

Title	ITS導入の経済的評価に関する研究
Author(s)	小形, 直子
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/450">http://hdl.handle.net/10119/450</a>
Rights	
Description	Supervisor: 吉田 武稔, 知識科学研究科, 修士

# 修 士 論 文

## ITS 導入の経済的評価に関する研究

指導教官 吉田 武稔 助教授

北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科知識社会システム学専攻

150014 小形 直子

審査委員： 吉田 武稔 助教授（主査）  
Gu Jifa 教授  
國藤 進 教授  
藤波 勉 助教授

2003 年 2 月

# 目次

<b>第1章 はじめに</b> .....	<b>1</b>
1.1 本研究の背景と目的 .....	1
1.2 本論文の構成 .....	2
<b>第2章 シミュレーション</b> .....	<b>4</b>
2.1 シミュレーション手法 .....	4
2.2 交通モデル .....	5
2.3 シミュレータ .....	8
2.4 ITS 技術導入前の交通シミュレーション ( nonITS ) .....	9
2.5 ITS 技術導入後の交通シミュレーション(ITS) .....	14
<b>第3章 シミュレーション結果とまとめ</b> .....	<b>19</b>
3.1 シミュレーション結果 .....	19
3.2 シミュレーション結果 .....	21
3.3 シミュレーション結果の分析 .....	23
<b>第4章 ITS の経済的評価</b> .....	<b>25</b>
4.1 費用便益分析の手順 .....	25
4.2 費用便益の算定式 .....	26
4.3 金沢市のデータ引用 .....	28
4.4 結論 .....	30

第 5 章 おわりに .....	31
5.1 今後の課題 .....	31
参考文献 .....	32
謝辞 .....	33

# 目 次

図 2.2-1 交差点での進行例 .....	6
図 2.2-2 道路 .....	7
図 2.4 ITS 技術導入前の交通シミュレーション .....	11
図 2.5 ITS 技術導入後の交通シミュレーション .....	16

# 表 目 次

表 2.4	撤去時間 .....	9
表 2.5	撤去時間 .....	15
表 3.1 - 1	nonITS と ITS の比較 (車の台数).....	19
表 3.1 - 2	nonITS と ITS の比較(平均走行時間) .....	20
表 3.1 - 3	nonITS と ITS の比較(平均速度) .....	20
表 3.2 - 1	道路交通通信システム導入結果 .....	21
表 3.2 - 2	道路交通通信システム導入結果 (平均走行時間).....	22
表 3.2 - 3	道路交通通信システム導入結果 (平均速度).....	22
表 3.3	交通渋滞変化曲線 .....	24
表 4.2	車種別の時間価値原単価 .....	27

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 本研究の背景と目的

現代社会において、自動車保有台数が増大し、これにより交通流の増大を招いて随所に交通渋滞が発生し、また交通事故件数も増大している。建設省の資料によると、交通渋滞によって、年間 56 億時間、1 人当たり約 50 時間、これを費用に換算すると年間 12 兆円、1 人当たり約 10 万円の損失になる。知らないうちに、人は、かなりの時間と費用を無駄にしていることになる。このような問題を解決するため、近年日本では、高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) の導入が始まった。

ITS とは、最先端の技術を導入して“人”と“道路”と“車両”を一体として構築し、効率性、安全性、快適性を向上させる社会システムの総称である。

よく知られている ITS として、道路交通情報システム (VICS: Vehicle Information and Communication System) や、自動料金収受システム (ETC: Electronic Toll Collection System) などがある。(VICS とは、自動車用ナビゲーションシステムのことである。) VICS は情報収集といった利便性、必要性が認められ、年々順調に普及している。2005 年には乗用車への装着率は 4 割近くになると予測されている。これに比べて ETC の普及は価格の問題や必要性といったことから、当初の予測より普及が遅れているというのが現状である。これらの ITS 技術以外にも、警察庁が推進する、交通情報提供システム (AMIS: Advanced Mobile Information System) 緊急通報システム (HELP)、高度画像情報システム (IIS: Intelligent Integrated ITV System) 公共車両優先システム (PTPS: Public Transportation Priority System) などもあり、ITS の機

能範囲は幅広いものである。

ITS は、日本だけでなく、近年の IT 技術の発展に裏付けられ、21 世紀の国家プロジェクトとして各国政府にも重要視されつつある。アメリカ政府は、92 年から 97 年までの ISTEA 法( 総合陸上輸送効率化法 )で、ITS に 6 年間で 1290 億円を投入した。この、投入の成果を受けて、98 年には TEA21 法が成立、2003 年までに 1280 億円が投資される。日本政府においては、96 年に「ITS 推進に関する全体構想」を発表して以来、研究開発費及びインフラの整備など合わせて、年間約 150 億円が投資され、その投資額は年々増加している。しかし、膨大な投資額に対して、ITS による経済的効果は現状としてあまり発表されていない。快適かつ安全なドライブは社会的便益をもたらすが、この社会的便益は経済学の角度からどのように評価すればよいのか、「交通渋滞を 10 年後には半減、30 年後には解消する」という国土交通省の予測を裏付けるものは何なのかという疑問が湧いてくる。このような中、ITS の経済的評価は ITS の持続的発展に関わる重要な課題となっている。

本研究では、交通モデルを作成し、マルチエージェントシミュレータを用いて、交通シミュレーションを行う。交通シミュレーションに緊急通報システム、多段制御用信号制御機、道路交通通信情報システムといった ITS 技術導入し、ITS 技術導入による、走行時間短縮効果を経済的に評価することを目的とする。



## 1.2 本論文の構成

本論文の構成および概要は、以下の通りである。

### 第1章 はじめに

本研究を行う背景と目的を明らかにし、本論文の構成を示す。

### 第2章 シミュレーション

交通モデル作成し、モデルの中にどのような ITS 技術導入したのかということとを述べる。交通シミュレーションを行ったマルチエージェントシミュレータについて紹介する。

### 第3章 シミュレーション結果のまとめ

ITS 導入前、ITS 導入後のシミュレーション結果を示し、分析を述べる。

### 第4章 ITS の経済的評価

ITS の経済的評価を行うための、費用便益分析の手順、費用便益の算定式、について紹介する。また、実際のデータとして金沢市のデータを引用し、ITS による経済的評価についての結論を述べる。

### 第5章 おわりに

この研究についての、今後の課題点などを述べる。

## 第 2 章

# シミュレーション

### 2.1 シミュレーション手法

交通モデルを作るには、既存の手法として流体法、車追従法、セルオートマトン法などがある。流体モデルは静的な交通需要および均衡交通状態に基づき、交通量の時間的变化や道路交通問題で重要な動的現象を表現することができない。車追従モデルは多数の車がつながりの安定性についての知見を与えるものの、全車両が時間的、空間的に連続でかつ最適な行動を取ることを仮定しているので多様な交通誘導方策や即応的な交通制御に対応できないなどの指摘がある。セルオートマトン法においては、局所的な相互作用によって車の動きを表現するため、車それぞれに速度を与えた場合などにおいて、とても複雑なモデルになってしまうなどの問題点がある。

そんな中、近年、複雑な問題に有効だとされる方法として、マルチエージェントシミュレーション手法が注目されている。マルチエージェントシミュレーション手法とは、コンピュータ上に人工社会という仮想空間を構築し、局所的なルールに従って行動するエージェントを複数配置し相互作用させることによって、マクロな状態を作ることができる手法である。

単純な例として、高速道路での自然渋滞のシミュレーションについて説明する。高速道路を走る車の台数が増えてくると自然渋滞が生じやすくなるが、どこかでいったん渋滞が発生すると、それは波のようにどんどんと後方へ伝播していく。しかし、渋滞箇所の先端では何事もなかったように、その先はスムー

ズに車が流れるようになる。このように自然渋滞は、単純でおもしろい現象だが、この現象を普通のシミュレーションで近似的にせよ再現するためには、きわめて複雑なプログラムを作り、膨大な計算をさせなくてはならない。逆に言うと、プログラムを作るためには、個々の車の（ミクロな）状態と渋滞（マクロな）状態の双方と両者の関連（因果関係）についてさまざまな知識が事前に必要である。しかし、マルチエージェントシミュレーション手法では、環境（高速道路）とエージェント（車）について必要なルールを指定さえすれば、交通量（走行台数、各車の速さなど）を変化させることで、後は自動的に渋滞が発生したり解消したりする現象が現れる。

