

平成27年度戦略的イノベーション創造プログラム  
(地域交通CO<sub>2</sub>排出量可視化技術の調査研究)

報告書

平成28年3月

 パシフィックコンサルタンツ株式会社



# 目次

1.	序章.....	1
1.1	調査研究の目的.....	1
1.2	CO <sub>2</sub> 排出量可視化に関連する過去の技術開発.....	1
1.3	調査研究の内容.....	6
1.4	調査研究のスケジュール.....	9
2.	CO <sub>2</sub> 削減効果評価に資するデータの整備.....	10
2.1	評価対象とする自動走行システムの CO <sub>2</sub> 削減メカニズムの整理.....	10
2.1.1	自動走行システムの CO <sub>2</sub> 削減イメージ整理.....	12
2.1.2	自動走行システムの CO <sub>2</sub> 削減メカニズムのカテゴリ分類.....	15
2.2	自動走行システムの CO <sub>2</sub> 削減メカニズムリファレンスモデル.....	17
2.2.1	グリーンウェーブ走行のリファレンスモデル.....	18
2.2.2	ART のリファレンスモデル.....	19
2.2.3	隊列走行のリファレンスモデル.....	20
2.2.4	高速道路での自動運転のリファレンスモデル.....	21
2.2.5	ラストワンマイルのリファレンスモデル.....	22
2.2.6	自動バレーパーキングのリファレンスモデル.....	23
2.3	必要データの整理と入手可能性の検討.....	24
2.3.1	自動走行システムの評価に必要なデータの整理.....	25
2.3.2	必要データの入手可能性検討.....	29
2.4	モデル都市における必要データの整備と利用方法の検討.....	36
2.4.1	入手データの特性分析と利用方法.....	36
2.4.2	自動走行車両の精緻な挙動データの継続的な活用方法.....	44
3.	自動走行システム導入による交通流改善効果に伴う CO <sub>2</sub> 排出量への影響検討.....	45
3.1	自動走行システム導入による CO <sub>2</sub> 削減メカニズムを踏まえた評価ツールの要件検討.....	46
3.1.1	交通シミュレーションに関する要件.....	46
3.1.2	CO <sub>2</sub> 排出量モデルに関する要件.....	50
3.2	自動走行システム導入による交通流変化の交通シミュレーションでのモデル化.....	52
3.2.1	ART による公共交通シフトのモデル化.....	52
3.2.2	隊列走行での短車間維持追従走行のモデル化.....	64
3.3	自動走行システム評価のための CO <sub>2</sub> 排出量モデルのデータベース作成.....	70
3.3.1	中型バスにおける CO <sub>2</sub> 排出量データベースの作成.....	70
3.3.2	ITS 施策導入時の CO <sub>2</sub> 排出量データベースの拡充.....	80

4.	交通事故低減による CO2 への影響検討 .....	83
4.1	交通事故多発箇所データを用いた事故発生状況の分析 .....	85
4.1.1	使用データの概要 .....	85
4.1.2	単純集計結果 .....	86
4.1.3	クロス集計 .....	92
4.2	事故渋滞の発生状況の分析 .....	110
4.2.1	使用データの概要 .....	110
4.2.2	分析方法の概要 .....	111
4.2.3	分析結果 .....	113
4.3	事故類型別の CO2 排出量削減効果の算出方法の検討 .....	132
4.3.1	CO2 排出量の算出方法 .....	132
4.3.2	事故類型別の CO2 排出量原単位の算出結果 .....	134
5.	CO2 削減効果手法の国際連携及び普及促進 .....	136
6.	調査研究のまとめ .....	149

# 1. 序章

## 1.1 調査研究の目的

人類にとって深刻な影響を与えうる気候変動を防止するために、「全球平均の年平均気温の上昇を産業革命前と比較して 2°C 以内に抑えるべき」との国際社会の共通認識のもと、温室効果ガスの排出量の削減が世界全体で求められている。2015 年 12 月にフランスのパリで開催された気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）において日本は、2030 年度に 2013 年比で温室効果ガスを 26%削減する約束草案を提出した。今後日本は、提出した目標の達成に向けて温室効果ガスの排出削減のための取り組みをより一層強化し、国際的な責任を果たしていく必要がある。

2013 年度の日本国内全体の CO<sub>2</sub> 総排出量約 13 億 1,100 万トンのうち、運輸部門からの CO<sub>2</sub> 排出量が占める割合は 17.1%である<sup>1</sup>。また、運輸部門からの CO<sub>2</sub> 排出量のうち、自動車全体からの CO<sub>2</sub> 排出量が約 86.4%を占めている（これは CO<sub>2</sub> 排出量全体の約 14.8%にあたる）。自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量は、自動車車体の技術開発による燃費向上や、各種渋滞対策や ITS 関連技術等の導入による効率的な走行の実現、エコドライブ走行等の燃料消費の少ない走り方の啓蒙活動といった様々な施策によって、削減に取り組まれてきたところではあるが、自動車全体からの CO<sub>2</sub> 排出量が 2013 年度時点でも日本の CO<sub>2</sub> 排出量全体のうちの一定規模を占めていることから、日本の CO<sub>2</sub> 排出量の削減目標を達成するうえでは、引き続き自動車交通からの CO<sub>2</sub> 排出量の更なる削減を目指すことも一つの重要な視点であると考えられる。

そのような中、2014 年に開始された政府が推進する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の一環として、自動走行システムの研究開発（SIP-adus）が現在進められており、研究開発の社会的目標として、交通事故死者低減（2,500 人以下／年）や交通渋滞の緩和等の国家目標の達成を目指すことが掲げられているところである。交通渋滞の緩和は、自動車の燃料消費量の低減につながり、その結果、自動車交通からの CO<sub>2</sub> 排出量の削減にも寄与するものと期待される。また、交通事故が発生すると、道路の通行規制等によって交通渋滞を引き起こす場合が少なくなく、自動走行システムの導入によって交通事故件数を低減させることができれば、それら交通事故に起因する交通渋滞の発生回数低減にもつながり、結果として自動車交通からの CO<sub>2</sub> 排出量も削減されることが考えられる。

これら自動走行システムの導入によって期待される交通渋滞の低減等による自動車交通全体からの CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果を定量化することは、研究開発事業の社会的価値等の評価や、上述の削減目標の達成状況の把握等の観点から必要になると考えられる。また、自動車交通からの CO<sub>2</sub> 排出量をわかりやすい形で可視化することができれば、自身の交通行動

---

<sup>1</sup> 国土交通省「運輸部門における二酸化炭素排出量」  
([http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html))

が環境に与えるインパクトや、そのうえで自動走行システムの導入がもたらす効果に対する市民の理解促進、ならびに意識改革につなげられる可能性がある。更には、自動走行システムの開発者にとっては、数ある自動走行システムの中での技術開発の優先付けや、地域への最適な導入方法の検討にも資すると考えられる。

しかし、自動車交通からの CO2 排出量は、不特定多数の車両が対象であり、また、効果が波及する範囲も一定ではないこと等から、定量化にあたっては様々な課題があると考えられる。また、導入する自動走行システムの種類や、導入対象とする地域・路線、自動走行システムの普及状況等によっても、交通流および CO2 排出量に与えるインパクトは異なると考えられ、自動走行システムの導入による CO2 排出量の削減効果を把握することは容易ではない。

そこで本調査研究は、自動走行システムが導入された場合の CO2 排出量削減効果を定量化し可視化する技術として「地域交通 CO2 排出量可視化技術」の確立を目指し、自動走行システムの実用化と普及を促進することを目的とする。

## 1.2 CO2 排出量可視化に関連する過去の技術開発

自動車交通流からの CO2 排出量を可視化する技術として、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) によって実施されたエネルギーITS 推進事業 (2008 年度～2012 年度) で確立された、交通シミュレーションと CO2 排出量モデルを組み合わせる方法がある。この方法は、交通シミュレーションによって評価対象エリア内を走行する全車両の動きを再現し、再現された車両の動きに応じた CO2 排出量を、CO2 排出量モデルを使って算出して全車両の総和をとることで、自動車交通全体から排出される CO2 排出量を評価するものである (図 1-1)。

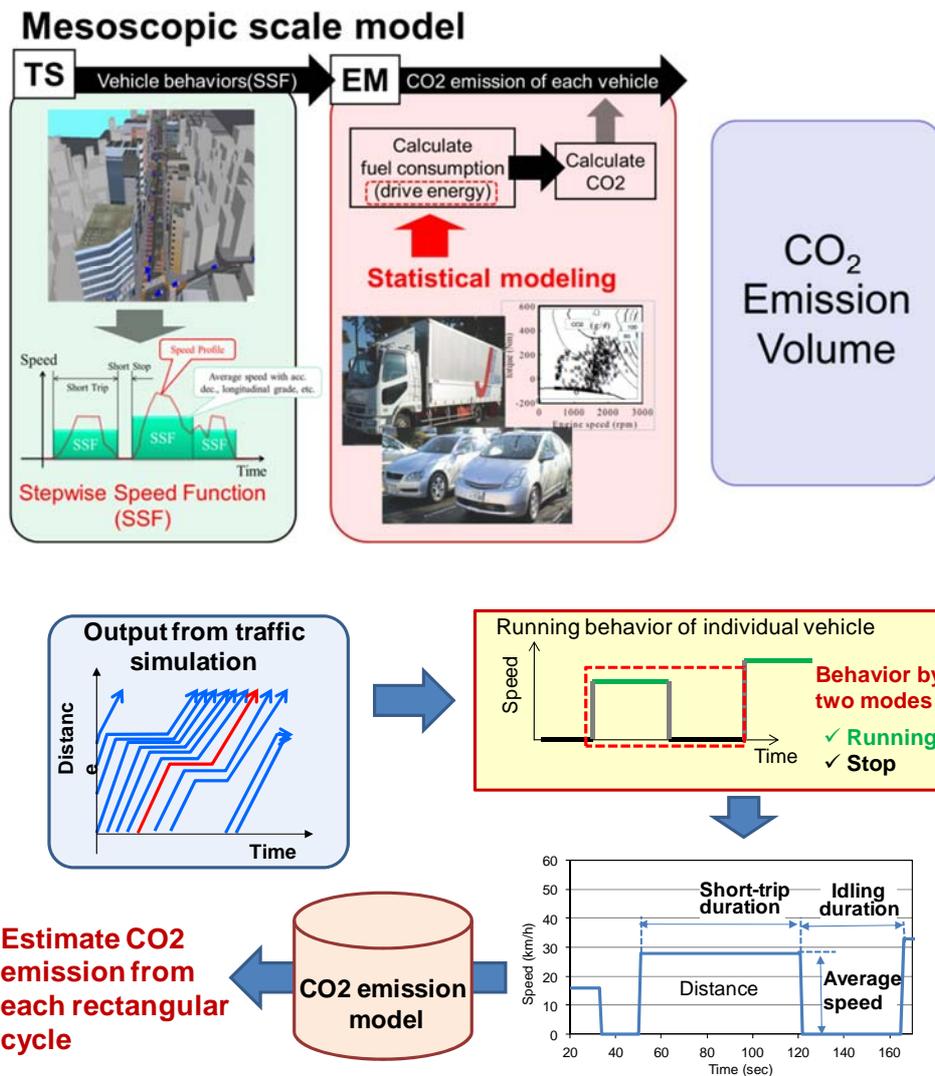


図 1-1 効果評価ツールのコンセプト<sup>2</sup>

<sup>2</sup> 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギーITS 推進事業「国際的に信頼される効果評価方法の確立 報告書」

この方法を用いることで、ITS 施策の導入によって交通流が改善された場合の CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果を、都市規模から特定の路線規模まで様々な空間スケールで推計することが可能である。例えば、図 1-2 は、柏市と豊田市を対象に、エコドライブとエコルートガイドが導入された場合の CO<sub>2</sub> 削減効果を推計した結果である。

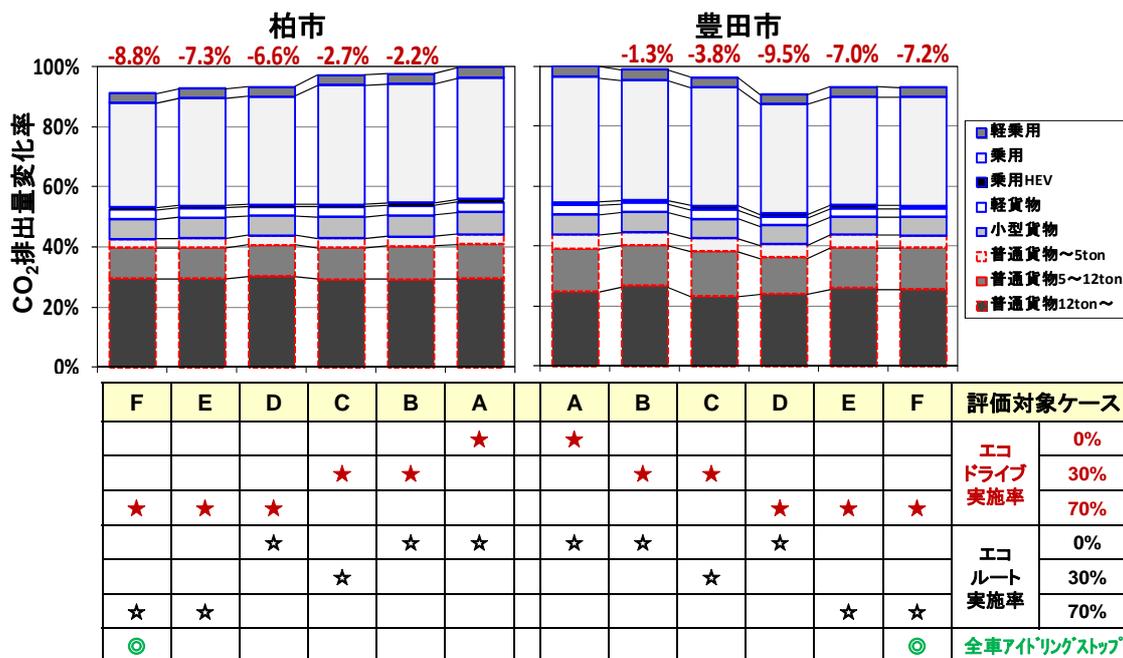


図 1-2 エコドライブとエコルートによる CO<sub>2</sub> 削減効果の推計結果<sup>2</sup>

また、エネルギーITS 推進事業によって、自動車交通からの CO<sub>2</sub> 排出量評価の手順において満たすべき要件が定められた国際共同レポート（Guidelines for assessing the effects of ITS on CO<sub>2</sub> emissions、以下「国際共同レポート」とする）が発行されており、CO<sub>2</sub> 排出量の評価結果に対して国際的に信頼を得るために求められる要件が示されている。

これらのエネルギーITS 推進事業による成果を踏まえ、本調査研究で対象とする地域交通 CO<sub>2</sub> 排出量可視化技術についても、交通シミュレーションと CO<sub>2</sub> 排出量モデルを組み合わせることを前提とした（図 1-3）。また、CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の評価手順に関しても、国際共同レポートを参照しこれに準拠して行うこととした。

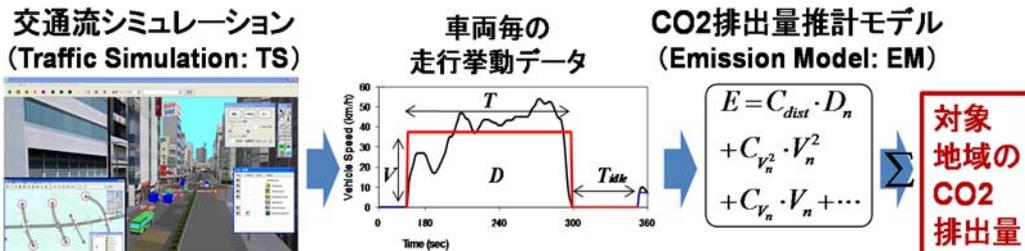
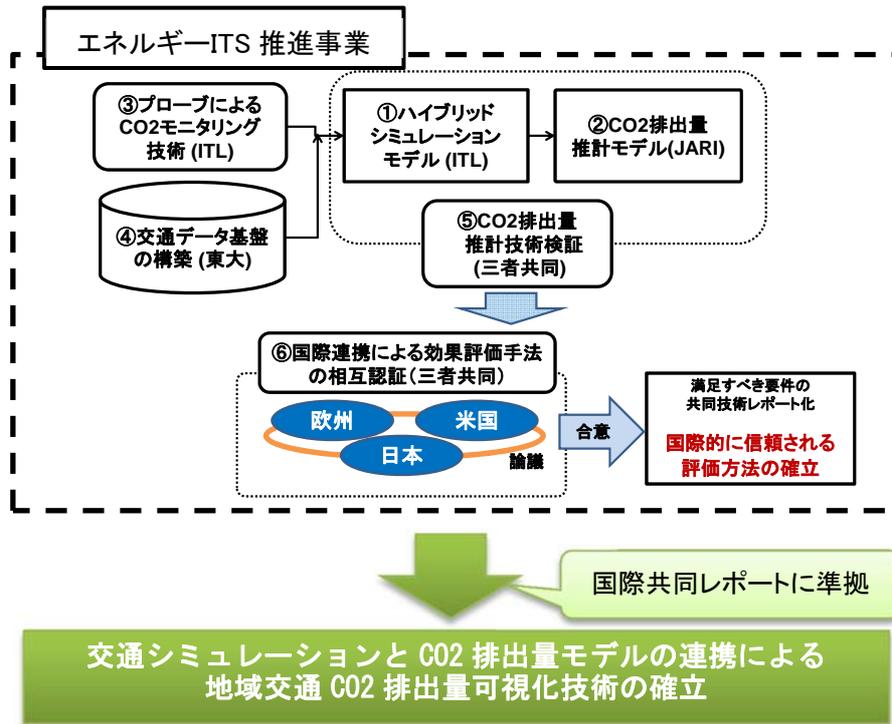


図 1-3 地域交通 CO2 排出量可視化技術のコンセプト

### 1.3 調査研究の内容

本調査研究は、CO<sub>2</sub> 排出量可視化技術の開発に向けて以下の項目を実施し、CO<sub>2</sub> 排出量可視化技術に必要な要素技術や知見を得ることを目標とする。

- (1) CO<sub>2</sub> 削減効果評価に資するデータの整備
- (2) 自動走行システム導入による交通流改善効果に伴う CO<sub>2</sub> 排出量への影響検討
- (3) 交通事故低減による CO<sub>2</sub> への影響検討
- (4) CO<sub>2</sub> 削減効果手法の国際連携及び普及促進

本調査研究では、以下に挙げる 6 つの自動走行システムを、CO<sub>2</sub> 排出量可視化の対象とした。

- 信号制御情報等を活用したグリーンウェーブ走行
- Advanced Rapid Transit (バス車両のスムーズな加減速、ART)
- 隊列走行
- 高速道路での自動運転
- ラストワンマイル
- 自動バレーパーキング

ここで、自動走行システムの導入・普及による CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果には、自動走行システムの導入によって市民の交通行動が変化し交通需要が調整されることで CO<sub>2</sub> 排出量が削減される効果、車両の挙動をシステム側でコントロールすることで効率的な交通流が実現して CO<sub>2</sub> 排出量が削減される効果、交通事故に起因する交通渋滞の発生回数の減少によって CO<sub>2</sub> 排出量が削減される効果の大きく 3 種類があると考えられる (図 1-4)。本調査研究では、これらの自動走行システムの導入・普及がもたらす CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果の種類を念頭に置き検討を行った。

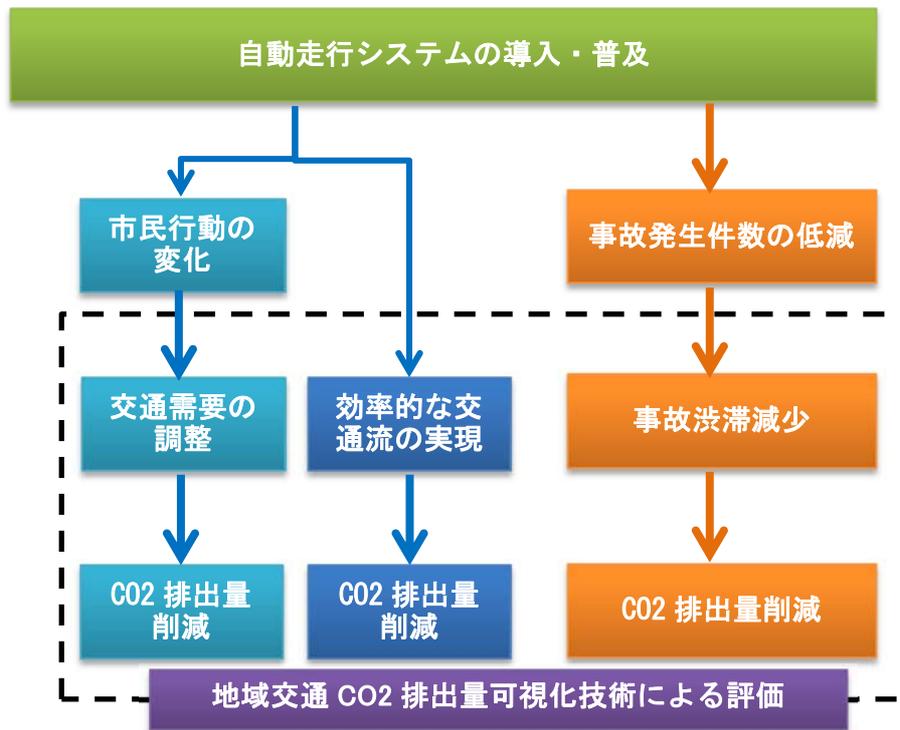


図 1-4 地域交通 CO2 排出量可視化技術の評価対象範囲

本調査研究で実施した項目の概要は、以下の通りである。

#### (1) CO2 削減効果評価に資するデータの整備

自動走行システムの導入による CO2 排出量の削減効果の評価に必要なデータを検討し、評価対象として挙げた自動走行システムの種類ごとにとりまとめた。また、必要とされるデータの入手可否等、データの現在の整備状況を調査し、新たに取得が必要なデータについてはその取得方法と併せて整理した。

更に上記を踏まえて、CO2 排出量可視化に必要なデータのうち、本調査研究期間中に取得可能なデータについては整備を行うとともに、データの利用方法を検討した。利用方法の検討にあたっては、今後取得することが可能になると考えられる自動走行システムに関する交通関連データも考慮した。

なお、データの整備にあたってはモデル都市を設定した。

#### (2) 自動走行システム導入による交通流改善効果に伴う CO2 排出量への影響検討

自動走行システムが交通流を改善し、CO2 排出量が削減されるメカニズムを検討し、評価ツールが具備すべき要件を取りまとめた。

そのうえで、対象として挙げた自動走行システムのうちの 2 つについて、CO2 排出量の

可視化技術の開発に必要となる交通流等のモデルを作成した。

### **(3) 交通事故低減による CO2 への影響検討**

自動走行システムの導入による事故渋滞の発生回数の減少によって交通流が改善し、CO2 排出量が削減されるメカニズムについて検討を行った。検討にあたっては、交通事故の発生状況に関するデータと、事故発生時の交通状況を把握するためのプローブデータを入手し、それらデータを組み合わせて行った。

### **(4) CO2 削減効果手法の国際連携及び普及促進**

CO2 排出量可視化技術による評価結果の国外への適用可能性等の検討に向け、米欧の効果評価専門家（交通工学及び交通に起因する CO2 排出量評価の専門家）と連携し、意見交換、及び自動走行システムに関わる施策導入による CO2 削減効果を検討している事例の収集を目的に検討会を開催した。

## 1.4 調査研究のスケジュール

本調査研究のスケジュールを表 1-1 に示す。

表 1-1 調査研究のスケジュール

調査項目		2015年			2016年		
		10月	11月	12月	1月	2月	3月
1. CO2削減効果評価に資するデータの整備	(1) 評価対象とする自動走行システムのCO2削減メカニズムの整理	■			■		
	(2) 必要データの整理と入手可能性の検討		■		■		
	(3) モデル都市における必要データの整備と利用方法の検討				■	■	
2. 自動走行システム導入による交通流改善効果に伴うCO2排出量への影響検討	(1) 自動走行システム導入によるCO2削減メカニズムを踏まえて評価ツールの要件検討		■		■		
	(2) 自動走行システム導入による交通流変化の交通シミュレーションでのモデル化				■	■	
	(3) CO2排出量モデルのデータベース作成		■				
3. 交通事故低減によるCO2への影響検討	(1) 分析方針の設定と分析に用いるデータの入手	■			■		
	(2) 事故渋滞の減少によるCO2排出量削減メカニズムの検討					■	■
4. CO2削減効果手法の国際連携及び普及促進		■			■		
とりまとめ、報告書作成							■

## 2. CO2 削減効果評価に資するデータの整備

CO2 排出量可視化技術の評価対象として挙げた 6 つの自動走行システムが交通流改善や事故削減をもたらすメカニズムは、それぞれ異なっていると考えられる。ここではエネルギーITS 推進事業の成果である国際共同レポートで示された評価手順を踏まえて、評価対象とする自動走行システムの CO2 削減メカニズムの違いを整理した上で、必要データの整理と入手可能性の調査、入手可能データの取得と整備及び利用方法の検討を行った。

なお、データの入手可能性調査や入手可能なデータの整備にあたっては、SIP-adus の開発計画において、東京オリンピック・パラリンピックを目標としたシステムの導入先の候補の一つとしてお台場臨海都市が挙げられていることから、東京 23 区部をモデル都市として選定したうえで行った。更に、本章にて後述する関係者へのヒアリング結果等を踏まえ、隊列走行の導入先として有力な候補と考えられる東名高速道路、ITS 施策の導入に対して積極的な地域として柏市域も調査の対象とした。

### 2.1 評価対象とする自動走行システムの CO2 削減メカニズムの整理

国際共同レポートでは、評価に先立ち、対象とする ITS 施策がドライバー行動や車両挙動に働きかけて CO2 削減を達成するメカニズムを、観測データ等で定量的な関係が確認できる因果関係として図 2-1 のようなダイアグラムで表現することを規定している。このダイアグラムは「リファレンスモデル」と呼ばれるが、評価ツールがそのメカニズムを適切に考慮していることをリファレンスモデルに沿って検証し、さらに具体の効果評価の段階でもリファレンスモデルに沿って効果を定量化するよう推奨されている。

ここでは、評価対象とする自動走行システムそれぞれについて、直接的な交通流改善、市民行動の変化に伴う間接的な交通流改善、及び事故削減に伴う事故渋滞の減少の 3 つの側面で、CO2 削減を達成するメカニズムを整理した。なお、ここで整理した CO2 削減メカニズムは、次章における CO2 排出量削減メカニズムのモデル化において利用する。

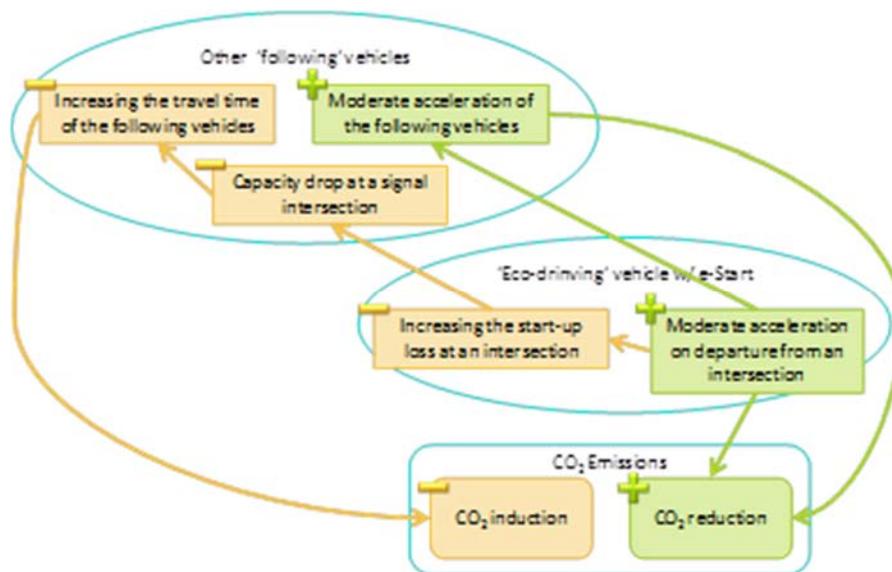


図 2-1 国際共同レポートで例示された「eスタート」による CO2 削減効果の  
発現メカニズム（リファレンスモデル）<sup>2</sup>

### 2.1.1 自動走行システムのCO2削減イメージ整理

自動走行システムのCO2削減メカニズムの整理に先立ち、それらが目指すサービスや、もたらす環境改善効果のイメージを関係者にヒアリングした。ヒアリング結果の概要を表2-1に示す。

表 2-1 自動走行システムに関するヒアリング結果の概要

対象自動走行システム	ヒアリング結果の概要
グリーンウェーブ走行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「信号通過支援システム」、「赤信号減速支援システム」、「発進遅れ防止支援システム」、「アイドリングストップ支援システム」、「クルマとの連携による信号制御システム」の5つの支援システムを開発中。</li> <li>・ 平成27年度に、3地域各でモニター参加による各支援システムの実証実験を実施し、ドライバーの運転挙動データ及びCANデータの取得、アンケート調査等によるシステムの成立性及び受容性等の評価を予定している。</li> </ul>
ART	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車両制御に関して               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ARTの自動運転はレベル2相当で、当面はバス停での発着時に機能することを想定している。</li> <li>➢ ARTは燃料電池車も検討されており、CO2削減を議論するのであれば、well-to-wheelの視点で評価されることが求められると考えられる。</li> </ul> </li> <li>・ 公共交通シフトに関して               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 東京はもともと公共交通の分担率が非常に高い都市であり、そこでARTがどれくらい自動車利用からの転換を促進するかは十分な検討が必要である。</li> </ul> </li> </ul>
隊列走行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 隊列走行の対象車両としては、都市間高速道路を走行する物流トラックが検討されている。               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 導入が想定される箇所として、まずは東京～大阪間が挙げられる。</li> </ul> </li> <li>・ 最大4台隊列で、先頭車は有人のマニュアル運転だが、後続車は無人運転を想定している。</li> <li>・ 法定速度で巡航し、原則として走行車線を走行する。障害物がある場合は車線変更する。</li> <li>・ 隊列走行のビジネス面でのメリットとしては、日本国内では運転者不足への対策が最も重視されている。</li> </ul> <p>※なお、上記は隊列走行の普及段階での想定目標仕様である。</p>

対象自動走行システム	ヒアリング結果の概要
高速道路での自動運転	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自動運転のレベル 2、3 の時にドライバーの注意力をどのように維持するか等の議論が中心であり、高速道路での自動運転の社会実装のあり方は今後議論される。</li> <li>• CO2 排出量削減の評価という観点では、CACC+レーンキープ+（ドライバーの意思に基づく）自動追越し機能を想定した時の加減速の効率化効果を対象にすると良いと考えられる。</li> <li>• 高速道路での自動運転を導入する車種については、特に限定した議論はしていない。</li> </ul>
ラストワンマイル	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ラストワンマイルのサービス形態は様々であり、例えば下記のようなものがあると考えられるが、ビジネスとしての成立可否も含めて導入箇所が検討されている状況である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ テーマパークと最寄り駅間の送迎</li> <li>➢ 空港と駐車場間の送迎</li> <li>➢ 各家庭から最寄りの公共交通機関駅 など</li> </ul> </li> </ul>
自動バレーパーキング	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自動バレーパーキングは、法的、物理的に一般道路とは隔離された専用空間での運用を想定している。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 例えば、ショッピングセンターの入口で降車したら、車が自動でバレーパーキング専用駐車場に入る等。</li> <li>➢ ドライバー無しでの走行時は、交通管制システムが車両を監視・コントロールすることが前提となる。</li> </ul> </li> <li>• 自動バレーパーキングが CO2 排出量に与える効果としては、「①駐車場内での空きマス探索の減少」、「②周辺道路での駐車場探索車両・空き待ち車両の削減」が考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ CO2 排出量への影響の観点では、②が大きいと考えられる。</li> </ul> </li> </ul>

## 2.1.2 自動走行システムのCO2削減メカニズムのカテゴリ分類

国際共同レポートでは、環境改善に寄与するITS施策を表2-2に示した5つのカテゴリに分類し、それぞれのCO2削減メカニズムに応じた「リファレンスモデル」の提示を求めている。ここでは、前述のヒアリング結果も踏まえて、可視化の対象とした6つの自動運転システムがどのカテゴリに分類されるかを整理した。

表 2-2 国際共同レポートでのCO2削減メカニズムによるITS施策の分類

カテゴリ	実例
1 運転挙動の改善	エコドライブ、車間距離制御システム (ACC)
2 交差点および主要道路の交通流改善	信号制御、高速道路ボトルネック改善施策、など
3 ネットワーク規模の交通マネジメント	ナビゲーション・経路案内、ランプメータリング、最適出発時刻案内、安全運転・緊急時支援システム、など
4 TDM (交通需要マネジメント)・モーダルシフト	マルチモーダル支援、ロードプライシング、カーシェアリング、など
5 物流車両管理	商業用貨物車運行管理システム、など

### (1) グリーンウェーブ走行

信号情報の提供により、速度超過抑制、発進遅れ低減、早めのアクセルオフ促進等を狙うものであり、カテゴリ1 (運転挙動の改善) に該当する。また、自動車の走行位置と連動した信号制御については、カテゴリ2 (交差点および主要道路の交通流改善) に該当する。

### (2) ART

バス停での静着制御はカテゴリ1 (運転挙動の改善) に該当する。また、公共交通シフトの促進に関しては、カテゴリ4 (TDM・モーダルシフト) に該当する。

### (3) 隊列走行

車両を隊列走行させること自体はカテゴリ1 (運転挙動の改善) に該当する。なお、前述のヒアリングを踏まえると、隊列走行の対象車両は物流トラックが想定されているが、議論の中心は車両の制御方法であり、物流の効率化の観点ではトラック運転手不足への対応の他は特に議論されておらず、カテゴリ5 (物流車両管理) としての側面は、現時点ではあまりないものと考えられる。

### (4) 高速道路での自動運転

高速道路で自動運転を実現すること自体は、カテゴリ1 (運転挙動の改善) に該当する。

### (5) ラストワンマイル

ラストワンマイルでは、自家用車による近距離輸送の転換を狙う観点から、カテゴリ4

(TDM・モーダルシフト)に該当する。

#### (6) 自動バレーパーキング

空き駐車場等への誘導情報提供によるうろつき交通の削減の観点から、カテゴリ 3 (ネットワーク規模の交通マネジメント) に該当する。

以上のカテゴリ分類を表 2-3 に整理した。なお、国際共同レポートでのカテゴリは ITS 施策を分類するものであり、ハイブリッド車や燃料電池車、電気自動車等への転換といった、自動車単体に関する施策は範疇外となっている。

表 2-3 対象とする自動走行システムの国際共同レポートにおけるカテゴリ分類

	カテゴリ 1 運転挙動の改善	カテゴリ 2 交差点及び主要 道路の交通流改 善	カテゴリ 3 ネットワーク規 模の交通マネジ メント	カテゴリ 4 TDM とモーダ ルシフト	カテゴリ 5 物流車両管理
グリーンウェーブ走行	○	○			
ART	○			○	
隊列走行	○				
高速道路での自動運転	○				
ラストワンマイル				○	
自動バレーパーキング			○		

## 2.2 自動走行システムの CO2 削減メカニズムリファレンスモデル

国際共同レポートでは、モデリングに先立って、CO2 排出量削減メカニズムの「リファレンスモデル」を明示することを求めている。以下に、同レポートからリファレンスモデル作成の意図を説明する箇所を抜粋した。

<国際共同レポート和訳版・3.1.1 項より抜粋>

評価の基本的な考え方として、全ての評価者はモデルの中で、CO2 排出量に影響を与える要因を考慮する必要がある。また考慮しない要因を明確にし、共有する必要がある。これを明確に示すため、ユーザーは概念図を基に ITS 施策の CO2 削減メカニズムの「リファレンスモデル」を作成することが推奨される。

リファレンスモデルは、カテゴリモデルとインスタンスモデルの 2 層構造で提供される。カテゴリモデルは、ITS 施策のカテゴリ毎に用意される。これは、モデリングの主要な「対象」と、それらの相互関係を図示したものである。インスタンスモデルは、対象とする個々の ITS 施策ごとに作成され、CO2 削減メカニズムに影響を与える特定の要因の詳細な分析を示すものである。この分析は、CO2 排出量に影響を与える主要な要因の因果関係と、各要因の省エネルギーにおける正の影響と負の影響を示した「関係図」として表現されるべきである。インスタンスモデルで示す全ての因果関係は、その内容が書面で記述されるべきであり、適切な定量的試験によって検証されていることが望ましい。

本節では、可視化の対象とした 6 つの自動走行システムについて、インスタンスレベルでのリファレンスモデルを検討した結果を示す。

## 2.2.1 グリーンウェーブ走行のリファレンスモデル

図 2-2 に、グリーンウェーブ走行のリファレンスモデルを示した。以下、リファレンスモデルの示す内容を箇条書きで整理した。

- 信号制御装置（管制システム）から信号現示の切り替えタイミングの情報を路側ビーコン経由で自動走行車両の車載器に送信する。
- 自動走行車両は、受け取った信号現示切り替えタイミングに基づいて、巡航速度維持、発進遅れ防止、早めアクセルオフ、ゆっくりスタート等を実施する。
  - このうち、発進遅れ防止以外は、自動走行車両の燃費向上に寄与するので、CO<sub>2</sub> 排出量削減に直接つながる。
- 発進遅れ防止は交差点での発進損失時間削減を通して、交差点の交通容量の増加、渋滞解消に寄与するので、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- ゆっくりスタートは、交差点での後続車両の流出遅れを伴い、交通容量の減少、渋滞増加につながるおそれもあり、CO<sub>2</sub> 排出量増加につながることも考慮する。
- 路側に設置されたセンサで車両通過台数や速度等を計測し、信号制御装置に集約して、グリーンウェーブ走行路線での系統制御パラメータを最適化することで、交差点での停止回数を減少させ、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。

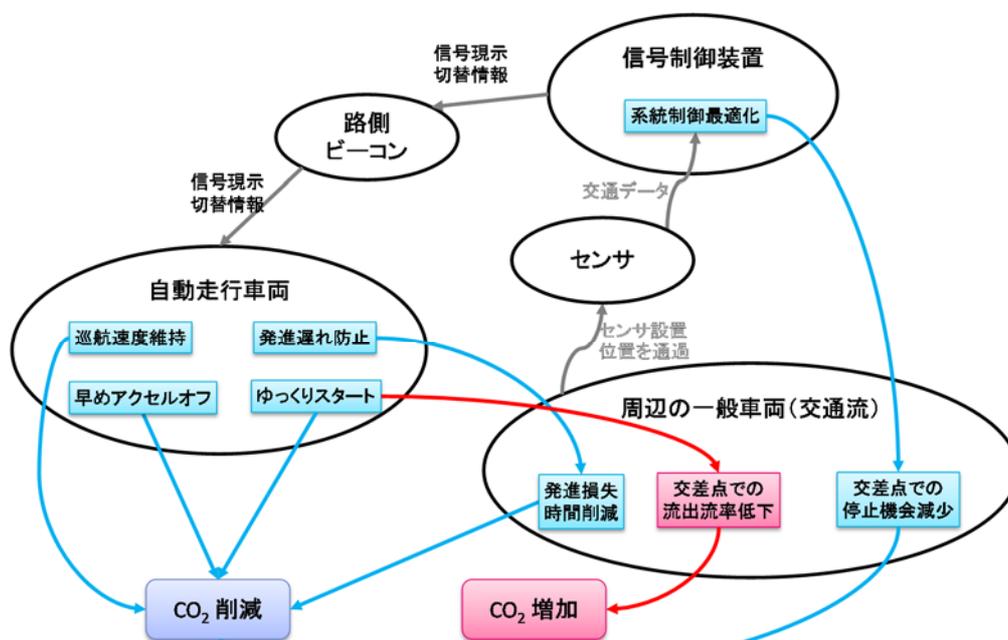


図 2-2 グリーンウェーブ走行のリファレンスモデル

## 2.2.2 ART のリファレンスモデル

図 2-3 に ART のリファレンスモデルを示した。以下、リファレンスモデルの示す内容を箇条書きで整理した。

- ART の車両自体は静着制御によりバス停での停止発進時の燃料消費が節減され、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 一方で、ART を専用車線で運用することにより、一般車が利用できる車線数が減少し、道路の交通容量が減少することで、専用車線の導入路線周辺での渋滞が増加し、CO<sub>2</sub> 排出量増加につながる懸念される。
- ART 導入路線の定時性、速達性及び快適性が向上することで、自動車利用者が公共交通利用にシフトし、自動車交通需要が削減されることで、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
  - ただし、利用者の行動まではモデル化の対象とせず、自動車交通需要の削減を感度分析的にシナリオで評価する。

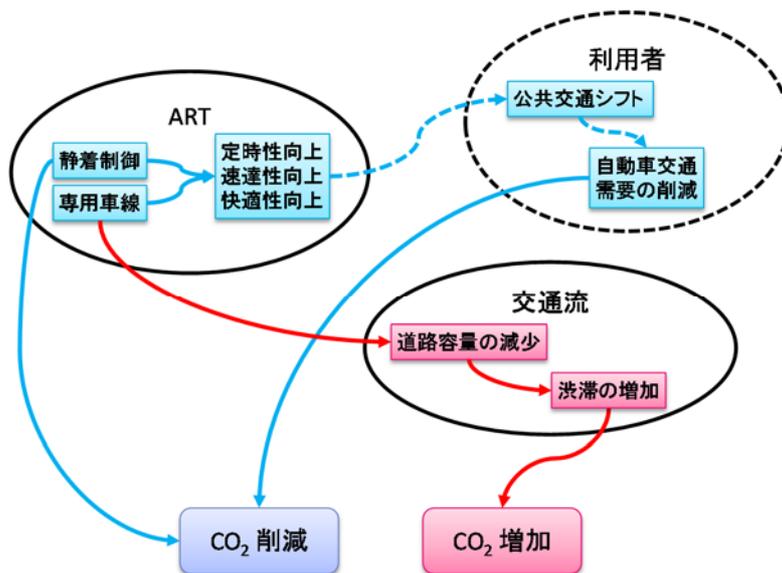


図 2-3 ART のリファレンスモデル

### 2.2.3 隊列走行のリファレンスモデル

図 2-4 に隊列走行のリファレンスモデルを示した。以下、リファレンスモデルの示す内容を箇条書きで整理した。

- 隊列走行車の短車間維持で、空力抵抗削減効果により燃費が向上し、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 隊列走行車が走行車線を維持することで、利用率の低い走行車線が有効に利用されるようになり、道路の断面交通容量を増加させることで重交通時の効率が高くなり、渋滞発生が抑制されることで CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 隊列走行車が法定速度を維持することで、後続の一般車の速度も抑制され、燃費の良い速度域で走行することで CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。

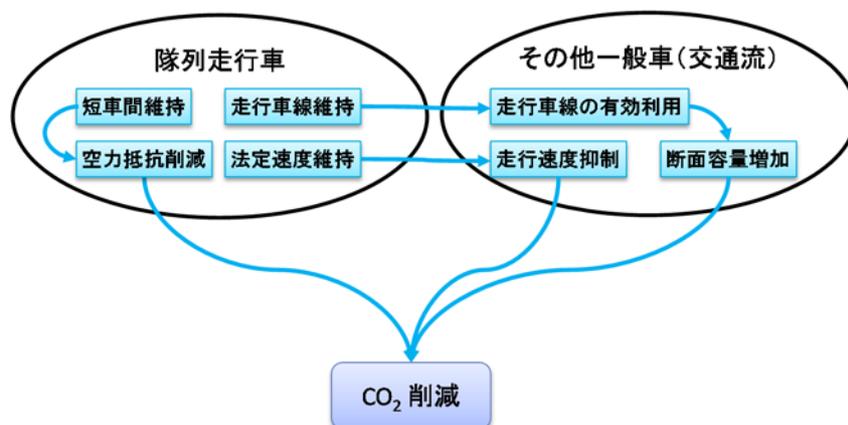


図 2-4 隊列走行のリファレンスモデル

## 2.2.4 高速道路での自動運転のリファレンスモデル

図 2-5 に高速道路での自動運転のリファレンスモデルを示した。以下、リファレンスモデルの示す内容を箇条書きで整理した。

- 自動走行車の CACC 機能による短車間維持で、空力抵抗削減効果により燃費が向上し、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 自動走行車が走行車線を維持することで、利用率の低い走行車線が有効に利用されるようになり、断面容量を増加させることで重交通時の効率が高くなり、渋滞発生が抑制されることで CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 自動走行車が法定速度を維持することで、後続の一般車の速度も抑制され、燃費の良い速度域で走行することで CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 自動走行車が上り坂でも速度低下しないことで、サグ部上り坂での車群形成、後続車への減速波増幅伝播に伴う渋滞発生を抑制することで CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。

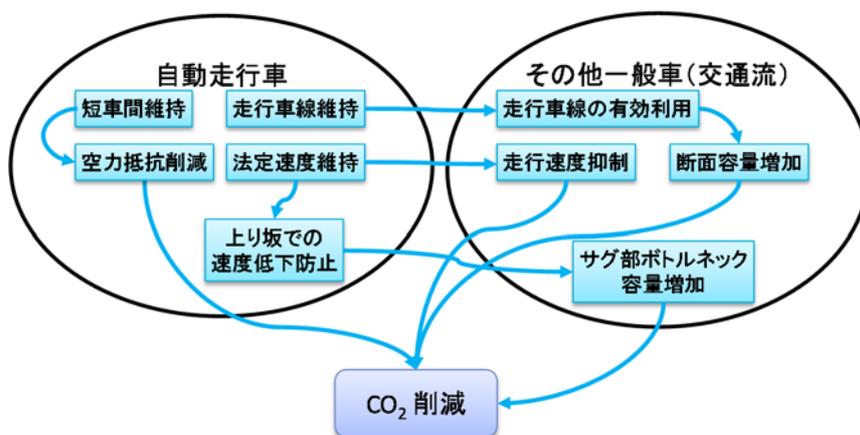


図 2-5 高速道路での自動運転のリファレンスモデル

## 2.2.5 ラストワンマイルのリファレンスモデル

図 2-6 にラストワンマイルのリファレンスモデルを示した。以下、リファレンスモデルの示す内容を箇条書きで整理した。

- ラストワンマイルサービス導入地域内での移動の利便性が向上することで、当該地域に自動車で行ってくる利用者が公共交通利用にシフトし、自動車交通需要が削減されることで、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。
- 一方で、地域内移動の利便性が向上することで、その地域への潜在的な交通需要が誘発され、ラストワンマイルサービスの利用頻度が増えることで地域内自動車交通需要が増加し、CO<sub>2</sub> 排出量増加につながることも考慮する。
  - ただし、いずれの場合も、利用者の行動まではモデル化の対象とせず、自動車交通需要の削減量を感度分析的にシナリオで評価する。

