車両挙動を考慮したリアルタイム推奨走行情報提供モデルの有用性の検討

名城大学　学生会員　○石黒　祥梧
名城大学　正会員　　松本　幸正

1.　はじめに

世界の各国において，道路ネットワークを走行する車両情報の取得や，その周辺車両や道路に設置された通信設備との間においてリアルタイムな情報通信が可能となりつつある．これらの情報通信技術を用いて車両へ情報提供することは，信号交差点における無停止での通過や停止時間の減少といった交通円滑性や安全性の向上につながると考えられる．

そこで本研究では，信号交差点付近における交通円滑性の向上が見込めるような，個々の車両挙動を考慮した新たな推奨走行情報提供モデルを考案する．交通流シミュレーションを用いて，その情報提供を行なった場合と行わない場合の比較を行い，本研究で考案する推奨走行情報の有用性を検討する．

2.　リアルタイム推奨走行情報提供モデルの構築

2.1. リアルタイム推奨走行情報の考え方

図-1 は，それぞれ横軸に時間を，縦軸下方に信号交差点からの距離を取ったもので，車両の走行軌跡を示している．横軸上には，信号交差点到達時の信号点灯色も示している．

本研究においては，便宜のため，黄色信号は赤信号とみなすこととする．**図-1(a)**より，車両 C_1 のような車両は，現在速度を維持して走行し続けた場合に赤信号で停止する．しかし，車両 C_1 が推奨走行情報の提供に従って自然減速挙動を取ることで，緩やかに減速を行い，鎖線のように青信号点灯時に信号交差点に到達できる．車両 C_2 のような車両は現在速度を維持して走行し続けた場合，信号交差点を通過できるため情報提供を行わないこととする．車両 C_3 のような車両は赤信号で停止することになるが，推奨走行情報の提供に従って走行することで，信号交差点接近時に停止時間の減少が見込めることとなる．

図-1(b)は，異なる速度で同じ時刻に同じ地点に到達する場合に，車両への情報提供を行った際の軌跡図を示している．車両 C_4 より速度が速い車両 C_5 は，車両 C_4 より信号交差点から離れた位置において情報提供がなされる．車両 C_4 より速度が遅い車両 C_6 のような車両は，車両 C_4 より信号交差点に接近した位置

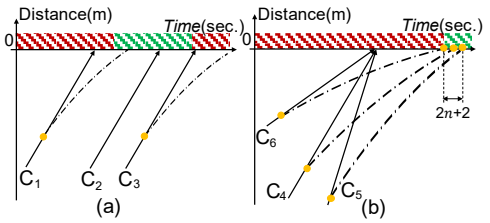

図-1　信号交差点に接近する車両軌跡図

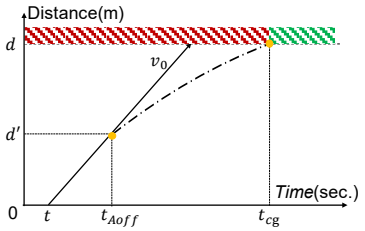

図-2　推奨走行情報の提供の考え方

において情報提供がなされる．このように，個々の車両の走行挙動の違いにより信号交差点を通過するための最適な情報提供のタイミングは異なることがわかる．車両が信号交差点に接近する際に，前方に車両が存在する場合がある．その場合は，前方に存在する車両台数を n(台)とし，車両一台当たり $2n$(sec.)の時間を設け，後続車両に情報提供を行う際にその時間分を差し引くこととする．

2.2. リアルタイム推奨走行情報提供モデルの考案

2.1. で記述したように情報提供のタイミングは，個々の車両挙動により異なることから，これらを考慮した情報提供モデルを考案する．

図-2 に推奨走行情報に車両が従って走行した場合に想定される時間 - 距離図を示す．横軸に時間，縦軸に信号交差点までの距離を取っている．

現在時刻 t において，現在速度 v_0 で信号交差点に接近する車両が信号交差点を無停止で通過するためには，車両が自然減速挙動を行った場合に青信号切り替わり時間 t_{cg} のタイミングで信号交差点に到達する必要があることから，自然減速開始時間 t_{Aoff} に車両への推奨走行情報の提供が行われることになる．この場合，車両の自然減速度を a としたとき，自然減速開始時間 t_{Aoff}は以下のように表すことができる．

$$t_{Aoff} = t_{cg} - \left(\sqrt{\frac{2(d - v0 \times (t_{cg} - t))}{a}} \right) \qquad (1)$$

