

「エネルギーITS 推進事業」
中間評価報告書

平成22年11月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

平成22年11月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 村田 成二 殿

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、別添のとおり
評価結果について報告します。

目 次

はじめに	1
分科会委員名簿	2
審議経過	3
評価概要	4
研究評価委員会におけるコメント	7
研究評価委員会委員名簿	8
第1章 評価	
1. プロジェクト全体に関する評価結果	1-1
1. 1 総論	
1. 2 各論	
2. 個別テーマに関する評価結果	1-18
2. 1 自動運転・隊列走行技術の研究開発	
2. 2 国際的に信頼される効果評価方法の確立	
3. 評点結果	1-31
第2章 評価対象プロジェクト	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会における説明資料	2-2
参考資料1 評価の実施方法	参考資料 1-1

はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「エネルギーITS 推進事業」の中間評価報告書であり、第25回研究評価委員会において設置された「エネルギーITS 推進事業」（中間評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第26回研究評価委員会（平成22年11月11日）に諮り、確定されたものである。

平成22年11月
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

「エネルギーITS 推進事業」

中間評価分科会委員名簿

(平成22年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	かわしま ひろなお 川嶋 弘尚*	慶應義塾大学 名誉教授
分科会長 代理	ながい まさお 永井 正夫	東京農工大学 大学院工学研究院 先端機械システム部門 教授
委員	くせ ひろひと 苦瀬 博仁	東京海洋大学 理事 副学長
	しおじ まさひろ 塩路 昌宏	京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻 教授
	なかむら ふみひこ 中村 文彦	横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 教授
	ふくだ あつし 福田 敦	日本大学 理工学部 社会交通工学科 教授
	むろまち まさひろ 室町 正博	日本通運株式会社 業務部 次長
	やしろ ともゆき 屋代 智之	千葉工業大学 情報科学部 情報ネットワーク学科 教授

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため（実施者：慶應義塾大学 SFC 研究所）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成22年7月1日改正)」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

審議経過

- 現地調査会（平成22年8月27日）
 - （独）産業技術総合研究所つくばセンター
 - つくば北サイト（茨城県つくば市）

- 第1回 分科会（平成22年8月31日）
 - 公開セッション
 - 1. 開会、分科会の設置、資料の確認
 - 2. 分科会の公開について
 - 3. 評価の実施方法について
 - 4. 評価報告書の構成について
 - 5. プロジェクトの概要説明
 - 6. プロジェクトの詳細説明
 - 非公開セッション
 - 7. 全体を通しての質疑
 - 公開セッション
 - 8. まとめ・講評
 - 9. 今後の予定、その他、閉会

- 第26回研究評価委員会（平成22年11月11日）

評価概要

1. 総論

1) 総合評価

ITS 技術を総合して、利便性の向上と安全確保を前提に省エネルギーの目的に活用する方法を、ハードとソフトの両面から具体的に提案・実施した事は社会的な意義も大きく、高く評価できる。中間目標はほぼクリアしている。開発された個々の技術は波及効果も期待できる。

しかしながら、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。また、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。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。

2) 今後に対する提言

隊列走行が可能となる車種構成、および車両運転性能の条件を明示し、本事業で開発した技術の適用範囲を明確にすることが望まれる。さらに、評価モデルと合わせて省エネルギー効果の予測とその検証が必要である。また、本事業の成果は社会システム等との協調が必須であり、NEDO が関与して国や自治体、関係諸団体との連携をより具体的に推進すべきである。

具体的には、法規制の改正や保険関連の見直し、一般車のドライバーへの周知・教育など、国民生活への影響が予想されることに関する検討が必要である。

また、エネルギー消費については、他の交通機関を利用した場合との比較、本事業による物流の変化（鉄道からトラックへのシフトやその逆など）などを想定した上での検討を行う必要がある。このように、ユーザーのニーズ分析をより詳細に行って、それに対応した技術開発を行う必要がある。

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。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本事業は自動車交通全体の省エネルギー化を図るもので極めて公共性が高く、その目標達成には ITS に関わる様々な分野の技術を総合する必要がある、民間

のみでは実施できないコンソーシアム的なプロジェクトであるため、NEDOの事業としての妥当性は認められる。

ただし、エネルギーITSとして省エネルギーに注力しているが、社会的な受容性という意味では、他のメリットもより詳細に考察すべきであろう。また、NEDOとしてCO₂削減効果の評価方法をどこまで国際的に展開するのか不明である。さらに、実用化という点に関して、内外の技術開発動向との違いが不明確である。

2) 研究開発マネジメントについて

目標達成に必要な産学官による連携体制は整っており、個々の計画フローにしたがって研究開発が実施されていると評価できる。また、政府方針や海外動向に基づいて適切な計画の見直しがなされている。

一方では、本事業の目的はあくまでも省エネルギーにあるので、数値シミュレーションによる空気抵抗改善予測に加えて実際の走行に伴う省エネ効果についても早い段階で検討し、車間距離や隊列台数、速度等の目標の見直しを計画する必要がある。

自動運転・隊列走行技術に関しては、実用化、事業化に向けてのニーズの把握が不十分で、取り組むべき課題が必ずしも明らかになっていない。

物流業界のニーズ、大型トラックメーカーの寄与および国際貢献の在り方等、本事業実施に密接に関連する事項について、スピーディーに調査・検討するための体制も必要である。

また、CO₂削減効果の評価方法については、国際展開するために国として取り組むテーマとしながら、関連の研究所、大学等の研究者による連携体制がはっきりしない。

3) 研究開発成果について

目標とする隊列走行実験は実車を用いてほぼ完了しており、それに必要な様々な技術開発は順調に推進できている。また、省エネ効果の評価ツールも枠組は完成し、国際合意に向けた取り組みも実施しており、中間目標についてはほぼ達成できていると認められる。個々の技術の成果は十分高度であり、汎用性もあるものが多い。知的財産権の取得件数も妥当である。

しかしながら、自動運転・隊列走行時の非正常系への対応が十分であるかどうかの判断は現時点では難しいため、このままで最終目標が達成できるか疑問が残る。現時点で問題となっている事項や最終目標達成のための課題とその解決方法の提案が、必ずしも具体的に示されているとは言えず、見通しは明確ではない。隊列走行にかかる技術の標準化については、その実用性との関係で整

理が必要である。効果評価方法については、標準化すべきことがどこにあるのか、議論が十分とはいえない。

4) 実用化、事業化の見通しについて

隊列走行技術については、ロードマップを策定することにより実用化への道筋が示されている。本事業によるハードおよびソフト開発の成果は道路交通システム全体に波及するものであり、関連技術の発展や社会的・経済的にも多大な効果が期待される。

一方、いずれの項目についても、実用化に向けての具体的な課題が明示されていない。自動運転・隊列走行技術に関して、実社会でのニーズが十分には把握できていないため、産業技術としてどこまで開発するか必ずしも明確になっていない。合流や分岐における過渡的な運動での安全性や信頼性、様々な気象条件に対するロバスト性等の詳細な検討も必要である。

また、効果評価については、日米欧での共同研究の枠組を構築したとは言え、その手法に対する合意形成のプロセスは確かなものでない。

研究評価委員会におけるコメント

第26回研究評価委員会（平成22年11月11日開催）に諮り、了承された。研究評価委員会からのコメントは特になし。

研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所 属、役 職
委員長	西村 吉雄	学校法人早稲田大学大学院 政治学研究科 (科学技術ジャーナリスト養成プログラム) 客員教授
委員長 代理	吉原 一紘	オミクロンナノテクノロジージャパン株式会社 最高顧問
委員	安宅 龍明	オリンパスビジネスクリエイツ株式会社 事業企画本部 戦略探索部 探索2グループ シニアマネージャー
	伊東 弘一	学校法人早稲田大学 理工学術院総合研究所 客員教授（専任）
	稲葉 陽二	日本大学 法学部 教授
	大西 優	株式会社カネカ 顧問
	尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社 相談役
	小林 直人	学校法人早稲田大学 研究戦略センター 教授
	小柳 光正	東北大学未来科学技術共同研究センター 教授
	佐久間一郎	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授
	菅野 純夫	国立大学法人東京大学大学院 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授
	架谷 昌信	愛知工業大学 工学部機械学科 教授・総合技術研究所所長
宮島 篤	国立大学法人東京大学 分子細胞生物学研究所 教授	

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の「○」「●」「・」が付された箇条書きは、評価委員のコメントを原文のまま、参考として掲載したものである。

1. プロジェクト全体に関する評価結果

1. 1 総論

1) 総合評価

ITS 技術を総合して、利便性の向上と安全確保を前提に省エネルギーの目的に活用する方法を、ハードとソフトの両面から具体的に提案・実施した事は社会的な意義も大きく、高く評価できる。中間目標はほぼクリアしている。開発された個々の技術は波及効果も期待できる。

しかしながら、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。また、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。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。

〈肯定的意見〉

- ITS 技術を総合して、利便性の向上と安全確保を前提に省エネルギーの目的に活用する方法を、ハードとソフトの両面から具体的に提案・実施した事は社会的な意義も大きく、高く評価できる。また、総合化した最終的な成果に加えて、個々の構成要素の技術開発結果についても波及効果が期待できる。
- 技術的な検討課題は概ねクリアされている。ここで開発された個々の技術は有用性も高く、事業としては今後も継続すべきであると考えている。
- 技術的には、高い水準で研究が進められていると思われた。研究における問題点・課題も、多くの有識者・企業参加のもと、様々な角度から検討されており、それらを解決したうえで研究の最終目標が達成されれば、有用なシステムが構築される可能性があるとの印象を受けた。
- 積極的に進めて欲しい。
- 目標としている技術的成果はあった。
- 隊列自動運転についての大きな技術革新の可能性を理解でき興味深かった。交通シミュレーション技術の進展についてもよく整理されていた。個別の技術の発展への尽力は高く評価したい。
- 想定される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中から、貨物輸送に適用可能な自動運転・隊列走行技術を取り上げ、実用可能な技術開発を進めている。また、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導入によって削減される二酸化炭素排出量を、世界的

に統一した方法で推計する枠組みを提案している。

- 車両制御技術を磨くという意味では、いろいろな面で優れた成果が期待できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- ITS の導入の理由の一つとして安全性の向上が挙げられているが、エネルギーITS ということで意識的に安全に関する検討がなされていない。
自動運転・隊列走行技術の開発において、既存の研究との比較において、本事業で開発する技術の特徴が十分整理されておらず、特徴が明確になっていない。
自動運転・隊列走行技術を適用する空間（高速道路区間のみかどうかなど）が明確になっておらず、二酸化炭素削減に寄与する程度が明確になっていない。
国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の枠組みの中で、二酸化炭素排出量を推計する共通の方法を提案することは困難であり、仮に可能であるとしても具体的進め方が示されていない。
二酸化炭素の排出削減が可能な開発途上国を含む枠組みが示されていない。
- 当事業では、技術的には素晴らしい研究が行われているが、実用化という面からは、多くの課題が残されていると思われる。今後は、当システムの実用化・事業化を図る中で、ユーザーとなる運送事業者の意見を聞き、実際の使用を想定した中での問題点や、当システムへの要求事項等について確認すること、そして、見出された問題点・要求事項を踏まえ、技術開発を進めるべきと考える。
- 専門用語は、注意深く正しく使って欲しい。
- エネルギーITS についてのこれまでの取り組みとその結果を踏まえ、課題と技術的に困難な点を整理し、本事業の特徴と新現性・独創性を示し、現時点までの成果とさらなる課題を明確にする必要がある。
- 2つの課題のつながりが見えない。物流システム、貨物交通全体から見たときの位置づけ、現実におきている問題、課題とのつながりが見えにくい。オリジナリティの見せ方、ストーリーの一貫性の示し方にも問題があったように思えた。ITS 分野が、いつまでも進まないなどと揶揄されていた原因のひとつに、ニーズドリブンではなくシーズオリエンティッドであったことが指摘できると思うが、そこから脱却していないようにもみえる。エネルギー問題ひいては環境問題、都市を支える、あるいは国際的な競争に勝てる都市を支える物流システムの問題、そして信頼性の高い情報

通信技術、これらをつなげていくテーマの社会的意義につながるような整理があつていいのではないだろうか。

- 本事業の最終成果としてどこまで達成すればゴールなのかが明確ではない。このため、技術的な検討課題の必然性が明確ではない。過去の同様なプロジェクトが実用化に至っていない理由の分析が不十分なため、このままでは同様の轍を踏む可能性がある。また、本事業に利用した既存技術と本事業で開発された技術の区別を明確化すべきである。
- 本来「エネルギーITS」が掲げている理念を達成するための検討が不足。
- 車間距離の短い隊列走行が省エネルギーであることはかなり自明な事実である。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ろう。

〈その他の意見〉

- ・ 本事業の企画を提案する時点での内容から、実際に行っている内容が異なっているにも関わらず、報告では、一部内容が残っているため、説明が不適切になっている部分がある。
- ・ 一般道に関する検討が大幅に削減されたのは残念である。
- ・ 中間目標はほぼクリアしているといえるだろう。
- ・ エネルギーITSについては、国内外における取り組みを踏まえ、目標設定の見直しや計画変更なども必要となろう。その際には **NEDO** がもっと積極的に関与し、成果の公開・普及についてもある程度主導することも必要と考える。

2) 今後に対する提言

隊列走行が可能となる車種構成、および車両運転性能の条件を明示し、本事業で開発した技術の適用範囲を明確にすることが望まれる。さらに、評価モデルと合わせて省エネルギー効果の予測とその検証が必要である。また、本事業の成果は社会システム等との協調が必須であり、NEDO が関与して国や自治体、関係諸団体との連携をより具体的に推進すべきである。

具体的には、法規制の改正や保険関連の見直し、一般車のドライバーへの周知・教育など、国民生活への影響が予想されることに関する検討が必要である。

また、エネルギー消費については、他の交通機関を利用した場合との比較、本事業による物流の変化（鉄道からトラックへのシフトやその逆など）などを想定した上での検討を行う必要がある。このように、ユーザーのニーズ分析をより詳細に行って、それに対応した技術開発を行う必要がある。

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。

〈今後に対する提言〉

- ・ ハードウェア中心の開発から、システム開発に向けて組織変更を行い、2年で出来る明確な目標設定を再度行う必要がある。
- ・ 隊列走行が可能となる車種（大きさ、形状、等）構成および車両運転性能の条件を明示し、本事業で開発した技術の適用範囲を明確にすることが望まれる。さらに、評価モデルと合わせて省エネルギー効果の予測とその検証が必要であり、それらの統一的な取り組みが、本事業の国際的な評価を高めることに寄与すると考える。また、本事業の成果はインフラとの協調が必須であり、NEDO が関与して国や自治体、関係諸団体との連携をより具体的に推進すべきであろう。
- ・ 日本の道路事情を勘案したシステムと海外では異なる技術が必要になるはずである。海外進出に言及するのであれば、海外のシステムへの適応手段についても検討する必要がある。また、実現のためには法規制の改正や保険関連の見直し、一般車のドライバーへの周知・教育など、さまざまな面で国民生活に影響を与えることが予想される。これらに関する検討も必要ではないか。エネルギー消費について検討するのであれば、他の交通機関を利用した場合との比較、本事業による物流の変化（鉄道からトラックへのシフトやその逆など）などを想定した上での検討を行う必要がある。これらも含めて、ユーザーのニーズ分析をより詳細に行う必要がある。また、それに対応した技術開発を行う必要がある。
- ・ 我が国の物流事業者、海外の物流業界での問題、ITS 中での物流のこれ

までの経験、それらを踏まえて、何をどう踏み込んでいくことが求められているのか、この研究は、そのどこにはまっていくのか、きちんとした整理が期待される。我が国についていえば、法改正の問題よりも、貨物輸送事業者をどう引っ張っていくかにかかると思う。国際標準化が本当に必要かどうか、現段階では判断は難しい。国際標準化で欧米をリードし、我が国、そしてアジア地域にも貢献できるような技術要素、というのはいくつあるのかかもしれないが、誰も使ってくれない、そして社会的にも意義の高くない標準化作業は、時間の無駄であると思う。現段階では判断は控えておく。

- ・ 隊列自動走行という形態が、将来の交通システムとしては考えにくい。そのフェージビリティスタディが必要であろう。物流としての実現の可能性、ユーザーから見た受容性などの検討である。国際的に通用する評価方法であるかどうか、シミュレーションの妥当性の検証が必要である。
- ・ 目標を、より限定したらどうか。研究開発の領域外のことまで可能なように書くことは、研究開発をミスリードする可能性があるので避けた方がよい。
- ・ 自動運転・隊列走行技術に関しては、想定される利用空間、場面を、利用者のニーズも把握しながら整理し、導入目的と導入された場合に想定される効果を明確にする必要がある。
自動運転・隊列走行技術に関して、既存の研究との違いを明確にして、本事業で開発する技術の特徴を明らかにする必要がある。
燃料削減、二酸化炭素排出量削減だけでなく、安全性の面からの評価も行うことが望ましい。
二酸化炭素削減効果の評価では、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の枠組みの中で利用は想定せずに、国際的に共通する二酸化炭素排出量を推計する方法を提案することが望ましい。
二酸化炭素削減効果の評価では、途上国を含む枠組みを想定する必要がある。
- ・ 総合評価で述べた、実用化・事業化を図る上での問題点・要求事項の洗い出しを行う場を広く持つことが必要と考える。

〈その他の意見〉

- ・ 現在、実施している内容に沿って、研究の背景や目的を整理することが望ましい。
- ・ エネルギーITSは、安全安心なシステムであることが大前提である。その観点の研究内容を加えるべきである。

- ①研究開発のテーマ採択の方法に問題があるのではないか。「なぜ、隊列走行の開発ではいけないか」が良く理解できない。いかにも「物流」をテーマにしているようであるが、実際には「貨物自動車」である。このため本来の「物流」のテーマまでが隠されて埋没してしまい、この意味で研究開発のミスリードの可能性があるのでないだろうか。非常に心配である。

②マーケットはあると思うが、本推進事業では技術開発に専念すべきである。技術開発とマーケットリサーチは別である。この技術開発は応用範囲が広いと思えるので、別途実用化やマーケット調査をすべきだろう。本推進事業のような「社会開発型システム」は、「技術開発」よりも「社会への適応性の研究」が重要なことは多い。ただし我が国の技術開発の問題は、前者ばかり優先して、後者を軽視することにある。「機械はできたが、使われない」ということが多すぎると思うので、後者の研究を別途進めるべきである。

③「開発計画の診断」によれば、アルバート・ハーシュマン(A.O. Hirschman：かつて世界銀行の総裁を務めた人)は、「計画は将来を予測しながら立てていくものであるから、予期し得ない変化や『不確実な事態』が起これば『失敗』する」と、指摘している。彼の考え方を整理すると、失敗の原因は、①計画時の不確実（需要予測や費用予測などが不確かだったために起きる失敗）、②意志決定時の不確実（外部からの圧力によって正当な決定ができなかったために起きる失敗）、③価値判断時の不確実（計画時と計画実施時の価値判断が変わってしまい善とされたものが悪とされたために起きる失敗）に分類できそうだ。この意味で、研究開発も同じで、開発途中で目標が変わっていく状態は常にあると思う。「最初に目標があって、そこに到達するだけ」では、挑戦的な研究開発はできないし、民間企業以外が挑戦する意味もないだろう。そのあたりを考慮して欲しいと思う。
- 隊列走行に関して、高速道路のインターチェンジ毎に隊列への参入と離脱を可能とする、よりフレキシブルな運用まで視野に入れ、その可能性の提案と効果の推定にも夢を持って取り組んで欲しい。

1. 2 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本事業は自動車交通全体の省エネルギー化を図るもので極めて公共性が高く、その目標達成には ITS に関わる様々な分野の技術を総合する必要がある、民間のみでは実施できないコンソーシアム的なプロジェクトであるため、NEDO の事業としての妥当性は認められる。

ただし、エネルギーITS として省エネルギーに注力しているが、社会的な受容性という意味では、他のメリットもより詳細に考察すべきであろう。また、NEDO として CO₂削減効果の評価方法をどこまで国際的に展開するのか不明である。さらに、実用化という点に関して、内外の技術開発動向との違いが不明確である。

〈肯定的意見〉

- 実用化が可能な自動運転・隊列走行技術の開発がなされており、NEDO の事業としての妥当性は認められる。具体的な二酸化炭素削減効果の評価方法が提案されている。
- 車両運行における CO₂削減のための可能性の追求のための研究として意義あるものと思われる。研究も多く有識者・企業参加のもと様々な角度から行われており、NEDO 関与による意味と効果を強く感じた。
- 本事業は当該施策・制度の目標達成のために十分に寄与する内容を持っていると考える。また、利害関係者が多いテーマであることから、民間活動のみによる改善は困難であり、NEDO の関与の必要性は十分にある。現状で予算に見合う成果は出ていると考えられる。
- 内外の技術開発動向から考えて、エネルギーITS を取りあげることは妥当。
- 民間のみでは実施できないコンソーシアム的なプロジェクトである。
- 妥当と考える。技術開発を進めて欲しい。これからのシステム輸出やパッケージ輸出において、非常に重要な開発分野だと思う。隊列走行の技術は応用範囲が広いと考える。たとえば途上国でも導入されている専用バスレーンなどを想定すれば、技術の応用範囲は広いと思う。国際競争力を向上させるためにも、研究を進めていただきたい。
- 本事業は自動車交通全体の省エネルギー化を図るもので極めて公共性が高く、その目標達成には ITS に関わる様々な分野の技術を総合する必要がある、NEDO の関与が妥当と認められる。また、我が国がリードする先進技術も多く含まれ、国際貢献の点からも事業の目的は妥当とみなせる。
- エネルギー、情報技術、物流これらをつなげて考えていくことは社会的に意義は大きく、民間活動のみでは展開には限界があると思われる。予算規

模の点でも問題はない。同種の個別技術は海外にもあるが、総合的に推し進めているという状況には至っておらず、我が国がイニシアチブをとることの意義は大きい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 「実用化」という点に関して、内外の技術開発動向との違いが不明確である。省エネルギーというテーマならば、国際競争力の確保よりも国際貢献に重点を置くべきであると考えられるが、現状ではその視点が限られている。
- NEDO 事業ということで、エネルギーITS として省エネルギーにのみ注力しているが、社会的な受容性という意味では、他のメリットも考察すべきであろう。
- 費用対効果の見積りが、大まかな仮定を基にしてなされており、本事業で取り組むべき内容が明示されていると言えない。どれだけの費用を投じると、どこまでの技術開発が達成され、どれだけの効果が期待されるかを明確にすべきであろう。
- 我が国は、総合的に展開していく、ということに長けているとは思えない。個別要素を強くすることはできるが、総合的な展開を進めていくためには、組織構成、プロジェクトの内部構成、メンバーそのもの、若干の見直しがあってもいいのではないだろうか。
- 「物流システム」というよりは、「自動車隊列走行システム」と思う。
- 具体的な ITS としての自動運転・隊列走行技術だけが取り上げられている点は、不十分である。NEDO として二酸化炭素削減効果の評価方法をどこまで国際的に展開するのか不明である。
- 当事業を実施することによりもたらされる効果については、説得力のある具体的な数値が十分に示されなかった。
- 予算獲得時の位置づけを整理してからスタートすべきなのに、初めから達成困難と思われるテーマが混在している。

〈その他の意見〉

- ・ 制御技術が洗練されてきても、社会的な観点から目標となる基準や水準をどのように設定すべきかの議論が必要であろう。とくに合流や分離における過渡的な問題がある。
- ・ 上記のように、バスにも適用できると思うし、物流にも効果的と考える。しかしながら、「物流」は貨物や荷おろしなどの課題をクリアしなければならない。よって、「物流ITS」という議論と「大型車隊列走行」を正

確に区別しないと、せっかくの技術開発なのに、誤解を受けたり応用範囲を狭めたりしてしまうと思う。

2) 研究開発マネジメントについて

目標達成に必要な産学官による連携体制は整っており、個々の計画フローにしたがって研究開発が実施されていると評価できる。また、政府方針や海外動向に基づいて適切な計画の見直しが行われている。

一方では、本事業の目的はあくまでも省エネルギーにあるので、数値シミュレーションによる空気抵抗改善予測に加えて実際の走行に伴う省エネ効果についても早い段階で検討し、車間距離や隊列台数、速度等の目標の見直しを計画する必要がある。

自動運転・隊列走行技術に関しては、実用化、事業化に向けてのニーズの把握が不十分で、取り組むべき課題が必ずしも明らかになっていない。

物流業界のニーズ、大型トラックメーカーの寄与および国際貢献の在り方等、本事業実施に密接に関連する事項について、スピーディーに調査・検討するための体制も必要である。

また、CO₂削減効果の評価方法については、国際展開するために国として取り組むテーマとしながら、関連の研究所、大学等の研究者による連携体制がはっきりしない。

〈肯定的意見〉

- プロジェクトに盛り込まれるべき要素技術のさらなる進化に関して言えば、我が国のトップレベルの研究者がそろっており、またその推進体制も体系的かつ効率的に構成されている。
- 研究開発目標、研究開発計画、研究開発事業体制は、明瞭に示されており内容的に妥当なものであると思われる。
- 目標設定としてエネルギー消費を取り入れたことは評価すべきである。研究開発チーム構成は産学官の連携も取れており、概ね妥当と見ることが出来る。
- 多くの関連分野の研究者、技術者が適切に配置されており実施する体制が整っている。また、現状では適切に研究開発計画が立てられている。当初の事業内容の見直しなどは適切に行われている。
- 目標達成に必要な産学官による連携体制は整っており、個々の計画フローにしたがって研究開発が実施されていると評価できる。また、政府方針や海外動向に基づいて適切な計画の見直しが行われていると認められる。
- 「隊列走行」の方は研究チームがうまく構成できたようである。
- 技術開発的な意味では実施体制は整っている。
- 基本的には、問題がないと思う。

〈問題点・改善すべき点〉

- 「効果評価」については国際展開するために国として取り組むテーマとしながら関連の研究所、大学等の研究者による実施体制が見られない。
- 実用化のシナリオがほとんど論じられていない。
- 自動運転・隊列走行技術に関して、利用者のニーズが必ずしも把握されておらず、想定される利用空間、場面が明確ではなく、最終的な開発の目的が明確ではない。
自動運転・隊列走行技術に関して、実用化、事業化に向けてのニーズの把握が不十分で、取り組むべき課題が必ずしも明らかになっていないなど、マネジメントが必ずしも適切に行われていない。
二酸化炭素削減効果の評価では、二酸化炭素排出削減量を何に使うのか、最終的な目的は明確ではない。
二酸化炭素削減効果の評価では、途上国も含む枠組みとなっておらず、実施体制を見直すことが望ましい。
- 研究開発成果の実用化と事業化に関する戦略と知財マネジメントの方針については具体的な数値や方策が十分に示されることがなかった。
- 過去の事例が実用化されなかったことを踏まえての目標設定となっていない一方、個々の研究テーマとしては過去の事例を踏まえているように見えるため、前提と目的の対応が不明確となっている。例えば、全体の目標はエネルギー消費量の削減であるが、研究テーマでは信頼性の確保となっているものがある。必ずしも矛盾しているわけではないものの、不透明感がある。
- 隊列走行については技術開発の最終目標が定量的に示されているものの、効果の根拠は数値シミュレーションによる空気抵抗改善予測に基づいている。本事業の目的はあくまでも省エネルギーにあるので、実際の走行に伴う省エネ効果についても早い段階で検討し、車間距離や隊列台数、速度、等の目標の見直しを計画する必要があるだろう。また、効果評価の目標では、シミュレーションモデルや CO₂ 排出量推計を定量的に検証するための方法について、より実際のデータを加味して考察すべきと考える。
- 前項と同じ部分があるが、総合的に推進する仕組み、実用化に向けた体制は改善があってもよい。この場合、実用化とは何をいうのか、再検討が必要。公道での走行を実用化というなら現体制は問題ない。物流事業者がシステムとして採用する段階を実用化というなら、内外の物流事業に精通していける体制があることが望ましい。

〈その他の意見〉

- 物流業界のニーズ、大型トラックメーカーの寄与および国際貢献の在り方、等、本事業実施に密接に関連する事項について、スピーディーに調査・検討するための体制も必要ではないか。
- 予算配分が不明確であり、研究計画の妥当性を評価できない。
- 研究チームに運送業者などのユーザーが入っていない。車両メーカーも日産しか入っていないのは、現段階はともかく今後の展開を考えると問題。

3) 研究開発成果について

目標とする隊列走行実験は実車を用いてほぼ完了しており、それに必要な様々な技術開発は順調に推進できている。また、省エネ効果の評価ツールも枠組は完成し、国際合意に向けた取り組みも実施しており、中間目標についてはほぼ達成できていると認められる。個々の技術の成果は十分高度であり、汎用性もあるものが多い。知的財産権の取得件数も妥当である。

しかしながら、自動運転・隊列走行時の非正常系への対応が十分であるかどうかの判断は現時点では難しいため、このままで最終目標が達成できるか疑問が残る。現時点で問題となっている事項や最終目標達成のための課題とその解決方法の提案が、必ずしも具体的に示されているとは言えず、見通しは明確ではない。隊列走行にかかる技術の標準化については、その実用性との関係で整理が必要である。効果評価方法については、標準化すべきことがどこにあるのか、議論が十分とはいえない。

〈肯定的意見〉

- 中間目標は概ね達成している。成果については、個々の技術は十分高度であり、汎用性もあるものが多い。知的財産権の取得件数も妥当であると思われる。最終目標が達成できるかは予断を許さないが、現状としては十分な数字である。
- 目標とする隊列走行実験は実車を用いてほぼ完了しており、それに必要な様々な技術開発は順調に推進できている。また、省エネ効果の評価ツールも枠組は完成し、国際合意に向けた取り組みも実施しており、中間目標についてはほぼ達成できていると認められる。それらの成果は国内外の会議やフォーラムで発表され、外部への情報発信にも積極的に取り組んでいると評価できる。
- 中間目標の達成度はあるといえる。成果の中身ひとつひとつは世界水準を超えているといえる。論文発表等も適切に行われている。
- 隊列走行に関して、中間目標はほぼ満たしている。最終目標は高度であるが、達成が期待できる。
- より積極的に、開発を進めて欲しい。「隊列走行の技術の他への応用」、「貨物自動車から始まる物流全体への ITS の応用」など、将来は明るいと思うので、その点を評価すべきだろう。
- 技術開発の観点からは、目標を達成している。
二酸化炭素削減に寄与する具体的な ITS 技術の開発をしており社会的意義は大きい。
論文発表等は適切に行われている。

- 研究開発が計画通り進捗し中間目標を概ね達成する見込みであることが、研究施設の視察及び資料の説明により理解できた。

〈問題点・改善すべき点〉

- 目標設定に不明確さがあるため目標の達成度を明確に評価することは難しい。実際のニーズを明らかにした上で目標を設定し、達成度を評価できるようにする必要がある。
最終目標が実用化にあるとするならば、実際のニーズを把握すべきである。
- 当システムが実際に活用された場合、社会全体においてどのような「効果」が得られるのか、魅力的な数値をもって十分に語られることがなかった。
- 非正常系への対応が十分ではないため、このままで最終目標が達成できるか疑問が残る。成果発表が国内向け中心であり、国際的な情報発信が少なすぎる。
- 研究は常に進歩し、それにつれて最終目標も変化したり拡大したりしていく。むしろ「最初から到達点が確実なものは、研究開発ではない」と言う考えさえある。しかしながら、上記の「最終目標の達成」とあるように、全体として評価の方法が「当初の最終目的は達成できるか」という点に力点を置きすぎているような印象を受けてしまう。改善の余地はないだろうか。
- 両テーマとも設定した中間目標値を達成することは可能と思われるが、それを実用化にどのようにつなげるかが検討されていない。
- 理論上省エネルギーであることを、走行実験で実証すべきであろう。
- 隊列にかかる技術の標準化については、その実用性との関係で整理が必要になる。シミュレーションのほうは、標準化すべきことがどこにあるのか、議論が十分とは思えない。位置づけを示していく必要がある。
- 現時点で問題となっている事項や最終目標達成のための課題とその解決方法の提案が、必ずしも具体的に示されているとは言えず、見通しは明確ではない。

〈その他の意見〉

- ・ 一般論として、研究開発は当初の目的の到達もさることながら、研究途中でさまざまな波及効果が生まれることは多い。本技術開発も、「貨物自動車の隊列走行と、それによる省エネ」の目的があると思うが、実際の研究開発動向から考えると、相当に応用範囲が広く波及効果があると思う。
- ・ 論文の発表は、精力的に行われている。

4) 実用化、事業化の見通しについて

隊列走行技術については、ロードマップを策定することにより実用化への道筋が示されている。本事業によるハードおよびソフト開発の成果は道路交通システム全体に波及するものであり、関連技術の発展や社会的・経済的にも多大な効果が期待される。

一方、いずれの項目についても、実用化に向けての具体的な課題が明示されていない。自動運転・隊列走行技術に関して、実社会でのニーズが十分には把握できていないため、産業技術としてどこまで開発するか必ずしも明確になっていない。合流や分岐における過渡的な運動での安全性や信頼性、様々な気象条件に対するロバスト性等の詳細な検討も必要である。

また、効果評価については、日米欧での共同研究の枠組を構築したとは言え、その手法に対する合意形成のプロセスは確かなものでない。

〈肯定的意見〉

- 産業技術としての見極めは出来ていると考えられる。また、課題解決の方針は明確になっている。事業化までの期間等についてのシナリオについては、不確定要素が多いものの、現段階の検討としては妥当であると思われる。
- 隊列走行技術については、ロードマップを策定することにより実用化への道筋が示されている。本事業によるハードおよびソフト開発の成果は道路交通システム全体に波及するものであり、関連技術の発展や社会的・経済的にも多大な効果が期待される。
- 貨物自動車の隊列走行だけに限れば、実現できるだろう。しかし「そのシステムが社会的に受け入れられるか（社会の適用性）」ということとは、まったく別の問題である。「社会の適用性」を考えるのであれば、まったくアプローチが異なるはずである。
- 研究成果が十分得られる場合、関連分野への大きな波及効果が期待される。
- 定常状態での制御技術は実用的になると思う。

〈問題点・改善すべき点〉

- 実用化、事業化という言葉の定義を、今回の2つのサブテーマで分けて、具体的に、おそらくは多段階的に示すことが必要。その上で、どの段階がどこまで進んでいくのか、より具体的に示す必要がある。隊列については、運送会社、それも国内、海外とのディスカッションが必要であろう。シミュレーションモデルについては、その使用者をどう想定するかも整理が必要だろう。研究者のためのシミュレーションモデルという域をブレイクス

ルーすることが望ましい。

- 自動運転・隊列走行技術に関して、実社会でのニーズが十分には把握できていないため、産業技術としてどこまで開発するか必ずしも明確になっていない。
二酸化炭素削減効果の評価では、国際的にどのように展開するか示されているが、発展途上国が含まれていない等、まだ検討すべき課題が残されている。
- 実用化に向けての課題は、一部しか検討されていない。なぜその課題を解決しようとするのか、という点が不明確である。国際標準化に関しては、これで十分であるとは思えず、見通しは十分に得られていないと考えられる。ユーザーのニーズについては明らかに検討が不足している。
- 分野によって評価方法を変え、関係者の間で合意を取ったもとでスタートすべきである。
- 合流や分岐における過渡的な運動が安全で信頼性が高いかどうか、実用性の観点から示すべきであろう。気象条件に対してロバスト性の詳細な検討も必要であろう。
- 「貨物自動車の走行システムは実現可能」で、「物流 ITS」や「輸送システムの開発は不可能」ということだと思う。「貨物自動車の走行システムの開発」で十分な目標だと考えている。しかし「機械のシステムだけで実用化できる」と考えること自体が、過去に繰り返してきた「ハード型技術開発の限界」だろう。本推進事業は、社会の適用性を考慮すべき「社会開発型のシステム開発」だろうから、このような場合には、「走行システムの開発」とともに、「社会の適用性（マーケットリサーチないし商品企画）」を行う必要があるだろう。この点を、改善すべきと思う。この意味で、「事業化までのシナリオ」を評価の対象とすること自体が、今回の研究開発には向いていないように思う。30年くらい前から「社会開発型システム開発」を「一般の技術開発」と区分する考え方が出てきたが、未だに定着していないことが残念である。
- いずれの項目についても、実用化に向けての課題が明示されていないと感じられる。また、日米欧での共同研究の枠組を構築したとは言え、効果評価手法に対する合意形成のプロセスは確かなものでない。とくに、排出権取引のツールとするための要件を明確にすべきであろう。
- 基本的には基盤的研究なので、実用化や事業化を議論しても意味のある結果は出ない。評価方法自体がステレオタイプすぎて、柔軟性が無いと思う。

〈その他の意見〉

- 評価方法については、実用的な精度をどこまで要求するかであろうが、その市場調査が十分であるかどうか疑問。

2. 個別テーマに関する評価結果

2. 1 自動運転・隊列走行技術の研究開発

1) 成果に関する評価

車車間通信による速度保持制御とミリ波レーダによる車間距離保持制御に加え、位置標定、白線認識による車線保持制御等の要素技術開発は効率的に行われており、現段階での目標を達成している。特に、車間距離の目標はかなり高いレベルである。開発された技術は汎用性があり、全ての大型貨物車両に搭載される可能性があり、市場の拡大が期待される。これらの技術に対する特許出願及び成果発表も適切に行われている。

しかしながら、隊列走行実験は路面状況、環境設定、車両状態がほぼ完全な状態で行われており、運送事業者の実際の走行では、雪道では白線認識ができず、システムが機能しない等の多くの課題が残される結果となっている。また、実用化された場合の隊列走行を導入した走行システムがどの程度エネルギー面で他の環境を考慮したシステムに比べて優位にあるのかを判断する材料が用意されていない。

〈肯定的意見〉

- ハードウェアの開発はチームにより効率的に行われている。技術的水準も欧米と比べて同程度か一步先んじている。
- 車間距離の目標はかなり高いレベルである。
- 基本的には、問題がないと思う。より積極的に、開発を進めて欲しい。「隊列走行の技術の他への応用」、「貨物自動車から始まる物流全体への ITS の応用」など、将来は明るいと思うので、その点を評価すべきだろう。
- 車車間通信による速度保持制御とミリ波レーダによる車間距離保持制御に加え、位置標定、白線認識による車線保持制御、等の要素技術開発の成果を総合することにより、3台隊列走行についての目標を達成している。得られた成果は、多くの論文や講演発表を通じて公表・普及に努めていると認められる。
- これまでの内外での技術開発での知見に基づいた上で、新しい展開を示している。
- 技術的な課題に関しては、中間目標を達成している。
開発された技術は汎用性があり、全ての大型貨物車両に搭載される可能性があり、市場の拡大が期待される。
知的財産権の取得などは適切に行われている。
成果は論文等として適切に発表されている。

- 自動運転・隊列走行については実験車両に乗務し、車載計測器に表示された数値から現段階での目標を達成していることが示された。運転手が全く運転操作をすることなく一定距離が保たれ、前方停止車両を先頭車両が認識し、急停止する際にも誤差数十センチの範囲内で全車一斉に停止することができた。高い水準で技術開発がすすんでいる事に大いに感銘を受けた。
- 当初目的は十分に達成している。また、これらの成果が今後、新たな市場を創造することが期待される。技術的に新規性のある部分もあり、これらに対する特許の出願も適切である。成果の発表も件数としては適切である。

〈問題点・改善すべき点〉

- 海外に向けた成果の発表が十分ではない。また、ユーザーに対する成果の公表が十分ではない。最終目標が明確に示されていない。このため、現状では、他のプロジェクト同様、実用化に至らずに終了する可能性が否定できない。また、実用化を目指すならば、レアケースも含めて、非正常系への対応（フェイルセーフシステム）が重要となるが、現時点では十分検討されているとはいえない。これらの点の検討を行う必要がある。
- 市街地での自動運転と高速道路での自動運転とは、難しさに大きな違いがある。たとえば、走行速度であり、障害物があるかどうか、交差点があるかどうかなど。本プロジェクトは、高速道路のトラックに限定しているかどうかを明確にすべきであろう。
- 既存技術との差別化を、プロジェクトで重視すべき視点にあわせて示していけることがよい。
- 実用化に関する検討がシステムティックに展開されていないので、実用化されたとして隊列走行を導入した物流システムがどの程度エネルギー面で他の環境を考慮した物流システムに比べて優位にあるのかを判断する材料が用意されていない。
- 他の同様の技術との比較が不十分で、必ずしも優位性が説明されていない。レビューを適切に整理し、優位性を明確にすべきである。実務におけるニーズが必ずしも把握されていないため最終目標に向けての、課題が明確になっていない。ニーズを把握し、課題をより明確にすべきである。
- 隊列走行実験は路面状況、環境設定、車両状態（性能・装備・整備状態等）がほぼ完全な状態で行われており、運送事業者の実際の走行の中では課題が多く残されているものと思われた。（例）雪道では白線認識ができないため、当システムが機能しないなど
- 「物流システム」というよりは、「自動車隊列走行システム」と思う。そ

れで良いと思う。

- フェイルセーフ技術を含むシステムインテグレーションのシーケンスが示されておらず、システムの特徴や課題の解決に至った経緯、新規性・独創性、等について不明確である。そのため、本技術の優位性および最終目標の達成可能性が判断できない。

〈その他の意見〉

- ・ 有人運転か無人運転かで、評価は大きく変わるはずである。有人運転の場合には、ドライバーとしての評価が必要であるが、本プロジェクトはあいまいであり明確でない。
- ・ 個々の要素技術開発の完成度が、全体の目標精度にどの程度影響するかを示し、それにより課題解決の道筋を明らかにしていただきたい。

2) 実用化、事業化の見通しに関する評価

車両制御技術自身の応用や波及の効果は期待できる。特に欧米への優位性を期待したい。公道走行の可能性が示されていることは評価できる。

しかし、自動運転・隊列走行技術は、産業技術としての見極めが十分ではなく、ユーザーのニーズに対する調査が不十分である。実用化・事業化を図るには、ユーザーのニーズを詳細に調査するとともに、ユーザーの意見・要望を広く集め、それを踏まえた上で技術開発も進めると同時に、利便性や市場規模、経済効果、等の観点から検討し、その結果を目標設定や開発計画に反映する必要がある。

〈肯定的意見〉

- 混合交通における隊列走行をコンセプトとする事で、より実用に近いシステムを構成できると認められる。事業化・実用化のためのロードマップを策定するとともに、課題とその解決のための方針を明確にしている。また、フェイルセーフ ECU や HMI の開発により、実用化の前提となる安全性の確保に努めている。
- 開発される技術は汎用性があり、全ての大型貨物車に搭載される可能性があり、波及効果が期待される。
- 新たな技術が創出されており、成果の関連分野への波及効果は認められる。また、同じ理由により、本プロジェクトが当該分野の研究開発や人材育成を促進する効果はあると思われる。
- 公道走行の可能性が示されていることは評価できる。
- 車両制御技術自身の応用や波及の効果は期待できる。特に欧米への優位性を期待したい。
- 貨物自動車の隊列走行だけに限れば、実現できるだろう。しかし「そのシステムが社会的に受け入れられるか（社会の適用性）」ということとは、まったく別の問題である。「社会の適用性」を考えるのであれば、まったくアプローチが異なるはずである。

〈問題点・改善すべき点〉

- 産業技術としての見極めは十分ではない。ユーザーのニーズに対する調査が不十分である。また、実用化に向けた課題は設定されているが、その課題を解決しなければ実用化できないのか、他のよりスマートな解法がないのか、という点が明確ではない。事業化に関しては、現状では将来が不透明な面もあるため、致し方ないところもあると思われるが、市場のニーズに合致しているとはいえない部分がある。

- 物流システムとして社会システムの検討をする上で、一つのインパクトにはなるが、実用化に向けた評価が充分でない。
- 評価のためのシミュレーションの妥当性の検証が必要である。
- 実務におけるニーズが十分には把握されていないため、課題が必ずしも把握されていない。ニーズを調査し、課題をより明らかにすべきである。実務におけるニーズが十分には把握されていないため、普及までの進め方や経済的な側面からの評価が必ずしもなされていない。ニーズを調査し、普及の進め方を検討すべきである。
- 当システムの実用化・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ものと思われる。先にも述べたが、ユーザーの意見・要望を広く集め、それを踏まえた上で技術開発も進めるべきと考える。
- 現在のままだとトラック走行の自動化となっている。
- 「貨物自動車の走行システムの開発」で、十分な目標だと考えている。一方で「機械のシステムだけで実用化できる」と考えること自体が、過去に繰り返してきた「ハード型技術開発の限界」だろう。本推進事業は、社会の適用性を考慮すべき「社会開発型のシステム開発」だろうから、このような場合には、「走行システムの開発」とともに、「社会の適用性（マーケットリサーチないし商品企画）」を行う必要があるだろう。この点を、改善すべきと思う。
- ユーザーのニーズを詳細に調査するとともに、利便性や市場規模、経済効果、等の観点から検討し、その結果を目標設定や開発計画に反映する必要があるだろう。
- 実用化、事業化の言葉の定義をした上で、どこまでをするのが、NEDOのこのプロジェクトのミッションなのか、再確認が期待される。鉄道事業で済むものをなぜトラックでここまでやるのか、多面的な費用対効果、費用便益分析のもとに、意義づけを示すことが望まれる。

〈その他の意見〉

- ・ 強風時や急坂路での走行、空載と満載の混在など、運転特性に影響を及ぼす特異条件での隊列安定性についても、十分な実証試験を実施する必要があるだろう。
- ・ 実業化、事業化のシナリオが明確ではない。

3) 今後に対する提言

ハードウェアの開発は一通り目標達成が終わるので、後の2年は主として走行システムとして実用化するための事業者、道路管理者等の関係者との議論の中から技術的課題を整理する必要がある。隊列走行による燃費改善効果を実証するとともに、自動運転・隊列走行実現の要件を示し、省エネ ITS 技術の特性を明確にすることが望まれる。

実用化、事業化のためには、運送業者や物流事業に対してニーズ調査を行い、本事業を適用できる範囲を明らかにするとともに、普及までの進め方を明らかにした上で、取り組むべき課題を再度整理する必要がある。そして、当システムを利用することによる経済的効果が利用者に利用時点で分かるようなシステム作りを図ってほしい。

〈今後に対する提言〉

- ・ ハードウェアの開発は一通り目標達成が終わるので、後の2年は主として物流システムとして実用化するための事業者、道路管理者等の関係者との議論の中から技術的課題を整理する必要がある。
- ・ 省エネルギーであることは、理論的には明白であるが、それを実験で実証すべきであろう。
- ・ 「貨物自動車の走行システムは実現可能」で、「物流ITS」や「輸送システムの開発は不可能」のように思う。本研究は、「貨物自動車の走行システムの開発」で十分な目標だと思う。
- ・ 類似技術との比較検討を行い、本事業で開発する技術の優位性をより明らかにする必要がある。
運送業者、物流事業に対してニーズ調査を行い、本事業を適用できる範囲を明らかにするとともに、普及までの進め方を明らかにした上で、取り組むべき課題を再度整理する必要がある。
- ・ 当システム利用のインセンティブを図る上で、当システムを利用することによる「経済的効果」が利用者に利用時点で分かるようなシステム作りを図ってもらいたい。
- ・ 隊列走行による燃費改善効果を実証するとともに、自動運転・隊列走行実現の要件を示し、省エネ ITS 技術の特性を明確にすることが望まれる。
- ・ 高速道路の専用軌道で隊列で走らせるだけのことであれば、NEDO で何年もかけなくても、という思いが少しある。一般街路への展開について、なるべく多くの知見を出していただけると、今回は無理でも、次につながれると思う。
- ・ ユーザーのニーズ分析をより詳細に行う必要がある。また、それに対応し

た技術開発を行う必要がある。日本の道路事情を勘案したシステムと海外で利用するシステムでは異なる技術が必要になるはずである。海外進出に言及するのであれば、海外のシステムへの対応手段についても検討する必要がある。自動車メーカーとしてトラックメーカーが入っていない。なるべく多くのメーカーに参加してもらうべきである。

〈その他の意見〉

- ・ 実用化に向けたポイントはコストと安全性であるが、その観点の研究内容がほしい。
- ・ 3台隊列走行の実現により車車間相互の関係は網羅されるので、より多数台による隊列形成・走行の可能性とその効果についても模索・言及して欲しい。

2. 2 国際的に信頼される効果評価方法の確立

1) 成果に関する評価

マクロとマイクロ走行軌跡モデルを組み合わせた CO₂ 推計モデルの開発やプローブによる CO₂ 排出量推計、交通データベース確保、国際共同研究体構築など、効果評価方法を確立するための研究開発はほぼ計画通りに進捗しており、CO₂ 排出を推定する一つのモデルを構築した点は評価できる。

しかし、検証面、モデル化の面で広く国内の意見を集約しているわけではなく、現時点ではシミュレーションの妥当性を示す客観的データが無く、グリッドコンピューティングによる全国シミュレーションの意図・目的および必要性が明確ではない。その上、どのようにして国際的な合意形成を行うのかが不明確である。アジアとの連携も視野に入れ、国際シンポジウムの開催で目的を達成できるのか、さらに国際標準化関係の委員会に対するアクションが必要なのかを検討すべきである。

〈肯定的意見〉

- 中間目標は前倒しで達成されており、現状の成果としては十分なものである。
- 関連分野の技術や政策課題の最新動向を踏まえて整理されているといえる。国際的な展開も進んでいる。
- 論文発表は適切と思われる。特許は十分かどうかは、不明である。
- 「シミュレーションや排出量モデル」や「プローブ」は、理解できる。
- マクロとマイクロ走行軌跡モデルを組み合わせた CO₂ 推計モデルの開発やプローブによる CO₂ 排出量推計、交通データベース確保、国際共同研究体構築など、効果評価方法を確立するための研究開発はほぼ計画通りに進捗している。
- ソフトのアイデアは従来の手法の組み合わせで特に新しいものではないが、CO₂ 排出を推定する一つのモデルを構築した点は評価できる。
- 中間目標は達成している。

世界的に二酸化炭素排出量を推計する標準的な方法を定めることができれば、統一的に削減量の効果を比較することが可能となり、ITS のみならず様々な道路交通改善施策を二酸化炭素削減の観点から評価でき得ることが可能となる。

成果を Web で公開する等、普及のための取り組みは評価される。

〈問題点・改善すべき点〉

- グリッドコンピューティングによる全国シミュレーションの意図・目的および必要性が明確ではない。また、論文・講演発表などは現時点で活発に実施しているとは言えず、今後とも成果の普及・広報に努めるべきである。
- 検証面、モデル化の面で広く国内の意見を集約しているわけではない。一企業のビジネスモデルが表に出すぎていて、国の公的機関がどのように使うのかという要求事項との擦り合わせが見えない。国際協調よりも国内で開発したモデルをどのように位置づけるかが先である。国際的に何らかの形で認められたとしても、国内の公的機関が施策のツールとして使う手段が不明。
- 個別の車両、運転者、その集団としての交通流、ここまでの需要条件、道路状態、交通規制や制御の状態、ここまでの供給条件、さらに貨物交通全体のモーダルスプリット、これは需要条件のほうに加わる。このような整理の中で、合理的な組み合わせ、荷主や輸送業者の行動の変更といった条件の変化をどう整理していくのか。評価システムのユーザーおよび利用環境の想定をどう整理していくのか、より明示されるとよい。
- シミュレーションの妥当性を示す客観的データが無い。
- 「交通データベース」は、気持ちはわかるが、何をどの様にしようと考えているのかについて、具体性に欠けているような気がする。従来交通工学や交通計画の範囲を抜け出ていない。少なくとも貨物車隊列走行との連携も説明不足であるし、さらには物流（実際の物流業務への適応）に至っては、考慮されていないと思う。せつかくの意図が、結局は従来からの枠組みと変わらないことが、残念である。
- どのようにして国際的な合意形成を行うのかが不明確である。国際シンポジウムの開催で目的を達成できるのか、さらに国際標準化関係の委員会に対するアクションが必要なのかを検討すべきである。
- UNFCCC での議論において標準的な二酸化炭素排出量推計方法を定めることは不可能であり、別の枠組みで提案する必要がある。その場合、開発途上国も含めた枠組みが望ましい。
個々の推計方法等では、まだ国毎で差異も大きく、最終的にどのように標準化するのか具体化する必要がある。

〈その他の意見〉

- ・ 今後、自動車交通における比重の高まるアジアとの連携も視野に入れるべきである。
- ・ 実走行のデータからエネルギー効率を算出できると応用範囲が広がり、プロジェクトの価値が高まる。

2) 実用化、事業化の見通しに関する評価

交通状況や CO₂ 排出量の「見える化」は実用化の第一歩として適切であり、ユーザーのニーズを捉えて省エネ行動の推進・普及に役立つと認められる。また、人と物の流動調査や交通渋滞の解消、自動車大気環境改善のための施策検討に資することが期待できる。

メソスケールの交通流シミュレーションモデルとそれを使った CO₂ 排出量推計モデルは、すでに多方面で使われ始めているシミュレーションモデルの開発、普及の流れを踏まえており、その意味では、実用化への道筋は明確である。

一方、国内排出権取引や国際標準化には、対象とする地域・国における多様かつ代表的な交通データの集積とその定量評価によるモデルやシミュレーションの検証が必要であり、とくに利害を伴う合意形成の実現は難しいため、より説得力のある具体的なケーススタディの検討が必要である。

〈肯定的意見〉

- すでに多方面で使われ始めているシミュレーションモデルの開発、普及の流れを踏まえており、その意味では、実用化への道筋は明確である。
- 既に Web 上でデータを公開しており限定的ではあるが利用をしており、実用化の可能性は認められる。
推計方法を標準化できれば、多くの事業において二酸化炭素の削減の評価に利用可能であり波及効果は大きい。
- 本事業単体での事業化の必要性があるのか明確ではないが、個々の検討レベルでのビジネス化の検討も行われている点は評価できる。また、検討内容は重要であり、関連分野への波及効果も期待できると考えられる。
- 本プロジェクトのシミュレーション技術は、国際的に見て高い水準にあると思われる。
- 「自動車の交通挙動に限れば可能」で、開発意義も十分にあると思う。
- 交通状況や CO₂ 排出量の「見える化」は実用化の第一歩として適切であり、ユーザーのニーズを捉えて省エネ行動の推進・普及に役立つと認められる。また、人と物の流動調査や交通渋滞の解消、自動車大気環境改善のための施策検討に資することが期待できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- 「自動車の交通挙動に限れば可能」で、「人や物の行動をコントロールすることは、この研究では不可能」と言うことだと思う。前者だけでも意義は十分にあるのだから、無理をせずに「自動車の交通挙動」に限定すべきだろう。後者のことを、小出しに研究しても、よい結果を生まないだろう。

むしろ、このことが「真に必要な研究（本来の意味の「人の行動分析や、物流の行動分析）」をぼかしてしまうことは良くないので、十分に気を付けていただきたい。

- まだ、一部の組織との間での情報交換をしている段階であり、国際的にどのように標準化を進めていくのか必ずしも明らかになっていない。事業者までのシナリオを明らかにする必要がある。
- CO₂の排出権取引市場への参入要件の明確化と、それへの対応が必要である。
- 開発したシミュレーターを使う場合、国の機関がソフトを買い上げるものとする、入札の段階で問題が出る可能性がある。シミュレーターを販売している会社は内外に多数あるので、もっとオープンな開発体制が必要。このままだと一種の随意契約のもとでの入札となり、社会的に受け入れられない可能性がある。
- 国内排出権取引や国際的標準化には、対象とする地域・国における多様かつ代表的な交通データの集積とその定量評価によるモデルやシミュレーションの検証が必要であり、とくに利害を伴う合意形成の実現は難しく、より説得力のある具体的なケーススタディの検討が必要であろう。
- 欧米だけでなく BRICS やアジア諸国での展開をイメージした「国際的」な視点が必要ではないか。物流と環境の問題は、これからむしろそれらの国々で取り組むべき課題であり、そちらへの展開があるとよい。
- CO₂削減効果を定量評価できるかどうかは不明であるが、利用方法を含めて実証することが重要である。

〈その他の意見〉

- ・ NEDO が開発した CO₂ 排出モデルを国や自治体の関係機関が共有するための条件は何なのかを産省が明らかにする必要がある。
- ・ 国際的に通用する産業技術かどうかは更なる検討が必要。

3) 今後に対する提言

提案したシステムの検証作業が計画されているが、その際には、本モデルを活用するための条件と取り扱い方法を詳細に説明する必要がある。すなわち、入力すべきデータベースの種類と精度、適用条件、出力される特性値の内容、図示化のメニュー、等を早急にわかり易く整理すべきである。

この CO₂ 排出量推計モデルを、UNFCCC や CDM での利用を想定することは難しいので、現在進めている国際的なネットワークをより拡大していく仕掛けを提案し、国際的に標準化していくことが望ましい。

一方、一企業、あるいは NEDO プロジェクトで開発したソフトウェアシステムを例えば国交省、環境省などが自らの業務に利用するための手続きや国際的に信頼性があると認められたとしてもそれを国内で展開する場合の手続の確認等を行っておくべきである。

〈今後に対する提言〉

- ・ 提案したシステムの検証作業が必要である。社会的なニーズを調査して、それに沿った変更が行われるか、期待したい。
- ・ 目標をより絞って、進めていくべきと思う。応用範囲は広いと思うので、無理して目標を拡大せずに、できることを確実に進めて欲しい。
- ・ UNFCCC や CDM での利用を想定することは難しいので、現在進めている国際的なネットワークをより拡大していく仕掛けを提案し、国際的に標準化していくことが望ましい。
二酸化炭素の排出量を推計する範囲を、対象とする ITS との関連で整理し、その関係性をより明らかにすべきである。
- ・ 少なくとも、CO₂ の排出権取引市場への参入要件の明確化は必須である。本プロジェクトに関連する分野の専門家を入れるべきである。
- ・ 評価ツールは多くの使用実績を積み重ねることにより精度の向上と一般的評価が高まる。その意味からハイブリッドシミュレーションを基礎とする評価ツールのプロトタイプを、この段階からできる限り多くの事例に適用して検証を進めなければならない。そのためには、本モデルを活用するための条件と取り扱い方法を詳細に説明する必要がある。すなわち、入力すべきデータベースの種類と精度、適用条件、出力される特性値の内容、図示化のメニュー、等を早急にわかり易く整理すべきと考える。
- ・ 欧米との協調は行っているようだが、政府レベルの合意は商売が絡むと何の関係もなくなるのが普通である。このままだと欧米のソフトウェアの会社から WTO の政府調達違反を訴えられる可能性がある。逆に言えば、一企業のビジネスモデルに関係した研究開発に対してなぜ税金を使って関

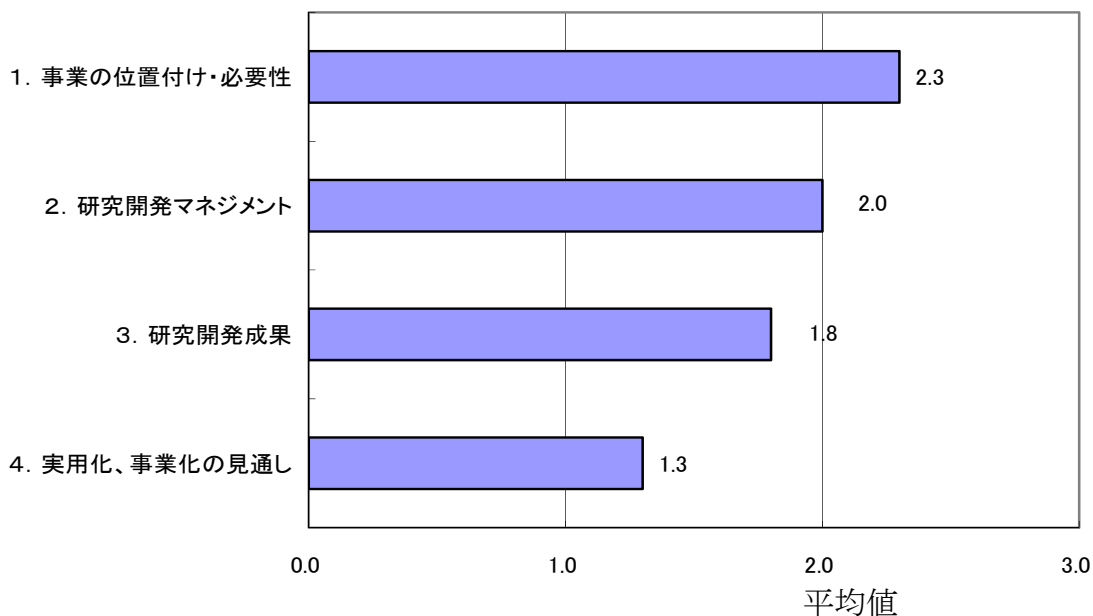
与するのに対して説明責任が発生する。

〈その他の意見〉

- 物流事業に大きな変革をもたらすのか、利用者の立場に立ったフィージビリティスタディをしてほしい。
- 排出権取引や国際的標準化を目指す事自体は評価するが、それを絶対的な目標とするのではなく、省エネルギーに対しては間接的な寄与とは言え、「見える化」による波及効果についてもモデルの実質的な活用と展開を図り、本事業の成果として取り上げてほしいと考える。
- 交通シミュレーターの開発では後進国であるため今回のような開発体制になったことは考えられるが、以下の点を確認する必要がある。1. 一企業が開発、あるいは NEDO で開発したソフトウェアシステムが例えば国交省、環境省などが自らの業務に利用するための手続きの確認。2. 国際的に信頼性があると認められたとしてもそれを国内で展開する手続の確認。ISO になったとしても輸出入がないかぎり、これに従わないケースは多々ある。3. このためには海外のソフトウェア企業にも自由に研究開発に参加し、互いにオープンな環境が必要。これが今の体制で構築できるかどうかの確認。

3. 評点結果

3. 1 プロジェクト全体



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	B	B	B	B	B	A	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.3	A	B	B	B	B	B	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.0	B	B	B	B	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	1.8	B	C	B	B	B	B	B	C
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.3	B	C	D	C	C	C	B	B

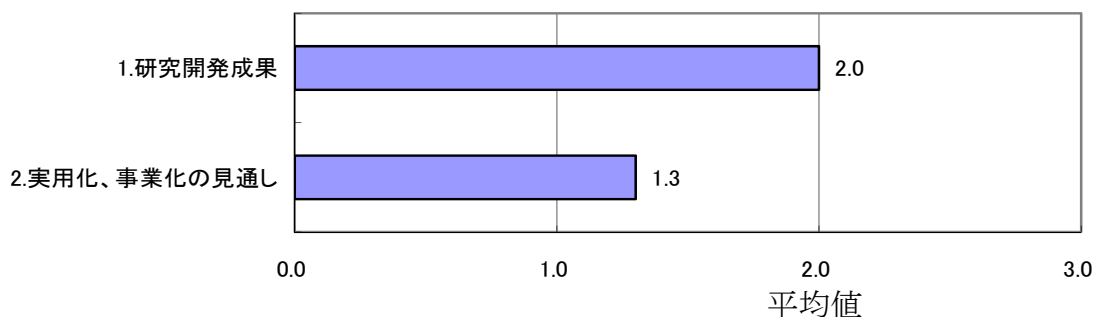
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

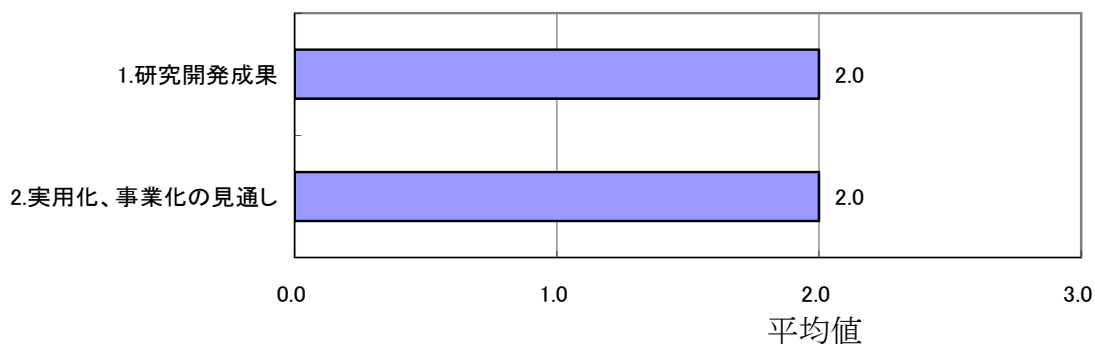
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

3. 2 個別テーマ

3. 2. 1 自動運転・隊列走行技術の研究開発



3. 2. 2 国際的に信頼される効果評価方法の確立



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
3. 2. 1 自動運転・隊列走行技術の研究開発									
1. 研究開発成果について	2.0	B	B	B	B	B	B	B	B
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.3	B	C	D	C	C	C	B	B
3. 2. 2 国際的に信頼される効果評価方法の確立									
1. 研究開発成果について	2.0	A	C	B	B	B	B	B	B
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.0	A	C	B	C	B	B	A	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

2. 実用化、事業化の見通しについて

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当であるが、課題あり →C
- ・見通しが不明 →D

第2章 評価対象プロジェクト

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「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 エネルギー対策推進部
-----	---------------------------------------

目次

概要	概要-1
プロジェクト用語集	用語集-1
I. 事業の位置付け・必要性について	I-1
1. 事業の背景・目的・位置づけ	I-1
1.1 政策上の位置付け	I-1
1.2 自動車交通におけるエネルギー消費と環境負荷	I-3
1.3 エネルギーITS の体系化と実施プロジェクトの選定	I-6
1.4 エネルギーITS に関連する内外の先行研究	I-11
1.4.1 自動運転・隊列走行	I-11
1.4.2 CO2 削減効果評価手法	I-15
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性	I-18
2.1 エネルギーITS に NEDO が関与することの意義	I-18
2.2 費用対効果	I-19
3. エネルギーITS 推進事業の意義	I-21
II. 研究開発マネジメントについて	II-1
1. 事業の目標	II-1
2. 事業の計画内容	II-3
2.1 採択経緯	II-3
2.2 研究開発の内容	II-4
2.3 研究開発の実施体制	II-8
2.4 研究開発の運営管理	II-9
2.5 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性	II-12
3. 情勢変化への対応	II-13
4. 評価に関する事項	II-14
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
2. 研究開発項目①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」	III. 2-1
2.1 研究開発の位置づけ、必要性	III. 2-1
2.2 研究開発推進体制とマネジメントの工夫	III. 2-9
2.3 研究開発成果	III. 2-13
2.3.1 システムインテグレーションおよび実験車開発	III. 2-19
2.3.2 フェイルセーフ技術の開発	III. 2-22
2.3.3 走行制御技術の開発	III. 2-25
2.3.4 位置標定技術の開発	III. 2-35
2.3.5 白線認識技術の開発	III. 2-43
2.3.6 車車間通信技術開発	III. 2-52
2.3.7 車両認識技術の開発	III. 2-55
2.3.8 エコ運転制御技術の開発	III. 2-60
2.4 成果のまとめ	III. 2-62
2.4.1 開発目標達成状況	III. 2-62
2.4.2 特許と論文および普及活動	III. 2-66
2.5 今後の研究開発計画	III. 2-69

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. 2 研究マネジメントの工夫と進捗状況	Ⅲ. 3-5
3. 3 研究開発成果	Ⅲ. 3-6
3. 3. 1 ハイブリッドシミュレーション技術開発	Ⅲ. 3-6
3. 3. 2 プローブによるCO2モニタリング技術の開発	Ⅲ. 3-9
3. 3. 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. 3-12
3. 3. 4 交通データ基盤の構築	Ⅲ. 3-15
3. 3. 5 CO2排出量推計技術の検証	Ⅲ. 3-19
3. 3. 6 国際連携による効果評価手法の相互認証	Ⅲ. 3-23
3. 4 成果のまとめ	Ⅲ. 3-25
3. 5 今後の研究開発計画	Ⅲ. 3-28
IV 実用化、事業化の見通しについて	Ⅳ-1
1. 自動運転・隊列走行技術の研究開発	Ⅳ-2
1. 1 実用化、事業化の見通し	Ⅳ-2
1. 2 波及効果	Ⅳ-4
2. 国際的に信頼される効果評価方法の確立	Ⅳ-6

(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22年8月10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	エネルギー対策推進部 担当者氏名：山岸 政幸（平成22年7月現在）		
0. 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 高効率な幹線物流システムを実現するため、高速道では隊列を組んで走行することにより、一般道ではエコドライブの自動化等により省エネルギーで走行可能とする自動運転・隊列走行技術を開発する。</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、ITS の効果評価方法を確立する。</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。</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】 [中間目標（平成22年度）] 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 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）] 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 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）】 [中間目標（平成22年度）] 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）] 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 で走行可能な隊列走行実験車を開発</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）] 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）] 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>		

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							
契約種類： ○をつける (委託 (○) 助成 () 共同研究 ())	特別会計 (需給)	804	999	(890)	(未定)	(未定)	(未定)	
	加速予算 (成果普及費を含む)							
	総予算額	804	999	(890)	(未定)	(未定)	(未定)	
	(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						
	プロジェクトリーダー	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						
	委託先 (*委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載)	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、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) 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						
情勢変化への対応	・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、「自動運転・隊列走行技術の研究開発」に関する研究開発計画の見直しを行い、基本計画を改定した。							
中間評価結果への対応								
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 中間評価実施予定						
	事後評価	平成25年度 事後評価実施予定						
Ⅲ. 研究開発成果について	①自動運転・隊列走行技術の研究開発 隊列走行プロト実験車(25トン大型トラック)を開発し、時速80km、車間距離15mでの3台隊列走行実験を完了した。曇天や晴天、雨天、夜間等の環境条件で制御性能15m±0.5mを確認済みであり、市販のECUを開発中のフェイルセーフECUに変更することで、中間目標である車間距離10m以下を達成できる見通しである。							
	②国際的に信頼される効果評価方法の確立 都市域に適用可能なITS施策の評価ツールのプロトタイプを開発し、3つの事例評価を実施した。今後、さらに複数の事例評価を実施するとともに、プロトタイプの改良を行うことで、中間目標を達成見込みである。国際連携に関しては、日米欧での共同研究の枠組みを構築し、テーマ毎の責任者を日米欧それぞれ定め、研究を促進中である。							
	投稿論文	「査読付き」43件、「その他」109件						
特許	「出願済」5件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0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 記者会見を行い、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」を開催
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>本プロジェクトの最終年度にはパイロットシステムとしての基本システムが完成し、公開実証実験を行う予定であるが、実用化システムとして社会に導入していくためには、実際に商品を提供するトラックメーカーや部品メーカーが量産仕様で安全性・信頼性を確保し、コストや耐久性等の課題を解決する必要がある(5~10年程度必要)。そのため、後継プロジェクトとして実証事業を計画し、大臣認定取得後、実路を利用する試験等で信頼性・安全性の確認を行うとともに社会受容性の調査を行いたい。また、この間に必要な法体系の見直しや整備を行う。次のステップとしては、助成事業への展開を含めて民間で商品化・事業化開発を行い、実用化・普及へつなげる。</p> <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>現在開発中の技術は、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であるあり、以下の事業化が考えられる。</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 技術評価と国内排出量取引の促進 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

プロジェクト用語集

用語	説明	分類
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
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
ECU	Electronic Control Unit の略 電子制御ユニット	①
FMEA	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
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
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
ITDb	International Traffic Database の略称 本プロジェクトにて開発中の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 発光ダイオードと呼ばれ、電流を流すと発光する半導体	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

用語	説明	分類
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
S/N	信号レベルとノイズレベルの比を表す数値	①
XML	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
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	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
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
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
輝度変調	信号を明るさの強弱で伝達する変調手法	①
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
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） と呼ばれる一個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	都市全体など広域道路網上のクルマの流れ	②

用語	説明	分類
交通流シミュレーション	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	コーナリングパワーを車輪荷重で除した値	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
サグ	すり鉢状の地形にある道路の凹状の底の地点（谷底）	②
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	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	実験車の走る、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
車両走行軌跡	車両走行時の時刻と場所をつないだもの	②
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
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
速度制御	車両の速度を目標値に保持する制御法	①

用語	説明	分類
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
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、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	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を等価コーナリングパワと称す。	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
ナウキャストサービス	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	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につけられた記憶領域に一時的に保存する手法	①
パラメータの同定手法	数式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션을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いるとき、青信号表示中に停止線を通り得る最大の台数車列総台数に対する比率	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。	②
マイクロスケール	車両の走行挙動を 4 モード（加速、減速、定速、停止）で表現するスケール	②
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	車両の走行を停止と走行のみで表現するスケール	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

用語	説明	分類
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
横滑り	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	②
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. 事業の背景・目的・位置づけ

1.1 政策上の位置付け

人、クルマ、道路を、ITを使って結ぶITS (Intelligent Transport Systems) 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いく。その一環として、2006年1月にまとめられた「IT新改革戦略」において「インフラ協調による安全運転支援システムの実用化」が提案され、官民の関係機関が協力して、2008年には実証試験が実施された。

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、下記に示す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。

(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) 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。

(3) 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。そこでは、重点分野の一つである先進交通社会確立技術のなかで、昨今の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示された。

(4) Cool Earth 50

2007年5月の地球温暖化対策に関する内閣総理大臣演説「美しい星へのいざない

(Invitation to 『Cool Earth 50』)」及び2008年1月の内閣総理大臣施政方針演説においては、2050年に地球規模でCO2排出量を50%削減するという目標が示され、その具体的計画としてCool Earthエネルギー革新技術計画が策定された。その計画では、低炭素エネルギーの利用拡大とエネルギー効率の向上、供給側技術と需要側技術の双方の観点から21の技術が抽出され、運輸部門で重点的に取り組むべきエネルギー革新技術の一つとしてITSが選ばれた。

(5) 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。その中では、「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」が取り上げられている。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

(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1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」を図ることはエネルギー政策上の重要課題である。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1つとして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

1.2 自動車交通におけるエネルギー消費と環境負荷

現在のわが国において自動車交通は、旅客輸送の約65%（人・kmベース）、貨物輸送の約61%（トン・kmベース）を担っており、重要な交通機関であるが、安全とエネルギー・環境の面で大きな課題を抱えている。

わが国のエネルギー消費動向を産業、民生、運輸の部門別で見ると、図I-1に示すように、2007年度は、産業部門が約45%、民生部門が約32%、運輸部門が約23%を占める。1990年度の指数を100として2007年度までの17年間のエネルギー消費推移をみると、図I-2で示すように、産業部門の指数はほぼ横ばいで102.3、民生部門は135.0に増加、運輸部門については、2000年をピークに以後減少傾向にあるが、1990年度と比較すれば114.2に増加している。さらに、図I-1に示すように、2007年度の運輸部門のエネルギー消費についてみると、旅客部門が約61%、貨物部門が約39%であり、さらに旅客部門内では乗用車が85%、バスが3%で、同じく貨物部門では営業用トラックが約45%、自家用トラックが約45%となっている。そしてわが国の全エネルギーのうち乗用車が約12%、トラックが約8%を消費していることになる。

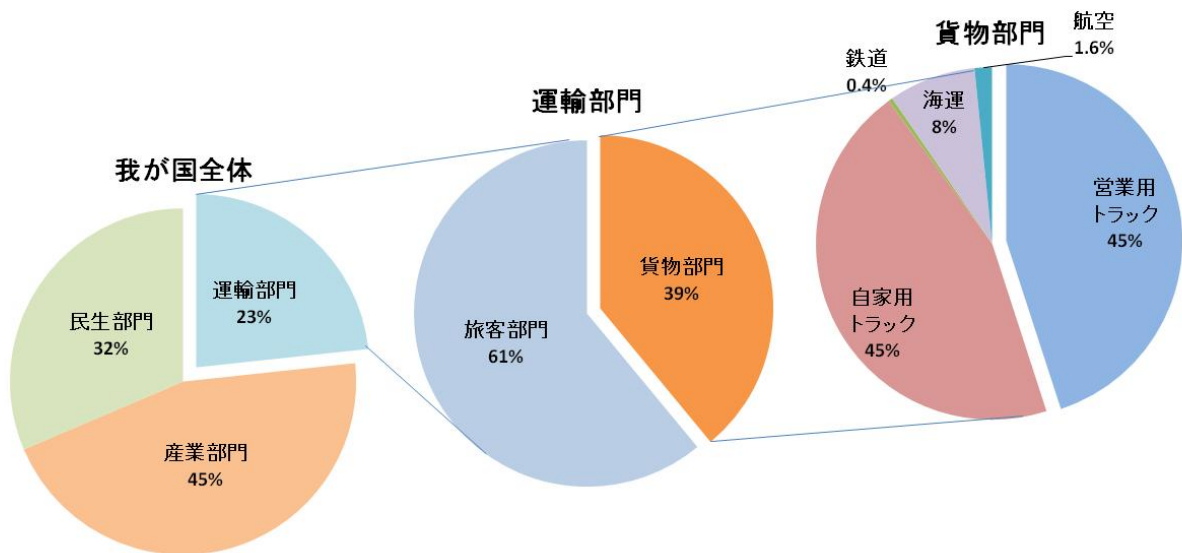


図 I -1 日本のエネルギー消費構造 (2007年度)

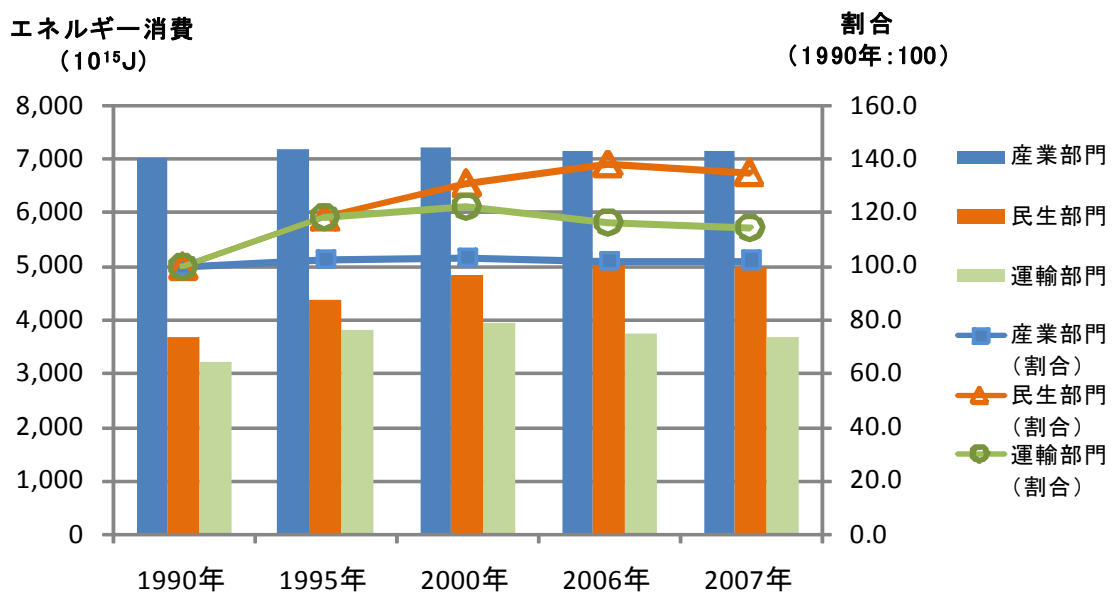


図 I -2 エネルギー消費の推移

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動に関する政府間パネル) の2007年2月の発表によれば、現在地球温暖化が生じており、その原因のほとんどは二酸化炭素 (CO₂) である。2008年に自動車からのCO₂排出量は日本全体からの排出量約12億トンのうち約2億トン (約17%) を占め、さらに図 I -3に示すように、1990年から2008年までの間、日本全体からのCO₂排出量は、2005年をピークに減少傾向にあるものの、1990年と比較すれば約6%増加しているのに対して、自動車からのそれは約8%増加している。

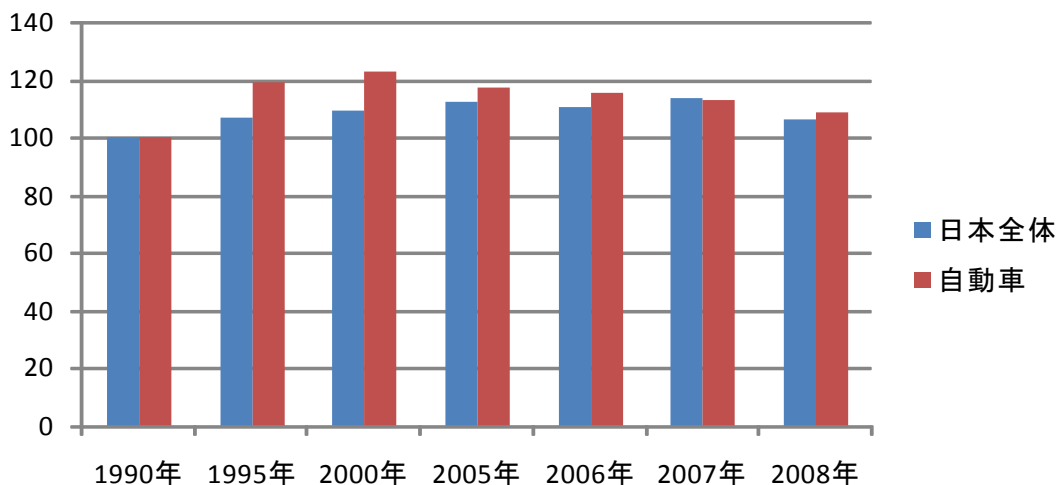


図 I -3 CO2排出量の推移 (1990年：100)

自動車交通におけるエネルギー消費、自動車交通のほとんどのエネルギーである石油資源の枯渇、およびCO2排出を考えると、自動車交通の省エネルギー化と環境負荷（地球温暖化）低減は、安全とともに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。現在自動車交通で使用されるエネルギーのほとんどは燃焼によってCO2を発生する石油であることを考えると、自動車交通における地球温暖化対策は、その省エネルギー化対策に置き換えることができる。

以上述べたように、運輸部門のCO2排出量が1990年から大きく増加していることもあって、図 I -4 に示すように、京都議定書目標達成計画においては運輸部門でBAU比5,490万tのCO2排出量削減が目標として設定されている。運輸部門の削減対策のうち自動車分野の内訳は、自動車単体が63%、燃料対策が3%、交通流対策が34%として示され、交通流対策、すなわちエネルギーITSの施策が重要であることを示している。

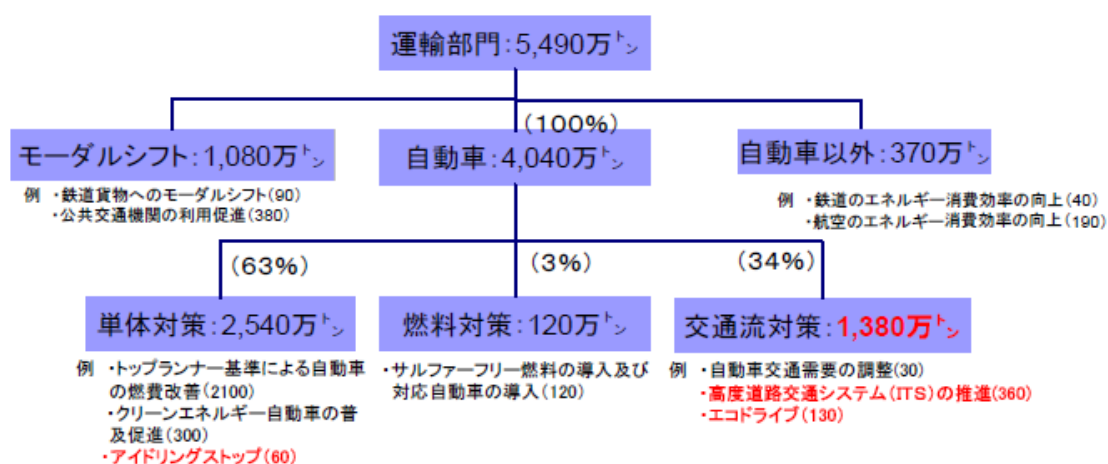


図 I -4 京都議定書 CO2削減目標達成計画における自動車部門の内訳

1.3 エネルギーITSの体系化と実施プロジェクトの選定

上記の社会情勢のもと、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、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」が提唱した「エネルギーITS構想」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。

