

4.5 tiss-NET への路上駐車に関連する車両挙動モデルの導入

以上の実験結果から、tiss-NET への具体的な車両挙動モデルの導入を行った。

4.5.1 複数駐車時の車両群判断モデル

路上駐車が複数台存在する時、その路上駐車間の駐車車両間隔によって、走行車両の追い越し挙動は異なってくる。駐車車両の間隔が狭ければ、複数の路上駐車車両を一つの路上駐車「車両群」として捉え、車両群に対して追い越しを行うかどうかの判断を行う。駐車車両の間隔が十分に広い場合は、路上駐車車両の間が対向車との待避スペースになり、路上駐車「車両群」として捉える必要は無い。

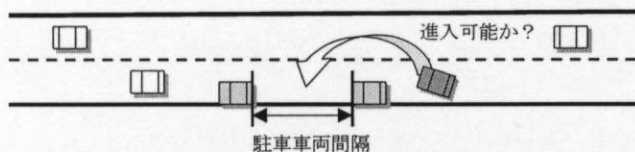


図 4.5.1 複数駐車時の駐車車両間隔の判断

本研究ではこの「複数駐車時の車両群判断モデル」を、駐車車両の車両間隔に影響される単純なモデルとして分析を行った。観測実験 (4.4.4) によるサンプルは 81 であり、追い越し車両の進入確率を得る式を線形近似によって得た。(図 4.5.2 図中の数字はサンプル数) の様に得た。このモデルでは、路上駐車の間隔が 40m 程度になれば、ほぼ全ての車両がその間で待機できるものと判断し、車両群との認識は持たない。また、間隔が 20m 程度であれば約半数の車両が車両群として認識することになる。

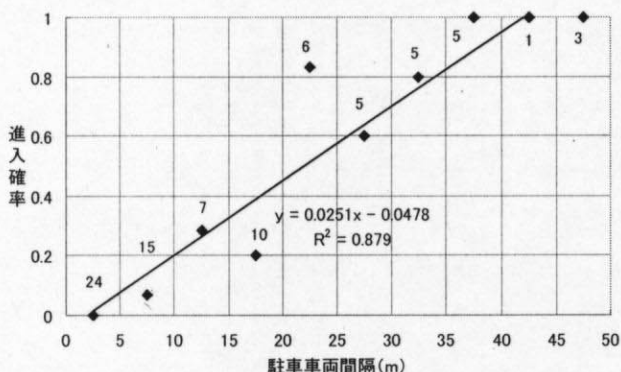


図 4.5.2 駐車車両間隔による進入確率

4.5.2 路上駐車車両の回避車両の挙動決定モデル

道路両側に発生する路上駐車車両を考慮するため、本研究では道路両側に発生する路上駐車に対応したモデルの構築と tiss-NET への実装を行った。本モデルは路上駐車を発見後「待機する・すれ違いをする」の判断を行った後、「進入する場合の挙動決定モデル」といった二段階構成となっている。

(A) 待機・すれ違い判断モデル

このモデルは、両側に路上駐車が発生した場合（図 4.5.3）、または片側に路上駐車が発生した場合（図 4.5.4）について、残された道路有効幅員によって追い越し車両の自動車運転手は待機するか追い越しを行うかの判断を行うモデルである。この時、同幅の道路有効幅員でも、小型車は回避挙動を行い、大型車は待機するなど、自車の車幅によってその判断は異なるため、道路有効幅員から自車の車幅を減じたものを残幅員と定義してモデルパラメータに用いた。

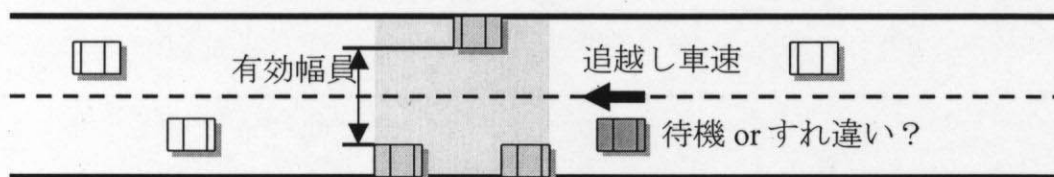


図 4.5.3 両側に路上駐車車両が存在する場合

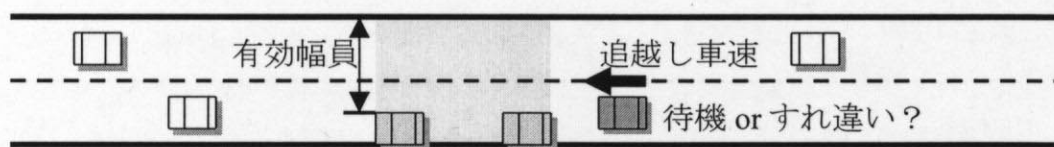


図 4.5.4 自車線に路上駐車車両が存在する場合

モデルの推定には、4.4.2、4.4.3、4.4.4の実験で得られたデータを用いて「待機する・すれ違う」の判断を行う二者択一の二項モデルロジットモデルの推定を行った。表 4.5.1に推定結果を示すが、t 値・尤度比ともに比較的良好な結果が得られた。以上より、回避車両が路上駐車車両の手前で「待機すると判断する」確率のモデル式を得た。これを数式 4.5.1に示す。

