

情報共有型カーナビゲーションシステムの
社会浸透性についての考察

相良 博喜

九州大学総合理工学府環境エネルギー工学専攻 修士1年

1. はじめに

国土交通省により、ITS(Intelligent Transport Systems)という、新しい交通システムが提案されている^[1]。これは、最先端の情報通信技術を用いて、人と道路と車両とを情報でネットワークし、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的している。この提案の柱の一つに道路交通情報通信システム VICS(Vehicle Information and Communication System)を用いた、混雑緩和があげられている。VICS とは警察が収集した一般路の情報と道路公団が収集した高速道路の情報をFM多重放送、電波ビーコン、光ビーコンにより発信し、個々の車両のカーナビゲーションシステムがそれらの情報を受信、目的地までの経路選択に利用するというシステムである。VICS 情報は渋滞情報(渋滞の区間と距離)が主であるが 現在地からの所要時間、交通規制、速度規制、チェーン規制、駐車場情報、地震・津波などの緊急情報も送信される。

このシステムはカーナビゲーションシステムの普及に伴い、急速に社会に浸透していつている。カーナビゲーションシステムの累計出荷台数は 2005 年度末で 2500 万台、07 年度末で 3400 万台に拡大すると予測される。最近是新車にカーナビが搭載される比率が高まっていることから、普及増加ペースはさらに早まっていると考えられる(図 1、図 2)。

しかし、従来のカーナビゲーションシステムは、個人の効用の最大化のみを目指しており、社会全体の混雑緩和にはつながらないとの指摘がある^[2]。

具体的には、次のような現象が起こると考えられている。まず、現在の渋滞情報を元に各個のカーナビゲーションシステムでは最短ルートを提示する。しかし、画一的な渋滞情報を元にルートを探るため、同じようなルートを多数のカーナビゲーションシステムが選択してしまい、混雑が発生してしまう。個人効用の最大化を意図しながら、システム全体の効用が低下し、これが個々に還元されてしまうという意味で、情報工学的に見ると、この現象はジレンマ問題とすることができる。このように画一的な情報を元に多数のエージェントが行動した場合、予期せぬ混雑が発生するという現象は、遊園地などの巨大集客施設における誘導モデルなどでも観察されている^[3]。また、混雑が起きていないルートをカーナビゲーションシステムが選択したとしても、そのルートを通るまでに時間のずれがあるため、ルート決定後に混雑が発生してしまうことも考えられる。

この問題に対し、山下ら^[2]は個人効用だけでなく、相互作用も考慮に入れたシステムを

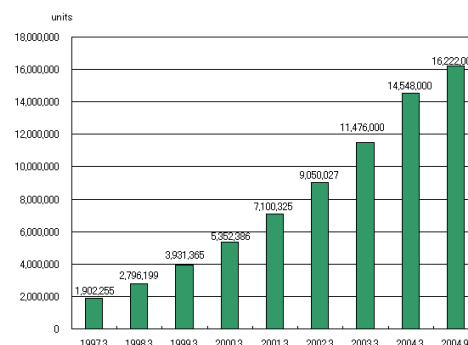


図 1 カーナビの普及台数^[1]

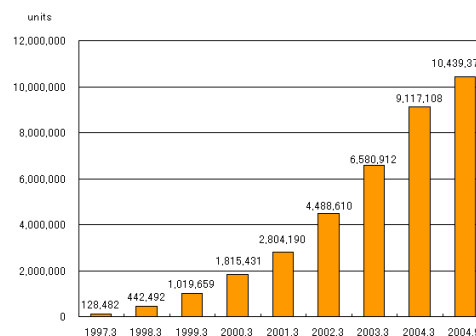


図 2 VICS の普及台数^[1]

提案している（以下、山下モデル）。具体的には、各車両の通過予定経路を一度、経路情報サーバに集約し、集約された情報から予測される渋滞情報を各車両に通知し、それを元に各車両が経路選択を行う。彼らは、常に最短距離経路を採る戦略（後出の SD 戦略）、最短時間経路を採る戦略（通常のカーナビゲーションシステム搭載車両を模擬、後出の ST 戦略）、上記の情報共有戦略（後出の ST-RIS 戦略）を比較し、最後者の存在により社会全体効用は向上させ得るが、当該戦略の利得は最短時間経路を採る戦略のそれを上回ることはない（時間最短経路戦略はこの情報共有戦略を優越する）、としている。すなわち、情報共有戦略を協調、時間最短経路戦略を裏切りとすれば、状況は囚人のジレンマ（Prisoner's Dilemma, PD）であると云う。この結果が示唆するところを補完小括するなら、提案の新型システム（情報共有戦略）の社会全体におけるシェアが少ない状況では、共有する経路情報が少なく、有意な混雑予測が出来ない（と解釈される）ため、このシステムを搭載したカーナビゲーションシステムが開発されたとしても、初期の普及インセンティブに乏しい、と考えられようし、十分に普及率が高い状況を考えても、社会全体効用の向上は達成できても、当該個々人の便益は通常のカーナビゲーションシステム使用者に対して絶対劣位にあるのだから、その意味でも普及可能性は存在し得ないことになってしまう。一般の PD ゲーム同様、例えば、この場合、補助金など外生的インセンティブを付与しないと、Nash 均衡からは脱し得ないと云うことである。

本研究では、以上の山下モデルが示唆する問題点について、ABS 上に構成したシミュレーションモデルを基に考察を加えた。山下モデルと本論で理論構成したモデルには、いくつかの相違点がある。大きな点を挙げれば、一には、最短距離経路を採る戦略（本論ではこれから派生する新戦略も想定している）以外には混雑情報をどのような頻度で更新するか（これにより、出発地から目的地への移動（以下、トリップ）途上で経路の再計算が行われる）が大きく影響するため、この点を明確化した点。二には、情報共有戦略において、将来の混雑状況を予測するモデルに密度の概念を導入し再整理した点である。これにより、上記の社会ジレンマは PD ではなく Chicken 的状况になる（詳細は後述するが、新型システムは補助金等がなくとも社会全体でみるとある一定の普及率（Chicken ゲームにおける内部均衡点）にまで伸張する）ことが明らかになった。

2. シミュレーションモデル

2.1. 交通流モデル

本研究では、交通渋滞というマクロな現象と経路選択行動というミクロな現象の関係性に着目するので、交通流モデル自体はできるだけ単純な構造とする。

交通網は道路を表すブロックと交差点を表すノードで構成されている。ブロックには流入元のブロックと流出先のブロックが定義されており、車両エージェントは、この流れに沿って移動する。ブロックは一定長さとする。また、ノード間のブロックの集合体をリンクと呼ぶ。移動時の速度は、密度に比例して減少する（Greenshields のモデル^[4]）

