

Ⅱ-24 市街地における大規模ショッピングセンター周辺の 交通・回遊行動の環境整備のための計画支援情報作成に関する研究

春名 攻
Mamoru HARUNA

山田 幸一郎
Koichiro YAMADA

中川 弘基
Hiroki NAKAGAWA

【抄録】 大規模ショッピングセンター周辺地区では、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、施設立地や交通施設整備がなされることが多く、結果として、近接の主要幹線道路への負荷が大きくなったり、交通事故の発生等も招いている。本研究では、センター利用者のアクセス性だけでなく歩行者の安全性といった面からも望ましい集客施設と交通施設の改善を行うために、交通シミュレーションモデルを導入した「ハイブリッド型整備計画モデル」の定式化と分析を行い、さらに、滋賀県大津市に立地するアルプラザ瀬田周辺地区を対象地とした実証的モデル分析も行い、この結果を計画支援情報として取りまとめた。

【キーワード】 調査計画支援システム、シミュレーションモデル

1. はじめに

市街化地域における大規模ショッピングセンター周辺地区では、センター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施設立地や交通施設整備がなされることが多い。その結果として、施設駐車場待ち行列が近接の主要幹線道路へ多大な影響を及ぼしたり、通過交通と施設来訪交通の錯綜が原因の交通事故の発生等も招いている。また、センター規模が大きくなるにつれ、センターの事業内容が多様化・高度化し、来訪者はセンター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。そのため、整備計画策定時に十分検討を加えておくことが必要であるが、これらの検討を支援する計画情報が作成されていないのが実状である。

以上のような考えから本研究では、センター利用者のアクセス性だけでなく利便性・安全性といった面からも望ましい集客施設と交通施設の改善を行うために、図1に示すような交通シミュレーションモデルを導入した「ハイブリッド型整備計画モデル」を用いて、滋賀県大津市に立地するアルプラザ瀬田周辺地区を対象地とした実証的モデル分析を行った。また本研究では、人々の大規模ショッピングセンター利用行

動・交通行動を把握するため、アルプラザ瀬田周辺地区において調査・分析を行い、自動車・歩行者を混合したシミュレーションモデルを開発した。そして、そのシミュレーションモデルを用いて、実験計画法に基づくシミュレーション実験を行った。この結果から本地区において有効な施策のみを抽出し、ハイブリッド型整備計画モデルを定式化し、実証的モデル分析を行った。

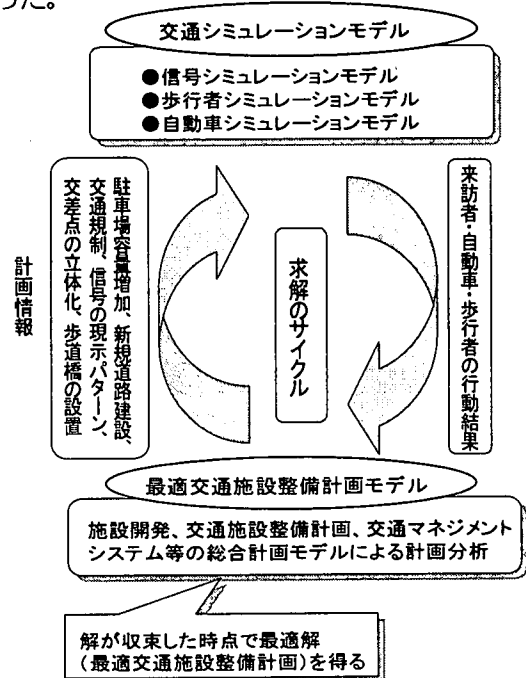


図1 ハイブリッド型整備計画モデル概要

*立命館大学理工学部環境システム工学科教授

**立命館大学大学院総合理工学専攻社会人DC学生（日本建設コンサルタント（株））

***立命館大学理工学研究科環境社会工学専攻MC学生

〒525-8577 草津市野路東 1-1-1 TEL 077-561-2736 FAX 077-561-2667

2. ハイブリッド型計画モデル概要及び構築に関する検討

具体的な施設整備・開発計画問題は、交通行動を含む人々の多様な都市内の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、施設整備後の人々の都市内における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・効率的であると判断した。

しかしながら、シミュレーションモデルのみを用いて計画代替案を設計することは、あらかじめ用意された計画代替案集合を入力情報としてシミュレーション実験を行い、再現された現象に対して必要な評価基準を導入することによって計画代替案の評価を行うことを意味する。したがって、最も望ましく理にかなった計画代替案を求めるためには、想定可能な全ての計画代替案に対して検討を行う必要があるが、これはシミュレーション実験を含めた計算時間等に大きく左右され、非常に膨大な労力と時間を必要とするため現実的ではない。

