

高速道路における車線変更等に伴う安全性の 傾向把握と評価手法の検討

兒玉 崇¹・石原 雅晃¹・前原 耀太¹・眞貝 憲史²・中西 雅一²・
田名部 淳²

¹正会員 阪神高速道路株式会社 計画部調査課 (〒530-0005 大阪市北区中之島 3-2-4)
E-mail: takashi-kodama@hanshin-exp.co.jp, masaaki-ishihara@hanshin-exp.co.jp, yota-maehara@hanshin-exp.co.jp

²正会員 株式会社地域未来研究所 (〒530-0003 大阪市北区堂島 1-5-17)
E-mail: shinkai@refrec.jp, nakanishi@refrec.jp, tanabe@refrec.jp

車線変更や合流等の運転行動に伴う追突事故や接触事故の発生は、複数の車両間の相互作用が関係している可能性を指摘されているが、相互作用を把握するためには、全車両の全ての挙動を捉える必要があることから、これまで正確な把握は困難であった。

そこで、今般、画像センシングで実測して生成した全走行車両の車両軌跡データに着目し、時空間で連続した同データから、安全性評価の対象となる車線変更等の軌跡部分を合理的に抽出する手法を構築するとともに、同データに含まれる追突リスクの高い現実のシナリオを抽出して、その発生傾向を整理した。

本稿は、高速道路における車線変更等に伴う安全性の傾向把握とその評価手法を検討した結果について、取りまとめたものである。

Key Words : *vehicle trajectory, interaction between vehicles, impact assessment, motion planning*

1. はじめに

車線変更等に伴う追突事故や接触事故等の交通事故の発生有無は、複数の車両間での相互作用が関係している可能性を指摘されているが、実際に、当該車両と周辺車両とが、どのような位置関係の際に、どのような挙動を採る場合に、どのようなプロセスを経て発生しているか、正確に把握はされていない。

相互作用の把握には、全車両の緻密な走行軌跡データを分析することが望ましいが、同データを手動生成する際の作業負荷や、画像処理技術も未熟だったこともあり、これまで分析に必要なデータ自体の入手が困難であった。

このような状況を鑑み、阪神高速では、合流や路面線形が複雑な渋滞多発区間(約2km程度)を対象に、道路照明柱にカメラを連続的に仮設し、AI技術を導入した画像センシングを活用して、全走行車両の走行軌跡データ(以下、全車両軌跡データ)を生成し、車両挙動に影響を及ぼす可能性のある影響要因とを関係化させたデータベースを構築するとともに、道路交通サービスの発展に資することを目的とした研究利用に対し、無償で同データベースを提供する車両軌跡データ利活用プロジェクト“Zen Traffic Data”¹⁾を立ち上げた。

同データベースは、多様な交通事故が、その影響要因とともにデータ化された、広範囲で長時間、かつ緻密な時空間データであることから、交通事故の発生に影響を与える車両挙動や、同発生に至るまでの相互作用などを詳細に把握できると期待されている。

今後、自動運転時代の到来により、周辺車両をセンシングする技術が高度化・広範囲化し、車両の軌道計算技術も高度化していくことを見据えると、従来からの道路改良やドライバーへの教育・啓発では限界があった交通事故の発生抑制に対し、車両制御によるその実現の可能性が期待されている。そのため、車両間の相互作用に着目した、車両軌道の安全性評価に関する研究は、車両制御技術の活用によって交通課題の改善を図る時代の到来を見通すと、今後の発展性が非常に期待できる、現時点から取り組むべき重要テーマと考えるに至った。

以上から、“Zen Traffic Data”で提供している全走行車両の車両軌跡データベース(以下、本DB)を活用し、車線変更等の個別の車両の車両軌道が、当該車両及び周辺車両に与える安全性の影響に着目し、それらを定量的に評価する手法について、検討することにした。

2. 全車両軌跡データの概要

(1) 道路照明柱を活用した画像センシングの開発

阪神高速が、全車両軌跡データの生成に採用している画像センシングは、車両検知器やプローブ情報では不可能な、全走行車両の面的な挙動が取得できる一方で、渋滞時等でのオクルージョンによる車両の隠れを避けるために、従来は、記録メディアの交換や電源が確保できる高層ビルからの撮影が可能な場合に活用が限られていた。そこで、阪神高速道路の何処でも合理的にセンシングできることを重視して、道路照明柱に着目し、照明電源充電方式のWebカメラ設備を開発した(図-1)。照明柱は、高さ約10m、約40m間隔で阪神高速道路全線に整備されており、夜間帯に照明電力を蓄電すれば昼間帯の撮影に支障はない。また、照明柱の強度や光学性能に影響しない小型のWebカメラを採用することで、画角調整や記録状況の確認を設置後でも遠隔操作にて可能とした。

(2) 全車両軌跡データのデータベース構築

全車両軌跡データは、撮影した走行映像から、0.1秒毎にDeep Learningを用いて車両を自動検出し、車両後部の下端中央位置の画面座標を緯度経度に換算する処理を各画像単位に行い、走行位置の点列軌跡として数値化したもので、各カメラで生成した車両軌跡のうち、隣接カメラとの重複部分において、両軌跡が時空間的に一致する車両IDを同定し、車両ID毎に連続した車両軌跡として生成する。また、設置したカメラのうち1台は広角カメラを採用して車長を計測し、車両属性情報として整備するとともに、車両間距離との差分で換算した車間距離などを周辺車両情報として活用している。また、保有する高精度な道路線形データ(平面曲率半径、縦横断勾配)を用いて、各車両の時刻位置での線形データを抽出し、それらを路面線形情報として整備している(図-2)。