本研究では、このマルチエージェントシミュレーション手法を用いて、交通モデルを作成し交通シミュレーションを行うことにした。

## 2.2 交通モデル

交通モデルとして、マップという2次元空間を作り、マップ上に車、交差点、信号、車発生点、事故というエージェントを作成し、相互作用させるモデルを作成した。道路はマップ上の変数として設定する。次に、それぞれについてくわしく説明する。

### (1) 車発生点

車発生点では、発生頻度確率によって、道路上に車を発生させている。車は発生する時に、それぞれの車にランダムに加速度、速度、最高速度が設定される。

$$\text{加速度} = \text{Rnd}() * 2 + 2$$

$$\text{最高速度} = \text{Rnd}() * 30 + 30$$

$$\text{速度} = \text{最高速度} - \text{Rnd}() * 30$$

( 2 ) 交差点

車は一定方向にしか動くことができないので、交差点によって車の動く方向を変えている。交差点は、交差点に達した車に対して、確率によって次なる方向を与えている。

( 例 ) 左から交差点に進入した場合

( 上下、右のいずれかの方向を選択して進行する。 )

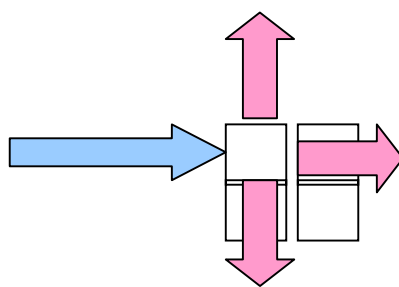


図 2.2-1 交差点での進行例

( 3 ) 信号

信号は、与えられた時間によって、青から赤、赤から青と色を変化させる。

( 4 ) 事故

事故の発生頻度確率によって、道路上に事故が発生する。事故は撤去時間が与えられているので、撤去時間が過ぎると、事故は道路上から消えることになる。交通事故統計年報より、事故は2種類用意し、それぞれに異なった撤去時間を与えることにした。

( 5 ) 車

車は、車発生点で与えられた、加速度、速度、最高速度で走行しながら、他の車と一定の車間距離をとって走行する。信号では、前方にある信号が赤の場合は、減速、停止する。これとは反対に、前方信号が青の場合は速度を上げ、最高速度で走行するようになる。ま

た、進行方向の前方に事故が発生した場合、減速して停止する。事故が撤去されるまで、車は動くことができず、事故が撤去されると加速して、一定速度で走行するようになる。

(5) 道路 (= 環境)

空間  $50 \times 100$  に、道路環境を図 2.2-2 のように作成した。南北に走る道路を主道路とし、東西に走る道路を従道路とする。信号、事故、車発生点の位置を図 2.2-2 で示す。

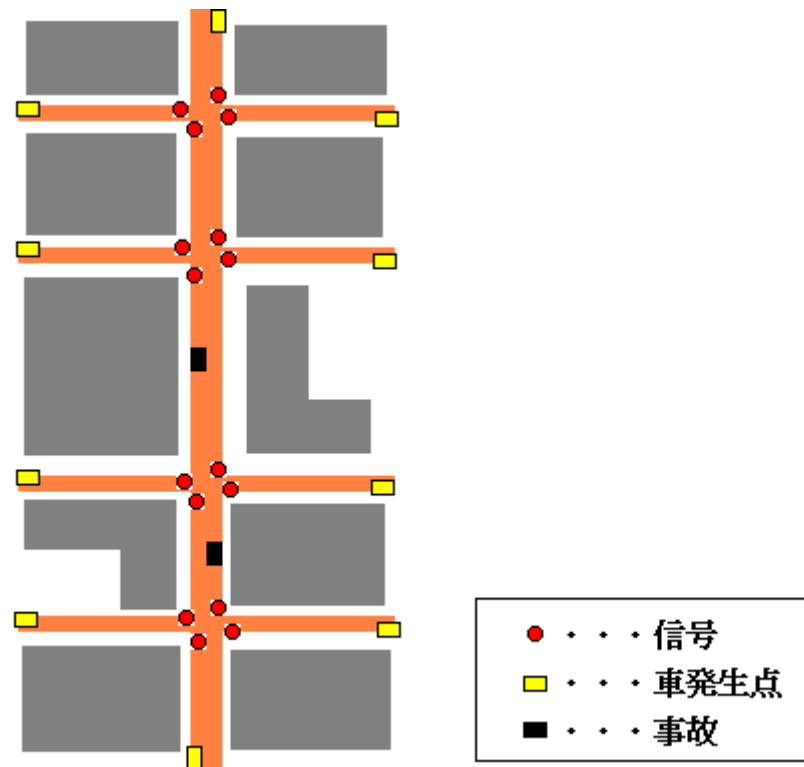


図 2.2-2 道路

## 2.3 シミュレータ

マルチエージェントエージェントシミュレータとしては、米国サンタフェ研究所で開発された Swarm が広く世界で利用されている。このシステムは、Xwindows と GNU Objective C が稼動する Unix マシンを前提として開発され、エージェント環境を構成するための豊富なライブラリツールを用い、シミュレーションを行う。従って、実際にモデルを構築するには、C 言語、オブジェクト指向によるプログラミングスキルに加えて Swarm ライブラリの扱いに習熟しなければならないなどの問題点が指摘されている。

そのよう中、通商産業省および情報処理振興協会 (IPA) 「教育の情報化推進事業」プロジェクトの一環である「マルチエージェント・モデルによる社会シミュレータ・システムの開発および普及事業」プロジェクトとして、(株)構造計画研究所を中心に、Swarm のコンセプトを継承しつつ、「特殊な言語の習得を必要としない (VB 風な簡易言語の習得)」、「インストールが易しい」、そして日本語環境で利用しやすい MAS ( Multi-Agent Simulation ) が開発された。

MAS の特徴としては、マルチエージェントシミュレータとして重要な機能である、アプリケーション上でのモデル構築機能と、その動作が可能であるということだ。すなわち、仮説をモデル化と、シミュレーション結果の評価から、モデルを更新し再試行を繰り返すことが簡単かつ自由に行うことが可能である。

本研究では、この MAS を用いて、交通シミュレーションをすることにした。

## 2.4 ITS 技術導入前の交通シミュレーション ( nonITS )

ITS 技術を導入する前として、現状の交通システムについてのモデル化を行う。後に、この ITS 技術導入前のモデルを用いたシミュレーション結果と、ITS 技術導入後のシミュレーション結果を比較することにする。本節では、ITS 技術導入前のシミュレーションの内容とその特徴について紹介する。

ITS 技術導入前の交通シミュレーションは信号機、交差点などの基本的な交通要素を備えた道路に、事故を発生させるという交通モデルである。

### ( 1 ) 事故

交通事故統計年報より、一般単路で起きている、主な 2 つの事故を設定することにした。停車中に追突された事故を事故 1、進行中に追突された事故を事故 2 とし、事故発生頻度確率によって、事故は発生するものとする。事故発生から撤去されるまでの時間設定を表 2.4 のように設定し

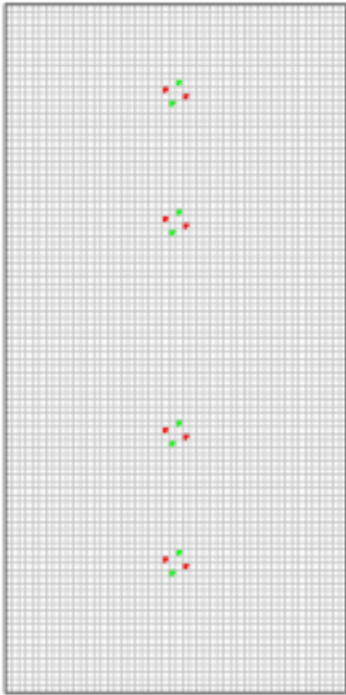
	時間(分)	た。
事故 1(追突停車中)	40	
事故 2(追突進行中)	30	

