

# 車々間情報を考慮した走行シミュレーターの開発

Development the traffic simulation for helping drivers of their cars

室蘭工業大学

○学生員 三澤 勉(Tsutomu Misawa)

室蘭工業大学

学生員 宮西 健司(Kenji Miyanishi)

函館工業高等専門学校

正 員 佐々木 恵一(Keiichi Sasaki)

室蘭工業大学

正 員 田村 亨(Tohru Tamura)

## 1. はじめに

ITS における交通事故に関する研究は、交通環境を支援するための方策として実現段階にきている。これは道路線形、路面状況、道路混雑状況等を、線情報として情報提供を行うことにより、快適な交通環境を提供することが目的である。しかし、情報と交通行動の関係が未だ不明確な点が多いのが現状である。そのため、どのような情報をどのくらいドライバーに提供すべきかというところに問題が発生する。これは過度の情報提供は、走行速度の低下、情報の信憑性の低下を招き、交通環境の悪化を引き越すからである。

交通情報を区間で提供し、これを交通安全に繋げる研究は、アメリカの FHWA においてすでに始まっている。これは、GIS 上に交通事故多発地点などのデータを載せてドライバーに示すというもので、社会実験をとおして有効性が検討されるまでにいたっている。(Interactive Highway Safety Design Model : IHSDM と呼ばれている)。

一方、これら ITS に関わる研究で、わが国の遅れている分野の 1 つに地域 ITS がある。地域 ITS とは、ITS の構成要素である、「ドライバー」「道路」「車両」に加え、「地域」が加わると考える。このとき上記の線情報の中身を提供者から考えると、道路管理者を中心とした走行環境要因(道路線形、路面状況、道路混雑状況など)、地域が作成発信する情報(車々間情報をプラットフォームとした道路の地域的分析・編集情報など)の 2 つがあげられる。

そこで本研究では、現在の車々間情報にいたるまでの過渡の状態(ある程度、機器が普及していないと ITS ネットワークとしての効果が期待できない)において車々間情報のプラットフォームとして、線情報の有効性を把握できる交通シミュレーターの開発と、地域での情報の管理・発信を検討する。具体的には、1999 年の北海道中山峠社会実験の結果(計測)から、ニューラル・セルラー・オートマトンシミュレーター(以後、NN-CA シミュレーターと記する。)を用いた線情報を作成(編集)、それを用いて同社会実験を行い(評価)、線情報の有効性を把握する(図-1)。

## 2. 車々間情報

現在の交通ネットワークにおける情報提供は道路上のセンサーやカメラ等を用いてリアルタイムに行えるようになっている。しかし、これはあくまで設置されている区間のみであり、空間的制限は排除されていない。また、

得られたとしても情報は膨大なものとなり、管理を困難なものとするだろう。そこで、各車両に搭載される機器による情報交換(車々間情報)が考えられる。これは偶然近くを通った車両の車載器が、それぞれの移動中の観測情報を交換することにより、局所的にダイナミックな道路情報ネットワークを張る事ができるというものである。

以上、簡易なネットワーク構造、管理の容易さなどから、地域 ITS のプラットフォームとして車々間情報は有効であると考えられる。小林の研究<sup>1)</sup>でも「知識社会における人の複雑なミーティング需要(地域 ITS)を満足させるには、多様なモードによる稠密で複雑なネットワーク(車々間情報)が必要である」としている。しかし、ある程度、車載器が普及しなければ ITS としての効果が期待できないなど課題も多い。

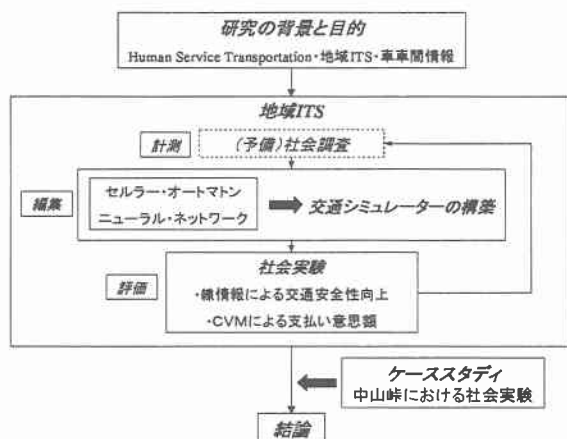


図-1 研究の構成

## 3. 地域 ITS

道路交通を対象に、地域 ITS を利用した道路情報提供システムを考える場合、1)道路情報の計測、2)情報の編集、3)情報の評価、といった 3 つのフェイズがあると考えられる。これらがサイクルすることによって、より高度な地域 ITS が完成していくと考える(図-1)。

