

「エネルギーITS推進事業」

事業原簿【公開】

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部
-----	------------------------------------

— 目 次 —

プロジェクト概要
プロジェクト用語集

I. 事業の位置付け・必要性について	I-1
1. NEDOの関与の必要性・制度への適合	I-1
1. 1 運輸部門のエネルギー消費削減の重要性とプロジェクトの位置付け	I-1
1. 2 政策的位置付け	I-3
1. 3 実施の効果（費用対効果）	I-6
2. NEDO事業としての妥当性	I-8
3. 事業の背景・目的・位置付け	I-10
3. 1 エネルギーITSに関連する国内外の研究開発の動向	I-10
3. 1. 1 自動運転・隊列走行	I-10
3. 1. 2 CO2削減効果評価手法	I-17
II. 研究開発マネジメントについて	II-1
1. 事業の目的	II-1
2. 事業の目標	II-1
3. プロジェクト全体のマネージメント	II-3
3. 1 研究開発費用実績	II-3
3. 2 知財の管理	II-3
3. 3 研究開発の運営管理	II-3
3. 4 実施体制	II-5
3. 4. 1 ①自動運転・隊列走行技術の研究開発の実施体制	II-5
3. 4. 2 ②国際的に信頼される効果評価方法の確立の実施体制	II-7
4. 研究開発のマネージメント	II-9
4. 1 ①自動運転・隊列走行技術	II-9
4. 1. 1 中間評価結果への対応	II-9
4. 1. 2 情勢変化への対応	II-11
4. 1. 3 成果の広報	II-12
4. 1. 4 実用化推進のための取組	II-13
4. 1. 5 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	II-14
4. 2 ②国際的に信頼される効果評価方法の確立	II-15
4. 2. 1 中間評価結果への対応	II-15
4. 2. 2 情勢変化への対応	II-16
4. 2. 3 成果の広報	II-17
4. 2. 4 実用化推進のための取組	II-18
4. 2. 5 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	II-18
5. 評価に関する事項	II-18
III. 研究開発成果について	III.1-1
1. 事業全体の成果	III.1-1
1. 1 ①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」の研究開発成果	III.1-1
1. 2 ②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」の研究開発成果	III.1-3
2. ①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」	III.2-1
2. 1 研究開発の内容と開発計画	III.2-1
2. 2 研究開発項目毎の成果	III.2-5
(1) システムインテグレーション	III.2-6
(1) ① 隊列走行実験車の開発および車間距離4m・4台隊列走行の検証	III.2-6

(1) ー② CACC 実験車開発および CACC ドライバ受容性評価	III.2-13
(1) ー③ トレーラ型トラックの隊列走行検証	III.2-19
(2) 走行制御技術開発の成果	III.2-25
(2) ー① 車線維持制御における技術開発と成果	III.2-25
(2) ー② 車間距離制御における技術開発と成果	III.2-30
(3) フェイルセーフ化技術の開発	III.2-33
(3) ー①フェイルセーフ車両制御 ECU 開発	III.2-33
(4) 白線認識技術の開発	III.2-35
(4) ー①画像認識技術の開発	III.2-35
(4) ー② レーザレーダ式白線検出技術の開発と成果	III.2-38
(4) ー③投光式高速ビジョンセンサの開発	III.2-41
(5) 車両・障害物認識技術の開発と成果	III.2-44
(5) ー① レーザレンジファインダ・ミリ波レーダのフュージョンによる障害物認識 技術の開発	III.2-44
(5) ー② 遠赤外線ステレオカメラおよびステレオ画像による障害物認識技術の開発	III.2-49
(6) 車車間通信技術の開発と成果	III.2-53
(6) ー① 5.8G 車車間通信の高品質通信方式の開発と成果	III.2-53
(6) ー②光車車間通信技術の開発	III.2-55
(6) ー③ 電波方式車車間通信の通信性能シミュレーションと成果	III.2-59
(7) 高精度位置認識技術の開発と成果	III.2-61
(7) ー① RTK-GPS による高精度位置標定技術の開発	III.2-61
(7) ー② 準天頂衛星利用位置標定技術の開発と成果	III.2-63
(8) 省エネ運転制御技術の開発と成果	III.2-65
(8) ー① 省エネ運転制御実験車の製作	III.2-65
(8) ー② 省エネ運転制御の効果評価	III.2-66
(8) ー③ 燃費シミュレーションの精度検証	III.2-66
(8) ー④ ドライバと省エネ運転制御との燃費比較	III.2-67
(9) 広報・事業性調査	III.2-68
(9) ー① ワークショップ・デモの実施	III.2-68
(9) ー② 隊列走行事業性調査	III.2-71
(9) ー③ 隊列走行コンセプト	III.2-75
2. 3 特許および論文等の成果	III.2-78
3. 研究開発項目②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」	III.3-1
3. 1 研究の位置づけ、必要性	III.3-1
3. 1. 1 研究目的	III.3-1
3. 1. 2 背景と研究の位置づけ	III.3-1
3. 1. 3 核となる技術	III.3-2
3. 1. 4 開発目標	III.3-3
3. 1. 5 研究開発の方針	III.3-4
3. 2 研究マネジメントの工夫	III.3-5
3. 3 研究開発成果	III.3-8
3. 3. 1 目標 1 (CO2 排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成) に関する実施事項	III.3-8
(1) ツールのコンセプト	III.3-8
(2) ①ハイブリッドシミュレーション技術開発	III.3-10
(3) ②プローブによる CO2 モニタリング技術の開発	III.3-14
(4) ③車両メカニズム・走行状態を考慮した CO2 排出量推計モデル	III.3-19
(5) ④交通データ基盤の構築	III.3-23

(6) 事例評価1	III.3-25
(7) 事例評価2	III.3-28
3. 3. 2 目標2(評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行)に関する実施事項	III.3-29
(1) 国際的なモデル検証手続きの共通化	III.3-29
(2) ⑤CO2排出量推計技術の検証	III.3-29
(3) ⑥国際連携による効果評価手法の相互認証	III.3-31
3. 3. 3 研究開発成果のまとめと意義	III.3-34
(1) 最終目標1: 「CO2排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成」	III.3-35
(2) 最終目標2: 「評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行」	III.3-35
(3) 各研究開発項目の成果	III.3-35
3. 4 知的財産権等の取得及び標準化の取り組み	III.3-35
3. 4. 1 知財と研究成果公表	III.3-35
(1) 特許出願	III.3-35
(2) 受賞	III.3-35
(3) 論文発表・普及活動	III.3-36
(4) 構築したツール群	III.3-36
3. 4. 2 標準化への取り組み	III.3-36
(1) 標準化の目標と成果	III.3-36
(2) ISO化への取り組みについて	III.3-37
3. 5 成果の普及	III.3-37
3. 5. 1 成果物	III.3-37
3. 5. 2 成果普及例	III.3-38
(1) 事例評価実施の背景	III.3-38
(2) 評価対象地域(柏市地区)の概要	III.3-38
(3) 評価対象施策の概要	III.3-39
3. 5. 3 今後の成果普及に向けて	III.3-40

IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

IV.1-1	
1. 研究開発項目①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」	IV.1-1
1. 1 実用化の考え方	IV.1-1
1) 物流事業分野での実用化	IV.1-1
2) 高度安全運転支援システム分野での実用化	IV.1-1
3) 公共交通分野での実用化	IV.1-2
4) 特殊用途車両分野での実用化	IV.1-2
1. 2 物流事業での実用化見通しと取り組み	IV.1-3
(1) 物流事業社側の隊列走行に対するニーズ	IV.1-3
(2) CACC実用化の見通しについて	IV.1-3
(3) 課題解決に向けた実用化の取り組みについて	IV.1-3
1. 3 高度安全運転システムでの実用化の見通し	IV.1-5
1. 4 公共交通での実用化の見通し	IV.1-6
1. 5 特殊用途での自動運転・隊列走行技術の実用化の見通し	IV.1-7
(1) 中日本高速道路での実用化検討	IV.1-7
(2) 宇部興産での実用化検討	IV.1-8
1. 6 隊列走行技術のロードマップ	IV.1-10
2. 研究開発項目②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」	IV.2-1
2. 1 実用化・事業化の方向性	IV.2-1
2. 1. 1 ITS施策の効果評価ツールの適用	IV.2-1
2. 1. 2 個別研究項目の成果活用	IV.2-2

2. 2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	IV.2-3
2. 2. 1 「都市交通・エネルギー統合マネジメント」への活用	IV.2-3
2. 2. 2 「柏 SCOPE プロジェクト」への活用	IV.2-4
2. 2. 3 「トラフィックスコープ」への活用	IV.2-5
2. 3 実用化・事業化のロードマップ	IV.2-5

(添付資料)

- ・イノベーションプログラム基本計画
- ・プロジェクト基本計画
- ・技術戦略マップ（分野別技術ロードマップ）
- ・事前評価関連資料（事前評価書）
- ・特許論文リスト

概要

		最終更新日	平成25年8月30日
プログラム（又は施策）名	エネルギーイノベーションプログラム		
プロジェクト名	エネルギーITS推進事業	プロジェクト番号	P08018
担当推進部/担当者	省エネルギー部 担当者氏名岩井 信夫、寺田 淳（平成25年8月現在） エネルギー対策推進部 担当者氏名：山岸 政幸（平成20年7月～平成23年9月） 省エネルギー技術開発部 土川 俊三（平成20年7月～平成22年1月） エネルギー対策推進部 山口 和明（平成22年2月～平成22年10月） エネルギー対策推進部 土岐 保（平成22年6月～平成23年9月） 省エネルギー部 宮岡 咲子（平成23年8月～平成24年4月） 省エネルギー部 小関 秀規（平成23年10月～平成24年9月） 省エネルギー部 米田 幹生（平成23年8月～平成25年3月）		
事業の概要	<p>運輸部門のエネルギー・環境対策として、省エネルギー効果の高いITSの実用化を促進するため、以下の研究開発を実施する。</p> <p>①自動運転・隊列走行技術の研究開発 自動運転・隊列走行実験車の試作及び走行実証実験を行い、大型トラックや小型トラックを電子的に接続した、3台連結以上の自動運転・隊列走行システムを実現する。また、実用化に向けたコンセプト及び開発・実用化ロードマップを策定する。</p> <p>②国際的に信頼される効果評価方法の確立 ITS施策の導入によるCO2排出量の低減効果を評価するためのツールの開発を行うとともに、ツールの満たすべき条件を明確化して国際的な合意形成を図り、技術報告書として取りまとめ、公表する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>我が国から排出される二酸化炭素の約20%は自動車から排出されており、自動車交通における省エネルギー対策がますます重要な課題となっている。</p> <p>経済産業省がまとめた「次世代自動車・燃料イニシアティブ」の報告書（平成19年5月）では、今後のエネルギー対策の一つとして「世界一やさしいクルマ社会構想」を掲げ、ITSをキーとした低炭素社会の実現を提唱している。また、同省の「自動車の電子化に関する研究会」では、省エネルギーに資するITSの技術開発プログラムとして「エネルギーITS構想」を提案している。</p> <p>なお、技術戦略マップ2010において、「総合エネルギー効率の向上」への寄与が大きいと思われる技術として位置付けられ、「先進交通社会確立技術」の「高度道路交通システム(ITS)」に該当する。さらにCool Earth 50、社会還元加速プロジェクトなどで取り上げられている重要テーマである。</p>		

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	<p>①自動運転・隊列走行技術の研究開発</p> <p>【変更前】</p> <p>[中間目標（平成22年度）]</p> <p>1) 最高速度40km/hで、交差点を含む模擬市街路を単独で走行する自動運転プロト実験車を開発</p> <p>2) 大型トラック3台隊列で時速60km、車間距離10m以下で走行可能な隊列走行プロト実験車を開発</p> <p>[最終目標（平成24年度）]</p> <p>1) 最高速度60km/hで、交差点を含む模擬市街路を非自動運転車及び自動運転車混在で走行する自動運転車を開発</p> <p>2) 非自動運転車が混在する走行環境下において大型トラック3台隊列で時速80km、車間距離10m以下で走行可能な隊列走行実験車を開発</p> <p>【変更後（H22/3）】</p> <p>[中間目標（平成22年度）]</p> <p>大型トラック3台隊列で時速80km定常、車間距離10m以下で走行可能な隊列走行プロト実験車を開発</p> <p>[最終目標（平成24年度）]</p> <p>1) 「情報通信技術を用いた安全で高効率な道路交通システムの実現」に資する自動運転・隊列走行に係る要素技術を確立するとともに、それらのシステムを搭載した実験車によって、一般の車が混在する走行環境下において大型トラック及び小型トラック合計4台隊列で時速80km定常、車間距離4mでの走行可能性を検証する。</p> <p>②国際的に信頼される削減効果評価方法の確立</p> <p>[中間目標（平成22年度）]</p> <p>CO2排出量推計技術及びデータウェアハウスのプロトタイプ開発完了</p> <p>[最終目標（平成24年度）]</p> <p>1) CO₂排出量推計技術の検証手法を策定して、ツール群（ハイブリッドシミュレーションモデル、プローブによるCO₂モニタリング技術、CO₂排出量推計モデル）から得られるCO₂排出量の妥当性及び精度を検証し、信頼性のあるCO₂排出量推計技術及びデータウェアハウスを完成させる。</p> <p>2) ITS施策の効果評価手法として満足すべき要件（CO₂排出量の推計精度、車両挙動データの出力項目、車種カテゴリの定義等）やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意した上で、国際標準化への提案等に資する技術報告書として取りまとめ、公表する。</p>
-------	---

事業の計画内容	主な実施事項	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy		
	①自動運転・隊列走行技術の研究開発	—————→						
	②国際的に信頼される効果評価方法の確立	—————→						
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位: 百万円)	会計・勘定	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	総額	
	一般会計							
	特別会計(需給)	804	998	882	791	534	4009	
	加速予算(成果普及費を含む)					350		
	総予算額	804	998	(890)	791	884	4359	
	契約種類: ○をつける (委託(○) 助成() 共同研究())	(委託)	○	○	○	○	○	○
	(助成): 助成率△/□ (共同研究): 負担率△/□							
開発体制	経産省担当原課	製造産業局自動車課						

	<p>プロジェクトリーダー</p>	<p>PL： 名城大学 工学部 教授 津川 定之 サブPL： 東京大学 生産技術研究所 教授 須田 義大 サブPL： 東京大学 生産技術研究所 教授 桑原 雅夫</p>
	<p>委託先 （*委託先が管理法人の場合は 参加企業数も記載）</p>	<p>①自動運転・隊列走行技術の研究開発 (財)日本自動車研究所（再委託：いすゞ自動車（株）、日野自動車（株）、三菱ふそうトラック（株）、UDトラックス（株））、日本大学、神戸大学、(独)産業技術総合研究所、弘前大学、日産自動車(株)、東京大学大学院情報学環、東京大学生産技術研究所、(株)デンソー、東京工業大学、金沢大学、日本電気(株)、三菱電機(株)、沖電気工業(株)、慶應義塾大学 SFC 研究所、大同信号(株)</p> <p>②国際的に信頼される効果評価方法の確立 東京大学生産技術研究所、(株)アイ・トランスポート・ラボ、(財)日本自動車研究所</p>
<p>情勢変化への対応</p>	<p>①□自動運転・隊列走行の研究開発 基本計画の改定 ・平成22年3月 海外の研究動向と今後の開発予算見込みを考慮して研究開発計画の見直しを行い、基本計画を改定した。</p> <p>大型車メーカ4社の再委託による CACC 車両の製作と受容性評価実験 ・平成24年度 早期実用化に繋げるため平成24年度から我が国の大型車メーカ4社を（一財）日本自動車研究所の再委託先とし、それぞれのメーカの車両にCACC（(Cooperative Adaptive Cruise Control、車車間通信を用いた車間距離制御）の要素技術を開示して物流事業者のドライバが乗車可能なドライバ受容性評価実験車を製作した。物流事業者のドライバにより隊列実験車4台による走行実験をおこなうとともに、手動運転⇄自動運転・隊列走行のヒューマン・マシーン・インターフェース（HMI）も含めた受容性評価実験を行った。</p> <p>トレーラ型トラックへの技術適用の見極め ・平成24年度 中間評価の指摘を受けて設置された隊列走行事業性検討会で、物流事業者はトレーラ型トラックへの技術の適用を強く要望していることが判明した。このため、トレーラ型トラックへの自動運転・隊列走行の適用を検討するため、道路延長約30kmの専用道にてトレーラ型トラックを運用している宇部興産（株）の協力を得て、トレーラ型トラックの車両制御モデルシミュレーション、自動操舵装置やブレーキ制御装置の制御性能及び長期長期信頼性を評価し、可能性を見極めた。</p> <p>②国際的に信頼される効果評価方法の確立 社会還元加速プロジェクトからの依頼により事例評価 ・平成24年度 内閣府社会還元プロジェクトからの依頼による事例評価 最終年となる平成24年度には、内閣府・社会還元加速プロジェクトからの依頼により、ITSモデル都市である柏市と豊田市を対象とした事例評価を実施し、実使用を通じたソフトの改善を図って、TS施策のCO2削減効果を評価し、社会還元加速プロジェクトのメンバーおよび自治体関係者に対して、ツールの有効性を認識していただいた。それにより、これまで概算でしか示せなかったCO2排出量を評価手法に則った実データで示すことができた点は評価された。この成果は自治体等での活用事例として今後のモデルとなる。</p> ・平成24年度 国際共同レポートのサイナー調整 国際共同レポートの発行にあたり、日、欧、米の研究者がサイナーとなるよう調整した。	

中間評価結果への対応	<p>①自動運転・隊列走行技術の研究開発</p> <p>評価のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> 自動運転・隊列走行技術の開発においては、安全性の確保を前提として進めているが、方策の有効性が明確には示されていない。類似の研究プロジェクトがある中で、それを実現するために乗り越えるべき課題、特に他に比べて優れた技術は何かを前面に出すべきである。実用化・事業化を図るには、安全面、運用面から多くの課題が存在する。 <p>反映</p> <p>「安全性の確保」を目的に「要素技術の確立」と「実験車による走行可能性の検証」を基本計画の最終目標に追加し、特に安全性・信頼性・ロバスト性等に関する下記の技術開発を行った。</p> <p>(1) 積雪等により白線認識が出来ない場合のトラッキング技術 積雪等により白線認識が出来ない場合、あるいは、障害物との衝突回避のためレーンチェンジを行う場合、隊列内の後続車が先頭車の横方向の動きを追尾するトラッキング技術。</p> <p>(2) センサー等の多重系を含む信頼性向上技術</p> <p>a) 車線維持制御用として白線の画像認識技術とレーザ光を用いた2種類のセンシング技術、それに加えて太陽光の影響を受けない投光式高速カメラ技術の多重化、</p> <p>b) 障害物認識の全天候・全時間帯に対して信頼性を向上するためレーザレーダ・ミリ波レーダのフュージョン技術や遠赤外線カメラによるステレオ画像認識技術</p> <p>c) 電波式車者間通信の冗長系とする光車車間通信技術</p> <p>d) 車線維持や車間距離等の制御をおこなう走行制御 ECU が故障した場合の安全性を確保するフェイルセーフ ECU、</p> <p>評価のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ユーザーとなる運送事業者が実使用を想定して見出した問題点・要求事項を踏まえて技術開発を進めるべきである。 <p>反映</p> <ul style="list-style-type: none"> 物流事業者等が参画する「隊列走行事業性検討会」を設置し、合わせて物流事業者に対するヒアリングとアンケート調査を実施しユーザーニーズの調査・分析と実用化・事業化に関する課題抽出を行った。 「隊列走行事業性検討会」では、物流事業者より実用化時の姿を想定して、トレーラ型トラックへの自動運転・隊列走行の適用の強い要望を把握した。 実用化の時期を短期、中期、長期と分け、短期を想定して実用化を推進するため、加速財源を投入して大型車メーカ4社にて、車間距離及び車速制御は自動、操舵制御は手動の CACC 実験車を開発し、物流事業者5社のドライバ20人と業務管理者14人による受容性実験を実施した。 関係するステークホルダに対して、隊列走行のデモンストレーションや成果報告会等を開催した。 <p>②国際的に信頼される効果評価方法の確立</p> <p>評価のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂削減の効果評価方法では、CO₂排出量推計モデルを国際的枠組みに取り込む具体的方法を提示すべきである。 <p>反映</p> <p>基本計画の最終目標を下記のように改訂した。</p> <p>1) CO₂ 排出量推計技術の検証手法を策定して、ツール群（ハイブリッドシミュレーションモデル、プローブによる CO₂ モニタリング技術、CO₂ 排出量推計モデル）から得られる CO₂ 排出量の妥当性及び精度を検証し、信頼性のある CO₂ 排出量推計技術及びデータウェアハウスを完成させる。</p> <p>2) ITS 施策の効果評価手法として満足すべき要件（CO₂ 排出量の推計精度、車両挙動データの出力項目、車両カテゴリの定義等）やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意した上で、国際標準化への提案等に資する技術報告書としてとりまとめ、公表する</p> <p>それとともない、実施方針に国際ワークショップの開催、国際共同レポートの発行を明記した。</p> <p>また、中国／韓国／マレーシア／ベトナムのアジア諸国に対する国際ワークショップへの参加呼びかけを行った。</p>
------------	--

評価に関する事項	事前評価	平成19年度実施 担当部 省エネルギー技術開発部
	中間評価	平成22年度 中間評価実施
	事後評価	平成25年度 事後評価実施
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>①□自動運転・隊列走行技術の研究開発</p> <p>研究開発の最終目標である、一般の車が混在する走行環境下において大型トラック及び小型トラック合計4台隊列で時速80km 定常、車間距離4mでの隊列走行を実現するため、下記の技術を開発した。</p> <p>a) ハンドルやエンジン、ブレーキの制御を行う「走行制御技術」</p> <p>b) 車線を検出するための「白線認識技術」</p> <p>c) 前方の障害物を検出するとともに障害物までの距離を検出する「障害物認識技術」</p> <p>d) 隊列形成や隊列走行をおこなうための「車車間通信技術」</p> <p>e) 車両の走行位置を把握するための「位置標定技術」</p> <p>f) 隊列走行システムを構成するための「システムインテグレーション技術」</p> <p>上記技術を統合し、目標車間距離4mでの制御特性は4m±0.2mで安定した制御性を示した。車間距離を詰めることによる空気抵抗改善による省エネ効果は車間距離15mでは10%、10mでは13%、4.7mでは15.6%（空積状態）の改善であった。</p> <p>隊列走行の早期実用化を図るため、大型車メーカー4社にて、車間距離及び車速制御は自動、操舵制御は手動のCACC実験車を開発し、物流事業者5社のドライバ20人と業務管理者14人による受容性実験を実施した。その結果、目標加減速度及び車間距離の妥当性について適正であるとの評価結果を得た。</p>	
	<p>②国際的に信頼される効果評価方法の確立</p> <p>シミュレーション技術の要件や、適用ルールを定めた「フレームワーク理論」の構築を行い、ITS施策の評価が可能な交通流シミュレーションモデルの開発を完了させた。</p> <p>効果評価手法の要件・検証手順及び検証項目を整理し、国際連携の場で合意を得て技術報告書 Guidelines for Assessing the Effects of ITS on CO2 Emissions -International Joint Report を発行した。また、検証用ベンチマークデータを採取し、これを用いた検証を実施した。</p>	
	投稿論文	「査読付き」102件、「その他」250件
	特許及びソフトウェア	「出願済」14件 開発したソフトウェア 38件
その他の外部発表（プレス発表等）	<ul style="list-style-type: none"> ・平成21年1月16日 記者発表 平成20年度より「エネルギーITS推進事業」を開始した旨をアナウンス ・平成21年1月19日 「エネルギーITS推進事業 研究計画発表会」 ・平成22年9月28日 プレスリリース 大型トラック3台の隊列走行実験に成功及び自動車からのCO₂排出量推計モデルも開発 ・平成24年2月25日 プレスリリース 大型トラックの自動運転・隊列走行実験に成功—エネルギーITSプロジェクトの事業成果を公開— ・平成24年3月12日 成果報告会 	
Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて	<p>①□自動運転・隊列走行技術の研究開発</p> <p>自動運転・隊列走行で開発された自動化技術とその要素技術は様々な自動車交通分野への応用が考えられ、それぞれの分野で実用化を推進する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 物流事業分野での実用化 2) 高度安全運転支援システム分野での実用化 3) 公共交通分野での実用化 4) 特殊用途車両分野での実用化 <p>また、本プロジェクトで開発した要素技術（白線認識技術、フェイルセーフECU、車両認識アルゴリズム、走行制御アルゴリズム、エコ運転制御技術等）については、次世代車線逸脱防止支援システム、次世代ACC、次世代道路管理・保全車両、高齢者モビリティ等の各種システムに応用可能である。</p>	
	<p>②国際的に信頼される効果評価方法の確立</p> <p>当該技術は、ITS技術のみならず、国・自治体による道路施策や交通運用策、地域や民間レベルの社会実験等が実現するCO₂削減効果を、広く一般に理解しやすい形で定量化するものがあるあり、以下の事業化を推進する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・標準全国シミュレーションを活用したITS技術評価 	

	<ul style="list-style-type: none"> ・プローブ交通情報を活用した交通・CO2 概況ナウキャストサービス ・国際交通データベースクラウドサービス 		
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成20年3月 制定	
	変更履歴	平成20年7月 改訂	イノベーションプログラム基本計画の制定により、「プログラム名」「5. その他の重要事項 (1) 研究開発成果の取り扱い ③知的財産権の帰属」の記載を改訂
		平成21年3月 改訂	研究開発計画の具体化に伴い、「(別紙) 研究開発計画」の記載内容を改訂
		平成22年3月 改訂	研究開発計画の見直しに伴い、研究開発項目①の名称と「(別紙) 研究開発計画」の記載内容を改訂
		平成23年3月 改訂	中間評価結果を踏まえ、「(別紙) 研究開発計画」の研究開発項目①及び②における最終目標を改訂
		平成23年7月 改訂	準拠法を変更

プロジェクト用語集

用語	説明	分類
ACC	Adaptive Cruise Control の略 車間距離機能付きの低速走行制御システム"	①
CACC	Cooperative Adaptive Cruise Control の略で、低速で走行する先行車がいる場合車間通信とレーダ等を使用して追突しないよう自動的に減速し、先行車との車間距離を維持するシステム。	
CDM	Clean Development Mechanism (クリーン開発メカニズム) の略 地球温暖化防止のための対策手段の 1 つで、先進国が発展途上国に温暖化対策を行いそれによって効果が出たと認められた場合その効果を自分の国の排出削減目標達成に用いることができる制度	②
CMAS	Centimeter-class Augmentation System(センチメートル級測位補強システム) の略 準天頂衛星初号機の LEX 信号を利用する低速移動体向けセンチメートル級測位補強情報を生成する利用実証用の測位補強システム。	①
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance の略 搬送波感知多重接続／衝突回避方式などと訳される。通信開始前に伝送媒体上で現在他の端末の通信が行われているかどうかを確認し、行われていない場合にランダムな時間待機してからデータを送信する方式	①
DS	Driving Simulator (ドライビングシミュレータの略) 各種条件下での自動車運転者の挙動や車両の挙動を解析、調査するための運転模擬装置	①
DSRC	Dedicated Short Range Communication の略で数十mの非常に狭い範囲で通信をおこなう無線通信。	①
EBS	Electrical Brake System の略で電磁弁を用いてブレーキ力を制御する自動ブレーキ制御システム。	①
ECU	Electronic Control Unit の略 電子制御ユニット	①
FMTA	Failure Mode and Effect Analysis の略 故障モードとその影響の解析を行うこと。「設計 の不完全や潜在的な欠点を見出すために構成要素の故障モードとその上位アイテムへの影響を解析する技法」。FTA がトップダウン手法であるのに対し、FMEA はボトムアップ手法という違いがある。	①
FPGA	Field Programmable Gate Array の略 プログラミングすることができる LSI デバイス	①
FTA	Fault Tree Analysis の略 信頼性、安全性の両面から見て、発生してほしくない事象に関し、論理 記号を用いて、その発生の経過を遡って樹形図 に展開し、発生経路、および発生原因、発生確率を解析する技法のこと。	①
GNSS	Global Navigation Satellite System の略 GPS 等衛星を使った測位システムの総称"	①
GPS	(Global Positioning System (全地球測位システム) の略 米国が軍事用に打ち上げた約 30 個の GPS 衛星のうち、上空にある数個の衛星からの信号を GPS 受信機で受け取り、受信者が自身の現在位置を知るシステム	①

用語	説明	分類
HMI	Human Machine Interface (ヒューマン・マシン・インタフェース) の略 人と機械間に介在し、人への情報供給、機械への指令などをやり取りするインタフェース、装置	①
I/F	インタフェースを意味する略語	①
IMM	Interacting Multiple Model の略 複数のモデルに基づき状態推定を行う方法	①
INS	Inertial Navigation System の略 慣性センサを使った測位システム	①
ITDb	International Traffic Database の略称 本プロジェクトにて構築した国際交通データベース	②
ITS	Intelligent Transport Systems (高度道路交通システム) の略 IT (Information Technology) を利用して輸送効率の向上、道路交通を快適にするためのシステム	① ②
LED	Light Emitting Diode の略 発行ダイオードと呼ばれ、電流を流すと発光する半導体	①
LEX 信号	L-band experiment 信号の略 GPS の測位補強(測位精度の向上や信頼度の改善)および次世代の測位基盤技術の確立を目的として準天頂衛星初号機「みちびき」独自の測位信号。	①
MAC 層	OSI 参照モデルの第 2 層に位置するデータリンク層の副層の 1 つであり、多元接続に必要な機構を定義する。	①
MHT	Multi Hypothesis Tracker の略 複数物体の追跡において複数の仮説を立てて追跡を行う手法	①
OpenEnergySim	交通流シミュレーション結果を三次元で表現するソフトの名称 現在開発中であり、本プロジェクトもサポートしている。	②
Path Following 制御	目標経路が時間によらず、幾何的な経路を追従する制御法	①
PCS	Pre-Crush Safety の略でレーダ等を用いて前方の障害物との距離を検出し、衝突する危険がある場合、自動的にブレーキをかけ衝突時の被害を軽減する安全運転支援システム。	①
PWM 検波方式	Pulls Wide Modulation 検波方式の略でパルス幅で変調された信号を復調する方法。	①
QZS	Quasi-Zenith Satellite (準天頂衛星) の略 適切な軌道傾斜角と軌道離心率を持たせることで、特定の一地域の上空に長時間とどまる準天頂軌道 (quasi-zenith orbit) をとる人工衛星。	①
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System (準天頂衛星システム) の略 日本付近で常に天頂付近に 1 機の衛星が見えるように、準天頂軌道及び静止軌道に配置される複数の測位衛星を利用する地域航法衛星システム。	①
ROI	物体を認識する信号処理の際、対象となる物体の候補を絞り込む為にデータ範囲内に設定する物体存在確率が高いと推定される範囲	①
S/N	信号レベルとノイズレベルの比を表す数値	①

用語	説明	分類
SSR	State Space Representation の略 測位補強情報の推定・配信方式の一つ。測位誤差の要因となる衛星軌道・衛星時計誤差、電離層遅延、対流圏遅延等に分離して測位補強を行う。CMAS(センチメートル級測位補強システム)では、SSR 方式を利用し、コードド SSR メッセージを放送している。	①
TTF	Time To First Fix の略 高精度測位の分野においては、最初の Fix 解が取得できるまでの時間を差す。通常の測位分野では、GPS 受信機の電源を立ち上げてから、最初の位置が算出できる時間までを差すことが多い。	①
UKF	Unscented Kalman Filter の略 カルマンフィルタの一種で、非線形状態推定量を線形化することなく求める方法"	①
XML	Extensible Markup Language の略。文書やデータの意味や構造を記述するためのマークアップ言語の一つ。マークアップ言語とは、「タグ」と呼ばれる特定の文字列で地の文に情報の意味や構造、装飾などを埋め込んでいく言語のことで、XML はユーザが独自のタグを指定できることから、マークアップ言語を作成するためのメタ言語とも言われる。	②
あて舵	ハンドル角変化を押え保持するハンドル操作	①
インデックステーブル	道路の位置に対して、制限速度や道路曲率など車両の自動運転（制御・認識などを含む）のために必要な情報を記した一覧表	①
インフラセンサデータ	道路上に設置されている車両感知器等から得られるデータ。交通量調査用感知器データ	②
エコドライブ	適切な加減速やアイドリングストップなどを行うことにより、燃料消費量やCO2 排出量を削減する運転方法	②
エゴモーション	ヨーレート、区画線内の横偏差など自車の姿勢に関するパラメータ含む指標	①
エコルート	渋滞などによる燃料消費量やCO2 排出量が悪化することを回避するルート	②
廻頭角	区画線における自車の向き	①
画像分解能	カメラで撮像した対象がどこまで分離されているかを意味する用語	①
カルマンフィルタ	直前までの情報と現在取得したデータを元に最も最適なシステムの状態を推定する手法	①
慣性航法	速度とジャイロセンサ（方位角度センサ）を用いて、自車の走行軌跡位置を推定する方法。	①
幹線道路	全国的・地域的あるいは都市内において、骨格的な道路網を形成する道路 通常、広幅員・高規格の道路であることが多い。	②
感知器	道路交通の状況を把握するために道路上に設置された装置。通過車両の交通量や速度を検知する車両感知器や区間旅行時間等を取得できる AVI（Automatic Vehicle Identifier：車両番号読み取り装置）、ITS スポット、光ビーコン等がある。道路上に設置され、車載器搭載車両との双方向通信をするための路上インフラ装置である。設置機関は、各都道府県警察。通称は「光ビーコン」。	②
カント路	横断勾配がある道路	①
危険感モデル	危険な要素に近づくと操舵ゲインを上げて素早い修正操舵を行う非線形要素を2次予測モデルに加味したモデル	①
輝度変調	信号を明るさの強弱で伝達する変調手法	①

用語	説明	分類
キャリブレーション	測定器の読み（出力）と、入力または測定の対象となる値との関係を決定づける作業	②
京都議定書	気候変動枠組条約に基づき、1997年12月11日に京都市の国立京都国際会館で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議（地球温暖化防止京都会議、COP3）にて議決された議定書	②
キングピンリフトトルク	舵角が変化する軸をキングピンと称す。そのキングピンが垂直に対し傾き角が設けられているため舵角変化に対する高さ変化が生じる。その高さ変化に抗じて生じるトルクをキングピントルクと称する。	①
クラウドサービス	クラウドコンピューティングによって提供されるサービスの総称 クラウドコンピューティングでは、サーバーは連携し合い、クラウド（雲）と呼ばれる一つのコンピュータリソースとして捉えられる。クラウドコンピューティングを利用する側は、サーバーの管理やメンテナンスなどに気を配る必要がなくなるというメリットがある。	②
グリーンウェーブ走行	信号を常に青で通過できるように自動車の速度をコントロールし、交通の円滑な流れを実現しようとする走行形態	②
グリッドコンピューティング	インターネットなどの広域のネットワーク上にある計算資源（CPUなどの計算能力や、ハードディスクなどの情報格納領域）を結びつけ、ひとつの複合したコンピュータシステムとしてサービスを提供する仕組み。提供されるサービスは主に計算処理とデータの保存・利用に大別される。一箇所の計算センターや、一組のスーパーコンピュータでは足りないほどの大規模な計算処理や大量のデータを保存・利用するための手段として開発された。	②
高速カメラ	1秒間に30枚を超える枚数を連続的に撮影する事が出来るカメラ	①
交通流	人や自動車等の移動の流れ。一般的には自動車交通の流れを示す。都市全体など広域道路網上のクルマの流れ	②
交通流シミュレーション	渋滞など道路交通の現象をコンピュータ上で模擬して再現する仕組み。道路交通に関する様々な施策の評価に活用されている。実際の道路で予測が困難な課題をコンピュータで模擬的に再現し、事前に評価するもの	②
コーナリング係数	車両が旋回するときに生じるタイヤ摩擦力の摩擦係数に相当する数字	①
国内排出権取引	CO ₂ 等を排出する権利を、国内で売買する制度 アメリカ合衆国のSO _x 排出量取引制度が全体のSO _x 排出量の削減に効果をあげたことから、他の有害ガスの削減に対して有望視されるようになった経済的削減手法	②
国連気候変動枠組条約	地球温暖化問題に対する国際的な枠組みを設定した条約 国連気候変動枠組条約、地球温暖化防止条約、温暖化防止条約ともいう。大気中の温室効果ガスの増加が地球を温暖化し、自然の生態系などに悪影響を及ぼすおそれがあることを、人類共通の関心事であると確認し、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させ、現在および将来の気候を保護することを目的とする。気候変動がもたらすさまざまな悪影響を防止する取り組みの原則・措置などを定めている。	②
細街路	幅員が4.0mに満たない狭い生活道路 消防活動や交通・環境上大きな障害になっており、建物の建て替えや塀の改修時にあわせて、整備工事が行われている。建築基準法が制定された昭和25年以前から使用されていた道路のことでもある。	②

用語	説明	分類
サグ	道路の下り坂から上り坂にさしかかる凹部で、高速道路等における渋滞発生の原因となっている地点。すり鉢状の地形にある道路の凹状の底の地点（谷底）	②
システムアーキテクチャ	システムがどのような装置で構成されているか、又各装置間でどのような情報が伝達されているかを図式的に記述したもの。	①
社会還元加速プロジェクト	長期戦略指針「イノベーション 25」（平成 19 年 6 月 1 日閣議決定）で定められている。総合科学技術会議が司令塔となって、関係府省、官民の連携の下で、近い将来に実証研究段階に達するいくつかの技術を融合し、実証研究と制度改革の一体的推進を通して、成果の社会還元を加速するプロジェクト（平成 20 年度から 5 年間）。	① ②
車間距離制御	隊列走行における車両間の距離を目標値に保持する制御法	①
車群安定性	隊列走行における車間距離に関する制御誤差の伝播に関する車両の全体としての安定性	①
車車間通信	無線通信を利用して衝突回避や事故防止等様々な情報を車車間で交換するための仕組み。車両と車両の情報を交換するための通信	①
車線保持制御	自動運転のために、道路上の車線内からはみ出さないように、白線などを参照して、車線内に保持する制御法	①
車速パルス	自動車の車軸の回転数に比例して発生させたパルス信号 自動車の車速や移動距離を算出するために用いられる。	①
車両運動モデル	車両の走る、曲がる、止まる、の運動特性を表現する数学式	①
車両駆動力	ミッションやデフのギヤ比及びタイヤの外径により変換されたトルクのこと	②
車両状態量	車両の状態を表現する物理量	①
車両走行軌跡	車両の移動を時間・空間で表すもの。時間空間図（time-space diagram）で表現される。	②
主観評価	乗員乗客による評価点や意見記述による評価法	①
視程	霧の濃度を表す指標。一般的には、レーザ投光器と受光器を対向させて設置した際に、受光器で受信する光のエネルギーが 80%	①
スキーム	継続的な実行を前提として、体系立てられた枠組みや仕組み	②
スタビリティファクタ	車速の二乗に対する「舵角／低速時の舵角」変化、または「旋回半径／低速時の旋回半径」変化の特性値	①
生体計測	乗員乗客の反応を脳波や心拍から把握する客観評価の一方法	①
全方位カメラ	カメラ周辺の広範囲の環境を 1 枚の画像として撮影できるカメラ 本プロジェクトでは、1 つの筐体に 6 台の CCD カメラが水平方向 360°及び上方に向けて組み込まれたマルチカメラシステムを使用しているおり、1 枚の画像で全方向の 75%以上の視野を確保できる。	①
前方注視 2 次予測モデル	将来位置を予測（予見）しながら操舵するモデル。数学的に記述される式の 2 次微分項までを用いて予測するモデル。	①
速度制御	車両の速度を目標値に保持する制御法	①
隊列走行	数台から十数台のトラックが鉄道のように連動して走行するもの	① ②
データウェアハウス	時系列に蓄積された大量のデータの中から、各項目間の関連性を分析するシステム	②

用語	説明	分類
テレマティクス	自動車などの移動体に通信システムを組み合わせて、リアルタイムに情報サービスを提供すること	②
等価コーナリング パワー	タイヤの対地旋回横力をコーナリングフォースと称し、それをタイヤ「横すべり角」で除した値をコーナリングパワーと称し、横すべり角にタイヤ以外の因子を含め表現されるコーナリングパワーを等価コーナリングパワーと称す。	①
同期検波	変調に使用した搬送波と位相が同期した搬送波を使って、変調された情報を取り出す手法	①
ドーリ	トレーラを牽引する台車	①
トラッキング	先行する車両との横方向と方位角を検出し、先行車の走行軌跡を追尾すること。	①
ナウキャストサービス	一般的には、気象情報について、過去の動向や分布などを基に、直近の過去または今現在の状況、近未来を推定・予測する仕組み。交通流の過去の動向や分布などを基に、近い将来の分布などを詳細に予測するもの	②
パイプライン処理	処理要素を直列に連結し、ある要素の出力が次の要素の入力となるように配置して処理を実行する手法	①
ハイブリッド交通 流シミュレーション モデル	マイクロモデルからマクロモデルまで様々な粒度の交通シミュレーションを連携してシミュレーションできる仕組み。車両を粒で表現するマイクロモデルと、車両密度で管理するマクロモデルを組み合わせたモデル。	②
バッファリング	複数の機器間などでデータのやり取りを行うときに、処理速度や転送速度の差を補うために信号を専用で設けられた記憶領域に一時的に保存する手法	①
ハフ変換	画像中の特徴量から直線や曲線を抽出する信号処理手法	①
パラメータの同定 手法	数学式に含まれる定数を実験データから求める方法	①
フェイルセーフ	誤動作や故障時には、安全な状態に遷移させる装置、技術、または手法	①
物理層	OSI 参照モデルの第 1 層に位置し、ネットワークの物理的な接続・伝送方式を定めたものであり、通信媒体上においてビット転送を行うための物理コネクションを確立・維持・解放する電気・機械・機能・手続き的な手段を定義する。	①
プローブカー	GPSをはじめとするセンサを車載し、取得した情報を発信する車両	②
ベンチマーク	本来は測量において利用する水準点を示す語。転じて金融、資産運用などや株式投資における指標銘柄など、比較のために用いる指標を意味する。また、広く社会の物事のシステムの有り方や規範としての水準や基準などを意味する。	②
飽和交通流率	信号交差点流入部において十分長い待ち行列の車列ができており、青信号表示中に停止線を通り得る単位時間あたりの最大通過交通量	②
ボトルネック	システム設計上の制約の概念を意味する。道路交通では、渋滞の原因となる地点、交差点等を示す。前後区間と比較して相対的に交通容量（単位時間あたりに通過できる最大の交通量）の低い場所を、交通容量上のボトルネックと呼ぶ。交通事故・車両故障など突発事象や道路工事により一時的にボトルネックとなることもある。	②
マイクロスケール	一般的には、微視的な時空間規模を言う。ここでは、車両の走行挙動として 1~0.1 秒ごとの詳細な速度変化を考慮するスケールを指す。	②

用語	説明	分類
マクロスケール	巨視的な時空間規模を言う。ここでは、車両の走行挙動として、数 km 走行時の平均速度として表現するような時空間分解能のスケールを指す。	
ミリ波レーダ	ミリ波を様々な照射し、周辺に存在する物体の距離、速度を計測するセンサ	①
メソスケール	マクロスケール（巨視的な時空間規模）とマイクロスケール（微視的な時空間規模）の中間となるスケール。ここでは、車両の走行挙動を 4 モード（加速、巡航、減速、停止）や 2 モード（走行、停止）で表現するスケールを指す。	②
メタ情報	メタなデータ、すなわち情報についてのデータという意味で、あるデータが付随して持つそのデータ自身についての抽象度の高い付加的な情報を指す。	②
モニタリングシステム	予め設定しておいた計画について、その進捗状況を随時チェックするシステム	②
ヨーレート	車両の旋回方向の回転角速度	①
横運動モデル	車両運動モデルの「走る、曲がる、止まる」のうちの「曲がる」を表現するモデル	①
横すべり角	車両の車軸方向と実際に車両が進む速度方向との角度差	①
横すべり係数	ハンドル角一定で円旋回するときを生じる横すべり角の車速の二乗に対する変化勾配	①
横偏差	道路白線と自車両の目標位置との偏差	①
リアプノフ関数	制御系の安定性を保証する枠組みで用いられる正定関数	①
リアルタイム処理	要求された処理を即座（要求された時間内に）に処理する手法	①
リファレンス	参考となる文書、手引き、問い合わせなどといった意味。 ソフトウェア開発において、参考となるあるべき姿（モデル）を具体的に示したもの。ここでは、評価ツールが考慮すべき交通現象や ITS 技術の効果が、どのようなメカニズムで CO2 削減を達成するかについて、それらの因果関係を図式化して整理したものを示している。評価ツールを開発する場合は、あらかじめリファレンスモデルで示したメカニズムが、意図した通りに再現されているかを、モデルの構造に沿って検証することが求められる。	②
ルンゲクッタ法	常微分方程式を解く数値計算の一方法	①
レイトレース法	送信点から受信点へ到達する電波を追跡することにより、経路を明らかにし、伝搬損失、遅延時間を算出する手法	①
レーザレーダ	レーザ光を様々な方位に照射し距離を測ることで、周辺に存在する物体の距離分布を取得するためのセンサ	①
連送	同一内容の packets を複数回連続して送信する方式 品質向上に寄与する。	①
ログデータ	コンピュータや通信機器が一定の処理を実行したこと（または実行できなかったこと）を記録したデータ	②

※分類 ①：自動運転・隊列走行技術の研究開発

②：国際的に信頼される効果評価方法の確立

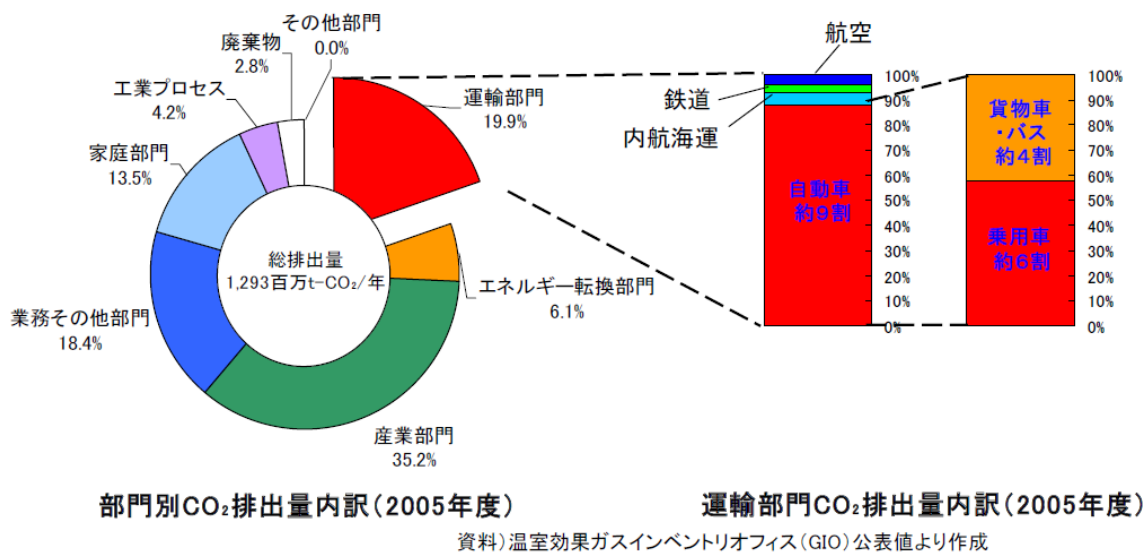
I. 事業の位置付け・必要性について

1. NEDO の関与の必要性・制度への適合

1. 1 運輸部門のエネルギー消費削減の重要性とプロジェクトの位置付け

自動車交通における大部分の一次エネルギーは石油資源である。エネルギー資源問題及びCO2排出の問題を考えると、自動車交通の省エネルギー化と環境負荷低減（地球温暖化の防止）は、自動車交通にとって早急に対策を講じなければならない重大かつ緊急の課題である。

2008年の事業開始時点で調査した2005年のCO2発生量の内訳を図 I.1-1に示す。運輸部門のCO2発生量は約257百万トンで、全体の19.9%、その内自動車が約90%を占める。その中でも乗用車が約6割、貨物車・バスが約4割を占めており、物流の主役を担っている貨物自動車のCO2排出量低減対策が重要である。



(出典：平成18年度道路行政の達成度報告書/
平成19年度道路行政の業績計画書(国土交通省道路局))

図 I.1-1 運輸部門CO₂ 排出量の推移

図 I.1-2に示す京都議定書目標達成計画(2005) CO₂削減目標値によると、ITSの推進、エコドライブなどの交通流対策によるCO₂削減量は13.8百万トンである。これは、自動車部門の削減目標値(40.4百万トン)の34%である。一方、2005年における運輸部門のCO₂発生量は257百万トン(国土交通省資料)、その内自動車からの排出が約90%とすると、交通流対策によるCO₂削減目標量は、2005年の自動車からのCO₂排出量の約6%

に相当する。したがって、交通流対策によって目標とおりCO2削減が達成された場合は、2005年の自動車用途のエネルギー消費量に対して約6%の省エネルギー効果が見込まれる。

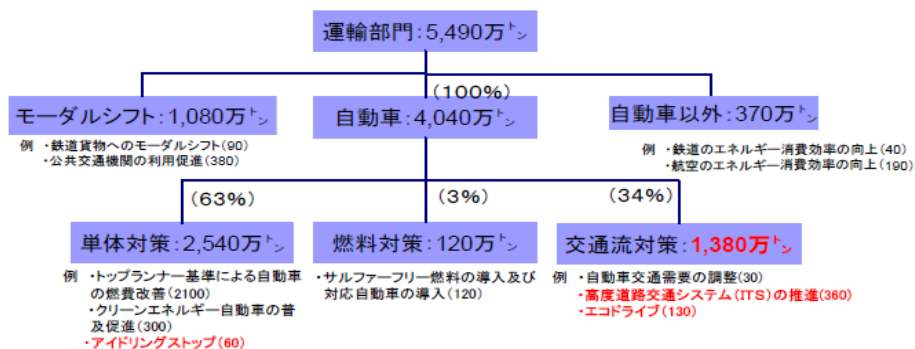
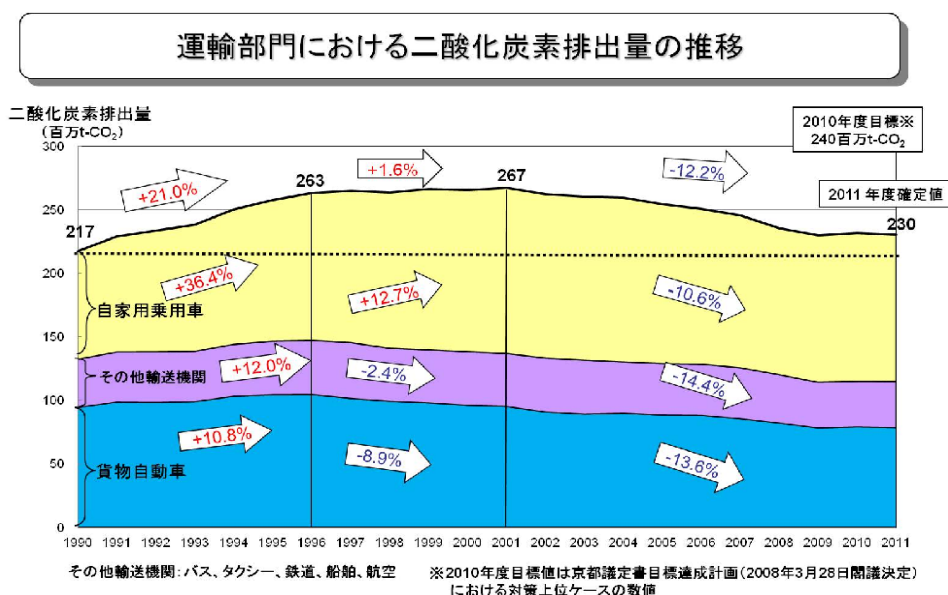


図 I.1-2 京都議定書目標達成計画 (2005) CO2削減目標値

図 I.1-3に示した運輸部門における二酸化炭素排出量の推移を見ると、2001年をピークに減少傾向である。これは、近年の燃費の改善等の単体対策、交通流対策等の施策の効果と考えられる。しかし、貨物自動車占める割合は依然として大きく、貨物自動車のCO2排出量低減の重要性は低下するものではない。これらの点から、大型車の燃費改善等の単体対策や交通流改善につながる技術開発は、CO2削減に大きな効果が期待でき、本プロジェクトは交通流対策によるエネルギー消費削減及びCO2排出削減を一層進めるための技術開発である。



出典：国土交通省資料

図 I.1-3 運輸部門における二酸化炭素排出量の推移

1. 2 政策的位置付け

ITS (Intelligent Transport Systems) は、情報通信技術や制御技術を活用して、人や物及びそれらを運ぶ交通システム全てに係わる流れの最適化を図ると同時に、事故や渋滞の解消、省エネルギーや環境との共存を図ることを目的とした技術である。ITSは、1996年7月に「高度道路交通システム推進に関する全体構想」がまとめられて以降、サービスの実用化・普及促進に向けて政府を挙げて取り組みがなされている。ITSへの取り組みについては、当初は個別サービスの実用化に向けた研究開発が中心であったが、今世紀に入り、カーナビゲーションやVICS、ETC等の実用化が進むと、次なるステージにおいては、安全や環境、利便性といった社会的な課題に対する解決策として貢献しつつ、産業としての一層の発展を目指すようになってきている。

一方、京都議定書以降の温暖化ガス削減のあり方に関する国際的な議論の高まり等を受け、我が国においても地球環境問題への関心が高まり、運輸交通部門のより一層の省エネ、省CO2が課題となり、図 I.1-4に示すITSに直接および間接的に関連する国策・戦略・イニシアティブなどが策定された。

本事業は、「エネルギーイノベーションプログラム」及び「社会還元加速プロジェクト」の一分野である「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路情報システムの実現」の中で実施されている。

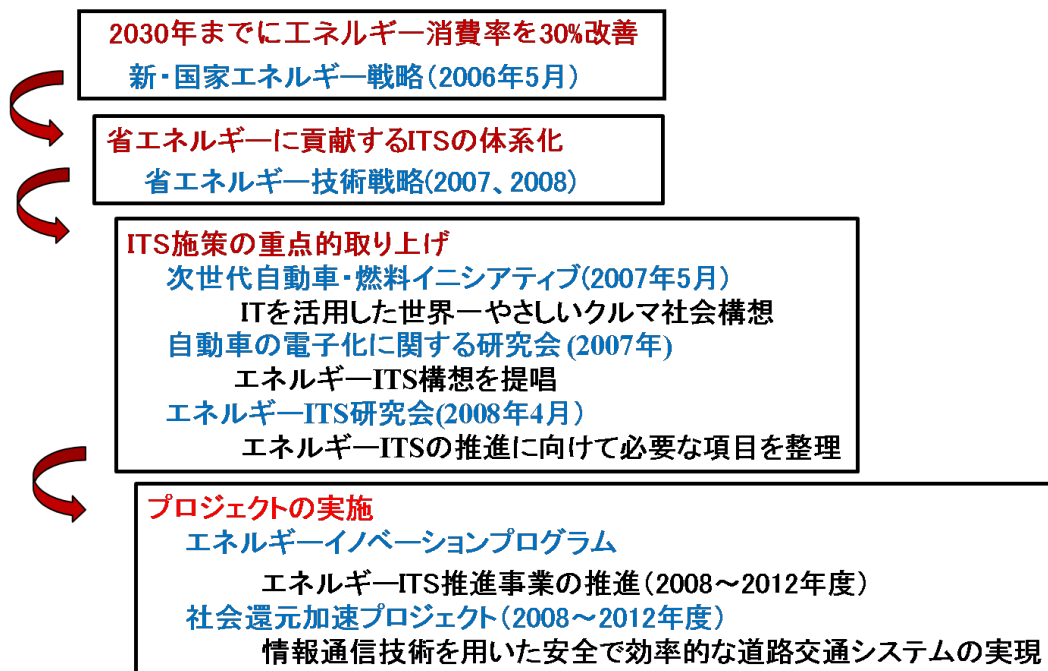


図 I.1-4 ITSに関連する国策・戦略・イニシアティブ

(1) 新・国家エネルギー戦略

2006年には新・国家エネルギー戦略が策定され、省エネルギー目標として、今後、2030年までに更に少なくとも30%の効率改善を目指す「省エネルギーフロントランナー計画」等の施策プログラムが策定された。

(2) 省エネルギー技術戦略

2007年には、省エネルギー技術戦略2007が、さらに2008年にはその改訂版として省エネルギー技術戦略2008がとりまとめられた。ここでは、重点分野の一つである先進交通社会確立技術のなかで、情報通信技術を組み入れたITやITSに代表される自動車社会のありかた、すなわち車の“かしこい”使い方やエネルギー管理システムとしてのネットワークを考慮する必要があることが体系化された。

(3) 次世代自動車・燃料イニシアティブ

2007年5月には、経済産業大臣、自動車業界、石油業界の代表が集まって、エネルギー・環境問題の観点から将来の自動車燃料及び交通システムのあり方を検討し、その結果を「次世代自動車・燃料イニシアティブ」としてとりまとめられた。同イニシアティブでは、ITSは、交通流の円滑化等を通じて省エネルギー・CO2排出削減に貢献する重要な技術として位置づけられており、併せて、その実用化を促すことによって自動車産業のエネルギー・環境対策の促進に貢献する「ITを活用した世界一やさしいクルマ社会」が提唱された。

(4) 自動車の電子化に関する研究会

2007年には、ITSに関連する産業の育成・振興とともに、地球環境問題、エネルギー問題の解決に資する方策を幅広く検討するために設置された経済産業省の私的諮問機関である「自動車の電子化に関する研究会」により「エネルギーITS構想」が提唱された。

(5) エネルギーITS研究会

上記の「自動車の電子化に関する研究会」による「エネルギーITS構想」の提唱を受けて、2007年8月に「エネルギーITS研究会」が発足した。ここでは、エネルギーITSの具体像を明らかにし、自動車産業のエネルギー・環境対策の促進に貢献するための指針をとりまとめることを目的として検討を行い、その結果が報告書「エネルギーITSの推進に向けて」としてとりまとめられた。

(6) エネルギーイノベーションプログラム

経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進されている。

平成20年4月に制定された「エネルギーイノベーションプログラム」はその一つであり、エネルギー資源の約8割を海外に依存する我が国にとって、これを効率的に利用すること、即ち「省エネルギー」を図ることはエネルギー政策上の重要課題である。エ

エネルギー消費効率を2030年までに30%改善することを目標として「総合エネルギー効率の向上」が掲げられており、「エネルギーITS推進事業」は、この中の「先進交通社会確立技術」の一つとして、次に示すように位置付けられている。

4-I. 総合エネルギー効率の向上

4-I-v. 先進交通社会確立技術

(1) エネルギーITS推進事業（運営費交付金）

①概要

渋滞解消による交通流の円滑化や積極的な車両制御により省エネルギー・CO₂排出量削減を実現する高度道路交通システム（ITS）の実用化及び普及を促進し、運輸部門の温暖化対策を進めるため、自動運転・隊列走行技術の開発、CO₂削減効果評価方法の確立を行う。

②技術的目標及び達成時期

2012年度までにCO₂削減効果評価方法の確立を図るとともに、2020年代に実用化が見通せる自動運転・隊列走行の基盤技術の確立を目指す。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(7) 社会還元加速プロジェクト

平成19年6月の閣議決定を受けて、総合科学技術会議が司令塔となって、関係府省、官民の連携の下で、近い将来に実証研究段階に達するいくつかの技術を融合し、実証研究と制度改革の一体的推進を通して成果の社会還元を加速するプロジェクトとして社会還元加速プロジェクト（平成20年度から5ヶ年間のプロジェクト）が発足した。その中の一分野として、「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路情報システムの実現」が取り上げられ、その具体的な取り組みとして以下の施策が挙げられている。

- ① 世界一安全な道路交通社会の実現（インフラ協調による安全運転支援システムの確立）
- ② 都市交通の革新
 - (i) 様々な交通流情報の高度利用促進
 - (ii) 多様な交通手段の合理的選択と組合せ利用の促進
 - (iii) 都市内物流の効率化
 - (iv) 環境負荷の小さな次世代車両の導入
- ③ 高度幹線物流システムの実現
 - (i) 効率的で低コストな高度物流システム
 - (ii) 次世代物流技術の導入
- ④ 上記に関わる共通事項

- (i) 低エネルギー消費・高度安全輸送システム
 - ・環境・安全のための自動運転・隊列走行技術の開発
 - ・先進技術を使ったエコドライブシステムの開発
 - ・電気エネルギー活用システムの開発
- (ii) 情報通信技術の高度化
- (iii) 二酸化炭素削減効果の評価
 - ・信頼性の高い二酸化炭素削減効果評価
- (iv) 社会還元加速策

「エネルギーITS推進事業」は、上記の中でアンダーラインに示した「環境・安全のための自動運転・隊列走行技術の開発」及び「信頼性の高い二酸化炭素削減効果評価」の技術開発を行うものである。

1.3 実施の効果(費用対効果)

本事業の開発予算実績は、①自動運転・隊列走行技術の研究開発が 38.4 億円、②国際的に信頼される CO2 削減効果評価方法の確立が 5.2 億円、合計 43.6 億円である。当該事業の実施の効果（費用対効果）の概算について述べる。

(1) 交通流対策による燃料費削減効果（ITS の効果）

2011 年度の国内需要量は自動車用途として、ガソリンが 57,136 千 kL、軽油が 31,798 千 kL である（石油連盟 今日石油産業）。販売価格をガソリンが 150 円/L、軽油が 130 円/L とすると、両者を合わせた販売額は 12 兆 7 千億円となる。自動車用燃料の大部分がガソリンと軽油であることから、前述したように、交通流対策により自動車部門の約 6% の省エネルギーが達成でき、同一比率でガソリンと軽油の販売額を削減したとすると約 7,600 億円となる。②国際的に信頼される CO2 削減効果評価方法の確立の研究開発では、交通流対策そのものは実施しないが、それらの効果・評価を実施することで経済効果を判断できる。

(2) 自動運転・隊列走行トラックの燃費削減効果

トラック 1 台の年間走行距離を 20 万 km、燃料消費率を 3.5km/L、軽油販売価格を 130 円/L に仮定と、燃料費は 7.50 百万円/年/台となる。平成 25 年 3 月末の営業用普通貨物保有台数は 852,748 台（一般財団法人 自動車検査登録協会資料）、その内高速道路を 150km 以上走行する比率は 28.2%(平成 17 年度道路交通センサス)から、その台数は約 240 千台となる。自動運転・隊列走行の燃費削減率（3, 10, 15%）をパラメータに普及率を変化させて燃費削減効果（億円/年）を試算し図 I.1-5 に示す。燃費削減効果を 10%とし、普及率を 10%とすると燃費削減効果は年間約 180 億円となる。

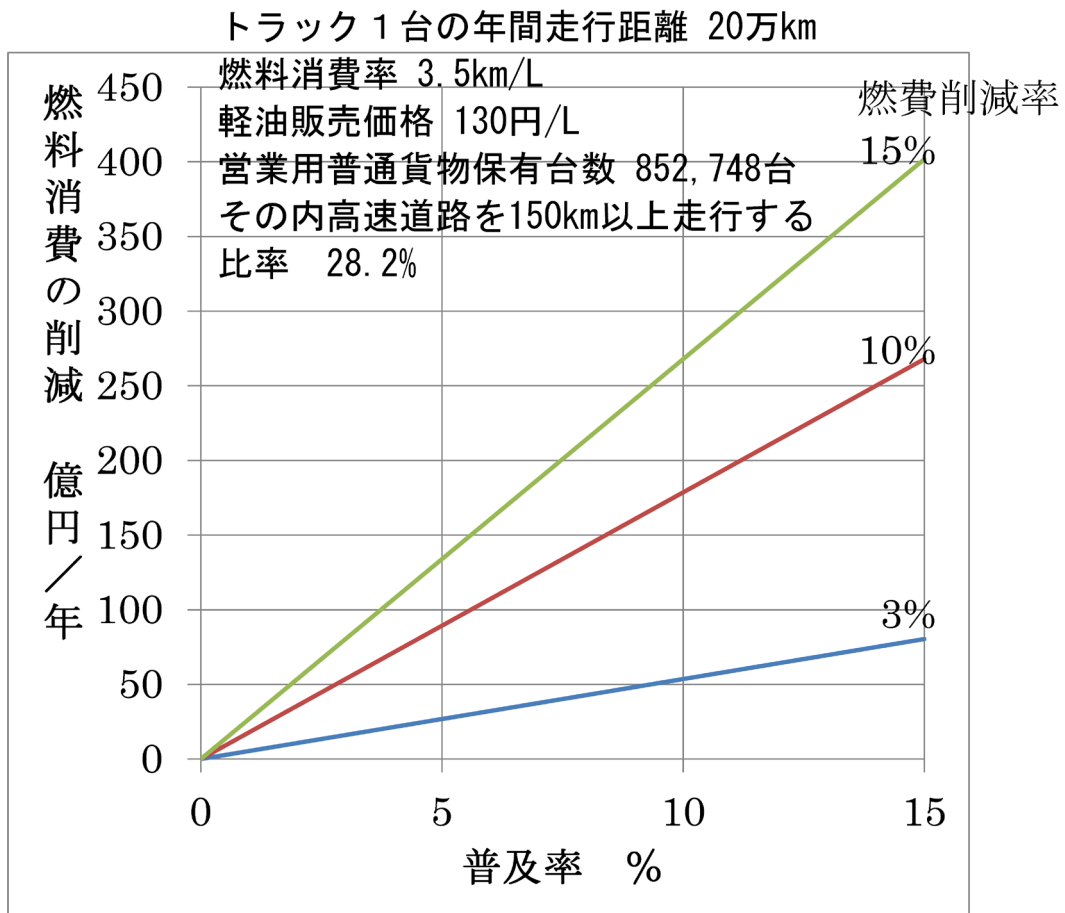


図 I.1-5 自動運転・隊列走行トラックの燃費削減効果

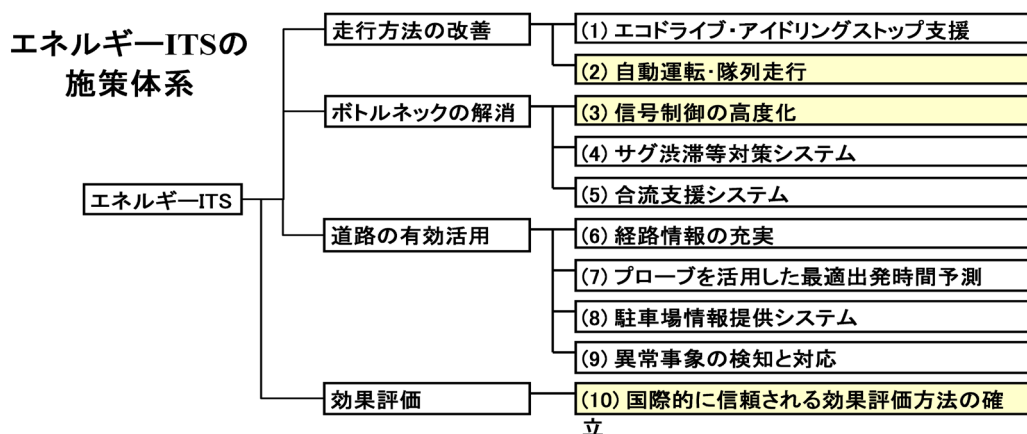
(3) 高度運転支援技術等への経済効果

上記の経済効果には長距離大型トラックの安全運転支援、物流事業者ドライバーの運転負荷軽減（労働環境の改善）は含まれていなく、この効果も含めればさらに大きな便益となる。

また、自動運転・隊列走行技術の研究開発では、様々なセンサー技術や制御技術等の要素技術を開発しており、それらは高度運転支援技術へ利用可能で、この点においての経済効果を見こむことができる。

2. NEDO事業としての妥当性

「1. 2 政策的位置付け」で述べたように、2007年8月に「エネルギーITS研究会」が発足し、その成果として報告書「エネルギーITSの推進に向けて」がとりまとめられた。同報告では、図I.2-1に示すように、自動車交通の省エネルギー体系とエネルギーITSの対象領域の関係が整理され、エネルギーITSの施策領域、すなわちCO2削減の方法は、「走行方法の改善」、「ボトルネックの解消」、「道路の有効活用」の3項目と、これらの施策のCO2削減効果を計測するための「効果評価」を加えた4項目に分類された。それをもとに、主として自動車利用の観点から技術開発項目を抽出する狙いから、(1)～(9)のサービスと、それら进行评估する(10)国際的に信頼される効果評価方法の確立が抽出された。



エネルギーITS研究会(2008年4月)にてエネルギーITSの推進に向けて必要な項目を整理し、産官学連携で下記の研究開発項目を特定

(2) 自動運転・隊列走行

(10) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

なお、” (3) 信号制御の高度化“は警察庁事業となりNEDO事業としては中止とした

(中間評価で説明済み)

図I.2-1 エネルギーITSの推進体系

エネルギーITSのプロジェクトは、省エネルギー・温暖化対策の効果が高いITSの実用化を促進し、運輸部門のエネルギー・環境対策を推進するものである。民間活動のみでは改善できず、公共性が高いこと、研究開発費に対するCO2削減効果が大きいことの観点から、CO2の削減効果が大きく、NEDO事業として実施すべきプロジェクトとして次のように整理した。

(2) (以下①) 自動運転・隊列走行

- ・長期的には運転制御・隊列走行の効果が大きい一方、その技術的課題は難易度が高い。

- ・多くの車両で協調走行（自動運転）が実現できれば、自動車からのCO2排出量を大きく削減することが期待される。

(10) (以下②) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

- ・技術・サービスの実用化・展開に際してはその効果評価が政策判断、投資判断等に非常に重要。

- ・そのため、国際的に信頼される効果評価方法の確立についても早急に検討着手することが望まれる。

②国際的に信頼される効果評価方法の確立では事例評価として①自動運転隊列走行が交通流全体に与えるCO2削減（省エネルギー）効果を試算し、両研究開発事業を連携させた。

なお、(3) 信号制御の高度化に向けた研究開発はプロジェクト当初の基本計画に含まれていたが、警察庁所管プロジェクトで実施を行う方向で調整し、NEDO事業からは除外した。この点については、中間評価で報告済みである。

3. 事業の背景・目的・位置付け

3. 1 エネルギーITSに関連する国内外の研究開発の動向

3. 1. 1 自動運転・隊列走行

(1) 自動運転・隊列走行の開発動向概要

世界で最初の自動車の自動運転の提案は、おそらく1939年に米国ニューヨークで開催された世界博にGMが出展したFuturamaであろう。FuturamaとはFutureとPanoramaの合成語で自動車の自動運転だけでなく未来（1960年代）の社会や生活全般を示す単語である。しかしながらFuturamaには自動車交通問題の解決手段としての自動運転の考えはなかったようである。

自動車の自動運転の研究が自動車交通問題を解決することを目的として最初に開始されたのは1950年代の米国である。その後現在に至るまで欧米日を中心に自動運転の研究は、山谷があったとはいうものの、継続されている。

自動車の自動運転システムは、その方式によって自律型（autonomous system）と協調型（cooperative system）に分類される。自律型システムとは、車載のインテリジェンスを用いた方式であるが、たとえばレーンマーカやガードレールなど自動運転を目的として設けられたのではない道路側の既存の設備、GPSや精密なデジタル道路地図を利用するシステムも自律型に分類する。一方、協調型システムとは、誘導ケーブルや磁気マーカ列など自動運転のために道路側に設けられたインテリジェンスと車載のインテリジェンスの協調による方式である。

1950年代後半から始まる自動運転システムに関する研究の歴史は、用いられた技術と時代背景によって、1950年代から1960年代にかけての第1期、1970年代から1980年代にかけての第2期、1980年代後半から1990年代後半までの第3期、21世紀に入ってから第4期に分けられる。第1期の特長は路車協調型、第2期の特長は自律型、第3期の特長はITSプロジェクトにおける各種方式の試用、第4期の特長は実用化を目指した両方式の使い分けということができる。

自動運転の対象とされた車両は、第1期、第2期では単独の乗用車であったが、第3期になると乗用車に加えて、路線バス、トラック、特殊車両（道路保守車両）が対象となり、安全だけでなく道路交通の効率と省エネルギーを目的として、乗用車やトラックの隊列走行が行われた。

第4期では、Google, GM, Ford, Daimler, VW, VOLVO, トヨタ等の日、米、欧の各メーカーでの自動運転の研究開発が進んだ。その成果はスバル/Eyesight, VOLVO/City Safety, Human Safety等の走行支援システムへ活用された。また、トラックの隊列走行の研究開発が行われている。表 I.3-1に2000年以降の隊列走行及び自動運転の取り組みを示す。20世紀のシステムでは、安全・快適、21世紀のシステムではそれに加

えて省エネルギー・環境を主目的としている。また、20世紀のシステムではラテラル制御（操舵制御）を路車協調で行うシステムが主流を占めているが、このシステムは限定された地域内以外には適用が困難であり、21世紀のシステムでは自律型が主流となった。

表 I.3-1 2000年以降の隊列走行及び自動運転の取り組み

◆国内外の研究開発の動向（自動運転・隊列走行）

2000年以降の隊列走行の取り組み

プロジェクト／内容	開発主体	時期	目的	縦方向制御		横方向制御		フェーズ	備考
				制御（台数、車間）	方式	制御	方式／センサ		
IMTS バス自動隊列走行	日／トヨタ	1999～2008	省人化	自動（3台、20m）	ミリ波レーダ＋車車間通信	自動	磁気マーカ	実用化	・専用軌道 ・磁気マーカ ・2005愛知万博で運用
PATH Track Platoon／トラック自動隊列走行	米／Cali PATH	2000～2010	安全、省エネ	自動（3台、3m）	ミリ波レーダ＋レーザレーダ＋車車間通信	手動（後続車とも）		研究完	
KONVOI／トラック自動隊列走行	独／アーヘン大（IKA）	2005～2009	安全、省エネ	自動（4台、10m）	ミリ波レーダ＋レーザレーダ＋車車間通信	自動	白線認識／画像認識、レーザレーダ	研究完	・ロボット技術の応用 ・公道実験
エネルギーITS／トラック自動隊列走行	日／NEDO	2008～2012	省エネ	自動（4台、4m）	ミリ波レーダ＋レーザレーダ＋車車間通信	自動	白線認識／画像認識、レーザレーダ	研究完	・フェイルセーフシステム（信頼性大）
SARTRE／トラック（プロドライブ）追従の自動車自動隊列走行	EU／FP7（ホルホ他）	2009～2012	省エネ 安全 利便	自動（トラック2台、乗用車3台、6m）	ミリ波レーダ＋レーザレーダ	先頭車：手動 後続車：自動	白線認識／画像認識	研究中	・Autonomous Road Train ・2011年10月にデモ

2000年以降の自動運転の取り組み

プロジェクト／内容	開発主体	時期	目的	制御	方式／センサ	フェーズ	備考
DARPA グランドチャレンジ（砂漠） アーバンチャレンジ（市街地）	米／国防総省	2004～2007	軍用車両の無人化	自動	白線、障害物、自車位置＋地図／画像認識3Dレーザレーダ、GPS	研究完	・軍事用途
自由ベルリン大／乗用車自律走行	独／自由ベルリン大	2007～	安全、効率	自動	白線、障害物、自車位置＋地図／画像認識、ミリ波レーダ、3Dレーザレーダ、GPS	研究中	・公道実験
HAVE it／システムを優先すべきシーンでの一時的自律走行	EU／FP7（VW、ホルホ他）	2008～2011	安全	自動	白線、障害物／画像認識、ミリ波レーダ、レーザレーダ	研究完	・居眠りや漫然運転（ドライバがループ外）時はシステム優先
EN-V／コムーラの自律走行	米／GM	2010～	安全、利便	自動	障害物、自車位置＋地図／画像認識、超音波センサ、GPS、車車間通信		・上海万博、オランダITS世界会議デモ ・車車間協調
VW／乗用車の高速道路自律走行	独／VW	2011～	ビジネス	自動	白線、障害物／ミリ波レーダ、画像認識、レーザレーダ、超音波センサ	開発中	・公道実験 ・高速道路のみ（max130km/h）
Google／乗用車自律走行	米／グーグル	2009～	ビジネス	自動	白線、障害物、自車位置＋地図／画像認識、ミリ波レーダ、3Dレーザレーダ、GPS	開発中	・3次元地図 ・公道実験 ・一般道含む
トヨタ／自動車自律走行	日／トヨタ	2011	安全	自動	白線、障害物、自車位置＋地図／画像認識、レーザレーダ、GPS	開発中	・東京モーターショーデモ ・運転支援技術開発

Google はネバダ、フロリダ、カリフォルニア、インディアナ州などで自動運転車に公道走行の認可を得ている。公道走行は、運転席には免許保持者が、助手席には技術者が乗車することが認可の条件である。

自動運転に関する技術は、米国では公道走行の段階に入っているが、行政官庁で許可を与えるために、システムの定義や分類が検討されている。表 I.3-2に米国のNHTSA及びドイツのBAStにおける高度運転支援システム、自動運転システム、自動運転・隊列走行システムの定義を示す。

表 I.3-2 米国のNHTSAとドイツのBAStにおける自律走行車に至るシステムの定義

Level	分類		自動制御		オーバーライド要求			責任所在	
	米国:NHTSA	ドイツ:BASt		制御環境条件	ドライバ	システム	不能時処理	モニター(*2)	制御(運転)
0	No-Automation 非自動化	Driver Only ドライバー単独	なし(*1)	—	—	—	—	ドライバー	ドライバー
1	Function-specific Automation 特定機能自動化	Assisted 支援	縦方向 or 横方向	限定	○	—	—	ドライバー	ドライバー
2	Combined Function Automation 結合機能自動化	Partially automated 部分自動	縦方向 and 横方向	限定	○	○ 短時間	—	ドライバー	ドライバー
3	Limited Self- Driving Automation 限定自律運転 自動化	Highly automated 高度自動	縦方向 and 横方向	限定	○	○ 十分な 余裕時間 (NHTSA) 余裕時間 (BASt)	—	システム (自動運転時)	システム (自動運転時)
4	Full Self-Driving Automation 完全自律運転 自動化	Fully automated 完全自動	縦方向 and 横方向	限定 (BASt) 非限定 (NHTSA)	— 無人も可 (NHTSA)	○(BASt) 十分な 余裕時間	最小リスク処理 (BASt)	システム (自動運転時)	システム (自動運転時)

米国数州で制定された自律走行車の試験走行を認可する法律は概して、同表に示したレベル3とレベル4の自動車を考慮している。米国運輸省国家道路安全局(NHTSA)は、2013年5月に州政府の自律走行車関連活動に関し図 I.3-1に示す要約の提言を行っている。

図 I.3-1 米国NHTSAの州政府の自律走行車関連活動に関する提言

・米国数州で制定された自律走行車を認可する法律は概して、レベル3とレベル4の自動車を考慮しているため、自動化レベル3と4の自動車を対象に提言。

- ・自律走行車の運転免許証を、別個に発行すべき。
- ・自律走行車の路上走行実験が他の道路利用者に及ぼすリスクを最小限にすること。
- ・テスト運転は、実験する自律走行車の能力に適した車道・交通・環境状況に限定すること。
- ・実験中の自律走行技術のパフォーマンスをモニターする報告義務要件を確立すること。
- ・自動運転モードから手動運転への移行過程が安全かつ簡単でタイムリーであること。
- ・自律走行テスト車は、自動技術の異常を検知し、記録し、運転手に知らせる能力を持つこと。
- ・自律走行技術の装備や操作で、連邦政府の定める安全機能や安全装置が不能にならないこと。
- ・自律走行テスト車が制御不能となったり、衝突事故にあった場合に、自動制御技術の状態と情報を記録すること。
- ・現時点では、自律走行車を実験目的以外の操作では認可しないよう州政府に勧告する。

以下では乗用車の自動運転・隊列走行とバスの自動運転・隊列走行に関する先行研究を紹介した後、エネルギーITS推進事業で取り上げるトラックの自動運転・隊列走行に関する先行研究開発を詳述する。これらの先行研究のうち、実用に供されたのはバスの自動運転・隊列走行だけであり、しかもいずれも道路側に新たな設備が必要な路車協調型のシステムである。自律型のトラックの自動運転・隊列走行については、先行研究はあるものの、現在のところ、実用に供されたシステムは存在しない。

(2) 乗用車の自動運転・隊列走行に関する先行研究

1990年代のITSに関する国家プロジェクトの中で自動運転は大きく取り上げられ、単独車両の自動運転だけでなく、複数台の自動運転車両による隊列走行が研究開発の対象となった。

(i) 我が国建設省のAHS

我が国の建設省は1995年から1996年にかけてAHS (Automated Highway System、自動運転道路システム) プロジェクトとして乗用車の隊列走行の研究開発を行い、テストコースと未供用の高速道路で実験とデモを行った。その目的は、小さな車間距離で走行させることによる道路実効容量の増加である。自動運転は路車協調型で、用いられた技術は、道路に埋設した磁気マーカ列を車載磁気センサで検出してラテラル制御 (ハンドルの制御) を行い、路側に設置された漏洩同軸ケーブルで速度指令を各車両に送信し、車間距離はレーザレーダなどで測定し、さらに車車間通信を行ってロン

ジチュージナル制御（速度・車間距離の制御）を行うものであった。

(ii) カリフォルニアPATHのプラトゥーン

米国では1991年に制定されたISTEA（総合陸上交通効率化法、Intermodal Surface Transportation Efficiency Act）に基づいてAHS（Automated Highway Systems）計画が開始され、1997年に大規模な自動運転のデモがカリフォルニア州サンディエゴで行われた。このデモで、カリフォルニアPATH（Partners for Advanced Transit and Highways）は、8台の乗用車を速度96km/h、車間距離6.3mで走行させている。カリフォルニアPATHは、1986年に発足した米国カリフォルニア州のITSプロジェクトで、カリフォルニア大学バークレー校を中心に当初から道路容量の増加とそれによる渋滞の解消を目的として自動運転・隊列走行システムの研究開発を行っている。その自動運転システムは路車協調型で、ラテラル制御には、走行コースに沿って埋設した磁気マーカ列を用い、ロンジチュージナル制御には76GHzのレーダによる車間距離測定と車車間通信を用いている。

