

市街地周辺における大規模商業施設開発を考慮した 周辺交通施設整備に関する計画論的研究

A Study on Systems Approach to Development Plan of Traffic Facilities with Strong Relation in Planning of
Large Scale Shopping Center

春名 攻*・山田 幸一郎**

by Mamoru HARUNA* and Koichiro YAMADA**

1. はじめに

市街地周辺における大規模商業施設(以後、商業施設という)周辺地区では、商業施設来訪者の交通行動について十分な対策が行われないまま商業施設立地や交通施設整備がなされていることが多い。その結果、近接の主要幹線道路への負荷が大きくなったり、通過交通と施設来訪者の交通の錯綜が原因の交通渋滞、交通事故を招くこととなる。このことから商業施設の計画策定段階での商業施設ならびにその周辺地区の交通施設整備の検討が重要であることが伺える¹⁾。また、商業施設規模の拡大につれ、また商業施設の事業内容が多様化・高度化するにつれ、来訪者は商業施設の魅力に強く吸引され増加する。この結果、周辺地域での商業・サービス業施設の立地ポテンシャルが向上し、多様な開発が進み、市街化も促進される。本研究では、商業施設開発に対して、交通行動の利便性・快適性・安全性の面から見て望ましい集客施設と交通施設の整備計画問題として検討を行った。商業施設開発、交通施設整備計画を、そこでの中心的活動主体である商業施設の来訪者の交通行動を取り入れた自動車と歩行の交通シミュレーションモデルを混成した「ハイブリッド型計画モデル」を適用した分析方法の設計を行うとともに、滋賀県大津市の市街地周辺に立地する大規模ショッピングセンターと周辺地区を対象とした実証的モデル分析を行うこととした。

2. 周辺交通施設整備計画に関する考察

前述の問題は、商業施設とその周辺の交通施設整備の整合性が図られていないことが最も大きな問題であると考えられる。商業施設とその周辺交通施設の整合が図

られたならば、商業施設へのアクセス性向上による商業施設来訪者の増加、交通問題の解消へと繋がり、来訪者、通過交通、商業施設(経営者)、公共(整備側)にとって望ましい状況になると考えられる。周辺交通施設整備ならびに商業施設開発に対する駐車場容量や駐車待ちたまりスペースなどの設置義務の指導等、つまり公共の行うべきことが重要な鍵となってくる図-1は上述の4者の関係構造を表したものであり、この因果関係を配慮した現実的かつ実現可能性のある商業施設開発及び周辺交通施設整備の計画を立案することが望ましい。

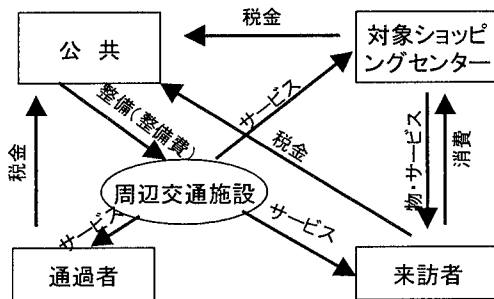


図-1 関係者関係構造図

なお、商業施設開発及び周辺交通施設整備の計画を行うに際しては、主に次の事項を検討する必要があると考える。

- ① 交通状況の変化を的確にとらえること。つまり、来訪者の交通行動が周辺交通施設整備に対してどのような影響を与え、どのような交通問題を引き起こす可能性があるのかを事前に把握することが必要である。
- ② 交通問題に対する解決策を見出すこと。最も望ましい周辺交通施設整備(複数施策の組合せ)を現実的な制約のもとで数多くある候補群から抽出することが必要である。

これらの検討事項については、シミュレーションモデルと最適化モデル(探索手法)を混成したハイブリ

キーワード：計画手法論、システム分析、地区計画、地区交通計画

* 正会員、工博 立命館大学理工学部環境システム工学科教授
(〒525-8577 草津市野路東1-1-1)

TEL 077-561-2736, FAX 077-561-2667)

** 正会員、工修 立命館大学大学院理工学研究科総合理工学専攻
日本建設コンサルタント(株) 社会人学生

(連絡先 同上)

ッド型計画モデルの適応が適切と判断した。

3. ハイブリッド型計画モデルの概要

具体的な施設の計画問題は、交通行動を含む人々の多様な施設利用行動によってその評価が決まってくる部分が多い。このため、整備後の人々の来訪行動を先取り的にシミュレートし、事前の計画段階に取り込んでおくことが検討を合理的に進める上で効果的・効率的である。なお、実行可能な施策の中から、望ましい計画を抽出するために、全ての施策に対する組合せに対してシミュレーションモデルを使用することは、非常に膨大な時間が必要となる。そこで、非線型問題等で利用されている探索手法²⁾に着目し、シミュレーションモデルを用いた上で、より合理的に解を抽出するための方法を開発した。

