

## 車間距離の最適化が交通流に及ぼす影響の基礎検討

## Basic Study on Influence of Optimization of Vehicle Gap on Traffic Flow

○李 正宇<sup>1</sup>, 浜松 芳夫<sup>2</sup>, 星野 貴弘<sup>2</sup>\*Zhengyu Li<sup>1</sup>, Yoshio Hamamatsu<sup>2</sup>, Takahiro Hoshino<sup>2</sup>

Abstract: In recent years, with the development of urban modernization, the car is important for means of mobility. At the same time traffic jam has become a more seriously problem than past. Now more and more intelligent driving support systems are equipped on cars, such as Cruise Control (CC) and Adaptive Cruise Control (ACC) technology, which are expected to make the traffic system running more smoothly. This paper discusses the influence of vehicle gap's optimization on traffic flow. The optimal vehicle gap can reduce the car's average travel time on the road (include bottleneck area). With the simulator, we analyze the characteristic of vehicle conditions and verify the improvement of car's average travel time.

## 1. はじめに

日本において1960年代以来,自動車保有率は急速成長している.都市圏の交通渋滞は,日本全国で年間約38.1億時間の時間損失を発生させ,道路利用者に対する調査でも約6割の人が不満と感じている<sup>[1]</sup>.交通渋滞の発生原因は,交通事故,車両故障などの事象によって形成された突発渋滞,工事による工事渋滞,また明確な発生原因がなく起きる自然渋滞の3つがある.渋滞現象は,輸送効率の低下,環境悪化など様々な形で経済損失を与えており,その額はわが国だけで年間12兆円にのぼると言われている<sup>[1]</sup>.

高速道路における渋滞の原因は交通容量の不足以外に,サグ部などにおいて車両距離が適切に保たれていないことで,発生することが知られている.サグの上り坂のドライバーは気づかずに減速してしまうことがある.この場合,後方の車両がブレーキを踏むのを嫌って車線変更する状況が多い.このような無理な車線変更は追越車線で自車より後続の車両がさらに強いブレーキを踏むことになり,その結果渋滞が発生する.渋滞を回避するための方法として,流入量の制限や道路の改善は現実的に難しい場合がある.本研究では道路の拡張などインフラ側の整備を伴わない,車群の制御による旅行時間の改善方法について検討する.

文献[2]において,高速道路などで発生する渋滞の伝搬は適切な車間距離を維持した車群を形成することによってある程度改善することが示されている.車間距離を十分空けると,前方の車の減速が増幅されて後ろに伝わっていく連鎖反応を断ち切ることができるためである.車間距離を適切に空けることで,前方の車が減速しても自車はあまり速度を落とさなくて済む.こうして前方からの渋滞波を吸収することが可能になる.このような運転は「渋滞吸収運転」と呼ばれている<sup>[2]</sup>.近年,活発に研

究開発が行われているACCを始めとした車間制御機能や車々間,路車間通信といった技術を組み合わせることにより,前述のように適切な車間距離を維持した車群を形成することが今後可能になると考えられる.本稿では基礎的な検討として初期車両位置における車間距離が交通流に及ぼす影響を示し,そのシミュレーション結果を考察する.

## 2. Nagel-Schreckenberg Model

本研究は対象とする交通流を片道1車線として文献[3]で提案されたNagel-Schreckenberg Model(以下,NaSchモデル)を用いて交通流シミュレーションを行う.NaSchモデルでは,システム内には,道路長 $L$ セルに車両総数 $N$ 台の車両が走行し,後方車両が前方の車両を追い越すことはないものとしている.車両密度は $\rho = N/L$ と表される.位置 $n(=1,2,\dots,N)$ にある車両の状態はその時の速度 $V_n(V_n = 0,1,\dots,V_{max})$ によって定められる. $n$ 番目の車両の位置を $x_n$ とすると, $d_n = x_{n+1} - x_n$ は $n$ 番目の車両と $(n+1)$ 番目の車両の車頭距離になる.任意の時刻 $t$ の推移 $t \rightarrow t+1$ は次のルールによって更新される.

Step1 加速  $V_n < V_{max}$  の時,  $V_n \rightarrow V_n + 1$  とする

運転者のできるだけ早く移動したい願望を表す.

Step2 減速  $d_n < V_n$  の時,  $V_n \rightarrow d_n - 1$  とする.

前方車両を回避する減速挙動である.

Step3 ランダムブレーキ  $V_n > 0$  のとき, 確率 $p$ で速度を1減少させる.

ヒューマンドライバーの無意識の減速を示す.

Step4 車両挙動 Steps 1-3 で決定した速度により車両の新しい位置を  $x_n \rightarrow x_n + V_n$  と与える.