(iii) 我が国通産省の協調走行

我が国の通産省では、機械技術研究所と自動車走行電子技術協会（現日本自動車研究所）を中心に1990年代半ばから車車間通信を用いた車両群の制御に関する研究を行っており、1997年には赤外線を用いた車車間通信で4台の乗用車を用いて円滑な合流支援の実験を行った。さらに2000年には5台の自律型自動運転車両の、車線変更や合流、追い越しを含む柔軟な隊列走行（協調走行）の実験を行った。各車両は、RTK-GPSによる高精度自車位置測定と精密地図データベースに基づくラテラル制御を行い、5.8GHzのDSRC（Dedicated Short Range Communication、専用狭域通信）を用いた車車間通信によって、全車両間で他の車両の位置と速度に関する情報を100ms周期で送受した。協調走行の目的は、交通流の円滑化による道路容量の増加と省エネルギー化にあった。

(3) 路線バスの自動運転と隊列走行

路線バスの自動運転には2種類ある。ひとつは、乳母車や車いすでの乗降を容易にすることを目的とした停留所付近だけの自動運転で、プレジジョンドッキングと呼ばれている。欧州では1980年代から公道で実施されており、近年カリフォルニアPATHも公道で試験を行っている。1980年代の欧州では路面に埋設した誘導ケーブルが使用され、カリフォルニアPATHは磁気マーカ列を用いている。

もう一つは狭隘路での自動運転で、その目的は、路側帯などの狭隘路をバス専用レーンとして活用し、路線バスの定時運行にある。狭隘路に沿った運転は手動では困難であるために自動運転を行う。米国ミネソタ大学とカリフォルニアPATHで実験を行った。ミネソタ大学のシステムは、D-GPSと地図データベースを用いた自律型であり、カリフォルニアPATHのシステムは磁気マーカ列を用いた路車協調型である。

オランダでは、2000年頃からPhiliusという自動運転バスがアイントホーフェン市内のバス専用レーンで試験が行われた。ラテラル制御には、デッドレコニングと4m間隔で埋設された磁気マーカ列が併用されている。

トヨタ自動車は1990年代後半に開発したIMTS (Intelligent Multimode Transit System) と呼ばれるシステムは、一般道では手動運転を行い、専用道ではラテラル制御に路面に埋設した磁気マーカ列を用いて自動隊列運転を行うデュアルモードバスである。このシステムの目的は中量輸送システムにあり、淡路島のテーマパークや2005年愛・地球博で運用された。IMTSはバスの隊列走行システムの唯一の例である。

(4) トラックの自動運転・隊列走行に関する先行研究

(i) EUのプロジェクトChauffeur

1995年から始まったEUのITSプロジェクトT-TAPで開発されたシステムで、当初は2台のトラックで、その後2000年代になってChauffeur IIとして3台のトラックで研究が行われた。いずれも先頭車両はヒューマンドライバが運転し、後続トラックが自動(無人)運転で追従するというものである。追従の方式は、先行トラックの背面に装着された8個の光マーカを後続のトラックが検出し、車間距離、相対方位を測定する。車車間通信を用いて加減速度を交換している。ビジネスにならないという理由で2004年にプロジェクトを終了した。

(ii) ドイツのプロジェクトKONVOI

ドイツのアーヘン工科大学を中心としたチームは4台のトラックからなる自動プラトーン走行システムのプロジェクトを2005年から2009年まで実施し、公道で車間距離10m、速度80km/hのデモを行った。先頭トラックはドライバが運転するが、後続トラックはマシンビジョンで検出したレーンマーカに沿って自動運転を行う。車間距離はレーダやレーザレーダで測定し、無線LANによる車車間通信機能を備えている。このシステムの主目的は道路の実効容量を増加させることにあった。

(iii) 欧州のプロジェクトHAVE-it

2008年からは、ヨーロッパでは予防安全と環境を目的としたHAVEit (Highly Automated Vehicle for intelligent Transport) プロジェクトが開始された。このシステムはドライバが存在することを前提とした自動化を目指しており、運転支援は、ドライバの負荷が非常に大きいときだけでなく、渋滞時のノロノロ運転時など負荷が非常に少ないときも行う。対象とする車種は乗用車と大型トラックである。

(iv) カリフォルニアPATHのトラック自動隊列走行

カリフォルニアPATHでは大型トラック3台の自動隊列走行の研究を行っており、2010年秋にはデモが行われる予定である。このトラックの自動隊列走行の目的は、高速走行時に空気抵抗を減らすことによる省エネルギー化にある。ラテラル制御は自動化されておらず、ロンジチュージナル制御だけが自動化されている。そのためにレー

ザレーダ、ミリ波レーダ、車車間通信を使用する。

(v) EUのSARTRE

EUが2009年秋に開始したSARTRE (Safe Road Trains for the Environment) プロジェクトは、安全と環境を目的とし、「Autonomous Road Train」(自律道路列車)を目標としている。すなわち先頭車両がトラック、後続車両群が乗用車である混合構成の隊列走行を目標としている。

(5) エネルギーITSの自動運転・隊列走行の特長

本プロジェクトは、省エネルギーに資する自動運転・隊列走行技術の開発を目標としている。図 I.3-2 は大型トラック 3 台の隊列走行における車間距離と燃費向上率との関係をシミュレーションで求めたものである。車間距離が短縮すると燃費は向上するが、追突の危険性が高まる。これらの点を考慮し、設定した目標の特長は以下の通りである。

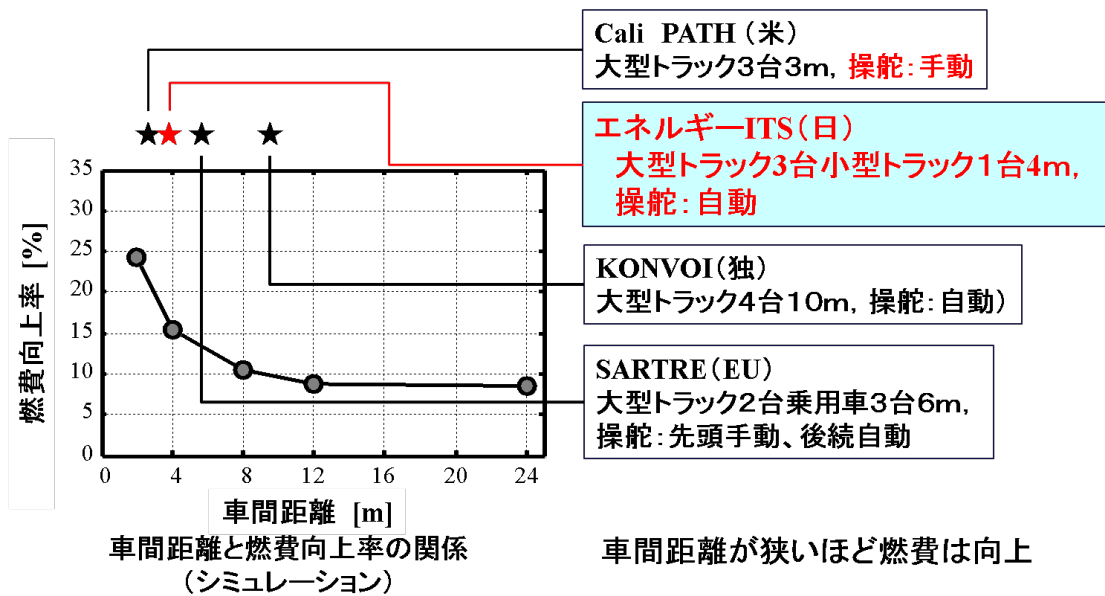


図 I.3-2 エネルギーITS (E-ITS) の技術的特長

- ・ 高速道路での隊列走行を想定し、時速 80km を目標に設定している。
- ・ 省エネ効果と技術的難易度 (安全性) を考慮して、世界最短クラスの 4m の車間距離目標を設定し、それにより、世界トップクラスの交通容量の増大と空気抵抗の削減効果を狙っている。
- ・ 車両総重量や制御特性が異なるトラックでの実現のため、大型トラック及び小型トラック混在の隊列を目標に設定している。
- ・ 実用化を目的として、衝突回避、車間距離、車線保持制御等のセンサー及び制御の多

重化図っている。

・実用化を念頭に「要素技術の確立」および「走行可能性の検証」をプロジェクトの目標に設定している。

3. 1. 2 CO2 削減効果評価手法

自動車からの CO2 排出量削減効果評価には、交通流シミュレーションと車両 CO2 排出量推計モデルを組み合わせることが一般的である。これらの個別技術として、以下に記すように既に国内外で種々のモデルが開発・運用されている。また、効果評価に関する研究も本プロジェクトと同時期に欧米で進められている。

(1) 交通流シミュレーションに関する先行研究

交通流シミュレーションのモデル開発の歴史は 1960 年代後半～70 年代初頭の欧米での研究にさかのぼる。我が国でも同時期に交通流シミュレーションの研究開発が始まっており、ブロック密度法（東大）や MICSTRAN・MACSTRAN（科警研）などのモデルが開発された。その後、80 年代～90 年初頭にかけて、交通流の動学理論や追従走行モデルに関する研究の進展を受け、交通流モデリングの考え方はこの時期にほぼ出そろった。90 年代以降は、計算機の価格低下や性能向上を背景として、GUI・アニメーション機能やデータ入力・編集機能が充実したパッケージソフトウェアが数多く開発された。現在は、国内で利用されている交通シミュレータだけでも、十数を数えることができる。1990 年代後半からは、シミュレータがブラックボックス化しているという批判を受けて、シミュレーション技術の普及促進のための研究者・開発者間の横断的なモデル認証への取り組みが見られるようになった。

(i) 欧州の SMARTTEST プロジェクト

1990 年代半ばより始まる欧州の大学・研究機関を中心とした SMARTTEST プロジェクトでは、ITS の評価に適した標準的なモデル要件を提示した上で、複数のモデルを比較評価している。このプロジェクトで評価されたシミュレータのいくつかは、その後ビジネス的にも成功を収めている。

(ii) 米国の NGSIM プロジェクト

SMARTTEST と同様の趣旨で、2000 年代初頭に始まった米国の NGSIM プロジェクトでは、検証用ベンチマークデータセットの整備など、後述の日本での活動の影響も見られる。SMARTTEST も含め、欧米での普及活動は、すでに市場にある特定のモデルを選定し推奨するといった、ビジネス面でも戦略的なねらいを持ったものといえる。

(iii) 土木学会ワークショップ (WG5/WS3) 交通工学研究会・交通シミュレーション

委員会

我が国では 90 年代半ばから土木学会のワークショップ活動（通称 WS3/WG5）を通して、よりオープンな立場でモデル認証への取り組みが始まった。これは、標準モデル検証プロセスに沿った検証 (verification & validation) とその結果公開 (disclosure) を求める「VVD ポリシー」を基本路線として、いわゆる手続き認証の形を目指すものである。その後、活動母体は交通工学研究会に移り「交通シミュレーションクリアリングハウス」を通して、標準モデル検証プロセスのマニュアルや検証用ベンチマークデータセットの配布、モデル検証結果の公開等を行っている。

(2) 車両 CO2 排出量推計モデルに関する先行研究

車両 CO2 排出量モデル開発の歴史は、自動車排出ガス規制が検討されはじめた 1970 年代に、自動車からの一酸化炭素 (CO)、炭化水素 (HC)、窒素酸化物 (NO_x) の排出ガス総量を把握し、排出ガス規制の効果を評価するための研究にさかのぼる。米国 EPA の開発した排出量モデル MOBILE や、我が国の環境省が用いている排出量推計モデルは、いずれも交通量と平均速度を入力とし、都市域以上の広域を対象とした排出量を推計するマクロスケールのモデルである。1990 年代以降、エンジン負荷と排出ガスのマップデータをベースにした、より詳細な車両挙動に対応した排出量の評価が可能なモデル (米国 CMEM など) が開発され、交差点周辺の挙動などのマイクロスケール領域の環境改善に活用された例 (JCAP/MICRO モデル) が出ている。また、ソフトウェアも公開され、多くの専門家の目による内部の計算手法、参照データの検証に加え、大気環境評価事業に実用的に使用されている。日本においても JCAP/JATOP プロジェクトにおいてモデルの公開がされている。図 I.3-3 に ITS 施策による CO2 削減量の評価の概念及びこれまでに開発された主なシミュレータを示す。

◆ITS施策によるCO2削減量の評価

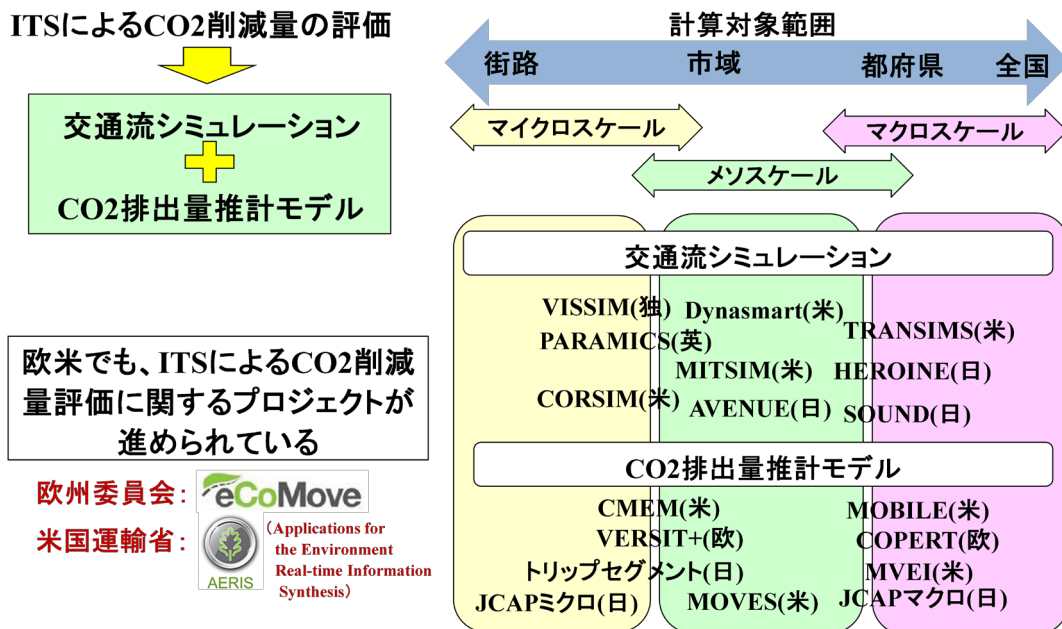


図 I.3-3 ITS 施策による CO2 削減量の評価

(3) ITS 効果評価に関する研究

ITS 施策による自動車交通分野からの CO2 削減評価に関するプロジェクトが欧州委員会や米国運輸省により推進されている。以下に主なプロジェクトを記すが、いずれも 2008 年のエネルギーITS 事業開始以降に開始されたプロジェクトである。

(i) eCoMove (2010.4~2013.3、欧州)

CO2 削減のためのグリーン ITS を実用試験を実施する。eco Smart Driving、eco Freight & Logistics、eco Traffic Management などにより、20%の CO2 削減を目標としている。

(ii) FREILOT (2009.4~2012.3、欧州)

市街地の物流効率化に関するプロジェクトで、物流総合管理などによりエネルギー効率を向上させる。燃料消費量 25%削減の可能性を実証するため、4つのパイロットプロジェクトが進められている。

(iii) COSMO (2010.11~2013.6、欧州)

エネルギー効率改善・CO2 排出量削減を実証するための交通制御施策、エコドライブ、情報提供等について、サレルノ (イタリア)、ウィーン (オーストリア)、ヨーテ

ボリ（スウェーデン）のパイロットサイトで、試験・検証を進めている。

(iv) AMITRAN (2011.11～2014.4、欧州)

運輸部門への ICT、ITS 施策導入による Well-toWheel の CO2 削減推計の方法論を開発するプロジェクト。

(v) AERIS (2011～、米国)

Connected Vehicle の一環として進められている。環境改善のため、リアルタイムでの交通情報提供等や信号制御によりエコ運転を支援・促進するプロジェクト。

(vi) ecostand (2010.12～2013.11、欧州)

2010 年 12 月から欧州委員会主導で開始された ecostand は、欧州・日本・米国の 3 極間で、ITS による CO2 削減効果評価について相互に方法論や検証方法を認証するためのプロジェクトである。本エネルギーITS プロジェクトの欧州側パートナーであり、このプロジェクトの開始によって、より緊密な情報交換を行えるようになり、国際連携が加速された。

(4) 先行研究における問題点

ITS 施策による CO2 削減の効果評価には、上記のような交通流シミュレーション技術と CO2 排出量モデルが不可欠となるが、現状のシミュレータを ITS 施策評価に適用するにはいくつかの問題点が残されている。

CO2 削減はグローバルな課題であり、地域・都市圏から全国規模での効果評価が求められるが、運転挙動を改善する ITS 施策の評価に使用できるマイクロスケールの交通流シミュレータは比較的狭い範囲にしか適用できない。一方、モーダルシフト推進のようなマクロスケールの施策もあり、これらの評価には異なるスケールのシミュレータが必要となる。従来は、ITS 施策ごとに異なるスケールのシミュレータを用いて個別に評価を実施していたが、それぞれの結果を積み上げたり複数の施策実施状況を時系列に沿って評価したりする際に、重複分を過大に評価してしまう問題や相乗・相殺効果を含めた評価が難しいという問題も挙げられる。

(5) 本事業における CO2 効果評価手法の特長

本プロジェクトでは、前述した課題の解決のため、図 I.3-4 に示す開発を実施する。

◆先行研究の問題点と改善策

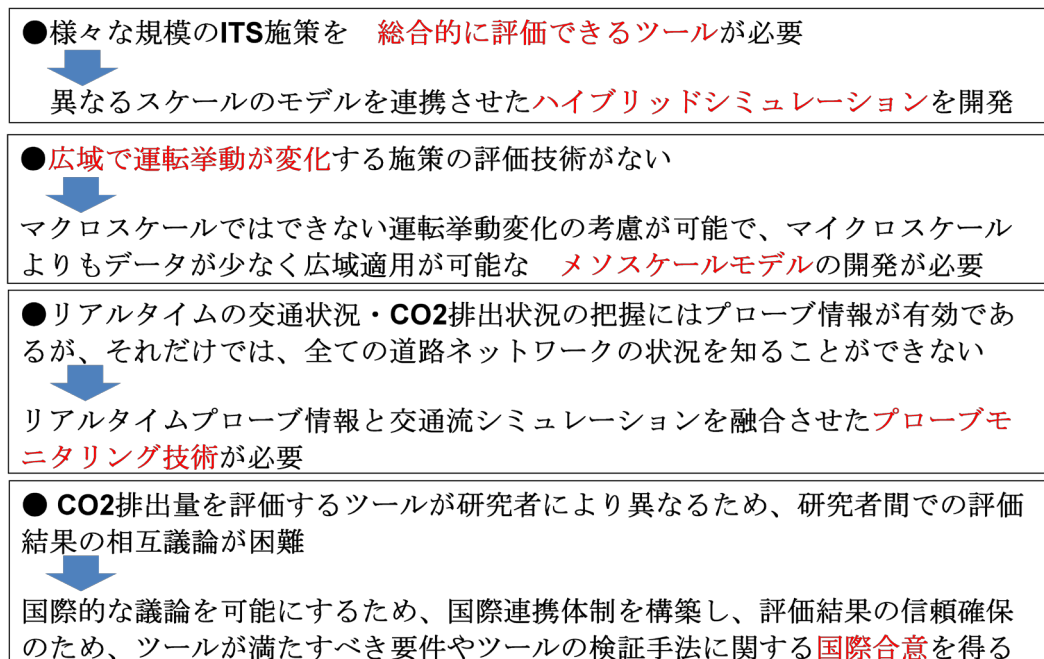


図 I.3-4 先行研究の問題点と改善策

(i) 広域エリアでの総合的な ITS 施策の評価

マイクロスケールからマクロスケールにわたる様々な施策を一元的に扱う「インテグレートドアプローチ」での評価を行うため、本プロジェクトでは「ハイブリッドシミュレーション」の開発に取り組んだ。これは、実績のあるマイクロシミュレータと広域シミュレータの統合フレームワークを開発するとともに、マクロスケールではできない運転挙動変化を考慮可能で、かつマイクロスケールよりもデータが少なく広域適用が可能なメソスケールモデルを開発し、各種施策を地域・都市圏～全国規模で一元的に評価することを目指すものである。

(ii) リアルタイムの交通状況・CO2 排出状況を把握するリアルタイムプローブ情報と交通流シミュレーションを融合させたプローブモニタリング技術を開発し、リアルタイムの状況を示すことを目指すも。

(iii) 工学的な「モデル検証」に立脚したオープンな技術開発

本プロジェクトの重要な課題である、国際間での評価技術の連携の基本スタンスとして、工学的な「モデル検証」に立脚したオープンな技術開発プロセスに則ることを掲げている。国際連携においては、相手方には詳細がわからない独自の技術で評価した結果を提示しても、それが受け入れられるのは困難と考えられる。このため、日米欧で共通の検証プロセスを確立し、モデル開発により抽出された要件を国際的に承認することを目指す。

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目的

I T S 技術を利用する省エネルギー型社会システムの構築に、産学の科学的知見を結集して取り組み、これを産業技術へつなげていくとともに、社会の共通基盤の整備を通じて、行政、産業界、地域住民等の間で科学的知見に基づいた正確かつ適切な認識の醸成を図ることが重要である。

本プロジェクトは、省エネルギー効果の高い I T S を、運輸部門のエネルギー・環境対策として位置づけ、「物流効率倍増を目指す自動制御輸送システム」及び「渋滞半減を目指すクルマネットワーク化社会システム」の実現を目指すものであり、これを実現する技術開発を行うことを目的とする。

本技術を確立するには、I T S の各技術要素のみならず、自動車技術、通信技術、交通流制御技術、CO₂ の排出予測技術など相互に関連する各々の単体技術のシステム化や国内及び国際標準化が必要であり、共通基盤技術の形成、産業競争力の強化、新規産業の創出及び CO₂ 排出量削減に資する。

2. 事業の目標

最終目標として、自動運転・隊列走行の要素技術確立と、国際的に信頼される CO₂ 削減効果評価方法の確立を目指す（基本計画より）。

表Ⅱ. 2-1に①自動運転・隊列走行の研究開発目標と目標設定の根拠を示す。

表Ⅱ. 2-1 ①自動運転・隊列走行の最終目標と根拠

研究開発目標	根拠
「情報通信技術を用いた安全で高効率な道路交通システムの実現」に資する自動運転・隊列走行に係る要素技術を確立するとともに、それらのシステムを搭載した実験車によって、一般の車が混在する走行環境下において大型トラックおよび小型トラック合計4台隊列で時速80km定常、車間距離4mでの走行可能性を検証する	<ul style="list-style-type: none">・高速道路での隊列走行を想定し、時速80kmを設定・省エネ効果と技術的難易度(安全性)を考慮して、車間距離の目標を設定・車両総重量や制御特性が異なるトラックでの実現のため、大型トラック小型トラック混在の隊列を目標に設定・実用化を念頭に「要素技術の確立」および「走行可能性の検証」を設定

プロジェクト実施に当たっては、実用化時期を短期、中期、長期に分けて表Ⅱ. 2-2 に示す隊列走行の実用化シナリオを作成し、研究開発に取り組んだ。短期では運転支援、中期

では高度運転支援（部分自動運転）、長期では自動運転（航続車無人）のコンセプトである。

表Ⅱ. 2-2 ①自動運転・隊列走行の実用化シナリオ

▶実用化シナリオに基づいた研究開発（自動運転・隊列走行）

実用化時期を考慮したコンセプトを設定し、研究開発を実施

隊列走行のコンセプト

コンセプト目標	X(CACC)	Y	Z
実用化時期	～2020年	2020年～2030年	2030年以降
省エネ化	2～3%	10%	15%
制御レベル	運転支援	高度運転支援 (部分自動)	自動運転 (後続車無人)

表Ⅱ. 2-3に②国際的に信頼される効果評価方法の確立の研究開発目標と目標設定の根拠を示す。

表Ⅱ. 2-3 ②国際的に信頼される効果評価方法の確立の最終目標と根拠

研究開発目標	根拠
1) CO2排出量推計技術の検証手法を策定して、ツール群(ハイブリッドシミュレーションモデル、プローブによるCO2モニタリング技術、CO2排出量推計モデル)から得られるCO2排出量の妥当性及び精度を検証し、信頼性のあるCO2排出量推計技術およびデータウェアハウスを完成させる	・ITS施策を評価するには、広域～地区レベルに対応できる交通流とCO2排出量を計算するツール(ハイブリッドシミュレーション)が必要であり、それらの計算結果には信頼性が要求されるため
2) ITS施策の効果評価手法として満足すべき要件(CO2排出量の推計精度、車両挙動データの出力項目、車両カテゴリーの定義等)やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意した上で、国際標準化への提案等に資する技術報告書としてとりまとめ、公表する	・国際的にCO2排出量を評価、比較するには、使用するツールが国際的に合意された要件や検証手法を満たしている必要があるため

3. プロジェクト全体のマネージメント

3.1 研究開発費用実績

研究開発費用実績は下記の通りで、総計約 44 億円である。

平成 24 年度には CACC ドライバ受容性評価及びトレラ型トラックでの隊列走行の FS 実施に 350 百万円の加速予算を充当した。

表Ⅱ.3-1 研究開発費用実績

◆開発予算		(単位:百万円)				
	'08	'09	'10	'11	'12	合計
① 自動運転・隊列走行技術の研究開発	730	896	731	689	792	3,838
② 国際的に信頼される効果評価方法の確立	74	102	151	102	92	521
合計	804	998	882	791	884	4,359

※①自動運転・隊列走行技術の研究開発には2012年度 加速予算 350百万円を含む

3.2 知財の管理

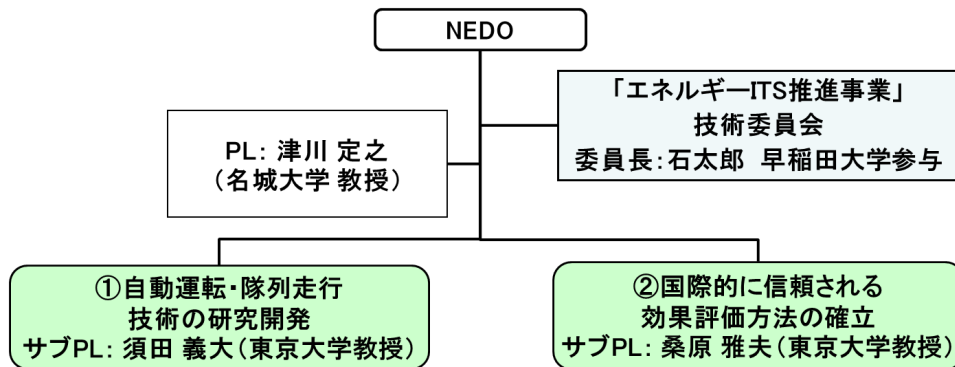
本プロジェクトでは、実施者間で開発テーマの重複がないため共有化の必要がなく、実施者間での秘匿の必要性もあるため、次の基本方針で知財の管理を実施した。

- ・知的財産は原則として実施者に帰属させる。
- ・実施者の知財戦略に従って、出願、ノウハウとして秘匿などを決定する。
- ・知財管理に関する問題が生じた場合および共同出願はその都度協議する。

3.3 研究開発の運営管理

NEDO とプロジェクトリーダーの名城大学津川定之教授、①自動運転・隊列走行のサブプロジェクトリーダー須田義大東京大学教授及び②国際的に信頼される効果評価方法の確立サブプロジェクトリーダー桑原雅夫東大教授を中心に各年度の実施方針案等を作成して、「エネルギーITS 推進事業」技術開発委員会（石太郎委員長 早稲田大学参与）の審議を経てプロジェクトを実施した。図Ⅱ.3-1 プロジェクト運営管理体制、表Ⅱ.3-2 に「エネルギーITS 推進事業」技術開発委員会のメンバー、図Ⅱ.3-2 に技術委員会での議論の内容及び指摘事項を示す。中間評価以降、中間評価の指摘事項に対する議論を行い、基本計画の改定や実施方針に反映させた。

NEDOとPL, サブPLを中心に、各年度の実施方針案、必要な際には変更案を作成。技術委員会の審議を経て実施



図Ⅱ.3-1 プロジェクト運営管理体制

表Ⅱ.3-2 「エネルギーITS 推進事業」技術開発委員会

委員長

早稲田大学 環境総合研究センター

石 太郎 参与／客員研究員

委員

名城大学 理工学部

津川 定之 教授

九州大学 大学院 システム情報科学研究院

川邊 武俊 教授

早稲田大学 理工学術院 創造理工学部

大聖 泰弘 教授

京都大学 大学院工学研究科

中川 大 教授

東京都市大学 環境情報学部

増井 忠幸 教授

名古屋大学 大学院環境学研究科

森川 高行 教授

鳥取環境大学

鷲野 翔一 客員教授

特定非営利活動法人 ITS Japan

寺島 大三郎 専務理事 (H20)

特定非営利活動法人 ITS Japan

天野 肇 専務理事 (H21～)

(社)日本自動車工業会

川本 雅之 部会長(H20)

(社)日本自動車工業会

木津 雅文 部会長(H21～)

中日本高速道路(株)

猪熊 康夫 部長

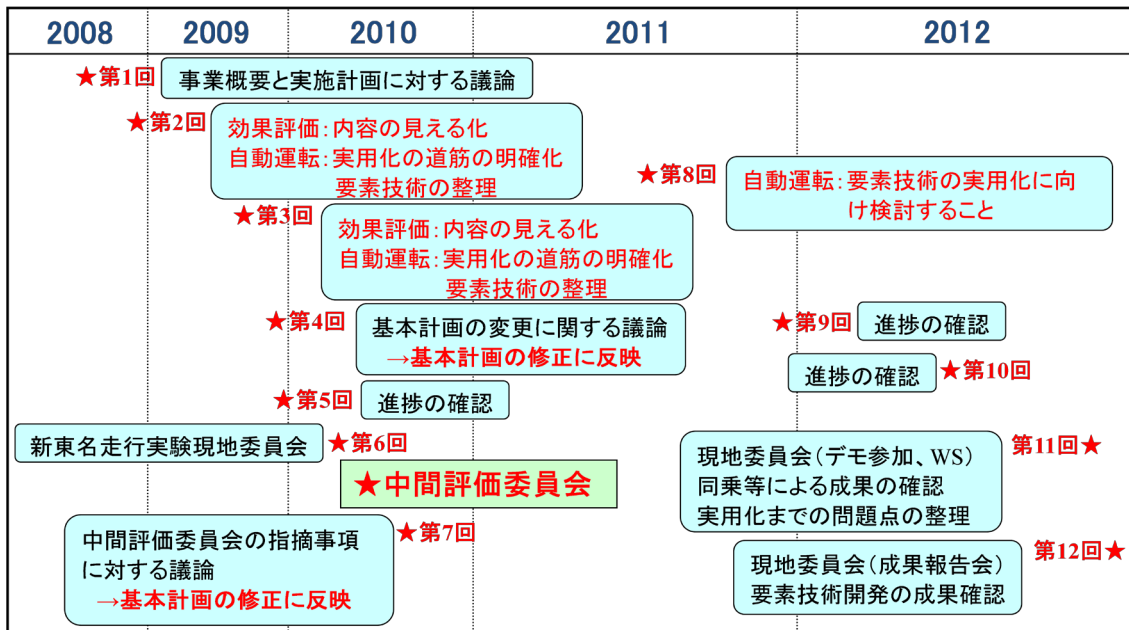


図 II. 3-2 技術委員会での議論の内容及び指摘事項

3. 4 実施体制

3. 4. 1 ①自動運転・隊列走行技術の研究開発の実施体制

センサー系や制御系の各要素技術の開発を担当する委託先とシステム構築を担当する委託先を有機的に配置した。システム構築には平成24年度に我が国の大型車メーカー4社を再委託として加えた。

日本自動車研究所をとりまとめ役に、研究体制を構築
2012年に大型車メーカー4社を再委託先として体制に追加

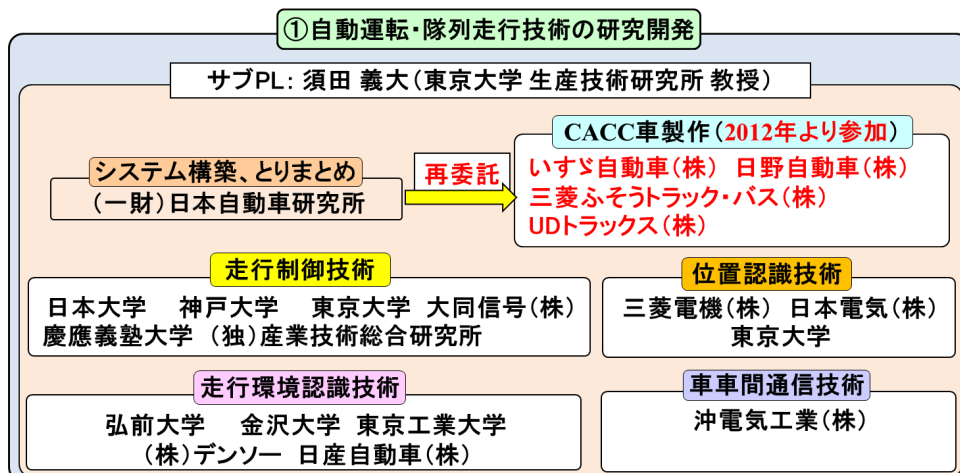


図 II. 3-3 ①自動運転・隊列走行技術の実施体制

また、NEDO 主催の「エネルギーITS 推進事業 技術委員会」とは別に、表Ⅱ.3-3 に示す「自動運転・隊列走行研究開発委員会」及び表Ⅱ.3-4 に示す「隊列走行事業性検討会」を委託先で設置し具体的な研究開発に対するアドバイスや成果の普及について論議し、意見を伺った。

表Ⅱ.3-3 自動運転・隊列走行研究開発委員会

氏名		所属
須田 義大	委員長	東京大学生産技術研究所 教授
石 太郎	委員	早稲田大学 参事／招聘研究員
川邊 武俊	委員	九州大学 教授
鷺野 翔一	委員	鳥取環境大学 客員教授
林 昌仙	委員	特別非営利活動法人 ITS Japan 常務理事
半田 正利	委員	(株)いすゞ中央研究所 取締役
古和 義治	委員	(社)電子情報技術産業協会 ITS 事業化専門委員会 委員長
森田 真	委員	(社)日本自動車工業会 ITS 技術部会 スマートシステム副分科会長
杉山 昌典	委員	(社)日本自動車部品工業会 電子装置技術委員会 ITS 部会 幹事
榎本 英彦	委員	日野自動車株式会社 技術研究所 車両研究室 室長

表Ⅱ.3-4 隊列走行事業性検討会

氏名		所属
山岡 久芳	委員	NEC ロジスティクス株式会社 営業企画部 部長
永嶋 功	委員	(社)全日本トラック協会 交通環境部 部長
長嶋 英一	委員	(社)全日本トラック協会 交通環境部 課長
興村 徹	委員	株式会社 日通総合研究所 経済研究部 部長
北條 英	委員	日本ロジスティクス協会 副センター長
清水 岳治	委員	ヤマト運輸株式会社 車両課 課長
田中 敏夫	委員	(特定非営利活動法人 ITS Japan 担当部長
田代 清彦	委員	特定非営利活動法人 ITS Japan 担当部長
足立 邦彦	委員	トヨタ自動車株式会社 IT・ITS 企画部 課長
松本 佐織	委員	トヨタ自動車株式会社 IT・ITS 企画部

3. 4. 2 ②国際的に信頼される効果評価方法の確立の実施体制

プローブによる CO2 モニタリング技術及びハイブリッドシミュレーション等の交通流の推計をアイ・トランスポート・ラボ (ITL)、CO2 排出量の推計を(財)日本自動車研究所、交通データ基盤の構築を東京大学生産技術研究所が担当し、CO2 排出量推計技術検証及び国際連携による効果評価手法の相互認証は3者共同で取り組んだ。

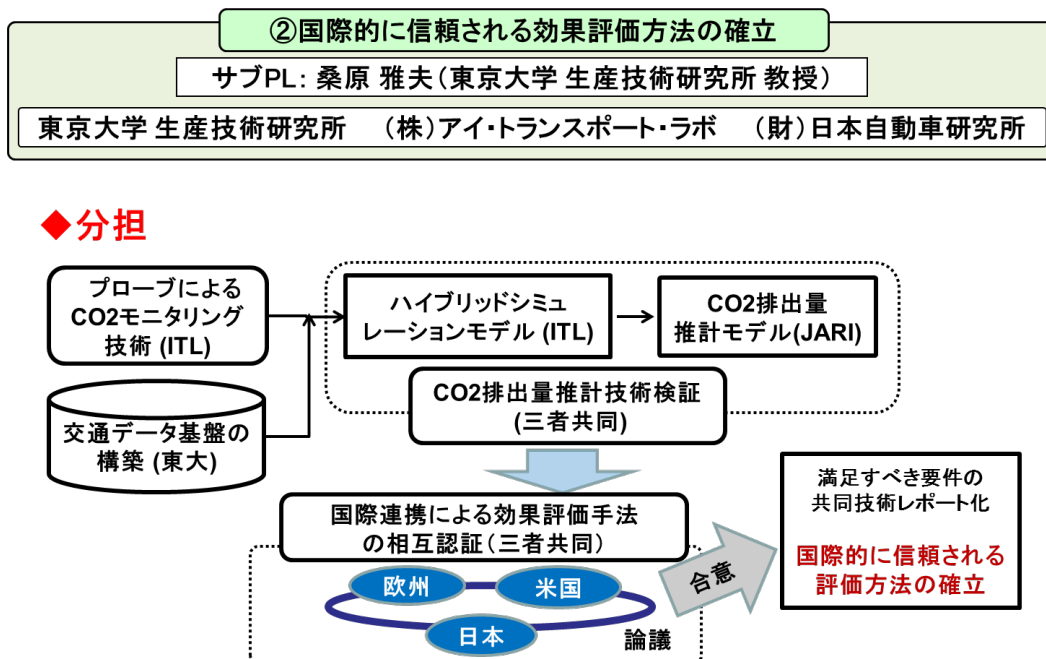


図 II. 3-4 ②国際的に信頼される効果評価方法の確立の実施体制

また、「エネルギーITS 推進事業 技術委員会」のステアリング委員会とは別に、委託先に表 II.3-5 に示す「国際的に信頼される効果評価方法の確立」委員会を設置し、交通および自動車排出ガスに関する有識者である大学教授および国立研究所の専門家さらに本ツールの主な利害関係者と目される政府・地方自治体関係者にオブザーバとして出席いただき、研究開発の具体的な進め方や、本ツールを元にした国際的な評価基準を構築することについて論議し、意見を伺った。

表 II. 3-5 「国際的に信頼される効果評価方法の確立」委員会

氏名		所属
桑原 雅夫	委員長	東京大学 生産技術研究所 教授 (兼任)
森川 高行	副委員長	名古屋大学 大学院 教授
中川 大	委員	京都大学 大学院 教授
飯田 訓正	委員	慶應義塾大学 教授

金澤 文彦	委員	国土交通省 国土技術政策総合研究所 室長
小林 伸治	委員	独立行政法人国立環境研究所
佐原 健一	委員	特定非営利活動法人 ITS Japan
村重 至康	委員	高速道路総合技術研究所 部長
山口 修一	委員	首都高速道路株式会社 部長
大野 栄嗣	委員	一般社団法人日本自動車工業会 主査
柘植 正邦	委員	本田技研工業株式会社 技術主任
塚本 晃	委員	タクシードライブ実用化研究会 事務局長
堀口 良太	委員	株式会社アイ・トランスポート・ラボ 代表取締役
山下 毅	オブザーバ	経済産業省 製造産業局 自動車課
森田 淳子	オブザーバ	内閣府 科学技術政策・イノベーション担当
伊藤 健一	オブザーバ	警察庁 交通局 交通企画課
谷口 宏樹	オブザーバ	総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課
宮武 宜史	オブザーバ	国土交通省 自動車局 環境政策課
上野 喬大	オブザーバ	国土交通省 道路局 道路交通管理課
真山 茜	オブザーバ	国土交通省 道路局 道路交通管理課
村上 章	オブザーバ	東京都 環境局 自動車公害対策部

4. 研究開発のマネージメント

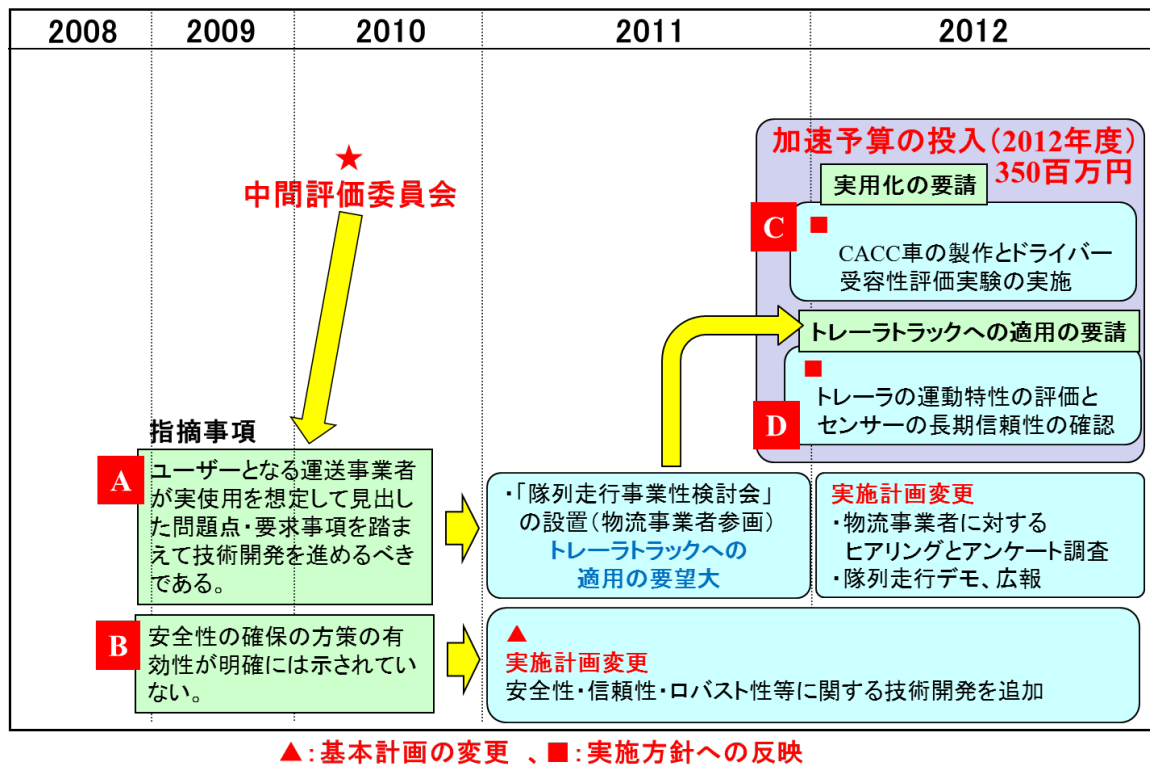
4.1 ①自動運転・隊列走行技術

4.1.1 中間評価結果への対応

中間評価の指摘を受けて、安全性の向上と実用化を強く意識して研究開発を進め、安全性・信頼性・ロバスト性に関する技術開発を追加して車両を製作するとともに、技術的に可能であることを実証し、物流事業者のドライバーによる受容性評価実験によって社会システムとして導入可能であることを示すことにした。

上記の基本的な考え方に沿って、以下に示す実施方針へ反映及び加速財源の投入等を行った。

図Ⅱ.4-1 に中間評価以降の情勢の変化への対応を示す。図中の記号A, B, Cは指摘事項などの説明と対応している。



図Ⅱ.4-1 中間評価以降の情勢の変化への対応

「指摘事項A」

・ユーザーとなる運送事業者が実使用を想定して見出した問題点・要求事項を踏まえて技術開発を進めるべきである。

表Ⅱ.4-2 中間評価の指摘事項と対応 (A)

指摘	対応
<p>A</p> <p>ユーザーとなる運送事業者が実使用を想定して見出した問題点・要求事項を踏まえて技術開発を進めるべきである</p>	<p>物流事業者等が参画する「隊列走行事業性検討会」を設置 トレーラトラックへの適用の要望を把握 物流事業者に対するヒアリングとアンケート調査を実施計画に追加 ユーザーニーズの調査・分析と実用化・事業化に関する課題を抽出 物流事業者による受容性実験を実施 加速財源の使用 広報活動の充実 隊列走行デモンストレーション、成果報告会等の開催</p>

反映

- ・物流事業者等が参画する「隊列走行事業性検討会」を設置し、合わせて物流事業者に対するヒアリングとアンケート調査を実施しユーザーニーズの調査・分析と実用化・事業化に関する課題抽出を行った。
- ・「隊列走行事業性検討会」では、物流事業者より実用化時の姿を想定して、トレーラ型トラックへの自動運転・隊列走行の適用の強い要望を把握した。
- ・実用化の時期を短期、中期、長期と分け、短期を想定して実用化を推進するため、加速財源を投入して大型車メーカ4社にて、車間距離及び車速制御は自動、操舵制御は手動のCACC(Cooperative Adaptive Cruise Control)実験車を開発し、物流事業者5社のドライバ20人と業務管理者14人による受容性実験を実施した。
- ・関係するステークホルダに対して、隊列走行のデモンストレーションや成果報告会等を開催した。

「指摘事項B」

- ・自動運転・隊列走行技術の開発においては、安全性の確保を前提として進めているが、方策の有効性が明確には示されていない。類似の研究プロジェクトがある中で、それを実現するために乗り越えるべき課題、特に他に比べて優れた技術は何かを前面に出すべきである。実用化・事業化を図るには、安全面、運用面から多くの課題が存在する。

反映

「安全性の確保」を目的に「要素技術の確立」と「実験車による走行可能性の検証」を基本計画の最終目標に追加し、特に安全性・信頼性・ロバスト性等に関する下記の技術開発を行った。

(1) 積雪等により白線認識が出来ない場合のトラッキング技術


積雪等により白線認識が出来ない場合、あるいは、障害物との衝突回避のためレーンチェンジを行う場合、隊列内の後続車が先頭車の横方向の動きを追尾するトラッキング技術。

(2) センサー等の多重系を含む信頼性向上技術

a) 車線維持制御用として白線の画像認識技術とレーザ光を用いた2種類のセンシング技術、それに加えて太陽光の影響を受けない投光式高速カメラ技術の多重化、

- b) 障害物認識の全天候・全時間帯に対して信頼性を向上するためレーザレーダ・ミリ波レーダのフュージョン技術や遠赤外線カメラによるステレオ画像認識技術
- c) 電波式車車間通信の冗長系とする光車車間通信技術
- d) 車線維持や車間距離等の制御をおこなう走行制御 ECU が故障した場合の安全性を確保するフェイルセーフ ECU、

表Ⅱ.4-3 中間評価の指摘事項と対応 (B)

指摘	対応
<p>B</p> <p>安全性の確保の方策の有効性が明確には示されていない</p>	<p>「安全性の確保」を目的に「要素技術の確立」と「実験車による走行可能性の検証」を基本計画の最終目標に追加</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>中間評価前の最終目標 一般の車が混在する走行環境下において大型トラックおよび小型トラック合計4台隊列で時速80km走行定常、車間距離4mで走行可能な隊列走行実験車を開発</p> </div> <p style="text-align: center;"></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>中間評価後の最終目標 「情報通信技術を用いた安全で高効率な道路交通システムの実現」に資する自動運転・隊列走行に係る要素技術を確立するとともに、それらのシステムを搭載した実験車によって、一般の車が混在する走行環境下において大型トラックおよび小型トラック合計4台隊列で時速80km定常、車間距離4mでの走行可能性を検証する</p> </div> <p>安全性を向上させるための技術開発項目の検討を行い、以下の技術開発を実施するために実施計画を変更</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 白線認識が出来ない場合などに、隊列内の後続車が先頭車の動きを追尾するトラッキング技術 (2) 画像認識技術とレーザ光を用いた2種類の白線認識技術、および投光式高速カメラの開発による多重化 (4) 障害物認識の信頼性向上ため、レーザレーダ・ミリ波レーダのフュージョン技術や遠赤外線カメラによるステレオ画像認識技術 (4) 光通信技術の開発による車車間通信の2重化。 (5) 故障時に安全を確保できるフェイルセーフ ECU

4. 1. 2 情勢変化への対応

中間評価以降の情勢変化への対応の概要は次の通りである。

「情勢C」 大型車メーカー4社の再委託による CACC 車両の製作と受容性評価実験

早期実用化に繋げるため平成24年度から我が国の大型車メーカー4社を（一財）日本自動車研究所の再委託先とし、それぞれのメーカーの車両に CACC の要素技術を開示して物流事業者のドライバが乗車可能なドライバ受容性評価実験車を製作した。物流事業者のドライバにより隊列実験車4台による走行実験をおこなうとともに、手動運転⇔自動運転・隊列走行のヒューマン・マシン・インターフェース (HMI) も含めた受容性評価実験を行った。

「情勢D」 トレーラ型トラックへの技術適用の見極め

中間評価の指摘を受けて設置された隊列走行事業性検討会で、物流事業者はトレーラ型トラックへの技術の適用を強く要望していることが判明した。このため、トレーラ型トラ

ックへの自動運転・隊列走行の適用を検討するため、道路延長約 30km の専用道にてトレーラ型トラックを運用している宇部興産（株）の協力を得て、トレーラ型トラックの車両制御モデルシミュレーション、自動操舵装置やブレーキ制御装置の制御性能及び長期長期信頼性を評価し、可能性を見極めた。

表Ⅱ.4-4 情勢変化への対応

情勢	対応と成果
<p>C</p> <p>・実用化への要請</p>	<p><u>大型車メーカー4社を日本自動車研究所の再委託先とする研究開発体制に変更し、再委託先へ技術開示</u></p> <p>早期の技術移転を目的に、CACC車(コンセプトX対応)の要素技術を大型メーカーに開示し、物流事業者のドライバーが乗車可能なドライバー受容性評価実験車を製作</p> <p><u>物流事業者の受容性を評価するため、物流ドライバーによるCACC実験車4台による走行実験を実施</u></p> <p><u>加速財源の投入</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>[成果] 実験参加ドライバーへのアンケート調査を行い 隊列走行に対して好意的な評価を得た</p> </div>
<p>D</p> <p>・トレーラトラックへの適用の要請</p> <p>←「隊列走行事業性検討会」での要望</p>	<p><u>協力可能なトレーラトラック所有者を調査、選定</u></p> <p>宇部興産に協力を要請</p> <p><u>開発項目の検討と実施計画の変更</u></p> <p>トレーラトラックの動特性の把握とセンサー類の長期信頼性の評価を実施</p> <p><u>加速財源の投入</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>[成果] 自動運転技術のトレーラ型トラックへの適用の可能性とセンサー類の長期信頼性を確認した。</p> </div>

4.1.3 成果の広報

成果の広報の概要を表Ⅱ.4-5 に示す。実用化に向けて技術的・社会的な問題の整理と社会的認知度を高めることを目的として様々な広報活動を行った。平成24年度末には、産総研北サイトにての公開実験及び記者発表、関係者約400人に対する自動運転・隊列走行のシステムの試乗デモや、ワークショップのほか、②国際的に信頼される効果評価方法の確立と合わせて成果報告会を実施し、そのプレゼン資料はNEDOのホームページで公開した。また、ITS世界会議にて国際ワークショップを開催し、日米欧の研究者による技術的および非技術的課題について意見交換を行った。

表Ⅱ.4-5 成果の広報

▶ 研究成果の実用化に向けて、多様な広報活動を実施

報告会・記者発表	内容
1. 記者発表 および試乗会	場所：つくば市「産業技術総合研究所北サイト」 出席マスコミ数：35社 内容： 実験車のマスコミ関係者への公開
2. 「自動運転・隊列走行 Demo 2013」の開催	場所：つくば市「産業技術総合研究所北サイト」 来場者：関係者約400人 内容： 関係者に対する技術展示および隊列走行のデモと試乗
3. 「エネルギーITS推進 事業成果報告会」の 開催	場所：東京お台場「東京国際交流館」 参加者：150人(全体) 内容：技術展示及び全委託先からの成果報告 (要素技術に重点)
4. 「自動運転・隊列走行 ワークショップ」の 開催	場所：つくば市「つくば国際会議場」 参加者：120人 内容：成果報告、 実用化に向け専門家との意見交換と問題点の整理
5. 「自動運転・隊列走行 国際ワークショップ」 の開催	場所：ウイーン「ITS世界会議会場内」 参加者：40人(内欧米研究者15名) 内容： 日米欧の研究者による技術的および非技術的課題について意見交換

4. 1. 4 実用化推進のための取組

前述した4. 1. 1 中間評価結果への対応及び4. 1. 2 情勢変化への対応の通り、下記の取組を行った。

a) 大型車メーカー4社の再委託によるCACC車両の製作と受容性評価実験

自動運転・隊列走行のシステムを実用化・事業化するには、ユーザがあること、車両システムを製造して販売する自動車メーカーがあることが必要である。

前者については、物流事業者等が参画する「隊列走行事業性検討会」を設置し、合わせて物流事業者に対するヒアリングとアンケート調査を実施しユーザーニーズの調査・分析と実用化・事業化に関する課題抽出を行った。

また、図Ⅱ.2-2 に示した①自動運転・隊列走行の実用化シナリオを作成し、早期実用化を図る短期については、平成24年度から再委託先とした大型車メーカー4社にて、車間距離及び車速制御は自動、操舵制御は手動のCACC実験車を開発し、物流事業者5社のドライバー20人と業務管理者14人による受容性実験を行った。

b) トレーラ型トラックへの技術適用の見極め

上記の事業性検討ワーキングにて物流事業者の強い要望意見があったトレーラ型トラックへの自動運転・隊列走行の適用を検討するため、道路延長約30kmの専用道にてトレーラ型トラックを運用している宇部興産(株)の協力を得て、トレーラ型トラックへの適用の可能性を見極めた。

c) プロジェクト・リーダーの企業ヒアリング・指導

平成24年9月のNEDO技術開発委員会にて、企業委託先に対して事業化計画をMEDO宛に提出するよう依頼し、それを基に津川プロジェクト・リーダーとNEDOにてヒアリングを行い、事業化・実用化シナリオや波及効果について確認した。

事後評価委員会における各企業委託先の事業化・実用化に関する報告は非公開にて行う。

社会還元加速プロジェクト:情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現(実施期間:平成20年度~平成24年度)報告書 平成25年3月によると社会還元実現までの現在の課題と今後の計画として次のような導入・実用化シナリオがまとめられている。

a) 2020年までの実用化を目指したコンセプトX(中車間距離、横方向マニュアル、縦方向自動制御、全車有人=CACC)

b) 2020年ないし2030年での実用化を目指したコンセプトY(短車間距離、縦横方向自動制御、全車有人)

c) 2030年以降での実用化を目指したコンセプトZ(専用道、超短車間距離、縦横方向自動制御、隊列後続車無人)

d) この導入・実用化シナリオに沿って実用化を推進するためは、技術以外の課題(法・制度、社会受容性等)克服が必要であり、その方面での検討を進めていく。

本プロジェクトで実施してきた実用化推進のための取組は当該シナリオと一致する。

4.1.5 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

自動運転・隊列走行のシステムでは下記の分野で実用化・事業化を図っていく。

(1) 幹線トラック輸送におけるCACCの実用化

(2) 高度運転支援システムでの実用化

(3) 公共交通「BRT」での実用化

(4) 特殊分野での実用化

本プロジェクトで開発した要素技術(白線認識技術、フェイルセーフECU、車両認識アルゴリズム、走行制御アルゴリズム、エコ運転制御技術等)については、次世代車線逸脱防止支援システム、次世代ACC、次世代道路管理・保全車両、高齢者モビリティ等の各種システムへの応用を図っていく。

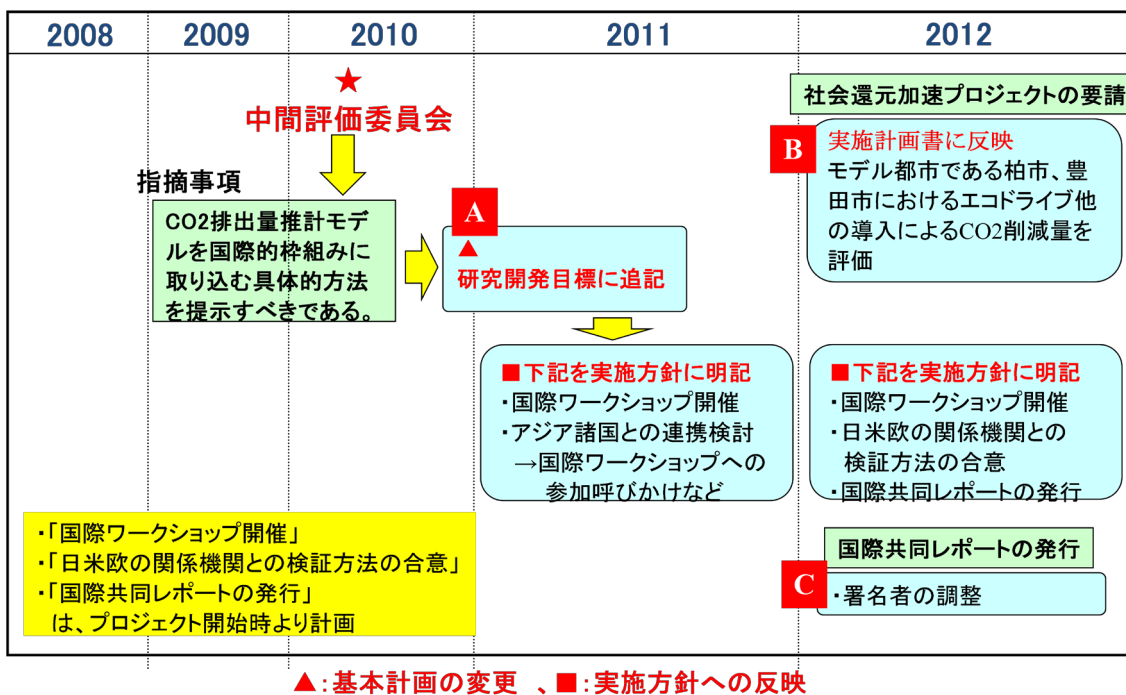
(5) 要素技術の応用(非公開の事業原簿参照)

詳細については「IV. 事業化・実用化に向けての見通し及び取り組みについて」で述べる。

4.2 ②国際的に信頼される効果評価方法の確立

4.2.1 中間評価結果への対応

中間評価以降の情勢の変化への対応を図Ⅱ.4-2に示す。図中の記号A, B, Cは指摘事項などの説明と対応している。



図Ⅱ.4-2 中間評価以降の情勢の変化への対応

「指摘事項A」

CO₂排出量推計モデルを国際的枠組みに取り込む具体的方法を提示すべきである。

反映

基本計画の最終目標を下記のように改訂した。

1) CO₂排出量推計技術の検証手法を策定して、ツール群（ハイブリッドシミュレーションモデル、プローブによるCO₂モニタリング技術、CO₂排出量推計モデル）から得られるCO₂排出量の妥当性及び精度を検証し、信頼性のあるCO₂排出量推計技術及びデータウェアハウスを完成させる。

2) ITS施策の効果評価手法として満足すべき要件（CO₂排出量の推計精度、車両挙動データの出力項目、車両カテゴリの定義等）やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意した上で、国際標準化への提案等に資する技術報告書としてとりまとめ、公表する。

それにともない、実施方針に国際ワークショップの開催、国際共同レポートの発行を明記した。

また、中国／韓国／マレーシア／ベトナムのアジア諸国に対する国際ワークショップへの参加呼びかけを行った。

表Ⅱ.4-7 中間評価の指摘事項と対応 (A)

指摘	対応
<p>A</p> <p>CO2排出量推計モデルを国際的枠組みに取り込む具体的方法を提示すべきである。</p>	<p>基本計画を修正し、研究開発目標に国際的枠組み作りの具体的な方法を盛り込んだ</p> <p>中間評価前の最終目標 国際的に信頼される効果評価手法を確立し、技術報告書を内外に発信</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>中間評価後の最終目標 1)CO2排出量推計技術の検証手法を策定して、ツール群(ハイブリッドシミュレーションモデル、プローブによるCO2モニタリング技術、CO2排出量推計モデル)から得られるCO2排出量の妥当性及び精度を検証し、信頼性のあるCO2排出量推計技術およびデータウェアハウスの完成 2)ITS施策の効果評価手法として満足すべき要件(CO2排出量の推計精度、車両挙動データの出力項目、車両カテゴリの定義等)やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意した上で、国際標準化への提案等に資する技術報告書としてとりまとめ、公表する</p> <p>基本計画の修正にもとづき実施方針に、国際ワークショップの開催、国際共同レポートの発行を明記</p> <p>アジア諸国に対する国際ワークショップへの参加呼びかけ</p>

4.2.2 情勢変化への対応

情勢の変化への対応は以下の通りである。

「情勢 B」・内閣府社会還元プロジェクトからの依頼による事例評価

最終年となる平成 24 年度には、内閣府・社会還元加速プロジェクトからの依頼により、ITS モデル都市である柏市と豊田市を対象とした事例評価を実施し、実使用を通じたソフトの改善を図って、ITS 施策の CO2 削減効果を評価し、社会還元加速プロジェクトのメンバーおよび自治体関係者に対して、ツールの有効性を認識していただいた。それにより、これまで概算でしか示せなかった CO2 排出量を評価手法に則った実データで示すことができた点が評価された。この成果は自治体等での活用事例として今後のモデルとなる。

「情勢 C」 国際共同レポートのサイナー調整

国際共同レポートの発行にあたり、日、欧、米の研究者がサイナーとなるよう調整した。

表Ⅱ.4-8 情勢変化への対応

情勢	対応と成果
<p>B</p> <p>・内閣府社会還元プロジェクトからの依頼による事例評価</p>	<p><u>実施計画を変更し、ITSモデル都市である柏市と豊田市を対象とした事例評価を追加実施</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価結果を自治体に報告。 ・開発手法の有効性の確認 ・実使用を通じたソフトの改善 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>これまでは、概算でしか示せなかったCO2排出量を、 評価手法に則った実データで出せる点を自治体は評価</p> </div>
<p>C</p> <p>・国際共同レポートの発行</p>	<p><u>日米欧の署名者の調整</u></p> <p>日米欧の研究者の署名で対応 日米欧で対等な立場の署名者となるように調整</p>

4.2.3 成果の広報

CO2 排出量推計ツールの要件、精度の検証方法について、日米欧で合意したレポートを作成した。社会還元加速プロジェクトの要請を受けて、同プロジェクトのモデル都市である柏市と豊田市について、ツールを適用し、ITS 施策の CO2 削減効果を評価し、社会還元加速プロジェクトのメンバーおよび自治体関係者に対して、ツールの有効性を認識していただいた。この成果は自治体等での活用事例として今後のモデルとなる。また、①自動運転・隊列走行技術の研究開発と合わせて成果報告会を実施し、そのプレゼン資料は NEDO のホームページで公開した。

表Ⅱ.4-9 成果の広報

項目	内容
<p>1. 国際共同レポートの発行</p>	<p>CO2排出量推計ツールの要件、精度の検証方法について、日米欧で合意したレポートを作成。</p> <p>このレポートの内容がCO2排出量推計ツールの適否に対する標準となる</p>
<p>2. 社会還元加速プロジェクトのモデル都市でのCO2削減効果の評価</p>	<p>社会還元加速プロジェクトのモデル都市である柏市と豊田市について、ツールを適用し、ITS施策のCO2削減効果を評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社会還元加速プロジェクトのメンバーおよび自治体関係者に対して、ツールの有効性を認識していただいた ・自治体等での活用事例として今後のモデルとなる
<p>3. 「エネルギーITS推進事業成果報告会」の開催</p>	<p>場所: 東京お台場「東京国際交流館」 参加者: 150人(全体) 内容: 技術展示及び全委託先からの成果報告</p> <p>成果の利活用に関するパネルディスカッション</p>

4. 2. 4 実用化推進のための取組

a) 国際共同レポートの発行

プロジェクトの成果を幅広く活用して頂くため、日・欧・米で合意を得たフォーラム標準となる技術報告書を作成することができた。

b) 関係するステークホルダを含めた委員会活動

開発したツールの主な利害関係者と目される政府・地方自治体関係者に「国際的に信頼される効果評価方法の確立」委員会に出席いただき、今後のツール適用に際してのユーザビリティ（使いやすさ）向上を図ることができた。

c) 社会還元加速プロジェクトからの依頼により事例評価

最終年となる平成 24 年度には、内閣府・社会還元加速プロジェクトからの依頼により、ITS モデル都市である柏市と豊田市を対象とした事例評価を実施し、ツールの有効性を示すことができた。

4. 2. 5 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

「NEDO IT 融合」 都市交通・エネルギー統合マネジメント事業にて、国内諸都市への実装し、国内諸都市の ITS 施策評価を行う。

経産省グリーン自動車技術調査、二国間オフセットクレジット制度等により、海外諸都市への実装し、国内諸都市の ITS 施策評価を行う。

柏 SCOPE プロジェクト（2011～2013）、東京トラフィックスコープ等により、国内諸都市への CO2 モニタリングサービスへ展開する。

詳細については「IV. 事業化・実用化の見通しについて」で述べる。

5. 評価に関する事項

（1）事前評価（平成19年度）

平成20年2月19日に実施した。事業概要、事業規模（140億円／5年間）、及び事業期間（平成20年度～平成24年度、5年間）を決定した。

（2）中間評価（平成22年度）

- ・平成22年8月27日 現地調査会
- ・平成22年8月31日 分科会

（3）事後評価（平成25年度）

平成25年8月30日 分科会

Ⅲ 研究開発成果について

1. 事業全体の成果

1.1 ①自動運転・隊列走行技術の研究開発成果

中間目標である車間距離10m・3台隊列走行の検証を行った後、中間評価の結果を受けて基本計画の最終達成目標（平成24年度）を次のように改訂し、その目標を達成した。

「情報通信技術を用いた安全で高効率な道路交通システムの実現」に資する自動運転・隊列走行に係る要素技術を確立するとともに、それらのシステムを搭載した実験車によって、一般の車が混在する走行環境下において大型トラック及び小型トラック合計4台隊列で時速80km定常、車間距離4mでの走行可能性を検証する。

表Ⅲ.1-1に基本計画の達成目標と成果を示す。

表Ⅲ.1-1 ①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」の研究開発成果

	達成目標値	成果	達成度
中間目標 (平成22年度)	<ul style="list-style-type: none">・大型トラック3台隊列・速度80km/h 定常走行・車間距離10m が可能な実験車の開発	<ul style="list-style-type: none">・実験車の開発を完了・減速度0.4Gを含む車間距離10mでの3台隊列走行の可能性を実証。	○
最終目標 (平成24年度)	<ul style="list-style-type: none">・自動運転・隊列走行に係る要素技術の確立・大型トラック3台、小型トラック1台の4台隊列走行・速度80km/h 定常走行・車間距離4mの走行可能性を検証	<ul style="list-style-type: none">・車間距離4mを実現するための高精度・高信頼な走行制御等要素技術を確立・大型トラック3台、小型トラック1台の4台による減速度0.4Gを含む車間距離4mでの隊列走行の可能性を実証。	○

◎：目標を上回る達成 ○：目標どおりの達成

また、基本計画における研究開発の具体的内容を細分化させた主要な実施項目とその成果を表Ⅲ.1-2に示す。

表Ⅲ.1-2 基本計画における研究開発の具体的内容と成果

	実施項目	成果
(1) 全体 企画 ・ 実証 実験 ・ 評価	(a) 車間4m4台隊列走行の検証 一般の車が混在する走行環境下において大型トラック、小型トラック計4台隊列で時速80km/h、車間距離4mでの走行を検証。	・大型トラック3台、小型トラック1台の4台による減速度0.4Gを含む車間距離4mでの隊列走行を実証。
	(b) CACCDライバ受容性評価の実施 ・大型メーカーによるCACCDライバ受容性評価実験車の製作 ・隊列実験車3台又は4台による走行実験 ・受容性評価実験の実施 ・開発・実用化ロードマップの策定	・大型メーカーによるCACCDライバ受容性評価実験車の製作 ・隊列実験車3台又は4台による走行実験 ・受容性評価実験の実施 ・開発・実用化ロードマップの策定
	(c) トレーラ型トラックでの隊列走行のFS実施 ・トレーラ型トラックの車両制御シミュレーションの実施 ・トレーラ型トラックでの自動操縦装置およびブレーキ制御装置の制御性を評価	・トレーラ型トラックの車線維持制御シミュレーションを実施し、制御精度±25cmが可能であること検証。 ・操舵制御装置を宇部興産所有のトレーラ型トラックに搭載し、隊列実験車と同等の性能であることを確認。
	(d) 自動運転・隊列走行成果の広報 ・第19回ITS世界会議での「自動運転・隊列走行」のセッションとワークショップの実施	・ITS世界会議(ウーン)にて4件の成果を発表 ・欧米の自動運転研究者10名参加のワークショップを開催し、実用化における課題等について意見交換を実施。

社会還元加速プロジェクト:情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現(実施期間:平成20年度~平成24年度)報告書 平成25年3月でまとめられている成果を要約し、成果の意義として示す。

- ・混在交通下での時速80km、車間距離4mでの4台隊列走行技術は、欧米の同様のプロジェクトと比べても世界トップレベルの技術を達成できた。
- ・実用化を意識して安全性・信頼性を確保した多重系のシステムを搭載している点で他のプロジェクトとは一線を画している。
- ・燃費低減効果は時速80km、車間距離4m、3台隊列走行時で平均15%以上改善(空積状態)できることが実証できた。
- ・自動運転・隊列走行を実現する要素技術である横方向の自動操舵を行う車線維持制御システムは、様々な道路曲率にも柔軟に対応でき、ベテランドライバと同等以上の車線維持制御性能が達成できた。
- ・同技術は、現在我が国で実用化されている車線維持支援システムの高度化、延いては自律運転の実用化につながる技術である。
- ・前後方向の高精度車間距離制御システムは、短車間距離での隊列走行の急制動時でも追突しない安全性と、先頭車の加減速変化に対しても安定的に車間距離を維持できる車間距離制御性能が達成できた。
- ・開発した要素技術を部分的に切り出すことにより社会への還元を早めるため、国内トラックメーカー4社の協力を得て、CACCを搭載した市販トラックベースの実験車両を製作し、

CACC により安全で安定した 4 台隊列走行が実現可能であることが実証できた。

・製作した CACC 実験車を用いて、物流事業者ドライバーによる受容性の評価実験の結果、安全性向上面、燃費向上面、運転負荷軽減面等について高い評を得た。

・開発した自動運転・隊列走行システムを高速道路の幹線輸送で実用化を想定し、開発したシステムをトレーラー型トラックに搭載可能かどうかの検証を行い、大きな問題なく搭載可能であることを検証できた。

1. 2 ②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」の研究開発成果

成果の概要をまとめると下記の通りとなる。

表Ⅲ.1-3 ②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」の研究開発成果

	研究開発目標	成果	達成度
最終目標	1) CO2排出量推計技術の検証手法を策定して、ツール群(ハイブリッドシミュレーションモデル、プローブによるCO2モニタリング技術、CO2排出量推計モデル)から得られるCO2排出量の妥当性及び精度を検証し、信頼性のあるCO2排出量推計技術およびデータウェアハウスを完成させる	<ul style="list-style-type: none"> ・ITS施策による自動車交通からのCO2排出量削減を定量的に評価可能なツール群と支援環境を構築。 ・社会還元加速プロジェクトと連携し、実都市のITS施策導入時の定量評価を実施。 	◎
	2) ITS施策の効果評価手法として満足すべき要件(CO2排出量の推計精度、車両挙動データの出力項目、車両カテゴリの定義等)やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意した上で、国際標準化への提案等に資する技術報告書としてとりまとめ、公表する	<ul style="list-style-type: none"> ・日欧米の国際連携体制を構築し、ツール要件、検証手法について合意の上、国際共同レポート発行。 ・アジア諸国への展開を実施 ・海外プロジェクトでの評価やモデル検証手続きの参考となる。 	◎

◎： 目標を上回る達成
○： 目標どおりの達成

目標 1 (CO2 排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成)

シミュレーション技術の要件や、適用ルールを定めた「フレームワーク理論」の構築を行い、ITS 施策の評価が可能な交通流シミュレーションモデルの開発を完了させた。

目標 2 (評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行)

効果評価手法の要件・検証手順及び検証項目を整理し、国際連携の場で合意を得て技術報告書 Guidelines for Assessing the Effects of ITS on CO2 Emissions -International Joint Report を発行した。また、検証用ベンチマークデータを採取し、これを用いた検証を実施した。

社会還元加速プロジェクト:情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの
実現（実施期間：平成 20 年度～平成 24 年度）報告書 平成 25 年 3 月でまとめられている
成果を要約し、成果の意義として示す。

- ・構築した効果評価ツールは、国際連携の場で合意された要件を満足しており、このツールの適用により、各種 ITS 施策導入による CO2 低減効果の定量的評価が可能となった。
- ・国際共同レポートを取りまとめ、発行した。このレポートは特定のツールを推奨するものではなく、ツールの機能要件やモデリング対象、および検証プロセスを共有するためのガイドラインとして作成することができた。
- ・構築した効果評価ツールを用いて、社会還元加速プロジェクトの ITS モデル都市である柏市及び豊田市のエコドライブ支援およびエコルート支援等の具体的な ITS 施策のケーススタディを実施し、ツールの有効性を確認することができた。

2. 研究開発項目①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」

実施先：(一財)日本自動車研究所、日本大学、神戸大学、(独)産業技術総合研究所、弘前大学、日産自動車(株)、東京大学、(株)デンソー、東京工業大学、金沢大学、日本電気(株)、三菱電機(株)、沖電気工業(株)、慶應義塾大学、大同信号(株)

2.1 研究開発の内容と開発計画

最終目標である車間距離4mでの4台自動運転・隊列走行を達成するため、高精度な車間距離制御技術や車線保持制御技術を行うとともに、中間評価委員会での評価結果を受け、装置が故障した場合や隊列走行車の周辺を走行する車両との危険事象に対する安全性を向上する技術開発を実施した。また、自動運転・隊列走行は国内および国際的にも新しい道路交通に位置づけられており、既存の道路交通の中に導入するには社会的、国民的な認知が求められる。そこで、本プロジェクトでは基本計画を具体化した実施方針にしたがって研究開発を実施するにあたり、安全性や信頼性の高い自動運転・隊列走行技術を開発するため、図Ⅲ.2.1-1に示すように実施方針と実施項目の関係を整理して研究開発を実施することとした。また、図Ⅲ.2.1-2に開発体制と役割分担を、表Ⅲ.2.1-1に5年間の開発工程を示す。

(1) システムインテグレーション

隊列コンセプトを策定するとともに、コンセプトを実現する隊列走行システムのアーキテクチャを設計し、CACC実験車と隊列走行実験車の2種類の実験車の開発し、テストコース等での走行実験評価を行う。

(2) 走行制御技術の開発

高精度な車線保持制御や隊列走行のための車間制御アルゴリズムおよび制御装置を開発するとともに開発したアルゴリズムの性能評価を実施する。

(3) フェイルセーフ技術の開発

故障した場合、自動的に自身の出力を遮断し、異常動作を防止するフェイルセーフ機能を備えた走行制御ECUおよびシステム故障等の異常が発生した場合、情報提供を行い、ドライバが適切な操作を行うことを可能とするHMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)および衝突時の衝突を軽減する衝突軽減バンパを開発する。

(4) 白線認識技術の開発

昼夜 24 時間はもちろん、雨天や晴天時等様々な自然環境においても白線認識が可能な白線技術を開発する。認識のロバスト性を高めるため、高性能カメラと画像認識およびレーザレーダ、高性能カメラとして外部投光による高速ビジョンカメラを開発し、この組み合わせにて信頼性を向上する。

(5) 車両・障害物認識技術の開発

車両認識率を向上するため、レーザレーダおよびミリ波レーダを融合した車両認識アルゴリズムを開発する。また、隊列先頭車の前方や隊列内に割り込んでくる車両を検出するため、遠赤外線ステレオカメラによる車両認識技術を開発する。併せて GPS が使用できない環境における位置標定技術を開発する。

(6) 車車間通信技術の開発

高信頼な車車間通信を実現するため、電波と光の 2 種類の通信メディアを用いた車車間通信システムを開発する。

(7) 位置標定技術の開発

高精度な位置標定を行うため、GPS と慣性航法技術を組み合わせた位置標定アルゴリズムと車載可能な位置標定装置を開発する。

(8) 省エネ運転制御技術の開発

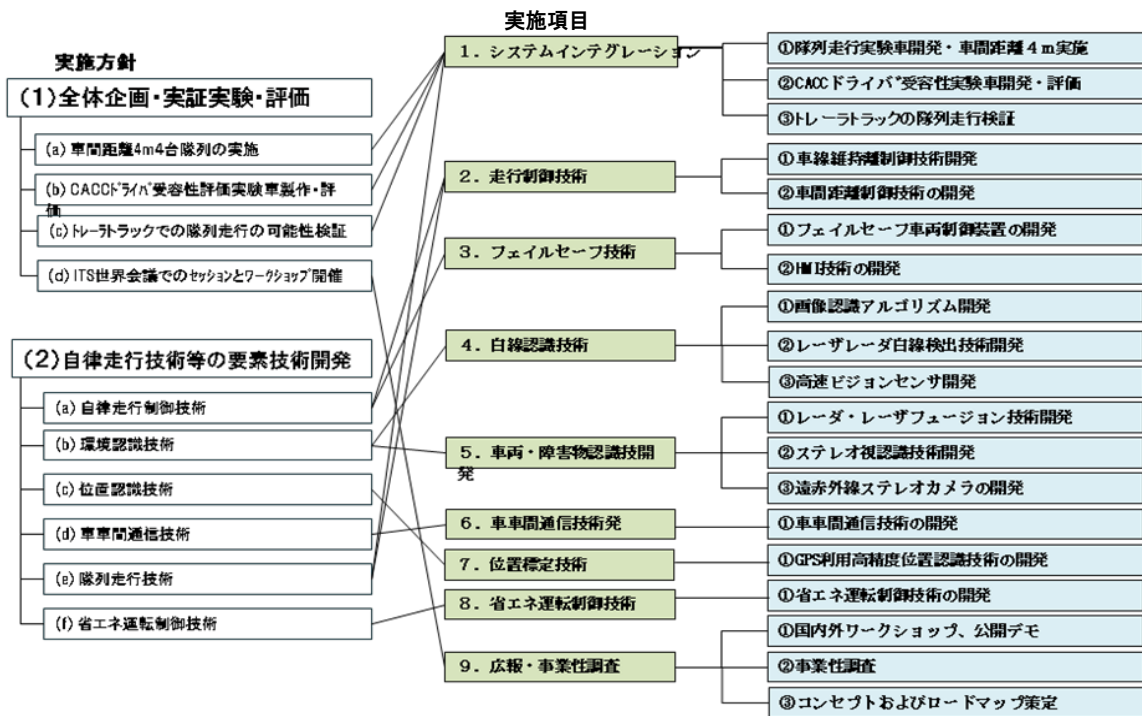
隊列走行車が高速道路から流出し、一般市街路を走行する場合の省エネ運転制御技術を開発する。

(9) 広報

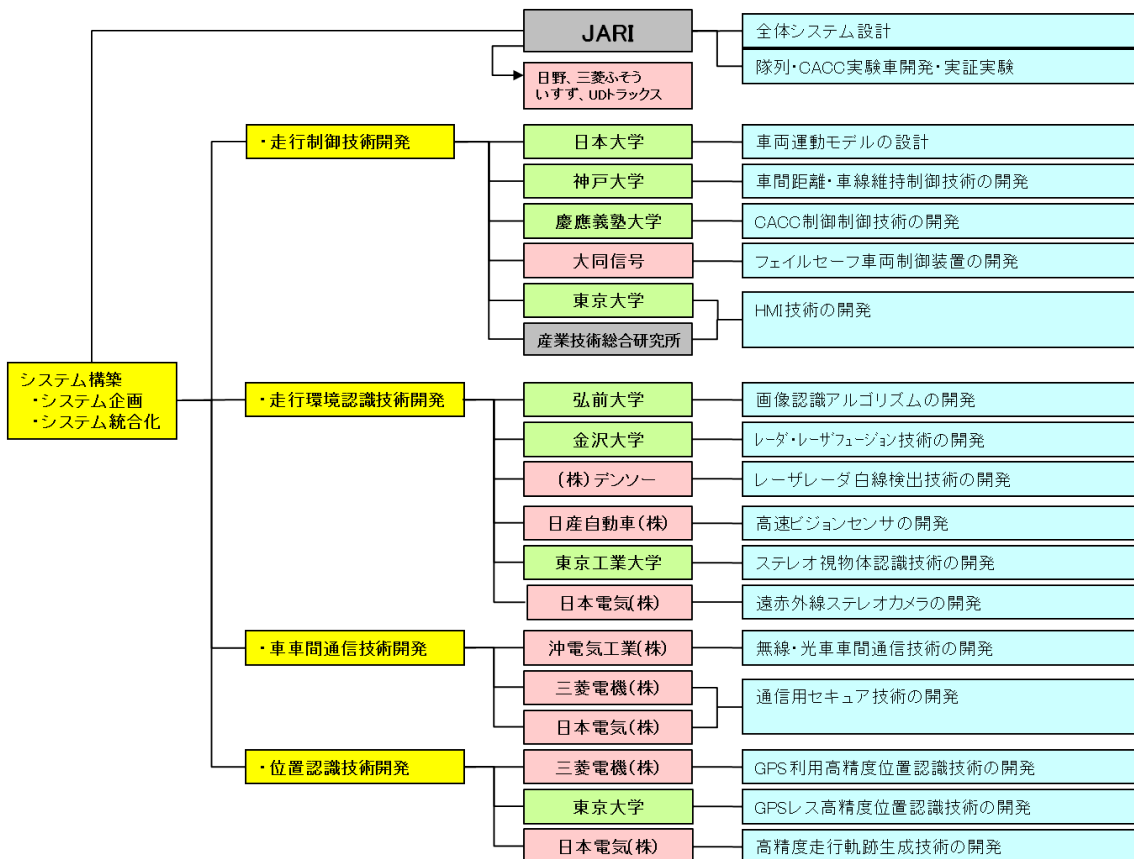
ITS 世界会議に併せたウィーンでの国際ワークショップと国内ワークショップの開催、および隊列走行公開デモ実施と隊列走行の事業性調査を実施する。

