

次世代システム研究所

所報 第1号 2003.1



次世代システム研究所所報発刊によせて

学校法人九州国際大学次世代システム研究所は、ストック型社会システムへの転換を目指した諸研究の中核的研究所として平成13年4月15日に設立されました。設立以来すでに1年を経過したこの時期に遅ればせながら、ストック型社会システム形成に関する論文を中心に研究所所報を発刊することができました。

これまでの経緯をふりかえりますと、当研究所は経済問題と環境問題を統合するECO-ECO理論(Economy as Ecology)に起源を発していると言えます。この理論から導き出された考え方のひとつが「ストック型社会システム」という概念です。すなわち社会インフラ・生活インフラ等を多世代にわたり利用できるよう長寿命化することで、人間の資源循環を地球の資源循環と同調させ地球環境を持続的にし、同時に資産の世代間蓄積が進むことで生活を豊かにし経済構造の健全化を図ることを目指す考え方です。

この考え方に対する活動は先ず平成8年に、青年会議所等を中心にした市民運動・エコエコ研究会から始まりました。当時の通産省や環境省等の関係機関の支援も得て、定期研究会、各種小冊子・広報ビデオ等の出版、シンポジウム・教育イベント等の開催などを通しての世論形成活動が展開されてきました。

エコエコ研究会の中から、ECO-ECOの考え方の理論的検証と具現化に向けた科学技術・社会技術的専門家による理論形成の必要性の声が高まり、平成12年に大学・行政・民間企業・研究機関等の専門家を中心にした次世代システム研究会が発足しました。

更に次世代システム研究会での各種研究活動の過程において、将来の政策展開に向けた研究拠点の必要性が求められ、平成13年4月に学校法人九州国際大学に当研究所が設立されました。

従って当研究所の主要な研究領域は、ストック型社会システムに関する分野です。この分野を中心に、次世代システム研究会々員をはじめ各種の団体・機関と研究活動を展開してきました。平成14年10月には研究・技術計画学会年次大会においては、ストック型社会システムに関する分野を一単位のセッションとして、次世代システム研究会々員を中心に20件の理論を発表でき、学際的な観点から高い評価を得ることもできました。

この研究所報では、日本をストック型社会システムに転換するための基本的な考え方と理論に関する総合的な体系の概要を提示しています。すなわち

- ・ストック型社会への転換の必要性と効果に関する分野
- ・ストック型社会具現化に向けた技術的領域に関する分野
- ・ストック型社会具現化に向けた社会システム関連領域に関する分野

これらの論文は工学・自然科学・社会科学・人文科学の各分野を統合的に構成されたもので、これによりストック型社会システムの実現性を検証するアウトラインを得ることができるものと考えます。

今後は次世代システム研究会々員をはじめとする多くの分野の方々の理論を加え、本稿を更に充実させたストック型社会具現化に向けた総合書にしたいと思えます。それにより日本をはじめとするアジア諸国を、ストック型社会システムに転換するために貢献したいと願うものです。

なおこの所報の後半には、当研究所が公的機関等から受託した研究・調査に関する報告の概要も添付しております。

当研究所が外部から研究・調査等を受託する場合には、以下の観点を一応の受託の判断基準としています。

- ・基本的にストック型社会理論の形成に関連するもの
- ・新たな理論・方法・手法の開発が求められるもの

特に後者については、大学等教育機関に所属する研究所の立場から態度を明確にしておく必要があると考えます。先ずその種の研究所における調査や研究は基本的に、既存の知識の移転や既存の規範・基準・手順に基づいた調査・研究を行うべきではないと考えています。それらは行政の研究機関やコンサルやアセス会社等民間企業でなされるべきで、学問周辺の機関においては研究の基本、すなわち実態調査 課題の抽出 仮説の設定 検証・実証から、何らかの新たな理論なり方法・手法の開発等が導き出されることが必要であると考えております。また当然のことながら、その研究・調査は、社会的に意味アリの対象に関してのみ実施されるべきであると考えます。

この所報の後半で概要を報告する研究・調査は、以上のような判断基準で受託したものです。

文末になりましたがこの研究所報の出版におきまして、次世代システム研究会々員はじめ御寄稿・御執筆頂いた皆様、日頃の御教示を賜っています研究顧問をはじめ研究所スタッフの皆様に深く感謝いたします。またこれまで研究所の活動に多大な御支援と御指導をいただいています関連省庁・公的機関の方々および各種学会・多くの大学の先生方に、深くお礼を申し上げたと思えます。また身内として日頃から御協力・御支援いただいているエコエコ研究会、北九州青年会議所、ECO-ECOサロン等の皆様、九州国際大学の各学部の皆様に重ね重ねのお礼を申し上げます。

平成14年12月 1日

次世代システム研究所
所長 岡本 久人

目次

研究所報発行にあたって

21世紀における研究と研究者の役割、そして大学の役割とは

1. ストック型社会の必要性と効果

環境・経済・生活の諸問題を統合的に解決するモデル（ストック型社会）の考え方・・・P1

ストック型社会と環境

地球環境・資源問題からみた「ストック型社会への転換」の必要性・・・P13

長寿命型住宅普及の環境への影響評価

～CO₂排出量及び建設廃棄物を指標としたライフサイクルシュミレーション～・・・P17

都市構造物の資源ストック量と廃棄物排出量についての分析・・・P27

ストック型社会と生活の豊かさ

ストック型社会と市民生活

～住宅関連支出と環境負荷を中心として～・・・P38

ストック型社会に向けた住宅システムの研究

～資源循環型住宅の経済性評価～・・・P48

ストック型社会と経済

ストック型社会と企業活動

～賃金と国際競争力の分析を中心として～・・・P60

ストック型社会と企業活動

～ストック型社会の実現による国際競争力の回復等についての考察～・・・P68

長寿命型住宅普及のマクロ経済への影響分析・・・P80

．技術システム編

地球共生

- 木質資源を指標にした資源自律型地域圏　：基本的な考え方・・・・・・・・・・ P91
- 木質資源を指標にした資源自律型地域圏　：福岡県における事例について・・・・・・・・ P95
- 工業地帯における自然共生型環境創成の考え方・・・・・・・・・・ P102

要素技術

【長寿命型素材】

- 長寿命型素材/シーズ技術1　金属材料（鋳物の例）・・・・・・・・・・ P112
- 長寿命型素材　～「鉄鋼材料」について～・・・・・・・・・・ P120
- ストック型社会形成に寄与するセメント・コンクリート・・・・・・・・・・ P127
- 長寿命型素材　～煉瓦、セラミック系素材の事例～・・・・・・・・・・ P137
- 高耐久木材の開発・・・・・・・・・・ P142

【長寿命型建築】

- 長寿命型建築技術(S I工法の考え方とその事例)・・・・・・・・・・ P144
- 長寿命型建築　～低環境負荷・長寿命木質住宅～・・・・・・・・・・ P151

【長寿命型土木】

- 我が国における長寿命型道路に関する考察・・・・・・・・・・ P155

【長寿命型耐久財】

- 家具づくりの課題・・・・・・・・・・ P163
- 電機/設備の長寿命化の考え方・・・・・・・・・・ P165

都市設計

- 未来の社会変化等に適応する人間圏（都市・村落等）設計の考え方・・・・・・・・ P170
- ストックとしての都市景観・・・・・・・・・・ P180

．ストック型社会への転換に向けた社会システムの課題の検討

法制面・税制面からのアプローチ

ストック型社会への転換に向けた社会システムの課題の検討

～法制面・税制面等からのアプローチ～・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P184

地域政策からのアプローチ

建築物の長寿命化 ～文化的影響～・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P206

Building for Long Life – cultural influences・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P226

まちづくりの課題 ～商店街の再生課題とその考え方～・・・・・・・・・・ P240

所有から利用によるストック型の“まち”づくりへの転換方策に関する一考察・・・ P245

環境管理システムからのアプローチ

ストック型社会に向けての環境マネジメントシステムの課題・・・・・・・・・・ P268

豊かさの指標・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P271

ストック型社会への転換モデル

ストック型社会への転換に向けた社会システムの課題の検討

～今後の研究プロセスと産・学・官・民の役割分担の検討～・・・・・・・・・・ P276

新たな「安心」社会をつくりだすために・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P290

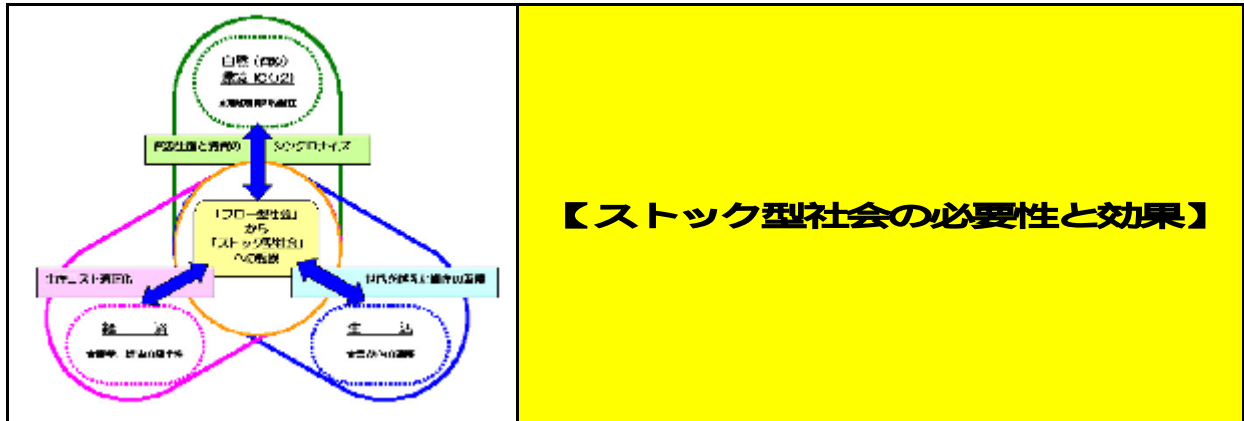
ストック型社会システムへの転換政策の進め方・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P297

ストック型社会形成の政策的有効性・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P307

. 調査・研究実績-

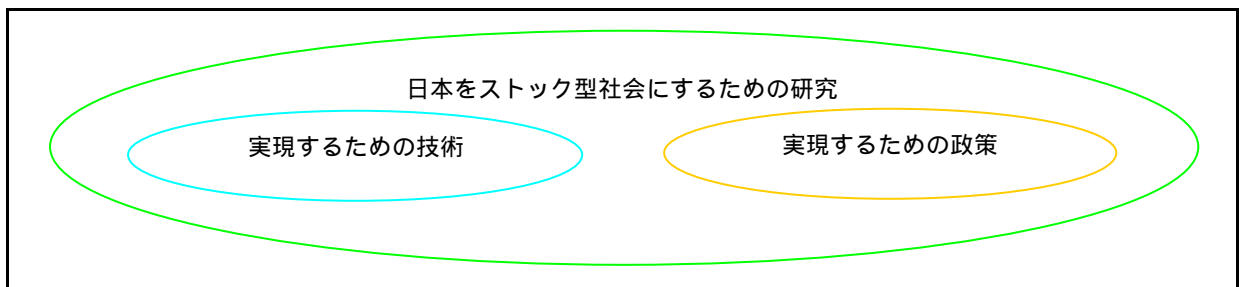
- 北九州市響灘風力発電所建設計画に係る環境影響評価・調査(鳥類対象) P313
- 吉志土地区画整備事業関連ハヤブサ・ミチゲーション実験事業 P335
- 臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査事業 P346
- 干潟等広域生物圏における環境影響評価手法と生物総量の定量的調査手法の研究 . . . P364
- 産業廃棄物系資源と活用した自然創成技術とそれを応用した産業廃棄物最終処分場の
自然共生技術のための調査研究事業 P373
- 産業廃棄物系リサイクル改良土壌を活用した自然創成技術の研究開発及びその実証実験
並びに(これらの結果を踏まえた)自然創生システムの構築 P385
- 藤田商店街活性化実施計画策定事業 P400
- 松林の再生による環境保全と地域産業の活性化モデル事業 P408
- 財団法人地球環境財団 研究奨励事業
「自然資源の有限性」と「人間社会のける資源の利用時間」に関する調査研究 P412

・ストック型社会の必要性と効果



ストック型社会
長寿命化

【具現化・転換のためのテーマ】



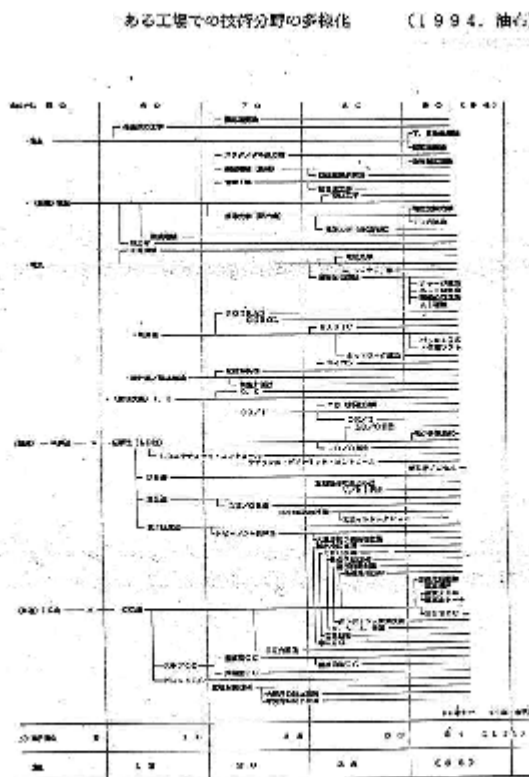
環境・経済・生活の諸問題を統合的に解決するモデル (ストック型社会システム)の考え方

岡本 久人 (学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長)

1. 現代社会の潮流 / 複雑系から混沌系へ : 部分最適解の総和は全体最適に成らず

現代社会は、科学・技術・学問・文化等社会の急激な専門分化、すなわち多様化・細分化による超分業化で今日の繁栄を得ている。(Fig.1)

Fig.1



だが急激に進行する現代社会の「分業化」は、地球環境の維持や人間社会の持続的発展と言う目的に対して、各分野の機能集約すなわち「協業化」が可能な限界をすでに超えていると考えることができる。部分最適解の総和は全体の最適解にはならないという理のとおり、現代社会の全体像は混沌化し多くの分野で巨大課題を創出しつつある。

多くの地球環境問題は、細分化・専門分化の過程の中で指数的に進展している近年の科学技術の結果(人間の Action)が、地球という複合システムに及ぼす影響(地球・生物圏の反応 / Reaction)として発現する

までのタイムラグにより生じている。あるいはこれを地球環境の'Reaction'が発現する前にヒトの活動が進行するからだと考えてよい。また人間社会の個々の分野間の相互作用も、同様の予期せぬ問題を生み出している。

また我国の破局的経済の問題、高所得でも豊かさに欠ける日本人の生活等々の社会科学の問題も、科学技術や地球環境問題と相互的關係や背反の關係が内在するため、個々に対応すれば全体としては問題の大きさが増大することも有り得る。いかに細分化した部分の科学・学問のシ - ズが優れていようと、それが社会全体のニ - ズや地球環境持続という命題に合致しなければ何の意味も見いだせない。

このように現代社会の根本的課題として、「進み過ぎた専門分化」が存在すると言することができる。

個別の分野を統合し総合的に問題を解決する理論としてはシステム学がある。しかしながら従来のシステム学が統合理論となり得ない理由は、人間の行動原理の重要因子である社会科学・人文科学における価値論・倫理論等の不確定要素に対応できないためと思われる。そこで、超複雑化し混沌系と化した現代の人間社会の全ての営みをより端的に認識できる生物モデルに置き換え、例えば日本人の社会と日本の社会環境を「ヒト科ニホンジン種の行動特性とその生態系」としてとらえることで、価値論・倫理論等ヒト特有の不確定要素を超越して、人間社会の全体観を認識する方法（ECO-ECO / Economy as Ecology）を試みている。

2．複雑系・混沌系の単純化 / ヒト社会システムの生物モデル化の背景

ヒト社会生物モデル、すなわちヒト社会システムを生物モデルにおきかえる方法（ECO-ECO）で人間社会の全体観を認識する方法に至った背景には前述の理由に加え、現代人類の急激な繁栄による圧力が地球環境的・資源循環的な限界に迫りつつある状況がある。

近年の科学技術は指数的に発達してきた。その結果、人口は指数的に増加し、またヒト一人当たりの資源・エネルギー消費量も指数的に増加しつつある。このような人間活動の急激な展開が、地球上の生物資源の循環システムに歪みを創り、地球の熱収支・物質収支のメカニズムに変調をもたらすことが危惧されるようになってきた。すなわち繁栄によるヒトの要求の総量が、急速に地球システム持続能力や資源再生産能力の限界点に近づきつつある。そのため地球の物理的・化学的性能を一定に維持し、ヒトを含めた生物圏の機能を持続的に保全する必要があるとすれば、複雑系化した人間の全ての営みを地球上の全生物と一括した「地球全体の生物システム」として捉える必要があった。

3．生物モデル（ECO-ECO）で見るヒト社会

3 - 1．地球の生物収容能力

地球の熱収支・物質収支には生物圏が微妙に関わっている。すなわち地球の物理・化学特性を一定に保ち得る範囲を越えて生物は増殖できない。そこで地球の生物収容能力をマクロ的に認識するための最も単純な例として、ある小さな島にシカ（鹿）が何頭棲めるかというモデルを想定するのがよい。島の面積は一定であり、その島で生産される植物の量は（日照量と降雨量の変動範囲内で）一定である。従って島で棲息できるシカの個体数は、植物の生産量すなわち島の面積に律則される。ここで植物（資源生産者）と動物 / シカ（資源消費者）が示す生産と消費の関係は、経済原則を表している。仮にシカ個体数の急激な増加などがあ

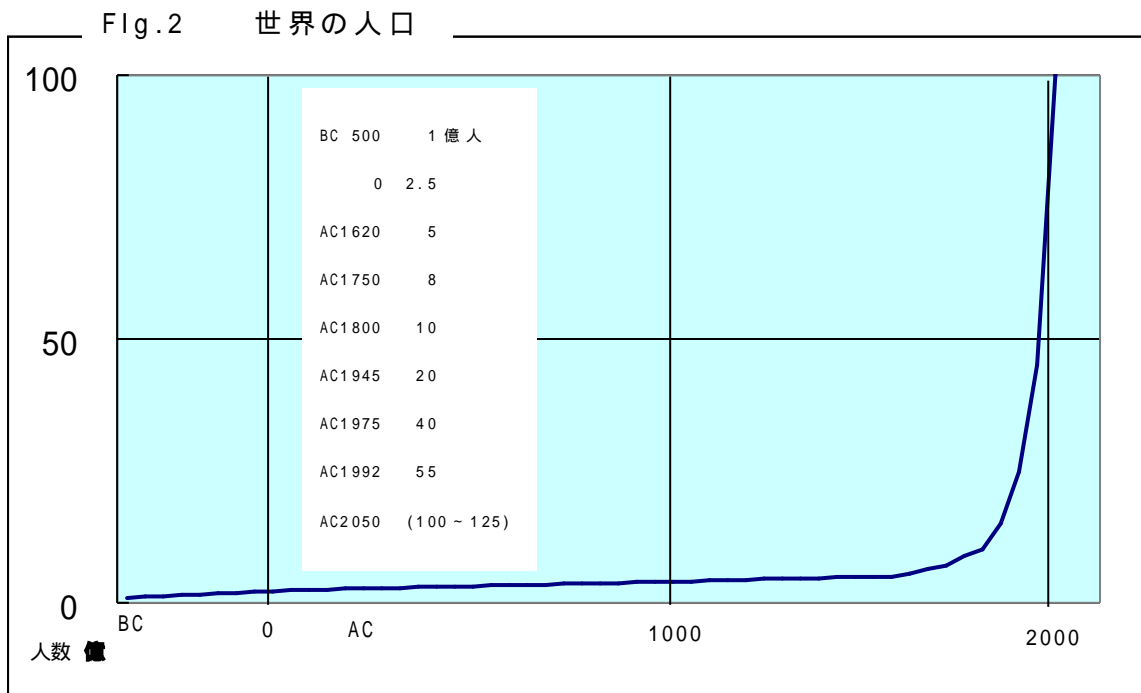
れば、島の生産基盤（植物）の破壊が起こり砂漠化して破局のモデルに至る。このような破局のモデルを回避し、生物圏を持続させるために自然界には「生産と消費」のバランス調整させるシステムがある。一般的には消費者（シカ）側が個体数を制御することで成立する。例えば植物の資源量が少ない冬季などに弱い個体から死ぬ。あるいは個体間や種間の闘争で全体の個体数を調節する。(Pict.1)

Pict.1



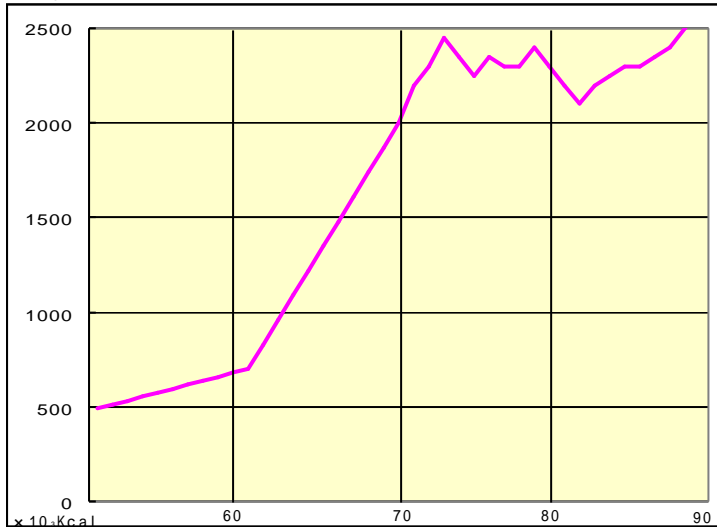
ヒト社会では脳の進化の結果、食糧生産技術をはじめ医学や各種の科学技術を発展させることが出来たため、これまではヒト個体数（人口）は自然環境に直接的に律則されずに増加してきた。それは現在では指数的な増加傾向にある。

(Fig.2)



また一般的に動物一個体が必要とする生涯資源消費量は一定である。例えば1000年前のシカも現在のシカも生涯資源消費量は不変である。だが現在のヒトは世代が進む毎に1個体当たりの資源消費量は指数的に増大し続けることになる。(Fig.3)

Fig.3 エネルギー消費量（一人当たり）の推移



継続的な成長（資源消費
量増大）を求めるヒトの行動
特性を否定することが困難で
あるならば、今後もヒトの資
源消費量は指数的に増大し続
けることになる。

今日の人間社会の各種巨大
課題の根源は、資源生産基盤
の表面積が一定である地球上
で、ヒト個体数（人口）も個
体当たりの資源消費量も指数
的に増大し続けている当然の
結果として発生していると見

ることができる。即ちヒトの総資源要求量を表面積一定の地球という「ツール」を利用して供給できる技術をヒトの脳は未だ産みだしていない。そこで人類全体の活動を地球が有する条件に適応させるために、既知の地球・生物モデルの中から、今後ヒト社会が進むべき技術・文化等の方向を見いだす必要がある。

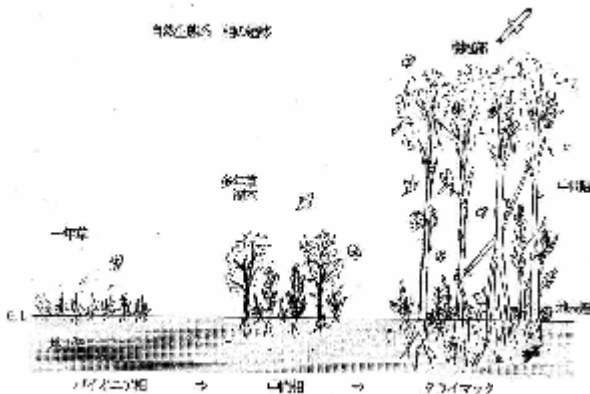
3 - 2 . 経済の成長モデル / 自然モデルと日本モデル

現代社会において人類の主要な行動指針は「経済」に在ると言ってい。そこで既知の地球・生物モデルの中から経済成長に関するモデルを選択してみる。

自然界では火山噴火や山火事等による局部的破局が生じることがある。破局から自然の経済が回復する過程では、生産（植物）システムとして先ず先駆相が形成される。これは1年草で毎年、叢生と枯死を繰り返す。この繰り返しの過程で、地下に栄養塩類の蓄積が進み、中間相（灌木）を経て、やがては極相林に至る。

(Pict.2)

Pict.2



極相林は長寿命型の環境である。蓄積された栄養塩類のストックを基に、多様な動植物を収容できる豊かな環境である。

第2次対戦後の破局相（経済の焼け野が原）からの経済回復において、ドイツは自然モデルに相似の過程を経たが、日本の経済成長は結果として1年草のままの極相林を創出してしまった。すなわち社会インフラ・

Pict.3

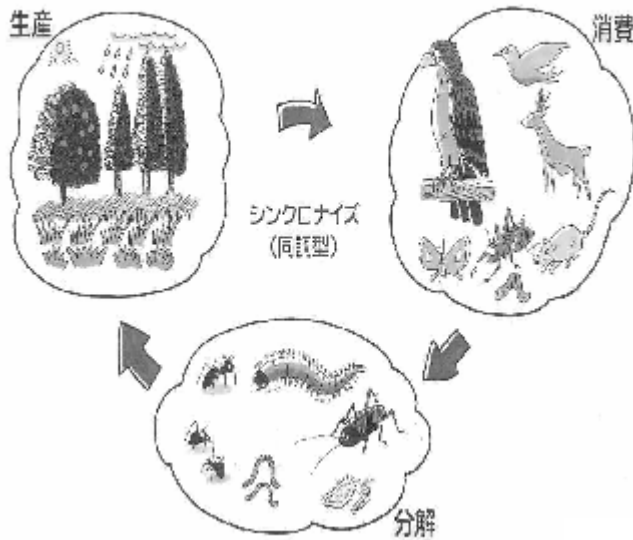


生活インフラの寿命が極度に短い、即ちストック（資産）の世代間蓄積がない特殊な社会環境を創出した。（Pict.3）

このような特殊な相は自然界では成立し得ない。後述するように今日の日本社会が抱える環境・経済・生活等の巨大課題には、上述の他の先進国には見られない短寿命型の特殊な社会環境の形成が大きく影響していると思われる。すなわち前述の「地球の生物モデル」から見た今後日本社会が進むべき方向の一つに「長寿命型社会環境の形成」が有り得る。

Pict.4

地球の資源循環



費)の概念は含まれない。(Pict.4)

インフラ等が長寿命である他の先進国ではゼロエミッション社会の実現で、人間の資源循環を地球（自然）の資源循環システムにシンクロナイズ（同調）させるシステムは形成できるが、短寿命型の日本は構造的にゼロエミッションだけで地球環境問題を解決することはできない。(Pict.5)

3 - 3 . 資源の生産と消費

'92年のリオ・サミット以後、ゼロエミッション社会に向けた努力が国の総力をあげて進められている。だがこの目的は人間社会の資源循環システムを確立することに在る。今後も人間が地球（自然）の生産する資源を利用し続けるならば、（生産 消費 分解）という地球（自然）の資源循環システムに人間の資源循環システムをシンクロナイズ（同調）させなければならない。ゼロエミッションは人間社会の出側（消費 分解）の同調を目的にした概念であり、人間社会の入側（生産 消

Pict.5

現代の人間社会がつくり出した歪み



即ち標記の同調のためには、資源を長く利用する「長寿命型社会システム」への転換が必要である。

3 - 4 . 生物モデルから見た日本社会の課題 / ストック型社会システムへの転換

前述の視点を総合して生物モデルから現在の日本社会が抱える課題への解答は、日本を「ストック型（長寿命型）社会システム」へ転換することである。即ち「今後ヒトが進むべき方向」の一つは、長寿命型（ストック型）社会システムの形成であろう。

この転換が、日本社会にもたらす効果について以下に述べる。

4 . ストック型（長寿命型）社会システム / 環境・経済・生活の新展開

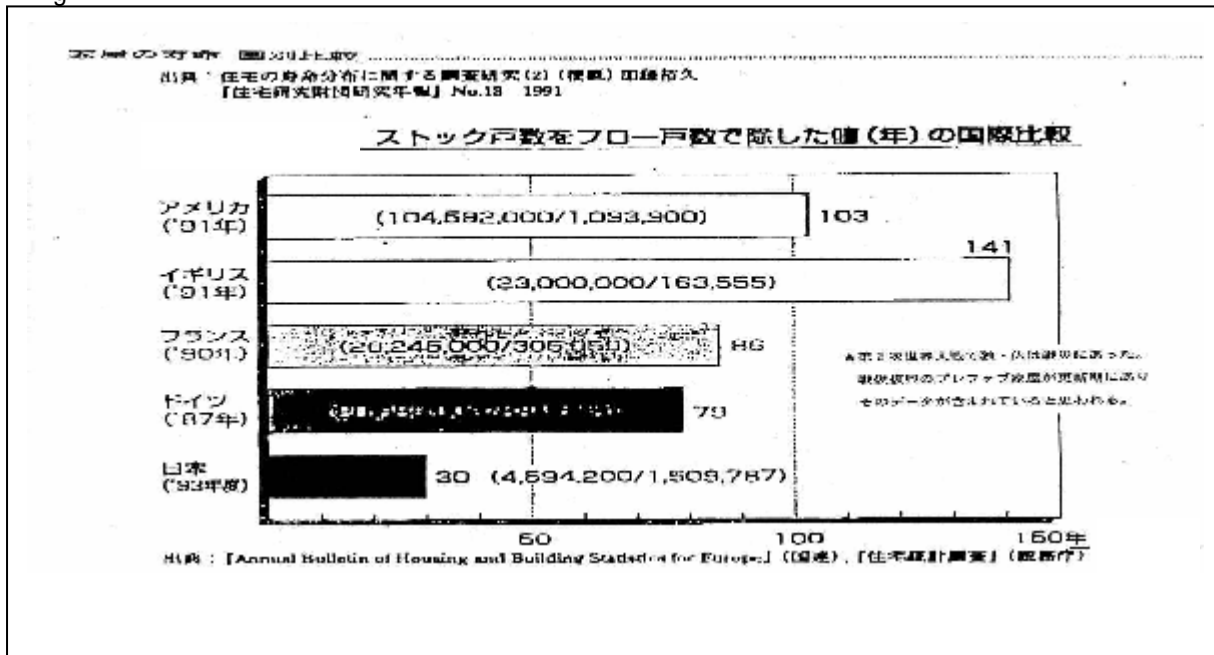
短寿命型の日本の社会システムをストック型（長寿命型）に転換することで、現在の日本社会は次のような可能性を得ることができる。

4 - 1 . 地球環境 / 真の持続性

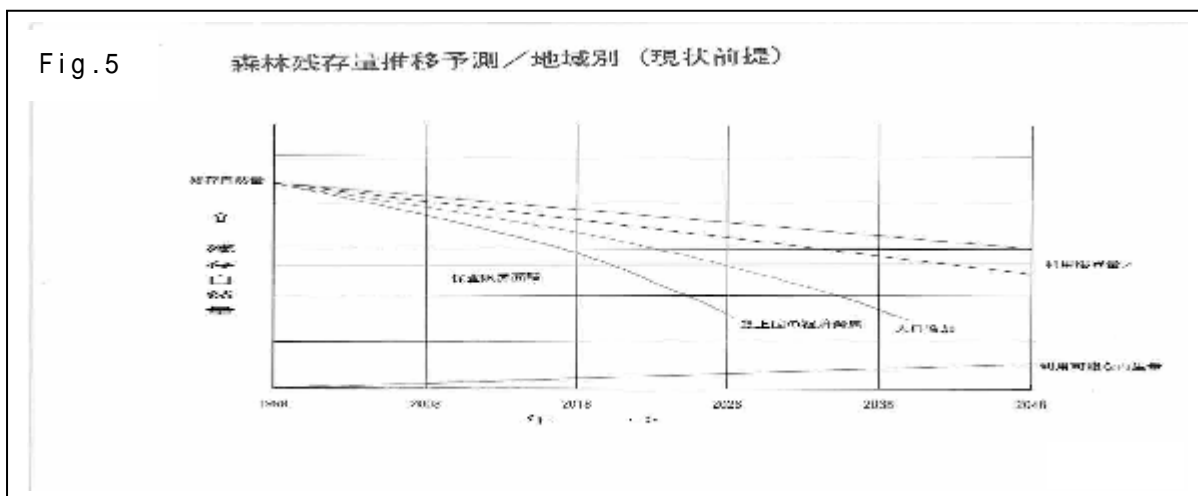
現在、我国では持続的に地球環境を保全するためには、ゼロミッションを達成し「資源循環社会」を実現することで達成できると認識されている。しかしながらこの認識には大きな誤謬がある。地球環境を持続的なものとするには、前述のように人間の資源循環システムを地球の資源循環システムに同調（シンクロナイズ）させる必要がある。

例えば日本家屋の平均寿命は約30年である。（ Fig.4 ）

Fig.4



戦後の経済成長の過程で、日本家屋の主な材料供給源は熱帯雨林に依存してきた。一方伐採された熱帯雨林が伐採前の姿に回復するのに200年以上の期間を要すると言われている。その結果として熱帯雨林の残存量は急激に減少してきた。人間の資源消費が地球(自然)の資源生産にシンクロナイズ(同調)していないための当然の結果である。現在、日本の木材資源の供給源は寒帯林にシフトしつつあるが、その再生には300年以上の期間を要すると言われている。世界の人口が増加し途上国の経済が発展する今日、森林の残存量は指数的に減少することが予測される。(Fig.5)

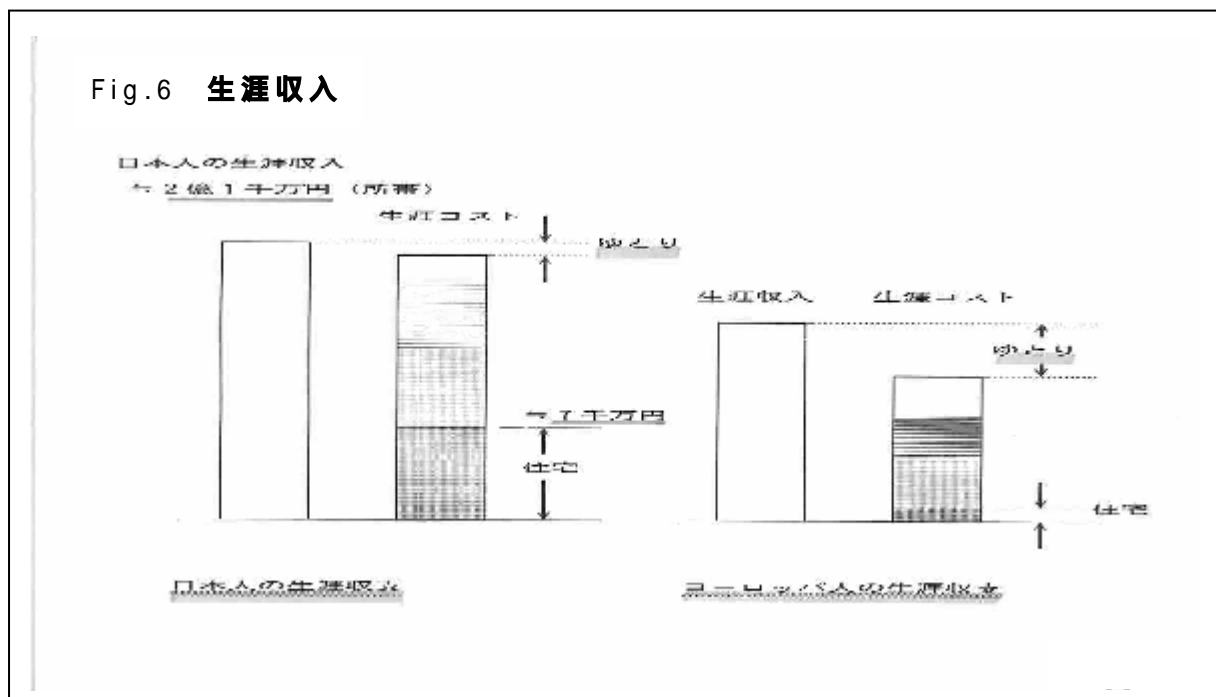


森林が持つCO₂固定機能の意味からも、インフラ等の長寿命化を早急に図り、森林の維持保全が必要がある。森林資源を利用するインフラを長寿命化することで、人間の資源消費と地球(自然)の資源生産を同調でき、資源・環境の保全という人類の基本的な安全保障を得ることができる。

従って、持続的に地球環境を保全するためには、資源的に見たときに人間社会の出側に位置する3R（リサイクル、リユーズ、リデュース）に加え、人間社会の入側に位置する資源の長寿命化が人間の資源循環システムを地球の資源循環システムに同調（シンクロナイズ）させる上で不可欠である。

4 - 2 . 生活 / 真の豊かさの獲得

過去10年間の各種公的統計を指標にして日本人の生涯収支を推定する。平均所帯の平均可処分所得を40年継続した場合、日本人の生涯収入は約2億1千万円と推定できる。また日本人の生涯支出の中で、日本人は例えば平均寿命30年の家屋取得に約七千万円（金利を含む）を投資する。これは生涯収入の1/3に相当するが、日本家屋の平均寿命が30年であるため、日本人は毎世代これを繰り返すことになる。（ Fig.6）



以上は国民の生活インフラを例に述べたが、公共の社会インフラも同様である。

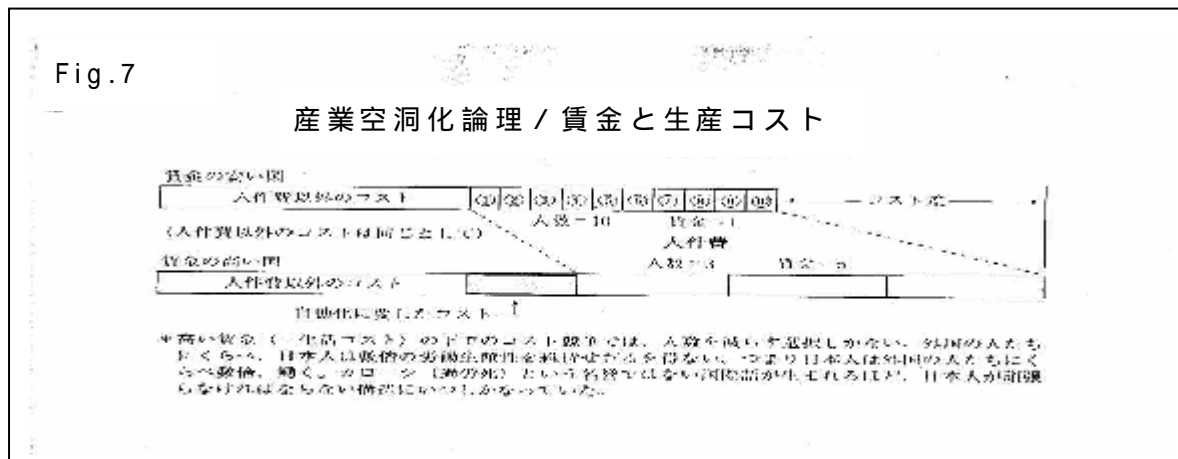
このような各種インフラの短寿命性に起因する生活コストは、相互作用として教育・サービスコストなど生活コストの増大につながる。日本以外の先進国（ストック型社会システム）では、インフラ等への投資が数世代に一度でよいいため、生涯収入が少なくても生涯支出がより一層小さいため、生涯収支の差分で毎年バカンスを享受できる。この差（ゆとり）は国民の文化形成においても重要な意味を有するものと思われる。

日本をストック型社会システムに転換し、世代が進む毎に資産が蓄積できるように改めることができれば、次の世代の日本人は他の先進国の国民並に文化的生活を享受できることになる。

4 - 3 . 経済基盤の健全化 / 破綻経済の出口

日本の産業の技術力が世界のトップレベルに在ることは疑いの余地はない。しかしながらソ連邦の崩壊後の経済の国際化の意義、すなわち資本と技術が国際的に自由移転できる環境変化を日本人は正確に認識できなかった。産業の自動化等の技術が指数的に進化した結果、産業の国際競争力はそのコストに律則され低コストの国々に産業は容易に移転する。代表的な第2次産業最終財における累積人件費（原料・中間財・流通等の人件費を含めた）は、生産コスト構成比の大半を占める。

人件費は「人数×賃金」であるが、日本人が如何に勤勉であろうと賃金の高さが人件費を押し上げ、日本の産業コストを嵩上げし国際競争力を低下させる結果となっている。この傾向は現在では第1次産業の各分野でも顕著になっている。（ Fig.7 ）



日本人の賃金レベルが高い背景には、フロ - 型経済構造による生活コスト高があり容易には賃金レベルを下げられない。さすれば購買意欲が低下し経済全体が回転しない。結果として日本の高生産コスト構造は日本の産業を空洞化し、全体としての経済基盤は限りなく凋落傾向に向かうものと思われる。（ Fig.8 ）

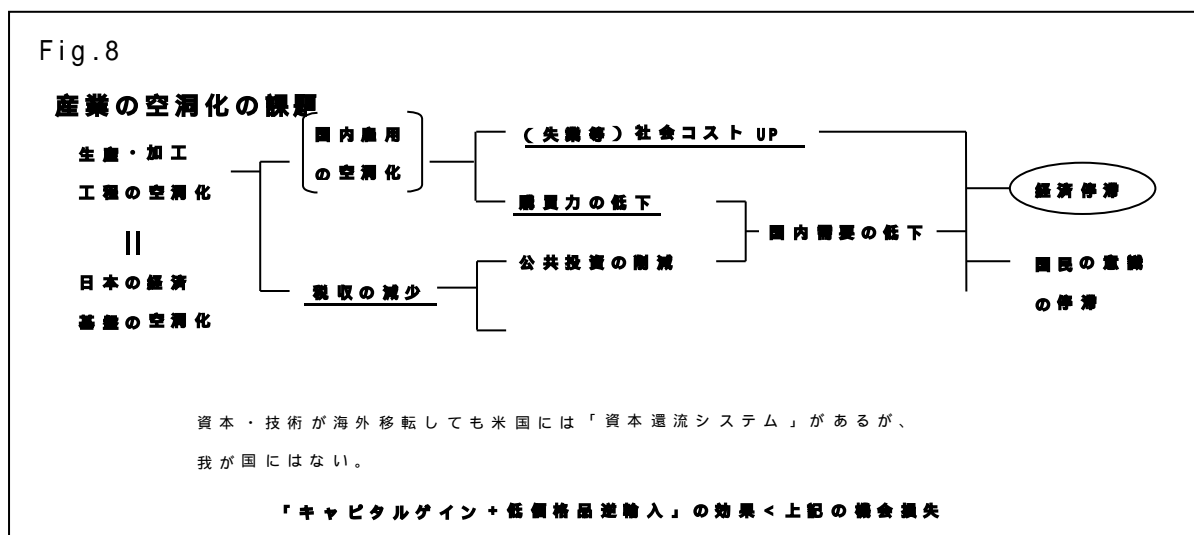


Fig.8 の状況下においても我々の国民特性は部分最適型行動を指向する傾向を示す。例えば政策においても失業・雇用対策、産業支援対策、税収減対策（増税）、消費促進対策等々の対症療法的対応にそれが表れている。国民の認識は、全体の根源問題に向かわないため、根源治療への発想は殆ど見られない。

日本が根源課題であるストック型社会への転換政策を選択することができれば、長寿命型を指向した新たな技術革新の下で持続的な新産業構造を創出でき、社会に新たな活力を吹き込むことができる。社会インフラ等を長寿命型に切り換える過程では、課題である日本の土建業界も健全に活用することもでき、もはやこの業界が社会全体の負担になることはない。

社会インフラ等の長寿命化に伴う初期投資の増加分は、後の各世代に相応に負担してもらい制度も十分考え得る。これは数世代にわたる資産形成の政策であるため、世代間の倫理から見ても当然受け入れられるはずである。

この結果、少なくとも次の世代からは生活レベルの低下を伴わず生活コストを下げるができる。すなわち賃金・生産コストを国際水準に維持できることで、経済の国際競争の中で日本人の勤勉さや技術力の高さが健全に評価されることになる。

4 - 4 . 国家・地域・民族 / 持続の安全保障

現在の日本社会においては、世代を越えた長期的政策は皆無である。世代を越えて子孫に資産を蓄積できるよう社会のシステムを改めることは、次の世代に環境・経済・生活の各面で豊かさを形成するという当然の世代間倫理であるだけでなく、国家・地域・民族が存続を保障する上での最低の安全保障条件である。

即ち将来において国際社会がいかなる事態に陥っても、そこで生活する人々の衣食住はその地域圏の資源で保障し、自律的に生存できる環境を担保する。このように常に前の世代の人間は、次の世代の人々に環境条件を整備し続ける義務があるはずである。

次世代のための資産形成、これは歴史上のいかなる人間社会も踏襲してきた事実であり、自然界のいかなる生物においても「種」を存続させるための前提でもあった。さもなくば、わずかの環境変化でその「種」は淘汰されている訳である。戦後世代の日本人はこれを踏襲しなかった例外的な民族かもしれない。

5 . ストック型（長寿命型）社会システム転換 / 日本での実現の可能性

5 - 1 . 長寿命化（社会資本の多世代間蓄積）の対象

長寿命化すべき対象は地球環境および人間側、両者の視点から概ね次のようになる。

地球環境の視点からは、建設・製造、利用・運用、廃棄・リサイクル等ライフサイクル全体において環境インパクト・資源インパクトが大なる対象。経済の視点からは、世代毎あるいは世代を通して生活コストのインパクト・社会コストのインパクトが大なる対象。

以上のような具体的な対象としては建物、道路、家具、等の社会インフラ・生活インフラが考えられる。

5 - 2 . 長寿命の定義

モノを長寿命化することは、長期間・多世代にわたり利用可能な機能を確保する意味を持つ。だが長い期間で見れば自然環境の変動・変化や人間側にも技術の進歩や価値観の変化を有り得る。そこでモノを長寿命化するには、概ね次のような条件が必要である。

長期間の使用で機能が物理・化学的に劣化しないこと。

世代毎時代毎に変化する人間の要求、各種社会インパクトに適応できること。

長期間の自然環境・気候等の変動、各種自然インパクトに適応できること。

文化的に価値が陳腐化しないこと。

自然（地球）環境と共生（持続）できること。

5 - 3 . 技術的可能性

温暖・湿潤の自然環境等において、あるいは石より木の文化を好む日本人の嗜好等を考慮して、長寿命型の各種インフラの構築が日本でも可能であるか調査した。結果として従来の日本ではそのニーズが存在しなかったために顕在化しなかったが、個々にではあるがシ・ズ技術、シ・ズ理論は既に存在することが分かった。但し個々の技術の組み合わせ研究、実証実験等が必要ではあるが、我が国でもストック型社会システムへの転換は技術的に十分実現可能である。

5 - 4 . 実現のための課題 / 各種社会システム

戦後の日本の経済システムはケインズ経済論を機軸に構築されてきた。その結果、税制・法制、各種基準等々、全ての社会システムは短寿命型を指向し、長寿命型には逆インセンティブが働くように設計されている。ストック型（長寿命型）社会システムへの転換には、初期投資の増分の世代間コスト負担、地価政策、産業連関、転換のシナリオ等々、社会科学の分野で今後検討すべき課題が多い。ただし検討すべき課題は多いが実現可能であることは言うまでもない。それは日本以外の先進国の実例を見れば理解できる。

6 . 今後の展望

日本経済の根本課題を解決するためには、日本を早急にストック型（長寿命型・資産蓄積型）社会システムに切り換える必要があるが、この意味を国民が理解さえすれば技術的には日本はいつでもこの夢ある政策転換を選択することができる。

しかしながら、このような政策は現在の日本型社会構造からは発想されにくい。我々には社会全体の深層に存在する根源的問題には反応せず、自己が所属する集団の利害に反応する傾向がある。その背景として冒頭で述べた多様化・細分化による社会の専門分化の動向があるが、それに加え現在の日本社会には政治・行政・業界・学問等々あらゆる分野を通してタテ割社会と呼ばれる、より部分最適解を指向する土壌・文化が定着している。従って現代の日本社会は広視野・長期的視点で政策を策定したり決定することは不得手である。またそのような考え方を社会に認識させることも容易ではない。

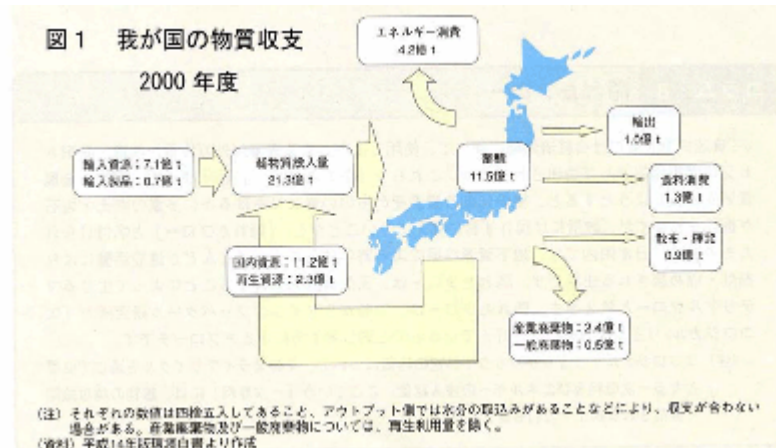
だがこの革新は日本だけでなく我国に追従するアジア諸国の経済・生活・環境問題にも、大きく影響する政策となり得る。日本をはじめとするアジア諸国の経済構造が現状のままならば、ストック型経済構造を有する欧米から見れば、アジアは単に「エンドレスに回転する良き市場」の役割を担い続けるだけだ。経済は回転してもその結果は人々の生活に本質的な豊かさをもたらさない。更にその間に地球環境の本質的保全にも手遅れが生じる。そのためいかに時間を要しても、より幅広い分野を統合した具体的な展開を推進し、日本社会を健全な方向へと導いていく必要がある。

以上

地球環境・資源問題からみた「ストック型社会への転換」の必要性

森谷 賢（環境省廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課 課長）

2000 年度における我が国の物質収支（図 1）を概観すると、21.3 億 t の総物質投入量があり、そのうち 13.5 億 t が国内から、7.8 億 t が輸入による投入となっている。この 7.8 億 t の大半は化石燃料や鉄鉱石などの資源である。総物質投入量の半分程度の 11.5 億 t が建物、社会インフラ等という形で新たに蓄積・利用される。また 1.0 億 t が製品等の形で輸出され、全体の約 4 割（8.0 億 t）がエネルギー消費（4.2 億 t）、廃棄物（2.9 億 t）、散布・揮発（0.9 億 t）という形態で環境中に排出される。再生利用されるのは 2.3 億 t で、エネルギー消費や輸出分を除いたものの約 7 分の 1 程度の水準である。



1. 「総物質投入量」が高水準

2000年の総物質投入量、21.3億tは、1970年の総物質投入量（15.4億t）の1.4倍と推計され、総物質投入量は長期的に見ると増加している。物質投入あたりの生産性を高めることにより、総物質投入量の低減に向けた一層の努力が必要となっている。

2. 「資源採取」の量が高水準

2000年の資源採取量は、国内と輸入を合わせて18.3億tと推計され、1975年の相当量に比べ、約1.2倍である。これは、資源採取に伴う「隠れたフロー」を含んでおらず、現在の資源採取の水準をさらに減らしていく必要があるものと考えられる。図2では、1975年以降において天然資源等（国内資源＋輸入資源＋輸入製品）をGDPで除した値（資源生産性）を表示しており、その値は順次増加しているが、今後一層の向上が求められる。

3. 資源、製品等の流入量と流出量に大きな差

国内に入ってくる資源や製品の量（7.8億t）に比べて、国内から出ていく製品等の物質（1.0億t）は約8分の1と大きな差がある状態が生じている。また、エネルギー消費に伴う環境中への放出は4.2億tであり、二酸化炭素等の大気中への放出が莫大であることを示しており、また諸外国に比べても並はずれて多い窒素の輸入は窒素化合物による地下水や大気への過大な負荷を表

している。

4. 「再生利用量」の水準が低い

総物質投入量の 21.3 億 t に対して再生利用量はエネルギー消費や輸出分を除いたものの約 7 分の 1 程度 (2.3 億 t) で、再生利用量に含まれる水分を除くとこの割合はさらに小さくなる。循環型社会を形成していくためには、この割合を一層高め、新たな天然資源等の投入を減らしていく必要がある。

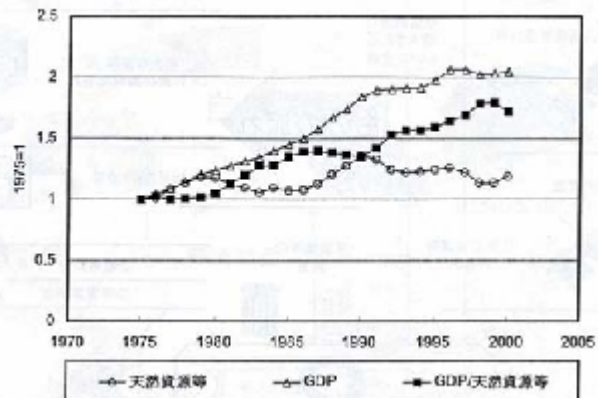
5. 総廃棄物量が高水準

産業廃棄物及び一般廃棄物の排出量や再生利用されない最終処分量 (約 6,000 万 t) は、これまで高い水準で推移していることから、これらの量を抑えることが、適正な物質循環を確保する上で重要である。

6. エネルギー消費が高水準

主として化石燃料に起因する二酸化炭素の排出等による地球温暖化は、人類の生存基盤に深刻な影響を及ぼすおそれがある重大な問題となっている。また窒素酸化物による大気汚染も都市部では改善が芳しくない。我が国のエネルギー消費は、約 4.2 億 t と高水準であり、今後、自然エネルギーの利用の促進、エネルギー利用の一層の効率化が必要である。また、再生利用等の資源循環に要するエネルギーが増大すると見込まれるため、廃棄物の運搬を含め資源循環のためのエネルギー利用の効率化が重要となる。

図2 資源生産性(GDP/天然資源等)の推移



7. 「資源採取」に伴って生じる「隠れたフロー」が多い

国内では、11.0 億 t (採取 (11.2 億 t) の 0.98 倍)、外国では、28.3 億 t (採取 (7.1 億 t) の 4.0 倍) の計 39.3 億 t の隠れたフローが生じていると推計されており、これは全体で見ると、資源採取量の 2 倍と膨大な量になる。環境負荷の低減のため、「隠れたフロー」を可能な限り低減していくことが不可欠である。「隠れたフロー」は「エコロジカルリユクサック」と呼ばれるものと同じ考えであり、特定の天然資源の利用にあたって、その全ライフサイクルを通じて必要となる一次原料及びエネルギーの投入総量をいう (一次原料には地下資源の採掘段階で掘削される表土・岩石も含まれる。日本国内では地下資源採掘による寄与は小さく、ほとんどが建設活動による掘削・埋め戻される土壌・土砂である。)

8. 今後の経済社会像

「大量生産・大量消費・大量廃棄」で表される経済活動は、生産、流通、消費、廃棄等の全段階を通じて、自然の物質循環に対する負荷を高めている。また、多くの有用な資源が長期・適切に利用されないまま廃棄され続けると、社会資本のストックの蓄積という形ではなく、廃棄物として環境に負荷を与える。また、こうした廃棄物を処理するためには、膨大な社会的コストを必要とし、その処理に伴う新たな環境負荷も発生する。そこで、資源・エネルギーの過剰な利用・消費と経済発展とをより切り離し、毎年蓄積されるストックを長期・有効に活用していける社会の実現が望まれる。

そのような経済社会における経済主体の行動目標は、ストックを利用しながら環境負荷を出来るだけ抑制し、同時に生活の質や満足感を向上させることであり、具体的には右の表が示す方向を有するものとなる。その主たる方向は、

- 消費する資源・エネルギーの効率化と同時に環境・生活の質の向上。
- 製品の質を高め、モノの使用価値を重視（機能拡張、長寿命化、メンテナンス重視）すると同時にリサイクルの拡大。
- 社会インフラとして蓄積されている資源の長期・有効な活用により、廃棄物を減らす。

20世紀の経済社会	今後の経済社会像
高度成長、フロー重視	安定成長、ストック活用
大量生産・大量消費・大量廃棄	最適生産・最適消費・最小廃棄
「規模」の経済中心	「規模」の経済のみならず、異業種の「連結」、消費者と生産者の「合意」による経済の並立
労働生産性の向上	資源生産性の向上
使い捨て製品・モデルチェンジ	長期耐用型製品・リユース・リサイクル
天然資源の浪費	蓄積資源の活用
製造業中心	農工連携、製造業のサービス化、循環型の産業構造
国主導、輸出主導	地域主導、グローバル化と地域経済との補完
経済合理性・経済効率性の追求	環境合理性・環境効率性の追求

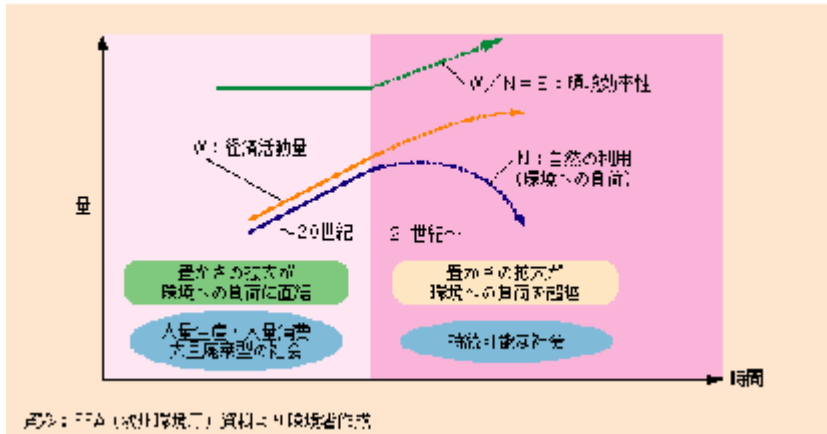
9. 建物その他構造物の長寿命化

上記のように、総物質投入量の半分程度の 11.5 億 t が建物、構造物等という形で新たに蓄積・利用される。これらの建物、構造物等もいつかの時点で、解体されその一部は再生資源として利用されるとしても、その他は廃棄物となり環境に対する負荷を増大させる。高度経済成長期から 30 年余りを経過した現在、既存の建物が更新期を迎えるため、建設廃棄物の発生量が急増することが懸念されている。建物が長寿命（例えば、100 年）となれば、頻繁な建設・解体に伴う廃棄物の発生を抑えることが出来る。また、新たな技術を導入することにより、建物

が利用される間におけるエネルギーの利用効率を高めれば、短寿命の建物を建設・解体していくよりは、社会全体でのエネルギー使用も減らすことが可能となる。

生物資源については、新たな生産速度に見合う分だけ利用・消費し廃棄するの

図3 環境効率性と持続可能な社会



であれば、生態系と人間が同調し、持続的な利用が可能となる。二酸化炭素の排出削減や廃棄物の発生削減が不可欠である現在、生物資源の利用における生態学的な制約と同様に、これらを人類に対する環境制約と認識し、

環境効率性（図3）を上げていく必要があるとあり、その一環として、社会における建物、構造物をより長期に利用していくことが賢明な選択といえる。

また、再生利用等の資源循環に要するエネルギーが増大すると見込まれるため、廃棄物の運搬を含め資源循環のためのエネルギー利用の効率化が重要である。廃棄物の再利用、廃棄物の再生、製品や建物の長寿命使用にあたって、温暖化防止の観点から配慮を要する事柄がある。以下のとおりまとめられるが、この場合、エネルギーの使用と二酸化炭素の排出が単純に一次比例であると仮定している。

循環社会の形成と温暖化対策の両立のための配慮

- ・ 「**廃棄物の再利用**」 再利用のために必要となる運搬・選別等のエネルギーが新たな製品を作るエネルギーよりも少ないこと。また、再利用する製品の使用時のエネルギーが新たな製品の使用時のエネルギーを上回らないこと。
- ・ 「**廃棄物の再生**」 廃棄物から原材料を取り出すためのエネルギーが、天然資源を使用して原材料を作り出すエネルギーより少ないこと。
- ・ 「**製品／建築物の長寿命使用**」 当該製品／建築物の使用に必要なエネルギーが新たな製品等の製造及び使用に必要なエネルギーより少ないこと。

【引用文献・参考文献】： 平成14年版循環型社会白書
 平成11・14年版環境白書
 第12回中央環境審議会循環社会計画部会資料

長寿命型住宅普及の環境への影響評価
～CO₂排出量及び建設廃棄物を
指標としたライフサイクルシミュレーション～

松本 亨 （北九州市立大学国際環境工学部 助教授）

1. はじめに

廃棄物の発生抑制や省資源，環境負荷削減対策として，製品や構造物の「長寿命化」が有力な手段の一つとして認識されている．これは，全産業の資源利用量の約5割を建設資材として利用し，産業廃棄物の約2割，最終処分量の約4割を占める¹⁾建設業においても重要な課題といえ，長寿命型建造物の技術開発とその普及には強い社会的要請がある．ところで，都市はその姿をとどめることなく常に変化の過程にあり，都市構造物を取り巻く状況も常に動いている．都市構造物の評価を行うためには，それがもたらすサービスと環境負荷(もしくは環境影響)とのバランスを考える必要があるが，その場合双方の時間的な変化を考慮することが求められる．つまり，都市構造物へのニーズを固定的に扱わず，ダイナミックに分析するための手法が必要であるといえる．

製品や構造物のライフサイクルにわたる環境影響を総合的に評価する手法としてライフサイクルアセスメント(LCA)がある．従来からLCAは，長期的な時間依存性を考慮することに難点があることが指摘されている^{2), 3)}．つまり，運用段階や廃棄段階の環境負荷発生を決める変数をすべて初期条件として固定的に設定してしまうこと，プロダクトバスケット(あるいはベネフィットバスケット)法を用いる場合の代替効果についても時間依存性を無視していることによる．また，インベントリ分析において用いられる環境負荷原単位も，特定の年の産業活動データを前提としていることから，やはり資源フロー構造を固定的に扱わざるをえない．ライフサイクルの長い建築物や都市インフラにLCAを適用するにあたって，これらの課題はこれまで無視できるものとして適用されてきた．

本研究では，長寿命型住宅のためのライフサイクル評価手法を検討する．具体的には，躯体住戸分離方式の工法として提案されているスケルトン・インフィル住宅(以下，SI住宅)を評価対象として取り上げる．これは，長期耐用の躯体部分(サポート)と，取り替え可能な住戸部分(インフィル)を構造的に分離した建築方式である⁴⁾．本研究では，サポートの寿命を平均100年，インフィルの寿命は世代が変わるスパンを考慮して30年とした．この方式の住宅が都市に普及することが，環境負荷削減にどのように寄与するかを評価する．そのためには，長期にわたる外部条件の変化を考慮したLCA手法を検討する．まず，考慮すべき外部条件の整理を行う．その上で，実際に変化する外部条件の予測を行い，それを用いた普及シミュレーションを行う．これにより，都市の総合戦略のためにLCAがどのような役割を果たすことができるかを，その検討に資することを目的とする．

2 . 研究の分析フレーム

2.1. 評価対象と外部変化

住宅ストックの更新周期を比較すると、我が国が木造で約 40 年、非木造で 30 ~ 40 年であるのに対して、欧米諸国はアメリカが 103 年 (1991 年)、イギリスが 141 年 (1991 年) と、日本より極めて長いことがわかる⁵⁾。建設廃棄物の処分問題、省資源、さらには生活の質 (Quality of Life) の問題から、近年建築物の寿命の問題は大きくクローズアップされるに至っている。

建築物の寿命には、物理的寿命のほか、機能的寿命、社会的寿命 (社会制度の変更、文化的価値観の変化、経済的効率性の劣化等) が存在する^{6), 7)}。我が国の住宅ストックの短寿命要因は、よりむしろ、にあるといわれている。本研究で評価対象とする SI 住宅は、安全性、耐久性、耐震性などの普遍的要素が求められるサポートと、時代の変化や居住者のライフステージに即して柔軟な可変的要素が求められるインフィルを分離することに特徴がある。これまでの住宅では、この二つの要素を一体のものとして建設してきたため、インフィルがその役割を満たさなくなることが、物理的寿命がくる前に廃棄される大きな要因となっていた。スケルトンとインフィルの分離により、機能面で居住者の要求に柔軟に対応でき、の機能的寿命の短縮要因を抑制することが可能となる。

ここで、SI 住宅の普及による LCA を実施するにあたり、そのライフサイクルに関係してくる外部条件の変化を図 1 に整理する。まず、各プロセスに共通するところでは、1 章で述べたとおりインベントリ分析のための原単位変化がある。積み上げ法、産業連関法に関わらず、ある時点での産業間の資源フローを基本とすることによるものであるが、現実的には対処が困難である。また、リサイクル等再資源化による代替効果についても、技術進歩や社会情勢の変化による時間依存性が存在する。次に、各プロセス別にみていくと、まず建設段階では、住宅床面積全体の需要変化とその構造種別割合の変化 (つまり SI 住宅の普及率変化) がある。ここで、SI 住宅の長寿命という特性から、人口が減少する場合長期的に見ると床面積の需給にアンバランスが生じる可能性がある。その予測評価は従来の LCA 手法では不可能であり、本論で検討する評価手法が有効となる。運用段階では、ライフスタイルや住宅周辺環境 (都市気候等) の変化による環境負荷原単位変化がある。また、維持管理に関しては、そのエコマテリアル等の利用による資材製造環境負荷原単位変化がある。廃棄段階では、再利用率の向上等、その処理方法の変化が検討対象となる。

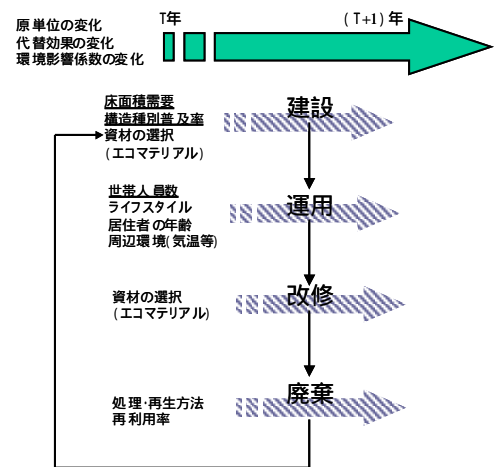
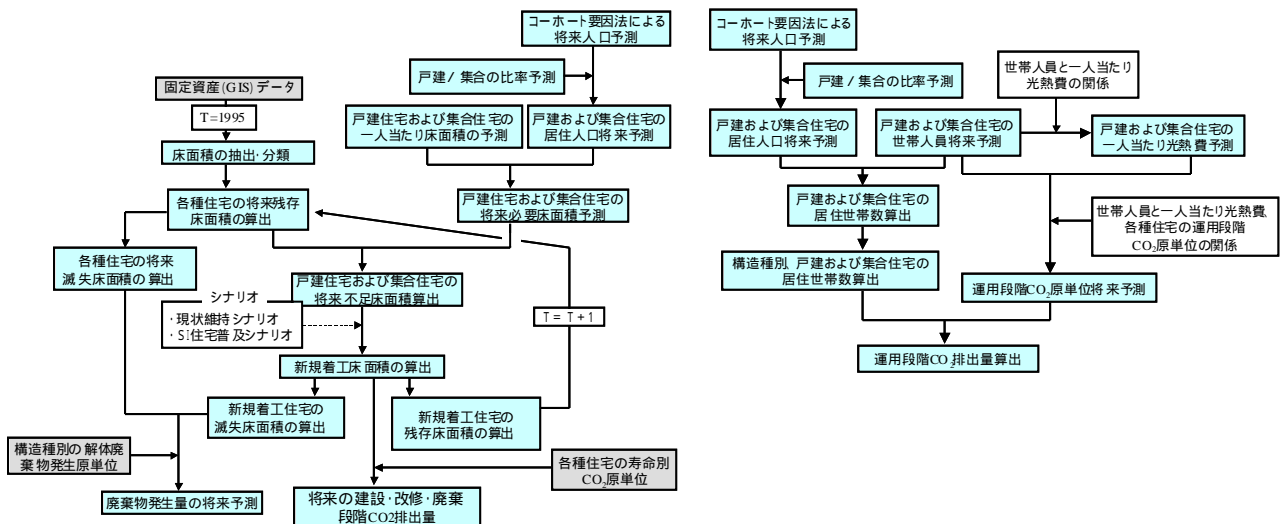


図-1 ライフステージと時間依存シナリオの関係

1.2. 本研究の分析フレーム

図2に、本研究の分析フローを示す。図1で示した時間的変化のある外部条件のうち本研究のモデルで組み込む部分は、すべてのステージに影響する住宅床面積の需要変化（総量及び種類別、構造種別）、運用段階に影響する世帯人員数別のCO₂原単位変化である。いずれのシナリオも、初期設定では固定化されず時間とともに変化する時間依存型シナリオである。これらは、人口予測のための諸変数、世帯人員数がパラメータとなり、シナリオが決定される。

評価期間は、SI住宅の導入効果が十分評価できるように、1995年から2100年までの105年とした。対象都市は、建築物の構造種別建築年別のデータを入手することができた北九州市である。ただし、シミュレーションのためのフィールドデータとして北九州市のデータを利用したのみであり、将来予測は市の具体的な



注)

分類：建築年別木造・RC造・鉄骨造戸建および集合住宅

各種床面積に各種住宅の残存率をかけることにより算出

{(T-1)年度床面積 - T年度床面積}より算出

(a) . 建設・改修・廃棄段階の分析フレーム

(b) . 運用段階の分析フレーム

図-2 研究のフロー

計画等を反映したものではないことに付言しておく。評価指標としては、ライフサイクルCO₂と、解体廃棄物発生量（体積及び重量）を採用する。

まず、住宅のライフサイクルを運用段階とそれ以外に分けて考える。運用以外のステージ（建設、改修、廃棄）の予測方法であるが、コーホート要因法によって推計した将来人口と戸建/集合の種類別一人あたり床面積をもとに、戸建/集合別床面積需要を求める。また、種類別構造種別の残存床面積を滅失関数を用いて求め、これと床面積需要から新規着工面積を求める手順となる。ここで、新規着工面積を補う2つのシナリオを設定した。一方は、1995年度の構造種別（木造、RC造、鉄骨造）住宅床面積比を将来にわたって一定（戸建と集合の種類別床面積比は変化させると仮定して補うシナリオ（以下、現状維持シナリオと呼ぶ）

で、他方は、戸建は現状維持シナリオと同様であるが、集合住宅については全て SI 住宅で補うというシナリオ（以下、SI 住宅普及シナリオと呼ぶ）である。この 2 つのシナリオのもと、種類別構造種別の床面積あたり LC-CO₂ 原単位を乗じることで、LC-CO₂ 排出量を求める。

次に、運用段階についての分析手順を概説する。基本的には、住宅種類別構造種別の CO₂ 原単位と世帯数から CO₂ 排出量を算出するが、CO₂ 原単位については世帯人員数と一人あたり光熱水費の関係を利用して、世帯人員数の減少傾向による CO₂ 原単位の増加を予測に取り込む。住宅種類別居住人口と世帯人員から種類別構造種別世帯数予測値を予測し、これに CO₂ 原単位を乗じることで運用段階の CO₂ 排出量を算出する。

以上のようにして求めた各ステージにおける CO₂ 排出量を加え、住宅のライフサイクル CO₂ 排出量とする。なお、運用以外のステージからの LC-CO₂ は、滅失確率を考慮した寿命で除することで、単年度の値として用いる。解体廃棄物発生量は、滅失床面積に構造種別原単位を乗じて求める。

3．趨勢シナリオにおける住宅の LC-CO₂ 予測

3.1. 人口および世帯人員，世帯数の予測

将来人口は、コーホート要因法を用い、2100 年まで 5 歳刻み 5 年間隔で予測した。

前期（ t 年）の人口と生残率，純移動率より，次期（ $t + 1$ 年）の人口を予測する。人口の初期値としては，1995 年度の北九州市男女年齢階層別人口⁸⁾を用いた。生残率，出生率は，北九州市と全国との間でほとんど差異はないと考え，全国予測値⁹⁾を用いた。出生性比は一定値 1.056⁹⁾を用いた。純移動率は，北九州市の過去のトレンド¹⁰⁾から対数近似曲線により，男女年齢階層別に予測した。

次に，この予測人口を戸建住宅および集合住宅の居住人口に分配する。その分配比は，北九州市の過去のトレンド¹¹⁾から修正指数曲線により予測したものをを用いた。修正指数曲線は 2100 年には，戸建住宅および集合住宅の居住人口比が，35%:65%に収束するように設定した。

また，世帯人員についても，戸建および集合住宅別に，過去のトレンド¹¹⁾から修正指数曲線により求めた。各々の 2100 年における収束値は，2 人/世帯，1.5 人/世帯とした。さらに，戸建 / 集合住宅別居住人口を戸建 / 集合別世帯人員で除すことにより，将来の世帯数を戸建 / 集合住宅別に予測した。構造種別の世帯数比は，現状値を将来にわたって用いた。

3.2. 住宅の寿命および建替え予測

まず，残存床面積の算出方法を説明する。1995 年時点で北九州市に現存する住宅の床面積を，木造，RC 造，鉄骨造の戸建および集合住宅別に，固定資産管理用の GIS データより集計した。これをさらに建築年別に集計し，1995 年におけ

る各住宅の年齢 x を判別した。そして、1995 年から n 年後、つまりその住宅が建築されてから $(x + n)$ 年後の住宅には、 $(x + n)$ 年後の住宅残存率を乗じて、 $(x + n + 1)$ 年後の住宅残存床面積を予測した。これを構造種別、建築年別に行うことで、2100 年までの構造種別の残存床面積を求める。図 3 にその概念を示すが、垂直方向が 1980

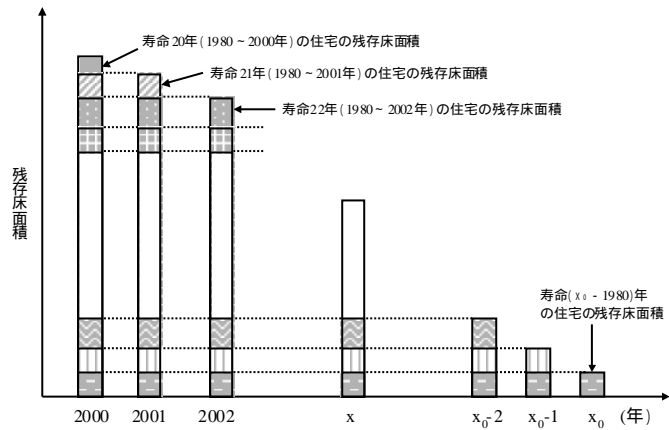


図-3 残存床面積の算出方法：ある構造種の1980年築住宅の例

年に建築されたある構造種の年別残存床面積であり、水平方向は同一寿命の床面積を意味する。この手法は、人口予測に用いたコーホート要因法と基本的には同じであるが、後述するように寿命別に異なる CO_2 原単位を用いることから、残存床面積についても構造種別建築年別に予測し、さらに寿命年数別に集計するという複雑な作業を実行している。住宅残存率は、既往研究¹²⁾による戸建および集合住宅の構造種別故障密度関数から、最も適した分布形とパラメータを用いて算出した。

次に、床面積需要の推計方法であるが、一人あたり床面積需要を北九州市の過去のトレンド¹¹⁾からロジスティック曲線により戸建/集合住宅別に予測した。2100年における収束値は、それぞれ $48 \text{ m}^2/\text{人}$ および $28 \text{ m}^2/\text{人}$ とした。戸建/集合住宅別一人あたり床面積に戸建/集合住宅別予測人口を乗じることにより将来の必要床面積を算出した。

この必要床面積から寿命で滅失した残存床面積を引くことで不足床面積を予測した。その不足面積をここでは現状維持シナリオのもと補い、将来の住宅床面積を2100年まで予測した。

3.3. 住宅の LC- CO_2 予測と考察

CO_2 排出量は、前述したとおり、建設(部材及び施工)、運用、改修、廃棄の4段階において算出する。このうち、運用段階をのぞいたステージにおける原単位(床面積あたり)は、短期間もしくは断続的に発生するため、減価償却と同様の考え方から建築物の寿命で除することにより各年に割り振る。したがって、1年あたりに排出される LC- CO_2 排出量は寿命によって異なる値となることになり、寿命が長くなる程小さくなる。原単位については、国土交通省建築研究所のデータベース¹³⁾を用い、入力条件については既存研究^{14), 15)}を参考にして算出した。LC- CO_2 原単位が、住宅種類別構造種別、さらに寿命年数別に存在することになるが、これに、戸建/集合住宅の構造種別、寿命年数別に集計した残存床面積データを乗じて、各種住宅の CO_2 排出量を2100年まで算出した。

次に、運用段階の CO_2 排出量の算出について説明する。これは、住宅種類別構造種別で異なることは当然であるが、居住者のライフスタイルと密接な関係があ

る。例えば，世帯人員数，居住者の年齢，滞在時間，家電保有台数，さらに環境意識といったところである。将来人口をコーホート要因法で予測しているため，年齢別の原単位を考慮することも考えられるが，ここでは世帯人員数による原単位の差を考慮する。

まず，国土交通省建築研究所のデータベース¹³⁾を用いて，任意の世帯人員における住宅種類別構造種別の原単位（床面積あたり）を算出する。ところで，世帯人員数と一人当たり光熱水費の間には反比例の関係があるが，これを用いて，将来の世帯人員予測値に対応するCO₂原単位を求め，これに住宅種類別構造種別の世帯数を乗じて運用段階のCO₂排出量とした。

以上のようにして算出した全ステージにおけるCO₂排出量の将来予測結果を図4に示す。

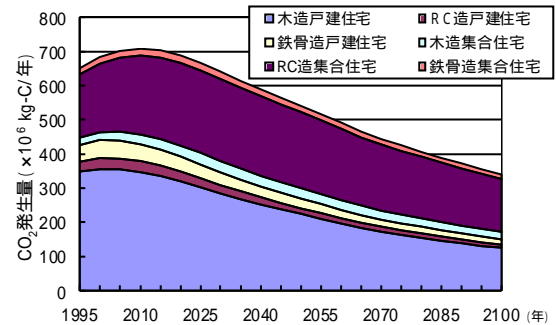


図-4 CO₂ 排出量予測結果（現状維持シナリオ）

4. 長寿命型建築物としてのSI住宅普及シナリオにおけるLC-CO₂予測

4.1. 住宅単体の評価によるSI住宅の静的評価

SI住宅単体のLC-CO₂について，まず，時間依存シナリオを無視した静的評価を行い，既存の住宅と比較する。SI住宅の入力条件については，ヒアリング調査^{注1)}及び既往研究^{4),16)}を参考にした。なお，インフィルの更新時期は30年とした。

図5は，集合住宅について，構造種別平均寿命（ただし正規分布の場合の期待値を採用）¹²⁾における運用以外のステージLC-CO₂原単位と，運用段階の原単位を合計した比較である。これを見ると，SI住宅のLC-CO₂は木造住宅の次に小さく，鉄骨造の0.70倍，RC造の0.84倍となっていることがわかる。また，SI住宅は寿命が長いことを反映して，建設・改修・棄段階のCO₂発生量が，使用段階のCO₂発生量に対して小さくなっていることも読み取れる。

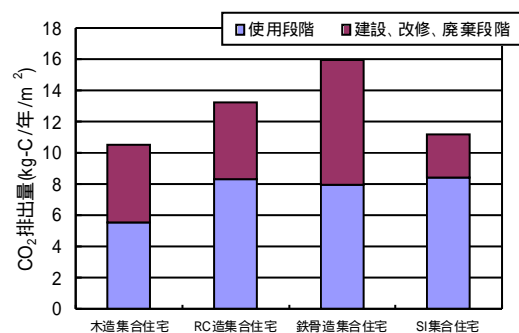


図-5 各種住宅の平均寿命におけるLC-CO₂発生量

4.2. 普及シミュレーションによるCO₂削減効果

3章では現状維持シナリオのシミュレーションを行ったが，ここでは，4.1.の結果を踏まえ，SI住宅普及シナリオの評価を行う。

床面積の予測結果に、構造種別寿命別 LC-CO₂ 原単位を乗じて 2100 年まで運用時以外の LC-CO₂ 排出量について算出する。ここで留意する必要があるのは、SI 住宅の滅失速度よりも人口減少速度の方が大きいために、2060 年から 2095 年にかけて SI 住宅残存床面積に余剰が発生していることである。この結果、当然ながら一人あたり CO₂ 排出量が、運用以外のステージでは増加している。運用段階の CO₂ 排出量の算出方法は、現状維持シナリオと同様である。なお、余剰床面積に相当する部分の運用段階の CO₂ 排出量は、その期間に限りゼロとした。

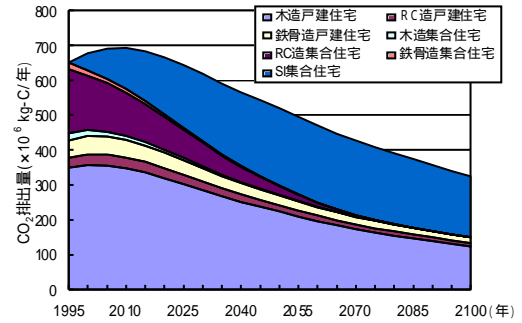


図-6 CO₂ 排出量予測結果 (SI 住宅普及シナリオ)

図 6 に LC-CO₂ の予測結果を示す。これをさらに、現状維持シナリオからの削減効果を、経年 (図 7) 及び累積 (図 8) で表した。これより、一人あたり CO₂ 削減率は 2000 年には最高の 4.7% に達すると予測された。ここで、2060 年から一人あたり CO₂ 排出量削減率が減少しているのは、SI 住宅普及シナリオにおける建設、改修、廃棄段階の一人あたり CO₂ 排出量が増加しているからである。また、1995 年からの累計 CO₂ 削減率は、2100 年には 3.5% になることがわかった。

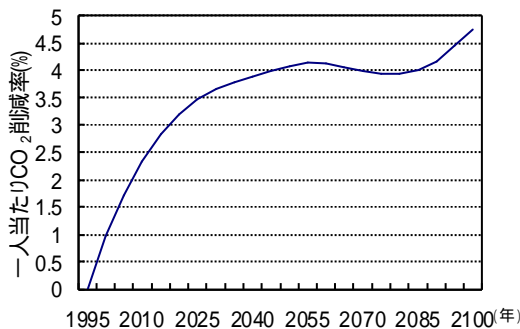


図-7 SI 住宅普及シナリオの現状維持シナリオに対する一人あたり CO₂ 削減率

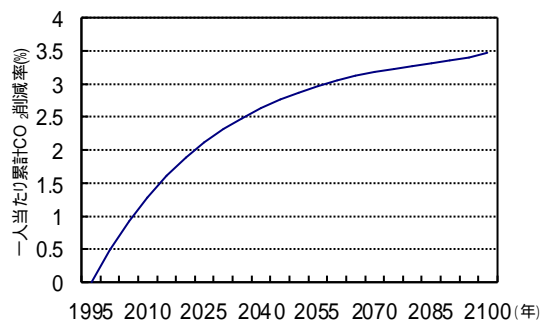


図-8 SI 住宅普及シナリオの現状維持シナリオに対する一人あたり累計 CO₂ 削減率

5. 解体廃棄物発生量による評価

建築物の長寿命化による効果は、建築のための資源消費量や解体廃棄物発生量の削減に対して大きいことが予想される。そこで、現状維持シナリオと SI 住宅普及シナリオについて、解体廃棄物の発生量を 2100 年までシミュレーションする。

解体廃棄物の推計手法としては、住宅の滅失床面積に、構造種別物質別の床面積あたり廃棄物発生原単位¹⁷⁾を乗じることで求める。なお、非木造住宅については、建設時の資材投入量¹⁷⁾で代用する。原単位は体積ベースと重量ベースを用いた。体積については、特に最終処分場の逼迫問題を意識している。

図9及び10に予測結果を示す。これは、1995～2050年及び2051～2100年の各累積発生量で、2つのシナリオを比較している。これによると、21世紀後半のSI住宅普及シナリオの現状維持シナリオと比較した場合の解体廃棄物削減効果は、体積ベースで29.4%、重量ベースで41.7%と予測された。このように、LC-CO₂と比較して解体廃棄物の方の環境負荷削減効果が大きい結果となった。

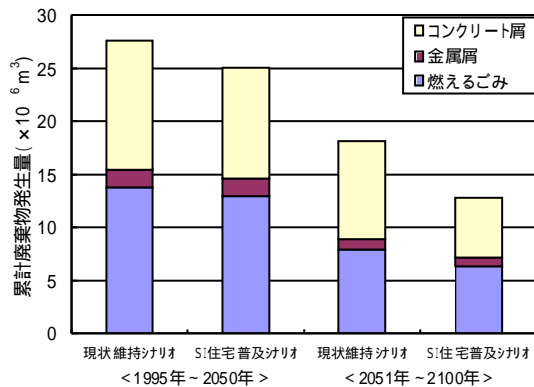


図-9 廃棄物発生量（体積ベース）

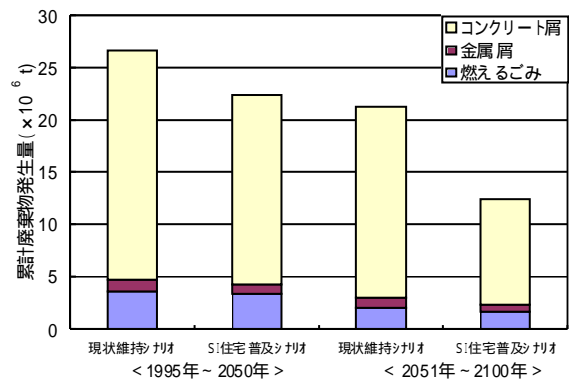


図-10 廃棄物発生量（重量ベース）

6. 結論と今後の課題

本研究では、LCAにおいて時間依存性のあるシナリオ分析を行うためのライフサイクル評価手法を検討した。その検討例として、長寿命型住宅として提案、実用化が進んでいるSI住宅を評価対象とした。ダイナミックに変化するシナリオとしては、住宅床面積の需要変化（総量及び種類別、構造種別）と運用段階における世帯人員数別CO₂排出原単位を事例として検討した。

その結果、以下を明らかにすることができた。

- 1) 実在都市のデータを利用し、2100年までの住宅の建て替えに関する将来予測シミュレーションを行い、建設、運用、改修、廃棄の各段階で発生するCO₂排出量を推計した。その際時間依存パラメータを導入することで、長寿命型住宅の普及効果のように、長期にわたるライフサイクル評価に対応しうる手法を開発することができた。
- 2) 動的な解析を実施することで、住宅床面積の需給構造を追うことができた。その結果、長寿命型住宅普及の際に、シナリオによっては余剰面積が発生することも再現できた。
- 3) 北九州市におけるSI集合住宅普及による一人当たりCO₂削減率は、現状維持シナリオ（構造種別床面積比が現状のまま推移した場合）を基準にすると、2100年に約4.7%となり、1995年からの累計CO₂削減率は約3.5%となると評価された。
- 4) 滅失床面積から解体廃棄物を推計した。その結果、SI住宅普及シナリオでは、現状維持シナリオを基準にすると、21世紀後半の累計廃棄物削減率は、体積で

29.4% , 重量で 41.7% となることが明らかにされた . SI 住宅の導入は , 特に建設廃棄物削減で大きな効果を発揮することがわかった .

謝辞 : データの提供にご協力いただいた川崎製鉄株式会社建材センター事業開発部の東藤 剛主査に深く謝意を表します . なお本稿は , 「環境システム研究論文集 , Vol.29, 2001, pp.75-84」の掲載論文を加筆・修正したものである .

付録

注 1) 川崎製鉄へのヒアリング調査

参考文献

- 1) 解体・リサイクル制度研究会 : 解体・リサイクル制度研究会報告-自立と連帯によるリサイクル社会の構築と環境産業の創造を目指して-,1998
- 2) Atsushi Inaba: Development of New Methodologies for LCA - Social LCA and Dynamic LCA, Proceedings of AIST Symposium, pp.1-8, 1999
- 3) 松本 亨,井村秀文 : 都市環境計画における意思決定と LCA,環境科学会 2000 年会 , pp.210-211, 2000
- 4) 三宅理一,林 明夫 : 次世代街区への提案,鹿島出版会,p143 , 1998
- 5) 総務庁 : 住宅統計調査 , 1993
- 6) 橋本征二,寺島 泰 ,折戸真美 : 廃棄物削減策としての躯体住戸分離方式の評価 ~NEXT21 を対象として~ , 第 10 回廃棄物学会研究発表会講演論文集 , pp.126-128, 1999
- 7) 加藤 悟,木村文彦 : ライフサイクルシミュレーションモデルを用いた施設や製品の最適寿命設定,第 28 回環境システム研究論文発表会講演集,pp.139-144, 2000
- 8) 北九州市 : 北九州市統計年鑑 , 1996
- 9) (財)厚生統計協会 ,(財)人口問題研究会 , 国立社会保障・人口問題研究所 : 日本の将来推計人口 (平成 9 年 1 月推計)
- 10) 北九州市 : 北九州市長期時系列統計書,1994
- 11) 総務庁統計局 : 国勢調査報告 第 2 巻その 2 福岡県編,1995 , 1990 , 1985 , 1980
- 12) 小松幸夫,加藤裕久,吉田卓郎,野城智也 : わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告,日本建築学会計画系論文集 第 439 号 , pp.101-110,1992
- 13) 建設省建築研究所 小玉祐一郎,澤地孝男,中島史郎 : 建築のライフサイクルエネルギー・CO₂ 算出プログラム - 建築 LCA - , 建築研究資料 第 91 号,1997
- 14) (財)国土開発技術研究センター : 省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発 (建築委員会) 報告書,pp.153-191,1996
- 15) 盛岡 通 (研究代表) : 社会実験地での循環複合体のシステム構築と環境調和技術の開発 , 科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業研究実施中間報告書 , 1999

- 16) 寺田利坦：次世代街区用鉄骨系 SI 住宅,溶接構造シンポジウム'99 講演論文集, pp.28-33, 1999
- 17) 橋本征二,寺島 泰：建設解体廃棄物の原単位設定 ,廃棄物学会論文誌, Vol.10, No.1, PP.35-44, 1999

都市構造物の資源ストック量と廃棄物排出量についての分析

谷川 寛樹（和歌山大学システム工学部 講師）

1. 都市生活を支える構造物と廃棄物

現代の都市では、豊かな生活を支えるために建築物や道路などの都市構造物を整備・維持するために莫大な量の建設資材やエネルギーが投入されている。日本開発銀行¹⁾によると、わが国の1990年における総資源投入量は22.8億トンと推計されているが、そのうち11.0億トン（48%）は建設資材であった。また、投入資源のうちの13.0億トンが建造物や製品の形で蓄積されたが、その相当部分は都市内の構造物のストックとなっている。このように、投入資源の多くは、ストックとして都市に滞留するが、老朽化し不要となったストックは廃棄物として新たなマテリアルフローを引き起こす。近い将来、高度成長期に大量にストックされた建設資材が、耐久期間を過ぎ、廃棄物として新たなフローを引き起こすことが予想される。

一方、2000年に循環型社会形成推進基本法が成立し、都市のマテリアルフローにおける「下流側」の対策が整いつつある。建設部門においても、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）により、建設資材廃棄物の発生を抑制し、リサイクル率の向上を目指している。平成12年度の建設副産物実態調査²⁾によると、排出量は、公共工事や建築着工戸数等の減少等により、9,900万トン（平成7年度）から8,500万トン（平成12年度）となり、約15%減少し、再資源化等率は、58%（平成7年度）から85%（平成12年度）に上昇している。しかし、今後、耐久期間を過ぎた都市構造物の増大による廃棄物発生量の増大や、再資源化された資材の主な利用先となる道路建設（路盤材などに利用）などの土木工事の減少を考えると、マテリアルバランスの変化を引き起こす可能性がある。つまり、当面の対策としては下流側の処理は重要であるが、大量リサイクル社会とならないためにも、長期的には「上流側」の対策が重要である。

そこで本稿では、都市内の構造物に蓄積されている物質量を建設年数別・資材別に定量化し、都市の将来におけるマテリアルフローの変化を推計することを目的とする。実際の都市を対象に推計を行うため、詳細なデータの入手が可能であった北九州市をケーススタディ対象都市とする。また、推計対象とする都市構造物として、都市内において物質量の占める割合が大きいと考えられる建築物と道路を取り上げる。ここで、推計を行うためのツールとして、GIS（Geographical Information Systems：地理情報システム）を用い、個々の都市構造物ごとに資材ストックの推計作業を行うことを可能とした。

2. 研究方法

2.1 本研究における分析フロー

本研究において都市構造物を対象としたマテリアルフロー分析の研究手順を図

1に示す．まず，都市のGISデータ3)より，個々の都市構造物の属性データを抽出する．次に，構造別資材投入原単位を用いて，マテリアルストックを算定する．次に，残存する構造物の建設年数をもとに更新サイクルを設定する．さらに，建築物着工データや道路延長といった統計情報も用いて過去から現在までの都市構造物に関連するマテリアルフローの推計を行う．これらの推計結果をもとにマテリアルフローの将来推計を行い，その変化を明らかにする．推計に使用したGISデータベースの概観を図2に示す．

図1 本研究における分析フロー

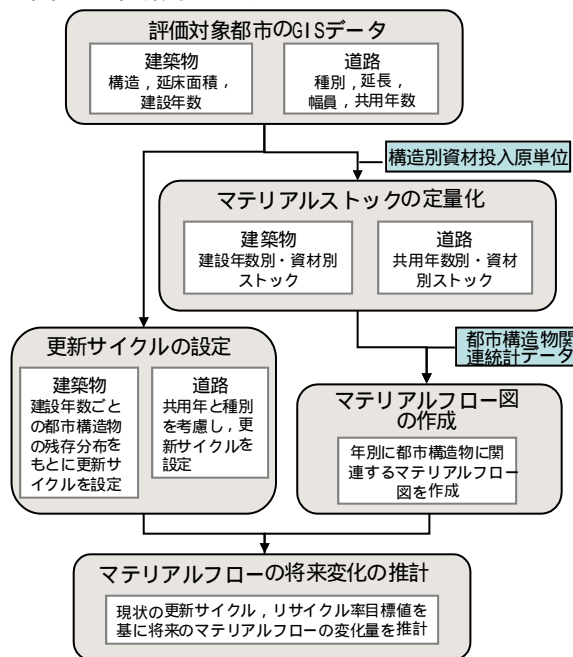
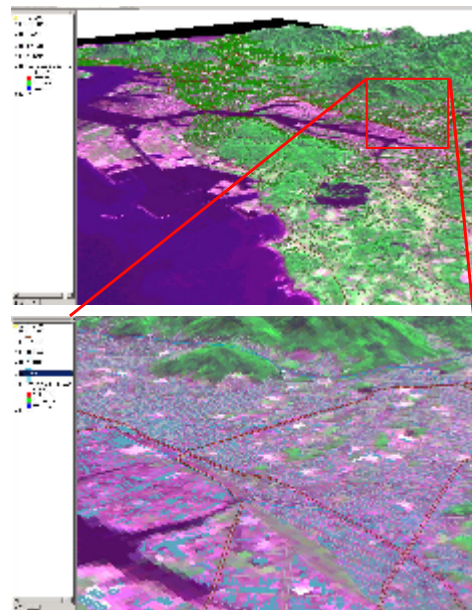


図2 推計に使用したGISデータベースの概観



2.2 都市構造物のマテリアルストックの定量化

都市のGISデータより，個々の都市構造物の属性を抽出し，その構造・規模をもとに構造別資材投入原単位を乗じることで，各構造物の建設資材ストックを推計する．ここでは，統計情報との整合性を測るために，GISデータから7つの行政区（門司区，若松区，戸畑区，小倉北区，小倉南区，八幡東区，八幡西区）ごとの建設資材ストック量を集計する．

建設資材ストックは，以下の式を用いて推計を行う．都市内の個々の建築物，道路について，それぞれの建設資材ストックの積み上げにより資材蓄積量(Stock)の推計を行う．

$$Stock = \sum_n (r^{(n)} \cdot S_i^{(n)}) \quad (1)$$

ここで，Stock：評価対象域内における施設種 n（施設種とは建築物，道路，下水道などの都市構造物）の資材蓄積量， $r^{(n)}$ ：施設種 n の面積または延長距離あたりの建設資材投入量， $S_i^{(n)}$ ：施設種 n の構造物 i の規模（面積または延長

距離)である。

構造別資材投入原単位 (n)については、建築物および道路について整理を行った。表1に、施設別の構造別資材投入原単位を示す。以下に建築物と道路について、建設資材ストックの推計について詳細を記す。

表1 構造別資材投入原単位

t/m ²	砂利、石材類	木材	セメント	陶磁器類	鉄	その他
木造、住宅	0.4321	0.1317	0.0743	0.0627	0.016	0.013
S造事務所	0.521	0.001	0.0984	0.015	0.183	0.0223
R C造事務所	1.4485	0.0047	0.2737	0.0334	0.1467	0.0283
S R C造住宅	1.273	0.0209	0.2468	0.0237	0.1315	0.0225
高級舗装、幹線道路	0.565	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.2350
高級舗装、準幹線道路	0.455	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.1175
簡易舗装、専用道路	0.3185	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.0940

N . A . : Not available

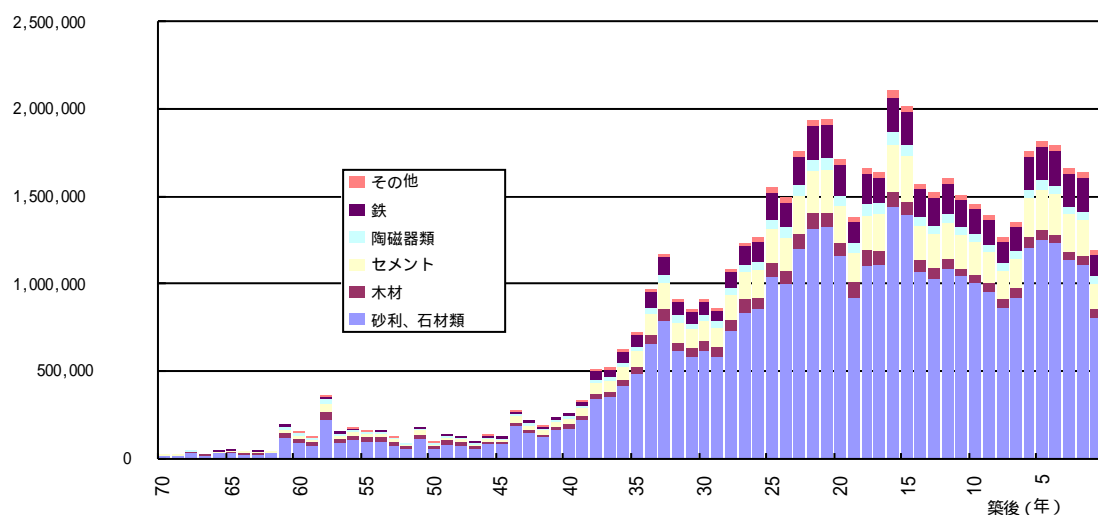
(参考文献: 建築業協会, 日本道路協会)

(1) 建築物による資材ストックの推計

建築構造別の資材固定原単位は、建築業協会 4)により推計が行われている。建築業協会は、積み上げ法により構造・建築用途別に11分類に分けて固定資源量を推計している。本研究においても、積み上げ法をベースに推計を行うため、建築業協会の原単位を採用する。これらの原単位は、1985年の建築物を対象としたものであるが、建設年や規模により原単位が変化すると考えられる。しかし、橋本・寺島 5)によると、建設基準法改正による鉄の使用量の若干の増加を除けば、1976年から1991年にかけて大きな変化はないと報告している。そのため、本研究では、構造別の資材投入原単位に関しては、変化はないものとして算定を行う。

建築物の建設資材ストックは、個々の建築物の構造にあった上記の原単位に、その延床面積を乗じることで推計を行う。1995年における北九州市全域の建築物の建築年次別ストックを図3に示す。

図3 建築後経過年数別ストック(北九州市, 1995年)



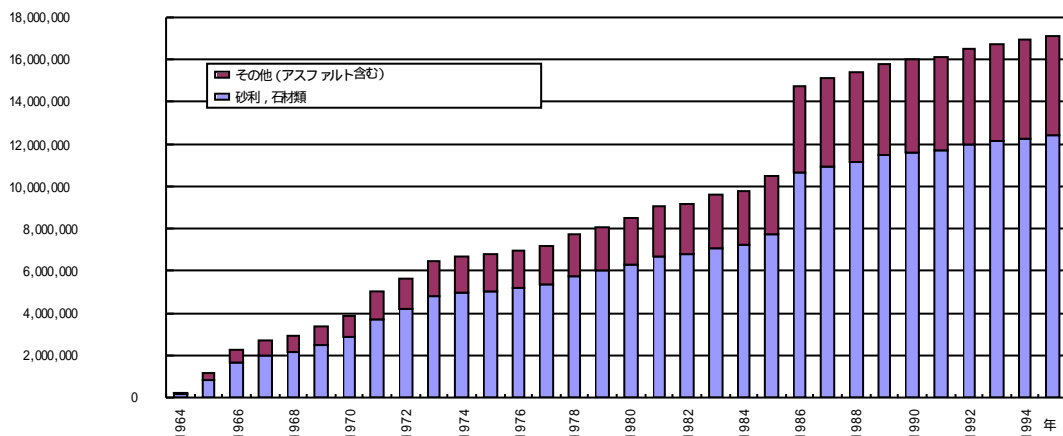
(2) 道路による資材ストックの推計

道路（高速道路，都市高速道路，国道，県道，市道）についても建設資材ストックを算定する際には，式(1)の通り，道路規模と道路構造から推計する．道路規模については，GIS データベース 3) より，道路延長，幅員を取得できるため，これらより道路面積を算定し，ストック推計を行う．道路構造については，直接データを取得することは難しいため，仮定する必要がある．一般に道路構造は，高級舗装と簡易舗装に分けられ，それぞれ，アスファルト舗装要項 6) や簡易舗装要項 7) により，構造決定までのプロセスが細かく提示されている．この中で，道路構造を決定する大きな要因は，CBR，計画交通量であるが，個々の道路に対してこのデータを入手するのは非常に困難であるため，本論文では，次のように道路構造を仮定する．高速道路，都市高速道路，国道，県道の道路構造については，高級アスファルト舗装として建設資材ストックを推計する．また，もっとも面積割合の大きい市道については，幅員 10m 未満のものを簡易アスファルト舗装，幅員 10m 以上のものを高級アスファルト舗装と仮定する．

以上のように，建設規模（道路面積）と構造を特定し，構造別建設資材投入原単位を乗じることで，個々の道路ごとに建設資材ストックを推計する．

北九州市における道路ストックの推移を図 4 に示す．自動車の普及に伴い，道路ストックが大幅に増加していることがわかる．1986 年においてストックに著しい伸びがみられるのは，都市高速道路 1 号線，都市計画道路 8 号線が供用を開始したことによるものである．

図 4 北九州市全域道路ストックの推移



2.3 建設資材製造に関するマテリアルフロー

建設資材製造に関するマテリアルフローに関しては，都市構造物の直接物質投入量 DMI (Direct Material Input) 8) に加え，主要な建設資材である鉄，コンクリート，木材について隠れたフロー量 HMF (Hidden Material Flow) 8) を考慮する．原単位については，森口 8)，谷川・井村 9) の推計結果にもとづいた．本研究で用いた建設素材の HMF 原単位を表 2 に示す．

表2 建設素材のHMF原単位(参考文献9より引用)

製材 1 tあたりのHMF	トン(t)	算出方法
粗鋼	2.38	輸入相手国での採掘(2.13t)+銑鉄製造,粗鋼生産段階(0.25t)
コンクリート	0.14	セメント(0.14t)+コンクリート生産過程(0.01t 未満)
木材	0.79	伐採(0.66t)+製材加工過程(0.13t)

(参考文献: A.Adriaanse,S.Bringezu,A.Hammond,Y.Moriguchi,E.Rondenburg,D.Rogich,H.Schuetz : Resource Flows
谷川寛樹,井村秀文:都市建設に伴う総物質必要量の定量化と評価に関する研究)

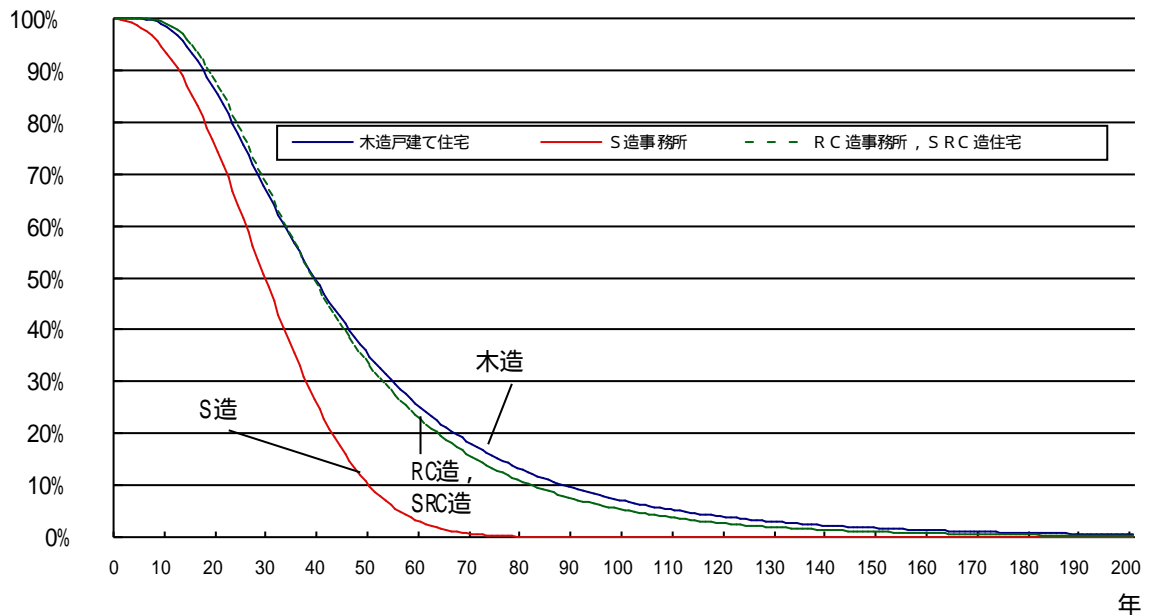
2.4 都市構造物の更新サイクルの設定

建築物に関しては, 図1に示したとおり, 統計データから取得した着工建築物の構造別延床面積と, 1995年におけるGISデータをもとに集計した構造別・建築年数別・延床面積とを比較する. これにより, 建築物の残存率を知ることができ, 構造別の耐用年数を推計することができる. しかし, 1966年(市政開始)以前の着工データは入手できなかったため, 本論文では, 既存研究(10)に従い, 建築物の構造別滅失スケジュールを信頼性理論にもとづく故障密度確率関数として対数正規分布およびワイブル分布に従うものとして推計する. なお, SRC造についてはRC造と同一の滅失スケジュールとする. 表3に, 建築物の構造別滅失スケジュールを求める際に用いたパラメータを, また図5に建築物構造別残存率を示す.

表3 建築物の構造物滅失スケジュール推計に用いたパラメータ(参考文献10より引用)

用途・構造	分布系	50%滅失年数	パラメータ値
木造戸建て住宅	対数正規	38.98	$\mu=3.662955$, $\sigma=0.6368878$
S造事務所	ワイブル	29.29	$m=2.367776$, $\sigma=36.14284$, $\tau=-1.672601$
RC造事務所	対数正規	38.72	$\mu=3.656244$, $\sigma=0.5834942$
SRC造住宅	RC造と同じとする		

図5 建築物構造別残存率



道路構造物に関しては，道路の維持管理のための更新は，建築物と比べると計画的に行われている．道路の老朽化は，主にその構造と交通量に影響される．しかし，2.2 (2)で述べたように，計画交通量及び実際の交通量のデータを今回入手することができなかつたため，すべての道路が供用年から一定の周期で計画的に維持，補修が行われるものと仮定した．道路建設後 10 年ごとに，建設時と同じ構造を保つよう，表層打ち換え（切削オーバーレイ）工法を用いて維持管理工事を行うものとする 11）．

2.5 マテリアルフローの将来推計

2.4 の更新スケジュールをもとに，建築物と道路に関して建設資材ストックと更新による物質投入量を定量化することができる．また，既存研究 9）より物質投入に伴い発生する隠れたフローも推計し，これらの推計値をもとに，建築物と道路の整備によるマテリアルフローが，今度どのように変化していくのか考察する．具体的には，1970 年，1995 年におけるマテリアルフローを定量化し，2020 年におけるストック老朽化に伴うマテリアルフローの変化を推計する．

2001 年以降の建築物，道路着工床面積を 1995 年から 2000 年までの着工統計より回帰分析を用いて予測し，1995 年の都市構造物ストックをもとにそれ以後の新規着工，解体，維持補修を積み上げることによって，2020 年の建築物，道路による都市構造物ストックを推計する．2020 年の建築物，道路新規着工分と，道路の維持管理分を合計したものを物質投入量とする．廃棄量については，2.4 (1) の建築物滅失スケジュールによる建設資材の廃棄量と道路の表層打ち換えに伴う廃棄量を合計する．建築物解体の際の建設廃棄物のリサイクル率は，参考文献 12) 13) より実態調査が開始された 1990 年以降のデータを用いる．1970 年には 26%（1990 年九州地区実態調査），1995 年には 37%（1995 年九州地区実態調査），2020 年には 60%（2000 年九州地区目標値）を用いて推計を行う．

3．推計結果 3.1 北九州市における都市構造物ストック

北九州市全体で建築物，道路に投入された建設資材によるストック量は，1995 年では約 7,400 万 t であった．その内訳は砂利石材が 5,109 万 t，木材が 292 万 t，鉄が 538 万 t だった．また建築物については，建設後 30 年を越えている資材が全体の 20% を占めていることがわかった．道路，建築物のストックにおける割合，またその内訳を図 6 に示す．また，建築物による資材ストックの経過年数の割合を図 7 に示す．

図 6 建設資材ストック(北九州市全域,1995)

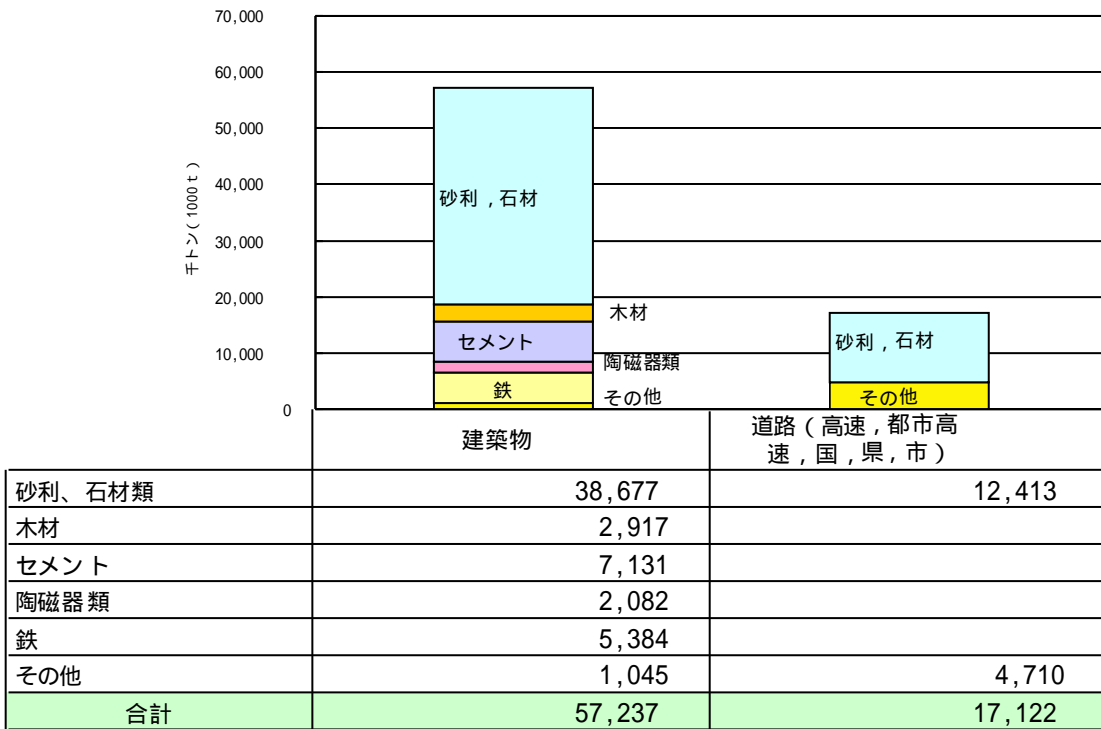
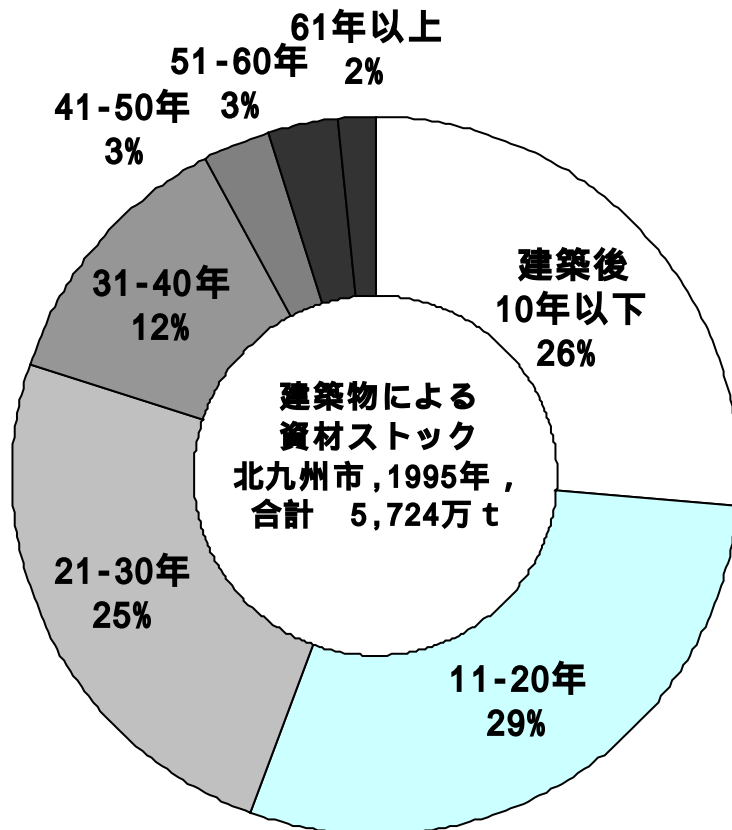


図7 建築物による資材ストック経過年数の割合(北九州市,1995年)



3.2 都市構造物の建設年数経過に伴うマテリアルフローの変化

北九州市における建設資材（建築物，道路）のマテリアルフローを図 8（1970 年），図 9（1995 年），図 10（2020 年予測値）に示す。

1970 年（図 8）と 1995 年（図 9）を比較すると道路ストックが著しく増加している。これは，1980 年代の高度経済成長期に北九州市の人口増加に伴い，道路網が急速に発展したことに起因していると考えられる。一方，道路の投入量は，新規建設が減り，維持，補修によるものが増加するため全体としては，暫減している。また，建築物による物質投入量は，図 11 を見てもわかるように RC 造，SRC 造の着工が増加し，砂利・石材，鉄の建設資材が用いられるようになったため，全体として増加している。

2020 年（図 10）では，都市整備がある程度整い，新規建設が減少し，ストックの増加率も緩やかに推移することが予想されるため，マテリアルフローの大きな変化は見られない。しかし，急速に発達した道路網の維持，補修に対して多大な物質投入が必要となってくる。道路の物質投入量（80 万 t）の 52% が維持補修に起因するものである。1985 年から 1990 年前後にかけて建設された建築物の寿命が集中し，それらの解体に伴い多大な廃棄フローが予想される。近年建築物の構造が，木造から S 造，RC 造へと移行しそれらのストックに占める割合が増加したことにより将来廃棄物の内訳も砂利石材が 60%（1995 年）から 65%，鉄が 8%（1995 年）から 12% へと割合が増加している。結果として，物質投入量に以前と比べ大きな差は見られないが，ストックからのフローが 138 万 t に増加する。また，現在のリサイクル率をあてはまると，建築物の解体に伴い発生する 83 万 t もの建設副産物の巨大な受け皿が必要となってくる。

図 8 建築物，道路に関するマテリアルフロー（1970年）

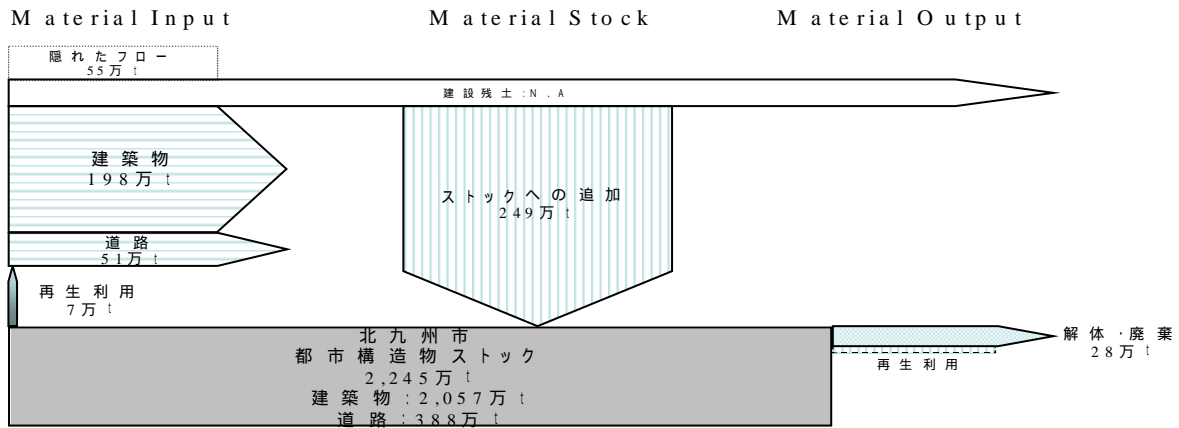


図 9 建築物，道路に関するマテリアルフロー（1995年）

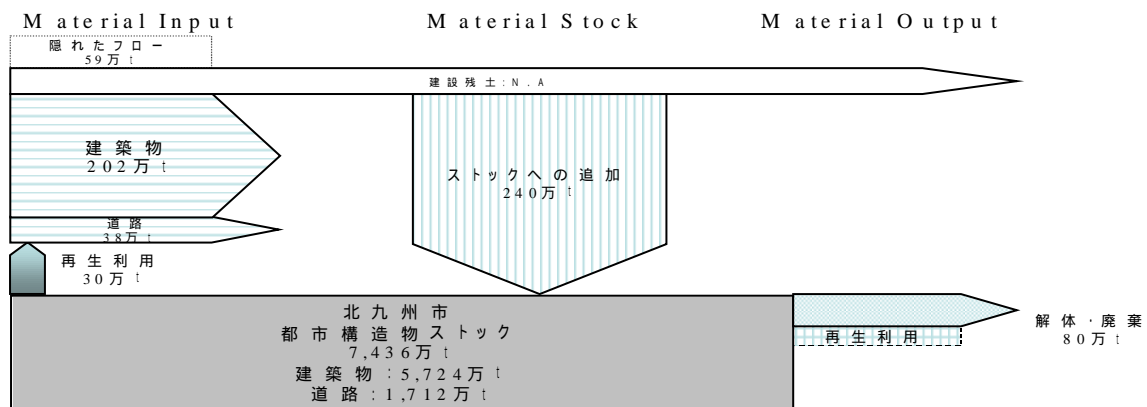


図 10 建築物，道路に関するマテリアルフロー（2020年予測値）

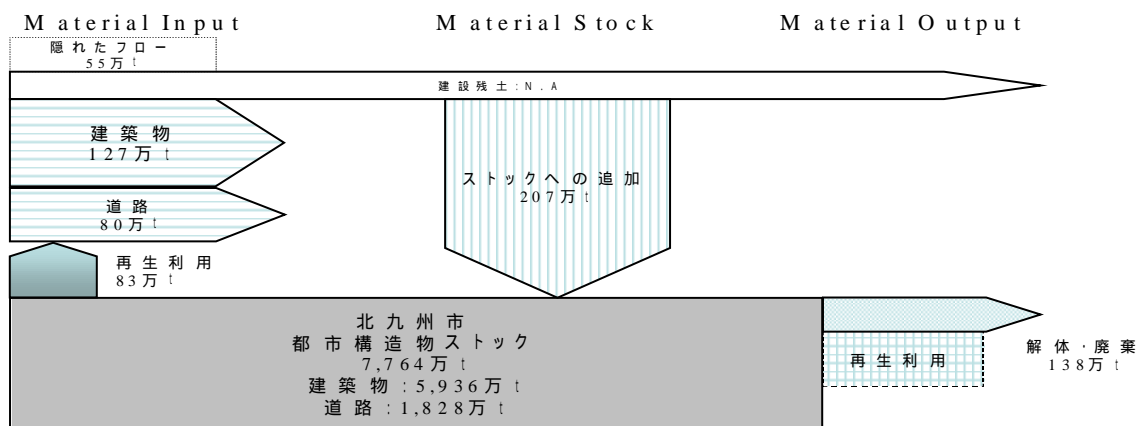
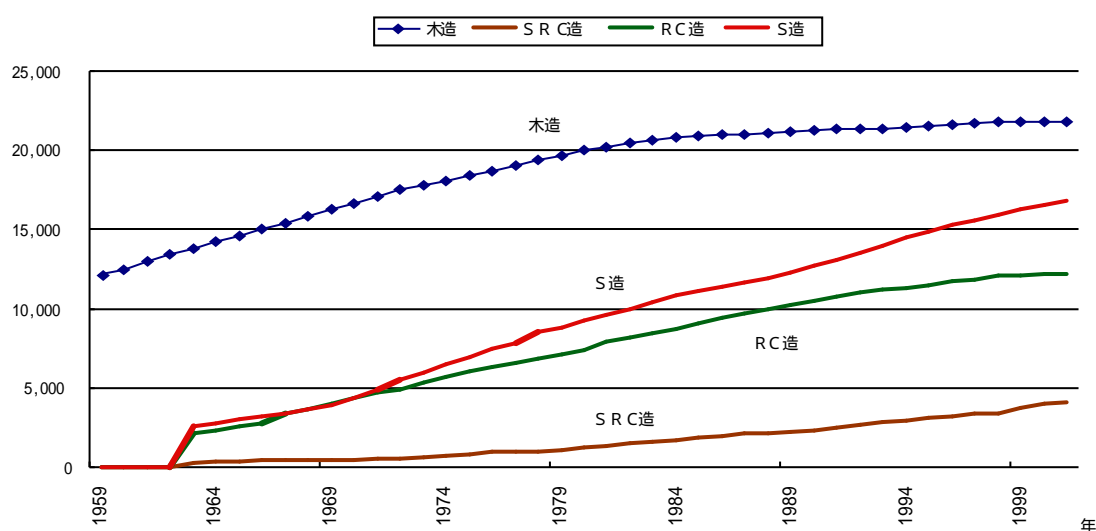


図11 建築構造物別ストックの推移



4. 結論および今後の課題

本研究では、GIS データの積み上げにより都市構造物のマテリアルストックを定量化し、その建設、維持、補修等に伴い発生するフローの経年変化を推測した。本研究で得られた知見を以下にまとめる。

対象地区として北九州市について、GIS データでのボトムアップアプローチによる建築物、道路ストックの推計を行い、建築物 5,724 万 t、道路 1,712 万 t のストックがあることがわかった。

都市のマテリアルフローについて経年変化を予測し、2020 年には物質投入量としては 210 万 t のフローがあり、北九州市の社会資本ストックから都市構造物の解体、補修に伴い 140 万 t の廃棄フローが考えられる。現在のリサイクル目標を満たすには 80 万 t もの建設副産物の再生利用が課題となってくる。

将来、都市構造物の解体に伴う建設副産物のフローに加え、維持、補修に対しての膨大な物質投入が必要となり、それに伴う建設現場での土砂移動などストックに対するフローの割合が増加する。

また、本研究の今後の課題は以下の通りである。

複数年での GIS データによる建築物、道路の更新サイクルの詳細化、検証を行い、マテリアルフロー将来推計の精度を上げる。また、データの信頼性を衛星情報を利用して把握する。

構造、建築用途の多分類化、時系列での施工法の変化による物質投入量原単位の調整を行う。

都市構造物の耐用年数、建設副産物のリサイクル率が向上した場合でのモデル分けを行い、マテリアルフローの変化を考察する。

参考文献

- 1) 日本開発銀行：建設系廃棄物の発生量予測とその対応策，第 175 号，1993.
- 2) 国土交通省：平成 12 年建設部副産物実態調査報告書，2001.
- 3) 北九州市建築都市局：北九州市都市計画 GIS データベース，1995.
- 4) 建築業協会：我が国の建設分野における活動による環境負荷と関連活動の実態調査結果および業界としての今後の活動の方向について，1992.
- 5) 橋本征二，寺島泰：建築物解体廃棄物の原単位設定，廃棄物学会論文誌，10(1)，pp.35-44，1999.
- 6) 日本道路協会：アスファルト舗装要項，1999.
- 7) 日本道路協会：簡易舗装要項，1999.
- 8) WRI, Wuppertal Institute, Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning, and Environment, and NIES: Resource Flows - The Material Basis of Industrial Economies, WRI, pp.66, 1997.
- 9) 谷川寛樹，井村秀文：都市建設にともなう総物質必要量の定量化と評価に関する研究-住宅地整備のケーススタディ-，土木学会論文集，No.671/・-18，pp35-48，2000.
- 10) 電力中央研究所：インフラストラクチャー整備のライフサイクル分析，p16，1997.
- 11) 天野耕二，牧田和也：舗装道路の建設と維持修繕に伴う環境負荷とコストのライフサイクル評価，土木学会論文集 Vol.657/VII-16，pp57-64，2000.
- 12) 国土交通省：建設副産物対策行動計画<リサイクルプラン 21>，1994.
- 13) 国土交通省：平成 7 年度建設副産物実態調査，1997.

