

集積した都市構造物を環境を配慮しながら 更新するにあたっての社会的戦略と技術開発



盛岡 通*

Social Strategy and Engineering Orientation of Urban Renewal of Buildings and Infrastructures Based on Environmental Sustainability Principle

Key Words : Loop-closing, Recycling, Urban environmental policy, Urban renovation, Impact minimization

1. はじめに

日本の都市は20世紀の後半の50年に急速に都市構造物のストックを増大した。経済的には高度成長、社会的には人口や活動の都市への集積により、このストックの増大は弱点をもちながら急速に進行した。その傾向をまとめると次のとおりである。

- ① 戦後の復興から高度経済成長にかけての住宅、ビル、インフラなどの構造物は量的充足などの宿命を負わされていたために、循環型社会の示様とはほど遠いものであった。1995年頃の収支で、日本列島に海外から運び込まれたり、国内の資源採掘などで投入された物量20億トンと廃棄物や製品として環境や海外に移送された8億トンの差である12億トンは、国土に構造物等として貯留されている。累積量の見積もりにはかなりの誤差を伴うが、おおむね半世紀の決算として総量で360億トンである。この膨大なストックが、リユースやリサイクルのことを想定しないままに廃棄されやすい状態に置かれている。
- ② 長もちさせる工夫よりは右肩上がりの新規着工、新規設置のビジネスが優先され、ユーザーも機能

が上昇する買い換えもしくは短期更新を好むことによって、長く使いこなすことが有利になる制度や文化を育むことに失敗してきた。耐久消費財のみならず、住宅やオフィスビルも短期寿命型となり、資源消費や環境負荷の排出などで環境へのインパクトを与える状態となっている。

- ③ 経済的活力の源泉とされてきた若年人口の供給、おう盛な勤労意欲、資金需要を満たす高い貯蓄率、積極的な政府財政投融资に見あう税収入などのいづれをとっても21世紀の初頭には明かな陰りがある。このため、西欧に追いつく面での都市インフラの整備と並行しつつも、それらを良好な状態に維持するための資金を確保するとともに、都市構造物とインフラを環境共生型に組換えてゆくことが重要であり、それらを事業化するにあたって、成長する産業として経済活性化に貢献することが欠かせない。このために技術開発によって環境事業のコストを低減しつつ、同時に各分野の産業活動への波及効果の大きい都市集積更新のプロジェクトとしての組み立てが要請されている。

2. 都市集積更新の研究フレーム

都市集積更新の研究は、盛岡が代表をつとめる循環複合体研究プロジェクト(正式には社会実験地での循環複合体の構築と環境調和技術の開発、1996年-2001年)の3つの柱の一つである。基本的には、従来の廃棄と新設を繰り返す都市更新方式をやめて、持続可能な都市更新をめざすものである。

図1は、その研究の全体フレームを示したものであり、都心地区代謝マネジメントと都市構造物の製品連鎖マネジメントの2つからなる。都心空間における代謝運営アプローチでは、建築物や都市インフ

* Tohru MORIOKA
1946年12月16日生
1974年京大大学院工学研究科博士課程
衛生工学専攻修了
現在、大阪大学大学院・工学研究科・
環境工学専攻・環境システム学講座・
環境マネジメント領域、教授、京都大
学・工学博士、環境システムおよび
環境計画
TEL 06-6879-7676
FAX 06-6879-7679
E-Mail morioka@env.eng.osaka-u.
ac.jp