(10) 海外技術との比較

日本で開発された自動運転・隊列走行技術と海外で実施された自動運転・隊列走行技術の比較を行うため、欧米を中心に技術調査を実施する。







図Ⅲ.2.1-1 実施方針と実施項目の関係



図Ⅲ.2.1-2 開発体制と役割分担

表III.2.1-1 自動運転・隊列走行5年間の開発項目実施計画

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
全体開発 マイルストーン	機能・基本性能確保			性能・安全性・信頼性向上	
		★ 高速道路操舵実験 	★ 高速道路隊列実験(車間20m) 	★ 高速道路プレ実証実験(車間10m)	★ 実証実験@産総研 ・CACC実験 ・隊列実験(4m) (2/25-3/1)
システム インテグレーション	隊列実験車製作および走行実験(3台隊列/車間10m、80km/hr)			実験車開発(小型1台)	
				走行実験(4台隊列/車間4m、80km/hr)	
				CACC実験車製作と受容性実験	
要素技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ★車両制御技術(・制御アルゴリズム ・フェイルセーフECU) ★白線認識技術(・画像認識 ・レーザータ方式 ・高速ビジョンカメラ) ★車両認識技術(・センサフュージョン、ステレオ画像) ★車車間通信技術(無線通信) ★位置認識技術(地図生成、位置検出、目標軌跡) 			<ul style="list-style-type: none"> ★ 近接車間距離センサ ★ 準天頂衛星による位置認識の信頼性向上 ★ 白線認識技術の信頼性向上 ★ 光車車間通信技術 ★ ショックアブソーバの開発等 	

2.2 研究開発項目毎の成果

表Ⅲ.2.2-1 に研究開発項目毎の開発目標と成果まとめを示す。

表Ⅲ.2.2-1 各研究開発目標と成果

開発技術		最終目標	成果	達成	今後の課題
1. システムインテグレーション	① 隊列実験車開発と隊列走行検証	80km/hr、4m4台隊列走行検証	加減速度を含む車間距離4m4台隊列走行を検証。	○	法令との整合性
	② CACC実験車開発と受容性評価	速度80km/hr、大型4台CACC	大型車メーカー4社のトラックを用いて物流事業者ドライバーによる受容性評価実施	○	
	③ トレーラ型トラックの隊列走行検証	シミュレーションによる車線維持検証 実車による自動操舵検証	大型トレーラにおいて±25cmの車線維持制御性を検証	○	実車での性能検証
2. 走行制御技術	① 車線維持制御技術の開発	直線区間: ±15cm以下 曲線区間: ±20cm以下	モデルベースの制御アルゴリズムを開発し、実高速道(未供用)にて目標値達成。	○	
	② 車間距離制御技術の開発	定常: ±0.5m以下 加減速時: ±2.0m以下	車間距離制御アルゴリズムを開発し、0.4G減速において目標値を達成	○	
3. フェールセーフ技術	① フェールセーフECUの開発	ECUの設計および製作	ECUを製作し、隊列実験に供試	○	装置の小型化
	② HMI技術	ドライバー主権を前提とした表示	CACC用HMIを開発し、隊列実験に供試	○	
4. 白線認識技術	① 画像認識技術	環境条件: 晴天、曇天、雨天、逆光 道路条件: 橋梁下、トンネル内 セパラ部	レーザと画像の組み合わせにより耐環境性に優れた白線認識技術を開発。	○	装置の小型化、搭載性向上
	② レーザレーダ方式	検出精度: ±20mm			
	③ 高速ビジョンセンサ方式	誤検出率: 10 ⁻⁶ 以下 未検出率: 10 ⁻⁴ 以下			
5. 車両・障害物認識技術	① レーザ・レーダフュージョン技術	最大検出距離: 120m、検出精度: 10%	カルマンフィルタを利用した検出アルゴリズムを開発	○	ミリ波レーダの分解能向上
	② 遠赤外線ステレオカメラ技術	晴天時、雨天時での検出	ステレオカメラ用撮像同期回路を開発	○	遠赤外線カメラの小型化
	③ ステレオビジョン技術	最大検出距離: 30m、検出精度: 10%	小型ステレオマッチング用LPGAを開発	○	
6. 車車間通信技術	① 無線式車車間通信技術	車両間伝送周期: 20ms パケット到達率: 99.92%	電波・光の2重系高信頼車車間通信システムを開発	○	
	② 光車車間通信技術				
7. 位置認識技術	① GPS利用位置標定技術	動的精度1: ±0.5m以下@80km/h	準天頂衛星とIMUを融合した高精度測位技術を開発	○	装置の小型化、IMUの小型化
8. 省エネ運転制御技術	① 省エネ運転制御技術	一般ドライバー平均比15%省エネ化	エンジン燃費マップを利用した省エネ運転制御アルゴリズムを開発	○	システムの簡素化
9. 広報・デモ	① ワークショップの開催とデモ実施	国内外でのワークショップ開催 隊列走行公開デモの実施	ITS世界会議に合わせウイーンにて隊列走行ワークショップを開催。 又隊列走行デモをマスコミおよび関係者に公開。	○	
	② 隊列走行事業性調査	物流および公共交通での事業性調査	物流事業者およびBRTでの事業性調査を実施。	○	ビジネスモデルの精緻化
	③ 隊列走行コンセプト策定	実用化シナリオに基づくコンセプト策定	X、Y、Z種のコンセプトを策定	○	

(1) システムインテグレーション

実施先：(一財) 日本自動車研究所

(1) -① 隊列走行実験車の開発および車間距離 4m・4 台隊列走行の検証

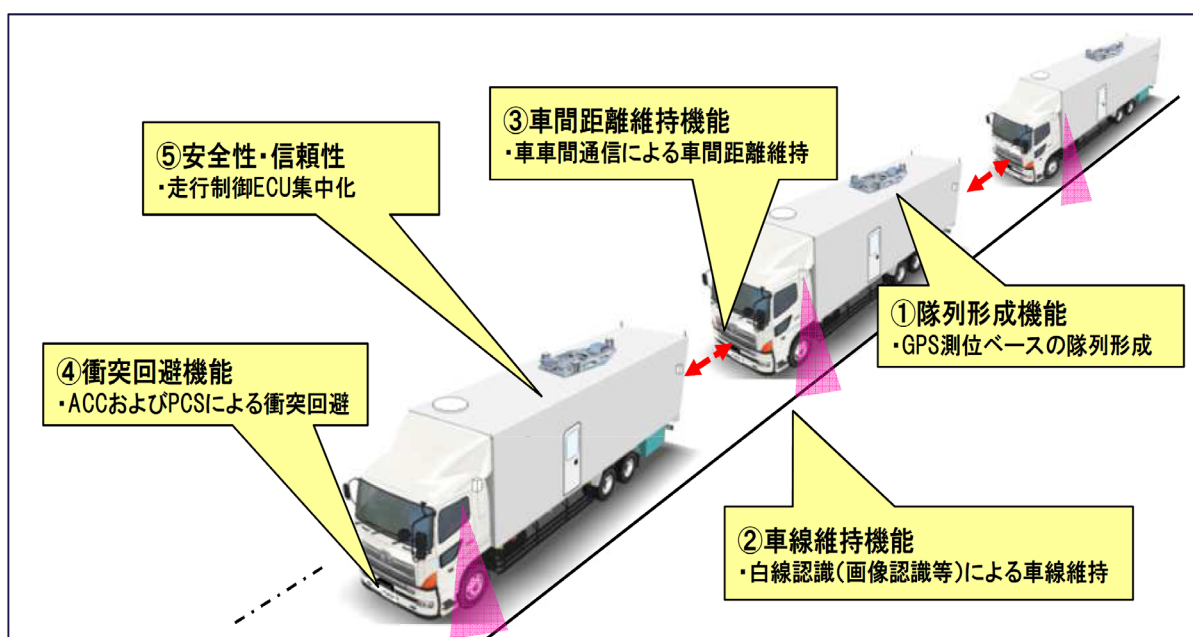
ア) 隊列走行アーキテクチャ設計

隊列走行実験車を開発するにあたり、自動運転・隊列走行の機能および性能を満たす全体のシステムアーキテクチャを策定した。

隊列走行の後続車においては、システムの一部が故障しても即座にドライバに運転を移行することが困難なため、ドライバに運転を移行できる状態まで自動走行を継続する必要がある。そのため、これまでの運転支援型に求められる安全性・信頼性に比較して大幅な向上が求められるとともに、実用化に際しては走行環境や自然環境の変化に対するロバスト性も求められるため、信頼性・安全性を十分に配慮してアーキテクチャを策定した。

図Ⅲ.2.2.(1)-1 に策定した自動運転・隊列走行アーキテクチャの概要を示す。車線維持制御では新規の道路側インフラの追加を必要としないインフラ負担の軽い区画白線を追従する車線維持方式とした。また、一般車が混在する交通環境において隊列形成することを前提に GPS による測位を用いた隊列形成方式とした。また、近接車間距離の制御精度を向上するため、車車間通信を用いた車間距離維持方式とした。

なお、システム全体の信頼性を向上するため、極力重要制御装置間のデータ伝送をなくすため走行制御 ECU による集中制御方式とした。



図Ⅲ.2.2.(1)-1 自動運転・隊列走行アーキテクチャ概要

図Ⅲ.2.2.(1)-2に全体のシステムアーキテクチャを示す。

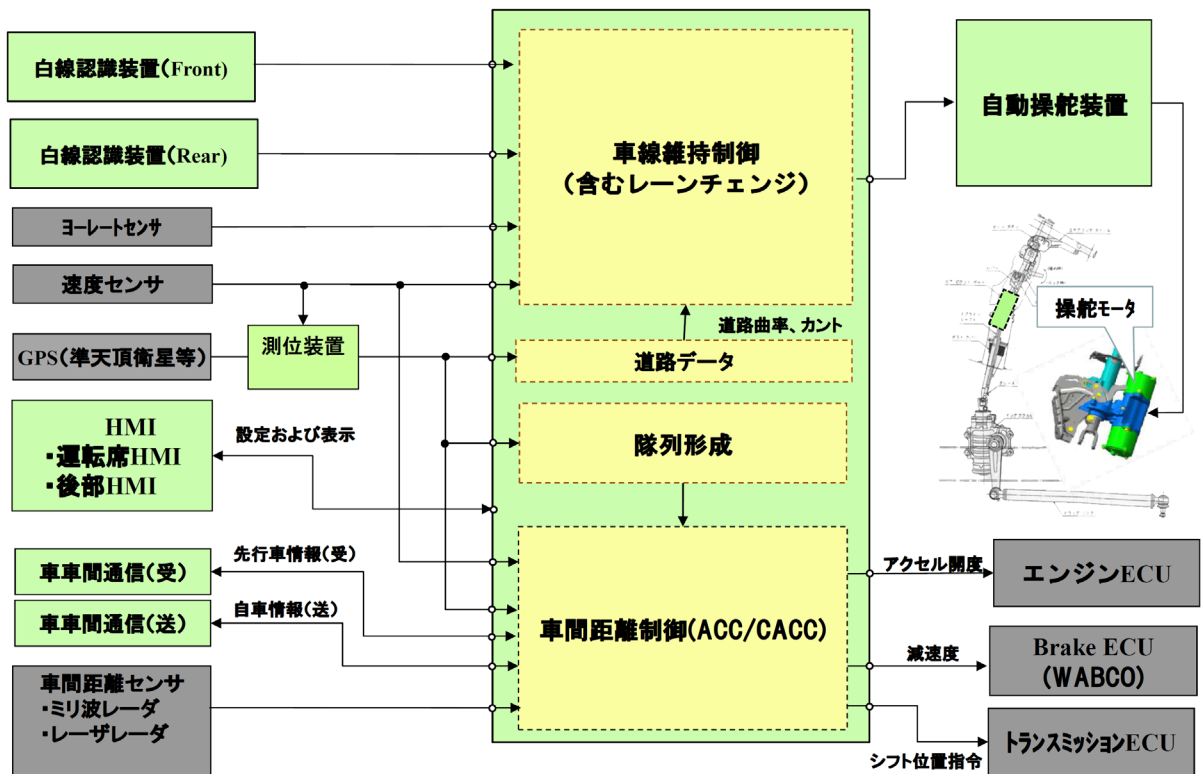
全体構成として、車線維持やレーンチェンジ等の横方向制御機能や衝突防止・車間距離維持機能等の縦方向制御機能、隊列機能等自動運転・隊列走行に必要な全ての機能は車両制御 ECU にて集中制御される。

HMI は隊列形成時や手動運転から自動運転に移行する過程にて、必要情報をドライバーに情報提供するとともに、システム作動状態をドライバーに提供し、システム異常時の的確な対応を支援する。車線維持制御において、必要な前輪タイヤ操舵角度は車両制御 ECU にて算出されるが、前輪タイヤは自動操舵装置およびステアリング軸に取り付けられた操舵モータにより操舵される。

速度や車間距離の制御は、エンジン出力およびブレーキ圧力を制御することにより行われるが、エンジン出力は車両制御 ECU から疑似アクセル開度情報を送出して制御される構造とした。また、ブレーキ圧力制御装置として既に多くの市販車で使用されているワブコ社の EBS 装置を用いることとした。

加速時における車間距離の制御性を大幅に改善するため、先頭車と後続車のトランスミッションのシフトタイミングとシフト位置を同期するため、車両制御 ECU によるトランスミッション変速制御を行うこととした。

なお、構築したシステムアーキテクチャは実用化に求められる機能や性能を実現する基本要素を全て含んでおり実用化や製品化に対応しているものとする。



図Ⅲ.2.2.(1)-2 全体のシステムアーキテクチャ

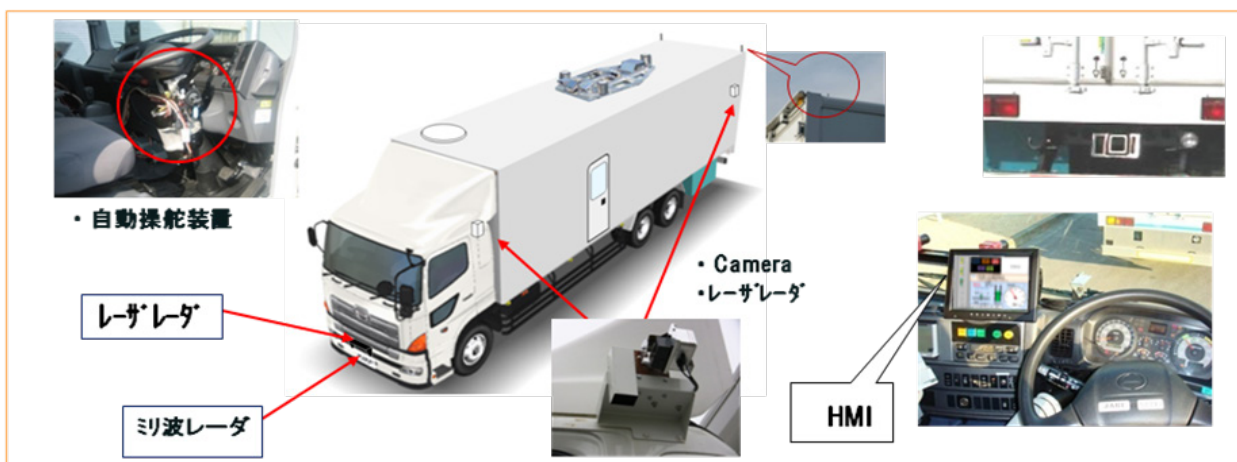
イ) 隊列大型実験車の製作

後述する(9)-③ 隊列走行コンセプト策定に示すコンセプト Y および Z の実証実験を行うため、ベース車として日野プロフィアを利用した隊列走行実験車の製作を行い、隊列走行実証実験に供した。製作した実験車の構成を図Ⅲ.2.2.(1)-3 および図Ⅲ.2.2.(1)-4 に示す。隊列実証実験では先頭車と後続車の入れ替えは行わないため先頭車と後続車は別々の構成とした。

コンセプト X と同様、隊列形成時の制御モードの変更等や後続ドライバへの制御状態の告知を行うため、HMI と車両後部隊列ランプを設置した。

また、車線維持機能の対環境性を向上するため、白線認識センサを路面に対し垂直方向に設置し、西日や雨天による認識性能低下への影響を除去した。

制御装置名		冗長度	方式
センサ系	白線認識装置	2	・カメラ/レーザレーダの2重化
	車間距離・障害物検出装置	2	・76Gミリ波レーダ/レーザレーダの2重化
アクチュエータ系	操舵制御装置	2	・PM同期モータ
	ブレーキ制御装置	2	・EBS (Wabco社)
車車間通信		2	・5.8GHz無線通信/光通信の2重化
制御 ECU		2	・フェイルセーフ ECU の2重化



図Ⅲ.2.2.(1)-3 実験車の構成(1)

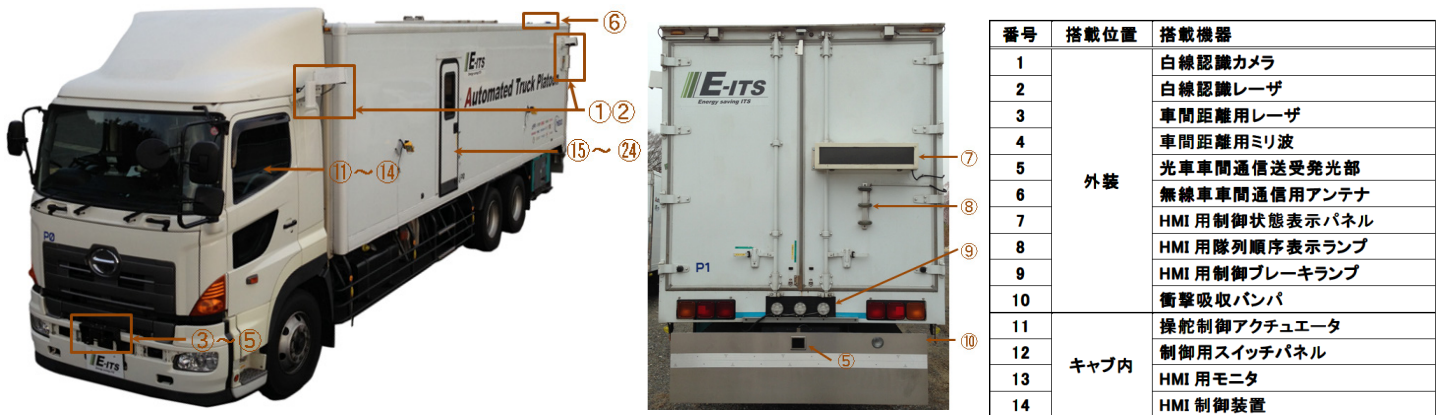


図 III.2.2.(1)-4 実験車の構成(2)

白線認識装置の拡大部を図 III.2.2.(1)-5 に示す。フロントバンパ部には図 III.2.2.(1)-6 に示す様に車間距離検出等のためのミリ波レーダとレーザレーダおよび車車間通信用光車車間通送受光ヘッドが装着されている。



図 III.2.2.(1)-5 白線認識装置拡大図

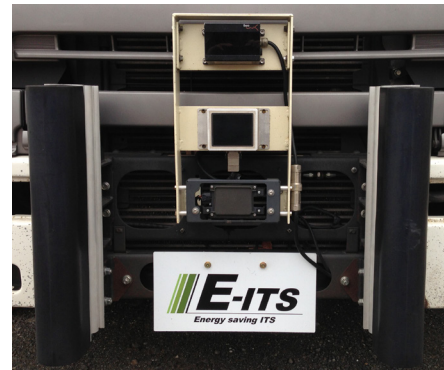
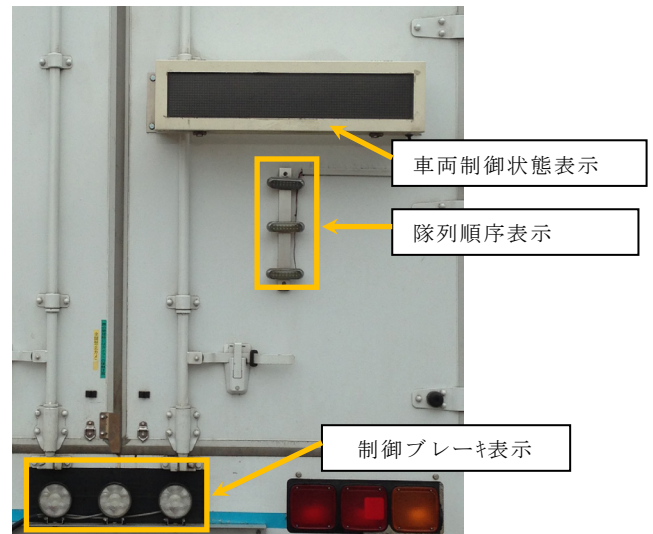


図 III.2.2.(1)-6 フロントバンパ部

横方向制御のための操舵モータは油圧パワーステアリング装置の上部側に設置されている。操舵モータの搭載状態を図 III.2.2.(1)-7 に示す。また、車両後部には車両制御状態や隊列状態を示すための HMI 表示装置が設置されている (図 III.2.2.(1)-8)。



図Ⅲ.2.2.(1)-7 操舵モータ搭載状態

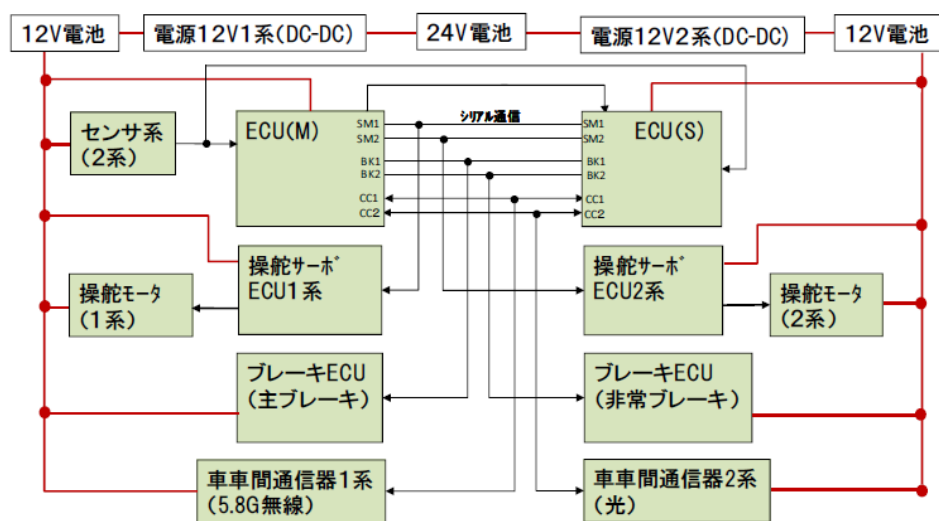


図Ⅲ.2.2.(1)-8 HMI表示

図Ⅲ.2.2.(1)-9 に隊列走行実験車の2重化システム構成を示す。

また、信頼性・安全性を向上するため、主要システムは並列2重系構成とした。2重系は車両制御 ECU を中心に構成され、車両制御 ECU の方系が故障した場合、この ECU と接続されている出力装置への出力線は遮断され、異常出力が出力装置に送出されない構成となっている。

製作された実験車の安全性を評価するため、自動運転・隊列走行研究開発委員会内に外部有識者から構成された隊列走行安全性評価小委員会を設置し、FTA や FMEA 等の評価を受けた結果、極めて安全性が高いとの評価を受け、実証実験を実施した。



図Ⅲ.2.2.(1)-9 隊列走行実験車の2重化システム構成

ウ) 隊列走行実験車の目標と性能評価結果

コンセプト Y および Z の要求仕様に基づいて、隊列走行の実用化を想定した隊列走行実験の目標仕様を策定し、走行実験による性能評価と省エネ効果実証を実施した。表 III.2.2.(1)-1 に隊列走行実験の目標仕様と評価結果まとめを示す。

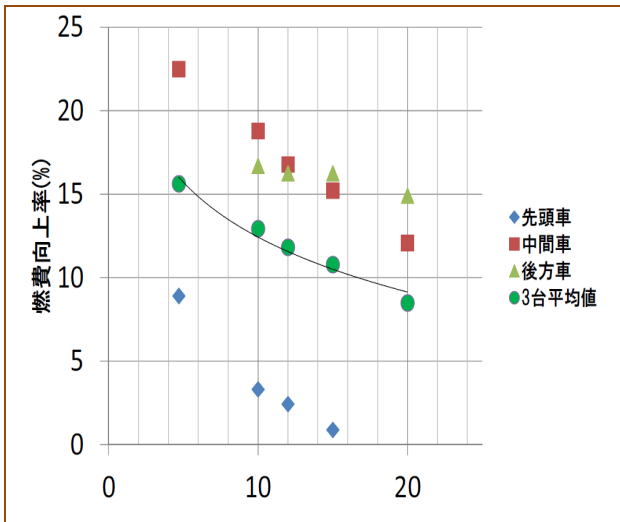
表 III.2.2.(1)-1 隊列走行実験の目標仕様と評価結果

項目	実験の目標仕様と評価結果				
	コンセプト Y (隊列走行：3台 10m)		コンセプト Z (隊列走行：4台 4m)		
	目標	評価結果	目標	評価結果	
1. 最高速度	80km/h	○	80km/h	○	
2. 隊列台数	3台	○	4台	○	
3. 走行環境条件	晴天、雨天、夜間	○	晴天、雨天、夜間	△：雨天時、前車のスプラッシュにより車間距離センサが誤検出	
4. 車線維持	道路線形	180R 以上	○	180R 以上	○
	制御精度 (直線区間)	±0.15m 以内	○：±0.1m 以下	±0.15m 以内	○：±0.1m 以下
	制御精度 (400R 曲線区間)	±0.2m 以内	○	±0.2m 以内	○
5. 車間距離維持	設定車間距離	10m	○	4m	○
	定常走行 (80km/h)	±1.0m	○：±0.2m 以下	±1.0m	○：±0.2m 以下
	加減速時 (±0.05G)	±2.0m	○	±1.0m	○
	急ブレーキ時 (-0.5G)	-4.0m 以内	○：±1.0m	-2.0m 以内	○：±1.0m
6. 衝突回避 (先頭車)	加減速時 (±0.05G)	±4.0m	○	±4.0m	○
	急ブレーキ時 (-0.5G)	-10m	○	-10m	○
7. レーンチェンジ (後続車)	先行車トラッキング精度	±0.25m 以内 @1000R	○	±0.25m 以内 @1000R	○
6. 省エネ効果	8% 以上	○	15% 以上	○ 但し空車時	

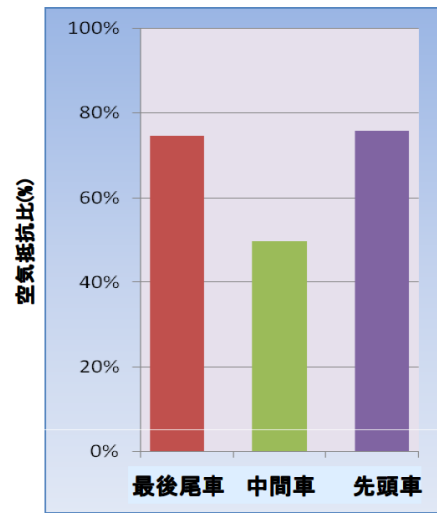
エ) 隊列走行時の省エネ評価と成果

開発した隊列実験車を用いて走行速度 80km/hr、3 台隊列走行時における省エネ効果を検証した。図 III.2.2.(1)-10 に車間距離に対する省エネ効果を示す。

実験方法として、まず 3 台の実験車の単独走行時の燃費を計測し、その後、3 台隊列走行時の 3 台各車の燃費を計測し、これらの実験データをもとに各車毎と隊列平均の省エネ率を算出した。燃費計測はアトセンス社製の大型車用燃料流量計を使用して空積状態において実施した。



図Ⅲ.2.2.(1)-10 車間距離に対する省エネ効果



図Ⅲ.2.2.(1)-11 空気抵抗低減率

なお参考に、速度 80km/hr、車間距離 4m における空気流体シミュレーション時の空気抵抗低減率を図Ⅲ.2.2.(1)-11 に示す。実験では、中間車と最後尾車の省エネ効果はほぼ同等な結果であるが、シミュレーションでは先頭車と最後尾車が同等な結果となっている。

(1) -② CACC 実験車開発および CACC ドライバ受容性評価

ア) CACC 実験車開発

物流事業者のプロドライバーによる CACC 受容性評価実験を行うため、ベース車として大型メーカ 4 社の大型トラックを利用した CACC 実験車のシステム設計と実験車の製作を行い、CACC 実証実験および CACC 受容性評価実験に供した。製作した実験車のベース車両と構成を図Ⅲ.2.2.(1)-12 および図Ⅲ.2.2.(1)-13 に示す。

先頭車と後続車は機能的に異なるため、システム構成も異なるが 4 台の全てが先頭車と後続車になれるよう、4 台とも同一のシステム構成とした。

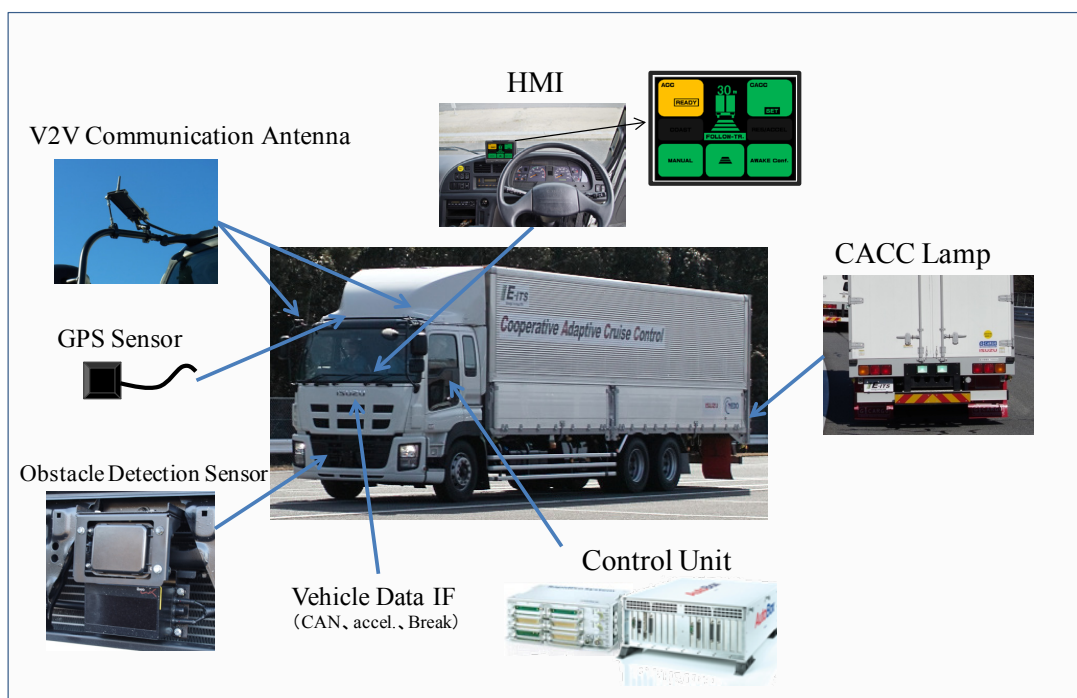
CACC 走行ではドライバーの意思により自由に隊列への合流と離脱が可能であるため、隊列内の各車は ACC と CACC 制御モードの切り替えが頻繁に発生する。このため、ドライバーが容易に ACC と CACC モード変更が可能な様 CACC 用の HMI を開発し、実験車のダッシュパネル部に搭載した。また、自車と先行車の制御モードや状態を後続車ドライバーに知らせるため、車両後部に CACC ランプを設置し、制御モードが容易に行えるようにした。

CACC 用の車車間通信としては隊列実験車と同様 5.8GHz の DSRC を用いた。



	いすゞ自動車	日野自動車	三菱ふそう	UDトラックス
車名	ギガ	プロフィア	スーパーグレート	クオン
型式	CYL	FW1EXBJ	FS55VVZ	QKG-CD
全長	11.960	11.985	11.990	11.995
車両重量	10.720	11.345	11.100	10.910

図Ⅲ.2.2.(1)-12 実験車のベース車両



図Ⅲ.2.2.(1)-13 CACC 実験車構成

実験車に搭載された主要装置の仕様を表Ⅲ.2.2.(1)-2 に示す。障害物検出センサ用として搭載されたミリ波レーダおよびレーザーレーダは隊列内の車間距離センサとして供用されている。

表Ⅲ.2.2.(1)-2 CACC システム仕様

主要装置	仕様
車両制御 ECU	・ AUTOBOX 及び RapidPro
車車間通信装置	・ 周波数 : 5.8GHz ・ プロトコル : RC-005 準拠 ・ 通信周期 : 100 ミリ秒
ミリ波レーダ	76GHz
レーザーレーダ	IBEO 社 LAX
GPS	データ更新周期 : 100ms
HMI	LCD タッチパネル
CACC ランプ	RGB LED パネル
自動ブレーキ装置	WABO 社 EBS 装置

イ) CACC 実験車の性能評価

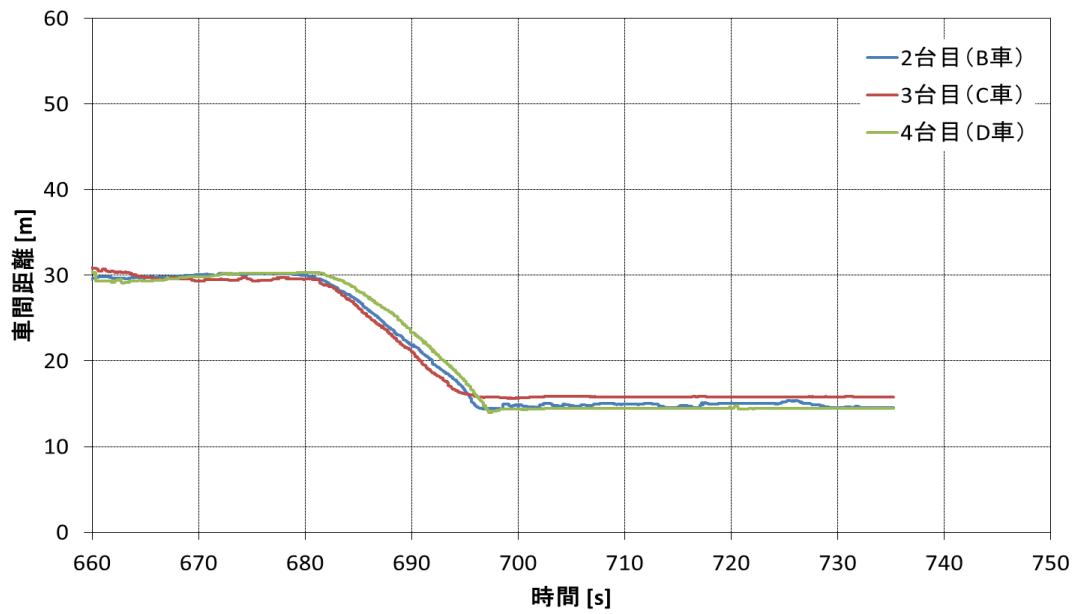
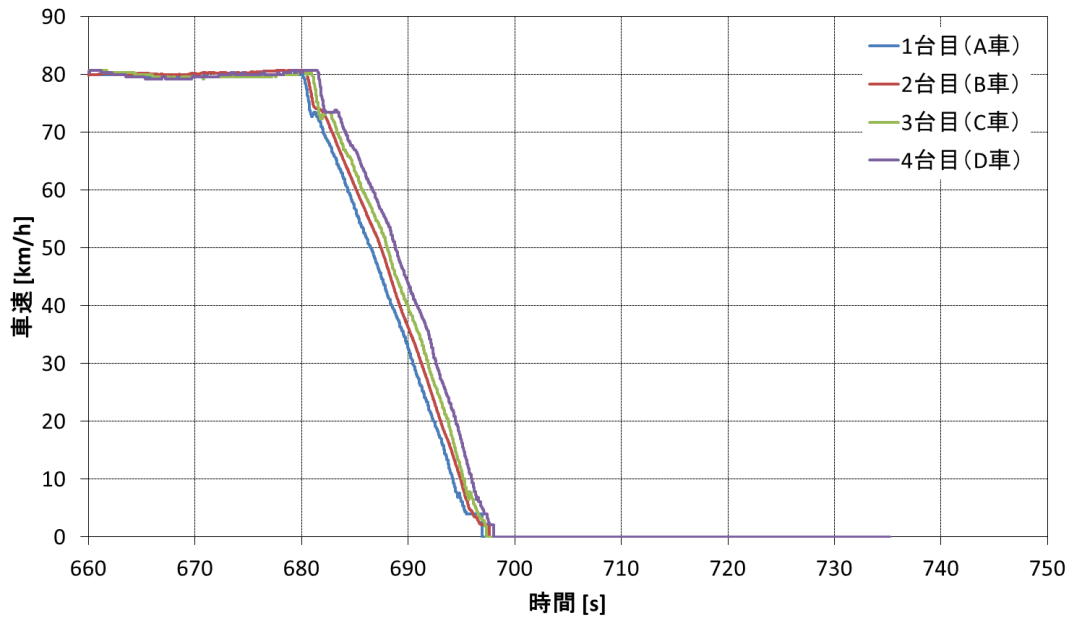
表Ⅲ.2.2.(1)-3 に CACC の目標仕様と性能評価結果を示す。

表Ⅲ.2.2.(1)-3 CACC の目標仕様と性能評価結果

項目		目標性能および評価結果	
		目標性能	評価結果
A	速度範囲	0~90km/h	○
C	制御性	±1.0km/h	○
C	設定車間距離	1.8 秒 × 速度 + 5m	○
	車間距離制御性	定常時	±5.0m 以内
		加速時	設定値 + 10m@0.03G (離れ側)
		減速時	設定値 - 15m @0.25G
	最大加速度	0.03G@中速域	○
	最大減速度	0.25G@80km/h	○
C	速度範囲	0~90km/h	○
A	設定車間距離	1.0 秒 × 速度 + 5m	× : 1.2 秒 × 速度 + 10m (停止直前の制御性悪化)
C	車間距離制御性	定常時	±3m 以内
		加速時	設定値 + 5m@0.03G
		減速時	設定値 - 5m@0.2G
	最大加速度	0.03G@中速域	○
	最大減速度	0.5G	○

上記目標仕様に基づいて、開発した ACC および CACC 制御アルゴリズムを用いて、4 台車群による ACC および CACC での車間距離制御性評価実験を行った。

図Ⅲ.2.2.(1)-14 に先頭車が -0.2G による 80km/hr→50km/hr 減速時の車間距離制御性を示す。又一般車の割り込みに対する安全性や一般車混在での隊列形成について評価を行い、目標とする早期の割り込み車認識と CACC 解除の各機能の確認ができた。この評価の結果、開発された車間距離制御アルゴリズムやセンシング技術は十分実用化に対応できるものとする。




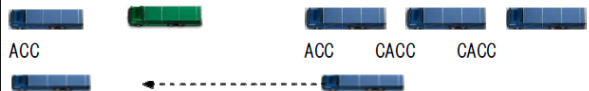

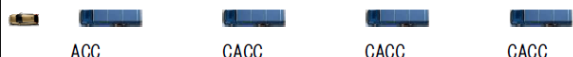
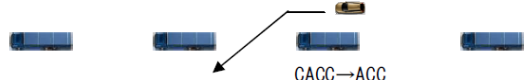

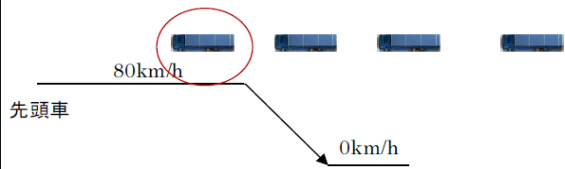
図Ⅲ.2.2.(1)-14 減速時における車間距離制御性

ウ) CACC ドライバ受容性評価

CACC 実験車を用いて物流事業社のプロドライバーによる CACC 受容性評価実験を実施した。図Ⅲ.2.2.(1)-15 に CACC 受容性評価実験内容を示す。

評価者は物流事業社 5 社のドライバー 20 名と業務管理者 14 名（運転経験あり）の総勢 34 名である。

評価方法として各社 1 日の 5 日間行い、約 2 時間の運転訓練の後、評価項目毎に実験とアンケート調査を実施した。図Ⅲ.2.2.(1)-16 に受容性アンケート結果を示す。実験前は全般的に CACC の効果や嬉しさに懐疑的であったが、実験後は ACC や CACC に対する肯定的な意見が多数を占めた。

評価実験項目	CACC 実験内容
1. 隊列形成 	4 台同時発進し、ドライバー操作により 1 台と 3 台の車群を形成 ①一般車後に 3 台 CACC 車走行 ②一般車レーンチェンジ後、後続 ACC 車が CACC に移行し、車群を形成 
2. 一定速度 CACC 走行	80km/h での 4 台 CACC 走行： 車間距離：30m 
3. ACC/CACC 加減速走行	50km/h ↔ 80km/h にて加減速する一般車に対する ACC/CACC ①一般車：+0.3G、-0.05G で走行 
4. 一般車割り込み	4 台 CACC 走行時、後続車への一般車割り込み 
5. 渋滞末尾停止	渋滞末尾部を想定した 80km/h からの自動停止 
6. 減速—停止	先行する一般車の制動を想定した CACC 減速制御 ①80km/h で走行中 ACC/CACC 走行時から先頭車が 0.2G 減速 ②CACC による 0.2G~0.25G 程度の減速・停止制御 

図Ⅲ.2.2.(1)-15 CACC 受容性評価実験内容

評価項目	評価結果	評価項目	評価結果
CACCの嬉しさ	1. CACCは安全性向上に役立つか。	CACCの要求性能	1. 各速度における先行車との車間距離は適切か。 :30m@80km/h
	2. CACCは燃費向上に役立つか		2. 追従時の加減速性は適切か :-0.2G~+0.05G
	3. CACCは運転負荷の軽減に役立つか		3. 減速・停止までの減速性は適切か。 :-0.2G
	4. CACCの全速度域制御は有効か		4. 先行車が減速した場合の自車減速タイミングは適切か
	5. CACCによる先行車追従制御は有効か。		5. 一般車割り込み時の減速度や減速開始時期や減速度は適切か。
	6. 先頭車前を走行する一般車の状況を表示や音声で知らせますがこの機能は有効か。		6. 隊列形成プロセスは適切か

図Ⅲ.2.2.(1)-16 受容性アンケート結果

(1) -③ トレーラ型トラックの隊列走行検証

トレーラ型トラックへの車線維持制御技術の適応性と白線認識センサや制御 ECU の自然環境変化に対する認識性能や対電磁波に関する信頼性を長期間にわたり評価するため、宇部興産株式会社が保有するトレーラ型トラックおよび宇部興産専用道を使用して、トレーラ型トラックの隊列走行適応性検討を実施した。

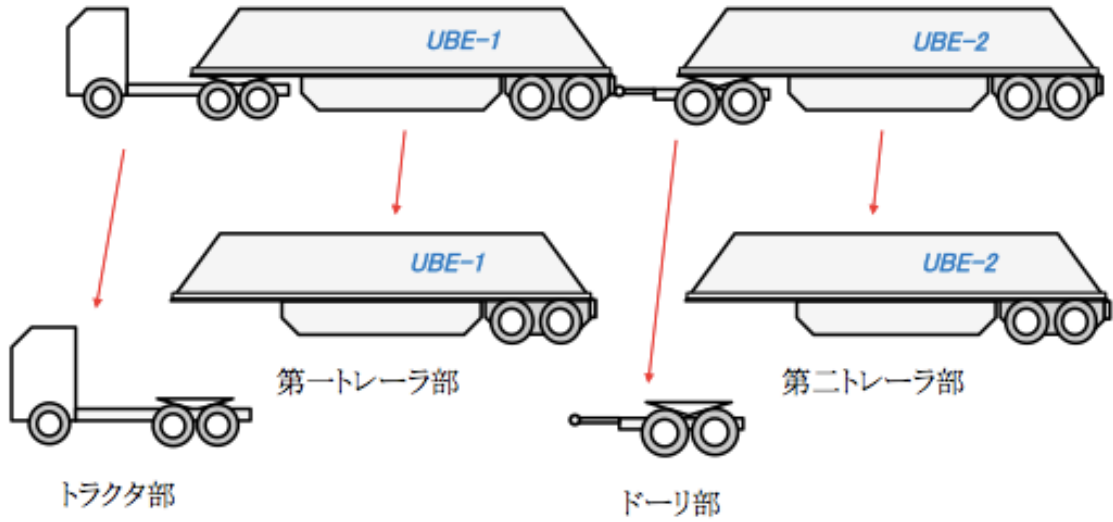
図Ⅲ.2.2.(1)-17 にセンサ等の長期間評価に使用した全長約 30km 片側 2 車線の宇部興産専用道の概要と実験に使用したトレーラ型トラックを示す。



図Ⅲ.2.2.(1)-17 トレーラ型トラックおよび宇部興産専用道路

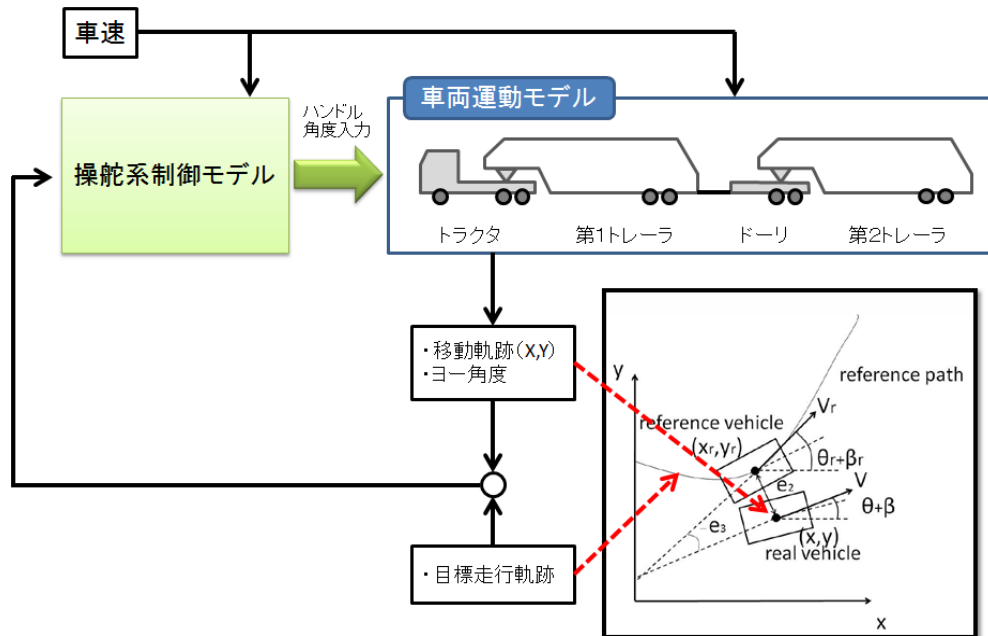
ア) 車線維持制御に対する適用性検討

トレーラ型トラックでの車線維持制御の可能性を検討するため、実験に使用する大型トレーラトラック（総重量 120t）のトレーラ部、ドーリー部を含む車両運動モデルを設計するとともに、車両維持制御シミュレーションにて車線維持制御の制御精度予測を行った。図Ⅲ.2.2.(1)-18 にモデル化したダブルス型トレーラの構造を示す。



図Ⅲ.2.2.(1)-18 ダブルストレーラ実験車の構造

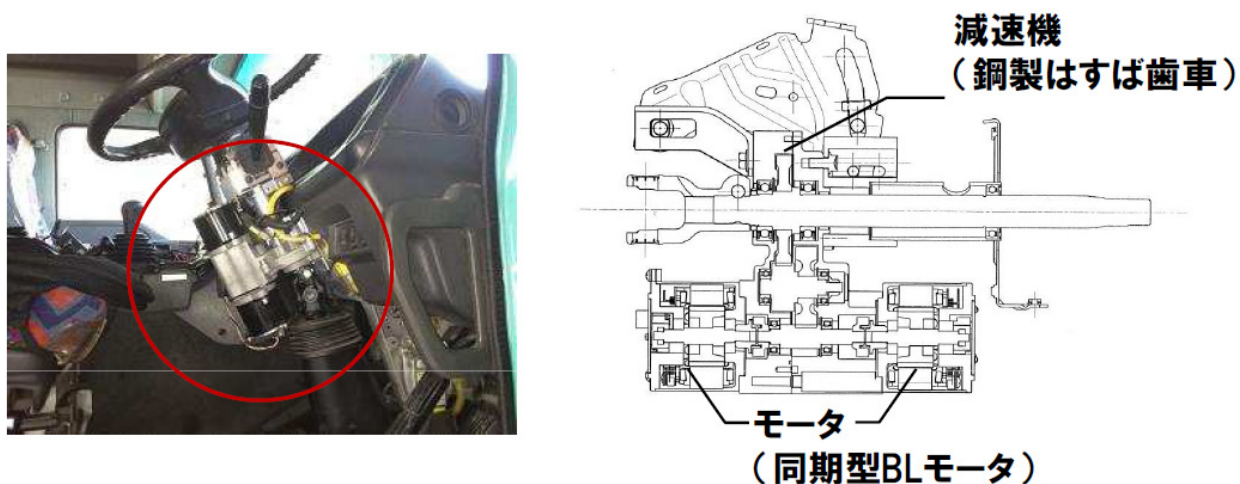
作成した車両運動モデルを用いて車線維持制御のシミュレーションモデルを設計し、車線維持制御性のシミュレーションを実施した。設計した車線維持制御シミュレーションモデルを図Ⅲ.2.2.(1)-19 に示す。



図Ⅲ.2.2.(1)-19 車線維持制御シミュレーションモデル

直線及び 1000R 曲線における車線維持制御性をシミュレーションした結果、トレーラ挙動により通常トラックに比較し、制御性はやや低下するが振動現象もなく制御が可能であることがわかった。

また、隊列実験車に使用した自動操舵装置を大型トレーラトラックに装着し、自動操舵制御装置の制御性能評価を行い、大型トレーラトラックでの適用性を検証した。図Ⅲ.2.2.(1)-20 にトレーラ型トラックに装着された自動操舵装置を示す。



図Ⅲ.2.2.(1)-20 自動操舵装置搭載状態

自動操舵制御装置の制御パラメータ調整後、トレーラに砕石を積載した場合と積載しない場合の停止時と走行速度 10km/hr での周波数応答性とステップ応答性を評価した。評価結果を表Ⅲ.2.2.(1)-4 に示す。この結果、隊列実験車とほぼ同等の応答性が得られ、隊列実験車用にて開発した自動操舵装置は汎用性があることがわかった。

表Ⅲ.2.2.(1)-4 自動操舵装置の応答性結果

【周波数応答】

周波数	空車		積車		NEDO車両(参考)	
	振幅	位相	振幅	位相	振幅	位相
0.5Hz	0.95	-9deg	0.94	-9deg	0.95	-9deg
1.0Hz	0.96	-12deg	0.98	-12deg	0.95	-12deg
1.5Hz	0.98	-15deg	0.96	-14deg	1.05	-14deg
2.0Hz	0.96	-15deg	0.96	-12deg	1.10	-12deg
2.5Hz	1.06	-20deg	1.1	-15deg	1.15	-15deg
3.0Hz	1.14	-22deg	1.16	-12deg	1.20	-12deg

【ステップ応答】

	空車	積車	NEDO車両(参考)
無駄時間	15msec	13msec	20msec

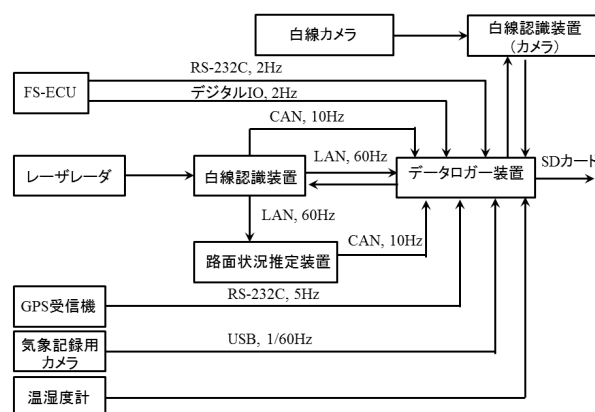
イ) センサ・ECU 長期性能評価

カメラ白線認識システム、レーザレーダ白線認識システムおよびフェイルセーフ ECU の実用化を見据え、フィールド評価を実施した。フィールド評価は宇部興産専用道（宇部—美祢 28km）において実施するため、宇部興産株式会社所有のダブルストレーラのトラクタに、レーザレーダ、カメラ、フェイルセーフ ECU を設置し、路面を常時計測することにより、それらの耐久性、および様々な天候、条件下での白線の認識率を調査した。

図Ⅲ.2.2.(1)-21 に使用した評価実験車の外観を示す。また、図Ⅲ.2.2.(1)-22 にセンサおよび ECU のデータを収集・記録するデータログ装置を示す。



図Ⅲ.2.2.(1)-21 実験車外観



図Ⅲ.2.2.(1)-22 データログ装置

データログ装置を用いて8月～2月の約6カ月にわたり長期性能評価を実施した。表Ⅲ.2.2.(1)-5は白線画像認識及びレーザ白線における認識率結果をまとめたものである。データ数として、夏：25500回、秋：202984回、冬：231069回である。表Ⅲ.2.2.(1)-5において、以下の3つの尺度で評価を行った。

- ・ 1回未検出～1フレームでも未検出が発生した場合、白線をロストしたと判定
- ・ 10回連続未検出～10フレーム連続で未検出が発生した場合、白線をロストしたと判定
- ・ 20回連続未検出～20フレーム連続で未検出が発生した場合、白線をロストしたと判定

この結果、レーザ白線認識において雨天での認識率がやや低下したものの季節や天候に拘わらず、認識率は約99%以上の高い認識率が得られた。

また、フェイルセーフ ECU についても長期間の電磁波による CPU の暴走評価を行ったが暴走による CPU の誤動作発生回数はゼロであった。

表Ⅲ.2.2.(1)-5 白線画像（上表）認識及びレーザ白線（下表）認識率結果

		晴れ	くもり	雨	雪	合計
夏	1回未検出	98.50%	-	-	-	98.50%
	10回連続未検出	99.25%	-	-	-	99.25%
	20回連続未検出	99.64%	-	-	-	99.64%
秋	1回未検出	97.12%	98.02%	97.12%	-	97.42%
	10回連続未検出	99.45%	99.55%	100%	-	99.71%
	20回連続未検出	99.70%	99.74%	100%	-	99.82%
冬	1回未検出	98.69%	98.30%	98.25%	98.93%	98.54%
	10回連続未検出	99.74%	99.75%	99.74%	99.70%	99.73%
	20回連続未検出	99.85%	99.80%	99.82%	99.79%	99.82%

		晴れ	くもり	雨	雪	合計
夏	1回未検出	99.88%	-	-	-	99.88%
	10回連続未検出	99.88%	-	-	-	99.88%
	20回連続未検出	99.88%	-	-	-	99.88%
秋	1回未検出	99.28%	99.20%	94.83%	-	98.95%
	10回連続未検出	99.66%	99.41%	95.31%	-	99.28%
	20回連続未検出	99.67%	99.44%	95.55%	-	99.32%
冬	1回未検出	99.05%	99.27%	98.87%	95.07%	98.71%
	10回連続未検出	99.33%	99.55%	99.06%	95.41%	98.98%
	20回連続未検出	99.34%	99.57%	99.17%	95.77%	99.05%

(2) 走行制御技術開発の成果

実施先：神戸大学
 日本大学
 慶應義塾大学

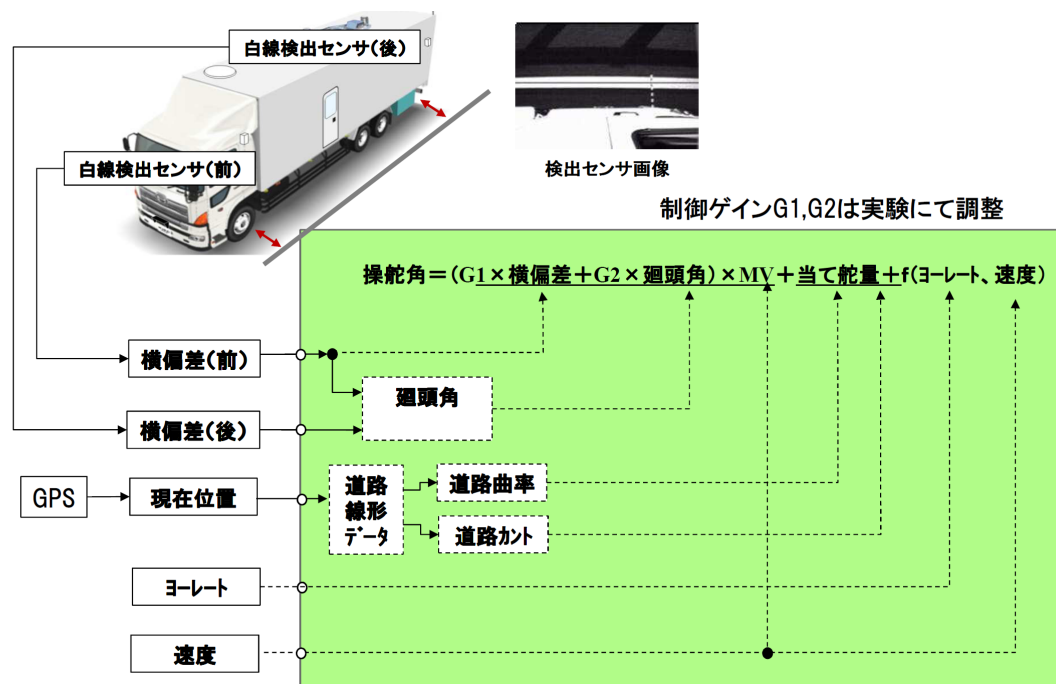
隊列走行を行うための車線維持制御および車間距離制御技術を開発し、実験車を用いて性能評価を実施し、目標値を達成した。以下、車線維持制御技術および車間距離制御技術について報告する。

(2) - ① 車線維持制御における技術開発と成果

ア) 車線維持制御アルゴリズム開発


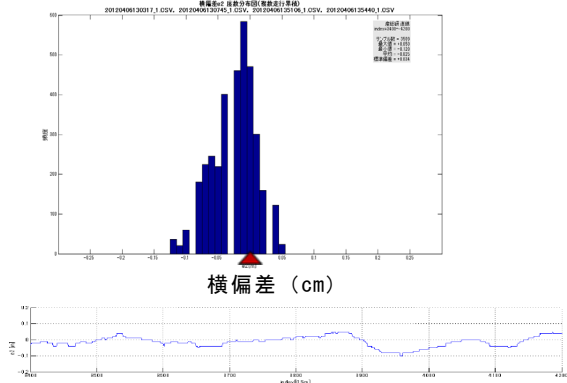

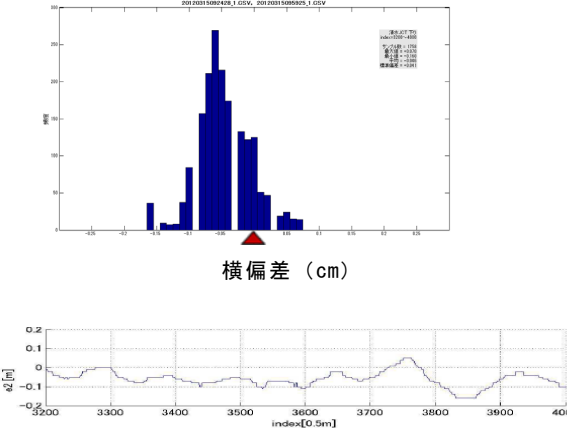

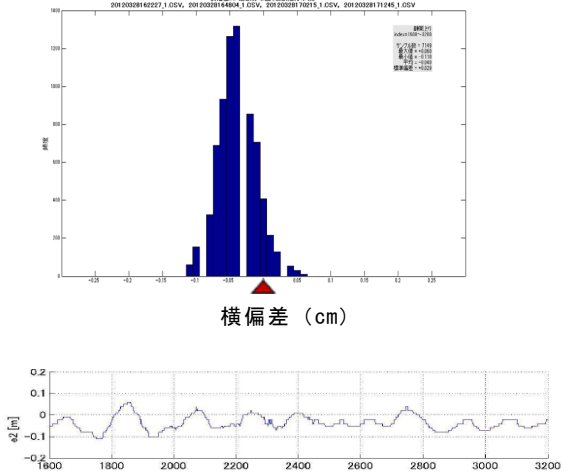
様々な道路形状を有する実道路環境に対応可能な高精度でかつロバスト性を有する車線維持制御アルゴリズムを開発するとともに、テストコースおよび供用前の新東名高速道路にて性能評価を行い、目標の性能を達成した。図Ⅲ.2.2.(2)-1 に開発した車線維持制御の構成を示す。

図Ⅲ.2.2.(2)-1 に示す様に、白線を追従するための前輪タイヤ操舵角度は、横方向と廻頭角（車両進行方向と白線の傾き角度）の偏差量を補正するフィードバック制御項と道路の曲率とカント（道路片勾配）で当て舵量を決定するフィードフォワード項等から求められる。廻頭角度は前輪付近に設置された白線検出センサより得られた横偏差量と、貨物室後部に設置された白線検出センサより得られた横偏差量と、両センサ設置間の距離より得られる構成となっている。



図Ⅲ.2.2.(2)-1 車線維持制御の構成

開発した車線維持制御の性能評価実験をオーバルな高速周回テストコースおよび供用前の新東名高速道路にて実施した。車線維持制御性評価実験においては、全て白線画像認識より得られた位置検出結果を用いて性能評価を実施した。性能評価結果を図Ⅲ.2.2.(2)-2に示す。

評価路	場所	制御結果 評価条件：速度 80km/h、計測長 (400m × 4)	目標 達成
直線	高速周回テストコース 	制御誤差 左：5cm 右：12cm 	○
1000R	新東名高速道路 	制御誤差 左：10cm 右：18cm 	○
3000R	新東名高速道路（トンネル内） 	制御誤差 左：5cm 右：10cm 	○

図Ⅲ.2.2.(2)-2 車線維持制御性評価実験 性能評価結果

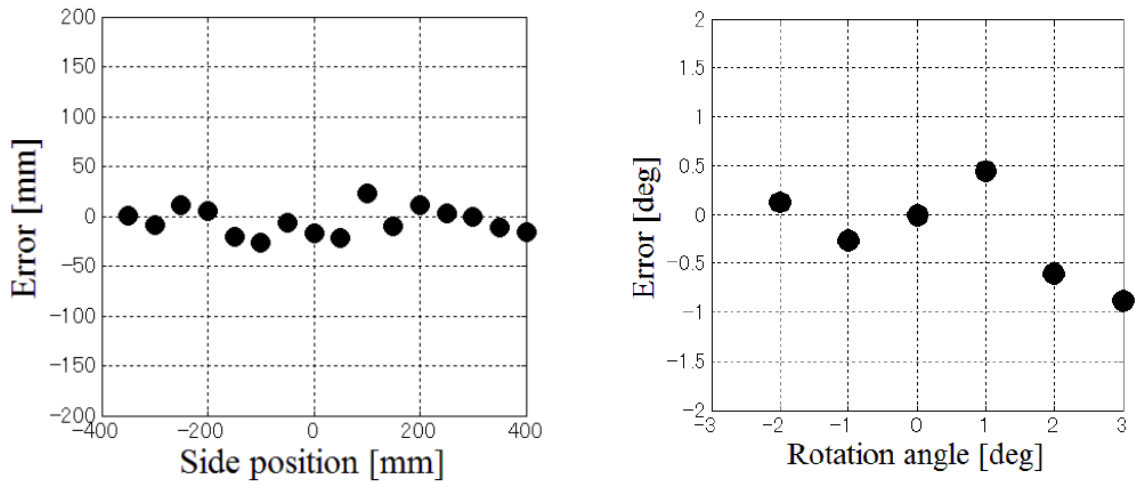
イ) 先行車トラッキング制御技術の開発

積雪等により白線認識が出来ない場合、あるいは障害物との衝突回避のためレーンチェンジを行う場合、隊列内の後続車が先頭車の横方向の動きを追尾する先行車トラッキング制御技術を開発した。

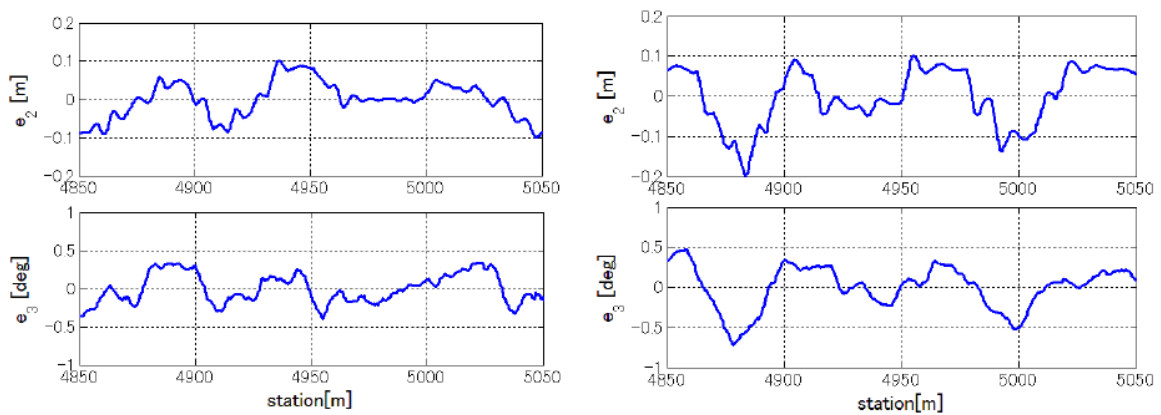
この技術は後続車に搭載されたレーザレーダを用いて先行車と自車の横方向のずれ量と傾き角度を検出し、これらの情報をもとに自車の操舵角度を制御して先行車を追尾する技術である。なお、トラッキングのための操舵制御アルゴリズムは車線維持制御アルゴリズムを利用した。

図Ⅲ.2.2.(2)-3にレーザレーダによる横方向のずれ量と傾き角度の検出性能を示す。また、これらの検出情報をもとに直線区間において、先行車トラッキング制御を行った場合の制御性の結果を図Ⅲ.2.2.(2)-4に示す。

先行車トラッキングの制御精度は $\pm 10\text{cm}$ 以下であり、目標の $\pm 25\text{cm}$ 以下を達成した。なお、トラッキング制御精度は白線認識装置の出力データより求めた。



図Ⅲ.2.2.(2)-3 レーザレーダによる先行車位置検出精度

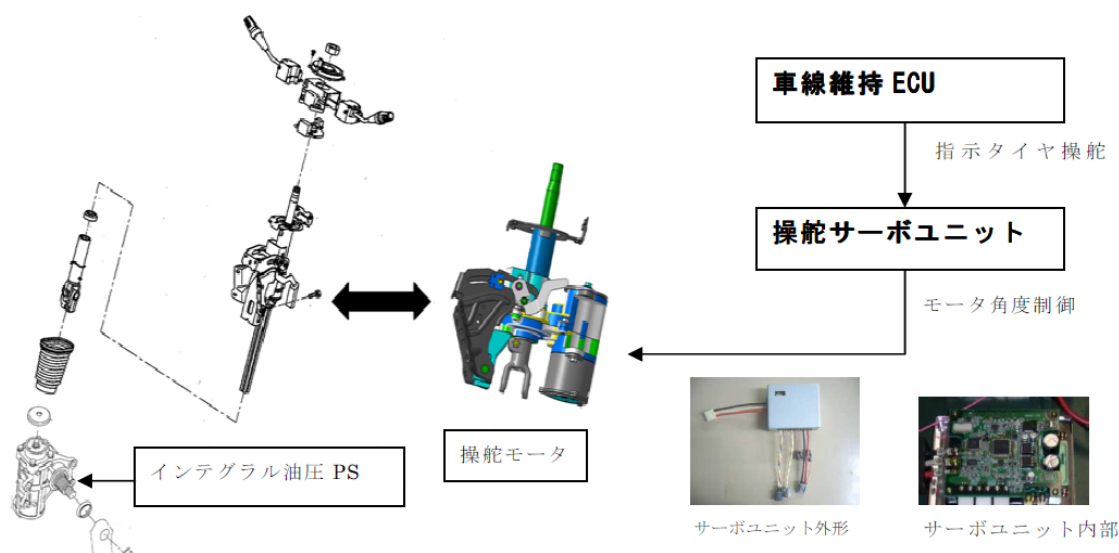


図Ⅲ.2.2.(2)-4 トラッキング制御性結果 (直線区間)

ウ) 自動操舵制御装置の開発

車線維持制御用アクチュエータとして、前輪タイヤの操舵を行う自動操舵制御装置を開発した。開発した自動操舵制御装置の全体構成を図Ⅲ.2.2.(2)-5に示す。

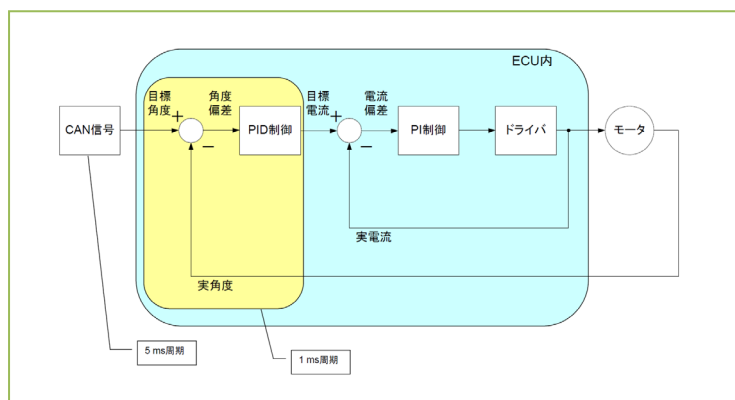
自動操舵装置は操舵サーボユニットおよびステアリングコラムに装着された操舵モータから構成され、車線維持制御 ECU から出力された指示タイヤ角度になるように操舵サーボユニットが操舵モータを制御する構成となっている。



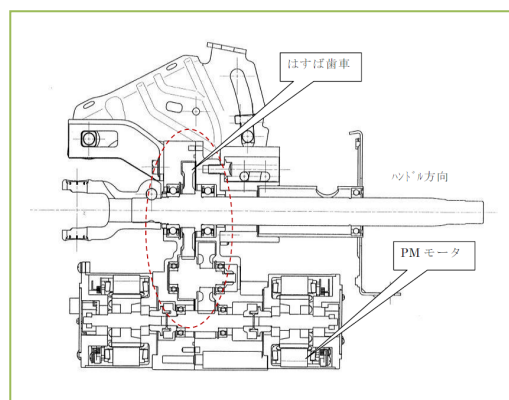
図Ⅲ.2.2.(2)-5 自動操舵制御装置

操舵サーボユニットが故障した場合のフェイルセーフを考慮して、操舵モータとして直流同期モータが使用され、はすば歯車を介しステアリング軸を駆動する構造となっている。図Ⅲ.2.2.(2)-6に操舵サーボユニットの制御ブロック、図Ⅲ.2.2.(2)-7に操舵モータ部断面を示す。

操舵サーボユニットは上位の車線維持制御 ECU から出力された指示タイヤ角度になるようモータの角度制御を行う。

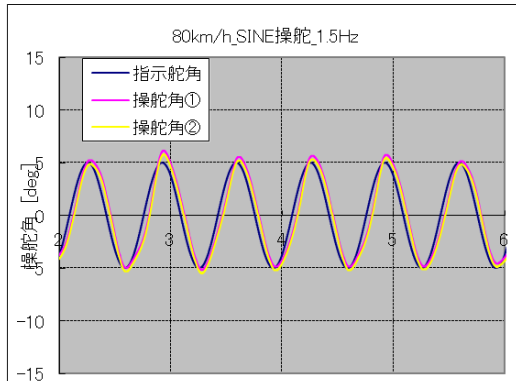


図Ⅲ.2.2.(2)-6 操舵サーボユニットの制御ブロック

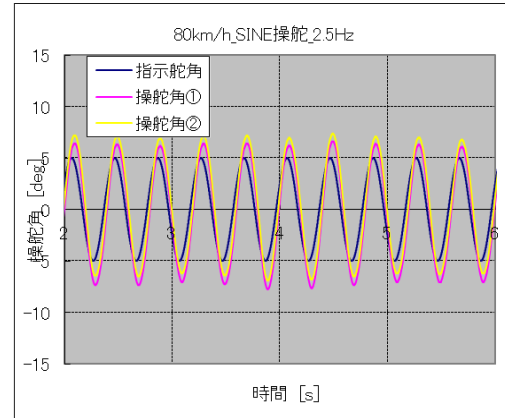


図Ⅲ.2.2.(2)-7 操舵モータ部断面

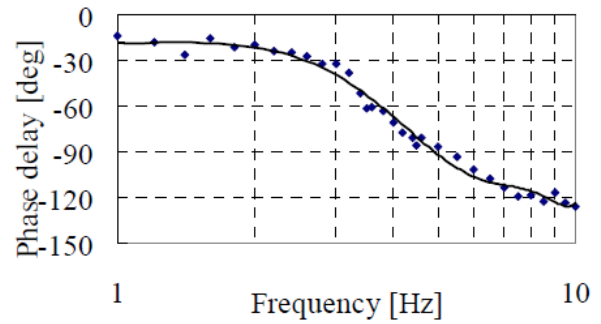
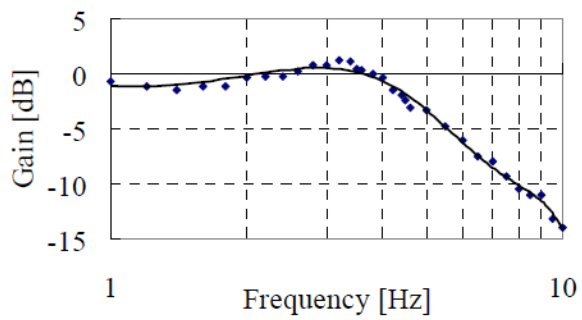
図Ⅲ.2.2.(2)-8a,b に速度 80km/hr における 1.5Hz と 2.5Hz の操舵制御性および図Ⅲ.2.2.(2)-9 に周波数応答性を示す。周波数応答性、位相応答性とも目標値を達成した。



図Ⅲ.2.2.(2)-8a 操舵制御性 (1.5Hz)



図Ⅲ.2.2.(2)-8b 操舵制御性 (2.5Hz)



図Ⅲ.2.2.(2)-9 周波数応答性特性

(2) -② 車間距離制御における技術開発と成果

コンセプト X や Y のように一般車が混在した交通環境で隊列走行を行う場合、隊列の先頭車前方を走行する一般車が急減速する場合等の安全性を考慮する必要がある。近接した車間距離での隊列走行において先頭車が急制動を行った場合、既に実用化されている ACC では制御遅れのため先行車に追突する可能性が極めて高い。

この問題を解決するため、車車間通信を用いて先頭車から最後尾車まで同一の目標加速度と速度で制御を行う、車間距離制御アルゴリズムを基本とした車間距離制御技術を開発した。図 III.2.2.(2)-10 に開発した車間距離制御システム構成を示す。

また、加速時における車間距離制御性を向上するため、後続車のトランスミッションの変速タイミングと変速位置を先頭車に同期することを合わせて行った。

80km/hr 定常走行における車間距離 4m、3 台隊列走行時の先頭車—中間車および中間車—最後尾車の車間距離を図 III.2.2.(2)-11 に示す。車間距離制御精度は±20cm 以内と極めて安定しており目標値を達成している。また、車間距離 15m、3 台隊列走行において、先頭車が平均減速度 0.4G で急減速した場合の中間車および最後尾車の車間距離制御性を評価した結果を図 III.2.2.(2)-12 に示す。最悪時においても車間距離の短縮は-1.0m 以内に収まっており、開発した車間距離制御アルゴリズムにより車間距離 4m での隊列走行が可能であることが証明された。

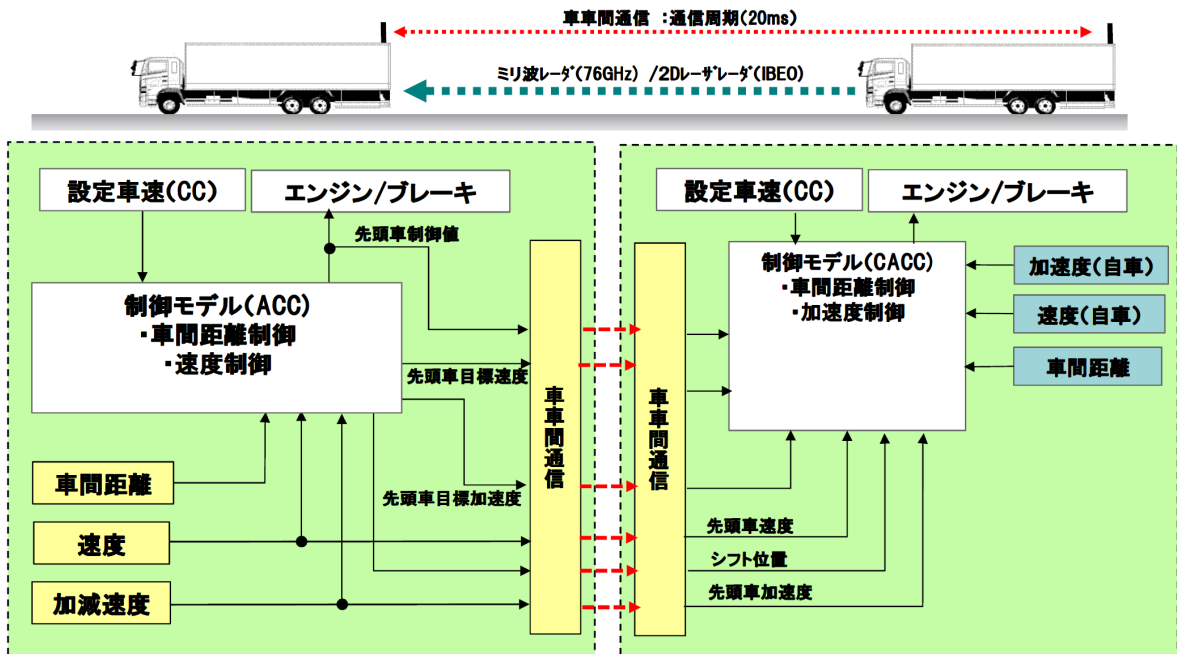
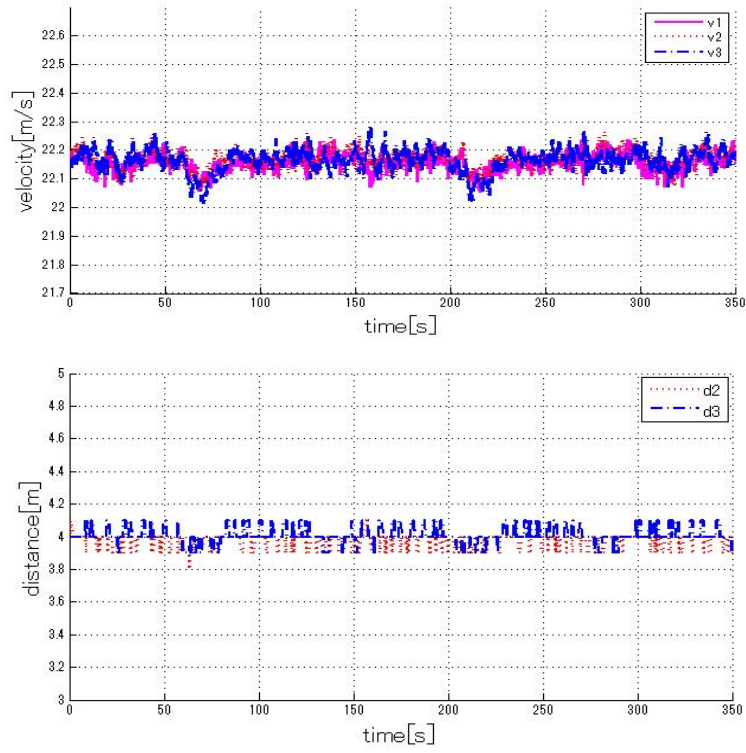
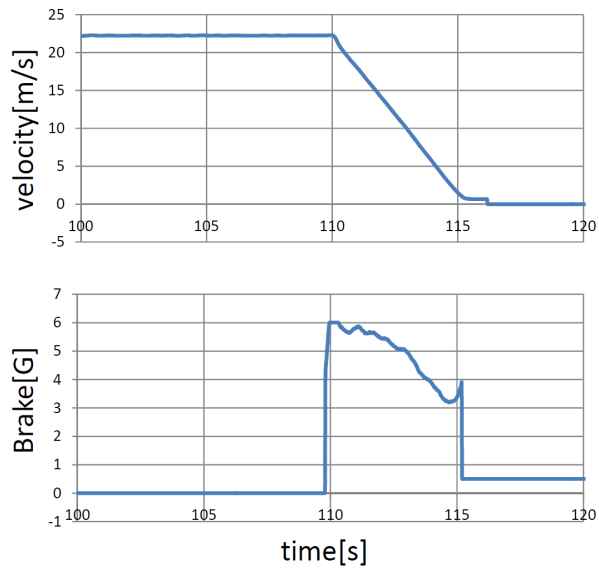