次式をもって定義する。

$$V_i = \begin{cases} V_{ideal}(1-D_i) & \text{if } V_{min} < V_{ideal}(1-D_i) \\ V_{min} & \text{if } V_{min} \geq V_{ideal}(1-D_i) \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 V_{ideal} [m/s]:理想速度 D_i :ブロック i における車両密度 V_{min} :最低速度[m/s]である。

(1)式の意味するところは、実際には渋滞が発生していたとしても、車はわずかながら前進するため、車両速度は最低速度 V_{min} 以下にはならないというものである。

ブロックの密度は次の式で表される。

$$D_i = \frac{N_i}{N_{jam} L_i} \quad (2)$$

ここで、 N_i :ブロック i の車両数 N_{jam} :一車線当たりの飽和車両台数 L_i :ブロック i の車線数 である。

ブロックからブロックへの移動は次のような流れで行われる。

まず、ステップの最初に一定の行動時間 INT が各車両エージェントに割り当てられる。現在のブロック i において、 $V_i \times INT$ が1ブロックの長さより大きく、かつ次のブロックの密度が飽和状態にない、つまりブロックの密度が1以下の場合、次のブロックに進むことができる。次のブロックに進んだ場合、1ブロック進むのに必要な時間を INT から引いた時間が次のブロックにおける行動時間となる。これを INT が 0 になるまで繰り返す。なお、ブロックの途中で INT が 0 になった場合、それまで移動した距離は次のステップに引き継がれる。

以上は山下モデルとほぼ同様である。

2.2. 経路選択

2.2.1. ダイクストラ法

経路選択を行う際に、出発地(任意)と目的地のノード間の最短経路を求める必要がある。本研究では、グラフの2点間の最短経路、最短距離を求めるダイクストラ法 (*Dijkstra Method*) を適用する。このアルゴリズムは非常にシンプルで効率的計算が行い得る。その大要をまとめると以下の通りである。

n 個のノードがあり、ノード間距離を l_{ij} とする。もし、ノード i とノード j が直接つながっていないなければ $l_{ij} = \infty$ とする。

ノード 0 からノード n により構成されるグラフを考える。スタート地点をノード i とすると、ノード i からノード j までの仮の最短距離を d_j とする。 d_j の初期値を $d_0 = \infty, d_1 = \infty, \dots, d_i = 0, \dots, d_n = \infty$ とする。その他の全てのノード k に対して $d_k = \min(d_i + l_{ik}, d_k)$ のように更新し、併せてノード k の上位ノードとしてノード i を記憶する。ノード i は確定とする。

次に確定されたノード以外の d_i の内、最小のノード j を基準に据え、ここから全てのノード k (確定ノードを除く) に対して、 $d_k = \min(d_j + l_{jk}, d_k)$ のように更新し、併せて $d_k = d_j + l_{jk}$ の場合のみ k の上位ノードとしてノード j を記憶し、さらにノード j を確定とする。これを繰り返して全てのノードを記憶したら、最後に終点のノードから上位ノードを逆順にたどって行けば最短経路になっており、 d_j はノード i からノード j への最短距離となる。

この手法では、 l_{ij} をノード i からノード j までの所要時間とすれば、最短時間経路を求めることができる (図 3)。

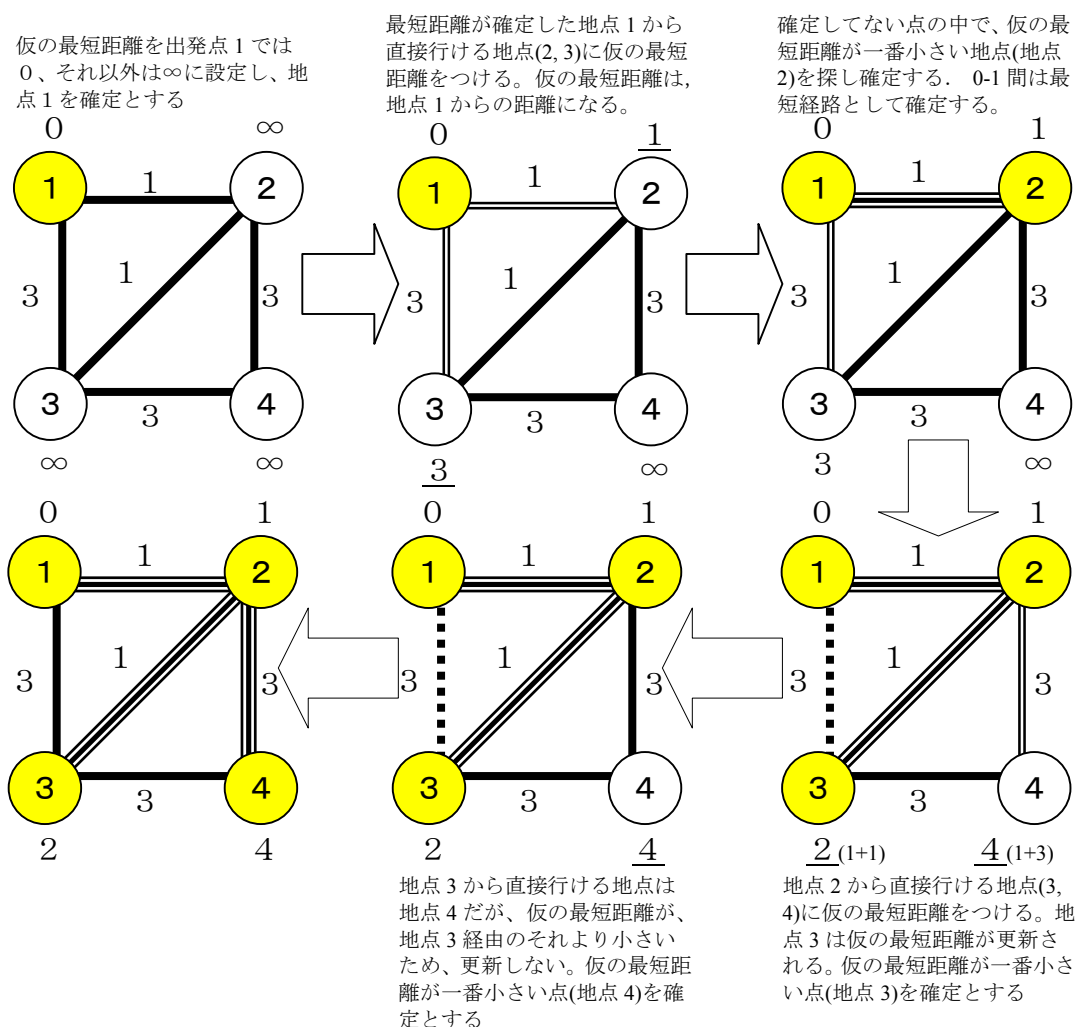


図 3 ダイクストラ法のフロー

2.2.2. 経路選択の戦略

ドライバーが経路を選択する際、用いる戦略について述べる。

SD(Shortest Distance Route) 最短距離戦略

この戦略を採るドライバーは、目的地までの経路でもっとも経路長が短くなる経路を選ぶ。プログラム上では経路間の重み l_{ij} にノード間の距離をとり、ダイクストラ法により最短距離経路を算出する。なお、各経路が等距離の場合は、距離が等しい経路からラ

