

都市における持続可能な土地利用と基盤整備の計画と評価システム

Integrated Planning and Estimating System to Improve Urban Environmental Efficiency

藤田 壮¹・盛岡 通²・徳永 拓³

Tsuyoshi Fujita, Tohru Morioka, Taku Tokunaga

Abstract: The relationship between urban form and sustainability is one of the most hotly debated issues. The Compact City theory is drawing attention in the city planning in recent years. One of the purposes of its concept is to reduce various types of environmental impacts from cities, such as carbon dioxide (CO₂) and solid waste generation. This paper focuses to suppose the strategies of long-term land use management to improve urban metabolisms such as energy consumption, material recycling, transportation, and so on. An urban environmental planning and estimating system, including scenarios of future city growth or land use patterns are set and applied to 100 years floor area simulation in Osaka City. Finally, The improvement effects of environmental efficiencies of district-scale energy supply system and building waste recycle system are identified by implementing strategic spatial management of locational patterns of housings and offices.

Keywords : Urban Environmental Planning, Compact City, Metabolism Approach, Product Chain Management
Geographic Information System

1. はじめに

都市構造物は、その耐久年数が通常の工業製品と比較するとはるかに長期にわたる。そのために構造物の製品としての生産と利用に起因する環境負荷を低減するには、多くの製品で志向されている汚染者支払い責任や拡大生産者責任などのように生産や廃棄の断面に対応を集中させるのではなく、運用や維持のプロセスでの環境改善の施策をも合わせて視野に入れた、計画のシステムを構築することが重要となる。また、建設構造物は伝統的に、利用者あるいは発注者の注文に応じて設計施工を行ってきた注文生産の方式を採用してきたことから、供用されている構造物の環境負荷の責任のすべてを生産者である建設事業者が全てを担うべきであるという拡大生産者責任の理念が合理的な選択肢として社会的対応の中心になることも想定しがたい。

都市の構造物のマネジメントはこれまで、わが国の都市化の進展とともに構造物単位で製品を管理するいわゆる「建築行政」「土木行政」で制御してきた一方で、高度成長期の無秩序な都市化に伴う都市環境の劣悪化に直面して、土地利用のコントロールと都市インフラ基盤の整備を主要要素とする都市計画行政による制御をおこなってきた。

本稿では、都市構造物の循環を志向するマネジメントとしての空間代謝制御のアプローチの効果を定量的に把握することを目指す。すなわち、空間代謝マネジメントとして、都市の土地利用と施設立地を100年間にも及ぶ長期的視点で制御・誘導するとともに、これまでの都市計画行政では欠如していた再資源化施設や逆流ネットワークなど静脈側の物質循環の基盤設備をとりあげる。空間に帰属する代謝マネジメントの計画オプションを、別稿¹での製品連鎖マネジメントの都市スケールへの展開とともにとりあげることで、

¹正会員 博(工)大阪大学大学院助教授 工学研究科環境工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

²正会員 工博 大阪大学大学院教授 工学研究科環境工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

³学生会員 大阪大学大学院 工学研究科環境工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

世紀に及ぶ長期的視野での都市空間の環境マネジメントの計画策定の方向性を抽出するとともに、その効果の比較評価を行う。

2. 研究のわくぐみ

都市空間の100年余に及ぶ産業化と都市化に伴う構造物集積の存在を考慮しつつ、空間代謝マネジメントの計画オプションの効果を評価するために、既存の建設物の立地情報をもとに、長期的な建設物の解体、更新を予測する「コーホート分析」の方法を援用する。コーホート分析は年齢階級別人口推定の手法で、過去の出生・死亡のデータから生存率を算定し、将来的な人口変化を予測するものである²。本研究ではこの概念を用途構造物別に寿命を設定し建築物に対して適用する²。

具体的には指定容積率や用途の変更を行わない場合、ある期間 t における新規着工床面積量は $t-1$ 期における解体量とシナリオによって定義するマクロ床面積需要から決定されるものとする。地区内でマクロな需要変化や床面積移動が生じる際には、増加する床面積量は垂直方向に積み上げ型に増加し、減少量については水平方向に生じるものとする。つまり増加する場合は平均的に建築物の階数が追加され、減少する場合には高さがそのまま敷地面積が減少して、空地がうまれる。例えばコンパクト化を指向する空間マネジメントを行う場合、容積率規制はコンパクト化の中心となるゾーンでは緩和され、長期的な構造物更新のプロセスで床面積の移転の受け入れ先となる。一方で、中心から遠ざかるに従って容積率の制限（ダウンゾーニング）を厳しくすることでスプロール的な外縁部の開発を抑制するメカニズムを表現する（図1）。