表 4.5.1 追い越し車両の待機判断モデル出力結果

要因	パラメータ	t 値
残幅員 (cm)	-0.017	-5.050
追越し車両の速度 (km/h)	0.086	3.996
定数項	0.546	3.658
尤度比	0.245	
的中率	79.2%	
サンプル数	146	

数式 4.5.1 待機・追い越し判断モデルの推定式

$$V = -0.017W + 0.086S + 0.546$$

$$P = 1 / (1 + \exp(-V))$$

V : 確定項

P : 追越し車両が路上駐車車両の前で待機する確率

W : 残幅員 (cm)

S : 回避車両の速度 (km/h)

tiss-NET では、通常、車両は 100m 前方の交通現象までを検索範囲としている。車両は駐車車両の最大 100m 手前から本モデル判断を行い、コンパートメント (5m) を移動する毎に再度本モデルを含む走行挙動を決定している。待機すると判断した場合は、駐車車両直前で停止するための走行挙動に移行するが、通常 100m 手前から減速は行わず、駐車車両直前の判定で実際に追い越すか待機かの挙動を決定する。また待機した場合は、対向車両が通過後に再度判定を実施する。モデル推定結果からは、残幅員が狭くなると待機しやすくなり、追い越し車両の速度が大きくなると待機しやすくなるといった現実的な結果が得られた (図 4.5.5)。また、残幅員が 300cm 以上であればほとんどの場合待機をせずにすれ違いを行うということが分かる。残幅員が 300cm とは有効幅員が 650cm 程度であり、この程度の余裕を残した路上駐車であれば、大きな影響は発生しないと考えられる。また、回避車両の速度が 10km/h 程度の低速状態であれば、残幅員が 150cm 程度まであればすり抜けていくことが可能であることも分かる。ただし、本モデルの推定においては対向車の速度や位置に関する要因を入れた場合は有為なモデルを得ることができなかった。この原因としては、データ収集区間において慢性的な渋滞が発生しているために、有効な対向車

の速度を得るサンプルが少なかったためである。

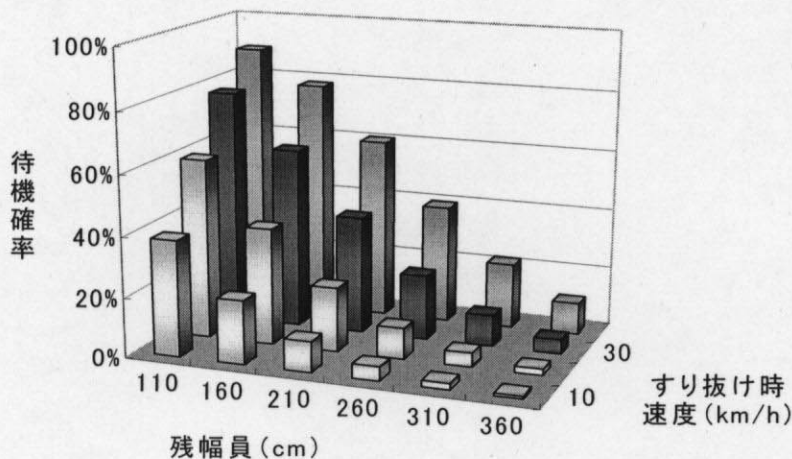


図 4.5.5 追い越し車両の待機確率

(B) すれ違い挙動モデル

このモデルは、(A)「待機・すれ違い判断モデル」によってすれ違いを行うと判断された後の、具体的な走行挙動を決めるモデルである (図 4.5.6)。

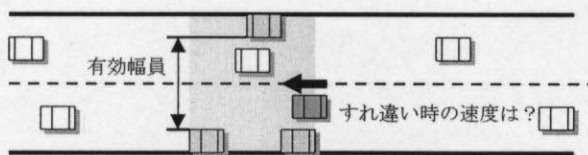


図 4.5.6 すれ違い挙動モデルの概念図

モデルの推定には、4.4.2の実験で得られたデータを用いて、残幅員から走行速度を求める直線回帰モデルを用いた。残幅員とすれ違い時の速度の関係をプロットして、直線回帰を行った結果を図 4.5.7に示す。横軸は道路有効幅員から回避車両 (自車) と対向車の車幅を差し引いた幅員 (残幅員) であり、縦軸がすれ違い時の速度を示している。なお、データを取得した敷地内実験では道路幅員を一定間隔で変化させたために、残幅員が一定のまとまりを持ってしまい、連続的な観測データは得られていない。