同報告書では、自動車交通の省エネルギー化に関する施策については、省エネ技術戦略2007（資源エネルギー庁、2007年4月）の技術マップ等を参照しつつエネルギーITSの施策領域に沿って、エネルギーITSの体系化が図られた。

自動車交通の省エネルギー化対策には、多くのアプローチがある。これらのアプローチのうち、費用対効果や効果の大きさの観点からもっとも有望なもののひとつがITSによるアプローチである。ITSとは、自動車交通に通信技術や情報処理技術を導入して自動車と道路の知能化をはかり、事故、渋滞、環境負荷といった自動車交通問題を解決するシステムである。

表 I-1は自動車交通の省エネルギー体系とエネルギーITSの対象領域の関係を整理したもので、エネルギーITSの施策領域、すなわちCO2削減の方向性としては、「走行方法の改善」、「ボトルネックの解消」、「道路の有効活用」、「輸送効率の向上」の4項目と、これらの施策がCO2削減にどれほど寄与したかを計測するための「効果評価」を加えた5項目に分類される。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という狙いから、(1)～(10)のサービスが抽出された（図 I-5）。

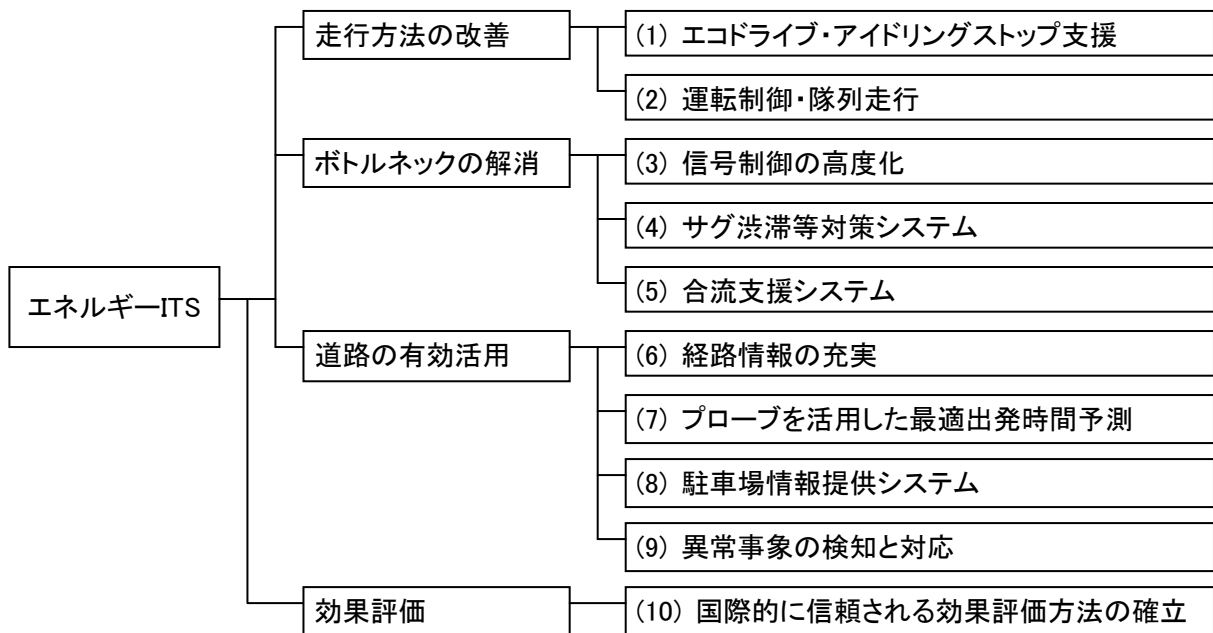


図 I-5 エネルギーITSの施策体系

表 I-1 省エネルギーに係る自動車関連の施策メニューとエネルギーITS の施策領域

課題		施策の方向性		必要な技術等	
低燃料走行	理想燃費の向上	車両単体対策（乗用車／貨物車）		エンジン本体の改良、動力伝達効率の向上、軽量化、車両の小型化、超小型車両（パーソナルビークル）、小型EVトラック、コンテナ一体化トラック、軽量コンテナ、トラックのハイブリッド化・電子化など	
	無駄な燃料消費の軽減	道路の改善	道路整備・構造改良		バイパス等道路整備、路面抵抗、勾配抵抗の低減
		走行方法の改善	省エネルギー運転の促進		エコドライブ教育・可視化技術、エコドライブ支援（燃費情報、運転診断、エコルート情報等）、アイドリングストップ支援 自動エコドライブ、信号同期速度制御、追従走行による空気抵抗低減（隊列走行、車群制御） 車両整備（タイヤ空気圧、オイル等）
			ボトルネックの解消	交差点対策	信号制御の高度化（プローブ情報システムの利用、信号情報の車両制御への活用）
	料金所対策 サグ等単路部対策	自動料金収受 知的クルーズ制御（高機能ACC） 車線利用効率化、低速車両の登坂車線への誘導			
	合流部対策	合流支援システム			
	道路の有効活用	需要の分散	経路情報の充実、迷走・誤走の防止、プローブ情報の活用 最適出発時間予測技術 交通需要マネジメント（TDM）支援技術、交通違反車両検知技術		
			駐車車両対策	満空情報高度化、駐車場案内、パーク＆ライド支援（駐車場予約） 違反車両追跡技術（画像認識、車両ID等）、バレットパーキング	
		事故処理の効率化	異常事象の検知、緊急通報の高度化 緊急車両運行支援		
	走行量の低減	人と物の移動量を維持して走行量の低減	輸送効率の向上	搭乗率、積載率向上	優先信号システムの高度化、連結・開放の自動化、共同配送、カーシェアリング、など
			マルチモーダルの支援	マルチモーダル乗り換え情報の充実、乗継ぎ支援、パーソンプローブの充実、相乗り促進のための情報基盤整備、交通系ICカード、次世代デマンドバス、バスロケの高度化など	
人と物の移動量の適正化による走行量低減		交通需要の適正化	自動車以外への輸送手段の移行	物流全体の自動化、ネットワーク化、搬送機器の高度化・電動化、貨物運搬が可能な鉄道車両、船舶の知能化、航行支援の高度化、結節点の高度化など	
	輸送・移動の不要化	通信技術、土地利用、都市計画	TV会議、コンパクトシティ		

エネルギーITS
の施策領域



効果評価

表 I-2は細別された各要素のCO2削減の原単位を示したもので、自動車単体のCO2削減効果を示したものである。最も大きな効果が期待されるものとして運転制御・隊列走行が挙げられる。また、細別した(1)～(10)の課題を表 I-3に示す。

表 I-2 CO2 削減原単位の概要

			CO2 削減 原単位	設定根拠	
走行方法 の改善	(1) エコドライブ・アイドリング ストップ支援		15%	<ul style="list-style-type: none"> 京都議定書目標達成計画より、エコドライブ関連機器導入（アイドリングストップ等）によるCO2 排出量削減効果原単位を引用。 対象範囲は全車両 	
	(2) 運転制御・ 隊列走行	運転 制御	道路 環境 連携	18%	<ul style="list-style-type: none"> 省エネセンター資料より、エコドライブ実施による燃費改善率（25%）の内訳は、発進時（10%）、巡航時（3%）、減速時（2%）、停止時（10%）であるが、停止時や発進時の一部は(1)のエコドライブ関連機器で実現されるものと考え、初期段階は道路環境と連携することで巡航時（3%）の効果を加算、最終的には最大限の効果が発現すると想定。ただし、減速時（2%）は(3)信号制御の高度化に計上。 対象範囲は全車両
			協調 走行	23%	
		隊列走行		15%	<ul style="list-style-type: none"> 欧州における類似システムの研究開発プロジェクト（CHAUFFER）における研究成果より引用。 対象範囲は高速道路を長距離利用する大型車
ボトル ネックの 解消	(3) 信号制御の高度化		2%	<ul style="list-style-type: none"> 省エネセンター資料より、エコドライブ実施による燃費改善率のうち、信号情報を早めに検知してアクセルオフすることで削減可能な減速時（2%）の削減効果を引用。 対象範囲は全車両 なお、プローブ情報を利用した信号制御機能によるCO2 削減効果は(6)に含まれるものとした 	
	(4) サグ渋滞等対策システム		—	・CO2 削減効果は(2)に含まれるものとした	
	(5) 合流支援システム		—	・CO2 削減効果は(2)に含まれるものとした	
道路の有 効活用	(6) 経路情報の充実		1.6～ 14% (注)	<ul style="list-style-type: none"> 施策による速度向上効果を想定し、H17 センサスおよび国総研式より、施策実施前後のCO2 排出量削減比率を算出。 対象範囲は一般道センサス区間走行車両 	
	(7) プロブを活用した最適出発 時間予測		0.1～ 15.2% (注)	<ul style="list-style-type: none"> (6)と同様であるが、交通量は不変とし時間シフトすることでピーク時速度が向上すると想定。 対象範囲はピーク時間帯の高速道路 DID、一般道路 DID 区間走行車両 	
	(8) 駐車場対策システム		—	・CO2 削減効果は(6)に含まれるものとした	
	(9) 異常事態の検知と対応		—	・CO2 削減効果は(6)に含まれるものとした	

(注) 沿道状況、車種別に異なる。

表1.3 エネルギーITS 課題の整理

	目指す機能	①技術的な課題			②普及に向けた課題	③インフラ整備の課題		
		現状	難易度	解決時期				
走行方法の改善	(1) エコドライブ・アイドリングストップ支援	①エコドライブによる効果を実感できる機能	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム燃費計の実用化 エコドライブ診断実用化 事業用車両への導入が徐々に進んでいるが、乗用車への普及はこれから。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的には実用化レベル達成 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ドライバーのエコドライブ意識・実感を高める場の少なさ 購入インセンティブを高めるための機器の魅力向上、広報活動 	—
		②エコドライブに適した経路を検索できる地図データと経路検索機能	<ul style="list-style-type: none"> カーナビの普及 DRM (1/25,000) の全国整備 	<ul style="list-style-type: none"> エコドライブ経路検索機能の開発 (信号が少ない、勾配が小さい、経路が短い、等) 信号、勾配データ等、必要な情報の追加・更新の仕組みの構築 	中	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> 信号、勾配データ等、必要な情報の追加・更新の仕組みの構築 (再掲) 	
ボトルネックの解消	(2) 運転制御・隊列走行	①道路環境と連携してエコドライブ制御する機能	<ul style="list-style-type: none"> ACC、レーンキープ (白線検知)、被害軽減ブレーキ等の実用化 アイドリングストップ車、後付型アイドリングストップ装置の実用化 DARPA では自動運転走行実験 2008年1月 GM が自動運転構想発表、2015年テストドライブ、2018年販売 	<ul style="list-style-type: none"> 外部情報 (勾配等道路環境) の収集、車両制御技術開発 必要な周辺情報の要件設定、周辺情報収集 (検知)、車両制御技術開発 周辺車両と協調して走行する車両 (車群) 制御技術開発 車車間通信技術開発 	高	中～長期	<ul style="list-style-type: none"> 社会的受容性、利用者受容性 標準化等によるシステムの低価格化・補助 安全運転支援等との共通化 	<ul style="list-style-type: none"> 高精度デジタル道路地図整備 (ただし、郊外部等では自律走行が中心となる可能性)
		②周辺車両との協調制御機能	<ul style="list-style-type: none"> 海外では CHAUFFER プロジェクトで実道実験レベルまで達成 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列走行の要件設定、必要な通信・制御技術開発 車群制御技術 	高	中～長期	<ul style="list-style-type: none"> 物流事業者としての採算性 (コストを上回るメリット) 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列走行出入り口部の連結・切り離し拠点等整備 通信インフラの整備
		③隊列走行のための制御機能	<ul style="list-style-type: none"> 信号の集中制御化整備済み プロファイル型信号制御実用化 運転制御技術については (2)①に記載したとおり 	<ul style="list-style-type: none"> プローブ情報を用いた信号制御技術開発 信号情報の収集、車両制御技術開発 周辺車両と協調して走行する車両 (車群) 制御技術開発 (再掲) 路車間通信技術 (通信容量等) 	中	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> プローブ車両の普及インセンティブ・補助 	<ul style="list-style-type: none"> プローブアップリンク、情報提供のための通信インフラ整備
道路の有効活用	(3) 信号制御の高度化	①プローブ情報を利用した信号制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ACCの実用化 	<ul style="list-style-type: none"> 外部情報 (勾配等道路環境) の収集、車両制御技術開発 (再掲) 周辺車両と協調して走行する車両 (車群) 制御技術開発 (再掲) 	中	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> システムの低価格化・補助 	<ul style="list-style-type: none"> 勾配データ等、必要な情報の追加・更新の仕組みの構築 (再掲)
		②信号情報と連携した車両制御機能	<ul style="list-style-type: none"> 安全運転支援としての合流支援システム実験 (情報提供レベル) 	<ul style="list-style-type: none"> (2)と同じだが、場所を限定 (高速道路合流部) している分、技術的難易度は中程度と設定 	中	中～長期	<ul style="list-style-type: none"> システムの低価格化・補助 安全運転支援等との共通化 	<ul style="list-style-type: none"> 通信インフラの整備
		③勾配情報等と連動してエコドライブ制御する機能	<ul style="list-style-type: none"> カーナビの普及 DRM (1/25,000) の全国整備 VICS 交通情報の実用化 プローブ交通情報の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> 大容量プローブデータのリアルタイム・分散処理技術 	低	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> プローブ車両の普及インセンティブ・補助 通信料の低価格化、無料化 	—
道路の有効活用	(4) サグ渋滞等対策システム	①合流車両等周辺環境と連動してエコドライブ制御する機能	<ul style="list-style-type: none"> プローブ交通情報の実用化 過去の蓄積データを活用した所要時間予測技術の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> プローブデータを活用した所要時間予測技術の高精度化 	低	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> プローブ車両の普及インセンティブ・補助 ドライバーの行動変容意識の向上 	—
		②より広範囲なエリアでの情報収集・提供	<ul style="list-style-type: none"> カーナビの普及 DRM (1/25,000) の全国整備 駐車場満空情報提供の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> 地図情報の詳細化 	低	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> 事業者からの駐車場満空情報の提供に関する協力 	—
		③より詳細な車両位置把握により車線別の混雑度合いを収集・提供	<ul style="list-style-type: none"> プローブ交通情報の実用化 緊急通報システム (メーデーシステム) の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> 車両挙動情報の検知・判断アルゴリズム開発 (データスクリーニング技術) 	中	短～中期	<ul style="list-style-type: none"> 車両挙動情報収集に関する合意 プローブ車両の普及インセンティブ・補助 	—
		④プローブ情報を活用した異常事象把握機能	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ、マクロなシミュレーション技術の確立 プローブ交通情報の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> CO2 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション技術 リアルタイム情報を活用した CO2 排出量モニタリングシステム 	中	短～中期	—	—
効果評価	(10) 国際的に信頼される効果評価方法の確立	①CO2 効果評価技術	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ、マクロなシミュレーション技術の確立 プローブ交通情報の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> CO2 排出量推計のためのハイブリッド交通流シミュレーション技術 リアルタイム情報を活用した CO2 排出量モニタリングシステム 	中	短～中期	—	—

以上の検討を踏まえ、エネルギーITSの施策メニューの内からCO2の削減効果が大きいITSのプロジェクトとして次のように整理した。

- ・ 短中期的には、技術的難易度が高くなく、実用化が比較的容易と考えられるプローブ情報の活用による「(6)経路情報の充実」や「(1)エコドライブ・アイドリングストップ支援」がCO2排出量の削減には有効である。すなわち、信号制御にプローブ情報を活用した「(3)信号制御機能の高度化」の研究開発については、早期に着手することが望まれる。
- ・ 長期的には「(2)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。多くの車両に車両制御技術と道路交通情報を活用したエコドライブ制御を始めとした各種機能を装備して、自動車の走行を車群として管理・制御する協調走行（自動運転）が実現できれば、自動車からのCO2排出量を大幅に削減することが期待される。この実用化には多くの技術開発と社会の仕組み作り（社会的受容性）が必要であり、その技術的課題解決に向けた取り組みの過程である「自動運転・隊列走行」の研究開発から着手することが望まれる。
- ・ こうした技術・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、投資判断に際して非常に重要となってくる。そのため、「(10)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。

すなわち、CO2の削減効果が大きいエネルギーITSのプロジェクトとして、以下の3つを選定した。

(i) 自動運転・隊列走行

省エネルギー対策の一つとして高速道路を走行中の車両の空気抵抗を減らすため、ITS技術を用いて複数の貨物車両を接近して走行させ、また現状の道路幅員を維持したまま交通容量を増加（単位道路距離当たりの走行台数を増加）させる自動運転・隊列走行に関する研究開発を行い、燃費すなわちCO2の削減を目指す。

(ii) 信号制御の高度化に向けた研究開発*

最新のフィードフォワード信号制御方式（交差点を面的にネットワーク化した上で上流の交通流データから下流側の交通の変化を予測し制御する方式）をさらに性能向上させ、現状のインフラ側で設置するセンサ情報に、自動車が自ら収集する交通情報（プローブ情報）を補完情報として加えることにより、低コストで高度な交通流制御を行う技術を開発する。

(iii) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

ITS導入によるCO2低減効果を国際的な共通の基準で評価することのできる手法を確立することを目的とする。具体的には、共通の交通データ基盤を整備し、交通流シミュレーション手法と車両CO2排出シミュレーション手法を用いて、ITS導入によるCO2排出量低減効果の評価手法を、国際的な合意のもとに確立することを目指す。

注* 公募開始後に警察庁の予算で実施することになり、基本計画を変更して中止とした。

1.4 エネルギーITSに関連する内外の先行研究

1.4.1 自動運転・隊列走行

(1) 自動車の自動運転・隊列走行

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世紀に入ってからの第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える。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、乗用車は対象ではなくなり、路線バスとトラックが対象となっており、特にトラックについては隊列走行が、また小形低速車両の自動運転の研究開発が欧州で行われている。

自動車の自動運転・隊列走行の研究開発は世界的に見て50年以上に及ぶが、以下では乗用車の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ゥ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。先頭トラックはヒューマン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ーレーダで測定し、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。このシステムはヒューマン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、ロングitudinal制御だけが自動化されている。そのためにレーザーレーダ、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

トラックの自動運転・隊列走行に関する先行研究と本エネルギーITS推進事業の自動運転・隊列走行の比較を表 I-4に示す。本推進事業で開発する自動運転・隊列走行が先行研究と大きく異なるのは、以下の2点である。

- ① 本自動運転・隊列走行は、実用に供されることを目的として、自動運転システムの高信頼性設計を行っていること。
- ② 本自動運転・隊列走行の近未来での導入から中遠未来での展開までのシナリオが描かれていること。たとえば近未来においては、混合交通下において先頭車両はドライバが運転し、後続車両が自動運転(有人)で追従する。先行車両においても自動運転機能が運転支援を行う。遠未来において専用レーンが設置された場合、後続車両は無人自動隊列走行を行うことを考えている。

表 I-4 トラックの自動運転・隊列走行に関する研究事例

システム/プロジェクト	目的	内容	備考
EUのChauffeur (1995~2004)	省エネルギー（最大20%）、道路容量増加（最大9%）、人件費節約	トラック2台、後に3台 先頭車はヒューマンドライバが運転、後続車は自律型自動運転（先行車に追従）	公道で実験 実用化できず終了
カリフォルニアPATH (2000以降~2010)	省エネルギー	トラック3台 速度・車間距離制御のみ自動化	2010秋に実験を行い、終了
ドイツのKONVOI (2005~2009)	道路容量増加	トラック4台、車間距離10m、速度80km/h、自律型自動運転	公道で走行実験 プロジェクトは終了 実用化には至らない
EUのHAVE-it (2007~2011)	安全運転支援、ドライバの存在を前提とした自動運転	単独の乗用車とトラック、自律型	プロジェクトが進行中
EUのSARTRE (2009~)	安全と環境	トラックを先頭車、乗用車群を後続車とする隊列走行 「Autonomous Road Train」	プロジェクトが進行中
エネルギーITSにおける自動運転・隊列走行	省エネルギー、環境	大型トラック3台と小型トラック1台 実用化を目的とした2重系、3重系による高信頼設計 近未来の導入から中遠未来の展開のシナリオを作成	プロジェクトが進行中

また、本自動運転・隊列走行のより詳細な新規性、特長は以下の通りである。

- a) 自動運転の方式はマシンビジョンを用いた自律型である。道路側の設備を必要としないため、導入が容易である。「鶏と卵」問題の解を求める必要がない。
- b) 隊列走行の目的を、高速走行時の空気抵抗減少による省エネルギー化にしている。
- c) 乗用車ではなく、トラックを対象としているためにいろいろな観点で導入しやすい。
 - i) トラックは乗用車に比べて稼働率が高いため省エネルギー効果が大きい。
 - ii) 省エネ効果が大きいことが事業者の導入効果のインセンティブになりうる。
 - iii) 長時間・長距離を運転するトラックドライバのワークロードが低減できる。
 - iv) 同一事業者あるいは同一目的地などの理由で隊列走行を行いやすい。
 - v) ミクロ（隊列内）だけでなくマクロ（周辺交通流）の省エネ効果がある。
- d) 実用化を考慮してシステムの高信頼性設計を行っている。センシング系では、動作原理が異なる複数のセンサを用い、情報処理系と通信系ではすべてを多重化している。また、ステアリングアクチュエータとブレーキアクチュエータは二重化している。
- e) 近未来の導入から中遠未来の運用までのシナリオを描いている。近未来の導入時には、混合交通下での運用を想定している。

1.4.2 CO2削減効果評価手法

(1) 交通シミュレーション技術に関する先行研究

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年代半に始まる欧州の大学・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。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排出量推定モデルの先行研究

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（NOx）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、わ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、エンジンの負荷の排出ガス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。

（3）先行研究成果をITS施策評価に適用する際の問題点

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。

（4）エネルギーITS推進事業におけるCO₂効果評価手法の特長

本テーマでは、前述した課題の解決のため、以下の開発を実施する。

（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、本テーマでは「ハイブリッドシミュレーション」の開発に取り組む。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している。

（ii）工学的な「モデル検証」に立脚したオープンな技術開発

本テーマ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ものである。

2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

2.1 エネルギーITS に NEDO が関与することの意義

ITSは、最先端の情報通信技術等を用いて人と道路と車輛とを繋ぐことにより、交通事故・交通渋滞、環境、エネルギー等の社会基盤に係わる諸問題の改善を目指すとともに、国民生活と密接に関係する社会システムであり、ITSを積極的に導入することで、交通流の円滑化が図られ、渋滞が解消されて、自動車から排出されるCO₂の削減が図られる。エネルギーITS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視点から、これまで述べた10の施策の中から下記の3項目を選定し、国プロとして「エネルギーITS推進事業」を実施することになった。なお、エネルギーITS推進事業は、エネルギーイノベーションプログラムにおける先進交通社会技術の1つとして推進されている。

エネルギーITS推進事業の実施にあたり、NEDOが関与する意義としては下記が挙げられる。

(i) 自動運転・隊列走行

- ① 省エネルギー、省CO₂や安全・安心の交通システム、低コストの物流システム構築などの国の戦略・イニシアティブなどと一致する。
- ② 海外でも開発事例はあるが、実験車・試作車の段階に留まっており、信頼性や低コスト化を確保して普及を目指す本プロジェクトとは差別化できる。特に省エネルギーを重点目標として海外をリードできる技術である。
- ③ 自動車・電子・通信等の多くの技術分野および異業種の連携・協力が必要であり、また先進的な次世代技術を育てるため産学官の連携が必要である。
- ④ 国の共通基盤技術に成り得、将来的には標準化の基盤となる。

(ii) 信号制御の高度化に向けた研究開発*

- ① 自動車からのプローブ情報を交通インフラの感知器の補完情報として用いるとともに、さらにプローブ情報の特性を活かしたきめ細かい情報を収集・活用することにより、低コストで高度な交通流制御を行う技術を開発することによって、ますます強まる交通流の円滑化、環境対策への要請に対応する。

(iii) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

- ① ITSの導入によりCO₂の削減を着実に実行するためには、ITSを導入したことによる道路交通状況を的確に把握しCO₂削減にどれだけ寄与したかを計測する必要があるほか、その結果を、導入したITSサービスの改良や適用場所の選定等に役立てることが重要である。
- ② CO₂削減効果の定量評価は、今後のCO₂排出権取引においても必要となる「効果評価方法の確立」は喫緊の課題である。
- ③ ITSによるCO₂削減効果を評価することのできる交通流・CO₂排出モデルの開発、及びプローブ情報を元にしたCO₂モニタリング手法の開発を行い、ITS導入による削減効果

を正確に見積もるための技術開発を行うことは国が取り組むべき内容である。

- ④ 主要国（欧米）政府プロジェクトとの技術交流、情報交換を通じて、本プロジェクトの成果が国際的に利用されるよう働きかけを行い、最終的には国際的に共通した効果評価方法とすることは国がリードして実施すべきことである。

注※ 公募開始後に警察庁の予算で実施することになり、基本計画を変更して中止とした。

2.2 費用対効果

ここでは長距離大型トラックの自動運転・隊列走行の費用対効果の試算例を示すが、その数値は経済産業省のエネルギーITS 研究会がとりまとめた報告書「エネルギーITSの推進に向けて」を参照することとする。

隊列走行を実施する車群は長距離走行することが多いと想定し、ここでは高速道路を150km以上走行するトラックの走行台キロ比を設定した。「平成17年度道路交通センサス」によると、全交通量に対して、高速道路を走行する大型貨物車の割合は4.9%、また高速道路の大型貨物車トリップ長分布のうち、150km以上走行する大型車の交通量は28.2%であり、これに乗じて1.4%を走行台キロ比とした。

表 I -5 走行台キロ比

全交通量に対する高速道路利用大型車の割合 (H17センサス) (①)	4.9%
高速道路利用大型車のうち150km以上利用する 比率(道路構造令解説より) (②)	28.2%
走行台キロ比 (③=①×②)	1.4%

自動車交通部門から排出されるCO₂のうち、自動運転・隊列走行による削減ポテンシャルは、

$$\text{CO}_2\text{削減原単位(④)} \times \text{普及率(⑤)} \times \text{走行台キロ(③)} \times \text{運輸部門のCO}_2\text{排出量}$$

で示され、普及率を2030年で8.7%、2050年で100%と仮定し、運輸部門のCO₂排出量を225百万トン(2005年)とすると、2030年および2050年のCO₂削減量はそれぞれ4万トンおよび47万トンとなる。

表 I -6 隊列走行に期待される CO₂削減効果

年次	2030	2050
CO ₂ 削減原単位 (④)	15%	15%
普及率 (⑤)	8.7%	100%
走行台キロ比 (③)	1.4%	1.4%
期待される効果 (④×⑤×③)	0.02%	0.21%
CO ₂ 削減ポテンシャル (運輸部門のCO ₂ 排出量を225百万トンとして)	4万トン	47万トン

本プロジェクトの予算 (5ヶ年) の概算を40～50億円と想定すると、その予算で上記のCO₂削減効果が期待できる研究開発を実施していることになる。

3. エネルギーITS 推進事業の意義

以上のエネルギーITS推進事業に関する背景や動向をまとめ、その目的と意義として総括する。

エネルギーITS推進事業は、ITS技術による自動車交通の省エネルギー化とそれに関連して環境負荷低減、地球温暖化防止を目的としている。この推進事業の特長を二点述べる。

まず第一の特長は、このエネルギーITS推進事業は、自動車交通の安全ではなく、エネルギーと環境を扱っている点にある。先進国を中心に多くの国でITSに関する国家プロジェクトが進行しているが、ほとんどのプロジェクトは安全を目的としており、エネルギーと環境を目的としているものはきわめて少ない。しかしながら、前述したように、石油資源の枯渇と人為起源の温室効果ガスによる地球温暖化は、自動車交通にとっても解決すべき重要な課題である。この点にエネルギーITS推進事業の重要な意義がある。

つぎに第二の特長は、新しいITS技術の社会への導入の契機になる可能性がある点にある。現在、わが国ではカーナビゲーションシステム、VICS、ETCが普及しているが、安全を目的とした自律型車載予防安全システムの普及率はきわめて低く、さらに路車、車車協調型安全システムの導入が図られているが、「鶏と卵問題」（車載機が先か、路側装置が先か）の十分な解がなく、普及の可能性や安全に対する効果が不明確である。すなわち、安全を目的としたITS技術の社会受容性やドライバ受容性は、現実には必ずしも高くない。ここ数年間「ITSは踊り場にある」と言われる所以である。エネルギーITS推進事業で研究開発されるシステムは、路上装置を用いない車載自律型であり、省エネルギー効果や利便性、快適性がドライバや社会に認知されれば、受容性が高まる可能性がある。すなわち新しいITS技術の社会への導入の可能性が生じ、さらには安全を目的としたITS技術の導入を促進する可能性も生じることになる。

エネルギーITS推進事業は次の2テーマからなる。

(1) 自動運転・隊列走行技術の研究開発

複数台の自動運転可能なトラックを小さな車間距離で高速道路上を自動隊列走行させるシステムを開発する。自動運転は、車載システムだけを用いた自律型とし、道路側の設備は前提としない。以下にトラックの自律型自動隊列走行を取り上げた理由、その特長と意義を説明する。

- a) すでに、交通管制や旅行者情報など、多くのITS技術が社会に導入されており、今後研究開発が必要な技術は、省エネルギー効果が最も大きいとされる、車両制御の分野である。
- b) 貨物輸送用トラックは日本国内のあらゆる場所へ長距離を走行するため、路車協調型の自動運転では、膨大な道路設備が必要となり、システムの導入がきわめて困難である。この点で、車載装置だけで機能する自律型自動運転が現実的である。
- c) 貨物輸送用トラックは、自家用乗用車とは異なって、稼働率が高く、自動隊列走行による省エネルギー効果が大きい。隊列走行によってエネルギーが約15%減少することが示されている。それによって自動運転装置の経費を十分にまかなえる可能性がある。
- d) 貨物輸送用トラックのドライバは、通常、長時間長距離の運転をするが、自動運転によってドライバのワークロードを減少させることができ、これは安全運転にも寄与する。
- e) 隊列走行によって道路容量が増加し、その結果、隊列走行中のトラック群周辺の交通流の円滑化を図ることが可能になり、このことは周辺車両の省エネルギー化にもなる。いいかえれ

ばマイクロ（隊列そのもの）にもマクロ（周辺交通流）にも省エネルギー効果がある。

- f) 1980年代にトラック用車間距離警報装置が商品化され、トラックドライバーの受容性が高かった。これはトラックドライバーがプロフェッショナルであり、システムの機能とその限界について理解が得られたからである。自動隊列走行システムのドライバー受容性も高いことが期待できる。
- g) トラックは、乗用車の隊列走行とは異なって、事業主の管理下であり、隊列が組みやすい。
- h) トラックの隊列走行は、導入初期は、混合交通下で、先頭車はヒューマンドライバーが運転し、後続車は自動運転で追従する、といった、近未来から中遠未来にかけての導入・展開のシナリオが描きやすい。

(2) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

前述したようにITSは、省エネルギーや環境負荷低減に効果があることが、実証実験などを通じて明らかにされているが、システムが普及した段階での定量的効果の推定と評価を行う手法は、現在のところ国際的に見ても存在しない。しかしながら、ITS関連システムの導入・普及にあたってシステムの選択の点からだけでなく、世界規模の課題である地球温暖化防止の観点から、また国際的に通用する効果評価法といった観点からもその必要性は高い。このような背景から、国際的に信頼される効果評価方法の確立をテーマとして取り上げる。

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

研究開発項目① 「自動運転・隊列走行技術の研究開発」

下記の①～⑤を研究開発の背景として、次の目標を設定した。

- ① 隊列走行によるトラックの省エネ化を図ると同時に、隊列走行によって道路の交通容量を増大することにより、道路交通流を改善して高速道路を通行する一般車両の省エネ化を合わせて目指すこと。
- ② 車間距離を可能な限り短くして空気抵抗の低減を図り、それによる燃費の削減を図ること。
- ③ 実用時を想定して、運動制御特性（Vehicle Dynamics）が異なる車両の組合せ（大型、小型の組合せ）においても目標を達成すること。
- ④ 実現性を向上するため、インフラの助けを借りることのないシステムを構築すること。
- ⑤ 社会受容性のため、一般車両との混在交通を可能とする安全性・信頼性を考慮した先進技術の開発を行うこと。

【当初の目標】

[中間目標（平成22年度）]

- 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
- 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

[最終目標（平成24年度）]

- 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
- 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

【変更後の目標※】

[中間目標（平成22年度）]

- 1) 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

[最終目標（平成24年度）]

- 1) 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で走行可能な隊列走行実験車を開発

注※ 平成22年3月1日の第4回技術委員会で承認され、基本計画を改定した。

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」

下記の①～③を研究開発の背景として、次の目標を設定した。

- ① 日本全国のCO₂排出量の約2割が自動車交通からの排出しており、ITS施策による自動車交通からの排出量低減を期待され、多くの施策が検討・実施されていること。
- ② ITS施策の実施の判断には、CO₂削減効果を定量的に評価するツールが必要であること。
- ③ 国際排出権取引において、国際的な推計量の合意が必要であること。

[中間目標（平成22年度）]

- 1) 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

[最終目標（平成24年度）]

- 1) 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

2. 事業の計画内容

2.1 採択経緯

(1) テーマの公募まで

平成19年8月に経済産業省にて発足した「エネルギーITS研究会」において、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が行われ、その結果が平成20年4月に報告書「エネルギーITSの推進に向けて」としてまとめられた。

この報告書に基づき、平成20年2月19日に「エネルギーITS推進事業」の事前評価書を取りまとめ、平成20年2月27日までNEDO POST3を開設してパブリックコメントを募集した（コメントなし）。

(2) 公募から採択まで

平成20年4月21日に公募を開始し、事前書面審査、採択審査委員会等を経て、平成20年7月22日に採択結果を公表した。公募から採択までの経緯を表Ⅱ-1に示す。

表Ⅱ-1 公募から採択までの経緯

項目	スケジュール	備考
公募予告	平成20年2月28日	
公募開始	平成20年4月21日	
公募説明会	平成20年5月 8日	14法人、25名出席
公募締切	平成20年6月 9日	公募期間：50日間
事前書面審査	平成20年6月16日～6月26日	
採択審査委員会	平成20年7月 3日	
契約・助成審査委員会	平成20年7月15日	公募締切～採択決定：36日間
採択結果通知	平成20年7月22日	NEDOホームページで公表

(3) 審査の方法

提案書の審査にあたっては、採択審査委員会委員による採択審査委員会を組織し同委員による事前書面審査の後、平成20年7月3日に採択審査委員会を開催し、提案書及び提案者に対するヒアリングに基づき審査を行った。審査については、採択審査委員会審査基準に基づき、①研究開発の目的と目標（公募目的・目標との整合性）、②研究開発の課題と技術水準（既存技術と有意差）、③提案内容の実現可能性（提案の実現性、関連分野に関する実績）、④研究開発の体制（開発体制の整備、必要設備の保有、人材の確保）、⑤成果の実用化の見込み（他の技術への波及効果）の5項目を中心に評価し、5段階による採点を付けたのち各項目の合計点を採点結果とした。

(4) 審査結果

採択審査委員会での審査結果を踏まえ、2件の応募に対し、2件を採択候補として妥当と判断した。ただし、2件とも、計画の一部具体化・体制の強化を条件として、条件付き採択候補とすることを委員総意で合意した。その後、契約・助成審査委員会を経て、この2件が採択された。公募した研究開発テーマの採択状況を表Ⅱ-2に示す。

表Ⅱ-2 研究開発テーマの採択状況

研究開発テーマ	応募件数	採択件数	倍率
①協調走行（自動運転）に向けた研究開発 ^{※1}	1件	1件	1.0倍
②信号制御の高度化に向けた研究開発 ^{※2}	0件	0件	—
③国際的に信頼される効果評価方法の確立	1件	1件	1.0倍

注^{※1} 平成22年3月、名称を「自動運転・隊列走行技術の研究開発」に変更

注^{※2} 警察庁にて予算化し実施することとなったため、本プロジェクトの対象から除外した。

2.2 研究開発の内容

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、平成20年度から平成24年度の5年間で、以下の研究開発を実施する。

研究開発の概要を以下に示す（「エネルギーITS推進事業」基本計画より抜粋）。また、研究開発のスケジュールと予算を図Ⅱ-3に示す。

研究開発項目① 「自動運転・隊列走行技術の研究開発」

高効率な幹線物流システムを実現するため、高速道では隊列を組んで走行することにより、一般道ではエコドライブの自動化等により省エネルギーで走行可能とする自動運転・隊列走行技術を開発する。

(1) 全体企画、実証実験、評価

自動運転・隊列走行に関する基礎データ収集と有効性検証を行い、コンセプト及び開発・実用化ロードマップを策定する。また、実験車の試作、評価・改良及び自動運転・隊列走行に関する実証実験を行い、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。

(2) 自律走行技術等の要素技術の開発

自動運転・隊列走行を実現するため、現実の道路環境で適用可能な実用化レベルの要素技術を開発する。

(a) 自律走行技術

制御性や信頼性・安全性を大幅に向上させるための制御アルゴリズム、複数の制御系からなる多重系自動操舵装置、故障しても安全側に状態遷移するフェイルセーフ車両制御装置等の技術を開発する。

(b) 走行環境認識技術

道路白線・車両等を認識するアルゴリズムと、自車両から対象物までの距離・方位を高精度に検出する技術を開発する。

(c) 位置認識技術

路側構造物を含む3次元道路地図、GPS等による走行位置及び走行すべき軌跡生成等の技術を開発する。

(d) 車車間通信技術

車両制御情報や隊列管理情報等を車両間で情報交換するための、信頼性の高い通信技術を開発する。

(e) 自動運転・隊列走行制御技術

高精度で信頼性の高い車線制御アルゴリズムや、車間距離制御アルゴリズム、車両間の衝突回避アルゴリズム、隊列走行用HMI (Human Machine Interface) 技術等、混在交通環境で走行可能な制御技術を開発する。

(f) 省エネ運転制御技術

優秀なエコドライバをモデル化するとともに、自車周辺の交通環境に適応できる運転制御アルゴリズムを開発する。

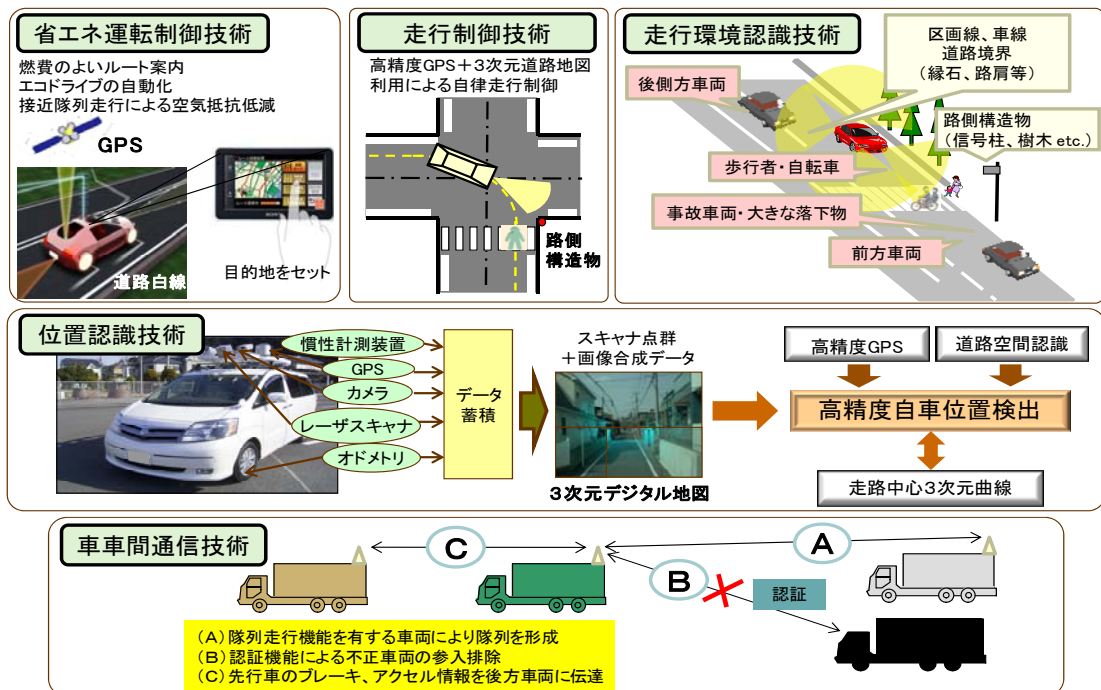


図 II-1 自動運転・隊列走行の主要技術

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」

国内外の関係者とすり合わせを行いながら、都市圏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シミュレーションによる交通流の推定、プローブによるCO₂排出量のモニタリング、車両からのCO₂排出量の推計等の技術開発及び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。

(1) ハイブリッドシミュレーション技術開発

都市圏規模でのCO₂排出量評価をマクロモデルで、その部分である地域規模での評価をミクロモデルでそれぞれ分担し、全体でのCO₂排出量を合理的に推計する「ハイブリッドシミュレーション」を開発する。

(2) プローブによるCO₂モニタリング技術の開発

既存のトラフィックカウンター等のセンサ情報や、プローブ交通情報を融合し、リアルタイムで都市圏全体のCO₂排出量を推計する「CO₂排出量モニタリングシステム」を開発する。

(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

車両メカニズム・運転操作特性に遡って評価検討のできる車両モデルと、車両モデルとの連携により交通流の変化を評価可能な交通流モデルを開発する。また、ハイブリッド交通流シミュレーションのためのCO₂排出量の詳細データを提供する。

(4) 交通データ基盤の構築

散在する交通関連データについて汎用性の高いデータ構造を提案すると共に、国際的に統一管理できるデータウェアハウスを構築し、効果評価手法の入力・検証データなど等の効率的な活用に資する。

(5) CO₂排出量推計技術の検証

上記(1)～(3)により求められるCO₂排出量の妥当性及び精度を検証し、評価技術全体の信頼性向上を図る。

(6) 国際連携による効果評価手法の相互認証

国際的に信頼される評価方法の確立のために、海外の政府機関や研究機関と連携して国際的なネットワーキングを促進し、本研究開発の実施内容を国際的に信頼される効果評価方法として確立し、国内外に向けた発信を行う。

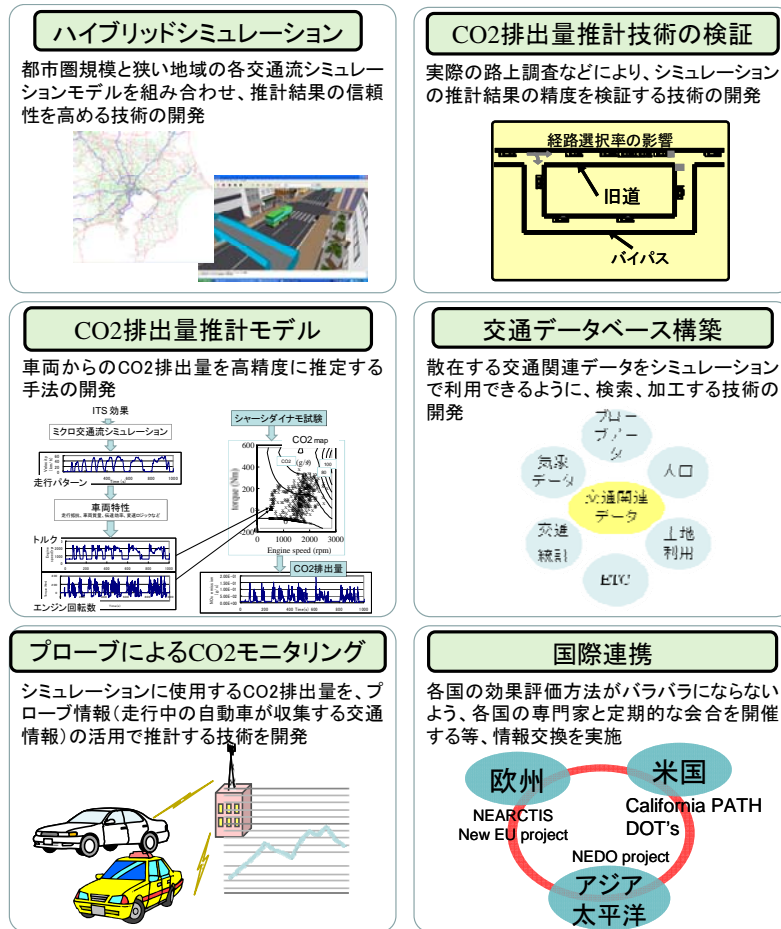


図 II-2 国際的に信頼される効果評価方法の確立

◆スケジュール

研究開発テーマ	H20fy (FY2008)	H21fy (FY2009)	H22fy (FY2010)	H23fy (FY2011)	H24fy (FY2012)	H25fy (FY2013)
			▼中間評価			▼事後評価
①自動運転・隊列走行技術の研究開発	要素技術の開発、実験車の製作			★中間目標 性能・安全性・信頼性の向上		★最終目標
②国際的に信頼される効果評価方法の確立	評価ツール(プロトタイプ)の開発			★中間目標 評価ツールの開発、評価基準の確立		★最終目標

◆予算

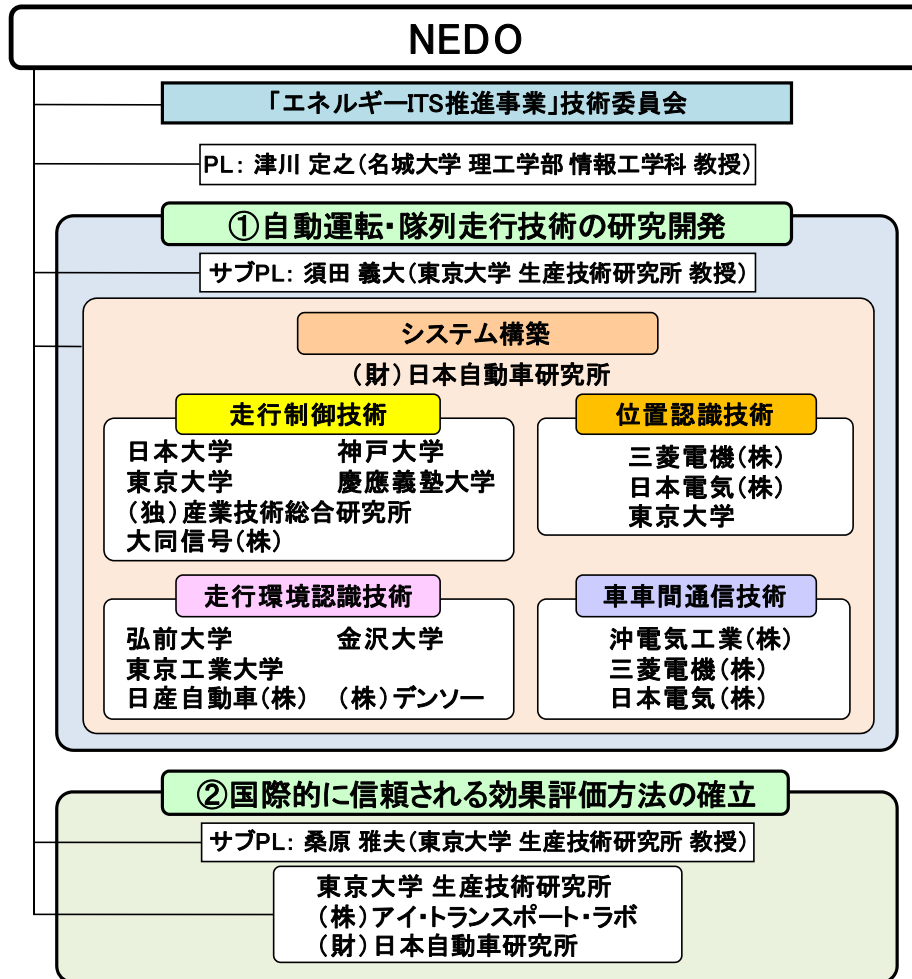
(単位: 百万円)

研究開発テーマ	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	総額
①自動運転・隊列走行技術の研究開発	730	897	(739)			
②国際的に信頼される効果評価方法の確立	74	103	(151)			
合計	804	999	(890)	(未定)	(未定)	(未定)

図 II-3 研究開発のスケジュールと予算

2.3 研究開発の実施体制

名城大学 津川教授をプロジェクトリーダー（全体統括）とし、東京大学 須田教授（研究開発項目①を担当）及び東京大学 桑原教授（研究開発項目②を担当）をサブプロジェクトリーダーとして、研究開発項目毎の2つのチームを構成して研究開発を実施する。本プロジェクトの研究開発実施体制を、図Ⅱ-4に示す。



図Ⅱ-4 研究開発実施体制

2.4 研究開発の運営管理

(1) 技術委員会

NEDOは、経済産業省、プロジェクトリーダー、サブプロジェクトリーダー及び実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、「エネルギーITS推進事業 技術委員会」を設置し、外部有識者の意見を運営管理に反映させている。

「エネルギーITS推進事業 技術委員会」の委員名簿を表Ⅱ-3に、技術委員会の開催状況を表Ⅱ-4に示す。

表Ⅱ-3 「エネルギーITS 推進事業 技術委員会」委員名簿

	区分	氏名 (敬称略)	所属・役職	委嘱期間
1	委員長	石 太郎	早稲田大学 環境総合研究センター 参与/客員 研究員	H20～
2	委員 (PL)	津川 定之	名城大学 理工学部 情報工学科 教授	H20～
3	委員	川邊 武俊	九州大学 大学院 システム情報科学研究院 教授	H20～
4	委員	大聖 泰弘	早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 総合機 械工学科 教授	H20～
5	委員	中川 大	京都大学 大学院工学研究科 教授	H20～
6	委員	増井 忠幸	東京都市大学 環境情報学部 教授 学部長	H20～
7	委員	森川 高行	名古屋大学 大学院環境学研究科 交通・都市国 際研究センター 教授	H20～
8	委員	鷺野 翔一	鳥取環境大学 客員教授	H20～
9	委員	寺島 大三郎	特定非営利活動法人 ITS Japan 専務理事	H20
	委員	天野 肇	〃	H21～
10	委員	川本 雅之	(社)日本自動車工業会 ITS 技術部会 部会長	H20
	委員	木津 雅文	〃	H21～
11	委員	猪熊 康夫	中日本高速道路(株) 企画本部 技術開発部長	H20～

※オブザーバとして、経済産業省自動車課より担当の課長補佐に出席いただいている。

表 II-4 技術委員会の開催状況

	開催日	内容
第1回	H20/10/15	研究開発の計画（5年間、平成20年度）及び目標（中間目標、最終目標）等の報告・審議
第2回	H21/03/05	平成20年度の進捗状況及び平成21年度計画等の報告・審議
第3回	H21/11/04	平成21年度（10月末まで）の進捗状況報告・審議
第4回	H22/03/01	「協調走行（自動運転）に向けた研究開発」の計画変更及び中間目標／最終目標の変更に関する審議
第5回	H22/03/16	「国際的に信頼される効果評価方法の確立」に関する平成21年度進捗状況及び平成22年度計画の報告・審議
	H22/03/17	「協調走行（自動運転）に向けた研究開発」に関する実験現場の視察（自動運転・隊列走行実験等）、平成21年度進捗状況及び平成22年度計画の報告・審議
第6回	H22/07/08	「自動運転・隊列走行技術の研究開発」に関する現地委員会（隊列走行実験）

(2) 外部への情報発信

エネルギーITS推進事業の研究内容を国内外の方々にご理解いただくため、国際会議や学会、イベント、展示会等を通じて情報発信を行っている。情報発信の状況を、図 II-5と表 II-5に示す。

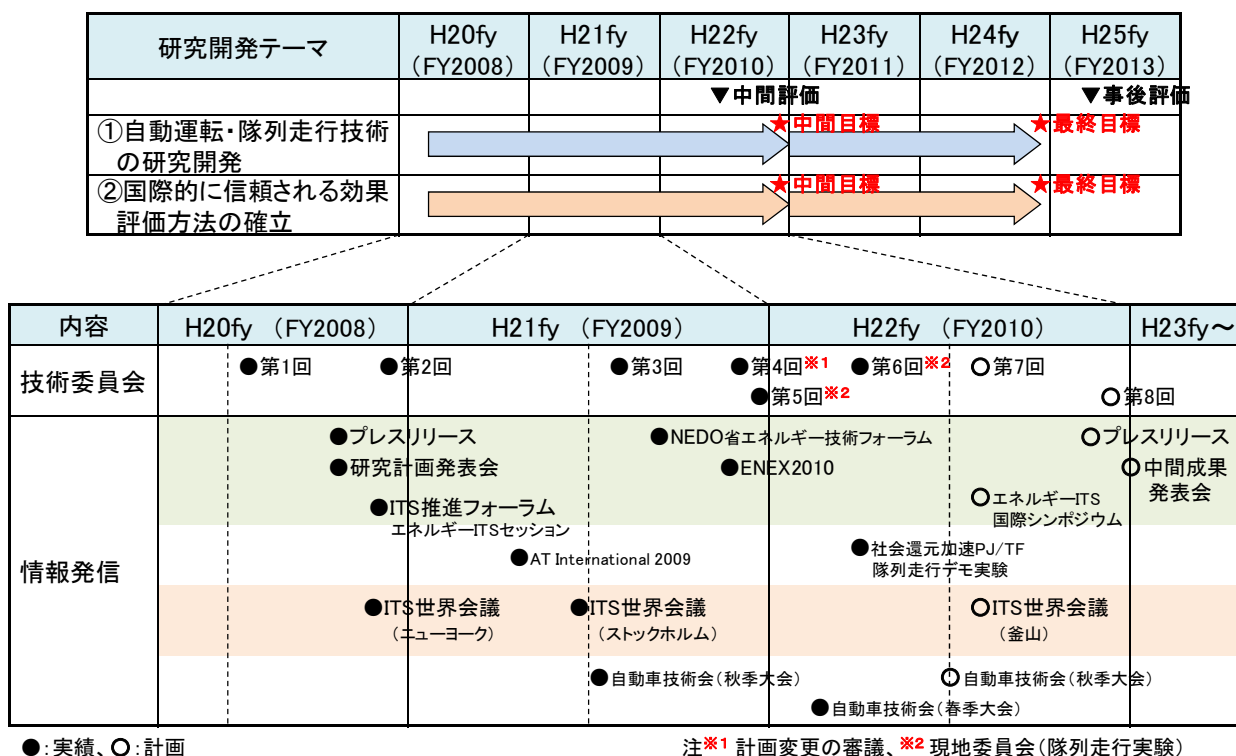
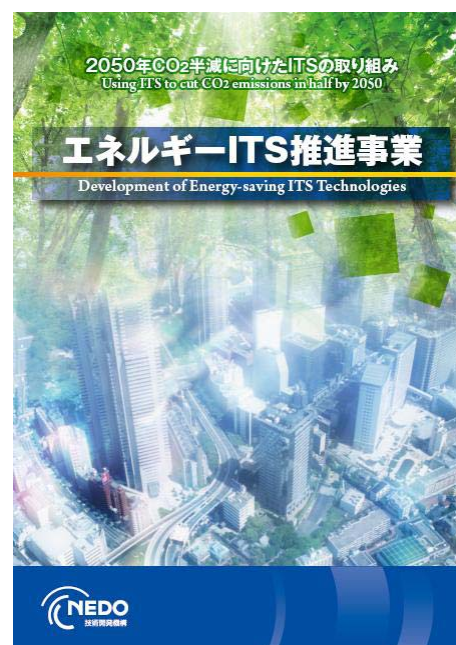


図 II-5 技術委員会の実施状況と外部への情報発信の状況

表Ⅱ-5 エネルギーITS推進事業に関する情報発信 一覧

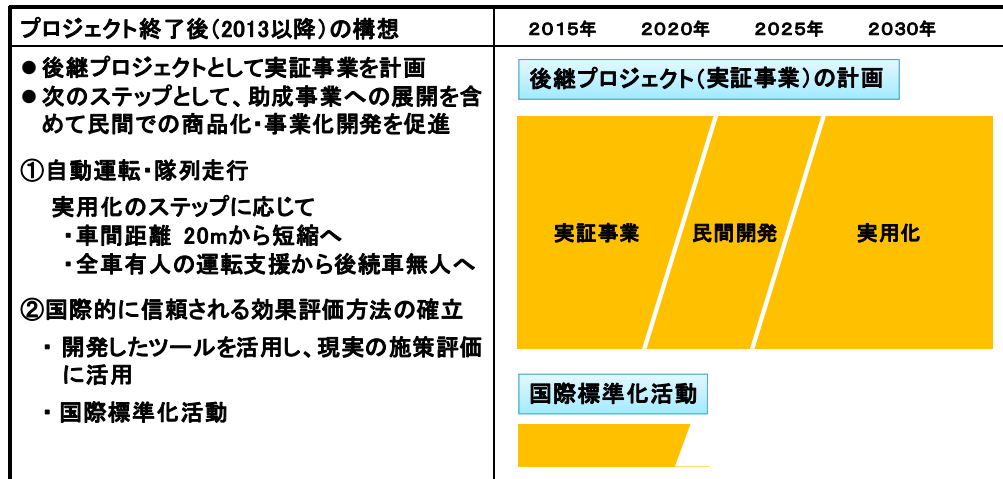
年度	年月日	イベント	内容
2008 (H20)	2008/11/16 ～20	第15回 ITS 世界会議 (ニューヨーク)	講演等
	2009/1/16	プレスリリース/記者説明会	記者発表
	2009/1/19	「エネルギーITS 推進事業」研究計画発表会	講演
	2009/2/26	日本 ITS 推進フォーラム エネルギーITS セッション 「革新的 ITS による低炭素社会の実現に向けて」	講演
2009 (H21)	2009/7/15 ～17	AT International 2009	講演、ビデオ、 パネル展示
	2009/9/21 ～25	第16回 ITS 世界会議 (ストックホルム)	講演等
	2009/10/7	自動車技術会 2009年 秋季大会 「自動運転・隊列走行」セッション	論文発表
	2009/12/4	NEDO 省エネルギー技術フォーラム 2009	講演
	2010/02/10 ～12	ENEX2010 NEDO ブース	パネル展示 ビデオ放映
2010 (H22)	2010/5/19	自動車技術会 2010年 春季大会 「エネルギーITS」セッション	論文発表
	2010/5/27	ITS Japan 新交通物流特別委員会 次世代物流 WG 隊列走行見学会	隊列走行実験
	2010/7/9	社会還元加速プロジェクト タスクフォース 隊列走行デモ実験	隊列走行実験
	2010/10/22	エネルギーITS 国際シンポジウム(仮称)	効果評価に関する講演等
	2010/10/25 ～29	第17回 ITS 世界会議 (釜山)	講演等

また、情報発信のツールとして、エネルギーITS推進事業のパンフレット（A4判12ページ、英文併記）を平成21年2月に作成し、イベント等で配布している（現在までに、約5,200部配布済）。



2.5 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

本プロジェクトは平成24年度で終了するが、その後の実用化や事業化に向けて以下の戦略を展開する。実用化・事業化の考え方を図Ⅱ-6に示す。



図Ⅱ-6 実用化・事業化の考え方

(1) 自動運転・隊列走行技術の研究開発

本事業の後継プロジェクトとして実証事業を計画し、大臣認定取得後、実路を利用する試験等で信頼性・安全性の確認を行うとともに社会受容性の調査を行う。また、この間に必要な法体系の見直しや整備を行う必要がある。次のステップとしては、助成事業への展開を含めて民間で商品化・事業化開発を行い、実用化・普及へつなげる。

(2) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

実用化・事業化のイメージを検討し、後継プロジェクトへつなげる。また、ITS施策におけるCO2低減に関する国際排出権取引のツールとすることを目指し、具体的な方策を検討する。

また、上記を実現するため、以下の連携・協力を推進する。

- ・社会還元加速プロジェクトによる警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省との連携・協力
- ・NPO法人 ITS Japan（産業界を中心とするITS推進団体）との連携・協力
- ・物流事業者の団体との連携・協力
- ・成果報告会、国内外の学会・国際会議等での啓蒙活動
- ・国際標準化活動における国内審議団体との連携・協力

3. 情勢変化への対応

(1) 「信号制御の高度化に向けた研究開発」の中止

公募開始後に警察庁の予算で実施することになり、平成21年3月に基本計画を変更して中止とした。

(2) 「自動運転・隊列走行技術の研究開発」に関する計画変更

当初計画では、中長期的な視野に立ち、将来的には協調型車群走行を考慮しつつ、2030年の実用化に向けて自動運転・隊列走行の要素技術の確立を目指していた。しかし、鳩山政権で閣議決定された「2020年にCO2を25%削減する」という方針に基づき、より早期に実用化を図りCO2削減に貢献すべきであること、またドイツのKONVOI（大型トラック4台隊列、車間距離10m）等の最新の海外の研究動向や、今後の研究開発予算の見込み等を考慮して、計画を見直すこととした。

このため、研究開発計画の見直しを行い、平成22年3月に技術委員会にて承認を得た後、基本計画を改定した。

計画変更の内容：

「交差点を含む一般道を走行する自動運転システム」の開発を中止してその要素技術を活用し、「高速道路を大型・小型トラック4台隊列、車間距離4mで走行する自動運転・隊列走行システム」として開発する。

		適用場面	最終目標	備考
変更前	自動運転システム	一般道	最高速度 60km/h で、交差点を含む模擬市街路を一般車と混在で走行	・自動操舵 ・自動エコドライブ
	隊列走行システム	高速道	大型トラック 3 台隊列で、時速 80km、車間距離 10m 以下にて、一般車と混在で走行	・自動操舵 ・自動エコドライブ
変更後	自動運転・隊列走行システム	高速道	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 にて、一般車と混在で走行	・自動操舵 ・自動エコドライブ

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価、事後評価等を実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

(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年度に実施予定

Ⅲ. 研究開発成果について

1. 事業全体の成果

エネルギーITS推進事業は、平成20年度から研究開発を開始して約2年半が経過した。研究開発は計画通り進捗しており、平成22年度末の中間目標を達成見込みである。以下に、成果の概要を示す。

(1) 自動運転・隊列走行技術の研究開発

隊列走行プロト実験車（25トン大型トラック）を開発し、時速80km、車間距離15mでの3台隊列走行実験を完了した。曇天や晴天、雨天、夜間等の環境条件で制御性能15m±0.5mを確認済みであり、市販のECUを開発中のフェイルセーフECUに変更することで、中間目標である車間距離10m以下を達成できる見通しである。

表Ⅲ.1-1 「自動運転・隊列走行技術の研究開発」の研究開発成果（概要）

	開発技術	成果（開発状況）
①	システムインテグレーション	実験車3台を製作するとともに、走行実験による制御パラメータ調整により中間目標値である車間距離10mでの3台隊列走行を達成できる見通しを得た。
②	フェイルセーフ技術	フェイルセーフ機能を組み込んだ走行制御ECUを開発し、ECU内のCPU等に異常が発生した場合にもシステムの安全性が確保できる見通しを得た。 また、システムの故障をドライバに通報し、的確に危険を回避できるHMIを設計・製作するとともに、車間距離制御の故障・異常に対する安全性を確保する機能が有効に動作することを確認し、安全性を確保できる見通しを得た。
③	走行制御技術	大型トラック実験車の運動モデルを構築するとともに非線形制御理論を利用した制御アルゴリズム設計により開発目標を達成できる見通しを得た。
④	位置標定技術	GPS受信遅れを速度およびジャイロセンサにより補正するアルゴリズムを組み込んだ位置認識装置の設計・製作を完了し、開発目標値である走行速度80km/hrでの位置標定精度±0.3mを達成できる見通しを得た。
⑤	白線認識技術	画像認識とレーザレーダを併用するとともに車両側方の白線を認識することにより開発目標を達成できる見通しを得た。
⑥	車車間通信技術	5.8GHz無線通信および連送プロトコル方式により開発目標を達成できる見通しを得た。
⑦	車両認識技術	レーザレーダとミリ波レーダおよび道路地図を利用した前方車両認識アルゴリズムを開発し、目標値を達成する見通しを得た。また、ステレオ視による割り込み車認識アルゴリズムを開発し、目標を達成する見通しを得た。
⑧	エコ運転制御技術	走行エネルギー最小化を狙ったアルゴリズムで生成したエコ運転速度パターンが、手動運転時の最良燃費速度パターンとほぼ一致することから、これを自動化することによって目標とする燃費改善を達成する見通しを得た。

(2) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

都市域に適用可能なITS施策の評価ツールのプロトタイプを開発し、3つの事例評価を実施した。今後、さらに複数の事例評価を実施するとともに、プロトタイプの改良を行うことで、中間目標を達成見込みである。

また、国際連携に関しては、日米欧での共同研究の枠組みを構築し、テーマ毎の責任者を日米欧それぞれ定め、定期的な会合を通じて、研究を促進中である。

表Ⅲ.1-2に研究開発成果の概要を示す。

表Ⅲ.1-2 「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（概要）

分類	成果（開発状況）	備考
評価ツールの開発	都市域に適用可能な、ITS施策の評価ツールのプロトタイプが完成した。	
	このプロトタイプの機能確認のため、3つの事例評価を実施しCO2削減量を推計した。	①ハイブリッドシミュレーション及び③CO2排出量推計モデルの成果
	プローブによる交通流の推定システムを構築し、CO2モニタリング手法を確立した。	②プローブによるCO2モニタリング技術の成果
	交通データベースを稼働させ、国際的なデータ集積を推進した。	④交通データ基盤の構築の成果
	CO2精度検証のフレームワークを構築した。	⑤CO2排出量推計技術検証の成果
国際的な合意形成	<ul style="list-style-type: none"> ・日米欧の共同研究の枠組みを構築した。 ・EU政府と関係を確立し、米国は大学関係者との関係を確立した（政府レベルは調整中）。 ・研究開発項目ごとの責任者を日米欧それぞれ定め、定期的な会合を通じて、研究を促進させた。 	⑥国際連携の成果

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：(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 研究開発の位置づけ、必要性

(1) プロジェクトの目的および意義

本プロジェクトは、複数台のトラックを近接車間距離で安全に車群走行できる隊列走行により高速道路での省エネ運転を実現するとともに、隊列走行に搭載された制御装置を使用して、発荷主または着荷主と高速道路のICまでの一般市街地路でのエコ走行運転制御を可能とするシステムを開発することにある。本プロジェクトでの技術開発を通じて実現される隊列走行の実現イメージを図Ⅲ.2-1に示す。

本プロジェクトで開発されたトラックの隊列走行は主に高速道路を使用した幹線物流システムへの利用が期待されている。安全や環境などの社会的問題に加え、人件費や燃料費等の物流コスト問題やドライバーの高齢化やドライバー不足等の労働環境等、現在我が国のトラック貨物輸送事業を取り巻く環境は極めて厳しく、これらの諸課題を解決する新しい貨物輸送システムが求められており、自動運転・隊列走行はこの問題を解決する有力な手段と考えられている。

現在このような観点より、内閣府主管の総合科学技術会議の中で推進されている社会還元加速プロジェクトタスクフォース(TF)も4省5局(経済産業省、国土交通省道路局、国土交通省自動車交通局、総務省、警察庁のITS担当課・室)および民間との協力のもとにITS技術による高度物流システムの一つとして隊列走行の実用化の検討がなされ、2012年度までに隊列走行の公開実証実験が予定されている。



図Ⅲ.2-1 隊列走行実現イメージ

トラックを中心とした大型車両での自動運転・隊列走行の研究開発は、これまで主に欧米を中心に国家プロジェクトとして推進されてきた。表Ⅲ.2-1 は現在まで研究開発中または研究開発が終了した大型車両での主な自動運転・隊列走行プロジェクトである。

ドイツでは 2005 年から 2009 年にドイツ運輸省およびアーヘン工科大学が中心となり「KONVOI」と呼ばれる 4 台の隊列走行が開発され、アウトバーン等の公道での走行実験を行ったとの報告がある。

「KONVOI」のシステム構成を図Ⅲ.2-2 に示す。このシステムでは車間距離が 10m に制御されるため、エンジンおよびブレーキによる縦方向制御に加え自動操舵装置による横方向制御を行っている。

この他米国では UC バークレーの研究所 PATH が米国運輸省 DOT の予算で隊列走行を開発した。図Ⅲ.2-3 に PATH のシステム構成を示す。

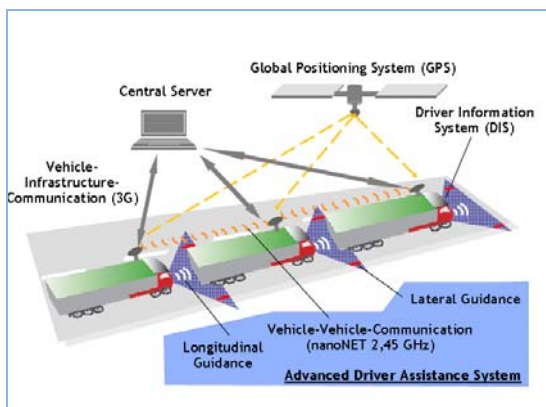
ほとんどのプロジェクトは隊列走行によるトラックの省エネ化を図ると同時に隊列走行により道路の交通容量を増大することにより道路交通流を改善して高速道路を通行する一般車両の省エネ化を合わせて目指すことを目的としたものである。

したがって、技術開発の目標は隊列内の車間距離を如何に短縮できるかに置かれており、車間距離制御や車線保持の精度向上に重点が置かれ、車間距離 4m～10m を可能とする走行制御技術が開発された。特に技術開発の中心は車間距離制御や車線保持制御のための制御アルゴリズムや認識アルゴリズム等ソフトウェアが中心であり、センサや制御装置、通信装置等のデバイス開発はほとんど行われていない。

表Ⅲ.2-1 主な自動運転・隊列走行プロジェクト

プロジェクト/システム名	開発主体	目的	システム概要						フェーズ
			隊列台数 /車間距離	自動操 舵機能	レーンマーカ	車車間 通信	車間距離 センサ		
ショーファー (Two-Bar) ・トラックの自動隊列走行	ベンツ	・安全 ・省エネ化		・2台 ・10m	○	× 全車後方部 マーカ追従	なし	画像認識	研究完
Phoenix Project ・トラックの自動隊列走行	PATH	・安全 ・省エネ化		・2台 ・4m	○	○ ・磁気マーカ	2.48GHz	・ミリ波レーザ ・レーザレーダ	研究中
KONVOI ・トラックの自動隊列走行	アーヘン大 (KA)	・安全 ・省エネ化		・4台 ・10m	○	○ ・白線	2.48GHz	・ミリ波レーザ ・レーザレーダ	研究完
IMTS ・バスの自動隊列走行	トヨタ	・省人化		・3台 ・20m	○	○ ・磁気マーカ	2.48GHz	車車間通信	実用化

各プロジェクトとも性能的には十分要求を満たしていると思われるが、いずれのプロジェクトもまだ実用化には至っていない。その最大の理由は安全性・信頼性技術を中心として、一般車両との混在走行を可能とするとともに様々な自然環境下で性能を維持できる隊列走行技術が開発されていないためと考えられる。そこで本プロジェクトでは、最終的には車間距離 4m を実現するとともに、降雪時を除く様々な自然環境や道路環境の中で一般車両との混在交通を可能とする安全性・信頼性を考慮した先進技術の開発を行うこととする。



図Ⅲ.2-2 KONVOI のシステム構成
(出典：KONVOI 資料)



図Ⅲ.2-3 PATH のシステム構成
(出典：PATH 資料)

(3) 研究の目標

基本計画書の目標値をもとにこれに開発目標値を設定した。表Ⅲ.2-2 に開発目標を示す。開発目標である燃費削減目標値は海外で実施された隊列走行による燃費低減の実績値より設定した。ここで参考とした事例は PATH による 2 台隊列走行時の燃費削減データである。

表Ⅲ.2-2 開発目標

	中間目標	最終目標
隊列走行	車間距離 10m での 3 台隊列走行	車間距離 4m での 4 台隊列走行
燃費削減率 (時速 80km at 平地)	8% (3台平均)	15% (4台平均)

さらに設定した燃費削減目標値が適切であるかを評価するとともに、各研究項目で設定する開発目標値を策定するため、数値流体シミュレーション（以下 CFD）による隊列走行時の空気抵抗計算を行った。なお、CFD では実験車である日野自動車製「プロフィア」の流体モデルを使用した。

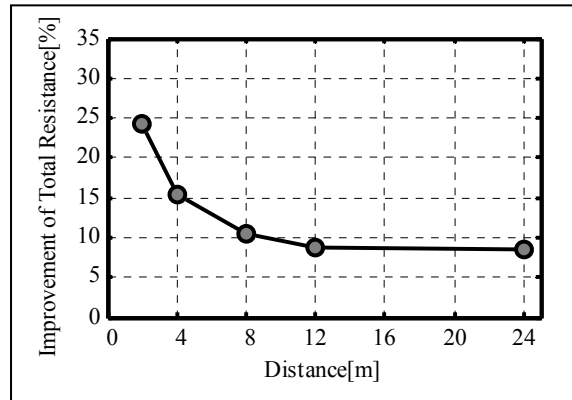
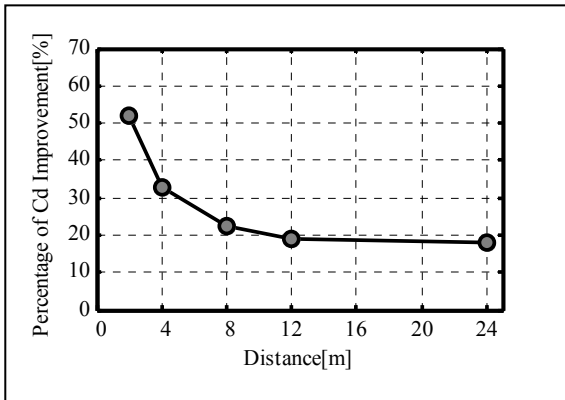
図Ⅲ.2-4 に速度 80km/hr における隊列走行と単車との空気抵抗低減割合（単車の空気抵抗 CD 値を 1.0 とした場合）および空気抵抗を含めた定積時の走行抵抗低減割合（単車を 1.0 とした場合）を示す。なお、CFD により得られた計算 CD 値と実車での CD 値はほぼ一致している。走行抵抗は燃費に比例すると考えられるため、図Ⅲ.2-4 に示すように車間距離 10m では約 8%、車間距離 4m では 14%の省エネ効果を得ることが予想され目標値は妥当と考えられる。

また、車間距離 4m と 8m で隊列台数を 2 台から増加した場合の省エネ効果予測を図Ⅲ.2-5 に示す。隊列台数を 3 台より増加するに従い、増加台数 1 台当たりの省エネ効果割合は減少する。既存の交通流に与える影響や安全性等を考慮すると最大隊列台数は 4 台前後が妥当と考えられ、最終目標値である 4 台隊列は妥当であると考えられる。なお、図Ⅲ.2-6 に時速 80km、車間距離 4m の 3 台隊列走行時の先頭車、中間車、最後尾車の空気抵抗割合（走行単車の空気抵抗を 1 とした場合）図Ⅲ.2-7 に走行時の圧力分布を示す。3 台隊列走行時には中間車の空気抵抗はフロントでは正圧の低減、後部は負圧の低減により単車に比べ、約半減している。

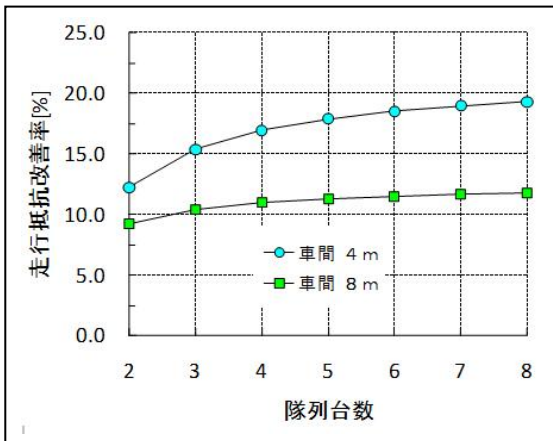
各個別開発テーマの開発目標値は産業技術総合研究所高速周回路にて目標車間距離 10m および 4m で安全に隊列走行実験を可能とする値として設定した。また、開発テーマによっては数値目標を設定できないものもあり、主に要求される機能として目標設定した。

なお、目標車間距離 10m および 4m での隊列走行において、突発に発生する前方の障害物との衝突を回避する場合、先頭車のドライバーによる急ブレーキ操作では極めて危険であり、後続車が追突する可能性は極めて高い。

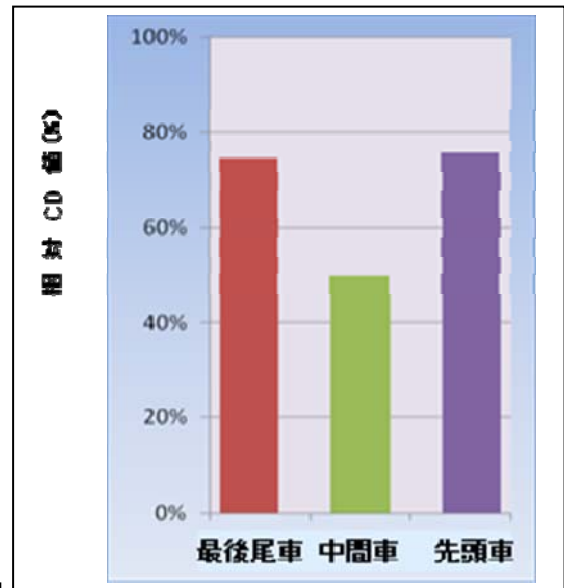
また、後続車のドライバーによるハンドル操作も近接車間距離のためドライバーへの負担も極めて大きい。したがって、近接車両での隊列走行を実現するためには自動操舵や自動速度制御等の自動運転の技術開発を行う。



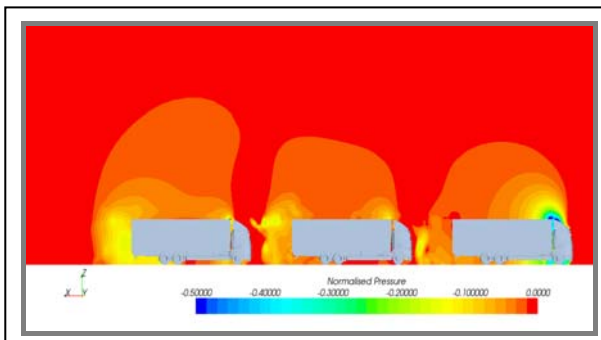
図Ⅲ.2-4 速度 80km/hr における空気抵抗低減割合および走行抵抗低減割合



図Ⅲ.2-5 省エネ効果予測



図Ⅲ.2-6 空気抵抗割合



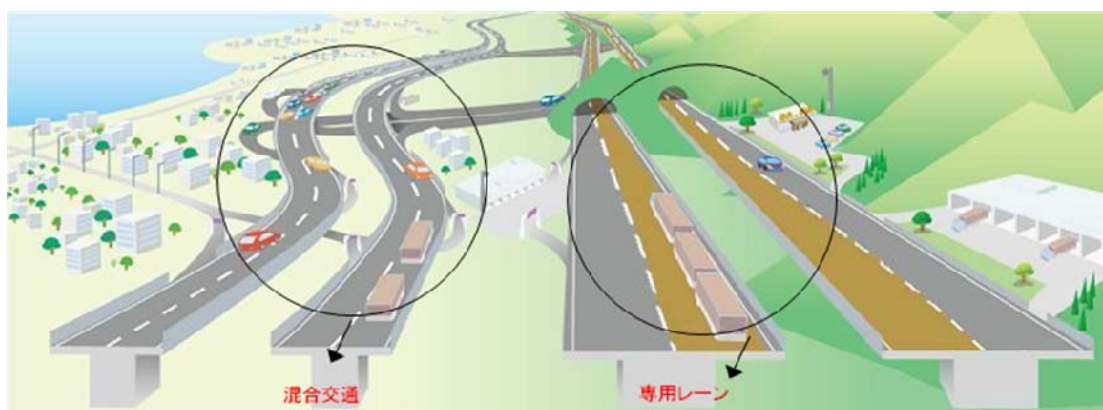
図Ⅲ.2-7 走行時の圧力分布

表Ⅲ.2-3 各個別テーマの開発目標

研究内容	中間目標(2010年度)		最終目標(2012年度)	
	担当開発テーマ	目標項目		
① システムインテグレーション	実験車開発	隊列台数	大型トラック3台	
		速度	80km/hr	
	システム評価 (80km/h時)	車間距離制御精度	10m±2.0m at 定常走行 10m-3.0m at 0.4G減速	4m±2.0m at 定常走行 4m-2.0m at 0.5G減速
		車線保持制御精度	±0.20m(スムーズさの確保)	±0.15m(スムーズさの確保)
② フェイルセーフ技術の開発	フェイルセーフECUの開発	フェイルセーフ機能	・センサや走行制御ECUのマイクロコンピュータが故障及び暴走した場合、異常を検出し自動的に故障系を切り離し、異常動作を防止できるECUを開発する	
	HMI技術の開発	HMI機能	・手動運転から自動運転に安全に遷移すると共にシステムに異常が発生した場合、異常をドライバーに通報し的確に危険を回避できるHMIを開発する。	
③ 走行制御技術の開発	制御アルゴリズム開発 車両運動モデル設計	車線保持	±0.20m	
		車間距離保持	10m-3.0m at 0.4G減速	
		条件	車両重量 : 定積及び空積 道路縦断勾配: 上坂及び下坂	
	隊列形成アルゴリズム開発	アルゴリズムの設計	・車両接近状態からの隊列形成を実現する隊列形成アルゴリズム設計 ・シミュレータ実験による有効性の確認	・シナリオを限定しない隊列形成ソフトウェアの完成と、大型トラックへの実装 ・シミュレータおよび実車による有効性の確認
④ 位置標定技術の開発	高精度道路地図作成技術	地図作成の基本技術	(1)実験道路の道路電子地図データ作成 (2)道路計測データ誤差、ばらつきを吸収し、緩やかに変化する連続曲線を生成 (3)トンネルの高精度3次元道路地図作成	
	位置標定技術	位置検出精度	(1)位置標定精度: 0.3m (2)道路沿い建物の認識、市街地において画像のみにより自己位置を車線を特定できるレベルで推定	
⑤ 白線認識技術の開発	画像認識アルゴリズム開発 レーザーダ白線認識開発 高速ビジョンセンサ開発	検出精度	±20mm (環境条件: 第3種白線)	
		誤検出率 (処理フレーム総数あたり)	10 ⁻⁵ 以下 (・産総研高速周回路1周、・晴天、曇天、雨天、・逆光(西日等))	
		未検出率 (処理フレーム総数あたり)	10 ⁻³ 以下 (・産総研高速周回路1周、・晴天、曇天、雨天、・逆光(西日等))	
⑥ 車車間通信技術の開発	車車間通信技術開発	最大伝送範囲	40m	
		車両間伝送周期(伝送データ量:50バイト)	20msec	
		無通信発生確率(1時間あたり100ms連続無通信)	10 ⁻⁸	
		バケット(伝送周期20msの場合)	99.78%	
⑦ 車両認識技術の開発	前方車認識アルゴリズム開発	最大検出範囲(除く雨、霧、雪)	100m	
		誤検出率(at 60m)	1%	
		未検出率(at 60m)	0.1%	
	割り込み車認識開発	最小・最大検出範囲(除く雨、霧、雪)	5-10m	
		誤検出率	1%	
		未検出率	0.1%	
⑧ エコ運転制御の開発	車両制御技術の開発 信号現示認識アルゴリズム開発 交通流推定アルゴリズム開発 エコドライバモデルの開発	制御モデル基本設計	エコ運転制御モデルの設計 エコ運転速度パターンの生成	
			一般ドライバー平均比15%省エネ化 (JARI模擬市街路)	