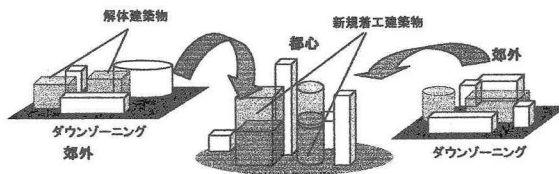


図1 都市空間のマネジメントとしての床面積の移転

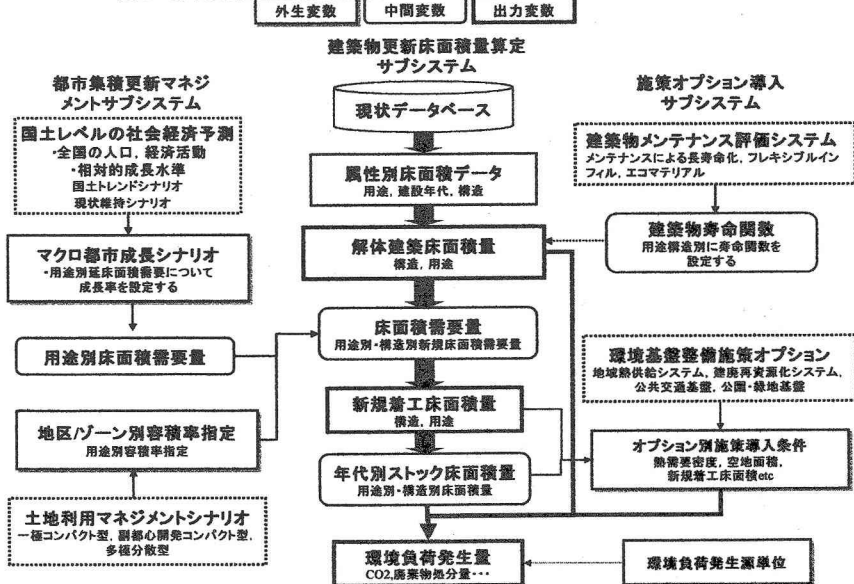


図2 計画評価システムの全体フレーム

上記の構造物の長期的な更新予測のサブシステムに土地利用マネジメント及び物質循環基盤施設の整備と製品連鎖上の計画要素との計算インターフェイスを持つ計画と評価フレームを構築した(図2)。中央の建築物更新量算定サブシステムで解体・着工(建設)床面積量を算定し、それを制御するシステムである都市集積更新マネジメントサブシステムでは国土スケールでのマクロ人口予測をもとに都市全体の成長を規定するシナリオ、および建築物延床面積の分布や容積率を規定する都市集積更新のシナリオから地区毎の床面積需要量を決定する。施策オプション導入サブシステムでは、建築物の空間データ等を各施策オプションの導入条件として設定し、最終的にはストック床面積量とCO₂、廃棄物最終処分量などの原単位を乗じて環境負荷発生量を算定する。なお空間データの利用、空間解析、および結果の表示にはGIS(地理情報システム)を利用する。

3. 大阪市についての代謝マネジメントの分析

空間代謝マネジメントの計画評価の対象地としては大阪市を取り扱う。大阪市の24の行政区から構成され、面積220.66km²、人口約260万人の都市である。梅田、なんばを中心にした中心業務地区(C.B.D)と西部の重工業・流通地区、東部内陸部の工業地区、南北に広がる住宅地といった立地分布を示し、臨海部では埋立てによる市域の拡張が続いている。現状の構造物の立地データには大阪市が作成した500mメッシュデータ³を利用する。建物用途別の年代別床面積メッシュデータについては個別住宅、共同住宅、事務所、店舗、宿泊、工場の6つを対象とする。構造別は、鉄筋コンクリート造(RC)、木造(W)、その他に3区分する。床面積の算定および評価期間は100年間とし、1995年から2095年までの5年毎に算定を行う。