### (1)道路情報の計測

従来の道路情報は、道路設計、道路センサス、事故原票から得られたデータである。将来、移動中交通に関する位置情報取得に関する技術の発達による車々間情報の構築により、車両そのものが観測機器として詳細な道路情報を計測できるものとする。

### (2)情報の編集

計測された道路情報は、提供可能な情報サービスへと

編集（分析）される。従来は、道路管理者が、危険個所に看板を立てるなどの方法で点情報として提供されていた。しかし、近年では情報技術の発達により道路線形などの線情報（図-2）、空間的広がりを持つ面情報、さらにはより多種の情報を搭載した多次元情報（GISなどに代表される）へと情報提供が可能になっている。一方、地域 ITS としてこれらを用いる上での注意点は、①情報サービス上の課題を的確に把握し継続的にサービス向上を図るため、新しく更新されていくテクノロジーに対し積極的に適応できる柔軟な技術の使用、②ユーザー、特に道路交通において常に事故の危険性を持つドライバーに対する十分な配慮が必要である。

そこで本研究では、佐々木らによる研究<sup>2)</sup>により構築された CA 交通シミュレーターに、その内部ルールとしてニューラル・ネットワークを用いた NN-CA モデル交通シミュレーターを用い、情報を編集した。NN-CA シミュレーターは、①簡易なモデルとして常に更新が可能である、②NN モデルにより情報のノイズ（スピード狂など）の排除し一般化できる、③CA を使って NN による局所ルールを空間的に拡大できる、などの理由により地域 ITS 情報の編集に有効であると考えられる。

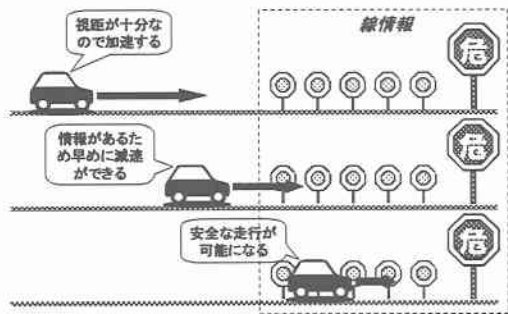


図-2 線情報のイメージ

### (3)情報の評価

編集された情報を評価する。これらの評価は社会的には市場により評価される。本研究では CVM（仮想市場評価法）により、上記 NN-CA モデルを評価する。

## 3. ケーススタディ（中山峠における社会実験）

### (1)予備社会調査

1999 年、中山峠で行われた飯村らによる研究（参考文献 2）の計測データより、走行条件が等しく情報の有無による 2 つのサンプルを利用する。

### (2)交通シミュレーターの構築

上記 2 つのデータを用い、NN-CA シミュレーターを作成する。NN モデルは、図-3 に示すとおり速度、道路要因、視距を説明変数とし、速度変化量を目標変数とした。一方、CA 交通シミュレーターは、図-4 に示されるように、 $t$  時の走行環境要因、各車両の相互要因、ITS 等の情報技術要因により決定された  $t+1$  時の速度（位置）が空間に写像され、再びドライバーの関心に再写像されるという構造をもつ。これらを用いた NN-CA シミュレーターの結果が図-5 に示される。また、NN-CA シミュレーション結果を地図上に時間ごとにプロットする動画化を作成し、それをもって線情報として提供情報に用いた。