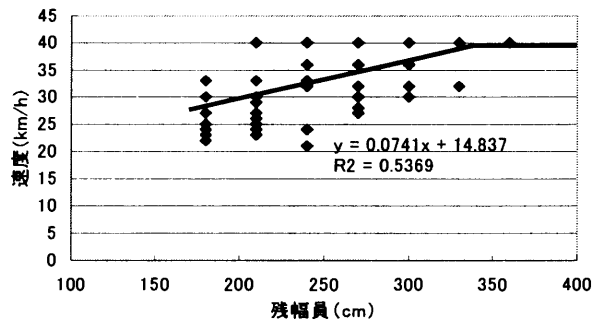


図 4.5.7 残幅員とすれ違い時速度の関係と直線回帰式

4.5.3tiss-NET への実装

4.5.1および4.5.2で推定した路上駐車回避挙動モデルのシミュレーションへの組み込みを行った。フローチャートを図 4.5.9、図 4.5.10、図 4.5.11に示す。フロー内の具体的なモデルの適応について説明する（以下の a) や b) などは図中のアルファベット部の説明）。

- a) 複数駐車時の車両群判断モデルモデル（4.5.1）を用いる。ここでは、複数の駐車車両同士が回避挙動にどの様に影響するかを判断している。影響しない場合を広い、影響する場合を狭いとしている。
- b) 秋ヶ瀬公園・機動センターでの実験において追越し車両が減速を開始する位置が最も遠くで 70m であったために、40km/h 走行における平均ギャップ時間の 6.3 秒を用いて対向車の確認を行う。
- c) 追越し車両が 6.3 秒の位置のときに対向車両がギャップ時間で 12.6 秒の地点以内に存在しているときに、追越し車両が減速する可能性がある。
- d) 路上駐車車両の形状の確認を行う。路上駐車車両の形状は図 4.5.8に示す 3 パターンとし、その判断自体は a) の時点で行う。
- e) 待機・追い越し判断モデル（4.5.2(A)）を用いる。ここでは、回避車両が待機を行うか、すれ違いを行うかを判断する。
- f) すれ違い挙動モデル（4.5.2(B)）による速度決定モデルを用いる。ここでは、モデルにより決定した速度より遅い場合にはそのままの速度ですれ違い、早い場合には決定モデルにより求められた速度にて走行を行う。