ストック型社会と市民生活 ～ 住宅関連支出と環境負荷を中心として ～

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）

坂本 圭（㈱平成総合鑑定所 福岡 不動産鑑定士）

松本 亨（北九州市立大学 国際環境工学部 助教授）

わが国の家屋の平均寿命は 30～40 年程度と短く、毎世代、大きな住宅コストの負担を強いられている。そのことが、少なからず家計を圧迫していると同時に、環境への多大な負荷を及ぼしている。

本研究では、在来型住宅と長寿命型住宅について、住宅関連支出と環境負荷の両面について比較した。その結果、住宅関連支出は 1 世代あたり約 760 万円、廃棄物は約 40%、CO₂ は約 18% の低減効果があるものの、第 1 世代については、在来型住宅に比べ、1,100 万円もの支出増となるという結果が得られた。

今後、長寿命型住宅を普及させるためには、こうした世代間の不公平を是正する法制面・税制面・金融面などの社会システムの対応が必要となる。

1 はじめに

わが国の都市構造を見ると、道路等の交通網をはじめとする都市基盤、さらには住宅やビルなどの個々の建築物は、その多くが、資本を投下した世代のみが、自ら使用することを前提として設計・建設・維持管理等がなされており、その寿命は数 10 年～100 年程度となっている。こうしたフロー型（短寿命型）社会システムは、確かに、イニシャル段階でのコストや環境負荷を見ると、効率的な社会システムとなっており、その結果、われわれは、今日のような物質的に豊かな社会へと発展できたものと評価できよう。

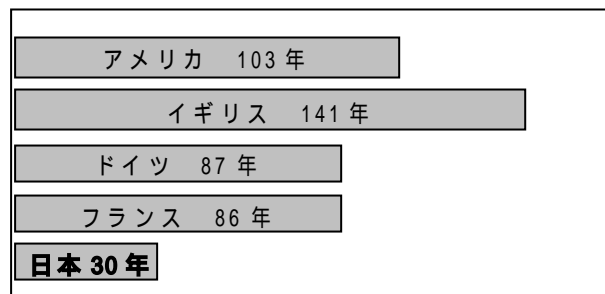
しかし、こうした社会システムにより、20 世紀を通して蓄積された環境負荷や資源の浪費は、今やわれわれ人類の持続的な発展を大きく制約するものとなっている。すなわち、既存の社会システムを長期的な時間スケールで評価した場合、頻繁な建物の建替えや都市基盤の更新が必要であり、資源面や環境面、さらには費用の面での負担が大きく、現在の世代のみならず、将来の世代に対する負の遺産となりつつある。

一方、次世代システム研究会で研究中のストック型社会システムは、長寿命型都市基盤や長寿命型建築物などを主たる構成要素とする社会システムの概念であり、長期的な時間スケールで評価した場合、環境面負荷の軽減と同時に、費用面での負担軽減を実現できるシステムとして、社会的な関心も高まりつつある。これまでの環境対策は、費用面が最大の問題となり、「環境優先か、経済性優先か」といった選択を迫られるのが現状であった。しかし、長寿命型建築物をはじめとするストック型社会システムは、経済と環境との両立による自立的な普及と持続的な効果が期待できる。

そこで、本研究では、ストック型社会における市民生活に着目して、まず、わが国（特に北九州市を中心として）の住宅事情の現状を概観し、さらに、長寿命型住宅による住宅関連支出の低減効果を分析するとともに、長寿命型住宅による環境負荷の低減効果の分析を行う。

2 わが国の住宅事情の現状 ～北九州市を中心として～

これまでの調査結果等によると、わが国の家屋の平均寿命は約 30 年であり、寿命 80 年から 140 年といわれる欧米の家屋と比べると極端に短いものとなっている(図表 1)。こうした背景には、高温多湿の気候風土という面もあるが、ほとんどの家庭にエアコンがあり、マンション生活も一般化している今日においては、短寿命の木造戸建住宅の必然性は、それだけでは説明できない。



出所)住宅の寿命分布に関する調査研究(2)加藤裕之
「住宅研究財団研究年報」NO.18 1991

図表 1 住宅の寿命の国際比較(1)

また、わが国において、戸建住宅の取得は、いまだ多くの庶民の夢であり、生涯賃金の大きな部分を住宅関連支出に費やしているのが現状である。特に、バブル崩壊後、下落しつづけているとはいえ、土地代の高さが、依然として、住宅取得やゆとりある生活を困難なものとしているといえる。

そこで、本研究では、まず、わが国の住宅事情の現状として、住宅の平均寿命等を分析するとともに、住宅関連支出の現状等を整理する。

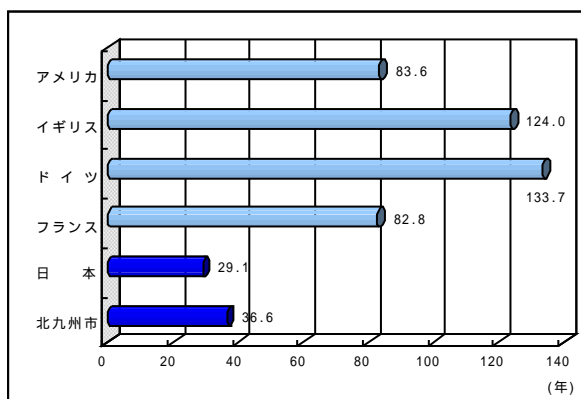
1) 住宅の平均寿命等の分析と国際比較

住宅の平均寿命の分析については、前述のとおり、すでに調査結果等が報告されているものもあるが、ここでは、改めて、各国の最新データ等を収集し、さらには、北九州市の現状についても、併せて分析した。

次ページの図表 2 は、各国の住宅ストック数と毎年の建築数をまとめたものである。なお、平均寿命は、ストック戸数を建築戸数で除すことにより、概算的に求めたものである。平均寿命の分析は、正確には、より長期的なストック量の増減や建築量、滅失量から分析すべきであろうが、各国を相対的に比較するという意味においては、今回の概算的な分析で十分といえよう。

これによると、イギリス、ドイツ、フランスの欧州各国では、住宅の平均寿命は約 80 年～130 年程度であり、米国でも約 80 年となっている。これに対し、わが国の住宅の平均寿命は約 30 年(北九州市：約 40 年)であり、欧米先進国の中では、極端に短くなっている。

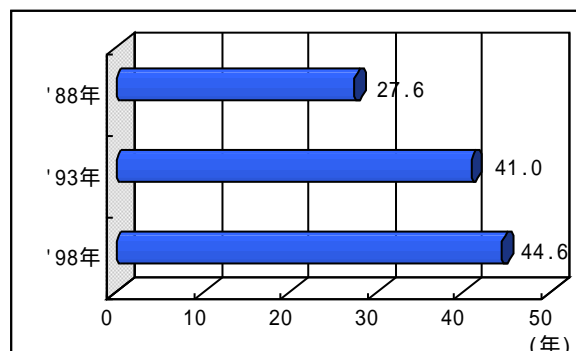
	住宅ストック戸数		年間建築戸数											平均 寿命 (a/b)	
	調査年	戸数 (a)	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998		平均 (b)
日 本	1998	43,922	1,685	1,663	1,707	1,370	1,403	1,486	1,570	1,470	1,643	1,387	1,198	1,507	29.1
北九州市	1998	380.5	12.1	13.7	17.1	9.1	7.3	7.4	10.9	9.5	10.8	8.8	7.5	10.4	36.6
アメリカ	1997	109,191	1,488	1,376	1,193	1,013	1,200	1,288		1,313	1,413		1,474	1,306	83.6
イギリス	1996	24,598	237	216	194	184	174	176		209	197			198	124.0
ド イ ツ	1997	37,050	209	215	224	269	322			603			97	277	133.7
フランス	1998	28,749	415	322	336	306	299			404	359		337	347	82.8



出所) Housing and Building Statistics(UN)等より作成

図表2 住宅の寿命の国際比較(2)

	住宅着工数		ストック数 (b)	平均 寿命 (年)
	実数	5年移動平均 (a)		
1985	9,206			
1986	8,672			
1987	10,733	10,880		
1988	12,093	12,453	343,220	27.6
1989	13,694	12,534		
1990	17,071	11,855		
1991	9,081	10,924		
1992	7,335	10,367		
1993	7,437	8,853	362,800	41.0
1994	10,911	9,198		
1995	9,502	9,490		
1996	10,805	9,498		
1997	8,796	8,783		
1998	7,476	8,526	380,500	44.6
1999	7,335			
2000	8,219			



出所) 建築着工統計(国土交通省)等より作成

図表3 北九州市における住宅の平均寿命の現状

また、前ページの図表3に、北九州市の住宅寿命について、より詳細な分析結果を示している。これによると、北九州市の平均寿命は、近年、増加傾向にあるが、これは、近年の景気低迷により、住宅着工数が低水準で推移したため、見かけ上、寿命が延びたように見えるに過ぎず、住宅構造そのものが変化したものではないと考えられる。

いずれにせよ、北九州市を含め、わが国の住宅の寿命は、欧米各国に比べ非常に短く、概ね1世代ごとに建替えられているといった状況にある。

2) 住宅の質及び費用の国際比較

次に住宅の質及び費用について、わが国の現状と欧米諸国とを比較する。

まず、住宅の質として、住宅の広さを各国比較すると、次表のとおりである。

(㎡)

	調査年	1戸あたりの床面積			一人当たり床面積
		全体	持家	借家	
日本	'98	92	123	44	33
北九州市	'98	78	106	47	30
アメリカ	'93	151	158	111	60
イギリス	'91	92	102	88	38
ドイツ	'93	93	122	75	38
フランス	'92	95	112	77	37

出所) Annual bulletin of Housing and Building Statistics for Europe

American Housing Survey

平成5年住宅統計調査

図表4 住宅の床面積の国際比較

わが国の住宅は、「うさぎ小屋」と揶揄されて久しいが、上記の結果を見ると、持ち家については、米国を除き、欧州各国とは大差はない。ただし、借家については、依然、狭小であり、欧米各国とは、大きく水を開けられている。

次に、住宅取得コストについて比較する。次ページ図表5を見ると、わが国における住宅取得コストは平均約4,000万円、これに対し世帯年収は平均約700万円であり、年収倍率は5.6倍となっている。一方、米国・英国の住宅取得コストは2,000万円程度であり、年収倍率も3倍強と小さい。ただし、ドイツの住宅取得コストは、概ねわが国と同様である。

こうした格差は、土地の保有コストないし利用コストの違いに起因している部分が大きく、さらにその背景には、可住地面積や人口の多寡に加え、土地の保有や利用に対する権利意識の違いが根深く存在している。

各国の土地所有等に関する権利について見ると、日本とドイツには、土地を所有する権利として、絶対的かつ永続的な「所有権」が存在するのに対し、米国・英国には、このような絶対的な権利概念はなく、わが国でいうところの「地上権」に近い非永続的な保有権が土地利用の一般的権原となっている。こうした権利の違い及びそれに基づく権利意識の違いが、不動産の価格を大きく左右し、その結果、前述のような格差を生んでいるものと思料される。なお、各国の権利の詳細については、本所報掲載の研究論文（廣原・2002・次世代システム研究所報）を参照されたい。

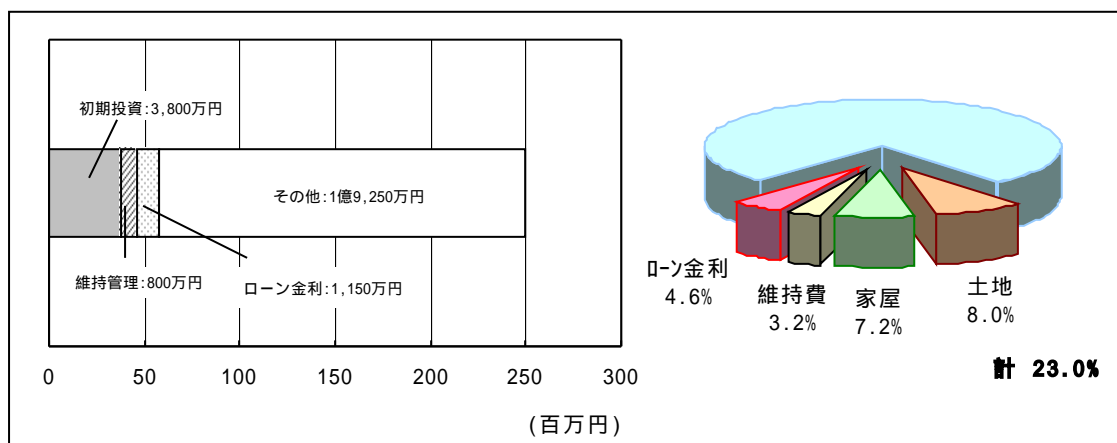
	調査年	単位	新築住宅平均価格(a)		平均世帯年収(b)		年収倍率(a/b)
			各国通貨	購買力平価	各国通貨	購買力平価	
日本	1997	千円	40,153	40,153	7,122	7,122	5.6
福岡支店管内	1997	千円	33,810	33,810	6,514	6,514	5.2
アメリカ	1997	ドル	146,000	24,090	44,568	7,354	3.3
イギリス	1997	ポンド	75,600	19,161	21,398	5,423	3.5
ドイツ	1996	マルク	533,695	43,642	95,169	7,782	5.6

出所) 住宅金融公庫福岡支店資料, 建設省資料, 住宅産業新聞社「住宅経済データ集」より作成

図表5 住宅取得価格の国際比較

3) 北九州市における住宅関連支出の現状

著者らの推計によると、北九州市在住の大卒サラリーマンの場合、生涯獲得賃金（退職金を含む）は、2億5,000万円程度と概算される。一方、住宅取得費は、北九州市内の標準的な住宅地で戸建住宅を取得した場合、初期投資3,800万円、維持費800万円、ローン金利負担1,150万円、計5,750万円と推計され、生涯獲得賃金の23%が住宅関連支出へと費やされているという結果になった（推計で前提としたモデルは、図表7参照）。



出所) (株)平成総合鑑定所 福岡作成

図表6 生涯獲得賃金と住宅関連支出

3 長寿命型住宅の効果

ごみ問題などの身近な環境問題や地球温暖化などの地球規模での環境問題が注目されるようになって久しいが、多くの環境問題で共通しているのは、環境負荷の低減のための設備やシステムには、多大な人的・金銭的なコストが必要であり、結局、「環境優先か、経済性優先か」の選択を迫られるという現実である。

しかし、長寿命型住宅は、環境負荷の低減と経済性を両立させ得る可能性が高く、自立的な普及と持続的な効果が期待されるものである。

簡単に言えば、長寿命の住宅の普及により、住宅コストは低下し、ゆとりのある生活を実現すると同時に、環境負荷も低減することが可能となると考えられる。

しかし、この処方箋には、大きな課題が残されているのも事実である。仮に4世代、約120年もつ住宅を考えた場合、4世代合計の住宅コストや環境負荷は低減するであろうが、最初の世代が負担する初期投資は増大することが見込まれる。こうした世代間の不公平を是正し、長寿命型住宅を普及させるためには、法制面や税制面、あるいは金融面での社会システムの対応が必要であろう。

こうした社会システムの対応策は、今後の課題として、継続的に検討を進めることが必要であるが、そのためには、まず、世代間の不公平の程度や長寿命型住宅の効果について、定量的に分析することが不可欠である。そこで、ここでは、市民生活という観点から、長寿命型住宅による住宅関連支出低減効果ならびに環境負荷低減効果を分析する。

1) 分析の基本的考え方と想定モデルの概要

(1) 基本的考え方

現在、さまざまな製造品等について、その製品の製造から販売、消費、廃棄に至るまでの環境負荷量の計測等が盛んに行われており、住宅についても、すでにいくつかの研究成果が報告されている。しかし、そうした研究でのLC(ライフサイクル)は、製品の一生であり、消費する人のLC単位では整理されていないものが多い。

本研究で対象とするような長寿命型住宅については、世代を超えて利用されることとなるため、たとえ住宅コストや環境負荷の低減効果があっても、そうした供給サイドからの研究成果のみでは、消費者の琴線には触れにくいと考えられる。さらに、世代間の不公平を是正するためにも、初期投資や世代ごとのインフィルの更新などに伴う必要コストを明確にし、まずは不公平の程度を把握することが必要である。

そこで、本研究では、住宅投資を行う側のLC、すなわち生活者の一生に視点を置き、既存の住宅と、長寿命型住宅とで、各世代で必要となる住宅コストや環境負荷の程度について分析することとした。

(2) 想定モデルの概要

本研究では、北九州市に居住する標準的な市民をモデルに、在来型住宅を選択した場合と、長寿命型住宅を選択した場合とで、その人の一生で、必要となる住宅コスト（初期投資，維持管理費等）を分析するとともに、環境負荷として、廃棄物排出量とCO₂排出量を取り上げ、環境負荷低減効果を比較した。

想定したモデルの概要は、下表のとおりである。

		想定内容				
モデル市民	職業等	大卒サラリーマン				
	生涯賃金	2億5,000万円				
	居住地	北九州市				
		在来型住宅	長寿命型住宅	備考	資金調達方法	
寿命		30年	120年	インフィルは30年で更新	自己資本	30%
第1世代	土地	新たに取得	新たに取得		住宅ローン	70%
		250 m ²	250 m ²		ローン金利	年2.5%
		80,000 円/m ²	80,000 円/m ²			
	建物	2,000 万円	2,000 万円			
		新たに取得	新たに取得			
		120 m ²	120 m ²			
第2世代以降	土地	150,000 円/m ²	225,000 円/m ²	長寿命型は50%割高		
		1,800 万円	2,700 万円			
	建物	取得せず	取得せず			
		建て替え	インフィル更新			
		120 m ²	120 m ²			
		150,000 円/m ²	67,500 円/m ²	初期投資の3割		
		1,800 万円	810 万円			

図表7 想定モデルの概要

2) 長寿命型住宅の効果(1) 住宅関連支出低減効果

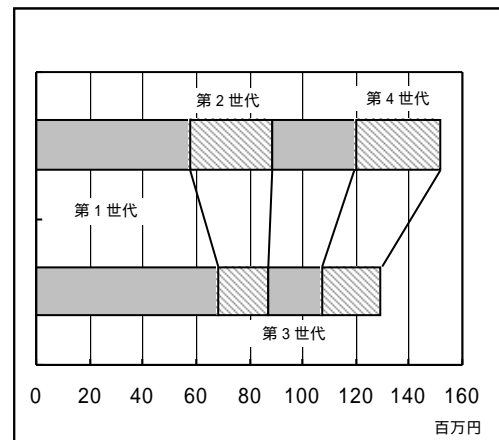
上記モデルを前提として、第1世代～第4世代までの120年間について、各世代の住宅関連支出（初期投資，維持管理費，金利負担）を在来型住宅と長寿命型住宅とで比較した。

その結果、まず、第1世代について見ると、在来型住宅では、5,750万円の住宅関連支出が必要であるが、長寿命型住宅では、建物の初期投資額の増大により6,850万円となり、1,100万円（約19%）の支出増となる。こうした第1世代の負担増が、今後、長寿命型住宅の普及を図る上で、大きな問題になるものと考えられ、負担軽減のための施策が求められることとなる。

一方、第4世代までのトータルでは、在来型住宅の全住宅関連支出が1億5,200万円であるのに対し、長寿命型住宅では1億2,910万円と15%減となるという結果が得られた。これは、1世代当たりにして、約760万円の負担減であり、その分、ゆとりある生活を営むことが可能となる。

(万円)

		第1世代	第2世代	第3世代	第4世代	計
在来型住宅	初期投資	3,800	1,800	1,800	1,800	9,200
	維持管理	800	800	800	800	3,200
	金利負担	1,150	550	550	550	2,800
	計	5,750	3,150	3,150	3,150	15,200
	対第1世代	1.00	0.55	0.55	0.55	
長寿命型住宅	初期投資	4,700	810	810	810	7,130
	維持管理	720	840	960	1,080	3,600
	金利負担	1,430	250	250	250	2,180
	計	6,850	1,900	2,020	2,140	12,910
	対第1世代	1.00	0.28	0.29	0.31	
	対在来住宅	1.19	0.60	0.64	0.68	0.85



図表 8 住宅関連支出の低減効果

3) 長寿命型住宅の効果(2) 環境負荷低減効果

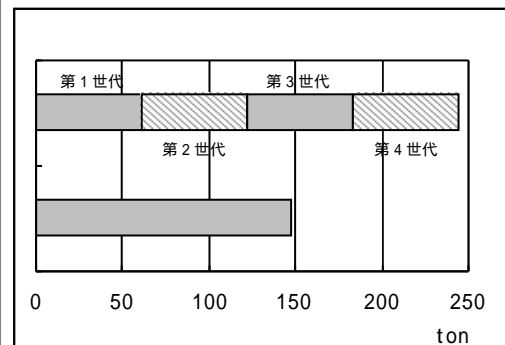
次に、前述のモデルについて、環境負荷低減効果を分析し、在来型住宅と長寿命型住宅との比較検討を行う。

廃棄物排出量

廃棄物排出量について見ると、在来型住宅の場合、4世代合計で244tonとなり、これに対し、長寿命型住宅の場合、約40%減の147tonに軽減される。軽減効果は、1世代当たり24tonであるが、これは、家庭が排出するごみ(1世帯当たり1日2.25kg:平成12年度北九州市実績)に換算すると実に約29年分に相当する。

(ton)

		第1世代	第2世代	第3世代	第4世代	計
在来型住宅	基礎・躯体	39.0	39.0	39.0	39.0	156.0
	内外装等	16.5	16.5	16.5	16.5	66.0
	維持管理	5.5	5.5	5.5	5.5	22.0
	計	61.0	61.0	61.0	61.0	244.0
長寿命型住宅	基礎・躯体	59.0				59.0
	内外装等	16.5	16.5	16.5	16.5	66.0
	維持管理	5.5	5.5	5.5	5.5	22.0
	計					147.0
	対在来住宅					0.60

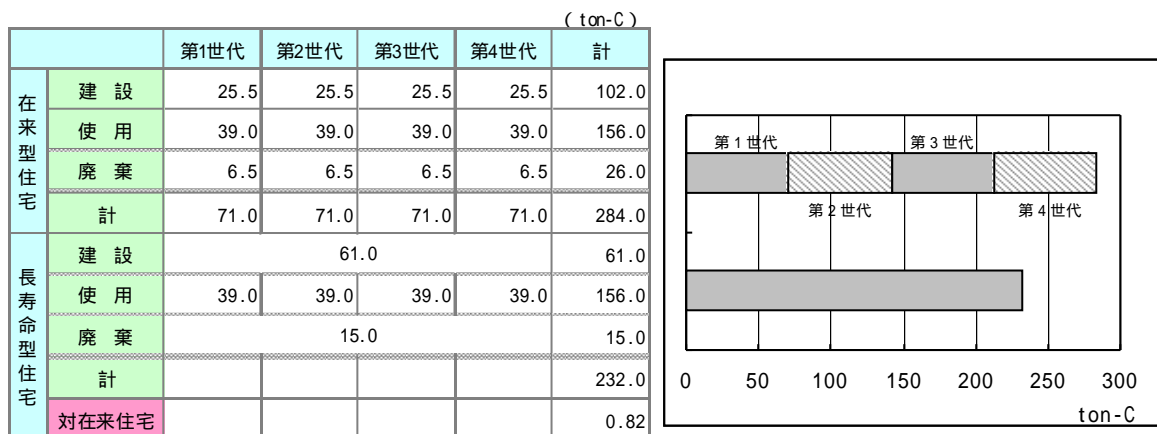


図表 9 廃棄物排出量の低減効果

CO₂ 排出量

同様に CO₂ 排出量について見ると、使用期間中の電力消費等に伴う排出などを含む CO₂ 排出量は、在来型住宅の場合、4 世代合計で炭素換算 284ton となり、これに対し、長寿命型住宅の場合、約 18% 減の 232ton に軽減される。なお、使用に伴う排出を考慮外とし、住宅の建設（維持管理に伴うものは含む）と廃棄での低減効果を見ると、約 41% の低減効果が見られることとなる。

低減量を見ると、炭素換算にして 52ton であり、1 世代当たり 13ton となるが、これは、200 l のドラム缶約 100 本分のガソリン燃焼により排出される CO₂ の量に等しい。さらに、この量は、自家用車 20 年分の燃料に相当する（燃費 10km/l，走行距離 10,000km/年として換算）。



図表 10 CO₂ 排出量の低減効果

4 まとめと今後の課題

以上の研究結果をまとめると、次のとおりである。

わが国の住宅事情の現状

- ・ わが国の住宅の寿命は、30 年～40 年程度であり、欧米諸国に比べ、極端に短いものとなっている。
- ・ 持家住宅の広さは、米国に比べると小さいが、欧州各国とは同程度である。ただし、借家については、依然、狭小なものとなっている。
- ・ 住宅価格の年収倍率は、5～6 倍程度であり、ドイツとは概ね同程度であるが、米国や英国に比べると高い。
- ・ 家計に占める住宅関連支出（住宅取得費，維持管理費，ローン金利を含み、家具等の取得費や水道光熱費等は含まない）は、総額で、5,750 万円程度と見積もられ、大卒サラリーマンの生涯賃金の約 23% に相当する。

長寿命型住宅の効果

- ・ 長寿命型住宅による住宅関連支出の低減効果を見ると、4世代、120年間の合計では、15%減となり、1世代当たり760万円の低減効果がある。ただし、第1世代に着目すると、1,100万円の負担増となる。
- ・ 環境負荷削減効果を見ると、廃棄物排出量については、約40%の削減効果があり、1世代当たり24tonの削減となる。これは、1世帯が排出する家庭ごみの29年分の量に相当する。
- ・ また、CO₂排出量については、約18%の削減効果があり、1世代当たり炭素換算13tonの削減となる。これは、家庭用自家用車20年分のガソリン消費に相当する。

しかし、4世代トータルの費用が安く、環境負荷も小さい長寿命型住宅であっても、第1世代の負担増が1,100万円もあれば、既存の社会システムのままでは、長寿命型住宅の普及は望めない。この負担増を軽減するためには、例えば、

優遇金利等による金利負担の軽減

現行モデルでは2.5%の金利であるが、これを0.6%まで下げれば、1,100万円分の金利負担が軽減される。

土地取得費の軽減

本研究のモデルにおいては、土地価格を55%低減させれば、1,100万円分の初期費用の軽減効果がある。しかし、これは、現在の在来型住宅に比べ、初期費用が同程度となるに過ぎず、そのような地価水準において、在来型住宅を取得した場合、在来型住宅の取得費も同時に低下することとなるため、長寿命型住宅を普及させるための、直接的なインセンティブとしては作用しない。ただし、住宅取得者の投資余力は増加するため、やはり土地取得費の軽減施策は少なからず必要となると考えられる。

定期借地の利用等、不動産の権利面からの対応

本研究のモデルでは、土地を取得し、所有権を権原として建物を建築することを想定したが、これを定期借地等により土地を利用することとした場合、第1世代の支出総額が低減することが期待される。

例えば、更地価格2,000万円の土地の借地権の費用として、権利金が3割・600万円、地代が年10万円（30年で300万円）であれば、第1世代の土地利用のための費用総額は、900万円となり、トータルで1,100万円の軽減効果が得られる。

などが考えられるが、今後の普及に向けては、より幅広く、より具体的にこうした社会システミック対応策を検討していくことが必要であろう。

《参考文献》

- (1) 「WPRH型住宅普及によるLCW・LCCO₂削減に関する研究(2)」 (榎本ほか・日本建築学会大会学術講演梗概集・2002.8)
- (2) 「ストック型社会への転換に向けた社会システミック課題の検討」 (廣原・2002・次世代システム研究所報)

ストック型社会に向けた住宅システムの研究 資源循環型住宅の経済性評価

五十嵐 健 (不動産建設株式会社 顧問
早稲田大学理工学総合研究センター 研究員)

1. 本研究の目的

今日、日本の住宅は平均寿命が30年と短く、生涯のうちに2度の住宅建築を行う人もいるなど、生涯収入に対する住宅費用の割合が高くなり、世界的に見て高所得の割に豊かさの実感の少ない生活となっている。また、住宅の短命化は資源

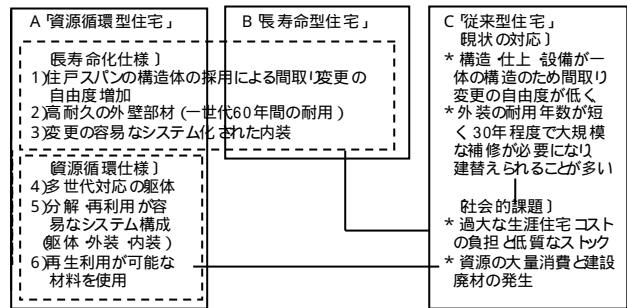


図1サステナブル社会に向けた住宅

の大量消費や建設廃材の大量発生など、地球環境の面からも問題がある。これらの問題を解決し、ゆとりある生活と持続可能な環境を創造するためには、長寿命でかつ資源の循環利用が可能な資源循環型の住宅を普及させる必要がある。(図1参照)

本研究はストック型社会実現のために、図1の条件を満足した「資源循環型住宅」について¹⁾、住み手のライフステージの変化に合わせた住宅の改装・更新のライフサイクルコスト(以下LCCと記す)とエネルギー投入量を計算し優位性を明らかにするとともに、その社会的効果を検討したものである。

2. 「資源循環型住宅」の構成

2.1 資源循環型社会に向けた住宅

古くから集合住宅が定着しているヨーロッパでは、内装や機能の更新によって数百年にわたって使われ続けている建築も多い。スケルトンインフィル住宅(以下S I住宅と記す、図2参照)はそうした西欧の住宅を参考に、集合住宅を高耐久の構造躯体と躯体から分離した居住空間で構成することにより、家族構成の変化に対応した間取りの変更と機器や仕上げの更新を繰

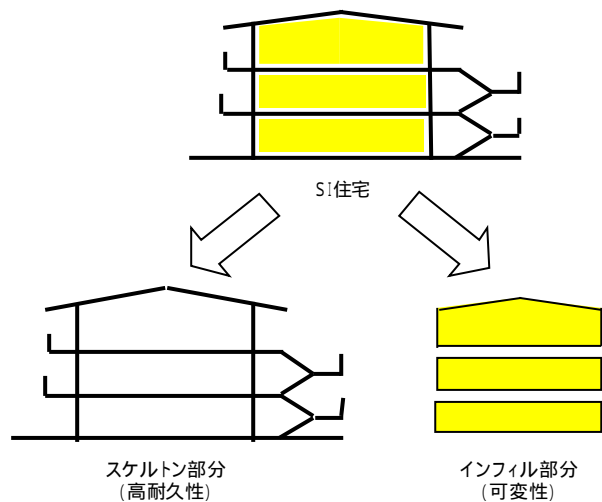


図2 S I住宅のコンセプト

り返ししながら、長期に使用することを可能にした住宅で²⁾、日本においても「長寿命型住宅」として次第に定着しつつある。しかし、資源の循環利用の面からは不十分な点も多い。

そのため、こうしたS I住宅に日本の伝統的な建築思想を加えた「資源循環型住宅」を設定し、その有効性を検討する。木で造



図3 富岳36景にみる屋根瓦の補修風景（北斎）

られている日本の住宅の耐用年数は比較的短い。しかし、伝統的な日本建築は柱や梁などを一本物の木材の組み合わせで構成することによって耐久性を高めるとともに、部材の解体再利用を容易にしている。また、規格寸法の統一と組込み式の床（畳）や壁（ふすまや板戸）、屋根（瓦）などで建物を構成することによって部材の再利用をはかり、狭い国土の中で得られる限られた資源のもとで、高密度の人口が安定的に暮らすことを可能にしてきた。（図3参照）

今後、地球という限定された空間の中で、我々の生活を発展的に持続していくことが可能な社会を形成していくためには、伝統的な日本建築にあった資源循環型の技術思想を付加し、部材の組み換えが可能なS I住宅を現代の技術で実現していく必要がある。

「資源循環型住宅」³⁾は多世代にわたって使用することが可能な長寿命化仕様と、資源の再利用が可能な素材と構造で構成された資源循環仕様を持つ住宅である。これに対し、従来型の住宅の多くは、“より高機能のものを早く安く提供する”という高度成長時代の考え方によって造られているためにこうした変更・更新への対応が十分に行えず、子供の独立による家族構成の変更や、ライフスタイルの変更による大規模改修を機に建替えられることが多い。

住宅の長寿命化を進めるためには、単に住宅の物理的な耐久性の向上を行うだけでなく、住み手の交代やライフステージの変化に対応した間取りの変更や、高齢化にともなう浴室や厨房の変更などの機能更新への追従性を持ち、かつ部材の再利用や建材の再生利用が可能な住宅を造る必要がある。

住宅建材の循環系は、図4に示すように外壁パネルや建具などを補修して利用する部材の再利用、木材や断熱材などを建材レベルに解体して利用する建材の再利用、鉄やアルミなどの素材を再生して利用する素材の再

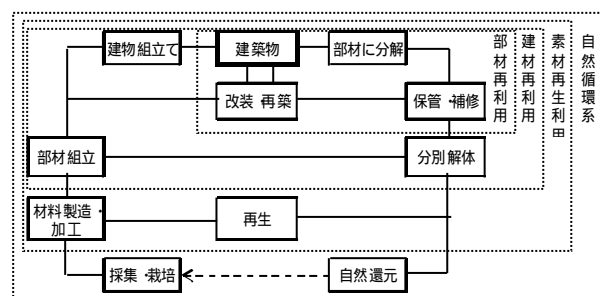


図4 資源循環型住宅の資源循環系

生利用、植物資源のように自然界で還元・再生される自然循環の4つからなる。このため、「資源循環型住宅」の性能要件を、長寿命化のための高耐久化と平面可変性に4つの資源循環系を加えて6項目で表す。

2.2 「資源循環型住宅」モデルの設定

表1は、「資源循環型住宅」について、この6つの性能要件をどのような技術を使って実現できるかを検討し、その結果からモデル仕様を設定したものである。これまでのSI住宅は主として部材の高耐久化や構造躯体への大架構の採用、部材の互換性を高めるためのシステム化などにより、建物の長寿命化を実現しているが、接合方法の工夫による分離解体性能の向上や再生利用建材の使用など資源循環使用の面での配慮が少ない¹⁾。

早稲田大学理工学総合研究センター九州研究所構内に造られた「完全リサイクル型住宅」では、サステナブルデザインの全面的な採用により、実証実験での建材再利用率は98%、解体再築の作業工数は従来型住宅の56%になった⁴⁾。

「資源循環型住宅」のモデルは、そこで使った手法を積極的に採用し、部位別の仕様を表2のように設定する。躯体構造は、工場で作られる高品質のPCコンクリート製の柱と梁で構成することにより、長寿命化と将来の都市構造やライフスタイルの変化による変更にも対応できる構造にし、外壁や屋根は耐用年数経過後の交換が可能なように、外断熱性能を有する大型パネル工法を採用する。さらに内装は天井・床・間仕切

表1 資源循環型住宅の性能要件と実現技術

性能要件	性能の具現手法	資源循環型S住宅のモデル仕様	
長寿命化仕様	高耐久化	高耐久建材の使用 高耐久皮膜の採用 (塗装、表面処理など) 部材の高品質化	窯業系外装材、ガラス、アルミニウム
	平面可変性	均質長大架構の採用 モジュール化 エポキシ樹脂	躯体のPC化 ハウスパンのラーメンPC構造 ボイストラブ、床先行内装工法 戸境壁と住戸外壁のパネル化 モジュールシステムの採用 スケルトン・インフィル工法
	部材再利用	部材のシステム化 部材のユニット化	システム天井・床 屋根・外壁のパネル化(窯業系材使用) 間仕切り材のシステムパネル構成 躯体のPC化
資源循環仕様	建材再利用	部品種類数の絞込み 分解性向上の工夫 (組立手順・接合部など)	部品のモジュール化 HTB、ビス、粘着ネットの採用
	素材再生利用	再生可能素材の使用 同一素材での構成	鉄、アルミニウム、ガラス、 再生樹脂系素材の使用
自然循環系	還元性素材の利用 (木材、分解性樹脂など)	木質系内装材	



写真1 「完全リサイクル型住宅」(早大尾島研)

表2 「資源循環型集合住宅」の部位別仕様

部位	材料	構成	部材接合	耐用年数	
スケルトン部分	躯体構造	コンクリート	ラーメンPC工法	PC鋼棒	100年以上
	屋根	窯業系仕上材、樹脂系断熱材	外断熱パネル	ボルト	60年
	共用外壁	窯業系仕上材、樹脂系断熱材	外断熱パネル	ボルト	60年
インフラ部分	住戸外壁	ガラス及び窯業系仕上げ材、アルミ枠、樹脂系断熱材	サッシ組み込みパネル	ボルト	60年
	天井	木質系仕上材、鋼製下地	システム天井	ボルトビス、両面接着テープ	30年
	間仕切り	木質系仕上材、鋼製下地	システムパネル		30年
	床	木質系仕上材、鋼製下地	システム床	粘着ネット	30年
全体システム	ハウスパンのフレーム構造、モジュールシステムの採用、スケルトン・インフィル工法の採用				

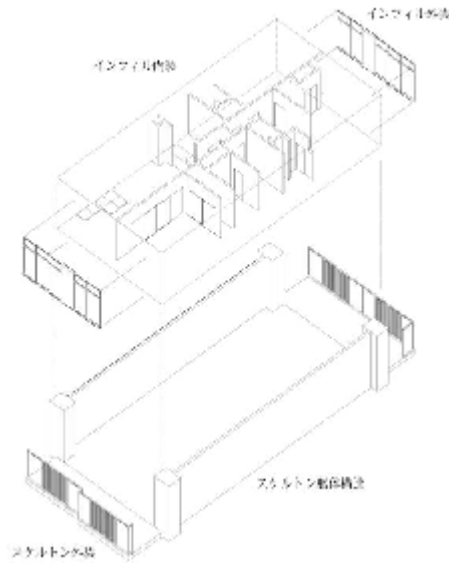


図5 資源循環型住宅の構成

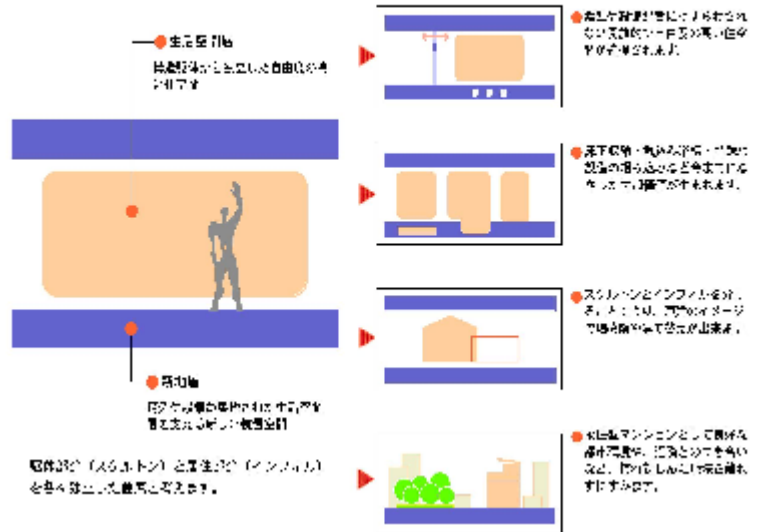


図6 資源循環型住宅の特徴

をシステムパネルで構成し、水回りを含めた住戸内分の自由な変更を可能にする。(図5, 6 参照)

3. 改装・更新モデルの設定

3.1 成熟型社会に向けた住宅コストの課題

そのため、「資源循環型住宅」は図7に示すように、住み手の家族構成や生活様式の変化に応じて平面を変更しながら、多世代にわたって使用することが可能な住宅であるが、LCCの算定にあたって住み手のライフステージの変化からその改装・更新パターンを以下のように設定する。

一般に、住宅の改装や更新は家族の成長や独立に合わせて行われ、その時に古くなった機器や部材の更新も行われる。特に50代の後半から60代前半の時期は、子供が結婚し多くの人々が第二の人生を向かえることになるため、老後のライフスタイルに合わせた家の大幅改造を行う。これまでは、この時期に年収が最高に達し退職金など



図7 ライフステージの変化にあわせた間取り変更の事

も入る人も多く資金的にゆとりができるために、建替えや転居を行う人が多かった。しかし、これからの成熟社会ではそうした制度もなくなり、仕事をやめた後の老後の20余年の住まいをどう維持するかが大きな問題となるであろう。特に、最晩年の70代後半からのバリアフリー対応の改装や、30代で購入したマンションの晩年での建替えの問題など、収入の限られる老後の改装・建替えは不安の要因である。

こうした事態を避けるためにも住宅の長寿命化は必要であり、生涯住宅コストを考える場合にも、これまでは収入のある30年間を対象にしてきたが、これからは結婚独立から夫婦の両方が終焉を迎えるまでの60年間で考える必要があると考える。このため、本研究では生涯住宅コストを検討する場合の1世代を60年間とし、住宅資産は孫世代に継承される設定で行う。

また、子供の出生数が2人以下であることを考えると、今後は土地を資産として継承する人の割合が高くなることから、検討にあたって土地の取得費は考えず、建築費を対象に検討をおこなう。その際、電気や水道料などの経常的に発生するコストは生活費の一部と考え、大きな費用が発生し計画的な対応が必要な改装・建替え費用について検討の対象とする。

住宅のタイプについては、大きく戸建住宅と集合住宅に分けることができるが、現在その建築割合はほぼ半々であり、これからもこの2つが住宅の主流になると考えられる。そのうち集合住宅は、スケルトン部分（構造躯体）を共有しインフィル部分（居住空間）のみを個人所有することになるため、改装・建替えパターンの設定がやや複雑になるが、改装・建替えサイクルに対する基本的な考え方は同一であるため、集合住宅で検討手順の説明を行い戸建住宅については検討結果のみを紹介するものとする。

3.2 ライフステージから考えた改装・建替えパターン

前項で述べた条件に従い、平均的なライフステージを参考に、20代で住宅を取得し、16年目に子供部屋の確保のための部分改装、31年目に子供の独立にあわせた間取りの変更と機器の取替えのための大規模改装、46年目に高齢化対応のための改装を行い60年間にわたって使用し、次世代に引き継ぐ図8の改装・建替えのパターンを設定し、LCCの算定を試みる。算定期間は、多世代にわたって使用が可能な「資源循環型住

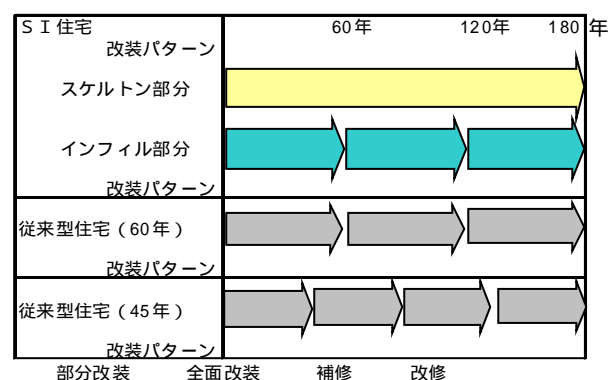


図8 各住宅の改装・建替えパターン

宅」の特徴を考慮した検討を行うために、3世代180年間と1世代60年間の計算を行う。

そのコストは、事例などを参考に表3のように設定する。ただし、「資源循環型住宅」のコストは「従来型住宅」と同等($T_r = 1.0$)の場合と2割高($T_r = 1.2$)の2つのケースで計算する。また、「従来型住宅」は現状の集合住宅の平均寿命である45年で建替える場合と、法定耐用年数である60年で建替える場合の計算を行う。経済性の検討は、工法の選択が行われる住宅の新築時のLCC現在価値で比較することとし図9の式(1)を使って計算し、その年負担額は式(2)の年等価額の計算式で求める³⁾。

一般にLCCを比較する場合、発生コストの累計値で比較することが多いが、45年後に100%の建替えコストが発生する場合と新築時のコストが20%増加する場合を比較し、どちらを選択すべきかを判断することは難しい。図10をみてわかるように、LCC現在価値は将来発生する改装・建替えの費用を金利で割り戻し、現在そのための費用を銀行に預金するとしたらいくら必要かを算定している。すなわち、将来発生する改装・更新の資金も含めトータルで現在必要な資金を計算する式で、発生費用の金利や物価上昇を考慮した現在の必要コストを比較することが出来る。このため、住宅の改装・建て替えのような高額で長期にわたって発生する費用を現実的な価値感覚で評価するのに適している。

本計算では、将来の改装建替えの費用を物価の影響を考慮せず現在と同価格で計算を行えるように、利率に実際の銀行金利を物価上昇率で修正した実質利率を使用する。参考までに、過去35年間の銀行の貸出金利と物価乗率から算定した実質利率を表すと図11のようになる。実質利率の10年平均の値を見ると高度成長期

表3 改装・建替えのコスト構

各住宅の新築コストを100とした指数

部位	スケルトン部分		インフィル部分	
	構造躯体	共用部仕上	住戸外壁	住戸内装
コスト割合	45	10	10	35

住宅	資源循環型集合住宅				従来型住宅 60年	従来型住宅 45年
	スケルトン		インフィル			
	躯体構造	共用部仕上	住戸外壁	住戸内装		
発生年						
1年目	49.5	11.0	11.0	38.5	110.0	110.0
16年目	0.0	0.0	0.0	9.6	30.3	30.3
31年目	0.0	2.8	2.8	19.3	49.5	49.5
46年目	0.0	0.0	0.0	9.6	30.3	110.0
61年目	12.4	5.5	5.5	38.5	110.0	以降16年目からの繰り返し
以降16年目からの繰り返し						

- LCC現在価値の算定式

$$C_p = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^{t-1}} - \frac{C_T}{(1+i)^T} \quad (1)$$
- LCC年等価額の算定式

$$C_R = \frac{i^*(1+i^*)^T}{(1+i^*)^T - 1} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i^*)^t} \quad (2)$$
- 実質利率の算定式

$$i^* = \frac{(1+i_x)}{(1+j)} - 1 \quad (3)$$

ただし、 C_p はLCC現在価値、 C_R は年等価額、 t 年後に発生する費用を C_t 、実質利率を i^* 、検討期間を T 、残存価値を C_T 、物価上昇率を j 、貸出金利を i_x とする。

図9 現在価値と年等価額の計算式

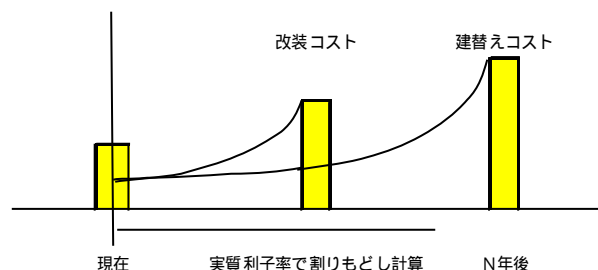


図10 LCC現在価値の考え方

には5%前後であった実質利子率がオイルショック以降の安定成長期に入ると2%前後に落ちていることがわかる。

4. LCCによる経済優位性の検討

4.1 LCC現在価値による比較

図12は各住宅の180年間のLCC現在価値を、実質利子率を変数として計算しグラフにしたもので、実質利子率が高くなるに従い、将来発生する費用の影響が少なくなるため、LCC現在価値の値が小さくなる。その値を経済環境との関係でわかりやすく考えるために、図11を参考に今日のような安定成長期の値は実質利子率2%のところで、高度成長期の値は5%のところで比較を行う。

この図を見ると、「資源循環型住宅」が「従来型住宅」と新築コストが同一の場合は、全ての実質利子率でLCC現在価値は「従来型住宅」より小さく、180年間の住宅資金を現在準備するとしたら「従来型住宅」より少ない資金でよいことがわかる。

次に、「資源循環型住宅」が2割高の線($Tr = 1.2$)をみると、実質利子率が5%と6%の間で「従来型住宅 - 45年更新」の線と交わり、それ以降は逆転している。これは、実質利子率が5%より低い場合は「資源循環型住宅」の方が有利であるが、それより高くなると「従来型住宅」の方が有利になることを表している。このため安定成長期(実質利子率2%)には「資源循環型住宅」の方が2割以上有利となるが、高度成長期(実質利子率5%)にはどちらが有利ともいえない。

また、45年で建替える場合と60年で建替える場合を比較すると、60年で建替える場合のほうが有利であるが、実質利子率が大きくなるにつれその差が少なくなり、5%付近ではその優位性があまり明確でなくなる。このため、高度成長期には技術の進歩と将来の収入の増加が期待できるために、それを見込んでフロー指向の選択になるが、現在のような安定成長期にはLCC現在価値での優位性が増すため、将来の改装・建替えの費用の少ないストック型の住宅に関心が集まるようになるとと思われる。

4.2 新築費は高いが年負担額は少ない

さらに「資源循環型住宅」のメリットをわかりやすく考えるために、図

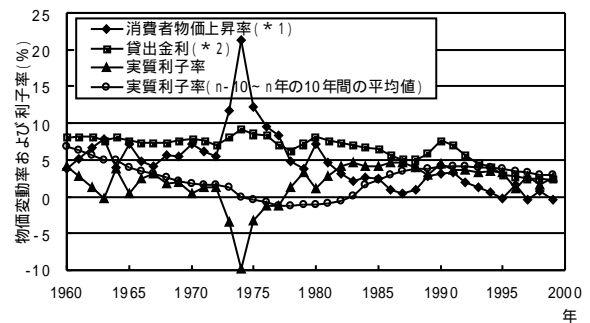


図11 過去の物価と金利の変

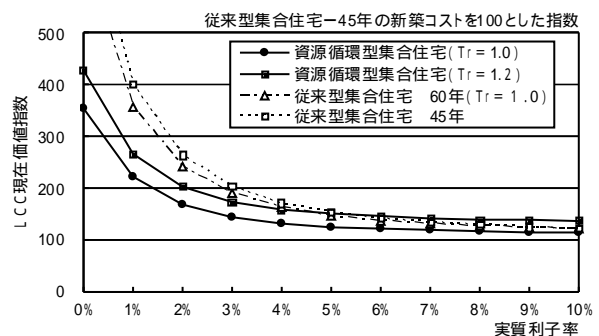


図12 各住宅のLCC現在価値の比

13のグラフで生涯住宅コストの比較を試みる。このグラフは「資源循環型住宅」のLCCを180年間均等に負担する場合と、新築世代とその継承世代が60年間ずつ分けて負担する場合、さらに45年ごとに更新する従来型の集合住宅の年負担額を比較したものである。

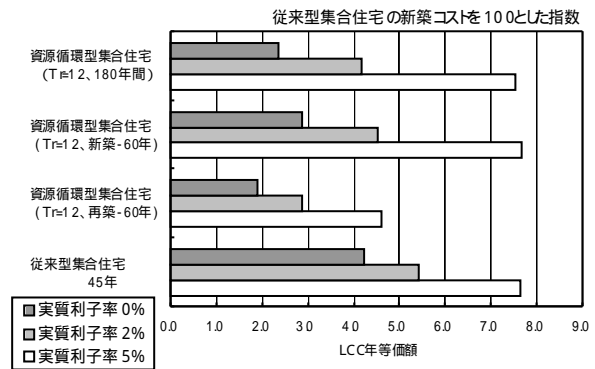


図13 各集合住宅のLCC年等価額の比

この図の示す意味を具体的に考えるために、仮に「従来型住宅」の新築コストを20万円/m²(土地代は含まず)として80m²の住宅を取得したとすると、その費用は1600万円、2割高の「資源循環型住宅」では1920万円になるが、将来の改装・建替えも含めた年負担額は安定成長期(実質利率2%)では「従来型住宅」が年間86万円であるのに対し、「資源循環型住宅」は67万円ですむことがわかる。

「資源循環型住宅」は、180年間使用が可能な構造躯体で、外装や内装も先に述べたように資源のリサイクルや間仕切の変更が可能な素材や工法で造り、階高や設備スペースにもゆとりを持たせる必要があるなど、将来の改装・建替えコストを削減し環境に配慮するために新築費が割高になるが、新築時の費用も含めた改装・建替えの全費用を均等にした場合の年負担額では、3割近く少なくなることがわかる。

同様に、「資源循環型住宅」の新築世代と継承世代がそれぞれの60年間を分けて負担する場合は、新築世代が72万円、継承世代が46万円済み、新築世代の年負担額でも2割近く少なく、継承世代の場合は86万円が46万円と約6割まで減ることがわかる。

4.3 建設時の住宅の選択基準の変更

次に、高度成長期の指標である実質利率5%のときについて考える。このときも各住宅の新築費用は同一だとすると、年負担額は「資源循環型住宅」が120万円なのに対し、「従来型住宅」は123万円とほとんど変わらないことがわかる。すなわち実質利率が高い高度成長期には新築コストの影響が大きく、逆に将来の改装・建替えコストの影響が少なく、かつ将来の収入の増加も期待できるため、将来の出費はそのときに考えようということ、新築時のコストパフォーマンスを重視した選択を行う傾向が強くなる。永遠に高度成長期が続くならばその選択は正しいが、今日のような安定成長期の時代になると、高齢期を迎える人が多額の費用を要する建替えを行うことは難しい。このため、生涯住宅計画を見直す必要が生じる。

こうした建築の建替え更新と長寿命化の価値観の逆転は日本だけに限らない。ヨーロッパでは70年代から、アメリカでも80年代から成熟型

社会の到来とともにその見直しが行われている。日本でも安定成長期を見変えた90年代から、住宅の長寿命化に一般の関心が集まりだしたのは当然のことであるといえる。

これまでの検討からは少し横道にそれるが、図13の年等価額のグラフから次のような検討もできる。今、1000万円の手持ち資金がある場合を想定するとどうなるだろうか。これを除いた各住宅のLCC現在価値は、「従来型住宅」が $\{(263-100) \times 16.00\} = 2608$ 万円、「資源循環型住宅」が $\{(169-100) \times 19.20\} = 1325$ 万円となり、その年負担額の差は $86 \times 163 / 263 = 53$ 万円に対し $67 \times 69 / 169 = 27$ 万円と拡大することがわかる。新築時に手持ち資金がある場合には「資源循環型住宅」の優位性は増すため、一定の事業資金を用意して行う「賃貸アパート」のような場合には、新たな借り手のニーズに合わせて間取りの変更や機能の更新が容易に行えることもあり、新築コストは高くなっても「資源循環型住宅」を選択するほうが有利であることがわかる。

このように、各自の資金状態や住まい方の生涯計画が分かれば、この式はそれにあわせた資金計画を検討することができる。実際の返済に当たっては物価変動による修正を加えればよいわけで、一般的には収入は物価にスライドする傾向があるため、収入に対する費用の割合を一定にすることができるので、やや詳しく紹介した。

4.4 「資源循環型住宅」の環境面の有利性

はじめに、今日の住宅短命化の抱える問題点として、生涯住宅コストの問題と資源の大量消費と大量廃棄の問題をあげ、「資源循環型住宅」はこの2つに配慮した住宅であることを述べた。

「資源循環型住宅」では、使用建材は繰り返し再使用することが可能なために、廃棄物の発生が抑えられることは明白であるが、材料の生産や加工、改装・建替えにともなうエネルギーの消費やそれにともなうCO₂の発生など環境負荷に対する効果はどうだろうか。

そのことを考えるためにLCCから消費エネルギーを算定し、その比較を試みる。なお、LCCの累計値から建設・改装のエネルギー投入量を求めるための単位あたりの値は産業連関表から算出した原単位を使用する⁵⁾。

図14は、産業連関表の100万円あたりエネルギー原単位を使って、各住宅のLCC累計値から建設・改装の180年間の投入エネルギー量

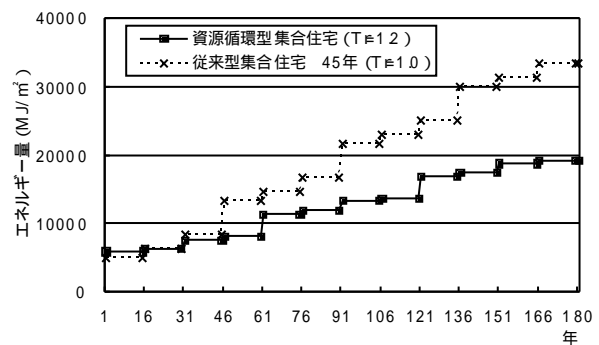


図14 LCエネルギー投入量の比

を産出したグラフである。この表を見ると「資源循環型住宅 (Tr=1.2)」のLCエネルギーは「従来型住宅」の58%と半分近くで済むことになる。さらに、再生材の生産に要するエネルギー使用量は一般的に新生材の場合よりも低くなり、そうしたことを考慮するとさらに減少することになる。CO₂の排出量もエネルギーと同様の割合で減るため、資材の循環使用による廃棄物量の削減なども合わせて考えると、「資源循環型住宅」は環境負荷の低減の面でも効果が大きいことがわかる。

4.5 戸建住宅についての比較

これまで、集合住宅について述べてきたが、ここで戸建住宅の場合を考えてみる。

先に紹介した、北九州市の早稲田大学九州研究所の構内にある「完全リサイクル型住宅」の実験住宅は戸建住宅であるが、改装や建替えを繰り返し400年近く使用が可能な構造にしてある。そのため、外装や内装が自由に換えられるように鉄骨の骨組みと内外装は完全に分離した構造になっており、いわば前述のSI型の構成になっている。しかも、鉄骨は重量鉄骨を使い、外装は高層ビルと同じガラスのカーテンウォールを採用し、内装はペットボトルを再生した樹脂で造られている。このため、解体し再築をした際の部材の再利用率は98%にまで高まった。建設廃材も工夫次第で減らせることを実証した住宅である。

この住宅を参考に、「資源循環型戸建住宅」を考え、「従来型住宅」の寿命を現在の平均である30年に設定したときとの比較を行う。さらに最近普及しつつある60年対応の「生涯対応型住宅」についても試算を行う。表4は各住宅の改装・建替えによる経年の発生コストの割合である。ただし、試算の際の各住宅の新築コストは、そのモデル仕様を参考に、「従来型住宅」を100としたとき「資源循環型戸建住宅」を130に、「生涯対応型住宅」を110に設定して計算した。計算方法は集合住宅のときと同じ方法なので、途中を省略して前提条件と結果だけを表すと図15のようになる³⁾。

この図をわかりやすく考えるために、事例を挙げて検討する。戸建住宅の規模を集合住宅よりやや大きい100m²と仮定し、従来型住宅の

表4 戸建住宅の改装・建替えのコ

各住宅の新築時のコストを100とした指数			
年数	資源循環型住宅	生涯対応型住宅-60年	従来型住宅-30年
構造躯体	25	30	30
外装	45	30	30
内装	30	40	40
年数	資源循環型住宅	生涯対応型住宅-60年	従来型住宅-30年
1年目	1100	1100	1100
16年目	86	220	30.3
31年目	234	523	110.0
46年目	86	220	30.3
61年目	598	1100	110.0
以降	16年目からの繰り返し	同左	同左

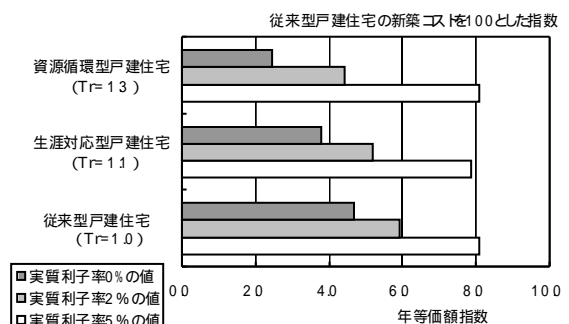


図15 各戸建て住宅のLCC年等価額の

単価を20万円/m²とすると、新築費用は2000万円になり、「資源循環型戸建住宅」は2600万円、「生涯対応型住宅」は2200万円になる。これに対し、安定成長期（実質利子率=2%）における年負担額は、それぞれ118万円、88万円、104万円となり、「資源循環型住宅」のほうが有利であること、「生涯対応型住宅」にも1割以上の優位性があることがわかる。これに対し、高度成長期（実質利子率=5%）の場合はほとんど同一の年負担額となっている。

このことから、集合住宅の場合と同様に、安定成長期には「資源循環型戸建住宅」の建築コストは高いが生涯住宅コストの年負担額は少なくて済むことがわかる。割合は小さいが「生涯対応型住宅」についても同様のことが言え、先に述べた高齢期の建替えの問題がなくなることを考えると、安定成長期の今日そうした戸建住宅への関心が高まり、各ハウスメーカーがその商品化に力を入れている理由がよくわかる。

5. 資源循環型住宅は生活のゆとりを生み出す

以上の検討から、安定成長期には集合、戸建ともにストック型の住宅を造ることによって年間の負担額が少なくなることがわかった。そのために月々のローンの返済など住宅費が安く済むことになるため、その分を趣味や旅行に回すことが可能となり、図16に示すように同じ収入で豊かな生活を楽しむことができる。

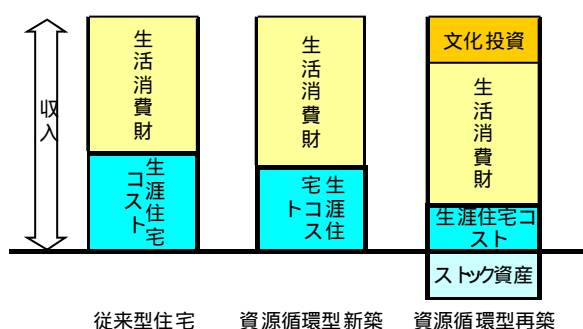


図16 ストック社会に向けたゆとり

よく引き合いに出される、良質な社会ストックに支えられたヨーロッパの人々は日本人より平均所得は少ないが生活は豊かだといわれるゆえんはこの辺りにありそうである。

さらに、土地の値段が安定しているヨーロッパでは、資金にゆとりのある人は新築住宅を造ったり借りたりしているが、建物は年代が古くなるに従い安くなるため、一般の人はそれぞれの収入に応じて年代物の住宅を選択し改装して住んでいる。そのために中古住宅の市場が整備されており、各自のライフステージやライフスタイルに応じた住宅を探すことは容易である。日本においても、ハード面の開発とともに、ストック型住宅の経済効果を皆が享受できるようなソフト面の仕組みを形成していくことも重要であると考えられる。

余談になるが、かつて500年以上前に建てられたというポポロ広場に面した建築家の事務所を訪ねたとき、狭い階段を上り重い扉を開けると、そこに近代的なオフィス空間が突然出現し、その対比に驚かされた思い出がある。その時、窓の小さな空間の中では照明器具が重要な役割を果たすことを実感し、イタリアに素敵なデザインの照明器具が多い

わけがよく理解できた。ヨーロッパでは、ストック型の住宅を自分の趣味に合わせて改装するためにインテリアデザインが発達しているが、日本においても、「資源循環型住宅」の普及とともに、既存の空間を自分なりに造り替え豊かに暮らすための様々な工夫が進み、それに応じた新しい産業が生まれることが期待される。

6. スtock型の都市づくりを目指そう

最近、高齢者が生活の利便性から都心部のマンションへ移り住むという現象が顕著になっている。それにあわせ、東京では既存の事務所ビルを住宅やケア施設に造り変えようという動きも出ている。逆に郊外では早々と壁構造の集合住宅を駅前に建ててしまったために、商業や業務集積がうまく形成できず、街の発展が阻害されているところもある。ストック型の建築施設を造る場合には、将来の都市環境やライフスタイルの変化に対応できるようにしておく必要があり、特に大規模な高層の建築施設を造る場合には、こうした配慮は重要である。

これまで住戸内の変更が可能な住宅の話をしてきたが、もっと大きな視点で見ると、街の持続的な発展のためには住宅・業務施設・立体駐車場など、相互に用途の変更が可能な構造にする必要がある。

東京が、その都市構造を大きく変えずに今日のような発展ができた理由は、都心に大規模な空閑地が多く存在したことにある。江戸の街の6割は武家屋敷で、明治以降その土地が産業施設や都市施設に使われ、その後経済発展に応じて順次高層ビルに建て替えられ、必要な機能を充足していくことができた。そうしたことを考えると、都市そのものもスケルトン(長期対応部分)とインフィル(可変部分)を組み合わせた構造にすることが、ストック型の都市を造る鍵になるかもしれない。

参照文献：

- 1) 五十嵐，嘉納：資源循環型住宅の視点からのS I住宅の考察 性能要件の具現モデルによる経済性の評価，日本建築学建築第18回生産シンポジウム論文集，2002年7月
- 3) 巽和夫ほか：長期耐用型集合住宅の建設・再生技術の開発(マンション総プロ)中間報告，建設省建築研究所，2000年5月
- 3) 五十嵐，嘉納：資源循環型社会に向けた住宅生産システムの経済性評価に関する基礎的研究，日本建築学会論文報告集，第553号，2002年5月
- 4) 五十嵐健，尾島俊雄ほか：S - P R Hにおける新築・解体・再築実測調査 その1～3，日本建築学会大会学術講演梗概集，953-958，2001年9月
- 5) 岡建雄ほか，産業連関表による建築物の評価(その8)，日本建築学会計画系論文集，2000年5月

ストック型社会と企業活動 ～ 賃金と国際競争力の分析を中心として～

矢野 光 （九州国際大学 経済学部 教授）

1. ストック型社会と企業活動～賃金と国際競争力の分析を中心として～

本節では、日本の生活費の高さが賃金水準の上昇をもたらし、このことが日本の国際競争力の劣位化、空洞化を引き起こしている実態を明らかにする。

フロー型社会がもたらす賃金水準の上昇を、ストック型社会への転換によって抑えることができれば、日本の国際競争力の回復も可能となろう。

(1) 賃金水準の国際比較

近年日本においては、産業・企業の国際競争力の低下が懸念されている。国際競争力を規定する要因については、価格（費用）、技術（品質）、販売力等々数多く存在するが、中心をなすのは、何といたっても価格である。さらに根本的に考えれば、価格水準を規定する主要要因が、賃金であることは論を待たないであろう。そこで日本の賃金水準が国際的にみて、どの程度のレベルにあるかを見てみよう。

表1-1は、先進国を中心とした主要国の単位労働コストの比較である。表では日本=100として各国の単位労働コストを指数化しているが、全産業ベースでは、日本が一番高い水準にあり、製造業においてもアメリカ、フランス、韓国は日本よりも低い水準となっている。なお、単位労働コストの定義は、

$$\text{単位コスト} = \frac{\text{賃金}}{\text{労働生産性}} \\ (= \text{生産量} / \text{就業者数})$$

であり、たとえ賃金が高くとも、労働生産性が高水準であれば上式の分母の値が大きくなり、単位労働コストは低くなる。しかし、昨今の日本においては賃金水準が高い上に、労働生産性の伸び率も低下している。したがって単位労働コストは、国際的に不利な状況に位置している訳である。

表1-1 主要国の単位労働コスト
(全産業、製造業、米ドルベース、
日本=100)

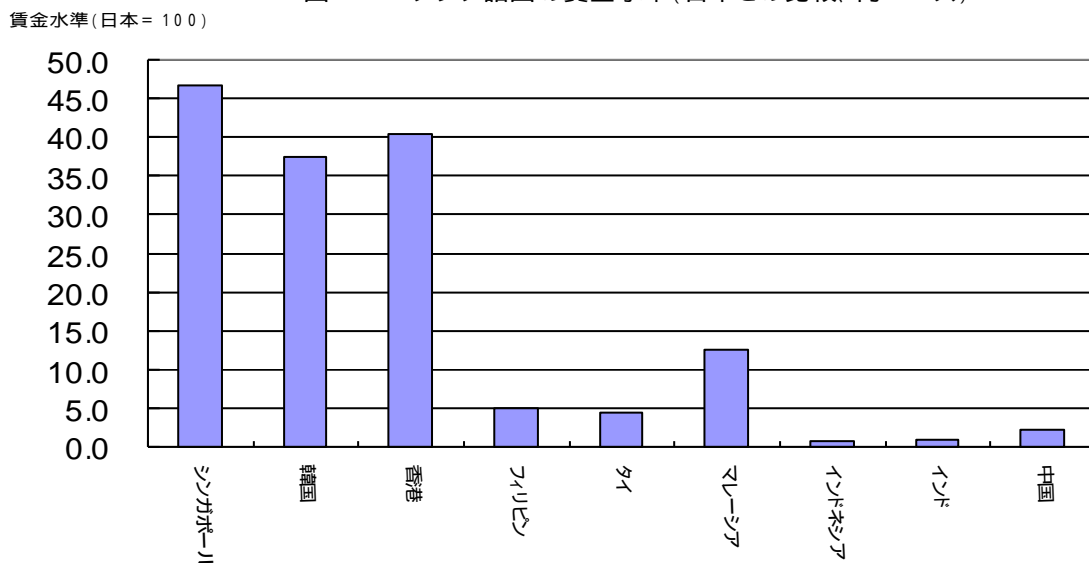
	全産業	製造業
	1998年	1999年
日本	100.0	100.0
アメリカ	77.1	79.3
ドイツ	81.0	123.0
フランス	69.5	89.7
イギリス	77.1	123.0
韓国	36.2	54.0

注：厚生労働省編「平成14年版
労働経済白書」より引用

日本の国際競争力に関して特に注視されるのは、対アジア諸国との関係である。日本とアジア主要国との賃金水準を円ベースで比較すると、図1-1のようになる。図より明らかのように、その差は歴然としている。比較時点は、国により多少異なっている。シンガポール、韓国、香港、中国については、西暦2000年であるし、フィリピン、インドネシア、

タイについては1999年、インド、マレーシアは1997年である。したがって、図は正確性に欠ける面があることは否めない。しかし傾向を表すには充分であろう。一般に賃金の国際比較を正確に行うには、多くの困難に直面する。福利厚生費を含むか否か、残業代を含むか否か、実労働時間の違いなど、各国の統計には諸種の異なった定義で数値が発表されているので、我々が知りえるのは、あくまでそのような細かな差異を捨象した概算である。

図1 1 アジア諸国の賃金水準(日本との比較、円ベース)



資料:厚生労働省編「平成14年版労働経済白書」

それにしても日本とアジア諸国との賃金格差は著しい。日本 = 100とした場合、タイ = 4.5、中国 = 2.3である。このような賃金水準格差が、先述した如く、そのまま製品の製造コストに反映される訳ではない。生産性の高低も当然関係してくる。しかし、100 : 2の賃金格差は、労働生産性の格差を考慮してもいかなともし難い。この事実は、日本産業の空洞化の要因となつてござるを得ない。

(2) 国際競争力と空洞化の現状

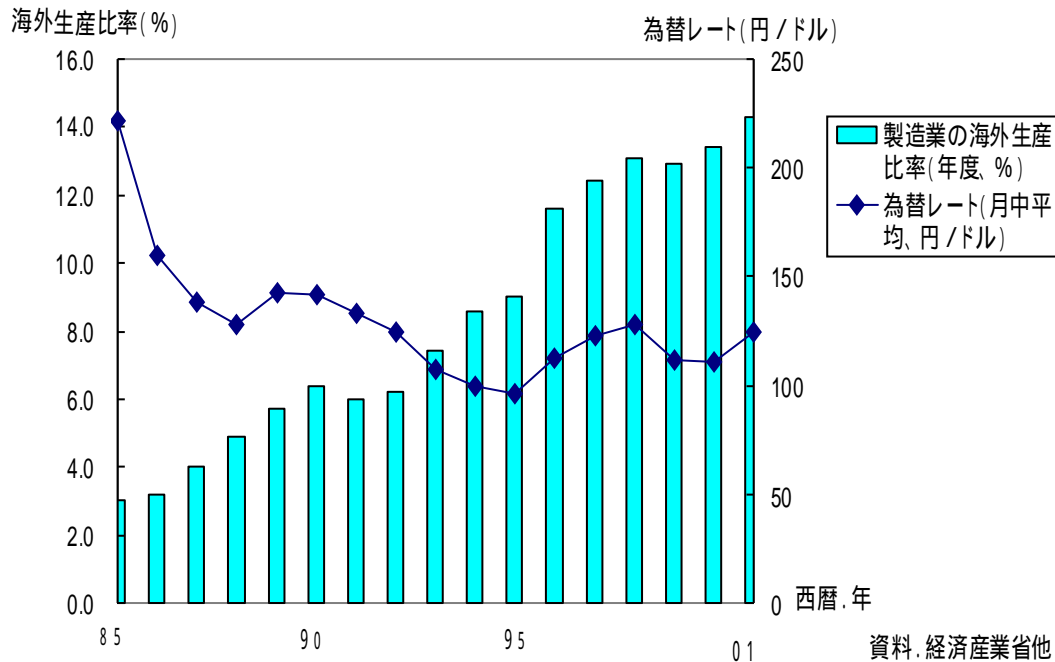
経済原則として、企業は最適生産を目指して、生産コストの最も安価な地点で製造を行う。むろん生産基地を選択するにあたっては、現地での政治の安定性、労働力の質、生産関連インフラ、現地需要の動向など多面的な検討がなされる。だが日本がアジア諸国、最近ではとくに中国に進出し、いわゆる「空洞化」が懸念されている最大の要因はコスト格差であろう。

図1-2の棒グラフは、日本製造業の海外生産比率(=現地法人売上高/国内法人売上高×100)の推移をみたものである。図より明らかな如く、海外生産比率は1985年度以来、上昇基調を維持している。ちなみに85年度3.0%であったものが、01年度には14.3%(見込み)に達している。

図からは、海外生産比率の動きは、為替レートとの相関が高いことが読みとれる。しかし、為替レートと海外生産比率の動きが相関する背景には、当然のこと

ながら先述したような賃金格差が根底に横たわっているのである。この賃金格差の程度を規定してくるのが為替レートなのである。

図1 - 2 日本製造業の海外生産比率の推移



今まで述べたように、日本から海外に生産が移転することを海外生産移転と言うが、そのマイナスの影響に着目した言葉として、「空洞化」という用語がしばしば使われる。空洞化についての明確な定義はない。したがって諸々の意味に使われている。空洞化という言葉は、1982年にBluestone and Harrisonが、「The Deindustrialization of America」の中で、「一国のベーシックな生産能力において、広範かつシステムティックな資本撤退が進むこと」と述べており、さらに1986年には、雑誌Business Weekの記事「The Hollow Corporation」においては、「多くの製造企業が、物的生産を殆ど行わず、部品や製品を海外の低賃金国から輸入し自社ブランド・ネームをつけて米国内で生産している。これは空洞化した製造企業であり、販売会社にすぎない。こうした傾向が米国経済のいきすぎの脱工業化、サービス化をもたらす」と空洞化の説明がなされている。それ以後もいろいろな場面で使われてきたが、その最大公約数的な意味内容は、「国際競争力の劣位化を原因として、生産の海外移転が進み、基幹産業が劣弱化する現象」というようなことになる。

このように生産の海外移転は空洞化という言葉でとらえられ、一国にとって重大なマイナス要因としてとらえられてきたが、政府では違った見方をしていたことも忘れてはなるまい。すなわち、旧通産省「通商白書1995年版」では、「...生産の海外移転や輸入品への代替が起こることは、国内経済・産業の構造転換の過程そのものであり、(中略)このような企業の国際的展開自体は「空洞

化」として問題視すべきでなく、我が国産業の比較優位に沿った産業構造・質の高い就業構造の実現の過程そのものであると考えることが妥当であろう」という見解が表明されている。

このような通商白書の見解は、充分傾聴に値するが、上記の見解が成り立つためには、不断に日本国内の産業の高付加価値化・高度技術化が行われ、新産業・新事業が創出されなくてはならない。そうでなければ、生産の海外移転に伴う所得喪失や失業者は、補填される機会を失う。

生産の海外移転のプラス・マイナスのどちらの側面が色濃く出るかは、論理では判定し難く現実を見るより他にないが、現実にはマイナス面が強くでている。国内産業構造の高度化には時間がかかり、そう簡単には達成できない。したがって空洞化の影響が先行し、国内基幹産業が劣弱化する現象が顕在化している訳である。

そこで今、我が国がなすべきことは、国内の生産コストを下げ、空洞化のテンポを弱めることである。

2. 企業活動にみるフロー型社会とストック型社会の比較（自動車産業を例に）

（1）自動車産業の原価構成と直接賃金のウェイト

前節で述べたように日本の賃金水準の高さは、国際的な価格（コスト）競争力の劣位化をもたらしている。さらにこの事実は、日本製造業の生産の海外移転を促し、空洞化の要因となっている。

そこで価格競争力を規定している要因であるが、それは何といたっても賃金（人件費、労務費）である。賃金は、多くの製品・サービスにおいて最大のコスト・シェア項目となっており、製品価格の高低は、賃金水準如何によることは周知の事実である。

いま、自動車産業を例にとり、自動車の費用構造を調べてみよう。資料としては、1999年（平成11年）の内閣府「SNA産業連関表」を用いることにする。製品毎の日本全体の費用構造をみるデータとしては、産業連関表を超えるものはない。周知の如く、産業連関表・自動車部門を列方向に見て、当該部門の生産額で、生産に使用され項目（これを中間投入という）を割ると、価格水準を1（=100%）とした場合の、各費用項目の構成比（ウェイト）が得られる。

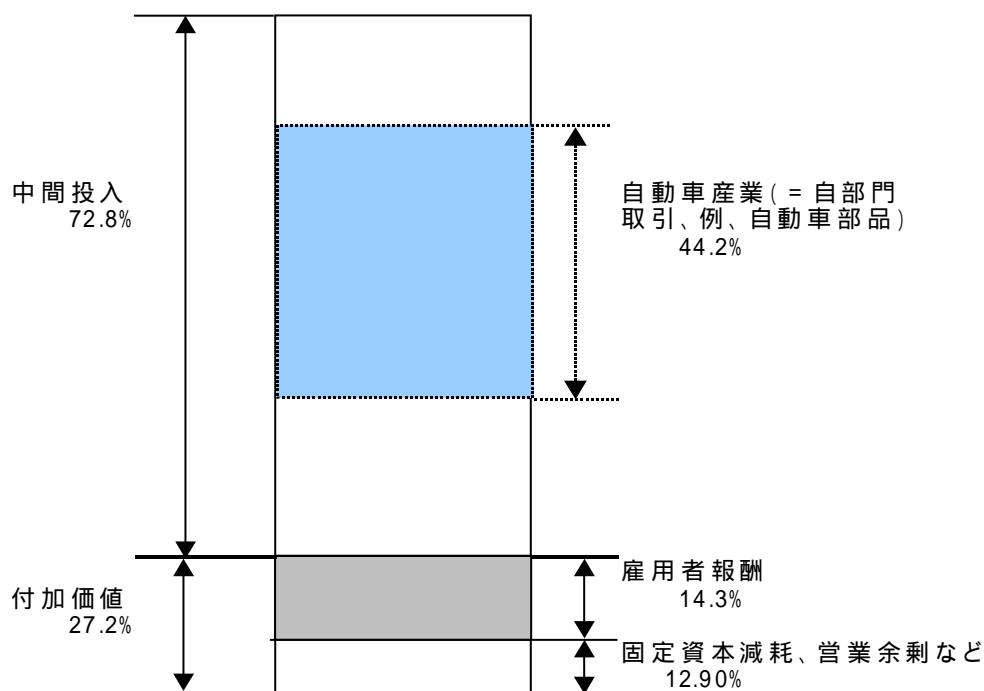
これが「投入係数」となるわけだが、1999年時点における自動車の費用構造を示せば、図2-1のようになる。図より明らかな如く、自動車産業の中間投入（使用材料、部品、製造サービスなど）の全体の比率は、72.8%となっている。当該製品はアセンブリー産業の代表格と言われているように、多くの部品（エンジン、電装品など）、材料（鋼材、プラスチックなど）を組み立てることによって完成品となっており、したがって中間投入比率は高い。中間投入のうち最大の費用項目は自部門、すなわち自動車産業である。

この理由は自動車の場合、自動車部品が自動車産業として定義され、この調達ウェイトが高いことによるものである。

生産額から中間投入を差し引いた部分は、付加価値と言われるが、これは

27.2%である。付加価値とは、自動車を生産することによって新たに加えられた（創出された）価値ということで、内容としては、賃金としての雇用者報酬、原価償却費としての固定資本減耗、営業余剰（利潤）などから成り立っている。自動車産業の場合、付加価値部門のなかの最大項目は雇用者報酬であり、生産額全体を100%とした場合の比率は、14.3%となっている。改めて述べるまでもなく、自動車の製造工程は、ロボットなど自動化されたとはいえ、労働集約型の工程であり、したがって人件費としての雇用者報酬のウェイトも高くなっている。

図2 - 1 自動車産業の費用構造
 - 売上高 = 100とした場合の費用構造 (1999年) -



資料：内閣府経済社会研究所「SNA産業連関表(平成11年)」

(2) 産業連関分析による総賃金ウェイトの計測

さて図2 - 1では、自動車の総生産額にしめる賃金の比率は14.3%であることを述べた。これから判断すると、自動車の賃金ウェイトは1割程度であり、賃金水準の高低は自動車の価格に大きくは影響しないと判断されるかも知れない。しかし、この考えは誤りである。その理由は、自動車の直接の賃金比率（人件費比率）は、14%であるにしても、自動車を製造するのに必要な中間投入物（部品や鋼材など）の価格の中には、賃金部分が含まれているのである。これは自動車部品の製造においても、人手を必要とすることを考えれば当然のことである。この部分は自動車生産における間接的な賃金コストと言えよう。この関係を図示すれば、図2 - 2のようになる。

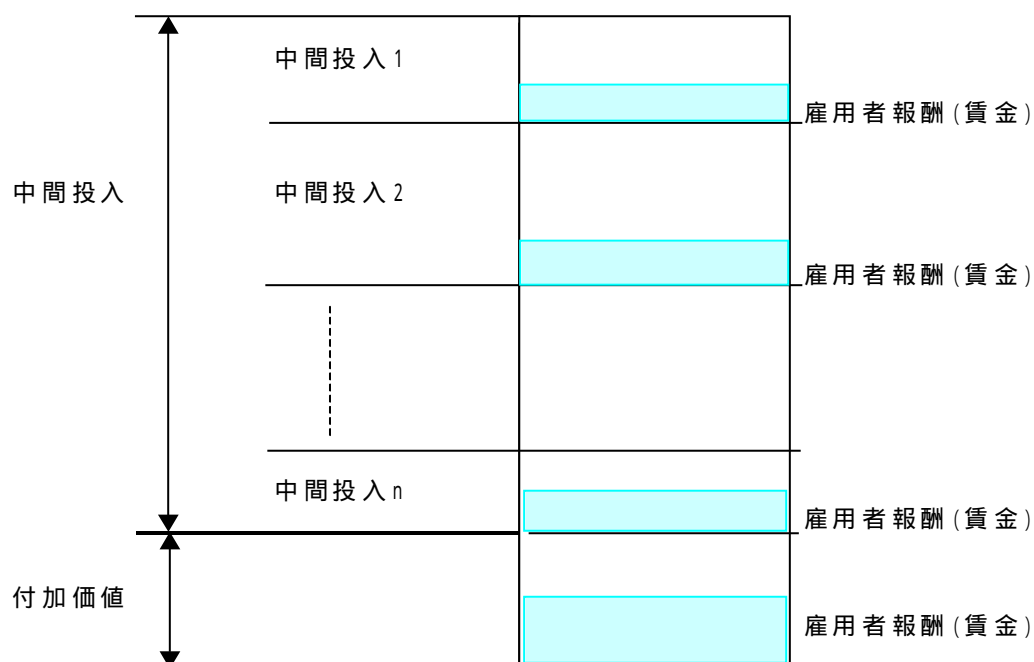
最終的に、自動車産業の人件費ウェイトは、どの程度の比率になるであろうか。

図 2 - 2 の関係は第一次の関係であるが、この関係は第二次、第三次と続いていく。例えば、自動車にとって中間投入物である自動車部品も、当該生産に当たっては、鋼材や電気機械などをまた中間投入物と使用している。この中間投入物の生産コストには、当然賃金が含まれる。さらに鋼材を生産するには、鉄鉱石、原料炭が中間投入として必要であるが、鉄鉱石を採掘するには、労働費用は発生する。さらに、問題は複雑で、鉄鉱石を採掘するには、再び鋼材が中間投入として必要される。これらの中間投入の関係は最終生産物から中間財、出発素材と一方向の関係でなく、相互に関連しあっているのである。

そうすると最終的には、自動車生産にしめる賃金の割合はどの程度になるであろうか。

相互に関連している状況での解を求めるのには、数学的には連立方程式の解法が

図 2 - 2 製品製造における直接・間接の賃金費用ウェイト



必要になる。

連立方程式の解法を含めて先述の解を算定するには、産業連関分析が有用である。いま生産物の究極的な生産要素を労働と資本とする。すなわち、どの製品においても、突き詰めれば、労働と資本ストック（生産設備）の用役（サービス）で生産されている。いかなる製品についても、コストを追求していくと、最終的に労働という要素と資本という二つ要素に行き着く。したがって製品の価格は労働費用と資本費用（経済学に言えば、資本のレンタル価格）の二つからなる訳である。そして全体の価格に占める労働費用と資本費用の比率を、それぞれ労働集約度、資本集約度と言い、このような分析態度を要素集約度分析という。

労働集約度、資本集約度の計算に関しては、産業連関表を利用して、以下の式から計算される。

$$P_w = [I - A']^{-1} [w / X]$$

$$P_k = [I - A']^{-1} [k / X]$$

$$\text{労働集約度} = P_w / (P_w + P_k) * 100 (\%)$$

$$\text{資本集約度} = P_k / (P_w + P_k) * 100 (\%)$$

ただし、

P_w ; 価格形成のうち、労働費用から形成される部分

P_k ; 価格形成のうち、資本費用から形成される部分

A' ; 転置投入係数行列

I ; 単位行列

$[I - A']^{-1}$; $[I - A']$ の逆行列

w ; 雇用者報酬（賃金）

k ; 資本用役

X ; 生産額、 w / X ; 労働投入係数、 k / X ; 資本投入係数

なお、先述した如くここでも計算資料となる産業連関表は、1999年のSNA産業連関表を使用している（内閣府経済社会研究所「SNA産業連関表（平成11年）」）。また k の資本用役は、付加価値合計から雇用者報酬（賃金）を引いた残差を便宜的に用いている。

このようにして自動車産業の労働集約度、資本集約度を算定すると、図2-3のようになる。即ち、当該製品の労働集約度は、54.4%となり、また資本集約度は、45.6%となる。

以上の結果から、自動車のコストについて考察してみると、自動車生産における直接・間接の賃金のウェイトは54%であり半分以上に達する。如何に賃金の影響が大きいかは知れよう。

改めて国際競争力の強化を考えた場合、資本費用は生産合理化のため、必須の削減不能な費用とすれば、賃金費用を下げるしかない。大まかな計算で言えば、日本の賃金水準が仮に20%低下すれば、日本の自動車の価格は10%低下する（他の条件は、一定と仮定する）。

（3）ストック型社会における原価構成と国際競争力

賃金が何らかの形で生活費を反映したものであるとするならば、当然のことながら生活費が低下すれば賃金も低下する。そうすれば自動車に見られるように、価格は大きく低下し、価格面における国際競争力も強化される。そのことは、日本製造業の空洞化現象を食い止めることにもなるわけである。ストック型社会における製品の製造コストは、図2-4の如く、賃金費用が低下し全体のコストがフロー社会と比べて、低位となるという特徴を有することになる。

図2 3 自動車の要素集約度

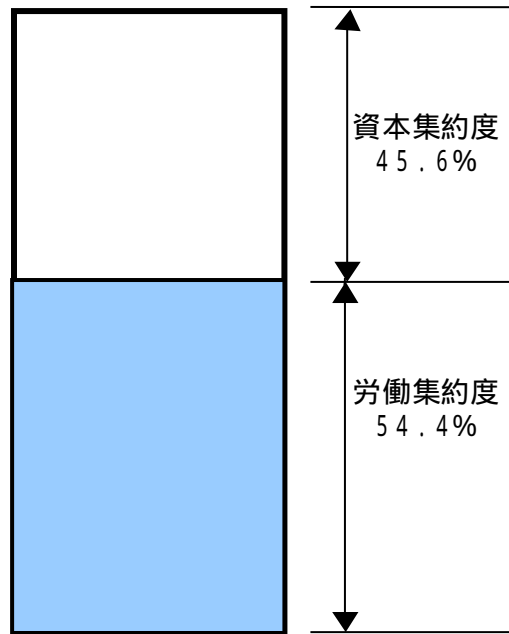
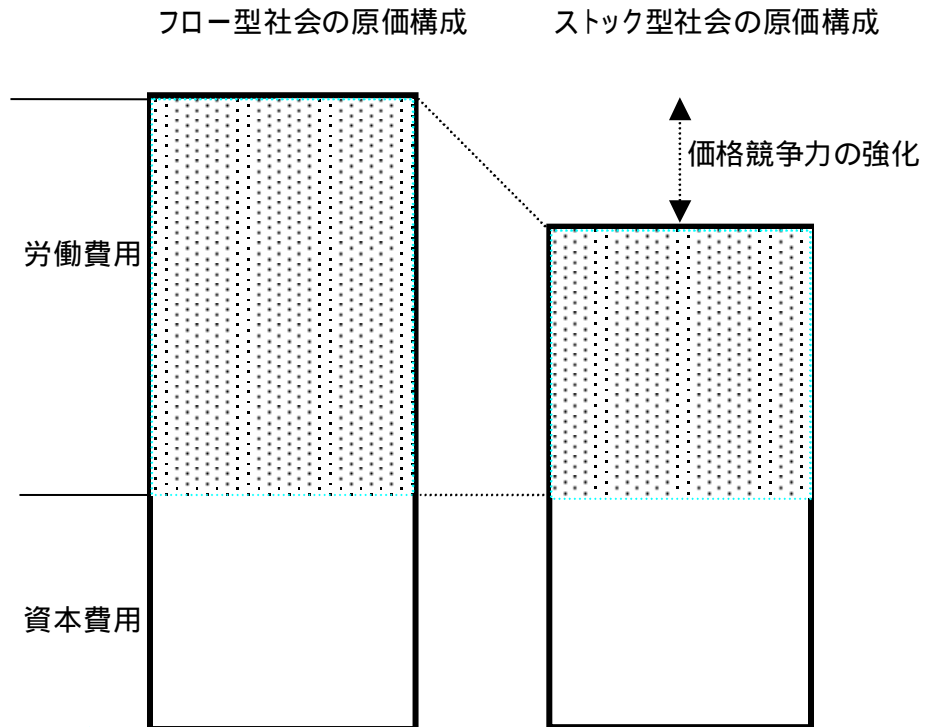


図2 4 ストック型社会における原価構成



ストック型社会と企業活動

～ スtock型社会の実現による国際競争力の回復等についての考察 ～

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）

坂本 圭（株）平成総合鑑定所 福岡 不動産鑑定士）

榎 由紀（株）平成総合鑑定所 福岡 研究員）

産業連関表分析の結果、自動車産業の労働集約率は、欧州がやや高く、日本・米国は概ね同水準にあり、アジアは日本の6割弱の水準となっている。また、わが国の自動車産業の最新(2000年)の労働集約率は、資本減耗における過年度分の人件費を含めると、生産価格の約55.3%となるが、土地帰属付加価値は、生産価格の1%に過ぎないと分析された。

ストック型社会の効果として、長寿命型住宅の普及による住宅関連支出の削減効果を、そのまま人件費の削減に回した場合、自動車の生産価格は、約3.5%削減できると試算された。このことをもって、国際競争力の回復の可否は判定できないが、長寿命型住宅のみでは不十分といわざるを得ず、今後、住宅以外の建物やその他社会資本などを含めて、今後、より総合的に検討することが必要であろう。

1 はじめに

ストック型社会が実現し、多くの市民が長寿命型住宅に居住するようになると、各世代が支出する住宅関連支出が低減し、ゆとりある生活を確保することが可能となる。著者らの推計⁽¹⁾によると、支出削減効果は、4世代利用可能な長寿命型住宅の場合、在来型住宅（土地：2,000万円，建物：1,800万円）を取得する場合に比べ、1世代当たり760万円の削減になるという結果が得られた。

一方、わが国の産業は、厳しい国際競争にさらされており、こうした住宅関連支出の低減効果の一部を、人件費削減へと回すことにより、わが国産業の生産コストを低下させ、引いては国際競争力の回復へとつなげることが期待される。

こうした効果については、本研究所報にも研究結果⁽²⁾が報告されているが、本論では、当研究結果も踏まえつつ、通産省作成の1990年の国際産業連関表を利用し、日本のほか、米国・欧州・アジアの自動車産業のコスト構造を分析・比較することとした。さらに、わが国自動車産業のコスト構造については、最新のデータを加え、より詳細な分析を行った。

また、長寿命型住宅による住宅関連支出の削減効果を賃金削減に回した場合、わが国の自動車産業のコスト構造がどの程度変化するかについて考察した。

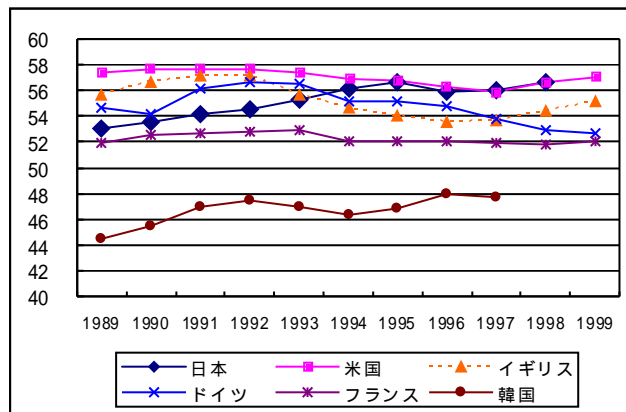
2 各国賃金の国際比較及びわが国産業の空洞化の現状

図表1は、各国のGDPに占める雇用者所得の割合を示したものである。これによると、わが国のGDPに占める雇用者所得の割合は、1990年代のはじめ頃までは、比較した先進国の中では、やや低い位置を占めていたが、1990年代中ごろからは、次第にその順位を上げ、近年では、米国と並び世界トップクラスの水準になっている。

また、図表2は、各国の製造業労働者の賃金水準を整理したものである。日本の数値は賞与を含まないものであるため、実態よりやや低い水準にある。他の統計によると、賞与の水準は月額換算にして10万円弱となっており、これを考慮すると、一人当たりでみても概ね欧米諸国と同程度の水準といえる。

(%)

	日本	米国	イギリス	ドイツ	フランス	韓国
1989	53.1	57.4	55.7	54.7	51.9	44.5
1990	53.6	57.7	56.7	54.2	52.5	45.5
1991	54.2	57.7	57.1	56.2	52.7	47.0
1992	54.5	57.7	57.1	56.7	52.8	47.4
1993	55.3	57.4	55.7	56.5	52.9	46.9
1994	56.2	56.9	54.6	55.2	52.0	46.3
1995	56.7	56.8	54.0	55.1	52.1	46.8
1996	55.9	56.3	53.5	54.8	52.1	47.9
1997	56.0	55.9	53.7	53.8	51.9	47.7
1998	56.7	56.7	54.4	52.9	51.8	
1999		57.0	55.1	52.7	52.1	



出所)「国際比較統計(日本銀行)」,「National Accounts(UN)」

図表1 GDPに占める雇用者報酬の割合

(円/月)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
日本				276,700	278,800	283,700	287,200	289,600	291,100
アメリカ	381,580	383,802	388,571	398,689	380,103	383,161	391,754	408,181	408,289
イギリス	364,329	390,192	386,169	382,962	374,156	385,744	402,739	427,272	425,462
ドイツ						343,740	345,793	364,470	
フランス							329,881	345,466	
韓国	221,680	237,543	246,465	265,527	261,372	281,397	287,079	274,663	316,597
中国	4,819	5,034	5,364	4,231	4,827	6,160	7,208	9,274	

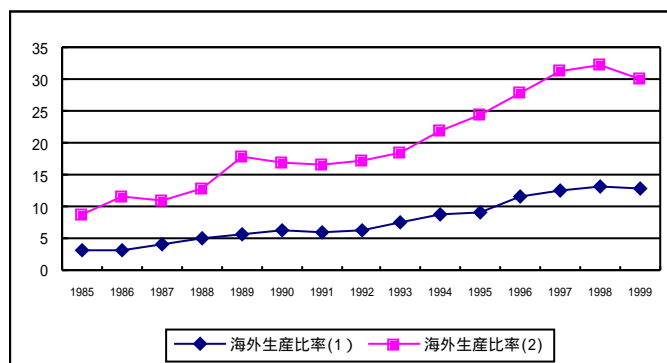
換算レートはOECDの購買力平価を採用。ただし、中国は、為替レートによる。

日本の賃金には、賞与を含まない。

中国・韓国の賃金には、家族手当及び現物給与評価額を含む。

図表2 各国製造業労働者の賃金

図表3は、わが国製造業の海外生産比率の推移を示したものである。これによると、製造業の海外生産比率は、1998年をピークに下落しているようであるが、長期的には増加傾向にあると判断できる。



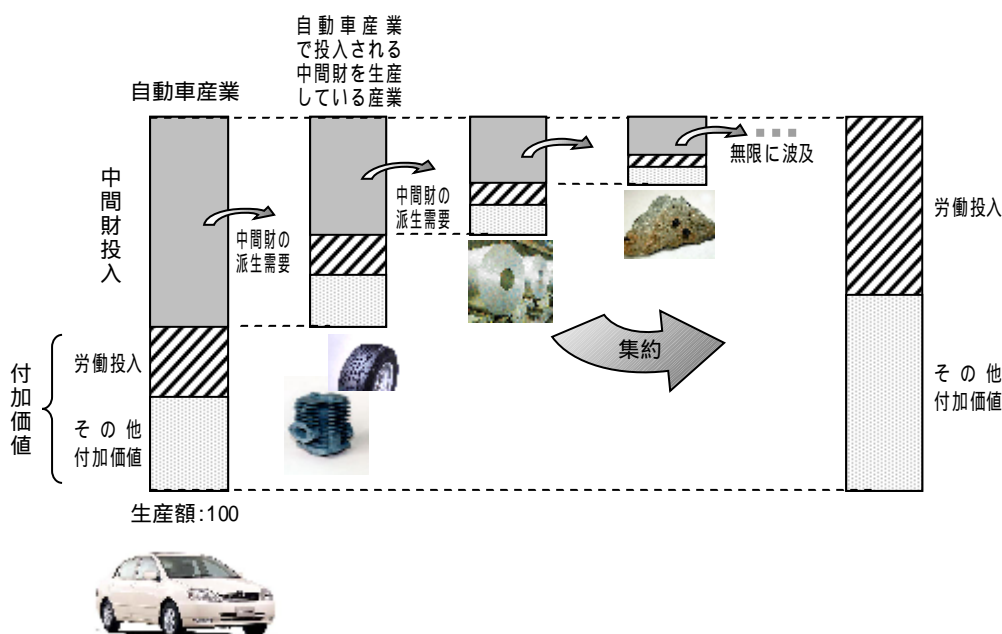
海外生産比率(1)は、国内の全製造業における海外生産比率
海外生産比率(2)は、国内の海外進出企業における海外生産比率

図表3 国内製造業の海外生産比率の推移

3 産業連関表を用いた分析手法の概要

産業連関表は、国民経済における経済循環を、各産業部門の生産構造と家計などの各需要部門の需要構成の両面から表したものであり、ある産業への需要が、当該産業で投入される中間財を通じて、各生産部門へ波及する様子などを分析するツールとして広く定着しているものである。

本研究においても、自動車産業に焦点を置き、この産業連関表を利用して、生産された自動車のコスト構造、特に、労働集約率（生産された自動車について、人件費がどの程度集約されているか）を分析する。



図表4 生産の波及と労働集約の概念図

以下に産業連関表を利用した労働集約率の分析手法の概要をまとめる。

まず、次のような産業部門が2部門のみの簡単な産業連関表を考える。

	産業	産業	中間投入計	最終需要	総生産
産業	Q_{11}	Q_{12}	$Q_{11} + Q_{12}$	F_1	X_1
産業	Q_{21}	Q_{22}	$Q_{21} + Q_{22}$	F_2	X_2
中間投入計	$Q_{11} + Q_{21}$	$Q_{12} + Q_{22}$	Q	F	X
雇用者所得	W_1	W_2	W		
その他付加価値	V_1	V_2	V		
総生産	X_1	X_2	X		

図表5 産業連関表の概念

例えば、産業 を鉄鋼業とし、産業 を自動車産業として、産業 の生産を列方向（縦方向）に見ると、

中間財として、産業 から鋼板などを Q_{12} 投入し、
 中間財として、産業 から自動車部品などを Q_{22} 投入し、
 さらに、
 従業員等の人件費を W_2 加え（人件費は、付加価値として取り扱われる）、
 その他の付加価値（営業余剰や固定資本の減耗など）を V_2 加え、
 その結果として、
 産業 は X_2 自動車などを生産する。

といったバランスになっている。

一方、産業 を行方向（横方向）に見ると、産業 で生産された商品（自動車や中間的な自動車部品など）の需要は、

中間財として、産業 で Q_{21} が消費され、
 中間財として、産業 で Q_{22} が消費され
 さらに、
 最終消費財として、家庭などの部門で F_2 が消費され、
 その結果、
 合計で、 X_2 が消費される

といったバランスになっている。

もう一度、生産バランス（列方向）に目を戻すと、産業 は、 X_2 の生産を行うために、産業 から Q_{12} を、産業 から Q_{22} を投入し、雇用者所得 W_2 を加えているが、産業 は、産業 で消費される Q_{12} を生産するために、中間財として、粗鋼な

どをある量だけ投入しなければならないし、そのための人件費も必要となる。

具体的には、産業 I は Q_{12} の鋼板などを生産するために、

$$\frac{Q_{11}}{X_1} \times Q_{12}, \quad \frac{Q_{21}}{X_1} \times Q_{12}$$

の粗鋼やその他の中間財を投入しなければならず、

$$\frac{W_1}{X_1} \times Q_{12}, \quad \frac{V_1}{X_1} \times Q_{12}$$

の人件費などの付加価値を加えることも必要となる。

このような、中間財を通じた波及を分析するためには、各産業が 1 単位の生産を行う時に必要な中間財などの量をあらかじめ次表のように求めておくことと便利である。

	産業	産業
産業	$a_{11}(=Q_{11}/X_1)$	$a_{12}(=Q_{12}/X_2)$
産業	$a_{21}(=Q_{21}/X_1)$	$a_{22}(=Q_{22}/X_2)$
中間投入計	$a_{11} + a_{21}$	$a_{12} + a_{22}$
雇業者所得	$w_1(=W_1/X_1)$	$w_2(=W_2/X_2)$
その他付加価値	$v_1(=V_1/X_1)$	$v_2(=V_2/X_2)$
総生産	$1.00(=X_1/X_1)$	$1.00(=X_2/X_2)$

図表 6 投入係数等の概念

この場合の a_{ij} を投入係数， w_j や v_j を付加価値係数と呼んでいる。

ここで、各産業の生産量を

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \text{ とし、}$$

投入係数行列及び付加価値係数行列をそれぞれ

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{W} = (w_1 \quad w_2), \quad \mathbf{V} = (v_1 \quad v_2) \text{ とすると、}$$

前述の産業 の波及は、次のように計算される。

まず、産業 の生産額に占める労働集約率を見るため、産業 が商品を 1 だけ生産するものとする（この場合、産業 の生産額は 0 とする）、初期の生産ベクトル \mathbf{X}_0 は、

$$\mathbf{X}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ となる。}$$

すると、産業 1 では、自動車を 1 の生産するために、各産業から、中間財として、

$$\mathbf{X}_1 = \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}_0 = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \end{pmatrix} \quad \text{を投入することが必要となり、}$$

同時に、人件費として、

$$\mathbf{W} \cdot \mathbf{X}_0 = (w_1 \quad w_2) \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = w_1 \cdot 0 + w_2 \cdot 1 = w_2 \quad \text{を加えることが必要となる。}$$

次に、各産業では、産業 1 で必要とされる中間財の需要に応じて、 \mathbf{X}_1 の生産が行われる。

この \mathbf{X}_1 を生産するためには、各産業では、 $\mathbf{W} \cdot \mathbf{X}_1 = \mathbf{W} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}_0$ の人件費が必要であり、さらなる中間財の投入に応じて、 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}_1 = \mathbf{A} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}_0$ の生産が必要となる。

こうした波及は、無限に続き、結局、 \mathbf{X}_0 の生産を行うために、人件費としては、

$$\mathbf{W} \cdot \mathbf{X}_0 + \mathbf{W} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}_0 + \mathbf{W} \cdot \mathbf{A}^2 \cdot \mathbf{X}_0 + \mathbf{W} \cdot \mathbf{A}^3 \cdot \mathbf{X}_0 + \Lambda$$

が必要となる。この無限級数を整理すると、

$$\mathbf{W} \cdot (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{X}_0 \quad (\text{ここで、}\mathbf{I}:\text{単位行列})$$

と整理されることとなる。

4 各国の自動車産業の原価構成の比較

本項では、実際に、通産省が作成した 1990 年の国際産業連関表を用いて、日本・米国・欧州・アジアの自動車産業における労働集約率を分析した。その結果を図表 7 に示す。

これによると、日本・米国・欧州の先進各国では、自動車産業の直接的な労働投入率、中間財を通じて各部門に波及した労働投入を含む労働集約率とも、欧州がやや高い水準にあるものの概ね同程度である。具体的には、100 万円の自動車を生産するのに、自動車産業では直接的に 25 万円の人件費を投入しており、さらに原材料等に含まれている人件費を集約すると、トータルで 50 万円の人件費が集約されているといった結果が得られた。

一方、アジアでは、先進国からの原材料等の輸入の割合が高く、人件費の割合は低くなっている。具体的には、100 万円の自動車を作るために、自動車産業では直接的に 15 万円の人件費が投入されており、さらに間接的な人件費を含めると最終的には 30 万円の人件費が投入されていることとなっている。

	日 本		米 国		欧 州		ア ジ ア	
	自動車産業 直接投入	集約率	自動車産業 直接投入	集約率	自動車産業 直接投入	集約率	自動車産業 直接投入	集約率
国内中間投入	57.0%		57.2%		53.0%		39.5%	
輸入品の中間投入等	2.4%	7.9%	13.5%	17.7%	11.7%	18.5%	20.2%	28.7%
付加価値部門	40.7%	92.1%	29.3%	82.3%	35.3%	81.5%	40.3%	71.3%
雇用者所得	23.5%	50.5%	19.4%	50.4%	26.6%	52.7%	15.8%	29.4%
その他	17.2%	41.6%	9.9%	31.9%	8.7%	28.7%	24.6%	41.9%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

図表7 各国の自動車産業における労働集約率

5 日本の自動車産業の原価構成の詳細分析

次に本項では、最新データも加え、日本の自動車産業の原価構成について、より詳細に分析する。

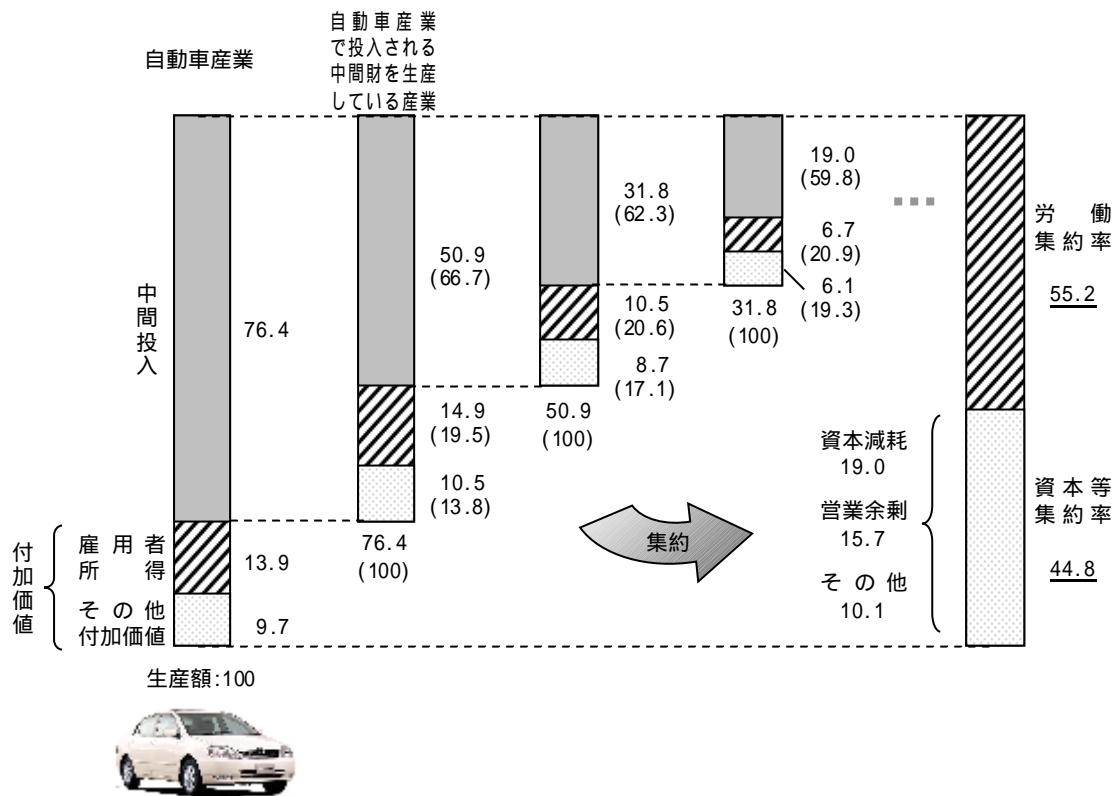
1) 2000年の最新産業連関表による分析

ここでは、まず、通産省作成の「2000年簡易延長産業連関表」に基づき、自動車産業の原価構成を分析した。その結果を図表8～9に示す。

これによると、わが国の自動車産業では直接的には、対生産額13.9%の人件費を投入しており、さらに原材料等に含まれている人件費を集約すると、トータルで55.2%の労働集約率となっている。これは、前述の矢野⁽²⁾による分析結果(54.4%)と概ね等しい率といえる。

	2000年	
	自動車産業 直接投入	集約率
中間投入	76.4%	
付加価値部門	23.6%	100.0%
雇用者所得	13.9%	55.2%
資本減耗	4.8%	19.0%
営業余剰	3.0%	15.7%
その他	1.9%	10.1%
合計	100.0%	100.0%

図表8 日本の自動車産業における労働集約率(1)



図表9 労働投入の波及過程(1)

しかし、上図の研究結果(労働集約率:55.2%)には、いくつかの問題も残されている。具体的には、以下のとおりである。

輸入品の取り扱いについての問題

前述の国際比較の際に用いた国際産業連関表は、非競争輸入型の産業連関表であり、国内の労働集約率を測定するには問題がないが、上図の分析には、競争輸入型の産業連関表を利用しており、各産業が投入した中間財が国産品か、輸入品か区別がつかない。

競争輸入型産業連関表で分析した場合、中間財として投入された輸入品は、製造に当たり国内の人件費を投入していないにもかかわらず、国産品を投入した場合と同様に、中間投入に波及し、その過程で、順次、人件費が加算されるため、労働集約率は過大評価されることとなる。

資本減耗の取り扱いについての問題

年々のフロー経済の分析では、建物や設備等の使用は、資本減耗として取扱われる。確かに、過去に建設された建物を使用しても、その年の労働投入にはならないが、過去に蓄積された償却資産は、その資本が形成された時点においては、建設等に伴って人件費が投入されている。

したがって、本研究のように、人件費の削減効果を長期的に評価しようとする場合、資本形成時の人件費影響を、使用時点の資本減耗にも反映させるべきと考えられる。

土地の取り扱いについての問題

土地は非償却資産であるため、原価構成のなかでは、費用としては計上されない。しかしながら、土地価格の変化が、わが国産業の国際競争力にどの程度影響するのかを考察するためには、フローの経済循環に、土地保有の効果を反映させる必要がある。

2) 分析結果の修正

指摘した問題点には、分析の技術的な問題や統計情報の不足に伴う問題が含まれているが、ここでは概算的な分析結果を得ることに主眼を置き、単純な仮定の下で、1)で行った分析結果の修正を試みる。

輸入品の取り扱いについての修正

競争輸入型の産業連関表での輸入の取り扱いは、最終需要部門に、品目別輸入額をマイナス計上し、中間投入段階では、国産品と合算して、各産業部門に計上される。

しかし、中間財として輸入品が投入された場合、国産品の投入とは異なり、その生産に伴って国内の労働は投入されないため、労働集約率を計測する際には、投入された中間財が国産品であるか、輸入品であるかを区別する必要がある。

競争輸入型の産業連関表を用いて、こうした分析をするためには、各産業で投入される中間財に占める輸入品割合を想定する必要があるが、輸入品消費率に需要部門差がないことを仮定して分析を進めるのが一般的である。

そこで、本研究においても、輸入品消費率に需要部門差がないものとして、再度、産業連関分析を試みた。

資本減耗の取り扱いについての修正

過去に形成された償却資産を、計測時点でも使用している場合、会計上は、耐用年数等に応じた償却額が、使用した時点の費用として計上される。産業連関表においては、この償却額は、償却資産に帰属する付加価値と位置づけられ、資本減耗引当として付加価値部門に計上されることとなる。

しかし、人件費の削減効果を長期的に評価する場合、償却資産を形成する際に投入された人件費は、その償却資産の使用を通じて、各年の経済循環に影響を及ぼすため、資本減耗に占める労働集約率を分析しておくことが必要となる。

そこで、本研究では、過去に蓄積された償却資産に集約されている人件費の割合は、使用した年に新たに形成された償却資産に集約されている人件費の割合に等しいという仮定を置き、資本減耗に占める労働集約率を算定した。

前述の の修正を行った産業連関表による分析の結果、2000年の民間総資本形成に占める労働集約率は50.9%と求められた。したがって、過去に蓄積された民間総資本の労働集約率も同様であると仮定すれば、資本減耗の50.9%が人件費から形成されているものといえる。

土地の取り扱いについての修正

資本，労働，経営の各要素の結合によって生じる付加価値は、最終的には、これらの各要素に配分することができる。また、土地や償却資産は、資本がそれらに化体しているものであり、償却資産に帰属する付加価値は、資本に帰属する付加価値の一部として、産業連関表においては、資本減耗引当として計上されている。一方、土地に帰属する付加価値は、産業連関表上、特段の区別がされていないが、やはり資本に帰属する付加価値の一部として、付加価値部門の営業余剰に含まれているとみなすことができる。

国民経済計算年報によると、わが国の民有地のうち、法人企業が保有する土地の資産総額は、2000年（暦年）末の時点で、359兆1,875億円となっている。これに賃料の評価の際に用いる土地の期待利回り（賃貸借に伴う必要諸経費等を含まない利回りであり、土地に帰属する純収益の利回りとして位置づけられる）を乗じれば、土地に帰属する付加価値を算出することができる。ここでは、期待利回りを年2.0%と認定し、土地に帰属する付加価値を、約7兆1,838億円と試算した。なお、この額は、営業余剰95兆1,367億円の約7.6%を占めている。

以上の ~ の修正を加えて分析した結果を、図表10~11に示している。

この結果によると、2000年の修正後の労働集約率（資本減耗中の人件費相当額を含む）は、生産額の約55.3%であり、また、営業余剰に含まれている土地に帰属する付加価値は、生産額の約1.0%となった。

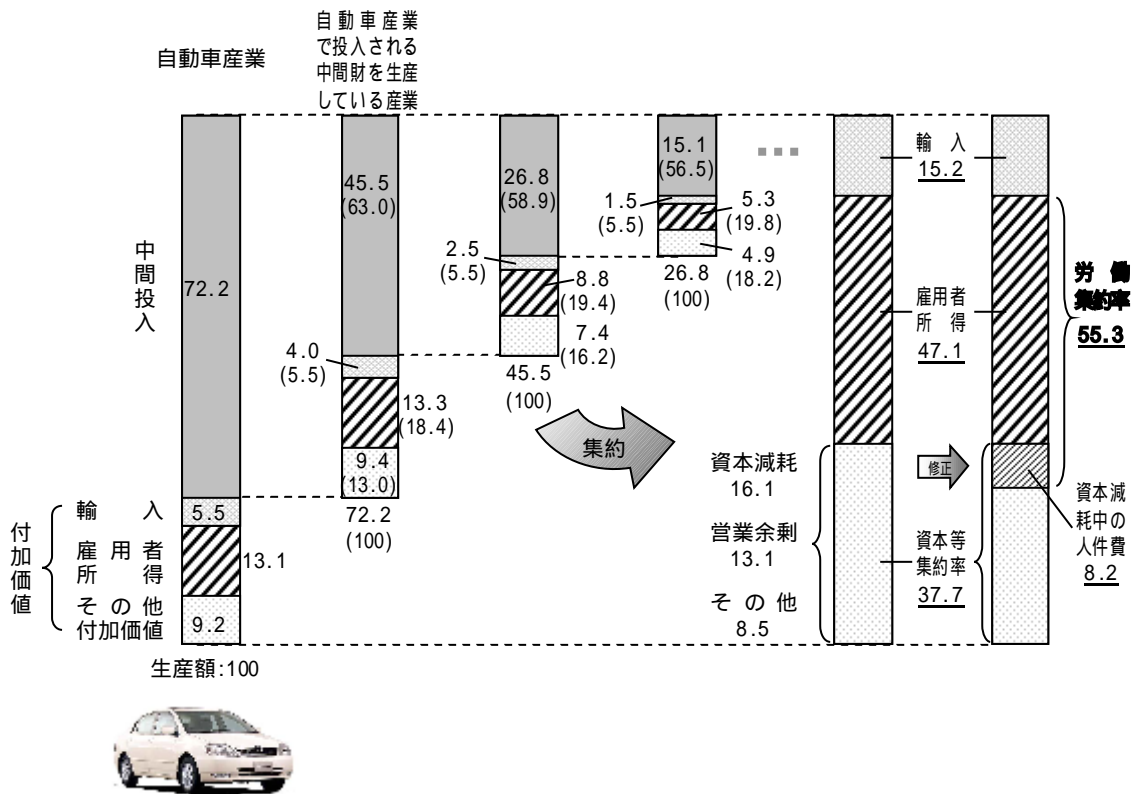
また、1990年に比べ、雇用者所得の構成比は3.4%低下している。この他、輸入は7.3%上昇，資本減耗は1.3%上昇，営業余剰は8.6%低下，間接税などからなるその他付加価値は3.5%上昇している。

（本ページ以下余白）

	1990年		2000年(修正前)		2000年(修正後)	
	自動車産業 直接投入	集約率	自動車産業 直接投入	集約率	自動車産業 直接投入	集約率
国産品中間投入	57.0%		76.4%		72.2%	
輸 入	2.4%	7.9%	0.0%	0.0%	5.5%	15.2%
付加価値部門	40.7%	92.1%	23.6%	100.0%	22.3%	84.8%
雇用者所得	23.5%	50.5%	13.9%	55.2%	13.1%	47.1%
資本減耗	6.4%	14.8%	4.8%	19.0%	4.5%	16.1%
内、人件費相当額	-	-	-	-	-	8.2%
営業余剰	8.6%	21.7%	3.0%	15.7%	2.9%	13.1%
内、土地帰属分	-	-	-	-	-	1.0%
その他	2.1%	5.0%	1.9%	10.1%	1.8%	8.5%
合 計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

55.3%

図表 10 日本の自動車産業における労働集約率(2)



図表 11 労働投入の波及過程(2)

6 ストック型社会の実現による国際競争力の回復についての考察

著者らの研究によると、長寿命型住宅による住宅関連支出の低減効果は、1世帯当たり760万円程度と推計されている⁽¹⁾。1世代30年で想定しているため、これを年間当たりに換算すると、1世帯・1年25万円程度の支出減となる。また、世帯年収は650万円（住宅金融公庫福岡支店管内において、住宅を取得した世帯の平均世帯年収の実績）であり、世帯年収の3.8%程度が人件費の余力として生じることとなる。つまり、長寿命型住宅の普及により、仮に賃金を3.8%低下させたとしても、現在と同程度の生活水準が維持できる計算になる。

一方、自動車産業の労働集約率は、対生産額比で55.3%と分析されたことから、人件費が3.8%削減された場合、生産額に及ぼす直接的な影響は2.1%程度となる。

また、付加価値総額に占める土地帰属分の割合は1%と小さく、地価抑制政策の影響は、仮に30%の地価抑制が進んでも、生産額に及ぼす影響は、直接的には0.3%程度となる。この分析は精度に問題があるうが、いずれにせよオーダーとしては非常に小さいものと思料される。

以上の効果を踏まえ、さらに賃金削減と同程度の削減効果が、輸入と土地帰属分以外の付加価値部門に同じく3.8%生じるとした場合、生産額に占める全ての削減効果の比率は、下表のとおり3.5%となる。すなわち、長寿命住宅の普及により、単純には、自動車の生産価格が、3.5%低下することとなる。

	フロー型 社会システム	ストック型社会システム		
		削減率	削減量	削減後
輸 入	15.2%	±0.0%	±0.0%	15.2%
付 加 価 値 部 門	84.8%		3.5%	81.3%
雇 用 者 所 得	47.1%	3.8%	1.8%	45.3%
資 本 減 耗	16.1%		0.6%	15.5%
人件費相当分	8.2%	3.8%	0.3%	7.9%
そ の 他	7.9%	3.8%	0.3%	7.6%
営 業 余 剰	13.1%		0.8%	12.4%
土 地 帰 属 相 当 分	1.0%	30.0%	0.3%	0.7%
そ の 他	12.1%	3.8%	0.5%	11.7%
そ の 他	8.5%	3.8%	0.3%	8.1%
合 計	100.0%		3.5%	96.5%

図表 12 自動車産業の生産価格削減効果

この価格低下率は、3.5%とオーダー的に小さいため、この分析結果をもって、国際競争力の回復の可否を、直ちに判断することはできない。少なくとも、著者らの想定した長寿命型住宅のみでは、十分な競争力回復効果は期待できないと考えられよう。ストック型社会による国際競争力回復の効果を判断するためには、今後、住宅以外の建物やその他社会資本などを含めて、より総合的に検討することが必要である。

《参考文献》

- (1) 「ストック型社会と市民生活～住宅関連支出と環境負荷を中心として～」(坂本ほか・2002・次世代システム研究所報)
- (2) 「ストック型社会と企業活動～賃金と国際競争力を中心として」(矢野・2002・次世代システム研究所報)

長寿命型住宅普及のマクロ経済への影響分析

中山 裕文 (九州大学大学院 工学研究院 助手)
小宮 哲平 (九州大学大学院 工学府 修士課程)
松本 亨 (北九州市立大学 国際環境工学部 助教授)

1. はじめに

近年、資源・エネルギーの大量消費とそれに伴い増大する廃棄物や二酸化炭素の排出量の抑制に向け、建設分野においてもこれらの環境問題への適切な対応が求められている。このため、建設資材、内装設備のリサイクルなど各種の対応策が検討されているが、その中でも重要な対策として指摘されているものは、建築物の長寿命化である。建築物の新築に際しては、当初から良好なストックとなるよう建設することが必要であり、一方、既存建築物については、老朽化等により改修が困難な場合を除き、適切な維持管理や改修により長寿命化を図ることが必要である。しかしながら、我が国の建築物の寿命は、住宅で 20~30 年、非住宅で 30~40 年と推定され、住宅についての英国の約 140 年、米国の約 100 年、仏国の約 90 年、独国の約 80 年に比べて極めて短いのが現状である¹⁾。建設物のスクラップアンドビルドを短期間で繰り返せば、資源・エネルギーの浪費と、さらには廃棄物の大量発生にもつながる。このため、今後建設される建築物のあり方については広い建築ストック対策が問われる。

廃棄物に着目すると、現在、建設廃棄物が全産業廃棄物に占める割合は、排出量で約 2 割、最終処分量で約 4 割と大きく、不法投棄量においては全体の約 9 割が建設廃棄物とされている²⁾(1999 年)など、その発生抑制が強く求められている。また、過去における建築物着工延床面積の推移を見ると、昭和 40 年代以降急激に増大しており³⁾、今後、これらの建築物が更新期を迎えることから、建築解体廃棄物発生量の急激な増大が予想される。

本研究では、建築系廃棄物の発生量を抑制手法として「建築物の長寿命化」に着目する。ストック期間の長い長寿命建築物の普及は建替えサイクルを長期化させるため、将来における解体廃棄物発生量と新築段階での廃棄物発生量の両者を抑制する効果がある。一方で、新築需要を減少させることから、建設業の需要減少に伴う物質投入の削減効果とそれによる産業への経済波及効果をもつことが考えられる。そこで本研究では、今後長寿命建築物が普及するケースを想定し、都市建設に付随する資源消費、環境負荷の発生量を予測するとともに、建築物の長寿命化が都市経済にどのような効果をもたらすか、CGE モデル(Computable General Equilibrium Model: 計算可能一般均衡モデル)を用いたシミュレーションによる定量的評価を試みる。

2. 分析の枠組み

一般均衡分析の枠組みに従って、産業、家計、政府など経済主体の行動モデルを定式化し、それぞれの主体が最適化行動を取った場合における環境負荷排出量を算定する。評価対象とする環境負荷としては、建設廃棄物を含む産業廃棄物の発生量、最終処分量、産業生産によるCO₂排出量を取り扱う。

本研究の目的は、建築物の寿命を変化させた場合の環境・経済効果を計量することである。その効果は建築時のものと、廃棄時のものがあり、両者には時間的なずれ（寿命）がある。また、長寿命建築物を普及させる期間も合わせて考え、計算期間を設定する必要がある。本研究では計算シミュレーション期間を100年間としている。

図-1に、本研究で構築したモデルの概要を示す。このモデルは、CGEモデル(4), 5), 6), 7)をベースに、廃棄物等の環境負荷の排出行動を統合し構築されたものであるが、次に示す2点について、通常用いられるモデルと異なる。

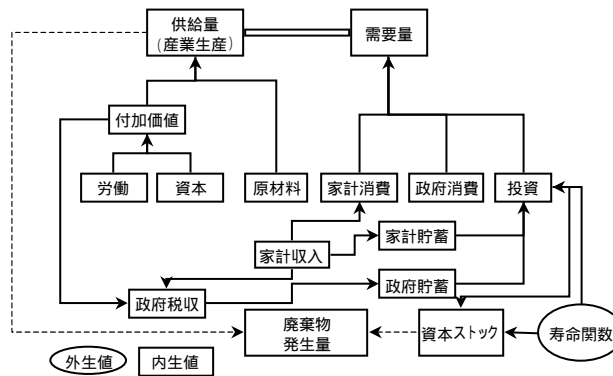


図 - 1 モデル構造

(1) 経済計算部分

本研究で用いられる一般均衡モデルのメカニズムは、通常の完全競争を前提する一般均衡モデルに財の寿命という変数を加えたものである。すなわち、このモデルにおいて価格受容者である経済主体（消費者や生産者）は、財や生産要素の価格だけをパラメータとして行動するのではなく、財の寿命にも影響を受け、それらにもとづいて各々の行動方程式と制約条件のもとで最適化行動を行い、意思決定を行う。具体的には、財の寿命変化が、家計や政府の消費、貯蓄行動に影響を与え、さらにこれが各産業の生産へと波及していく。これにより、財の寿命を変化させた場合に、その地域の産業構造がどのように変化するかを計量することができる。本研究では、建築物の長寿命化の効果を評価することが目的であるため、寿命を変化させる財を建築物とし、建築業への投資需要が財の寿命に影響を受けるよう定式化している。

(2) 廃棄物排出量

従来のモデルの廃棄物排出行動の定式化における問題点として、廃棄物排出と生産・消費活動水準の間に線形関係を仮定していることがあげられる。この設定は、生産活動に付随して発生する産業廃棄物や、厨芥、容器包装廃棄物の発生については適用できるが、建設廃棄物のように、数年間の使用を経て財が廃棄物化することによる廃棄物発生を記述する場合には適当ではない。これは、現在の財の生産に付随して発生する廃棄物と、過去に生産された財の処理によって発生する廃棄物とを混同することにつながる。そこで、本モデルでは、財寿命を用いて、生産段階において発生する廃棄物と、財が老朽化し廃棄される段階において発生する廃棄物を区別して取り扱っている。

2.1 モデルの定式化

(1) 産業生産

各産業は、資本と労働の2つの生産要素、さらに産業連関表で示されるパターンにしたがい他産業の生産財を中間生産物とし、費用最小化原理の下で生産活動を行う。モデルの中では、第 j 産業の生産関数は次のように定式化される。

$$Q_j = Q_j(L_j, K_j, X_{1j}, \Lambda, X_{nj}) \\ = \min [VA_j(L_j, K_j) / a_{0j}, X_{1j} / a_{1j}, \Lambda, X_{nj} / a_{nj}] \quad \dots (1)$$

$$\text{s.t. } p_j Q_j = (p_K K_j + p_L L_j) (1 + t_{0j}) + \sum_{i=1}^n a_{ji} X_{ji} \quad \dots (2)$$

ここで Q_j は第 j 産業（第 j 生産財）の産出量、 X_{ij} は第 i 生産財投入量（中間消費）、 a_{ij} ($i \geq 0$) は投入係数、 VA_j は付加価値、 t_{0j} は間接税と補助金を合成した純間接税率、 a_{0j} は生産1単位当たりの付加価値を示す付加価値率（Value-added ratio）を表す。各産業は単位当たり生産に一定量 a_{0j} の付加価値を必要とすると想定される。その付加価値は、次式(3)のように労働 L_j と資本 K_j を要素とするCob=Douglas型関数とする。

$$VA_j = \gamma_j L_j^{\alpha_j} K_j^{(1-\alpha_j)} \quad \dots (3)$$

γ_j : 規模パラメータ、 α_j : シェアパラメータ

(2) 家計効用

モデルの中での家計の効用 U は、消費財 i についての合成財に関して、Cob=Douglas型効用関数として定式化し、効用最大化問題は以下のように記述される。

$$\max U = \prod_{i=1}^n (CH_i)^{\lambda_i} \quad \dots (4)$$

$$\text{s.t. } \text{INC} - \text{SH} = \text{CH} \quad \dots (5)$$

ここで、 CH_i は家計の第 i 消費財購入量、 $\sum_i CH_i$ は消費財購入量の合計における第 i 財のシェア、 INC は可処分所得、 SH は家計の貯蓄額を表す。また、可処分所得 INC は、労働と資本から得られる要素所得から、所得税（税率 t_H ）を差し引いたものとして定式化する。

$$INC = (p_L L + p_K K) (1 - t_H) \quad \dots (6)$$

式(5)における家計貯蓄 SH は、可処分所得に貯蓄率 r_H を乗じることにより次式(7)のようにして求める。

$$SH = r_H INC \quad \dots (7)$$

このとき、家計は財（投資財）の寿命を考慮して貯蓄率 r_H を決定するものと仮定する。すなわち、 t 年における r_H は、固定資本ストック減耗率 δ_t の対前年変化率と前年の貯蓄率 $r_{H,t-1}$ により次式(8)のように定式化される。

$$r_{H,t} = \frac{\delta_t}{\delta_{t-1}} r_{H,t-1} \quad \dots (8)$$

この設定は、消費と貯蓄の間の代替関係において、財の寿命変化に伴う投資需要の変化により、消費と貯蓄の価格による影響は考慮していない。

(3) 政府

政府は、税収 TAX （家計からの所得税と産業からの純間接税の和）をもとに、政府消費 SG と貯蓄 CG を行う。

$$TAX = (p_L L + p_K K) t_H + \sum_{j=1}^n (p_L L_j + p_K K_j) t_{0j} \quad \dots (9)$$

$$TAX - SG = CG \quad \dots (10)$$

政府消費における第 i 消費財の購入量は、政府消費の財別シェア ω_i を基準年における値を将来においても固定的に用い、次のようにして求める。

$$CG_i = \omega_i CG \quad \dots (11)$$

また、政府貯蓄率 r_G も家計と同様に定式化する。

$$r_{G,t} = \frac{\delta_t}{\delta_{t-1}} r_{G,t-1} \quad \dots (12)$$

(4) 投資

投資は、貯蓄が決定されることにより、次式のように決定される。

$$INV = p_{INV} I = SH + SG \quad \dots (13)$$

式(13)において、 p_{INV} は投資財価格、 I は実質投資を表す。投資財価格 p_{INV} は i は各産業別の生産財価格 p_i 、投資財の産業別シェア b_i により次式によって計算される。

$$p_{INV} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot b_i \quad \dots (14)$$

ここで、財の寿命変化が需要に影響を及ぼすよう設定するため、投資財の産業別シェア b_i を次のように定式化する。

$$b_{i,t} = \frac{\phi_i \text{INV}_{i,t-1}}{\sum_{i=1}^n \phi_i \text{INV}_{i,t-1}} \quad \dots (15)$$

$$\phi_{i,t} = \frac{\delta_{i,t}}{\delta_{i,t-1}} \quad \dots (16)$$

(5) 固定資本ストック

固定資本ストック KS_t は、前年の固定資本ストック KS_{t-1} から減耗分を引いたものに、実質投資 I_t を加えることによって求められる。

$$KS_t = (1 - \delta_t)KS_{t-1} + I_t \quad \dots (17)$$

(6) 建設廃棄物発生量

本モデルでは、財の生産段階において発生する廃棄物と、財が老朽化し廃棄される段階において発生する廃棄物を、次に示す計算式により区別して取り扱う。

j 財が生産されて t 年後における廃棄確率 $f(t)$ を、次式(1)に示す正規分布によって与える。

$$f_j(t) = 1/\sqrt{2\pi} \cdot \exp\left\{-\left(t - \mu_j\right)^2 / \sigma_j^2\right\} \quad \dots (18)$$

μ は平均寿命、 σ は標準偏差を表すパラメータである。また、過去から現在までに生産された j 財が、現時点 m 年において廃棄される量 $D_j(m)$ は、次式(19)によって表すことができる。

$$D_j(m) = \sum_{n=n_0}^m \sum_{t=t_0}^n f_j(t) \cdot Q_j(n) \quad \dots (19)$$

ここで、 $Q_j(n)$ は、過去の時点 n 年における j 財の生産量を表す。

よって、 m 年における j 財の生産、廃棄によって発生する廃棄物の総量は、

$$W_j(m) = wp_j \cdot D_j(m) + wd_j \cdot Q(m)_j \quad \dots (20)$$

となる。ここで、 wp_j は j 財の廃棄段階における廃棄物発生原単位、 wd_j は生産段階における廃棄物の発生原単位を表す。

(7)一般均衡条件

本モデルでの均衡状態は、以下の(21)～(23)式で表すことができる。

$$\sum_{j=1}^n L_j = L^* \quad \dots(21)$$

$$\sum_{j=1}^n K_j = K^* \quad \dots(22)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + CH + CG + I = \sum_{j=1}^n Q_j \quad \dots(23)$$

ここで、 L^* は家計の労働初期保有量、 K^* は資本初期保有量を表す。式(21)～(23)は、それぞれ労働市場、資本市場、財市場の均衡を表す。

2.2 初期条件の設定

今回は仮想的な都市を想定し、経済規模、産業構造などの計算に必要な条件を設定した上で、これをケーススタディーとしてシミュレーションを行う。この仮想都市は、1995年における日本の約100分の1の経済規模をもち、日本と同じ産業構造となるよう設定する。すなわち、この都市の規模は、市内総生産額930兆円であり、産業構造については、日本の平均値と一致させるために平成7年全国産業連関表⁸⁾をもとに13の産業部門を設定し、中間投入構造、付加価値構造、最終需要構造を決定する。ここで、本モデルにおける産業分類と、平成7年産業連関表の統合中分類との対応関係を表1に示す。従来型建築物と長寿命型建築物の中間投入構造(使用する資材の量の構成比)の違いは、ヒアリング調査を参考に設定している。具体的には、長寿命型建築物のスケルトン(骨組み)部分の建設に必要な資材の量を、従来型より1割大きく設定するため、窯業土石製品及び鉄鋼・非鉄金属の投入係数を大きくしている。

建築物の床面積当たり廃棄物排出原単位は、表2のように建築時と廃棄時に分けて設定する。長寿命建築物は従来型と比べてスケルトンの量が1割多いため、廃棄時のコンクリート排出量を従来型の1.1倍に設定する。また、産業連関表及び燃料別 CO_2 排出係数により算定した各産業別の CO_2 排出係数を表3に示す。

従来型建築物の平均寿命は既存研究²⁾を参考に37年とし、ピーク時の廃棄確率が10%となるよう式(18)のパラメータを設定している。また、長寿命建築物の寿命は、従来型の2倍を想定している。

表 - 1 本研究の産業部門分類

本研究(13分)	統合中分類(93分類)	本研究(13分)	統合中分類(93分類)
1 農林水産業	1 耕種農業	9 その他の製造業	10 食料品
	2 畜産・養蚕		11 飲料
	3 農業サービス		12 飼料・有機質肥料(除別掲)
	4 林業		13 たばこ
	5 漁業		14 繊維工業製品
2 鉱業	6 金属鉱物		15 衣服・その他の繊維製品
	7 非金属鉱物		20 出版・印刷
	8 石炭		30 プラスチック製品
	9 原油・天然ガス		31 ゴム製品
3 石油・石炭製品	28 石油製品		32 なめし革・毛皮・同製品
	29 石炭製品	56 その他の製造工業製品	
	16 製材・木製品	10 建築業	
4 パルプ・紙・木製品	17 家具・装備品	57 建築	
	18 パルプ・紙・板紙・加工紙	11 その他の建設業	
	19 紙加工品	58 建設補修	
	21 化学肥料	59 土木	
5 化学製品	22 無機化学基礎製品	12 電力・ガス・水道	
	23 有機化学基礎・中間製品	60 電力	
	24 合成樹脂	61 ガス・熱供給	
	25 化学繊維	62 水道	
	26 医薬品	63 廃棄物処理	
	27 化学最終製品(除別掲)	64 商業	
	33 ガラス・ガラス製品	65 金融・保険	
6 窯業・土石製品	34 セメント・セメント製品	66 不動産仲介及び賃貸	
	35 陶磁器	67 住宅賃貸料	
	36 その他の窯業・土石製品	68 鉄道輸送	
	37 鉄鉄・粗鋼	69 道路輸送(除自家輸送)	
7 鉄鋼・非鉄金属	38 鋼材	70 自家用自動車輸送	
	39 鑄鍛造品・その他の鉄鋼製品	71 水運	
	40 非鉄金属製錬・精製	72 航空輸送	
	41 非鉄金属加工製品	73 貨物運送取扱	
	42 建設・建築用金属製品	74 倉庫	
8 機械・金属製品	43 その他の金属製品	75 運輸付帯サービス	
	44 一般産業機械	76 通信	
	45 特殊産業機械	77 放送	
	46 その他の一般機器	78 公務	
	47 事務用・サービス用機器	79 教育	
	48 民生用電気機械	80 研究	
	49 電子・通信機器	81 医療・保健	
	50 重電機器	82 社会保障	
	51 その他の電気機器	83 その他の公共サービス	
	52 自動車	84 広告・調査・情報サービス	
	53 船舶・同修理	85 物品賃貸サービス	
	54 その他の輸送機械・同修理	86 自動車・機械修理	
	55 精密機械	87 その他の対事業所サービス	
	88 娯楽サービス		
	89 飲食店		
	90 旅館・その他の宿泊所		
	91 その他の対個人サービス		
	92 事務用品		
	93 分類不明		

表 - 2 建築物の床面積あたり廃棄物発生源単位

	廃棄物の種類	単位：kg/m ²
建設時 ^(注)	廃プラスチック類	2
	金属くず	4
	ガラスくず及び陶磁器くず	17
	木くず	3
	その他	3
廃棄時	コンクリート塊	1.020
	廃プラスチック	8
	金属くず	120
	ガラスくず及び陶磁器くず	36
	木くず	15
	その他	4

(注) 建設時廃棄物排出量 = 発生量 - (減容(量)化+場内外利用+専ら物の売却+再資源化施設への排出)