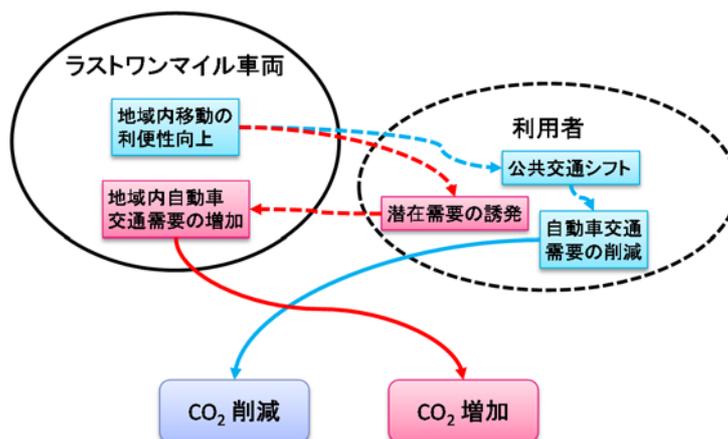


図 2-6 ラストワンマイルのリファレンスモデル

## 2.2.6 自動バレーパーキングのリファレンスモデル

図 2-7 に自動バレーパーキングのリファレンスモデルを示した。以下、リファレンスモデルの示す内容を箇条書きで整理した。

- 駐車場管理システムが空き駐車場情報を地域に來訪する自動バレーパーキング車両に提示することで、空き駐車場を探すうろつき走行が減少し、CO<sub>2</sub> 排出量削減につながる。

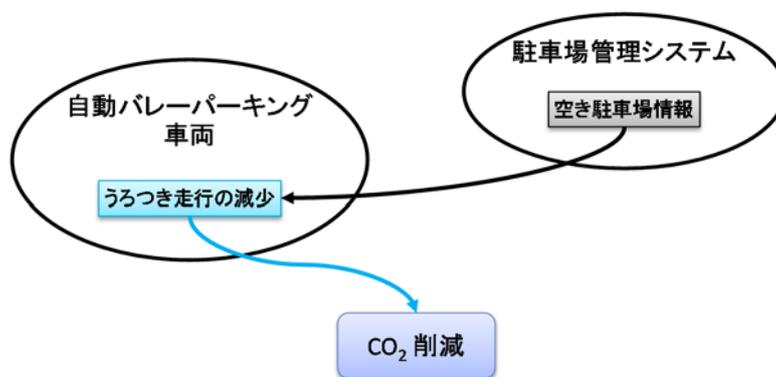


図 2-7 自動バレーパーキングのリファレンスモデル

## 2.3 必要データの整理と入手可能性の検討

エネルギーITS 推進事業で示された効果評価ツールの入出力データは、この成果を活用した「平成 25 年度グリーン自動車技術調査研究事業（運輸部門における CO2 削減効果評価手法の国際的受容性等の確立に向けた調査研究）」において、図 2-8 のように整理されている。

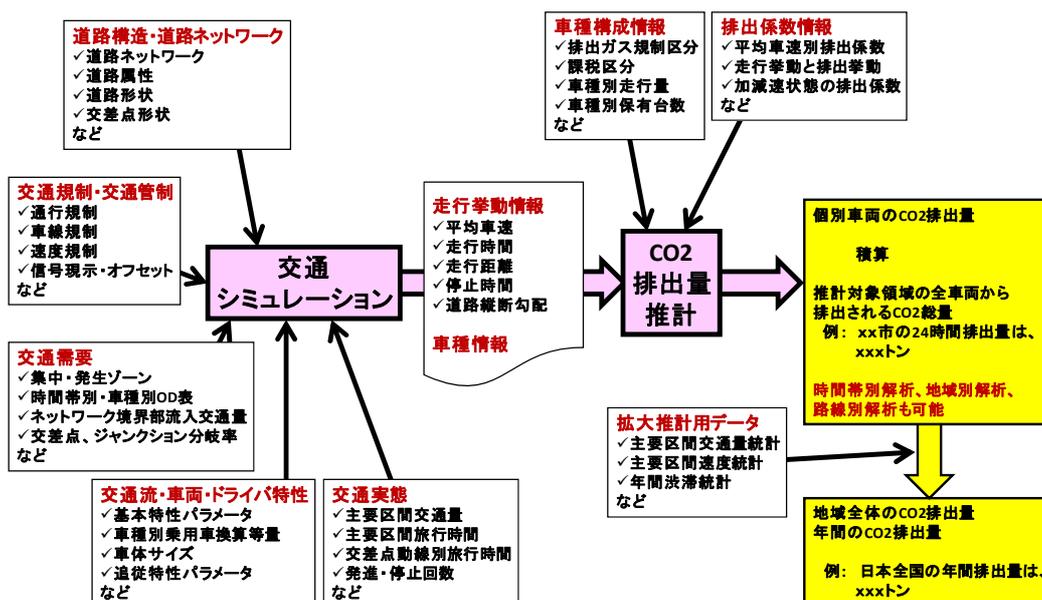


図 2-8 効果評価ツールの入出力データの概要<sup>3</sup>

このうち、ここでは 2.2 で示した CO2 削減メカニズムのリファレンスモデルに沿って、評価に必要なデータを、以下の①～③の区分で自動走行システム毎に整理した。

- ① CO2 削減メカニズムのうち、交通シミュレーションによって考慮される部分の入力データやパラメータ設定のために用いるもの。  
例：道路構造・道路ネットワーク、交通流・車両・ドライバー特性、等
- ② CO2 削減メカニズムのうち、CO2 排出量モデルによって表現される部分の入力データやパラメータ設定のために用いるもの。  
例：車種構成情報、車種別の走行状態別 CO2 排出係数情報、等
- ③ 一部地域を対象としたシミュレーションスタディや実証実験の結果から得られた効果を評価対象地域全体に拡大するために用いるもの。  
例：個別事故データ（形態、場所、時間等）、プローブデータ、等

<sup>3</sup> 平成 25 年度グリーン自動車技術調査研究事業(運輸部門における CO2 削減効果評価手法の国際的受容性等の確立に向けた調査研究)報告書より

また、ここで挙げたデータの入手経路や入手可否を整理した上で、モデル都市として選定した東京 23 区部と、その他 2 箇所（東名高速道路、柏市域）の地域について、現状で入手可能なデータの整備状況を調査し、それを踏まえて効果評価のための課題を整理した。

また、現状ではデータが整備されておらず、新たに取得が必要なデータについては、その取得方法や取得コストを検討した。

### 2.3.1 自動走行システムの評価に必要なデータの整理

CO2 排出量可視化技術の対象とした各自動走行システムの評価に必要なデータの整理結果を、以下に示す。

#### (1) グリーンウェーブ走行の評価に必要なデータ

表 2-4 にグリーンウェーブ走行の評価に必要なデータを整理した。

表 2-4 グリーンウェーブ走行の評価に必要なデータ

交通シミュレーションに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ グリーンウェーブ走行対象路線の道路ネットワークデータ（交差点及び道路区間長）及び車線構成データ（付加車線長、進行方向規制）</li> <li>・ 路線流入出交通量（ピーク時／オフピーク時、車種別）、交差点右左折交通量</li> <li>・ 信号制御パラメータ（サイクル長、スプリット、オフセット）</li> <li>・ 現況再現用の走行速度調査データ、もしくはプローブデータ</li> <li>・ 情報提供用路側ビーコン設置位置、交通量センサ設置位置</li> </ul>
CO2 排出量モデルに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般車両の信号交差点での停止・発進時加減速度、巡航速度とその変動</li> <li>・ 自動運転車の信号交差点での停止・発進時加減速度、巡航速度</li> <li>・ 対象路線の走行車種構成</li> </ul>
スケール拡大用に用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主要路線交通量データ（ピーク時／オフピーク時）</li> <li>・ 信号交差点密度</li> </ul>

## (2) ART の評価に必要となるデータ

表 2-5 に ART の評価に必要となるデータを整理した。

表 2-5 ART の評価に必要となるデータ

交通シミュレーションに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導入対象都市の道路ネットワークデータ及び車線構成データ</li> <li>・ 導入対象都市における自動車交通 OD 表（車種別・時間帯別・目的別）</li> <li>・ 信号制御パラメータ（サイクル長、スプリット、オフセット）</li> <li>・ 対象路線の縦断勾配</li> <li>・ 現況再現用の走行速度調査データ、もしくはプローブデータ</li> </ul>
CO2 排出量モデルに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般車両の信号交差点での停止・発進時加減速度、巡航速度とその変動</li> <li>・ ART の信号交差点での停止・発進時加減速度、巡航速度とその変動</li> <li>・ 燃料電池車の等価エネルギー効率（一般車の CO2 排出係数に相当するもの）</li> <li>・ 対象路線の縦断勾配</li> <li>・ 導入対象都市の走行車種構成</li> </ul>
スケール拡大用に用いられるデータ	（都市域全体でのシミュレーション評価とするためスケール拡大は不要）

## (3) 隊列走行の評価に必要となるデータ

表 2-6 に隊列走行の評価に必要となるデータを整理した。

表 2-6 隊列走行の評価に必要となるデータ

交通シミュレーションに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高速道路路線のネットワークデータ及び車線構成データ</li> <li>・ シミュレーション対象路線における IC 間 OD 表（車種別・時間帯別）</li> <li>・ シミュレーション対象路線の縦断勾配</li> <li>・ 現況再現用の交通量センサ（トラカン）速度データ、もしくはプローブデータ</li> </ul>
CO2 排出量モデルに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般車両の高速道路走行時の速度プロファイル</li> <li>・ 隊列走行車の高速道路走行時の速度プロファイル</li> <li>・ 対象路線の縦断勾配</li> <li>・ 対象路線の走行車種構成</li> </ul>
スケール拡大用に用いられるデータ	・ 評価対象路線（シミュレーション対象路線を包含する）での IC 間交通量

#### (4) 高速道路での自動運転の評価に必要なとなるデータ

表 2-7 に高速道路での自動運転の評価に必要なとなるデータを整理した。

表 2-7 高速道路での自動運転の評価に必要なとなるデータ

交通シミュレーションに 用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高速道路路線のネットワークデータ及び車線構成データ</li> <li>・ シミュレーション対象路線における IC 間 OD 表（車種別・時間帯別）</li> <li>・ シミュレーション対象路線の縦断勾配</li> <li>・ 現況再現用の交通量センサ（トラカン）速度データ、もしくはプローブデータ</li> </ul>
CO2 排出量モデルに 用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般車両の高速道路走行時の速度プロファイル</li> <li>・ 自動走行車の高速道路走行時の速度プロファイル</li> <li>・ 対象路線の縦断勾配</li> <li>・ 対象路線の走行車種構成</li> </ul>
スケール拡大用に 用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 評価対象路線（シミュレーション対象路線を包含する）での IC 間交通量</li> </ul>

#### (5) ラストワンマイルの評価に必要なとなるデータ

表 2-8 にラストワンマイルの評価に必要なとなるデータを整理した。

表 2-8 ラストワンマイルの評価に必要なとなるデータ

交通シミュレーション に用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導入対象地区のネットワークデータ、車線構成データ</li> <li>・ 導入対象地区の自動車 OD 表（車種別・時間帯別・通過/域内別）</li> <li>・ 導入対象地区のパーソントリップ OD 表</li> </ul>
CO2 排出量モデルに用 いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般車両の地域内道路走行時の速度プロファイル</li> <li>・ ラストワンマイル車両の地域内道路走行時の速度プロファイル</li> <li>・ 導入対象都市の走行車種構成</li> </ul>
スケール拡大用に 用いられるデータ	(導入地域全体でのシミュレーション評価とするためスケール拡大は不要)

(6) 自動バレーパーキングの評価に必要なとなるデータ

表 2-9 に自動バレーパーキングの評価に必要なとなるデータを整理した。

表 2-9 自動バレーパーキングの評価に必要なとなるデータ

交通シミュレーションに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 導入対象地区のネットワークデータ、車線構成データ</li><li>・ 導入対象地区の自動車 OD 表（車種別・時間帯別・通過/域内別）</li><li>・ 導入対象地区内への来訪車両うろつき交通の実態（個別プローブ位置データ）</li></ul>
CO2 排出量モデルに用いられるデータ	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 一般車両の地域内道路走行時の速度プロファイル</li><li>・ 自動バレーパーキング車両の地域内道路走行時の速度プロファイル</li><li>・ 導入対象都市の走行車種構成</li></ul>
スケール拡大用に用いられるデータ	(導入地域全体でのシミュレーション評価とするためスケール拡大は不要)

## 2.3.2 必要データの入手可能性検討

前項で整理した各自動走行システムの評価に必要なデータについて、入手経路や入手可否を整理した上で、東京 23 区部、東名高速道路、柏市域について、現状で入手可能なデータの整備状況を比較し、効果評価のための課題を整理した。

### (1) 必要データの入手方法・入手可否及びコストの整理

#### ① 道路ネットワーク・車線構成・道路線形

道路ネットワークデータは、交差点位置や道路区間（リンク）長、本線車線数等の基礎的な道路情報をデータベース化した「日本全国デジタル道路地図データベース（J-DRM）」が利用できる。これは、地理情報システム（GIS）等のソフトウェアベンダからコンサルティング業務用途で市販品を 1 都道府県あたり 10 数万円程度の費用で購入できる。

ただし、J-DRM には付加車線や車線別方向指定、道路線形等の詳細な情報は含まれておらず、これらは基本的には現地踏査によってデータを収集することが必要となる。現地踏査の費用は、対象範囲の規模によって異なるが、1~2km の路線であれば、およそ 1~2 人日の工数で踏査可能と考えられる。

なお、都市間高速道路の道路線形に関しては、NEXCO 各社がキロポストと関連付けた台帳形式で管理しており、これを J-DRM と照合すれば、シミュレーションでも利用可能になる。キロポストと J-DRM との照合は、1 路線あたりおよそ 1~2 人日の工数と考えられる。

#### ② 交通需要データ（OD 表）

都市圏規模のネットワークに対しては、国土交通省が 5 年ごとに行っている道路交通センサス調査の結果を基に、「交通量配分用現況 OD 表（以下、センサス OD 表）」を整備しており、国土交通省の許可があれば、これを利用することができる。センサス OD 表は、図 2-9 に例示した「B ゾーン」と呼ばれるゾーン間の日単位の交通量として与えられるが、シミュレーション用途では少なくとも 1 時間単位での OD 表を扱う必要があることから、時間帯別交通量データを元に、日単位 OD 表を時間帯別 OD 表に分割する工程が必要となる。

なお、センサス OD 表は車種（小型・大型）の情報しかなく、例えば ART の評価において、「業務目的での移動交通は ART 利用に転換できない」等の、トリップ目的に応じたモデル化を実施しようとするには、情報が不足している。このため、同様に国土交通省が都市圏において 10 年ごとに実施している「パーソントリップ調査」で得られた自動車交通 OD 表（ただし、物流トリップが含まれない）とセンサス OD 表を併せて、車種別・目的別の OD 表を作成するなど、工夫が求められる。

対象範囲が地区レベル、あるいは路線レベルになると、センサス OD 表のような B ゾーン単位の分解能では十分ではなく、別途ナンバープレート調査等を実施して、地域内での移動動線毎に交通量を集計するなど、数キロ四方程度の地域で、数 100 万円～数千万円オーダーの費用がかかる大がかりな調査が必要になる。

なお、すでにシミュレーションスタディが実施されている地域であれば、その際の OD 表を利用することで、調査にかかる労力と費用を節減することが可能である。モデル地域に挙げた東京 23 区と柏市域では、「エネルギー ITS 推進事業」においてケーススタディを実施した経緯があり、そのときの OD 表が利用できる可能性がある。

また、高速道路に関しては、NEXCO 各社が独自に IC 間 OD 表を整備しており、NEXCO の協力が得られれば、これらのデータを利用することができると考えられる。

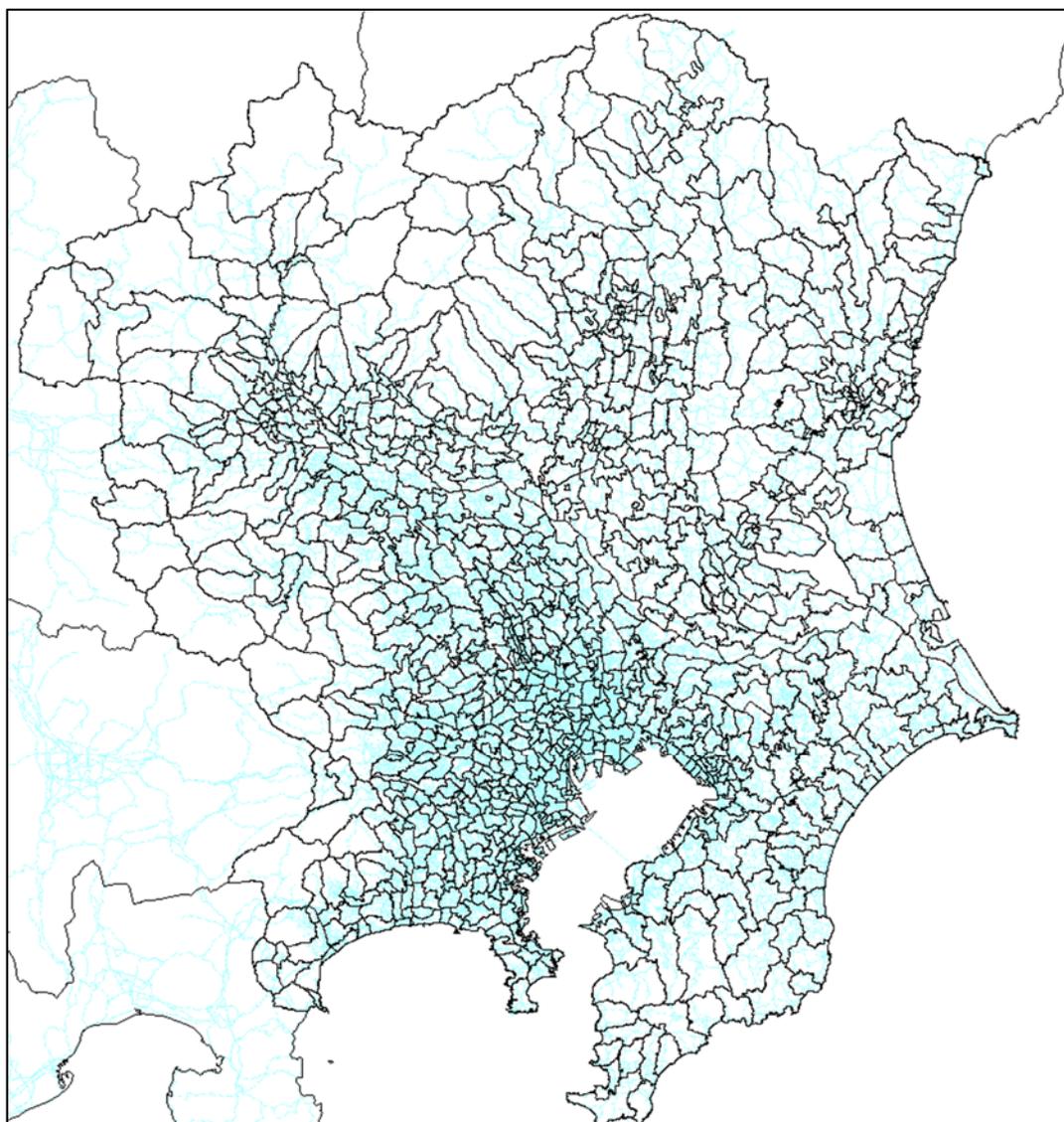


図 2-9 道路交通センサスで用いられる B ゾーンの例

### ③ 信号制御パラメータ

信号制御パラメータに関しては、対象地域を管轄する都道府県警に依頼して、信号制御台帳と信号制御履歴を入手することになる。ただし、データ使用の用途が交通管理の目的上必要であることなど、配慮が必要となる。

対象地域がそれほど広くない場合や、ネットワークの一部で信号を考慮すれば良いスタディでは、むしろ現地踏査により信号パラメータを調査する方が、効率的で費用も節減できる可能性がある。10 交差点程度であれば、1～2 人日の工数で対応可能と考えられる。

なお、信号制御自体が直接モデル化の対象となるグリーンウェーブ走行を除けば、それほど厳密に信号制御パラメータを設定する必要性は小さいと考えられ、実務においては、いくつかの代表的な交差点を調査して得られたサイクル長やスプリット（青時間比）を他の交差点でも代用するなど、データ作成の際に工夫することで対応できる可能性がある。また、先に挙げた東京 23 区や柏市域では、「エネルギー ITS 推進事業」で実施したケーススタディの信号制御パラメータが流用できれば、信号制御パラメータの設定にかかる労力を節減できると考えられる。

### ④ ビーコン設置位置・交通量センサ設置位置

これらの情報については、現在第三者が利用できるデータはなく、基本的に現地踏査で情報を収集することになる。ただし、グリーンウェーブ走行の評価においては、これらの厳密な位置が重要ではなく、システム要件から「交差点手前〇〇m」といった設置位置に関する原則ルールが判明していれば、シミュレーションスタディに適用することが可能である。

### ⑤ 各種の走行挙動データと CO2 排出係数

走行挙動データと CO2 排出係数情報については、基本的には NEDO のエネルギー ITS 推進事業にて構築したものを活用することができる（表 2-10）が、バスなどのデータが不足している車種については、台上試験を行うことでデータを新たに取得する必要がある。

CO2 排出量可視化技術の対象として挙げられている ART の評価には、バスの CO2 排出係数が必要となるため、今年度は路線バスを想定した中型バスの CO2 排出係数を取得して排出量モデルを構築しており、これについては 3.3 節で詳述する。

また、近年、販売台数が増加しているクリーンディーゼル乗用車、および新システムを搭載したハイブリッド車についても CO2 排出係数が不足しているため、次年度以降に台上試験を行い、順次 CO2 排出係数情報を追加する必要があると考えられる。

表 2-10 CO2 排出量モデルの車種カテゴリと CO2 排出係数取得車種<sup>2</sup>

Fuel	Category	Output of TS		Test vehicles and test year	
		Small	Large		
Gasoline	Mini passenger car	✓		Move	2010, 2011
	Passenger car	✓		Vitz	2009, 2012
				Serena	2011
	Hybrid car	✓		Prius EX	2009, 2010
	Plug-in hybrid car	✓		—	
	Mini truck	✓		Every	2011
Small and Medium truck	✓		NV200	2011	
Electricity	Mini Passenger car	✓		i-MiEV	2013, 2014
	Passenger car	✓		—	
Hydrogen	Passenger car	✓		—	
	Passenger car	✓		—	
Diesel	Large truck: 3.5t<GVW=<5t		✓	Canter	2011
	Large truck: 5t<GVW=<8t		✓	Fighter	2010
	Large truck: 8t=<GVW		✓	Super great	2011
	Bus: GVW ≒ 11t		✓	Aero star	2015

さらに、将来的には電気自動車などのゼロエミッション車が普及する可能性があるが、現状では台数が少ないことや、車からの直接的な CO2 排出量が無いこともあり、本調査研究における走行状態に関する CO2 排出係数情報の構築においては対象外とした。

但し、燃料電池車については、前述のヒアリング結果より、ART において燃料電池バスの利用が検討されていることから、燃料電池バスについては電気自動車の速度-駆動力マップデータ<sup>4</sup> (図 2-10) をベースに、燃料電池の発電効率で補正する等の方法によって、エネルギー消費量係数の形で対応することを検討する。

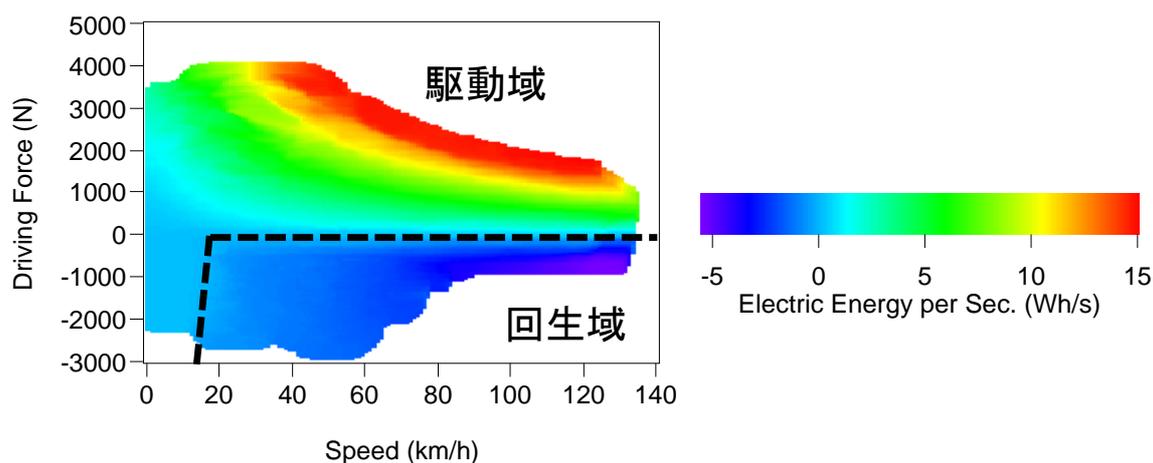


図 2-10 電気自動車の速度-駆動力マップ<sup>4</sup>

<sup>4</sup> 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「IT 融合による新社会システムの開発・実証プロジェクト (都市交通分野) 都市交通・エネルギー統合マネジメントシステムの開発および実証実験 成果報告書」

自動車単体の燃費改善効果については、基本的にはマイクロモデルの排出プロフィールに影響を与えるエンジンマップの形状が変わらない場合は、積算燃費値を係数で補正することで対応することが可能である。補正係数については、環境省が公表している自動車排出ガス原単位及び総量に関する調査結果<sup>5</sup>などを基に作成する(表 2-11)。

表 2-11 ガソリン、ディーゼル自動車の平均実走行燃費 (単位: km/L) <sup>5</sup>

	現状	燃料種
軽乗用車	13.2	ガソリン
小型・普通乗用車	10.5	ガソリン
バス	3.8	軽油
軽トラック	12.2	ガソリン
小型トラック	8.9	軽油
普通トラック	4.5	軽油

#### ⑥ 走行車種構成

評価対象エリア/路線を走行する車両の車種構成情報については、環境省のナンバープレート調査結果を活用する方法と、国交省の道路交通センサス調査結果を活用する方法の2通りがある。前者の調査については、ディーゼル車の流入規制が設けられている1都3県で行われており、これは路上を走行する車両のナンバープレートのビデオ撮影による読み取りと、読み取ったナンバーをもとに車検証情報から得られる車種情報を整合させたものであり、詳細な車種構成が分かることから、ほぼそのままの形でCO<sub>2</sub>排出量モデルに適用することができる(図 2-11)。

<sup>5</sup> 環境省 自動車排出ガス原単位及び総量に関する調査結果

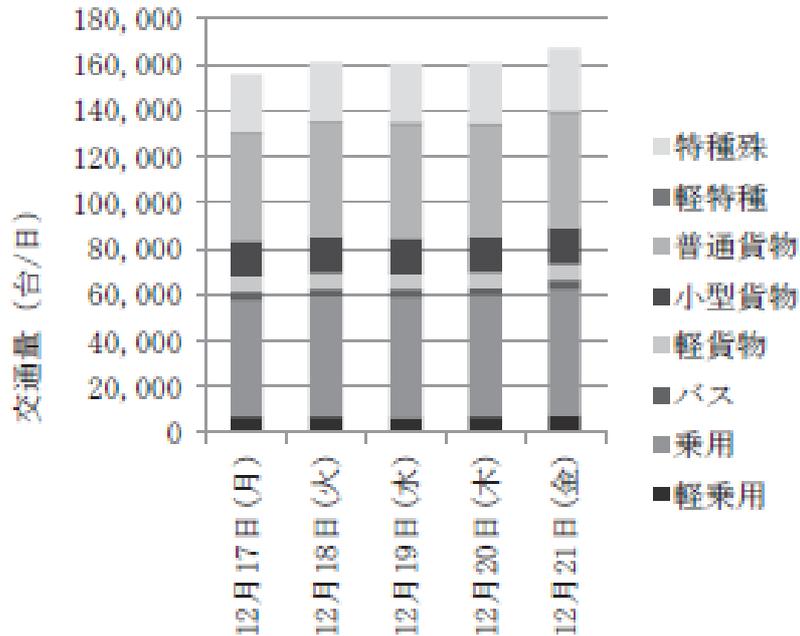


図 2-11 ナンバープレート調査結果の一例<sup>6</sup>

一方で、ナンバープレート調査が行われていない地域においては、道路交通センサ調査結果と（一財）自動車検査登録情報協会の車種別保有台数を整合させることで、車種構成情報を構築することが可能である。この方法は、道路交通センサ調査は全国で行われているものの、区分が大型車、小型車の2車種区分のみであり、そのままの形ではCO2排出量モデルに組み込むことができない。そこで、自動車検査協会が公表している都道府県別のより詳細な車種別保有台数データを参考に車種区分を細分化することで、CO2排出量モデルに組み込むことが可能となる。但し、前者と比較すると、保有台数比から路上走行台数比を推定するプロセスが含まれるため、やや精度が低いことが懸念される。

### ⑦ 現況再現検証用データ

交通シミュレーションスタディにおける現況再現検証用データには、主として交通量データと速度データがある。

交通量データは、対象地域において交通量調査を実施する場合、交通量センサ情報を利用する場合、及び道路交通センサの調査結果を利用する場合の3通りで入手可能である。このうち、交通量調査に関しては実施に大きな費用がかかる。

速度データに関しては、走行調査を実施するか、速度センサ情報を利用するか、あるいはプローブデータを購入するかのいずれかとなる。

都市間高速道路に関しては、NEXCOが交通量と速度を5分毎に記録した「トラカンデータ」を保持しており、NEXCOの協力が得られれば、これを利用できる可能性がある。

<sup>6</sup> 数理計画「局所的な大気汚染の改善に関わる施策の計画・評価に関する調査研究」

また、速度データに関しては、民間のテレマティクス事業者から購入するか、あるいは国土交通省の協力が得られれば、「ETC2.0 プローブデータ」を利用できる可能性があると考えられる。

## (2) シミュレーション対象候補地域の選定

シミュレーション対象候補地域については、東京都区部を対象とするが、これに加えて対象とする自動走行システムの導入可能性があり、必要データ入手可能性の高い以下の2地域も、シミュレーション対象の候補地域として選定した。

### ① 東名・厚木 IC～新東名・長泉沼津 IC 区間

以下の理由により、隊列走行及び高速道路での自動運転に関するシミュレーション対象路線として東名・厚木 IC～新東名・長泉沼津 IC 区間を候補とした。

- 隊列走行が東京～大阪間の長距離トラック輸送を前提としていること。
- その際、道路線形の良い新東名を使用すると考えられること。
- 東京西部の大規模物流施設は厚木エリアに集中しており、そこから東名・新東名にアクセスすると考えられること。
- 燃費面で条件が厳しい御殿場 IC への上り区間が含まれること。
- NEXCO 中日本の協力が得られれば、道路線形データや交通量データ等、シミュレーションに必要なデータが入手できること。

なお、評価対象地域は、東京（厚木 IC）～大阪（吹田 IC）間を想定し、上記区間でのシミュレーション結果を拡大して効果評価する。

### ② 柏市域

以下の理由により、グリーンウェーブ走行、ラストワンマイル及び自動バレーパーキングに関するシミュレーション対象地域として、柏市域を候補とした。

- 柏市、東京大学、国土交通省関東地方整備局、千葉県警、民間企業等で組織された「柏 ITS 推進協議会<sup>7</sup>」が発足・活動しており、「ITS モデル地区」にも指定されていることから、自動運転を含む ITS 施策実現に対する意識が高い地域と考えられること。
- 柏 ITS 推進協議会の活動の一環で、国土交通省が収集する「ETC2.0 プローブデータ」の活用に取り組みされており、同協議会との連携が計れば、このデータをシミュレーションに活用できる可能性があること。

---

<sup>7</sup> 柏 ITS 推進協議会ホームページ <<http://kashiwa-its.jp/>>

## 2.4 モデル都市における必要データの整備と利用方法の検討

モデル都市とした東京都 23 区部において、現状で入手できるデータを取得し、データ量や更新頻度、ばらつきなどの統計的な特性を調査し、評価に十分な品質であることを確認した。また、これらのデータをどのように交通シミュレーションや CO2 排出量モデル、拡大推計に反映させ、CO2 排出量を可視化するまでの具体的な利用方法を検討した。その際、今後 ART や隊列走行が実現したとして、それらの車両の詳細な走行挙動が継続的に得られることで、CO2 排出量の可視化がどのように精緻化されるか、その活用方法についても検討した。

### 2.4.1 入手データの特性分析と利用方法

表 2-12 に今年度の調査研究の期間中に入手できたデータの一覧を示した。以下、各データの特性と利用方法を検討した。

表 2-12 今年度業務で入手済みのデータ一覧

データ種類	内容・使用目的	エリア	備考
平成 20 年度東京都圏パーソントリップ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 目的種類別・代表交通手段別 OD 表、等</li> <li>● ART やラストワンマイルサービス導入地域で公共交通利用に転換する可能性があるトリップ量の推計等に使用</li> </ul>	首都圏 一都三県	インターネットサイト「国土数値情報ダウンロードサービス」から入手
平成 22 年度道路交通センサ箇所別基本表交通量データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 時間帯別方向別交通量データ</li> <li>● 交通シミュレーションの現況再現性検証等に使用</li> </ul>	東京都区部	
プローブリンク速度データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 時間帯別リンク速度データ</li> <li>● 交通シミュレーションの現況再現性検証等に使用</li> <li>● 事故渋滞が交通に与える影響分析に使用</li> </ul>	東京都区部	

### (1) パーソントリップ調査データの特性と利用方法

平成 20 年度東京都市圏パーソントリップ調査（以下、単に PT 調査）では、アンケート調査をもとに、性別・年齢階層別、トリップ目的種別、交通手段別等の様々な属性別に OD 表が集計されている。ART やラストワンマイル等の公共交通シフトを考慮するシミュレーションスタディでは、センサス調査での車種別・時間帯別表を性別・年齢階層別、トリップ目的種別にも区分する必要があるため、このような用途に利用可能かどうかを調査した。

PT 調査結果には、交通量配分への適用を目的とした『自動車 OD (VTOD) 表』が整理されているが、これには年齢階層や目的種類の情報が含まれないため、図 2-12 に示した手順で目的種別・年齢階層別に VTOD 表を分割した。

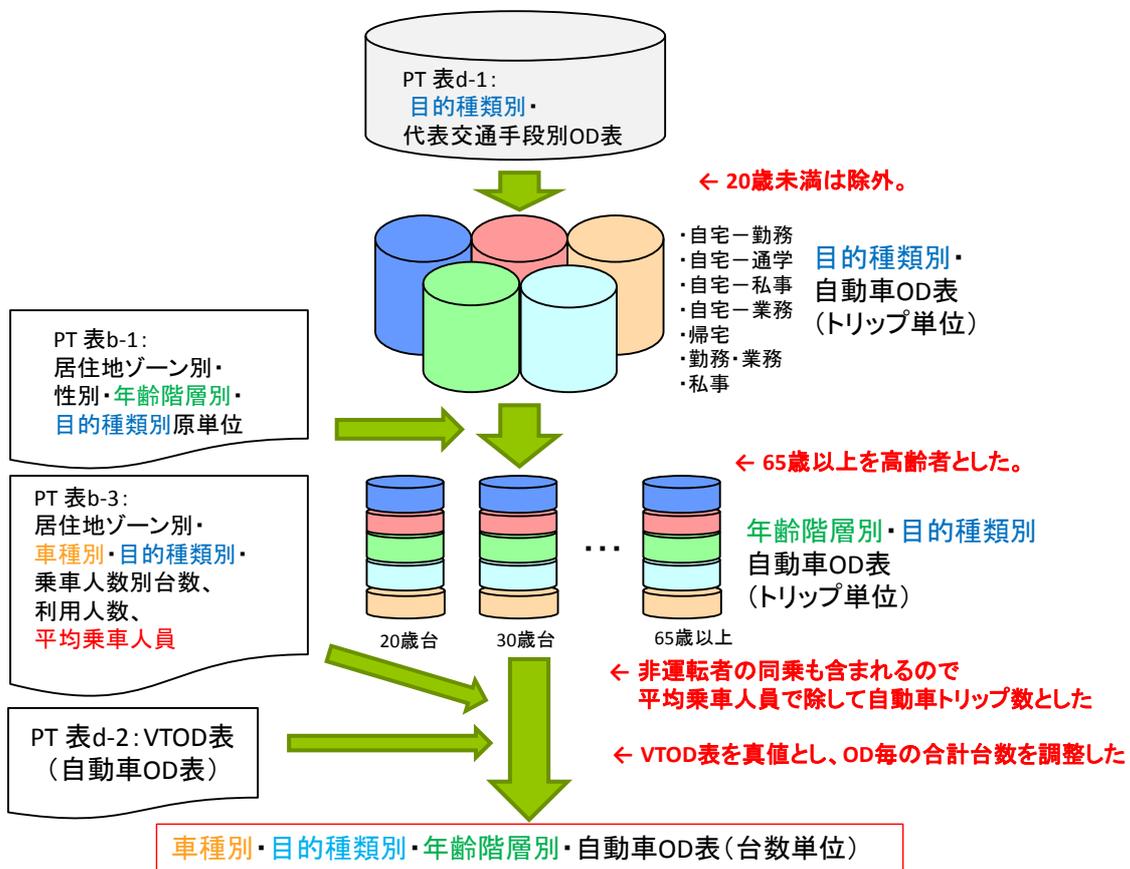


図 2-12 PT 調査にもとづく年齢階層別・目的種別の乗用車 OD 表生成手順

以下に留意事項を示す。

- 地域によって移動の実態が異なると考え、処理は都県別に行った。
- 代表交通手段別 OD 表 (d-1) には運転しないで同乗したトリップも含まれるので、平均乗車人数で除して、自動車トリップ数に換算した。
- 平均乗車人数は各トリップの出発ゾーンの値を使用した。

- 20歳未満（～9、10～14、15～19歳）のトリップ数は換算から除外した。
- 年齢階層は、20歳代、30歳代、40歳代、50歳代、60～64歳、65歳以上とした。
- 目的種別は、PTトリップ調査の区分である、自宅－勤務、自宅－通学、自宅－私事、自宅－業務、帰宅、勤務・業務、私事を使用した。ただし、帰宅の目的をさらに区分するため、帰宅を勤務－自宅、通学－自宅、私事－自宅、業務－自宅の4つの種別に区分することとした。区分の方法は、自宅発のトリップの割合と帰宅の区分の割合は、ほぼ同じであると考え、自宅発トリップの割合で分割することとした。
- VTOD表からは、バスを除いて集計に用いた。

以下、東京都とその他の県では、自動車トリップ数にどのような相違があるか確認した。

図 2-13 は、都県別に自動車トリップ数と年齢階層の内訳について確認したグラフである。東京都は、他県と比較して自動車トリップ数が多く、他県との差は、約 1 千万台/日となっている。今回の年齢階層区分では、全ての都県で 65 歳以上の区分の割合が最も大きくなっている。

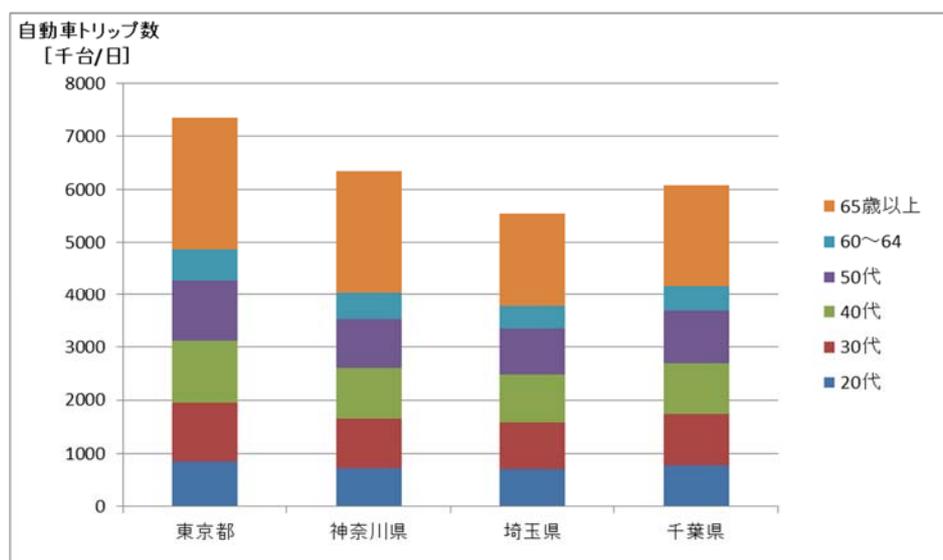


図 2-13 都県別年齢階層別自動車トリップ数

図 2-14 は、都県別に自動車トリップの目的種類の内訳を比較したものである。埼玉県、千葉県は、東京都、神奈川県と比較して、通勤目的（自宅－通勤、通勤－帰宅）のトリップの割合が多くなっており、東京都は、勤務先から業務を目的としたトリップ（勤務・業務）の割合が多くなっていることがわかる。神奈川県は、私事に関するトリップ（自宅－私事、私事－自宅、私事）の割合が県と比較的高くなっている。

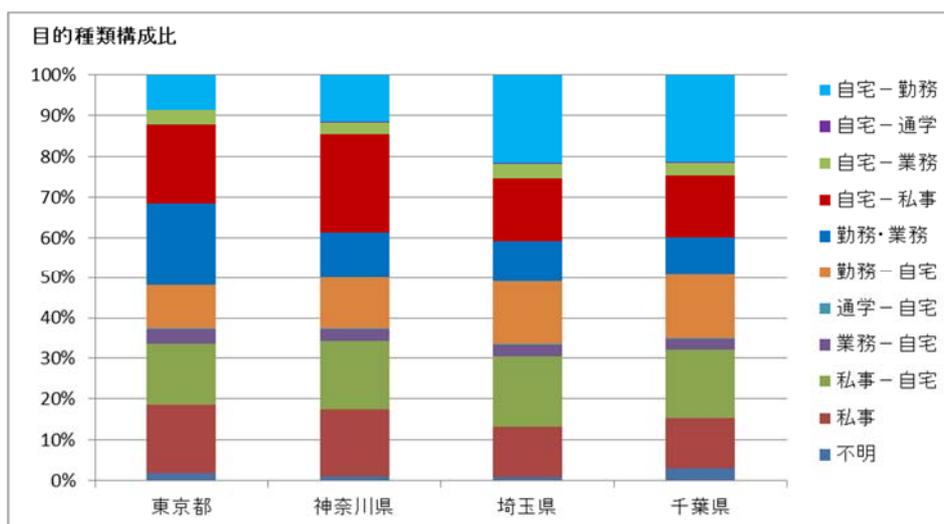


図 2-14 都県別目的種類構成の比較

図 2-15 は、都県別に年齢階層とトリップ目的種類の関係についてグラフ化したものである。全ての都県において 65 歳以上のトリップ数が多く、そのトリップ目的の多くは、私事トリップ（自宅-私事、私事-自宅、私事）であることがわかる。業務トリップは荷物の運搬を伴う事も多いと考えられ、交通手段の転換が難しいと考えられる。これに比べ、私事トリップは自由度が高いと考えられ、交通手段の転換が行われやすいと考えられる。また、65 歳以上のトリップ数については、東京都、神奈川県が一日に約 250 万台であるのに対し、埼玉県、千葉県は、一日に 200 万台弱となった。

以上で見たとおり、PT 調査結果を用いて、ART やラストワンマイルの評価に必要なトリップ目的種類別・年齢階層別の OD 表を作成することができることから、シミュレーションスタディで活用できるものといえる。

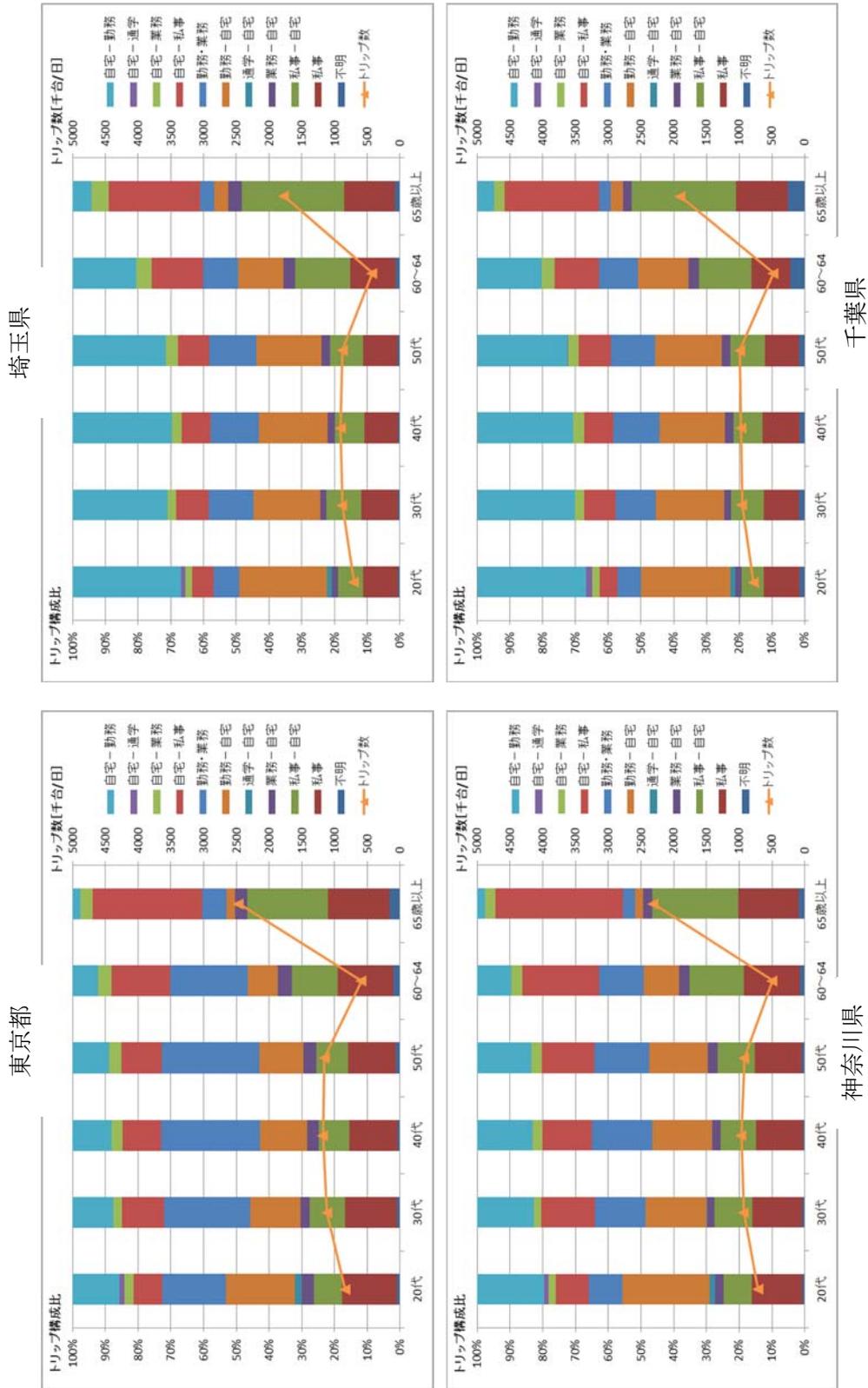


図 2-15 目的種類別年齢階層別の自動車トリップ構成比およびトリップ数

## (2) センサス交通量データの特性と利用方法

平成22年度道路交通センサス箇所別基本表交通量データ(以下、センサス交通量データ)には、図2-16に示した路線の代表地点で、時間帯別・上下方向別・車種別の交通量データが整理されている。このデータは、大規模ネットワークシミュレーションの既往研究事例<sup>8</sup>でも、図2-17や図2-18に示した通り、シミュレーション結果の検証用データとして活用されており、本業務の用途にも十分に利用可能と考えられる。

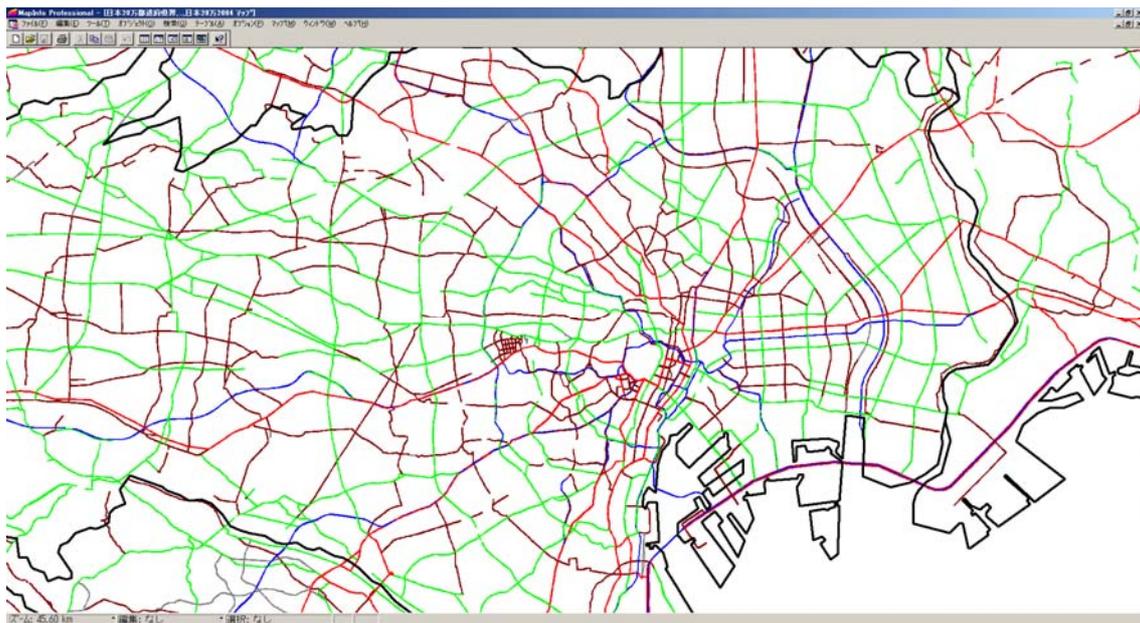


図 2-16 東京都区部におけるセンサス交通量データ整備区間  
(青：高速道路・首都高、赤：国道、緑：主要地方道、茶：一般地方道)

<sup>8</sup> 飯島護久，福本大輔，桑原雅夫：首都圏ネットワークにおける動的シミュレーションの適用可能性，第27回日本道路会議論文集，CD-ROM，2007.11.