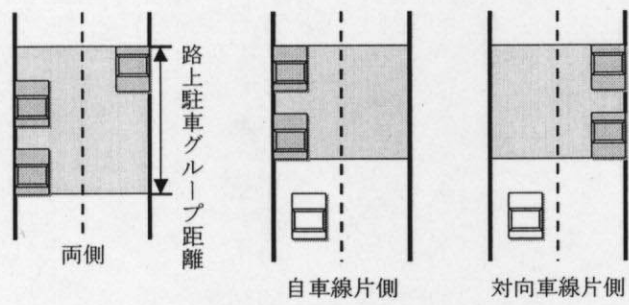


図 4.5.8 路上駐車の状態

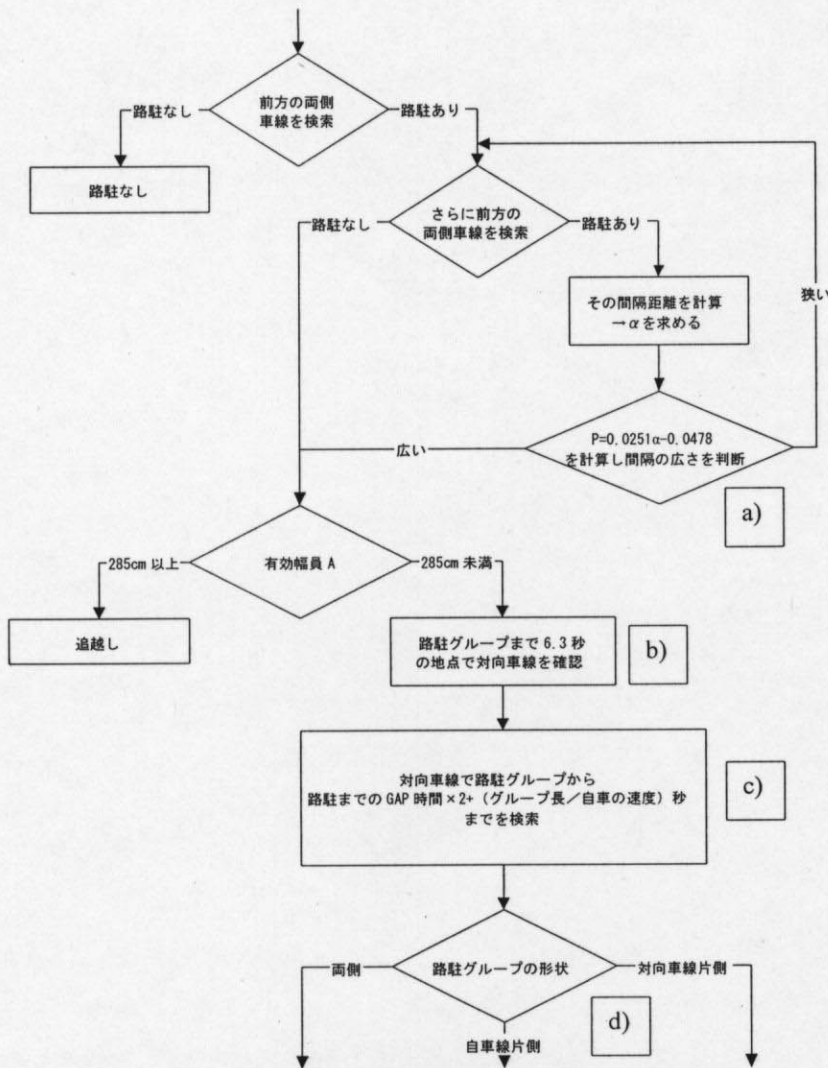


図 4.5.9 路上駐車回避挙動モデルのフロー (前半)

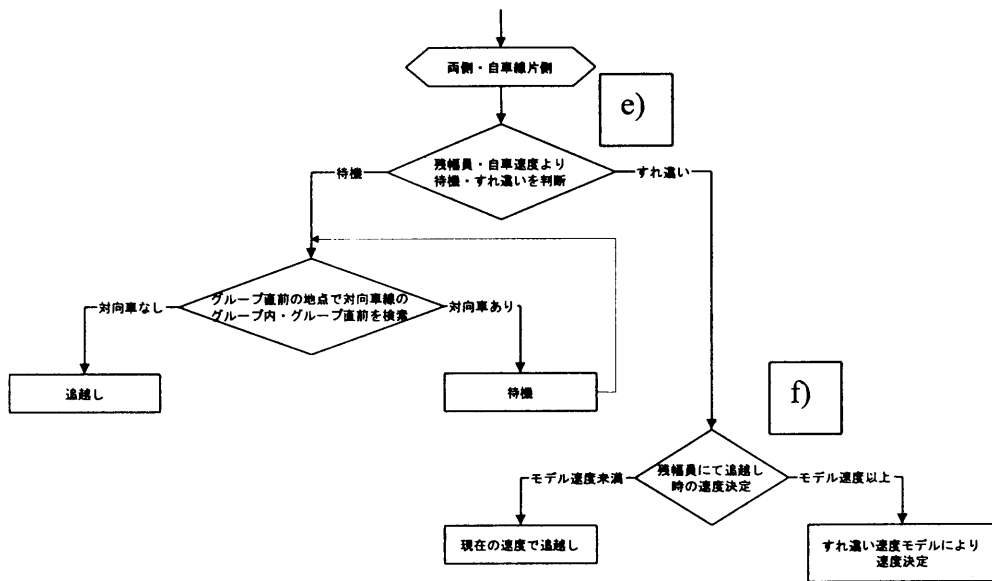


図 4.5.10 路上駐車回避挙動モデルのフロー（後半：両側・自車線片側時）

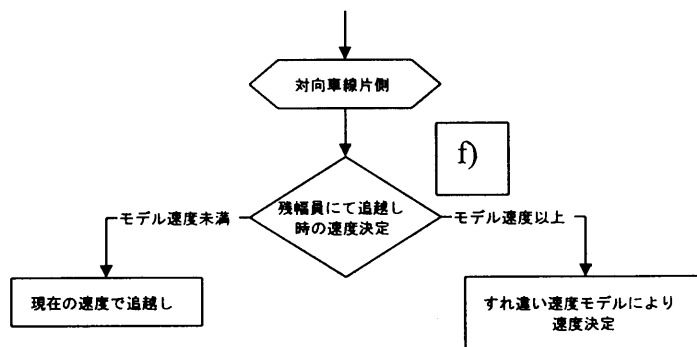


図 4.5.11 路上駐車回避挙動モデルのフロー（後半：対向車線片側時）

4.6 仮想的な路上駐車対策効果のシミュレーション分析

本節では、4.4.4で述べた市街地道路の区間をケース・スタディとして取り上げ、本研究で構築した路上駐車モデルを組み込んだシミュレーション分析を実施した。対象区間は、国道463号（旧中山道）の仲町交差点から県庁通りまでの約400m区間である（図4.6.1）。

