

IV-83

総合的都市整備事業のためのマルチプロジェクトプランニング・スケジューリングモデルの開発研究

立命館大学理工学部 正会員 春名 攻*
 神戸大学工学部 正会員 竹林幹雄**
 立命館大学大学院 学生員 滑川 達*
 立命館大学大学院 学生員 宮原尊洋*
 立命館大学大学院 学生員 奥村隆之*

1. はじめに

近年、我が国においては、バブル経済崩壊の影響を受けて、全国的な地域経済・財政における諸問題が顕在化してきたため、抜本的行財政改革や公共工事の見直し・コスト削減に関する施策案の検討といったような従来の開発整備事業の在り方を見直さざるを得ない状況になってきている。このような状況のもとでは、大変厳しい財源制約下で効果的かつ実効性のある都市・地域開発計画の方法論の確立が従来にも増して重要となるものと考ええる。

本研究は、以上のような認識のもと、地方都市における総合的都市開発・基盤整備計画の問題を取り上げ、その合理的計画化をめざした効果的検討ツールとしてのマルチプロジェクトプランニング・スケジューリング（以下 MPPS）モデル開発に取り組むものである。

2. マルチプロジェクトプランニング・スケジューリングモデル開発の基本方針

本研究グループでは、地方部において「職」「住」「学」「遊」の4つの都市機能が調和のとれた形で実現化するための複数プロジェクトの事業化、建設段階での計画課題やプロジェクト間の関係に関する先取りの分析・検討機能を中核に据えた、図-1 の様なシステムアプローチのもと総合的都市整備計画のための各種システムモデルの開発研究を構想している。

本稿ではこのような全体構想のもと、大規模都市開発や基盤整備計画とそれら全体の事業化が及ぼす影響・効果をシミュレーション分析を通して客観的に捉えることとした。すなわち、効果的な都市財政やこれら多くのプロジェクト群（代替案）の合理的な実施計画に関する先取りの検討を目的として行った MPPS モデルの開発研究をめざした。

まず複数の基盤整備、都市施設プロジェクトの実施とその実施順序如何で大きく変化する各期の都市状態をシミュレートし、次いでそれらの変化に対応した形での合理的かつフィジブルな各種プロジェクトの実施順序を検討できる最適スケジューリングモデルの開発を行った。また、このスケジューリングモデルに

内蔵される都市状態のシミュレーション分析においては、「投資による都市社会・経済の活性化→それによる財政規模の拡大→さらなる効果的投資による都市環境の向上」という各種効果の循環のもとでの望ましい都市の成長過程を考察し、さらに、地方債発行額や民間資金の導入などの各種政策とともに、シミュレートする成長過程の状況を総合的に検討することが可能となるシミュレーションモデルの構築が必要である。このような方針のもとに開発を試みた MPPS モデルの内容は次に示すようである。

3. マルチプロジェクトプランニング・スケジューリングモデルの定式化

まず、各種プロジェクトの実施に際し、全体のコストを最小にしたいという行政側の意図が存在するものと考えた。なお、このような問題は物価上昇等の関係より、全てのプロジェクトを出来る限り早期に実施へと移していく問題と同義となり、全体のプロジェクト期間の最小化問題に帰着する。しかし同時に、行政はそのときの財政規模に応じたプロジェクトへの投資を行なわなければならない、この場合問題となるのはその返済規模となる。このため単年度返済費用の上限を、当該年次の投資的財源との関係のもと十分考慮することとする。また、「各年度ごとに目標人口規模があり、その際各産業の就業人口比率は、目標する最低構成比率以上でなければならない」「各産業の分配所得は前年度に対して低下させない」という達成目標が存在するものと考え、これを制約化することとした。プロジェクトネットワークスケジューリング問題として、以上の問題を定式化すると、以下のようにあらわされる。

$$\text{Minimize} \quad \lambda \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^{\lambda} \delta_i^i = Z_i \quad \text{for all } i \quad (2)$$

$$\sum_{i'=1}^{\lambda} \delta_{i'}^i = z_i \quad \text{for all } i \quad (3)$$

$$\text{if } \delta_{t_1-1}^i = 0 \cap \delta_{t_1}^i = 1 \quad \text{and} \quad \delta_{t_2}^i = 1 \cap \delta_{t_2+1}^i = 0$$