このような考えに基づき、本研究では図1に示すような現象合理性の追求を目的として現象を再現するシミュレーションモデルと、計画目的の追求を目的とした最適化モデルを混成化したハイブリッド型整備計画モデルの構築を行った。

このハイブリッド型整備計画モデルにおける最適化モデルは、入出力関係のみが存在する関数形の未知な問題となるため、最適化モデルの解法のアプローチは、シミュレーションモデルの出力値のみを用いて最適解の探索を行うことができ、また非線型問題にも対応できる内容となっていることが必要である。このため、ハイブリッド型整備計画モデルの解探索においては非線型計画法に適用できる逐次探索手法を用いることによって最適解を求めることとした。

また、このハイブリッド型整備計画モデルにおいては、目的関数や制約条件としてシミュレーションモデルによる計算結果を用いるため、そのシミュレーションモデルで表現できる範囲内で目的関数や制約条件を計画者の計画目的に

応じて柔軟に設定できる。このことが本モデルの特徴である。

また、前述のようにハイブリッド型整備計画モデルにおける最適化モデルは、関数形の未知な問題となることから、膨大な計算時間によって本モデルの操作性が損なわれる可能性がある。このため、本研究では、ハイブリッド型整備計画モデルによる効果的・効率的な求解を実現するため、実験計画法に基づくモデル分析を事前に行うこととした。

このプロセスを経ることにより解探索における解空間の絞り込みを行うことが可能となり、本モデルの計算時間も大幅に削減できると考えた。

3. シミュレーションモデルの概要

ハイブリッド型整備計画モデルにおいては、その求解のサイクルにおいてシミュレーションモデルを用いて計画代替案を設計していくことになる。したがって、ハイブリッド型整備計画モデルにおけるシミュレーションモデルは、以下の要件を満たす必要があると考える。

- ①現象再現性：計画分析の目的にじ応た精度まで現象を表現できなければならない
- ②計画に対する反応：最適化モデルによって決定された計画によって変化する地区の状況を表現できなければならない
- ③実用的な計算速度：求解のサイクルにおいて繰り返し実行することになるため、シミュレーションモデルの実行時間を可能な限り短縮する必要がある

本シミュレーションモデルはこの3つの要件をみたすよう開発されたものである。

本シミュレーションモデルは、自動車の動きを表現する交通シミュレーションと歩行者（自転車）の動きを表現する歩行者シミュレーションの2つから成り立っている。

交通シミュレーションモデルは、流体として車両の移動状態を表現するモデルと、粒子として車両の移動状態を表現するモデルから構成されており、具体的には、交差点を除く道路上の走行を K-V 曲線 (J.Drake 式) によって表現し、交差点及び施設駐車場待ち行列を BOX

モデルによって表現することとした。つまり、各車両を粒子として扱い、リンク上の走行は流体として取り扱うことによって、表現すべき交通渋滞の隣接への伝播を表現した。また、交差点や駐車場における待ち行列現象は、車両を粒子として取り扱う BOX モデルによって詳細に表現するのである。図2に、本交通シミュレーションのイメージを示した。

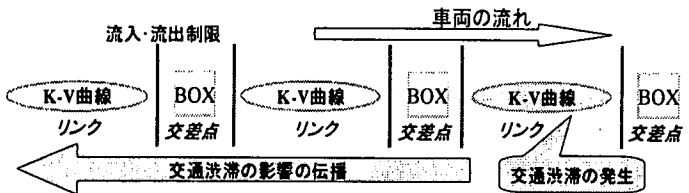


図2 交通シミュレーションのイメージ図

これらにより、本交通シミュレーションモデルでは、車両1台1台が完全情報のもとでの最短時間経路選択を逐次的に行いながら、K-V曲線によって速度を決定して走行する。そして、信号現示を確認しつつ交差点を通過し、施設駐車場へと入庫するまでの状況を詳細にシミュレートすることとした。

歩行者シミュレーションモデルは、前述の交通シミュレーションモデルとリンクしながら歩行者の移動状況をシミュレートするモデルである。ここでは、歩行者の移動状況をシミュレートするにあたって以下のような仮定を行った。

- (a) 信号交差点においては、歩行者が優先で、信号の青開始と同時に歩行者が交差点内を横断し、歩行者が渡り終わるまで右左折車両は停止する。
- (b) 歩行者は目的地まで最短距離となる経路を選択する。