ハイブリッド型計画モデルを構成している二つの主要なモデルであるシミュレーションモデル及び最適化モデルは、図-2に示すような構造関係となっている。最適化モデル（探索手法）においては、計画者の意図する計画目的及び制約：目的関数（ $f(x_i) \rightarrow \min(\max) \mid x_i$ ：施策 i の整備量）を設定し、最適解を探索手法を用いて抽出する。ここでの探索過程においてシミュレーションモデルを介させている。つまり、 $f(x_i)$ はシミュレーションモデルによる計算結果である。また、探索手法にて使用されている方向ベクトル d_i 、ステップ幅 α_i はシミュレーションモデルの計算結果をもとに決定する。

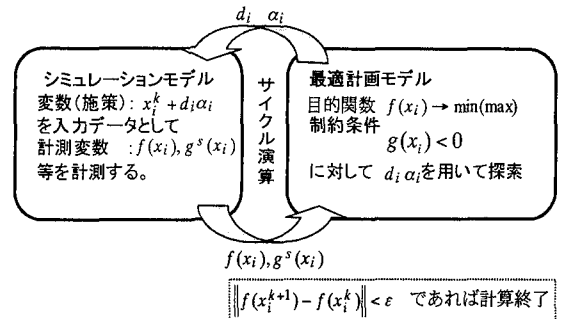
目的関数、制約条件においても計画者の目的に応じた様々な設定を容易に行えることも本モデルの大きな特徴と言える。ただし、前提条件として、交通事象ならびに施策の設定をシミュレーションモデルにおいて表現できることが必要条件となる。なお、本研究においては、人々の行動を的確に表現するために、動的、離散型のマイクロシミュレーター¹⁾を利用した。ハイブリッド型計画モデルの解法は次の通りである。方向ベクトル $d_i \in [-1,1]$ とする。

- ①初期条件 x_i^k : $k=1$ を実行可能解の中から設定する。
- ②乱数を用いて d_i (for all i) を設定する。
- ③ $d_i = \arg \min(\max)\{f(x_i^k + d_i)\}$ に対して直線探索にて d_i を設定する。設定についてはシミュレーションモデルの出力から決定する。ただし、制約条件を満たすこと。
- ④ $x_i^{k+1} = \arg \min(\max)\{f(x_i^k + \alpha_i d_i)\}$ を決定す

る。 α_i についても③と同様にシミュレーションを用いて決定する。

⑤もし、 $\|f(x_i^{k+1}) - f(x_i^k)\| < \varepsilon$ であれば、計算を終了(ε ：許容誤差)。そうでないならば、⑥へいく。