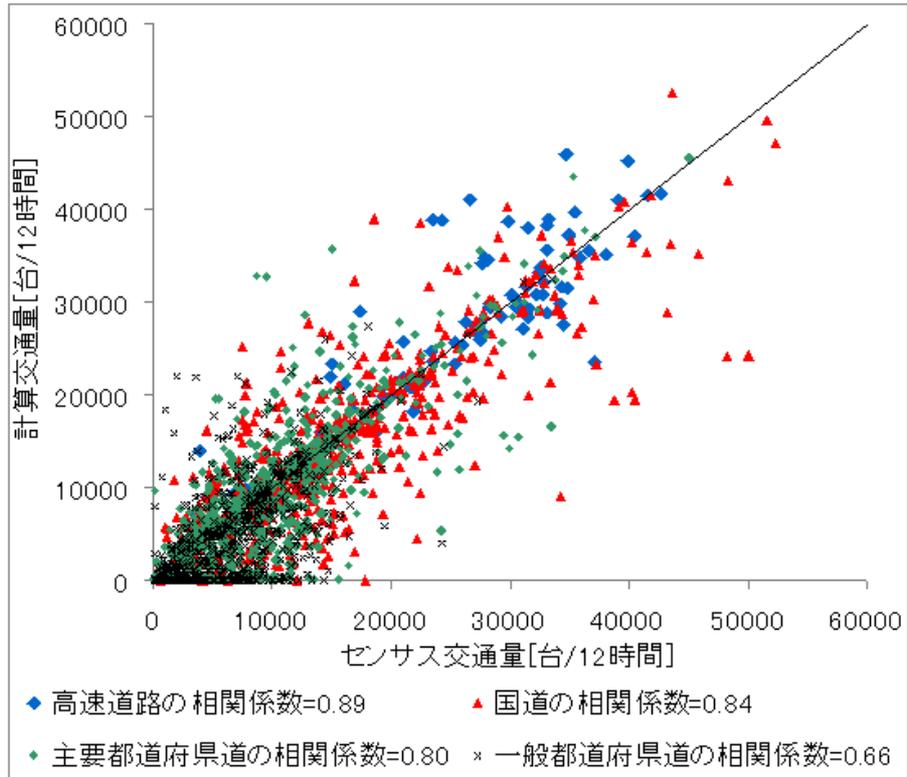


図 2-17 センサス交通量とシミュレーション結果の相関図による検証例

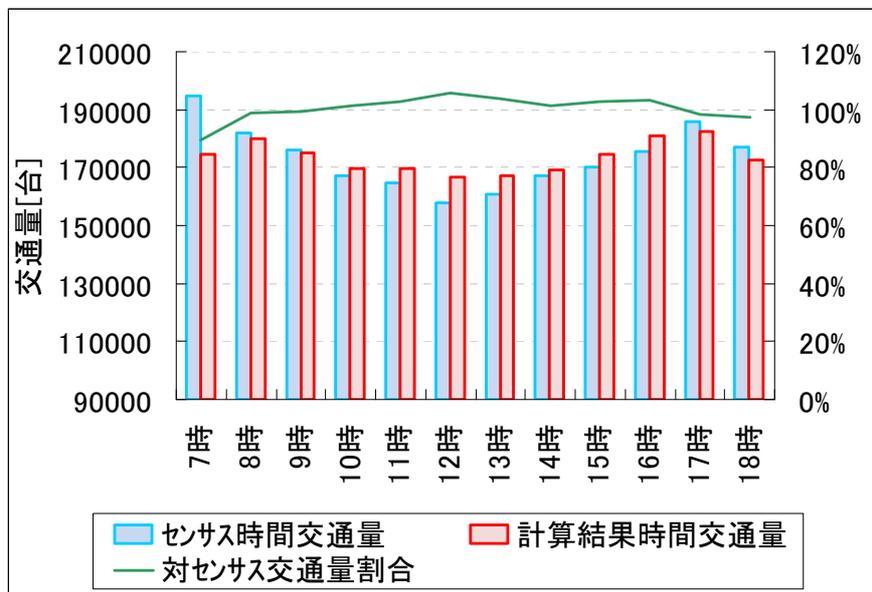


図 2-18 センサス時間帯別交通量とシミュレーション結果の比較例<sup>8</sup>

### (3) プローブリンク速度データの特性と利用方法

某民間会社が提供するプローブデータには、道路リンク単位の旅行速度データが10分間隔で整理されている。プローブデータは走行している自動車のGPSからデータを取得するため、自動車が行ける箇所ならば理論上どこからでもデータを取得することが出来、今後は道路の計画・整備・管理など道路行政での活用も大いに期待されている。一方で、収集できる車両がまだ一部の車両に限られているものの、走行実績データが十分な路線については、本業務の用途にも利用可能と考えられる

	リンク数
東京都23区 一般道路全体	67,587
プローブデータ(2013/10/1)	51,879
プローブデータ取得リンク割合	77%

図 2-19 東京都 23 区内の全リンク数に対するプローブデータの取得リンク数の割合  
(2013 年 10 月 1 日の実績)

## 2.4.2 自動走行車両の精緻な挙動データの継続的な活用方法

今後、自動走行車両の実用化・普及の段階に応じて、以下のような精緻な挙動データが取得、活用できるようになると考えられる。

### (1) 自車の車線別走行挙動データ

自動走行車はどの車線を走行しているかを常に把握して、走行位置に応じた適切な制御を行う必要がある。即ち、これまでのプローブデータで取得されていた時刻と位置（緯度経度）に紐付けられた走行速度情報のほか、これまで取得できなかった車線別の走行速度情報が得られることを意味する。

車線別の走行挙動の違いが把握できれば、隊列走行や高速道路での自動運転のモデリング精緻化が図られる。また、一般道においても、車線別の渋滞状況の違いなどを把握することができるようになり、シミュレーションスタディでの再現性をより精緻なレベルで担保することが可能となる。

### (2) 周辺車両の相対的な走行挙動データ

また、自動走行車は常に周辺車両との位置関係を把握して、挙動を制御している。この周辺車両との相対位置の時系列データと、自車の走行挙動データを統合すれば、周辺車両の走行挙動データに変換できる可能性がある。

周辺車両の走行挙動データが把握できるようになると、例えば車線別の車頭時間や車間距離分布など、追従走行のモデル化に必要な情報や、合分流部や追い越し時の車線変更挙動のモデル化に必要な量が得られると考えられる。特に後者については、これまで十分なデータの蓄積がなく、車両挙動のモデル化においても長年の課題となっていることから、このような精緻なデータが得られることによるブレークスルーも期待できる。

### (3) ART やラストワンマイル利用者のトリップデータ

ART では乗降時の迅速性確保のために、IC カード等によるキャッシュレス代金支払が一般的になると考えられる。また、ラストワンマイルでは、利用者のセキュリティ確保の目的で、事前の利用者登録とセットになった IC カード決済方式が主流になると考えられる。これは、利用者の個人情報に十分に配慮した上で、問題がない利用者属性情報のみを付与したトリップ情報が得られることを意味する。特に、地域内を移動する短距離トリップの実態については、十分なデータの蓄積がないため、行動モデルの精緻化には役立つものになると期待される。

### 3. 自動走行システム導入による交通流改善効果に伴う CO2 排出量への影響検討

自動車からの CO2 排出量は走行挙動（速度、加減速度など）と車両性能（車両重量、排気量、エンジン特性など）より推計することができる（図 3-1）。自動走行システムを導入した場合の CO2 削減効果を推計するには、システム導入前後の走行挙動の変化を定量化すること、さらにシステム導入前後で類似した走行挙動の場合でも CO2 排出量が異なる場合があるため、システム導入前後で CO2 排出量を定量化する必要がある。この定量化のための方法論はエネルギーITS 推進事業によって確立されているが、今回対象として挙げた自動走行システムの CO2 排出量への影響を評価するためには、確立された方法論に従って、各システムの評価に求められる要件を満たした交通シミュレーション、ならびに CO2 排出量モデルの構築が必要である。

ここでは、今回対象とする自動車走行システムの導入による CO2 削減効果を把握するために、2 章でリファレンスモデルを用いて整理した CO2 削減メカニズムを踏まえて、各システムの評価を行うためのツールが具備すべき要件を整理した。このうち、ART と隊列走行については、交通シミュレーションでのモデル化を行った。また、交通シミュレーションと組み合わせて用いられる CO2 排出量モデルについては、ART の評価のために中型バスを用いたシャシダイナモ実験を実施し、CO2 排出量モデルを構築した。

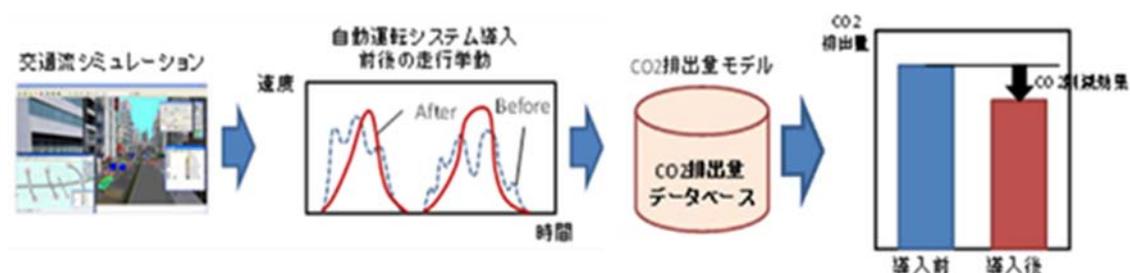


図 3-1 自動車からの CO2 排出量の推計のコンセプト

### 3.1 自動走行システム導入による CO2 削減メカニズムを踏まえた評価ツールの要件検討

今回対象とする 6 つの自動走行システムは、それぞれ異なる CO2 削減メカニズムを有しており、その CO2 排出量を評価するツールは、各システムの CO2 削減メカニズムに沿って現象を表現できるものでなければならない。ここでは、2 章でリファレンスモデルを用いて整理した CO2 削減メカニズムを踏まえて、各システムの評価を行うためのツールが具備すべき要件を整理した。ツール要件については、交通シミュレーションに関する要件と CO2 排出量モデルに関する要件に分けて整理した。

#### 3.1.1 交通シミュレーションに関する要件

##### (1) グリーンウェーブ走行

グリーンウェーブ走行支援システムにおいては、主に通過支援、停止支援、発進遅れ防止支援の 3 つのサービスが挙げられており、それぞれで以下の挙動が期待されている。

- 通過支援
  - ▶ 青タイミングで通過できる速度範囲を表示し、速度調整によって停止せず青信号を通過する。
  - ▶ サービス対象交差点へ一定の距離まで近づいたら、路側センサ等から信号情報を取得し、自身の走行速度と信号制御情報から通過可能な目標速度を設定しそれにしたがって走行する。
- 停止支援
  - ▶ 赤信号に遭遇する際は、早めのアクセルオフを行い、緩やかな減速で停車を支援する。
- 発進遅れ防止支援
  - ▶ 概ねの赤残時間をドライバーへ提示し、青に変わる少し前に前方確認を促すことで、発進遅れを防止し、スムーズな加速を支援する。

図 3-2、図 3-3 にグリーンウェーブ走行支援時の目標速度の決定イメージ、および車両挙動イメージを示した。

一方で、グリーンウェーブ走行支援システムにおいては、各サービスに応じて車両挙動を操作する機能をモデル化するほかに、情報提供支援として信号制御情報を車両に送信する機能、信号制御情報から各サービスの支援を決定する機能を実装することが求められる。現在 UTMS 協会で行われている実証実験を例に取れば、光ビーコンにあたる路側通信装置をモデル化することも求められる。

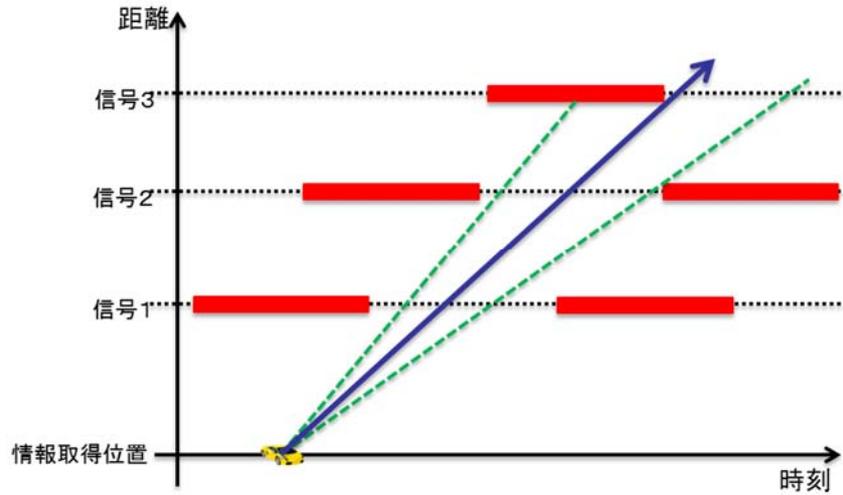


図 3-2 目標速度の決定イメージ

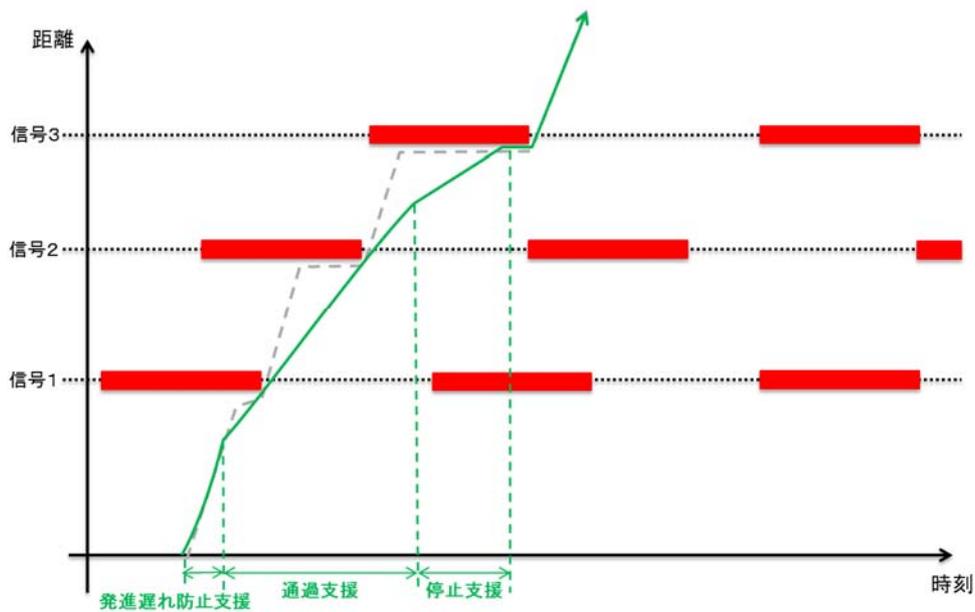


図 3-3 シミュレーションモデル上の挙動イメージ

以上から、グリーンウェーブ走行のリファレンスモデルに沿って、交通シミュレーションモデルへの要件を以下のように整理した。

- 指定した断面を通過した時点で、自動走行車両が信号現示切替情報を受け取れること。
  - 路側ビーコンによる情報提供の模擬。
- 自動走行車両は、受け取った信号現示切替情報をもとに、走行位置から信号交差点までの最適速度（ $\leq$ 制限速度）を求め、その速度を上限として走行する。

- 巡航速度維持の模擬。
- もし、求めた最適速度では信号交差点を通過できない場合は、適切な位置でアクセルオフによる自然な減速をはじめ、交差点まで走行する。
  - 早めアクセルオフの模擬。
- 信号交差点で停止している状態から、一般車両よりも短い反応遅れ時間で発進する。
  - 発進遅れ防止の模擬。
- 所定の位置に置かれたセンサで検知した交通量や速度の情報をもとに、サイクル長、スプリット、オフセットを最適化する。
  - 系統制御最適化の模擬。

なお、実際に行われている系統制御の仕組みは非常に複雑であり、シミュレーション上で最適化のアルゴリズムを実装することは、非常に大きな労力を要すると考えられる。このため、予め想定した交通量に対して最適な信号制御パラメータをオフラインで求めておき、それをシミュレーションで指定する方式も許容するのが現実的である。

## (2) ART

ART のリファレンスモデルに沿って、交通シミュレーションモデルの要件を以下のように整理した。

- ART 専用車線の指定。
- バス停車前の適切な位置から、緩やかな一定の減速度で停止し、緩やかな加速度で発進する。
- ART 導入路線の自動車利用者に対する公共交通シフトのシナリオを考慮できる。

## (3) 隊列走行

隊列走行のリファレンスモデルに沿って、交通シミュレーションモデルの要件を以下のように整理した。

- 一定の車間距離を維持して追従走行する。
- 走行車線を維持して走行する。
- 法定速度を遵守して走行する。

## (4) 高速道路の自動運転

高速道路の自動運転のリファレンスモデルに沿って、交通シミュレーションモデルの要件を以下のように整理した。

- 一定の車間時間を維持して追従走行する。
  - CACC の模擬。
- 走行車線を維持して走行する。
- 法定速度を遵守して走行する。
  - 自動走行車は上り坂でも速度低下せず、一般車は上り坂で（無意識の）速度低下をおこす。

#### (5) ラストワンマイル

ラストワンマイルのリファレンスモデルに沿って、交通シミュレーションモデルの要件を以下のように整理した。

- 地域内のトリップ発生需要をパーソン（人間）ベースで考慮できる。
- 一定数のラストワンマイル車両が地域内を走行し、パーソンベースの発生トリップに対して、目的地までの移動をサービスする。
- 空車トリップの発生も考慮する。

#### (6) 自動バレーパーキング

自動バレーパーキングのリファレンスモデルに沿って、交通シミュレーションモデルの要件を以下のように整理した。

- 以下を考慮して、駐車場を表現できる。
  - 駐車台数が管理されており、最大駐車台数を超えて入庫できない。
  - 出入口での停止時間を設定できる。
- 空き駐車場情報が得られない一般車両のうろつき行動を模擬できる。
- 空き駐車場情報を得た自動バレーパーキング車両は、最短経路でその駐車場に向かう。

### 3.1.2 CO2 排出量モデルに関する要件

#### (1) グリーンウェーブ走行

グリーンウェーブ走行において、交通シミュレーションでは走行時の加減速挙動が低減される効果について検討を行っている。この効果は、交通流への影響に加えて自動車単体のCO2削減効果にもつながる。このうち、自動車単体のCO2削減効果については、NEDO エネルギーITS 推進事業<sup>2</sup>で開発したエコドライブを実施した際のモデルを構築することで対応するものとする。具体的には、NEDO エネルギーITS 推進事業で検討した乗用車のエコドライブを行った際の走行挙動を参考に、グリーンウェーブ走行が行われている場合の走行をe-スタート、加減速の少ない運転、早めのアクセルオフにより想定することとする。

#### (2) ART

ARTにおいては、次世代交通WGにおいて、最終的には燃料電池バスを用いたシステムが想定されているが、2020年などの中期の期間で見た場合、お台場臨海部以外の都市では従来のディーゼルバス車両が導入される場合も想定される。そこで、ここでは、現状のディーゼルバス車両のメソCO2排出量モデルを構築し、さらにARTによる交通流変化および車両挙動変化を考慮可能なメソCO2排出量モデルへの改良の2つを検討する必要がある。

前者については、3.3節で述べる台上試験結果をベースに作成するものとし、後者については、現時点ではART導入時の走行挙動が分からないため、ここでは暫定的にグリーンウェーブと同様に乗用車のエコドライブ実施時のデータを用いて、さらに3.1.3節で述べるバスの台上試験結果と合わせることで作成する。

#### (3) 隊列走行

隊列走行においては、システム実用化WGにおいて、隊列台数や車間距離などの詳細は検討中とのことであったため、ここではNEDO エネルギーITS 推進事業で検討した3台のトラックが車間4mにて走行することを想定することとする。

トラックのCO2削減効果は、空気抵抗低減と路上空間再配分による速度最適化を対象とし、前者はCO2排出量モデル、後者は交通シミュレーションモデルにて対応するものとする。小型車については、路上空間再配分効果のみを対象とし、この影響については交通シミュレーションモデルにて対応するものであるため、CO2排出量モデルにおける対応は不要とする。また、隊列走行を自動運転化することによる最適な加減速走行による交通流の改善効果、流入流出ランプ前後の交通流乱れ、隊列形成に伴うロス等は対象外とした。

隊列走行の空気抵抗低減効果については、NEDO エネルギーITS 推進事業の「自動運転・隊列走行技術の研究開発」<sup>9</sup>にて、隊列走行時の空気抵抗係数を空気流体シミュレーション

<sup>9</sup> 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギーITS 推進事業「自動運

により推定（図 3-4）し、車両からの CO<sub>2</sub> 排出量の低減率が求められているため、これを利用することができると考えられる。

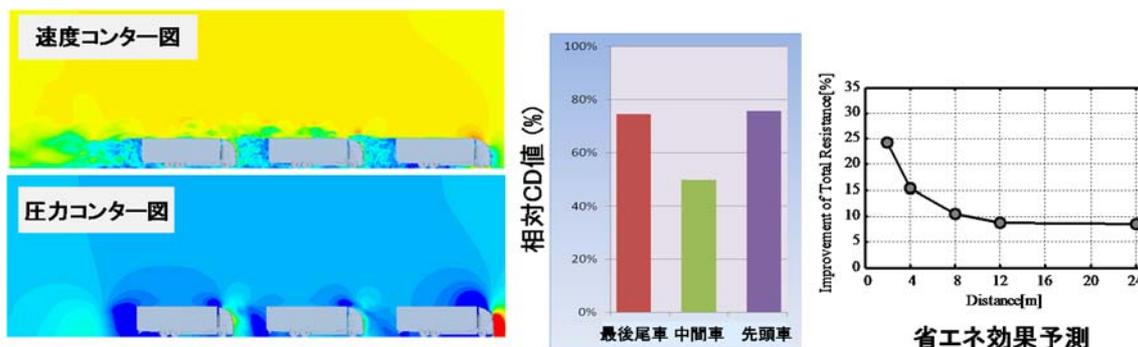


図 3-4 空気抵抗削減効果推定のための流体シミュレーション

#### (4) 高速道路での自動運転

高速道路での自動運転においては、グリーンウェーブ走行と同様に交通流の改善と自動車単体の CO<sub>2</sub> 削減効果の 2 つが見込まれる。前者は交通シミュレーション側で対応し、後者については CO<sub>2</sub> 排出量モデル側で対応するものとする。自動運転時の走行挙動については、エコドライブ実施時と同様になると想定し、NEDO エネルギーITS 推進事業で検討した乗用車のエコドライブを行った際の走行挙動を参考にすることで対応する。

#### (5) ラストワンマイル

ラストワンマイルにおいては、これまで自動車を使用していたユーザーに対して公共交通の利用を促進するための技術である。ここでは需要量の変化、およびそれに伴う交通流改善の効果が期待され、これらは交通シミュレーションでの対応となる。一方、ラストワンマイルでは自動車の走行挙動の変化は発生しないと考えられることから、その評価のために新たな CO<sub>2</sub> 排出量モデルを構築する必要性は小さいものとする。

#### (6) 自動バレーパーキング

自動バレーパーキングにおける主要な効果としては、駐車場の探索による駐車場周辺のうろつき交通の削減が考えられる。これについては、交通シミュレーション側での対応となり、CO<sub>2</sub> 排出量モデルについては、新たな CO<sub>2</sub> 排出量モデル構築の必要性は小さいものとする。

## 3.2 自動走行システム導入による交通流変化の交通シミュレーションでのモデル化

前節で整理した要件を踏まえて、ここでは ART による公共交通シフト及び隊列走行時の短車間維持追従走行について、モデル化を行った。

### 3.2.1 ART による公共交通シフトのモデル化

#### (1) モデル化の手順

ART による公共交通シフトのモデル化にあたっては、首都圏（東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県）を対象に、表 3-1 に示した統計データを用いて、以下の手順で転換量を求めるモデルを作成した。

- ① パーソントリップ（PT）調査に基づき、年齢階層別・目的種類別に乗用車の OD 表を作成。
- ② 作成した乗用車 OD 表を道路ネットワーク上の最短時間経路<sup>10</sup>に割り付け、年齢階層別・目的種類別・道路種類別の OD 構成率を路線別に集計。
- ③ ART 導入想定路線の利用者に対して、年齢階層別・目的種類別に自家用車から公共交通への転換シナリオを設定し、転換トリップ量を推計。

表 3-1 使用した統計データ

統計データ	使用項目	配布元
平成 20 年度東京都市圏 PT 調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目的種類別・代表交通手段別 OD 表（表 d-1）</li> <li>・ 居住地ゾーン別・性別・年齢階層別原単位（表 b-1）</li> <li>・ 居住地ゾーン別・車種別・目的種類別・乗車人員別台数 利用人数 平均乗車人員（表 b-3）</li> <li>・ 自動車 OD（VTOD）表（表 d-2）</li> <li>※H20PT 調査は平日のみが対象</li> </ul>	東京都市圏交通計画協議会 <sup>11</sup>
平成 22 年度交通事故統計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成 22 年死亡事故件数</li> <li>・ 東京+神奈川+千葉+埼玉</li> <li>・ 一当、二当年齢階層別および単独事故</li> </ul>	公益財団法人交通事故総合分析センター <sup>12</sup>
平成 22 年度道路交通センサス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 箇所別基本表交通量データ（区間長、日交通量）</li> <li>※H22 センサスは平日のみなので、休日交通量は H17 センサスの交通量平休比を乗じて求めた</li> </ul>	国土交通省

<sup>10</sup> 道路種別による速度の違いや通行料金の時間換算分を考慮した。

<sup>11</sup> 東京都市圏交通計画協議会 HP(<http://www.tokyo-pt.jp/>)

<sup>12</sup> 公益財団法人交通事故総合分析センター HP(<http://www.itarda.or.jp/>)

(2) PT 調査データに基づく年齢階層別・目的種類の乗用車 OD 表作成

PT 調査結果には、交通量配分への適用を目的とした『自動車 OD (VTOD) 表』が整理されているが、これには年齢階層や目的種類の情報が含まれないため、図 3-5 に示した手順で目的種類別・年齢階層別に VTOD 表を分割した。以下に留意事項を示す。

- 代表交通手段別 OD 表(d-1)には運転しないで同乗したトリップも含まれるので、平均乗車人数で除して、自動車トリップ数に換算した。
- 平均乗車人数は各トリップの出発ゾーンの値を使用した。
- 20 歳未満 (～9、10～14、15～19 歳) のトリップ数は換算から除外した。
- VTOD 表からは、バスを除いて集計に用いた。

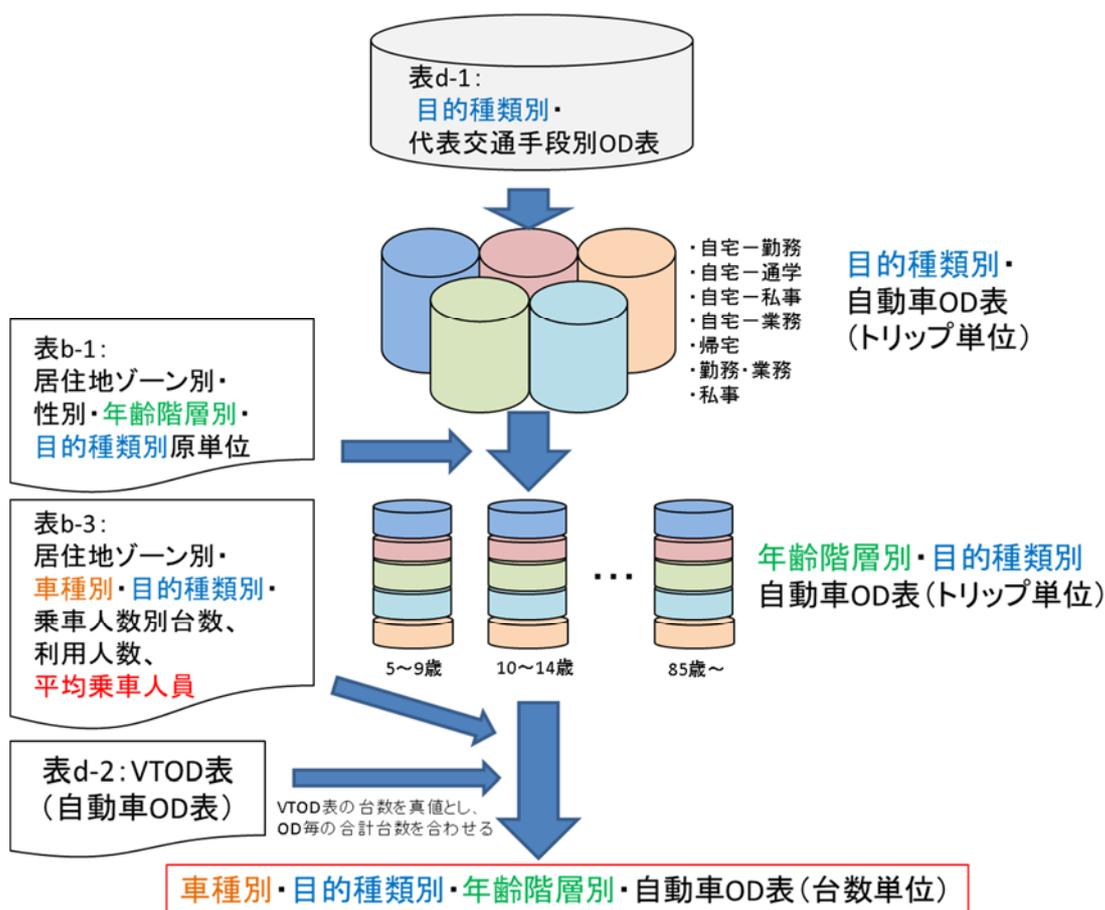


図 3-5 年齢階層別・目的種類の乗用車 OD 表作成手順

東京都とその他の県では、自動車トリップにどのような相違があるか確認した。図 3-6 は、都県別に自動車トリップ数と年齢階層の内訳について確認したグラフである。東京都は、他県と比較して自動車トリップ数が多く、他県との差は、約 1 千万台/日とな

っている。今回の年齢階層区分では、全ての都県で 65 歳以上の区分の割合が最も大きくなっている。

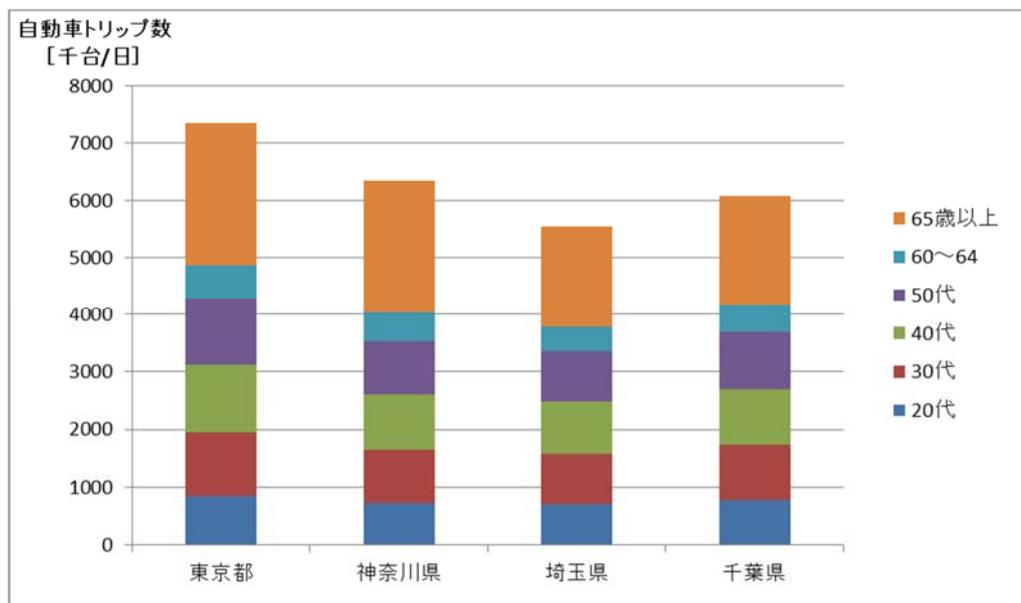


図 3-6 都県別年齢階層別自動車トリップ数

図 3-7 は、都県別に自動車トリップの目的種類の内訳を比較したものである。

埼玉県、千葉県は、東京都、神奈川県と比較して、通勤目的（自宅ー通勤、通勤ー帰宅）のトリップの割合が多くなっており、東京都は、勤務先から業務を目的としたトリップ（勤務・業務）の割合が多くなっていることがわかる。神奈川県は、私事に関するトリップ（自宅ー私事、私事ー自宅、私事）の割合が他県と比較して高くなっている。

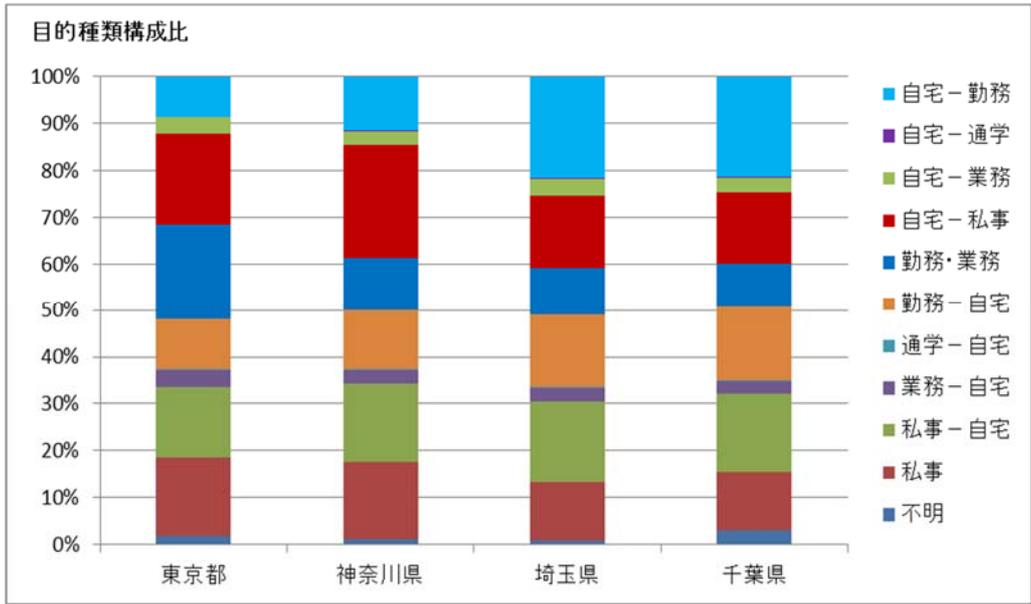


図 3-7 都県別目的種類構成の比較

東京都における目的種類別年齢階層別の自動車トリップ構成比を図 3-8 に示した。目的種類を PT 調査の区分で示したが、65 歳以上では、他の年齢階層と比較すると業務トリップ（自宅-業務、勤務・業務）の割合が少なく、私事トリップの割合が多くなっていることがわかる。業務トリップは荷物の運搬を伴う事も多いと考えられ、交通手段の転換が難しいと考えられる。これに比べ、私事トリップは自由度が高いと考えられ、交通手段の転換が行われやすいと考えられる。

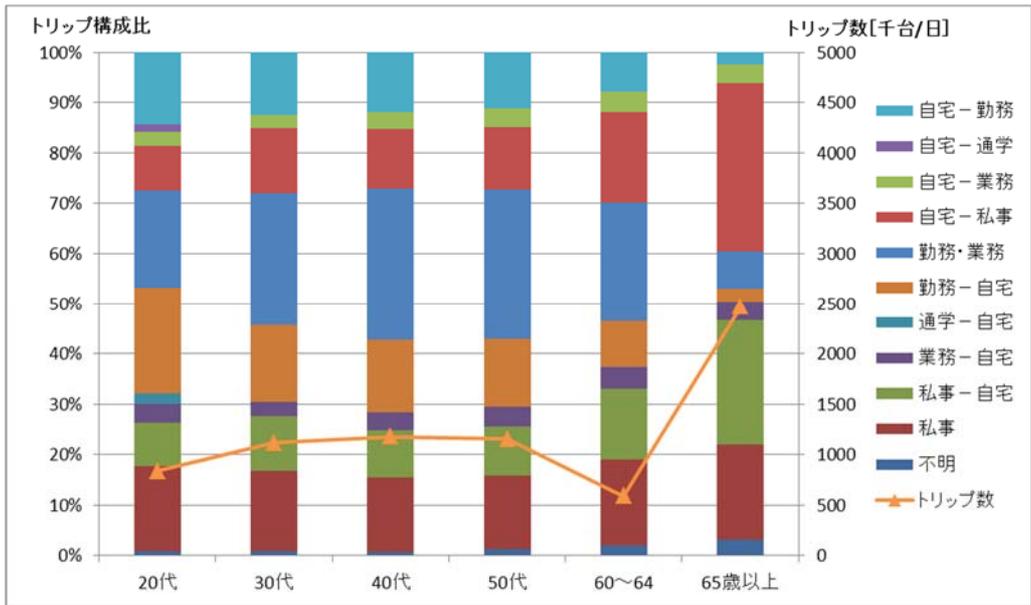


図 3-8 目的種類別年齢階層別の自動車トリップ構成比およびトリップ数（東京都）

### (3) 年齢階層別・目的種別・道路種別の乗用車総走行距離の推計

次に、(2)で作成した自動車 OD 交通量を経路に割り付けて、年齢階層別・目的種別・道路種別の乗用車総走行距離における OD 構成率を集計した。その際、各 OD 間の経路は、デジタル道路地図上で最短時間となる経路を以下の条件で探索し、道路種別の走行距離を求めた。

- 高速道路は 80km/h、一般道は 40km/h でそれぞれ走行するとした。
- 高速道路の通行料金は 100 円あたり約 2.5 分（1 分あたり約 40 円の時間価値）として、区間所要時間に加算した。

年齢階層別の総走行距離に占める道路種別構成比を図 3-9 に示した。年齢階層による利用する道路種類は、65 歳以上の高速自動車道や指定自動車専用道の比率が若干下がっているものの、ほとんど変化しないことがわかった。

また、年齢階層別のトリップ長累積割合を図 3-10 に示した。65 歳以上の曲線は、他よりも短いトリップ長で立ち上がりは早くなっており、他の年齢階層と比較して近い距離を自動車で高頻度に移動していることが示唆される。