本DBは、これら事象発生に関連するデータを、車両ID毎に時刻歴にて車両軌跡データと関係化させて構成したデータベースとなっている。

なお、全車両軌跡データを車両軌道の評価等に活用するためには、「車両間の前後関係」や「車間距離情報」、「車線変更情報」や「動線方向の距離程情報」が必要と

なるが、本DBでは、これらの必要情報を、データベース項目の引用又は換算により算出が可能である(図-3)。

(3) 利用可能な全車両軌跡データベースの概要

“Zen Traffic Data”で提供している全車両軌跡データは、阪神高速11号池田線(大阪方面)の塚本合流を含む約2km区間を対象としており(図-4)、渋滞発生前後の1時間分の軌跡データと関連データを含むデータセットが、渋滞発生状況の異なる5セット(計5時間分)利用できる。

利用可能な上記5時間分のデータのうち、2017年4月26日午前7時台の全車両軌跡データを、タイムスペース図(以下、TS図)に描画したものを図-5に示す。

図-5のTS図から、一時的な急減速が後続へ伝播する現象であるショックウェーブ(以下、SW)が、様々な地点から不規則に発生している状況を確認できる。なお、第1車線では、概ね合流付近からSWが発生しているが、第2車線では、合流手前の右カーブの立ち上がりのサグ

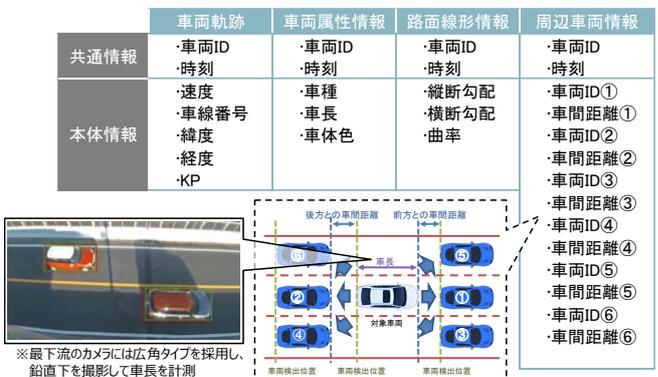


図-2 全車両軌跡データベースの構成

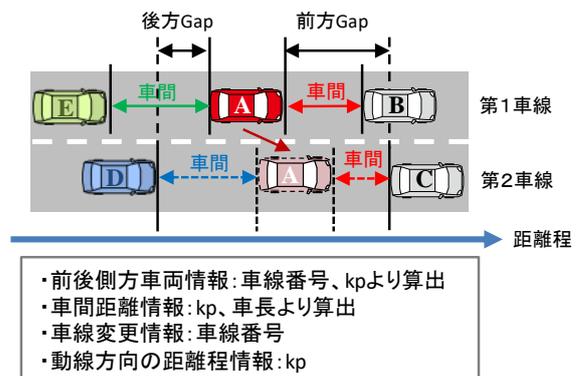


図-3 車両軌道の評価に必要なデータ項目

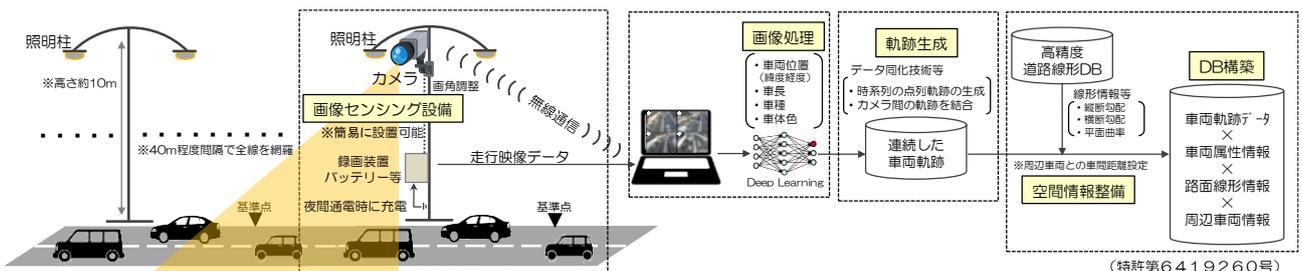


図-1 画像センシングを活用した全走行車両の車両軌跡データベース生成のフロー



図-4 対象区間の概要 (阪神高速 11 号池田線 (大阪方面) 塚本付近 (約 2km))