(出所) 社団法人 建築業協会 : 建築系混合廃棄物の原単位調査報告書、平成 12 年 1 月、
解体・リサイクル制度研究会 : 解体・リサイクル制度研究会報告、平成 10 年 10 月

表 - 3 CO₂ 排出原単位

部門番号	部門名	単位直接 CO ₂ 排出量 t-C/百万円	CO ₂ 排出原単位 (1-A) ⁻¹ 型 t-C/百万円
1	農林水産業	0.3487	0.6648
2	鉱業	0.1268	0.4819
3	パルプ・紙・木製品	0.3198	0.9448
4	化学製品	0.6384	1.4512
5	石油・石炭製品	1.3408	1.6709
6	窯業・土石製品	2.4415	3.2086
7	鉄鋼・非鉄金属	0.9595	2.0485
8	機械・金属製品	0.0274	0.6040
9	その他の製造業	0.0878	0.5822
10	建築 従来型	0.0272	0.6852
	長寿命型	0.0268	0.7144
11	その他の建設業	0.0703	0.7704
12	電力・ガス・水道	3.6188	4.2222
13	商業・サービス	0.1597	0.4090

(出所) 経済産業調査会：平成7年全国産業連関表より算出

3. シミュレーション

シミュレーションは、現在の状態が将来にわたってそのまま継続する基準ケースに対し、長寿命型建築物が普及して産業構造が変化していくケースを設定して比較評価を行う。従来型建築物が一度に全て長寿命型に置き換わるのではなく、1年で5%ずつ置き換わるよう設定している。

シミュレーション結果として、建築業の廃棄物発生量の推移(図2)、産業生産額の推移(図3)、産業別にみた生産額の増減と変化率(図4)、産業別産業廃棄物最終処分量の増減量(図5)、産業別CO₂排出量の増減量(図6)を示す。

まず、図2は、建築業の廃棄物発生量を、従来型、長寿命型建築物のそれぞれ建設時と解体時に分けて推移を示したものである。これをみると、建設時の廃棄物発生量は、従来型から長寿命型に完全に置き換わる70年ごろ、初期時の約50%になる。また、解体時の廃棄物についてもこの時期に初期時の約55%になる。建設時、廃棄時の合計でみると、約46%減少する結果となっている。

図3は、産業生産額の推計結果の推移である。これをみると、長寿命建築物の普及により、一時的に産業生産額は上昇する。これは、長寿命建築物と従来型建築物とで、スケルトン部分で使用する資材の量が異なることに起因する。このため、長寿命建築物の建築により誘発される他産業への波及効果が従来型と比較して大きくなっている。しかしながら、最終的には建築物の新築需要の減少による経済波及効果が、対象都市の産業生産額を約0.86%減少させる結果となっている。この原因として、最終需要の産業別構成比変化が、各産業の財価格の上昇を引き起こすことがあげられる。

図4に産業別にみた場合の、実質生産の増減額および変化率を示す(計算開始後120年時点における、基準ケースと長寿命型建築物普及ケースとの生産額の差および変化率)。長寿命型建築物の普及に伴う建築物の新築需要の減少が、建築業における中間投入係数の高い産業(パルプ・紙・木製品、窯業・土石製品、鉄鋼・

非鉄金属など)の生産額に減少をもたらしている。一方、商業・サービス業、その他の製造業などの生産額が増加しているが、これは建築投資額の減少分が家計消費や政府消費にまわるためである。

図5、図6に産業別にみた産業廃棄物最終処分量とCO₂排出の増減量及び変化率を示す。産業廃棄物最終処分量は、建築、非鉄金属における減少が顕著であり、CO₂排出量については、窯業・土石製品、鉄鋼・非鉄製品での削減が大きく、一方で電力・ガス・水道や商業・サービス業において増加している。

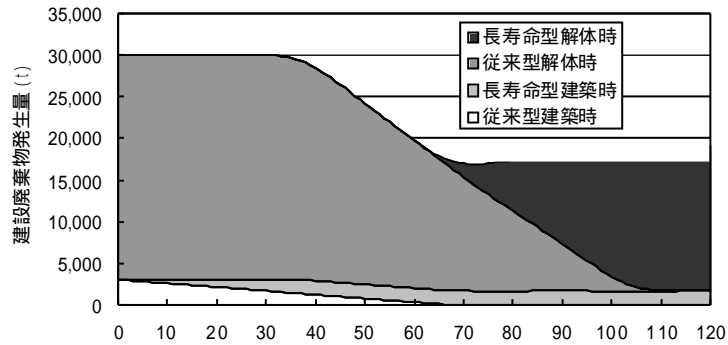


図 - 2 建築業の廃棄物発生量の推移

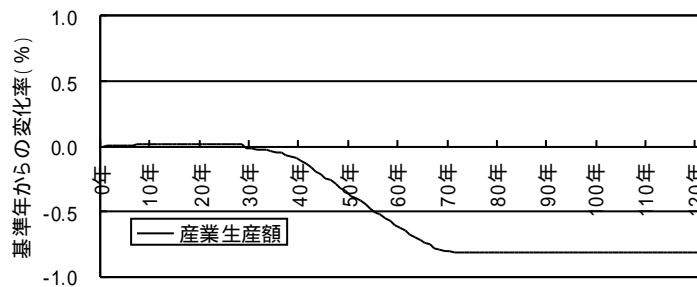


図 - 3 産業生産額の推移

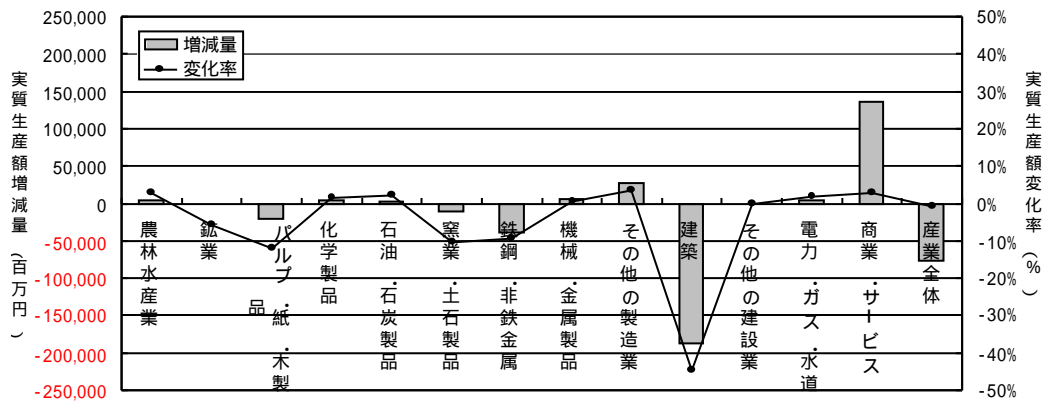


図 - 4 産業別に見た実質生産額の増減額と変化率

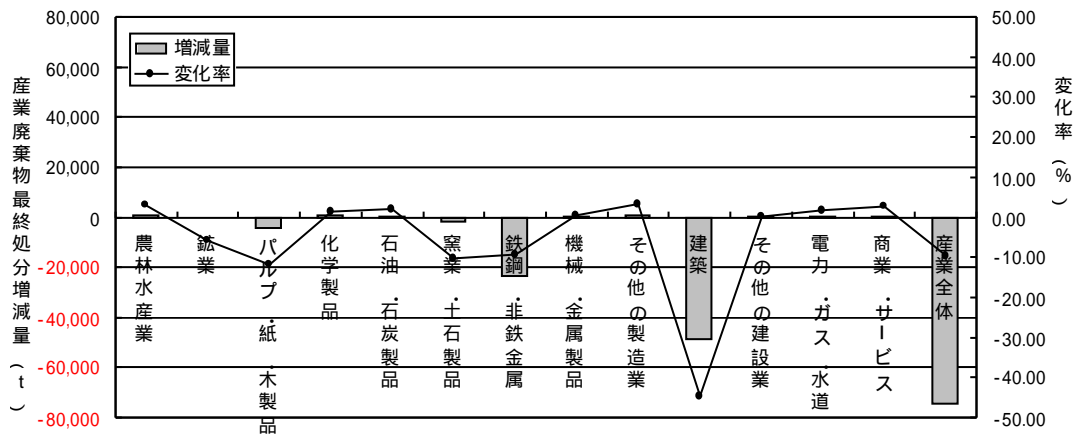


図 - 5 産業別に見た産業廃棄物最終処分増減量

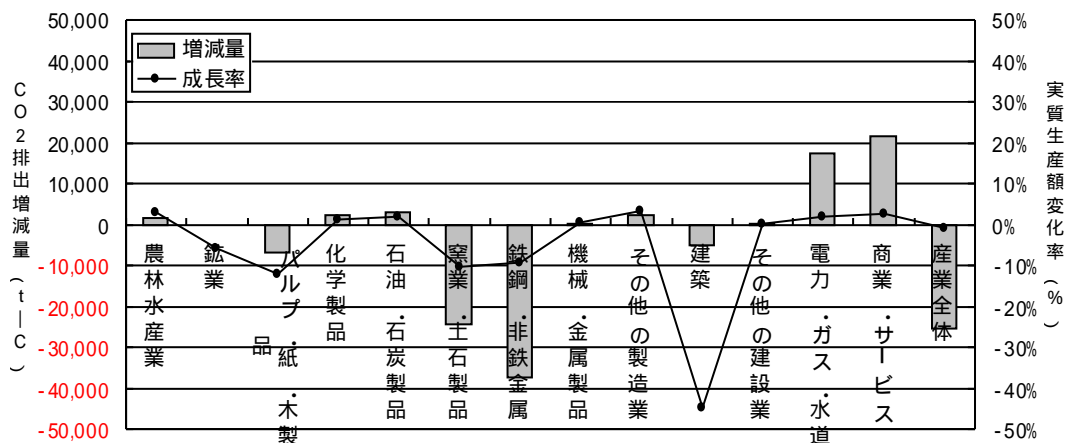


図 - 6 産業別に見たCO₂排出増減量

4. まとめ

本研究では、建築物の寿命をパラメータとしてこれを変化させた場合の環境・経済効果をCGEモデルを用いて推計し、定量的に問題の大きさを捉えることを試みた。この場合の推計結果をまとめると以下ようになる。

長寿命建築物の普及により、一時的に産業生産額は上昇する。これは、長寿命建築物のほうが従来型建築物よりも使用する資材が多いため、1単位の生産による波及効果が大きいためである。しかしながら、建築物の新築需要の減少により産業構造が変化し、これは、分析対象都市の産業生産額を約0.86%減少させる結果となっている。

長寿命建築物の普及により、最終的には建設廃棄物発生量は計算開始年と比較して46%減少する。産業廃棄物全体の最終処分量で見ると、9.7%の減少となる。

建築需要の減少に伴う産業構造変化により、CO₂排出量は約0.9%減少する。

本研究には、モデルの構造、使用データ等に関して、検討すべきいくつかの課題が残されている。それらをあげると、以下のとおりである。

家計貯蓄と消費の代替関係：財の長寿命化によって投資（貯蓄）需要が減少した場合、それがほぼすべて消費に移行する構造（消費と貯蓄の代替弾力性が1）となっている。また、消費と貯蓄の関係において、両者の価格による影響を考慮できていない。このため、建築需要の減少による経済波及効果を完全にはモデルに反映できていない。

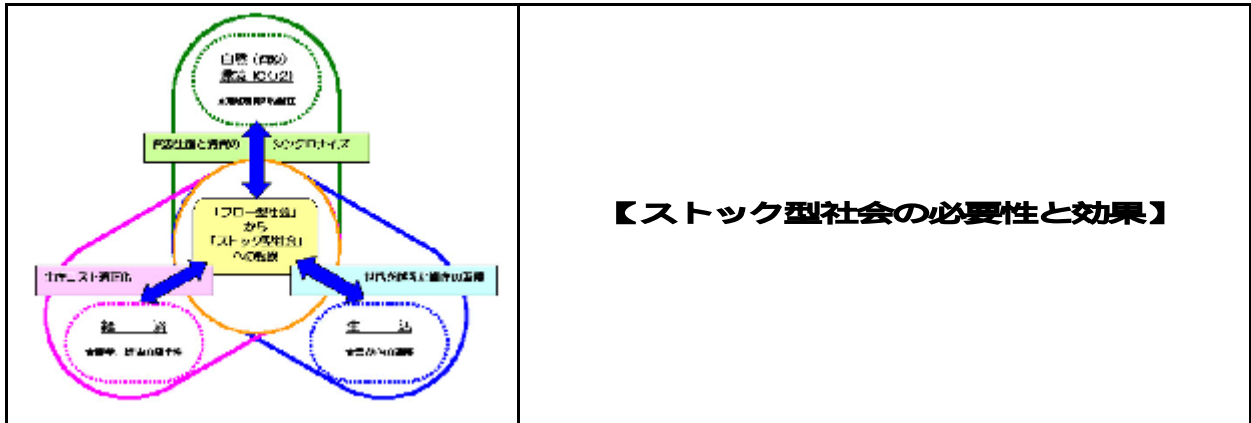
建設補修：本モデルにおいては建築物の補修を考慮していない。建設補修をモデルに取り入れることにより、老朽化した建築物を改修した場合と、建替えた場合の経済効果及び環境負荷の比較が可能となる。これにより、ライフサイクルの発想での環境負荷の比較評価や、これと経済効果を併せて評価することにより、エコ・エフィシエンシーの議論にもつながると考えられる。

本研究のシミュレーションは仮想都市を対象に行われたものであり、計算結果は初期条件に大きく左右される。今後は、初期条件やパラメータの精緻化とともに、モデルを現実の都市や地域へ適用することが課題である。

参考文献

- 1) 社団法人建築・設備維持保全推進協会：建築ストック総合対策要綱，BELCA NEWS11月号、2000年
- 2) 解体・リサイクル制度研究会：解体・リサイクル制度研究会報告-自立と連帯によるリサイクル社会の構築と環境産業の創造を目指して-、1998年
- 3) 建設省建設経済局調査情報課：建築統計年報各年版，建設物価調査会
- 4) 市岡 修：応用一般均衡分析、有斐閣
- 5) ジョン・B・ショウヴン、ジョンウォーリ著、小平 裕訳：応用一般均衡分析 理論と実践、東洋経済新報社、1993年
- 6) 宮田 譲：廃棄物対策の経済的影響分析 ～CGEモデルアプローチ～、土木計画学研究・論文集、No.15、1998年
- 7) 宮田 譲、厩 暁晋：地域ゼロエミッションの可能性とその評価、土木計画学研究・論文集、No.17、2000年
- 8) 財団法人通商産業調査会経済統計情報センター：平成7年産業連関表CD-ROM、2000年
- 9) 社団法人建築業協会環境委員会副産物部会：建築系混合廃棄物の原単位調査報告書、2000年

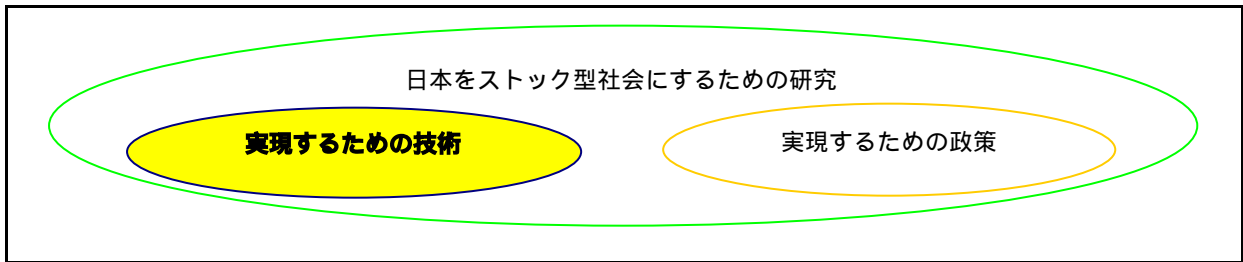
技術システム編



【ストック型社会の必要性と効果】

ストック型社会
長寿命化

【具現化・転換のためのテーマ】



技術システム編

研究・検討領域					
長寿命型インフラ	素材	組合せ技術	長寿命型建築物	長寿命型都市圏設計ルール	資源自律型地域圏設計ルール
	建築構造		長寿命型		
	土木構造				
	流通基盤	複合基盤(道路・交通・情報・ライフイン等施設)	資源循環		
	ライフライン				
	長寿命型産業基盤		再生保存則		
自然共生・生物回廊の保全					
食糧	農業・畜産基盤の保全				
	水産基盤の再生・保全				
森林資源基盤の長期的保全					
統合理論(工学・自然科学・社会科学)					

社会システム編

研究・検討領域	
ストック型・長寿命型社会 転換対応	税制・法制
	長期金融制度
	各種社会制度
	中長期地価政策
	新産業連関予測・評価・対応
	新産業構造転換政策
	各種標準・指標
	長寿命型/新国土政策
	現状対応街づくり
	長寿命型実験都市の試行
	各種評価指標
	世論形成
	ストック型社会転換政策
	食糧・森林資源自律政策
	統合理論(社会科学:他科学)

木質資源を指標にした資源自律型地域圏 Ⅰ. 基本的な考え方

川井 秀一（京都大学木質科学研究所 木質材料機能部門複合材料分野 教授）
佐藤 庸一（福岡県水産林務部）
馬場崎正博（福岡市保健環境研究所 所長）
岩本 浩（環境テクノス株式会社 環境部 部長）

1. はじめに

21世紀を迎え、地球の温暖化、化石資源の枯渇、廃棄物の大量発生の問題はその深刻度を増している。これらの問題を克服して人類の生存基盤を確立するには、森林・食糧資源などの生物資源の物質循環システムの構築が必要不可欠になっている。とりわけ、森林（木質）資源は再生産可能な生物資源の中で生産量が最も多く、化石資源に代替する植物材料、バイオマスエネルギー資源として最も期待される資源であり、地域の環境保全と共に資源の持続的利用に深く関わる重要な資源である。

自然圏／人間圏を包含する自然共生都市圏が自律性を保ち、持続的な資源循環を実現するには、都市・住宅ストックの長寿命化が不可欠であるが、具体的な構築手法や定量化を検討した報告はほとんど見当たらない。

本稿では、自然共生都市地域圏を資源自律閉鎖圏モデルに設定し、木質資源を指標に資源循環のためのシナリオ策定を行う。すなわち、自然共生都市地域圏における森林の在り方を考え、木質資源の生産と消費を同調させた理想的な循環システムを考察する。

2. 基本的な考え方

2.1 自然共生都市地域圏と森林の機能区分

人間活動の場である都市圏（人間圏）が長寿命であるあるためには、建物・道路などのハードウェアの物理的・化学的劣化が小さく、機能の劣化がないことが必要であるが、その他にも、文化的に陳腐化しないことや社会変化・自然インパクトに対応できること等の機能が求められる。さらに、資源自律的であり、自然圏と時空的に繋がってその生存基盤の持続性が保証されていることも重要である。^{1, 2)}

このような長寿命都市の持続性を保証するために、岡本は自然圏、人間圏ならびにその中間に位置して自然・人間が共生し、相互に利用しあう共生圏、いわゆるバッファー圏から構成される自然共生都市圏の概念を提唱している。^{1, 2)}

このように地域空間を役割に応じて機能区分し、これを管理する Zoning Management の手法は、近年の森林管理にも適用されている。たとえば、熱帯林に関する持続的な森林管理 (Sustainable forest management) では天然林 (一

次林)を残し、生物多様性を確保した環境保全林、二次林で人間との共生をはかる里山共生林、および資源利用のための資源開発林の3つの機能に区分し、管理される。資源開発林の地域では、パラゴムノキやアブラヤシなどのプランテーション経営が行われ、里山共生林における持続的利用についての在り方なども検討されている。³⁾

わが国でも、昨年森林・林業基本法が制定され、森林の機能区分別管理が導入された。これによると、総森林面積2510万haは、水土(環境)保全林、里山共生林、および資源循環利用林に区分けされ、それぞれ1300、550および660万haが充当されている。

したがって、自然共生都市圏の概念に上述の森林の機能区分を重ね合わせることにより、地域の自然圏と木質資源の持続性が共に確保される基盤が整うことになる。表1は、このような自然共生都市地域圏と森林の機能区分との対応関係を示したものである。

表1 自然共生都市地域圏と森林の機能区分の対応関係

自然共生都市地域圏	自然圏	共生(バッファー)圏	人間圏
森林機能別管理区分	環境保全林	里山共生林	資源循環利用林
施業方式	天然林主体	> >	人工林主体
針葉樹/広葉樹	広葉樹主体	> 複層林・混交林 >	針葉樹主体

2.2 資源自律型地域圏

地域における木質資源の自律性と持続性を確保するには、その生産と消費を同調させた循環システムを構築することが必要不可欠である。すなわち、木材の消費を森林の純生長量以内に抑えることが必要になるが、ここで重要なことは資源循環利用林から見込まれる木質の純生長量を対象とすべき点である。もちろん、環境保全林や里山共生林から間伐等の施業による部分的な木材供給が見込めるが、立地や製品の質・量の観点から、経済林としての安定供給を期待できない。これらは主として二酸化炭素排出削減問題に絡んで、森林の二酸化炭素吸収分(基準年の最大3.9%相当、すなわち、1300万炭素トン、原木換算で約5200万m³)に充当したり、文化財建築のための長大材の供給に充てるべきであろう。

いま日本全体を資源自律閉鎖圏と考えると、木材供給の対象となる資源循環利用林は660万haである。主として住宅材料として使われる比較的成長の早いスギ・ヒノキ等の針葉樹が植林された人工林地帯が中心となる。資源循環利用林のha当たりの年生長量を5m³/haとすると、持続的に利用しうる木材の年間供給量は、リサイクルしたものを除くと、3300万m³程度と見込まれる。この値は、わが国の現在における年間木材消費量のおよそ1/3に相当する。

したがって、木質の生産と消費の循環プロセスを構築するには、現在の消費を大幅に抑制することが必要になる。木質の生産 加工 利用 廃棄に至る一連の

プロセスにおいて一層の有効利用を図ると共に、長期耐用と再利用・再生利用のための技術開発が不可欠である。換言すれば、木質住宅の長寿命化とリサイクル利用技術の開発が緊要である。

3. 現状分析：木質資源のフロー解析

統計資料をもとにわが国の木質資源の物質フロー（1997年）をまとめると、図1の通りである。わが国の年間木材需給はおよそ1億m³である。このうち、約40%が紙・パルプに、残りは建設・土木用である。したがって、木材需要の過半は住宅を主体にした建材に使われている。最近30年間の木材需給の顕著な変化は、国産材率が70%から20%まで大きく低下したことと、輸入材では製品群の急増が特筆される。

製材・集成材および合板の加工歩留まりは約65%であるが、各々の木材産業で排出される木質廃棄物はチップとしてカスケード的に再利用されている。すなわち、50%は紙パルプや木質ボード原料に、残りの50%はエネルギー変換され、全体として95%以上のリサイクル率に達し、有効利用が進んでいる。

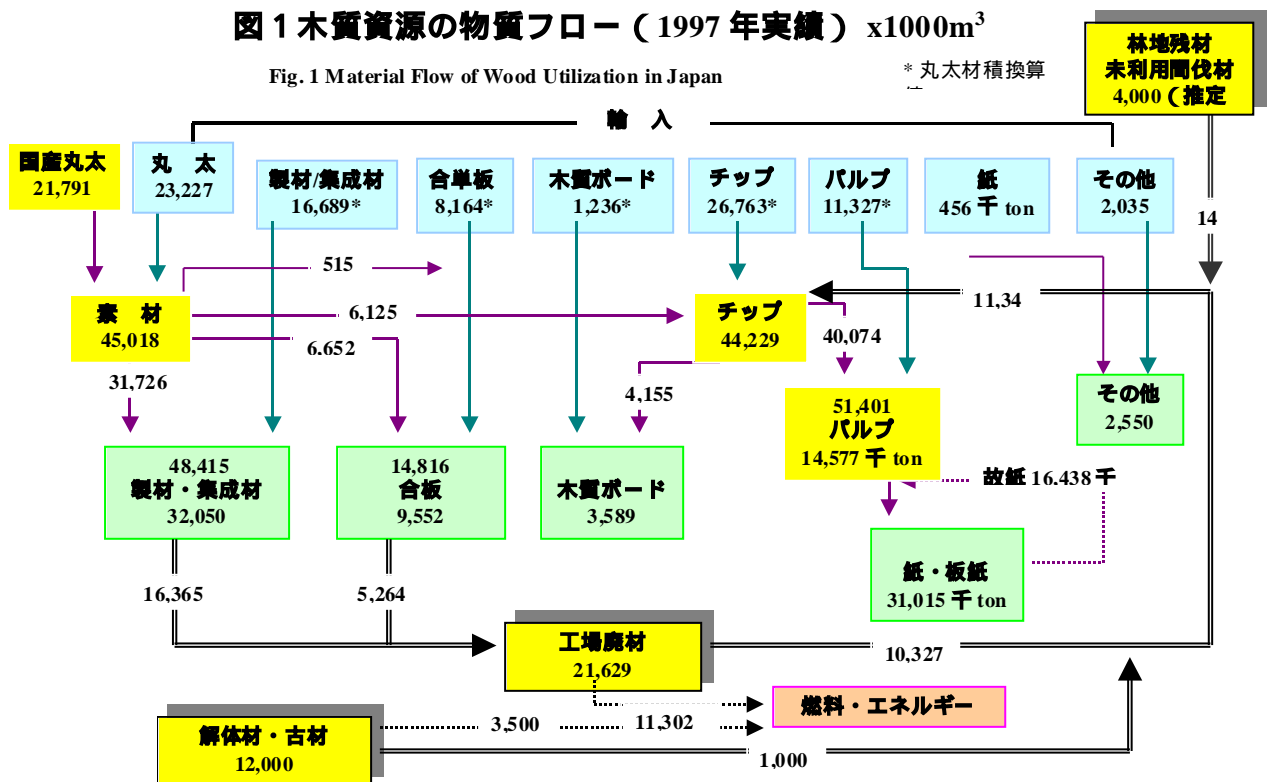


図1 わが国の木質資源の物質フロー（川井、1999年）

一方、解体材は今後恒常的に年間1200万m³（600万トン）程度が見込まれている。そのうち約1/3がリサイクルチップあるいは燃料として利用されているに過ぎず、残りは産業廃棄物として焼却/埋め立て処分されている。しかし、建

設りサイクル法など一連の廃棄物処理法の施行により、解体材の利用が加速されつつある。平成11年における木質ボード用原料への変換は約55万トンであり、ボード工業の年間使用原料のおよそ38%に達している。とくに、パーティクルボードのリサイクルチップ利用率は51%にまで及んでいる。また、紙パルプのリサイクル率は50%である。

4. 自律閉鎖系地域圏の木質資源の持続的利用のためのシナリオと物質フローの作成

木質資源の持続的利用のためのシナリオの策定には、まず自律閉鎖系・自然共生都市地域圏の設定し、人口、資源、経済・社会条件、技術水準等の基本条件を検討することが必要である。地域圏の設定は、例えば、「日本」など一定の資源・経済規模をもち、閉鎖系として捉えやすい地域が望ましい。

次いで、木質原木の加工区分を実状に応じて設定する。たとえば、製材適木50% 製材、製材不適木（小曲がり）30% 単板（合板）、製材不適木（大曲がり・その他）20% チップ（紙パルプ、ボード、エネルギー）、製品歩留まり：製材・合板ともに40%と仮定、残材はチップに利用。

リサイクル率に関する設定や持続的利用のための住宅の条件設定、たとえば、住宅の寿命、住宅着工数、平均床面積、床面積当り木材使用量等の設定をおこなう。

以上の諸データをもとに、持続的利用のための木質資源の物質フローの作成をおこない、自律型地域圏における木質資源利用の在り方を解析する。

文献

- 1) 岡本久人：ロングライフ型インフラ整備政策による地球環境問題と経済問題の解決、土木学会第9回地球環境シンポジウム講演論文集、p.63-70、平成13年7月18-19日、北九州市。
- 2) 岡本久人：利用資源の長寿命化政策による環境および経済問題の解決、日本環境共生学会2001年度学術大会発表論文集、p.99-104、平成13年10月9-10日、大阪市。
- 3) Kawai, S; Okuma, M.; Meshituka, G.; Iiyama, K.: Sustainable Utilization of melaleuca in Naratiwat Province in southern Thailand -A proposal for community based level wood industry, Proc. the International Symposium "Can Biological Production Harmonized with Environment?", p.79-82, October 19-20, 1999, Tokyo.

木質資源を指標にした資源自律型地域圏 福岡県における事例について

岩本 浩（環境テクノス株式会社 環境部 部長）

佐藤 庸一（福岡県水産林務部）

馬場崎正博（福岡市保健環境研究所 所長）

川井 秀一（京都大学木質科学研究所 木質材料機能部門複合材料分野 教授）

1. はじめに

森林（木質）資源は、再生産可能な生物資源の中で生産量が最も多く、地域の環境保全と共に資源の持続的利用に深く関わる重要な資源である。

一方、自然圏／人間圏を包括する圏域が自律性を保ち、持続的資源循環を実現するには、ロングライフの社会資本整備が必要不可欠である。

このような背景から「木質資源を指標にした資源自律型地域圏 ．基本的な考え方」では、木質資源を指標とした自然共生都市地域圏における資源循環のためのシナリオ策定、すなわち、木質資源の生産と消費を同調させた理想的な循環システムについて、その基本的考え方を述べたところである。

本稿では、この基本的考え方に基づき福岡県を自然共生都市地域圏として資源自律閉鎖圏モデルに設定し、木質資源を指標に資源循環のためのシナリオ策定を試みた（木質系ストックの指標：住宅）。

2. ケーススタディのスキーム

福岡県におけるケーススタディのスキームを図1に示す。

資源循環のシナリオが成立するためには、生産と消費の同調が必要条件となる。すなわち木質資源を指標とした場合、「供給可能な木質資源量」と木質系ストックの指標とした「住宅による木質消費量」がシンクロナイズすることで持続的利用のためのシナリオが成立する。

ここでは、供給可能な木質資源量を「森林資源の年間生長量（原木）」と「住宅の解体材」としてシナリオの策定を行う。

なお、策定したシナリオの実現可能性については、シナリオが成立するために必要な「住宅の寿命」を算出し、現在の技術水準における寿命と比較することで評価を行うものとする。

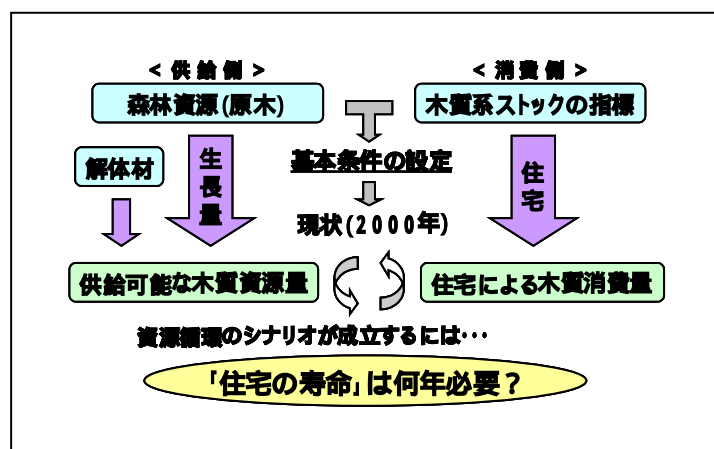


図1 ケーススタディのスキーム

3 . 福岡県における基本条件の設定

シナリオ策定のためには、人口、資源、技術水準等の基本条件を検討する必要があるが、ここでは現状（2000年）をベースに設定することとした。

以下、福岡県における森林資源（民有林）の現状と、それを基に予測した木質資源の持続利用可能量について述べる。

なお、人口、住宅条件など森林資源以外の基本条件については、シナリオ策定の段階で示すものとする。

3 . 1 森林資源の現状

図2は、福岡県の森林全体に占める人工林や機能区分林（環境保全林・里山共生林・資源循環利用林）の比率及び人口一人当たりの森林面積を全国平均と比較したものである。全国平均の占有比率を「1」とした時の「率」で表示したが、全国平均の正五角形に対し、いびつなブーメラン型を呈している。

一人当たりの森林面積は、北九州市、福岡市という2つの100万都市を抱えているため、全国平均の22%程度と、低い数字を示している。それに加えて、経済林として持続的利用を考えている資源循環利用林も12%と低く、全国平均の半分にも満たない比率である。

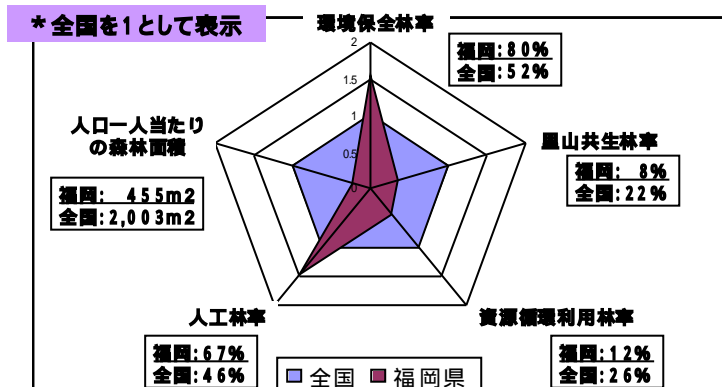


図2 森林資源の比較 (福岡県/全国)

しかしその一方で、スギ、ヒノキなどの人工林が、67% (全国2位) という高い割合を示しているが、この多くは環境保全林に含まれていることになる。これらの人工林は、経済林という位置付けではないために、適正な管理がなされていないことが推測できる。

以上のことを整理すると、福岡県の森林資源の特徴は次のとおりとなる。

- 人口1人当たりの森林面積が小さい (全国平均の22%)
- 資源循環利用林率が12%と低い (全国平均 25%)
- 人工林率が67% (全国2位) と高い (全国平均 46%)

これらの特徴を勘案すると、資源循環利用林だけを対象とした利用では明らかに非現実的なシナリオになるであろうことが予測される。したがって、福岡県については「森林全域の人工林」を対象に、その総生長量を持続利用可能量としてシナリオ策定を行った。

ただし、すべての人工林が経済林として成立するような適正な管理を行うことが前提条件となる。

3.2 森林資源の持続利用可能量の予測

(1) 機能区分ごとの予測

本稿のベースとなる「木質資源を指標にした資源自律型地域圏 . 基本的な考え方」に基づき、森林の機能区分ごとの持続利用可能量（総生長量）を算定した結果が表1である。人工林と天然林の生長量をそれぞれ 6.00m³/ha、0.95m³/haとした時の予測値であり、このうち本来の持続利用可能量として設定すべき資源循環利用林の総生長量は、全体の11%程度である。

表1 福岡県における森林の役割、機能分離と持続利用可能量の予測

自然共生都市地域圏	自 然 圏	ハ ッ プ ア - 圏	生 活 圏	合 計	
機能・役割	水土保全林	里山共生林	資源循環利用林		
森 林 面 積	ha	156,144	16,472	23,029	195,644
総 蓄 積 量	m ³	34,002,230	1,890,618	4,242,726	40,155,574
ha 当り蓄積量	m ³	218	115	184	205
総 生 長 量	m ³ /年	692,728	35,620	90,282	818,630
ha 当り生長量	m ³ /ha	4.44	2.16	3.92	4.18
持続利用可能量	m ³ /年	692,728	35,620	90,282	818,630
(面積) (生長量)					
人工林(67%): 129,338 ha 6.00 m ³ /ha					
天然林(23%): 45,007 ha 0.95 m ³ /ha *ただし、竹林等は除く。					

*自然共生都市地域圏の各区分を森林のゾーニングに当てはめた。

(2) 人工林を対象とした場合の予測

福岡県のシナリオではすべての人工林を対象とするため、その場合の持続利用可能量は、人工林の総面積（ha）に単位面積当たりの生長量（m³/ha）を乗ずることで求められる。

持続利用可能量(/ 年)	129,338m ³ @ 6.00m ³ /ha = 776,000 m³
----------------------	---

4. 福岡県における森林資源の持続的利用のためのシナリオ

4.1 木質資源の現状解析

統計資料及びわが国の木質資源の物質フロー（川井、1999年）を基に、福岡県の木質資源の物質フローを推定した（図3）。製品は、製材（集成材）、合板、紙・パルプ等の3つに大別した。このうち製材と合板の利用歩留まりは、製造時には約65%であるが、施工時のロス約15%を見込むと、最終歩留まりは50%程度となる（各製品の原料投入量と製品生産量から推定）。

住宅等の解体材については、その一部が原料、燃料用チップとしてリサイクルされているが、リユースされているものは殆どなく、大半は、産業廃棄物として

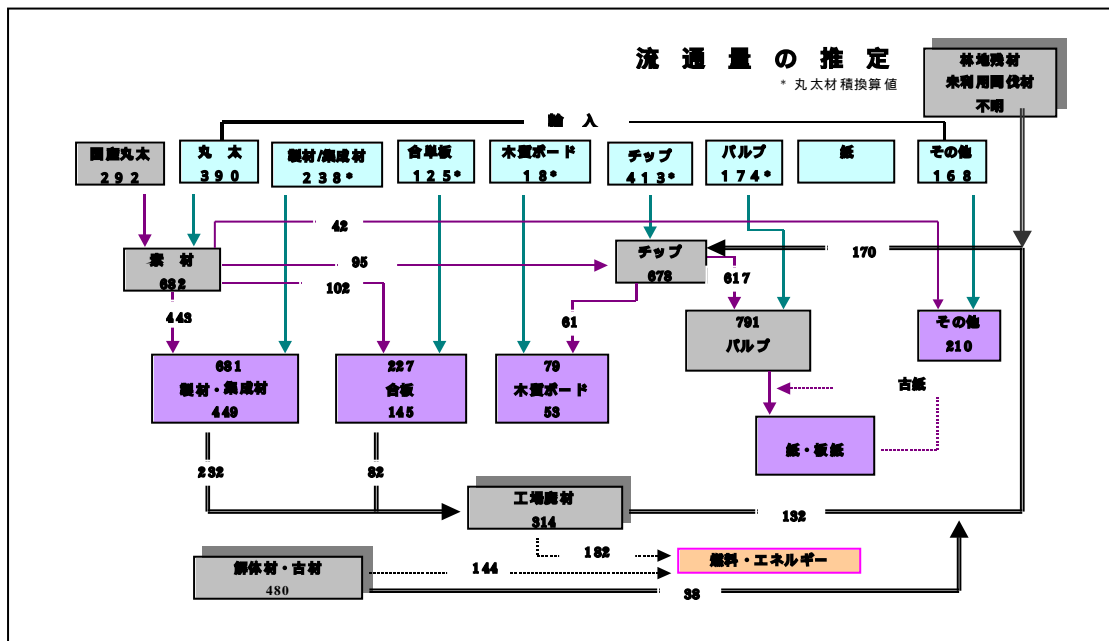


図3 福岡県における木質資源の物質フロー

処理されているものと考えられる。

4.2 福岡県の住宅等の現状

ここで策定するシナリオは、木質資源の消費が大きい「住宅」を木質系ストックの指標とするため、その現状を以下に整理する。

人口（2000年国勢調査）	5,015,639人
世帯数（2000年国勢調査）	1,917,721世帯（設定上は、住宅戸数とする）
住宅の寿命（2002年現在）	約30年（福岡県における建て替えサイクル）
着工数（2000年度）	49,591戸（2000年度） 約50,000戸
木造率（2000年度）	木造：32% 非木造：68%（集合住宅含む）
平均床面積（2002年現在）	90 m ² /戸
木質資源使用量の原単位	木造：0.2 m ³ /m ² 非木造：0.04m ³ /m ²

4.3 福岡県の持続可能な木質資源供給量

木質資源については本来、資源循環利用林から供給され、その生長量の範囲内で利用すべきである。しかし、福岡県の場合、資源循環利用林の面積が23,000 ha (12%)と小さいため、持続利用可能量が90,000 m³となり、全体を賄う供給量としては少ない。その一方、福岡県の人工林は、森林全体の約67% (全国2位)と高い比率を占めている。したがって、ここの試算では水土保持林、里山共生林の人工林からも木質資源の供給を受けるものとする。これにより、健全な森林の維持管理も併せて行うことができる。

木質資源供給量(/ 年)	129,338 m ³ × 6.00 m ³ /ha = 776,000 m³
----------------------	---

以下、持続可能な「住宅」への木質資源供給量 (m³ / 年) を算出する。

原木の加工区分 (製材が住宅供給分)

区 分	比率	素材量 m ³	製品名	歩留	製品量 m ³
全 体	100%	776,000	下記3種類	60%	465,600
製 材 適 木	50%	388,000	製 材	50%	194,000
製材不適木 (小曲)	30%	232,800	合 板	50%	116,400
製材不適木 (大曲)	20%	155,200	パルプ等	100%	155,200
<ul style="list-style-type: none"> ・ 製材・合板の歩留：加工歩留まり65%，施工時ロス15% ・ 非住宅用建材としての木材利用は考慮していない ・ 家具としての木材の利用：人工林以外の広葉樹を利用する ・ 土木資材としての木材の利用は考慮していない 					

解体材からの供給 (リユースが住宅供給分)

循環の考え方として、現在の住宅ストック数を維持することを目標としている。したがって、年間に発生する解体材を、原木の供給量とイコールと考え、そのうち80%がリサイクルされると仮定する。その内訳は次のとおりである。

区 分	リサイクル率	リサイクル量 (m ³)	備 考
全 体	製材・合板の80%	248,300	住宅，チップ
リ ユ ース	製材の40%	77,600	住宅
リサイクル	製材の40%	170,700	原料チップ
	合板の80%		燃料チップ

住宅供給分の合計

原木からの供給分と、解体材からの供給分の合計が、住宅へ供給可能な木質資源供給量となる。

住宅供給分(/ 年)	194,000 m ³ + 77,600 m ³ = 271,600 m³
--------------------	---

5. 持続的循環利用のための物質フローについて

ここでは、住宅へ供給可能な木質資源量 271,600 (m³/年) を用いて、年間に着工可能な住宅戸数を求め、木質資源の持続的利用のために必要な「住宅の寿命」を試算した。試算条件として、長寿命化に伴う住宅の耐久性を考慮して、1戸当たりの木材使用量は現状の 1.5 倍に設定した。

条件設定

木質資源量	192,000 m ³ /年	住宅ストック数	1,920,000 戸 (= 世帯数)
平均床面積	110 m ² (現在の全国平均水準 / 福岡県の平均は 90 m ²)		
木造率	木造 : 32 % 非木造 : 68 % (現状ベース)		
木材使用量	木造 : 0.3m ³ /m ² 非木造 : 0.06m ³ /m ² (現状の 1.5 倍)		

年間着工戸数の算出

年間着工数を「x」とすると次の式が成立する。

$$\left(\begin{array}{l} \text{木造に要する資源} \quad \text{非木造に要する資源} \quad \text{総資源量} \\ (0.32x @ 0.3 @ 110) + (0.68x @ 0.06 @ 110) = 271,600 \end{array} \right)$$

この式を解くと、年間着工戸数 x 18,000 戸となる。

木質資源の持続的利用のために必要な「住宅の寿命」

現在の住宅ストック数を維持することを前提とするならば、「住宅の寿命」は住宅ストック数を年間着工数で除することで求められる。

住宅の寿命	1,920,000 戸 ÷ 18,000 戸/年	110 年
--------------	--------------------------	--------------

6. まとめ

福岡県においては、資源循環利用林として区分される森林は少ないが、全体に占める人工林率は 67% (全国 2 位) と高い。よって、水土保持林、里山共生林に占める人工林部を適正に管理することで、その中から木質資源を供給することが可能と考えられる。

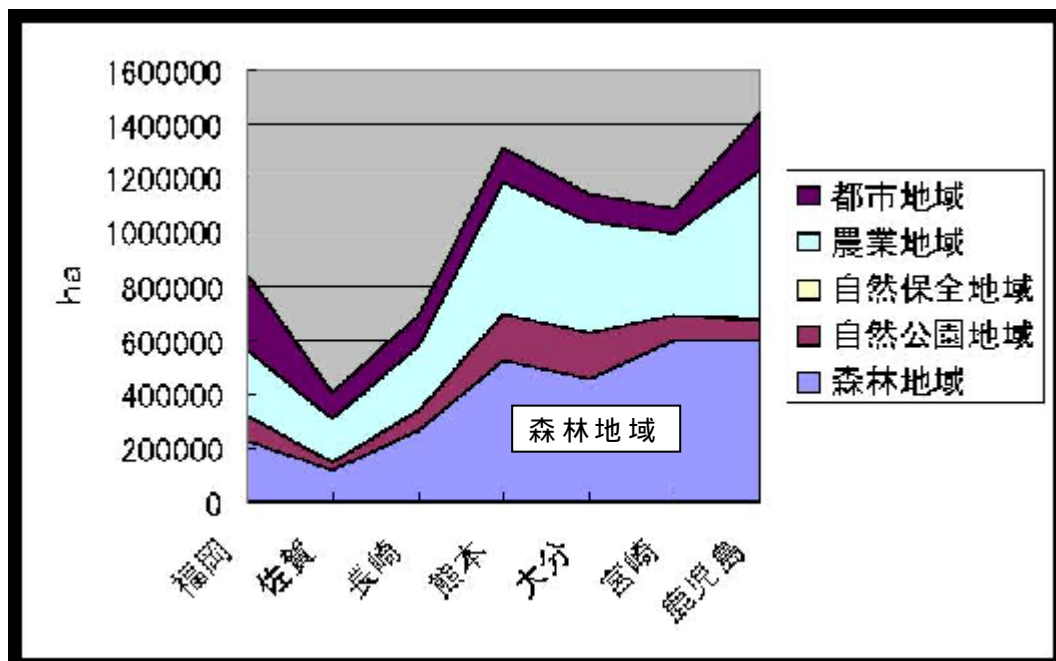
この条件で、木質資源を持続的に利用でき、かつ現在の住宅ストック数を維持するのに必要な「住宅の寿命」を算出した結果、約 110 年という数字が得られた。これは、福岡県の建替えサイクル(30 年)の約 4 倍に相当し、現在、国土交通省が目指している長寿命住宅の目安である 100 年をも上回っている。

したがって、現在の長寿命化に関する技術水準では、福岡県を木質資源の自律型地域圏とするシナリオの実現可能性は低いと考えられる。

しかしながら、北九州市が持つ高度な工業技術のポテンシャルを生かすことで、長寿命型住宅用新建材の開発やリサイクル技術の向上が期待できる。

資源自律型地域圏は、成立する範囲が狭ければ狭いほど理想的である。今後、福岡県が資源自律型地域圏の成立を目指した森林管理、技術開発に力を注がれることを強く期待したい。

その上で、九州全域での検討も必要と考えられる。以下、九州全県の土地利用状況を示して終わりとする。



参考文献

- 1) 福岡県：平成 13 年度 森林・林業白書「森林・林業・木材産業の動向と課題」
- 2) 福岡県水産林務部：平成 13 年度 福岡県林業統計要覧
- 3) 川井秀一, 佐藤庸一, 馬場崎正博, 岩本浩：木質資源を指標にした資源自律型地域圏 . 基本的な考え方, 研究・技術計画学会第 17 回年次学術大会講演要旨集 p.634-637, 北九州市 (2002)

工業地帯における自然共生型環境創成の考え方

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）

薛 孝夫（九州大学大学院 農学研究院 助教授）

神力 潔司（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 課長）

岩本 浩（環境テクノス株式会社 環境部 部長）

1. はじめに

1.1. 調査研究の背景および目的

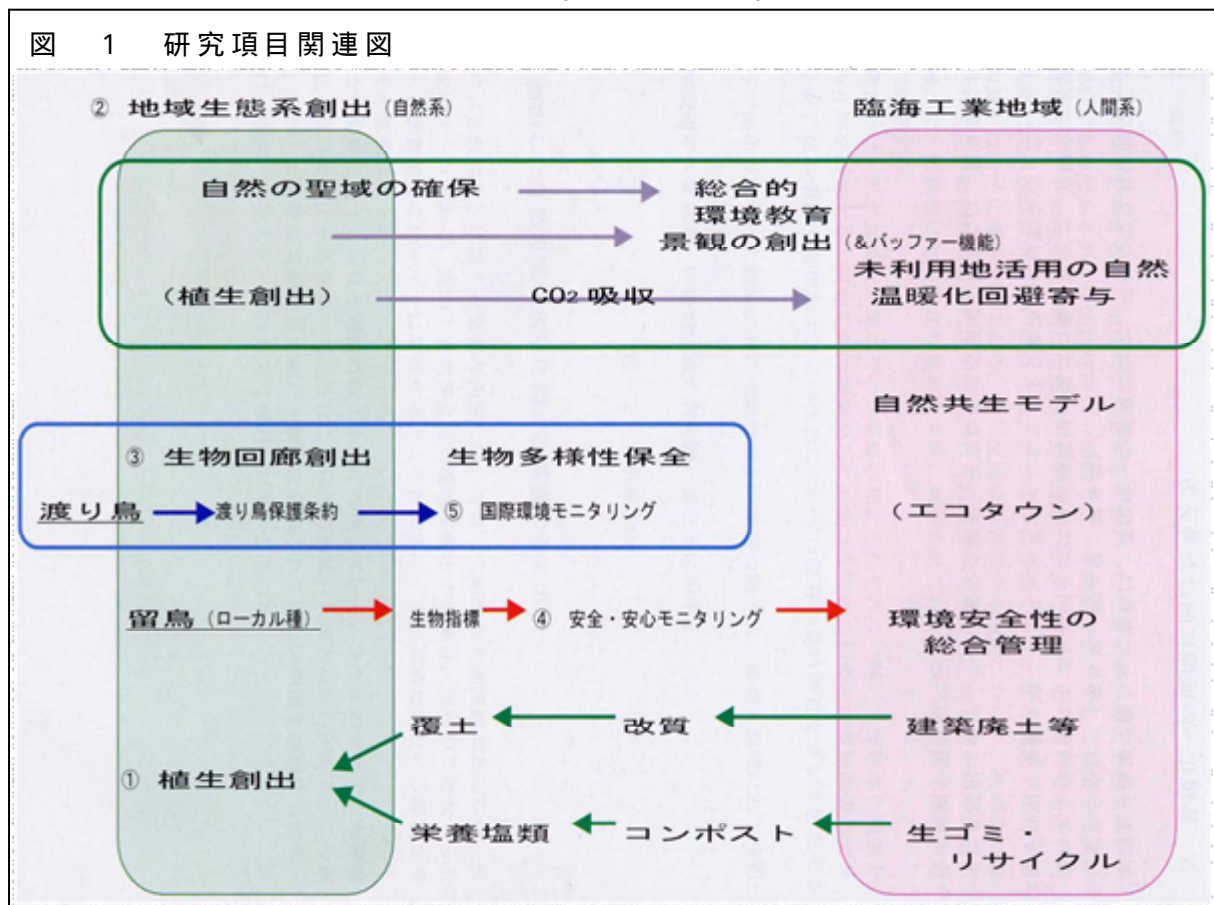
平成11年7月、通商産業省（現：経済産業省）の産業構造審議会は、「循環型経済システムの構築に向けて」と題する循環経済ビジョン¹⁾のもとに資源有効利用促進法の施行など循環型社会形成を推進するとともに、法体系の整備が開始された。

これにより、幅広い業種、製品を対象に横断的な視野による規制が開始されると同時に、廃棄物に関しても廃棄物処理法が改正されるなど循環型経済システムの構築に向けた対応が活発に検討されている。

一方、環境省では平成14年3月に閣僚会議で決定された「新・生物多様性国家戦略」²⁾を中心に自然共生型の社会形成を目指した動きを展開している。

このような背景のもと、次世代へ向けた自然共生型の環境創成を目指した臨海工業地帯の在り方に関する調査研究（図-1参照）を実施した。³⁾

図 1 研究項目関連図



一般的に埋立地は浚渫土や建設残土等で造成された無機質な土壌であり、河川等による栄養塩類の供給がないため、植物相の成長が遅い。そのため、多様性のある生態系を持った豊かな自然が形成されるまでには長い期間が必要である。

そこで、埋立地という人工的基盤に多様な生態系を有する自然環境を短期間で創出するとともに、創出した自然環境を人間が有効に利用できる方法について北九州市の響灘地区（図 2 参照）を対象に研究を行った。

図 2 響灘地域及びその周辺状況



2. 無栄養塩環境における自然創出の考え方

2.1. 資産（ストック）として根付く自然系の創出とは

臨海埋立地における自然系創出の目標は、第一にその地域の地理的特性を生かした生態系を創出することである。次に臨海埋立地という未成熟の自然環境の中に『やがて創出する潜在的な生態系』を想定する。また、工業地帯における自然共生では、自然環境を人間が利用することも考慮し、自然と人間の関係を相互に組み合わせたものでなければならない。

実際における自然創出の方法は、生態系の生産基盤である植物相を植栽することであり、その設計においては、食物連鎖の上位動物を指標にすることが望ましいと考える。

つまり、生態系や自然系の創出と人間系の利用を組み合わせた『自然共生』であると整理することが可能である。

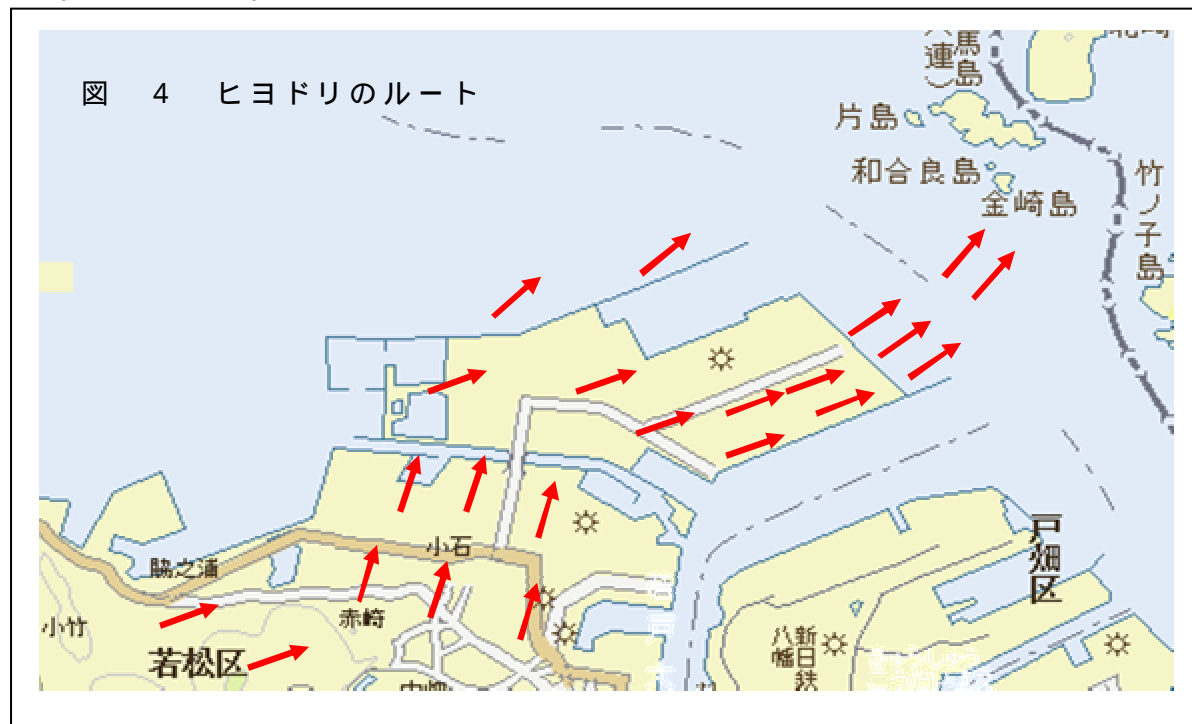
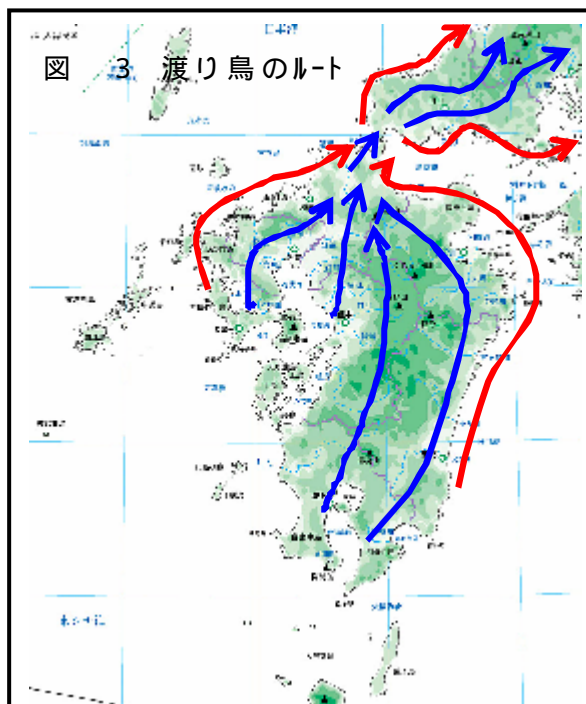
2.2. 対象地域の地理的特性と自然創出

北九州地域は、九州と本州の陸の接点であるという地理的特性から陸地に沿って移動する渡り鳥のルートとなっている（図 3 参照）。

響灘地域に限定した調査の結果からは、響灘埋立地区の上空をヒヨドリが通過をしていることが検証できた（図 4 参照）。

また、北九州域内における旅鳥（渡り鳥）の移動ルートの詳細を見るため、春季に北九州を北上する旅鳥の経路を確認した（図 5 参照）。

日本全体で見ると、日本海を湖にたとえるならば、当該地は冬の越冬地として生息する海鳥の収容地となっている（図 6 参照）。



このことは、人的に変えようのない地域の特性や条件が元々から存在していると捉えることが可能である。

調査の結果からも対象地域に渡来する鳥類の種数は、旅鳥 66 種、冬鳥 90 種、夏鳥 19 種、さらに留鳥は 50 種であり、他の地域に比べて非常に多く、この地域の特殊性を検証することができた。

したがって、当該地の自然創出においては、食物連鎖の上位消費者である「鳥」を指標に生産者としての植生の設計を考えた（図 7 参照）。

図 5 北九州域内における旅鳥の移動ルート（春）

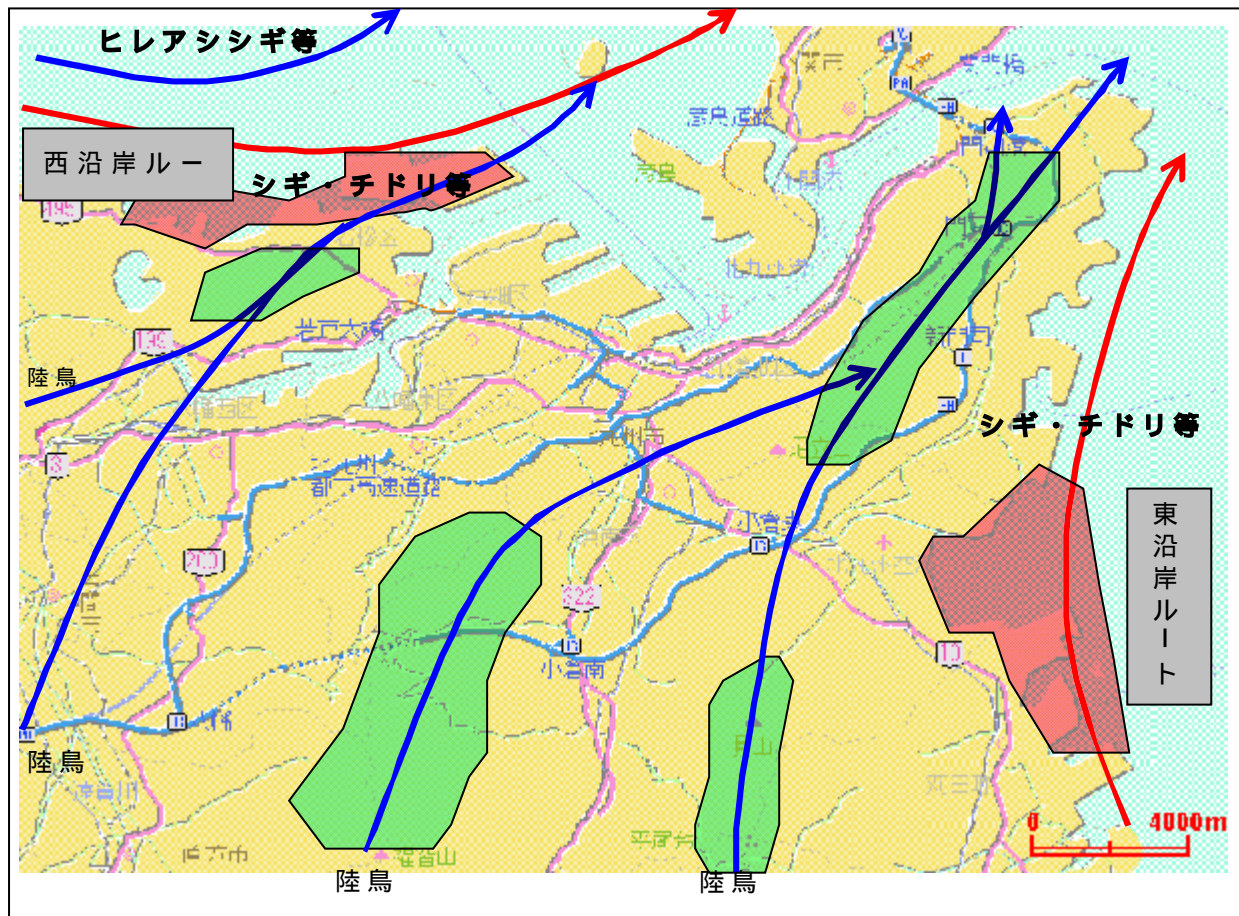


図 6 環日本海生態圏

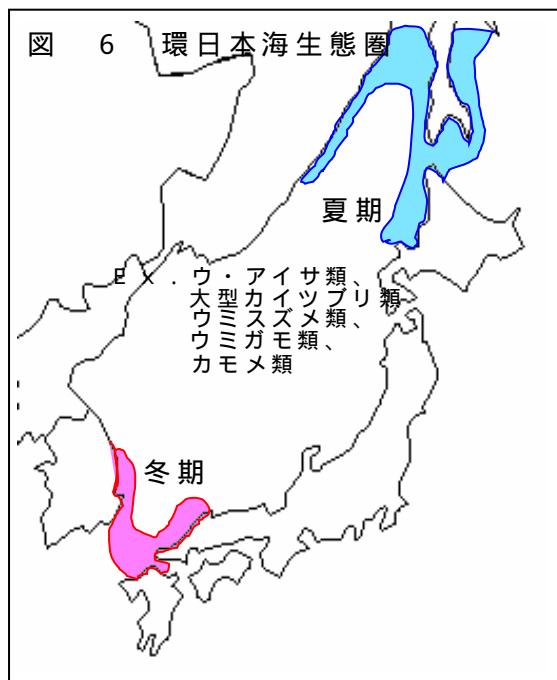
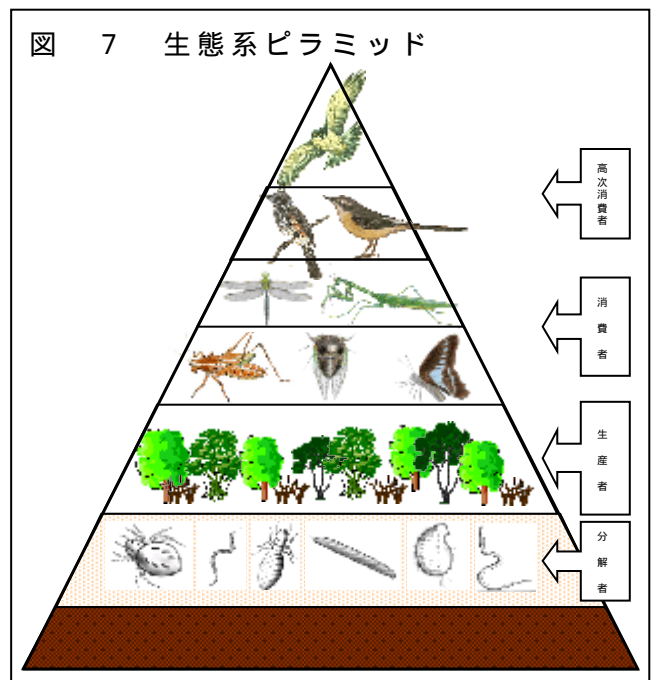


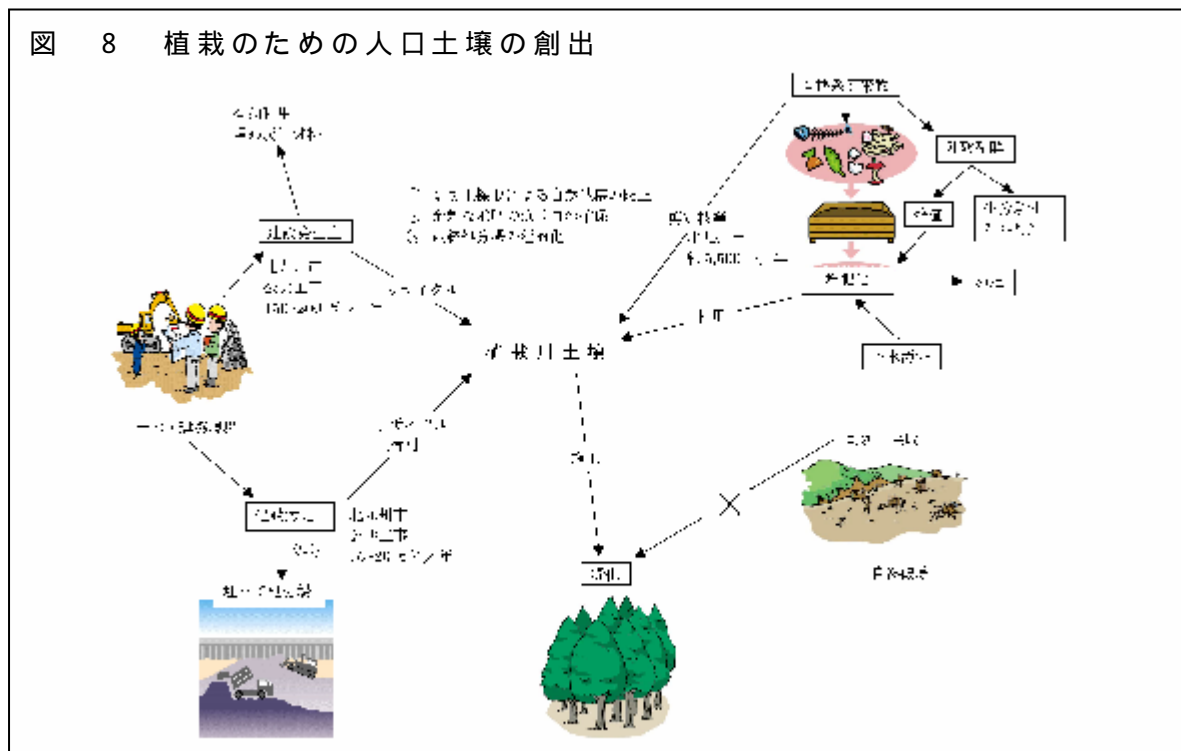
図 7 生態系ピラミッド



2.3. 新たな自然破壊を起こさない自然創出

2.3.1. 廃棄物系土壌と廃棄物系栄養塩の組合せから

一般に植物にとって好適な土壌は、粘土、シルト、砂からなり、水と空気が移動しやすい団粒構造となっている。通常、埋立地のような土質に植栽を行う場合、上記の特殊性を有するマサ土等の自然土を利用している。その場合、マサ土を採取する場所での自然破壊が生ずる可能性がある(図 8 参照)。そこで、これを回避するために人工的植栽土壌の研究を行った。



土質基盤としては建設発生土、建設汚泥等を中心に、また、栄養塩類の源泉として生ゴミ、剪定枝、下水汚泥等廃棄物を有効に利用してこれらを組み合わせることで植栽可能な土壌を創出する方法を研究した。また、一方で植生の遷移が自由に進む樹林帯、あるいは動植物が豊かな環境を自生できる効果的な構造を埋立地に創出するための方法等を研究している。

この方法は、コストミニマムな自然創成システムを確立することを目指したもので、これにより公共事業等でより広範囲な水平展開が期待できる。換言すれば、廃棄物等を利用し、より早くて低コストで自然創成を行うための技術・システムを目指したものである。

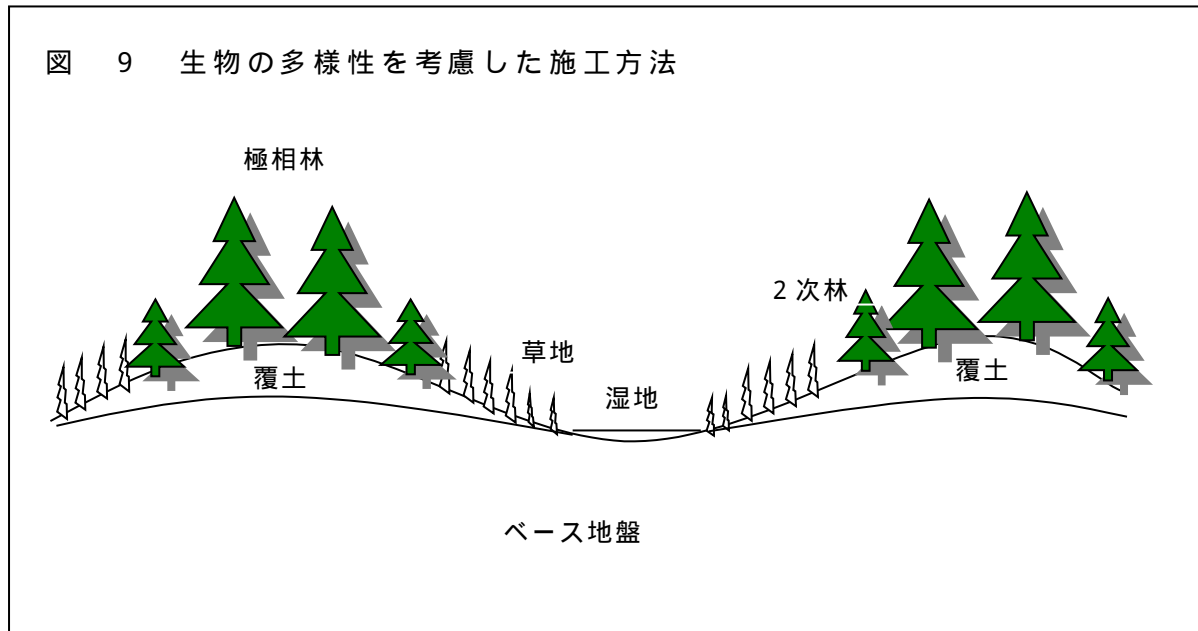
2.3.2. 植栽基盤の施工方法

植生設計の指標である鳥類のほか、より多様な動物の生息を可能にするため、樹林帯から湿地までの多様な環境を作り出すことを目的とした施工方法を研究した。

埋立地は地下水位が高く、塩分が多い。したがって、樹木を植栽する場合には、最低でも1から1.5mの高さに覆土する必要がある。また、土地の排水性や自然

の遷移を考慮して起伏をつけた覆土を行う必要がある（図 9 参照）。

このことにより、植物は落葉広葉樹、灌木から草地、湿地性などに対応でき、生物の多様性を創出することが可能となる。



3. 生物回廊の設計・創出

3.1. 自然特性から

当該地は臨海部の埋立地という平坦地形である。その中に渡り鳥の経路（地理的特性）を織り込んで、いかなる植生を設計するかが課題となる。

鳥を頂点とした生態系・食物連鎖を作り出すための植生を、鳥相（種）や個体数などに考慮しつつ、その移動経路となる回廊を設計する。

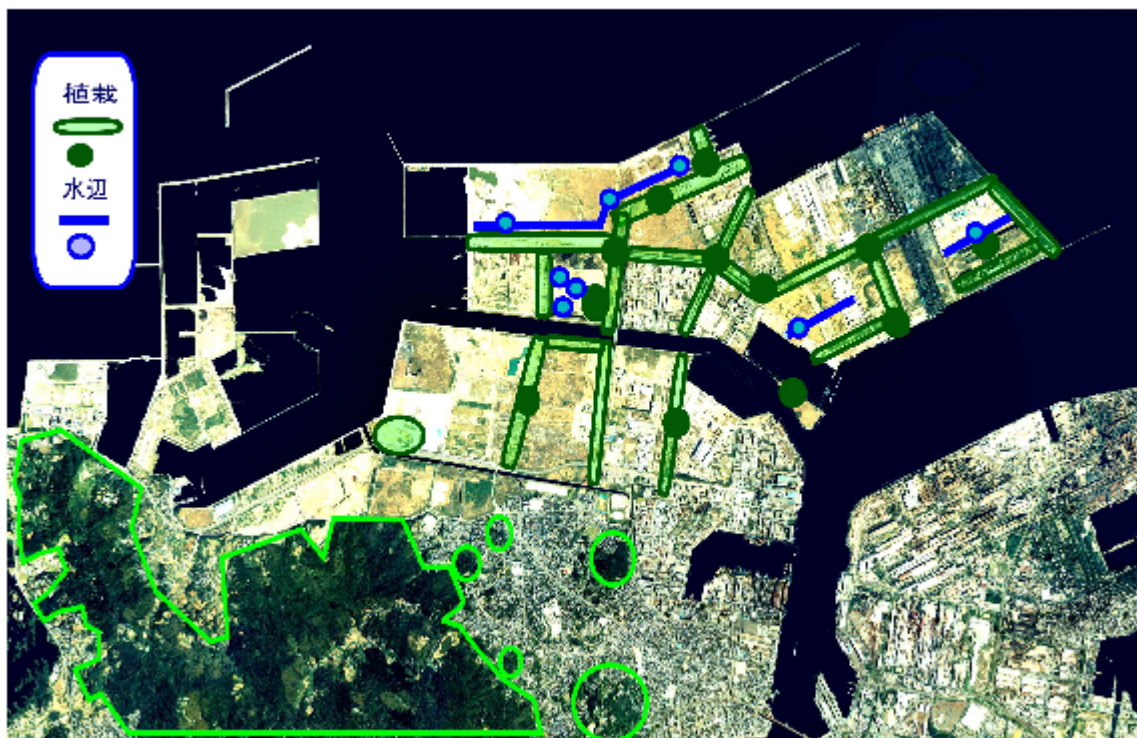
3.2. 植生の構成

「食物連鎖の環」、すなわち生態系を創出するために生態系の基盤となる植生の構成を次のように考えた。

まず、当該地で周年生息する鳥類や当該地を通過する鳥類の餌や繁殖の場となる樹種の選定を考えた。次に、鳥を頂点とした肉食性鳥類の餌となる小動物や昆虫等も、その餌である植物に強い関係があるため、その意味からも樹種等の構成を考えた。

植物の具体的な配置設計においては、鳥や小動物の移動に対応した植生の配列（ライン）や非難場所として渡り鳥などの群を収容できる規模の塊（コア）、さらに水辺を取り入れることが可能な構成とした（図 10 参照）。また、工業地帯という条件を逆に利用して人間との直接的な接触を避けるような緑地を創る工夫も検討した。

その他、自然共生型施工例として「道路の動物横断溝」、「生物横断橋」、「ローカル種による屋上緑化や工場内緑地」等があるが、その設計に関しては可能な限り直線を排除し、曲線的な設計をすることが望ましい。



4. 創出した自然系の利用

4.1. CO₂の吸収・固定

CO₂の吸収・固定は当然のことであり、議論を尽くされているため、ここではあえて詳細な説明については省略する。

4.2. 安心・安全のためのモニタリングシステム

環境の安全性を確認する化学分析等の各種手法があるが、過去の様々な事件の影響から、それらの対応では十分な安心を周辺住民に与えることはできない。そのため、当該地域に生息する生物を指標とした環境の安全性モニタリングの方法の研究を進めている。

その1つは「食物連鎖の頂点である鳥類（留鳥）を継続的にモニタリングし、その個体数や繁殖の推移を指標にして環境の安全性を知る方法」である。

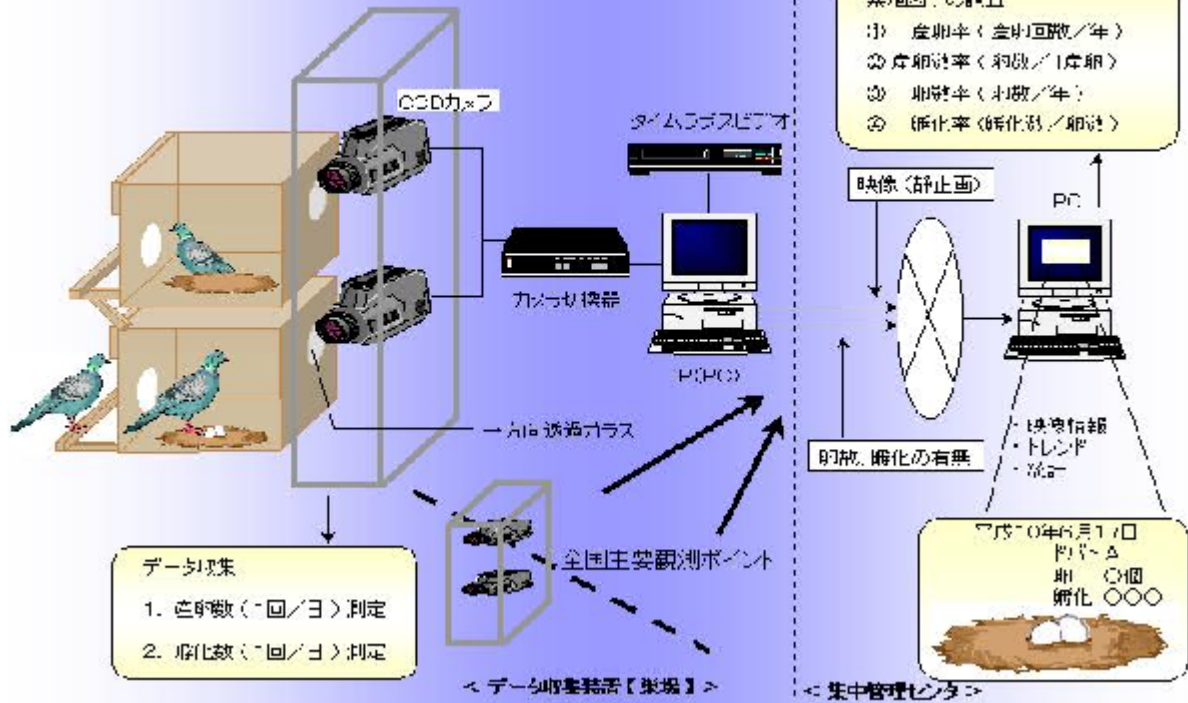
次の方法は「環境から採取した渡り鳥の毛根組織等を化学分析し、微量元素の蓄積等から環境の安全性を知る方法」である。この場合、鳥類は人間より世代交代が早く、有害物質の生物濃縮が促進されるので、その存在や影響を早期に発見・確認できる。さらに、後者の方法は、渡り鳥を対象に調査した場合、国境を越えた広域の国際環境モニタリングが可能となる。

これらの研究は、特定の環境脅威を検出するものではなく、地域の環境全体の生命に対する安全・安心の状況を総合的にモニタリングすることを目指したものである（図 11 参照）。

図 1-1 環境モニタリングシステム

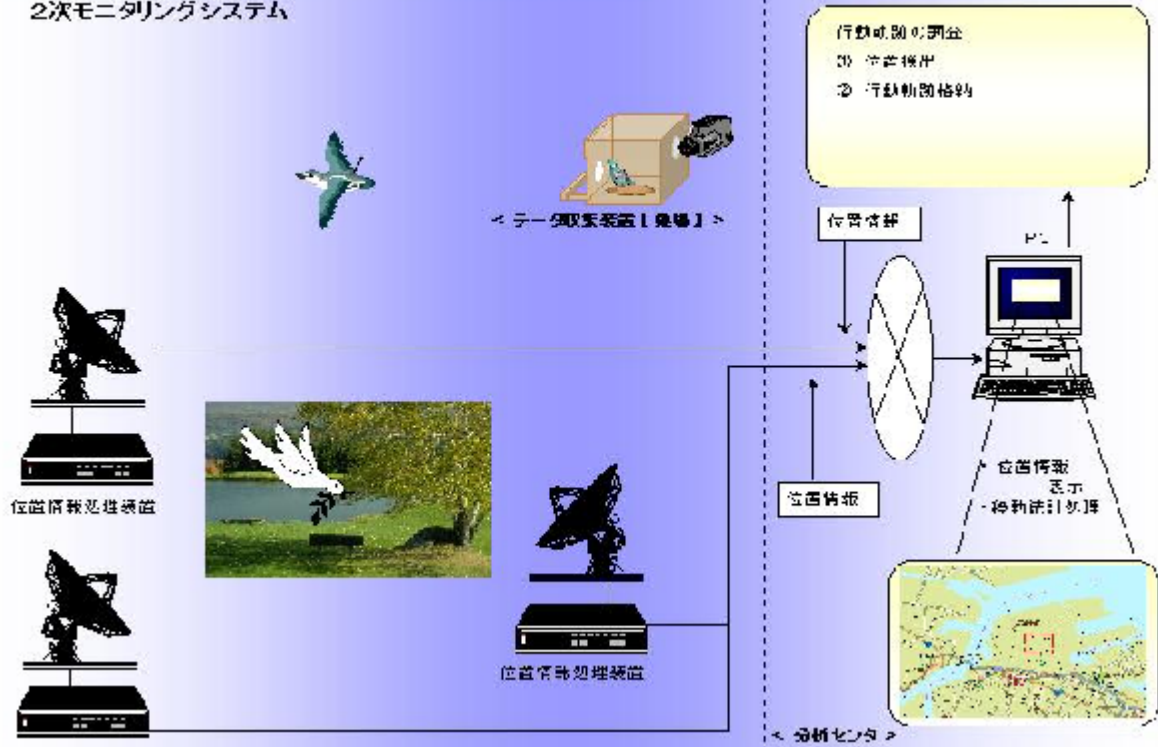
生物生存適合度/環境モニタリングシステム

1次モニタリングシステム



生物生存適合度/環境モニタリングシステム

2次モニタリングシステム



4.3. 付加価値の向上と未利用地の自然への貸与

埋立地では植物の自生に長い年月を必要とするため、景観を理由に周辺住民から非難されることが多い。そこに人為的に豊かな自然や植生を創出し、「緑に埋もれた工業地帯」という魅力的な景観を創出することが大きな意味を持つ。つまり、この自然と共生した工業地帯の景観は、その土地の安全・安心に関する信頼度が高められ、土地の付加価値向上をもたらし、遊休地の売却等で有利に働くこととなる。

さらに、広域な面積を有する埋立地の未利用地に自然を創出できれば、生物多様性保全の場として活用が可能であり、植生の創出によるCO₂の吸収にも貢献することができる。このことは、生物種・生態系の保全に関し「新・生物多様性国家戦略」の目標に添うものである。

5. 今後の展開

5.1. 都市系への展開

臨海工業地帯における自然共生型環境の考え方を、都市・流域圏の自然創成へと展開することを検討している。環境低負荷型自然創成技術としてのリサイクル改良土壌の考え方や地理的要因や特性に配慮した自然共生システムの創成、同時に地域内資源の自律的な同調や持続性に配慮する方法等、都市系のシステムに総合的に組み込むことが可能である。

人間活動の主要な場である都市圏を長寿命型にする場合には、建物・道路等のインフラを長寿命化すると共に、自然系の創出が重要になる。それは、将来起こり得る自然系や社会系からの変動やインパクトに順応・吸収するためのバッファ機能として有効に利用することが可能である。^{4) 5)}

5.2. 総合的環境教育への展開

地球環境問題をはじめとした環境問題に対して関心が高まる中で、今後の環境教育を「自然と人間の共存・共生」として理解するとともに、環境教育の実施に際しては、自然科学のみならず社会科学の分野までも包括した幅広い総合的な学習と体験的なフィールド学習が必要である。全国的に見ても「環境活動施設」、「リサイクル施設」、「自然公園施設」、「野外活動施設」、「科学館・博物館・資料館」、「生涯学習施設」という個別の目的に応じた移設は整備されつつあるものの、これらの諸施設・拠点が横断的に総合的に整備可能な潜在能力を持ち併せた地域は現在のところ響灘臨海工業地帯以外では存在しない。

以上のことから、当該地域をここでいう計画にしたがい自然共生型の工業地帯として具体的に創造することが可能となれば、総合的な環境教育を一挙に達成可能となる。

さらには、自然の解説や教育のプログラムを環境管理・調査や影響評価と同時に解決するための方法論に関する研究も今後は必要となるであろう。

参考文献

- 1) 経済産業省：循環型経済システムの構築に向けて（循環経済ビジョン）、平成11年7月
- 2) 環境省：新・生物多様性国家戦略、地球環境保全に関する関係閣僚会議決定、平成14年3月
- 3) 経済産業省九州経済産業局、学校法人九州国際大学次世代システム研究所：平成13年度臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査事業報告書
- 4) 岡本久人：利用資源の長寿命化政策による環境および経済問題の解決、日本環境共生学会 2001 年度学術大会発表論文集、p.99-104、平成13年10月
- 5) 岡本久人：ロングライフ型インフラ整備政策による地球環境問題と経済問題の解決、土木学会第9回地球環境シンポジウム講演論文集、p63-70、平成13年7月

長寿命型素材 / シーズ技術 - 1 金属材料 (鋳物の例)

是永 逸夫 (北九州産業学術推進機構・元日立金属(株) 技術士)

石原 安興 (山口大学・日立金属(株) 工学博士・技術士)

1 . 長寿命素材としての金属材料 (鋳物) の位置付け

金属素形材は古代から人々の暮らしや社会を支えて来た、欠くことの出来ない材料である。その種類と生産規模を表 - 1 に示す。

表 1 金属素形材の種類と生産規模 (2000 年) (単位 : 兆円)

	種類	内訳	生産高	比率 (%)
素形材 (3.9)	鋳造品	ねずみ鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄、タ ^ラ イカスト 軽合金鋳物、鋳鋼品、精鋳品	1.9	48.7
	鍛造品		0.7	16.9
	金属プレス品		1.0	26.7
	粉末冶金品		0.3	7.7

鋳造品は鋳物と称され生産規模も最も多く約半分を占めているが、昔は直接建築、住宅の柱や外壁に使われた事はない様である。最近ではビルの外壁や鉄骨の繋ぎの部分、オフィスの床、一般住宅の門扉等に鋳物が使われるようになった。

以下、建築物や住宅そのものだけでなく、周辺あるいは内部にある付属機器も含めて、過去からの鋳物の使用例・保有特性・長寿命化の課題を記す。

2 . 建築及びその周辺に使われてきた鋳物

(2 . 1) 古代から江戸時代まで

古代からメソポタミヤや中国で青銅製武器や鋳造鉄器、鉄製農具が使用されたが、建築や住宅の部材としては生産されたものはないようである。

我が国では弥生時代から青銅器の国産が始まり、銅鐸や銅剣等が鋳造され、同時に鉄の鋳造も行われるようになった¹⁾。鉄は酸化してぼろぼろになり形がなくなるのに対して青銅は表面に緻密な酸化膜が出来、内部まで酸化されずに現在までに発掘されている。その後仏像、寺院の装飾具等が生産されるようになり、奈良の大仏が建立され今なお現存している。

江戸時代になると鉄鋳物で作られた燈籠、梵鐘等が多くなり、今でもあちこちに残存している。昔は建物その物に鋳造品が使われる例は少ないが、周辺機器も含めて鋳造品の例を示す。

《 奈良の大仏 》

745年から757年に掛けて建造
高さ14.98m、重さ320t
建造物に匹敵する青銅製仏像

図 - 1 奈良の大仏



《 鑄鉄燈籠 》

江戸時代になると鉄の鑄造品が多く現存するようになった。燈籠、梵鐘はその代表例。燈籠は元々石材製、鑄造技術の進歩による現在の景観鑄物の走り

元和4年(1618年)伊達正宗が早井弥五郎に命じ家康を祀る日光東照宮へ奉納した物の試作品(中段の火舎：銅合金鑄物、上部・台座鑄鉄製)²⁾



図 - 2 瑞巖寺境内の南蛮鉄燈籠

(2 . 2) 明治以降

明治になると鎖国が解け、西洋文化が入り始め、建設も洋式の物が入ってきた。建築材も煉瓦やコンクリートが出現し、建築およびその周辺の物に鑄物が多く使用されるようになった。例えば、シャンデリア、暖炉、門扉等装飾的な鉄鑄物が多く使われるようになり現存している。これらは100年の寿命があることになる。以下にその例を示す。

《 学習院の鑄鉄製門扉 》

唐草模様をあしらった和洋折衷の鑄鉄製(川口市の鑄物工場製)国の重要文化財指定(H48年)明治初期文明開化時の様式と技術



図 - 3 学習院の鑄鉄製門扉

《 暖炉やだるまストーブ、手押しポンプ 》

一般家庭用の暖炉の飾りや火格子
だるまストーブや風呂釜の
火格子(耐熱性)



図 - 4 だるまストーブ

《水道・ガス関係の各種部材》
 水道・ガスの鉄管
 鋳鉄製管継手
 国産の可鍛鋳鉄

図 - 5 手押しポンプ



115年使われた水道本管を
 交換したという記事
 条件が良ければ寿命は100年以上

図 - 6 115年持った水道鋳鉄管
 の記事



現在になると鋳物の持つ特性を生かす事によって、建築そのもの及び付属機器に多くの鋳物が使用されるようになった。以下にその特性と使用用途の例を挙げて示す。

3. 素形材としての鋳物の特性

現在、鋳物が建築及び付属機器に多く使用される理由を以下に列記する。

機械的性質が優れており、コンパクトに出来る、又高温強度が強い。

使用用途例：マンホールやガラス壁の留め具、オフィスの床板、ガスコンロのバーナー

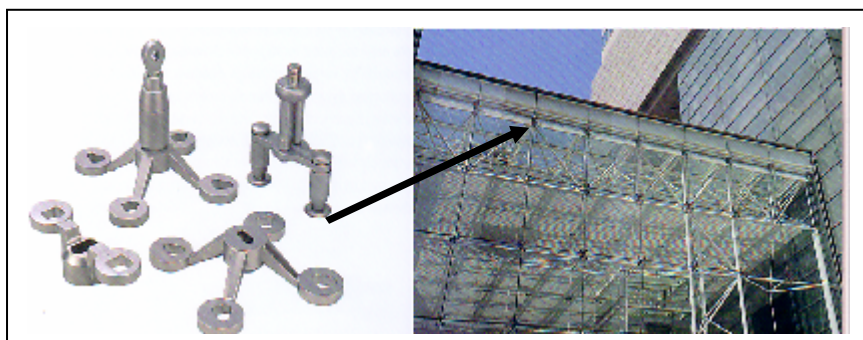


図 - 7 ガラス壁の留金具

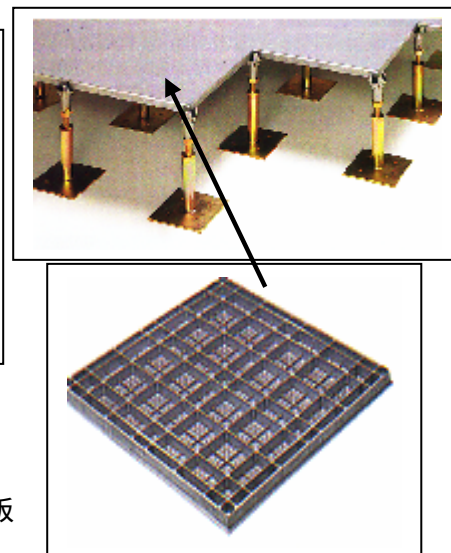


図 - 8 オフィス用床板

雨水、土壌中等の環境下で長寿命、耐食性に優れる。

使用用途例： 鋳鉄・鋳物・アルミ合金鋳物製門扉、水道・ガス用鋳鉄管、
転写精度が良く、種々の模様の鋳出しが可能、金属イメージ

使用用途例： カーテンウォール、柵、景観鋳物、ドアクローザー、水道金具
他の金属工法より形状の自由度大、中空品、大型品の製造が可能

使用用途例： 鉄骨のジョイント・ベース、ノード、構成柱、木材建築用留め
金具、トンネル側壁セグメント、水道・ガス用大口径パイプ、
継手、バルブ、水道栓

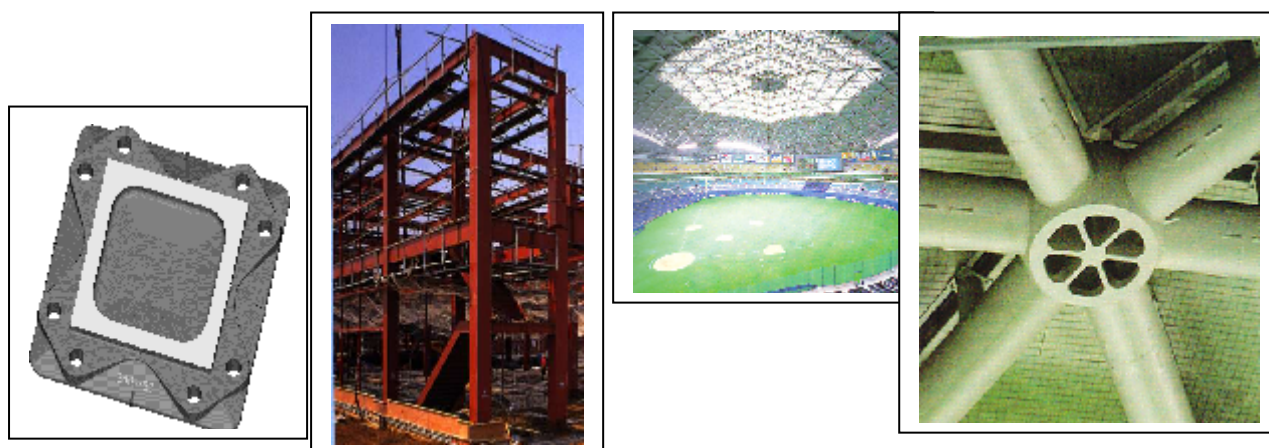


図 - 9 鉄骨ベース(鋳鋼製)

図 - 10 ドーム球場の鉄骨ノード
(鋳鋼製)

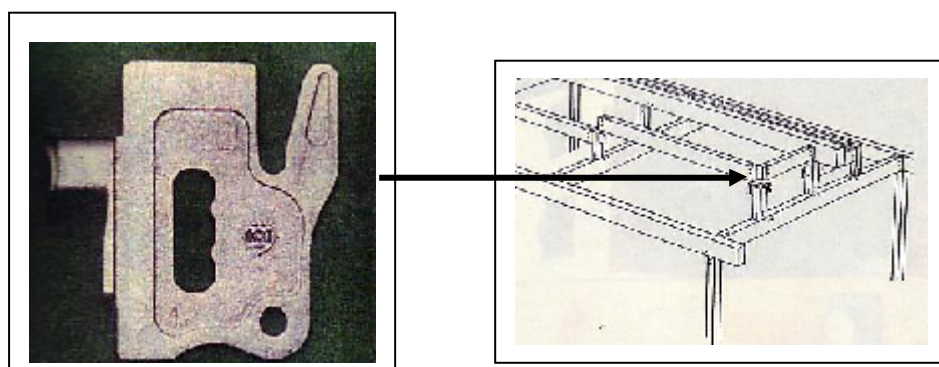


図 - 11 木材建築の繋ぎ金具

他の金属工法より低コスト、エコマテリアルである。

工法比較例： 溶接接合品、削出し、鍛造品、リサイクル、

4 . 建築用部材としての問題点

金属は木材やコンクリートに比べて機械的性質は優れているが、建物や住宅に使用する場合、錆や腐食による劣化や有害金属の混入による健康阻害の問題、又高重量の問題がある。

(1) 錆及び腐食の問題

一般に金属は自然界では酸化物の状態 で存在していたものを還元して金属と

して利用している為、大気中では酸素と化合し、安定な状態になろうとする。

これを一番身近に見られるのが錆である。鉄の酸化反応と錆の種類を表 - 2 に示す。

表 - 2 鉄の水分と酸素による酸化反応

ステップ	反応式	生成物(鉄の酸化物)
1	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$	水酸化第一鉄
2	$4 \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3$	水酸化第二鉄
3	$\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeOOH} + \text{H}_2\text{O}$	オキシ水酸化鉄(赤錆)
	Fe_3O_4	マグネタイト(黒錆)

鉄の場合水分があると鉄が2価の鉄イオンとなって溶け出し、水酸化物が出来、これが空気中の酸素で酸化され赤錆となる。これらはポーラスであり隙間に水又はSO₂が水に溶けることで錆が内部に進行しぼろぼろに朽ち果てて行く。

同じ鉄でも鉄瓶等は黒錆が表面を覆っている。これはFe₃O₄が主成分で緻密な酸化膜であり鉄の表面を覆い保護膜となって酸素を内部に通さない為錆が進展しない。この他にもステンレスやアルミニウム合金も薄くて緻密な酸化膜が表面を覆っている為通常的环境下では錆は進展しない。

銅の場合も表面に塩基性炭酸塩が保護膜となり酸化の進展を防いでいる。その為古代の銅鐸や仏像等も朽ちずに現在まで残っている。

錆の発生を防止する為にはこのような錆に強い材質を用いるか、製品の表面を塗装やメッキのような表面処理を施す事が必要である。

錆の他に問題となる腐食は酸素又はそれ以外の物と化学変化を起こし劣化するものである。近年地球環境悪化の影響で、酸性雨や硫酸化物により腐食速度が著しく加速される例が増えている。図 - 11 は酸性雨の為に像の表面が腐食して緑青が洗い流されている例である⁴⁾。

その他に電気的な問題で腐食する電食もある。

これは異なる金属が接触することにより電池が出来て、陽極となる金属が溶け出すもので、異種金属の組合せの場合には注意を要する。

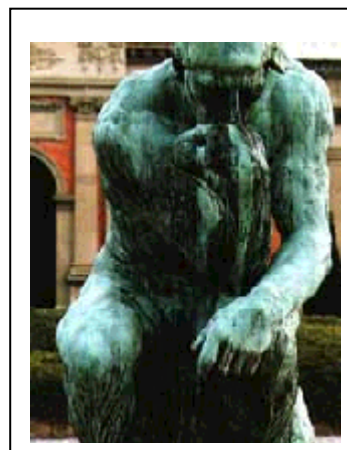


図 - 12 緑青の流れたロダン像

(2) 有害金属

鉛は人体に有害で、過去水道管に鉛の管が使われていたが現在は使用されていない。しかし、最近までは代替品がない為に、鉛を含む青銅が水道金具に使われていた³⁾。最近では鉛なし銅合金鑄物が研究され熱心な開発が行われている。

その他に金属あるいはその化合物の中には有害であり、発癌性物質と考えられるものもある。今後の住宅、建築及びその付帯部品では注意が必要である。

表 - 3⁵⁾に最近の廃棄物処理法における判定基準を示す。表中の金属は有害で

あるとして規制された物でありその使用には考慮が必要である。又使用中に有害であるだけでなく、寿命が来て廃棄する時の処理方法まで考えるとこれらの金属は使用すべきでないと言える。

表 - 3 廃棄物処理法における判定基準値 (特記無し: %)

表 15・23 廃棄物処理法における判定基準値(特記のない単位は%)

No.	分析項目	産業廃棄物 判定基準 (埋立処分)	横浜市埋立地 受入れ基準値 1998.4.1	No.	分析項目	産業廃棄物 判定基準 (埋立処分)	横浜市埋立 受入れ基準 1998.4.1
1	アルキル水銀	不検出	不検出	19	バナジウム	—	<1.5
2	全水銀	<0.005	<0.005	20	ジクロロメタン	—	<0.2
3	カドミウム	<0.3	<0.1	21	四塩化炭素	—	<0.02
4	鉛	<0.3	<0.1	22	1,2-ジクロロエタン	—	<0.04
5	有機りん	<1	<1	23	1,1-ジクロロエチレン	—	<0.2
6	六価クロム	<1.5	<1.5	24	シス1,2-ジクロロエチレン	—	<0.4
7	ひ素	<0.3	<0.1	25	1,1,1-トリクロロエタン	—	<3
8	シアン	<1	<1	26	1,1,2-トリクロロエタン	—	<0.06
9	PCB	<0.003	<0.003	27	1,3-ジクロロプロペン	—	<0.02
10	有機塩素化合物	—	<40	28	チウラム	—	<0.06
11	銅	—	<3	29	シマジン	—	<0.03
12	亜鉛	—	<5	30	チオベンカルブ	—	<0.2
13	ふっ化物	—	<15	31	ベンゼン	—	<0.1
14	トリクロロエチレン	<0.3	<0.3	32	セレン	—	<0.1
15	テトラクロロエチレン	<0.1	<0.1	33	水銀の含有濃度試験	—	<25 ppm
16	ペリリウム	—	<2.5	34	PCB #	—	<10 ppm
17	クロム	—	<2	35	油分	処分時に視認できる油膜が 生じないこと	
18	ニッケル	—	<1.2				

(3) 金属は重い、熱伝導率、電気伝導率が高い

金属の特徴であり、木材や樹脂と比較すると密度は高いが、単位体積当りの強度も高い為、同一強度を保つ為には軽薄短小が図れる。更に最近ではアルミニウム合金やマグネシウム合金等の軽金属が多く使われるようになり、重量は適用技術により解決できる方向に進んでいる。

金属の熱伝導率、電気伝導率は高いのが特徴であり、長所にも短所にもなる。この特徴をよく理解した上で適用分野を考慮する必要がある。

5. 今後、金属铸件を長寿命部材として使用するための課題

長寿命を持ち、しかもエコマテリアルで「地球にやさしい」等望ましい建築部材として金属、特に铸件を使う為には現在の技術に加えて、前述の問題点を改善しなければならない。

(1) 錆びない工夫

錆や腐食防止の為にステンレス等の材料選定やメッキ・塗装等の表面処理により長寿命を達成出来るがメンテナンスフリーを考慮すると最近の酸性雨に強い塗装やメッキ技術の開発が必要である。又電食防止の為に腐食電池を形成させないような電気化学的な方法の開発が必要になると考える。

(2) 軽い工夫、壊れない工夫

単位重量あたりの強度は木材やコンクリートと比較して高いので設計等の工夫で軽くする可能性がある、又铸件の特徴として中空や複雑形状の一体式等で軽量

化が図れる。最近使用用途が広がっているマグネシウム合金の使用も考えられる。

(3) 電磁波遮断の工夫

最近コンピュータや種々の通信機器が外部からの電磁波によるノイズで問題が発生している。又健康上の問題があると言われている。

電磁波には磁気と電界とに分けられ、白血病とかに問題とされる磁気をシールするのは簡単ではなく、厚い鉄板での遮蔽が必要である。携帯電話に代表される電界はガラスに銅メッキをすとかアルミニウム合金のカーテンウォール等で殆ど遮蔽できる。

長寿命材を予測するにあたって将来の電磁波対策が健康な環境を考慮する上で更に重要になって来ると考える。

(4) 安価、建築工数、メンテナンスフリー

永遠の課題であり、材料の価格から設計製造の工数、使用中のメンテナンス費用、廃却時の最終処理費用まで全寿命を考慮した検討が必要である。この面から考えると前述のごとく鋳造品は非常に有利と言う事が出来る。

(5) エコマテリアルであること

「地球にやさしく」を実行する為に製造での地球汚染を少なくし、資源・エネルギーの節約が必要である。

リサイクルの面から見ると鋳物は木材やコンクリート等と比較して非常に有利である。プラスチックも分別等技術的な問題があり採算性で問題である。その点、鋳物は元々原料に鋳物屑を使用するものでリサイクル率が高い。

表 - 4 新地金と再生地金の製造エネルギー

金属材料	製造エネルギー (10 ⁶ kcal/t)		
	新地金	再生地金	比率 (%)
スポンジチタン	103.3	79.6	77.1
マグネシウム	90.2	3.0	3.3
アルミニウム	61.5	3.0	4.9
ニッケル	36.3	3.8	10.5
銅	28.2	4.5	16.0
亜鉛	16.4	4.2	25.6
鋼	8.1	3.3	40.7
鉛	6.8	3.3	48.5

又表 4⁶⁾ に示す様に新地金に比較して再生地金の製造エネルギーは非常に少ない。鋳物の中でもマグネシウムやアルミニウムは1桁台である。更にCO₂の発生量も鋳物の場合著しく低く地球環境に有利なエコマテリアルと言える。

6. まとめ

長寿命型金属素材として鋳物の例を記したが、鋳物の建築部材としての性質をまとめると次の事が言える。

機械的性質に優れ長寿命である。ステンレス、アルミニウム合金等の錆びにくい金属又は錆び易い物でもメッキその他の表面処理を施す事により半永久的に使用出来る。

複雑形状の物が製造出来、他の材料を使った工法に比べて単位堆積当りの強度が高い。その為コンパクトなものが出来、建築工数の低減にも寄与する。但し、単位体積当り当りの単価は高い。

単位体積当りの重量が重い。

木材、コンクリートに比べ、熱伝導率、電気伝導度が高い。

再使用が容易でエコマテリアルである。

総じて言うと、将来の建築・住宅の部材が全て金属又は鋳造品になる事はないであろうが、上記の性質をうまく利用して鋳物自身が有している優れた特性に周辺技術を付加する事によって、長寿命に耐える素材技術は確立していると判断出来る。

地球環境の面からも上述の如くエコマテリアルと言える特性を有している。

今後、長期間使用における環境変化に対して、酸性雨や硫酸化物による腐食や電磁波障害等新しい課題に対応出来る技術を構築して、鋳物本来の特性を発揮出来る建築部材に仕上げる事を期待する。

参考文献

- 1) 日本鋳造工学会編：鋳造工学便覧、丸紅(2001) 1
- 2) 荒砥孝二：宮城県産業技術総合センターホームページ
- 3) 日本鋳造工学会編：鋳造工学便覧、丸紅(2001) 4 0 4
- 4) 京都新聞 '97.2.27 記事
- 5) 日本鋳造工学会編：鋳造工学便覧、丸紅(2001) 6 6 4
- 6) 大西忠一：軽金属 46 (1996)、525

長寿命型素材 ～ 「鉄鋼材料」 について ～

水口 政義(新日本製鐵株式会社八幡製鐵所総務部 開発企画グループ部長代理)

1. はじめに

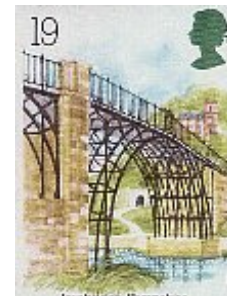
「鉄」は古代より人々の暮らしや社会を支えてきた欠くことのできない素材である。

土に埋もれた古代の鉄製品は、日本では、その過酷な自然環境（高温多湿）により、錆びてぼろぼろになり、土に還っているが、（法隆寺の建物に使われている「鉄釘」は、1000年を経過した現在でも、その機能を果たしている）インドには、



錆びない鉄の塔
（4世紀頃）

約1700年前に建てられたという不思議な鉄の塔（高さ：6.7m）があり、今なお、幸せを求めて人々が「鉄の塔」を触っている。産業革命を契機に、鉄の生産量は、飛躍的に増加すると共に、より安価なものとなり、社会を豊かにしてきた。イギリスのコールブルックデールのセバーン河にかけられたアイアンブリッジは、1779年に造られた全長約40メートルの世界最古の鉄の橋であるが、今なお、地域の人々に利用されている。1889年、パリ万博の際にメモリアル施設として建設されたエッフェル塔は、100年以上経過しているとは思えないほど、私たちにその華麗な美しさを見せている。



アイアンブリッジ

しかしながら、鉄が錆び易いこともまた、事実であり、これまでにさまざまな工夫がなされ、絶えずその性能が進歩している素材である。今後、ストック社会を構築していく上でも長寿命の「鉄鋼材料」は欠くことができない。表1に鉄鋼材料の長寿命の考え方を記した。



エッフェル塔

表-1 鉄鋼材料の長寿命の考え方

表面処理	鋼の表面を母材より酸化され易い材料（錫、亜鉛）で被覆 鋼の表面に母材より酸化しにくい材料をくっつける	表面処理鋼板 クラッド鋼
高耐食性化	・クロム、ニッケル、リンなどの合金材を添加し、鋼材自身の耐食性を向上させる。 ・高耐食性の素材の利用	各種ステンレス 耐候性鋼 チタン

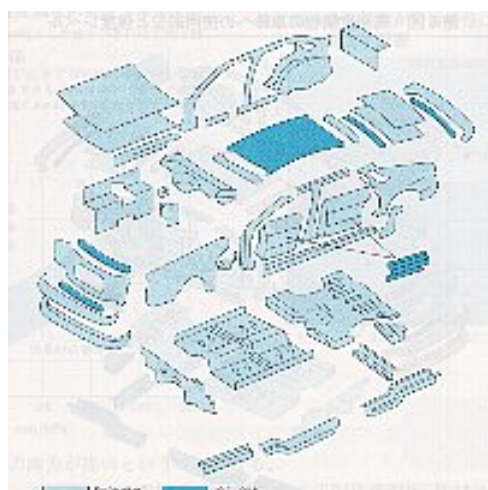
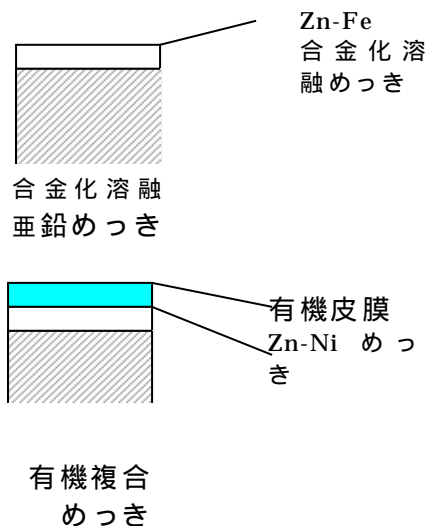
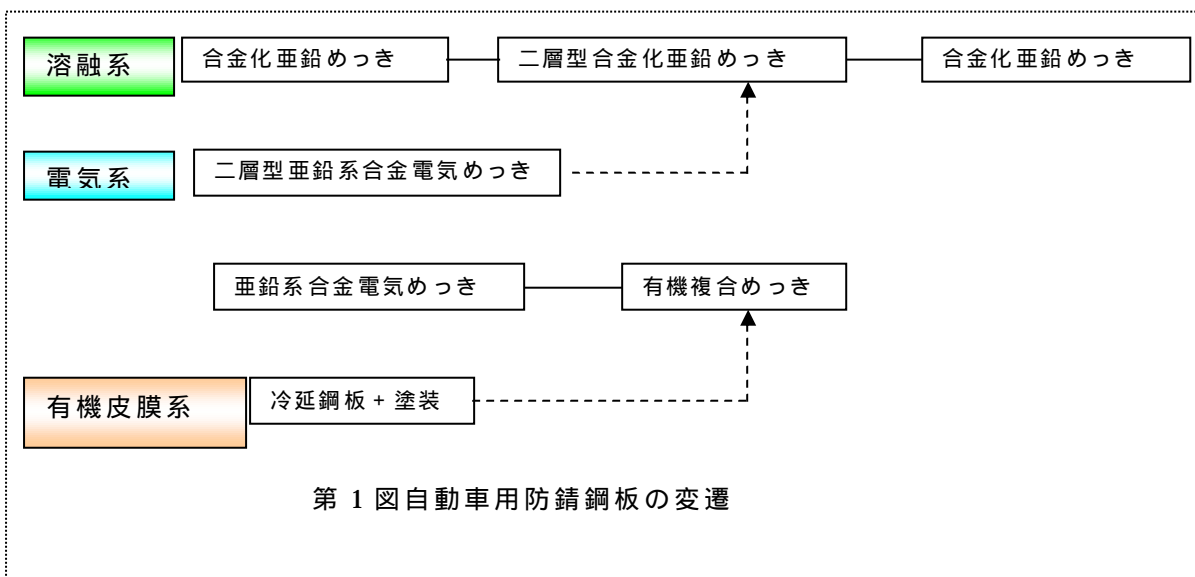
以下に、具体的に長寿命化の鉄鋼材料として表面処理鋼、ステンレス、チタン、耐候性鋼、クラッド鋼について紹介する。

2. 長寿命鉄鋼材料について

2-1 表面処理鋼板

鉄は元来、酸素と結びついた形が安定した自然の状態であり、酸素と結びついて安定した状態に戻ったのが、「さび」である。「錆び」を防ぐための安価な方法として、化学的に安定で、水や酸素を通さない材料、特に金属で鉄を覆ったものが表面処理鋼板である。

表面処理鋼板の主なものに、ブリキ、亜鉛めっき鋼板、アルミニウムめっき鋼板などがある。ブリキは、鋼板に錫を主として電気でめっきしたもので、塗装性、印刷性に優れ飲料缶に主としても用いられている。薄板の50%以上が亜鉛めっき鋼板であり、その用途の大半が自動車用鋼板として使用されている。自動車用の車体防錆基準としては1978年、カナダで発表されたアンチコロージョン規制（表面の錆びは5年、穴明きは10年発生しないこと）が一般的に認知されている。当初は車体防錆に対する自動車会社の考え方の違いから多くの種類の防錆鋼板が開発、実用化されてきたが、合金化溶融亜鉛めっき鋼板と有機複合めっき鋼板に集約されつつある。第1図には、防錆鋼板の変遷を示す。



また、Zn系の溶融めっき（溶融亜鉛 5%アルミニウム合金めっき：スーパージंक）は鉄骨系の個建住宅、ツーバイフォー（2×4）の骨組みをすべて鉄で置き換えたスチールハウスなどの構造体などに使われている。特に、スチールハウスは台風などの強風にして木造の2×4に比し1.5倍の高強度、阪神淡路大震災クラスの大地震にも建物が損傷しない高耐震性があるばかりでなく、最大、72㎡（約43畳分）の大空間を実現できるために、家族のライフスタイルに合わせた間取り変更にも柔軟にできる設計自由度をもち、まさにロングラン住宅といえる。



スチールハウス

2000年4月には住宅品質確保促進法が施工され、10年間の住宅メーカーの品質保証が義務付けられた。最上ランクは第3代（75年～90年）耐用と定められた。この要求に応えられるめっき材として、スーパーダイヤと呼ばれる新溶融めっき（溶融亜鉛 11%アルミニウム-3%マグネシウム-0.2%シリコン合金めっき）が開発され、従来の亜鉛鉄板の15倍、スーパージंकの5～8倍の耐食性がある。

2-2 ステンレス

ステンレス鋼は鉄とクロムの合金鋼で、更にニッケル、モリブデンを加えたものもある。

鉄は、クロムを12%以上含むと、表面に100万分の数mmという非常に薄い膜（酸化膜）が生じ、酸化の進行を抑制する。表面に傷がついても即座に空気中の酸素と反応し、新しい膜が生成し、「錆び」の浸透を阻止し、常に金属光沢を保つ。また、ステンレスは、耐食性に優れるだけでなく、耐熱性、耐低温性、意匠性にも優れるために、厨房（キッチン、温水器他）、家電、輸送（鉄道車両、自動車のマフラー他）建築、土木の各分野で幅広く使用されている。1980年以降、飛躍的に重要が拡大した建築、土木用のステンレスについて以下に述べる。ドーム球場、美術館などの大型の建造物では、設計の自由度が大きいこと、意匠性に優れること、軽量で強度に優れること、耐食性が



名古屋国際展示場



ステンレスの建造

あり、メンテナンスフリーなどの優れた性能を有すること等の理由により、屋根材、ビル内が外装材としてステンレスが使用されている。またステンレス鋼の特徴を建築構造用として生かすために、1984年より建築構造用のステンレス鋼の研究開発がSUS304（18Cr-8Ni）をベース進められた。開発の成果として、1994年9月に「ステンレス建築構造物」に関して建設大臣の一般認定を受けて以降、ステンレスの構造建築物が建設されつつある。土木分野としては、ダム

選択取水塔で使用されているが、欧米では、高速道路や橋梁での凍結防止塩による鉄筋の腐蝕問題に対応してステンレス鉄筋が採用されてきており、今後日本でも採用が想定される。表 2 に主なステンレスの種類と用途を示す。

表 1 ステンレスの種類と用途

	オーステナイト系 (S U S 304 他)	マルテンサイト系 (S U S 410 他)	フェライト系 (S U S 430 他)
成分/特性他	<ul style="list-style-type: none"> ・クロム:18~20%、Ni:8~11% ・非磁性 ・耐食性、加工性に優れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・クロム:11~14%、 ・磁性をもつ。 ・焼き入れにより硬化 ・耐食性劣る 	<ul style="list-style-type: none"> ・クロム:18~20%、 ・耐食性はマルテンサイト系より優れ、オーステナイト系に比較し安価
用途	<ul style="list-style-type: none"> ・食器、厨房用品、浴槽 ・屋根材、壁材、鉄道用車両 	<ul style="list-style-type: none"> ・機械部品、刃物 	<ul style="list-style-type: none"> ・厨房(シンク) ・建築内装 ・自動車部品

2-3 チタン

チタンの最大の特性は、軽くて強く、耐食性に優れる点にある。重さは、銅の1/2、鋼の60%でありながら、鋼とほぼ同等の強度を持つ。チタンは表面に極薄い強固な酸化膜が形成されるために、錆びることなく、海水に対する耐食性は白金に匹敵する。

曲げ、絞りなどの成形加工も容易であることから化学、発電プラント、原子力プラントで使われ、身近なものでは、眼鏡、ゴルフクラブにも使用されている。建材では、28年前に初めてチタンが使われて以来、厳しい腐食環境に素材として大型の建物の屋根材、壁材に使われている。また、チタンはその酸化膜の厚みを変えることにより、青色、金色など様々な色を発色できることから外内壁あるいは、緑色を発色



島根県立美術館



昭和館



北野天満宮

させて銅の緑青色とし、酸性雨対策として神社の屋根にも利用されている。最近、九州国立博物館(2005年開館)の屋根材料に発色チタンが採用されることが決まった。また、小型船舶の材料としてFRP、アルミ合金が使用されているが、防食、海洋生物付着防止のために、海洋汚染の原因の一つとなる塗装を施していること、FRPは廃船などの問題もある。これらの問題を解消できるものとして、

軽量化、無塗装、リサイクル性を兼ね備えた小型のオールチタン船も実用化されている。

2-4 耐候性鋼

メンテナンスフリーで長寿命が維持できる建造物が社会的に求められ、耐候性の優れた鋼の研究がUSS(米国)で精力的に行われた。Cu,Pに加えてCr,Si,Ni,などの元素を加えることにより、錆びは初期に生じるものの、添加元素により緻密な酸化皮膜が形成され、その後の錆びの進行が抑制されるコルテンと称せられる格段の耐候性(錆びの進行は3~5年で止まる)を持つ鋼が1933年に開発され、橋梁、建築物で広く使用されてきた。無塗装のコルテンは初期の錆びの流出により建造物の周囲が汚染されるために、安定錆びの生成をはかるために、錆びの安定化处理(例えばウエザーコート)塗装化することが広く行われている。



コルテンで造られた「なごみ橋」



海浜鋼で造られた北陸新幹線「北陸道架道橋」

しかしながら、この耐候性鋼材は、臨海地区では飛来塩分(ｸｰﾙ)により、緻密な錆びの形成が阻害されるために、使用できなかった(建設省等による適用限界基準あり)。臨海部でも使える耐候性鋼材の20年にも及ぶ研究開発の結果、Crを無添加とし、Niを3%(従来は0.3%が上限)加えることにより、適用基準の10倍を超える塩分飛来環境においても高い防食性をうる「海浜対候性鋼」が実用化され、今後、建造物への適用が期待されている。現在、耐候性鋼の適用は、橋梁に使用されている鋼材(60~70万トﾝ/年)の6~7%に過ぎない(アメリカは45%)。今後、「ストック社会」の思想の浸透させ、耐候性鋼(適用範囲が内陸部から海岸まで広がることにより)を橋梁、道路建設、海岸部の構造物など幅広い分野への適用を考えていくことが重要である。

2-5 クラッド鋼

クラッド鋼とは、鋼に異種金属、特に機能性材料を層状に接合したもので、単一素材にない、優れた機能と経済性とを両立したものである。合わせ材にステンレス、チタンなどの耐食性に優れた材料を用い、強度は母材の鋼で持たせることによって、トータルとして経済的な材料とすることができる。クラッド鋼の製造方法としては、圧延法、爆着法、肉盛法などがあるが、圧延法が最もポピュラーである。圧延法は鋼などの母材(~数10mm)にステンレスなどの合わせ材(数mm)を重ねて(接合面はNiなどのメッキ、或いは箔を施す)周囲を溶接した状態で、加熱炉にて適正温度まで加熱し、一定サイズに圧延し、母材と合わ

せ材とを冶金的に接合する。クラッド鋼の用途としては、発電プラント、石油/化学プラント、ケミカルタンカー、石油タンク、ダム、水門などに用いられてきた。また、最近では、鋼とチタンの界面に銅を挿入し、加熱中に生成する溶融金属間化合物（液層）で満たした後、圧延で液層や加熱中に生成した酸化物を搾り出し、大気中で鋼とチタンを圧接することにより薄肉の長尺なチタンクラッド薄鋼板を比較的 low コストで大量に生産することが可能となった。このチタンクラッド薄鋼板は、東京湾横断道路の海水の激しい波しぶきに晒される飛沫帯や、海の満ち引きにより海面が変動する干満帯の橋脚部で初めて使用された。表面は耐食性が優れたチタンを、裏側に鋼構造物との溶接性や高強度を確保できる普通鋼を用いて構造体本体の鋼に溶接し、被覆（チタンライニング）することによりフリーメンテナンスで 100 年以上にわたり鋼構造物を腐蝕から守ることができる。



東京湾横断道路（アクアライン）の橋脚に使用されたチタンクラッド

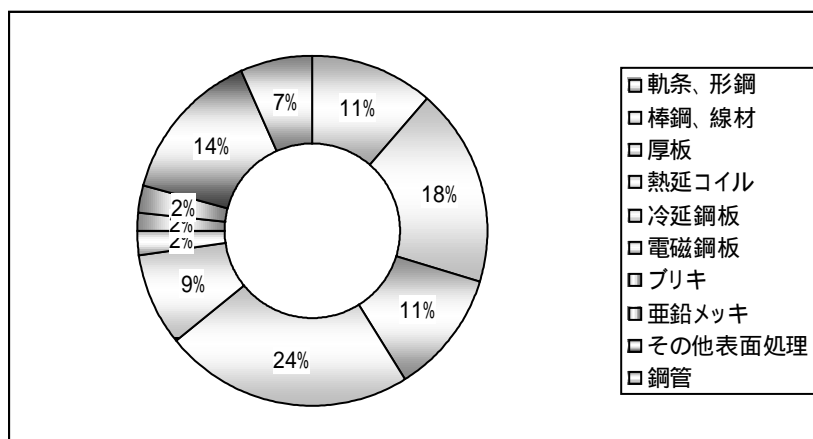
2-6.まとめ

以上述べたように、長寿命に対応する鉄鋼材料のメニューは揃っており、今後、ストック型社会を構築するにあたり、スケルトン部については、近視眼的な経済合理性という視点ではなく、ライフサイクルコストを考慮した材料選定を行うべきだと考える。

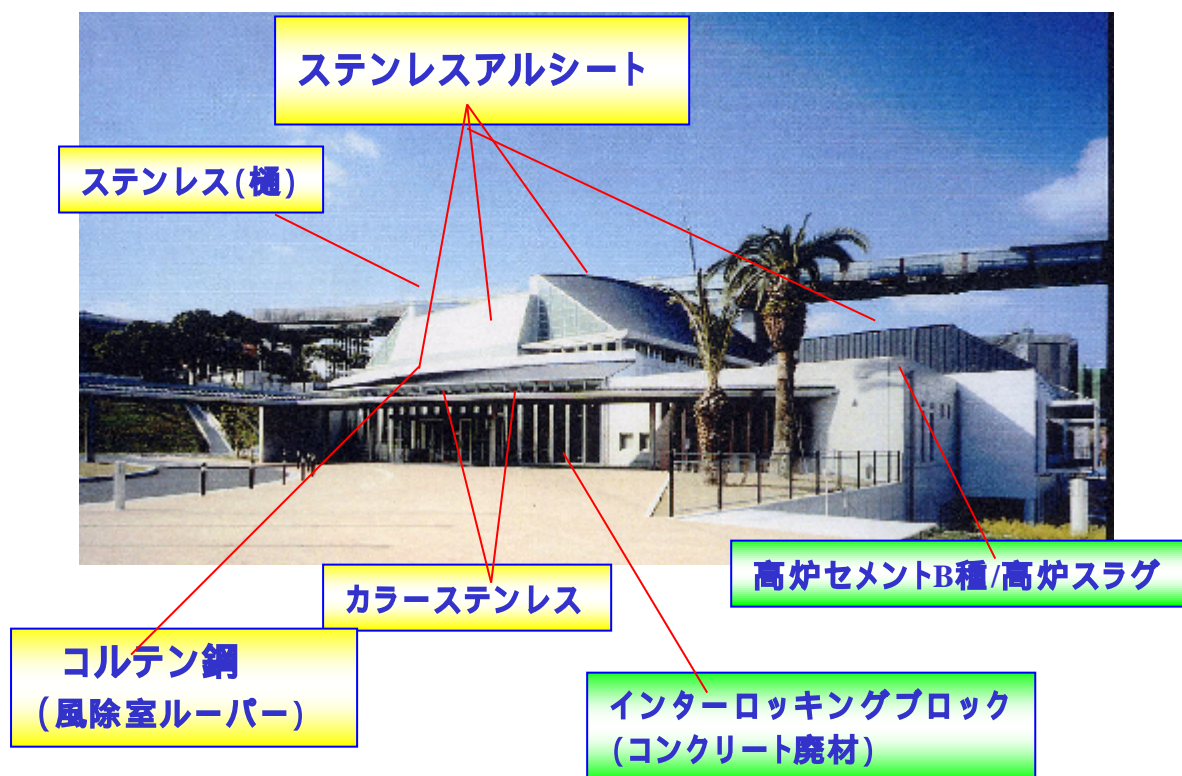
【参考資料】

鉄鋼材料の現状

わが国の 2001 年度の鉄鋼の受注実績：、普通鋼は、約 7400 万ト、特殊鋼は、約 1500 万ト
 （内ステンレス：約 300 万ト）、チタン 1.4 万ト（国内向け）。



長寿命鉄鋼材料の総合的利用例 (新日本製鐵 (株)八幡製鐵 所大谷体育館例)



【参考文献】

- ・ Tekkohkai 1998.2月号 1998.4月号, 2001.2月号、12月号
- ・ しんにつてつ 1999年5月号 2001年8,9月号
- ・ nippon steel monthly 1998年11月号,1999年3月号、6月号、2000年9月号
- ・ 新日鉄技報第375号 2001年
- ・ 新日本製鐵 (株)カタログ
- ・ 鉄にまつわる切手: (株)日鉄技術情報センター 松尾宗次様より借用

ストック型社会形成に寄与するセメント・コンクリート

副田 孝一（太平洋マテリアル（株）開発研究所 所長）

1. はじめに

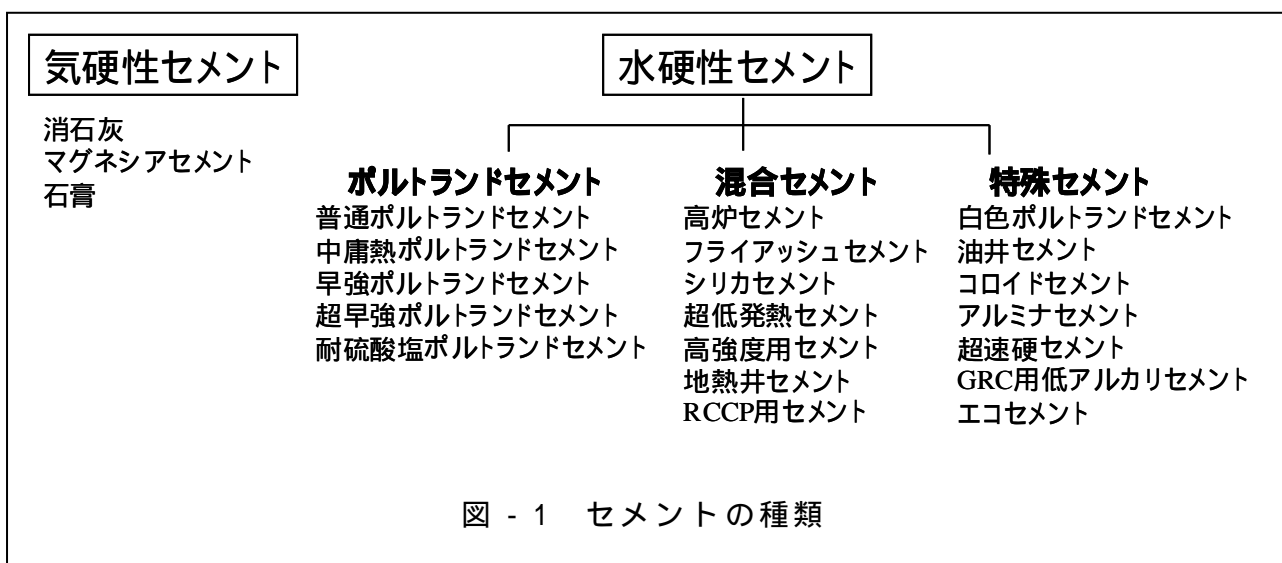
近年、我々の生活を取り巻く環境においてはさまざまな問題が挙げられており、これらを改善する方策として従来型の使い捨て社会からストック型社会への転換が求められている。普段我々が生活を送っている住宅などの構造物にはセメント・コンクリートが広く用いられている。これらは本来、耐久性に優れた構造物を提供するものであり、その原型となる材料を用いて建造されたピラミッドやコロッセオ等の古代建造物が現在なお健在であることからそれがわかる。

本報告では、セメント・コンクリートの基礎的な物性について説明し、コンクリート本来の性能を生かして100～200年の耐久性を実現する長寿命型コンクリートを提案する。また、これからの社会に不可欠となる環境との調和に配慮した製品についても併せて紹介する。

2. セメントとは？

（1）セメントの定義と種類

セメントと言った場合、広義には「石灰石などを焼いて粉末状にしたもので、水または溶液と混ぜることにより固まる性質を持った接着性のある材料」と定義されるが、一般にはポルトランドセメントを指す場合が多い。セメントには、ポルトランドセメントのほかにその用途によって、高炉スラグやフライアッシュなどの混合材を加えた「混合セメント」、ポルトランドセメントをベースにして成分や粒度を変えることにより特殊な性能を付与した「特殊セメント」などが挙げられる（図 - 1 参照）。

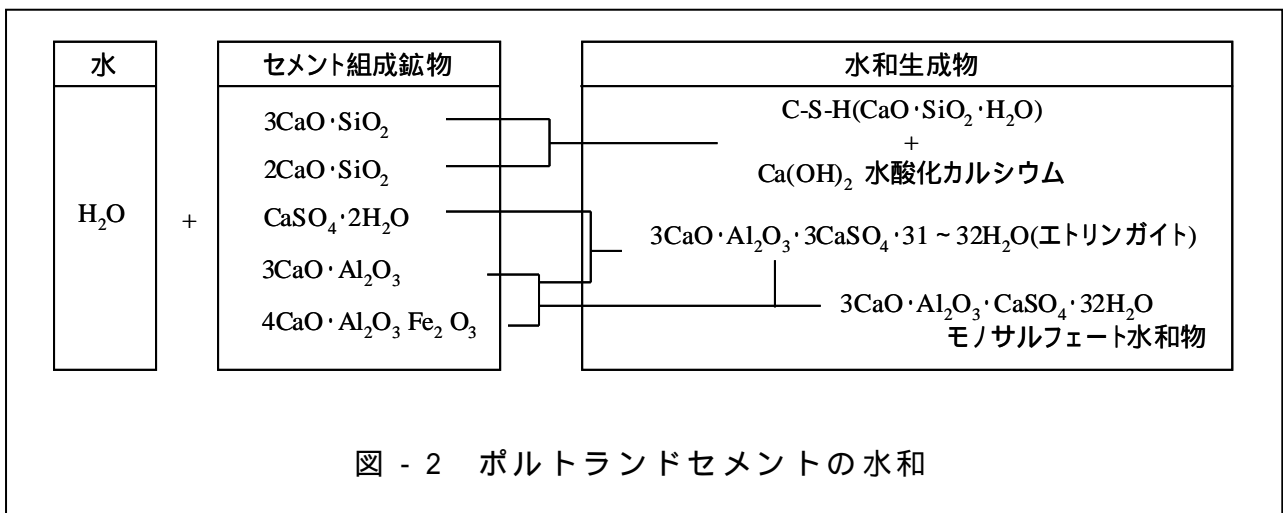


(2) セメントの歴史

セメントの歴史は古く、古代エジプトでは石灰とせっこうからなる結合材がピラミッドなどの建設に使用され、ローマ時代の水道橋や巨大な建造物にも使われていた。近代になり、19世紀前半にイギリスのレンガ職人 Joseph Aspdin がセメントの製造方法についての特許を取得し、今日用いられているポルトランドセメントの基礎が確立された。これは、その頃よく建設材料として使われていたイギリスのポルトランド島から算出される石灰石とよく似た色をしていたことから、ポルトランドセメントと名付けられた。