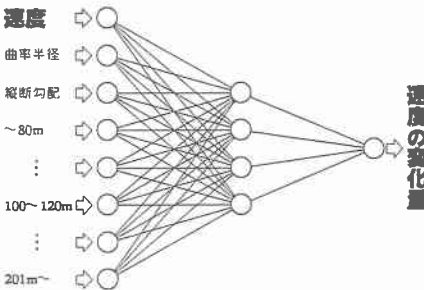


図-3 NN モデル

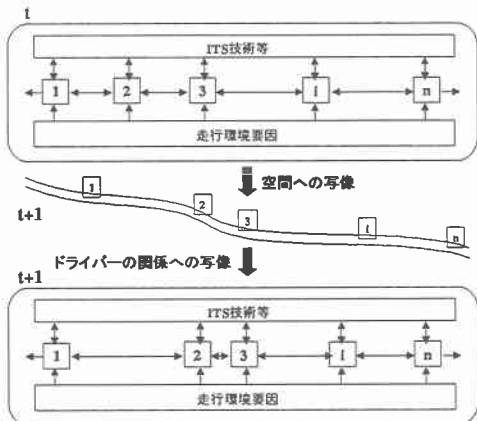
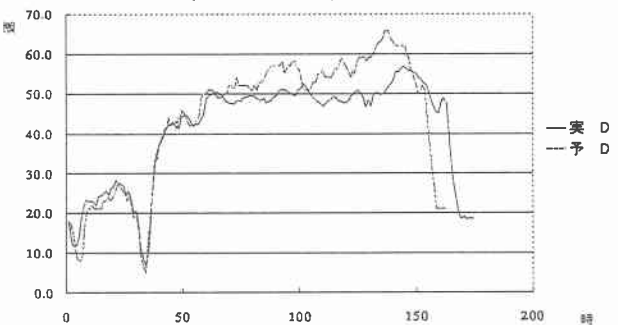


図-4 CA 交通シミュレーター概念図

### NN-CAシミュレータ(情報無し;再現)



### NN-CAシミュレータ(情報あり;予測)

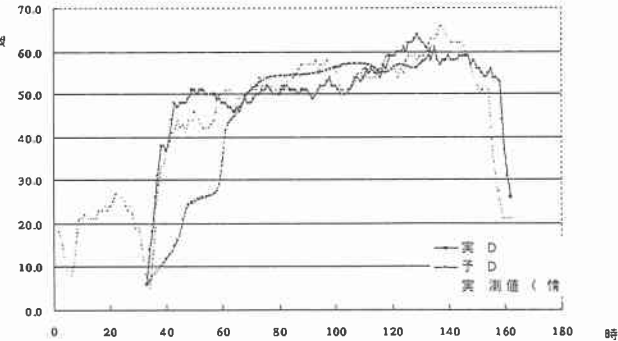


図-5 NN-CA シミュレーション結果

### (3)社会実験

社会実験は2000年10月30日から11月2日にかけて行った。調査場所は国道230号、中山峠山頂の道の駅から喜茂別方面へ約12キロの区間を対象とし、被験者は自動車で道の駅を訪れた一般客を対象とした。運転挙動の測定にはセーフティレコーダーを用いた。調査方法はフェイス・トゥ・フェイス方式とし、道の駅で「線情報」として、「これから走行する道路の地図(図-6)」「危険個所の情報の口頭説明」「(2)で作成した交通シミュレーターの動画像」を提供、その後、対象道路を走行してもらい、回収地点で道路情報に関する意識調査のアンケートと今回の情報提供に対するCVMアンケートを行った。

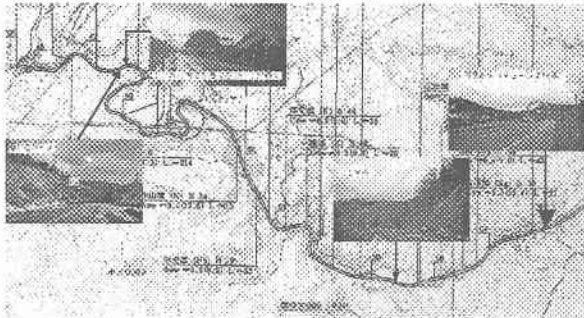


図-6 線情報の地図

今回の「線情報」のドライバーに与える影響を計測するために、被験者に情報提供する場合としない場合についてその運転挙動を測定した。

被験者に与えた情報は次のとおりである。

- ① 前半区間は線形が厳しい。
- ② a 地点の急カーブ注意看板の後、急な右カーブがあり、その後すぐにトンネルに入る。トンネル内も急な右カーブが続く
- ③ b 地点に曲率半径100メートルのS字カーブがある。
- ④ b 地点を抜けるとあとは比較的なだらかな。
- ⑤ c 地点の区間では対抗車線側で工事を行っており、車線が若干狭くなっている。
- ⑥ (動画より) 情報をもつドライバーは後半区間でスピードが増している。

### (4)調査結果

3日間で52人の被験者からデータを収集した。これらを設問毎に集計して図に示した(図-7)。図中の縦軸は人数であり、各設問の項目毎に集計した。図-7の左上から下に性別、年齢、免許取得年数、運転頻度、中山峠通過回数、カーナビゲーション・情報端末等利用の有無の順になっている。ここで、カーナビゲーション等の利用率は予想より少なかった。これは、北海道が移動における自動車への依存率が高く普段から運転している被験者が多いことと、中山峠の通過回数を見て分かる通り国道230号が頻繁に利用されているために普段と変わらない情報しか載らるのであれば利用する必要が無いと判断している人が多いためであり、また、地方部においては、頻繁に利用される道路での情報提供量が少なくナビゲーション機能が十分に役立っていない為と考えられる。