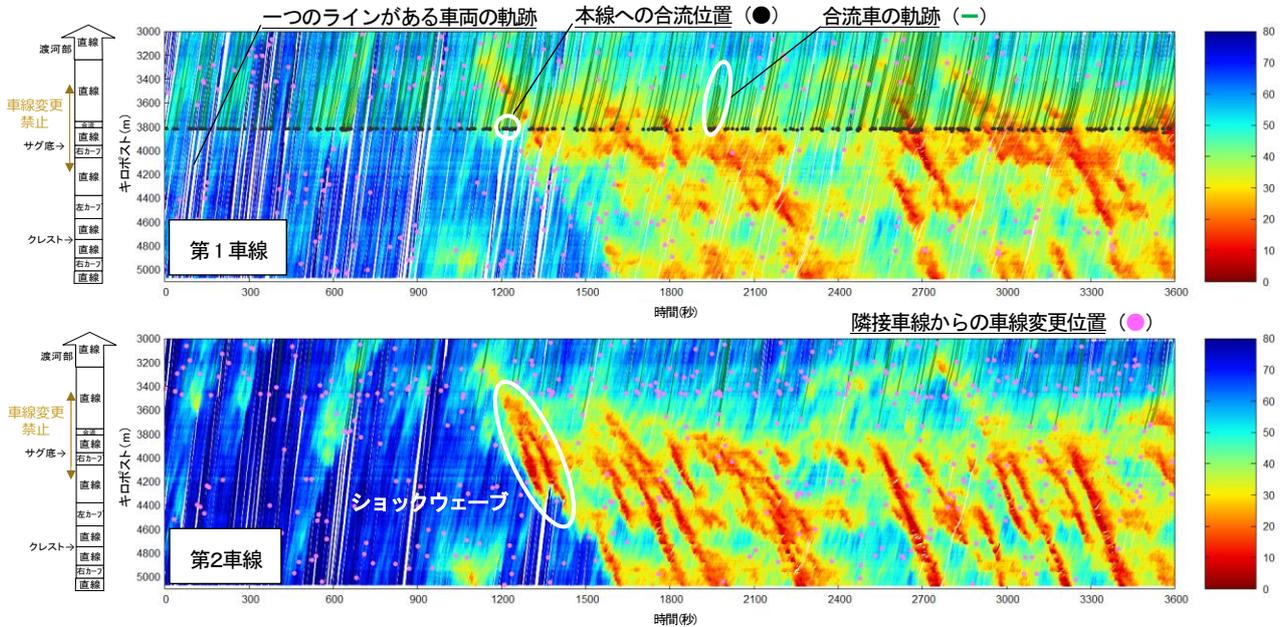


図-5 全車両軌跡データのタイムスペース図 (2017年4月26日午前7時台)

部付近から発生している場合が多く、同区間が車線変更禁止区間であることを鑑みると、路面線形等の影響で発生した可能性も懸念される。また、同TS図では車線変更位置もプロットされており、車線変更後にSWが発生している状況も散見された。

以上から、これまで合流が原因とされていた塚本合流渋滞で複数のSW発生パターンが確認され、同区間が複雑な渋滞発生メカニズムであることが窺えた。

3. 対象の運転行動の抽出に用いる指標

車両軌道の安全性評価を行うためには、まず最初に、車線変更等の運転行動を、一連の車両軌跡から合理的に抽出するための定義設定が必要となる。同設定の検討にあたり、車線変更等に伴う安全性の評価においては、相互作用の影響が懸念されるため、車頭距離や車間距離、相対速度等で構成される指標を用いて検討することが望ましいと考え、自動ブレーキ装置の装備を前提とした安全性評価指標として用いられる“衝突余裕時間 (以下、TTC)”や、車両毎に走行の効率性が評価できる“Flowrate”などの指標を用いることにした (図-6)。

4. 対象の運転行動を抽出するための定義設定

対象区間が面的に網羅された時空間連続データである本DBを活用して、車両軌道の安全性評価に着目した分析を行う場合、例えば、車線変更の場合でも、同行動は、時空間で連続する車両軌跡の一部であり、車線変更部分の明確な区分は容易ではなく、分析目的によってはその区分も異なることも予想される。そのため、本稿では、まずは車線変更と合流に着目し、これらの運転行動に該当する対象の車両軌跡部分を抽出するための定義設定を検討した。なお、本項で検討した定義は、安全性評価への活用を目的とした設定であることを申し添えておく。

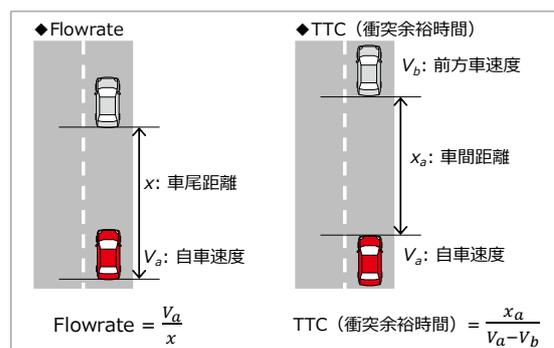


図-6 対象の運転行動の抽出に用いる指標

まず、車線変更を抽出する定義設定について述べる。

車両軌跡から車線変更部分を抽出するための定義設定の検討にあたり、対象データが渋滞の発生前後のデータであり、相応に高密度な交通状態が含まれていることを鑑みると、車線変更車自らの加減速によって車線変更可能なGapを確保し、忙しなく車線変更する場合、それ以外とは、車線変更車及びその周辺車両の安全性の評価結果が異なることが予想された。さらに、自らの加減速によりGapを確保してすぐ車線変更する場合は、並走車両を追い抜いて同車両の前に入るのか、追い抜かされて同車両の後ろに入るのかによっても結果は異なると予想される。そのため、これらも区別して分析した(図-7)。

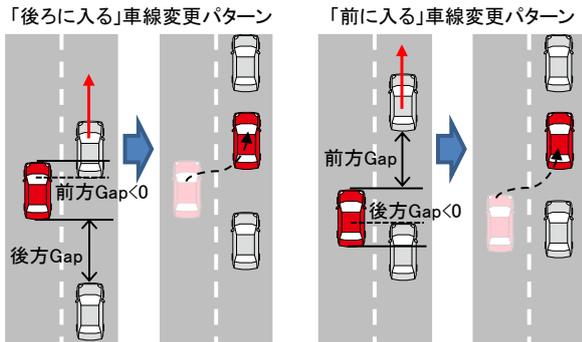


図-7 車線変更のパターン区分

ここで、本DBにおける車線変更とは、走行する車線情報の切り替わり時点となり、厳密には、車両の測位位置である車両後方の下端中央が車線区分線を跨いだ時点が車線変更該当することになる。そのため、車線変更に伴う一連のプロセスを評価するためには、車線変更の開始時点から終了時点まで広義に定義する必要がある。