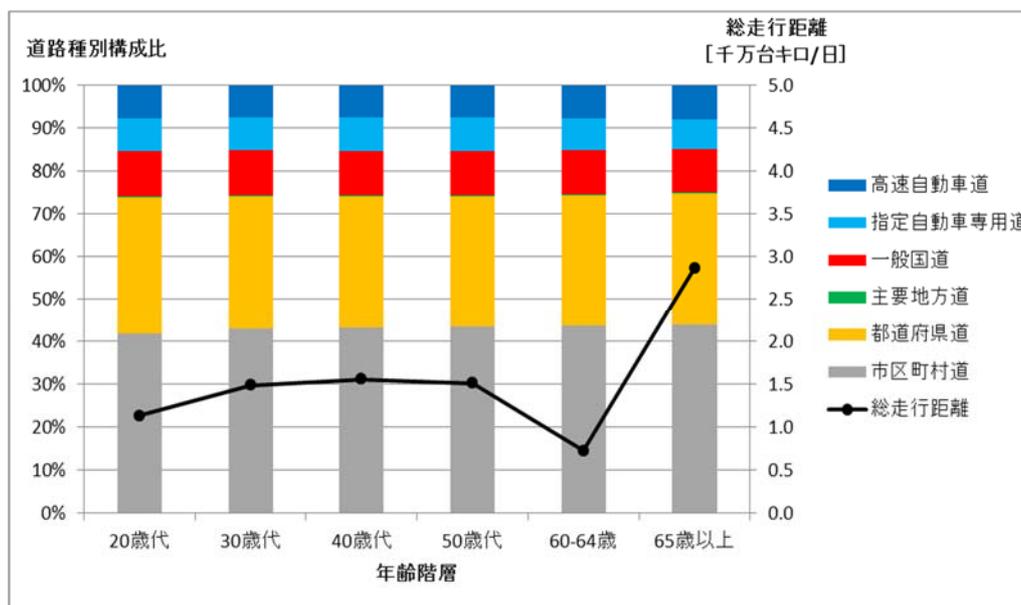


図 3-9 路線種別年齢階層別の自動車トリップ構成比及び総走行距離（東京都）

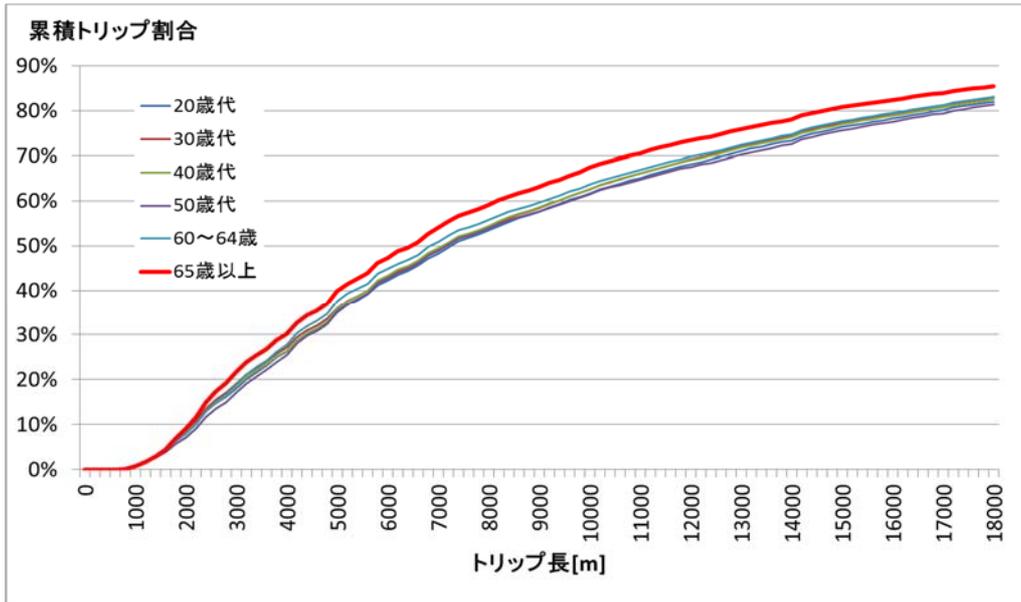


図 3-10 年齢階層別の累積トリップ長の比較

#### (4) 東京臨海地区関連トリップの公共交通シフトのモデル化

上記(2)及び(3)で得られた結果を基に、ART が導入されることで利便性が高くなる東京臨海地区に関連するトリップが公共交通にシフトした場合の自動車トリップ削減量を推計するモデルを作成した。

まず、東京臨海地区(図 3-11)に関する乗用車の発着トリップ(1日あたり約 135,000 トリップ)について、年齢階層とトリップ目的によって、公共交通への転換シナリオを表 3-2 のように設定した。例えば、高齢者の私事トリップ転換ケース(ケース 2)では、最大で 12.4%の乗用車トリップが転換する設定となる。

次に、各シナリオで対象トリップの一定割合が公共交通利用に転換した場合の事故削減数を感度分析し、図 3-12 の結果を得た。例えば、ケース 2 で 100%が転換した場合、年間で約 0.3 件の事故削減が見込める。これは、首都圏での乗用車による死亡事故数を 0.07% (=0.3÷489) 低減させることに相当する。

各シナリオで対象トリップの全てが公共交通利用に転換した場合の、交通手段分担率の変化を図 3-13 に示した。例えば、ケース 2 では自動車分担率が 2%減(14%→12%)となる。また、首都圏の市区別に関連乗用車トリップ数の分布を図 3-14 及び図 3-15 に示した。江東区、中央区、港区、江戸川区など、近隣都区部の乗用車トリップが大部分を占めていることがわかる。

表 3-2 設定シナリオ

ケース	対象トリップ	1日あたりの対象トリップ 総数(対全乗用車トリップ 数*比)	
1	高齢者層の公共交通転換 (通勤・通学・私事)	・ 65歳以上で目的種類が自宅-勤務、自宅-通学、自宅-私事、勤務-自宅、通学-自宅、私事-自宅、私事。	約 18,600 トリップ (13.8%)
2	高齢者層の公共交通転換 (私事のみ)	・ 65歳以上で目的種類が自宅-私事、私事-自宅、私事。	約 16,700 トリップ (12.4%)
3	全年齢層での公共交通転換 (通勤・通学・私事)	・ 全年齢層で目的種類が自宅-勤務、自宅-通学、自宅-私事、勤務-自宅、通学-自宅、私事-自宅、私事。	約 105,800 トリップ (78.4%)
4	全年齢層での公共交通転換 (私事のみ)	・ 全年齢層で目的種類が自宅-私事、私事-自宅、私事。	約 66,000 トリップ (48.9%)

※首都圏一都三県での東京臨海地区関連乗用車トリップ総数：約 135,000 [台回/日]

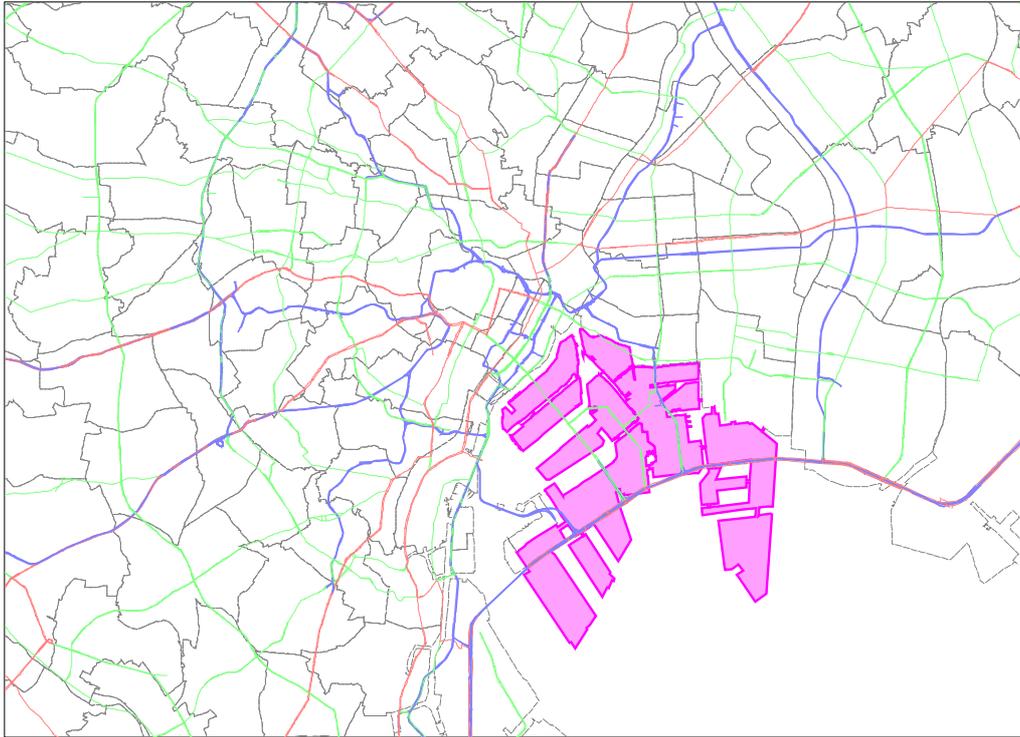


図 3-11 分析対象とした東京臨海地区のゾーン (H20 首都圏 PT 調査・中ゾーン)

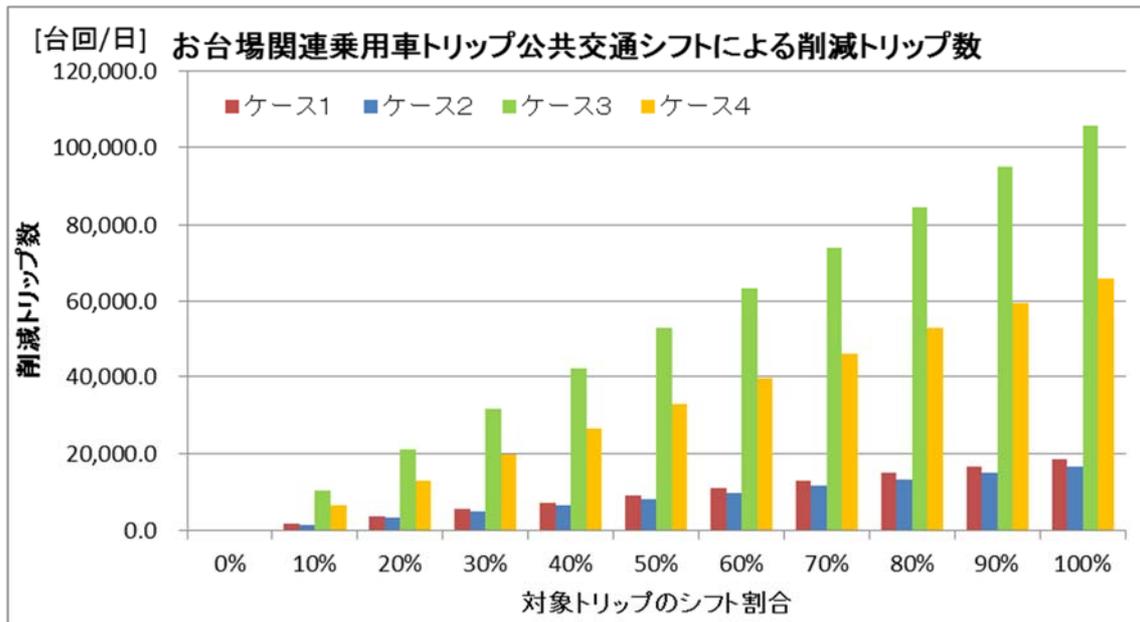


図 3-12 事故削減件数と割合の推定結果

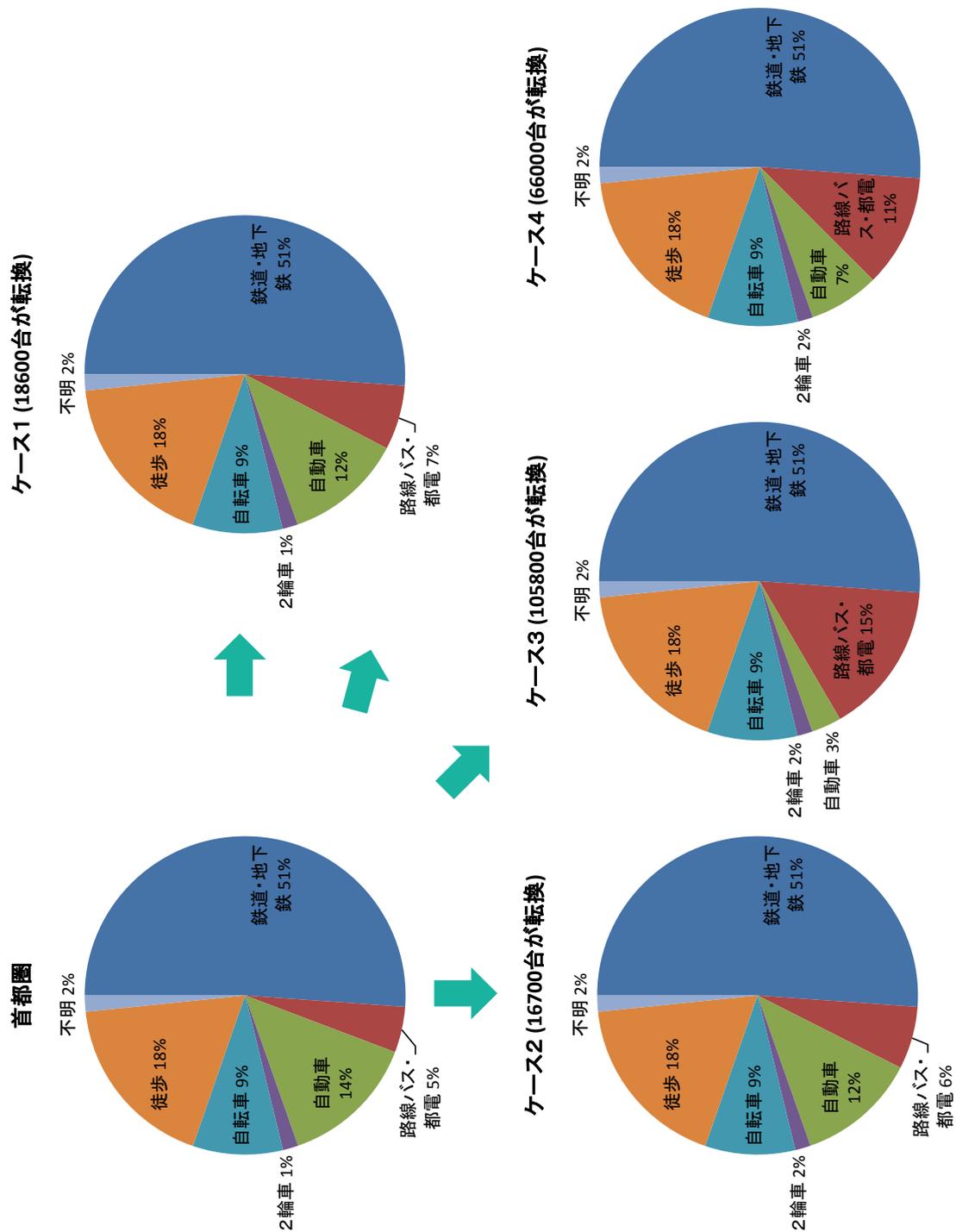


図 3-13 各転換シナリオで対象トリップの100%が転換したときの首都圏での代表手段交通分担率変化

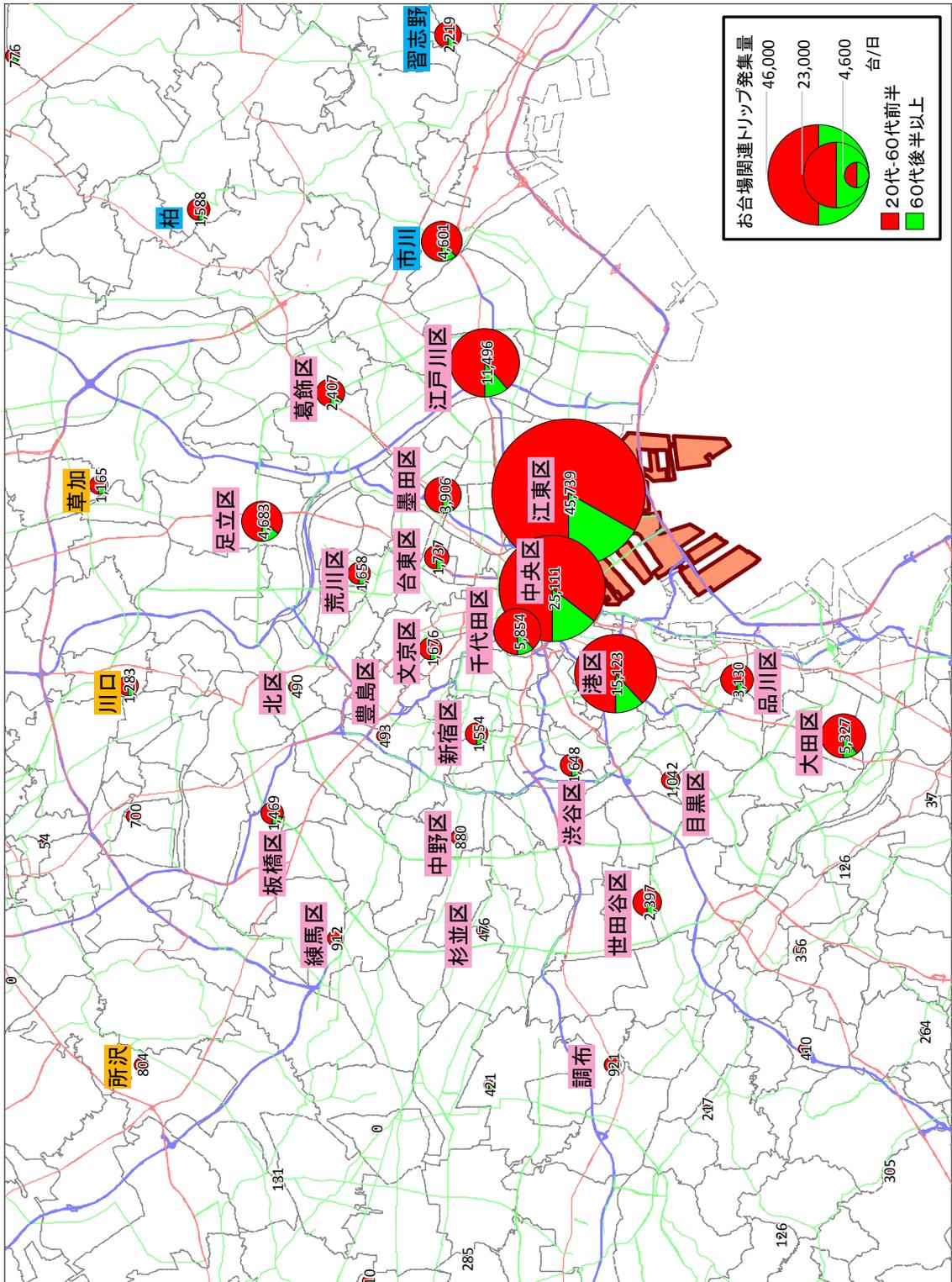
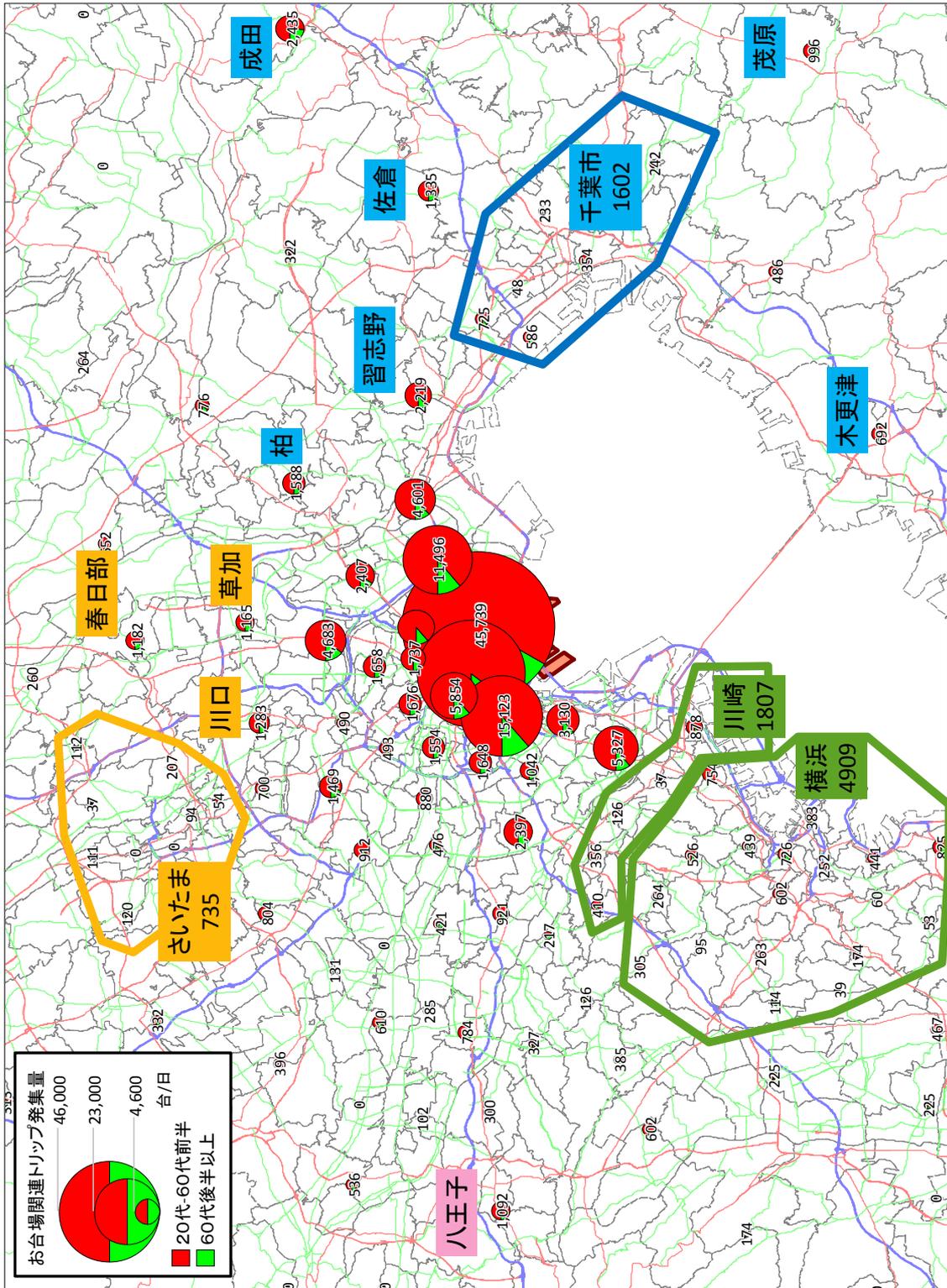


図 3-14 周辺市区町村の東京臨海部関連乗用車トリップ数分布（東京都区部を拡大）



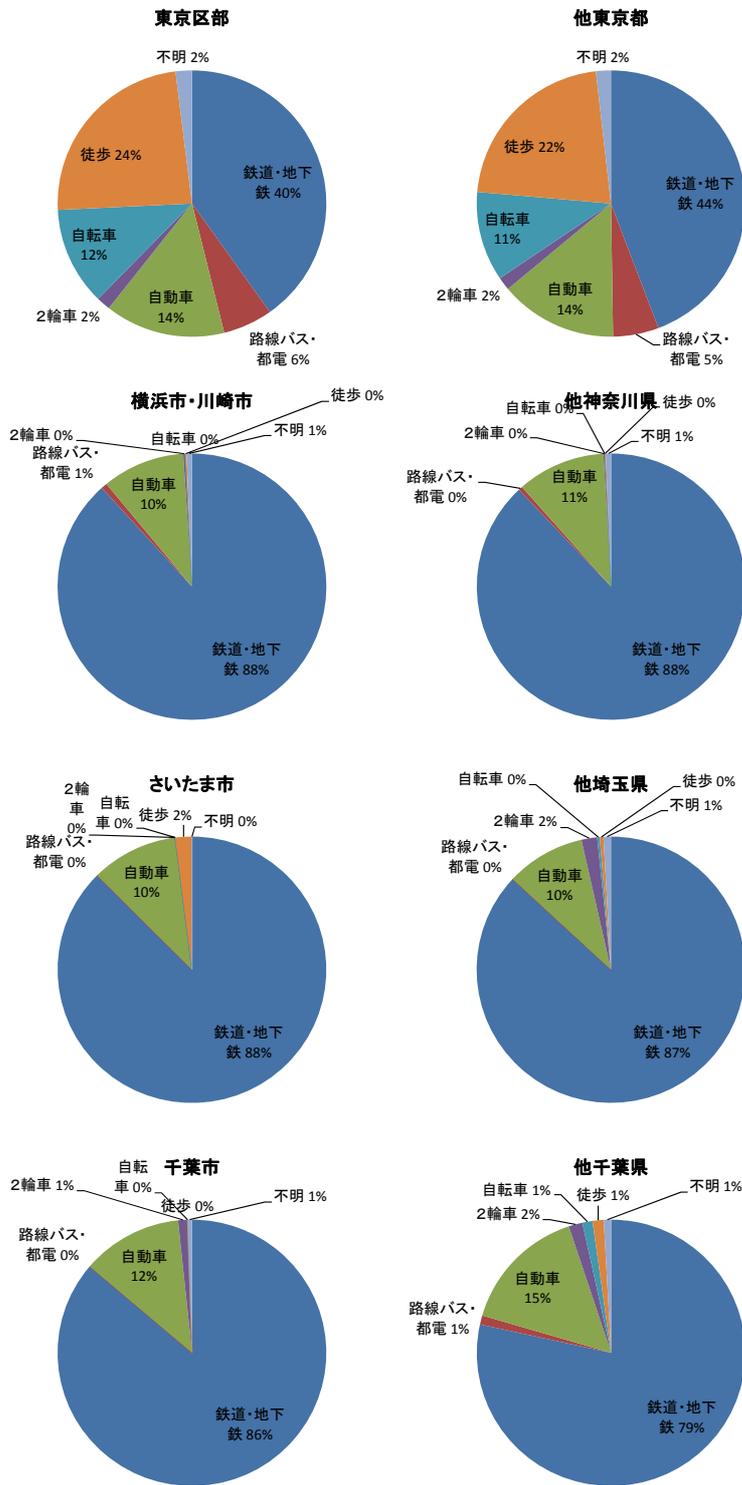


図 3-16 (参考) 首都圏一都三県における東京臨海部関連トリップの交通手段分担率

### 3.2.2 隊列走行での短車間維持追従走行のモデル化

#### (1) 既往追従走行モデルの調査

まず、隊列走行をモデル化するにあたり、基本とする追従走行モデルを選定するため、既往文献を調査した。追従走行モデルについては、古典的な GM モデル及びその派生モデル以降、様々な進展が見られるが、近年のシミュレーション研究でよく用いられるモデルを表 3-3 に整理した。ここでは、反応遅れ時間項がないために解析がしやすく、かつ衝突回避性能が担保されている IDM (Intelligent Driver Model) を基本モデルに採用することとした。

表 3-3 既往追従走行モデルの整理

	Gipps model (Gipps 1981) <sup>13</sup>	OV model (Bando <i>et al.</i> 1995) <sup>14</sup>	IDM (Treiber <i>et al.</i> 2000) <sup>15</sup>
更新対象	速度	加速度	同左
式形の考え方	車間と相対速度の関係で加減速の制約条件を決める	車間で決まる適正速度に自車速度をすりつけるよう加速度を決める	希望速度からの乖離で決まる加速項と希望車間からの乖離で決まる減速項の組み合わせ
反応遅れ時間項	あり	なし	なし
主要パラメータ	希望速度、最大加速度、最大減速度、先行車の最大限速度期待値	希望速度、適正速度差への感度	希望速度、最大加速度、希望減速度、安全ヘッドウェイ時間
衝突回避	衝突しない	衝突する	衝突しない
モデル特性の検証	安定性の数値解析	安定性の数値解析	安定性の数値解析、実測 Q-V 図、時空間図との比較
交通流理論との整合	数値計算で Q-V 図を例示	数値計算でショックウェーブ伝播の様相を例示	平衡状態で Q-K 式を導出
加速度の再現性	記述なし	記述なし (他論文で非現実的であると指摘)	単独走行ケースで数値計算結果を提示

<sup>13</sup> Gipps, “A behavioural car-following model for computer simulation”, *Transpn Res.-B*, Vol. 15B, pp. 105-111, 1981.

<sup>14</sup> Bando *et al.*, “Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation, *physical review E*, Vol. 51, No. 2, pp. 1035-1042, 1995.

<sup>15</sup> M. Treiber, A. Hennecke and D. Helbing, “Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations, *Physical Review E*, Vol. 62, No. 2, pp. 1805-1822, 2000.

(2) IDM の概要

IDM は以下に示した常微分方程式で、自車速度及び先行車との相対速度と車間距離から、加速度を求めるものである。モデルの挙動特性を左右するパラメータには、希望速度  $v_0$ 、最小車間距離  $s_0$ 、安全ヘッドウェイ時間  $T$ 、最大加速度  $a$  及び希望減速度  $b$  が用意されており、希望速度からの乖離で決まる加速項と希望車間からの乖離で決まる減速項を組み合わせた式形となっている。

$$\dot{v}_\alpha = a^{(\alpha)} \left[ 1 - \left( \frac{v_\alpha}{v_0^{(\alpha)}} \right)^\delta - \frac{s^*(v_\alpha, \Delta v_\alpha)^2}{s_\alpha} \right]$$

加速行動
減速行動

(自車-先行車)
相対速度

$$s^*(v, \Delta v) = s_0^{(\alpha)} + s_1^{(\alpha)} \sqrt{\frac{v}{v_0^{(\alpha)}} + T^\alpha v} + \frac{v \Delta v}{2\sqrt{a^{(\alpha)} b^{(\alpha)}}}$$

最小車間距離
ジャム車間距離
安全ヘッドウェイ時間
希望減速度

この式の特徴の一つは、平衡状態、即ち加速度と相対速度がいずれも 0 になる状態で、交通流理論でよく知られる、図 3-17 に示したように、交通流の基本特性式の一形態である、上に凸形状の交通量-密度 (Q-K) 関係式が導出されることである。この Q-K 関係式は、べき乗項  $\delta$ 、安全ヘッドウェイ時間  $T$  及び希望速度  $v_0$  の 3 つパラメータで記述され、 $\delta$  と  $T$  を大きくする、あるいは  $v_0$  を小さくすると、達成される容量が小さくなるが示される。

TABLE I. Model parameters of the IDM used throughout this paper. Changes of the freeway capacity were described by a variation of the safe time headway  $T$ .

Parameter	Typical value
Desired velocity $v_0$	120 km/h
Safe time headway $T$	1.6 s
Maximum acceleration $a$	0.73 m/s <sup>2</sup>
Desired deceleration $b$	1.67 m/s <sup>2</sup>
Acceleration exponent $\delta$	4
Jam distance $s_0$	2 m
Jam distance $s_1$	0 m
Vehicle length $l = 1/\rho_{\max}$	5 m

TABLE I の設定での平衡状態 Q-K 図  
( $\delta$  を変えたとき) (  $T, v_0$  を変えたとき)

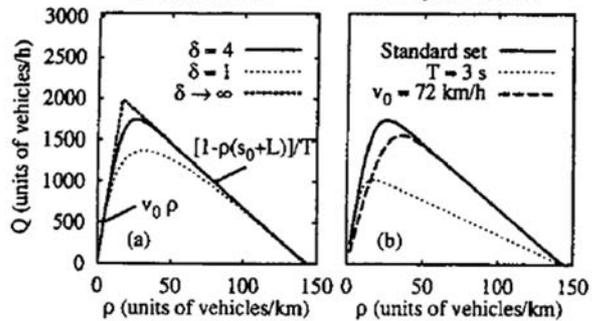


図 3-17 IDM のパラメータ設定例と平衡状態で導出される交通量-密度関係式

IDMにはいくつかの派生モデルが提案されている。(Schakel et al. 2010)<sup>16</sup>では、元の式形を簡素化しつつ、IDMの課題とされていた最大流率となる状態が達成できない問題を回避できる次式のIDM+を提案している。

$$\frac{dv}{dt} = a \cdot \min \left[ 1 - \left( \frac{v}{v_d} \right)^\delta, 1 - \left( \frac{s^*}{s} \right)^2 \right]$$

$$s^* = s_0 + vT + \frac{v\Delta v}{2\sqrt{ab}}$$

ここで、

- $v$  : 速度 [m/s]
- $s$  : 車間距離 [m]
- $v_d$  : 希望速度 [m/s]
- $s_0$  : 最小車間距離 [m]
- $\Delta v$  : 先行車との相対速度 [m/s]
- $T$  : 安全車間時間 [s]
- $a$  : 最大加速度 [m/s<sup>2</sup>]
- $b$  : 希望減速度 [m/s<sup>2</sup>]

である。

また、(Horiguchi and Oguchi 2013)<sup>17</sup>は、IDM+が平衡状態で交通流の基本特性式に帰着する特性を利用して、車頭時間や車間時間、車間距離を保持する速度制御を実現するモデル式を提案している。このうち、隊列走行で実現される、一定車間距離での追従走行モデル式 (IDM+/CACC) は、次式で示されている。

$$\frac{dv}{dt} = a \cdot \min \left[ 1 - \left( \frac{v}{v_d} \right)^\delta, 1 - \left( \frac{s^*}{s} \right)^2 \right]$$

$$s^* = s_0 + \frac{v\Delta v}{2\sqrt{ab}}$$

この場合は、最小車間距離  $s_0$  がそのまま保持される目標車間距離になる。

---

<sup>16</sup> W J. Schakel, B. Arem, and B. D. Netten: Effects of Cooperative Adaptive Cruise Control on Traffic Flow Stability, 13th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems, 2010.

<sup>17</sup> R. Horiguchi and T. Oguchi: A Study on Car Following Models Simulating Various Adaptive Cruise Control Behaviors, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, January 2014. (DOI) 10.1007/s13177-013-0077-5

### (3) 隊列走行時の一定車間距離での追従走行モデルの実装

ここでは(Horiguchi and Oguchi 2013)による IDM+/CACC を利用して、隊列走行時の一定車間距離での追従走行モデル化を、商用のマイクロ交通流シミュレータである「街路網交通流シミュレーションモデル MicroAVENUE<sup>18</sup>」に組み込んだ。MicroAVENUE は 0.1 秒毎に車両速度を追従モデル式で更新するタイプのシミュレータで、カスタマイズにより任意の追従モデル式を実装することができる。実装にあたっては、常微分方程式である IDM+/CACC を 4 次のルンゲクッタ法で 0.1 秒毎の差分方程式とした。

### (4) シミュレーション実験による動作検証

MicroAVENUE に実装した隊列走行車の追従モデルの動作を検証するため、1 車線の単路部において 4 台を隊列走行させるシミュレーション実験を行った。図 3-18 に先行車 (#000) の走行パターンを速度と加速度のプロファイルで示した。先行車は停止状態から、最大  $1.1 \text{ m/s}^2$  の加速度で時速  $100 \text{ km/h}$  に達したあと、一度  $80 \text{ km/h}$  まで減速し、さらに渋滞を想定して  $30 \text{ km/h}$  まで減速する。渋滞区間を抜けた後は  $90 \text{ km/h}$  まで加速し、その後  $-2.5 \text{ m/s}^2$  の急制動で停止する。

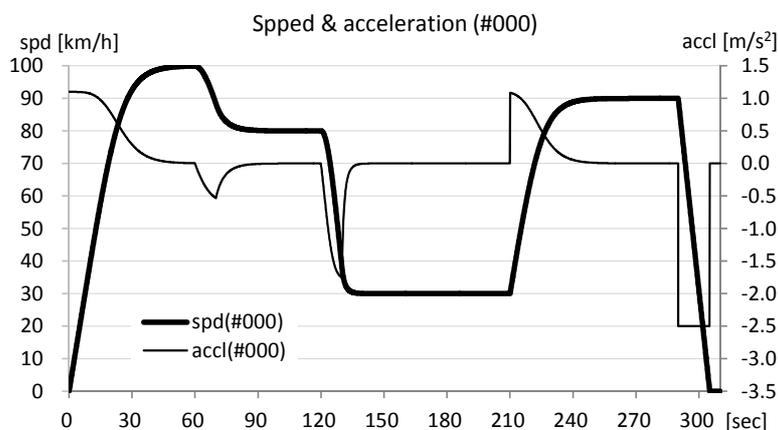


図 3-18 先頭車の速度・加速度プロファイル

シミュレーション実験では、後続車のパラメータを表 3-4 後続車のパラメータ設定値のとおり設定した。即ち、車間距離  $2 \text{ m}$  を保持して、最大  $100 \text{ km/h}$  の速度で隊列走行するものである。なお、実験開始時は、車間距離  $2 \text{ m}$  で停止した状態とした。

<sup>18</sup> (株)アイ・トランスポート・ラボ AVENUE 製品情報ページ <http://www.i-transportlab.jp/products/avenue/index.html>

表 3-4 後続車のパラメータ設定値

パラメータ	記号	値	単位
車長	$L$	5.0	m
設定車間距離	$s_0$	2.0	m
希望速度	$v_d$	100	km/h
最大加速度	$a$	1.6	$m/s^2$
希望減速度	$b$	1.6	$m/s^2$
べき数	$\delta$	4	

図 3-19 と図 3-20 に、3 台の後続車 (#001~#003) の加速度と速度プロファイルをそれぞれ示した。最初の発進時に後続車の加速度が若干異なるほかは、3 台ともほぼ同じ速度・加速度プロファイルを示していることがわかる。最後の急制動時では、先頭車の減速に遅れることなく減速をはじめており、より小さい減速度で停止していることがわかる。

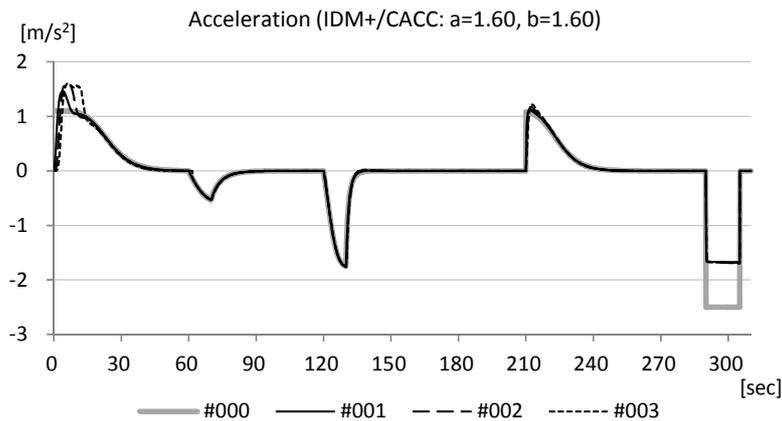


図 3-19 追従車の加速度プロファイル

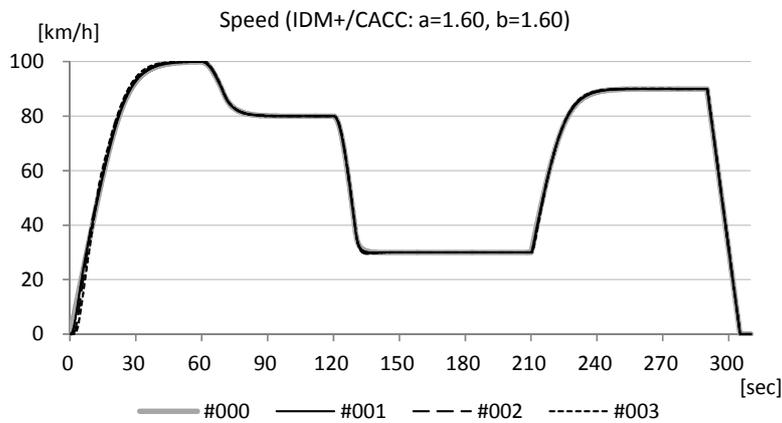


図 3-20 追従車の速度プロファイル

図 3-21 に追従車の先行車との車間距離プロファイルを示した。最初の加速状態にある間は、設定した 2m よりも長くなっているが、定常走行になった後は 2m 近くで推移しており、その間の加減速や急制動があった場合でも、車間距離の変動は±1m の範囲に収まっていることがわかる。

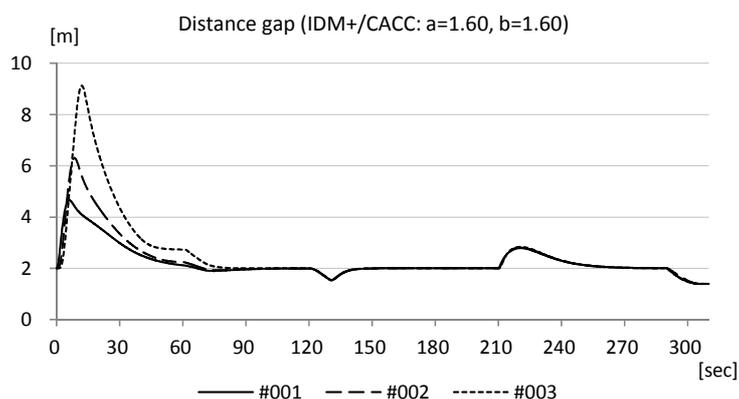


図 3-21 追従車の先行車との車間距離プロファイル

図 3-22 は追従車の走行プロファイルを車間距離－速度 (S-V) 関係にプロットしたものである。グレーの点線はモデル式が定常状態で示す理論上の S-V 関係であり、追従車のプロットはこの回りで変動していることがわかる。

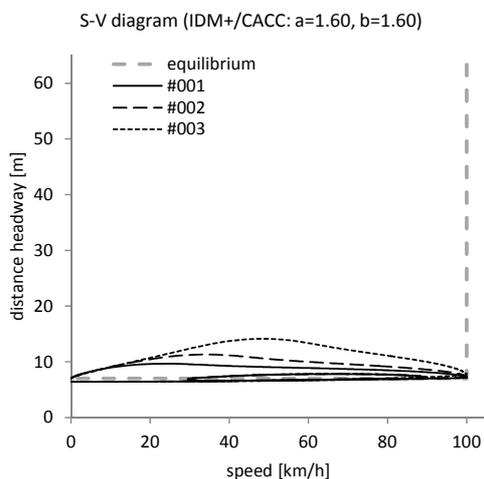


図 3-22 追従車の車間距離－速度 (S-V) 関係

以上において、ここで実装した追従モデルが、隊列走行で実現する一定車間距離での追従走行を表現していることが示された。

### 3.3 自動走行システム評価のための CO2 排出量モデルのデータベース作成

#### 3.3.1 中型バスにおける CO2 排出量データベースの作成

中型バスによるシャシダイナモ (CD) 試験を実施し、CO2 排出量モデルを構築するためのデータを取得した (図 3-23、図 3-24、表 3-5)。試験車両については路線バスを想定した車両を採用する予定であったが、路線バスの場合、運行上の都合で長期の試験を行うことが困難であったため、観光バスタイプのものとしたが、車両重量およびエンジン型式などについては路線バスと同型のものを採用した。

マイクロモデルを構築するために JE05 モード、国総研モード (実走行データより作成したモード)、JARIMEC モードによる CO2 排出量の計測を行った。

はじめに、試験車両が正常であるかを確認するために JE05 モード (図 3-25) による測定を行い、CO、NO<sub>x</sub>、NMHC について各排出量が排ガス規制値を満たしているか確認を行った。その結果、全ての項目について排ガス規制値を満たしていることが確認できた (表 3-6)。

次に平均速度と CO2 排出量に相関があることを確認するため、速度別走行パターンである国総研モードについて、試験を行った (表 3-7、図 3-26)。その結果、平均速度と CO2 排出量関係において、70km/h 付近に置いて CO2 排出量が最少となることが確認できた。

これは、一般的なディーゼル車においても同様の傾向があることから、CO2 排出量モデルを構築するうえで、各種排ガスが規制値を満たしていることと、平均速度別の CO2 排出量の傾向が一般的なディーゼル車と同様であることから、本車両のデータを用いることで、特に問題が無いことを確認した (図 3-27)。



図 3-23 試験車両



图 3-24 试验风景

表 3-5 試験車両諸元

車名	三菱ふそう エアロスター
車両重量	9960kg
車両総重量	11555kg
原動機型式	6M60
排気量	7.54L
燃料	軽油

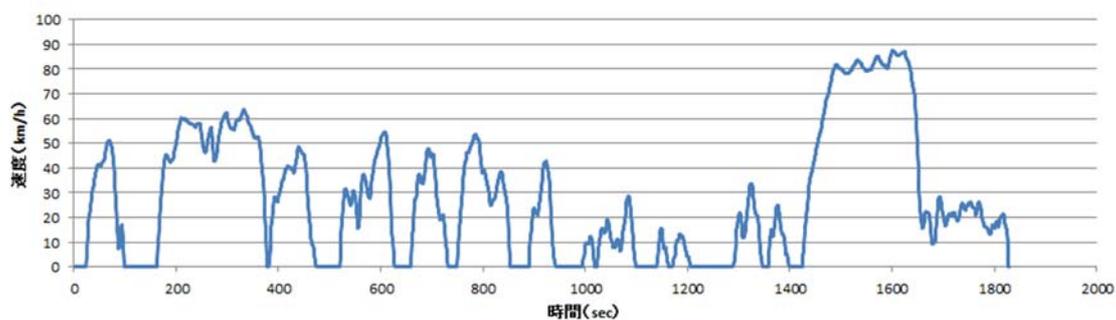


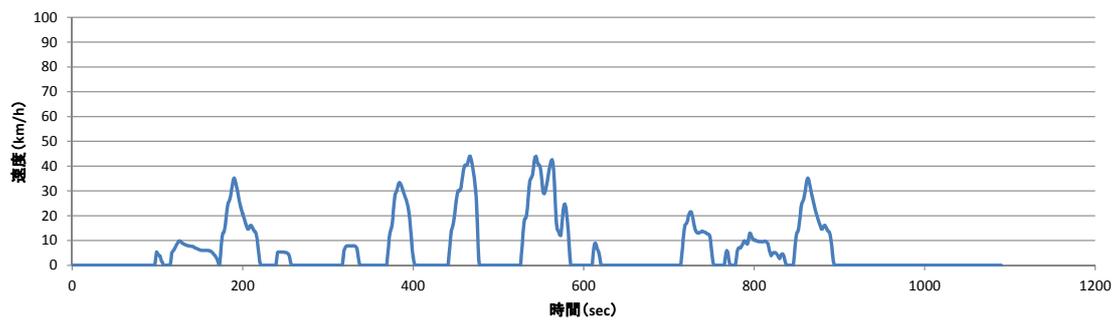
図 3-25 JE05 モード速度パターン

表 3-6 JE05 モードによる各排ガス測定値と規制値の比較

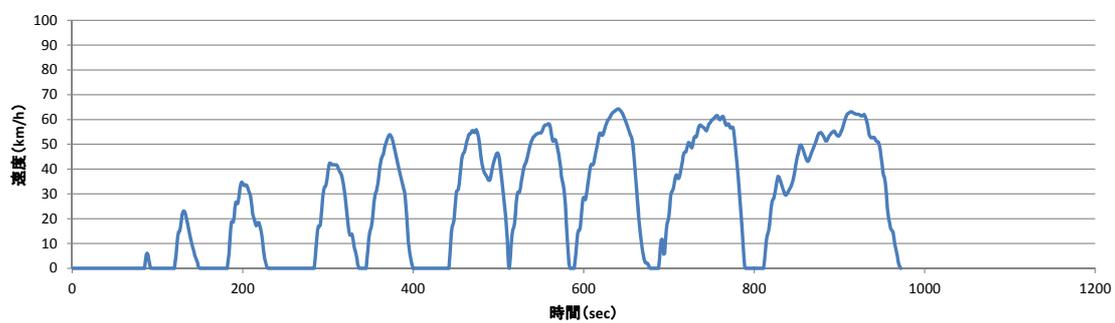
	測定値	規制値 (新長期規制)
CO	0.10g/kWh	2.22g/kWh
NOx	1.73g/kWh	2.0g/kWh
NMHC	0.01g/kWh	0.17g/kWh