ンダムで最短経路を選択する。

この戦略は現在の渋滞情報などを利用しないため、出発地と目的地を決定した時点で利用する経路が決定する。現実社会で言えば、地図のみを元に経路決定するようなドライバーを表しているといえる。

ST(Shortest Time Route) 最短時間戦略

この戦略をとるドライバーは、各経路の渋滞情報を元に目的地に到達するまでの時間が最短になるような経路を選択する。そのためにはプログラム上では、経路間の重み l_{ij} に予想所要時間をとって、ダイクストラ法により最短時間経路を算出する。リンク l に対する予想所要時間は次のようにして算出する。

$$ETT_l = \sum_{i \in B_{ij}} \frac{BL}{V_i} \quad (3)$$

ここで、 ETT_l : ノード $i-j$ 間のリンク l を通過する予想所要時間[s] BL : ブロック長さ[km] B_{ij} : ノード $i-j$ 間 (リンク l にある) のブロック である。

ST では、SD 戦略をとる車と違い、渋滞情報の変化に合わせて、最短時間経路の再計算を行う。再計算を行う頻度を GS とする (既述したトリップ途上の経路再計算のこと)。

ここで、注意しなければならないのは、実際に経路を通る際、道路の混雑状況はリアルタイムで変動するため、常に予想所要時間で通行できる訳ではないという点である。また、この予想所要時間には、ブロックが飽和状態になって先のブロックに進めなくなる状況は考慮されていない。但し、モデルの上の車両エージェントには飽和状態のブロックに進入できなくなる状況が考慮されている。

ST は、現在の混雑情報を元にして経路選択を行うことができるため、SD に比べ短時間で目的地に到達できる。

現実社会で言えば、VICS を搭載したカーナビゲーションにより経路決定するドライバーを表しているといえる。

ST-RIS(Shortest Time Route with Route Information Sharing)

経路情報の共有を伴う最短時間戦略

この戦略をとるドライバーは各経路の渋滞情報と合わせて、ST-RIS 戦略をとるドライバーの通過予定経路を集積した情報を用いて経路を選択する。

具体的には、次の手順で経路を選択する。まず、ST-RIS 戦略をとるドライバーは ST 戦略の場合と同様に混雑情報を元に目的地までの最短時間経路を算出する。それらの情報を集積し、各リンクにおける通過確信度という値を算出する。通過確信度とは、あるリンクを通る確率を模擬的に表したパラメータで、出発点から最初に経路選択されたリンクには $PA_0=1$ を割り当て、最短時間経路で想定される通過予定経路上のノードにおいては PA_{j-1} をそのノードにつながっているリンク数 r_i でわって $PA_i=PA_{i-1}/r_i$ を割り当てる。これを RIS 戦略の車両エージェント全てについて算出する。概念的には、 PA_i は現在位置から目的に向かって割り引いたノード通過確率を意味する。このようにして各リンクに割

り当てられた通過確信度をリンクごとに合計したものを TPA_l とする。これを基に、以下により定義する予想所要時間 $ETT'_l[s]$ を経路間の重み l_{ij} にとって、ダイクストラ法により最短時間経路を算出する。

$$D'_i = \text{Min} \left(\frac{TPA_l}{N_{jam} L_l d_l}, 1 \right) \quad (4)$$

$$D_i^* = rs \cdot D_i + (1 - rs) \cdot D'_i \quad (5)$$

$$ETT'_\ell = \sum_{i \in \ell} \frac{BL}{V_i} = \sum_{i \in \ell} \frac{BL}{V_{ideal} (1 - D_i^*)} \quad (6)$$

ここで、 d_l : リンク長さ[Block] である。(5)式の D_i^* は、渋滞情報から与えられるブロック i の車両密度 D_i [1/s] とリンク始点を通過する ST-RIS 戦略エージェント数をリンク l 全体に均等分布していると仮定した密度 D'_i [1/s] とを重み平均 (rs がその按分比) した予想車両密度[1/s] を意味する。ただし、 D'_i では、 TPA_l の定義上、ST-RIS 戦略エージェントが将来リンク l を通る影響は時間積分的に評価されているため、密度上限が 1 を超えない条件を入れる必要がある。また、 $(1 - rs):rs$ は ST-RIS とそれ以外の戦略との比を意味するが、社会的にみて rs が常に既知であるとは限らず、数値実験上は適当な値を付与するものとする (本研究では $rs = 0.5$ とした)。さらに、(5)式では ST-RIS 以外の戦略の将来的影響が考慮されていない点を留意する必要がある ((5)式右辺第 2 項との釣り合いを考えるなら何らかの方法で考慮されるべき)。

SD-CM(Shortest Distance Route with Congestion Memorizing)

混雑経路を記憶する (記憶長*) 最短距離戦略

この戦略をとるドライバーは記憶長*の記憶 M を持つ。最初のトリップの間、通過したリンクの中で車両密度が上位*個のリンクとそのリンクの車両密度を記憶する。次回トリップでは、記憶したリンクを通らないという条件で最短距離となる経路を選択し、記憶したそれぞれのリンクの車両密度にある一定の忘却率 τ ($0 \leq \tau \leq 1$) を掛ける。そのトリップの間に通過したリンクと記憶したリンクの中で車両密度が上位*個のリンクを記憶し、これを繰り返す。

本論では 1 記憶長の SD-CM 戦略を用いる。

SD 戦略は一般の地図を持ったドライバーを仮定しているが、実際のドライバーは単純に最短経路を通るわけではなく、ある程度混雑を予測して、それを回避しようとすると考えられる。主にその混雑予想は過去の経験によるものと考えられるので、この戦略は、より実際のドライバーの経路選択に近いものになると思われる。

