

VICS 情報に基づく事故発生警報の提供

株式会社長大 正会員 ○萬 沙織

株式会社豊田中央研究所 正会員 森 博子

首都高速道路株式会社 正会員 割田 博

*千葉工業大学 正会員 赤羽 弘和

1. はじめに

首都高速道路は、東京に集まる人や物のための交通を担う役目に留まらず、地方間の結節点としての機能も有する。そこでは、年間約 13,000 件の事故が発生しており、直接的損失のみならず、事故渋滞により後続車両な

ど事故当事者以外が被る時間損失も甚大である。

図-1 および図-2 に示とおり、首都高速道路における事故多発箇所のひとつである 4 号新宿上り線の赤坂トンネル付近では、同路線全体の事故の約 10%が発生している。これまでの研究¹⁾から、渋滞流中の疎部を走行している車両が密部に遭遇する場合、および渋滞末尾に到達する場合に事故が多発していることが明らかになっている。そのため、追突事故の発生比率が、他の箇所と比較して著しく高い。

本研究では、上記箇所を対象として、VICS リンク速度に基づき追突事故に直結する交通状況の発生を予測し、可変情報板やカーナビゲーションシステムを介して、運転者に事前に警報を提供するための基礎的知見を得ることを目的とした。

2. 感知速度の時空間変動による分析

分析データの収集期間は 2005 年 10 月～2006 年 9 月であり、画像処理により検出された 28 件の事故を分析対象とした。図-3 は、車両感知器データより作成した、5 分間平均速度の時空間変動の例である。この 5 分間平均速度が VICS リンク速度に対応する。

同図の例では、区間 6 において 15:20～15:25 に追突事故が発生している。下流の三宅坂 JCT から 20km/時未満の低速度域が区間 6 に遡上した時期と事故発生とがほぼ同時期であることがわかる。