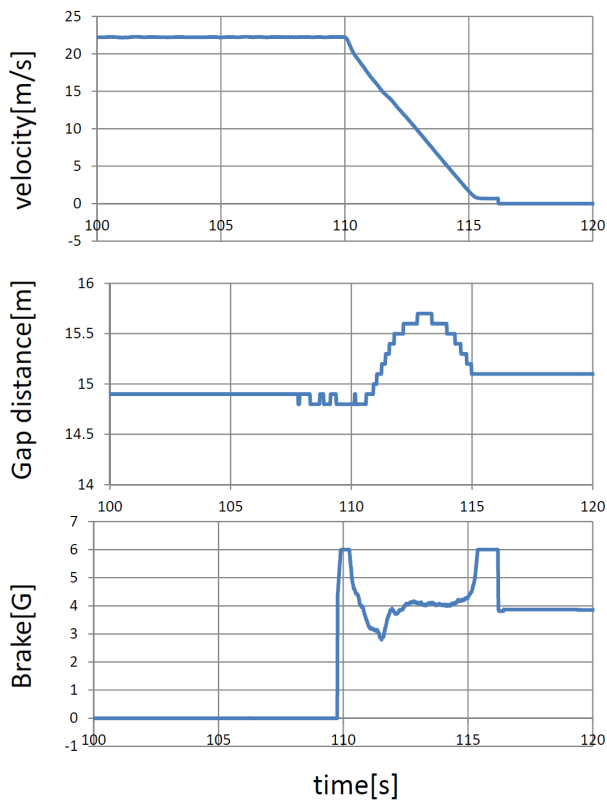
図 III.2.2.(2)-10 車間距離制御システム構成



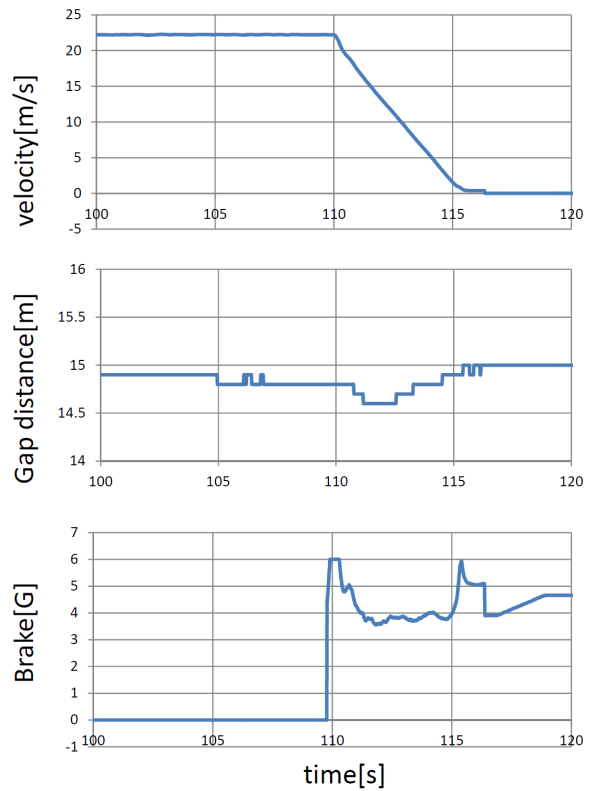
図Ⅲ.2.2.(2)-11 80km/hr 定常走行時の車間距離



(a) 先頭車の制御状態



(b) 中間車の制御状態



(c) 最後尾車の制御状態

図Ⅲ.2.2.(2)-12 急制動時の車間距離制御性結果

(3) フェイルセーフ化技術の開発

実施先：大同信号（株）

隊列走行の安全性を向上するため、安全確保のキーとなる車両制御 ECU のフェイルセーフ化を計ったフェイルセーフ車両制御 ECU およびシステムとドライバのインターフェースを行う HMI 技術を開発した。

(3) -① フェイルセーフ車両制御 ECU 開発

車線維持や車間距離等の制御を行う走行制御 ECU が故障した場合の安全性を確保するため、フェイルセーフ ECU の開発を行った。フェイルセーフに対する ECU の基本的設計は CPU やメモリが故障した場合、ECU から各制御装置への出力を遮断することとした。図 III.2.2.(3)-1 に CPU フェイル検出と出力遮断の基本構成を示す。

CPU ボードは 2 個の CPU とメモリー部、2 個の CPU 演算結果を比較する比較器、比較器からの出力にて ECU の出力端を制御するフェイルセーフリレー部から構成され、各 CPU の演算結果が不一致の場合、ECU の出力端が遮断されている。

製作された CPU ボードのフェイルセーフ機能を確認するため、片方の CPU に熱を加え強制的に CPU のプログラムを暴走させる熱暴走試験を実施した結果、CPU の不一致を検出し、出力が遮断することが確認された。

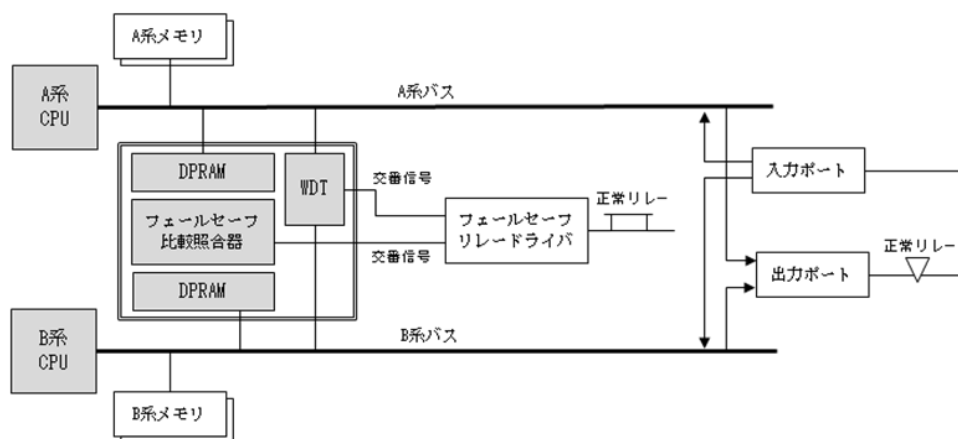


図 III.2.2.(3)-1 CPU フェイル検出基本構成

図 III.2.2.(3)-2 に開発されたフェイルセーフ ECU の CPU ボードにおける故障検出部および出力制御部の構成と製作された CPU ボードを示す。

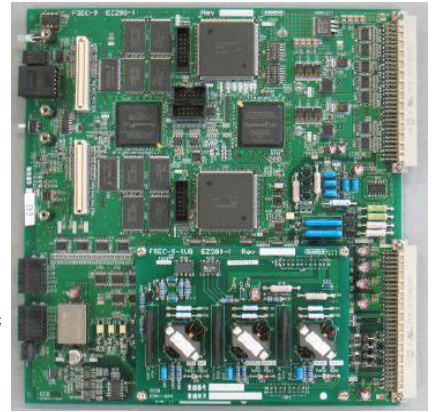
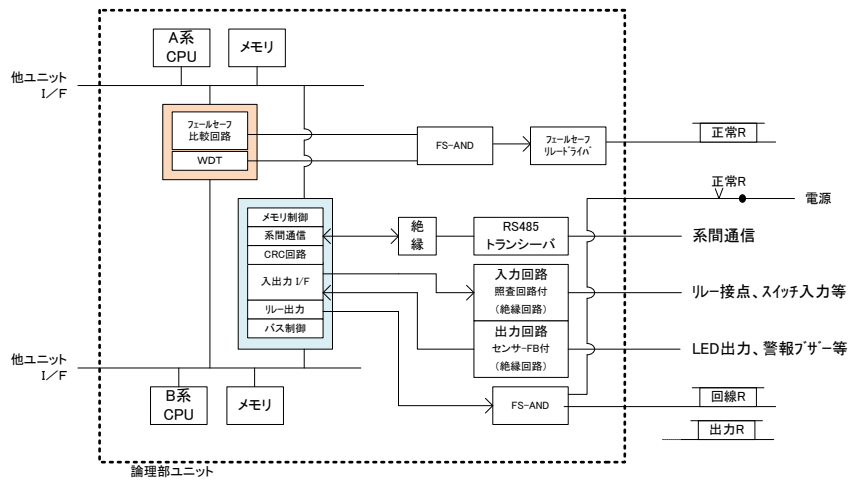


図 III.2.2.(3)-2 フェイルセーフ CPU ボード

(4) 白線認識技術の開発

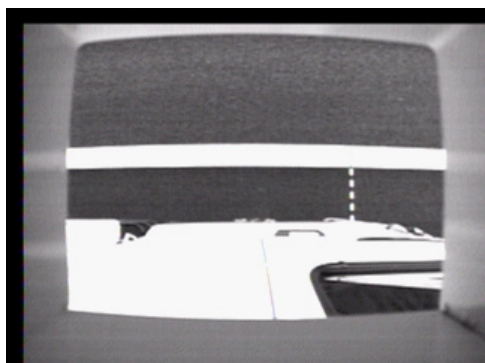
実施先：弘前大学
(株) デンソー
日産自動車 (株)

車線維持制御用として、区画白線を認識するとともに、車両と白線の離隔距離が高精度に検出できる白線認識技術を開発した。走行環境に対する要求を満たすため、画像認識による白線認識技術とレーザー光を用いた白線認識技術の2種類のセンシング技術に加え、通常の可視カメラと異なり太陽光の影響を受けない投光式高速カメラを合わせた開発を行い、センシングの多重化による認識率の向上を計った。

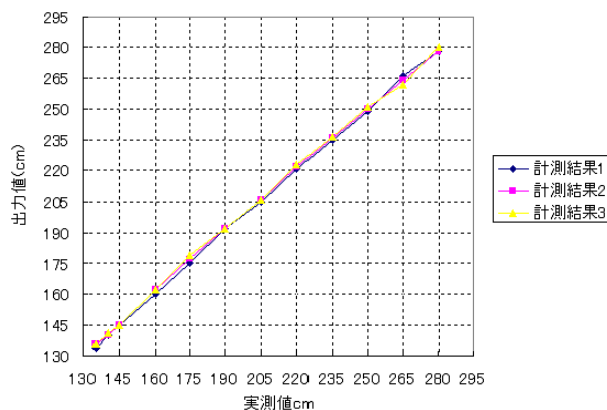
なお、それぞれのセンサは対自然環境に対する認識性能を向上するため、地上高さ約3.4mの車両キャビンルーフ位置から路面に対して垂直方向に白線を検出することとした。

(4) - ① 画像認識技術の開発

図Ⅲ.2.2.(4)-1 にキャビン部に装着されたカメラの搭載状態と撮像された白線画像を示す。白線認識に必要な白線画素数より撮像面積は4m×3mと狭小のため、ハフ変換以外に白線幅等の情報を使用して白線認識の認識率向上を計った。また、検出された白線位置と車両間の離隔距離を高精度に検出するため、カメラ座標から道路座標への変換方式としてテーブル方式の座標変換方式を開発した。



図Ⅲ.2.2.(4)-1 白線認識カメラ映像

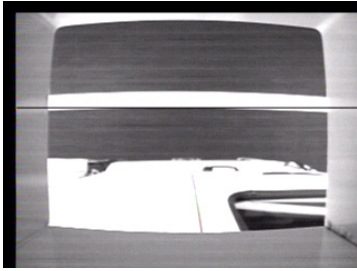






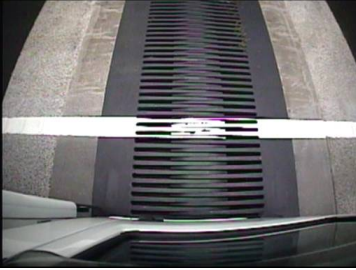

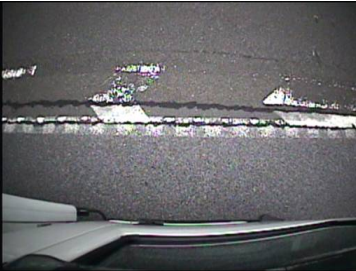


図Ⅲ.2.2.(4)-2 白線位置検出精度

図Ⅲ.2.2.(4)-2 は白線位置検出精度を示したもので、検出精度として $\pm 1.0\text{cm}$ を達成した。画像認識の認識性能を評価するため、影や雨、西日等の自然環境での評価に加え、東名高速道路や常磐高速道路等の公道においてトンネル部や橋梁下部、2重白線区間等での白線認識性能の評価を実施した。

図Ⅲ.2.2.(4)-3 に様々な走行環境における白線認識性能結果を示す。

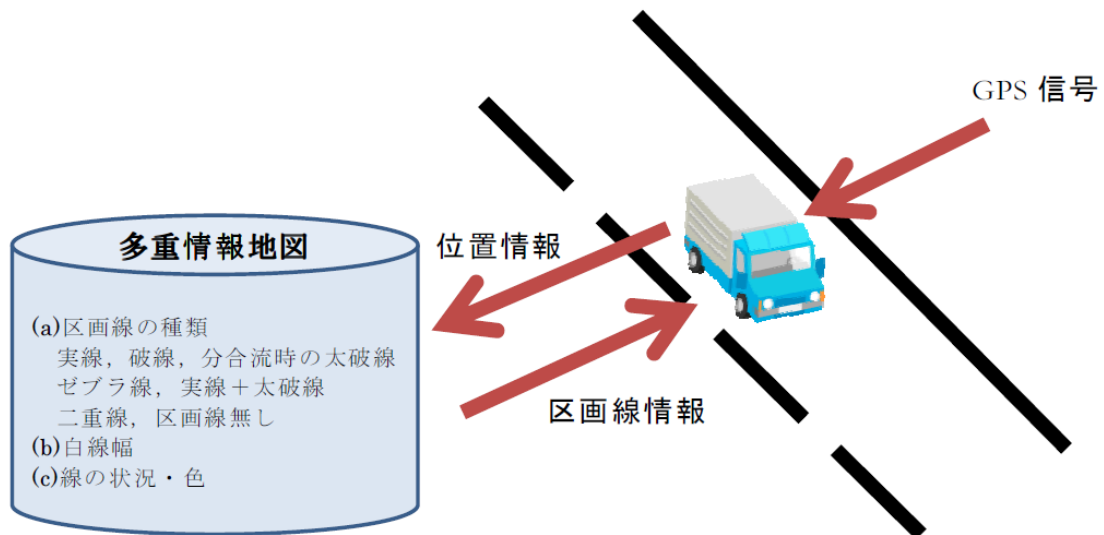
冠水状態となる雨天時悪天候においても認識は可能であったが、橋梁部から出たところにおいてはカメラのハレーション発生等により白線認識はできない場合があり、カメラ性能により白線認識が大きく依存する結果となった。

走行環境	認識結果	走行環境	認識結果
 <p>トンネル内（100%照明）</p>	○	 <p>トンネル内（50%照明）</p>	○
 <p>雨天時（雨滴）</p>	○	 <p>雨天時（スプラッシュ）</p>	○
 <p>影（ガードレール）</p>	○	 <p>影（自車）</p>	○
 <p>2重線</p>	○	 <p>橋梁繋ぎ部</p>	○
 <p>白線かすれ</p>	×	 <p>白線かすれ</p>	×

図Ⅲ.2.2.(4)-3 走行環境における白線認識性能結果

白線認識の処理アルゴリズムとして、白線の幅情報を使用している関係で、白線の幅が変化する合流部でのセブラ白線等においては認識率が低下するため、予め認識すべき白線幅情報を使用する走行位置情報との協調による白線認識アルゴリズムを開発した。

図Ⅲ.2.2.(4)-4 に位置情報利用白線認識処理の構成を示す。



図Ⅲ.2.2.(4)-4 位置情報利用白線認識処理

表Ⅲ.2.2.(4)-1 に首都高速における位置情報利用時の白線認識結果を示す。表Ⅲ.2.2.(4)-1において、行欄は実際の白線状態、桁欄は認識された結果を示す。表中、None は白線がない場合、Short は破線、S&T は実線+破線を示す。

従来では正確な白線認識が困難であった複雑な白線状態において、位置情報の利用により大幅に白線認識率が向上することが確かめられた。

表Ⅲ.2.2.(4)-1 位置情報利用白線認識率結果

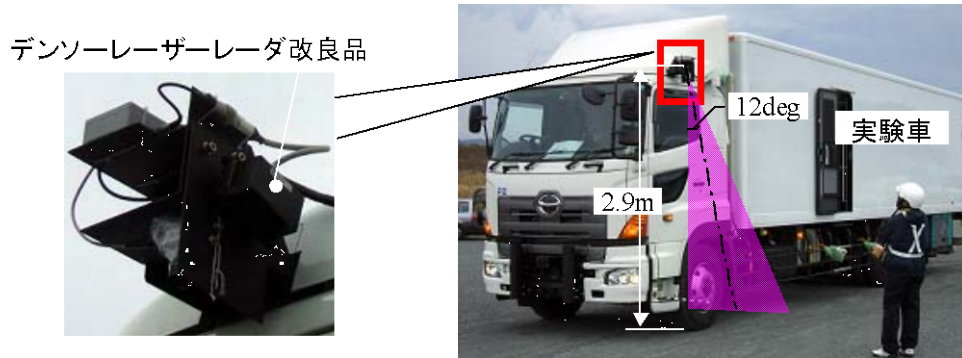
	None	Solid	Short	Zebra	Thick	S&T
None	99.45%	0.00%	0.55%	0.00%	0.00%	0.00%
Solid	0.09%	99.82%	0.02%	0.00%	0.06%	0.01%
Short	0.54%	0.52%	98.91%	0.00%	0.03%	0.00%
Zebra	0.00%	0.43%	0.00%	99.22%	0.00%	0.00%
Thick	0.20%	0.05%	0.40%	0.00%	99.35%	0.00%
S&T	0.00%	0.00%	0.05%	0.46%	0.05%	99.44%

(4) -② レーザレーダ式白線検出技術の開発と成果

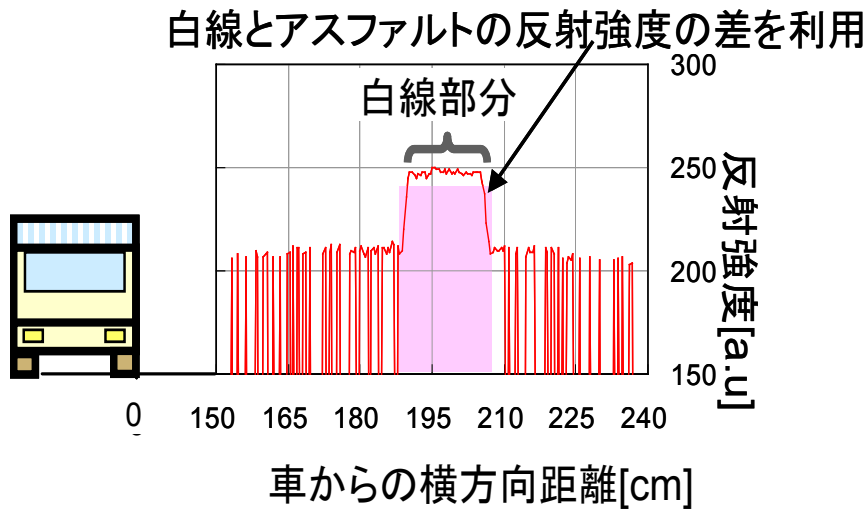
ア) レーザレーダ式白線検出技術の開発

太陽光による照度変化や影の影響を受けない白線認識として、アスファルト路面と白線の反射率の相違を利用して白線認識を行うレーザレーダ式白線検出技術を開発した。

レーザレーダの搭載位置と路面からの反射率データの一例を図Ⅲ.2.2.(4)-5 および図Ⅲ.2.2.(4)-6 に示す。



図Ⅲ.2.2.(4)-5 レーザレーダ搭載位置



図Ⅲ.2.2.(4)-6 レーザレーダの受光強度

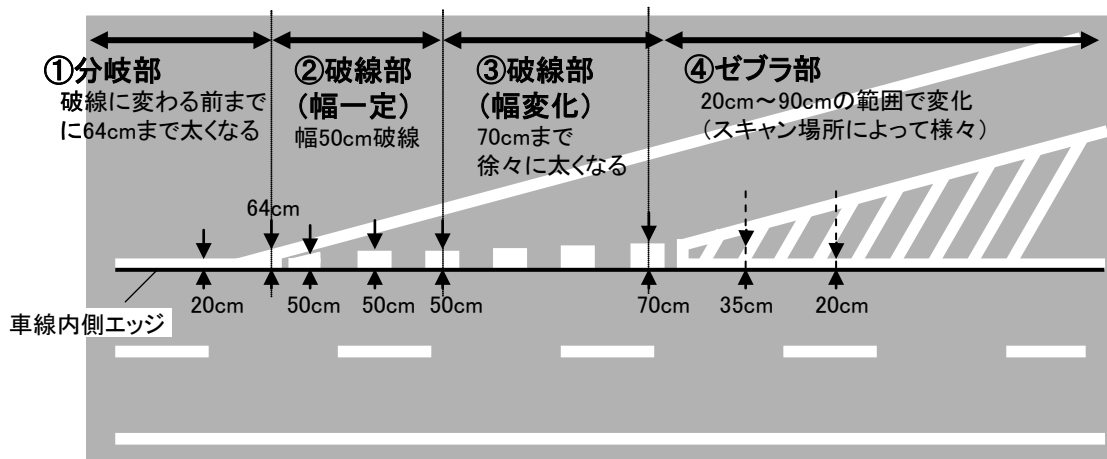
反射強度は路面状態や路面の材質等に影響されるため、路面強度を求め、これに一定のバイアスを加えた値を越すものを白線として認識するアルゴリズムを開発した。

特に白線においてもノイズ的波形となるため、白線幅のパターン認識アルゴリズムに工夫を加え認識を行った。

特に分合流部においては複雑に白線が敷設されているため、以下の時間的变化やハフ変換等のデータ処理を加え白線検出を行った。

- (1) ハフ変換により求めた車線形状推定結果を用いて、車線内側エッジ位置が車線付近にある白線候補を抽出する。
- (2) 抽出した白線候補の白線幅が連続線の幅（0.2m）でない場合は、分合流区間の白線として認識する。

図Ⅲ.2.2.(4)-7 に合流部の白線と認識処理の関係を示す。



図Ⅲ.2.2.(4)-7 合流部の白線認識処理

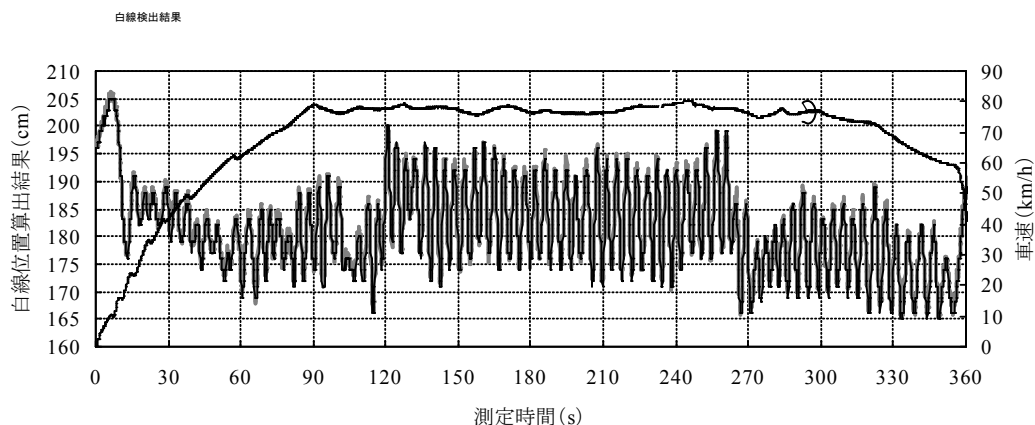
イ) 白線検出認識の性能評価

開発した白線認識アルゴリズムの白線認識評価を行った。

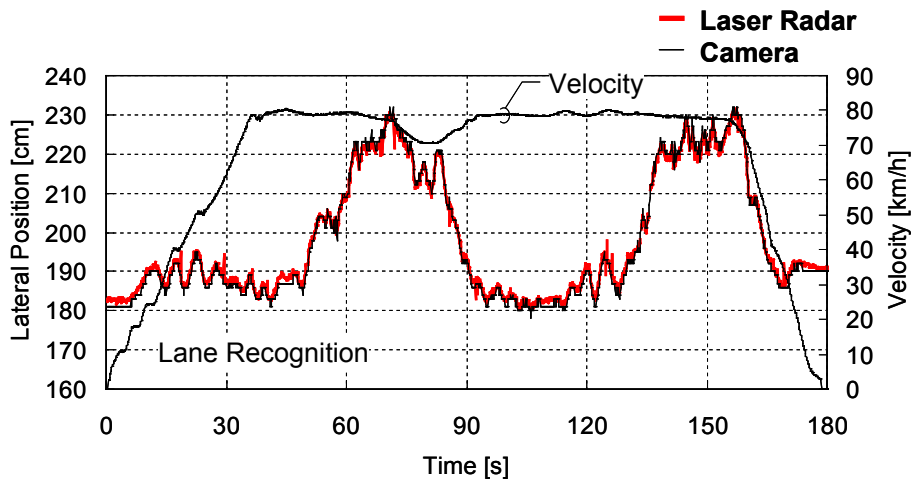
図Ⅲ.2.2.(4)-8 に乾燥路面における新東名高速道路での認識性能結果、また、図Ⅲ.2.2.(4)-9 に乾燥路面における産業技術総合研究所北サイトテストコースでの認識性能結果を示す。

なお、比較検証として、画像認識による白線認識結果を用いた。

図Ⅲ.2.2.(4)-8 および図Ⅲ.2.2.(4)-9 から明らかなように、乾燥路面において画像認識による位置検出結果とレーザレーダ式の白線検出結果は±2.0cm 以内で、レーザレーダ式による白線検出の検出性能が確かめられた。

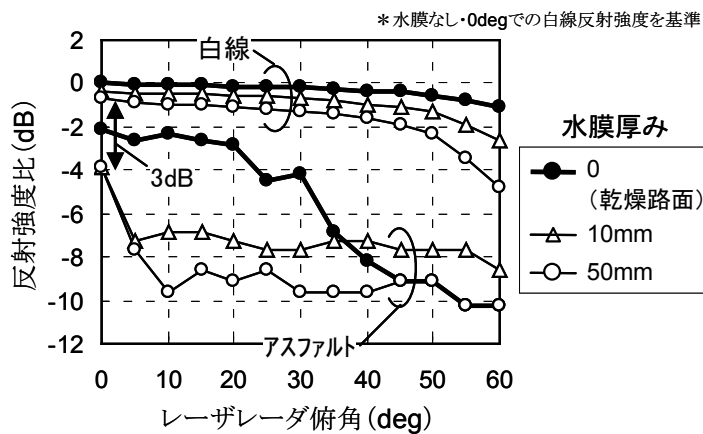


図Ⅲ.2.2.(4)-8 新東名高速道路での認識性能結果



図Ⅲ.2.2.(4)-9 テストコースでの認識性能結果

図Ⅲ.2.2.(4)-10 は降雨による路面水没時の反射強度を示したものであるが、水膜厚さが50mmにおいても路面と白線の反射率にはある程度の違いがあり、乾燥路面に対し認識率は低下するが、ある程度の認識は可能と考えらる。

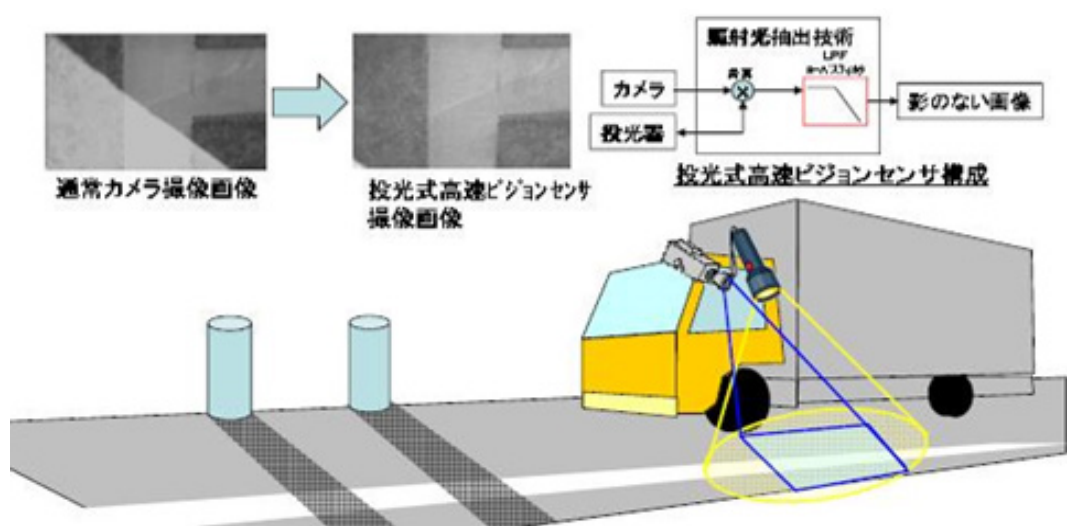


図Ⅲ.2.2.(4)-10 雨天時の反射率強度

(4) -③ 投光式高速ビジョンセンサの開発

ア) 投光式高速ビジョンセンサの技術開発

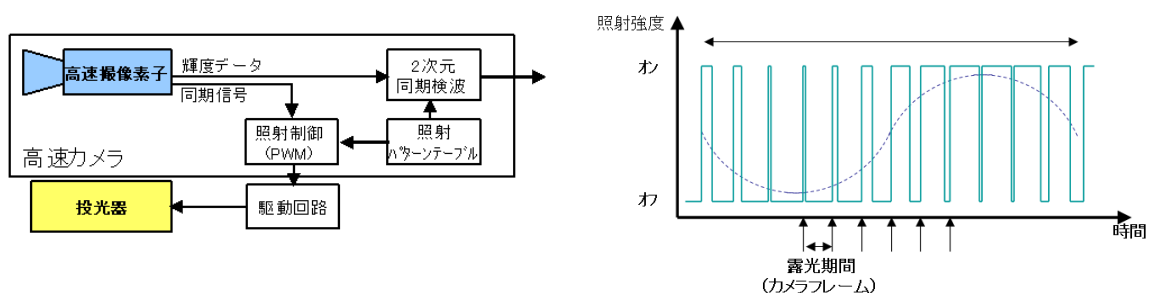
投光式高速ビジョンセンサはパルス光の投光により周囲の光環境の変化に強く、影に影響されない道路区画白線が撮影可能な新しいカメラシステムで従来のカメラに対し、大幅に白線認識性能を向上することを目的に開発を行った。図Ⅲ.2.2.(4)-11 に高速ビジョンカメラの全体構成を示す。



図Ⅲ.2.2.(4)-11 高速ビジョンカメラ全体構成

高速ビジョンセンサの作動原理は短時間に発光する光源と同期してカメラからの撮像データを取り込み、照射光とカメラ画像の映像の差分により影等の影響を排除するもので、特に同期検波方式として PWM 相関方式による同期検波処理を開発した。図Ⅲ.2.2.(4)-12 に高速ビジョンカメラの構成を示す。

この同期検波処理をカメラのように露光期間中の蓄積を行い離散的なデジタルサンプリングを行うデバイスで効率的に行う手法である。デジタル処理の利点を活かし、カメラの露光時間に合わせ投光機の ON/OFF 制御による照射時間比 (PulseWidthRatio) を用いた変調を実現することで、デバイス固有の非線形特性による照射光抽出性能低下を排除することができる。



図Ⅲ.2.2.(4)-12 高速ビジョンカメラの構成

イ) 高速ビジョンセンサの性能評価

開発した高速ビジョンカメラを大型トラックに搭載し、照度の条件として、日没後(1lux以下)、低照度(1~30,000lux程度)、高照度(30,000lux~80,000lux程度)の3条件で性能評価実験を実施した。

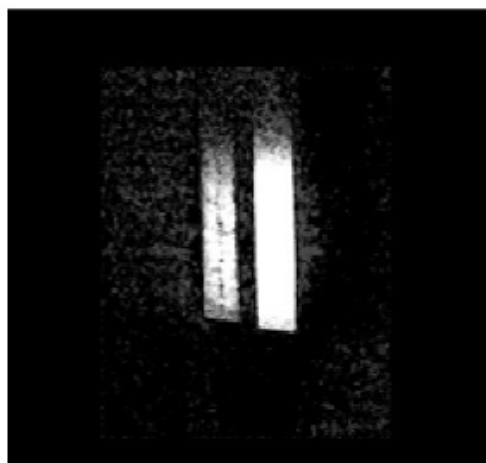
図Ⅲ.2.2.(4)-13に高速ビジョンカメラの搭載状態、図Ⅲ.2.2.(4)-14に低照度時の処理画像を示す。



図Ⅲ.2.2.(4)-13 高速ビジョンカメラの搭載状態



通常カメラ画像

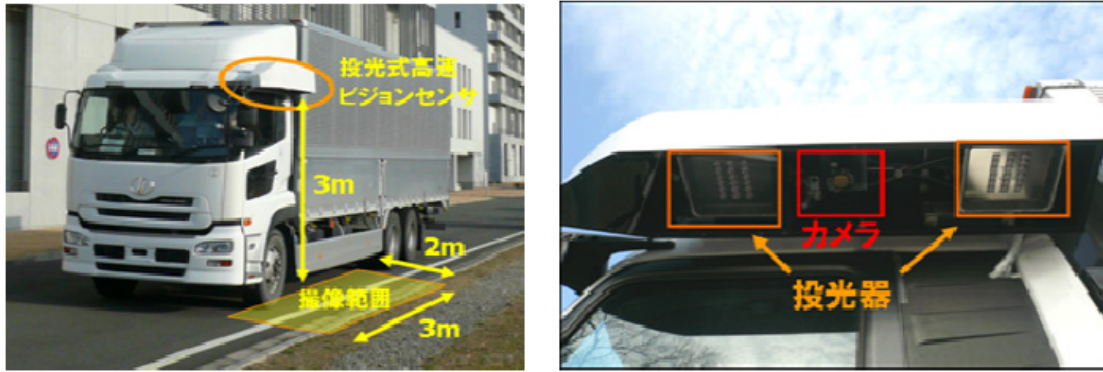


高速ビジョンカメラ画像

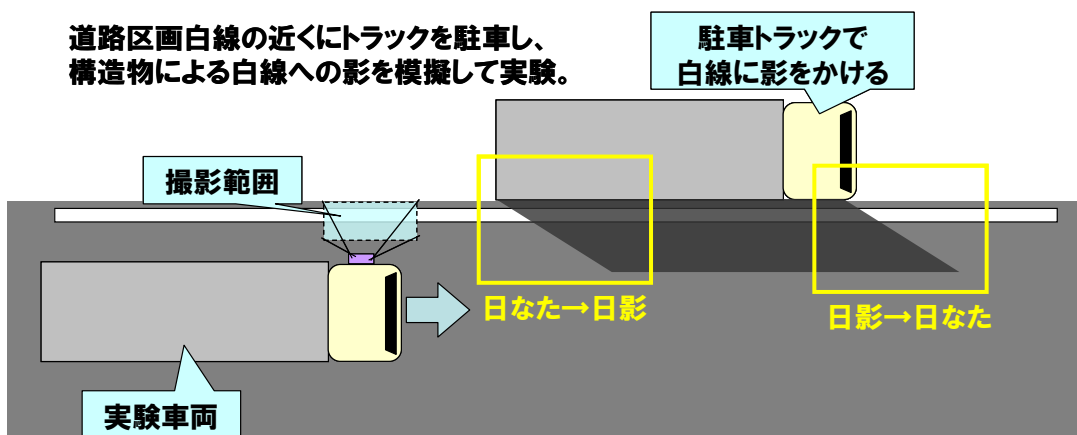
図Ⅲ.2.2.(4)-14 カメラ画像

更に、カメラ部および投光部の雨対策を行った改良装置にて、自車影における性能評価を実施した。実車での改良装置を図Ⅲ.2.2.(4)-15に雨対策改良装置、図Ⅲ.2.2.(4)-16に影評価シーン、図Ⅲ.2.2.(4)-17に影に対する性能評価結果を示す。

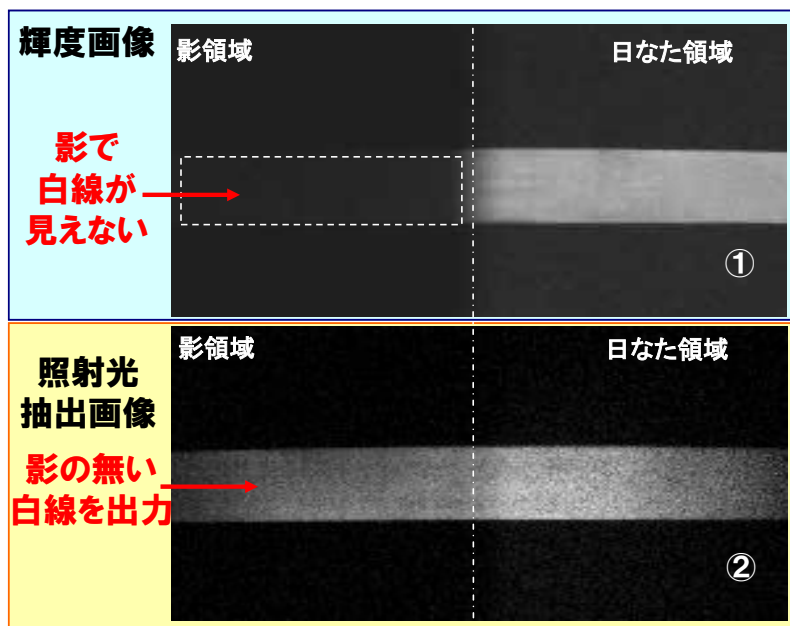
この結果、影を排除した白線画像を撮像することが可能となった。



図Ⅲ.2.2.(4)-15 雨対策改良高速ビジョンカメラの搭載状況



図Ⅲ.2.2.(4)-16 影評価シーン



図Ⅲ.2.2.(4)-17 影に対する性能結果

(5) 車両・障害物認識技術の開発と成果

実施先：金沢大学

日本電気（株）

東京工業大学

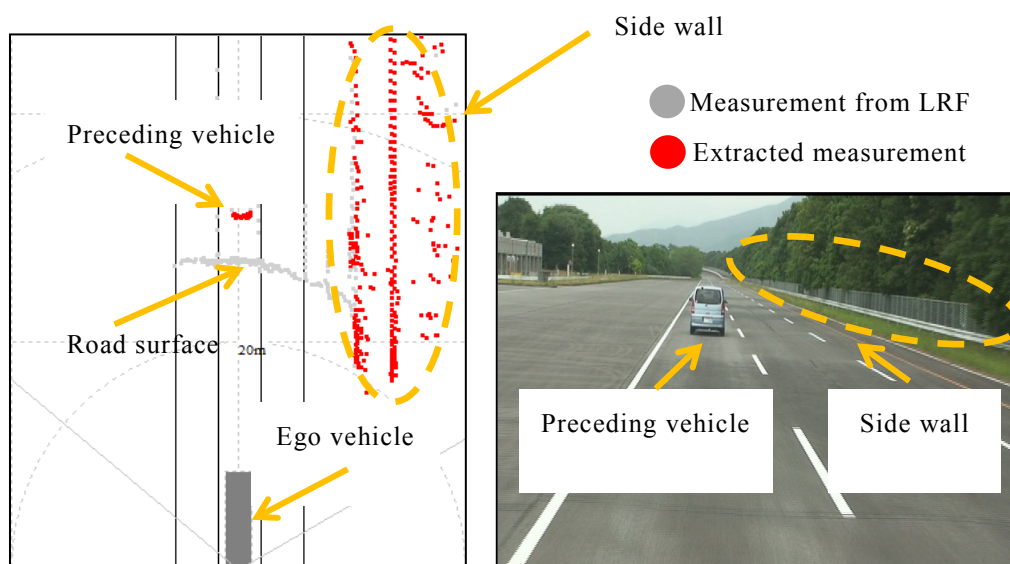
自動運転・隊列走行においては障害物認識技術と隊列走行における隊列内の車間距離検出技術が必要である。障害物認識技術では全天候・全時間帯に対してロバストな認識が必要であり、従来実用化されてきたセンサーでは雨・雪やスプラッシュ、砂埃等による空気中のノイズや、夜間・明け方など時間帯による光量の変化といったノイズにより誤認識が発生した。信頼性の高い障害物認識を行うため、レーザレーダ・ミリ波レーダのフュージョン技術や遠赤外線ステレオカメラによるステレオ画像認識技術等の開発を行った。

(5) - ① レーザレンジファインダ・ミリ波レーダのフュージョンによる障害物認識技術の開発

ア) 車両・障害物認識アルゴリズムの開発

障害物の認識には物体認識と自車走行レーン内認識が必要である。このためレーザレーダおよびミリ波レーダからの距離情報を用いて立体物認識を行い、この情報をもとに物体認識を行った。立体物認識のため車両座標と道路座標の変換式を用いて、センサからの情報の道路座標系への変換を行っている。

図Ⅲ.2.2.(5)-1 はセンサから得られた距離情報を基に道路面に対して垂直な立体部検出アルゴリズムに得られた認識結果を示したもので、道路面と立体物が区別されている。



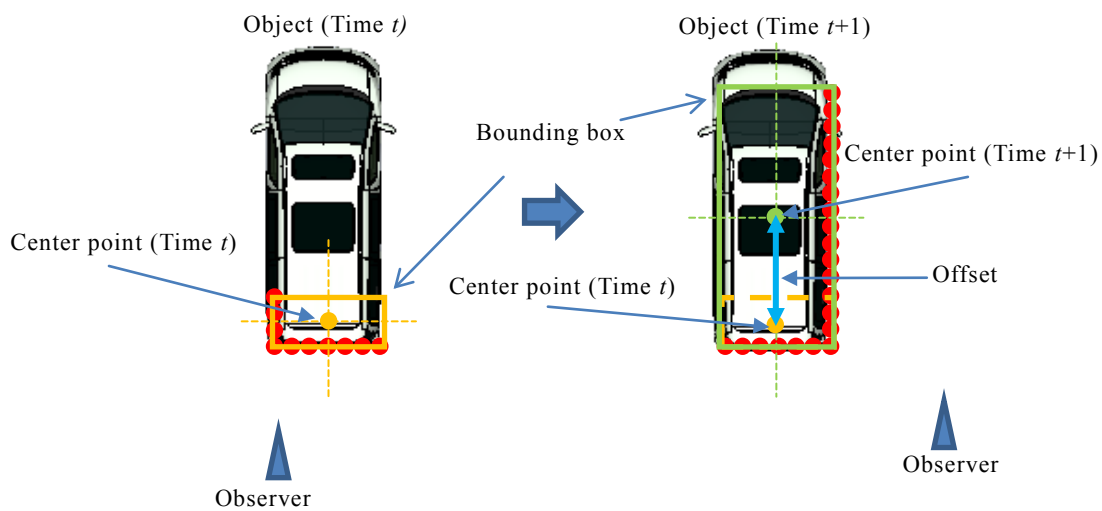
図Ⅲ.2.2.(5)-1 レーザレーダによる立体物検出結果

この情報をもとに物体を認識するため、距離のデータ群より一つの集合体にまとめるためのクラスタリング（集合化）アルゴリズムを開発した。

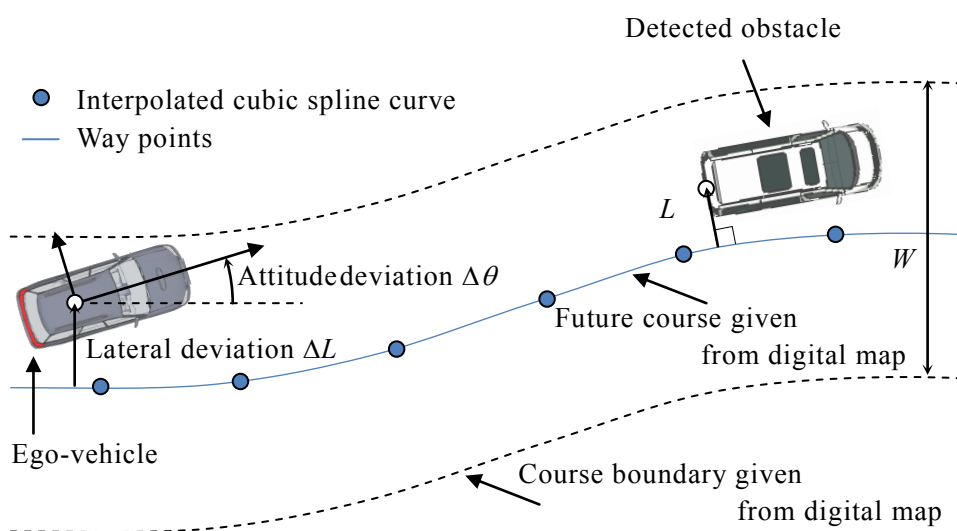
クラスタリングでは距離および方位情報に加え、カルマンフィルタによるノイズ処理した後、各点の移動速度ベクトルを算出し、これらの情報をもとにクラスタリングを実施した。なお、クラスタリングにおいては物体を特定するため、物体ごとのパターンを想定してクラスタリングを行った。図Ⅲ.2.2.(5)-2に車両認識に用いたパターンを示す。

クラスタリングにより物体を認識した後、道路地図と検出した物体情報および、車両位置情報を用いて物体が自転車走行レーンか隣接レーンに存在するかの認識を行う障害物認識アルゴリズムを開発した。開発した地図利用障害物認識法の概念を図Ⅲ.2.2.(5)-3に示す。

地図位置と自転車-障害物相対位置の位置合わせ精度を向上するため、白線との横方向位置や廻頭角情報を利用している。



図Ⅲ.2.2.(5)-2 クラスタリング車両パターン

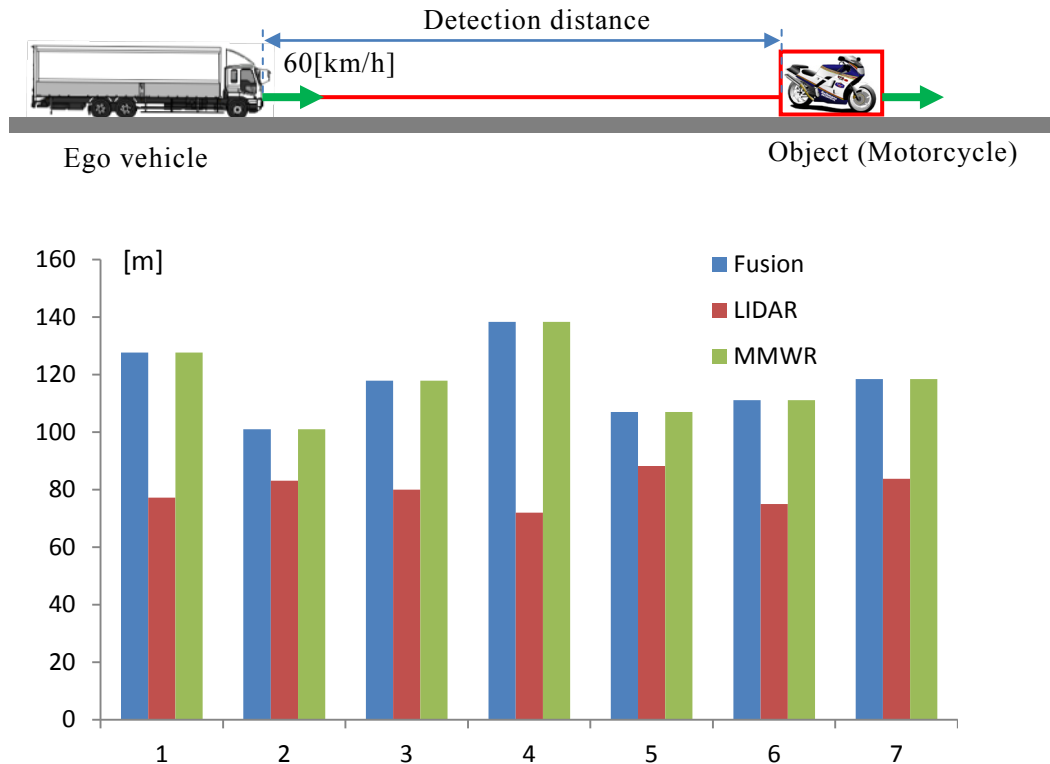


図Ⅲ.2.2.(5)-3 地図利用障害物認識法

イ) 車両・障害物認識アルゴリズムの性能評価

開発した障害物認識アルゴリズムを組み込んだ障害物認識装置を開発し、性能評価を実施した。図Ⅲ.2.2.(5)-4は2輪車を障害物とした場合の検出性能を示したものでフュージョンによりレーザレーダ単体性能より検出製能が向上している。

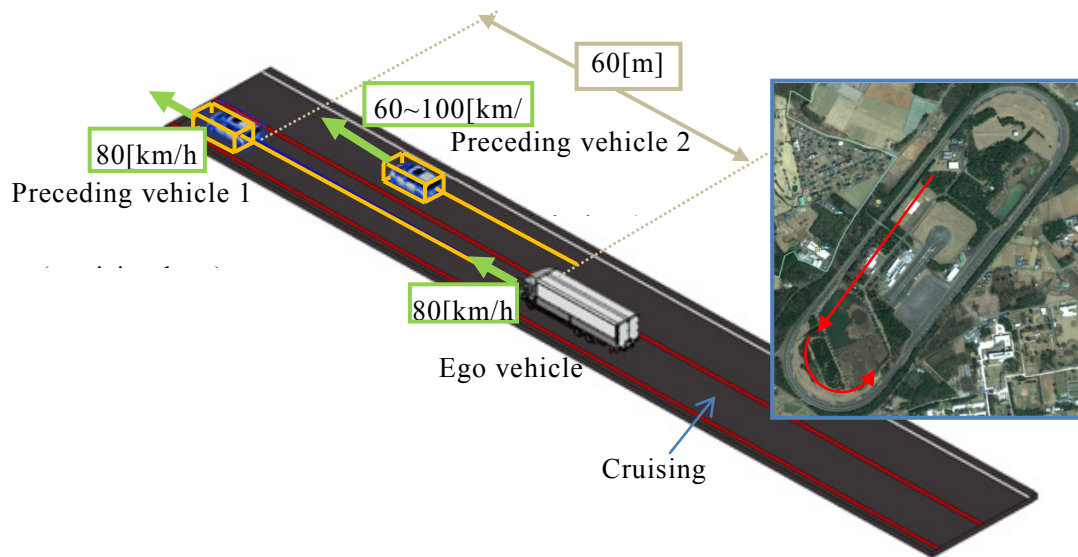
図中、LIDAR及びMMWRは実験に使用したレーザレーダおよびミリ波レーダを表す。



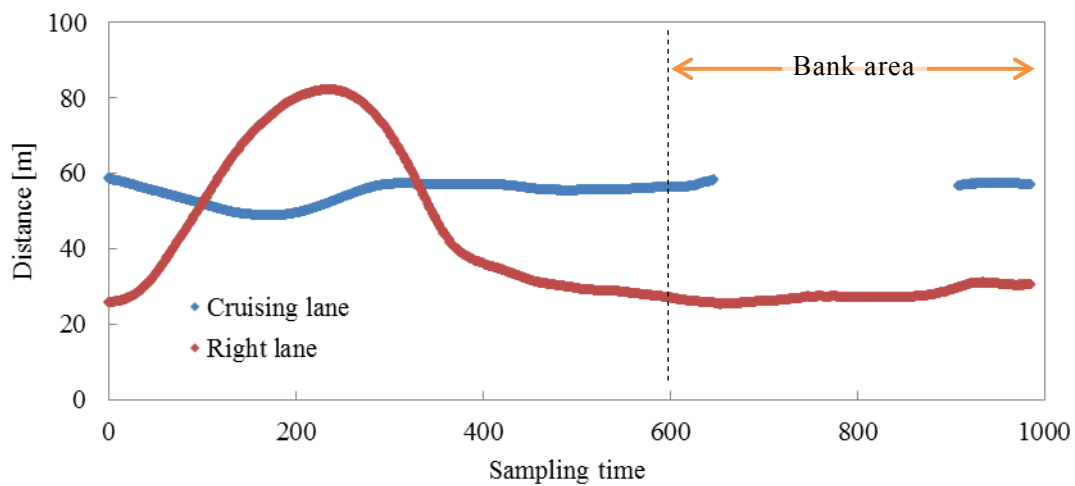
図Ⅲ.2.2.(5)-4 2輪車検出における検出方式性能結果

図Ⅲ.2.2.(5)-5 は地図利用障害物検出実験における実験概要を示したもので、図Ⅲ.2.2.(5)-6 および図Ⅲ.2.2.(5)-7 は直線区間および曲線区間での車間距離と速度の検出結果である。

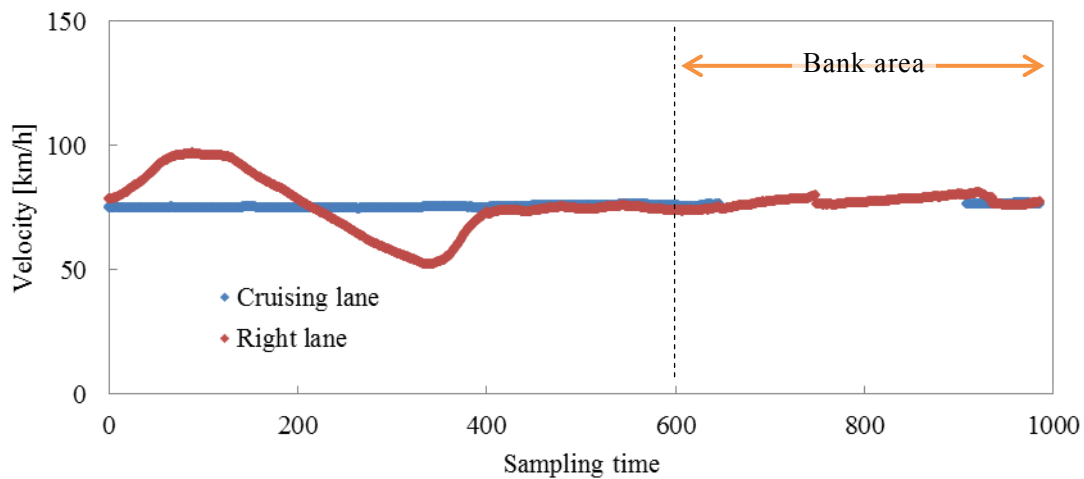
自レーン前方の車両は直線および曲線部において、距離および速度は正確に認識されているが、隣接レーンを走行する車両は曲線部のバンクの路面に反応し認識することが出来なかったが、車両の誤認識はなく目標を達成した。



図Ⅲ.2.2.(5)-5 地図利用障害物検出実験



図Ⅲ.2.2.(5)-6 直線区間および曲線区間での車間距離検出結果



図Ⅲ.2.2.(5)-7 直線区間および曲線区間での速度検出結果

(5) -② 遠赤外線ステレオカメラおよびステレオ画像による障害物認識技術の開発

ア) 遠赤外線ステレオカメラの開発

ステレオ視による障害物認識において、夜間やトンネル内では可視カメラによる認識性能が低下するため、遠赤外線ステレオカメラを開発し、遠赤外線ステレオ画像による障害物認識技術を開発した。

図Ⅲ.2.2.(5)-8 にステレオカメラに用いた波長 10 μ m 帯の遠赤外線カメラの外観、図Ⅲ.2.2.(5)-9 に可視カメラと遠赤外線カメラの同一シーンでの画像の比較を示す。図Ⅲ.2.2.(5)-9 で明らかなように可視カメラでは正確に撮像できないシーンでも遠赤外線カメラでは正確な映像が得られている

項目	仕様	備考
撮像デバイス	非冷却 マイクロボロメータ	波長帯: 8~14 μ m
画素数	VGAフォーマット 640×480	画素ピッチ23.5 μ m
温度レンジ	0~60℃	0~150℃(標準カタログ品仕様)から最適化
雑音等価温度差 (NETD)	<65mK	被写体温度レンジ 0~60℃設定、 環境温度20℃の時
フレームレート	30Hz	
消費電力	約7W	突入電流除く
レンズ焦点距離	39mm	
レンズ画角	21° × 16°	



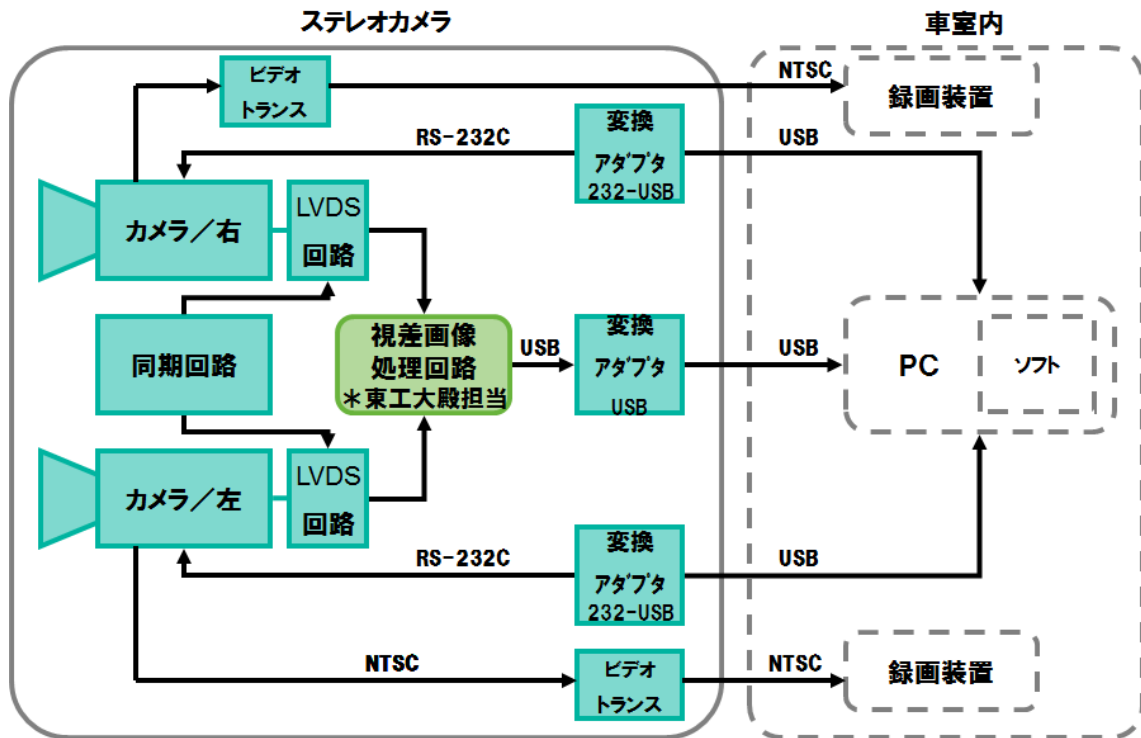
日本アビオニクス社製

図Ⅲ.2.2.(5)-8 ステレオ視に用いた遠赤外線カメラ

	夜間の対向車	ヘッドライトの路面反射	煙
可視			
遠赤外線			

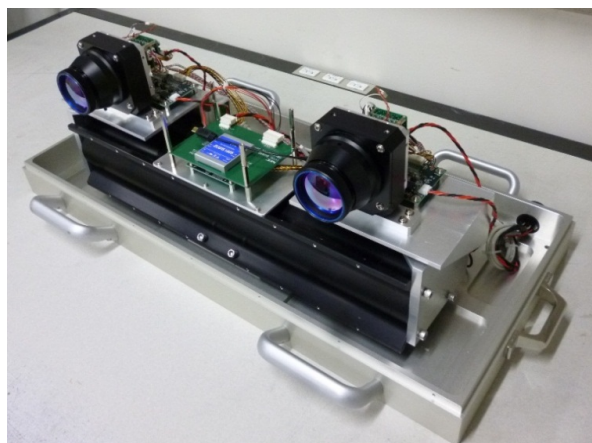
図Ⅲ.2.2.(5)-9 カメラ画像比較

遠赤外線カメラを用いてステレオ視カメラの設計・製作を行った。設計・製作した遠赤外線ステレオカメラの回路構成を図Ⅲ.2.2.(5)-10に示す。ステレオ視による障害物認識では右カメラと左カメラの撮像タイミングがずれると撮像された映像が異なるため左右画像のマッチング精度が悪く距離誤差が発生する。このため、同一時刻でカメラ像をキャプチャするカメラ同期回路を作成しステレオカメラに組み込んだ。



図Ⅲ.2.2.(5)-10 遠赤外線ステレオカメラの回路構成

製作した撮像同期回路を組み込んだ遠赤外線ステレオカメラを製作した。図Ⅲ.2.2.(5)-11に製作したステレオカメラの外観を示す。ステレオマッチング精度を向上するため左右カメラのヨー角、ピッチ角およびロール角が調整できる機構を組み込んでいる。

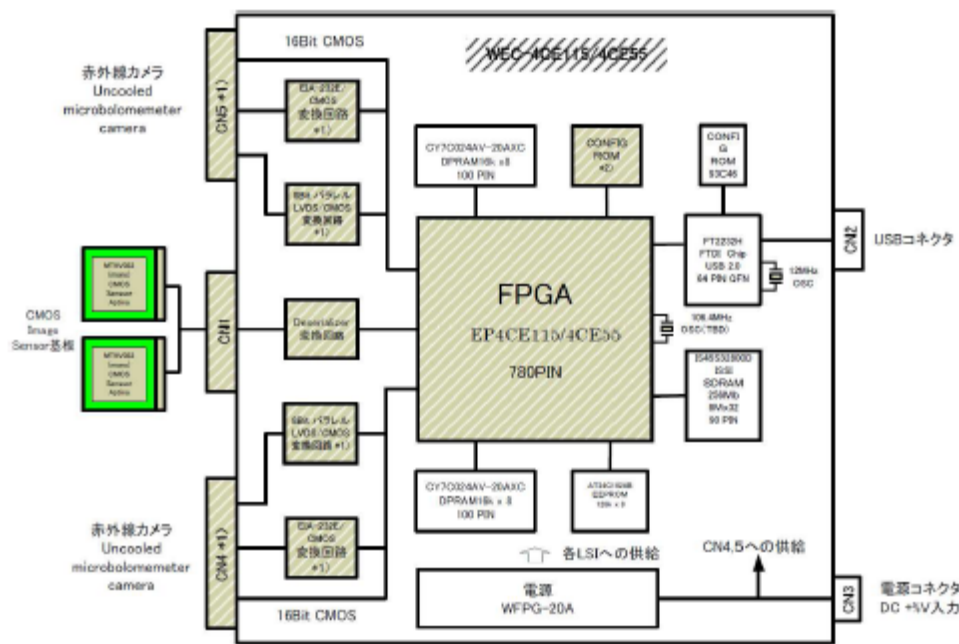


図Ⅲ.2.2.(5)-11 ステレオカメラの外観

イ) 車載型ステレオマッチング画像認識装置の開発

次に、ステレオ画像より微小エリアにおける距離を求めるため、2つの画像の視差より距離を算出するステレオマッチングアルゴリズムを組み込んだ車載型のリアルタイムステレオマッチング画像認識装置を開発した。

図Ⅲ.2.2.(5)-12 に設計・製作した小型ステレオマッチング画像認識装置の回路構成および図Ⅲ.2.2.(5)-13 にボードの外観を示す。ステレオマッチングは高速処理のため、ステレオマッチングアルゴリズムを FPGA に組み込みハードウェアにてリアルタイム処理を行っている。



図Ⅲ.2.2.(5)-12 小型ステレオマッチング画像認識装置の回路構成

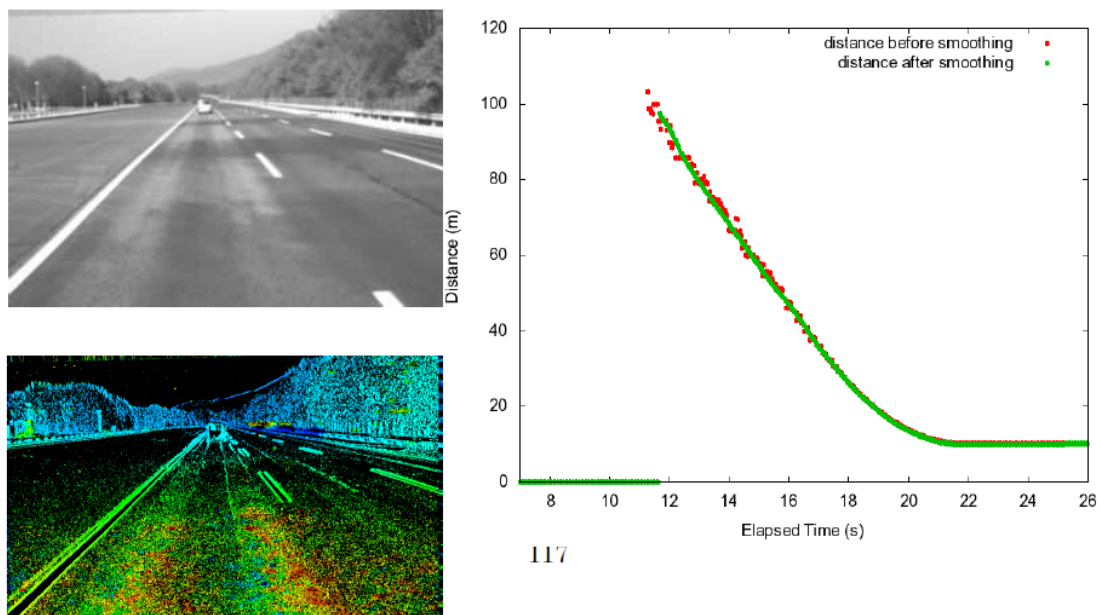


図Ⅲ.2.2.(5)-13 処理ボードの外観

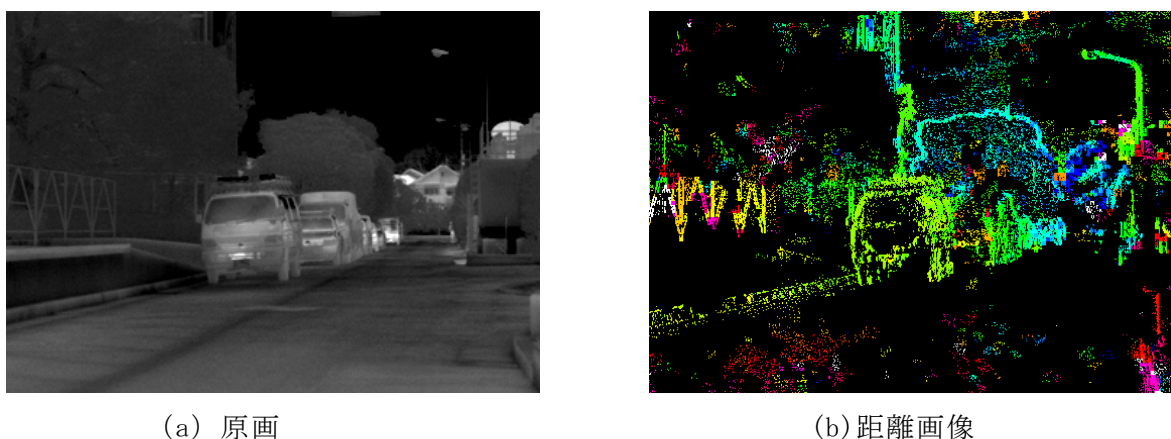
ウ) ステレオ画像処理装置の性能評価

試作したステレオマッチング画像認識装置を用いて、可視ステレオカメラおよび遠赤外線ステレオカメラを使用した場合の障害物認識評価実験を実施した。

図Ⅲ.2.2.(5)-14に可視ステレオカメラを使用した場合の原画と距離画像に変換した距離画像、図に障害物に接近中の距離検出結果を示す。また、図Ⅲ.2.2.(5)-15に遠赤外線ステレオカメラを用いた場合の原画と得られた距離マップを示す。この結果、ステレオ視による障害物認識技術の開発は目標値を達成した。



図Ⅲ.2.2.(5)-14 可視ステレオカメラを使用した場合の距離検出結果



図Ⅲ.2.2.(5)-15 遠赤外線ステレオカメラによる障害物認識結果

(6) 車車間通信技術の開発と成果

実施先：沖電気工業（株）

（一財）日本自動車研究所

車間距離 4m、走行速度 80km/hr での大型トラック 4 台の隊列走行を実現するため、電波による車車間通信の高品質な通信方式を確立するとともにシステムの冗長性を高めるため、メディアの異なる光車車間通信技術を開発した。

また、電波として隊列走行に最適な方式を検討するため、3 つの通信方式（ITS FORUM RC-005（5.8GHz 帯）、ITS FORUM RC-006（760MHz 帯）、IEEE802.11p（5.9GHz 帯））について、高速道路の交通流を考慮した通信品質シミュレーションを実施し、目標品質達成のためのパラメータを抽出した。

(6) -① 5.8G 車車間通信の高品質通信方式の開発と成果

電波を用いた車車間通信として、5.8GHz 車車間通信システムの実験用ガイドラインである ITS FORUM RC-005 のパラメータを変更し、5.8GHz 車車間通信装置を開発した。

表Ⅲ.2.2.(6)-1 に開発した車車間通信装置の仕様を示す。

表Ⅲ.2.2.(6)-1 5.8GHz 車車間通信装置仕様

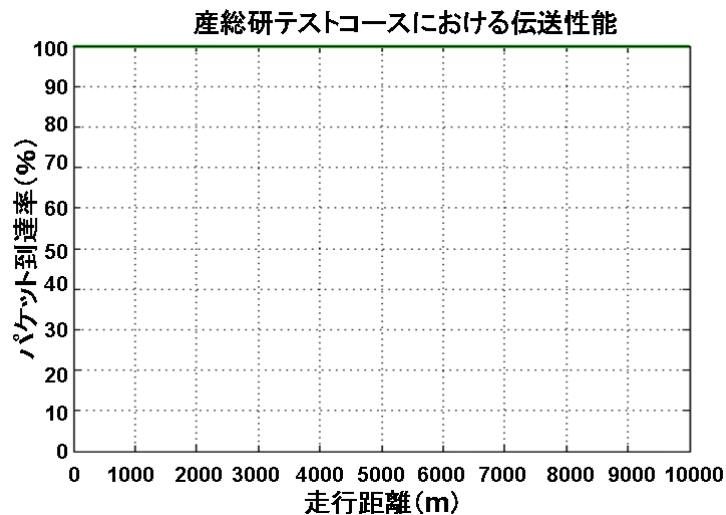
項目	性能
送信周波数	5.820GHz
周波数安定度	±5ppm以内
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK
占有帯域幅	4.4MHz以内
伝送速度	4.096Mbps
送信電力	+10dBm±50%
スプリアス発射	2.5 μ W以下
アンテナ	無指向性(全方位) 4dBi
ダイバーシチ	受信ダイバーシチ(選択方式)
誤り訂正	Turbo符号(符号化率1/3)
パケット誤り検出	16bit CRC
受信感度	-97dBm
アクセス制御	CSMA/CA
連送	2回～5回設定可能
通信周期	20ms
送信データサイズ	56byte

目標通信パケット到達率 99.92%を達成するため、受信アンテナのダイバシティ化と送信データの5連送化を行った。

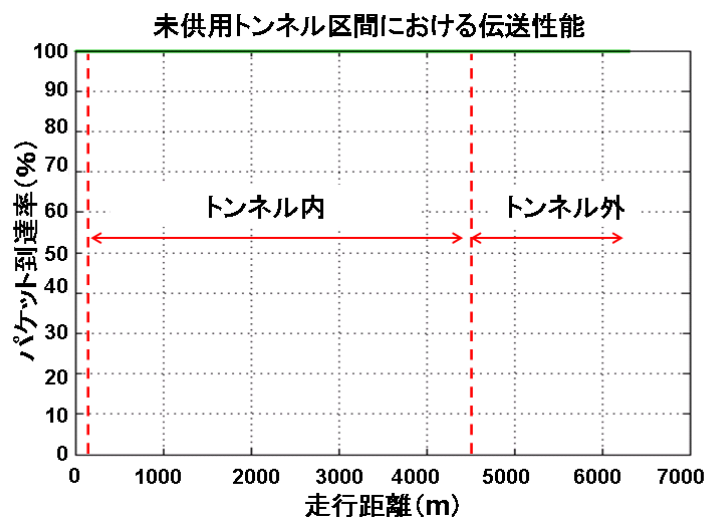
開発した車車間通信装置を用いてテストコースや公道での通信品質実験を実施した。実験結果を図Ⅲ.2.2.(6)-1～図Ⅲ.2.2.(6)-3に示す。

図Ⅲ.2.2.(6)-1は産業技術総合研究所北サイトテストコースにて大型トラック2台で車間距離25m、速度80km/hrで3周した際の通信品質測定結果である。この結果、パケット到達率は100%であった。図Ⅲ.2.2.(6)-2は未供用高速道路のトンネル区間にて大型トラック2台で車間距離5m、速度30km/hで走行した際の通信品質測定結果を示す。図より、トンネルの出入り口においても、トンネル内においてもパケット到達率は100%であることがわかる。

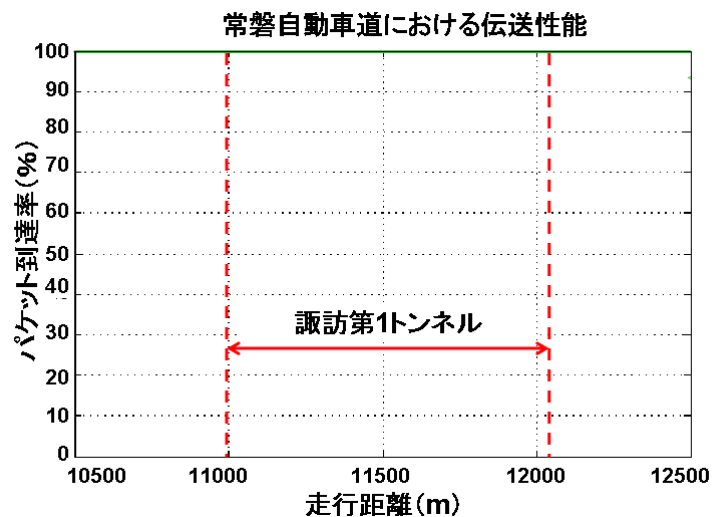
図Ⅲ.2.2.(6)-3は常磐自動車道の諏訪第1トンネルを含む区間にて大型トラック2台で車間距離40m～80m、速度50km/h～80km/hで走行した際の通信品質測定結果を示す。この場合もトンネルの出入り口およびトンネル内において、パケット到達率は100%であった。



図Ⅲ.2.2.(6)-1 産業技術総合研究所テストコース



図Ⅲ.2.2.(6)-2 未供用高速道路のトンネル区間



図Ⅲ.2.2.(6)-3 常磐自動車道の諏訪第1トンネルを含む区間

(6) -② 光車車間通信技術の開発

ア) 光車車間通信装置の開発

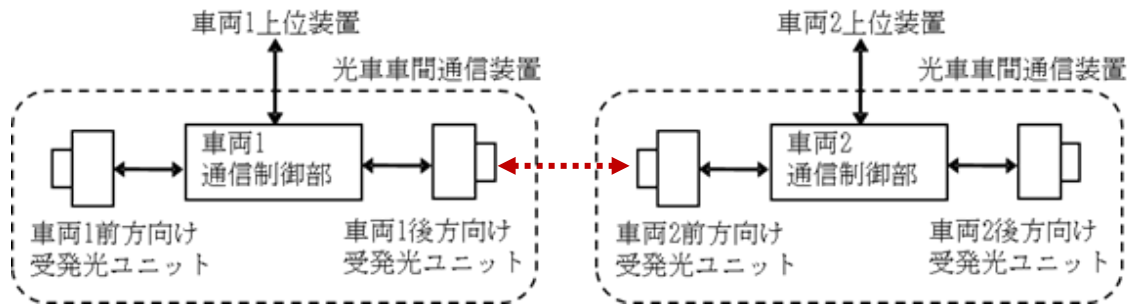
光車車間通信は主に隊列形成後の隊列走行における安全性・信頼性を向上するため、電波式車車間通信の冗長系として開発を行った。表Ⅲ.2.2.(6)-2 に開発した光車車間通信装置の設計仕様を示す。

隊列形成状態において所望の通信品質を満足させるため、装置仕様として通信距離を最小 1m、最大 20m とし、通信角度は横方向位置制御の精度やレーンチェンジ等を考慮し、通信距離毎に必要なとなる角度を規定した。

表Ⅲ.2.2.(6)-2 光車車間通信装置仕様

項目	MIN	TYP	MAX	単位	備考
	最小値	標準値	最大値		
通信距離	1		20	m	
通信条件	屋外				
通信角度			30	deg	通信距離：1m
			10	deg	通信距離：5m
			8	deg	通信距離：10m
通信品質	99.92			%	パケット到達率
			1×10 ⁻⁵		BER
通信速度		100		kbps	
通信方式	全二重通信				
通信周期		20		msec	
連続無通電時間		100		msec	
データパケット長			56	byte	
発光ピーク波長		850		nm	
エラー検出	CRC-CCITT				
インターフェース	RS-232C				

開発した光車車間通信装置の構成および装置外観を図Ⅲ.2.2.(6)-4および図Ⅲ.2.2.(6)-5に示す。車両1通信制御部は、車両1上位装置から伝送される情報を受け、受発光ユニットに情報を伝送する。車両1受発光ユニットは受けた情報を光信号に変換し、空間に放射する。対向する車両の車両2受発光ユニットは、放射された光信号を受光し、電気信号に変換する。車両2通信制御部は、車両2受発光ユニットより情報を受け取り、車両2上位装置に情報を伝達する。



図Ⅲ.2.2.(6)-4 光車車間通信装置構成



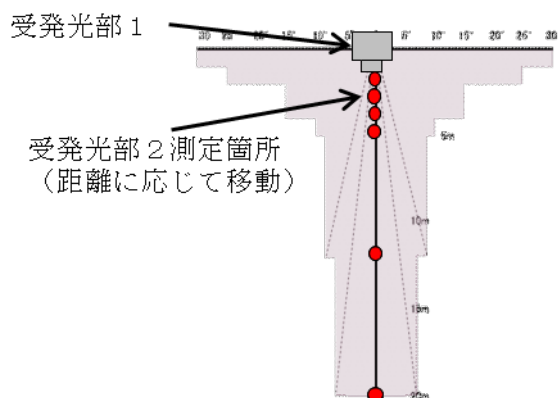
通信制御部



受発光ユニット

図Ⅲ.2.2.(6)-5 光車車間通信装置

製作した光車車間通信装置における通信距離および通信角度エリアの評価をテストベンチにて実施した。通信評価エリアを図Ⅲ.2.2.(6)-6に、また、通信性能を表Ⅲ.2.2.(6)-3に示す。表Ⅲ.2.2.(6)-3の測定結果より、要求性能を十分に満足することを確認した。



図Ⅲ.2.2.(6)-6 通信可能エリア

表Ⅲ.2.2.(6)-3 テストベンチにおける通信性能結果

距離 (m)	角度 (deg)	受発光部1受信				受発光部2受信			
		受信数	CRCエラー	未受信	PER	受信数	CRCエラー	未受信	PER
1	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0
1	30	10000	0	0	0	10000	0	0	0
2	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0
2	25	10000	0	0	0	10000	0	0	0
4	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0
4	15	10000	0	0	0	10000	0	0	0
10	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0
10	8	10000	0	0	0	10000	0	0	0
20	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0
20	7	10000	0	0	0	10000	0	0	0
30	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0

イ) 光車車間通信装置の性能評価

製作した車車間通信装置を実車に搭載し、降雪時や送受光ユニットに直接太陽光が入射する西日等の走行環境での通信性能評価を実施した。表Ⅲ.2.2.(6)-4 に雨天および降雪時における通信性能を示す。車間距離 30m 以上においてパケット到達率が低下し、目標性能を達成できない場合があったが隊列走行としては問題ないレベルである。

表Ⅲ.2.2.(6)-4 降雪時における通信性能結果

距離 (m)	送信数	後方車両受信				前方車両受信				備考
		受信数	CRCエラー	未受信	PER	受信数	CRCエラー	未受信	PER	
20	20000	20000	0	0	0	20000	0	0	0	晴れ
40	20000	20000	0	0	0	20000	0	0	0	晴れ
35	10000	9922	0	78	0.0078	10000	0	0	0	雨
20	10000	10000	0	0	0	10000	0	0	0	雪、曇
30	10000	10000	0	0	0	10000	0	0	0	雪、曇
40	10000	0	0	10000	1	9750	0	250	0.025	雪、曇
30	10000	10000	0	0	0	10000	0	0	0	雪
35	10000	582	0	9418	0.9418	10000	0	0	0	降雪強い
35	10000	10000	0	0	0	10000	0	0	0	雪がやむ

図Ⅲ.2.2.(6)-7 に示すような西日における通信性能を表Ⅲ.2.2.(6)-5 に示す。表Ⅲ.2.2.(6)-5 に示す様に西日におけるパケット到達率は 100%であった。



図Ⅲ.2.2.(6)-7 西日実験風景

表Ⅲ.2.2.(6)-5 西日における通信性能結果

距離 (m)	角度 (deg)	後方車両受信				前方車両受信				測定日
		受信数	CRCエラー	未受信	PER	受信数	CRCエラー	未受信	PER	
4	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0	①
4	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0	②
10	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0	①
10	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0	②
20	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0	①
20	0	10000	0	0	0	10000	0	0	0	②

※ 測定日 ① : 2012年3月20日 16:13～

② : 2012年3月21日 15:45～

(6) -③ 電波方式車車間通信の通信性能シミュレーションと成果

電波として隊列走行に最適な方式を検討するため、実運用時を想定し最大の交通流を車頭時間 2 秒で全ての車線に車両が存在するものとして通信品質のシミュレーション評価を行った。なお、評価条件として、安全運転支援用通信が存在する中での隊列走行用通信の品質がどのように影響を受けるかについて、ITS FORUM RC-005 (5.8GHz 帯)、ITS FORUM RC-006 (760MHz 帯) および IEEE802.11p (5.9GHz 帯) について評価を実施した。表Ⅲ.2.2.(6)-6 にシミュレーション条件を示す。

表Ⅲ.2.2.(6)-6 シミュレーション条件

項目	RC-005	RC-006	IEEE802.11p	項目	値	
チャンネル	5.8GHz帯	760MHz帯	5.9GHz帯	道路構造	道路長	直線10km
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK	OFDM(QPSK 1/2)	OFDM(QPSK 1/2)		進行方向	双方向通行
送信電力	10dBm	20dBm	20dBm		縦断勾配	なし
アンテナ利得	4dBi	0dBi	4dBi		断面構造	第1種第1級
ケーブル・コネクタロス	0.2dB	1.5dB	4dB	交通容量	最大交通量	1800pcu/h/lane
雑音指数	6dB	15dB	15dB	トラフィック	加速度・速度・位置	一定速度(全車両80km/h)
無線機二重化	あり(隊列車両のみ二重化) / なし				車両発生	等間隔
マルチチャンネル	あり/なし	なし	あり/なし		車種構成	大型車両20%、一般車両80%
連送回数	1~5回(隊列車両のみ連送)				隊列発生率	100%(全大型車両が隊列走行)
APDUサイズ/生成周期	隊列走行:56byte/20msec、安全運転:100byte/100msec				1隊列の車両数	3
伝搬損失	大地反射(2波モデル):ITU-R P.1411-5のLOS式				隊列内車間距離	4m
フェージング	レイリ分布				隊列車両走行車線	指定車線(各方向につき1車線)
反射、シャドウイング、回折	なし					