$$\text{then} \quad \sum_{i'=t_1}^{t_2} \delta_{i'}^i = Z_i \quad \text{for all } i \quad (4)$$

$$\text{if } \delta_{t_1'-1}^i = 0 \cap \delta_{t_1'}^i = 1 \quad \text{and} \quad \delta_{t_2'}^i = 1 \cap \delta_{t_2'+1}^i = 0$$

$$\text{then} \quad \sum_{i'=t_1'}^{t_2'} \delta_{i'}^i = z_i \quad \text{for all } i \quad (\text{但し、} t_1 = t_1') \quad (5)$$

$$h(t) \geq aP(t) \quad \text{for all } t \quad (6)$$

$$\sum_i \delta_{i'}^i r_{i'}^i \leq M(t') \quad \text{for all } t' \quad (7)$$

$$r_{i'}^i = \left\{ (1+e)^{t'} (1+b)^{n_i} C_i \right\} / z_i \quad (8)$$

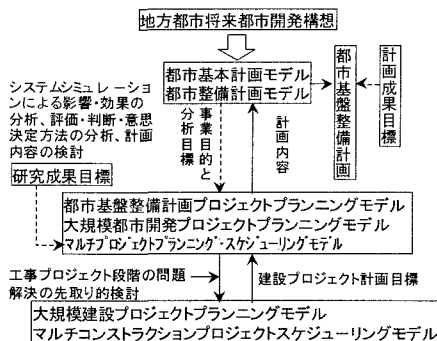


図-1 総合的都市整備問題へのシステムアプローチ

Keywords: 都市整備計画, マルチプロジェクトマネジメント

*〒525-8577 草津市野路東 1-1-1 TEL&FAX(077)561-2736 **〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL&FAX(078)803-1016

(但し、 $\delta_{t-1}^i = 0 \cap \delta_t^i = 1$)

$$P(t) \geq P_i \quad \text{for all } t \quad (9)$$

$$P_j(t) / \sum_j P_j(t) \geq \alpha_j \quad \text{for all } j, t \quad (10)$$

$$W_j(t) \geq W_j(t-1) \quad \text{for all } j, t \quad (11)$$

$$\begin{aligned} &\text{if } \delta_t^i = 1 \cap \delta_{t+1}^i = 0 \\ &\text{then } Q_k(t) \geq q_{ik} \quad \text{for all } i, k, t \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} &\text{if } \delta_t^i = 1 \cap \delta_{t+1}^i = 0 \\ &\text{then } P(t) \geq p_i \quad \text{for all } i, t \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} &\text{if } \delta_t^i = 1 \cap \delta_{t+1}^i = 1 \\ &\text{then } R_{it} = 0 \cap R_{it+1} = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

ここで、 λ :全プロジェクトを通しての実施期間、 δ_t^i :プロジェクト*i*が*t*年次に実施していれば1、そうでなければ0を表すブーリアン変数、 δ_{t+1}^i :プロジェクト*i*が*t+1*年次に返済が必要であれば1、そうでなければ0を表すブーリアン変数、 Z_i :プロジェクト*i*の必要実施年数、 z_i :プロジェクト*i*の設定返済年数、 $h(t)$:*t*年次における住宅資本ストック、 a :1人当りの平均住宅床面積、 $P(t)$:*t*年次の総人口、 r_{it}^i :*t*年次にプロジェクト*i*を開始した場合の単年度返済費用、 e :利子率、 b :物価上昇率、 C_i :現在(0年次)価値で見積もったプロジェクト*i*の総費用、 $M(t')$:*t'*年次の投資的財源、 P_i :*t*年次の達成目標人口、 $P_j(t)$:*t*年次における*j*業種(第*j*次産業)の就業人口、 α_j :目標設定された全就業人口に対する第*j*次産業就業人口の最低構成比率、 $W_j(t)$:*t*年次における第*j*次産業就業者の分配所得、 $Q_k(t)$:*t*年次における*k*種類の社会資本ストック、 q_{ik} :プロジェクト*i*の経営が成立するために最低限必要と予測される*k*種類の社会資本ストック、 p_i :プロジェクト*i*の経営が成立するために最低限必要と予測される人口規模、 R_{it} :プロジェクトネットワークにおける可達行列の構成要素を表す。