前方車両を考慮した場合，

$$t_{Aoff} \quad \leq \quad t + (2n + 2) \qquad (2)$$

となり，この条件が成り立つ際に情報が提供される．

本研究では，この情報提供に従って走行する車両が混在する場合とすべての車両に情報提供を行わない場合のシミュレーションを行うこととする．

3. 交通流シミュレーションの概要

本研究では，交通流シミュレーションを用いて，推奨走行情報提供の効果を把握するため信号交差点が存在する片側二車線の単路部でのシミュレーションを行う．全長は約 1,220m であり，交差点は，中間地点の約 610m に存在している．信号サイクルは 1 サイクルを 170 秒とし，青時間を 75 秒，黄色時間を 3 秒，赤時間を 92 秒としている．今回，車両の自然減速度 a は事前のアクセルオフ挙動実験結果より，-1.0(m/s^2) としている．

4. 推奨走行情報提供モデル有用性の検討

図-3 に，情報提供に従って走行する車両が混在する場合と全ての車両に情報提供を行わない場合の車両挙動パターン別の距離 - 速度図を示す．

この図において，情報提供に従って走行する車両が混在する場合では，現在速度を維持し，信号交差点を通過した車両挙動パターンを「通過可能(情報提供車両混在)」とし，推奨走行情報に従って走行し，信号交差点を通過した場合を「アクセルオフ通過可能」としている．情報提供に従って減速しても信号交差点を通過できなかった場合で交差点手前で 12km/h 未満の走行を行った車両挙動パターンを「停止時間減少(交差点手前 12km/h 未満)」とし，実線で示している．全ての車両に情報提供を行わない場合においても，無停止で信号交差点を通過可能な場合の挙動パターンを「通過可能（情報提供なし)」，停止する場合を「通過不可」として，点線で示している．

この図より，点線で示された全ての車両に情報提供を行わない場合に交差点通過不可となった車両挙動パターンと比べて，信号交差点手前において，実線で示された情報提供に従って走行した 2 種類の車両挙動パターンでは，緩やかな減速が行われていることが見て取れる．これらの車両挙動パターンが信号交差点から少し手前で，減速もしくは加速している要因として，信号交差点手前において前方で滞留している車両が影響していると考えられる．

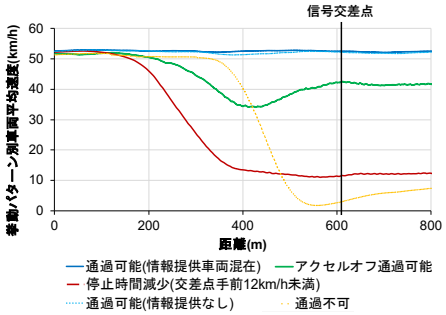

図-3 車両挙動パターン別の距離速度図

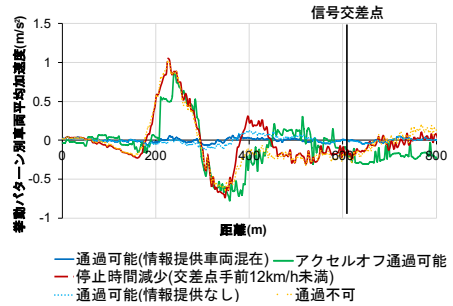

図-4 車両挙動パターン別の距離加減速度図

図-4 は，**図-3** と同様の車両挙動パターン平均別の距離 - 加減速度図である．この図より，信号交差点を止まることなく通過した「通過可能」の 2 パターンと比べ，停止や減速を行うこととなる「アクセルオフ通過可能」「停止時間減少(交差点手前 12km/h 未満)」「通過不可」の場合に加減速度の変化が大きくなっていることが見て取れる．

交差点から 400m 前後において，「停止時間減少」と比べ，「通過不可」の場合の挙動パターン平均の加減速度がマイナス値を取っていることが，信号交差点手前での速度減少につながっていることもわかる．

5. おわりに

本研究では，信号交差点付近における交通円滑性の向上が見込めるような個々の車両挙動を考慮した新たなリアルタイム推奨走行情報提供モデルを考案し，情報提供の有用性を検討した．

結果として，情報提供を行った場合，車両挙動が変化し，信号交差点手前で緩やかな減速挙動を取ることを明らかにし，本研究において考案した推奨走行情報提供モデルが有用である可能性が示唆された．

今後は，ドライバーへの情報提供効果を把握するため，仮想空間での推奨走行情報の有用性を検証する必要がある．

謝辞

本研究は，科学研究費補助金・基盤研究（C）（15K06262）を受けた研究成果の一部である．ここに記して，謝意を表す．