図Ⅲ.2.2.(6)-8 に、シミュレーション結果例として、隊列走行車両が車車間通信装置の二重化を行った場合の同一隊列車両間でのパケットエラー率特性を示す。同図より、IEEE802.11p は最適な連送回数を選択することで最終目標を達成する一方で、RC-005 および RC-006 は中間目標を達成するものの最終目標は達成していないことがわかる。電波の飛び過ぎによる遠方車両からの干渉増大が劣化の一因である。なお、図Ⅲ.2.2.(6)-9 に通信品質の改善方法の一例として、RC-005 におけるキャリアセンス感度の調整を行った場合の、パケットエラー率特性を示す。同図より、キャリアセンス (CS) 感度を隊列走行アプリケーション用に見直すことで、RC-005 においても最終目標を達成することがわかった。

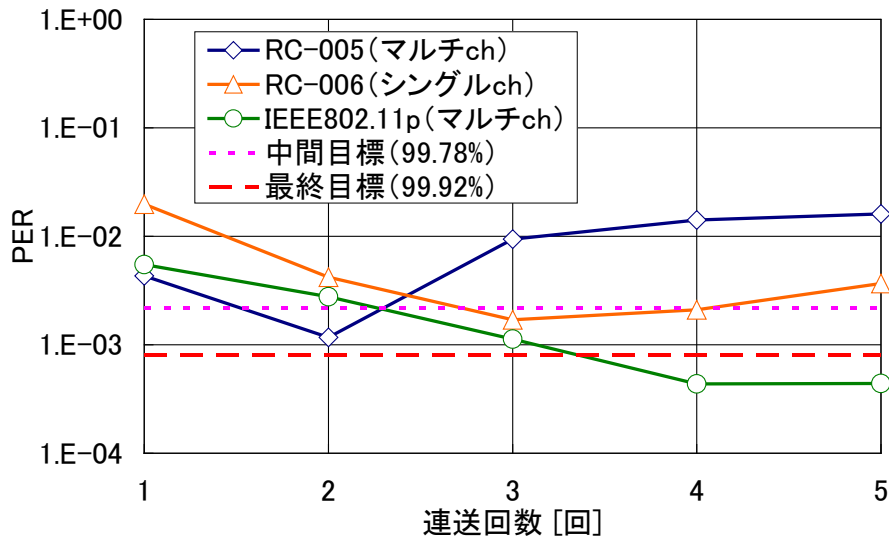


図 III.2.2.(6)-8 車車間通信装置の二重化を行った場合の
同一隊列車両間でのパケットエラー率特性

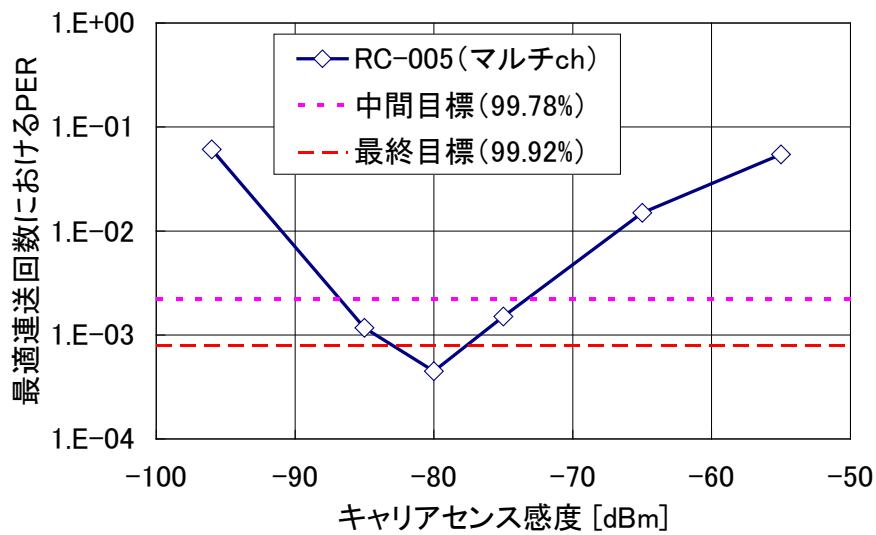


図 III.2.2.(6)-9 RC-005 におけるキャリアセンス感度の調整を
行った場合のパケットエラー率特性

(7) 高精度位置認識技術の開発と成果

実施先：三菱電機（株）

東京大学大学院情報学環

車線保持制御、速度制御、衝突回避制御には自車の道路上での現在位置、および、自車が走行する道路やその周辺地物に関する情報が必要となるため、地上からの位置補正情報を用いた測位システムである RTK (Real Time Kinematic) -GPS や準天頂衛星情報を利用しリアルタイムにかつ高精度に位置を検出できる位置認識技術を開発した。

(7) -① RTK-GPS による高精度位置標定技術の開発

RTK-GPS を用いた高精度位置標定技術を開発するため位置標定装置を設計・製作した。RTK の測位補正情報は携帯電話にて配信される補正情報を利用する方式を採用した。

開発した装置の構成を図 III.2.2.(7)-1 に示す。また図 III.2.2.(7)-2 にアンテナ部を示す。

位置標定装置での目標位置検出精度を実現するため、GPS 信号が受信できない間車両が移動するため IMU と車輪パルスによる位置補正を行う機能を付加した。

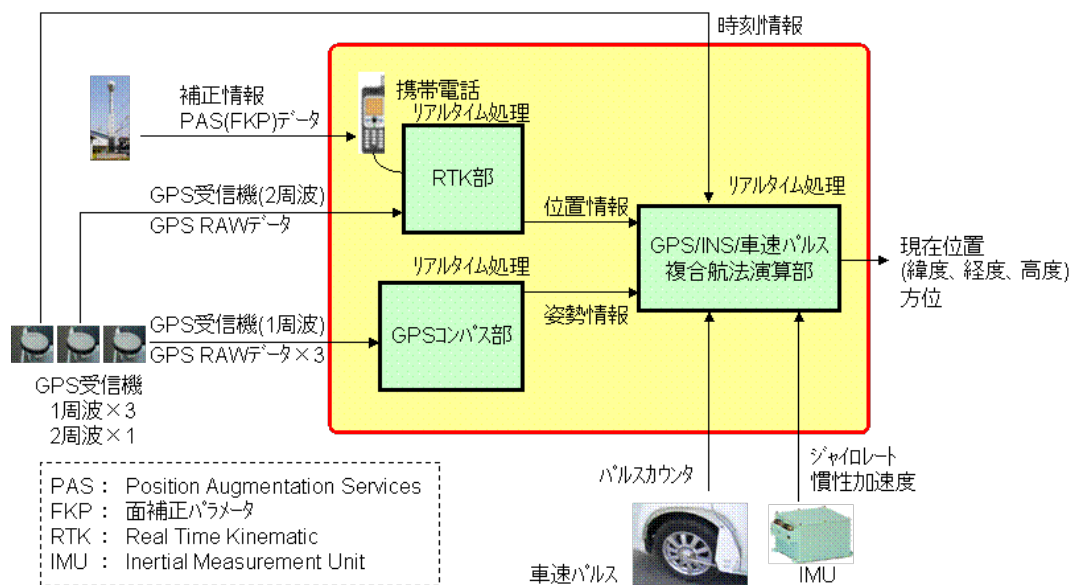
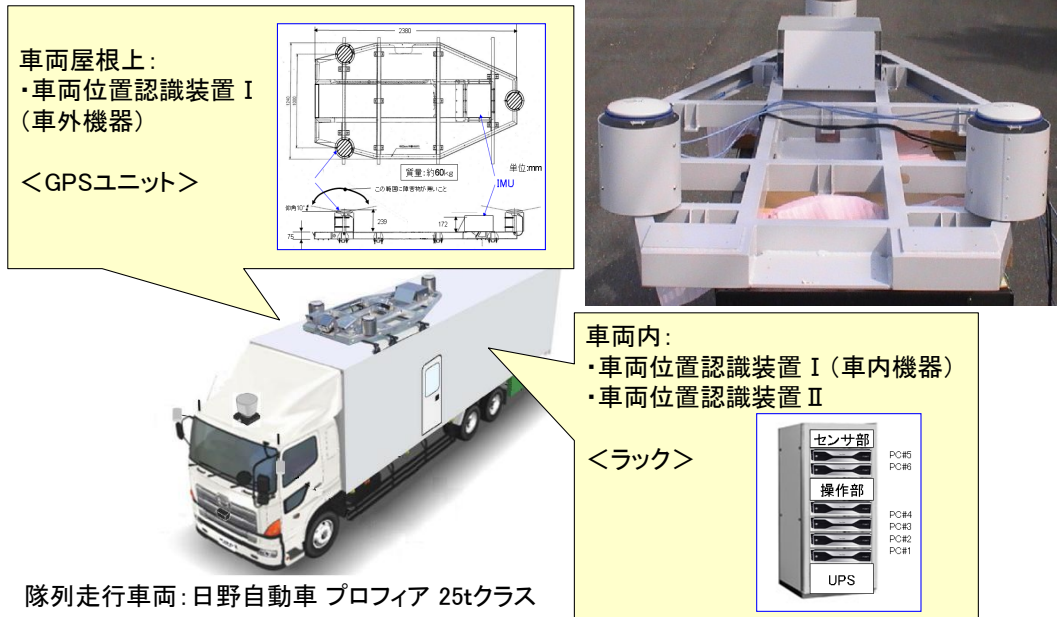
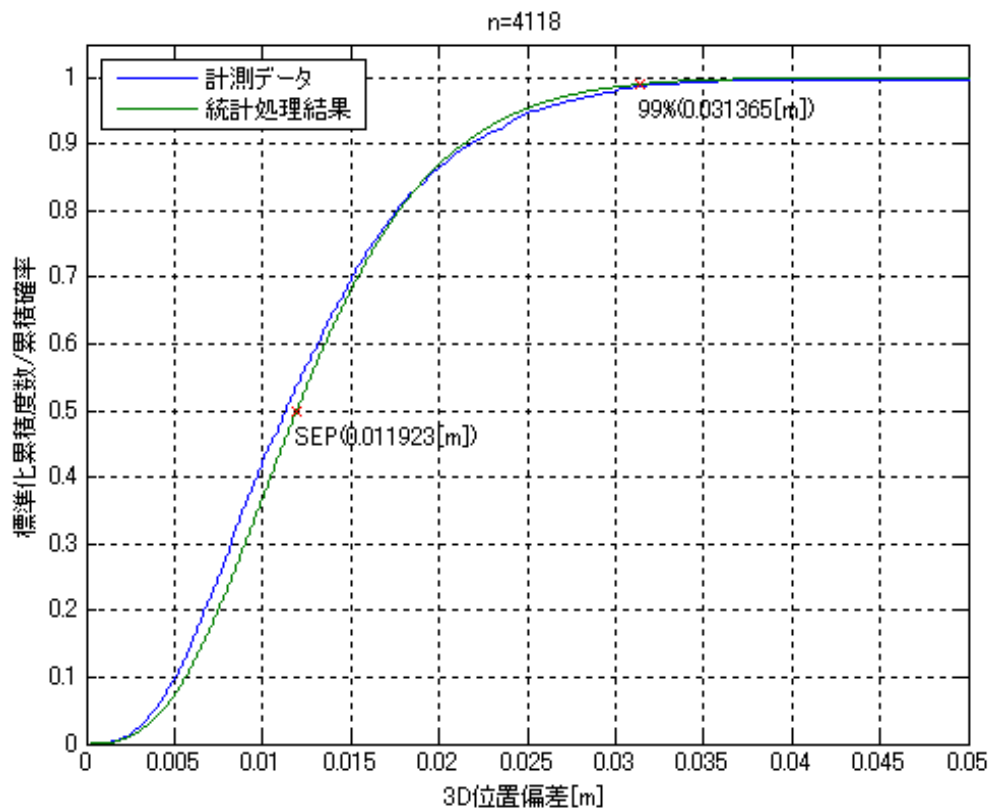


図 III.2.2.(7)-1 高精度位置標定装置の構成



図Ⅲ.2.2.(7)-2 アンテナ部構造

本装置を用いて走行実験路において、速度 80km/hr での位置検出精度検証実験を行った。図Ⅲ.2.2.(7)-3 に実験結果を示す。この結果、99%の確率で絶対位置精度 30cmを達成した。



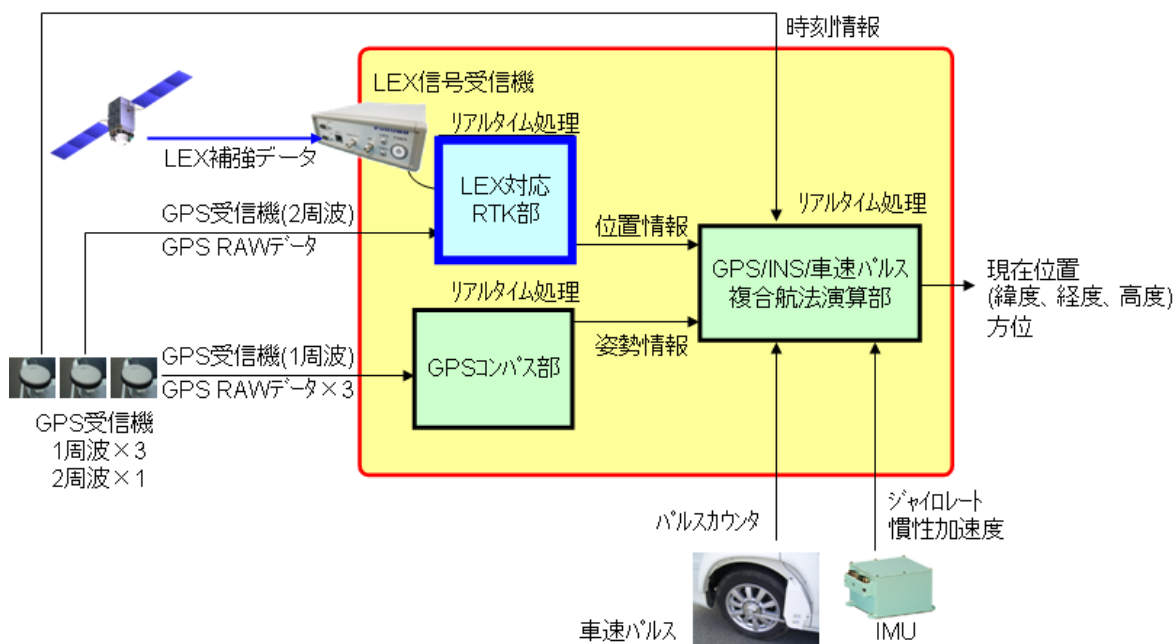
図Ⅲ.2.2.(7)-3 位置検出精度検証実験結果

(7) -② 準天頂衛星利用位置標定技術の開発と成果

位置認識の信頼性を向上するため、準天頂衛星を利用した位置標定技術の開発を行った。図Ⅲ.2.2.(7)-4 に設計・製作した準天頂衛星利用の位置標定装置の構成を示す。

GPS 信号が遮断されている間の位置補正のため、RTK-GPS と同様 IMU と車輪パルスによる補正を行った。また、GPS 位置補強情報としては LEX および L1SAFE 信号を用いた。なお、LEX 信号、L1SAFE 信号は準天頂衛星から送出される位置補強情報で LEX 信号は測位精度が cm 単位用、L1SAFE は測位精度がサブメートル用の位置補強情報である。

製作した準天頂衛星利用位置標定装置を用いて装置の位置検出精度検証実験を実施した。図Ⅲ.2.2.(7)-5 および図Ⅲ.2.2.(7)-6 に速度 80km/hr におけるテストコースでの LEX および L1SAFE 信号による準天頂衛星利用位置標定装置の検出精度を示す。この結果、速度 80km/hr における 99%精度は LEX 信号利用時 0.1167m で、RTK-GPS よりは優れた結果を得た。また、L1SAFE 信号を利用した精度は 1.2253m で目標どおりで車線の識別は可能であることがわかった。



図Ⅲ.2.2.(7)-4 設計・製作した準天頂衛星利用の位置標定装置の構成

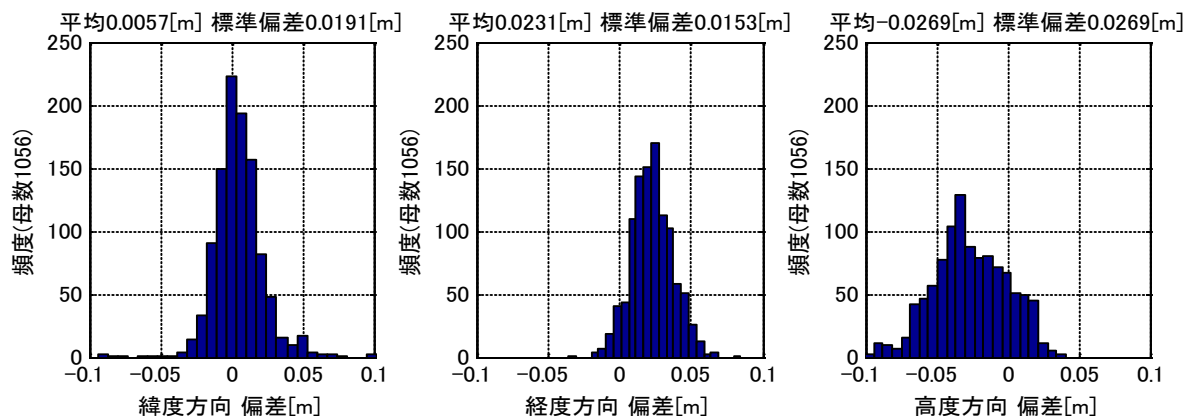


図 III.2.2.(7)-5 速度 80 k m/h 時 LEX による位置標定装置の検出ばらつき

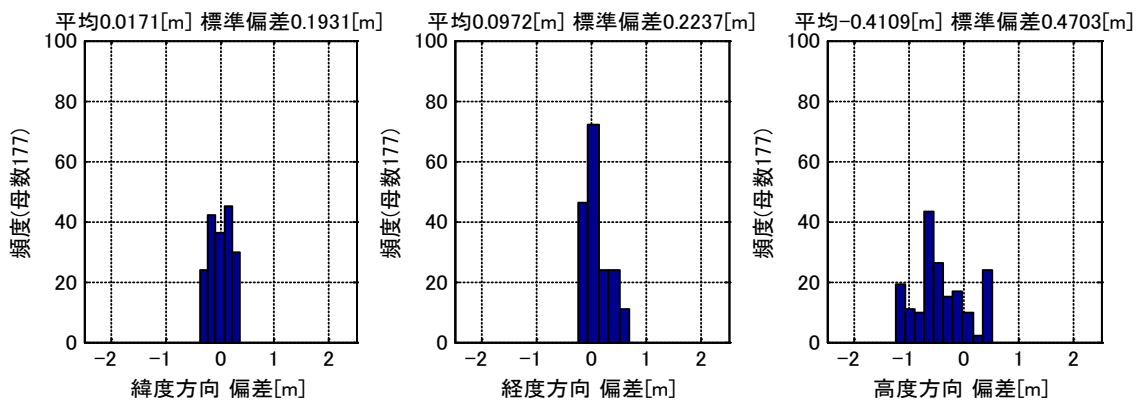


図 III.2.2.(7)-6 速度 80 k m/h 時 L1 SAFE による位置標定装置の検出ばらつき

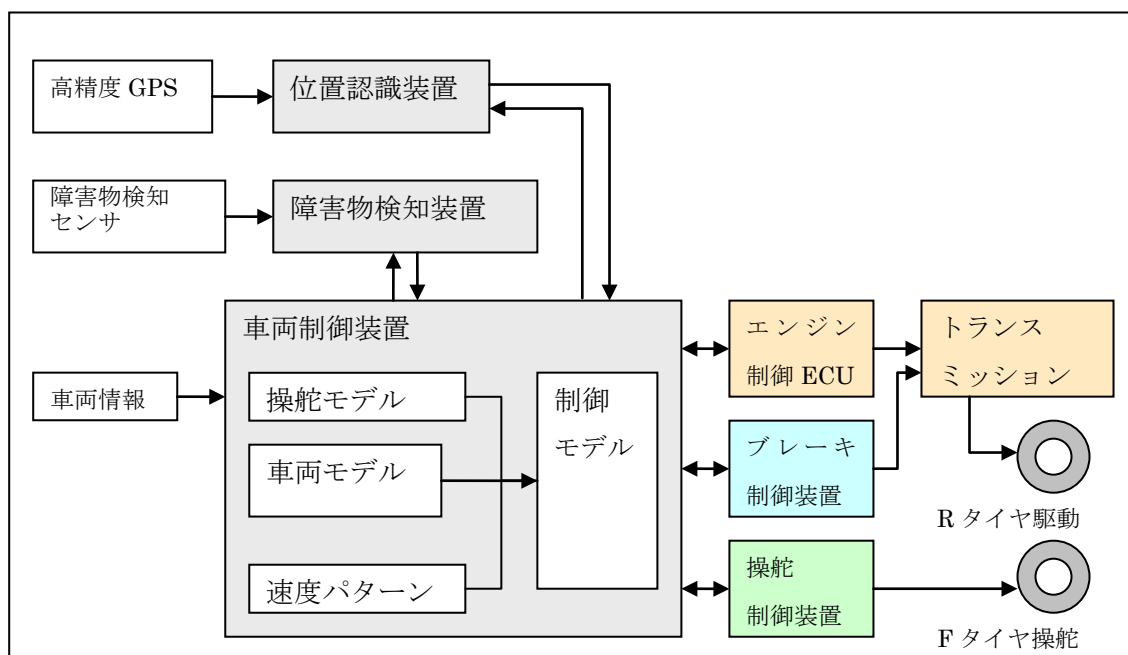
(8) 省エネ運転制御技術の開発と成果

実施先：(一財) 日本自動車研究所

燃費最適を走行パターンを生成するとともに、設定された走行パターンを燃費最適なエンジン燃費率で走行する省エネ運転制御技術の開発を行った。

(8) -① 省エネ運転制御実験車の製作

エンジン燃費最適点を用いて走行を行うため、エンジン出力やトランスミッションのシフト位置制御を行うとともに、前方走行車両の認識等を行うセンサ等を装着した省エネ運転制御実験車を開発した。製作した省エネ運転制御実験車のシステム構成を図Ⅲ.2.2.(8)-1に、また、製作した実験車外観を図Ⅲ.2.2.(8)-2に示す。



図Ⅲ.2.2.(8)-1 省エネ運転制御実験車のシステム構成



図Ⅲ.2.2.(8)-2 省エネ運転制御実験車外観

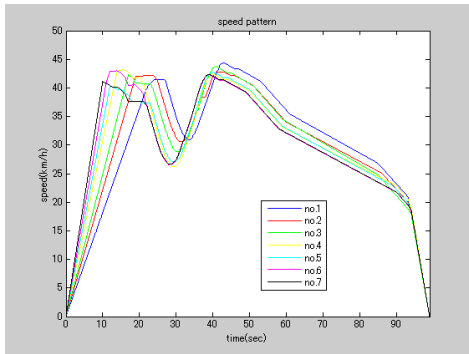
(8) -② 省エネ運転制御の効果評価

市街路における燃料消費量の少ない最適走行パターンを算出し、省エネ運転制御がドライバの通常の運転と比較して省エネ効果が得られるかの効果評価を実施した。評価の項目は、ドライバの運転による燃料消費量と最適速度パターンによる走行時の燃料消費量である。また、燃費シミュレーションの計算結果と実走の実験で車両モデルの精度を確認し、最適速度パターンの妥当性の検証をし、実験車での実走行でも省エネ効果を確認した。

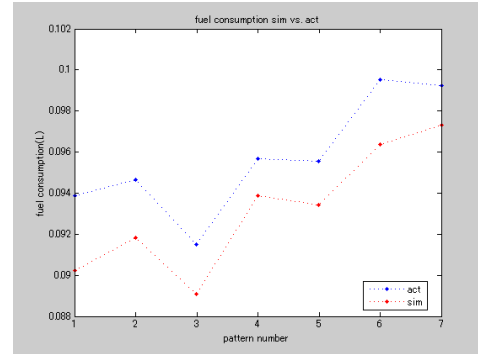
(8) -③ 燃費シミュレーションの精度検証

平均速度が同一の複数の市街地走行パターンを設定し、シミュレーションと実験の比較による燃費シミュレーションの精度検証を実施した。

図Ⅲ.2.2.(8)-3 にシミュレーションに用いた平均速度が同一の 7 種類の走行パターンおよび図Ⅲ.2.2.(8)-4 に 7 種類の走行パターンにおけるシミュレーションおよび実車による燃費結果を示す。図Ⅲ.2.2.(8)-4 に示すとおり、7 種類の走行パターンにおいてシミュレーションと実車による燃費は同一傾向を示しており、シミュレーションの妥当性が検証できた。



図Ⅲ.2.2.(8)-3 平均速度走行パターン



図Ⅲ.2.2.(8)-4 シミュレーション
実走行燃費比較

(8) -④ ドライバと省エネ運転制御との燃費比較

ドライバの通常走行による燃料消費量と省エネ運転制御による最適速度パターンの燃料消費量の効果評価を行った。表Ⅲ.2.2.(8)-1 に省エネ運転制御における燃費に対するドライバの燃費比較を示す。最適速度パターンに基づいた省エネ運転制御は、平均ドライバの運転に対して 12.2%、最も燃費の悪いドライバに対しては 21.8%の省エネ効果が得られることが確認できた。

表Ⅲ.2.2.(8)-1 省エネ運転制御における省エネ効果

	燃料消費量 (L)	省エネ運転制御の省エネ効果
最適速度パターン	0.093	—
燃料消費平均ドライバ	0.106	—12.2%
最悪燃料消費ドライバ	0.119	—21.8%
最良燃料消費ドライバ	0.094	—1.0%

(9) 広報・事業性調査

実施先：(一財)日本自動車研究所、日本大学、神戸大学、(独)産業技術総合研究所、弘前大学、日産自動車(株)、東京大学、(株)デンソー、東京工業大学、金沢大学、日本電気(株)、三菱電機(株)、沖電気工業(株)、慶應義塾大学、大同信号(株)

(9) -① ワークショップ・デモの実施

自動運転・隊列走行で得られた成果を社会に広く普及するため、国内および海外の研究者と成果や実用化の課題等について意見交換するためワークショップを開催するとともに関係者およびマスコミに隊列走行デモを公開した。

ア) 国際ワークショップの実施

ITS 世界会議ウイーン 2012 が開催される直前の時間帯を利用して、日米欧の自動運転・隊列走行関連研究者を集めた国際ワークショップを開催した。以下にワークショップの概要を示す。

- ・日時 : 2012年10月22日(月) 9:00~15:30
- ・場所 : メッセウイーン国際会議場 シューベルト3会議室
- ・参加者 : 日米欧の自動運転・隊列走行関連研究者 40名
(日本:25名、海外:15名)
- ・モデレータ: 全体および午前: 名城大学津川教授、午後: 東京大学 須田教授
- ・アジェンダ: 1) オープニング
2) 日本「エネルギーITS」プロジェクトの成果報告
3) ドイツ「KONVOI」プロジェクトの報告: M. Klingender and Zlocki (RWTH)
4) 米国「California PATH」プロジェクト および「TRB Workshop」の報告: Steven Shladover(カリフォルニア Path)
5) EU「SARTRE」プロジェクトの報告: Dr.Daniel Skarin (Volvo)
6) 全体討議
7) ラップアップ

日本側からエネルギーITSの開発状況、欧米からはFP7等で行われたSARTREやKONVOI等のプロジェクトの開発技術や課題等が報告されるとともに、技術課題や非技術課題について議論が行われた。

特に、欧米では公道実験が積極的に行われており、日本における研究開発の課題が公道実験を通じての問題点や課題が明確になりづらく、将来的にはこれが



日本と欧米の技術差になると思われる。

イ) 国内ワークショップ

自動運転・隊列走行デモと並行し、つくば国際会議場にて関係者 120 人が出席し、「自動運転・隊列走行」ワークショップを開催した。

この場で、エネルギーITSメンバから成果報告を行うとともに利用者側の代表者と意見交換を行った。



ウ) 隊列走行のデモ公開

マスコミおよび関係者に対し、隊列走行および CACC の走行デモを公開した。記者発表では 35 社が出席するとともに自動車関係、物流事業社関係等 350 人が参加した。図 III.2.2.(9)-1 にデモの概要を示す。デモでは CACC 実験車および隊列走行実験車を用いて隊列走行のコンセプトに対応した 3 種類のデモ走行を実施した。

		コンセプト X	コンセプト Y	コンセプト Z
実証実験		CACC 実証実験	隊列走行 I 実証実験	隊列走行 II 実証実験
実証実験概要	概要	一般車混在での 4 台 CACC 走行の実証 ・一般車の隊列内割り込み ・前方低速一般車への追従 	一般車混在での 3 台隊列走行の実証 ・前方一般車急制動 ・レーンチェンジ等 	大型トラック、小型トラック混在での 4 台隊列走行の実証 
	車間距離	22m~30m	10m	4m
	実験車	<ul style="list-style-type: none"> ・日野「プロフィア」  ・いすゞ「ギガ」  ・三菱ふそう「スーパーグレート」  ・UD トラック「クオン」  	<ul style="list-style-type: none"> ・日野「プロフィア」  	<ul style="list-style-type: none"> ・いすゞ「エルフ」  <p>なお大型トラックはコンセプト Y 用実験車「プロフィア」を共用。</p>

図 III.2.2.(9)-1 隊列走行および CACC の走行デモ 概要

(9) ー② 隊列走行事業性調査

中間評価委員会における評価結果を受け、隊列走行における事業性を見通すとともに、技術課題を明確化にするため、幹線トラック輸送での自動運転隊列走行システムの事業性について、市場ニーズ調査やアンケートおよびヒヤリングによる自動運転・隊列走行の受容性等を日通総研に委託し調査を実施した。

ア) 調査項目

①主要高速道路での輸送品目毎の輸送量調査：

主要な高速道路など幹線ルート別の断面輸送量の把握にあたっては、貨物地域流動調査を中心とした貨物流動量(2地点間のOD)のデータと、全国道路街路交通情勢調査(以下、「道路交通センサス」と略す)をもとにした配分交通量推計とを統合することにより求めた。

②主要高速道路での輸送業務形態と輸送規模の調査

③隊列走行に転換可能な輸送業務形態と輸送規模の調査

④隊列走行コンセプト毎の物流事業者へのヒアリング調査、及びアンケート調査の実施と結果整理：

隊列走行コンセプトに対する物流事業者の意向把握および上記調査の補完を目的として、主要物流事業者に対するヒアリング調査およびアンケート調査を実施、調査結果を整理した。なお、アンケートでは輸送経済新聞社発行「物流のすべて」2012年版に掲載されているトラック企業売上高トップ1,000社ランキングの1位から500位までの500社でアンケート調査を実施した。また、ヒヤリングでは特積み事業者、製造業系物流子会社、食品系物流子会社、自動車系が主要荷主の物流事業者にヒヤリングを行った。

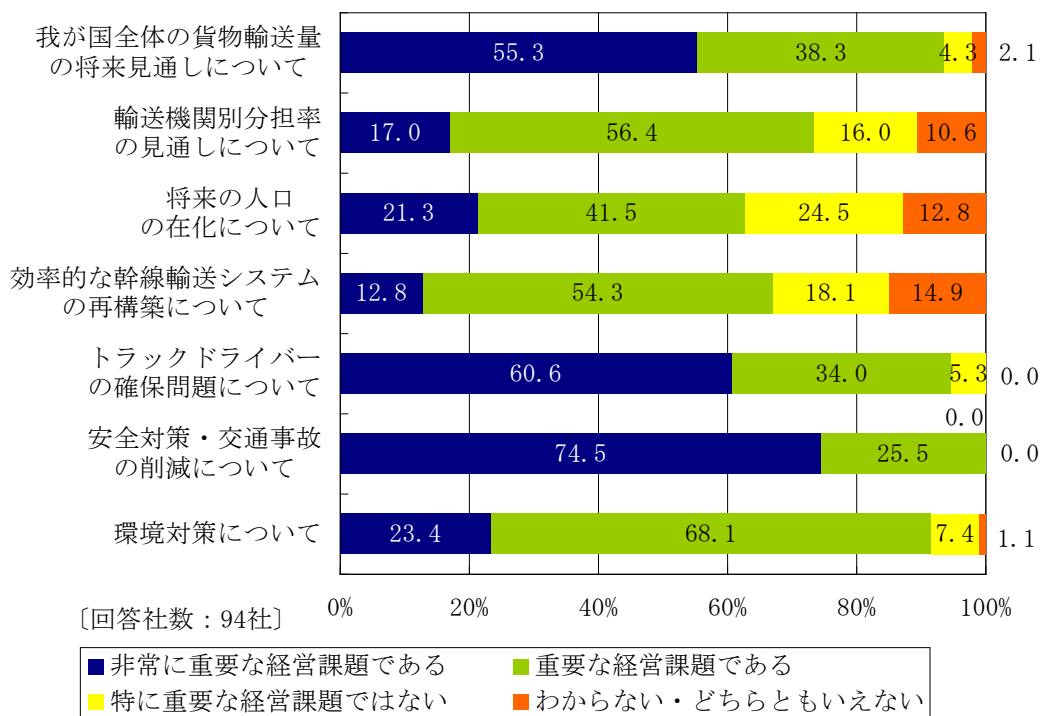
物流事業社における隊列走行のニーズ調査や公共交通における隊列走行技術のニーズ調査等を実施した。

イ) 調査結果

以下の主なアンケート調査結果を示す。

①今後の経営課題

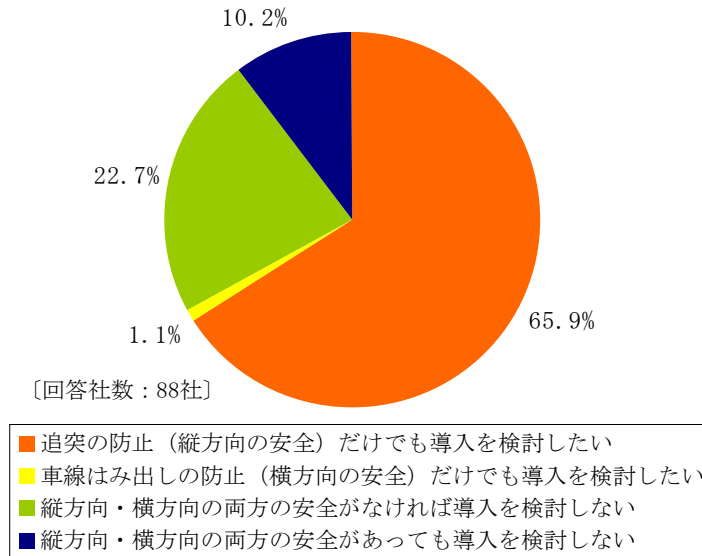
図のごとく、安全対策とドライバーの確保が非常に重要な経営課題である。



図Ⅲ.2.2.(9)-2 現在の経営上の問題点

②必要な安全技術について

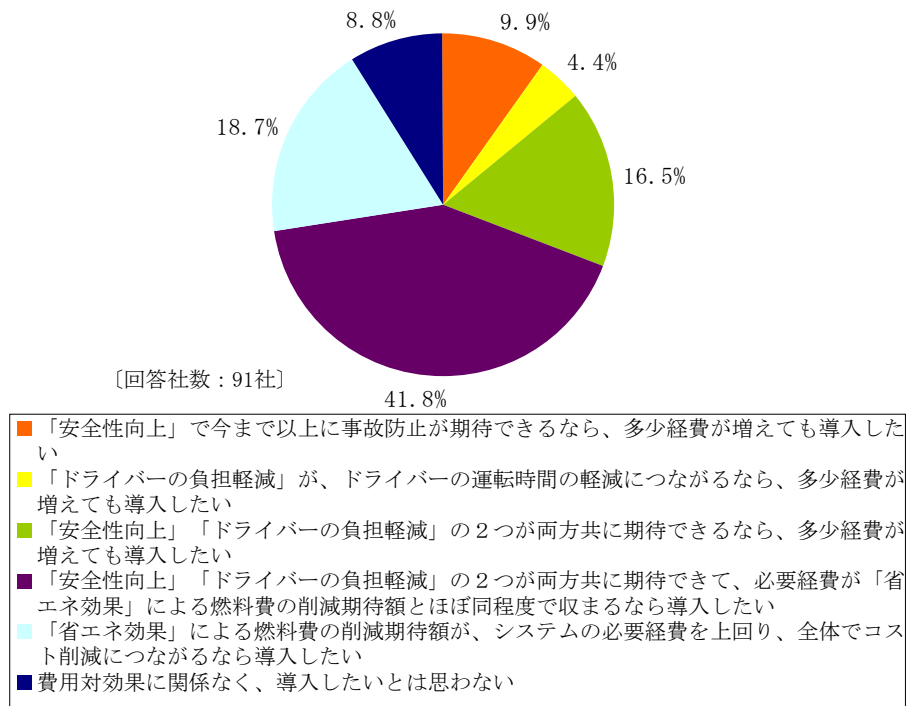
図Ⅲ.2.2.(9)-3 のように安全については追突防止の要求が極めて高い。



図Ⅲ.2.2.(9)-3 安全についてのニーズ

③導入意欲について

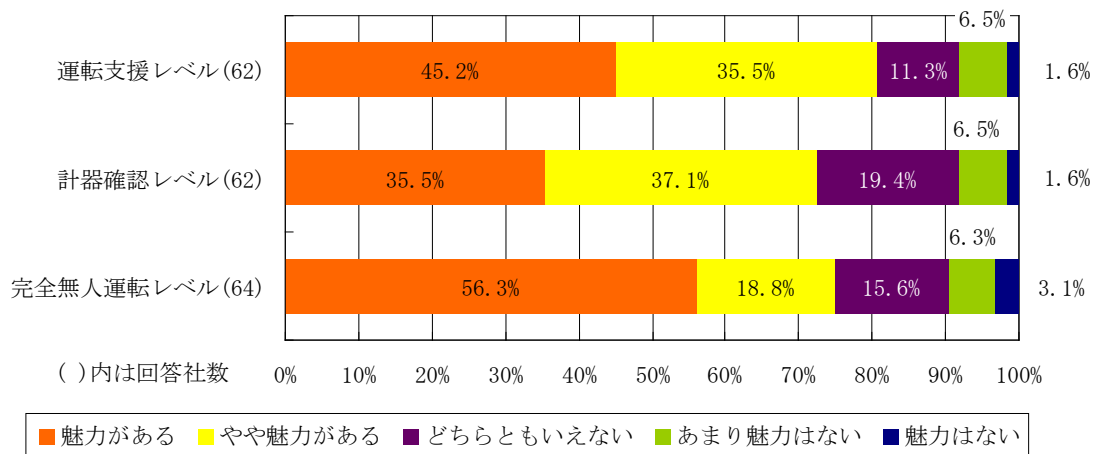
図Ⅲ.2.2.(9)-4 のように、実導入には省エネに見合うコストが必要となる。



図Ⅲ.2.2.(9)-4 導入意欲について

④ 隊列コンセプトに関するニーズ

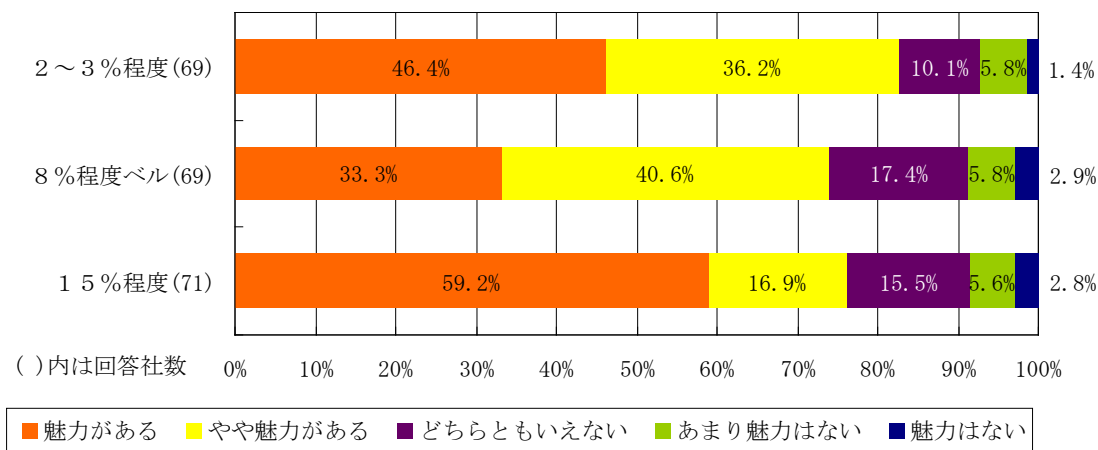
隊列コンセプトについては後続車無人のコンセプトのニーズが高かった。
これは今後のドライバ確保に関係していると思われる。



図Ⅲ.2.2.(9)-5 後続車無人についてのニーズ

⑤ 隊列走行における燃費効果について

車間距離 4m で得られる省エネ効果 15%には高い関心がある。



図Ⅲ.2.2.(9)-6 省エネ効果についてのニーズ

(9) ー③ 隊列走行コンセプト策定

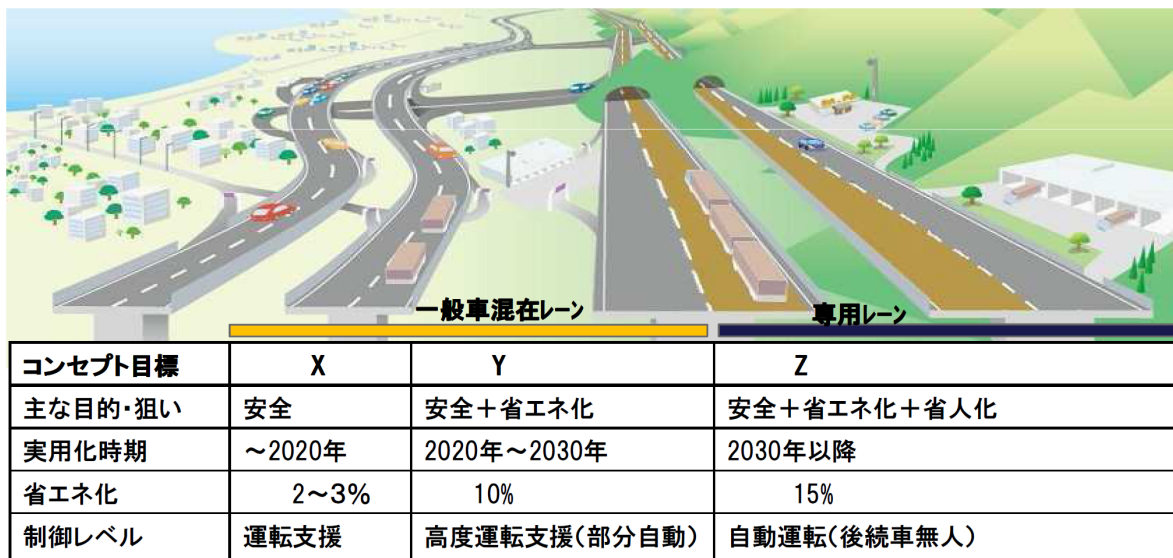
物流事業のシーズとニーズ、および実用化シナリオに基づいて複数の隊列走行コンセプトを策定した。

本事業の最終目標である車間距離 4m での 4 台隊列を実用化の最終段階として位置付け、実用化シナリオを隊列の早期実用化段階から最終段階までの 3 段階のステップとして整理し、それぞれの段階毎に対応したコンセプト X、コンセプト Y およびコンセプト Z の 3 種類のコンセプトを策定した。図Ⅲ.2.2.(9)-7 に策定した隊列走行コンセプトの概要を示す。

コンセプト X は隊列走行の早期実用化を目指したもので、主に幹線トラック輸送の安全性やスムーズな走行による省エネ化を目的としたコンセプトである。このため、コンセプト X では既存高速道路を利用した運転支援型の隊列走行システムとし、隊列内の車間距離は既存の車間距離制御付き定速走行制御装置 (ACC) の技術指針を考慮して速度 80km/hr で 22m 以上とした。

コンセプト Y は主に走行空気抵抗低減による省エネ化とドライバの運転負荷軽減を目的としたコンセプトであり、コンセプト Y もコンセプト X と同様既存高速道路での利用を前提としているが一層の省エネ化を計るため、車間距離を 10m 前後で制御する必要があり、先頭車以外の後続車には部分的な自動走行が要求される。

一方、コンセプト Z は物流事業者サイドからのニーズが高い省エネ化と省人化を目的としたコンセプトであり、後続車の無人化を実現するため専用道路での利用を前提としたシステムである。



図Ⅲ.2.2.(9)-7 隊列走行コンセプトの概要

(10) 海外技術との比較

自動運転技術や隊列走行技術の開発は欧米においても行われており、本自動運転・隊列走行にて開発された技術と海外で実施された自動運転・隊列走行技術の比較を行うため、欧米を中心に技術調査を実施した。

図Ⅲ.2.2.(10)-1 に海外の自動運転・隊列走行と本事業で開発された自動運転・隊列走行との全体比較を示す。

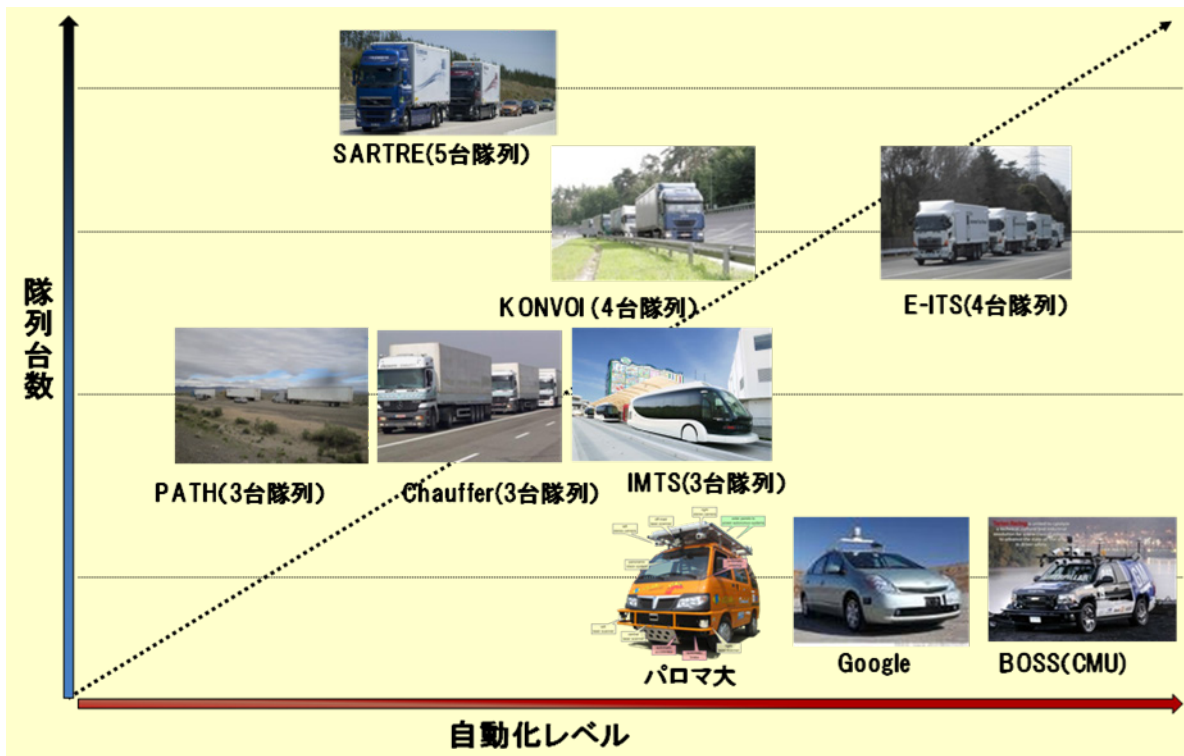
比較対象とした海外技術は、グーグル自動運転車、アーバンチャレンジで優勝したカーネギーメロン大学の自動運転車「BOSS」、イタリアパロマ市から中国上海まで自動運転を行ったパロマ大学が開発した自動運転車、ボルボ社等が開発した隊列走行システム「SARTRE」、アーヘン大学等が開発した隊列走行システム「KONVOI」、米国「PATH」が開発した隊列走行システム、ベンツが開発した隊列走行システム「Chauffer」等である。

本事業で開発した自動運転・隊列走行は、障害物との衝突回避のための自動車線変更や自動停止など自動化レベルは高いレベルにあると考える。

また、表Ⅲ.2.2.(10)-1 に海外の隊列走行技術との技術比較を示す。

車線維持制御や車間距離制御における基本技術は、画像認識やレーダ、レーザーレーダ、車車間通信等を用いて構成されており同様なレベルであるが、信頼性や安全性については、他海外システムに比べて非常に先行している。

海外での隊列走行システムは既存の装置を用いて構成されており、実用化時に求められる安全性・信頼性については配慮されていない。一方、当該自動運転隊列走行システムでは、装置の中心となる走行制御 ECU がフェイルセーフ化されるとともに多重化技術が導入され、極めて高い安全性と信頼性を確保している。



図Ⅲ.2.2.(10)-1 海外技術との比較

表Ⅲ.2.2.(10)-1 海外技術（隊列走行システム）との比較

プロジェクト/ システム名	開発主体	システム概要								
		隊列台数 /車間距離	隊列 形成	自動操 舵機能	・レーンマーカ ・センサ	車車間 通信	車間距離 センサ	・障害物 回避 ・センサ	ECU (FS)	
エネルギーITS	NEDO	・4台 ・4m	○	○ (2重)	○ ・白線 ・画像認識 ・レーザレーダ	・5.8GHz ・光通信	・ミリ波レーダ ・レーザレーダ	○ ・ミリ波レーダ ・レーザレーダ	○	
ショーファー	ベンツ	3台 ・10m	×	○	× (前車追従) ・画像認識	2.48GHz	画像認識	×	×	
Phoenix	PATH	・2台 ・6m	×	×		2.48GHz	・ミリ波レーダ ・レーザレーダ	×	×	
KONVOI	アーン大 (IKA)	・4台 ・10m	○	○	○ ・白線 ・画像認識	5.9GHz	・ミリ波レーダ ・レーザレーダ	○ ・ミリ波レーダ ・レーザレーダ	×	
SARTRE	ボルボ	・3台 ・6m	○	○ (追従)	×	5.9GHz	・ミリ波レーダ ・レーザレーダ	×	×	

2.3 特許および論文等の成果

特許および論文等の一覧を下記に示す。

	特許出願			論文		その他外部発表		
	国内	外国	PCT出願	査読付き	その他	学会発表・講演	新聞・雑誌等への掲載	その他
H20FY	0件	0件	0件	4件	10件	10件	5件	0件
H21FY	4件	0件	0件	14件	58件	45件	3件	0件
H22FY	0件	0件	0件	15件	26件	21件	1件	0件
H23FY	5件	0件	0件	25件	65件	45件	0件	0件
H24FY	3件	0件	0件	22件	71件	50件	13件	0件

また、構築したソフトウェアツールを下記に示す。

1	自動操舵	CCDカメラによる白線認識アルゴリズム	弘前大学	14	速度制御	隊列形成制御アルゴリズム	JARI
2		実道路環境データを利用した白線認識アルゴリズム	弘前大学	15		前後情報を用いた隊列走行制御	神戸大学 JARI
3		トラッキング制御アルゴリズム	神戸大学 JARI	16		アクセル開度決定アルゴリズム	JARI
4		位置推定アルゴリズム	JARI	17		レーザレーダ・ミリ波レーダによる近接車間距離検出アルゴリズム	JARI
5		車線維持制御アルゴリズム	神戸大学	18		障害物認識認識アルゴリズム	金沢大学
6		セルフチューニング方車線維持制御アルゴリズム	神戸大 JARI	19		物体移動方向検出アルゴリズム	金沢大学
7		道路線形適応型車線維持制御アルゴリズム	神戸大学	20		立体物認識アルゴリズム	東京工大
8		横偏差入力選択アルゴリズム	JARI	21		ブレーキの二重化構造	JARI
9		操舵角度リミッタ	JARI	22		重量推定ブレーキ制御装置	JARI
10		経路再生成アルゴリズム	神戸大	23		CACC制御アルゴリズム	慶応大学
11		自動操舵装置の安全構造	JARI	24		CACC制御状態識別装置	産総研 JARI
12		自動操舵装置のハンドル中心角度検出法	JARI 日大	25		CACCドライバ覚醒度検出法	産総研 JARI
13		レーンチェンジ制御アルゴリズム	日大	26	速度制御	隊列形成時の車両同定アルゴリズム	慶応大学 JARI
				27		レーザによる路面推定アルゴリズム	東京大学

3. 研究開発項目②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」の研究開発成果

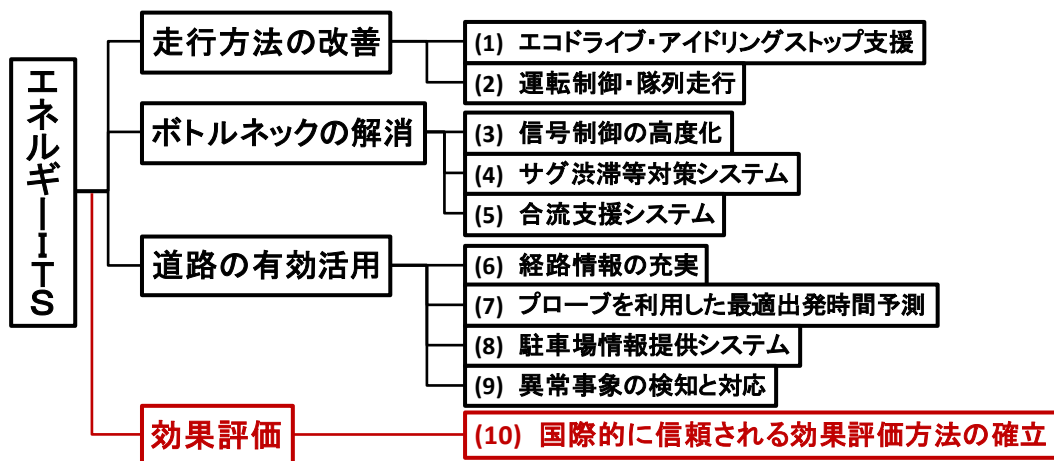
実施先： 国立大学法人 東京大学 生産技術研究所
株式会社 アイ・トランスポート・ラボ (ITL)
一般財団法人 日本自動車研究所 (JARI)

3.1 研究の位置づけ、必要性

3.1.1 研究目的

図Ⅲ.3-1 に示すエネルギーITS の施策体系において『効果評価「(10) 国際的に信頼される効果評価方法の確立」』が挙げられている。ITS 施策導入による自動車からの CO2 排出量の低減効果を精度良く評価するためには、交通状況を正しく推定するための交通流シミュレーション、ある交通状況下の自動車からの CO2 排出量を推定するための CO2 排出量シミュレーション、及びそれらのシミュレーションのためのデータベース等の技術がキーとなる。これらの技術はこれまでも個別に研究が行われていたが、評価ツールとして満たすべき要件が研究者間で合意されておらず、評価結果の相互議論が困難であると考えられる。

本研究開発では、これらのツールを開発するとともに、ITS 施策による CO2 低減効果を評価可能なツールの満たすべき条件を明確化して国際的な合意形成を行い、ITS の効果評価方法を確立する。



図Ⅲ.3-1 エネルギーITS 施策体系

3.1.2 背景と研究の位置づけ

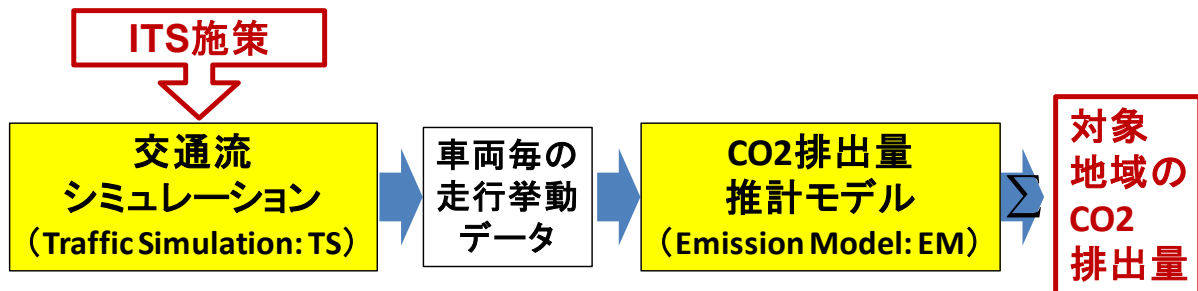
渋滞対策等、各種 ITS 施策を適切に運用するためには、道路交通の状況を可能な限り把握して CO2 削減にどれほど寄与したかを計測する必要がある。また、その結果をサービスの改良や適用場所の選定等に生かしていくことも重要である。ITS 施策による CO2 削減効果の定量評価は、京都議定書や 2010 年に国連気候変動枠組条約事務局へ提出した削減目標(2020 年に 1990 年比 25% 減) の達成度合いを示すためにも有効な手段である。

このため、本研究開発では国内外の関係者とすり合わせを行ないながら、都市域道路ネットワークから地域道路ネットワークまでを考慮可能なハイブリッド交通シミュレーションによる交通流の推定や、車両からの CO2 排出量の推計、プローブによる CO2 排出量のモニタリング等の技術開発および CO2 排出量推計技術全体の検証を行い、国際的に信頼される評価方法を確立する。

3.1.3 核となる技術

(1) 交通シミュレーションと CO2 排出量推計モデルの結合

都市域以上の広範囲を対象とした、ITS 施策の導入による交通流の改善効果については、交通容量を確保する観点からの研究が多く、CO2 排出量に関わる要因を考慮した研究は限定されたものにとどまっている。本研究開発では、都市域をカバーし、かつ CO2 排出量に影響を与える要因を考慮した交通流シミュレーション技術と、交通流シミュレーションから出力される走行挙動データを用いて車両からの CO2 排出量を推計する技術を結合することにより、ITS 施策が導入された場合の CO2 排出量の低減効果を評価可能とする（図Ⅲ.3-2）。



図Ⅲ.3-2 交通流シミュレーションと CO2 排出量モデルの結合概念

(2) 交通状況全体のモニタリング技術

本研究開発では、プローブデータと既存のインフラセンサデータを活用して、地域の CO2 排出量を推定するモニタリング技術を確立する。これは、自動車会社等が展開している個別車両の CO2 排出量をモニタリングするサービスとは違い、プローブではない一般車の動きも考慮して、地域全体での排出量を推定するものである。このとき、感知器データ等から交通量が把握できる高速道路や自動車専用道だけではなく、交通シミュレーションを併用して、感知器データの取得が難しい一般道での交通量を推定・補完する。

(3) 交通データベース

交通関連のデータは、国際的にも多種多様な内容・フォーマットのものが散在しており、これらを効率的に融合して活用するまでには至っていない。異なるフォーマットのデータを一元管理するため、データ本体にメタ情報（情報を表すための情報、情報に含まれる目録）を付与することにより、多様な交通データを集積するデータベースを構築した。このデータベースを国内外の研究機関に提供し、データの充実を図る。

3.1.4 開発目標

本研究開発全体の最終目標は、「国際的に信頼される CO2 削減効果評価方法の確立」であり、具体的には以下の2つである。

- (1) CO2 排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成
- (2) 評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行

この2つの最終目標に対して、6つの研究開発項目に分けて研究を進めた。各研究開発項目の概要を図Ⅲ.3-3に、開発目標を表Ⅲ.3-1に示す。

(1)
CO2排出量
推計技術
及び
データウェア
ハウスの
完成

(2)
評価手法要件・
検証方法の
国際合意と
技術報告書
発行



図Ⅲ.3-3 各個別研究テーマの概要

表Ⅲ.3-1 各研究開発項目の開発目標

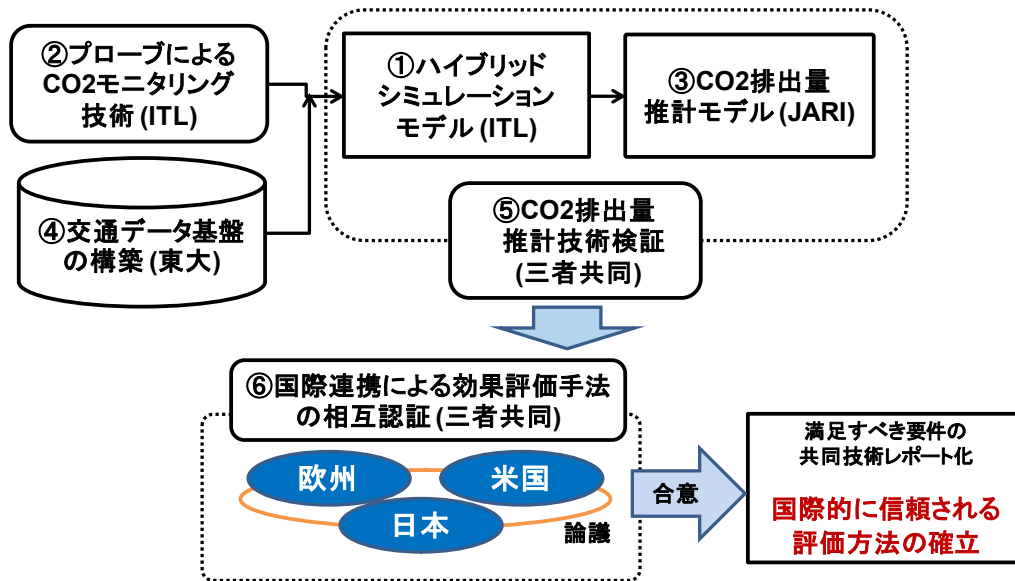
全体の最終目標	研究開発項目	目標
(1) CO2 排出量推計技術 及び データウェアハウスの 完成	①ハイブリッド シミュレーションモデル	・シミュレーションソフトウェア モジュール群の完成
	②プローブによるCO2 モニタリング手法	・CO2 排出量モニタリングシステム のプロトタイプ完成
	③CO2 排出量推計モデル	・ITS 導入時のCO2 排出量推計 ソフトウェアの完成
	④交通データ基盤の構築	・国際データウェアハウス (ITDb) の構築完了 ・データ評価システムの構築完了
(2) 評価手法の要件・ 検証方法の国際合意と 技術報告書発行	⑤CO2 排出量推計技術の 検証	・効果評価手法要件整理及び ツール検証手法構築完了 ・CO2 排出量の妥当性及び精度の 検証完了
	⑥国際連携による効果評価 手法の相互確認	・効果評価手法要件及びツール検証 手法等の日欧米国際合意 ・技術報告書として公表

3.1.5 研究開発の方針

(1) まず交通流シミュレーションで交通流を推計し、得られた交通流における車両からの CO2 排出量を、車両 CO2 排出量モデルで推計することにより、ITS 施策導入による CO2 低減効果を可能とするツールを開発する。

図Ⅲ.3-4 に本研究開発で進めているモデル概念、つまり、国際的に信頼される効果手法を確立するためのスキームを示す。①ハイブリッド交通シミュレーションモデルにより、ITS 施策導入前後の交通流を推定する。③CO2 排出量モデルにより両状態の CO2 排出量を推定し、その差分を推定し、ITS 施策の効果を推定するモデルを構築する。また CO2 排出量をモニタリングし、ITS 施策の評価を行なうための手法として②プローブによる CO2 モニタリング技術を開発する。さらに、このモデルに入力するためのデータとして④交通データ基盤を構築する。

(2) 国際連携として、欧米の政府・研究者との共同研究の枠組みを構築する。その体制の中で、ITS 施策評価モデル開発の知見を活用し、①②③④から得られた CO2 排出量推定精度を担保するため⑤CO2 排出量推計精度検証の技術の開発、ITS 評価手法の検証要件について合意を得る。この検証要件に適合するように、本 ITS 施策評価モデルを修整し、検証要件をクリアすることにより、本評価モデルが国際的に信頼に足るものとなる。最終的に、合意事項を国際共同レポートとして発行することで、国際的に信頼される効果評価手法となる。



図Ⅲ.3-4 国際的に信頼される効果評価手法を確立するためのスキーム

3.2 研究マネジメントの工夫

平成20年度～24年度の研究計画を表Ⅲ.3-2に示す。また、研究を効率的に推進するための研究開発マネジメントの工夫の代表例として3項目を挙げる。

表Ⅲ.3-2 実施計画

開発技術	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度
ハイブリッドシミュレーション	フレームワーク理論の構築		フレームワーク理論に沿ったソフトウェア群作成		
プローブによるCO2モニタリング	プローブ・インフラセンサによるCO2排出量推計技術	プローブのみによるCO2排出量推計技術		広域シミュレーションモデル改良	
CO2排出モデル	車両CO2排出量モデル開発			車両CO2排出量モデル用データ測定	
交通データベース	データ構造確立	データウェアハウス構築		データ品質改善システム	
CO2排出推定精度検証	検証の条件検討	モデル検証試行		データ分析ソフトウェア提供施行	
国際連携	国際連携体制整備	国際共同研究体構築	国際シンポジウム	部分および全体モデル検証	国際共同レポート
	モデル出力要件整理	モデル入出力要件整備		国際共同研究体による評価法検討	効果評価法技術報告書作成

(1) 研究委員会の設置

本研究開発に関して交通および自動車排出ガスに関する有識者である大学教授および国立研究所の専門家に委員として出席いただき、開発の方向性を明確にすることにより研究の効率化を図った。さらに本ツールの主な利害関係者と目される政府・地方自治体関係者にオブザーバとして出席いただき、本ツールを元にした国際的な評価基準を構築することについて論議し、合意形成を進めた（表Ⅲ.3-3）。研究委員会は表Ⅲ.3-4 に示すように、計6回開催した。

表Ⅲ.3-3 「国際的に信頼される効果評価方法の確立」委員会

氏名		所属
桑原 雅夫	委員長	東京大学 生産技術研究所 教授（兼任）
森川 高行	副委員長	名古屋大学 大学院 教授
中川 大	委員	京都大学 大学院 教授
飯田 訓正	委員	慶應義塾大学 教授
金澤 文彦	委員	国土交通省 国土技術政策総合研究所 室長
小林 伸治	委員	独立行政法人国立環境研究所
佐原 健一	委員	特定非営利活動法人 ITS Japan
村重 至康	委員	高速道路総合技術研究所 部長
山口 修一	委員	首都高速道路株式会社 部長
大野 栄嗣	委員	一般社団法人日本自動車工業会 主査
柘植 正邦	委員	本田技研工業株式会社 技術主任
塚本 晃	委員	タクシープロブ実用化研究会 事務局長
堀口 良太	委員	株式会社アイ・トランスポート・ラボ 代表取締役
山下 毅	オブザーバ	経済産業省 製造産業局 自動車課
森田 淳子	オブザーバ	内閣府 科学技術政策・イノベーション担当
伊藤 健一	オブザーバ	警察庁 交通局 交通企画課
谷口 宏樹	オブザーバ	総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課
宮武 宜史	オブザーバ	国土交通省 自動車局 環境政策課
上野 喬大	オブザーバ	国土交通省 道路局 道路交通管理課
真山 茜	オブザーバ	国土交通省 道路局 道路交通管理課
村上 章	オブザーバ	東京都 環境局 自動車公害対策部
岩井 信夫	オブザーバ	新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部
米田 幹生	オブザーバ	新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部
寺田 淳	オブザーバ	新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部

（平成24年度）

表Ⅲ.3-4 「国際的に信頼される効果評価方法の確立」委員会開催実績

	開催年月日	開催場所		開催年月日	開催場所	
第1回	H21.3.2	日本自動車会館		第4回	H23.9.2	日本自動車会館
第2回	H21.8.7	くるまプラザ		第5回	H24.8.31	くるまプラザ
第3回	H22.12.2	芝パークホテル		第6回	H25.3.7	

(2) 国際連携・意見収集

国際ワークショップ（計10回開催）や、国際シンポジウムにおける欧米研究者との議論や、国際連携パートナーに限らず、広く研究者の参加が得られた国際公開ワークショップや国内外での学会等での発表により、効果評価手法等に関する意見を収集し、開発に反映させた。国際ワークショップ等の開催実績を表Ⅲ.3-5に示す。

表Ⅲ.3-5 国際ワークショップ・シンポジウム等開催実績

国際ワークショップ			
	開催年月日	開催場所	主な討議内容
第1回	2009.2.27	東京	研究項目、国際ワークショップの2~3回/年の開催と国際共同レポート作成について合意。
第2回	2009.9.25	ストックホルム	日本より各研究項目の進捗報告。欧州よりecostandへの取り組みについて報告。
第3回	2010.3.23	アムステルダム	評価対象とするITS施策の分類方法の合意。各研究項目の責任者を定め、研究体制を確認。
第4回	2010.10.28	プサン	各研究項目の内容を議論。欧州ecostandプロジェクトの正式発足の報告。
第5回	2011.6.30-7.1	ウィーン	各研究項目の内容を議論。国際共同レポートの具体的議論を開始。
第6回	2011.10.20	オランダ	各研究項目の内容を議論。中国・韓国にオブザーバ参加を呼びかけ、韓国が参加。
第7回	2012.01.24-25	ワシントンDC	検証手順の進捗を共有化。国際共同レポートの構成と発行までのスケジュールについて合意。
第8回	2012.6.25-26	ブラッセル	国際共同レポートの記述内容を議論。交通データベースの欧州連携について検討。
第9回	2012.10.25	ウィーン	レポート記述内容議論。スケジュールの確認。
第10回	2012.1.14	ワシントンDC	国際共同レポートの最終確認。
国際シンポジウム			
	2010.10.22	東京	約150名が参加（海外より15名参加）。
公開ワークショップ			
	2012.10.	ウィーン	関連研究者を対象としたオープンセッション。

(3) 事例検討の実施

隊列走行、エコドライブなど多種の ITS 技術に対し、CO₂ 低減効果の評価を可能とするため、交通流シミュレーション、車両 CO₂ 排出量モデルそれぞれの課題抽出・改良や、相互のデータの受け渡しフォーマットの整合性確認などのモデルの修整・改良を行なうことが、ITS 施策の効果評価手法の開発として不可欠である。

このため、社会的に需要が大きく、効果が高いと考えられる ITS 施策を取り上げ、計算の詳細度、受け渡しデータフォーマットを整理し、CO₂ 排出量の低減効果の計算を前倒して実施した。その結果、それぞれの交通シミュレーション、車両 CO₂ 排出量モデルそれぞれの開発・改良すべき点が明確化された。

また、最終年となる平成 24 年度には、内閣府・社会還元加速プロジェクトからの依頼により、ITS モデル都市である柏市と豊田市を対象とした事例評価を実施した。この事例評価を通して、技術的課題の抽出以外にも、今後のツール適用に際してのユーザビリティ（使いやすさ）向上を図ることが出来た。

3.3 研究開発成果

本研究開発の成果を以下に記す。

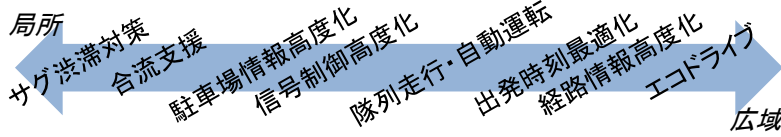
3.3.1 目標 1（CO₂ 排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成）に関する実施事項

(1) ツールのコンセプト

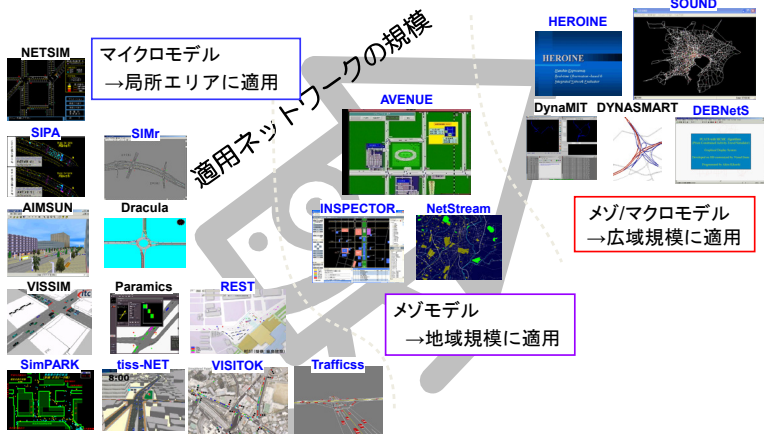
ITS 施策による CO₂ 削減効果を評価するツールは、図Ⅲ.3-2 に示すように、個別車両の走行状態を推計する「交通流シミュレーション」(Traffic Simulation, 以下 TS という) と、TS より得られる走行状態に応じた CO₂ 排出量を推計する「CO₂ 排出量推計モデル」(Emission Model, 以下 EM という) からなり、現況の CO₂ 排出量と施策導入時の CO₂ 排出量を比較することで施策の効果を評価する。これらのモデルは図Ⅲ.3-5 に示すように評価対象とする ITS 施策の適用規模や、走行挙動と排出挙動の時空間分解能により、マイクロスケールやマクロスケールに分類される。マイクロスケールモデルは、個別車両の時系列の走行挙動、排出挙動を取り扱うため、ITS 施策による走行挙動の変化を考慮するのに向くが、取り扱うデータ量が增大するため、広域の推計には向かない。一方マクロスケールモデルは、マイクロスケールに比べ、取り扱うデータ量が少ないものの、詳細な走行挙動の変化を直接考慮することが出来ない。

本研究開発では、この中間となるメソスケールモデルを構築した。このモデルは、都市域以上の広域を一括評価するため、TS から EM に引き渡される自動車走行挙動データを走行と停止の 2 モードで表現している。この走行と停止の組み合わせを SSF(Stepwise Speed Function)と呼ぶ。本研究開発で構築したメソスケールモデルの概念図を、図Ⅲ.3-6 に示す。

■ エネルギーITS施策の適用規模



■ 国内で利用されている各種の交通シミュレーションモデル



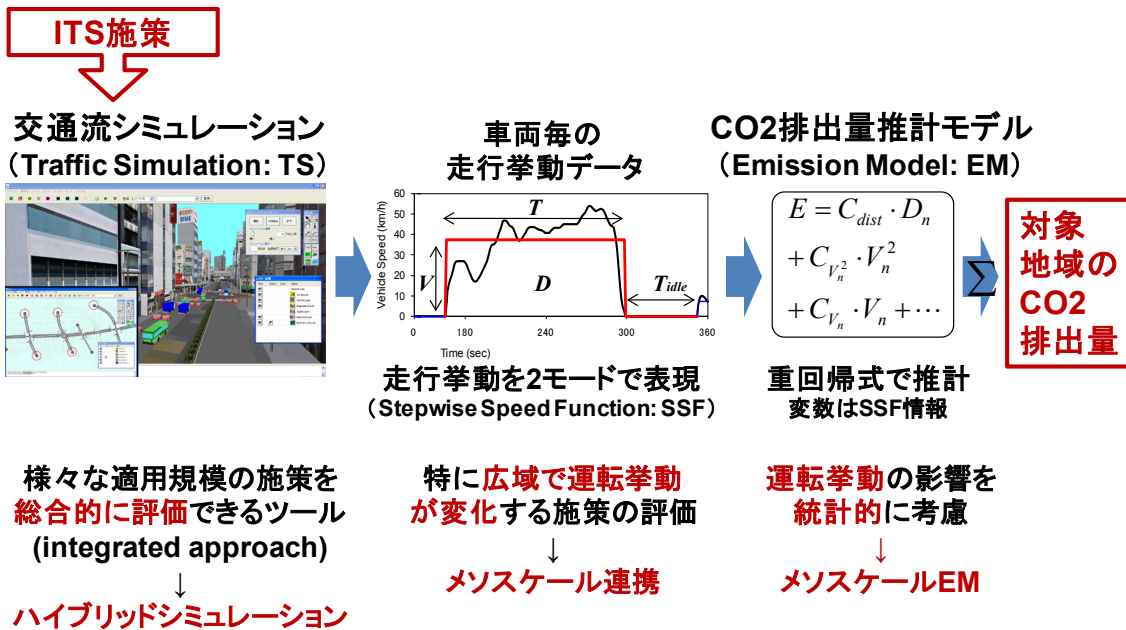
様々な適用規模の
施策を総合的に
評価できるツール
が必要 (integrated
approach)

ハイブリッド
シミュレーション

特に広域で車両挙動
が変化する施策の
評価技術が必要

メソスケール
TS+EM連携

図Ⅲ. 3-5 評価ツールの適用規模



図Ⅲ. 3-6 メソスケールモデルの概念図

(2) ①ハイブリッドシミュレーション技術開発（担当： ITL）

本研究項目では、自動車交通における CO2 排出量低減を目指す様々な技術や施策がもたらす効果について、定量的に評価できる交通流シミュレーション技術の開発を行った。また、単にシミュレーションモデルの開発にとどまらず、それに先だって、合理性のある評価結果を得るためのシミュレーション技術への要件や、適用のルールを定めた「ハイブリッド交通流シミュレーションフレームワーク理論」を構築し、それを具体化するためのモデル利用技術や、支援ソフトウェアの開発を行った。

A) 最終目標と達成状況

最終目標は、「フレームワーク理論に沿ったシミュレーションソフトウェアモジュール群の構築」である。これに対し、シミュレーション技術の要件や、適用ルールを定めた「フレームワーク理論」の構築を行い、ITS 施策の評価が可能な交通流シミュレーションモデルの開発を完了させ、最終目標を達成した。

B) 研究開発の詳細

・フレームワーク理論の構築

評価対象となる ITS 施策に対して、適切な評価を行うために、適切な種類のシミュレーションモデルを適用する必要がある。交通流シミュレーションモデルは、時空間分解能や適用規模を考慮し、表Ⅲ.3-6 の通り、4つのクラスに分類されている。交通流を流体として扱う、いわゆる「マクロモデル」と呼ばれるシミュレータは、ITS の特徴でもある個別車両の動きや判断、選択行動等の違いを考慮することが困難ため、ここでは対象外とした。

表Ⅲ.3-6 交通流シミュレーションモデルのクラスと特徴

クラス区分*	モデル通念分類	空間分解能	時間分解能	車線変更	交通信号制御等	経路選択	一般的な適用規模
Ⅳ	メソモデル (交通流特性式+離散車両)	リンク単位	1~数秒	考慮しない	必要に応じて設定	考慮する	市町村~都市圏・地方
Ⅲ		停止/走行単位	1~2秒	考慮する			街区~市町村
Ⅱ		マイクロモデル (追従式)	ほぼ連続	0.1秒以下			
Ⅰ							

※交通工学研究会編「交通シミュレーション活用のススメ」で示されたクラス

一方で、ITS 施策は CO2 排出量削減メカニズムにより以下の 5 カテゴリに分類される。

①運転挙動の改善

評価に際しては、運転挙動や車両挙動の変化を考慮する必要がある。

②交差点および自動車専用道路の交通流改善

評価に際しては、運転行動や車両挙動の変化の考慮が必要な場合もある。

③ネットワーク規模の交通マネジメント

評価に際しては、ドライバーの情報認知の違いや、経路選択行動を考慮する必要がある。

④TDM（交通需要マネジメント）・モーダルシフト

評価に際しては、ドライバーの情報認知の違いや、交通手段選択、出発時間選択などの交通行動の変化を考慮する必要がある。

⑤貨物車両運行管理

評価に際しては、物流需要の時空間変化や、貨物車の積載量などを考慮する必要がある。

これより、ITS施策のカテゴリに適するシミュレータの組み合わせが表Ⅲ.3-7の通り示される。

表Ⅲ.3-7 ITS施策のカテゴリと評価に適した交通流シミュレーションの対応

ITS 施策\シミュレータクラス	I	II	III	IV
①運転挙動の改善	○	○	△	△
②交通流改善	○	○	○	△
③ネットワーク交通マネジメント	×	△	○	○
④TDM・モーダルシフト	×	△	○	○
⑤貨物車両運行管理	×	△	○	○

○：評価に適している、△：評価には特別の対処が必要、×：適用不可

クラス I、II のシミュレーションモデルは、追従式によって個別車両の走行挙動を細やかに調整できるため、①や②の ITS 施策評価に適している。しかし、クラス I はドライバーの経路選択行動をモデル化していないため、ネットワーク全体を考える必要がある③～⑤の施策は評価できない。また、クラス II も経路選択行動を考慮しているが、マイクロモデルを広範囲のネットワークに適用する場合は、データ取得や加工、入力にかかる手間の大きさ、パラメータ調整の複雑さ、計算時間の増大といった実用上の課題があり、あまり一般的ではない。

一方、クラス III や IV のシミュレーションモデルでは、個別車両の運転行動の改善を考慮するためには、モデル化の見直しなど特別の対処が必要であるが、広域での施策評価には適している。

これより、様々な ITS 施策を評価するためには、1 つのシミュレーションモデルだけでは不十分であり、施策の CO2 排出量削減メカニズムや適用規模などの特徴に応じて、複数のシミュレーションモデルから適切なものを選択することが必要といえる。

・ハイブリッド交通流シミュレーションソフトウェアの構築

前述したとおり、様々な ITS 施策を評価するためには、CO2 排出量削減メカニズムや適用規模などの特徴に応じたシミュレーションモデルを利用することが求められる。ここでは、考え方の

異なる複数のシミュレーションモデルを1つのソフトウェア基盤上に実装し、対象とする ITS 施策に応じて、適切なシミュレーションモデルを選択できるソフトウェアを開発した。組み合わせたシミュレーションモデルの概要を図Ⅲ.3-7 に示す。このように異なる分解能のモデルを連携させることにより、全国規模から路線規模までの種々の交通状況を適切なモデルで再現することが出来る。また、同一データベース上でシミュレーションの実施が可能であり、ネットワークデータ、OD 交通量、調整パラメータなどの入力データを共有することが可能となる。また日本全国を対象としたシミュレーションは、実用レベルとして初めてである。注目する範囲のデータ切り出しにより、地域シミュレーションを迅速・安価に実施でき、また、災害発生時の対策実施効果の評価にも適用可能である。