(3) セメントの水和

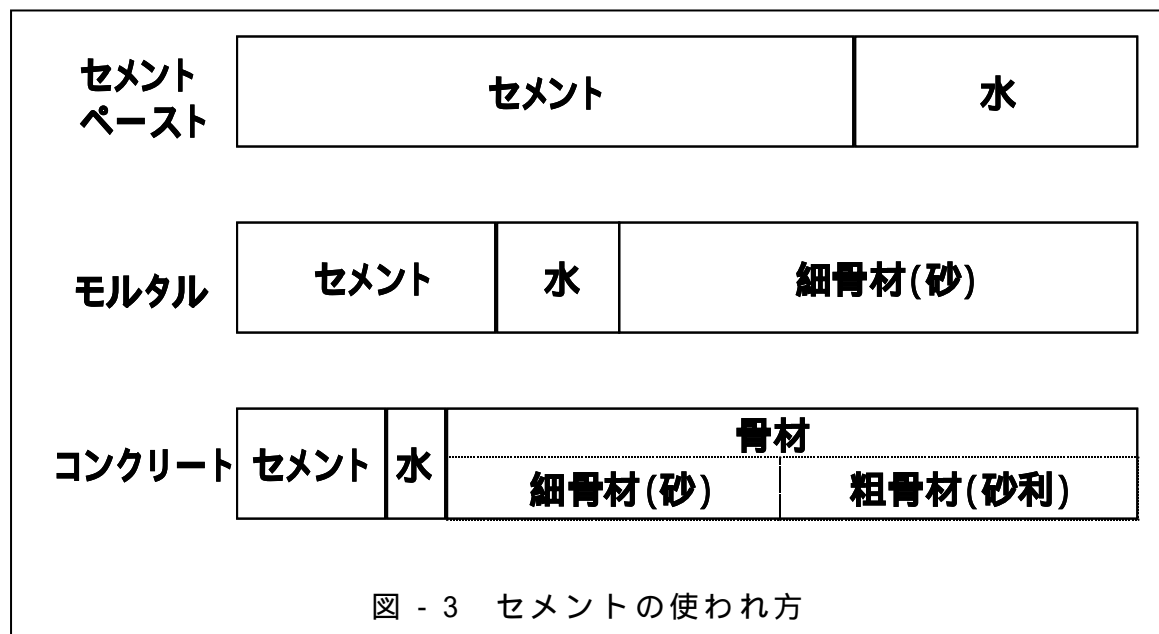
ポルトランドセメントは、原料を焼成して作られる「セメントクリンカー」とせっこうの混合物である。セメントクリンカーは、ケイ酸カルシウムからなるエーライト ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、ビーライト ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) と空隙質と呼ばれるアルミネート相 ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)、フェライト相 ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) などのクリンカー鉱物を含んでおり、これらとせっこうが水と反応することによって固まるのである。セメントと水が反応することを「水和」と言い、水和が時間の経過と共に進行して強度が発現される現象を「硬化」という。いずれの反応においても、固体であるクリンカー鉱物が液体である水と反応し、固体であるセメント水和物を生じる。従って、セメント硬化体中の固体の割合が増加し、水の存在している空隙を減らす事で強度が発現する。このようにセメントが硬化する性質は、セメント鉱物が水に対して非常に溶解度が高く、その水和物の溶解度が非常に低いということにある (図 - 2 参照)。



(4) セメントの使われ方

前述のとおり、セメントは水と混ぜることにより固まる性質をもっている。セメントと水を混ぜたものは「セメントペースト」と呼ばれるが、この状態では経済的な観点から大量に使用することは難しい。このため、一般にはセメントペー

ストに、砂や砂利などの骨材と呼ばれる材料を混合して使用する。セメントペーストに砂(細骨材)を混ぜたものを「モルタル」といい、主に建築用の材料として使用されている。さらに、モルタルに砂利(粗骨材)を加えたものが「コンクリート」であり、社会生活に必要な構造物の建設に広く用いられているのである(図 - 3 参照)。



3 . セメントの製造と環境問題

(1) セメントの製造と廃棄物の利用

ポルトランドセメントの原料は 石灰石 粘土 けい石 酸化鉄原料 せっこうに分類される。これらの原料を適切な割合に混ぜ合わせてセメントを作るが、この操作をセメント工場では「原料調合」と呼んでいる。セメントは、調合された原料を高温で焼いてセメントクリンカーを作り、最終工程で粉砕して粉末にするときに「せっこう」が加えられる。ポルトランドセメントの製造は「原料粉砕工程」「焼成工程」「仕上げ工程」と3段階の工程を経て行われる。

原料粉砕工程

石灰石、粘土、けい石、酸化鉄原料などを適切な比率で混ぜ合わせ、所定の化学成分となるように調合する。調合した原料は「原料粉砕機」(「原料ミル」ともいう)で細かく粉砕する。この工程を「原料粉砕工程」という。

焼成工程

原料粉砕工程で得られた粉体原料を所定の温度で焼成してクリンカーにする工程を「焼成工程」という。この工程では、単なる混合物であった粉体原料が高温になることで化学変化を起こし、セメントとして必要な水硬性をもった化合物に変化する。焼成はセメント製造の中心的な工程で、これは回転窯(「ロータ

リーキルン」あるいは「キルン」ともいう)を使う。

仕上げ工程

出来上がったクリンカーを粉砕して最終的な商品である粉末状のセメントにする工程を「仕上げ工程」という。仕上げ工程には、粉砕のほか、セメントの硬化速度を調節するために加えるせっこうや、混合セメントを作る場合に加える高炉スラグ、フライアッシュなどの混合材を加える工程を含む。せっこうはクリンカーと同時に粉砕装置に投入して粉砕する。

セメント産業はエネルギー多消費型産業であるため、早くから省エネルギー対策や環境問題については最重要課題として取り組み、いろいろな新技術を開発・導入してきた。セメント産業の環境対策は、かつては、ばいじんや粉塵対策が中心であったが、その後は騒音、NO_x（窒素酸化物）、SO_x（硫黄酸化物）などについても国や地方自治体の規制が強化、拡大され、環境保全設備の導入・普及と運転管理の改善などを行うことで、いわゆる産業型公害問題は1980年までにほぼ解消した。こうした歴史を経た現在では、地球温暖化対策と廃棄物・副産物の有効活用が大きな柱となっている。

セメントの主要成分はカルシウム、けい素、アルミ、鉄の4元素である。一方、スラグ類や石炭灰など、多くの廃棄物や副産物の成分もアルミ、鉄、けい素からなっており、天然の原料と調合することで、セメントの原料として使用することが可能である。また、燃焼後の灰の処分が問題となる廃タイヤ、廃プラスチック等の可燃性廃棄物もキルンでは燃料の代替となると同時に灰自体もセメントの原料としてクリンカーに取り込まれるため、二次廃棄物が発生しないという特性がある。さらに、燃焼ガス中の硫黄酸化物も原料に吸着されるので、脱硫装置も不要になる。

また、仕上げ工程では副産せっこうが添加され、混合セメントの混合材としては、高炉スラグやフライアッシュなどの廃棄物が使用されている。

このように、従来からセメント産業は他産業から発生する廃棄物や副産物を原料、燃料、製品の一部として幅広く受け入れており、最近では下水汚泥や一般ごみ焼却灰などの生活系廃棄物も積極的に利用する取り組みが進められている。

(2) 環境に調和したセメント・コンクリート

セメント・コンクリートは、我々の社会生活におけるさまざまな場面で利用されているが、これらに環境負荷を低減させるような性能を付与することにより環境と調和したセメント・コンクリートとしての利用が進められている。以下に環境調和型セメント・コンクリートの事例を示す。

植栽コンクリート

植栽コンクリートは優れた浸食防止効果と緑化機能を持ち合わせた環境資材である。コンクリートはセメント、骨材、水の組み合わせでさまざまな空隙を設け

ることができ、植栽コンクリートでは、この空隙に植物の成育に必要な土壌や肥料、場合によっては保水材や種子を充填する。植物は空隙部分に根をおろし、土壌中と同じように成育して緑化が可能となる。植栽コンクリートは、河川の護岸、道路のり面の防災と環境保全などに使用されている。

このように、植栽コンクリートはコンクリートの機能を発揮しつつ緑化が可能となるので、今まで浸食が激しく緑化が困難であった場所を、緑あふれる潤いある空間に変えることができる。

大気浄化作用を有するセメント

酸化チタンには太陽光に含まれる紫外線があたると、その表面に活性酸素が生じる、いわゆる光触媒機能があることが知られている。最近では、酸化チタンを触媒とした環境分野での利用が期待されており、大気汚染物質である窒素酸化物 NO_x の除去や、室内環境汚染物質・臭気物質としてのアルデヒド類の分解、水質汚染物質である各種農薬や有機塩素化合物の分解等の研究例が報告されている。大気浄化コンクリートは、この光触媒機能を利用したコンクリートで、コンクリート表面に酸化チタン含有層を形成し、大気中の窒素酸化物を除去することができる。使用例としては、大気中の NO_x 低減を目的とする「フォトロード工法」がある。この工法は、透水性アスファルト舗装の上に光触媒セメントを散布することにより大気中の NO_x 低減を図るものであり、現在は歩道用インターロッキングブロックやコンクリート平板等への応用も検討されている（図 - 4 参照）。

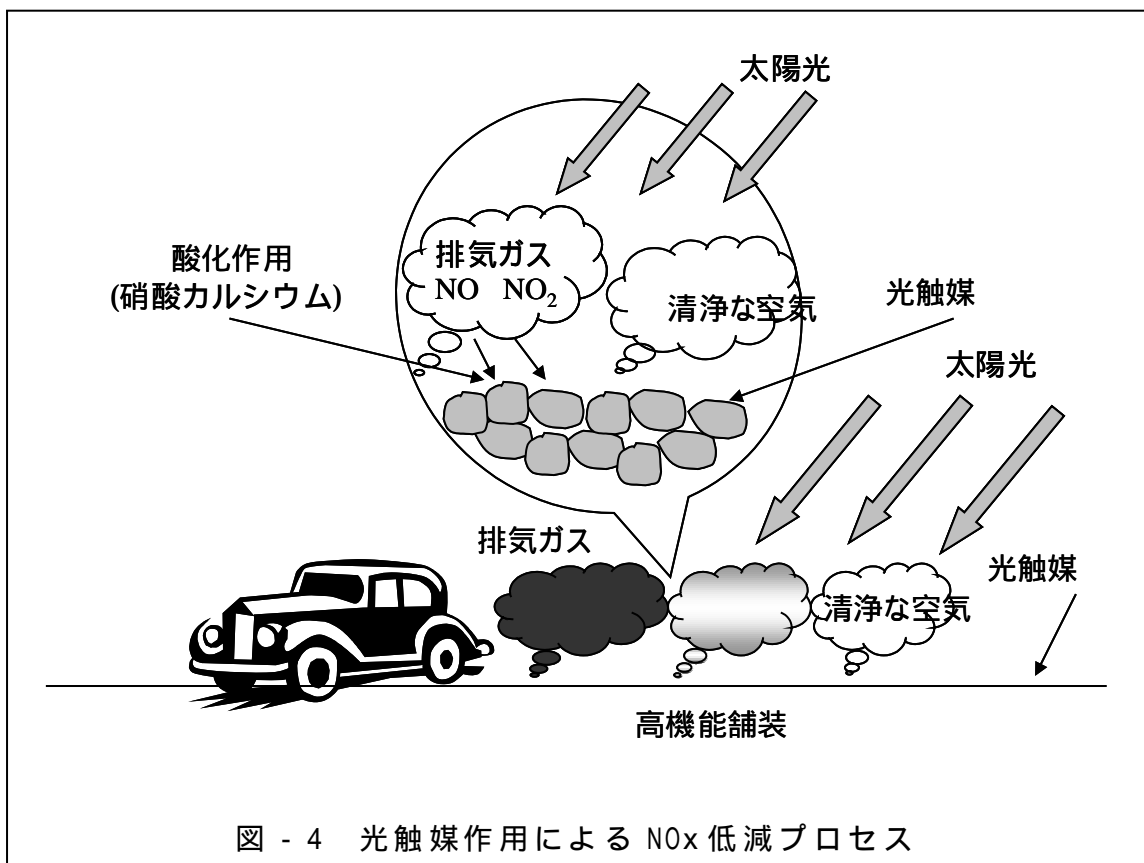


図 - 4 光触媒作用による NOx 低減プロセス

エコセメント

エコセメントはエコロジーとセメントとの合成語で、都市ごみ焼却灰や下水汚泥などを主原料として製造される、全く新しい資源リサイクル型のセメントである。主原料となる都市ごみ焼却灰や下水汚泥は、セメント原料である石灰石、粘土などと良く似た主成分からなっている。廃棄物を有効利用することにより、埋め立て処分場の延命をはじめ、循環型社会に貢献している。(表 - 1 & 図 - 5 参照)

表 - 1 エコセメントの化学成分

(単位：%)

化学組成 原料	強熱減量 ig.loss	二酸化 けい素 SiO ₂	酸化 アルミニウム Al ₂ O ₃	酸化第二鉄 Fe ₂ O ₃	酸化 カルシウム CaO	三酸化 硫黄 SO ₃	全アルカリ R ₂ O	塩素 Cl
普通型 エコセメント	1.1	17.0	8.0	4.4	61.0	3.7	0.26	0.04
速硬型 エコセメント	0.8	15.3	10.0	2.5	57.3	9.2	0.50	0.90
普通セメント	1.5	21.2	5.2	2.8	64.2	2.0	0.63	0.01

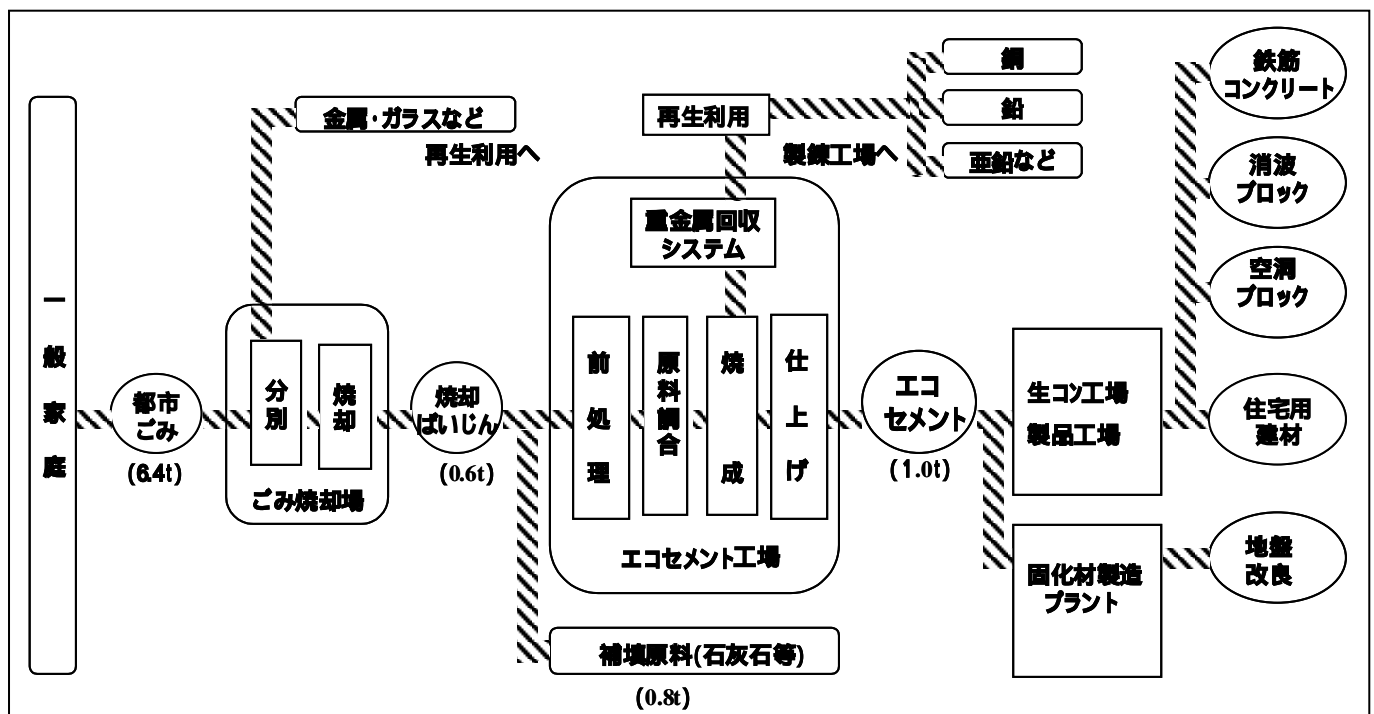


図 - 5 エコセメントの製造工程

エコセメントの製造技術は、焼却灰に含まれるダイオキシン類等の有害な有機物質を 1300 以上の高温焼成過程で分解するとともに、鉛等の有害な重金属類を回収して再資源化することが可能となるほか、通常のセメントに比べて石灰石原単位が少ないため、CO₂の発生を抑制できるなどの優れた特徴を持っている。

エコセメントは、普通セメントとほぼ同様の品質を持っており、コンクリートとして鉄筋構造物をはじめ、地盤改良材、汚泥固化材等、幅広い用途に使用可能である。

4. 長寿命型コンクリートについて

(1) コンクリートの耐久性

コンクリートの耐久性に影響を及ぼす要因は、内的要因と外的要因に分類される。内的要因としては、セメントを含むコンクリート材料の品質、水セメント比、施工方法等が挙げられ、外的要因としては、ひび割れ、凍結融解作用、二酸化炭素の作用、飛来塩分等が考えられる。ここでは、コンクリートの耐久性を向上させるための各要因に対する対策について示す。

材料品質および配合

セメントに起因する問題点としては、収縮ひび割れが挙げられる。乾燥によるコンクリートの収縮は、普通コンクリートでは材齢 1 日を基準として、大体 $5 \sim 7 \times 10^{-4} \text{N/mm}^2$ 程度である。乾燥収縮に影響をおよぼす要因としては、単位水量、セメント量とその性質、骨材の品質、空気量、養生条件、部材の大きさ等が挙げられるが、この中でも単位水量の影響が最も大きい。単位水量をできるだけ小さくして、緻密なコンクリートを造ることにより、二酸化炭素や飛来塩分の浸透を防ぐことができる。

セメントの性質に着目してみると、一般的にアルミネート(C₃A)の含有量が多いセメントほど水和発熱が大きい。つまり、C₃Aの含有量が小さく、水和熱が小さいベーマイト(C₂S)の含有量が多い中庸熱セメントや低熱セメントを用いることによって水和発熱を抑制し、温度ひび割れを防止することが可能となる。

施工方法

コンクリートの性能は、施工に影響される部分が多いので、しっかりとした施工管理を行うことが非常に重要になる。例えば、鉄筋が密に配置されるような部位にコンクリートを打設する場合は、コンクリートが隅々まで充填されるように、振動締固めを行わなければならない。締固めが不十分であると、ジャンカなどの欠陥ができてしまう。他にも、コンクリートを打ち継ぐ場合は、打継ぎ面の処理を行い、既設コンクリートが硬化する前に打ち継がないとコールドジョイントが形成され欠陥となってしまう。

近年では、締固め作業が不要となるような高流動性と材料分離抵抗性を併せ持つ、高流動コンクリートが開発されている。

養生

養生は、コンクリートの硬化作用を十分発揮させるような湿度、温度を保ち乾燥収縮によるひび割れの発生をできるだけ少なくする非常に重要な作業である。もし、コンクリート打設後、露出面を急激に乾燥させてしまうと、乾燥による初期ひび割れが生じ、初期欠陥となってしまう。

ひび割れ

最も重要なことは「ひび割れ」を少なくする事である。いくら緻密なコンクリートを作ってもひび割れが生じると、その個所が欠陥となり二酸化炭素や塩分の浸透が急激に進行する恐れがあり、結果として耐久性を損なう事になる。

ひび割れの原因については、設計・施工の問題もあるが、材料に起因するものとして、セメントの水和熱に起因する温度ひび割れ、セメントの収縮(自己収縮、乾燥収縮)が主なものであり、耐久性を向上させるためには、その対策が重要である。コンクリートの収縮ひび割れを防止する方法として、膨張材が挙げられる。膨張材は、水和反応によってエトリンガイトや水酸化カルシウムを生成し、コンクリートを膨張させ、乾燥収縮によるひび割れの低減、ケミカルプレストレスの導入などに用いられる。また、近年収縮低減剤も開発され、膨張材と併用することでさらに高い効果が得られることが確認されている。(図 - 6 参照)

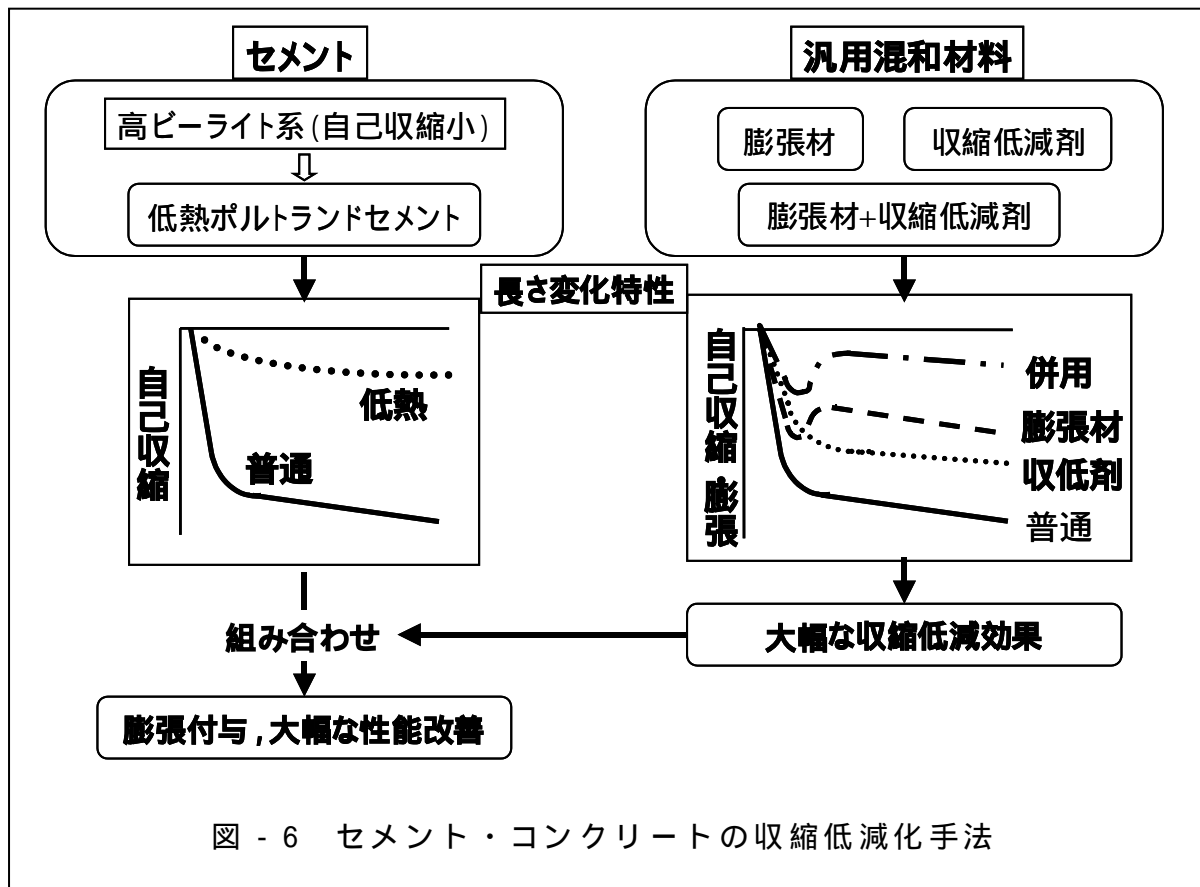


図 - 6 セメント・コンクリートの収縮低減化手法

(3) 長寿命型コンクリートの提案

以上の内容を踏まえて、自己収縮、乾燥収縮が小さい高ピーライト系低熱ポルトランドセメントを使用し、自己収縮・乾燥収縮を低減するために膨張材と収縮低減剤を併用した長寿命型コンクリートを提案する(表-2 & 図-7 参照)。

表 - 2 コンクリートの配合と物性

コンクリート種類	セメントの種類	W/B (%)	単位結合材料 (kg/m ³)		収縮低減剤 (kg/m ³) (テトラガード)	設計基準強度 (MPa)	スランプフロー (cm)
			セメント	膨張材 (エキスパン)			
普通コンクリート	普通	60	300	-	-	20	18(スランプ)
一般高強度			583	-	-		
高性能長寿命型 コンクリート (自己 + 乾燥収縮応力 0)	低熱	30	543	40	6	80	60 ± 5

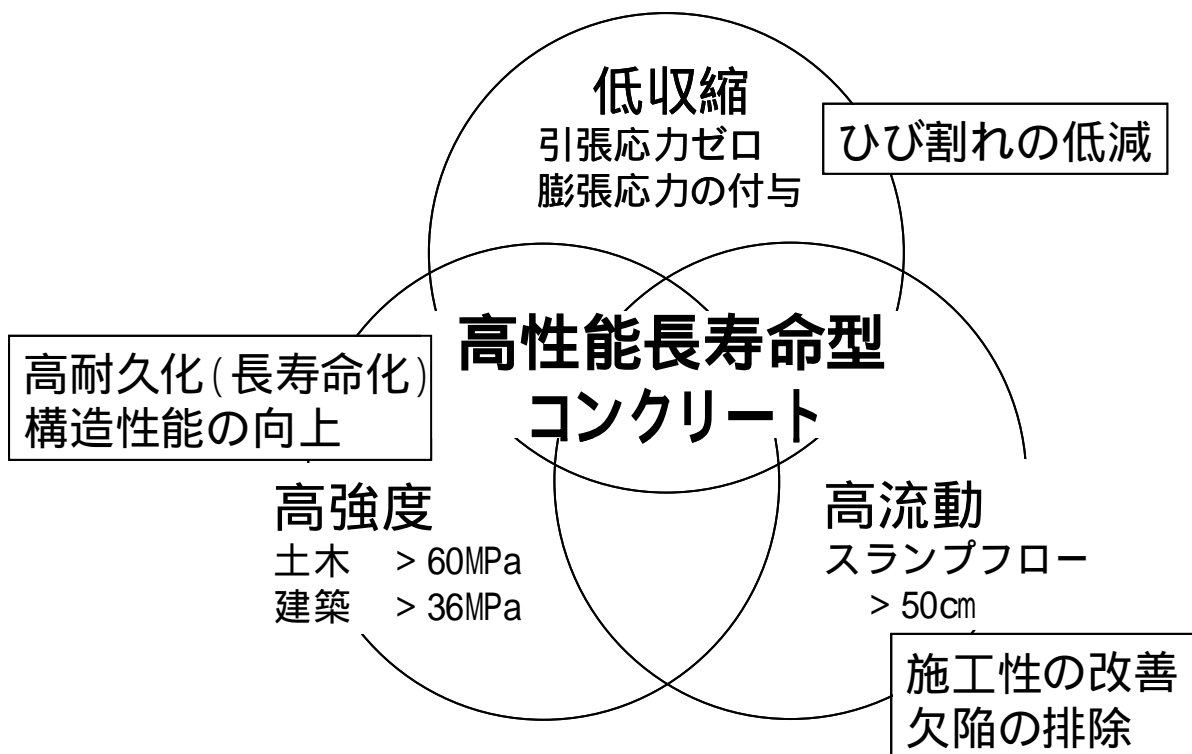


図 - 7 高性能長寿命型コンクリートのイメージ図

本コンクリートは、高流動であるので施工上の初期欠陥が発生しにくく、高強度であるので、飛来塩分の浸透による鉄筋腐食などの欠陥も発生しにくい。さらに、膨張材と収縮低減剤を併用することで、乾燥収縮による初期ひび割れの発生も防止できる。

本コンクリートを使用することにより、施工性に優れ（高流動）、外的劣化要因を受けにくい緻密な組織を有し（高強度）、ひび割れの少ない（低収縮）コンクリートが得られることになり、耐久性は従来 30～50 年であったものが、100～200 年と大幅に向上することが予想され、ストック型社会形成に大きく寄与できると考える

5 . まとめ

本報告では、セメント・コンクリートがストック型社会形成に寄与するための方策について検討した。セメント・コンクリートは本来耐久性を有するものであり、最新の技術を駆使すればストック型社会形成へ大きく貢献できるものと考えられる。また、これからの構造物の建設においては環境との調和が欠かせないものとなってきており、エコセメントや光触媒セメントなどの新しい技術の利用を促進することが重要である。

【参考文献】

- ・ セメントの材料科学、荒井康夫、1984
- ・ セメントの常識、社団法人セメント協会、2002.3
- ・ C&C エンサイクロペディア[セメント・コンクリート化学の基礎解説]、社団法人セメント協会、1999
- ・ 窯業の辞典、浜野健也・川村資三・田中愛蔵・中川善部衛、朝倉書店、1995
- ・ 図解 コンクリートがわかる本、永井達也、(株)日本実業出版社、2002
- ・ 図表で見るコンクリートの基礎知識(第15版)、太平洋セメント(株)、2002.5
- ・ 鉄筋コンクリート工学<改訂版>、前田詔一・岡村甫、1997.2

長寿命型素材 ～ 煉瓦、セラミック系素材の事例～

井本 達夫（黒崎播磨株式会社 常務取締役）

1. セラミックス

古来人類は構造物の主要構成素材として土や石を使用してきた。いずれも構造物を支えるある程度の強度がある事や思いのままに加工、デザインが可能なこと、耐久性があること等がその大きな理由であると考えられる。現在我々耐火物業（煉瓦屋）が土石業と命名されるのもそのゆえんかもしれない。しかし土石はその性質から必ずしも人類を十分に満足させる物ではなく、脆弱さや加工しづらさ等その弱点の改善が必要とされた。

世の中の素材は金属、無機、有機に分類され、無機材料はセラミックと総称される。

無機材料にはその用途により構造、電気、光、核、吸着、研磨、触媒、生体用に分類され、構造用素材としてはセメント、煉瓦、耐火物、タイル、サイジング等があげられる。

ここではロングライフの視点から煉瓦とファインセラミックス、セラミックボード（陶板）を取り上げる。

（1）煉瓦

煉瓦は従来耐火物の一部であり、耐火物とは高温で溶融しにくい非金属（無機）材料の総称である。その使用目的は高温の熱作用に耐え、十分な機械的強度を有し、急激な熱変化や繰り返し加熱にも耐え、接触するガスや溶融物などの侵食、磨耗などに抵抗性があるものであり、主として鉄鋼、非鉄、セメント、ガラス、窯業など過酷な条件下で使用されている。

一般的な構造物のための煉瓦は上述のような高機能が求められるわけではなくその使用環境を考慮すれば安価な比較的グレードの低いもので十分である。国内ではその耐震性が懸念されるため、建築物に利用される事例は少ないが海外では外壁として多用されたり躯体（ストラクチャ）にまで使用されることもある。最近国内でもその高機能が着目されてきつつあり、躯体は従来素材～たとえば木材、鉄骨などで構成し、外壁をタイル的ではなく煉瓦そのもので構成するいわゆる煉瓦ハウスが出現している。図-1にその事例の一つを示す。外壁が煉瓦であることからロングライフ性はいうまでもなく耐火、断熱、防音、吸排湿性も優れており、耐震性についても実験検証の結果問題なしとされている。

さらに煉瓦そのものを独特の構造施工により躯体にまで使用する新たな技術開発も九大人間環境工学研究院・松藤教授らにより試みられ、この中では分散型アンボンドプレストレス理論を適用し構造の基礎理論、要素技術、実施工技術、室内熱環境、耐震耐風圧性能の検証など幅広い研究がなされている。図

- 2 にその事例を示すが前述同様ロングライフ性は申し分なくその他の機能も優れている。

(2) ファインセラミックスおよびセラミックボード

ファインセラミックスは精製、形状制御された超微粒子原料を出発点として高純度雰囲気中で製造されるため金属に比較して高耐熱性、高硬度耐摩耗性、低比重軽量、高耐食性に極めて優れるものの脆さでは劣るし、その製造法からして極めてコスト高であることが難点とされている。しかしながらロングライフに着目した部分的または局部的または他素材との複合的な利用は工業の世界では常識的であり、構造物にも適用は可能であるが超高価であることから多用されることにはならない。

構造物の外壁を構成する素材としては現在セメント、モルタル、ガラス、金属、サイジング等が主流であるがいずれも究極のロングライフ素材とは言い難く。寿命延長のためのメンテナンスが必須である。それら素材の上に焼き物のタイルや煉瓦を景観材として使用することも多いがコスト高であり、剥落も避けられない。

これらの欠点を補うべく新たな素材としてセラミックボード(陶板)が開発されており、この特徴は

- ・ 高温焼成によりセラミック(陶)化されているため外的環境(風雨、日光、大気等)で変色、変質がない。
- ・ 防火性能もあり、形状、色調が自在に選択でき景観性にも優れるし施工性も良いことからコスト的にも有利。

実用化されてからの期間が今だ短いので実績は十分ではないが劣化促進試験等では高性能がえられており、ロングライフニズには十分こたえられる素材であるし、高価でないことからこれからの多用が期待される。

以上セラミックスはロングライフ的素材としては有望であり技術コスト的にも実用化されつつあるが必ずしも万能というわけではなく今後の課題も多い。

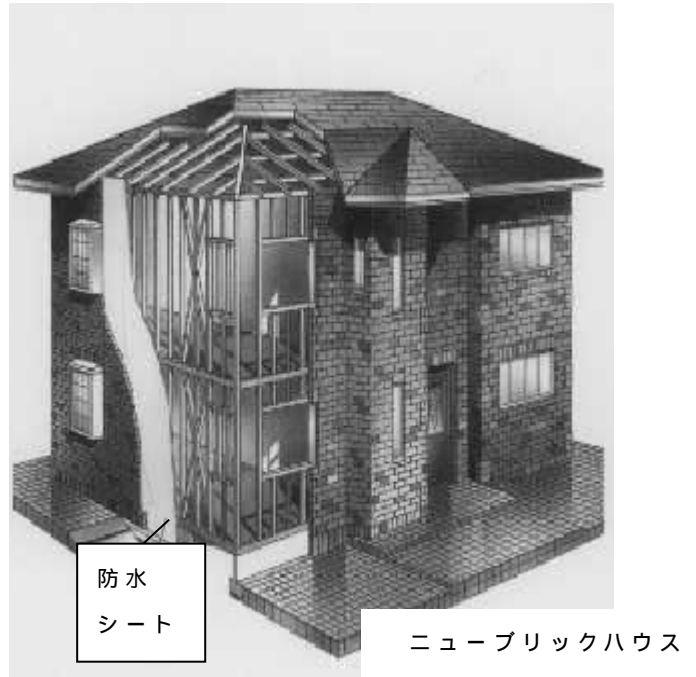
図 . 1 湿式煉瓦造り住宅事例 (辰巳住宅資料)

新工法「中空積み」特徴 & レンガ造りのメリット

同社が採用した「中空積み工法」とは？

以前までの工法は、「中実積み工法」といい、レンガと躯体の間をモルタルで充填する工法が主流だったがレンガと躯体は熱や揺れによって異なった動きをするため在来工法では不向きとされてきた。

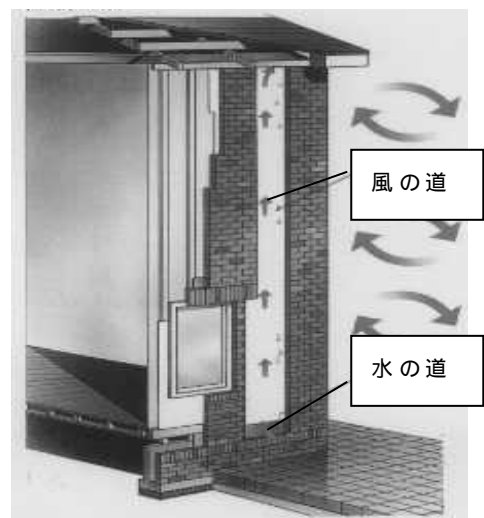
同社が採用した「**中空積み工法**」では、躯体とレンガ壁の間に空気層を設け、特殊金具（ウォールタイ）を使用する事で、これまで以上の耐久性と断熱性の実現できるようになった。また、レンガ壁振動実験により阪神大震災時と同等の地震力を加えても、「中空積み工法」のレンガ壁は損傷を起こさないことが確認されている。



家全体が呼吸をする、工法とは？

躯体とレンガの間の通り道を空気が流れ、家全体が呼吸。壁体内結露を防ぎ、躯体の耐久性を高め、空調効果もある。

更に、構造体の木と同様にレンガも調湿機能がある。レンガが本来持つ、換気に優れた特性が、昔ながらの土壁の家のように呼吸。壁体内に結露がなく、躯体が常に乾燥、耐久性を高める。



100年にわたってメンテナンス不要。

耐久性・断熱性・防音性に富んだレンガは、近年主流になっているサイディングに比べ費用が高く、ややもすると敬遠されがちだが、諸外国の歴史が証明するように、百年にわたって塗り替えやメンテナンスの必要がなく、しかも美観にも優れている。例えば、サイディングやモルタルなどの外壁だと、新築時にはレンガの半値以下で工事ができるが、補修や張替えなどを繰り返すと40年後には、一切、メンテナンスが必要のないレンガより高くつくという計算になる。

図2 . D U P 乾式 煉瓦住宅例(九大松藤教授 資料)

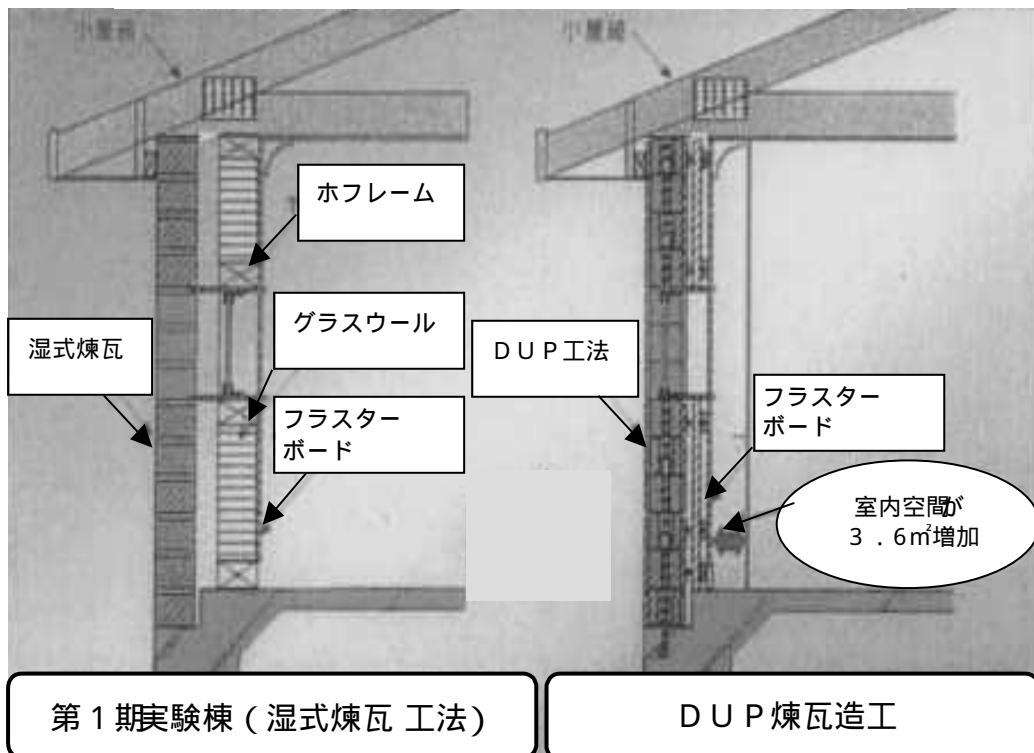


図3. セラミックボード(陶板)事例(黒崎播磨資料)

大型陶板外装材 ハリウォール

家はそこに住む人々の個性の表れ・・・
なかでも外装材は、いわば家の「顔」。
焼き物から生まれた「ハリウォール」、
本物の良さがきっと伝わってくる。

**ハリウォールは
ここが違います**

ハリウォール施工例

【サイズ】

長さ	幅	厚さ
1820×304	×18.5	
2000×304	×18.5	

焼き物

〔1100℃以上的高温焼成〕

気品あふれる3色

ブラウン

グレー

レッド

※同製品でも用途が異なります

- 本物**

 - ・ 焼き物独特の風格が漂う質感、深みのある色あいは、住まいの表情を、より豊かなものにする。

安心

 - ・ 大型の焼き物の特徴を生かした施工により土台の腐りや結露防止に効果がある。
 - ・ 金具止め施工なので耐震性にも優れている。

お得

 - ・ 焼き物は火や水に強く、変色や変質などを起こしにくい素材なので、塗装品や吹付品のような塗り替えの必要がない。
 - ・ 簡単な洗浄で汚れが落とせる。
 - ・ タイル張りに比べ、安い工事費を実現した。

【外壁材の費用比較】

ハリウォール	新築費用
一般的な外壁材	新築費用 塗り替え

外装材性能比較

	ハリウォール	タイル	サイディング	モルタル
変色				×
変質				×
防火				
耐水				
施工				
塗り替え	不要	不要	要	要

優 良 普通 ×劣

高耐久木材の開発

松山 拓郎（福岡県工業技術センターインテリア研究所 所長）
脇坂 政幸（福岡県工業技術センターインテリア研究所 研究員）
樋口 光夫（九州大学 名誉教授）
内倉 清隆（九州木材工業株式会社 製造本部 研究開発係長）

はじめに

木材を産業用の資材として使用する場合，燃える・割れる・変形する・腐る・食害されるなどがしばしば問題となる。例えば，自然環境下で使用するウッドデッキ・遊具・木柵・テラスなどの木製品の耐久性に不安を抱く消費者は多い。

長期間にわたって安定的に性能を維持させるために，木材をそれぞれの使用目的に応じて改良する技術（材質改良技術）があり，耐朽性・耐蟻性・寸法安定性・難燃性などが主な技術開発の対象である。防腐・防蟻処理技術（木材保存技術）はそうした材質改良技術のひとつであり，木材細胞を食害し組織強度を劣化させる腐朽菌に対抗して，また，木材を食害する白アリに対抗して，各種薬剤を木材に注入することにより，その毒性物質の力を借りて木材を守ろうとするものである。防腐処理材の主な用途は鉄道用防腐処理枕木や電力・電話用木柱などであったが，高度経済成長をピークにそれらは次第に需要が減少していった。枕木は PC に，木柱はコンクリート柱や複合柱に押されて大幅にシェアが減少し，現在では木造住宅の防腐・防蟻処理などに利用されているものの，日常的に目にする機会は減った。しかし，毒性物質の使用が多くの人に嫌われていることは確かである。木材の屋外での利用に対して根強く残っている消費者の不安を取り除き，より積極的な木材利用への関心を持ってもらえるような技術開発が望まれている。

木材保存技術の課題

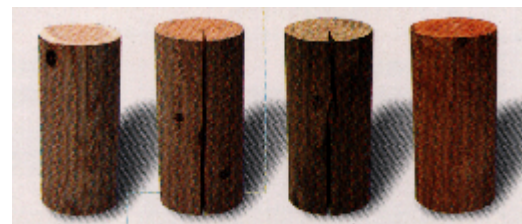
永年にわたって，防腐処理薬剤として CCA が使用されてきた。CCA は，クロム (Cr)・銅 (Cu)・ヒ素 (As) の頭文字を取って慣用名としているものである。防腐・防蟻効果は高いが毒性が強いことが課題であった。環境への配慮が求められる時代にあっては次第に敬遠され，近年はそれに替わり低毒性の水溶性薬剤類などが用いられるようになってきている。しかし，一般に水溶性薬剤類は CCA ほどの効果がなく，寸法安定性を期待できないため，木材の乾燥収縮により生じた亀裂部から腐朽菌が侵入するなどにより大きな効果を望めないと言った課題があり，CCA に替わる新たな保存処理法の開発が切望されていた。

高耐久木材の開発

九州大学・福岡県工業技術センター・九州木材工業（株）などの産学官共同研究チームは新規高耐久木材の開発を目指していたが，樹脂含浸用として新たに開発したメチロール化フェノール（フェノール樹脂の硬化前原料）を木材に加圧注入することにより高い寸法安定性が付与されることなどを確認している。

木材の材質改良方法としてのフェノール樹脂注入処理は約 70 年間の研究の歴史がある。多くの研究者により材質改良研究は続けられているが、九州大学の樋口教授（当時）らは注入用樹脂の分子組成に関心を抱き従来のフェノール樹脂を調べ、未反応のフェノールと、分子量の大きい重合体の割合が非常に高いことをつきとめた。未反応のフェノールは樹脂の硬化に際して反応に参加する確率が低く、分子量の大きい重合体は木材の細胞壁中への浸透において不利である。そこで、同教授は、より効果的な樹脂の開発を目指し合成方法の研究に取り組んだ。それとともに、前述の産学官共同研究チームにより、スギ・ヒノキ材などへの注入処理技術・耐候性・耐腐朽性・耐蟻性・毒性などの検討が行われた。

木材は個体差が大きく、また履歴による性質の変化も大きいので、同じ条件で樹脂注入処理を行った場合、個々の材の薬剤注入量にバラツキを生じ、乾燥の状態にも差が出る。このため、＜樹脂注入乾燥・硬化＞の作業プログラムを確立し均一な材を製造することも検討された。また、屋外暴露試験・担子菌を用いた腐朽試験、白蟻による食害試験、魚を用いた毒性試験などを行い、無毒で高耐久性の処理材が得られることを確認している。硬化したフェノール樹脂は有機溶剤に溶けず、したがって毒性を示さないが、材の外周部では木材成分を覆ったこのフェノール樹脂膜がバリアーとなって腐朽菌の攻撃に耐える構造になっている。また、樹脂は木材細胞壁への浸透性が良く、このため寸法安定性が高くなり割れの発生が抑制されると考えられている。数年間に渡り繰り返し実施した実大材の評価実験などの結果から、建築・土木・造園などの各種資材として高耐久木材が有用であることの確証が得られている。



A B C D

杉間伐材の割れの進行状況

- A: 未処理材
- B: 未処理材 (1年経過)
- C: 銅系処理剤使用 (1年経過)
- D: メチロール化フェノール処理材 (5年経過)



評価試験用東屋

おわりに

かつて、未処理の木材は耐久性に不安があるため、多くの住宅部品・造園資材が次第にコンクリート製品・金属製品・プラスチック製品などに取って替わられた。しかし、天然資源である木材へのこだわりは依然として強い。住宅や公共施設などにおいて高耐久化への期待は大きく、当該技術は”ロングライフ化”を指向する社会ニーズに適應した技術として広く貢献できるものと期待している。

長寿命型建築技術（S I工法の考え方とその事例）

林 明夫（日本鋼管株式会社 総合リサイクル事業センター 副センター長、
香川大学 客員教授）

建築物を造り上げるにあたって、その全体と部分をわけて、生産・施工の方式を段階的に考えていくやり方は、建築が生まれた時から今日まで続いている。江戸時代の長屋も規格化された畳やふすまを取り外し、別の長屋に持ち運び、据え付けることが可能となっていた。

システムのみれば、建築物全体がトータルシステムであり、その部分はサブシステムである。この部分としてのサブシステムをオープンにして、どの建物にも取り付けられるようにすることが、オープンシステムの基本であり、第二次世界大戦以降建設業の中で急速に進められてきた。

本稿では、第1図に示すように建物の躯体部分をサポート（S）、取替え可能な部分をインフィル（I）と呼び、これらを合わせたものをS Iシステムと称している。

1960年代にオランダで始まり、英国、北欧、米国などに順次広がっていった。この考え方の基本は、公共財としての恒久的なサポートと居住者のライフステージに即して取替えや変更の可能な私有財としてのインフィルとを分離し、社会と個人の責任の範囲を明確にしようとするものであった。

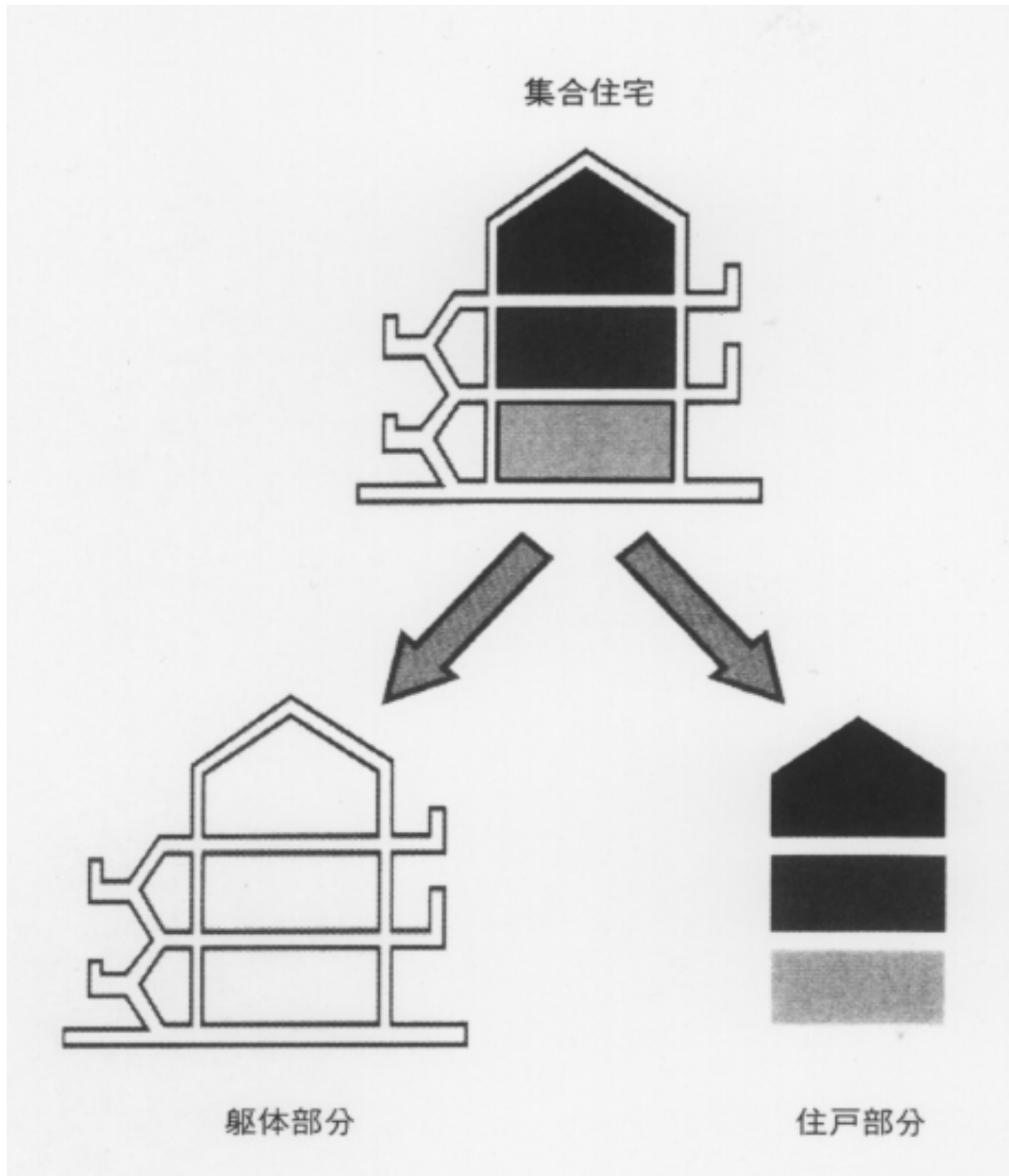
第2図はサポート・インフィルの概念図、第3、4図はシステム構成図である。長期的使用に耐えられる躯体部（S）と居住者のライフステージやライフスタイルに合わせて自由に変更できる内装部（I）を分離することにより、住宅のシステムとしての長寿命化が可能となる。

第5、6図は、S I住宅のメリットや長所をまとめたものである。長寿命化を目指すことにより、経済的に躯体部の安全性と耐久性を高めることができるとともに、ライフラインのパイプスペース等を分離することにより、老朽設備の交換や最新技術を組み込んだ設備への交換が容易になる。

S I住宅の導入事例としては、実験住宅として大阪ガスにより建設されたネクスト21（第7図参照）や、都市基盤整備公団が建設した河田町や汐留地区の集合住宅等がある。河田町の住宅は平成15年3月、汐留の住宅は16年3月から入居が開始される予定である。両住宅とも民間の不動産会社がスケルトン部を公団から長期的に賃借し、内装を施した上で個人向けに賃貸する予定である。これらの事例のように公的主体が躯体部を建設し、民間館に貸与する方式により、S I住宅が普及することが期待されている。

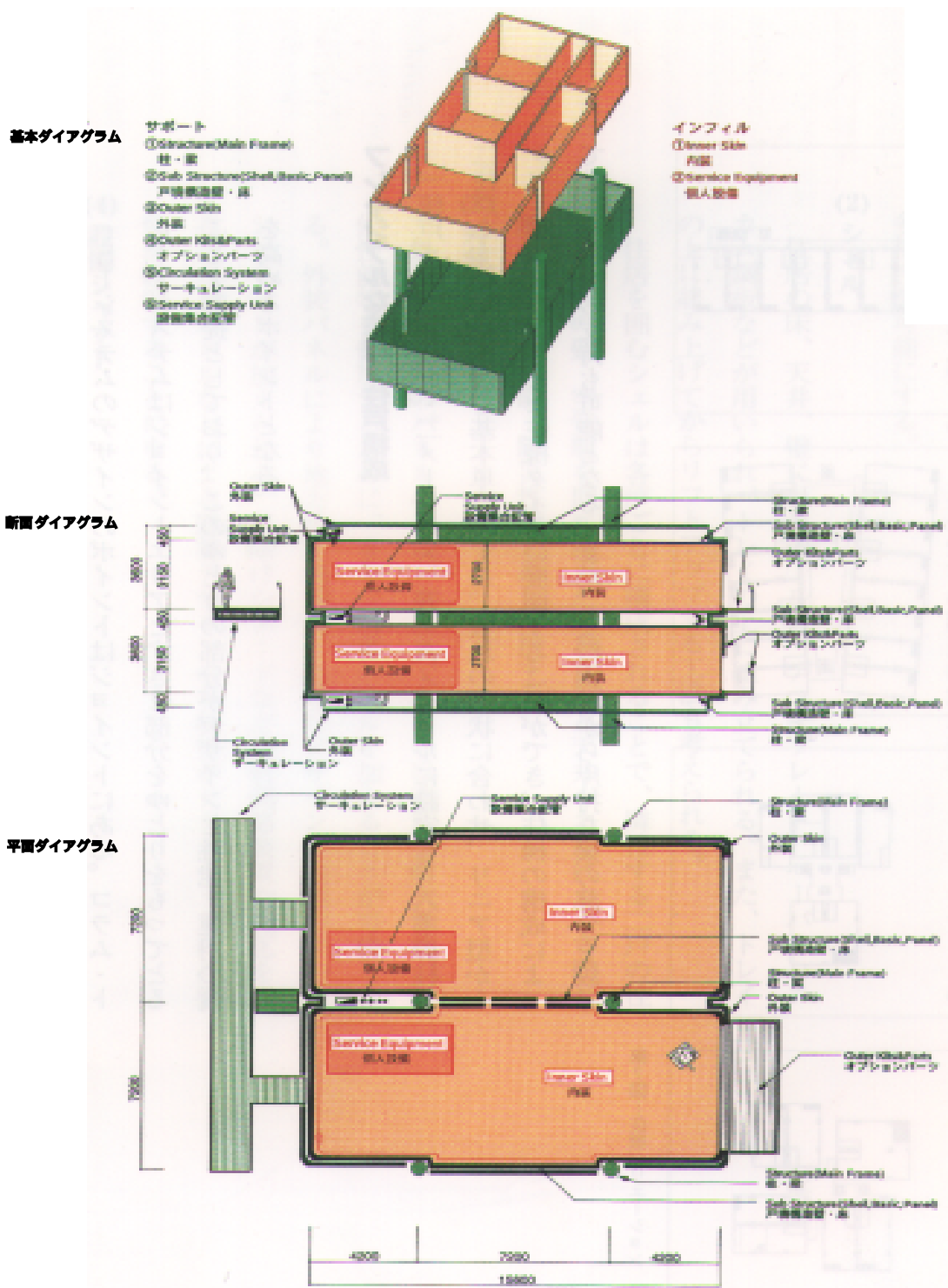
参考文献：次世代街区への提言(三宅理一、林明夫編著 鹿島出版会)

第1図



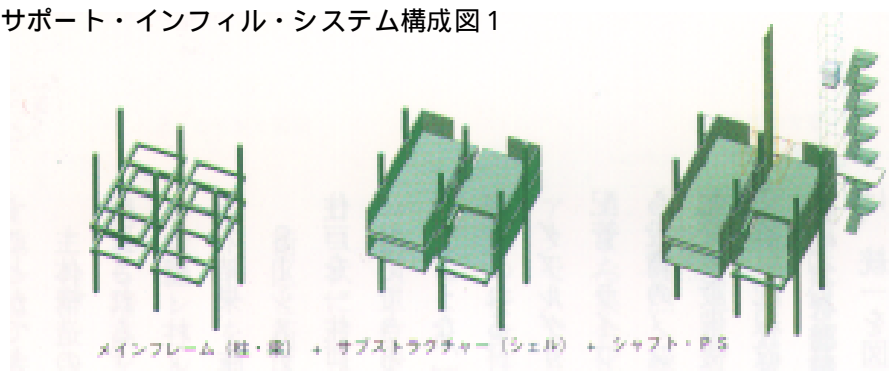
サポート（S）とインフィル（I）によるS I集合住宅システム。
内田祥哉、巽和夫によるNEXT 21 躯体・住戸分離方式の概念図。
（出典 「次世代街区への提案」）

第2図 サポート・インフィル概念図

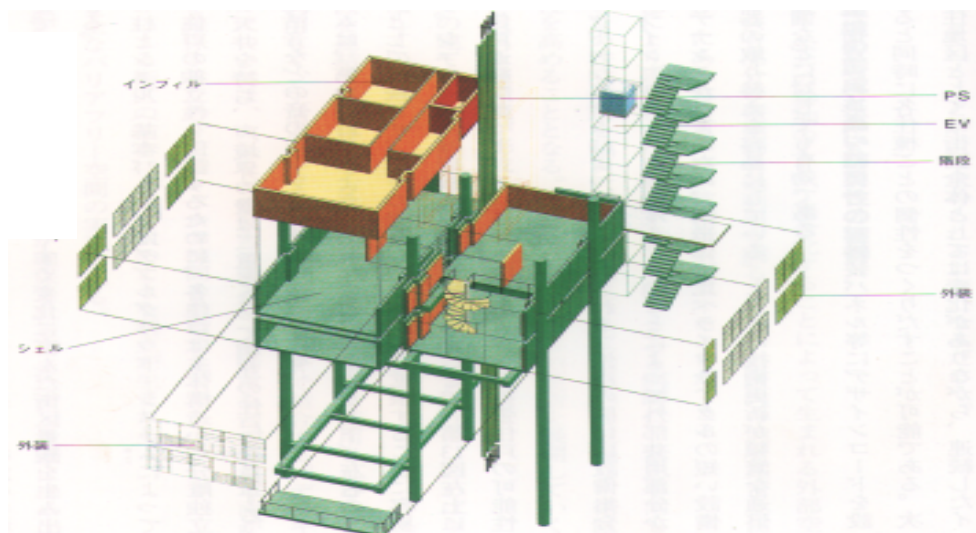


出典 「次世代街区への提案」

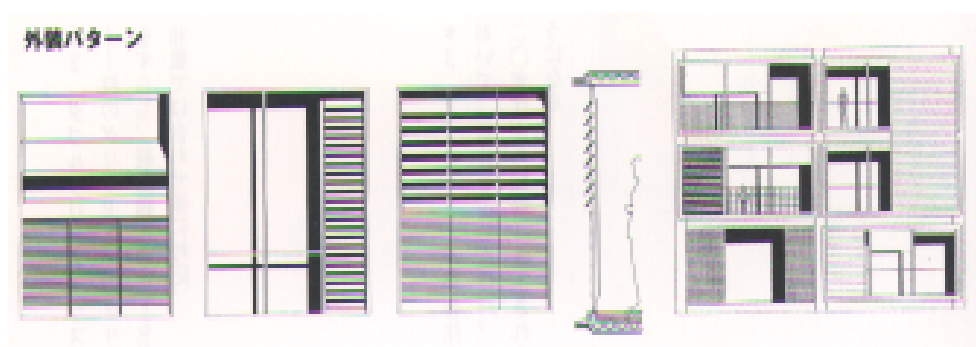
第3図 サポート・インフィル・システム構成図1



第4図 サポート・インフィル・システム構成図2



アウトースキン (外装) パターン



出典 「次世代街区への提案」

第5図

(1) 安心・安全な住宅

骨組みにCFS（コンクリート充填鋼管）、
CFS（コンクリート充填鋼）、耐火鋼などの耐火材を使用した耐震設計
万一の被害にも、検査・修復が容易で迅速
外壁に耐火材・不燃材を使用
地下貯水槽（雨水）で、防火用水・万一の生活用水を確保
太陽電池パネルにより、被災時の電源を確保
インフィル毎の免震構造化が可能

(2) 拡張性に優れ、フレキシブル

間取りの変更が自由
当事者間の合意により戸境壁、戸境床も変更可能
インフィル部の自由な設計・補修が可能
広域エネルギー供給システムに備え、拡張配管スペースを確保
隣接街区と2階ないし3階レベルでデッキによる接合が可能

(3) 公的機関によるサポートの所有、維持管理

サポートの建て替や維持管理に居住者の合意が必要

(4) 短工期

乾式工法のため短工期
無足場工法等の省仮設工法

(5) 戸建て感覚の集合住宅

二重床、二重壁の採用による、遮音性、耐衝撃音性の向上

(6) 環境負荷の低減

屋上緑化、結合デッキの緑化によるヒートシンク化
屋根、外壁パネルへの太陽電池の採用
耐久性向上によるライフサイクルを通じた二酸化炭素の発生量の低減
鉄骨造のため建て替え時の建設廃材の量が減少

(7) サポート、設備のメンテナンスが容易

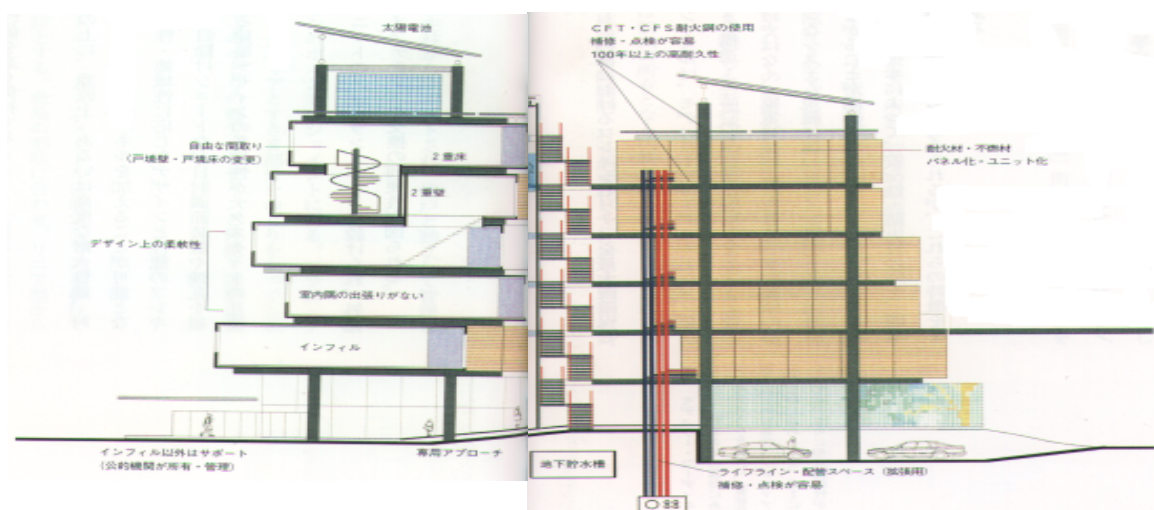
骨組部分が「鉄」製であるため、建物診断やメンテナンスが容易
サポート、インフィルの分離により、設備の交換、補修が容易

(8) デザイン上の柔軟性

支柱と住戸ユニットの結合位置が変更可能
斜線規制への対応が容易

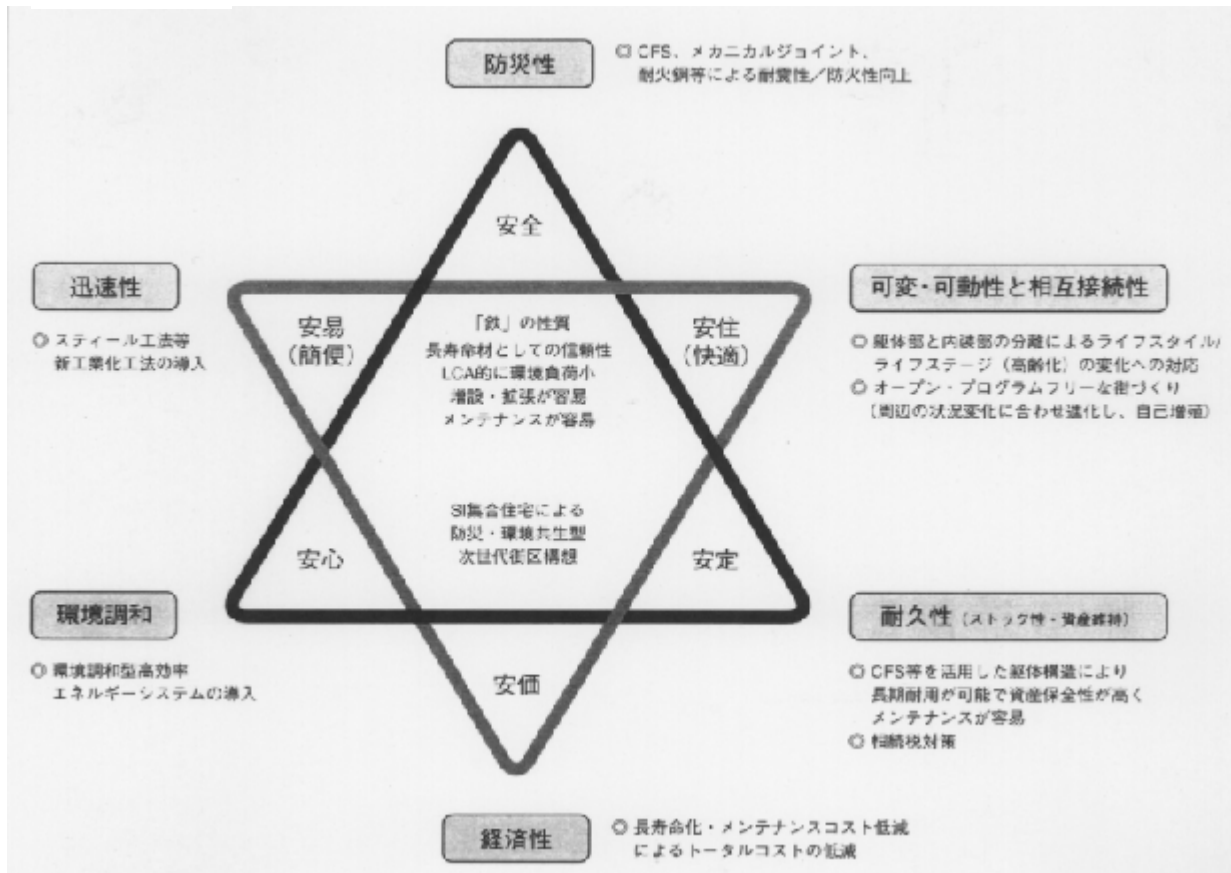
(9) 経済性の確保

部材の標準化、工業化による工期短縮とコストの低減
インフィル、サポートの分離に伴うコスト増を、新工法の導入・標準化・パネルの使用により吸収



(出典 「次世代街区への提案」)

第 6 図



安全・安心・安定から求められる機能

- 防災性
- 環境保全や環境調和

経済性から求められる機能

- トータルコスト低減
- 迅速性

鉄とコンクリートの融合

- 長寿命材としての信頼性向上
- 環境負荷の低減
- 増設や拡張が容易

「鉄」を活用した「集合住宅 S I 2 1」の基本コンセプト

出典 「次世代街区への提案」

長寿命型建築 ～ 低環境負荷・長寿命木質住宅～

川井 秀一(京都大学木質科学研究所 木質材料機能部門 複合材料分野 教授)
小松 幸平(京都大学木質科学研究所 木質材料機能部門 構造機能分野 教授)

1 . 木材の寿命は？

木材は、樹木が数億年にわたる進化の過程を経て創り出した生物材料であり、地球上の炭素循環の一翼を担う材料である。したがって、木材は元来生産から廃棄に到るライフサイクル全体の環境負荷が小さく、環境に調和した材料である。持続的、循環的資源としてみた場合、最も優れた建築材料と言える。

建築材料としての木材の機能特性をみると、1) 軽くて強い、2) 長寿命且つ生分解性があげられる。前者の比強度が高いという機能については、木材はセル構造とセルロースマイクロフィブリルのヘリカルワインディング(螺旋)構造とによって、これを実現している。後者の機能は、親水性成分(セルロース)と疎水性成分(リグニン)の巧みな組み合わせによって実現されているが、水分の存在が大きな鍵となっている。すなわち、乾燥状態で熱酸化分解が極めて緩やかに進行する条件下では木材の寿命は数万年単位と予測されている。¹⁾ 湿潤常態で加水分解を伴う場合でも数百年以上の寿命が期待される。ただし、繊維飽和点(含水率25%)前後の水分が保有されている場合には、腐朽や虫害等の生物劣化に遭いやすく、木材の寿命は大きく低減する。

したがって、木材を長持ちさせるには、木材内に水分を留めず、生物劣化が生じる環境を作らないことが重要である。仮に、外部環境から水分が侵入しても、構造要素である木材内部に長く留めず、速やかに排出(乾燥)できる機構をもたせ、気乾(含水率約13%)状態を保つことが肝要である。

2 . 木質系住宅の長寿命化

わが国の木造住宅の耐用年数が25年～30年と極めて短いのは、主として次の2つの原因によるものと考えられる。

- 1) 水分が木材内に滞留し、腐朽が進行する。台所や風呂場など水周りの漏水、高断熱・高气密住宅のための大壁方式に伴う結露の発生など、全体設計・施工の不備により、腐朽やシロアリ被害が進行し、木材の物理的・化学的な劣化や機能の低下を招く。
- 2) 社会変化や技術革新への対応が十分でない。ライフスタイルの変化、空調設備等の住設機器の進歩に構造や空間設計できず、時代の要求や文化の変化に対応できるフレキシビリティが不十分である。

前者については、木材内部に水分を留めないための構法の選択、水仕舞いの工夫など、設計・施工の開発が求められる。一方、後者の場合は、木造住宅に限らず、建物の長寿命化には機能変更や新しい文化に対するフレキシビリティの確保、

S I 構法等による内部空間のフレキシビリティの確保など設計上の工夫が必要である。

3 . エコ住宅 2 1 (低環境負荷・長寿命住宅) プロジェクト

京都大学木質科学研究所ではこのような木材・木質材料の長寿命化に関する基本的認識に基づき、2001 年度よりエコ住宅 2 1 プロジェクトに取り組んでいる。プロジェクトは、資源自律・循環型社会の構築に向けて、低環境負荷・長寿命木質住宅を開発することを目標にしている。このためには、環境保全と資源利用の調和を図り、わが国の数少ない自律型資源である木材（国産材）の持続的利用を基本コンセプトとして^{3、4}）、木質材料の省資源・省エネルギー加工、長寿命木質エコロジー住宅の開発、快適な住環境設計、および安全なりサイクル・廃棄システムを含んだ総合的な技術開発が求められる。

そこで、わが国の伝統木造建築物のもつ優れた特性、すなわち、易組立、易メンテナンス、易解体、易材料再利用、高耐久性に注目し、耐用年数 100 年を目標とする住宅の開発をするため、以下のような基本技術の開発を行っている。

1) 材料には主として国産針葉樹製材を用い、葉枯らし、天然乾燥をベースに省エネルギー・省資源技術を開発する。

2) 構造要素を乾燥状態に保つために、柱・梁等の軸材料を面で覆わず、外部に常に現しとする真壁仕様の軸組構法を採用する。軸組構法はまた、解体、再利用、材料の取り替え（メンテナンス）が容易であり、長寿命且つ機能および空間のフレキシビリティに優れている。

3) 部材の接合には、圧縮木材ダボ（形状記憶ダボ）、圧密化竹釘など、新開発の環境調和型接合材、あるいは楔、木栓など伝統的接合材を使用し、解体時の分別回収・再利用を容易にする。

4) 壁材として、プレファブ型土塗り壁パネル、厚板壁方式の耐力壁を開発する。

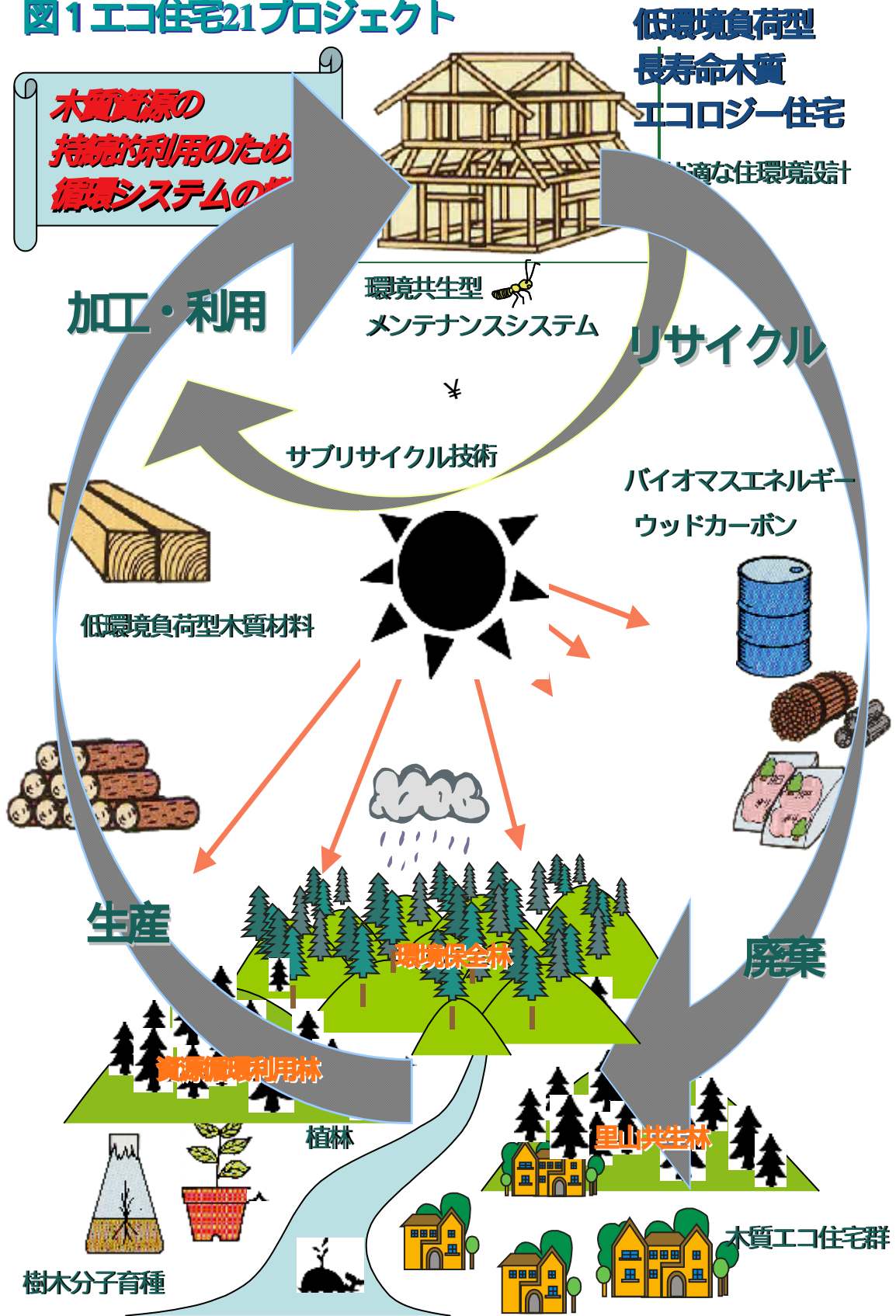
5) 床材にはリサイクルチップを用いたパネル等を用いて剛構造とし、高い耐震性能を与える。

6) 木質材料、無機質材料を基材に居住空間を形成し、健康で、快適な住環境を付与する。

7) リサイクル技術には、材料変換、エネルギー変換、ウッドカーボン等のカスケード型利用を促進するための技術開発を行う。

以上のように、本研究プロジェクトは、木材を基本的材料とすることにより住宅に持続性・循環性および易リサイクル性・易廃棄性を具備した低環境負荷性を保証し、さらに（木質）材料に物理的・化学的劣化させない技術開発、安全性や快適性等の機能を劣化させない構造安全性や居住性の付与技術、自然インパクトや社会的変化に対応でき、文化的に陳腐化しない全体設計、メンテナンス・リフォーム性などの総合的な技術開発によって、長寿命住宅の実現を目指している。図 1 は、本プロジェクトの概要図を示したものである。

図1 エコ住宅21プロジェクト



4 . おわりに

わが国では、最古の木造建築である法隆寺五重塔や最大級の東大寺大仏殿の存在がよく知られている。古来より気候風土に適した木造建築物・住宅の歴史があり、多くの技術開発の積み上げがある。

本研究プロジェクトは、これまでの技術を新たな視点から見直し、新たな技術開発と工学的な手法を組み込んで、木材が本質的にもつ環境調和性と長寿命性を活かす住宅の開発を試みている。いわば、温故知新の科学技術である。

このような技術開発を通じて、時代に即応し、時代を超える木造住宅が創られることを期待したい。

文献

- 1)川井秀一：木材の経年変化、木材なんでも小事典、木質科学研究所木悠会編、p.245-248、講談社（2001）
- 2)小松幸平他：京都大学木質科学研究所平成13年度所内プロジェクト報告書、低環境負荷・資源循環型木造エコ住宅に関する研究開発、2002年3月（宇治市）
- 3)川井秀一、佐藤庸一、馬場崎正博、岩本浩：木質資源を指標にした資源自律型地域圏 I. 基本的な考え方、研究・技術計画学会第17回年次学術大会要旨集、p.638-641 北九州市（2002）
- 4)佐藤庸一、馬場崎正博、岩本浩、川井秀一：木質資源を指標にした資源自律型地域圏 I. 福岡県における事例について、研究・技術計画学会第17回年次学術大会要旨集、p.642-645 北九州市（2002）

我が国における長寿命型道路に関する考察

原口 紳一（北九州市建築都市局 計画部 主幹）

清永 定光（株式会社松尾設計 取締役）

長寿命型土木について、身近な「道路」をとりあげソフト面からと「構造物」としてのハード面からの考察を試みる。

また、土木構造物の主要資材であるコンクリートをとりあげ、現状と長寿命に向けての研究成果の一端と紹介する。

1. 道路を長く使うには（ソフト面からの考察）

市民生活に最も身近な土木構造である「道路」を例として、長寿命化について考えてみたい。

道路は、自動車や歩行者、自転車などの交通を処理するためのものだが、それ以外にも、火災時の延焼防止空間としての機能や、緑化などによる環境向上のための機能、さらには電気、電話、上下水道など多くの施設の導入空間としての機能など市民生活に不可欠な多くの機能を持っている。

道路の寿命について考えていくに当たっては、強度や耐久性といった物理的な側面のみでなく、時代や道路をとりまく環境の変化に対応して、将来的にもこれらの機能が効果的に発揮されていくかどうか、すなわち、道路を未永く使っていくにはどうすればよいのかを考えていく必要がある。

表 - 1 道路のさまざまな機能

交通機能	自動車	通行、駐停車
	歩行者・自転車等	通行、滞留
空間機能	市街地形成	都市の骨格形成、街区形成
	防災空間	延焼防止、避難場所、消防活動
	環境空間	アメニティ、交流、イベント、緑化空間
	収容空間	電気、電話、上下水道、光ファイバー 地下鉄、地下駐車場、地下河川

1- 1 道路をとりまく状況の変化

日本の道路は、戦後急速に整備が進められた。しかしながら自動車交通量は、当初の予測や道路整備を上回るスピードで増加し、交通事故の増大や渋滞の発生、騒音や排気ガスによる環境の悪化など多くの問題が生じている。渋滞による時間の損失は年間1人あたり約42時間、金額に換算すると全国で年間約12兆円の損失といわれている。（1）

また、コンテナ車をはじめとした車両の大型化に対応するための橋梁の強化や、阪神淡路大震災を契機とした耐震設計の見直しなど、状況の変化に対応して道路に必要な機能や設計の基準も変化してきている。近年では、平成13年に車を

中心とした道路から歩行者、自転車、路面電車などが利用する空間に配慮した道路とするよう道路の基準（道路構造令）が改正された。

さらには、高齢化の進展などに伴うバリアフリー化や、都市景観向上のための電線類の地中化など、道路への要求は年々多様化している。

1- 2 状況の変化に対応できる道路計画

このような変化にも対応できる長寿命の道路を造るためには、将来の人口や交通量を始め、都市の発展の方向性や経済活動、ライフスタイルの変化などを予測した上で道路の計画を行うことが必要となっているが、数十年や百年先の変化を正確に予測することは現実的に困難である。また、長寿命にこだわるあまり、将来必要となるかもしれない機能をすべて見込んで整備を行うことは、過大投資として典型的な無駄遣いとなる恐れがある。

このため、道路の計画に当たっては、より慎重で精度の高い将来予測に努めていくことと同時に、時代に合わなくなった道路をどう対処していくのかが重要な取り組みとなっている。

実際、交通量の増大により渋滞などが生じている道路にあっては、これを解消するため、立体交差やバイパスの整備、道路の拡幅などの整備が必要となっている。

一方、これらの整備には多くの時間と費用が必要となる。このため、バスや電車などの公共交通の利用促進による自動車交通の削減などにより今ある道路を上手に末永く使っていく取り組みの重要性が増している。

1- 3 経済的な道路構造物とは（メンテナンスの重要性）

丈夫な材料を使えば、長寿命の道路構造物を造ることは可能であるが、そのために建設コストが大幅に増加しては効率的な投資とはいえない。また、丈夫過ぎると、先に述べたように社会情勢等の変化によって、改築や撤去の必要が生じた場合に、大変な経費が必要となる恐れもある。

道路構造物は、自動車による荷重を繰り返し受けるとともに、雨や風にもさらされるので、時間がたてば必ず劣化し、維持・補修（メンテナンス）が必ず必要となってくる。

道路の整備コストに関しては、従来建設費（初期投資）が重視されてきたが、戦後急速に整備された道路の多くが更新時期を迎える時期となり、今後、メンテナンスに必要な費用が増加してくる。このため、経済的に道路を造っていくためには、材料や工法の技術開発と併せ、当初の建設費やメンテナンス費用、最終的な撤去・処分にかかわる費用までを含めトータルで必要となる費（LCC：ライフサイクルコスト）を最小にする取り組みが必要となってくる。

このため、国においては、新道路技術五箇年計画により LCC 最小の概念に基づく舗装・橋梁マネジメントシステムの開発、橋梁は LCC を 4 分の 1、寿命を 5 倍に、舗装は増大していく資産に対し、費用を増大させず管理水準を保持すること、を目標にマネジメント技術の開発が進められている。

また、社団法人土木学会においても、「メンテナンス工学連合小委員会」を設置し、将来メンテナンスの対象となる社会資本ストックの増大に対応して合理的かつ効率的に、必要にして十分な保全・維持管理を行うため、メンテナンスに関する技術に共通する方法論について「メンテナンス工学」として研究が進められている。

2. 道路構造物（ハード面、施設面からの考察）

道路を構成する主要な施設としては、舗装、ガードレール、照明、標識、防災施設などがあり、構造物としては、橋梁（河川横断部、市街地高架部）トンネル、よう壁、斜面防護工などがある。

ここでは道路施設の寿命を考えると、重要な要素となる舗装ならびにコンクリート（橋梁、トンネルなど主要材料）をとりあげる。

2-1 舗装構造

2-1-1 主な種類

主な種類としては、アスファルト舗装とコンクリート舗装がある。

アスファルト舗装は、その荷重支持機構より「たわみ性舗装」とよばれる。また表層の色が一般に黒いので「黒」舗装とも呼ばれる。（図1参照）

コンクリート舗装はその荷重支持機構より「剛性舗装」とよばれる。また表層の色が一般に白いので「白」舗装ともよばれる。（図2参照）

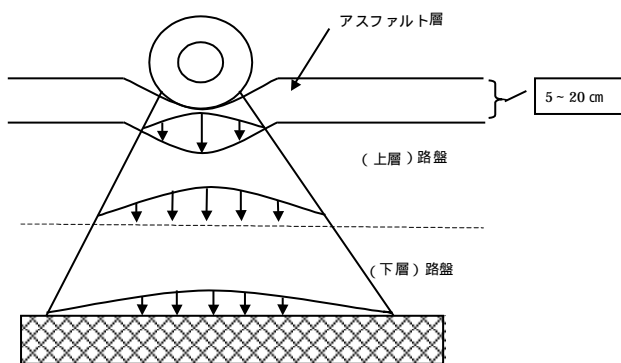


図-1 アスファルト舗装の荷重支持機構
「たわみ性舗装」

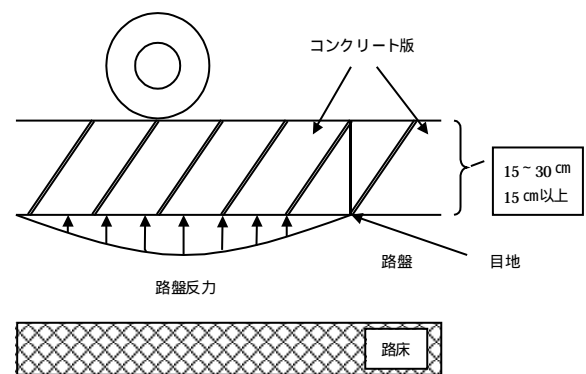


図-2 コンクリート舗装の荷重支持機構
「剛性舗装」

2-1-2 舗装工種選定の歴史

わが国における舗装工種は、初期の段階では、コンクリート舗装であったが、本格的な高速道路建設の時代を迎えた頃からアスファルトの検討が行われ、いわゆる「白黒戦争」の過程を経て、現在はアスファルト舗装が主力となっている。

名神高速道路の舗装工種選定にあたって、その歴史をみよ。

名神の舗装工種について言及した文献の一つとして、1956年（昭和31年）に建設省の要請により神戸・名古屋高速道路計画の経済的ならびに技術的な調査のため来日したワトキンス調査団による「名古屋・神戸高速道路調査報告書」が

ある。舗装に関する箇所は「今後作るべき示方書」の節に述べられており、関連する部分を以下に引用する。

「舗装の種類についてはまだ決定されていない。しかしながら観察するところでは、建設省は国道網に対してポルトランドセメントコンクリートをひろく使用している。また一方、大都市を除いては、瀝青材料があまり使われていない。優秀な性質の舗装はポルトランドセメントあるいはアスファルトのいずれでも建設できる。いずれもそれぞれの利点をもっている。どちらを採用するかは、価格、気象条件、材料入手の難易、路床土の性質などの地方的な事情によって決められるべきものである。建設される高速道路の舗装の種類は、実際の条件に合致するように設計技術者によって入念に研究されねばならない。」

この文章ではいずれの工種を採用すべきかについては述べていないが、建設省内ではソイルセメント路盤上にコンクリート舗装を施工する方向で建設費の見積書を作成していたことが同じ報告書の中に示されている。

建設省がコンクリート舗装を採用する理由として、調査団報告書では、アスファルト舗装の工事に必要な量のアスファルトを生産するための原油輸入量の方が国内で消費されるガソリン用の原油輸入量より、一時的に多くなるので、外貨経費を抑えたいためであろうと述べている。しかし当時の国道ではコンクリート舗装が主流であって、技術的にコンクリート舗装の方が身近であったことも、建設省の中でコンクリート舗装を採用しようとした大きな理由でもあろう。

1956年（昭和31年）に設立された日本道路公団（以下、公団）では、1957年（昭和32年）から名神高速道路に対する舗装設計要領の原案作成に着手した。このときはコンクリートとアスファルトの両工種について考慮していたものの、コンクリート舗装が主に考えられ、ドイツのアウトバーンと同様のコンクリート側帯をもつ舗装構成を考えていた。

名神の建設資金の一部を世界銀行（国際復興開発銀行）からの借款に仰ぐ計画が実現される状況になり、昭和33年にはその調査のために世界銀行側のコンサルタントが来日した。その報告書では舗装技術に関して次のように述べている。

「32. 高級な高速道路の計画、設計の技術的問題のあるものについては、日本の技術者はなお経験に欠けるところがあるから、道路公団は次の各項に関して、外国のコンサルタントの専門的な助言を必要とするであろう。（a）建設費節減のため、既に計画した線形、特に曲線および勾配についての審査、（b）土質関係の技術、（c）舗装の選定、舗装の仕様、および舗装工事の監督・・・」

上記の勧告に従い、土質および舗装のコンサルタントとして昭和33年11月にポール・E・ソンドレガーが来日し、公団の技術力の調査に当たった。ソンドレガーによる調査や日本側の技術者との検討作業を経て、舗装工種は経済性、施工の迅速性、維持補修の簡便性および高盛土区間が多いという理由などからアスファルト舗装を採用することとされた。なお経済性の検討では、初期建設費と20年間の金利を考慮した維持補修費の元利合計の比較が行われており、これは今日で言うライフサイクルコストの比較手法にほかならない。これに従って設計要領もアスファルト舗装を原則とすることが決定されたのであった。

2-1-3 アスファルト舗装とコンクリート舗装との比較

アスファルト舗装	コンクリート舗装
・設計年数 10年	・設計年数 20年
・轍堀れが生じやすい	・轍堀れに強い
・騒音振動 小さい	・目地により騒音が大きい 粗面化による振動の可能性あり
・明色性 劣る	・明色性 優れる 特にトンネル内
・施工性 速度速い	・大型の機械が必要
・維持修繕 容易	・比較的規模の大きい工法となる 工事に時間がかかる
・建設費と維持費	・建設費は高い。また、打ち換えを 行うとアスファルトに比し 割高となる。
建設費はコンクリートに 比べ幾らか安い。	
維持修繕の回数は多くなり、 20年程度で総費用は割高となる。	

2-1-4 長寿命を目指した舗装 2

舗装の寿命を延伸するためには、日常的な維持補修が重要であるが、わが国の最近の交通事情では、道路利用者や沿道住民の利便面からも、路上工事そのものを削減することが求められている。そのために供用開始後、長期間にわたって修繕工事を必要としない舗装とする考えが生まれてきた。

1993（平5）年に建設省が発表した「道路技術五カ年計画」の中でも、設計期間を20～40年とする「長寿命型舗装」がテーマとして挙げられ、舗装構造と材料の両面から長寿命化の考え方が示されている。

長寿命舗装へのアプローチとしては

舗装の構造を強化する。例えば、コンクリート舗装や連続鉄筋コンクリート舗装の上にアスファルト混合物層を舗設するコンポジット舗装を選択する。路床を強化する。舗装の構造が同じでも、路床の強化によって舗装寿命の長期化を図る。

舗装構造の寿命と路面の機能の寿命とは同一であることが理想であるが、現実には困難である。このため、路面機能を受け持つ部分と構造体とを別個に考える。表面部分をいわゆる表面機能層（ウエアリング層）として、設計期間は比較的短いが畳の表替えのように容易に修繕ができ、交通渋滞等の影響を極力少なくする。一方、長期の工事が必要となる構造部分は20～40年間補修が不要な構造とするなど、新しい設計の考え方を導入する。

上記のような考えに基づき、長寿命舗装は各種の試験施工により問題点や課題の抽出とその対策について検討が行われている。

日本道路公団では、第二東名高速道路を視野に入れてコンポジット舗装を中心とした長寿命舗装を検討しており、既に、1990（平2）年には、山陽自動車道河内～西条IC間の延長11kmのうち9kmで試験施工を実施し追跡調査中である。

2-2 コンクリート構造物

橋梁、トンネルに使用される主要材料であるコンクリート（鉄筋コンクリートも含む）の現状と長寿命化を目指した動きを紹介する。

2-2-1 コンクリート構造物の現状 3

わが国では、社会基盤の整備のためにコンクリートが大量に使用されはじめたのは戦後からで現在までの50数年間に蓄積されたコンクリート構造物は、道路、ダム、港湾、建築物などで、およそ85億 m^3 と推定される。

一般にコンクリートは耐久性が高いといわれるが、環境の条件によっては性状が徐々に劣化するものであり、また品質の劣った材料を使用した場合や不適切な施工を行った場合は、短い年数でコンクリートに欠陥を生じる恐れがある。1999年にコンクリートの剥落事故がマスコミをにぎわしたのは耳新しいことである。

高度経済成長期の万国博覧会、その後のオイルショックの時代に本格的に採用された大量ポンプ施工により建設された構造物群が現在耐久性不足で大きな問題となっている。このような構造物に対しては、適切な診断・補修・補強対策を行い延命化を図らねばならない。今後は既存コンクリート構造物の維持管理費用が増加の一途をたどり、まだまだ欧米に比べて整備水準の低い社会資本整備への新たな投資は困難になると思われる。

これからの高齢化成熟社会における公共構造物は、できるだけ長く供用でき耐久性と高度な安全性を有し、維持管理に手間と費用がかからないようにすることが重要である。コンクリート（鉄筋コンクリート）の分野における長寿命化を目指した研究の一つの事例を紹介する。

2-2-2 長寿命コンクリートの研究

1960～70年代、高度成長期に大量に建設された社会資本には、既に老朽化が始まっているものもあり、それらの維持管理費用が新規社会資本整備への投資を圧迫しつつある。

さらに、地球規模で進んでいる酸性雨や大気汚染などによる環境の悪化は今後、社会資本を形成するコンクリート構造物に対して悪影響を及ぼすことは必至であり、建設材料の品質低下や建設施工技術者の不足、技術未熟などとも相まって、良質な社会資本を建設、維持していくことはますます困難になってきている。

このような厳しい社会状況において、今後整備していく社会資本には
 初期建設費が安いこと
 寿命が長いこと
 維持管理費が少なくて済むこと
 長期の供用期間中に遭遇する地震、台風などの災害に対して十分な強度があること
 などが強く望まれる。

上記事項の実現を目指し、建設会社、材料メーカーが共同で「S・Q・S 構造物開発普及会」を発足させた。 4

S・Q・Sとは、超高性能コンクリート（Super Quality Concrete）の略称で以下のように定義している。

「設計基準強度が50N/mm²以上の高強度で、施工欠陥を生じさせない良好な充填性をもつコンクリートと高強度鉄筋などを使用し、必要に応じて鋼繊維補強も行ったもの」

従来のコンクリートとの比較は別表のとおりである。

項目		従来の コンクリート 構造物	S・Q・S 構造物	備考
強度				50N/mm ² 以上
耐久性	中性化			密実なコンクリートのため、酸性雨障害、中性化、凍結融解に極めて有効です。 (耐用年数300年程度)
	酸性雨			
	凍結融解			
耐震性				阪神大震災にも十分耐えることができます (大きな変形性能、ファイバー補強)。
品質				ノンブリージングコンクリートで、打継目等の弱点がありません。
施工性				充填性に優れているため施工性が向上するとともに密実なコンクリート打設ができます。
保守				耐用年数が5倍以上で、保守が極めて少なくなります。
維持管理				耐久性が大きく、維持管理が容易です。
価格	建設コスト			材料費は若干高くなりますが、高強度なので経済設計が可能となります。
	供用期間コスト			供用年数が長くとれるため、大幅な経済性が確保できます。
総合評価				高齢化、成熟社会の構造物に適した、最先端の技術です。

【参考文献】

- ・ 1 平成 12 年 建設白書
- ・ 2 「語り継ぐ舗装技術」 著 多田 宏行
- ・ 3 「コンクリート診断技術」 日本コンクリート工学協会
- ・ 4 「S・Q・C 構造物開発・普及協会」資料

家具づくりの課題

松山 拓郎（福岡県工業技術センターインテリア研究所 所長）

庶民の家具

家具（長持や箆笥）が庶民のものになったのは概ね明治末期以後である。当時、家具は着物などの財産を収納する「箱」であった。火災発生などの非常の際には運び出し易いように丈夫で軽い桐や杉が好まれ、棒をとおして担ぐための金具が付けられた。大正期に入って消防組織が整備され、家屋の難燃化が図られるなど、火災に対する備えが整うにしたがって、家屋は財産として認識されるようになり、家具もまた座敷を飾る装飾品としての価値が付加されるようになっていった。

椅子に座る欧米のライフスタイルが本格的に日本の家庭に入り始めたのは、約半世紀前（1956年）に公団住宅ができて以降のことである。16世紀頃に家具の基本が完成したヨーロッパに比べるとずいぶん後発であるが、椅子に座る文化を受け入れて僅か半世紀で「普及」を達成し、幾多の変遷を経て、日本の家具需要は「個性」を優先した「ほんもの」を求める時代（成熟の時代）に入ってきた。

家具づくりの変遷

戦後の貧しい状況から抜けだしつつあった時期（1960年頃）にドイツなどから木工機械が輸入され、各地で家具が量産され始めている。東南アジアなどから大径木の広葉樹が輸入され、新たな接着剤の開発や合板製造技術が発達したことなどにより、家具づくりは「手工業品」から急速に「工業製品」へと転換していった。

高度経済成長の時代は物を安く大量に供給することが優先された時代である。大量生産に適した家具構造・接合方法・接着技術などの様々の技術が新たに開発され、低価格で相応の品質の商品が市場に供給されるようになった。しかし、「作れば売れる良き時代」、「大量生産の時代」は長く続かなかった。家具はもともと大量生産に向かない商品である。人は個々にライフスタイルが異なるため、同じデザインの商品を大量に売ると言うことは「物不足」の時代に限った特異な生産・販売形態であった。家具量産メーカーは生産を次第に小ロット化し、さらに、多品種少量生産への移行を余儀なくされた。また、メーカー主導の商品開発から市場ニーズに基づく商品開発へ、あるいは、コントラクト化、受注生産へとメーカーの姿勢は大きく変化してきた。



量産メーカーにおける家具生産風景

家具産業界における資源問題

製造原価に占める原材料費の割合の高いことが家具産業の特徴のひとつである。量産工場においても、製造原価に占める原材料費が50%を越えることは珍しいことではない。漆塗装や蒔絵・彫刻・特殊金具などの特別な価値が付加されている場合を除き、家具の価格は概ね使用される木材の樹種（稀少価値）・材質・使用量などによって決まる。木材選びは職人の腕のみせどころであるが、永年依存してきた良質の資源が全体量として減少してきた。とりわけ、南洋材の中でも銘木と言われた樹種の多くが資源産出国の輸出規制政策の影響を受け、入手難になっている。地球的環境対策として熱帯雨林の復元が重要視されており、それらを産業用資材の供給源と位置づけることは困難になった。

森林資源利用の問題点

日本における森林資源の年間成長量は約9千万 m^3 とされている。そのうちの約30%を占める経済林では成長量に応じた資源利用が進まず林地の荒廃が懸念されている。世界的には、森林資源消失の主な原因は山火事・焼畑・乱伐などであるが、利用されている材についても高度に有効利用されているとは言い難い。利用状況を薪炭材生産と用材生産に分けると、薪炭材の占める割合が大きい。世界的に全木材生産量の50%以上が燃料として直接消費されていることが資源利用の視点での課題である。

森林資源は太陽エネルギーによる変換・貯蔵システムによるものであり、生産させて利用する限りにおいては無限循環系が成り立つが、国産材利用の拡大、資源のカスケード利用が図られること、燃料とする前に用材として利用するなどの対策が進むことが期待される。

家具の長寿命化

購入間もない家具が壊れてしまうケースは論外である。それはメーカーの「品質管理」に問題があるということであり、技術が的確に活かされていないことに他ならない。家具には価格相応の木材が使われることから、耐用年数については家具価格相応の寿命を期待したいところである。

一般に、長期間にわたって負荷を受け続けた木材は強度が劣化するため劣化を見込んだ仕様とする必要がある。また、木材は長期的には次第に痩せていき接着の老化も進むことなどから、接合強度の劣化が懸念される。これについてもあらかじめ補強や寸法安定化处理などの対策が必要である。これらの対策には相応のコストが上乘せされることになる。高耐久化の課題のひとつは初期投資が割高になることにある。

物理的耐久性を改善することは技術的には可能であるが、確実に耐久度を保証できるレベルにはない。また、家族構成・生活様式の変化が見込まれる状況で、長寿命型家具が長期にわたって適切に機能し用途を満たすか否か、それぞれの世代にデザインが受け入れられるか否かなど課題は多い。客観的な尺度に基づく耐久性の設定は極めて難しいと思われる。

電機 / 設備の長寿命化の考え方

石田 康 (日立製作所 システム事業部 産業・流通システム本部 本部長)

1) 長寿命化の考え方

元々モノには寿命が有り、ここでは永久不変のものを作る事を目指すわけでは有りません。つくり出したモノを大切に長い間使用し「死に方」手段を将来の地球環境の観点から検討する事が本質でありもっとも重要な事なのです。

即ち「情けは人のためならず」を鑑み「天に唾する」事の無いように処する即ち、自分で自分の首を絞めることの無いように長期的視野で判断する事こそ本質なのです。そして地球上で他の仲間と気持ち良く共生してゆくための道徳心の現れと考えるが基本です。

家電品等、電気機器類の長寿命化(使用期間の長期化やりサイクルを含む)は、大きく以下の4つに分類されます。

継続的な使用を前提とした製品自体の長寿命化

技術の革新等に合わせて部品の交換を行なうことによる使用期間の長期化

一定期間使用後、回収された製品を再生させることによる部品レベルでの長寿命化

廃棄された家電品の分解によるリサイクル

2) 長寿命化の具体的方策

製品自体の長寿命化

家電販売店等による修理・点検の機能強化により、家電製品の使用可能期間の延長を図ることが考えられます。

一方で、空調機器や受電設備といった建造物に組み込まれるような電気機器類については、遠隔設備監視などにより、継続的な稼動状況の管理を実施することで、故障発生前の効果的な部品交換といった効率的な保守が可能となり、製品寿命の長期化に繋がります。

技術革新等に合わせた部品の交換による使用期間の長期化

パソコンのようにモデルチェンジが早く、短期間の内に相対的な機能の低下を招いてしまう製品については、メモリやCPU、ハードディスク等の追加・交換によって最新のモデルに近い性能にアップグレードさせることで使用期間を長期化させることが考えられます。

そのためには、技術革新の影響を受けやすいIT関連機器を中心に、追加・交換作業の容易化と追加・交換用部品の充実を推進させる必要があります。また、中古パソコン等の買い取り・販売市場の活性化による使用期間の長期化も重要な取組み施策であり、需要と供給をより効率的に結び付けるインフラの構築も重要です。

回収した製品の部品レベルでの再生

リユース可能な部品をモジュール化して、回収し、必要に応じて再生させることで、再び製品として利用されるものもあります。

コピー機やプリンタのトナー等のように、使用後、回収しトナーを再充填させることで再利用を可能としているものや、レンズ付フィルムのように一部の部品を交換することによって再利用を可能としているもの、その他、オフィス用コピー機のように製品系列毎のモジュールを共通化することによって、再利

用化を推進している事例があげられます。このモジュール化の推進による再利用は、自動車や工作機械への適用推進が望まれています。

家電品のリサイクル

平成 13 年 4 月の家電リサイクル法の施行により、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの 4 品目について、以下のような定義に基づいて再生品化することが義務化されました。

- (1) 対象機器の廃棄物から部品及び材料を分離し、これを製品の原材料又は部品として利用すること
- (2) 対象機器の廃棄物から部品及び材料を分離し、これを燃料として利用すること

この内、原材料としての再利用に関しては、金属、ガラス及びプラスチックからなる廃棄物を金属、ガラス及びプラスチック原料・材料へ再生利用する等、原材料としてそのまま再生利用する「材料リサイクル」と、廃棄物をそのまま材料として利用するのではなく何らかの科学的な処理をした上で再利用をする「ケミカルリサイクル」とに分けられます。また、燃料としての利用に関しては、対象家電品から分離された部品・材料の内、再商品化された以外のものについて、燃焼させて熱エネルギーを得るために利用するものです。

3) 長寿命化に向けた課題

家電品等の修理

家電製品の設計段階からの配慮による不良個所の特定の容易化並びにモジュール化の推進による部品交換の容易化を進めていく必要があります。また、家電製品の構成部品に、微細なチップを搭載し ID を付与することで、部品の特定を容易化することも考えられます。

こうした取組みが推進されれば、製造メーカーに対する部品の問い合わせが容易になります。また、部品の保管期間終了後もインターネットを用いた広域での部品検索を可能とするインフラ構築も望まれます。

メンテナンス

極力、継続的な稼動を行なうため非破壊での機器内部の検査技術や故障の予兆を事前に捉えるための異常診断技術の開発が必要です。

また、設備類の遠隔監視については、設備と監視センタとを結ぶ回線の低コスト化を回線の利用方法や接続方式の観点から十分に検討する必要があります。

アップグレード

技術革新の周期が短い製品に関しては、関連業界の協調による製品価値を決定するキーデバイスのモジュール化と標準化の推進が重要です。また、利用者個人にて部品の交換が容易に行なえるよう、適合部品を容易に確認できるような表示体系等の整備並びに、交換作業の安全性、容易性に配慮した構造設計を行なうことが重要です。

一方で、交換後、不要となった部品の再利用（引取り）先が、容易に見つめられるような仕組み作りも望まれます。

部品の再利用・再生

業界団体が共通的にリユース可能な部品のモジュール化を推進することが理想です。一方で、再利用コストを削減するための部品の効率的な回収方法や、高効率な洗浄・検査技術の開発も重要な取り組み課題です。

また、部品の再利用を行なうためには、製品設計において、以下の条件を満

たすことが必要です。

(1)再生部品の余寿命 > 再生部品を使用する製品の寿命

(2)再利用周期 × 再利用世代数 > 製品寿命

この際、回収した再利用対象部品が、それ以前に利用されていた回数を確実に管理出来るような仕組みと体制作りも必要となってきます。

4) 製品分類にみる長寿命化の方向

映像・音響

【対象製品】テレビ、ビデオ、デジタルビデオカメラ、オーディオ機器

近年、技術革新のスピードが非常に早まっている分類であり、利用者のし好に影響する要素も多いため、買い替えの需要が比較的高い分類であると言えます。

特に、かつてのビデオテープレコーダのVHSとベータ方式や、最近ではDVDビデオレコーダのDVD-RAMとDVD-RW方式のように、複数の規格が存在する際には、規格の変更や事実上の標準化などによって、買い換えざるをえない状況になってしまうこともあります。こういった点は、製造に関する業界団体が調整の上、規格の乱立防止や長期的な視野に立った新製品の開発が望まれます。

情報通信

【対象製品】携帯電話 / PHS、電話機、ファクシミリ

携帯電話は、数多くの製品分類の中でも、最も買い替え周期の短い製品の一つであると言えます。

技術革新による端末の軽量化や表示画面の品質向上が継続的に図られ、消費者側も流行を追う形で端末を買い替えたり、通信キャリアのサービス内容や料金体系の変更に応じて、利用者がキャリアを変更し、結果的に携帯電話を買い替えるといった現状も多く見られます。携帯電話に関しては、暫くは、このような状況が続くことが予想されるため、端末の回収と材料レベルでのリサイクルの推進が重要になってくるものと考えます。

また、電話やファクシミリ等は、携帯電話と比較すれば買い替え頻度は穏やかであると言えます。

家事商品

【対象製品】洗濯機、掃除機、アイロン

生活必需品であると言えますが、一度購入すれば長期間使用される分類です。

特に、洗濯機等の高額で大型の製品の場合は、故障しても修理を施したりすることで、継続的に利用されることが多いです。よって、故障時の修理体制の強化や部品管理レベルの向上による利用期間の長期化に向けた取組みが望まれます。

但し、最近では、新方式の採用による機能の大幅な向上など、魅力的な製品の開発も進んでおり、消費者の買い替えニーズが喚起されている面もあります。

調理商品

【対象製品】冷蔵庫、冷凍庫、炊飯器、クッキングヒータ

利用者が求める機能は、比較的単純であり、求められる機能を発揮していれば、家事商品同様、長期間使用される分類です。

但し、冷蔵庫などは、通常、継続的に運転している製品であることから、電気代につながる効率面での性能劣化が、買い替え要因のひとつとして考えられます。

技術革新による更なる省エネ化の推進とともに、使用期間の長期化の観点から効率、騒音面で経年劣化の無い高品質な製品開発が望まれます。

季節商品

【対象製品】冷暖房エアコン、扇風機、電気カーペット、電気ストーブ、コタツ
エアコンなどは、普及率はかなり高まってきたものの、猛暑時に新規に購入したり、設置する部屋を増やしたりといったケースが多く、買い替えの比率は比較的低い分類です。長期間の使用による性能劣化や安全面の不安を取り払うための、品質向上が要求されます。

PC・周辺機器

【対象製品】パソコン、デジタルスチルカメラ、プリンター

技術革新が著しく、買い替え周期の短い分類です。取扱うデータの増加や操作するアプリケーションソフトのバージョンアップにより、既存の機器が使用に耐えられなくなることで買い換えざるを得なくなるケースも多いようです。

家電品の中でも、高価なものであり頻繁な買い替えは消費者にとっても大きな負担となってきます。構成部品のモジュール化を進め、必要に応じて部分的な部品の交換が柔軟に行なえるような構造設計が求められます。

また、利用者の適正に応じた、機器の選択を推進する意味で、中古市場の更なる活性化も望まれます。

5) 利用者の意識改革による製品の長寿命化

製造メーカー側の技術革新による製品の長寿命化も重要な取り組み課題であり、性能面からの耐久性向上や修理(保守)用部品の管理レベル向上による利用の長期化が図られていますが、一方で、まだ十分に利用できるものを不用意に廃棄し、新製品を購入することで、製品の寿命が閉ざされてしまうといったケースもあります。

これまでの、大量生産、大量消費、大量廃棄といった高度経済成長期の考え方から、今後は地球環境に配慮し、精神面での豊かさを求めるといった意識改革が求められています。長期的な視野に立った安定的な社会を創り上げていくためには、リサイクル(再資源化)の推進に加え、リデュース(廃棄物の発生抑制)、リユース(再利用)といった3Rを一体化して推進し、ライフスタイルを根本的に変革していくことが必要であると考えます。

6) 新しい環境社会モデルの提言

環境保護と家電・設備の長寿命化は社会経済システムとメカのあるあり方を変える事によっても実現できます。筆者は企業、市民、地方自治体の協力と意識の向上により、家電・設備の環境負荷低減を可能に出来る社会経済の将来モデルの提言を行ないます。

モデルの概要と環境を意識した変化は下記の通りです。

市民(ユーザー): ユーザーのモノ(家電・設備・家具等)の保有形態を「買う」から「借りる」に転換

企業(メーカー): 解体・修理の容易性を考慮したモノの製作
ビジネスは「売る」から「貸す」

企業(販売店); 不用になれば「引き取り」「修理又はリユース」にて「再販売」

自治体; 不法投棄の監視と罰則の設定。リサイクル施設の設置。

ここで将来モデルに導入されるグッズ(Goods)とバズ(Bads)の概念を紹介します。

ここでグッズと言うのは通常財の事です。財は有価物として対価を支払っても手に入れたいものです。その一方でバズは対価を払って引き取ってもらうもので、ものの異動する方向と金銭の移動する方向が一致していると言う点であります。

この社会モデルはストック社会の典型であり、従来のモノの売買社会から脱却し、企業はより良いサービスへとビジネスを転換していく事により経済と環境の両立を図ろうとするものです。この様なモデル社会を世界に先駆け実験的に推進する事が望まれます。

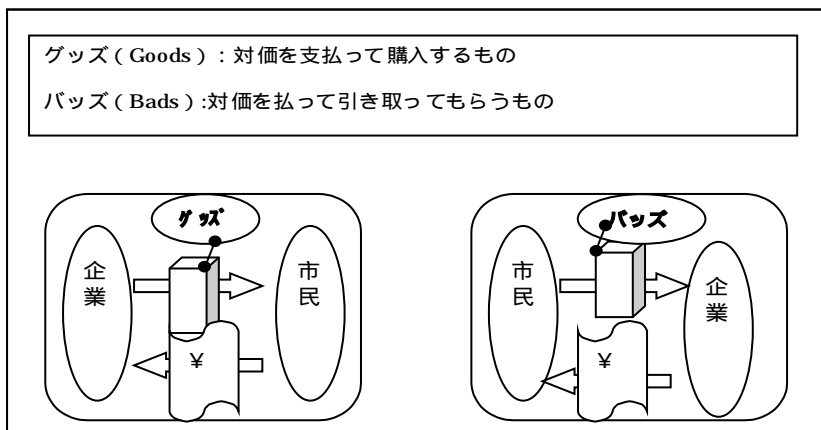


図 グッズとバズの定義

未来の社会変化等に適応する人間圏（都市・村落等）設計の考え方

岡本 久人（学校法人九州国際大学次世代システム研究所 所長）

1. ストック型社会形成における長寿命型人間圏（都市・村落等）の条件

ストック型社会システムの基盤となる長寿命型都市とは何であるかを考えてみると、その構成要素である建物や道路だけが、物理的に長寿命であるだけでは意味がない。都市圏の機能が全体として長寿命である必要がある。さもなくば物理的寿命の半ばにして再構築されることになりかねない。更に都市の構成要素の全てが、技術の進歩・経済発展・文化的変遷等々に適応し、未来においても利用できるような条件が必要である。

また数世代にわたる長期間を考えると、その間には食糧・資源の枯渇やエネルギー危機、最悪の場合は戦争等々、現時点では予測できない社会的インパクトも起こり得る。また温暖化による海面上昇や気候変動、地震・洪水等の天災など自然の巨大インパクトも有り得る。長寿命型都市には、このようなインパクトを吸収する仕組みが必要である。

世代を超えた安全保障の視点から、いかなる危機に陥っても人間の生存に必要な基本的資源を自律的に自給できる環境が人間圏の周辺に担保されていることが重要な条件である。更に人間圏の基盤の一つである地球環境を持続的に維持するため、地域の自然系の機能を確保することも不可欠な要素である。

そこで長寿命型人間圏（都市・村落等）設計の必要条件は概ね以下のようになる。

【長寿命型人間圏（都市・村落等）設計の条件】

全体の長期的維持において、コスト負荷・環境負荷がミニマムであること。

主要構成物が物理・化学的に劣化しないこと。

必要機能が劣化しないこと。

人間の技術・文化の変化に適応すること。

文化的に陳腐化しないこと。

各種の社会インパクト（変化）

・自然インパクト（変動）に対応できること。

資源的安全保障/資源自律型地域圏になっていること。

いること。

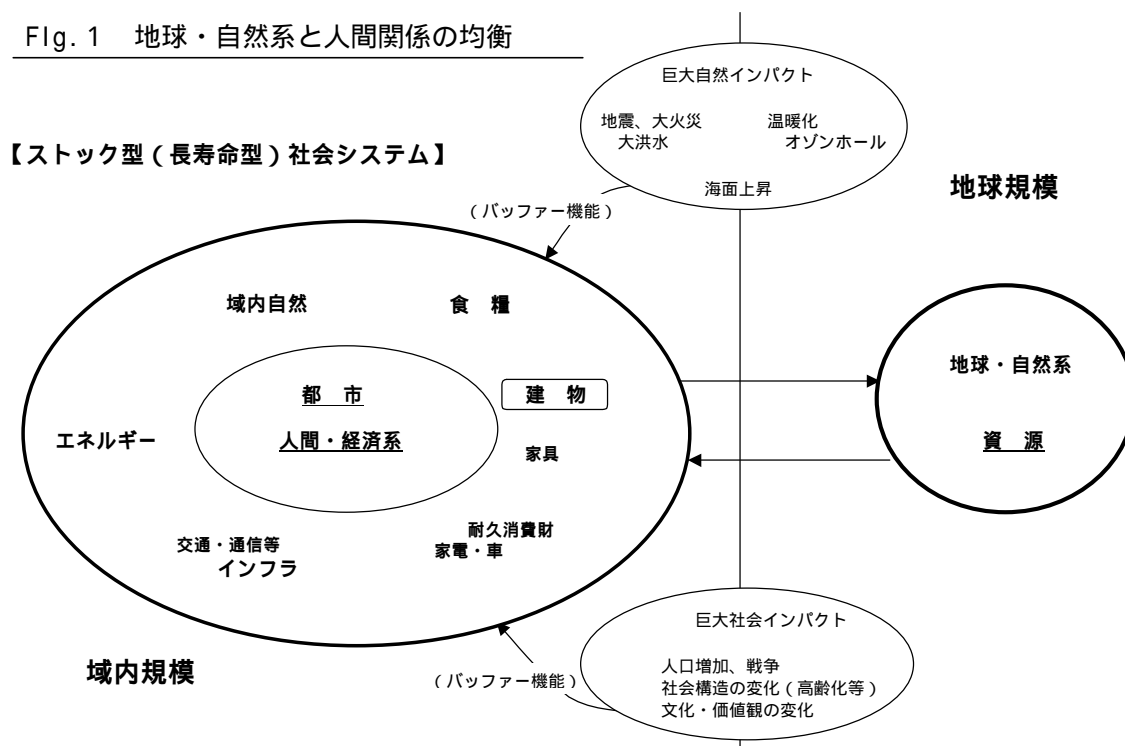
自然系との共生ができること。

資産の蓄積が可能なこと。

発展の可能性を維持できること。

持続性と安全保障
が確保できること。

Fig. 1 地球・自然系と人間関係の均衡



ストック型社会形成を目指した長寿命型人間圏（都市・村落等）を創出するためには、上述の条件が満たされる必要がある。

2. 長寿命型人間圏（都市・村落等）設計の考え方 / 50年、100年にかけて完成させる

多くの証拠が語るように、これまでの日本社会はストック型とは正反対の社会システムを構築してきた。そのため技術的シ・ズ・理論的シ・ズは存在してもそれらは部分解としての存在であるし、また税制・法制等各種の社会システムはストック型社会システム形成には逆インセンティブが働くようになってきている。更にあらゆる階層の人々の認識も既存の社会システムの延長上のままだ。従って都市や村落等の人間圏を長寿命型に改める政策は、施工期間も要することもあり、50年後、100年後に完成することを前提にした「設計」を行うことが最初の政策となり得よう。しかる後に着手できる部分から改めていく。

この手法は現状の条件に制約されず、地球原理（持続性の前提）に基づいた理想的な系の設計を可能とする。数世代、数百年間の長期にわたり利用可能な人間圏ができれば世代が進むごとに人々は豊かになり経済は健全化していく。そのような理想系を描くことができる。

そこで以下に冒頭の長寿命型人間圏（都市・村落等）を創出するための条件を述べる。

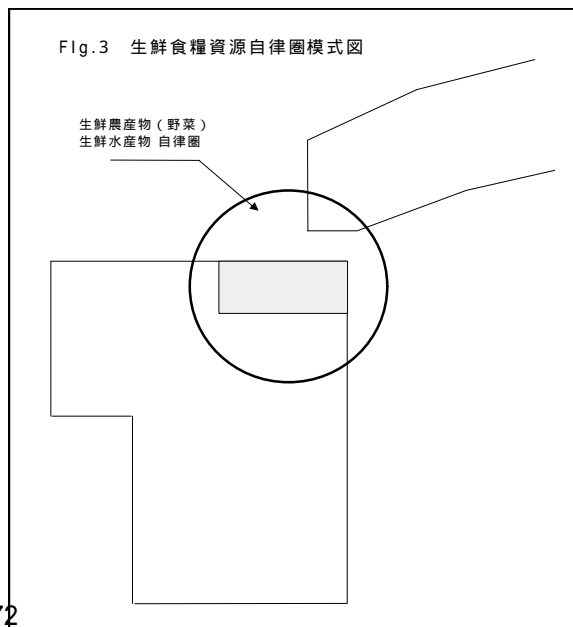
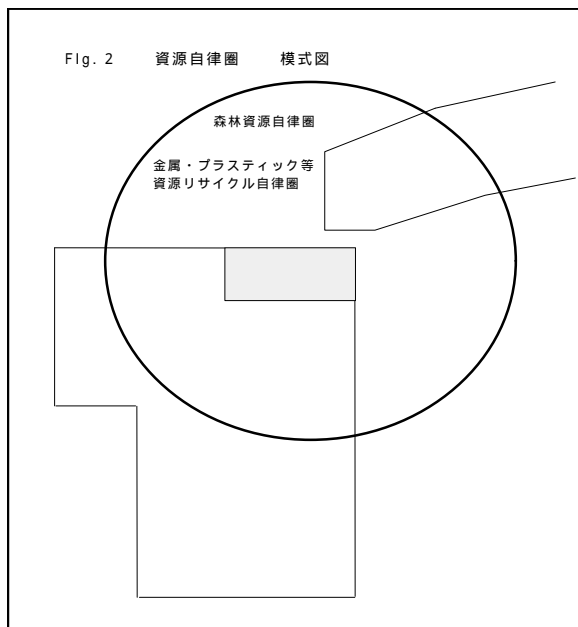
3 . 長寿命型人間圏の設計指針

A . 資源自律圏

将来の人間社会において、国民が資源的に最悪の状況に陥いる可能性も有り得る。このことは、国民生活の最低の安全が保障できるかという視点から最重要な命題であり、このような状況が長期的に継続する事態も当然起こり得る。例えば現在の日本は食糧供給源の大部分を海外依存しているが、この状況は為替レートの変動が生じ円安に転じれば成立しにくい。変化・変動が激しい現代社会の傾向を考えれば、資源的安全保障の意味から第1次産品の生産基盤を確保することは次世代にとって最も重要な命題である。

また現代一般化しつつある生鮮食料品の海外からの輸入など、光合成で生産された野菜等を長距離輸送をして（CO₂を撒き散らしながら）調達するシステムは、現在の経済制度の上でのみ成立し得る方法であろう。森林資源・穀物等の植物から魚介類・食肉等の動物まで、地球規模での栄養塩類の循環を無視した現在の流通システムは、先進国に一方的に栄養塩が偏ることになる。これは基本的に地球原理に反する。このような栄養塩類の大規模な国際移転は、経済原理という現世代にのみ有効なシステムであり、世代を超えて通用する持続的なシステムとして定着することは考えにくい。

以上のような観点から将来の都市圏等を設計する場合、基本的には「その地域の人々がその地域の資源だけで生存可能」という資源自律地域系の概念（複数の都市系を含む系）が不可欠である。この視点は国民の最低の安全保障として、都市設計とともに地方・地域系・流域系と資源の種類毎（自然資源は再生期間に違いがあるため）に設計されるべき項目である。Fig. 2 および Fig. 3 にそ



の概念を模式的に示しているが、非生物資源のリサイクル等も同様な視点で考えておく必要がある。

ここでなすべきことは都市圏と、それが資源的に自律し得る森林資源・農業・水産業等の第1次産業基盤との、マクロ的關係を設計することである。

具体的に農業・水産業等第1次産業の自律的な基盤を、50年後・100年後の世代にいかなる方法で確保するか、幸い残存してきた森林資源の保全と森林資産の長期的利用政策をどのようにするか等は、都市設計とともに検討されるべきである。

また資源自律圏の考え方は、部分的には都市圏内におけるバッファ - 理論で対応できるところもあるが、これについては後述する。

B . 都市圏の設計指針

B - 1 . 長寿命の対象 / 全てを長寿命化するのではない

ストック型社会形成を目指した人間圏（都市・村落等）において長寿命型にすべき対象は、人間圏の構成要素の全てを考える必要はない。長寿命化の対象とすべき都市等の構成要素は、次の基準から判断すべきであろう。

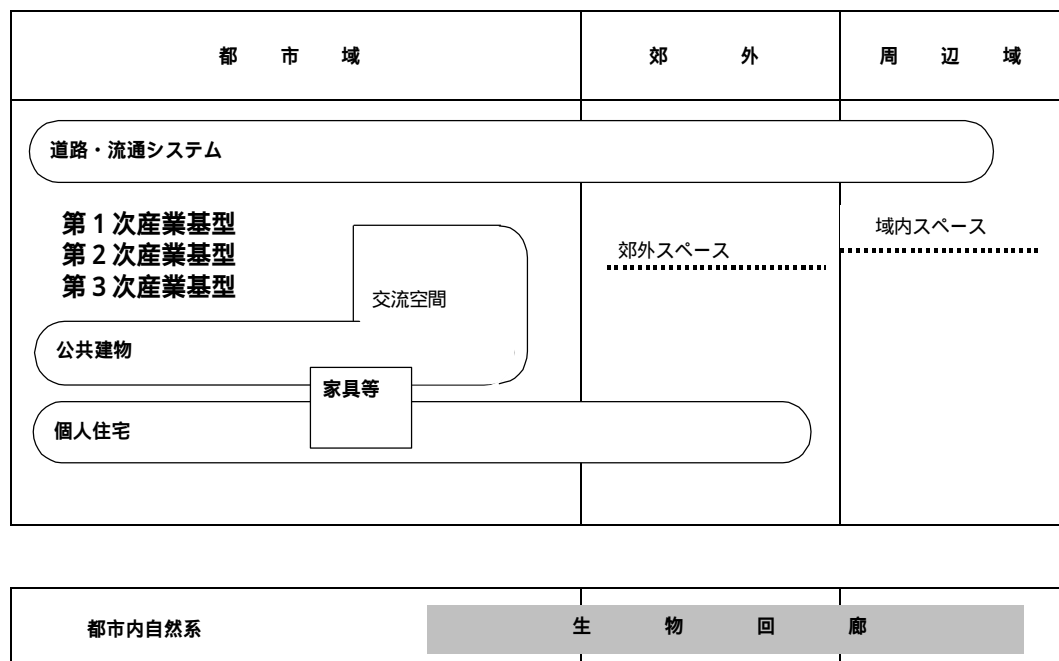
人間の側からの判断基準： 世代を超えてコストインパクトが大なる対象。

地球環境の側からの判断基準： 資源消費のインパクトが大なる対象。

および、更新時等に物理・化学環境へのインパクトが大なる対象。

従って長寿命型にすべき都市等の構成要素は、概ね Fig. 4 に示すような対象とすることができる。

Fig. 4 都市の長寿命インフラ



B - 2 . 長寿命型都市の仕様・条件

時代の経過（環境変化）と共に、都市そのものの造り直しをしないためには、長寿命化する部分すなわちストックとなる都市（集合体）の位置・配置・規模等が重要になる。このような都市の仕様・条件が普遍的である条件は、既存の土木関連技術で対応できる部分も多いが、長寿命型という意味で今後研究する余地が多いと思われる。そこで長寿命型都市が備えるべき仕様・条件の考察を試みる。

B - 2 - 1 . 都市（集合体）のサイズ

限りなく平面的に分布する日本の住宅域等の景観は、戦後の日本人の土地所有の価値観が創出させた（歴史的にみれば）一世代的な現象ととらえることもできる。世代が進めば、この戦後世代の日本人の文化特性も改められ、より合理的な景観・形態に落ちつくことになるう。

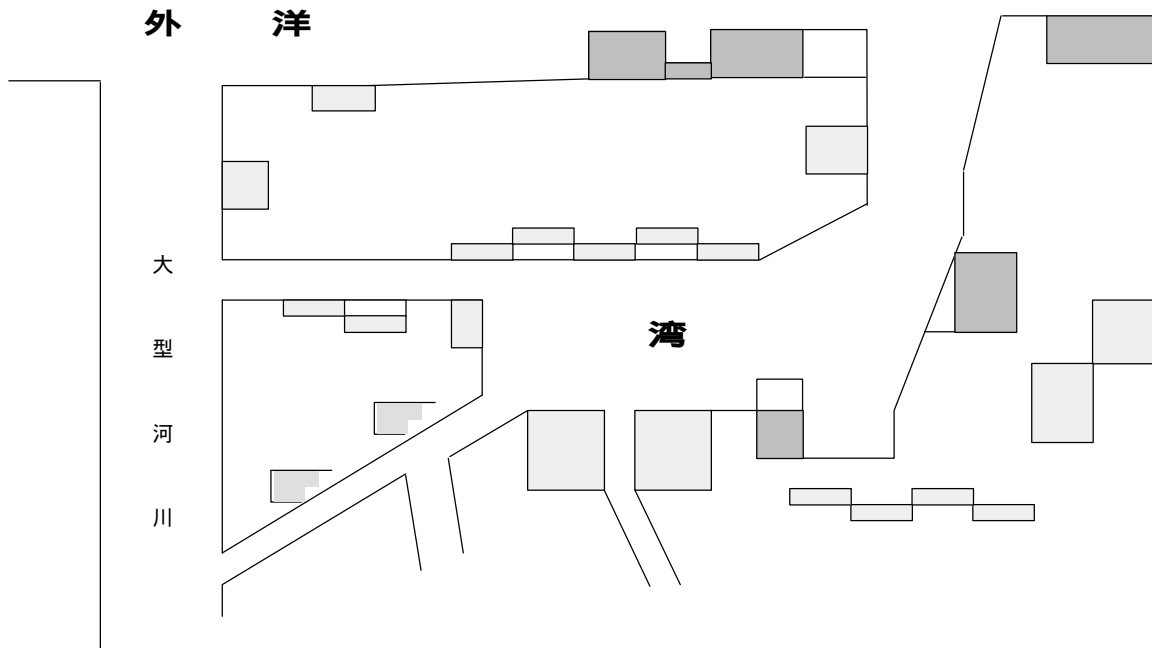
地域文化の持続性、生活の利便性・快適性・安全性等からみたより合理的な景観・形態とはいかなるものか、また集合体の立体的分布・平面的分布（塊と分散度）は具体的にはどのように考えるか等は今後の重要な研究課題となるう。その場合、ヒトの生理・心理等を指針にした人間工学や社会工学の視点から、最大社会単位とか集合体単位等を研究する方法もある。更に原点に立ち戻り都市（集合体）のサイズやその分布・配置等を生物のコロニ・モデルから研究する方法も

あり得る。

いずれにしても、大枠は人口推移の予測から決められることになる。

B - 2 - 2 . 都市（集合体）の位置

Fig. 5 都市・人間系の設計（部分） 模式図



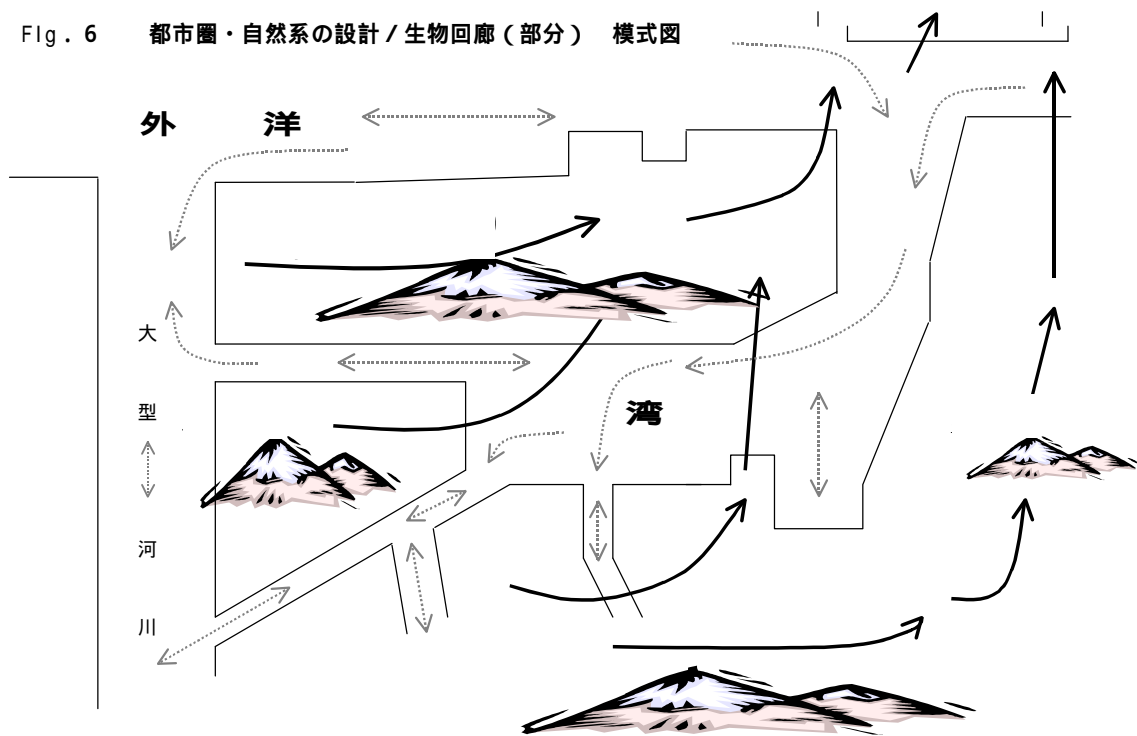
現状の限りなく平面的な住宅域等が適度に立体的な構造に転換できれば、それら集合体（塊）の最適な平面的分布、すなわち個々の集合体（塊）の位置が重要な指針になる。住宅域（塊）の位置は、当然ながら利便性・快適性Max.の立地条件を有する場所が選択される。選択肢に自由度がない日本では現状の位置の中から選定されることになるが、その際、古地図にある昔の村落等の立地条件も参考になるかもしれない。

