

Ⅱ-4 中心市街地における効率的な交通施設整備計画立案のための 計画支援情報作成に関するモデル分析

春名 攻^{*}
Mamoru HARUNA

山田 幸一郎^{**}
Koichiro YAMADA

山岸 洋明^{***}
Hiroaki YAMAGISHI

【抄録】都市開発・整備計画においては、開発・整備事業の結果変化する交通状態が望ましい状態に保たれているように交通施設整備や交通需要マネジメントシステムを同時に考慮し設計していく必要がある。しかしながら、これまでこのような総合的な視点からの計画情報はほとんど作成されていないというのが現状である。そこで本研究では、地区の交通状況を表現する交通シミュレーションモデルと計画目的の追求を行う最適化モデルとを混成化したハイブリッド型整備計画モデルの開発を行い、現象合理的で目的合理的、かつ操作性の高いモデル分析方法として統合した。さらに、滋賀県大津市中心地区を対象とした実証的なモデル分析を行った。

【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

交通施設整備が都市づくりの一環であることは周知の事実であるが、都市づくりと交通施設整備の両者の整合性が図れない限りは、本来これらの有している機能を十分に発揮しているとはいえない。多くの多様な都市施設が立地している中心市街地における交通施設整備や交通マネジメントの問題は、都市施設を利用する人々の生活行動を利便で快適なものとするためや、中心市街地における快適環境の確保、地元商業・サービス業の活性化にとって重要な課題である。

中心市街地における交通施設整備において重要視しなければならないことは、この地区の都市機能・環境を阻害する様々な交通問題を解消する効果的・効率的方策を実現することである。すなわち、スムーズな交通サービスを提供することによって、地区内外交通の流動性を促進させ、地域生活・文化・経済の水準を高め、快適な生活環境の整備を行っていかなければならないということである。また、一般的に具体的な施設立地・開発計画問題は、具体的な施設立地を含む人々の多様な行動によってその評価が決まってくる部分が多いといえよう。しかしながら、このような総合的な視点からの計画情報はほとんど作成されていないというのが現状である。

以上のような認識にもとづき、本研究では、地域

への訪問者・地域内回遊者の交通行動に強く焦点を当て、交通施設整備及び交通需要マネジメントシステム導入後の地区の交通状況を表現する交通シミュレーションモデルと、中心市街地地域の総合整備計画目的追求を行う最適化モデルとを混成化したハイブリッド型整備計画モデルを構築し、滋賀県大津市を対象として実証的なモデル分析を行った。

2. 大津市中心地区における交通状況

近年、滋賀県大津市では、県道大津草津線沿線を中心として大規模集客施設の立地が進んでいる。そのため、新規立地した大規模集客施設と古くから存在する商店街が無秩序に混在しており、地元商店街の衰退が進行している。また、これら大規模集客施設整備と連携を図るべき交通施設整備が適切に行われていないため、大規模集客施設利用者の施設間移動交通や、駐車場待ち行列、さらには駐車場探しの迷走交通等が発生し、増大する流入交通と通過交通により交通容量が不足している県道大津草津線の道路機能のさらなる低下を引き起している。また、人々の施設利用行動が活発化する休日においては、この傾向が顕著に現れている。

このような状況に対して、道路の拡幅等が検討されているが、県道大津草津線が琵琶湖と京阪鉄道に挟まれており、さらに沿道には様々な施設が林立し

^{*}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

ていることから、新規道路の拡幅はもとより既存道路の拡幅についても長い年月と莫大な費用を要すると考えられる。こういった状況の中で、交通渋滞を緩和するための効果的・効率的な交通施設整備や交通需要マネジメントシステムの導入が望まれている。

3. ハイブリッド型整備計画モデル概要

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、最も望ましく道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。