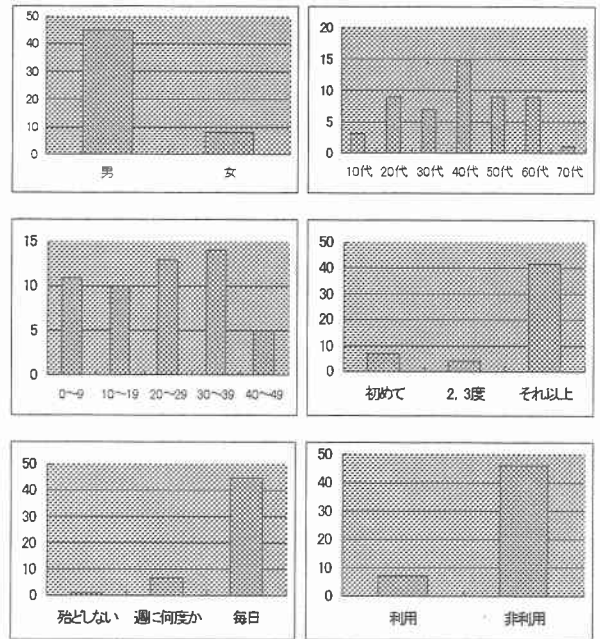


図-7 アンケート集計図

### (5)CVM 結果

今回行ったCVMアンケートは次のとおりである。

将来、今回のような『道路線形や危険地点等の情報』といった交通情報がカーナビゲーションなどにより、リアルタイムに提供される場合、そういった情報サービスを利用したいと思いますか？

そのような情報サービスにいくらまで支払って良いと考えますか？(参考：携帯端末の情報サービスは100円~200円/月程度)

支払い意思額の推定結果は、累積集計により図-8のとおりである。これより支払い意思額の50%は約270円と参考金額を上回っていることが分かる。

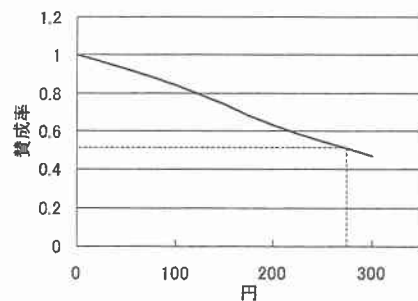


図-8 支払い意思額累積グラフ

### 4. 調査の分析

今回の調査は車々間情報における情報のやり取りを想定しており、車々間の情報交換(後続車へ道路情報を提供する)状況を、線情報の提供として擬似的に再現したものである。そこで、その情報提供による運転挙動の変化を非提供車両の運転挙動とのNNモデルによる比較分析を行って明らかにする。52サンプルの中から追走状態のものや計測器の記録ミスなどサンプルとして使用できないものを除いて情報の有無による影響が顕著に表れているものを任意に選び出すために道路構造令の解説と運

用から地域区分、曲率半径、視距、横滑り係数、片勾配を用いて理想速度を作成した。まず、ある地点におけるそれぞれの項目に対応した速度を出した。次にそれぞれの項目に対応した速度が互いを拘束するかたちで速度を算出したものが図-9である。