他の事故例においても、このような下流からの交通状況の変動が事故発生地点に到達した時期と事故発生との関連を分析した。しかし、明確な対応関係は得られなかった。

3. 画像データによる事故発生過程の分析

赤坂トンネル坑口直前に設置された CCTV カメラにより取得された画像データを適用し、事故発生時刻を含む 3 分間の微視的交通状況を分析した。

図-4 と図-5 とは、画像座標と世界座標値との双方が既

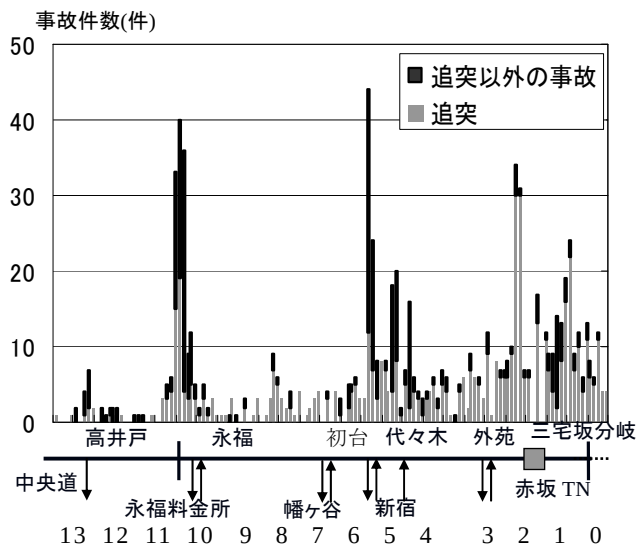


図-1 4号新宿上り線における発生状況



図-2 赤坂トンネル周辺図

Keywords : 高速道路、トンネル、事故警報、VICS、ITS

*連絡先 : akahane@ce.it-chiba.ac.jp

047-478-0444

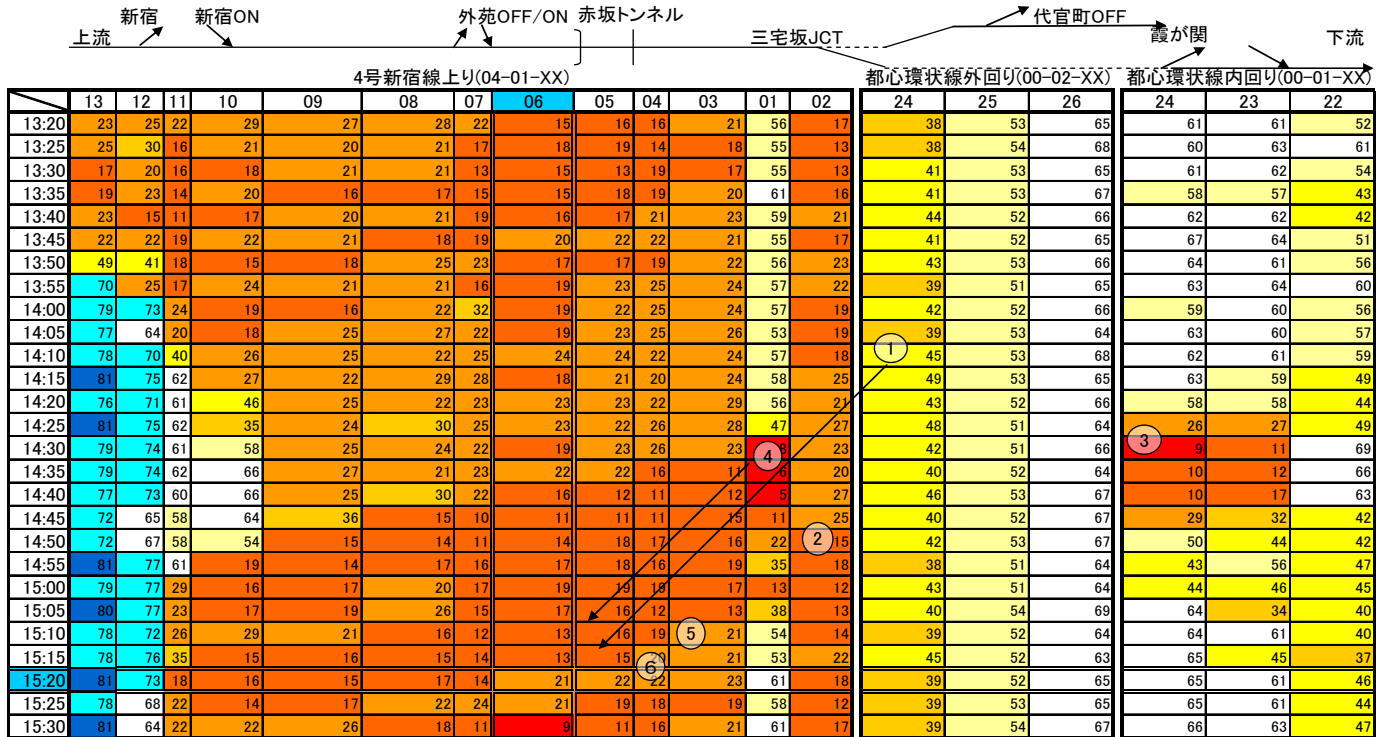


図-3 5分間平均速度の時空間変動の例

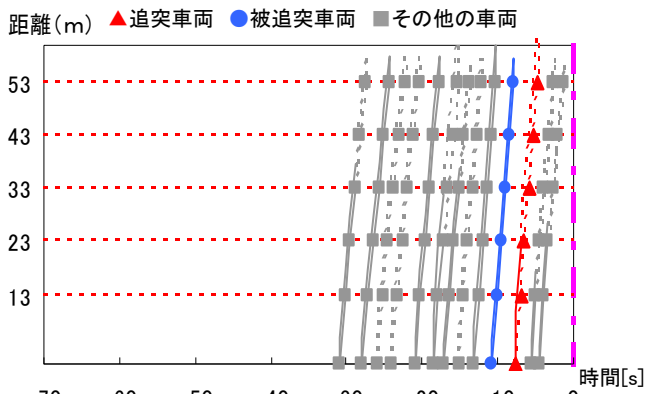


図-4 走行軌跡例(渋滞末尾追尾形)