(4) 隊列走行コンセプト

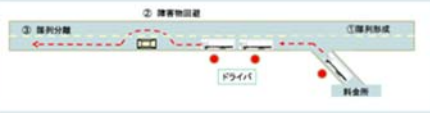
実験車および要素技術を開発するにあたり隊列走行の実用化を想定したコンセプトを策定した。社会的ニーズおよび道路インフラを考慮して、混在交通を前提としたコンセプト Y と専用レーンを走行するコンセプト Z の 2 種類のコンセプトを策定した。図Ⅲ.2-8 にコンセプトの概要を示す。



主な項目	コンセプト Y	コンセプト Z
コンセプトの概要	一般車と混在した中で隊列走行を可能とする。	一般車が走行しない専用レーンで無人隊列走行を可能とする。
狙い・目的	トラックの省エネ化と交通流の改善	トラックの省エネ化と省人化
隊列形態	3台隊列走行（混合交通からの制約）	4台以上の隊列走行
隊列形成	走行レーン走行中に隊列形成	ドライバー乗降場にて停止中に隊列形成
ドライバーの有無	全車ドライバー乗車	先頭車のみドライバー乗車、後続車：無人

図Ⅲ.2-8 コンセプトの概要

図Ⅲ.2-9に各コンセプトの詳細を示す。コンセプトYは一般車と混在した中での隊列走行であるが、これはさらに社会的な受容性が異なると思われる車間距離の違いによりY1とY2の2種類に分けた。

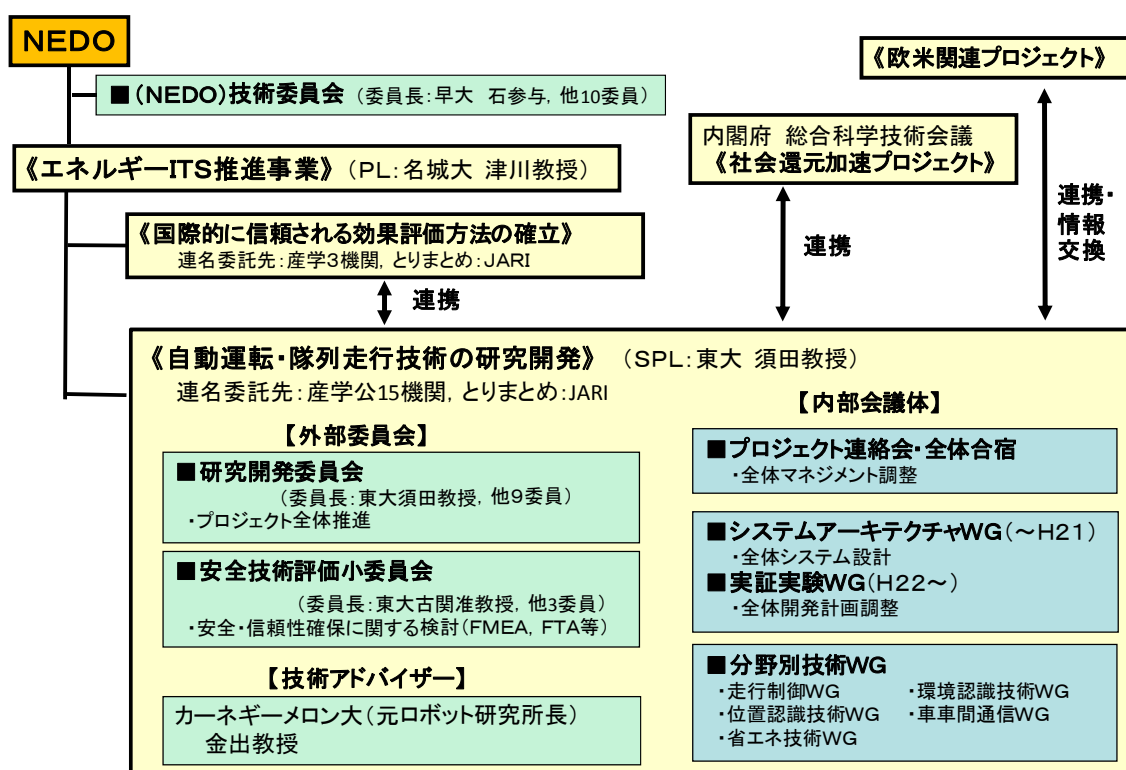
項目	コンセプトY		コンセプトZ	
	Y1(車間距離10m)	Y2(車間距離4m)	輸送力 (760台/時間)	輸送力 (180台/時間)
走行レーンへの流入・流出	<ul style="list-style-type: none"> ・料金ゲートより流入 ・本線走行中に隊列形成 		<ul style="list-style-type: none"> ・料金ゲートより流入 ・ドライバ乗降場にて隊列形成 	
隊列形成	初期形成の場所と時期			
	増減の場所と時期			
必要インフラ設備			<ul style="list-style-type: none"> ・専用レーン直結のドライバ乗降場が必要 	
目標性能	最高速度	80km/hr		80km/hr
	車間距離	10m程度	4m程度	4m程度
要求機能	操舵関係	・車線保持支援	・車線保持制御 ・レーンチェンジ	・車線保持制御 ・レーンチェンジ
	速度関係	自動停止および先行車追従		・先行車追従 ・自動停止制御 ・自動発進制御

図Ⅲ.2-9 コンセプトの詳細

2.2 研究開発推進体制とマネジメントの工夫

(1) 各種委員会の設置

研究開発体制を図Ⅲ.2-10に示す。自動運転・隊列走行の開発は技術開発の方向性・妥当性を外部委員を中心に検討する自動運転・隊列走行研究開発委員会や安全技術評価小委員会および連名委託先担当者で構成され実験車開発や評価実験等の実務を効率よくスムーズに行うための技術ワーキンググループ（WG）を中心に構成した。また、米国カーネギーメロン大学（CMU）の元ロボット研究所長 金出教授に技術アドバイザーをお願いし、主に認識技術関係のアドバイスを頂くこととした。



図Ⅲ.2-10 研究開発推進体制

① 自動運転・隊列走行研究開発委員会

開発項目が多岐にわたるとともにそれぞれの項目が密接に関連するため、日本自動車研究所内に学識経験者や関係団体から構成される「自動運転・隊列走行研究開発委員会」（委員長：東京大学 須田教授）を設置し、マイルストーン毎に委員会を開催し開発の方向性を確認しながら 開発を進めた。

表Ⅲ.2-4 自動運転・隊列走行研究開発委員会

氏名	所属・役職
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 参与
川邊 武俊	委員 九州大学 教授
鷲野 翔一	委員 鳥取環境大学 非常勤講師
林 昌仙	委員 特別非営利活動法人 ITS-Japan
半田 正利	委員 いすゞ自動車（株）チーフエンジニア
古和 義治	委員 （社）電子情報技術産業協会 ITS 事業化専門委員会幹事
森田 真	委員 （社）日本自動車工業会 ITS 技術部会
岡 俊光	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 室長

※オブザーバーとして、経済産業省自動車課 ITS 担当課長補佐および NEDO 事務局に参加いただいている。

② 安全技術評価小委員会

隊列走行実験の安全性を確保するために、「自動運転・隊列走行研究開発委員会」の下に「安全技術評価小委員会」（委員長：東京大学 古関准教授）を設置し、実験車に搭載されている制御システムの FMEA や FTA を行い、安全性についての評価を受けた後走行実験を行った。

表Ⅲ.2-5 安全技術評価小委員会

氏名	所属・役職
古関 隆章	委員長 東京大学大学院 准教授
道辻 洋平	委員 茨城大学 准教授
水間 毅	委員 独立行政法人 交通安全環境研究所 領域長
加藤 晋	委員 独立行政法人 産業技術総合研究所 主任研究員

③ 実証実験ワーキンググループ（WG）

細分化された研究項目のアウトプットは隊列走行システムに組み込まれ、走行実験が行われるため、隊列システムにおける課題や進捗状況を常時共有化する必要がある。このため、日本自動研究所内に全連名委託先担当者で構成する「実証実験 WG」を設置し、搭載装置のインターフェース仕様や性能等を確認しながら開発を行った。

④ 技術分野別ワーキンググループ

要素技術の開発にあたっては、技術分野ごとにワーキンググループを設置し、各専門分野ごとの技術的知見を結集するとともに、全体開発スケジュールに遅延がなきよう、進捗確認を行いながら開発を行った。設置したワーキンググループは、「走行制御WG」、「環境認識技術WG」、「位置認識技術WG」、「車車間通信WG」、「省エネ技術WG」の 5 つである。

⑤ プロジェクト連絡会

研究マネジメントに関する事項の早期展開、情報共有化を目的として、全連名委託先の窓口責任者からなる「プロジェクト連絡会」を設置し、プロジェクト全体の運営が円滑に進むよう適宜、報告・連絡・調整の機会を持った。

また、年 1 回ペースで全連名委託先の参加による「全体合宿」を行い、課題検討や方針論議を行った。

⑥ 社会還元加速プロジェクトとの連携

本プロジェクトは、内閣府の総合科学技術会議が進めている「社会還元加速プロジェクト」の一つに位置づけられていることから、2020 年の実用化を目標として、技術開発以外の周辺環境整備も併行して進められている。こうしたことから、具体的な検討を行っている社会還元加速プロジェクトのタスクフォースおよび民間側の活動支援を行っている ITS-Japan の新交通物流特別委員会と連携を取る必要があり、適宜情報提供や調整を行っている。

⑦ 「国際的に信頼される効果評価方法の確立」プロジェクトとの連携

エネルギーITS 推進事業は、「自動運転・隊列走行技術の研究開発」プロジェクトと「国際的に信頼される効果評価方法の確立」プロジェクトの 2 つから成り立っており、両者の連携を行い相乗効果をあげることが期待されている。

このため、双方に参加している JARI のメンバーを中心とした両プロジェクトの関係者で適宜情報交換を行うとともに、自動運転・隊列走行による CO2 削減の効果評価については、「国際的に信頼される効果評価方法の確立」プロジェクトでも実施していただくこととした。




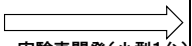
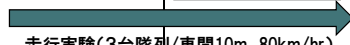


⑧ 国際連携

欧米で同様の研究を行っている機関との連携や情報交換を行うため、毎年開催される ITS 世界会議の場を利用しての情報交換や相手先研究機関への調査訪問を行っている。特に EU と関係では、政府レベルで研究協力の覚書を結んでおり、年 1 回ペースで専門家によるワークショップを開催している。

(2) 全体開発日程

全体開発日程を表Ⅲ.2-6 に示す。

表Ⅲ.2-6 全体開発開発日程

	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 	★最終目標
		★高速道路実験 	★中間目標		
車両開発	実験車開発(大型3台) 			実験車開発(小型1台) 	
		走行実験(3台隊列/車間10m、80km/hr) 		走行実験(4台隊列/車間4m、80km/hr) 	
社会還元加速 Prj.との連携			★ITS-Japan 試乗会	★デモ 実験	★プレ実証 実験
			★実証 実験		
コミュニケーション の深化 (各種委員会 ・全体合宿)	①開発委員会開催 ②プロジェクト連絡会 ③府中合宿 	①分野別WG開催 ②浜松合宿 			
国際連携活動 広報活動	①#1米国 ワークショップ (WS) ②マスコミ 発表会 ③各種講演会 (AT International) 	①#2・3WS ②ITS世界 大会発表 ③自技会 論文発表 ④NEDOフォーラム発表 ⑤各種講演会	①ワークショップ開催 ②ITS世界大会 論文発表 ③自技会論文発表 ④各種講演会	同左	同左

2.3 研究開発成果

(1) 研究開発の内容

最終目標である車間距離 4mでの自動運転・隊列走行を実現するには、高精度な車間距離制御技術や車線保持制御技術が必要とされるのは勿論であるが、システムが故障した場合には事故につながる恐れがあるため、高い安全性や信頼性が要求される。また、自動運転・隊列走行は国内および国際的に見て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。このため、本プロジェクトでは基本計画書に記載された研究開発の具体的内容を実施するに際し、隊列走行のための要素技術開発に加えて隊列走行の実証実験を通じて社会的な認知を広く得るため、安全性や信頼性を考慮した品質の高い隊列走行システムを開発するための新たに 8 項目からなる開発項目に再整理し研究開発を実施することとした。表Ⅲ.2-7 に実施する 8 項目の研究開発項目を示す。また、図Ⅲ.2-11 に基本計画書の具体的研究内容と実施する 8 項目の関係を示す。

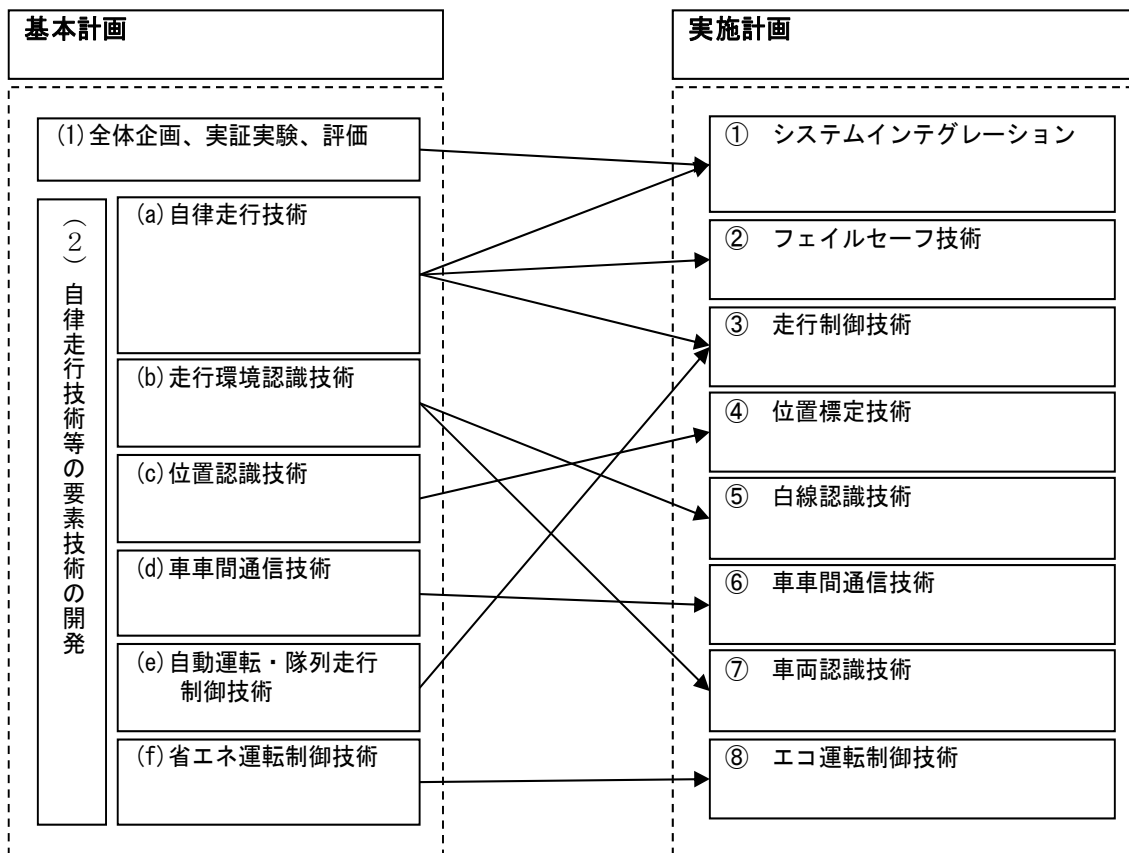
研究開発項目は大きく 2 項目に分類され、第 1 は社会的受容性検証に要求される技術開発で隊列走行システム技術や安全技術に関するものである。特に品質の高い実験車を開発するためにはシステムインテグレーションは非常に重要であるため、実験車開発と合わせて日本自動車研究所が担当した。

第 2 は隊列走行に要求される要素技術に関するものでこれは車線保持および車間距離保持や一般車との衝突回避、エコ運転のための技術でこれはさらに個別要素技術と共通要素技術に整理して研究開発することとした。

表Ⅲ.2-7 主な研究開発項目

社会的受容性検証に要求される開発技術			
必要項目	開発項目		
実験車による検証	①システムインテグレーションおよび実験車開発 担当：日本自動車研究所		
システムの安全確保	②故障時に安全性を確保できるフェイルセーフ技術 担当：大同信号，東大，産業技術総合研究所		

隊列走行に要求される機能と開発技術			
要求機能	開発技術		
	個別要素技術	共通要素技術	
車線保持	⑤対環境性に優れた白線認識技術 担当：弘前大，テソ，日産自動車	③高精度でロバスト性を持つ 走行制御技術の開発 担当：神戸大，日大，慶應大	④高精度な自車位置標定技術 ・高精度地図データ作成およびGPSを利用した高精度な位置標定技術の開発 担当：三菱電機，日本電気，東大
近接車間保持	⑥高速で高信頼性な車車間通信技術 担当：沖電気工業		
一般車との衝突回避	⑦複雑な走行環境での車両認識技術 担当：金沢大，東京工大		
エコ運転制御	⑧市街地でのエコ運転制御技術 担当：JARI，慶應大，金沢大，弘前大，東大		



図Ⅲ.2-11 基本計画項目と実施計画項目

上図に示された8項目の開発項目は、さらに図Ⅲ.2-12に示す開発項目に細分化し開発を行った。各研究開発の概要を以下に示す。

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設計と実験車の開発およびテストコース等での走行実験評価を行う。なお、隊列走行システムの開発にあたって、性能と安全性を両立させるため道路地図データを基本とした新しいコンセプトに基づいた制御システム設計を行う。

② 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、ドライバー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）を開発する。

③ 走行制御技術の開発

高精度な車線保持制御や車間距離制御を行うための走行制御アルゴリズムや車両運動モデルの設計および隊列を形成するための隊列形成アルゴリズムを開発する。さらに隊列走行シミュレータを開発し、設計した走行制御アルゴリズムの妥当性を検証する。

④ 位置標定技術の開発

隊列走行制御を高精度で安定して行うためには、道路線形や縦断勾配等の詳細な道路地図および現在の走行位置検出が必要となる。しかし、カーナビゲーション等で使用されている道路地図データでは隊列走行制御に必要なデータが含まれておらず、カーナビゲーション用地図を利用することができない。そこで、道路白線や道路路側構造物位置を含む詳細な道路地図を作成する高精度地図作成技術と現在の走行位置を検出する位置検出技術を開発する。

⑤ 白線認識技術の開発

大型トラック等の高速幹線物流システムでは昼夜 24 時間はもちろんであるが雨天や霧、晴天時、様々な自然環境においても安定した運行が求められる。したがって、自動運転・隊列走行での車線保持制御に対しても極めて信頼性の高い制御が求められる。上記の要求を実現するため、高性能カメラと画像認識およびレーザレーダとの併用による高精度かつ認識率の優れた白線認識技術を開発する。なお、高性能カメラとして外部投光と高速シャッター速度機能により太陽光の影響を除去した高速ビジョンカメラを開発する。

⑥ 車車間通信技術の開発

近接の車間距離制御を行うためには、前方障害物との衝突を回避するため先頭車の急激な速度変化を高速で後続車に送信する必要がある。また、手動運転で走行中に隊列を形成するため車両相互の情報交換が必要となる。この車両間の高速情報伝送を可能とする車車間通信技術を開発する。なお、通信メディアとしてはシステムの高信頼化を実現するため、電波と光の 2 種類の通信方式を開発する。

⑦ 車両認識技術の開発

一般車との混在で隊列走行を行う場合、一般車が隊列走行の障害物になる場合が発生する。近接した車間距離で先頭車ドライバーが制御から独立して運転操作を行った場合、隊列走行の安全性を確保することは極めて困難である。隊列走行の周辺に存在する一般車両を認識して隊列走行の安全性を確保するため、レーザレーダおよびミリ波レーダを用いて、隊列先頭車の前方の車両を認識する前方車両認識技術、およびステレオ画像にて隊列内に割り込んでくる車両を検出する割り込み車認識技術を開発する。

⑧ エコ運転制御技術の開発

隊列走行車には様々なセンサや制御装置が搭載されており、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、これらのセンサや制御装置を利用してエコ運転することが可能である。本プロジェクトではこれらのセンサや制御装置を利用して一般市街地でのエコ運転を可能とするエコ走行制御技術開発や信号現示状態を検出する信号現示認識アルゴリズム開発、車両認識センサから渋滞等の交通流状態を推定する交通流推定アルゴリズム開発を行う。

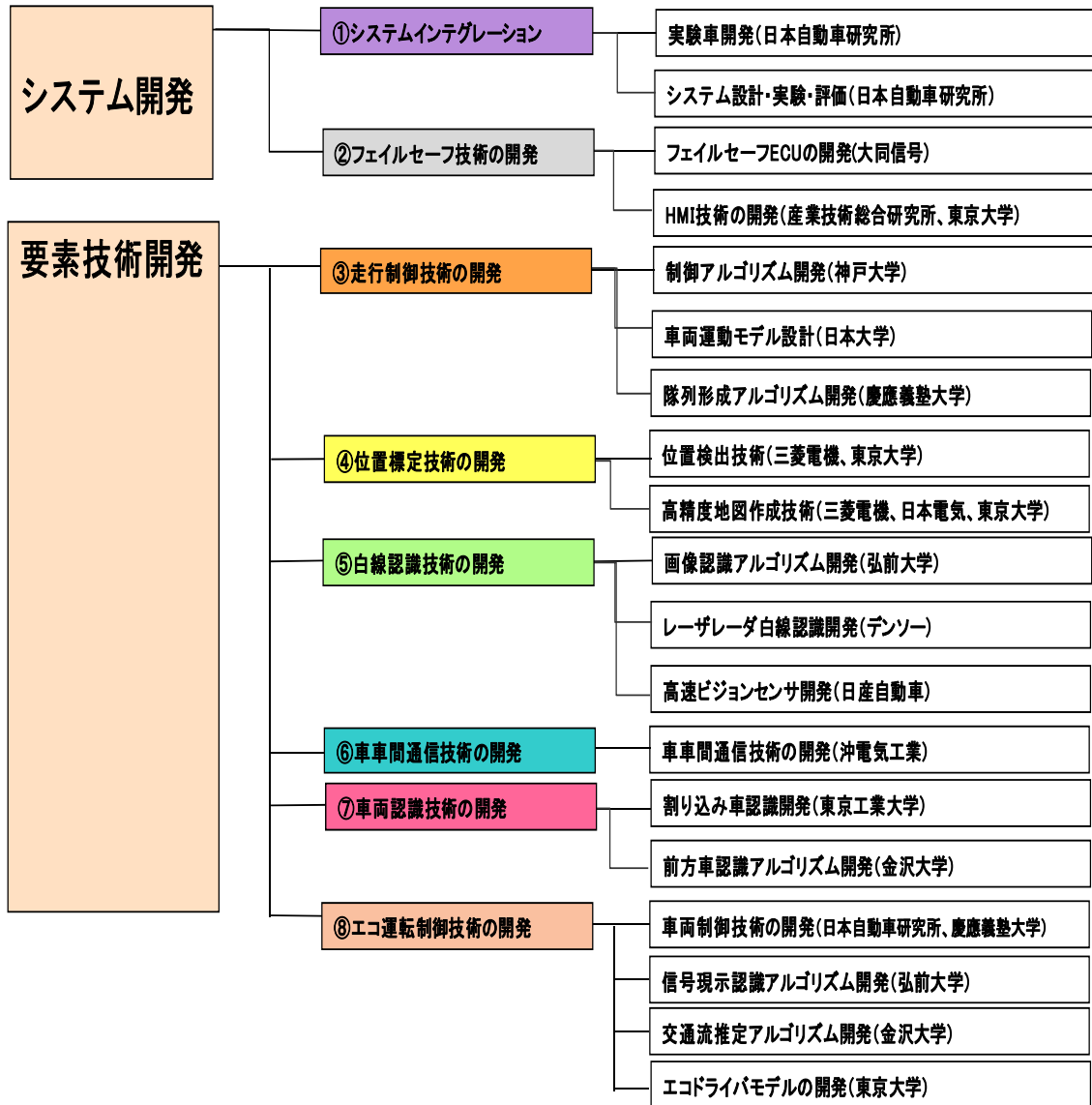


図 III.2-12 研究開発項目の詳細

また、表Ⅲ.2-8 各開発項目の5年間の実施計画を示す。

前半の3年間は中間目標の達成に向け、各要素技術開発では機能・性能中心の技術開発、また、システム開発では車間10mの3台隊列走行実験に向けた制御システム設計や実験車のための制御装置開発を行う。

後半の2年間では車間距離4m実現に向けた性能向上を行うとともに4台の隊列走行実証実験に対し、システムの安全性および信頼性の確立に重点を置いた開発を行う。

表Ⅲ.2-8 自動運転・隊列走行5年間の開発項目実施計画

	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度
全体	機能・基本性能確保			性能および安全性・信頼性向上	
①システム インテグレーション	実験車開発(大型3台)			実験車開発(小型1台)	
	走行実験(3台隊列/車間10m、80km/hr)			走行実験(4台隊列/車間4m、80km/hr)	
②フェイルセーフ技術	フェイルセーフECUおよびHMIの設計・製作			システム多重化による信頼性向上	
③車両制御	自動操舵制御アルゴリズム			制御アルゴリズムの高精度化(4m)	
	車間距離制御アルゴリズム(10m)				
④位置標定技術	位置標定の高精度化技術の開発			位置標定の簡素化技術の開発	
⑤白線認識技術	画像認識とレーザの併用による白線認識技術			高速ビジョンカメラとレーザの併用による認識率向上	
⑥車車間通信	5.8GHz 車車通信の高速化			光車車間通信技術の開発と多重化	
⑦車両認識技術	先行車両および割り込み車認識アルゴリズム開発			認識率向上センサフュージョン技術開発	
⑧エコ運転制御	基本アルゴリズム設計			エコ運転制御モデル開発および性能評価	

(2) 全体の研究開発成果について

研究開発はほぼ予定通り進捗しており、8テーマそれぞれが平成22年度末の中間目標値を達成または達成の見込みとなっている。

目標値を実現するための制御アルゴリズムや機能を組み込んだ走行制御 ECU や車車間通信機、白線認識装置等の制御装置を搭載した 25 トン大型トラック実験車 3 台を製作し、産業技術総合研究所が保有する高速周回路および未供用高速道路を使用して走行実験を重ねた結果、現状で 3 台隊列走行、速度 80km/hr、設定車間距離 15m にて制御性能が 15m ±1.0m の結果を得た。また、曇天や晴天、雨天、夜間等の環境条件においても同様の性能結果を得た。現在、走行制御 ECU として市販の ECU にて実験しているため安全確保の観点から車間距離を 15m に設定しているが制御誤差が ±1.0m であるため走行制御 ECU をフェイルセーフ ECU に変更することにより目標を達成できる見通しである。表Ⅲ.2-9 に隊列走行性能を示す。

表Ⅲ.2-9 隊列走行性能

評価実験場 (線形)	速度 (km/hr)	車線保持制御		車間距離制御						省エネ化	
		目標 性能 (cm)	制御 性能 (cm)	制御性能(定常)			制御性能(at 0.4G減速)			目 標	見 込 み
				目 標 (m)	現 状 性 能 (m)	見 込 み (m)	目 標 (m)	現 状 性 能 (m)	見 込 み (m)		
産総研周回路 (直線部)	80	±20	±10	10±2.0	15* ±1.0	10±1.0	10-3.0	15* ±1.0	10±1.0		
未供用高速道 (曲線:3,000R)	80	±20	±10	10±2.0	15* ±1.0	10±1.0	10-3.0	15* ±1.0	10±1.0	8 %	8 %

*：現在1重系 ECU により制御を行っているため、安全確保の観点より 15m にて実験

個別開発テーマごとの成果については、2.4 章に記す。

2.3.1 システムインテグレーションおよび実験車開発

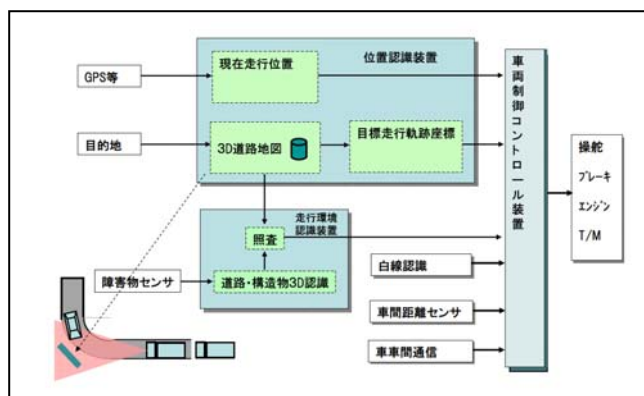
実施先：(財) 日本自動車研究所

(1) 隊列走行システムの設計

中間目標値を達成するため、隊列走行実験車に搭載する隊列走行制御システムの設計仕様を策定するとともに制御システムの設計を行った。

制御の基本的構成は走行速度 80km/hr での走行を可能とするため、道路線形や縦断勾配等の道路地図データを基本とした制御構成とするとともに、車線保持では制御の安全性を優先して車両直下の白線認識に基づいた操舵制御方式とした。障害物回避における先頭車の急制動に対する後続車の車間距離の制御性を向上するため、車車間通信の通信方式として先頭車の情報を後続車すべてが同時に受信できる同放通信方式とした。また、車間距離 10m での安全性を確保するため、重要装置は 2 重系の設計とした。

図Ⅲ.2-13 に制御システム構成を示す。また、表Ⅲ.2-10 に隊列走行システムの開発目標を示す。特に車間距離制御の制御目標値については安全性と燃費の観点より定常走行中と加減速時を分けて設定した。



図Ⅲ.2-13 隊列走行システム構成

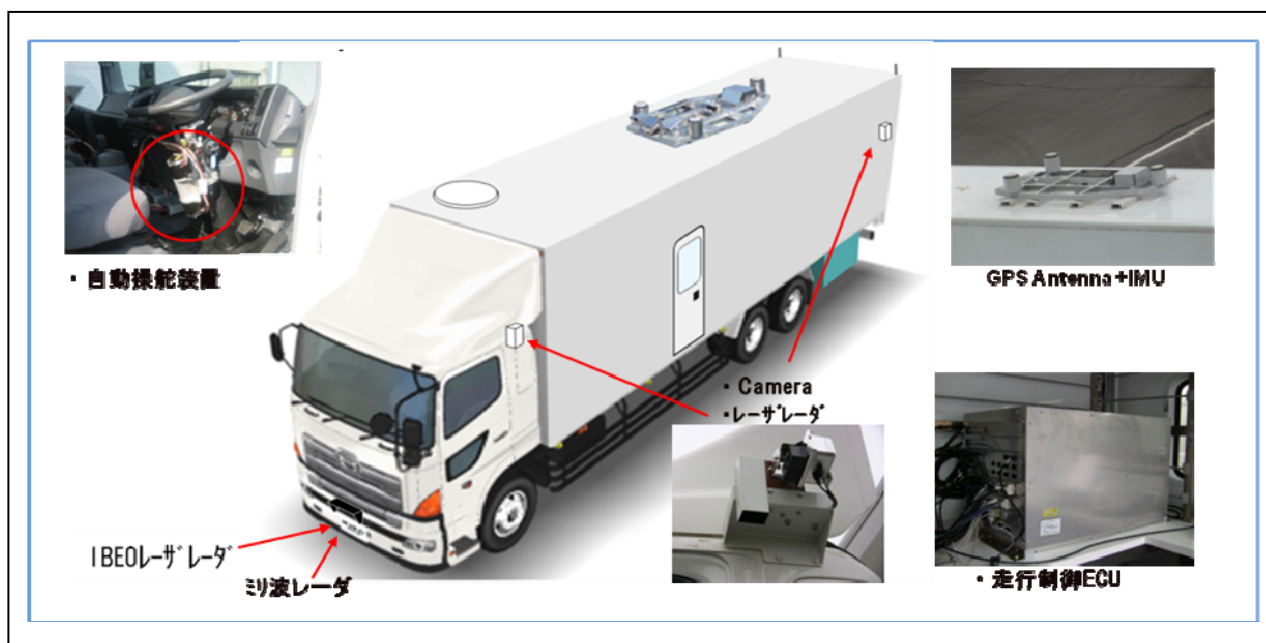
表Ⅲ.2-10 隊列走行システム開発目標

項目	中間目標(2010年度)	最終目標(2012年度)
実験環境	実験路	・実高速道路での一般車が混在した走行実験 (使用道路:未供用高速道路試験路区間9km)
	自然環境	・昼および晴天、曇天、雨天時で走行
車間距離制御精度	10m±2.0m at 定常走行時 10m-3.0m at 0.4G減速	4m±2.0m at 定常走行時 4m-2.0m at 0.5G減速
車線保持制御精度	±0.20m(スムーズさの確保)	±0.15m(スムーズさの確保)

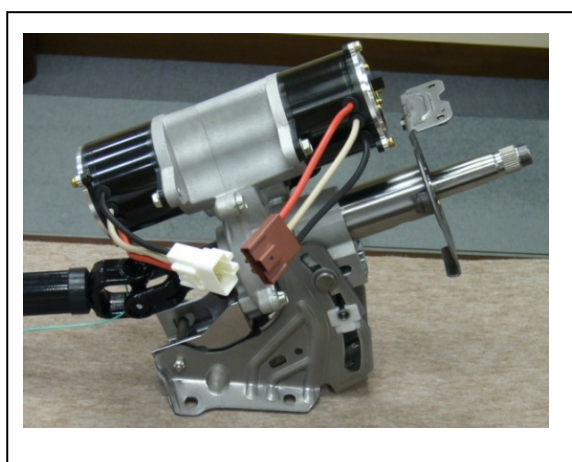
(2) 実験車の開発

開発目標である車間距離 10m での隊列走行実験を行うため、車線保持機能、車間距離保持機能および周辺一般車両との衝突を防止する衝突防止機能を備えた隊列走行実験車を開発した。図Ⅲ.2-14 に開発した隊列実験車の外観を示す。

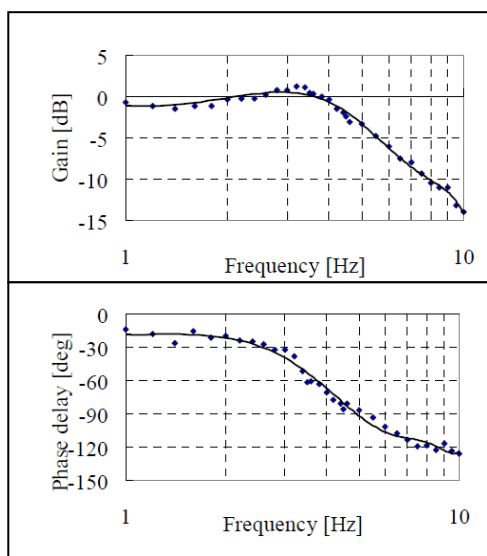
車両前面下部に前車との車間距離を検出するセンサとしてレーザレーダおよびミリ波レーダを装着した。また、車両左側面に白線を認識する画像カメラとレーザレーダを一体的に配置し装着した。自動操舵を行うため 3Hz の周波数応答を有する操舵モータを製作しステアリングシャフト部に装着した。また、トラック荷室内には走行制御 ECU や画像認識等のコンピュータ類を搭載した。図Ⅲ.2-15 に製作した操舵モータとモータの周波数応答性を示す。



図Ⅲ.2-14 実験車外観



図Ⅲ.2-15 操舵モータとモータ周波数応答性



(3) 隊列走行性能

製作した実験車の走行制御 ECU に走行制御アルゴリズムを組み込み、車線保持制御および車間距離制御等の性能評価を産業技術総合研究所高速周回路および未供用高速道路にて行った。車線保持制御および車間距離制御実験では各制御アルゴリズムにおけるパラメータの最適調整を行った結果、車線保持および車間距離は開発目標性能を達成する見通しを得た。各制御の性能結果を表Ⅲ.2-11、表Ⅲ.2-12 に示す。図Ⅲ.2-16 に隊列走行時の様子を示す。

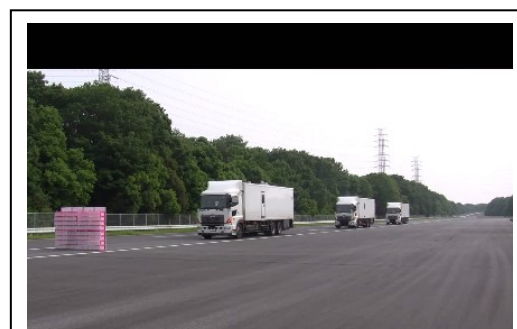
現在、車間距離制御の設定距離は安全確保の点より 15m で行っているが、加減速時の車間距離制御性能は車間距離に依存しないと考えられるため、システムのフェイルセーフ化が完了する本年度末には車間距離 10m での走行が実現できる見通しである。

表Ⅲ.2-11 車線保持制御結果

評価実験場	線形	速度 (km/hr)	車線保持制御			
			目標 (cm)		性能 (cm)	
			平均偏差	変動幅	平均偏差	変動幅
産総研 高速周回路	直線部	80	±15	±10	±8	±4
	曲線部 180R	60	±20	±10	±10	±6
未供用高速道	曲線:3000R	80	±20	±10	±10	±10

表Ⅲ.2-12 車間距離制御結果

条件		車間距離性能(m)			
		定常性能	加速時性能 (at 0.1G)	減速時 (at0.6G)	減速・加速時 (0.1G-0.05G)
・速度 80km/hr	目標	±2.0m	+2m	-3m	-2m~+1.0m
・設定距離:15m	性能	±1.0m	-1m	+1m	-1m~±1.0m



図Ⅲ.2-16 隊列走行時の様子

2.3.2 フェイルセーフ技術の開発

実施先：大同信号（株）
 （独）産業技術総合研究所
 東京大学

(1) フェイルセーフ車両制御 ECU の開発（大同信号）

車線保持制御および 10m 以下の車間距離制御を行うため、車両制御用 ECU には高い安全性が求められる。このため、異常が発生した場合自動的に故障を検出し、制御出力を自動的に遮断し安全を確保するフェイルセーフ機能を備えた車両制御 ECU の開発を行った。

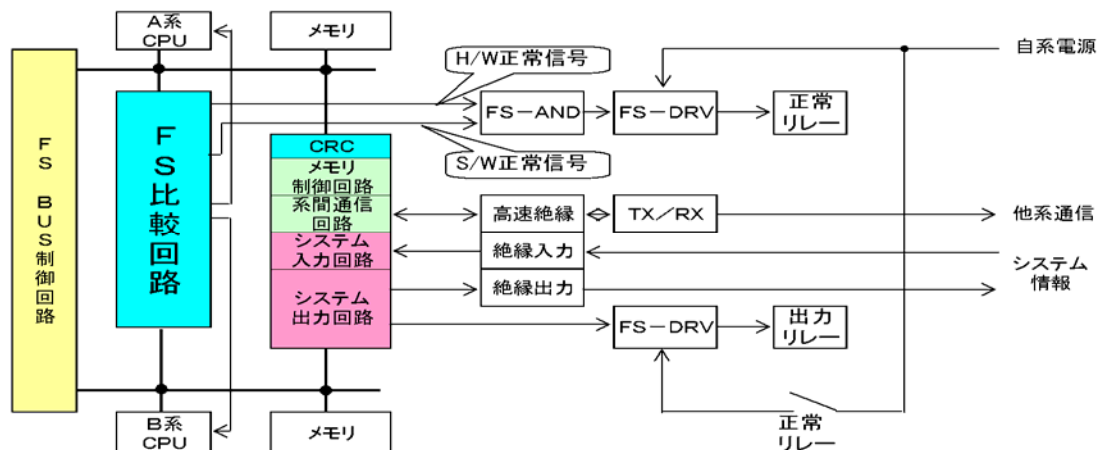
1) フェイルセーフ車両制御 ECU の開発目標と基本構成

表Ⅲ.2-13 にフェイルセーフ車両制御 ECU の開発目標を示す。

表Ⅲ.2-13 フェイルセーフ車両制御 ECU 開発目標

開発目標項目	目標機能・性能
1. 入出力回路の故障検出機能	<ul style="list-style-type: none"> ・通信回路故障検出 ・デジタル入出力回路故障検出 ・アナログ入出力回路の故障検出
2. CPU 系の故障検出機能	<ul style="list-style-type: none"> ・CPU 部、ROM 部、RAM 部の故障によるプログラム実行異常の検出
3. プログラム異常時の出力遮断機能	<ul style="list-style-type: none"> ・フェイルセーフリレーによる出力遮断 ・故障検出および系遮断時間:20MSEC 以内

開発目標を達成するため鉄道の信号保安システムで、すでに実用化されている技術を利用して、フェイルセーフ車両制御 ECU の開発を行った。フェイルセーフ車両制御 ECU のプログラム実行異常検出と出力遮断の基本構成を図Ⅲ.2-17 に示す。



図Ⅲ.2-17 フェイルセーフマイコンの概要構成

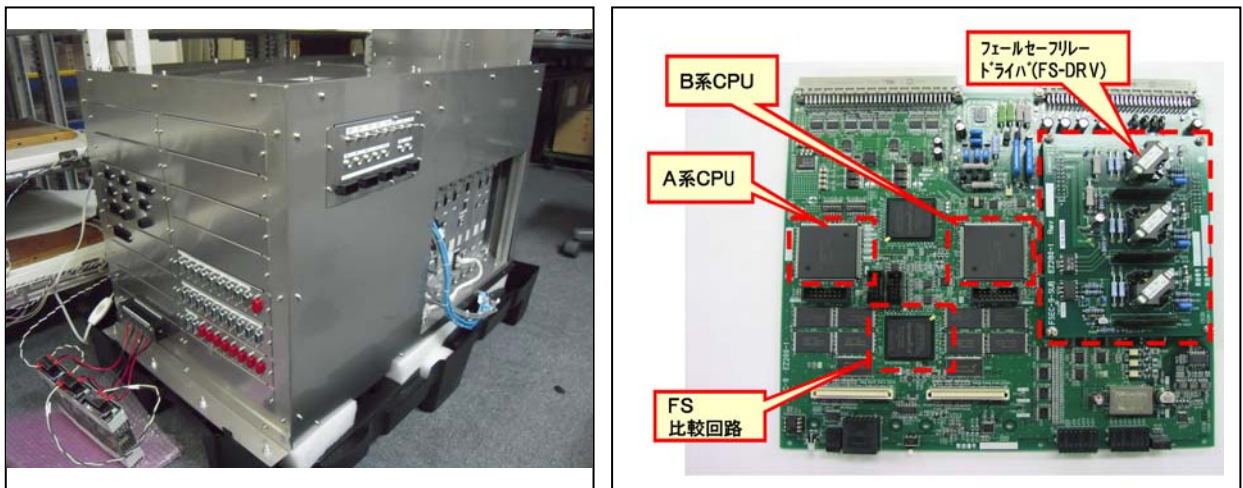
ECUはA系CPUとB系CPUから構成され、A系、B系CPUは同一の入力情報をもとに同一のプログラムにて演算を行い、演算結果はそれぞれの系のメモリーに格納される。

メモリー部に格納されている演算結果はFS比較回路にて照査されており、一致状態が継続中FSリレーはON状態となり出力状態である。不一致が発生した場合、FSリレーはOFF状態となり出力遮断状態となる。

2) フェイルセーフ車両制御 ECU の製作と性能評価

製作したフェイルセーフ ECU の外観とマイコン部ボードを図Ⅲ.2-18 に示す。隊列走行制御に多数の入出力信号が使用されるため、入出力故障検出部が増加したが車載できるサイズ内に製作することができた。

また、入出力の故障検出機能およびプログラム実行異常検出機能、出力遮断機能を確認した結果、目標どおりの性能・機能を保有していることを確認しており中間目標を達成できた。



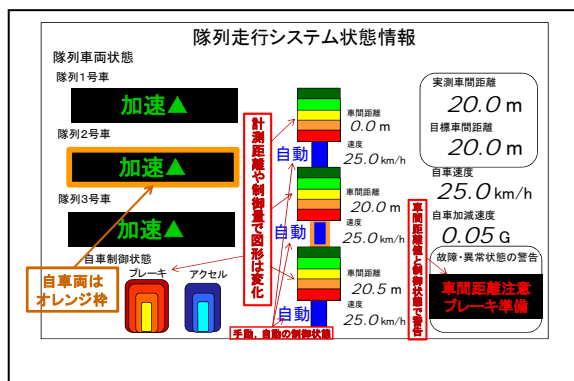
図Ⅲ.2-18 製作した ECU の外観とマイコン部ボード

(2) HMI 技術の開発 (産業技術総合研究所、東京大学)

1) HMI の開発

システムの異常をドライバに通報し、的確に危険を回避できる HMI を設計・製作し、車間距離制御の故障・異常に対する安全性を確保する機能を開発した。まず、隊列走行車両のシステム状態の車内提示装置の開発を行い、通信情報から各車両のシステム状態や距離関係などの情報を提示可能とした。各車の緊急状態は 0.04 秒以内(通常状態は 0.14 秒以内)でドライバへ情報提示可能となり、また、3 台隊列走行の各車システム状態の運動性の異常から制御異常の早期発見と即応体制の確保が可能となった。図Ⅲ.2-19 に製作した車内提示装置を示す。次に、システム状態の車外提示装置の開発を行い、車両後部に走行状態(通

常走行や緊急状態等) の情報を後続隊列車両に向けて提示可能となり、また、車内における先行車システム状態の表示との比較により、通信や表示異常の早期発見と即応体制の確保が可能となった。図Ⅲ.2-20 に製作後、実験車に装着された車外提示装置を示す。さらに、システムに依存しない異常接近状態の認識方法の開発として、車間距離の変化や危険車間距離を目視で認識する手法を実装し、システムが機能しない状態における異常接近に対する目視による危険判断と操作介入が可能であることを検証した。これらにより、早期の異常発見と即応体制の確保を含め、機能の多重化を達成した。



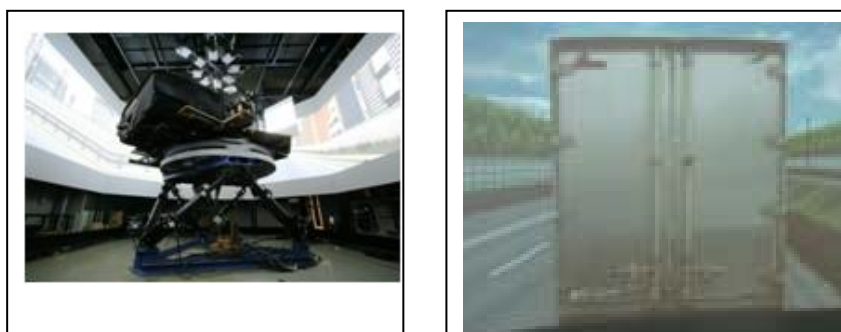
図Ⅲ.2-19 車内提示装置



図Ⅲ.2-20 車外提示装置

2) DS による HMI 評価

実車の隊列制御状態を模擬可能な HMI 評価用の DS (ドライビングシミュレータ) を開発した。トラックの隊列走行における各車の故障・異常状態を模擬可能であり、この装置の再現により HMI 評価検証が可能となった。この隊列走行 DS を用いて車間距離が通常走行に比較し大幅に接近した隊列走行の場合のドライバーの生理、心理状態がどう変化するかといった隊列走行の社会的受容性評価を行った。この結果車間距離 4m ではドライバーの心理状態はかなり緊張状態にあることが分かった。図Ⅲ.2-21 に隊列走行に改造された DS および DS での隊列走行画面を示す。



図Ⅲ.2-21 改造 DS および DS での隊列走行画面

2.3.3 走行制御技術の開発

実施先：神戸大学

日本大学

慶應義塾大学

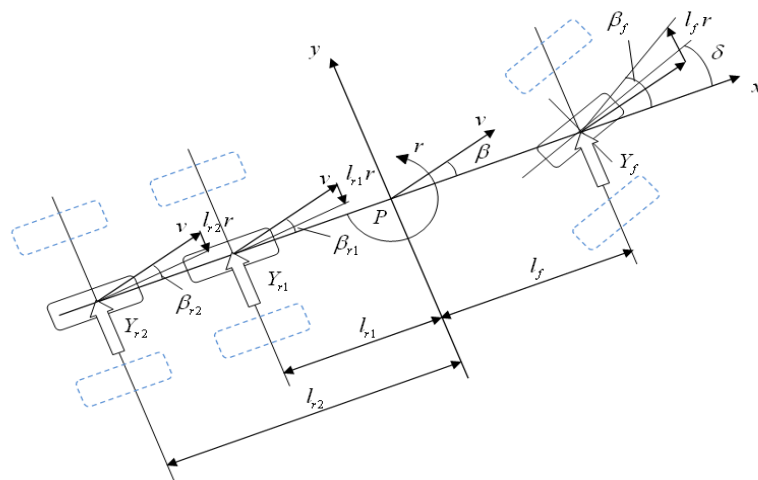
(1) 走行制御モデルの開発（神戸大学、日本大学）

1) 車両運動モデルの設計

1)-1 横方向運動モデルの設計（車線保持制御のための車両運動モデル）

表Ⅲ.2-9 に示す車線保持制御および車間距離制御の目標を達成するには高精度な車両運動モデルが要求される。このため前輪 1 軸、後輪 2 軸構造の実験車と同一の等価 3 輪横運動モデルの設計を行った。大型車両ではモデルの正確さに大きな影響を与える車体剛性やタイヤ特性等の非線形運動特性を等価コーナリングパワーに包含した運動力学モデルを構築するとともにこの値は計算で算出することは困難なため、実車走行試験データによりパラメータ同定を行った。

モデルに用いた座標系と運動モデルを図Ⅲ.2-22 に示す。また、車両運動の記述に用いる記号を表Ⅲ.2-14 に示す。



図Ⅲ.2-22 車両運動モデル

表III.2-14 記号と計算諸元

m	Mass	5590	kg
I	Yaw moments of inertia	136000	kgm^2
v	Vehicle speed	-	m/s
l_f	Length form CG to front axle	3.59	m
l_{r1}	Length form CG to rear 1st axle	1.95	m
l_{r2}	Length form CG to rear 2nd axle	3.26	m
K_f	Cornering stiffness of front axle	-	N/rad
K_{r1}	Cornering stiffness of rear 1st axle	-	N/rad
K_{r2}	Cornering stiffness of rear 2nd axle	-	N/rad
N_f	Vertical force of front axle	54800	N
N_{r1}	Vertical force of rear 1st axle	35000	N
N_{r2}	Vertical force of rear 2nd axle	32200	N
δ	Steer angle	-	rad
β	Side slip angle at CG	-	rad
r	Yawing velocity	-	rad/s

モデルに用いる運動方程式は以下の車両横すべり運動と z 軸まわりのヨーイング運動による平面 2 自由度とする。

以下に 3 輪運動モデルに対する運動方程式を示す。

<車両の横すべり運動>

$$mv(r + \dot{\beta}) = -Y_f - Y_{r1} - Y_{r2}$$

<車両のヨーイング運動>

$$I\dot{r} = -Y_f l_f + Y_{r1} l_{r1} + Y_{r2} l_{r2}$$

ここで各車軸におけるタイヤ横力 Y_f 、 Y_{r1} 、 Y_{r2} は以下に示す。

$$Y_f = K_f \beta_f = K_f (\beta + l_f r / v - \delta)$$

$$Y_{r1} = K_{r1} \beta_{r1} = K_{r1} (\beta - l_{r1} r / v)$$

$$Y_{r2} = K_{r2} \beta_{r2} = K_{r2} (\beta - l_{r2} r / v)$$

上記の運動方程式における等価コーナリングパワーは計算で求めるのは困難なため、実車走行試験により計測されたデータを用い等価コーナリングパワーの算出を行った。

$v^2 - R/R_0$ 特性の勾配であるスタビリティファクタ K_{SF} は理論上一定である。それに対して、横すべり特性 K_B は速度の二乗 v^2 に対して変化する。定常円旋回の特性格式に基づき近似することにより、より精度の高い推定値を決定する。

そこで、以下の評価関数を設定する。

$$J = \sum_{i=1}^n \left\{ \left[(1 + K_{SF} X_i) - Y_i \right]^2 + \left[\left(\frac{1 + A_B X_i}{1 + K_{SF} X_i} \right) - Z_i \right]^2 \right\}$$

ここ X 、 Y 、 Z は

$$X = v^2$$

$$Y = \frac{R}{R_0}$$

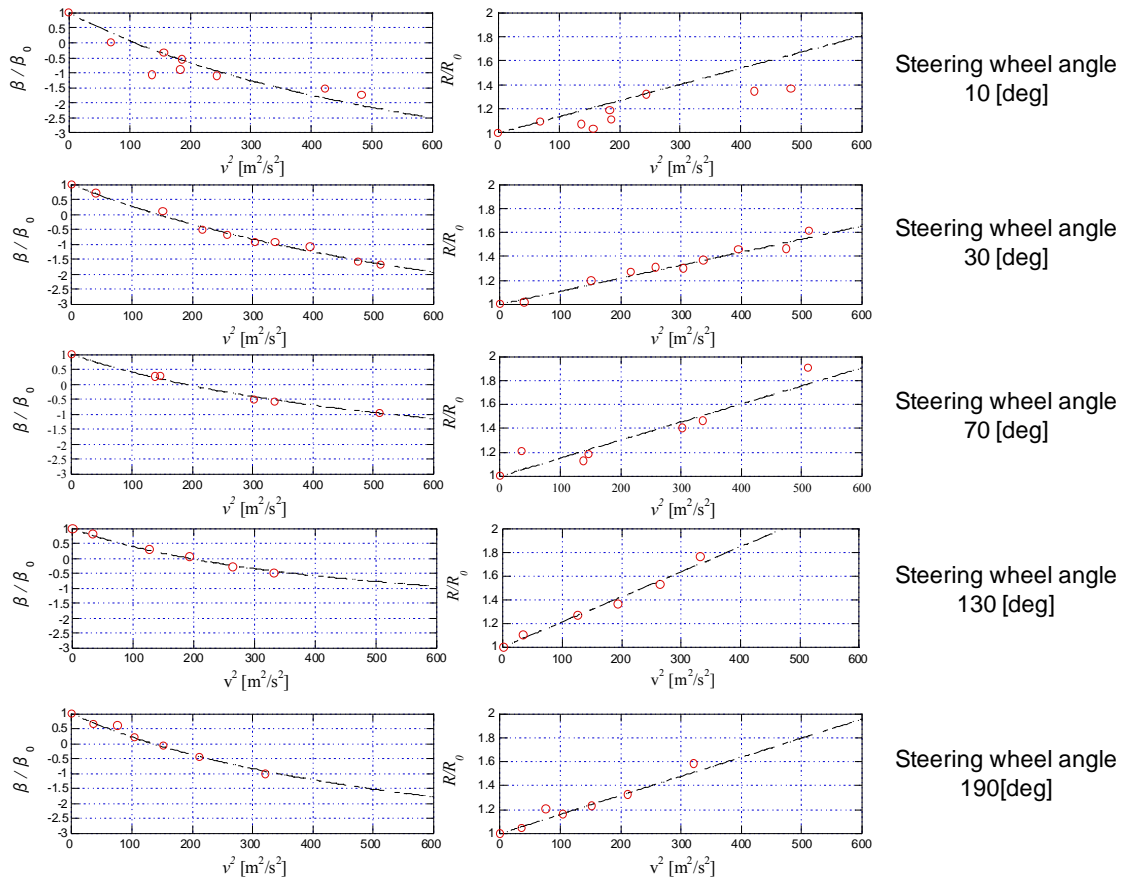
$$Z = \frac{\beta}{\beta_0}$$

これらは定常円旋回試験により得られた実験結果とする。図Ⅲ.2-23に $v^2 - \beta/\beta_0$ 特性および $v^2 - R/R_0$ 特性を示す。この結果より各ハンドル角条件において近似式による関数近似が高い精度で可能となった。しかしながら、ハンドル角 10[deg]の条件において車両の定常状態のデータがばらつき近似値と若干差が見られる。これは操舵系の非線形特性による影響と見られる。また、これらの結果より算出したコーナリング係数を図Ⅲ.2-24に示す。

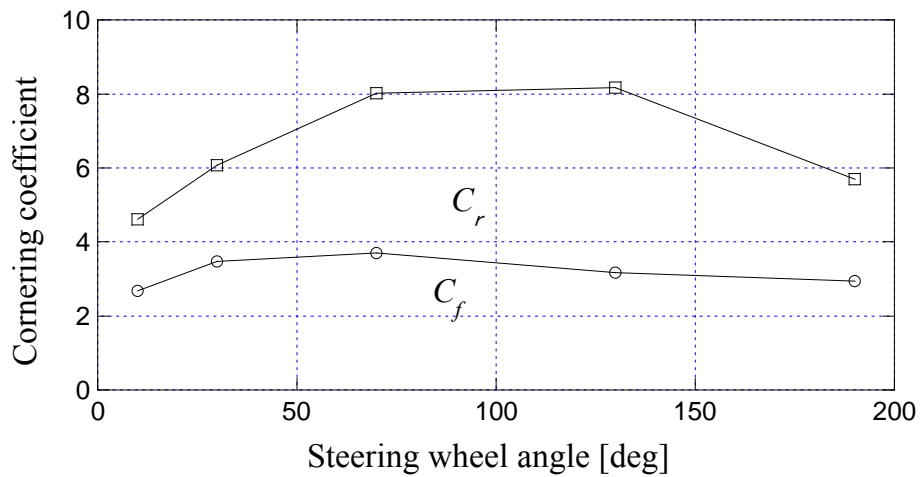
この結果より、例としてハンドル角 70[deg]のデータを用いて等価コーナリング係数を同定すると $C_f=3.71$ 、 $C_r=8.0$ となり、この値より、等価コーナリングパワーの各係数は $K_f=203000$ [N/rad]、 $K_r=280000$ [N/rad]、 $K_{r2}=257000$ [N/rad]となり、車両運動モデルの最終運動方程式を構築された。

次に構築した運動モデルが正しいか検証するため、操舵量に対する実際に発生するヨーレート量と横滑り角とモデルより計算したヨーレート量と横滑り角の比較検討を行った。比較結果を図Ⅲ.2-25に示す。

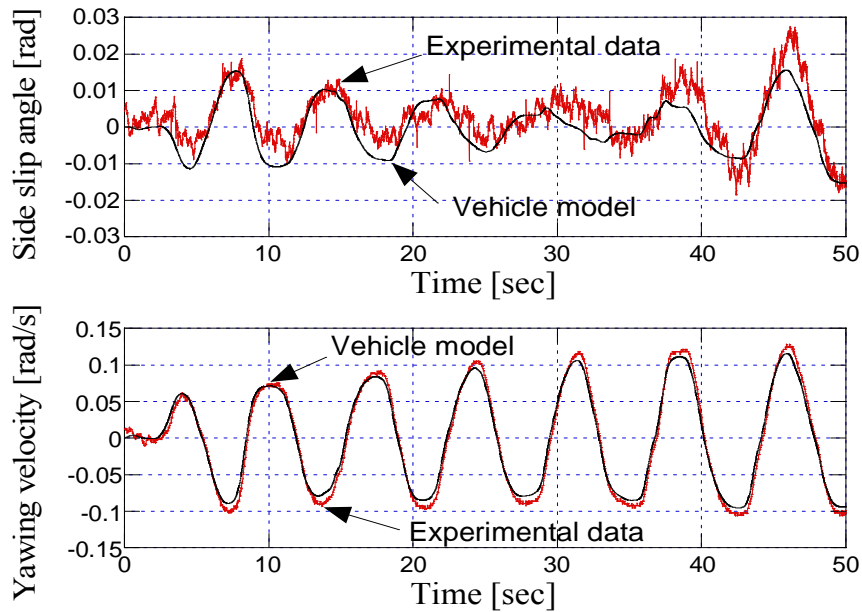
この図から明らかなように構築したモデルからの算出値と実験値はほぼ一致しており、モデルの正確さが検証された。



図III.2-23 多水準ハンドル角固定条件における定常円旋回特性



図III.2-24 多水準ハンドル角固定条件におけるコーナリング係数



図Ⅲ.2-25 ヨーレート量と横滑り角の同定精度

1)-2 前後方向運動モデルの設計（車間保持制御のための車両運動モデル）

車間距離制御および速度制御のための前後方向に関する運動モデルとして以下の運動方程式を設計した。

ここではアクチュエータと車両運動モデルの関係が不明のためアクチュエータと車両運動を包含した方程式を2種類設計した。

- ◇ 第1モデル：一次遅れモデル+アクチュエータ一次モデル

$$\begin{cases} \dot{x}_i = v_i \\ \dot{v}_i = -\frac{1}{T_i} v_i + \frac{K_i}{T_i} u_i \end{cases}$$

- ◇ 第2モデル：エンジン・ブレーキ系特性を考慮した二次モデル+アクチュエータ一次モデル

$$\begin{cases} m_i \ddot{x}_i = f_i - k_{di} \dot{x}_i - d_{mi}(v_i) \\ \dot{f}_i = \frac{1}{\tau_i(v_i)} (-f_i + K_i u_i) \end{cases}$$

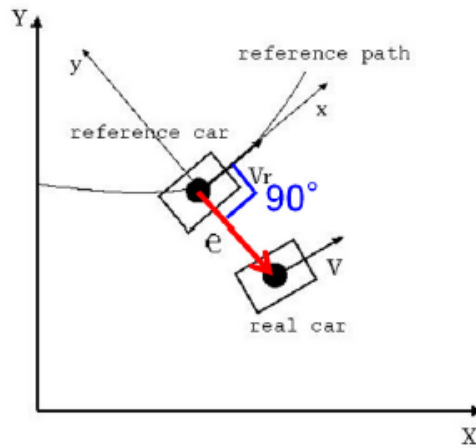
ここで、添え字 i は i 番目の車両であることを表し、 f_i は駆動力、 k_{di} は空気抵抗による粘性係数、 d_{mi} は機械抵抗、 τ_i はエンジン時定数を表している。

2) 車線保持制御モデルの設計

車線保持制御の開発目標値を達成するため、上記横方向運動モデルを用いた車線保持制

御モデルの設計を行った。

これまで車線保持制御モデルとしてはドライバの運転行動をモデル化した前方注視モデルや PID 等が開発されているが、本プロジェクトでは高精度な制御が期待できる車両運動モデルベースの制御則を開発した。図Ⅲ.2-26 に開発した Path Following の制御概念を示す。Path Following は図Ⅲ.2-26 に示すように仮想的に設けられた参照軌道上を走行する参照車両の描く軌跡を実車両に追従させる制御法である。以下に設計した Path Following 制御モデルを示す。



図Ⅲ.2-26 Path Following

参照車両の車両モデルより参照車両から実車両を見たときの絶対座標および偏向角として e_1 、 e_2 、 e_3 を定義すると次のようになる。

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_r + \beta_r) & \sin(\theta_r + \beta_r) & 0 \\ -\sin(\theta_r + \beta_r) & \cos(\theta_r + \beta_r) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - x_r \\ y - y_r \\ (\theta + \beta) - (\theta_r + \beta_r) \end{bmatrix}$$

ここで、添字の r が付いているものが参照車両における各種の変数を表す。参照車両が実車両の走行速度に合わせて常に並走しているとすると、誤差方程式は次のようになる。

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V \sin e_3 \\ \omega - \omega_r \end{bmatrix}$$

次に誤差方程式についてリアプノフ関数の候補を次のように定義する。ただし、 K_2 は正の定数である。

$$V_1 = \frac{1}{2}e_2^2 + \frac{1 - \cos e_3}{K_2}$$

ここで K_3 を正の定数として、次のようなコントローラを導入する。

$$\omega_c = \omega_r + K_2 e_2 V_r + K_3 \sin e_3$$

これより V_1 の時間微分は次のようになり、リアプノフの安定性理論により制御の安定性が保証される。

$$\dot{V}_1 = -\frac{K_3}{K_2} \sin^2 e_3 \leq 0$$

しかし、実車両に対して ω_r を直接入力することはできないため、 ω_r を次の車両運動モデル式を用いて次のような舵角入力へと変換し車線保持制御モデルを構築した。

$$\delta_c = \frac{MV}{2K_f} \left\{ \frac{2(K_f l_f - K_r l_r)}{MV^2} \gamma + \frac{2(K_f + K_r)}{MV} \beta + \omega_r + K_2 e_2 V + K_3 \sin e_3 \right\}$$

次に設計した制御モデルの検証を行うために、実車による単車両の車線保持実験を産業技術総合研究所高速周回路にて行った結果、制御パラメータの調整を行うことにより時速 80km/hr にて横偏差を $\pm 10\text{cm}$ 以内に制御する事ができた。今後走行条件を変えて追加実験を行い性能確認する必要があるが、ほぼ開発目標を達成できる見通しを得た。

3) 車間距離制御モデルの設計

従来に提案されている隊列走行における車間距離制御として、先頭車両の実速度、加速度を後方車両に車車間通信により送信し、前方車両との車間距離を制御するというものが良く研究されているが車群安定性をいかに保証するかという課題があった。

本プロジェクトでは、隊列内のすべての車両が共通の目標速度と実車間距離を用いて制御する制御則を開発した。具体的には車車間通信により、後方車両が計測した後方車両との車間距離を得て、自車が計測する前方車両との車間距離とともに利用する車間距離制御法を構築した。以下に車群安定性を考慮した制御則を次に示す。

$$u_i = \frac{T}{K} \left(\frac{1}{T} v_i + \dot{v}_r - c_0 w_i + k_1 d_{i-1} - k_2 d_i + c_1 (v_{i-1} - v_i) - c_2 (v_i - v_{i+1}) \right)$$

ここで、添え字 i は i 番目の車両であることを表し、 u_i は制御入力、 T は時定数、 K はエンジンやブレーキなどのゲイン、 v_i は車速、 \dot{v}_r は目標加速度、 d_i は車間距離誤差、 w_i は速度誤差、 c_1 と c_2 、 k_1 、 k_2 は正の定数を表している ($c_1 = c_2$ 、 $k_1 = k_2$)。

開発した車間距離制御則の妥当性を検証するため、後述する隊列シミュレータを用いて性能検証を行った。なお、シミュレーションを行うに際し、実験車両の個体差を考慮し、車両モデルにも個体差を付加して検討した。表 III.2-15 に隊列走行シミュレータによる制御

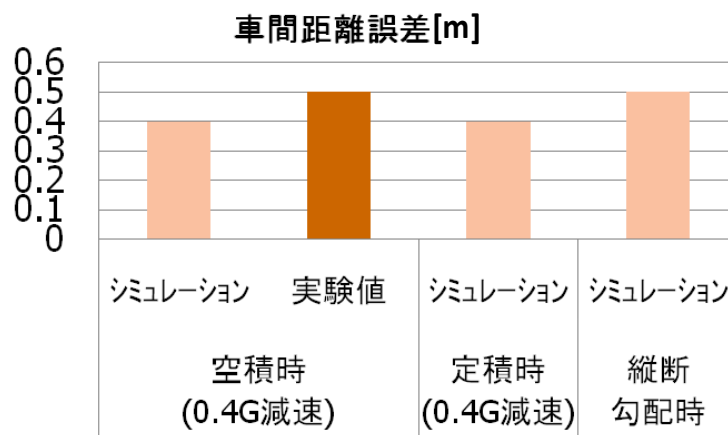
モデルの性能評価結果を示す。

表Ⅲ.2-15 制御モデルの性能評価結果

評価項目	条件設定	制御結果
1. 80km/h までの加速時の制御性	・ 加速度 : 0.1G ・ 個体差 : シフトやクラッチの操作時間	開発目標値を達成
2. 80km/h 定常時の制御性	個体差 : 車両重量	開発目標値を達成
3. 減速時の制御性	減速度 : 0.4G	開発目標値を達成
4. 積載量変化時の制御性	定積 : 車両総重量、25t 空積 : 車両総重量、12t	開発目標値を達成
5. 0.4G 減速に対する積載量変化時性能	減速 G: 0.4G 定積 : 車両総重量、25t 空積 : 車両総重量、12t	開発目標値を達成
6. 縦断勾配時の制御性	縦断勾配 : 0, 4.0%	開発目標値を達成

0km/から 80km/h への加速時では変速開始と同時に車間距離誤差が発生しているが、目標値内に収束している。80km/h 定常時の場合では、制御性に差は見られない。

また、0.4G 減速に対するシミュレーションでの制御性および実車走行実験時の車間距離制御性を図Ⅲ.2-27 に示す。空積時の実車実験の結果、車間距離制御における振動の抑制が行われており、開発目標性能を達成している。また、重量変化や道路縦断勾配変化に対しても十分な性能を達成している。実車実験およびシミュレーション結果より開発した車間制御モデルは開発目標性能を達成するに十分な性能を有している。

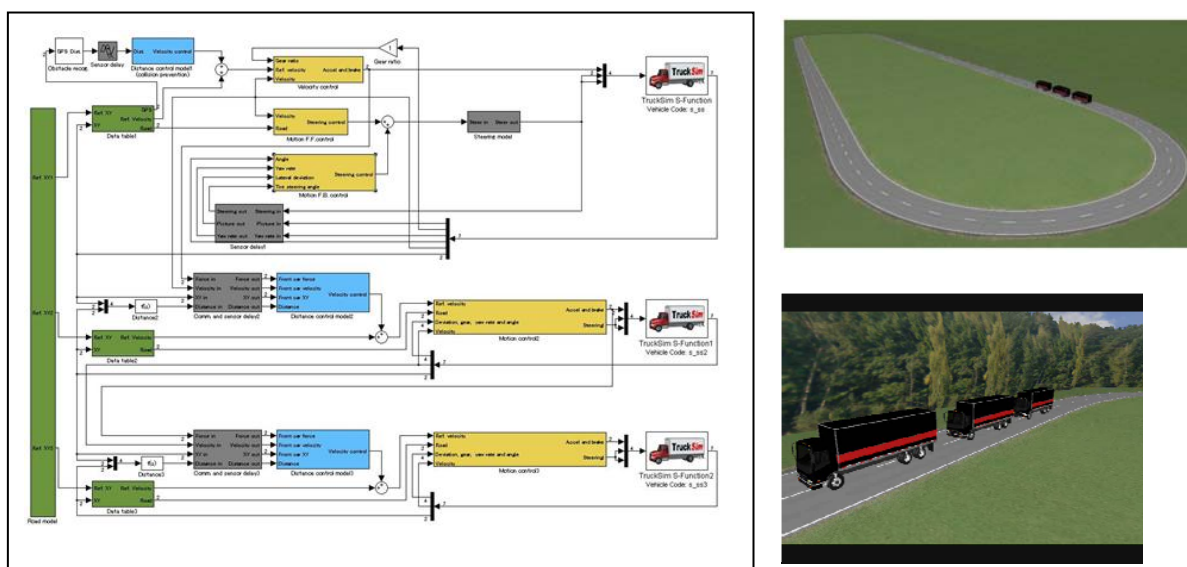


図Ⅲ.2-27 車間距離制御誤差の比較

4) 隊列走行シミュレータの製作

センサや制御装置等自動運転システムを構成する機器の応答性や精度、機能等の要求仕様を策定するため、自動車シミュレータ・トラックシミュレータを用いて車両運動モデル、制御モデル、道路モデルから構成される隊列走行シミュレータを設計した。

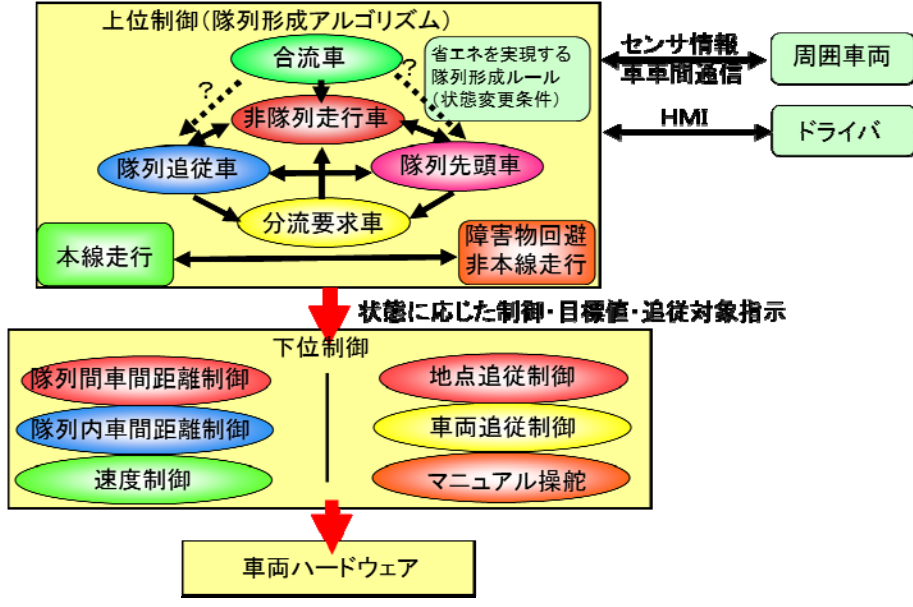
設計した隊列シミュレータの構成を図III.2-28に示す。上述のように設計した車間距離制御アルゴリズムを実験車と隊列シミュレータにて相互比較した結果、車間距離制御性能はほぼ同等であり、設計した隊列シミュレータが制御アルゴリズムの事前検証に有用であることが示された。



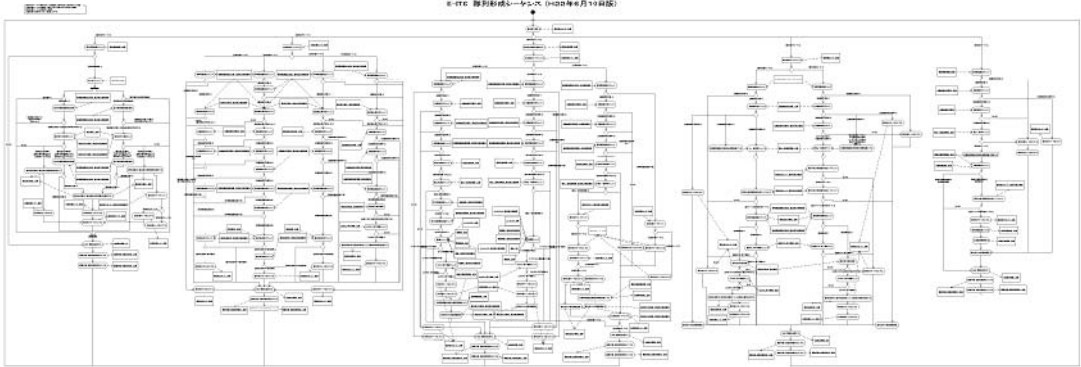
図III.2-28 隊列走行シミュレータ外観図

(2) 隊列形成アルゴリズム開発（慶應義塾大学）

車両の自律分散的挙動を許容し、同時に隊列形成時の省エネルギー化を実現するための隊列形成アルゴリズムを構築し、それを隊列形成ソフトウェアと実装するための制御シーケンスを構築した。具体的には、第一に、二階層構造から成る隊列形成制御アーキテクチャと隊列形成アルゴリズムを構築し、小型電気自動車を用いて実験を行い、有効性を確認した。図III.2-29に隊列形成アーキテクチャの基本構造を示す。本線走行中の隊列形成は形成時、周辺を走行する一般車の存在状態により大きく変化するため、考えるすべて事象に対する形成シーケンスを検討し、形成アルゴリズムを構築した。第二に、構築した隊列形成アルゴリズムを大型貨物自動車の制御システムに実装するための、隊列形成ソフトウェアの制御シーケンスを車両近接時からの隊列形成のシナリオを対象に構築した（図III.2-30）。構築した隊列形成ソフトウェアの制御シーケンスの評価のためにシミュレータ（図III.2-31）を開発し、制御シーケンスの妥当性を検証した。



図Ⅲ.2-29 隊列形成アーキテクチャの基本構造



図Ⅲ.2-30 隊列形成制御シーケンス



図Ⅲ.2-31 隊列形成制御シーケンス評価用シミュレータ

2.3.4 位置標定技術の開発

実施先：三菱電機（株）

日本電気（株）

東京大学

(1) 道路地図作成技術の開発（三菱電機、日本電気、東京大学）

1) 道路電子地図データ作成技術（三菱電機）

自動運転・隊列走行において分合流部での車線変更制御や障害物検出、また、一般道での省エネ運転制御のため、現在位置から目的地に行くための詳細な目標軌跡を生成する必要があると同時に目標軌跡位置ごとの道路属性を付加したデータが必要である。このため道路区画白線や道路案内様式等の道路側方の構造物座標等従来の道路地図にはない自動運転・隊列走行用道路地図を作製する必要がある。このため三菱電機が保有する道路計測システム MMS (Mobile Mapping System) を用いて道路データ収集を行い、収集したデータをもとに走行実験で使用する 4 ケ所の実験路（日本自動車研究所-模擬市街路、産業技術総合研究所-高速周回路および評価路、未供用高速道路）について、道路電子地図データを作成した。MMS によって計測した GPS データ、レーザ点群データ、カメラ画像データ等から作成された道路地図を図 III.2-32 に示す。この図から分かるように、目標軌跡座標や目標軌跡に付加する道路構造物データを生成するため、デジタル道路地図には車線毎の区画白線や白線の種類、信号機位置、信号機高さが付加されている。生成した地図の位置精度は開発目標である 0.5m 以内で作成することができた。

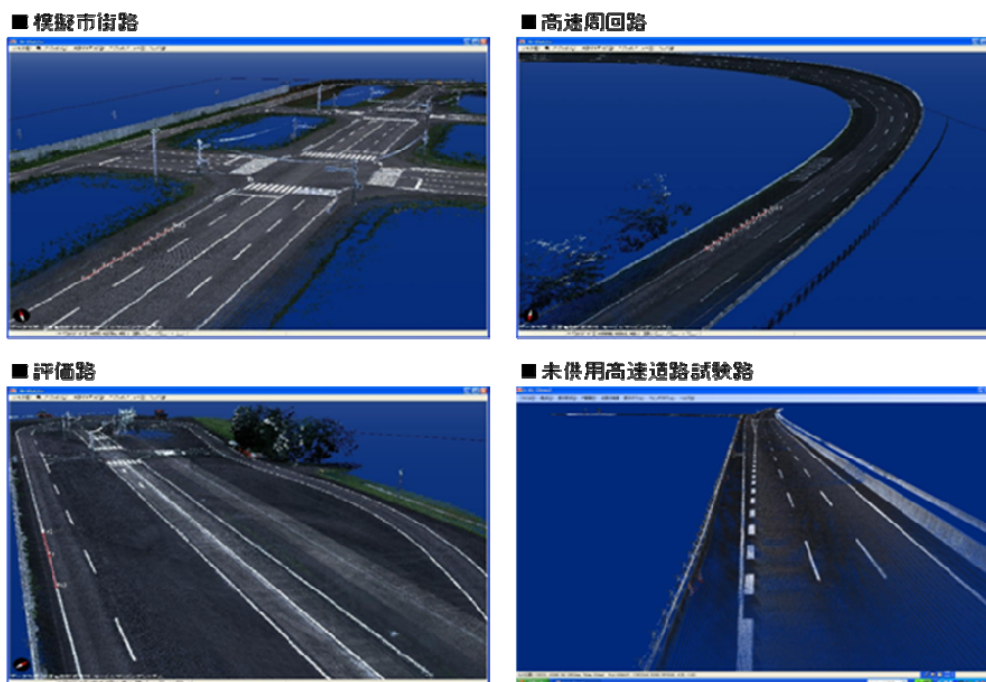
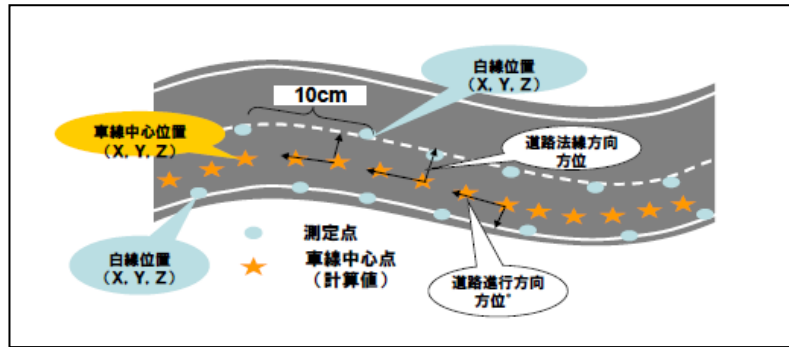


図 III.2-32 実験路の道路電子地図データ（3D イメージ）

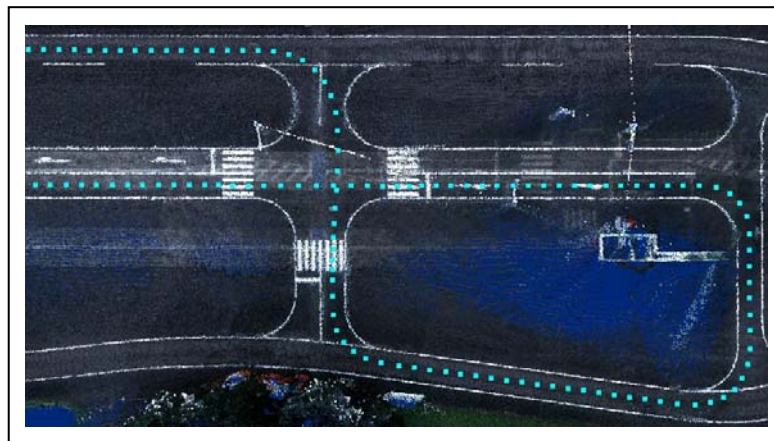
2) 目標走行軌跡生成技術（日本電気）

自動運転・隊列走行の出発地点から目的地点までの目標走行軌跡曲線を、道路計測データをもとに平面曲線プラス縦断曲線の合成曲線ではなく、より精度が高い3次元空間曲線として生成するアルゴリズムを開発した。図III.2-33に基本的考えを示す。