例えば、「後ろに入る」車線変更パターンの場合、後方Gapの成立 (Gap>0) 後に前方Gapが成立となるため、前方Gap成立時点を手線変更開始時点とし、その後、車線情報の切り替わりを経て、流入先車線に流入後、車線変更車両や後方車のTTCやFlowrateが概ね安定した時点を手線変更に伴う安全性に係る影響が過少となった時点とし、同時点を安全性評価における車線変更終了時点と見なすことにした(図-8)。なお、本稿では、車線情報の切り替わり時点を手線変更時と称することにしている。

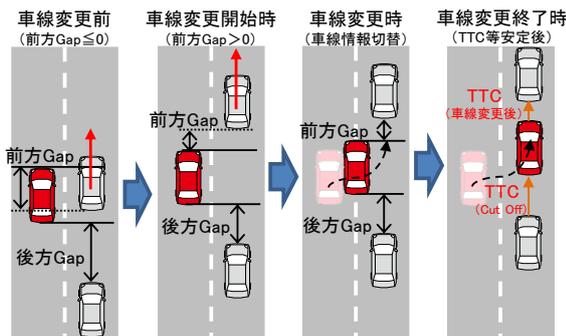


図-8 車線変更の抽出定義 (「後ろに入る」の場合)

TTCやFlowrateが安定する時点は、状況ごとに異なるため、本稿では、車線変更時(車線情報切り替わり時点)から、TTCの最小値が出現するまで、及びFlowrateが平均値±10%以内に低下するまで、の経過時間の分布から、車線変更時から10秒経過後を手線変更の終了時点と一様に設定することとし(図-9)、同様の考え方で、「前に入る」も設定した。また、前後方Gapが成立してもすぐ行わない車線変更は「間に入る」と見なすことにし、前後方Gap成立後10秒経過後以降に車線情報が切り替わる車線変更を「間に入る」と定義した。

なお、合流に関しても同様の定義としている。

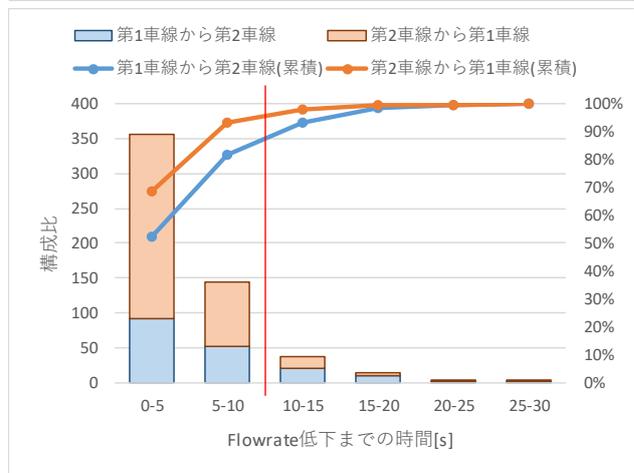
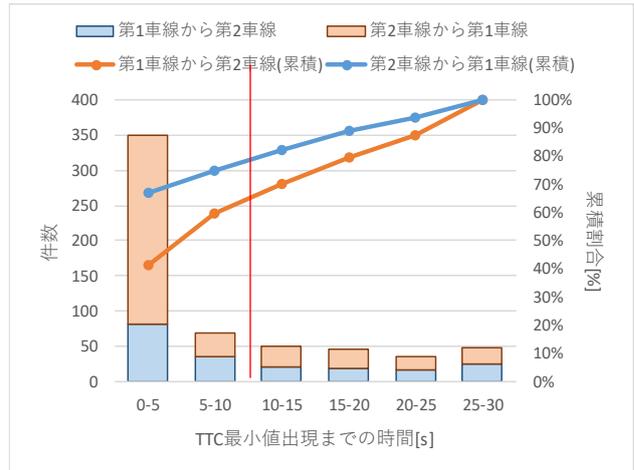


図-9 車線情報切り替わり後にTTC最小値・フローレート低下が出現するまでの経過時間の分布

5. 評価対象軌道の傾向整理

(1) 車線変更の傾向整理

車線変更(Lane Change)の分析では、車線変更の結果、目の前に流入される状況をCut In、目の前から流出される状況をCut Offと称して分析対象とした(図-10)。

車線変更について、車線変更時の速度帯毎に、前述の3タイプの内訳も含めて整理した結果を図-11に示す。これより、高密度な交通状態と考えられる、渋滞流や臨界流では、前方車の「後ろに入る」パターンが圧倒的に多く、

自由流になると、「後ろに入る」よりも「前に入る」パターンの出現回数が多くなっている。

また、高密度渋滞流と臨界流に着目し、車線変更時の前方Gapと後方Gapを車線変更パターンごとに整理すると、前方Gapに関しては、渋滞流では、「後ろに入る」と「前に入る」は概ね同様の傾向であり、臨界流では、「後ろに入る」パターンが小さい場合が多かった。また、後方Gapに関しては、「前に入る」パターンがどちらの速度帯でも小さい場合が多くなっている(図-12)。さらに、同様に、高密度渋滞流及び臨界流に着目し、各パターンでの相対速度の平均値、前後方Gapの平均値、TTC最小値の平均値との関係を表-1に整理した。

これより、まず全体的な傾向としては、渋滞流の方がTTCが小さく、また、相対速度からは、車線変更に伴い、同一車線の前方車との車間が小さくなる傾向が窺える。

次に、「後ろに入る」パターンに着目すると、同一車線の前方車との車間が渋滞流では小さいうえに、前方車の方が速度が全体的に遅くなっており、その結果、TTC(車線変更前)が比較的小さくなっている。同様に、隣接車線の後方車は、渋滞流・臨界流とも速度が速いため、後方Gapは相応にあるものの、結果としてTTC(Cut In)が比較的小さくなっている。