⑥ $k = k+1$ として②へ戻る。



※ $g^s(x_i)$ はシミュレーションでのみ計測できる制約条件

図-2 ハイブリッド型計画モデルの模式図

4. 商業施設開発を考慮した周辺交通施設整備に関する実証的検討

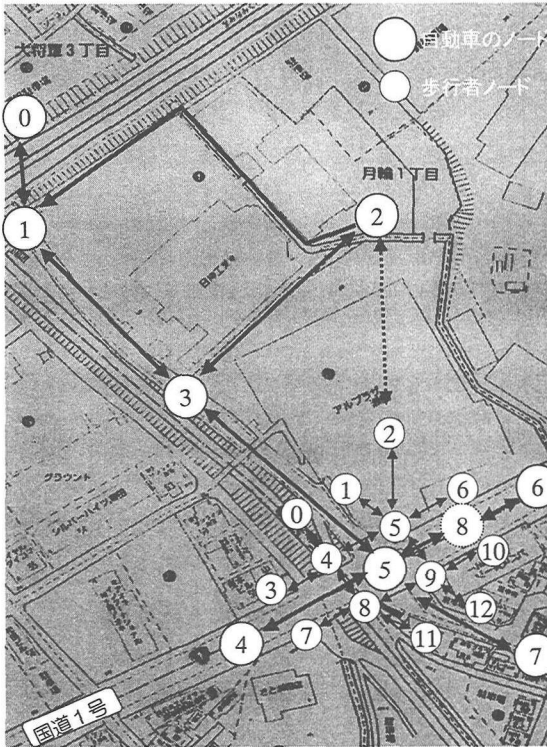
(1) 対象地の概要

対象とした商業施設「アルプラザ瀬田(滋賀県)」(図-3)の周辺地区における現在の道路交通問題としては、まず、国道1号の交通容量不足があげられる。これに対し、容量増加をめざした道路拡幅が計画されているが、地形的、沿道利用状況等の条件から共用に至るまでは長い時間と莫大な費用が必要であることが容易に推測される。さらに、通過交通と商業施設への集散交通が輻輳することにより他の周辺道路機能が低下している。この現況に加え、商業施設の建て替え計画があると仮定して検討した。これによって現況の問題のある交通状況に加え問題が悪化することが推測される。そこで、公共としては限りある資金から交通施設整備を行い、また、商業施設に対して駐車場の容量、出入口の数等について指導する必要がある。つまり、前出の図-1に示す関係構造を踏まえ、通過交通、来訪者の交通行動が改善されるような周辺交通施設を提供し、かつ商業施設としても現実的な経営が行えるような総合的な計画を立案することが必要である。

(2) 定式化

前述のように、公共としては商業施設の規模とその事業内容を考慮した上で施策を講じる整備計画を立てておく必要がある。なぜならば商業施設の規模、内容に

より商業施設の来訪者数が異なってくることに對して講じる周辺交通施設整備の内容・規模が異なってくると考えられるからである。また、投資できる整備費についても商業施設からの税の還元を考慮することが妥当であるとする。



図－3 対象地の概要及び対象地のネットワーク図

<目的関数>

まず、商業施設の開発による施設利用者の行動が通過交通に影響を及ぼさないようにすること、及び現況交通状況を改善することが目的となってくる。前者については来訪者の施設へのアクセス性を現況以上に確保することが必要である。これは制約条件にて対応することとする。そこで、目的関数を通過交通の交通状況の改善を目的とし、次のように設定した。

$$f(x_i) = \sum_{n1=1}^{N1} Trip_{n1}(x_i) \rightarrow \min$$

$Trip_{n1}(x_i)$: 施策*i*の整備量（規模） x_i の時の通過車両 $n1$ の旅行時間

<制約条件>

来訪者の施設へのアクセス性を現況以上に確保することは、次のように設定した。

$$\sum_{n2=1}^{N2} Trip_{n2}(x_i) / N2 \leq Trip^{Avr}$$

$Trip_{n1}(x_i)$: 施策*i*の整備量（規模） x_i の時の通過車両 $n2$ の旅行時間

$Trip^{Avr}$: 商業施設開発前の来訪者の平均旅行時間

税（主に固定資産税）の還元を行うことを考慮し、その分を周辺交通施設整備の整備費に加えることができる。そこで、開発される商業施設の規模から整備費の制約条件を設定する必要がある。なお、この整備費は商業施設が全て負担していることになることから、前述のように、この費用で満たすべき交通状況改善は来訪者の交通に限定される。そこで、本スタディにおいては、現況でも問題のある交通状況を改善するための整備費 Z を割り当てた。

$$\sum_{i=1}^I c_i x_i \leq \eta(\delta^1 S + \delta^2 A) + Z$$

$\delta^1 S$: 商業施設の建物(建設費 S)に対する税

$\delta^2 A$: 商業施設の敷地(敷地面積 A)に対する税

δ^1, δ^2 : 商業施設の建物、敷地に対する税の係数

η : 周辺施設整備に対する税の還元率

c_i : 施策*i*の整備費

また、施策の物理的な量（規模）、及び同時整備不可能な施策に対する制約条件を次のように設定した。

$$x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$$

$$i \in D^i$$

D^i : 施策*i*と同時整備可能施策集合

このように基盤整備する側としては、開発される商業施設の規模・業種内容に対して、事前に開発後の状況をシミュレートしておくことが必要である。この定式化により、周辺交通施設整備、及び商業施設開発に対する適切な指導や開発許可を行うことができると考える。

なお、本ケーススタディの入力情報については、表－1に施策及び施策の制約条件を、表－2に商業施設開発前後の来訪者の交通状況の変化を、表－3に商業施設開発後における整備費に関する条件を示す。