2.3. 評価関数

異なる移動距離の車両エージェントの移動効率を評価するために、(7)式で定義される旅行時間効率を考える。

$$TTE = \frac{TT}{V_{ideal} \times SD} - 1 \quad (7)$$

ここで、 TTE : 旅行時間効率 TT : トリップ所要時間[s] SD : 出発地から目的地までの最短距離[km] とする。

戦略ごとに TTE の平均をとったものを $ATTE_k$ ($k \in$ 全戦略) とし、各戦略の評価パラメータとする。これが 0 に近い程、理想的なルートを通ったことになる。

2.4. シミュレーションの流れ

シミュレーションの大まかな流れを図 4 に示す。

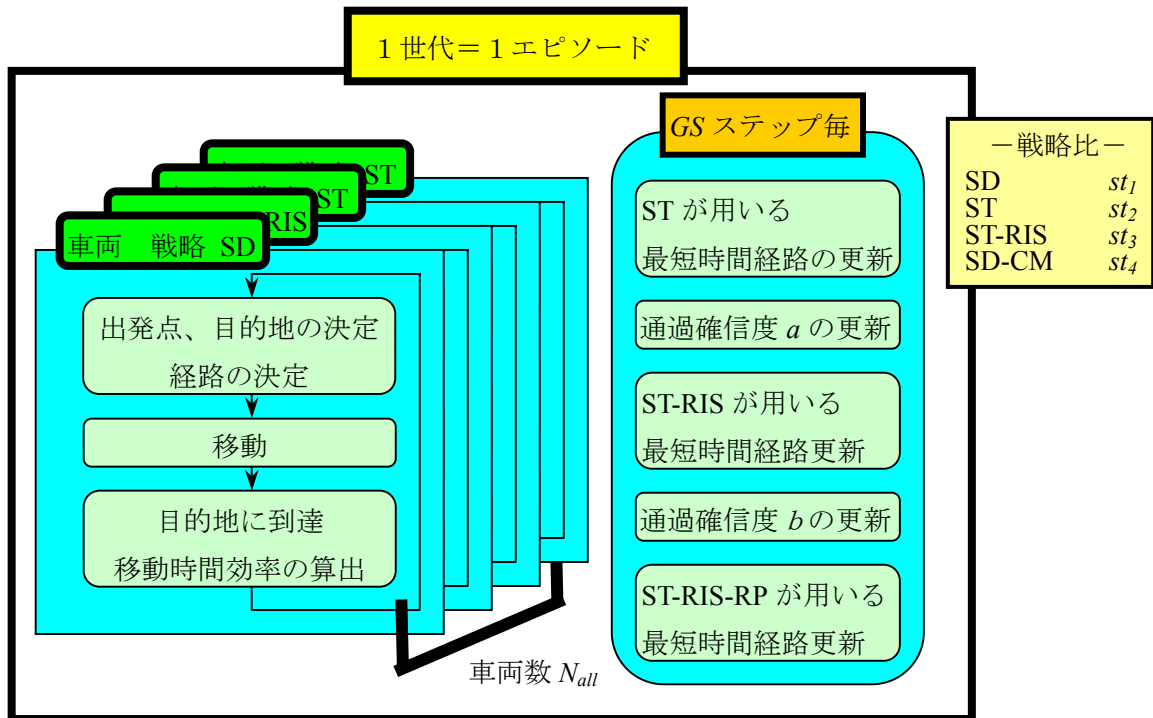


図 4 シミュレーションの大まかな流れ

車両エージェントの戦略比が $st_1 \sim st_4$ に ($\sum_{i=1}^4 st_i = 1$) なるよう、車両エージェントを発生させる。車両エージェントは最初、各ノードにランダムに配置され、目的地もランダムに決定される。各エージェントは、出発地・目的地決定→移動→目的地到着→出発地決定を 1 エピソードが終わるまで繰り返す。また、GSステップ毎に各戦略が経路選択に用いる情報を更新する。1 エピソード終了した時点で、各戦略の $ATTE$ を算出し、次式を基に初期戦略分布の変化ベクトルを求める。これは、後述の結果であるベクトル図のデータを供する。

$$St_k |_{new} = St_k - \frac{ATTE_k}{\sum_{k \in \text{全戦略}} ATTE_k} \quad (8)$$

3. 計算機実験

3.1. 設定条件

シミュレーションのパラメータは、表1のように設定した。

表1 シミュレーションのパラメータ設定

パラメータ	変数名	設定値
総車両数	N_{car}	1000[台]
理想速度	V_{ideal}	60[km/h]
最低速度	V_{min}	5[km/h]
ブロック長さ	BL	1.0[km]
1車線当たりの交通容量	N_{jam}	20[台/車線]
最短経路の再計算頻度	GS	30[時間ステップ]
1世代のステップ数	GenerationStep	4000[時間ステップ]

3.2. 街路構造

街路は次の図5のような格子型の街路を用いた。中心を通り、上下、左右に伸びる通りの街路幅が $L_i=3$ 、周囲を囲む通りの街路幅が $L_i=2$ 、その他の通りの街路幅は $L_i=1$ となっている。

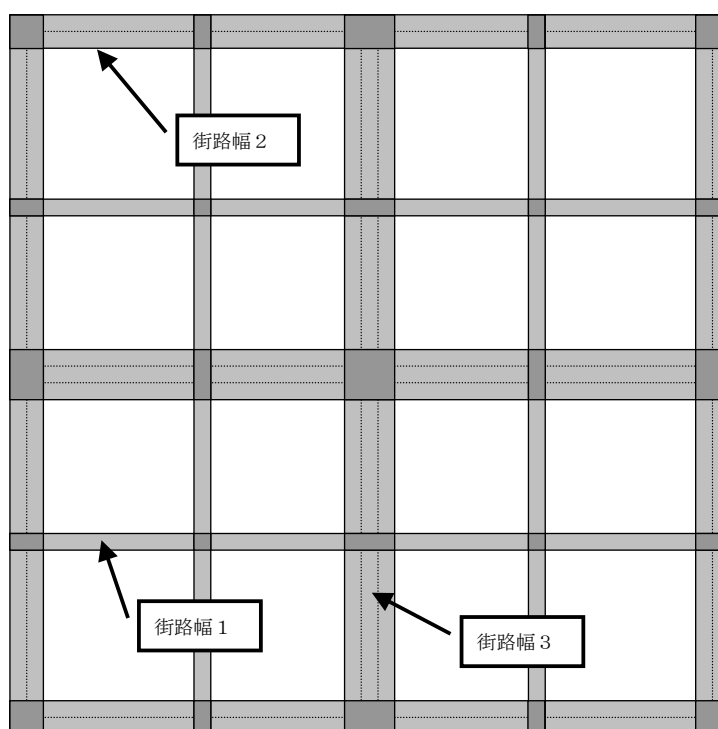


図5 街路のモデル

3.3. 実験のパターン

実験は次の3つのケースについて行った。

Case 1 SD 対 ST 対 ST-RIS

SD 戦略と ST 戦略と ST-RIS 戦略の戦略比を各々10%ずつ変化させ、各々の戦略比における $ATTE_k$ を算出する。ベクトル図を描くことで戦略比の進化的均衡点の所在を吟味する。