図Ⅲ.3-7 ハイブリッド交通流シミュレーションにおけるシミュレーションモデルの組み合わせ

図Ⅲ.3-7 に示した 3 種類のシミュレーションモデル、SOUND、AVENUE、および、MicroAVENUE の特徴を表Ⅲ.3-8 に示す。これらは、(株)アイ・トランスポート・ラボが開発したソフトウェアを基に、本事業において種々の改良を加えたものである。

表Ⅲ.3-8 ハイブリッドシミュレーションで扱うシミュレーションモデルの特徴

モデル名	SOUND	AVENUE	MicroAVENUE
分類	メソ (広域)	メソ (局所)	マイクロ
適用規模	都市圏～全国	市街地	街区
車両表現	離散	←	←
車種設定	複数設定可能	←	←
時間解像度	1 秒	←	0.1 秒
車両移動原理	Kinematic wave 理論	ブロック密度法	追従走行モデル (IDM+)
車線選択	なし(交差点での右左折付加車線は考慮)	あり	←
経路選択	確率経路選択	←	←

各シミュレータ間の境界部における車両の受け渡しに関しては、いずれのシミュレータも車両を離散表現し、車両属性や経路選択のロジックを共通化しており、以下に記す適切なタイミングと位置で実施している。

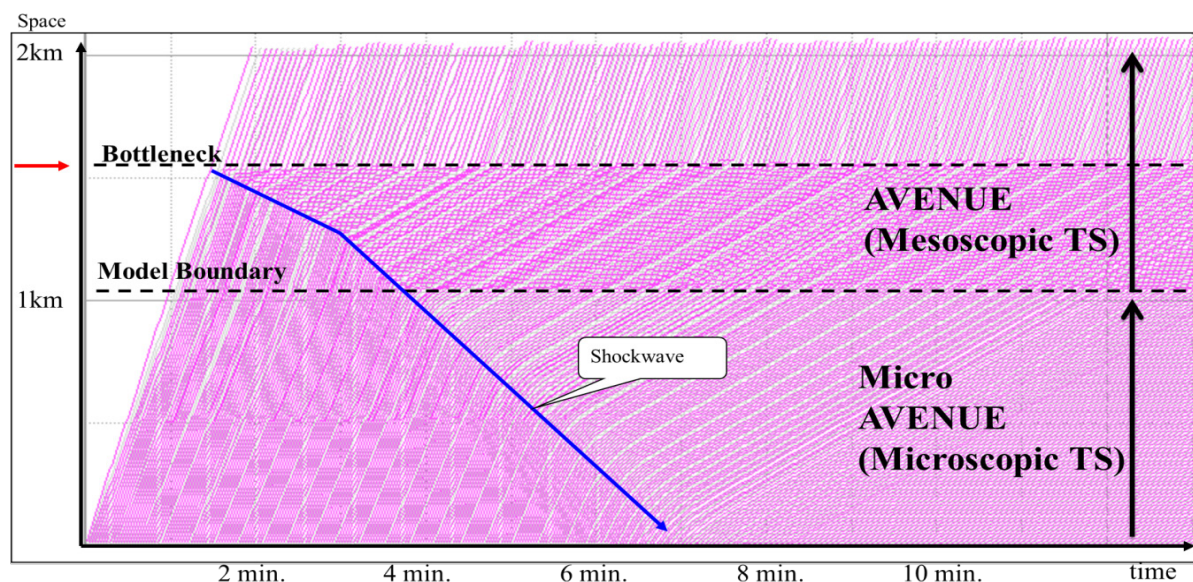
【SOUND（広域メソ）と AVENUE（局所メソ）】：

- ・モデル接続部で1秒毎に車両を受け渡す。
- ・どちらかのモデルがカバーする区間が、先詰まりにより車両を受け入れるスペースがない場合は、受け渡しは行われぬ。

【AVENUE（局所メソ）と MicroAVENUE（マイクロ）】：

- ・MicroAVENUE 側にバッファスペース（1秒で走行できる区間長）を設け、その範囲内にある車両を1秒毎に受け渡す。
- ・AVENUE から MicroAVENUE の受け渡しでは、先行車への追従走行ロジックに基づいて、位置を速度を計算する。
- ・MicroAVENUE から AVENUE の受け渡しでは、AVENUE 側の受け入れスペースに応じた台数分を、MicroAVENUE のバッファスペースから移動させる。

AVENUE（局所メソ）と MicroAVENUE（マイクロ）の境界をまたぐショックウェーブ伝播の検証結果を図III.3-8に示す。これは、試験的に設定した、ボトルネックがある1方向のシミュレーションにおける交通流を時空間図上に展開したものである。計算条件は、需要=1800pcu/h（1時間当たりの乗用車換算台数）、ボトルネック容量=900pcu/hである。



図III. 3-8 シミュレーションモデル境界部のショックウェーブ伝播

この図から、ボトルネックからの渋滞の延伸がモデル境界をまたいで連続的に伝播しているのが確認できる。このように、モデル境界間においても交通流の相互影響を考慮することで、様々なITS施策を組み合わせた検討が可能となる。

(3) ②プローブによるCO2モニタリング技術の開発（担当：ITL）

本研究項目では、プローブデータ等の交通データから推定される交通状態をもとにして、リアルタイムでどの程度CO2が排出されているかを推計する「CO2排出量モニタリングシステム」を開発するための基礎的な検討を実施した。

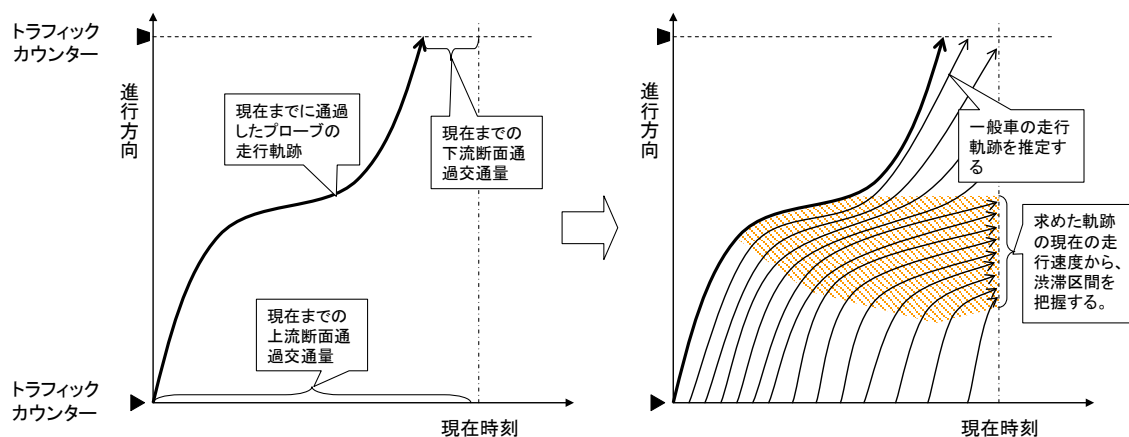
A) 最終目標と達成状況

最終目標は、「CO2排出量モニタリングシステムのプロトタイプ完成」である。これに対し、プローブデータ等を用いて、情報が密でない箇所を含めた交通状況を推計する技術を開発し、リアルタイムでのCO2排出量推計を可能とした。また、ナウキャストサービスとして、運用を開始しており、目標以上の成果を達成した。

B) 研究開発の詳細

・インフラセンサデータとの融合技術開発

CO2モニタリングシステムでは、プローブ車両以外の一般車両の走行軌跡も推定して、CO2排出量推計モデルへの入力とする。ここでは、感知器データ等のインフラセンサデータとプローブデータを組み合わせて、道路の交通状態を把握し、CO2排出量推計モデルと連携するための技術を開発した。ここで利用する「時空間軌跡融合手法」の概念図を図III.3-9に示す。この手法は、交通流のショックウェーブ理論を援用したVariational Flow Theory (Daganzo, C. F. (2005) “A variational formulation of kinematic waves: Basic theory and complex boundary conditions”, Transportation Research B 39(2), 187-196.)に基づき、対象区間の流入出交通量と、一部の基準車両の走行軌跡から、全車両の走行軌跡を時空間上で推定するものである。具体的には、図III.3-9の左側に示した、限られた台数のプローブの走行軌跡と路側のトラフィックカウンターで計測される断面交通量を用いて、同図右側に示すような個別車両の走行軌跡を推定する。

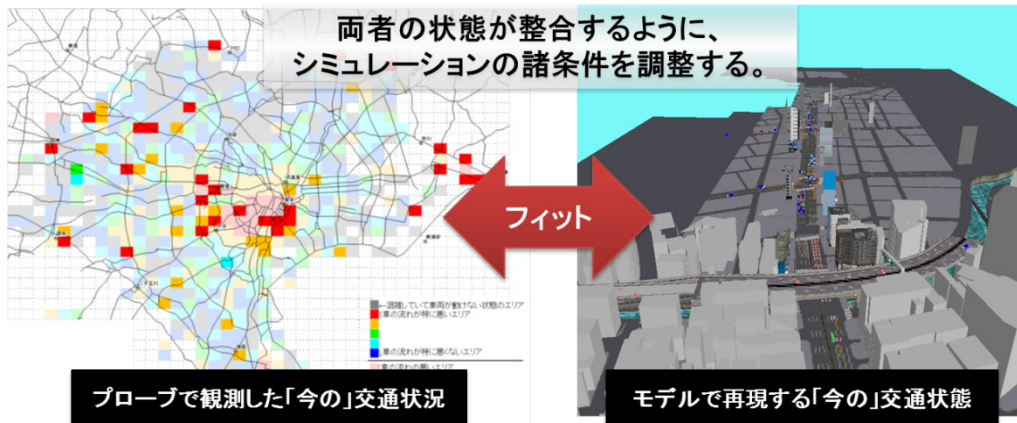


図III.3-9 時空間軌跡融合手法の概念図

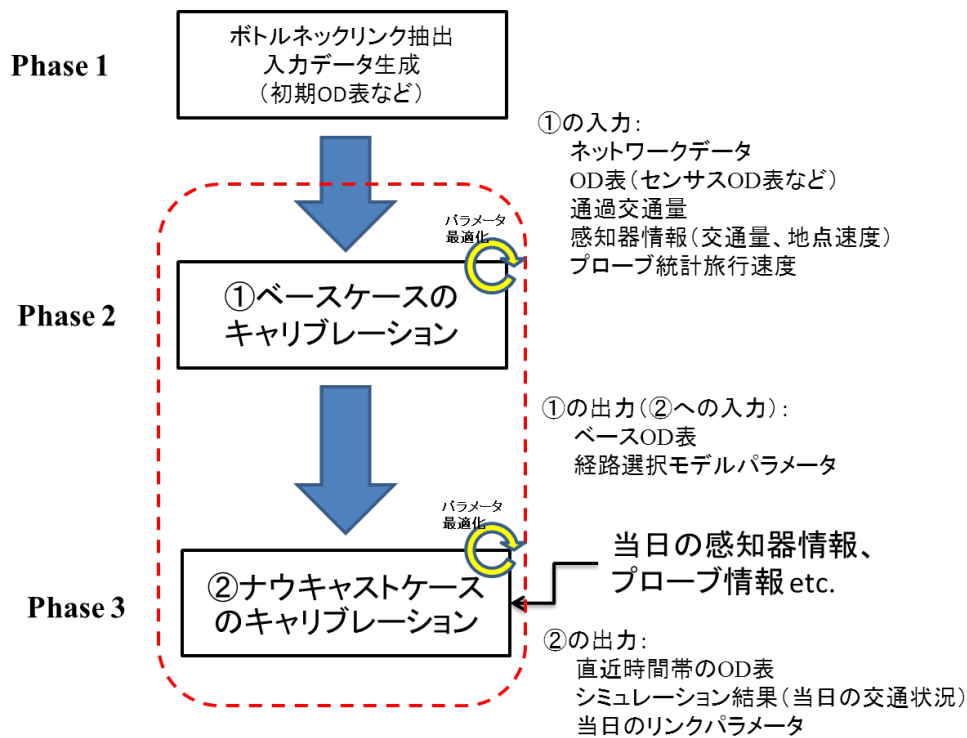
・ナウキャストシミュレーション理論の構築

プローブデータを活用して交通流シミュレーションのパラメータ調整を行いながら、今現在の交通状況を推定する「ナウキャストシミュレーション」の理論を構築した。交通に関するナウキ

キャストは、直近の交通状態を推測することである。つまり「ナウキャストシミュレーション」とは、センサーやプローブ等の観測データから継続的に入手できる交通データを活用し、今現在の交通状況を逐次推定する仕組みである。ここで示したものは、交通シミュレーションを活用する仕組みで、これにより観測データ間の情報をモデル補完し、道路ネットワーク全体を面的、連続的に推定することができるようになる。ナウキャストシミュレーションのコンセプトを図Ⅲ.3-10に、処理ステップを図Ⅲ.3-11に示す。



図Ⅲ.3-10 ナウキャストシミュレーションのコンセプト



図Ⅲ.3-11 ナウキャストシミュレーションの処理ステップ

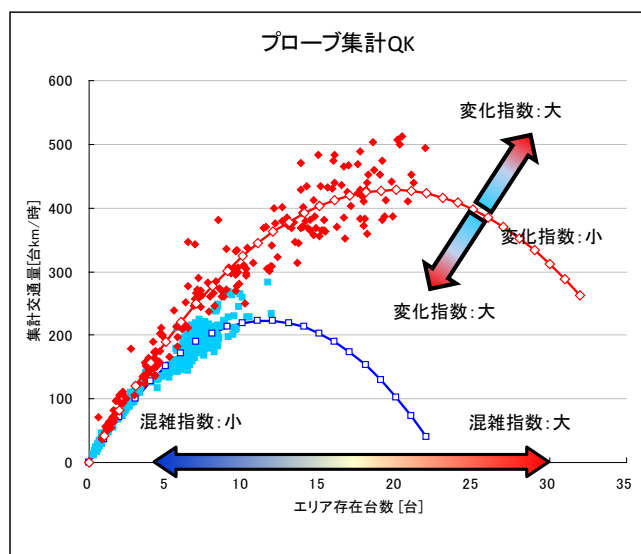
ナウキャストシミュレーションシステムは、図Ⅲ.3-11 に示した「ベースケースキャリブレーション」と「ナウキャストケースキャリブレーション」の2つの技術要素で構成される。

ベースケースキャリブレーションとは、ある一定期間の交通データの平均値に合うようにキャリブレートしたシミュレーションケースの作成処理のことである。シミュレーション結果はごく平均的な日の交通状態を再現したものと位置づける。

ナウキャストキャリブレーションとは、継続的に得られた実測データに合うように、ベースシミュレーションケースのOD交通量やリンクパラメータを調整し、その時々々の交通状態を再現するシミュレーション入力データ（以下、ナウキャストケース）処理である。ナウキャストキャリブレーションでは、継続的に得られた実測データから逐次交通状態をリアルタイムで再現することが可能な仕組みとなっており、ここではプローブ情報を取得することで運用することを想定している。

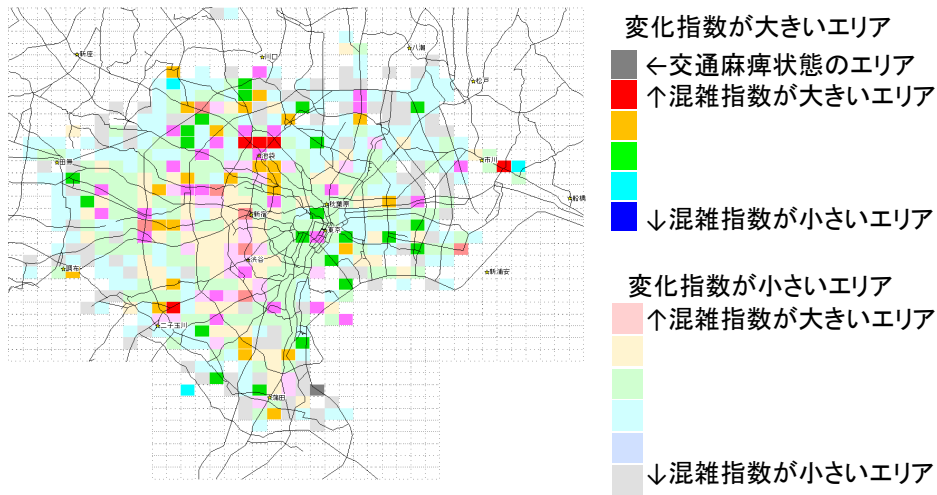
・トラフィックスコープの考案

トラフィックスコープとは、エリア内の車両総走行距離と総走行時間の関係から求めることの出来る「エリア混雑指数」と、ある曜日のある時間帯の平均的な交通状態を示したエリア集計QK曲線（Q：交通流、K：密度）からどの程度乖離しているかを示した「エリア変化指数」の二つの指標で構成される。エリア混雑指数はエリア内の流動性を示し、エリア変化指数はエリア内の交通状態の日常性を示した値である。エリア混雑指数とエリア変化指数の概念を図Ⅲ.3-12 に示す。



図Ⅲ.3-12 トラフィックスコープに用いる二つの指数

首都高5号線の通行止めがあった日のプローブデータより作成したトラフィックスコープの例を図Ⅲ.3-13 に示す。混雑指数と変化指数の大きいエリアを濃い赤色で示したが、首都高の通行止めにより、通行止めの影響のある複数のエリアで通常の交通状態とは異なる混雑が発生している状態を捉えていることが分かった。

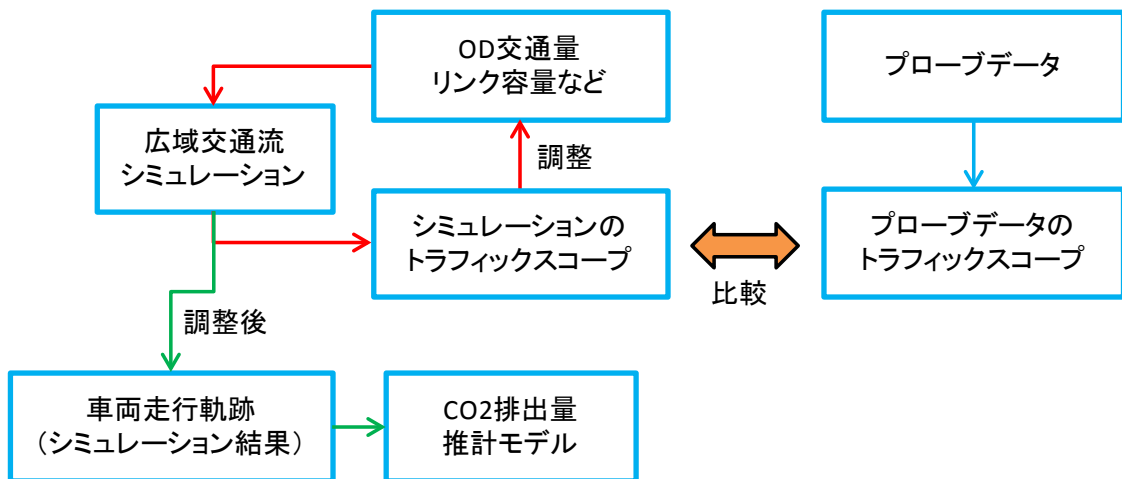


図Ⅲ. 3-13 トラフィックスコアの例

・ 広域における CO2 排出量モニタリング方法の検討

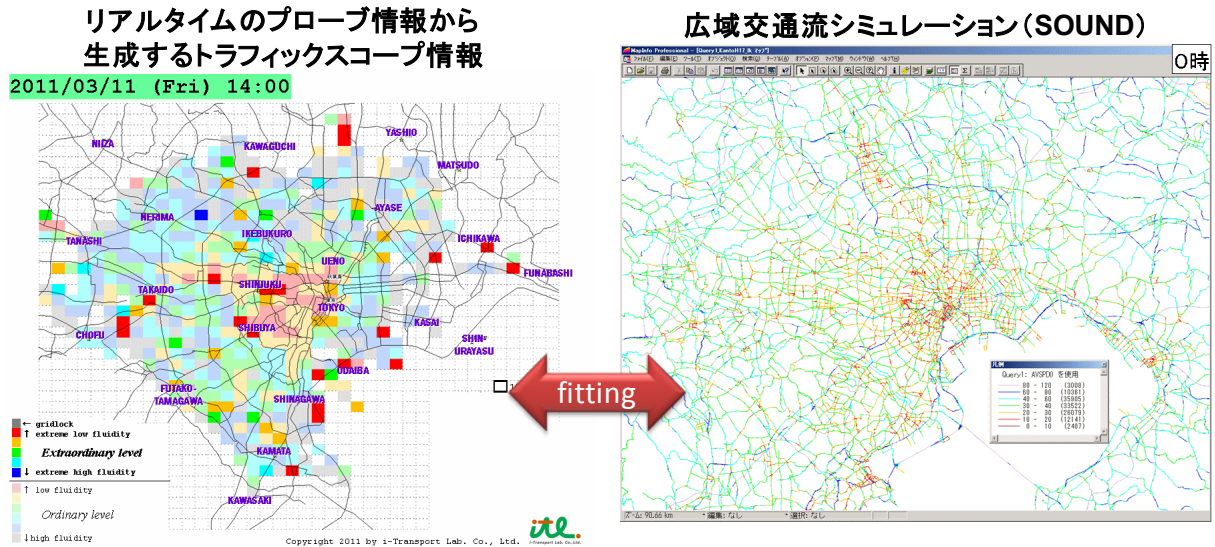
CO2 排出量のモニタリングは、個々の車両から排出される CO2 の総和で求めることができる。しかしながら、広域における CO2 排出量のモニタリングでは、全ての道路上の車両のプローブデータを収集することはまず不可能である。そこで「平均的な」日の交通状況を再現するシミュレーションの入力条件（OD 交通量、リンク容量等）を調整し、対象日あるいは現在の交通状況に合致させ、地域全体の交通量を推定し、そのシミュレーション推定結果から CO2 排出量を求める方式を検討した。

CO2 排出量の推計は、図Ⅲ.3-14 に示すように、プローブのトラフィックスコアとシミュレーションのトラフィックスコアとで再現性を確認し、再現性が確保されていると判断したシミュレーション結果に CO2 排出量モデルを適用することで求めることができる。



図Ⅲ. 3-14 CO2 排出量モニタリング方式の概要

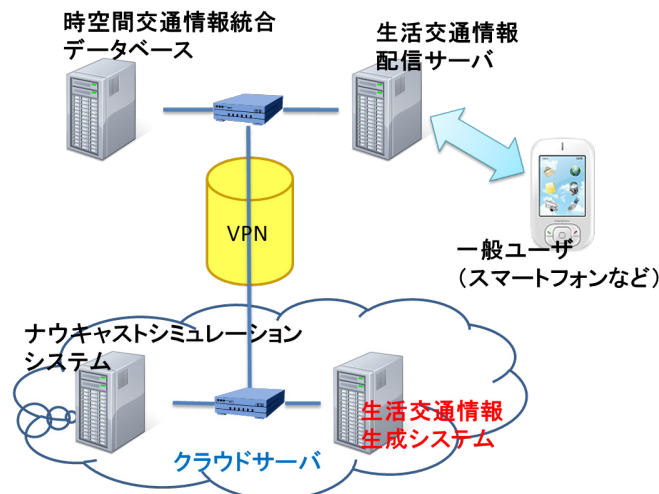
広域交通流シミュレーションとトラフィックスコープ情報のフィッティングの例を図Ⅲ.3-15に示す。この結果に CO2 排出量推計モデルを適用することにより、CO2 排出量のモニタリングが可能となる、



図Ⅲ.3-15 トラフィックスコープ情報と広域交通流シミュレーション

- ・リアルタイムモニタリングシステムのプロトタイプ開発

千葉県柏市域で作成したナウキャストシミュレーションと、柏市域各所に設置したセンサーやプローブデータをリアルタイムに収集する仕組みを組合せて、CO2 排出量のリアルタイムモニタリングシステムのプロトタイプを開発した。システム構成図を図Ⅲ.3-16に示す。



図Ⅲ.3-16 リアルタイムモニタリングのプロトタイプシステム構成図

(4) ③車両メカニズム・走行状態を考慮した CO2 排出量推計モデル（担当： JARI）

本研究項目では、ITS 施策導入による自動車 CO2 排出量削減効果を評価するための CO2 排出量推計モデルの開発を行った。

A) 最終目標と達成状況

最終目標は、「ITS が導入された交通流に対応した CO2 排出量を推計するソフトウェアの完成」である。これに対し、上述したハイブリッドシミュレーションより得られるデータを入力として、走行挙動影響を考慮するメソスケール CO2 排出量推計モデルの構築を完了し、最終目標を達成した。

B) 研究開発の詳細

・排出量推計モデルのカテゴリ分類

交通流シミュレーションでは、表Ⅲ.3-6 に示すようなシミュレーションモデルのクラスがあったが、CO2 排出量推計モデルでも、表Ⅲ.3-9 に示すような分類が可能である。

表Ⅲ.3-9 CO2 排出量推計モデルの分類

クラス区分	モデル分類	CO2 排出量影響因子	空間分解能	発進停止頻度	加速挙動の変化	一般的な適用規模
i	マクロスケール	平均速度	数 km	考慮不可能	考慮不可能	全国～都市域
ii	メソスケール	アイドリング、走行、加速、減速	数十 m	考慮可能	通常は特別な対応が必要	都市域～街区
iii	マイクロスケール	時系列速度	数 m		考慮可能	街区

これらのモデルを用いて評価する ITS 施策は前述の通り、以下の 5 カテゴリに分類される。

- ①運転挙動の改善
- ②交差点および自動車専用道路の交通流改善
- ③ネットワーク規模の交通マネジメント
- ④TDM・モーダルシフト
- ⑤貨物車両運行管理

これら ITS 施策への適合性の観点を加えて、CO2 排出量推計モデルの分類を以下に記す。

i. マクロスケール CO2 排出量モデル

車両平均速度に対する平均的 CO2 排出量を与えるモデルをマクロスケール CO2 排出量モデル

と定義する。このモデルは、主に交通密度変化による平均速度のみが変化するカテゴリ③～⑤の ITS 施策による CO2 排出量の変化を評価することは可能であるが、より詳細なカテゴリ①、②のための評価モデルとしては適切ではない。

ii. メソスケール CO2 排出量モデル

簡易化された走行パターンを入力とし、統計的手法をベースに、CO2 排出量を推定するモデルをメソスケール CO2 排出量モデルと定義する。このタイプのモデルは、例えば、いくつかのアイドリング・発進・停止のセット（ショートトリップ）の代表的データ（ショートトリップ平均速度、ショートトリップ距離、アイドリング時間など）と CO2 排出量の関係から、重回帰分析などの統計的な手法を用いて CO2 排出量を推定する。そのため計算負荷が低い反面、簡易化された走行パターンに含まれない車両挙動（加減速、巡航時の速度のふらつきなど）が変化した場合、CO2 排出量の推計に誤差が発生する可能性がある。したがって、カテゴリ①の ITS 施策を評価する際には、その考慮が必要である。

iii. マイクロスケール CO2 排出量モデル

時系列速度データを入力とし、CO2 排出量マップをベースに CO2 排出量を推定するモデルをマイクロスケール CO2 排出量モデルと定義する。このタイプのモデルは、あらゆる時系列速度データに応じた CO2 排出量を推定することができ、ITS 施策カテゴリ①～⑤まですべてのカテゴリ ITS 施策の評価が可能である。反面、計算負荷が高く、都市域全体を走行する数万台、24 時間分といった対象規模の ITS 施策の評価に用いることは困難である。

これより、ITS 施策のカテゴリに適するシミュレータの組み合わせが表 III.3-10 の通り示される。

表 III.3-10 ITS 施策のカテゴリと評価に適した CO2 排出量推計モデルの対応

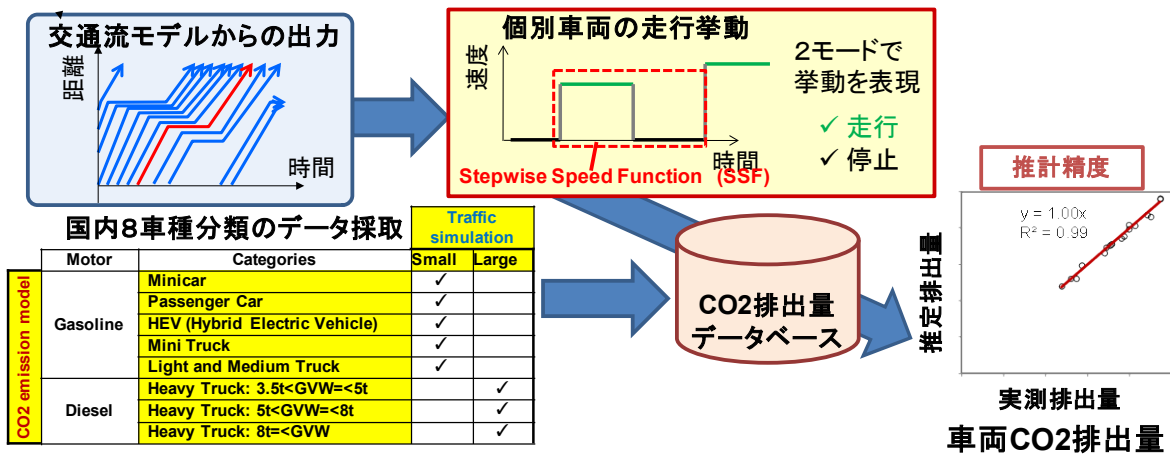
ITS 施策\モデルクラス	i マクロ	ii メソ	iii マイクロ
①運転挙動の改善	×	△	○
②交通流改善	×	○	○
③ネットワーク交通マネジメント	○	○	×
④TDM・モーダルシフト	○	○	×
⑤貨物車両運行管理	○	○	×

○：評価に適している、△：評価には特別の対処が必要、×：適用不可あるいは困難

本研究開発では、様々な ITS 施策の評価が可能な推計手法の構築を目的としており、交通流シミュレーションでは、複数のシミュレーションモデルを融合させたハイブリッドシミュレーションモデルで対応している。CO2 排出量推計モデルでも種々の ITS 施策の評価が可能なモデルを選択する必要があり、図 III.3-6 に示したように、広域の推計が可能な少ないデータ量で、走行挙動変化の影響を考慮できるメソスケールモデルを構築した。

・メソスケール CO2 排出量推計モデルの構築

構築したメソスケールモデルの概要を図Ⅲ.3-17 に示す。



図Ⅲ.3-17 メソスケール CO2 排出量推計モデルの概要

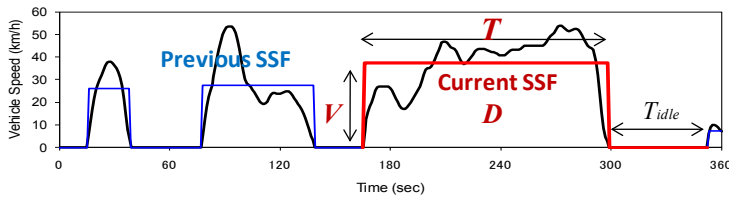
本研究項目で開発したメソスケール CO2 排出量モデルでは、自動車の走行は、走行と停止の 2 モードで表現される。ここで、停止状態から発進して再度停止するまで(ショートトリップ)と、それに引き続く停止状態(ショーストップ)の組合せを、Stepwise Speed Function (SSF)と定義する。SSF は、図Ⅲ.3-6 の中央部に示すようなデータである。CO2 排出量は、車両の速度・加速度に大きく影響を受けるが、SSF にはこの速度・加速度情報が含まれていないため、排出量推計モデル側でこれらの情報を考慮する必要がある。CO2 排出量は走行エネルギーと密接に関係し、走行エネルギーは加速抵抗、空気抵抗、転がり抵抗、勾配抵抗で消費されるエネルギーで表される。転がり抵抗および勾配抵抗は、車両諸元値、縦断勾配、走行距離から算出されるため、SSF の走行距離データから正確に求められる。また空気抵抗も SSF から大きな誤差なく求めることができる。しかし、加速抵抗は SSF 自体が加速度情報を持たないため、直接計算することができない。また、同一形状の SSF に対して異なる交通状況では、異なる加速エネルギーの走行パターンが対応する可能性があり、これを推定する必要がある。そのため、当該 SSF 形状および前後の SSF 形状など、加速エネルギーに影響を与える要因を列挙し、統計解析により加速エネルギーの推定を行った。

市街地実走行試験より得られたデータを用いた、加速エネルギーの重回帰分析結果を図Ⅲ.3-18 に示す。重回帰分析の説明変数の候補は、SSF 形状から得られる SSF の定常速度 V 、走行時間 T 、走行距離 D および停止時間 T_{idle} 、平均縦断勾配 $\sin \theta$ およびこれらの値の組み合わせ(平均速度の 2 乗値、ショーストップも含めた平均速度など)とした。また、交通状況の違いによって同一形状の SSF でも加速エネルギーが異なるケースに対応するため、当該 SSF だけでなく前後の SSF についても同様の変数を説明変数の候補とした。これらの説明変数の候補からステップワイズ法を用いて説明力の高い変数を選択した。

その結果、SSF の加速エネルギーは、SSF の走行距離、平均速度の二乗、平均速度、道路縦断勾配および一つ前のショーストップ速度の 5 個の説明変数で推計可能なことが分かった。

● **説明変数:**
 SSFから得られる情報
 (平均速度V、走行時間T、走行距離D)

● **目的変数:**
 SSF毎の加速エネルギー
 (時系列データより算出)



$$E_{acc} = m \int_0^T \left\{ \delta_{acc} \left(v \frac{dv}{dt} \right) \right\} dt$$

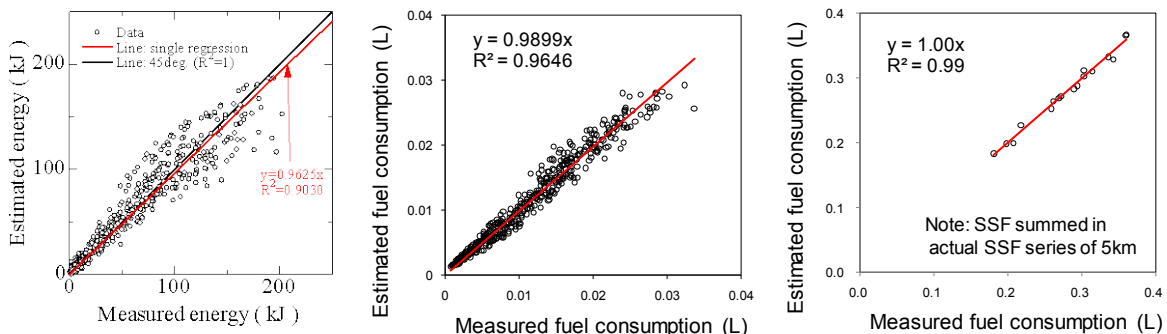
重回帰分析

$$E_{acc} \approx C_{dist} \cdot D_n + C_{V_n^2} \cdot V_n^2 + C_{V_n} \cdot V_n + C_{V_{n-1}} \cdot V_{n-1} + C_{grade} \cdot \sin \theta_n + C_{const}$$

Constants	C_{dist}	$C_{V_n^2}$	C_{V_n}	$C_{V_{n-1}}$	C_{grade}	C_{const}
説明変数	現SSF距離 (m)	現SSF速度2乗 (km ² /h ²)	現SSF速度 (km/h)	前SSF速度 (km/h)	現SSF縦断勾配 (deg.)	定数
影響	大	—————			小	—
標準化回帰係数	0.462	0.269	0.251	0.049	-0.044	—

図Ⅲ.3-18 加速エネルギーの重回帰分析結果

図Ⅲ.3-19 に上記の重回帰式より得られる推計値と、市街地走行試験の実測値の比較を示す。加速エネルギーの推計では決定係数が 0.90、加速エネルギー以外を含めた SSF 単位の燃費では決定係数が 0.96、実用上の CO2 低減効果評価に必要な数 km 以上の走行時の燃費では決定係数が 0.99 という精度での CO2 排出量推計が可能となった。



A. 加速エネルギー B. SSF 毎の燃料消費量 C. 5km 走行毎の燃料消費量

図Ⅲ.3-19 メソスケールモデルの推計精度の例

また、CO2 排出量は、車種 (乗用、貨物)、動力源 (ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、ハイブリッド)、車両重量の影響を受けるため、日本国内の自動車を図Ⅲ.3-17 の左下に示したように 8 車種に分類し、それぞれモデル化を行った。

・ 走行挙動変化に伴う補正方法

図Ⅲ.3-18 に示した重回帰式の変数と係数は、通常の交通状況における走行挙動データから得ているため、ITS 施策により走行挙動が変化する場合には重回帰係数が異なるべきものである。このため、以下に挙げる方法のいずれかを採用するものとした。

①実験法

ITS 施策導入後の状態で走行パターンと CO₂ 排出量を計測し、このデータによりメソ CO₂ 排出量モデルの重回帰式の変数と係数を決定する。最も精度の高いメソ CO₂ 排出量モデルを構築可能であるが、走行試験のコストが大きくなり、また、実験的にも実現されていない ITS 施策による CO₂ 排出量の低減効果を評価することができない。

②マイクロシミュレーション法

マイクロ交通流シミュレーションで ITS 施策を再現し、推定された车速パターンとマイクロ CO₂ 排出量モデルにより、CO₂ 排出量データを推定し、このデータによりメソ CO₂ 排出量モデルの重回帰式の変数と係数を決定する。①実験法よりも、実施コストが小さく、マイクロ交通流シミュレーション推定精度が十分であれば推定精度も良好と考えられる。

③速度パターンデザイン法

走行挙動変化を伴う ITS 施策では、速度パターンの変化が明示可能である。例えば、発進加速度を低下させるエコドライブ支援(e スタート) では、発進加速度を 5 秒で 20km/h までの加速を推奨している。この発進加速度を、通常交通下ですでに計測されている速度パターンに適用することにより、e スタートによる走行パターンが得られる。この走行パターンを入力として、マイクロ EM で CO₂ 排出量を推定し、これらのデータセットから①実験法、②マイクロシミュレーション法と同様に、メソ CO₂ 排出量モデルの重回帰式の変数と係数を決定する。①実験法、②マイクロシミュレーション法より少ない工数・経費で実施可能な手法である。

(5)④交通データ基盤の構築 (担当： 東大生研)

交通関連のデータは、交通流に関するデータ、交通需要に関するデータ、人口データ、土地利用データ、気象データなど、きわめて多岐に渡る。しかしながら、日本だけでなく国際的にもこのような多様なデータは散在しており、これらを効率的に融合して活用するまでには至っていない。さらに、国際的に信頼される効果評価結果を出すためには、データ管理も国際的な枠組みに広げることが必要である。このため、散在する交通関連データについて国際的に統一管理できるデータウェアハウスを提案し、効果評価手法の入力・検証データなどの効率的な活用に資する枠組みを構築することを目的とした。

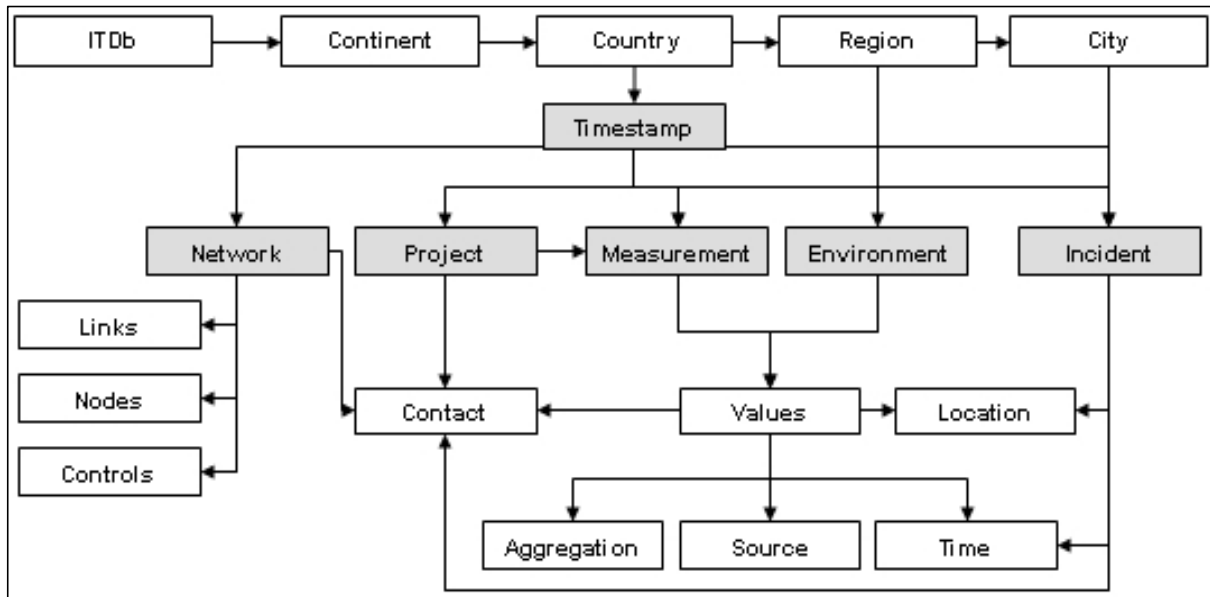
A) 最終目標と達成状況

最終目標は、「国際的なデータウェアハウス (ITDb) の構築完了」「データクオリティをチェックするシステムの作成及び、提供されたデータクオリティの評価システムの構築完了」である。これに対し、世界中に散在する交通関連データについて、国際的に統一管理できるデータウェアハウスの構築を完了し、最終目標を達成した。現在、8 カ国、60 ユーザーが利用しており、また、欧州プロジェクト (NEARCTIS、COST Action TU0702) にて活用されている。

B) 研究開発の詳細

・汎用性の高いデータ構造の提案

多種多様な交通関連データを共通のプラットフォームで収集・管理するための方法として、メタ情報の標準構造を検討した。メタ情報とは、「情報を表すための情報」であり、様々なフォーマットのデータも、これら共通のメタ情報を保持させることでデータの一元管理を実現させるためのものである。ITDb のメタ情報構造を図Ⅲ.3-20 に示すように、データの計測自体に関連する情報、データの計測場所・日時、データ提供者情報などから構成されている。



図Ⅲ.3-20 ITDb のメタ情報構造

・データウェアハウスの構築

提案したメタ情報とデータベース構造に従い、HTML によって記述する ITDb を構築し、Web 上で運用を開始した<<http://www.trafficdata.info/>>。ITDb は、以下の二つの機能を持つ。

①データ検索機能： 希望する国やデータタイプ（感知器データ、ネットワークデータ、ビデオデータなど）を選択することで、該当するデータが格納されている地点が検索でき、任意の地点において公開したいデータのアップロードや、データの参照などが可能となる。また登録ユーザー同士のグループ作成機能を備えており、特定のメンバー間のみでのデータ共有も可能である。

②データ蓄積・提供機能： ITDb ではメタ情報の共通化によりデータ管理を行っているため、様々なフォーマットのデータの共有が可能である。データの公開希望者は、指定されたメタ情報とともにデータファイルを ITDb にアップロードする。さらに例えば感知器データなどでは集計対象日時や項目を指定することでデータベース側でデータの集計処理を行い、処理した結果をユーザーに提供することも可能である。

・データウェアハウス利用状況

ITDbによって世界8か国、約30のデータ（外部リンクデータを含む）が一般に公開されている（表Ⅲ.3-11）。また、ユーザー登録者数は約60人であり、エネルギーITSや、ECのCOST(European Cooperation in Science and Technology) TU0702やNEARCTIS(Network of Excellence for Advanced Road Cooperative Traffic management in the Information Society)といったプロジェクトのグループが作られ、およそ120件のデータが登録ユーザー間で共有されている。本プロジェクトにおいても、シミュレーション検証用のベンチマークデータセットとして、平成22年12月に行った駒沢通りにおける走行実験および交通量調査のデータを、欧米も含めたプロジェクトメンバー間で共有し、シミュレーションの検証に活用している。

表Ⅲ.3-11 ITDbの一般公開データリスト

国名	データ数	データタイプ
オーストラリア	2	外部リンク（旅行時間）
バングラデシュ	1	ビデオ
ドイツ	1	外部リンク
イギリス	1	外部リンク
日本	3	感知器、ビデオ、交通調査
オランダ	1	感知器
米国	22	感知器、外部リンク
ベトナム	1	ビデオ
合計	32	

(6) 事例評価1

平成22年度に、プロトタイプの効果評価ツールを用いたCO排出量削減の事例評価を実施した。自動運転・隊列走行テーマと連携して実施した、高速道路における大型車隊列走行の効果評価結果について記す。

A) 実施内容

高速道路において、大型貨物車が3台1セットで隊列走行を実施するという仮定（図Ⅲ.3-21）でCO2排出量の変化を推計した。



図Ⅲ.3-21 大型車の隊列走行の様子

B) 推計条件

大型車のうち40%が3台隊列を形成するという過程で、隊列走行時の車間距離は10mと4mの2条件とした。評価対象道路は、東名高速横浜青葉インターチェンジと沼津インターチェンジ間で、基準状態、車間距離10mおよび車間距離4mについて交通流の推計およびCO₂排出量の推計を行なった。計算対象日時は2008年11月12日(水)の朝のピーク時(8:00-10:00)で、後半1時間のみを評価対象とした。車両走行量は、小型車5499[台/時](69%)、大型車2490[台/時](31%)であった。

燃費に関する影響要因としては、空気抵抗削減と交通流改善の2要因を考慮し、流入流出ランプ前後の交通流の乱れ、隊列形成に伴うロス等は考慮していない。

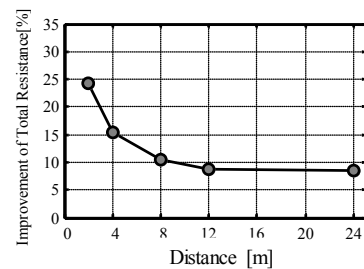
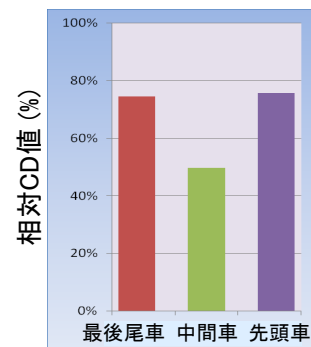
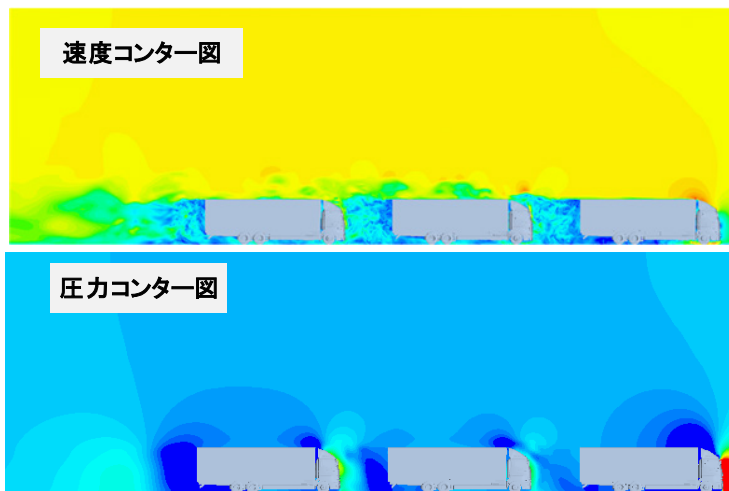
空気抵抗削減分については、「自動運転・隊列走行技術の研究開発」にて、隊列走行時の空気抵抗係数を数値流体シミュレーションより推定し(図Ⅲ.3-22)、車両からのCO₂排出量の低減率を求めた(ケース1でCO₂排出量9%減、ケース2でCO₂排出量15%減。いずれも隊列走行3台の平均)。

交通流改善については、隊列形成により道路上の有効面積が増加することにより、交通流および燃費の改善が見込まれた。

■ 3台隊列の空気流体シミュレーション

シミュレーション条件:

速度:80km/h, 隊列車間距離:2-24m

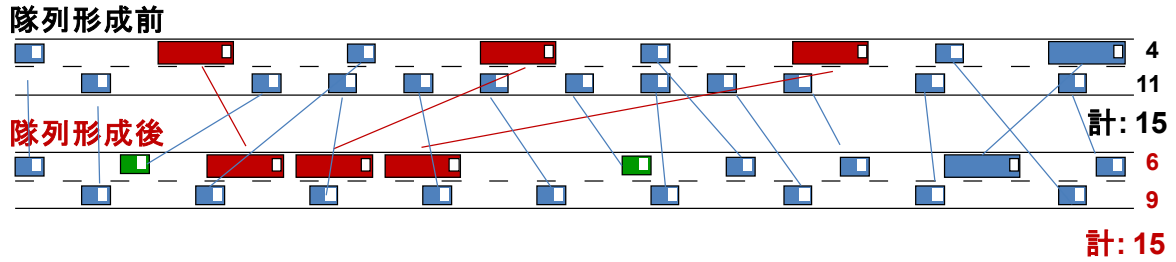


省エネ効果予測

図Ⅲ.3-22 空気抵抗削減効果推定のための流体シミュレーション

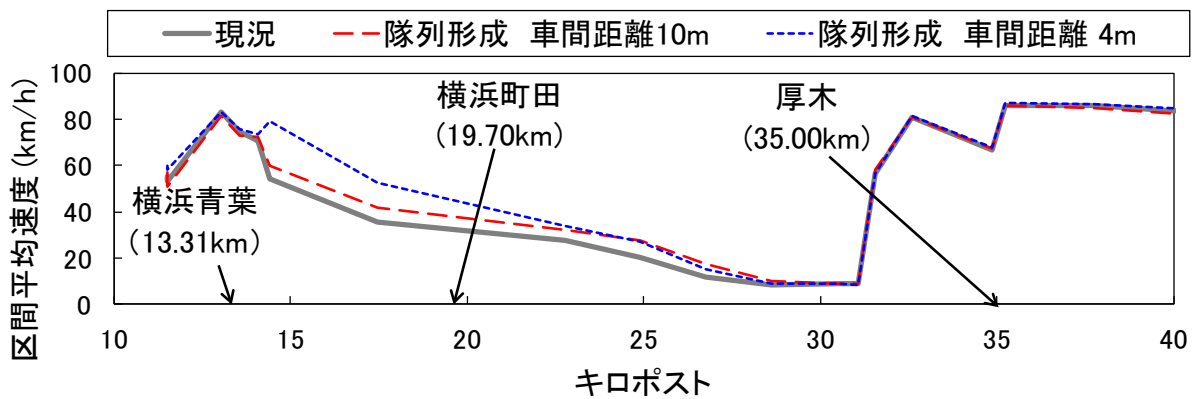
C) 評価結果

隊列走行による交通流改善の概念を図Ⅲ.3-23に示す。図中の走行車両数は、隊列形成の前後ともトラック4台・乗用車11台の計15台である。上の車線のトラック3台の隊列形成により、車線変更出来る空間が生じ、車線利用の適正化による交通容量改善が図られる。また車間距離が大きくなり、無用な加減速が減少することでCO₂が削減可能となる。



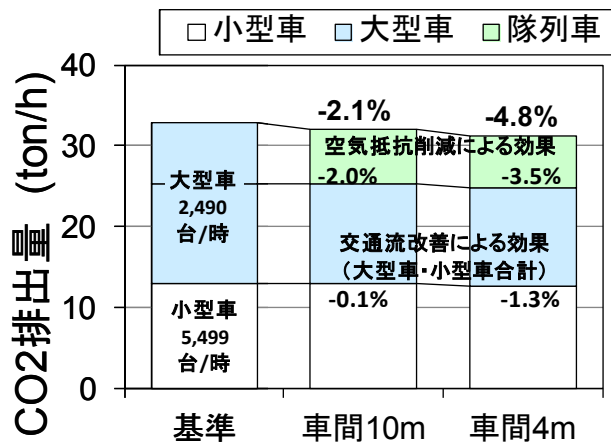
図Ⅲ. 3-23 隊列走行による交通流改善の概念図

横浜青葉～厚木間の区間平均速度の比較を図Ⅲ.3-24 に示す。特に交通量が多く渋滞していると考えられる区間において、交通流が改善し、平均速度が上昇している。



図Ⅲ. 3-24 区間平均速度の変化

CO₂ 排出量の変化を図Ⅲ.3-25 に示す。対象路線の全ての車両からの総 CO₂ 排出量に対して、車間距離 10m で 2.1%減、車間距離 4m で 4.8%減と推計された。CO₂ 排出量低減分のうち、空気抵抗削減による CO₂ 排出量低減は、車間距離 10m で 2.0%、車間距離 4m で 3.5%、交通流改善による CO₂ 排出量低減は、車間距離 10m で 0.1%、車間距離 4m で 1.3%と推計された。



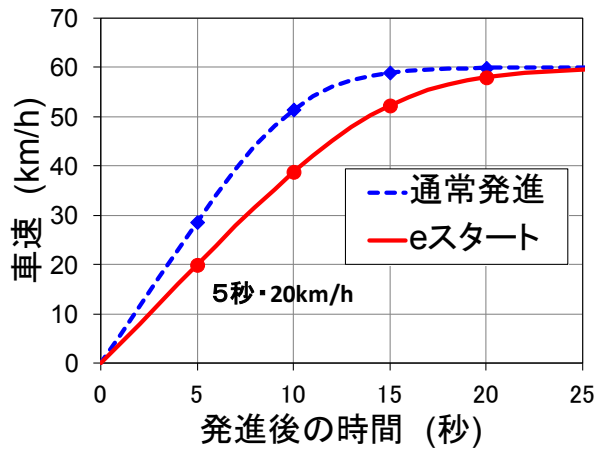
図Ⅲ. 3-25 隊列走行による CO₂ 排出量の変化

(7) 事例評価 2

平成 23 年度に、プロトタイプの効果評価ツールを用いて、エコドライブの一種である e スタート実施時の CO 排出量削減事例評価を実施した。

A) 実施内容

e スタート（発進後 5 秒で 20km/h の加速、図Ⅲ.3-26 参照）を実施する車両の割合を変化させて、CO2 排出量の変化を推計した。



図Ⅲ.3-26 e スタートの定義



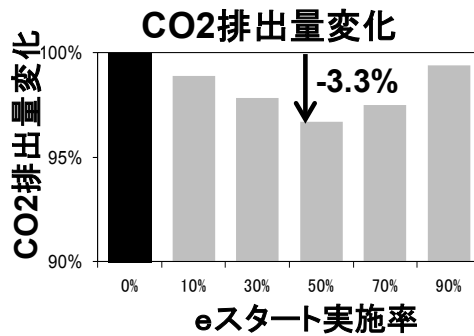
図Ⅲ.3-27 評価対象地域

B) 推計条件

評価対象地域は東京 23 区を含む約 40km 四方（図Ⅲ.3-27）、評価対象時間帯は平日の 6 時から翌日 4 時までの 22 時間である。e スタートを実施する車両の割合を、0%（基準状態）、10%、30%、50%、70%、90%に変化させた。

C) 評価結果

推計結果を図Ⅲ.3-28 に示す。e スタート実施率 50% の条件で、3.3% の CO2 削減と推計された。e スタート実施率が 50% を超えると CO2 削減効果が少なくなる理由として、e スタート実施による交通流への影響が挙げられる。

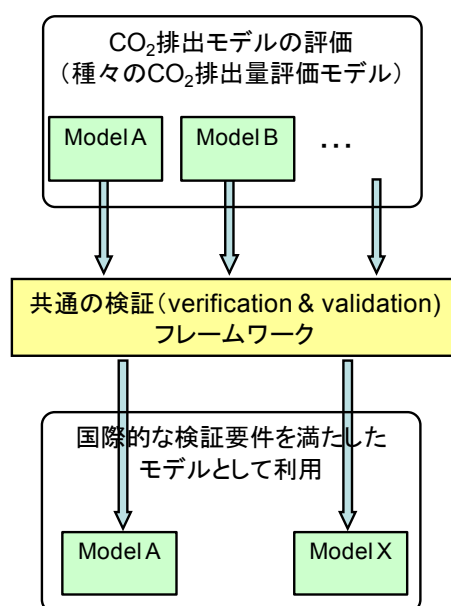


図Ⅲ.3-28 e スタートによる CO2 削減評価結果

3.3.2 目標2（評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行）に関する実施事項

(1) 国際的なモデル検証手続きの共通化

評価手法の要件・検証方法の国際合意に関連する基本的な考え方を記す。本プロジェクトでは使用するモデルを特定せず検証の枠組みを共通化することを提案しており、その概念を図Ⅲ.3-29に示す。すなわち、開発されたモデルは「共通の検証手順」を踏み、その「結果を公開」すべきというものである。共通の検証手順は国際的な議論と合意形成を通じて要求事項を満たすように決定されるべきものである。こうしたプロセスを通じて、モデルの透明性が担保され、出力結果の信頼性を確保することが可能になると考える。なお、この検証の枠組みではいわゆる「認証」のプロセスは含まれておらず、代わりに検証結果の「公開」を行うこととしている。



図Ⅲ.3-29 検証の枠組み

(2) ⑤CO2 排出量推計技術の検証

開発されたモデルの出力結果が信頼できるものとして扱われるためには、そのモデルが適切に検証されていることが極めて重要である。シミュレーションモデルによるCO2排出量推計手法は、世界各国で開発が進められている状況にあり、本プロジェクトでは様々な異なるモデルに適用可能な検証の枠組みを提案することとした。これは、万能な共通のモデルを一つに特定するのではなく、検証プロセスを共通化することで多様なモデルの存在を認めようとするものである。

A) 最終目標と達成状況

最終目標は、「ITS 施策の効果評価手法として満足すべき要件の整理およびツールの検証手法の構築完了」「研究項目①から③で開発したソフトウェアツール群から得られるCO2排出量の妥当性および精度の検証を完了」である。これに対し、効果評価手法の要件・検証手順及び検証項目を整理し、研究項目⑥の国際連携の場で合意を得た。また、検証用ベンチマークデータを採取し、これを用いた検証を実施しており、最終目標を達成した。

B) 研究開発の詳細

・ 検証の各段階

検証は以下の4つの手順を踏むものとする(図Ⅲ.3-30)。

①基本検証 (Verification)

モデルが構築時に意図した現象を再現できることを確認するプロセスである。

②パラメータ調整 (Calibration)

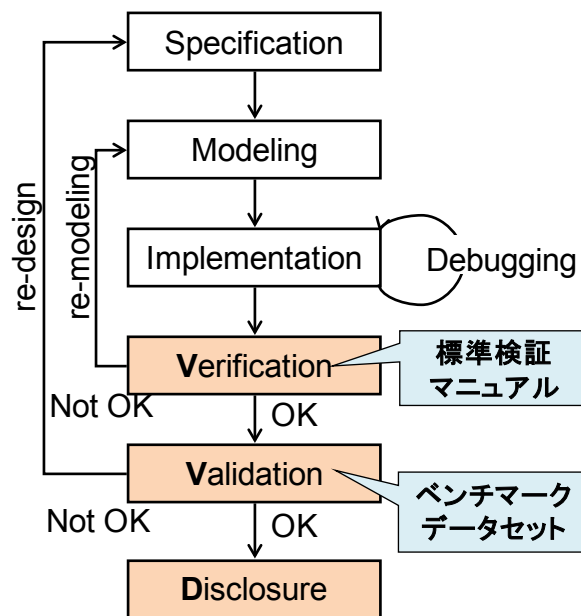
モデルを現実のフィールドに適用するに際して、モデルの再現性ができるだけ高くなるようにモデルのパラメータを調整する(図Ⅲ.3-30ではValidationに含めている)。

③実用検証 (Validation)

実用検証は、モデルの実用性を評価するために、現実のフィールドから得られたデータを用いて、モデルの構造が妥当か、モデル出力の精度が十分かを検証するプロセスである。

④検証結果公開 (Disclosure)

上記の検証結果は公開され、モデル使用者がそれを閲覧して使用目的に合ったモデルを選択する材料として利用される。



図Ⅲ.3-30 モデル検証手順

・ 基本検証項目 (①基本検証)

交通シミュレーションモデルの基本検証においては、モデルの出力が交通流理論に整合するかを検証する。交通シミュレーションモデルの検証については既往の取組みとして(社)交通工学研究会の「交通流シミュレーションの標準検証プロセス Verification マニュアル(案)」(以下、標準マニュアル)があり、利用可能な部分はこれを参照した。

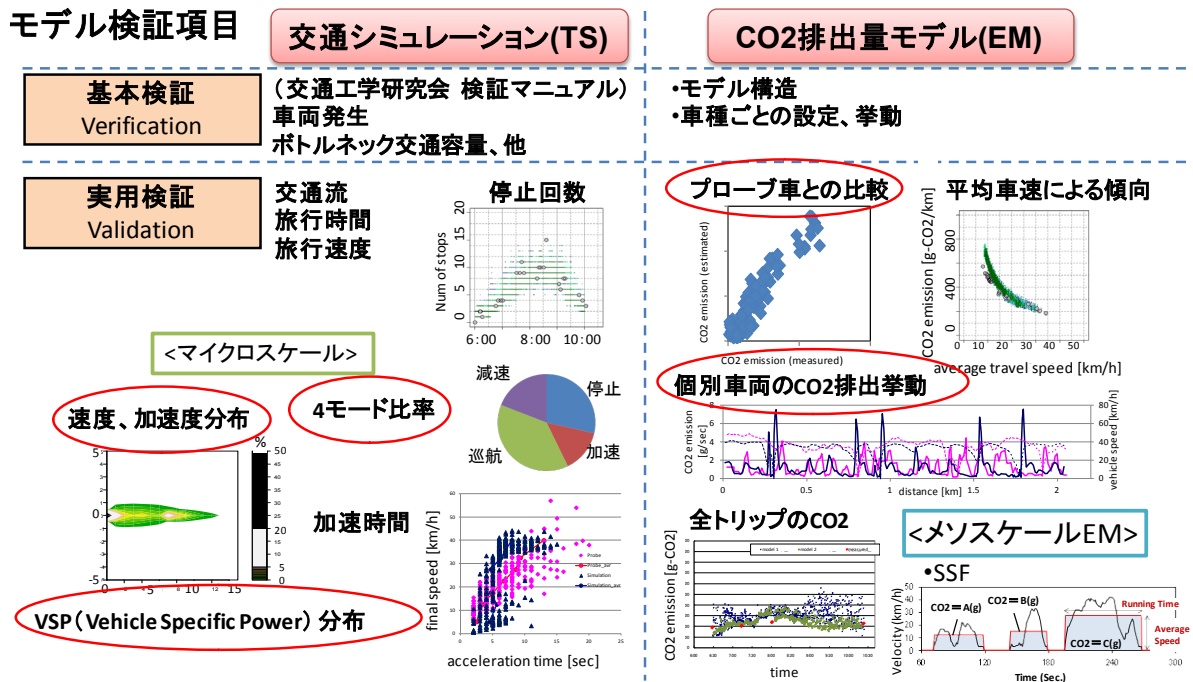
CO₂ 排出量モデルの基本検証では、CO₂ 排出量が物理的・統計的な基礎に基づいて推定されているかの検証と、車種構成の確認を行う。

- ・ 実用検証項目 (②パラメータ調整および③実用検証)

交通シミュレーションモデルの実用検証においては、標準的な検証項目に加え、モデル適用の状況や考慮する ITS の施策に応じて追加的な検証項目について確認を行う。

CO2 排出量モデルの実用検証でもモデル適用の状況や ITS 施策に応じ、マイクロ・メソなどのモデルスケール毎の特性に合わせた確認を行う。

交通流シミュレーション及び CO2 排出量推計モデルの、基本検証項目及び実用検証項目の概略を図Ⅲ.3-31 に示す。



図Ⅲ.3-31 モデル検証項目

- ・ ベンチマークデータセットの整備 (③実用検証で使用、④検証結果を公開)

共通の検証プロセスを実現するためには、様々なモデルの検証に共通して利用可能なベンチマークデータセットの整備も必要である。この目的のため、都市部街路（都内駒沢通り）において現地観測調査を実施し、包括的な実交通データを収集した。収集されたデータは異常値除去等の処理を行い、データ説明書等を添付してデータセットとして整理した。このデータセットは新たに開発されるモデルを検証する際に標準的なベンチマークデータセットとして共通に利用されることを想定しているため、International Traffic Database (ITDb)にアップロードし格納した。ITDb の登録ユーザーは Web 画面を通じてデータセットを閲覧でき、必要に応じてダウンロードすることができる。

(3) ⑥国際連携による効果評価手法の相互認証

本研究項目では、欧米研究者との国際共同研究体を組織し、国際的な議論の場を定期的で開催して議論を進めた。その席では、ITS 施策の効果評価手法として満足すべき要件やツールの検証

手法等について合意し、国際共同レポート” Guidelines for Assessing the Effects of ITS on CO2 Emissions -International Joint Report- ”として取りまとめた。

A) 最終目標と達成状況

最終目標は、「研究項目⑤において策定した、ITS 施策の効果評価手法として満足すべき要件やツールの検証手法等を、日本、欧州及び米国の関係機関と組織した国際ワークショップにおいて合意し、国際標準化への提案等に資する技術報告書として取りまとめて公表」である。これに対し、日米欧で国際連携体制を構築し、合計 10 回の国際ワークショップを含めた議論を進め、国際合意を得た。また、合意事項を国際共同レポートとして取りまとめ、発行して、最終目標を達成した。

B) 研究開発の詳細

・国際連携体制の構築

対欧州では、経済産業省と連携して、欧州委員会が指名した研究者と効果評価手法について国際的に議論をしながら研究開発するためのネットワークを構築した。また、本プロジェクトと連携して効果評価手法構築の研究開発を推進する目的で、ECOSTAND プロジェクト（2010 年 11 月～2013 年 10 月の 3 カ年）が立ち上げられた。

また、対米国では、連邦政府組織である RITA(Research and Innovative Technology Administration)とのネットワークを構築するとともに、大学研究者レベルのネットワークとして、米国カリフォルニア州の道路交通政策に深く関与しているカリフォルニア PATH、及びカリフォルニア大学リバーサイド校の研究者とのネットワークを構築した。

さらに、アジア諸国との連携検討として、中国および韓国に対して、国際ワークショップへの参加を呼びかけ、韓国がオブザーバ参加した。中国、ベトナムとは推計手法等に関する議論を進めた。

このような体制の下、合計 10 回の国際ワークショップ、1 回の国際シンポジウムの他、随時メールやウェブミーティングで連携を進めた。

・国際合意事項

主な合意事項を以下に記す。

- | | |
|-------------|-----------------------|
| ①モデリング・評価対象 | 対象とする ITS 施策を整理した |
| ②ツールの機能要件 | リファレンスモデルを設定した |
| ③検証手順 | 基本検証・実用検証・結果公開の手順を定めた |
| ④検証項目 | ツール群の検証項目を定めた |

これらの合意事項が、国際共同レポートに取りまとめられた。

・国際共同レポートの取りまとめ

国際共同レポートの基本方針は以下の通りである。

「第三者が追従可能なように透明性が高く、また将来の技術開発に対して開かれた形の評価ガイ

ドラインを提示する事を目的とする」

- ・特定のモデルを前提をしないオープンな仕組み
- ・評価ツールの機能要件やモデリング対象を共有
- ・検証プロセスを共有

レポートの全体構成（目次）は以下の通りである。

序章 レポートの目的

第三者が追証可能な透明性のある評価ガイドラインを提示

I 章 ITS 施策分類とその効果評価方法

対象 ITS 施策のカテゴリー分類とその評価手法プロセスを提示

II 章 CO2 排出量評価のモデリング

モデルの機能要件と上記カテゴリー毎の CO2 削減メカニズムを提示

III 章 モデルの検証手続き

モデルの基本・実用検証手法と項目を提示

IV 章 モデル適用手法と使用データ要件

モデルの評価対象への適用手法とその際に活用可能なデータを提示

V 章 適用事例

日本・欧州・米国の事例を紹介

① I 章 ITS 施策分類とその効果評価方法

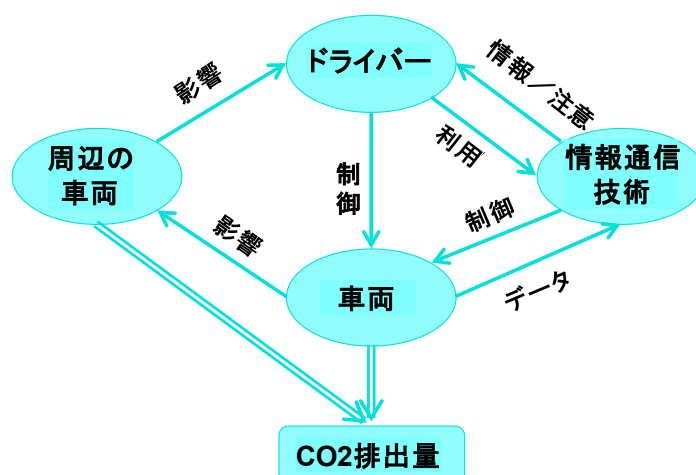
表Ⅲ.3-12 に示すような評価対象とする ITS 施策のカテゴリー分類と、その評価手法プロセスを提示した。

表Ⅲ.3-12 評価対象とする ITS 施策とカテゴリー分類

カテゴリー		事例
1	運転挙動の改善	エコドライブ 車間距離制御システム
2	交差点および自動車専用 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
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
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
5	貨物車両運行管理	商業用貨物車運行管理システム

②II章 CO2 排出量評価のモデリング

I章で定義した ITS 施策カテゴリーごとに、「リファレンスモデル」としてモデリング対象や CO2 排出量変化メカニズムを提示している。リファレンスモデルの例として、カテゴリー1（運転挙動の改善）の中から e スタートについて図Ⅲ.3-32 に示す。リファレンスモデルでは、考慮すべき交通現象や ITS 施策の効果が、どのようなメカニズムで CO2 削減を達成するかについて示してあり、このメカニズムを再現するようにモデルを開発・検証する。



リファレンスモデルの例（分類1）

図Ⅲ.3-32 リファレンスモデルの例

③III章 モデルの検証手続き

ここでは、検証の基本理念、検証の手順、基本検証と実用検証で検証すべき項目、検証用ベンチマークデータセット等について述べている。具体的な内容は、3.3.2 (2)項、図Ⅲ.3-30～図Ⅲ.3-31 に記した事項である。

④IV章 モデル適用手法と使用データ要件

この章では、モデルを評価対象地域に適用する際の手順、検証用データセットの説明などについて記している。

⑤V章 適用事例

ここでは、日本、欧州、米国の適用事例を紹介している。

詳細については、NEDO ウェブページより公開されている国際共同レポートを参照されたい。
(<http://www.nedo.go.jp/content/100521807.pdf>)

3.3.3 研究開発成果のまとめと意義

最終目標に対する成果の意義を以下に記す。

(1) 最終目標 1： 「CO2 排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成」

構築した効果評価ツールは、ITS 施策による自動車交通からの CO2 排出量削減を定量評価可能であり、効率的な ITS 施策の導入・普及に資するものである。また、データウェアハウスはこれを支援するものである。

(2) 最終目標 2： 「評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行」

国際的な課題である CO2 削減について、評価手法を国際合意することにより、合意されたツールによる(1)の評価結果が信頼性を持つものとなる。

(3) 各研究開発項目の成果

各研究開発項目の目標と達成状況を表Ⅲ.3-13 にまとめて記す。

表Ⅲ.3-13 研究開発項目の目標と達成状況

最終目標	研究開発項目	目標	達成度・成果	今後の方針	
CO2排出量推計技術及びデータウェアハウスの完成	ハイブリッドシミュレーションモデル	・シミュレーションソフトウェアモジュール群の完成	◎	ソフトウェア完成、事例評価実施	世界各都市での実装
	プローブによるCO2モニタリング手法	・CO2排出量モニタリングシステムのプロトタイプ完成	◎	プロトタイプ完成、運用開始	
	CO2排出量推計モデル	・ITS導入時のCO2排出量推計ソフトウェアの完成	◎	ソフトウェア完成、事例評価実施	
	交通データ基盤の構築	・国際データウェアハウス(ITDb)の構築完了 ・データ評価システムの構築完了	○	ITDb完成、運用開始(7カ国60ユーザー)	ユーザー数増加
評価手法の要件・検証方法の国際合意と技術報告書発行	CO2排出量推計技術の検証	・効果評価手法要件整理及びツール検証手法構築完了 ・CO2排出量の妥当性及び精度の検証完了	○	手法要件・検証手法構築完了、検証完了	技術報告書の周知活動
	国際連携による効果評価手法の相互認証	・効果評価手法要件及びツール検証手法等の日欧米国際合意 ・技術報告書として公表	◎	連携体制構築、国際合意、技術報告書発行、国内外への適用	

◎：目標を上回る達成 ○：目標どおりの達成

3.4 知的財産権等の取得及び標準化の取り組み

3.4.1 知財と研究成果公表

本研究を通して得られた特許、受賞及び論文発表等件数は以下の通りである。

(1) 特許出願： 2件

- ・交通状況解析装置、交通状況解析プログラム及び交通状況解析方法（特願 2009-198363）
- ・交通流予測装置、交通流予測方法及び交通流予測プログラム（特願 2012-081996）

(2) 受賞： 1件

- ・「標高データを活用した簡便な道路縦断勾配推定手法の開発」（第 29 回日本道路会議 優秀論文賞）

(3) 論文発表・普及活動

年度ごとの発表件数を表Ⅲ.3-14 に示す。詳細な成果公表リストは、添付資料を参照されたい。

表Ⅲ.3-14 論文・研究発表件数

	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	合計
論文(査読あり)	0	0	12	6	4	22
研究発表・講演	5	7	13	25	29	79

(4) 構築したツール群

本プロジェクトで構築したツール群を表Ⅲ.3-15 に示す。

表Ⅲ.3-15 構築したツール群

①ハイブリッドシミュレーション	
MicroAVENUE	微視的に車両を追従走行させるマイクロ交通流シミュレータ。
並列化SOUND	既存の広域シミュレータ(SONUD)をベースに、並列計算で大規模ネットワークの計算ができるようにしたもの。日本全国シミュレーションに活用。
ハイブリッド交通流シミュレータ	MicroAVENUE、街路網交通流シミュレータAVENUE(既存)及び広域道路網交通流シミュレータSOUND(既存)を統合し、異なるモデルが同期して連携するシミュレータ。
動的OD交通量推計システム	観測交通量データや統計データを基に、シミュレーションに必要な時間帯別のOD(起終点)交通量を推定するシステム。
SSF生成システム	シミュレーションから出力される車両挙動データから、②のメソスケールEMに入力するためのSSF形式データを生成するシステム。
②CO2排出量推計モデル	
メソスケールCO2排出量推計モデル	国内主要車種カテゴリに対して、SSF形式データよりCO2排出量を推計するシステム。
マイクロスケールCO2排出量推計モデル	国内主要車種カテゴリに対して、詳細走行データよりCO2排出量を推計するシステム。
③プローブによるCO2モニタリング	
トラフィックスコープ	リアルタイムで取得されるプローブデータから、1kmメッシュ毎の交通流動性と状態特異性を可視化するシステム。
ナウキャストシミュレーション	プローブデータを利用するトラフィックスコープと連動して、現在の交通状態をリアルタイムでシミュレーションにより再現するシステム。
④国際交通データベース	
ITDb (International Traffic Database)	シミュレーションの入力や検証用データセットを国際的に共有するシステム
MyITDb	各種の交通関連データセットを限定されたグループで共有するシステム

3.4.2 標準化への取り組み

(1) 標準化の目標と成果

本研究開発の成果の標準化として表Ⅲ.3-16 のうち、「フォーラム標準」を目指した国際連携活動を進めてきた。国際連携のパートナーは、表Ⅲ.3-17 に示す欧米の有力な専門家であり、日欧米の国際合意に基づいて作成・発行された国際共同レポートは、この分野に大きな影響力を持つ「国際フォーラム標準」になったと考える。今後も普及拡大を目指し、国際的な成果発信を継続していく。

表Ⅲ.3-16 標準の種類

1. デジュール標準	公的標準。公的で明文化され公開された手続きによって作成された標準
2. フォーラム標準	関心のある企業等が集まってフォーラムを結成して作成した標準
3. デファクト標準	事実上の標準。個別企業等の標準が、市場の取捨選択・淘汰によって市場で支配的になったもの。

表Ⅲ.3-17 国際連携のパートナー(主な研究者)

	所属	研究者名
欧州 ecostand	TNO	Martijn de Kievit
		Isabel Wilmink
		Gerdien Klunder
	PTV	Thomas Benz
	Transport & Mobility LEUVEN	Sven Maerivoet
	MIZAR	Angela Spence
	PEEK Traffic	Siebe Kurksma
		Jaap Vreeswijk
	TRL	Aleric Lester
	IFSTTAR	Michel Andre
Mathieu Canaud		
Nour-Eddin Elfaouzi		
米国	California PATH (UC Berkeley)	Steven Shladover
		Wei-Bin Zhang
	CE-CERT (UC Riverside)	Matthew Barth

(2) ISO化への取り組みについて

本研究開発では、既存技術の標準化ではなく、技術開発を並行して進める必要があったため、5年間の実施期間ではISO標準化までは困難であるとして、ISO化は当初計画に含めていなかった。今後も成果の国際的な発信を継続していくが、ISO標準化に向けた活動が開始された場合には、その協力は惜しまない。

3.5 成果の普及

3.5.1 成果物と成果普及の活動

本研究開発で得られた成果物は以下に挙げるものであり、ITS施策の効率的運用に資するものである。

- A) 国際合意された手法に基づくITS施策効果評価ツールとその検証手順
- B) 上記ツールの実市街地への適用ノウハウ
- C) 検証データの整備および国際交通データベース (ITDb)
- D) 個別研究開発項目の活用方法

成果普及のため、表Ⅲ.3-18に示すような活動のほか、学会等での発表を行った。

表Ⅲ.3-18 成果普及活動

	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	
国際シンポジウム			● 2010.10、東京			国際ワークショップ: ①2009.02 東京 ②2009.09 スtockホルム ③2010.03 アムステルダム ④2010.10 釜山 ⑤2011.07 ウィーン ⑥2011.10 オランダ ⑦2012.01 ワシントンDC ⑧2012.06 ブラッセル ⑨2012.10 ウィーン ⑩2013.01 ワシントンDC
国際ワークショップ(計10回)	●	● ●	●	● ● ●	● ● ●	
ITS世界会議Special Session		●	●	●	●	
国際オープンワークショップ					●	
社会還元加速プロジェクト連携					■	

3.5.2 成果普及例

本研究開発の成果普及例として、社会還元加速プロジェクトからの依頼で柏市及び豊田市を対象としたエコドライブ支援およびエコルート案内の効果評価を実施した。ここでは、柏市を対象とした事例評価結果を記す。

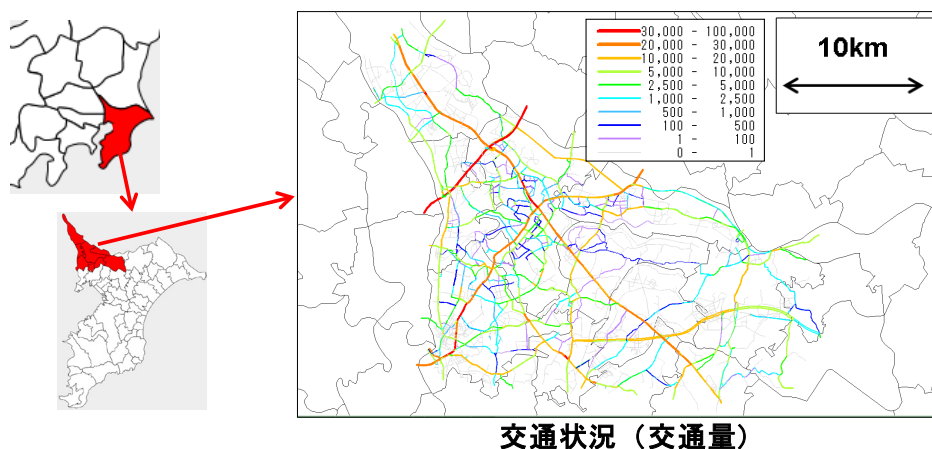
(1) 事例評価実施の背景

内閣府・社会還元加速プロジェクト「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現」では、ITS技術の普及を目的として、ITS実証実験モデル都市にてITS技術・施策の導入実験を実施している。しかし、CO2削減に関する定量評価手法を持たないため、社会還元加速プロジェクトから本研究開発事業に対して、以下のような評価依頼がなされた。

「エネルギーITSの成果を活用して、ITSモデル都市である柏市・豊田市におけるエコドライブ支援・エコルート案内等のITSアプリケーション導入に対する定量的な評価を依頼する」

(2) 評価対象地域（柏市地区）の概要

評価対象地域の交通状況を図Ⅲ.3-33に示す。評価は、千葉県柏市及び隣接7市（野田、我孫子、流山、松戸、白井、鎌ヶ谷、印西）の幅員5.5m以上の道路を対象とした。このエリアの道路延長は、2,399kmである。



図Ⅲ.3-33 評価対象領域（柏市地区）概要

(3) 評価対象施策の概要

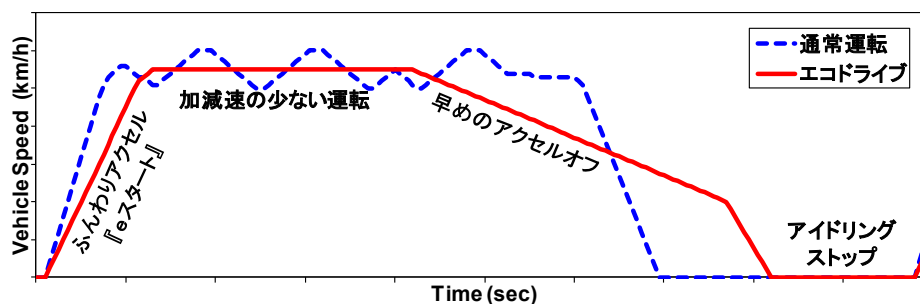
評価対象施策は、エコドライブ支援とエコルート案内である。

A) エコドライブ支援

「エコドライブ 10 のすすめ」より、走行挙動に関する 4 項目を対象とした。すなわち、

- ・ふんわりアクセル「e スタート」
- ・車間距離にゆとりをもって、加速・減速の少ない運転
- ・減速時は早めにアクセルを離そう
- ・ムダなアイドリングはやめよう