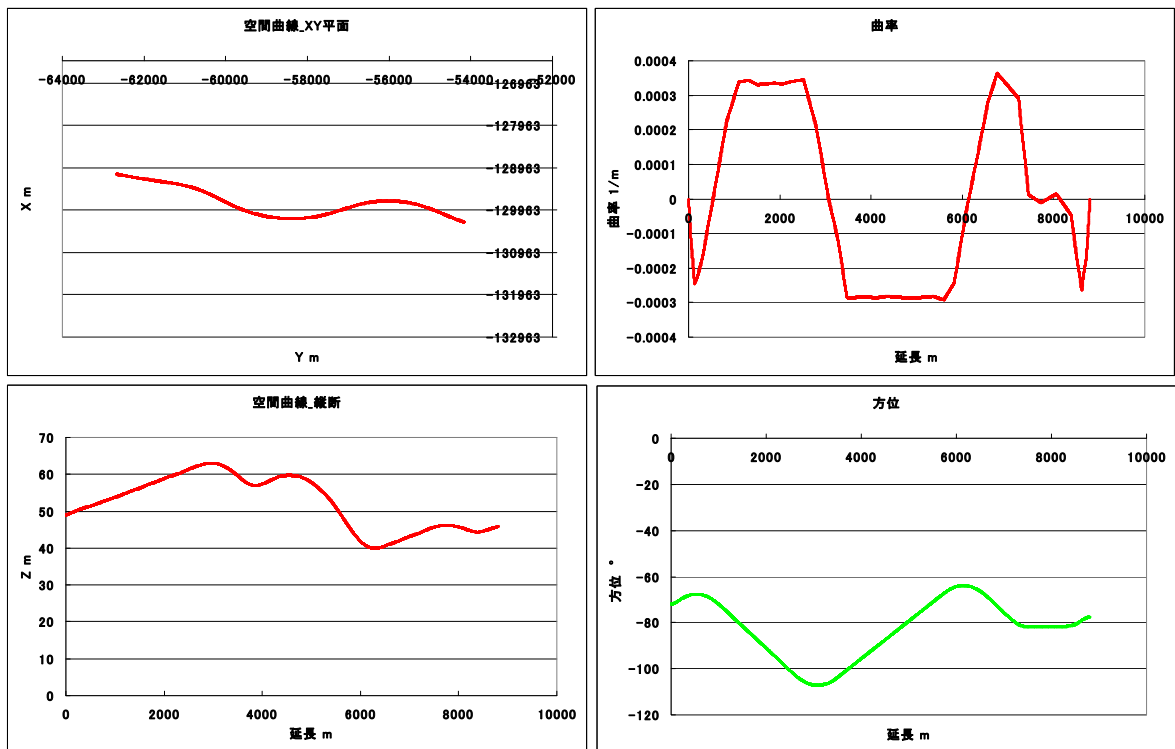


図III.2-33 目標軌跡生成のアルゴリズムの考え方

一般的に、道路計測データには計測誤差やばらつきが存在するが、その影響を吸収し、かつカーブや交差点においても走行軌跡が緩やかに変化する連続曲線を生成できるアルゴリズムとし、4ヶ所の実験路（日本自動車研究所-模擬市街路、産業技術総合研究所-高速周回路および評価路、未供用高速道路）について目標走行軌跡曲線を生成した。図III.2-34に日本自動車研究所-模擬市街路での目標軌跡座標の線形を示す。また、生成した曲線データをインデックステーブルとして出力した。図III.2-35に未供用高速道路実験路の目標走行軌跡曲線の3次元空間曲線データを示す。



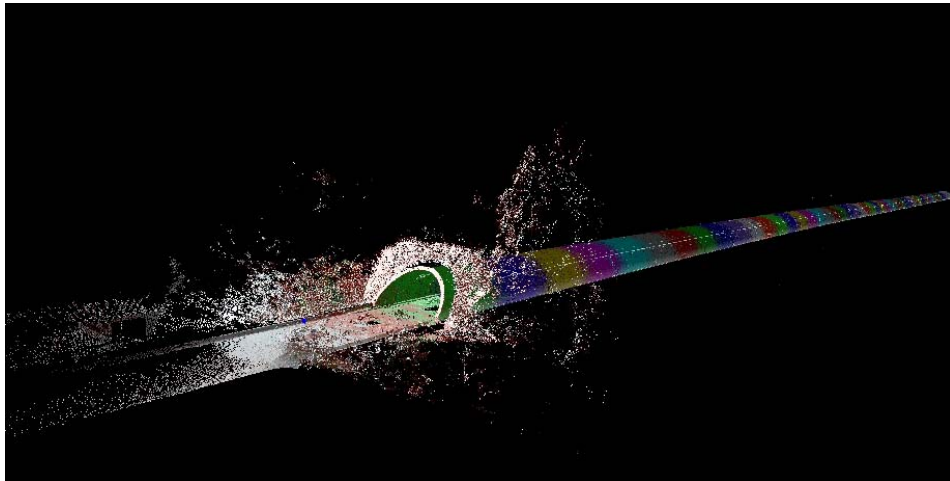
図III.2-34 目標走行軌跡曲線（日本自動車研究所-模擬市街路）



図Ⅲ.2-35 未供用高速道路の目標走行軌跡曲線データ

3) 3次元データ道路地図作成技術（東京大学）

解放された道路空間の3次元デジタル道路地図は三菱電機のMMSにより得られた道路データをもとに作成されたがMMSの位置はGPSの測位データをもとに計測されており、トンネル等のGPSによる測位ができない区間では地図作成ができない。また、トンネル内には送風機や照明装置等、障害物センサにとって誤検出の原因となる多くの構造物が存在する。そこでより詳細な地図データを作成するため車両に全方位計測可能なレンジセンサを取り付け、ストップ・アンド・ゴー方式で、壁・天井・路面を含めたトンネル内全体の高精度な3次元形状計測が可能となる計測技術を利用してトンネル内のデータ計測を行い、これを基にトンネル内モデルを作成する。具体的一例として、未供用高速道路のトンネル下り車線（全長4662m）区間を235の距離画像として取得し、重複部位を繋ぎ合わせることで図Ⅲ.2-36のようなトンネルモデルを作成した。

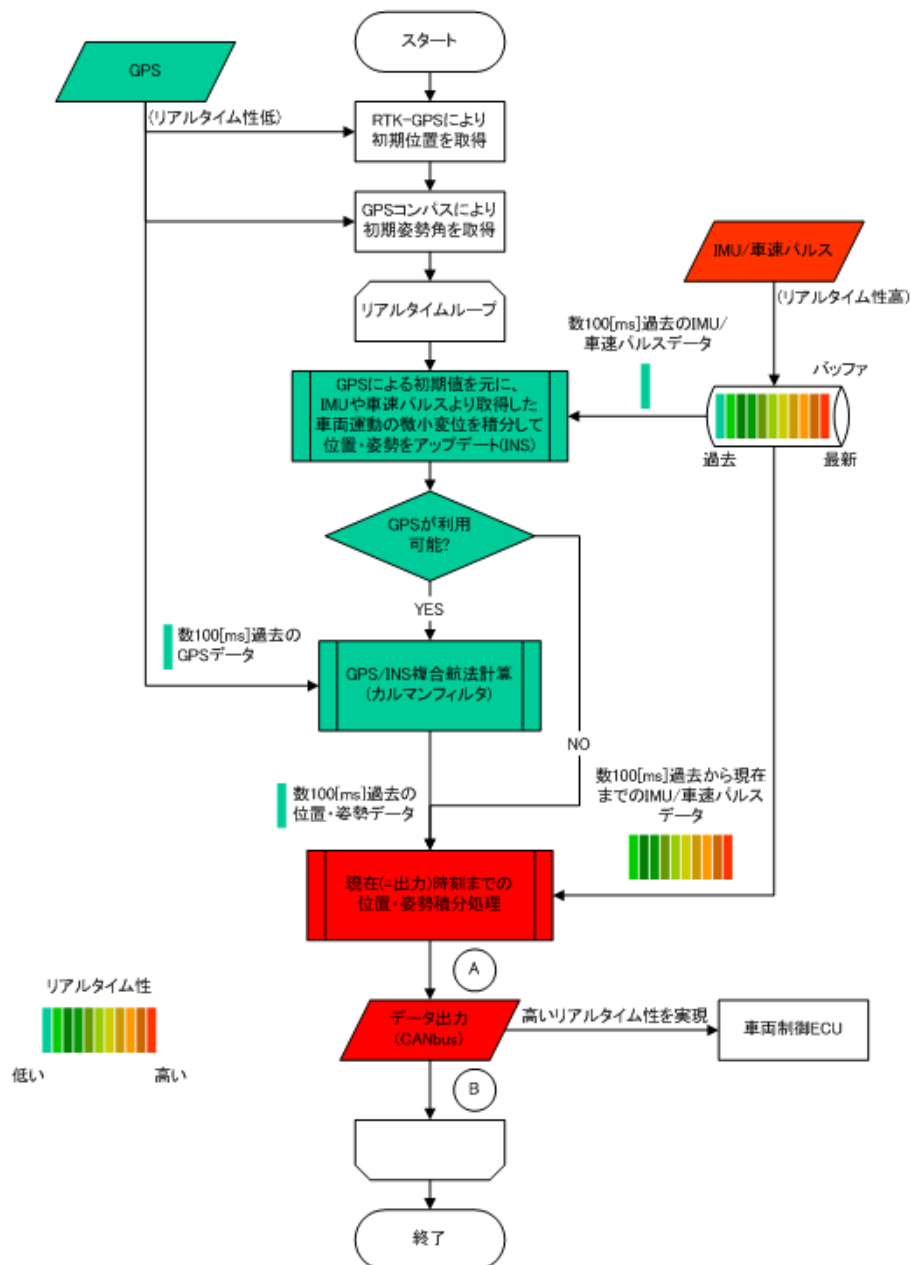


図Ⅲ.2-36 繋ぎ合せたトンネル形状の3次元モデル

(2) 位置標定技術の開発（三菱電機、東京大学）

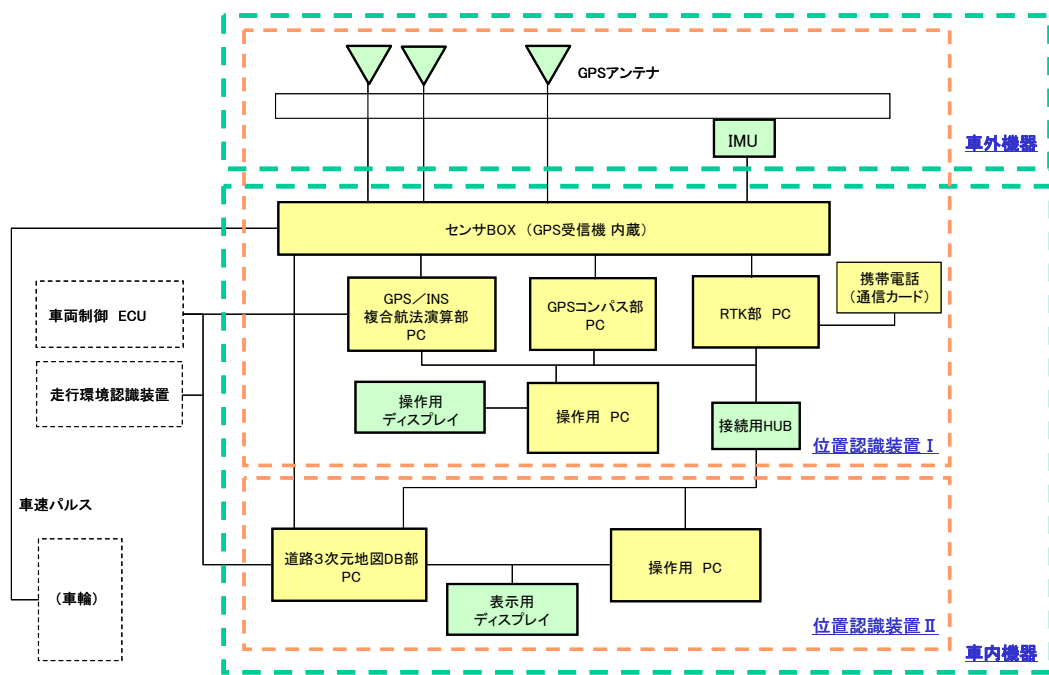
1) リアルタイム自己位置標定技術

自動運転・隊列走行の目標値を達成するには走行速度 80km/hr の移動中において測位精度約±0.5m の位置標定精度が要求され、本プロジェクトでは GPS と車載センサにより高精度なリアルタイム車両位置標定アルゴリズムを開発する必要がある。ここで問題となるのが GPS のデータ受信遅れや信号途絶である。この問題に対して、ジャイロセンサ等から構成される慣性航法ユニットおよび車速パルスにより逐次得られる車両運動の微小変位を積分して位置と姿勢を求め、これを GPS より得られる絶対的な位置および姿勢情報によって補正することにより、位置精度を向上する技術を開発した。本アルゴリズムのフローチャートを図Ⅲ.2-37 に示す。



図Ⅲ.2-37 リアルタイム車両位置標定アルゴリズムのフローチャート

上記位置標定アルゴリズムを基に、自動運転・隊列走行の実験車に搭載する位置認識装置を設計、製造した。本装置の構成を図Ⅲ.2-38に、装置の外観を図Ⅲ.2-39に示す。



図III.2-38 位置認識装置の構成



図III.2-39 位置認識装置の概観

本装置を搭載した実験車を用いて、3ヶ所の実験路(日本自動車研究所-模擬市街路、産業技術総合研究所-評価路及び高速周回路)において位置精度評価を行い、結果として、いずれの実験走行においても位置精度目標の0.5 [m] 以下を達成した。各実験路での評価結果を表III.2-16に示す。

また、リアルタイム性については、本装置の位置認識結果が実時間に対してどの程度遅れてCANbusに出力されているかを評価した。結果として、CANbus出力直前までの遅延が約300 [μs]、出力自体にかかる処理時間が約80 [μs]となり、CANbusに出力する位置情報等の6つのメッセージの遅延は1 [ms] 以内であることを確認した。

表Ⅲ.2-16 位置認識装置の位置精度評価結果

実験車	場所	車速 [km/h]	平均 PDOP	SEP [m]	99% (3D) [m]
自動運転実験車	評価路	20	2.4	0.011923	0.031365
隊列走行実験車	評価路	20	2.1	0.012338	0.030746
自動運転実験車	周回路	30	4.3	0.025676	0.073758
自動運転実験車	周回路	50	3.9	0.023753	0.068215
自動運転実験車	周回路	80	3.6	0.030304	0.083002
自動運転実験車	周回路	急停車	3.2	0.017318	0.054085
隊列走行実験車	周回路	30	2.8	0.016681	0.041670
隊列走行実験車	周回路	50	2.4	0.017012	0.040619
自動運転実験車	模擬市街路	30~50	2.5	0.016037	0.043790

PDOP (Position Dilution of Precision) : 小さいほど GPS 測位精度が良好

SEP (Spherical Error Probable) : 3D 偏差の少ないものから 50%が包含される球の半径

99% (3D) : SEP と同じ考え方で確率を 99%としたもの

2) 全方位カメラによる位置標定の開発

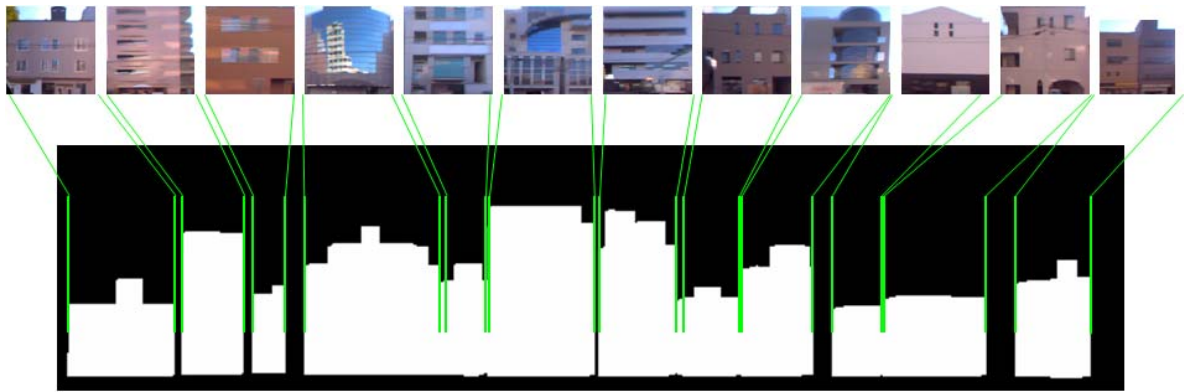
建物などによって GPS 電波の受信しにくい市街地において、360° を 1 枚の画像で取得できる全方位カメラを使用し、建物や建物のコーナーといったランドマークを追跡することで自車位置を推定するアルゴリズム開発を行った。

建物認識のアルゴリズムでは、車載カメラによって得られた画像から、建物高さ情報を追加した時空間ボリューム (THI 画像) を生成し、実画像と 3 次元地図空間から仮想的に得られた THI 画像を比べることで建物を認識した。結果を表Ⅲ.2-17 に示す。

表Ⅲ.2-17 建物認識結果

計測シーン	計測範囲	建物数(正解)	認識結果
1	120 m	8	7
2	150 m	12	12
3	150 m	9	9

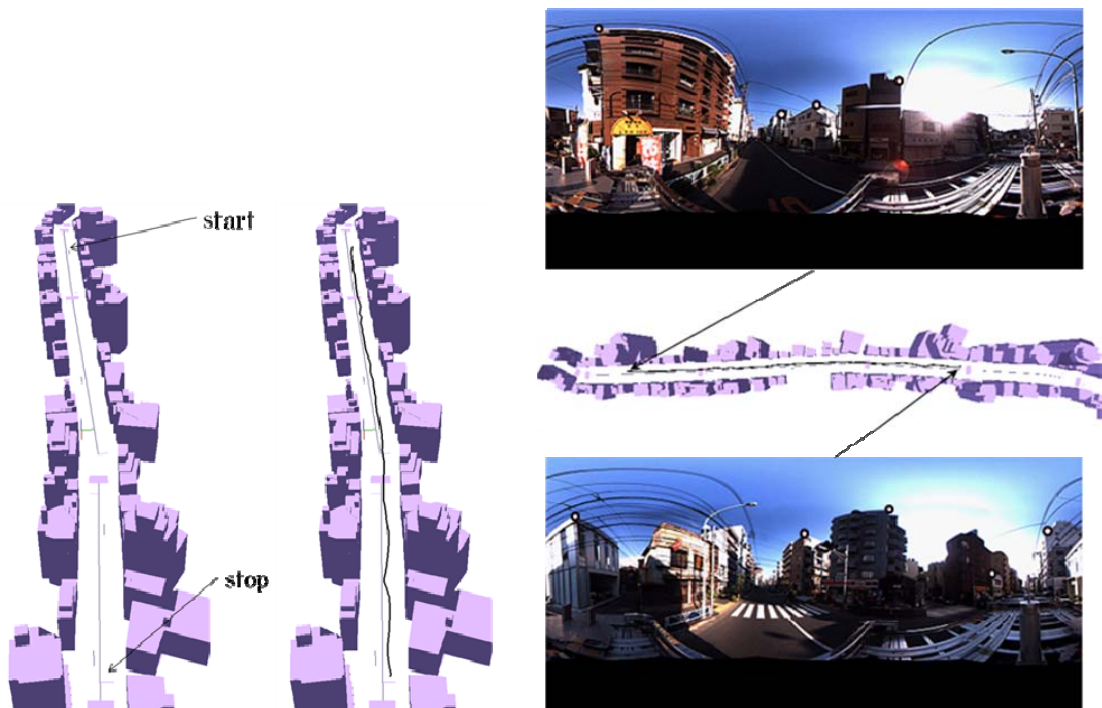
計測シーン 1 で建物が 1 つ認識できていないことを除いては、他の建物をすべて正しく認識することができており、本手法によって市街地の建物を良好に認識できていることが分かる。また、建物を認識した結果について、地図と画像との対応をとったものを図Ⅲ.2-40 に示す。



図III.2-40 市街地における建物認識結果

ランドマーク追跡によるアルゴリズムでは、道路沿いの建物から得られる特徴点を最低 3 点用いて、自転車位置姿勢推定を行うアルゴリズムを開発した。本手法の有効性を検証するため、シミュレーションデータを用いて、精度評価を行った。カメラ中心より半径 25m 以内の 3 次元点を利用し、カメラ位置姿勢を推定したところ、点間角度が 90° 以上あれば、位置誤差は 4.22cm、姿勢誤差は 0.78° であった。

また、本手法の市街地における有効性を確認するため、実際に市街地を走行して得られた全方位画像を用いて、自転車位置姿勢推定を行った。自転車位置姿勢推定の結果を図 III.2-41 に示す。推定された実験車両が走行レーン内に収まっており、市街地においても良好に自転車位置を推定できていることが分かる。



図III.2-41 市街地における自転車位置姿勢推定結果

2.3.5 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)

道路白線認識技術としてカメラ画像から白線を認識する画像認識技術がほとんどであり、市販されている安全運転支援システムに既に実用化されている。しかし、自動運転・隊列走行では様々な自然環境に対して極めて信頼性の高い認識性能が要求され、この要求値を画像認識のみで達成するのは極めて困難であると考えられる。本プロジェクトでは3種類のセンシング技術を併用することにより目標を達成する方式を開発した。具体的には第1の技術はカメラからの画像認識技術、第2がレーザレーダによる白線検出技術、第3が高速ビジョンカメラである。それぞれのセンシング技術はすべての自然環境に万能ではなくそれぞれの強み、弱みがある。表Ⅲ.2-18に3種類の検出性能の特徴を示す。

表Ⅲ.2-18 白線認識技術の特徴

項目	レーザレーダ	高速ビジョンカメラ	既存カメラ
路上影の影響	◎	○	△～×
照度変化	◎	○	△～×
白線の水没	△～×	○	○
白線情報量	○	◎	◎

表Ⅲ.2-19に白線認識技術の開発目標を示す。ここで目標未検出率が誤検出率より低いのは未検出が瞬間的に発生しても車線保持制御性に影響を与えないのに対し、誤検出が発生すると、真の位置と異なった位置を出力するため、極めて急操舵等の危険な事象が発生する可能性があるからである。

表Ⅲ.2-19 白線認識技術の開発目標

開発目標	中間目標	最終目標	環境条件
検出精度	±20mm	±20mm	第3種白線
誤検出率 (処理フレーム総数あたり)	10 ⁻⁵ 以下	10 ⁻⁶ 以下	<ul style="list-style-type: none"> 産総研高速周回路1周 晴天、曇天、雨天 逆光(西日等)
未検出率 (処理フレーム総数あたり)	10 ⁻³ 以下	10 ⁻⁴ 以下	

(1) 画像認識技術の開発 (弘前大学)

1) 白線認識アルゴリズムの開発

白線幅を満たす輝度変化のピーク点対から検出した白線候補点に対して直線をあてはめ、直線上の輝度値と直線に沿った白線幅の変化から白線を認識するアルゴリズムを開発した。未供用高速道路において収集した画像（昼間、夜間、晴天、雨天）および未供用高速道路のトンネル内で収集した画像（照明条件 100%、50%、25%）において、最左端の実線白線を検出する実験を行った結果、車両を自動操舵する上で十分な性能が得られた。図Ⅲ.2-42に、影、雨、トンネル内における白線認識結果を示す。また、表Ⅲ.2-20に、上記収集画像における未検出フレーム数および誤検出フレーム数を示す。晴天時に発生した未検出は、道路継ぎ目のコンクリート部の反射が原因であるが、未検出の状態は 1 フレームで回復するため、未検出時に前フレームの操舵情報を保持することで回避できる。



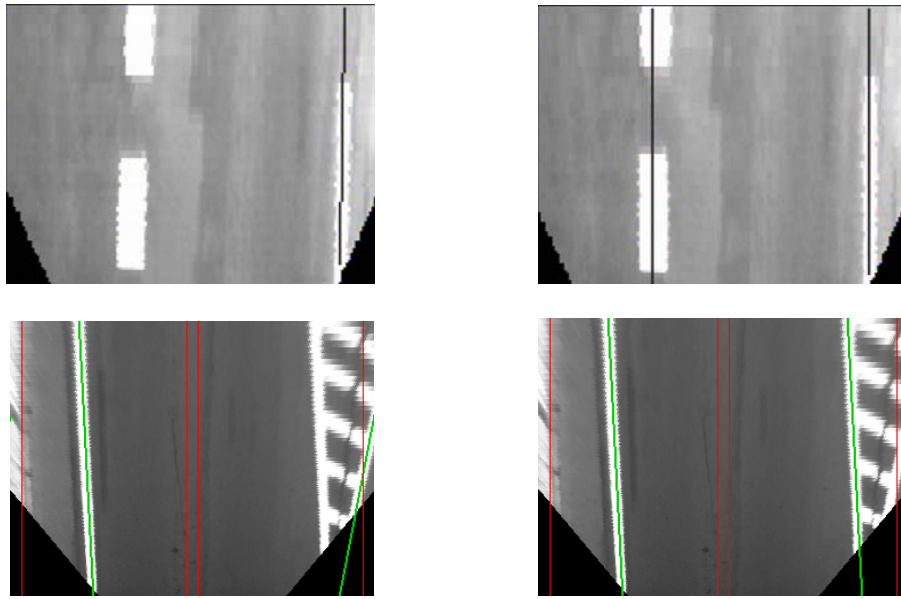
図Ⅲ.2-42 白線認識結果 (左：影、中央：雨、右：トンネル内 (25%照明))

表Ⅲ.2-20 未供用高速道路 実線部の白線検出率

シーン	総フレーム数	未検出フレーム数	誤検出フレーム数
晴天	9000	1	0
雨	7200	0	0
トンネル(照明 25%)	3600	0	0

2) 地図情報を用いた区画線認識

側方カメラは真下を撮像するため視野が狭く、破線の認識や路面パターンによる誤検出を回避することが難しい。このため、左右白線の存在状況、種類（実線、破線、二重線、ゼブラゾーンなど）、色情報（白線、黄線）、白線幅、白線の擦れ・汚れなどといった区画線情報を付加した地図情報を用いて白線を検出する手法を開発し、実験により有効性を確認した。図Ⅲ.2-43に地図情報を用いた場合と用いない場合の白線認識結果を示す。地図情報を用いることにより、破線の検出性能が向上し、路面パターンによる悪影響を抑えられることが確認できた。



図Ⅲ.2-43 白線認識結果（左：地図情報未利用、右：地図情報利用）

3) 白線認識装置の開発

車載画像処理用 LSI（東芝：Visconti）を用いた白線認識用画像処理装置を開発し、上記白線認識アルゴリズムを実装した。1フレーム当たりの処理時間は 33ms 以下であり、車両の自動操舵に十分な速度が得られた。図Ⅲ.2-44 に白線認識装置の外観を示す。



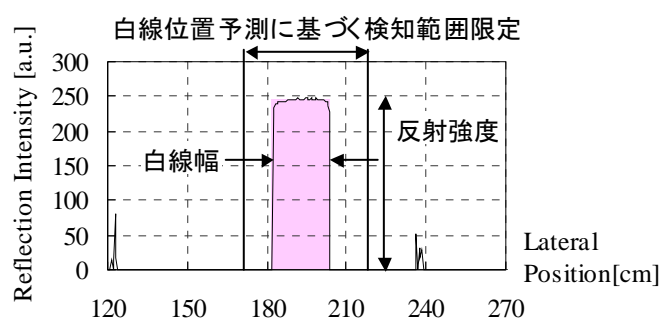
図Ⅲ.2-44 白線認識装置

(2) レーザレーダ白線検出技術の開発（デンソー）

1) 白線認識アルゴリズム開発

トンネル出入り口部や晴天時に発生する橋梁部による影等照度変化が急変する道路環境において、既存のカメラ等により撮像された画像をもとに白線認識することはカメラの照度制御応答性からみて極めて困難であり白線の未検出が発生する。本技術の白線認識では白線を検出するためにレーザ光を用いるため影等の影響を受けないと考えられる。

レーザレーダ白線検出では路面（アスファルト）と白線との反射強度差、白線幅情報、検知結果履歴を活用した白線位置予測に基づき、白線を抽出する白線認識アルゴリズムを開発した（図Ⅲ.2-45）。

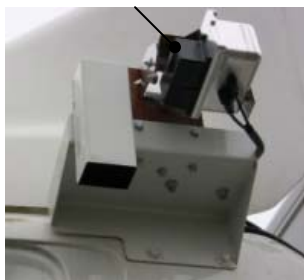


図Ⅲ.2-45 白線認識アルゴリズムの原理

2) 白線認識システム開発

水平方向の分解能に優れるデンソーレーザレーダを使用し、上記アルゴリズムを実装したレーザレーダ白線認識装置を開発し、実験車に搭載した（図Ⅲ.2-46）。静止時において認識精度平均±20mm 以内を確認した。

デンソーレーザレーダ



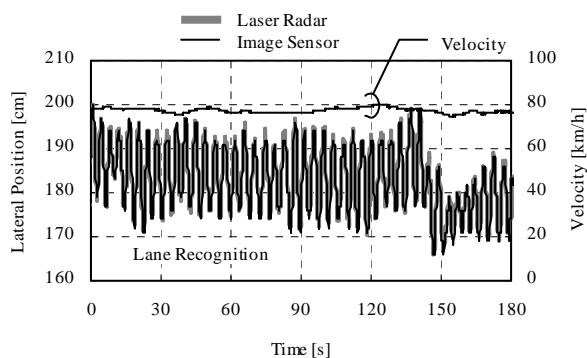
認識アルゴリズムを実装した信号処理装置



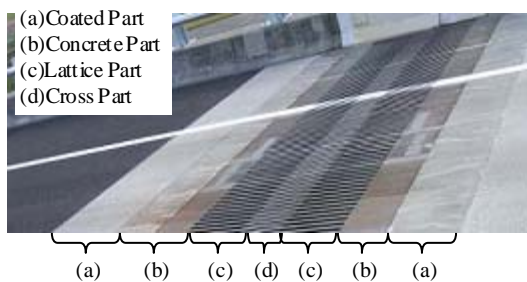
図Ⅲ.2-46 白線認識システム外観

3) データ収集・性能評価

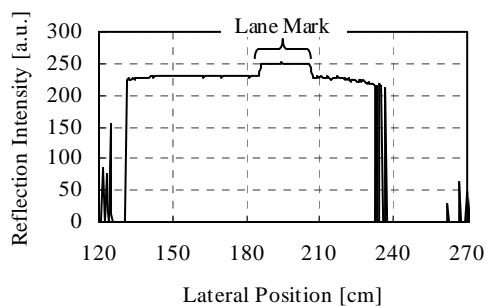
未供用高速道路本線区間にて高速走行時のデータ収集および性能評価を実施した。その結果、画像による白線認識結果と同様の白線認識ができることを確認した（図Ⅲ.2-47）。また、橋梁の継目（図Ⅲ.2-48）においてノイズが検出され白線判定マージンが低下することを確認した（図Ⅲ.2-49）。



図Ⅲ.2-47 未供用高速道路走行時の白線認識結果



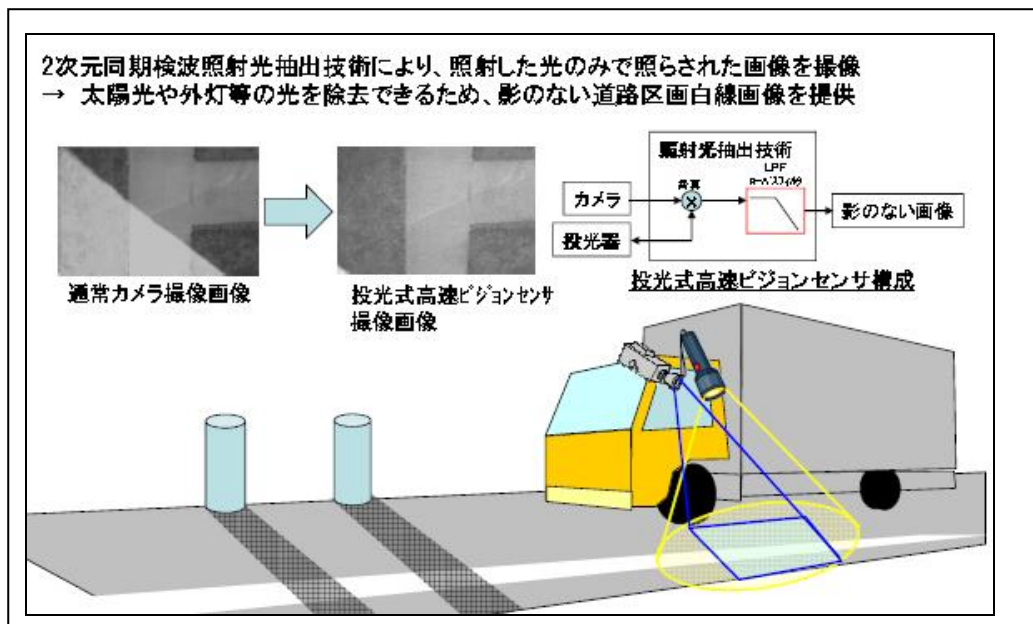
図Ⅲ.2-48 未供用高速道路橋梁継目外観



図Ⅲ.2-49 橋梁継目での反射強度波形

(3) 高速ビジョンセンサの開発（日産自動車）

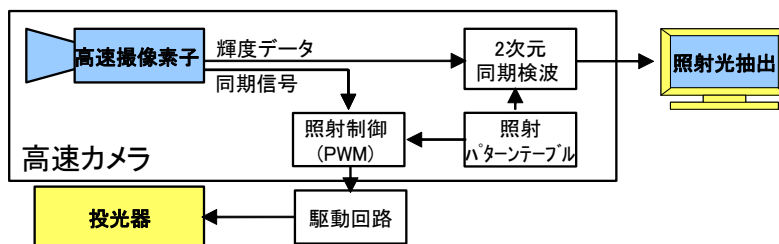
本研究では、パルス光の投光により周囲の光環境の変化に強く、影に影響されない道路区画白線が撮影可能なビジョンセンサおよびそのアルゴリズムを開発する。図Ⅲ.2-50 に高速ビジョンカメラの全体構成を示す。



図Ⅲ.2-50 高速ビジョンカメラ全体構成

1) 2次元同期検波照射光抽出回路試作

キー技術となる照射光抽出機能は、高速カメラを用いた2次元同期検波照射光抽出技術により実現する。この手法は、輝度変調した照射光を高速カメラを用いた同期検波により、太陽光等の外乱光の影響なく照射光が抽出可能である。図Ⅲ.2-51 に本手法のブロック図を示す。



図Ⅲ.2-51 2次元同期検波照射光抽出技術

照射光抽出機能のリアルタイム処理実現のため、撮像素子より出力される画素データをバッファリングすることなく処理可能な、高速カメラ用信号処理アーキテクチャとなる逐次パイプライン演算手法を採用しFPGAに実装した。

2) 車載評価用原理確認試作装置搭載実験車両

リアルワールド実験のため、車載評価用原理確認試作装置を搭載する実験車両を構築した。実験車両は図Ⅲ.2-52 に示すように、車両側方に高速カメラと投光器を、車内に高速カメラ対応画像処理ユニット、外部信号 I/F、日産製ロガーを搭載する。投光器は図Ⅲ.2-53 に示すように最終形態をイメージした小型 LED ランプ（左図）とデータ評価用の均一な光を照射できる均一光投光器（右図）を搭載し、評価項目により切り替えて使用する。また日産製ロガーは今後のアルゴリズム開発などを行うため、高速カメラから出力される全データを取得する。



図Ⅲ.2-52 車載評価用原理確認試作装置搭載実験車両



図Ⅲ.2-53 車載投光式高速ビジョンセンサ

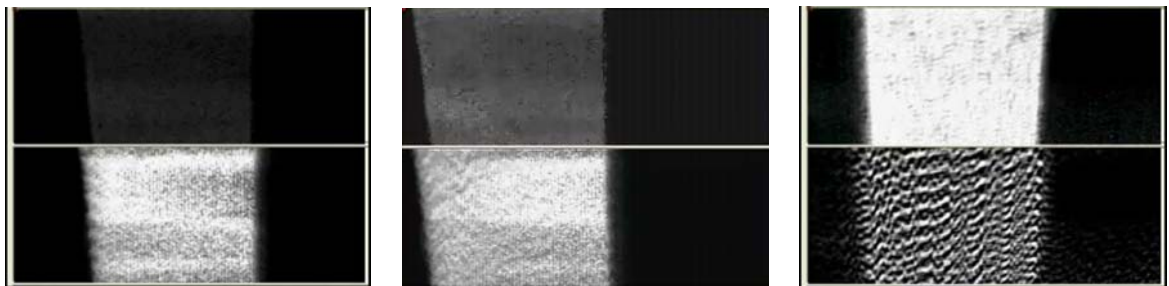
3) 未供用高速道路における評価実験

3)-1 2次元同期検波照射光抽出実験

2次元同期検波照射光抽出機能を実装した原理試作品を用い、未供用高速道路におけるリアルワールド評価実験を実施した。日照による2次元同期検波照射光抽出処理への影響を評価するため、図Ⅲ.2-54 に示す橋梁下、トンネル、道路構造物影等のシーン評価を行った。その結果、図Ⅲ.2-55 に示すように、様々な照度環境下においても安定して照射光が抽出されることが確認された。ただし高照度な日照条件では S/N の低下が見られることも確認された。



図Ⅲ.2-54 2次元同期検波照射光抽出性能評価シーン



トンネル内低照度 (300lux) 低照度日照環境 (7,000lux) 高照度日照環境 (50,000lux)

図Ⅲ.2-55 2次元同期検波照射光抽出結果 (上:輝度画像、下:照射光抽出画像)

3)-2 未供用高速道路実験取得データによる道路区画白線認識用撮影シミュレーション評価

未共用高速道路実験取得データによる道路区画白線認識用撮影シミュレーション評価
未共用高速道路実験時に取得したデータを隊列走行適用時のカメラパラメータに変換し、道路区画白線認識用カメラとしての性能評価を実施した。カメラパラメータ変換は、画像分解能が一致するよう隊列走行搭載の白線認識カメラ分解能である 1cm に合わせた。この結果、高照度下における道路区画白線の撮影においても、S/N の改善が認められた。

4) 画像認識およびレーザーレーダの併用による認識性能

高速ビジョンセンサの中間開発目標は原理確認機によるフィージビリティスタディのため、既存のカメラを利用した画像認識とレーザーレーダの併用による認識性能の評価を行った。

評価は未供用高速道路および産業技術総合研究所高速周回路にて行った。評価結果を表Ⅲ.2-21 に示す。なお、誤検出率および未検出率は計測した各条件のデータ総数 5×10^5 に対する各割合である。

未供用高速道路で未検出が発生しているのは橋梁部の継ぎ手部でコンクリートでカメラではハレーションにより、また、レーザーレーダでは白線とコンクリートの反射率が同程度のためともに検出ができなかったためである。

また、産業技術総合研究所高速周回路にて晴天時誤検出した原因は白線の横に白線と同

一幅のコンクリート部があり、このコンクリートを誤検出したためである。誤検出や未検出が発生したものの、表Ⅲ.2-21 からも明らかな様にこの値は目標値以下であり中間目標を達成できる見通しを得た。

表Ⅲ.2-21 認識性能

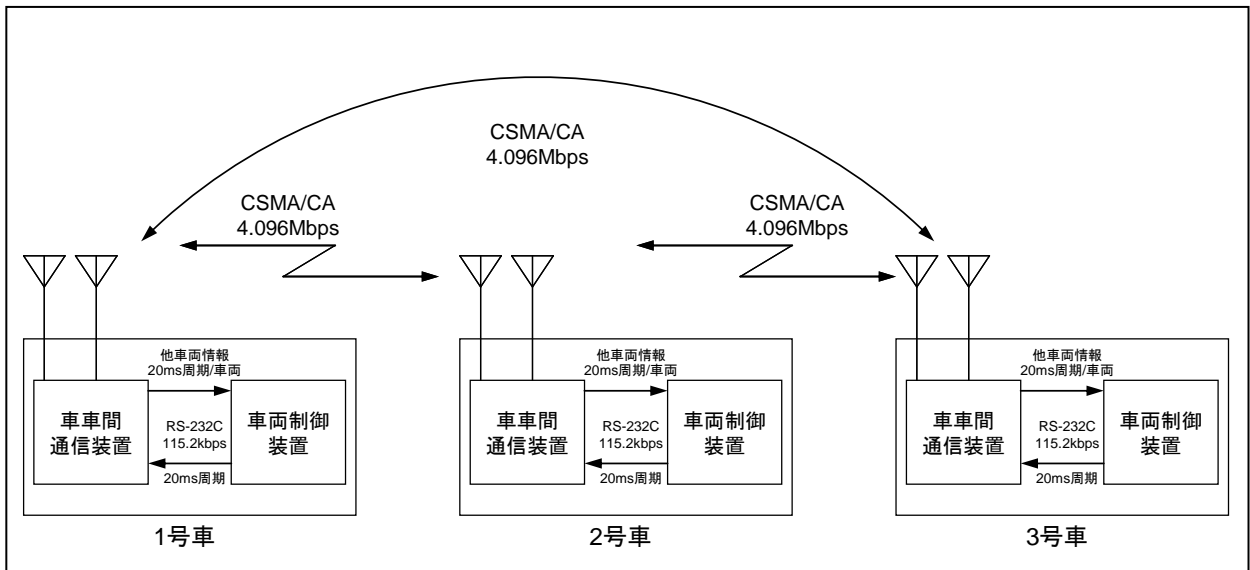
条件		誤検出率		未検出率	
場所	自然環境	中間目標	性能	中間目標	性能
産総研 高速周回路	晴天（含む影）	10^{-5}	3×10^{-6}	10^{-3}	0
	雨天（通常雨量）	10^{-5}	0	10^{-3}	0
	曇天	10^{-5}	0	10^{-3}	0
未供用高速 （開放域）	晴天（含む影）	10^{-5}	0	10^{-3}	2×10^{-4}
	雨天（通常雨量）	10^{-5}	0	10^{-3}	0
	曇天	10^{-5}	0	10^{-3}	0

2.3.6 車車間通信技術開発

実施先：沖電気工業（株）
 三菱電機（株）
 日本電気（株）

(1) 高速車車間通信技術の開発（沖電気工業）

隊列走行における目標の車間距離および隊列形成を達成するには高速で信頼性の高い車車間通信技術が要求される。本プロジェクトではこの目標を達成するため、無線系および光学方式の2種類の車車間通信技術を開発するが、中間年度までは無線通信を重点に開発を行った。図Ⅲ.2-56に隊列走行における車車間通信の基本システムを示す。



図Ⅲ.2-56 車車間通信の基本システム

隊列走行における車車間通信システムの通信要件を検討するために、トラックを用いた電波伝搬試験、およびレイトレース法を用いた電波伝搬シミュレーション評価等を実施し、開発目標仕様を策定した。表Ⅲ.2-22に自動運転・隊列走行に対する車車間通信の目標仕様を示す。

表Ⅲ.2-22 車車間通信目標仕様

項目	中間目標	最終目標
最大伝送範囲	40m	60m
車両間伝送周期 (伝送データ量：50バイト)	20msec	20msec
無通信発生確率（1時間あたり 100msec連続無通信）	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰
パケット到達率 (伝送周期 20msec の場合)	99.78%	99.92%

また、試験路（産業技術総合研究所高速周回路）、未供用高速道路試験路、既存高速道路（常磐自動車道、東京外環自動車道）における隊列走行時の車車間通信品質特性取得実験を実施するとともに電波伝搬シミュレータに物理層および MAC（Media Access Control）層を考慮した通信シミュレータを統合した通信シミュレータを開発し、受信電力特性、パケット到達率特性および通信遅延時間特性の評価を実施し、これらの評価結果をもとに車車間通信装置を開発し、隊列走行時の通信品質評価を行った。図Ⅲ.2-57 に製作した車車間通信装置を示す。本評価における走行環境は以下の2つである。

- ①産業技術総合研究所高速周回路
- ②未供用高速道路試験路

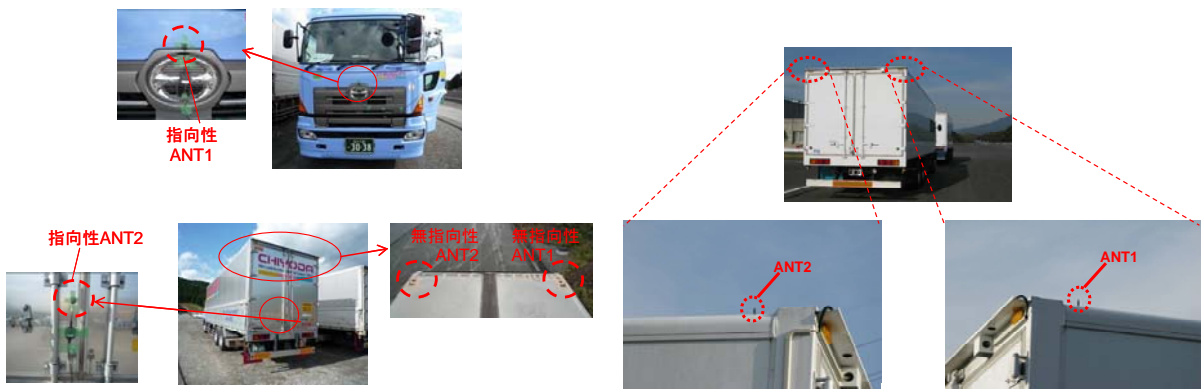
産業技術総合研究所高速周回路では、周辺に建造物が少ない環境での通信品質を、未供用高速道路ではトンネル入口付近、出口付近、トンネル内における通信品質を検証した。アンテナ設置位置を図Ⅲ.2-58 に示す。

産業技術研究所高速周回路における実験結果例、未供用高速道路における実験結果例を、それぞれ図Ⅲ.2-59、図Ⅲ.2-60 に示す。図Ⅲ.2-59 は、車間距離 25m を保ち 80km/h で産業技術研究所高速周回路を 3 周走行した際の受信電力と 5 連送時のパケット到達率を示しており、受信電力に変動はあるもののパケット到達率は 100%であることが分かる。図Ⅲ.2-60 は、未供用高速道路において、トンネル入口および出口付近における受信電力と 5 連送時のパケット到達率を示している。トンネル入口ではトンネル入口から 180m 程度の位置に送信車両を停車し、トンネル外より受信車両が接近する際の特性を示しており、トンネル出口では、トンネル出口から 180m 程度の位置に送信車両を停車し、トンネル内より受信車両が接近する際の特性を示している。トンネル入口、出口いずれの条件においても、5 連送時のパケット到達率は 100%であることが分かる。

今回実施した条件では、いずれの条件においてもパケット到達率が 100%であることが確認され、中間目標を達成できる見通しである。



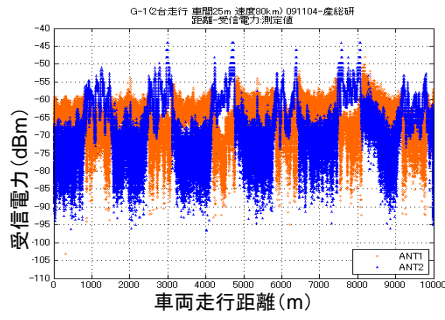
図Ⅲ.2-57 車車間通信装置



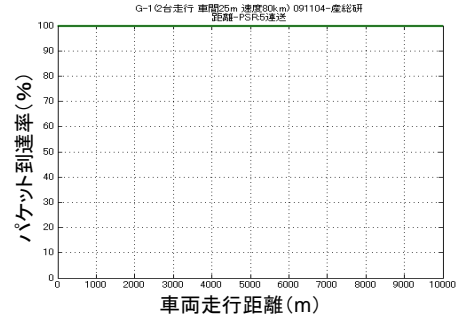
(a)未供用高速道路実験

(b)産業技術研究所高速周回路実験

図Ⅲ.2-58 アンテナ設置位置

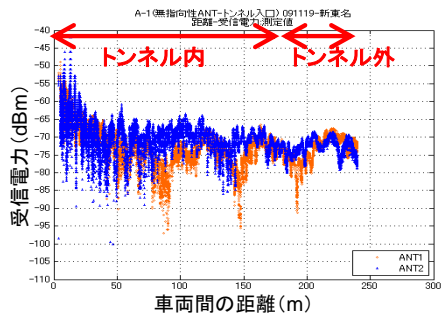


(a)受信電力特性

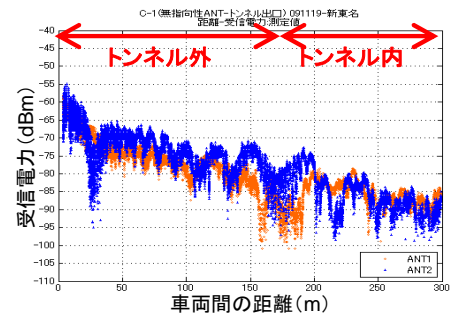


(b)パケット到達率 (5 連送) 特性

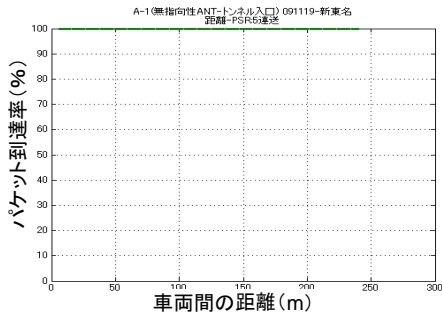
図 III.2-59 産業技術研究所高速周回路実験結果例 (無指向性アンテナ)



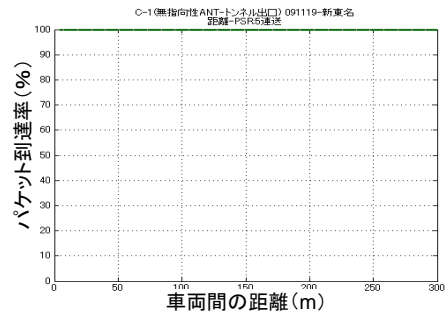
(a)受信電力特性 (トンネル入口)



(b)受信電力特性 (トンネル出口)



(c) パケット到達率 (5 連送) 特性 (トンネル入口)



(d)パケット到達率 (5 連送) 特性 (トンネル出口)

図 III.2-60 未供用高速道路試験路実験結果例 (無指向性アンテナ)

2.3.7 車両認識技術の開発

実施先：金沢大学

東京工業大学

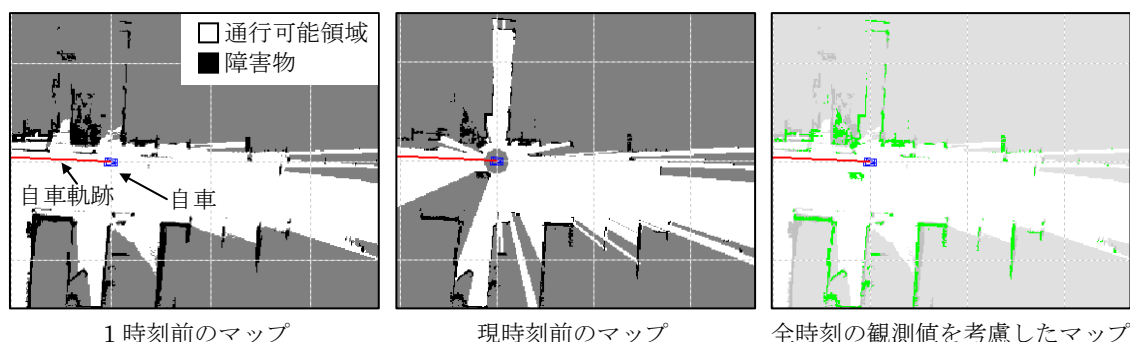
(1) 前方車両認識技術（金沢大学）

1) 車両検出アルゴリズムの設計

自動運転・隊列走行における障害物としては故障や渋滞等で停止している車両と自車両より低速で走行している車両や前方への割り込み車両のような移動車両がある。そこで、この停止車両と移動車両を分けて認識するアルゴリズムを開発した。

1)-1 静止物体検出のアルゴリズム開発

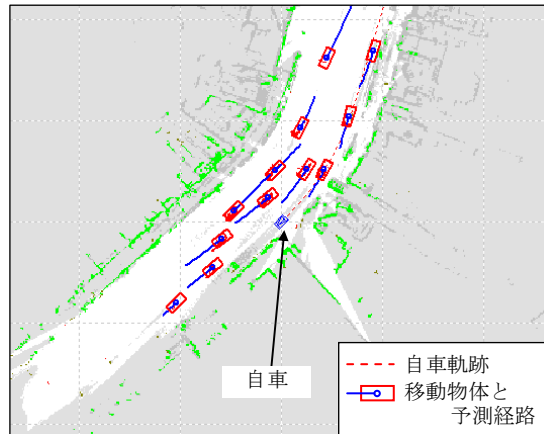
走行環境認識用センサの静止物体の突発的な誤検出の低減化を目的としたフィルタリング手法を開発した。具体的には、走行環境認識用センサから得られる観測値を自車の運動情報を考慮して重ね合わせを行い（図Ⅲ.2-61）、すべての時刻の観測値を考慮して静止障害物障害物を検出するアルゴリズムを構築した。



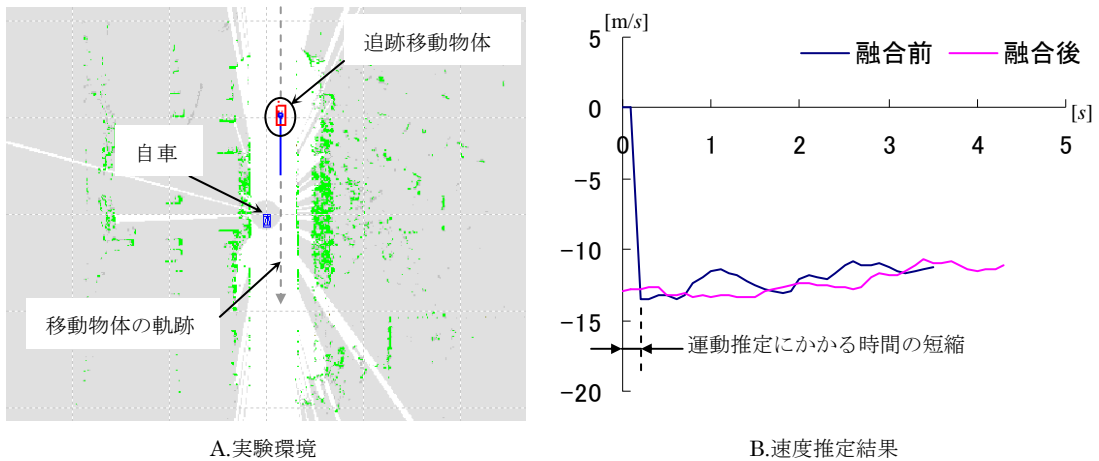
図Ⅲ.2-61 静止物体検出の安定

1)-2 移動物体の検出と運動推定アルゴリズム

移動物体の将来の移動経路を予測するため、各々の物体の時系列的位置を考慮し運動推定を行うアルゴリズムを開発した（図Ⅲ.2-62）。また、レーザレーダ、ミリ波レーダによる観測値をそれぞれのセンサの観測精度を考慮して融合するアルゴリズムを開発した。これにより、移動物体の運動推定にかかる時間を約 0.24 秒短縮させることを可能とした（図Ⅲ.2-63）。



図Ⅲ.2-62 自転車周辺移動物体の運動推定結果

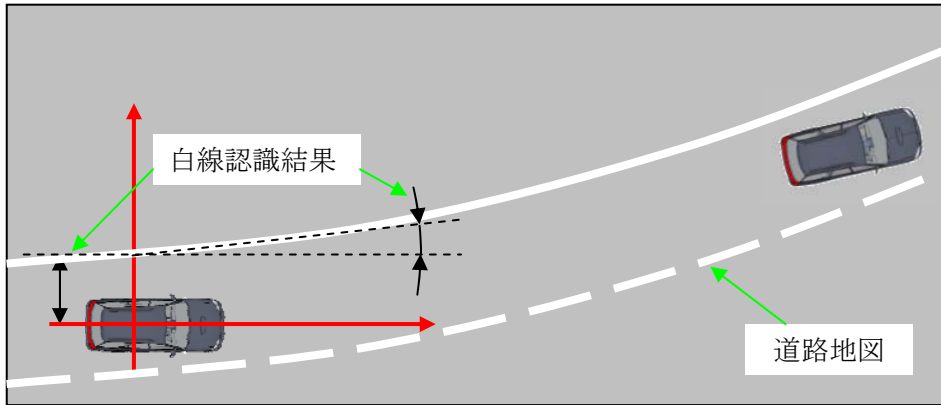


図Ⅲ.2-63 レーザレンジファインダとミリ波レーダの融合結果

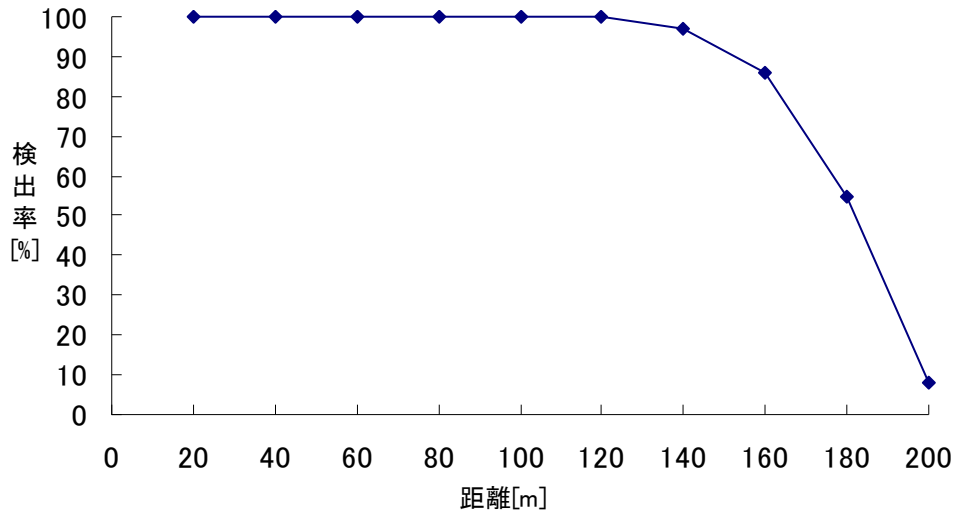
2) 障害物認識アルゴリズム (自転車レーン内前方車両認識)

上記車両検出アルゴリズムにより得られた車両は自転車車両にとり障害物とは限らない。具体的には検出された車両が障害物かどうかは隣接レーンか自転車レーンの車両かで決定する。そこでこれらを識別するアルゴリズムを開発した。

走行環境認識センサからオンラインで得られる車両周辺の物体位置情報と、オフラインで構築された三次元道路地図情報を白線認識結果に基づき照査し(図Ⅲ.2-64)、自転車走行レーン上の物体を認識するアルゴリズムを構築した。その結果、車間距離 120[m]までの未検出率は最大で 0.05%であることを確認した(図Ⅲ.2-65)。また、車間距離 120[m]までの誤検出率は最大で 0.30%であり、いずれも中間目標の開発目標を達成できる見通しを得た。



図III.2-64 道路地図との照査による前方車両認識



図III.2-65 前方車両検出率

(2) 割り込み車認識技術 (東京工業大学)

1) ステレオカメラ画像による高速車両認識

ステレオカメラから得られる視差画像を用いて車両を認識するアルゴリズムを開発した。さらにその認識アルゴリズムを高速に処理可能な FPGA を開発した。

使用したカメラは PhotonFocus 社製の MV1-1312-160 で、撮像面の大きさは 1 インチサイズで 1312×688 画素、最高フレームレートは 180fps である。このカメラを 2 台用いて基線長 290mm、焦点距離 9mm のステレオカメラを組み上げた。FPGA 付フレームグラバはソリトン社製の Espresso_F2002 で、カメラリンクにより画像が取り込まれる。FPGA において、画像の輝度補正、歪み補正と校正、平均値を引いた SAD 評価関数によるステレオマッチング、特異点除去などの視差画像生成に関する処理および視差画像からの立体物抽出処理を行なっている。結果は PCI Express を介してパソコンに送られる。

ステレオ処理回路の 4 並列化、4 ラインごとのパイプライン処理、ラインバッファを効果的に組み込んで処理待ち時間を最小にするなどの工夫により、立体物の抽出までを含んで 180fps の処理速度を実現した。ただし、使用しているカメラの感度の問題から実際には 60fps の処理速度にせざるを得ず、今後の課題である。

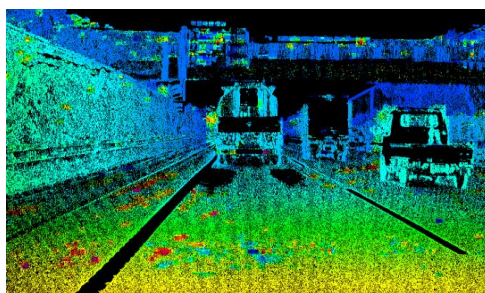
2) 割り込み車両認識

立体物抽出および道路幅情報を利用して前方車との隙間に割り込んでくる車を認識するアルゴリズムを開発した。FPGA から送られてくる立体物情報は立体物の 8 画素幅ごとの視差と画面上の横座標である。これを実空間での自車線の位置と比較し、自車線内で常に 5m 以上離れて存在する立体物を追尾している前方車とし、その間の自車線内に入ってくる立体物を割り込み車として認識した。これらの処理はパソコン上で行なっているが、処理が軽いので処理時間は十分に短く、60fps に納まっている。ただし FPGA からは画像転送も同時に行っているため時間遅れが生じ、実際にはその 2 倍である 1/30 秒後に結果が得られている。立体物情報のみを送ればさらに時間は短縮される。

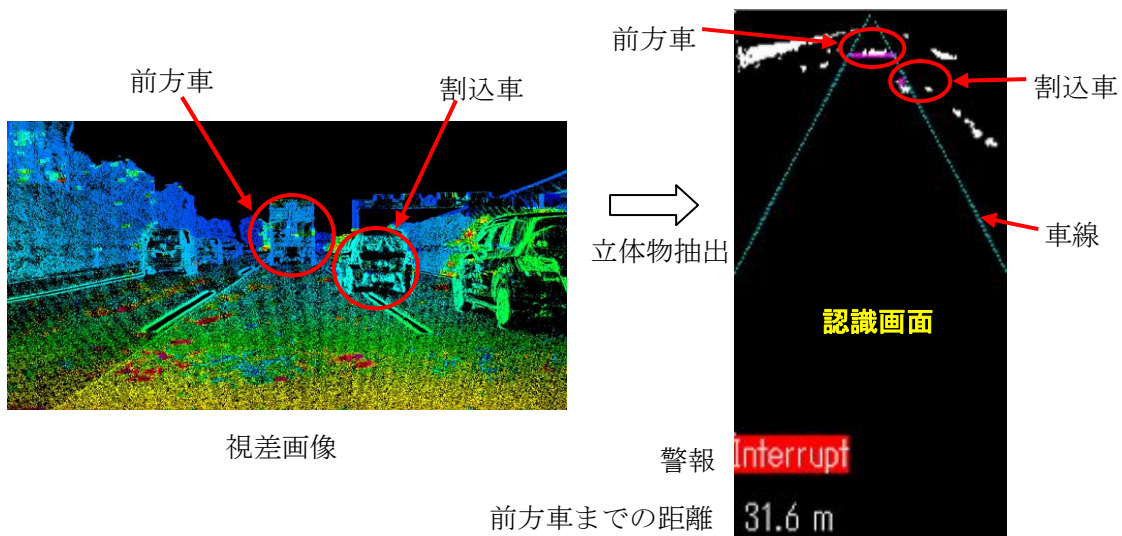
この装置を車載して高速道路を走行し、割り込み車の検出ができるかどうかを確認した。その結果、日中の曇天および雨天 (通常のワイパー払拭速度で視界が保たれる程度) において、自車の前方 5m から 30m の範囲で、自車線に進入してくる割り込み車を遅くとも 1/30 秒で認識できることが確認された。図 III.2-66 に検出した一例を示す。



製作したステレオカメラ



得られた視差画像の例



図Ⅲ.2-66 割り込み車両検出例

2.3.8 エコ運転制御技術の開発

実施先：(財) 日本自動車研究所

弘前大学

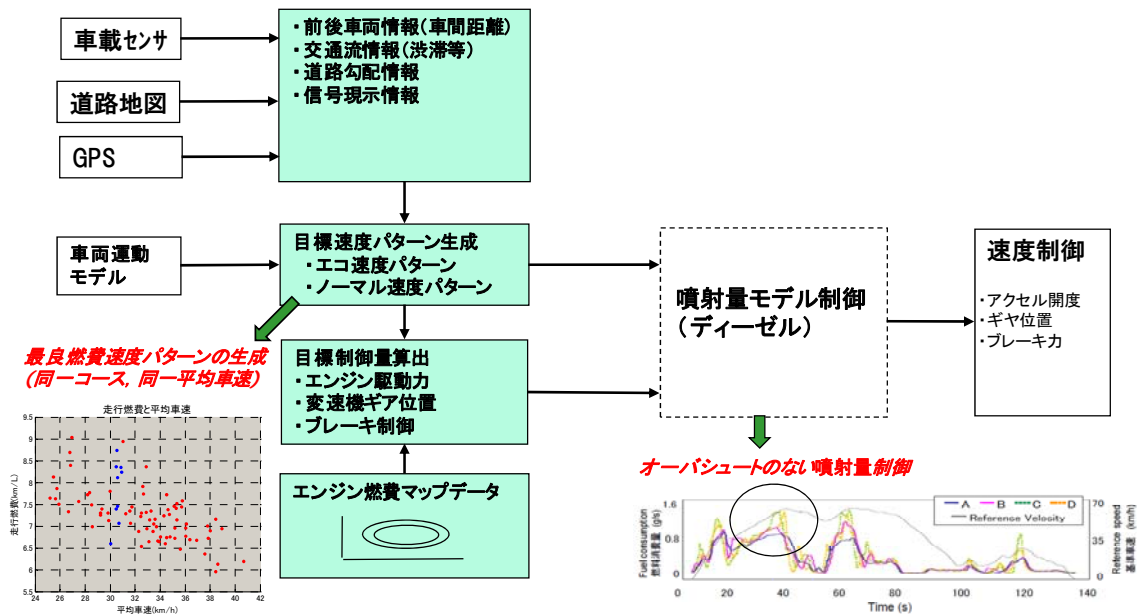
慶應義塾大学

金沢大学

東京大学

(1) エコ運転制御技術の開発

エコ運転のためには、周辺交通環境に応じたエコ運転速度パターンの生成とその速度パターンを制御目標値とし燃料噴射量のオーバーシュートの少ない燃費最適制御が効果的である。図Ⅲ.2-67に開発したエコ運転制御システムの基本構成を示す。



図Ⅲ.2-67 エコ運転制御システムの基本構成

本システムを実験車両に搭載し、道路線形情報(発進・停止位置、勾配)をもとに、指定した速度パターンで自動走行できることを確認した(自動ブレーキは単体で評価中)。

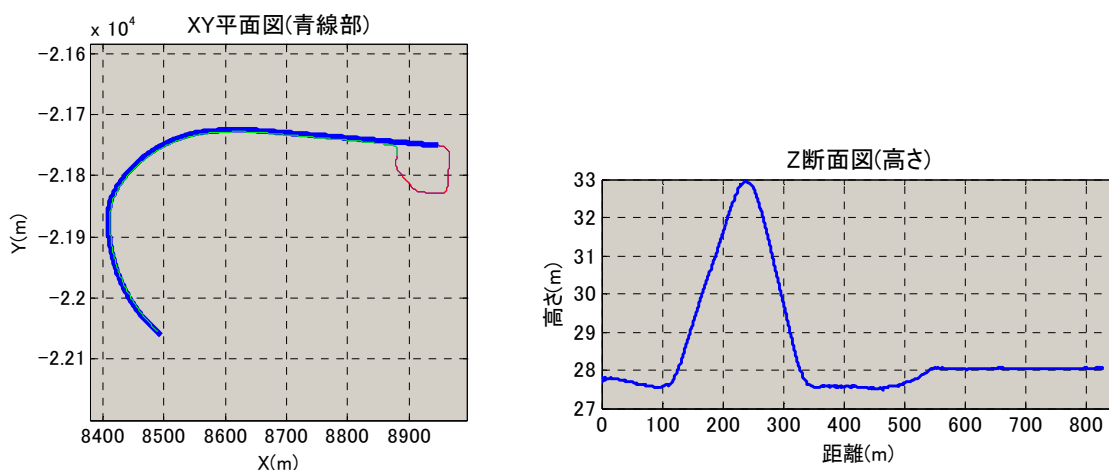
(2) エコ運転速度パターンの生成

コースと平均車速が与えられた場合に、燃料消費量を最小にする速度パターン生成モデルを開発した。本モデルは、エネルギー方程式に基づいて、エンジンの仕事を最小にする計算モデルである。モデルの解法には変分法を用いている。

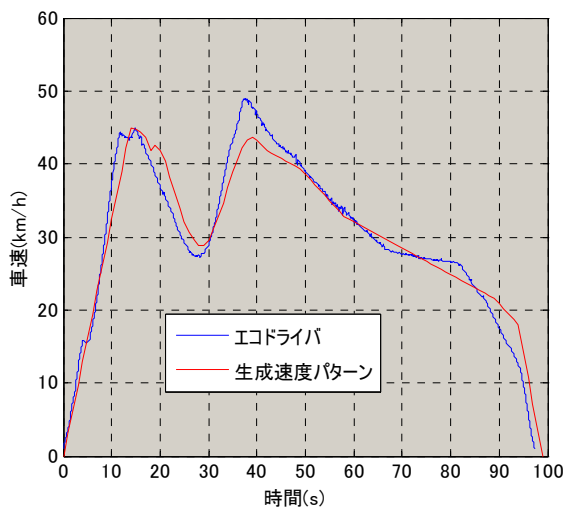
図Ⅲ.2-68のコースで、平均車速を30km/hとした場合、本モデルによって生成したエコ運転速度パターン(赤線)とエコドライバが運転した速度パターン(青線)を図Ⅲ.2-69に示す。

両者はほぼ一致する。

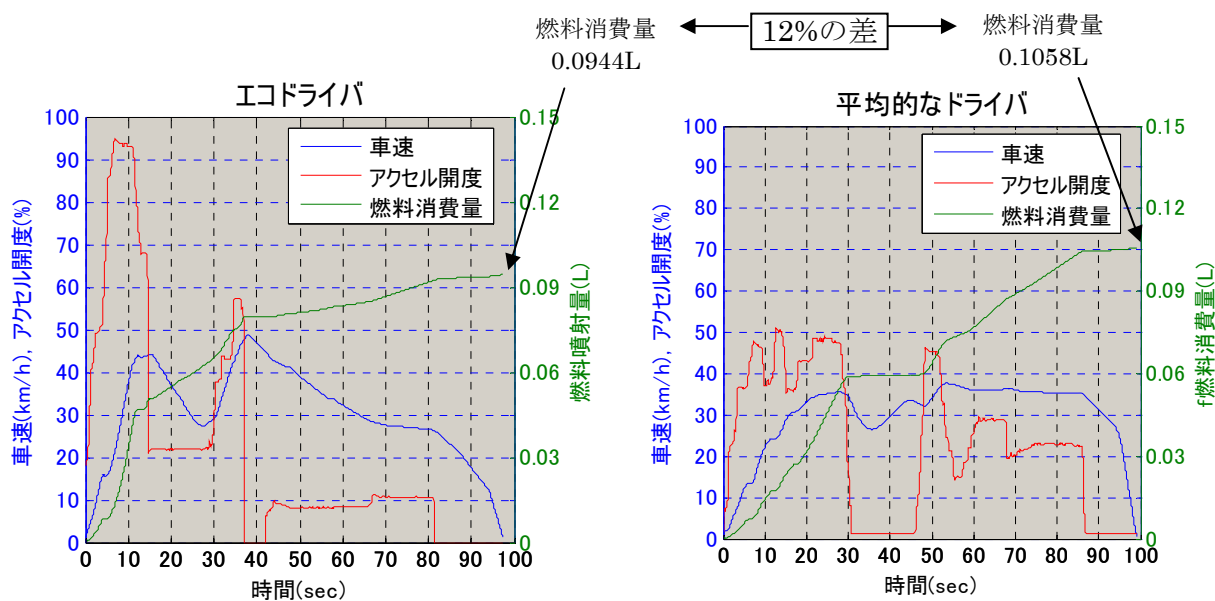
一方、エコドライバと平均的なドライバの车速、アクセル開度、燃料消費量の比較を図Ⅲ.2-70に示す。エコドライバは上り坂の手前までに十分加速し、上り中はアクセル開度を保持し、下り中は惰性走行を利用して、平坦路ではアクセル開度を低めで維持する運転であった。エコドライブの燃料消費量は、平均的なドライバのそれに比べて約12%減であった。



図Ⅲ.2-68 計算に用いたコース



図Ⅲ.2-69 生成した速度パターンとエコドライバの速度パターンの比較



図III.2-70 エコドライブと平均的なドライブの違い

2.4 成果のまとめ

2.4.1 開発目標達成状況

車両としての中間目標（3台隊列走行、速度 80km/hr、車間距離 10m）は達成見込みであるが、要素技術を含む個別テーマに関して、全て自主的に作成した中間目標を達成見込みである。8つの個別開発テーマの成果は以下のとおりである。

①「システムインテグレーションおよび実験車開発」

実施先：(財) 日本自動車研究所

実験車 3 台を製作するとともに走行実験による制御パラメータ調整により中間目標値である車間距離 10m での 3 台隊列走行を達成できる見通しを得た。

②「フェイルセーフ技術の開発」

実施先：大同信号（株）

（独）産業技術総合研究所

東京大学

フェイルセーフ機能を組み込んだ走行制御 ECU を開発し、ECU 内の CPU 等に異常が発生した場合にもシステムの安全性が確保できる見通しを得た。

また、システムの故障をドライバに通報し、的確に危険を回避できる HMI を設計・製作

するとともに、車間距離制御の故障・異常に対する安全性を確保する機能が有効に動作することを確認し、安全性を確保できる見通しを得た。

③「走行制御技術の開発」

実施先：神戸大学
日本大学
慶應義塾大学

大型トラック実験車の運動モデルを構築するとともに非線形制御理論を利用した制御アルゴリズム設計により開発目標を達成できる見通しを得た。

④「位置標定技術の開発」

実施先：三菱電機（株）
日本電気（株）
東京大学

GPS 受信遅れを速度およびジャイロセンサにより補正するアルゴリズムを組み込んだ位置認識装置の設計・製作を完了し、開発目標値である走行速度 80km/hr での位置標定精度 $\pm 0.3\text{m}$ を達成できる見通しを得た。

⑤「白線認識技術の開発」

実施先：弘前大学
日産自動車（株）
（株）デンソー

画像認識とレーザレーダを併用するとともに車両側方の白線を認識することにより開発目標を達成できる見通しを得た。

⑥「車車間通信技術の開発」

実施先：沖電気工業（株）
三菱電機（株）
日本電気（株）

5.8GHz 無線通信および連送プロトコル方式により開発目標を達成できる見通しを得た。

⑦「車両認識技術の開発」

実施先：金沢大学
東京工業大学

レーザレーダとミリ波レーダおよび道路地図を利用した前方車両認識アルゴリズムを開発し、目標値を達成する見通しを得た。また、ステレオ視による割り込み車認識アルゴリ

ズムを開発し、目標を達成する見通しを得た。

⑧「エコ運転制御技術の開発」

実施先：(財) 日本自動車研究所

弘前大学

慶應義塾大学

金沢大学

東京大学

走行エネルギー最小化を狙ったアルゴリズムで生成したエコ運転速度パターンが、手動運転時の最良燃費速度パターンとほぼ一致することから、これを自動化することによって目標とする燃費改善を達成する見通しを得た。

各個別テーマの開発目標達成状況を表Ⅲ.2-23 に示す。

表Ⅲ.2-23 各個別テーマの開発目標達成状況

研究内容	中間目標(2010年度)		現状性能(2010年度)	達成度	
	担当開発テーマ	目標項目			
① システムインテグレーション	実験車開発	隊列台数	大型トラック3台	大型トラック3台	
		速度	80km/hr		80km/hr
	システム評価 (80km/h時)	車間距離制御精度	10m±2.0m at 定常走行 10m -3.0m at 0.4G減速	15m±1.0m達成 at 定常走行 15m +1.0m達成 at 0.4G減速	○ (年度末 達成見込み)
		車線保持制御精度	±0.20m(スムーズさの確保)	±0.10m達成(曲線:3000R時)	
② フェイルセーフ技術の開発	フェイルセーフECUの開発	フェイルセーフ機能	・センサやECUのCPUが故障及び暴走した場合、異常検出し故障系自動的切離、異常動作防止できるECUの開発確認	フェイルセーフECUを開発製作し、入出力回路の故障検出、実行異常検出、出力遮断機能確認	○
	HMI技術の開発	HMI機能	・手動から自動運転に安全に遷移し、システムに異常が発生時、異常をドライバーに通報し的確に危険を回避できるHMI開発	各車システム状態の運動性から制御異常の早期発見と即応体制確保が可能な車内提示装置の開発製作	○
③ 走行制御技術の開発	制御アルゴリズム開発	車線保持	±0.20m	±0.15m	○
	車両運動モデル設計	車間距離保持	10m±2.0m at 定常走行 10m -3.0m at 0.4G減速	15m±1.0m達成 at 定常走行 15m +1m達成 at 0.4G減速	○ (年度末 達成見込み)
	隊列形成アルゴリズム開発	アルゴリズムの設計	・車両接近状態からの隊列形成を実現する隊列形成アルゴリズム設計 ・シミュレータ実験による有効性の確認	後方連結のための隊列形成アルゴリズムを構築 ・シミュレータ開発し制御シーケンスの妥当性確認	
④ 位置標定技術の開発	高精度道路地図作成技術	地図作成の基本技術	(1)実験道路の道路電子地図データ作成 (2)データ誤差バラツキを吸収し緩やかに変化する連続曲線生成 (3)トンネルの高精度3次元道路地図作成	・曲線部に対し、連続関数アルゴリズムを開発。 ・つなぎ合わせアルゴリズムによる3次元モデル生成技術を開発。	○
	位置標定技術	位置検出精度	(1)位置標定精度:0.3m (2)市街地画像のみにより自己位置車線を特定できるレベルで推定	±0.15m 半径25m内3次元点利用で位置4.22cm姿勢0.78°誤差で推定確認	○
⑤ 白線認識技術の開発	画像認識アルゴリズム開発 レーザーダ白線認識開発 高速ビジョンセンサ開発	検出精度	±20mm(環境条件:第3種白線)	±20mm(環境条件:第3種白線)	○
		誤検出率(処理フレーム総数あたり)	10 ⁻⁵ 以下	3×10 ⁻⁶	
		未検出率(処理フレーム総数あたり)	10 ⁻³ 以下	2×10 ⁻⁴	
⑥ 車車間通信技術の開発	車車間通信技術開発	最大伝送範囲	40m	300m	○
		車両間伝送周期(伝送データ量:50Nバイト)	20msec	20ms	
		無通信発生確率(1時間あたり100m連続無通信)	10 ⁻³	0	
		パケット到達率	99.78%	100%	
⑦ 車両認識技術の開発	前方車認識アルゴリズム開発	最大検出範囲(除く雨、霧、雪)	100m	120m	○
		誤検出率(at 60m)	1%	0.30% (~120m)	
		未検出率(at 60m)	0.1%	0.05% (~120m)	
	割り込み車認識開発	最小・最大検出範囲(除く霧、雪)	5-10m	5-30m	○ (年度末 達成見込み)
		誤検出率	1%	未評価	
		未検出率	0.1%	未評価	
⑧ エコ運転制御の開発	車両制御技術の開発 信号現示認識アルゴリズム開発 交通流推定アルゴリズム開発 エコドライバモデルの開発	エコ運転制御モデルの設計	エコ運転速度パターンの生成	エネルギー方程式に基づいたエンジン仕事量最小化モデルを開発 道路線形情報を基に指定した速度パターン生成アルゴリズムを開発	○ (年度末 達成見込み)

2.4.2 特許と論文および普及活動

論文および特許、受賞の一覧を下記に示す。

(1) 論文一覧

	特許 (国内)	論文		その他 (受賞/ 新聞掲載)	合計
		査読付	その他		
日本自動車研究所	0	3 (2)	25 (3)	3	31 (5)
日本大学	0	0	8	0	8
神戸大学	0	3	7	1	11
産業技術総合研究所	0	5	22	0	27
弘前大学	0	1	2	0	3
日産自動車	1	1	0	1	3
東京大学 大学院情報学環	0	9	8	1	18
東京大学 生産技術研究所	0	4	5	0	9
デンソー	2	0	2	0	4
東京工業大学	0	1	2	0	3
金沢大学	0	0	8	1	9
日本電気	1	1	0	0	2
三菱電機	0	3	0	0	3
沖電気工業	0	(2)	1	0	1 (2)
慶應義塾大学	0	1	3	1	5
大同信号	0	0	(1)	0	(1)
合計	4	32	93	8	137

※ () は連名発表件数を示す。

論文の一覧は、添付資料 5 を参照。

(2) 特許一覧

出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
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
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
(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
(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

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

(3) 受賞一覧

名称	発表タイトル	内容(概要)	受賞者
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)
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刻 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、同時刻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)
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	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	西内秀和, 中村光範, 三ツ石広喜, 佐藤宏, クライソントロ

名称	発表タイトル	内容(概要)	受賞者
委員会 小田原賞		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。	ンナムチャイ (日産自動車)
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)
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)

(4) 普及活動

展示会への参加、試乗デモ等の実績を下記に示す。

年月	イベント名	内容
2008年11月	日欧2極会議(ニューヨーク)	国際連携・情報交換
2009年1月	NEDO 事業計画説明会	記者発表会および計画説明会
2009年2月	日本 ITS 推進フォーラム	エネルギーITSセッション・シンポジウム講演
2009年2月	国際自動運転ワークショップ(東京)	日米欧ワークショップ
2009年7月	AT インターナショナル	展示会場での講演
2009年9月	日米欧3極会議(ストックホルム)	国際連携・情報交換
2009年12月	NEDO 省エネルギー技術フォーラム	フォーラムでの講演
2010年5月	自動車技術展・人とくるまのテクノロジー展	展示会場(JARIブース)での紹介
2010年5月	ITS Japan 新交通物流特別委員会	隊列走行試乗デモ
2010年7月	社会還元加速プロジェクトTF	隊列走行試乗デモ
2010年7月	中日本高速道路	隊列走行試乗デモ

※ 講演については、発表実績の件数に含む

2.5 今後の研究開発計画

(1) 安全性および信頼性の向上

最終目標である車間距離 4m ではシステム故障時に先頭車に急制動が発生した場合、ドライバ操作による急ブレーキではドライバの反応時間や危険時の認知時間から判断し、緊急回避が期待できない領域であり、安全性・信頼性向上に対する技術開発が重要となる。

これを回避するにはシステムを完全 2 重化し、1 系が故障した時点で正常な残りの系で安全な車間距離まで拡大する必要がある。平成 22 年度に開発した制御システムでは 1 部の装置のみ 2 重化されているだけである。そこで、今後作動原理の異なる方式での 2 重化を行う予定である。特に隊列走行にとり極めて重要装置である車車間通信や白線認識、位置標定、車間距離センサ等の技術について開発を行う予定である。

(2) 性能向上

最終目標では 0.5G の急制動に対する車間距離制御性の向上が必要である。このためには、系の遅れ時間の短縮や制御精度の向上が必要となる。そこで今後、制御アルゴリズムの改良設計に加え、車車間通信の高速化やブレーキ装置の性能向上等を行っていく予定である。