安全性の視点からは、構造物基盤が立地する地点の地質や水文等、従来の土木技術の知見に加え、活断層や温暖化の進行による海面上昇による水没や湿地化等を含めた防災・安全保障のための予測が重要である。

更に将来の自然エネルギーの利用の可能性を考慮する必要性もある。

C . 自然系との共生

Fig. 6 都市圏・自然系の設計 / 生物回廊 (部分) 模式図



人間社会が持続的であるためには、その生存基盤である自然系が持続的である必要がある。都市設計における自然系との共生とは、人間系と自然系の共存の意味と交互利用の意味（後述のバッファ - 理論等で）を有するものとする。

そのため都市における自然系の設計とは、自然の法則に従った、自然にとって意味ありな系の保全・創出を意味する。すなわち時間的には持続的な自然（自然自体変化することも考慮し）、空間的には連続的な自然（生物の地球規模・地域規模の移動等を考慮し）を設計する必要がある。このように設計された自然系は、将来の危機的状況において人間の生存に必要な資源の源泉にもなり得る。

一方、地域の自然は地域文化の根源でもある。地域文化はその地域の四季折々の自然景観に立脚して形成されてきたと言っても過言ではない。従って都市（集合体）周辺の自然系だけでなく都市（集合体）内部を構成する自然も、地域自然系である必要がある。

例えば欧州風の自然景観は一時的な変化を演出できたとしても、地域の自然の生態系に適応しにくくメンテナンス・コストも要し、持続的な自然系とはなりにくい。即ち借り物の自然景観を創出しても、それは自然にとっても人の文化としても一過性のものでしかあり得ない。

D. 将来の変化・変動への対応

【都市のS・I（スケルトン・インフィル）とバッファ - 理論】

ひとつの都市が将来200年・300年と使用され続けるとするならば、その間には現在からは予測もつかないインパクトが都市に与えられる可能性がある。前述のように例えば人口増加や価値観の変化で食糧危機・エネルギー危機等資源問題から戦争・紛争まで各種の社会インパクトも起こり得る。また温暖化による海面上昇、大きな気候変動、地震等の天災など各種の自然インパクトも起こり得る。そのような各種社会インパクト（変化）・自然インパクト（変動）に対応するための何らかの「仕組み」が、都市設計に含まれている必要がある。

また200年、300年の長期間には、必ず技術の進歩や文化・価値観の変化を起こり得る。長寿命型の都市が後続の世代の可能性を固定・固着させることなく、彼等の発展（変化）の可能性を保障する何らかの方策を要する。

各種の社会インパクト（変化）・自然インパクト（変動）を吸収し、一方で人間側の要求である技術・文化の変化へ適応させ得るよう、都市にフレキシビリティを確保する方法を研究した。Fig. 7に示す「バッファ - 理論」はその一つの考え方である。またこの中で、建築物におけるS・I工法と同様な考え方で、「都市全体のスケルトンとインフィル」を考えた。

Fig. 7では、バッファ - 理論の基本的な概念を示しているが、要は時代により変化する人間の社会環境と自然環境の変化を、人間系と自然系が相互に乗り入れ可能な部分を、都市設計の当初から折り込んでおく方法である。当然、この部分は長寿命型には設計されずフレキシブルに、いずれの側にも転換できるように仕様を設計する。

Fig . 7 変化・変動への対応 / バッファ-理論

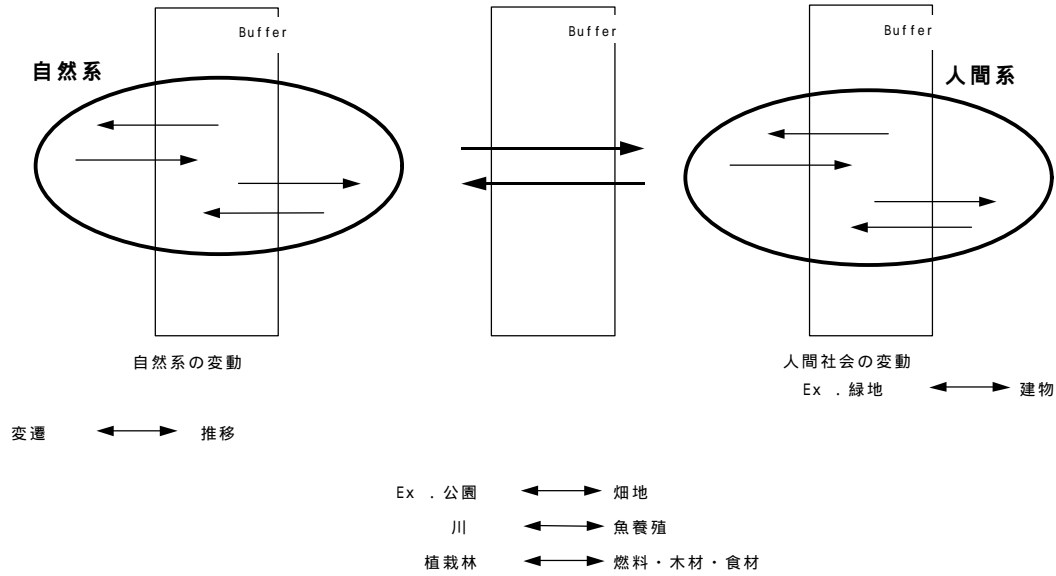
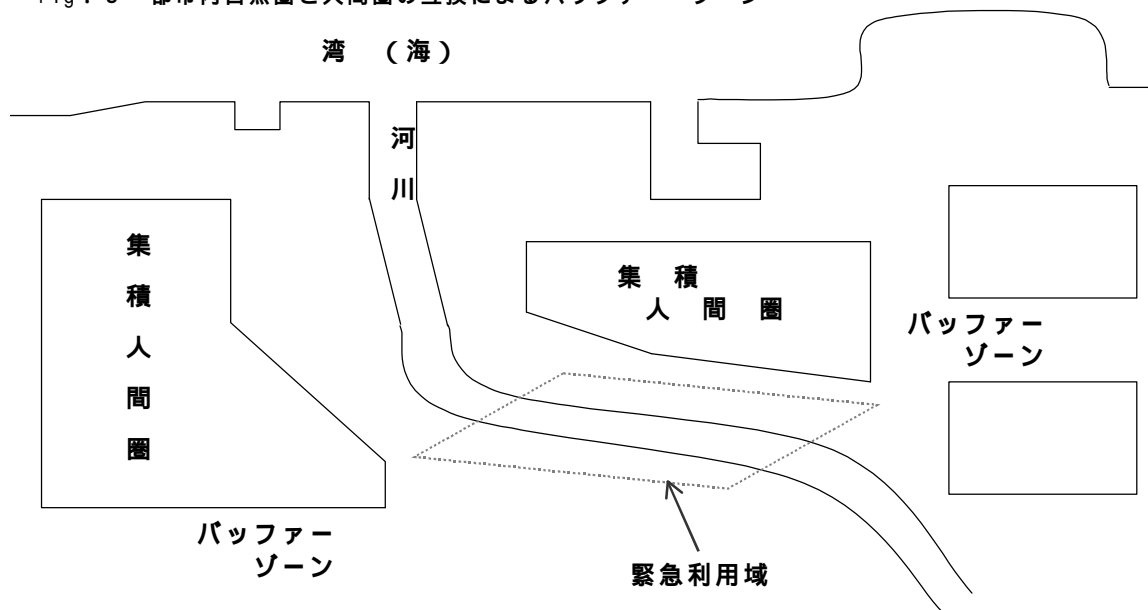


Fig . 8 は都市域（集合体）の模式図であるが、バッファ - ・ゾ-ンはある時代には短寿命・リサイクル・リユ-ズ型建築物等からなる都市域として利用されるが、他の時代では食糧供給域（田畑等）や自然域として利用される。また河川のある部分は、時代によっては淡水系魚介類等の養殖域として利用可能なように保全する。

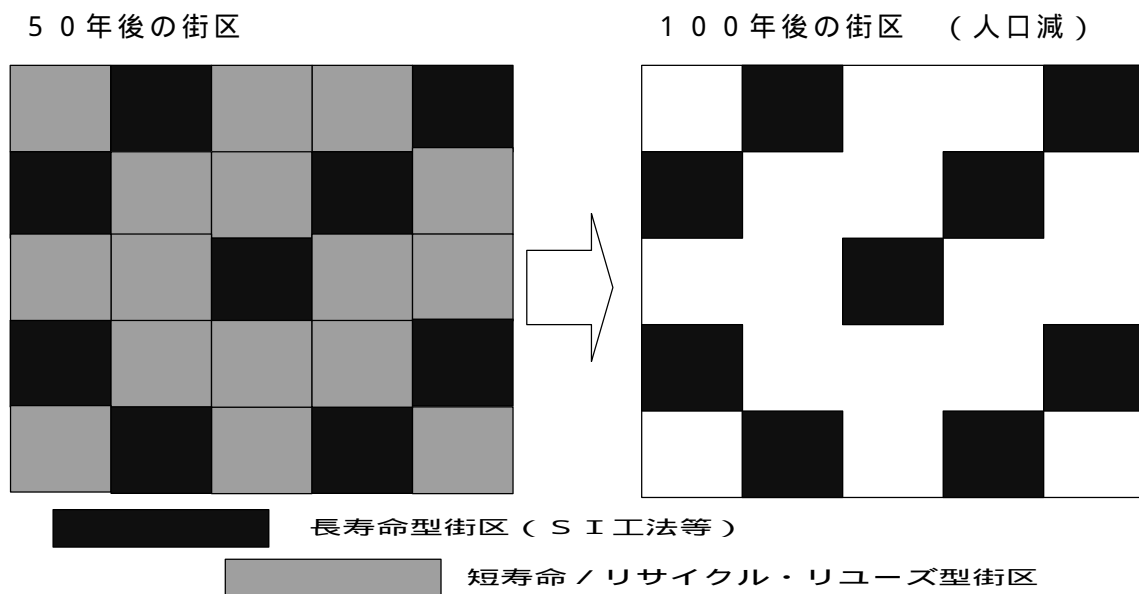
Fig . 8 都市内自然圏と人間圏の互換によるバッファ-ゾーン



また Fig. 9 は都市域（集合体）内における、長寿命域（都市のスケルトン）と短寿命域（都市のインフィル/リサイクル・リユーズ型建築物等）を示し、後者はバッファ・ゾーンとして位置づけできる。将来の究極的な人口を予測できるならば、それに相応した部分のみを長寿命域として当初から設計することで、世代間に生ずる資源・環境的インパクトやコスト的インパクトを軽減できる。

このようなバッファ・ゾーンは、一方で技術の進歩や価値観の変化に対するフレキシビリティとしての役割も果たし得る。

Fig. 9 人間の互換によるバッファ・ゾーン



E . 都市・村落等長寿命域（スケルトン部分）の長寿命化のための仕様

冒頭の章で述べたストック型社会形成における長寿命型人間圏（都市・村落等）の条件の中で、未だ触れていない条件について以下に記す。

E - 1 . 主要構成物の物理・化学的劣化の回避

温暖・湿潤な日本の環境においても、既存の技術シ - ズの組み合わせで実現の可能性は十分であると考えられる。ただし個々の要素技術の組み合わせの実証研究が、今後必要である。都市・村落等における構築物の劣化の回避は世代間の資産蓄積の基本となる。

E - 2 . 劣化しない都市機能の設計

前項Dで述べた都市のS・I（都市のスケルトンとインフィル）とバッファ・理論の考え方が当初の都市設計に反映されていれば、基本的に都市機能はフレキシブルに運用できるため都市機能は劣化しない。

個別の都市構成要素をとらえてみても、例えばある構築物をS・I工法で建設していれば、その用途変更が生じても建物のスケルトンはそのまま利用しインフィルだけを造り替えることで、その構築物の機能（その構築物が果たす役割）をフレキシブルに転換することも可能である。

E - 3 . 文化的陳腐化が生じない条件 / 目に見える理想の地域景観の設計

都市の景観や構成施設のデザイン等の文化的価値が伴わないインフラは、後々の世代に資産として受け入れられない。戦後の日本社会では個々の施設の外観設計が個別になされた部分最適型社会の典型の観を呈し、一般的に「都市全体の景観」は貧困である。とりわけ電柱、電線などの付加インフラは日本の景観を害してきた。このような醜い景観を二度と創り出さないように地域の気候・風土・文化等に基づいた美しい都市景観を設計するためのルールが必要であろう。

長寿命型の都市と言っても、日本でヨ・ロッパ型の都市を創り出す訳ではない。前述のように日本の各地域それぞれの気候・自然環境・文化・風土に合った都市の機能と景観を創出するのである。50年後あるいは100年後に出来上がる都市景観のファイナル・デザインは、目に見えるかたちで示す必要がある。なぜならば、それは国民・地域住民の目に見える文字通りの「将来ビジョン」つまり目標となるからである。

E - 4 . 当面の都市ハード&ソフトの設計 / コスト負荷・環境負荷ミニマムの機能

ストック型社会システムにおける都市・村落等の設計は、数世代の長期的視点から人間側の数世代間のトータルコスト・ミニマム、および環境側の負荷ミニマムとなるような地域圏の創出を目指している。

既存の視点でいえば数世代間のロングタームLCA的視点で、負荷ミニマムとなるような都市設計であることが必要である。現時点における社会的環境目標はゼロエミッション型社会の実現であるが、これはストック型（資源長寿命利用型）社会の実現とセットで成就されて真の意味を発揮することは述べられてきた。だが当面の都市ハード&ソフトの設計においては、いわゆる3R（リサイクル・リユース・リデュース）の機能を折り込むことが不可欠である。だがこの概念は、将来に向けた都市の長期プランを考慮した、長い時間軸上での資源循環、すなわ

ち「人間の資源循環システムを地球の資源循環システムに同調させる」ことを前提に、当面の都市ハード&ソフトの設計の中に位置づけられるべきである。

ストックとしての都市景観

佐藤 俊郎（㈱環境デザイン機構 代表取締役）

景観におけるストックとはなにか？

現在まで、多くの場合、都市景観は、歴史的な街並みの保存や、新都市における統一された街並みを形成するデザインガイドラインといった観点から論じられてきた。あるいは、二律背反的に、木の文化としての朽ち果てる日本の建築が形成する都市景観か、あるいは石の文化として歴史を刻むヨーロッパ型の都市景観の比較として論じられることが多かった。

ここでは、従来の景観論、あるいは考え方を検証し、あらたに長寿命型都市という視点、あるいは都市のストック、共有財産としての景観という概念に基づいて景観を考察してみる。

自然的景観と人工的な景観

当然ながら、景観には人工的に創られた景観と、人間の手が加わらない自然の景観が存在する。まず景観を考えるに、自然を「モデル」としたならば、今までの人工的な都市景観に対してのスタンスが大きく変化する。

自然景観を形成する動植物にも、生命の寿命があり、その景観は永遠に同じではない。四季の変化と同様に、その植生のバランスが外的要因、気象変化などに対応して変化し、次の過渡期の植生に移り変わり、最終的な極相をもとめて、絶えず変化している。だがその変化は、破壊と建設といったデジタル的な変化ではなく、機能を維持しながら、バランスのなかに変化の兆しを内包し、遺伝子をもって次世代に伝えながら変化している。

人工的な都市景観において、その構成要素である、土木施設、建築などは、当然、物理的、化学的な寿命をもつ。さらにその単体の構成要素においても、その部位ごとに寿命が異なる。もし、自然景観にモデルを求めるならば、絶えず変化する事を前提としながらも、短寿命の要素と長寿命の要素が、オーバーラップしながら、その寿命ごとに役割や機能を受け持つ。それが全体として、また都市景観として都市の機能や、さらに文化といったものを次世代まで継承する働きをする。同時に、それは各世代といった短寿命、短期間で極相に至るのではなく、常に次の相、世代を予測しながら、変化と、限界を視野に入れておく景観ではないだろうか。

人工的な構築物とその景観は、完成した時から物理的な劣化がはじまる。その劣化という宿命や、寿命を、物理的な特性から、日常生活という環境のなかで、文化的な価値や記憶として置き換えていく作業が、自然の景観をモデルとしながら人工的な都市景観にかせられた課題である。その姿は、全体を生かしながら、部

分を接ぎ木し、数世代を過ぎれば、まったく異なる景観を呈する自然の景観システムを取り入れた人工景観ではないだろうか。

部分最適解型景観と全体最適型景観

ヨーロッパの街並み保存で、決して歴史的な名建築でなくとも、街並みとしての部分（建築）が、全体としての都市のコンテクスト（脈絡）から、保存される例が多々見受けられる。この場合、建物のひと皮（外観あるいはファサード）は、それが個人の所有または財産であれ、公＝おおやけ、あるいは都市や人々に属するという文化的体系（法体系を含む）に基づいている。これが景観におけるストックの前提である。

日本において、景観行政が、いまだに指導や啓蒙の域をでないのは、基本的に景観としての規制が、個人の財産権の侵害にあたと考えているからである。つまり、その観点に立てば、建築基準法や都市計画法などに抵触しないかぎり、あくまで、ある敷地に建つ建造物は個人のものであり、公の財産として認識されストックされる景観は、そこには存在しない。その結果、部分的最適解として設計・デザインされた建築は、依頼者の要求する機能を見だし、差別化という名の下に、その存在のみを主張し、決して全体最適解として機能しないのである。

景観にスケルトンとインフィルという考え方をを用いれば、ヨーロッパの都市にみられる、ひと皮の外観は、スケルトンであり、その内側に建設される、あたらしい構造と機能はインフィルといえる。そしてこのスケルトンは、文化として継承に値するものとしての社会的な認知とその保存を可能にする法体系と文化的な基盤が存在する。

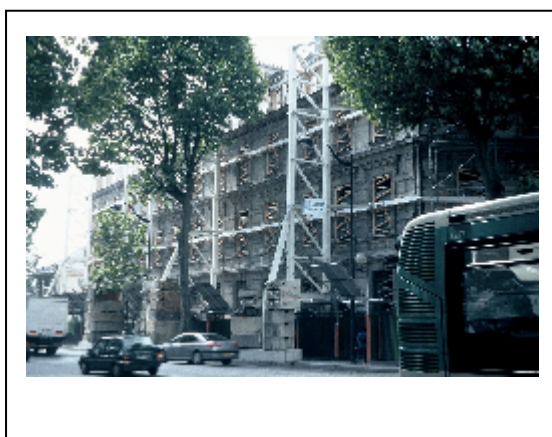


図 1（パリ市内の外壁保存現場）



図 2（ダブリン市内の外壁保存現場）

記憶の継承、伝承

われわれの日常生活は、極論すれば、記号として成り立つ都市環境を生活という行動を通して記憶として刻みつけることにほかならない。

従って、この場合、その記憶が蘇生される、記憶と一体となった「場所」というのが重要な要素となる。この場の記憶が、都市の歴史の豊かさであり、ストックとして実感される環境の重みである。長寿命は、人間に例えれば、どれだけ永い期間の記憶を維持し、人間としての威厳を保てるかであり、それが意図的な計画の結果であれあるいは自然災害の結果であれ、記憶が破壊された都市は「痴呆都市」となる。

場の力 = ストックの力

「場所の力 = Power of Place」の運動は、1983年、当時カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA）、都市計画学科大学院の教授であったドロレス・ハイデン女史（現エール大学教授）が院生の授業の一貫としてはじめた運動である。従来の計画学的な都市へのアプローチではなく、都市社会学的な手法で、その「場所」が形成されてきた背景にある、人物や、社会状況、人種的な問題などに焦点をあてて、「場所」の意味や意義を明らかにしていく。

その過程にあって、当然、史跡や建造物の保全、保護の問題と直面するが、従来の歴史的建造物としての価値や、著名な建築家による建造物という視点ではなく「パブリック = 一般市民」にとっての意味を追求してきた。ドロレスのパブリックヒストリーは、パブリック = 公：おおやけ、と訳されてきた歴史ではなく、名もない、いわゆるマイノリティーとよばれる一般の市民、住民の歴史であり、その様な人々の日常活動の歴史があたかも地層の様に「場所の力」を生み出していると、説いている。

その場所を記憶する手法としての建築の保存、あるいはパブリックアートと言う手法による創造的な記憶の復元、さらに、そのことが地域の活性化やアイデンティティの表現となる、そんな活動が「場所の力」である。ここでは、スケルトンとインフィルを物理的な特性における景観維持の手法とすれば、このパワー・オブ・プレイスの考え方は、その景観の維持や場所の価値を裏付ける作業として位置づけられる。その作業には、単に建築歴史家や都市計画家、行政サイドのみならず、パブリックアートやグラフィックなど多様な専門家の参加が不可欠である。

自然をモデルとして、いわゆるサステイナブルな思想を込めて、変化を容認しながら、かつそこに場所の力を見だし、その記憶を継承し、伝承する。それは極めて人間の一生にも似ている。かならず寿命をもつものを長寿命としてとらえるのは、そこに寿命を延ばす意義がなければ、ただ医学的な延命策にすぎない。ストックは人間に例えれば、尊厳やプライドであり、生きるに値するものである。そのような人格、その人格を都市になぞらえたとき、都市景観がストックとしての景観、あるいは「長寿命型の都市景観」と呼べるのではないだろうか。



図3(ロスアンジェルス市内のプロジェクト)

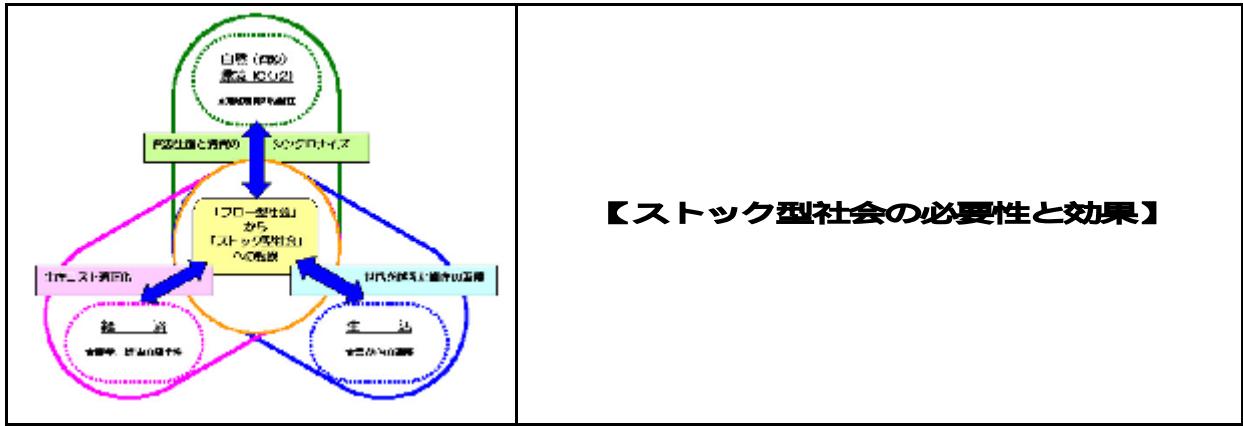
例1) 第30消防団:

すべて団員が黒人によって構成された消防署。建築そのものは、格段の歴史的な価値はないが、黒人による、という社会的な意義が大きいと、保存の対象となったプロジェクト

例2) ビデイ・メイソン

黒人ではじめての助産婦として、財をなしたメイソン自邸は、跡形もない物だったが、場所が特定され、その場所にアーティストが関与して、黒い壁が作品として構成され、周辺が公園となって、記憶が継承された。

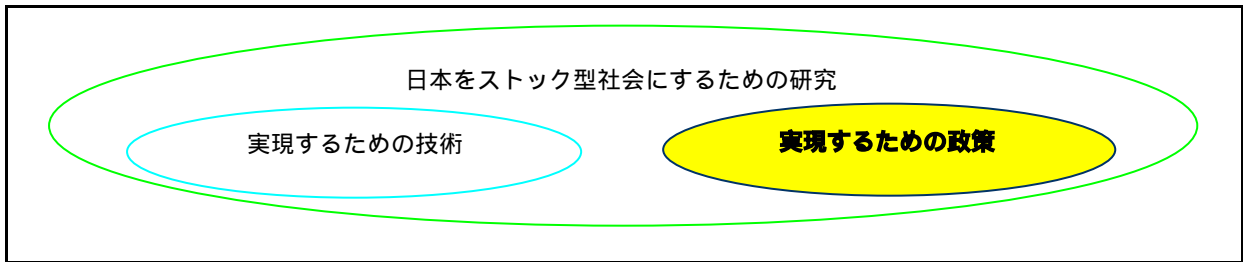
・ストック型社会への転換に向けた社会システムの課題の検討



【ストック型社会の必要性と効果】

ストック型社会
長 寿 命 化

【具現化・転換のためのテーマ】



技術システム編

研究・検討領域				
長 寿 命 型 イ ン フ ラ	素材	組 合 せ 技 術	長寿命型 建築物	長 寿 命 型 都 市 圏 設 計 ル ー ル
	建築構造		長寿命型 複合基盤(道路・ 交通・情報・ ライフ等施設)	
	土木構造			
	流通基盤	長寿命型産業基盤	資 源 循 環	
	ライフライン			
	再生・流通	再生保存則		
自然共生・生物回廊の保全		資 源 循 環	再 生 保 存 則	資 源 自 律 型 地 域 圏 設 計 ル ー ル
食 糧	農業・畜産基盤の保全			
	水産基盤の再生・保全			
森林資源基盤の長期的保全		統合理論(工学・自然科学・社会科学)		

社会システム編

研究・検討領域	
ス ト ック 型 ・ 長 寿 命 型 社 会 転 換 対 応	税制・法制
	長期金融制度
	各種社会制度
	中長期地価政策
	新産業関連予測・評価・対応
	新産業構造転換政策
	各種標準・指標
	長寿命型/新国土政策
	現状対応街づくり
	長寿命型実験都市の試行
	各種評価指標
	世論形成
	ストック型社会転換政策
	食糧・森林資源自律政策
統合理論(社会科学:他科学)	

ストック型社会への転換に向けた社会システムの課題の検討 ～ 法制面・税制面からのアプローチ ～

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）
 廣原 浩一（㈱平成総合鑑定所 福岡 不動産鑑定士）
 榎 由紀（㈱平成総合鑑定所 福岡 研究員）

1 研究の背景

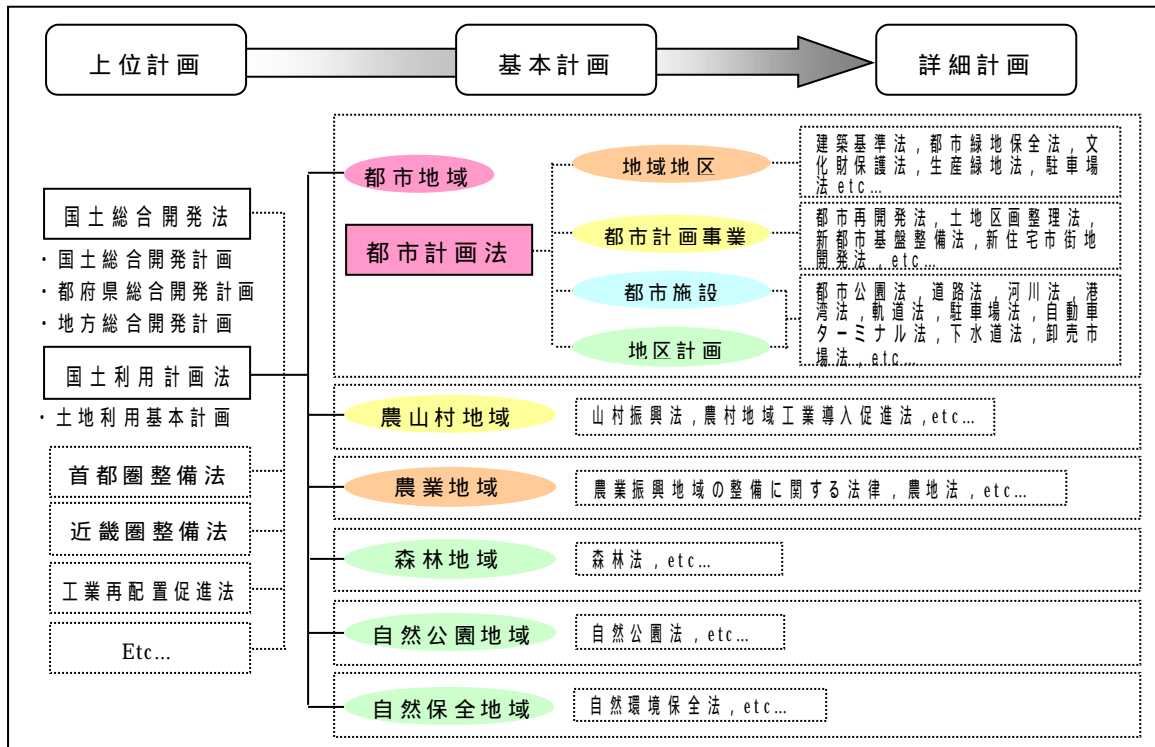
現在、日本社会の抱える大きな問題点として、社会資本が短寿命であることから、毎世代がインフラ整備や住宅建築への多大なコスト負担を強いられるとともに、環境へも多大な負荷を与えている、いわゆる「フロー型の社会構造」があげられる。

本研究は、このような日本社会の現状を踏まえ、先進諸外国との法制・税制の国際比較を行い、わが国の現行法制・税制が抱える問題点を指摘するとともに、ストック型社会への転換に向けた新政策の検討を行うものである。

2 法制面における課題の整理

1) 都市環境整備に関する諸法制

わが国の都市環境整備に関する法制の基本体系



図表1 わが国の都市環境整備に関する諸法制の基本体系

出所/平成総合鑑定所

わが国の都市環境整備に関する法制の基本体系を簡略化してまとめたものが図表1であるが、これらの諸法制の中で、都市環境整備において中心的な役割を果たすのが「都市計画法」である。

都市計画法は、都市計画の基本スキームを定めた法律であり、都市計画の実現に関する法制度（建築基準法など）、都市計画事業の実現に関する法制度（都市再開発法など）、都市計画事業の金融・財源に関する法制度（都市開発資金の貸付けに関する法律など）の上位法として位置づけられ、わが国の都市環境整備において、最も重要な役割を果たす基本法である。

・都市計画制度の国際比較

都市計画法に与えられた、主要な機能としては、大きく以下の3つがあげられる。

フィジカルプラン（物的計画）の策定

土地利用，建物用途，容積率等に関する都市計画制限

都市計画決定手続き

以上のうち、フィジカルプランと都市計画制限に着目し、わが国の都市計画制度を先進諸外国と比較したものが、図表2である。

図表2 都市計画制度の国際比較

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
計画の体系	拘束的計画 (一段階計画)	市町村によって異なる (一段階計画) (1.5段階計画) (二段階計画)	非拘束的マスタープラン(UDP) (一段階計画) (計画許可制)	非拘束的マスタープラン(Fプラン) 拘束的計画(Bプラン) (二段階計画)	非拘束的マスタープラン(SPAU) 拘束的計画(POS) (二段階計画)
土地利用のコントロール手法	原則12種類の用途区分 (大枠型用途制)	市町村による細分用途区分 exニューヨークでは21種類の用途区分 (細分型用途区分)	 (計画許可制)	 (地区詳細計画制)	市町村による整備目標区域区分 (大枠型区域制)
建物用途のコントロール手法	禁止される建物用途を列挙 (例外列挙主義)	建築してもよい建物用途を限定列挙 (制限列挙主義)	 (計画許可制)	建築しても良い用途を土地ごとに特定 (特定主義)	区域ごとに大まかな指定 (大枠型指定主義)
容積率のコントロール手法	計画と現実が乖離しており、近づける手段なし (形式主義)	計画と実態が一致、または近づける手段あり (実態主義)	 (計画許可制)	建築命令等、計画と実態を近づける手段あり (地区詳細計画制)	容積率は低く抑えられており、計画と実態が一致している (実態主義)

出所/野村総合研究所

各国の都市計画制度を比較すると、3つのタイプが存在する。

第一のタイプは、非拘束的マスタープランのもとで、個々の開発条件ごとに厳しい審査を行い、計画許可を与えるイギリス型の計画システムである。第二のタイプは、法的に遵守義務のない非拘束的マスタープランと遵守義務のある拘束的計画の二段階からなるドイツ、フランス型の計画システムである。第三のタイプは、法的に遵守義務を伴う拘束的計画だけの一段階からなる日本型の計画システムである。

・わが国の都市計画制度が抱える問題点

日本と、諸外国では、土地や都市に対する考え方が異なっており、このことが、資源ストック型社会を構築できない大きな障壁となっている。また、これは、都市計画制度や土地利用にも顕著に反映しており、以下のような特異性を生み出している。

目標の不明確な都市計画

計画体系のうち、マスタープランが策定されている場合、あるいは、これらに代わる詳細なゾーニング計画が策定されている場合は、都市整備の目標が明確であるが、わが国の場合、拘束的計画のみしか策定されていないため都市整備の目標が不明確である。

規制型の都市開発システム ~ 欧米は創造型 ~

欧米では、土地の利用重視が、制度上確立されているのに対し、日本では土地所有が重視されている。このため、都市計画も、土地所有者は原則として、土地を自由に利用できるが、大型枠用途制の中で、建築の自由を例外的に禁止されている形になっている。

すなわち、わが国では、土地利用が規制されているという意識が強く、都市整備の目標に応じた積極的な都市づくり、計画に応じた土地利用が行われにくいのである。

これに対し、欧米では、「土地の所有には利用の責務が伴う」という考え方が定着している。都市計画においても、マスタープラン、地区詳細計画、細分型用途制、計画許可などの制度を通じて、都市整備の目標が明確にされており、これに向けて計画を積極的に実現する手法が存在している。

このように、日本の都市計画制度は、全体として規制型、欧米のシステムは創造型となっているのである。

追認型の都市開発システム ~ 欧米はインセンティブ型 ~

日本の再開発においては、公民の役割分担の不明確性、都市再開発を戦略的に進めるための需要誘導手法の欠如、収用権限の抑制的行使、国公有地の無計画な処分、都市開発資金の硬直性に見られるように、計画目標を実現するためのシステムではなく、現実の動きを追認するためのシステムになっている。

これに対し、欧米においては、再開発において公民の役割分担が明確にされており、需要誘導の手法や、良好な提案に対するボーナス制度も整備されている。再開発区域内での収用権の機能も十分果たされており、再開発を推進する手だてのひとつとなっている。

このように、日本の都市開発システムは、現状追認型、欧米のシステムはインセンティブ型になっている。

・ 資源ストック型社会に誘導するための都市計画制度の提案

a. 長寿命型エンタープライズゾーン（LLEZ）の創設

長寿命型エンタープライズゾーンとは、経済的に衰退し物理的に荒廃している特定の地域において、長寿命型の都市形成をおこなうため、法制・税制の様々な障壁を取り除くことによって、新しい経済活動を引き起こし、資源ストック型社会へと誘導する特別区域の名称である。

開発規制の緩和

自治体の開発計画許可の権限を強化し、長寿命型都市形成のための計画（EZスキーム）を作成し、計画に適合した開発であれば自動的に計画許可が与えられるようなシステムを開発する。

税制面の恩典

- ・ 長寿命型社会資本についての地方税免除。
- ・ 長寿命建物の新築・増築に対する資本的支出についての法人税・所得税の全額資本控除。

その他

- ・ 個別の宅地についても、一定の緑地化率を設ける。
- ・ 計画的な街区管理を行うための住民自治に対しての補助制度の実施。

b. 長寿命型アーバンデザイン政策（LLUD）の導入

アーバンデザインとは、建築のデザインや商業デザインと同義に考えられやすく、審美的側面のみが強調されがちであるが、ここでいう「長寿命型のアーバンデザイン政策」とは、都市のフィジカルな環境を政策の様々な道具を用いて整備し、より多くの人に受け入れられる長寿命型の方向に変えていく政策である。

インセンティブゾーニング

環境保全型施設、長寿命型施設、都心活性化のための公共アメニティなどの整備と引き換えに、容積の割増を行う方策。

インクルーシブゾーニング

土地利用規制の一環として、一定の機能を有する施設の併設を義務付ける方策。オフィスと住宅、住宅と商業など、狭い地域内での都市機能の完結化を図ることにより、都市の長寿命化を促進する。

バッファゾーニング

環境変化や人々のライフスタイルの変化に対し、フレキシブルに対応する方策として、都市地域と環境保全地域との間に、一定のバッファゾーン(緩衝地域)を設け、弾力的な土地利用を行う手法。

都市固有キャラクター，歴史保全

- ・ T D R
歴史的建物は既存容積率を下回っている場合が多いため、余剰容積を隣接の開発に移転する手法。
- ・ アダプティブユース
歴史的建物を改造し、より適合する用途に変更する手法。
- ・ コンテクチュアリズム
歴史的建物(街区)に隣接する新しい建築(街区)に、それとマッチするデザインを施す手法

2) 住宅政策に関する諸法制

・ 住宅事情の国際比較

図表3 住宅事情の国際比較

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
1世帯当たりの住宅数	1.13戸	1.11戸	1.03戸	1.00戸	1.21戸
人口1,000人当たりの中古住宅流通戸数	1.25戸	16.35戸	21.96戸	-	-
住宅の平均寿命	29.1年	83.6年	124.0年	133.7年	82.8年
1戸当たり住宅面積 (全体)	92㎡	151㎡	92㎡	93㎡	95㎡
(持家)	123㎡	158㎡	102㎡	122㎡	112㎡
(借家)	44㎡	111㎡	88㎡	75㎡	77㎡
1人当たり住宅面積	33㎡	60㎡	38㎡	38㎡	37㎡
持家率	60%	67%	67%	40%	55%
公共賃貸住宅の全ストックに占める割合	7%~8%	4%	22%	8%	18%
住宅価格の年収倍率(一戸建)	5.6	3.3	3.5	5.6	-
(マンション)	4.8	-	-	-	-

出所/平成総合鑑定所

わが国の住宅事情を他の先進諸外国と国際比較すると、以下の課題が指摘できる。

中古住宅の流通市場が成熟しておらず、住宅が短寿命であることの一因となっていること。

1戸当たり面積は欧米並みであるが、1人当たり面積は以前狭いこと。

住宅価格の年収倍率が、非常に高いにもかかわらず、持ち家比率に大差はなく、日本人は過度の住宅負担を強いられていること(無理して住宅を購入している)。

・住宅政策の国際比較

図表4 住宅政策の国際比較

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
持家 施策	住宅金融公庫による融資 住宅建設・取得等に対し、長期・固定低利の融資を行う。 新住宅ローン減税制度(所得税) 10年間ローン残高の1%を税額控除。	住宅ローン保証 社会保険(FAH)のついた民間ローンを民間金融機関が証券化し、その証券の元利払いをジニメイが保証。 モーゲージ担保証券(MBS)の発行 民間住宅ローンをファニーメイ、フレディマックが買上げ、住宅ローン担保証券を発行。 住宅ローン利子所得控除	公営住宅払下げ 公営住宅、ニュータウン住宅、住宅協会住宅を居住期間に応じた値下げ率により払い下げ。	持家取得に係る補助金給付 住宅新築、購入、増改築に対し、国と地方が8年間補助金(5%~2%)を支給。 住宅負担額に対する補助 住居費を所得の一定割合に抑えるため、一定の住宅手当を給付。 社会住宅融資 低所得者の持家取得に対し、頭金相当額を低利で保証。	0%融資 中低所得者の住宅取得に対し、金利0%で融資(住宅価格の20%上限)。 住宅貯蓄融資(PEL) 中堅所得者向けの長期低利融資(上限60万フラン)。 住宅負担額に対する補助 住居費を所得の一定割合に抑えるため、一定の住宅手当を給付。
借家 施策	公営住宅 公団住宅 特定優良賃貸住宅 高齢者向け優良賃貸住宅 住宅金融公庫による融資	低所得者に対する家賃補助 家賃とは無関係に収入によって一定の額を補助(リチャージャー方式)。 公営住宅 地方公共団体から独立した地方公共住宅庁が供給・管理・運営。家賃負担は応能家賃制度	低所得者に対する家賃減額・家賃補助 公営住宅居住世帯については家賃を減額、民間については補助 公営住宅 地方公共団体が供給・管理・運営。払い下げ、住宅協会への移管が進んでいる。	住宅費負担額に対する補助 住居費を所得の一定割合に抑えるため、一定の住宅手当を給付。 社会住宅 国、地方の低利融資を受けて、公益住宅企業・民間等が建設する住宅。	住宅費負担額に対する補助(住宅手当) 協会融資を受けた住宅に居住する世帯への住宅手当や家族住宅手当の給付。 HLM住宅(適正家賃住宅)の建設に対する低利融資(PLUS) 預金供託金庫(CDC)等が賃貸住宅の建築、改善等に対し低利融資を行う。

出所/平成総合鑑定所

・わが国の住宅政策が抱える問題点

わが国と欧米諸国の住宅政策を比較すると、欧米では、低中所得者層の住宅費負担額を軽減しようとする政策が充実しているのに対し、日本では住宅取得を促進する制度や住宅支出の負担を軽減する制度の法整備が遅れていることが分かる。

日本人は、住宅の「所有」に対する過度の欲求から、無理して住宅を購入するものの、過度の住宅支出の負担を強いられており、「ゆとり」を失っている。このような現状であるにも関わらず、住宅政策は高度成長期の旧来の姿を引きずっており、成熟社会へと変化した社会情勢とは、かけ離れた内容となっている。

家計において、所得に占める住宅費の割合が高くなり過ぎると、消費が鈍り不況の原因となるが、日本では、所得に占める住宅費の割合を抑える経済的手法が欠如している。

・資源ストック型社会に誘導するための住宅政策の提案

a. 長寿命型住宅の導入によるバランスの取れた住宅ストックの実現

公共賃貸住宅の長寿命化

公共賃貸住宅に対し、S I工法等を導入することにより、長寿命化を図り、家賃を低廉に抑える。周辺の民間賃貸住宅の賃料を引き下げる2次効果も期待され、低所得者層の住宅負担軽減につながる。

長寿命型エンタープライズゾーンの導入による、都市の居住地再生
都市外延部に位置する高齢化の進んだ住宅団地を、長寿命型エンタープライズゾーンに指定し、長寿命型都市基盤の整備を行うとともに、法制・税制の誘導による長寿命型住宅の建設を行い、魅力的な街づくりを行うことにより、居住地の再生を図る。

ストック誘導型税制・融資の構築

ストック誘導型税制については、後の税制にて詳述。

長寿命型住宅に対応する100年ローン等の整備。

b. 既存ストックの循環型市場の整備による居住水準向上システムの構築

中古住宅市場の活性化

・マルチ・リスティング・サービス（MLS）の導入

MLSとは、不動産業者が不動産情報を共有し、自由に仲介ができるシステムである。不動産市場における情報の流通性を確保することにより、開かれた市場形成が可能となるとともに、中古住宅の詳細な情報を開示することにより、中古住宅市場の活性化を促し、都市の長寿命化に貢献する。

- ・ 住宅性能評価制度の充実
住宅性能評価制度を中古住宅に対しても適用し、住宅性能評価機関の充実を図り、取引の安全性を確保する。
- ・ エクスロー制度の導入
エクスロー制度とは、エスクロー会社，弁護士，不動産鑑定士などの第三者が、中立の立場で、不動産取引にかかる事務手続きサービスを提供するサービスのことであり、アメリカでは、エクスローによって適正な不動産取引が維持されている。

長寿命型リフォーム市場の構築

住宅の長寿命化を図るためのリフォーム技術の開発を行うとともに、リフォーム市場へのアクセス向上のための体制整備を行う。

c. 長寿命型住宅に居住する世帯への住宅手当の給付

高齢化社会に向けて、老後に対する不安の解消

バリアフリーを徹底した、高齢者対応の民間賃貸住宅を長寿命化し、このような住宅建設に対して補助金を支給するとともに、高齢者に対する家賃補助を実施する。

中低所得者層に対する住宅手当の給付

長寿命型の民間賃貸住宅に居住する中低所得者層に対し、住居費を所得の一定割合に抑えるため、一定の住宅手当を給付する。

(本ページ以下余白)

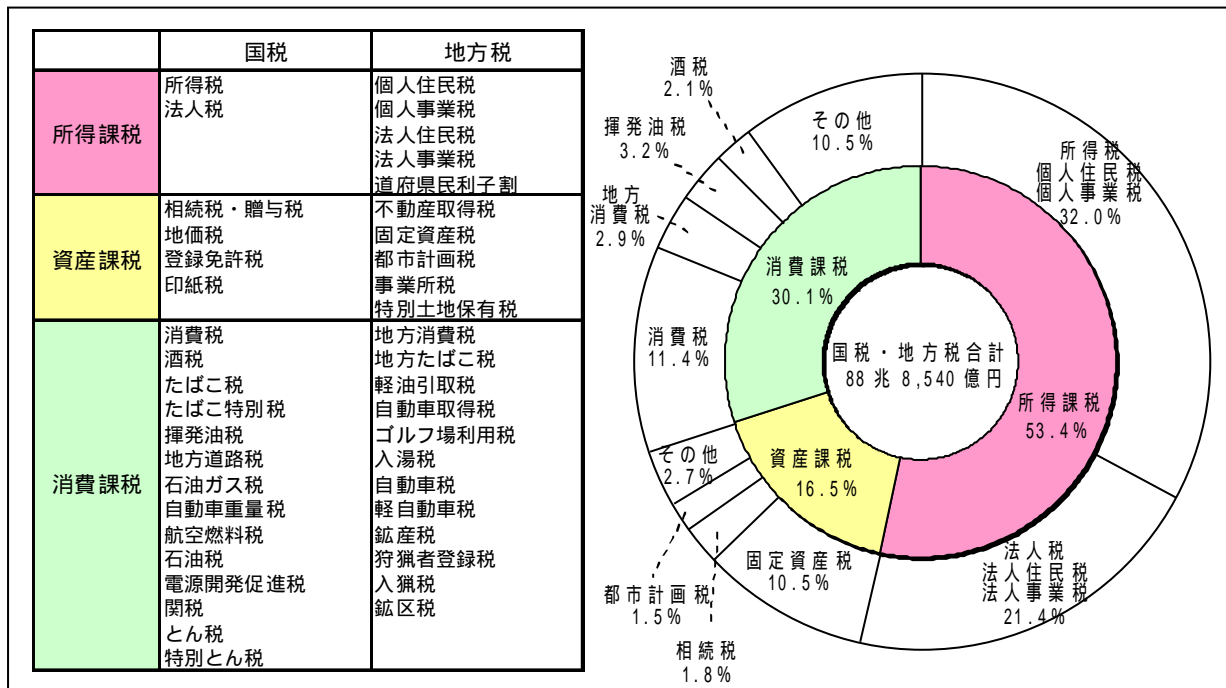
3 税制面における課題の整理

1) わが国の税体系

わが国の租税体系は複雑であり、その分類の仕方にも様々な方法がある。その中でも代表的なものが、課税権の主体による「国税」「地方税」という分類と、税負担の尺度となる課税ベースを経済活動のいかなる局面に求めるのかに着目した「所得課税」「消費課税」「資産課税」という分類である。

わが国の税体系を、両視点から整理・分類し、平成13年度における税収内訳を示したものが、図表5である。

図表5 わが国の税体系及び平成13年度の税収内訳



出所/平成総合鑑定所

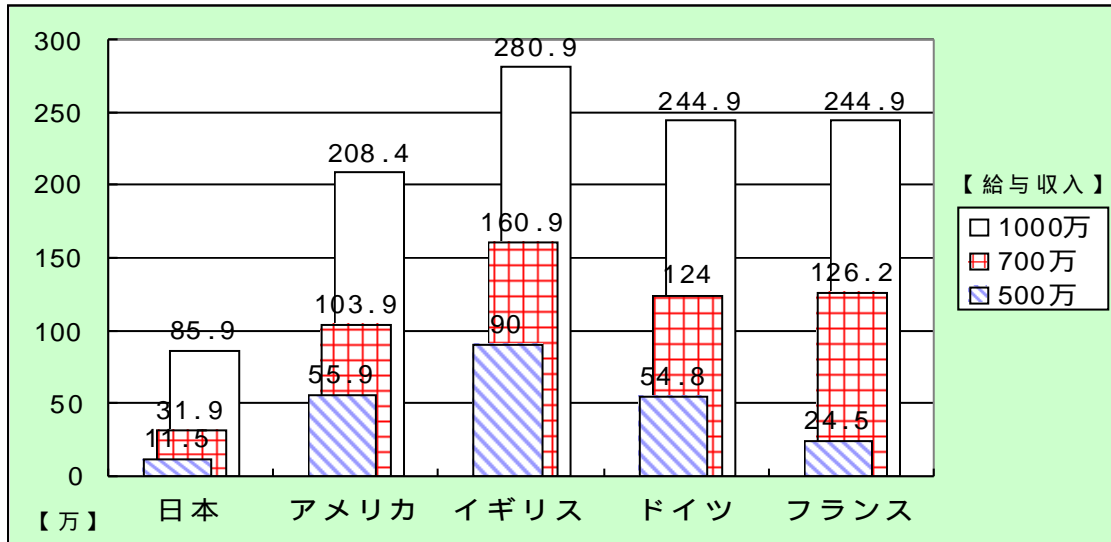
以上のように、わが国の税収において特に大きなウエイトを占めているのは、所得課税では所得税及び法人税、資産課税では固定資産税を含む不動産保有税、消費課税では、地方消費税を含めた消費税であることが分かる。これら4税は、公共財源の中核をなすメインタックスである。

よって、以下において、4つのメインタックスについて、課税の現状を分析し、資源ストック型社会へと誘導する税制のあり方について検討するものとする。

2) 所得税

・ 所得税の国際比較

図表6 給与収入階級別の所得税・住民税負担の国際比較



出所/平成総合鑑定所

所得税は、暦年中の個人所得，つまり給料・賃金や事業の利益，預貯金の利子，株式に対する配当収入，あるいは土地や株式の売却により得た利益などに課税される税金である。課税の規準を「所得」に求めており、所得の大きさに応じた税金を負担する制度である。

日本の所得税負担を、欧米諸国と比較すると低水準であるように思えるが、所得税の抱える問題は、名目的な負担率よりも、むしろ課税の不公平性にある。

・ 所得税の現状と問題点

所得税が、全ての租税のうちで、最も公正であると考えられるのは、それが納税者の税負担能力＝「担税力」に適合し、租税支払能力に一番よく即応しているからである。このため、所得税は、社会構造に以下のメリットがあるといわれている。

租税負担公平の理念に適合し、応能負担の原理にも適合している。

所得の再配分機能に優れている。

財政に対するビルトイン・スタビライザー（自動調整機能）となる。

自己の税負担能力を実感し得る点において、民主主義的である。

ただし、現行のわが国の所得税制は、こうした所得税の持つ本来のメリットを生かしておらず、その長所が阻害されている。わが国の所得税制度の欠陥を要約すると、以下の点である。

住宅負担を軽減する所得税控除などの手法が不十分であること。
勤労による所得に比べ、利子、配当など資産から得られる所得に対する負担が軽いため、所得の再配分機能を十分に発揮できていないこと。
所得税が源泉徴収でガラス張りのサラリーマンに対し、申告納税の自営業者らは所得隠しが可能である、いわゆるクロヨン現象の問題。

・ 資源ストック型社会に誘導するための所得税のあり方

a 住宅ローン減税の強化などによる住宅支出負担の軽減

ストック型社会の構築に向けて、所得税に期待されるのは、住宅負担の軽減効果である。住宅取得の資金調達は、借り入れによるものがほとんどであることを考慮すると、建物に対する十分な投資を可能にするためには、返済額の負担を軽減できる措置が必要になる。

そういった観点から、現行の「新住宅ローン減税制度」(住宅取得時から10年間、住宅ローン残高の1%を上限として税額を控除する制度)は、ストック型社会への誘導に有意義なものであり、これを強化することによりその効果を高めることができると思われる。

具体的には、控除税額を増額する手法や、減税期間(10年間)を延長する手法、もしくは両手法の併用である。

また、所得税が租税負担公平の理念に適合していることをメリットとしている点に鑑みれば、所得に応じた異なる控除率、期間の設定も有効と思われる。

b 所得の再配分機能の正常化による資産格差の抑制

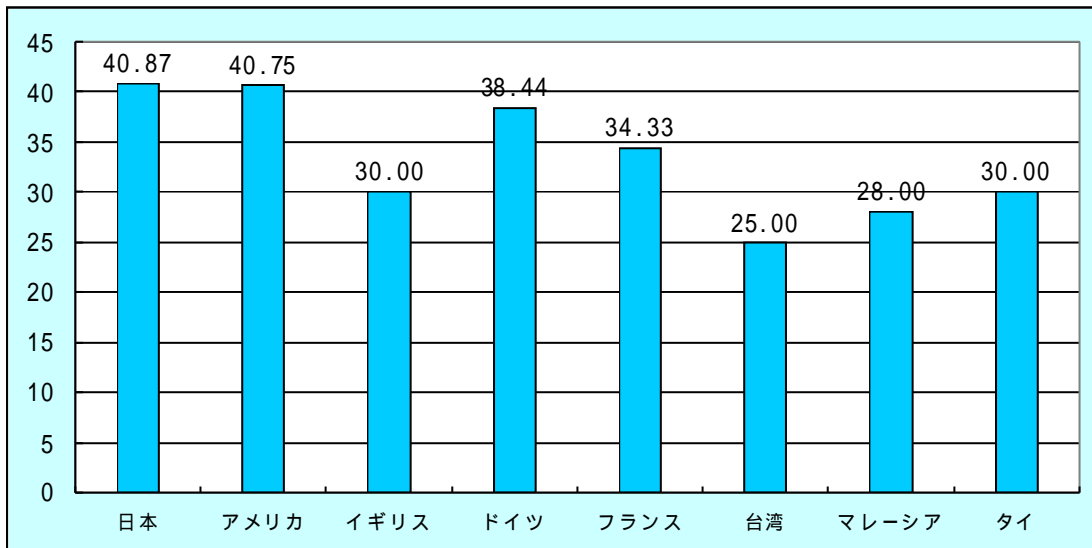
ストック型社会を構築する場合、所得税が果たすべき役割として、所得の再配分機能の正常化による資産格差の抑制があげられる。ストック型社会へと変化するためには、所得のうち資産としてストックに回される部分を増加させる必要があるが、所得のうち資産の形成に向けることができる余剰部分は、高所得者層のほうが大きく、さらに、蓄積された資産から新たな所得が発生するため、その格差は乗数的に拡大することになり兼ねない。

このような弊害を是正するため、資産性所得のうち、土地・株式等の長寿命化に貢献しない資産から得られる資産性所得に対し、課税を強化することで、資産格差の拡大を抑制することが必要となる。

3) 法人税

・ 法人税の国際比較

図表7 法人実効税率の国際比較



出所/内閣府政策統括官・政策効果分析レポート No13 (2002.1時点)

$$\text{実効税率} = \frac{\text{法人税額} + \text{法人住民税額} + \text{法人事業税額}}{\text{課税所得} + \text{全年度法人事業税額}}$$

法人税とは、法人の事業活動に課せられる税金である。日本は、企業国家として、すばらしい発展を遂げてきており、法人税は税収の20%程度と大きなウエイトを占めている。所得税との大きな違いは、所得税が所得の増加に応じて税率も上がる累進税であるのに対し、法人税は一律に実効税率40.87%の比例税となっていることである。

日本の法人税率は、図表7をみても分かるとおり、先進諸国中でも最も高い税率となっており、アジア諸国と比較すると際立って高い水準となっている。

・ 法人税の現状と問題点

わが国の法人税の抱える問題点を要約すると以下のとおりである。

高い実行税率に伴う、いわゆるタックス・ヘイブン（租税回避地）の利用問題や、トランスファープライシング（移転価格操作）の問題。

複雑な税務会計システムの変則的自由のもとで、本来的に課税所得となるべきものが課税所得とならない、いわゆるタックス・エロージョン（課税の侵食化現象）の問題。

課税ベースの縮小化が税率を必要以上に高め、企業の活動を阻害し、海外逃避を招来する産業空洞化の問題。

・資源ストック型社会に誘導するための法人税のあり方

資源ストック型の社会システムが構築されるためには、優秀な要素技術やソフトを持った企業の力が不可欠である。しかし、高度成長期のように、本来の企業活動によるのではなく、不動産や株への投資で大きな利益を得てきた企業が存続するような法人税制では、企業の本来の力が正しく社会に反映されるようなシステム構築は不可能である。

よって、優秀な技術・ソフトを持ち、本業で利益を上げる企業に対し、より有利となる法人税制へと改革することにより、正常な企業活動を促し、資源ストック型社会システムへの誘導が可能となるのである。

a. 未実現利益に対する実質的キャピタルゲイン課税システムの導入

昭和期に発展してきた大企業の中には、企業本来の営業活動だけでは、社員の給与すら賄えないのに、保有不動産や株の含み益だけで存続してきた企業や、不動産投資を繰り返すことにより存続してきた企業がいくつもある。企業の公共的性格を考慮すると、このような企業は社会にとって有益とはいえない。

わが国が、ストック型経済へと変化していく課程においては、資産の蓄積過程に対する課税は、より重要度を増すこととなる。

すなわち、所得が消費されずに資産蓄積に充てられる場合、蓄積分についても、所得の発生時に課税すべきか、蓄積時点では課税せず、消費されるまで課税を延期するかが問題となる。

は「発生時点課税」、は「消費時点課税」と呼ばれ、「宵越しの金を持たない社会」、「所得に比べて資産が少ない社会」といったフロー型社会であれば、両者の差は重要ではないが、所得をすぐには消費せず将来の消費のために持ち越すストック型の社会では重要である。

現在の法人税は、営業所得、利子所得などについては「発生時点課税」が取られているのに対し、キャピタルゲインについては「消費時点課税」となっている。

未実現のキャピタルゲインについて非課税であるのは、徴収技術的に困難であるためといわれているが

営業活動に使用している資産と余剰資産を分離する

保有期間が長期であるほど税率を高くすることにより、譲渡益課税の方式をとっても、実質的に発生時点課税がなされることになる

などの方法により、この問題はクリアできる。

法人税の未実現利益に対する非課税は、企業本来の営業活動を歪める危険性があり、長寿命型社会においては、企業が資産保有に頼らず、本業で利益を上げる方向へと誘導することが重要であり、企業へのキャピタルゲイン課税の導入が必要となるのである。

b. 営業損益と営業外損益への異なる税率の適用

現在の法人税は、企業本来の営業活動から得られた損益と、本来の営業活動ではないものから得られた損益を区別せず、当期の未処分利益に対し、課税するシステムとなっている。

これらの損益の中には、所有資産を売却した際の資産性の所得も含まれており、性格の異なる損益について同じ税率が課されていることになるが、所得の再配分を適正に行うためには、これらの損益は、本来、区別して課税されるべきものである。

4) 不動産保有税

・ 不動産保有税の国際比較

図表8 土地の所有概念と不動産保有税の国際比較

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
不動産に対する基本概念	土地と建物は別個の不動産	土地と建物は同一の不動産	土地と建物は同一の不動産	土地と建物は同一の不動産	土地と建物は同一の不動産
土地所有に対する基本概念	絶対的所有権	ホールド(占有権)	ホールド(占有権)	所有権	所有権
所有と利用の調整	所有優先	利用優先	利用優先	利用優先	利用優先
税の種類	固定資産税 保有する土地、建物別個に課される税。 都市計画税 都市部のみ 特別土地保有税 実質効力なし 地価税 H10以降凍結	固定資産税 保有する土地、建物に課される税。	統一事業所税 事業所を対象とする保有税。一般住民の保有不動産は課税されない。	不動産税 不動産の所有に対して課される税。土地の種別により税率が異なる。 財産税 所有財産に対して課される税。個人は法人より税率が低い。	建築不動産税 建築物のある土地に課される税。 非建築不動産税 建築物のない土地に課される税。
課税標準の概念	取引価格課税方式	収益価格課税方式	収益価格課税方式	収益価格課税方式	収益価格課税方式
住宅と非住宅の税率区分	区別なし	住宅優遇	住宅優遇	住宅優遇	住宅優遇
課税の仕組み	土地と建物を個別に評価して、それぞれに課税。	土地と建物を個別に評価して、合算額に課税。	土地の純年使用価値に課税。	収益価格方式で土地建物を一体として評価し課税。	想定賃貸価格から一定割合を控除したものに課税。
評価額の種類	固定資産税評価額	固定資産税評価額	適正基準価格	評価法に基づく統一価格	想定賃貸価格
実効税率	土地：約0.3% 建物：約1.0%	約4.5%	財政事情に応じて税率変化	住宅：約0.7% 他：約1.0%	建築：約1.8% 非建築：約0.3%

出所/平成総合鑑定所

不動産保有税の国際比較を行う場合、重要なことは、各国の不動産に対する基本概念の相違を認識することである。図表 8 をみても分かる通り、不動産の所有に絶対的権限を与えているのは、わが国のみであり、欧米の成熟社会では、土地の公共性は当然に認識されている。この相違が、税制にも色濃く反映されている。

また、欧米では、「住」とは、最も基本的な生活行動の一つであり、居住に対する支出負担を軽減することにより、基本的生存権を保障するという社会意識が徹底しているのに対し、日本の税制は、このような認識が低いことがよくわかる。

・ 不動産保有税の現状と問題点

日本の不動産保有税は、固定資産税・特別土地保有税・地価税・都市計画税の 4 種類があるが、日本の不動産保有税を、他の諸外国と比較すると、課題として次の点が指摘できる。

土地に対する実効税率が低いこと。

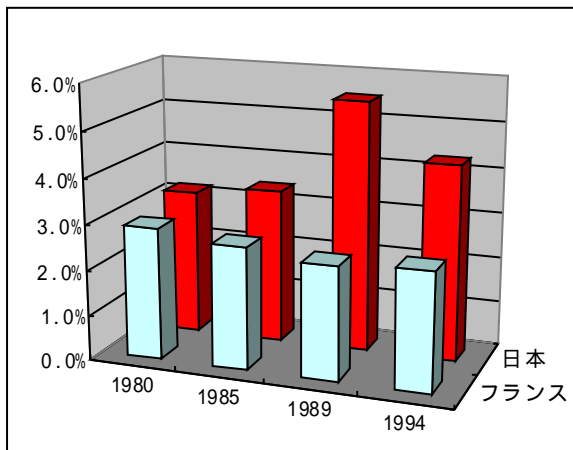
土地の公共性に対する認識の低さを反映して、低利用地に対する懲罰的課税方式が実質的には機能していないこと。

建物に対する実行税率が、土地に対する実行税率に対し、高いことなどから、土地の有効利用を促進するような課税制度になっていないこと。

住宅と非住宅の明確な区分が行われた課税体制になっていないことから、個人の住宅について必要以上の課税が行われていること。

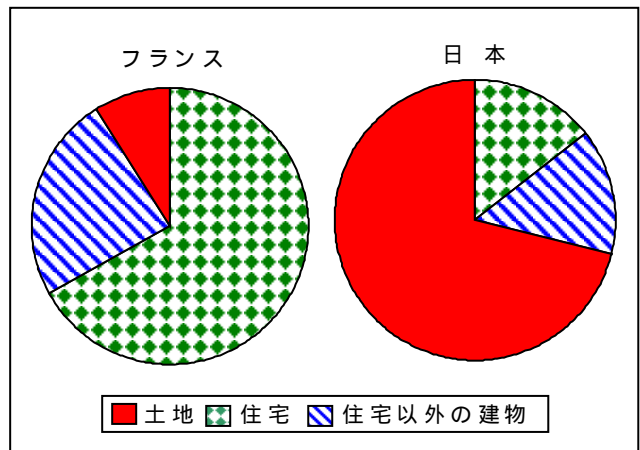
以上のような不動産保有税の歪みが、土地偏重の経済システムを構築し、土地価格の反転に伴うバブルの崩壊を招いた。また、土地にのみに投資が集中し、建物に十分な投資が行われないう二重の弊害をもたらしたのである。

図表 9 不動産投資の対 G N P 比



出所/平成総合鑑定所

図表 10 不動産投資の内訳



出所/平成総合鑑定所

日本の不動産投資額は、先進国と比較しても、遜色ない水準を確保しているが（図表 9 参照）、その大部分は、土地に対して行われてきており（図表 10 参照）、建物に対し、十分な投資が行われて来なかった。

このため、国民生活を支えるための十分な資産のストックが行われず、現在のような、世界トップクラスの経済力を持ちながら、個人に目をうつすと、ゆとりのない国民生活の現状をもたらしているのである。

このように、現在のフロー型社会を生み出した、現行の不動産保有税制の歪みを矯正しない限り、ストック型経済への変革は望むべくもないのである。

・ 資源ストック型社会に誘導するための不動産保有税のあり方

資源ストック型社会へと誘導する不動産保有税を検討するため、以下の不動産課税モデルを設定する。

【 不動産課税モデル 】

所在：政令指定都市の都心商業地（容積率 600%）

物件：賃貸オフィスビル・新築

土地：3,000 m²（1,000,000 円/m²） 30 億円

建物：18,000 m²（200,000 円/m²） 36 億円

【 現在の税制での概算固定資産額 】

土地：1,000,000 円/m² × 3,000 m² × 0.2 × 1.4% = 840 万円

建物：200,000 円/m² × 18,000 m² × 0.5 × 1.4% = 2,520 万円

固定資産税合計 3,360 万

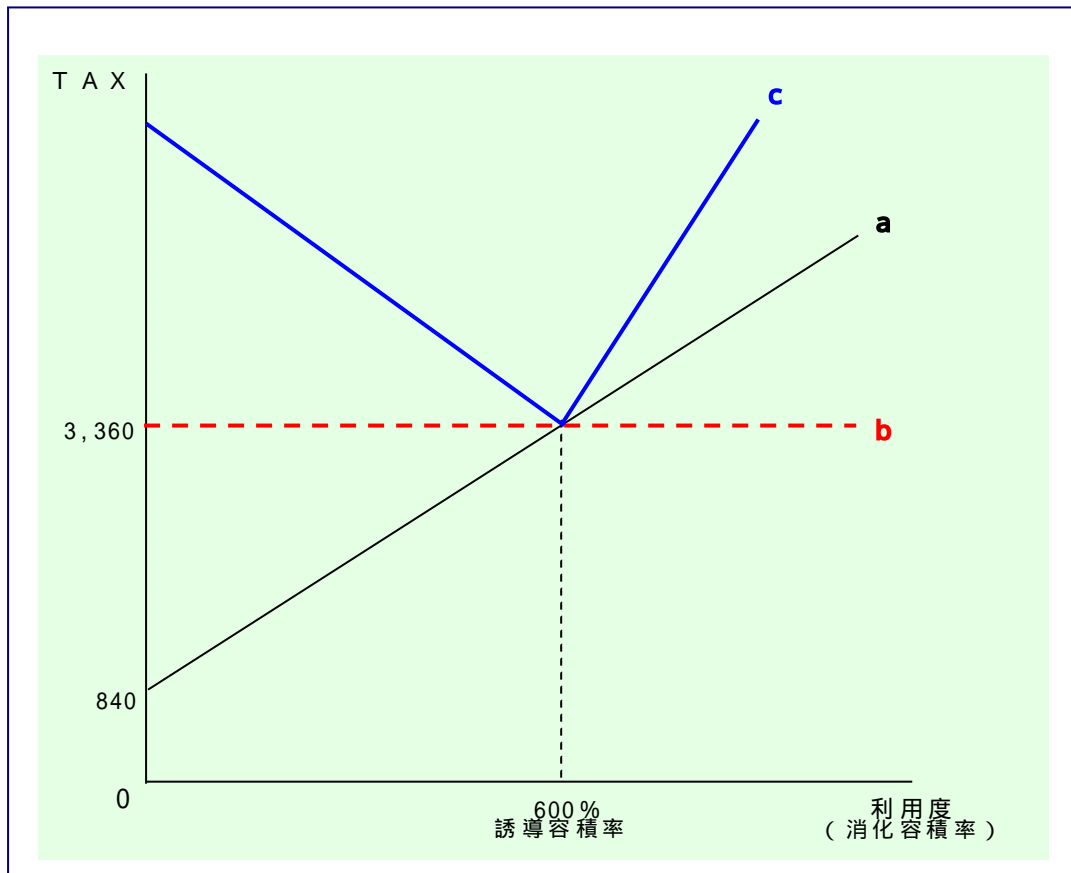
以上の不動産課税モデルについて、有効利用を促進するために考えられる不動産保有税を表現したものが、図表 11 のグラフである。

a. 現行の固定資産税

グラフ a は、現在の固定資産税制度を表現したものである。未利用の場合、固定資産税額は、土地の 840 万のみであるが、建物を建築すると利用度（実際には建物価値）に応じて、建物に対し課税され、モデルのケースでは、2,520 万が加算され、合計 3,360 万の税額になる。

すなわち、現在の固定資産税制度では、利用度が増すほど税負担は直線的に重くなる。これは、有効利用に対するインセンティブの面からは、全く逆方向に作用することになる（グラフ上にボールを置くと、ボールは左方向に転がる）。

図表 1 1 現在の固定資産税制度と資源ストック型の不動産保有税制との比較



出所/平成総合鑑定所

b みなし課税制度

グラフ b は、建物に対する課税を行わず、土地のみに一定の固定資産税を課税する方法である。課税水準は、現行の固定資産税制度において誘導容積率程度の利用をした場合に課せられる土地・建物の合計税額と同額とする。

すなわち、土地の所有には、一定の利用責務が付随しているという考え方に基づき実際に利用している、いないにかかわらず、有効利用しているものとみなして課税するわけである。現在、有効利用している人にとっては増税感がないため、社会全体としての増税感は少ないというメリットがあるほか、歳入面からみれば税収が安定するという利点もある。また、税の受益者負担の原則からすれば、インフラ整備による便益は土地に帰着するため、固定資産税は、土地に課税すべきものだという税法論にも合致する手法である。

この方法は、利用促進の面からはニュートラルな方法といえる（グラフ上にボールを置いても、ボールは、左右どちらにも転がらない）。

c 誘導課税制度

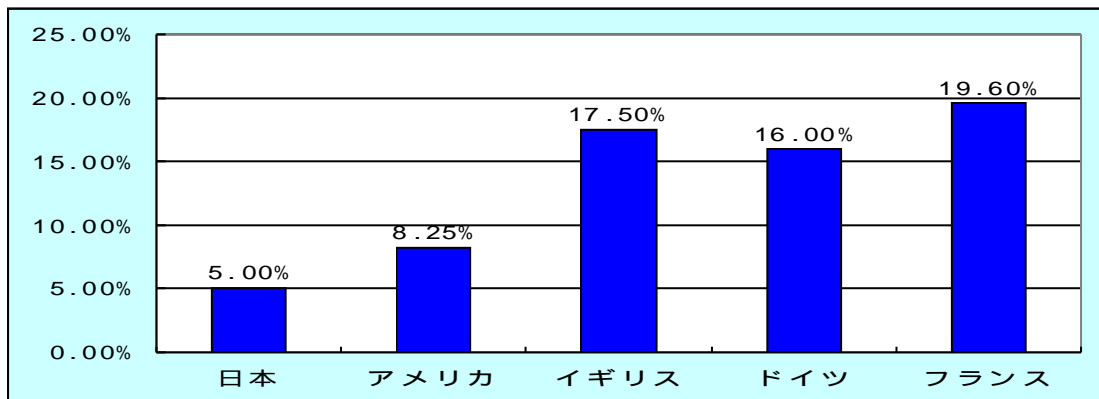
グラフcは、未利用・低利用の土地には、懲罰的な課税を行い、有効利用を促進するという「誘導課税」制度である。グラフの傾きが強くなるほど利用に対するインセンティブが強くなることを意味しており、中心市街地での活用が有効と思われる。

また、近年、容積率オーバーなどの違反建築物に対する規制の甘さから、建築基準法の有名無実化が問題になっているが、誘導課税制度であれば、誘導容積率を超える利用には、より厳しいチャージをかけることにより、建築基準法や都市計画法を補完する効力も期待できる（グラフ上にボールを置くと、V字の底、誘導すべき容積率に向けて、ボールが転がる）。

5) 消費税

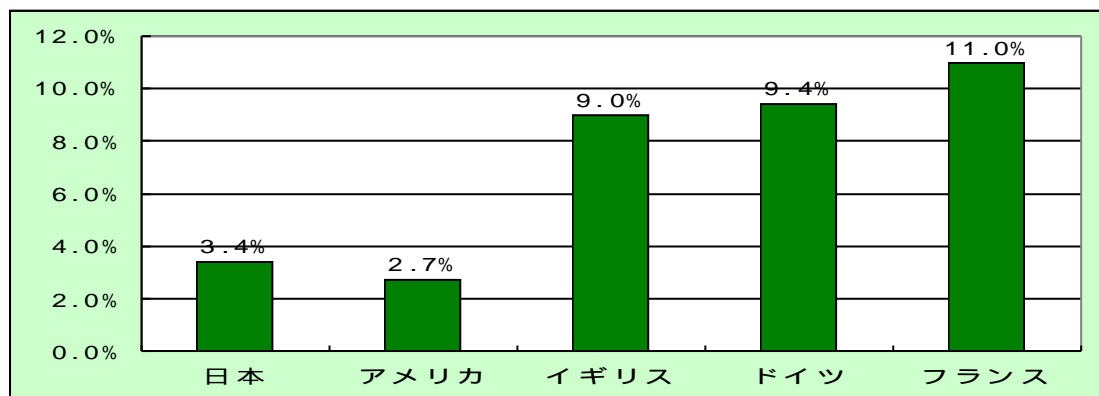
・消費税の国際比較

図表12 消費税率の国際比較



出所/財務省主税局
アメリカは州ごとに税率が異なる。数値はニューヨーク州

図表13 国民所得に占める消費税の国際比較



出所/OECD「REVENUS STATISTICS1965-2000」

図表 1 4 居住用不動産に対する消費課税の国際比較

	土地		建物				
	賃貸	譲渡	賃貸	新築工事	増改築工事	譲渡 (新築)	譲渡 (中古)
日本	×	×	×				
アメリカ	×	×	×			×	×
イギリス	×	×	×	ゼロ税率		ゼロ税率	×
ドイツ	×	×	×			×	×
フランス	×		×				×

出所/国土交通省住宅局住宅政策課ほか

消費税の現状と問題点

日本の消費税の抱える問題点をまとめると、以下の点が指摘できる。

いわゆる消費税の「逆進性」の問題。すなわち、全ての財・サービスに単一税率で課される消費税は、消費に対しては比例的であるが、所得が増加するにつれ、所得に占める消費の割合は通常低下するため、所得に対しては、逆進性に作用するという問題。

不動産取引における消費税と不動産取得税の二重課税の問題。すなわち、住宅を取得した場合、消費税については、土地は非課税であるが、建物は課税されることに加え、不動産取得税（土地 4%、建物 3%）が別途課税される。不動産（特に建物）の流通性を阻害する課税システムとなっている。

中古住宅への二重課税の問題。すなわち、住宅の購入者は、将来にわたる消費に対する税を財購入時に前納するわけであるから、新築で住宅を購入し、途中で売却する場合には、本来、消費税の還付措置がとられる必要がある。わが国では、このような措置がないことに加え、中古住宅に対しても再び課税されており（図表 1 4 参照）、特に中古住宅の流通性を阻害する課税システムとなっている。

土地（更地）の流通性のみを高める土地非課税の問題。すなわち、土地付きの一戸建て住宅を購入する場合には、土地と建物は、本来一体となって居住サービスを提供していると考えられ、土地の購入や賃借にも、本来消費財の要素が含まれるのである。土地のみを非課税とすることは理論的に問題があるとともに、更地として売却したほうが、税負担が軽いため、建物の解体が進むことにより、長寿命化を阻害しているのである。

・資源ストック型社会に誘導するための消費税のあり方

a. 複数税率の導入と所得税に対する税額控除

消費税の逆進性を緩和する手段のひとつとしては、複数税率の採用がある。すなわち、低所得者層の家計に占める割合の大きい食料品等に対して、標準税率より低い、軽減税率またはゼロ税率を適用することにより、逆進性を緩和するのである。

複数税率の導入にあたっては、税額算定が複雑になるため、インボイス制度の導入が不可欠となる。インボイス制度のもとでは、仕入控除できるのは、課税業者が発行したインボイス（消費税額が記載された伝票）によってのみであるため、企業や事業者が自発的に課税事業者になろうとすることにより、消費税課税の不公平が是正されるという二重のメリットがある。

もうひとつの手段としては、所得税に対する税額控除がある。すなわち、低所得者の所得税について、必要最小限の消費支出に相当する消費税額のうち一定額を控除する手法である。

b. 中古住宅に対する非課税を中心とする住宅課税の再構築

住宅サービスの消費は、家計消費の中でも、大きなウエイトを占めている。このため、これに対する課税は、消費税の基本的性格を左右する重要な要素である。

借家の場合、家賃の支払いがあるので、住宅サービスが生じていることは明白であり、原則では消費税の課税対象であるが、わが国では、消費税の逆進性を緩和する手段として住宅家賃は、非課税とされている。

持ち家の場合、家賃という明示的な現金支払いはないが、この場合にも、住宅サービスが消費されることに変わりはない。消費税の逆進性を緩和するため住宅家賃が非課税なのであれば、住宅を購入する際に消費税が課税されるのは、公平性を欠くことになる。持ち家は高所得者、借家は低所得者と解釈されているに等しいのである。

また、建物の長寿命化において、最も問題なのが、中古住宅の二重課税の問題である。住宅を途中で売却した場合の還付措置がないのであれば、少なくとも、中古住宅は非課税となるべきである。

資源ストック型社会は、住宅の長寿命化が前提であるが、このためには、第一に、「住宅に対し、長寿命を保証する十分な投資が行われること」が必要であり、第二に、嗜好の変化に対応し、世代間の格差を是正するための「中古住宅市場の活性化」が不可欠となってくる。

このためには、住宅に対する消費税課税の不公平の是正、二重課税の解消が不可欠である。

4 まとめ

1) 研究のまとめ

以上、わが国の法制・税制の課題を指摘し、ストック型社会への転換に向けて考えられる新施策の検討を行ったが、その結果を概念的にまとめたものが図表15及び図表16である。

図表15 法制研究のまとめ

区分	細分	主な問題点	考えられる施策
都市の環境整備に関する法制	都市計画法	目標の不明確な都市計画 規制型の都市開発システム 追認型の都市開発システム	長寿命型エンタープライズゾーン 長寿命型アーバンデザイン政策
住宅政策	持ち家対策 借家対策	中古住宅市場が未成熟であること 所得に占める住宅費の割合を抑える 経済的手法が欠如していること	長寿命型住宅の導入によるバランスのとれた住宅ストックの実現 既存ストックの循環型市場の整備による居住水準向上システムの構築 長寿命型住宅に居住する世帯への住宅手当の給付

出所/平成総合鑑定所

図表16 税制研究のまとめ

区分	細分	主な問題点	考えられる施策
所得課税	所得税	住宅負担を軽減する所得税控除などの手法が不十分であること	住宅ローン減税の強化などによる住宅支出負担の軽減
	法人税	高い実行税率と産業空洞化の問題 タックス・エロージョンの問題	未実現利益に対する実質的キャピタルゲイン課税システムの導入 営業損益と営業外損益への異なる税率の適用
資産課税	不動産保有税	土地の有効利用を促進するような課税制度になっていないこと	土地の有効利用促進のためのみなし課税制度、誘導課税制度の導入
消費課税	消費税	いわゆる消費税の「逆進性」の問題 不動産取引における消費税と不動産取得税の二重課税の問題 中古住宅への二重課税の問題	複数税率の導入と所得税に対する税額控除 中古住宅に対する非課税を中心とする住宅課税の再構築

出所/平成総合鑑定所

法制については、施策の変更により、主に、ストック型社会のフィジカルな部分への誘導的な効果が期待される。

すなわち、都市計画法を中心とする都市の環境整備に関する法制については、インフラを含む都市環境を長寿命化へと誘導する効果であり、住宅政策については、個々の住宅を長寿命化へと誘導する効果である。

一方、税制については、主に、ストック型社会のメンタルな部分の形成についての誘導的な効果が期待される。

所得課税のうち、所得税については、生活にゆとりを生み出す効果、法人税については、正常な企業活動への誘導効果が期待される。

資産課税については、家計や企業の投資行動を長寿命型の資産へと誘導する効果、消費課税については、中古住宅市場活性化への誘導効果などが期待される。

2) 今後の課題

本研究においては、現行法制・税制の課題を整理することを主たる目的としているため、ストック型社会へと誘導するための具体的な政策については、各法制について、現在考えられる新施策の概略を述べるにとどまった。

ただし、今後は、より効果的な新施策の考察を深めるとともに、各施策について、現実に導入した場合の効果予測などを通じ、その精度を高めることが必要であろう。

《参考文献》

- (1) 「地価と詳細都市計画」 (野村総合研究所)
- (2) 「ストック型社会と市民生活」 (坂本ら・2002・次世代システム研究所報)
- (3) 「諸外国の都市計画・都市開発」 (建設省都市局都市政策課・都市開発制度比較研究会)
- (4) 「環境共生都市づくり」 (建設省都市局・(財)民間都市開発推進機構都市研究センター)
- (5) 「日本新生のための税制改革戦略」 (経済産業省経済産業政策局企業行動課・(財)経済産業調査会)
- (6) 「現代日本の税制」 (野口悠紀雄)
- (7) 「税制再改革の基本構想」 (富岡幸雄)
- (8) 「不動産税制の国際比較分析」 (篠原正博)

建築物の長命化 ～ 文化的影響 ～

W.J.Batty (英国クランフィールド大学北九州研究所 所長代理)

はじめに

人口増加率と加速化する都市化が懸念されてきた。こうした懸念を反映し、都市部のインフラや建築物を建設する際の資源やエネルギー利用に対する、より持続可能なアプローチを巡って議論が高まっている。寿命の長い建物には、短命の建造物よりも、より持続可能な方法で、建築に必要な資源が使われている。このことは、木などの植物を原料とした再生可能な資材で建てられた建築物や、石、レンガ、あるいはコンクリートで造られた建物にも当てはまる。

木材のような再生可能な資源の場合、使われる資材が新たに育ち、自然界で元の状態に還元される時間が十分にあるということが重要であり、これは利用される再生可能な資源の成長サイクルの長さに依存する。成長が極めて早い軟木ですら、最高 60 年を要することもある。石や土のような再生不可能な資源の場合、その消耗速度を低下させることが重要で、これは建物の寿命を長くするように設計したり、建物の寿命が尽きた時に建築資材をリサイクルすることで達成出来る。

更に言えば、寿命の長い建築物は、エネルギー利用の点で重要な意味を含んでいる。再生可能と再生不可能の両方の資源を用いて建築資材を作るために、採鉱、採石あるいは採取、製造、使用場所までの運搬に使われるエネルギー、および建築中に使われるエネルギーを考慮に入れる事が大切である。建築構成材の製造、および建物の実際の建築に費やされる全エネルギー量は、しばしば内包エネルギーと呼ばれる。建物の内包エネルギー量を最小限に抑えることは重要であるが、建物の寿命を延ばすことで、このエネルギーを長期間利用出来るようにする事も等しく重要である。この方法により、建物の寿命の年当たりのエネルギー量を減らし、結果として、その環境影響を減じることが出来る。

現在日本では、日本の建物の平均寿命が何故ヨーロッパ、とりわけ英国の建物よりも極端に短いのかという点について、活発な議論が行われている。日本の場合は約 30 年、英国は 100 年以上という数字からも、両者の平均寿命には相当の開きがある。現在の日本の平均寿命は、資材の選択によってより持続可能な建物を開発しようとする試み全てを殆どの外れなものにしている。何故ヨーロッパと日本の間には建物の寿命に差があるのかと問いかけ、日本の建築物の寿命を延ばすのに、どのような条件が必要とされているのかを究明することが重要である。この目的を達成するために、ここではイングランドの建物の寿命が何故長いのか、その理由を検証し、現在の日本の実態との比較を行ってみる。この比較は、寿命の長い建物の建築を奨励するために、建物の資金調達、計画、開発および設計を

今後どのように行うかを考察する際に利用されるであろう。

本研究は、過去数世紀に亘る英国の住宅の発展を考察し、どのような要因で平均寿命 100 年以上の建築物が可能となったのかを解明するために行うものである。

英国の人口動態

世界の諸国と同様に、英国でも過去 2 世紀に亘り、その人口動態に大きな変化が見られた。この変化が過去の住宅供給に影響を与え、今後も影響を及ぼし続けるであろう。著しい傾向として見られるのは、1 世帯当たりの人員数が減少している点である。例えば、1861 年には、1 世帯当たりの人員は 5 人から 11 人の間であったが、1961 年までに平均人員数は 3 人に減少した。図 1 のグラフは、平均的な世帯の規模が 20 世紀を通じて、ほぼ直線的に減少していることを示している [1]。

1901 年から 1996 年までの国勢調査で、20 世紀の間、英国の人口は 56%増加した一方で、世帯数は同時期 194%増加した。

こうした傾向は、新設住宅に対する要求が絶えず人口増加率を上回っている事を意味するものである。その結果、既存の住宅は、供給が一般的に需要より遅れる市場において、常に高い金融資産価値を持っている。

しかし、世帯の構成内容も又、大きな変化を体験しつつある。英国の 1991 年の国勢調査[2]によると、子供のいる世帯はわずかに 30%である。その一方で、10%が単身者世帯、30%

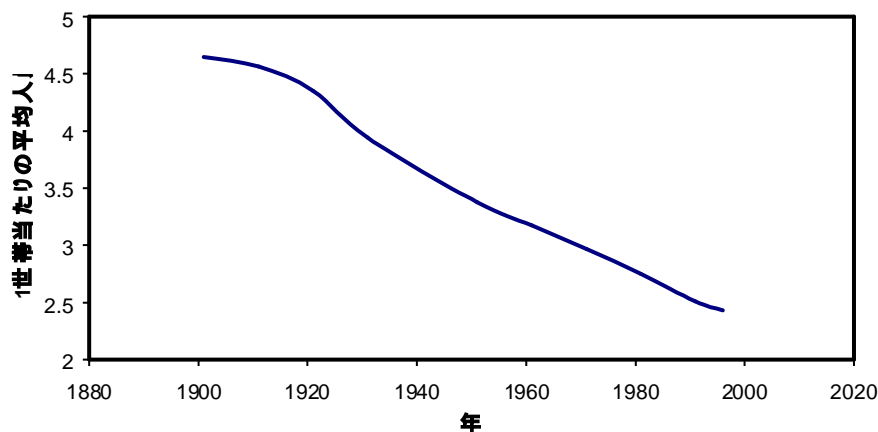
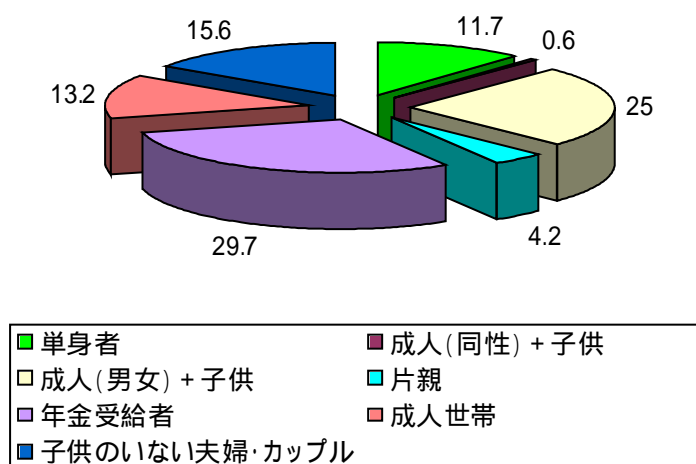


図 1 20 世紀の英国における平均世帯人員の変遷

が年金受給者で占められている。これらのカテゴリーに属する人々の割合は、今後増加するものと見込まれている。寿命の長い、持続可能な解決策が得られるのであれば、こうした統計により必要となってくるのが、将来の一般住宅に対する計画的な取り組みである。これは、既存の住宅在庫は今後のニーズに備えて柔軟に利用されねばならないこと、その一方で、新設住宅は、将来の使用変化に容易に対応出来るように設計されねばならないことを意味している。

図 2 1991 年の国勢調査による英国の世帯構成



英国の住宅

住宅は、ヨーロッパ中で一様の発展を見たわけではなく、国により、時にはヨーロッパ内の準自治地域によってそれぞれ異なっている。こうした差が生じた背景には、歴史、地理、文化、法制度、社会・金融組織の違いなど、多くの理由がある。例えば、英国内でも、スコットランドは独立した法制度や文化的アイデンティティーを維持しており、そのために、住宅開発への取り組みも、イングランドとは異なっている。

英国の住宅に対する概念は、不変だったわけではなく、過去 200～300 年に亘り、幾多の変遷を経て来た。18 世紀後半から 19 世紀初頭にかけて、ロンドンの人口は急速に膨張し、住宅建設計画が急務となった。この膨張する都市を開発するには制限が必要だということが明白となり、その結果、早くも 1774 年には、ロンドンの住宅開発に対し、「ロンドン建築法」という形で、規制が導入された。この法律は、建物の高さ、道幅との関係、建築の詳細の観点から、住宅の 4 種の「評価」を明記した。実は、それより以前、ロンドンの広範な領域に甚大な被害をもたらした 1666 年のロンドン大火災に呼応して、1667 年と 1709 年にそれぞれ「ロンドン建築法」が導入されている。これら 2 法は、将来の急な延焼の危険性を抑

えるために、道路の配置と建物建築の詳細を明記しており、その多くが 1774 年の法律に統合された。このことは、英国では数世紀に亘って、法的介入が都市環境開発の重要な要素であったことを立証するものである。

しかし、これは全国一律に見られた現象ではない。19 世紀初頭に起きた産業革命の結果、英国の人口は、地方からの人口移動により、マンチェスター、ソルフォード、シェフィールドのような新興大都市圏に集中するようになった。こうした多くの都市開発は、移住者に雇用を供給する新しい工場の周辺で進展した。住宅開発は、製造業を営み、工場を建てた企業家によって融資され、所有された。このような開発の主な特徴は、図 3 に示すようなレンガあるいは石造りの、並行に接近して建てられたテラスハウス（連続住宅）の家並である。

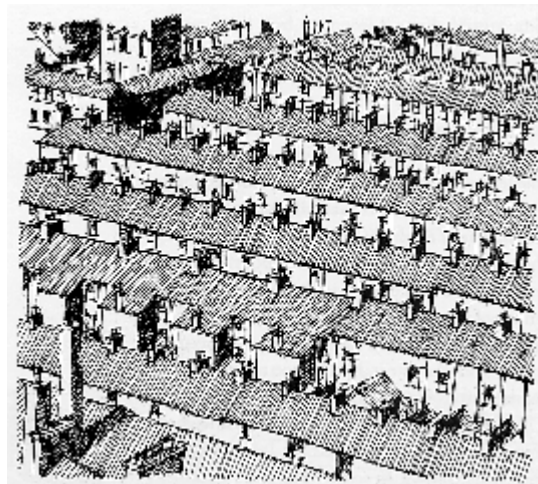


図 3 1840 年以降開発された「バイロー」[条例：議会議法で承認されたものとして、地方自治体が制定する規制] あるいは「スルー」[平行に並んで建つテラス住宅の裏側と間を「通って(スルー)」道路が走っており、裏庭に出入り出来るようになっていた。これにより庭にある外のトイレから汚物を撤去出来た。] テラスハウスの典型例

19 世紀の初頭から中期、こうした住宅は、建築された当初、既存の住居状況を改善するものと期待されたが、たちまち不適當と見なされ、厳しく批判された。イングランドの工業都市や町で建築されたこうした住宅の多くが、遅くとも 1960 年代、70 年代には取り壊されたが、中には今日まで現存している例もある。

建物建築の急激な進展を支えたのは、産業革命で培った製造技術を持った新しい工場で、主たるエネルギー源として石炭を用い、耐火粘土から大量のレンガを製造した。拡張する製造業を支えるために必要とされた、急速に増大する都市人口に住居を提供する必要性は、19 世紀を通して続いた。しかし、こうした住宅開発を規制しようという願望は、先にロンドンで見られたように、新興の工業都市圏

でも明白となった。地方や地域の行政当局は、開発形式ばかりでなく、建物自体の質を向上させるために、1840年以降必要な法律制定を開始した。

この法律制定に向けた動きは、19世紀中盤に起きたチフスやコレラの大発生の後、公衆衛生改革を導入しようという要望から生まれたものである。住宅の実際の大きさや状況が、公衆衛生に決定的な役割を持つことが認識された。その結果、従来より大型の窓、高い天井、独立した台所、道路や裏通りの最小限の道幅、そして汚物収集と排水用設備を定めた規制が導入された。こうした規制の結果開発された「スルー・テラス」型の建設が標準と

なり、衛生設備が改良され、より高基準で、良質の素材を使った大型住宅が一般に建てられるようになった。レイアウトの面から見ると、規則正しく間隔を置いて並行に走る道路が、時折交差する道路により中断するという様式が、こうした開発の典型的な特徴となっており、当時開発された多くが、図4の写真に示すように、今日まで残っている。こうした変化をもたらした地方自治体の規制は、1887年国の法律の中に盛り込まれた。



図4 2002年英国ランカシャーに現存する19世紀のスルー・テラス住宅の例

この時代、工場労働者の人口と共に、中産階級が増大した。19世紀中盤までには、イングランドの人口の約17%が中産階級に属していると見ることが出来た。19世紀初頭、中産階級向けの住宅開発でも、密集したテラスハウスが典型的な特徴をなしていたが、工場労働者向けの住宅よりは、かなり大きな規模であった。こうした家屋は、時には最高6階建

てのこともあり、使用人や個人的な交通手段として必要な馬や馬車を収容する場所を備えていた。図5に示すように、このような住宅は、現在でもロンドンや英国内の他の都市で見ることが出来る。この種の家屋の多くは、アパート、ホテル、オフィス、あるいは大使館などに転用され、現在でも使われている。

一戸建て住宅は、18世紀の後半に初めて開発された。このタイプの住宅は、貧困と疾病の温床と考えられていた下層階級地域から離れて住みたいという中産階級の願望を反映したものであり、庭で囲まれ、通りからの視界を遮るために高い

壁があるのが特徴であった。



図5 19世紀の中産階級向けのテラスハウス

しかし、中産階級の末端に属する多くの家庭では、このような贅沢な家には手が届かなかったため、二戸建て住宅が開発された。19世紀が進むにつれて、中産階級の住宅はテラス型を経て、二戸建て住宅が普及して行った。これにより、20世紀に入ってから都市開発の形態が決まり、増大する中産階級者の大多数が入手可能な郊外に、二戸建て住宅が栄えた。こうした住宅の一例を図6に示す。



図6 19世紀後半の典型的な二戸建て中産階級住宅

19世紀には、英国の都市は今後、外に向かって発展、拡張するのではなく、上に向かって発展すべきだとの提案がなされたものの、イングランドにおけるアパートの開発は、スコットランドやヨーロッパ大陸程には進展しなかった。これは多分、こうした開発に対する融資への関心不足が原因であろう。言い換えると、こ

これは土地の購入や所有権に関する法制度が異なっていることを反映している。19世紀末まで、イングランドでは、87%の住宅がテラスタイプ、10%が一戸建て、あるいは二戸建て住宅で、アパートはわずか3%に過ぎなかった。19世紀の住宅の基本的な特徴は、殆ど全部の住宅が個人で賃借されたものであったという点である。

公営住宅の開発

19世紀の後半、1890年の「労働者階級向け住宅法」の制定により、公営住宅の開発が開始された。本法により、地方自治体に初めて、住宅建築と家賃徴収の権限が与えられた。第一次世界大戦(1914~18年)後、深刻な住宅不足に見舞われ、多くの復員軍人が失業状態にあった。当時の政府は、失業中の軍人を貸用公営新設住宅の建設に利用することで、この二つの問題を同時に解決しようと試みた。この住宅開発のモデルは、1919年の住宅法の叩き台として利用された地方自治体委員会の「国庫補助による住宅準備に関する手引き」[3]を用いて、1919年に確立された。本法は、住宅建築コストと請求される家賃との間の関連を排除することにより、住宅の質を向上させた。公共住宅の家賃が低い水準に抑えられたこの珍しい状況が可能になったのは、建築資金の大半は政府により提供されるが、家賃は自主的にコントロールされたためである。その結果、住宅の質は向上したが、コストは賃借人に転嫁されなかった。しかし、こうした状況は不安を引き起こし、1924年までに補助金と規制基準が引き下げられたが、建物は高水準を保った。

住宅の個人所有権

第一次大戦後に起きたもう一つの変化は、住宅が持ち家となったことである。現住者が住宅を持ち家にする傾向は、中産階級人口の割合が増加するにつれて、ますます一般的な特徴となった。第一次から第二次世界大戦の間に、ほぼ400万戸の住宅が建設され、最終的にはその約2/3が現住者の持ち家となった。こうした変化には多くの要因が絡んでいる。都市の鉄道や道路の建設により、安価な土地が入手可能になったこと、住宅建築に対する国の補助金が導入されたこと、住宅金融共済組合が比較的一般的になったこと、そして組合により、住宅購入用の住宅ローンが利用出来るようになったことが挙げられる。



図7 1920年代から30年代の郊外の住宅 郊外の典型

イングランドにおける最初の住宅金融共済組合は1775年に設立された。こうした組合は通常、産業の発達した内陸地方とイングランド北部に限定されていた。当時の組合の目的は、組合員が個人使用目的の土地購入と不動産建築のための資金を利用出来るようにすることであった。貸付は、購入もしくは建築予定の資産を担保物件として持つ個人に対して行われた。借入金返済の時期は指定され、制限が設けられた。初期の住宅金融共済組合は、「終了」組合と呼ばれていた。これは、最後の組合員が住宅を購入した時点で閉鎖されたためである。1840年代初め、住宅金融共済組合は、必ずしも住宅購入に関心があるわけではなく、むしろ貯蓄のために高利子を希望する会員からの貯金受け入れを開始した。初の恒久的な住宅金融共済組合は1845年に開設された。本来、住宅金融共済組合は、相互援助を通して労働者階級の生活状態の改善を図る目的で設立されたものである。しかし、20世紀初頭までは、組合員の大部分は中産階級者で占められていた。

1920年代から30年代にかけて開発された住宅は、図7に示すような二戸建てか、最長で8軒続きの低いテラスハウスが典型であった。二戸建て住宅は、ヴィクトリア風住宅が延長・発展したものであったが、「国庫補助金による住宅準備計画に関する手引き」からも、設計や特性を採り入れた。このように、公営住宅の開発は、中産階級の住宅の特性に直接の影響を及ぼしていた。住宅所有者と郊外が、おそらく20世紀の最も重要、且つ影響力のある住宅開発であった。そして1920年代、30年代の住宅は、その後も人気を持続した都市住宅の型を築いた。

1945年後の公共および民間セクターの住宅開発

第二次世界大戦終結後から今日までは、公共あるいは公営住宅の盛衰の時期であった。その一方で民間セクターの住宅は、スタイルや型の面で、殆ど不変であっ

た。第一次大戦後と同様、1945年は戦禍により深刻な住宅不足に見舞われた。復員軍人の生活状況改善のために、第一次大戦後と同様の支援政策が実施され、これを遂行するための手段として、公共住宅の開発が行われた。住宅内部のスペースや、都市型公共住宅開発に対する新たな基準が設けられた。しかし、新たな基準により、開発は相当なコスト増となった。この時期の基準として最も有名なものが、おそらく1961年設定のパーカー・モリス報告書[4]の基準であろう。

こうした規制の主要な一面に、規制を遵守するために要するコストと、土地購入や建築に利用出来る資金との間に出来る対立があった。パーカー・モリス報告書で設定された規制では、住宅建築が最高で15%のコスト高になる可能性があると考えられた。しかし、1920年代初期の事情とは異なり、地方自治体の予算には上限が定められたため、新設住宅用に利用出来る資金には制限が加えられた。その結果、内部のスペースと建物の質に関する規制に従い、それに付随するコスト高をのむとしたら、他のどこかで儉約をしなければならなかった。つまり、規制を遵守するために、地方自治体は、建築コストと土地のコスト削減のために、統一住宅制度と密集住宅を選択したのである。

大戦直後のもう一つの懸念事は、市や町のはずれに生じた過剰人口を阻止することであった。そのため、新たに町を開発するための対策が講じられた。しかし、この計画は1951年の政権交代により中止され、新たな市としてスタートした所だけが、予算を削減された上で、開発の継続を許可された。1955年には緑地帯が導入され、都市部の自治体にとって、公共住宅を既存の地方部に開発することが極めて困難となった。同時に、19世紀に開発された老朽化したスラム街の撤去が活発に行われた。スラム街撤去により、再開発用の土地は確保出来たが、こうした地域に居住していた家族が年90,000人の割合で、移住を余儀なくさせられ、多くの面で事態を悪化させた。その結果、既存の住宅在庫を確保するために大きなプレッシャーがかかった。

「高い建築基準で、より低コスト」を求める状況は、住居を必要とする世帯数の増加とあいまって、開発に多くの影響を及ぼした。しかし、基本的な影響は、アパートや高層ビルという形での住宅開発を強いたことである。ロンドン初の多階高層建築は10階建てで1949年に建てられた。こうした高層建築開発は、6階以上の住宅に、より高額の政府助成金を支給することで、更に奨励された。これにより、RudlinとFalk [5]が「市の誇大妄想」と形容した開発時代が、イングランドの多くの産業都市に到来し、しばしば20階を超える高層建築の巨大開発が行われた。1949年以降、英国内で約6500戸の高層ビルが建設され、うち2700戸はロンドンに建てられている。当時英国では高層ビルの建設経験が乏しかったため、こうした開発の多くが、英国の気候や当時の建築慣行、現場の実態に不向きな建築システムを用いていた。ロナン・ポイント高層ビルの崩壊により、イングランドの高層ビル建設は中断に追い込まれた。22階建てのこのビルの18階で起

きたガス爆発により、外壁の一部が吹き飛び、図 8 に示すように、ビルの一角の壁と床部が最上階から最下階まで崩壊した。当局の調査により、ビルの建設方法に設計上の欠陥があることが浮かび上がった。最終的にロナン・ポイントは修復され、構造が強化された。そして同様の処置が同じ方法で建設された他の高層ビルにも施された。しかし、高層建築の安全性に対する国民の信頼は著しく低下した。多くの人々がコスト削減、拙劣な技術、粗雑な事故調査のやり方を批判した。この事故により、6 階以上の住宅資産に対する助成金が打ち切られる結果となった。

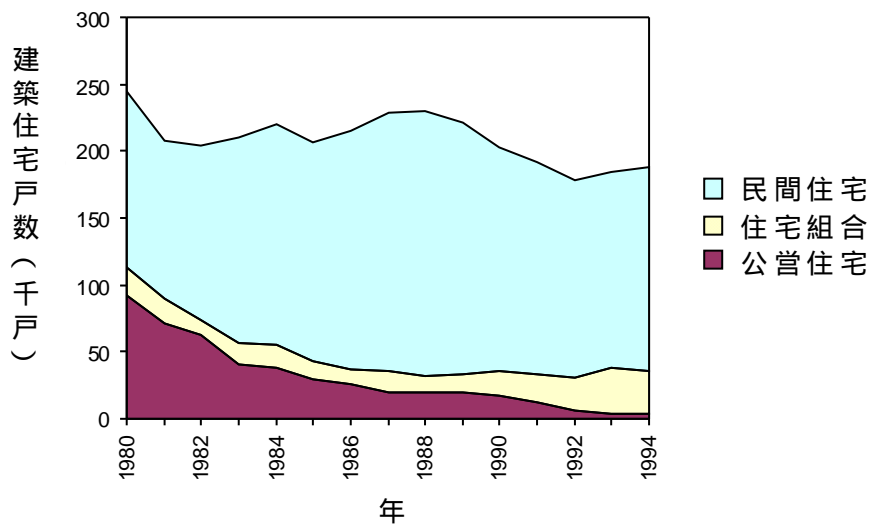
ロナン・ポイント崩壊の結果を受けて、高層アパートの建築方法と基準が 1970 年代を通じて調査され、粗悪な建物に住居をあてがう場合の社会的因果関係も見直された。居住者の中には高層アパートに住むのに不満を感じる者もいた。高層アパートでは、孤立感を感じ、昔ながらの街に住むことで得られた連帯感が感じられないのを寂しく思ったためである。こうした開発は、本来社会状況を改善するために建設されたはずが、逆に悪化させてしまったと考えられた。こうした高層ビル開発の失敗は当然の成り行きだと思われた。それは例えば、小さい子供のいる家庭には不向きである等、社会上不適切な方法で利用されたためである。結局、こうした失敗を受けて、地方自治体の中には 1980 年代、高層ビルの取り壊しを開始した所もあった。ロナン・ポイント高層ビルは、居住開始からわずかに 18 年後の 1986 年に取り壊された。多くの人々にとって、高層ビルは英国の公共住宅が抱える問題を象徴するようになり、居住に適さない高層アパートの多くを取り壊すよう求める国民の圧力がかかり、大々的に報道される中、取り壊しが行われた。この時代に建設された 6300 戸の高層ビルの内、約 4000 戸が現存しており、その殆どが地方自治体によって所有されている。

図 8 1968 年 5 月のガス爆発後のロナン・ポイント高層ビル



ロナン・ポイントの事故や国民の信頼喪失により、1970年代には、公共住宅は住宅を基本とした高密度の低層開発に方向転換した。しかし、公共住宅の開発は制約され、パーカー・モリス基準は、1979年の政権交代により、緩和された。地方自治体による公共住宅開発は、図9に示すように、1980年代から90年代、急速に衰退した。

1950年代から70年代は、民間住宅セクターにとっては比較的苦勞のない時代であった。住宅ローンは低利で簡単に利用出来、原材料価格は安定しており、市場での需要は供給率を上回っていた。その結果、民間住宅開発では、変化や改革は殆ど起きず、1920年代、30年代と同様、殆どが一戸建て、二戸建て住宅の建築であった。市場からの圧力がなかったため、スペースや建築基準の面でも衰退し



た。民間住宅に関するもう一つの重要なファクターは、開発用地に課せられる制約がなかったことである。地方自治体には、その行政区域内での開発が強制されたが、それとは異なり、民間の住宅開発業者は、主に地方で事業を展開した。これにより、この時期を通じて、都市人口の多くが、都市から村や田舎町に分散する結果となった。

図9 年あたり住宅建築戸数（供給者別）

図9では、1980年代から90年代で、地方自治体による公共住宅開発は殆ど消滅したが、民間や住宅組合による開発は、それぞれ現状維持か生産レベルが増加したことを示している。公営住宅部門の開発と供給は、この時期、主として住宅組合が行った。人口動態の変化により住宅購入者の内容が変わるにつれて、明らかに設計が斬新になり、住宅開発市場は変化を強いられた。

住宅組合

1990年代は住宅組合が公営住宅の主な供給者となった。イングランドには2000を超える住宅組合が存在し、現在、約145万戸の住宅を管理している。住宅組合はビジネスとして経営されているが、非営利組織であり、公営住宅の建築、再建、管理を行っている。余剰資金は、現存住宅の維持や新設住宅建築の資金援助に使われる。その殆どは小規模組合で、所有戸数は250戸以下である。しかし、組合の中でも最大規模の7%は、全セクターの70%の住宅を所有し、通常、2500戸以上を所有している。

住宅組合の中には1~2世紀前に設立されたものもあるが、多くは1960年以降に創設された新しいものである。1990年代、地方自治体から譲渡された公共住宅の所有権を買い上げ、開発、管理に当るため、多くの住宅組合が開設された。

住宅組合は専門的には「Registered Social Landlord 公共登録地主」と呼ばれ、副首相官邸が後援する住宅協会に登録しなければならない。住宅協会は、住宅組合と協力して、以下のような方法で、公営住宅への投資を可能にしている。

- (1) 開発プログラムを認可し、住宅建築や修理用の公的資金を提供する。
- (2) 公営住宅部門への民間資金の投入を監督する。

2002年から3年間で、30億ポンドの公的資金が住宅組合に投資され、最大85,000戸の新設住宅が建築される予定である。また、1989年の民間資金の投入により、住宅部門に20億ポンド以上の投資が集まった。住宅協会の基本的な役割は、このセクターを規制して、住宅への公的資金が確実に保護されるようにすることである。公的資金の投入により達成されるべき結果について両者共通の合意をもち可能な規制が達成出来る限り、住宅協会は民間の住宅建築セクターの範となることを意図して、民間セクターの改革と健全な事業を促す責任がある。

住宅組合は、過去10年間、更に革新的な開発事業の中でその責任を果たしてきた。その好例がBedZED開発(ベディントン・エネルギー・ゼロ開発)である。本開発は、環境にやさしく、エネルギー効率の良い住宅とオフィスを兼ねた空間として、ピーボディー・トラスト、バイオリージョナル開発グループ、ビル・ダンスター・アーキテクト、およびサットン議会との連携により、イングランドのサットン、ベディントンに設計された。これは多数の小規模な一回限りのプロジェクトで構成されており、健全な環境原理と企画に基づいて、持続可能な開発に関する最新の見解を、エネルギー効率の良い設計から住宅の暖房方法に至るまで、計画の全ての面に取り入れている。BedZEDは、現場で発生する再生可能な資源から得たエネルギーのみを利用し、英国で建設される初の大型「カーボン・ニュートラル」な地域共同体となる予定である。BedZEDは自らに厳しいというイメージや「環境に配慮した生活」に対する政治的正しさという見解からの脱却に

努力した。そして、生態にやさしく、手頃な価格で、魅力的な新設住宅に対する要望が、地方の自然を破壊することなしに満たされるということを示そうと意図したものである。



図 10 BedZED 開発の外観

現在の住宅開発

1970 年代後半から 80 年代初期にかけて、英国では、高層ビルという形での住宅は、段階的に消滅したように見えた。しかし、1980 年代、民間の住宅セクターは、地方自治体所有の高層住宅を購入して改装したり、90 年代には高層アパートの建設を継続して行った。ロンドンのドックランズ開発の高級高層マンションがその一例である。2001 年、ポーツマスでは、住宅組合と民間資金との連携によって、市の中心部の高層オフィスビルが改装され、96 戸のアパートが供給された。オフィスビルからアパートへ改造された重要な理由の一つは、ポーツマス市内でのオフィス施設の供給過剰と住宅開発用地の不足であった。

高層ビルの長所を促進するために、The National Sustainable Tower Block Initiative (持続可能な高層ビル全国イニシアティブ) と呼ばれる圧力団体が、英国内に結成されている。同団体は、高層ビルはコンパクトで高密度の住宅を提供し、強固で持続可能な地域社会を作る可能性を秘めていると主張している。その一方で、同団体は、英国では 2016 年までに 440 万戸の新設住宅が必要だとの予想を見込んで [1] 高層ビルが住宅のニーズに応えるという役割を今後も引き続き果たしていくのであれば、既存の高層ビルの多くが改装や再建を必要としていることを認めている。この見解は様々な反応を引き起こしている。

英国の都市にある高層ビルを取り壊すために活動している運動家もいれば、町や市の周辺部の土地での住宅建設に反対している人々もいる。同団体は、高層ビルの取り壊しは跡地への圧力を増し、都市のスプロール現象に拍車がかかり、市の中心部の再建に悪影響を及ぼすと強く主張している。生活の質を向上させ、より持続可能な住居を提供するために、都心部の高層ビルをどのように造ればよいかを解明するのが彼等の目的である。しばしば高層ビルから連想される都市の崩

壊と社会的疎外の問題は、周辺地域の劣悪な住宅条件、健康障害、設備やサービスの欠如、孤立、犯罪、気の滅入るような環境、経済活動の欠如が組み合わさった結果だと考えられる。その結果、このような住居改善への取り組みは、住民の経済的な見通しを改善するばかりでなく、より広範な社会的問題や環境問題に対処しなければならない。

同団体は、高層ビルの中には改装の域を越え、取り壊しが最良の選択肢だと思われる物もあると、認めている。こうしたビルは、構造上不安定、および/または居住に不向きな状態まで荒廃している可能性がある。緊急の都市構造計画は失敗し、そのために孤立と犯罪の問題を悪化させた可能性がある。しかし、同団体は、現在、たとえ深刻な社会問題を抱えているとしても、高層ビルの大半は改装可能だと強く主張している。

高層ビルを改装するには、取り壊すより 10 倍のコストがかかると言われている []。更には、一般的に、新規建築計画の方が、老朽化した地方自治体の住宅をリフォームするより融資を得やすい。しかし、こうした状況は、融資の完全な意味合いを非常に限定した見方で理解した結果生まれたものである。もし、新設住宅やインフラの建設コストを、取り壊された高層ビルの代わりと考えるならば、改装は更に魅力的な選択肢となる。

同団体は、改装コストが問題として残るのは、民間あるいは公的投資の不足と付加価値税課税政策のためであると強く主張している。つまり、ビルの新設は非課税であるが、既存のビルの維持には付加価値税がかかるということである。その結果、地方自治体にとっては、取り壊しがしばしば唯一の選択肢と考えられる。しかし、人口動態の変化により []、大部分の世帯人員は今後 1 人か 2 人になると予測されている。高層アパートは小規模の成人世帯には極めて適していると考えられる。数十年間、英国では、都市の地方周辺部に向かって外側へ、あるいは更に地方の町へと人口が移動したために、都市の中心部が衰退しつつあると懸念されてきた。仮に「都市の再生」が将来達成出来るとしたら、各世帯を再び都市の中心部へ惹き付ける必要がある。このためには、魅力的な価格で質の高い住宅が必要である。同団体では、これは高密度の住宅なしには達成出来ない、そのために高層ビルは取り壊されるより、維持・改装されるべきだと考えている。

実現可能な住宅のタイプとして、高層ビルが復活している徴候が幾つか見られる。ロンドンでは、ロンドン自治区内の主要労働者、専門職、低所得の賃借人用住居への需要が高い。現在、コスト高と適切な住居不足により、こうした人々が職場近くに住むのは困難である。その結果、住宅組合は現在、こうしたニーズに応えようと高層ビルの開発を計画中である。

しかし、既存の住宅を保存し、改造したいという願望は高層ビルに限ったことではない。英国の多くの地域で、特にイングランドの北部の工業都市や町で、地元住民主導の運動が起きており、ヴィクトリア風のテラスハウスの強制取り壊しに異議を唱えている。Council for British Archaeology and English Heritage（英国考古学およびイングランドの遺産会議）のような組織が、地域社会を支援して、地方自治体により取り壊される住宅の強制購入に挑んでいる。こうした組織は、このような住宅は不適切で、改装する価値がないと云う主張に異議を唱えている。British Archaeology（英国考古学）[]では、ヨークのような繁栄した都市では、小さなヴィクトリア風の「二階に二部屋、一階に二部屋」のテラスハウスは、現在8万～9万ポンドと評価されており、ロンドンでは、更に高値が付いている所もあると指摘している。しかし、現在あまり繁栄していない工業都市や町では、こうした不動産価値は、豊かな場所より10%低くなっている。このような不動産を保存し、改装したいと考えている人々は、不動産の本質的な特徴や経年数が問題なのではなくて、むしろその場所が問題なのだと主張するために、この例を引用している。課税政策と改装用の公的資金獲得の難しさが、地方自治体に取り壊しを選択させる原因だというThe National Sustainable Tower Block Initiativeの主張に類似した意見がある。

英国全般および特にイングランドの南部と南東部での住宅供給は、現在多くの難題に直面しており、多数の人々が、英国は今住宅危機に見舞われていると主張している。

建築物建設法

前述したように、イングランドおよび英国では、規制と建物統制に長い歴史がある。最初の包括的な法律は、1774年のロンドン建築物法であった。19世紀の初期、拡大した産業都市により導入された多くの地方自治体法や条例は、1774年のこの法律を基礎にしている。こうした法の結果、法が遵守されているかを調べるために、鑑定官が於かれた。

1875年、初の全国的な公衆衛生法が導入され、その条項の一部で、建物建設をコントロールする権限が与えられた。本法はモデル条例を提示して、地方自治体や大都市が、公衆の衛生と安全に対する自らの見解に基づいて、独自の条例や基準を策定出来るようにした。これにより、地方議会によって様々に異なる要求条件が課せられた。1936年の新公衆衛生法制定後ですらも、地方議会間で引き続き大きな隔たりが存在した。こうした状況は、1961年の公衆衛生法で変わり、新法では、地方自治体から地方建築条例を制定する権限を奪った。代わりに、国による建築物規制が初めて導入され、1965年の建築物規制という形で施行された。こうした規制は、とりわけロナン・ポイントのような大惨事に関連して、しばしば改正された。

1984年、建築物法は1936年と1961年の公衆衛生法、1974年の職場での健康と安全法、および1984年の建築物管理法の一部と統合された。建築物法から生まれた建築物規制は、1985年に実施され、その後、建築物規制2000として改正されている。

こうした各種の法律で守られた期間を通して、建物建設基準管理は前進を続け、既存の建築物在庫の質に貢献してきた。

建築物の長命化

住宅の短い歴史と現在の発展は、イングランドの建物に固有の長命をどう説明するのだろうか？19世紀に建てられた建築物が、図2に示すように、何故これ程多く今日でも使用されているのだろうか？こうした状況を生み出すには、多くの要因が作用している。過去2世紀、もっと多くの住宅をというニーズは、新設住宅との交換率や建設率を絶えず上回っていた。こうした状況は、急速に増加する人口や各世帯に住む人員数の減少によって悪化してきた。その結果、世帯の増加率は、人口増加率を上回った。こうした人口動態の変動は、21世紀に入っても続いている。

住宅建設に使われる素材は主要な要因であった。この時期の住宅開発の多くは、石、レンガ、コンクリート、および/または本質的に安定で、物理的な風化作用、腐敗や腐蝕に耐えられる資材を用いた。こうした建物に使用された資材で、最も脆弱なのは木材である。しかし、内部の木造部が乾燥していて、虫の攻撃がない場合には、木材は数世紀の間生き延びることが可能である。木製の窓枠やドアは周囲の環境に曝され、その結果、最も一般的に修理・交換される部分となっている。しかし、これは一般に、直接的な処置である。何故ならば、特に住宅在庫の殆どが、2階建てだからである。過去30年間、複層ガラス(二重窓)が製造業者によって積極的に売り出され、そのため多くの木製の窓枠やドアが、アルミニウムかプラスチック製品と取り替えられた。こうした新製品により、交換の間隔が長くなり、メンテナンスの必要性が減るのかどうかは、今後に待たねばならない。

しかし、その他のファクターも重要である。英国の国および地方自治体による統轄の法的性格の他に、融資や不動産所有の文化も、これまで重要な役割を果たしてきたし、今後もそれは続くであろう。英国の住宅の多くは、賃貸不動産という形で地方自治体により、あるいは持ち家という形で民間の住宅開発業者によって提供されてきた。両者とも殆ど一様なデザインの地所を開発する傾向があり、幾つかの基本的な住宅のバリエーションの繰り返しによって、デザインの統一性を図っている。



図 11 1940 年代後半の公営住宅の例

図 11 は筆者の子供時代の家の写真である。この家は、大規模な土地開発の一環として、1948 年に建てられた公営住宅であった。二戸建て住宅のこのデザインは、他の 2~3 種類の基本型と共に、内いたる所で繰り返され続けていた。地方自治体が家の所有者で、現住者は家賃を支払った。代わりに、地方自治体は公有資産として、不動産の修理・維持に当たった。こうした状況は、1980 年代まで続き、その後、政府は公営住宅の賃借人が自分の居住する公営住宅を購入する様、奨励した。図 11 の写真は、築後 50 年を経た 1998 年に撮られたものである。この家は、現住者の持ち家となっており、現住者も又、当時公営賃貸住宅を購入する選択をした賃借人の一人であった。

図 12 は筆者が購入した最初の持ち家で、1937 年、私有用に建てられたものである。筆者が 1973 年に購入した時、既に築後 36 年を経ていた。この家も又、全く同じ二戸建て住宅が 50 戸以上建ち並ぶ土地開発の中の一軒であった。

図 12 筆者が最初に購入した家



こうした開発のスタイルの均一性と計画的性格が意味するところは、地方自治体の計画担当者が、「街の景観」の維持を優先し、将来のいかなる変更も、この景観に悪影響を及ぼすものであってはならないことを要求するという点である。地方

自治体は、開発計画後にも相当の監督権を行使してきた。つまり、これは、個人も開発業者も、土地の開発あるいは再開発前に計画の許可を得なければならないということである。この制度は、特に既存の建物、または建物を含む土地の再開発に関して、大きな無力感を引き起こしている。こうしたコントロールは、住宅セクターで非常に重く受け止められており、土地と不動産のどちらに投資価値があるのかという住宅所有者の見解に影響を与えている。個人の住宅所有者が土地開発の場所での取り壊しや再建の許可を得るのは、良くいっても困難だし、通常は不可能であるため、土地と建物の総資産価値は、建物の存続と修理状態に大きく偏ってしまった。その結果、住宅所有者は、土地の所有権よりは建物の観点から、所有権を捉える傾向がある。

住宅所有者のこうした姿勢は、建物の寿命に関して、重大な結果をもたらしている。建物が売却される度に、徹底的に調査され、特に建築上の欠陥が特定された場合には、調査報告書が不動産価値に影響を及ぼす。家に対する投資は、まず第一に建物に対して行われるため、頑強な家を購入し、売却時の価値を最大にするために、建物を良好な状態で維持するということは、十分理にかなっている。この点について、以下の事例研究で例証する。

図 12 の家を購入するために、筆者は住宅ローンを取得しなければならなかった。これには不動産価値の最低 10% の前金が必要であった。不動産購入のための抵当融資を行ってくれた住宅金融組合は、所有後最初の 1 年以内に、新所有者が完了しなければならない多くの修理箇所を明記していた。家は融資のための担保となっていたため、組合は修理を迫った。事実上、不動産は、住宅ローンが完済するまでは、住宅組合のものであった。このようにして、住宅組合は、万一借手が将来支払いを怠った場合に備えて、あたかも自分自身の投資であるかのように、不動産の持続的価値を確保していた。

筆者はこの家に 5 年間住んだ。その間、電気配線を完全に取り替えて最新のものにし、セントラルヒーティングを取付け、100 ミリのミネラルウール断熱材を屋根に取付け、外壁のセメントで下塗りされた部分を防護ペンキで処理し、台所を拡張し、家の裏側に新しい車庫を建てた。その結果、1978 年に売れた時には、購入時よりもかなり良い状態にあり、購入価格の 2 倍以上で売却された。価値が上がったのは、メンテナンスと整備、それに当時は不動産市場において、不動産価値が絶えず上がっていたためである。

120 キロ離れた場所で、新たな仕事に就いたため、家を売却し、新たに 1978 年築の家を購入した。この家は最初の家より小さくて、土地も狭かったが、価格は前の家の売却価格をわずかに上回った。2 番目の家が高かったのは、場所が更に南で、ロンドンから楽に通勤出来る圏内にあったためである。家族が増えて、更に部屋が必要になるまで、この 2 番目の家には 8 年間住んだ。増築するにはスベ

ースが殆どなかったため、売却した。またもや購入価格の2倍以上で売れ、同じ町内に1986年、より大きな家を購入した。

今度の家は1966年築の古い家であったが、かなり広くて、土地も十分にあり、将来の増築が可能であった。1991年、車庫、台所、ユーティリティールーム（家事室）を改築し、寝室1部屋とシャワー室を増築した。このため、家の一部を取り壊して、新しい部屋を造るために2階建てにする必要があった。

筆者は、本文作成時の今もこの家を所有している。家の価値は、持ち家としてから約20年の間に、5倍に上がった。価値が上がった背景には、英国、特にイングランド南東部における現在の住宅不足がある。子供達が成長して家を離れ、筆者が定年を迎える時には、この家を売って小さめの家を求め、資本価値の一部を補填することも可能である。このように、不動産は退職に備えての可能な投資と考えられている。不動産を投資の一種と見るこうした姿勢は、何も今に始まったことではなく、ビクトリア時代、多くの専門職や商人は、賃借人に貸出すために不動産を購入し、退職時の収入に当てていた。こうした傾向は最近、英国で更に一般的になってきている。

結論

イングランドと英国では、住宅と建築物の開発に対して、法的介入の長い歴史がある。これは多くの要因によって作用したが、主なものは、以下の通りである。

- * 計画制限
- * 必要な室内スペースの条件
- * 建築の質

18世紀以降、住宅は殆ど、石、レンガ、そしてより最近では、コンクリートなどの長期耐用資材で造られている。

19世紀の中産階級住宅は、今日、家族の現代的なライフスタイルには大き過ぎる。これは特に、使用人を雇っている中産階級が、今殆どいないためである。しかし、こうした建物は頑強なつくりをしているために、アパート、ホテル、オフィスに容易に転用可能である。

19世紀には、持ち家を所有している者はごくわずかに過ぎなかった。持ち家は1920年代、30年代に急速に増加した。以前には賃貸しされていた既存の家がしばしば売却され、持ち家の需要に応えた。

計画制限の効果とは、つまり、土地と家は総資産で、価値の大部分は建物自体にあると考えられていることである。これにより、所有者を奨励して、建物の構造的な完全性と寿命の維持に努めさせる。

20世紀を通して起きた人口動態の変化により、住宅供給へのプレッシャーが続き、このことで既存の不動産の価値が維持されてきた。

圧力団体は、既存の建築物と都市のインフラの整備と改装を求めて運動を行っ

ている。

しかし、英国の住宅寿命に重要な影響を及ぼしているのは、不動産への投資価値がどこにあるのかについての見方である。不動産価値は建物自体にあると考えられており、これはおそらく、「英国人の家は彼等の城である」という有名な格言を反映したものであろう。

Building for Long life – cultural influences

W · J · Batty (Cranfield University at Kitakyushu Deputy Director)

Introduction

Concern has been expressed regarding the rate of human population growth and the accelerating urbanisation of this population. This concern has promoted discussions regarding a more sustainable approach to the use of resources and energy in the construction of urban infrastructures and the buildings that exist within them. Buildings with long life spans use the resources required to construct them in a more sustainable manner than those that endure for much shorter periods. This is true for buildings constructed from renewable materials derived from plants, such as trees, and for those fabricated from stone, brick or concrete.

For renewable resources such as wood it is important that sufficient time exists for the materials used to be replaced in nature by new growth and this will depend on the length of the growing cycle of the renewable resources used. Even for rapidly growing softwoods this can be up to 60 years. For non-renewable resources such as stone or clay it is important that their rate of consumption is reduced and this can be achieved by designing buildings to be capable of long life spans and through the recycling of the construction materials at the end of a building's life.

Additionally, the notion of the long life building has important implications in terms of energy use. In order to manufacture building materials from both renewable and non-renewable resources it is important to consider the energy used in their mining, quarrying or harvesting, manufacture, transport to the point of use and that used during construction. The total quantity of energy expended in manufacturing the component materials and for the actual construction of a building is often termed as embodied energy. It is important to minimise the embodied energy content of a building, but equally to ensure that this energy is put to long use through an extended building life span. In this way the energy content per year of a building's lifetime is reduced and so as a consequence is its environmental impact.

At present much discussion exists in Japan as to why the average lifespan of buildings in Japan is much less than those in Europe and the UK in particular. This difference is considerable, being approximately 30 years in Japan and over 100 years in the UK. The current average life span in Japan makes any attempt at developing more sustainable buildings through material choices almost irrelevant. It is important to ask why this difference of building lifespan in Europe and Japan exists and to ascertain what conditions are required to extend the lifespan of buildings in Japan. In order to achieve this, an examination of the reasons as to why buildings have long lifespans in England will be undertaken and compared with current practice in Japan. This comparison will be used to consider how future building financing, planning, development and design could be undertaken to encourage the construction of buildings with long life spans.

This examination will be conducted by considering the development of UK housing over the past few centuries and to ascertain what factors have led to average building life spans of over 100 years.

Demography of the UK population

As with all countries in the world the UK has seen considerable changes in the demography of its population over the past two centuries. This had and continues to have an effect on the provision of housing. The dominating trend has been that of the decreasing number of people in each household. For example in 1861 there were between 5 and 11 people in each household whereas the average had dropped to 3 by 1961. The graph of figure 1 suggests that the reduction in average household size has been almost linear throughout the 20th century [1].

During the 20th century, between the 1901 and 1996 censuses, the population of the UK increased by 56%, however the number of households increased by 194% for the same period.

These trends mean that the requirement for new housing has always been greater than the rate of population growth. Consequently, existing housing has always had a high financial value in a market where supply has generally lagged behind demand.

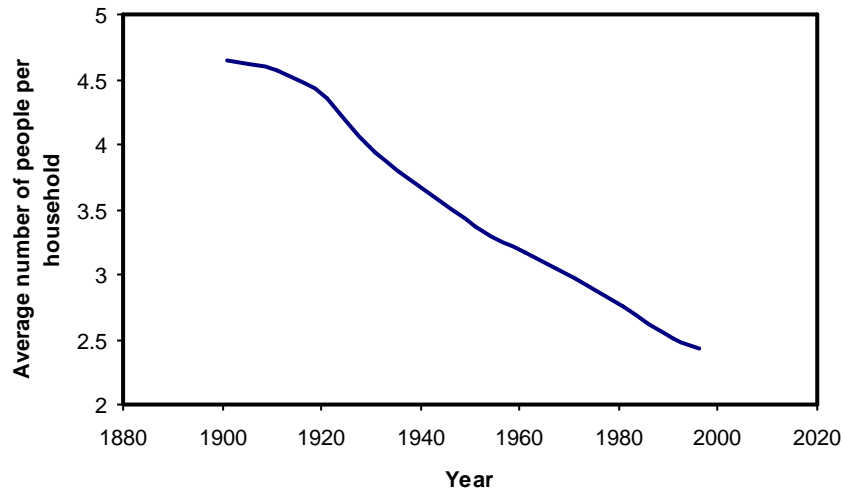


Figure 1 Change in the average number of people per household in the UK during the 20th century

However, the household composition is also experiencing considerable change. The 1991 census [2] for the UK shows that only 30% of households contain children. Meanwhile, 10% of households are now occupied by single persons and 30% by pensioners. Both of these categories are expected to increase as a percentage of the total. Such statistics require a planned approach to future buildings for homes if long life and sustainable solutions are to be achieved. It means that existing housing stock must be used flexibly for future needs while new housing must be designed specifically to be easily adapted for change of use in the future.

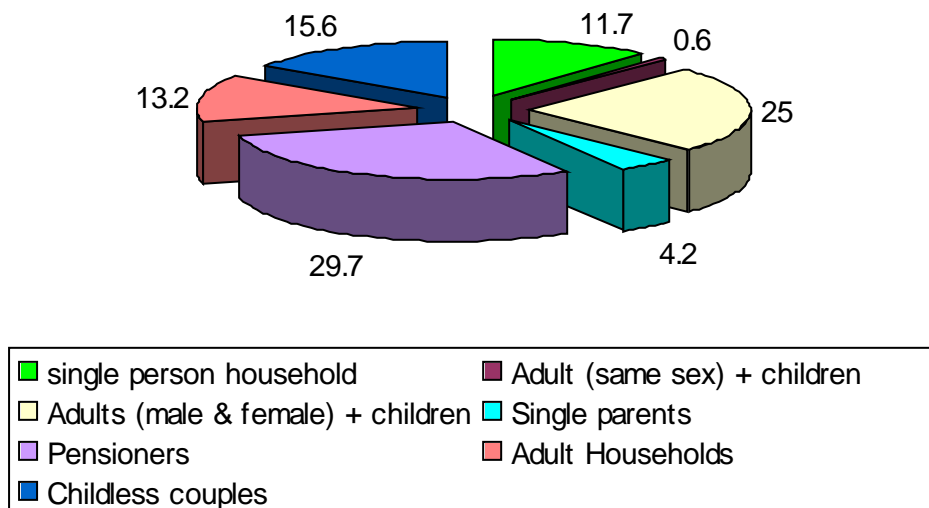


Figure 2. Household composition for the UK from the 1991 census

The English home

The development of dwellings has not been uniform throughout Europe and differs with each country and sometimes the semi-autonomous regions within them. These differences exist for a number of reasons that include history, geography, culture, legal system and social and financial organisation. For example within the UK, Scotland has maintained a separate legal system and cultural identity that has led to a difference of approach to the development of dwellings from that found in England.