表 2.4 撤去時間

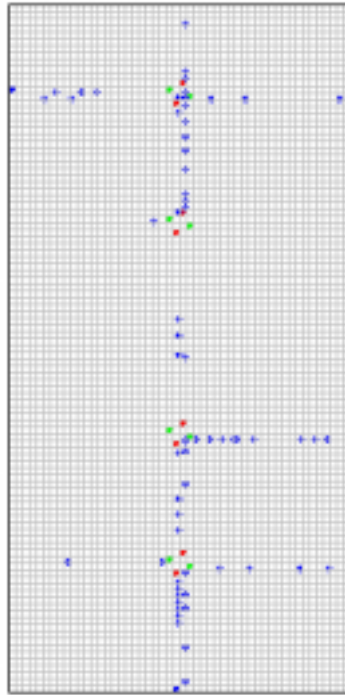
## ( 2 ) 一般信号機

現在広く使われている信号機は交通状況に関係なく、時間経過を基準に信号の色が変わる。本研究では黄色の信号を赤と見なし、シミュレーションの中で青と赤、2種類の色が交代で現れようにした。普通時の交通シミュレーションの場合、モデルの全ての信号を青 - 青 - 青 - 赤 - 赤 - 赤の順に信号機の色が変わると設定した。

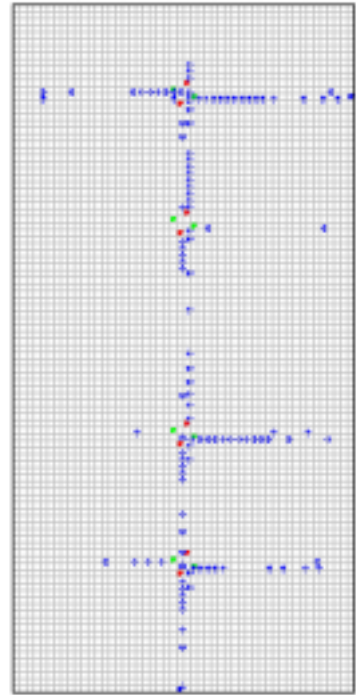




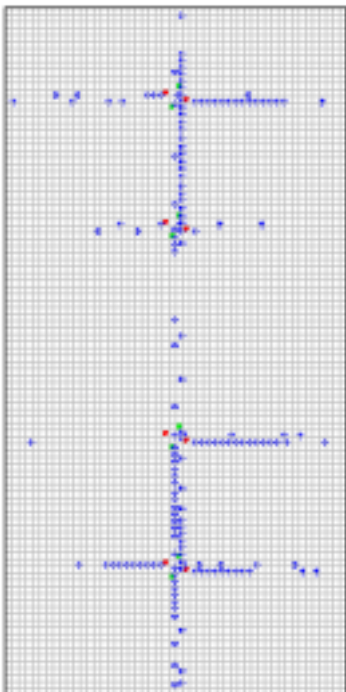
**T = 0**



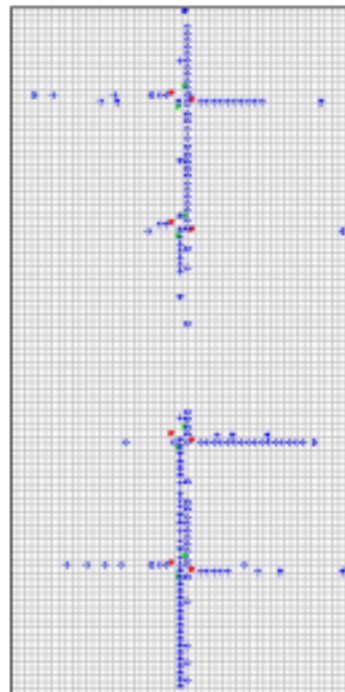
**T = 200**



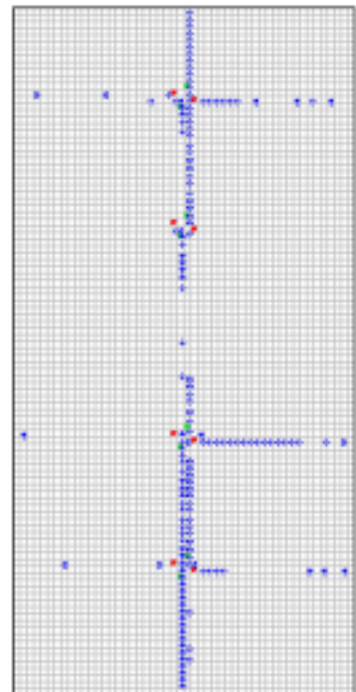
**T = 400**



**T = 600**



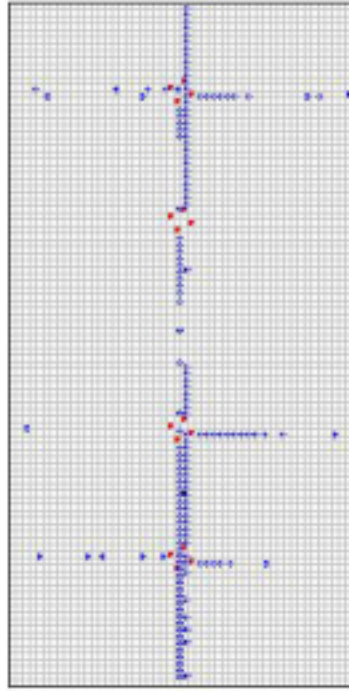
**T = 800**



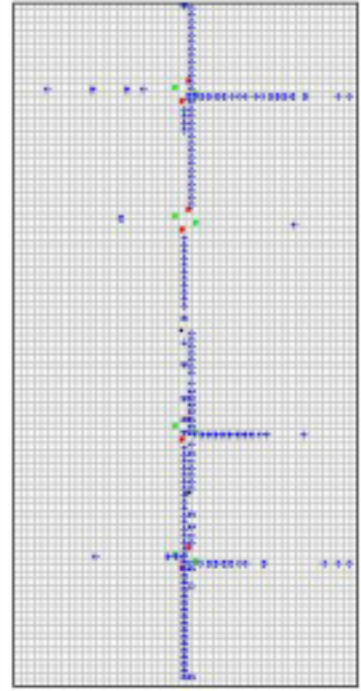
**T = 1000**



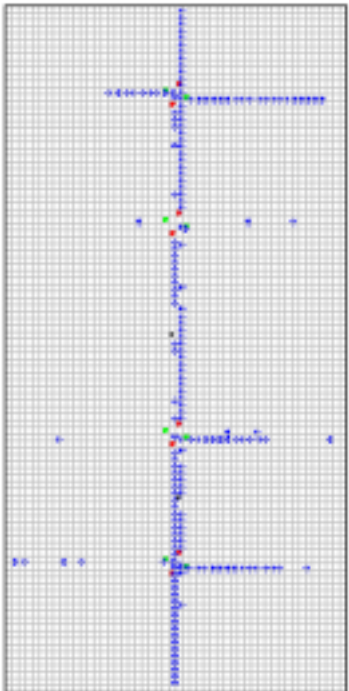
**T = 1200**



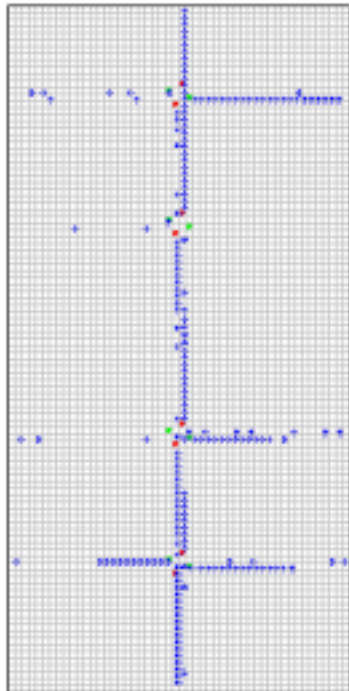
**T = 1400**



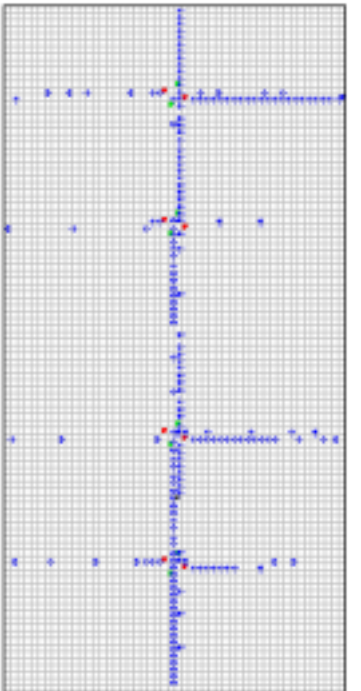
**T = 1600**



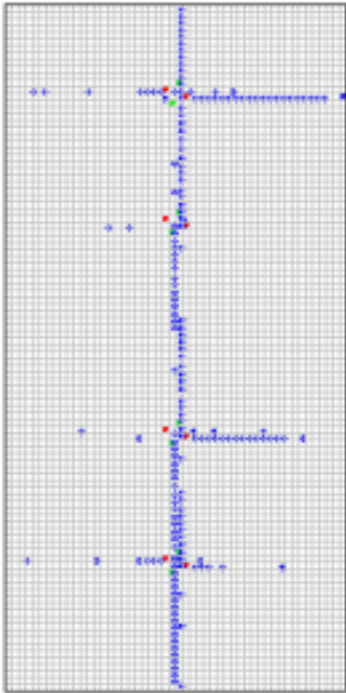
**T = 1800**



**T = 2000**



**T = 2200**



T = 2400

図 2.4 ITS 導入前のシミュレーション (nonITS)

## 2.5 ITS 技術導入後の交通シミュレーション (ITS)

ITS は最先端の情報通信技術を用いて道路と車を一体のシステムとして構築したものであり、情報通信技術は ITS の重要な役割を担っている。本節では、具体的な例として、ITS 情報通信技術の中の緊急通報システム、多段制御用信号制御機、道路交通通信情報システムを ITS 技術として導入し、走行時間短縮効果を検証する。