表 3-7 国総研モードの主要項目データ

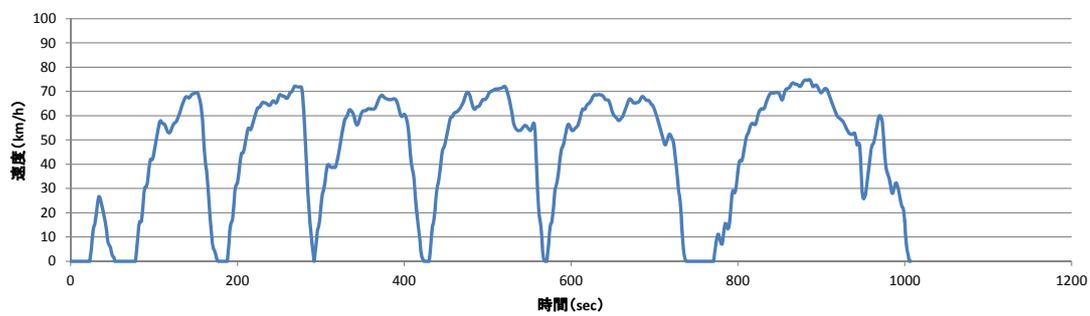
	平均速度 (km/h)	走行距離 (km)	走行時間 (sec)	停止時間 (sec)	想定道路
TN1	6.2	1.9	1091	648	都市内
TN3	25.7	6.9	973	295	都市内
TN5	44.9	12.6	1008	109	都市内
TEC6 (×7回)	56.3	2.3	144	0	都市間
TEC8 (×7回)	71.8	2.4	118	0	都市間
TEC10 (×10回)	94.7	2.1	81	0	都市間



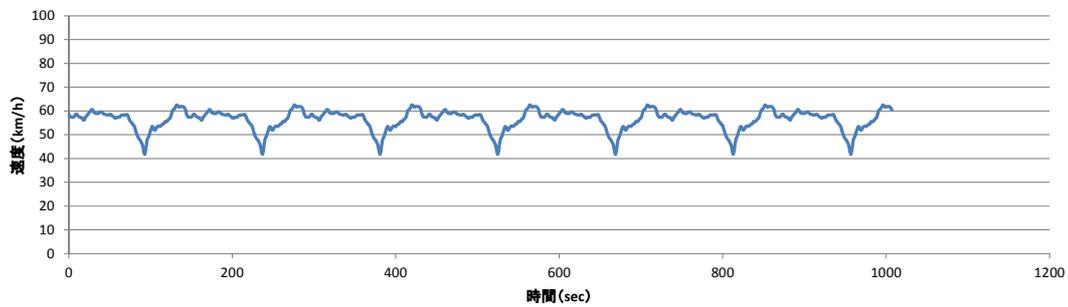
(a) TN1 モード



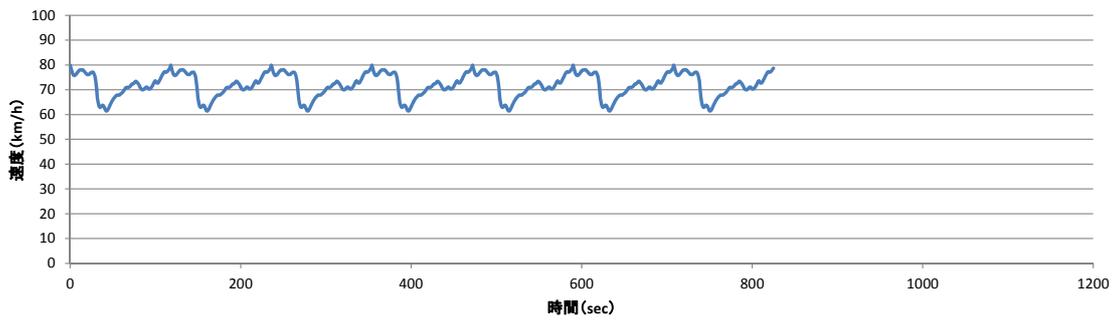
(b) TN3 モード



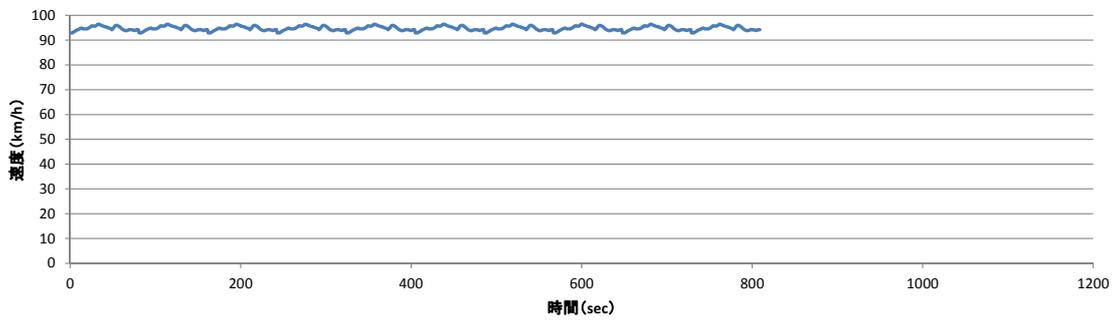
(c) TN5 モード



(d) TES6 モード



(e) TES8 モード



(f) TES10 モード

図 3-26 速度別国総研モード

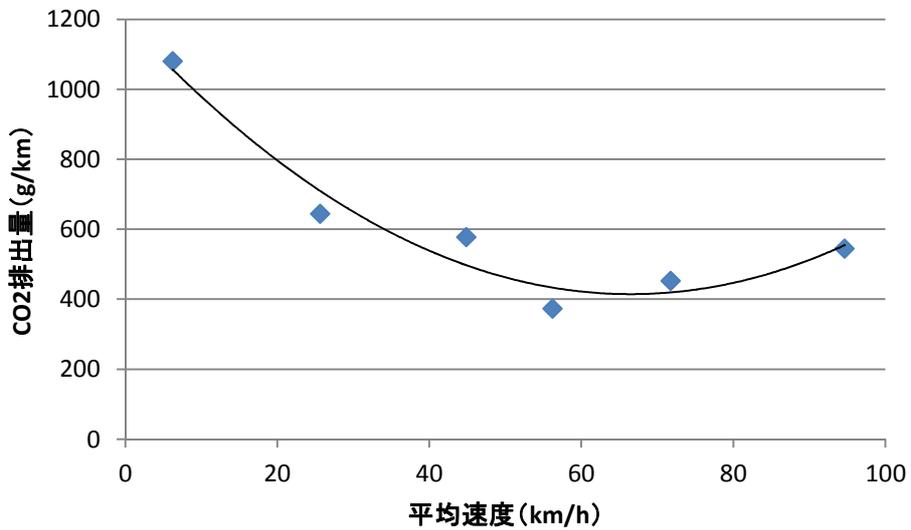


図 3-27 平均速度と CO2 排出量の関係

次にメソ CO2 排出量データベースの作成に必要なエンジンマップを、JARIMEC で計測したデータより作成し、それをベースにマイクロ CO2 排出量モデルを構築した (図 3-28、図 3-29)。

作成したマイクロ CO2 排出量モデルより、NEDO のエネルギーITS 推進事業で開発した手法に従い、平均速度、走行距離、走行前後の停止時間などの様々なパラメータについて重回帰分析を行い、メソ CO2 排出量データベースを構築した。メソ CO2 排出量データベースにおいて、Stepwise Speed Function (SSF)<sup>19</sup>は距離を最大で 500m とし、発進、停止の状態にて以下の 5 種類に分けられている。

- 距離 50m 以下の C (発進) -C (停止)
- 距離 50m 以上の C-C
- C (発進) -O(走行)
- O (走行) -O (走行)
- O (走行) -C (停止)

上記の 5 種類の SSF 形状に対して、それぞれ CO2 排出量データベースを作成した。メソ CO2 排出量データベースは (1) 式のような一次結合になっており、 $x_1 \sim x_{10}$  については、それぞれ重回帰分析より算出された偏回帰係数となり、この係数は車両、走行状態 (通常走行か各種エコドライブ対策が施されているか) などにより異なる。

今回、作成した中型バスについては、決定係数が O-O のケースを除き、0.75 以上と再現性が高いことが確認できた (表 3-8)。路線バスの場合、信号による停止・発進の頻度が多いため、O-O のケースは比較的少ないことが想定されること、および O-O の場合、発進加速や減速が他のパターンより少なく、元来の CO2 排出量のばらつきが小さいため、わずかなばらつきでも決定係数が低くなる傾向があることを考慮すると、路線バスの CO2 排出量モデルとしては、特に問題は無いものと考えられる。

---

<sup>19</sup> SSF : アイドリング+発進から停止までのショートトリップを、アイドリング時間+平均速度と走行時間の矩形形状で表現したもの。

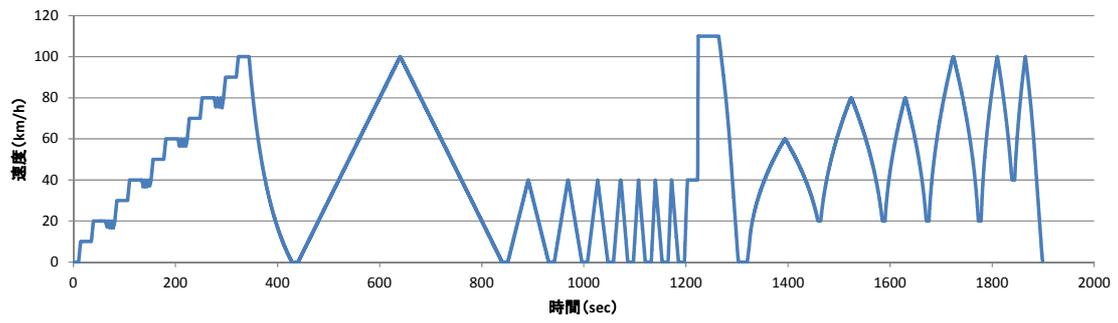


図 3-28 JARIMEC03 モード

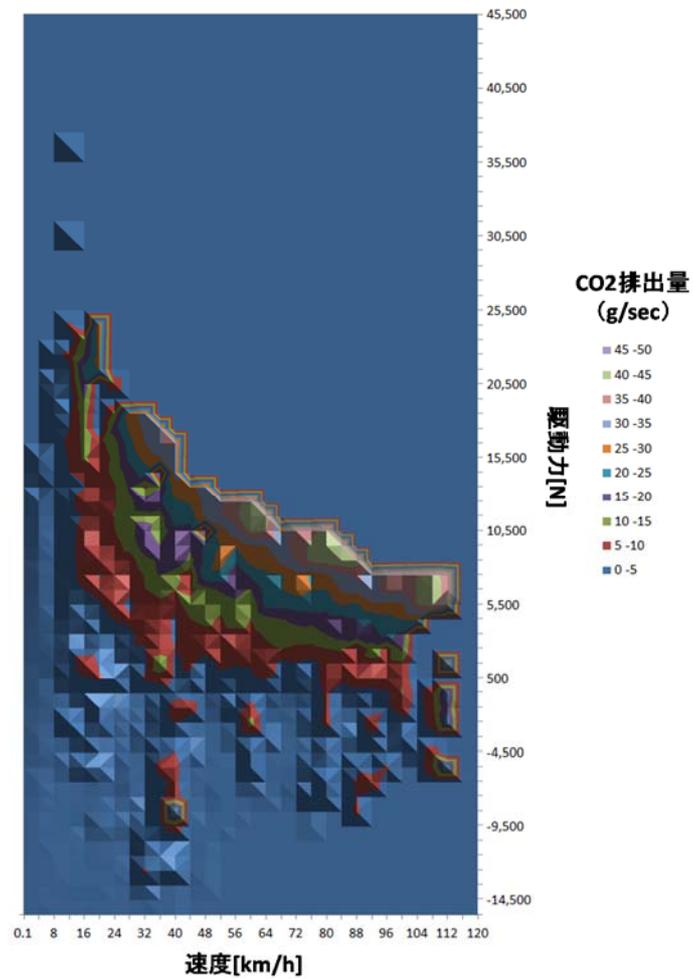


図 3-29 中型バスのエンジンマップ

$$CO_2 = x_1 \times v_{ave} + x_2 \times L + x_3 \times Dur + x_4 \times Dur_{ID} + x_5 \times \sin \theta + x_6 \times v_{ave}^2 + x_7 \times 2Lv_{ave} + x_8 \times L \sin \theta + x_8 \times Def_{SSF} + x_{10} \dots (1)$$

$v_{ave}$  : 平均速度 (km/h)、 $L$  : 走行距離 (m)、 $Dur$  : 運転時間 (sec)、  
 $Dur_{ID}$  : アイドリング時間 (sec)、 $\theta$  : 勾配、 $Def_{SSF}$  : 前後 SSF 速度差 (km/h)  
 $x_1 \sim x_{10}$  : 偏回帰係数

表 3-8 中型バスにおけるメソ CO2 排出量モデルの係数

	C-C (50m 以下)	C-C (50m 以上)	C-O	O-O	O-C
x1	1.17E+00	-2.84E+00	-1.65E+01	-1.99E+00	-6.19E-01
x2	2.53E-01	9.98E-01	-7.37E-01	3.12E+00	-4.66E-02
x3	4.85E-03	4.49E-02	5.01E+00	-8.78E-01	-4.68E-02
x4	9.18E+00	-3.50E+02	-7.64E+04	-2.56E+00	-1.30E+02
x5	-1.08E-01	2.12E-01	1.36E+00	6.00E+03	-2.05E-02
x6	-3.24E-04	7.23E-05	-2.03E-03	3.21E-01	3.17E-05
x7	2.23E+00	8.20E+00	1.60E+02	-6.20E-04	6.66E+00
x8	-3.06E+00	-1.09E+00	-1.33E+03	-3.39E+00	5.15E+00
x9	0	0	0	1.22E+00	0
x10	-3.06E+00	-1.09E+00	-1.33E+03	-1.28E+03	5.15E+00
決定係数	0.99	0.93	0.75	0.59	0.83

### 3.3.2 ITS 施策導入時の CO2 排出量データベースの拡充

NEDO のエネルギーITS 推進事業では、隊列走行、エコドライブ、エコルートの 3 つの施策を対象としており、これらの施策に対し、CO2 排出量モデルが構築されている。これらのモデルについては、類似した施策に対しては適用可能であるが、今回新たに評価する ART については適用可能なモデルが無かった。そこで、本節では ART 普及時の CO2 排出量モデルを以下にて作成した。

ART については、バスの最適な停車による交通流改善効果と、最適な加減速や走行による改善効果の 2 つが挙げられる。前者については、交通シミュレーションモデル、後者については CO2 排出量モデルにて対応する。ART によるバスの最適な走行方法については具体的な仕様については決まっていない。そのため、ここでは、NEDO エネルギーITS 推進事業で検討した乗用車のエコドライブを行った際の走行挙動を参考に、以下のように e-スタート、加減速の少ない運転、早めのアクセルオフを設定した (図 3-30)。

- ・ e-スタート: 発進後、通常運転の最初の車速ピークまでの経過時間と、e-スタート運転の最初の車速ピークまでの経過時間の比を、最初のピーク車速ごとに整理し、データベース化した。通常運転データから e-スタート運転データを作成する場合、通常運転の最初の車速ピークまでの時間に、当該データベースのピーク時間比を乗じ、最初の車速ピークまでの経過時間を大きくし、加速度を低下させる速度パターンを生成した (図 3-30)。
- ・ 加減速の少ない運転: 最初の車速ピークから最後の車速ピークを結んだ直線と車速が囲む面積 (速度変動面積) を、通常運転と、加減速の少ない運転について、走行時間毎に整理し、データベース化した。通常運転から、加減速の少ない運転を作成する場合、速度変動面積が、当該データベースの比に一致するように、車速変動を小さくし、加減速の少ない運転となる車速パターンを作成した。
- ・ 早めの減速: 通常運転の最後の車速ピークから停止までの経過時間と、早めの減速運転の最後の車速ピークから停止までの経過時間の比を、最後のピーク車速ごとに整理し、データベース化した。通常運転データから早めの減速運転データを作成する場合、通常運転の最後の車速ピークから停止までの時間に、当該データベースのピーク時間比を乗じ、最後の車速ピークから停止までの経過時間を大きくし、減速度を低下させる車速パターンを生成した。

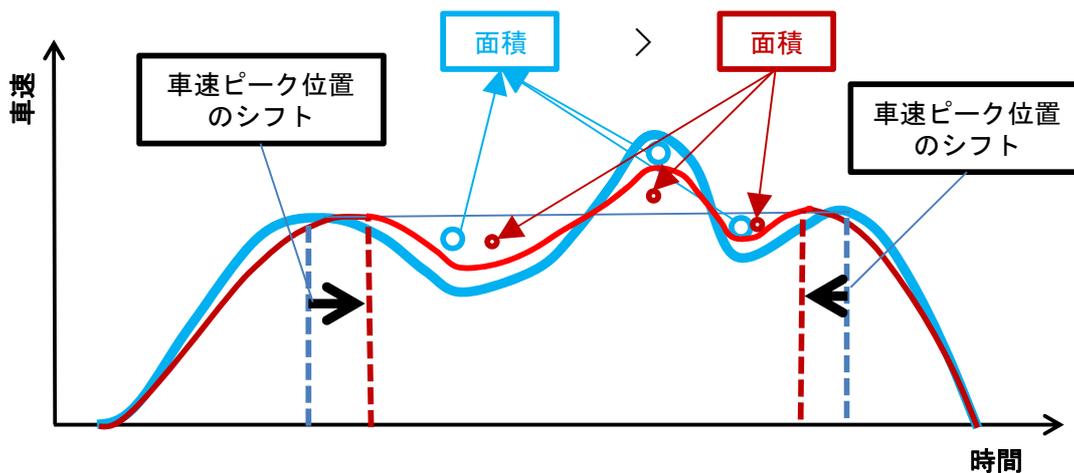


図 3-30 ART 導入時の走行パターンの設定方法

作成した速度パターンを基に、前述で構築したマイクロ CO2 排出量モデルを用いて、中型バスの ART 導入時の CO2 排出量を算出した。次にメソ CO2 排出量モデルと同様に ART 導入時の SSF の各種パラメータと CO2 排出量を用いて、ART 導入時のメソ CO2 排出量モデルを構築した。基本的な数式の形状は (1) 式と同様になるが、各パラメータにかかる重み付け係数が表 3-9 のとおり変化する。各ケースの決定係数を見ると、C-C、O-C、O-O については決定係数が 0.7 以上と比較的高い値となっている。一方で、C-O は 0.57 と決定係数が低めの値となっている。C-O については、比較的長距離のトリップの発進時に当たる部分であるが、全体のトリップから見ると、比較的低速で全体においても CO2 排出量が比較的少ない部分であること、および発生回数もさほど多くないことが予測されるため、CO2 排出量の削減効果を見る上では大きな問題は無いものと考えられる。

これにより (1) 式に表 3-8、表 3-9 に示した係数と各種パラメータを入力することで、ART 施策導入有無時の CO2 排出量を算出することが可能となった。

$$CO_2 = x_1 \times v_{ave} + x_2 \times L + x_3 \times Dur + x_4 \times Dur_{ID} + x_5 \times \sin \theta + x_6 \times v_{ave}^2 + x_7 \times 2Lv_{ave} + x_8 \times L \sin \theta + x_8 \times Def_{SSF} + x_{10} \dots (1)$$

Vave : 平均速度 (km/h)、L : 走行距離 (m)、Dur : 運転時間 (sec)、  
DurID : アイドリング時間 (sec)、 $\theta$  : 勾配、Def<sub>SSF</sub> : 前後 SSF 速度差 (km/h)  
x1~x10 : 各種係数

表 3-9 ART 導入時における中型バスのメソ CO2 排出量モデルの係数

	C-C (50m 以下)	C-C (50m 以上)	C-O	O-O	O-C
x1	0	0	0	-34.55	-4.394
x2	1.6183	1.7244	0	0	1.6315
x3	-0.702	-0.64	2.414241262	-5.603	0
x4	0	0	0	0	0
x5	0	0	7179.775146	4207.5	0
x6	0	0	0	0	0
x7	0	-4E-04	0	0.0004	-3E-04
x8	14.696	11.797	0	0	7.6758
x9	0	0	0	1.082	0
x10	2.6791	-5.899	537.0546417	1851.5	22.357
決定係数	0.9908	0.9749	0.5669	0.7013	0.9437

なお、今回作成した ART に関する CO2 排出量モデルは暫定版であり、将来、実際に ART が導入された際のバスには様々な省エネ運転支援装置が装着されるため、走行挙動が異なる可能性がある。そこで、ART の最適な運転方法については、次年度実際のバスの走行挙動の計測およびマイクロ CO2 排出量モデルによる最適加速の検討を行うことにて、更新することを検討する。

## 4. 交通事故低減による CO2 への影響検討

交通渋滞が発生する主な原因の一つとして「交通事故」が挙げられる。例えば首都高速道路では、1日あたり約30件の交通事故が発生し、事故に起因する渋滞が首都高速道路上で発生する渋滞の14%程度を占めている<sup>20</sup>。自動走行システムの導入は、このような交通事故の発生防止に寄与すると考えられ、SIP「自動走行システム」においても交通事故死者低減（2500人以下/年）、交通渋滞の緩和等の国家目標を達成することを社会的目標として掲げられている。こうした目標達成に向け、自動走行システム導入による交通事故死者数の低減効果を推計する「交通事故死者低減効果見積もり手法」の開発も別途進んでいるところである。

交通事故が減少すれば、前述のような交通事故に起因する交通渋滞の発生も抑止されるため、交通流からのCO2排出量の削減効果も得られることが期待され、CO2可視化技術では、自動走行システムによるCO2排出削減効果の一つとして評価すべきである。前述の「交通事故死者低減効果見積もり手法」によって算出される結果を入力値として、交通事故の減少によるCO2排出削減量を定量的に評価するためには、事故の種類や、事故の発生箇所、時刻等の条件別に、当該事故の発生によってどの程度の交通渋滞が引き起こされるかを把握する必要がある。しかし、交通事故や交通渋滞に関するデータが個別に取得されていることもあって、交通事故に伴う交通渋滞の発生状況についてはほとんど知見が得られておらず、現時点では交通事故の減少によるCO2排出量の削減効果を定量的に算出することは困難な状況である。従って、事故低減によるCO2排出削減効果を可視化するうえでは、交通事故のデータより事故の発生箇所・時刻を把握し、別途交通状態に関わるデータより同箇所・時刻における交通状態を把握することで、事故と渋滞の関係を整理する必要がある。また、交通事故に伴う渋滞は、事故が発生した路線だけでなく、その事故渋滞を避けるために生じる迂回交通により周辺路線においても発生すると考えられる。よって、ここで扱う交通状態のデータは、着目する路線の周辺ネットワークを包含するものである必要がある。

---

<sup>20</sup> 首都高速道路株式会社「都道首都高速1号線等に関する維持、修繕その他の管理の報告書（平成21事業年度）」

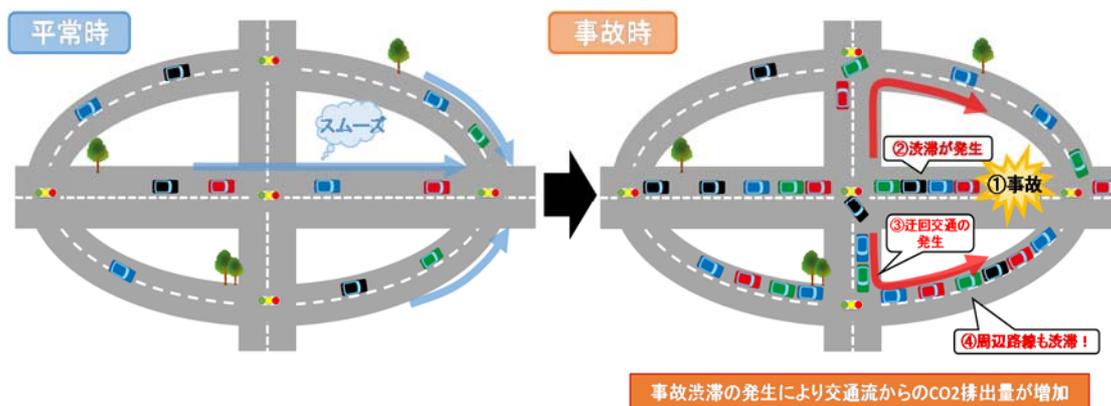


図 4-1 交通事故による渋滞発生イメージ

そこで、東京 23 区の幹線道路を中心とした道路ネットワークを分析の対象として設定し、公益財団法人交通事故総合分析センター (ITARDA) より、東京都の幹線道路における H25 年度 (最新年度) の交通事故多発箇所データを 3 ヶ月分入手し、それをを用いて対象道路ネットワークにおける交通事故の発生箇所や時刻等を集計・整理した。一方、交通状態を把握するためのデータとして、民間のテレマティクス事業者が提供するプローブデータを 3 ヶ月分入手することで、プローブ車両の走行実績のある道路の旅行速度を把握し、事故発生時の対象道路ネットワークにおける旅行速度の変化について分析を試みた。

## 4.1 交通事故多発箇所データを用いた事故発生状況の分析

東京 23 区の幹線道路を中心としたネットワークを対象とし、公益財団法人交通事故総合分析センター (ITARDA) より H25 年度 (最新年度) の交通事故多発箇所データを 3 ヶ月分入手し、それを用いて対象ネットワークにおける交通事故の発生箇所・時刻等を集計・整理した。

ここで、平成 26 年度の内閣府による報告<sup>21</sup>によると、自動走行システム導入による交通事故死者数の低減効果を推計する「交通事故死者低減効果見積もり手法」において、優先すべき評価対象の事故類型として、平成 25 年において交通事故件数が最も多い「追突事故」、死亡事故件数が最も多い「歩行者横断中の事故」、死亡事故率が最も高い「車線逸脱に起因する事故」が選定されている。最終的には、交通事故死者低減効果見積もり手法と連携して CO2 排出量削減効果を評価することを想定しているため、今回の分析においても「追突事故」、「歩行者横断中の事故」、「車線逸脱に起因する事故」の事故類型について発生箇所・時刻等の集計を行った。

### 4.1.1 使用データの概要

本分析では、公益財団法人 交通事故総合分析センター(ITARDA)が提供する交通事故多発箇所データ (事故別データ) のうち、平成 25 年 10~12 月の東京都 23 区内のデータを用いて分析を行った。

- ・データ：交通事故多発箇所データ (事故別データ)
- ・対象期間：平成 25 年 10 月 1 日~平成 25 年 12 月 31 日の 3 ヶ月間
- ・対象エリア：東京都 23 区内

---

<sup>21</sup> 一般財団法人日本自動車研究所「平成 26 年度内閣府委託事業 交通事故死傷者低減の国家目標達成に向けた調査・検討における詳細効果見積もりのためのシミュレーション技術に関する調査検討」より引用

#### 4.1.2 単純集計結果

事故別データの収録項目に沿って単純集計した結果を以下に示す。

##### (1) 事故全体の発生件数および発生分布

- 平成 25 年 10～12 月の東京 23 区における事故発生件数は **1,193 件** である。
- 事故全体の事故発生分布を以下に示す。

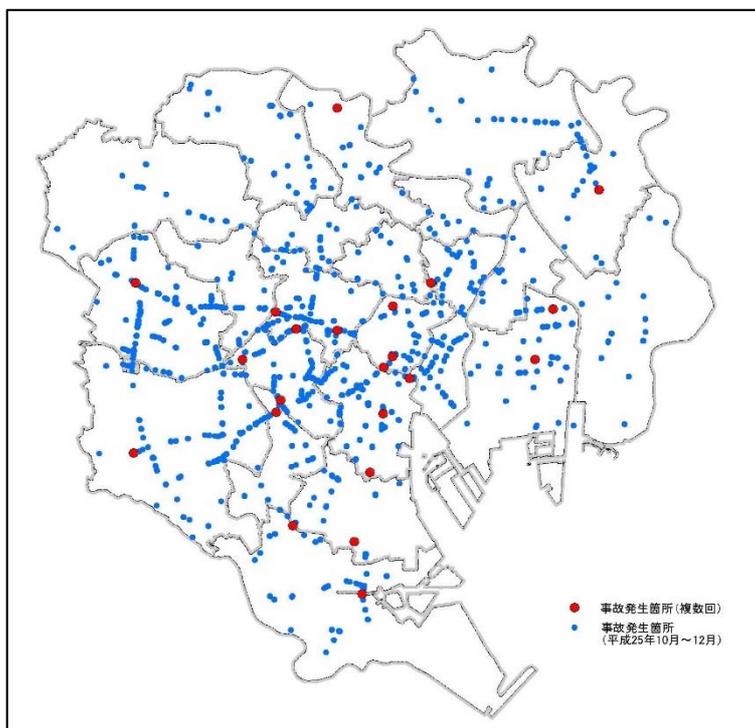


図 4-2 事故発生分布図（全事故）

(2) 項目別の集計結果

① 道路種別発生件数

- 道路種別に見ると、主要都道府県道の事故発生件数が最も多い。

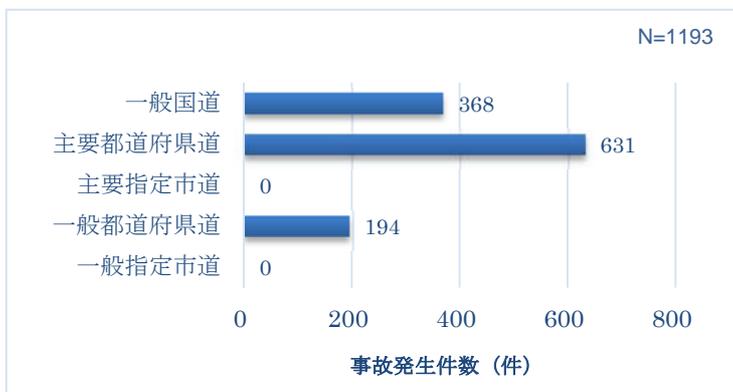


図 4-3 道路種別の事故発生件数 (全事故)

② 上下区分別発生件数

- 上下区分別に見ると、下り線、又は中心より左の事故発生件数が最も多い。

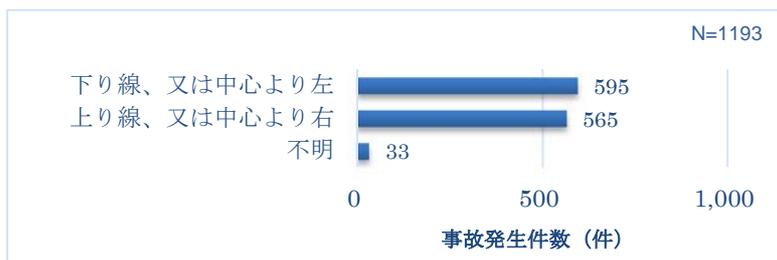


図 4-4 上下区分別の事故発生件数 (全事故)

③ 単交区分別発生件数

- 単交区分別に見ると、単路よりも交差点での事故発生件数が多い。



図 4-5 単交区分別の事故発生件数 (全事故)

④ 発生日別発生件数（10月）

- 10月の発生日別に見ると、10月8日の事故発生件数が最も多い。

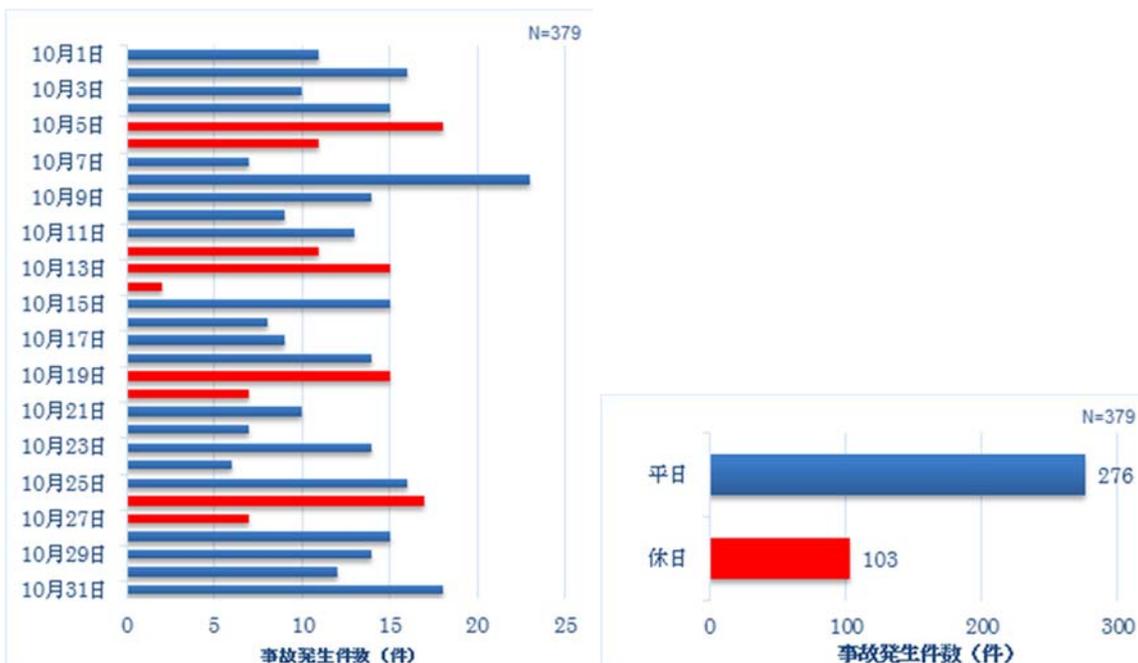


図 4-6 発生日別の事故発生件数（全事故、10月）

⑤ 発生日別発生件数（11月）

- 11月の発生日別に見ると、11月27日の事故発生件数が最も多い。

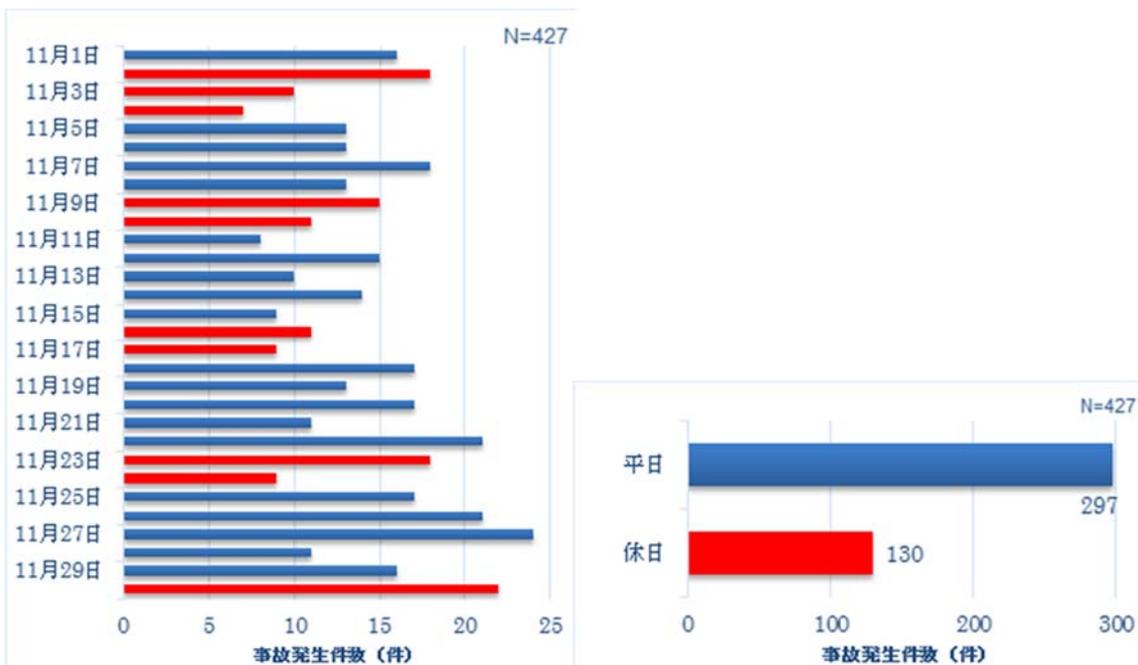


図 4-7 発生日別の事故発生件数（全事故、11月）

⑥ 発生日別発生件数（12月）

- 12月の発生日別に見ると、12月13日の事故発生件数が最も多い。

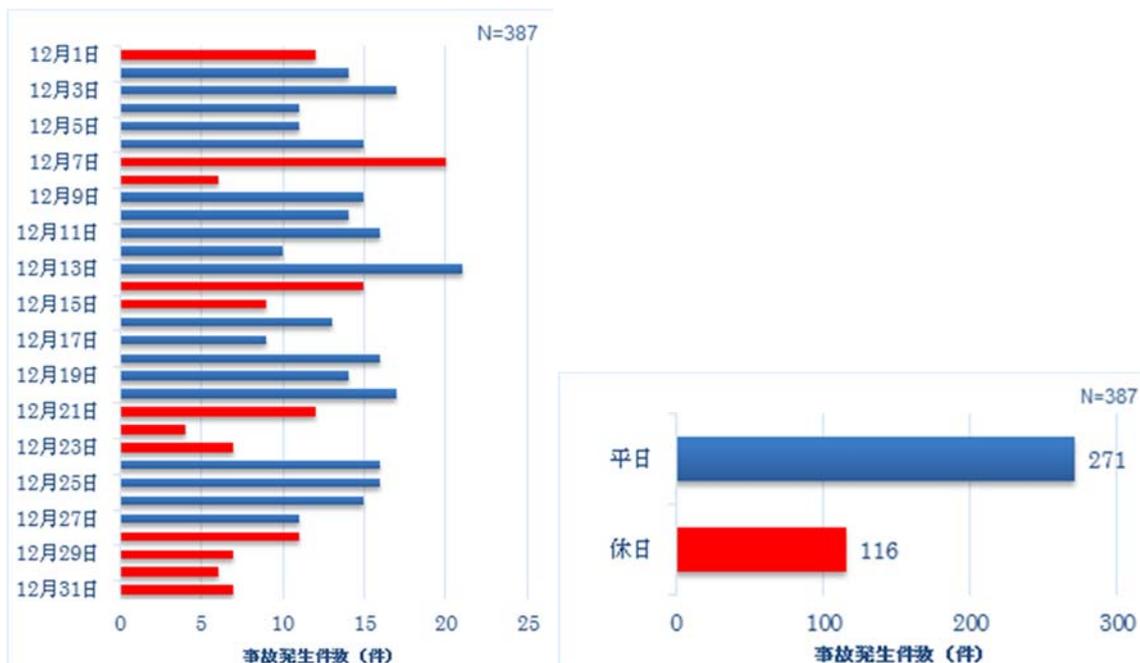


図 4-8 発生日別の事故発生件数（全事故、12月）

⑦ 発生時間別発生件数

- 事故時間別に見ると、8-10時、16-18時、18-20時の事故発生件数が多い。

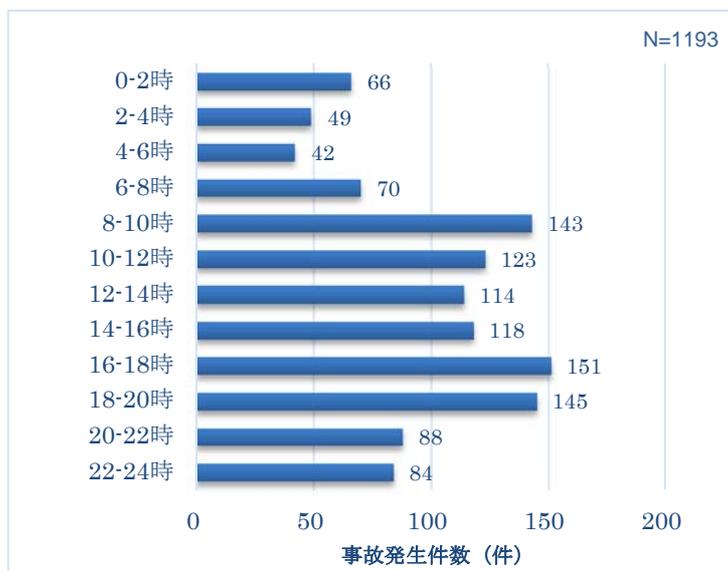


図 4-9 発生時間帯別の事故発生件数（全事故）

### ⑧ 路面状態別発生件数

- 路面状態別に見ると、路面乾燥時における事故発生件数が最も多い。

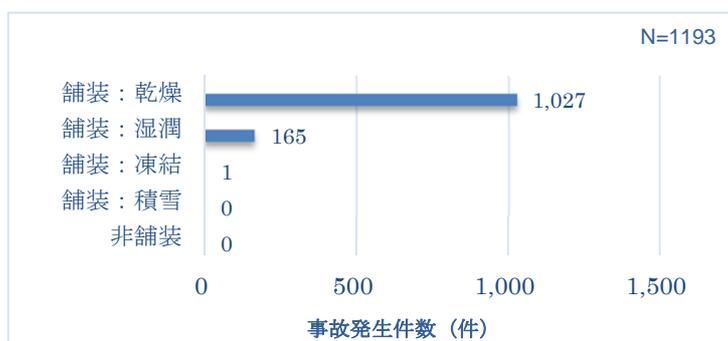


図 4-10 路面状態別の事故発生件数（全事故）

### ⑨ 事故類型別発生件数

- 事故類型別に見ると、車両相互（追突）の事故発生件数が最も多い。



図 4-11 事故類型別の事故発生件数（全事故）

⑩ 天候別発生件数

- 天候別に見ると、晴天時における事故発生件数が最も多い。



図 4-12 天候別の事故発生件数 (全事故)

⑪ 衝突地点別発生件数

- 衝突地点別に見ると、交差点内の事故発生件数が最も多い。

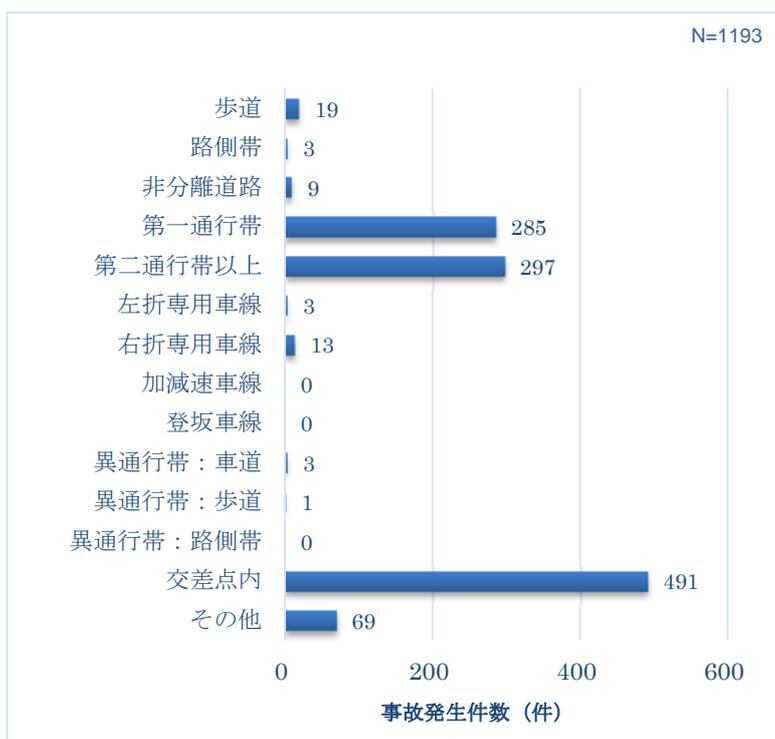


図 4-13 衝突地点別の事故発生件数 (全事故)

### 4.1.3 クロス集計

#### (1) 分析対象の設定

前述のとおり、自動走行システム導入による交通事故死者数の低減効果を推計する「交通事故死者低減効果見積もり手法」開発の第一期間（～2016年度末）では、平成25年において交通事故件数が最も多い「追突事故」、死亡事故件数が最も多い「歩行者横断中の事故」、死亡事故率が最も高い「車線逸脱に起因する事故」の評価を目標とされており、本集計においてもこの3つの事故類型に着目して集計を行った。