空間代謝マネジメントのオプションとしては、地区の建築物の立地をコントロールする都市全体の都市集積更新のオプションとともに地域熱供給システムなどの基盤整備導入のオプションとで構成する(図3)。

長期的な空間構造を規定する都市集積更新のオプションでは、開発を抑制する地区と規制を緩和する地区の分布を複数のシナリオによって規定する。すなわち開発の抑制を郊外で行うか都心で行うか、および建築物の誘導先として都心を選択するか、その周辺を選択するかによって都市のコンパクト化について代替的な複数のシナリオを設定する。シミュレーションにおいては表1の5つのコンパクト化のオプションを用意し、特に①～③のオプション比較検討の対象とする。

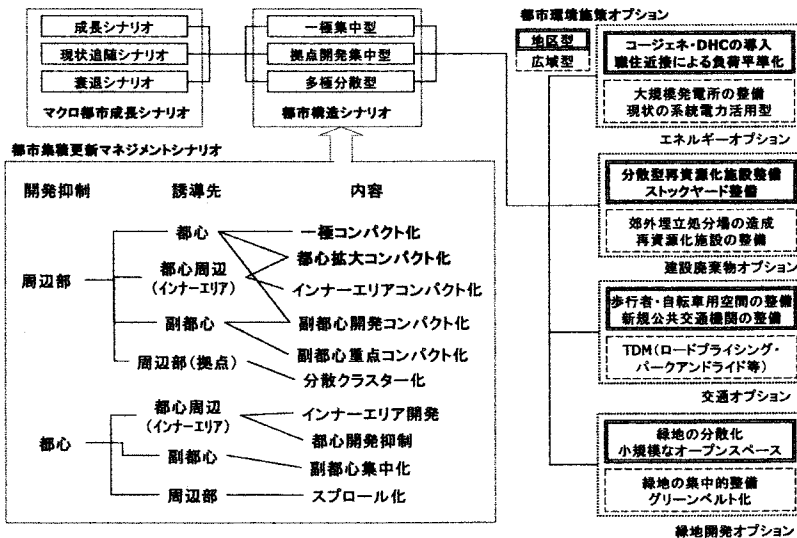


図3 都市集積更新マネジメントのシナリオと環境施策のオプション

表-1 シミュレーションにおける都市集積更新マネジメントのシナリオ設定

名称	概要
①現状維持シナリオ	現在の建設物の分布構成を維持するシナリオ。基本的に床面積の移転は発生せず、マクロな床面積需要の変化のみが反映される。
②一極コンパクト化シナリオ	既存都心地域（梅田～本町）に更新する建設物を集中させるシナリオ。容積率の上限を緩和して、都心の業務系の床面積をさらに集積させ、住宅も都心部に移転させる。
③副都心開発コンパクト化シナリオ	既存都心へのコンパクト化を図る一方で、副都心（南港など）へも床面積を集中させて都市構造を多極化させるシナリオ。②と同様に業務系・住宅床を都心部へ移転させる。
④都心拡大コンパクト化シナリオ	都心の周辺部の比較的高密でない地区を高層化するシナリオ。梅田や本町付近に業務系の床面積を移転させ、住宅については都心の周辺メッシュに移す。比較的高密度な地区の範囲が都心の外側に拡大する。
⑤多極分散（クラスター化）シナリオ	新たな副都心を形成させ、12程度の都市核を持つ都市構造を形成するシナリオ。都心から業務床が分散流出する。低密度な市街地が広く形成される。

環境施策の整備オプションの対象として、地域熱供給システム、建設廃棄物再資源化システム、新規公共交通システム、緑地整備が考えられるが、本研究ではこのうち特に地域熱供給システムと建設廃棄物の再資源化システムを対象とし、土地利用側のマネジメントと組み合わせたその効果について評価する。

4. シミュレーション結果と代謝効率の評価

1995年の構造物立地をもとに都市集積更新のシナリオ別に2095年の建築物の立地分布を推定した結果を図4に示す。現状維持シナリオではこれまでの施設立地をほぼ踏襲する形で100年間の建物の廃棄と更新が発生すると仮定していることに対して、一極コンパクト化のシナリオ②では都心部の床面積がさらに増加してその集中度が高まる変化を導いている。多極コンパクト化のシナリオ③では梅田や本町など既存の都心への集積を保ちつつ、南港や弁天町など副都心で施設床面積量が大きく増加するしなりを尾描いている。コンパクト化するシナリオでは同時に市内の周辺部においてはダウンゾーニングの適用により、建設物の老朽化後の更新では施設立地を定められた中心部に誘導することによって、循環施設用地や公園緑地となる空地の確保を可能にすることを表現している。