	2010年度	2011年度	2012年度
全体	機能・基本性能確保	性能および安全性・信頼性向上	
①システムインテグレーション	走行実験 (3台隊列/車間10m、80km/hr)	走行実験(4台隊列/車間4m、80km/hr) 実験車開発(小型1台)	
②フェイルセーフ技術	フェイルセーフECUおよびHMIの設計・製作	システム多重化による信頼性向上	
③車両制御	車間距離制御アルゴリズム(10m)	制御アルゴリズムの高精度化(4m)	
④位置標定技術	位置標定の高精度化技術の開発	位置標定の簡素化技術の開発	
⑤白線認識技術	画像認識とレーザの併用による白線認識技術	高速ビジョンカメラとレーザの併用による認識率向上	
⑥車車間通信	5.8GHz 車車通信の高速化	光車車間通信技術の開発と多重化	
⑦車両認識技術	先行車両および割り込み車認識アルゴリズム開発	認識率向上センサフュージョン技術開発	
⑧エコ運転制御	基本アルゴリズム設計	エコ運転制御モデル開発および性能評価	

図Ⅲ.2-71 今後の開発スケジュール

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」

実施先： 東京大学生産技術研究所(東大)
株式会社アイ・トランスポート・ラボ(ITL)
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

(1) 研究目的

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、ある交通状況下での 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条件が提示されておらず、信頼性の面で十分なものとなっていないと考えられる。

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。

(2) 背景と研究の位置づけ

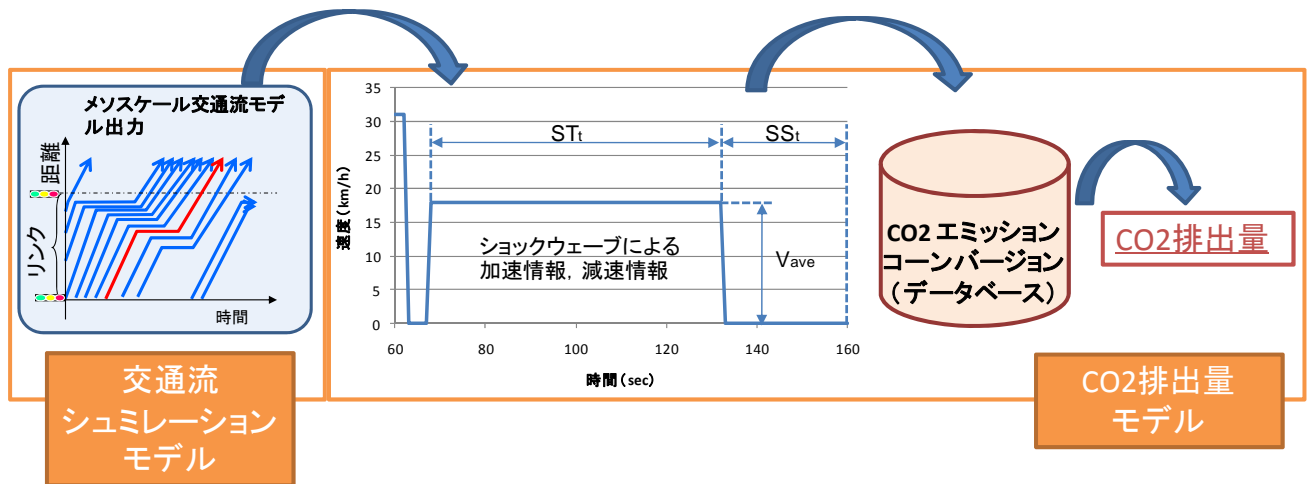
渋滞対策等、ITS の各種施策を適切に運用するためには、道路交通の状況を可能な限り把握して CO₂ 削減にどれほど寄与したかを計測する必要がある。また、その結果をサービスの改良や適用場所の選定等に生かしていくことも重要である。ITS 技術による CO₂ 削減効果の定量評価は、京都議定書や 2010 年に国連気候変動枠組条約事務局へ提出した削減目標(2020 年に 1990 年比 25%減)の達成度合いを示すためにも有効な手段である。

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) 核となる技術:

A) 交通流シミュレーションとCO₂排出量モデルの結合

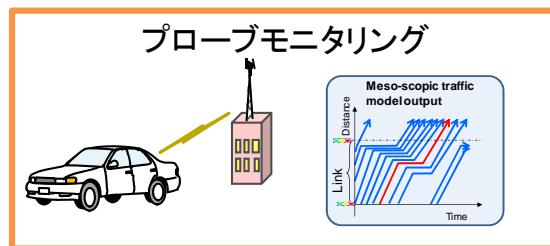
都市域以上の広範囲を対象とした、ITS による交通改善施策の導入による交通流の改善効果については、交通容量を確保する観点からの研究が多く、CO₂ 排出量に関わる要因を考慮した研究は限定されたものにとどまっている。本研究開発では、都市域をカバーし、かつCO₂ 排出量に影響を与える要因を考慮した交通流シミュレーション技術と、この交通流シミュレーションデータから高精度に車両からのCO₂ 排出量を推計する技術を結合することにより、ITS 施策が導入された場合のCO₂ 排出量の低減効果を評価可能とする(図Ⅲ.3-1)。



図Ⅲ.3-1 交通流シミュレーションとCO₂ 排出量モデルの結合概念

B) 交通状況全体のモニタリング技術

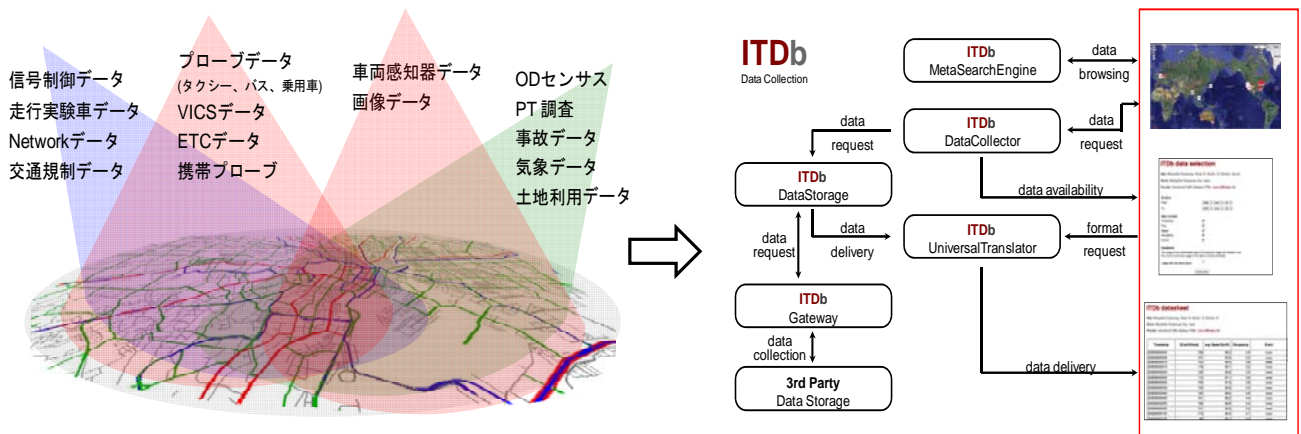
本研究開発では、プローブデータと既存のインフラセンサデータを活用して、地域のCO₂ 排出量を推定するモニタリング技術を確立する。これは、自動車会社等が展開している個別車両のCO₂ 排出量をモニタリングするサービスとは違い、プローブではない一般車の動きも考慮して、地域全体での排出量を推定するものである。このとき、感知器データ等から交通量が把握できる高速道路や自動車専用道だけではなく、交通シミュレーションを併用して、感知器データの取得が難しい一般道での交通量を推定・補完する。



図Ⅲ.3-2 プローブによる交通状況のモニタリング概念

C) 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いたっていない。データフォーマットのメタ情報を定義することにより、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、データの充実を図っている。



図Ⅲ. 3-3 多様な交通関連データに適対応可能なデータベース

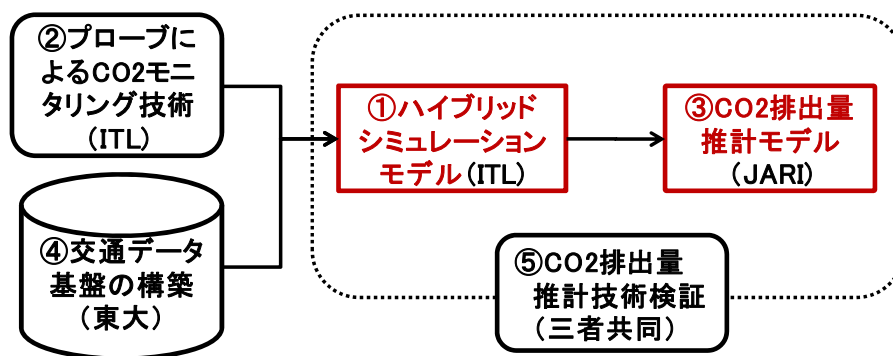
(4) 研究開発の方針

A) 評価ツールの開発

まず交通流シミュレーションにより交通流を推計し、次に車両 CO2 排出量モデルにより、得られた交通流における車両からの CO2 排出量を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、その差を CO2 を推定し、ITS 施策の効果を推定するモデルを構築する。またプローブにより現交通流の 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。

このモデルに入力するためのデータとして④交通データの基盤を構築する。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を開発する。

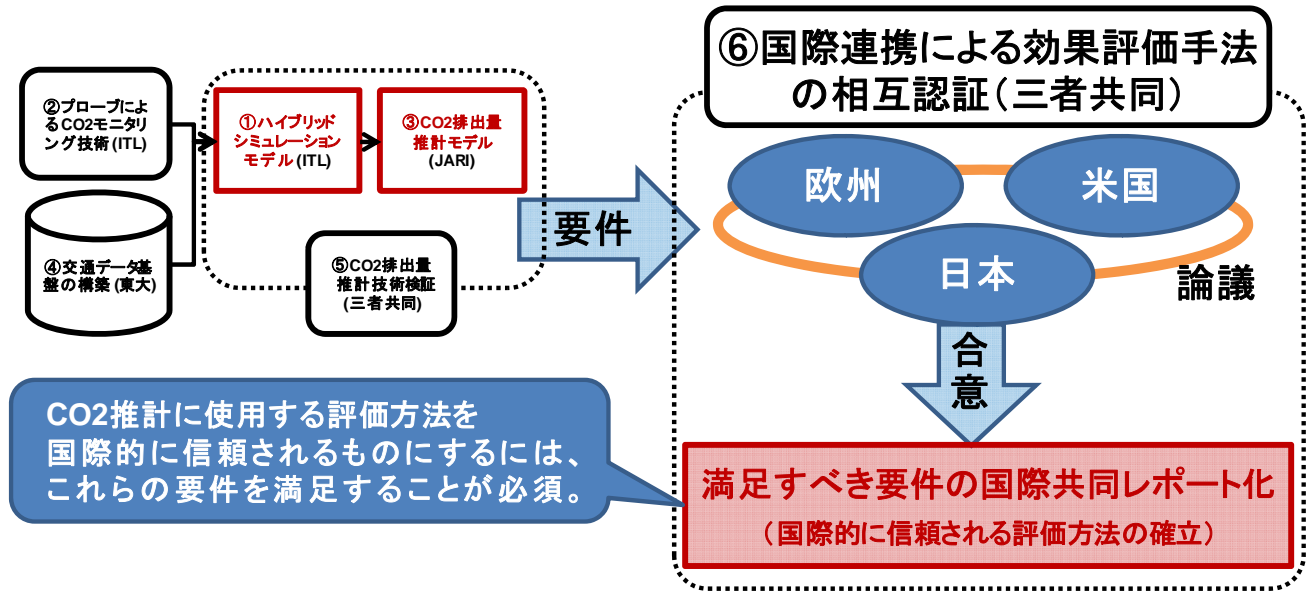


図Ⅲ. 3-4 ITS 施策による CO2 低減効果を評価するためのモデル構成

B) 国際的な合意形成

図Ⅲ. 3-5 に本研究開発で進めている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。欧米の政府・研究者との共同研究の枠組みを構築し、ITS 施策評価モデル開発の知見を活用し、「ITS 評価手法の検

証要件」を作成・提案し、了承を得る。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。



図Ⅲ. 3-5 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

(5) 開発目標

本研究開発全体及び各研究テーマの開発目標を示す。

表Ⅲ. 3-1 全体及び各研究テーマの開発目標

	中間目標	最終目標
全体	ソフトウェアのプロトタイプ completion 国際連携体制の構築	ソフトウェアの完成 ソフトウェアの備えるべき要件の国際的合意
①ハイブリッドシミュレーション技術開発	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の構築、及び広域都市圏シミュレーションモデルの完成 ②「プローブによるCO2モニタリング技術」、③「CO2排出量推計モデル」との連携技術の確立(その内容をドキュメントとして整備)	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完成
②プローブによるCO2モニタリング技術の開発	インフラセンサデータとプローブデータの融合、及びプローブデータのみによるCO2排出量推計手法の構築完了	CO2排出量モニタリングシステムのプロトタイプ完成 ビジネスモデルの実現可能性の提示
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	交通流に対応するCO2排出量を推定するソフトウェアのプロトタイプ完成	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
④交通データ基盤の構築	試行的な国際的なデータウェアハウスとして、International Traffic Database(ITDb)の立ち上げ完了 ITDbを使った利用頻度の高い分析を支援するソフトウェアの作成完了	国際的なデータウェアハウス(ITDb)の構築完了 データQualityをチェックするシステムの作成及び、提供されたデータQualityの評価システムの構築完了
⑤CO2排出量推計技術の検証	交通流シミュレーション、CO2排出量モデル、及びプローブによるCO2モニタリング技術等の検証を実施する際の条件整理と、各推計モデルや検証方法の課題分析完了	改良版の最終的な検証結果の整理完了
⑥国際連携による効果評価手法の相互認証	EU等の関連研究プロジェクトの研究者と、定期的な情報交換を行う体制の整備完了 国際的な議論の場の取り決めと定期開催 国際シンポジウムを1回開催	2回目の国際シンポジウム開催 EU等の関連研究プロジェクトの研究者と合意された効果評価方法を、国際共同レポートとして取りまとめ内外に発信

3.2 研究マネジメントの工夫と進捗状況

平成 20～22 年度の研究計画と進捗状況を表Ⅲ. 3-2 に示す。研究を加速するため研究開発マネジメントの工夫の代表例として下記 3 項目について述べる。

表Ⅲ. 3-2 実施計画と進捗状況



(1) 事例検討の実施

ITS 施策の効果評価手法の開発のため、交通流シミュレーション技術と車両 CO2 排出量技術を核としたツール開発を行なっている。隊列走行、エコドライブなど多量の 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、モデルの修整・改良を行なうことが不可欠である。

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 施策の3つの事例(エコドライブ支援、隊列走行、エコルート選択)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。平成 22 年 8 月末までに 3 つの実例について ITS 導入の効果評価を実施した。これにより3事例について CO2 低減効果が定量的に確認され、併せて計画より6ヶ月早く ITS 効果評価のためのツールのプロトタイプの完成を見た。

(2) 国内で利用可能なプローブデータの有効活用

現在、国内にはプローブ交通情報システムを活用したテレマティクスビジネスを展開している民間企業が複数あり、これは世界でも有数の規模となっている。これまでも、本研究開発では、モニタリング技術の開発・実用化に際して、自らプローブデータを収集するのではなく、すでにデータを収集しているこれら企業と連携することで、

より実現性の高いスキームを構築している。今年度は、官民で取り組まれている「社会還元加速プロジェクト」で、民間各社のプローブ情報を統合する取り組みと連携し、複数社からマイカープローブとタクシープローブのデータを調達して、広範囲かつ信頼性の高いデータ収集の効率的な実現を目指している。

(3) 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加速化を図った。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)。

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

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	委員	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
畠中 秀人	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	国立環境研究所
北村 明直	委員	ITS Japan
村重 至康	委員	株式会社 高速道路総合技術研究所 室長
山口 修一	委員	首都高速道路株式会社 総括マネージャー
大野 栄嗣	委員	社団法人日本自動車工業会 副部長
柘植 正邦	委員	本田技研工業株式会社
塚本 晃	委員	タクシープローブ実用化研究会
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
縄田 俊之	オブザーバ	経済産業省自動車課
奥井 貴雄	オブザーバ	内閣府
森實 克	オブザーバ	警察庁交通企画課
岡本 努	オブザーバ	警察庁交通企画課
井出 真司	オブザーバ	総務省移動通信課
星 明彦	オブザーバ	国土交通省技術安全部環境課
鈴木 延昌	オブザーバ	国土交通省技術企画課
金澤 文彦	オブザーバ	国土交通省 ITS 推進室
横山 英範	オブザーバ	東京都環境局

(2009年度)

3.3 研究開発成果

本研究開発の成果を以下に記述する。

3.3.1 ハイブリッドシミュレーション技術開発(担当、ITL)

(1) 研究開発項目

都市圏規模での CO2 排出量評価をマクロモデルで、その部分である地域規模での評価をマイクロモデルでそれぞれ分担し、全体での CO2 排出量を合理的に推計する「ハイブリッドシミュレーション」を開発する。

中間目標(平成22年度)

- ・ 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の構築、及び広域都市圏シミュレーションモデルの完成
- ・ ②「プローブによるCO2モニタリング技術」、③「CO2排出量推計モデル」との連携技術の確立(その内容をドキュメントとして整備)

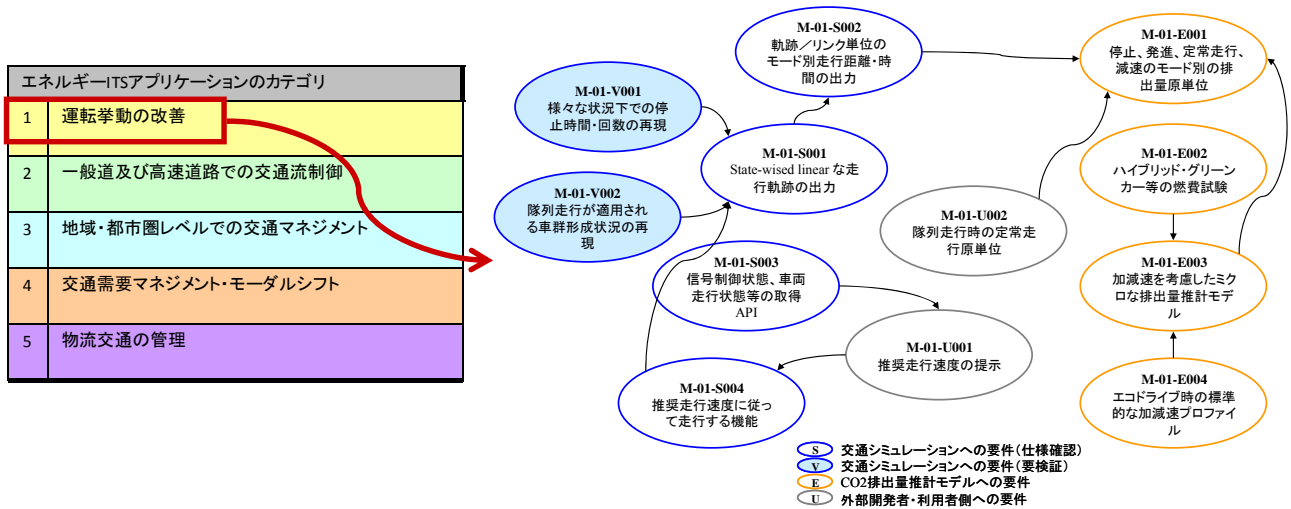
最終目標(平成24年度)

- ・ 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完成

(2) 研究開発の詳細

・ エネルギーITS 施策の効果評価リファレンスモデル提案

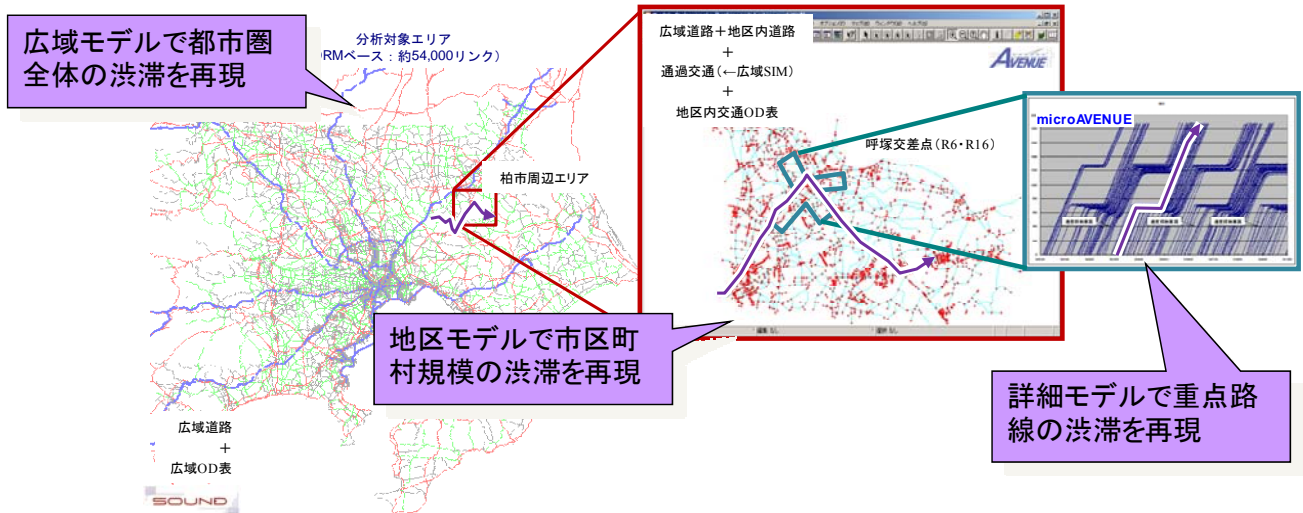
「エネルギーITS 施策」を CO2 削減メカニズムで類型化し、各類型について効果評価のリファレンスモデルを提示した(図Ⅲ. 3-6)。これらのリファレンスモデルは、国際連携において、議論の焦点を明確にし、具体的なソリューションを与えるべきトピックを明示するために有用なものである。



図Ⅲ. 3-6 シミュレーションによる評価手順のリファレンスモデル例

・ ハイブリッドシミュレーションフレームワークの構築

広域(マクロ)～地区(マイクロ)レベルの交通シミュレーションを連携させ、一括評価を行うハイブリッドシミュレーションのためのデータ作成、実行手続き、モデリング手法について、理論的な枠組みを構築し、それを実現するソフトウェアを開発した(図Ⅲ. 3-7)。



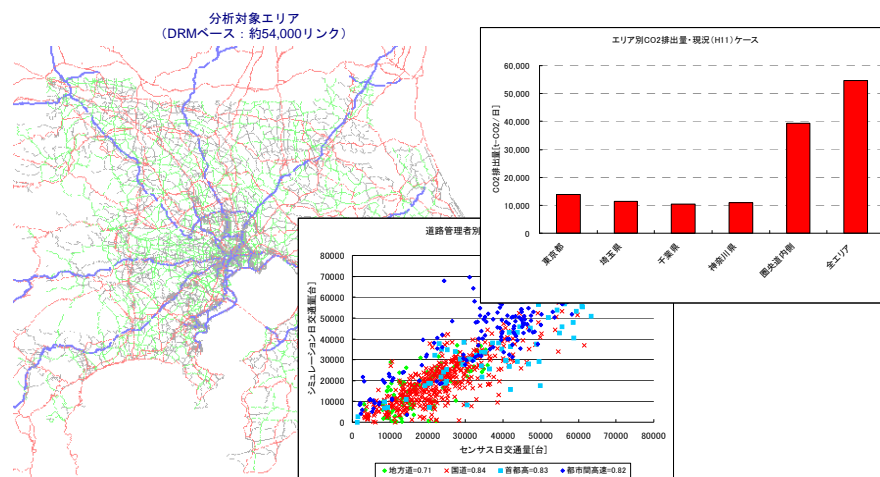
図Ⅲ. 3-7 広域～地区～詳細レベルの一括評価を行うハイブリッドシミュレーション

・ **CO2 排出量推計モデルとの連携技術の確立**

シミュレーションモデルと CO2 排出量推計モデルを、車両走行軌跡の時間・空間分解能の視点からクラス分類し、効果評価における両モデルの合理的な組み合わせを提示した。

・ **広域シミュレーションパイロットケースの実施**

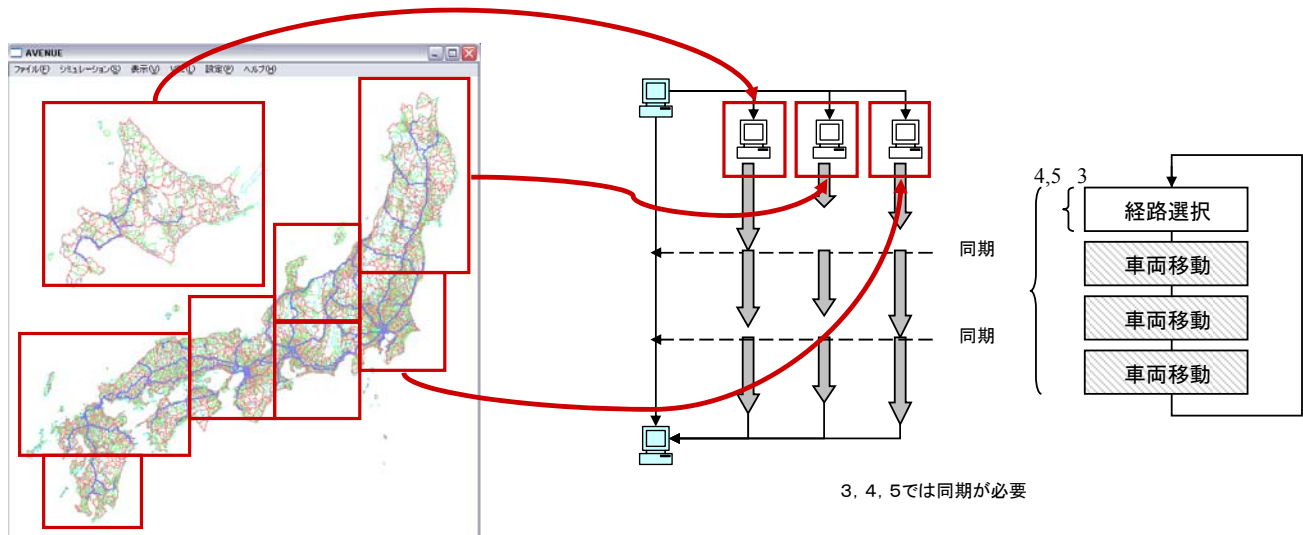
関東圏を対象とした 3000 万台/日規模の広域シミュレーションのパイロットケースを実施し、実用的なレベルで交通状況が再現できることを示した。これは、現在実現されているシミュレーションケーススタディとしては、世界でも有数の規模である。また、既往のマクロ CO2 推計モデルを利用して、関東一都三県での CO2 排出量を試算した(図Ⅲ. 3-8)。



図Ⅲ. 3-8 関東圏シミュレーション(左)での交通量再現性(中)と CO2 排出量試算結果(右)

・ **日本全国シミュレーションのためのグリッドコンピューティングソフトウェアの開発**

日本全国規模でのハイブリッドシミュレーションの実現には、計算時間の短縮とメモリ使用量の制約回避が不可欠なため、グリッドコンピューティングに対応可能なシミュレーションソフトウェアの並列化を行った(図Ⅲ. 3-9)。



図Ⅲ. 3-9 グリッドコンピューティングによる並列シミュレーション計算

・ エネルギーITS 施策の導入効果評価ケーススタディの実施

都市間高速道路での隊列走行システム導入、及び都市部におけるエコドライブ支援システムとエコルート推奨システムの普及による CO2 削減効果の評価のためのシミュレーションケーススタディを実施した。(3.4 成果のまとめ(1)ITS 効果評価事例検討結果、参照)

3.3.2 プローブによる CO2 モニタリング技術の開発(担当、ITL)

(1) 研究開発項目

既存のトラフィックカウンター等のセンサ情報や、プローブ交通情報を融合し、リアルタイムで都市圏全体の CO2 排出量を推計する「CO2 排出量モニタリングシステム」を開発する。

中間目標(平成22年度)

インフラセンサデータとプローブデータの融合、及びプローブデータのみによる CO2 排出量推計手法の構築完了

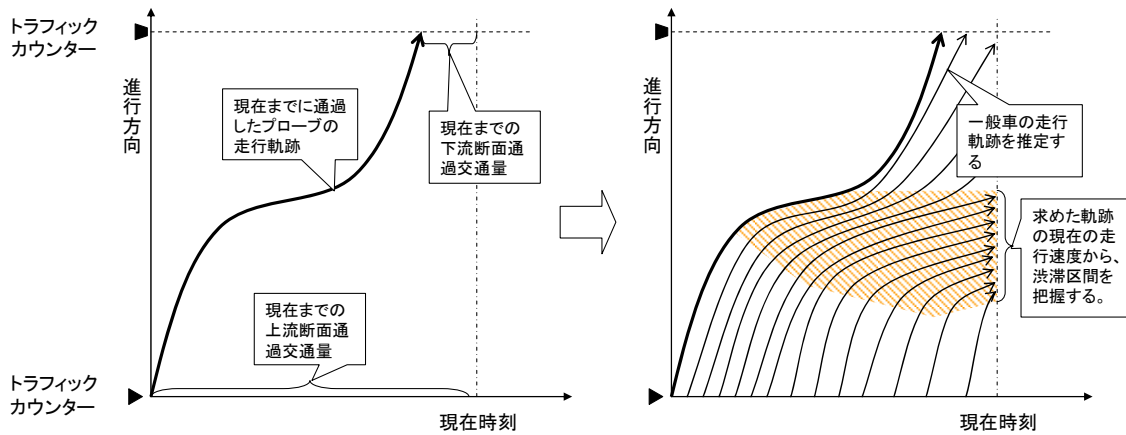
最終目標(平成24年度)

- ・ CO2排出量モニタリングシステムのプロトタイプ完成
- ・ ビジネスモデルの実現可能性の提示

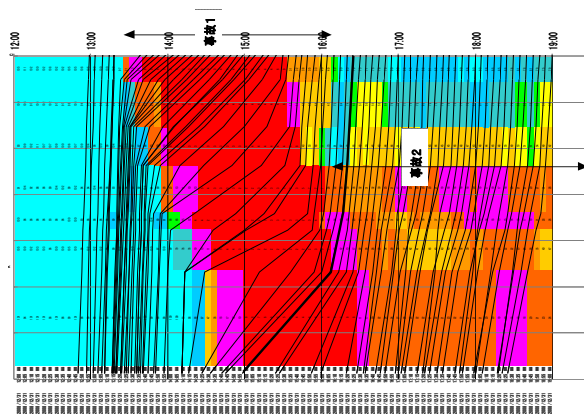
(2) 研究開発の詳細

・ インフラセンサデータとプローブデータの融合技術開発

高速道路を対象として、プローブデータと感知器データを時空間上で融合する手法(図Ⅲ. 3-10)を開発し、CO2 排出量モニタリングのデモンストレーション(図Ⅲ. 3-11)を行った。



図Ⅲ. 3-10 プローブデータと感知器データの時空間融合方式概念図

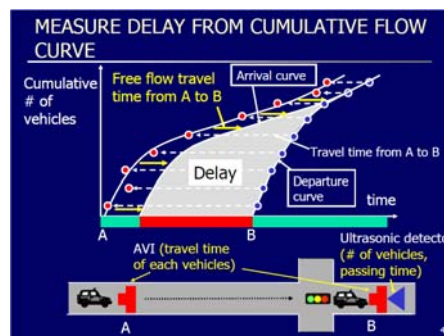


図Ⅲ. 3-11 高速道路でのデータ融合結果と CO2 推計マクロモデルによる排出量の試算

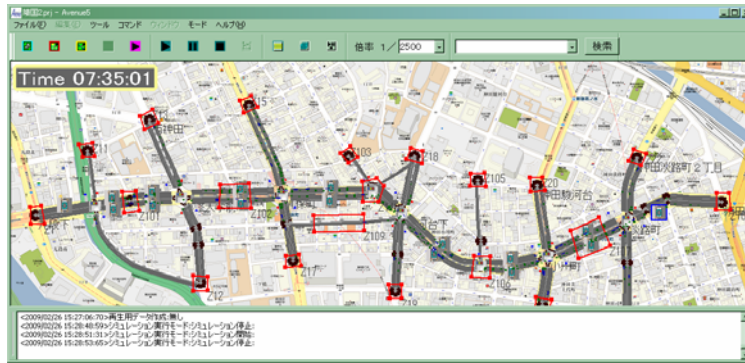
・ 信号制御へのプローブ情報活用可能性の検討

プローブ情報を活用した信号制御方式(図Ⅲ. 3-12)の評価プラットフォームを作成し、東京・靖国通りテストベッドで評価のデモンストレーションを実施(図Ⅲ. 3-13)した。

- 遅れ時間評価型リアルタイム交通信号制御方式『CARREN改』
 - ✓ 信号1サイクルで数台程度のプローブ混入率を想定。
 - ✓ 感知器で流出交通量を把握し、プローブ所要時間とあわせて、交通量累積図を流入路毎に作成。
 - ✓ 信号スプリット、オフセット、サイクル長を微修正し、遅れ時間が最小となる組み合わせを探索。
 - ✓ 最適制御パラメータを、次のサイクルに反映させる。



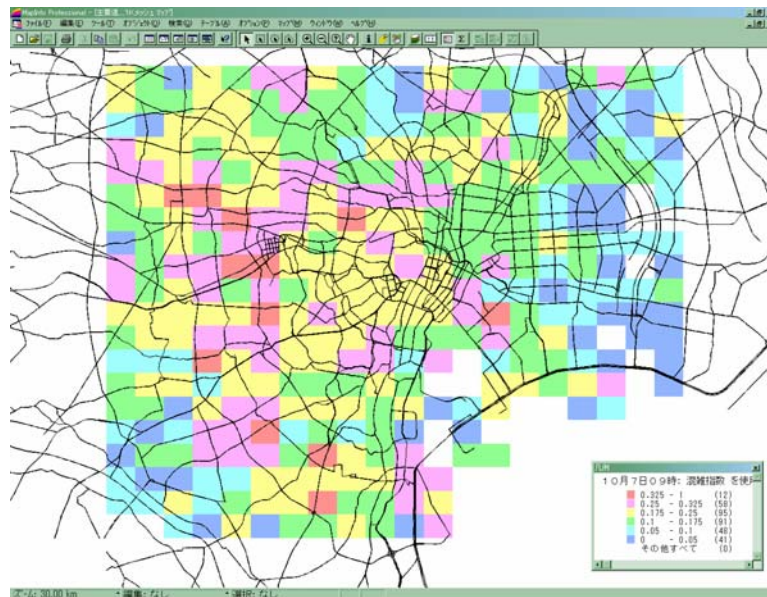
図Ⅲ. 3-12 プローブデータを活用した信号制御アルゴリズム『CARREN 改』の考え方



図Ⅲ. 3-13『CARREN 改』のデモンストレーションを行った靖国通りテストベッド

・ 一般道での CO2 排出量推計技術の開発

一般道では、インフラセンサデータの取得が困難であり、地域全体の CO2 排出量推計に必要な交通量の情報を補完するため、プローブデータから数キロ四方のエリアの流動性を示す指数を求め(図Ⅲ. 3-14)、これと広域交通シミュレーションで同じ場所の流動性指数が合致するよう、入力交通量を調整して、評価対象エリア全体の CO2 排出量を推計する手法を開発した。

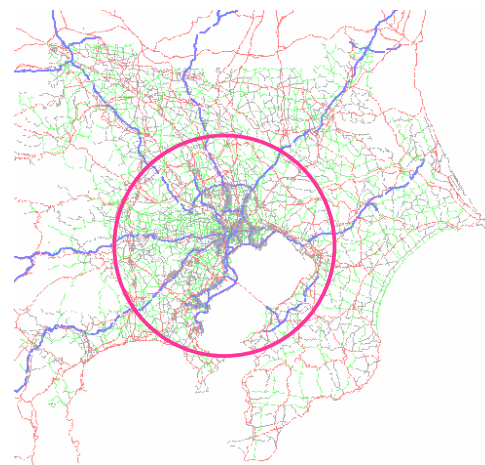


図Ⅲ. 3-14 プローブデータから求めたエリア流動性指数

・ 民間プローブデータの統合による広域プローブデータ活用技術の検討

現在、国内で事業展開している民間テレマティクス各社のデータを統合し、広範囲で品質の高いデータが取得できた場合のモニタリング技術への活用可能性を検討した(図Ⅲ. 3-15)。

	マイカー	タクシー
面的な 広がり	郊外・行楽地も カバー	都心部に高密度 で走行
時間的な 広がり	朝ピークに多い 休日に優位性あ り	平日中心 夜間の伸びあり



図Ⅲ. 3-15 民間プローブデータの統合によるメリットとデータ収集範囲

3.3.3 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)

(1) 研究開発項目

①「ハイブリッド交通流シミュレーション」から出力されるデータに対応した車両 CO2 排出量を推計するモデル開発する。

中間目標(平成22年度)

- ・ 交通流に対応するCO2排出量を推定するソフトウェアのプロトタイプ完成

最終目標(平成24年度)

- ・ 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

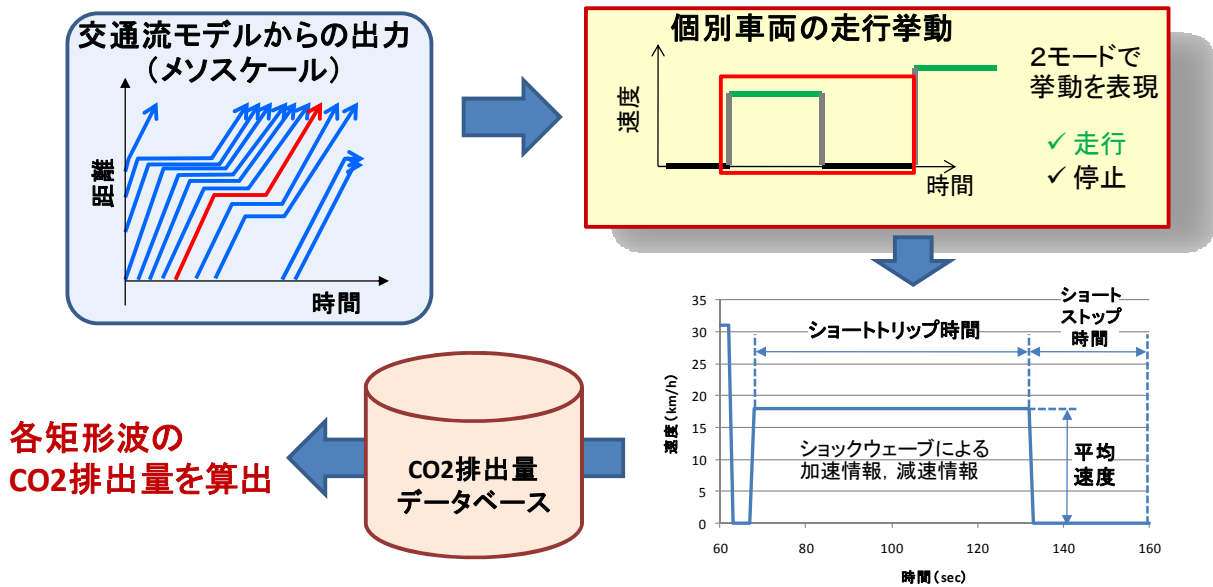
(2) 研究開発の詳細

CO2 排出量推計は、ハイブリッド交通流モデルより得られる交通流データを用いて、対象領域を走行する自動車からの CO2 排出量を求めるものである。

以下に記すサブモデルやデータベースより構成される CO2 排出量推計モデルのプロトタイプの構築を行った。

・メススケール CO2 排出量モデルの構築

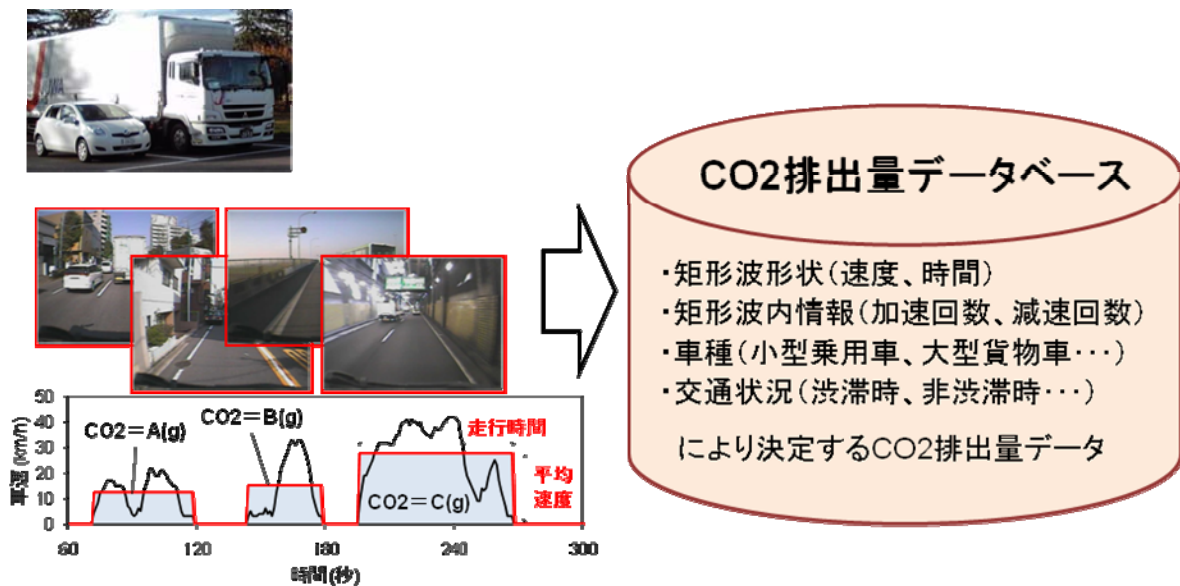
「①ハイブリッド交通流モデル」における交通流シミュレーション結果の出力は停止・定速走行の2モードの走行パターンであり、これを入力データとするメススケール CO2 排出量推計モデルのプロトタイプ構築を行った(図Ⅲ. 3-16)。



図Ⅲ. 3-16 メソスケール CO2 排出量推計モデルの概要

モデル上では停止・定速走行の走行パターンであるが、実際の走行挙動には CO2 排出量に影響を及ぼす様々な加減速も含まれる。これを考慮するため、都心および郊外の幹線道路、細街路、高速道路など種々の交通状況下における実走行挙動と CO2 排出挙動のデータを採取・解析し、ショートトリップ (発進から停止まで) の走行時間と平均車速、ショートトリップ内の加速・減速回数等を統計的に処理することにより、CO2 排出量データベースを構築し、これを利用することにより、実際の走行挙動を考慮可能なモデルとした。

このため、混雑度の異なる一般道路、高速道など様々な状況の路線を走行することにより、CO2 排出量データベースを構築した(図Ⅲ. 3-17)。

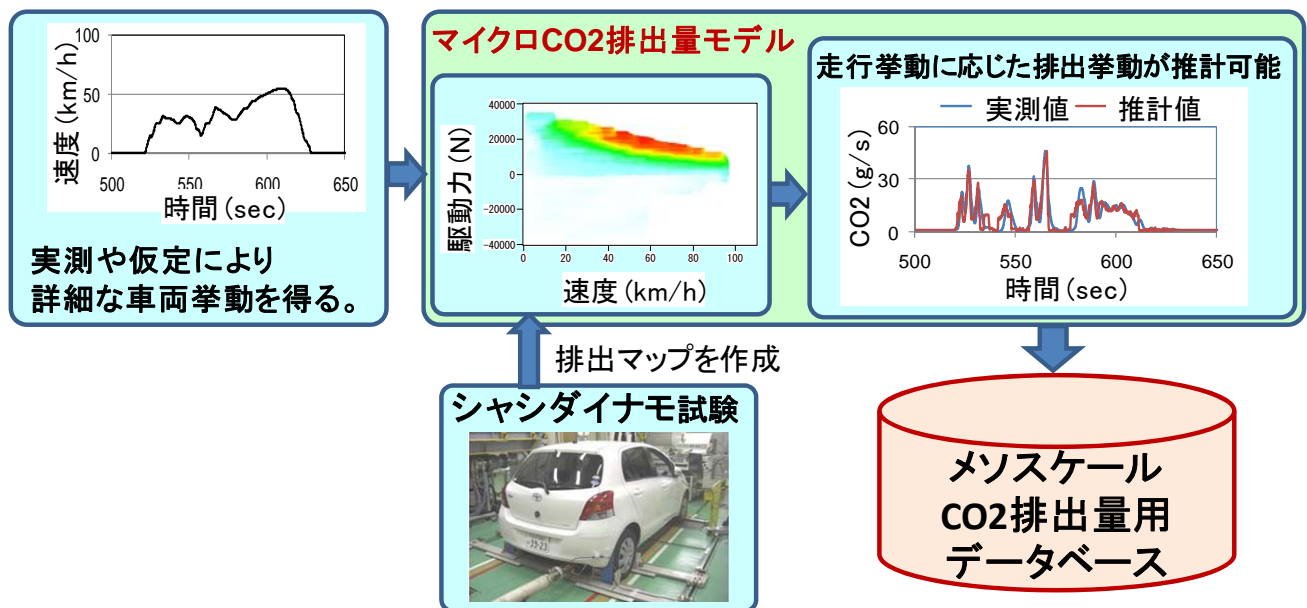


図Ⅲ. 3-17 実走行調査によるデータ採取と矩形波 CO2 データベース構築

・メソスケール CO2 排出量モデル用データの作成

前述のメソスケール CO2 排出量推計において適用される CO2 排出量データベースは、通常の走行挙動に関して構築されたものであるため、種々の ITS 施策のうち、エコドライブに代表される個別車両の走行挙動変化により CO2 排出量低減を図るものに対しての適用が不適切である可能性がある。このようなケースにおいて、メソスケールモデルを補正する CO2 排出量データベース作成のため、マイクロスケール CO2 排出量推計モデルを構築した(図Ⅲ. 3-18)。このモデルの構築のため、シャシダイナモメータによる試験を実施して、速度と車両駆動力(電気式ハイブリッド自動車の場合はバッテリーの充電状態も考慮)に対する CO2 排出マップを得た。

また、マイクロスケール CO2 排出量モデルへの入力データを得るため、個別車両の詳細な走行挙動を出力するマイクロスケール交通流モデルを適用した。

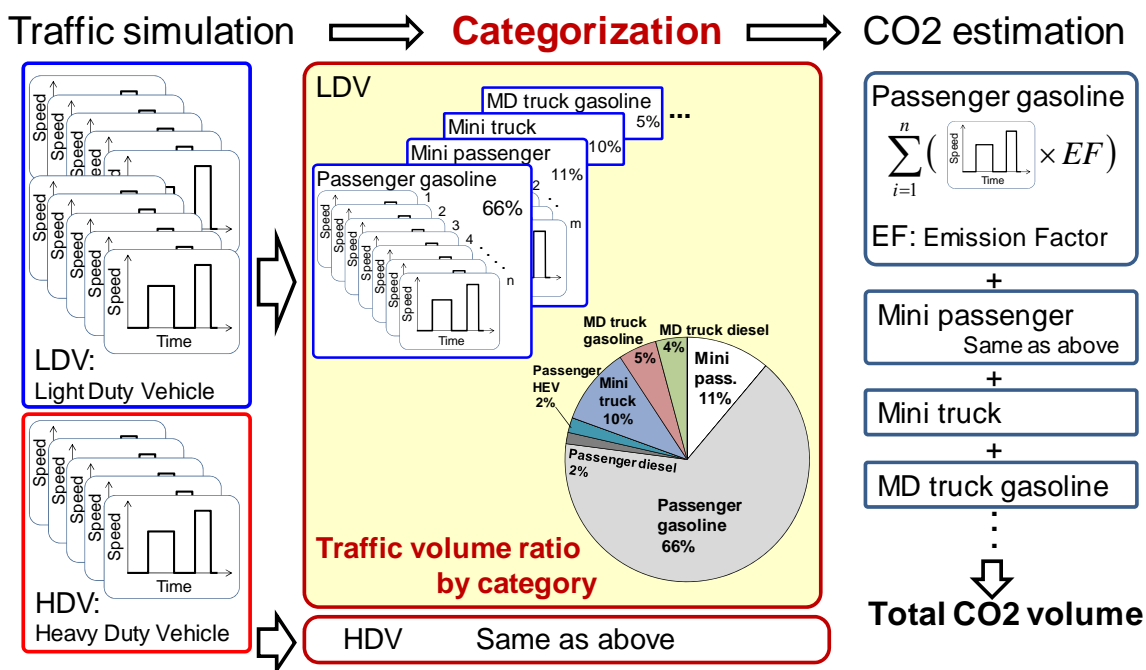


図Ⅲ. 3-18 マイクロスケール CO2 排出量推計モデルの概要

このモデルを用いることにより、任意の走行パターンの CO2 排出量推計が可能となるため、走行挙動が変化するような ITS 施策に対する CO2 排出量データベースの構築に活用可能であり、メソスケールの CO2 モデルを補完する役割を持つ。

・車種構成データの整備

上記の CO2 排出量推計モデルでは、ハイブリッド交通流モデルより出力されるデータを元に推計を実施する。交通流モデルにおいては、同様の車両挙動でグループ化した車種分類を適用するが、同じ走行挙動を取る車両においても、車種(乗用車や貨物車など)、燃料(ガソリン、軽油など)が異なると CO2 排出特性が異なっているため、CO2 排出量モデルでは、より細かい車種構成を考慮する必要がある。車種細分化の考え方を図Ⅲ. 3-19 に示す。



図Ⅲ. 3-19 車種別交通量割合とCO2 排出量算出の流れ

この車種細分化のために、CO2 排出特性に着目した車種分類を行い、既存の自動車保有台数データ、走行量調査データを元に車種毎の走行量比率を作成し、CO2 排出量推計に適用した。

3.3.4 交通データ基盤の構築(担当、東大)

(1) 研究開発項目

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構築し、効果評価手法の入力・検証データなどの効率的な活用資する。

中間目標(平成22年度)

- ・ 試行的な国際的なデータウェアハウスとして、International Traffic Database(ITDb)の立ち上げ完了
- ・ ITDbを使った利用頻度の高い分析を支援するソフトウェアの作成完了

最終目標(平成24年度)

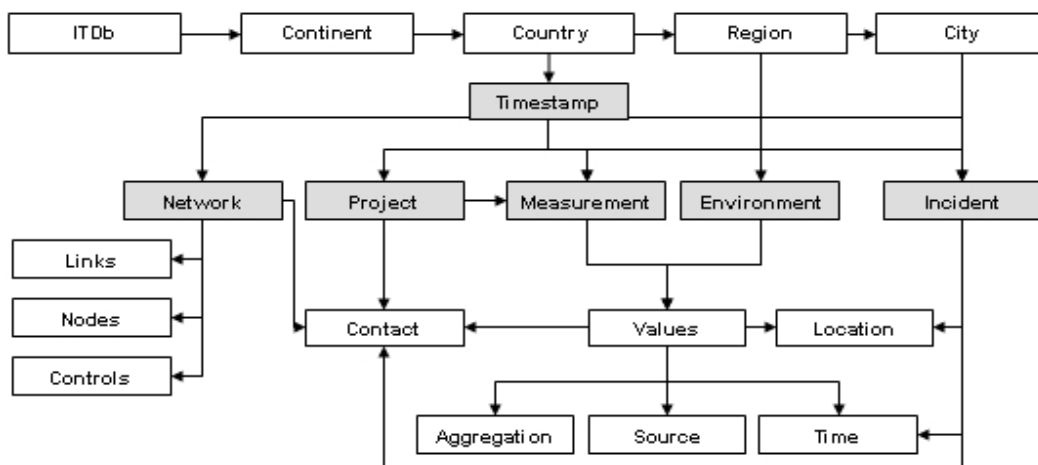
- ・ 国際的なデータウェアハウス(ITDb)の構築完了
- ・ データQualityをチェックするシステムの作成及び、提供されたデータQuality の評価システムの構築完了

(2) 研究開発の詳細

・汎用性の高いデータ構造の提案

プローブデータ、感知器データ、ビデオ画像データ、信号制御パラメータ、天候、人口、土地利用など、きわめて多様なデータが存在する。本年度は、まずこれら各種データのデータ特性(データ項目、フォーマットなど)について調査するとともに、専門家へのヒアリングを行った。その結果、図Ⅲ. 3-20のようなメタ情報の標準構造を提案した。各データのメタ情報は、Country 単位に整理され、その中の地域と時間ごとに network、projects、measurements、environment、incident という項目で整理されている。この構造は、利用者が即座に目的とす

るデータを見つけることができるように、しかもそのデータに関連するその他のデータも見つけやすいように提案するものである。



図Ⅲ. 3-20 メタ情報構造

このメタ情報の標準構造に従って、図Ⅲ. 3-21 のような最低限必要な標準メタ情報を提案した。計測自体に関連する情報、計測場所・日時、データ提供者情報などから構成されており、標準メタ情報の Format は、国際交通データベース (ITDb: International Traffic Database) のメタ情報探索エンジンに使用されている。

Location	Timestamp	Network
Asia	June 5th - June 11th	Metropolitan Expressway
Japan		Route 53
Kanto		Section 27
Tokyo		Outbound

Measurement	Contact
volume	University of Tokyo
speed	Institute of Industrial Science
occupancy	ITDb
events	

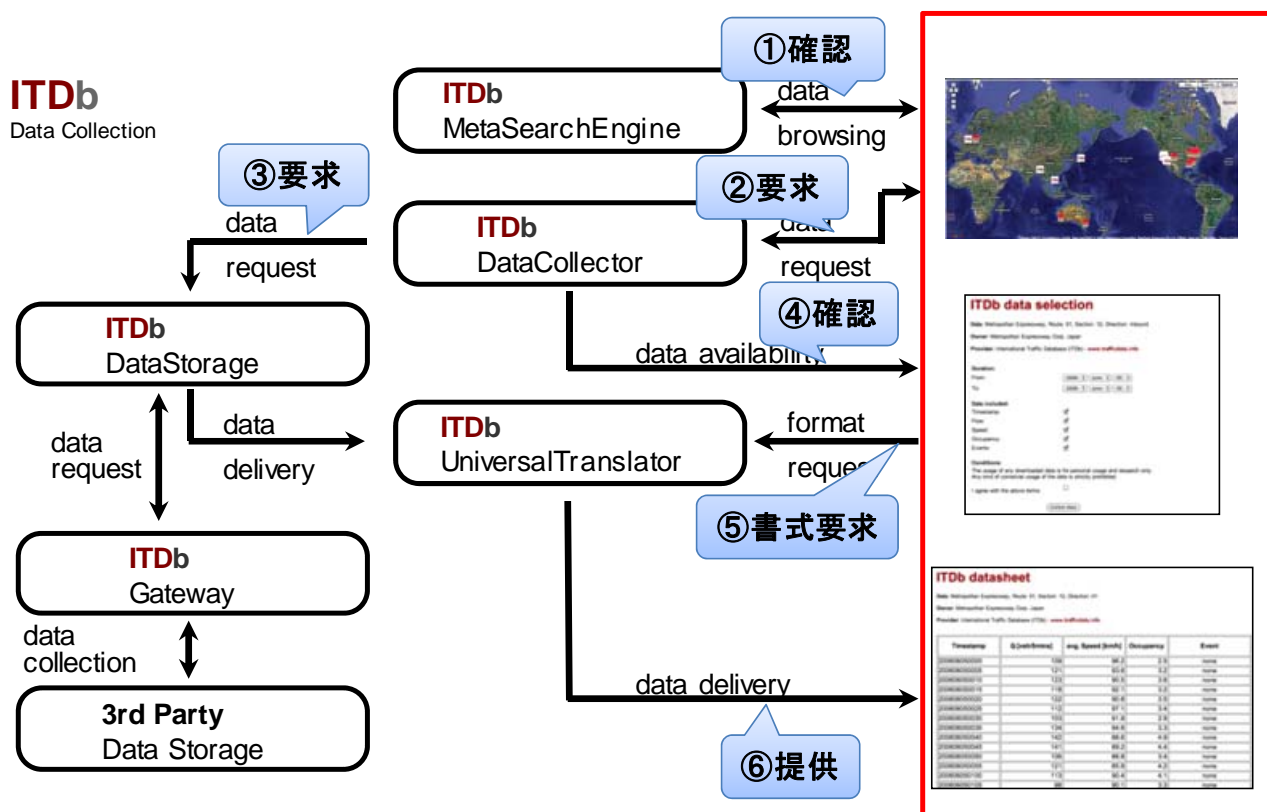
Query for Meta Information:
Is speed data on a Japanese Expressway in summer available?

図Ⅲ. 3-21 メタ情報の例

データベース全体の構造は、図Ⅲ. 3-22 のとおりである。赤枠内が利用者であるが、まず利用者は ITDb 上のマップで、どのようなデータが存在するのかを概観することができる。次に、ITDb に対してどのようなデータを手りたいのか具体的なリクエストを出すことができ、ITDb はリクエストに対応するデータが存在するかどうか返答する。このようなリクエストに対応するデータを検索しやすいように、図Ⅲ. 3-20 のメタ情報の構造を提案している。さらに、利用者は、どのようなフォーマットでデータを手りたいのかを ITDb に要求することができ、ITDb は要求されたフォーマットに従って Data Storage (あるいは ITDb とリンクが張られている外部の Data Storage) からリクエストデータを抽出して、利用者に提供する。

このように、赤枠内の利用者とは ITDb の間には Firewall を設けており、利用者は Data Storage には直接アクセスできないが、ITDb に必要なデータ項目とフォーマットをリクエストすることにより、希望するデータを手りする

ことができる仕組みである。



図Ⅲ. 3-22 データベース全体の構造

・国際ネットワークの構築

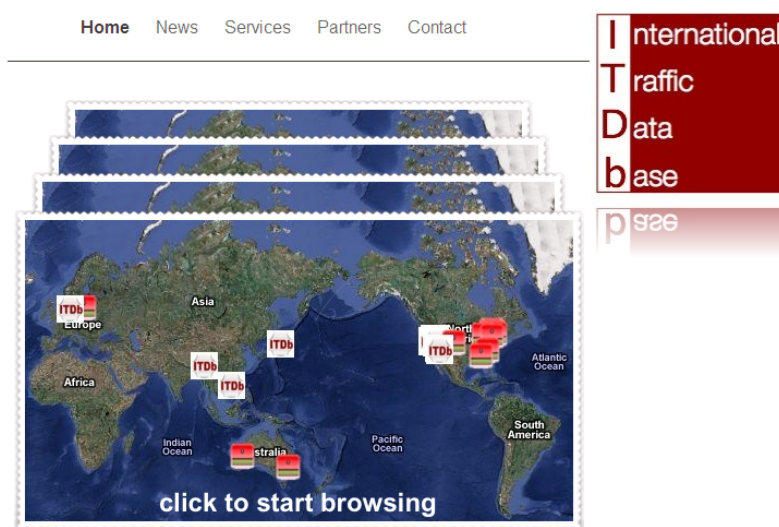
各国のデータ利用状況、データ公開状況を把握し、国際的なデータウェアハウスを構築する上で課題となる点を整理するために、次のような国際的な研究討議を行ってきた：

- 平成 20 年 9 月 4～5 日 Medevielle 氏、El Faouzi 博士 (INRETS) と打ち合わせ
- 平成 20 年 9 月 6 日 Edward Chung 博士 (EPFL) と打ち合わせ
- 平成 20 年 9 月 8～9 日 バルセロナで交通データに関する国際会議を開催。本国際会議は、スペインのカタロニア大学の Prof.Barcelo とともに、企画したもので、欧州、北米、オーストラリア、日本から多数の参加者を得た。
- 平成 20 年 11 月 16～23 日 ITS 世界会議出席, New York
ITE(Institute of Transportation Engineers, USA)にて講演
- 平成 20 年 12 月 8～11 日 NEARCTIS Workshop (INRETS, Lyon) にてプレゼン
- 平成 21 年 02 月 27 日 第 1 回 EC-METI Workshop 開催 (ITS Forum, 東京)
- 平成 21 年 09 月 21～27 日 ITS 世界会議出席, Stockholm
第 2 回 EC-METI Workshop 開催 (Stockholm)
- 平成 21 年 11 月 11～15 日 Hans van Lint 博士 (TU Delft) との打ち合わせ
第 2 回 NEARCTIS Workshop 参加 (London)
- 平成 22 年 03 月 22～26 日 第 3 回 EC-METI Workshop 開催 (Amsterdam)

また、ヨーロッパとの連携強化および提案データウェアハウスの国際的な利用促進のため、European Project である NEARCTIS、COST Action TU0702 の Associate Partner として参画することにした。これらの European Project では、プロジェクト内部のデータ流通のために提案しているデータウェアハウスである ITDb (正確には後述する myITDb) を活用してくれている。さらに、the PORTAL database in the United States、the Regiolab server of the Netherlands、ITDb in Japan という3つの交通情報 DB を統合しようと合意を得つつある。

・データウェアハウスの構築

提案したメタ情報と全体構造にしたがい、それを XML によって記載する ITDb の枠組み提案するとともに、ITDb の予備的な試験用を Web 上で開始した<<http://www.trafficdata.info/>>。図Ⅲ. 3-23 は、ITDb の Web 画面である。



図Ⅲ. 3-23 国際交通データベース(ITDb)の Web 画面

継続的に新しいデータを追加するとともに、ITDb の活用を促進させるために、特定のグループ内だけにデータを開示できるような myITDb を構築した(図Ⅲ. 3-24)。この myITDb を使って、我々のプロジェクトで収集した各種データを管理するだけでなく、EU project である NEARCTIS、COST Action TU0702 という 2 つのプロジェクトでもデータ管理に活用されている。



図Ⅲ. 3-24 myITDb の Web 画面

myITDb は、インターネットを使って特定グループ内のみにおいてデータのDBへのアップと共有を計れるもので、高いセキュリティに守られている。ログデータによれば、myITDb の開設と同時に、かなりの頻度で活用されており、アクセス頻度は着実に増加傾向にある。

さらに、ITDb をより魅力的にして活用を促すために、いくつかのデータ解析ソフトウェアの提供も開始した。図 III. 3-25 は、データの可視化と簡便な解析ツールとして開発している OpenEnergySim のディスプレイ画面で、画面を操作するユーザーとのインタラクティブな本システムでは、ITS 施策を導入した場合の利用者の反応などを観察することができる。



図 III. 3-25 交通行動モデル解析のための OpenEnergySim

3.3.5 CO2 排出量推計技術の検証(共同実施)

(1) 研究開発項目

CO2 排出量推計手法の信頼性を確保し国際的に信頼される効果評価手法を確立するため、交通シミュレーションモデルおよび CO2 排出量モデルの検証手法の検討を行う。

中間目標(平成22年度)

- ・ 交通流シミュレーション、CO2排出量モデル、及びプローブによるCO2モニタリング技術等の検証を実施する際の条件整理と、各推計モデルや検証方法の課題分析完了

(2) 最終目標(平成 24 年度)

- ・ 改良版の最終的な検証結果の整理完了

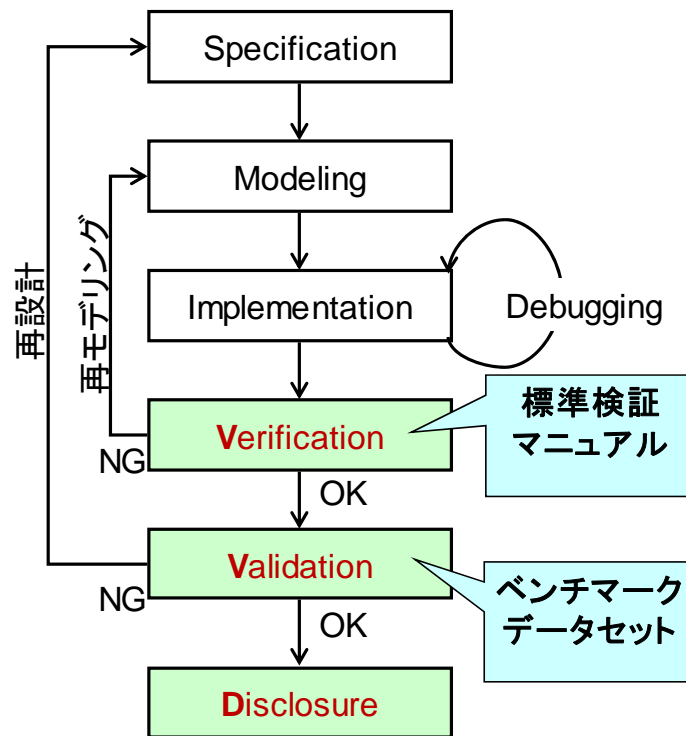
研究開発の詳細

・交通流シミュレーションの検証

本研究開発では図 III. 3-26 に示すように、基本検証(Verification)、実用検証(Validation)、情報開示(Disclosure)からなる検証手順を提案する。基本検証においては、モデルが考慮する特徴的な現象が顕著に出現するような仮想データセットをモデルに適用し、結果と理論値の比較を行う。実用検証においては、様々な現象が含まれる現実の状況を、モデル設定やパラメータのキャリブレーションにより再現できるかを評価する。

ここで扱う検証手法は、特定のモデルを前提とするのではなく、モデルの特性を明らかにし、その結果を開示することを要求するものである。これにより利用者は、開示された情報を元に各々のニーズに応じた適切なモデルを選

択することができる。



図Ⅲ. 3-26 検証手順

このうち基本検証(Verification)の段階で検証すべき項目としては、以下のようなものがあげられる。

交通流モデル単体として必要な項目

- a. 車両発生
- b. ボトルネック容量と飽和交通流率
- c. 渋滞の延伸と解消
- d. 合分流部の容量
- e. 信号交差点での右左折容量
- f. 経路選択挙動
- g. 車両走行軌跡(Piecewise Linear)

CO2 排出量推計モデルへの適用に必要な項目

- a. 車両走行モードの推定
- b. 構成車種の対応付け

東京・靖国通りのシミュレーションテストベッドを構築(図Ⅲ. 3-27)し、現況把握のための交通実態調査を行い、信号制御履歴データの入手等を実施した(図Ⅲ. 3-28)。

さらに実用検証に利用できる実測データを収集することを目的として、交通観測調査を企画・実施した(図Ⅲ. 3-29)。観測エリアは東京都世田谷区駒沢周辺、観測方法はビデオ観測およびプローブ走行であり、観測項目はビデオ観測による断面交通量とプローブ走行車両による GPS 位置、走行速度、3 軸加速度・角速度、前後車間距離等である。



図Ⅲ. 3-27 検証シミュレーション



図Ⅲ. 3-28 靖国通り交通実態調査エリア

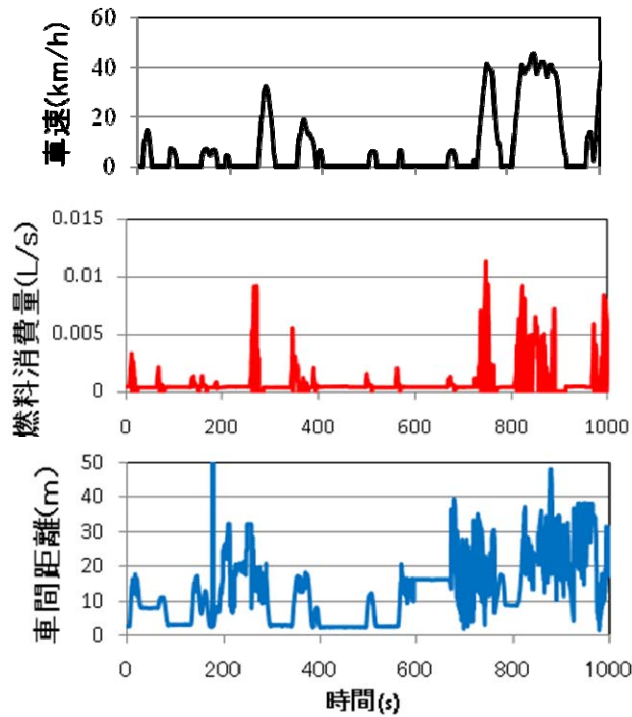


図Ⅲ. 3-29 駒沢周辺交通実態調査エリア

・CO2 排出量モデルの検証

CO2 排出量モデルの検証に用いるため、前述の駒沢周辺の観測調査(図Ⅲ. 3-29)にあわせてプローブ車両による走行調査を実施した。調査項目は車両速度、加減速度、燃料消費量等である。調査結果の一例を図Ⅲ.

3-30 に示す。



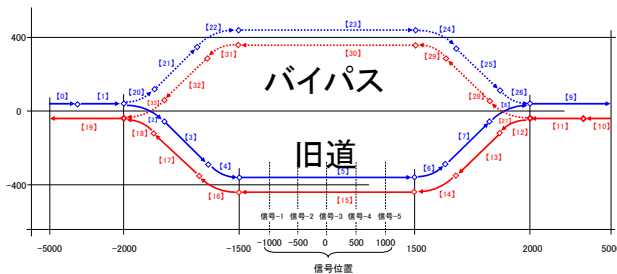
図Ⅲ. 3-30 プローブ車両による走行履歴データ

・交通流データの推計結果が CO2 排出量の計算精度に与える影響の検討

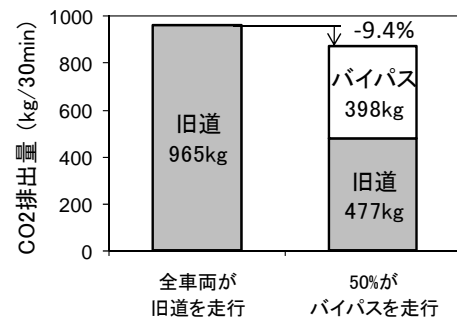
交通流シミュレーションおよび CO2 排出量モデルはそれぞれ一定の推定精度を持っているが、前者の推定精度がそのまま後者の推定精度を規定するとは限らない。許容される CO2 排出量の推定精度に対する、交通流の推定精度を把握しておくことで、効果的な推計作業が可能になるものと考えられる。ここでは仮想的な道路ネットワークを想定し、交通流モデルの推定精度が CO2 排出量の推定精度にどのような影響を与えるかの感度分析により検討している。図Ⅲ. 3-31 に想定したネットワークおよび、交通流を 2 ルートの間で変えた場合の CO2 排出量の変化を示す。

計算ケース(2種類)

1. 全車両が旧道(信号5箇所)を走行
2. 50%の車両がバイパス(信号無)を使用



排出量比較



図Ⅲ. 3-31 感度分析に用いるネットワークおよび CO2 排出量推計例

・国際的な合意形成

以上の検証手法について米欧と国際的な合意形成を行うにあたり、議論すべき点を整理した。主な論点は以下のとおりである。

- a. 交通流モデルおよび CO2 排出量モデルで標準的な検証項目は何か？
 - ✓ 交通流モデルでの標準的な検証項目の整理
 - ✓ CO2 排出量モデルでの標準的な検証項目の整理
- b. 検証プロセスのどれが共通／地域固有であるべきか？
 - ✓ 地域ごとの事情、異なる固有の状況の把握
- c. 検証結果どう開示するか？
 - ✓ 認証プロセスは必要か？
- d. どんなベンチマークデータセットが利用可能／必要か？
 - ✓ 既存のデータセットの把握
 - ✓ シミュレーションの領域・解像度との関係
 - ✓ 多くのモデルにとって汎用的な入力／出力項目は？
- e. 検証結果のばらつき／誤差の解釈方法は？
 - ✓ どのようなばらつき／誤差を考慮する必要があるか？
 - ✓ 試行回数はどうのように設定すべきか？
 - ✓ どの程度のばらつきや誤差なら、妥当な出力であると判断するか？

3.3.6 国際連携による効果評価手法の相互認証(共同実施)

(1) 研究開発項目

国際的に信頼される評価方法の確立のために、海外の政府機関や研究機関と連携して国際的なネットワークを促進し、本研究開発の実施内容を国際的に信頼される効果評価方法として確立し、国内外に向けた発信を行う。

中間目標(平成22年度)

- ・ EU等の関連研究プロジェクトの研究者と、定期的な情報交換を行う体制の整備完了
- ・ 国際的な議論の場の取り決めと定期開催
- ・ 国際シンポジウムを1回開催

最終目標(平成24年度)

- ・ 2回目の国際シンポジウム開催
- ・ EU等の関連研究プロジェクトの研究者と合意された効果評価方法を、国際共同レポートとして取りまとめ内外に発信

(2) 研究開発の詳細

・欧州とのネットワーク構築

経済産業省と連携して、欧州委員会(以下 EC: European Commission)が指名した研究者(ERTICO, INRETS, Peek Traffic BV, PTV)とのネットワークを構築した。

加えて EC は本研究開発との連携のために新たなプロジェクトの立ち上げを約束した(2009年に EC 内で提案

されたが不可となり、2010年再度提案の予定)。

また本研究開発の実施者である東京大学生産技術研究所桑原研究室は、欧州における先進道路協調交通マネジメントのためのネットワークづくりを目的とした NEARCTIS¹プロジェクトの協力パートナーに選定されており、平成20年12月に開催された同プロジェクトの国際会議において、本研究開発の成果を発表した。

・米国とのネットワーキング構築

経済産業省にて対応検討中の米国政府との連携と並行して、民間レベルのネットワークを構築した。具体的には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 CALIFORNIA PATH と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。

・国際的な論議の場の設定とその定期開催

上記により構築したネットワークを用いて日米欧の政府機関メンバーおよび研究者を集め、本研究開発の各分野の進捗を確認し今後の目標を決定する国際ワークショップを三年間で四回実施した。なお、より多くの関係者により効率的に出席してもらうため、ITS 関連メンバーが出席するフォーラム開催週にその会場そばで開催することとしている。

開催準備会議: 2008年12月・日本・欧州及び日本・米国間それぞれでの開催調整・ニューヨーク

第1回: 2009年2月7日・東京(日本: 6名・欧州: 3名・米国: 3名参加)

第2回: 2009年9月25日・ストックホルム(日本: 8名・欧州: 7名・米国: 2名参加)

第3回: 2010年3月23日・アムステルダム(日本: 6名・欧州: 11名・米国: 3名参加)

第4回: 2010年10月25-29日の間の一日・釜山(参加者は上記とほぼ同数の見込み)

第2回及び第3回のワークショップでは、交通流シミュレーションモデルの出力である交通状況について、その要件(時間的、空間的な解像度、車種や評価時期など)を整理したものを紹介し共通理解を得た。またCO₂排出量モデルについてはその算定コンセプトを紹介したが、交通流シミュレーションモデルの出力データ形態に対する意見が出され継続して検討することとなった。

また第3回ワークショップでは、交通シミュレーションモデルやCO₂排出量モデルなどの六つのサブトピック毎にそれぞれの地域の代表となる研究者を決定し、三者を中心に進捗を図りその成果をワークショップにて確認する形態をとることを確認した。

・第1回国際シンポジウムの開催

2010年10月には東京にて、これまでの研究の成果と今後の活動を広く紹介する第1回国際シンポジウムを開催する(聴衆は200名規模を予定)。開催日を釜山で実施される第17回ITS世界会議の前週の金曜日(10月22日)とし、連携をとっている政府機関メンバー及び研究者多数の登壇・参加を予定している。

¹ NEARCTIS: A Network of Excellence for Advanced Road Cooperative Traffic management in the Information Society の略。情報社会における先進道路協調交通マネジメントのための学術ネットワーク。
<http://www.nearctis.org/>

3.4 成果のまとめ

(1) ITS 効果評価事例検討結果

社会的に需要が大きく、効果が高いと考えられる 17 の ITS 施策(表Ⅲ. 3-4)から、特にニーズが大きい3つの事例について、作成した交通シミュレーションと車両 CO2 排出量推計モデルにより、CO2 低減効果の評価を検討した。ここでは、高速道路における隊列走行について試算結果を報告する。

表Ⅲ. 3-4 事例検討の対象とした ITS 施策

施策	事例内容
1. 走行方法の改善	1-1 ハイブリッド車の普及
	★ 1-2 エコドライブ支援
	★ 1-3 高速道路における隊列走行
	1-4 最高速度抑制(リミッタ装着)
	1-5 最高速度緩和
2. ボトルネック解消	2-1 サグにおける渋滞改善手法導入
	2-2 合流円滑化
	2-3 都市高速の信号機設置
	2-4 信号制御高度化
	2-5 グリーンウェーブ走行
3. 道路の有効活用	3-1 迂回経路誘導
	★ 3-2 カーナビによるエコルート提示
	3-3 プローブによる最適ルート提示
	3-4 通勤時間帯シフトによる交通量平準化
4. その他	4-1 特定地域におけるCO2排出量モニタリング
	4-2 モーダルシフト等による交通量削減
	4-3 ガソリン価格変更によるCO2排出量変動

・高速道路における隊列走行

東名高速(横浜青葉、沼津間)において、大型貨物車の 40%が 3 台 1 セットで隊列走行を実施するという仮定で CO2 排出量の変化を試算した。



図Ⅲ. 3-32 隊列走行

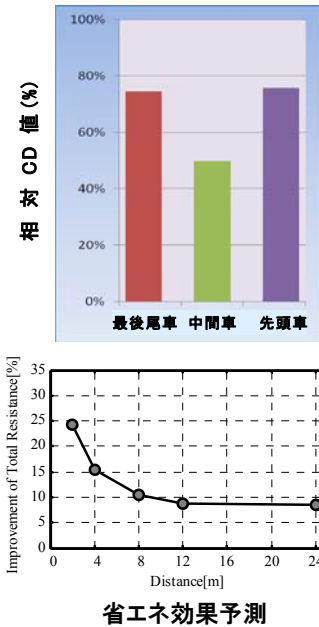
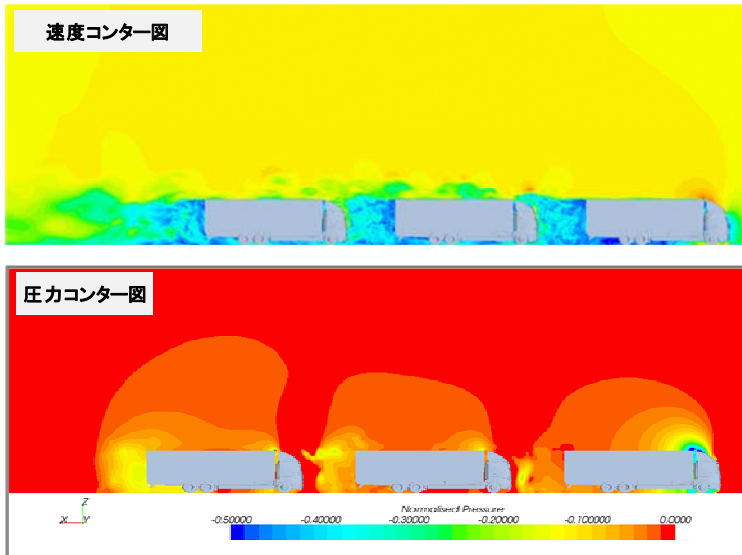
隊列走行時の車間距離は 10m(ケース1)と 4m(ケース2)の2条件とした。燃費に関する影響要因としては、空気抵抗削減と走行空間再配分効果の 2 要因を考慮し、流入流失ランプ前後の交通流乱れ、隊列形成に伴うロス等は考慮していない。

空気抵抗削減分については、研究開発項目①「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空気流体シミュレーションにより推定し(図Ⅲ. 3-33)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)。

■3台隊列の空気流体シミュレーション

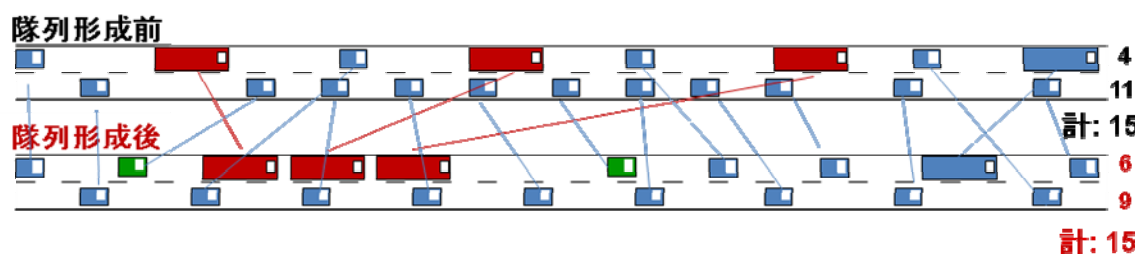
✓シミュレーション条件:

速度:80km/h, 隊列車間距離:4m-12m



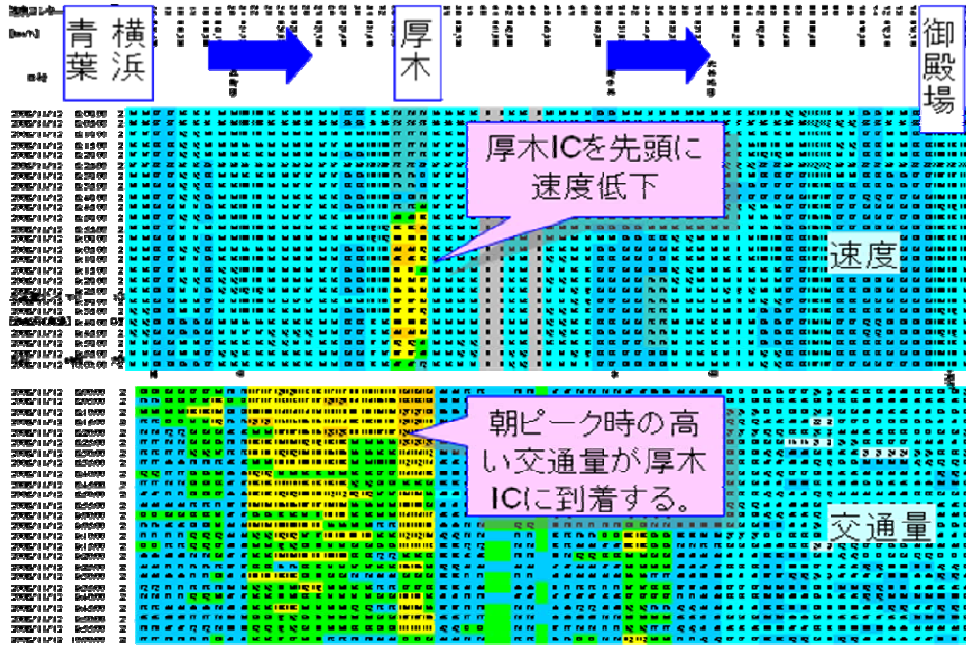
図Ⅲ. 3-33 空気抵抗削減効果推定のための流体シミュレーション

次に走行空間再配分の効果を図Ⅲ. 3-34 に示す。図中での走行車両数は、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、同車線に2台の乗用車(緑)が車線変更出来るスペースが生じ、車線利用の適正化による交通容量改善が図られる。また追越車線においても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。