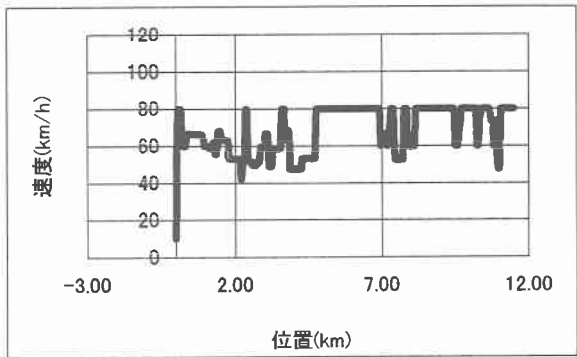


図-9 理想速度

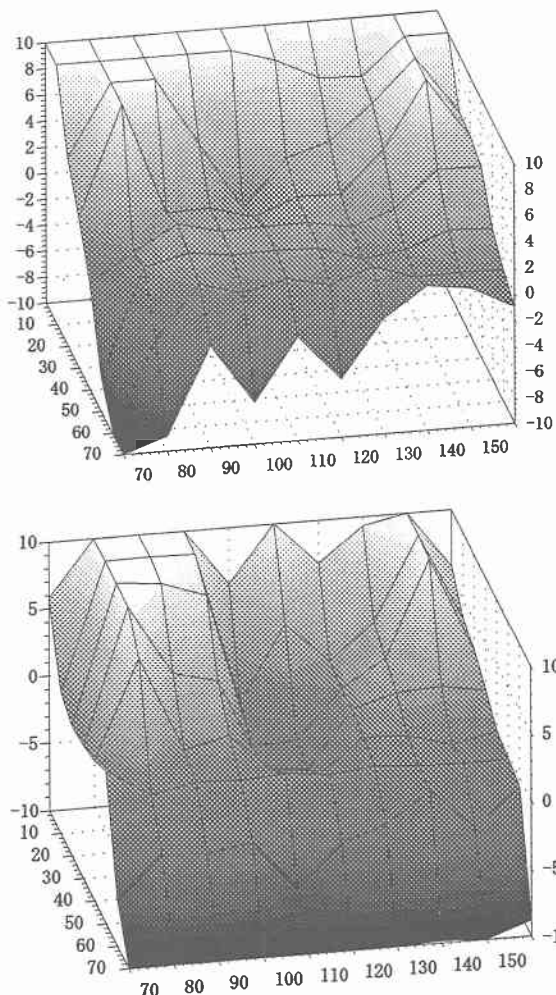


図-10 視距及び速度による加速度の違い  
横軸:視距(m) 縦軸:速度変化(km/h) 奥軸:速度(km/h)  
上:情報有り 下:情報無し

理想速度をもとに提供情報の有無それぞれの代表例を用いて NN を実行した結果が図-10 に示したグラフである。この図から、情報有りのグラフは速度及び視距が高い場合から逆に低い状態へなだらかに降っていることが分かる。これは、被験者が経路上の線形が与えられているため、ある走行状態時において視距に関係無く一定量

の情報が確保されて、そのときの線形に対して的確な反応を示していると読み取ることができる。しかし、情報無しのグラフでは被験者が毎日運転していて、かつ、中山峠の通過回数が多いにもかかわらず、中が凹んだ状態になっている。これは、経路の線形に対して的確な情報が無く安全に走行するための一定量の情報が確保できないため、視距が変動して見えない部分ができることに対して不安感の抱いたために速度上げることができなかったと考えられる。この状況は中山峠において視距が 100～120(m)で速度が 30～50(km/h)のときに起きていると読み取れる。

## 5. 結論と今後の課題

本研究は、①地域 ITS のプラットフォームとして車々間情報の構築を行い、②同時に ITS における車々間情報の提供方法を考察し、③社会実験を行った。社会実験においては、NN-CA シミュレーターによる線情報が CVM 評価により、携帯端末等の情報サービスといった、軽いマーケットにおいては適応可能性があることを示せた。また、実験結果の NN の感度分析比較において情報提供が運転挙動に大きな変化を与える事を示した。

今後の課題は次の4つである。①地域 ITS における情報サイクルより、今回の社会実験結果を用いた情報提供実験の継続を行い、より高度な地域 ITS を目指す。②今回は、任意のデータをモデルに使用したが、統計的な方法から利用可能なデータを選択する。③多種にわたる線情報をシナリオ的に提供することによる運転挙動及び CVM 評価に与える影響の計測を行う。④情報提供のリアルタイム性を高めるため、携帯電話やカーナビゲーションなどの利用といった技術的進展などが挙げられる。

## 〈謝辞〉

本研究を進めるにあたり、建設土木研究所 ITS 研究室の森研究室長には的確なご指摘を頂いた。記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 小林潔司：知識社会における交通行動：課題と展望、土木計画学研究・講演集、1997.招待論文
- 2) 佐々木恵一：セルラー・オートマトンを用いた山地短絡部の交通シミュレーターの開発、土木計画学研究・講演集、2000.(1)p411
- 3) 飯村尋樹：峠部における交通安全情報がドライバーの挙動に与える影響の実測、土木学会北海道支部、1999.(B)p554
- 4) 大居俊輔：交通安全情報の評価のための交通シミュレーターの開発、土木学会北海道支部、1999.(B)p558
- 5) 道路構造令の解説と運用、社団法人 日本道路協会、1985p171-224