であり、この概要を図Ⅲ.3-34 に示す。



図Ⅲ.3-34 評価対象としたエコドライブの概要

B) エコルート案内

ここでは、エコルートを最短時間経路と定義した。シミュレーション上のエコルート情報利用者は、幹線交通情報とプローブ情報を利用した経路案内により、リアルタイムでより効率的な経路を選択することが出来る。これに対し、エコルート情報非利用者は、経験情報を基に出発時に経路を選択し、出発後に混雑状況が変化しても、経路を変えない設定となっている。

(4) 評価方法と評価結果

A) 評価方法

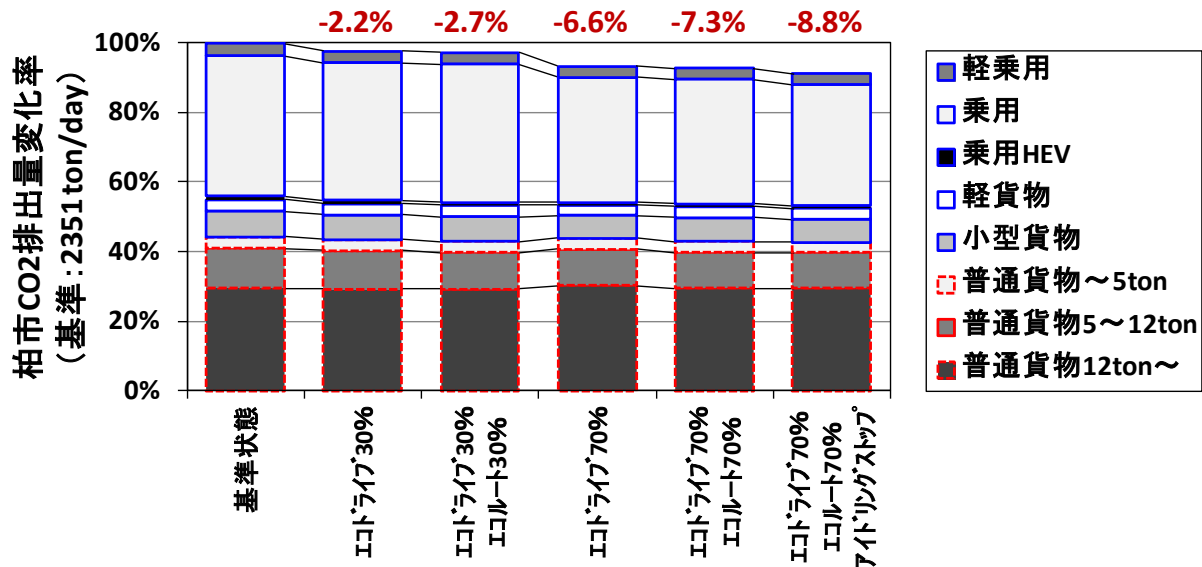
評価対象ケースは表Ⅲ.3-19 に示すように、A (基準状態) から F まで、エコドライブ実施率とエコルート実施率、およびアイドリングストップを組み合わせている。また、対象領域全体の 24 時間分の CO2 排出総量で評価を実施した。

表Ⅲ.3-19 評価対象ケース

		エコドライブ実施率		
		0%	30%	70%
エコルート実施率	0%	A	B	D
	30%	—	C	—
	70%	—	—	E
エコルート70%+全車アイドリングストップ		—	—	F

B) CO2 削減効果評価結果

評価結果を図Ⅲ.3-35 に示す。図中の上端の数字は、基準状態のAに対する CO2 排出量の変化率を示す。エコドライブについては、実施率が高いほど CO2 削減効果が大きい結果となった。エコルートについても実施率が高いほど CO2 削減効果が大きくなった。さらに、アイドリングストップでも、数%の効果があるという結果が得られた。これらの数値は、計算領域全体の 24 時間分の CO2 排出総量で比較しているため、時間帯別・場所別に解析することにより、より詳細な効果の考察が可能だと考えられる。



図Ⅲ.3-35 CO2 削減効果評価結果

3.5.3 今後の成果普及に向けて

上述した効果評価結果を社会還元加速プロジェクト会議に報告した際に、以下のようなコメントがあった。

- ・ 柏市、豊田市以外にも適用し、結果を市民に見てもらうことが大切。
- ・ 定量的な結果は参考になる。市民に対策と低減の結果を出せるようになる。
- ・ 市民に知ってもらうことが個人で行動してもらうことにつながる。
- ・ 市民への展開、情報発信が重要。各省庁と一緒に進めていきたい。

このように、市民への展開・行動変容のために、定量評価できるツールが有用であり、本プロジェクトの成果が有用である事を示した。今後も、異なる都市・施策への適用や、ITS 世界会議などを通じた情報発信を進めていく。

IV 実用化、事業化に向けての見通し及び取り組みについて

エネルギーITS推進事業の各研究開発項目に関する実用化、事業化に向けての見通し及び取り組みについて、以下に示す。

1. 研究開発項目①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」

1.1 実用化の考え方

自動運転・隊列走行で開発された自動化技術とその要素技術は様々な自動車交通分野への応用が考えられる。特に、以下4分野での実用化が有望と考えられ、これらの分野での実用化の見通しについて述べる。

(1) 物流事業分野での実用化

幹線トラック物流の現状と課題について調査を行った結果、2大課題はドライバ不足（高齢化）と安全対策であるということがわかっている。ドライバ不足の要因として、長時間労働と低賃金など労働条件の厳しさがあるため、成り手が少ないのに加えて、少子高齢化が進む我が国においては、今後とも生産年齢人口が減少する見通しであり、結果、トラックドライバの7割以上が40歳以上と高齢化が進んでおり、今後ますます状況が悪化するという問題がある。

一方、業界としての普遍的な課題である安全対策については、安全や環境に関する社会的規制は年々強化されてきているものの、競争が激化している中、長時間労働や社会保険の未加入等の問題が顕在化するなど、安全面での規制やルールに対するコンプライアンスが未だ十分ではない。その結果、過労運転等による交通事故も発生していることなどから、今後はより一層、安全や環境に関する社会的規制は強化されると見通すことができる。

こうした幹線トラック物流が抱える課題に対して、エネルギーITSで開発した技術は安全で高度な運転支援が行えるという意味で安全対策に貢献できる。近い将来、速度・車間距離の自動制御がまず導入されうるが、それによってドライバの運転負荷の低減、それによる安全性の向上、交通流の円滑化による社会便益が期待できる。中長期的には、加えて操舵の自動制御が導入され、隊列走行の後続車の無人化を図れるということで、将来ますます深刻化するドライバー不足の解決手段としても期待できる。

(2) 高度安全運転支援システム分野での実用化

近年、欧米における自動運転技術開発の動きが活発化しており、エネルギーITSと同様のトラックの自動運転・隊列走行プロジェクト（ドイツKONVOI、米国PATH）のみならず、プロのドライバが運転するトラックの後ろに自動運転の乗用車を追従させるプロジェ

クト（欧州SARTRE）などが公道にて実証実験を行っている。注意すべきは、これら乗用車の単体の自動運転とトラックの隊列走行は、いくつかの技術は共通であるものの、車車間通信や車間距離制御など単体の乗用車にはない技術を必要とし、目的も異なる点である。また、米国においては、IT企業であるGoogle社が乗用車にて公道実験を行っていることは広く報道されているところであるが、これに対応して、ネバダ州が自動運転車の走行を認める法案を可決し、現在14州が自動運転の受け入れ法案を審議中である。

一方、欧米のこうした動きを見つつ、我が国でも安倍政権が2013年6月に発表した成長戦略の一環として、自動走行の公道実験実現に向けた規制緩和を実施していく方針を表明した。

これらの動きは、あくまで自動車は人間が運転するもの（ドライバ主権）という従来の考え方に対して、部分的あるいは一時的にせよ自動運転（システム主権）を許容する動きであり、今後これに対応した技術開発競争が活発になるものと想定され、エネルギーITSで開発した技術の実用化がトラックだけではなく、高速バスや乗用車、道路保全車両や除雪車などの特殊車両（以下に詳述）を対象として推進されるものと期待される。

(3) 公共交通分野での実用化

過疎化が進む地方都市においては、鉄道事業者側からは採算が取れない赤字路線を廃線にし、代替交通手段としてバスを走らせたいという要望が多いが、地元住民からは定時性や利便性が高く、街の中心地である駅を残したいということから鉄道存続の要望が強く、なかなか解決策が見つからない事例が多い。こうした課題を解決する方策として、鉄道の廃線跡地を専用道路にして鉄道の代わりにバスを走らせるというBRT（Bus Rapid Transit：バス高速輸送システム）が有望視されている。しかしながら、全国の赤字路線は数多くあるが、ほとんどが単線であるため、走路幅は大型バスの横幅（2.5m）ぎりぎりであることや、馬蹄型で下部が狭くなった古いトンネルも多いことから、BRT化した際にドライバの運転負担が大きいことや、安全のため走行速度を上げられないという課題が発生している。

ここに自動運転・隊列走行の開発技術を応用すれば、単車両で走らせる場合には、操舵制御が自動化されているため車線逸脱事故防止につながるばかりか、運行速度の上昇、ドライバの運転負荷軽減につながる。また、ある程度の輸送量が見込める路線においては、朝夕の混雑時には、複数車両のバスを電子連結で隊列走行（後続車のドライバは無人）させたり、更には、輸送量が少ない郊外部の支線は単車で運行させ、中心部に近づいて合流する本線では隊列走行させるというような運行が可能になる。

4) 特殊用途車両分野での実用化

自動運転・隊列走行で開発した技術は、部分的に切り出すことにより、様々な分野での実用化の可能性があるが、当初はニーズが明確であり、かつ訓練されたドライバが運転す

る特定の分野、あるいは特定の場所で実用化し、課題をつぶした上で不特定の分野や場所に展開していく導入シナリオが望ましい。

前述のBRTバスの運転支援も特殊用途の一つであるが、高速道路の清掃車等、道路保全会車両での運転支援（操舵支援）、除雪車（レーンマーカの検出では無く精密GPS利用）や、空港内での荷物運搬車や短距離輸送システムなど、管理された場所を比較的低速で走行する車両の自動運転化、工場内や専用道路など私有地を走行する車両の自動運転化などへの応用が期待できる。

1.2 物流事業での実用化見通しと取り組み

(1) 物流事業社側の隊列走行に対するニーズ

本プロジェクトにおいて、隊列走行のコンセプトとしてX、Y、Zの3種のコンセプトを策定し、実証実験を行ったが、これに併せ、各コンセプトに対するニーズについて物流事業社約100社にアンケート調査するとともに、主要16社にヒヤリング調査を実施した結果、「安全と省エネ化・グリーン化が重要」であり、特に安全では衝突・追突防止が必要との意見が多く聞かれた。

従って、実用化に対する技術的・法令的課題に加え、物流事業社側ニーズ面でもコンセプトX、つまりCACCの早期実用化が必要である。

(2) CACC 実用化の見通しについて

CACCは現在製品化されているACCに車車間通信を付加することにより構成できるため、技術的には容易に実用化できるものとする。

また、衝突時の被害を軽減するPCSと呼ばれる安全運転支援装置の装着が大型トラックで義務化されるがPCSとACCは同一の装置で実現可能で、現在市販されているPCS搭載車はACCも併せて搭載されている例が多い。このため、PCS義務化により一層CACCの実用化が容易になると考えられる。

更に、トラックは物流事業者の管理下にあるため、CACCに必須の車車間通信装置の導入が、一般の乗用車に比べてはるかに容易である。一方、CACCの実用化に対し現時点で以下の課題がある。

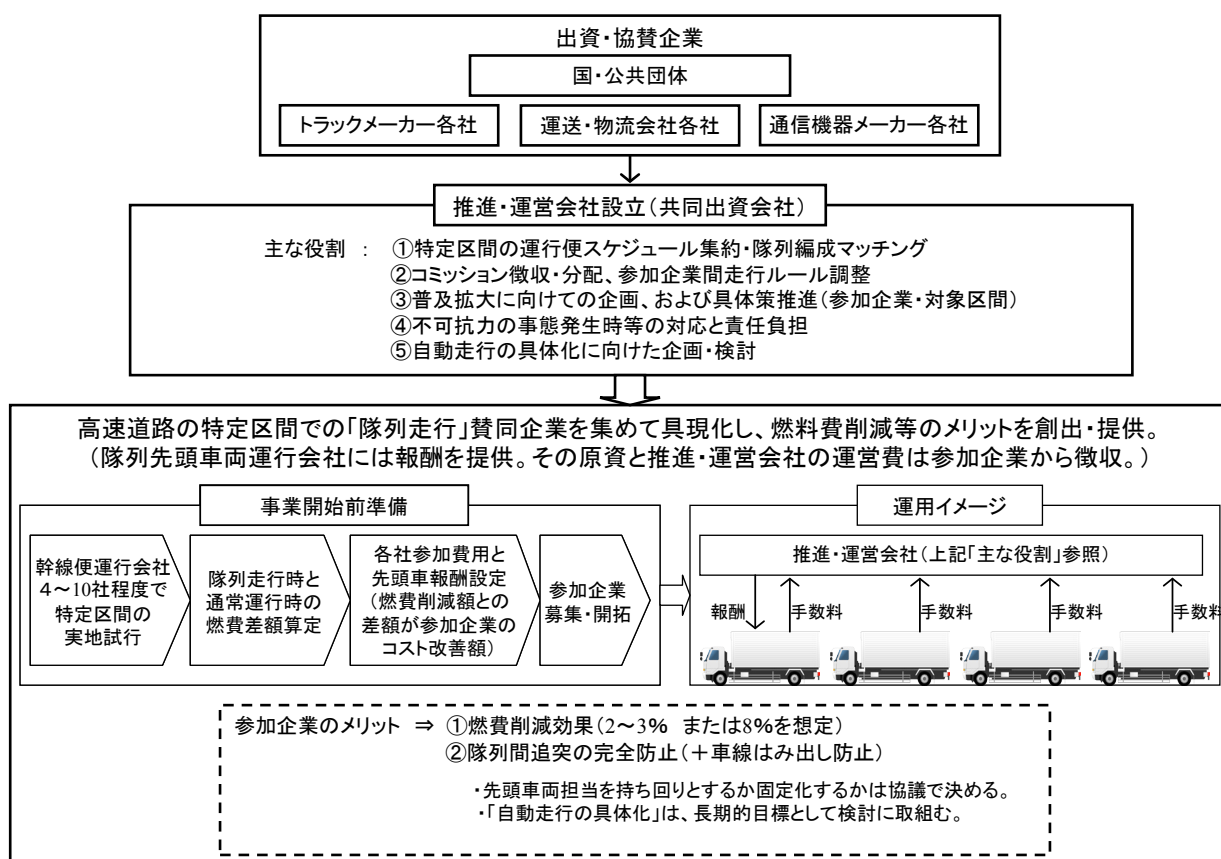
- ①国土交通省が先進安全運転支援技術の安全性についてのガイドラインを定めている「技術指針」において、CACCは現時点で指針が策定されていない。
- ②CACCでは車車間通信による車間距離制御を行うため、公道での大規模な安全性実証実験が必要である。
- ③CACCでは先頭車と後続車では装置の役割と責任が異なるが、異なる運送事業者による隊列では責任の違いにより隊列走行が困難。

CACCは物流事業者ニーズに合致しており、また、技術的にも本プロジェクトにて基本的技術は開発済みであることから、コストや安全、ドライバー主権等の課題が克服されれば実用化されると考える。

(3) 課題解決に向けた実用化の取り組みについて

課題①および②については、大型車メーカーが中心となり国土交通省に働きかける必要がある。一方、課題③について以下に示すビジネスモデルが有効であるとする。

隊列走行での事業化における課題は隊列形成の必要性と先頭車、後続車の責任分担である。物流事業者への「隊列走行ニーズアンケート調査」の結果、物流事業者1社では輸送量および発送タイミングを考えると隊列のニーズは少なく複数の事業者による共同運行が必要となるが、先頭車の責任等や運行管理等の問題を考慮すると隊列走行運行会社が行うのが現実的との考えのもと、図IV.1-1に示すビジネスモデルを検討した。



図IV.1-1 ビジネスモデル

このモデルでは隊列走行により省エネ化と安全性が向上するため、単独運行より輸送コストが低減でき、この低減されたコストにより隊列走行会社の運営を行う。

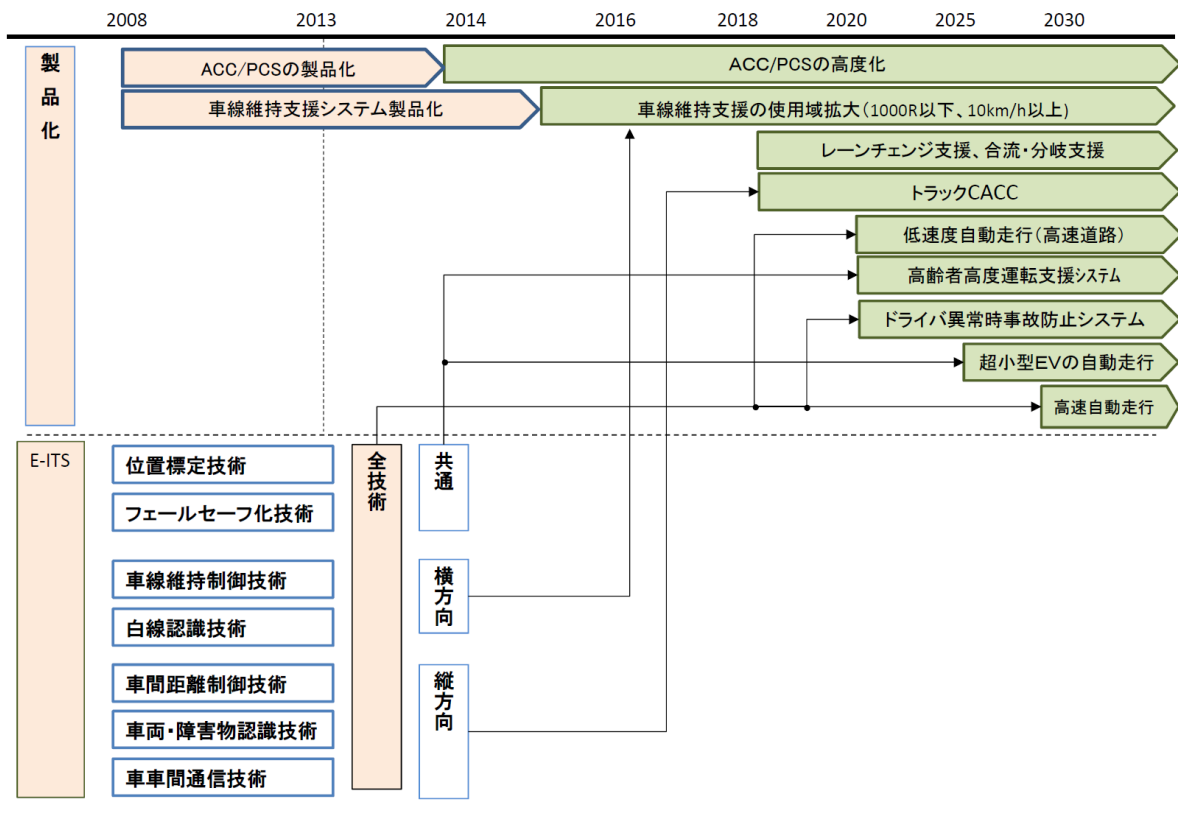
この結果、トータルの輸送コストは同じであるが安全性とグリーン化が図られ、社会的ニーズにも答えることができると考える。

1.3 高度安全運転システムでの実用化の見通し

「2020年までに現在の交通事故死亡者数5000人を半減し2500人以下を達成する」との政府目標が示されている。一方、自動車交通事故の90%はドライバーの認知・判断・操作ミスが原因で発生しており、事故を大幅に低減するには、現在よりも自動化範囲を拡大した高度な運転支援技術の開発・実用化が求められ、今後様々な高度安全運転支援技術が実用化されていくと考えられる。

現在、車線維持支援装置の高度化や高齢者用安全運転支援システムやドライバー異常時の自動運転、高速道路での低速自動運転の実用化が研究開発されており、本プロジェクトで開発されたセンサ技術や制御技術がこれらのシステムに利用可能と考えられる。図IV.1-2に本プロジェクトで開発された技術の実用化の見通しを示す。

図IV.1-2 自動運転・隊列走行技術の実用化見通し



1.4 公共交通での実用化の見通し

現在、地方の民間鉄道を中心に約100路線が赤字路線となっており、既に22路線が廃線されている。赤字路線廃線後はバス輸送に切り替えられているが、公共交通用としての利便性を確保するため、現在一部の路線でBRTの導入が進められているが、走行軌道幅が狭い、また、単線すれ違い時の安全確保等の課題があり、今後BRTの高度化が必要になると考えられている。

本プロジェクトではトラックに対応した技術開発を行ったが、バスとトラックの車両構造は類似しておりバスにも容易に利用可能である。図IV.1-3に気仙沼線にて導入されているBRTの事例を示す。



平場部道路



トンネル部道路



交差点部

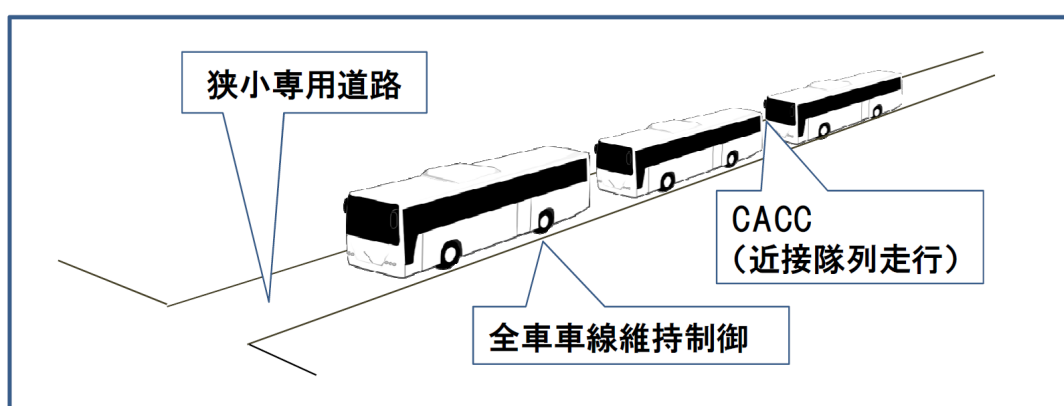
図IV.1-3 JR気仙沼線BRT事例

レール撤去後、アスファルト舗装により専用道路を建設しているが軌道幅は3.0mで全幅2.5mの大型バスが最高速度60km/hrで運行される。

本プロジェクトで開発した車線維持制御では80km/hrにて±20cmの車線維持精度が可能のため、運転手に比べ安全性が向上すると考えられる。

図IV.1-4に自動運転・隊列走行技術を利用した高度BRTのイメージを示す。

既存のBRTでは道路上を走行するため、鉄道廃線前の踏み切り部は交差点となるため、信号機の設置や一時停止等の措置がこうじられるため、定時性が悪化するが高度BRTでは白線を追従する自動制御のため、軌道系としての扱いも可能になると考えられ、踏み切り部はそのまま利用可能である。



図IV.1-4 隊列走行技術を利用した高度BRTイメージ

このシステムの特長として操舵制御が精密に行われるために、バス停のプラットフォームに精密にバスを横づけすることができ、車椅子や乳母車ででの乗降を容易にする。

1.5 特殊用途での自動運転・隊列走行技術の実用化の見通し

特殊な用途ではあるが自動運転・隊列走行技術を応用した安全運転システムの実用化が中日本高速道路株式会社および宇部興産株式会社にて検討されている。

(1) 中日本高速道路（株）での実用化検討

現在、中日本高速道路株式会社にて、自動運転・隊列走行技術で開発された車線維持制御技術を同社が保有するトンネル照明灯具清掃車に導入する開発が行われている。

このトンネル照明灯具清掃車は、走行しながらトンネル内の照明灯具を清掃できる車両であるが、図IV.1-5に示す様に照明灯具と清掃用キャビテーションヘッドとの間隔を一定に維持することが求められるが、ドライバの運転能力より最高速度40km/hrが限界とされており、現在速度規制を行いながら清掃作業を行うため、渋滞や追突事故の危険性を抱えている。

この課題を解決する方策として、速度50km/hr以上の高速走行で高精度な車線維持制御が可能であり当該プロジェクトで開発された車線維持制御技術を用いた運転操作支援システムの実用化が進められている。

なお既運転操作支援システムは現在国土交通省大臣認定の申請中である。



図IV.1-5 トネル照明灯具清掃車による清掃風景とキャビテーションヘッド部

(2) 宇部興産での実用化検討

宇部興産専用道路（約30km・4車線道路）にて、宇部興産株式会社が自動運転・隊列走行にて開発された車線維持制御技術をダブルストレーラに導入する検討を始めている。

宇部興産専用道路は図IV.1-6に示す様に中国道や山陽新幹線と高架橋にて交差しており、ダブルストレーラの安全対策として検討を行っているものである。

宇部興産専用道路は宇部興産株式会社の構内道路として運用されており保安基準の適用外であり、自動運転・隊列走行技術の実用化を行っていく上で、非常に重要な機会と考える。



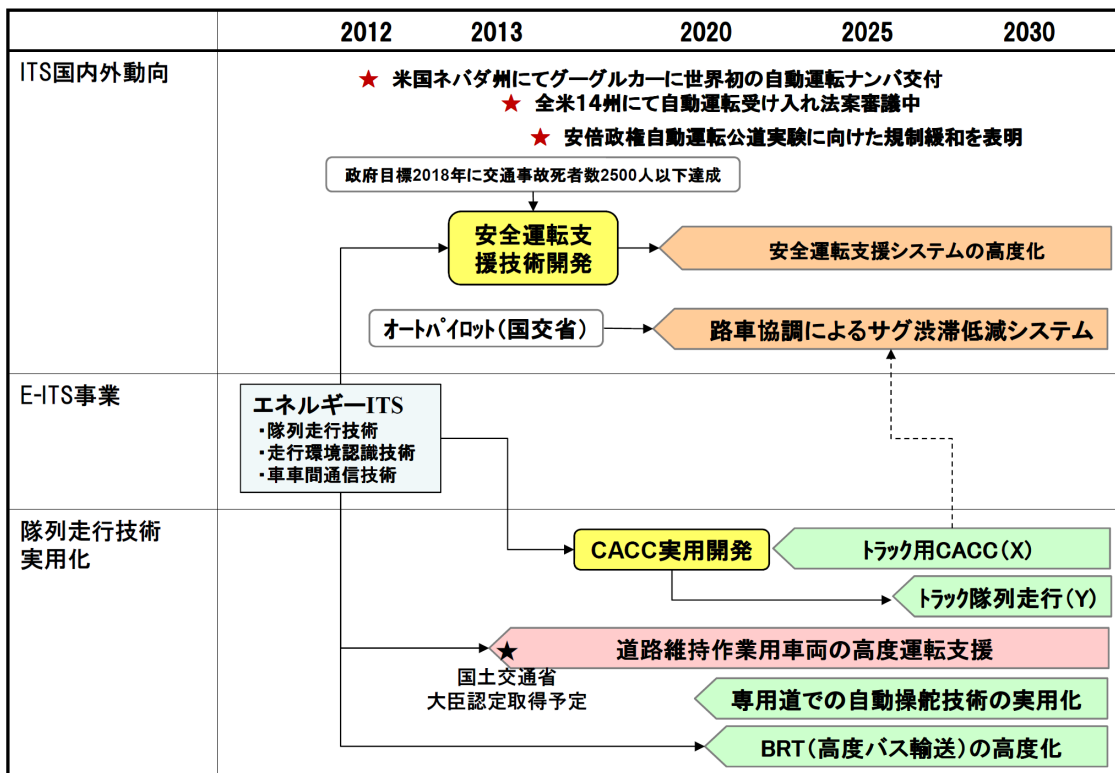
図IV.1-6 宇部興産専用道路およびダブルストレーラー

1.6 隊列走行技術のロードマップ

前項に記載した隊列走行技術の見通しを踏まえ、隊列走行技術のロードマップを策定した。策定したロードマップを図IV.1-7に示す。

特殊用途での実用化やBRTでは実用化規模は極めて限定されており、エネルギーITS推進事業で開発された技術はそのまま流用可能であり、遅くとも2020年までには実用化されることが考えられる。

一方、安全運転支援やトラック輸送での実用化に際しては、装置の小型化や低コスト化、信頼性等の品質保証といった課題が残されており、実用化には更なる製品化開発のプロセスが必要になると考える。



図IV.1-7 隊列走行技術ロードマップ

2. 研究開発項目②「国際的に信頼される効果評価方法の確立」

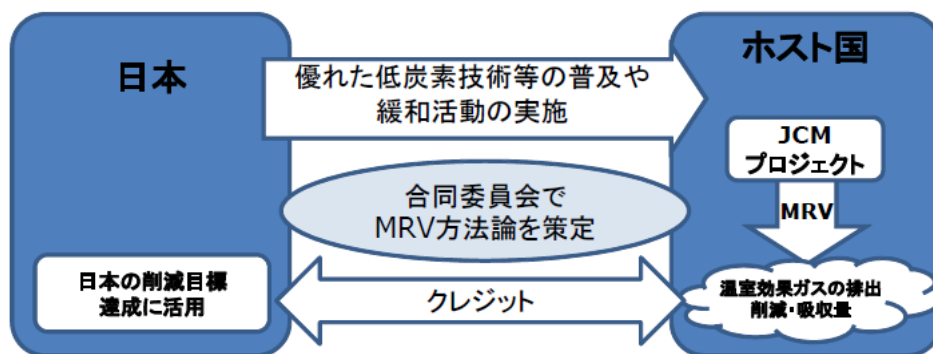
2.1 実用化・事業化の方向性

本事業で構築された、「国際的に信頼される効果評価方法」は、ITS 施策、道路施策や交通運用策、地域や民間レベルの社会実験等が実現する CO2 削減効果を、広く一般に理解しやすい形で定量化するものであり、以下のような実用化・事業化を検討している。

2.1.1 ITS 施策の効果評価ツールの適用

Ⅲ.3 で成果の普及例として、柏市におけるエコドライブ支援・エコルート案内の効果評価結果を示したが、このような実都市を対象とした ITS 施策の定量評価を依頼により実施する。想定される依頼者として、地方自治体等の交通運用管理部署、交通系コンサルタント会社、交通情報サービス会社などが挙げられる。また、次項に記す NEDO 事業「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」では、効果評価ツールを活用して、実都市における自動車交通の省エネルギー評価等の実証事業を進める計画である。

また、自動車交通の CO2 排出量削減は国際的な共通課題であり、本事業で構築した効果評価ツールの海外諸都市への適用も可能である。具体的には、二国間オフセットクレジット制度（Joint Crediting Mechanism(JCM)/Bilateral Offset Credit Mechanism(BOCM)）（図Ⅳ.2-1）における運用のガイドラインや MRV（測定(Measurement)、報告(Reporting)、検証(Verification)）方法論の構築が挙げられ、経済産業省事業等での活用が考えられる。海外諸都市への適用に際しての諸問題の解決や効果評価手法の周知については、経済産業省事業「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の確率に向けた調査研究）」で進める。

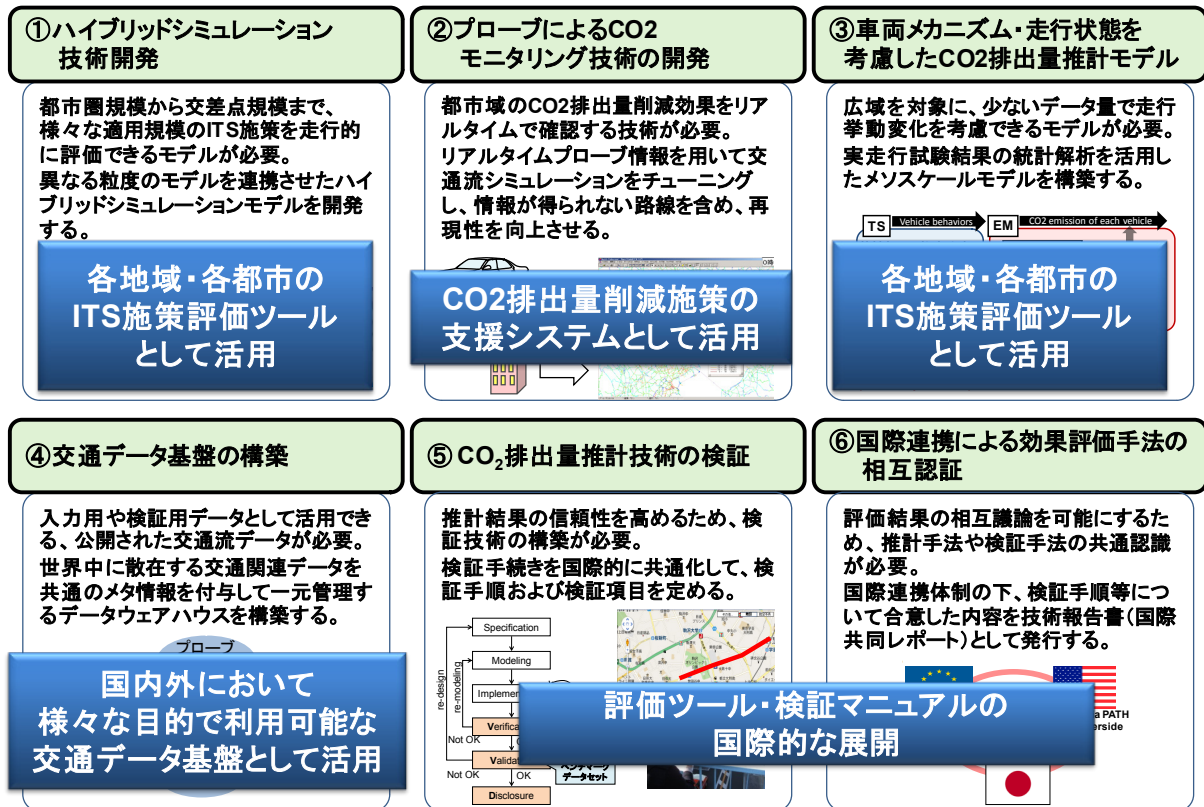


図Ⅳ.2-1 二国間オフセットクレジット制度の基本概念（環境省資料より）

国内・海外いずれにおいても、基本的な実施体制としては、交通流シミュレーション分野をアイ・トランスポート・ラボが、CO2 排出量推計分野を日本自動車研究所が担当し、検証サポート等を東京大学生産技術研究所が行う。

2.1.2 個別研究項目の成果活用

本事業では6項目の個別研究テーマを実施したが、上記した効果評価ツールの構成要素や支援ツールを用いた実用化・事業化を検討している。各項目の成果活用の方向性を図IV.2-2に示す。



図IV.2-2 個別研究項目の成果活用の方向性

2.1.1 項で述べた効果評価ツールの核となるのは①ハイブリッドシミュレーションと③CO₂排出量推計モデルの連携であり、2.2.1 項「都市交通・エネルギー統合マネジメント」ほかへの適用が挙げられる。②のプローブモニタリングシステムの成果は、2.2.2 項「柏SCOPEプロジェクト」、2.2.3 項「トラフィックスコープ」ほかへ適用が挙げられる。また、④の交通データ基盤は、既に国内外の研究者により活用されており、今後はデータ拡充とユーザ数増加を推進する。さらに、⑤と⑥の成果である技術報告書の周知活動を進めることは、効果評価ツールの国際展開を支えるものとなる。

2.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

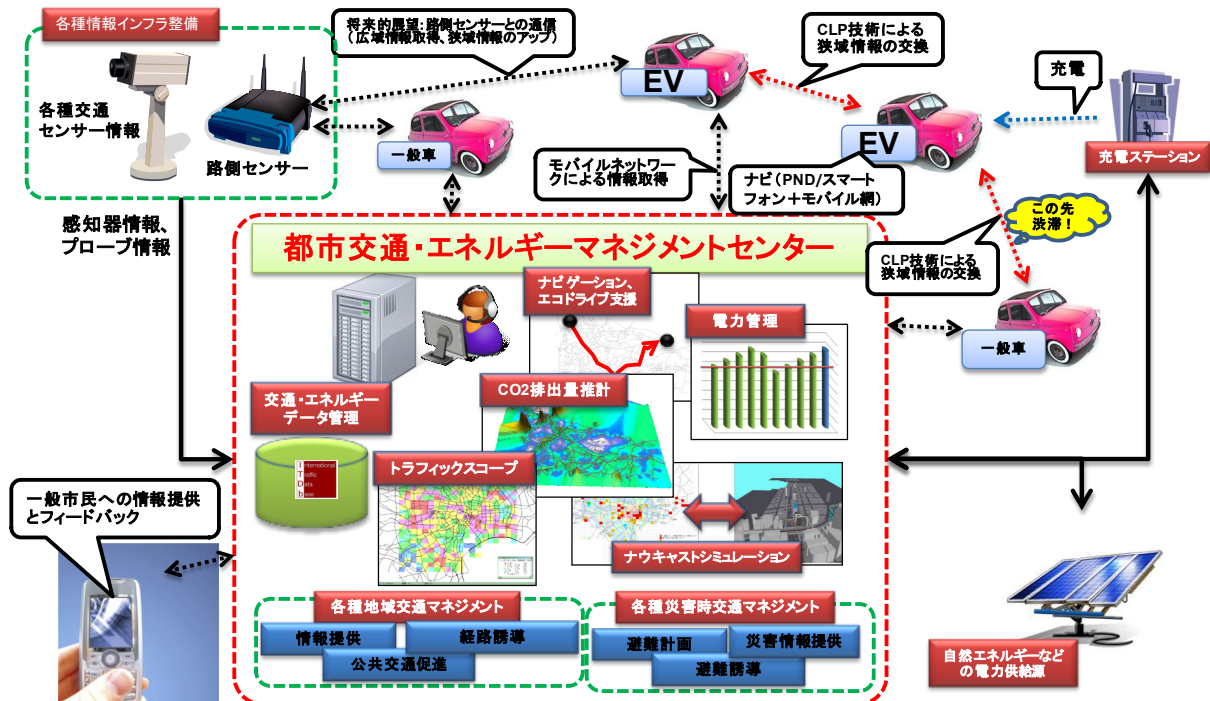
具体的に実用化・事業化を進めている事案を以下に記す。

2.2.1 「都市交通・エネルギー統合マネジメント」への活用

NEDO 事業「IT 融合による新社会システムの開発・実証プロジェクト」（平成 24 年度～）において、自動車交通に関するエネルギー効率化のための都市交通・エネルギーマネジメント技術の開発を進めている。ここでは、「都市交通・エネルギーマネジメントセンター」を構築し、商業店舗やテレマティクス事業者、地域公共事業者向けの情報提供サービスビジネスを展開する。

具体的には、スマートフォンを利用するドライバー向けにエコドライブ支援やエコルート案内等の生活交通情報や災害時の交通支援情報を提供するサービスを提供し、利用者の移動データを収集・蓄積する。商業店舗には商業施設周辺の交通や気象などの情報を提供し、来店者の交通利便性の向上とともに、来店者属性や行動履歴をマーケット情報として提供して売上げ拡大に資する。テレマティクス事業者には、現状の幹線道路情報とプローブ情報に基づく道路情報を合わせたより精度の高いモビリティ支援情報を提供することで、サービスの付加価値創出に資する。

これらのサービスを実証事業として進め、将来はビジネスモデルの国内および国際展開を図る。エネルギー・マネジメントセンターの概念図を図IV.2-3に示す。



図IV.2-3 「都市交通・エネルギー統合マネジメント」への活用

2.2.2 「柏 SCOPE プロジェクト」への活用

内閣府・社会還元加速プロジェクト「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現」では、ITS 技術の普及を目的として、ITS 実証実験モデル都市にて ITS 技術・施策の導入実験を実施した。この ITS モデル都市のひとつである千葉県柏市を対象とした総務省 SCOPE（戦略的情報通信研究開発推進制度）研究として、「市民の交通行動変容を促進する持続可能な生活交通情報フィードバックシステムの研究開発」が平成 23 年度からの 3 ヶ年で推進されている。

具体的には、エネルギーITS 推進事業で構築した「プローブによる CO2 モニタリングシステム」を利用して、CO2 排出量をリアルタイムで推計し、生活交通情報として市民へ情報提供することで交通行動の変容を促す社会実験を実施している。このシステムにより、地域行政と連携して、種々の交通施策の継続的な評価が可能となる。

生活交通情報フィードバックシステムの概念図を図 IV.2-4 に示す。

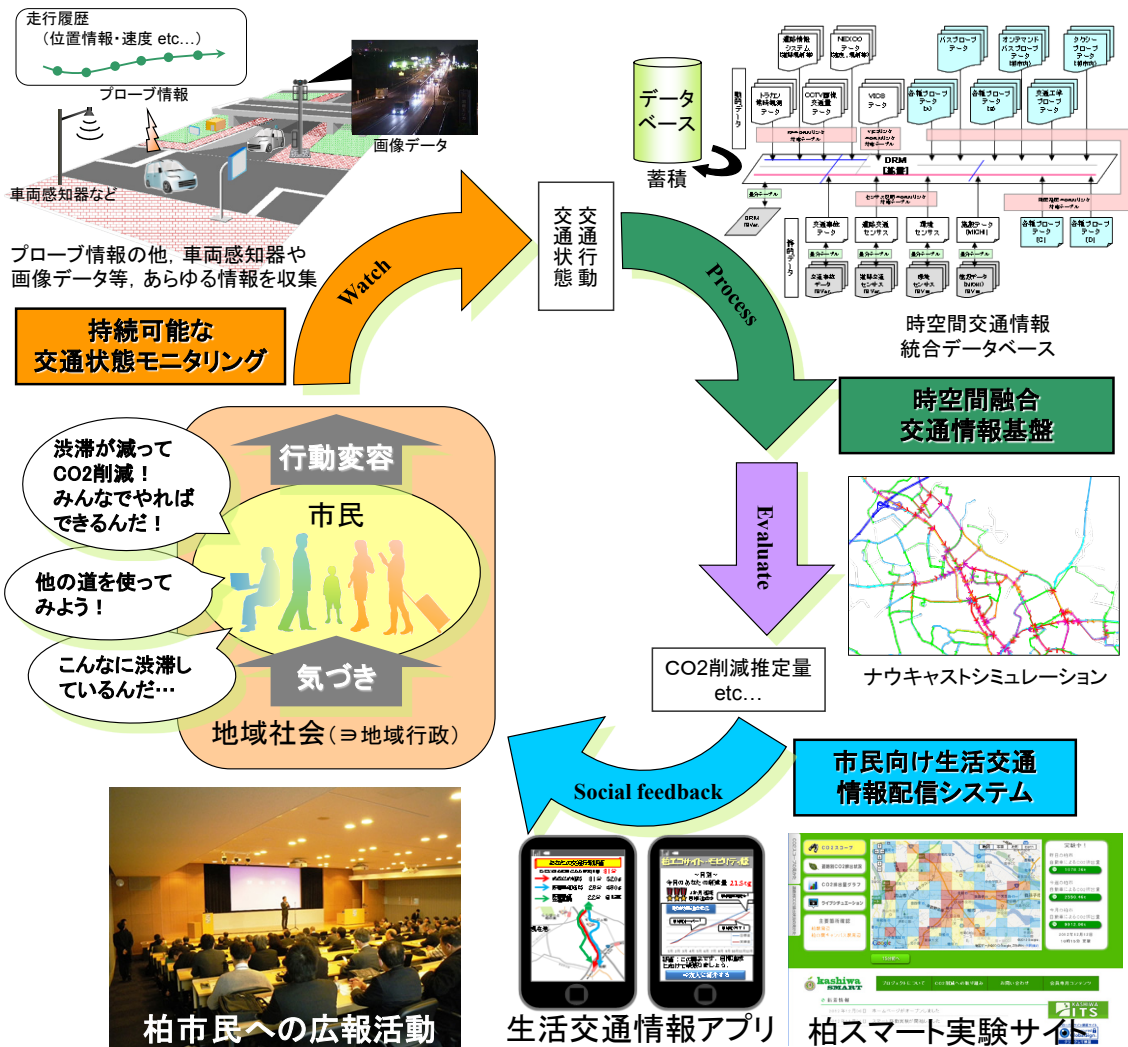
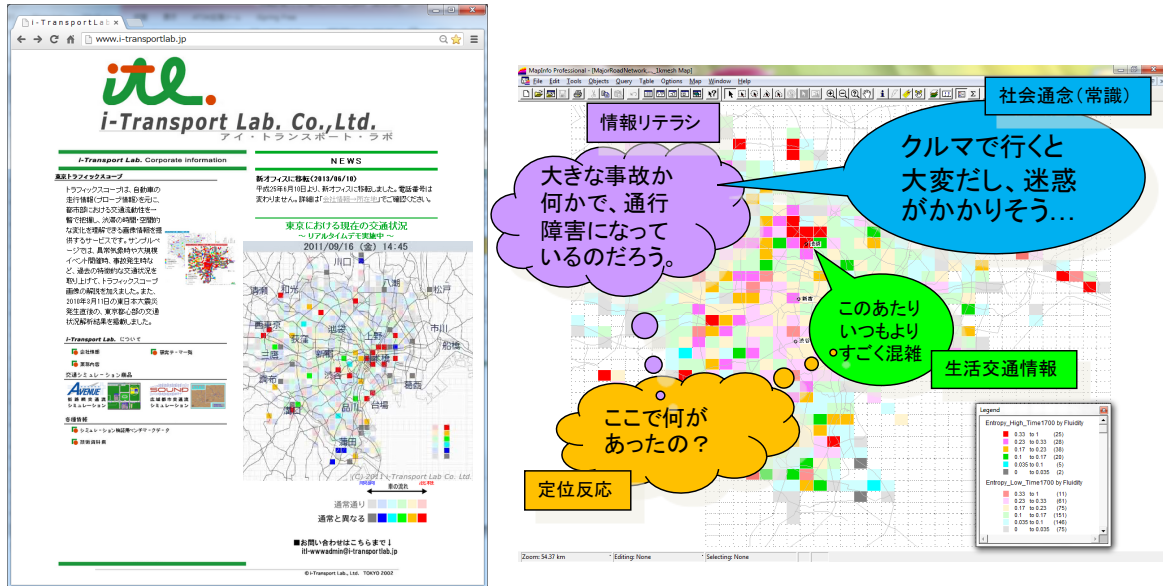


図 IV.2-4 「柏 SCOPE プロジェクト」への活用

2.2.3 「トラフィックスコープ」への活用

トラフィックスコープとは、都市スケールの道路混雑状況として、交通流動性を可視化するシステムであり、「プローブによるCO2モニタリングシステム」の成果を活用している。

富士通(株)が収集するタクシープローブデータを用いて、東京都心部の混雑状況をリアルタイムで可視化するシステムが構築済みであり、テレビ等マスメディアでの「交通予報」サービスへの展開を進めている。トラフィックスコープの概念図を図IV.2-5に示す



図IV.2-5 生活交通情報提供サイトでの活用

2.3 実用化・事業化のロードマップ

ここまでで記した実用化・事業化の見通しを、図IV.2-6に記す。

	2012	2013	2014	2015	2016	2020
●ITS施策評価システムの適用 ・国内諸都市への適用 国内諸都市の評価 「NEDO IT融合」都市交通・エネルギー統合マネジメント ・海外諸都市への適用 経産省グリーン自動車技術調査 二国間オフセットクレジット制度	社会還元加速プロジェクト ○	事業性評価のF.S.	実証事業(マネジメントセンター構築)	諸都市実装 ITS施策評価	継続評価	国内ビジネス化 海外ビジネス化
		実装可能性調査	アジア域実装 ITS施策評価	諸都市実装 ITS施策評価		
			方法論検討、実装、MRV			
			ニーズに応じて、随時評価を実施			
●国内諸都市へのCO2モニタリングサービスへの展開 柏SCOPEプロジェクト(2011~2013) 東京トラフィックスコープ	柏市適用、社会実験		国内諸都市への拡大適用、継続評価			
		事業化検討				
ITS世界会議	ウィーン	東京	デトロイト	ボルドー		

図IV.2-6 実用化・事業化のロードマップ

添付資料5 特許論文リスト

(1) 自動運転・隊列走行の技術の研究開発

1. 特許

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	日産自動車(株)	特願 2009-200742	国内	2009/8/31	出願	距離計測装置および距離計測方法	西内 秀和
2	日本電気(株)	特願 2010-066736	国内	2010/3/23	出願	走行支援装置、走行支援方法、及びプログラム	藤田 貴司 他
3	(株)デンソー	特願 2010-079487	国内	2010/3/30	出願	検知装置	松浦 充保 他
4	(株)デンソー	特願 2010-081297	国内	2010/3/31	出願	検知装置	磯貝 俊樹 他
5	日産自動車(株)	特願 2011-126930	国内	2011/6/7	出願	カメラシステムおよび画像生成方法	松野 洋介 他
6	日産自動車(株)	特願 2011-126931	国内	2011/6/7	出願	カメラシステムおよび画像生成方法	松野 洋介 他
7	日本自動車研究所	特願 2011-128306	国内	2011/6/8	出願	隊列走行制御装置	石坂 宏幸
8	産業技術総合研究所, 日本自動車研究所	特願 2011-224041	国内	2011/10/11	出願	前方状況と加速度情報等の後方車両への伝達装置とその方法	加藤 晋, 青木 啓二
9	日産自動車(株)	特願 2012-048779	国内	2012/3/6	出願	撮影装置及び撮影装置の画像処理方法	松野 洋介 他
10	日産自動車(株)	特願 2012-195892	国内	2012/9/6	出願	撮影装置及び撮影装置の画像処理方法	松野 洋介 他
11	沖電気工業(株)	特願 2013-056377	国内	2013/3/19	出願予定	無線通信システムおよび無線通信装置	大 山 卓 他
12	東京大学, (株)デンソー	特願 2013-105920	国内	2013/5/20	出願	路面状態推定装置	須田 義大 他

※PCT: Patent Cooperation Treaty(特許協力条約)

2. 論文

(件数のまとめ)

	H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度	合計
査読有	4	14	15	25	22	80
査読無	10	58	26	65	71	230
計	14	72	41	90	93	310

(平成20年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2008.08.06	自動車技術会 GIA フォーラム	ITS による温暖化防止	津川定之(名城大学)	無
2	2008.08.28	自動車技術会シンポジウム 「ITS による地球温暖化防止」	持続可能な自動車交通システム	津川定之(名城大学)	無
3	2008.09.22	2008 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety	A History of Automated Highway Systems in Japan and Future Issues	Sadayuki Tsugawa (Meijo Univ.)	無
4	2008.10.	環境管理, vol. 44, No. 10, pp.896-901	ITS 技術による地球温暖化防止	津川定之(名城大学)	無
5	2008.11.08	第15回 ITS 世界会議	Promotion of "Energy ITS" Concept	蓮沼 茂 (日本自動車研究所)	有
6	2008.11.20	第15回 ITS 世界会議	Energy ITS: the Concept, Aim and Automated Trucks	Sadayuki Tsugawa (Meijo Univ.)	無
7	2008.12.04	第7回 ITS シンポジウム	連続的な高さ・幅特徴量を用いた市街地における車載カメラ画像と建物モデル間の対応付け	王金戈, 小野晋太郎, 池内克史(東京大学)	有
8	2008.12.04	第7回 ITS シンポジウム	一次元メディアンフィルタを用いた市街地画像からの電線除去手法の提案	王金戈, 小野晋太郎, 池内克史(東京大学)	有
9	2008.12.20	ADVANTY2008 シンポジウム講演論文集, pp.79-84, 2008	自動運転自動車の開発 ~分散処理系の基礎構築と各種システム紹介~	菅沼直樹(金沢大学)	無
10	2009.01.10	The 4th International Joint Workshop of KAIST & Univ. of Tokyo on Robust Vision Technology	Self-vehicle Localization by Matching On-vehicle Camera Image and Urban Map using Sequential Geometric Features on Streets	S. Ono, J. Wang, K. Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	無
11	2009.02.01	ペトロテック, Vo. 32, No. 2, pp.101-106,	ITS 技術による自動車交通の省エネルギー化	津川定之(名城大学)	無
12	2009.02.04	電子情報通信学会 ITS 研究会	時系列高さ画像を用いた車載カメラ画像と建物モデル間の対応付け及びテクスチャマッピング手法の提案	王金戈, 小野晋太郎, 池内克史(東京大学)	無
13	2009.03.05	第9回計測自動制御学会 制御部門大会	自動車の自律走行制御系設計法	深尾隆則, 鶴田義明 (神戸大学)	無
14	2009.03.16	ロボティクスシンポジア (予稿集)	ステレオ法によるロバストな道路面の検出	上野潤也, 實吉敬二 (東京工業大学)	有

(平成21年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2009.04	沖テクニカルレビュー 2009年4月	低炭素社会の実現に向けた車車間通信システムの取り組み	野本和則, 浜口雅春 (沖電気工業)	無
2	2009.05.20	社団法人自動車技術会 春季 学術講演会	直進走行における危険レベルの定量化手法の構築	清田修, 栗谷川幸代, 景山一郎(日本大学)	無
3	2009.05.21	第53回システム制御情報学会 研究発表講演会	後方車両との距離情報を利用した隊列走行制御	吉田順, 深尾隆則, 鶴田義明(神戸大学)	無
4	2009.05.22	自動車技術会 2009年春季大会 No.62-09 pp.1-4	マイクロ交通シミュレーションを用いた交通流内における運転行動の評価	森正嘉, 山邊茂之, 鈴木高宏, 須田義大 (東京大学), 結城知彦, 國井康晴 (中央大学)	無
5	2009.06.	電気評論, 第537号, pp.12-17,	エネルギー・環境対策としての ITS 技術	津川定之(名城大学)	無
6	2009.06.12	情報処理学会 ITS 研究会	隊列走行における車車間通信	関馨 (日本自動車研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
7	2009.06.20	6th IEEE Workshop on Object Tracking and Classification Beyond and in the Visible Spectrum (OTCBVS)	Fusion of a Camera and a Laser Range Sensor for Vehicle Recognition	Shirmila Mohottala, Shintaro Ono, Masataka Kagesawa, Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	有
8	2009.06.23	日本自動車研究所 ITS 研究部 平成 20 年度事業報告会	エネルギーITS(自動運転・隊列走行)プロジェクトの全体概要	青木啓二 (日本自動車研究所)	無
9	2009.06.23	日本自動車研究所 ITS 研究部 平成 20 年度事業報告会	自動運転・隊列走行プロジェクトにおける要素技術	鈴木尋善 (日本自動車研究所)	無
10	2009.07.17	AT インターナショナル 2009	自動運転隊列走行プロジェクトの開発	青木啓二 (日本自動車研究所)	無
11	2009.07.20	画像の認識・理解シンポジウム 2009 論文集(DVD-ROM)	平面投影に基づくステレオ視による歩行者検出	葛西洋, 小野口一則 (弘前大学)	有
12	2009.07.22	画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2009)	複数系列の車載全方位カメラ画像の対応付けによる広域都市モデル構築	松久亮太, 川崎洋, 小野晋太郎, 阪野貴彦, 池内克史 (東京大学)	有
13	2009.07.31	第 2 回 ASIF(車載組込システムフォーラム)スキルアップセミナー	エネルギーITS 推進事業「自動運転・隊列走行」プロジェクト	森田康裕 (日本自動車研究所)	無
14	2009.08.	電子情報通信学会論文誌 J92-D,, No.8, pp.1197-1207	時系列高さ画像の提案とそれを用いた車載カメラ画像と建物モデル間の対応付け	王金戈, 小野晋太郎, 池内克史(東京大学)	有
15	2009.08.25	情報処理学会 第 5 回 ITS 産業フォーラム	エネルギーITS・エネルギーITS 全般	森田康裕 (日本自動車研究所)	無
16	2009.08.25	情報処理学会 第 5 回 ITS 産業フォーラム	エネルギーITS・位置及び環境認識技術	鈴木尋善 (日本自動車研究所)	無
17	2009.08.25	情報処理学会 第 5 回 ITS 産業フォーラム	エネルギーITS・車車間通信技術	関馨 (日本自動車研究所)	無
18	2009.09.	Proceedings of International Task Force on Vehicle-Highway Automation 13th Annual Meeting	Introduction to “Energy ITS” Project	Sadayuki Tsugawa (Meijo Univ.)	無
19	2009.09.02	Proceedings of 12th IFAC Symposium on Transportation Systems (CD-ROM), pp. 334-341	A Survey on Effects of ITS-related Systems and Technologies on Global Warming Prevention	Sadayuki Tsugawa (Meijo Univ.)	有
20	2009.09.08	ITS セミナー in 東北	ITS 情報空間 (現在、過去、未来)	池内克史(東京大学)	無
21	2009.09.11	Intelligent Transport Systems Symposium	Four-dimensional virtual Cities for ITS	Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	無
22	2009.09.15	日本ロボット学会学術講演会, 横浜国立大学	自動運転自動車の開発～絶対座標障害物マップによる死角の低減～	菅沼直樹(金沢大学)	無
23	2009.09.	第 16 回 ITS 世界会議	Introduction to “Energy ITS” Project”, ES01 “ITS for energy efficiency and climate change mitigation	Sadayuki Tsugawa (Meijo Univ.)	無
24	2009.09.	第 16 回 ITS 世界会議	A Survey on Effects of ITS on Global Warming Prevention, SIS62 Reducing Greenhouse Emission and Fuel Consumption	Sadayuki Tsugawa (Meijo Univ.)	無
25	2009.09.22	第 16 回 ITS 世界会議	DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING AUTOMATIC DRIVING SUPPORT TECHNOLOGY FOR ADVANCED ITS	志水亮一, 津田喜秋, 清水聡, 梶原尚幸, 曾根久雄(三菱電機)	有

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
26	2009.09.23	第16回 ITS 世界会議	Estimation of the Driver's Behavior from the Variables of the Car Motion and Operating Information	中村弘毅, 山邊茂之, 中野公彦, 山口大助, 須田義大(東京大学)	有
27	2009.09.24	第16回 ITS 世界会議	Fully Automated Platoon System for New Freight Transport on Highway	青木啓二 (日本自動車研究所)	無
28	2009.09.24	第16回 ITS 世界会議	Improvement of Traffic Flow by Preview Speed Control Using ITS Communication Systems	加藤晋, 橋本尚久 (産総研), 津川定之(名城大学)	無
29	2009.09.25	第16回 ITS 世界会議	A Study on Inter-vehicle Communication for Truck Platooning	関馨 (日本自動車研究所), 浜口雅春(沖電気工業)	有
30	2009.10.	自動車研究 2009.10, (日本自動車研究所報)	自動運転・隊列走行における走行環境認識技術	鈴木尋善 (日本自動車研究所)	無
31	2009.10.	JARI 所報(自動車研究)	自動運転・隊列走行における車車間通信	関馨 (日本自動車研究所)	無
32	2009.10.04	3-D Digital Imaging and Modeling	Disparity Map Refinement and 3D Surface Smoothing via Directed Anisotropic Diffusion	Atsuhiko Banno, Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	有
33	2009.10.07	自動車技術会 2009 年秋季大会, 仙台国際センター	隊列走行のための先行車両認識アルゴリズムの開発	菅沼直樹(金沢大学), 松井俊樹 (岡山県立大学)	無
34	2009.10.07	自動車技術会 秋季大会 予稿集	隊列走行のための車線検出アルゴリズムの開発ーエネルギーITS推進事業	葛西達哉, 小野口一則 (弘前大学), 森田康裕 (日本自動車研究所)	無
35	2009.10.07	2009 年自動車技術会秋季大会	隊列走行における車間距離制御アルゴリズムの研究(第1報)ーエネルギーITS 推進事業ー	深尾隆則, 吉田順 (神戸大学), 森田康裕 (日本自動車研究所)	無
36	2009.10.07	自動車技術会 2009 秋季大会前刷集, No.95-09, 45-20095780, p.9-12	自動運転・隊列走行システムの HMI に関する一検討	加藤晋, 橋本尚久 (産総研), 津川定之(名城大学)	無
37	2009.10.07	自動車技術会 2009 秋季大会前刷集, No.95-09, 46-20095778, p.13-18	隊列走行システムにおける安全性と信頼性に関する研究ー状態や情報の信頼度による制御目標の調整と故障対応ー	加藤晋, 橋本尚久, ビドルストーン・スコット (産総研), 津川定之(名城大学)	無
38	2009.10.07	自動車技術会 2009 年秋季大会(学術講演会)	車間距離検出装置	鈴木尋善, 草間康利 (日本自動車研究所)	無
39	2009.10.07	自動車技術会秋季学術講演会	隊列走行による高速路線トラックの走行抵抗・燃費低減効果について	山崎穂高, 岡本邦明, 青木啓二 (日本自動車研究所)	無
40	2009.10.07	自動車技術会秋季大会	自動運転・隊列走行の開発	青木啓二, 森田康裕 (日本自動車研究所)	無
41	2009.10.09	社団法人自動車技術会 春季学術講演会	危険感に基づいたドライバの走行経路決定アルゴリズム手法の構築	清田修, 栗谷川幸代, 景山一郎(日本大学)	無
42	2009.10.09	自動車技術会 2009 年秋季大会, 仙台国際センター	走行経路の適応的選択に基づく自動運転自動車の開発	菅沼直樹, 清水隆之 (金沢大学)	無
43	2009.11.09	つくば3E フォーラム エネルギーシステム・評価タスクフォース 第4回エネルギー評価 TF 会議	エネルギーITS 推進事業 自動運転・隊列走行技術の開発	森田康裕 (日本自動車研究所)	無
44	2009.12.02	機械学会 第18回 交通・物流部門大会 pp.299-300	エコドライブ時における身体的ドライバ負担の評価	山邊茂之, 鄭仁成, 中村弘毅, 中野公彦, 多加谷敦, 大堀真敬, 須田義大(東京大学)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
45	2009.12.03	ViEW2008 ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集 PP.44-47	車載用ステレオカメラの実用化	實吉敬二(東工大)	無
46	2009.12.04	口頭発表、予稿集、映像インダストリアル 2010年2月号	高速撮像による外来光除去技術	西内秀和, 中村光範, 三ツ石広喜, 佐藤宏, クライソントロンナムチャイ(日産自動車)	有
47	2009.12.04	NEDO 省エネルギー技術フォーラム 2009 省エネルギー技術開発部 事業報告会	エネルギーITS 推進事業「協調走行(自動運転)に向けた研究開発」	森田康裕(日本自動車研究所)	無
48	2009.12.10	第8回 ITS シンポジウム 2009	一般車両の車載カメラ映像の自動統合による広域な立体市街地図の構築手法	松久亮太, 小野晋太郎, 川崎洋, 阪野貴彦, 池内克史(東京大学)	有
49	2009.12.11	ITS シンポジウム 2009 Proceedings	自動車の隊列走行における隊列形成過程での省エネルギーを実現する隊列形成制御に関する研究	大前学, 本間宣嗣, 宇佐美佳祐, 大津直子(慶應義塾大学)	無
50	2009.12.11	ITS シンポジウム 2009 Proceedings	自動車の自動運転における交差点走行制御に関する研究	大前学, 小木津武樹, 本間宣嗣, 宇佐美佳祐(慶應義塾大学)	無
51	2009.12.11	第8回 ITS シンポジウム 2009	生理指標と車両状態量を用いた運転者緊張度推定	中村弘毅, 山邊茂之, 中野公彦, 山口大助, 須田義大(東京大学)	無
52	2009.12.18	アドバンティ 2009 シンポジウム 講演論文集	貨物自動車の自動隊列走行におけるデポターミナル内での自動隊列形成に関する研究	大前学, 本間宣嗣, 宇佐美佳祐(慶應義塾大学)	無
53	2009.12.21	Advanced Vehicle Control Workshop 2009	A Control Design Method for Automatic Driving of Automotives	Takanori Fukao (Kobe Univ.)	無
54	2010.01	高圧ガス 2010年1月号 (高圧ガス保安協会機関誌)	特集・未来技術-日本の研究開発の現状と実現見通し「自動運転自動車」	蓮沼茂(日本自動車研究所)	無
55	2010.01.15	SICE 関西支部若手研究発表会 2009	後方車両との車間距離利用の有無による隊列走行への影響	平田祐也, 吉田順, 杉町敏之, 深尾隆則(神戸大学)	無
56	2010.02.16	信学技報, Vol.109, No.414, p.257-262	隊列走行車両における異常や故障を考慮したHMIの一検討	加藤晋, 美濃部直子(産総研), 津川定之(名城大学)	無
57	2010.02.16	信学技報, Vol.109, No.414, p.263-267	隊列走行車両における周辺車両への提示情報の一検討	加藤晋, 美濃部直子(産総研), 津川定之(名城大学)	無
58	2010.03.	自動車研究3月号, 日本自動車研究所	隊列走行のための先行車両認識アルゴリズムの開発 - Occupancy Grid Maps を用いた静止・移動物体検出および運動推定 -	菅沼直樹(金沢大学), 松井俊樹(岡山県立大学)	無
59	2010.03	自動車研究 2010.3 (日本自動車研究所所報)	隊列走行のための先行車両認識アルゴリズムの開発 - Occupancy Grid Maps を用いた静止・移動物体検出および運動推定 -	菅沼直樹(金沢大学), 松井俊樹(岡山県立大学)	無
60	2010.03	自動車研究 2010.3 (日本自動車研究所所報)	自動運転・隊列走行システムのHMIに関する研究(第1報)	加藤晋(産総研)	無
61	2010.03	自動車研究 2010.3 (日本自動車研究所所報)	隊列走行トラックの高速道路における走行抵抗・燃費低減考課の検討	山崎穂高, 岡本邦明(日本自動車研究所)	無
62	2010.03.05	社団法人自動車技術会 関東支部 学術研究講演会	自動操縦車両の走行経路生成アルゴリズムに関する研究	伊井島優人, 景山一郎, 栗谷川幸代(日本大学)	無
63	2010.03.05	社団法人自動車技術会 関東支部 学術研究講演会	自動車の直進性に与える操舵系の剛性に関する研究	黒木亨, 景山一郎, 栗谷川幸代(日本大学)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
64	2010.03.05	社団法人自動車技術会 関東支部 学術研究講演会	後二軸大型車両の横すべり角状態推定に関する研究	大川義弘, 景山一郎 (日本大学)	無
65	2010.03.05	社団法人自動車技術会 関東支部 学術研究講演会	大型車両のタイヤ特性推定と運動モデル構築	劉毅, 景山一郎, 靱山富士男 (日本大学)	無
66	2010.03.09	情報処理学会第 72 回全国大会 予稿集	多重情報地図を用いた走行路検出手法の研究	片野佑相, 小野口一則 (弘前大学)	無
67	2010.03.10	ITSセミナー in 金沢	ITS 情報空間(現在、過去、未来)	池内克史 (東京大学)	無
68	2010.03.10	関東学生会第 49 回学生員卒業研究発表講演会	自動操縦車両の障害物回避アルゴリズム構築に関する研究	小林賢知, 景山一郎, 栗谷川幸代 (日本大学)	無
69	2010.03.10	関東学生会第 49 回学生員卒業研究発表講演会	自動車の直進性に与えるサスペンション・操舵系の剛性に関する研究	黒木亨, 景山一郎, 栗谷川幸代 (日本大学)	無
70	2010.03.16	2010 年 電子情報通信学会総合大会 (基礎・境界講演論文集 A-17-18)	省エネルギー自動運転技術の一検討ー3次元道路電子地図データ生成技術の開発ー	津田喜秋, 志水亮一, 清水聡, 梶原尚幸, 曾根久雄 (三菱電機)	有
71	2010.03.16	2010 年 電子情報通信学会総合大会 (基礎・境界講演論文集 A-17-18)	省エネルギー自動運転技術の一検討ー位置認識装置の開発ー	志水亮一, 津田喜秋, 清水聡, 梶原尚幸, 曾根久雄 (三菱電機)	有
72	2010.03.16	第 15 回ロボティクスシンポジウム	トラックの Path Following 制御に基づく自動運転	吉田順, 杉町敏之, 深尾隆則 (神戸大学)	有

(平成22年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2010.04	Computer Vision and Image Understanding, Vol.114, No.4, pp.491-499, April, 201	Omnidirectional Texturing based on Robust 3D Registration through Euclidean Reconstruction from Two Spherical Image	Atsuhiko Banno, Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	有
2	2010.04	生産研究, Vol. 62, No. 2, pp.170-175	建物列の特徴量を用いた車載カメラ映像と立体地図のマッチング	小野晋太郎, 王金戈, 池内克史 (東京大学)	無
3	2010.05	自動車技術, Vol.64, No.5, pp.25-30	自動車の自動運転システムー自動車とロボットの接点ー	津川定之 (名城大学)	有
4	2010.05	International Journal of ITS Research, Vol. 8, No. 2, pp.106-117, May, 2010	Image-based Egomotion Estimation using On-vehicle Omnidirectional Camera	Ryota Matsuhisa, Shintaro Ono, Hiroshi Kawasaki, Atsuhiko Banno, Katsush Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	有
5	2010.05.05.	NSF Workshop on The Future of ITS and its Implication with regard to Mobility and Sustainability	A View of ITS from Japan: Introduction to "Energy ITS" Project	津川定之 (名城大学)	無
6	2010.05.05	自動車技術会 2010 年春季大会前刷集, No.7-10, 30-20105301, p.23-28	隊列走行システムにおける車内外への情報提示とHMIの一検討	加藤晋, 美濃部直子 (産総研), 津川定之 (名城大学)	無
7	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会学術講演会 学術講演会前刷集 No.8-10 p5~8 セッション名 エネルギーITS II	隊列走行におけるレーザレーダ白線検知システム	松浦充保, 磯貝俊樹, 赤塚英彦 (デンソー)	有
8	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会	隊列走行における車間距離制御アルゴリズムの研究(第2報)	杉町敏之, 吉田順, 平田祐也, 深尾隆則 (神戸大学), 鈴木儀匡 (日本自動車研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
9	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会 学術講演会	全方位球面画像を用いた P3P 解法による自車位置姿勢推定	阪野貴彦, 池内克史 (東京大学)	無
10	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会 エネルギーITS II P9 (38-20105347)	車載用高精細リアルタイムステレオカメラ	実吉敬二, 岩田啓明, 押田康太郎 (東京工業大学)	無
11	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会	車線変更時の希望進路決定アルゴリズムの構築	栗谷川幸代, 清田修, 榎山富士男, 景山一郎 (日本大学), 金子哲也 (大阪産業大学)	無
12	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会	マルチセンサフュージョンに基づく先行車両の追跡と運動推定	菅沼直樹, 魚住剛弘 (金沢大学), 松井俊樹 (岡山県立大学)	無
13	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会前刷集, No.7-10, 30-20105396, p.19-22	自動運転システムにおける交差点走行制御アルゴリズムの一検討	加藤晋, 美濃部直子 (産総研), 津川定之(名城大学)	無
14	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会 学術講演会	フェールセーフ ECU の開発(第1報)	岸波友紀 (日本自動車研究所), 尾崎亮介(大同信号)	無
15	2010.05.19	自動車技術会 2010 年春季大会 No.7-10 pp,29-32	生理指標を用いた隊列走行中のドライバの心理的負担の評価	鄭 仁成, 山邊茂之, 中野公彦, 安藝雅彦, 中村弘毅, 須田義大 (東京大学)	無
16	2010.05.21	自動車技術会 2010 年春季大会	車線変更時の希望進路決定アルゴリズムの構築	栗谷川幸代, 清田修, 榎山富士男, 景山一郎 (日本大学), 金子哲也 (大阪産業大学)	無
17	2010.06	第 16 回画像センシングシンポジウム	複数車載カメラ映像の時空間マッチングによる広域都市モデリングシステム	小野晋太郎, 松久亮太, 川崎洋, 池内克史 (東京大学)	無
18	2010.06.15	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2010, 旭川大雪アリーナ	マップマッチングによる自動運転車両の自己位置推定精度向上に関する研究—第一報 Laser Range Finder を用いた白線地図生成—	魚住剛弘, 菅沼直樹 (金沢大学)	無
19	2010.06.15	レーザー研究 38 巻 8 号	レーザーレーダーを用いた自動車のインテリジェント化と自動運転	魚住剛弘, 菅沼直樹 (金沢大学)	無
20	2010.06.23	電気学会 ITS 研究会, 資料番号 ITS-10-022, pp.7-12	自動車の自動運転システム	津川定之(名城大学)	無
21	2010.08.17	The 10th International Conference on MOTION AND VIBRATION CONTROL (MOVIC 2010)	Muscle Fatigue Comparison of Eco-driving and Normal Driving	Shigeyuki Yamabe, Rencheng Zheng, Kimihiko Nakano, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	有
22	2010.08.26	10th International Symposium on Advanced Vehicle Control	Autonomous Driving of a Truck Based on Path Following Control	吉田順, 杉町敏之, 深尾隆則(神戸大学), 鈴木儀匡, 青木啓二 (日本自動車研究所)	有
23	2010.09.07	日本機械学会 2010 年度年次大会	エコドライブ運転に伴うアクセル操作がもたらす下肢筋疲労分析	山邊茂之, 鄭 仁成, 中野公彦, 安藝雅彦, 須田義大(東京大学)	無
24	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	隊列走行システムにおける安全監視のための車内外への情報提示と HMI (仮)	加藤晋(産総研)	無
25	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	隊列走行システムのアルゴリズムの開発(仮)	深尾隆則 (神戸大学大学院)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
26	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	レーザレーダを用いた白線認識システムの開発(仮)	磯貝俊樹(デンソー)	無
27	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	フェールセーフ ECU の開発(仮)	岸波友紀 (日本自動車研究所)	無
28	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	高精度 GPS を用いた自動運転	鶴川洋 (日本自動車研究所)	無
29	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	自動運転・隊列走行システムの開発(仮)	鈴木儀匡 (日本自動車研究所)	無
30	2010.10.22 発表予定	自動車技術会 2010 秋季大会	隊列走行システムにおける周辺車両への情報提供に関する一検討	加藤晋(産総研), 津川定之(名城大学)	無
31	2010.10 発表予定	第 17 回 ITS 世界会議	DEVELOPMENT OF HUMAN MACHINE INTERFACE FOR PLATOONING SYSTEMS - Fundamental Proposal of HMI for Risk Avoidance-	加藤晋(産総研), 津川定之(名城大学)	有
32	2010.10.25	第 17 回 ITS 世界会議	BIO-SIGNAL INDICES TO EVALUATE DRIVER STRESS OF AUTOMATIC PLATOONING	Rencheng Zheng, Shigeyuki Yamabe, Kimihiro Nakano, Hiroki Nakamura, Masahiko Aki, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	有
33	2010.10.27 発表予定	第 17 回 ITS 世界会議	The Trajectory Generation Method for Autonomous Vehicle Driving System	山岬健一、藤田貴司、 佐藤彰典(日本電気)	有
34	2010.10.27 発表予定	第 17 回 ITS 世界会議	Autonomous Driving Based on LQ Path Following Control and Platooning with Front and Rear Information	杉町敏之, 吉田順, 平田祐也, 深尾隆則 (神戸大学), 鈴木儀匡, 青木啓二 (日本自動車研究所)	有
35	2010.10.27 発表予定	第 17 回 ITS 世界会議	Inter Vehicle Communication for Truck Platooning(2nd Report)	関馨 (日本自動車研究所), 浜口雅春(沖電気工業)	有
36	2010.10.27 発表予定	第 17 回 ITS 世界会議	Development of Automated Platooning System Based on Heavy Duty Trucks	鈴木儀匡 (日本自動車研究所)	無
37	2010.11	情報処理学会	隊列走行における車車間通信(仮)	関馨 (日本自動車研究所)	無
38	採択済み 未刊行 (2010 年度 中刊行予 定)	International Journal of Intelligent Transportation Systems Research	Article title: Automatic Driving Control for Passing through Intersection without Stopping	Manabu OMAE, Takeki OGITSU, Noritsugu HONMA, Keisuke USAMI (Keio Univ.)	有
39	2010 年 掲載待ち	International Journal of ITS Research	Driver Risk Perception and Physiological State During Car-following Experiments Using a Driving Simulator	Hiroki Nakamura, Shigeyuki Yamabe, Kimihiro Nakano, Daisuke Yamaguchi, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	有
40	2010 年 掲載予定	International Journal of Humanoid Robotics	Automated Driving Systems: Common Ground of Automobiles and Robots	津川定之(名城大)	有
41	2010 年 掲載予定	IEEE Communication Magazine	Green ITS with Vehicular Communication	津川定之(名城大学), 加藤晋(産総研)	有

(平成23年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2011.04	日本バーチャルリアリティ学会 サイバースペースと仮想都市研究会	大規模トンネルの高精度3次元デジタル化	阪野貴彦, 小野晋太郎, 佐藤啓宏, 薛亮, 池内克史	無
2	2011.04	自動車技術会 2011年春季大会学術講演会	3次元計測による大規模トンネル内部の高精度デジタルモデル化	阪野貴彦, 小野晋太郎, 佐藤啓宏, 薛亮, 池内克史	無
3	2011.05.17	2011 システム制御情報学会学術講演会	省燃費を実現する隊列走行における不確定性を考慮した車間距離制御	青木崇, 平田祐也, 杉町敏之, 深尾隆則(神戸大学)	有
4	2011.05.19	自動車技術会 2011 年春季大会前刷集, No.58-11, pp.5-10	GNSS/INS と白線検出の融合による自動運転自動車の自己位置推定	魚住剛弘, 菅沼直樹(金沢大学)	無
5	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会前刷集, No.73-11, p.5-8	隊列走行のための先行車両認識アルゴリズムの開発(第2報 マップマッチングに基づく先行車両の認識)	岡田直行, 菅沼直樹, 小池 翔太(金沢大学)	無
6	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	隊列走行における車間距離制御アルゴリズムの研究(第3報)	平田祐也, 杉町敏之, 深尾隆則(神戸大学), 鈴木儀匡(JARI)	有
7	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	トラックの Path Following 制御に基づく自動レーンチェンジ	杉町敏之, 深尾隆則(神戸大学) 鈴木儀匡(JARI)	有
8	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	エネルギーITS における自動運転・隊列走行の技術開発と産総研のパーソナルモビリティロボット技術について	加藤晋(産総研)	無
9	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	大型トラックの前後運動の同定とそのモデル化手法	靱山富士男, 黒木亨, 栗谷川幸代, 景山一郎(日本大学), 金子哲也(大阪産業大学)	無
10	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	自律走行車両のためのドライバモデルおよび車両モデルを考慮した制御目標のリアルタイム生成	金子哲也(大阪産業大学), 栗谷川幸代, 靱山富士男, 景山一郎(日本大学)	無
11	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	大型トラックの前後運動の同定とそのモデル化手法	靱山富士男, 黒木亨, 栗谷川幸代, 景山一郎(日本大学), 金子哲也(大阪産業大学)	無
12	2011.05.20	自動車技術会 2011 年春季大会	隊列走行におけるブレーキシステムの信頼性向上の検討(第2報)	鈴木儀匡, 佐久間淳, 河島宏紀, 石坂宏幸, 安藝雅彦, 中野公彦, 須田義大,	無
13	2011.05.26	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会(Robomec), pp.2A1-Q09, 2011	LIDAR を用いた自動車前方のレーンマーク検出	小池 翔太, 菅沼直樹(金沢大学)	無
14	2011.05	自動車技術会学術講演会前刷集, No.73-11, pp.13-18, 2011-05	ドライビングシュミレータによる自動隊列走行時のドライバの緊急回避行動分析ーエネルギーITS 推進事業の開発ー	鄭仁成, 山邊茂之, 李昇勇, 中野公彦, 安藝昌彦, 須田義大(東京大学生産技術研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
15	2011.05	自動車技術会学術講演会前刷集, No.72-11, pp.21-24, 2011-05	隊列走行におけるブレーキシステムの信頼性向上の検討（第1報） - エネルギーITS推進事業の開発 -	安藝雅彦, 中野公彦, 須田義大, 佐久間淳, 鈴木儀匡, 河島宏紀, 石坂宏幸	無
16	2011.05	The 2nd International Korea-Japan Joint Symposium on Dynamics and Control The 2nd International Korea-Japan Joint Symposium on Dynamics and Control, CD-ROM, May, 2011	Electromyography signal of masseter muscle to evaluate driver stress intensity	Rencheng Zheng, Kimihiko Nakano, Masanori Ohori, Shigeyuki Yamabe, Hiroki Nakamura, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	無
17	2011.05	The 2nd International Korea-Japan Joint Symposium on Dynamics and Control The 2nd International Korea-Japan Joint Symposium on Dynamics and Control, CD-ROM, May, 2011	Driver-vehicle-traffic environment for simulated automatic platooning	Seungyong Lee, Kimihiko Nakano, Shigeyuki Yamabe, Rencheng Zheng, Masahiko Aki, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	無
18	2011.05	Computer Vision and Image Understanding, Vol. 115, Issue 5, pp. 611-619	Disparity Map Refinement and 3D Surface Smoothing via Directed Anisotropic Diffusion	Atsuhiko Banno, Katsushi Ikeuchi	有
19	2011.06.06	Proceedings of the 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), June 5-9, 2011	Precise Position Estimation of Autonomous Vehicle Based on Map-Matching	N.Suganuma, T.Uozumi (Kanazawa Univ.)	有
20	2011.06.27	Okan University Workshop on Intelligent Vehicles and Energy	Energy ITS, its Backgrounds and Automated Truck Platooning	津川定之 (名城大学)	無
21	2011.06.30	IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems,	Energy ITS Program Overview	津川定之 (名城大学)	無
22	2011.06.30	ITS Energy Symposium Vienna, Austria	Highly Automated Platoon System for New Freight Transport on Highway	Keiji Aoki	無
23	2011.06	Proceedings of the IASTED International Conference Computer Vision (CV 2011)	Pedestrian Detection Using HOGVA Feature and Local Pedestrian Classifier	Hiroshi Kasai, Kazunori Onoguchi (Hirosaki Univ.)	有
24	2011.06	日本機械学会第12回「運動と振動の制御」シンポジウム講演論文集, pp.175-180, 2011-6	回避行動分析に基づくブレーキシステムの改良による自動隊列走行時の安全性の評価	中野公彦, 安藝雅彦, 鄭仁成, 山邊茂之, 李昇勇, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 佐久間淳, 鈴木儀匡, 石坂宏幸 (JARI)	無
25	2011.07	Proceedings of International Society of Biomechanics (ISB2011), CD-ROM, July, 2011	Bio-signal indices to evaluate driver's sense of presence by simulated driving experiments	Rencheng Zheng, Kimihiko Nakano, Shigeyuki Yamabe, Seungyong Lee, Masahiko Aki, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	無
26	2011.08.26	平成23年電気学産業応用フォーラム -自動車の自動運転システム-	エネルギーITS推進事業における大型トラック自動隊列走行	青木 啓二 (JARI)	有