表-1 施策及び施策の制約条件

i	施策内容	di	$x_i^{\min}$	$x_i^{\max}$	$D^i \notin i$	費用(円)
1	ノード4.5.8方向の青時間	10	10	180	8	2000万
2	ノード3.5.7方向の青時間	10	10	180	8	2000万
3	ノード8.5.3方向の青時間	10	0	120	8	2000万
4	ノード4.5.7方向の矢印信号青時間	10	0	120	8	2000万
5	ノード3.5.4方向の矢印信号青時間	10	0	120	8	2000万
6	ノード7.5.8方向の矢印信号青時間	10	0	120	8	2000万
7	ノード5におけるスクランブル交差点の歩行者青時間	10	10	120	8,13	8億
8	ノード5におけるノード4→8方向の道路立体化	1	0	1	1~7,13	1億
9	歩行者ノード4.5間の歩道橋	1	0	1	10,11,12	1.2億
10	歩行者ノード4.8間の歩道橋	1	0	1	9,11,12	1.2億
11	歩行者ノード5.9間の歩道橋	1	0	1	9,10,12	1.2億
12	歩行者ノード8.9間の歩道橋	1	0	1	9,10,11	1.2億
13	ノード5におけるペデストリアンデッキ化	1	0	1	7,8	3億
14	ノード2の駐車場容量	10	200	1000	-	500万/10台
15	ノード1.2方向の交通規制	1	0	1	-	1000万
16	ノード2.8間に新規道路整備	1	0	1	-	15億
17	ノード3.7方向のアンダーパス	1	0	1	1~7,13	6億
18	1→5方向の通行不可	1	0	1	-	5000万

表-2 商業施設開発後の交通状況変化の概要

	現況状況	商業施設開発後 1時間当り
売り場面積(m ²)	5,000	7,500
来訪者数(人)	1,218	1,322
自動車台数(台)	666	723
歩行者(自転車)来訪者数(人)	200	217

※上記は現況交通状況が最も混雑していた1時間当りの数値である。

表-3 整備費に関する数値

項目	単位	数値	項目	数値
S	万円	135,000	δ^1	0
A	m ²	4,500	δ^2	6
Z	万円	13,000	η	0

(3) シミュレーションモデルの設定

シミュレーションモデルに設定した内容は次の通りであり、対象地をネットワーク化したものは前出の図-3に示す。大きいノードによるネットワークは自動用シミュレーションのネットワークであり、ノード3は商業施設の駐車場を、ノード5は国道1号と駐車場の出入口に前の枝道との交差点を示している。小さいノードによるネットワークは歩行者用ネットワークを示している。

- ①動的、粒子離散型のシミュレーションモデルを使用し、個々の車両を追従理論にてコントロールし、タイムスライスを1秒に設定した。なお、表-1で示した施策を表現できる機能を備えている。
- ②渋滞長については、鉛直方向に積み上げる方法を採用した。

③歩行者の経路選択行動については、完全情報下での最小時間経路を通過する。

④現況の自動車来訪者及び自動車通過交通の交通量及びODは調査結果をもとに設定した。なお、商業施設整備後の来訪者のODについては、開発後來訪者数の増加分を増加させた。歩行者の交通量及びそのODについても同様である。

⑤交差点の右左折時においては、歩行者の交通行動を優先させ、自動車は歩行者の有無を確認しながら通過する。

⑥商業施設開発後の来訪者数の予測については、施設規模の異なった施設を対象にした調査結果から設定した。

(4) 計算結果

上記の諸条件をもとに計算を行った結果、次のような施策が抽出された。ここでは商業施設が現況の1.5倍の売り場面積になった場合に対する周辺交通施設整備の施策計画を立案したが、実際の開発がなされる際には、公共が商業施設開発内容を把握した上で検討をおこなうことが必要である。

表-4 一部の計算結果

i	施策内容
1	ノード4-8間の青信号を20秒延長
13	ノード5におけるペデストリアンデッキ

	平均旅行時間(秒)	
	開発前	開発後
通過車両	127	109
来訪者	98	86

5. おわりに

本稿においては、商業施設開発を前提とした際の周辺交通施設整備の整備計画に対する計画論的検討を行った。その中では著者らが開発してきたハイブリッド型計画モデルを適用することにより、数式では扱い難い今回のような問題を簡潔に解決することができ、実現性のある計画支援を有効に行えることを明示できた。今回の実証的検討においては、簡易な問題設定としていたことから、今後はより実践的で多角的な評価の設定のもとでの分析検討を進めていくこととする。

【参考文献】

- 1) 春名攻, 山田幸一郎, 首藤顕仁: 市街地における大規模ショッピングセンター周辺の最適交通施設整備計画へのハイブリッド型計画モデル開発に関する研究, 平成11年度関西支部年次学術公演会, 土木学会, 1999
- 2) 今野浩, 山下浩: 非線型計画法, 日科技連