### (1) 緊急通報システム

緊急通報システムとは、事故発生時に、手動又は自動で車載機より位置情報 (GPS) と音声情報が、携帯電話または自動車電話回線を使い、HELP センターに通報され、HELP センターでは、車両の位置を画面に自動表示させるとともに、事故の状況を通報者より聞き、連絡の必要性があれば救援機関に対して連絡を行い、通報者と救援機関を迅速にかつ的確に接続しようとするシステムである。このシステムは警察庁の呼びかけで民間各社 (自動車、電機、携帯電話、固定電話、保険、銀行、セキュリティ、カーオーディオメーカーなど) によって、2000 年 9 月から、「HELPNET」というサービスを開始した。しかし、このサービスを受けるためには、カーナビとの兼用端末で 20~30 万、入会費 6000 円、年会費 4000 円とコストが高く、まだまだ、普及しておらず、その有効性などは述べられていない。そこで、本研究では、緊急通報システムを導入することにより、事故の撤去時間を 5 分短縮するものと仮定し、表 2.5 のように設定した。

	時間(分)
事故 1 (追突停車中)	35
事故 2 (追突進行中)	25

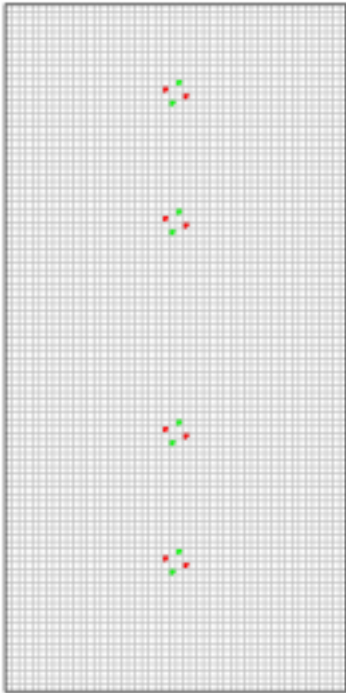
表 2.5 撤去時間

## ( 2 ) 多段制御用信号制御機

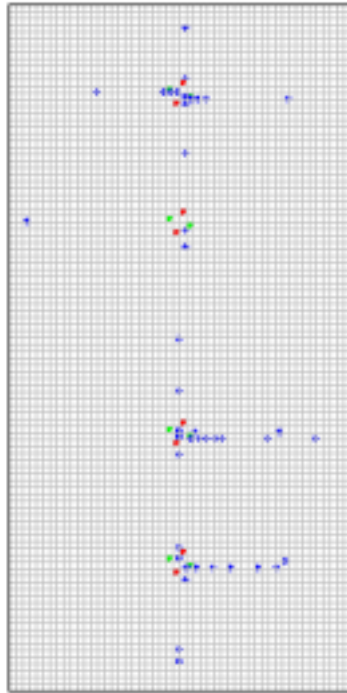
多段制御用信号制御機では、交通量を事前に調査して、時間帯別、曜日別に最適な青時間を設定するための電子式のタイムスイッチを信号機の中に設けて、自動的に時間、曜日を判別して、あらかじめ入力してある制御パターンにより制御される信号機である。一般信号機から多段制御用信号制御機を導入することによって、本研究では信号制御を主道路に対しては、青 - 青 - 青 青 - 青 - 赤 - 赤 - 赤の順に色が変わるとし、従道路に対しては、赤 - 赤 - 赤 - 赤 - 赤 - 青 - 青 - 青の順に色が変わるように設定した。

## ( 3 ) 道路交通通信情報システム ( VICS )

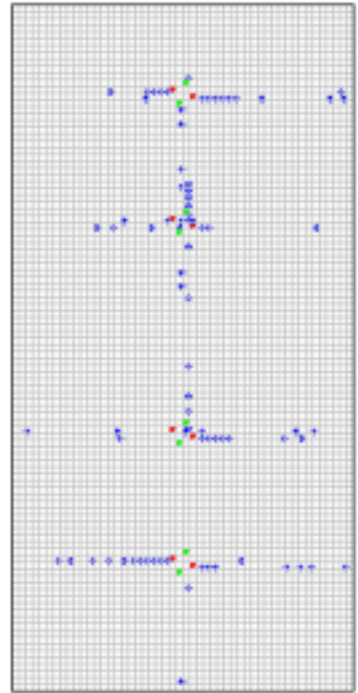
道路交通通信情報システムとは、ドライバー等に対して、渋滞、事故、工事、目的地までの旅行時間の交通情報を、光ビーコン、情報掲示板等様々なメディアを通して、リアルタイムに情報を車に対して提供するシステムである。平成 8 年度からは、新たに VICS により、カーナビに対して交通情報を提供するなどマルチメディアを活用して道路交通利用者に対してきめ細やかな交通情報を提供することが可能になった。色々な形で情報を持つことが可能になると、車の運転手は情報によって経路を選択するようになり、交通量が変化するものと予測することができる。そこで、本研究においては、情報を持たない状態を、車の発生率 100% として、情報を持つ車が増えていくと仮定して、車の発生率を 10% ずつ減少させていくことにした。