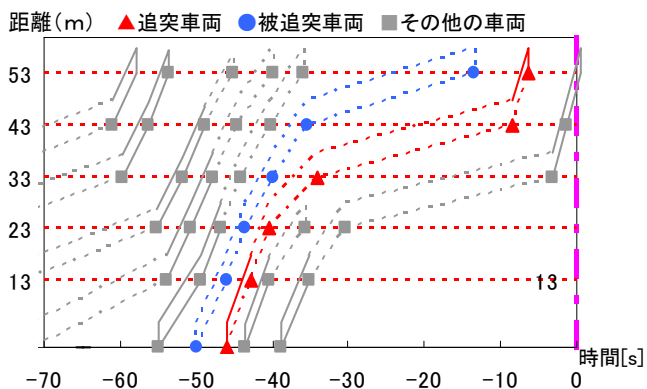


図-5 走行軌跡例(渋滞中追尾形)

知の評定点を目安として推定した、事故発生までの各車両の走行軌跡である。各車両の走行軌跡の破線は、ブレーキ灯の点灯により判定した減速操作を示す。

図-4 は、分析対象事故 28 件中 13 件を占めた、渋滞

末尾への追突例を示す。また、図-5 は、渋滞流中の疎部を比較的高い速度で走行していた車両が、密部の相対的に低い速度で走行する車両に追突する、渋滞中形の追突例を示す。この形態の追突事故は、分析対象事故 28 件中 15 件を占めた。両者の区分は、追突事故が多発する区間 6 とその前後の区間 7 および区間 5 の交通量-速度相関図上で、渋滞流と非渋滞流の境界領域に設定した渋滞判定速度により行った。表-1 に、各区間の渋滞判定速度を示す。

図-4 のみならず図-5 の例でも共通して、相対的に速度が高い状態から低い状態への遷移時に追突事故が発生していることがわかる。

既存の研究¹⁾においても、赤坂トンネル坑口近傍における事故形態のほとんどが追突で、かつ昼間および休日の発生割合が高いことから、先行車のトンネル進入直後の渋滞末尾への到達によるブレーキ灯の点灯を補助灯の点灯と誤認識し、減速が遅れるとの仮説が提起されている。