Case2 SD-CM 対 ST 対 ST-RIS

SD-CM 戦略と ST 戦略と ST-RIS 戦略の対戦。現実世界では、カーナビゲーションシステム未加入者は SD でなく寧ろ SD-CM で模擬されると考えられる。

Case3 SD 対 ST 対 ST-RIS GS 変化

Case 1 と同じ設定で、最短経路の再計算頻度を变化させる。これは、再計算頻度を現実社会における VICS の情報頻度と考える。現在の VICS は主要な道路にしか配備されておらず、その精度も低い。このケースでは、将来、VICS の精度が上がり、リアルタイムの高精度な渋滞情報をカーナビゲーションシステムが取得できるようになった状態を考察する。

3.4. 実験結果

Case1

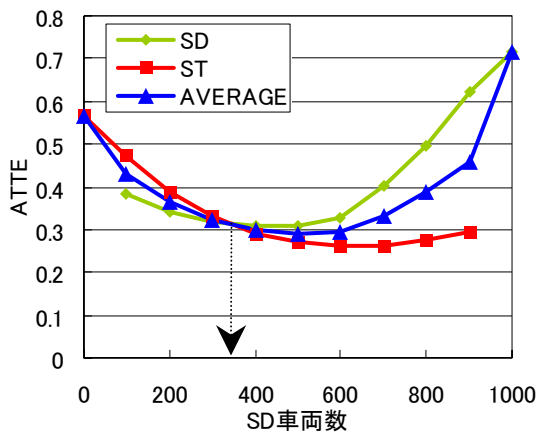


図6 SD対STの各戦略比における平均旅行時間効率

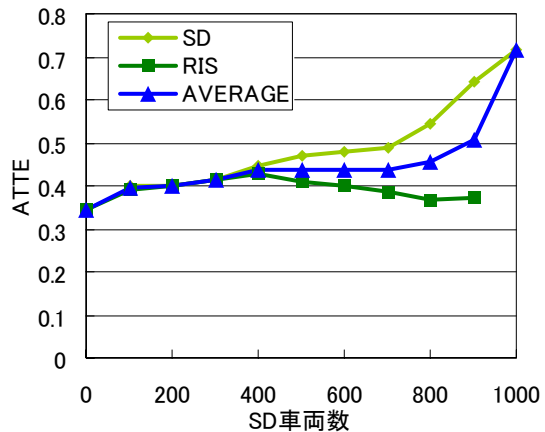


図7 SD対ST-RISの各戦略比における平均旅行時間効率

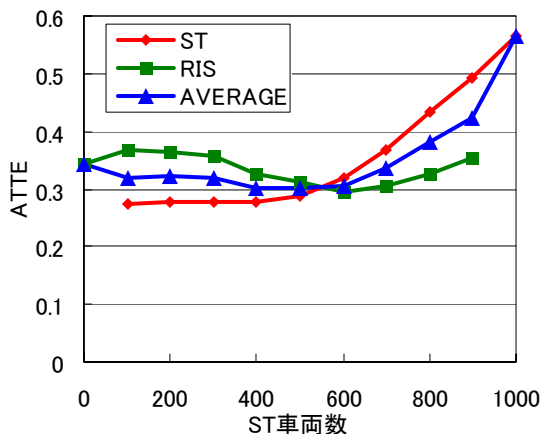


図8 ST対ST-RISの各戦略比における平均旅行時間効率

ST-RIS が混入しない場合の SD 対 ST の対戦結果を図6に示す。SD、STともに、自戦略比が小さいときに相手戦略より高利得になっており、所謂、マイノリティゲームの様相を示している。最短距離経路を譲る（場合によっては選択しない）STをSDに対する協調戦略と見るならば、Chickenゲームと云うことも出来る。Chickenゲームで云う内部均衡点は、

図よりおよそ $SD=350$ 台 (SD の戦略比 0.35) である。また、社会全体効用の最大点 (図の $ATTE$ 最低ポイント) とこの均衡点は一致していない。

次に ST が混入しない場合の SD 対 $ST-RIS$ の対戦結果を図7に示す。

全戦略比において $ST-RIS$ が SD を優越している。 SD の戦略比が減る ($ST-RIS$ が増える) につれて、社会全体効用も向上しているので、 $ST-RIS$ を協調戦略と見るなら、このゲームジレンマのない、所謂、Trivial ゲームになっている。

SD が混入しない場合の ST 対 $ST-RIS$ の対戦結果を図8に示す。

SD 対 ST と同様に、マイノリティゲームの様相を呈している。但し、 $ST-RIS$ がマジョリティになっても SD 対 ST (図6) の ST のように大負けはしない。時間最短経路を譲る (場合によっては選択しない) $ST-RIS$ を ST に対する協調戦略とみるなら、同様に Chicken ゲームの様相を呈しており、内部均衡点が存在している。