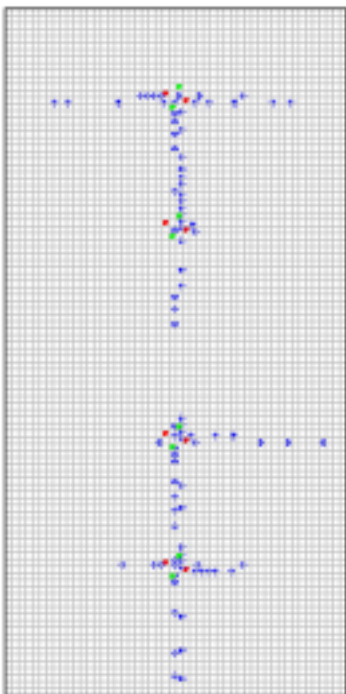
$T = 0$



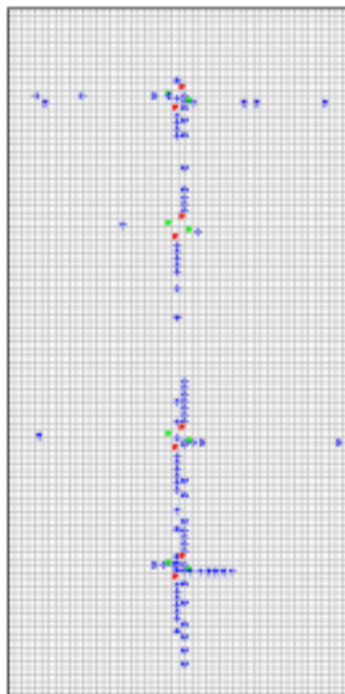
$T = 200$



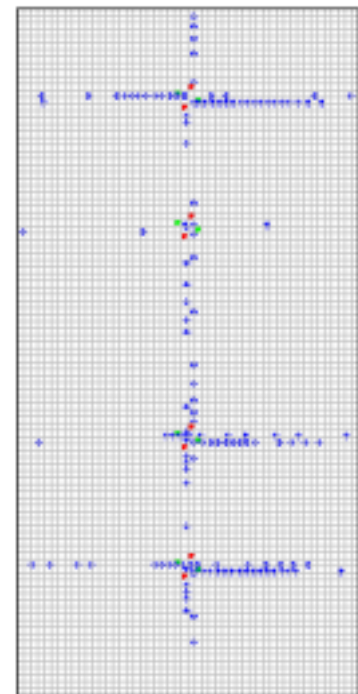
$T = 400$



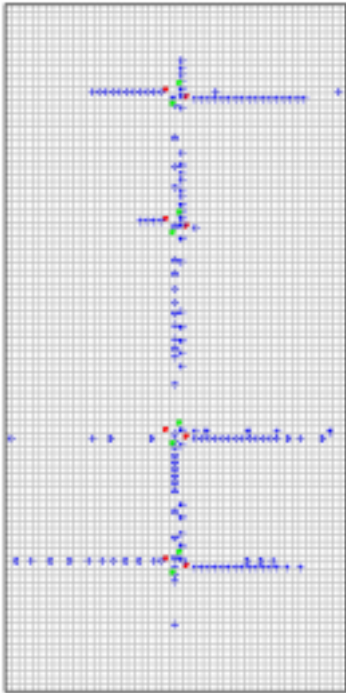
$T = 600$



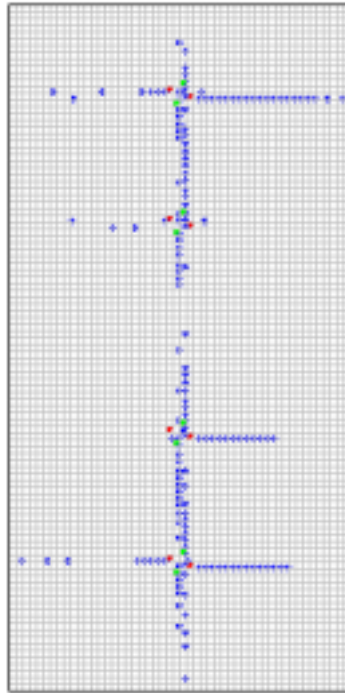
$T = 800$



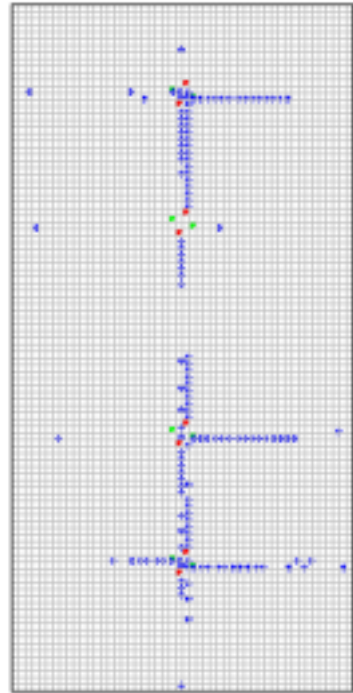
$T = 1000$



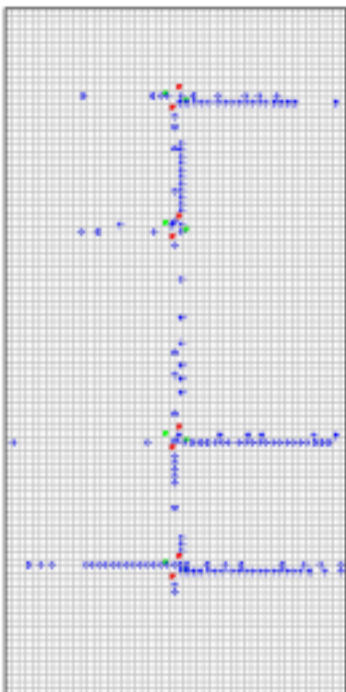
T = 1200



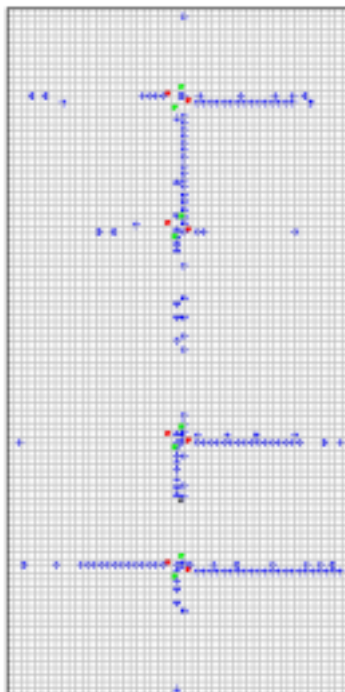
T = 1400



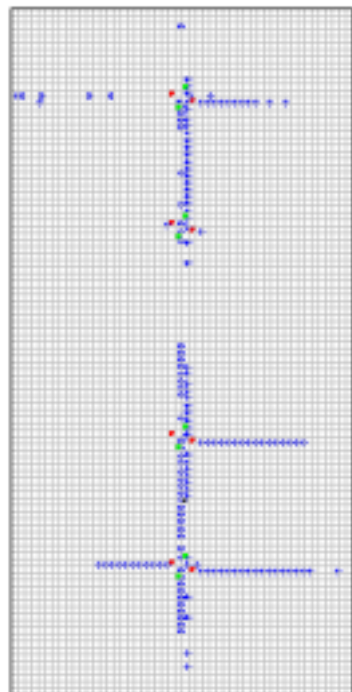
T = 1600



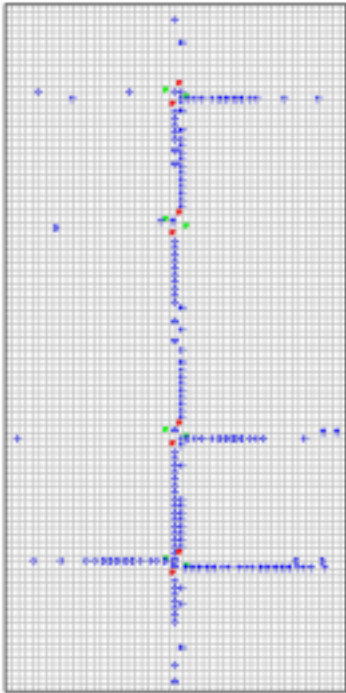
T = 1800



T = 2000



T = 2200



T = 2400

図 2.5 ITS 導入後のシミュレーション (ITS)



## 第3章

# シミュレーションの結果のまとめ

### 3.1 シミュレーション結果

(緊急通報システム、多段制御用信号制御機導入の場合)

2.4節と2.5節で説明した普通時の交通シミュレーションと緊急通報システム、多段制御用信号制御機をITS技術として導入した交通シミュレーションの結果を、一定時間内走行した車の台数、平均走行時間、平均速度をデータ(表3.1-1、表3.1-2、表3.1-3)として得ることができた。