## 3. 車間距離が旅行時間に与える影響の検討

ボトルネックが存在することにより,適切な車間距離を維持されないことによる渋滞が発生しやすくなるため,ボトルネック区間を含む交通流シミュレーションを作成

1:日大理工・院・電気 2:日大理工・教員・電気

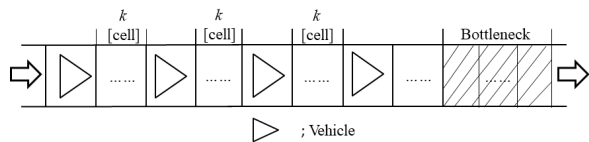


Fig. 1: Conceptual diagram of simulation

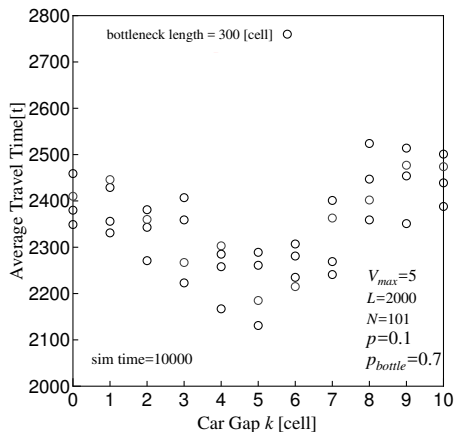


Fig. 2: Simulation results (Bottleneck length=300 Cells)

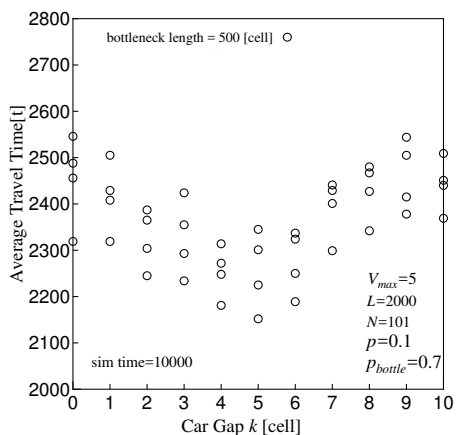


Fig. 3: Simulation results (Bottleneck length=500 Cells)

した。ここでは初期配置における車間距離が旅行時間に及ぼす影響を検討する。

### 3.1 シミュレーション条件

シミュレーションの概念図を Fig.1 に示す。シミュレーション時間を  $10000\Delta t$  とし、道路長  $L = 2000[\text{cell}]$  とし、初期車間距離を  $k[\text{cell}]$ 、最高速度  $V_{max} = 5$ 、車両総台数を  $N = 101$  とする。ボトルネック区間では、それ以外の区間に比べてランダムブレーキ確率  $p$  を上げることで渋滞を発生しやすくした。本報告ではボトルネック区間内の  $p$  を  $0.7$  とし、ボトルネック区間外の  $p$  を  $0.1$

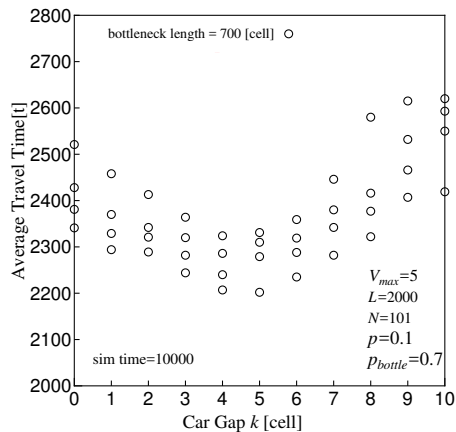


Fig. 4: Simulation results (Bottleneck length=700 Cells)

とする。いずれの初期車間距離でも旅行時間を比較するため、中央車両 (51 番目) の車両位置を 600 セル目とした。

### 3.2 シミュレーション結果

Fig.2~Fig.4 にボトルネック区間の長さを 300, 500, 700 セルを変化させた場合の 101 台の車両の平均旅行時間をそれぞれ示した。1つの初期車間距離に対して、シミュレーションを 4 回行った。いずれのグラフも平均旅行時間は初期車間距離  $k = 1$  から減少が始まり、 $k = 4, 5$  で旅行時間が最小となっている。初期車間距離  $k = 0 \sim 3$  では、車両は密度が高いままボトルネック区間に入り、車群は車間距離を維持できないため、車両速度の低減により渋滞が発生すると考えられる。初期車間距離  $k = 6$  以上となると旅行時間は再び増加することがわかる。今回のシミュレーション結果より、初期車間距離  $k = 4, 5$  ならば平均旅行時間をある程度改善することができる。

## 4. まとめ

本報告では一般車両の初期車間距離が平均旅行時間に与える影響を検討した。NaSch モデルを基にボトルネック区間を含む交通流シミュレーションを行った。その結果、初期車間距離を調整することにより、平均旅行時間を低減できることが明らかになった。今後は NaSch モデルに車間距離の調整ルールを導入することで文献 [2] で述べられた渋滞吸収運転効果について定量的な検討を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 国土交通省:「都市圏の交通渋滞対策プログラム評価書」,pp.1-8.2003
- [2] 西成活裕:「渋滞学」新潮社,pp.39-51,2006
- [3] A.Schadschneider:”Traffic flow:a statistical physics point of view”,Physica A 313, pp.159-160.2002