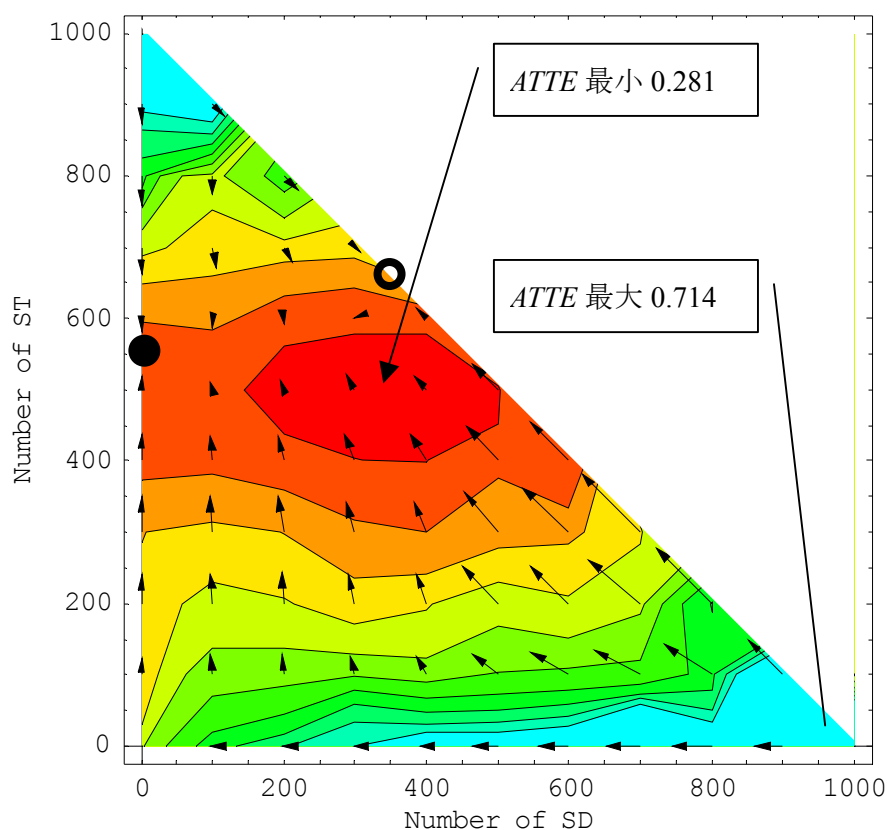


図9 SD 対 ST 対 ST-RIS の対戦時の戦略分布変化ベクトルと社会全体効用

図9に SD 、 ST と $ST-RIS$ の戦略分布の変化ベクトルと社会全体効用を重ね併せた結果を示す。Contour は赤ほど $ATTE_k$ の値が低く、社会全体効用は高い。図9の横軸、縦軸、 -45deg 線上の断面図が各々、図7、図8、図6に相当する。図9より、戦略比は最終的には前述した ST と $ST-RIS$ の均衡点 (図9中の●) に吸引されることがわかる。つまり、 SD は $ST-RIS$

が存在しない社会（情報共有型カーナビゲーションシステム導入前の時代）においては、図6で示した内部均衡点（図9の○）に吸引され、SDとSTの安定な併存状況が実現する。しかし、ST-RISが少しでも混入すると、最終的には淘汰されてしてしまう。

Case2

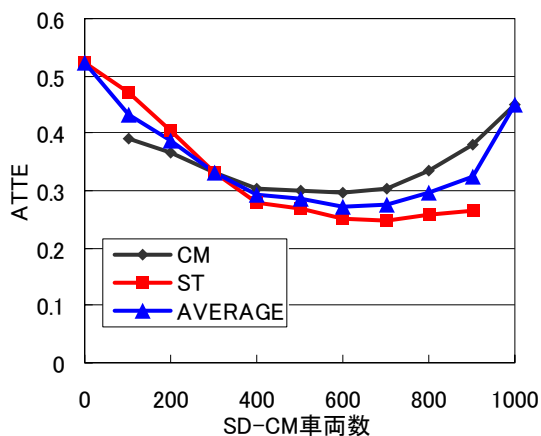


図10 SD-CM対STの各戦略比における平均旅行時間効率

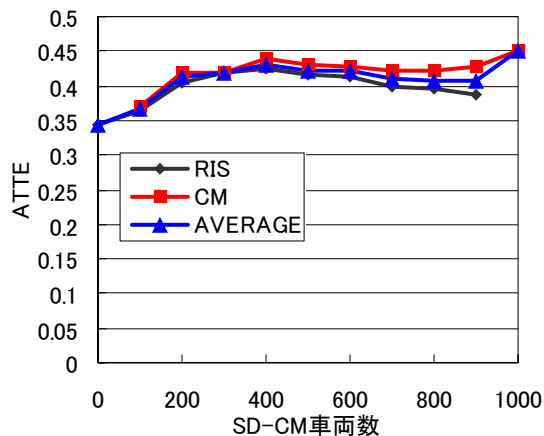


図11 SD-CM対ST-RISの各戦略比における平均旅行時間効率

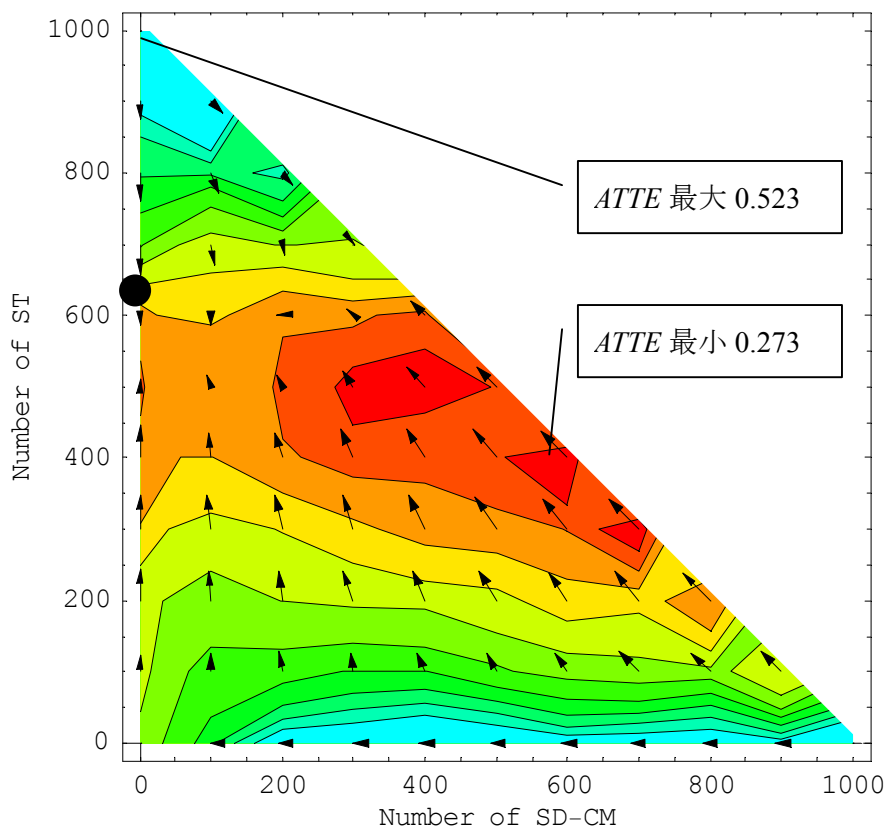


図12 SD-CM対ST対ST-RISの対戦時の戦略分布変化ベクトルと社会全体効用
ST-RISが混入しない場合のSD-CM対STの対戦結果を図10に示す。SD-CM対STの対

戦も、SD 対 ST と同様の様相を呈している。しかし、ST の比率が低い戦略比を見ると、SD-CM は SD (図 6) より相対的には高利得であり、単純な最短経路選択に比較したメモリー機能の効果が顕れていると云える。しかし、内部均衡点は SD 対 ST の時より SD-CM が少ない CM=300 台近辺となっている。