施設立地の将来シナリオについて地域熱供給システム、建設廃棄物再資源化システムを導入する環境改善の施策を導入した場合の効果の算定結果を図5に示す。現状の都市構造を維持するシナリオ①に比べて、都市を一過局集中させるコンパクト化のシナリオと多極的なコンパクト化を実現するシナリオでは循環型の環境整備の高い効果を得ることが明らかになった。これは第一に都心部の熱需要密度を高めることにより地域熱供給システムなどの高効率のエネルギー基盤の整備が可能な地域の割合が増えて、都市の熱エネルギー効率が高まることによる。第二に都市の周縁部でのダウンゾーニングにより生じた空地に分散型の建設

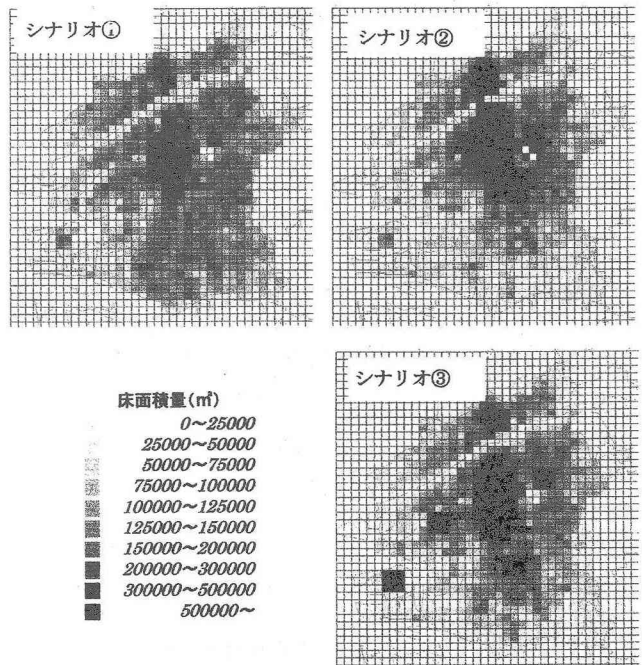


図4 シナリオ別の建築物の延床面積（2095）

物の再資源化施設を整備することにより、新規の建設資材と経済的な競争力を持ちリサイクル資源の生産工程への投入が可能になる効果による。後者については、ここでは建設物の代謝にともなうコンクリート副産物の再資源化利用を対象にしている。この算定の詳細については別項⁴を参照されたい。

謝辞

本研究は科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業（CREST）の「社会実験地での循環複体のシステム構築と環境調和技術の開発」（研究代表 盛岡通）の一環として行われ、研究を進めるに当たりその支援を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 村野昭人・藤田壮・盛岡通・小岩真之：都市構造物の税品連鎖マネジメントのシステム構築とケーススタディ評価，環境システム研究（全文審査部門） vol.29, 2001.
- 2) 藤田壮・村野昭人・盛岡通：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 vol.27, pp.355-364, 1999.
- 3) 大阪市計画局：大阪市メッシュ・データ（CD-ROM），1993-1999.
- 4) 盛岡通他；社会実験地における循環複体の構築と環境調和技術の開発「都市集積更新研究報告書」，2001(発行予定).

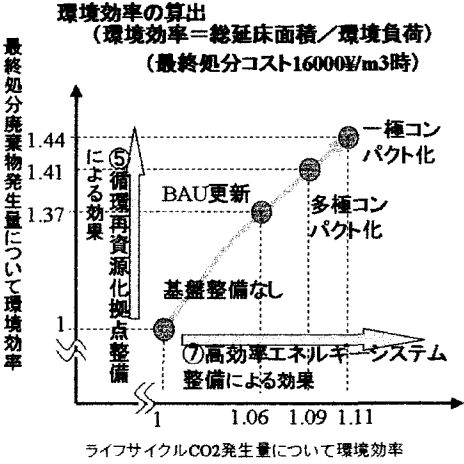


図5 CO₂排出量・廃棄物の削減効果の比較