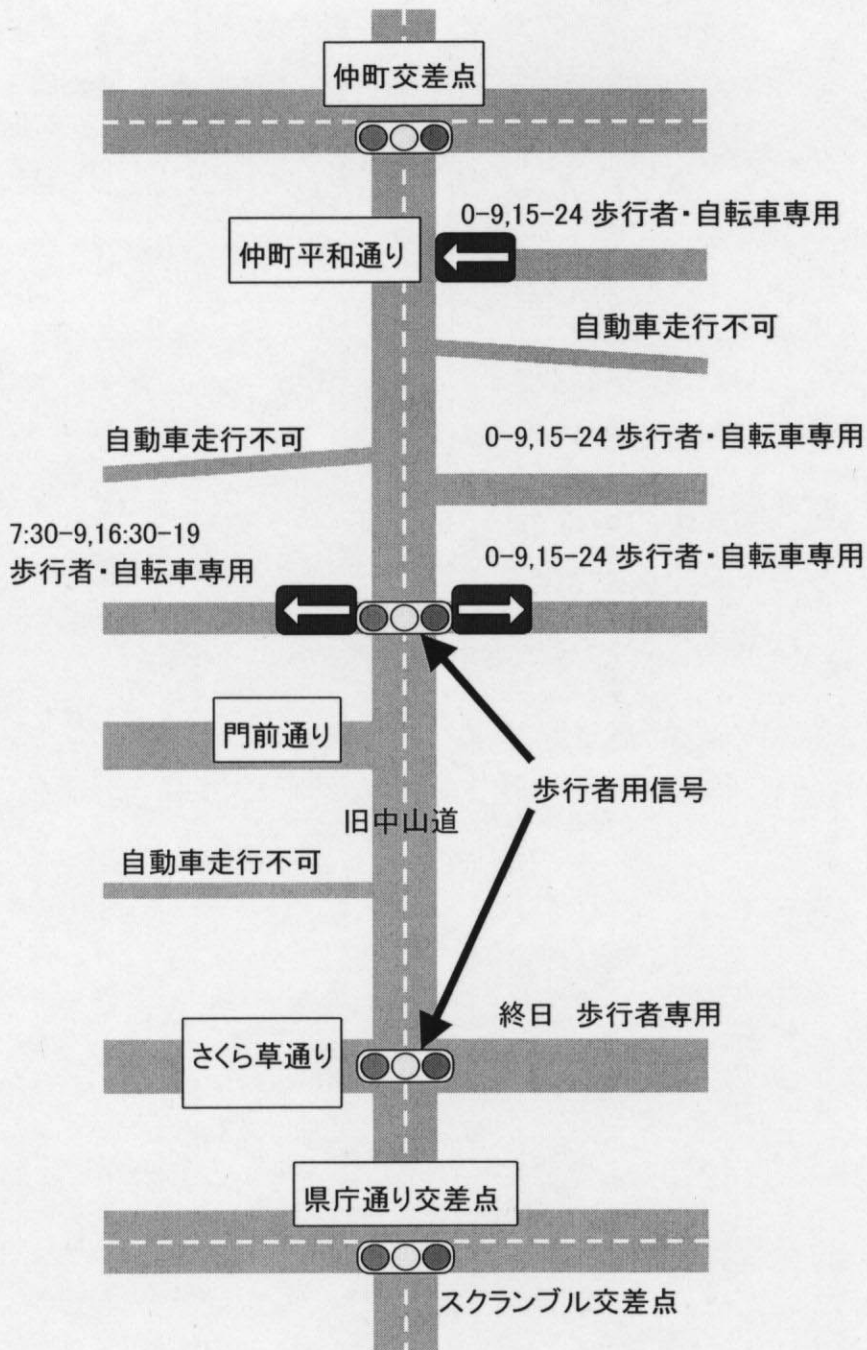


図 4.6.1 ケース・スタディの対象区間

本事例の対象となった旧中山道は銀行や商店などが多く立ち並んでおり、さらに通過交通などを含めた交通量も多くなっている。さらに、銀行や商店などへの荷捌き車・利用者の路上駐車が多く発生し、交通流が大きく乱されている。特に、道路幅員が狭いためにバスなどの大型車の交通が大きく影響を受けており、バスの定時制が確保されていない原因となっている。実験当日の状況写真を図 4.6.2に示す。

対象道路の特徴を以下に述べる。

- ・沿道は金融機関（銀行など）、商店・飲食店、駐車場施設等の商業施設。
- ・駐車場は一般駐車場（2）、銀行駐車場（5）、その他商店などの駐車場（5）。
- ・バスは朝のピーク時に片側車線で30台/時、夕方のピーク時に20台/時ほど運行している。
- ・道路幅員は片側で420cm（両側で840cm）。
- ・全区間が13:00～20:00間、貨物の積降しを除いた車両が駐停車禁止、全時間帯駐停車禁止、車輪止め区間。



図 4.6.2 ケース・スタディの区間の状況写真

4.6.1 シミュレーションデータの取得

シミュレーション分析を行うために、表 4.6.1 に示す調査とデータを獲得した。

表 4.6.1 調査種類と獲得データ

調査種類	獲得データ
ナンバープレート調査	地点交通量・OD 交通量
路上駐車状況調査	発生・消滅時刻・駐車位置
駐車場利用調査	利用台数・利用時間
信号現示調査	信号サイクル・現示
VTR 撮影調査	交通状況

4.6.2 現況再現性の確認

まず、シミュレーション分析の現状再現性の確認を行った。前提条件として、モンテカルロシミュレーションの tiss-NET では疑似乱数発生機構における SEED 値（初期値：値固有の特徴は無く、単に疑似乱数発生の初期設定）の取り扱い問題がある。tiss-NET では、車両発生時刻の決定（OD 交通量に基づいたポアソン分布）において疑似乱数を使用しており、既に SEED 値の違