4. 対象地区の現況

本研究で対象とした商業施設周辺（図3参照）の交通問題としては、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には長い時間と莫大な費用が必要である。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。つまり、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する必要がある。なお、国道1号の12時間断面交通量は約36,000台であり、施設来訪者数は7,600人である。施設の規模は、延べ床面積では9,857m²である。

より他の周辺道路機能が低下している。つまり、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する必要がある。なお、国道1号の12時間断面交通量は約36,000台であり、施設来訪者数は7,600人である。施設の規模は、延べ床面積では9,857m²である。

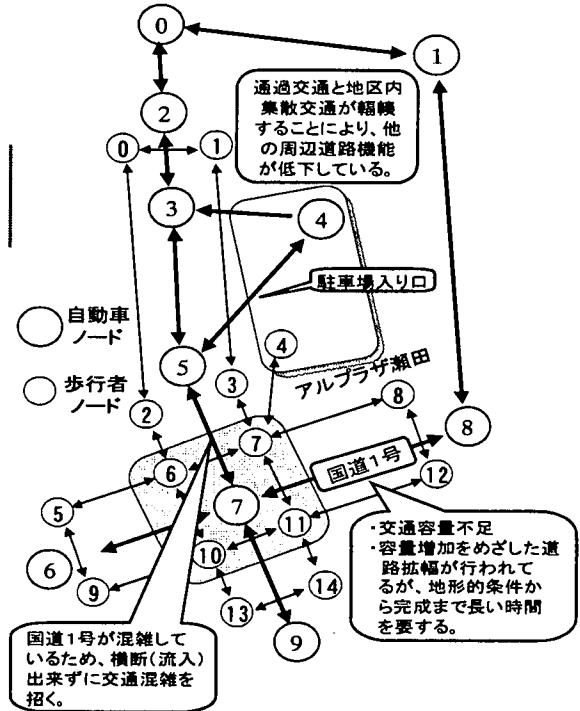


図3 アルプラザ瀬田周辺地区の現況及びネットワーク

5. ハイブリッド型計画モデルの定式化に関する考察

前述のように本モデルは、目的関数や制約条件としてシミュレーションモデルによる計算結果を用いるため、目的関数や制約条件を計画者の計画目的に応じて柔軟に設定できる。

そこで本研究では、最適化問題の定式化を行うにあたって、施設利用者と通過交通者に対象を分けて定式化を進めた。また、施設利用者の中でも来訪手段の違い（自動車、歩行者・自転車等）で分けて考えることとした。つまり目的・来訪手段の違いで目的関数を分けることにより、それぞれの立場での最適な施策を求めることとした。表1に対象者を分けた場合の各目的関数・制約条件を示した。なお、整備項目については表2に示したとおりである。

表1 各目的関数・制約条件

ケース スタディ	1	2	3
対象者	施設利用者(自動車)	施設利用者(歩行者、自転車)	通過交通者
目的 関数	Minimize $f = \sum_n \text{Triptime}_n^{x_i}$ for all i	Minimize $f = \sum_i \text{Cross}_i^{x_i}$ for all i	Minimize $f = \sum_n \text{Triptime}_n^{x_i}$ for all i
制約 条件	$\sum_n \text{ConjL}_n^{\text{now}} \geq \sum_n \text{ConjL}_n^{x_i}$ $\sum_i \text{Cross}_i^{\text{now}} \geq \sum_i \text{Cross}_i^{x_i}$ $\sum_i c_i x_i \leq C$ for all i $x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$ $i \in D^i$	$\sum_n \text{ConjL}_n^{\text{now}} \geq \sum_n \text{ConjL}_n^{x_i}$ $\sum_n \text{Triptime}_n^{\text{now}} \geq \sum_n \text{Triptime}_n^{x_i}$ $\sum_i \text{ParkL}_i^{\text{now}} \geq \sum_i \text{ParkL}_i^{x_i}$ $\sum_i c_i x_i \leq C$ for all i $x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$ $i \in D^i$	$\sum_n \text{Cross}_n^{\text{now}} \geq \sum_n \text{Cross}_n^{x_i}$ $\sum_n \text{Triptime}_n^{\text{now}} \geq \sum_n \text{Triptime}_n^{x_i}$ $\sum_i \text{ParkL}_i^{\text{now}} \geq \sum_i \text{ParkL}_i^{x_i}$ $\sum_i c_i x_i \leq C$ $x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$ $i \in D^i$
凡 例	$\text{Triptime}_n^{x_i}$: 車両nの走行時間[sec] $\text{ParkL}_i^{\text{now}}$: 駐車場iの待ち行列(施設前)[m] $\text{ConjL}_m^{\text{now}}$: 交差点mの待ち行列長(施設前)[m] $\text{ParkL}_i^{x_i}$: 駐車場iの待ち行列(施設後)[m] $\text{ConjL}_m^{x_i}$: 交差点mの待ち行列長(施設後)[m] n: 車両番号(全車両) $\text{Cross}_i^{\text{now}}$: 交差点iでの歩行者と右左折車との交錯回数(施設前)[回] n_p : 車両番号(通過交通車両) $\text{Cross}_i^{x_i}$: 交差点iでの歩行者と右左折車との交錯回数(施設後)[回] n_v : 車両番号(施設利用車両) C_i : 施設iの費用(原単位)[円] C: 総費用[円] x_i : 施設iの規模 $x_i^{\min}$: 施設iの最小実行可能値 $x_i^{\max}$: 施設iの最大実行可能値 D^i : 施設iと同時に実行可能施設集合		