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
27	2011.08	Journal of System Design and Dynamics, vol.5-no.5, pp.1-11, 2011-8	Physical Fatigue Comparison of Eco-Driving and Normal Driving	Shigeyuki Yamabe, Rencheng Zheng, Kimihiko Nakano, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	無
28	2011.09.06	FAST-Zero'11	Autonomous Lane Change of a Heavy-duty Truck Based on Path Following Control	Toshiyuki Sugimachi, Takanori Fukao (Kobe Univ.) Yoshitada Suzuki(JARI)	無
29	2011.09.07	First International Symposium on Future Active Safety Technology toward zero-traffic-accident	Lane Mark Detection using On-vehicle LIDAR for Platooning	Mitsuyasu Matsuura, Toshiki Isogai, Takeo Kawai (DENSO CORPORATION)	無
30	2011.09.08	First International Symposium on Future Active Safety Technology toward zero-traffic-accident (FAST-zero'11)	Construction of Human Machine System on Platoon System and Verification of Acceptance	加藤晋, 橋本尚久 (産総研), 津川定之 (名城大学)	無
31	2011.09.14	Proceedings of the SICE annual conference, pp.WeA10-02, 2011	Development of Preceding Vehicle Recognition Algorithm for Lead Vehicle of Autonomous Platooning System Based on Multi Sensor Fusion and Digital Map	Tadayuki Okada, Naoki Suganuma (Kanazawa Univ.)	有
32	2011.09.14	電子情報通信学会 2011 年ソサイエティ大会 (CD-ROM), 基礎・境界講演論文集, AP-2-1, pp. SS-24-SS-25	ITS による自動車交通の省エネルギー化と環境負荷低減	津川定之 (名城大学)	無
33	2011.09.14	電子情報通信学会 2011 年ソサイエティ大会 (CD-ROM), 基礎・境界講演論文集, AP-2-1, pp. SS-26-SS-27	ITS 技術の車両制御における省エネルギーと環境への貢献	加藤晋 (産総研)	無
34	2011.09.28	電子情報通信学会 ITS 研究会	自動運転・隊列走行技術の開発	青木 啓二 (JARI)	無
35	2011.09.29	IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems 2011	An Automated Truck Platoon for Energy Saving	津川定之 (名城大), 加藤晋 (産総研), 青木啓二 (JARI)	有
36	2011.09	自動車技術会論文集, pp.1151-1156, 2011	GNSS/INS と白線検出の融合による自動運転自動車の自己位置推定	魚住剛弘, 菅沼直樹(金沢大学)	有
37	2011.09	日本機械学会論文集 C 編, Vol.77, No.783, pp.4125-4135, 2011	トラックの Path Following 制御に基づく自動運転	吉田順, 杉町敏之, 深尾隆則 (神戸大学)	無
38	2011.09	日本機械学会論文集 C 編, Vol.77 No.781, pp.3290-3299, 2011-09	エコドライブにおけるエコドライブ教示とエコ表示計がドライバの運転動作に与える影響	山邊茂之, 鄭仁成, 中野公彦, 安藝雅彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	有
39	2011.09	日本機械学会 2011 年度年次大会 DVD-ROM 論文集, No.11-1, 2011-09	省エネ運転制御アルゴリズムに関する研究	山口大助, 須田義大, 中野公彦, 安藝雅彦, 鄭仁成, 山邊茂之, 李昇勇, 李曙光 (東京大学生産技術研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
40	2011.09	日本機械学会 2011 年度年次大会 DVD-ROM 論文集, No.11-1, 2011-09	ドライビングシミュレータによるトラック自動隊列走行の模擬	李昇勇, 中野公彦, 山邊茂之, 鄭仁成, 安芸雅彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無
41	2011.10.06	2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems	Development of Braking Systems for Platoon-Driving- Development of Energy-saving ITS Technologies -	Yoshitada SUZUKI, Hiroyuki ISHIZAKA, Atsushi SAKUMA, Hiroki KAWASHIMA, Keiji AOKI, Masahiko AKI, Kimihiko NAKANO, Yoshihiro SUDA	有
42	2011.10.06	2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems	A New Concept of Brake System for ITS Platoon Heavy Duty Trucks and Its Pre-evaluation	Hiroyuki ISHIZAKA, Atsushi Sakuma, Yoshitada Suzuki, Keiji Aoki, Yoshihiro Suda, Kimihiko Nakano, Masahiko Aki	有
43	2011.10.11	SARTRE Workshop	Non-Technical Challenges in the Automated Truck Platoon under Energy ITS Project	津川定之 (名城大学), 青木啓二 (日本自動車研究所)	無
44	2011.10.12	自動車技術会 2011 年秋季大会 前刷集, No.99-11, pp.17-22	追従車両に対する加減速情報の提示効果	加藤晋, 佐藤宏明, 高橋佑介, 橋本尚久 (産総研), 津川定之 (名城大学)	無
45	2011.10.12	自動車技術会 2011 年秋季大会 前刷集, No.99-11, pp.11-16	隊列走行システムのHMIにおける隊列形成支援と受容性検証	加藤晋, 橋本尚久 (産総研), 津川定之 (名城大学)	無
46	2011.10.12	自動車技術会 2011 年秋季大会学術講演会 学術講演会前刷集 No.99-11 p.23~28 セッション名 CO ₂ 低減	周辺交通状態を考慮した縦方向制御の省エネルギー効果に関する研究	小木津武樹, 大前学 (慶應大学)	無
47	2011.10.12	自動車技術会 2011 年秋季大会 前刷集	省エネ速度パターンでの自動運転による燃費改善効果	鶴川洋, 三島康之, 北村高志 (日本自動車研究所)	無
48	2011.10.15	International Task Force on Vehicle- Highway Automation 15th Annual Meeting	An Automated Truck Platoon for Energy Saving	津川定之 (名城大)	無
49	2011.10.17	第 18 回 ITS 世界会議	Design and Evaluation of Transitional Process of Platooning of Heavy-Duty Vehicles	Takeki Ogitsu, Tatsuya Hirano, Manabu Omae (Keio Univ.)	無
50	2011.10.20	第 18 回 ITS 世界会議	Distracted Driver with Advanced Driver Assistance System - Evaluation of Driver's Reaction Time at Automated Driving-	橋本尚久 (産総研), 大前学 (慶應大学), 加藤晋, 松本治 (産総研), 津川定之 (名城大学)	有
51	2011.10.20	第 18 回 ITS 世界会議	DEVELOPMENT OF HUMAN MACHINE INTERFACE FOR PLATOON SYSTEMS - Construction and Acceptance of HMI -	加藤晋, 橋本尚久, 佐藤宏明, 高橋佑介 (産総研), 津川定之 (名城大学)	有

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
52	2011.10.21	Low Carbon Earth Summit 2011	Fully Automated Platoon System for Energy Saving- Development of Energy-saving ITS Technologies -	Yoshitada SUZUKI, Hiroki KAWASHIMA, Keiji AOKI	無
53	2011.10.28	ITS 東大セミナー in ふじのくに	自動運転・隊列走行の開発動向について	青木 啓二	無
54	2011.10	Proceedings of 18 th World Congress on Intelligent Transportation Systems	Lane Marking Recognition for Constructing a Multi-information Map	Yuki Kemuriyama, Kazunori Onoguchi (Hirosaki Univ.)	有
55	2011.10	自動車技術会秋季大会講演論文集, No.105-11, 2011-10, pp.5-8	隊列走行車両のブレーキシステム改良と回避行動分析に基づく安全性評価	安藝雅彦, 鄭仁成, 中野公彦, 山邊茂之, 李昇勇, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡, 佐久間淳 (JARI)	無
56	2011.10	18th World Congress on ITS, CD-ROM, October, 2011	Driver's behaviors of emergent avoidance during automatic platooning by using a driving simulator	Rencheng Zheng, Shideyuki Yamabe, Seungyong Lee, Kimihiko Nakano, Hiroki Nakamura, Masahiko Aki, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	無
57	2011.10	18th World Congress on ITS, CD-ROM, October, 2011	Simulation Platform for Automatic Platooning Using a Driving Simulator	Seungyong Lee, Kimihiko Nakano, Shigeyuki Yamabe, Rencheng Zheng, Masahiko Aki, Yoshihiro Suda (Univ. of Tokyo)	無
58	2011.10	自動車研究, Vol.33, No.10, pp.35-40 (日本自動車研究所所報)	自動運転・隊列走行システムのHMIに関する研究(第3報)ーシステム構成と情報表示の改良, 受容性の基礎検証ー	加藤晋 (産総研)	無
59	2011.10	JACIC 情報	長大・複雑な道路トンネルの詳細な三次元モデリング	小野晋太郎, 阪野貴彦, 佐藤啓宏, 池内克史	無
60	2011.11.05	第10回 ITS シンポジウム 2011	MMAC によるカント適応機構を有する自動操舵制御	青木崇, 杉町敏之, 深尾隆則 (神戸大学) 河島宏紀 (JARI)	有
61	2011.11.19	第54回自動制御連合講演会, pp.1M101, 2011	自動車の自律型自動運転のための全方位レーザを用いた障害物検出	魚住 剛弘, 菅沼 直樹(金沢大学)	無
62	2011.11.19	アドバンティ 2011 シンポジウム	危険感ポテンシャルドライバモデル及び車両運動性能を考慮した自律走行車両のための制御目標生成	杉山 哲, 金子 哲也(大阪産業大学), 栗谷川幸代, 景山 一郎(日本大学)	無
63	2011.11.25	自動車技術会論文集, Vol.42, No.6, November 2011, pp.1303~1308	自律走行車両のためのドライバモデルおよび車両モデルを考慮した制御目標のリアルタイム生成	金子哲也 (大阪産業大学) 栗谷川幸代, 景山富士男 景山一郎 (日本大学)	有
64	2011.11	第10回 ITS シンポジウム 2011 予稿集, CD-ROM, 2011-11	自動隊列走行車両のパラメータ同定	李昇勇, 中野公彦, 安芸雅彦, 山邊茂之, 鄭仁成, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
65	2011.11	第 10 回 ITS シンポジウム 2011 予稿集, CD-ROM, 2011-11	ドライビングシュミレータを用いた複数台のトラックの隊列走行実験	鄭仁成, 山邊茂之, 李昇勇, 中野公彦, 中村弘毅, 安藝雅彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無
66	2011.11	第 10 回 ITS シンポジウム 2011 予稿集, CD-ROM, 2011-11	ドライバの回避行動分析に基づく隊列走行ブレーキシステムと異常時の安全性評価試験	安藝雅彦, 鄭仁成, 中野公彦, 山邊茂之, 李昇勇, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡 (JARI)	無
67	2011.11	第 10 回 ITS シンポジウム 2011 予稿集, CD-ROM, 2011-11	自動運転隊列走行時のドライバ挙動を考慮した隊列車間の検討	山邊茂之, 鄭仁成, 中野公彦, 安芸雅彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無
68	2011.11	第 10 回 ITS シンポジウム 2011	赤外線カメラを用いたトンネル内の自動走行のための非常灯検知	王志鵬, 影澤政隆, 小野晋太郎, 阪野貴彦, 池内克史	無
69	2011.11	第 10 回 ITS シンポジウム 2011	車載レンジセンサーを用いた長大トンネルの 3次元モデリング	薛亮, 小野晋太郎, 阪野貴彦, 大石岳史, 佐藤啓宏, 池内克史	無
70	2011.11	The First Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2011)	Efficient Object Detection by Combining Appearance and Temporal Information of Keypoint Clusters	Zhipeng Wang, Masataka Kagesawa, Shintaro Ono, Atsuhiko Banno and Katsushi Ikeuchi	有
71	2011.12.02	NEDO 省エネルギー技術フォーラム 2011	自動運転・隊列走行技術の研究開発	青木啓二 (JARI)	無
72	2011.12.03	第 44 回日本大学生産工学部 学術講演会	大型車両の運動に与える操舵系剛性の影響	黒木亨, 栗谷川幸代, 萩山富士男, 景山一郎 (日本大学), 金子哲也 (大阪産業大学)	無
73	2011.12.03	第 44 回日本大学生産工学部 学術講演会	高速道路の合流部の意思決定手法の検討に関する研究	山中七皇海, 栗谷川幸代, 景山一郎 (日本大学)	無
74	2011.12.07	第 20 回交通・物流部門大会, 日本機械学会	自律走行車両のための危険感ポテンシャルドライバモデルおよび車両運動性能を考慮した制御目標生成アルゴリズムの開発	杉山 哲, 金子 哲也(大阪産業大学), 栗谷川幸代, 景山 一郎(日本大学)	無
75	2011.12.07	第 20 回交通・物流部門大会, 日本機械学会	大型車の直進性に与える操舵系の影響に関する研究—第 2 報: 車両運動に与える操舵系剛性の影響—	黒木亨, 栗谷川幸代, 萩山富士男, 景山一郎 (日本大学), 金子哲也 (大阪産業大学)	無
76	2011.12.07	第 20 回交通・物流部門大会	高速道路合流部の意思決定アルゴリズムの構築に関する研究—第 1 報: 意思決定手法の検討—	山中七皇海, 栗谷川幸代, 景山一郎 (日本大学)	無
77	2011.12	日本機械学会交通物流部門大会講演会, CD-ROM, 2011-12	隊列走行用大型車のための積載状況に応じた制動試験	安藝雅彦, 中野公彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡 (JARI)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
78	2011.12	日本機械学会交通物流部門大会講演会, CD-ROM, 2011-12	ドライビングシミュレータを用いた短車間距離隊列走行時のドライバ挙動解析	山邊茂之, 鄭仁成, 中野公彦, 李昇勇, 安芸雅彦, 須田義大(東京大学生産技術研究所)	無
79	2011.12	第12回 SICE システムインテグレーション部門講演会(SI2011), pp.2417-2420.	多重情報地図作成の為に道路標示認識	煙山裕季 小野口一則 (弘前大学)	無
80	2012.01.31	産総研本格研究ワークショップ in 中部	トラックの隊列走行の研究開発	加藤晋(産総研)	無
81	2012.02	Proceedings of 1st International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2012), pp.277-283.	Traffic Light Recognition Using Circular Separability Filter	Shodai Horima, Kazunori Onoguchi (Hirosaki Univ.)	有
82	2012.02	環境技術, Vol. 41, No. 2, pp.84-89	高度道路交通システムのCO ₂ 排出削減効果	津川定之(名城大)	有
83	2012.03.08	公益社団法人自動車技術会関東支部2011年度学術研究講演会	隊列走行におけるシステムトラブルに関する安全性について	山口伊織, 栗谷川幸代, 景山一郎(日本大学),	無
84	2012.03.10 (予定)	日本機械学会関東支部第18期総会講演会	大型車の車両運動に与える操舵系の影響に関する研究	黒木亨, 栗谷川幸代, 靱山富士男, 景山一郎 (日本大学), 金子哲也 (大阪産業大学)	無
85	2012.03.25 (予定)	自動車技術会論文集, Vol.43, No.21, March 2012, (予定)	大型トラックの前後運動の同定とそのモデル化手法	靱山富士男, 黒木亨 栗谷川幸代, 景山一郎 (日本大学) 金子哲也(大阪産業大学)	有
86	2012.03	自動車技術会論文集 Vol.43, 掲載予定	隊列走行システムのHMIにおける隊列形成支援と受容性検証	加藤晋, 橋本尚久(産総研), 津川定之(名城大学)	有
87	2012.03	生産研究	Global 3D Modeling and its Evaluation for Large-Scale Highway Tunnel using Laser Range Sensor	Liang Xue, Shintaro Ono, Atsuhiko Banno, Takeshi Oishi, Yoshihiro Sato, Katsushi Ikeuchi	無
88	2012.03	生産研究	Emergency Light Detection in Tunnel Environment by Combining Motion and Appearance Information	Zhipeng Wang, Matasaka Kagesawa, Shintaro Ono, Atsuhiko Banno, Katsushi Ikeuchi	無
89	2012	自動車技術会論文集(掲載予定)	周辺交通状態を考慮した縦方向制御の省エネルギー効果に関する研究	小木津武樹, 大前学 (慶應大学)	有
90	2012	International Journal of ITS Research (掲載予定)	Flexible and Energy-Saving Platooning Control Using a Two-Layer Controller	Manabu Omae, Noritsugu Honnma, Keisuke Usami	有

(平成24年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2012.05	システム制御情報学会研究発表講演会	隊列走行における隊列形成制御	杉町敏之, 深尾隆則 (神戸大学), 鈴木儀 匡(JARI)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
2	2012.05	自動車技術会春季大会	Path Following における操舵制御ゲインのセルフチューニング	杉町敏之, 深尾隆則 (神戸大学), 鈴木儀匡, 河島宏紀 (JARI)	無
3	2012.05	ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012	自動運転車のファジィ推論を応用したセルフゲインチューニング	有尾 拓誠, 杉町 敏之, 深尾 隆則 (神戸大学), 河島 宏紀 (JARI)	無
4	2012.05	Proceedings of the 26th International Electric Vehicle Symposium	Energy-Saving Effect of Longitudinal Control Algorithm based on Traffic State of Electric Vehicles	Takeki Ogitsu, Manabu Omae	有
5	2012.05.	自動車技術会学術講演会前刷集 No.19-21	トラック自動隊列走行を模擬するドライビングシュミレータシステムの構築	鄭仁成, 山邊茂之, 中野公彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 高木隆史, 川原禎弘 (JTEKT)	無
6	2012.05.	自動車技術会学術講演会前刷集 No.19-21	自動隊列走行制御に向けた大型トラックの急制動試験による安全性評価	安藝雅彦, 中野公彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡 (JARI)	無
7	2012.05	自動車技術会学術講演会前刷集 No.19-21	自動隊列走行制御に向けたトラックの重量および重心位置推定	李昇勇, 安藝雅彦, 大堀真敬, 中野公彦, 山邊茂之, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡 (JARI)	無
8	2012.05.21	システム制御情報学会 第56回研究発表講演会	自律走行車両の周辺環境の危険ポテンシャルに基づいた目標軌跡生成アルゴリズム	杉山 哲 (大阪産業大学) 金子哲也 (大阪産業大学) 栗谷川幸代 (日本大学) 榎山富士男 (日本大学) 景山一郎 (日本大学)	無
9	2012.05.22	自動車技術会学術講演会 2012 春季大会	自律走行車両のためのドライバモデルおよび車両モデルを考慮した制御目標のリアルタイム生成 (第 2 報) - 車両周辺環境の動的変化に対応した目標軌跡生成 -	杉山 哲 (大阪産業大学) 金子哲也 (大阪産業大学) 栗谷川幸代 (日本大学) 榎山富士男 (日本大学) 景山一郎 (日本大学)	無
10	2012.05.23	自動車技術会学術講演会 2012 春季大会	追従車両に対する加減速情報の提示効果 その 2. 追従車両の被験者実験と考察	佐藤宏明 (産総研), 齊藤裕一 (産総研), 橋本尚久 (産総研), 津川定之 (名城大), 加藤晋 (産総研)	無
11	2012.05.29	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 (Robomec), pp.2P1-S06, 2012	隊列走行のための先行車両認識アルゴリズムの開発	小池 翔太, 菅沼 直樹 (金沢大学)	無
12	2012.05.29	ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012	高速道路における長大なトンネルの三次元計測と評価	小野晋太郎, 薛亮, 阪野貴彦, 大石岳史, 佐藤啓宏, 池内克史 (東大)	無
13	2012.06	光技術コンタクト	自動隊列走行におけるレーザーレーダの活用	山田 善之 (日本自動車研究所), 松浦 充保 (デンソー)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
14	2012.06.17	Japan-Portugal Cooperation Seminar on Smart Communities	Benefits of ITS to Energy Saving and Environment Protection	Sadayuki Tsugawa (Meijo University)	無
15	2012.07.05	システムブラーニング講義	自動運転・隊列走行技術の開発	青木 啓二 (日本自動車研究所)	無
16	2012.07.09	第 17 回産総研・新技術セミナー in 盛岡	I Tを活用したトラックの協調走行・自動運転による隊列走行の研究開発	加藤晋 (産総研)	無
17	2012.07.24	IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety 2012	Development on indicating system of information of deceleration intention to following vehicle - Suggestion and fundamental experiment -	Yuichi Saito (産総研), Naohisa Hashimoto (産総研), Sadayuki Tsugawa (名城大), Shin Kato (産総研)	無
18	2012.07.24	IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety 2012	Preliminary Experiments about Following Distance for Obtaining Benefit under Some Conditions	Naohisa Hashimoto (産総研), Shin Kato (産総研), Yuichi Saito (産総研), Sadayuki Tsugawa (名城大)	有
19	2012.07.25	TRB Road Vehicle Automation Workshop	Energy ITS: What We Learned and What We should Learn	Sadayuki Tsugawa (Meijo University)	無
20	2012.08	SICE Annual Conference 2012	Autonomous Steering Control with Adaptive Mechanism by MMAC	Takashi Aoki, Toshiyuki Sugimachi, Takanori Fukao (Kobe University), Hiroki Kawashima (JARI)	有
21	2012.08	第 15 回画像の認識・理解シンポジウム	路面標示認識に基づく車線推定	安田竜規, 小野口一則 (弘前大学)	無
22	2012.09	Journal of Mechanical Engineering and Automation	Experimental Study under Real-World Conditions to Develop Fault Detection for Automated Vehicles	Naohisa Hashimoto (産総研), Shin Kato (産総研), Umit Ozguner(OSU), Masashi Yokozuka(産総研), Osamu Matsumoto (産総研), Sadayuki Tsugawa (名城大)	有
23	2012.09	電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集	円形分離度フィルタを用いた信号灯認識に関する研究	堀間翔大, 小野口一則 (弘前大学)	無
24	2012.09	電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集	路面標示認識に基づく車線推定	安田竜規, 小野口一則 (弘前大学)	無
25	2012.09	日本機械学会年次大会 No.12-1	自動隊列走行車両の安全性向上のためのブレーキ開発	須田義大, 安藝雅彦, 中野公彦 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡 (JARI)	無
26	2012.09	日本機械学会 Dynamic and Design Conference 2012 USB 論文集 No.12-12	隊列走行車両の状態とヨー貫性モーメント推定	李昇勇, 中野公彦, 安藝雅彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無
27	2012.09.12	Proceedings of The 11th International Symposium on Advanced Vehicle Control AVEC'12 in Korea	Development of Algorithm for Real-time Generation of Control Target in Driver Model and Vehicle Dynamics for Autonomous Vehicle	Tetsuya Kaneko, (Osaka Sangyo Univ.) Yukiyo Kuriyagawa, Fujio Momiyama, Ichiro Kageyama (Nihon Univ.)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
28	2012.09.12	Proceedings of The 11th International Symposium on Advanced Vehicle Control AVEC'12 in Korea	Construction of algorithm for decision making at the junctions of highways	Naomi Yamanaka,(Nihon Univ.)Tetsuya Kaneko, (Osaka Sangyo Univ.) Yukiyo Kuriyagawa, Fujio Momiyama, Ichiro Kageyama (Nihon Univ.)	無
29	2012.09.18	IEEE ITSC 2012 (Intelligent Transportation Systems Conference)	Development of Deceleration Intention Indicating System of Forward Vehicle: Effect of the System	齊藤裕一（筑波大）, 橋本尚久（産総研）, 津川定之（名城大）, 加藤晋（産総研）	有
30	2012.09.19	日本ロボット学会学術講演会	マルチレイヤ型 LIDAR を用いた車両周辺環境認識-Scan Matching による Ego-motion 推定-	菅沼 直樹, 小池 翔太 (金沢大学)	無
31	2012.09.21	日本機械学会 機械力学・計測制御部門講演会 (D&D2012)	マルチレイヤ型 LIDAR を用いた周辺環境認識	小池 翔太, 菅沼 直樹 (金沢大学)	無
32	2012.10	第 19 回 ITS 世界会議	Lane Estimation based on Lane Marking Recognition	Tasunori Yasuda, Kazunori Onoguchi (Hirosaki Univ.)	有
33	2012.10	ITS World Congress 2012	Control Algorithms of Platooning in Energy ITS Project	Takanori Fukao (Kobe University)	無
34	2012.10	ITS World Congress 2012	Autonomous lane change of heavy-duty trucks based on path following control	Toshiyuki Sugimachi, Takanori Fukao (Kobe University), Yoshitada Suzuki, Hiroki Kawashima (JARL)	有
35	2012.10	19 th ITS World Congress	Evaluation of safety of automatic platoon-driving with improved brake system	Masahiko Aki, Rencheng Zheng, Kimihiko Nakano, Shigeyuki Yamamabe, Seung-Yong Lee, Yoshihiro Suda (University of Tokyo), Yoshitada Suzuki, Hiroyuki Ishizaka(JARI)	無
36	2012.10	19 th ITS World Congress	Analysis on behaviors of a driver in the system failure in forming automatic platooning of trucks from manual driving	Shigeyuki Yamabe, Rencheng Zheng, Kimihiko Nakano, Yoshihiro Suda(University of Tokyo), Takafumi Takada, Sadahiro Kawahara(JTEKT)	無
37	2012.10	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	大型トラックの自動操舵制御ゲインのファジィ推論に基づくセルフチューニング	有尾 拓誠, 杉町 敏之, 深尾 隆則 (神戸大学), 河島 宏紀 (JARL)	無
38	2012.10	自動車技術会学術講演会前刷集 No.97-12	トラックドライビングシュミレータを用いたオーバーライドによるドライバの緊急回避行動分析ーエネルギー I T S 推進事業の開発ー	鄭仁成, 山邊茂之, 中野公彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無
39	2012.10	自動車技術会学術講演会前刷集 No.97-12	トラック自動隊列走行形成時の危機事象に対するドライバの回避行動分析	山邊茂之, 鄭仁成, 中野公彦, 李 昇勇, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
40	2012.10	自動車技術会学術講演会前刷集 No.140-12	走行車両のヨー慣性モーメントの同定と車両状態量の推定	李昇勇, 大堀真敬, 中野公彦, 安藝雅彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所)	無
41	2012.10	自動車技術会学術講演会前刷集 No.140-12	自動隊列走行制御におけるトラック積載量混在条件下の安全性評価	安藝雅彦, 中野公彦, 須田義大 (東京大学生産技術研究所), 石坂宏幸, 鈴木儀匡 (JARI)	無
42	2012.10.03	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	高速道路合流部の意思決定アルゴリズム構築に関する研究	山中七皇海 (日本大学) 栗谷川幸代 (日本大学) 金子哲也 (大阪産業大学) 靱山富士男 (日本大学) 景山一郎 (日本大学)	無
43	2012.10.03	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	大型トラックの隊列走行システムのための衝撃吸収バンパーの開発	加藤晋 (産総研), 橋本尚久 (産総研), 津川定之 (名城大学)	無
44	2012.10.05	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	ドライバの減速意図を後続車へ提示するシステムの提案と効果検証	齊藤裕一 (産総研), 佐藤宏明 (産総研), 橋本尚久 (産総研), 加藤晋 (産総研)	無
45	2012.10.05	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	追従車両に対する加減速情報の提示効果 その3: 実走行実験による評価検証およびドライバ特性に応じた教示の効果	佐藤宏明 (産総研), 齊藤裕一 (産総研), 橋本尚久 (産総研), 津川定之 (名城大), 加藤晋 (産総研)	無
46	2012.10.05	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	車両周辺環境の変化に対応した危険感ポテンシャルと車両運動性能を考慮した自律走行のための制御目標生成	金子 哲也 (大阪産業大学), 杉山 哲 (大阪産業大学大学院), 栗谷川 幸代 (日本大学), 靱山 富士男 (日本大学), 景山 一郎 (日本大学)	無
47	2012.10.05	自動車技術会学術講演会 2012 秋季大会	路面カント・曲率を考慮した隊列走行・自動運転トラックの横運動モデル	靱山富士男 (日本大学), 鈴木儀匡 (日本自動車研究所), 金子哲也 (大阪産業大学), 栗谷川幸代, 景山一郎 (日本大学)	無
48	2012.10.21	Proceedings of International Task Force on Vehicle-Highway Automation 16th Annual Meeting	Recent Progress and Near Future Plan of Energy ITS	Sadayuki Tsugawa (Meijo University)	無
49	2012.10.22	Energy ITS Workshop on Automated Truck Platooning	Vehicle-to-Vehicle Communication for Truck Platooning	星名 悟 (OKI)	無
50	2012.10.23	Proceedings of 19th ITS World Congress	Development of Impact-Absorbing Bumper for Truck Platooning System	Shin Kato (産総研), Sadayuki Tsugawa (名城大)	有
51	2012.10.24	電気学会第 29 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム 企画セッション「グリーンセンサ」	業務用車両の省燃費化を狙ったセンサと制御システム	大原淳士, 加藤久弥, 安部克則, 高須賀直一, 磯貝俊樹 (株式会社デンソー)	無
52	2012.10.24	19th ITS World Congress	Vehicle-to-Vehicle Communication for Truck Platooning	星名 悟 (OKI)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
53	2012.10.24	19 th ITS World Congress	Current Activities on Energy ITS for the Automated Truck Platoon	青木 啓二(日本自動車研究所)	有
54	2012.10.24	Proceedings of 19th ITS World Congress	Overview of Platooning Systems	Carl Bergenhem (SP), Henrik Pettersson (Scania), Erik Coelingh (Volvo), Cristofer Englund (Viktoria Institute), Steven Shladover (California PATH), Sadayuki Tsugawa (Meijo University)	有
55	2012.10.24	Proceedings of 19th ITS World Congress	Influence of acceleration-and-deceleration information to following vehicle	Hiroaki Sato (産総研), Yuichi Saito (産総研), Naohisa Hashimoto (産総研), Shin Kato (産総研),	有
56	2012.10.25	Proceedings of 19th ITS World Congress	AN EXPERIMENTAL STUDY ON APPROPRIATE DISTANCE FOR DRIVER ON PLATOONING - RELATIONSHIP DRIVER'S FEATURE, DISTANCE AND BENEFIT-	Naohisa Hashimoto (産総研), Shin Kato (産総研), Yuichi Saito (産総研), Sadayuki Tsugawa (名城大)	有
57	2012.10.25	Proceedings of 19 th World Congress on Intelligent Transportation Systems	Preceding vehicle recognition for lead vehicle of fully automated platooning trucks based on multi-sensor fusion	Shota Koike, Naoki Suganuma(Kanazawa University)	有
58	2012.10.26	第 19 回 ITS 世界会議	Global 3D Modeling and its Evaluation for Large-Scale Highway Tunnel using Laser Range Sensor	Shintaro Ono, Liang Xue, Atsuhiko Banno, Takeshi Oishi, Yoshihiro Sato, Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	有
59	2012.11	第 56 回宇宙科学技術連合講演会	準天頂衛星システムにおける補強と補完の相乗効果	宮雅一、島嘉宏、島光秀、齋藤雅行、瀧口純一(三菱電機)、浅里幸起(財団法人衛星測位利用推進センター)	無
60	2012.11	アドバンティ 2012 シンポジウム講演論文集	トラックの 4 台隊列走行システムの開発	杉町敏之, 深尾隆則(神戸大学), 鈴木儀匡, 河島宏紀 (JARI)	無
61	2012.11	アドバンティ 2012 シンポジウム講演論文集	トラックの協調型 ACC のための車間距離制御に関する研究	大前学, 小木津武樹, 福田亮子, 江文博(慶應義塾大学)	無
62	2012.11.11	アドバンティ 2012 シンポジウム講演論文集	大型車両の自律走行車両のための制御目標生成アルゴリズム	金子哲也(大阪産業大学) 栗谷川幸代(日本大学) 榎山富士男(日本大学) 景山一郎(日本大学)	無
63	2012.11.15	アジア・太平洋異分野国際研究会議 2012	The Automated Truck Platoon on Energy ITS Project	青木 啓二(日本自動車研究所)	無
64	2012.11.16	NEDO 省エネルギー技術フォーラム 2012	協調走行自動運転に向けた研究開発	青木 啓二(日本自動車研究所)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
65	2012.11.26	電子情報通信学会 ITS 研究会・ワイドバンドシステム研究	追従車両に対する加減速情報の提示効果－被験者実験による運転への影響の考察－	佐藤宏明（産総研）， 齊藤 裕一（産総研）， 橋本尚久（産総研）， 伊丹誠（東京理科大学）， 加藤晋（産総研）	無
66	2012.12	第 45 回日本大学生産工学部学術講演会	隊列走行時の大型トラックの衝突安全性に関する研究	山口伊織，栗谷川幸代（日本大学），金子哲也（大阪産業大学），景山一郎（日本大学）	無
67	2012.12	The fourth Asia Oceania Regional Workshop on GNSS	Synergistic effects of the GPS complementary signal and the augmentation signal in Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)	瀧口純一（三菱電機）	無
68	2012.12	日本機械学会第 21 回交通・物流部門大会講演論文集 No.12-79	絶対速度を利用した大型車両のヨー慣性モーメントの推定	李昇勇，中野公彦，大堀真敬（東京大学生産技術研究所）	無
69	2012.12	日本機械学会第 21 回交通・物流部門大会講演論文集 No.12-79	トレーラ型トラックの自動運転に向けた計測環境構築と長期計測試験	安藝雅彦，中野公彦，須田義大（東京大学生産技術研究所），岸波友紀（大同信号），高須賀直一，磯貝俊樹，川合健夫（デンソー），小野ロー則（弘前大学），青木啓二（JARI）	無
70	2012.12	日本機械学会第 21 回交通・物流部門大会講演論文集 No.12-79	トラック自動運転隊列走行のためのドライビングシュミレータ構築に関する研究	山邊茂之，鄭仁成，中野公彦，須田義大（東京大学生産技術研究所）	無
71	2012.12	第 11 回 ITS シンポジウム 2012 論文予稿集	トラックドライビングシュミレータを活用した隊列走行時のドライバ行動に関する研究	山邊茂之，鄭仁成，中野公彦，須田義大（東京大学生産技術研究所）	無
72	2012.12	第 11 回 ITS シンポジウム 2012 論文予稿集	自動隊列走行における保安ブレーキシステムの開発	安藝雅彦，中野公彦，須田義大（東京大学生産技術研究所）	無
73	2012.12	第11回ITSシンポジウム 2012論文予稿集	トレーラ型トラックの専用道路における自動運転に向けた長期計測試験	安藝雅彦，中野公彦，須田義大（東京大学生産技術研究所），岸波友紀，高須賀直一，磯貝俊樹，川合健夫（デンソー），小野ロー則（弘前大学），青木啓二（JARI）	無
74	2012.12	ITS シンポジウム 2012	隊列走行における前方車追従自動操舵制御	青木 崇，杉町 敏之，深尾 隆則（神戸大学），山田 善之，河島宏紀（JARI）	無
75	2012.12.01	創設 60 周年記念 第 45 回学術講演会	高速道路合流部の意思決定アルゴリズム構築について	山中七皇海（日本大学） 栗谷川幸代（日本大学） 金子哲也（大阪産業大学） 榎山富士男（日本大学） 景山一郎（日本大学）	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
76	2012.12.11	特定非営利活動法人（NPO法人）九州組込みソフトウェアコンソーシアム ITS 実証実験説明会	協調走行（自動運転）に向けた研究開発の概要	野本 和則（日本自動車研究所）	無
77	2012.12.12	Proceedings of FORMS/FORMAT 2012: 9 th Symposium on Formal Methods for Automation and Safety in Railway and Automotive Systems, pp.71-80	Decision Process for Handling Operations against Device Failures in Heavy Duty Trucks in a Platoon	Takeki Ogitsu, Ryoko Fukuda, Wen-Po Chiang, Manabu Omae, Shin Kato, Naohisa Hashimoto, Keiji Aoki, Sadayuki Tsugawa	有
78	2012.12.13	第 11 回 ITS シンポジウム	自動運転・隊列走行の成果	青木 啓二（日本自動車研究所）	無
79	2012.12.13-14	第 11 回 ITS シンポジウム 講演論文集, CD-ROM	同報通信を用いたトラックの協調型 ACC の交換情報と制御手順	大前学, 小木津武樹, 福田亮子, 江文博	無
80	2012.12.14	デンスーテクニカルレビューVol.17	隊列走行におけるレーザレーダ白線検知技術	松浦充保, 磯貝俊樹, 高須賀直一, 吉田大輝（株式会社デンスー）	無
81	2012.12.19	第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	高速追従走行時の車間距離に関する実験的考察-運転者としての距離, 乗客としての（システムによる走行）距離及びドライバ属性・特性との関係-	橋本 尚久（産総研）, 佐藤 宏明（産総研）, 加藤 晋（産総研）, 津川 定之（名城大）	無
82	2013	自動車技術会論文集, Vol.44, No.1, pp.185-191.	周辺交通状態を考慮した進行方向速度制御の省エネルギー効果に関する研究(第 2 報)	小木津武樹, 大前学（慶應義塾大学）	有
83	2013	自動車技術会論文集, Vol.44, No.2（掲載予定）	周辺交通状態を考慮する省エネ走行制御システムの電気自動車への適用に関する研究	小木津武樹, 大前学（慶應義塾大学）	有
84	2013.01	計測自動制御学会論文集	多重情報地図構築のための路面標示自動認識	煙山裕希, 小野口一則	有
85	2013.01	自動車技術会論文集, Vol.44, No.1, pp.193-198	トラックの Path Following 制御に基づく自動レーンチェンジ	杉町敏之, 深尾隆則（神戸大学）, 鈴木儀匡(JARI)	有
86	2013.01.05	The 7th International Workshop on Robust Computer Vision	Global 3D Modeling and Evaluation for Long Highway Tunnel	Shintaro Ono, Liang Xue, Atsuhiko Banno, Takeshi Oishi, Yoshihiro Sato, Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	無
87	2013.01.05	The 7th International Workshop on Robust Computer Vision	Emergency Light Detection in Tunnel Environment	Zhipeng Wang, Masataka Kagesawa, Shintaro Ono, Atsuhiko Banno and Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)	無
88	2013.01.14	92th TRB Annual Meeting	An Automated Truck Platoon within Energy ITS	Sadayuki Tsugawa (Meijo University)	無
89	2013.02.19	電子情報通信学会 ITS 研究会 技報, vol. 112, no. 433, ITS2012-51, pp. 299-304	車載レンジセンサによる高速道路の長大トンネルの三次元モデリングと評価 ～ 高密度計測と絶対位置合わせ ～	小野晋太郎, 薛 亮, 阪野貴彦, 大石岳史, 佐藤啓宏, 池内克史(東京大学)	無
90	2013.03	自動車技術会論文集, Vol.44, No.3	大型トラックの自動操舵制御ゲインのファジィ推論に基づくセルフチューニング	有尾 拓誠, 杉町 敏之, 深尾 隆則, 河島 宏紀(JARI)	有
91	2013.03	情報処理学会誌 54 巻 4 号	自動運転・隊列走行の実現に向けて-自動運転技術の開発状況について-	青木 啓二（日本自動車研究所）	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者（所属）	査読
92	2013.03.25	自動車技術会論文集 Vol. 44, No. 2, March 2013	車両周辺環境の変化に対応した危険 感ポテンシャルと車両運動性能を考 慮した自律走行のための制御目標生 成	金子哲也（大阪産業大 学）、杉山哲（大阪 産業大学大学院）、 栗谷川幸代、 靱山富 士男、 景山一郎（日 本大学）	有
93	2013.03.25	自動車技術会論集 Vol. 44, No. 2, March 2013	路面カントおよび曲率を考慮した自 動運転トラックの横運動モデル	靱山富士男（日本大 学）、鈴木儀匡（日本自 動車研究所）、金子哲也 （大阪産業大学）、栗谷 川幸代、景山一郎（日本 大学）	有

3. 受賞

番号	名称	発表タイトル	内容（概要）	受賞者
1	自動車技術会 2009 年 秋季大会学術講演会 優秀講演発表賞 (2009 年 10 月)	走行経路の適応的選 択に基づく自動運転 自動車の開発	本論文では車載センサにより認識した周辺環境情 報を基に、高速で走行する自動車が障害物に衝突 せずに安全に走行可能な滑らかな経路をリアルタ イムに計算する手法を提案した。また、実物の自 動車のステアリング、スロットル、ブレーキ、シ フトレバーにアクチュエータを搭載し、車載した レーザレンジファインダにより障害物を検出する ことで、当該アルゴリズムを用いて実際にリアル タイムで自動運転が可能であることを検証した。	菅沼直樹 (金沢大学)
2	ITS シンポジウム 2009 広島 ベストポスター賞 (2009 年 12 月)	自動車の自動運転に おける交差点走行制 御に関する研究	自動車の自動運転における交差点走行時の省エネ ルギー化を実現するためのノンストップ走行制御 技術を提案した。自動運転車同士が交差点に進入 する際に同時に進入できない条件を交差パター ン毎に整理した。さらに、同時に進入できない場 合の制御として、車車間通信を利用した仮想隊列 走行制御による交差点走行制御を提案し、小型電 気自動車を用いた実車実験にて、その有効性を確 認した。	大前学 (慶應義塾大 学)
3	精密工学会 ViEW2009 ビジ ョン技術の実利用ワ ークショップ優秀論文 賞：画像応用技術専 門委員会 小田原賞	高速撮像による外来 光除去技術	屋外の光環境変化にロバストなビジョンセンサシ ステムの構築を目的とした。光への依存性が高い ビジョンセンサゆえに発生する光環境変化の影響 を排除するため、高速カメラに投光器を組合せ、 周波数空間で太陽や照明等の外来光と投光器の光 を分離し、投光器の光成分だけを画像化すること で光環境変化（西日、影、対向車ヘッドライト、 夜間等）の影響を受けないビジョンセンサを提案 した。さらに試作装置を用いた評価実験により屋 外でも所望の機能を実現できることを示した。	西内秀和、 中村光範、 三ツ石広 喜、 佐藤宏、 クライソ ン トロン ナム チャイ (日産自動車)
4	第 12 回 画像の認 識・理解シンポジウ ム、 インタラクティブ セッション賞 (MIRU2009)	複数系列の車載全方 位カメラ画像の対応 付けによる広域都市 モデル構築	車載ビデオカメラによって収集した複数系列デー タから広域都市モデルを構築する	松久亮太 川崎洋 小野晋太郎 阪野貴彦 池内克史 (東京大 学)

番号	名称	発表タイトル	内容（概要）	受賞者
5	計測自動制御学会関西支部若手研究発表会 2009 優秀発表賞	後方車両との車間距離利用の有無による隊列走行への影響	隊列走行における車間距離制御において、前方車両の車間距離のみを用いる場合と後方車両の車間距離も用いる場合について、理論的解析とシミュレーションによる実験を行い、モデル化誤差がある場合に後方車両の車間距離を用いる方が制御性能が優れていることを明らかにした。	平田祐也 (神戸大学)
6	自動車技術会 2011 年春季大会学術講演会 優秀講演発表賞 (2011 年 5 月)	トラックの Path Following 制御に基づく自動レーンチェンジ	現在、NEDO のエネルギー ITS 推進事業では自動運転・隊列走行システムが開発されている。本研究では、Path Following 制御によるレーンチェンジ手法と画像センサと推定とを組み合わせた自己位置推定法の提案を行った。また、実車を用いた制御性能の評価実験を実施し、その有効性を確認した。	杉町 敏之 (神戸大学)
7	第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2011) 優秀講演賞 (2011 年 12 月)	多重情報地図作成のための道路標示認識	画像から路面標示をビデオレートで自動認識する手法を提案した。	煙山裕季 小野口一則 (弘前大学)
8	第 19 回 ITS 世界会議 Best Paper Award (2012 年 10 月)	Global 3D Modeling and its Evaluation for Large-Scale Highway Tunnel using Laser Range Sensor	長大トンネルの高精度 3 次元地図を作成する技術を開発し、出来上がった 3 次元地図が相対誤差がトンネル長比 0.1% の精度であることを確認した。	Shintaro Ono、Liang Xue、Atsuhiko Banno、Takeshi Oishi、Yoshihiro Sato、Katsushi Ikeuchi (Univ. of Tokyo)

4. 新聞記事等

番号	日付	媒体	内容（概要）
1	2008.11.11	日経産業新聞	2030 年への挑戦 次世代産業技術 高度道路交通システム(上) 車の周囲、無線で検知
2	2008.11.12	日経産業新聞	2030 年への挑戦 次世代産業技術 高度道路交通システム(下) 自動運転へ立体地図
3	2009.01.16	テレビ東京 ワールドビジネスサテライト	隊列走行の実現 ITS による CO2 低減効果の評価
4	2009.01.19	朝日新聞 (夕刊)	トラック隊列でエコ運転実験へ 無線で連結
5	2009.01.19	化学工業日報	エネルギー ITS 推進事業紹介
6	2009.04.12	日本経済新聞	IT で賢いクルマ生活 センサーで安全 隊列組み CO2 減
7	2009.06.26	交通毎日新聞	自動隊列走行開発へ JARI ITS 成果発表
8	2009.07.06	日本経済新聞	温暖化ガス 15%削減への道(下) カギ握る革新技術 「50 年に半減」へ官民総力
9	2010.07.21	日刊自動車新聞	ITS 実証実験を本格化 社会還元加速プロジェクト モデル路線・都市で 政府

10	2013.02.25	Response	NEDO、大型トラックの隊列走行実験に成功...車間 4m
11	2013.02.25	Lnews	NEDO／大型トラックの自動運転・隊列走行実験に成功
12	2013.02.25	日本経済新聞	車が隊列組み自動運転する技術 NEDO 走行試験
13	2013.02.26	日刊工業新聞	NEDO、自動走行車両を披露－隊列の車間距離を維持
14	2013.02.26	日刊工業新聞社ロボナブル	NEDO、トラックの自動走行車両を披露、速度変化に対応して隊列走行
15	2013.02.26	MONOist	大型トラックが時速 80km／車間距離 4m で自動隊列走行、燃費向上効果は 15%以上
16	2013.02.26	朝日新聞	NEDO、自動走行車両を披露－隊列の車間距離を維持
17	2013.02.26	Logistics	NEDO、大型トラックを 4メートル間隔で自動走行
18	2013.02.26	Searchina	大型トラックが自動で隊列運転走行 NEDO、交通分野の省エネ実験に成功
19	2013.02.26	環境ビジネスオンライン	大型トラックが自動で隊列運転走行 NEDO、交通分野の省エネ実験に成功
20	2013.02.26	茨城新聞	車間距離 4m でエコドラトラック隊列 自動走行公開 つくばで実験 NEDO
21	2013.02.26	日経産業新聞	トラック 隊列で自動運転 NEDO 車間距離 4m 維持
22	2013.02.26	日刊自動車新聞	トラック自動運転・隊列走行 テストコースで披露 NEDO 30年までに実用化

プロジェクトで作成したソフトウェア一覧

	項目	詳細項目	内容	関係組織
1	自動操舵	CCD カメラによる白線認識アルゴリズム	車間距離が極端に短い場合、先行車により視界が遮られ、白線を捉えることが困難であるため、従来の前方カメラに代えて車両前後部の側面上部に下向きに設置し、この側方カメラから得られる画像を用いて白線を検出する白線認識アルゴリズムを開発した。前方画像とことなり白線長さが短いため、白線幅や道路と白線の明暗のパターン情報を用いて白線を認識するアルゴリズムを開発した。	弘前大学
2	自動操舵	実道路環境データを利用した白線認識アルゴリズム	一般道を含む実道路環境では、様々な種類の区画線が存在するため、実線以外の区画線も検出対象に含める必要がある。しかし、側方カメラはカメラ直下の狭い領域しか撮像できないという問題点を抱えている。この問題を解決するため、予め道路の区画線情報を記憶した地図データベースを用意しておき、この情報を GPS の位置情報から参照し、白線認識に用いるアルゴリズムを開発した。	弘前大学
3	自動操舵	トラッキング制御アルゴリズム	隊列走行システムは、白線認識技術を用いて走行レーンの白線を認識し、認識した白線を自動追従走行する車両横方向制御を行っているが、積雪や白線の磨耗等、様々な理由により白線を検知できない場合、車線維持制御ができない。このため白線検知できないケースにおける横方向制御の補間手段として、車両前方に搭載した LIDAR を用いて自車との相対的な先行車の走行位置を検出し、先行車の軌跡を追従するトラッキング制御アルゴリズムを開発した。	神戸大学 JARI
4	自動操舵	位置推定アルゴリズム	隊列走行システムは、白線認識技術を用いて走行レーンの白線を認識し、認識した白線を自動追従走行する車両横方向制御を行っているが、積雪や白線の磨耗等、様々な理由により白線を検知できない場合、車線維持制御ができない。このため白線検知できないケースにおける横方向制御の補間手段として、車両に搭載した GPS と車輪パルスおよびジャイロセンサを用いて車両の走行位置を高精度に推定する位置推定アルゴリズムを開発し、道路地図と連動した車線維持制御アルゴリズムを開発した。	JARI
5	自動操舵	車線維持制御アルゴリズム	高精度な車線維持制御性を実現するため、横偏差と回頭角をフィードバックする制御と道路のカントと曲率およびヨーレートをを用いた車線制御アルゴリズムを開発した。	神戸大学
6	自動操舵	セルフチューニング方車線維持制御アルゴリズム	車線維持制御アルゴリズムにおいて横偏差と回頭角を用いてフィードバック制御する場合、各制御ゲインを人間が実験によりパラメータ調整をおこなう必要があるが、この調整を偏差のずれ特性を解析しファジー推論を用いて自動的に調整するセルフチューニング方車線維持制御アルゴリズムを開発した。	神戸大学 JARI

7	自動操舵	道路線形適応型車線維持制御アルゴリズム	道路線形情報を用いて車線維持制御をおこなっているが道路線形情報に不整合が生じた場合や、事前に正確な道路線形情報が得られなかった場合、制御性が大幅に低下する。このため制御状態に必要な道路線形を推定し、車線維持制御をおこなう道路線形適応型車線維持制御アルゴリズムを開発した。	神戸大学
8	自動操舵	横偏差入力選択アルゴリズム	車線維持制御では、CCD カメラ、レーザ、トラッキングといった3つの横方向入力を用いて制御を行なっているが、どの横偏差入力を使用するかを入力選択アルゴリズムを開発した。アルゴリズムの内容は CCD、レーザ、トラッキングと優先度を持たせると共に、各入力値の変化量を監視しており、規定変化量を上回ると切替は行わない切り替えアルゴリズムである。	JARI
9	自動操舵	操舵角度リミッタ	横方向制御では直線走行、曲線走行、レーンチェンジを行うため走行内容により使用する舵角範囲、角速度が異なる。制御中の安全上、制御リミッタを設定する必要があるため、走行内容毎に操舵角の変化量と角度の制限を行う操舵角リミッタの方法を考案した。	JARI
10	自動操舵	経路再生成アルゴリズム	目標軌道から外れたときにスムーズに目標軌道に戻すことが可能なクロソイド曲線を用いた経路再生成アルゴリズムを開発した。	神戸大
11	自動操舵	自動操舵装置の安全構造	自動操舵装置が故障した時、車両制御 ECU より自動操舵装置の異常を検出し、自動操舵装置の電源を遮断する自動操舵装置の安全構造を開発した。	JARI
12	自動操舵	自動操舵装置のハンドル中心角度検出法	自動操舵装置においてモータの位置制御ではハンドル中心角度が必要であるが、ハンドル中心角度は走行したときにしか正確に検出できない。そこで走行することなく、ハンドル中心角度を検出できるハンドル中心検出法を開発した。	JARI 日大
13	自動操舵	レーンチェンジ制御アルゴリズム	レーンチェンジを行う場合、自レーンの前方障害物情報と隣接レーンにおける、前方および後方車両情報を用いてレーンチェンジ目標軌跡を生成するレーンチェンジ制御アルゴリズムを開発した。	日大
14	速度制御	隊列形成制御アルゴリズム	隊列走行中の隊列に加わるため、既に隊列走行中の先頭車と隊列参加車両の間で車車間通信を用いて、隊列間に入るスプリット型の隊列形成制御アルゴリズムを開発した。	JARI
15	速度制御	前後情報を用いた隊列走行制御	隊列走行時の車群内の安定性を保証するため、車車間通信により、後方車両が計測した後方車両との車間距離と自車が計測する前方車両との車間距離を用いた車間距離制御アルゴリズムを開発した。	神戸大学 JARI
16	速度制御	アクセル開度決定アルゴリズム	先行車との車間距離制御において、目標とする加速度とエンジン回転数、トランスミッションギア位置から最適なエンジンアクセル開度を算出するアクセル開度決定アルゴリズムを開発した。	JARI

17	速度制御	レーザレーダ・ミリ波レーダによる近接車間距離検出アルゴリズム	車間距離検出精度とロバスト性を高めるために、レーザレーダとミリ波レーダを併用し、未検出と誤検出の可能性をより低くする近接車間距離検出アルゴリズムを開発した。	JARI
18	速度制御	障害物認識認識アルゴリズム	前方にある障害物の認識精度を向上するため、ヨーレート等の車両運動情報および横偏差、廻頭角およびデジタル地図を用いた自レーン内障害物認識アルゴリズムを開発した。	金沢大学
19	速度制御	物体移動方向検出アルゴリズム	レーザレーダによる距離情報をもとに物体を塊として認識するとともに車両運動のカルマンフィルタを用いて物体の位置をトラッキングすることにより物体の移動方向と速度を検出する物体に移動方向検出アルゴリズムを開発した。	金沢大学
20	速度制御	立体物認識アルゴリズム	スレオカメラ画像の距離情報より道路面などの平面領域と立体物領域より道路面内にある車両等の立体物を認識するアルゴリズムを開発。	東京工大
21	速度制御	ブレーキの二重化構造	システムの安全性・信頼性を向上するため、待機冗長系のブレーキ2重化構造を開発した。自動ブレーキでは制御対象が一つであるため、2重かした場合、2個のアクチュエータの切り替えが必要となる。そこで、1系の状態にて系切り替えを可能とするブレーキの2重化構造を開発した。	JARI
22	速度制御	重量推定ブレーキ制御装置	制御 ECU が失陥してもドライバがブレーキ操作で衝突を回避できるよう、ブレーキチャンバ圧 MAP, PID 制御, 重量推定から構成され, ベローズ圧力より推定した重量と目標減速度よりブレーキチャンバ圧力を決定できる重量推定型のブレーキ制御装置(元圧調整ブレーキ装置)を開発した。	JARI
23	速度制御	CACC 制御アルゴリズム	先行車との車間距離制御において、目標とする加速度と現在の加速度との誤差を制御する加速度制御と目標車間距離と現在の車間距離誤差の2出力を制御する車間距離制御アルゴリズムを開発した。	慶応大学
24		CACC 制御状態識別装置	先行する車両が CACC 対象車であることを後続ドライバに知らせるため、ドライバーによるスイッチ操作と車車間通信により先行車の後部に設置されたランプの点滅を連動する CACC 識別装置を開発した。	産総研 JARI
25		CACC ドライバ覚醒度検出法	CACC はドライバー権限を前提としたシステムであるが車間距離が短いため、ドライバーの運転意識低下時危険状態になる可能性がある。そこで定期的にドライバとシステムのインターアクションを発生することによりドライバの覚醒度を検出する方法を開発した	産総研 JARI
26	速度制御	隊列形成時の車両同定アルゴリズム	周辺を走行する複数の車両から隊列の最後尾車を検出するため、車車間通信データの GPS 測位情報とレーザレーダの距離情報より隊列走行の最後尾車を検出する車両同定アルゴリズムを開発した。	慶応大学 JARI
27	速度制御	レーザによる路面推定アルゴリズム	レーザレーダ反射強度および白線位置情報より走行する路面状態を推定する路面推定アルゴリズムを開発した。	東京大学

(2) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

1. 特許

番号	出願者	出願番号	国内 国外 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	(株)アイ・トラン スポーツ・ラボ	特願 2009-198363	国内	2009/8/28	出願	交通状況解析装置、交通状況 解析プログラム及び交通状況 解析方法	堀口良太 他
2	(株)アイ・トラン スポーツ・ラボ	特願 2012-081996	国内	2012/3/30	出願	交通流予測装置、交通流予測 方法及び交通流予測プログラ ム	堀口良太 他

※PCT: Patent Cooperation Treaty(特許協力条約)

2. 論文

(件数のまとめ)

	H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度	合計
査読有	0	0	12	6	4	22
査読無	5	7	13	25	29	79
計	5	7	25	31	33	101

(平成20年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2008/9/2	International Workshop on Traffic data Collection & its Standardization	International Traffic Database	Miska, M.	無
2	2008/9/2	International Workshop on Traffic data Collection & its Standardization	Traffic data availability and its standardization	Masao Kuwahara (Univ. of Tokyo)	無
3	2008/9/8	International Workshop on Traffic data Collection & its Standardization	Role of ITDb in 'Energy ITS' Project	堀口良太 (ITL)	無
4	2008/11/04	Workshop on Transportation Data Needs for Transportation Studies/Modeling/ITS Applications	International Traffic Database – Gathering Traffic Data Fast and Intuitive: A Japan Perspective	Marc Miska, Masao Kuwahara (Univ. of Tokyo)	無
5	2008/12/05	Discover CUBE Seminar	Recent Simulation Models for Environmental Impact Studies & ITDb	Masao Kuwahara (Univ. of Tokyo)	無

(平成21年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2009/6/13	土木計画学研究・講演集, Vol.39, 土木学会	Analysis of Tokyo Metropolitan Expressway's demand using ETC-OD data	Miska, M., Warita, H., Kuwahara, M.	無
2	2009/9/8	ITS 世界会議 (ストックホルム) スペシャルセッションでの口頭発表	PROMOTION OF 'ENERGY ITS' PROJECT ~ ESTABLISH THE RELIABLE ESTIMATION METHODOLOGY FOR CO2 EMISSION INTERNATIONALLY APPROVED ~	堀口良太	無
3	2009/9/8	ITS 世界会議 (ストックホルム) スペシャルセッションでの口頭発表	CO2 Emission Model Development - Evaluating ITS Measures' Impact -	鈴木忠	無
4	2009/11/13	2 nd Nearctis Workshop, London	ITDb - Data Portal and Project Support	Miska, M.	無
5	2009/11/21	土木計画学研究・講演集, Vol.40, 土木学会	Towards Cost Effective Traffic Data Collection	Miska, M., Jiang, T., Kuwahara, M.	無
6	2009/12/10	ITS シンポジウム(広島)での論文発表とポスターセッション	リアルタイム信号制御アルゴリズムのためのプローブ情報を利用した遅れ時間評価	花房比佐友	無
7	2010/3/8	東京大学・社会人のための ITS 専門講座での口頭発表	ITS と交通シミュレーション	堀口良太	無

(平成22年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2010/05	巻頭言, 自動車研究, Vol.32, No.5, 2010.5	これからの環境評価に求められる視点	桑原雅夫 (東大)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
2	2010/05	自動車研究, Vol.32, No.5, 2010.5	ITS施策によるCO2排出量低減の評価手法 - 国際的に信頼される効果評価方法の確立 -	平井洋, 林誠司, 鈴木忠 (JARI)	無
3	2010/05	Traffic Data Collection and its Standardization Series: International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 144 Barceló, Jaume; Kuwahara, Masao (Eds.), Springer	International Traffic Database - Gathering traffic data fast and intuitive	Miska, M., Warita, H., Torday, A., Kuwahara, M. (東大)	有
4	2010/05	Traffic Data Collection and its Standardization Series: International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 144 Barceló, Jaume; Kuwahara, Masao (Eds.), Springer	Traffic Data Availability and its Standardization	Barcelo, J., Kuwahara, M., Miska, M. (東大)	有
5	2010/06	Series: International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 144, Barceló, Jaume; Kuwahara, Masao (Eds.), Springer, 2010	International Traffic Database - Gathering traffic data fast and intuitive, Traffic Data Collection and its Standardization	Miska, M., Warita, H., Torday, A., Kuwahara, M. (東大)	有
6	2010/06	Series: International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 144, Barceló, Jaume; Kuwahara, Masao (Eds.), Springer, 2010	Traffic data availability and its standardization, Traffic Data Collection and its Standardization	Barcelo, J., Kuwahara, M., Miska, M.	有
7	2010/07	The Third International Symposium on Dynamic Traffic Assignment, Takayama, Japan.	Detector Placement Optimization Based on DTA and Empirical Data	Jiang, T., Miska, M., Kuwahara, M (東大)	有
8	2010/07/11-15	12th World Conference on Transport Research Lisbon, Portugal.	Online Platform for Sustainable Traffic Data Storage	Miska, M., Kuwahara, M., Tanaka, S. (東大)	有
9	2010/07/11-15	12th World Conference on Transport Research Lisbon, Portugal.	A simple data fusion method for instantaneous travel time estimation	Do, M., Pueboobpaphan, R., Miska, M., Kuwahara, M. (東大)	有

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
10	2010/09	自動車技術, Vol. 64, No. 9	エネルギーITSの効果評価シミュレーションの開発	堀口良太 (ITL)	無
11	2010/09/08-10	14th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, September 8-10, 2010 Cardiff, Wales, UK.	Development of Delay Estimation Method using Probe Data for Adaptive Signal Control Algorithm	H. Hanabusa, M. Iijima, R. Horiguchi (ITL)	有
12	2010/09	The 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal.	Microscopic Simulation for Virtual Worlds with Self-driving Avatars	Jiang, T., Miska, M., Kuwahara, M., Nakasone, A., Prendinger, H. (東大)	有
13	2010/09	The 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal.	Sustainable Management of data driven Projects	Miska, M., Kuwahara, M. (東大)	有
14	2010/09	The 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal.	Driving and Traveler Behavior Studies using 3D Internet	Miska, M., Prendinger, H., Nakasone, A., Kuwahara, M. (東大)	有
15	2010/09/19-22	13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems	Traffic Information Provision Suitable for TV Broadcasting Based on Macroscopic Fundamental Diagram from Floating Car Data	Horiguchi, M. Iijima and H. Hanabusa (ITL)	有
16	2010/10	17th ITS World Congress, Bussan, Korea	Validation scheme for traffic simulation to estimate environmental impacts in 'Energy-ITS Project'	R. Horiguchi, H. Hanabusa, T. Komiya, M. Kuwahara, S.Tanaka, T. Oguchi, H. Oneyama, H. Hirai (東大、ITL、JARI)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
17	2010/10	17th ITS World Congress, Bussan, Korea	ITS FOT Plan in Kashiwa City, Japan	Tanaka, S., Hirasawa, T., Makino, H., Tanaka, T., Ikeuchi, K., Suda, Y., Kuwahara, M. (東大)	無
18	2010/10	17th ITS World Congress, Bussan, Korea	Data Fusion Concept to Estimate Vehicle Trajectories on Urban Arterials	Mehran, B., Naznin, F., Kuwahara, M., Hanabusa, H., Horiguchi, R (東大、ITL)	無
19	2010/10	17th ITS World Congress, SS12 'Energy ITS', Busan, Korea	Harmonization of the Traffic Simulation and the CO2 Emission Model for Region-wide Case Studies in Energy-ITS Project	R. Horiguchi (ITL)	無
20	2010/10	17th ITS World Congress, SS12 'Energy ITS', Busan, Korea	Meso-scaled CO2 Emission Model Development as an Evaluation Method for ITS Measures	M. Yonezawa (JARI)	無
21	2010/12	第9回ITSシンポジウム, (CD-ROM)	エネルギーITS プロジェクト－国際的信頼されるITS 施策効果評価方法の確立－	桑原雅夫, 平井洋, 米沢三津夫, 林誠司, 金成修一, 田中伸治, マーク・ミスカ, 洪性俊, 堀口良太, 花房比佐友, 小宮粹史, 大口敬, 小根山裕之 (東大、ITL、JARI)	無
22	2010/12	第9回ITSシンポジウム, (CD-ROM)	粒子群最適化を利用した道路ネットワークの系統信号制御のシミュレーション評価手法	ウォルフアマン・アクセル, 桑原雅夫 (東大)	無
23	2010/12	第9回ITSシンポジウム, (CD-ROM)	サグカーブのナノスコピック交通シミュレーション	マーク・ミスカ, 桑原雅夫 (東大)	無
24	2010/12/10-11	第9回ITSシンポジウム2010	グリッドコンピューティングによる日本全国交通シミュレーションシステムの開発	小出勝亮, 白石智良, 飯島護久, 堀口良太, 田中伸治 (東大、ITL)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
25	2010/12/10-11	第9回 ITS シンポジウム 2010	プローブデータに基づくエリア流動性情報提供に関する研究	飯島護久, 堀口良太 (ITL)	無

(平成23年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2011/05/01	交通工学, Vol. 46, No. 3, 2011年5月号	グリッドコンピューティングによる日本全国交通シミュレーションシステムの開発	小出勝亮(ITL), 田中伸治(東大), 白石智良, 飯島護久, 堀口良太(ITL)	無
2	2011/05/28	生産研究, 63巻2号, pp. 159-162	グリッドコンピューティングによる日本全国交通シミュレーションシステムの開発	小出勝亮(ITL), 田中伸治(東大), 白石智良, 飯島護久, 堀口良太(ITL)	無
3	2011/05/29	第43回土木計画学研究・講演集	CO2排出量推計における平均速度モデルの適用方法に関するシミュレーション分析	小根山裕之, 廬書傑(首都大), 大口敬(東大), 鹿田成則(首都大)	無
4	2011/06/10	Presented at the 4th NEARCTIS Workshop, Lyon France	The Modeling and the Validation of Traffic Simulation for the Assessment of CO2 Reduction with ITS measures	R. Horiguchi (ITL)	無
5	2011/06/10	Presented at the 4th NEARCTIS Workshop, Lyon France	The Energy ITS Project. The Meso-scale Harmonization of Traffic Simulation and CO2 Emission Model Considering Acceleration Behaviors	Mitsuo Yonezawa (JARI)	無
6	2011/06	1st IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation System	International Traffic Database (ITDb)	Miska, M. (東大)	無
7	2011/06/30	Presented at the IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS), Vienna, Austria	Reference Model & ITS Applications	R. Horiguchi (ITL)	無
8	2011/06/30	Presented at the IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS), Vienna, Austria	Energy Saving ITS "Eco-driving Support" Estimation Results	Mitsuo Yonezawa (JARI)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
9	2011/06/30	Presented at the IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS), Vienna, Austria	The Energy ITS Project, The Meso-scale Harmonization of Traffic Simulation and CO2 Emission Model Considering Acceleration Behaviors	Hiroshi Hirai (JARI)	無
10	2011/09/22	Presented at the 2nd International Workshop on Traffic Data Collection & its Standardization, Brisbane, Australia.	Data fusion for traffic flow estimation at intersections	Wolfermann, A., Mehran, B., Kuwahara, M. (東大)	有
11	2011/09/22	Presented at the 2nd International Workshop on Traffic Data Collection & its Standardization, Brisbane, Australia.	Traffic Data Collection and its Utilization in Japan	R. Horiguchi (ITL)	無
12	2011/09/22	Presented at the 2nd International Workshop on Traffic Data Collection & its Standardization, Brisbane, Australia.	An Arrangement of Benchmark Dataset for Model Validation in CO2 Emission Volume Estimation	S. Tanaka (東大), T. Komiya, H. Hanabusa (ITL), S. Hayashi (JARI), R. Horiguchi (ITL), M. Kuwahara (東大)	有
13	2011/10/12	自動車技術会2011年秋季大会,札幌 (学術講演会前刷集No.99-11)	ITS施策評価のためのCO2排出量推計モデルの開発	林誠司,米沢三津夫,木村真,金成修一,平井洋(JARI)	無
14	2011/10/18	Presented at the 18th. World Congress on Intelligent Transport Systems, SS21 "Energy ITS", Orlando, USA	The Energy ITS Project ~ Establish an Internationally Approved and Reliable Estimation Methodology for CO2 Emission	R. Horiguchi (ITL)	無
15	2011/10/18	Presented at the 18th. World Congress on Intelligent Transport Systems, SS21 "Energy ITS", Orlando, USA	"Eco-driving Support" Estimation Results	Seiji Hayashi (JARI)	無
16	2011/10/18	Presented at the 18th. World Congress on Intelligent Transport Systems, SS45 "Eco-driving", Orlando, USA	Promotion of Eco-driving in Japan	R. Horiguchi (ITL)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
17	2011/10/19	Presented at the 18th. World Congress on Intelligent Transport Systems, SS64 "Validation and impact of ICT measures for energy efficiency & environment", Orlando, USA	Validation Framework in Energy-ITS Project	S. Tanaka (東大)	無
18	2011/10/19	Proceedings of the 18th World Congress on Intelligent Transport Systems (TS070), Orlando, Oct. 2011.	Development of a hybrid traffic simulation framework for environmental evaluation for ITS applications	H. Hanabusa, T. Shiraishi, K. Koide, R. Horiguchi (ITL), S. Tanaka, M. Kuwahara, T. Oguchi(東大), H. Oneyama(首都大)	有
19	2011/10/20	Presented at the 18th. World Congress on Intelligent Transport Systems, SS76 " Traffic Management to Reduce Fuel Use and CO2 Emissions - Applications and insights from Field Experiments ", Orlando, USA	Issues of harmonization of traffic simulation and CO2 emission	T. Oguchi(東大), H. Oneyama(首都大)	無
20	2011/11/01	第29回日本道路会議論文集	標高データを活用した簡便な道路縦断勾配推定手法の開発	小林正人、堀口良太 (ITL)、大口敬 (東大)	有
21	2011/11/02	第29回日本道路会議論文集	東日本大震災時のメッシュ交通情報を用いた都区部における交通流動性分析	飯島護久、堀口良太(ITL)	有
22	2011/11/04	第10回ITSシンポジウム2011論文集、東京	広域交通シミュレーションに対応したCO2排出量モデル	平井洋,林誠司,木村真,金成修一,米沢三津夫(JARI),桑原雅夫(東北大)	無
23	2011/11/04	第10回ITSシンポジウム2011論文集、東京	東京23区におけるエコドライブによるCO2削減効果の検討	金成修一,林誠司,平井洋,米沢三津夫,木村真(JARI),花房比佐友,堀口良太(ITL),田中伸治,大口敬(東京大学),小根山裕之(首都大),桑原雅夫(東北大)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
24	2011/11/04	第10回ITSシンポジウム2011 論文集, 東京	CO2排出量評価のためのハイブリッドシミュレーション技術の開発	花房比佐友, 小出勝亮, 白石智良, 小林正人, 小宮粹史, 堀口良太(ITL), 田中伸治, 桑原雅夫(東大)	無
25	2011/11/04	第10回ITSシンポジウム2011 論文集, 東京	交通シミュレーションを利用したCO2 排出量推計手法の検証手続きの構築	田中伸治(東大), 白石智良, 小宮粹史, 花房比佐友(ITL), 林誠司, 平井洋(JARI), 桑原雅夫(東大)	無
26	2011/11/04	第10回ITSシンポジウム2011 論文集, 東京	階層的な経路選択による日本全国交通シミュレーションシステムの開発	小出勝亮, 飯島護久, 白石智良, 花房比佐友, 堀口良太(ITL), 田中伸治(東大)	無
27	2011/11/27	第44回土木計画学研究・講演集, 岐阜	マイクロ交通流シミュレーションによる車両挙動及びCO2排出量の再現性比較検証	小根山裕之, 松田哲(首都大), 大口敬(東大), 鹿田成則(首都大)	無
28	2011/12/02	NEDO省エネルギー技術フォーラム2011, 東京	国際的に信頼される効果評価方法の確立	平井洋(JARI)	無
29	2012/01/31	第14回CSISシンポジウム「空間情報科学のソーシャル・インターフェース」	空間情報科学で『交通』は変わるのか	堀口良太(ITL)	無
30	2012/02/08	東京大学生産技術研究所先進モビリティ研究センター「社会人のためのITS専門講座」, 東京	ITS施策によるCO2削減効果評価のための枠組み	田中伸治(東大)	無
31	2012/02	Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol.20, Issue 1, 2012.2	Implementing kinematic wave theory to reconstruct vehicle trajectories from fixed and probe sensor data	Mehran, B., Kuwahara, M., (東大) Naznin, F.	有

(平成24年度)

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
1	2012/04/14	International Symposium on Intelligent Transport System Research, Malaysia	Traffic Management using ITS Sensing Data,	Masao Kuwahara (東大)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
2	2012/04/18	International Conference on Highway Engineering, Bangkok	DATA DRIVEN APPROACH FOR TRAFFIC MANAGEMENT	Masao Kuwahara (東大)	無
3	2012/04/26	東北大学 情報科学研究科 平成24年度研究科シンポジウム, 実世界ビッグデータへの情報科学の挑戦	Big Data融合による道路交通流のナウキャストとフォアキャスト	桑原雅夫 (東大)	無
4	2012/05/15	日欧ワークショップ, 国土交通省道路局主催, 東京	International Collaboration for Development of CO2Emission Evaluation Method	Masao Kuwahara (東大)	無
5	2012/05/18	まちづくり・交通へのIT活用講習会, 奈良	交通マネジメントにおけるData Drivenアプローチ	桑原雅夫 (東大)	無
6	2012/05	自動車技術会論文集, Vol.43, No.3	ITS施策評価のためのCO2排出量推計モデルの開発	林誠司, 米沢三津夫, 木村真, 金成修一, 平井洋 (JARI)	有
7	2012/06	土木計画学研究発表会 (春大会), 京都	交通流シミュレーションにおける車両の加減速挙動の検証方法に関する研究	菊池麻子 (東北大), 小根山裕之 (首都大), 桑原雅夫 (東大)	無
8	2012/09/07	LATSIS 2012 - 1st European Symposium on Quantitative Methods in Transportation Systems, Lausanne	Incident detection for the surface street network with the mesh - wised traffic indices on the macroscopic fundamental diagram	R. Horiguchi, M. Iijima, M. Kobayashi and H. Hanabusa	無
9	2012/09/18	第32回交通工学研究発表会講演論文集	ネットワーク交通シミュレーションのための時間帯別OD交通量と確率経路選択モデルのロジット感度パラメーター括推定プログラムの開発	小林正人, 堀口良太, 花房比佐友, 小出勝亮 (ITL)	有
10	2012/09/25	情報処理学会連続セミナー2012 「ビッグデータとスマートな社会」 第3回 「都市をマネジメントするビッグデータの可能性」	道路交通管理におけるビッグデータの可能性	堀口良太 (ITL)	無
11	2012/10/11	UTMSセミナー2012, 東京	ビッグデータ融合による新たな展開	桑原雅夫 (東大)	無
12	2012/10/25	19th ITS World Congress Vienna, Austria (SIS55)	Kashiwa SCOPE ~ Establish a Social Feedback to Encourage Travel Behavior Change with ICT	Ryota Horiguchi (ITL)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
13	2012/10/26	19th ITS World Congress Vienna, Austria (SIS84)	Modeling of Region-wide CO2 Reduction by the Eco-driving Promotion ~ the Approach of the Energy ITS Project	Ryota Horiguchi (ITL)	無
14	2012/10/26	19th ITS World Congress Vienna, Austria(SIS84)	Impact Assessment of CO2 Reduction by ITS Measures - International Joint Report -	Mitsuo Yonezawa (JARI)	無
15	2012/10/26	19th ITS World Congress Vienna, Austria (TS109)	An evaluation of the effect on traffic flow by moderate acceleration in terms of CO2 emission	S. Kitahonoki, T. Oguchi, S. Tanaka and S. Hong (東大)	有
16	2012/10/26	19th ITS World Congress Vienna, Austria (SIS78)	Project Introduction of Evaluation Method of CO2 Emission reduction with ITS Applications	T. Oguchi (東大)	無
17	2012/11/02	第46回土木計画学研究発表会 (秋大会) 講演集	日本全国規模のネットワークを 対象とした交通流シミュレーシ ョンの開発	小出勝亮, 田中伸 治, 飯島護久, 白 石智良, 花房比佐 友, 堀口良太 (ITL)	無
18	2012/11/16	NEDO省エネルギー技術フォー ラム2012、東京	国際的に信頼される効果評価方 法の確立	林誠司 (JARI)	無
19	2012/11/30	東北大学大学院情報科学研究科 20周年記念シンポジウム	ビッグデータ解析による交通社 会イノベーション	桑原雅夫 (東大)	無
20	2012/12/6-7	Japan-France Symposium Transportation Challenges for a Low Carbon Society, (日仏 シンポジウム 低炭素社会の実現 に向けた交通分野の挑戦)、京都	Guidelines for assessing the effect of ITS on CO2 emissions	Masao Kuwahara (東大)	無
21	2012/12/13	第11回ITSシンポジウム、愛知	都市域スケールの排出量モデル における車両挙動の反映	平井洋、林誠司、 金成修一、木村真 、中野麻耶、米沢 三津夫 (JARI)、 桑原雅夫 (東大)	無
22	2012/12/14	第11回ITSシンポジウム、愛知	交通シミュレーションを利用し た CO2排出量推計手法の検証の取 り組み	大島大輔 (東大)、 田中伸治 (横国大))、白石智良、小 宮粹史、花房比佐 友 (ITL)、林誠司)、平井洋 (JARI))、小根山裕之 (首都 大)、大口敬、桑 原雅夫 (東大)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
23	2012/12/14	第11回ITSシンポジウム、愛知	市街地道路交通を対象としたナウキャストシミュレーションシステムの構築	花房比佐友, 小林正人, 小出勝亮, 堀口良太 (ITL), 大口敬 (東大)	無
24	2012/12/14	第11回ITSシンポジウム、愛知	エコドライブが信号交差点の交通容量に及ぼす影響評価	北朴木祥吾, 大口敬, 田中伸治, 洪性俊, 大島大輔 (東大)	無
25	2012/12/14	第11回ITSシンポジウム、愛知	走行軌跡推定機能付きスマートフォンプローブアプリの開発	小宮粹史, 花房比佐友, 堀口良太 (ITL)	無
26	2012/12/14	第11回ITSシンポジウム、愛知	日本全国規模のネットワークを対象とした交通流シミュレーションの精緻化	小出勝亮, 田中伸治, 飯島護久, 白石智良, 花房比佐友, 堀口良太 (ITL)	無
27	2013/03/21	JICAセミナー	Advanced Utilization of Probe Data and Traffic Simulation in Japan	Ryota Horiguchi (ITL)	無
28	2013/03	生産研究, Vol.65, No.2, pp.99-103	エコドライブが信号交差点の交通容量に及ぼす影響評価	北朴木祥吾, 大口敬, 田中伸治, 洪性俊, 大島大輔 (東大)	無
29	2013/03	生産研究, Vol.65, No.2, pp.75-79	交通シミュレーションを利用したCO2排出量推計手法の検証の取り組み	大島大輔, 田中伸治 (東大), 白石智良, 小宮粹史, 花房比佐友 (ITL), 林誠司, 平井洋 (JARI), 小根山裕之, 大口敬, 桑原雅夫 (東大)	無
30	2013/03	生産研究, Vol.65, No.2, pp.105-109	市街地道路交通を対象としたナウキャストシミュレーションシステムの構築	花房比佐友, 小林正人, 小出勝亮, 堀口良太 (ITL), 大口敬 (東大)	無
31	2013/04	OPTIMUM2013 - International Symposium on Recent Advances in Transport Modelling, Kingscliff, NSW, Australia	Traffic anomaly detection for surface street networks with the mesh-wised traffic indices on macroscopic fundamental diagram	R. Horiguchi, M. Iijima, M. Kobayashi and H. Hanabusa (ITL)	有
32	2013/06	第47回土木計画学研究発表会 (春大会), 広島	大規模ネットワーク交通流シミュレーションの交通経済評価への適用可能性	堀口良太, 小出勝亮, 白石智良, 飯島護久, 花房比佐友 (ITL)	無

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
33	2013/06	第47回土木計画学研究発表会 (春大会), 広島	市街地道路交通を対象としたナ ウキャストシミュレーションシ ステムの構築	花房比佐友, 小林 正人, 小出勝亮, 堀口良太 (ITL), 大口敬 (東大)	無

3. 受賞

番号	名称	発表タイトル	内容 (概要)	受賞者
1	第29回日本道路会議 優秀論文賞	標高データを活用し た簡便な道路縦断勾 配推定手法の開発	メッシュ標高データから道路の縦断勾配を簡便に 推定する手法の開発を目的とし, 本研究で開発す る縦断勾配推定の簡便手法について説明するとと もに, その検証結果, および今後の課題について 述べたもの.	小林正人, 堀口良太 (ITL), 大口敬 (東大)

【構築したツール群】

①ハイブリッドシミュレーション		
	MicroAVENUE	微視的に車両を追従走行させるマイクロ交通流シミュレータ。
	並列化 SOUND	既存の広域シミュレータ (SONUD) をベースに、並列計算で大規模ネットワークの計算ができるようにしたもの。日本全国シミュレーションに活用。
	ハイブリッド交通流シミュレータ	MicroAVENUE、街路網交通流シミュレータ AVENUE (既存) 及び広域道路網交通流シミュレータ SOUND (既存) を統合し、異なるモデルが同期して連携するシミュレータ。
	動的 OD 交通量推計システム	観測交通量データや統計データを基に、シミュレーションに必要な時間帯別の OD (起終点) 交通量を推定するシステム。
	SSF 生成システム	シミュレーションから出力される車両挙動データから、②のメソスケール EM に入力するための SSF 形式データを生成するシステム。
②CO2 排出量推計モデル		
	メソスケール CO2 排出量推計モデル	国内主要車種カテゴリに対して、SSF 形式データより CO2 排出量を推計するシステム。
	マイクロスケール CO2 排出量推計モデル	国内主要車種カテゴリに対して、詳細走行データより CO2 排出量を推計するシステム。
③プローブによる CO2 モニタリング		
	トラフィックスコープ	リアルタイムで取得されるプローブデータから、1km メッシュ毎の交通流動性と状態特異性を可視化するシステム。
	ナウキャストシミュレーション	プローブデータを利用するトラフィックスコープと連動して、現在の交通状態をリアルタイムでシミュレーションにより再現するシステム。
④国際交通データベース		
	ITDb (International Traffic Database)	シミュレーションの入力や検証用データセットを国際的に共有するシステム
	MyITDb	各種の交通関連データセットを限定されたグループで共有するシステム