いによる時間単位における発生台数の差異が無いことは確認してあるが、本研究では新たに疑似乱数を用いるモデルを追加したために、再度3種類のSEED値を用いてその影響を検討した。また、シミュレーションの実施に際しては、データ欠損の少ないOD交通量が推定できた15:30-16:00間のシミュレーションで確認した。また路上駐車については、路上駐車の発生（縦列駐車）や解消（発進）について十分なモデルを取得していないため、実際の発生状況（位置）に合わせてシミュレーション開始時に強制的に発生させた。

再現性確認のための指標としては、「交差点交通量」と「対象区間の旅行時間」に着目した。交差点交通量の確認は、対象地区の出入口となる二個所の交差点で、それぞれの流入・退出交通量を用いて行ったが、OD交通量推定をナンバープレート調査によって実施したため、精度の高い結果が得られた（図4.6.3）。旅行時間による確認は、路上駐車の激しい対象路線の両方向で行った（表4.6.2）。おおむね良好な結果であるが、SEED3で北から南方向の平均旅行時間が小さな結果となった。以上より、現状再現性は得られていると判断した。

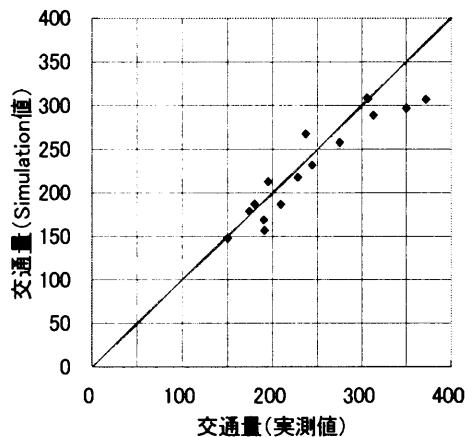


図 4.6.3 現況再現性の確認（交差点交通量）

表 4.6.2 現況再現性の確認（区間旅行時間）

	平均旅行時間（通過台数）	
	北から南方向	南から北方向
実測値	346 秒 (34 台)	141 秒 (94 台)
SEED 1	328 秒 (33 台)	113 秒 (87 台)
SEED 2	352 秒 (46 台)	127 秒 (93 台)
SEED 3	273 秒 (47 台)	128 秒 (88 台)

4.6.3 駐車禁止策の効果予測

本来この区域は、貨物の積み下ろしをのぞいた車両が駐停車禁止（車輪止め実施区間）となっているが、路上駐車を誘発する路側施設（小売店や銀行など）が多数存在するため、図 4.6.4 に示すように短時間路上駐車が多数観測（174 台/2 時間）されている。

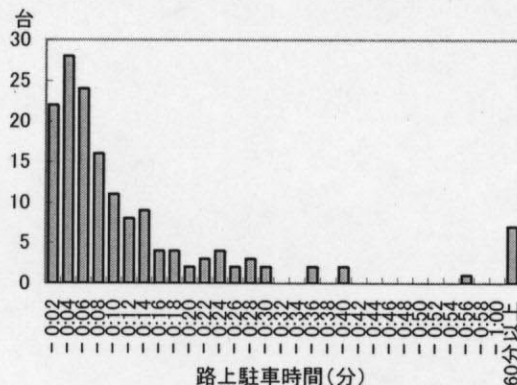


図 4.6.4 路上駐車 of 駐車時間分布

従来から違法な路上駐車による道路容量の低下は激しいといわれてきたが、本地区を対象としたシミュレーション分析を行うことで、違法駐車を一掃した場合の交通状況の予測が可能になる。つまり違法駐車が及ぼす影響を定量的に評価できることになる。ただし、用いた OD 交通量が調査によって取得された混雑時のものであるために、駐車車両を排除したことによって通過可能交通量が増加しても、シミュレーション分析上、交差点の通過交通量は増加しない。また、シミュレーションは現状再現の確認を行った時間帯と同様に 15:30 から 16:00 までとした。また、対象区間の平均幅員は片側 420cm（両側で 840cm）であり、両側に路上駐車が発生しても、両方向の通過車両がぎりぎり走行可能な幅員となっている。

(A) 片側駐車禁止の効果分析

この路線においては北から南の交通状況が特に悪く、進行方向側（東側）に発生する路上駐車の数 は 93 台/2 時間（400m の道路延長区間）であった。そこで、まず仮想的に左側車線のみを駐車禁止規制違反を厳格に抑制した場合の効果予測分析を行った。自車線の路上駐車がなくなったことにより、北から南への走行で路上駐車からの悪影響が大幅に減少し、対象区間の旅行時間（シミュレーション時間内に対象区間を走破した車両のみ計測）は平均して 35%改善（112.6 秒の短縮）し、通過車両台数も 44%（15 台）増加した。また、旅行時間の変化を時系列で一台一台を見ても、未対策時の大幅なばらつきがなくなり、平均値が下がると共に平坦化したことがわかる（図 4.6.5）。