続いて、「前に入る」に着目すると、渋滞流では、同一車線の前方車との車間が小さいうえに、速度差もあるため、TTC(車線変更前)が小さくなっている。同様に、隣接車線の前方車との前方Gapも小さいうえに、速度差もあるため、TTC(車線変更後)が小さくなっている。

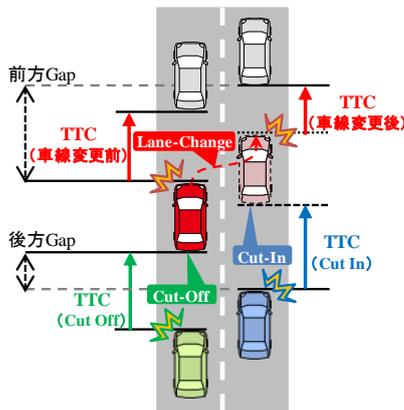


図-10 車線変更に伴う安全性評価の対象

最後に、「間に入る」に着目すると、渋滞流では全体的に車間が小さくなっており、速度差も平均して小さいものの、同一車線の前方車及び後方車では、時折速度差が大きくなることもあり、その際に、TTC(車線変更前、Cut Off)が小さくなっている。



図-11 速度帯別の車線変更パターンの出現傾向

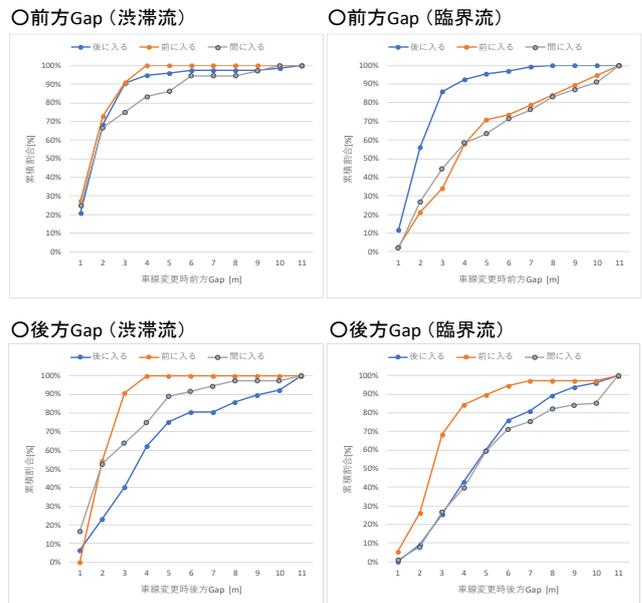


図-12 車線変更時のGapの分布(渋滞流・臨界流)

表-1 車線変更パターン別のTTCとその算出指標との関係

| 車線変更パターン | 3速度帯 | 相対速度の平均値 (車線変更開始時~車線変更時) | | | | 相対速度の平均値 (TTC最小値観測時点) | | | | GAP・車間距離の平均値 (TTC最小値観測時点) | | | | TTC最小値の平均値 | | | |
|----------|------|--------------------------|----------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|----------|---------------------------|---------|-------|--------|------------|---------|-------|--------|
| | | 同一車線 前方車 | 同一車線 後方車 | 隣接車線 前方車 | 隣接車線 後方車 | 同一車線 前方車 | 同一車線 後方車 | 隣接車線 前方車 | 隣接車線 後方車 | 車線変更前 | Cut-Off | 車線変更後 | Cut-In | 車線変更前 | Cut-Off | 車線変更後 | Cut-In |
| | | 後らに入る | 渋滞流 | -0.6 | 0.0 | 11.5 | 9.3 | -4.6 | 5.3 | -4.7 | 9.2 | 8.8 | 14.5 | 10.1 | 18.0 | 11.6 | 19.4 |
| | 臨界流 | -0.5 | -0.7 | 9.9 | 8.0 | -4.7 | 5.1 | -3.6 | 8.5 | 13.7 | 22.1 | 11.9 | 19.4 | 32.6 | 23.2 | 31.2 | 8.1 |
| 前に入る | 渋滞流 | -2.4 | -0.6 | -3.2 | -6.0 | -5.8 | 3.1 | -4.1 | 2.4 | 6.2 | 11.1 | 6.4 | 13.3 | 3.6 | 13.6 | 5.3 | 28.0 |
| | 臨界流 | -1.9 | -4.8 | -6.0 | -8.5 | -6.6 | 4.9 | -6.6 | 2.7 | 16.9 | 16.8 | 13.3 | 16.2 | 24.6 | 16.6 | 13.7 | 25.7 |
| 間に入る | 渋滞流 | 0.0 | -0.7 | 1.2 | -0.8 | -6.3 | 7.6 | -4.8 | 2.1 | 9.6 | 9.9 | 9.7 | 12.3 | 8.8 | 9.3 | 16.3 | 31.2 |
| | 臨界流 | -0.8 | -1.1 | 1.5 | -0.2 | -7.6 | 5.1 | -5.4 | 6.3 | 13.6 | 20.1 | 18.4 | 23.7 | 13.6 | 17.1 | 23.8 | 20.0 |

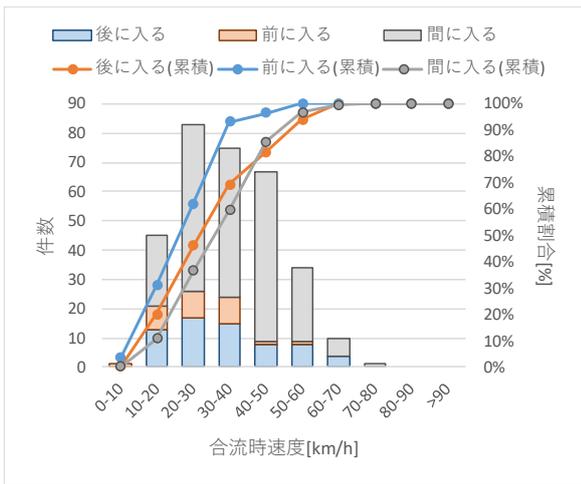
※相対速度は前方車速度-自車速度

(2) 合流の傾向整理

前項と同様の整理を合流について行った (図-13) .
 なお、速度帯については40km/hを境に2分している。これより、速度帯に関わらず、「間に入る」が圧倒的に多いこと、「前に入る」は、高速流ではほとんど出現していないことがわかる。これは、基本的に本線の方が走行速度が高く、優先意識も共通認識化されているためと考えられる。