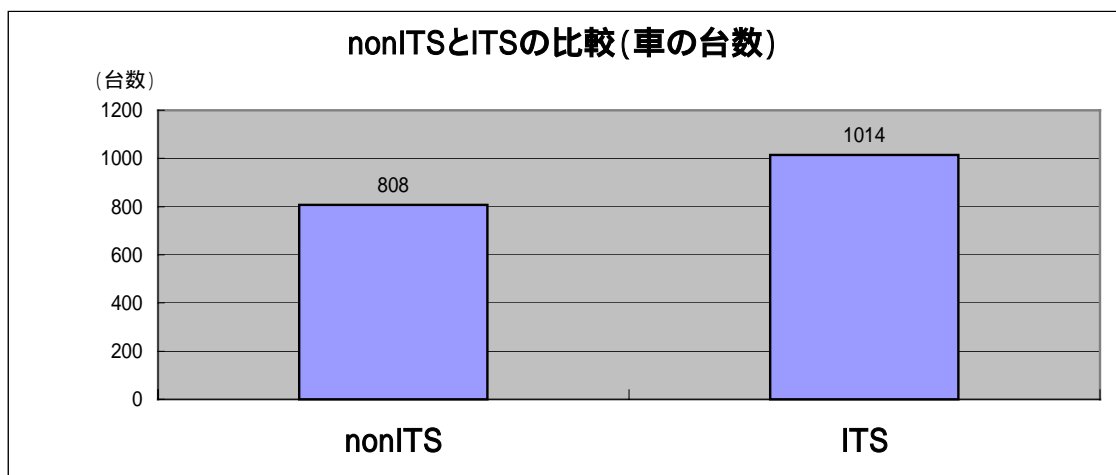


表3.1 - 1 nonITS と ITS の比較 (単位時間の車の走行台数)

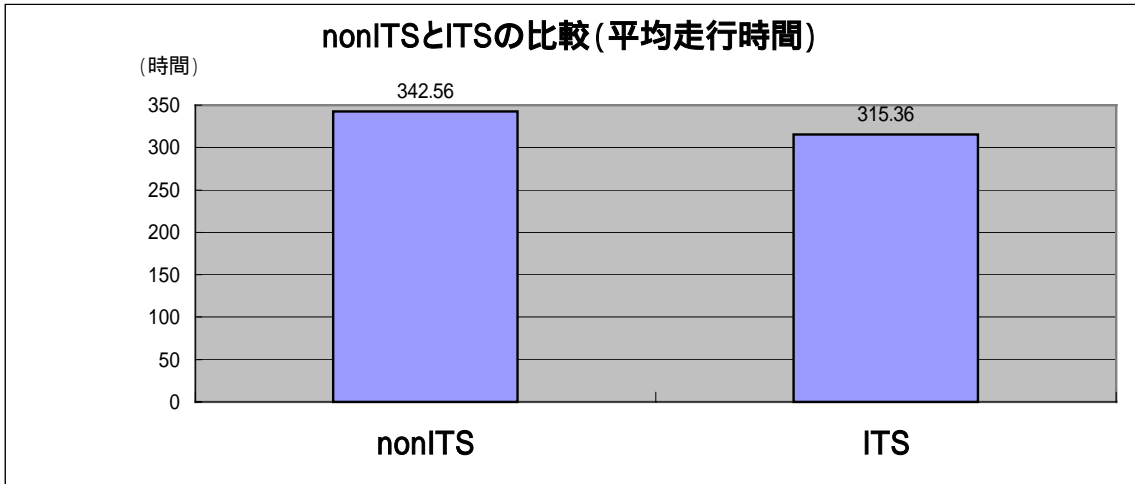


表 3.1 - 2 nonITS と ITS の比較 (平均走行時間)

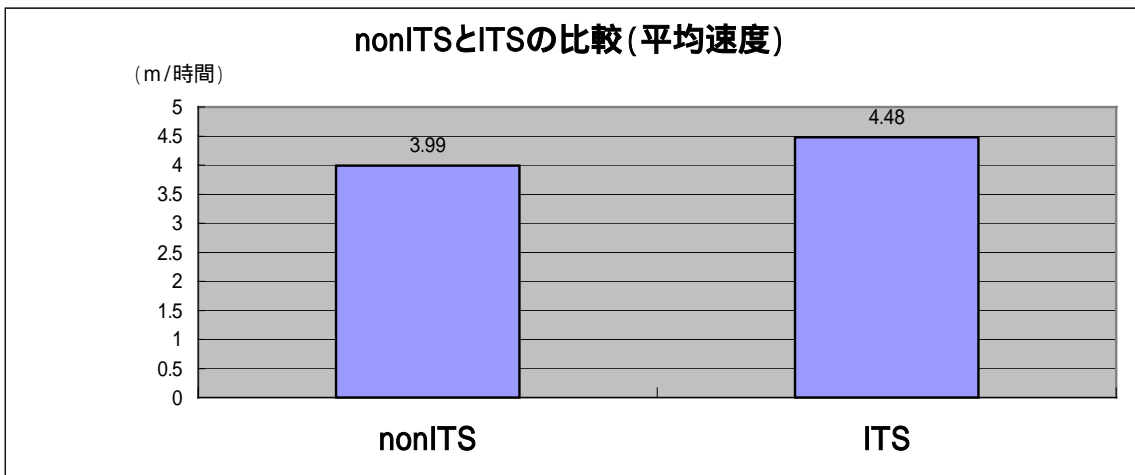


表 3.1 - 3 nonITS と ITS の比較 (平均速度)

## 3.2 シミュレーション結果

### (道路交通通信情報システムの導入)

シミュレーション結果では、緊急通報システムと多段制御用信号制御機をITS技術として導入し、さらに2.5節で説明した、道路交通通信情報システムを導入するとする。道路交通通信情報システム導入した場合、車が情報を得ることによって、様々な経路を選択するとうになると考え、交通量を10%ずつ減少させ、その結果を平均走行時間、平均速度のデータ(表3.2-1、表3.2-2)として得ることができた。

	平均走行時間(時間)	平均速度(m/時間)
ITS-100%	315.36	4.48
ITS-90%	292.71	4.86
ITS-80%	263.46	5.46
ITS-70%	240.43	5.99
ITS-60%	198.48	7.17
ITS-50%	200.41	7.25
ITS-40%	189.11	7.56
ITS-30%	172.54	8.44
ITS-20%	163.59	8.46
ITS-10%	166.67	8.55

表 3.2-1 道路交通通信システム導入結果

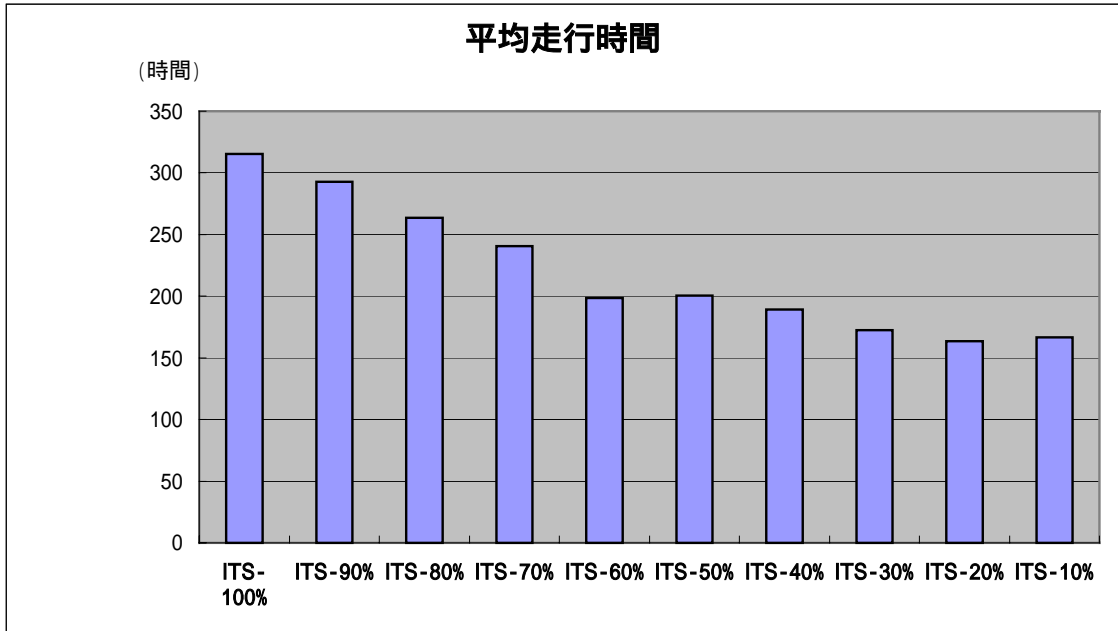


表 3.2 - 2 道路交通通信システム導入結果 (平均走行時間)