#### (2) 追突事故に関する集計

交通事故多発箇所（平成25年東京都版事故別データ）のうち、事故類型の「車両相互：追突」について集計した結果を以下に示す。

##### ① 発生件数および発生分布

- 平成25年10～12月の東京23区における追突事故の発生件数は **497件**である。
- 追突事故の発生分布を以下に示す。

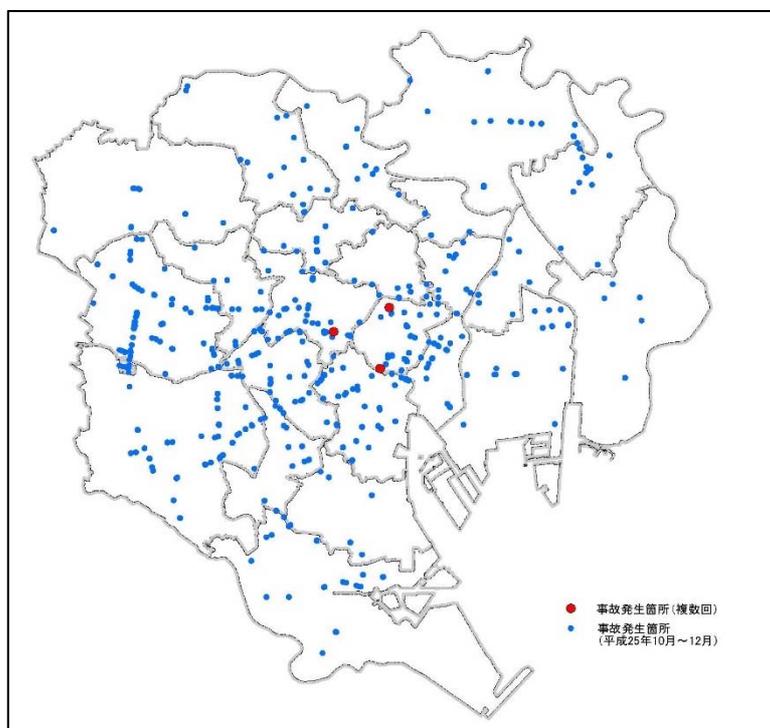


図 4-14 事故発生分布図（追突事故）

## ② 道路種別発生件数

- 道路種別に見ると、主要都道府県道の事故発生件数が最も多い。

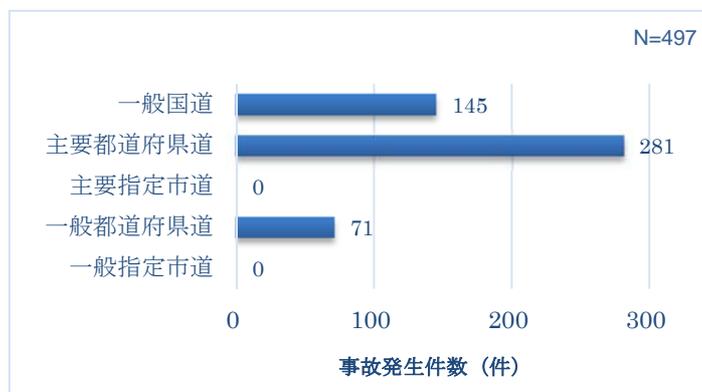


図 4-15 道路種別の事故発生件数（追突事故）

## ③ 上下区分別発生件数

- 上下区分別に見ると、下り線、又は中心より左の事故発生件数が最も多い。

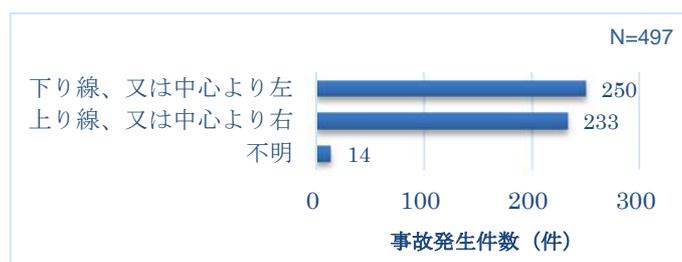


図 4-16 上下区分別の事故発生件数（追突事故）

## ④ 単交区分別発生件数

- 単交区分別に見ると、交差点での事故発生件数が最も多い。

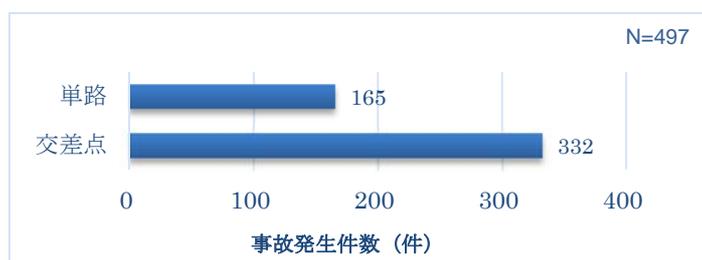


図 4-17 単交区分別の事故発生件数（追突事故）

⑤ 発生日別発生件数（10月）

- 10月の発生日別に見ると、10月5日の事故発生件数が最も多い。

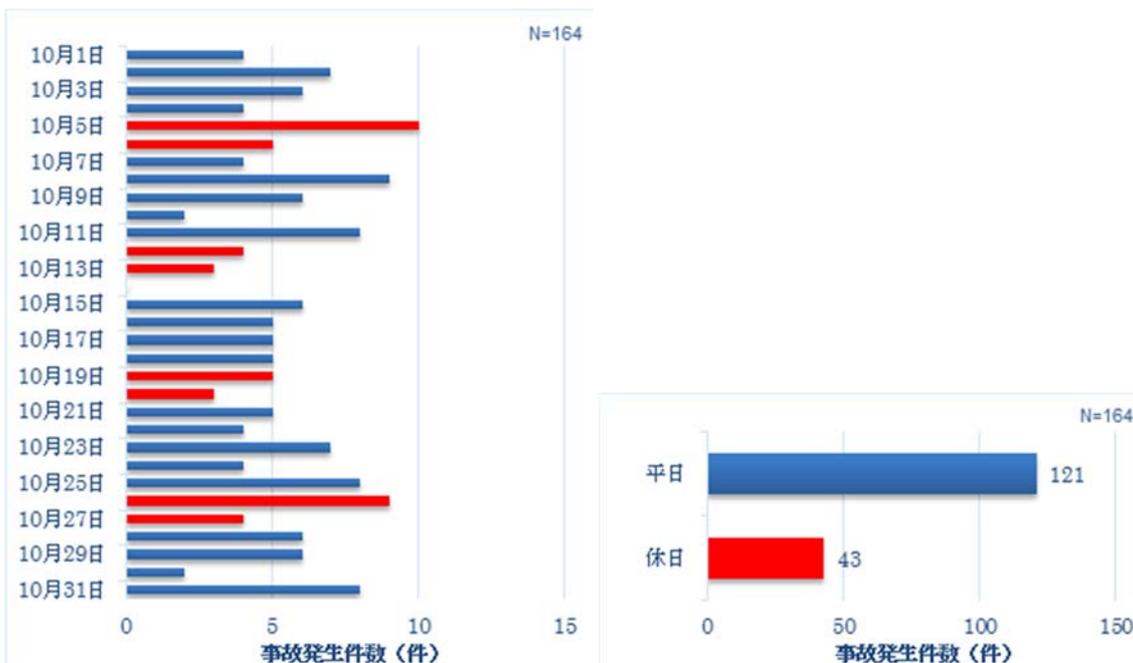


図 4-18 発生日別の事故発生件数（追突事故、10月）

⑥ 発生日別発生件数（11月）

- 11月の発生日別に見ると、11月7日の事故発生件数が最も多い。

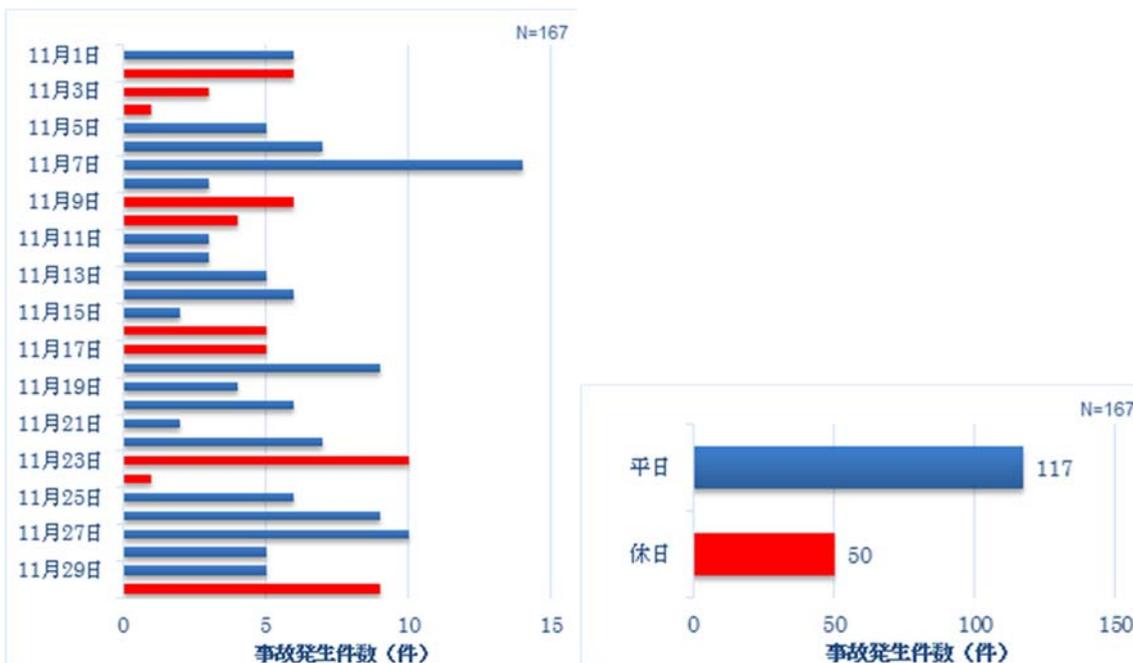


図 4-19 発生日別の事故発生件数（追突事故、11月）

⑦ 発生日別発生件数（12月）

- 12月の発生日別に見ると、12月13日の事故発生件数が最も多い。

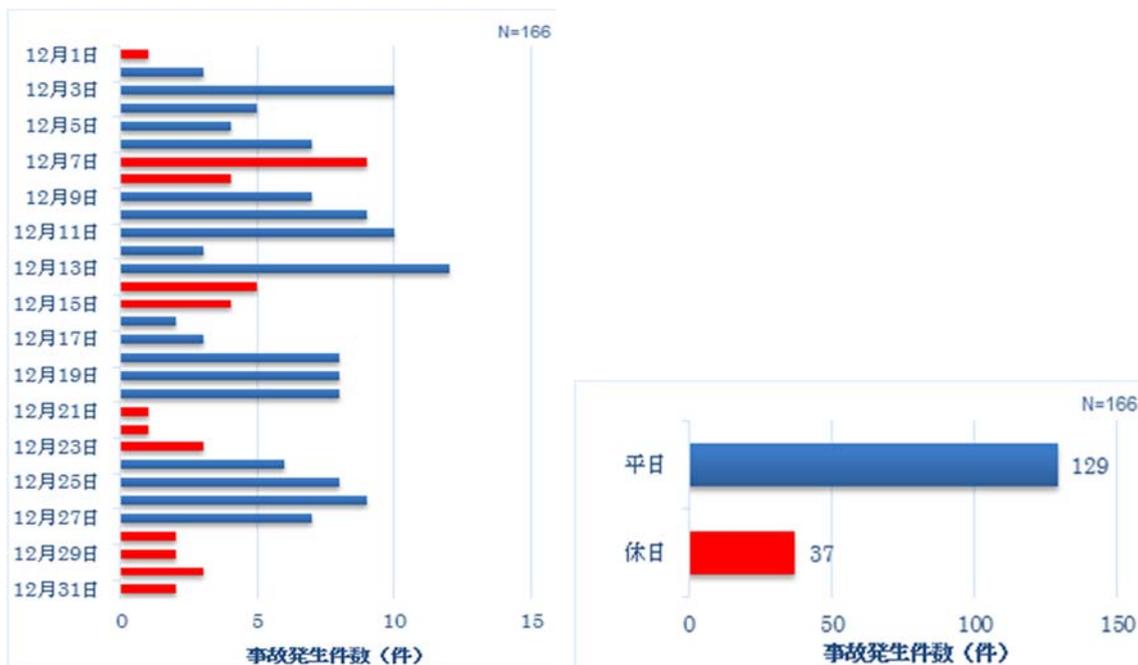


図 4-20 発生日別の事故発生件数（追突事故、12月）

⑧ 発生時間別発生件数

- 事故時間別に見ると、14-16時、16-18時、18-20時の事故発生件数が多い。

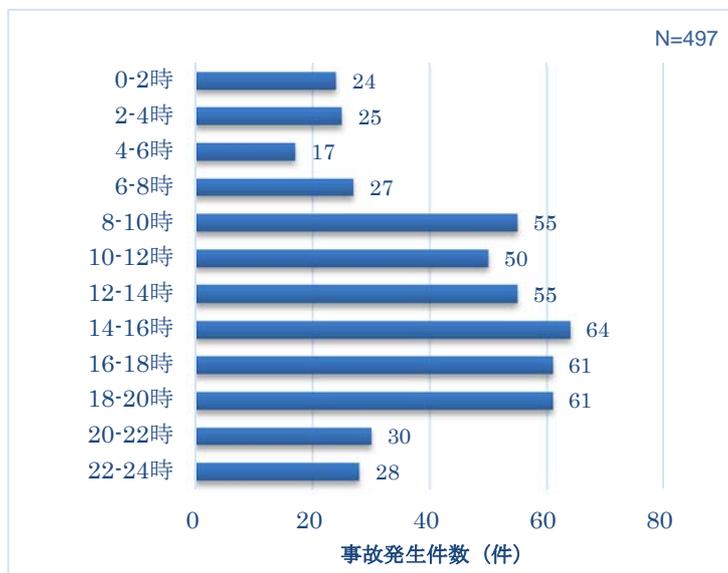


図 4-21 発生時間別の事故発生件数（追突事故）

⑨ 路面状態別発生件数

- 路面状態別に見ると、路面乾燥時における事故発生件数が最も多い。

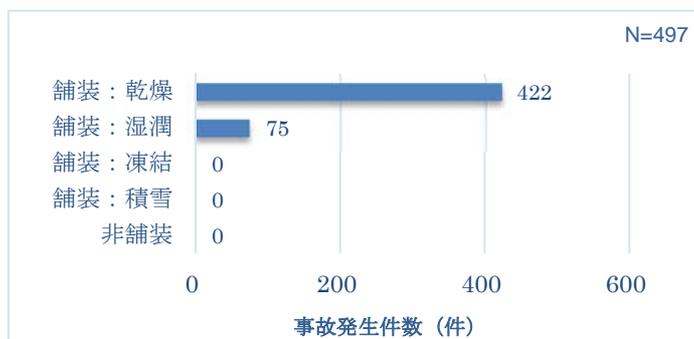


図 4-22 路面状態別の事故発生件数（追突事故）

⑩ 天候別発生件数

- 天候別に見ると、晴天時における事故発生件数が最も多い。

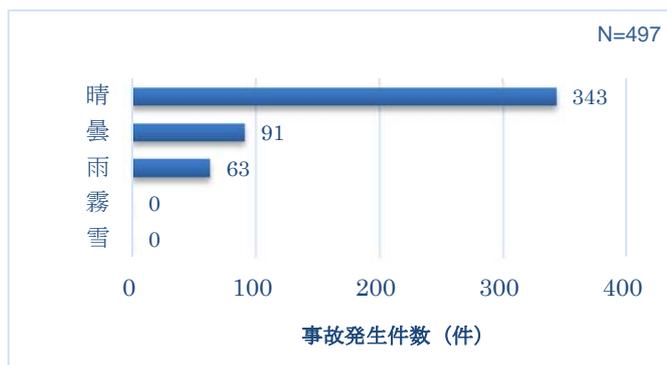


図 4-23 天候別の事故発生件数（追突事故）

### ⑪ 衝突地点別発生件数

- 衝突地点別に見ると、第一、第二通行帯以上での事故発生件数が多い。

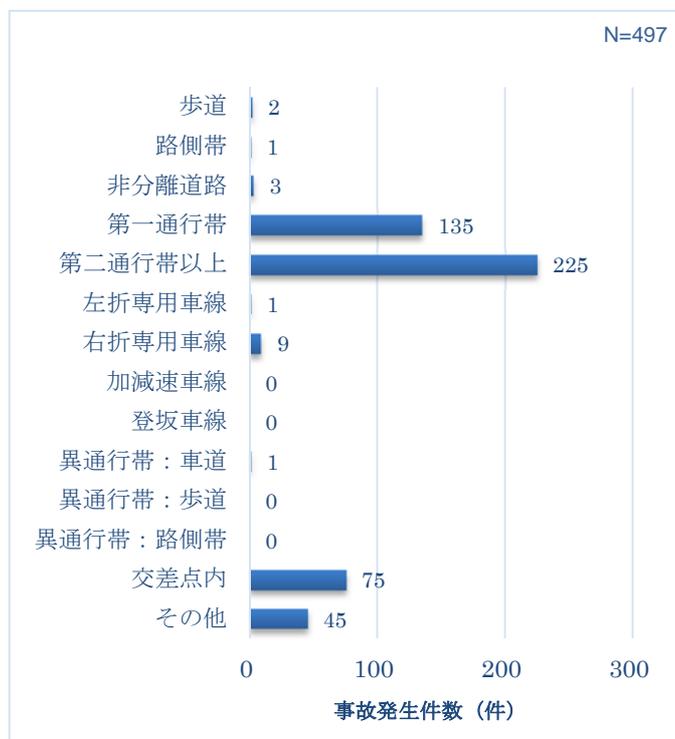


図 4-24 衝突地点別の事故発生件数（追突事故）

### (3) 歩行者横断中の事故に関する集計

交通事故多発箇所（平成 25 東京都版事故別データ）のうち、事故類型が「人対車両」であり、かつ衝突地点が「車道上」の事故を歩行者横断中の事故と判断し、集計した。結果を以下に示す。

① 事故発生件数および発生分布

- 平成 25 年 10～12 月の東京 23 区における追突事故の発生件数は **102 件** である。
- 歩行者横断中の事故の発生分布を以下に示す。

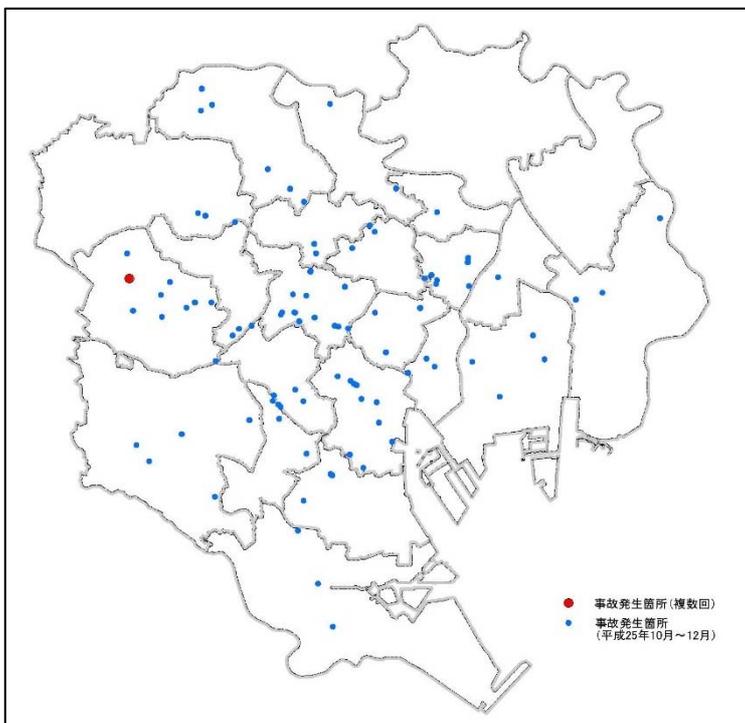


図 4-25 事故発生分布図（歩行者横断中の事故）

② 道路種別発生件数

- 道路種別に見ると、主要都道府県道の事故発生件数が最も多い。

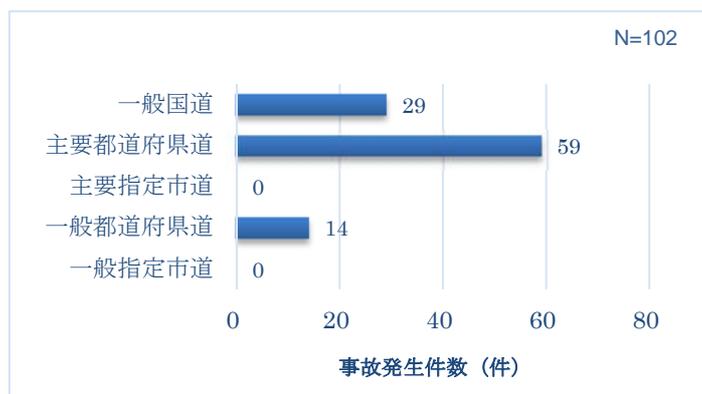


図 4-26 道路種別の事故発生件数（歩行者横断中の事故）

③ 上下区分別発生件数

- 上下区分別に見ると、上り線、又は中心より右の事故発生件数が最も多い。

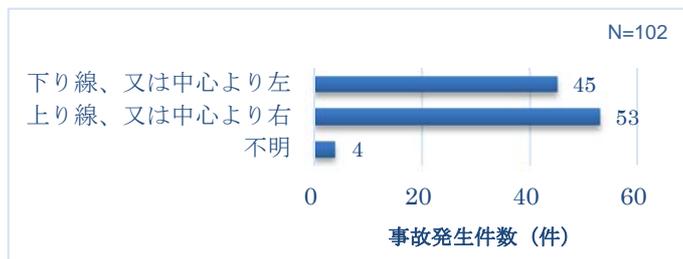


図 4-27 上下区分別の事故発生件数 (歩行者横断中の事故)

④ 単交区分別発生件数

- 単交区分別に見ると、交差点での事故発生件数が最も多い。



図 4-28 単交区分別の事故発生件数 (歩行者横断中の事故)

⑤ 発生日別発生件数（10月）

- 10月の発生日別に見ると、10月2日の事故発生件数が最も多い。

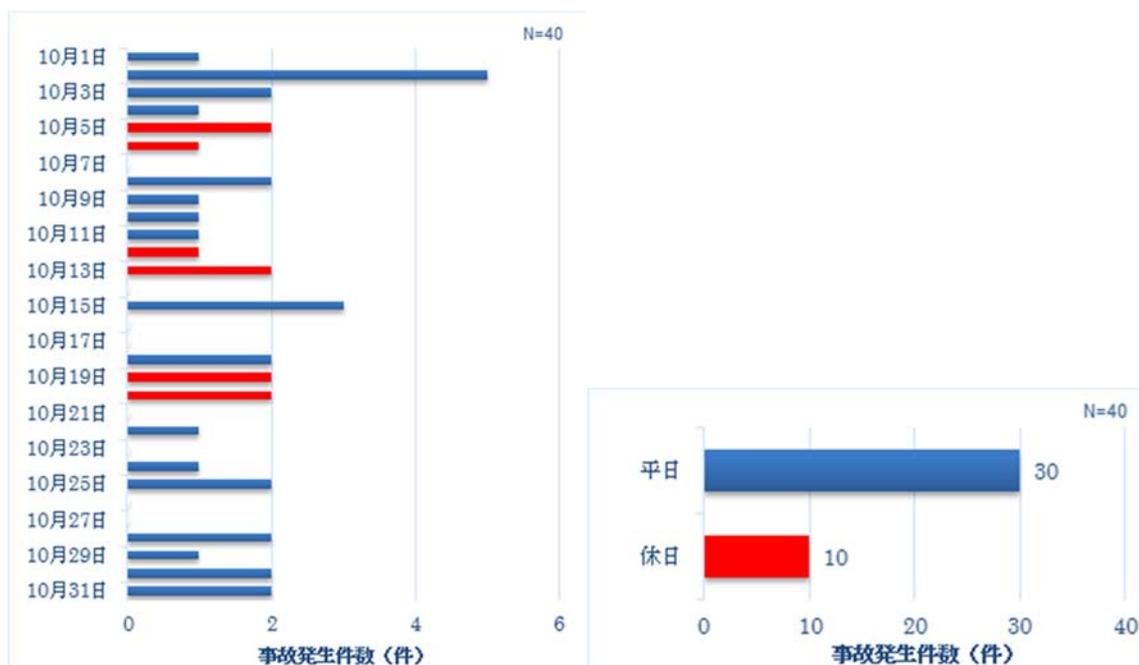


図 4-29 発生日別の事故発生件数（歩行者横断中の事故、10月）

⑥ 発生日別発生件数（11月）

- 11月の発生日別に見ると、11月27日の事故発生件数が最も多い。

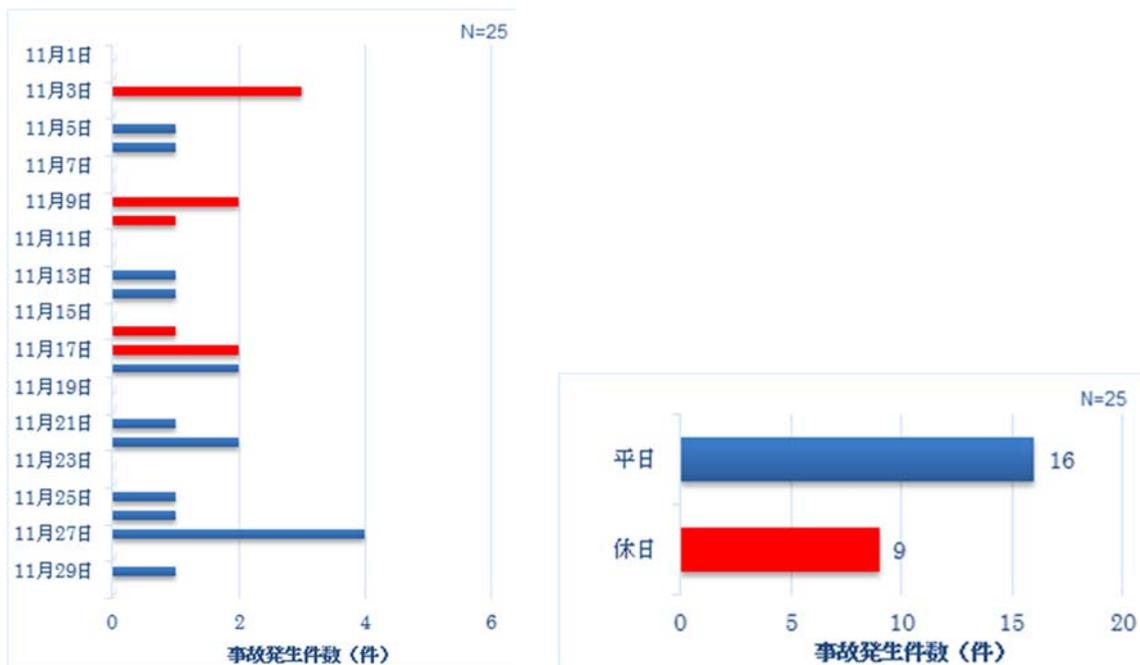


図 4-30 発生日別の事故発生件数（歩行者横断中の事故、11月）

⑦ 発生日別発生件数（12月）

- 12月の発生日別に見ると、12月18日の事故発生件数が最も多い。

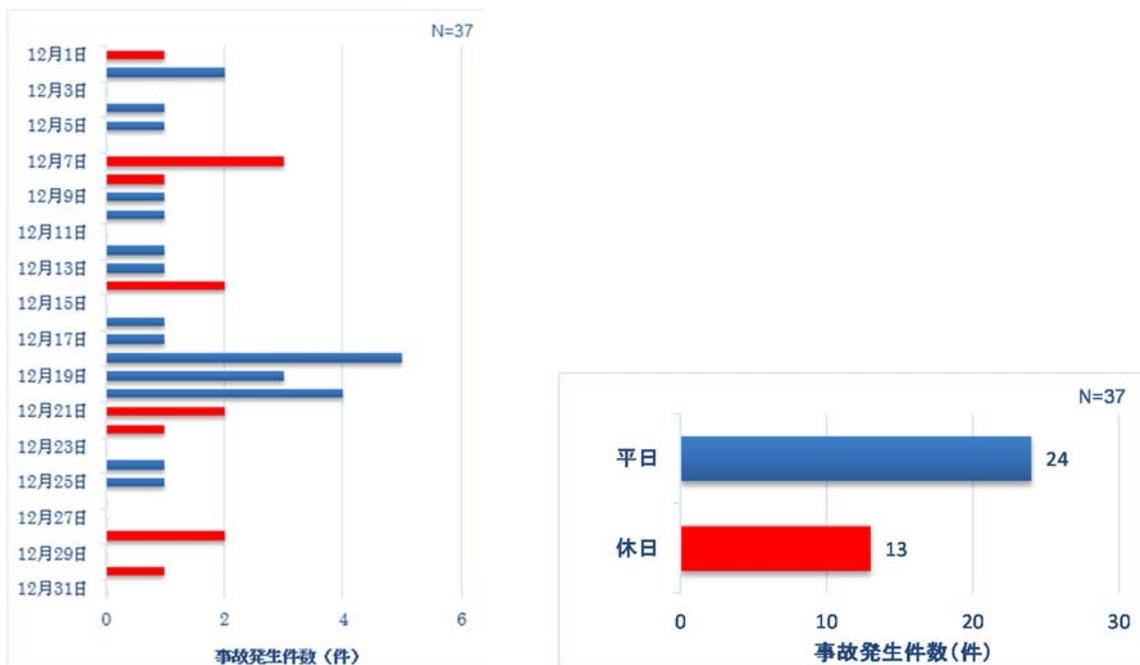


図 4-31 発生日別の事故発生件数（歩行者横断中の事故、12月）

⑧ 発生時間別発生件数

- 事故時間別に見ると、0-2時の事故発生件数が多い。

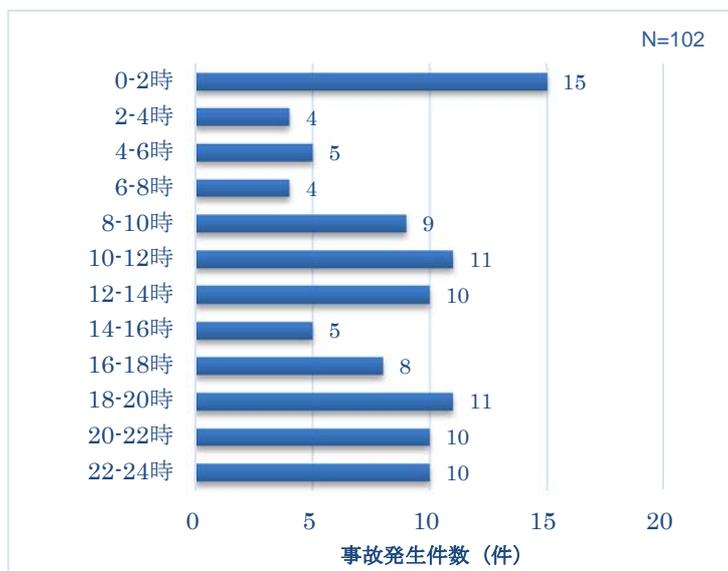


図 4-32 発生時間別の事故発生件数（歩行者横断中の事故）

⑨ 路面状態別発生件数

- 路面状態別に見ると、路面乾燥時における事故発生件数が最も多い。

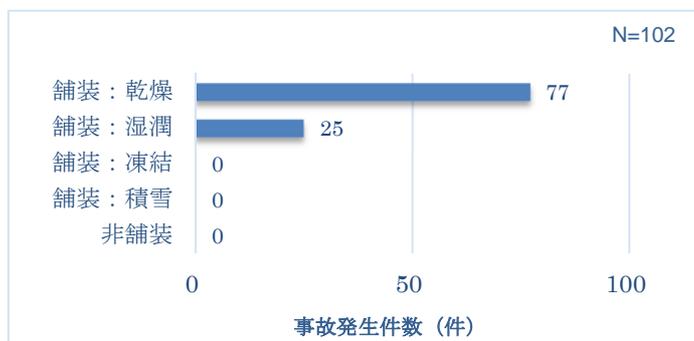


図 4-33 路面状態別の事故発生件数（歩行者横断中の事故）

⑩ 天候別発生件数

- 天候別に見ると、晴天時における事故発生件数が最も多い。

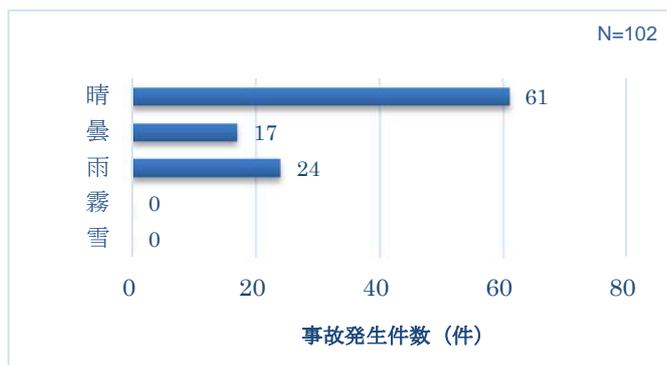


図 4-34 天候別の事故発生件数（歩行者横断中の事故）

⑪ 衝突地点別発生件数

- 衝突地点別に見ると、交差点内の事故発生件数が最も多い。



図 4-35 衝突地点別の事故発生件数 (歩行者横断中の事故)

#### (4) 車線逸脱に起因する事故に関する集計

交通事故多発箇所(H25 東京都版事故別データ)のうち、事故類型が「車両単独」である事故を集計した。ただし、交通事故死者低減効果見積もり手法における「車線逸脱に起因する事故」とは、車両単独事故のうち路外逸脱や電柱・標識・防護柵等の工作物衝突としているが、本集計で扱う「車両単独」の事故には路外逸脱、工作物衝突の他、駐車車両(運転者不在)への衝突や転倒等の相手なしの事故を含んでいる。

結果を以下に示す。

##### ① 事故発生件数および発生分布

- 平成 25 年 10～12 月の東京 23 区における追突事故の発生件数は **4 件** である。
- 車線逸脱に起因する事故の発生分布を以下に示す。



図 4-36 事故発生分布図 (車線逸脱に起因する事故)

## ② 道路種別発生件数

- 道路種別に見ると、主要都道府県道の事故発生件数が最も多い。



図 4-37 道路種別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故）

## ③ 上下区分別発生件数

- 上下区分別に見ると、下り線、又は中心より左の事故発生件数が最も多い。

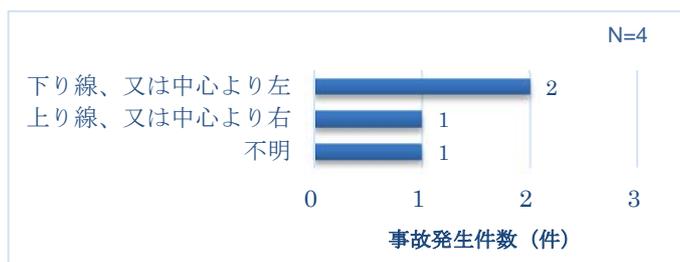


図 4-38 上下区分別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故）

## ④ 単交区分別発生件数

- 単交区分別に見ると、交差点での事故発生件数が最も多い。

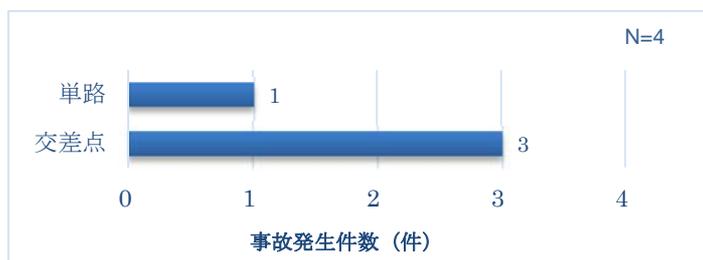


図 4-39 単交区分別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故）

⑤ 発生日別発生件数（10月）

- 10月の発生日別に見ると、10月に事故は発生しなかった。

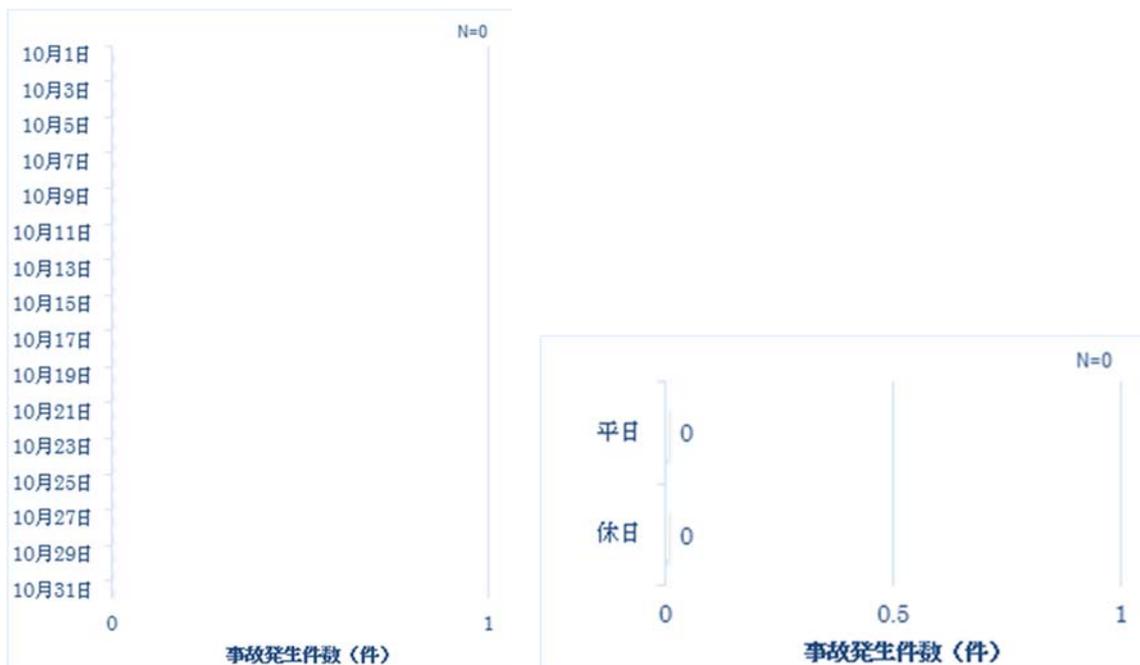


図 4-40 発生日別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故、10月）

⑥ 発生日別発生件数（11月）

- 11月の発生日別に見ると、11月29日に1件の事故が発生した。

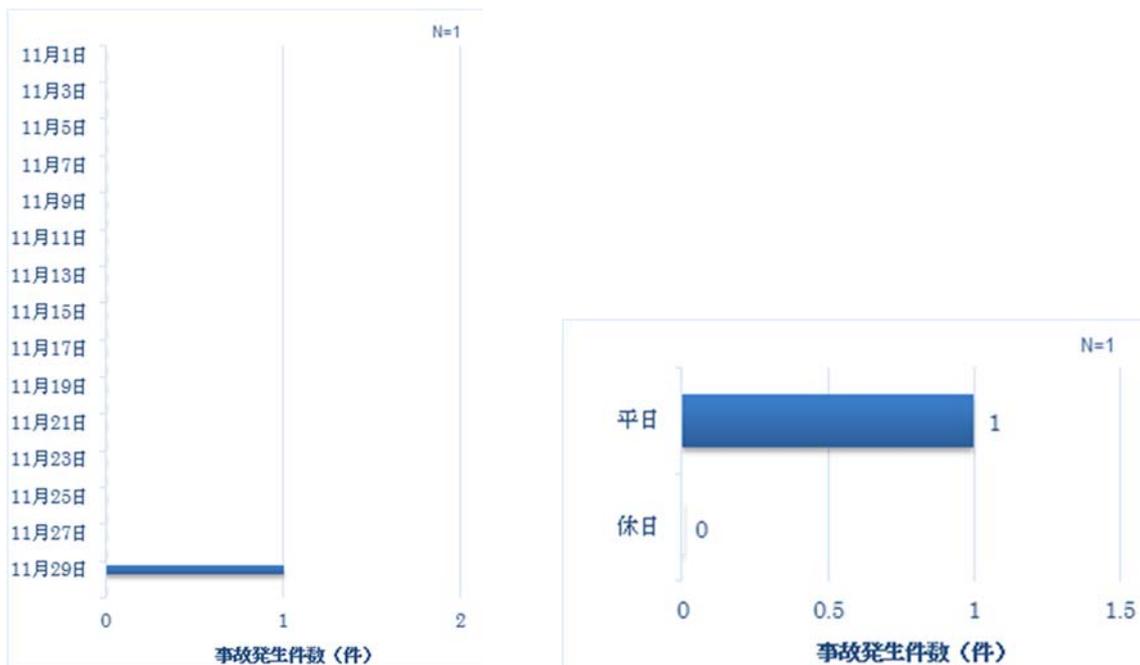


図 4-41 発生日別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故、11月）

⑦ 発生日別発生件数（12月）

- 12月の発生日別に見ると、12月5日と14日と24日に1件ずつの事故が発生した。

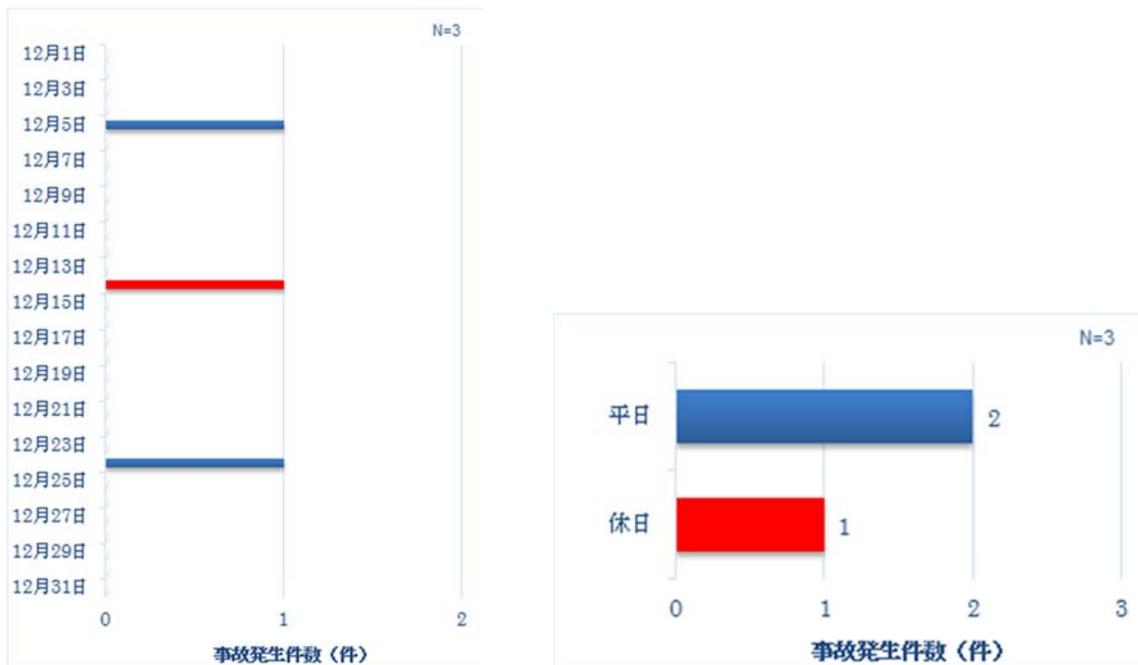


図 4-42 発生日別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故、12月）

⑧ 発生時間別発生件数

- 事故時間別に見ると、14-16時の事故発生件数が多い。

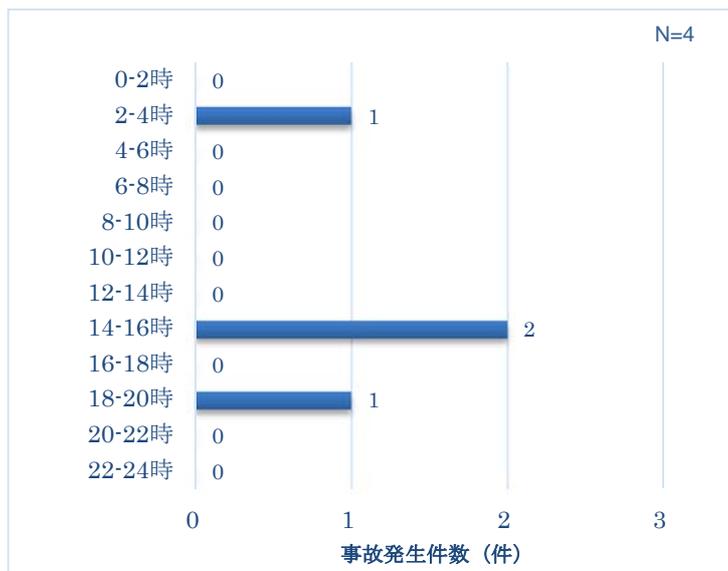


図 4-43 発生時間別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故）

⑨ 路面状態別発生件数

- 路面状態別に見ると、路面乾燥時において事故が発生している。

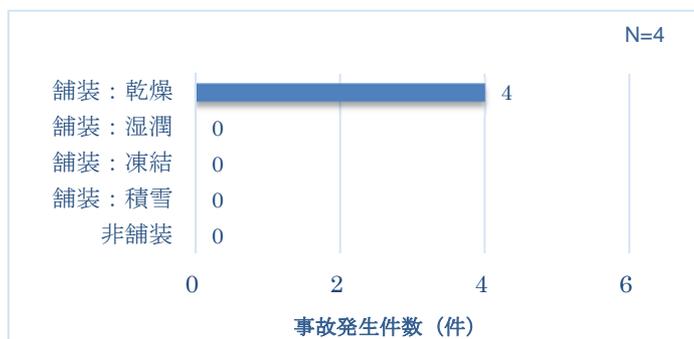


図 4-44 路面状態別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故）

⑩ 天候別発生件数

- 天候別に見ると、晴天時において事故が発生している。

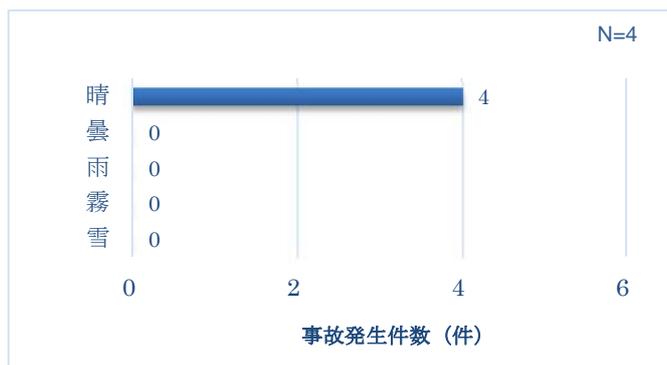


図 4-45 天候別の事故発生件数（車線逸脱に起因する事故）

⑪ 衝突地点別発生件数

- 衝突地点別に見ると、交差点内の事故発生件数が最も多い。

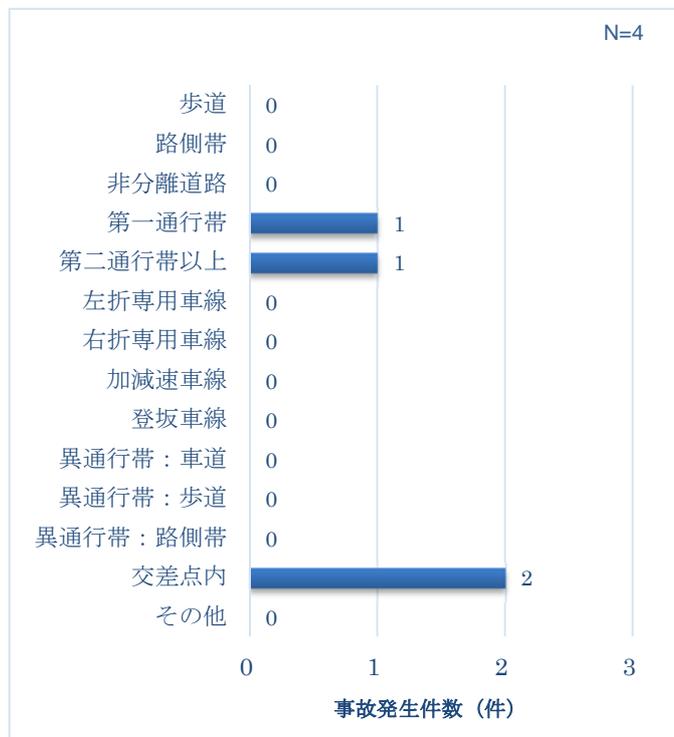


図 4-46 衝突地点別の事故発生件数 (車線逸脱に起因する事故)