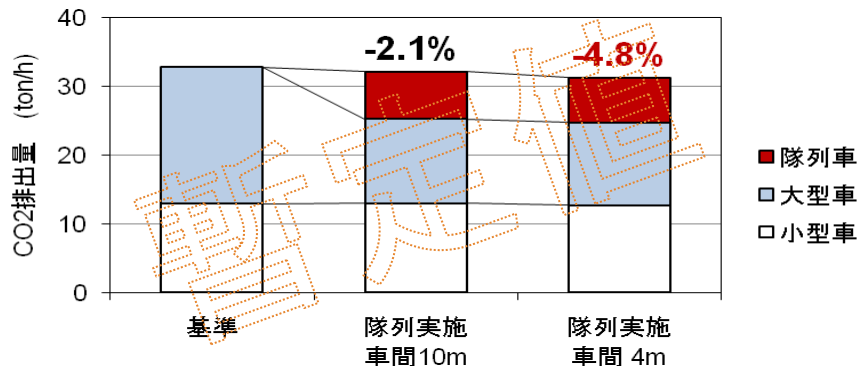
図Ⅲ. 3-34 走行空間の再配分

これらの効果を考慮した交通シミュレーションを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の交通状況(図Ⅲ. 3-35に横浜青葉・御殿場間を例示する)に適用し、基準状態およびケース1、ケース2について交通量の推計および CO2 排出量の推計を行なった。対象日は 2008 年 11 月 12 日(水)、対象時刻は朝のピーク時(8:00-10:00)を対象に計算を行い、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%)である。



図Ⅲ. 3-35 事例検討範囲

その結果、図Ⅲ.3-1に示すようにケース1(車間距離10m)でCO2排出量は2.1%減、ケース2(車間距離4m)で4.8%減と試算された。なお、CO2排出量低減分のうち、隊列走行による空気抵抗低減によるCO2排出量低減は、ケース1において2.0%のCO2低減をもたらす、走行空間の再配分による交通改善は0.1%のCO2低減をもたらすと推定された。同様にケース2においては、隊列走行による空気抵抗低減によるCO2排出量低減は、3.5%、走行空間の再配分による交通改善は1.3%のCO2低減をもたらすと推定された。



図Ⅲ. 3-36 隊列走行によるCO2排出量の変化(暫定値)

(2) 主な成果

A) 評価ツールの開発

- ・ 都市域に適用可能な、ITS施策の評価ツールのプロトタイプが完成した。
- ・ このプロトタイプ機能確認のため、三つの事例評価を実施しCO2削減量を推計した。
- ・ プローブによる交通流の推定システムを構築し、CO2モニタリング手法を確立した。
- ・ 交通データベースを稼働させ、国際的なデータ集積を推進した。
- ・ CO2精度検証のフレームワークを構築した。

B) 国際的な合意形成

- ・ 日米欧の共同研究の枠組みを構築した。
- ・ EU政府と関係を確立し、米国は大学関係者との関係を確立した(政府レベルは調整中)。
- ・ 研究開発項目ごとの責任者を日米欧それぞれ定め、定期的な会合を通じて、研究を促進させた。

(3) 中間目標・最終目標とその達成状況・評価

最終目標を達成するために不可欠な要件である中間目標につき、その達成状況を表Ⅲ. 3-5 に示す。中間目標の達成度は◎＝当初計画以上もしくは○＝予定通りであり、最終目標についても達成可能と判断する。

表Ⅲ. 3-5 開発目標に対する達成度

	中間目標	達成度
全体	ソフトウェアのプロトタイプの完成	○
	国際連携体制の構築	
①ハイブリッドシミュレーション技術開発	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の構築、及び広域都市圏シミュレーションモデルの完成	○
	②「プローブによるCO2モニタリング技術」、③「CO2排出量推計モデル」との連携技術の確立(その内容をドキュメントとして整備)	
②プローブによるCO2モニタリング技術の開発	インフラセンサデータとプローブデータの融合、及びプローブデータのみによるCO2排出量推計手法の構築完了	◎
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	交通流に対応するCO2排出量を推定するソフトウェアのプロトタイプ完成	○
④交通データ基盤の構築	試行的な国際的なデータウェアハウスとして、International Traffic Database(ITDb)の立ち上げ完了	◎
	ITDbを使った利用頻度の高い分析を支援するソフトウェアの作成完了	
⑤CO2排出量推計技術の検証	交通流シミュレーション、CO2排出量モデル、及びプローブによるCO2モニタリング技術等の検証を実施する際の条件整理と、各推計モデルや検証方法の課題分析完了	○
⑥国際連携による効果評価手法の相互認証	EU等の関連研究プロジェクトの研究者と、定期的な情報交換を行う体制の整備完了	○
	国際的な議論の場の取り決めと定期開催	
	国際シンポジウムを1回開催	

◎＝当初計画以上 ○＝予定通り △＝今年度末までに評価予定で、達成見込みあり ×＝未達

(4) 成果の公表

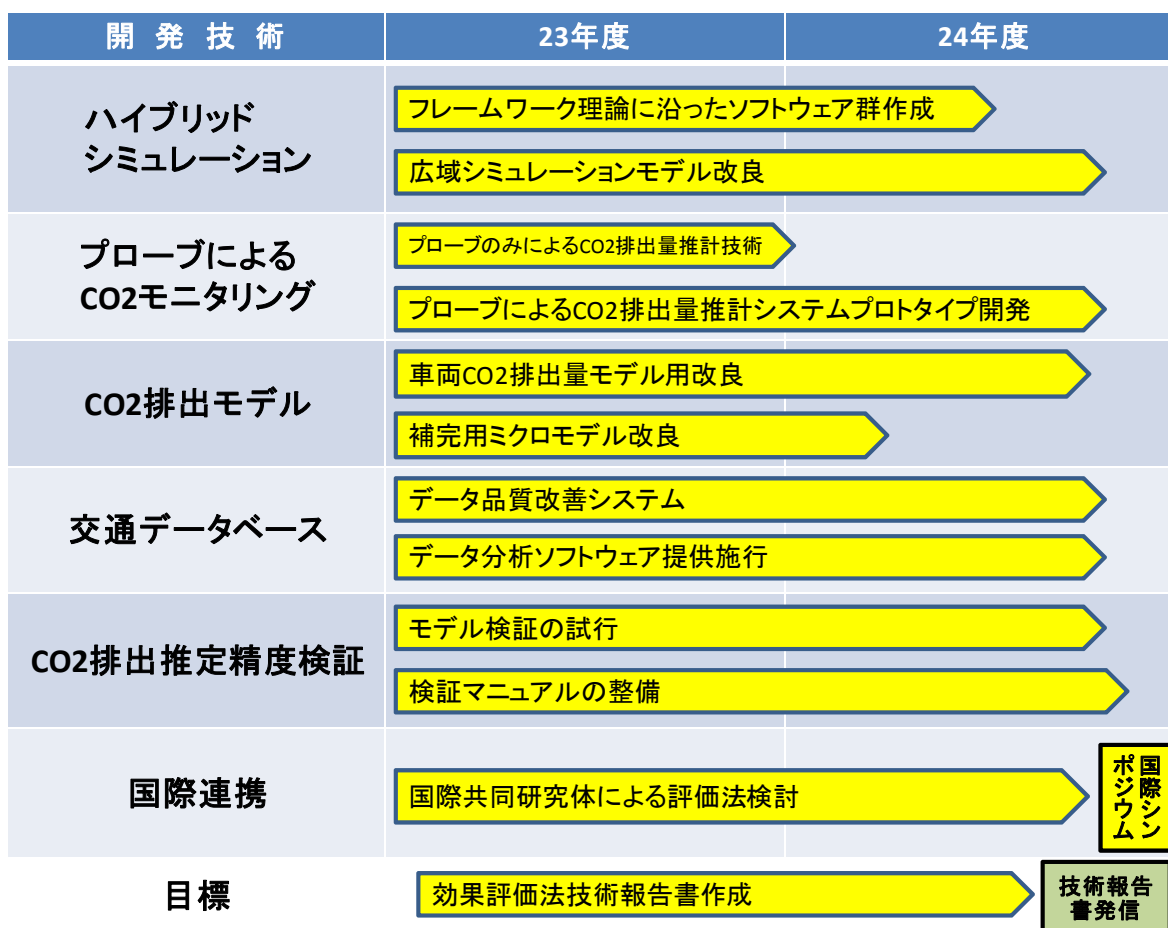
研究成果発表・講演(口頭発表も含む)

	2008年度	2009年度	2010年度	計
論文(査読あり)	—	—	10件	10件
研究発表・講演	5件	7件	3件	15件
TV放映・新聞掲載	3件	—	—	3件

3.5 今後の研究開発計画

表Ⅲ.3-6、表Ⅲ.3-7に示す日程にて、ITSによるCO₂低減効果の評価ツールを開発すると共に、日米欧の連携により国際的に信頼できる評価基準を確立する。

表Ⅲ.3-6 今後の研究計画概要



表Ⅲ. 3-7 今後の研究計画詳細

事業項目	平成 22 年 度	平成 23 年 度	平成 25 年 度
① ハイブリッドシミュレーション技術開発 ・ ハイブリッドシミュレーションソフトウェアの製作 ・ 日本全国シミュレーションの開発と実証 ・ ITS モデル都市における地域モデル適用と施策評価 ・ 交通流シミュレーション検証プロセスの構築と実施	→	→	→
② プローブによる CO2 モニタリング技術の開発 ・ プローブデータのみによる CO2 排出量推計手法の開発 ・ CO2 モニタリングシステムのプロトタイプ開発 ・ モニタリングビジネスモデルの実現可能性検討	→	→	→
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 ・ CO2 排出精度向上のためのデータ拡充 ・ メソスケール CO2 排出量推計モデルの精度向上 ・ マイクロモデルによるメソモデルの補完	→	→	→
④ 交通データ基盤の構築 ・ データ収集 ・ データウェアハウスの国際化 ・ データウェアハウスの活用促進 ・ データ Quality 管理システム ・ ビジネスモデルの提案	→	→	→
⑤ CO2 排出量推計技術の検証 ・ 国際的な合意形成 ・ ベンチマークデータセットの整備 ・ モデル検証の試行 ・ 検証結果の開示方法の検討 ・ 検証マニュアルの整備	→	→	→
⑥ 国際連携による効果評価手法の相互認証 ・ 第 2 回国際シンポジウム開催 ・ 国際共同レポートの配信			→ →

①ハイブリッドシミュレーション技術開発

- ・ ハイブリッドシミュレーションソフトウェアの製作

これまでに検討したハイブリッドシミュレーションの理論フレームワークに沿って、プロトタイプとして作成しているソフトウェア群を統合し、実用レベルのソフトウェアを作成する。

- ・ 日本全国シミュレーションの開発と実証

日本全国の主要な道路を全て網羅し、一括でシミュレーションを行うソフトウェアを作成すると共に、実用的な精度で現状の渋滞状況を再現するデータセットを構築する。

- ・ **ITSモデル都市における地域モデル適用と施策評価**

社会還元加速プロジェクト等の外部の活動と連携して、ITSモデル都市に選定されている地域で具体的に計画されているITS施策の省エネ・CO₂削減効果を推計する。

- ・ **交通流シミュレーション検証プロセスの構築と実施**

事業項目 5 と連携し、交通流シミュレーションの標準検証プロセスをマニュアル化すると共に、開発したモデルの検証を実施する。

②プローブによるCO₂モニタリング技術の開発

- ・ **プローブデータのみによるCO₂排出量推計手法の開発**

交通シミュレーションを利用して、プローブデータのみから地域全体のCO₂排出量を推計・モニタリングする手法を確立する。

- ・ **CO₂モニタリングシステムのプロトタイプ開発**

これまでに開発した手法をソフトウェア化し、リアルタイムに地域のCO₂排出量を「見える化」するシステムのプロトタイプを作成する。

- ・ **モニタリングビジネスモデルの実現可能性検討**

上記プロトタイプシステムが実用化されたとき、ビジネスとして持続可能なサービスとなるビジネスモデルを検討する。

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

- ・ **CO₂排出精度向上のためのデータ拡充**

走行パターン／CO₂排出量データベース拡充のための走行試験等の実施、結果解析、およびデータベース構築。

- ・ **ハイブリッドシミュレーションに対応したCO₂排出モデルの精度向上**

ハイブリッド交通流シミュレーションより得られる情報の詳細化に対応した推計精度の向上。

- ・ **マイクロモデルによる補完データベース構築**

マイクロ交通流シミュレーションを利用した、多様なITS施策に対応するCO₂排出量データベースの構築。

④交通データ基盤の構築

- ・ **データ収集**

引き続き、国内および海外の交通関連データを国際ネットワークを通して収集する。我が国のデータについては、内閣府の社会還元加速プロジェクトでITDbの利用を依頼する。海外については、国際連携先のEuropean Projectを通じたデータ収集、およびUSAとの連携を強化しながら収集に努める。

- ・ **データウェアハウスの国際化**

これまでに提案し試験運用を進めてきたITDbと、the PORTAL database in the United States、the Regiolab server of the Netherlandsというアメリカとヨーロッパの交通情報DBを統合しようと合意を得つつあるので、これを促進してデータウェアハウスの国際化を図る。

- ・ **データウェアハウスの活用促進**

ITDb および myITDb の利用状況をモニターするとともに、利用・データ提供のインセンティブを向上させられるソフトウェアを利用者及びデータ提供者に供与し、データウェアハウスの活用促進を促す。たとえば、交通データを簡便に処理して各種のとう計量を算出するソフト、交通行動解析に有用なツールと考えられる OpenEnergySim の開発などを促進する。

- ・ **データQuality管理システム**

データの質をチェックするシステムを作成して、提供されたデータ Quality を評価するシステムを構築するとともに、データ Quality 評価結果をデータ提供者に Feedback し、Quality の改善を促すシステムを提案する。

- ・ **ビジネスモデルの提案**

本研究開発終了以降も継続して本システムが運用できるように、ビジネスモデルの提案を行う。

⑤CO2排出量推計技術の検証

- ・ **国際的な合意形成**

検証手順および検証項目について、米欧との国際的な議論を通じて合意形成を行う。

- ・ **ベンチマークデータセットの整備**

各種フィールド実測データの整正を行い、標準的な検証に利用可能なベンチマークデータセットとして整備する。

- ・ **モデル検証の試行**

提案する検証手順に基づき、交通シミュレーションモデルおよびCO2排出量推計モデルの検証を試行する。これを通じて、一連の手順に不備などがいないかを確認し、必要に応じて検証手順の修正・更新を行う。

- ・ **検証結果の開示方法の検討**

各モデル開発者により行われるモデルの検証結果について、透明性・公平性等に配慮し、モデル使用者の判断に資する適切な開示方法を検討する。

- ・ **検証マニュアルの整備**

以上の一連の検証作業の手順を取りまとめ、検証マニュアルとして整備・発行する。

⑥国際連携による効果評価手法の相互認証

- ・ **第2回国際シンポジウム開催**

第1回で紹介した研究成果をふまえて米欧の連携研究者とともに、今後2年間(平成23・24年度)で効果評価手法として満足すべき要件を詰める。その研究成果を発表する場として平成24年度の下半期に第2回国際シンポジウムを開催し、広くその情報を紹介する。

- ・ **国際共同レポートの配信**

欧米の連携研究者と合意された効果評価手法として満足すべき要件を、国際共同レポートとして取りまとめ内外に発信する。

IV 実用化、事業化の見通しについて

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、事業化の見通しについて、概要を以下に示す。

研究開発項目① 「自動運転・隊列走行技術の研究開発」

本プロジェクトの最終年度にはパイロットシステムとしての基本システムが完成し、公開実証実験を行う予定であるが、実用化システムとして社会に導入していくためには、実際に商品を提供するトラックメーカーや部品メーカーが量産仕様で安全性・信頼性を確保し、コストや耐久性等の課題を解決する必要がある（5～10年程度必要）。そのため、後継プロジェクトとして実証事業を計画し、大臣認定取得後、実路を利用する試験等で信頼性・安全性の確認を行うとともに社会受容性の調査を行いたい。また、この間に必要な法体系の見直しや整備を行う。次のステップとしては、助成事業への展開を含めて民間で商品化・事業化開発を行い、実用化・普及へつなげる。

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。

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」

現在開発中の技術は、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であるあり、以下の事業化が考えられる。

- ・標準全国シミュレーションを活用したITS技術評価と国内排出量取引の促進
- ・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

次ページ以降に、各研究開発項目の詳細を示す。

1. 自動運転・隊列走行技術の研究開発

1.1 実用化、事業化の見通し

本プロジェクトでは、道路交通分野における省エネ施策の一つとして、高速道路における自動運転での隊列走行技術を開発している。この技術が実用化されることにより、幹線物流の省エネ・省人化が図られるとともに、要素技術の普及展開により、道路交通システムが大きく変わることが期待される一方、実用化に向けては関連法整備や社会的受容性など技術開発以外の課題もある。

こうした点を鑑み、実用化、事業化に向けての道筋を以下のように考えている。

(1) 隊列走行の実用化に関する考え方

現在の道路交通法、車両の保安基準等では、自動車の運転は人間が行うことを前提としており、電子システムはあくまでその支援装置としての位置づけで認められているため、トラック幹線物流においても、いきなり隊列走行システムが導入されるのではなく、①まずは、ACC（アダプティブクルーズコントロール）が高度化したものなど、安全運転支援システムが個別のトラックに導入されるようになり、②その後、先行車両との間で車車間通信を用いて、省エネに効果がある車間距離20m前後で安全な走行を実現する運転支援システムが導入され、その後本プロジェクトで開発した隊列走行システム（コンセプトY）が導入されると思われる。

自動運転・隊列走行システムの導入ステップとしては、③まずは予測不能の緊急時にドライバによって危険回避できる限界と思われる車間距離10m程度で導入され、課題の抽出と対応を行ったのち、④省エネ効果が高い車間距離4m程度の隊列走行システムが、社会実験を行った上で導入されるものと想定している。

なお、将来的には、隊列走行の後続車両にはドライバが乗車しないモード（コンセプトZ）の導入を想定しているが、道路インフラ（専用レーン）の整備や法整備など社会的受容性の課題もあり、現時点ではその時期は明示できない。

(2) 道路インフラに関する考え方

本プロジェクトで開発している隊列走行システムは、基本的には道路インフラの助けを借りることなく、車両自律の機能で自動運転を実現しているが、隊列走行用道路地図情報（道路線形、勾配等）の取得面や、一般車両との混合交通における安全管理上の情報提供装置等の整備面を考えると、安全上の課題が少なく、かつ物流面での効果が見込まれる路線から段階的に実用化することが効率的と考える。そうした面では、現在工事中の新東名高速道路や圏央道等、新しくできる高速道路から導入し、計画的に隊列走行が可能な高速道路ネットワークを広げていくことが望ましい。

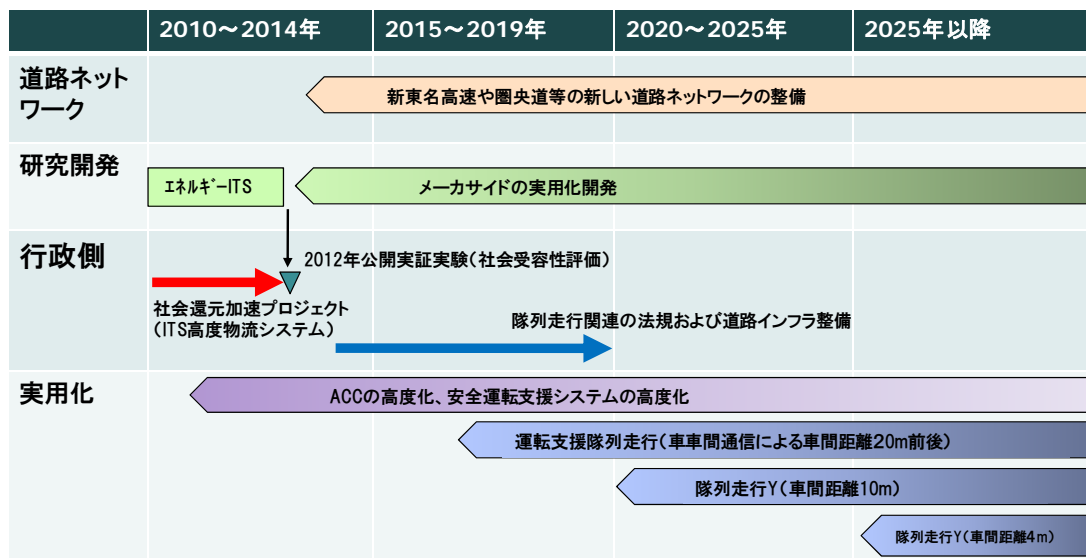
(3) 研究開発に関する考え方

本プロジェクトの最終年度の平成24年度には、パイロットシステムとしての基本システムを完成させ、公開実証実験を行うことにより本システムの是非を世に問う計画であるが、実用化システムとして社会に導入していくうえでは、実際に商品を提供するトラックメーカーや部品メーカーが量産仕様で安全性・信頼性を確保し、コストや耐久性等の課題を解決した上で実用化

を図る必要があり、メーカーサイドでの実用化開発が5年～10年必要になると考える。

(4) 実用化、事業化に向けてのロードマップ

上記(1)から(3)項の考え方を踏まえたロードマップを図IV-1に示す。



図IV-1 実用化、事業化に向けてのロードマップ

(5) 実用化、事業化に向けての課題

(a) 道路交通流への影響(安全性等)

ロードマップに示すように、隊列走行の実用化当初は、一般車両との混在走行(隊列走行車優先レーン)になると想定しているが、3台もしくは4台の隊列走行車両が混入することによる既存の道路交通流への悪影響を避ける必要がある。

1つは、インターチェンジ(IC)、サービスエリア(SA)、パーキングエリア(PA)から本線に流入してくる一般車両への影響であり、安全かつ円滑に合流させる必要がある。

また、一般車両との混在走行を行う場合の隊列形成(あるいは離脱)は、本線上で行うこととなるが、トラックの運動能力や積荷の積載状況が隊列の順序に影響するため、既に隊列を形成している車両の間に割り込む場合や、先頭や最後尾につく場合など、隊列形成のケースを想定した上で、極力交通流に影響を及ぼさないような手順と影響を検討しておく必要がある。

さらに、一般車両が3台もしくは4台の隊列走行車両を追い越す場合に、相当の時間と距離が必要になるため、特にICやSA、PA付近においては、一般車両の割り込みを検知して、車間距離を広げるなど、安全性を確保する検討が必要である。

(b) 物流事業者に対する受容性

実際に隊列走行を導入するのは物流事業者であり、物流ビジネスの実態を踏まえた上で物流事業者に買っていただけるような隊列走行システムのメリットを顕在化することと、そのメリットに見合う車両価格になるような車両をトラックメーカーに開発していただく必要がある。

る。

また、隊列走行車両を運転するドライバーの受容性も重要であり、トラックのドライバーが安全かつストレスなく運転できるようなシステムを構築するとともに、緊急時を含めて安心して利用できるようにドライバーとシステムのインタフェース（HMI）を構築する必要がある。

（c）現行法規への対応と法規改正の必要性

隊列走行を実現する上で大きく影響する法規が2つある。1つは、道路交通法であり、安全な車間距離を保持することが定められているため、隊列走行システムの場合の安全車間距離について関係当局のコンセンサスを得る必要がある。また、現行の道路交通法では、自動車の運転はドライバーが行っていることを前提としているため、後続車両を無人化する場合はもちろんのこと、自動化の比率が高まる場合には道路交通法の改正が必要となる可能性がある。

また、隊列走行システムを搭載した車両が認可・販売され、走行できるようにする上では、車両保安基準の変更も必要になると思われる。

（d）隊列走行に対する社会的認知の獲得（安全性等）

高速道路において、隊列走行車両が一般車両と混在走行できるようにする上では、前述したように運営面、ビジネス面、法規面での課題を解決しておく必要があるが、さらに高速道路を利用する一般ドライバーに対して安全性や交通流への影響等の課題に対して十分な理解を得る必要があること、さらには新たな社会システムを導入するという意味で国民全体の理解を得ておく必要がある。

（e）社会還元加速プロジェクトとの連携

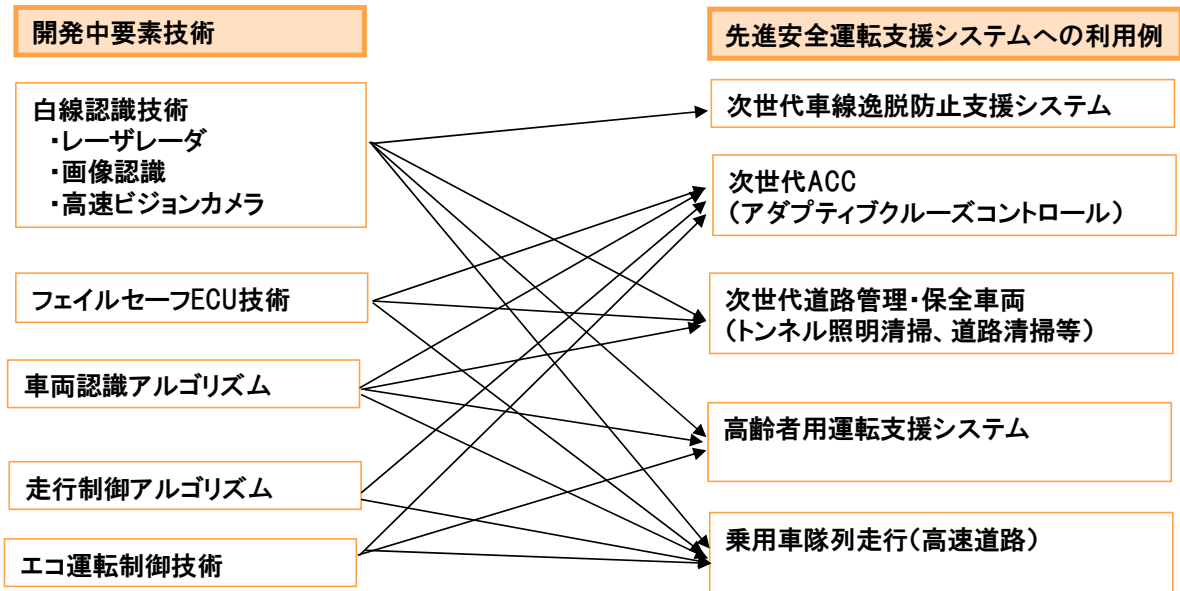
エネルギーITS推進事業は、内閣府・総合科学技術会議の社会還元加速プロジェクト（情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現）の一つとして位置づけられており、2020年の実用化をめざして省庁横断的な検討が行われているところである。技術面以外の実用化、事業化課題については、社会還元加速プロジェクトのタスクフォースとこれに関連した民間側の活動を行っているITS-Japanの新交通物流特別委員会が中心となって検討いただいております。本プロジェクトと両者とは従前から情報交換等の連携を行っているところであるが、今後ますます連携を取っていく必要がある。

1.2 波及効果

トラックなど大型車のグローバル市場においては、海外メーカーが圧倒的に強く、我が国のトラックメーカーでも外資が入っていない純国産メーカーは数少ない現状にある。自動車の電子化が進む中、大型トラックを用いた隊列走行システムは、現在国際的な開発競争の段階にあるが、海外の大型車メーカーに先駆けて開発を成功させることができれば、我が国の大型車メーカーの海外進出にとって強力な武器となりえる。

また、本プロジェクトは、省エネルギーを目的とした高速道路での自動運転・隊列走行システムを

開発しているものであるが、これを実現するうえでは、ドライバーが行っている認知・判断・操作という一連の運転行動をすべて代替できる信頼性を持った要素技術の開発が必要となり、開発した要素技術は、環境改善のみならず、事故防止を目的とした先進的な安全運転支援システムにも利用可能であり、次世代自動車への幅広い展開を行うことによって、自動車産業の活性化、国際競争力の強化につながる。図IV-2に、要素技術の展開事例を示す。



図IV-2 開発した要素技術の展開事例

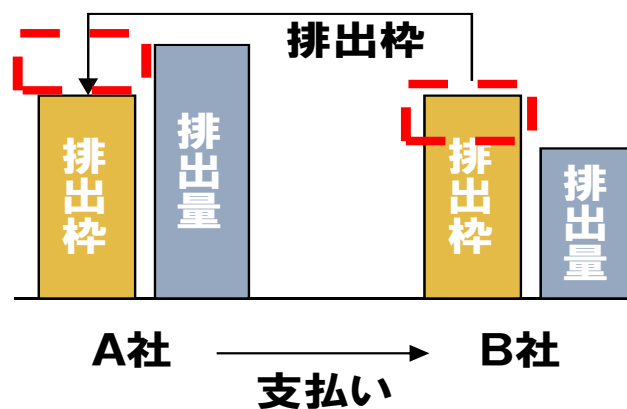
2. 国際的に信頼される効果評価方法の確立

現在開発中の技術は、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である。第三者的な立場からの定量評価は、どのような立場や場面においても必要であることは間違いなく、我々は本研究開発終了後に実用化される技術を次のような方向で事業化することを目指している。

(1) 標準全国シミュレーションを活用したITS技術評価と国内排出権取引の促進

これまでにも、交通シミュレーションを利用してITS技術の環境改善効果を評価した事例は見られないわけではないが、いずれも規模や範囲が限定されていたり、ある施策・技術のみを対象とした評価がされていたりして、総合的な評価には至っていない。現在開発中の「標準全国シミュレーション」は、日本全国の考慮される全ての走行車両を一元的に走行させ、任意の地方・地域において、広域レベルから車両挙動レベルまでの環境改善対策を考慮することができる国内で唯一のものであり、これを標準的なテストベッドとして、各種の施策・ITS技術を総合的に実施した場合の評価サービスの展開を検討している。

このようなサービスは、これまで確立された評価技術がなかったために実現していないITS技術によるCO2排出権取引市場への参入を促すものと考えている。例えば、現在各所で試行されている「国内排出権取引」は、ある企業の製品がもたらすCO2削減量の余剰分を別の企業に売却して利益を得る仕組みであるが、これまでにITS関連技術が対象になった例はない。ここに「国際的に信頼される効果評価方法」に基づく評価サービスを提供することの意義は大きく、実際に2008年度に環境省が試行した試行排出権取引スキームでも、参加75社中25社が第三者による定量評価を受験している¹。また2007年度に実施された「自主参加型国内排出量取引制度（JVETS）²」では、参加61社で、基準年度排出量の23%に当たる382,625t-CO₂の削減量を得ており、このような取り組みにITS関係企業や団体が参加することで、更にCO₂削減が加速するものと確信している。



図IV-3 キャップ&トレード方式

¹ <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/det/capandtrade/about1003.pdf>

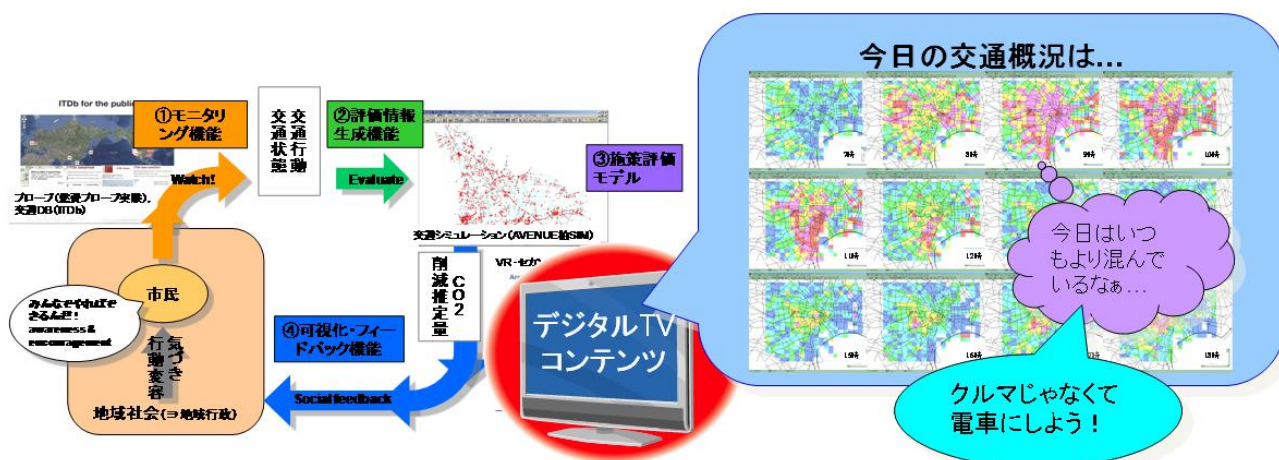
² <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=11552>

(2) 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

プローブによるCO2モニタリング技術のねらいは、単に交通状況やCO2排出量を推計し、評価することに留まらず、それを「見える化」して広く地域社会にフィードバックすることで、市民に「気づき」を与え、さらに交通行動の変容を促すことを意図している。これは、これまでの「交通情報」が、自動車ユーザの利便性向上を主眼とし、経路分散等でより効率的な道路利用を実現しようとしているのに対し、むしろ「自動車への過度な依存体質のダイエット」を意識させることに主眼をおいている点で、従来にはないサービスといえる。

このようなサービスは「ナウキャスト」として近年注目されているが、我々の開発した技術の一部は、すでに実用化水準に達していると考えており、数年のうちにテレビ等のマスメディアを通じた交通概況・CO2排出概況のナウキャストサービス事業化を検討している。

ナウキャストサービスによって、市民が自らの交通行動を「ダイエット」する意識が目覚めれば、多大なCO2削減効果が得られると考えている。具体的には、過去のITS Japanによる「環境ITS社会実験³」で、各種の交通情報サービスやエコポイント等のインセンティブを地域社会にフィードバックすることで、20人に1人が運転行動を変えたり、クルマ利用を控えたりして、それにより4.8%のCO2削減が期待できることが報告されており、これと同等の削減効果を期待している。



図IV-4 交通概況ナウキャストサービス

(3) 国際交通データベースクラウドサービス

技術や施策の評価には、各種の交通データや統計情報を活用することが必須である。このため、行政機関や研究機関、ときには民間企業が、至る所で調査を実施し、データを取得している。しかしながら、これらのデータは一度使われたあとは、多くの場合は「死蔵」されたままとなってしまう、別の場面で活用されるケースは希である。これは、データを永続的に管理するサービスや設備が手軽に利用できないことが、一番の理由であると考えられる。

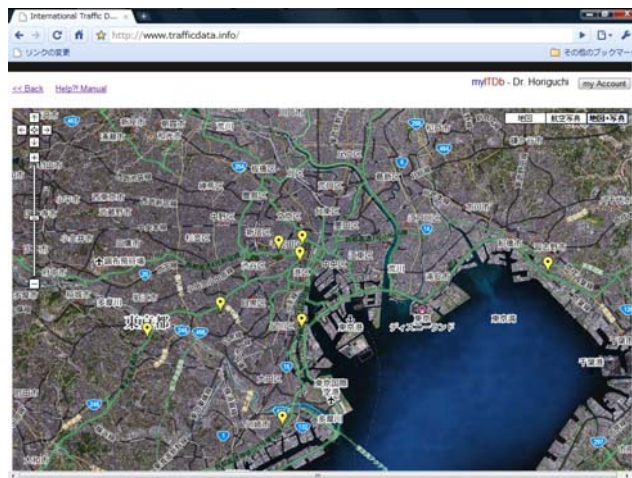
近年のクラウドコンピューティングの発展は、そのような技術障壁を取り除く絶好の機会であり、我々が試行的に開発している「国際交通データベース (ITDb)」をクラウドサービス

³ <http://www.its-jp.org/event/kankyoITS/kankyoITSsym07.htm>

化すれば、有益な交通データの2次活用が図られると考えている。

具体的には、ビジネス目的でデータ利用を希望するユーザとデータホルダーの間を取り持つエージェントサービスや、データホルダーから定期的に提供されるデータを利便性の高い形式に加工・蓄積するメンテナンスサービス等を想定している。また、個人または組織がセキュアかつクローズドに運営できる‘myITDb’を、データ加工・分析ユーティリティサービスと組み合わせ、活用を促進する有償サービスも考えられる。

このようなサービスは、直接CO2削減を達成するものではないが、先の評価シミュレーションやモニタリングサービスを支援することで、間接的に環境改善に寄与するものと考えている。



図IV-5 ‘myITDb’ のデータ一覧画面

(4) 国際的標準化について

国際的に認められる効果評価手法の確立は、世界的な問題となっているCO2排出量、エネルギー問題に対して、国際的に公平かつ効率的な対策立案、国際的分担を議論するための基礎的なデータを提供する技術として、きわめて大きな役割を果たす。具体的には、本研究開発期間内に日米欧の研究者・関係者間で、ITS施策の効果評価ツールが満たすべき要件を国際的に合意し、合意した要件を技術マニュアルにまとめ、公表し、学会発表、国際シンポジウムを通じて周知し、フォーラム標準化を目指す。

本研究開発終了後には、開発したツールを用いて、研究発表・ITS施策の評価を実施し、継続して国際的に成果を発信すべきと考える。またCDM（クリーン開発メカニズム）において本手法による定量化の承認を受けること、すなわちITS施策によるCO2低減に関する国際排出権取引のツールとすることを目指すべきと考える。

添付資料

添付資料1 イノベーションプログラム基本計画

添付資料2 プロジェクト基本計画

添付資料3 技術戦略マップ(分野別技術ロードマップ)

添付資料4 事前評価関連資料

添付資料5 特許論文リスト

エネルギーイノベーションプログラム基本計画

平成22年4月1日
産業技術環境局
資源エネルギー庁

1. 目的

「新成長戦略（基本方針）」（2009年12月閣議決定）に記載されている我が国の強みを活かした「課題解決型国家」の実現に向け、世界をリードする「グリーンイノベーション」などを迅速に推進し、課題解決とともに新たな成長の実現を目指す。

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。

エネルギー安全保障の確立や、世界全体の温室効果ガスを2050年までに半減するという長期目標を達成するため、以下に政策の柱毎に目的を示す。

1-I. 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

1-II. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

1-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

1-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

1-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

2. 政策的位置付け

- 「新成長戦略（基本方針）」（２００９年１２月閣議決定）
 - 「（１）グリーンイノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」及び「（５）科学・技術戦略立国戦略」に対応。
- 低炭素社会づくり行動計画（２００８年７月閣議決定）

２００８年６月の福田総理（当時）のスピーチ「福田ビジョン」等を受け、我が国が低炭素社会へ移行していくための具体的な道筋を示すため、国全体を低炭素化へ動かす仕組みや革新的な技術開発、国民一人ひとりの行動を促すための取組について策定。

「環境エネルギー技術革新計画」や「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」等に示された革新的技術の開発に５年間で３００億ドル程度を投入するという具体的な目標が示された。
- 環境エネルギー技術革新計画（２００８年５月）

温室効果ガスの大幅な削減を目指すだけでなく、エネルギー安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献等を考慮し、以下の戦略等を策定。

 - １．低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略
 - ２．国際的な温室効果ガス削減策への貢献策
 - ３．革新的環境エネルギー技術開発の推進方策
- Cool Earth－エネルギー革新技術計画（２００８年３月）

２００７年５月の総理イニシアティブ「クールアース５０」を受け、世界全体の温室効果ガスの排出量を現状に比して２０５０年までに半減するという長期目標を達成するため、エネルギー分野における革新的な技術開発について検討をおこない、２１の技術を選定。
- エネルギー基本計画（２００７年３月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

 - １．総合エネルギー効率の向上に資する技術
 - ２．原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
 - ３．運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
 - ４．新エネルギーに関する技術
 - ５．化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。
- 新・国家エネルギー戦略（２００６年５月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

 - １．省エネルギーフロントランナー計画
 - ２．運輸エネルギーの次世代化計画

3. 新エネルギーイノベーション計画

4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

○ 第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置づけられている。

○ 京都議定書目標達成計画（2005年4月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

3. 達成目標

3-I. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス効率向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、GDP当たりのエネルギー消費指数を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

3-II. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

3-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

3-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30~40%程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

3-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

4. 研究開発内容

4-I. 総合エネルギー効率の向上

4-I-i. 共通

(1) 省エネルギー革新技術開発事業（運営費交付金）

①概要

テーマ公募型事業として、「挑戦研究」、「先導研究」、「実用化開発」及び「実証研究」の4つのフェーズにおいて、革新的な省エネルギー技術の研究開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2020年の温室効果ガス排出削減目標の達成に資するため、「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」を踏まえつつ、大幅な省エネルギー効果を発揮する革新的な省エネルギー技術について研究開発・実用化を推進する。

③研究開発時期

2003年度～2013年度

(2) エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業（運営費交付金）

①概要

産業界や社会のニーズに応える省エネルギー技術のシーズの発掘とその育成、並びに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって省エネルギー効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

②技術的目標及び達成時期

独創性のある研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的省エネルギー技術の研究開発を促進する。本事業では革新的省エネルギー技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

③研究開発期間

2000年度～

(3) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）

4-I-ii. 超燃焼システム技術

(1) 環境調和型製鉄プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

高炉ガスからの効率的な二酸化炭素分離と中低温排熱の有効活用及び水素を炭素（コークス）の一部代替として鉄鉱石を還元する革新的製鉄プロセスの開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO₂排出量を30%削減することを目指し、2050年までに実用化する。

③研究開発期間

2008年度～2017年度

(2) 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発（運営費交付金）

①概要

高品位な製鉄材料（鉄鉱石・石炭等）の入手が困難になってきていることから、原料使用量の低減及び、比較的入手が容易な低品位原料の使用拡大を図ることが喫緊の課題となっている。本技術開発では、還元剤として低品位な石炭と鉄鉱石の塊成物を開発し、炉内反応の高速化・低温化を実現することにより、省エネルギーで高効率な革新的製鉄プロセスを開発する。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、①革新的塊成物の組成・構造条件の探索、②革新的塊成物の製造プロセス、③革新的塊成物による高炉操業プロセスを開発する。これらによる効果は、年産400万トン規模の中型高炉に適用した場合の炭材使用量のうち高品位炭使用量が約80%から60%程度に削減可能となるとともに、革新的塊成物を高炉に使用する操業技術の改良による還元材比の低減により、新開発のプロセスを含めた製鉄プロセスでの投入エネルギーは約10%削減される。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

(3) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発（運営費交付金）

①概要

プラズマ等による高温を利用し瞬時にガラス原料をガラス化することにより、極めて効率的にガラスを気中で溶融（インフライトメルティング法）し省エネに資する革新的ガラス溶融プロセス技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2012年度までに、インフライトメルティング法により原料を溶解する技術、カレットをガラス原料として利用するため高効率で加熱する技術、カレット融液とインフライトメルティング法による原料融液とを高速で混合する技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(4) 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発（運営費交付金）

①概要

マイクロリアクター、ナノ空孔などの精密反応場を利用し、反応分子の自由な運動を活性種レベルで制御した革新的な化学反応プロセスと新機能材料創成技術の確立を目指す。さらに、マイクロリアクターとナノ空孔反応場の組み合わせ、各反応場とマイクロ波等のエネルギー供給手段との組み合わせにより協奏的反応場を構成し、さらなる高効率生産等を可能にする基盤技術を開発する。これらの技術の確立により、反応システムの小型化、多段プロセスの簡略化等を通じた化学産業の製造工程等の省エネルギー化を図る。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術を軸とし、これらに更にマイクロ波、超臨界流体等のエネルギー供給手段を組み合わせた協奏的反応場を構成することにより、これまでにない革新的な化学反応プロセスを確立し、新機能材料創成技術を実現する。さらに、これらの技術を用いて高性能・高機能電子材料、医薬中間体などの部材を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発（運営費交付金）

①概要

プラント、構造物や自動車等の革新的な高効率化、省エネルギー化、長寿命化、安全・安心化を図るため、最新の科学的知見を導入し、鉄鋼材料及び鋼構造物を超高機能化する基盤的研究開発を行う。具体的には、高強度鋼、高機能鋼の実用化拡大の基盤となる（1）高級鋼厚板（高強度鋼、極低温用鋼、耐熱鋼）溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工技術（高密度・清浄熱源溶接技術）、及びクリープ破壊、金属組織制御技術を基本とする溶接材料技術（クリープ破壊及び水素破壊の機構解明等を踏まえた）の開発、（2）部材の軽量化を図るために強度、加工性等の最適機能傾斜を付与する機械部品鍛造技術（駆動部材の信頼性確保のための耐疲労破壊特性の向上を踏まえた）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、高級鋼厚板（高強度鋼・極低温用鋼・耐熱鋼）の溶接を予熱・後熱なしに可能とする溶接技術と材料技術を開発するとともに、傾斜機能部材の鍛造技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 希少金属等高効率回収システム開発

①概要

小型電子・電気機器にはベースメタルや、金、銀等の貴金属の他、インジウム、ニッケル等の希少金属等を含有している。現状では、これらの機器が廃棄された後は、非常に高温で処理する乾式製錬技術を用いてリサイクル・処理されているため、多大なエネルギーを消費するばかりか、回収可能な金属が銅、金、銀等に限定されており、その他の希少金属等は回収できずに廃棄処分されている。このため、湿式製錬技術を活用した高効率な最適技術の開発等を通じて、回収工程の省エネルギー及び希少金属等の回収率向上を図る。

②技術目標及び達成時期

- ・ 従来方法（乾式製錬）で処理する場合に比べて、大幅な省エネルギーの実現（省エネルギー効果：原油換算で約78万k l /年削減）
- ・ 廃小型電子・電気機器、廃超硬工具等中に含まれる希少金属等の回収率の向上（インジウム0%→90%、ニッケル50%→95%、コバルト0%→95%、タンタル0%→80%、タングステン90%→95%、レアアース 0%→80%）

③研究開発期間

2007年度～2010年度

(7) 低品位鉱石・難処理鉱石に対応した革新的製錬プロセス技術の研究開発

①概要

世界的な鉱石品位の低下、不要元素等の不純物の増加に対応するため、我が国非鉄金属業においては、低品位鉱石の利用拡大による我が国の鉱物資源の安定供給確保の強化が喫緊の課題となっているため、低品位・難処理鉱石の革新的な省エネルギー型の製錬プロセスを開発する。

②技術目標及び達成時期

低品位鉱石及び難処理鉱石から効率的に銅等有用な非鉄金属を回収するため、低品位鉱石・難処理鉱石に対応した省エネルギー型プロセスによる新たな選鉱技術、製錬技術及び不純物対策技術の研究開発を行う。

(1) 高品位精鉱回収技術

低品位鉱石・難処理鉱石から高品位の精鉱を得る選鉱技術の開発。

ハンドリングが難しい極微細鉱等難処理鉱を処理する製錬技術の開発。

(2) 有用金属の抽出等回収技術

低品位精鉱から含有金属を高効率に回収する製錬技術の開発。

(3) 高濃度不純物の除去等対策技術

不要な元素（ヒ素、ビスマス、アンチモン等）等を多く含む精鉱からの不純物除去、分離、安定化等技術の開発。

上記要素技術を開発し、将来的にエネルギー消費原単位の悪化が予測される非鉄金属製錬について、省エネルギー見込み量、原油換算約2.6万KLを達成。

③研究開発期間

2009年度～2012年度

(8) 環境調和型水循環技術開発

①概要

我が国が強みを持つ、膜技術を始めとする水処理技術を強化し、省水型・環境調和型の水循環システムの開発に資する省エネ・省水型の要素技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、以下の技術を開発する。

● 革新的膜分離技術の開発：

従来法に比べ膜透過加圧エネルギー等を50%以上削減。

● 省エネ型膜分離活性汚泥法（MBR）技術の開発：

従来法に比べ膜洗浄の曝気（空気気泡）エネルギー等を30%以上削減。

● 有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発：

従来法に比べ汚泥の削減により汚泥処理・処分エネルギーを80%以上削減。

● 高効率難分解性物質分解技術の開発：

従来法に比べ窒素処理に係るエネルギーを50%以上削減。

オゾン酸化法等のエネルギーを50%以上削減。

③研究開発期間

2009年度～2013年度

(9) 微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発

i) 微生物機能を活用した高度製造基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、省エネルギーかつ環境負荷が少ないといった特徴を有する微生物機能を活用した有用物質の革新的な生産プロセス（モノ作り）の技術を構築するため、産業用途に必要な機能既知遺伝子で構成されたゲノムを持ち、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞の創製や、微生物反応の多様化・高機能化技術を開発するとともに、バイオマスを原料として有用物質を体系的かつ効率的に生産する（バイオリファイナリー）ための基盤技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞を創製するとともに、バイオプロセスの実用化適用範囲の拡大のための微生物反応の多様化・高機能化技術の開発を行う。バイオリファイナリー技術については、バイオマスを高効率で糖化し、糖から高効率で各種化成品の基幹物質を生産するバイオプロセス体系を構築する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

ii) 微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、従来エネルギー多消費・廃棄物多排出型であった廃水等処理において、微生物群の構成及び配置等を人為的に制御（デザイン化）することで、その処理効率を大幅に向上させ、省エネルギーで廃棄物も少ない高効率型廃水等処理の基盤技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、特定有用微生物群を人為的に安定導入・維持もしくは人為的に空間配置・優先化させる等のデザイン化技術を開発し、従来の廃水等処理に比べより高効率で省エネルギーな処理技術を開発するとともに、実用化に資するための実証可能なテストプラント規模にて評価する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(10) 高効率ガスタービン実用化技術開発

①概要

省エネルギー及びCO₂削減の観点から電力産業用高効率ガスタービンの実用化を目指し、大容量機（25万kW程度（コンバインド出力40万kW））の高効率化（52%→56%）のために1700℃級ガスタービンの実用化に必要な先端要素技術を適用した各要素モジュールの検証等を実施する。また、小中容量機（10万kW程度）の高効率化（45%→51%）のために有望とされている高湿分空気利用ガスタービンの実用化に必要な多段軸流圧縮機、多缶燃焼器等の開発を行うとともにシステムの信頼性等の検証を行う。

②技術的目標及び達成時期

1700℃級ガスタービン実用化技術開発：2011年度までに実用化に必要な先端要素技術を適用した燃焼器、タービン、圧縮機等各モジュールの検証等を行い、送電端熱効率56%以上の達成が可能なことを確認する。

高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発：2011年度までに軸流圧縮機の3.5%（空気重量比）吸気噴霧冷却技術、低NO_x燃焼技術（運用負荷帯で10ppm以下）等を開発すると共に、総合試験装置にて実用化技術の相互作用を確認する。

③研究開発期間

2008年度～2011年度

(11) エネルギー使用合理化高効率紙パルプ工程技术開発（運営費交付金）

①概要

紙パルプ産業では、環境に関する自主行動計画に基づき、2010年度までに製品当たり化石エネルギー原単位を1990年度比13%削減し、CO₂排出原単位を10%削減することを目指し、紙パルプ工程における省エネルギー対策を着実に進めているものの、より一層の省エネルギー対策を進めるためには、技術開

発によるブレークスルーが必要となっている。紙パルプ産業は、エネルギー多消費型産業のひとつであり、紙パルプ工程での省エネルギー対策は波及効果が大いことから、紙パルプ工程におけるエネルギー使用合理化に資する技術開発を提案公募により実施する。

②技術的目標及び達成時期

京都議定書の第1約束期間中、又は、第2約束期間中を目途として実用化に至るような技術開発を行うことで、京都議定書の第1約束期間の目標を着実に達成するとともに、現在、検討が行われている第2約束期間に向けた省エネルギー対策の更なる深化を進めていく。

③研究開発期間

2005年度～2010年度

(12) 革新的省エネセラミックス製造技術開発（運営費交付金）

①概要

小型炉設備で生産可能な小型セラミック中空ユニットを複数組みあわせることで、これまでその製造が難しかった複雑な形状を持つ大型セラミックス部材を省エネで製作することができる革新的なセラミック部材製造技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、高機能化された小さな精密ブロックを立体的に組み上げ、高効率で接合、一体化をし、複雑な形状の部材や大型の部材を製造可能とする革新的なプロセス技術の基盤を確立し、高耐性部材、高温断熱部材及び高比剛性部材の試作を行う。

③研究開発期間

2009年度～2013年度

(13) 革新的セメント製造基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

クリンカ（セメントの中間製品）焼成温度の低温化等の効果がある物質（鉍化剤）の開発等を行うことにより、焼成温度の低温化や焼成時間の短縮化等、非従来型の革新的なセメント製造プロセスの基盤技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、単位セメント製造重量当たりのエネルギー消費量8%削減を可能とする基盤技術を確立する。

③研究開発機関

2010年度～2014年度

(14) 発電プラント用超高純度金属材料開発（運営費交付金）（4-IV-iv 参照）

(15) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発（4-V-iv 参照）

4-I-iii. 時空を超えたエネルギー利用技術

(1) 国際エネルギー消費効率化等システム共同実証事業（運営費交付金）

①概要

太陽光発電（PV）などの再生可能エネルギーを大量導入した配電線において、情報通信技術を用い、蓄電池や蓄熱等の需要側機器を協調制御することにより、系統への再生可能エネルギーの出力変動による影響を最小化するような配電線規模でのマイクログリッドの構築及び実証を、米国ニューメキシコ政府及び関係機関と協力し、ニューメキシコ州において日米協力事業として実施するもの。

②技術目標及び達成時期

2013年度末までに以下を達成目標とする。

- (1) PVが大量導入された配電線において、自律的にPVの出力変動を吸収可能な蓄電技術の確立及び出力変動による系統内の余剰電力増減等に連動したリアルタイム料金制度を実施した際の需要家側の反応（デマンドレスポンス）の効果を計測、有効性の実証。
- (2) デマンドレスポンス効果を最大限発揮するような宅内エネルギーマネジメントシステム（以下、EMS）を、PVと蓄電池、蓄電池、蓄熱機器などを導入し実証。
- (3) 大型蓄電池が設置困難な都市部において、既にあるコジェネ、蓄熱などの分散型設備を、PVの出力変動を吸収が可能なビルの構築に必要なビル側EMSの開発。
- (4) 我が国側が主体的に実施する実証事業と、ニューメキシコ政府側の実証事業から得られたデータから、系統に及ぼす効果、信頼性、経済性及び環境に対する影響を定量的に検証。また、スマートグリッドに必要な保安技術・情報技術を検証、評価方法を確立。

③研究開発期間

2010年度～2013年度

(2) カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト（運営費交付金）

①概要

高純度、高密度に配向した長尺の単層カーボンナノチューブの大量合成技術を開発するとともに、これを用いた従来よりも格段にパワー（電力）と蓄電量が大きなキャパシタを開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、単層カーボンナノチューブの高度配向技術及び大量生産技術を確立するとともに、キャパシタ製造技術を確立することで、20Wh/Kgの高エネルギー密度と耐久性を有する電気二重層キャパシタを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 次世代蓄電池材料評価基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

新しい蓄電池材料の性能や特性を共通的に評価できる基盤技術を確立する。これにより、各材料メーカーと電池メーカーとの擦り合わせ期間が短縮され、高性能蓄電池・材料開発の効率が抜本的に向上・加速化される。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、蓄電池の新材料について、構成材料間での適合性及び材料－製造工程間の相互影響の解析を踏まえた、共通的な性能特性評価方法（最適な製造工程、充放電様式等）を確立し、それを踏まえ、評価シミュレーション・システム技術の開発を行う。

③研究開発期間

2010年度～2014年度

- (4) イットリウム系超電導電力機器技術開発（運営費交付金）（4－IV－iv参照）
- (5) 高温超電導電力ケーブル実証プロジェクト（運営費交付金）（4－IV－iv参照）
- (6) 固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発（運営費交付金）（4－III－v参照）
- (7) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）（4－III－v参照）
- (8) 水素貯蔵材料先端基礎研究事業（運営費交付金）（4－III－v参照）
- (9) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）（4－III－v参照）
- (10) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）（4－III－v参照）
- (11) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業（運営費交付金）（4－IV－iv参照）
- (12) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4－IV－iv参照）
- (13) 革新型蓄電池先端科学基礎研究事業（運営費交付金）（4－III－iii参照）
- (14) 蓄電複合システム化技術開発（運営費交付金）（4－III－iii参照）

4－I－iv. 省エネ型情報生活空間創生技術

- (1) グリーンITプロジェクト（運営費交付金）

①概要

情報化社会の進展に伴うIT機器の消費電力の大幅な増大に対応し、抜本的な省エネを実現するため、サーバ、ネットワーク機器等の各装置の省エネに加え、省エネ型の巨大コンピューティング技術（グリーン・クラウドコンピューティング技術）、パワーエレクトロニクス技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、IT機器・システムのエネルギー消費効率を2倍に向上させる基盤技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

- (2) 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、ネットワークで

伝送されるデータ量の爆発的増加に伴い、関連機器の消費エネルギーが増大している中で、ネットワーク全体の消費電力量を抑制することが喫緊の課題であり、消費エネルギーの低減に大きく貢献するルータ・スイッチの高速化のための研究開発を実施するとともに、機器そのものの消費エネルギーを低減するための研究開発を実施する。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、1チャンネルあたり40Gbpsのインターフェースおよび40Gbps超の通信速度に対応するトラフィック計測・分析・管理技術、ルーター内バックプレーン光配線による消費電力削減技術、さらなる通信速度向上（100Gbps超）を実現するハードウェア技術、SFQ（単一磁束量子）波形モニタに関する基盤技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) 次世代大型低消費電力ディスプレイ基盤技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、次世代の大型液晶及び大型プラズマディスプレイに関する低消費電力ディスプレイを実現するための研究開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、液晶に関しては、高効率バックライト、革新的なTFTアレイプロセス技術・製造装置及び低消費電力型の画像処理エンジン等に係る技術を確立する。また、プラズマディスプレイに関しては、超低電圧駆動等に係る技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発（運営費交付金）

①概要

住宅やビルなどの冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を持つ壁および窓材料を、セラミックスのナノ多孔体構造やポリマー複合化構造などからなるマルチセラミックス膜アセンブリ技術によって開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、熱貫流率（熱の伝わりやすさ）が $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、光（可視光）透過率が65%以上（Low-Eガラス使用）、ヘイズ率が1%以下の超断熱窓材料を実現する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(5) 低損失オプティカル新機能部材技術開発 (運営費交付金)

①概要

近接場光の原理・効果を応用した低損失オプティカル新機能部材技術を開発し、実用化の目処を得ることを目的とする。動作原理に近接場光を用いるオプティカル新機能部材は、従来の材料特性のみに依存した光学部品では不可能な機能・性能を発揮し、液晶プロジェクター・液晶ディスプレイなど情報家電の省エネルギー、高性能・高信頼化を図る上でのキーデバイスとなることが期待できる。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、共通基盤技術として、ナノ構造部材の設計・作製・評価技術を開発するとともに、ナノ構造部材に発現する近接場光の機能を動作原理とする低損失オプティカル新機能部材を検討し機能を確認する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(6) 次世代光波制御材料・素子化技術 (運営費交付金)

①概要

ガラス材料に関する精密モールド技術を確立し、機能性の高い光波制御素子を低コストで生産できるプロセス技術を開発することで部材の小型化・高機能化を図りつつ、省エネを実現する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までにサブ波長レベルの微細構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現し、実装可能な具体的なデバイスを作製する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(7) 次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業

(運営費交付金)

①概要

ゼロ・エミッションハウスによる生活の大幅な省エネの実現に向け、家屋内直流配電システムや、電力需給の状態に応じた太陽電池等の分散型電源の制御、電力ネットワークを活用した家電の制御等、住宅全体としてエネルギーの最適制御を行うシステムの開発・実証を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、直流給電・配電に関する規格の標準化、直流配電の電流・電圧の規格化、蓄電池設置に係る安全規制の改正に対する提案が可能となる技術を確立する。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

(8) 次世代ヒートポンプシステム研究開発（運営費交付金）

①概要

「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」に位置づけられた「超高効率ヒートポンプ」の性能実現を目指し、個々の技術を統合したヒートポンプシステム全体としての効率向上に資する技術を開発する。

②技術的目標及び達成時期

現状システムに比べて1.5倍（高温生成ヒートポンプについては1.3倍）以上の効率を有する次世代型ヒートポンプシステムを開発する。

③研究開発期間

2010年度～2012年度

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

(2) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発（運営費交付金）

①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料（CFRTP）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、高速成形技術、接合技術及びリサイクル技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(3) 次世代航空機用構造部材創製・加工技術開発

①概要

航空機の軽量化（燃費向上・低炭素化）やエンジン性能向上を図るため、チタ

ン合金や複合材をはじめとする次世代構造部材の効率的・先進的な加工、成形、設計技術等を開発する。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、複合材構造健全性診断技術、次世代チタン合金等の創製技術、軽量耐熱複合材 CMC 技術等を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2012年度

(4) 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発 (運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、エネルギー使用効率を大幅に向上し、環境対策にも優れた次世代の小型航空機用エンジンの開発にとって重要なインテグレーション技術及び要素技術の研究開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、エネルギー使用効率を大幅に向上する構造設計技術、騒音、NO_x等の環境負荷対応に優れた環境対策技術、インテグレーション技術、高バイパス比化等の高性能化技術といった要素技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2003年度～2011年度

(5) 炭素繊維複合材成形技術開発

①概要

航空機、自動車、鉄道、船舶等の輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大し、省エネルギーの促進を図るため、先進的な炭素繊維複合材成形技術の研究開発・実証を行う。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、従来の方法に比べ低コスト成形を行うことができるV a R T M (バータム) 法等の炭素繊維複合材成形技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2008年度～2013年度

(6) 燃料電池システム等実証研究 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(7) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発 (運営費交付金) (4-IV-iv 参照)

4-I-vi. 次世代省エネデバイス技術

(1) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発 ーうち窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発 (運営費交付金)

①概要

窒化物系化合物半導体は、パワーデバイス、高周波デバイス、発光デバイス等、重要なデバイスの飛躍的な性能向上と消費電力削減への貢献を期待されている。このため、従来の半導体材料では実現出来ない領域で動作可能なハイパワー・超

高効率の電子素子、超高速電子素子等の作成に必要な窒化物系化合物半導体先進技術の国際競争力を強化すべく、高品質かつ大口径単結晶基板、高品質かつ大口径エピタキシャル成長技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、次世代窒化物系半導体デバイスを実現する以下結晶作製技術を開発する。

1) 基板技術 (GaN、AlNバルク結晶作製技術)

- ・口径2～4インチで高品質エピ成膜を可能とする低コストの単結晶基板作製技術の確立。

2) エピ技術 (エピタキシャル成膜及び計測評価技術)

- ・低欠陥高品質エピ層を実現する成膜技術及び膜成長過程を計測評価する技術の確立。
- ・高出力かつ高安定動作可能なエピ層の実現
- ・高耐圧超高速な新しいデバイス構造の開発

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) 次世代低消費電力半導体基盤技術開発 (MIRAI) (運営費交付金)

①概要

IT化の進展、IT利活用の高度化を支え、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード(微細化レベル)45nm以細の次世代低消費電力半導体の実現を目指し、微細加工の基盤技術やマスク(半導体素子製造過程で用いる原板)の低コスト化・製造時間短縮に必要な基盤技術開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、マスク設計・描画・検査の各工程に共通的なマスクデータ処理技術、繰り返しパターンやパターン重要度を利用した描画・検査高速化技術等の基本的な開発及びEUVLマスク基盤技術として、許容欠陥の指標明確化、ブランクスの位相欠陥検査技術の確立等を完了する。

③研究開発期間

2001年度～2010年度

(3) 次世代プロセスフレンドリー設計技術開発 (運営費交付金)

①概要

あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード45nm以細の半導体に対応するSoC(System on Chip)設計技術を開発する。具体的には、テクノロジーノード45nm以細の半導体の共通設計基盤技術開発として、DFM(Design For Manufacturing)基盤技術を中核とした設計及び製造の全体最適を確保する

全く新しいS o C製造フローを開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

テクノロジーノード45nm以細のS o C開発において製造性を考慮した共通設計基盤技術を確立し、システムLSIデバイスの省エネルギーを実現するとともに、設計生産性を従来予想に比べ2倍にすることを目標とする。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 半導体機能性材料の高度評価基盤開発 (運営費交付金)

①概要

情報通信機器の高機能化や低消費電力化等の要求を満たす半導体集積回路を実現するため、新たな機能性材料開発に貢献する評価基盤技術を開発し、さらに開発した機能性材料の半導体及び半導体集積回路への適用を可能とする統合的なソリューション技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、半導体デバイス性能に直結する接合素子の性能性及び信頼性等、半導体製造プロセス全体を俯瞰しつつ、機能性材料開発が可能となる評価基盤技術を開発し、開発した機能性材料を用いた統合的なソリューションが提案できる材料評価基盤を構築する。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

(5) 高速不揮発メモリ機能技術開発 (運営費交付金)

①概要

現在使われているDRAMは、データを保存し続けるためには必ず通電を要し、メモリ素子が記録しているデータの入出力をしていないときでも一定の電力を消費し続けなければデータを保持できない。また、デジタルカメラのデータ記憶用等に使われているフラッシュメモリはデータの入出力が遅く、DRAMのように機器のメインメモリとしては使用できない。そのため、現在の情報通信機器はDRAMをメインメモリとして採用し、情報処理が行われていない時間も「待機電力」として電力を消費し続けている。

本事業では、不揮発メモリ機能を実現するための材料の最適化、プロセス技術の確立および不揮発メモリ機能による情報通信機器での使用を想定したアーキテクチャ・仕様の検討・評価を一体として進めることにより、高速かつ不揮発性能を有するメモリを開発し、電源オフの状態を基本として、情報処理が必要な時のみ電力を消費する革新的な省エネ携帯情報通信機器の実現を目指す。

②技術目標及び達成時期

我が国企業等に蓄積されている不揮発メモリ素子に係る研究開発成果を活用しつつ、製品化につなげるための研究開発部分から企業が参画することにより、

3年間の研究開発期間で実用化に結びつけること。

③研究開発期間

2010年度～2012年度

4-Ⅱ. 運輸部門の燃料多様化

4-Ⅱ-i. 共通

(1) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-i 参照）

4-Ⅱ-ii. バイオマス由来燃料

(1) 新エネルギー技術研究開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-iv 参照）

(2) E3地域流通スタンダードモデル創生事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-iv 参照）

(3) 戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-iv 参照）

(4) セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-iv 参照）

4-Ⅱ-iii. GTL等の合成液体燃料

(1) 天然ガスの液体燃料化（GTL）技術実証研究（運営費交付金）（4-V-ii 参照）

4-Ⅱ-iv. 燃料電池自動車および水素関連技術

(1) 固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）

(2) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）

(3) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）

(4) 燃料電池システム等実証研究（運営費交付金）（4-Ⅲ-v 参照）

4-Ⅱ-v. 電気自動車

(1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-Ⅳ-iv 参照）

(2) 革新型蓄電池先端科学基礎研究事業（運営費交付金）（4-Ⅲ-iii 参照）

(3) 次世代蓄電池評価基盤技術開発（運営費交付金）（4-I-iii 参照）

(4) 蓄電複合システム化技術開発（運営費交付金）（4-Ⅲ-iii 参照）

4-Ⅲ. 新エネルギー等の開発・導入促進

4-Ⅲ-ⅰ. 共通

(1) 新エネルギー技術研究開発（運営費交付金）

① 概要

新エネルギーの自立的普及に向けて、太陽光、風力、バイオマスなど新エネルギー分野でのイノベーションを促進すべく、高効率かつ低コストを目指した先進的技術開発を実施する。具体的には以下の研究開発を実施する。

- A. 主として2020年代以降の技術確立を目指した革新型太陽電池について2拠点（東京大学、（独）産業技術総合研究所）において、海外先端研究機関との研究協力等を行い、太陽光発電の性能及びコストを根本的に向上させるために、既存技術の延長を超えた革新的技術の開発を行う。（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）
- B. 高効率化及び低コスト低減の観点から、各種太陽電池の要素技術の確立、横断的な材料開発及び周辺技術開発を行う。（太陽光発電システム次世代高性能技術の開発）
- C. 風力発電技術の国際的な動向を把握しつつ、我が国の複雑地形における風力発電利用上の各種課題を克服するための基礎から応用までの技術について研究開発を行う。具体的には我が国の厳しい風特性を反映した風特性モデルの確立及び高々度風況観測を簡便に行うためのリモートセンシング技術の精度検証・評価を行う。

また、全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測による雷特性の把握、落雷特性・落雷保護対策と被害実態との相関把握、上記を踏まえた効果的な落雷保護対策の検討及び実機規模での実雷による保護対策検証等を実施し、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。（次世代風力発電技術研究開発）
- D. 我が国特有の海上特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適した洋上風況観測法や風力発電システムに関する技術開発とその実証を行なうと共に、環境影響評価システム手法を確立する。（洋上風力発電技術等研究開発）
- E. セルロース系バイオマスからバイオ燃料等を高効率で製造する革新的技術の研究開発を実施する。（バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発）
- F. 世界的にもベンチャー企業による太陽光発電分野、燃料電池・蓄電池分野、バイオマス分野、風力発電・その他未利用エネルギー分野におけるイノベーション活動が活発化していることを踏まえ、対象技術分野のテーマに取り組み、事業化を目指す中小・ベンチャー企業を支援することで、新しいエネルギー技術の開発を行う。（新エネルギーベンチャー技術革新事業）

② 技術目標及び達成時期

- A. 2050年までに「変換効率が40%超」かつ「発電コストが汎用電力料金並み（7円/kWh）」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、変換効率40%超の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。
- B. 2020年に発電コスト14円/kWh程度という目標達成に向け、2017

年までにモジュール変換効率20%及びモジュール製造コスト75円/Wを実現する技術開発によって、2020年に現状の20倍の導入量を目指す。

- C. 2012年度までに、風力発電の基礎から応用までの技術について、国際的な動向を把握しつつ、我が国特有の気象・地形に起因する各種問題（風車耐久性等）を克服するための研究開発を行って、我が国の風車産業の振興に資するとともに、IEA RD&D WINDなどの最先端の国際的風力発電共同研究に研究成果を反映させる。

また、2012年度までに、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。

- D. 2013年度までに、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システム及び環境影響評価の手法等の技術を確立する。
- E. 2015年から2020年を目途に、製造コスト40円/Lを達成するための研究開発を実施する。
- I. 潜在的なオプションの顕在化や関連産業分野の技術開発による技術革新により、新エネルギー導入促進技術オプションの多様化と経済性の向上に寄与する。

③ 研究開発期間

2007年度～2014年度

(2) 新エネルギー技術フィールドテスト事業（運営費交付金）

① 概要

2010年度の新エネルギー導入目標達成に向け、新技術を活用した太陽光発電及び太陽熱利用システムの有効性の検証、バイオマス熱利用システムの性能・経済性等の検証など総合的な新エネルギーフィールドテストを実施する。具体的には以下のフィールドテストを実施する。

- A. 新しく開発された太陽電池モジュール等について、実フィールドにおいて実証試験を行い、得られた成果を分析・整理し、民間企業等に対して手引書等によって積極的に情報発信を行う。（太陽光発電新技術等フィールドテスト事業）
- B. 新しい技術を組み込んだ太陽熱利用システム等について、実フィールドにおいて実証試験を行い、得られた成果を分析・整理し、民間企業等によって積極的に情報発信を行う。（太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業）
- C. 広く薄く賦存するバイオマスを、新技術により高効率に熱利用できるシステムを設置し、設置場所の熱需要に合わせた熱利用を行うシステムとしての課題抽出、解決を行い、早期実用化を図り、バイオマスエネルギーの導入促進を行う。（地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業）

② 技術目標及び達成時期

- A. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- B. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度に改訂する。また、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- C. 一定レベルまで確立されたバイオマス熱利用技術について、性能や経済性等の

状況・データを収集・分析し、熱利用システムの有効性を2010年度まで実証するとともに、これらの結果を早期に公表することで汎用性の高い熱利用システムの確立を目指す。

③ 研究開発期間

2006年度～2013年度

(3) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）

① 概要

産業界や社会のニーズに応える石油代替技術のシーズの発掘とその育成、並びに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の若手研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって石油代替効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

② 技術目標及び達成時期

独創性のある若手研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的石油代替技術の研究開発を促進する。本事業では革新的石油代替技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

③ 研究開発期間

2000年度～

4-III-ii. 太陽・風力

(1) 太陽光発電無線送受電技術の研究開発

① 概要

将来の新エネルギーシステムとして期待される宇宙太陽光発電システムの中核的技術として応用可能なマイクロ波による無線送受電技術の確立に向け、安全性や効率性等の確保に不可欠な精密ビーム制御技術の研究開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

2013年度までに、複数のマイクロ波送電用アンテナパネル間の位相同期を行い、パイロット信号の到来方向にマイクロ波ビームを指向制御するレトロディレクティブ技術を活用し、マイクロ波ビームを受電アンテナに向けて高効率かつ高精度に送電制御する技術（1枚送電モジュールにより伝送距離10m以上において角度精度0.5度rms（rms：二乗平均平方根））の確立を目指す。また、これら研究成果を活用し、屋外でのマイクロ波電力伝送試験（4枚送電モジュールにより送電距離100m程度において伝送出力数キロワット級）を実施する。

③ 研究開発期間

2008年度～2013年度

4-Ⅲ-iii. 電力系統制御・電力貯蔵

(1) 革新型蓄電池先端科学基礎研究 (運営費交付金)

① 概要

電池の基礎的な反応原理・反応メカニズムを解明することで、既存の蓄電池の性能向上及び革新型蓄電池の実現に向けた基礎技術の確立を目指す。

② 技術目標及び達成時期

世界最高レベルの放射光施設を用いた評価装置により、蓄電池の反応メカニズムを解明するとともに、2030年に電気自動車の航続距離500km、コスト1/40を実現すべく、新材料の開発を行う。

③ 研究開発期間

2009年度～2015年度

(2) 蓄電複合システム化技術開発 (運営費交付金)

① 概要

蓄電技術を組み合わせることで、太陽光等の新エネルギーを高度に利用するシステムを構築し、新エネルギーの大幅な導入を図る技術開発、実証及び標準化を行う。

② 技術目標及び達成時期

今後の新エネルギーの大量導入に対する系統安定化対策、特異日における余剰電力や地域のエネルギーマネジメントなどを蓄電技術との組み合わせにより、必要な制御技術、安全性、効率化等の課題を明確にするとともに、その課題を解決できる実際の組み合わせモデルを提示する機器の開発を行う。

③ 研究開発期間

2010年度～2014年度

(3) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発事業 (運営費交付金) (4-Ⅳ-iv 参照)

(4) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業 (運営費交付金) (4-Ⅳ-iv 参照)

(5) 次世代蓄電池評価基盤技術開発 (運営費交付金) (4-I-iii 参照)

(6) 国際エネルギー消費効率化等共同実証事業 (運営費交付金) (4-I-iii 参照)

4-Ⅲ-iv. バイオマス・廃棄物・地熱等

(1) E3地域流通スタンダードモデル創成事業 (運営費交付金)

① 概要

離島(全域)におけるエタノール3%混合ガソリン(E3)の製造から給油までの大規模なフィールドテストを通じ、E3利用に関する社会システムモデルの構築と一般社会へ適用する際の技術課題の抽出を行う。

② 技術目標及び達成時期

E3を利用する地産地消型の社会モデル構築に向けた検証を行い、2011年度を目標にガイドブックの作成等を目指す。

③ 研究開発期間

２００７年度～２０１１年度

(2) 戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発（運営費交付金）

① 概要

バイオマスをガス等の形態で有効利用する次世代技術として、バイオマスのガス化及び液体化（ＢＴＬ）、バイオガスの円滑な利用等に関する技術の開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

２０３０年頃の実用化を見据えるバイオマスのガス化及び液体化（ＢＴＬ）等の研究開発を行うとともに、「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」の施行によるガス供給事業者への非化石エネルギー導入義務付けをにらみ、バイオマスのガス形態での円滑な導入に資する技術の実用化開発を実施する。

③ 研究開発期間

２０１０年度～２０１６年度

(3) セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業（運営費交付金）

① 概要

実用化レベルのセルロース系バイオエタノール生産を目指し、資源作物の栽培から革新的技術を用いたエタノール製造に至る一貫生産システムの開発を行う。また、バイオ燃料の持続可能性の基準等について調査する。

② 技術目標及び達成時期

２０１５年から２０２０年頃を目途に、製造コスト４０円／Ｌを達成するための技術開発を行う。

③ 研究開発期間

２００９年度～２０１３年度

4-III-v. 燃料電池

(1) 固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発（運営費交付金）

① 概要

自動車用・定置用として利用される固体高分子形燃料電池（PEFC）の実用化推進と更なる普及拡大に向けて、中長期的な性能向上・低コスト化に資する基礎的な技術開発と要素技術の実用化を目指す技術開発を総合的・一体的に行う。

② 技術目標及び達成時期

２０１４年度までに、燃料電池セルスタックを構成する革新的材料の技術開発を行うとともに、反応・劣化等の詳細なメカニズムを解明し、材料開発に資する計測・解析技術及びセル解析評価の共通基盤技術を確立する。

③ 研究開発期間

２０１０年度～２０１４年度

(2) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）

① 概要

固体酸化物形燃料電池(SOFC)は発電効率が高く、分散型電源として期待されるが、実用化・普及のためには耐久性・信頼性向上、低コスト化等の課題を解決することが必要であり、材料開発や劣化要因解明など基盤的な要素技術の研究を行う。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、①耐久性・信頼性の向上のための劣化要因解明等の基礎研究、②原料・部材の低コスト化及び低コストセルスタック・モジュールの技術開発、③起動停止対応等の実用性向上のための技術開発を実施する。

③ 研究開発期間

2008年度～2012年度

(3) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)

① 概要

水素の製造・輸送・貯蔵等に係る機器やシステムについて、性能・信頼性・耐久性の向上や低コスト化を目指す水素利用技術の研究開発を行い、水素社会の実現に必要な基盤技術の確立を図る。また、燃料電池の導入・普及に資する基盤整備のため、製品性能の試験・評価手法及び国内外の基準・標準の確立を図る。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素製造・貯蔵・輸送・充填に関する機器やシステムの信頼性・耐久性向上、低コスト化、性能向上等実用化検証や要素技術開発、及び当該技術を飛躍的に進展させることができる革新的技術開発や調査研究などを行い、その成果を産業界に提供することにより、水素エネルギー初期導入間近の関連機器製造・普及技術として完成させ、水素社会の真の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

③ 研究開発期間

2008年度～2012年度

(4) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業(運営費交付金)

① 概要

世界トップ水準の優れた研究者を中核に、国内外の研究機関・企業のバーチャルな連携の下、高圧水素貯蔵に比べよりコンパクトかつ効率的な水素貯蔵を可能とする水素貯蔵材料の性能向上に必要な条件等を明らかにすることにより、燃料電池自動車の航続距離の飛躍的向上を図る。

② 技術目標及び達成時期

2011年度までに、水素貯蔵材料の基本原則、さらには水素貯蔵能力の革新的向上に必要な条件を明らかにすることにより、水素をより安全・簡便・効率的かつ低コストに輸送・貯蔵するための技術基盤を確立する。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(5) 水素先端科学基礎研究事業（運営費交付金）

① 概要

水素の輸送や貯蔵に必須な材料に関し、水素脆化等の基本原理の解明及び対策の検討を中心とした高度な科学的知見を要する先端的研究を、国内外の研究者を結集し行うことにより、水素をより安全・簡便に利用するための技術基盤を確立する。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素脆化、水素トライボロジーの基本原理の解明及び対策の検討等を行い、水素をより安全・簡便に利用するための技術指針を産業界に提供する。

③ 研究開発期間

2006年度～2012年度

(6) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）

① 概要

発電効率が高く、分散型電源として期待される固体酸化物形燃料電池（SOFC）の研究開発・実用化の促進のため、耐久性を始めとしたデータの取得・課題抽出等のための実証を実施する。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、SOFCシステムの実証試験を数十～数百台規模で実施し、蓄積が不足している耐久性を始めとした実証データの取得・課題抽出等を行い、固体酸化物形システム要素技術開発へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2007年度～2010年度

(7) 燃料電池システム等実証研究（運営費交付金）

① 概要

実条件に近い中での燃料電池自動車等の実証走行や、高圧水素貯蔵システム、多角的な燃料供給システムの検証を進め、水素エネルギー社会における水素利用の課題等を抽出するとともに、燃料電池・水素に対する国民的理解の醸成を図る。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、実使用条件下における技術的課題を抽出するとともに、環境特性、エネルギー総合効率、安全性、耐久性等に関する基準・標準に資するデータを取得し、燃料電池自動車、水素ステーションの研究開発等へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2006年度～2010年度

(8) 将来型燃料高度利用技術開発（4-V-ii 参照）

4-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

4-IV-i. 軽水炉・軽水炉核燃料サイクル

<新型軽水炉>

(1) 次世代軽水炉等技術開発

①概要

2030年前後に見込まれる大規模な代替炉建設需要に対応するため、安全性・経済性、信頼性等に優れ、世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、次世代軽水炉の実現に必要な要素技術開発等及びプラント概念の成立性について見通しを得るための概念設計検討を行う。

③研究開発期間

2008年度～2010年度（見直し）

<軽水炉使用済燃料再処理技術の高度化>

(2) 使用済燃料再処理事業高度化

①概要

再処理施設で用いられるガラス固化技術について、より多くの白金族元素等を含む高レベル廃液を溶融可能な新しい性状のガラスを開発するとともに、これに対応する新型の溶融炉を開発することにより、我が国の使用済燃料再処理技術の高度化を図る。新型ガラス溶融炉の開発に際しては、六ヶ所再処理工場の運転経験を反映する研究もあわせ行う。

②技術目標及び達成時期

より多くの白金族元素等を含む高レベル廃液を溶融可能なガラス及び溶融炉の開発等によって、より高品質のガラス固化体を製造可能なガラス固化技術を開発する。

また、本事業によって開発されたガラス固化技術を、5年程度で更新が計画されている日本原燃株式会社六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉及び同工場のガラス固化施設の運転に反映させる。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

<プルサーマルの推進>

(3) 全炉心混合酸化物燃料原子炉施設技術開発

①概要

プルサーマルが当面のプルトニウム利用策として期待されていることを踏まえ、既存の軽水炉に比べ約3倍のプルトニウムを装荷することができる全炉心混合酸化物燃料原子炉に必要な技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、原子炉の開発に必要な設計、解析、試験等を行い、全炉心混合酸化物燃料原子炉技術を確立する。

③研究開発期間

1996年度～2011年度

(4) プルサーマル燃料再処理確証技術開発

①概要

プルサーマルにより発生する使用済 MOX 燃料の再処理における技術的課題について調査・検討を行い、国内において使用済 MOX 燃料の再処理実証に係る許認可等に必要な技術的知見を収集・整理する。

2013年度までに、使用済 MOX 燃料再処理実証に係る許認可等に必要な技術的知見をとりまとめる。。

③研究開発期間

2010年度～2013年度

<軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの円滑な移行のための技術開発>

(5) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発

①概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。そのなかで、次世代再処理工場から発生する高線量回収ウラン等を既存軽水炉燃料製造施設で取扱可能とする、次世代再処理工場と調和可能な回収ウラン等の除染技術について、調査・基礎試験等を行い、商業的に利用可能な除染技術候補の検討等を実施する。選定された技術については、プロセス試験等を実施する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、回収ウラン等の除染プロセスの候補技術の洗い出し及び候補プロセス技術の基礎試験を終了し、次世代再処理技術との適合性の検証を行い、プロセス試験を実施すべき除染プロセス技術を選定する。

また、2015年までに、選定した除染プロセス技術について工学化規模でのプロセス試験を行い、商業的に利用可能な転換前高除染技術としての実効性を検証する。

③研究開発期間

2007年度～2015年度

<原子力技術水準の向上>

(6) 戦略的原子力技術利用高度化推進

①概要

我が国における戦略的原子力技術水準の向上及び利用の高度化を図るため、我が国原子力産業の持続的発展に必要な枢要原子力技術の実用化に向けた研究開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに革新的原子力技術の実用化を目指し、我が国原子力技術の厚みを維持・発展させる。