ーション実験を行い、その結果を分散分析にかけたところ要因1,3,9,10,17,18,20の7つが5%有意となった。この7つの要因に対して制約条件を1億5千万円の場合でハイブリッド型計画モデルを適用した結果、次のような結果が抽出された。また、その他のケーススタディの結果については紙面の都合上発表時に示すものとする。

表2 本地区において実行可能な施策

要因	施策内容	$x_i^{\min}$	$x_i^{\max}$	$D^i \notin i$	費用(円)
1	ノード6,7,8方向の青時間	10	180	8	2000万
2	ノード5,7,9方向の青時間	10	180	8	2000万
3	ノード8,7,5方向の青時間	0	120	8	2000万
4	ノード6,7,9方向の矢印信号青時間	0	120	8	2000万
5	ノード5,7,9方向の矢印信号青時間	0	120	8	2000万
6	ノード9,7,8方向の矢印信号青時間	0	120	8	2000万
7	ノード7におけるスクラッフル				
8	交差点の歩行者青時間	10	120	8,13	8億
9	ノード7におけるノード6→8方向の道路立体化	0	1	1~7,13	1億
10	歩行者ノード6,7間の歩道橋(無)	0	1	10,11,12	1.2億
11	歩行者ノード6,10間の歩道橋(有)	0	1	10,11,12	1.4億
12	歩行者ノード6,10間の歩道橋(無)	0	1	10,11,12	1.2億
13	歩行者ノード7,11間の歩道橋(有)	0	1	10,11,12	1.4億
14	歩行者ノード7,11間の歩道橋(無)	0	1	9,10,12	1.2億
15	歩行者ノード7,11間の歩道橋(有)	0	1	9,10,12	1.4億
16	歩行者ノード10,11間の歩道橋	0	1	9,10,11	1.2億
17	ノード7におけるペDESTリアンデッキ化(スロープ無し)	0	1	7,8	3億
18	ノード7におけるペDESTリアンデッキ化(スロープ有り)	0	1	7,8	3.5億
19	ノード4の駐車場容量	200	1000	-	500万/10台
20	ノード3,4方向の交通規制	0	1	-	1000万
21	ノード5,9方向のアンダーパス	0	1	1~7,13	6億
22	3→7方向の通行不可	0	1	-	5000万

*(有)(無)スロープの有無

ここで、上述の定式化及び解法により計算を行うために、対象地区の道路ネットワーク、及び歩行者ネットワークを図3のように構成した。

6. ハイブリッド型整備計画モデル適用計算結果

表3 ハイブリッド型整備計画モデル適用結果

要因	施策内容
1	ノード6,7,8方向の青時間を20秒延長
10	歩行者ノード6,7間の歩道橋(有)

ケーススタディ1について表2の22要因に対して、前述のように実験計画に基くシミュレ

7. おわりに

本研究においては、都市利用者の行動特性を捉えた上での望ましい都市施設整備計画を策定する、ハイブリッド型整備計画モデルの開発を行うとともに、大津市内の幹線道路沿いのある大規模ショッピングセンター周辺の交通問題を解消させることを目的とした計画問題に適用した。また、計画目的を容易に変えることが出来、それにより都市づくりや交通マネジメントを検討する上で計画者が必要とする計画目的のための施策を容易に抽出できることを示すことにより、本モデルの操作性の良さを示した。

今回は、対象者を分けることによりそれぞれの立場にとって最適な施策を求めたが、今後はこれらすべての立場から見た最適な計画を求めていく必要がある。

【参考文献】

春名 攻, 竹林 幹雄, 山田 幸一郎, 中川 弘基, 山岸 洋明; “中心市街地における大規模集客施設利用者の交通行動特性を考慮した交通動態の分析～ハイブリッド型整備計画モデル構築をめざして～”, 関西支部年次学術講演概要, 1999