なお、上記定式化における $h(t)$ 、 $P(t)$ 、 $M(t')$ 、 $P_j(t)$ 、 $W_j(t)$ 、 $Q_k(t)$ の値は、後述するシミュレーションモデルによって求められることとしている。

本研究では上記のような定式化に対して、我々がこれまで検討を重ねてきたネットワークの追加的な特性に着目した構造分析に関する研究成果をベースとして、上記問題の最適資源配分問題への等価変換の方法および、DP、0-1整数計画法を適用した最適解法を開発しているが、それについては発表時に示すこととする。

4.都市の状態を表すシミュレーションモデルの開発

これまで論述してきたMPPSモデルに内包されるシミュレーションモデルでは、前述した定式化における $h(t)$ 、 $P(t)$ 、 $M(t')$ 、 $P_j(t)$ 、 $W_j(t)$ 、 $Q_k(t)$ の値を算出する機能的役割を持たせることをねらっている。さらに、このシミュレーションモデルの開発においては、上記機能に加えて、MPPSモデルを用いて行う各プロジェクトの返済年数の設定や地方債発行額及びその起債のタイミング等の検討を目的としたモデル分析における総合的評価を念頭に置き、より包括的な都市状態のシミュレーションを実施させることを目指している。そして、この様な課題

を達成するためには、都市開発事業に含まれる多様な各個別プロジェクトの機能特性、事業特性、各種プロジェクト実施効果、等々の分析を十分に行うとともに、個別プロジェクト間の関係性モデルを明らかにして、総合計画としての相乗効果計測を可能としていくことも必要であると考えている。

しかし、本稿においては、研究の進捗上これらの内容については今後の課題とし、非常に大きな都市状態のシミュレーションにとどまるものの、その構築が比較的容易であり、前述のスケジュールモデルとの連動という最低限の機能を充足させることができる計量経済モデルを基本的な枠組みとしたシミュレーションモデルを、前述した本構想の第1ステップとして構築することとした。図-2は今回構築したシミュレーションモデルの関連構造を単純化したものである。本研究が対象としている地方都市では、経済現象のみではなく人口構成の変動や人口の移動を明示的に取り扱う必要があることから、都市経済の動向を記述する「経済」セクターと都市人口の変動を記述する「社会(人口)」セクターとをコホート法に基づく人口移動モデルにより連動させることとした(各モデルの詳細な構成および定式化については発表時に示す)。

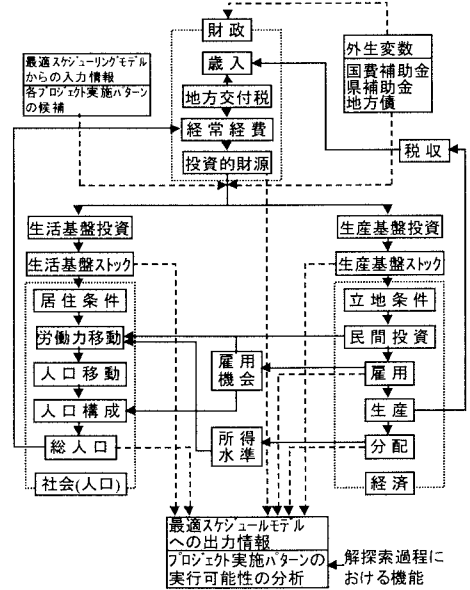


図-2 シミュレーションモデルの主要関連構造

5.おわりに

本研究では、総合的都市整備計画の問題に対するシステムアプローチの方法を提案し、シミュレーション分析を通して都市財政や多くのプロジェクト群の合理的な実施計画に関する先取りの検討を行なう役割をもつMPPSモデルの開発に関して検討を行なった。さらに、本研究においては、このモデルを適用して、滋賀県米原町を対象とする実証的なモデル分析を実施しているが、この内容については紙面の関係上、発表時に示すこととする。

今後の課題としては、より大きな都市状態が再現可能なシミュレーションモデルを構築し、MPPSモデルの信頼性を向上させる必要があると考える。