廃棄と新設の更新方式から持続可能な都市更新へ

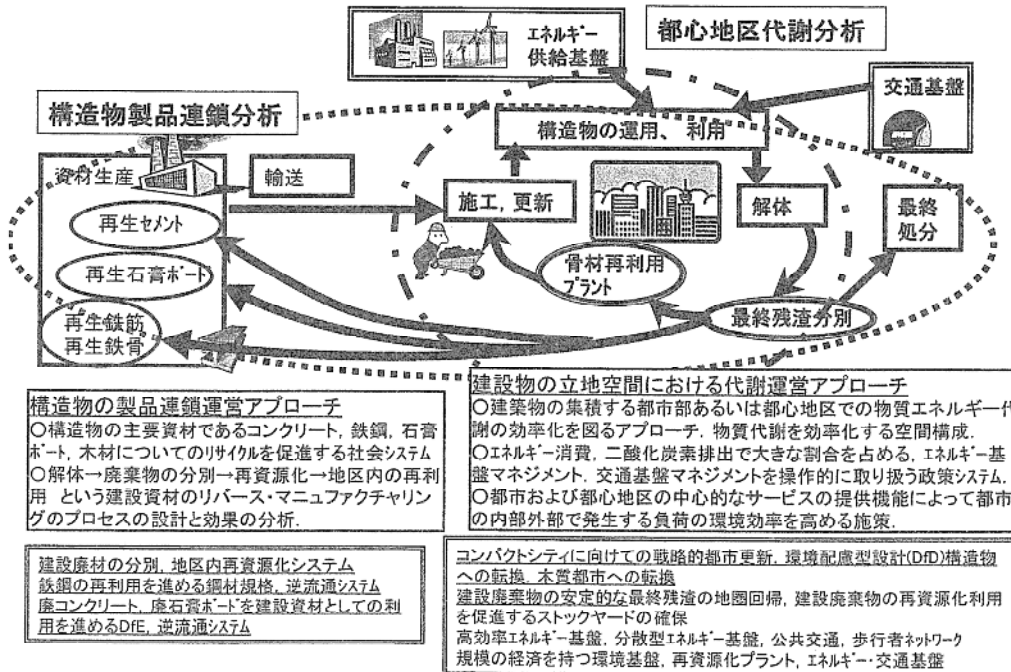


図 1 都市集積更新研究の全体フレーム

ラの集積する都市、特に都心地区での物質・エネルギー代謝の環境効率を高めることをねらっている。

エネルギー消費すなわち二酸化炭素の排出では構造物の運用段階に起因する割合がライフサイクルを通して高いところから、エネルギー供給インフラと関連ユーティリティのマネジメントと都市活動ともなり交通を支える交通インフラのマネジメントが重要であることが判明している。都心中心部のエネルギーを見ると、外部からの電気と都市ガスの供給に依存している。このため、サービスの質の高さと安全性を考慮しつつ、都市の縁辺部もしくは外部で発生する環境負荷をも一体的に削減する総合的政策が必要である。

他方で、都市構造物の製品連鎖マネジメントでは、構造物の主要資材であるコンクリート、鉄鋼、石膏ボードについての再生・資源化の社会システムを検討し、必要な技術開発をおこなうことの優先度が高い。とりわけ、分離優先の解体、廃棄物と副産物の分別、輸送、再生資源化、地区内での再利用およびリサイクル資材としての流通、再生資材を用いた建設施工、などのリバース・ビルディングの流れをつくりだすことが戦略的課題である。

まず、研究課題として登場したのは、都市更新の

マクロなシナリオを評価するモデルの開発と運用である。現状の建築物などの構造物を早い時期に除去し、新しく省エネルギーに配慮したビルやエコマテリアルを用いたビルに建て替えることでの環境保全上の効果を評価することによって、必要な技術開発の方向性を明らかにすることであった。

問題領域としては、100年間の期間で都心地区33haの建築物を更新する際に、開発シナリオ、エネルギー供給シナリオ、交通供給シナリオ、構造物連鎖シナリオの4つをとりあげ、これに都市活動と環境負荷を発生させて都市更新の効果を評価する形でシステムを構成することが選ばれている。都市の再開発は環境負荷の多少はもちろん、通常の私的な費用便益の勘定のみで評価されるのではなく、より広範囲の社会的関心を反映した評価項目と評価システムをつくるが必要となっている。

この都心地区の更新に限定して環境共生のリノベーションを構想したとしても、循環型の経済社会へと飛躍する着眼点としては相当な数がある。4つのシナリオの活動と環境負荷の評価のサブシステムには、代表的なものだけをとりあげても、表1に示すような改善方策がある。これらの方策のなかには、木造構造物の積極的導入や解体資材の再生利用の飛躍的