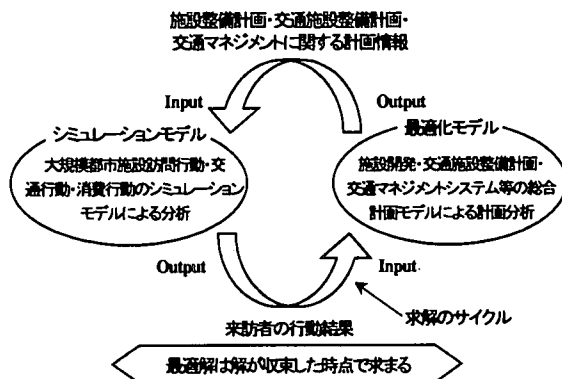


図-1 ハイブリッド型整備計画モデル概要

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おこなうこととした。

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

リズムは、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。

4. ハイブリッド型計画モデル構築に関する検討

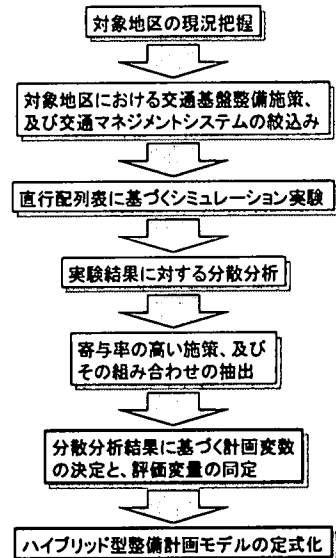


図-2 ハイブリッド型整備計画モデル構築のプロセス

上述のように、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。このため、膨大な計算時間のために本モデルの操作性が損なわれる可能性があることから、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、図-2に示すような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。このようにして解探索における解空間の絞込みを行うことによって、本モデルの計算時間も大幅に削減できると考えた。

5. シミュレーションモデル構築に関する検討

ハイブリッド型整備計画モデルによる合理的な計画論的検討を可能とするためには、そのシミュレーションモデルにおいて、分析目的に応じた精度まで現象合理性を追求する必要がある。

このため本研究において開発するシミュレーションモデルは、自動車利用による地域への訪問者の交通行動に強く焦点を当てたシミュレーションモデルとして構築することとした。

このような考え方より、本シミュレーションモデルは、図-3に示すような複数のサブモデルから構成し、各サブモデルを適切に用いて各車両の処理を行うことによって、1秒毎の全車両の状況を詳細にシミュレートすることとした。

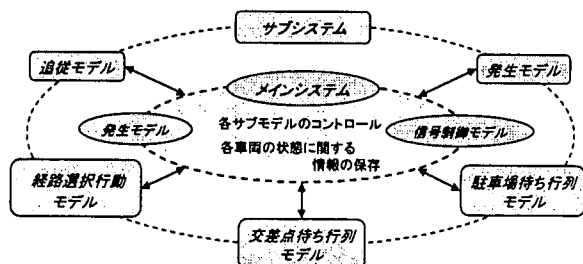


図-3 シミュレーションモデル概要

さらに、滋賀県大津市都心部の道路ネットワークモデルを図－４のように地区内幹線道路であるリンクと信号交差点ノード、発生集中ノードによって構成とした。

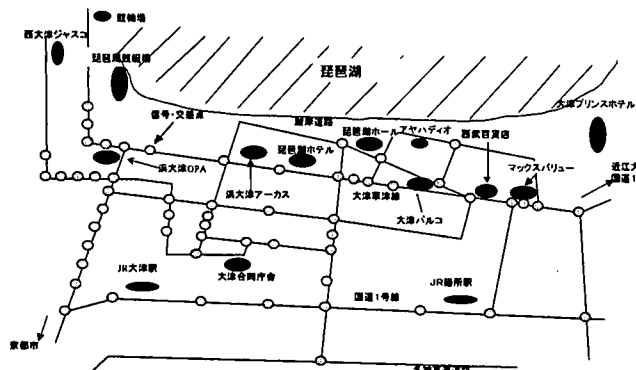


図-4 大津市中心地区の交通ネットワーク

6. 交通施設整備効果に関する分析とハイブリッド型整備計画モデルの定式化

大津市都心部の地理的条件と施設整備財源の逼迫状況を考慮すると、まず短期的に実行可能となる交通施策を検討することが必要である。このような施策としては、信号パターンの変更、交差点の立体化、及び、周辺交通に多大な影響を及ぼしている大規模集客施設の駐車場の容量増加等々が考えられる。

また、大津市中心地区においてはTDM施策の一つであるパークアンドバスライド（以下P&BR）の実験が行われている。このP&BR施策についても交通シミュレーション実験を通してその効果を計測することとした。

