

報告番号	甲	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 多台参照追従モデルによる交通渋滞緩和に関する研究

氏 名 清水 光輝

論 文 内 容 の 要 旨

世界各国における自動車保有数は一貫して増加しており、特に発展途上国でその増加が激しい。発展途上国では道路網整備の遅れていて歩行者・自転車・二輪車・自動車などの混在交通を行うために交通量が低下する非効率な道路が存在する。その上効率的な交通制御がなされていないため、交通渋滞が頻繁に起こっている。それによる経済的損失、大気汚染、騒音等による環境悪化は大きな社会問題となっている。日本においては、自動車保有台数はここ数十年で急増して平成23年に7千8百万台を超えている。都市部において引き起こされた交通渋滞は、輸送時間、輸送コストの増加の原因となっており、その損失額は東京都で年間約1.2兆円、首都圏で年間約2.8兆円、全国で年間約12兆円と見積もられている。自動車台数増加のために自動車の排気ガスによる大気汚染は悪化している。自動車の排気ガスには、窒素酸化物、硫黄酸化物、浮遊粒子状物質、一酸化炭素などが含まれるため、ぜんそくなどの呼吸器の疾患を引き起こし、アレルギー疾患との関連も指摘されている。特に、窒素酸化物の主な発生源は自動車の排気ガスであって、その48%は自動車によるとされている。これらのことから、自動車には厳しい環境基準が定められているが、十分な効果を上げているとは言えない。そこで、経済損失や環境問題を改善するために交通渋滞を緩和するような交通流シミュレーションと交通制御に関する研究が行われている。

交通シミュレータを含む情報通信技術を交通制御に適用する研究は、高度道路交通システム（ITS）と呼ばれている。高度道路交通システムは、情報通信技術を利用して効率的で安全な交通を実現するための技術の総称である。高度道路交通システムの広く実用化された成果の一つとして、道路通行量自動収受システム（ETC）がある。信号などによる制御のない高速道路の交通においては、料金所における停車は交通渋滞の大きな原因の一つである。道路通行量自動収受システムの設置によ

り、料金所における交通渋滞は大幅に改善されている。しかし、日本においては料金所を通過する速度は法律により 10km/h に制限されている。停車する場合に比べれば大幅な改善ではあるが、通常の走行速度に比べて非常な低速に押さえられていることから、これが交通渋滞の原因となることは容易に想像される。本研究では、自動車専用道路の道路通行料自動収受システムを通過する交通流を制御することを研究目的とする。このような交通状況を、道路を一定間隔で連なって走行する車両群が、ある一定の道路区間においてのみ強制的に速度が低下する状況としてモデル化してシミュレーションする。このような交通状況は、道路通行料自動収受システムを通過する交通流だけでなく、その他の渋滞を発生する様々な道路状況においてみられる。例えば、高速道路において道路構造に起因する渋滞原因の一つとしてよく知られたものにサグ区間による渋滞がある。サグ区間では、運転者が気づかないほどわずかに道路の勾配が変化する所である。このような箇所では、運転者が勾配の変化に気づくのが遅れるため自動車が徐々に減速し、交通渋滞を発生し、場合によっては交通事故に至る。

本研究では、大きく 2 種類の研究を行う。第 1 は、自動車専用道路の料金所および道路通行料自動収受システムを通過する交通流のセル・オートマトンモデルによるシミュレーションである。料金所や道路通行料自動収受システムの設置形態が異なる場合についてシミュレーションを行い、交通流に与える影響を評価する。第 2 は、車両が一定間隔を置いて連続して料金所を通過するための効率的な車両の速度制御を行うモデルに関する研究である。車両の速度制御が車両追従モデルに従うと仮定し、安定性解析からモデルパラメータを定める。最初に、料金所を有しない、従って、車両が減速しない 1 車線道路において隊列走行するシミュレーションを行い、モデルの妥当性を検討する。つづいて、料金所のために車両が減速する 1 車線道路において効果的な前方車両の参照方法について検討する。

本論文は以下の 6 章よりなっている。

第 1 章の緒論で研究の目的について述べた後、第 2 章では研究の背景として交通シミュレーションモデルについて関連研究を整理して示している。交通シミュレーションの方法は、自動車の交通流を流体として扱うマクロモデルと個々の車両の挙動をモデル化して解析を行うミクロモデルに大別される。マクロモデルについて簡単に説明した後、車両追従モデルとセル・オートマトンモデルについて述べている。車両追従モデルでは、直前車両の情報だけを参照する直前車両参照モデルと直前車両とそれより前の車両を参照する多台参照モデルについて述べている。

第 3 章では、セルオートマトンモデルを用いた高速道路の料金所を通過する交通流シミュレーションについて述べている。料金所の種類や ETC 車両の割合を変えてシミュレーションを行い、交通量の違いを考察している。結果より、ETC 車両の割合が低い場合は、ETC の料金所を設置すると、一般車両が充満して ETC 料金

所のある道路にも入ってしまい一般車両が車線変更を余儀なくされた結果、想定以上に渋滞を引き起こしてしまうことを述べている。また、ETC 車両の割合が高い場合は、ETC 料金所と ETC と一般の両用料金所では結果に差は無いが、ETC 車両の割合が高いほど 2 つの車線に料金所の区別を設けることで交通量は想定以上に減少していくことを述べている。

第 3 章での結果を受けて、第 4 章と第 5 章では料金所通過時にの速度低下を改善するための効果的な交通制御について述べている。

まず、第 4 章では、自動車専用道路料金所のを通過する交通流シミュレーションの基本として、速度低下なしに ETC ゲートを通過する隊列走行車両の交通流のシミュレーションについて述べている。シミュレーションには、速度制御モデルとして前方車両との速度差に従って加速度を制御するモデルを用いている。最初に、モデルの安定性解析より、参照する前方車両の台数を増やせば交通流がより安定することを理論的に示し、交通シミュレーションによって妥当性を確認している。

第 5 章では、第 4 章の結果を踏まえて、料金所通過時に速度低下する場合における効果的な交通制御について検討している。ここでも、シミュレーションには、速度制御モデルとして前方車両との速度差に従って自車両の加速度を制御するモデルを用いている。5 台の車両が隊列走行する場合において、先頭車両を除く追従車両が、自分より前方にある車両をすべて参照すると考え、参照される車両（参照車両）に対する運転者の感応度の合計を参照車両群全体に対する感応度と定義している。そして、車両軍全体に対する感応度を最大化する場合、隊列の先頭車両と車両の直前方車両の 2 台だけを参照すれば良いことを理論的に示している。このモデルによる交通シミュレーションから、妥当性を検討している。

最後に第 6 章の結論では、以上で得られた結論を改めて示すとともに、今後の展望について述べている。そして、多台参照追従モデルに従って車両が速度制御を行うシステムをカーナビゲーションなどに組み込むことにより、交通渋滞を緩和する車両行動制御システムを実現できる可能性があるかと結んでいる。