表 1 都市地区の更新の際の環境共生に向けた改善方策

改善方策の所属する分野		改善方策の具体例
開発シナリオ	標準型：都市型の区画整理や再開発の平均的期間での全面建て替えて指定容積限度	<ul style="list-style-type: none"> ・高密度と低密度の配置で部分更新 ・保留ゾーンでローテーション ・修復型のメンテサービス
	期間を柔軟に長期対応、容積率にゆとりを、部分更新の積み上げで	
エネルギー供給シナリオ	標準型：外部供給型の平均的な燃料構成とエネルギー効率で、現在の外挿	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネビル設計の全構造物への導入 ・地区内でバイオマスのサーマル・リサイクル ・燃料電池とバイオガスの利用
	分散型電源と熱源で、需給マネジメントを含み、内部資源を活用して	
交通サービス・シナリオ	標準型：自動車に依存する地区内外の交通で、交通需要マネジメントのない外挿型	<ul style="list-style-type: none"> ・LRTの地区内導入 ・歩行優先ゾーンの導入と拡大 ・共同利用システムの導入
	公共交通優先の地区内整備、交通需要マネジメントを含み、歩行デッキや移動道線を整備	
構造物連鎖シナリオ	標準型：内装のみ部分更新して、多くは解体後に分別するリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> ・内装、部材の耐用年数ごとの更新 ・エコ・マテリアルの使用 ・易解体性の設計の導入 ・木造の導入と木質・木製の重視 ・解体副産物の現地再生利用
	スケルトンと表装、設備にわけ、部材ごとの多層的更新により、リデュース、リユース、リサイクル	
活動と環境負荷のシナリオ	標準型：活発なモビリティと快適な温調のサービスで、負荷の発生抑制は無し	<ul style="list-style-type: none"> ・エコ・オフィス行動計画の導入 ・街区レベルの共同目標づくり
	需要マネジメントを展望して、ライフスタイルの変化を含み、影響緩和、削減の技術を	

拡大などのように、むしろ、対象地区の外部での受け皿づくりや事業化が相対的に重要である施策が含まれている。このことから、評価のシステムを実際に運用する際には、各サブシステムの入出力に共通性、互換性があるように操作するあまり、改善方策の質的な側面が無視されることのないように工夫する必要がある。

以下では、環境配慮型の都市更新により、次世代に対して持続可能な都市基盤を構築する多くの改善方策のなかから、技術群のなかで連鎖的にブレーク・スルーが生じる中核的な技術に関連すると予想される改善方策をとりあげて論じることとする。

3. 環境負荷としての二酸化炭素の排出を削減するマクロ施策

温暖化防止の対策を国および地方で組み立てようとするとき、施策ごとの将来見通しをもとに積み上げ型の積算をおこなうことが一般的になされる。しかし、都市開発にともなって活動が誘発されて負荷が排出される構造に依るならば、個々の施策を有機的かつ巨視的に組みあわせて施策効果を評価することの意味は大きい。

そのような立場から、比較する従来型シナリオとして、建築物のみを標準的耐用年数が到来した時に除去し、解体後には法定容積率限度いっぱいの60%

に建て替え、事務用途の都市活動に供するものとした。

この従来型シナリオの場合について、二酸化炭素の排出量等の環境負荷がどの段階で多いのか、あるいは活動のインベントリーでみた場合には何に起因して多いのかを見ることによって、施策の方向性を検討することができる。このようにライフサイクルでの二酸化炭素量排出量等の環境負荷を推定するには、事例による積み上げ法で負荷量原単位を得る方法と、他方で産業関連表から産業分類ごとの製品1単位あたりの負荷量原単位を得る方法がある。ただし、建築物の運用段階での空調や照明などによる二酸化炭素の排出量が多いことや、都市活動がもたらす自動車交通の燃料消費の寄与分が多いこと、さらに構造物の除去解体時にリサイクルを徹底しないことによる廃棄物埋立量が増大することなどに注目すれば、環境負荷の算定方式は複数の方法の組み合わせによって効果分析や感度解析に有利なように組み立てる他はない。

ひとまず、従来型シナリオの場合について環境負荷の発生する段階と活動の区分ごとに二酸化炭素の排出量をみると、建築物の運用時すなわちオフィス活動を中心とした建物内の都市活動によってもたらされる割合が約1/3、都心地区の事業所の活動で自動車の利用によりもたらされる割合が約1/3を占め、

これに建設資材に起因するものが続く。これに対して、埋立もしくは焼却にまわされる廃棄物量を環境負荷としてみると、圧倒的に建築物等の除却・解体の段階で排出されるものが多い。しかし、同時に資材の提供時に土地表面を攪乱することで建設副産物を多く排出している間接分(内包分)も無視できない。