SD-CM 対 ST-RIS の対戦結果を図 1 1 に示す。SD-CM は自戦略の比率が高くなったときにも、安定した効用を得ている、換言すると、SD が ST-RIS に対して大負けするような状況 (図 7) にはならない。しかし、SD 対 ST-RIS と同様に、全戦略比において、SD-CM は ST-RIS に対して劣位となっている。

次に戦略分布の変化ベクトルと社会全体効用を重ね併せた結果を図 1 2 に示す。Case1 と同様に SD-CM がゼロとなる ST と ST-RIS の均衡点 (図 1 2 の●) に吸引される。なお、その均衡点の ST 対 ST-RIS の戦略比は第三の戦略が SD か、SD-CM かに不拘、同じ値になる (図 9 参照)。

Case3

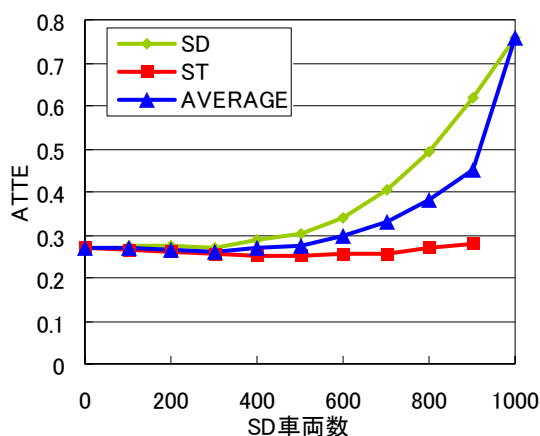


図13 SD対STの各戦略比における平均旅行時間効率

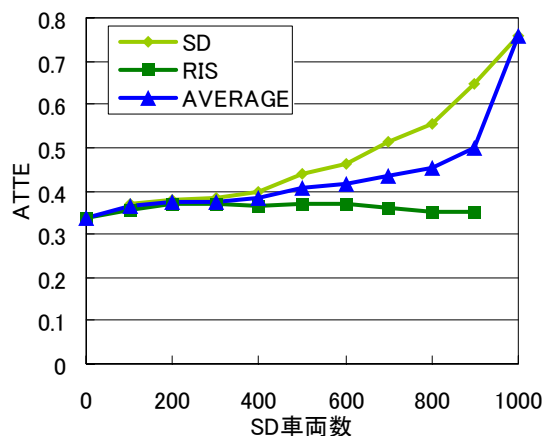


図14 SD対ST-RISの各戦略比における平均旅行時間効率

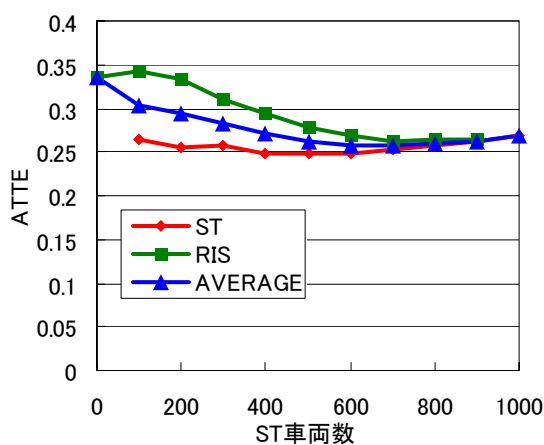


図15 ST対ST-RISの各戦略比における平均旅行時間効率

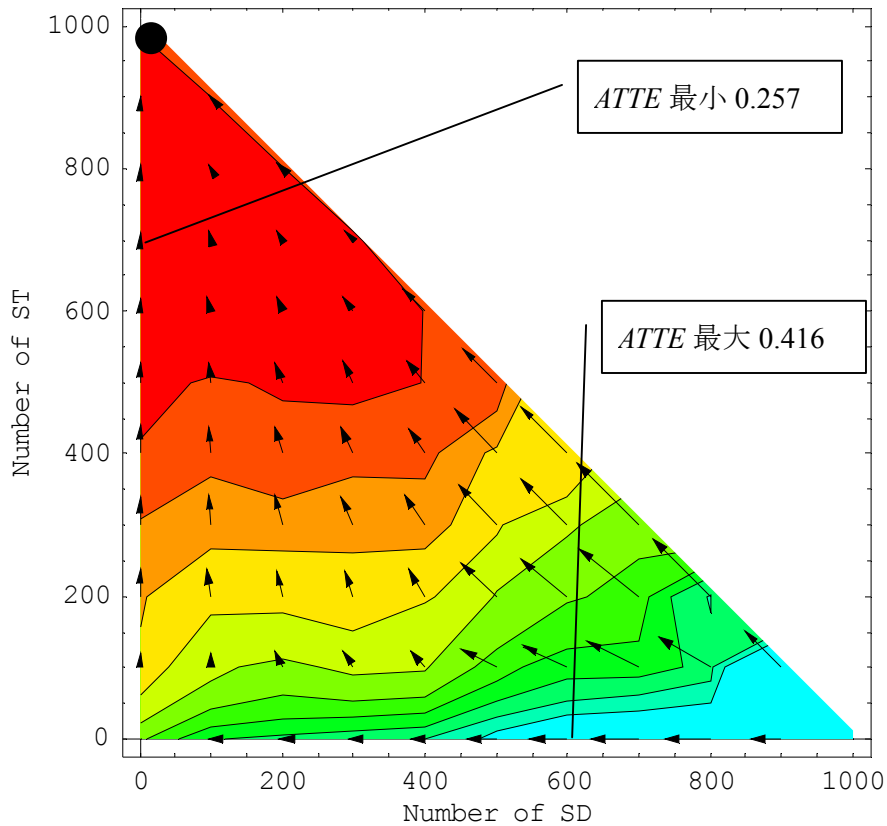


図 1 6 SD 対 ST 対 ST-RIS の対戦時の戦略分布変化ベクトルと社会全体効用

結果を同様に図 1 3 から図 1 6 に示す。

図 1 3、図 1 5 より、Case3 においては、ST 戦略が常に優越となっている。社会全体効用は ST 戦略が半数を占めたあたりから ST 戦略が増えるに従って、少しだけ低下している。図 1 6 より、全体で見ると最終的には ST 戦略が社会全体を占有し、そのとき、社会全体効用は、その最大値とほとんど同じになっている（前文で述べたように厳密には最大値ではない）。このことから、Case3 は、大略、ジレンマ性のない Trivial ゲームとなっていることがわかる。