この優先意識に着目し、合流行動における優先意識を定量的に把握するために、既往研究²⁾を参考に、合流車がハードノーズに到達した時点 (図-14) で最も近い後方の本線走行車とのペアを対象に、両車両の車頭距離と相対速度との関係から優先状況について整理した (図-15) .
 なお、低速流では、同2車両間の関係に限定した整理が困難なため、高速流に限定して整理している。

この結果、車頭距離と相対速度の関係を可視化することによる合流車と本線走行車との優先状況のエリア分けが概ねできる結果が得られており、両指標により、優先意識の傾向を定量的に把握できる可能性が窺えた。



| パターン | 低速流 (40km/h 未満) | 高速流 (40km/h 以上) |
|------|-----------------|-----------------|
| 後に入る | 45 (22%) | 20 (18%) |
| 前に入る | 27 (13%) | 2 (2%) |
| 間に入る | 132 (65%) | 90 (80%) |

図-13 速度帯別の合流パターンの出現傾向

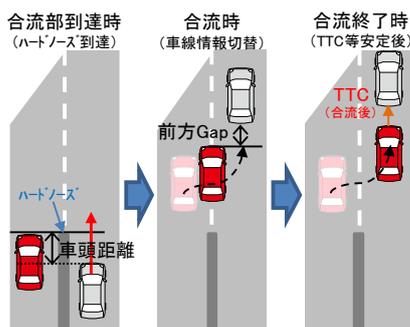


図-14 合流車のハードノーズ到達イメージ

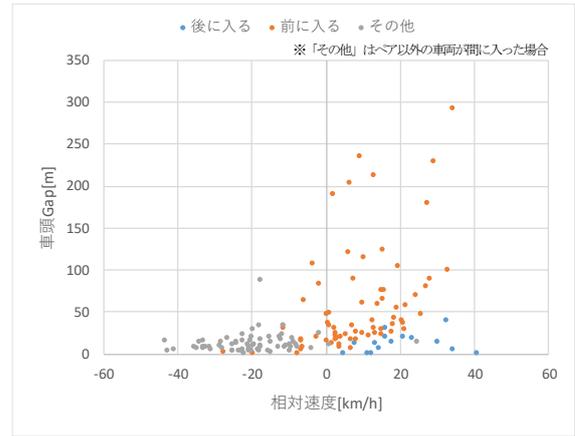


図-15 合流時の位置・速度関係と優先状況の関係 (高速流 (合流時に 40km/h 以上))

6. 追突リスクの高い車線変更事例の紹介

本章では、車線変更の「後ろに入る」「前に入る」に着目し、どのような位置関係の際に、どのように挙動を採る場合に、どのようなプロセスを経て、追突リスクの高い状態 (TTCが急減少) が発生しているのか、事例を紹介するとともに、追突リスクの高い (TTC極小) 事例を抽出し、速度帯別に、車線変更パターン毎に整理した。

(1) 追突リスクの高い「後ろに入る」車線変更事例

臨界流での「後ろに入る」車線変更パターンについて、事例を紹介する (図-16) .

車線変更車は、前方Gap成立後、徐々に速度を上昇させながら、前方Gapを確保しようとしているが、一方で、後方Gapの減少や、絶対値は大きいものの、同一車線の先方車との車間の減少が見受けられる。また、同一車線の後方車とは、車間距離に大きな変化はないものの、隣接車線への流入前に、TTC (Cut Off) が急減少している。なお、流入後は、流入先の後方車とのTTC (Cut In) が急減少しており、その後、車線変更車が速度を上昇させたため、今度は車線変更車と前方車とのTTC (車線変更後) が急減少するなど、車線変更に伴い、複数の周辺車両で追突リスクが高まっている状況を確認できた。

(2) 追突リスクの高い「前に入る」車線変更事例

同様に、概ね臨界流の状態での「前に入る」車線変更パターンについて、事例を紹介する (図-17) .

車線変更車は、後方Gap成立後、隣接車線の速度が比較的低いため、少し速度を落とし気味で後方Gapを確保しようとしているが、隣接車線の前方車の速度が上がらず、前方Gapが減少したため、さらに速度を落とした結果、同一車線の後方車との車間や、後方Gapが減少している。なお、この際に、隣接車線の後方車は速度を上昇気味であった。このため、隣接車線へ流入前に、同一車

線の後方車とのTTC (CutOff) が急減少するとともに、流入後も、後方車のTTC (CutIn) が急減少している。なお、流入後の前方車との車間も狭いまのため、時折、TTC (車線変更後) の急減少が見受けられる。このように、車線変更のプロセスにおいて、隣接車線の前方車と後方車とで、加減速のタイミングが合っておらず、その結果、複数の周辺車両で追突リスクが高まっている。

(3) 追突リスクの高い車線変更事例の出現傾向

3つの車線変更パターン別に、速度帯別の4種類のTTCの極小値を算出して表-2に整理した。なお、極小値は、既往研究³⁾を参考に、普通車の自動制動実行の閾値1.4秒を採用した。出現傾向は、パターン数 (図-11参照) にも左右されるが、「後ろに入る」と「間に入る」車線変更パターンで危険な追突リスクの出現が目立っており、一般的に車線変更による安全性評価で注目されがちなCutInよりも、車線変更車の車線変更前後の方が、危険な追突リスクの出現回数が多いという結果となった。