従来型シナリオは個別の建物ごとにそれぞれの利害によって開発可能な限度まで経済的利益を獲得しようという市場経済原理を反応したものである。巨視的な施策として用意して、まず効果の概略を推察したのは次のとおりである。

- ① 建築物の高さ規制による省エネルギー化。これは更新後の建築物の高さを規制することにより、単位延床面積あたりのエネルギー消費量が多い高層建築物を避け、空調、動力などの運用時の二酸化炭素排出量を削減する。
- ② 街区一体の更新によるビルの規模の大型化と省エネルギー化。更新を建築物単位ではなく街区単位で一体的におこなうことにより、単位延床面積あたりのエネルギー消費量が少ない大型建築物が増加し、運用時の二酸化炭素排出量が削減される。
- ③ 更新後も延べ床面積の増大をまねかない安定型更新。更新後の建築物の容積率を現在の平均容積率である300%とし、用途は事務所とする。
- ④ 建築材料のエコマテリアル化。建築材料として高炉セメント、電炉鋼を用い、普通ポルトランドセメントや高炉鋼よりも資材生産時の二酸化炭素排出量を少なくする。

- ⑤ 解体廃棄物のリサイクル。解体されたコンクリートを再生骨材として再資源化することにより、新規の資材の採取と輸送にともなう環境負荷を削減する。
- ⑥ 都市構造物の木質構造への転換。更新後の建物を現状の容積率と施設密度を維持することを前提として、構造を木造に転換することによって、環境負荷を削減する。
- ⑦ 分散型の地域エネルギーを導入。分散型エネルギー施設の核として天然ガスを燃料とする燃料電池を導入し、地区内から発生する有機残渣を回収してメタン発酵による水素源も同時に活用し、化石燃料の空気燃焼に由来する環境負荷を削減する。
- ⑧ 公共交通利用促進への街区内モビリティの改善。鉄道駅からそれぞれの建物までの移動道線の心理的距離もしくは時間距離を減少するための小型トランジット・ビークルの導入により、自動車利用の選択率を下げる。

以上の8つのマクロ施策の効果を観るため、8つのマクロ施策を実行したときに予測される2つの環境負荷を従来型シナリオの値と比較した。延床面積の大小がライフサイクルの環境負荷に最も大きな効果を与えるので、開発規模にまず注意が向くであろう。しかし、開発規模は床面積を通して都市活動の量的な水準を規定するので、他の条件が一定であればサービスの水準に直結する変数であり、他のマクロ施策と比較するときには、サービス水準の違いを換算して評価する必要がある。床面積をそれほ

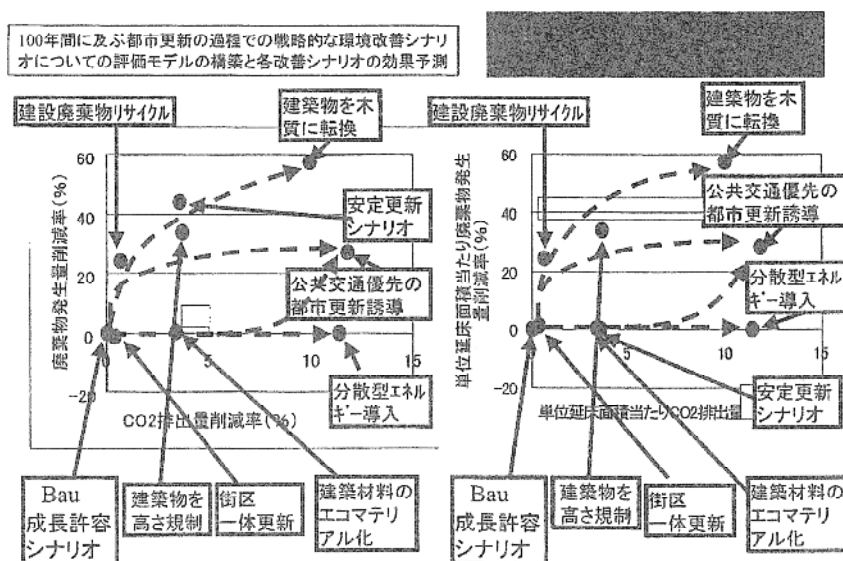


図2 都市政策シナリオの効果の比較

ど変えなければ、最も顕著に二酸化炭素排出量が減少するシナリオでも、削減率は約10%の程度にとどまっている。これに対して、廃棄物の発生量を指標とする場合には、解体後の廃棄物をリサイクルするシナリオや都市構造物を木造として建て替えるシナリオの削減効果を25~30%程度と見込むことができる。