The notion of the English home is not a static concept but has changed considerably over the last 300-200 years. During the late 18th and early 19th centuries the fast expanding population of London required a rapid building programme for housing. It became evident that this expanding urban development needed to be controlled. Consequently, as early as 1774 regulations were introduced for housing development in London, in the form of the London Building Act. This act specified four “rates” of housing in terms of the heights of the houses, their relationship to the width of the road and details of their construction. In fact, two earlier London Building Acts of 1667 and 1709 were introduced in response to the “Great Fire of London” of 1666, which devastated a large area of the city. These Acts related to road layout and building construction details to reduce the risk of the rapid spread of fire in the future. Many aspects of these acts were consolidated in the 1774 Act. This demonstrates that legal intervention has been an important element of the development of the urban environment in the UK for several centuries.

However, this was not the uniform pattern throughout the country. As a consequence of the industrial revolution during the early 19th century the UK’s population experienced migration from rural areas to become concentrated into new and expanding metropolitan centres such as Manchester, Salford and Sheffield. Many of these urban developments grew up around the new factories that were providing employment for this migrating population. The housing developments were financed and owned by the entrepreneurs who owned the manufacturing businesses and built the factories. The chief characteristic of these developments was close parallel rows of terraced housing built of brick or stone as shown in figure 3.

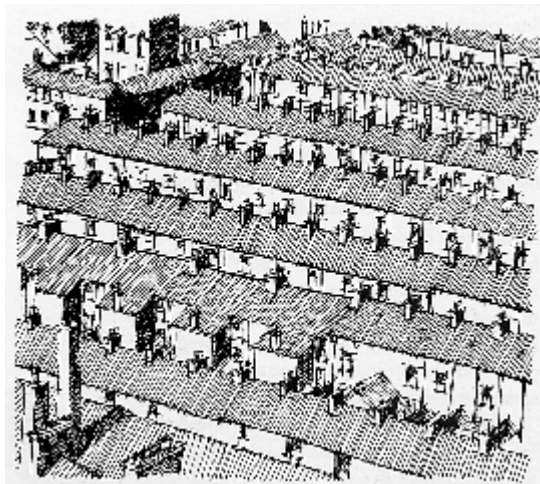


Figure 3 Typical form of “by-law” or through terrace housing developed from 1840 onwards

At the time of their construction in the early to middle 19th century these houses were seen as an improvement on existing dwellings, but they were quickly deemed to be inadequate and heavily criticised. Many of these developments in England’s industrial towns and cities, were demolished as late as the 1960’s and 70’s, while some examples have survived through to the present.

This rapid expansion of building construction relied upon the new factory based manufacturing techniques of the industrial revolution to produce vast quantities of bricks manufactured from fired clay, with coal as the main energy resource. The need to house the rapidly growing urban population that was required to service the expanding manufacturing industries continued throughout the 19th century. However, the desire to regulate these housing developments became evident in the new industrial

metropolitan areas, as it had previously in London. Local and regional administrative authorities began to legislate from 1840 onwards to improve the quality of the buildings themselves as well as the form of the developments.

Much of the drive for this legislation developed from the desire to introduce public health reforms following serious outbreaks of typhoid and cholera in the mid-19th century. It was recognised that the physical dimensions and condition of housing played a crucial role in public health. Consequently, regulations were introduced that required larger windows and higher ceilings, separate kitchens, minimum widths for roads and back alleys and facilities for sewage collection and drainage. The “through terrace” form of construction that developed as a consequence of these regulations became the norm and led to larger dwellings that had improved sanitation and generally were constructed to higher standards and used better quality materials. In terms of layout, these developments were typified by regularly spaced parallel streets broken up by occasional cross streets. Many of these developments still exist to the present day, as shown on the photographs of figure 4. The local government regulations causing these changes were drawn up into national legislation in 1877.



Figure 4. Examples of 19th century through-terrace housing existing in Lancashire, UK in 2002

During this period the middle-classes expanded together with the population of factory workers. By the mid-19th century about 17% of the population of England could be considered as belonging to the middle classes. The development of dwellings for the middle classes during the early 19th century also was typified by high-density terraced housing, but on a considerably grander scale than that for the factory workers. These houses were sometimes up to 6 storeys with accommodation for servants and the horses and carriages needed for personal transport. Developments such as that shown in figure 5 can still be found in London and other cities throughout the UK. Much of this type of property has been converted to apartments, hotels, offices or even embassies for current use.



Figure 5 19th century middle class terraced housing.

The detached villa first saw development in the late 18th century. This form of dwelling reflected the desire of the middle classes to be separated from the lower-class regions, which were perceived as sources of deprivation and disease. These dwellings were surrounded by gardens and characterised by high walls to prevent views to and from the street. However, many families at the lower end of the middle classes could not afford such grandeur and so semi-detached villas were developed. As the 19th century progressed the form of middle class housing changed from the terrace form and the semi-detached villa became more popular. This set the form for urban development into the 20th century and the semi-detached house made life in suburbia attainable to the vast majority of the growing middle class. An example of such housing is shown in Figure 6.



Figure 6 Typical semi-detached middle class housing of the late 19th century

Although suggestions were made during the 19th century that the further growth and expansion of English cities should be upwards rather than outwards the development of flats, or apartments, did not occur in England to the extent that it had in Scotland or continental Europe. This was probably due to a lack of interest in financing such developments, which in turn reflected different legal systems regarding the purchase and ownership of land. By the end of the 19th century in England 87% of dwellings were of the terraced form, 10% detached or semi-detached houses and villas and only 3% apartments. A key feature of housing in the 19th century was that nearly all of it was privately rented.

The development of public housing

In the late 19th century the development of council housing began with the legislation “Housing for the Working Classes Act” of 1890. For the first time, this act gave local authorities the power to build housing and collect rent for accommodation. After the First World War (1914-18) a serious shortage of housing existed and many of the returning servicemen remained unemployed. The government of the time attempted to solve both these problems at the same time by using the unemployed servicemen to construct new council housing for rent. The model for this housing development was established in 1919 using the Local Government Board’s “Manual on the preparation of state-aided housing” [3], which was used as the basis for the 1919 Housing Act. This act improved housing quality by removing the link between the cost of housing production and the rents that could be charged. This unusual situation, where the rent for council housing was maintained at lower levels, was possible because the government provided the majority of the funds for building but the rents were controlled independently. Consequently, housing quality was improved but the cost was not passed on to the tenants. This situation did cause concerns however and by 1924 the levels of subsidy and regulation were reduced. However, the standards of building remained high.

Private ownership of houses

Another change that occurred after the First World War was the way in which houses were owned. Home ownership by the occupant became a more common feature as the proportion of the middle class population increased. Between the First and Second World Wars nearly 4 million homes were constructed and eventually nearly two-thirds of these were owned by their occupants. A number of factors were responsible for this change. The construction of urban railways and roads made cheap land available, state subsidies for home building were introduced and building societies had become relatively common and with them the availability of mortgages for borrowing money to purchase the house.



Figure 7 Suburban housing from the 1920s and 30s – the suburban ideal

The first building society in England was set up in 1775. These societies were generally confined to the industrial midlands and north of England. The purpose of the original societies was to make funds available to members of the society to purchase land and construct property for personal use. Loans of money were made to individuals with the value of the property being purchased or constructed acting as security for the debt. The period for repayment of the debt was specified and limited. The early building societies were known as “terminating” societies because they were closed when the last member of the society had purchased a house. In the early 1840’s building societies began accepting savings from members who were not necessarily interested in buying a house, but rather to obtain a good rate of interest for their savings. The first known permanent building society was set up in 1845. Originally building societies were set up to help the working classes to improve their conditions of life through mutual help. However by the early 20th century the members of these societies were predominantly drawn from the middle class.

The housing developed during the 1920s and 30s was typically either semi-detached, as in Figure 7, or short terraces of up to eight houses. The semi-detached houses were an extension and development of the Victorian villa, but also drew their design and quality from the “Manual on the preparation of state-aided housing schemes”. Thus the development of council housing had a direct effect on the quality of middle class housing. The homeowner and the suburb were probably the most significant and influential housing development of the 20th century and the 1920’s and 30’s set up an urban form that has remained popular since.

The development of public and private sector housing after 1945

The period after the end of World War Two until the present has seen the rise and fall of public or council housing, while the private housing sector has remain almost unchanged in terms of style and form. As with the aftermath of World War One, 1945 saw a severe housing shortage due to war damage. There was also a similar commitment to improve the living conditions of the returning servicemen. Public housing development was seen as the means to achieve this. New standards were set for the internal space within houses and the urban form of the public housing developments.

However, these added considerably to the cost of development. Perhaps the most famous set of standards from this period were those that came from the Parker Morris report of 1961 [4].

One major aspect of these regulations was the tensions they created between the cost of complying with them and the finance available for land purchase and building. It was considered that the regulations derived from the Parker Morris report could add up to 15% to the cost of building a new home. However, unlike the situation in the early 1920s, the budgets of local authorities were capped and so the funds available for new housing were limited. Consequently, if compliance with regulations regarding internal space and building quality and the concomitant increase in costs were to be fulfilled then savings had to be made elsewhere. This meant that in order to comply with regulation local authorities opted for standardised building systems and higher housing densities to reduce construction and land costs.

Another concern in the immediate post-war period was to prevent development overspill at the edges of cities and towns. Rather provision was made for the development of new towns. However, this programme was stopped with a change of government in 1951 and only those new cities started were allowed to continue to develop, but with reduced budgets. In 1955 greenbelts were introduced which made it increasingly difficult for urban local authorities to develop public housing into existing rural areas. At the same time slum clearance of decaying 19th century development was activated. Although this slum clearance released land for redevelopment it also displaced the families that lived in these areas at a rate of 90,000 each year and in many ways compounded the situation. Consequently, great pressure existed for maintaining existing housing stock.

The conditions requiring higher construction standards, pressure to lower costs, together with the growth of the numbers of households needing accommodation, had a number of effects on development. However, the key effect was to force housing development to be in the form of apartments and high-rise buildings. This was encouraged further by the introduction of higher government subsidies for housing over 6 storeys. This unleashed a period of development in many English industrial cities described by Rudlin and Falk [5] as “municipal megalomania” when vast developments of high-rise buildings often over 20 storeys in height were constructed. Because experience of constructing high-rise buildings was scarce in the UK at this time, many of these developments used systems of construction that were ill-suited to the UK climate and current construction and site practices and experience. This era of dwelling development ended in the late 1960s after a gas explosion in 1968 of the Ronan Point high-rise development when an entire corner of this 22-storey tower block collapsed and five people were killed, see figure 8. This accident led to the ending of the subsidy for dwelling properties over 6 storeys. However, growing social problems associated with such developments also added to their demise.



Figure 8 The Ronan Point tower block after the May 1968 gas explosion

As a consequence, during the 1970s public housing reverted to high-density low-rise development based on houses. However, the development of public housing was constrained and the Parker Morris standards relaxed by a change of government in 1979. Public housing development by local authorities declined rapidly during the 1980s and 90s, as can be seen in Figure 9.

Private housing during the 1950s through to the 1970s saw a period of relative ease. Mortgages were cheap and easily available, materials prices stable and the demand in the market place was greater than the rate of supply. As a consequence, little change or innovation occurred in private housing development, which remained much as it had been in the 1920s and 30s with the construction of detached and semi-detached houses. The lack of market pressure also led to a decline in both space and building standards. Another important factor regarding private housing was the lack of constraint imposed on sites for development. Unlike the local authorities that were forced to develop within their administrative boundaries, private developers operated mostly in rural districts. This led to the dispersal of much of the urban population from cities into villages and country towns throughout this period.

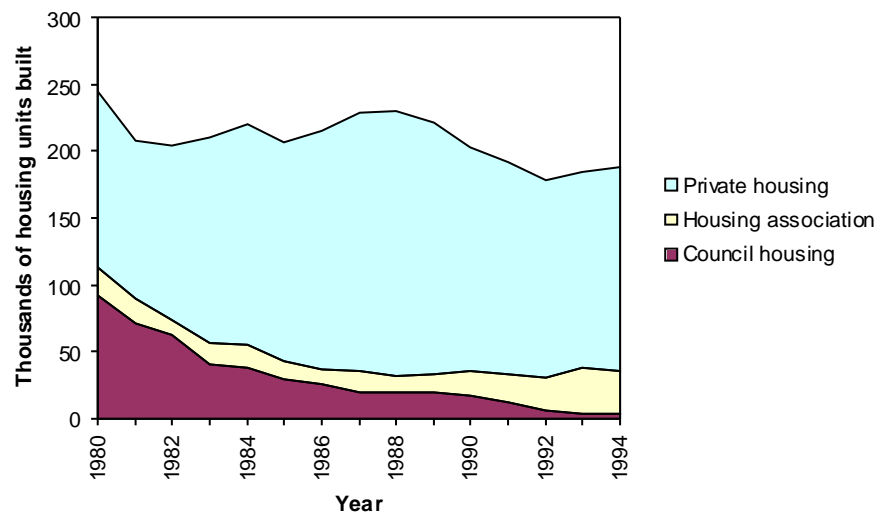


Figure 9. Number of houses built in one year by different providers

Figure 9 indicates that through the 1980s and 90s public housing development by local authorities has all but ceased while private and housing association development has maintained or increased levels of production respectively. The social housing sector development and provision has largely been provided by housing associations during this period. More innovation of design has been evident and the housing development market is being forced to change as demographic pressures change the nature of the house buying public.

Housing Associations

During the 1990s housing associations became the main provider of social housing. Over 2000 housing associations exist in England and they currently manage about 1.45 million homes. Housing associations are run as businesses but are non-profit-making organisations that build, regenerate and manage social housing. Any financial surplus is used to maintain existing homes or to help finance the construction of new homes. Most associations are small and own less than 250 homes. However, the largest 7% of associations own 70% of all the sectors homes and generally own more than 2500 homes.

Some of the housing associations were formed 1-2 centuries ago but many are of more recent origin being founded since 1960. During the 1990s many housing associations were formed to take up the ownership and to develop and manage Public housing transferred to them by local authorities.

The technical name for housing associations is “Registered Social Landlord” and they must be registered with the Housing Corporation, which is sponsored by the Office of the Deputy Prime Minister. This corporation works with the housing associations to allow investment in social housing by:

- (i) Approved Development programmes, which provide public funds to build and renovate homes, and
- (ii) Oversee the injection of private finance into the social housing sector.

Over a three-year period beginning in 2002, £3 billion of public money will be invested with housing associations allowing up to 85,000 new homes to be constructed. Also the introduction of private finance in 1989 has attracted more than £20 billion into the housing sector. A key role of the Housing Corporation is to regulate this sector to ensure that public funding of housing is safeguarded. As far as possible regulation is achieved through common agreement about the outcomes that should be achieved through the investment of public money. It has a responsibility to encourage innovation and good practice in the social housing sector with the intent that these should be copied by the private house-construction sector.

Housing Associations have been responsible for some of the more innovative developments of the past decade with the BedZED development (Beddington Zero Energy Development) providing a good example. This was designed as an environmentally-friendly, energy-efficient mix of housing and work space in Beddington, Sutton, England through the partnership of the Peabody Trust, Bioregional Development Group, Bill Dunster Architect and Sutton Council. It comprises a number of small, one-off projects that are based on sound environmental principles and attempts to incorporate up-to-the minute thinking on sustainable development into every aspect of the scheme, from the energy-efficient design to the way the houses are heated. BedZED intends only to use energy from renewable sources generated on site and will be the first large-scale ‘carbon neutral’ community constructed in the UK. BedZED strived to move away from the hair shirt image and politically correct view of “green living” and aimed to show that the demand for new, eco-friendly, affordable and attractive housing can be met without destroying the countryside.



Figure 9 A view of the BedZED development

Current developments in housing

During the late 1970s and early 1980s it appeared that high-rise housing in the form of tower blocks was being phased out in the UK. However, during the 1980s the private housing sector purchased and refurbished some local authority high-rise properties and continued to construct high-rise apartment buildings during the 1990s, with the high-rise luxury apartments of the London Docklands development providing an example. In 2001 in Portsmouth a city centre office tower block was refurbished to provide 96 apartments by a partnership of housing association and private finance. A key reason for this conversion from office building to apartments was the oversupply of office accommodation and a shortage of development land for housing within the city of Portsmouth.

A pressure group has formed in the UK to promote the virtues of tower blocks and is called "The National Sustainable Tower Block Initiative". They state that tower blocks provide compact and high-density housing and that they have the potential to develop strong and sustainable communities. However they do concede that many of the existing tower blocks need refurbishment and redevelopment if they are to continue to play a role in meeting future housing needs especially in view of the forecast that 4.4 million new homes are required in the UK by 2016 []. This has provoked a range of responses.

While some campaigners are working to demolish tower blocks in UK cities, others are opposing the construction of housing on rural land at the fringes of towns and cities. The National Sustainable Tower Block Initiative contend that demolishing tower blocks will increase pressure on building land, add to urban sprawl and harm the regeneration of city centres. It is their objective to ascertain how inner city tower blocks can be made to provide a better quality of life and provide more sustainable housing. The problems of urban decay and social exclusion often associated with tower blocks are considered to be due to a combination of bad housing conditions, poor health, a lack of facilities and services, isolation, crime, a depressing environment and a lack of economic activity in the surrounding areas. Consequently any efforts to improve such housing must address wider social and environmental issues as well as improving the economic prospects of the inhabitants.

The National Sustainable Tower Block Initiative accepts that some tower block developments are beyond refurbishment and that demolition is the best option. They may be structurally unsound and/or decayed to the state where they are unfit for habitation. The planning of the immediate urban structure may have failed to work and so compounded the problems of isolation and crime. However, they contend that the majority of tower blocks are capable of refurbishment, even if they have serious social problems at the present moment.

It has been stated [] that it is 10 times more expensive to refurbish a tower block than to demolish it. Additionally, it is generally easier to obtain finance for new-build schemes than for renewing decaying local authority housing. However, this situation is the result of a very limited view of the full financial implications. If the costs of constructing the new housing and infrastructure to replace the demolished tower blocks are considered then refurbishment becomes a more attractive option.

The National Sustainable Tower Block Initiative contend that the cost of refurbishment remains a problem because of a lack of private or public investment and the Value Added Tax (VAT) taxation policy that means that the construction a new building is tax-free while maintaining an existing building carries VAT. The result is that for local authorities demolition often appears to be the only option. However, it is predicted that because of demographic changes [] a large proportion of future households will contain one to two people. High-rise apartments are considered eminently suitable for small households of adults. For decades there has been concern in the UK that city centres are decaying because populations have migrated outwards toward the rural fringe of cities or to more rural towns. If an "Urban Renaissance" is to be achieved in the future households need to be attracted back into the city centres. This requires competitively priced and high quality housing. The National Sustainable Tower Block Initiative considers that this cannot be achieved without high-density housing and so tower blocks should be kept and refurbished rather than demolished.

There are some indications that the tower block is making a revival as a viable form of housing. In London a high demand exists for accommodation for key workers, professionals and low-income

tenants in the inner boroughs. At present the high cost and scarcity of suitable housing accommodation makes it difficult for such people to live close to their place of work. Consequently, housing associations are now planning to develop high-rise buildings to respond to this need.

However, the desire to preserve and refurbish existing housing is not confined to the tower block. In many regions of the UK, but particularly in the northern industrial towns and cities of England, campaigns led by local residents are challenging the forced demolition of Victorian terraced housing. Organisations such as the Council for British Archaeology and English Heritage are supporting local communities to challenge the compulsory purchase of houses for demolition by local authorities. They contest the claims that these houses are unfit and not worth refurbishing. In British Archaeology [] it is pointed out that small Victorian “two-up two-down” terraced houses in the prosperous city of York are currently valued at £80 – 90 000, and even more in some parts of London. However, in the now less prosperous industrial cities and towns such properties are worth less than 10% of that value. Those wishing to preserve and refurbish such properties use this example to contend that it is not the intrinsic character or age of these properties that is a problem but rather their location. Similar points are made as those of The National Sustainable Tower Block Initiative that taxation policies and difficulties in procuring public finance for refurbishment make demolition the easier option for local authorities.

The provision of housing in the UK generally and south and south east England in particular presents many challenges at present, with many claiming that the country is experiencing a housing crisis.

Building construction legislation

As stated earlier, regulation and building control have a long history in England and the UK. The first comprehensive act was the London Building Act of 1774. Many of the local acts and bye-laws that were introduced in the early 19th century by the expanding industrial towns were based upon the 1774 act. As a consequence of these acts, surveyors were employed to inspect that they were being followed.

In 1875 the first national Public Health Act was introduced and part of its provision was to give powers to control building construction. The act provided model bye-laws to enable local authorities and large cities to develop their own bye-laws and standards based on their own perception of public health and safety. This led to different requirements being imposed by different Councils. Even after a new Public Health Act in 1936 a wide variation between Councils continued to exist. This situation was changed in the 1961 Public Health act that removed the power to make local building bye-laws from the local authorities. In their place national building regulations were introduced for the first time and became operational in the building regulations of 1965. These regulations were frequently amended, particularly in relation to disasters such as that at Ronan Point.

In 1984 the Building Act consolidated parts of the Public Health Acts of 1936 and 1961, the Health and Safety at Work Act of 1974 and the Building Control Act of 1984. The building regulations arising from the Building Act came into force in 1985 and have since been amended as the Building Regulations 2000.

Throughout the period covered by these various legislative instruments control of building construction standards have continued to advance and have contributed to the quality of the existing building stock.

Long life lifetimes for buildings

How do this brief history and the current development of housing explain the inherent long life of buildings within England? Why are so many of the buildings constructed during the 19th century still in use, as shown in figure 2? A number of factors are at work to create this situation. The need for more houses has always been greater than the rate of replacement and construction of new houses throughout the last two centuries. This has been exacerbated by a rapidly growing population and a reduction of the number of people living in each household. Consequently, the rate of increase of households has been greater than that of the population growth. This demographic shift is continuing into the 21st century

The materials used to construct these houses have been a major factor. Much of the building development during this period has used stone, brick and/or concrete, materials that are inherently stable and resistant to physical weathering, rot and decay. The most vulnerable material used in these buildings has been wood. However, if internal woodwork is kept dry and free from insect attack it can survive for centuries. Wooden window frames and doors are exposed to the ambient climate and consequently are the most commonly repaired and replaced element of building construction. However, this is generally a straightforward procedure, particularly as most of the housing stock rises only to two floors. In the last 30 years double-glazing has been sold aggressively by manufacturers and so many wooden framed windows and doors have been replaced by aluminium or plastic products. It remains to be seen whether these new products will provide longer periods between replacements and reduce the need for maintenance.

However, other factors are important and the culture of financing and owning property, as well as the legislative nature of UK national and local governance have and continue to play important roles. Much of the UK housing has been provided by local authorities in the form of rented property or private developers in the form of owner occupied houses. Both have tended to develop estates of mostly uniform design that gain their design integrity from the repetition of a few basic variations of housing units.



Figure 11 An example of late 1940's council housing

Figure 11 shows a picture of the author's childhood home. This was a council house constructed in 1948 as part of a large estate development. This design of semi-detached houses was repeated throughout the estate, together with 2-3 other basic forms. The local authority owned the house and the occupants paid rent. In return the local authority repaired and maintained the property as a publicly owned asset. This situation existed until the 1980s when council house tenants were encouraged by the government to purchase the council houses in which they lived. The photograph of figure 8 was taken in 1998 when the house was 50 years old. It was now owned by the current occupant, who had been among those tenants who had taken up the option to buy their council owned rented accommodation.

Figure 12 is the first house that was bought and owned by the author and was built for private ownership in 1937. When the author bought the house in 1973 it was already 36 years old. This house also was part of an estate development of over 50 identical semi-detached properties.



Figure 9 The first house purchased by the author

The uniformity of style and the planned nature of such developments mean that local authority planning officers give precedence to the maintenance of the “street scene” and will require that any future change does not adversely affect this. Local authorities have considerable control on post development planning. This means that both individuals and developers have to receive planning permission before they can develop or redevelop an area of land. This system creates considerable inertia, especially regarding the redevelopment of land containing an existing building or buildings. This control is felt very strongly in the housing sector and affects homeowners’ perceptions of where the investment value lies between their land and property. Because it is difficult at best and usually impossible for an individual homeowner to gain permission to demolish and rebuild on estate developments, the value of the combined asset of land and building has become heavily weighted towards the continued existence and state of repair of the building. Consequently, homeowners tend to perceive ownership in terms of the building rather than the ownership of land.

This attitude on the part of homeowners has a significant consequence regarding the length of life of the building. Each time that a building is sold it is comprehensively surveyed and the survey report can affect the value of the property, particularly if construction faults are identified. Because the value of the investment in providing a home is primarily in the building then it makes good sense to purchase a robust building and then to maintain the building in good condition to maximise its value when it is sold. This will be illustrated by the following case study.

In order to purchase the house of figure 12 the author had to acquire a mortgage, which required a deposit of at least 10% of the value of the property. The Building Society that provided the loan to buy the property through a mortgage, stipulated a number of repairs that had to be completed within the first year of occupation by the new owner. They could insist on these repairs because the house provided the security for the loan. To all intents the property belonged to the building society until such time as the mortgage loan was repaid. Thus the building society was ensuring the continued value of the property as if it were their own investment, in case the borrower defaulted on payments some time in the future.

The author lived in this house for 5 years during which time the electrical wiring was completely renewed and updated, central heating was fitted, 100 mm of mineral wool thermal insulation was installed in the roof, the cement rendered parts of the external walls were treated with protective paint and a kitchen extension and new garage were built at the rear of the house. Consequently, when the property was sold in 1978 it was in considerably better condition than when it was purchased and was sold for over twice the purchase price. This increase in value was due to a combination of the maintenance and improvements and the continual growth in property values in the property market that was occurring at the time.

The house was sold because the author started a new job located 120 km away. A new, property built in 1978, was purchased. This property was smaller, had less land but cost slightly more than the value of the sale of the previous house. The higher price of the new property reflected that its location was further south and within easy commuting distance of London. The author lived in the second

house for 8 years until a growing family required more room. Little space existed to increase the size of the current home. Consequently, it was sold, again for over twice its original purchase value, and a larger house was purchased in the same town in 1986.

This was an older property built in 1966 but it was considerably larger and was situated on sufficient land to make future extensions of the building possible. In 1991 the property was extended to provide an extra bedroom and shower room as well as a new garage, kitchen and utility area. This entailed the demolition of parts of the existing building and a two-storey construction to provide the new accommodation.

The author still owned this property at the time of writing and its value had increased by 5 times during the almost 20 years of ownership. This increase in value reflects the current shortage of housing in the UK, particularly in S.E. England. As the children grow up and leave home and the author reaches the age of retirement it is possible that the house will be sold for a smaller property and some of its capital value recouped. Thus the property is seen as a potential investment for retirement. This attitude of property as an investment is not new and many professional and trades-people in the Victorian era brought property to rent to tenants to provide an income during their retirement. This has recently begun to be more common in the UK.

Conclusions

- A long history of legislative intervention exists in housing and building development in England and the UK. This has acted through a number of factors but chiefly these have been:
 - planning constraints
 - indoor space requirements
 - quality of construction
- Since the 18th century houses have been constructed mostly from long life materials such as stone, brick and more recently concrete
- The middle class house of the 19th century is now too large for modern family lifestyles, especially as most middle class families no longer employ servants. However, the robust construction of these buildings allows such properties to be easily converted to apartments, hotels and offices.
- During the 19th century only a small proportion of homes were owned by the occupants. Home ownership began to grow rapidly in the 1920s and 30s. Existing, previously rented, buildings were often sold to satisfy this demand for home ownership.
- The effect of planning constraints means that the land and house are perceived as combined assets with most of the value being in the building construction itself. This encourages owners to maintain the structural integrity and life of the building.
- Demographic changes occurring throughout the 20th century have maintained a pressure on the supply of houses and this has maintained the value of existing property.
- Pressure groups are campaigning to maintain and refurbish existing buildings and urban infrastructure

However, the key influence on the length of life of houses in the UK is the perception of where the value exists in the investment in property. This is seen to lie in the building itself and perhaps reflects a well-known saying that “an Englishman’s home is his castle”.

まちづくりの課題 ～ 商店街の再生課題とその考え方～

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）
現海 隆 （学校法人九州国際大学 まちづくり研究室
次世代システム研究所 特別研究員）

1. 研究の背景

日本経済の破局的状況や地球規模の環境問題の根源を断つために、資源ストック型（資産蓄積型）の社会に転換する必要がある。

しかし、そのような長期的視点からの改革に着手する以前に、地域社会の経済はすでに破局の様相を呈しているケースが多い。商店街の衰退はその代表的な例である。これに対する試みに幾つかの成功例はあるものの、その対応が従来型の短寿命型のインフラ投資を伴うものであれば、標記の社会基盤の弱点に資することになり標記の目的に背反する。その為、従来型の建設投資をせずとも、各々の智慧で資産蓄積型の街として再生を試みる手法の研究が必要とされる。

2. これまでの街再生活動の課題

街再生のための手法は地域がおかれた環境（立場）や立地条件を活かした独自の対応策を案出できるものでなければならない。しかし多くの事例では全く異なった環境や立地条件であるにも拘わらず、知識移転型／成功例模写型事業が進められる。中には失敗事例を模写してしまった例も現実に数多く存在する。

この現象を実査すると、行政機関を含めて街を再生しようとする関係者に基礎的な知識や根本的な経験不足に加え、目的を達成するための必然的な思考の行為が不足しているケースが目立つ。多くが本来の目的から逸脱し手段が目的化してしまっており、再生どころか街を疲弊させているものもある。

近年、事業としての環境や構造は劇的に変化している。商業系の施設機能が要求される場合、年度会計制度の下で既に施設がオープンしているプロジェクトとこれから計画しようとするプロジェクトでは5年から10年の時差が生ずる。原価主義に基づくプロジェクトと価格競争を打ち勝つためのプロジェクトではイニシャルコストもランニングコストも乖離してしまう。追随したプロジェクトが完成する頃には既に現実と乖離した施設となっており新たな問題が生まれている。

近年の事業は、実務者や地域生活者が受動的な立場に置かれ、金融機関や業者、行政機関によってリードされてきたものが多い。実務者や地権者が主導しているケースは少なく、その大部分は表層的な知識の移転や成功事例の模写によって実施されている。縦割り行政下でのライセンスを持った様々な専門家や学識経験者が自己専門分野に偏った部分最適解を提供したために、より困難な状況に導いているケースもある。何を造るかより、どう進め、どう資産を蓄積

し持続させるかが問われている。

3. 街再生手法の条件

既存の知識・成果移転型の活動を脱却した商店街活性化のための手法は、参加する住民が共通の思考論理の上で、且つ自立的感性に基づいて Something-New を案出できるシステムが必要である。またその一連の手法の展開過程には自己発展・成長の機会があり、結果において参画者の夢・可能性を具体化できる方法が含まれていることが重要である。

以上の条件を具備した手法として製造業で技術開発や政策案出の手法として実績がある BASE 法を新たな B A S E 法 (Break-through-Approach- for Saving Economic-crisis) として再編成し、その適用を試みた。手法を次に紹介する。

4. B A S E 法 (Break-through-Approach- for Saving Economic-crisis)

(1) 手法の経緯

ベース法は当初、工業系民間企業の多岐に専門分野が交錯した複雑系において新技術等を創出するイノベーション・プログラムとして開発され応用されてきた。工業分野では新技術・新理論の開発・開拓で多くの実績を得ている。これは基本的に論理学であるため自然科学系での調査・研究の計画手法、環境アセスメントにおけるスコーピング技術、教育プログラム開発等、多くの分野で適用してきた。これを商店街再生における新機軸を発想・構築するための手法として応用した。

(2) B A S E 法のフレーム

機能分析

人間社会で意味をもって存在するものは有形・無形に関わらず目的と手段を有す。そこで V E 等の分野で使用する機能系統図に類したチャートを利用して、例えば商店街や商店経営を目的と手段で系統的に分析して、いわば因数分解する。(Fig . 1 参照) これにより、その存在意義と具体的な活動・資源の関係を理解する。機能分析チャートにおいて、目的と手段は階層的に整理されている。ここでチャートのあらゆる段階において目的を達成する手段は無限にある。すなわち商店街や商店経営に関する改革・改善のアイデアは無限にあることを理解する。商店街や商店経営の再生において、とにかく知識 (他の成功例等) 移転型の行動を採りがちな日本人社会の特性に対して論理的に自ら発想が可能であることを十分な演習・訓練の体験を得て習得する。

ポテンシャル分析

上記で得られた無限のアイデアの中から実行すべき政策を選択する必要がある。その際イノベティブな案件であるほど、選択に高い判断基準を要す。その一方はリスクを冒し実行する自我の実力・資源であり、他方はその選択肢を求める社会環境である。

この両者に関するポテンシャルを分析する。それは顕在的なデータ・指標

に限らず、潜在的なポテンシャルをも対象とする。場合によっては、このポテンシャル分析自体がアイデアの源泉になり得る。

5. 適用事例

【藤田商店街（北九州市八幡西区）の例】

北九州市の副都心黒崎地区はその再開発のために長年継続検討されてきたが、流通業界の劇的な変化もあって、商店街の活力の衰退は著しい。更に黒崎地区の中心から外れた周辺部に位置する当該商店街に至っては、その存亡は一層著しくかつて 60 数店が軒を並べ、肩が触れ合う人と通りがあった商店街の面影はない。

そこで敢えて破局に至っている『藤田銀天街（藤田地区）』を対象に多額な投資をせず、地域住民自らがその知恵と意欲（想い）を基盤にして地域独自の対応策を案出する手法を研究してきた。

（1）研究の経過

2000 年 4 月より、当該商店街の関係者を対象に月 1 回程度の頻度で勉強会を実施してきた。勉強会では下記の 4 プログラムを実施した。

Economic - Crisis 背景の学習 / E C O - E C O 理論

思考論理の演習（イノベーションプログラム B A S E 法の演習）

アイデアの選択 / 競争に勝つ原理

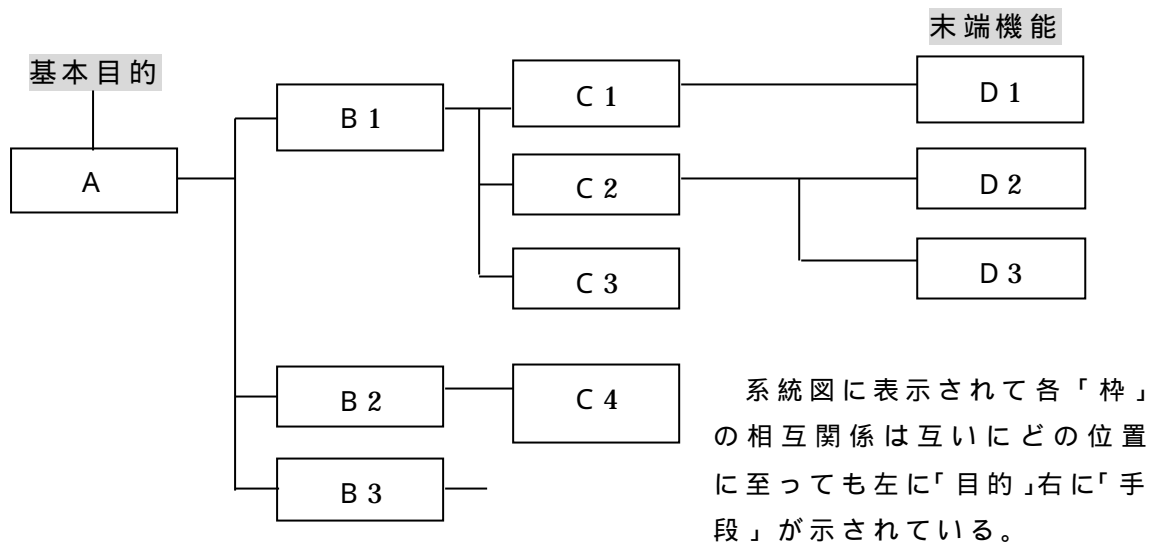
アイデア具現化の手法

（2）この研究結果の一例を示す。（ビッグ・ママ・キッチン）

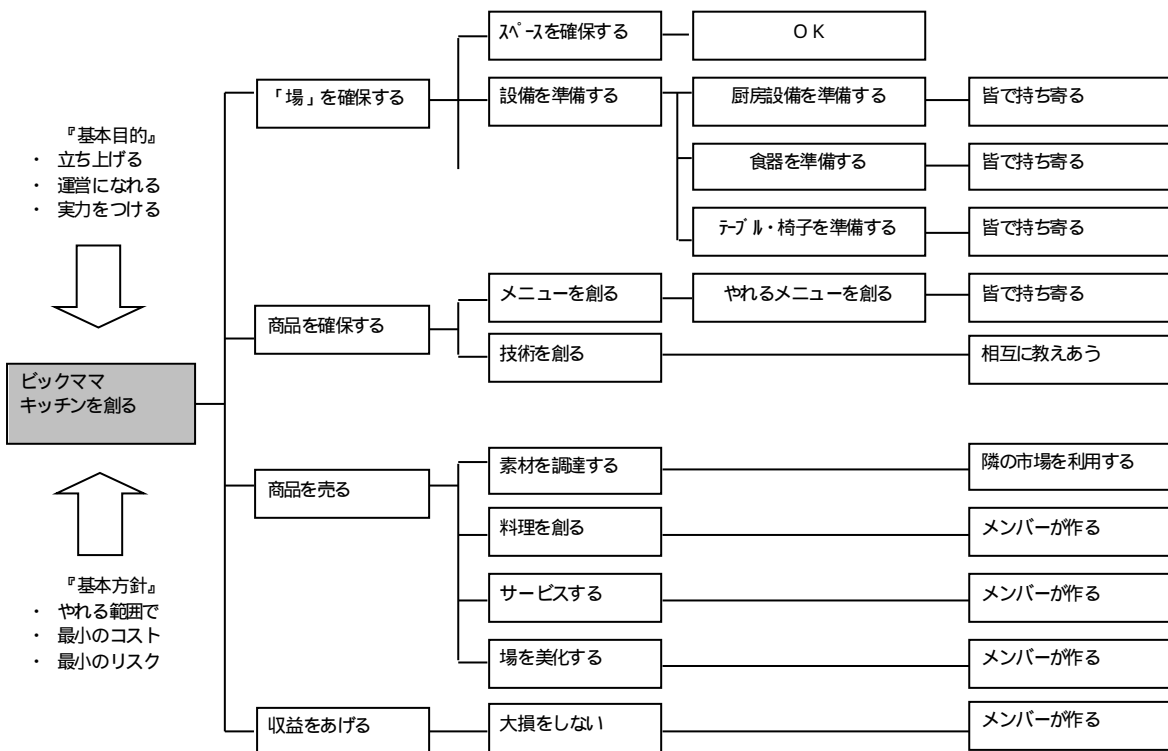
対象地域で明確なポテンシャルとして「女将さんパワー」がある。この当面のポテンシャルを活用したものに「ビッグママ・キッチン」という成長するオープンキッチンがある。

この提案を、B A S E 法のアイデアの具現化プログラムに従い展開したものを機能系統図（Fig. 2, 3, 4）に示す。この系統図に表示された各「枠」の相互関係は、互いにどの位置に至っても、左側に「目的」、右側に「手段」が示されている。

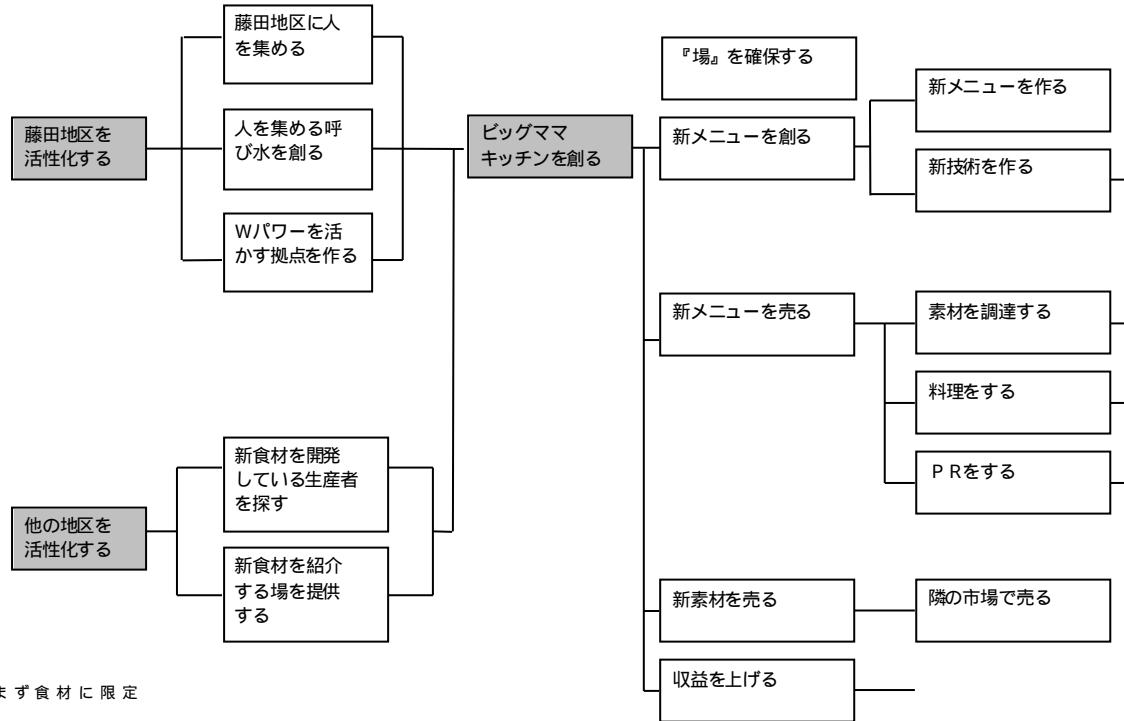
【 Fig . 1 】 『 機能系統図 』



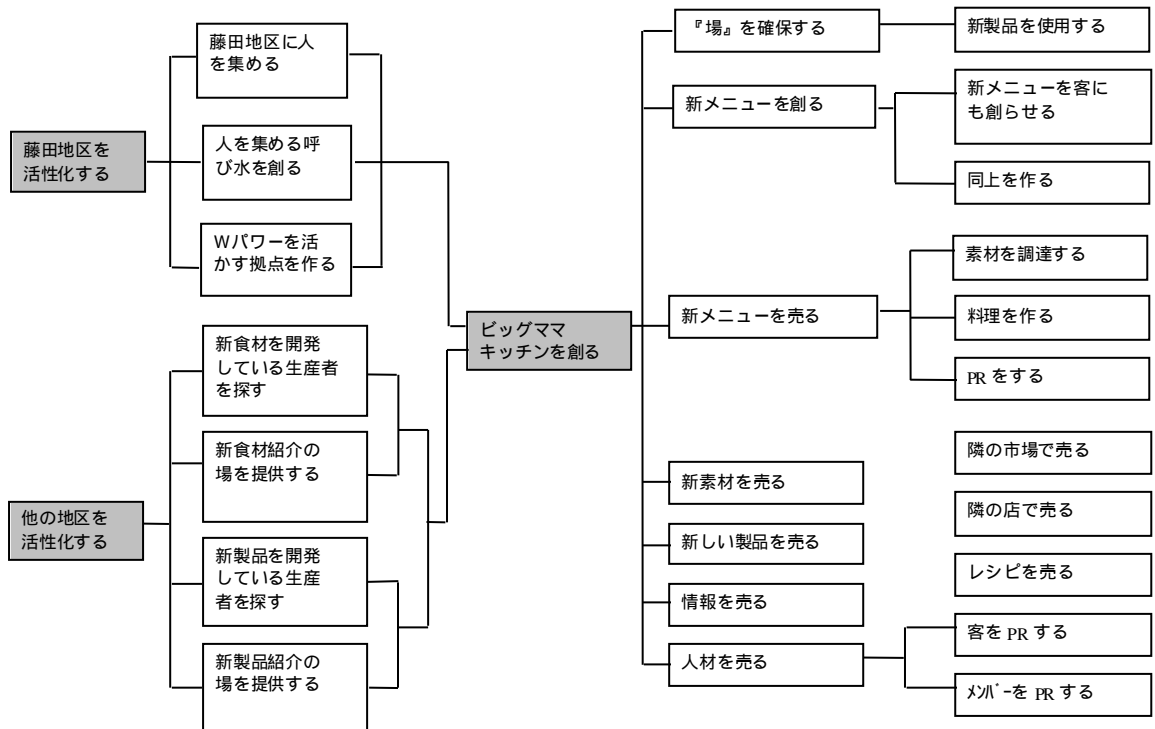
【 Fig . 2 】 『 第1段階 』



【F1g. 3】『第2段階』 基本目的 他にないものを提供する 基本方針 食品サービス路線を踏襲する



【F1g. 4】『第3段階』 基本目的 他にないものを提供する 基本方針 関連する全てを売る (食品・什器・サービス・情報・売り手・買い手)



所有から利用によるストック型の “まち”づくりへの転換方策に関する一考察

秋元耕一郎（（財）日本立地センター理事 調査部長

（学）九州国際大学 次世代システム研究所 客員研究員）

1. はじめに

(1) ショートライフの社会構造

戦後、日本は商品のショートライフ化による大量生産 - 大量消費の経済構造をつくって経済成長を達成してきた。

都市や街の歴史・文化を体現する建築でさえ、商品（経済財）となって、商品価値がなくなればすぐに取り壊して新しいものに建て替えられ、車や衣服と同じように悉く消費財としての価値体系のなかに位置づけられた。本来は、その経済成長の過程で、次代に残る社会資本のストックを形成すべきであったが、すべてにショートライフの社会構造が形成されてしまった。

欧州の国々の都市や街にみられる社会基盤、生活基盤は、それらの国が成熟期を迎える前に構築され現在もなお立派に使用され続けている。それらは、歴史・文化のストックとして現存し経済的価値も有している。そこでは、ロングライフ＝ストック型の市民生活が営まれ、質的な豊かさの基盤が形成されている。

日本の生活の基礎となる住宅をみると、日本の住宅寿命は40年弱でしかなく、英国の141年、米国の103年、フランスの86年、ドイツの79年などに対して極めて短寿命である。

こうした状況に鑑み、現在「住宅」そのもののロングライフ化の技術について様々な検討が既に行われ、60～100年の寿命を保証する住宅が売り出されている。

(2) 長寿命化への移行とその社会的動機

日本における二酸化炭素排出量の36%は建築関連からの排出といわれている。また、環境負荷の増大回避や資源の有限性の観点からも住宅の長寿命化が求められる。こうした環境問題意識と同時に建物の長寿命化への移行への社会的な動機が以下にかかげるよういくつかあるとされている。

環境意識の向上

消費者である国民だけでなく企業や投資家などの環境意識の向上である。

建物の利用価値の高まり

不動産証券化と海外マネーによる建物の利用価値の高まり。今後、欧米のように土地建物の一体評価による安易な建替えの減少。中古市場の発達の可能性などがある。

社会の成熟化による投資力の低下

わが国経済が今後成熟化していくなかで社会全体の投資力が低下し、建物

の継続使用へのモチベーションが高まるという予想。

これまでのように1世代ごとに建て替えられることなく、数世代が生活していくという建物は、個々人が共有していく社会的な資産として位置づけられていくことになる（ドイツでは既にそうした位置づけがなされている）。

本論では、生活する基盤である住宅の利用方法に焦点をあて、ロングライフの“街”づくりの方法について、内外の事例、現在の制度からの考察を行った。

そこから得られる解決方策の1つは、法人の所有による街の持続的な形成であり、個人の土地・建物の所有ではなく賃貸による利用である。

そうした事例は、国内外にいくつかあり、それらはロングライフの街として立派に経営されている。

2. 賃貸によるロングライフの“街”づくりの事例

2-1 イギリス

(1) ロンドン

ロンドンの街は東京の23区に相当する市街地の8割ぐらいが70家族ほどの貴族や大地主達によって所有され、広大な土地を持つ地主達がエステートと称して領地的な街の経営を行っている。

エステートの所有者すなわちロンドンにおける集中型大土地所有者達の都市経営は、その場限りの短期的利益よりも、自分たちの地所の価値を長期的に高めるような方途に向かうとともに、土地所有者の性格も公共的なものになっている。

ロンドンは中心部も周辺部も大地主が広大な土地を所有する都市であり、封建時代からの都市の土地所有形態が、現在にいたるまで生き続けている。現在では、そうした大地主の数は減ってきてはいるが、まだかなりの大地主が存在している。

ロンドンの特徴は、エステートごとの開発からなっている（ここでいうエステートとは、ひとまとまりの土地という概念ではなく、そうした土地を保有する権利の継続期間と継続条件に関するものである）。

ロンドンの大地主たちは、みな典型的な集中型大土地所有者（大きくまとまった土地を所有している）である。彼らはまとまった自分の土地を、全体として有効に活用した街づくりを行ってきた。それがエステートの土地経営である。エステートごとの開発は、全体としてロンドンを集落の連合体の雰囲気につくりあげられる。ロンドンが大きな村だといわれる所以である。

因みに、リージェント・パークやリージェント・ストリートは、エリザベス女王家であるウインザー侯の所領であり、私有地が公共的に利用されている。リージェント・パークの周囲には高級な賃貸アパートメントハウス群、リージェント・ストリートに面しては瀟洒な貸店舗・貸事務所群がウインザー侯による賃貸経営の下にある。

エステート開発の原理的な仕組みは、以下のようになっている。

()まず、自由保有権（Free hold）を持つ地主が自分の土地を活用しようと

考える。

- () 地主は、自分の土地を建設用に貸し出す（これを建設地賃（Building lease）という）。この地賃は 99 年間の契約で行われることが多い。125 年、999 年という契約もある。
- () それにしたがって借地人はそこに建物を建設する。そして、それを賃貸して収入をあげ、99 年間のあいだに投資資本を回収する。
- () 契約期間終了後、その土地は建物もろとも地主の元に戻る。地主は、その建物付きの土地を再地賃（Repairing lease）という形で再び貸し出すことができる。この場合、契約期限はふつう 21 年間に設定される。地主は、契約期間満了の土地を再地賃に出さずに、建物を壊して再開発を行うべく、再び建設地賃として 99 年間契約に回すこともできる。

大地主の持つ土地の開発単位が大きいため、地主は下水や道路、広場の計画とその建設の責任を持つことが多かった。つまりインフラストラクチャーと呼ばれる都市基幹施設は、地主の構想と責任において建設され、都市計画そのものである。ロンドンではエステートのオーナーたちによって建設されたという所以がここにある。

英国では日本と異なり、建築物は、日本のようなかたちでの登記の対象とはならない。英国の不動産は「土地」であり、建物は独立した物権とはならず、建物は土地の定着物と考えられている。土地の評価に、その土地柄や都市施設の充実度が考慮されるのは当然であるが、建物もそうした要件の一つと考えられている。優れた町並みが形成されていれば、その町の地価は高いものに評価される。

エステートの所有者すなわちロンドンの集中型大土地所有者達の都市計画は、その場限りの短期的利益よりも、自分たちの地所の価値を長期的に高めるような方途に向かうとともに、土地所有者の性格は公共的なものになっていく。

その背景には、エステートの所有者たちの社会的性格にある。彼らは典型的な地主貴族であり、ロンドン以外に、国元というべき地方の所領をもち、その領主でもあった。彼らは、その住人たちの生活全般にわたる保証と責任をもって、所領の経営にあたってきた。

(2) E・ハワードの田園都市“レッチワース”

英国の E・ハワードによる田園都市“レッチワース”は、単に理想の住宅都市であるだけでなく、土地建物の「賃貸」によって街の美しさ、価値、長寿命化が実現されている事例の 1 つである。

そこでは 1 つの組織が都市経営によって利益をあげ、それをコミュニティに還元するしくみがあり、それによって都市の永続的な価値が形成されてきている。

“レッチワース”の実現が契機となって、20 世紀において田園都市は世界中で普及していった。特に、本場イギリスでは、第 2 次世界大戦後、荒廃した国土の

再建に向け、田園都市をルーツとする多くの「ニュータウン」が建設された。1970年代になって大都市の人口集中が止み、新たにドックランズなど都市内衰退地域の再開発が注目されるようになったが、そこでも自立都市の概念や都市デザインなどで、田園都市の理念は、今なおイギリス人の心に脈々と生き続けている。

コンセプト

『明日 - 真の改革に至る平和な道』(1898)によって世に出た E・ハワードの「田園都市論」は、近代都市計画の始点として位置づけられる理念である。

『明日の田園都市』の目的は、産業革命による「大都市への人口流入と、それに付随する田園部の衰退という問題の解決」すなわち「人々をわれらが美しき土地 - そこは美しい空気に満ち、それを暖める太陽、それらを濡らす雨露に溢れ、まさしく人類への神の愛を体現したものである - に戻すにはどうしたらいいか」にあった。有り体にいえば、産業革命以降に蒙った不幸な社会状態（当時のスモッグに覆われたロンドンのスラムに象徴される）から人類を救い出すことであった。

この田園都市を、ロングライフ型の都市形成の観点からみると、「新しく開発した田園都市を、当初の理念のままに守り続けるために、株式会社で都市のすべての土地を持ち続け、そこに建設した住宅や商店、工場など、都市を利用する人々に賃貸する」というところにある。

田園都市の全収入は地代から生み出されている。基本的には、建設資金は都市開発によって値上がりした地代で賄おうというものである。地代は、土地購入および造成のために借り入れた資金に対する利子や元金の支払いおよび公共施設の建設や維持費用に充てられ、なお余裕があればさらに住民の福祉費用に等に回される。自立した都市（コミュニティ）の建設である。

リースホールド（借地制度）の活用

田園都市構想においては、土地はすべて公的所有であるか、もしくはそのコミュニティに委託されるものであるという考え方の基に、田園都市の理念に賛同した人たちが出資して法人を設立し、土地を購入して開発を行った。

法人は、土地を所有し続け、住民や企業に土地建物を賃貸（リースホールド）することとなる。株主に配当しながら、地代収入をもとに田園都市の建設・運営を行うという仕組みにリースホールドが活用される。

こうして考え方で実際につくられたのが、“レッチワース”、“ウェリントン・ガーデンシティ”である。

最初に建設されたレッチワースでは、一元的な組織がリースホールドによって、街全体を計画的に管理し、財政的にも街全体の利益を高めるために投資している。

《レッチワース》

(1) 町の状況

概要

- ・面積 : 1.745ha
- ・人口 : 33,680 人 (1997 年)
- ・位置 : ロンドンから 56km

住宅の状況

- ・住宅はリースホールド (借地) が基本
- ・12,570 戸 (1989 年)、うち 4,243 戸が公営住宅
- ・最近ではフリーホールド (土地保有権) もでてきている。

町の現況

- ・過半数が市外へ通勤。ロンドンが中心。レッチワースにも職場が多く、昼間人口は夜間人口を上回っている。
- ・市民サービスは、ハートフォードシャー県 (Hertfordshire County)、北ハートフォードシャー市 (North Hertfordshire District Council) が行っている。
- ・財団の利益はすべてコミュニティに還元されている。
- ・現在、かなりのレント (地代・賃料) 収入があり、利益はすべてレッチワースのまちづくり、維持管理に投資されている。

(2) 開発の経緯

E・ハワードの田園都市論の実現を目的として田園都市協会が 1899 年に設立された。

1902 年、建設を目的とした第一田園都市株式会社 (First Garden City Ltd.) が設立され、用地選定が開始された。1903 年、1,545ha を買収した。地権者は 15 人であった。

1904 年、住宅開発を受け持つ田園都市借家人株式会社 (Garden City Tenants Ltd.) を設立。パーカーとアンウィンの案がマスタープランとして採用されると同時に、2 人はデザインコントロールを実行する顧問建築家となった。

1905 年。チープ・コテッジ展示会開催。150/戸以下の住宅を展示。展示会は大きなリスクを伴うものであったが、6 万人が来訪し大きな成功をおさめ、そこで新しい試みが行われていることを全国に知らせた。

1950 年代末 ~ 1960 年始め、投資家による乗っ取りの危機に陥った。このため住民による「Save Letchworth Garden City」運動が展開され、地元自治体が法案を国会に提出した。

1963 年、「レッチワース田園都市開発公社法」“ Letchworth Garden City Corporation Act ” が制定され、レッチワース田園都市開発公社 (Letchworth Garden City Corporation) が法に基づき田園都市の不動産開発と管理を行うことになる。これにより、レッチワースは市場圧力と不動産投機から救われ

たが、同時にそれは、他のニュータウンと同様国家の運営下にはいることを意味した。

1967年、Leasehold Reform Actが制定され、リースホルダーはフリーホールドを入手できるようになった。

1974年、公社が高等法院（High Court）へ導入を要請していた管理規制（Scheme of Management）が承認される。

1976年、ベッドフォードシャー北部の農場93haを農場として買収。その後南部の農地も買収。

1980年前後から、国のニュータウンも放棄され、都市開発も行政中心から、できるだけ民間に任せるべきだという風潮が高まった。各ニュータウンにできていた開発公社も建設が終了すると閉鎖され、その仕事は地方自治体に引き継がれていった。

しかし、レッチワースは、他のニュータウンとは際だった違いをみせ、住民たちは、レッチワースが自治体によって運営されることを是とはしなかった。試行錯誤の結果、「レッチワース田園都市財団法案」を作り上げた。

1992年、田園都市の全財産の管理をレッチワース田園都市財団（Letchworth Garden City Heritage Foundation）に引き継ぐ法律を公社が国会に提出し、1995年に同財団が土地所有者としての権限と責務を引き継いだ。

これによって、レッチワースは、民間の運営に戻り、財団が設立されて、街づくりが再び住民の手に戻り、協同的精神による安定した運営システムを手に入れることとなった。

（3）土地保有者と自治体等の関係

田園都市の土地は一部を除き、レッチワース田園都市財団が保有している。財団以外の土地所有者

- ・ 鉄道 : 鉄道会社
- ・ 教会 : 最初からフリーホールドを取得
- ・ 幹線道路 : 国がリースホールドを買い取り
- ・ 公立学校 : 国が所有。私立学校はリースホールド。

施設管理

ほとんどの道路、公園、コモン（入会地）は財団が保有し、管理は市が行っている。管理費用は財団が出しているケースが多い。

- ・ 道路
所有権は財団にあり、協定に基づいて自治体が管理し、財団は不動産保有税を支払っている。街路樹の管理は財団が行っている。
- ・ 公園
大半が自治体の管理下にあるが、財団が管理しているものもある。

財団が費用の一部を負担して自治体が管理する場合もある。

・ 運動場、グラウンド

リースホールドでスポーツクラブに貸している。ただし、公共的なものということで地代は安くなっている。

ゴルフ場についても同様で、スポーツ施設はコミュニティの利益になるとの認識から好条件で賃貸されている。

(4) リースホールド(ハウス)の状況

契約の内容

古いリースホールド契約には多くの種類があり、内容も異なっている。現在は、標準的なひな形がつけられている。

新規開発の場合、財団の定款によりリースホールドで販売される。最初にリースホールドで行うことによって、後にフリーホールドとなる場合にも、管理規則による管理が可能となっている。

期間

期間は10年、99年、990年等で、当初のリースホールドは99年であったが、現在、住宅向けに設定されるリースホールドの期間は990年となっている。

990年リースを設定する根拠は、財団が管理権を維持するために法的所有権の一部を留保し、その一方で、資産評価上、フリーホールドより不利にならない財産権をユーザーに与えるためとしている。

地代

地代は、1～2/年。

新規供給物件の権利金、地代

新規建築住宅の場合、財団は、住宅購入者が開発業者に支払う購入費から、販売価格の40～50%をリースホールド設定の権利金として受け取る。

権利金については、建築に先立つ財団と開発業者との間の契約で、権利金を販売価格の一定割合と取り決めるのが一般的。

新規供給住宅については、地代はない。

契約期間満了となる物件のとりあつかい

ユーザーが高齢で、賃借権延長がない場合、期間満了後は賃貸(rental)になる。その場合、年間の地代・家賃は市場の相場に合わせて設定されるため、現在に比べてかなり高額の地代・家賃となる。それでも相場の不動産価格の8%が目安となる。

リースホールド終了後、居住者が建物に住み続ける以上、立ち退かせることはできない。建物ごと短期賃貸借(rental)に転換し、不動産利用権を奪うことはできない。ただし、地代・家賃は相当に上昇する。

居住者は借家法で保護されており、リースホールドでも賃貸でも、契約期間満了を理由に居住者を立ち退かせることはできない。地代・家賃を払い続ける以上、居住者は終身居住権を有する。ただし、居住権の相続はできない。

契約（リースホールド）終了とともに、建物については財団が買い取る法的義務がある。ただし、現存価値の補償であるため、それほど高額ではない。

英国では、社会立法により、住宅用不動産の取引で過大な利潤が生まれない仕組みになっている。商工業用不動産についてはこうした趣旨の制限はない。

フリーホールド（土地所有権）への転換状況

住宅はすべてリースホールドであったが、1967年と1993年にリースホールドからフリーホールドに変えることができる法律ができ、3,000件のリースホールドがフリーホールドに転換した。

レッチワースの初期の住宅用リースホールドの期間は99年間であった。フリーホールドの取得価格は急速に高騰し、1975年に2.8万ポンドの住宅が1988年には25万ポンドに上昇した。

新規開発は、管理規則による建築利用のコントロールを可能にするためにリースホールドで販売している。新規建築住宅を購入してから3年以上たつと賃借権の所有化（enfranchisement）によりリースホールドからフリーホールドに転換することができる。その場合の手数料は10ポンドである。99年間のリースホールドとフリーホールドとの資産価値はほとんど変わらない。

（5）管理規則（Scheme of Management）

1967年法（Leasehold Reform Act）によりフリーホールドへの転換が多くなったため、1974年に管理規則がつくられ、これによって約3,000件のフリーホールドが管理されている。

管理規則は高等法院（High Court）に承認されたもので、全国の10地区ほど例がある。この管理規則に基づき、従前のリースホールド契約のカベナント（契約）の内容をフリーホールダーに継続させることができる。

リースホールダーについてはカベナントによって、フリーホールダーについては管理規則によって、ほぼ同様の規制が課され、財団の管理権を行使することができるようになっている。

カベナントと管理規則は、建物の外観や境界の困障や生垣を良好な状態に保つことを居住者に義務づけている。住宅の外観の変更、増築、建替え等には、文書による財団の同意が必要である。

財団によって作成された景観デザインガイダンスには、建築材料、屋根やタイルの形態、材質、ドアや窓枠の形、煙突の様式、植栽にいたるまで細かに記載されている。これに沿って改修計画を立てることが求められている。デザインコードに沿ったものには、財団から補助金が交付される。

居住用住宅から、管理費は徴収していない。

（出典）坂本一夫「英国田園都市の開発とリースホールド（定期着地権）」定期借地権普及促進協議会 会報 17号,1999.1

2 - 2 日本での事例

日本においては、街そのものを1つの組織が所有し管理しているケースはないが、小規模なケースはいくつか存在する。ここでは、京都市の祇園南部、三重県松坂市のケースについてみる。

(1) 京都祇園南部

京都市祇園南部は、伝統的な木造家屋が連なり、京都市の花街のなかで最も歴史的な町並みが残されているまちである。

この地区の歴史的な町並みは、以下に述べるように一元的な土地所有者によるまちの所有と管理によって可能となっている。

この地区は、舞妓や芸妓の学校である学校法人八坂女紅場学園（以下、女紅場学園という）の所有である。200区画ほどに分割され、お茶屋、飲食店、住宅などに賃貸されている。

(1) 経緯

女紅場学園は、1872年（明治5年）3月、第一回京都博覧会が開催されたのを機に芸娼妓の授産学校として「婦女職工引立会社」が設立され、翌1873年3月同社女紅場の開業式が行われたのが始まりである。

1872年5月、女紅場の敷地となる建仁寺の土地が上知されて京都府に移管され、同年12月、「婦女職工引立会社」の基本財産として払い下げられた。その面積は49,850m²であった。

その後、現行民法が1898年に施行され、34条に基づき、1900年10月、財団法人として法人化し、財団法人京都八坂女紅場となった。1951年7月には学校法人八坂女紅場学園となった。この時点での所有土地面積は42,425m²であった。

(2) 概要

この学校法人は、教育基本法および学校教育法に従い、学校教育を行うことを目的として京都八坂女子技芸専修学校を設置している。

さらには、その収益を学校の経営にあてるため、賃館業、貸事務所業、土地賃貸業および借家業を行うと規定されている。現在、学校用地、道路を除く部分約19,800m²がお茶屋、飲食店、物販店、住宅など198軒に賃貸されている。

土地の賃貸料は用途によって若干異なるが平均で1,115円/月・坪である。現在の町並みをできるだけ守りたいということから、固定資産税が支払える程度に設定されている。敷地面積の平均は100m²である。

(3) 町並みの保存

1994年に「祇園町南側建築物等外観意匠基準」を定めた。建築物の高さや屋根勾配、設備・看板・舗装・樹木に至るまで27項目にわたる基準である。既存

の伝統的建築物の外観意匠の継承が原則となっている。

借地権の取得希望者がある場合、その人物について祇園にふさわしいかどうかについて調査が行われ、学園の理事会での了承されることが第一段階である。その後は以下のとおりである。

学園と借地人(予定者)との間で「合意書」に調印する。合意書は、学園「町並み保存に関する趣意書」に基づくものである。

建築工事を伴う場合には、さらに借地人と施工者が連盟で「確約書」を学園に提出する。内容は、建築物の高さは10m以下で3階建てまでとか、和風の外観となるよう配慮するなど8項目の建築基準を守るもののほか、周辺環境と調和する営業であること、隣接住民へ営業内容や建築設計を説明することなどの約束である。

売買の時は名義書換料として、工事のときは工事承諾料として、それぞれ手数料を支払ってもらう。一方、工事承諾料は、町並みを保存するために、借地権の期間を更新しても更新料を取らず、地代もきわめて安くする反面、建物の現状変更の場合、工事に制約を課すため、承諾料について相当額を減額して承諾するともなっている。それが終われば、理事会にかけて名義を書き換える。

(出典)平竹耕三「commonsとしての地域空間」commons,2002.4⁶⁾

(2) 御城番屋敷(三重県松坂市)

御城番屋敷は、1863年、三重県松坂市にある江戸時代末期に建設された武家屋敷である。紀州藩松坂城を警護する松坂御城番とその家族が住むために建てられた。明治維新後、城番武士の子孫が合資会社「苗秀社」を設立し、現在もこの敷地を所有管理している。

ここには、いまなおかつての城番武士の子孫を含む世帯と新しい借家人が当時のままの140年前の建物で生活を営んでいる。この家屋とともに前庭、裏庭、畑など槇垣で取り囲まれた敷地全体もよく残っており、ロングライフの見本のようなエリアである。

御城番屋敷が現状の形で今日まで維持されてきたのは、苗秀社が土地・建物を一元的に所有してきたことが最大の要因である。また、周辺の土地についても広範に所有し、宅地として賃貸するなどにより、周囲の町並みが一体的に整備されてきたことも大きな要因である。

御城番屋敷の敷地面積は東西約80m、南北約110m、面積約8,800m²である。敷地の中央を幅4mの市道が南北に縦断している。市道をはさんで東西二棟の主屋が向かい合い、槇の生け垣が東西両棟の敷地全体を取り囲むように配置されている。

松坂御城番となった4年後の1867年10月、大政奉還が行われた。その後、明治政府による廃藩置県、地租改正などが実施された。1973年、明治政府は、秩禄奉還の法により士族となった旧御城番に対し、家禄の奉還を願い出た場合、永

世禄は俸禄の6年分を時の米相場を基準に、半額は現金で半額は秩禄公債で支払うことを約束し、それを産業資金として、あるいはその資金で官有地の払い下げを受けられるようにして、士族の農業、商工業への途を拓こうとした。

御城番の士族達は奉還を願い出た。そして奉還によって得られた資金によって会社を設立し、官有地の払い下げを受け、協同して農業・商業を営み、生じる利益で家名が絶えないように生活していくこととした。

すなわち御城番屋敷の土地・建物を含む共同財産を維持していくことが出発点であった。その結社が「苗秀社」で、1874年6月に設立された。

設立に参画したのは20家のうち15家であった。社員の資格は系譜、祭具および墳墓の継承者が家名継承者として相続するものとされている。1975年11月、御城番屋敷の土地・建物を含む官有地・官有林、山林45ha、田畑0.5ha、荒地1.7ha、屋敷地1.6ha、建家2,560m²の払い下げを受けた。

1925年(大正14年)8月、商法の規定による法人組織となった。その際、苗秀社の目的が貸地・貸家と規定され、財産管理が明確にされた。

現在、苗秀社の社員が6軒、借家人が11軒となっている。

会社資産として約22,000m²の土地を所有し、御城番屋敷以外に、松坂市内にも土地を所有し、駐車場、宅地として賃貸して年間1,000万円の収入がある。賃貸料金は固定資産全が支払えればよいという程度で500円/月・坪で貸したりしている。得られた収入から必要経費が差し引かれ、残りは社員に配当されている。

(出典)平竹耕三「コモンズとしての地域空間」コモンズ,2002.4

3. ロングライフ型の“街”づくりと経営の方法

3-1 ロングライフの“街”づくりの考え方

ロングライフの“街”のイメージは、
住宅の質の確保(長寿命)
居住者が安心して長く住めるしくみ
優れた街並み、景観の歴史的な持続

というように整理できるであろう。

こうした質の高い居住空間の維持は、現在の分譲方式では困難なことである。

例えば、高級住宅地で有名な東京の田園調布は、E・ハワードの田園都市を模して名付けられた街である。しかし、時間の経過とともに、宅地の細分化によって当初の美しい街並みは今や風前のともしびとなっている。細分化の引き金になったのは、相続税だといわれている。田園調布のステイタスによって地価が高騰し、相続税を払うために土地が売られ、それが細分化されて小規模な住宅が建設され、結果として街のステイタスも美しさも低下してしまった。

街のステイタスや街並みの維持は、個人による土地所有や市場経済のしくみの中では困難なことである。

カール・ポランニーは「土地は自然の別名にほかならず、人間はそれを生産できないのだから、労働や貨幣と同じように土地が本来は商品ではないことは明らかであり、これを市場から取り除くことによって人間の生活を回復すべきである」としている。

とはいってみても現在の市場経済のしくみを変えることは困難であり、むしろ地価を顕在化させないようなしくみの中で質の高い生活空間の確保の方法を探っていくことの方が可能性は高い。その1つが「街を賃貸で経営する」という方策である。

それを可能にする様々な制度も現在整備されてきている。それらの制度は、必ずしも「街を賃貸で経営する」ためことを目的とした制度ではないが、見方を変えるだけで十分利用できる。

3 - 2 土地区画整理事業の活用

区画整理事業を土地の所有という観点からみると、元々小規模な土地所有者達が各々の土地を一時的に預け合って、基盤整理の期間だけ組合という大地主になっている。

事業が終わると組合を解散し、使いやすく整形分割された土地（換地）を各々が受け取って、また小規模な所有者達にもどる。

その際、最後の解散をせずに土地・建物の運用まで一括して組合に長期に任せ続ける場合を考える。全員の運用権を一本化し、細分化された土地所有状況でも、区域全体の総合的な価値が最大になるようなしくみをつくる。

街の景観、デザインの統一を考慮し、長寿命のインフラおよび住宅の建設を行う。そうすると所有面積は細分化されていても、区域全体の総合的な価値が最高になるように保たれた街の大地主の1人になることができる。また、住宅だけでなく、商業施設、業務施設などの収益施設も組み込んでおく。

各小規模な地主は、換地の代わりに運用益をそれと同じ比率で受け取ることにしておく。会員の運用権を組合に一本化した大規模な土地なので、各々は個別の小さな換地を運用するよりも大きな運用益を地代として受け取れる。

自分の住宅や商売のためには土地・建物を借りることになるが、換地して永久に固定されるより目的にふさわしい位置と規模を自由に選ぶことができる。借地人が高齢化していくことも考慮し、リバースモーゲージなどの導入も検討しておく。

経営は、協同組合、株式会社あるいはNPO法人にする。

この手法は、高齢化や世代交代で使い切れなくなった都心部の商店街や古い住宅地域において総合的で高度な活用の可能性が高いと考えられる。

こうした一括管理運営による“街”の景観、家屋のロングライフ化、インフラのロングライフ化を実現し、最適な土地利用・景観を維持することにより、その地域のステイタスと価値も上がっていく。

しかし、賃貸者がその“街”から出るとき、その間の価値の上昇の恩恵に浴することができない。その場合、定期借地借家権を設定しておき、契約期間が未了であれば、法人が残りの権利を買い取るなどのしくみも考えられる。

そうすることにより、住んでいる間に自分の“まち”に愛着を持ち、“まち”を美しくするようになる。

3 - 3 土地信託の活用

(前述3 - 2)土地区画整理事業で最後の解散をせずに土地・建物の運用まで一括して組合に長期に任せ続ける場合を考えた。これを土地信託によって事業化していくという方法も考えられる。

(1)土地信託の定義

土地信託は、信託業法第4条に掲げられている「土地及其ノ定着物」および「地上権及土地ノ賃借権」の信託の一種である。すなわち、不動産信託の一分類として位置づけられる。

不動産の信託には、土地信託のほかに「不動産の管理」だけを目的とした管理信託、「金融」を目的とした設備信託などがあるが、土地信託は、受託者が信託財産の開発行為を行うところにその特徴がある。

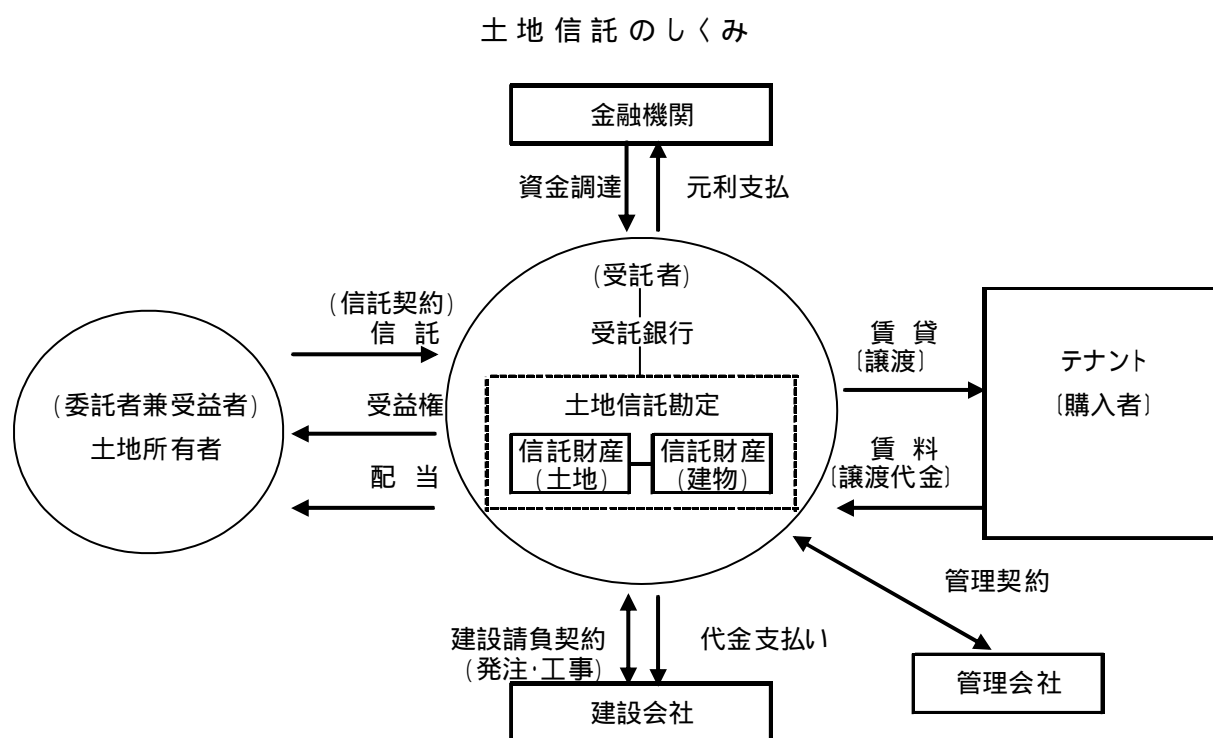
(2)土地信託のしくみ

土地信託のパターンには、大きく分けると賃貸型と処分型がある。ここでは賃貸型について述べる。

土地信託とは、簡単にいえば、「土地の有効利用を目的として、地権者が土地を信託銀行に信託し、信託銀行は受託者として建物の建設等の開発、そのための資金調達およびテナントの管理等を行い、受益者にその事業収益を信託配当として交付する信託」である。そのしくみは以下のとおりである。

- () 土地所有者（委託者）と受託者との間で、信託契約が締結され、土地の所有権は受託者に移転される。その際、信託による所有権の移転の登記および信託の登記が行われる。
- () 土地の所有者は信託の受益者となり、信託受益権を取得する。この受益権は譲渡することや分割することも可能である。また、信託期間中に受益者に相続が発生した場合には、受益権が相続されることになる。
- () 受託者は、建設会社と請負契約を締結し、建物の発注を行う。建物の引き渡しを受けると、建物は当初の信託財産である土地と一体となり、1個の信託財産となる（信託法14条）。
- () 受託者である信託銀行は、建築代金支払に充当するため、自行（他の信託勘定）を含む金融機関等から資金を調達し、建設会社に支払う。この借入債務も建物と同様、信託財産に帰属する。

- () 受託者は信託目的に従って、建物等の賃貸事業を行う。なお、受託者の締結した賃貸借契約は、信託の終了によって当然には消滅せず、受益者と賃貸人の間で継続される。
- () 建物の保守・管理は、受託者が管理会社と管理契約を締結し、管理業務を行う。
- () 建物の賃貸による賃料・共益費から、金利、公租公課、管理費等の経費、および受託者への信託報酬を差し引いた額を信託配当として受益者に交付する。ただし、資金繰上げは信託配当の一部は借入金の元本返済に充当される。
- () 信託期間満了等により信託が終了すると、土地建物等の信託財産は受益者に現状有姿のまま引き渡される。



(出典)「信託の法務と実務(3訂版)」(社)金融財政事情研究会

(3) 土地信託の特徴

1) 事業執行型の信託

土地信託は、受託者が建物の建設（土地の造成等もある）や資金調達を行い、不動産賃貸事業を営む事業執行型の信託である。

この事業は信託銀行自体のための事業ではなく、受託者としての資格において信託財産を使って受益者のために事業を営むものである。事業そのもの（事業経営権）の信託は信託法上認められていないが、信託財産を管理運営する結果、事実上事業が営まれることについては認められている。

また、信託土地上にオフィスビル、ホテルやレストランを建設し、それらを不動産として賃貸することは可能であるが、受託者が直接それらの事業を営むことは、いわゆるビジネストラストであり、現行法上は認められないと解釈されている。

2) 多様な利用形態の可能性

土地信託は、オーダーメイドの商品であり、「土地の持つ立地条件」と「土地所有者」などにより、多様なバリエーションが可能となる。

開発内容でみると、土地の造成、区画整理などを目的としたものなどもある。地権者のニーズに合わせて、様々な形態を組める点が土地信託の一つの特徴である。

3) 土地信託のメリット

実質的な所有者である受益者のために事業が行われるため、土地を売却したり、もしくは土地を賃貸（借地権の発生）することなく、土地の有効利用が図られる。したがって、土地の所有者は自分で開発した場合と同様、開発利益のすべてを享受することができる。

企画、資金調達、建物の発注、テナントの募集、管理までの一切を信託銀行が行うため、土地所有者にとっては煩わしさがなく、手間ひま、ノウハウ、資金調達力の一切が不要である。また、信託銀行がもつノウハウや取引基盤を利用することができる。

地権者が多数の場合、信託することによって土地・建物の名義が信託銀行に一元化されることから、対外的な権利関係が単純になる。また、信託銀行が、中立的な立場で地権者間の権利調整を行うことになるため、権利調整がスムーズに行われることが期待される。これらの点は、複数の地権者が共同ビルを建設するなど、都市再開発において土地信託が有効な開発手法として期待されている手法である。

(4) 複数地権者による土地信託

隣接する複数の地権者が、それぞれの土地を共同化して有効利用を図る目的で信託銀行に信託し、受託者である信託銀行が一体とした開発を行う土地信託である。前述の土地区画整理事業とのリンクージュである。

信託を使えば、各地権者の土地は受託者一人の名義となり、対外的に一つの土地となり、権利関係が簡潔になるうえ、公平に事務処理するという信託銀行の公共的属性も発揮され、さらに組合や会社を設立するより手続きが簡単であるなどのメリットがある。

都市部における土地の細分化等により、健全な市街地再開発を図るためには、土地の共同化、共同利用が不可欠となってきた。複数地権者による土地信託は、このような土地の共同利用を促進する手法として期待されている。

課題として、複数地権者の大規模な土地信託では、都市再開発等に基づく法定再開発への導入の問題が残されている。

3 - 4 定期借地権利用の可能性

(1) 所有から利用へ

ロングライフ型の“街”づくりの観点から、新しく開発した“街”を守り続けるために、1つの組織で“街”の土地を持ち続け、そこに建設した住宅や商店、工場などを賃貸するという考え方をもとに、土地区画整理事業、土地信託の利用について整理してきた。

そこに更に定期借地借家制度を導入し、長期の賃貸を可能にすることによって所有から利用への流れをつくっていくことの可能性を考えてみる。

賃貸住宅に生涯住み続けようとしめない理由の1つに老後の不安がある。定年後も賃貸に住むのはインフレ時の家賃上昇の懸念があり、また、いざという時の資産もない。持家は、こうした状況に対する生活防衛の意味もあると考えられる。

ロングライフの“街”の開発、持家の安心感と借家の低価格という3つの良さを兼ね備えた住宅供給方式が求められる。

定期借地借家権を利用すれば、少なくとも50年間あれば、人が一生住むことのできる期間は確保され、場合によっては、もっと長い期間の設定も可能である。

ただし、定期借地権の場合、50年経った後、建物の取り壊しが行われるが、ロングライフの“街”づくりの考え方からすれば受け入れられないことになり、この点での課題が残る。従って、ロングライフの“街”では、借家権の利用を検討する方が望ましいと考えられる。その土地に建てる住宅は100年以上持つスケルトン・インフィル工法とする。

(2) 定期借地権のしくみ

定期借地権の特徴

戦前、日本の都市住宅のほとんどが借地・借家であり、借地・借家の供給量も多かった。しかし、昭和16年の借地法・借家法の改正によって一変し、新規の借地の提供が漸減していった。その理由は、「正当事由制度」と「法定更新制度」であった。

正当事由制度導入前の昭和16年の全国24都市における民間借家率は78.3%であったが、1988年には47.1%にまで減少している。1998年にはさらに減少し37.9%となっている（「大都市住宅調査」(1941)厚生省、「住宅統計調査」(1988)(1998)総務庁）。

その理由は以下のとおりである。

() 借地権は一度設定すると半永久的に存続する

これが、地主が土地を貸し渋り、新規の良好な借地による土地供給がなくなった最大の原因であった。

() 立退料の慣行の成立

借地権は、「正当事由制度」と「法定更新制度」によって半永久的に存

続する権利となったため、これを消滅させるためにはそれなりの立退料が必要となった。

この立退料が非常な高額となり、地主の土地賃貸の採算性を失わせることになった。この点も新規の借地供給が起きない原因の一つとなった。

() 権利金の慣行の発生

借地権は一度設定すると半永久的に存続し、消滅させる際には土地所有者に高額な立退料が求められる。このように借地権の価値はそれ自体非常に高いものとなった。

このため、借地権を設定する際に高額な権利金を授受するという慣行が発生した。大都市圏での権利金は更地価格の50%を超えるケースがほとんどであったという。これによって借地する側の初期資金も高額となり、借地する側の意欲の減退にもなった。

こうした事情によって、土地の利用には、所有権か借地権しかないにもかかわらず、新規の借地がほとんど供給されなくなったため、建物を建築するには土地を購入するしか方法がなくなった。

その間、土地価格は高騰を続け、事業用ビルや個人用住宅の建築は、そのほとんどの金が土地の購入資金に費やされ、建物の建築資金は圧縮されざるを得なくなってしまう。その結果、小規模な土地に小規模な安い住宅が分譲されることになってきたのが現状である。

地価の高い土地に建物を建築して都市を形成しようとする場合、地価の高さを顕在化させず、質が高く長寿命のまちが形成されるしくみが求められる。

「定期借地借家権」(後述)の創設は、その意味で非常に大きな意義をもつものである。

こうした半永久的に存続する借地権に対し、地主にとっても借地人にとっても、双方が十分に活用できる新たな借地権として、平成4年8月1日、新借地借家法が改正施行された。それが「定期借地権」という新しい借地権である。

定期借地権の要諦は、契約に定めた一定の期間(定期)が満了すると終了する借地権である。

定期借地権は、従来の借地権に対して4つの特徴を持っている。

() 期間限定(契約の更新がない)

期間が限定されている。一般の定期借地権は50年以上の期間とされており、契約で50年間と決めれば、50年間の使用は法律上保証されるが、50年経過すると借地権が消滅し土地を返還することになる。また、借主が契約期間中に建物を建替えた場合、従来であれば、借地期間がその時点から再度始まっていたが、それもなくなり、当初定めた契約期間で土地が帰ってくる。

地主が土地を借地として貸し渋っていた原因の1つが消滅したことになる。

() 立退料の慣行の消滅

法定更新により半永久的に存続する権利を消滅させるために立退料が必要とされていた。定期借地権は契約期間が満了すると、立退料を支払うまでもなく法律的に借地権の方が消滅する。立退料を支払う余地がなくなる。

従って、地主は借地経営において十分な採算を見込むことが可能となる。

() 建物の買い取りがない

定期借地権の基本的なルールは、借主が土地を原状回復して返還することであり、建物を取り壊してから返すということになる。ただし、建物の長寿命化という観点からの問題が残る。

() 権利金も不要

定期借地権では権利金も理論的には不要となる。少なくとも低減化することになる。以前のように土地価格の50%を超える権利金は定期借地権ではあり得ない。

もともと、権利金の慣行は、普通借地において正当事由制度と法定更新制度が導入された後、立退料の慣行が成立してしばらく後に発生したものである。立退料を前提として権利金慣行が発生している。定期借地権では立退料は不要であり、そうであれば権利金も理論的には不要となる。

定期借地権の種類

定期借地権には3種類ある。

1つ目は「一般定期借地権」で、期間50年の定期借地権で現在最も多く利用されている。戸建住宅、マンションといった居住用、ビル、病院、商業施設などの業務用の利用がある。契約期間は50年以上で、100年、200年も可能である。

2つ目に「事業用借地権」がある。これは活用方法について制約があり「事業用建物所有」に限られている。契約期間は10~20年となっている。

3つ目に「建物譲渡特約付借地権」がある。現在活用事例は少ないが、今後活用が増えると予測されている。しくみは、契約期間が30年以上で、契約期間が経過した時点で、地主は建物を買取る義務がある。買い取った後は、借地人がそのまま建物を利用したいという場合、今度はその建物を借家として貸すことになる。

事例として、茨城県で「つくば方式」ともいう手法が開発されている。そこでは、スケルトン方式、すなわち、建物のスケルトンを100年持つものとして建設し、インフィルに関しては、居住者が自由につくって住む方式を採っている。

30年後に、地主が入居者から建物を買取って、借地契約を解消するもので、31年以降は賃貸マンションに変わる。将来、これに、老後福祉が充実されれば、賃貸で住むことへの不安も解消されることになる。

借主にとってのメリット

土地が値上がりしていた時代においては、借金して土地を購入しても、土地の値上がりが起き、いわゆるキャピタルゲインが得られた。しかし、バブル崩壊後

11年連続して地価が下落している現在、土地購入と同時に土地の値段は下がるという資産デフレの状況になってきている。

地方都市では、土地が坪20～30万円ぐらいで購入できて取得も楽だと考えられるが、地方都市では年収も低くなり、定期借地権制度の拡大の余地はあると考えられる。

実績と今後の方向

初めての定期借地権付き分譲住宅が1993年に発売され、2001年度末までに戸建て住宅3,747件(20,964区画)、マンション330件(10,965戸)となっている。ここ5年間、毎年400件台の安定した供給が行われている(「定期借地権事例調査〔 〕」平成14年10月,(財)日本住宅総合センター)。

「土地白書」(平成11年版)では、定期借地権制度について、「土地の所有から利用へ」というこれからの土地政策の理念に合致する制度であるとし、土地の有効利用の観点から幅広い活用が期待されるとしている。

このため、平成9年2月に閣議決定された“新総合土地政策推進要綱”において本制度の普及を図るため、以下のような施策を掲げている。

土地所有者・利用者双方が安心して取り組める事業方式を整備するとともに、そのための環境整備の推進

特に、都市部において、集合住宅への活用を促進するための措置を講ずる

公共施設用地の確保、市街地整備事業等への活用

(3) 定期借家権

前述の「建物譲渡特約付借地権」の場合、30年の借地契約が終了して、その後買い取った建物を貸したときに、これまでの旧法借家制度だといつまでも建物が返ってこないというケースが考えられた。

そこで、平成12年に定期借家制度ができた。しくみは、定期借地制度と一緒であるが、期間を決めて建物を貸した場合、期間が満了すれば建物が必ず返ってくるという制度である。従って、建物譲渡特約付借地権の30年で借地権を消滅させた後、新しい定期借家制度を使って所有した建物を期間を定めて貸すことができるようになった。

4. 北九州市でのロングライフの実証街区建設の提案

4-1 ロングライフの“街”づくりの提案

日本の近代工業の基礎となった旧八幡市(現在の八幡東区および西区)は日本を代表する工業都市であったが、製鉄所を始めとする重化学工場の休止や閉鎖によって、現在、人口の大幅な減少と高齢化の進行、市街地の商店街の空洞化に見舞われている。

なかでも八幡東区の大谷・丸山地区は、最も高齢化が進む(26.2%)とともに、多くの空き家が発生(空家率13.5%)しており、地域コミュニティの崩壊に晒されている。また、この地区は皿倉山のすそ野の斜面地にあり、多くの急な階段道や坂道があり、高齢者にとっては生活しづらく、行政にとっては火災・疾病等緊急時の対応が急務となっている。

この地区を、高齢者の生活の保障をしながら、新しいロングランフの“街”づくりのモデル街区として建設していくことを提案したい。

建設は、これまで整理してきた、区画整理事業、土地信託、定期借地借家法を組み合わせることで、この地区を一体として経営していく。

4-2 高齢者の生活保障とリバースモーゲージの利用

そのためには、まず、この街に住んでいる高齢者の生活の保障を考えていくことが必要である。

1つの手法として、「リバースモーゲージ」がある。リバースモーゲージは、高齢者の生活保障として提案されている政策のひとつである。

(1) リバースモーゲージとは何か

モーゲージ(mortgage)とは抵当のことをさしている。通常は、家の購入資金を借り入れ、その家を抵当に入れる。毎年借り入れ資金を返済して、完済すると抵当権が外れて所有権を手に入れることになる。

リバースモーゲージは、逆に、高齢者が自らの住宅資産を担保として、資金の借り入れを行い、当該人物の死亡時あるいは融資期間終了時に住宅を処分することによって借入金を返済するという住宅を担保とした借り入れ手法である。

リバースモーゲージの目的は、資産はあるが現金収入の少ない高齢者が、その資産を担保に生活費の融資を受けられるようにすることである。ストックのフロー化でもある。

資産を一括で売却してしまうと、税金による目減りや、運用の必要が発生する。しかも、自宅であれば、住み慣れた家を手放すことになる。リバースモーゲージであれば、自宅を手放すことなく、税金による目減りもなく、資金の運用も必要ない。

(2) 現状と課題

今後、本格的な高齢化社会の到来を迎えるにあたって、高齢者の資金ニーズと居住の安定を確保する手法として期待されているが、活用事例はいまだに少数にとどまっている。地方では、ますます地価下落のリスクが増し、リバースモーゲージの事例は皆無である。

累積実績では、東京都内および周辺のいくつかの都市でほとんどを占めており、それ以外の都市では大阪市1件、神戸市2件となっている。都市別には、武蔵野市の81件がトップで、次いで、東京都世田谷区23件、中央区14件など東京都

の実績が目立っている。

融資条件となる資産の担保価値が5,000万円程度ないと厳しいこともあり、条件を満たす高齢者が出ないことが課題となっている。

一頃は熱心だった金融機関の腰は引けている。

その理由として、以下のようなことがあげられている。

不動産価格が下落した場合、利用者が長生きした場合、借入金利が上昇した場合などに、融資総額が資産総額を超えるおそれがあるため、現在の多くのケースでは、月々の融資額が少額に抑えられ、利用者にとって魅力が少ないものとなっていること

制度が整備されている自治体が少なく、民間の金融機関の制度では高額な不動産を要求されるなど（最低条件5,000万円）、融資条件が厳しいものとなり、対象者が一部の高齢者に限定されること

などである。

因みに、八幡東区でみると中央二丁目が最も高く18.6万円/m²、大谷・丸山地区では約8万円/m²（西丸山町）などとなっている。住宅が密集している大谷・丸山地区の1軒あたりの敷地規模は約50坪（住宅地区上でみた限り）程度で、土地資産額としては約1,300万円程度であり、最も高齢化と空き家率が高く、この制度の活用が望まれそうな地区での実施は困難である。

こうした状況の中で、土地を担保にする従来の方式とは異なり、居住する不動産を自治体に寄付してもらい、その対価として、一生介護サービスを提供しようという新たな方針の研究も進められている。しかし、この方法だと、担保融資限度額の超過という問題は避けられるものの、将来的に自治体の財政上の負担になる可能性が否定できないという課題も指摘されている。また一方で、高齢者が早く死んでしまった場合、残存資産（価格）を相続人が受け取れない可能性も出てくる。

「土地白書（平成8年版）」ではリバースモーゲージについて、「単なる土地活用の手法としてばかりでなく、年金をはじめとする高齢者支援制度を補完するものとしての意義も期待されるものであり、今後さらに検討が進められる必要がある」としている。

もう少しリスクを行政が負担するような制度の見直しが必要とされている。

4 - 3 ロングライフの“街”づくりのイメージ

検討したきたいくつかの制度（道具）を使って、ロングライフの街づくりの極めてラフなイメージをつくってみる。

八幡東区は、装置系工業の規模縮小とともに、近年、人口減少が著しいとともに市内で最も高齢化率（25.0%）の高い区である。また、八幡東区は斜面地に古い住宅が密集しており、この地区は区内でも特に高齢化が進むとともに空き家も

多くなっている。同時に区内の平地には大規模な社宅跡地、商店街の空洞化などが発生している。

日本の工業化を支えてきた北九州の重化学工業もその役割を終えた。今後は、生産機能を主体とする街ではなく市民の生活の質を高める街づくり行っていくことが必要である。そのためには、住宅の再配置が必要である。区内の工場跡地の利用、社宅跡地の利用、空洞化した商店街の活性化、斜面地の密集住宅の解消をめざした住宅地の再配置が必要である。

() 新しい“街”の設計

具体的にどの地区を想定して新しいロングライフの街を形成していくかについて

最初に、ある地区、例えば、枝光地区とか大谷・丸山地区全体を対象にしたロングライフの“街”のデザインを作成する。

全体の景観、道路などのインフラ、住宅の形・構造、業務系施設の配置などである。

地区全体の一気の実現は現実的に不可能である。住民にロングライフの街づくりのデザインを示し、10年、20年の時間をかけた街づくりを行っていくことが必要である。

全体デザインの中に、小さなエリア（ブロック）ごとでも完結する小規模なロングライフのエリアをサブシステムとして組み込んでおく。

できるエリアから区画整理を進め、数十年後にサブシステムが一体となって全体の新しいロングライフの街が完成するような設計を行う。

() 土地区画整理事業組合の設立

地区の住民にロングライフの街づくりの説明を行う。

同時に、高齢者の生活保障についても、市などと協同してリバースモーゲージの活用などの検討を進める。

時間をかけて住民とともに（賃貸型都市経営による）ロングライフの街づくりについて検討し納得してもらう。

現在の土地を売ってバリアフリーやユニバーサルデザインの新しい住宅へ移りたい世帯については、一旦、市に土地を買い上げてもらう（後で、法人が買い取る）。

死ぬまではそこに住みたい世帯には、老後の生活保障とリバースモーゲージの活用を検討する。

賛同はするがこの地区に住み続けたい世帯には、建設中だけ他へ移ってもらう。

そうやって、1つの組織によるロングライフ街区の経営と建設を目的とした区画整理事業のエリアを確保し、区画整理事業組合を設立する。その

際、株式会社化、NPO 法人化の検討を行う。

() 土地信託の活用

まとまった区画を土地信託して、ロングライフの街づくりを行う。

その際、建設、資金など極力北九州市の企業、市民の協力を募る。市民債の発行なども検討してみる。

() 定期借地借家制度の導入

区画整理事業組合、あるいは株式会社、NPO、財団などいづれにしても1組織にロングライフの街の経営を行っていく。

そこでは、定期借地借家制度が導入され、賃貸人とはいえども、50年99年といった生活が保障される。賃貸人は、固定資産税、都市計画税を払うことなく、質の高い住宅と街に一生住むことが可能となる。

5. 実現のための課題

既存の制度を利用してまったく新しい事業を行う場合、既存の制度では考えられていなかった問題が必ず出現する。そこに規制緩和が最大の必要十分条件となる。行政がこうした新しい事業を行う可能性は極めて少ないが、現在進められている各種の「特区」制度を、行政が協力して導入することは可能である。

密集街地の土地区画整理事業の再生は、一般的に困難が予想される。従って、時間をかけての街づくりが必要であり、耐用年数がきた住宅から逐次個別に対応していくなどの柔軟なしくみが必要となる。

〔引用文献〕

- ・尾崎隆司「建物の長寿命化に関する研究」名古屋大学
- ・鈴木博之「ロンドン - 地主と都市デザイン」ちくま新書
- ・泉耿介「レッチワース」地域開発,1999.5
- ・東秀紀他「明日の田園都市への誘い」彰国社,2001.10.31
- ・坂本一夫「英国田園都市の開発とリースホールド(定期着地権)」定期借地普及促進協議会 会報 17号,1999.1
- ・平竹耕三「コモンズとしての地域空間」コモンズ,2002.4
- ・「土地白書」平成8年版
- ・「土地白書」平成9年版
- ・「信託の法務と実務〔3訂版〕」(社)金融財政事情研究会
- ・江口正夫「定期借地権と都市形成とのかかわり」“都市計画家”日本都市計画家協会会報,1995年秋号(通巻8号)
- ・小林秀樹「スケルトン賃貸都市への戦略」“都市計画家”日本都市計画家協会会報,1995年秋号(通巻8号)

環境管理システムからのアプローチ ストック型社会に向けた環境マネジメントの課題

松本 亨 (北九州市立大学国際環境工学部 助教授)

1. ストック型社会を指向する技術開発・社会設計のための評価指標

1.1. 要素技術

ストック型社会を形成する要素技術として、建築資材のようなものを想定する。従来この分野では、使用性、安全性、経済性、施工性などで表現される要求項目が追求すべき性能であった¹⁾。環境面では、せいぜい景観特性や製造時の省エネルギーという側面であろう。

環境性能として、近年考慮が必要となっている項目に、製造時・使用時・廃棄時をトータルに評価するライフサイクル性能がある。また、その製造、使用の現場において発生する環境負荷のみならず、間接的に国内外で発生させる環境負荷まで考慮に入れることが必要となってきた。

1.2. 地域・社会システム

要素技術との相違点は、環境性能としては、一定規模以上の事業に対しては従来から建設時及び供用時を対象として環境影響評価が実施されてきたことである。また使用性の意味が要素技術とは大きく異なる。つまり、建設あるいは構築される地域・社会システムの機能とは、住民の生活の質(QoL: Quality of Life)の向上をその究極とするものである。杉山ら(2001)は、その構成要素として図1のような階層を提案している²⁾。

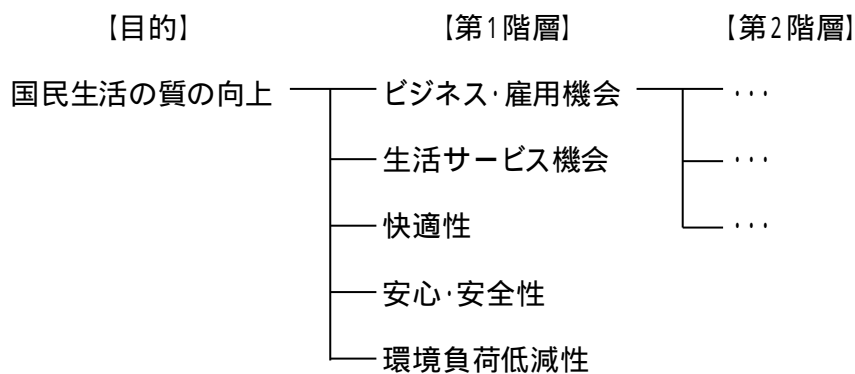


図1 国民生活の質の構成要素
注：文献2)より改変

2. 意志決定のための評価手法

2.1. 多目的意志決定問題

1. で述べたような多項目の評価基準の中から代替案を選択する手法には、

AHP 階層化意志決定法)、コンコダンス分析など多基準分析と呼ばれる手法、多属性効用関数法(MUF法)の他、あらゆる基準をいったん貨幣単位に換算して比較する費用便益分析がある^{3), 4)}。貨幣単位に換算する手法にも、多様な手法がある⁵⁾。土木学会の設計ガイドラインでは、多基準分析法を推奨している¹⁾。

2.2. 動的な分析

近年、特に機械工学の分野でライフサイクルシミュレーションという手法の開発が盛んである⁶⁾。これは、環境性能のみならず経済性、使用性といったさまざまな指標を包括的にシミュレーションする手法であり、モデル記述の自由度が高いことに特徴がある。ストック型社会について検討・評価する場合、長期に時間境界を接する必要がある、この手法が有用である。

3. 求められるコンセプト

3.1. 最適寿命

ストック型社会は単純な「長寿命」ではない。先に触れたような、さまざまな指標を考慮した結果の「最適」寿命が求められる。

3.2. ストックを管理する主体：サービス提供型ビジネス

最適寿命を実現する社会システムを検討する必要がある。寿命を最適に管理すべきストックを、誰が管理するのが適当という問題がある。例えば、現在耐久消費財をストックしその寿命を管理しているのは消費者である。これを製品ライフサイクルのより上流に位置する製造業、流通業やこれらから派生した資産管理のための業態(リース・レンタル業等)が管理するとしたらどうなるであろう(図2)。設計やメンテナンス、廃棄時期やリサイクルの選択といった製品や部材、構造物の寿命を左右する局面により上流のセクターが係わることで、経済面及び環境面から見た寿命の最適化をはかれる可能性がある。そのためのコンセプトの1つが、「サービス提供型ビジネス」である。

	従来型 (製品提供型)	機能提供型
サプライサイド ・製造業 ・流通業	フロー	ストック
消費者	ストック	フロー

●残存価値の管理がより容易
●ループのクローズ化が可能

●残存価値の管理困難
●廃棄時の管理困難

図2 製品のストック主体と寿命管理の容易性

参考文献

- 1) 土木学会：2001年制定 環境負荷低減型土木構造物設計ガイドライン
- 2) 杉山郁夫・林 良嗣・加藤博和・澤田基弘：価値観の将来変化と序数性を考慮した都市インフラストラクチャー代替案の評価，日本環境共生学会 2001 年度学術大会，pp.26-29, 2001
- 3) 末石富太郎・環境計画研究会：環境計画論，森北出版，pp.235-244，1993
- 4) 石谷久・石川眞澄：社会システム工学，朝倉書店，198pp., 1992
- 5) 大野栄治編：環境経済評価の実務，勁草書房，182 pp., 2000
- 6) 加藤 悟, 木村文彦：ライフサイクルシミュレーションモデルを用いた施設や製品の最適寿命設定，第 28 回環境システム研究論文発表会講演集，pp.139-144, 2000

豊かさの指標

宮崎 昭（九州国際大学 経済学部 教授）

はじめに

国連人口基金（UNFPA）が公表した2002年版『世界人口白書』によると、世界人口が六十二億一千百十万人に達したことが明らかになった。2050年には九十三億人を上回る見通しであるとともに、貧富の差が拡大していることにも警告を發している。すなわち、世界の上位二割の富裕層と下位二割の貧困層の所得格差は、1960年では30対1であったものが、1994年には78対1にまで拡大したというのである。言うまでもなく、貧困の撲滅、あるいはまた豊かさの実現という課題は、人間社会にとって普遍的で根本的なことがらであり、また経済学の基本的なミッションであるといつてよい。にもかかわらず、地球規模で見渡してみると、依然としてこの課題は未解決のままであり、そればかりかむしろ深刻化しているのである。

ところで、日本は先の「二割の富裕層」に収まる豊かな国であることは間違いないであろう。貧困の問題は基本的に解決されており、豊かな生活を享受しているといつてよい。だがしかし、その豊かさについて疑問が生じている。

この小稿では、豊かさという、自明のこととも考えられてきたことがらについて、いくつかの考え方を紹介し、あわせて私なりの見解を覚書として述べることにしたい。

「物の豊かさ」と「心の豊かさ」

豊かさということを考える際、「物の豊かさ」と「心の豊かさ」というように、二元的に論じられることがある。たとえば、高度経済成長に一応のピリオドを打った昭和60年度の『国民生活白書』では、「戦後40年：成熟の時代に向けて」と題して次のように語られていた。

「最近では各家計において必需的な耐久消費財が一通りそろったことから、消費内容の面ではモノの消費からサービスの消費へ重点が移行し、余暇が重視されるようになってきている。・・・一方、このような変化は意識の面にもあらわれている。先の『国民生活に関する世論調査』によると、50年までは、『物の豊かさ』を重視する人が『心の豊かさ』を重視する人の比率を上回っていたが、51年から53年まではほぼ同率となり、54年からは、『心の豊かさ』を重視する人の比率が『物の豊かさ』を重視する人の比率を上回りはじめた」（289～291頁）。見られるように、モノ消費からサービス消費への重点移行と『物の豊かさ』から『心の豊かさ』への移行ということが同時並行の対応関係にあると考えられている。

このように物と心を対照させて、その重点移行を論じるという思考方法は、たとえばマズロー心理学の「欲求発展段階説」にも見て取ることができる。すなわち、生活水準が低い段階では「生理的欲求」や「安全の欲求」に支配された行動

をとるが、豊かになってくると次第に「愛と所属の欲求」や「尊敬の欲求」さらには頂点にある「自己実現の欲求」に支配されはじめるというものである。分かりやすく、よく利用される理論であるが、念のためこの理論の決定的な危うさは、低水準にある人々は食うことに精一杯で、愛したり尊敬されたいという欲求は存在しないという、いわば賤民思想が垣間見えていることである。いずれにせよ、物の豊かさがまずレーゾン・デートルとして考えられ、しかる後に心の豊かさが位置づけられるのである。

ところで、物の豊かさとか心の豊かさとはどういうことがらを指しているのだろうか。そもそも心とは別の空間で物が論じられるということが可能なことなのであるか、素朴な疑問が生まれてくる。要するに、物が豊かになるということとはたとえばクルマや住宅を手に入れた状態を指すわけであるが、しかしこの耐久消費財を入手しても心の方は豊かになっていない、という事態をどのように理解したらよいのかという疑問である。考えるに、おおよそ、購買し消費する主体の側での心境と眼前の物とが対置されて、両者が互いに疎外された状態を想定せざるをえないのである。つまり、者と物とが一体になっていない状態なのである。だが、この議論はこれ以上進化することのできない構造になっている。そもそも、物か心か、という問いかけは結論を見ることのないエンドレスな設問であるからである。

物と心を対置させて豊かさを論じようとしても、せいぜいそれは人々の価値観や生活態度を論じるだけで、豊かさを構築する社会的なプラン作りには役立たない。ただ、看過してはならないのは、経済的に豊かになったはずなのに、「心の豊かさ」を感じられない人々が多数存在するという事実である。

その後の「豊かさとはなにか」

「心の豊かさ」が物の豊かさから生まれてこないとするならば、それは一体どうすれば実現するのだろうか。そのひとつの回答が、「ゆとり」とか「きずな」の議論であろう。

「経済大国・生活小国」というように、GNPの指標が豊かさを測る尺度にはなりえないという主張は、一人当たりのGNPという貨幣ベースではなく、いわば生活実態ベースで考える必要性を訴えたものである。暉峻淑子氏の『ゆとりの経済』（東洋経済新報社、1985年）や『豊かさとは何か』（岩波新書、1989年）は西ドイツ（当時）をモデルとして想定し、日本の生活関連社会資本がいかに貧弱であるかを詳述し、多くの人々から注目された。また、多くの日本人が「働きすぎ」であることが、結果的に日本の国際競争力を強めることになり、これは不公平であるとの欧米からの批判も投げかけられた。実際、1990年当時の労働時間は、日本が所定内と所定外を合わせて、2,124時間であるのに対して、アメリカが1,948時間、イギリスが1,953時間、そして旧西ドイツが1,598時間であった。とくに、西ドイツの数字が際立っていることが注目された。また、年間の休日等の日数は、週休日、週休日以外の休日、年次有給休暇および欠勤日をトータルして、日本が118日、アメリカ139日、イギリス147日、そして旧西ドイツが157

日である。ここでも西ドイツが際立っていることから、豊かさのモデルを当時の西ドイツに求めたのも頷けるであろう。

なお、蛇足ながら、この休日のとり方について指摘しておきたいことがある。それは、わが国では国民が一斉に休みをとるという行動が支配的で、個々人がそれぞれの事情に応じて年次有給休暇をとるというケースが少ないことである。先進国では国民の休日が最も多いのが日本で、その逆に年次有給休暇は西ドイツが29日であるのに対してわが国はなんと9日に過ぎない。これは後でも述べることにするが、ゴールデンウィークや年末年始、あるいはお盆の休暇など、国民が一斉に移動することからくる渋滞や混雑という問題を引き起こし、ゆとりのない休日を結果するだけでなく、国民の多くに機会損失を与えている。

改めて、「ゆとり」とか「きずな」について、その指標となることがらを私なりに整理してみることにしよう。まずは、「ゆとり」についてであるが、何よりも労働時間が短くて余暇時間が長いことがその第一条件である。ただし、この場合労働時間が“義務的”な拘束時間であって、決して自己実現的な時間でないことが前提になっている。つまり、労働の内容が問われないうまま労働時間だけが俎上にのぼるとすれば、豊かな時間であったかどうかについての判断は留保されなければならない。もうひとつの「ゆとり」は老後の生活が保障されているかどうか、ということである。あるいは老後ばかりではなく、働くことができなくなった折に、生活が成り立っていくかどうかの社会的なサポートの問題である。高齢化社会を迎えつつある現在、老後や失業、さらには疾病後の生活に見通しがあるかどうかは、「ゆとり」ある生活の必須条件であろう。ただしこの場合も、このサポート体制が次世代の負担増となるような仕組みでは、社会全体としてはゆとりある体制とは言いがたいことになる。

もうひとつの「きずな」についてはどうであろうか。おそらく、このきずなの指標については、その性格からして多様な意見が存在するにちがいない。この議論のベースにあるのは、コミュニティのきずなであり、したがって家族や地域、あるいはまたサークルなどとの関係をいかにして豊かにしていくのか、ということである。そのためには、家族や地域の人々、同好の人々との時間と空間を増やしていくことが求められる。先の労働時間の短縮は、このきずなを再構築するための条件であるが、さらに自由時間の拡大を視野に入れるならば、通勤時間の短縮、すなわち職住接近がひとつの指標として考えられることになる。また、既婚率や家族数、さらには町内会活動などの相互扶助活動も加えられることになるかもしれない。しかし、こうなると疑問をもつ人々もでてくるだろう。つまり、きずなは人間関係の煩わしさの元凶であり、むしろ豊かさとは無縁の「集団主義」や家父長制の押し付けであるという反論である。

生活大国という目標も、そこでイメージされる生活像によって、随分と違ったものになりそうである。

豊かさ指標のビジョン “マナビ”、“アソビ”、そして“ハタラキ”

言うまでもなく、豊かさとは生活の豊かさを指している以上、生活とはどういうことなのかという輪郭だけでも描いてみる必要があるであろう。

俗に、衣食住が足りるならば、という言い方がなされるけれど、それはすでに述べてきたことからすれば「物の豊かさ」について言及しているにすぎず、いわば生活のツールを語っているだけである。生きるということは、食事をしたり睡眠をとったりすることであるには違いないものの、それだけでは生物的な存在としての営みが表現されているだけであろう。むしろ重要なのは、「どのような」生き方をするのか、ということが生活の基本的なプロブレマティック（問題性）である。そう考え、生活を活動の視点から見て抽象化するならば、そこには“マナビ”、“アソビ”、そして“ハタラキ”という三つの要素が見えてくる。

仮に、この三つが密接に結びつき、創造的な営みとなりえた時にはじめて豊かな生活が実現すると仮定するならば、われわれは豊かさの指標をいかにしてイメージできるであろうか。

マナビとは、学校での生活だけを指しているわけではない、生まれてから死ぬまでの生涯にわたるマナビの生活であり、読書量や知恵の集積が豊かさの指標となるだろう。また、学びあう人間関係の構築がその前提に置かれることはいうまでもない。逆の言い方をすれば、学ぶことが人間の生活を豊かにするのである。もちろん、この場合の豊かさとは、繰り返しになるが金持ちになるということでは決してない。

このマナビに比較して、アソビの方は少し分が悪いように受け取られるかもしれない。しかし、このアソビもマナビに匹敵するくらい重要な生活要素である。この場合のアソビも、単にパチンコをすとかテレビゲームをすといった、非主体的な遊びを想定しているわけではない。テレビゲームなどは、受験勉強とある種同じ意味で不生産的な遊びである。自動車のハンドルやネジ・ナットにアソビがあるように、葛藤やストレスの衝撃を受け止めて緩衝機能を果たすのがこれである。クルマと歩行者、そして自転車の道路を棲み分けし、ゆっくりと散歩できる道路、あるいは自然公園の充実などは、このアソビの指標として考えることができるだろう。すでに述べたように、国民が一齐に休みをとって行楽地に出かけ疲れ果ててしまうという光景は、ここで述べているアソビの豊かさとは対極に位置しているものといえよう。

最後のハタラキについてである。私見の来し方から推察して明らかなように、ここでもハタラキとは雇用されて働く労働だけを指しているわけではない。家庭内の家事労働や無償のボランティア活動など、人と人との関係を創造することがここでの本意である。給与をえて働く労働も、それが社会的分業の一端を担っているかぎり、それは人と人との関係を再生産し、人々に働きかけていることになる。家事労働は雇用労働と違って給与を媒介しないという相違があるものの、それは家族の構成メンバーに対する働きかけである。このハタラキがあってはじめて、社会が成立する。そう考えると、現在の国民福祉指標（Net National Welfare）がG N Pをベースにおきつつも、公害・防衛費・通勤時間などの福

祉に結びつかない項目を削除して、余暇であるとか主婦の家事労働を加えて貨幣ベースで数値化する試みは、このハタラキの指標としても利用可能であると考えられる。

おわりに

何をもって豊かさの指標とするか、ということは意外と難しい問題である。古典的には、エンゲル係数に示されるように、生活費に占める食費の割合をもって測るという単純な指標であれば、意見の相違もそれほどのことではない。それは所得で測ることと発想法において同一である。

すでに述べてきたように、豊かさということはライフスタイルと密接な関係にある。それはすでに、定量的な指標ではなく、定性的なそれを意味しているのであって、極端な言い方をすれば、豊かさを論じようとするればそれは文化を論じなければならぬという二層構造になっているのである。狭い意味での経済にこだわってはいない、豊かさとか貧しさということは見えてこない性格の問題なのである。市場万能主義の考え方は、豊かさはすべて市場のなかから手に入ると考えている。対極の社会主義の考え方は、その理念をこの地球上に実現しないまま、なお理念のままにしている。どのような資源の配分方式が最も豊かな社会を実現していくのか、それを考えるためには広義の経済学が必要になってきているように思われる。

主婦が職業をもつということは貧しさの表現なのか、豊かさの表現であるのか、あるいは木造建築がいずれであるのか、その判定はコストの問題でも主観的な価値観の問題でもない。そうではなくて、それがどのような価値を創造していくのか、文化の創造という視点が求められているのである。この点のさらなる検討が私の今後の課題となっている。

ストック型社会への転換に向けた社会システムの課題の検討 ～ 今後の研究プロセスと産・学・官・民の役割分担の検討 ～

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）

坂本 圭（㈱平成総合鑑定所 福岡 不動産鑑定士）

ストック型社会に関する調査・研究については、要素技術の研究や影響・効果の分析など、予備的研究が概ね完了した段階にある。

本稿では、これまでの研究活動の総括を行うとともに、中期的な今後の研究プロセス及び研究項目を整理した。また、当面の目標であるモデル事業について、その概略設計を行った。その結果、10haの開発区域を想定した場合、一般の開発事業では約220億円の事業費となるのに対し、モデル事業では、試験研究費を含み約350億円の事業費が必要と見積もられた。

さらに、ストック型社会の実現に向けた産・学・官・民の役割について、その概略を整理した。

1 はじめに

ストック型社会に関する調査・研究については、「次世代システム研究所（九州国際大学）」や、それに関連した共同研究組織である「次世代システム研究会」を核として、総合的・多角的な研究活動が行われている。本研究報告も、これまでの研究活動の集大成として、現段階での中間的な研究成果を取りまとめたものであり、

- ・ ストック型社会の必要性和効果推計についての研究
- ・ ストック型社会の実現に必要な要素技術についての研究
- ・ ストック型社会への転換に向けて求められる社会システムの研究

などが網羅されている。

これらの研究の中には、予備的あるいは基礎的なものが多く含まれており、ストック型社会に関する調査・研究の全体的な進捗としては、予備的研究が概ね完了した段階にあるといえる。

今後は、これまでの予備的研究の成果を踏まえ、本格的な基礎研究やモデル都市におけるフィージビリティ・スタディ、モデル事業の実施による各種検証、さらには本格的な普及に向けた各種社会システムの設計・導入などを進めていくことが必要となる。

そこで、本稿では、今後の基礎研究、実証研究、社会システム設計・導入に向け、それぞれの段階で実施すべき研究テーマ等を整理するとともに、特に、当面の目標となるモデル事業の実施に向け、その概略設計等を行った。

なお、本稿の内容は、「次世代システム研究所」又は「次世代システム研究会」でオーソライズされたものではなく、あくまで著者らの私案段階のものであることに留意いただきたい。

2 今後の研究プロセスの検討

これまで行われてきた予備的研究や、今後実施すべき基礎研究、実証研究等の研究プロセスの全体像を次ページ以降にまとめている。

既存社会システムの現状把握

既存社会システムにおける

- ・ 市民生活の現状把握
- ・ 企業活動の現状把握
- ・ 地域経済の現状把握
- ・ 国際経済の現状把握 など

ストック型社会システム
における都市像の検討

- ・ 海外先進事例等の
ケーススタディ
- ・ 生活者等の意識の調査研究
- ・ 要素技術の研究
- ・ 都市設計に関する調査研究
- ・ モデル事業の概略設計 など

ストック型社会システムの
影響と効果の分析

人間活動等

- ・ 市民生活への影響と効果
- ・ 企業活動への影響と効果
- ・ 地域経済への影響と効果
- ・ 国際経済への影響と効果

自然・環境等

- ・ 自然・生物への影響と効果
- ・ 環境問題への影響と効果
- ・ 資源問題への影響と効果
- ・ 食料問題への影響と効果

ストック型社会システムの
サブシステムの検討

- ・ 法制，税制面
- ・ 行財政システム(補助金・特区等)
- ・ 地域政策
- ・ 金融システム
- ・ 都市・環境マネジメントシステム
- ・ 技術マネジメントシステム(規格基準等)



ストック型社会システムの予備設計

- ・ 全体ビジョンの明確化
- ・ 都市像の明確化
- ・ サブシステムのシステム構成の検討
- ・ 産・学・官・民の役割分担の検討
- ・ 中期研究計画の策定

フェーズ 基礎研究段階

予備的研究の詳細化・本格化

ストック型社会システムの
要素技術の実証研究

- ・ 予備的研究の詳細化
- ・ 要素技術単体での実証研究
- ・ 要素技術の費用・効果分析
- ・ 要素技術の技術基準検討

ストック型社会システムの
影響と効果の分析

- ・ 予備的研究の詳細化
- ・ 地域全体への影響と効果の
定量的分析
- ・ 他の次世代システム(循環型・
共生型など)との整合性検討

ストック型社会システム
における都市構造の基本設計

- ・ 海外先進事例等の現地詳細調査
- ・ 生活者等のアンケート調査
- ・ 都市構造の基本設計
- ・ モデル事業の基本設計と
シミュレーション など

ストック型社会システムの
サブシステムの基本設計

- ・ 予備的研究の詳細化
- ・ サブシステムの基本設計
わが国や地域に適した
サブシステムの基本設計

ストック型社会システムの基本設計

フェーズ 実証研究段階

モデル事業による検証

モデル事業の詳細設計

- ・ ストック型都市の
プロトタイプ的设计(ハード面)
- ・ モデル事業の詳細設計

モデル事業の実施・検証

- ・ 効果測定・モニタリング
- ・ シミュレーション結果との
比較・検証

ストック型社会システムの詳細設計

フェーズ 本格普及段階

ストック型社会システムの実現

以下に、各フェーズの概要を述べる。

フェーズ 予備的研究段階

ストック型社会システムに関する予備的研究については、「九州国際大学・次世代システム研究所」並びに「次世代システム研究会」を中心に、すでに、各種研究が進められており、この研究所報も予備的研究の現段階における集大成として取りまとめられたところである。本研究フェーズのこれまでの進捗状況をまとめると概ね以下のとおりである。

既存社会システムの現状把握

既存の社会システムの現状については、現段階において、北九州市の住宅事情などを中心に概ね整理されている。

ストック型社会システムにおける都市像の検討

予備的研究段階で挙げられている研究項目のうち、「要素技術の研究」については、すでに幅広く調査・研究がなされており、予備的研究としては、概ね完了している。また、「海外先進事例等のケーススタディ」や「都市構造の基本設計」についても、一部、基本的考え方の整理や具体的調査・分析が行われている。

今後は、生活者意識の調査研究やモデル事業の概略設計について、調査・研究することが必要である。

生活者意識の調査研究

大学等の研究者や企業の技術者あるいは、行政担当者等で、ストック型社会システムについて調査・研究等を行ったとしても、それが実際に利用する生活者に受け入れられなければ、本格的な普及は期待できない。

そこで、ニーズサイドの調査として、生活者意識について、調査・研究することが必要となるが、本格的なアンケート調査等については、フェーズ 以降で行うこととし、予備研究段階では、既存アンケート調査などの結果から、生活者の住宅等に対する一般的な意識を把握することが必要である。

モデル事業の概略設計

本稿次章においても、当面の目標となるモデル事業について、その概略をまとめているが、さらに要素技術の研究成果等を踏まえ、より具体的にモデル事業の概略設計を行うとともに、必要となる事業予算等を概算することが必要となる。

ストック型社会システムの影響と効果の分析

予備的研究段階で挙げられている研究項目のうち、市民生活や企業活動への影響等、「人間活動に関する影響と効果」については、すでに概算的な分析結果が報告されている。また、「自然・環境等への影響と効果」については、環境問題（CO₂や廃棄物問題）への影響、森林資源等の資源問題への影響に関する研究結果が報告されている。

今後は、自然・生物への影響や食料問題への影響などについて、予備的な研究を進めていくことが必要である。

ストック型社会システムのサブシステムの分析

ストック型社会システムの実現のためには、長寿命型の住宅や都市基盤といったハード面からの対応だけでなく、法制・税制などの様々なソフト面からの対応が必要である。こうした各種サブシステムについての調査・研究については、すでに予備的調査として、法制・税制面や金融面からの対応策、さらには地域政策や環境管理システムなどについて、調査・研究が進められている。

今後は、補助金制度や特区制度の活用など、「行財政システム」について検討するとともに、長寿命型住宅等に関する規格や技術基準など、「技術マネジメント・システム」について検討することが必要である。

以上、予備的研究段階として、今後、補完的に調査・研究を進める必要があるテーマを再整理すると以下のとおりである。

- ・ 生活者意識の調査研究
- ・ モデル事業の概略設計
- ・ ストック型社会システムの自然・生物への影響と効果
- ・ ストック型社会システムの食料問題への影響と効果
- ・ 補助金制度や特区制度など、行財政システムの検討
- ・ 規格や技術基準など、技術マネジメント・システムの検討

フェーズ 基礎研究段階

フェーズ（基礎研究段階）においては、これまでの予備的研究段階における成果や明らかになった研究課題等を踏まえ、より詳細かつ本格的に調査・研究を進めていく。

本研究フェーズの最終目標は、ストック型社会システムについて、ハード面やソフト面全体の基本設計を行うことにあるが、本研究フェーズにおいて必要となる研究領域及び研究テーマを整理すると、次のとおりである。

ストック型社会システムの要素技術の実証研究

ストック型社会システムの都市レベルでの実証研究については、モデル事業として、次のフェーズで実施するが、ここでは、それに先立ち、各要素技術単体での実証研究を行う。

予備的研究の詳細化

予備的研究段階で行った要素技術の調査・研究について、より詳細な研究を実施する。

要素技術単体での実証研究

フェーズでのモデル事業の実施に向け、長寿命型住宅や都市基盤など、要素技術単体での実証研究を実施する。

要素技術の費用・効果分析

実証研究を行う各要素技術について、現段階での費用・効果を分析するとともに、予想される普及段階での費用等を分析する。

要素技術の技術基準検討

各要素技術の確立・普及のためには、技術の内容や効果を客観的に示す規格や技術基準が必要となる。このため、必要とされる技術基準等を検討する。

ストック型社会システムにおける都市構造の基本設計

予備的研究段階においては、「ストック型社会システムにおける都市像」について、海外先進事例等のケーススタディや要素技術の調査研究、都市設計に関する調査・研究を進めてき。ここでは、これらの研究結果を踏まえ、より詳細な調査等を行うとともに、ストック型社会システムにおける都市構造についての基本設計を行う。

海外先進事例等の現地詳細調査

予備的研究段階では、海外先進事例として、英国等の状況が報告されているが、具体的な都市構造の基本設計に向けては、現地調査など、より詳細な調査を実施し、先進都市の都市構造の状況、整備されている各種社会システムの状況を分析するとともに、わが国への適用方策について検討する。

生活者等のアンケート調査

ストック型社会システムの実現に向けては、提案するストック型都市構造が生活者に受け入れられることが不可欠である。このため、アンケート調査などを実施し、長寿命型住宅等に対する生活者等の意識を把握するとともに、具体的な普及策について検討する。

都市構造の基本設計の検討

本研究領域の研究成果のほか、要素技術の実証研究等に関する研究成果を踏まえ、わが国に適応したストック型都市構造について、ハード面の基本設計を行う。

モデル事業の基本設計とシミュレーションの実施

ストック型社会システムで必要となる税制や法制については、モデル事業段階では、ほとんどのサブシステムが未整備であることが予想される。

例えば、最終的には長寿命型住宅に対する優遇税制が導入されるとしても、モデル事業段階では既存税制の下で事業を実施しなければならず、これに代わる補助制度などが必要となる。

そこで、モデル事業の基本設計においては、既存の税制や法制など、モデル事業実施段階におけるサブシステムを前提に、それに代わる代替システムを検討し、モデル地域の適地選定や当該地域における具体的なモデル事業の内容など、モデル事業の基本設計を行う。

さらに、モデル事業で検証すべき事項を整理するとともに、影響や効果などをシミュレーションすることが必要と考えられる。

ストック型社会システムの影響と効果の分析

予備的研究段階においても、ストック型社会システムの影響と効果について分析を行っているが、それらのより詳細な分析を行うとともに、地域的に普及した場合の影響と効果について、定量的に分析することが必要である。

予備的研究の詳細化

予備的研究段階で行ったストック型社会システムの影響・効果の分析について、より詳細な研究を実施する。

地域全体への影響と効果の定量的分析

予備的研究段階では、例えば、長寿命型住宅について、単体としての影響・効果が分析されている。そこで、それらの結果を踏まえ、地域全体への普及シナリオを検討するとともに、その影響・効果について、定量的な分析を実施する。

他の次世代システムとの整合性検討

我々が提案・研究しているストック型社会システムの他にも、循環型社会システムや共生型社会システムなど、次世代型の社会システムが多方面で提案・研究されている。これらの社会システムは、対立するものではなく、互いに補完すべきものと位置づけられる。そこで、他の次世代型の社会システムについて整理し、相互関連や相乗効果等を分析する。

ストック型社会システムのサブシステムの基本設計

予備的研究段階においては、ストック型社会システムに必要となる税制や法制，金融，地域政策などについて、わが国の現状を整理するとともに、海外における事例なども踏まえ、その概略を検討した。

ここでは、それらの研究成果を踏まえ、わが国や各地域に適したサブシステムの基本設計を行う。

予備的研究の詳細化

予備的研究段階で行ったサブシステムの調査・研究について、より詳細な研究を実施する。

サブシステムの基本設計

ストック型社会システムに必要となる税制や法制，金融，地域政策などについて、具体的かつ実効性のあるサブシステムを検討し、その基本設計を行う。

フェーズ 実証研究段階

フェーズ（実証研究段階）においては、これまでの研究成果を踏まえ、モデル事業の詳細設計を行うとともに、実際にモデル事業を実施し、これまでの研究成果を実証的に検証する。

本研究フェーズにおいて必要となる研究領域及び研究テーマを整理すると、次のとおりである。

モデル事業の詳細設計

ここでは、モデル地域の最終選定を行い、当該地域において実施するモデル事業について、ハード面を中心に詳細な設計を行う。

ストック型都市のプロトタイプ的设计（ハード面）

モデル事業の詳細設計

モデル事業の実施・検証

選定したモデル地域において、ストック型社会システムのモデル事業を実施し、これまでの研究成果を実証的に検証するとともに、本格的な普及に向けた課題を整理する。

モデル事業における効果測定やモニタリングの実施

既存のシミュレーション結果等これまでの研究成果との比較・検証

本研究フェーズでは、以上の研究成果を踏まえ、必要に応じて基本設計の内容を見直すとともに、次世代型社会システムの本格的普及に向けた詳細設計を行う。

3 モデル事業の概略設計

ストック型社会システムに関する調査・研究の当面の目標は、現実の地域におけるモデル事業の実施にあるといえる。モデル事業については、次の研究フェーズ以降で、その基本設計や詳細設計を行うが、ここでは、予備的研究段階として、以下のような項目について、その概略を取りまとめる。

- ・ モデル事業実施地域の予備選定
- ・ モデル事業で導入する要素技術（ハード）の検討
- ・ モデル事業で導入するサブシステム（ソフト）の検討
- ・ モデル事業の事業規模と予算

モデル事業実施地域の予備選定

モデル事業を実施する地域は、次の研究フェーズ以降で選定を進めていくが、ストック型社会システムの研究拠点が北九州市に位置することから、可能な限り北九州市内で適地を選定する。

北九州市内の候補地としては、

北九州学術研究都市エリア

当該エリアは、先端科学技術に関する教育・研究機関の集積等を目標に、複合的なまちづくりが進められているエリアであり、住宅の供給等も計画に含まれている。事業計画を今後検討するエリアも残されていることから、ストック型社会システムのモデル事業の候補地と位置づけられる。

若松区響灘エリア

当該エリアでは、北九州市によるエコタウンプラン(環境と調和したまちづくり計画)が推進されている。このエコタウン事業は、廃棄物のリサイクルなどを目標とした環境産業の育成などが中心となっているが、周辺には未利用地も多く残されていることから、ストック型社会システムのモデル事業の候補地と位置づけられる。

八幡東田エリア

当該エリアでは、産業・文化・生活が融合した「新創造都市拠点」を目指して、「八幡東田総合開発」が進められている。開発予定地内は、住宅エリア等もあること、ストック型社会システムの研究拠点である「次世代システム研究センター」から近いことなどから、ストック型社会システムのモデル事業の候補地と位置づけられる。

その他

このほか、北九州市内では、多数の再開発や区画整理等が計画されており、各地域・地区において、ストック型社会システムのモデル事業の可能性を検討していくことが必要である。

モデル事業で導入する要素技術（ハード）の検討

モデル事業で導入可能な要素技術については、その研究成果を踏まえ、今後、詳細に検討していくことが必要であるが、長寿命型建築物等を中心に以下のような要素技術を導入することが必要と考えられる。

長寿命型建築物等

- ・ 長寿命型戸建住宅（木造・鉄骨造など複数の構造のもの）
- ・ 長寿命型共同住宅
- ・ 長寿命型商業施設（事務所，店舗等）
- ・ 長寿命型家具等（家具・家電製品・各種設備等）

など

長寿命型都市基盤

- ・ 長寿命型道路等
- ・ 長寿命型ライフライン（水道，下水道，電力，通信網等）
- ・ 長寿命型交通システム

など

その他の都市基盤等

- ・ 共生型公園
- ・ 循環型建築物，都市基盤等

など

モデル事業で導入するサブシステム（ソフト）の検討

本格的な普及段階においては、ストック型社会システムに必要な税制や法制，金融システムなどが導入されるであろうが、モデル事業段階においては、既存の制度内で対応することが必要である。この場合、普及段階におけるサブシステムに代わる既存制度の範囲内での代替システムが必要となる。