上記と図-4、図-5 とから、赤坂トンネル坑口に到るまでの速度履歴が、運転者の心理的弛緩状態を招き、同所における急激な速度低下と相まって、追突事故が多発し

表-1 渋滞判定速度

区間番号	区間 07	区間 06	区間 05
渋滞判定速度【km/h】	57	54	56

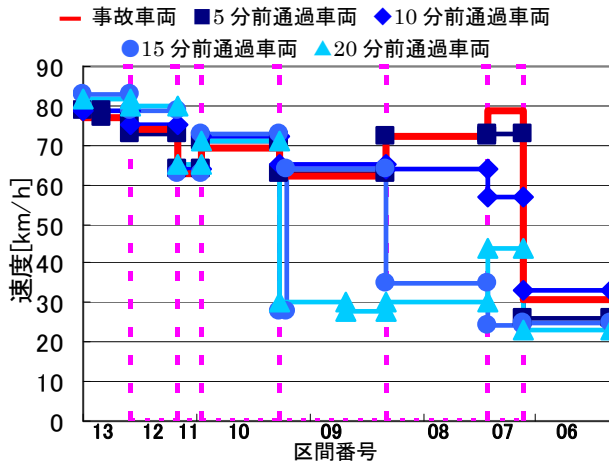


図-6 渋滞末尾追突車の推定速度履歴の例

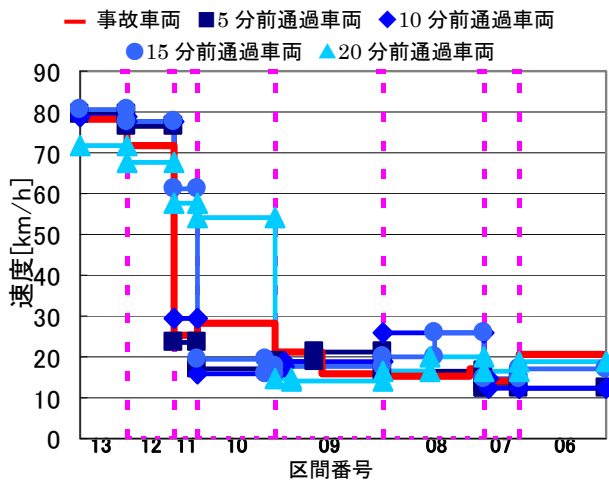


図-7 渋滞中追突車の推定速度履歴の例

ているとの仮説を得た。

4. 走行速度の履歴と事故発生過程の関係

前節の仮説を検証するために、追突車両が赤坂トンネル坑口に到るまでの走行速度の履歴と事故発生との関係を分析した。

追突車両の走行速度の履歴は、各道路区間の5分間平均速度データに基づき、事故地点から上流に向けて車両の走行軌跡を推定する逆タイムスライス法²⁾により推定した。

図-6は、渋滞末尾追突車の推定速度履歴の例を示す。事故発生より5～20分前に区間6を通過した車両と比較して、直近上流の区間7に走行速度のピークが存在することが特徴的である。

図-7は、渋滞中追突車の推定速度履歴の例を示す。この例では、事故発生より5～20分前に区間6を通過した車両と比較して、区間7から区間6にかけての走行速度の上昇が顕著である。その直後にトンネル内の区間5で密部に遭遇すると、事故に到り易いと推定される。

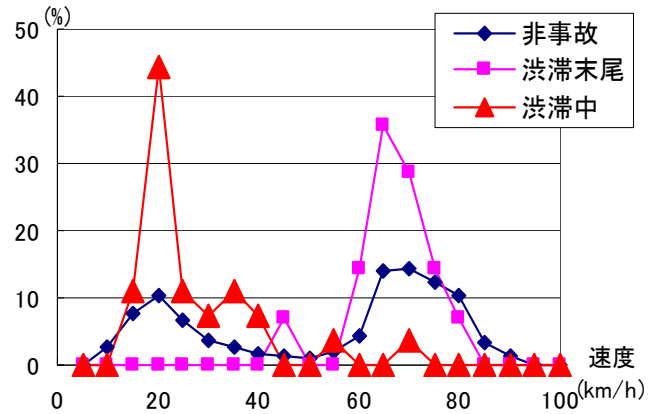


図-8 区間08の速度分布状況

以上から、渋滞末尾形と渋滞中形の追突事故では、履歴速度の絶対値は異なるが、事故発生箇所においてトンネル坑口直前で一端速度が上昇した直後に低下していることが、5分間平均速度によっても推定できる可能性が示された。

5. 事故多発交通状況の特定

図-8は、逆タイムスライス法により推定した走行速度の履歴に基づいて作成した、2つ形態の事故発生時およびそれ以外の状況毎の、区間8における速度分布である。

この速度分布図において、渋滞末尾形と渋滞中形の事故件数が最大であった速度を中心とし、分析対象の追突車両の80%が含まれる速度域を設定し、事故多発交通状況の閾値の初期値とした。但し、区間5においては、渋滞判定速度に基づいて速度の閾値を初期設定した。

実際に起きた事故件数の検出率を80%以上とする制約の下で、事故1件当たりの事故に対する警報(過検出)回数を最小化するように、上記の速度の閾値を最適化した。事故1件当たりの警報(過検出)回数に関しては、ハインリッヒの法則を参考に、300回程度に収めることを目標とした。

表-2に、最適化後の検出率および事故1件当たりの警報回数および1日当たりの平均警報時間を示す。検出率90%で、事故1件当たり警報が269回となり、目標を達成している。さらに、検出率を80%に緩和した場合には、事故1件に対する警報回数は192回、1日当たりの平均警報時間は1.2時間となった。検出率の設定は、過検出の割合とドライバーの受容性との関係により設定されるべきである。

表-2 最適化後の事故多発状況の検出結果

検出率[%] (件数)	事故1件当たりの警 報回数(5分間/回)	1日当たりの 平均警報時間数
100 (28)	429	3.2
90 (25)	269	1.9
85 (24)	229	1.6
80 (23)	192	1.3

図-9 に、最適化された各区間における速度の閾値を示す。すべての区間における走行速度が、各閾値の上限値と下限値の範囲内である場合に、事故多発交通状況と判定する。区間 6 が赤坂トンネル坑口であり、区間 5 が赤坂トンネル内である。