4. おわりに

本稿では循環複合体研究プロジェクトの都市更新研究の概ねの枠組みを紹介した。研究プロジェクトは2001年の総括に向けてマクロで横断的な評価と比較、ミクロで具体的な即地的な分析を並行して進めているが、都市更新研究として以下の課題に重点的に取り組んでおり、関心をお持ちの方はホームページを参照されたい。

(1) バイオマス・シティの構想

品質管理の面から解体前や副産物として発生する以前と同じ等級の用途にリユースすることが難しいとすれば、可能なかぎり落差の少ないダウンリサイクルを系統的におこなうことによって全体として新規資源の追加的消費を少なくすることを目指すのが妥当である。そして、このような新規資源の消費の回避を非更新性資源の消費の回避として徹底するとすれば、更新可能な資源の積極的な利用を指向することになる。ここで提唱するバイオマス・シティとは、単に都市構造物の部材や素材からの廃棄物を末端技術的にリサイクルしようというのではなく、むしろ、更新可能な資源である木材を対象に落差の少ないダウン・リサイクルを何度も繰り返しおこなうことによって、「循環を基調とした環境負荷の小さい社会づくり」の一翼を担おうとするものである。

(2) 都心の建築物エネルギー供給システムのイノベーション

熱源および燃料源の組み合わせを地区および建物利用の特性に応じて検討する手順を一般的に示すことは省エネルギーひいては環境低負荷型の社会システムを構築する上で有意義である。都心地区の建築物を更新してゆく上では、再開発の時間経過の過程での柔軟性やコスト面からみて未だ有利とは言えないが、通常の間電およびボイラーを組み合わせたシステムと比較して、総合エネルギー効率の高さ、クリーンで低騒音、防災のためのエネルギー多重化などの面で有利であることから、燃料電池システムに注目する。

分散型併給熱電源は装置としての性能は高いが、需要変動の影響を直接に受けて運転効率の低下が生じやすい。事務所ビルを主体とした都心では熱電供給のメリットが十分に発揮できないため、系統電力システムの発電効率が50%をこえる状況となれば、二酸化炭素排出量の面で燃料電池主体のシステムの有利性が失われることを示している。言いかえると、環境負荷低減のためにも熱併給発電の装置特性を最大限に発揮しようとするれば、都心地区であっても夜間の熱需要等が内部もしくは極く近接地で見込みうるような職住混住(高層部を住居とする用途立体区分)もしくは職住近接型のコンパクト・シティをめざすことが望まれる。

(3) 都市交通マネジメントで環境負荷を低減する

都市更新を従来と床面積の変化しない形でおこなえば、他地区に対する相対的優位性によってサービス経済等が拡大したとしても環境負荷の増大は無視しうる。しかし法定容積率に対して余裕のある地区では床面積を増加させる形の都市更新が一般的におこなわれるので、その場合には床面積の増大は、エネルギー需要のみならず、交通需要の拡大をまねき、交通由来の環境負荷を生み出す。交通需要の拡大を経て環境負荷に結びつく過程を明確にすることは、環境負荷低減のための基本的戦略を明らかにすることにもつながる。建築床面積が増大しても、情報通信システムの整備によりモビリティ需要の原単位を下げたり、負荷の少ない公共交通への転換をうながすことによって、自動車交通に由来する二酸化炭素排出量を減少させることができる。

主要な参考文献

- 盛岡 他；都市集積地区から派生するライフサイクル二酸化炭素の評価の都市マネジメントへの展開についての考察、環境システム研究全文審査部門論文集，vol.27, pp.355-364, 1999.
- Fujita, T. et. al. : Planning Environmentally Sound Urban Renovation Strategies and Estimation of their Performance, *Proceeding of CREST International Workshop 1999*, edited by T. Morioka. pp.188-197, 1999.
- 盛岡通編著；産業社会は廃棄物ゼロをめざす，森北出版社，1998.