また、環境マネジメント・システム等については、モデル事業用のプロトタイプの検討が必要である。

構造改革特区等の適用

現在、政府において、「構造改革特区」が検討されているが、こうした制度の適用を受ければ、既存の税制や法制等が緩和されることとなる。構造改革特区については、今後、法律の整備、特区の認定等が進められる予定であり、認定地区でモデル事業を実施することにより、対応できるサブシステムもあるものと考えられる。

サブシステム代替案の検討

- ・ 優遇税制等に代わる補助制度の検討
- ・ 既存法制の応用方策の検討
- ・ 特別融資制度等の検討

など

モデル事業用プロトタイプの検討

- ・ 環境管理指標の検討
- ・ モニタリング・システムの検討
- ・ 環境マネジメント・システムの検討
- ・ 長寿命型規格・技術基準の検討

など

モデル事業の事業規模と予算

モデル事業の事業規模や予算については、モデル事業の実施地域の規模，導入する要素技術やサブシステムの内容により異なるが、ここでは、概算的に事業規模や必要予算を試算する。

モデル事業の規模

ここでは、モデル事業の規模として、10ha程度の規模を想定した。用途別の面積は以下のとおり。

	面積 (㎡)	構成比
有効宅地	70,000	70%
住宅地	55,000	55%
戸建住宅地	40,000	40%
共同住宅地	15,000	15%
公共施設用地	5,000	5%
商業地	10,000	10%
その他	30,000	30%
道路	20,000	20%
公園	10,000	10%
合計	100,000	100%

図表1 モデル事業地の用途別面積

また、用途別の建物床面積は、次表のとおりである。

	戸建住宅	共同住宅	公共施設	商業施設
土地面積	40,000 m ²	15,000 m ²	5,000 m ²	10,000 m ²
計画戸数	160 戸	500 戸		
1戸当り土地面積	250 m ² /戸			
建物延床面積	19,200 m ²	45,000 m ²	5,000 m ²	20,000 m ²
実効容積率	48 %	300 %	100 %	200 %
1戸当り床面積 (専有面積)	120 m ² /戸	90 m ² /戸 81 m ² /戸		

図表2 建物の用途別床面積

モデル事業の予算

上記の規模を前提に、モデル事業の予算額を概算した(図表3参照)。それによると、モデル事業の建設総額は約290億円であり、これに試験研究費60億円が加わり、モデル事業の予算総額は350億円となる。ただし、同規模の一般的な開発事業を行った場合、建設総額は約220億円と見込まれることから、ネット(長寿命型にすることによる建設費の増額分+試験研究費)でのモデル事業費は、約130億円と見積もられる。

参考のため、完成した戸建住宅及び共同住宅を分譲とした場合、戸建住宅の1戸当りの価格は、一般の開発事業では、約3,800万円となるが、モデル事業ではこれが4,300万円になる。また、マンションの価格は、同じく2,100万円が2,600万円に増額する。なお、モデル事業での分譲価格には、長寿命化によるコスト増のみを考慮し、試験研究費相当額は含んでいない。

	モデル事業		一般開発事業		備 考
	単価 (円/㎡)	総額 (百万円)	単価 (円/㎡)	総額 (百万円)	
素地取得費	45,000	4,500	45,000	4,500	粗造成済みの平坦地
造成費	15,000	1,500	10,000	1,000	道路, 717ライン, 公園整備等
その他諸経費	9,000	900	8,250	825	素地取得費, 造成費の15%
開発業者利益			9,488	949	素地取得費, 造成費, 諸経費の15%
用地費合計	69,000	6,900	72,738	7,274	
有効宅地土地価格					
戸建住宅地	76,667	3,067	80,819	3,233	
共同住宅地	115,000	1,725	121,229	1,818	
公共施設用地	115,000	575	121,229	606	
商業地	153,333	1,533	161,639	1,616	
平均	98,571		103,911		
建物建築費					
戸建住宅	195,000	3,744	130,000	2,496	単価は分譲利益を含まない
共同住宅	247,500	11,138	165,000	7,425	単価は分譲利益を含まない
公共施設	300,000	1,500	200,000	1,000	
商業施設	300,000	6,000	200,000	4,000	
建築費合計		22,382		14,921	
建設総額		29,282		22,195	
試験研究費		5,856			建設総額の20%
モデル事業総予算		35,138			
モデル事業追加額		12,943			モデル事業総予算 - 一般開発事業の建設総額

1戸当り分譲価格

	モデル事業		一般の開発事業		備 考	
	単価 (円/㎡)	総額 (千円)	単価 (円/㎡)	総額 (千円)		
戸建住宅	土地	76,667	19,167	80,819	20,205	
	建物	195,000	23,400	130,000	15,600	
	建築業者利益			19,500	2,340	建物建築費の15%
	建物小計	195,000	23,400	149,500	17,940	
	合計		42,567		38,145	
共同住宅	土地	42,593	3,450	44,900	3,637	
	建物	275,000	22,275	183,333	14,850	
	建築業者利益			34,235	2,773	土地・建物建築費の15%
	合計	317,593	25,725	262,468	21,260	

共同住宅の単価は、専有面積(81㎡当りの単価)

図表3 モデル事業の予算と住宅分譲価格

4 スtock型社会の実現に向けた産・学・官・民の役割分担の検討

Stock型社会システムを実現し、広く社会に普及させていくためには、大きく次のような課題が指摘できる。

要素技術等の研究・開発
 法制・税制等の社会システムの整備
 普及促進方策の実施

それぞれの課題について、産・学・官・民の役割を示すと下表のとおりである。ここに示した役割は、各主体のそれぞれの項目における主な役割であり、今後、研究・開発や社会システムの整備、さらには普及促進方策の実施の各段階において、より具体的にそれぞれの役割を検討し、各主体が積極的にその役割を果たすことが必要である。

	産 業	大 学 等 研 究 機 関	行 政	市 民
要素技術の研究・開発				
基 礎 研 究	要素技術の基礎研究	要素技術の基礎研究	研究費等の助成	
商 品 開 発	長寿命型建築物等の商品開発	要素技術の応用研究	研究費等の助成	
共 同 研 究	産学官が連携した研究開発の実施			
社会システム等の整備				
法 制 ・ 税 制 等		必要となる法制・税制等の調査・研究	法制・税制等の整備	法制等の改正への理解と協力
行 財 政 シ ス テ ム		必要となる行財政システムの調査・研究	補助制度や特区等の整備・運用	
地 域 シ ス テ ム	地域活動への協力	地域活動への協力	地域活動拠点等の整備 地域活動への支援	地域活動への積極的参加
金 融 シ ス テ ム	長期ローン等の金融商品の開発		関連規制等の見直し	
都 市 マ ネ ジ ム ン ト シ ス テ ム		都市計画等の行政法に関する研究開発	都市計画等都市マナジシステム の整備・運用	都市計画等の改正への理解・協力
環 境 マ ネ ジ ム ン ト シ ス テ ム		環境指標・環境管理手法の研究開発	環境マナジシステムの整備 運用	モニタリング等への協力
技 術 マ ネ ジ ム ン ト シ ス テ ム	規格、技術基準等の研究	規格、技術基準等の研究	規格、技術基準等の整備	
普及促進策の実施				
効 果 の 分 析 と 周 知	分析データ等の提供	Stock型社会の効果の分析	効果等の広報と市民啓発	効果の理解と意識改革
モ デ ル 事 業 の 実 施	モデル事業への技術協力	モデル事業に関する実証研究	モデル事業の実施	市民モニターなど、 モデル事業への参加協力
進 捗 状 況 の 管 理 と 進 捗 策 の 実 施		効果等の追跡調査の実施	Stock型社会システム 転換プランの策定 普及状況の進捗管理 追加的な必要施策の実施	転換プランへの協力

図表4 産・学・官・民の役割分担

新たな「安心」社会をつくりだすために

中原 弘二（九州国際大学 経済学部 教授）

1. 「体制」の崩壊と「不安の時代」

20世紀末～21世紀初めの日本の経済・社会構造は大きく変わりつつある。といっても、社会の変化自体は常に起こっていることであり今が特別というわけではない。「...の構造的変化」や「転換期の...」等の表現は、社会科学では常套句といってもいいほどである。したがって大事なことは、変化の事実を指摘することではなく、現在起こっている変化の性質を知ることである。先ずこの点について、現代の社会政策との関連で重要な意味をもつ諸要因を以下で分析してみる。

第一に、言うまでもなく、人口構造が「少子・高齢化」の方向に大きく変わったことである。一般に年齢によって教育・労働・引退の時期が、社会的な制度または慣行として決められている産業社会では、人口の多数を占める年齢層がどの年齢層であるかということは、とくに重要な意味をもつ。この点、日本の人口の中で、60歳以上¹の高齢者が23%強(2000年)を占めるようになったことは、労働力人口の動向をとおして国民経済のありかたに影響を及ぼすと同時に、高齢者の生活保障にかんする大きな課題を社会にあたえることになる。この点については、後でもう一度触れることにする。

第二に、人口の高齢化は、単に人口構造の変化というだけでなく、それ自体が経済発展の成果であるといわれることから分かるように、経済発展がもたらす諸々の社会的変化と同時に進行している。とりわけ重要なことは、家族構造の変化である。こんにち、日本の家族は、世帯の小規模化と高齢者世帯化が一貫して進んでいることに注意が向けられねばならない。かつて、安定した「夫婦と未婚の子のみの核家族世帯」と「三世同居世帯」によって特徴づけられた日本の家族構造は、いまその様相を大きく変える²とともに、世帯における家族相互の奉仕によって果たされていた福祉的機能も、不可避的に衰退している。

第三に、日本の長期にわたる経済成長が続いた時代には、人口構造も相対的に若く、就業者の多くは雇用労働者となったが、とくに男性労働者の多くは、「日本的雇用慣行」とよばれる安定的な雇用の保障と年功賃金による「生活保障型」賃金体系によって、家族の生活を維持することができた。それは「日本型企業社会」とよばれるように、労働者とその家族が企業経営に全面的に取り込まれ、企業が一種の共同体化されることによる社会的弊害³を代償として伴ってはいたが、それが多数の労働者の雇用と家族の生活保障の条件となった限りにおいて、独特の社会安定機構として機能した。しかし、1990年代以後においては、経済不況と市場競争の激化のなかで、企業はこのような雇用慣行を非効率なものとして放棄しようとするようになり、代わって「能力主義」や「成果主義」による雇用管理を指向している。同時に、いわゆる「正規雇用者」(雇用期間を定めない雇用契約により、フルタイムで働く労働者)を「非正規雇用者」(パートタイム、

有期雇用契約による臨時雇いや派遣労働者など)によって代替させており、そのため、労働者の雇用の不安定化、賃金所得の低下が起きている。これは、「日本型企业社会」による社会安定の基盤が失われつつあることを意味しているだけでなく、本来、このような「企業社会」から切り離されざるをえない高齢者が増加しているため、企業に代わる生活の社会的保障の役割がいつそう高まっている。

第四に、日本経済の国際競争力が全体的に弱くなりつつあり、かつてのように輸出の拡大により国民所得が年々増加していくという条件が失われている。これまで政府は、個人所得の増加による「自助」主義に大きな価値を置いてきたから、増税には概して消極的であった⁴。そのため、低成長経済により税収の自然増が期待できなくなると、こうした政府の財政政策の下で国家財政の赤字が増大し、巨額の債務をかかえるようになった⁵。それゆえ政府は、財政支出の抑制を経済政策の最重要課題とせざるをえず、歳出の増加を伴う社会政策の積極的展開による、高齢社会に対応した国民の生活・安心保障の体制を構築することに成功していない。その結果、公的保障の拡大ではなく、個人と家族の責任を強調しつつ、社会保障(主として社会保険制度)による国民負担の増加を求める政策を追求している⁶。だが、このような方向は、もはや「企業社会」に依存することもできなくなる一方で、雇用と生活にかんする公的保障をも信頼できない国民多数者の不安を増大させ、個人主義的な「自己防衛」に向かわざるをえなくさせる傾向を生み出している。

2. 1980年代以後における政策動向

しかしながら、いかに日本の政府が非「福祉国家」型社会を指向しようとも、社会構造の変化とそれに伴う新たな社会的ニーズの増大は、政府の社会政策による対応を不可避なものとする。実際、高齢化社会におけるさまざまな問題が明らかになってきた1970年代から、新たな労働政策・福祉政策の方向が現れるようになった。それは1980年代になるとさらに本格的な展開をするようになり、現在に至っている。これらの政策動向は以下のように特徴づけられる。

第一に、「少子・高齢」社会へ対応するために、従来の制度的枠組みをつくりかえることが社会政策の基本になっていることである。それは、人口の高齢化率が低く、しかも「日本型雇用慣行」と安定した家族制度がうまく機能していた時代には、高齢者の所得や医療の問題は特に重要な政策課題とはみなされなかったが、これらの条件が変化した以上、高齢者の生活と福祉を保障する社会的システムを再編成しなければならなくなったからである。具体的には、年金制度、医療制度、福祉サービスなどが社会保障の中心の問題となってきた⁷。

第二に、20世紀末においてこうした高齢社会への対応を迫られた日本では、1960年代までの歴史的条件の中でこのような対応をしてきた西欧諸国とは、大きく異なった方向が政策主体によって採られることになった。すなわち、第二次大戦後初期の段階に既に高齢化社会に移行した西欧先進国⁸では、戦後経済の成長を基盤にしながら西欧型「福祉国家」を発展させたが、これよりおよそ30~40年ほど遅れて高齢化社会に移行した日本が、このような西欧型「福祉国家」をた

んに後追いするには、歴史的条件が大きく異なっている。すなわち、経済の高度成長の条件はすでに失われている一方、西欧の一部の国とアメリカでは「福祉国家」に対するコンセンサスが崩れ、社会主義の失墜とともに「新自由主義」のイデオロギーが大きな影響力をもち始めていた。これが、1980年代には、いわゆる「福祉国家の危機」といわれる状況をもたらした。

こうした歴史的状況の中で本格的な高齢化を迎えた日本における政府の基本的な立場は、むしろ「小さな政府」を目標に掲げながら、西欧型「福祉国家」への発展を回避する方向を選択することであった⁹。それにかんしては、「新自由主義」のイデオロギーによる「福祉国家」批判が少なくない影響をあたえたことは言うまでもない。

第三に、それゆえ、1980年代以後における日本の社会政策では、国民の自助努力や自己責任主義の価値を強調し、これを前提にした社会保障制度に再編することや、従来制度をこのような価値理念と矛盾しないようにつくりかえることなどが目標に置かれた。ただし、この点に関して、「新自由主義」のイデオロギーに依存する点においては国際的に共通であるが、日本では1980年代のイギリス、アメリカほどに徹底してそれを政策理念とするには至らず、これよりあいまいで妥協的なかたちを採っていることに注意すべきである。元来、アングロ・サクソン型自由主義の伝統をもたない日本では、「新自由主義」もそのままのかたちでは国民に受け入れられないからである。

それでも、日本版「新自由主義」は、全体として、社会保障の給付の引き下げと拠出の増加、福祉サービスの給付における公的関与の後退など、社会保障諸制度を変えていくことに成功した。しかしそれは、勤労者の雇用不安に追い討ちをかけるように、社会保障への信頼感を動揺させる結果になった。そのため、1990年代以後、日本経済に対する悲観的な見通しとあいまって、国民の間に「漠然とした生活不安」や「老後の不安」が広がっている。現在の日本は、「活力ある社会」から安定した「成熟社会」に至る前に、「不安の社会」に向かっているように見える。

3. 「安心」の再構築

このような状況の中で、わが国が今後目指すべき社会政策は、基本的には、第二次大戦後の「福祉国家」の基礎として考えられた原則に、当面、もう一度立ち返ることである。ここでは、社会保障が最も重要な役割をもつことは言うまでもないが、そもそも社会保障とは何のためにあるのか、という問題をあらためて考え直す必要がある。社会保障は、英語の social security の訳語であるが、security の語源はラテン語の secure であり、これは se(～が無い) + cure(心配、不安) である。つまり、社会保障(social security)とは、人間が不安無く、安心して生活できる状態を社会的につくりだすことを意味している¹⁰。

「福祉国家」の目標は、資本主義体制の中で、完全雇用を実現するとともに社会保障を整備することにより、国民に先ず安心を保障することであった。それに成功すれば、社会体制の安定を維持することができるからである。「冷戦」時代

においては、このことはとくに大きな意味をもっていたが、「冷戦」後の今日においてもその意義は変わらないであろう。むしろ、市場経済がグローバルに支配するようになった現在、あらためて「福祉国家」の原初的意義が見直される必要があるだろう。

より具体的にいえば、すべての国民が、いかなる場合でも最低限度の生活は国家によって保障されるという意味でのセーフティネット（安全網）を確立し、その維持を政府が国民に約束することである。そのために必要な財源は、基本的には租税によることが合理的と考えられる。これによって、現在、国民の多くが感じている漠然とした不安がこれ以上大きくなることを防ぐことができるであろう。

その上で、多数を占める勤労中間層に対しては、拠出を原則とする社会保険による所得保障および医療・介護サービスを受けられる原則を堅持し、その将来にわたる財政的安定を保証するようにする。公的年金に関していえば、税を財源とする基礎年金により「最低生活」を保障した上で、所得比例型の年金を社会保険によって保障する。さらに余裕のある階層には、私保険や貯蓄により、より多くの所得を自助努力で確保できるよう支援する必要がある。

こうして、生まれてから死ぬまでのライフサイクルの過程で直面するさまざまなリスクに対して、公的な社会保障と市場で供給される私的な「保障」とを組み合わせながら、所得とサービスを得ることができるシステムがあれば、国民は「安心」を保つことができるであろう¹¹。

4. 新たな「福祉国家」体制に向かって

第二次大戦後の歴史の大きな成果である「福祉国家」体制は、1970年代以後の経済構造の変化や「新自由主義」イデオロギーからの攻撃にもかかわらず、解体されることはなかったが、同時に、新しい経済・社会・国民意識の諸条件に適合的なものとなるよう、その再編成・再構築を進めなければならなくなった。その決定的な条件の第一は、福祉国家が先進国に共通の「少子・高齢」社会へ適合的であることである。人口構造の変化＝高齢化は、中長期的には、労働力人口比率の低下の方向へ影響をおよぼすと考えられるから、これに対して、労働力人口比率をできるだけ低下させないよう、政策的に誘導することが重要となる。

わが国では、近年、長期にわたる景気の低迷と人口の高齢化を反映して、労働力人口（就業者＋完全失業者）と労働力人口比率（15歳以上人口に占める労働力人口の割合）がともに減少・低下する傾向が現れている（下図を参照）。すなわち、労働力人口はこれまで年々増加を続けてきたが、1998年（平均）の6,793万人をピークに減少傾向にあり、2001年（同）は6,752万人となっている（総務省「労働力調査」）。減少率は0.6%に過ぎないが、労働力人口が頭打ちになっていることは明らかである。労働力人口比率も、やはり1998年以後わずかずつ低下し、1997年の63.7%から2001年は62.0%に低下している。労働力人口の動向およびその裏側としての非労働力人口の年齢階級別の傾向などは、今後の日本経済と社会保障にとって重要なインパクトをあたえるものであり、無視でき

ない条件である。

15歳以上人口のうちの、就業者でも完全失業者でもない「非労働力人口」を年齢階級別に見ると、1986年では、学生を多く含む24歳以下の若年層が28%を占める一方、60歳以上の高年齢層は35%であった(男女計)。しかし、2001年になると、24歳以下は20%に低下する一方、60歳以上の高年齢層が51%を占めるまでになった(同)(「2001年労働力調査年報」)。このように、人口の高齢化とともに、高齢者の非労働力人口が増加していることがわかる。

第二に、経済の「グローバル化(globalization)」が進む中で、国際競争の条件をできるだけ公平にすることがいっそう求められるようになっていく。福祉にかんしては、各国における労働条件・社会保障や福祉サービスの水準における不均衡が大きすぎると、それは人件費や財政コストの格差に基づく、国際間の不公平(unfair)な競争条件をうみだし、ひいては「悪貨が良貨を駆逐する」ことにもなりかねない。この問題に関しては、労働政策・福祉政策の国際的共通化＝「福祉国家」から「福祉世界」へという大きな課題に取り組まねばならないが、ここでは指摘だけにとどめる。

第一の問題に関しては、こんにち、先進国の間では、「福祉から勤労へ(welfare to workfare)」という発想の転換が進められている。すなわち、従来、労働市場におけるハンディキャップのある人々(高齢者、児童を扶養する母親、障害者など)に対する所得や福祉サービスの保障が重視されたが、現在では、むしろそれぞれの条件の中で個人のもつ能力をできるだけ活用し、社会的労働に参加できるように支援することに力点が移されている¹²。これにより、社会の労働力人口を維持して経済発展の条件を確保する一方、福祉費用の社会的負担を緩和することを目指すと同時に、すべての人々の社会的労働への参加による社会的統合を進めることが期待されている。

こうした動向を前提とするとき、現代の経済・社会に適合的な「福祉国家」に改革する条件として、雇用の多様化による「新しい働き方」のシステムをつくりだしていくことが不可欠と考える。それは、「少子化」対策としても重要な意義をもつものとなるであろう。

第一に、とくに有配偶・子持ちの女性や高齢者にとって働きやすい労働環境をつくりだすという課題である。それは、女性が就業と出産・育児とを両立させることによって出生率の低下に歯止めをかけるだけでなく、男女がともに労働と「家族的責任」(家族のための家事・育児・介護など)を両立させ、真に男女が平等に社会的労働に参加し、家族生活を営むことを可能にすることになる。この点で、これまでの性別・年齢別による極端な役割分業を見直し、個人の意思や条件にできるだけ対応しながら、しかも不公平を伴わないかたちでの「多様な就業形態」を定着させなければならない。

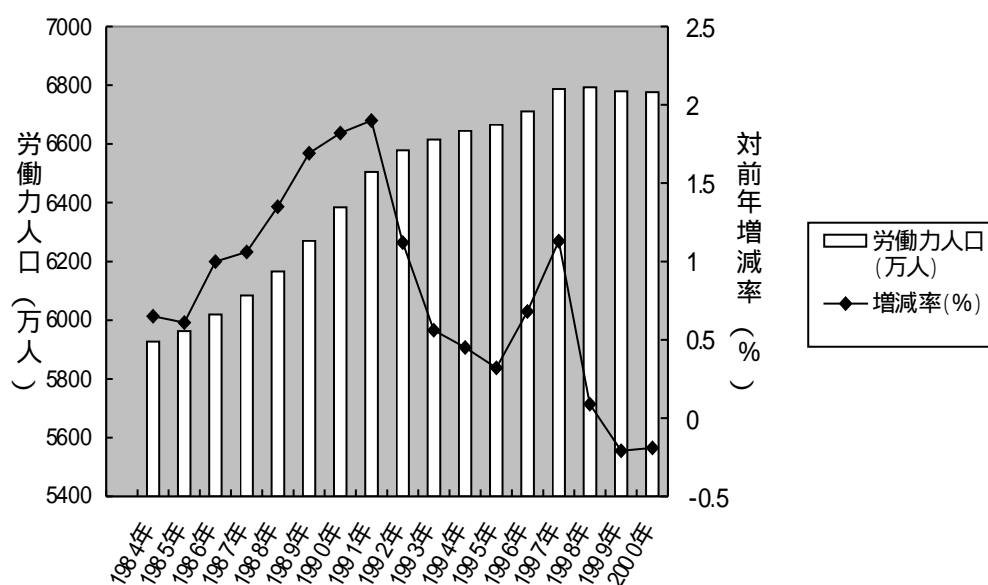
第二に、これとも関連するが、新しい目的をもった「ワークシェアリング」(work sharing)を実現しなければならない。これにより、女性も若者も、そして増加する高齢者も、それぞれの条件に応じて社会的労働に参加しながら、それぞれの貢献に応じて公正な報酬を得ること(＝仕事の分かち合い)によって自立す

ることができる。それは、個人の条件と意思に応じた「多様な働き方」を可能にするためでもある。「多様な働き方」が可能となることによって労働力人口が増えることを目指すのである。同時に、社会的労働に参加することのできない者は、社会保障による生活保障と、自助努力による備えにより安心を得る。

第三に、個人個人がその能力を十分に発揮できるためにも、生涯を通じた職業能力の維持・向上が必要となるから、それを社会的に支援するための政策的方策が必要となる。労働者の再教育・再訓練の機会を保障するための労働時間の短縮と長期休暇制度、教育・訓練費用の社会的負担などがその代表的なものとなるだろう。

市場経済社会では不可避免的に生じる、社会の構成員間における所得の不平等や階層化は現実として認めながら、誰もが(ハンディキャップのある者が社会から排除されるのではなく)、社会におけるそれぞれの条件に応じた役割と位置をしめることのできる社会の実現を目指して、そうした理念に沿った労働政策と福祉政策を結合しながら進めることがこれからの課題となる。

労働力人口と対前年増減率の推移



(資料)総務省統計局「労働力調査年報(平成13年)」

(注)

1 通常、人口の高齢化を示す指標として65歳以上人口が採られるが、わが国では、被雇用者の場合60歳での定年退職制を適用される者が約8割を占めているので、この点からすると、先ず60歳以上人口の動向を見ることは意味があると考えられる。

2 「世帯人員別にみた世帯数割合」を見ると、世帯総数に占める「4人世帯」の割合は、1980年頃の26%弱をピークに、2000年には18%にまで低下している一方、「1人世帯」と「2人世帯」を合わせると50.4%に達している。同様に、「夫婦と未婚の子のみの核家族世帯」は、43%から33%弱へ比率を下げている一方、65歳以上の者のみで構成される「高齢者世帯」の割合は、4.8%から13.7%へ3倍近く増加している。高齢者(65歳以上)のいる世帯のみについてみると、1980年当時は半数の世帯が「三世帯世帯」であったが、2000年にはこの割合は26.5%に低下している(厚生労働省「平成12年・国民生活基礎調査」)。世帯構造・類型にかんするこのような動向は、「少子化」(2000年の14歳以下人口の割合は14.6%)がつづく以上、今後ますます進むと予測される。

3 いわゆる「過労死」に至るほどの長時間労働や過密労働が恒常化していることは、その典型的な例である。

4 わが国の国税負担率(国民所得に対する国税収入の比率)は、1991年以後、低下傾向にある(1991年度17.0% 2001年度14.0%)。一方、「国の歳出総額に占める租税および印紙収入の割合」も低下を続け、2000年度は56.8%に過ぎなくっており、この比率が80%~110%を占めているフランス・ドイツ・イギリス・アメリカと対照的である(稲垣光隆編『図説・日本の税制・平成14年度版』9~11頁)。

5 平成11年度の政府債務の合計額は489兆円(うち国債が343兆円)に達している(総務省統計局編『日本の統計2002』、216頁)。このため、「財政赤字を含めた潜在的な国民負担率は(平成)14年度において46.9%と推計される」(加藤治彦編『図説・日本の財政(平成14年度版)』東洋経済新報社、59~60頁)。

6 社会保障負担率(国民所得に対する社会保障負担の比率)は、1980年代は9~10%台であったが、90年代以後は上昇を続けている(1990年度11.3% 2002年度見通し15.5%)(稲垣光隆編、前掲書、11頁)。

7 1998年度の社会保障給付費(72兆1,411億円)のうち、高齢者関係給付費は66.3%を占めている(『平成13年度版社会保障入門』中央法規、30頁)。

8 例えば、65歳以上人口の割合が10%に達した年次を見ると、フランス(1943年)、イギリス(1946年)、スウェーデン(1948年)、ドイツ(1952年)に対し、日本では1985年である(国立人口問題・社会保障研究所編『人口統計資料集2001/2002』39頁)。

9 それを最も典型的ななかたちで表明したのは、1970年代末から80年代初めの政策指針とされた「日本型福祉社会」論であり、具体的政策としては「第二次臨時行政調査会」による行財政改革であった。

10 関連した言葉にnational securityがあり、これは「国防」または「安全保障」を意味する。

11 橋本俊明『安心の経済学 ライフサイクルのリスクにどう対処するか』(岩波書店、2002年)。

12 アメリカでは、1996年に、従来の福祉制度Aid to Families with Dependent Children(AFDC)を廃止して、貧困者の就業促進的なTemporary Assistance for Needy Families(TANF)を新たに制定した(Isabel V. Sawhill et al eds. Welfare Reform and Beyond; The Future of the Safety Net. The Brookings Institute, 2002)。また、OECDは、社会保障による高齢者の引退促進効果を弱め、雇用促進的に作用する政策の必要を提唱している(Maintaining Prosperity in an Ageing Society, OECD, 1998)。EUも、「活力ある福祉国家(an active welfare state)」のスローガンを打ち出し、より多くの人々が社会的労働に参加できる社会政策を目指している。(Foreword by Frank Vandenbroucke, in Gosta Andersen ed., Why We Need a New Welfare State? Oxford University Press, 2002. p.ix)。

ストック型社会システムへの転換政策の進め方

岡本 久人（学校法人九州国際大学 次世代システム研究所 所長）

1. 背景

ストック型社会への転換で期待できる国家的なパラダイムに関しては、既に論じられてきた。その概要を改めて整理すると以下ようになる。

国民に豊かな生活（他の先進国並）を保障する。

すなわちストック型社会への転換は、後の世代に資産を残す政策である。世代が進む毎に国民の資産が蓄積していく過程で、生活レベルを下げず必要生活コストを下げることができ、そこに生じる「ゆとり」は日本人の文化レベルの向上にも大きく寄与できる。

真に持続的な地球環境を保全できる。

ゼロエミッション型社会の実現だけでは、真に持続的な地球環境を保全できない。地球環境を真に持続的にするためには、「地球の資源循環システムに人間の資源循環システムを同調させる」ことが必須である。すなわちストック型社会への転換は、その必要条件である。この政策は「21世紀『環の国』づくり会議」答申の実効解でもある。

産業・経済の健全化と新たな発展

経済の基盤である日本の産業（第1次・第2次・第3次産業）は、構造的な高コストのために今日の国際競争の中では健全に存続できない。日本の高コスト構造は、生活コストに直結した日本の高賃金に起因しているところが大きい。

ストック型社会への転換で、生活レベルを下げず必要生活コストを下げることで日本人の賃金を健全化できる。更に道路・建築物等すべての社会インフラを長寿命にして公共コストを下げれば、それらは交互作用的な効果を生む。このようにして日本の生産コストを健全化すれば、日本の経済・産業・技術が、国際競争の中で健全に存続できる。

またこの政策転換で得られる長寿命型の技術イノベーションは、日本に新たな産業分野を創出し、それは日本型経済構造を追従するアジア諸国にも大きく貢献できる。この政策転換の具現化には、長寿命型インフラ整備が伴うがそれに50年以上の期間が必要である。この過程で、現在の日本の経済産業のもう一つの構造的な課題である土木建設業界を健全化することができる。

国民に明確で具体的な夢・希望・方向を与える。

現在、国民が一番求めていることは「日本人としての夢・将来に対する希望・日本が進むべき具体的な方向」である。「ストック型社会への転換政

策」は、国民に対して明確なビジョン、すなわち夢・希望・方向を与えることができる。

「ストック型社会への転換」は、少なくとも現状の経済破綻の出口となり得る政策である。経済の国際競争力に関しては、仮に通貨・円の為替レートを半分に落とすことで一過性の対応ができたとしても、国民の豊かさや経済問題・環境問題の基本的な構造は変わらない。

ストック型社会への転換に必要な技術的・理論的シズは、現在の日本に既に存在している。広視野・長視点、数世代にわたる長い時間軸の政策は、現在の日本人が最も苦手な分野であるが、変化・変動が激しい今後の人間社会において国家・民族の安全保障を構築するという最重要の命題であるため「ストック型社会への転換」は現在の日本において不可欠な政策である。

2. 転換政策のシナリオ

日本社会をストック型社会に転換するために必要なシナリオのABCを以下に整理してみた。

A. 研究・検討課題

A-1. ストック型社会への転換 / 研究・検討領域

ストック型社会への転換に向けたニズおよびシズの概要は、すでに多くの分野で検証されつつある。しかしながら、ストック型社会への転換は日本の国策を180°転換することを意味する。国民のあらゆる階層の理解と合意を得るために、更に詳細な転換の必要性と効果を確認・検証するための調査・研究が必要である。

Fig. 1 研究・検討領域 - 1

【ストック型社会への転換 / 必要性と効果に関する詳細研究】

生活の豊かさとの関係	理論確認のための 調査・研究領域
経済面からの必要性と効果	
環境面からの必要性と効果	

ストック型社会への転換に向けたインフラ等の長寿命化の技術的可能性については、個々にではあるがシ - ズ技術、シ - ズ理論が既に存在することが分かっている。しかしながら我国にはそれに対するニ - ズが存在しなかったため、それら個々のシ - ズ技術・シ - ズ理論が現実の場で応用される機会は極めて少なかった。そのため個々のシ - ズを組み合わせた実証研究・実証実験等も必要である。ストック型社会さらに資源自律型の地域圏を創出するための要件となる研究・検討領域の概要を F i g . 2 に整理してみた。

Fig. 2 具現化・転換のための研究・検討領域 / 技術的領域

研究・検討領域						主たる関係省庁
長寿命型インフラ	素材	組合せ技術	長寿命型建築物	長寿命型都市圏設計ルール	資源自律型地域圏設計ルール	
	建築構造		長寿命型			
	土木構造					
	流通基盤	複合基盤（道路・交通・情報・ライフライン等施設）				
	ライフライン					
長寿命型産業基盤		資源循環				
自然共生・生物回廊の保全						
食糧	農業・畜産基盤の保全					
	水産基盤の再生・保全					
森林資源基盤の長期的保全		再生保存則				
統合理論（工学・自然科学・社会科学）						

上記の領域はタテ割り型社会環境に所属する個別専門分野の視点で見れば、一見複雑に写るかもしれない。だがこれは既存の技術シ - ズを単にヨコ割りに統合した組合わせ領域であり、我が国でも技術的には実現可能であると考えてよい。

一方、ストック型社会への転換に向けた社会システム上の研究・検討領域は、従来の社会システムを 180° 方向転換することを意味するため課題は多い。F i g . 3 に、その要件となる研究・検討領域の概要を整理してみた。これには長寿命化のための投資の増加分に関わる、最初の世代と次世代以降の人々の世代間コスト負担の課題や、移行期・完成期の産業・経済・生活等の検証も必要であり検討すべき課題が多い。

F i g . 3 参照

F i g . 3 具現化・転換のための研究・検討領域 / 社会システム等領域

	研究・検討領域	主たる関係省庁
ストック型・長寿命型社会 転換対応	税制・法制	
	長期金融制度	
	各種社会制度	
	中長期地価政策	
	新産業連関予測・評価・対応	
	新産業構造転換政策	
	各種 標準・指標	
	長寿命型 / 新国土政策	
	現状対応街づくり	
	長寿命型実験都市の試行	
	各種評価指標	
	世論形成	
	ストック型社会転換政策	
	食糧・森林資源自律政策	
	統合理論（社会科学：他科学）	

A - 2 . ストック型社会への転換プロセス

社会インフラ・生活インフラ等の長寿命化を進め、日本社会をストック型社会システムへと転換する過程は、概ね F i g . 4 に示すようなステップを踏むことになる想定している。

F l g . 4 具現化に向けたステップ

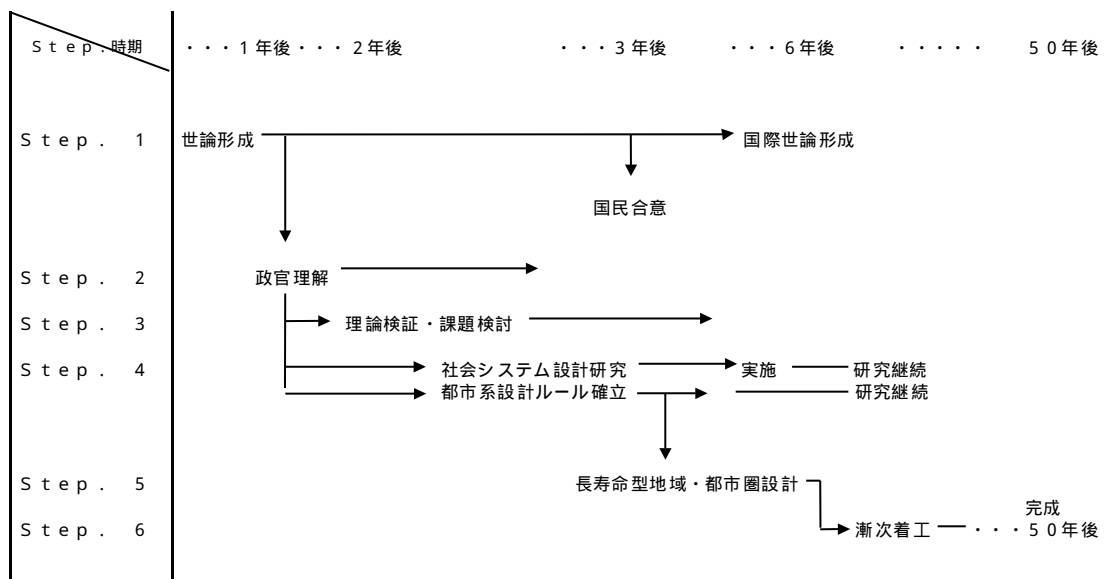
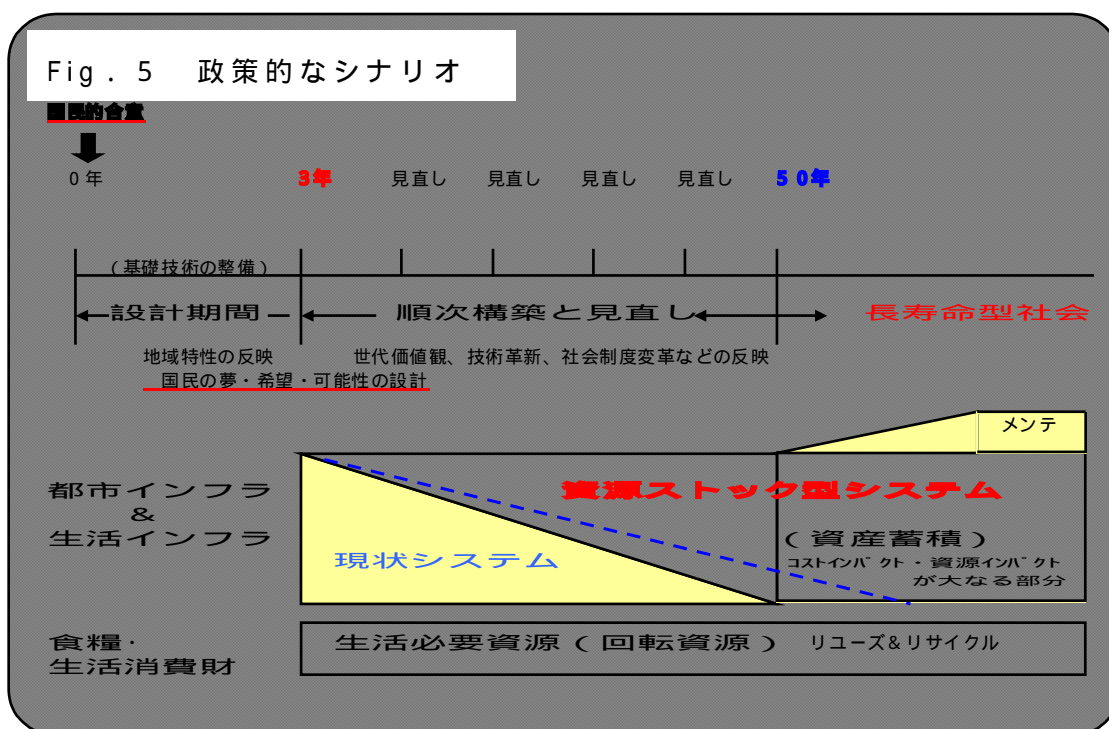


Fig. 4において、今日の日本全体あるいは次世代の国民の機会損失を最小にする意味から、個々のステップに着手するタイミングが重要である。すなわちタイミングが遅れるほど、社会全体および地球環境全体の損失は大きくなる。

理解をふかめるために、Fig. 4における Step. 5 および Step. 6 の概念・進め方について Fig. 5 に詳細を示す。



ストック型社会にむけた長寿命型地域・都市圏の創出に着手する地方都市等は、Fig. 5に示すように50年後に完成する理想系を、例えば3年間をかけて設計する。ここで最初の1年は設計ルールに従った自らの地域の調査や検討を行う。2年目は地域の文化・住民の意思を反映した設計図を住民が描く。それを基に3年目は専門家等による複数の理想系を設計し、次世代を担う住民(青少年層)を含めた合意で選択する。

4年目以後は設計図を基に、実行できる部分から長寿命型インフラ等の再構築に着手し、例えば50年後に理想系が完成することを目指す。勿論、世代の交代期など定期的に、元の設計図の見直し改訂が必要であるかもしれない。

A-3. ストック型社会への転換/推進のための枠組みと課題

中心となる推進主体と課題について考えてみる。まず日本社会の中で誰が「ストック型社会への転換」の担い手となり得るかを考察してみる。

国民：ストック型社会への転換が最も必要と考えるはずの主体は国民である。しかしながら今日の日本の知識中心型の国民性は、自らこのような発想に至る感受性や思考をとらない。マスコミや教育で与えられる知識が重要な行動指針となる。したがって「ストック型社会への転換」が国民主体で始動することは我が国では考えにくい。少なくとも初期段階においては、国民に対しては情報提供、すなわち世論形成が重要である。

政治：国家や地域の基本的な政策を立案・施行するのは政治である。しかしながら我国では有限任期で部分（利益）代表で決まる挙制度等の関係から、国会議員・地方議員ともに「ストック型社会への転換」のような広視野・長視点の政策に関心が向く環境にはない。

しかしながら少数ではあるが、立法府の役割の認識から広視野・長視点で思考し行動する政治家の存在もない訳ではない。そのような政治家への理解を深める活動が必要である。

行政：中央省庁も地方行政もそれぞれの立法府の政策を実行することが基本的な機能役割であるため、世に種々の批判があっても構造的にタテ割りにならざるを得ない。行政機能の分割された部分を担当させられる立場からは、世の批判とは逆に部分最適解型社会の矛盾を十分に認識している立場でもあるはずだ。従ってタテの構造をヨコ割にする枠組みが整備されれば、中心的な推進母体となり得る。

地方自治体：立法・行政を含めて地方自治体を考えるとき、中央の立法・行政と独立的に自治を企画・立案する場は少ない。だが「ストック型社会への転換」は地域毎の資源自律圏や地域文化としての資産の形成と蓄積を推進することであるため、自ずと地方自治体が能動的に活動できる機会でもある。従って各地方自治体は「ストック型社会への転換」における実践の場として、重要な位置を占める。

産業界：日本の産業の地位が限りなく低下する背景には国際化に伴う経済環境の変化に関して、中心的な産業・企業の責任的立場に在る人々の認識と行動に誤りがあったという指摘は否めない。その更なる背景には、日本の場合、多くの大企業の経営者はサラリマン経営者であり、立場上有限の任期内で自己が所属する分野の最適解のみを指向せざるを得ない環境に在る。すなわち政治家と同じ条件があり、広視野・長視点での思考や行動に対する動機が強く働く環境に置かれてはいなかったと考えてよい。

だが幸い末端の技術者達は、各種の長寿命型技術を創出しており、今後の展開においてそれらの技術シズが生かせるような枠組みが必要である。

学界：今日の学問の動向は、限りなく細分化に向かう傾向がある。この傾向は限りなく増加しつつある学会の数の推移から認識できる。これは個別の分野を指数的に進化させる効果があるが、一方で限りなく部分最適解型社会に向かう危険性を孕んでいる。今日の日本の社会課題からマクロ的に見れば、日本の学問が非力であったと見る立場も否定できない。

すなわち個別の理論を、人間社会や地球環境のニーズに対して統合する理論が無ければ学問も不毛である。そのため学界に対しては全ての科学を統合できる理論の構築が期待される。

B．国家政策としての「ストック型社会への転換」のための体制案

前項の「推進のための枠組み」で述べた視点から、転換政策のための行政関連の枠組みを Fig. 6 に模式的に整理してみた。各省庁に関連する産業技術や学界の理論を付随させた体制を想定する。

Fig. 6 転換政策のための行政関連枠組

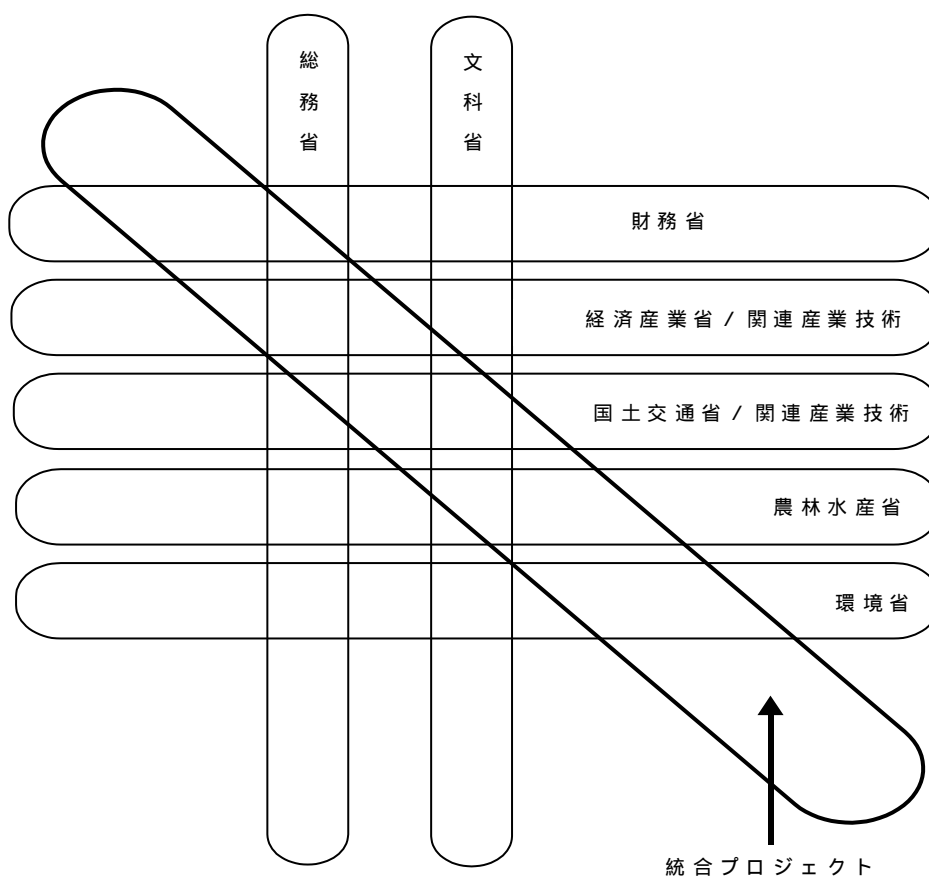


Fig. 7に示したような国家政策のパイロット事業が展開できるならば、この場からストック型社会の実現のために必要な各種の技術指標・社会指標を得ることができる。その意味でこの種のプロジェクトを、気候・自然環境・風土・文化等の異なる地域毎に「実験都市特区」として展開することが重要な役割を果たすことになる。

3. 今後の展開に関する考察

ストック型社会への転換は、日本の従来の政策を180°転換することを意味する。そのため、その展開に向けた対応すべき課題は無数に存在すると考えてよい。むしろ現状の日本社会をストック型社会に転換することは不可能に近いと考えた方が理解しやすい。

そのような状況の中で、あえて今後の展開を考察する際のプライオリティは以下のようなだろう。

世論形成

世論形成こそが最大の課題であろう。我国をストック型社会に転換するというような広視野・長視点の数世代にわたる長い時間軸のプロジェクトは、社会構造的に現在の日本人が最も苦手な政策である。将来の日本と日本国民にとって不運なことではあるが、現在の日本における政界・業界・学界・行政そして一般国民の意識の中には、このような広視野・長視点の問題認識は希薄で、その正義感も限定された範囲内の部分最適に止まり、ましてや世代を超えた正義感など期待しにくい。

一方、日本を除く先進国の国家投資は、後の世代の資産となり得る投資である。我国も国家予算の少なくとも10%は後の世代の資産となるような、将来に向けた政策を早急に展開しなければ、日本は早晚先進国の地位を失うことになるかもしれない。ストック型社会システムへの転換は、現時点において正に岐路にある日本が選択すべき政策である。この政策転換に成功すれば、現在の日本社会が抱えている多くの矛盾も明快になってくる。

例えば次の世代に資産を残すならば、高齢者が本当に大切にされる社会になる筈だ。現状のままの高齢者優遇政策は、いわば世代間搾取の側面があり、社会的にも持続できず世代間倫理としても成立する筈がない。

現在の閉塞状態を打破する経済政策としても、後に続く日本国民の安全保障の基盤構築に邁進するこの政策転換は、広く国民に受け入れられるはずだ。

何よりも政策転換は国民が目指す方向・目標を明確なビジョンとして示すこと

ができる。それは国民に夢や希望や可能性を与え、疲弊した国民の活力の源泉となり得る。更にそれは日本文化に対する自信と日本人としての誇りを取り戻し、ひいては愛国心の根源となり得る。愛国心は強制するものではあり得ない。国という環境を愛せるか否かである。

ストック型社会への転換に向けた世論形成の第一段階において、政治家や産業界の人々の理解が得られないならば、現代の日本社会の指導的立場にある彼等が世代交代するまで待つしかない。しかしながら、このような状況が長く続くなれば日本の民主主義は、やがて失敗するかもしれない。だからこそ、このような社会環境の中で世論形成する方法こそ最大の課題なのである。

この世論形成という重要な場においては、一般的な日本人の理解の方法が思考型ではなく知識移転型であることを認識しておく必要がある。すなわち世論形成の手段としては先行事例を示すか万人の共通認識となるまで広報し続けるしかない。当面の間は先行事例が国内には存在しないため、多大な時間と労力を要する後者の手段に専念するほか選択肢はない。ストック型社会への転換政策は、現状においては非常に難しい挑戦であるが、日本と日本人の未来のために不可避な政策なのだから。

具体的なプロジェクト体制と予算の確保

いずれかの地方行政での具体的なプロジェクト、あるいは国家政策でのF / Sプロジェクト等々で、具体的な体制と予算が確保されれば、次項の理論形成の展開は可能である。

理論形成

社会が向かうべき方向が決まれば理論形成は比較的に容易に展開できると思われる。なぜならば技術的・理論的にはシ - ズは存在しており、基本的には個別の理論を統合するプロセスであるからだ。すなわち実現するための技術面の検証や、転換するための政策・制度・社会システム等の研究・検証等々、その内容は既に述べたとおりである。

ストック型社会システムへの転換政策を進める上での最大の課題は、最初の世論形成にあると言える。

以上

ストック型社会形成の政策的有効性

平澤 冷（政策研究大学院大学 政策研究科 教授）

本報告では、ストック型社会の政策的有効性について、どのような視点や枠組みで評価すべきであるか、有効性の高いストック型社会をどのようにして実現していくべきであるかについて考察を深めることを目的とする。

ストック型社会に類似した概念として、循環型社会や環境共生型社会がある。これらの概念モデル間の有効性の比較は、具体的な事例に則して行うことにより個別により明確にすることが可能であるが、本報告では、これらを総体として比較するために、それぞれ「長寿命モデル」、「循環モデル」、「共生モデル」として定式化し、それぞれのモデルが内包する原理的な利点や欠点について比較を試みる。（図1）

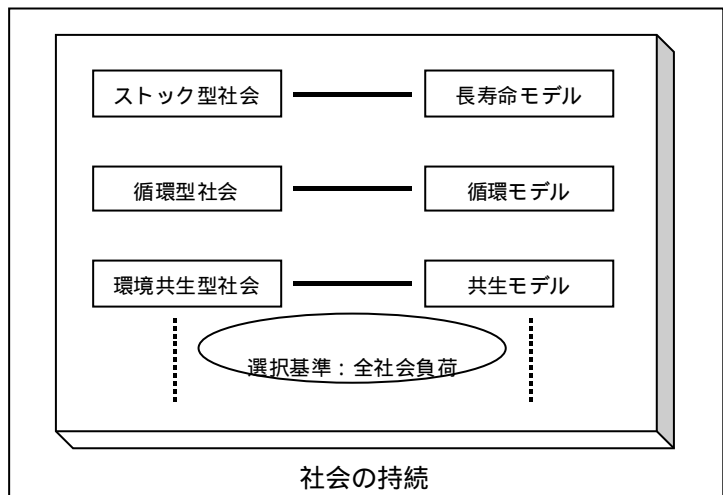


図1.本報告の枠組み

1. 政策評価の視点

政策の評価は、端的には「費用対効果」のような評価指標を測定することに尽きるが、現実的な問題として費用対効果を測定することは一般に極めて困難である。（図2）困難さの原因は主に「効果」の側の測定にあり、単純化して言えば、効果の及ぶ範囲と広がりを見逃さず捉え、かつその効果

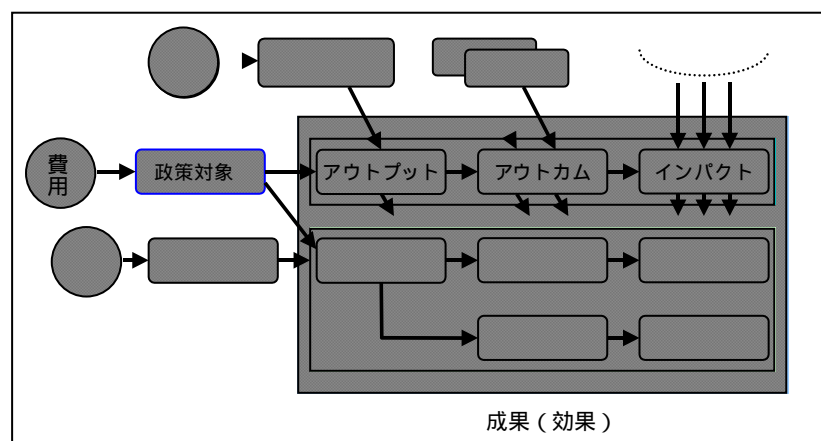


図2.政策評価の視点（1）：費用対効果

の実現に対する当該投資の寄与の割合（寄与率）を同定することが困難であるからである。特に、社会経済的価値の実現をめざす政策の評価においては、「効果」の広がりや範囲が広大である事に加え、その価値の受け止め方が社会の中で多様であるため、一元的に「効果」の大きさを特定することがほとんど不可能であることに由来する。

そこで幾つかの便法が用いられることになるが、その最たるものは、政策目

的として設定した「効果」のみを取り上げ、その「効果」が全て当該政策のみによって実現したとする場合である。或いはの替わりに、測定できる範囲の効果を可能な限り拾い出し、その成果全てが当該政策のみによって実現したとする場合もしばしばみられる。このようなご都合主義的な評価の下で政策を展開することは、悪意の有無は別としてほとんど詐欺に近い行為であり、本研究では採用しない。

ここで採用する方法はベンチマーキングの一種であり、「効果」の大きさそのものを同定するのではなく、同程度の効果をもたらす複数のアプローチに関し、投入する費用(コスト)の側を分析し、費用の少ないアプローチがどの程度他のアプローチ

に比し、「費用対効果」が優れているかを明らかにする方法を採用する。このような分析により、他のアプローチを採用する場合、付加的なコストを社会に対してどの程度(付加税等として)支払うべきかが明確になり、最適アプローチに向けて社会システムを政策的に誘導する際の合理的根拠も得られる。(図3)

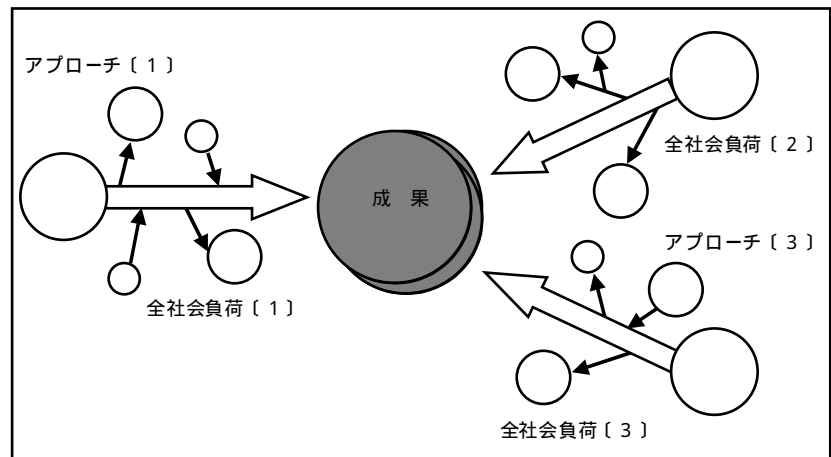


図 3. 政策評価の視点(2): 全社会負荷

2. ストック型社会の政策的有効性に関する評価の枠組み

コストの側を分析することも、実はそれほど容易なことではない。コストを把握するための境界条件をどのように定めるのが合理的であるかが先ず問われなくてはならない。時間的、空間的境界はもとより、関係者や関係事象の広がりについても何らかの合理的な範囲が設定されるべきである。

たとえば、公的資金は単年度予算の原則に従い、当面の政策目的(たとえば或る道路建設)が実現されるならばコストの安い方法(工法)が採用される。いわば初期最適化であるが、もし建設コストは高くてもメンテナンスコストまでを含めると全体としては安くなる方法(工法)があったとしても、それが採用されることはない。これは不合理であり、実現された対象(道路)が存続している間のコストも方式採用の際に考慮されるべきである。

ところで、道路のコストはこのような直接的な建設コストや運用コストだけではない。

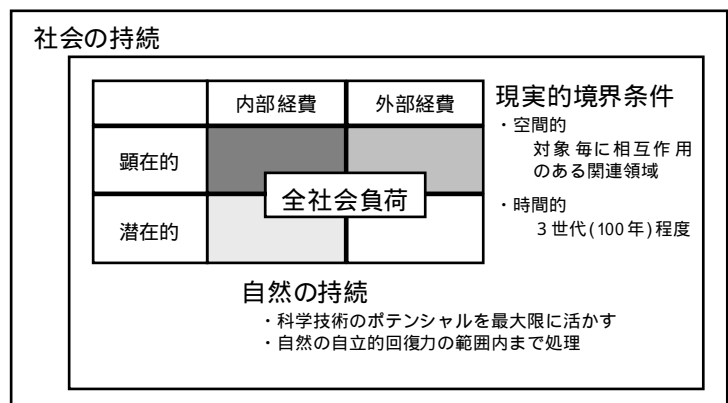


図 4. コスト分析の視点

直接的な経済活動に伴うコスト(内部経費)だけではなく、補償費のような社会コストや公的資金による研究開発費、さらには地方自治体がこの道路のために支出する環境対策費のような現に支出されている外部経費がある。また、現に支出されていないが、社会経済的価値を他の方式(選択肢)と同一にするために支出すべき潜在的な内部経費や外部経費もある。(図4)

このような経費のうちどこまでをコストとして算入すべきかの合理的な根拠が必要である。

本報告においては、部分最適化をさけ可能な限り全体性を考慮する立場から、自然環境の持続性の確保を大前提とし、科学技術のポテンシャルを最大限にいかし、同一の利用価値を有する「資産」(政策目的)の全過程、すなわちその形成と維持および廃棄において

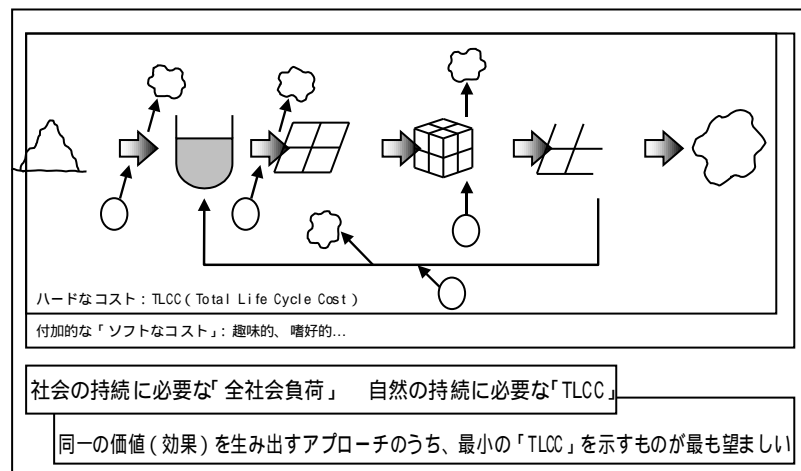


図5.全社会負荷

社会全体が負担すべき「全社会負荷」を最適化の指標とする。この場合の全社会負荷は、自然環境の持続を境界条件として算出した「全LCコスト」(TLCC: Total Life Cycle Cost)に相当する。TLCCデータは、素材レベル、構造物レベル、フィールドレベルに分けて算出し集約すべきである。(図5)

また、ここでは政策対象の「資産」の総体を「ハード系の社会資産」と呼ぶことにする。その場合、民間の住宅、公共建築物、道路・橋梁等の社会インフラ等がその代表的事例である。住宅に対する支出は、我が国の場合、個人の生涯総支出の30%に達し、個人支出の最大項目となっている。また、政府建設投資は30兆円を超え、政府支出の40%近くに達して、ここでいう社会資産がその大半を占めている。従って、社会資産の支出の効率化は、個人にとってもまた我が国全体にとっても大きな意味を持つ。

社会(共同体)にとって最も重要なことは、社会の持続性である。自らが属する社会の破滅は誰もが望まない。社会の持続性の前提は自然環境の持続であろう。その意味で自然環境の持続性を大前提とすべきことが理解できる。しかし、ここで再び時間的ならびに空間的な広がりをもとに取るべきかに関し、現実的観点から改めて考慮する必要がある。それは、持続性の継続期間であり、また共同体の広がりについてである。当然のことながら、未来永劫に持続する方式は単一では有り得なくて、様々な摂動のなかで、知りえた境界条件の変化をその都度考慮し、修正を繰り返していくしか方法が無い。その際現実的には世代的に責任の持てる少なくとも3世代(100年)程度は見通しておくべきであろう。また、空間的広がりに関しては、第一義的には自然のメカニズムによる移動の可能性に応じて境界領域が設定されるべきであろう。たとえば、温室効果ガスについては全球

的な広がりの中で最適化が図られるべきであるし、植生に関しては固有の群落が広がる遥かに狭い領域で最適化が考慮されるべきである。問題は人為的なメカニズムによる移動の結果として生ずる自然環境の持続性の喪失についてであり、この場合は相互作用のある関係領域全体を考察の対象に据え最適化を図るべきである。

3．長寿命モデル・循環モデル・共生モデルの相互比較

長寿命モデルの適用例として、住宅について考えてみよう。住宅の寿命が、我が国の場合平均 27 年という試算があるが、これは欧米先進国に比し、著しく短い（例えば英国では 140 年）。そのため、TLCC を寿命で割った単位使用期間当たりの TLCC は極めて高価なものとなる。我が国の場合、一生涯かけて稼いだ収入をつぎ込んで獲得した住宅を、一代で消費してしまうことに相当し、社会資産がストックとして集積していない。いわばフローの社会であり、ストックの恩恵を受けていない。購買力平価で換算した収入が高くて、それが合理的に使用されていないために、同一の利用価値を実現するために余分のコストを支出し、結果として豊かさを享受できていない。この例にみられるように、長寿命モデルは資産(ストック)の経済性について評価する際に有効であり、長寿命化を導き手(ガイディングプリンシプル)として開発を進め、「TLCC/寿命」を指標として最適化を図ることになる。

その際、素材レベル、構造物レベル、フィールドレベルの 3 階層に区分し、素材レベルでは、主要な構造材料として、コンクリート、鉄鋼、プラスチック、木材等について TLCC/寿命を算出し、構造物レベルでは、戸建て住宅、集合住宅、社会インフラ等について考察を深め、またフィールドレベルでは、都市と地域(立地配置)を取りあげるべきであろう。構造物レベルやフィールドレベルでは、素材の機能を活かしそれぞれのレベルでの固有の設計思想を加味してモデルが構築されるべきである。例えば、建築物に関し、スケルトン/インフィルの考え方があり、鉄骨系のスケルトンは既に実用化が図られようとしているように、この思想を都市レベルや地域レベルに適用し、「都市のスケルトン」や「地域のスケルトン」という概念を実体化した設計が必要になる。

循環モデルでは、資源制約の観点が見直され、着目する対象物質に関し部分最適化が図られる傾向がある。例えば現在ペットボトルのみマテリアル・リサイクルが義務づけられ、他のプラスチックに対しては、サーマル・リサイクルも許されている。TLCC で試算するとサーマル・リサイクルの方がペットボトルに対しても合理的であることがわかるが、「資源循環」の観点から部分最適化したために、社会全体としては余分のコストを支出していることになる。しかし、資源循環自身は重要な視点であり、それをガイディングプリンシプルとして多様な循環メカニズムを開発し、同様に「TLCC/寿命」を指標として最適なメカニズムを選択するならば有効にこのモデルを活用することができる。

共生モデルには、「自然不可侵型」から「自然育成型」まで多様なモデルがある。またこの場合「共生」の程度も「完全シンク口型」(自然からの所与のみを利用する)

から「自然持続型」(自然環境の自律的回復力が維持される範囲内での摂動を許容する)まで多様である。自然育成型とは、生態系の合理性を支援する立場である。例えば、松林が近年著しく消滅してきているが、その原因の一つに下草の刈り取りを行わなくなったため(林業における人手不足や農業の人工肥料への傾斜が高まった結果、入会地からの堆肥原料としての下草が不要になった等の原因のため)林相が豊栄養化し、害虫の発生や他の侵入植物の繁茂を許すことになったと考えられている。このような場合、松林の維持(生態系の合理性)のためには、適切な人工的支援が必要であることになる。我々は、生態系の合理性について、既にかんりの知識を有していて、その科学技術的知識も最大限動員して共生を図るべきである。自然環境の持続性を前提とする場合、共生モデルの視点もまた重要である。しかし、この場合も様々な共生モデルを想定した後、「TLCC/寿命」を指標として最適化を図るべきである。「自然不可侵型」や「完全シンクロ型」では同一価値を生み出すまでの期間が極めて長くかかり、結局コストパフォーマンスとしては比較劣位になるであろう。

いずれのモデルにおいても、同一の利用価値を実現するための「全社会負荷」(= TLCC/利用期間)を指標として比較する。なお、通常用いられている LCC (Life Cycle Cost) は部分的な TLCC であり、いわば簡単に推定できる(従って数値として信頼性の高い)範

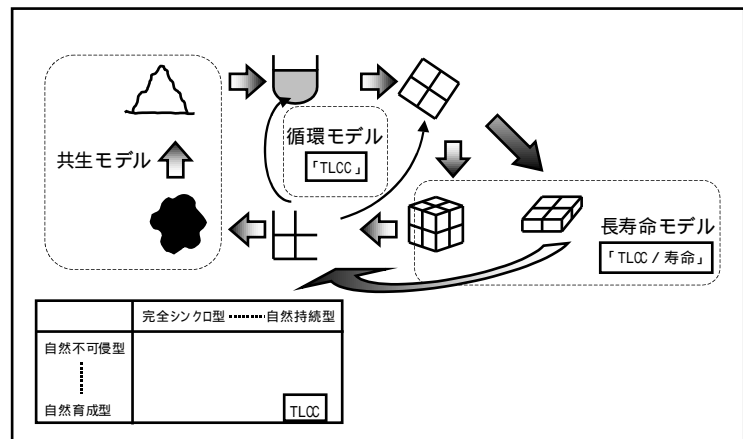


図 6. 評価の局面

囲の LCC のみを用いることが多く、そのままでは TLCC とはならない。例えばエネルギーを利用するプロセスで、化石燃料を用いるとしても、CO2 の処理費用は算入していないし、また NOx についても実用化されている処理レベルにとどまっていることが多い。本来であるならば、自然の持続性が確保される範囲内(つまり自然の自律的回復力が維持されている範囲内)までの処理を想定して、現在利用できる(実用化されていないが)技術を用いて処理した場合のコストを加えるべきである。このコストは推定値であり、従って、TLCC の値は、ある幅を持ったものとなる。しかし LCC ではなく TLCC として算定することの意味の方がはるかに大きい。

4. 政策的誘導装置としてのインセンティブループ

以上述べたように、科学技術の見地を最大限に生かして、多様な視点からシミュレーションモデルを構想し、最適なメカニズムを選択することになるが、その結果が現行の社会制度(例えば税制や種々の規制等)やしきたり、意識、文化等のために導入できない場合、社会の受容性を確保できるように、社会が自律的にその方向に転換していくことを支援する制度や環境条件を整え、社会の中に存在

する多様な価値観を一元的に否定することなく、徐々に最適メカニズムに向かって転換していくための政策装置を考案する必要がある。その原理は、関係する社会の構成員(セクター)の間で成立するインセンティブループを強化する施策を考案することに相当する。

響灘風力発電計画に伴う環境影響（鳥類対象）評価／調査報告書

風力発電の環境影響評価（アセスメント）では鳥への影響が常に問題になるが、その環境影響評価の方法論には明確な先行事例がなく関係機関で問題になっていた。そこで 風力発電の鳥に対する影響評価の評価手法を、響灘風力発電の環境影響評価を受託・研究し、具体的な方法論を環境省・アセスメント協会・自然保護団体等に提案した。

なおこの評価手法については、TLOの対象として関係機関で検討中である。

響灘風力発電計画に伴う環境影響（鳥類対象）評価／調査報告書

1．はじめに

北九州市若松区響灘地区は、ゼロエミッションを目指した資源循環基地として各種の、いわゆる静脈産業の建設が鋭意進められている。これに加え環境調和型の風力発電事業がこの地に計画されることは、地球温暖化防止・地球環境保全という世界的潮流の中で意義深いところである。

しかしながら北九州地域は地理的意味から鳥類の渡りの中枢経路（生物回廊）に位置し、更に当該地が鳥の繁殖や渡来地として国際的にも注目されている場所であり、風力発電における風車の鳥への影響いわゆるバ・ドストライクが危惧されてきた。

そこで事業者の依頼を得て、この風力発電事業の鳥への影響予測と評価に関して、定量的な調査を行ってきたので報告する。

2．影響評価／調査の考え方

今回の環境影響評価のための調査の目的は「風力発電用風車の野鳥への影響を予測し評価する」ことである。その目的を達成するために必要な具体的な「判断」や、その「判断」に必要な具体的なデ・タを得るための「調査」、等々の思考ロジックを表 - 1 に系統図として示した。

表 - 1 の系統図では、各枠（機能）間の関係を表すル・ルとして、「どの位置に在っても、左側に目的を、右側に手段を示す」ように表現している。本調査は調査計画書に示したこの表 - 1 に示す思考ロジックに従って、個々の調査についてデ・タ収集・解析等を実施し、当該事業が鳥に与える影響予測を行ってきた。しかしながら系統図（表 - 1）における鳥類に関する実態調査（B - 1）で「如何なるデ・タを収集するか」という基本的な部分は、影響予測（B - 2）の判断ロジックに律則される。そこで以下の調査報告では、次章でこの「基本的な判断ロジック」を説明し、後は系統図（表 - 1）に従って報告書としての項目立てを行っている。

調査研究協力

生物及び自然環境定量評価研究会、日本野鳥の会北九州支部（森本嘉人、岡田 徹 他）、和 泰

3 . 基本的な判断ロジック

このアセスメント調査は図 - 1 に示すように、将来その場所に立地するであろう「風車回転面におけるバ - ドストライクの確率を予測する」することが基本的な目的である。

そこで鳥類に関する実態調査 (B - 1) では、図 - 2 に示すように、将来その場所に立地するであろう「風車回転面」に相当する高度・空間の鳥の密度を観測結果から推定できるようなデータ収集をする必要がある。

しかしながら実際の観測では「将来その場所に立地するであろう風車回転面」の範囲が分からないので、風車の仕様から「観測しやすい高度・空間の範囲」を決め、図 - 3 に示すように「観測した高度・空間の範囲」と「風車回転面に相当する高度・空間の範囲」の比率から回転面における鳥の密度を推定するようにした。

また「風車回転面に鳥が存在する場合に、風車翼が鳥を打つ確率」(C - 3、C - 4) は図 - 4 に示すように、当該事業の風車の仕様から算定することができる。

上述の基本的な考え方を基にした調査結果を以下に述べる。

4 . 鳥類に関する実態調査 (表 - 1 : B - 1) / 調査結果 - 1

観測地点、観測方法等々については調査計画書および中間報告書 (2 回) で記述したのでここでは割愛する。

4 - 1 . 実態調査 (C - 2) / 調査報告書その - 2 以後の観測データ

別紙 - 1 参照

4 - 2 . 風車回転面における鳥の密度・Dの推定

冬鳥渡来期における鳥密度	(Work- 5)	} 別紙 - 2 参照
春の渡り期における鳥密度	(Work- 2)	
コアジサシ繁殖期における鳥密度	(Work- 3)	
夏期における鳥密度	(Work- 3)	
秋の渡り期における鳥密度	(Work- 4)	

5 . 当該設備におけるバ - ドストライクの確率 / 調査結果 - 2

5 - 1 . 当該設備 (仕様) の風車翼が鳥を打つ確率・P (表 - 1 : C - 3、C - 4)

あるサイズの鳥が風車の回転面を通過する時、その鳥が風車のブレ - ド (翼) に打たれるか否かは、風車の仕様 (ブレ - ド径や翼幅) とその回転速度に律則する。従って鳥が風車のブレ - ド (翼) に打たれるか否かは、風車の仕様により異なる。そこで当該事業の風車の仕様・条件 (風速等) から、回転面内を通過するあるサイズの鳥が打たれる確率を計算した。

この場合、大きな鳥や飛翔速度が遅い鳥は、当然風車のブレ - ド (翼) に打たれやすい。ここでは実態の観測結果から、当該地で対象となり得る代表種の翼幅・体長やその飛翔速度等を測定・調査して標記の計算を行った。

なお代表的鳥種としてはソリハシシギ、ウミネコ、アオサギを、また風車の仕様条件としては風速 1 0 m / sec、1 7 m / sec、2 5 m / sec. を選定して標記の確率を計算した。

別紙 - 3 参照

5 - 2 . 検討できなかった因子

風力発電設備におけるバ - ドストライクの確率を検討する上で、以下の因子についても本来的には調査すべきである。しかしながら、これらの因子の調査・研究は個々の立地でのアセスメント調査で実施するにはテ - マが大き過ぎ、国家的に風力発電の導入を推進する、例えばN E D Oのような機関で検討されるべき項目であろう。そのためここでは、検討の考え方だけを述べる。

鳥が風車を回避する範囲 (鳥の目の識別能)

鳥は生き物であり視力をはじめとする感覚知覚がある。従って飛翔方向の前方視野に障害 (風車) を認知すれば、当然回避行動をとるはずである。人間の場合、視力や視野内視力分布が分かっているので、視野内に障害物が出現した場合その障害物の大きさが分かれば、それを認知できる視距離が理論的に計算できる。

一般的には鳥の視力は人間の視力より高いと言われているが、鳥の視力を人間と同等とするか鳥の視力が分かれば、風車を鳥が認知できる距離を推定できる。すなわち鳥の飛行速度と旋回能 (回避のため) からどの距離から回避できるかを推定することは可能である。なお鳥の視力は網膜単位面積当たりの視細胞の密度から推定できるという考え方がある。

風車翼面での大気密度・風圧等の影響

風車はプレード面に風が当たり風車を回転させているため、当然プレード面の空気圧や気速は高まる。水車で魚の衝突死が見られないように（水と空気の密度は異なるが）風車表面でも跳ね返しの力が働いている可能性がある。そこでプレード表面における気速とその周辺に生ずる力の分布等をシミュレートし、この力を確かめるため必要がある。これによって衝突直前のプレード表面において鳥体にかかる力を推定し、その結果から鳥体の挙動を推定することができる。

一般の人々が誤解しやすい「航空機のプロペラ」との違いは、翼周辺の空気圧が正か負かの違いである。

海外の風力発電設備でのバードストライク事例の定量評価

現実に風力発電・風車とのバードストライクの報告事例は多数ある。だが一方で、バードストライクが問題にならない風力発電設備の存在が多数あることも知られている。そこで今後風力発電の導入が急速に進む我が国では、これら海外の風力発電設備でのバードストライクの実例について、以下の視点から調査し定量評価する必要がある。

- A) バードストライクが頻発する立地（地域・国）とそうでない立地の条件比較。
- B) バードストライクが頻発する立地（地域・国）において以下の点を定量評価する
 - 他の類似条件の構造物（風車ではない鉄塔や高圧線など）との有意差
 - バードストライクを起こした「種」と他の「種」との有意差
 - 風力発電設備のスペックでの有意差

6．影響予測と影響の評価

6 - 1．当該地の当該設備仕様でのバードストライク発生予測 / (C - 5)

前項で述べた当該設備（仕様）の風車翼が鳥を打つ確率（P）と、風車回転面における鳥の密度（D）の結果から、当該地において、鳥と当該設備の風車が接触する確率を単純に算定できる。これが当アセス調査の目的である「当該事業の影響予測」の指標である。そこで各季節毎にバードストライク発生回数を予測した。

冬鳥渡来期におけるバードストライク発生回数予測

春の渡り期におけるバードストライク発生回数予測

コアジサシ繁殖期におけるバードストライク発生回数予測

夏期におけるバ - ドストライク発生回数予測

秋の渡り期におけるバ - ドストライク発生回数予測

別紙 - 4 参照

6 - 2 . バ - ドストライク確率の評価 / 当該事業の影響評価

今回の観測データを基に算定した別紙 - 4 の結果を見ると、年間を通じて 8 基の風車に鳥が衝突する回数は 6 ~ 7 回と予測される。またこの結果には今回の検討で対象外とした因子（鳥が回避する確率等）を含んでいない。これらを総合すると、当該地において当該の設備仕様の風力発電が稼働した場合、鳥への影響が大きいとは言にくい。

7 . バ - ドストライク回避の手段 (B - 3)

今回の調査で予測できなかった要因も考えられ得る。そのためバ - ドストライク回避の手段は可能な限り検討されるのが望ましい。そこで以下のバ - ドストライク回避の手段を提案する。

7 - 1 . 誘導植樹帯 (誘導型生物回廊)

当該地はヒヨドリ等の陸鳥の大群が渡るルート上に在ることが知られている。そこで、これらの陸鳥の渡りの経路を植樹帯で形成し、その植樹帯の方向を風力発電設備を外すように設計することでバ - ドストライク回避を目指すものである。図 - 1 は響灘臨海工業地における自然創成研究における事例である。

図 - 5 参照

7 - 2 . 夜間のバ - ドストライク回避の手段

鳥の中には夜間に移動したり渡りをする種も多い。そこでこれら夜行性の動物に対して風力発電施設の存在を明示する手段を講じることが望ましい。

例えば、夜間のライトアップ、あるいは風車に蛍光塗料を塗布し B . L (ブラックライト) を照射する方法等が考えられる。これらの手段は単に鳥との衝突を回避だけでなく、施設の景観・美観を保つ手段としても有効であると思われる。

以上

表 - 1

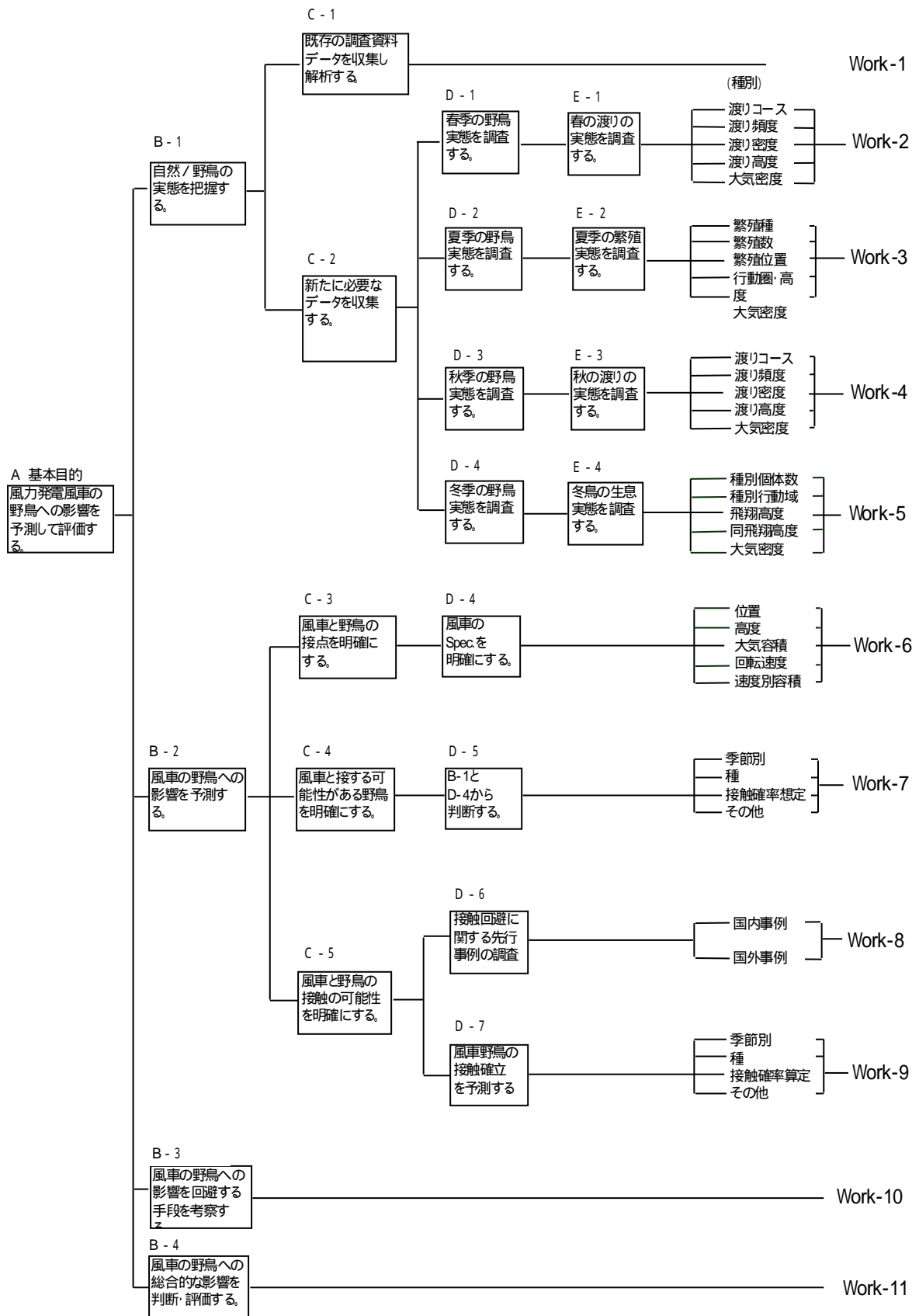


図 - 1

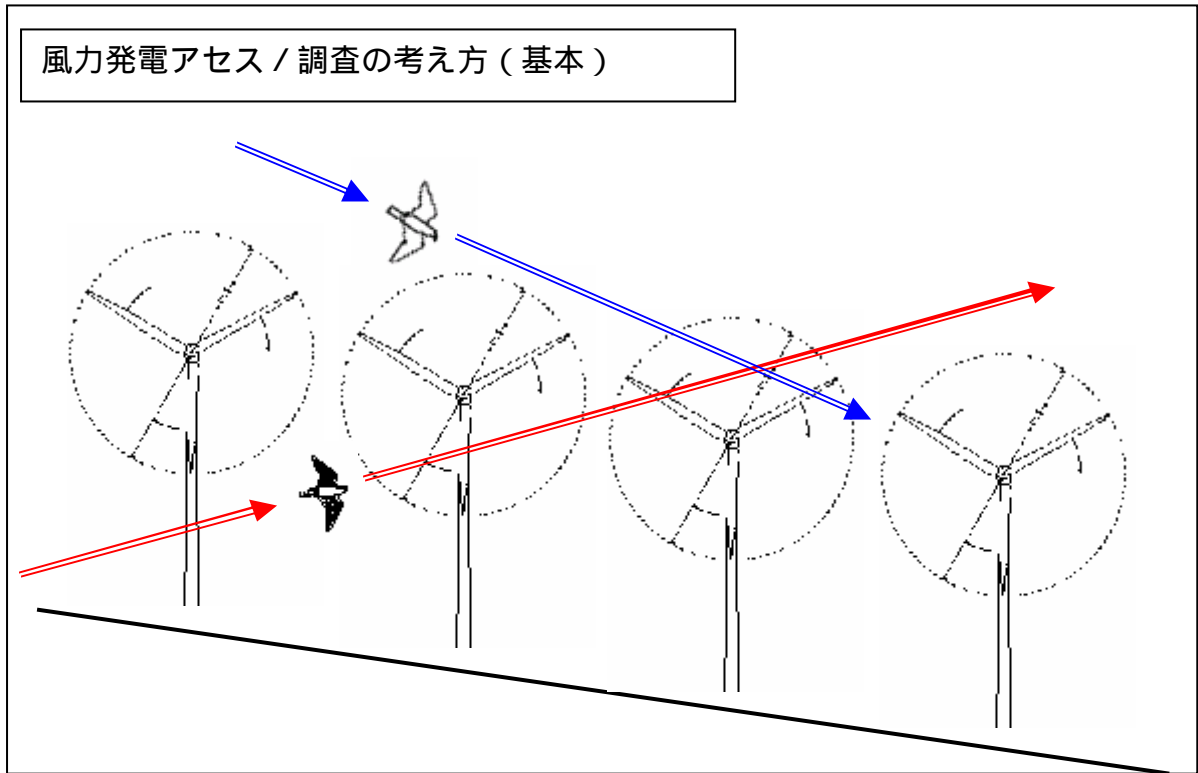


図 - 2

影響評価の判断指標：バード・ストライクの確率(p)

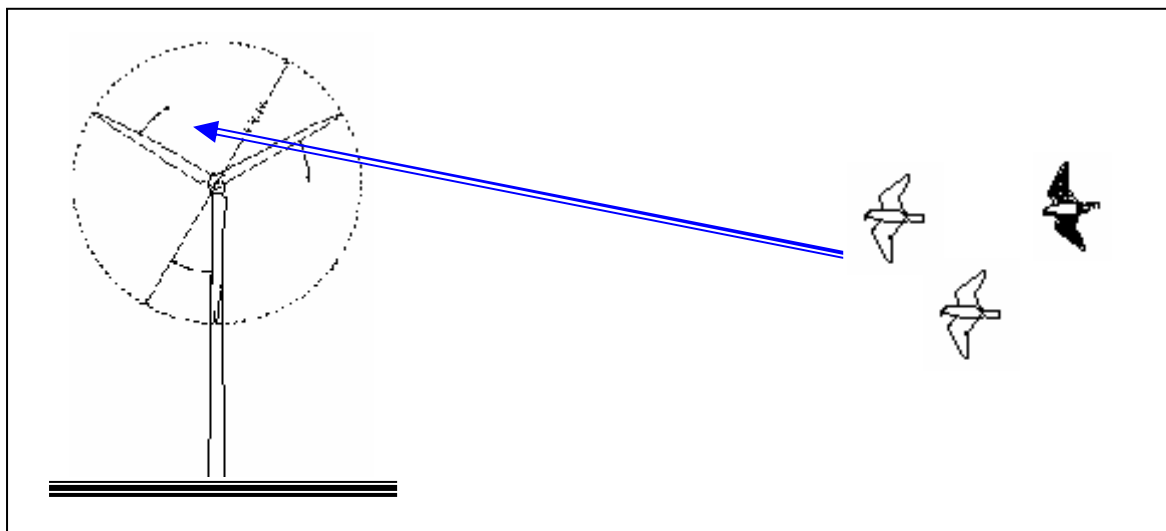
$$P = B_p \times N$$

回転面を通過する鳥を翼が打つ確率(B_p)

仕様解析

回転面を通過する鳥の個体数(N)

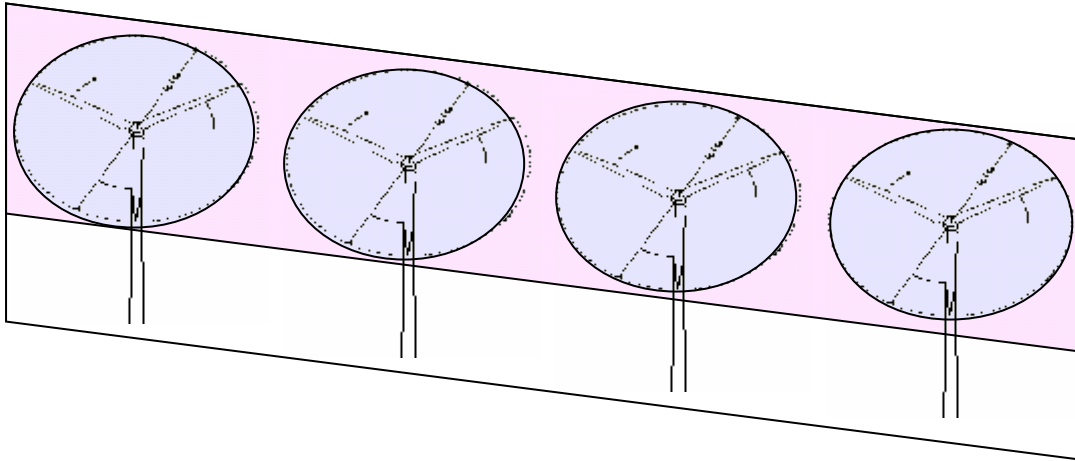
観測



☒ - 3

観測：【目的】回転面を通過する個体数(N)の把握

$$\text{ロジック：} N = \text{観測面個体数} \times \frac{\text{回転面面積}}{\text{観測面面積}}$$



観測：通過数 / 単位時間

層別条件：季節別、時間帯別、(気象条件別)

データ：統計量

☒ - 4

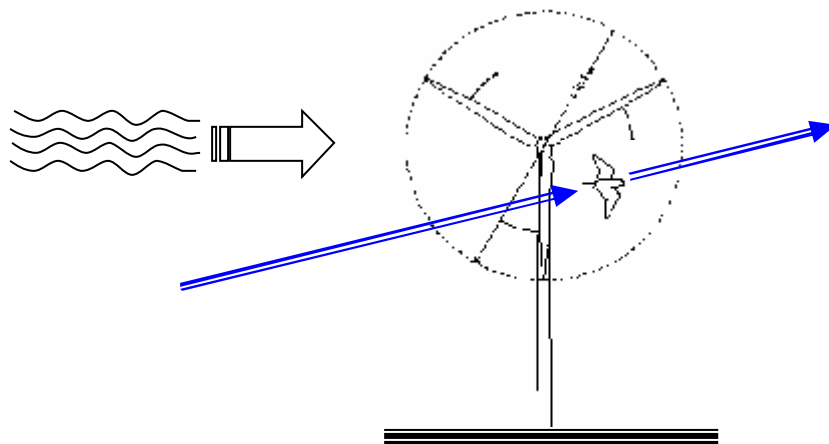
仕様解析：【目的】回転面を通過する鳥を翼が打つ確立(B_p)

風車の使用：

風速 ————— 回転数
 翼幅
 翼長 / 回転数 ————— 周速度

鳥の条件：

鳥の通過速度
 鳥のサイズ 体長・翼幅



別紙 - 2 風車回転面における鳥の密度・Dの推定

観測時期		観測結果		個体密度 / $10^6 \text{ m}^3 / 1 \text{ hr}$.
		観測容積	観測個体数 / 観測時間	
冬 期	1	$36 \times 10^6 \text{ m}^3$ (8P x 300L x 200W x 75h)	200 / 3.5 hr	1,206 個体
	2	$36 \times 10^6 \text{ m}^3$ (8P x 300L x 200W x 75h)	104 / 3.5 hr	
春の渡り期	1	$36 \times 10^6 \text{ m}^3$ (8P x 300L x 200W x 75h)	327 / 3.5 hr	1,833 個体
	2	$36 \times 10^6 \text{ m}^3$ (8P x 300L x 200W x 75h)	201 / 3.5 hr	
コアジサシ繁殖期		$18 \times 10^6 \text{ m}^3$ (4P x 300L x 200W x 75h)	102 / 3.5 hr	1,619 個体
夏 期		$22.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ (5P x 300L x 200W x 75h)	82 / 3.5 hr	1,041 個体
秋の渡り期		$22.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ (5P x 300L x 200W x 75h)	33 / 3.5 hr	0,429 個体

観測個体数は幅(W)200mに換算した値

冬鳥渡来期における鳥密度調査 (Work-5) H14.3.2 & H14.3.9
 春の渡り期における鳥密度調査 (Work-2) H14.5.6 & H14.5.18
 コアジサシ繁殖期における鳥密度調査 (Work-3) H14.7.7
 夏 期 における鳥密度調査 (Work-3) H14.8.25
 秋の渡り期における鳥密度調査 (Work-4) H14.9.8

別紙 - 3

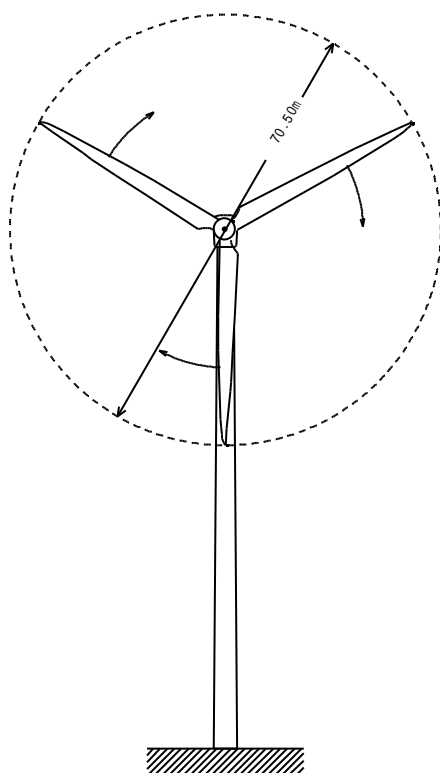
鳥と風車の衝突確率

風車と鳥の衝突確率

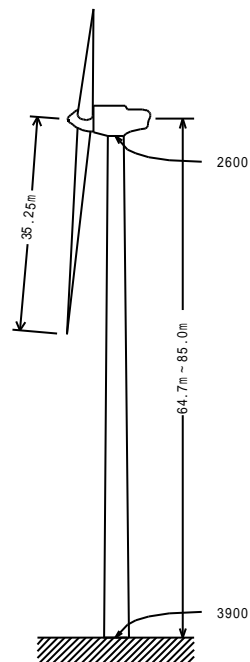
1. 考え方

飛翔中の鳥と風車（図1. 参照）が衝突する確率の算出について、以下のように考える。

1. 「衝突」を、「風車のブレードが回って来る時間」が「鳥が風車の回転面を通過する時間」より早かった状況と定義する。
2. ブレードが回って来る時間（の長さ）は、ブレードの回転速度、鳥が通過する回転面の位置及び鳥の翼の幅で決まる。
3. 鳥が風車の回転面を通過する時間は鳥の飛行速度、鳥の体長及び鳥が回転面を通過する角度により決まる。
4. 以上の因子の連関から風車回転面において、風車と鳥が衝突する確率範囲を算定することが可能である。
5. 標記で算出した衝突の確率範囲と、風車建設予定地で観測した「鳥が風車の回転面を通過する確率」のデータから、鳥と風車が衝突する確率を推定することができる。



正面図



側面図

図 1 . 風車の外形図

2 . ブレードと鳥の衝突の可能性を判断するための計算モデル

2-1 . ブレードの回転面を通過する鳥の位置

鳥がブレードの回転面に到達した瞬間の鳥の位置を、図 2 のように表示する。

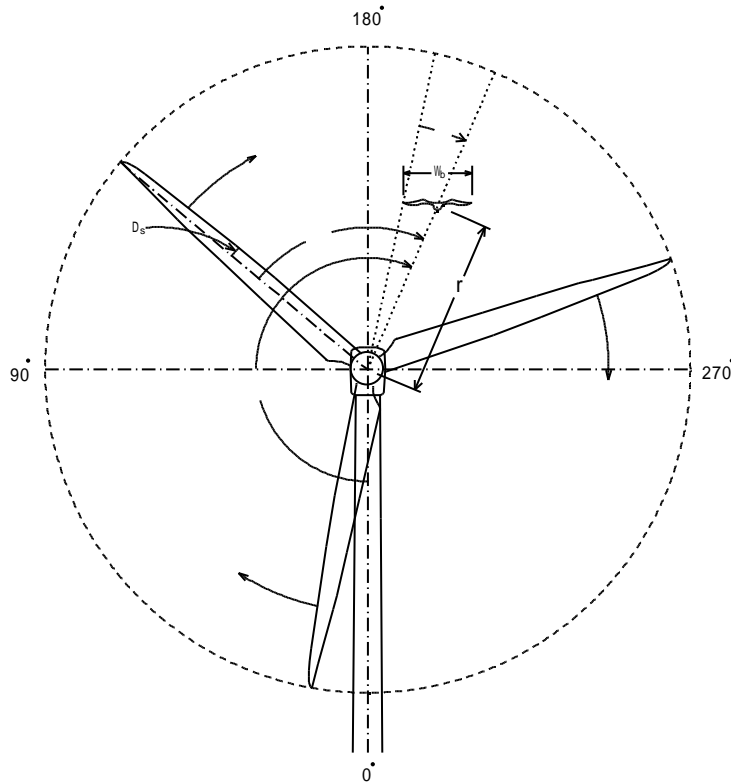


図 2 . 回転面を通過する鳥の位置図

θ : 鳥の中心点の角位置 (風車柱を起点にする、 $\theta = 0$)

α : ブレードの中央線から鳥の中心までの角度

ϕ : 鳥の中心点から翼端までの角度

r : 回転面中心から鳥の中心までの距離

W_b : 鳥の翼全幅

ω : ブレードの角速度

ここで、 θ は α 、 r と W_b から式(1)のように決められる。

$$\theta = \arctan\left\{ \frac{\cos \alpha}{[(2r)/W_b - \sin \alpha]} \right\} \quad (1)$$

ここで

$$r \sin \theta = (W_b/2) \cos(\theta - \alpha)$$

$$r / (W_b/2) = \cos(\theta - \alpha) / \sin \theta$$

$$r / (W_b/2) = (\cos \theta \cos \alpha + \sin \theta \sin \alpha) / \sin \theta$$

$$r / (W_b/2) = \cos \theta \operatorname{ctg} \alpha + \sin \alpha$$

$$\tan \theta = \cos \alpha / [(2r)/W_b - \sin \alpha]$$

$$\theta = \arctan\left\{ \frac{\cos \alpha}{[(2r)/W_b - \sin \alpha]} \right\}$$

2-2. 回ってくるブレードが鳥の通過する位置に達する時間

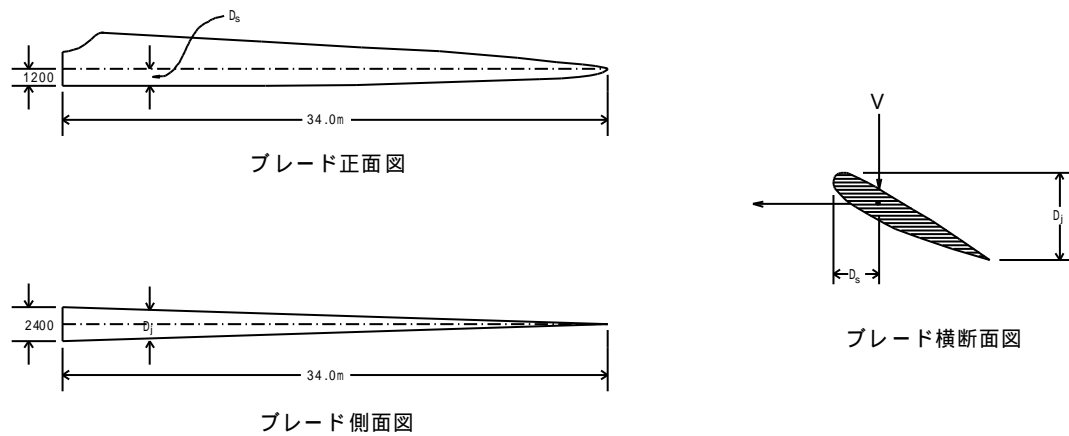


図3. ブレードの仕様

鳥が通過する位置にブレードが到達するまでの時間は以下の式(2)で表すことができる。(図2. および図3. 参照)

$$T_f = (C_f - C_b - D_s) / u_r \quad (2)$$

T_f : ブレードが鳥の通過する位置に到達する時間

C_f : ブレードの中央線から鳥の中心点までの円弧の長さ

$$C_f = r$$

C_b : 鳥の中心から翼端までの円弧の長さ

$$C_b = r$$

D_s : ブレードの中央線から先端までの幅

$$D_s = (r_0 / R)(R - r)$$

R : ブレードの外半径

r_0 : ブレード根元の半径

u_r : 鳥の位置 r 点の円弧の線速度

$$u_r = r = 2 \pi N r / \text{sec}$$

π : ブレードの角速度

$$= (2 \pi / 60) N / \text{分}$$

$N / \text{分}$: ブレードの回転速度

2-3. ブレードの回転面を通過する時の鳥の飛行速度

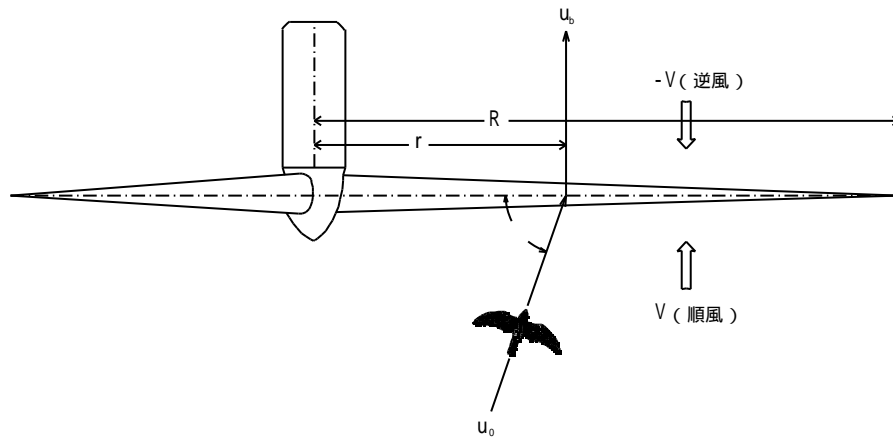


図 4. 鳥の飛行平面図

$$u_b = (u_0 \sin \gamma + u_v + u_T) + \text{Dir}_W V \quad (3)$$

u_b : ブレードの回転面と垂直方向の鳥の実際飛行速度

u_0 : ブレードが存在しない場合の鳥の飛行速度

γ : 鳥の飛行方向とブレード回転面の角度

u_v : ブレードの存在を鳥が認知した後の飛行速度の変化

u_T : 乱流の影響による鳥の飛行速度の変化

Dir_W : 順風飛行、逆風飛行に関する係数

(順風時 $\text{Dir}_W=+1$; 逆風時 $\text{Dir}_W=-1$)

V : 風速

u_0 は鳥の自由飛行速度、すなわち風車の影響を受けていない条件下での鳥の飛行速度。(図 3. 参照)

u_v は飛行中の鳥がブレードの存在を認知し反応した後の速度の変化、 u_T は風車周辺の乱流の影響を受けた場合の鳥の飛行速度の変化、ただし现阶段では u_v と u_T の定量的データは未整備であるため、当面これを無視する。

順風、逆風における鳥の速度の変化はここでは、鳥の自由飛行速度に単にマイナス或はプラスを付けるだけの表現にした。

2-4. 鳥がブレードの回転面を通過する時間

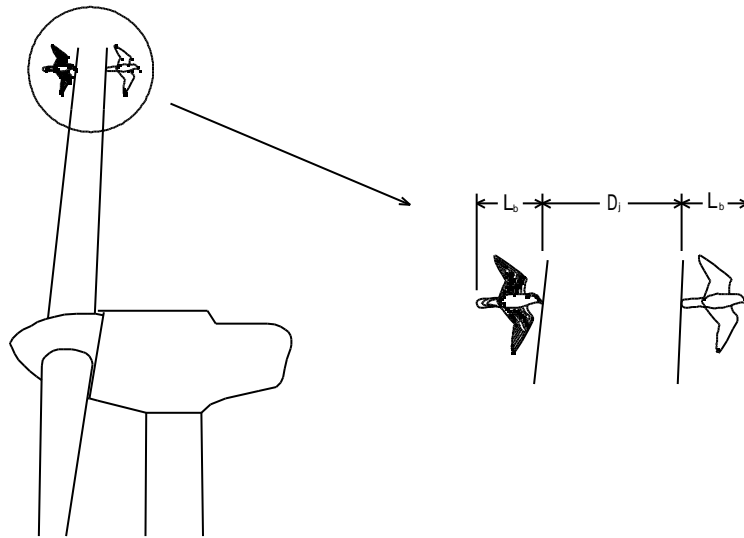


図 5 . 鳥が回転面を通過する時の断面図

$$T_b = (D_j + 2L_b) / u_b \quad (4)$$

T_b : 鳥がブレードの回転面を通過する時間

D_j : ブレードの縦断厚さ (図 3 、 図 5 . 参照)

$$D_j = (2r_0 / R)(R - r)$$

L_b : 鳥の体長 (図 5 . 参照)

u_b : 鳥の飛行速度 (ブレードの回転面と垂直方向) [図 4 . 式 (3) 参照]

2-5. 衝突の可能性の判断

ブレードに鳥が接触 (衝突) するかしないかの判断

$$\begin{aligned} T_b < T_f & : \text{接触 (衝突) しない} \\ T_b = T_f & : \text{可能性の境界} \\ T_b \geq T_f & : \text{接触 (衝突) する} \end{aligned} \quad (5)$$

3. 衝突確率

3-1. 衝突確率の計算

衝突の可能性を判断する式(5)により衝突の可能な境界線を算出することができる(数値解析方法)。図6の斜線の範囲は回転するブレードと鳥が衝突する可能性がある衝突可能域である(図6.参照)。従って、1固体の鳥が回転面を通過する時にブレードと衝突する確率はこの衝突可能域の面積から、以下の式(6)で計算することができる。

$$P_p = A_p / A_R \quad (6)$$

- P_p : 1固体の鳥がブレードと衝突する確率
- A_p : 衝突可能域の面積
- A_R : ブレードの回転面の全面積

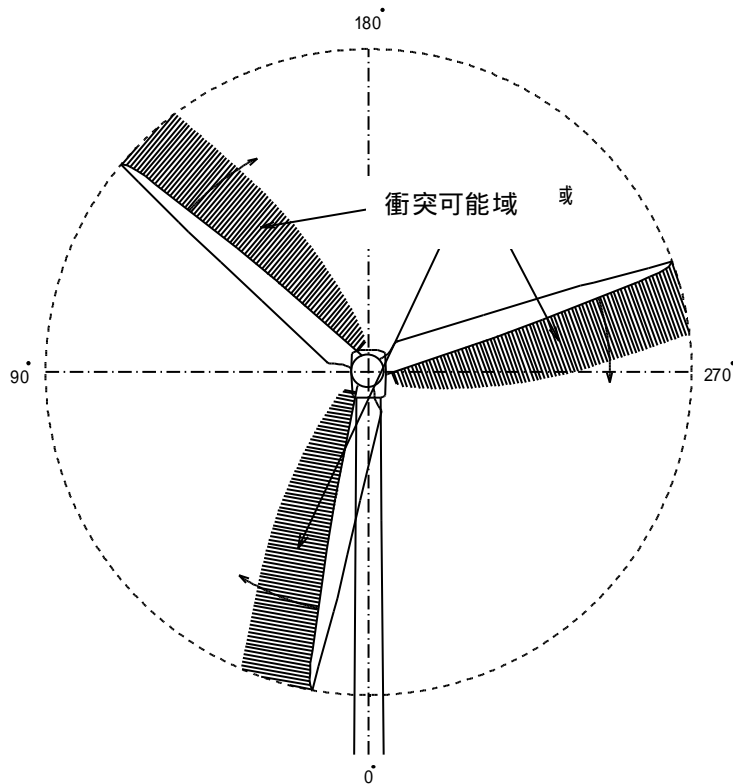


図6. 衝突可能域概念図

3-2. 衝突確率の計算結果

表1 . 風車のデータ

ブレードの外半径	R(m):35.2
ブレード根元の半径	r ₀ (m):1.2
ブレードの回転面積	A _R (m ²):3893

表2 . 鳥の飛行に関する仮定

ブレード認知後の鳥の飛行速度の変化はないものとする	u _v (m/sec) : 0
回転面付近の乱気流は鳥の飛行速度に影響しないものとする	u _T (m/sec) : 0

表3 . 衝突可能面積

ブレードの回転速度 (回転数/分)		10		15		20	
風速 V(m/sec)		10		17		25	
飛行方向 Dir _w		順風	逆風	順風	逆風	順風	逆風
鳥の種類	飛行角度 (°)	衝突可能面積 A _p (m ²)					
鳥 A							
例：ソリハシシギ	90	102.0	386.9	119.8	-	129.3	-
体長 L _b (cm):25	60	110.8	485.7	128.3	-	135.4	-
開翼全幅 W _b (cm):50	30	145.2	-	157.2	-	159.1	-
飛行速度 U _b (km/h):60							
鳥 B							
例：ウミネコ	90	197.2	351.9	218.2	-	225.0	-
体長 L _b (cm):50	60	209.7	-	228.3	-	233.1	-
開翼全幅 W _b (cm):120	30	256.2	-	263.9	-	260.7	-
飛行速度 U _b (km/h):40							
鳥 C							
例：アオサギ	90	286.9	-	310.5	-	314.4	-
体長 L _b (cm):95	60	305.3	-	324.5	-	325.0	-
開翼全幅 W _b (cm):160	30	367.0	-	367.9	-	357.0	-
飛行速度 U _b (km/h):30							

注 “ - ” は逆風時でその風速が鳥の飛行速度を超える場合。

表 4.1 固体の鳥がブレードと衝突する確率

ブレードの回転速度 (回転数/分)		10		15		20	
風速 V(m/sec)		10		17		25	
飛行方向		順風	逆風	順風	逆風	順風	逆風
鳥の種類	飛行角度 (°)	P _p					
鳥 A 例：ソリハシシギ 体長 L _b (cm):25 開翼全幅 W _b (cm):50 飛翔速度 U _b (km/h):60	90	0.026	0.099	0.031	-	0.033	-
	60	0.028	0.125	0.033	-	0.035	-
	30	0.037	-	0.040	-	0.041	-
鳥 B 例：ウミネコ 体長 L _b (cm):50 開翼全幅 W _b (cm):120 飛翔速度 U _b (km/h):40	90	0.051	0.090	0.056	-	0.058	-
	60	0.054	-	0.059	-	0.060	-
	30	0.066	-	0.068	-	0.067	-
鳥 C 例：アオサギ 体長 L _b (cm):95 開翼全幅 W _b (cm):160 飛翔速度 U _b (km/h):30	90	0.074	-	0.080	-	0.081	-
	60	0.078	-	0.083	-	0.083	-
	30	0.094	-	0.095	-	0.092	-

注 “ - ” は逆風時でその風速が鳥の飛翔速度を超える場合。

別紙 - 4 当該風車におけるバードストライク回数の予測

時 期	個体密度 / $10^6 \text{m}^3 / 1 \text{hr}$. (別紙 - 2より)	A 風車回転容積当り密度 (個体数 / hr .)	B 季節時間	C 風車が鳥を打つ確率 (別紙 - 3より)	D バードストライク回数 $D = A \times B \times C \times 8$ (基数)
			月 × 昼時 = hr		
冬 期	1, 206 個体	0,00469 個体 / hr	3 × 300 = 900	ウミネコ 15m/sec. 0.059	1.99
春の渡り期	1, 833 個体	0,00713 個体 / hr	2 × 300 = 600	ソリハシシギ 15m/sec. 0.033	1.13
コアジサシ繁殖期	1, 619 個体	0,00630 個体 / hr	2 × 300 = 600	ソリハシシギ 15m/sec. 0.033	0.99
夏 期	1, 041 個体	0,00405 個体 / hr	3 × 300 = 900	アオサギ 15m/sec. 0.083	2.42
秋の渡り期	0, 419 個体	0,00163 個体 / hr	2 × 300 = 600	ソリハシシギ 15m/sec. 0.033	0.25
年			12ヶ月		6.78回 / 8基 / 年

風車回転容積 = 3893m^3
 * 昼時 : 鳥が動く時間 / 月

図 - 5 誘導植樹帯（誘導型生物回廊）



この部分が回避誘導型の生物回廊

吉志土地区画整備事業関連ハヤブサ・ミチゲーション実験事業

ハヤブサは絶滅危惧種として「新・生物多様性国家戦略」等でその保護・保全が叫ばれているが、積極的・具体的な手法はなかった。

北九州市門司区の造成地でのミチゲーションの研究を受託し、利用予定がない採石場跡地に人工的な巣場を実験的に創出した。その結果、2年目から3実験巣場のうち、2巣場で利用が確認され、1巣場で繁殖が成功し4個体が巣立った。自然環境を利用した人工巣場でのハヤブサの繁殖は世界的にも事例がなくNHK等でも全国放映され紹介された。

・概要

平成12年5月末に吉志土地区画整備事業の造成地でハヤブサの繁殖地が確認されたことを発端にこの実験事業が開始された。また、ハヤブサの人工繁殖地を創出する実験事業は、標記のミチゲ - ション対応として実施したものである。

この実験事業は、平成12年11月に企志土地区画整備事業組合から受託し、「生物および自然環境定量評価研究会」のメンバーと共同で実施・推進してきた。この実験事業の基本計画の検討、予備調査の一部は、この契約締結以前から実施してきたが人工繁殖地現地調査と巣場の設計、あるいは施工技術者との協議等を経て、企救半島東岸の採石場跡地等に3ヵ所の人工繁殖地の造成を完了したのは平成12年末（最後の巣場が12月19日）になってしまった。

契約完了から巣場造成終了までの期間2ヵ月はこの種の作業としては驚異的な速度ではあったが、その完了時期が12年末までにずれ込んだことはハヤブサの次の繁殖期までの時間的余裕が無いことで問題であった。すなわちこの研究で準備した人口巣場の一つにはハヤブサは定着したが繁殖には至らなかった。今回の研究事業を通して、ハヤブサが繁殖場所を選択し、そこで実際に産卵・繁殖するには相応の時間的余裕が必要であることが、分かった。

また吉志土地区画整備事業内の造成地のハヤブサ番いは、既に繁殖不可能な状況の元の巣場周辺に平成13年3月に至っても残留していることも分かった。これは元の巣場環境を完全に除去していなかったためで、その結果、新たに準備した人工巣場に彼等を誘導できなかった。なお当該のハヤブサ番いの現在生息場所はある程度の同定しているが、本年13年は繁殖していない。このように当該のハヤブサ個体および人工巣場周辺・吉志土地区画整備事業地周辺のハヤブサの動向を7月中まで継続して観測してきた。

ここで協定書で締結した本事業の契約期間が終了するので、協定書に基づき標記の内容について事業の最終報告を行う。

調査研究協力

生物及び自然環境定量評価研究会、日本野鳥の会北九州支部（森本嘉人、岡田 徹 他）
黒澤 隆（オオタカ研究会）

・基礎条件の調査・研究

本章で述べる内容の詳細については中間報告書で既に報告しているので、ここでは概要のみ記すことにする。

1．ハヤブサ（種）に関する基礎調査

ハヤブサの形態・生態・行動等に関する基礎情報を、過去の文献・資料やハヤブサを含む猛禽類を調査・研究してきた専門家から、収集してきた。とりわけハヤブサの繁殖に関する生態・行動と繁殖環境・繁殖条件に関する知見を収集した。

これらの情報の基本部分は事業計画書に記したところが多いが、新たに収集した情報はその都度この実験事業の関係者に提供し、この調査・研究の信頼性の向上に供した。

2．企救半島周辺の環境調査と実験事業実施場所の選択

吉志土地区画整備事業の造成地が位置する企救半島周辺の環境条件を調査し、当該のハヤブサ繁殖実験事業の候補地を選定した。

これらの候補地について更に専門的に以下の視点から詳細な検討を行い、最終的な実験事業実施場所として選択する際の評価条件とした。

（1）周辺でのハヤブサの生息の可能性の調査

ハヤブサ繁殖実験事業の各候補地の周辺環境を対象に、ハヤブサ個体の目視観測、糞跡や食跡の目視調査等について詳細に観測調査し、実験巣場を造成する環境の適否を判断するための情報を収集した。

(2) 地形・地質・ヒュ - マンディスタ - バンス

上の調査で実験巣場を造成する条件をクリア - した候補地について、ハヤブサの繁殖の必要条件となる崖の高さや表面性状、植生との関係、天敵侵入の可否等について情報を収集した。

また巣場としての巣棚を穿つ場合の地質的な強度やレイヤ - (地層 / 条理) 等について、地質学の専門的視点からの検討を行った。

ハヤブサは繁殖時期に人や車が近づくと、繁殖を放棄してしまうことがある。そのため各候補地でハヤブサが繁殖する時期の人的攪乱 (ヒュ - マンディスタ - バンス) の可能性についての検討を行った。但し、ハヤブサの人に対する感受性にはバラツキがある。例えば吉志の造成地では造成工事中でも繁殖に成功したが、白島での繁殖地では釣人が崖下の磯場 (岩礁) で釣りをしただけで繁殖を放棄した事例がある。

このようなハヤブサの人に対する感受性は、ハヤブサの繁殖について調査・研究の経験を重ねた複数の専門家の経験を通して総合的に判断した。

(3) 渡り鳥のル - ト

北九州地域でハヤブサが高密度で繁殖する理由は、この地域がハヤブサの繁殖期の餌の供給源となる渡り鳥の、移動回廊 / フライウェイ (Fly Way) に位置するからである。

但しこの移動回廊 / フライウェイは、同じ北九州の地域内でも偏りが見られる。例えば、ヒヨドリの渡りの移動回廊 / フライウェイは、企救半島の中でも毎年一定の決まった場所を経由している。

そのためハヤブサ繁殖実験事業の各候補地毎に、ヒヨドリ等の渡りの移動回廊 / フライウェイが近くに在るか否かの調査を行った。

(4) 巣場間距離

このハヤブサ繁殖実験事業は、企志土地区画整備事業造成地の繁殖代替措置としての意味で計画された事業である。従ってその造成地がある企救半島内で、造成地が位置する東側の海岸に沿った場所にハヤブサ繁殖実験の候補地は集中することになる。

通常猛禽類の繁殖では、繁殖期に一定の大きさの餌場が必要であることから、一定の縄張り（テリトリ - ）が形成される。即ちある巣場と別の巣場の間には一定の距離が保たれることが多い。

巣場間の距離は餌の供給量との関係が深いため、渡り鳥の移動回廊 / フライウェイの真っ只中に位置する企救半島は、他の地域と異なった条件と言える。即ち、川の流れのように目の前を移動するヒヨドリ等の渡りの群は、あたかも「餌の流れ」の中で繁殖しているような状況を生み出している。

そこでこの特殊な条件下の巣場間距離を確かめるため、同じように渡り鳥の移動回廊 / フライウェイの真っ只中に位置するという条件を有する、北海道室蘭の地球岬のハヤブサ繁殖地で調査を行った。そこでの最短の巣場間距離は、約 800 m という実態が見られた。

以上で述べた調査結果の視点からは他にも理想的な選択肢はあったが、候補地地主との交渉などの社会的な制約もあり、最終的に次の 3 ヶ所の実験の実施場所を選択した。

柄杓田・岳ノ鼻

喜多久 / 梅光産業採石場内の崖

部崎 / 灯台下南側崖

．基本仕様の設計

本章で述べる内容の詳細については中間報告書で既に報告しているので、前章につづきここでも概要のみを記すことにする。

1．巣場位置の選定

巣場候補地の選定検討の過程で、崖に巣棚を穿つ場合の地質的な強度やレイヤ - (地層 / 条理) 等について、地質学の専門的視点からの検討を行った。

巣場設置の対象となった崖のある位置に巣棚を穿つ場合、同様な視点でからその位置を選定する必要があった。

先ずハヤブサが巣場として利用する位置は、ハヤブサが止まる崖の凹凸、雨水流入のないこと、崖の向き（日照条件、風当たり等）、下からの高さ、崖上のスペース等で決まる。

更に巣棚を岩壁に穿つ時の崩落の危険性、経時的（岩圧、浸食、風化等）変化による崩落の可能性等を考慮して、巣棚を穿つ位置を決める必要があった。

対象となる崖の壁面を写真解析や直接目視観測により詳細に調査・分析し、巣棚を穿つ位置を決めた。

2．巣場仕様の研究と設計

崖に人工的な孔を穿ちハヤブサの巣場を造成した先例が無いため、自然のハヤブサの巣孔の観測事例を参考に人工巣孔の仕様を設計した。

しかしながら人工巣孔の仕様は現実には孔を穿つ岩盤の条件による影響が多く、事前に準備した仕様を基に、現場の穿孔作業の進行に伴って現れる岩盤の諸条件の推移を見ながら仕様の調整を図った。

結果の写真および人工巣場の仕様図は中間報告書を参照されたい。

・穿孔作業

本章で述べる内容の詳細については中間報告書で既に報告しているので、前章につづきここでも概要のみを記すことにする。

1．巣場最終確認と穿孔位置マ - キング

穿孔工事の着工時に、人工巣場の穿孔位置と開口面を実表示するため、ハヤブサの調査研究経験者が実際に崖をザイル等で降下し、崖面にスプレ - 等でマ - キングした。

この作業は危険性を伴うものではあったが、あらかじめ決めていた写真画面上の穿孔位置の崖面の性状やハヤブサの繁殖巣場として必要な諸条件を確認する上で不可欠な作業であった。

この作業により今回の巣場3事例ともに、事前に写真画面上で決めていた穿孔位置が修正される結果となった。

2．巣場穿孔作業立会

巣場穿孔作業はハヤブサや周辺環境への影響を考慮し、発破（ダイナマイト）を使用しない静的破砕剤を利用した方法を採用した。そのため穿孔作業には7日～10日の日数を要したが、その間の作業進行に伴い立会し技術者と協議し調整した。

3．仕上げ作業と完了検収

各巣場の穿孔作業が完了する度に、巣場棚部に産座材（砂など）の撒装や模擬糞跡の塗布等を実施した。

それらの仕上げ作業の完了に伴い、当初の仕様条件が満たされていることを確認する検討を行った。

また作業用足場の撤去後に、巣場周辺の環境が施工前の状態に復元していることを確認して、作業完了の検収とした。

・モニタリング調査（平成13年4月以降）

1. 人工巣場周辺のモニタリング調査

前回の中間報告書では平成13年3月20日現在までの人工巣場への定着状況を報告した。この最終報告書では平成13年3月20日以後の13年7月22日までの調査結果について報告したい。

柄杓田・岳ノ鼻：穿孔作業完了直後に頻りに観測された個体1があった。その後、同一個体らしい鳥影が何度か観察され、また巣穴周辺の糞量の増加も確認されているが、本年は定着・繁殖には至らなかった。

喜多久ノ梅光産業：穿孔作業完了が12月17日と一番遅れた巣場であるが、その後、1個体の定着が確認されている。また4月には近辺で（巣場から250m以内）雌雄と思われる2個体を同時に確認した。写真-1は、この人工巣場で獲物を食す標記の個体である。写真-2は、この人工巣場における巣立ち前の幼鳥の個体である。また雌雄の判別はできなかったが、4月22日には人工巣場にハヤブサが入っているのを確認できた。当日はNHKのカメラが同行していたが、間一髪でこの撮影に失敗した。その後もこの定着個体は時々観察されているが、7月中旬になっても繁殖の確証は得られていない。

本年度は繁殖の確証を得られなかったが、次の繁殖期の繁殖は、かなりの高確率で期待できると考えている。

部崎ノ灯台下：この地点はヒヨドリ等の渡りのルートの中心に位置するため、渡りの時期4月5月の動向を注視してきた。昼間、灯台下の海上を渡るヒヨドリの群を襲うハヤブサは何度も目撃されたが、この人工巣場の利用は未だ確認されていない。

写真 - 1 喜多久 / 梅光産業 人工巣場で獲物を食すハヤブサの幼鳥



写真 - 2 喜多久 / 梅光産業 人工巣場における巣立ち前のハヤブサの幼鳥



今回の人工巣場での繁殖は、今年は未だ確認しなかったが、・喜多久 / 梅光産業の人工巣場での定着は確実なので、次の繁殖期での繁殖に期待している。

2. 人工巣場周辺以外 / 吉志土地区画整備事業造成地で繁殖していた個体の動向

吉志土地区画整備事業造成地で繁殖していた個体は、元の巣場が完全に崩壊せずに残っていたため、3月頃まで同地を中心にした周辺部で観測されていた。その後、一時的に移動先を見失ったが、4月～5月に、それまでハヤブサを確認していなかった場所（3月21日付け中間報告書 / 別紙 - 2 図中地点7の東の崖）で番いと思われる2個体を観測している。

写真 - 3 参照

元の繁殖地にも近いため、この個体群が当該の番いと推察している。これらは次の繁殖期には当然、今回造営した人工巣場を利用する可能性はある。

写真 - 3 中間報告書 / 別紙 - 2 地点7の東の崖のハヤブサ



・今後の展開

人工巣場造成の着工が遅れ、その完成とハヤブサの繁殖準備期間（巣場選び）との間があまりに短期間に過ぎた。そのぶん、今繁殖期にハヤブサがこれらの人工巣場を利用して繁殖する可能性は低くなった。結果として本年内に当該の人工巣場でハヤブサの繁殖は観られなかった。

すでに一つ人工巣場で一番いの定着が観られることから

ハヤブサが新たな巣場を選択する場合の観察事例が無いため、今回のように巣場造成後に直ちにハヤブサがそれを利用するかどうかは今回の研究対象のテ - マの一つである。ともあれ、少なくとも一つの巣場においては 1 個体の定着が確認されているので、計画のように 2 ~ 3 年以内には、ハヤブサがいずれかの人工巣場を繁殖に利用する可能性は期待できる。

その別の根拠としては当初の計画書に記したように、当地はハヤブサの繁殖期の餌の供給源になる渡り鳥のフライウェイ（渡りル - ト / 移動回廊）の真っ只中に位置している。そのため繁殖条件が十分な当地で、ハヤブサ側の問題は繁殖場所でありそれを求めていることは明白だ。その証拠として今年も当地の工業地帯の中の、稼働中の工場の集合煙突や工場跡地の遊休設備等の人工構築物でハヤブサが繁殖した。

この度の契約期間が終了した後も、当研究会は人工巣場周辺での調査研究を何らかの形で継続する。また今後、当該の人工巣場の利用が確認されれば、この実験事業の成果を発信しハヤブサ保護の一層の展開を図るために、適当な時期にシンポジウム等を開催することも検討している（但し、これらは本契約外で行う）。

本研究プロジェクトが目指す人工巣場でのハヤブサ繁殖の確認は今後に延びたが、この過程でNHKを始めとするTV各社、新聞各社が、この企画を全国規模で報道した。その内容も吉志土地区画整備事業から人工巣場設営とその後の調査、更には黒崎の化学工場の集合煙突でのハヤブサ繁殖の報道の際にも関連して本研究プロジェクトが紹介された。

その後、吉志土地区画整備事業を野鳥・自然共生型住宅団地にする研究もスタートしつつある。このように全国的な注目を得ているなかで、必ずいずれのプロジェクトを成功できるよう、各関係分野が協力して努力していきたいものと考えている。

以 上

臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査事業

経済産業省からの受託による本件に関する基本的な考え方等は、前章の論文集の中で紹介し、また別に正規の報告書がある。そのためここでは何が新しい考え方なのか等を説明するために、正規の報告書の抜粋を提示する。また研究目的を達成するために、いかなる分野の専門技術の協業をしてきたかが理解できる資料を添付している。

いずれにせよ詳細を希望される方は当研究所の正規報告書を参照されたい。

第 1 章 背景および目的

1. 臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査のいきさつ

九州域内では北九州をはじめ大分・大牟田・水俣ほかにおいて、歴史的に臨海部に工業地帯が発展してきた。一方これらの臨海工業地帯が企画された当初から今日に至るまでの間、これを取り巻く社会環境は国内的にも国際的にも著しく変化しつつある。とりわけ今世紀に向けての国際的な地球環境問題への対応、国内的にみても臨海工業地帯を含む都市部の再開発や跡地利用・ゼロエミッション型社会づくりが重要な機軸のひとつになるとうしている。具体的にはエコタウン事業に代表される廃棄物処理・リサイクル施設の整備が進められており、九州においても北九州をはじめ大牟田や水俣など既存工業地や埋立地において事業展開されている。

なかでもエコタウン事業はエコインダストリ - を中心に「資源循環基地」のモデルとしての地歩を固めつつあるが、一方で周辺環境整備との調整を図りながら地域の特性を生かした「自然共生型」の環境整備にも取り組む必要があると指摘されている。さらに「自然共生型環境」を創成することを通して、次世代社会に向け、工業など人類の諸活動と環境を共生させる新たな展開を得る方法もあり得ると考えられる。

そこで、自然と共存・共栄し持続的発展が可能な社会づくりを目指す観点から、臨海工業地帯における今後の環境創出と管理の在り方について、北九州市をモデルとした調査（研究）を行った。

本調査の成果は、九州域内はもちろん全国各地の工業地帯でも活用されることを期待している。

2. 本調査の目的

21世紀は環境と資源を機軸に、地球そのものの持続性が問われる時代である。将来にわたり地球環境の保全と人間社会の持続性を確保するための課題として、今日、我国で議論されている課題は概ね次のようなものである。

- ・循環型社会形成のための行動指針
 - ・自然と共生する人間社会の具体的指標
 - ・環境を保全し改善する活動を継続する社会システム
- 等々である。

その具体的な課題は、平成13年7月に21世紀「環の国」づくり会議に答申されているとおりである。このような課題に対して、北九州市響灘地区をモデルとして課題解決に資する具体的な方策を得ることがこの調査（研究）の目的である。

第 2 章 調査の考え方

1. 基本的な考え方

この調査（研究）は、失われた過去の自然の復元を目指したものではない。埋め立て地という人工的基盤の上に、自然環境を新たに創出することを目指した調査である。そのため、自然環境と人間による利用（自然系：人間系）との関係を相互に組み合わせた「臨海工業地における自然共生型工業地域モデル」を検討する。調査は、響灘臨海工業地域を対象にして行う。この検討における基本的な考え方は以下のとおりである。

当該地および当該地周辺地域の自然系について調査し、当該地における生物特性と地理的位置が有する特性等を検証する。

当該地域の利用に関わる実態（人間側の利用状況や計画）を調査する。

「自然共生型工業地域モデル」は、その地域が本来的に有する生物の生態的地理的特性を上記 の中に生かす方法を見いだすことで設計する。

臨海工業地の多くは埋立地である。埋立地に自然環境を創出する場合、最も基本となるのは植物である。そのため、一般に栄養塩類が少ない埋立て「土壌」を「植物が生育できる土壌」にすることが必要である。

しかし、植栽用土壌として自然の「まさ土」を大量に使用すれば、土壌採取そのものが自然破壊となる。そのため人工的な植栽用土壌を使用するものとする。

人工的に作った植栽可能な土壌をベ - スに、臨海工業地に「植生設計」を行う。この植生設計の前提は の生物的特性・地理的特性を生かした自然系を創り出すことである。

自然系の検討過程では、人間系が相互に関わり合う部分と、互いが独立する部分を明確にするなど、創出する自然と人間の関係を当初から設計に折り込む。

創出した自然系・生態系を人間が有効に利用する方法を設計に折り込む。

ここで描かれた自然系の設計図は、将来当該地に工場等が立地する過程で人間が地域の自然系と共生していくための基盤になる。

以上で述べたこの検討における基本的な考え方を図 - 2 - 1 に、またこの検討の進め方を図 - 2 - 2 に示す。

次にそれぞれの作業部会における検討の考え方を述べる。

(図 - 2 - 1 参照 p11) (図 - 2 - 2 参照 p12)

本調査では一連の検討のため、「土壌系作業部会」と「生物系作業部会」の2つの作業部会を編成するとともに、各種専門分野の方々からの意見を仰いだ。

作業部会の構成メンバーならびに活動状況については、以下のとおりである。

○生物系作業部会メンバー

部会長	小野勇一	北九州市立自然史博物館長
委員	薛孝夫	九州大学 大学院農学研究院 助教授(植生誘導)
	岡田 徹	生物・環境定量評価研究会(野鳥)
	中尾憲司	北九州市港湾局企画部企画部長
	秀島正彦	経済産業省九州経済産業局リサイクル推進課長
	岡本久人	次世代システム研究所長(回廊設計)
	市田則孝	パードライフ・アジア地区委員長 次世代システム研究所特別研究員(国際モニタリングシステム)
アドバイザー	作花哲朗	北九州市環境局環境産業政策室主査
	本松俊之	北九州市港湾局企画部計画課計画第二係長
	真鍋 徹	北九州市立自然史博物館学芸員