図-9 に示す、区間 10～7 までの相対的に高い速度域は、車両が赤坂トンネル坑口までの非渋滞区間を比較的高い速度で走行してきた場合に、赤坂トンネル下流から遡上する渋滞末尾に遭遇し、減速が不十分で追突に至る状況に対応している。区間 7 に速度のピークが存在する特徴がある。これは、同区間の外苑流出/入路における流出入交通が可変情報板等による渋滞情報の影響を受け、特に同区間下流部の渋滞を回避するために流出交通が卓越する状況で、走行速度が上昇するためと推定される。

同図に示す区間 10～7 までの相対的に低い速度域は、車両が赤坂トンネル坑口まで、疎密の変化の繰り返しを経験してきた場合に、赤坂トンネル直前で疎部に遭遇し、速度が高まった状態で密部に追突する状況に対応している。このような状況では、区間 7 における速度が上流区間よりも低下し、区間 6 で再上昇している。この後に、区間 5 で渋滞の密部に遭遇して事故に到っていることに対応していると考えられる。

以上より、赤坂トンネル坑口に至るまでの速度履歴が、運転者の心理的弛緩状態を招き、同所における急激な速度低下が、追突事故の多発させている可能性が高まったと考えられる。

6. まとめ

2005 年 10 月～2006 年 9 月の間の画像処理により検出された 28 件の事故を対象に分析を行った結果、「自由流を走行している状態から渋滞末尾に追突」と「疎密の

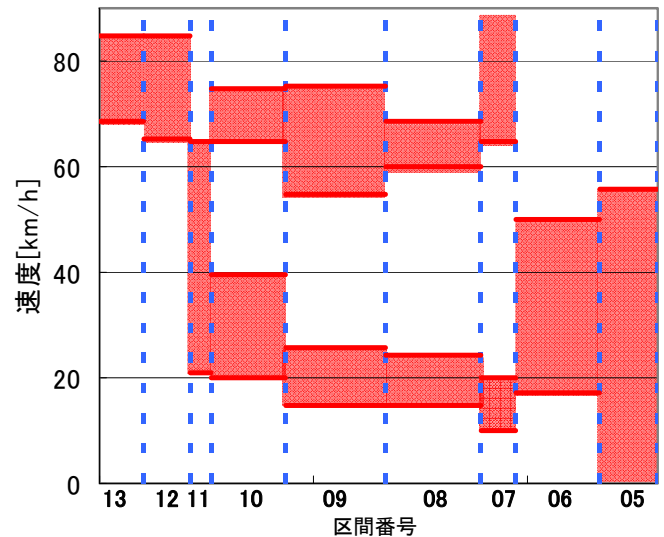


図-9 最適化された速度の閾値

変化の繰り返しを経験し、赤坂トンネル直前で疎部に遭遇し、速度が高まった状態で密部に追突」の2つの発生形態があることが明確になった。また、事故多発交通状況は、事故地点の下流側(区間 5)の速度のみならず、事故発生までに経験してきた速度域が関係していることが明確になり、これより追突事故を誘発する速度履歴のパターンを特定することができた。

実際に警報を提供する手順は、1) 車両感知速度データと事故データとを蓄積、2) 事故につながる速度履歴パターンを随時更新、3) 更新された速度履歴パターンを車載機に取り込み、4) 車載機の位置情報と速度履歴パターンとを組み合わせ警報を提供することになる。今後は、2006 年 10 月以降のデータを用いて、的中率等の検証を行う必要がある。

本研究においては、首都高速株式会社および東京大学生産技術研究所上條俊介准教授より各種データの提供を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 赤羽弘和、長谷川潤、森田緯之：“都市高速道路における追突事故発生状況の感知器データによる分析”、交通工学研究会、第 20 回交通工学研究発表会論文報告集、pp.13-16、2000.
- 2) 赤羽弘和、船岡直樹、田沢誠也、錦戸綾子：“累加交通量曲線による損失時間評価法の首都高速道路における事故渋滞への適用”、土木計画学研究発表会、Vol.29、2004.