③研究開発期間

<共通基盤技術開発>

(7) 革新的実用原子力技術開発

①概要

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）や国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）等の国際協力枠組みにおいて国際連携による研究開発が提案されている技術分野や、近年希薄化が懸念される原子力を支える基盤技術分野について、産業界の参画やニーズ提示のもと、大学等が実施する研究活動への支援や将来の原子力人材の育成を実施しており、各分野の目的に沿った革新的な技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度まで、基盤技術分野、国際協力技術分野において個別テーマ毎に研究開発を実施する。

③研究開発期間

2000年度～2011年度（見直し）

4-IV-ii. 高速増殖炉（FBR）サイクル

(1) 発電用新型炉等技術開発

①概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。具体的には、実証炉に必要な要素技術のうち、設計・建設段階において必要となる実プラント技術として、格納容器設計技術、耐震性評価技術、高温材料設計技術、保守・補修技術、大型構造物製作技術の試験等を実施する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証炉の概念設計へ反映しうる設計基準データ等の技術的根拠を得る。

③研究開発期間

2007年度～2010年度

(2) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発（4-IV-i 参照）

4-IV-iii. 放射性廃棄物処理処分

(1) 地層処分技術調査等

①概要

i) 地層処分共通技術開発

高レベル放射性廃棄物等の地層処分における共通的技术として、今後段階的に進められる処分地選定の際に重要となる地質等調査技術の高度化開発を行う。

ii) 高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

高レベル放射性廃棄物処分に係る基盤技術として、人工バリア等の長期性能

評価技術、処分場操業の際のオーバーパック溶接や搬送・定置等の遠隔操作技術の開発を行う。

iii) TRU廃棄物処分関連技術開発

TRU廃棄物の地層処分に係る基盤技術として、高レベル放射性廃棄物との併置処分の可能性も念頭に、TRU廃棄物に固有に含まれる核種の閉じ込め技術や人工バリア等の長期性能評価技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

i) 地層処分共通技術開発

2011年度までに、処分地選定の初期段階で必要となる地上からの調査技術のうち、特に沿岸域の環境や高精度での地下水評価等に係る調査評価技術の高度化・確証を行う。

ii) 高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

2011年度までに、人工バリア等の長期性能評価技術や遠隔操作等の工学技術について高度化を図り、幅広い地質環境に対応可能な技術選択肢と成立性を提示する。

iii) TRU廃棄物処分関連技術開発

2011年度までに、TRU廃棄物に固有に含まれるヨウ素129や炭素14の閉じ込め、高アルカリ環境下での人工バリアの性能評価等に関し、幅広い地質環境に対応可能なデータ・モデルの整備と技術選択肢の提示を行う。

③研究開発期間

1998年度～2011年度

(2) 管理型処分技術調査等

i) 地下空洞型処分施設性能確証試験

①概要

TRU廃棄物や発電所廃棄物等の余裕深度処分において検討されている「地下空洞型処分施設」の成立性確認のため、実規模大の空洞を利用した総合的な確証試験を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、実規模大の空洞内にコンクリートピット等からなる地下空洞型処分施設を構築し、施工性や初期性能の総合的な確証を行う。

③研究開発期間

2006年度～2011年

(3) 放射性廃棄物共通技術調査等

①概要

i) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

放射性廃棄物処分に係る国内外の最新知見の収集・分析、重要かつ基礎的な課題の抽出並びに研究を実施し、長期に及ぶ処分事業等を支える技術基盤の拡充を図る。

ii) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

放射性廃棄物処分の安全評価に共通的な基盤情報として、生物圏における核種移行プロセスを評価するため、日本の風土を反映した核種移行パラメータ・モデルを整備する。

②技術目標及び達成時期

i) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

2011年度までに、放射性廃棄物処分に共通的な重要基礎技術として、地質環境の長期安定性評価、人工バリアや岩盤の長期挙動評価等に係る知見を整備する。

ii) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

2011年度までに、沿岸域の環境も含めたわが国表層環境への適用とTRU廃棄物に固有の核種等を考慮した、生物圏核種移行のモデルとデータベースを構築する。

③研究開発期間

2001年度～2011年度

4-IV-iv. 電力供給安定化技術等・その他

(1) イットリウム系超電導電力機器技術開発(運営費交付金)

①概要

世界的にも我が国が最先端の技術力を有する次世代高温超電導線材を活用し、経済社会の基盤となる電力の安定的かつ効率的な供給システムを実現するため、システムを適正に制御し、電力供給を安定化させるための技術及び発電電力を無駄なく輸送するための高効率な送電技術の確立を目指す。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、イットリウム系超電導線材を用いたSMES、超電導電力ケーブル、超電導変圧器実現のための重要な技術開発を行い、各機器の成立性を実証する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) 高温超電導ケーブル実証プロジェクト(運営費交付金)

①概要

革新的な高効率送電技術を確立して高温超電導ケーブルの実用化を促進するため、工業生産プロセスで実用化レベルに達している高温超電導線材(DI-BSCCO等)を活用し、首都圏のシステムに接続する実証試験及び評価を行う。

なお、本事業は、発電用施設による電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、200MV A級の中間接続部を有した三心一括型高温超電導ケーブルを、冷却装置や保護装置などの付帯設備とともに66KV実システムに接続して、12ヶ月以上の長期連系試験を行うことによって総合的な安全性や信頼性を実証する。

③研究開発期間

2007年度～2012年度

(3) 大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証研究（運営費交付金）

①概要

大規模太陽光発電システムを電力系統に連系した際に、系統全体に悪影響を及ぼさない技術の有効性及び実用性を検証する。

また、国内外各社の太陽電池モジュールを用いることで、性能、経済性の比較を行い、競争を促進する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、下記の実証研究を行い、その有効性を確認する。

(イ) 蓄電池等を組み合わせた出力変動抑制システムの有効性。

(ロ) 発電出力のピーク制御（午後のピーク帯へのシフト）の有効性。

(ハ) 大型インバータによる高調波抑制システムの有効性。

(ニ) 国内外メーカーの太陽電池モジュールの特性比較を行い、性能、経済性等を比較・検証。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発（運営費交付金）

①概要

蓄電池技術は、新エネルギーの出力安定化や燃料電池自動車（FCV）・ハイブリッド自動車（HEV）・電気自動車（EV）等の高効率次世代自動車に共通する重要なコア技術である。そこで、高性能蓄電システムに係る要素技術開発、新材料開発及び基盤技術の開発を行う。

A. 系統連系円滑化蓄電システム技術開発

B. 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

②技術目標及び達成時期

A. 2010年度末において、寿命10年、コスト4万円/kWh、1MW規模のシステムおよび要素技術の確立と2030年において寿命20年、コスト1.5万円/kWh、20～30MW規模の蓄電システムを見通せる技術開発。また、新エネルギー対応の充放電パターン等、基礎データの整備、大型化に伴う安全性や寿命等の評価手法の確立。

B. 2011年度末において、電池開発では、0.3kWhモジュールを作製し、重量エネルギー密度100Wh/kg、出力密度2000W/kg、寿命10年、コスト4万円/kWhを達成すること（条件：3kWhの組電池、100万台生産ベース）。電池構成材料及び電池反応制御技術の開発では重量エネルギー密度200Wh/kg、出力密度2500W/kg、コスト3万円/kWhを小型単電池で達成すること（上記と同条件）。また、電池周辺機器開発では、格段の高性能化、コンパクト化、低コスト化を達成すること。さらに、重量エネルギー密度500Wh/kgを見通せる新規概念・構造の蓄電池基礎開

発の他、劣化・寿命診断法、安全性評価などの各種試験法等の開発およびそれら共通基盤技術の基準・標準化。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(5) 発電プラント用超高純度金属材料の開発(運営費交付金)

①概要

超高純度金属材料を発電設備の蒸気配管等に実用化することを目指し、高純度金属材料の高度化に向けた低コスト・量産化製造技術を開発し、実使用環境における超高純度金属材料の耐久性試験等を行う。

なお、本事業は、発電用施設における電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年までに、不純物総量100ppm未満、溶解量数100kg以上の低コスト・量産化技術製造技術を開発するとともに、製造された超高純度材料が発電プラントの各種機器に適用でき、本材料の持つ優れた特性を長期に亘って発揮できることを確認する。

③研究開発期間

2005年度～2010年度

4-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

4-V-i. 石油・天然ガス・石炭の探鉱・開発・生産技術

(1) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型／特別研究(運営費交付金)

①概要

石油及び可燃性天然ガス資源の開発に係る技術の振興を図る観点から、大水深、複雑な地層といった悪条件化が進む石油・天然ガスの探鉱・開発技術、利用拡大が見込まれる天然ガス田の開発促進に資する天然ガス有効利用技術等について、短期間で実用化が期待され、民間ニーズに直結した研究開発を提案公募により実施する。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、我が国の石油・天然ガスの探鉱・開発技術力の向上、及び天然ガスの利用の促進に向けた天然ガスの有効利用技術の開発を行う。

③研究開発期間

2001年度～2012年度

(2) 石油精製物質等簡易有害性評価手法開発(運営費交付金)

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から、石油製品等に含まれる化学物質によるリスクを把握し、必要な対策を適切に行うことを可能とするため、*in vitro* 培養系技術等の活用により遺伝子組換え細胞等を用いた *in vitro* 系簡易有害性予測手法、また、トキシコゲノミクスを活用した短期動物試験結果と相関する遺伝

子発現データセットを開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、遺伝子導入技術、幹細胞分化誘導技術、生物発光技術等を適用した培養細胞を用いて、試験期間1ヶ月程度、発がん性、催奇形性及び免疫毒性を予測評価できる試験手法を開発し、また、遺伝子発現解析技術を短期動物試験に適用し、28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセットを完成させる。また、標準的な試験プロトコールを策定する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 石油資源遠隔探知技術の研究開発

①概要

我が国が開発・運用する多様な地球観測センサ（ASTER、PALSAR等）の地球観測データを用いて、石油・天然ガス等の安定供給確保のため、資源開発・探査、環境観測等に有効なデータの処理解析手法の研究開発を行う。また、地球観測データのような大容量のデータを容易に扱えるシステムの研究開発を実施することで資源開発・探査、環境観測を含む多様な分野でのリモートセンシングの利用拡大を図る。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、資源開発・探査、環境観測等の分野における地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データの利用の拡大を図る。

③研究開発期間

1981年度～2014年度

(4) ハイパースペクトルセンサ等の研究開発（運営費交付金）

①概要

資源開発に有効な岩石・鉱物や地質構造解析の高次元解析を可能とするハイパースペクトルセンサの開発を行うとともに、軌道上におけるデータ取得の実証を行い、センサ技術の確立を行う。

②技術目標及び達成時期

2013年度までにスペクトル分解能200バンド前後のハイパースペクトルセンサを開発し、地表面のスペクトル情報を取得して資源開発に有効なセンサ技術の実証を行う。

③研究開発期間

2007年度～2013年度

(5) ASTER・PALSARプロジェクト

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した、光学センサである資源探査用将来型センサ（ASTER）及び合成開口レーダである次世

代合成開口レーダ(PALSAAR)の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

ASTER及びPALSAARの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2017年度までに、センサ技術の高度化(ポインティング機能の追加、分解能の向上、熱センサの搭載等)及びレーダ技術の高度化(アンテナ指向の電子制御化、分解能の向上、多偏波観測等)を図る。

③研究開発期間

1987年度～2017年度

4-V-ii. 石油・天然ガスの有効利用技術

(1) 石油燃料次世代環境対策技術開発

①概要

バイオマス燃料から製造した石油製品が自動車排出ガスに及ぼす影響、新たな自動車燃焼技術(自着火燃焼(着火までに燃料と空気を十分に混合し、その混合気体を点火プラグの使用なしで圧縮することにより着火させる燃焼法でNOx排出低減、熱効率が高い等の利点がある))に適応した燃料に関する技術開発を実施する。

②技術目標及び達成時期

バイオマス燃料の利用時における、燃料と自動車エンジン技術の両面の影響評価を進め、技術的課題を解決し、運輸部門における燃料多様化を目指す。

③研究開発期間

2002年度～2011年度

(2) 将来型燃料高度利用技術開発

①概要

省エネ、二酸化炭素削減効果が見込まれる燃料電池自動車の燃料である高純度(99.99%以上)水素を安定的かつ経済的に供給することは重要である。石油は、その長所として豊富な水素供給余力と安価な水素製造技術及び全国に展開した災害に強いガソリンスタンドを保有している。これら石油の長所を活かした水素供給システムの確立により、水素社会の早期実現に貢献するものである。本事業では、製油所からの高純度水素供給技術開発とガソリンスタンドを拠点とする高純度水素製造技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

コスト低減のため製油所におけるナフサから高効率(80%以上)な高純度水素製造を可能とする新たな技術を開発する。また、供給地のガソリンスタンドにおいて有機ハイドライドから高純度の水素を高効率(80%)に取り出すための水素発生装置を開発する。また、脱硫後の灯油硫黄分を検出限界以下の10ppb以下とする脱硫剤の開発を行うとともに、貴金属使用量を2-3wt%から0.5wt%以下まで低減しても、従来と同等の高い性能が維持できる改質触媒を開

発する。さらに、膜分離型反応器を用いた99.99%高純度水素の製造効率を80%、4万時間の耐久性が期待できる水素製造システムを開発する。

③研究開発期間

2008年度～2010年度

(3) 革新的次世代石油精製等技術開発

①概要

原油価格の高騰・高止まりや原油の重質化と製品需要構造変化等の石油を巡る大きな環境変化のなか、連産品である石油製品を今後とも長期的に安定化かつ効率的に供給するためには、製油所の更なる高度化に向けた技術の開発実用化が必要である。このため、非在来型原油を含めた重質油を原料として、製油所におけるボトムレス化、余剰となる分解留分の高付加価値等のためのプロセスや触媒技術等の開発を行う。また、次世代の技術シーズ創出のため、これまでの技術とは異なる発想により我が国唯一の革新的な新規触媒研究、新規膜分技術研究、新規製造プロセス研究等を産官学の連携等により実施する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに重質油対応型高過酷度接触流動分解技術(HS-FCC)については、3千BD規模(商業レベルの1/10規模)の実証研究を通じ、プロピレン収率20%以上(既存技術4%程度)、将来不足が予想される高オクタン価ガソリン基材(RON98(既存技術92程度))の製造を可能とする技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 次世代高信頼性ガスセンサー技術開発

①概要

一酸化炭素中毒やガス漏れなどのガス事故を限りなくゼロに近づけるため、センサー素子のナノレベルでのメカニズム解析及び開発設計を行い、コードレスで高信頼性を有する次世代高信頼性ガスセンサー(COセンサー・メタンセンサー)を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、最先端のナノテクノロジー及びMEMS技術を導入し、電池駆動で5年以上の長寿命、高信頼性(数百ppm以下の故障率)、低コストなCOとメタンのセンサーを開発する。

③研究開発期間

2008年度～2011年度

(5) 天然ガスの液体燃料化(GTL)技術実証研究(運営費交付金)

①概要

我が国独自のGTL技術(天然ガスを原料として石油製品を製造する技術)を

確立するために、商業規模（日産1万5千バレル／系列以上）の前段階となる日産500バレルの実証研究を行う。

②技術目標及び達成時期

商業規模でのGTL技術の確立に向けて、実証プラントによる運転研究を通じたバックアップ研究及び商業化検討を2010年度までに実施する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(6) 石油精製物質代替等技術開発

①概要

石油製品に添加される有害な物質について、転換が円滑・迅速になされるよう代替技術等を開発する。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、石油精製物質やその機能を向上させるために混合する又は反応させる化学物質であって、環境を経由した人の健康等への悪影響が懸念されるもの（特に、化審法の第一種特定化学物質、第一種監視化学物質等）のうち、特に代替が困難である2物質程度について、代替物質の有害性に係る情報を確認しつつ、代替物質の開発、代替プロセスの開発、排出抑制技術開発等を行い、実用性を検証する。

③研究開発期間

2010年度～2014年度

(7) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型／特別研究（運営費交付金）（4-V-i 参照）

(8) 高効率ガスタービン実用化技術開発（4-I-ii 参照）

4-V-iii. メタンハイドレート等非在来化石資源の利用技術

(1) メタンハイドレート開発促進委託費

①概要

日本周辺海域に相当量の賦存が見込まれ、国産のクリーンなエネルギー資源として有望なメタンハイドレートを利用可能とするため、資源量評価手法、生産手法及び環境影響評価手法等の確立のための技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

メタンハイドレートの商業化実現を目標として、これからの10年程度の技術開発期間を「生産技術等の研究実証」と「商業化の実現に向けた技術の整備」の段階とに分けて技術開発を推進する。

生産技術等の研究実証（7年間程度）の段階では、長期陸上産出試験、日本周辺海域における海洋産出試験等を実施する。

商業化の実現に向けた技術の整備（3年間程度）の段階では、経済性評価、周辺環境への影響等の総合的検証等を実施する。

③研究開発期間

2001年度～2018年度

(2) 革新的次世代石油精製等技術開発 (4-V-ii 参照)

4-V-iv. 石炭クリーン利用技術

(1) 石炭生産・利用技術振興 (運営費交付金)

①概要

基礎研究、実証試験及び国際連携を通じて、ゼロエミッション石炭火力の早期実現を目指し、以下の研究開発を実施。

I. クリーンコール技術開発 (基礎研究等)

- i) トータルシステムの構築に向けたフィージビリティスタディ
- ii) 石炭ガス化複合発電の大幅な発電効率向上に向けた要素技術開発
- iii) 石炭燃料に伴って発生する有害微量物質 (水銀) の除去実現に向けた研究開発

II. クリーンコール技術開発 (革新的CO₂回収型石炭ガス化技術開発)

石炭ガス化複合発電 (IGCC) から排出されるガスからの二酸化炭素の分離・回収に係るパイロットプラント規模での実証実験を実施。

III. 国際連携クリーンコール技術開発プロジェクト

クリーン・コール・テクノロジー (CCT) に係る日米、日豪、日中の二国間共同研究事業を実施する。

②技術目標及び達成時期

I. 2012年度までに、ゼロエミッション石炭火力の実現に向けたフィージビリティスタディを実施するとともに、石炭ガス化システムの大幅効率向上に向けた先進基盤技術を開発する。

II. 2013年度までに、IGCCの高圧プロセスに最適な二酸化炭素分離回収システムの確立を目指す。

III. クリーンコール技術に関する共同研究を海外の研究機関等との間で実施することにより、互いのCCTに係る基礎的研究のレベルアップを目指す。

③研究開発期間

2003年度～2014年度

(2) 石炭利用国際共同実証事業

①概要

我が国の優れたクリーン・コール・テクノロジーの更なる質の向上を目指して、豪州等と以下の共同実証事業等を行う。

I. 石炭火力発電所にCO₂の回収を容易にする新たな燃焼技術を適用する実証事業を豪州にて実施する。

II. 低品位炭からメタン・メタノールを高効率に製造する技術の実証事業を豪州にて実施する。

III. CO₂の分離回収・貯留機能を備えた石炭ガス化複合発電の実現可能性調査を実施する。

②技術目標及び達成時期

- I. 2016年度までに、既存発電所において酸素燃焼技術及びCO₂回収技術を検証し、本技術の確立を目指す。
- II. 2015年度までに、低品位炭からメタン・メタノールを高効率に製造する技術の実証機規模での実現を確認する。
- III. 2011年度までに、IGCC+CCSの複合実証事業に係る実現可能性を確認する。

③研究開発期間

2008年度～2016年度

(3) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金

①概要

従来の超々臨界圧火力発電（USC）は、蒸気温度の最高温度は630℃程度が限界で、送電端熱効率も42～43%が原理的限界といわれてきた。しかしながら、近年の材料技術の進歩により、700℃以上の蒸気温度を達成できる可能性が見えてきたことから、これらの材料を活用した先進超々臨界圧火力発電技術（A-USC）の開発を行うものである。A-USCは、蒸気温度700℃級で46%、750℃級で48%の高い送電端熱効率の達成が可能な技術であり、2020年以降増大する経年石炭火力発電のリプレース需要に対応するため、早急に技術開発を進める必要がある。そのため、ボイラーメーカー、タービンメーカー及び材料メーカーが共同でA-USCの技術開発に取り組む。

②技術目標及び達成時期

2010年度までにシステム基本設計を完了し、シミュレーションにより送電端熱効率46%～48%の達成が可能なことを確認する。2012年度までにボイラー、タービン部材等が700℃以上の蒸気温度に耐えられるかどうかを試作、評価し、経済性を含めたシステム成立性への見通しを得る。2015年度～2016年度に実缶試験、回転試験を実施し、蒸気温度700℃以上の条件下でボイラー、タービンの信頼性を確認する。また、ボイラー、タービン部材について3万～7万時間の長期信頼性試験を実施し材料特性を検証する。

③研究開発期間

2008年度～2016年度

(4) 未利用炭有効資源化実証事業

①概要

石炭等のエネルギー資源の安定供給を図るため、これまで限定的な利用にとどまっている低品位炭を有用な資源として利用するための低品位炭ガス化技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

小型（数t/d規模）の既存試験設備を用いた基礎的な実証研究を行い、2011年度までに当該規模での低品位炭のガス化技術を確立する。

③研究開発期間

2010年度～2011年度

- (5) 資源対応力強化のための革新的製銹プロセス技術開発(運営費交付金)(4-I-ii 参照)

4-V-v. その他・共通

- (1) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)(4-III-i 参照)
(2) 固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発(運営費交付金)(4-III-v 参照)
(3) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発(運営費交付金)(4-III-v 参照)
(4) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)(4-III-v 参照)
(5) 水素貯蔵材料先端基盤研究(運営費交付金)(4-III-v 参照)
(6) 水素先端科学基礎研究事業(運営費交付金)(4-III-v 参照)
(7) 固体酸化物形燃料電池実証研究(運営費交付金)(4-III-v 参照)
(8) 燃料電池システム等実証研究(運営費交付金)(4-III-v 参照)

5. 政策目標の実現に向けた環境整備（成果の実用化、導入普及に向けた取組）

5-I. 総合エネルギー効率の向上

- 事業者単位の規制体系の導入
- 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化
- セクター別ベンチマークの導入と初期需要創出（高効率機器の導入補助等）
- トップランナー基準の対象機器の拡充等
- アジアにおける省エネルギー対策の推進を通じた我が国の国際競争力の向上
- 国民の省エネルギー意識の高まりに向けた取組

5-II. 運輸部門の燃料多様化

- 公共的車両への積極的導入
- 燃費基準の策定・改定
- アジアにおける新エネルギー協力
- 国際標準化による国際競争力向上

5-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

- 補助金等による導入支援
- 新エネルギーベンチャービジネスに対する支援の拡大
- 新エネルギー産業構造の形成
- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方の検討

5-IV. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保

- 電力自由化環境下での原子力発電の新・増設の実現
- 資源確保戦略の展開
- 次世代を支える人材育成
- 中小型炉の海外市場への展開、我が国原子力産業の国際展開支援
- 原子力発電拡大と核不拡散の両立に向けた国際的枠組み作りへの積極的関与
- 国と地域の信頼強化

5-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

- 資源国等との総合的な関係強化（研究開発の推進・協力、人材育成・技術移転、経済関係強化など）
- 化石燃料のクリーンな利用の開拓

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金による実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

また、事業名に（採択テーマ）と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

7. 改訂履歴

- (1) 平成16年7月7日付け、省エネルギー技術開発プログラム基本計画、新エネルギー技術開発プログラム基本計画、燃料技術開発プログラム基本計画、電力技術開発プログラム基本計画、原子力技術開発プログラム基本計画制定。固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム基本計画（平成16・02・03産局第6号）は、新エネルギー技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (2) 平成17年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第8号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第10号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第12号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第11号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第13号）は、廃止。
- (3) 平成18年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第14号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第9号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第17号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第12号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第13号）は、廃止。また、次世代低公害車技術開発プログラム基本計画（平成17・03・29産局第2号）は、省エネルギー技術開発プログラム基本計画及び燃料技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (4) 平成19年4月2日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・31産局第19号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第15号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第18号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第17号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第16号）は、廃止。
- (5) 平成20年4月1日付け、エネルギーイノベーションプログラム基本計画制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・26産局第1号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・20産局第4号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成19・03・19産局第7号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・16産局第3号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・23産局第2号）は、本プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (6) 平成21年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画（平成20・03・25産局第5号）は廃止。
- (7) 平成22年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画（平成21・03・26産局第1号）は廃止。

(エネルギーイノベーションプログラム)
「エネルギーITS推進事業」基本計画

エネルギー対策推進部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

運輸部門のエネルギー・環境対策は自動車単体に依存しており、京都議定書目標達成計画ではITS (Intelligent Transport Systems) を活用した交通流対策の貢献度は低い。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28日)では、方策の一つとして「世界一やさしいクルマ社会構想」を打ち出し、ITSをキーとした低炭素社会の実現を提唱しており、同省の「自動車の電子化に関する研究会」において、省エネルギーに資するITS技術に取り組む技術開発プログラムとして「エネルギーITS構想」が提案されている。また、総合科学技術会議の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」において、渋滞に伴う損失や環境負荷を大きく低減し、物流コストの大幅な縮減を図ることを目標として掲げており、エネルギーITSは目標達成のための重要な施策と考えられている。

このため、産学の科学的知見を結集してITS技術を利用する省エネルギー型社会システムの構築に取り組み、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ITS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、ITS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) 研究開発の目標

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。目標の詳細は別紙のとおり。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

[委託事業]

- 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

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）が、単独ないし複数の原則、本邦の企業、大学等の研究機関（原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。）から公募によって研究開発の委託先を選定後、委託契約を締結し、実施する。

また、名城大学理工学部教授 津川 定之氏をプロジェクトリーダー（全体統括）とし、東京大学生産技術研究所教授 須田 義大氏（研究開発項目①を担当）及び東京大学生産技術研究所教授 桑原 雅夫氏（研究開発項目②を担当）をサブプロジェクトリーダーとして、各委託先がそれぞれの強みを生かした最適な共同研究体制を構築するとともに、必要に応じて再委託先を設定するものとする。なお、各研究開発項目は各々密接に関連付けられるため、相互に情報共有可能な体制を構築するものとする。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省、プロジェクトリーダー、サブリーダー及び実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成20年度から平成24年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成22年度、事後評価を平成25年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

得られた研究開発成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

②標準化等との連携

CO2 排出量削減は国際的な取り組みであるため、削減効果の推計手法については、国際標準への提案等により国際的な合意形成を目指す。

③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 項第一号ハに基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成 20 年 3 月、制定。

(2) 平成 20 年 7 月、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。

(3) 平成 21 年 3 月、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。

(4) 平成 22 年 3 月、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。

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目①「自動運転・隊列走行技術の研究開発」

1. 研究開発の必要性

燃料消費やCO2排出量低減は、車両や道路環境など同一条件下で走行しても、アクセルワークや変速などの運転操作次第で20%以上の燃費改善がみられるため、エコドライブが推奨されている。また、大型車の高速走行ではエネルギー消費の4割以上が空気抵抗であり、複数の車両が隊列を組んで車間距離を詰めて走行することにより、空気抵抗を大幅に低減させることが可能である。エコドライブや隊列走行の自動化を実現するためには、自車の位置や速度等の情報を車群内の周辺車両と交換し、相互の位置関係やそれぞれの動きを把握し協調して走行する技術の確立が必要となる。

本研究開発では、国内外の開発動向を踏まえて高い目標を設定し、エネルギー消費低減のための自動運転・隊列走行技術の要素技術開発を行う。

2. 研究開発の具体的内容

高効率な幹線物流システムを実現するため、高速道では隊列を組んで走行することにより、一般道ではエコドライブの自動化等により省エネルギーで走行可能とする自動運転・隊列走行技術を開発する。

(1) 全体企画、実証実験、評価

自動運転・隊列走行に関する基礎データ収集と有効性検証を行い、コンセプト及び開発・実用化ロードマップを策定する。また、実験車の試作、評価・改良及び自動運転・隊列走行に関する実証実験を行い、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。

(2) 自律走行技術等の要素技術の開発

自動運転・隊列走行を実現するため、現実の道路環境で適用可能な実用化レベルの要素技術を開発する。

(a) 自律走行技術

制御性や信頼性・安全性を大幅に向上させるための制御アルゴリズム、複数の制御系からなる多重系自動操舵装置、故障しても安全側に状態遷移するフェイルセーフ車両制御装置等の技術を開発する。

(b) 走行環境認識技術

道路白線・車両等を認識するアルゴリズムと、自車両から対象物までの距離・方位を高精度に検出する技術を開発する。

(c) 位置認識技術

路側構造物を含む3次元道路地図、GPS等による走行位置及び走行すべき軌跡生成等の技術を開発する。

(d) 車車間通信技術

車両制御情報や隊列管理情報等を車両間で情報交換するための、信頼性の高い通信技術を開発する。

(e) 自動運転・隊列走行制御技術

高精度で信頼性の高い車線制御アルゴリズムや、車間距離制御アルゴリズム、車両間の衝突回避アルゴリズム、隊列走行用HMI (Human Machine Interface) 技術等、混在交通環境で走行可能な制御技術を開発する。

(f) 省エネ運転制御技術

優秀なエコドライバをモデル化するとともに、自車周辺の交通環境に適応できる運転制御アルゴリズムを開発する。

3. 達成目標

[中間目標 (平成22年度)]

- 1) 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タイプ実験車を開発

[最終目標 (平成24年度)]

- 1) 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で走行可能な隊列走行実験車を開発

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」

1. 研究開発の必要性

渋滞対策等、エネルギー I T S の各種施策を適切に運用していくためには、道路交通の状況を可能な限り把握するとともに、各種施策が CO2 削減にどれほど寄与したかを計測していく必要がある。さらに、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。

I T S の実用化・普及に伴い、道路上の交通状態及び自動車の走行状態に係る精緻なデータの獲得が実現されつつある現在、これらのデータを十分に活用した CO2 削減効果評価のための技術として、プローブ情報の活用や交通流シミュレーション技術の応用への期待が高まっている。

I T S 技術による CO2 削減効果の定量評価は、京都議定書での削減効果達成度合いを示すことにおいても有効であり、国際的に信頼される CO2 削減効果評価方法の確立に資するための技術開発を行うことを目的とする。

2. 研究開発の具体的内容

国内外の関係者とすり合わせを行いながら、都市圏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シミュレーションによる交通流の推定、プローブによる CO2 排出量のモニタリング、車両からの CO2 排出量の推計等の技術開発及び 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。

(1) ハイブリッドシミュレーション技術開発

都市圏規模での CO2 排出量評価をマクロモデルで、その部分である地域規模での評価をマイクロモデルでそれぞれ分担し、全体での CO2 排出量を合理的に推計する「ハイブリッドシミュレーション」を開発する。

(2) プローブによる CO2 モニタリング技術の開発

既存のトラフィックカウンター等のセンサ情報や、プローブ交通情報を融合し、リアルタイムで都市圏全体の CO2 排出量を推計する「CO2 排出量モニタリングシステム」を開発する。

(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

車両メカニズム・運転操作特性に遡って評価検討のできる車両モデルと、車両モデルとの連携により交通流の変化を評価可能な交通流モデルを開発する。また、ハイブリッド交通流シミュレーションのための CO2 排出量の詳細データを提供する。

(4) 交通データ基盤の構築

散在する交通関連データについて汎用性の高いデータ構造を提案すると共に、国際的に統一管理できるデータウェアハウスを構築し、効果評価手法の入力・検証データなど等の効率的な活用に資する。

(5) CO2 排出量推計技術の検証

上記(1)～(3)により求められる CO2 排出量の妥当性及び精度を検証し、評価技術全体の

信頼性の向上を図る。

(6) 国際連携による効果評価手法の相互認証

国際的に信頼される評価方法の確立のために、海外の政府機関や研究機関と連携して国際的なネットワークを促進し、本研究開発の実施内容を国際的に信頼される効果評価方法として確立し、国内外に向けた発信を行う。

3. 達成目標

[中間目標 (平成22年度)]

- 1) 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

[最終目標 (平成24年度)]

- 1) 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

①「総合エネルギー効率の向上」 に寄与する技術の技術ロードマップ(11/13)

No.	エネルギー技術 個別技術	2010	2015	2020	2025	2030～
1401E	40.先進交通システム	交通改善技術 ・最適出発時間予測システム(プローブ情報利用) ・異常事態検知システム(プローブ情報利用) 自動運転・隊列走行(高速道路) プローブ情報利用信号制御 信号連携エコドライブ 自動運転・協調走行 信号連携グリーンウェーブ走行				
	高度道路交通システム (ITS)	サグ渋滞等対策システム 合流支援システム リアルタイム燃費計 最適経路誘導システム 駐車場対策システム ETC カーナビ活用エコドライブ制御システム VICSシステム エコドライブルート情報システム ナビゲーションシステム				
1402N	40.先進交通システム	インテリジェント集配システム 汎用標準化送配システム(ICタグの高度利用) デュアルモードトラック バイモーダル物流システム(道路・鉄道、船舶)				
	モーダルシフト	新交通システム 軽軌道交通(LRT) コミュニティEVバス 走行車両への給電技術 ガイドウェイバス デュアルモードビークル(DMV)				
2101N	10.高効率内燃機関自動車	バイオマス等代替燃料・混合燃料利用エンジン技術 部分負荷効率向上のための気筒停止 超高強度CFRP製造技術 最適傾斜機能鍛造軽量部材 HCCIエンジン				
	ガソリン自動車	低摩擦材料表面制御 高負荷領域におけるノック抑制 リーンバーン技術 可変圧縮(膨張)比 連続可変バルブ/可変気筒 軽量化 オクタン価向上 MgCo(OH)系利用実証試験				
2102N	10.高効率内燃機関自動車	バイオマス等代替燃料・混合燃料利用エンジン技術 低エミッション後処理技術(尿素SCRなど) 高効率・低エミッション燃焼技術 HCCIエンジン				
	ディーゼル自動車	最適傾斜機能鍛造軽量部材 超高強度CFRP製造技術 低摩擦材料表面制御 小型・軽量化 乗用車用噴射系の向上(超高圧化)・小型高過給化 MgCo(OH)系利用実証試験				
2103N	10.高効率内燃機関自動車					
	天然ガス自動車	ガソリンとのバイフューエル車 燃料タンクの長寿命化 天然ガス吸蔵材料 MgCo(OH)系利用実証試験 充填インフラの低コスト化 天然ガスエンジンの高効率化(小型化、ハイブリッド化等) ガス供給インフラの拡充				
2104S	10.高効率内燃機関自動車	バッテリー性能 出力密度 1,800W/kg 2,000W/kg 2,500W/kg コスト 約20万円/kWh 約3万円/kWh 約2万円/kWh				
	ハイブリッド自動車	次世代HEV 動力回生システム エンジン効率向上 高性能二次電池(高エネルギー密度化・長寿命化・低コスト化) 低摩擦材料表面制御 軽量化				
2121S	12.クリーンエネルギー自動車	次世代EV エネルギー密度 70Wh/kg 100Wh/kg 200Wh/kg 出力密度 2000W/kg 2000W/kg 2500W/kg コスト 約10万円/kWh 約3万円/kWh 約2万円/kWh				
	プラグインハイブリッド 自動車	モーター効率向上 SRモーター 最速走行制御技術 電力供給システム 小型・軽量化				

6

①

②

③

エネルギー【エネルギー分野】

事前評価書

		作成日	平成20年2月19日
1. 事業名称 (コード番号)	エネルギー I T S 推進事業		
2. 推進部署名	省エネルギー技術開発部		
3. 事業概要	<p>(1) 概要： 運輸部門の省エネルギー・環境対策として、I T S (Intelligent Transport Systems) に大きな期待が寄せられている。</p> <p>本プロジェクトでは、道路環境条件に応じた車両個々の走行制御や、道路ネットワークの有効活用に基づく信号制御の高度化、車群としての協調走行や高速道路における自動隊列走行を実現するための技術の開発等を行う。</p> <p>(2) 事業規模： 総事業費 (国費分) 140 億円 (委託)</p> <p>(3) 事業期間： 平成20年度～24年度 (5年間)</p>		
4. 評価の検討状況			
(1) 事業の位置付け・必要性			
<p>運輸部門のエネルギー・環境対策は自動車単体に依存しており、京都議定書目標達成計画では I T S を活用した交通流対策の貢献度は低い。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28日) では、方策の一つとして「世界一やさしいクルマ社会構想」を打ち出し、I T S 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」において、省エネルギーに資する I T S 技術に取り組む技術開発プログラムとして「エネルギー I T S 構想」が提案されている。</p> <p>本事業は、「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、短期 (2017年; 京都議定書の拘束期間が切れる2013年からの5ヵ年をひとつの区切りとして想定)・中期 (2030年; 「新・国家エネルギー戦略」の目標年次)・長期 (2050年; 「美しい星へのいざない(Invitation to 『Cool Earth 50』))」) までを視野におき、省エネルギー効果の高い I T S の実用化促進を、運輸部門のエネルギー・環境対策として位置づける。</p> <p>なお、技術戦略マップ2007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。</p>			
(2) 研究開発目標の妥当性			
<p>運輸部門における CO2 排出量は2005年時に257百万 t-CO2/年と試算されており、その約9割が自動車から排出されている。また、自動車保有台数は、全体として2050年時においても現在以上の台数となることが見込まれており、総交通量は2030年以降減少傾向に転じるが、依然として2000年レベルより大きいと予測されている。</p> <p>「世界一やさしいクルマ社会構想」では、2015年：3大都市圏の平均車速1.5倍 (CO2 排出量2割減)、2030年：3大都市圏の平均車速2倍 (CO2 排出量3割減) が目標として掲げられており、これを実現する早急 (2008年～2012年) な取り組みとして、自動運転の要素技術確立、信号制御の高度化、及び国際的に信頼される効果評価方法の確立は、目標設定として妥当である。</p>			

<p>(3) 研究開発マネジメント</p> <p>公募によって、企業、民間研究機関、独立行政法人、大学等から研究開発の委託先を選定する。各委託先がそれぞれの強みを生かした最適な共同研究体制を構築するとともに、必要に応じて再委託先を設定するものとする。また、プロジェクトリーダーを選定し、密接な関係を維持する。さらに必要に応じて、外部有識者の意見を運営管理に反映させ、適切な管理に努める。</p>
<p>(4) 研究開発成果</p> <p>研究開発成果として、以下の可能性が期待できる。</p> <p>①協調走行（自動運転）に向けた要素技術の確立</p> <p>実用化および効果発現には時間を要するが、長期的には、全ての車両にエコドライブ制御を始めとした各種機能が装備されることにより、協調制御（自動運転）が実現でき、自動車からの CO2 排出量を約 23%削減することが期待できる。</p> <p>②信号制御の高度化</p> <p>高度な信号制御により渋滞が解消されれば、自動車からの CO2 排出量を約 2%削減することが期待できる。</p> <p>③国際的に信頼される効果評価方法の確立</p> <p>I T S の各種施策による省エネ・CO2 対策の貢献度の計測が可能となる。京都議定書での削減効果達成度合いを示すためにも、また今後の市場展開が予想される国際間の CO2 排出権取引においても、非常に重要である。</p>
<p>(5) 実用化・事業化の見通し</p> <p>エネルギー・環境対策としての I T S の推進により、公的な課題への対応を通じて技術開発が促進されると同時に、初期マーケットの創出につながり、新規産業の育成の観点からも効果が期待できる。また、エネルギー・環境に資する I T S の産業化が促進されることにより、エネルギー・環境対策としての効果の拡大も期待できる。</p>
<p>(6) その他特記事項</p> <p>特になし。</p>
<p>5. 総合評価</p> <p>本事業における I T S 技術の確立は、総合科学技術会議の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」を推進する上で重要であり、N E D O 技術開発機構の事業として実施することが適切であると判断する。</p>

添付資料5 特許論文リスト

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	研究 開発 項目
1	(株)アイ・トランス ポート・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
2	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	①
3	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	①
4	(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	①
5	(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	①

※PCT: Patent Cooperation Treaty (特許協力条約)
研究開発項目

- 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

2. 論文

(件数のまとめ)

研究開発項目		H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度	合計
①自動運転・隊列走行技術 の研究開発	査読有	4	14	14			32
	査読無	10	56	27			93
	計	14	70	41			125
②国際的に信頼される効果 評価方法の確立	査読有	0	0	10			10
	査読無	5	7	3			15
	計	5	7	13			25
合計	査読有	4	14	24			42
	査読無	15	63	30			108
	計	19	77	54			150

(1) 自動運転・隊列走行技術の研究開発

(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

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
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ウム(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
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

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
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
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

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
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, 小野ロ一則(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 年秋季大会前刷集, 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 年秋季大会前刷集, 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
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

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
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	高压ガス2010年1月号 (高压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 - Occypancy 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 - Occypancy 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
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, 小野ロ一則 (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	2010.03.16	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 - 3次元道路電子地図データ生成技術の開発 -	津田喜秋, 志水亮一, 清水聡, 梶原尚幸, 曾根久雄(三菱電機)	有
69	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 - 位置認識装置の開発 -	志水亮一, 津田喜秋, 清水聡, 梶原尚幸, 曾根久雄(三菱電機)	有
70	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 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)	無
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
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, 初山富士男, 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 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 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

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
16	2010.05.21	自動車技術会 2010 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, 舛山富士男, 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
26	2010.10 (予定)	自動車研究 2010.10 (日本自動車研究所所報)	レーザーレーダー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, Kimihiko 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

番号	発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者(所属)	査読
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, Kimihiko 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

(2) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

(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	2008.09.02	International Workshop on Traffic data Collection & its Standardization	International Traffic Database	Marc Miska (Univ. of Tokyo)	無
2	2008.09.02	International Workshop on Traffic data Collection & its Standardization	Traffic data availability and its standardization	Masao Kuwahara (Univ. of Tokyo)	無
3	2008.09.08	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	2009.06.13	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. (Univ. of Tokyo)	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	2009.09.24	第16回 ITS 世界会議	Promotion of 'Energy ITS' Project ～ Establish the reliable estimation methodology for CO2 emission internationally approved～	R. Horiguchi (ITL)	無
3	2009.09.24	第16回 ITS 世界会議	CO2 Emission Model Development ～Evaluating ITS Measures' Impact～	T. Suzuki (JARI)	無
4	2009.11.13	2nd Nearctis Workshop, London, 2009.11	ITDb - Data Portal and Project Support	Miska, M. (Univ. of Tokyo)	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. (Univ. of Tokyo)	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 (ITL)	無
7	2010.03.08	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 (ITL)	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	2010.06	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. (Univ. of Tokyo)	有
2	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. (Univ. of Tokyo)	有
3	2010.07	The Third International Symposium on Dynamic Traffic Assignment, Takayama, Japan	Detector Placement Optimization Based on DTA and Empirical Data	Tian Jiang, Marc Miska, Masao Kuwahara (Univ. of Tokyo)	有
4	2010.07	12th World Conference on Transport Research Lisbon, Portugal, 2010	Online Platform for Sustainable Traffic Data Storage	Miska, M., Kuwahara, M., Tanaka, S. (Univ. of Tokyo)	有
5	2010.07	WCTR Lisbon, Portugal, 2010	Van Arem, Bart, A simple data fusion method for instantaneous travel time estimation	Do Michael, Pueboobpaphan Rattaphol, Miska Marc, Kuwahara Masao (Univ. of Tokyo)	有
6	2010.09 (発表予定)	The 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal, 2010.09	Microscopic Simulation for Virtual Worlds with Self-driving Avatars	Tian Jiang, Marc Miska, Masao Kuwahara, Arturo Nakasone, Helmut Prendinger (Univ. of Tokyo)	有
7	2010.09 (発表予定)	The 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal, 2010.09	Sustainable Management of data driven Projects	Marc Miska, Masao Kuwahara, (Univ. of Tokyo)	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
8	2010.09 (発表予定)	The 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal, 2010.09	Driving and Traveller Behavior Studies using 3D Internet	Marc Miska, Helmut Prendinger, Arturo Nakasone, Masao Kuwahara (Univ. of Tokyo)	有
9	2010.09 (掲載予定)	自動車技術、Vol. 64, No. 10、2010年9月	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
10	2010.09.08 ～10 (発表予定)	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
11	2010.09.19 ～22 (発表予定)	13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal, 19-22 September 2010	Traffic Information Provision for Singular Conditions Based on Macroscopic Fundamental Diagram from Floating Car Data	R. Horiguchi, M. Iijima, H. Hanabusa (ITL)	有
12	2010.10 (in preparation)	Advancing-the-State-of-the-Art Handbook, Springer's International Series in Operations Research and Management Science	International Traffic Database - Gathering traffic data fast and intuitive	Miska, MP, Torday, A., Warita, H., Kuwahara, M.	無
13	2010.10.25 ～29 (発表予定)	第17回ITS世界会議	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	無

3. 受賞

(1) 自動運転・隊列走行技術の研究開発

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に基づき、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刻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、同時刻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)

番号	名称	発表タイトル	内容(概要)	受賞者
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)
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)

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

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。



エネルギーイノベーションプログラム 「エネルギーITS推進事業」(中間評価)

(2008年度～2012年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

2010年8月31日

NEDO エネルギー対策推進部

発表内容

- | | |
|------------------------|--------|
| I. 事業の位置付け・必要性について | |
| 1. 事業の背景・目的・位置付け | P3 |
| •内外の先行研究 | ⇒ 津川PL |
| 2. NEDOの関与の必要性・制度への適合性 | P14 |
| 3. エネルギーITS推進事業の意義 | ⇒ 津川PL |
| II. 研究開発マネジメントについて | |
| 1. 事業の目標 | P16 |
| 2. 事業の計画内容 | P18 |
| 3. 情勢変化への対応 | P22 |
| III. 研究開発成果 | |
| 1. 事業全体の成果 | P23 |
| IV. 実用化、事業化の見通しについて | P25 |

1. 新・国家エネルギー戦略(2006年5月)

省エネルギーフロントランナー計画
2030年までにエネルギー消費率を30%改善
運輸部門の石油依存度を80%に

2. 次世代自動車・燃料イニシアティブ(2007年5月)

バッテリー、水素・燃料電池、クリーンディーゼル、バイオ燃料
世界一やさしいクルマ社会構想

3. 省エネルギー技術戦略(2007、2008)

先進交通社会確立技術

4. Cool Earth—革新技术計画(2008年3月)

世界のGHGの排出を50%@2050以下に
そのため日本のGHGは60~80%削減@2050

5. 社会還元加速プロジェクト(2008年度~)

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

6. エネルギーイノベーションプログラム(2008年度~)

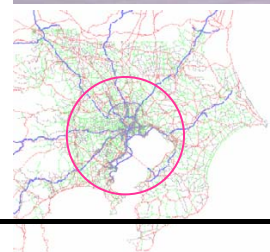
先進交通社会確立技術

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」

目的

情報通信技術を活用し、人と道路と車両を一体のシステムとして構築する高度道路交通システム(ITS)をさらに発展させ、その様々な技術の実用化・普及により、**道路交通の一層の安全向上、都市交通の革新及び高度物流システム**を実現する。



実施計画(ロードマップ)

方策及び取組み内容	実施体制	スケジュール					2013~2020	
		社会還元加速プロジェクト						
		2008	2009	2010	2011	2012		
(1) 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	国・民間	隊列走行システム 研究・テストコース試験			実証実験		PDCA サイクルの 複数回実施 による施策 の高度化	①~③ の実現 に貢献
		自動運転システム 研究		テストコース 試験				
(3) 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		→						

※エネルギーITS推進事業は、「平成22年度概算要求における科学技術関係施策の優先度判定等について」において『優先』の位置付け

エネルギーイノベーションプログラム基本計画

4. 研究開発内容

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

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削減効果評方法の確立を行う。

②技術的目標および達成時期

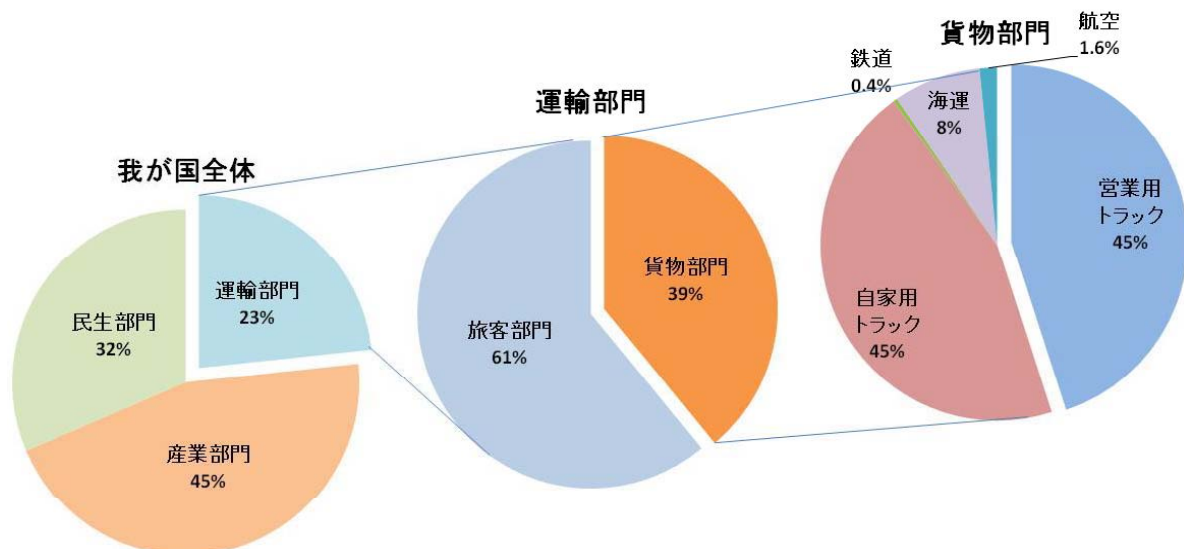
2012年度までにCO2削減効果評方法の確立を図るとともに、2020年代に実用化が見通せる自動運転・隊列走行の基盤技術の確立を目指す。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

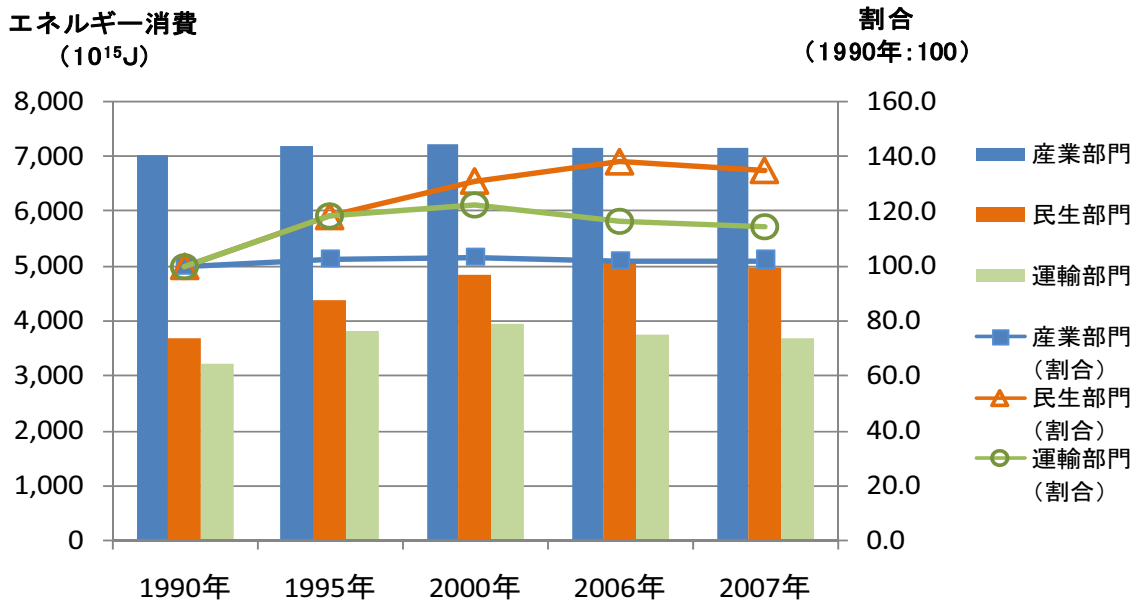
(2)自動車交通におけるエネルギー消費と環境負荷(1/3)

日本のエネルギー消費構造(2007年度)



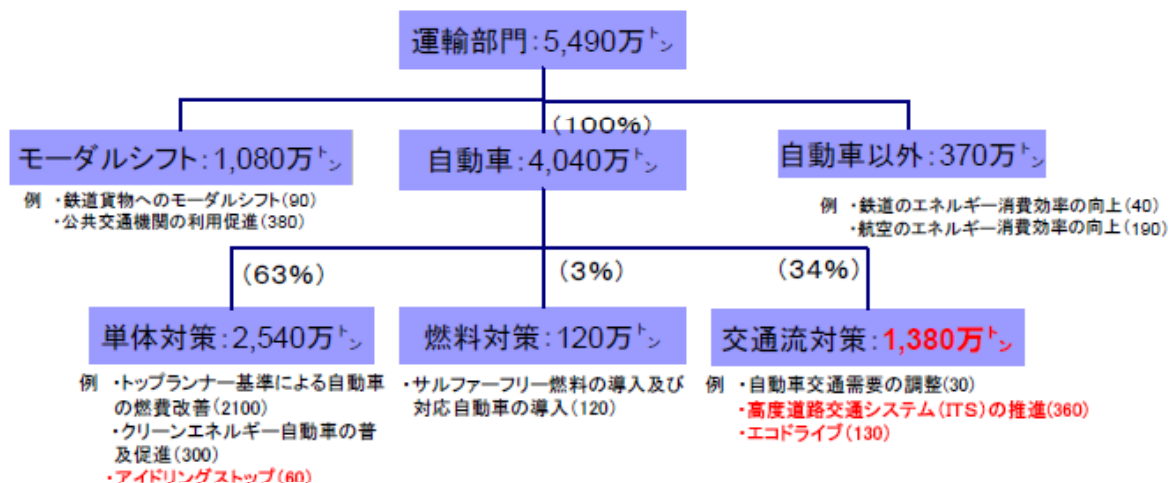
(2) 自動車交通におけるエネルギー消費と環境負荷 (2/3)

エネルギー消費の推移



(2) 自動車交通におけるエネルギー消費と環境負荷 (3/3)

京都議定書目標達成計画(2005) CO2削減目標値



(出典) 次世代自動車・燃料イニシアティブとりまとめ

エネルギーITSの実施プロジェクト選定の経緯

経済産業省の「エネルギーITS研究会」にて体系化

- (1) 省エネルギー技術戦略に基づきエネルギーITSの施策領域を整理
- (2) エネルギーITSの施策を体系化
- (3) CO2削減効果、課題の整理、国プロ化の意義から実施プロジェクトを選定

エネルギーITSの実施プロジェクト

- (i) 自動運転・隊列走行
- (ii) 信号制御の高度化に向けた研究開発
- (iii) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

省エネルギーに係る自動車関連の施策メニューとエネルギーITS の施策領域

課題	施策の方向性	必要な技術等	
低燃料走行	理想燃費の向上	車両単体対策(乗用車/貨物車) エンジン本体の改良、動力伝達効率の向上、軽量化、車両の小型化、超小型車両(パーソナルビークル)、小型EVトラック、コンテナ一体化トラック、軽量コンテナ、トラックのハイブリッド化・電子化など	
	無駄な燃料消費の軽減	道路の改善	道路整備・構造改良 バイパス等道路整備、路面抵抗、勾配抵抗の低減
		走行方法の改善	省エネルギー運転の促進 エコドライブ教育・可視化技術、エコドライブ支援(燃費情報、運転診断、エコルート情報等)、アイドリングストップ支援 自動エコドライブ、信号同期速度制御、追従走行による空気抵抗低減(隊列走行、車群制御) 車両整備(タイヤ空気圧、オイル等)
	ボトルネックの解消	交差点対策	信号制御の高度化(プローブ情報システムの利用、信号情報の車両制御への活用)
		料金所対策	自動料金収受
	道路の有効活用	サグ等単路部対策	知的クルーズ制御(高機能ACC) 車線利用効率化、低速車両の登坂車線への誘導
		合流部対策	合流支援システム
需要の分散		経路情報の充実、迷走・誤走の防止、プローブ情報の活用 最適出発時間予測技術 交通需要マネジメント(TDM)支援技術、交通違反車両検知技術	
人と物の移動量を維持して走行量の低減	駐車車両対策	満空情報高度化、駐車場案内、パーク&ライド支援(駐車場予約) 違反車両追跡技術(画像認識、車両ID等)、バレットパーキング	
	事故処理の効率化	異常事象の検知、緊急通報の高度化 緊急車両運行支援	
走行量の低減	人と物の移動量の適正化による走行量低減	輸送効率の向上 搭乗率、積載率向上 マルチモーダルの支援 優先信号システムの高度化、連結・開放の自動化、共同配送、カーシェアリング、など	
	交通需要の適正化	自動車以外への輸送手段の移行 物流全体の自動化、ネットワーク化、搬送機器の高度化・電動化、貨物運搬が可能な鉄道車両、船舶の知能化、航行支援の高度化、結節点の高度化など	
輸送・移動の不要化	通信技術、土地利用、都市計画	TV会議、コンパクトシティ	

効果評価

CO2削減原単位の概要

		CO2削減原単位	設定根拠	
走行方法の改善	(1) エコドライブ・アイドリングストップ支援	15%	・京都議定書目標達成計画より、エコドライブ関連機器導入(アイドリングストップ等)によるCO2排出量削減効果原単位を引用。 ・対象範囲は全車両	
	(2) 運転制御・隊列走行	道路環境連携協調走行	18%	・省エネセンター資料より、エコドライブ実施による燃費改善率(25%)の内訳は、発進時(10%)、巡航時(3%)、減速時(2%)、停止時(10%)であるが、停止時や発進時の一部は(1)のエコドライブ関連機器で実現されるものと考え、初期段階は道路環境と連携することで巡航時(3%)の効果を加算、最終的には最大限の効果が実現すると想定。ただし、減速時(2%)は(3)信号制御の高度化に計上。 ・対象範囲は全車両
		運転制御	23%	
		隊列走行	15%	
ボトルネックの解消	(3) 信号制御の高度化	2%	・省エネセンター資料より、エコドライブ実施による燃費改善率のうち、信号情報を早めに検知してアクセルオフすることで削減可能な減速時(2%)の削減効果を引用。 ・対象範囲は全車両 ・なお、プローブ情報を利用した信号制御機能によるCO2削減効果は(6)に含まれるものとした	
	(4) サグ渋滞等対策システム	—	・CO2削減効果は(2)に含まれるものとした	
	(5) 合流支援システム	—	・CO2削減効果は(2)に含まれるものとした	
道路の有効活用	(6) 経路情報の充実	1.6~14%*	・施策による速度向上効果を想定し、H17センサスおよび国総研式より、施策実施前後のCO2排出量削減比率を算出。 ・対象範囲は一般道センサス区間走行車両	
	(7) プローブを活用した最適出発時間予測	0.1~15.2%*	・(6)と同様であるが、交通量は不変とし時間シフトすることでピーク時速度が向上すると想定。 ・対象範囲はピーク時間帯の高速道路DID、一般道路DID区間走行車両	
	(8) 駐車場対策システム	—	・CO2削減効果は(6)に含まれるものとした	
	(9) 異常事態の検知と対応	—	・CO2削減効果は(6)に含まれるものとした	

※ 沿道状況、車種別に異なる。

CO2の削減効果が大きいエネルギーITSのプロジェクト

・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排出量を約25%削減することが期待される。

(i) 自動運転・隊列走行

・短中期的には、技術的難易度が低くなく、実用化が比較的容易と考えられるプローブ情報の活用による経路情報の充実、プローブ情報を利用した信号制御機能などが効果的。

(ii) 信号制御の高度化に向けた研究開発

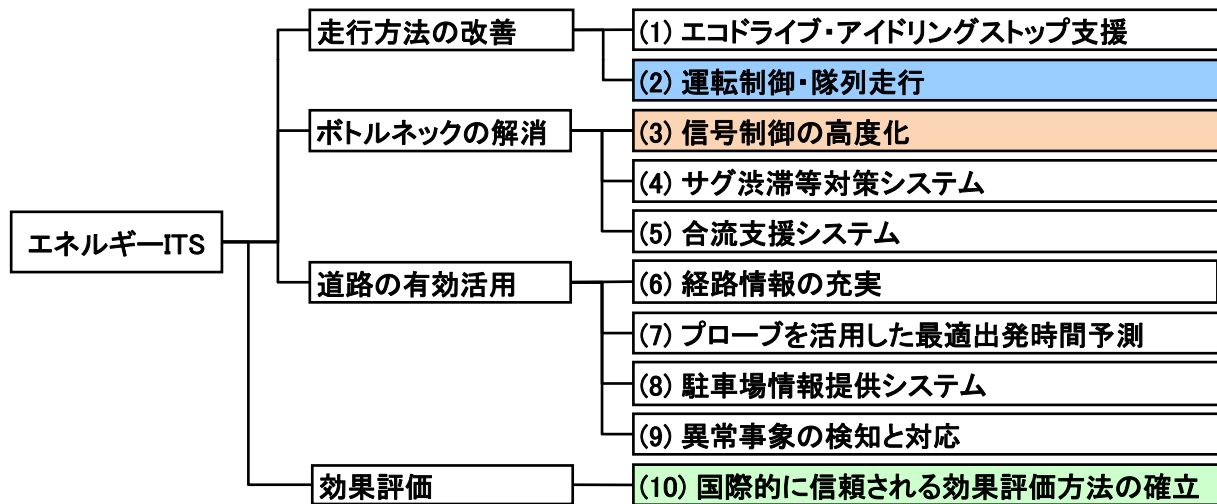
・技術・サービスの実用化・展開に際してはその効果評価が政策判断、投資判断等に非常に重要。
・そのため、国際的に信頼される効果評価方法の確立についても早急に検討着手することが望まれる。

(iii) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

エネルギーITS研究会報告(2008年4月)

ITSは、走行方法の改善により無駄な燃料消費を軽減するとともに、ボトルネックの解消や道路の有効活用を通じて走行量そのものの削減に貢献することができる。かかる観点から、以下に示す10のサービスを抽出し、エネルギー・環境対策に資するエネルギーITSとして関連する施策を整理した。

エネルギーITSを効率的・効果的に展開していくための戦略的取り組みとして、3項目を取り上げた。



13

(1)エネルギーITSにNEDOが関与することの意義

- IT技術で人と道路と車輦とを繋ぐことにより、交通事故・交通渋滞、環境、エネルギー等の社会基盤に係わる諸問題を改善する**国民生活と密接に関係する社会システム**
- 交通流の円滑化を図ることによる、**自動車から排出されるCO2の削減**

(i)自動運転・隊列走行

- ・省エネルギーや安全・安心の交通システム、低コストの物流システム構築などの**国の戦略・イニシアチブ**などと一致
- ・省エネルギーを重点目標として**海外をリード**できる技術
- ・自動車・電子・通信等の多くの技術分野および**異業種の連携・協力**が必要な分野、また先進的な次世代技術を育てるため**産学官の連携**が必要な分野
- ・**国の共通基盤技術**に成り得、将来的には標準化の基盤

(ii)信号制御の高度化に向けた研究開発

- ・自動車からのプローブ情報による交通インフラの感知器の補完
- ・**交通流の円滑化、環境対策**への要請に対応

(iii)国際的に信頼される効果評価方法の確立

- 国民生活に関連する**公共情報**の把握・提供
- ・ITSを導入したことによる道路交通状況と**CO2削減**の把握
- ・ITSサービスの改良や**適用場所の選定**等のための**情報提供**
- ・**CO2排出権取引**のための**情報提供**
- ・**国際的に共通した効果評価方法**の確立

14

(2)費用対効果

研究開発費 概算40～50億円でのCO2削減ポテンシャル

高速道路を150km以上走行するトラックの走行台キロ比

全交通量に対する高速道路利用大型車の割合(H17センサス)(①)	4.9%
高速道路利用大型車のうち150km以上利用する比率(道路構造令解説より)(②)	28.2%
走行台キロ比(③=①×②)	1.4%

隊列走行に期待されるCO₂削減ポテンシャル

	年次	2030	2050
CO ₂ 削減原単位(④)		15%	15%
普及率(⑤)		8.7%	100%
走行台キロ比(③)		1.4%	1.4%
期待される効果(④×⑤×③)		0.02%	0.21%
CO ₂ 削減ポテンシャル (運輸部門のCO ₂ 排出量を225百万トンとして)		4万トン	47万トン

(エネルギーITS研究会報告(2008年4月)を基に作成)

①自動運転・隊列走行技術の研究開発

研究開発目標

[中間目標(平成22年度)]

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

[最終目標(平成24年度)]

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で走行可能な隊列走行実験車を開発

目標の設定理由

- 隊列走行によるトラックの省エネ化と道路交通容量の増大
- 車間距離を10～4mにすることによる空気抵抗の低減。それによる燃費の削減
- 実用時を想定すると、運動制御特性が異なる車両の組合せが必要(大型、小型の組合せ)
- 実現性を向上するため、インフラの助けを借りることのないシステム
- 社会受容性のため、安全性・信頼性の確保

②国際的に信頼される効果評価方法の確立

研究開発目標

[中間目標(平成22年度)]
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

[最終目標(平成24年度)]
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

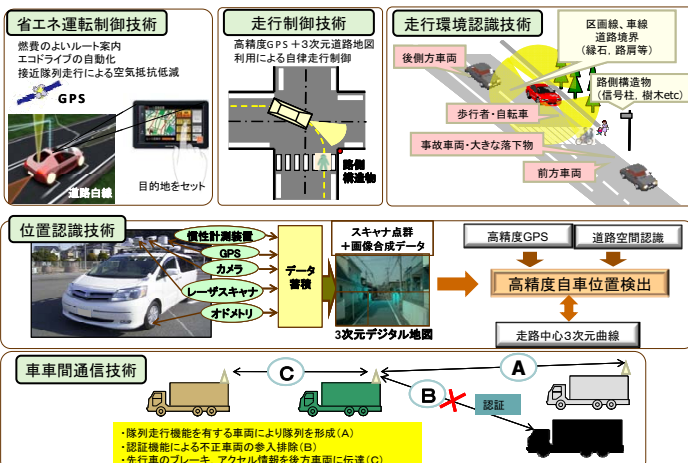
目標の設定理由

- 日本全国のCO2排出量の約2割が自動車交通からの排出
- ITS施策による自動車交通からの排出量低減を期待
- ITS施策の実施には、CO2削減効果を定量的に評価するツールが必要
- 国際排出権取引において、国際的な推計量の合意が必要

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の技術開発を行い、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削減効果方法の確立を目指す。

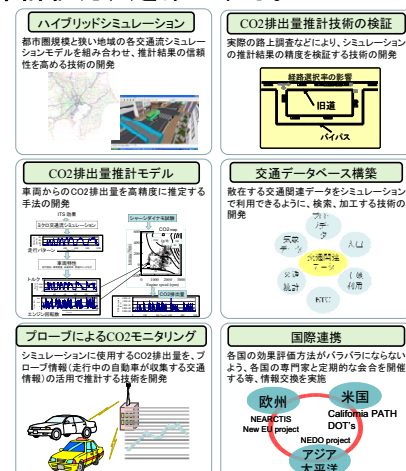
①自動運転・隊列走行技術の研究開発

高効率な幹線物流システムを実現するため、高速道では隊列を組んで走行することにより、一般道ではエコドライブの自動化等により省エネルギーで走行可能とする自動運転・隊列走行技術を開発する。



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、ITSの効果評価方法を確立する。



(2) 研究開発のスケジュールと予算

◆スケジュール

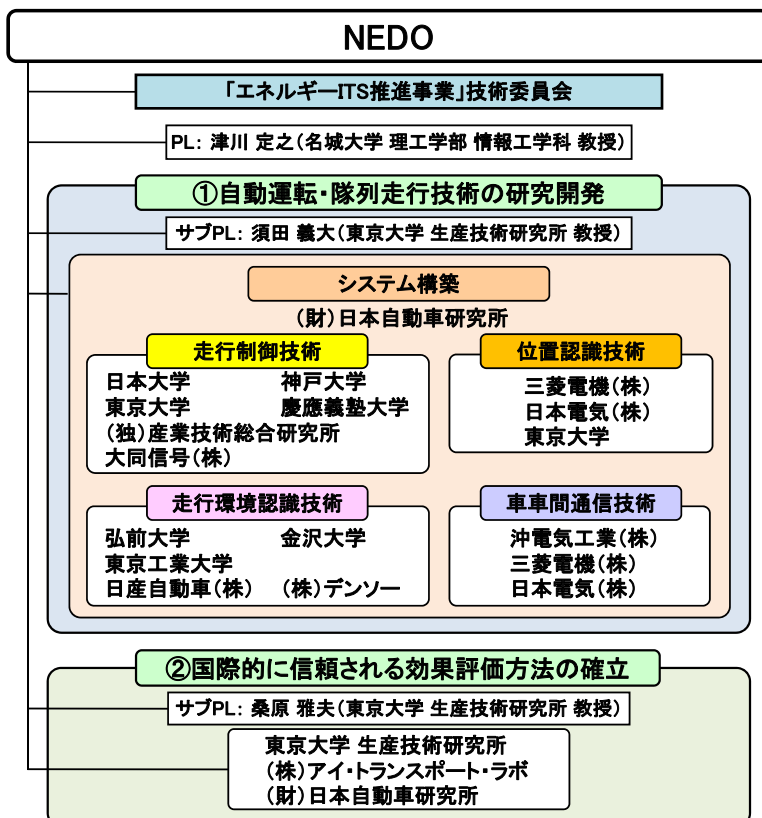
研究開発テーマ	H20fy (FY2008)	H21fy (FY2009)	H22fy (FY2010)	H23fy (FY2011)	H24fy (FY2012)	H25fy (FY2013)
			▼中間評価			▼事後評価
①自動運転・隊列走行技術の研究開発	要素技術の開発、実験車の製作			★中間目標 性能・安全性・信頼性の向上	★最終目標	
②国際的に信頼される効果評価方法の確立	評価ツール(プロトタイプ)の開発			★中間目標 評価ツールの開発、評価基準の確立	★最終目標	

◆予算

(単位: 百万円)

研究開発テーマ	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	総額
①自動運転・隊列走行技術の研究開発	730	897	(739)			
②国際的に信頼される効果評価方法の確立	74	103	(151)			
合計	804	999	(890)	(未定)	(未定)	(未定)

(3) 研究開発の実施体制



研究開発テーマの採択状況

研究開発テーマ	応募件数	採択件数	倍率
①協調走行(自動運転)に向けた研究開発※1	1件	1件	1.0倍
②信号制御の高度化に向けた研究開発※2	0件	0件	—
③国際的に信頼される効果評価方法の確立	1件	1件	1.0倍

注※1 平成22年3月、名称を「自動運転・隊列走行技術の研究開発」に変更

※2 警察庁にて予算化し実施することとなったため、本プロジェクトの対象から除外した。

技術委員会の実施状況と外部への情報発信の状況

研究開発テーマ	H20fy (FY2008)	H21fy (FY2009)	H22fy (FY2010)	H23fy (FY2011)	H24fy (FY2012)	H25fy (FY2013)
			▼中間評価			▼事後評価
①自動運転・隊列走行技術の研究開発	→			★中間目標	→ ★最終目標	
②国際的に信頼される効果評価方法の確立	→			★中間目標	→ ★最終目標	

内容	H20fy (FY2008)	H21fy (FY2009)	H22fy (FY2010)	H23fy～
技術委員会	●第1回 ●第2回	●第3回 ●第4回※1 ●第5回※2 ●第6回※2	○第7回	○第8回
情報発信	●プレスリリース ●研究計画発表会 ●ITS推進フォーラム エネルギーITSセッション	●NEDO省エネルギー技術フォーラム ●ENEX2010 ●AT International 2009	●社会還元加速PJ/TF 隊列走行デモ実験	○プレスリリース ○中間成果発表会 ○エネルギーITS 国際シンポジウム
	●ITS世界会議 (ニューヨーク)	●ITS世界会議 (ストックホルム)	●自動車技術会(秋季大会) ●自動車技術会(春季大会)	○ITS世界会議 (釜山) ○自動車技術会(秋季大会)

●:実績、○:計画

注※1 計画変更の審議、※2 現地委員会(隊列走行実験)

項目	内容
1 「信号制御の高度化に向けた研究開発」の中止	公募開始後に警察庁の予算で実施することになり、平成21年3月に基本計画を変更して中止とした。
2 「自動運転・隊列走行」の計画変更	当初計画では、中長期的な視野に立ち、将来的には協調型車群走行を考慮しつつ、2030年の実用化に向けて要素技術の確立を目指していたが、以下の背景により計画を見直すこととした。 ⇒ 研究開発計画の見直しを行い、平成22年3月に技術委員会にて承認を得た後、基本計画を改定

「自動運転・隊列走行」の計画変更(詳細)

■計画変更の内容 「交差点を含む一般道を走行する自動運転システム」の開発を中止してその要素技術を活用し、「高速道路を大型・小型トラック4台隊列、車間距離4mで走行する自動運転・隊列走行システム」として開発する。

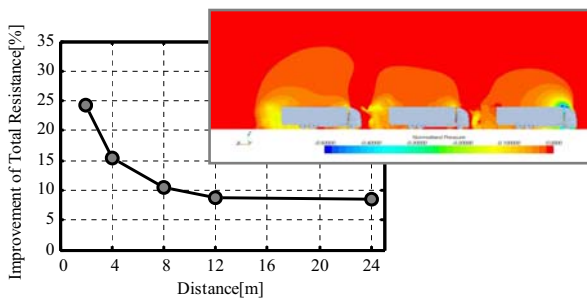
■背景
●政府方針(2020年に、CO₂を25%削減)に基づき、より早期に実用化を図りCO₂削減に貢献
●KONVOI(大型トラック4台隊列、車間距離10m)等の最新の海外の研究動向
●今後の研究開発予算の見込み

	適用場面	最終目標	備考
変更前	自動運転システム 一般道	最高速度60km/hで、交差点を含む模擬市街路を一般車と混在で走行	・自動操舵 ・自動エコドライブ
	隊列走行システム 高速道	大型トラック3台隊列で、時速80km、車間距離10m以下にて、一般車と混在で走行	・自動操舵 ・自動エコドライブ
変更後	自動運転・隊列走行システム 高速道	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にて、一般車と混在で走行	・自動操舵 ・自動エコドライブ

①自動運転・隊列走行技術の研究開発

[中間目標(平成22年度)]
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

[最終目標(平成24年度)]
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で走行可能な隊列走行実験車を開発



省エネ効果予測

中間目標達成状況

- 隊列走行プロト実験車(25トン大型トラック)を開発し、時速80km、車間距離15mでの3台隊列走行実験を完了
- 曇天や晴天、雨天、夜間等の環境条件で制御性能15m±0.5mを確認済
- 市販のECUを開発中のフェイルセーフECUに変更することで、中間目標である車間距離10m以下を達成見込み

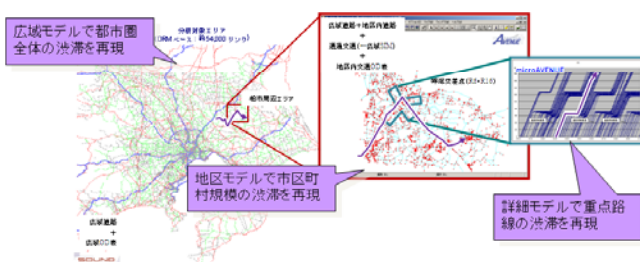
◆主な開発技術:
自律走行技術、走行環境認識技術、位置認識技術、車車間通信技術、自動運転・隊列走行制御技術、省エネ運転制御技術



②国際的に信頼される効果評価方法の確立

[中間目標(平成22年度)]
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

[最終目標(平成24年度)]
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



中間目標達成状況

評価ツールの開発:

- 都市域に適用可能なITS施策の評価ツールのプロトタイプが完成
- このプロトタイプ機能確認のため、事例評価を実施し、CO2削減量を推計
- プローブによる交通流の推定システムを構築し、CO2モニタリング手法を確立
- 交通データベースを稼働させ、国際的なデータ集積を推進
- CO2推計モデルの精度検証のフレームワークを構築

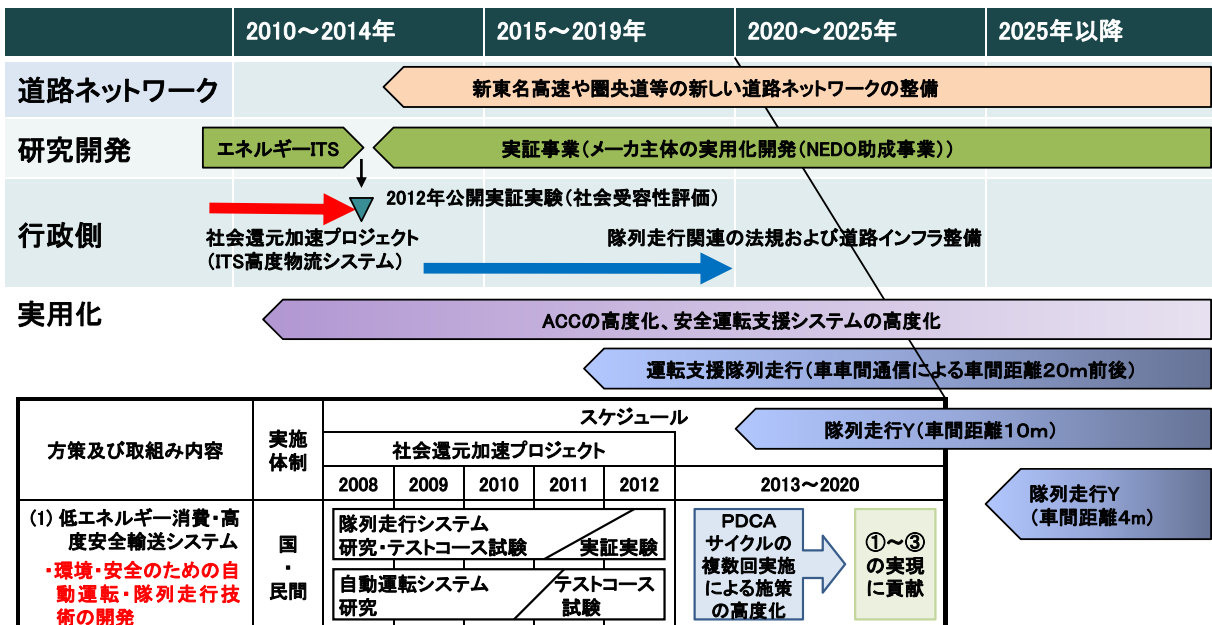
国際的な合意形成:

- 日米欧での共同研究の枠組みを構築
- 欧州委員会との関係を確立(米国は大学レベルとの関係を確立)
- 研究開発テーマ毎の責任者を日米欧それぞれ定め、定期的な会合を通じて、研究を促進

プロジェクト終了後(2013以降)の構想	2015年	2020年	2025年	2030年
<p>● 後継プロジェクトとして実証事業を計画</p> <p>● 次のステップとして、助成事業への展開を含めて民間での商品化・事業化開発を促進</p> <p>① 自動運転・隊列走行</p> <p>実用化のステップに応じて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・車間距離 20mから短縮へ ・全車有人の運転支援から後続車無人へ <p>② 国際的に信頼される効果評価方法の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発したツールを活用し、現実の施策評価に活用 ・国際標準化活動 	<p>後継プロジェクト(実証事業)の計画</p>			
<p>普及に向けた取り組み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社会還元加速プロジェクトによる警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省との連携・協力 ・NPO法人 ITS Japan(産業界を中心とするITS推進団体)との連携・協力 ・物流事業者の団体との連携・協力 ・成果報告会、国内外の学会・国際会議等での啓蒙活動 ・国際標準化活動における国内審議団体との連携・協力 				

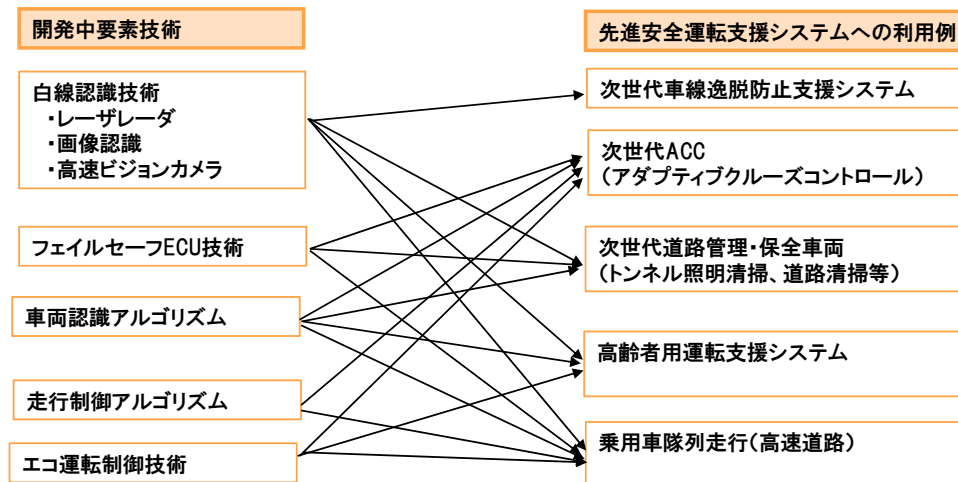
(2) 自動運転・隊列走行技術の研究開発(1/2) ロードマップ

- ◆ 社会還元加速プロジェクト(官・民協同)と連携し、隊列走行の実現に向けた実証実験を実施
- ◆ 法規適合への可能性から、車車間通信を用いた車間距離20m以上の運転支援型の隊列走行が最初に導入され、その後、法規改正、社会的受容性の認知を経て、2020年のCO2 25%削減目標実現に向け、コンセプトYの隊列走行を導入



(2) 自動運転・隊列走行技術の研究開発(2/2) 波及効果

- ◆ 物流の効率化を目指した**次世代のトラック幹線物流システム**への展開が期待される。
- ◆ 開発された要素技術は事故防止を目的とした**安全運転支援システムにも利用可能**であり次世代自動車への幅広い展開が期待でき、自動車産業の活性化、国際競争力強化につながる。
- ◆ 隊列走行技術開発は現在国際競争段階にあり、欧米に先駆けて開発された場合、海外マーケットに対し圧倒的に弱者である**国内大型メーカーにとり海外進出の強力な武器**となりうる。



27

(3) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

(1) 標準全国シミュレーションを活用したITS技術評価と国内排出権取引の促進

- 全国シミュレーションをITS施策評価デファクトスタンダード化
- ⇒ ITS技術の排出権取引市場への参入を促進
- ⇒ 第三者機関による評価・格付けビジネス

(2) 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

- 交通状況やCO2排出量を「見える化」し、地域社会へのフィードバック
- デジタルTVコンテンツとして、お茶の間に配信

(3) 国際交通データベースクラウドサービス

- 「国際交通データベース(ITDb)」のクラウド化による交通データの2次活用支援ビジネス

(4) 国際的標準化について

- ✓ 開発したツールを用いて、研究発表・ITS施策の評価を実施し、継続して国際的に成果を発信
- ✓ CDM(クリーン開発メカニズム)において定量化の承認を受け、ITS施策によるCO2低減に関する国際排出権取引のツールとすることを旨とする

28

エネルギーイノベーションプログラム
「エネルギーITS推進事業」(中間評価)
(2008年度～2012年度 5年間)