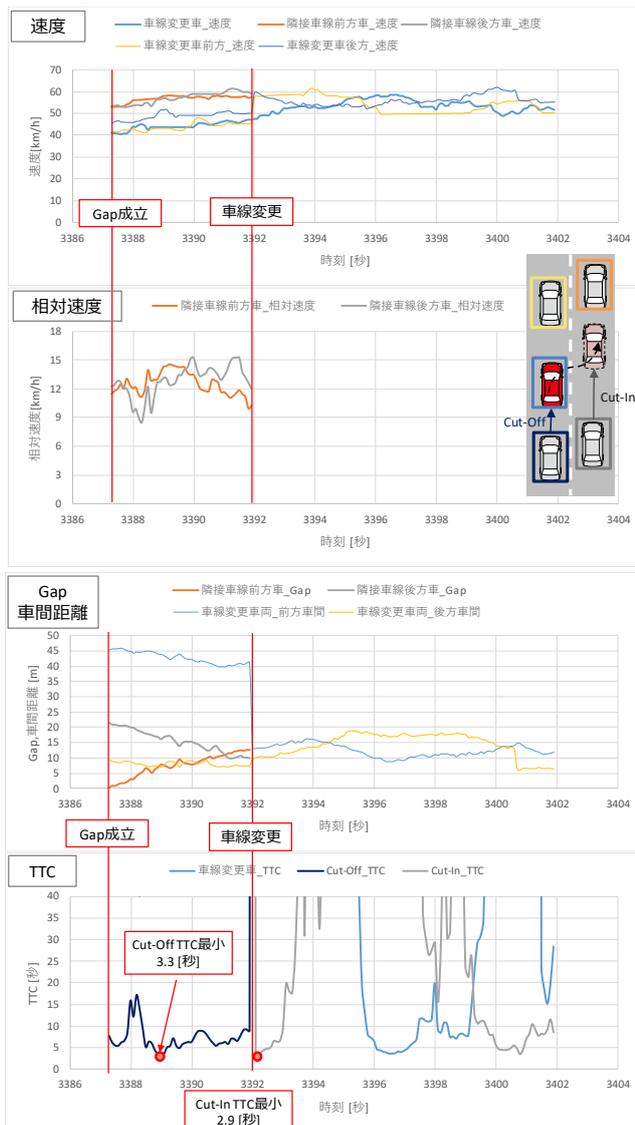


図-16 追突リスクの高い「後ろに入る」車線変更事例

この結果は、交通量の多い都市高速道路の特性も影響していると思われる。つまり、高密度な交通状態において、車線変更のタイミングを図る際の前方車への注意不足や、車線変更直後の車間距離が短い状態での前方車の減速等の影響が想定される。ここで、同結果は、車線変更車両とその周辺車両を対象とした、車線変更に伴う直接的影響を評価したもので、車線変更によってSWが発生し、SWに巻き込まれた車両間で発生する可能性のある追突リスクといった間接的影響は対象としていない。

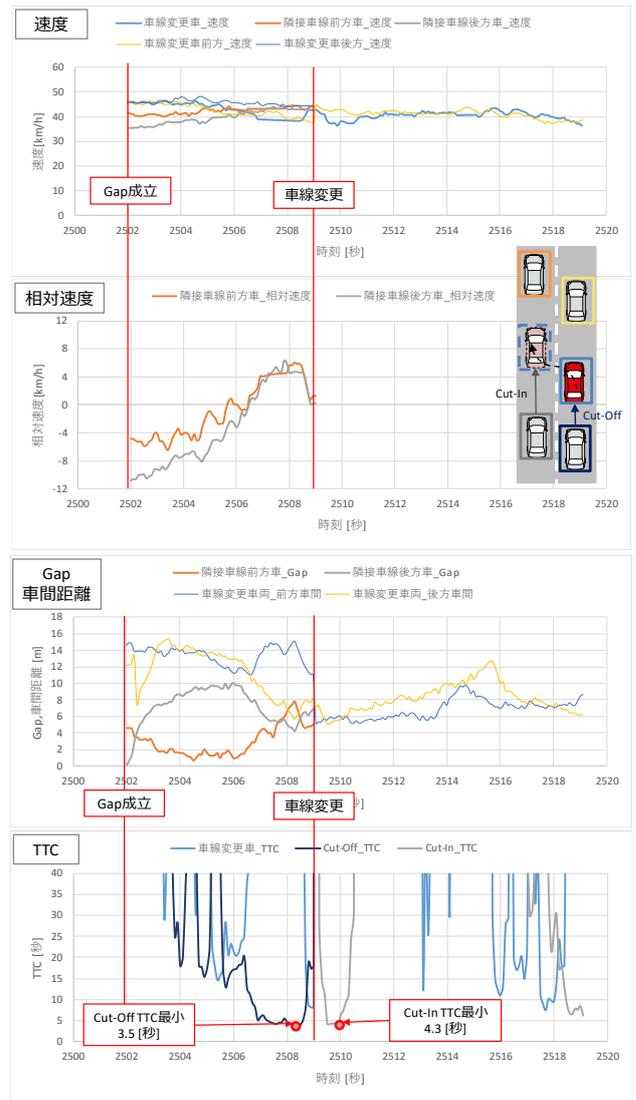


図-17 追突リスクの高い「前に入る」車線変更事例

表-2 追突リスクの高い車線変更の出現傾向

| 車線変更パターン | 3速度帯 | 車線変更前 | Cut-Off | 車線変更後 | Cut-In | 出現回数 |
|----------|------|-------|---------|-------|--------|------|
| 後ろに入る | 渋滞流 | 2 | 0 | 6 | 2 | 10 |
| | 臨界流 | 3 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| | 自由流 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 前に入る | 渋滞流 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| | 臨界流 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 間に入る | 渋滞流 | 1 | 3 | 1 | 1 | 6 |
| | 臨界流 | 1 | 2 | 5 | 1 | 9 |
| | 自由流 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 合計 | | 10 | 5 | 17 | 4 | 36 |