## 4.2 事故渋滞の発生状況の分析

### 4.2.1 使用データの概要

#### (1) 使用データ

本分析では、某民間会社が提供するプローブデータ（平成 25 年 10～12 月の東京都 23 区内のデータ）を用いて分析を行った。

#### (2) データ項目

事故別データは、交通事故 1 件ごとの事故データと道路データで構成されており、収録項目は、以下のとおりである。

- ・データ：道路リンク単位の旅行速度データ
- ・対象期間：2013 年 10 月 1 日～2013 年 12 月 31 日の 3 ヶ月間
- ・対象エリア：東京都 23 区内
- ・データ項目：下表の通り

表 4-1 プローブデータの収録項目

データ項目	書式	備考
日時	YYYY-MM-DD_hh:mm:ss	データの対象【処理ウィンドウ時間幅】の開始時間 hh は 24 時間表記、_ は半角スペース。 【例】 ・2013 年 4 月 14 日 15 時 45 分～15 時 59 分 ⇒ 2013-04-14 15:45:00 (10 分間隔)
平均旅行時間	10 進小数値	平均旅行時間。秒単位で、0.1 秒刻み。単純平均(算術平均) 【例】 ・平均旅行時間が 53.4 秒 ⇒53.4
最大旅行時間	10 進小数値	最大旅行時間。秒単位で、0.1 秒刻み。 【例】 ・平均旅行時間が 53.4 秒 ⇒53.4
最小旅行時間	10 進小数値	最少旅行時間。秒単位で、0.1 秒刻み。 【例】 ・平均旅行時間が 53.4 秒 ⇒53.4
信頼度 (標準偏差)	10 進小数値	-1:不明。 $\sigma = \sqrt{1/n * \sum (x - \text{ave}(x))^2}$ n: 車両台数、x: リンク旅行時間情報。n=1 のときは 0 秒単位で、0.1 秒刻み。
車両台数	10 進整数値	該当道路区間で旅行時間データを収集した車両台数。

## 4.2.2 分析方法の概要

### (1) 分析項目

以下の項目について分析を行った。

- ・ 平常時と事故時の旅行速度の比較による事故に伴う旅行速度の低下度合いの把握
- ・ 事故に伴う旅行速度低下に生じる CO2 排出量の試算

### (2) 分析対象

分析対象の設定にあたっては、前節の事故データの分析結果を踏まえ、「交通事故死者低減効果見積もり手法」の評価対象である「追突事故」、「歩行者横断中の事故」、「車線逸脱に起因する事故」を対象とした。ここで、プローブ情報を収集できる車両が一部の車両に限られており、交通量の少ない路線ではプローブ走行実績を抽出できないことが考えられるため、交通量の多い時間帯（6:00～9:00、17:00～20:00）の一般国道および主要都道府県道を対象とし、ケーススタディとして数例をピックアップし分析を試みた。

### (3) 分析方法

プローブデータより事故時と平常時における平均旅行速度の差を算出することで、事故渋滞による交通状況への影響を分析する。このとき、事故後に渋滞が発生し旅行速度の低下が生じていることを把握するため、「事故時」および「平常時」について以下の通り整理した。

- ・ 事故時の抽出期間：事故発生前 1 時間～事故発生後 2 時間
- ・ 平常時の抽出期間：事故発生日の 1 週間前もしくは 1 週間後の同じ曜日の日について、事故発生前 1 時間～事故発生後 2 時間を抽出

また、プローブデータの集計エリアとして、事故が発生した路線の交通状況を把握する他、事故渋滞回避のための迂回交通による周辺ネットワークの混雑状況を把握するため、分析エリアとして以下の 2 パターンを設定した。

- ・ エリア①：事故発生箇所から上流側 2km の路線
- ・ エリア②：事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線

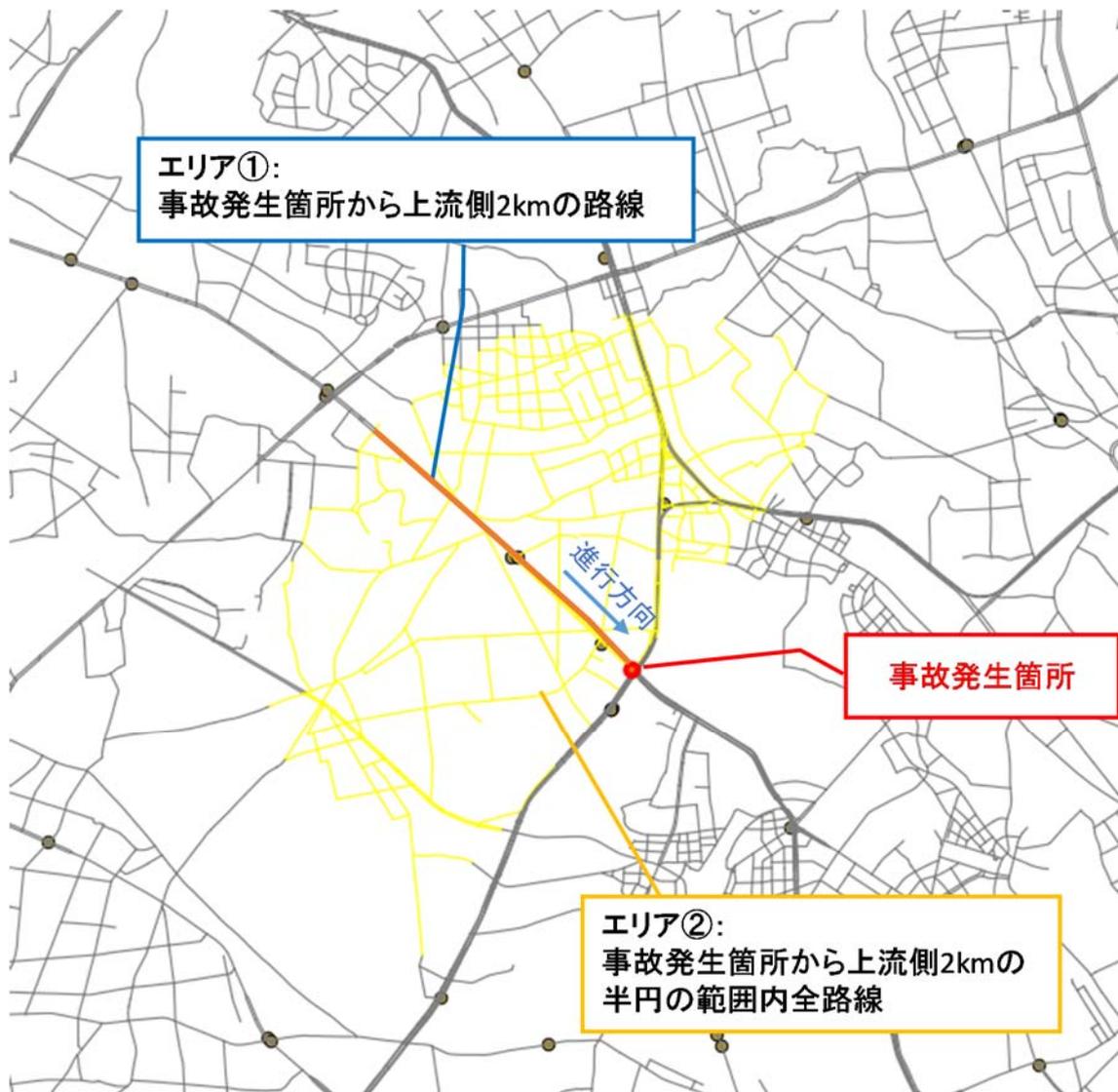


図 4-47 分析エリアのイメージ

### 4.2.3 分析結果

#### (1) 追突事故に関する結果

追突事故における事故時と平常時の旅行速度を比較した結果を以下に示す。

① 国道上における追突事故

(ア) 事例 1

- ・ 路線：国道 6 号
- ・ 単交区分：交差点
- ・ 上下区分：下り
- ・ 発生時刻：2013/11/27 7:00

■ 事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、事故発生 20 分後から速度の低下が確認された。これは、事故発生から警察車両や救急車両等の到着し、事故処理による交通容量が低下するまでに時間差があること等が考えられる。
- また、事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 3.7km/h 低く、事故が当該路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒ 事故による当該路線の旅行速度の低下の可能性が確認された

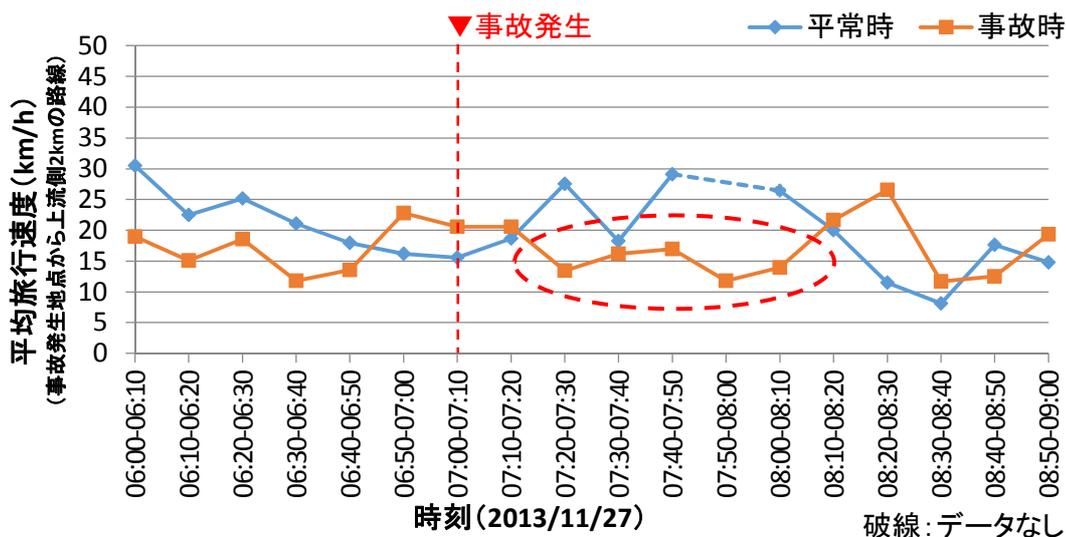


図 4-48 事故時と平常時の旅行速度比較（事故発生箇所から上流側 2km の路線内）（事例 1）

表 4-2 事故時と平常時の旅行速度比較表（事故発生箇所から上流側 2km の路線内）（事例 1）

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ② - ①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	18.5	4.3	15.9	6.6	-2.6
事故後1時間平均	18.9	4.6	15.3	6.8	-3.7
事故後2時間平均	17.5	4.5	15.8	6.6	-1.7

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体の旅行速度の推移をみると、事故発生路線と同様に事故発生 20 分後に速度の低下が確認されている。これは、事故発生後、警察車両や救急車両等の事故処理が開始したことにより、事故路線の混雑を回避するための迂回交通が発生したことによるものと考えられる。
- 事故発生後～1 時間以内において 3.3km/h 低下しており、事故渋滞を回避するための迂回交通が、周辺路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下の可能性が確認された

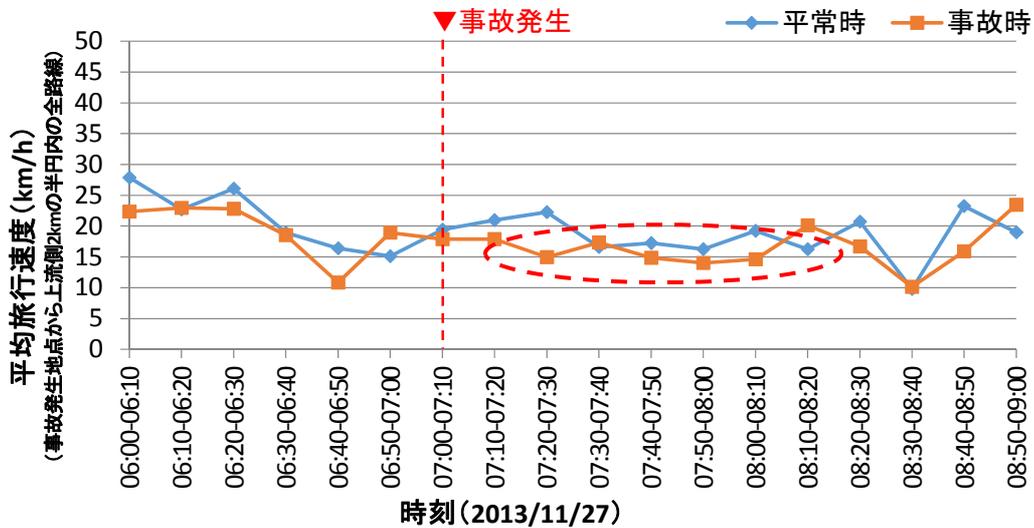


図 4-49 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 1)

表 4-3 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 1)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	18.6	3.3	16.1	5.0	-2.5
事故後1時間平均	18.8	3.5	15.5	5.3	-3.3
事故後2時間平均	18.1	3.4	15.2	5.1	-2.9

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

(イ) 事例 2

- ・路線：国道 246 号
- ・単交区分：単路
- ・上下区分：下り
- ・発生時刻：2013/12/11 18:16

■事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、事故発生 40 分後まで速度の低下が確認された。
- また、事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 2.9km/h 低く、事故が当該路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒事故による当該路線の旅行速度の低下の可能性が確認された

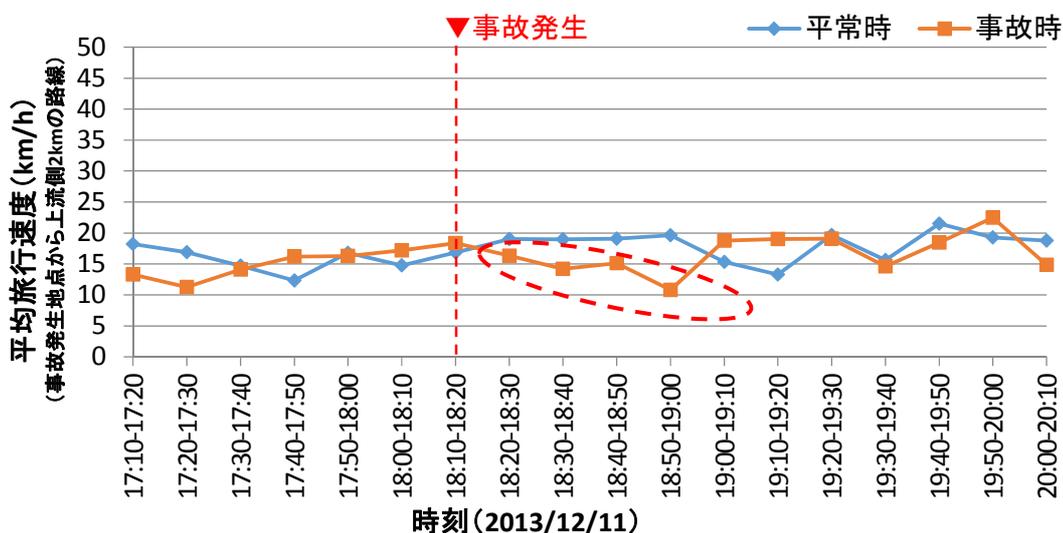


図 4-50 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 2)

表 4-4 事故時と平常時の旅行速度比較表 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 2)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	17.4	7.4	16.0	6.6	-1.5
事故後1時間平均	18.1	7.7	15.2	6.8	-2.9
事故後2時間平均	18.5	7.3	16.6	6.6	-1.9

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体の旅行速度の推移をみると、事故発生 10 分後より速度の低下が確認されている。これは、事故路線の混雑を回避するための迂回交通が発生したことによるものと考えられる。
- 事故発生後～1 時間以内において 2.2km/h 低下しており、事故渋滞を回避するための迂回交通が、周辺路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下の可能性が確認された

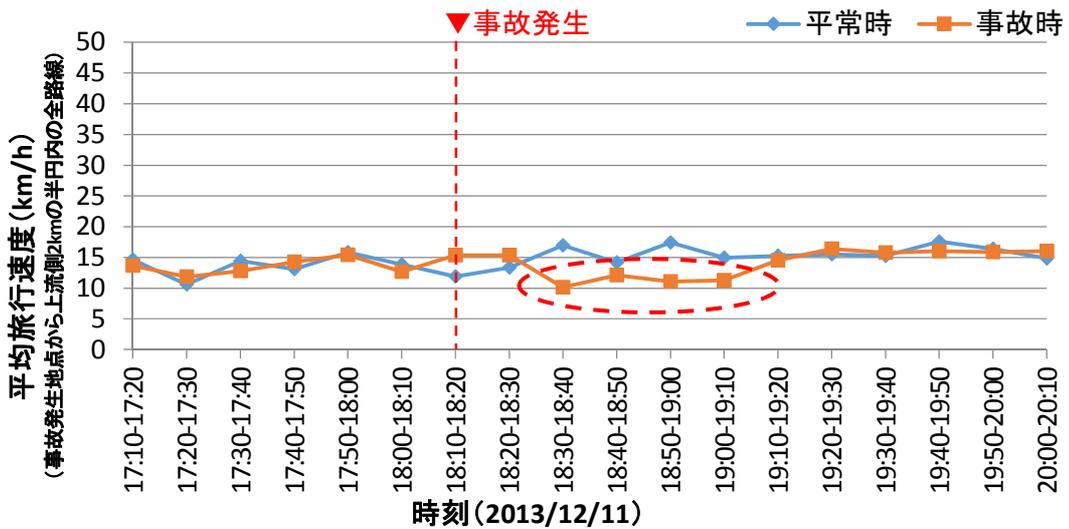


図 4-51 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 2)

表 4-5 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 2)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	14.7	5.1	13.5	5.0	-1.2
事故後1時間平均	14.4	5.3	12.2	5.3	-2.2
事故後2時間平均	15.3	5.1	13.5	5.1	-1.8

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

(ウ) 事例 3

- ・路線：国道 246 号
- ・単交区分：単路
- ・上下区分：下り
- ・発生時刻：2013/12/25 17:58

■ 事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において、事故発生後の旅行速度の推移をみると、速度の低下は明確に確認されなかった。

⇒ 事故による当該路線の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

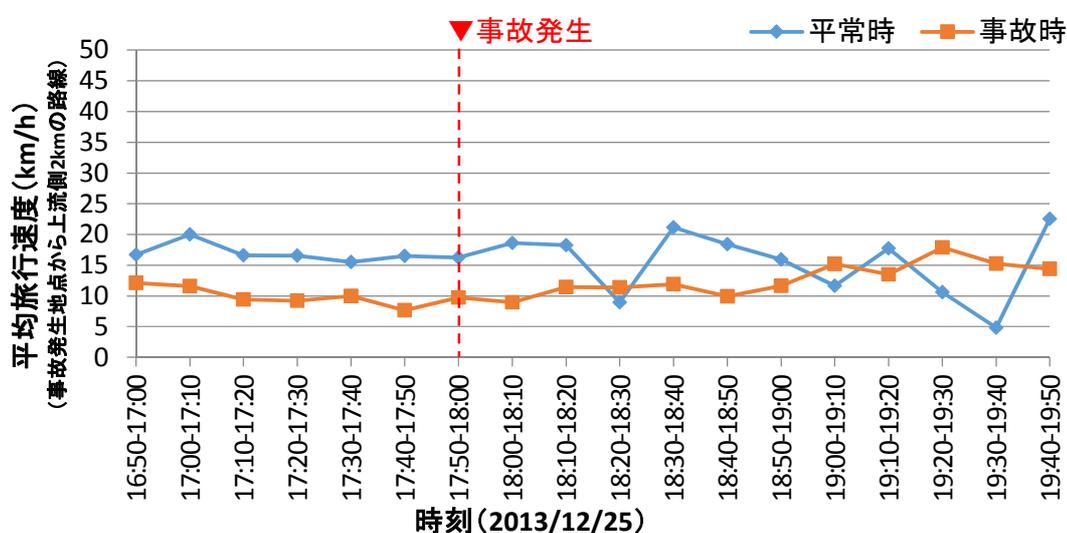


図 4-52 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 3)

表 4-6 事故時と平常時の旅行速度比較表 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 3)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	15.0	4.6	11.3	6.6	-3.7
事故後1時間平均	15.6	4.7	10.5	6.8	-5.1
事故後2時間平均	14.1	4.6	12.0	6.6	-2.1

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体において、事故発生後の旅行速度の推移をみると、速度の低下は明確に確認されなかった。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

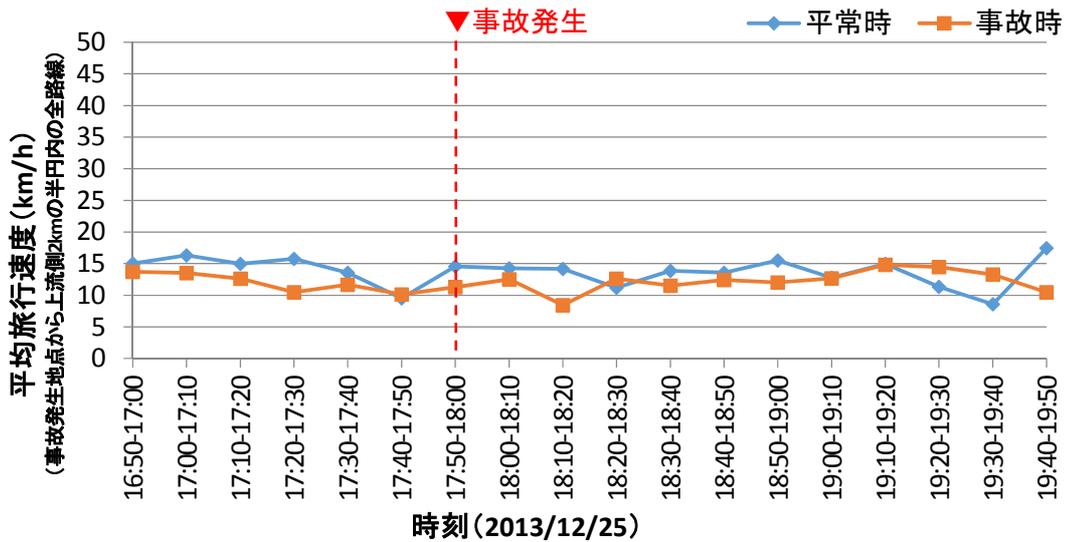


図 4-53 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 3)

表 4-7 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 3)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	13.5	3.3	12.0	5.0	-1.5
事故後1時間平均	13.5	3.4	11.3	5.3	-2.3
事故後2時間平均	13.6	3.3	12.1	5.1	-1.5

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

## ② 都道上における追突事故

### (ア) 事例 4

- ・ 路線：都道 311 号
- ・ 単交区分：交差点
- ・ 上下区分：下り
- ・ 発生時刻：2013/12/17 8:00

#### ■ 事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、事故後から速度の低下が確認された。
- また、事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 9.1km/h 低く、事故が当該路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒ 事故による当該路線の旅行速度の低下の可能性が確認された

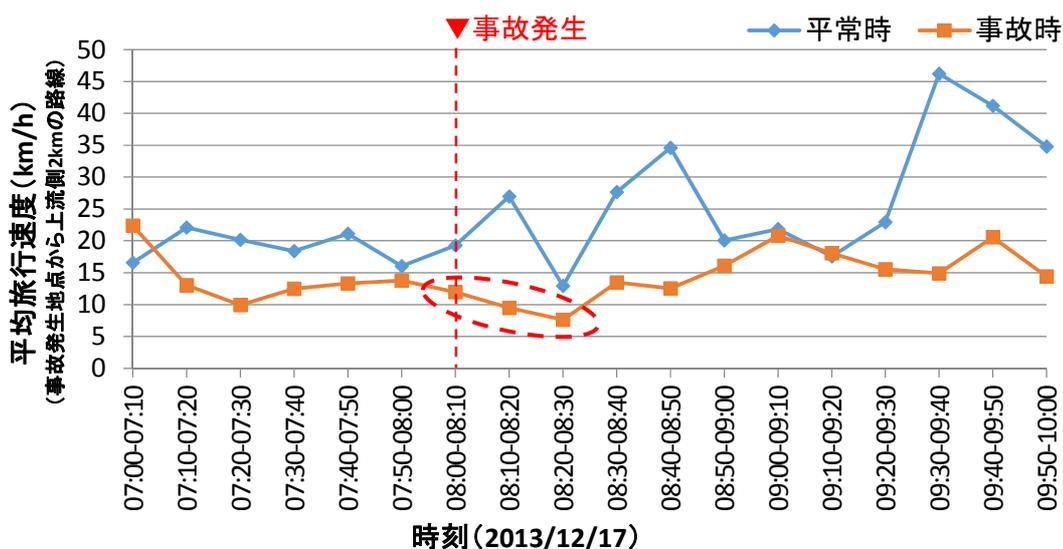


図 4-54 事故時と平常時の旅行速度比較（事故発生箇所から上流側 2km の路線内）（事例 4）

表 4-8 事故時と平常時の旅行速度比較表（事故発生箇所から上流側 2km の路線内）（事例 4）

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	22.4	1.8	14.0	1.5	-8.4
事故後1時間平均	21.6	1.6	12.4	1.6	-9.1
事故後2時間平均	24.6	1.7	14.5	1.6	-10.1

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体において、事故後から速度の低下が確認された。
- 事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 8.0km/h 低く、事故発生後、事故路線の混雑を回避するための迂回交通が発生したことによるものと考えられる。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下の可能性が確認された

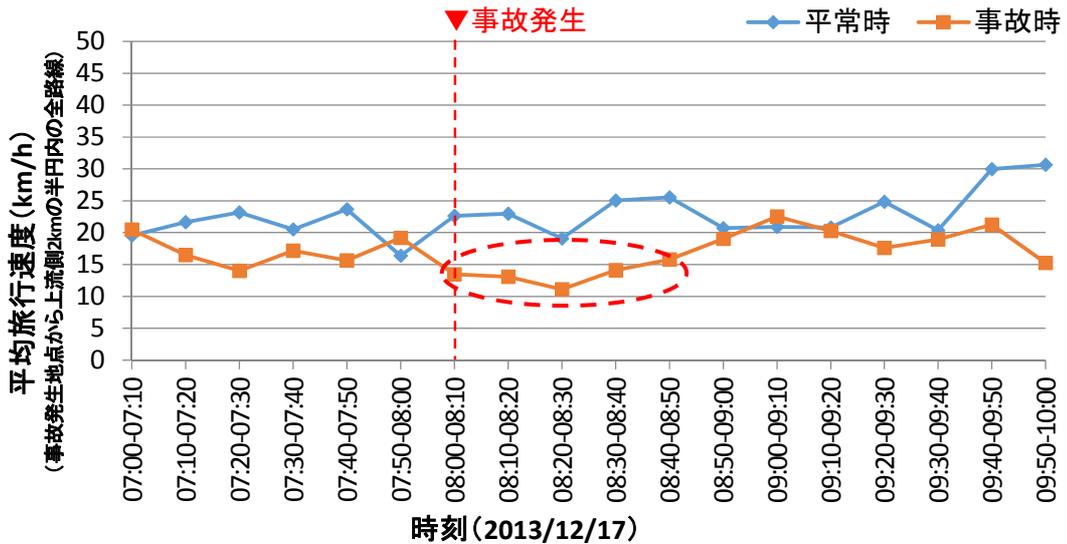


図 4-55 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線)  
(事例 4)

表 4-9 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 4)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	22.5	1.5	16.6	1.4	-5.9
事故後1時間平均	22.1	1.4	14.1	1.4	-8.0
事故後2時間平均	23.5	1.5	16.6	1.4	-6.8

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

(2) 歩行者横断中の事故に関する結果

歩行者横断中の事故における事故時と平常時の旅行速度を比較した結果を以下に示す。

① 国道上における歩行者横断中の事故

(ア) 事例 5

- ・路線：国道 1 号
- ・単交区分：交差点
- ・上下区分：下り
- ・発生時刻：2013/10/29 19:55

■事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、事故後から速度の低下が確認された。
- また、事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 3.6km/h 低く、事故が当該路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒事故による当該路線の旅行速度の低下の可能性が確認された

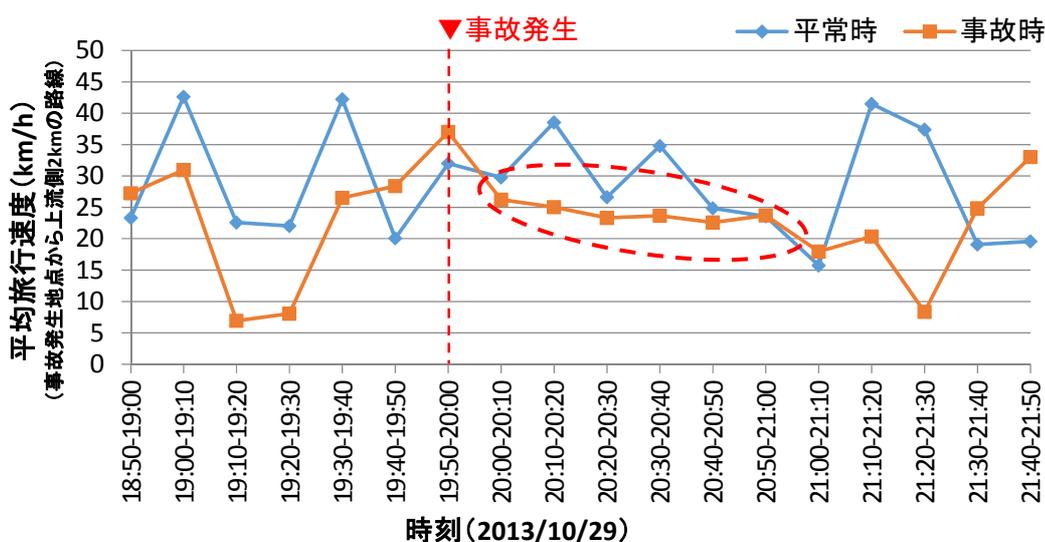


図 4-56 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 5)

表 4-10 事故時と平常時の旅行速度比較表 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 5)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	24.1	1.4	20.2	1.4	-3.9
事故後1時間平均	29.7	1.5	26.1	1.7	-3.6
事故後2時間平均	24.5	1.4	24.4	1.5	-0.1

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体において、事故発生後の旅行速度の推移をみると、事故発生 40 分後まで速度の低下が確認された。
- 事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 5.6km/h 低く、事故発生後、事故路線の混雑を回避するための迂回交通が発生したことによるものと考えられる。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下の可能性が確認された

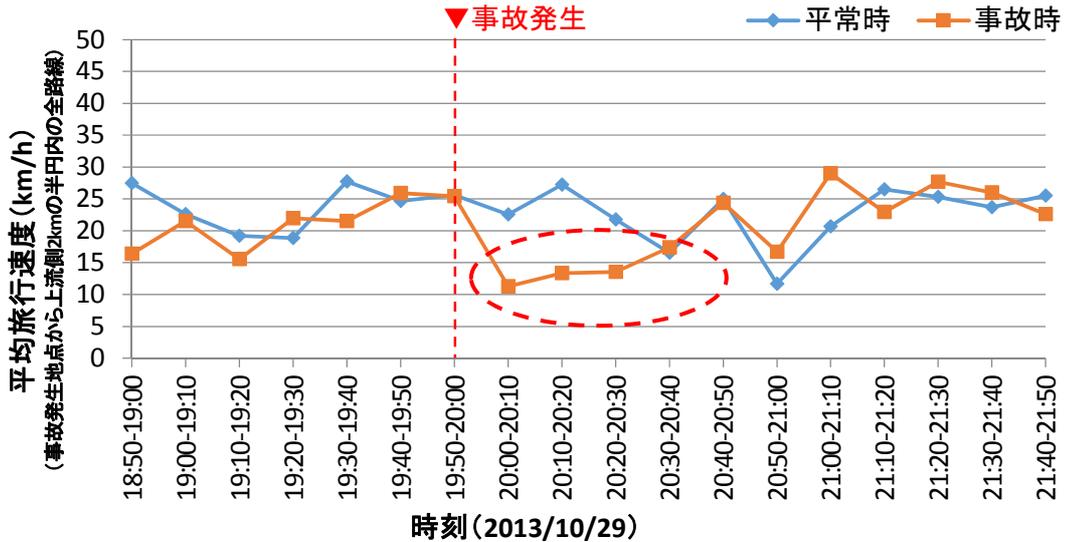


図 4-57 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 5)

表 4-11 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 5)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	22.3	1.8	19.8	1.7	-2.5
事故後1時間平均	22.0	1.6	16.4	1.6	-5.6
事故後2時間平均	21.9	1.7	19.9	1.6	-2.0

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

(イ) 事例 6

- ・路線：国道 1 号
- ・単交区分：交差点
- ・上下区分：下り
- ・発生時刻：2013/12/2 18:01

■ 事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において、事故発生後の旅行速度の推移をみると、速度の低下は明確に確認されなかった。

⇒ 事故による当該路線の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

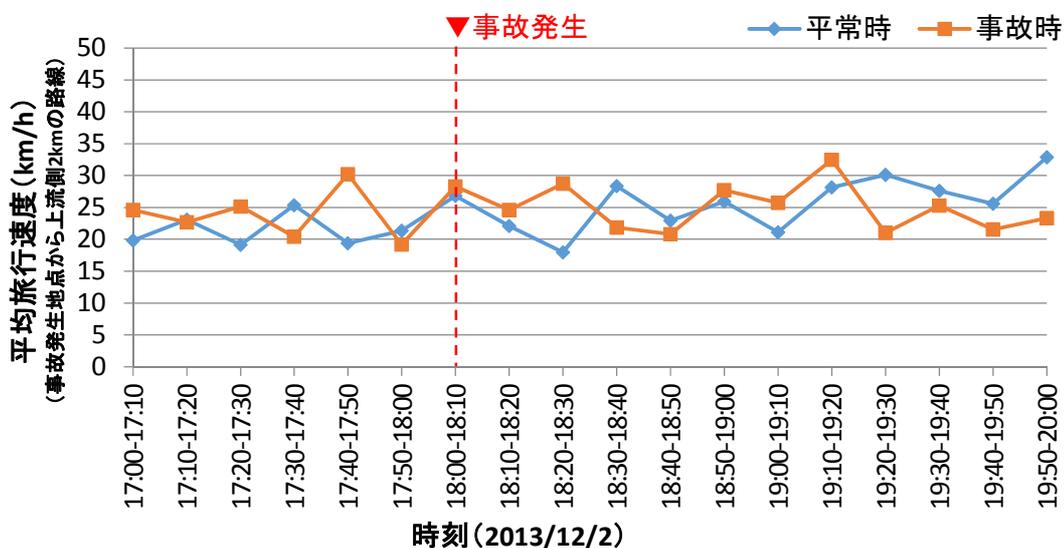


図 4-58 事故時と平常時の旅行速度比較（事故発生箇所から上流側 2km の路線内）（事例 6）

表 4-12 事故時と平常時の旅行速度比較表（事故発生箇所から上流側 2km の路線内）（事例 6）

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	24.4	1.9	24.8	1.8	0.4
事故後1時間平均	23.7	1.7	25.2	2.0	1.5
事故後2時間平均	26.1	1.8	25.5	1.9	-0.6

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体において、事故発生 30 分後まで速度の低下が確認された。
- 一方、当該事故が事故発生路線の交通流に大きな影響を与えておらず、迂回交通も生じていないと考えられることから、事故発生後の周辺路線全体の旅行速度の低下はその他の要因によるものと考えられる。

⇒事故による周辺路線全体の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

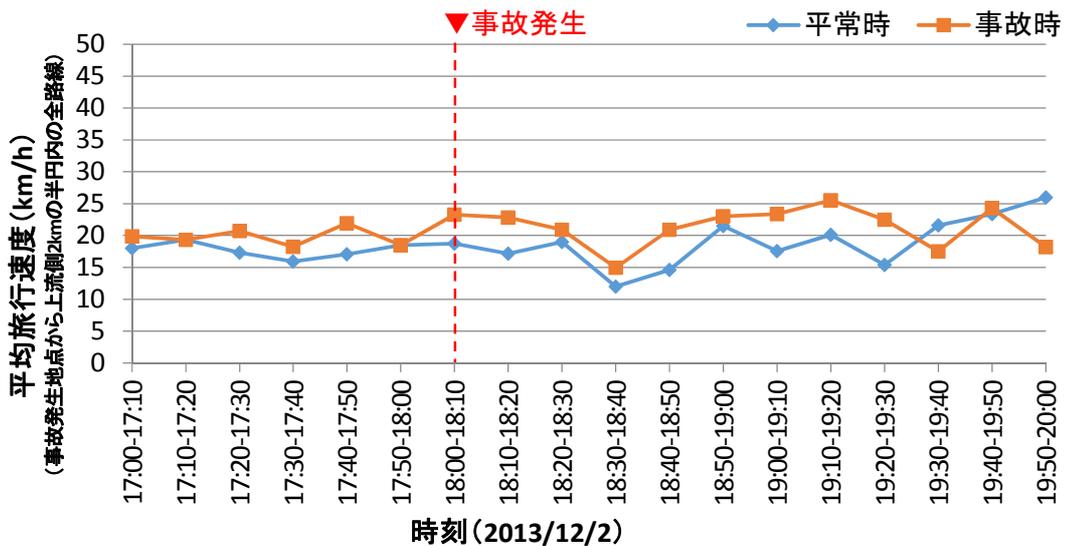


図 4-59 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線)  
(事例 6)

表 4-13 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 6)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	17.9	2.0	20.4	2.0	2.6
事故後1時間平均	16.7	2.2	20.3	2.4	3.5
事故後2時間平均	18.0	2.0	20.8	2.1	2.8

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

② 都道上における歩行者横断中の事故

(ア) 事例 7

- ・路線：都道 305 号
- ・単交区分：交差点
- ・上下区分：上り
- ・発生時刻：2013/12/30 18:03

■事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、事故発生時刻での速度低下が確認された。また、事故発生後～1 時間以内の旅行速度は平常時と比べ 4.6km/h 低く、事故が当該路線上の交通流へ影響を与えている可能性が確認された。

⇒事故による当該路線の旅行速度の低下の可能性が確認された

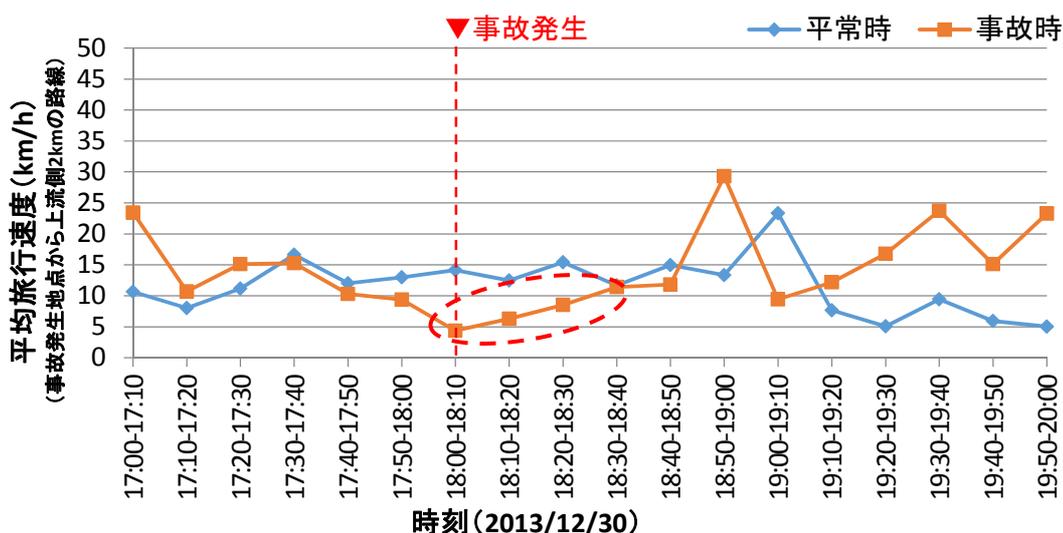


図 4-60 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 7)

表 4-14 事故時と平常時の旅行速度比較表 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 7)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	11.4	1.2	11.7	1.2	0.4
事故後1時間平均	13.5	1.2	8.9	1.2	-4.6
事故後2時間平均	10.9	1.1	11.2	1.1	0.2

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、事故発生後～2 時間以内の旅行速度は平常時と比べ低下が見られず、事故渋滞の可能性は確認されなかった。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

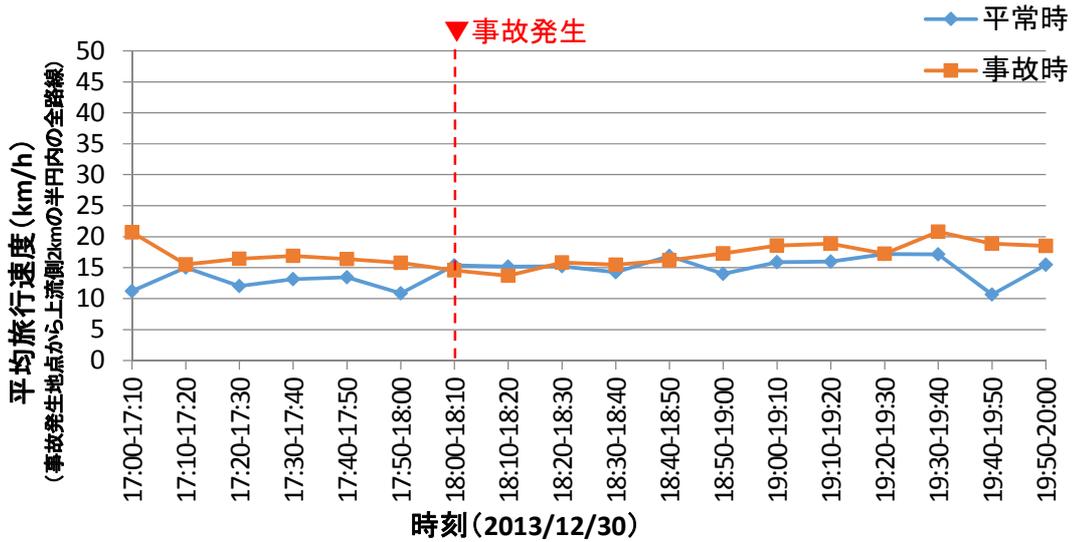


図 4-61 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 7)

表 4-15 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 7)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	14.1	1.9	16.8	1.6	2.7
事故後1時間平均	15.1	1.9	15.4	1.6	0.3
事故後2時間平均	15.2	1.8	16.8	1.5	1.6

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

### (3) 車線逸脱に起因する事故に関する結果

車線逸脱に起因する事故における事故時と平常時の旅行速度を比較した結果を以下に示す。

#### ① 都道上における車線逸脱に起因する事故

##### (ア) 事例 8

- ・路線：都道 319 号
- ・単交区分：交差点
- ・上下区分：上り
- ・発生時刻：2013/11/29 15:50

##### ■事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、低下が確認された。
- 一方、平常時の旅行速度の推移をみると、事故時の推移と同様に、事故発生時刻以降速度が減少傾向にあることから、事故が旅行速度の低下に影響したとは明確に言えない。

⇒事故による当該路線の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

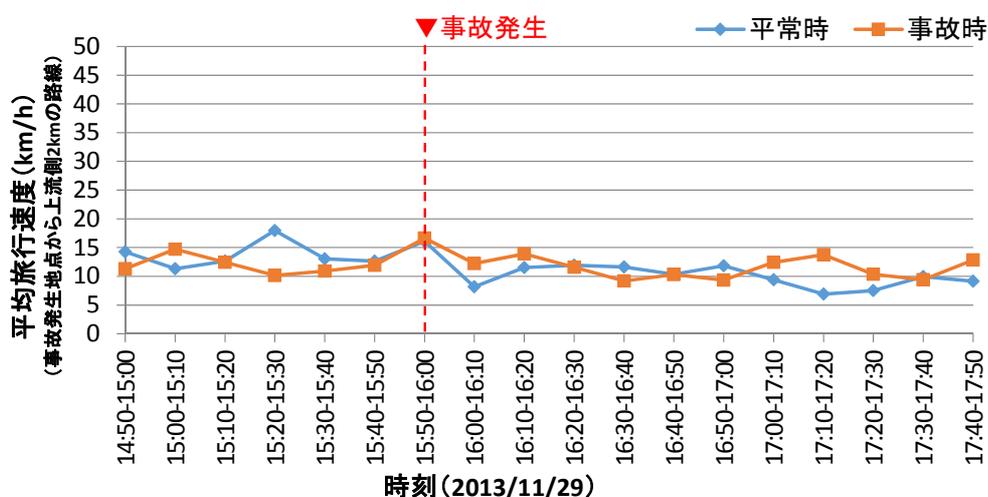


図 4-62 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 8)

表 4-16 事故時と平常時の旅行速度比較表 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 8)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	10.6	2.2	11.3	2.5	0.8
事故後1時間平均	11.0	2.1	11.0	2.7	0.0
事故後2時間平均	9.6	2.3	11.0	2.7	1.4

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

➤ 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体の旅行速度の推移をみると、旅行速度の明確な低下は見られない。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

