

車線変更挙動を考慮した二車線道路の交通シミュレーション

金沢大学大学院 自然科学研究科 学生員 ○ 遠藤 紀彬
 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 正会員 中山晶一郎
 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 フェロー 高山 純一

1. はじめに

ドライバーの車線変更挙動は走行車線、追い越し車線など、車線によって異なる判断基準によってなされているように考えられるが、どのような要因がどうドライバーの思考に影響しているかということははっきりしていない。そこで、本研究では、平均速度や密度、その他の車線ごとに生まれる特性は、ドライバーそれぞれの思考に基づいた行動の結果形成されたものなのか、それとも、道交法などの法律や交通規制などがなければ形成されなかったものなのかということや、渋滞など道路の状態が変わった時にどのような特性を示すかなどを解明することを目的とする。

本研究ではミクロシミュレーションを用いて車線ごとの特性の解明を目指す。ここで、複雑化したシミュレーションモデルはブラックボックス的な面があり、得られた結果がはたしてどの程度信頼に足るものなのか判断しにくいという問題がある。そこで、本研究では自分でシミュレーションモデルを作り、それによって車線変更に関係する要素を探る。

個々のドライバーレベルでの行動ルールや相互作用による効果などが、全体として交通システムに結果的にどのような影響を与えるかなどを検討することで、どのような要素が車線ごとの特性に影響するかなどを調べる。

2. シミュレーションの概要

本研究では CA(セルオートマトン)によって交通流をシミュレーションする。

本研究のモデルでは、1セルは1車両を表現している。本シミュレーションでは小型車と大型車の区別はなく、渋滞時にも多少の車両間隔をあけることを考え、1セルは長さが縦 3m、横 3m の正方形セルとみなすことにする。端に達した車両は、また逆の端から侵入してくる。これは出口のない環状道路を一定量の車両が巡回しているものをイメージできる。道路長は 3m×3000 セルの 9km となっていて、1 タイムステップ 0.5

秒のシミュレーションである。これは、一度に5セル進んだ場合に 108km/h とみなすことができる。交通量、速度、密度は任意の地点・区間で測定し、プログラム内を流す交通量は、初期の道路全体の密度を設定することによってコントロールする。

このシミュレーションモデルは、車両の状態を決めるステップと、そのステップで決まったように移動を始めるステップの、2 ステップによってひとつのサイクルとしている。

車両(各セル)は、両車線の前後の6セルの状態により、次にとるべき行動を決める。

道路には二種類の車両が存在し、それは、遅い速度で満足する車両とより速い速度を目指す車両に分けることとする。このシミュレーションでは、速い速度を目指す車両は一度のタイムステップで5セルまで進むことができ、遅い速度で満足する車両は一度に4セルまで進むことができる。

初期の車の配置は、乱数を発生させ確率的に配置する。道路全体の車両の密度や速度別の割合なども調節することができる。

ドライバーはそれぞれ快適と感じる速度を設定しており、それは周囲の環境によって影響を受けるものと考えられるが、本モデルにおいては、各車両は最初に設定された速度を目標とし、その速度に達するために車線変更などを行って状況を改善しようとするとする。

各ドライバーは快適な速度で走行することを目標とし、そのために加速や車線変更を実行するが、それは、事故に遭遇せず、安全に走行できるという前提のもとに行われる。もしもドライバーが衝突の危険性を察知した場合は、車線変更や加速はあきらめ、必要によっては減速をし、場合によっては急ブレーキも行う。

ドライバーはまず自分と自分の周囲の状態を確認する。確認する状態とは、自分の目標とする速度、自分の速度、自分のいる車線の前後の車両までの距離と速度、隣の車線の前後の車両までの距離と速度である。

次にドライバーは行動の決定をする。自分が目標速度に到達しているかどうかを確認し、到達している場合はその速度を維持することを考え、到達していない場合は目標速度に近づこうと努力する。そして、それらを総合して、車線変更をする必要があれば、車線変更を考慮する。ここまでの車両の状態を決めるステップである。