以上のような方針の下で、本研究においては表-1に示す17の施策について各施策ごとに4水準を設定し、 L_{64} の直行配列表に割り付け実験計画を作

成した。そして、各実験に対して行ったシミュレーション結果である総走行時間の逆数を特性値としたシミュレーション実験を行った。

表-1 シミュレーション実験対象施策

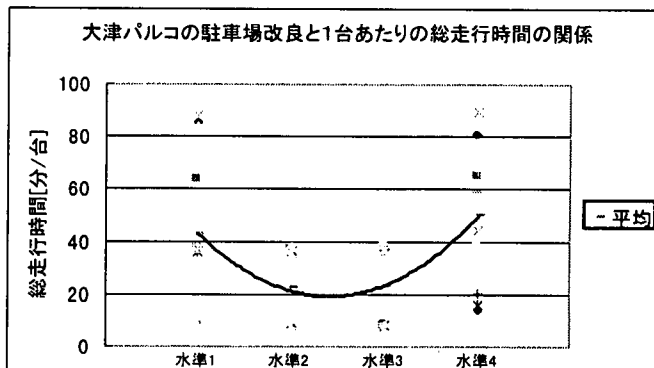
要因	施策	対象	水準1	水準2	水準3	水準4
A	駐車場容量増加	大津バルコ	現状維持	50台増加	100台増加	150台増加
B		西武大津				
C		アヤハティ				
D		マックスバリュ				
E		OPA				
F		浜大津A・Qus				
G	交差点改良	由美浜交差点	現状維持	立体化	青時間60秒増加	青時間120秒増加
H		におの浜交差点				
I						
J		NHK前交差点				
K						
L		鳥ヶ岡交差点				
M						
N						
O		浜大津交差点				
P						
Q	P&BR	転換率	0%	5%	10%	15%

続いて、この実験結果に対して分散分析を行い、各施策の主効果に関する寄与率を算出した。ここで、上述のシミュレーション実験の結果に対する分散分析表を表-2に示す。

表一2 分散分析表(主效果)

要因	自由度	変動	分散	純変動	寄与率
A	3	1.3345E-14	4.44832E-15	1.26153E-14	21.00%
B	3	1.00251E-15	3.3417E-16	2.72877E-16	——
C	3	2.06911E-16	6.89705E-17	-5.22722E-16	——
D	3	1.2458E-15	4.15267E-16	1.56166E-16	——
E	3	1.97218E-15	6.57395E-16	1.24255E-15	——
F	3	8.39396E-16	2.79799E-16	1.09763E-16	——
G	3	8.47434E-16	2.82478E-16	1.178E-16	——
H	3	7.8871E-16	2.62903E-16	5.90758E-17	——
I	3	1.21119E-15	4.0373E-16	4.81555E-16	——
J	3	1.52567E-16	5.08558E-17	-5.77066E-16	——
K	3	2.97035E-16	9.90117E-17	-4.32599E-16	——
L	3	6.22331E-17	2.07444E-17	-6.67401E-16	——
M	3	2.22319E-16	7.41063E-17	-5.07315E-16	——
N	3	1.02421E-15	3.41402E-16	2.94573E-16	——
O	3	1.80739E-14	6.02465E-15	1.73443E-14	28.60%
P	3	1.14271E-14	3.80905E-15	1.06975E-14	17.64%
Q	3	5.00225E-15	1.66742E-15	4.27262E-15	7.05%
e	12	2.91853E-15	2.43211E-16	1.52223E-14	25.27%
合計	63	6.06393E-14		6.06393E-14	100.00%

表-2からも明らかなように、本地区において有効な施策として大津パルコの駐車場改良(要因A)、浜大津交差点の改良(要因O, P)、P & B R 施策(要因Q)が抽出された。次に、この4つの施策に対して図-5, 6, 7, 8に示すように、各施策の水準と特性値の関係図を作成した。