○土壌系作業部会メンバー

部会長	花嶋正孝	福岡県リサイクル総合研究センター長
委員	白井義人	九州工業大学 大学院生命体工学研究科 教授
	薛孝夫	九州大学 大学院農学研究院 助教授(植栽基盤)
	井本達雄	(株)黒崎播磨 常務取締役(栄養塩)
	川上圭二	(株)スピナ 緑化事業部 取締役事業部長(造園技術)
	中尾憲司	北九州市港湾局企画部企画部長
	秀島正彦	経済産業省九州経済産業局リサイクル推進課長
		福岡県リサイクル総合研究センター
	岡本久人	次世代システム研究所長(回廊設計)
アドバイザー	徳永隆司	福岡県リサイクル総合研究センター研究開発課長
	石橋哲也	福岡県リサイクル総合研究センター専門研究員
	東 義浩	北九州市環境局環境産業政策室主査
	本松俊之	北九州市港湾局企画部計画課計画第二係長

○その他の団体・企業など

ひびき灘開発株式会社、日本野鳥の会北九州支部、環境テクノス(株)、
(株)日立製作所、(株)環境デザイン機構、生物及び自然環境定量評価研究会、
次世代システム研究会

作業部会等の活動状況

		生物系作業部会	土壌系作業部会	備考
2月	4月			
	5火			
	6水			
	7木			
	8金			
	9土			
	10日			
	11月			
	12火			
	13水	第1回 作業部会実施(現地調査)		
	14木			
	15金			
	16土			
	17日			
	18月			
	19火			
	20水			
	21木	現地植生調査	第1回 作業部会実施(現地調査)	
	22金			
	23土			
	24日			
	25月		第2回 作業部会実施	
	26火			
	27水			
	28木		改良土壌打合せ(福岡県リサイクルセンター)	
3月	1金			
	2土	現地鳥類調査		
	3日			
	4月			
	5火			
	6水			
	7木			
	8金			
	9土	現地鳥類調査		
	10日			
	11月		第3回 作業部会実施	
	12火			
	13水			
	14木			
	15金			
	16土			
	17日			
	18月			
	19火			
	20水	第2回 作業部会実施		
	21木			
	22金		第4回 作業部会実施	
	23土			
	24日			
	25月	現地植生調査		
	26火			
	27水			
	28木	合同作業部会実施		
	29金			
	30土			
	31日			

注: 作業部会の活動として部会の開催を中心に主なものを掲載(分担作業部分は除く)

作業部会の記録（概要）

第1回 生物系作業部会

日時：平成14年2月13日（水）13：00～15：00

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

自然的な自然と人工的な自然とがあり、自然的な自然は自然の原理に任せる。
人口の生態系を想定するための基礎調査を実施し、将来の状況を予測する。
モニタリングの指標になる鳥を呼ぶことが前提であり、そのための植生や地域
に喜ばれる鳥なのかどうかを判断する。

第2回 生物系作業部会

日時：平成14年3月20日（水）13：30～15：30

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

創出した自然環境の永続性を重要視する。
将来の工業立地のためのモデルを提供する。
復元目標の生態系に対するイメージの確認。

◇ 潜在生体系へのイメージ

- 自然の道路は決して画一的な直線や統一されたカーブでは存在しない。
- 歩いて心が豊かになる散策の出来る森が北九州には必要である。
- センター的な森と水路の経路の所々に祠（ほこら）的な森が必要。
- 里山的管理の必要性。
- 潜在的生態系に対する人間側の意図の反映について。
- 様々なパッチ状に組み合わさることによるゾーニングによって多様性を生むことになる。

モニタリングについては、羽と内臓で蓄積の内容の違いを調査研究する。

総合的環境教育について

「擬似自然」＝自然を制御することや人間施設の自然利用とは。

第1回 土壌系作業部会

日時：平成14年2月13日（水）13：00～16：30

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

建設汚泥の粘土質のものを有機物と混ぜて植物の有機材になるのか。
水はけを考慮した盛土の基礎とは。
建設発生土の利用について

第2回 土壌系作業部会

日時：平成14年2月25日（月）14：00～16：00

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

地盤（基盤）と改良された土壌による覆土方法の計画について。

- ◇ ベース地盤に造成して排水傾斜をつける
- ◇ 中間処理場とその他の中間処理場について
建設残土や汚泥をミックスすることを事業とした新産業の創出の可能性。
- ◇ 建設汚泥に関する処理法や技術開発の必要性を指摘
- ◇ 処理プラント・管理プラント

第3回土壌系作業部会

日時：平成14年3月11日（月）14：00～15：30

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

植栽に向けた土壌・地質の経過報告及び中間打ち合わせ
生物回廊の素案について

- ◇ 屋上緑化について
- ◇ 外国から外来種の持込の中止。
- ◇ 道路の構造（設計）について
- ◇ 排水の問題への対応について

第4回土壌系作業部会

日時：平成14年3月22日（金）15：30～18：30

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

当該地で働いている人の立場への配慮

- ◇ 例えば蚊の発生や鳥の糞の問題（自然を導入することによるマイナス面）
ポリ乳化による土の利用について 通常どおり植物が生育

合同作業部会

日時：平成14年3月28日（木）13：30～16：30

場所：学校法人九州国際大学次世代システム研究所

調査報告書の最終確認
今後の課題について

2 . 土壌に関する調査の考え方

臨海工業地帯は一般的に、元々は海であった場所を、工業廃棄物や浚渫土砂等で埋立て造成した無機質の土壌からなり、植物が育ちにくく陸生生物にとっては住みにくい環境である。また多くの場合、臨海部の埋立地には流入する河川もなく栄養塩類の供給源が少なく、長期間を経ても植物の相は成長せず先駆相（パイオニア相）のままである。

（図 - 2 - 3 参照 p13）

植物が育ちにくい当該地の無機質の土壌に、植物が育つ覆土と栄養塩類を加えることで基本的に自然環境を創出することが可能である。

単純に覆土として「まさ土」を導入すれば、近隣の山土を利用せざるを得ず再び自然破壊を冒す危険性もある。だが土木・建設の事業で生じる発生土や廃土と、人間社会から廃棄物として発生する栄養塩類を組み合わせることで、「植栽可能な土壌」を創出できる可能性がある。

栄養塩類の供給源としては、生ゴミのリサイクル等で得られるコンポストをはじめ各種のシ - スがある。臨海工業地帯にはエコタウンが立地するケースが多いが、近年その中には栄養塩類の供給源になり得るリサイクル産業が含まれるようになった。

そのため臨海工業地域内での人間系の「資源循環」を自然系の「資源循環」に拡大した「人間と自然の環」を創出することも可能である。一方、工業地としての利用や維持・管理の意味から、「植物が育ちにくい土壌」の特性を積極的に利用する視点も重要である。自然の創出においては使い分けに留意する。

「土壌に関する作業部会」の検討の進め方を図 - 2 - 4 に示す。

（図 - 2 - 4 参照 p14）

3 . 自然系に関する調査の考え方

前述のように臨海工業地帯には、一般的に栄養塩類の自然供給源が少ないため、自然の形成速度が遅い。しかしながら100年、200年と放置すれば、栄養塩類も相応に蓄積され豊かな自然系が形成されていく。ここで創出しようとする自然系とは、そのようにして形成される「潜在的自然系」である。

この調査は、そのような「潜在的自然系」の形成速度を人の手を加えることで速めたり、変遷する自然の姿を維持するために人の手で制御する試みである。また場合によっては新しく望ましい生態系を創出したり、限られた範囲の生物収容能力を可能な限り大きくするための試みでもある。

ここで創出する自然系をどのようなものにするかという目標を設定することは、自然系、人間系の在り方を将来にわたり左右する重要な課題である。本研究では、地域の自然系の現状および潜在性を反映し、かつ人間系が有効に利用できる状況を理想として、「高い生物多様性を持続的に保ち得る自然系」を創出することを目標とした。

高い生物多様性の創出・維持が可能な自然系を創出するには、そこに多様な生態系を内包させる必要がある。すなわち臨海工業地という地域の中に、潜在的な自然（極相的な自然）はもとより、人間と自然の関係から形成される二次的自然をも組み込む必要がある。

また一方で、臨海工業地という場所がもつ人間側の二 - ズと、創出する自然系を調和させる必要もある。

以上の視点から、

より高い地域の生物多様性の創出・維持に向け、形成すべき生態系の質・量や配置パターンを探ること、

形成すべき生態系が完成するまでの速度を人の手で速める方策を見いだすこと、

形成された生態系を適切に維持・管理するための方策を検討すること、

目標とする自然系を臨海工業地という人間系と調和させながら創出する方法を見いだすこと、

等々を、自然系に関する調査の考え方の基本におく。この考え方をベースに、響灘臨海工業地を対象にした自然系に関する調査は以下のように行う。

3 - 1 . 植物

ある地域に成立している植物群落（植生）は、その場所の物理的環境要因に規定されるだけでなく、生態的な遷移（自然の変遷）にも影響される。従って、先ず周辺域に成立している植物群落（現存植生）とその構成種を調査し、あわせて潜在的に成立し得る植物群落（潜在自然植生）も推定する。

次にそれを基に、当該臨海工業地の利用計画を参照し、植栽可能な領域に人工的に創出する植物相の設計を行う。

この場合、創出する植物群落は極相林だけでなく、極相に向かう遷移の過程で成立する群落も考慮する。また次項の動物相の特性を反映させ、多様な動物種が様々な目的で利用できる構造とする。

さらに創出された自然系を人間が利用する際、これまでになかった有効活用（例えば生物を指標とした環境の安全性のモニタリング）が可能となる植相設計の在り方も検討する。

3 - 2 . 動物

生物の多様性を考える時、地域内に生息する生物について遺伝子、種、生態系のレベルでの検討が必要であるが、今回は時間等の制約もあり本調査では主として鳥類を指標にした検討を行う。その理由は鳥類は生態系の食物連鎖の頂点に位置する「綱」であり、他方の哺乳類に比べ当該環境においては「種」がはるかに多様であり、また調査・検討する際の情報量もはるかに多いためである。更に生態系を創出する検討において、鳥類を指標にしていれば他の動物相も結果的に十分に内包されるものとする。但し両生類や昆虫類等の「綱」で、当該地において注目種として既に報告されている「種」については検討対象として留意する。

本調査では、先ず鳥類を対象にその季節毎の相、それぞれの「種」と当該地の環境との係わり等を調査する。調査期間の関係から、今回は冬季の鳥相のみを実態調査の対象とするが、他の季節の鳥相およびその生態については既存の資料調査を通して把握する。

従って前項の植物相の設計における動物相との関係の調査は、鳥類を指標にして検討する。

「生物関連の作業部会」の検討の進め方を図 - 2 - 5 に示す。

(図 - 2 - 5 参照 p15)

4 . 創出した自然環境の利用に関する調査の考え方

従来の「自然共生」に関する重要な命題には、今日の国際的な共通課題であるCO₂ 吸収・固定のテ - マがある。臨海工業地帯に自然環境を創出する場合、当然のことながらその植生・自然環境はこのテ - マに寄与するところは大きく、また工業地帯という環境を考えればその意義は大きい。

但しこの分野に関する知見や理論は既に十分に存在している。またその一方で自然環境が人間社会に与えてくれる効果・可能性はこれ以外の領域にも多大なものがある。この調査では、創出した自然環境の効果で未だ一般的に認識されていない側面を強調する意味から、CO₂ 吸収・固定のテ - マはあえて検討の対象から外した。

5．具現化への展開に向けた考え方

本調査の結果で得られた提言は、具現化への展開に向け、可能な限り具体的なイメージとしてまとめた。（第6章、第7章、第8章）

そのような提言の中でも、例えば行政が展開中の現状の事業計画で、直接的に実施可能な部分は第6章第4項にケース・スタディとして、より具体的な検討を行った。

また具現化に向け、今後に更なる調査・研究を要する領域に関しては、第9章において今後の展開を整理した。

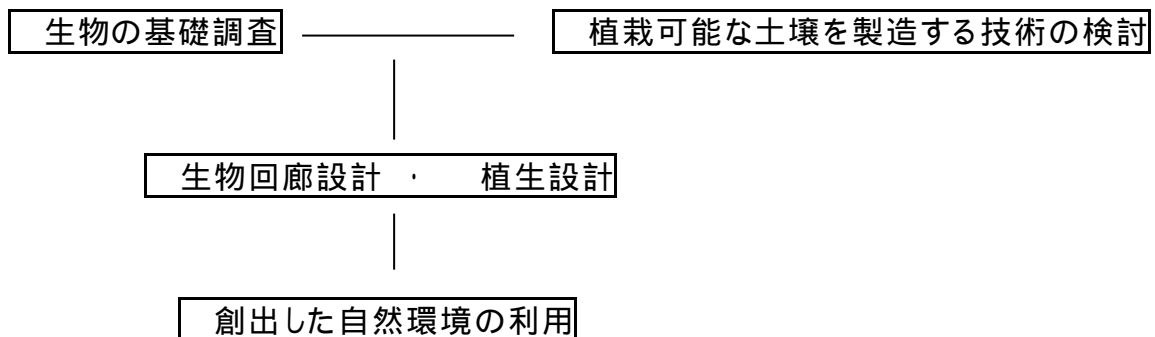
「臨海工業地帯における 自然共生型環境創成のための調査」の概要

目的

埋立地は浚渫土や建設残土等で造成された無機質な土壌であり、河川等による栄養塩類の供給がないため、植物相の成長が遅く、多様性のある生態系を持った豊かな自然形成には長い期間が必要。

本調査では、埋立地という人工的基盤に、臨海工業地帯と共生する多様性のある生態系を持った自然環境を早期に創出するとともに、その自然環境を人間社会に利用することについて北九州市の響灘地区を例に調査研究を行なった。

内容



生物の基礎調査

動物 本州と九州の接点に位置するという地理的条件から、当該地では哺乳類に比べはるかに多くの種が観測されている鳥類について、現地調査及び文献調査を行なった結果、限定された範囲で観測された鳥類の種としては例外的な数(237種。内留鳥50種、渡り鳥175種等)が観測された。

植物 周辺を含む地域で植物群落とその構成種について現地調査及び文献調査を行なった結果、埋立地内では緑地の一部で森林が成立しつつあるが、他は人工的な街路樹等であった。

植栽可能な土壌を製造する技術の検討

建設残土等に生ゴミをリサイクルして得られる堆肥や剪定枝等を合わせた土壌を作り、地域の生物的特性や地理的特性を生かした多様性のある自然環境を作り出す。

生物回廊設計

・響灘地区は、九州西沿岸経由や背後の石峰・高塔山経由で下関方面に向かう鳥類の渡りのルートに位置しているため、そのルート上に緑の回廊(単に並木道のような樹木のラインだけでなく、ルート上の所々に一塊の緑のコアを作る)を作り、鳥類が安定的に移動できる環境を作る等。

かつて「死の海」と評された洞海湾は、今ではクルマエビやクロダイなど100種以上の魚介類が確認されるまでになったが、水面下のことであり日常人の目に触れることは少ない。そこでこの響灘地区に、生態系の上位に位置する鳥類、それもハヤブサやミサゴ等の猛禽類(北九州市内で人工繁殖の実績あり)やクロサギやアオサギ等の大型の鳥類を人工繁殖させ、人工的に造成された響灘地区に豊かな環境を創出した証とする。

植生設計

植生構成 先駆相(草地)、中間相(灌木)、極相(高木)

植生配列 可能な限り直線としない

水 辺 乾季に枯渇しない程度の水たまりと水の回廊を設ける。多様な水辺の生物を収容できるよう、水際や水底の構造、水深・勾配等に変化を持たせる。

単に並木道のような植生を作るのではなく、鳥類が安定的に移動できるよう、例えばヒヨドリ等がハヤブサ等の天敵から身を隠すことができるような適当なサイズの樹木の塊(コア)を創出する等。

創出した自然環境の利用

生物を指標とした環境の安全性モニタリング

ドバトの自動観測システムを構築することにより、繁殖や寿命に関する情報や鳥体からの化学情報を得て環境の安全性を把握する

土地の付加価値向上

埋立地に人為的に豊かな自然や植生を創出することで、「緑に埋もれた工業地帯」という魅力的な景観や土壌への信頼性を高め、土地の付加価値向上や将来の土地売却を有利にできる

総合的環境教育の場としての利用

響灘地区における臨海工業ゾーン、創出された多様性のある生態系を持った自然環境、リサイクル処理施設や研究施設の立地が進んでいる北九州エコタウン、これらの共生を通して総合的な環境教育の場として活用する

臨海工業地帯における
自然共生型環境創成
のための調査事業

報告書



平成13年度

経済産業省
九州経済産業局

学校法人九州国際大学
次世代システム研究所

目 次

第1章 背景および目的	1
1. 臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査のいきさつ	1
2. 本調査の目的	1
第2章 調査の考え方	2
1. 基本的な考え方	2
2. 土壌に関する調査の考え方	7
3. 自然系に関する調査の考え方	7
4. 創出した自然環境の利用に関する調査の考え方	9
5. 具現化への展開に向けた考え方	10
第2章に関する図表等	11
第3章 生物環境および対象地に関する調査結果	17
1. 生物環境に関する調査結果	17
1-1. 動物相に関する調査結果	17
1-2. 植物相に関する調査結果	23
2. 対象地に関する調査結果	40
2-1. 響灘地区の埋立状況履歴	40
2-2. 響灘東地区の土地利用状況	43
2-3. 響灘東地区における各種事業計画の概要	48
第3章に関する図表等	49
第4章 植栽のためのリサイクル改良土壌の創出技術	64
1. リサイクル改良土壌の必要性	64
2. リサイクル改良土壌に必要な物理、化学的成分	64
3. リサイクル土壌の供給	65
3-1. 建設発生土	65
3-2. 建設汚泥	66
3-3. 建設発生土および建設汚泥のリサイクル	66
4. 栄養塩類の供給	67
4-1. 完熟堆肥	67
4-2. 生ゴミ	67
4-3. 下水汚泥	68
4-4. 剪定枝等	68
5. その他、土壌の改良に利用可能なリサイクル材	69
6. 植栽土壌への改良方法	70
7. リサイクル改良土壌の製造	70
8. 施行方法	71

9 . 今後必要な研究開発	7 2
第 4 章に関する図表等	7 5
第 5 章 臨海工業地（一般）における自然環境創成の原則	7 6
1 . 自然のポテンシャルを上げる環境創出	7 6
2 . 固有の立地条件（地勢・地形・地理的位置）を生かす	7 8
3 . 生態系・食物連鎖を創りだす	8 0
4 . 工場立地の条件を利用する	8 2
5 . 利用の面を考慮して自然環境を設計する	8 3
第 5 章に関する図表等	8 4
第 6 章 響灘臨海工業地に創出する自然環境	9 0
【動物と植物の相互関係から植生を設計する】	
1 . 生物回廊の設計	9 0
1 - 1 . 考え方	9 0
1 - 2 . 森林系	9 1
1 - 3 . 水辺系	9 3
1 - 4 . 草原系	9 4
1 - 5 . 既工場立地地域	9 4
1 - 6 . 生物回廊型施工事例	9 6
2 . コアの植生設計	9 7
2 - 1 . 考え方	9 7
2 - 2 . 森林系	9 8
2 - 3 . 水辺系	9 9
2 - 4 . 草原系	1 0 2
3 . 樹林地の造成と管理	1 0 3
3 - 1 . 樹林の目標林相と造成・管理	1 0 3
3 - 2 . 苗木植栽による樹林造成	1 0 4
3 - 3 . 造成樹林の管理	1 0 6
4 . ケーススタディ / 現段階における具体的な提言	1 0 8
4 - 1 . エコタウン地域の生態系設計	1 0 8
4 - 2 . 石炭ヤード隔離堤の植生設計	1 1 2
4 - 3 . 産業廃棄物埋立地の再生自然の利用	1 1 3
4 - 4 . 環境汚染を克服した洞海湾の目に見える「証」の創出	1 1 5
第 6 章に関する図表等	1 1 8
第 7 章 創出した自然環境の利用（その 1）	1 2 3
1 . 生物を指標にした環境の安全性モニタリングシステムに関する研究	1 2 3
1 - 1 . 考え方	1 2 3
1 - 2 . 生態系を継続的にモニタリングして環境の安全性を検知する方法	1 2 4
1 - 3 . 鳥類の組織等の化学分析から環境の安全性を確かめる方法	1 5 0

1 - 4 . 渡り鳥を指標にした国際環境の安全性モニタリングシステム	・ 1 5 0
第 8 章 創出した自然環境の利用 (その 2)	・ 1 5 3
1 . 土地利用、付加価値向上	・ 1 5 3
1 - 1 . 景観創出	・ 1 5 3
1 - 2 . 工業用地 / 安全性のシンボルとしての未利用地の緑化	・ 1 5 3
2 . 生物多様性の保全の「場」としての利用	・ 1 5 4
2 - 1 . 臨海工業地区における生物多様性保全の考え方	・ 1 5 4
2 - 2 . 生物多様性の指標	・ 1 5 4
第 9 章 まとめ	・ 1 5 5
1 . 土壌改質	・ 1 5 6
1 - 1 . 事業化モデル	・ 1 5 6
1 - 2 . 今後の展開	・ 1 6 0
2 . 自然環境創成	・ 1 6 1
2 - 1 . 臨海工業地帯における環境創出の位置付け	・ 1 6 1
2 - 2 . 森林系、水辺系、草原系環境の創成技術	・ 1 6 2
2 - 3 . 島嶼系環境の創成技術 / 三角島	・ 1 6 3
2 - 4 . 干潟系環境の創成技術	・ 1 6 3
2 - 5 . 生物共生型屋上緑化等	・ 1 6 4
2 - 6 . ハヤブサ等の人工巣場	・ 1 6 4
3 . 生物を指標とした環境の安全性モニタリング	・ 1 6 5
3 - 1 . 留鳥を指標にした安全性モニタリングシステム	・ 1 6 5
3 - 2 . ドバトを指標にした安全性モニタリングシステム	・ 1 6 5
3 - 3 . 鳥類の組織等の化学分析から環境の安全性を確かめる方法	・ 1 6 5
(渡り鳥を指標にした国際環境の安全性モニタリングシステム)	
4 . 廃棄物処分場の自然共生型利用の研究	・ 1 6 6
第 9 章に関する図表等	・ 1 6 7
添付資料 バース	・ 1 6 9
本調査結果からの新たな研究テーマ	
1 . 総合的環境教育の「場」の創出とその方法の研究	・ 1 7 5
1 - 1 . 考え方	・ 1 7 5
1 - 2 . 環境教育に関して言及されている答申等	・ 1 7 5
1 - 3 . 北九州地域の環境教育の「場」としての響灘臨海工業地域	・ 1 8 1
1 - 4 . 現在の環境教育・環境学習施設	・ 1 8 1
1 - 5 . 総合的環境教育の「場」としての対応方法とその研究	・ 1 8 2
1 - 6 . 地域リソースの活用	・ 1 8 2
1 - 7 . 環境管理	・ 1 8 3
本調査結果からの新たな研究テーマに関する図表等	・ 1 8 4

参考資料

- 参考資料 1 写真集
- 参考資料 2 環境省の標識調査結果
- 参考資料 3 我が国におけるコアジサシの繁殖状況
- 参考資料 4 植生調査票
- 参考資料 5 カワセミ復活地図
- 参考資料 6 生息・繁殖環境
- 参考資料 7 アルゴスの説明図、ナベヅルの衛生追跡結果図

干潟等広域生物圏における環境影響評価手法と 生物総量の定量的調査手法の研究

有明海の問題以降、干潟等の広域な生物圏の生物総量（バイオマス）を定量的に測定する方法が求められてきた。広域な範囲の総生物量や生態系の相互作用等を把握するには、個々の生物の専門分野の測定結果を積算する方法では限界がある。文字通り部分解の総和は全体解にはなりにくい。このことは有明海の問題が多くを語っている。そこで国土交通省の河川整備基金助成事業の一環として「河口生態系における環境評価手法の研究」受託の中で、干潟の生物総量の定量モデルおよびその調査法を研究してきた。

この種の研究のため産・学・官・民から成る「生物および自然環境定量評価研究会」なる組織を立ち上げたが、この構成メンバーは生物関係の専門家だけでなくIT、航空技術、数理、等々の工学系の専門技術者を多数含んでいる。この体制での研究の結果、従来の生物学者による方法とは全く異なる調査方法を得ている。

詳細については「河口生態系における環境評価手法の研究」中間報告書を参照されたいが、ここでは研究の概要のみ紹介する。

1 . 経緯

平成11年6月施行の環境影響評価法において、生物環境に関する測定（実態把握）・影響予測・影響評価等が義務付けられた。一方、有明海問題で世間に認識されるようになった干潟等の広域な生物圏においては、その生物総量（バイオマス）を、定量的に測定する方法が求められてきた。広域な範囲の総生物量や生態系の相互作用等を把握するには、個々の生物の専門分野の測定結果を積算する方法では限界がある。文字通り部分解の総和は全体解にはなりにくい。このことは有明海の問題が多くを語っている。

そこで国土交通省の河川整備基金助成事業の一環として「河口生態系における環境評価手法の研究」受託の中で、干潟周辺の環境影響評価（アセスメント）の方法と、その調査の方法を研究してきた。この種の研究のため産・学・官・民から成る「生物および自然環境定量評価研究会」なる組織を立ち上げたが、この構成メンバーは当研究所研究顧問の小野勇一先生（北九州市自然史博物館館長／元日本生態学会会長）はじめ生物関係の専門家だけでなくIT、航空技術、数理、等々の工学系の専門技術者を多数含んでいる。この体制での研究の結果、従来の生物関係者中心で展開されてきた方法とは全く異なる調査方法を得ている。

詳細については「河口生態系における環境評価手法の研究」中間報告書を参照されたいが、ここでは研究の概要のみ紹介する。また最終報告書は来年度に完成予定である。

2 . 計画手法

新しい環境影響評価法においては、環境影響評価に関わる調査の内容・予測・評価のやり方等を事前に公開し、周辺住民の意見を反映させることが義務付けられている。そこで実態調査・調査結果の分析・分析結果に基づく影響予測・総合評価等々、環境影響評価に関する一連の思考ロジックを含む計画手法を検討した。この計画手法を考えるうえでのキーワードは概ね以下のようになる。

アセスの「目的」と個々の「調査」の関連が誰にでも分かりやすいこと。

個々の「調査」の方法において、異なる方法（選択肢）を比較できること。

複数の選択肢からの選定において、コスト：効果（精度・信頼性）が比較できる。

これらの条件を満足する手法として「影響関連分析法」および「調査機能分析法／スコ－ピング・チャ－ト」を提案した。

2 - 1 . 影響関連分析法

先ず何らかの事業が計画された場合に、その事業のインパクトの関連が誰にでも分かるようにすることが重要である。そこで手法に必要な条件は以下のように整理できる。

事業の「インパクト」が生み出す直接・間接の「影響」の過程を明示できる。

上記の「影響」を予測・評価するのに必要な「調査」と「判断」の関係を明示できること。

上記の条件を満足する手法として「影響関連図」を提案する。図 - 1 は「河口生態系における環境評価手法の研究」における応用事例を示す。

図 - 1 参照

2 - 2 . 調査機能分析法／スコ－ピング・チャ－ト法

前掲の影響関連分析を受けて、実際のフィールドにおける情報収集（野外調査）のやり方と、その結果から得られる情報を基に、いかなる判断を得るかという一連の思考ロジックを誰にでも分かるように明示する方法が必要である。そこでこの手法に必要な条件は以下のように整理できる。

「影響関連分析」で明らかにした必要な「調査」と「判断」の関係を明示することができること。

アセスメントで行う各種の「調査」とその結果から得られる「判断」のロジックが、誰にでも分かること。

個々の「調査」項目の方法において、異なる方法（選択肢）を比較できること。

複数の選択肢からの選定において、コスト：効果（精度・信頼性）が比較できる。

ここで複数の選択肢の判断は次の基準で行う。

$$S = F / C$$

S : 選択案

F : 精度・信頼性

C : コスト〔人件費・時間〕

上記の条件を満足する手法として「調査機能分析法 / スコ - ピング・チャ - ト法」を提案している。

この手法は産業・工学分野で VE(Value Engineering)として実績がある。

個々の調査項目の、「解」を得ること即ち「目的」を達成する「手段」としてのデ - タの取り方・解析のやり方の、自由に発想できる手法である。

そのため従来の調査手法にとらわれず新たな方法を案出できる。

この手法の応用の結果、例えば広域の干潟の底生生物（ヤマトオサガニ等）の総生息数を、ラジコン・ヘリでランダム撮影した映像を画像処理して推定する方法や、干潟の基盤である物理環境（底質）を航空写真のスペクトル解析から判断するリモ - トセンシングの手法等を開発できた。

図 - 2 - 1 ~ 図 - 2 - 4 は「河口生態系における環境評価手法の研究」におけるスコ - ピング・チャ - トの応用事例を示す。

またリモ - トセンシング、ラジコン・ヘリによる底生生物調査法等は前述の中間報告書を参照されたい。

図 - 2 - 1 ~ 図 - 2 - 4 参照

3 . 研究体制

調査研究メンバー

生物及び自然環境定量評価研究会、日本野鳥の会北九州支部

調査研究協力

㈱日立製作所、ヤマハ発動機株式会社

図 - 1 影響関連図

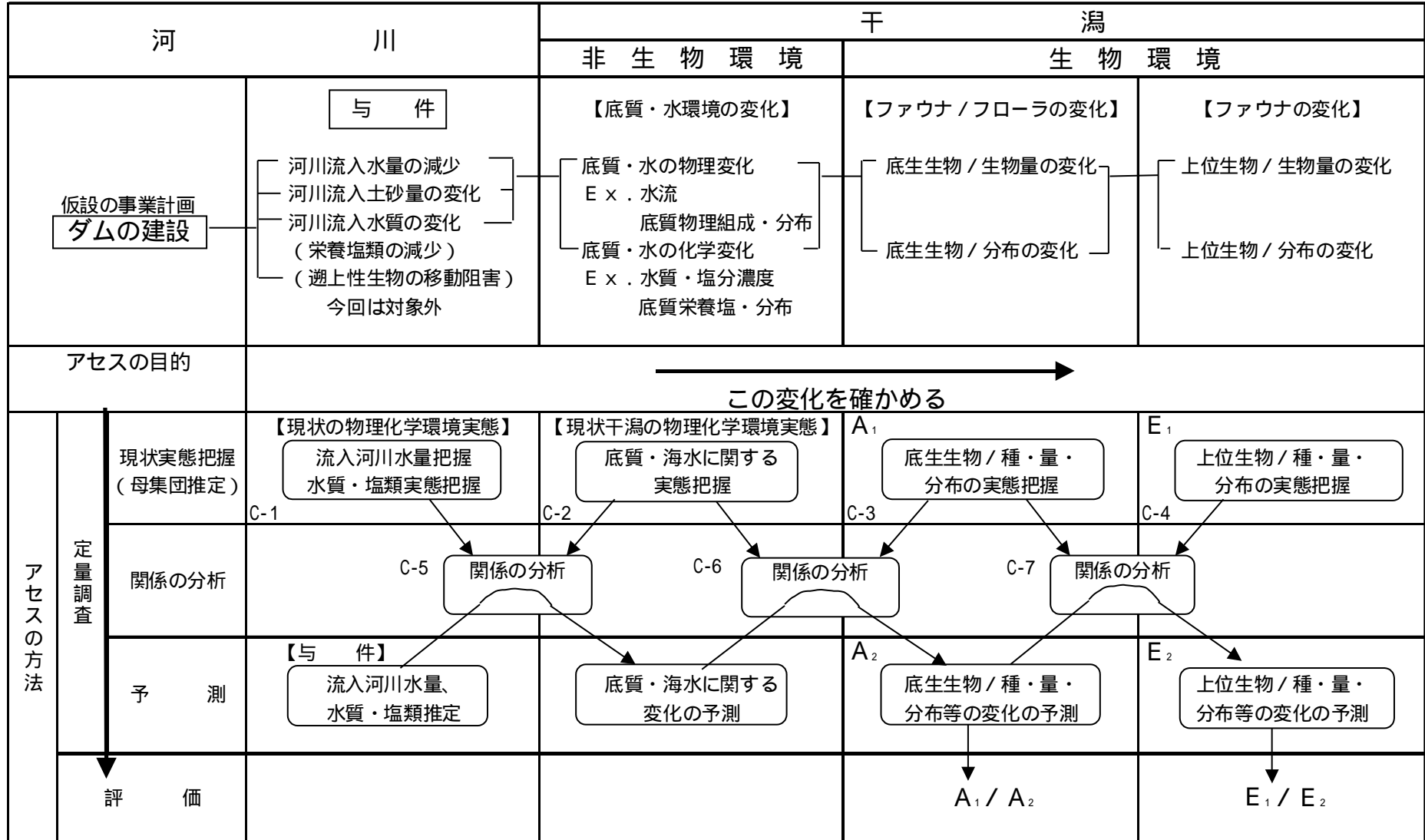
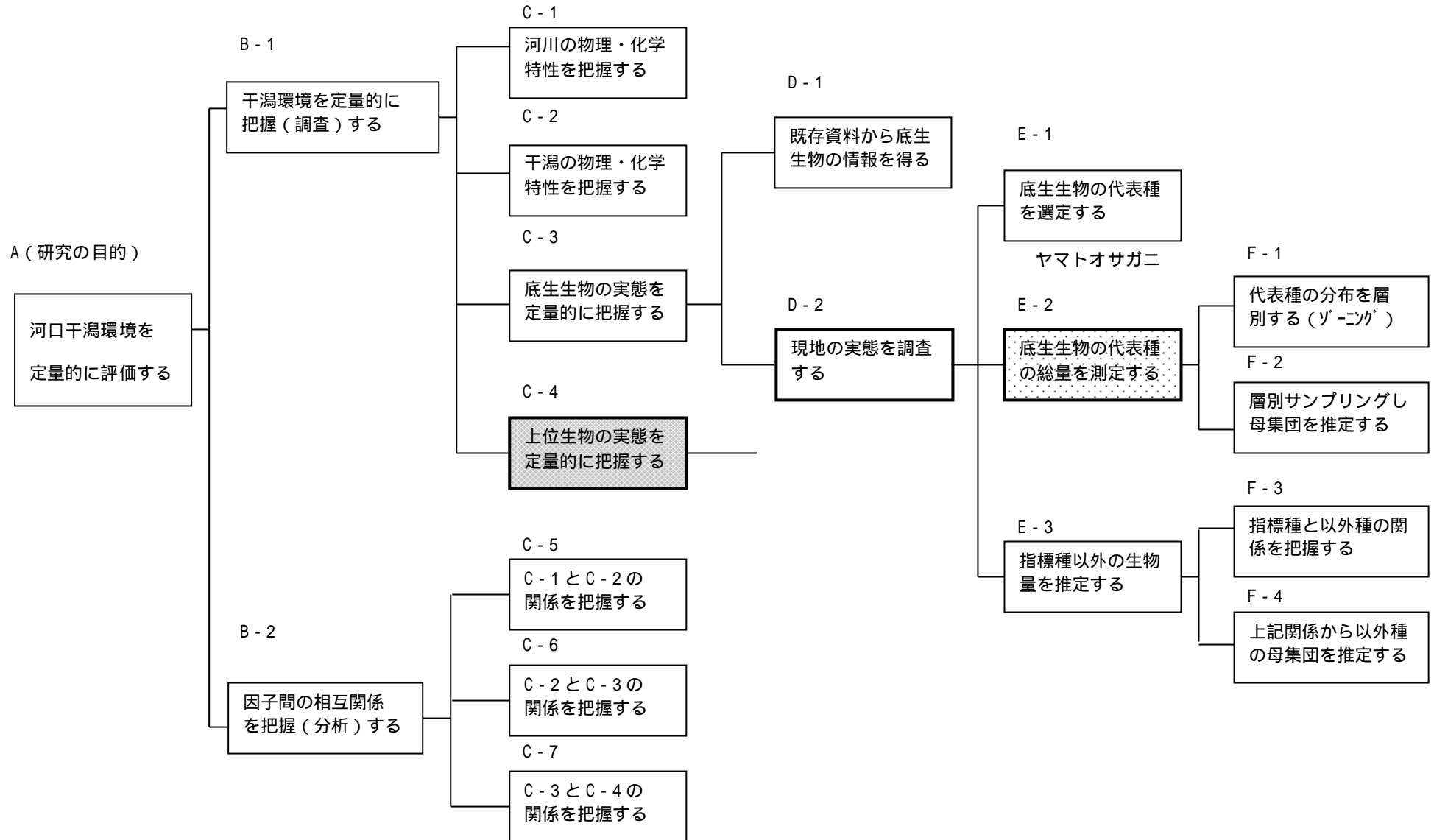
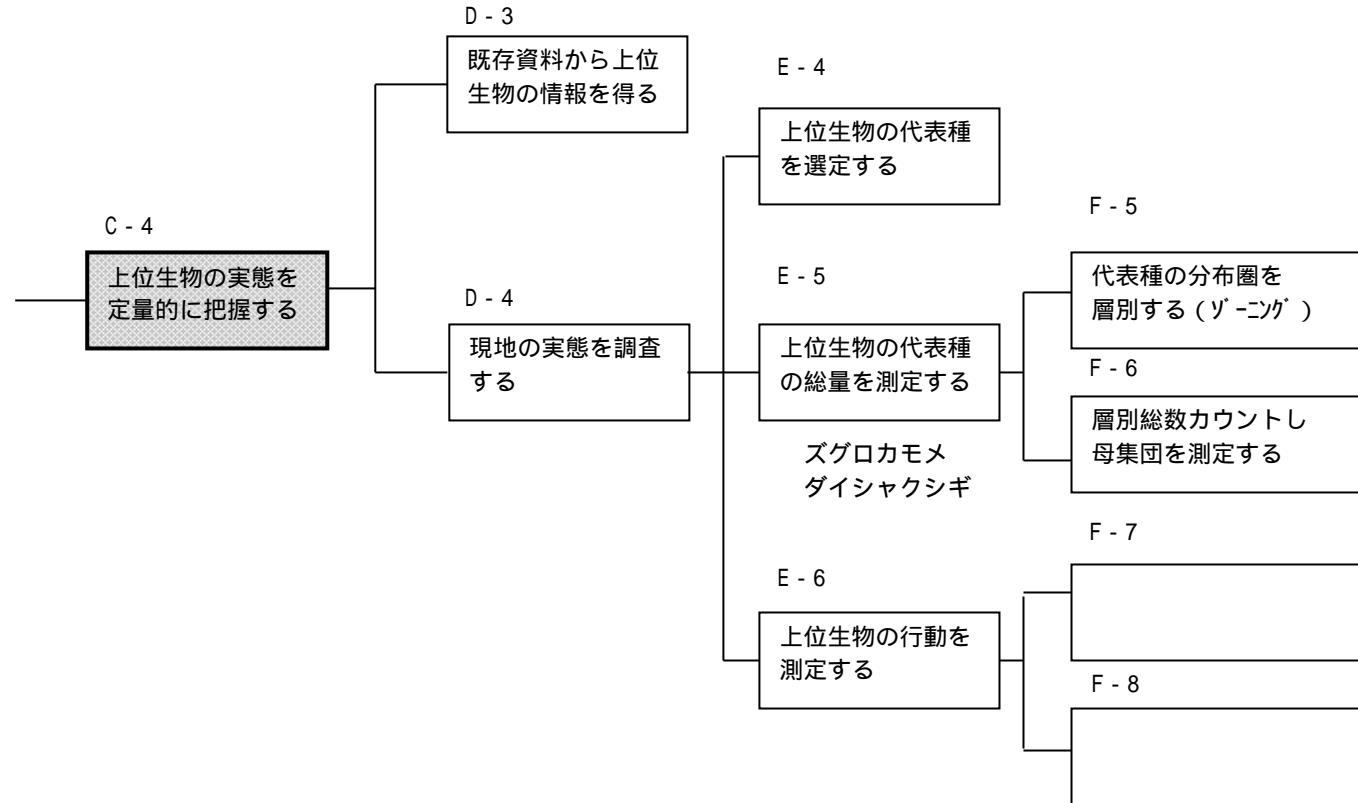
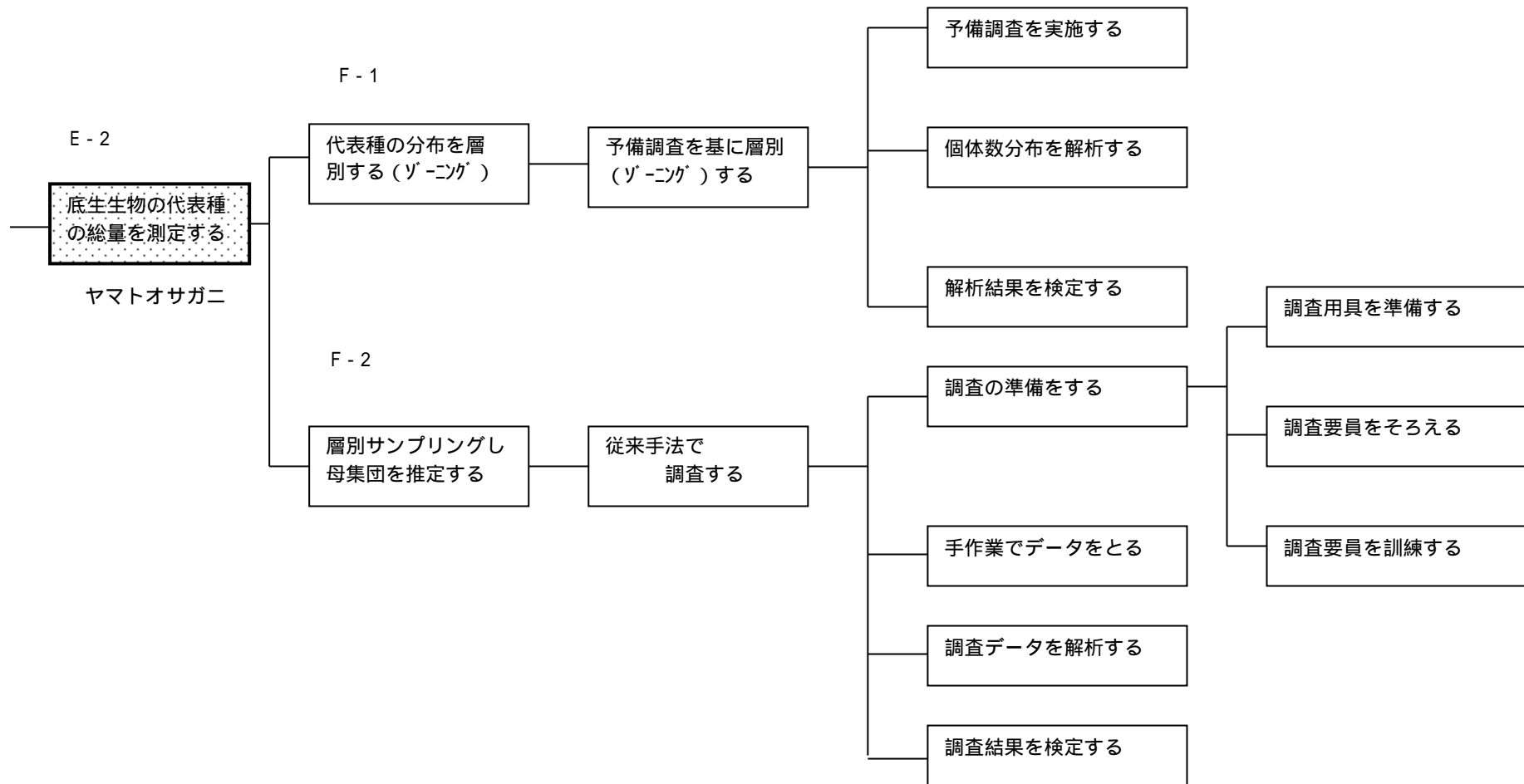


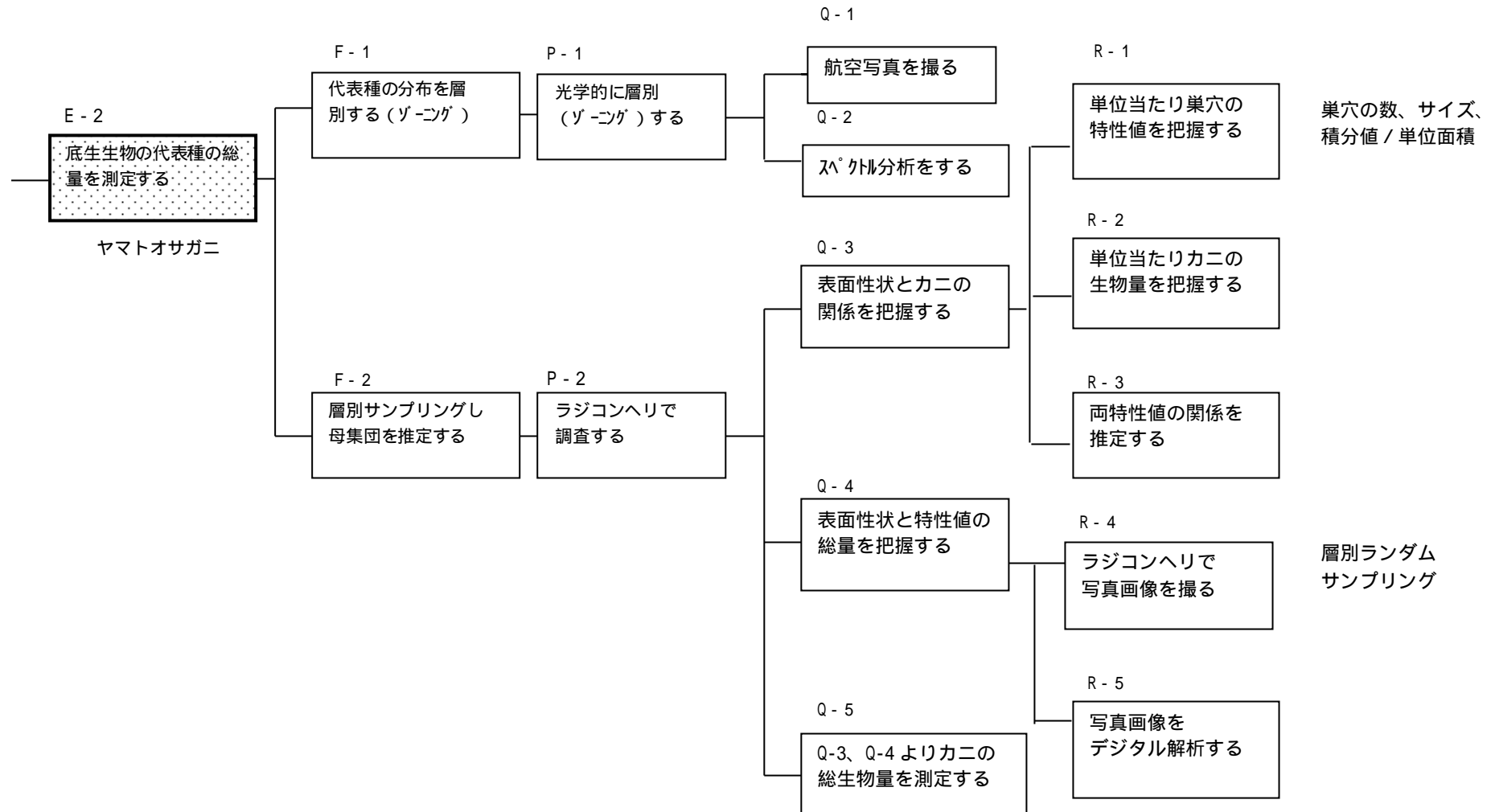
図 - 2 - 1 本研究領域のスコーピング・チャート







選択肢 - 2



産業廃棄物系資源を活用した自然共生技術の調査

平成13年度経済産業省受託の「臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査事業報告書」の中で報告した下記の二点について、実証実験および詳細調査を引き続き平成14年度事業として受託した。

産業廃棄物系資源を活用した自然創成技術の研究

植樹の基盤としてまさ土を使用するが、まさ土採取は自然破壊につながる。そこで建設廃土やコンポスト等廃棄系栄養塩を組み合わせ、植物育成に最適な人工土壌を実証試験する。

産業廃棄物最終処分場の自然共生技術の研究

臨海埋め立て地の産廃最終処分場に絶滅危惧種等が生息している実態から、これを詳細に調査分析して、外部からの立ち入り禁止区域である産廃最終処分場等に何らかの手だてを加えることで、将来においてこれを自然創出の場として利用できるかどうかの研究。

1. 調査の概要

別紙『平成14年度 産業廃棄物系資源を活用した自然創成技術の調査(概要図)』参照

2. 建設発生土および建設汚泥のリサイクル土壌と各種廃棄物系栄養塩類を用いた植栽基盤の性能に関する調査

(1) 調査の概要

リサイクル改良土によるモデル植栽土壌の調製

リサイクル改良土壌の基盤素材として建設発生土および建設汚泥を用いる。植栽土とするために混入する栄養塩類供給素材として、北九州地域において現状では有効利用されていない剪定枝、下水汚泥および生ゴミのコンポストを用いる。これらの混合率の異なる6種の改良土壌を調製し、樹木苗の植栽試験、土壌の物理性化学性の分析に供する。

モデル植栽基盤の土壌調査

植栽基盤の評価に用いられる一般的な土壌調査法により、6種の改良土壌の物理生と化学性を調査、分析する。

緑化樹苗植栽試験

6種類の改良土壌それぞれについて、15 $\frac{1}{2}$ ポットを40個ずつ用意する。これら8種類の緑化樹のポット苗を5本ずつ植栽してその生育状況を追跡調査し、それぞれの改良土壌の植栽基盤としての性能を評価する。

放置条件下における植生回復調査

各土壌に裸地ポットを用意して放置し、定期的に植生調査を行って放置条件下における飛来種子の定着状況を調査する。

(2) モデル植栽基盤の素材配合

改良土壌の基盤素材

改良土壌の基盤素材は、建設発生土改良土と建設汚泥改良土を9：1の比率で混合したものとす。これは、両者を共に有効利用しようという観点から、北九州地域における推定発生量の比率に基づくものである。

養塩類供給素材の混入量

栄養塩類供給素材の混入量は、改良土壌出来高に対する体積比30%、すなわち基盤素材と栄養塩類供給素材との体積比7：3とする。これは福岡市と北九州市での公共工事における植え穴埋戻し土の標準的な仕様、および福岡市香椎パークポートにおける表層土改良の仕様を準用するものである。

養塩類供給素材の組成

栄養塩類供給素材30%の組成は、福岡市の標準仕様で採用されている〔剪定枝コンポスト25%+下水汚泥コンポスト5%〕を標準組成とし、北九州地域から発生が予測される剪定枝、下水汚泥および生ゴミをすべて有効利用することを想定してこれらの発生比率に従った〔剪定枝コンポスト15% + 下水汚泥コンポスト13% + 生ゴミコンポスト2%〕*)を目標組成とする。

水汚泥および生ゴミコンポストの適正量の検討

下水汚泥コンポストおよび生ゴミコンポストは厩肥に近い性質を持ち、過剰施用は植物に有害と考えられていることから、これらの混入率が植栽基盤としての性能に与える影響を検証するために、標準組成と目標組成の中間的な段階を設定する。

栄養塩類の総量の検討

栄養塩類の総量が植栽基盤としての性能に与える影響を検証するために、目標組成の比率で3者の総量を改良土壌の15%とした区画および45%とした区画を設ける。

モデル植栽基盤の構成素材の混合率（体積%）

No.	基盤素材	剪定枝コンポスト	下水汚泥コンポスト	生ゴミコンポスト
1	マサ土70	25	5	
2	改良土70	25	5	
3	改良土70	20	9	1
4	改良土70	15	13	2
5	改良土85	7.5	6.5	1
6	改良土55	22.5	19.5	3

*) 発生予測重量から以下のように体積比概数を算出した。下水汚泥は、発生量7万トンの内、現在焼却されている3万トンを利用対象とした。

	年間発生量（t）	想定比重	体積換算概数	体積概数
剪定枝	8,800	0.5	17,600	15
下水汚泥	30,000	2.0	15,000	13
生ゴミ	1,500	0.6	2,500	2

(3) 植栽樹種と配置

植栽樹種は、タブノキ、マテバシイ、アラカシ、トベラ、ハマヒサカキ、エノキクロガネモチ、クスノキの8種とする。樹高は0.6m～0.9m程度とする。同一樹種は同じ苗畑で育苗したものとし、できるだけ規格の揃ったものとする。ポットの配置は生育試験に障害を与えない配置とする。

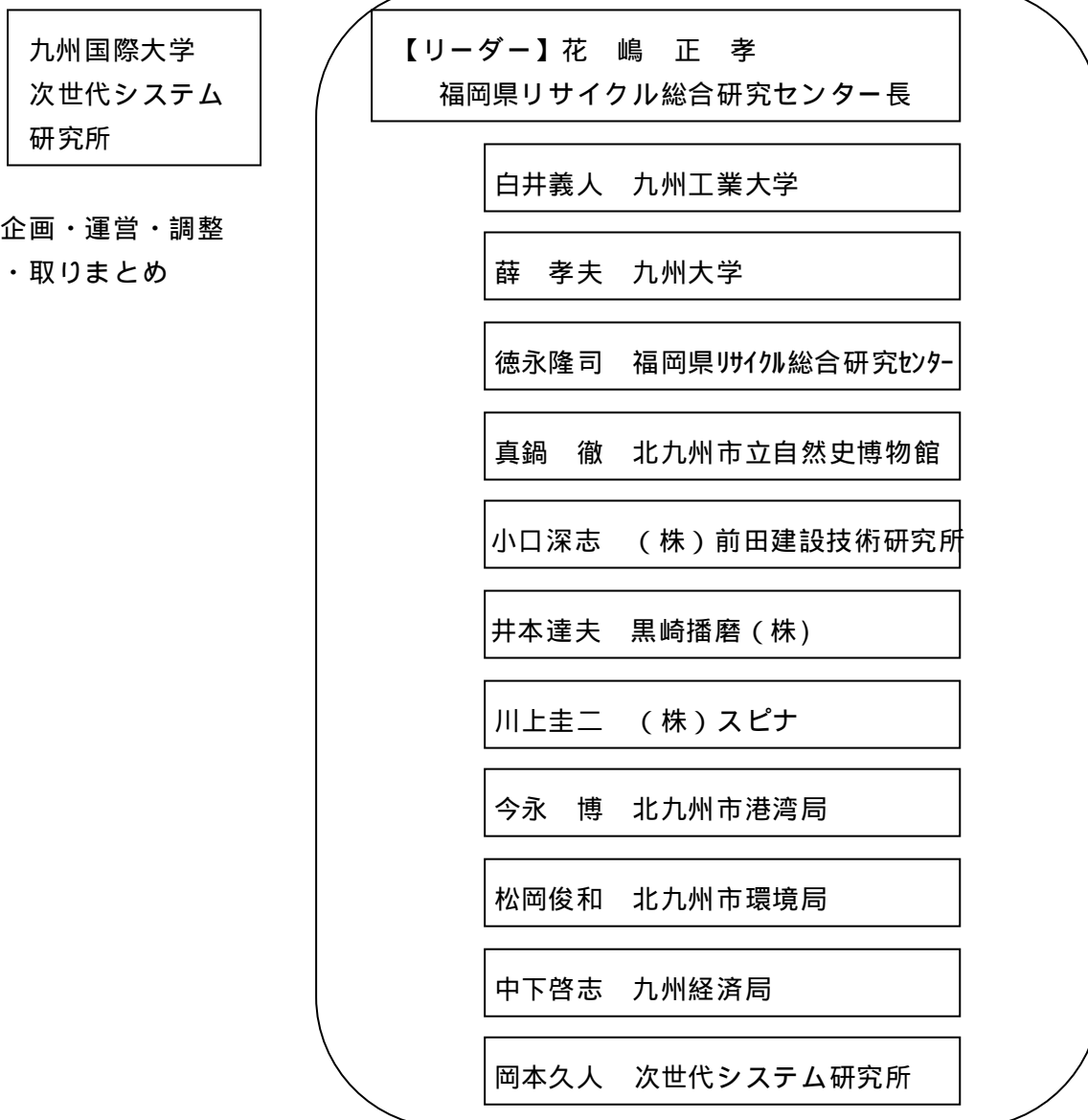
(4) 管理および測定項目

測定項目は、樹高、根本直径、枝張り（東西、南北）、今年度伸長量、樹冠下高、葉緑素値などを基本とし、樹種特性に応じて必要な項目を追加、削除する。測定は、植え付け時、8月末、試験終了時の3回行う。管理は状況に合わせ、散水・除草を適時行う。

(5) 調査・実証実験の場所

北九州市若松区響灘臨海工業地域内およびその周辺地域とする。

(6) 調査研究体制



(7) 調査期間およびスケジュール

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
計画策定・準備	—								
土壌配合実験		—	—	—					
植物育成実験		—	—	—	—	—	—		
報告書作成等							—	—	—

以上の調査の仕様については、次のとおりとする。

土壌配合調査
(マサ土、改良土、剪定枝コンポスト、下水汚泥コンポスト、生ゴミコンポスト)

植物生育調査
(生育測定と生育管理)

リサイクル改良土壌・植栽基盤委員会の実施

3. 埋め立て地等各種人工的環境における自然(動物・植物)の形成速度と環境の物理・化学特性(施工地形・地質等)の関係に関する調査

(1) 調査の概要

この調査は基本的に人工的土地基盤において、自然の形成速度が速い対象地と遅い対象地において生物と物理・化学環境等を調査し、自然の形成速度の違いを創りだした要因を検索することである。

そのため、以下の項目に関する調査を実施する。

A. 実態調査 (自然の形成速度が速い対象地と遅い対象地の2環境について)

各対象地の生物環境の実態調査(各対象地の水辺域、草地域)

・植物

・動物

昆虫類

魚類

底生生物

両生類、爬虫類、哺乳類

鳥類

各対象地の非生物環境の実態調査（各対象地の水辺域、草地域）

- ・土地基盤の形成履歴
- ・物理特性（地形、地層、粒度組成、地盤高、特性値分布等）
- ・化学特性（水辺域は水質を含む）
- ・気象（履歴）

B．実態調査結果の解析

自然の形成速度が速い対象地と遅い対象地二つのデータから以下の点を検討する。

野生生物の多様性を生み自然の形成速度が速める誘因が何であることを明らかにする。

その結果から生物の多様性を生み自然の形成速度が速める方策を得る。

当該産業廃棄物処分場等における自然の環境浄化のメカニズムを明らかにする。

その結果を、人為的環境浄化・回復の方策に検討する。

実態調査の結果と総合技術の視点から、野生生物の多様性と自然の形成速度をさらに向上させるアイデア（工夫）を提言する。

(2) 調査対象地

自然の形成速度が速い対象地と遅い対象地は、気象条件等の前提を統一する視点から可能な限り近接した場所が望ましい。そのため、今回の調査対象地は北九州市響灘臨海工業地域内の産業廃棄物処分場（前述）とそれに隣接する一般埋め立て地（浚渫土）とする。

(3) 調査研究体制(案)

九州国際大学
次世代システム
研究所

企画・運営・調整
・取りまとめ

【リーダー】小 野 勇 一
北九州市立自然史博物館館長

薛 孝夫 九州大学

上田恭一郎 北九州市立自然史博物館

山根明弘 北九州市立自然史博物館

真鍋 徹 北九州市立自然史博物館

岡田 徹 生物・環境定量評価研究会

森本嘉人 (財)日本野鳥の会

前田信一 (株)響灘開発

今永 博 北九州市港湾局

松岡俊和 北九州市環境局

中下啓志 九州経済局

岡本久人 次世代システム研究所

市田則孝 パードライヴ・アジア委員会

(4) 調査期間およびスケジュール

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
計画策定・準備	—								
生物環境の 実態調査	—	夏季(繁殖期)		秋季			—	冬季	—
非生物環境の 実態調査	—								
実態調査結果の 解析			—	—	—	—			
報告書作成等							—	—	—

以上の調査の仕様については、次のとおりとする。

動植物に関する調査

植物相

動物相(昆虫類、魚類、底生動物、両性・爬虫類、哺乳類、鳥類)

非生物環境に関する実態調査

物理特性分析(粒度、透水性、保水性)

化学特性分析(pH、EC)

人工的環境の自然特性委員会の実施

4. 産業廃棄物の最終処分場、臨海工業地等埋め立て地、(都市・流域圏等)において人工的植栽基盤(土壌)を応用して自然創出する場合に、自然の形成速度を速める方法に関する調査

(1) 調査の方法

前項の二つの調査を終了後各調査に係った関係者等で検討会を構成し、調査結果の知見および資料・文献調査を加えて自然創出ル-ル等を帰納していく。

(2) 調査研究体制(案)

九州国際大学
次世代システム
研究所

企画・運営・調整
・取りまとめ

【リーダー】 小野 勇一
北九州市立自然史博物館館長

白井義人 九州工業大学

薛 孝夫 九州大学

上田恭一郎 北九州市立自然史博物館

山根明弘 北九州市立自然史博物館

真鍋 徹 北九州市立自然史博物館

徳永隆司 福岡県リサイクル総合研究センター

岡田 徹 生物・環境定量評価研究会

森本嘉人 (財)日本野鳥の会

井本達夫 黒崎播磨(株)

川上圭二 (株)スピナ

今永 博 北九州市港湾局

松岡俊和 北九州市環境局

作花哲朗 北九州市環境局

中下啓志 九州経済局

岡本久人 次世代システム研究所

市田則孝 バードライフ・アジア委員長

(3) 調査の期間

平成15年2月～3月(1ヶ月)

以上の調査の仕様については、次のとおりとする。

自然共生技術の指針検討

当該地の利用法の検討

自然形成速度の調査委員会の実施

5. 本調査から期待できるもの

産業公害回避などを含む総合的環境の視点から、環境負荷を可能な限り少ない方法で自然創出を図り、創出した自然の形成速度を高めるノウハウを得ることができる。

またこの方法で創出した自然系を具体的に応用する調査から、自然を媒体にした安全・安心ルールを策定する場合の指針を得ることができる。

今回の調査・研究により得られた成果等を『報告書』として取りまとめ、自然共生型流域圏・都市再生技術の基礎的な技術モデル・プランとして提案をする。

(1) 報告書の作成

A4版 100部 総ページ200P(内カラー40P)

(2) 報告書の概要

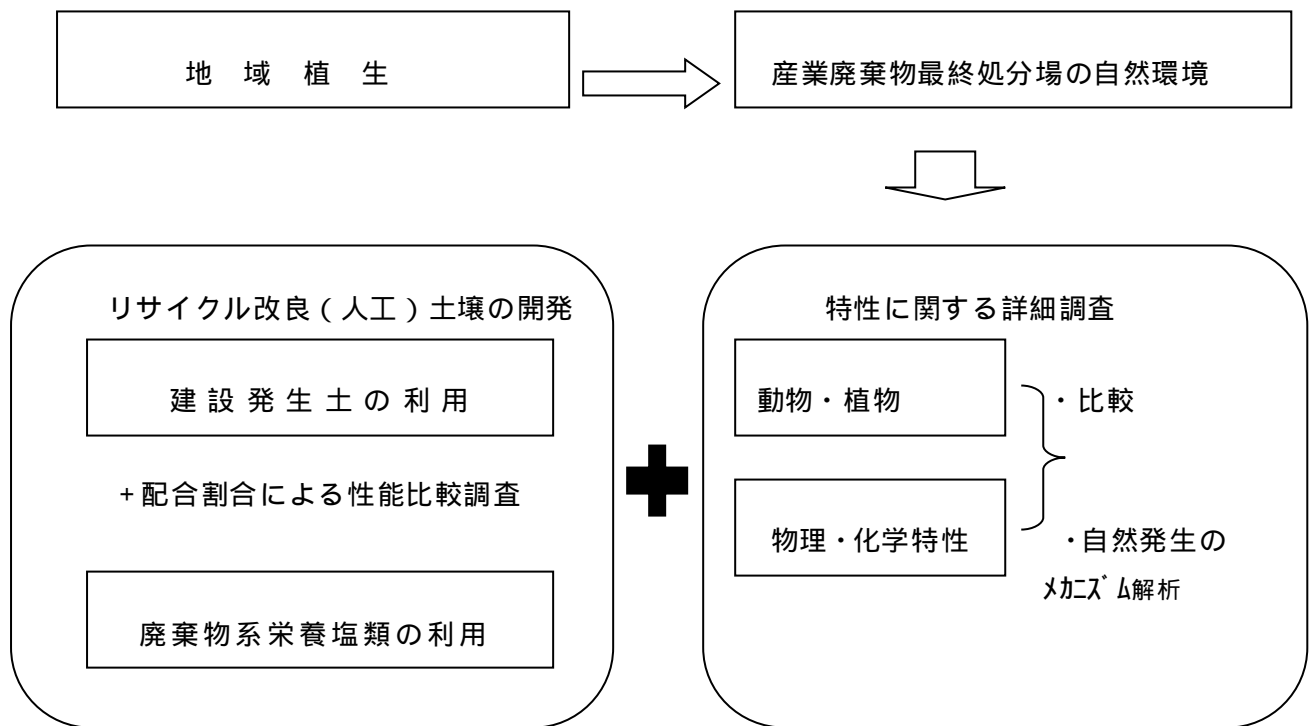
建設発生土および栄養塩類を利用したリサイクル改良土壌に関する性能

埋立地等各種人工的環境における自然形成速度と環境の物理・化学特性

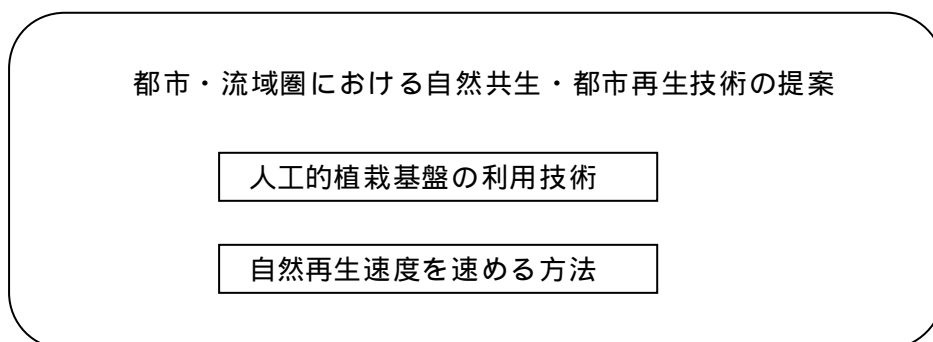
産業廃棄物最終処分場および臨海工業地帯等埋立地などの都市・流域圏における人工的植栽基盤を利用した自然創生の速度を早める方法に関する調査報告

その他調査実施中に明らかになった産業公害総合防止対策に関すること

平成14年度 産業廃棄物系資源を活用した自然創成技術の調査（概要図）



- ・他の地域の自然を破壊することなく、埋立地等における植栽基盤を創出するための技術を調査
- ・新産業モデルの実証的調査
- ・管理型廃棄物最終処分場における自然再生特性と人工的自然環境に関する調査研究



- ・人工的な自然再生と自然の利用技術やそのシステム構築に関する調査
- ・産業廃棄物最終処分場や栄養塩類の供給源が限定され自然の形成速度が遅い臨海工業地等の埋立地など都市や流域圏における自然創出手法に関する調査

**産業廃棄物系リサイクル改良土壌を活用した自然創生技術の研究開発及び
その実証実験並びに（これらの結果を踏まえた）自然創生システムの構築
中小企業産学官連携研究開発事業**

平成14年度に経済産業省から受託した産業廃棄物系資源を活用した自然創成技術の研究事業では、建設廃土やコンポスト等廃棄系栄養塩を組み合わせて植物育成に最適な人工土壌の実証試験を行っている。

これは人工土壌の実証研究はラボ実験である。従ってこの結果のフィールド実験が必要である。そこで財団法人北九州産学学術推進機構の中小企業産学官連携研究開発事業の提案書を当研究所で企画し、受託することが決定した事業である。

なおこの事業の過程において市内の中小企業の育成（研究結果を付与する）を図る目的で、次世代システム研究会のメンバーの中から相応の企業を中心に置き、実験事業を展開している。

中小企業産学官連携研究開発事業 提案書

平成14年 月 日

財団法人北九州産業学術推進機構
理事長 有馬 朗 人 様

中小企業産学官連携研究開発事業実施規程第3条に基づき、中小企業産学官連携研究開発事業について、以下のとおり提案いたします。

テーマ名

技術、製品を意識した名称として下さい。
産業廃棄物系リサイクル改良土壌を活用した自然創生技術の研究開発及びその実証実験並びに（これらの結果を踏まえた）自然創生システムの構築

研究開発の要約(全角120文字以内)

建設発生土や下水汚泥など、廃棄物を利用したリサイクル改良土壌の植栽基盤としての性能評価及び製造から植樹までのコスト評価を行う。その結果を踏まえ、資源循環及び自然共生の観点から、臨海工業地帯という埋立地を対象とした自然創生システムを構築する。

提案代表者

法人名 環境テクノス株式会社

法人代表者 代表取締役 鶴田 暁 印

住所：〒804-0003 北九州市戸畑区中原新町2番4号

連絡担当者名： 岩本 浩

所属： 環境部

役職： 部長

Tel :093-883-0150 Fax :093-883-0701

E-mail : kt@kan-tec.co.jp

研究開発について

背景や目的

社会的背景や研究目的などと、本テーマとの位置づけを明確に記述して下さい。

21世紀、我が国が持続的に発展していくためには、これまでの大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済システムを転換し、循環型社会を構築することが喫緊の課題である。今年3月には、近年の生物多様性の危機を受け「地球環境保全に関する関係閣僚会議」により「新・生物多様性国家戦略」の決定がなされるなど、国の政策として「自然共生型」の社会環境の整備を早急に推進することの重要性が指摘されている。しかしながら、臨海工業地帯のような埋立地は、その起源が自然生態系の育ちにくい場所であり、その技術的対応が求められている。

また、国土交通省では以前より「自然再生事業」を展開しており、**新・生物多様性国家戦略**が国会決議されたことを受け「失われた自然の回復・自然との共生を目指して」というテーマに「都市再生プロジェクト」が内閣官房との連携で進められている。

このような背景の中で、今後の臨海工業地帯という埋立地の自然共生をいかに進めていくのかは地球環境にとっても大きな課題である。

本研究開発は、「リサイクル改良土壌を活用した植栽基盤の性能評価及びコスト評価」に関する総合的研究を露地にて行うものであり、本年度に九州経済産業局の受託調査にて実施する「リサイクル改良土壌の創出に関する研究」（九州国際大学 次世代システム研究所）の成果を踏まえた実証研究として位置づけられる。

本研究開発の目的は、深山など究極の自然環境の創出というよりは、埋立地という栄養塩類の自然供給システムがない地域に、**臨海工業地・都市圏に相応しい自然環境の創出**に必要な植栽基盤としてのリサイクル改良土壌や「自然創生システム」の研究開発を目的としている。

研究開発概要

上記の背景や目的を踏まえ、どのような開発を行うのか、何を実現しようとしているのか、そのあらましを記述して下さい。

(1) 研究開発の意義

圏域から排出される建設発生土、建設汚泥、生ごみ、下水汚泥等の廃棄物を有効に利用したリサイクル改良土壌を製造し、これを埋立地の表層に敷設することによって、より早く自然性の高い生態系を創出することが可能となる。また、コストミニマムな自然創生システムを確立することで、公共事業等によるより広範囲な水平展開が期待できる。つまり、廃棄物を利用し、より早く、より安いコストで「自然の創生を可能とする」ところに本研究の意義がある。

本研究開発は、失われた過去の自然の復元を目指したものではなく、埋立地という人工的基盤の上に自然環境を新たに創出する**モデルケース**として響灘臨海工業地を対象とし、北九州地域で発生する廃棄物を有効利用することを前提として実施する。長期にわたって未利用地が存在する大規模埋立地で一連の処理を行うことは、埋立地の一部を上記**各種廃棄物のリサイクル処理の場として利用**しつつ、埋め立ての完了した区画に製品としての改良土壌を敷設していく事ができる点で極めて効率的である。また、施設が立地した後の環境緑化のために**外部から搬入していたマサ土や土壌改良材が不要**になる点でも、自然保全及び環境保全に寄与することができる。

なお、前述の九州経済産業局の調査では、本研究に先立ち、各種リサイクル改良土壌の基本的特性の分析や、ポットを用いた植栽土壌としての適正試験等を実施し、定量的データを収集することとしている。

(2) 研究開発の概要

リサイクル改良土壌の製造方法（別紙資料 - 1 参照）

リサイクル改良土壌に利用する各種廃棄物の配合比率は、前述した九州経済産業局の調査におけるデータを総合的に解析した上で決定する（2種類）。

リサイクル改良土壌による植栽基盤の区画（別紙資料 - 2 参照）

上記で決定した2種類の配合モデルに、対照として従来のマサ土を加えた3区画を造成する。

緑化樹植栽試験（別紙資料 - 3 参照）

各区画に15種の緑化樹の苗を植栽して、その生育状況を追跡調査し、それぞれの改良土壌の植栽基盤としての性能を評価する。

植生回復調査

各区画の一部は裸地のまま放置し、定期的に植生調査を行って放置条件下における植生回復の状況を調査する。

先進的事例の調査研究

からの調査研究活動と並行して、文献による基礎調査並びに海外も含めた先進的事例の調査研究活動を実施する。

また、事業化へ向けて法的環境（産廃規制等）についても調査を実施する。

自然創出システムの検討

以上で得られた知見をもとに、植栽基盤としての性能、水平展開する上での経済性などを総合的に検討し、埋立地という栄養塩類の自然供給システムがない地域に、人間の手で早い期間で自然を創出するシステム、いわゆる「自然創出システム」の構築を検討する。

この場合のパイオニア相（1年草）からクライマックス相（極相林）の植生に対応した基盤の造成をすることで生物多様性にも配慮することができる。

研究開発目標

目的を達成するための目指す目標をなるべく数値を用いて記述して下さい。

本研究開発は、廃棄物を利用し、より早く、より安いコストで自然の創出を可能とするためのシステム（自然創生システム）を構築することが目的である。これを達成するための目標としては、以下のことが挙げられる。

廃棄物の利用率

廃棄物100%の植栽基盤を目指す。

植栽基盤としての性能

植栽基盤としての性能は、当年枝の伸長、樹高の伸び、根元直径などを指標とするが、その絶対値は、気象条件等によって左右されるため指標に関する数値目標の設定は困難である。したがって、評価については、マサ土による対照区との相対的比較によるものとし、学識者による定期的な確認をもって判断する。

植栽土壌の製造から植樹までの一連の工程にかかるコスト

従来の緑化事業におけるコストの70%程度を目標とする。以下は、従来の土壌改良方法である現場でマサ土と改良材を混ぜ合わせる場合の、施工費を除いた単価の例である。

従来のコストの詳細については、研究を進める中で調査を行う。

従来の方法	マサ土	1.0m ³ ×	2,000円 =	2,000円
	パーク堆肥	10.0kg ×	50円 =	500円
	ゼオライト	10.0kg ×	100円 =	1,000円
	磷酸石灰	15.0kg ×	40円 =	600円
	合計			4,100円 / m ³

研究開発課題と解決方法

上記目標を達成するための技術的課題と、その具体的な解決方法を課題毎に記述して下さい。

(1) リサイクル改良土壌の製造方法に関する研究開発

建設発生土および建設汚泥の植栽土壌への改良について、問題点と改良方法について過去に文献調査等を行った結果は以下のとおりであるが、本研究開発では7月より九州経済産業局の受託調査で得られた定量的データを基本的には活用する。

含水率が高い：建設汚泥等の含水率が高いものについては、フィルタープレス等の脱水操作を行う。また、植栽土壌としては水分がいくらか高いものについては、天日乾燥が一般的である。

養分不足：都田、米山（東京農試）らは都市ゴミの堆肥を10アール当り3トン施用することにより、気相率、孔隙率が上昇し、土壌の膨軟化が認められたことを報告しており、一般に、施用量は生ゴミの堆肥化物では10アール当り5トン以下である。一方、堆肥の肥効分は不安定であることから、土質改善に当たっては、有機物として考える方が良いとの報告もある。有機物の混合割合としては、完熟有機物では容積比で5%、未熟有機物、C/N：40以上では2~3%、未熟有機物、C/N：10以下では1~2%が好適であることが報告されている。

pHが高い：日本造園学会の「緑化事業における植栽基盤整備マニュアル」では、植栽に好適なpHは4.5~8であり、8以下にする必要がある。9~9.5程度であれば、酸性黒ボク土の混合、または有機質との混合、切り替えしによって中性化の可能性がある。

その他、土壌のpHを下げる方法として、イオウの粉末をm³当たり200g混合することによりpHが1低下することが報告されている。

粒子が細かい（粘土質）：透水性及び通気性を確保するために、3 - 3項で述べた建設汚泥のリサイクル骨材のソイルベストやNライト、5項のミネロックファイバー等を混合する他、山砂の代替品として焼却灰利用の人工砂を混合することなどが考えられる。

(2) 多様な植生を発達させるための植栽基盤の形状（別紙資料 - 3、別紙資料 - 4 参照）

多様な生物の生息空間を創出するためには、その生息基盤となる植生も森林や湿地植生など多様でなければならない。本研究による植栽基盤に関しても、これを意識した形状とする。

(3) 植栽基盤としての性能評価

九州経済産業局の受託調査にて得られた植栽基盤の性能に関する定量的データと本調査研究（具体的なフィールドによる研究開発）により収集されたデータとを常に比較対照分析する。

性能の評価指標として、当年枝の伸長、樹高の伸びなどを採用するが、自然条件等によるノイズが考えられるため、学識者による観察段階での定期的なチェックを加える。

(4) 埋立地以外への応用

地域特性を基本に生物多様性の保全を前提とした埋立地の緑化並びに景観を含めた研究開発の成果は、埋立地のみならず都市・流域圏における自然創出・共生へ応用できるものであり、産業廃棄物等を自然創出のための資源として利用するための技術である。このような視点も踏まえて、先進的事例について文献調査を進めていくとともに、海外も含め調査研究活動を実施する必要がある。

技術・製品の新規性等

新規性、独創性、優秀性などについて、既存・競合する技術・製品と比較して記述して下さい。また取得可能な知的所有権もあわせて記述して下さい。

従来の緑化事業は、いわゆる「緑の再生」であり、樹木や草を植えることが目的であった。しかも、そのために自然の山からマサ土を切り出すなど、他の自然破壊を伴う事業でもある。これに対し本研究開発が目指すものは、殺伐とした埋立地に、鳥類を含むできるだけ多様な

生物が生息できる自然を創生するためのシステムであり、単なる緑の再生とは異なる。併せて、その植栽基盤は他の自然破壊を伴わない100%廃棄物を利用することを目指している。

本研究開発により「自然創生システム」を構築し、響灘埋立地での実証が成功すれば、地球規模で求められている「資源循環」や「自然共生」の埋立地バージョンとして、全国への水平展開が期待できる。

以下は、樹林帯から湿地までを作り出すことを目的とした施工方法である。

別紙資料 - 4 植生の多様化を考慮した施工方法図 参照

基礎となる研究成果と進捗状況

当該テーマに関わるこれまでに蓄積してきた技術や知的所有権などの状況を記述して下さい。

< 調査 >

「臨海工業地帯における自然共生型環境創成のための調査事業」
2001年度 九州経済産業局受託調査

「産業廃棄物系資源を活用した自然共生技術の調査」
2002年度 九州経済産業局受託調査

市場規模

当該テーマに関わる市内外の市場規模と、予想される販売量・額を事業化開始年度を踏まえて、なるべく数値を用いて記述して下さい。

< 事業化開始年度 平成17年度 >

具体的な市場規模は、下記の表のとおりであり、循環型・環境共生型土地活用（環境と共生する港湾を実現 臨海部土地利用転換）や広域廃棄物処分場の整備（フェニックス計画）フロンティアランド（廃棄物海面処分場）の整備を考えれば全国の埋立地を対象とした事業展開が期待できる。

（単位：ha、％）

用途 区分	合計	住宅用地	公園緑地	工業用地	その他
造成済みの埋立地 (1945年8月～2001年3月末)	69,276 100	2,823 4.1	3,543 5.1	37,221 53.7	25,689 37.1
現在造成中の埋立地 (2001年3月末現在)	11,068 100	257 2.3	1,862 16.8	1,901 17.2	7,048 63.7

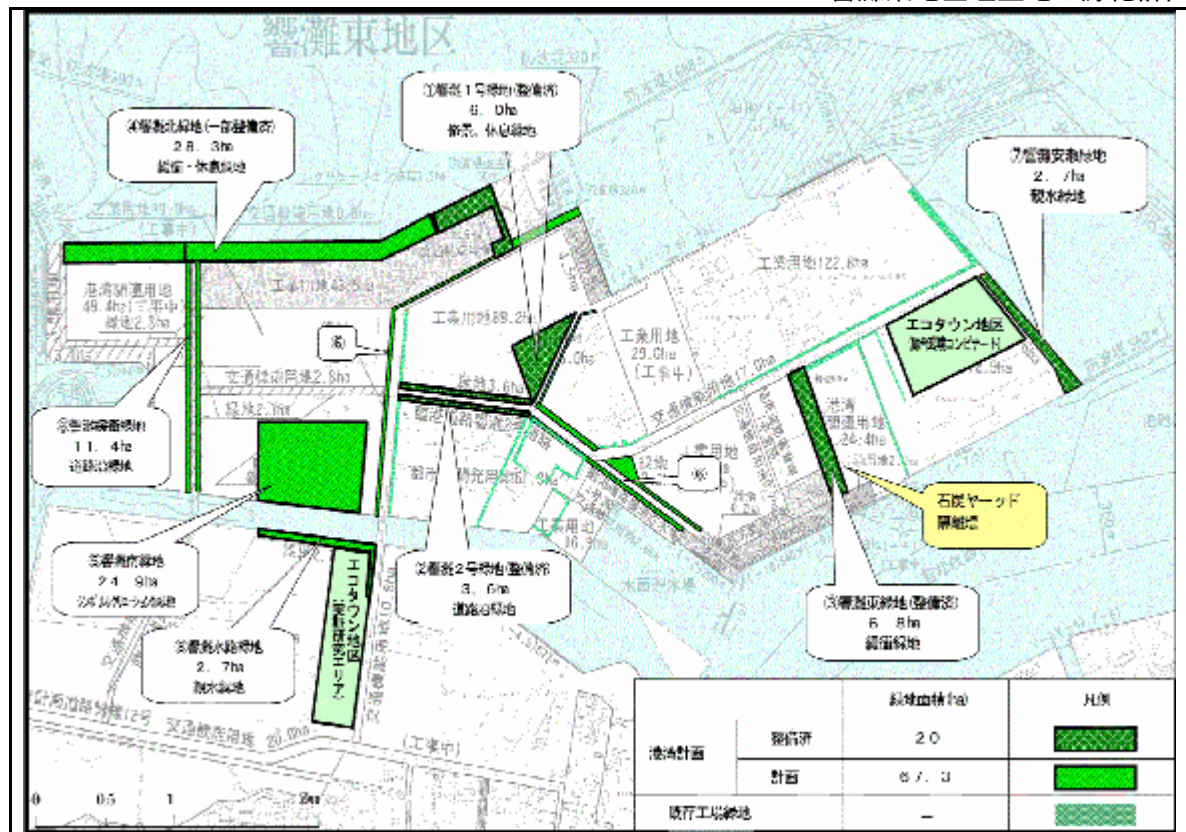
上述の事項を前提に事業化に向けては、他のハード系企業との間で新会社を設立する。本企業は、ここで構築した「自然創生システム」のコンサルティングを行うとともに、リサイクル改良土壌の製造及び施工も請け負うものであり、国の提唱する政策である「循環型社会の形成」「循環型経済システムの形成」に大きく貢献できるものと確信している。

地域社会への還元

当該テーマを実施することによる北九州地域への社会的、経済的、技術的貢献について記述して下さい。新産業創造枠については、どのように新産業の創造につながるのか、長期的な視点で記述して下さい。

響灘臨海工業地帯をフィールドとして露地におけるリサイクル改良土壌の実証的調査研究を実施することは、この調査研究そのものが北九州市における埋立地を利用した植栽基盤の造成や緑化事業と繋がるものであり、地域社会への還元へ直接貢献できると考える。

響灘東地区埋立地の緑化計画



他の助成等への申請状況

申請先	申請テーマ名	交付状況
九州経済産業局	産業廃棄物系資源を活用した自然共生技術の調査	申請・提案中、採択決定等 採択決定

注意：【様式1-1】全体で5枚以内として下さい。また、提案を補完するために研究開発の目的・目標・解決手法や参加組織の役割分担などを表現したポンチ絵等を5枚とは別に3枚以内で添付していただくことが可能です。

別紙資料 - 1

モデル植栽基盤の構成素材の混合率（体積％）

No.	基盤素材	剪定枝ｺﾝﾎﾟｽﾄ	下水汚泥ｺﾝﾎﾟｽﾄ	生ゴミｺﾝﾎﾟｽﾄ
1	マサ土 70	25	5	
2	改良土 70	20	9	1
3	改良土 70	15	13	2

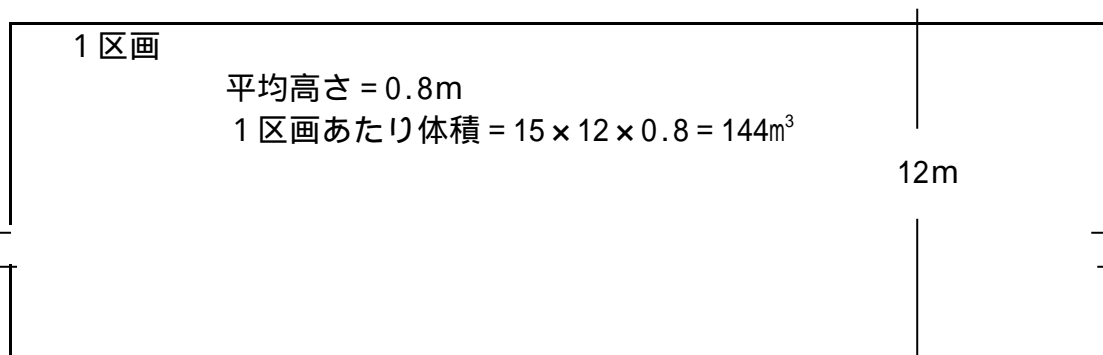
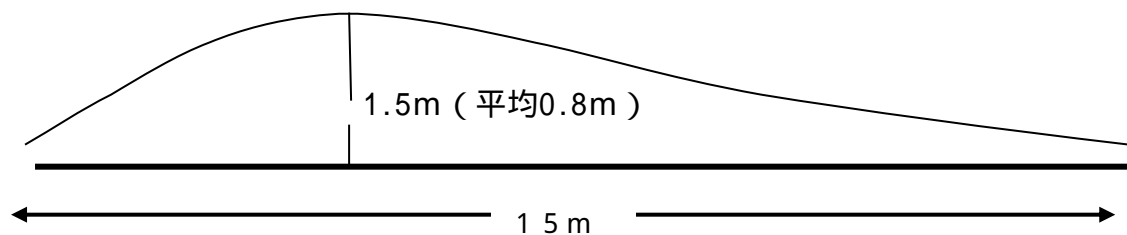
*) 発生予測重量から以下のように体積比概数を算出した。下水汚泥は、発生量7万トンの内、現在焼却されている3万トンを利用対象とした。

	年間発生量(t)	想定比重	体積換算概数(m ³)	体積比概数
剪定枝	8,800	0.5	17,600	15
下水汚泥	30,000	2.0	15,000	13
生ゴミ	1,500	0.6	2,500	2

別紙資料 - 2

試験盛り土の形状と必要土量

断面



$$144\text{m}^3 \times 3\text{区画} = 432\text{m}^3$$

$$\text{マサ土区} : 144 \times 1 = 144 \text{ m}^3$$

$$\text{改良土区} : 144 \times 2 = 288 \text{ m}^3$$

基盤素材

$$\text{マサ土} : 144 \times 0.7 = 100.8 \text{ m}^3$$

$$\text{改良土} : 288 \times 0.7 = 201.6 \text{ m}^3$$

$$\text{建設発生土改良土} : 201.6 \times 0.9 = 181.4 \text{ m}^3$$

$$\text{建設汚泥改良土} : 201.6 \times 0.1 = 20.2 \text{ m}^3$$

栄養塩供給素材

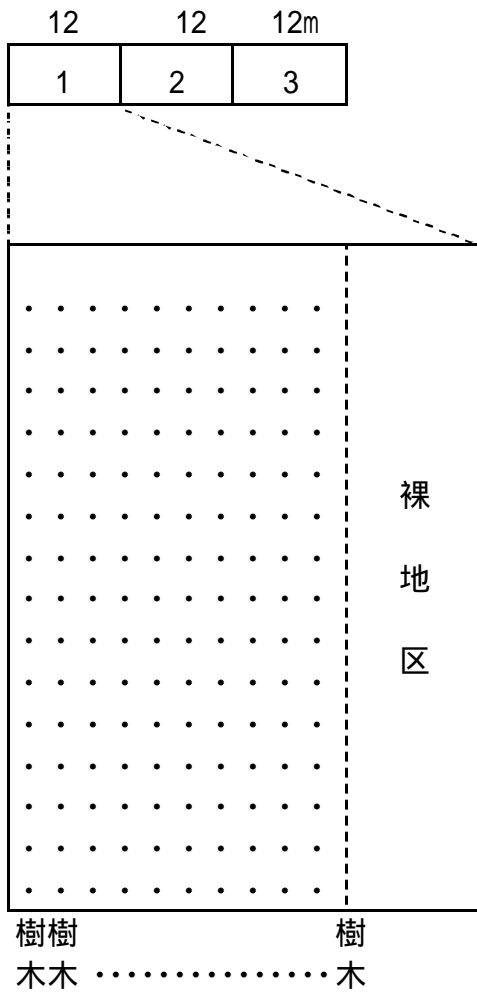
$$\text{剪定枝ｺﾝﾎﾟｽﾄ} : 86.4 \text{ m}^3$$

$$\text{下水汚泥ｺﾝﾎﾟｽﾄ} : 38.9 \text{ m}^3$$

$$\text{生ゴミｺﾝﾎﾟｽﾄ} : 4.3 \text{ m}^3$$

別紙資料 - 3

植栽試験



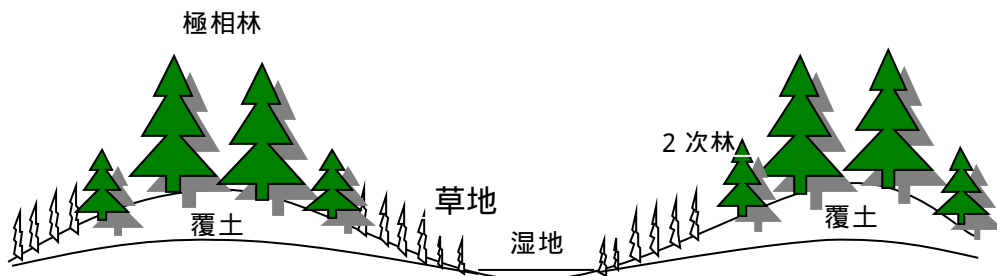
樹種：下記の15種（樹高1.2m程度のポット苗）

スダジイ、タブノキ、ホルトノキ、マテバシイ、アラカシ、トベラ、シャリンバイ、ハマヒサカキ、ウバメガシ、マサキ、エノキ、ムクノキ、クロガネモチ、クスノキ、ピラカンサ

測定項目：

樹高、根本直径、枝張り（東西、南北）、樹冠下高、葉緑素値など

別紙資料 - 4 植生の多様化を考慮した施工方法図



ベース地盤

【様式 1 - 2】

計画について

研究開発計画

項 目		平成 1 4 年度		平成 1 5 年度	
開発課題	組織名	上 期	下 期	上 期	下 期
【様式 1 - 1】 の 技術課題項目ごとに 区切って記入して 下さい。	課題を担当する組織名	←→			
リサイクル改 良土壌の製造 方法に関する 研究開発	環境テクノス株式会社 株式会社スピナ 学校法人九州国際大学 次世代システム研究所		←→		
多様な植生を 発達させるた めの植栽基盤 の形状	環境テクノス株式会社 株式会社スピナ 学校法人九州国際大学 次世代システム研究所		←→		
植栽基盤とし ての性能評価	環境テクノス株式会社 株式会社スピナ 学校法人九州国際大学 次世代システム研究所			←→	
埋立地以外へ の応用 (先進的事例の 調査)	環境テクノス株式会社 株式会社スピナ 学校法人九州国際大学 次世代システム研究所		←→	←→	

組織名は参加する企業、大学、公設研究機関名等を書いて下さい。

事業化計画

事業化課題	組織名	平成15年度	平成16年度	平成17年度
【様式1-1】の事業化開始年度を踏まえ、それまでの事業化計画を記入して下さい。				
廃棄物関連法の検討	環境テクノス株式会社	←→		
埋立地に係る緑化計画等の調査	学校法人九州国際大学次世代システム研究所	←→		
プロポーザルの作成	環境テクノス株式会社 株式会社スピナ 学校法人九州国際大学次世代システム研究所		←→	
ハード系企業の調査	株式会社スピナ		←→	
ハード系企業へのプレゼン	環境テクノス株式会社 株式会社スピナ 学校法人九州国際大学次世代システム研究所		←→	
新会社設立	環境テクノス株式会社			←→
国・自治体へのプレゼン	環境テクノス株式会社			←→

組織名は本提案上の参加機関だけでなく、今後事業化にあたって参加を予定している組織名も含めて書いてください。

【様式 1 - 3】

実施体制について

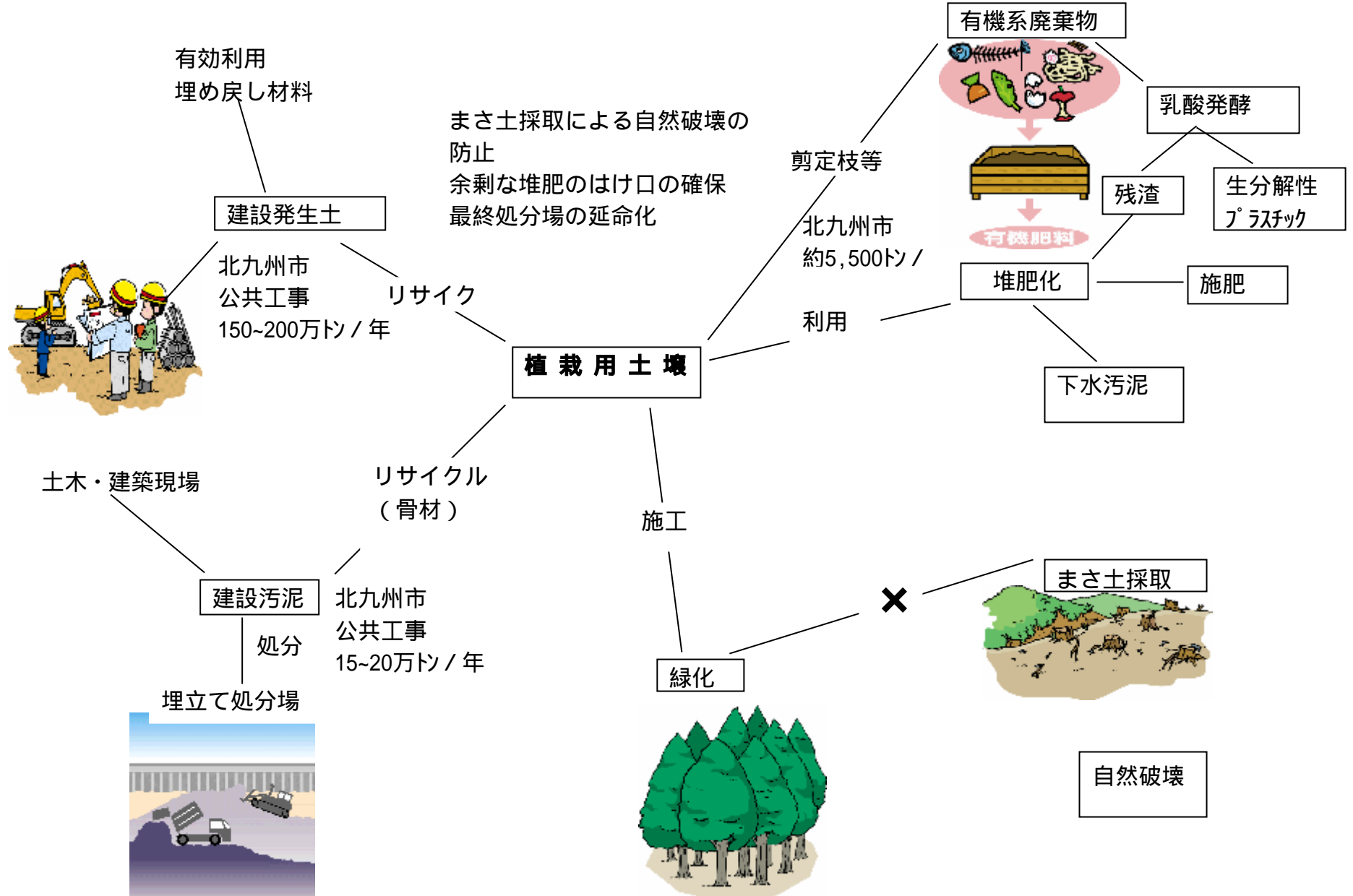
参加組織一覧

組 織 名	住所・電話・FAX	役職名・氏名
環境テクノス株式会社	北九州市戸畑区中原新町2番4号 電話 093-883-0150 ファックス 093-883-0701	部長 岩本 浩
株式会社 スピナ 緑化環境事業部	北九州市八幡東区平野3-2-1 電話 093-671-2318 ファックス 093-671-2306	取締役事業部長 川上圭二 マネージャー 小濱悟志
学校法人 九州国際大学 次世代システム研究所	北九州市八幡東区尾倉二丁目6番1号 電話 093-661-8772 ファックス 093-663-1612	所 長 岡本久人 課 長 神力潔司

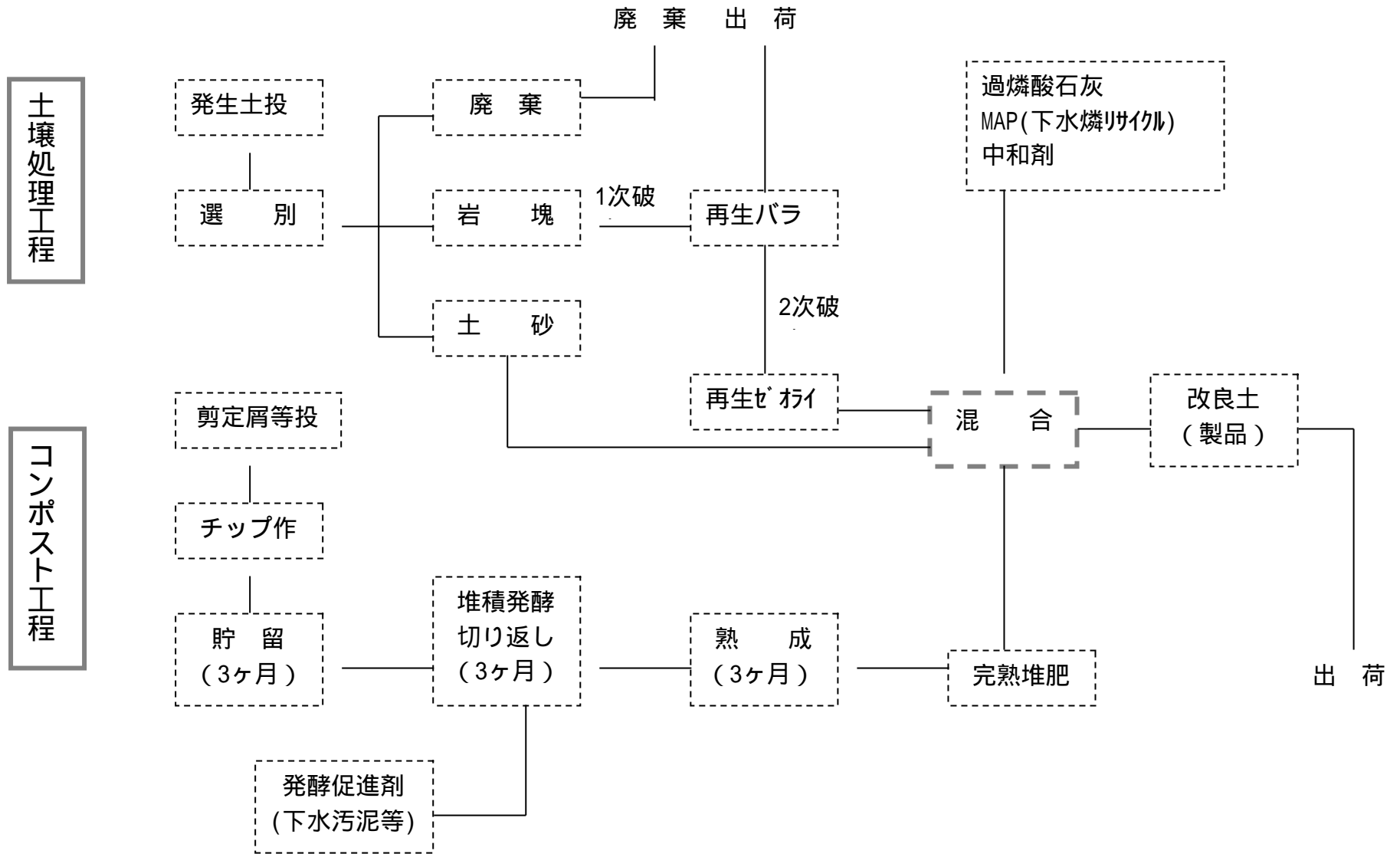
他から指導、協力者名及び指導、協力体制

組 織 名	協力事項	役職名・氏名
九州大学大学院 農学研究院	多様な植生を発達させるための植栽基盤の形状	助教授 薛 孝夫
福岡県リサイクル 総合研究センター	リサイクル改良土壌の製造方法の開発	研究開発部長 徳永隆司
北九州市自然史博物館	多様な植生を発達させるための植栽基盤の形状	学芸員 真鍋 徹

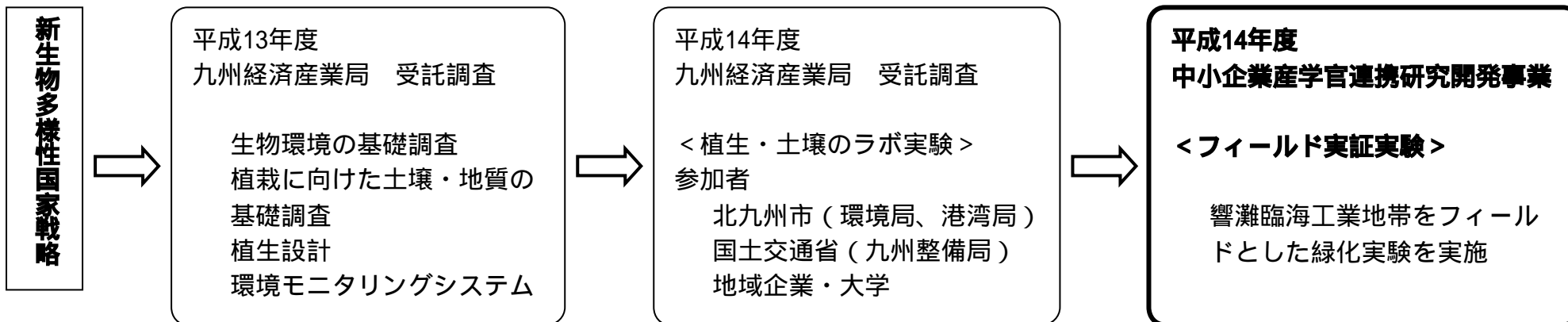
参考資料 - 1 植栽のための人工土壌の創出



参考資料 - 2 改良土製造工程



参考資料 - 3 各調査項目概要



藤田商店街活性化実施計画策定事業

従来、商店街の実施計画書は商店街組織内部を中心に作成されてきた。空き店舗が増加した商店街が販売促進を目的とし単独でイベントを行うことは、経済的にも人的にも難しくなってきている。

今回の実施計画書づくりは、北九州市産業学術振興局からの受託により、当研究所と婦人会や自治会を中心とした外部組織とが協力して福祉的要素、社会教育的要素を取り入れ、商店街の社会的役割りを根本から見直すもので、高齢者問題等、商店街が地域に貢献できる内容をプログラム化する。

大学と行政、商店街を代表する地域組織が協力し、新しい社会モデルや社会システムの実証的研究を展開中である。

藤田商店街活性化実施計画策定事業

1. 「街づくりシステム研究室」の開設経緯

空洞化した都市問題への取り組みが始まっている。事例摸写を通じて施設建設の後、その運用の検討が行なわれていると言う。従来型の地域開発や都市開発が地域に負担をかける。この事が広く国民の知るところになり、国土利用計画も含め都市や農村のあり方、或いは村づくり、街づくりの進め方が今や大きな課題になっている。

当研究所が立地する北九州市でも『北九州ルネッサンス計画』に基づいた都市の構造改革が推し進められており、東アジア地域を代表する環境共生型都市を目指し基盤整備や都市施設の建設が行われている。第三次計画(1兆3500億円)が終わろうとしている今後3ケ年は極めて重要な時期でもある。その中で、四大工業都市として戦後を支えた旧八幡市の中心市街地である黒崎が、北九州市の副都心を目指して街づくりの原点に立ち返りつつある。生活と『街』についての関わり方の在り方を住民自身が模索し始めており、潤いや活気ある街を蘇らせるための努力が続けられている。街づくりは最も身近な問題でありながら広範囲に及ぶ専門知識や複雑な手続きが求められ、ややもすると住民は受動的な立場に置かれがちであった。その複雑さは米国貿易通商部より手続きの複雑さが非関税障壁として問題視された程である。しかし、その複雑さゆえに『街』が身動きできなくなっている。

これらの問題解決に向けて、長崎街道黒崎宿の代官所があった藤田地区では婦人会を中心とした街づくりの勉強会が続いている。『自然環境と同調するストック型社会(エコエコ理論)の形成意義や重要性』を熱心に学んだ。聴講の結果、資産蓄積型の街づくりの考え方や方法論(BASE法)をもとに自らが地域の再生を考え行動しようとする認識も深まり、地域を動かし始めている。街づくりは想いだけでは解決しない。文化活動や慈善事業さえも経済性が伴わなければ継続できないのが現実である。理論体系と具体的な事例に基づいた方法論の確立が欠かせないのである。長寿命型社会システムの構築など長期的な視野に立った一定の考え方や進め方の体系が必要とされている。一方で地域住民や商店街が直面する現実の問題に対し、多額な投資等を伴わず知恵で解決する方法も同時に必要とされる。当研究所では藤田地区を『資産継承型の街づくり』の実証場として捉え、地域に根ざす大学の研究機関として多面的にサポートして行くことを目的に「街づくりシステム研究室」を設置した。

現代社会は行政の縦割りシステムに基づく各論（部門）に限られた行政システムとなっており、総論（全体）に対応する仕組みになっていない。同時に行政機能に準じた監督官庁によって専門家のライセンスが授与されるために、全体を見通す実践的な専門家が育成される状況にもなっていない。結果として街づくりの活動は適切な見地や経験を携えた指導者が極端に不足する。現場で汗を掻く専門家がいないために、議論が迷走し、結果として誤った各論や詭弁によって導き出された結論によって、思わぬ問題や無駄が生ずる決定がなされることも多い。リスクを未然に軽減する（総論と各論の一致）具体的な努力や方法が知られていない。当研究室はこれらの行政システムを大学研究機関というメリットを活かし、有機的に補完する機能を目指している。

2. 研究室の概要

（1）研究室開設の目的

当研究会や研究所における長寿命型社会システムに向けた統合理論（長期プラン）を構築し認知させるためには、地域産業や商店街が現実に直面する課題への対応が不可欠である。当面、本格的な投資を行なうことなく知恵で問題を解決する方法（短期プラン）を実践する必要がある。研究室は後者の命題を中心に研究にあたる。

（2）研究室の機能

短期プラン(街づくり)の実証研究

B A S E 法を使った『短期プラン手法』のマニュアル化

学部学生、院生、および社会人学生向け実践研修の場の創出

関係行政機関および企業等からの調査受託

マニュアルを応用した他地域への受託調査および指導業務の展開

（3）具体的な目標

現場を通じて短期プランのマニュアル化を行なう

現場を通じて長期プラン実現のための支援を行なう

事例を基に他地域への展開を行なう

（4）研究室の開設場所

学校法人九州国際大学 次世代システム研究所内

（5）開設年月日

平成 14 年 10 月 18 日

(6) 地域との関係

当面、藤田銀天街（八幡西区）タウンセンター準備室を兼ねる

(7) 事業計画

平成 14 年度 地域の現状把握と課題整理

（現状把握と問題点の整理・3ヶ年実施計画書の作成）

平成 15 年度 解決に向けた全体と個別実務処理

（機能系統図を通じた問題解決手順の明示と実施支援）

平成 16 年度 持続的な成長軌道への補正処置

（短期プラン作成マニュアルと利用事例図書の出版）

3. 藤田商店街活性化実施計画の受託と受託の経緯

平成 14 年 11 月。北九州市役所より藤田商店街活性化実施計画（3ヶ年）計画の策定業務を受託。以下受託経緯についての報告する。平成 13 年より藤田銀天街の活性化支援を行なってきた。従来、この種の業務は技術士や建築士の資格を有する建設コンサルタントが担当してきたために開発を伴う活性化計画や建物を伴う計画、街の景観に関する計画を通じて活性化を図ろうとされており、工事をしなければ活性化ができない内容になっていることが多い。しかし、本来は、近年の流通業の仕組みや実情、商圈内の人口動態の変化や予測、消費統計データを基に、業界動向や市場環境調査等の地域の外部環境調査や個店は勿論、商店街組織、地域組織等の内部要因に対する内部調査を行なった上で、大手流通業者に対する、地域にあった差別化戦略の立案や具体的な行動プログラムを必要としている。

エリアマーケティング技術や内部要因を整理する知識や技術・経験を持ち合わせていなければ大きく誤った方向へ誘導する危険があり、現実に誤った処置を施されている例の方が多い。視覚的に捉えられる問題だけがクローズアップされてしまっている。これは建設コンサルタントの多くは建設に関する専門家であって、活性化の専門家ではない所以である。活性化の定義さえ成されておらず無責任な指導が行なわれているのが実状である。建設コンサルタントを必要とするのは、街や都市施設の機能の追求や何度となく繰り返されて得られる実現可能性調査の結果、導き出される施設設計要求書や投資予算書が得られた後のことである。多くの場合、さしたる根拠もなく施設のデザインがなされ、建築家や建設コンサルタントの為の施設設計が着手される。積み上げ方式による施設予算が横行し、結果として非効率な施設や意味のない施設が街に生まれその維持管理のために外郭団体が生まれる。退職後の上級公務員が巢食い、定年制度が形骸化し文字通りの公務員終身雇用制度が増殖され続けることになる。かくして社会主義的國家が肥大化を続けている。

街が病んでいる場合は、原因を追求しない限り何も解決もしない。中心市街地の衰退や空洞化の原因に大型ショッピングセンターの台頭や駐車場の問題が、上げられることが多い。しかし、それは大きな要因ではあっても根本的な原因とは言いがたい。潜在的な根本原因の把握と当面の対処を行なうことを目的に当該商店街の3ヶ年計画の策定を受託した。

4. 中心市街地商店街の空洞化の主因と影響について

市街地の空洞化によってもたらされる社会的影響は計り知れない。例えば土地価格の基礎となる中心市街地の課税標準価格が下がると、当該市街地の全体価値が押し下げられる。地価が下がることによって担保力が低下、その地域における不良債権は増加し、地域金融力が低下する。結果として市街地機能の更新を目的とする民間投資は抑制され、一方で市町村の自主財源となっている固定資産税や都市計画税の税収が相対的に減少する。税収に基づいた公共工事も当然、抑制され更新期の都市基盤や都市施設の再投資財源は不足する。

一連の資産デフレは、自動車や電子部品の輸出と引き換えにされた農産物の自由化によって減反政策が採られて来たことと関係が深い。農地転用と内需の振興を目的とした大規模な区画整理によって住宅団地を促してきた。そのための道路やトンネルも造り続けてきた結果である。住宅累積建設戸数が5000万戸を超し、総世4500帯数を上回って10年以上の月日が経過しているにも関わらず、景気対策と称して住宅金融を梃子に供給を続けた結果、都市と農村のバランスを欠いている。都市計画区域を拡大し続けてきた政策の誤りである。

都市計画決定には多くの学識経験者も参加している。多くの学説論文に多変量解析をはじめ高等数学式が用いられているが、その多くの数式を丹念に見ていくと、パラメーターに仮説の実証を目的とした都合の良いモノが採られていることが多い。採用される統計数値は、数年遅れのデータが用いられる。多くは、設定条件が幾重も設定されており、現実と凡そかけ離れた設定条件で恣意的な意図が感じられる結論が導き出されている。学者の思い込みや精神的な弱さが反映されたものとして理解している実務者や実業者は多い。学者の研究成果を鵜呑みにする実務者は少ないが、住民対策や議会对策に利用されているのは事実。この犯意を伴った国家規模での詐欺的行為を許して良い訳はないのである。

5. 中心市街地における現実

長寿命型の街づくりを可能にするには、現実や現場を重視した現実主義とでも言うべきインセンティブが必要である。正しい知識と実践的な対処方法や未然に問題の発生を予見し、問題の発生を防ぐ判断力を市民自身に取戻させることが必要で重要である。

残念ながら、現在の中心市街地に身近な問題を整理する能力や問題と向き合う気力や習慣、問題解決を可能にする経済力など必要とする機能は著しく低下している。それらの重要性を主張してきた多くの中小経営者が既にロードサイド店や大型ショッピングセンターの経営者になっている。商店街経営者の後継者の多くはサラリーマンとして他の産業に従事しており、結果として商店街は現代社会の流通業と遠い存在になっているのである。現実には市街地という都市空間で大規模な『過疎地問題』が発生していると理解するのが適当である。

かつての中山間地では『三ちゃん農業』と呼ばれる事業構造に陥っていた。食管法や農業基本法は大転換を図り政治も農家を捨てた。米の自由化は進み、減反政策に対する国の関与もなくなりつつある。農業の多面的な効用が認められず、エネルギーや食料輸入と引き換えに、自動車や電子部品の輸出拡大を続ける結果となっている。目的を失いつつある建設業も公共工事に依存する体質から未だ抜け出せない。他方で山間地の荒廃が進み、人工林の維持管理は困難な状況を迎えている。近隣他府県では毎年のように村落が消滅しつつある。農林業従事者は産業としての役割を失い経済的価値が認められなくなった。社会的価値は益々重要になっているにも関わらず制度や税制は未だ対応への兆しを見せない。

地方行政機能に商工振興を目的とした部署がある。各部門では目新しさを求めた行政活動に明け暮れている。それらは行政の自己満足に陥っていることが多いのではないか。その実体は広報活動と大きなギャップが存在する。予算の潤沢なイベントは大手広告代理店が担い、予算の無いイベントの担い手は過疎化した商店街組織に求めているケースが多い。これには大きな疑問が残る。過疎化した商店街の高齢者組織は僅かな補助金の期待に応え、自らの店を閉めてイベントに力を注ぐ。介護を要する高齢者を抱え、自らも病院通いを続けながらも連日の会合に出席しイベントの裏方作業を行なっている。しかし、行政の各部署は市民団体や自治組織を行政の手足のようにつまみ食いしている。活性化どころか市街地商業者の足を引っ張っているのが現実である。行政の管理者が現場から遠くなっていることが最大の原因である。活性化ということば（大儀）やイメージに戯れているに過ぎず、いたずらに時間や労力が消耗されている。その間も行政コストは確実に消化され続けているという現実から目を離してはならない。行政の事務費（公務員の人件費や施設コスト）と行政の関与すべき領域を再検討して行政コスト削減を促すことがいかに重要かを多くの市民が知るべき時期にきている。行政機関にお

いて商店街という組織形態が商業の中心的存在ではなく、機能としては切り捨てられつつある。消費者も行政も大手流通企業を誘致する方向にあり、市街地に対する行政の役割を無意識の中で放棄している。

『街の活性化』とは『人』『モノ』『金』『情報』が集まってくるようにすることを意味している。そのための具体的な対策が成されない限り、地価は下げ止まらない。デフレスパイラルを具体的に止めようとするのであれば、既存の市街地に対する梃子入れが欠かせない。市街地振興を目的とした多くの各種会議にビル所有者や低未利用地の所有者が参加していないのは根本的な問題である。これらの土地や建物所有者と行政、或いは商店街組織とのコミュニケーション手段の確保も成されていない。自治会組織と商店街組織の連携も充分ではない。行政の担当部署が異なることが構造的な問題の背景にある。商店街中心の市街地振興は、過去にはそれなりに商店街の経済的効果も期待できていた頃の話である。現在ではかなりの無理がある。商店街は自らの業に専念し、売上や利益の確保に努めるべきである。商業環境の整備は都市計画による部分が多い。商店街という通り中心の考え方から面的な考え方、或いは空間という観点を入れた経済的根拠にたった立体的な捉え方をすると商業振興とは地域振興そのものとなってくる。つまり『街の再生』の施策が必要とされているのである。しかし、幾年もの間に個別の事情からなる様々な問題が発生し、それぞれの価値観に基づく議論に委ねられてきたために屈折した歴史（事実の連続）もある。複雑で多岐にわたる組織が意志決定を行なうには、それなりの根拠や解決案の提示も必要とされる。行政に対する甘えや行政自身の甘えも加わって複雑な状況にもあり、法的（ルール）根拠や解決手段を持たない為に、都市部のコミュニケーションは郊外新興住宅地に大きな遅れを取っている。

まもなく少子社会の影響が本格化する。行政サービスが領域的にも物理的にも広範囲に及べば及ぶほど、次世代の公共部門の義務的経費は急増し、税に依存して生活する人口が増加する。ここでも知らず知らずの間に社会主義化した経済構造に近づいている。少ない社会の担い手で多くの高齢者を支える仕組みづくりこそが急がれているのである。終身雇用制度が崩壊しつつある今、子供たちに生き抜く知恵を伝え、企業社会から放り出された企業戦士に良き社会人、良き隣人としての立ち振る舞いや役割りも教えなければならない。大手流通業者と競争せずとも商店街が生き残って行く方法（事業を通じ社会に貢献する方法）はまだまだある。

地域に密着した大学として、行政や地域に積極的に関わって街の再生の貢献しなければならない。そこに大学の役割りがある。地域関係者の意志が一本化されたとき、行政も政治も同じ方向を向かざるを得ない。やりたい事よりもやらなければならない事優先することが必要な時代なのである。

6. (学)九国大次世代システム研究所『街づくり研究室』の活動について

(1)【自主調査・研究業務】

伝統的な商店街（藤田商店街）衰退の原因と現状の実態調査
収益構造改善指導支援業務(ビッグ・ママ・キッチン)

(2)【自主開設講座・出版業務】

『ばあちゃんにも解かる街づくりの手引書』平成16年2月予定
『街づくり実践講座』（街角出前講座）平成15年4月開講予定

(3)【受託調査・研究業務】

(仮称)街づくり研究会学生TA（学内受託業務）
市街地における道再生事業に関するWS（北九州都市協会）
中心市街地の既存ビルおよび低未利用地の実態詳細調査（調整中）
斜面地密集市街地における都市問題解決の手法研究（調整中）
斜面地密集市街地の新たな土地利用政策（調整中）
特定少数視聴者対象放送番組制作会社の可能性調査（調整中）

(4)【事業協力】

全国街道交流会議（北九州青年経営者協会）
職業体験教育モデルの研究（北九州青年会議所）

注) は実施中・ は予定・ は調整中
会員の研究参加は可能です。事務局までご相談ください

松林の再生による環境保全と地域産業の活性化モデル

松喰い虫農薬散布問題に対応する自然保護の手段として松露・マツタケ等菌根菌の応用が森林学の分野での成果が知られてきた。

そこでこれを普遍的な技術に展開し、地域産業越し・自然保護・高齢者雇用・新技術開発等の多目的プロジェクトを企画し、地域に提案し活動を展開している。

松林の再生による環境保全と地域産業の活性化モデル事業

1. 目的（キーワード）

松林の保全（美観）
松林の生態系の保全
松林の管理コストの削減
再生した松林の利用による林業家の維持

2. 現 状

○松喰い虫（松の線虫）対策のための大量薬剤散布による、生態系の破壊、薬剤散布による国有林等の森林コストの増大。

3. 原 因

(ア)昔のように松林の管理を行わなくなった

(イ)松葉の回収をしなくなった（燃料として利用）

(ウ)積もった松葉が土壌の富栄養化環境をつくる

(エ)他の植物が松林に進出 / マツタケ、松露などの菌類が生育しなくなる

(オ)進出した植物が松の木の栄養を奪う

(カ)松が弱り松喰い虫に対する抵抗力を失う 大量の殺虫剤の散布

(キ)全国の松林の喪失

4. 対応策と効果

対応策	効 果
移動式の松葉固形化設備をつくる	新事業の創出
松葉を燃料（ブリケット）にする	バイオマス燃料
松葉の回収が可能になる	
松が強くなり薬剤散布コストの回避	森林管理コストの削減
マツタケ、松露等が再生してくる	林業家の収入増と後継者確保

5. 事業の展開方法

○本プロジェクトの実験実証期間は3年。

○本プロジェクトの実験実証について、詳細なドキュメントを作成し、他自治体への普及を図っていく。

○事業の展開方法

モデルとなる自治体（九州）および林業組合、次世代システム研究所、大学、メーカーからなるプロジェクトチームを設置する。

対象となりそうな自治体に対して、企画書を持ち込んで、賛同を得た自治体と組む。

メーカーは、次世代システム研究会会員等に依頼する。

3年間をかけて実験実証していく。



成果が確認できたら、このビジネスモデルを、全国に普及させていく。

○実験実証のための資金は、国の関連する補助金を探して利用する。

6. 委員

木村町長・小林助役・鎌田課長・森課長・永島主任・河野（玄海町）

中野会長（玄海さつき松原保存会）吉田（地域関係者）

玉泉助教授（九州大学農学部）松山所長・平野主任技師（福岡県工業技術センター）

金子研究員（福岡県森林林業技術センター）佐藤（福岡県水産林務部）

岡本所長・秋元主任研究員・神力課長（九州国際大学次世代システム研究所）

7. 委員会実施

第1回目：平成13年12月18日（火）

第2回目：平成14年 2月 8日（金）

第3回目：平成14年 6月 4日（火）

第4回目：平成14年10月 4日（金）

第5回目：平成14年12月20日（金）

8. 記録写真





「自然資源の有限性」と「人間社会における資源の利用時間」
に関する調査研究（財団法人地球環境財団研究奨励）

現在のフロー型（短寿命型）の社会構造からストック型（長寿命型）の社会構造へ以降していくためには、地球環境・自然共生、経済構造、生活構造(質)など様々な領域の問題を同時に解決する必要がある。

この研究では、自然資源の再生時間と人間社会における資源の利用時間とに着目し、そのギャップが地球環境に与える影響に関して新たな試みをするものである。

財団法人 地球環境財団 第12回研究奨励

研究課題（和文）

「自然資源の有限性」と「人間社会における資源の利用時間」に関する調査研究

研究課題（英文）

Study of the relation between reproduction of nature resources and Consumption of Human-race.

研究計画の概要

戦後日本が構築してきた資源・エネルギー多消費型、フロー型（短寿命）の経済社会システムは、以下の3点に整理される。

地球環境の劣化、資源・エネルギーの枯渇

高賃金にもかかわらず生活支出が高いことによる欧州先進諸国に比した生活の質の低さ

高賃金に大きく起因する高生産コストによる日本産業の国際競争力の低下など様々な領域において構造的な問題を惹起している。

これらの問題は、個々の領域において個別に問題提起、現状分析、解決のための提案が行われ、その一部については具体的な展開も行われている。

しかし、これらの問題群は、フロー型（短寿命型）社会構造という『共通の根源』に端を発しており、個々の領域で問題解決（部分解）を図っても全体の最適解とはなりにくい。

現在のフロー型（短寿命型）の社会構造からストック型（長寿命型）の社会構造へ移行していくためには、それが国民に受け入れられるために必要となる論理の整理、手法、障害となる様々な技術的、社会的、制度的諸要因を明らかにし、転換へのシナリオを示すとともに、ストック型（長寿命型）社会への移行効果を予測していくことが必要である。そのためには、大きく以下のような領域研究が必要である。

自然資源の再生産時間・賦存量と人間社会における資源使用時間のギャップが地球環境に与える影響に関する調査研究

社会資本・耐久消費財の短寿命性が日本人の生涯支出および生活内容時間に及ぼす影響に関する調査研究

社会資本・耐久消費財の短寿命性に起因する生産コストの高さが産業の国際競争力に与える影響に関する調査研究

ストック型社会移行への現状の技術的問題と実現化方策の研究

ストック型社会移行への現状の社会科学的問題と実現化方策の研究

ストック型社会形成による環境、経済、生活への波及効果に関する分析

本研究では、このうち『自然資源の再生産時間・賦存量と人間社会における資源使用時間のギャップが地球環境に与える影響に関する調査研究』のなかの基幹部分について研究を行う。

《金属資源、窯業資源利用の長寿命化による環境負荷低減のための研究》

ストック型社会を構築していくための資源利用期間の長寿命化は、木材等の生物資源に限らず金属、セメント、レンガ、ガラス等の非生物資源についても同様に重要である。

これらの非生物資源は、現在、リサイクル、リユース等による資源の再利用を基軸とした資源循環の対象として捉えられている。

しかし、リサイクル、リユース等の再処理の過程において、多量の付加資源、エネルギーを消費し CO_2 の発生を促している。

リサイクル、リユース等の資源循環のサイクルが短いほど、すなわちリサイクル、リユース等が活発なほど付加資源、エネルギーを消費し CO_2 を発生させることになる。また、こうした資源循環の過程においては、それら資源の一部の廃棄が避けられない。その結果、国土面積が小さいわが国においては、それらの廃棄物の最終処分場の逼迫が既に大きな問題となっている。

こうした問題は、現在のフロー型（短寿命型）の社会構造を前提としており、リサイクル、リユース等の資源循環に先立って、これらの資源利用を長寿命化するための政策こそがより優先すべき課題となる。

本研究では、金属、セメント・レンガ・ガラス等の窯業製品の非生物資源を含めた社会資本、耐久消費財等の長寿命化の意義を LCA 的視点から分析し、ストック型社会への移行の必要性を明らかにする。

本分析にあたっては、長寿命型 LCA/シミュレーションモデルを作成し、特定の地域(例えば、北九州市)を対象として、投入する社会資本・耐久消費財の寿命カテゴリー別に、今後の各世代ごとのCO₂や廃棄物の発生量を予測し、ストック型社会への移行効果を評価する。

次世代システム研究会会員名簿

		氏名	所 属
特別 会 員		1 今村 忠夫	(学)九州国際大学 副理事長
		2 井村 秀文	名古屋大学大学院 教授
		3 入江 伸明	(株)アステック入江 社長
		4 川井 秀一	京都大学木質科学研究所 教授
		5 高田 賢一郎	(株)高田工業所 会長
		6 林 明夫	日本鋼管株式会社 総合リサイクル事業センター 副センター長
		7 平澤 冷	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
		8 萬谷 興亞	新日本製鐵(株) 副社長
	会長	9 迎 静雄	(学)九州国際大学 理事長
		10 森谷 賢	環境省 廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長
自然 共生 シ ス テ ム 部 会		11 市田 則孝	ハードライファアジア代表
		12 稲田 朝次	前九州国際大学 教授
	部会長	13 岩本 浩	環境テクノス(株) 環境部 部長
		14 大熊 隆吉	九州情報大学 経営情報学部 経営情報学科 教授
	顧問	15 岡本 久人	(学)九州国際大学 次世代システム研究所長
		16 工藤 和也	株式会社九州電磁鋼センター 代表取締役社長
		17 佐藤 庸一	福岡県水産林務部緑化推進課
		18 野崎 博	北九州市若松区 区長
		19 馬場崎 正博	福岡市保健環境研究所 所長
		20 松岡 俊和	北九州市環境局総務部計画課長
		21 山田 誠	アパート経営
社会 シ ス テ ム 部 会	副会長	22 秋元 耕一郎	(財)日本立地センター 理事 (学)九州国際大学次世代システム研究所 主任研究員
		23 北島 粹	北九州市建築都市局 区画整理部長
		24 現海 隆	(学)九州国際大学次世代システム研究所街づくりシステム研究室 特別研究員
		25 坂本 圭	(株)平成総合鑑定所福岡 代表取締役
		26 佐藤 明史	(株)九州テクノリサーチ 環境リョ-シヨングル-フリーダー、エコタウン事務所長
		27 鹿田 磨樹	(財)北九州活性化協議会 企画委員
		28 友納 奉治	山口銀行 北九州支店 住まいのコーナー
		29 長田 純夫	福岡大学工学部 教授 北九州産学連携推進意室 室長
		30 中原 弘二	九州国際大学 教授 社会文化研究所長
		31 萩尾 博文	南税務会計事務所 所長代理
		32 番匠 博隆	(株)電通 プロジェクト・プロデュース局 チーフプロデューサー
	部会長	33 廣原 浩一	(株)平成総合鑑定所福岡 取締役
		34 松本 利秋	山口銀行 北九州本部
		35 宮崎 昭	九州国際大学 教授 エクステンションセンター長
		36 安川 良介	(株)電通 消費者研究センター 消費者情報開発部 部長
		37 矢野 光	九州国際大学 教授
技 術 シ ス テ ム 部 会		38 五十嵐 健	不動建設(株) 顧問
		39 井本 達夫	(株)黒崎播磨 常務取締役
		40 W. J. Batty	クランフィールド大学北九州研究所 所長代理
		41 大石 泰敬	北九州市建築都市局 住環境整備部 住環境整備課長
		42 緒方 光	トヨタ自動車九州(株) NB事業室 室長
		43 片岸 庄史	(株)八幡ハイキャスト 代表取締役社長
		44 黒田 克樹	(株)ブラックステューディオ 代表取締役
	部会長	45 是永 逸夫	技術士会 北九州産業学術推進機構
		46 副田 孝一	太平洋マテリアル(株) 開発研究所所長
		47 武谷 政道	若築建設株式会社 九州支店 次長
		48 田中 洋征	九州工業大学 地域共同研究センター次長
		49 段谷 憲	(社)北九州青年会議所 理事長(エコエコ研究会会長)
		50 西尾 一政	九州工業大学大学院生命体工学研究科 教授
	副会長	51 福山 岳彦	(株)福山組 代表取締役社長
		52 藤原 正教	西部ガス(株) 営業本部 部長
		53 松山 拓郎	福岡県工業技術センター インテリア研究所 所長
		54 水口 政義	新日本製鐵(株)八幡製鐵所総務部開発企画グループ部長代理
		55 村崎 孝二	北九州市建築都市局都市・副都心開発室 副都心開発課長

一 般 会 員	総 合 理 論 部 会		56	足立直樹	アワプラネット 事務局長
			57	阿比留依子	(株)宣研 代表取締役社長
			58	荒牧透	(株)タス 専務取締役
			59	石田康	(株)日立製作所 システム事業部 産業・流通システム本部 本部長
			60	及川信一	経済産業省製造産業局 化学物質管理課 課長
		副会長	61	川崎順一	新日本製鐵(株)八幡製鐵所総務部開発企画グループ部長
			62	許紅海	中国国際文化交流センター 学術部長
			63	神代雅晴	産業医科大学 産業生態科学研究所 人間工学教室 教授
			64	佐々木恵子	(財)地球環境戦略研究機関 北九州事業所
			65	佐藤俊郎	(株)環境デザイン機構 代表取締役
			66	谷川寛樹	和歌山大学システム工学部環境システム学科 講師
			67	中村昌広	環境テクノス(株)
			68	E. Nicosia	DSN (DESIGN SERVICE NETWORK)
			69	A. Visconti	BEESTUDIO
		部会長	70	松本亨	北九州市立大学国際環境工学部環境空間デザイン学科 助教授
			71	森岡侑士	九州産業大学工学部建築学科 助教授
			72	鄭石謨	学校法人建陽学園理事長 韓中日青少年文化交流協会 百済文化観光開発研究所 理事長
			73	李南教	駐福岡大韓民国総領事館 領事
		事務局	74	神力潔司	(学)九州国際大学 次世代システム研究所 課長
		事務局	75	山田春喜	(学)九州国際大学 文化交流センター 部長

次世代システム研究所報

2003年1月18日 発行

編集：学校法人九州国際大学

文化交流センター / 次世代システム研究所

発行：学校法人九州国際大学

文化交流センター / 次世代システム研究所

〒805 - 0059

北九州市八幡東区尾倉二丁目6番1号

T e l : 093 - 661 - 8772

F a x : 093 - 663 - 1612

U R L : <http://www.fss-kiu-ac.jp>

<禁無断転用・複写 非売品>