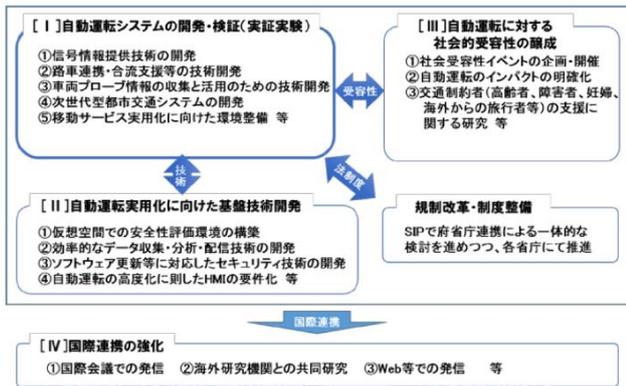


図-18 SIP 第 2 期での研究開発の全体構想

6. 自動運転システムの安全性評価への活用

日本の自動運転における協調領域に関する研究開発は、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）を中心に進められており、政府戦略に基づき、2020年までに高速道路での自動運転の実用化を目指している。

なお、2018年からの第 2 期 SIP では、公道での実証実験を中心とした評価における限界や、現状の車両開発での実車評価の負担の大きさを鑑み、同一条件下での評価・検証を効率的に実施するために、「仮想空間での安全性評価環境の構築」が、新たに重点研究開発項目に設定されている⁴⁾ (図-18)。

本稿では、車両軌道の安全性を評価するにあたり、車線変更や合流といった走行する車線を移行する運転行動を対象に、同運転行動をデータ処理によって合理的に抽出するための定義設定について検討するとともに、特に、車線変更に着目し、“Zen Traffic Data”の提供データに含まれる追突リスクの高い事例について、その出現傾向を整理している。これは、結果として、本DBにおける高速道路での車線変更に伴う安全性に着眼したリスクシナリオ（運転場面）のうち、特にリスクの高いシナリオをTTC等の指標を用いて合理的に抽出することを可能にしたと示唆している。そのため、本DBが、現実世界で実際に発生したシナリオデータとして、前述の安全性評価への活用等に発展していくことも期待している。

現在、別途、本DBの対象区間のVRデータを構築し、さらに、VRシミュレーションに本DBを導入するための研究開発を、VRシミュレーションベンダーと進めており、本DBが「仮想空間での安全性評価環境」の一つとして貢献できるようになれば幸いである。

7. まとめ

本稿では、阪神高速が推進する車両軌跡データ利活用プロジェクト“Zen Traffic Data”⁷⁾で提供している全車両軌跡データを用いて、車線変更等に伴う安全性の傾向把握と評価手法についての検討結果をまとめたものである。

具体的には、時空間で連続した本DBから、安全性評価の対象となる車線変更等の軌跡部分を抽出するための手法を構築するとともに、本DBに含まれる追突リスクの高いシナリオ（運転場面）を抽出し、傾向を整理した。その結果、車線変更において、車線変更車と、車線流出前の前方車・後方車、車線流入先の前方車・後方車との加減速のタイミングが合わない状況を確認することができ、改めて、車線変更とはリスクの高い運転行動であることを再認識するとともに、同運転行動の定量的なモデル化の難しさも予見させた。今後は、SW等の減速状態の伝播現象を抽出するための定義の検討も進めていき、車線変更に伴い発生したSWによる追突リスクも評価できる手法の構築を目指すとともに、安全性評価に留まらず、後続車の円滑性に影響を及ぼすSWの発生等、個別の車両の運転行動が及ぼす社会的影響を評価する手法についても検討していく。また、本検討を通じ、既往の研究で示唆されていた、合流行動における優先意識等、現状のドライバーの運転傾向を定量的に評価できる可能性も予感させた。自動運転研究においては、現在の交通社会における「受容性」が重要な研究テーマとなりつつあり、本稿のような、運転行動が周辺車両の安全性や走行の円滑性に与える影響の把握や、同運転行動における優先意識を定量的に評価する手法については、今後、「受容性」を高めるためには必要な検討ステップと思われる。引き続き、これらの課題について検討を深めていきたい。

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社：Zen Traffic Data (ZTD)，URL: <https://zen-traffic-data.net/>。
- 2) 谷田公二，木村真弘，吉田雄一：自動運転車制御へ向けた高速道路での合流モデル，自動車技術会論文集，Vol.48，No.4，2017。
- 3) 澤田東一，廣瀬敬也，春日伸子，銭谷真拓：衝突被害軽減ブレーキシステムの評価に関する研究，IATSS，Vol.33，No.4，2008。
- 4) 内閣府 政策統括官（科学技術・イノベーション担当）：自動運転（システムとサービスの拡張）研究開発計画，戦略的イノベーション創造プログラム（SIP），2018。

EVALUATION OF TRENDS AND EVALUATION METHODS ON SAFETY ASSOCIATED WITH LANE CHAGE ON EXPRESSWAY

Takashi KODAMA, Masaoki ISHIHARA, Yota MAEHARA, Norifumi SHINKAI, Masakazu NAKANISHI and Jun TANABE