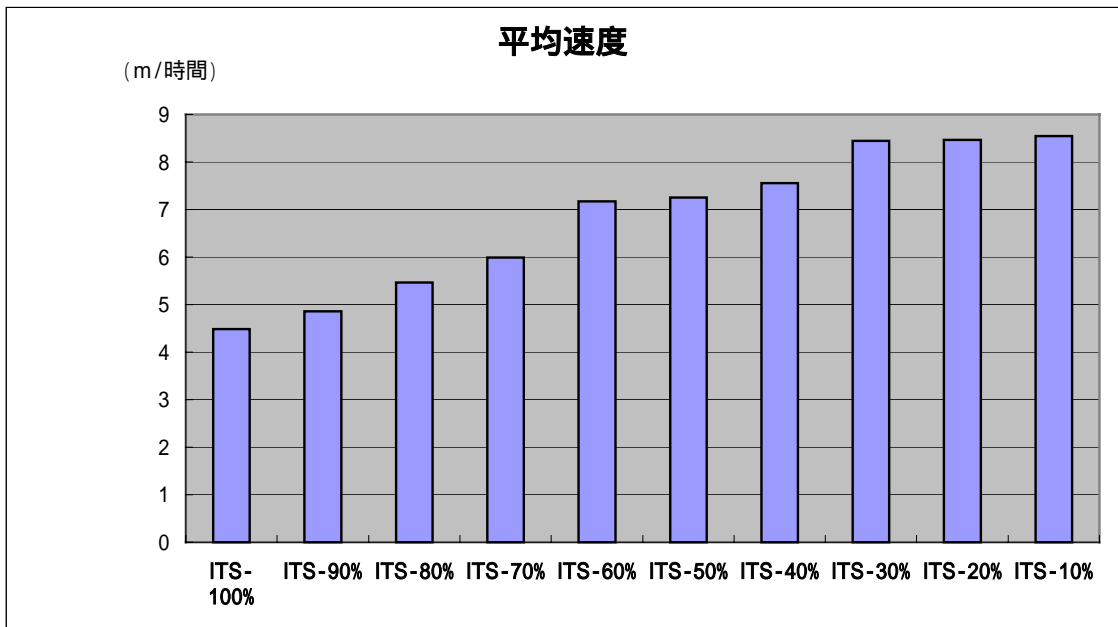


表 3.2 - 3 道路交通通信システム導入の結果 (平均速度)

### 3.3 シミュレーション結果の分析

#### <シミュレーション の場合>

ITS 技術として、緊急通報システム、多段制御用信号制御機を導入したシミュレーション の場合、一定時間内に走行した車の台数は、nonITS の場合 808 台、ITS の場合 1014 台と ITS 技術を導入した場合の方が車の走行台数は 206 台多くなった。また、平均走行時間は 342.56 から 315.36 と 27.2 時間短縮された。その中で、緊急通報システムによる時間短縮は 14%、多段制御用信号制御機による時間短縮は 86%という割合になっている。平均速度においても、3.99 から 4.48 と 0.49m/時間早くなるという結果がでた。

これらの結果より、ITS 技術の導入は、走行時間短縮効果があるということが言える。

#### <シミュレーション の場合>

ITS 技術として、さらに道路交通通信情報システムを導入した場合、平均走行時間は短縮され、平均速度は速くなるという結果がえられた。交通量を減少させれば、この結果は当たり前である。そこで、このシミュレーション結果を評価するため、道路上に起きている交通渋滞に注目し、交通渋滞量変化曲線を求めた。交通渋滞量変化曲線は、以下の式のように求める。

(式) 道路の交通需要 / 道路の交通容量

道路の交通需要：赤信号で停止している車の台数

道路の交通容量：赤から青信号になった時に信号を通過できる車の台数

として求めた。

道路の交通需要 / 道路の交通容量 > 1 の時は、交通渋滞が発生しているとし、道路の交通需要 / 道路の交通容量 < 1 の時は、交通渋滞は解消されたとする。表 3.3 で、交通渋滞量変化曲線を示す。

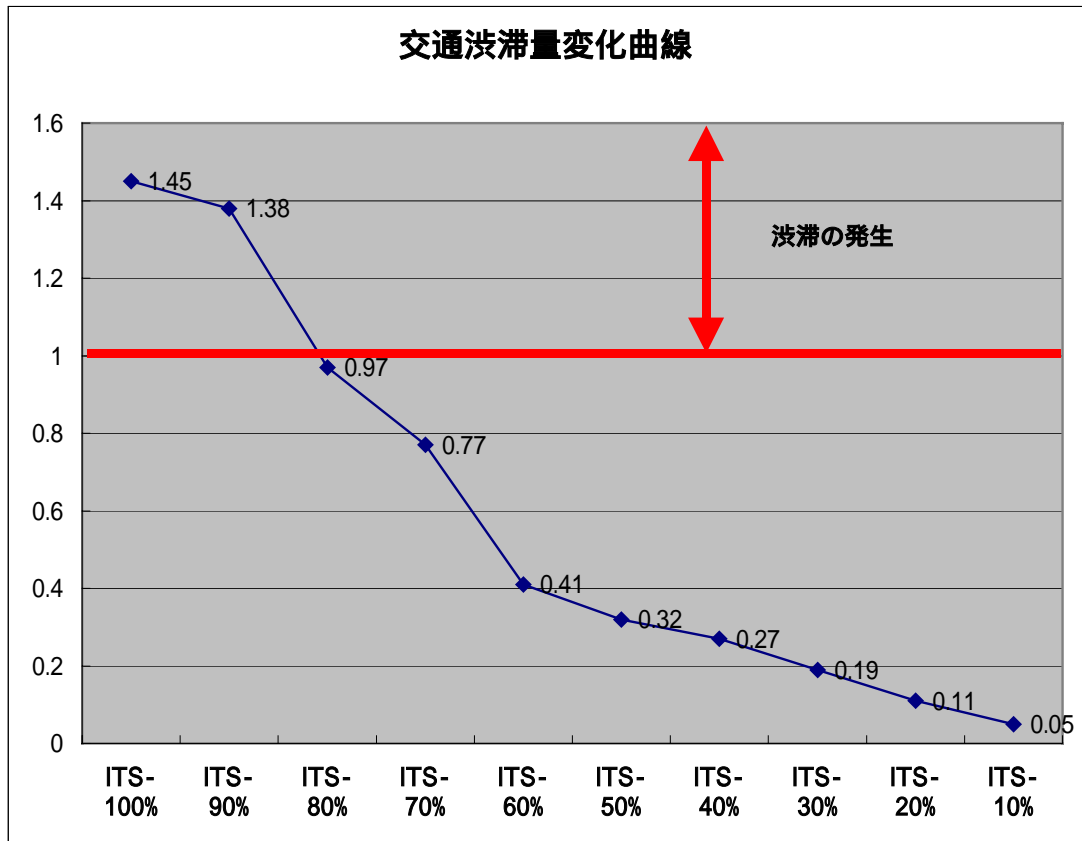


表 3.3 交通渋滞量変化曲線

この結果、ITS-100%から ITS-80%は交通渋滞が発生しているということが分かる。ITS70%からは、交通渋滞は解消されたという結果を得ることができた。つまり、この道路においての最適な交通量は、車の台数を 20%削減した時である。

## 第4章

# ITSの経済的評価

ITS 開発による主な社会的便益は道路混雑の緩和、交通事故の減少、環境の改善、エネルギーの節約などと言われているが、本研究では、ITS による時間費用の節約効果に関して ITS がもたらす社会的便益の一部を経済学の視点から評価する。