図一5 大津パルコの駐車場改良と総走行時間の関係

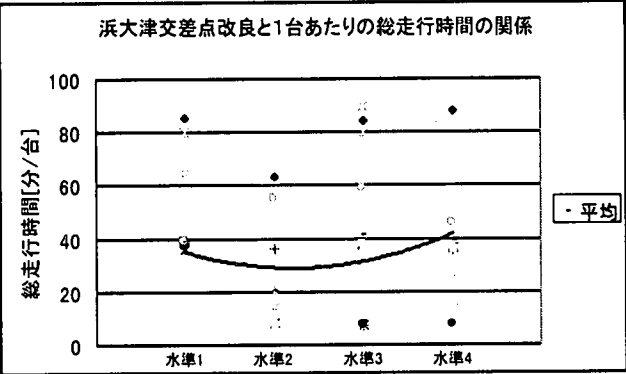


図-6 浜大津交差点改良と総走行時間の関係

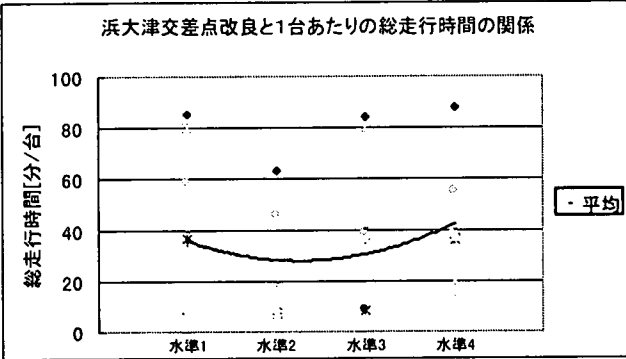


図-7 浜大津交差点改良と総走行時間の関係

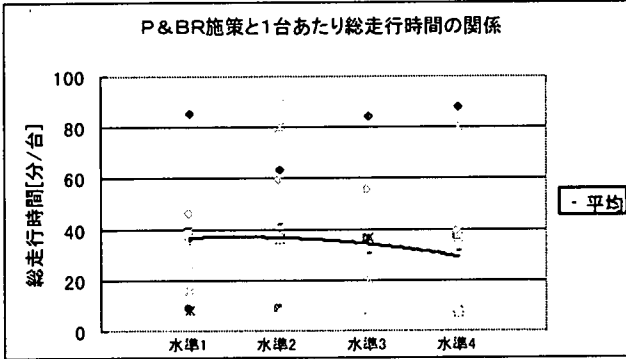


図-8 P & BR施策と総走行時間の関係

また、ここで抽出したP & BRを除く3つの施策に対して、その交互作用についても同様に L_{64} の直行配列表に割り付け、シミュレーション実験を行い、その結果を分散分析にかけた結果が表-3である。

表-3 分散分析表(交互作用)

要因	自由度	変動	分散	純変動	寄与率
A	3	2.44E-18	8.12E-19	2.44E-18	—
O	3	4.23E-17	1.41E-17	4.23E-17	25.38%
A*O	15	3.24E-17	2.16E-18	3.24E-17	19.41%
P	3	3.68E-17	1.23E-17	3.68E-17	22.05%
A*P	15	4.03E-17	2.69E-18	4.03E-17	24.15%
O*P	15	5.21E-17	3.48E-18	5.21E-17	31.27%
e	24	0.023124	0.000964	-4E-17	—
合計	78			1.64E-16	100.00%

この結果から、この3つの施策の組み合わせには交互作用が存在することが分かった。

以上より、ハイブリッド型整備計画モデルを上記の4つの要因を計画変数として以下のように定式化した。

Minimize $f = \sum_n \text{Triptime}_n^{x_i} \quad x_i \in X \quad \text{for all } i$

Subject to

$\sum_t \text{Conj}L_m^{\text{now}}(t) \geq \sum_t \text{Conj}L_m^{x_i}(t) \quad \text{for all } m$

$\sum_t \text{Park}L_l^{\text{now}}(t) \geq \sum_t \text{Park}L_l^{x_i}(t) \quad \text{for all } l$

$\sum_i c_i x_i \leq C \quad \text{for all } i$

$i \in D^i$

ただし、 $\text{Triptime}_n^{x_i}$: 車両 n の走行時間[sec], $\text{Conj}L_m^{\text{now}}(t)$: 交差点 m の時刻 t における待ち行列 (施策施行前) [台], $\text{Conj}L_m^{x_i}(t)$: 交差点 m の時刻 t における待ち行列 (施策施行後) [台], $\text{Park}L_l^{\text{now}}(t)$: 駐車場 l の時刻 t における待ち行列 (施策施行前) [台], $\text{Park}L_l^{x_i}(t)$: 駐車場 l の時刻 t における待ち行列 (施策施行後) [台], c_i : 施策 i の費用 (原単位) [円], C : 総費用 [円], x_i : 施策 i の規模, D^i : 施策 i と同時実行可能施策集合, n : 車両番号とする。

なお、ハイブリッド型整備計画モデルによるモデル分析結果は発表時に具体的に示すこととする。

7. おわりに

本研究では、操作性を確保した上で現象合理的・目的合理的な交通施設整備計画立案を行うハイブリッド型整備計画モデルの開発を行い、これを滋賀県大津市中心地区に対して交通混雑を解消することを目的とした計画問題に適用した。

今後は、本モデルを構成する各システムの精度を上げる必要があると考えている。このため、施設利用者の多様な行動を説明しうる行動モデルの開発・導入、自動車利用による施設利用者の経路選択行動モデルの開発・導入、求解のアルゴリズムに関する検討などに早急に取り組み、より実践的でレベルの高いモデルとして開発を進めていく必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 今野 浩, 山下 浩, “非線型計画法”, 日科技連, 1978
- 2) 田口玄一, “実験計画法”, 丸善株式会社, 1976