4. 考察

Case1 の結果より、現在の社会、すなわち従来のカーナビゲーションシステム (ST) は存在するが、情報共有型のカーナビゲーションシステム (ST-RIS) は存在しない状況 (SD 戦略と ST 戦略のみの社会) では、ST 戦略のシェアはある均衡点までしか伸長できないことがわかる (図 9 の -45deg 線上の均衡点、図 9 の O)。これは、ST 戦略がある程度多くなると、1 章で述べたように、画一的な渋滞情報を元に経路を探索するため、同じような経路を多数のカーナビゲーションシステムが選択してしまい、混雑が発生する状況が再現されていることを示している。

しかし、これに ST-RIS 戦略が混入すると、様相は一変し、SD 戦略は最終的には淘汰されてしまう (図 9)。つまり、将来、従来のカーナビゲーションシステムのシェアの伸長が停滞したとしても、情報共有型のカーナビゲーションシステム (ST-RIS) を導入することにより、カーナビゲーションシステム全体としては、搭載車両のシェアを伸ばすことができると考えられる。

しかし、図 6 の社会平均利得の値を見ると、SD 戦略と ST 戦略のみの均衡点での値 (-45deg 線上の均衡点、図 9 の○) と系全体の均衡点 (SD が淘汰された ST 戦略と ST-RIS 戦略のみの均衡点、図 9 の●) での値を比較すると、やや後者が利得大であるが、大きな差異はない。このことから、情報共有型カーナビゲーションシステム導入による社会全体としてみた便益は必ずしも著しく増大するわけではないことを示唆している。

このことは、SD を現実的なカーナビゲーションシステム無搭載車両を意味する SD-CM に入れ替えた Case2 についても同様である。

また、Case3 の結果より、渋滞情報の更新頻度が頻繁になると、ST 戦略が支配戦略になることがわかる。1 章でも述べたように、現在の VICS 情報はリアルタイム性には乏しい。しかし、今後、技術が進歩し、渋滞情報がリアルタイムに受け取れるようになれば、従来のカーナビゲーションシステム (ST) で混雑を解消することが可能であり、情報共有型のカーナビゲーションシステム (ST-RIS) が導入される余地は無くなると考えられる。

総じて、情報共有型のカーナビゲーションシステム (ST-RIS) の導入は、一時的に社会全体の効用を上げるかに見えるが、最終的にはシェアを大きく伸ばせず、社会全体効用も導入前と大差ないと考えられる。しかし、従来のカーナビゲーションシステム (ST) だけでは、全ての車両にカーナビゲーションシステムを搭載させることは出来ないため、カーナビゲーションシステムのシェアの伸長が伸び悩んだ際のでこ入れ策として、意味があると考えられる。

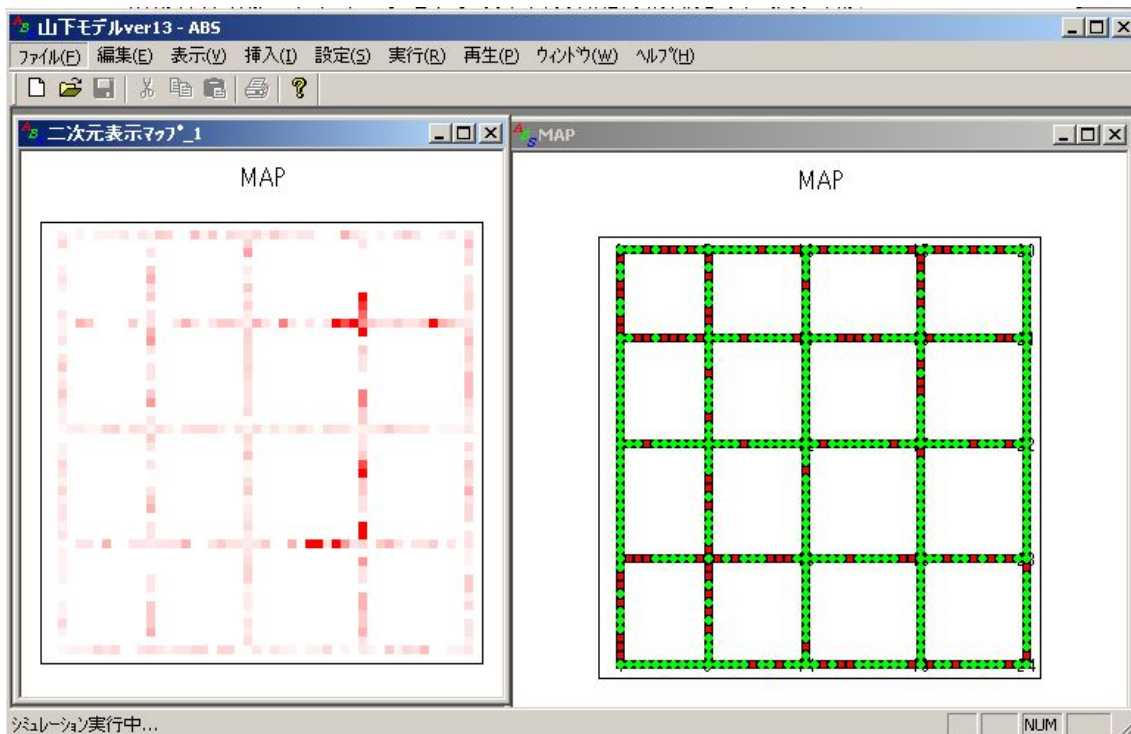
なお、今回のシミュレーションでは格子状の街路を用いて行っているが、結果には少なからず街路依存性があると考えられる。格子型だけでなく、放射型、または現実社会の街路を模擬したものなどでシミュレーションしてみる必要性がある。

5. まとめ

本論文では、ABS を用いて、交通シミュレーションモデルを構成し、文献[2]で述べられている情報共有型カーナビゲーションシステムの社会浸透性について考察した。

結果、情報共有型カーナビゲーションシステムを導入した交通モデルは PD ではなく Chicken 的状况になることを明らかにした。また、情報共有型のカーナビゲーションシステム (ST-RIS) の導入はカーナビゲーションシステムのシェアの増加に寄与するが、社会全体効用には大きな影響を与えないことが明らかになった。

注 1) シミュレーションモデルの実行画面



参考文献

- [1] ITS JAPAN <http://www.its-jp.org/>
- [2] 山下, 車谷, 和泉: 交通流における経路情報の共有に基づいた経路選択の効果の検証(2004) 情報処理学会 研究報告
- [3] http://www2.kke.co.jp/mas/MAScommunity_sample.html 遊園地モデル
- [4] 佐々木綱, 飯田恭敬: 交通工学, (1992), 126-127, 国民科学社