(B) 全面駐車禁止の効果分析

全面禁止とは従来の交通規制が全面的に遵守され、さらに荷さばきスペース等が完備された状況を意味する。シミュレーションによる分析は、当然の結果として大幅な改善が見られた。対象区間の旅行時間は平均して 59% (188.9 秒の短縮) 改善し、通過車両台数も 55% (19 台) 増加した。時系列的に見た場合も、旅行時間の最大差が 3 分程度に収まり、その変動も片側禁止よりも平坦化していることがわかる (図 4.6.5)。

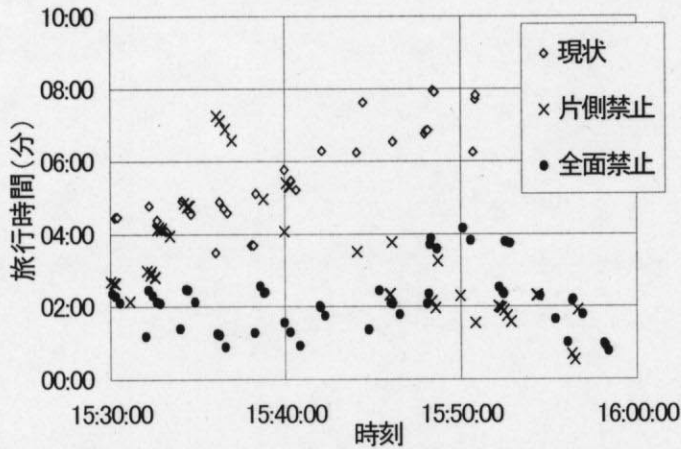


図 4.6.5 仮想的な路上駐車抑制策適応時の旅行時間変化予測

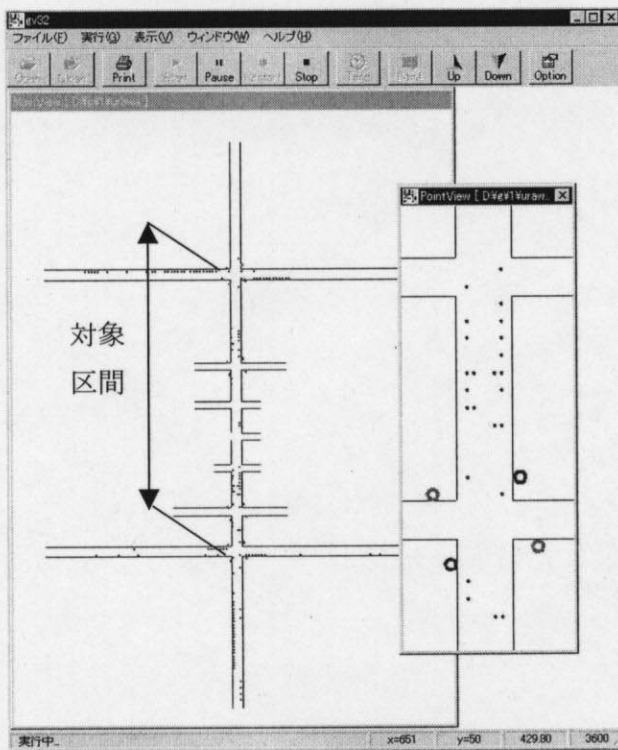


図 4.6.6 tiss-NET によるシミュレーションのグラフィック表示

4.7 結論

本章では、我が国における典型的な市街地交通問題である路上駐車インパクトの定量的評価について、tiss-NET モデルを用いて、交通シミュレーションモデルの適用の可能性と有効性を確認した。以下に得られた主な成果を述べる。

- ①本章では tiss-NET の開発コンセプトに従って、自動車運転手による行動的モデルの構成とモデル式を検討し、実験による実データからモデルを構築し、そのモデルパラメータを設定した。具体的には、路上駐車回避車両に関する挙動モデルについては、車両挙動サブシステムを補強・追加することで、路上駐車による影響評価に tiss-NET を適用可能性を確認した。
- ②路上駐車に関する挙動モデルを tiss-NET に導入することで、交通インパクトを定量的評価できるシミュレーションモデルを開発し、具体的な路上駐車抑止策の効果についても定量的な予測が行えることが確認された。従来から利用されている総遅れ時間や区間平均旅行時間と言った、いわゆる静的な評価指標のみならず、時系列の視点を持って動的な結果を見ることで、旅行時間の分散や変動傾向についても理解できる結果を提示可能となり、交通シミュレーションモデルの適用の有効性を確認できた。