この段階で決定された速度、車線変更の有無に基づいて、車両の移動が行われる。

本研究ではモデルのパラメーター（車両の移動ルール）を変えてシミュレーションすることで車線ごとの特性の解明を目指す。

3. シミュレーション結果の考察

シミュレーションの結果は交通量、密度、平均速度による基本図を比べることにより検証した。

車線の特性は初期の車両配置によって決まるかどうかということを調べるため、左右の車線の車両の配置を変えたものをいくつか用意してシミュレーションをしたが、どのモデルにおいても大きな違いは認められなかった。

目標速度が速い車両と遅い車両の割合を変えた場合、自由流での平均速度にわずかに違いがあらわれるが、基本図に大きな違いが表れることはなかった。

片側2車線道路では、観測地点を単位時間に通過した車両の数（流量） q と、通過した車両の速度の平均 $\bar{v}$ から算出される密度 $\rho = q/\bar{v}$ と流量の関係を表す基本図において、追い越し車線には明確な頂点があるが、走行車線にはないという傾向がある。しかし、本研究のシミュレーション結果からはどちらも同じような図になった。ここから、この現象は、走行車線と追い越し車線の意識の違いなどの車線のルールの違いが要因となると考えられ、初期の配置が走行車線だけであることなどは関係しない、もしくは、その要因単体では関係しないと考えられる。

空間オキュパンシーが0%に近いときは、自由流であり、車両はそれぞれの好む速度で巡航しているので、速度分布にばらつきが出るのが普通だが、本研究のモデルでは車両の速度は2種類であるため、速度のばらつきは少ない。実際の交通流と比べると、高い速度をとる車両が少ないようである。また、平均速度が1セル（20km/h）以下のデータがない。これらの原因は、車両がとりうる速度の幅が大きいことが影響している

と考えられる。特に速度が0セル（ストップ状態）と1セル（20km/h）の間の速度が無いことが大きく関係していると考えられる

走行車線では速度を改善するときのみ車線変更をし、追い越し車線では後ろからのプレッシャーがあった時にのみ車線変更を実行するモデルのQ-V図を図1に示す。ここで、交通量は両車線の合計であり、渋滞流時には、追い越し車線の方が平均速度が低い傾向がみられた。

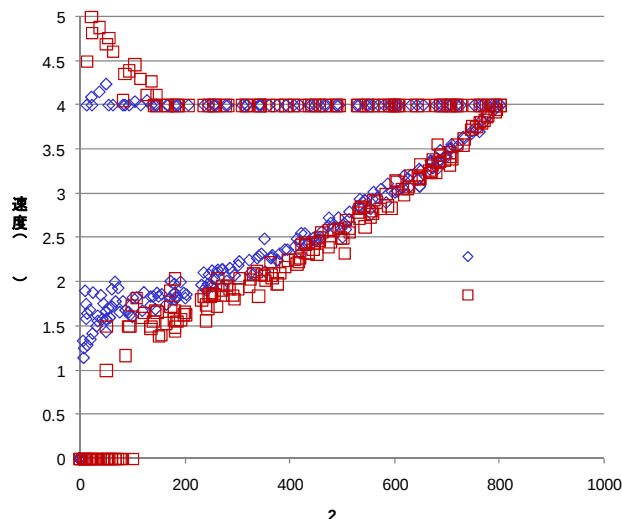


図1 Q-K 図

4. まとめ

左右の車線で同じ移動ルールの下、初期の車両の配置などの条件を変えてシミュレーションを行ったが、左右の車線で明確な違いが表れなかった。ここから、初期の車両の配置とは別のものが左右の車線の性質の違いを生んでいるのではないかと考えられる。

追い越し車線の車線変更条件を「後ろからのプレッシャーを感じた場合」にした場合、渋滞流の時に走行車線との違いが表れた。しかし、追越車線の車線変更条件に「前の車両が遅い時に車線変更」という走行車線と同じルールがないと、新しく加えた条件が結果にどの程度影響したのか判断できないため、改善の余地がある。

参考文献

- 1) Gipps P.G. (1986) A Model for the Structure of Lane Changing Decisions, Transportation Research, vol.20B, pp. 403-414, 1986