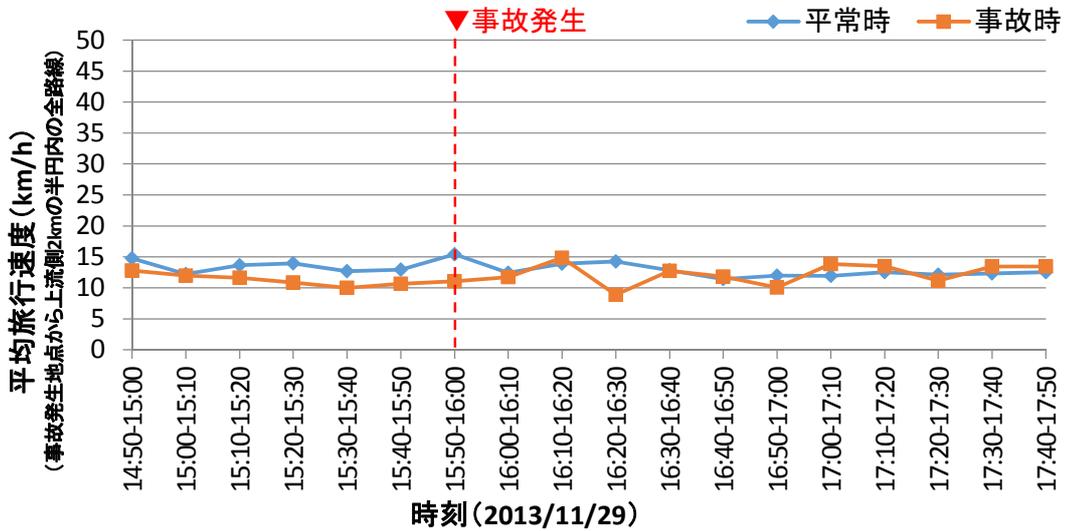


図 4-63 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 8)

表 4-17 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 8)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	12.9	2.1	11.8	2.1	-1.1
事故後1時間平均	13.2	2.1	11.8	2.2	-1.4
事故後2時間平均	12.8	2.2	12.1	2.2	-0.6

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

(イ) 事例 9

- ・路線：都道 4 号
- ・単交区分：交差点
- ・上下区分：上り
- ・発生時刻：2013/12/14 2:15

■ 事故発生箇所から上流側 2km の路線内の平均旅行速度の推移

- 事故発生路線の上流側 2km の区間において旅行速度の推移をみると、速度の明確な低下は確認できなかった。

⇒ 事故による当該路線の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

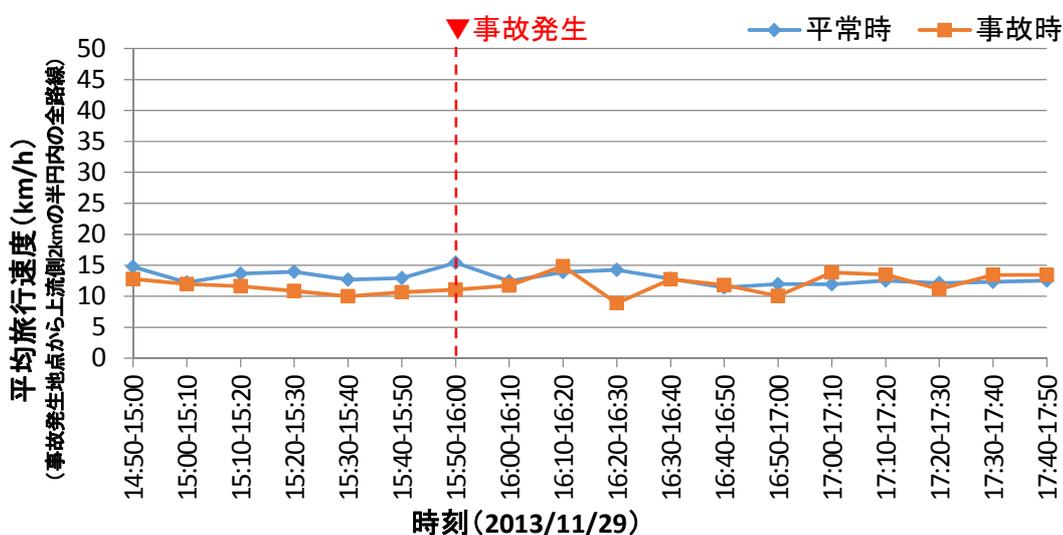


図 4-64 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 9)

表 4-18 事故時と平常時の旅行速度比較表 (事故発生箇所から上流側 2km の路線内) (事例 9)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	23.5	1.5	24.3	1.9	0.8
事故後1時間平均	19.9	1.4	24.4	2.0	4.5
事故後2時間平均	23.5	1.6	25.0	1.9	1.5

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

■ 事故発生箇所から上流側 2km の半円の範囲内全路線の平均旅行速度の推移

➤ 事故発生箇所から上流側 2km の周辺路線全体の旅行速度の推移をみると、旅行速度の明確な低下は確認されなかった。

⇒ 事故による周辺路線全体の旅行速度の低下は明確に確認されなかった

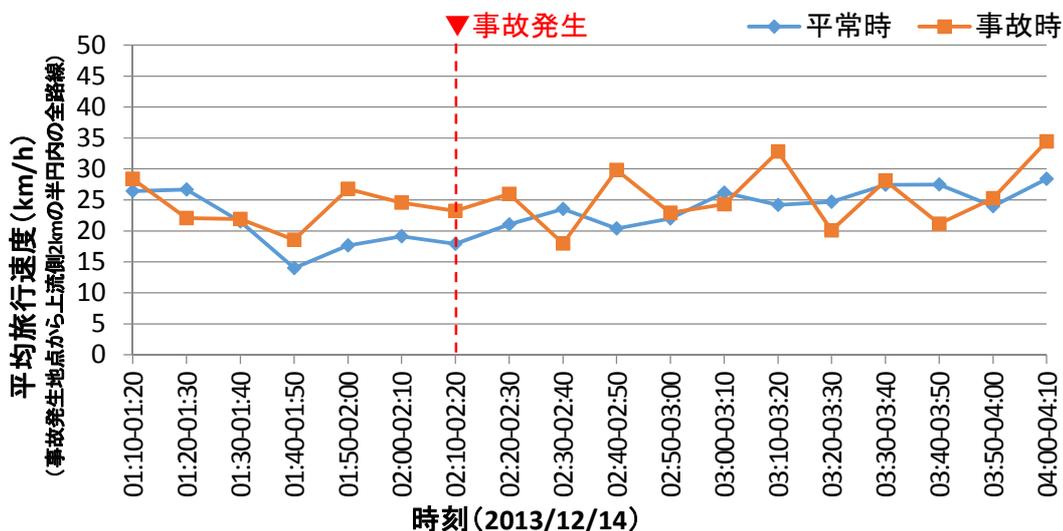


図 4-65 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 9)

表 4-19 事故時と平常時の旅行速度比較 (事故発生箇所から上流側 2km の半円内路線) (事例 9)

項目	平常時		事故時		平常時と事故時の平均旅行速度の差 (km/h) ②-①
	平均旅行速度 (km/h) ①	車両台数※ (台)	平均旅行速度 (km/h) ②	車両台数※ (台)	
全体平均	22.5	1.3	24.5	1.5	2.0
事故後1時間平均	21.7	1.3	24.1	1.7	2.4
事故後2時間平均	23.5	1.4	25.4	1.6	1.9

※ 10分間に対象エリア内の各リンクを通過したプローブ車両台数の平均

### 4.3 事故類型別の CO2 排出量削減効果の算出方法の検討

平常時と事故発生時の旅行速度等の比較分析結果より、道路の種別や事故類型（「追突事故」、「歩行者横断中の事故」、「車線逸脱に起因する事故」）のパターン別に発生する CO2 排出量を算出する方法の一事例として、今回は平均旅行速度別の CO2 排出原単位を用いて算出する方法で試算を行った。

#### 4.3.1 CO2 排出量の算出方法

道路の種別や事故類型別（「追突事故」、「歩行者横断中の事故」、「車線逸脱に起因する事故」）の各ケーススタディに対する CO2 排出量を試算するにあたり、国土技術政策総合研究所の車種別の CO2 排出量原単位<sup>22</sup>を用いる。今回の算出方法は下記の通りである。

- ・ 事故渋滞による CO2 排出量（小型車）  
＝乗用車 CO2 排出量原単位×乗用車交通量×渋滞時間×対象路線延長
- ・ 事故渋滞による CO2 排出量（大型車）  
＝大型車 CO2 排出量原単位×大型車交通量×渋滞時間×対象路線延長

ここで、各変数は下記の通り設定した。

- ・ 交通量（事故発生箇所から上流側 2km の路線）：  
東京都 23 区内の（一般国道／主要都道府県道）の 1 時間当り平均交通量（24 時間平均交通量／24h、小型車・大型車それぞれ）
- ・ 交通量（事故発生箇所から上流側 2km の半円内の全路線）：  
東京都 23 区内の一般道路の 1 時間当り平均交通量（24 時間平均交通量／24h、小型車・大型車それぞれ）
- ・ 対象路線延長：事故発生路線の上流側 2km および、事故発生箇所から上流側 2km の半円内全路線の延長を対象とする。

<sup>22</sup>国土技術政策総合研究所資料 No.671,道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠（平成 22 年度版）

表 4-20 道路種別の交通量<sup>23</sup>

項目	24時間平均交通量(台/日)		1時間平均交通量(台/h)	
	小型車	大型車	小型車	大型車
一般国道	34,263	8,220	1,428	343
主要都道府県道	24,403	5,124	1,017	214
一般道路	22,074	4,612	920	192

また、車種別の CO<sub>2</sub> 排出量原単位は、下表より設定した。

表 4-21 2010 年次における CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SPM 自動車排出係数<sup>24</sup>

平均走行速度 (km/h)	CO <sub>2</sub> (g-CO <sub>2</sub> /km・台)		NO <sub>x</sub> (g/km・台)		SPM(g/km・台)	
	小型車類	大型車類	小型車類	大型車類	小型車類	大型車類
5	437	1646	0.215	7.161	0.021757	0.521622
10	329	1372	0.193	5.826	0.015453	0.391885
15	237	1099	0.175	4.493	0.010130	0.262064
20	210	1014	0.168	4.084	0.009810	0.236774
25	188	929	0.150	3.553	0.008227	0.204713
30	171	856	0.133	3.115	0.006971	0.179832
35	159	794	0.119	2.757	0.005968	0.159921
40	150	742	0.107	2.472	0.005183	0.143874
45	142	700	0.097	2.257	0.004595	0.131079
50	137	668	0.090	2.109	0.004194	0.121167
55	133	645	0.086	2.027	0.003970	0.113903
60	131	632	0.084	2.010	0.003919	0.109131
65	130	629	0.085	2.057	0.004037	0.106743
70	131	634	0.088	2.168	0.004323	0.106662
75	133	649	0.094	2.343	0.004773	0.108830
80	136	674	0.103	2.580	0.005386	0.113207
85	140	707	0.114	2.881	0.006162	0.119758
90	146	750	0.128	3.244	0.007100	0.128459

<sup>23</sup> 平成 22 年度道路交通センサス

<sup>24</sup> 国土技術政策総合研究所資料 No.671,道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠 (平成 22 年度版)

#### 4.3.2 事故類型別のCO2排出量原単位の算出結果

前節における道路種別、事故類型別の事故による旅行速度の分析結果を踏まえ、事故による旅行速度の低下に伴い発生するCO2排出量を道路種別、事故類型別に試算した。試算結果を次表に示す。

なお、今回の結果はあくまで試算であり、別途開発が進む「交通事故死者低減効果見積もり手法」の交通事故死者数の低減効果に関する推計結果とも連携しながら、事故類型別等のCO2排出量削減効果を算出する手法については、今後更なる検討が必要である。

表 4-22 事故類型別、道路種別の事故に伴い発生する CO2 排出量試算結果

事故類型	事例	道路種別	エリア※	旅行速度		CO2排出量原単位				平均交通量 (台/h) ③	対象路 線延長 (km) ④	CO2排出量						事故渋滞による CO2排出量 (kg-CO2/h) ⑦=⑤-⑥			備考		
				平常時 (km/h)	事故時 (km/h)	平常時 (g-CO2/km・台) ①		事故時 (g-CO2/km・台) ②				平常時 (kg-CO2/h) ⑤=①×③×④			事故時 (kg-CO2/h) ⑥=②×③×④			⑦=⑤-⑥					
						小型車	大型車	小型車	大型車			小型車	大型車	小型車	大型車	合計	小型車	大型車	合計	小型車		大型車	合計
追突	1	一般国道	①	18.9	15.3	210	1,014	237	1,099	1,428	343	2.0	600	2,895	3,495	677	3,138	3,815	77	243	320	-	
			②	18.8	15.5	210	1,014	237	1,099	920	192	6.0	1,159	5,598	6,757	1,308	6,067	7,375	149	469	618	-	
	2	一般国道	①	18.1	15.2	210	1,014	237	1,099	1,428	343	2.0	600	2,895	3,495	677	3,138	3,815	77	243	320	-	
			②	14.4	12.2	237	1,099	329	1,372	920	192	9.9	2,163	10,032	12,195	3,003	12,524	15,527	840	2,492	3,332	-	
3	一般国道	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	速度低下確認されず	
		②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	主要都道	①	21.6	12.4	21	1,014	329	1,372	1,017	214	2.0	43	2,062	2,105	669	2,790	3,459	626	728	1,354	-		
		②	22.1	14.1	21	1,014	237	1,099	920	192	8.6	167	8,054	8,220	1,882	8,729	10,611	1,716	675	2,391	-		
横断中	5	一般国道	①	29.7	26.1	171	856	188	929	1,428	343	2.0	488	2,444	2,932	537	2,653	3,189	49	208	257	-	
			②	22.0	16.4	210	1,014	237	1,099	920	192	7.0	1,350	6,517	7,867	1,523	7,064	8,587	174	546	720	-	
	6	一般国道	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	速度低下確認されず
			②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	主要都道	①	13.5	8.9	237	1,099	329	1,372	1,017	214	2.0	482	2,235	2,717	669	2,790	3,459	187	555	742	-		
		②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	速度低下確認されず
車線逸脱	8	主要都道	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	速度低下確認されず
			②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	主要都道	①	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	同上
			②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

※エリア①: 事故発生路線の上流側2km  
エリア②: 事故発生箇所から上流側2kmの半円内全路線

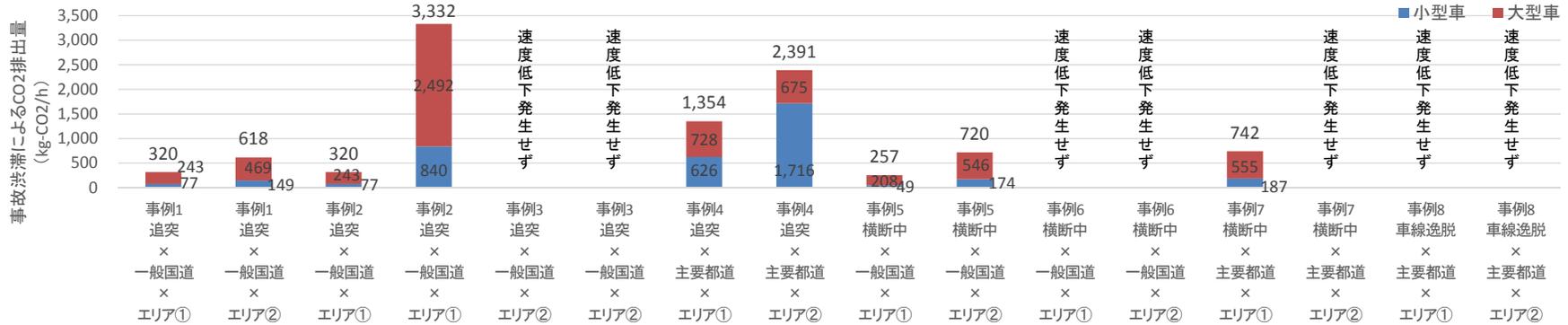


図 4-66 事故類型別、道路種別の事故に伴い発生する CO2 排出量試算結果

## 5. CO2 削減効果手法の国際連携及び普及促進

地球温暖化問題の解決に向けた CO2 排出量の削減は、世界全体で協働して取り組むべき問題である。そのため、開発する地域交通 CO2 排出量可視化技術、ならびにそれを用いた自動走行システムの導入による CO2 排出量の削減効果の評価についても、国際的な信頼を得ることが重要であり、そのためには日本が独自に実施するのではなく、国外の専門家と連携し、情報交換を行いながら、国際的に認知された形で実施することが必要であると考えられる。

また、自動走行システムの開発が、近年世界中で活発に行われている中で、自動走行システムの導入が交通流やエネルギー消費、CO2 排出量に与える影響等に関する知見は、国際的に共有されるべき事項であると考えられる。

上記の観点から、本調査研究においても、国外の効果評価関連の専門家と連携し、調査期間中に国外での検討会を 2 回開催し、意見交換を行いながら進めた。以下に、各検討会の開催概要と主要な結果を示す。

### (1) 欧州での検討会（ITS 世界会議ボルドー2015）

国際連携の一環として、2015 年 10 月 5 日～9 日にフランスのボルドーで開催された ITS 世界会議 2015 において、Special Interest Session を企画・開催し、各国で行われている交通からの CO2 排出量削減に関連するプロジェクトの情報を共有するとともに、地域交通 CO2 排出量可視化技術の開発に対しての意見交換を行った。

#### ① ITS 世界会議ボルドー2015 の概要

ITS 世界会議は、欧州の ERTICO、アメリカの ITS America、アジア太平洋の ITS Japan の連携のもとで毎年 1 回開催される ITS の国際会議であり、ITS に関わる産官学の関係者が一同に集まり、ITS に関する研究や技術開発等の成果を発表し、意見交換を行う場である。

1994 年にパリで第 1 回大会が開催され、第 22 回大会となった ITS 世界会議ボルドー 2015 の開催概要は下記の通りである。

- 会期：2015 年 10 月 5 日（月）～10 月 9 日（金）
- 会場：Congre et Expositions de Bordeaux
- 会議テーマ：“TOWARDS INTELLIGENT MOBILITY - Better use of space”  
「宇宙技術で広がる未来の ITS」
- 総参加者数（速報値）：12,249 人
- 参加国数（速報値）：102 カ国



図 5-1 ITS 世界会議ボルドー2015 のロゴマーク<sup>25</sup>

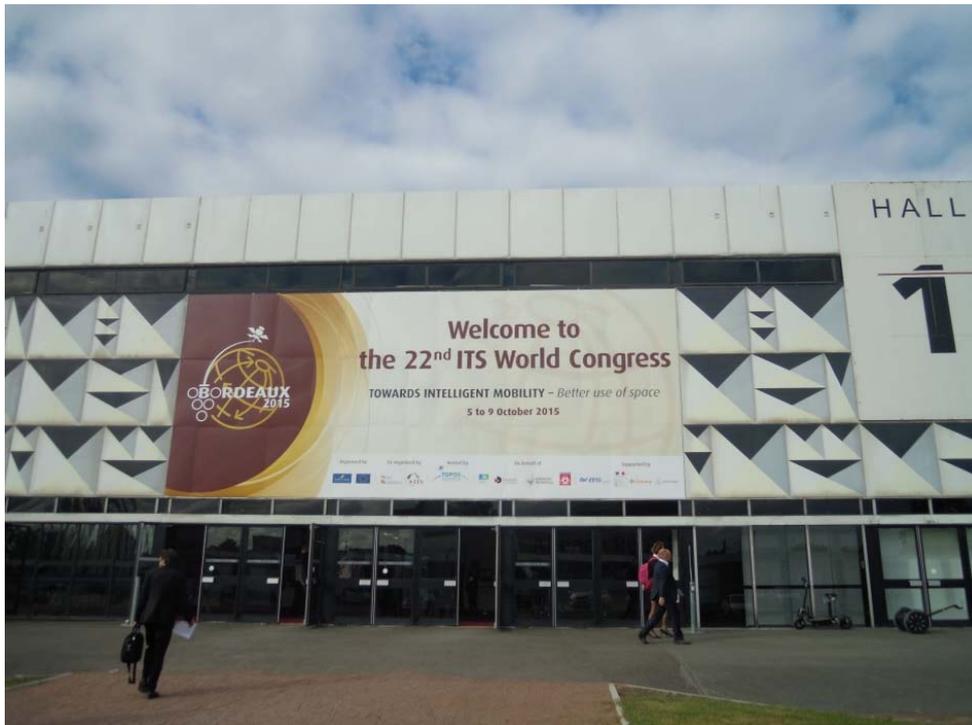


図 5-2 ITS 世界会議ボルドー2015 の会場

<sup>25</sup> ITS Japan 「第 22 回 ITS 世界会議ボルドー2015」 [http://www.its-jp.org/katsudou2014/tabid\\_100/bordeaux\\_2015/](http://www.its-jp.org/katsudou2014/tabid_100/bordeaux_2015/)



図 5-3 ITS 世界会議ボルドー2015 の Japan Pavilion

## ② ITS 世界会議ボルドー2015 での Session 開催

ITS 世界会議の中心となるセッションには、ES (Executive Sessions)、SIS (Special Interest Sessions)、TS (Technical Sessions) があり、このうち SIS については、会議参加者からセッションのテーマの企画を募り開催されるもので、採択されたテーマについてセッション参加者で深く掘り下げて議論が行われるものである。

ITS 世界会議ボルドー2015 におけるこの SIS の一つとして、自動車交通からの CO2 排出量の評価に関するセッション (SIS58, ITS for reducing CO2 emissions and assessment of its impact) を企画・開催し、CO2 排出量可視化技術の概要を発表して参加者より意見を得て議論を行った。主な論点としては、自動走行システムの普及率によって CO2 排出量の削減効果は異なると予想される中で普及率をどのように設定して評価するかという点と、欧州でも自動走行システム開発関連のプロジェクトが立ち上がっており、それらプロジェクトとどのように連携を図っていくかという点であった。

#### TOPIC: 5. Solutions for Sustainable Mobility

ITS technologies are expected to effectively reduce energy consumption and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from vehicular highway traffic and to improve air quality. Various ITS introduction projects are conducted all over the world to suppress use-less consumption of energy by improving traffic flow. Moreover, there is growing interest in autonomous driving technologies and its development has been advanced throughout the world. The autonomous driving technologies also have a possibility to suppress energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions because it contributes to reduce traffic jams and traffic accidents. To evaluate the effects of the introduction of ITS, a methodology to estimate CO<sub>2</sub> emissions reduction by ITS was established and an international joint report was published in 2013 by collaborative work between Europe, US and Japan. We are trying to apply the evaluation methodology to various cities of the world and to open the result to the public because it will contribute to raise public awareness of environmental impact of ITS and to promote introduction of ITS. This session introduces recent projects of each of the three regions related to ITS including development of the autonomous driving technologies that lead reduction of energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions and how we will evaluate the impact.

#### Organiser

Daisuke Oshima, Pacific Consultants Co., Ltd., Japan

#### Moderator

Masao Kuwahara, Tohoku University, Japan

#### Speakers

David Hytch, Worldline, United Kingdom

Nobuyuki Ozaki, Toshiba Corporation, Japan

Daisuke Oshima, Pacific Consultants Co., Ltd., Japan

Nour-Eddin El Faouzi, IFSTTAR, France

図 5-4 SIS の開催概要<sup>26</sup>



図 5-5 ITS 世界会議ボルドーでのセッションの様子

### ③ 欧米の専門家との個別会議

Special Interest Session の開催後に、欧米の効果評価の専門家と個別に meeting を行った。その結果、欧州の自動走行システム技術開発の関連プロジェクトの中で、地域交通 CO<sub>2</sub> 排出量可視化技術の開発事業と連携可能性があるプロジェクトとして、フランスの協調 ITS に関する研究開発プロジェクトである SCOOP が挙げられ、概要の紹介を受けた。また、オランダ-ドイツ-オーストリアに跨る connected corridor プロジェクトも連携可能性がある。

<sup>26</sup> 22<sup>nd</sup> ITS World Congress Programme

るとのことであった。

ここでSCOOPとは、2014年に開始された、路車間通信による路車協調を目指すフランスのプロジェクトである。フランス国内で5箇所のパイロットサイトが選定されており、2016年～2018年に大規模実証実験の実施に向けた準備が進められている。これらは2020年までにフランスが目指す自動車交通の利用者の安全性、移動の容易性、ならびに救急隊員の安全性の向上につなげることを目的としている。

選定されたフランス国内の5箇所のパイロットサイトは以下の通りである。

- A・ Part of the expressways of the ile-de-France region (partner: ile-de-France Interdeartmental Road Directorate (DIR));
- Brittany (partners : West Interdepartmental Road Directorate (DIR), General Councils of Cotes d'Armor, Finistere and Ile-et-Vilaine, the Regional Council of Brittany and the town of Saint-Brieuc);
- The Paris-Strasbourg motorway (partner: SANEF) ;
- The Bordeaux ring road (partner: the Atlantique Interdepartmental Directorate (DIRA));
- Departmental roads in Isere (partner: the General Council of Isere).

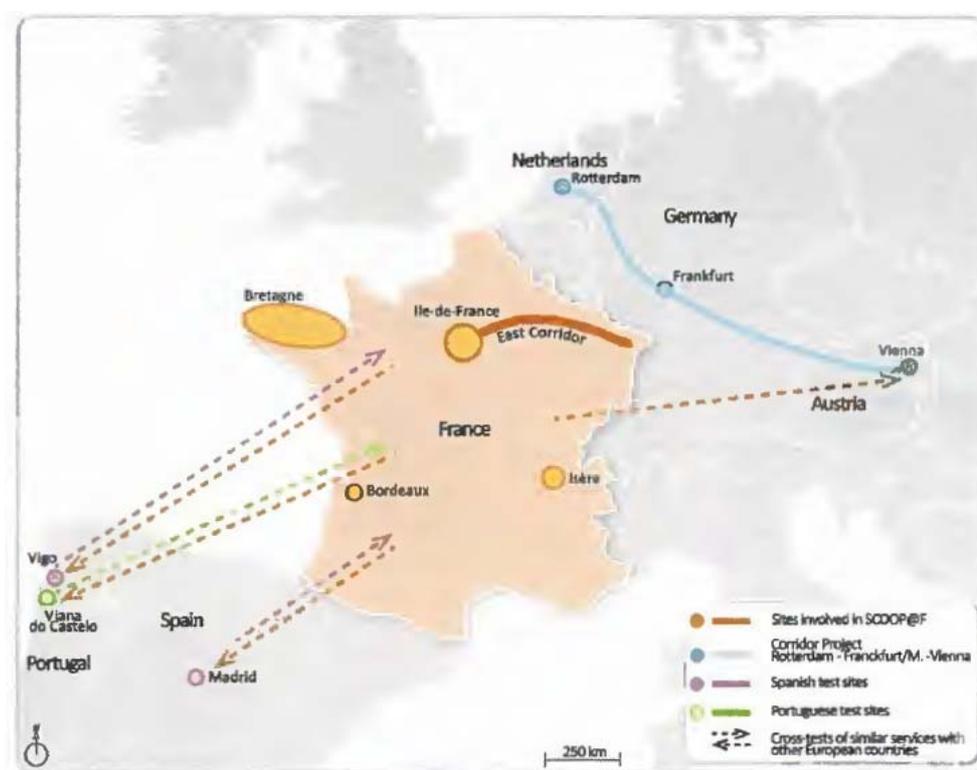


図 5-6 SCOOP のパイロットサイト<sup>27</sup>

<sup>27</sup> SCOOP Information letter no. 2, 2015. 4.

また、SCOOP のプロジェクト関係者は下記の通りである。



図 5-7 SCOOP のプロジェクト関係者<sup>28</sup>

SCOOP で検討対象とされているシステムは、図 5-8 に示された 5 つの要素で構成されるものである。

- 路側機
- 車載器（一般車両）
- 車載器（道路管理者車両、路側機の役割も付加）
- SCOOPプラットフォーム（交通管理センターと路側機間での情報をやり取り）
- セキュリティシステム

<sup>28</sup> SCOOP Information letter no. 1, 2014. 10.

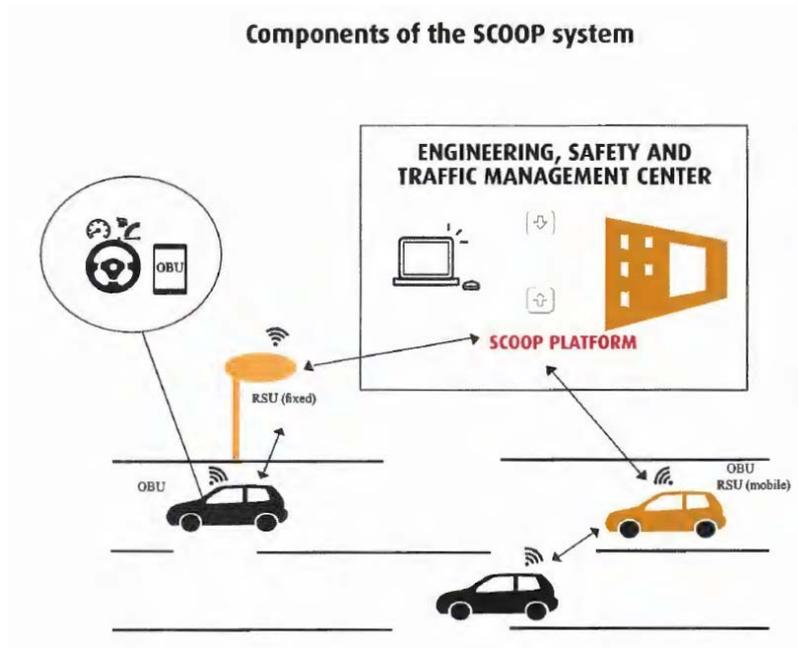


図 5-8 SCOOOP のシステム構成<sup>29</sup>

次に、connected corridor プロジェクトとは、オランダードイツーオーストリアの共同プロジェクトであり、オランダのロッテルダム、ドイツのフランクフルト、オーストリアのウィーンを結ぶ道路において、Wifi (5.9Ghz) または携帯電話の通信網 (3G、4G) で接続された自動車と路側機の間で、道路上での作業の注意喚起情報の提供や、車両からは道路の状況に関するプローブ情報を送信するものである。



図 5-9 Connected Corridor プロジェクトの対象路線<sup>30</sup>

<sup>29</sup> SCOOOP Information letter no. 2, 2015. 4.

<sup>30</sup> Federal Ministry of Transport and digital Infrastructure 「Cooperative ITS Corridor Joint deployment」

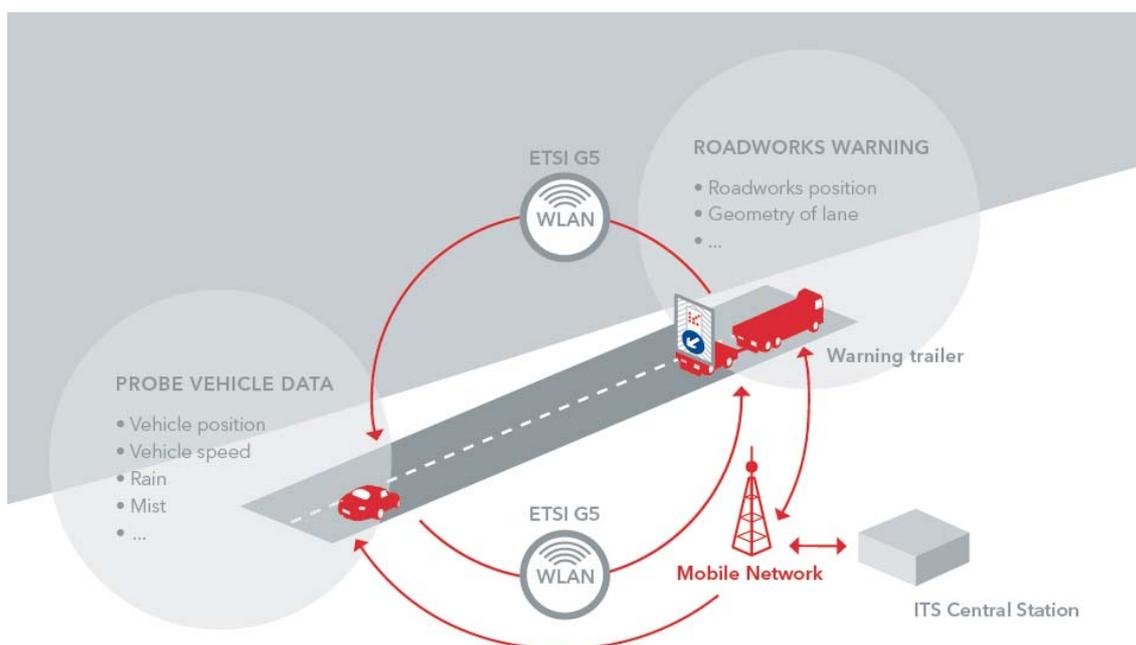


図 5-10 Connected Corridor プロジェクトのシステムの概要<sup>30</sup>

また、米国の専門家からは、米国でも自動運転開発の関連プロジェクトが起ち上がっており、連携可能性のあるプロジェクトの確認を依頼するとともに、2016年1月の米国での検討会開催に向けた協力依頼を行った。



図 5-11 欧米の専門家との個別 meeting の様子

## (2) 米国での検討会

米国の効果評価専門家との検討会を、California PATH にて実施した（米国側出席者：Dr. Steven Shladover、Mr. Wei-Bin Zhang (California PATH)、Dr. Matthew Barth (University of California, Riverside)）。

日本より、CO2 排出量可視化技術開発の概要、CO2 排出量可視化技術開発のためのモデ

リングの方針、バスのエコドライブ走行の設定や CO2 排出量モデルの更新について説明を行い、以下の意見を得た。

- ✓ 自動走行システムのモデリングのためのカテゴリ分類について、グリーンウェーブ走行はカテゴリ 2「Traffic Control for Intersections & Highway Corridors」のみではなく、カテゴリ 1「Improving driving behaviour」にも該当すると思われる。
- ✓ 高速道路での自動走行の導入によって走行車線（日本の場合、左側車線）の利用が促進（車線利用の適正化）されるとの効果については、本当にそれが実現するか疑問を感じる。
- ✓ グリーンウェーブ走行に関連して、米国でも信号情報のドライバーへの提供に関する実験を行っており、インターフェースの設計が完了したところである。
- ✓ ART の評価に関して、ベースケースとして用いるバスの挙動データは取得できているか。バスの運転挙動はドライバーによって大きく異なると考えられる。
- ✓ ラスト 1 マイルの導入場所はどこを想定しているか。また、導入の主体は誰か。自動車メーカーが主体となる場合、ラスト 1 マイルによって公共交通の利用が促進されるのであれば、自社のビジネスに影響を与えることになるのではないかと懸念。  
→2020 年の東京オリンピックに向けたデモンストレーションの場所として東京の湾岸地区が挙げられている。但し、ゆりかもめの輸送容量は既に余力がなく、公共交通の利用を促進する地域としてお台場が適しているかは疑問である。一方、高齢化の問題を抱える地方部への導入も検討されているが、システムの導入及び維持管理のコストを誰が負担するかの問題がある。また、ラストワンマイルの導入検討には自動車メーカーも参画しており、自動車メーカーとしては次世代を見据えた都市の交通行動のリデザインを検討していると思われる。
- ✓ 評価において、自動走行システムの普及率はどう設定するのか。  
→将来の普及率の設定自体は私たちのプロジェクトのスコープ外であるため、普及率の設定値をいくつか変えながら感度分析を行うことを想定している。
- ✓ ART のエコドライブについて、主にトラック車両で構成される大型車の走行データと、乗用車の走行データを比較してエコドライブの値を設定しているが、都市内を走行するバスの挙動はトラックとは大きく異なると考えられる。



図 5-12 検討会を実施した California PATH の外観



図 5-13 California PATH での検討会の様子

次に、Los Gatos、Palo Alto 等の地域で、駐車場の空き状況の情報提供等を実施しているプロジェクトチームと打合せを実施した（米国側出席者：Mr. Jaime O. Rodriguez (Traffic Patterns)、Mr. Rich Page (VIMOC Technologies)、Mr. Joy Bhattacharaya (Stantec)、Mr. Matt Morley (Town of Los Gatos))。

- ✓ 地中センサ、画像カメラ、ルータ等を Bluetooth および Wifi で通信して、駐車場の空き状況やナンバープレート認識、自転車/歩行者/自動車の台数計測等を実施している。
- ✓ Los Gatos は特に金曜のランチでレストランに訪れる人が多く、駐車場が混雑することがある。駐車場の情報提供によって、空車の駐車スペースを探索するうろつき交通の削減につながると考えている。但し、現状うろつき交通がどの程度存在するかの定量的な数値はおさえていない。
- ✓ 情報提供の効果の評価方法としては、駐車場のオキュパンシーの変化で評価することを考えている。



図 5-14 VIMOC Technologies らとの検討会の様子



図 5-15 駐車場の空き状況を把握するために設置された地中センサ



図 5-16 地中センサとルータの位置関係

その後、TRB Annual Meeting 2016 が開催された Washington D.C. において、US DOT の自動走行システムの Impact Assessment の担当者と、自動走行システム導入による Impact Assessment の一環として CO2 排出量評価の手法について、今後の連携の可能性等について打合せを実施した（米国側出席者：Dr. Scott B. Smith、Ms. Jane Lappin、Ms. Elizabeth Machek、Ms. Lydia Rainville）。

この打合せを踏まえて国内の関係者間で協議した結果、今後は、日米欧が連携して定期的に情報交換を行っている 3 極会議の自動運転に関する WG の下にある Sub- Group の一つである Impact Assessment に参加し、国際連携を図っていくことが望ましいとの結論を得た。

## 6. 調査研究のまとめ

戦略的イノベーション創造プログラムの研究開発テーマの一つである SIP-adus の一環として、自動走行システムが導入された場合の CO2 排出量の削減効果を定量化し可視化するための、「地域交通 CO2 排出量可視化技術」の開発に向けた調査研究を実施した。ここで、開発する地域交通 CO2 排出量可視化技術は、NEDO のエネルギーITS 推進事業の成果を参考に、交通シミュレーションと CO2 排出量モデルを組み合わせて構築することを前提とした。

また、本調査研究では、以下に挙げる 6 つの自動走行システムを、CO2 排出量可視化の対象とした。

- 「信号制御情報等を活用したグリーンウェーブ走行」
- 「Advanced Rapid Transit（バス車両のスムーズな加減速）」
- 「隊列走行」
- 「高速道路での自動運転」
- 「ラストワンマイル」
- 「自動バレーパーキング」

以下に、本調査研究の主要な成果を示す。

### (1) CO2 削減効果評価に資するデータの整備

CO2 排出量可視化技術の対象として挙げられた 6 つの自動走行システムについて、各システムの開発関係者へのヒアリングを実施し、各システムで想定されているサービス内容等を把握した。そのうえで、NEDO のエネルギーITS 推進事業によって発行された国際共同レポートに示された評価手順に従い、各自動走行システムがドライバー行動や車両挙動に働きかけて CO2 削減を達成するメカニズムをダイアグラムで整理したリファレンスモデルを作成した。

次に、作成したリファレンスモデルに沿って、各自動走行システムの評価にあたって必要となるデータを、「①CO2 削減メカニズムのうち、交通シミュレーションによって考慮される部分の入力データやパラメータ設定のために用いるもの。」、「②CO2 削減メカニズムのうち、CO2 排出量モデルによって表現される部分の入力データやパラメータ設定のために用いるもの。」、「③一部地域を対象としたシミュレーションスタディや実証実験の結果から得られた効果を評価対象地域全体に拡大するために用いるもの。」の 3 つの観点で整理した。

そのうえで、必要となる各種データについて、現状の整備状況や入手方法、課題等を整理した。その際には、開発する地域交通 CO2 排出量可視化技術を用いて今後評価を実施するモデル都市候補として、対象として挙げられている自動走行システムの導入可能性や、必要

なデータの入手可否等を踏まえて、東京 23 区、東名高速道路、柏市域を選定した。

更に、必要なデータのうち、平成 20 年度東京都市圏パーソントリップ調査、平成 22 年度道路交通センサス箇所別基本表交通量データ、プローブリンク速度データについてはデータを入手し、整備した。

## (2) 自動走行システム導入による交通流改善効果に伴う CO2 排出量への影響検討

対象とする自動車走行システムの導入による CO2 削減効果を把握するために、前項でリファレンスモデルを用いて整理した CO2 削減メカニズムを踏まえて、各システムの評価を行うためのツールが具備すべき要件として、交通シミュレーション、CO2 排出量モデルそれぞれの観点から整理した。

このうち、「ART」と「隊列走行」の 2 つの自動走行システムについては、それらシステム導入時の交通流変化を評価するための交通シミュレーションのモデル化を行った。また、交通シミュレーションと組み合わせて用いられる CO2 排出量モデルについては、「ART」の評価のために中型バスを用いたシャシダイナモ実験を実施し、バス車両を含めた評価が可能な CO2 排出量モデルを構築した。

## (3) 交通事故低減による CO2 への影響検討

公益財団法人交通事故総合分析センター (ITARDA) の H25 年度事故多発箇所データを入手し、東京都 23 区を対象として、別途開発が進む「交通事故死者低減効果見積もり手法」において評価対象として挙げられた事故類型である「追突事故」、「歩行者横断中の事故」、「車線逸脱に起因する事故」の発生箇所・時刻等の情報を集計整理した。

次に、某民間会社のプローブデータを入手し、上記 3 つの事故類型および道路種別毎に平常時と事故時の旅行速度の推移を集計し、事故多発箇所データと組み合わせて分析することで、交通事故が事故発生路線上の旅行速度およびその周辺路線の旅行速度に与える影響を分析した。

## (4) CO2 削減効果手法の国際連携及び普及促進

開発する地域交通 CO2 排出量可視化技術、ならびにそれを用いた自動走行システムの導入による CO2 排出量の削減効果の評価について、国際的な信頼を得ることを目的に、国外の効果評価関連の専門家と連携し、意見交換を行いながら進めた。

また、今後は、日米欧が連携して定期的に情報交換を行っている 3 極会議の Sub-Group である Impact Assessment に参加し、連携を図っていくことが望ましいとの結論を得た。

今後の課題としては、以下が挙げられる。

### (1) CO2 排出量評価のためのデータ整備

対象として挙げられた自動走行システムの評価に必要なデータの中には、一般に公開されておらずデータ管理者との協議が必要なデータが多く含まれるため、それら管理者と調整を行いながら、データを入手する必要がある。また、必要に応じて現地踏査等によりデータを取得する必要もある。

また、CO2 排出量モデルとしては、NEDO のエネルギーITS 推進事業で取得されたデータを利用することが想定されるが、当該事業以降に販売台数が増加しているクリーンディーゼル乗用車や、新システムを搭載したハイブリッド車の排出量データは含まれていない。交通の中でこれら車種が占める割合は増加傾向にあり、自動走行システム導入時の交通流からの CO2 排出量を評価するうえではこれら車種を含める必要があると考えられるため、今後、台上試験によって、これら車種のデータを取得し、CO2 排出量モデルを構築する必要がある。

### (2) モデル未作成の自動走行システムのモデル作成

本調査研究では、「ART」と「隊列走行」の2つの自動走行システムについて、CO2 排出量の可視化に必要なモデルを作成した。残りの自動走行システムについても、本調査研究で整理したモデルの要件を満たすようモデルを作成する必要がある。

なお、一部自動走行システムについては、本調査研究でヒアリングを実施した時点では、サービスの導入イメージが十分に具体化されていないものもあったため、引き続き開発関係者と連携し、システムの詳細を整理することも必要であると考えられる。

### (3) 事故が交通流へ与える影響の詳細分析の実施

今回の分析より得られた課題として、データサンプルの数に対する課題と、データ分析における課題が挙げられる。

データサンプルの数に関する課題として、今回の分析対象期間は2013年10～12月の3ヶ月間のみを扱った試算であったため、特に歩行者横断中の事故や車線逸脱に起因する事故の件数が少なく、これら事故類型についての詳細な分析のためには、事故多発箇所データやプローブデータの対象期間の拡充が必要である。また、プローブデータについては、各道路リンクで集計対象としたプローブ車両の台数が少ないため旅行速度データのばらつきが大きく、他のデータソースのプローブデータの追加や、集計時間間隔の変更（今回取得した10分間隔データを30分間隔に再集計する等）等によって、データのばらつきの影響を低減させる必要がある。

データ分析における課題として、今後、事故類型や道路種別毎の交通事故の交通流への影響の詳細な分析を進めるにあたり、今回は旅行速度データの変化のみで事故の交通流への

影響を判断したが、実際には様々な要因に基づき旅行速度は変化しており、旅行速度の低下が事故によるものと判断するための方法を検討する必要がある。また、平常時と事故時の旅行速度の比較にあたって、今回は 1 週間前の同日のデータを平常時のデータとして用いたが、データのばらつきが大きいいため、2 週間前や翌週の同日のデータ等も用いて、より平均的な平常時のデータを作成して分析する必要がある。

また、分析に用いるデータの入手には非常に時間を要するため、それを見込んで分析作業の期間を確保することも重要である。

今後は、上記の課題を踏まえながらより詳細な分析を行うとともに、交通事故死者低減効果見積もり手法の開発チームとも連携しながら、交通事故低減による CO2 排出量の削減効果を定量化する手法の構築が必要である。

#### (4) CO2 排出量削減効果の評価の実施

上記で課題として挙げたデータ整備、ならびにモデル作成を行ったうえで、各自動走行システムの導入による CO2 排出量削減効果の定量化を行うとともに、得られた結果の検証を行う必要がある。

#### (5) 国際連携の継続

本調査研究の結果、日米欧の 3 極会議の中の Sub-Group である Impact Assessment に参加し、各国の関係者と協議することが可能となった。今後は、本会議に継続的に参加し、Impact Assessment の一つのテーマとして自動走行システム導入時の CO2 排出量評価の方法について各国の関係者と議論を行うとともに、開発する地域交通 CO2 排出量可視化技術やその評価結果に対して国際的な信頼を得るための活動を引き続き行う必要があると考えられる。