一方、ミクロな視点にたった交通状況の再現にあたっての課題点も明らかになった。以下にこれらの課題を述べる。

- ①第一は、モデル構築における課題であり、代表的なものとして、渋滞時における特殊なドライバー心理が交通状況を劇的に変化させるケースが挙げられる。例えば、両側に路上駐車が発生する本章のケース・スタディの様な道路環境では、ドライバーの譲り合いという行動によって、交通状況が一変するケースが実際に観測された。ただしこの行動は、先詰まり状態で対向右折車に進路を譲るなど比較的頻繁に行われるケースと、比較的距離がある区間で同系列のバスが対向してくるバスに進路を譲るなどの特殊なケースがあるため、本研究ではモデル構築に必要なサンプルを獲得することができなかつたため、検討が行えなかつた。
- ②第二は、シミュレーション実施に必要なデータおよびパラメータの取得が困難かつ負担が大きいのことである。これは交通シミュレーションモデルに関係する多くの研究者・開発者が同一意見を公開しているが、少なくとも本事例の様なケースでは、単位時間を分単位で扱える OD 表の準備が必要である。非ネットワーク（経路選択無し）が対象道路の場合は、方向別交差点交通量でも代用は可能であるが、今後は単一交差点解析ではなく複数交差点、道路網といった視点での解析需要が重要視される。これらの、サンプルデータ取得や OD データ取得といった情報取得に関する問題は、現状では費用的人的制約のハードルが高いが、今後の ITS 技術発達による計測機器やデータ収集機能の高度化に期待が持てる事項である。

なお、本研究の範囲外となり、今後の検討テーマとなりえることは以下の点である。

①路上駐車車両自体の発生および消滅のモデル化について、その車両挙動に関する分析だけではなく、道路沿いの土地利用や駐車需要との関連等についての分析の検討が重要である。

【第4章 参考文献】

- 1) 国際交通安全学会編：交通社会の価値観変化と自動車モビリティ（その1）-路上駐車社会のルールを求めて-，1992年3月
- 2) 岐美宗，高田邦道，呉承勲，高柳賢一：東京都心部の業務地区における路上駐車問題とその背景，土木計画学研究・講演集，No.13，pp915-822，1990
- 3) 李相光，樗木武，辰巳浩，大石剛史：都心部における路上駐車の特性和対策に関する一考察，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，pp.698-699，1993
- 4) 黄仁喆，高田邦道：コンビニエンス・ストア周辺の路上駐車問題，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，pp.244-245，1995
- 5) 本間正勝，末永伸一，斎藤威：路上駐車が交通流に与える影響の基本的特性，第14回交通工学研究発表会論文集，pp.77-80，1994
- 6) 末永伸一，本間正勝，森健二，斎藤威：都市における路上駐車の本質の強さに関する一考察，第14回交通工学研究発表会論文集，pp.69-72，1994
- 7) 豊田剛，加藤哲男，本多義明：沿道施設周辺の路上駐車の本質と道路交通量との関係に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.22(2)，pp.699-700，1999
- 8) 豊田剛，嶋田喜昭，川上洋司，本多義明：沿道施設に誘発される路上駐車の本質現象に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.18(1)，pp.337-340，1995
- 9) 塚口博司，小林雅文，飯田恭敬：路上駐車を含めた駐車場所選択特，土木計画学研究・講演集 Vol.14(1)，pp.147-152，1991
- 10) 堂柿栄輔，佐藤馨一，五十嵐日出夫：都心商業地域における路上駐車施設の設置効果に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.15(1)，pp.691-696，1992
- 11) 鈴木孝治，西村昂，日野泰雄，村上睦夫：建物用途別駐車需要から見た路上駐車施設設置効果に関するモデル分析，土木計画学研究・論文集 Vol.14，pp.721-726，1997
- 12) 山中英生，藤岡啓太郎，吉田信博，釣田浩司：商店街における路上駐車実態と交通実験による制御効果の分析，土木計画学研究・講演集 Vol.22(2)，pp.695-698，1999
- 13) 片谷教孝，筈木亘，藤原康史，吉川雅信：路上駐車車両が走行車に与える影響のモデル化，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol.49，pp.704-705，1994
- 14) 鹿田成則，片倉正彦，石原晃一：交差点交通容量に対する路上駐車の本質分析，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，pp.672-673，1993

- 15) 佐藤賢, 千葉崇宏, 赤羽弘和, 桑原雅夫: 路上駐車による旅行時間損失の推定, 土木計画学研究・講演集 Vol21(1), pp. 279-282, 1998
- 16) 佐々木崇, 武山泰: 駐車車両による交通障害のシミュレーションの構築, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol.51, pp.454-455, 1996
- 17) 森田育宏, 吉川康雄, 貴志泰久, 香月伸一: 路上駐車の影響モデルの開発による交通流シミュレータの国内適用性の向上, 第14回交通工学研究発表会論文集, pp.81-84, 1994
- 18) 貴志泰久, 香月伸一, 谷口正明: 岡本智路上駐車回避挙動の構造化とシミュレーションモデルの開発, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, pp.113-116, 1996
- 19) 小原誠, 高橋伸夫, 坂本邦宏, 久保田尚: 路上駐車追い越し挙動の類型化とシミュレーションシステムの開発, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, pp.109-112, 1996年11月