### 4.1 費用便益分析の手順

費用便益分析は、ある年次を基準年とし、一定期間の便益額、費用額を算定する。便益については、道路整備が行われる場合と、行われない場合の交通流推計を用いて「走行時間短縮」、「走行経費減少」、「交通事故減少」の項目について、道路投資の評価手法として定着している消費者余剰を計測することにより便益を算出する。そして、算出した各年次の便益の総額を費用の値と比べ、分析する。本論文では、「交通事故減少」と「走行経費減少」の項目を省略し、「走行時間短縮」だけに関して費用便益分析を行うことにする。

## 4.2 費用便益の算定式

「走行時間短縮便益」の計測

走行時間短縮便益は、道路の整備・改良がない場合の総走行時間費用から、道路の整備・改良がある場合の総走行時間費用を減じた差として算定する。総走行時間費用は、車種別の走行時間に時間価値原単位を乗じた値を全体で集計したものである[11]。

(a) 算定式

$$\text{走行時間短縮便益} : BT_i = \sum_j (Q_{ij} \times T_{ij} \times j) \times 365$$

$$\text{総走行時間費用} : BT = BT_o - BT_w$$

ここで、

$BT$  : 走行時間短縮便益 (円 / 年)

$BT_i$  : 整備  $i$  の場合の総走行時間費用 (円 / 年)

$Q_{ij}$  : 整備  $i$  の場合、車種  $j$  の交通量 (台 / 日)

$T_{ij}$  : 整備  $i$  の場合、車種  $j$  の走行時間 (分)

$j$  : 車種  $j$  の時間価値原単位 (円 / 台・分)

$i$  :  $i=0$  ITS 導入前、 $i=w$  ITS 導入後

$j$  :  $j=1$  乗用車、 $j=2$  貨物車



(b) 車種別の時間価値原単位(  $j$  )

時間価値原単位については、地域によって差が生じることとも考えられる。本研究では日本全国の車種別時間価値の平均値を使う[11]。

車種( $j$ )	時間価値原単価(円 / 台・分)
乗用車	55.82
普通貨物車	101.39

表 4.2 車種別の時間価値原単価 (  $j$  )

## 4.3 金沢市のデータ引用

2.4 節と 2.5 節で示したシミュレーションプログラムは石川県金沢市内の国道 157 号線を原型に作ったものである。そのため、費用便益の計算に当たる実際のデータとしてこの地域の交通量や走行時間を引用する。

国土交通省の新道路センサスのデータによれば、石川県金沢市内の国道 157 号線、片町 2 丁目から下堤町までの 1.5 km の道では一日の交通量は 32463 台/日である。その中に、乗用車は全交通量の 59.4% を占める 19283 台であり、貨物車は 40.6% を占める 13180 台である。走行時間短縮の計算に当たって、シミュレーションの対象とした区間を午前 6 時から午前 0 時まで 2 時間ごとに 10 回、実際に走行した平均通過時間は 11.46 分であった。これを先ほどシミュレーションを行った結果より、ITS 技術（緊急通報システム、多段制御信号制御機）によってサポートされた交通システムでの走行時間は 10.55 分となる。

$$\begin{aligned} \text{(式)} \quad 11.46 : X &= 342.56 : 315.36 \\ X &= 10.55 \end{aligned}$$

この結果をもとに、時間短縮便益を求める。

$$\begin{aligned} \text{走行時間短縮便益} &: BT = BT_o - BT_w \\ &= (19283 \times 55.82 + 13180 \times 101.39) \\ &\quad \times (11.46 - 10.55) \times 365 \\ &= 4.45 \text{ 億円/年} \end{aligned}$$

国道 157 号線での走行時間短縮便益は、年間 4.45 億円となるという結果を得ることができた。

さらに、ITS 技術として道路交通通信情報システムを用いた場合、交通渋滞の解消という観点から、最適な交通量は ITS-80%であり、この結果より、走行時間は 9.34 分となる。

$$\begin{aligned} \text{(式)} \quad 11.46 : X &= 289.44 : 236.12 \\ X &= 9.34 \end{aligned}$$

この結果をもとに、時間短縮便益を求める。

$$\begin{aligned} \text{走行時間短縮便益} &: BT = BT_0 - BT_w \\ &= (19283 \times 55.82 + 13180 \times 101.39) \\ &\quad \times (11.46 - 9.34) \times 365 \\ &= 10.25 \text{ 億円/年} \end{aligned}$$

国道 157 号線での走行時間短縮便益は、年間 10.25 億円となるという結果を得ることができた。

本研究における ITS 導入による社会的便益は、年間約 10.25 億円となる。

## 4.4 結論

国道 157 号線は北陸地方では最も渋滞が起こりやすく、渋滞による損失が大きい道路である。各地域格差が存在するので、以上の研究で得た数値は日本全国の平均値としては未知であるが、少なくとも ITS 技術による経済的効果をマクロ的に証明することができたと言える。日本政府は ITS の研究開発及び設備投資を合わせて、年間約 150 億を投資しており、その金額はとても膨大な金額である。今年度の、政府の「ITS の推進」の方針としては、「ETC の普及」を掲げている。ETC 利用者への割引サービスまた、ETC 端末のレンタル開始などである。しかし、これらが本当に必要としているのだろうかという疑問を抱く。ただ、設備投資をしてしまったのに、利用者が増えないという現状を打開しようとする、場当たりの方針に見えてきてしまう。政府は、ITS 未来図をもう一度検討し、合理的な政府投資や、地域及び民間融資を行うべきである。本研究では、このような投資や融資活動に参考数値を提供する手法を提案したものである。

## 第5章

### おわりに

本研究では、マルチエージェントシミュレーション手法を使い、ITS 技術を導入した交通モデルをモデル化し、ITS による走行時間の短縮効果を明確にした。また、石川県金沢市内の国道 157 号線を実際のデータとして引用し、ITS 技術導入による経済的効果を評価した。

#### 5.1 今後の課題

今後の課題として、車それぞれに性格的要素などを与え、マルチエージェントシミュレーション手法の特性をよりいかすということや、二車線道路、右折レーンの設置など、より現実的な交通モデルを作成すること。

また、今回、採用した「時間短縮便益」以外にも費用分析マニュアルには、「交通事故減少便益」と「走行経費減少便益」があり、それらを含めた ITS による社会的便益を総合的に求めることなどが、今後の課題として挙げられる。

## 参 考 文 献

- [1] 倉沢鉄也，ITS 高度道路交通システム，電通総研，2000.
- [2] 財団法人日本交通管理技術協会，「警察による ITS」，財団法人都市交通問題調査会，1998.
- [3] 財団法人交通事故総合分析センター，交通事故統計年報平成 13 年版，2002.
- [4] 吉田武稔，喬楠，北陸先端科学技術大学院，「ITS 交通誘導シミュレーションと経済的評価」，2002.
- [5] 喬楠，北陸先端科学技術大学院，「ITS 交通誘導技術に対する経済的評価」，2002.
- [6] 山影進，服部正太，コンピュータのなかの人口社会，構造計画研究所，2002.
- [7] 服部正太，木村香代子，人工社会，構造計画研究所，1999.
- [8] 服部正太，玉田直樹，辺見和晃，桑原敬幸，「ABS の概要と類似シミュレータとの比較」，2000.
- [9] 豊福晋平，服部正太，玉田直樹，辺見和晃，桑原敬幸，「マルチエージェントモデルによる社会シミュレータの開発」，2000.
- [10] MAS コミュニティ，<http://www2.kke.co.jp/mas/MASCommunity1.html>
- [11] 国土交通省道路局：予算・財源 - 費用分析マニュアル（案），  
<http://www.mlit.go.jp/road/index.html>
- [12] 国土交通省道路局 ITS ホームページ，  
<http://www.its.go.jp/ITS/j-html/index.html>
- [13] 国土交通省北陸地方整備局金沢工事事務所道路 IR サイト：平成 11 年交通量調査データ，<http://210.131.8.6/kanazawa/ir/index.htm>

# 謝辞

本研究を終えるにあたり、終始ご指導頂きました指導教官吉田武稔助教授に、心よりお礼申し上げます。

MAS シミュレーションへの、助言を下された、(株)構造計画研究所の玉田様に心よりお礼申し上げます。

また、生活全般にわたってお世話になりました吉田研究室の皆様、友人に厚くお礼申し上げます。

そして、何事にも暖かく見守っていてくれた家族にここで、お礼申し上げます。