内外の先行研究と当事業の意義 (公開)

2010年8月31日

プロジェクトリーダー
名城大学 津川 定之

事業原簿 I-10



エネルギーITS推進事業の 目的とテーマ

- 目的
 - ITS技術による自動車交通の省エネルギー化

- 研究開発テーマ
 - (1) トラックの自動運転・隊列走行
 - (2) ITS技術による省エネルギー・CO2削減効果評価方法

トラックの自動運転・隊列走行に関する 先行研究：自動運転の歴史

時代	技術	目的	対象車種
1939-40 ニューヨーク世界博	“Futurama”	1960年代の夢の社会	
第1期1950-60代	路車協調型 誘導ケーブル	安全	乗用車, 単独
第2期1970-80代	自律型 マシンビジョン	安全	乗用車, 単独
第3期1980-90代	各種方式試用	安全, 効率	乗用車, 路線バス, トラック, 隊列
第4期2000代	実用化	環境, 効率, 利便	路線バス, トラック, 隊列

EUのChauffeurとカリフォルニア PATHの自動隊列トラック

- Chauffeur[1995～2004]
 - 目的: 省エネルギー, 人件費節約
 - 追従機能: 先行トラック背面の光マーカとマシンビジョン, 車車間通信
 - 効果
 - 燃費: 最大20%改善 (lee driving)
 - 道路容量の増加: 最大9% (普及率80%, 3レーン道路)
- PATHの自動隊列走行[2000以降～2010]
 - 目的: 省エネルギー
 - 技術: ミリ波レーダ, レーザレーダ, 車車間通信



ドイツのKONVOIとEUのプロジェクト

- KONVOI[2005～2009]
 - ドイツのプロジェクト, アーヘン工科大学, MAN
 - 目的: 道路容量の増加
 - 4台の大型トラックの隊列走行, 速度80km/h, 車間距離10m, 公道上での実験
- HAVE-it(Highly Automated Vehicles for Intelligent Transport)[2007～2011]
 - 目的: 安全と環境
 - 対象車種: 乗用車とトラック
 - ヒューマンドライバを前提とした自動運転
 - ドライバの負荷が多いときだけでなく, 少ないときも支援を行う
- SARTRE(Safe Road Trains for the Environment)[2009～]
 - 目的: 安全と環境
 - 目標: “Autonomous Road Trains”



先行研究と当システムの比較

システム・プロジェクト	目的	内容	備考
EUのChauffeur (1995～2004)	省エネルギー(最大20%), 道路容量増加(最大9%), 人件費節約	トラック2台, 後に3台. 先頭車はヒューマンドライバが運転, 後続車は自律型自動運転(先行車に追従)	公道で実験. 実用化できず終了.
カリフォルニアPATH (2000以降～2010)	省エネルギー	トラック3台. 速度・車間距離制御のみ自動化.	2010秋に実験を行い, 終了.
ドイツのKONVOI (2005～2009)	道路容量増加	トラック4台, 自律型自動運転. 車間距離10m, 速度80km/h.	公道で走行実験. プロジェクト終了. 実用化には至らない.
EUのHAVE-it (2007～2011)	安全運転支援, ドライバの存在を前提とした自動運転	単独の乗用車とトラック. 自律型.	プロジェクト進行中
EUのSARTRE (2009～)	安全と環境	トラックを先頭車, 乗用車群を後続車とする隊列走行. 「Autonomous Road Train」	プロジェクト進行中
エネルギーITSにおける自動運転・隊列走行(2008～2012)	省エネルギー, 環境.	大型トラック3台と小型トラック1台. 実用化を目的とした2重系, 3重系による高信頼設計. 近未来の導入から中遠未来の展開のシナリオ作成.	プロジェクト進行中

エネルギーITSにおける トラックの自動運転・隊列走行の新規性

- 実用化を目指したシステムの高信頼性化・ロバスト化
 - センシング系:動作原理が異なるセンサを2種以上使用
 - 情報処理系・通信系:多重化
 - アクチュエータ:多重化
- 導入・展開シナリオの作成
 - 近未来の導入シナリオ:先頭車を手動運転, 後続車を運転支援(CACCとレーン保持支援)・自動運転とした混合交通下での運用
 - 中遠未来の運用シナリオ:専用レーン上の自動運転

7

エネルギーITSにおける トラックの自動運転・隊列走行の特長

- 自律型:道路側設備が不要→導入が容易
- 目的:安全を前提とした道路交通の省エネルギー化
- 乗用車ではなくトラックであること→いろいろな点で導入しやすい
 - ドライバはプロである→システムの理解度高, 受容性高
 - 稼働率が高い→省エネルギー効果が大
 - 省エネ効果→車載装置装備のインセンティブ
 - トラックドライバのワークロード低減
 - 隊列走行を行いやすい(同一事業者, 同一目的地)
 - ミクロ(隊列内)だけでなくマクロ(周辺交通流)の省エネ効果

8

ITS施策評価ツール開発の 必要性とその課題

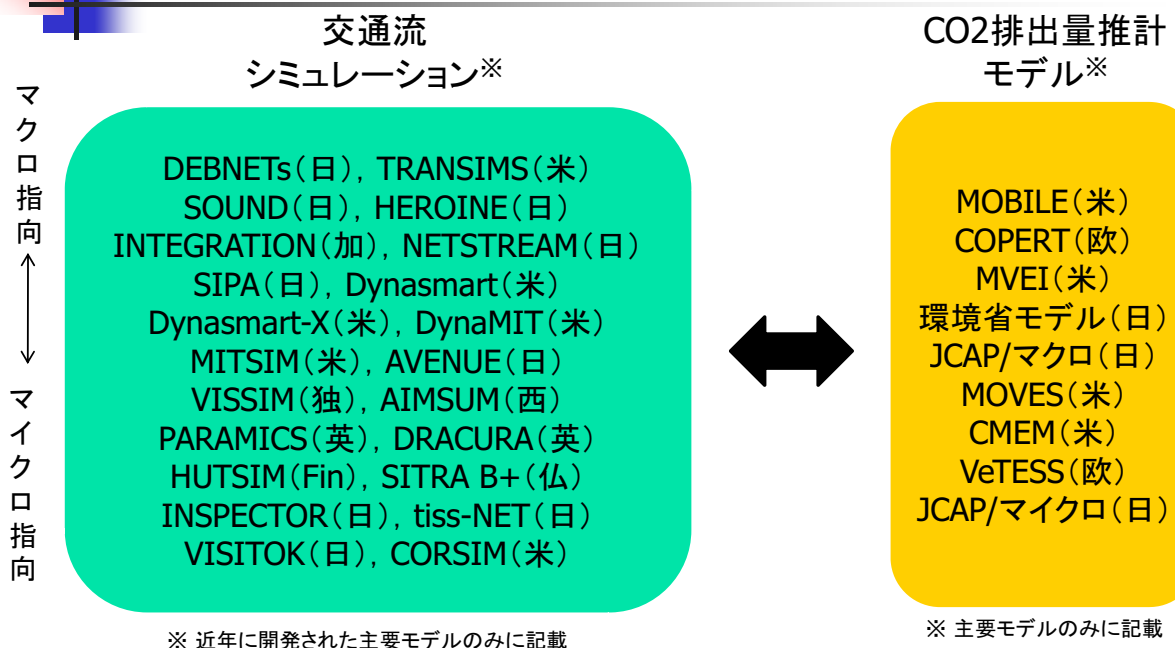
■ 必要性

- ITS技術の導入によるCO2削減効果の事前評価
 - ITSは自動車交通からのCO2削減の有効な手段
- CDMなどの排出権取引時のCO2削減効果の定量化

■ 課題

- 都市域をカバーするITS施策のCO2削減効果の評価が可能な「メソスケール交通流モデル」及び「CO2排出量モデル」の開発・検証
 - 交通流シミュレーションとCO2排出量モデルの融合
 - 複数のITS技術の相乗効果の評価
- 評価結果の国際的相互認証

交通流シミュレーションと 排出量推計モデルの融合



エネルギーITSにおける 効果評価手法の特長

- ハイブリッドシミュレーション技術
 - 実績のある狭域シミュレータ(局所解析指向型)と広域シミュレータ(ネットワーク指向型)の**統合フレームワーク**
 - CO2削減効果を**地域～地方～全国規模**で評価

- オープンな枠組み
 - モデルそのものを国際的に認証するのではなく、モデル開発により**抽出された要件を国際的に承認**する

エネルギーITS推進事業の意義

- ITSの国家プロジェクト
 - 安全ITSプロジェクト: 多数
 - エネルギー・環境ITSプロジェクト: 課題の重要性にかかわらず少数
- ITS推進への寄与
 - 安全ITSの“踊り場”状態
 - 路車・車車協調型: “鶏と卵”問題の未解決, 導入・展開が困難
 - 省エネルギー・環境ITS: システム導入のインセンティブになりうる
 - ドラックの自動運転・隊列走行の実用化: 自律型システム→導入, 展開が容易
 - 交通管制, 交通情報: 普及の段階
 - 自動運転: CO2削減に大きな効果, 研究開発の段階
 - 安全ITS展開を促進する可能性
 - CO2削減の定量化

エネルギーイノベーションプログラム 「エネルギーITS推進事業」(中間評価)

(2008年度～2012年度 5年間)

個別テーマ詳細説明資料 **「自動運転・隊列走行技術の研究開発」** (公開)

2010年8月31日

<委託先>

(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)

1

目次

1. 研究開発の位置付け・必要性	P.03
2. 研究開発の計画	P.05
3. 研究開発マネジメントの工夫	P.10
4. 研究開発の内容	P.12
5. 開発テーマと成果	P.16
6. 成果のまとめ	P.44
7. 今後の研究開発計画	P.48
8. 事業化・実用化の見通し	P.49
9. 波及効果	P.53

2

1 研究開発の位置付け・必要性(研究の目的)

◆ 研究の目的

複数台の車両を近接車間距離で安全に車群走行できる隊列走行システムにより
高速道路での省エネ運転を実現するとともに市街地走行でのエコ走行運転制御をおこなう。



1 研究開発の位置付け・必要性(研究の意義)

◆ 研究の意義

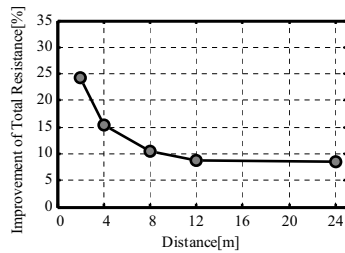
- ・安全・安心、環境低負荷な交通システム実現への社会貢献
- ・実用化を想定した研究開発
 - ・コンセプト、実用化までの課題の整理
 - ・安全技術評価小委員会
- ・産学官連携による独自技術開発
 - ・幅広い研究者の結集
 - ・複数の大学、異分野企業、関連分野との共同・協調
- ・我が国のITS技術の展開、国際リーダーシップ
 - ・世界一流の技術開発
 - ・国際標準も視野
- ・開発した要素技術の展開
 - ・乗用車、バス、公共交通、道路管理車両
 - ・安全運転支援、制御、駐車場内自動運転
- ・物流ITSへの展開
 - ・コンセプト、課題の整理

2 研究開発の計画(研究開発の目標)

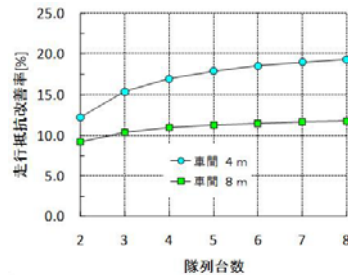
◆近接車間距離による走行空気抵抗低減と無駄のない速度制御により高速道での燃費向上を実現する。

◆既存の高速道路でも走行可能な安全で信頼性の高い隊列走行を実現する。

	中間目標	最終目標
隊列走行	車間距離10mでの3台隊列走行	車間距離4mでの4台隊列走行
燃費削減率 (時速80km at平地)	8% (3台平均)	15% (4台平均)



車間距離と走行抵抗改善率
(速度80km/hr)

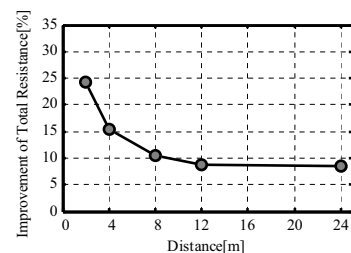
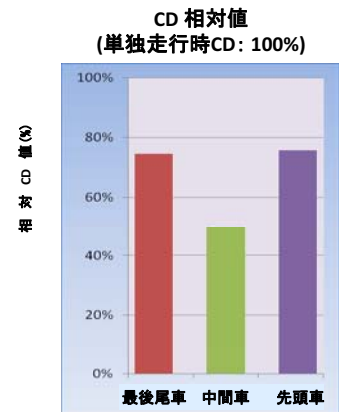
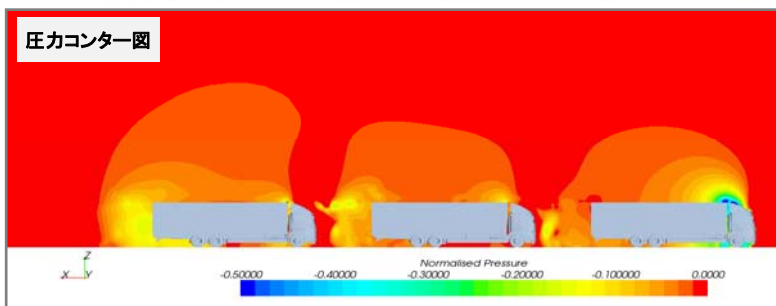
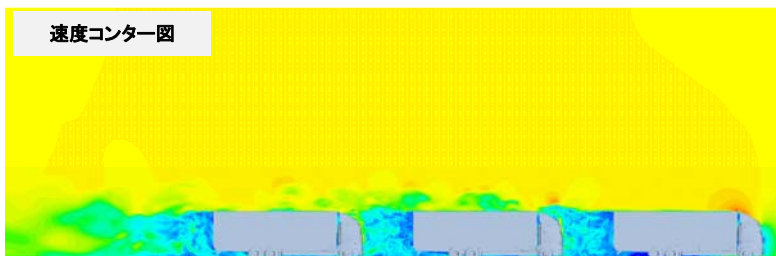


隊列台数と走行抵抗改善率
(速度80km/hr)

2 研究開発の計画(隊列走行による省エネ効果予測)

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:4m-12m



省エネ効果予測

2 研究開発の計画(目標達成に向けた必要技術)

- ◆ ドライバによる運転操作や警報等の運転支援による車間距離10mおよび4mでの隊列走行は安全上困難

・突発に発生する前方障害物に対する急ブレーキ制御



隊列車の自動速度制御

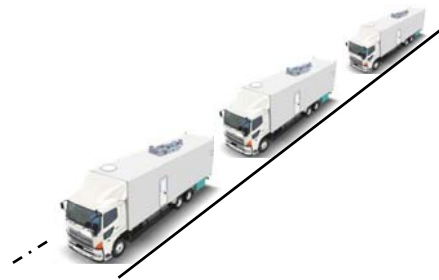
・近接車間距離でのドライバ運転負荷の軽減



隊列車の自動操舵制御

一般車混在の高速道路交通における自動運転・隊列走行の技術開発が必要

- ・走行制御技術(操舵制御、速度制御、車間距離制御)
- ・走行環境認識技術(区画白線、車両)
- ・エコ運転制御と車間距離制御の両立技術
- ・その他(位置標定技術、車車間通信技術)



7

2 研究開発の計画(国内外システムとの技術比較)

◆ 国内外の隊列走行システムとの技術比較

- ・自動操舵制御および車間距離制御を含む自動運転技術を開発
- ・省エネ化、安全性向上を目的とし、4m~10mの車間距離をめざした開発

プロジェクト/システム名	開発主体	目的	システム概要						フェーズ
				隊列台数 /車間距離	自動操 舵機能	レーンマーカ	車車間 通信	車間距離 センサ	
ショーファー (Two-Bar) ・トラックの自動隊列走行	ベント	・安全 ・省エネ化		・2台 ・10m	○	× 全車後方部 マーカ追従	なし	画像認識	研究完
Phoenix Project ・トラックの自動隊列走行	PATH	・安全 ・省エネ化		・2台 ・4m	○	○ ・磁気マーカ	2.48GHz	・ミリ波レーダ ・レーザーレーダ	研究中
KONVOI ・トラックの自動隊列走行	アーヘン大 (IKA)	・安全 ・省エネ化		・4台 ・10m	○	○ ・白線	2.48GHz	・ミリ波レーダ ・レーザーレーダ	研究完
IMTS ・バスの自動隊列走行	トヨタ	・省人化		・3台 ・20m	○	○ ・磁気マーカ	2.48GHz	車車間通信	実用化

8

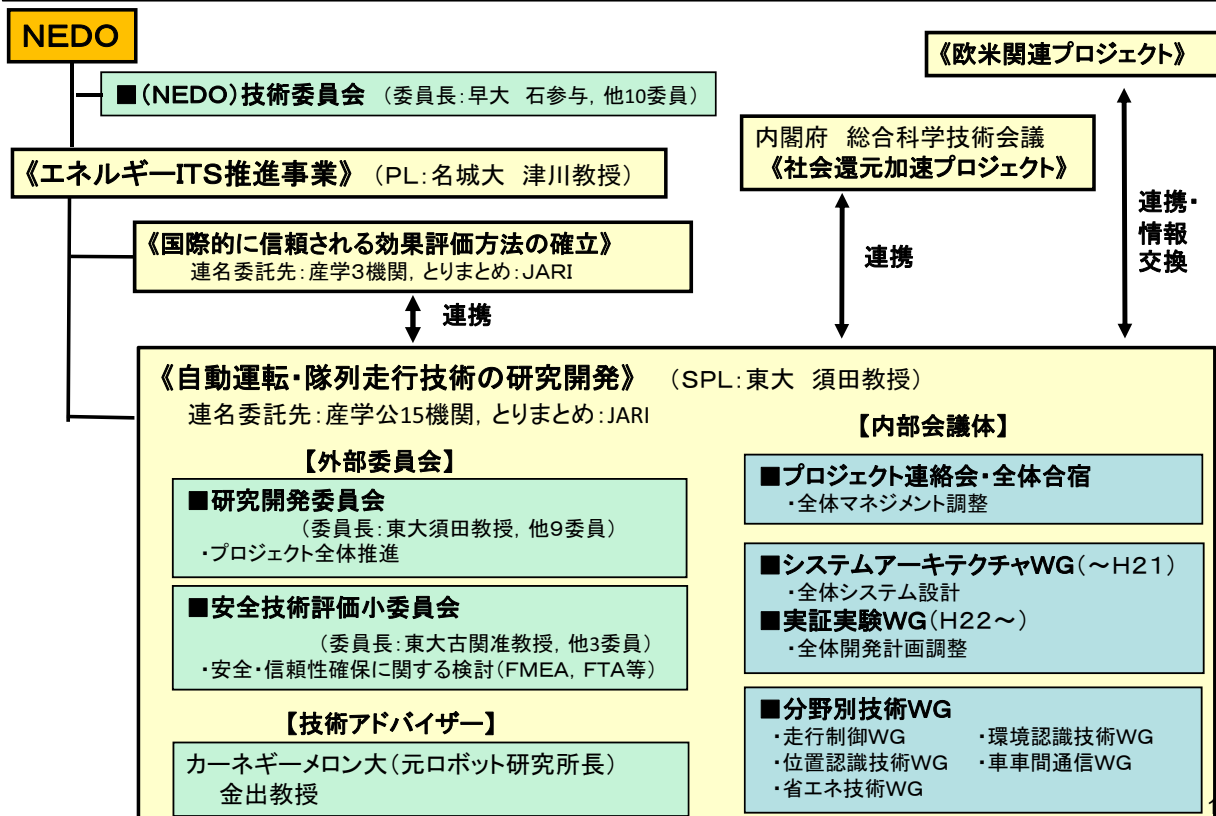
2 研究開発の計画(本プロジェクトの技術的特長)

◆海外プロジェクトより進化した点

- 自動運転・隊列走行の高信頼度化・高安全性化
 - センシング系:複数個の作動原理が異なるセンサ
 - 制御系・通信系:多重系、フェイルセーフ系
 - 操舵・ブレーキ制御系

- 物流システムへの適応を前提としたシステム
 - フレキシブルな隊列形成:車車間通信
 - 隊列走行トラックドライバのHMI
 - 混在交通の考慮

3 研究開発マネジメントの工夫(研究開発推進体制)



3 研究開発マネジメントの工夫(実施スケジュール)

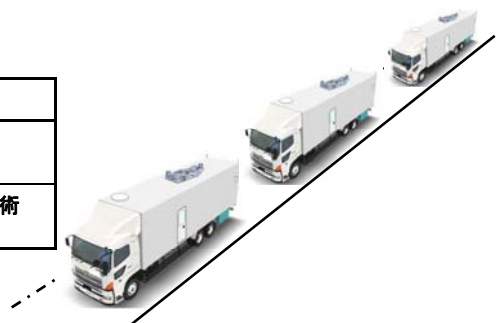
	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
全体開発 マイルストーン	機能・基本性能確保			★中間目標	性能・安全性・信頼性向上 ★最終目標
車両開発	実験車開発(大型3台)		走行実験(3台隊列/車間10m、80km/hr)	実験車開発(小型1台)	走行実験(4台隊列/車間4m、80km/hr)
社会還元加速 Prj.との連携			★ITS-Japan 試乗会	★デモ 実験	★プレ実証 実験
コミュニケーション の深化 (各種委員会 ・全体合宿)	①開発委員会開催 ②プロジェクト連絡会 ③府中合宿	①分野別WG開催 ②浜松合宿			
国際連携活動 広報活動	①#1米国 ワークショップ (WS) ②マスコミ 発表会 ③各種講演会 (AT International)	①#2・3WS ②ITS世界 大会発表 ③自技会 論文発表 ④NEDOフォーラム発表 ⑤各種講演会	①ワークショップ開催 ②ITS世界大会 論文発表 ③自技会論文発表 ④各種講演会	同左	同左

4 研究開発の内容

◆ 隊列走行を実現する要素技術を開発するとともに隊列走行の実用化を促進するため、実験車を開発し、システムの性能および安全性、信頼性の検証をおこなう。

社会的受容性検証に要求される開発技術

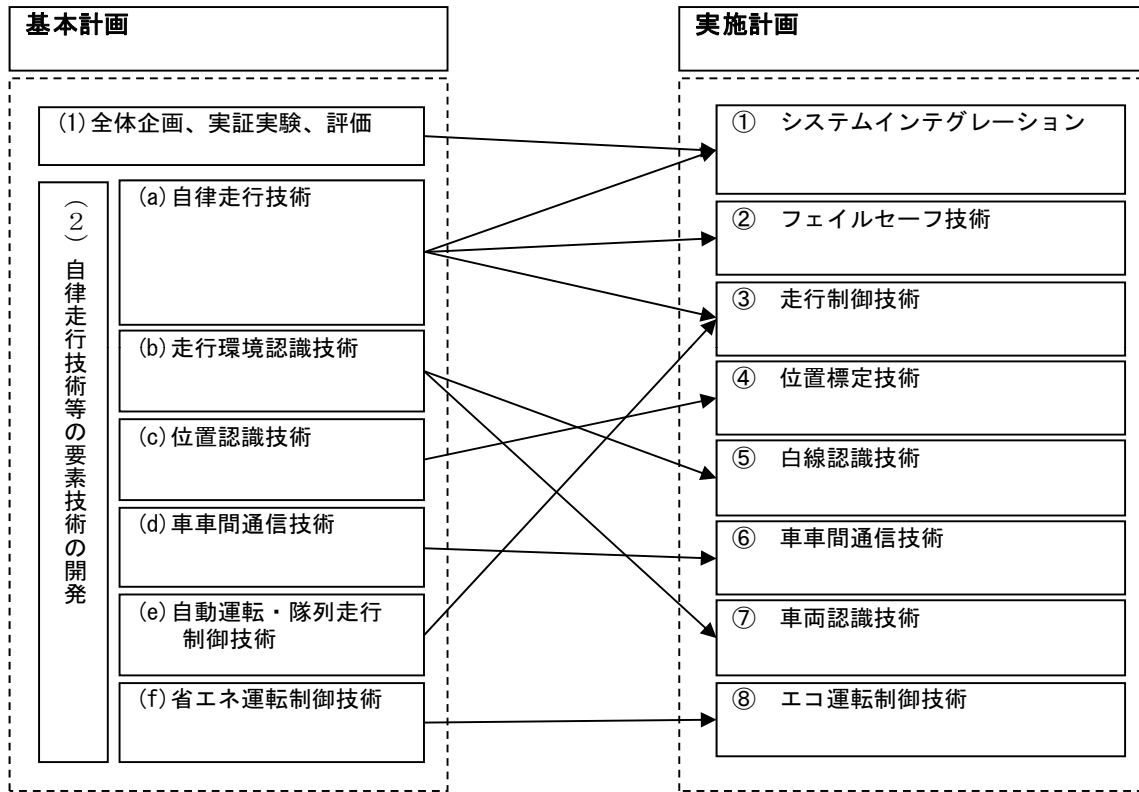
必要項目	開発項目
実験車による検証	①システムインテグレーションおよび実験車開発 担当: 日本自動車研究所
システムの安全確保	②故障時に安全性を確保できるフェイルセーフ技術 担当: 大同信号, 東大, 産業技術総合研究所



隊列走行に要求される機能と開発技術

要求機能	開発技術	
	個別要素技術	共通要素技術
車線保持	⑤対環境性に優れた白線認識技術 担当: 弘前大, テンソー, 日産自動車	③高精度でロバスト性を持つ 走行制御技術の開発 担当: 神戸大, 日大, 慶應大
近接車間保持	⑥高速で高信頼性な車車間通信技術 担当: 沖電気工業	
一般車との衝突 回避	⑦複雑な走行環境での車両認識技術 担当: 金沢大, 東京工大	
エコ運転制御	⑧市街地でのエコ運転制御技術 担当: JARI, 慶應大, 金沢大, 弘前大, 東大	
		④高精度な自車位置標定技術 ・高精度地図データ作成お よびGPSを利用した高精度 な位置標定技術の開発 担当: 三菱電機, 日本電気, 東大

4 研究開発の内容(基本計画と実施計画の関係)



4 研究開発の内容(開発テーマ)



4 研究開発の内容(実施スケジュール)

	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度
全体	機能・基本性能確保			性能および安全性・信頼性向上	
①システム インテグレーション	実験車開発(大型3台)			実験車開発(小型1台)	
	走行実験(3台隊列/車間10m、80km/hr)			走行実験(4台隊列/車間4m、80km/hr)	
②フェイルセーフ技術	フェイルセーフECUおよびHMIの設計・製作			システム多重化による信頼性向上	
③車両制御	自動操舵制御アルゴリズム			制御アルゴリズムの高精度化(4m)	
	車間距離制御アルゴリズム(10m)				
④位置標定技術	位置標定の高精度化技術の開発			位置標定の簡素化技術の開発	
⑤白線認識技術	画像認識とレーザの併用による白線認識技術			高速ビジョンカメラとレーザの併用による認識率向上	
⑥車車間通信	5.8GHz 車車通信の高速化			光車車間通信技術の開発と多重化	
⑦車両認識技術	先行車両および割り込み車認識アルゴリズム開発			認識率向上センサフュージョン技術開発	
⑧エコ運転制御	基本アルゴリズム設計			エコ運転制御モデル開発および性能評価	

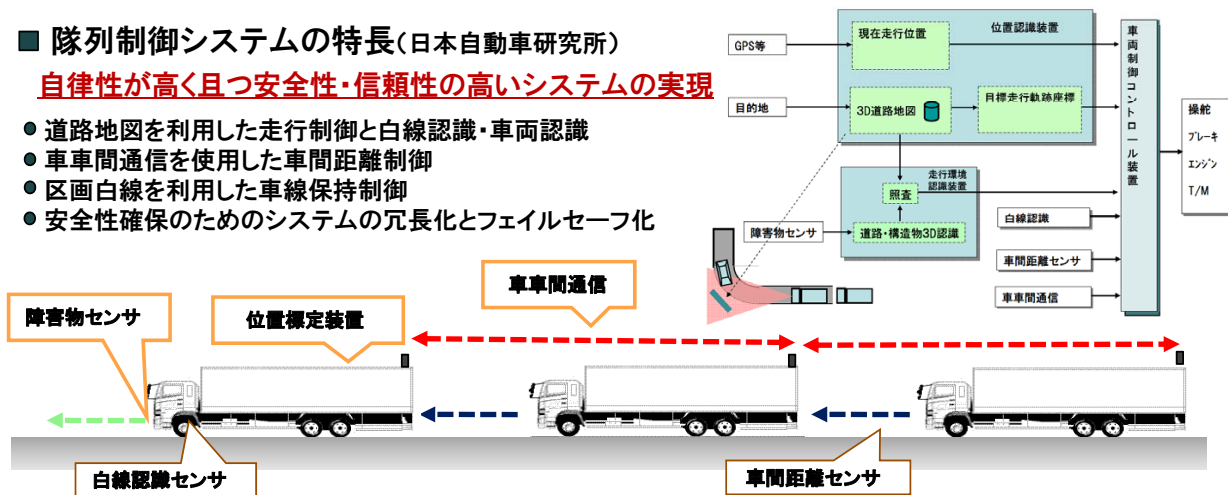
15

5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車開発

■ 隊列制御システムの特長(日本自動車研究所)

自律性が高く且つ安全性・信頼性の高いシステムの実現

- 道路地図を利用した走行制御と白線認識・車両認識
- 車車間通信を使用した車間距離制御
- 区画白線を利用した車線保持制御
- 安全性確保のためのシステムの冗長化とフェイルセーフ化



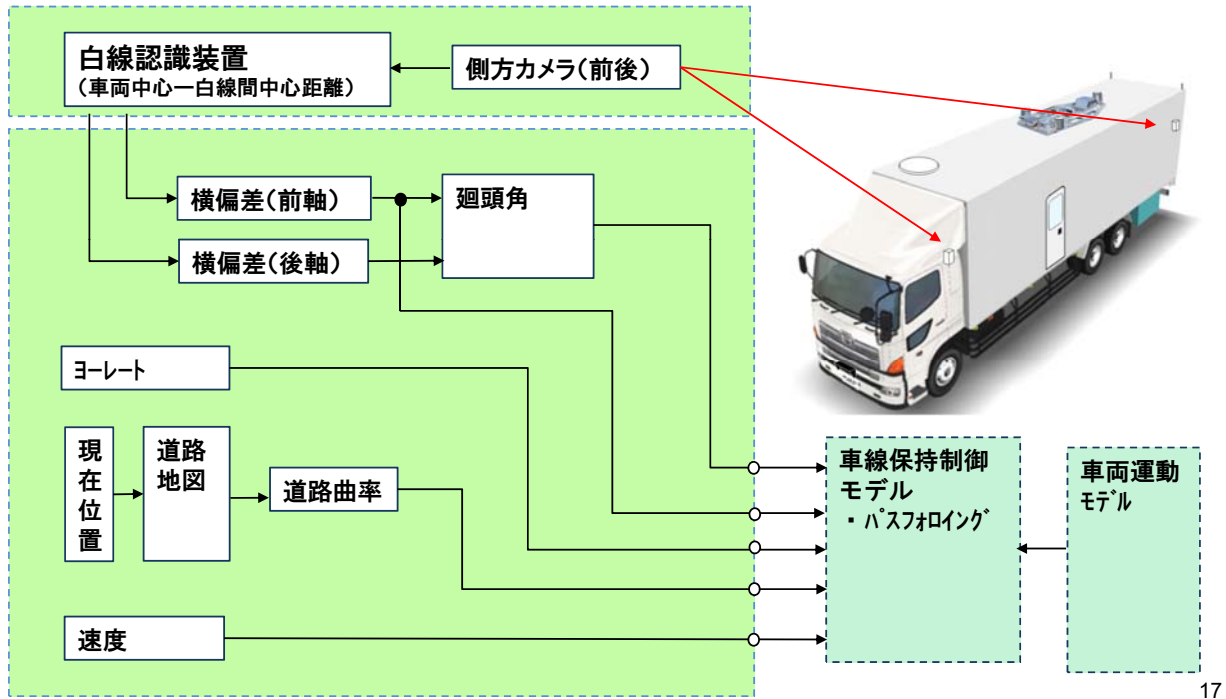
項目	中間目標(2010年度)	最終目標(2012年度)
実験環境	実験路	・実高速道路での一般車が混在した走行実験 (使用道路:未供用高速道路試験路区間9km)
	自然環境	・実高速道路での一般車が混在した走行実験 (使用道路:未定)
車間距離制御精度	10m±2.0m at 定常走行時 10m—3.0m at 0.4G減速	4m±2.0m at 定常走行時 4m—2.0m at 0.5G減速
車線保持制御精度	±0.20m(スムーズさの確保)	±0.15m(スムーズさの確保)

16

5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車開発

◆ 車線保持制御システム構成

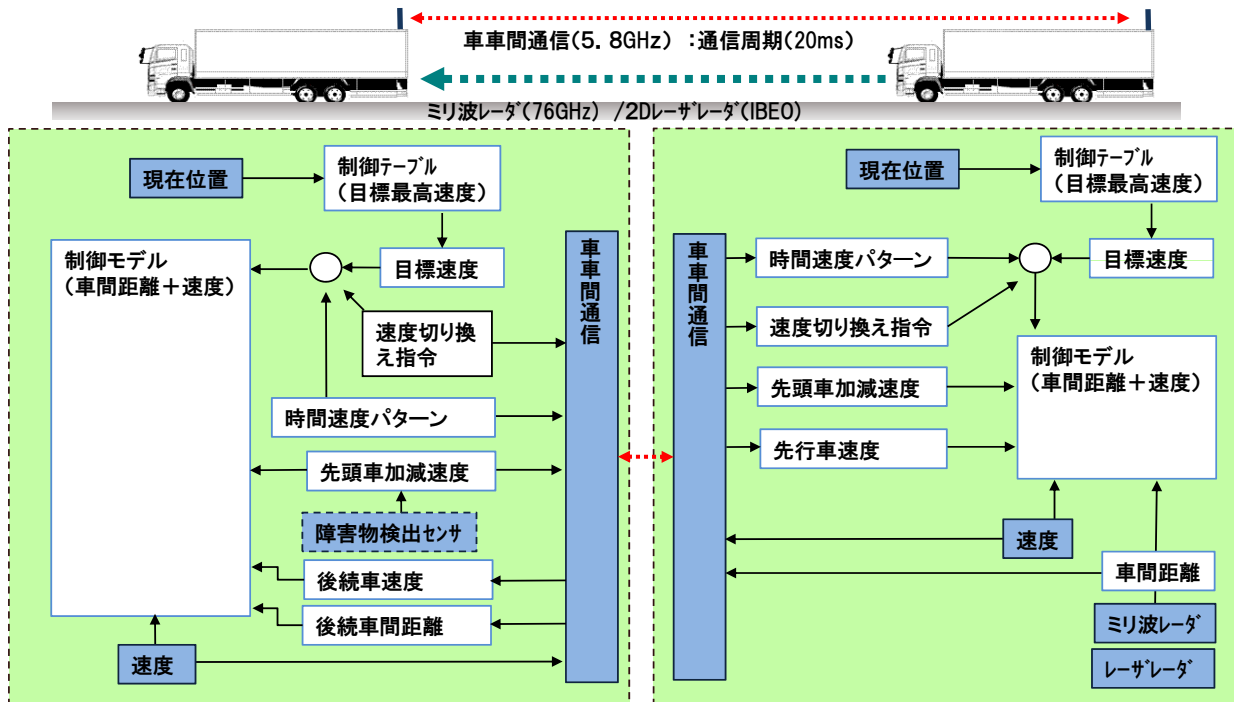
- ・横偏差, 廻頭角および道路曲率, 速度, ヨーレートを用いた車線保持制御



5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車開発

◆ 前車目標速度と目標車間距離を使用した速度・車間距離制御

- ・隊列内車間距離制御の安定化
- ・先頭車急減速時の車間距離の保持



5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車開発(成果)

(1)実験車の開発 (日本自動車研究所)

- ◆25t 大型トラック(日野プロフィア)をベース車として隊列実験車3台を製作完了し、隊列走行実験に供試
- ◆主な搭載装置:
走行制御ECU、自動操舵装置、白線認識装置、車車間通信装置、車両認識装置、車間距離センサ



5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車開発(成果)

(2)走行制御(車線保持制御および車間距離制御)

- ◆各制御アルゴリズムをインテグレートした走行制御ECUの統合ソフトウェアを開発し実験に供試
- ◆制御アルゴリズムのパラメータの適合およびノイズ対策等のフィルタリング処理等により中間目標値を達成

評価実験場 (線形)	速度 (km/hr)	車線保持制御		車間距離制御						省エネ化	
		目標性能 (cm)	制御性能 (cm)	制御性能(定常)			制御性能(at 0.4G減速)			目標	見込み
				目標 (m)	現状性能 (m)	見込み (m)	目標 (m)	現状性能 (m)	見込み (m)		
産総研周回路 (直線部)	80	±20	±10	10±2.0	15*±1.0	10±1.0	10-3.0	15*±1.0	10±1.0		
未供用高速道 (曲線:3,000R)	80	±20	±10	10±2.0	15*±1.0	10±1.0	10-3.0	15*±1.0	10±1.0	8 %	8 %

* 現在市販コンピュータで制御のため、安全性確保の点から15mで実験



自動操舵



隊列走行



ブレーキ(0.4G)

5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車(成果)

◆産業技術総合研究所高速周回路での実験走行



21

5 開発テーマと成果①システムインテグレーションおよび実験車(成果)

◆未供用高速道路での走行実験

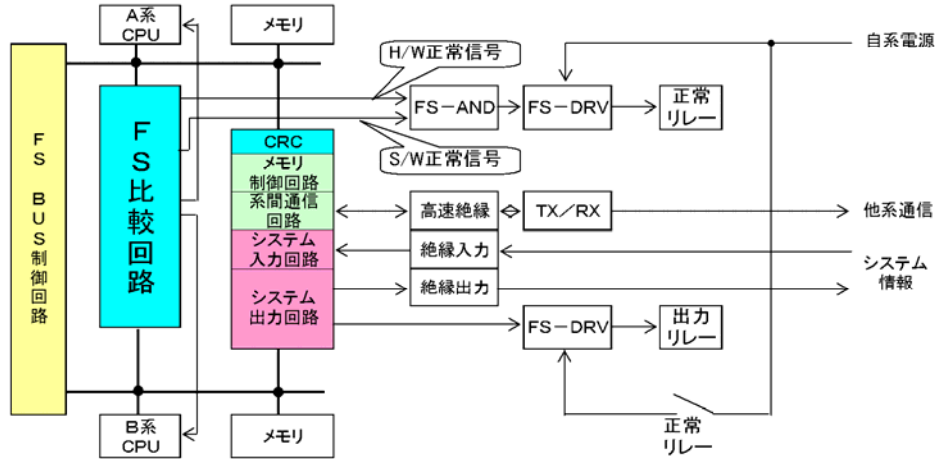


22

5 開発テーマと成果②安全性を確保できるフェイルセーフ技術

(1) 走行制御用フェイルセーフECUの開発(大同信号)

センサや走行制御ECU内のマイクロコンピュータが故障や暴走した場合、異常を検出し自動的に故障系を切り離し、異常動作を防止できるECUを開発する。



(2) HMIの開発(産業技術総合研究所)

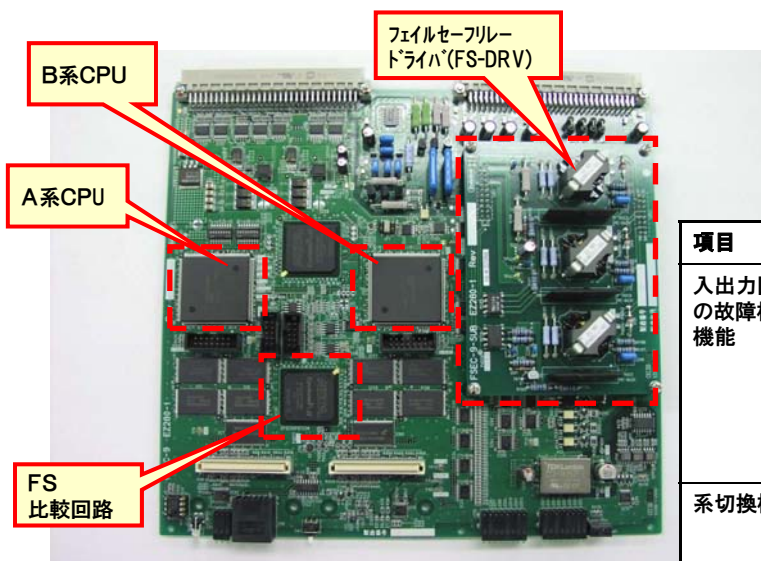
手動運転から自動運転に安全に移行すると共にシステムに異常が発生した場合、異常をドライバに通報し的確に危険を回避できるHMIを開発する。

23

5 開発テーマと成果②安全性を確保できるフェイルセーフ技術(成果1)

(1) フェイルセーフECU開発(大同信号)

◆フェイルセーフECUを設計・製作し、CPU等の異常時のフェイルセーフ性確保を達成








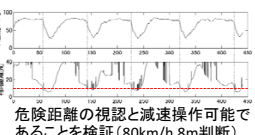

項目	目標	機能・性能
入出力回路の故障検出機能	全入出力	<ul style="list-style-type: none"> ○: CPU不正動作 ○: CPUクロック回路故障 ○: FS比較回路故障 ○: メモリエラー ○: システム入出力回路故障 ○: 通信回路故障 ○: デジタル入出力回路故障 ○: アナログ出力回路故障
系切換機能	ECU故障時の系切換え	<ul style="list-style-type: none"> ○: 系切換機能 ○: 上記等の故障時に系切換を行う。 ○: 系切り離し機能

24

5 開発テーマと成果②安全性を確保できるフェイルセーフ技術(成果2)

(2)HMIの開発(産業技術総合研究所、東京大学)

◆システムの異常をドライバーに通報し、的確に危険を回避できるHMIを設計・製作し、車間距離制御の故障・異常に対する安全性を確保する機能を開発し、機能の多重化を達成。

項目	HMIの開発と評価	
開発技術	<p>(1) 隊列走行車両のシステム状態の車内提示装置の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 通信情報から各車両のシステム状態や距離関係などの情報を提示 <p>拡大</p>  <p>車内情報提示の構成例と実車画面</p> <p>(2) 隊列走行車両のシステム状態の車外提示装置の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 車両後部に走行状態の情報を後続隊列車両に向けて提示  <p>車外提示装置</p>	<p>(3) システムに依存しない異常接近状態の認識方法の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 車間距離の変化や危険車間距離を目視で認識する手法  <p>ターゲットマーカー 距離ライン 車間距離を視認するための指標</p> <p>(4) HMI評価用DSの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 実車の隊列状態を模擬可能なDSを開発  <p>DS本体 (Universal driving simulator)</p>
性能	<p>(1) システム状態の車内提示装置</p> <ul style="list-style-type: none"> 各車の緊急状態は0.04秒以内(通常状態は0.14秒以内)でドライバーへ情報提示可能 3台隊列走行の各車システム状態の運動性の異常から制御異常の早期発見と即応体制の確保が可能  <p>3台隊列走行での情報提示の検証</p> <p>(2) システム状態の車外提示装置</p> <ul style="list-style-type: none"> 車両後部に通常走行や緊急状態等の提示が可能 車内における先行車システム状態の表示との比較により、通信や表示異常の早期発見と即応体制の確保が可能 	<p>(3) 異常接近状態の認識方法</p> <ul style="list-style-type: none"> システムが機能しない状態における異常接近に対する目視による危険判断と操作介入が可能  <p>危険距離の視認と減速操作可能であることを検証(80km/h, 8m判断)</p> <p>(4) HMI評価用DS</p> <ul style="list-style-type: none"> 隊列走行における各車の故障・異常状態を模擬可能であり、上記装置の再現によりHMI評価検証が可能  <p>DS画面例(右: 8m隊列時の視界)</p>

5 開発テーマと成果③走行制御技術の開発1

(1)車両制御アルゴリズム開発(神戸大学・日本大学)

■ 車線保持制御技術の特徴

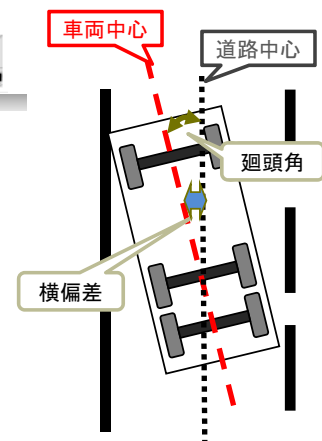
- 横偏差, 廻頭角を制御可能な非線形制御アルゴリズムの開発
- 運動学モデル, 動力学モデル, アクチュエータモデルに基づいた制御系設計

■ 車間距離制御技術の特徴

- 車間距離保持の高精度化, 安定化を達成するために前方および後方車間距離を導入した制御アルゴリズム設計
- 省エネ化を考慮した車間距離保持制御アルゴリズム設計。



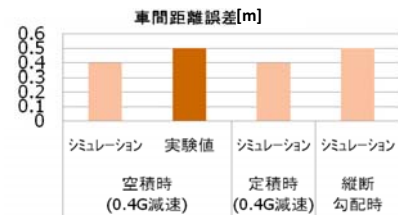
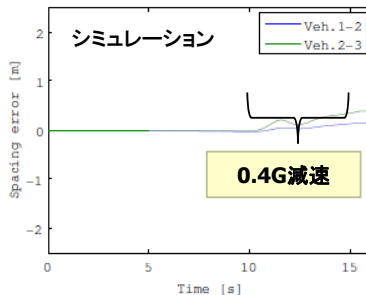
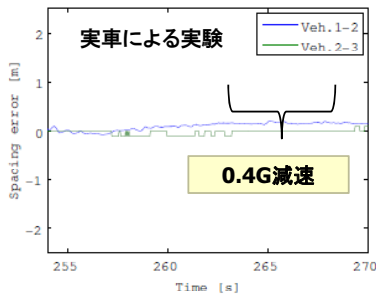
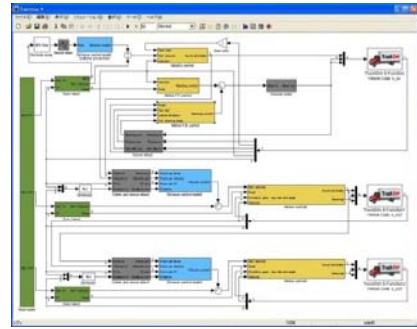
項目	中間目標	最終目標
車線保持	±0.20m	±0.15m
車間距離保持	10m-3.0m at 0.4G減速	4m-2.0m at 0.5G減速
条件	車両重量: 定積及び空積 道路縦断勾配: 上坂及び下坂	車両重量: 定積及び空積 道路縦断勾配: 上坂及び下坂



5 開発テーマと成果③走行制御技術の開発1(成果)

(1)車両制御アルゴリズム開発(神戸大学、日本大学)

- トラックSIMを利用した走行制御シミュレーションモデル(車両運動モデルを含む)を開発
- 車線保持制御および車間距離制御モデルを開発
- シミュレーションモデルを用いて0.4G減速における空積と定積時の車間距離制御性能を評価し、目標を達成できる見通しを得た。
- 0.4G減速におけるシミュレーションと実車実験で車間距離制御性能を評価した結果、ほぼ一致し、モデルの正さが照明された。

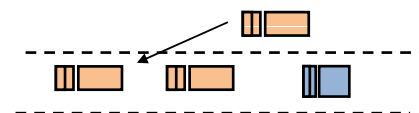
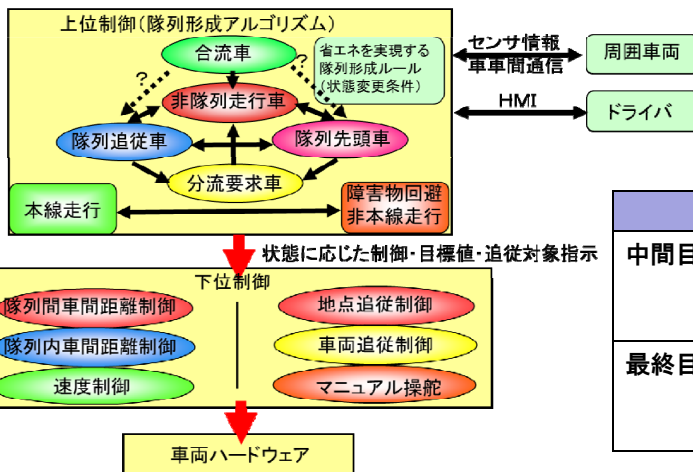


(a) 車間距離誤差
0.4G減速時の車間距離制御性能比較結果
(左:実験結果, 右:シミュレーション結果)

5 開発テーマと成果③走行制御技術の開発2

(2)隊列形成アルゴリズム開発(慶應義塾大学)

- 隊列形成アルゴリズムの特長
 - 本線走行中での隊列形成を可能とする制御アルゴリズム
 - 周辺の一般車走行状態を乱さない隊列シーケンスと隊列形成アルゴリズム
 - 自律分散的と集中管理の併用による隊列形成とエネルギー消費を低減する隊列形成挙動を両立する制御アルゴリズムの開発



例: 2台隊列から3台隊列形成

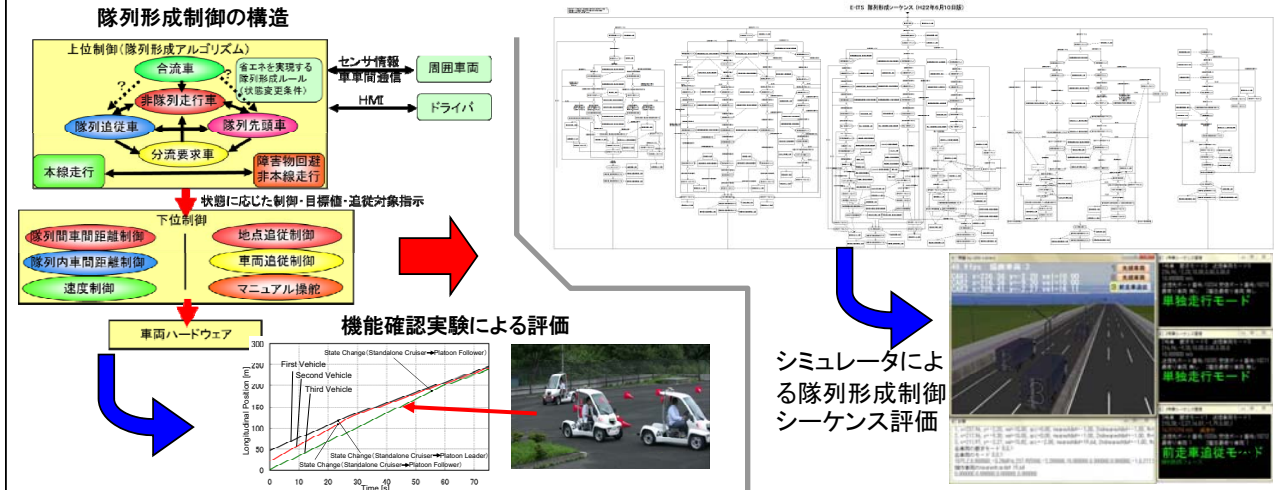
	内容
中間目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 走行環境状態を限定した隊列形成を実現する隊列形成ソフトウェアの完成 ・ シミュレータ実験による有効性の確認
最終目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ シナリオを限定しない隊列形成ソフトウェアの完成と、大型トラックへの実装 ・ シミュレータと実車による有効性の確認

5 開発テーマと成果③走行制御技術の開発2(成果)

(2) 隊列形成アルゴリズム開発(慶應義塾大学)

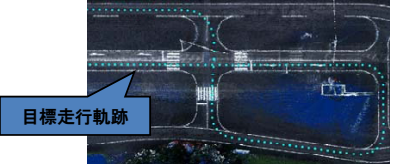


- 隊列形成時の挙動と消費エネルギーの関係を簡易計算により求め、隊列形成における過渡的な挙動を考えた場合、重量が大きい車両をなるべく加減速させないほうが、トータルの消費エネルギーが小さく抑えられることを確認した。
- 走行環境状態と隊列形成の整理と走行環境状態を限定した隊列形成(後方連結)を実現する隊列形成ソフトウェアのシーケンスを構築し、制御ソフトウェア仕様を作成した。
- 構築した隊列形成シーケンスを評価するためのシミュレータを構築し、隊列形成シーケンスの妥当性を評価した。

隊列形成ソフトウェアの制御シーケンス図


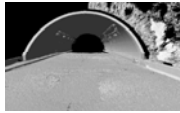
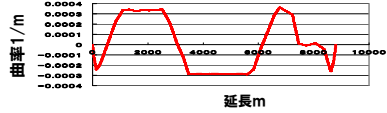


5 開発テーマと成果④高精度な位置標定技術の開発

◆ 走行制御および車両認識の精度を向上するための3D道路地図作成および位置標定技術の開発



項目	3D道路地図作成技術	高精度位置標定技術
担当	三菱電機、日本電気、東京大学	三菱電機、東京大学
内容	<p>(1) 道路電子地図データ作成技術 ・GPS、レーザスキャナ、カメラによる道路計測データから道路電子地図データを作成する技術の開発 ・実験路の道路電子地図データの作成</p> <p>(2) 目標走行軌跡生成技術 ・道路計測データをもとに、車両の目標走行軌跡を3次元空間曲線で生成するアルゴリズムの開発</p>  <p>(3) 3次元データ道路地図作成技術 ・道路の路側帯やトンネル内の構造物及びトンネルそのものの形状の3次元計測を通じた高精度地図を作成する技術の開発</p>	<p>(1) リアルタイム自己位置標定技術 ・GPS、IMU、車速パルス等の情報を入力として、現在位置座標と方位を高精度に算出する技術及び位置認識装置の開発</p>  <p>(2) 全方位カメラによる車両位置認識技術 ・あらゆる方向の映像を1枚の画像として撮影することのできる全方位撮影型マルチカメラシステムを用いて、自車位置を高精度に推定するアルゴリズムの開発</p> 
目標	<p>(1) 実験路の道路電子地図データ作成 (2) 道路計測データの誤差、ばらつきを吸収し、緩やかに変化する連続曲線を生成 (3) トンネルの高精度3次元道路地図作成</p>	<p>(1) 位置標定精度: 0.3m (2) 道路沿い建物の認識、市街地において画像のみより自己位置を車線を特定できるレベルで推定</p>

5 開発テーマと成果④高精度な位置標定技術の開発(成果1)

項目	3D道路地図作成技術 (三菱電機、日本電気、東京大学)
開発技術	(1)道路電子地図データ作成技術 ・計測データから道路電子地図データを作成する技術を開発し、産総研、未供用高速道等の実験路の地図データを作成  (2)目標走行軌跡生成技術 ・産総研、未供用高速道等の実験路の目標走行軌跡を3次元空間曲線で生成し、その結果をインデックステーブルとして出力 (3) 3次元データ道路地図作成技術 ・未供用高速道路のトンネル(下り)全体を3次元計測 
性能	(1)実験路の道路電子地図データを作成 (2)曲率変化率 目標±0.1(1/m ²)以下を満足  (3)未供用高速道トンネルの3次元計測を完了

31

5 開発テーマと成果④高精度な位置標定技術の開発(成果2)

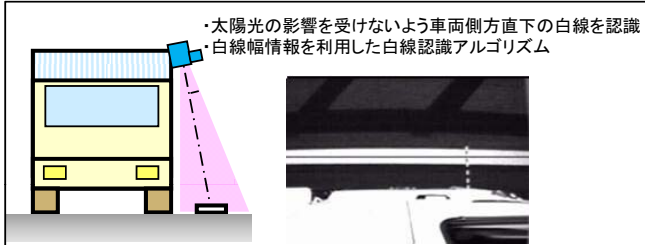
項目	高精度位置標定技術(三菱電機、東京大学)																				
開発技術	(1)リアルタイム自己位置標定技術 ・GPS、IMU、車速パルス等の情報から、高精度なリアルタイム自己位置を算出するアルゴリズムを開発 ・実験車両に搭載する位置認識装置を開発  (2)全方位カメラによる車両位置認識技術 ・建物高さ情報を考慮した時空間画像を用いた建物認識アルゴリズムを開発 ・建物のコーナーなどの特徴点追跡による位置姿勢推定アルゴリズムを開発 																				
性能	(1)実験路での位置精度評価において、目標精度0.3mを満足 (2)・建物認識に関して95%以上の正解率を達成 ・特徴点追跡では、市街地において車線を特定できる精度で自己位置推定可能 <table border="1" data-bbox="1050 1883 1362 2011"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>実験路</th> <th>車速</th> <th>誤差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>周回路</td> <td>30km/h</td> <td>0.07m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>周回路</td> <td>50km/h</td> <td>0.06m</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>周回路</td> <td>80km/h</td> <td>0.08m</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>周回路</td> <td>急停車</td> <td>0.05m</td> </tr> </tbody> </table>	No.	実験路	車速	誤差	1	周回路	30km/h	0.07m	2	周回路	50km/h	0.06m	3	周回路	80km/h	0.08m	4	周回路	急停車	0.05m
No.	実験路	車速	誤差																		
1	周回路	30km/h	0.07m																		
2	周回路	50km/h	0.06m																		
3	周回路	80km/h	0.08m																		
4	周回路	急停車	0.05m																		

32

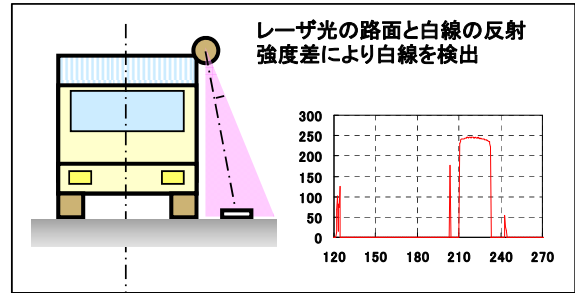
5 開発テーマと成果⑤白線認識技術の開発

◆画像認識とレーザーダの併用による極めて認識性能の高い白線認識技術の開発。
また、画像認識用カメラとして高速ビジョンセンサを開発。

(1)画像認識技術開発(弘前大学)

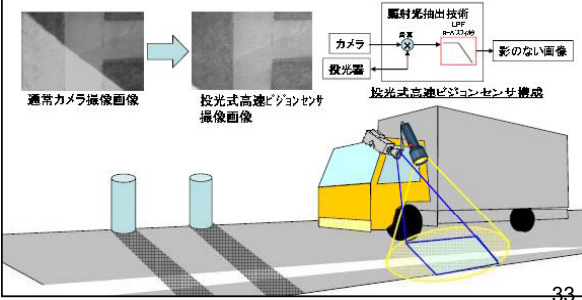


(2)レーザーダ白線認識開発(デンソー)



(3)高速ビジョンセンサ開発(日産自動車)

2次元同期検波照射光抽出技術により、照射した光のみで照らされた画像を撮像
→ 太陽光や外灯等の光を除去できるため、影のない道路区画白線画像を提供



開発目標	中間目標	最終目標	環境条件
検出精度	±20mm	±20mm	第3種白線
誤検出率 (処理フレーム総数あたり)	10 ⁻⁵ 以下	10 ⁻⁶ 以下	・産総研高速周回路1周 ・晴天、曇天、雨天
未検出率 (処理フレーム総数あたり)	10 ⁻³ 以下	10 ⁻⁴ 以下	・逆光(西日等)

項目	レーザーダ	高速ビジョンカメラ	既存カメラ
路上影の影響	◎	○	△～×
照度変化	◎	○	△～×
白線の水没	△～×	○	○
白線情報量	○	◎	◎

5 開発テーマと成果⑤白線認識技術の開発(成果1)

(1)画像認識技術の開発(弘前大学)

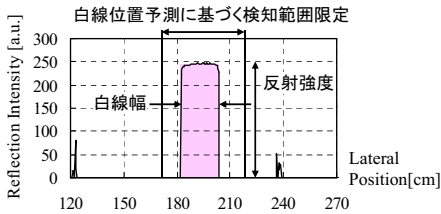

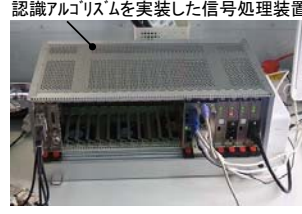
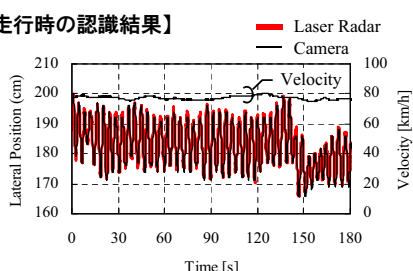
◆ 画像認識装置および認識アルゴリズムを開発し、実道路にて性能評価を実施し、目標の精度を実現

項目	内容			
開発技術	・輝度変化ピーク点および輝度変化方向と白線幅を利用した白線候補線抽出等からなる白線認識アルゴリズムを開発 ・認識アルゴリズムを高速処理可能な高信頼性画像処理装置を開発			
性能	位置検出精度: 平均±20mm以下(車両静止状態)			
	対線形	対自然環境		
		雨天時(含む冠水)	部分影	照度急変化部(橋下)
	実線:○ 破線:○	○:降雨時および路面冠水時認識可	○:路側構造物影に対し誤認識なし。	△～×:晴天時急激な照度変化によるハレーション発生により検出不可
		画像認識		

5 開発テーマと成果⑤白線認識技術の開発(成果2)

(2)レーザーレーダ白線認識技術(デンソー)

◆白線認識装置および認識アルゴリズムを開発し、実道路にて性能評価を実施。画像認識と同等の検出精度を実現

項目	内容			
開発技術	①路面との反射強度差、白線幅情報、検出履歴を活用した白線位置予測を利用して白線を抽出する認識アルゴリズムを開発 ②分解能に優れるデンソー量産レーザーレーダを使用、認識アルゴリズムを組み込んだ白線認識装置を開発			
	 <p>白線位置予測に基づく検知範囲限定</p>	 <p>デンソーレーザーレーダ</p>	 <p>認識アルゴリズムを実装した信号処理装置</p>	
性能	精度:平均±20mm以下(車両静止状態) 【走行時の認識結果】 	対線形 実線:○ 破線:○	対自然環境 雨天時(含む冠水) 部分影 照度急変化及び夜間 △~× :水溜りからの正反射/ノイズへの対策要 ○ :路側構造物に対し誤認識なし ○ :橋梁下通過時の照度変化に対し誤認識なし	

5 開発テーマと成果⑤白線認識技術の開発(成果3)

(3)高速ビジョンセンサの開発(日産自動車)

◆車載可能な高速ビジョンセンサの動作原理確認機を試作、リアルワールドで白線撮像機能を検証

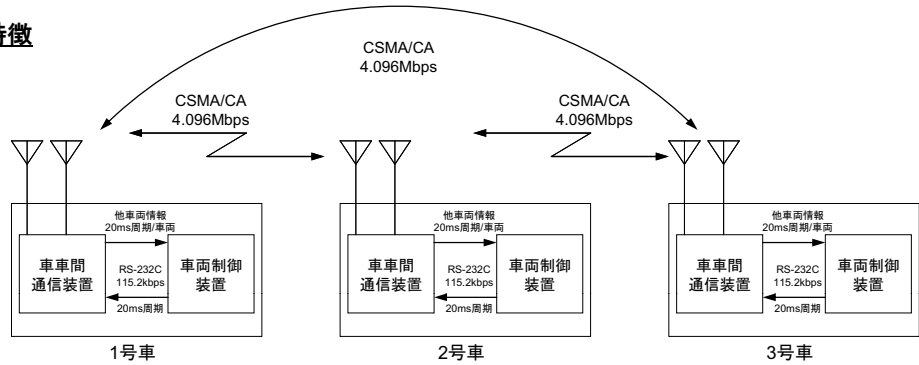
項目	成果					
開発技術	・逐次・パイプライン処理により高フレームレート化を実現 ・照射光抽出技術を組み込んだ投光式高速ビジョンセンサを開発					
	 <p>投光式高速ビジョンセンサ</p>		 <p>実験車両</p>			
性能	道路区画白線撮像性能:高照度/低照度、および瞬間的な照度変化に対する照射光抽出性能評価					
評価シーン		橋下 ◎:低照度時(日陰)撮像可 △:高照度時S/N低下		トンネル ◎:低照度時撮像可		支柱影 ◎:影の影響低減性能
上段 下段 照射光抽出画像	 <p>直射時:50,000lux 日陰:7,000lux</p>		 <p>≒300lux</p>		 <p>影の照度変化時間<2m秒³⁶</p>	

5 開発テーマと成果⑥高速で高信頼な車車間通信技術の開発

◆ 5.8GHz帯を用いた高速で高信頼な車車間通信技術の開発(沖電気工業)

車車間通信システムの特徴

- ・低遅延時間
- ・連送機能
- ・ダイバーシチ受信



車車間通信システムの構成

車車間通信技術開発目標値

項目	中間目標	最終目標
最大伝送範囲	40m	60m
車両間伝送周期 (伝送データ量:50バイト)	20msec	20msec
無通信発生確率(1時間あたり 100msec連続無通信)	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰
パケット到達率 (伝送周期20msecの場合)	99.78%	99.92%

* 100msec以上無通信の場合、故障と判定し、隊列走行を解除



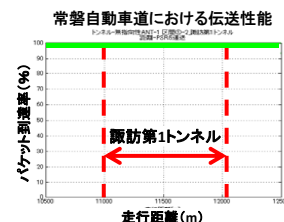
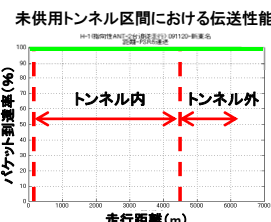
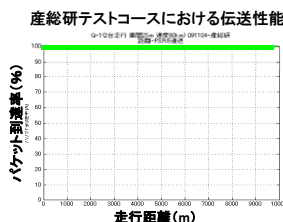
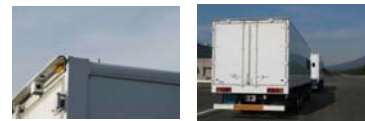
隊列走行向け車車間通信装置

5 開発テーマと成果⑥高速で高信頼な車車間通信技術の開発(成果)

高速車車間通信技術の開発(沖電気工業)

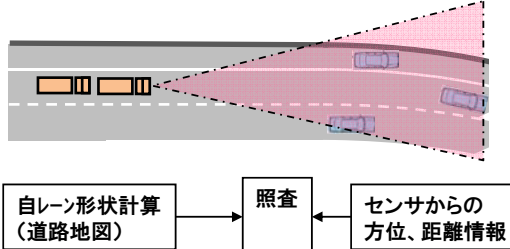
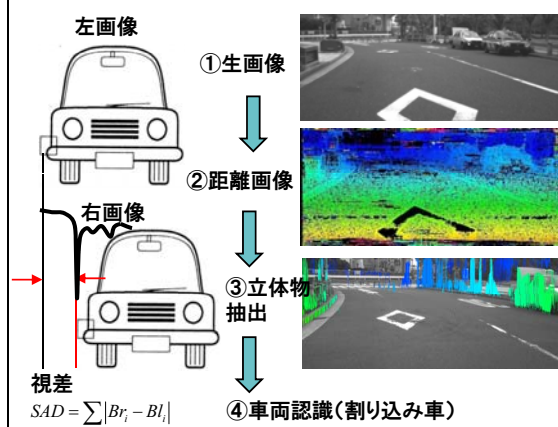
◆搬送波周波数5.8GHzの自律分散型同報車車間通信装置を開発し、性能評価を実施

項目	成果
開発技術	<p>出力10mw 搬送波周波数5.8GHz(実験局)の無線部とデータ処理部から構成された車車間通信装置の製作・性能評価を実施後、隊列走行実験に供試。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パケット到達率99.8%を確保するため、隊列走行環境を考慮したダイバーシチ受信機能と送信連送機能を開発
性能	<ul style="list-style-type: none"> ・大型トラック2台隊列走行実験により確認 <p>試験路、未供用トンネル区間、既存高速道などの環境において、通信品質検証データ取得 パケット到達率99.8%を達成</p> <p>試験路:速度80km/hr、車間距離25m 未供用トンネル区間:速度30km/hr、車間距離5m 既存高速道:速度50km/hr~80km/hr、車間距離40m~80m</p>



5 開発テーマと成果⑦複雑な走行環境での車両認識技術開発

◆ 隊列走行の周辺を走行する一般車両認識技術の開発

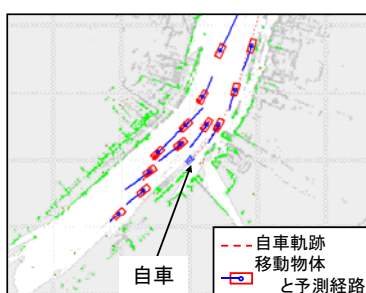
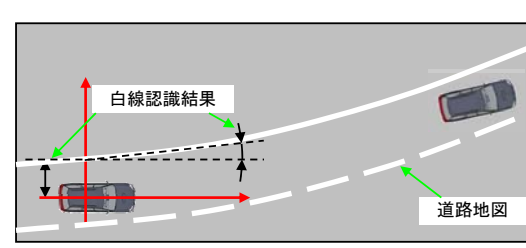

	(1) 前方車両認識	(2) 割り込み車両認識				
	金沢大学	東京工業大学				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・レーザーレーダおよびミリ波レーダの情報を融合した車両認識アルゴリズム ・道路地図および車両制御情報を利用した自車レーン内の前方車両検出 	<ul style="list-style-type: none"> ・ステレオ画像による割り込み車認識 				
目標	項目	中間	最終	項目	中間	最終
	最大検出範囲(除く雨、霧、雪)	100m	120m	最小・最大検出範囲(除く霧、雪)	5~10m	3~10m
	誤検出率(at 60m)	1%	0.5%	誤検出率	1%	0.5%
	未検出率(at 60m)	0.1%	0.01%	未検出率	0.1%	0.01%

39

5 開発テーマと成果⑦複雑な走行環境での車両認識技術開発(成果1)

(1) 前方車両認識技術(金沢大学)

◆ 認識アルゴリズムを開発し、性能評価を実施。検出範囲120mの目標値を達成

項目	内容		
開発技術	<ul style="list-style-type: none"> ・レーザーレーダとミリ波レーダを融合し、自車運動を考慮して高精度に立体物を検出、移動物体を時系列追跡し、運動推定を行うアルゴリズムを開発 ・白線認識結果を基に道路地図と照査し、前方車両を認識するアルゴリズムを開発  		
性能	検出対象物	トラック:○ 乗用車:○ 2輪車:△	道路線形
	検出距離	最大検出距離120m (未検出率0.05%未満, 誤検出率0.3%未満)	
		直線区間:○ 曲線区間:○	

40

5 開発テーマと成果⑦複雑な走行環境での車両認識技術開発(成果2)

(2)割り込み車両認識技術(東京工業大学)

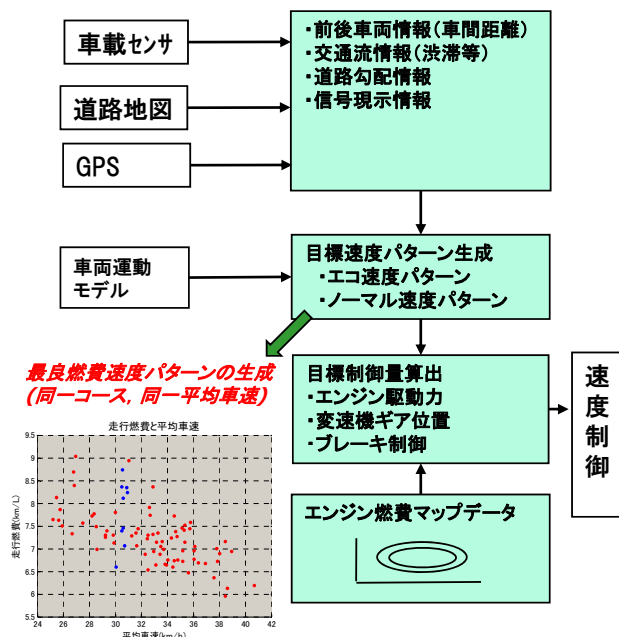
項目	内容
開発技術	ステレオカメラ画像による車両認識アルゴリズムおよび認識アルゴリズムを高速に処理可能なFPGAを開発。 ・立体物抽出および道路幅情報を利用し、前車との隙間に割り込んでくる車を認識するアルゴリズムを開発し、性能評価を実施した結果、目標時間内に認識できることを確認。
性能	<p>・日中の曇天および雨天(通常のワイパー払拭速度で視界が保たれる程度)において、自車の前方5mから30mの範囲で、自車線に進入してくる割り込み車を遅くとも1/30秒で認識。</p>

41

5 開発テーマと成果⑧エコ運転制御技術の開発

◆ 周辺走行環境状況に応じたエコ運転制御技術

- ・前方の交通状況や信号現示および道路形態に適応したエンジン、トランスミッション、ブレーキ統合制御による燃費の最適化



	中間目標	最終目標
内容	エコ運転制御モデルの設計 エコ運転速度パターンの生成	一般ドライバ平均比 単車 15%省エネ化 (JARI 模擬市街地)

研究項目	担当	研究内容
1. エコ運転速度パターンの生成	慶應大 JARI	交通状況、道路形状に対応した速度パターンの生成
2. エコ運転ドライバのモデル化	東大	DSを用いたエコ運転ドライバのモデル化
3. エコ運転制御モデルの設計	慶應大	オーバシュートのないエンジン駆動力制御モデルの設計
4. 交通流推定アルゴリズムの開発	金沢大	周辺車両情報に基づいた交通流推定
5. 信号現示認識アルゴリズム開発	弘前大	画像認識による信号機現示アルゴリズム開発

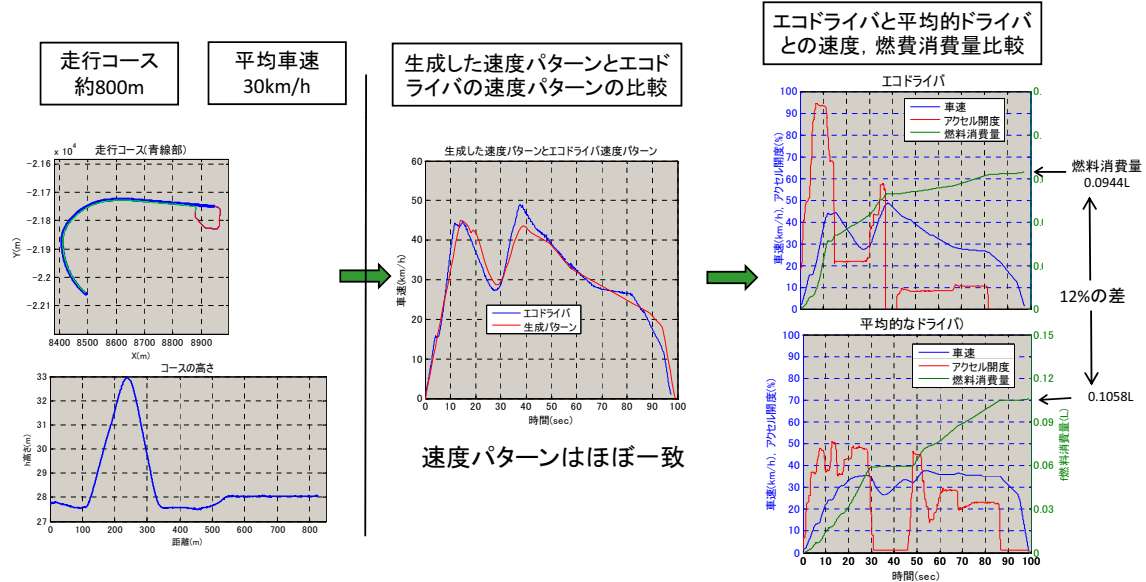
42

5 開発テーマと成果⑧エコ運転制御技術の開発(成果)

エコ運転速度パターン生成技術の開発(日本自動車研究所, 慶應義塾大学)

◆走行エネルギー最小化のためのエコ運転速度パターン生成アルゴリズムを開発

- ・道路形状に対応した走行エネルギー最小速度パターンを算出。
- ・エコ運転のエキスパート運転手による走行速度パターンを実験車を用いて計測。
計算速度パターンと照合の結果, ほぼ一致。
- ・エコ運転エキスパート運転手による実測燃費は平均ドライバに比較し10~15%程度燃費向上。



6 成果のまとめ(全体:①システムインテグレーション)

技術項目	主な中間目標	現状性能		達成度 (自己評価)
		産業技術総合研究所 高速周回路	未供用高速道路	
隊列台数	3台	大型トラック3台	大型トラック3台	○
速度	80km/hr	80km/hr	80km/hr	
車線保持性能	・横偏差量: ±0.2m	±0.1m	±0.1m	○ 年度末 達成見込み
車間距離性能	・距離制御: 10±2m (定常) ・制御偏差: 10-3m (at 0.4G減速)	15m±1.0m 15m±1.0m	15m±1.0m 15m±1.0m	

6 成果のまとめ(要素技術)

技術項目		主な中間目標	現状性能	達成度 (自己評価)
② フェイルセーフ 技術開発	1)フェイルセーフECU	・ECUの設計・製作	・製作およびフェイルセーフ機能 確認完了	○
	2)HMI	・HMIの設計・製作	・実車での機能確認完了	○
③ 走行制御 技術開発	1)走行制御アルゴリズム	・システムインテグレーション 目標と同一目標	・車線保持:±0.15m ・車間距離:15m±1.0m	○ (年度末 達成見込み)
	2)隊列形成アルゴリズム	・混在交通下での隊列形成アル ゴリズム設計	・アルゴリズム設計およびシミュ レーションによる機能検証中	○
④ 位置標定 技術開発	1)高精度地図作成	・区画白線および路側構造物、 トンネルの3D地図作成技術	・レーザータおよび画像融合に よる技術開発	○
	2)位置標定技術	・精度:±0.3m	・精度±0.15m	○
⑤ 白線認識技術開発		・環境条件:晴天、曇天、雨天 ・検出精度:±20mm ・誤認識率:10 ⁻⁵ 以下 ・未検出率:10 ⁻³ 以下	晴天、曇天、雨天にて ・検出精度:±20mm ・誤認識率:3×10 ⁻⁶ ・未検出率:2×10 ⁻⁴	○
⑥ 車車間通信技術開発		・最大伝送範囲:40m ・パケット到達率:99.78%	・最大伝送範囲:300m ・パケット到達率:100%	○
⑦ 車両認識 技術開発	1)前方車両認識	・検出距離:100m ・未検出率:0.1%	・検出距離:120m ・未検出率:0.05%	○
	2)割り込み車認識	・検出距離:5-10m ・未検出率:0.1%	・検出距離:5-30m ・未検出率:未評価	○ (年度末 達成見込み)
⑧ エコ運転制御技術開発		・エコ運転制御モデルの設計	・モデル設計完了	○ (年度末 達成見込み)

6 成果のまとめ(特許の取得)

出願国	名称	出願日	出願人	状態
日本	距離計測装置及び 距離計測方法	2009/8/31	日産自動車	出願
日本	走行支援装置、走行支援方法、 及びプログラム	2010/3/23	日本電気	出願
日本	検知装置	2010/3/30	デンソー	出願
日本	検知装置	2010/3/31	デンソー	出願

6 成果のまとめ(論文発表および普及活動)

	2008年度	2009年度	2010年度	計
論文(査読有)	4件	14件	14件	32件
研究発表・講演	10件	56件	27件	93件
受賞実績(※)	—	5件	—	5件
新聞・雑誌等への掲載	—	2件	1件	3件
普及活動	4件	3件	4件	11件

※受賞内容

1. 2009 自動車技術会秋季大会 学術講演会 優秀講演発表賞 (金沢大学)
2. 2009 ITSシンポジウム2009 ベストポスター賞(慶應義塾大学)
3. 2009 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(日産自動車)
4. 2009 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(東京大学)
5. 2009 計測自動制御学会関西支部若手研究発表会優秀発表賞(神戸大学)

7 今後の研究開発計画(平成23-24年度)

1. 安全性の向上

- ◆ 車間距離4mはシステム故障時ドライバ操作による緊急回避操作が期待できない領域であり、安全性・信頼性向上に対する技術開発が必要



◆ システムの2重化と安全設計

- 重要装置の1系が故障・異常発生時、残りの正常系で車間距離をドライバの緊急回避操作が可能な車間距離に拡大し、安全性を確保
- ・車車間通信の2重化に対する技術開発(光車車間通信技術等)
 - ・白線認識や車両認識の2重化に対する技術開発(高速ビジョンセンサ等)
 - ・位置標定の2重化に対する技術開発

2. 走行制御性の向上

- ◆ 急減速時の車間距離制御性向上に対する技術開発が必要

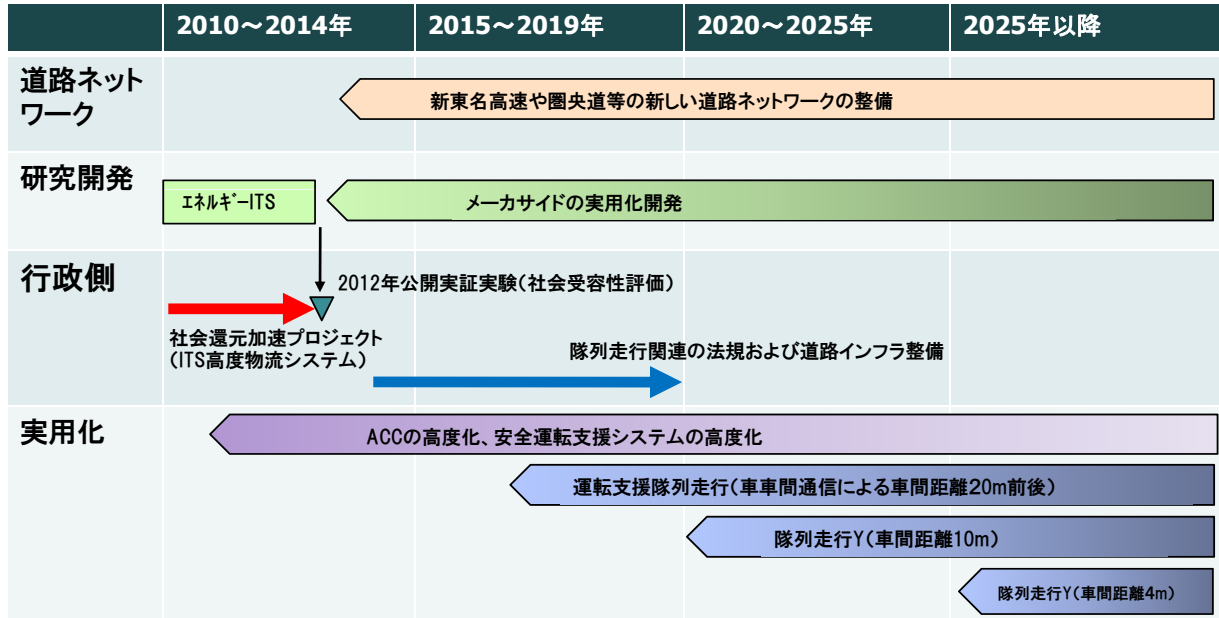


◆ 車間距離制御系の主要装置の性能改良

- ・制御アルゴリズムの改良設計
- ・車車間通信の高速化
- ・ブレーキ装置の性能向上

8 事業化・実用化の見通し(ロードマップ)

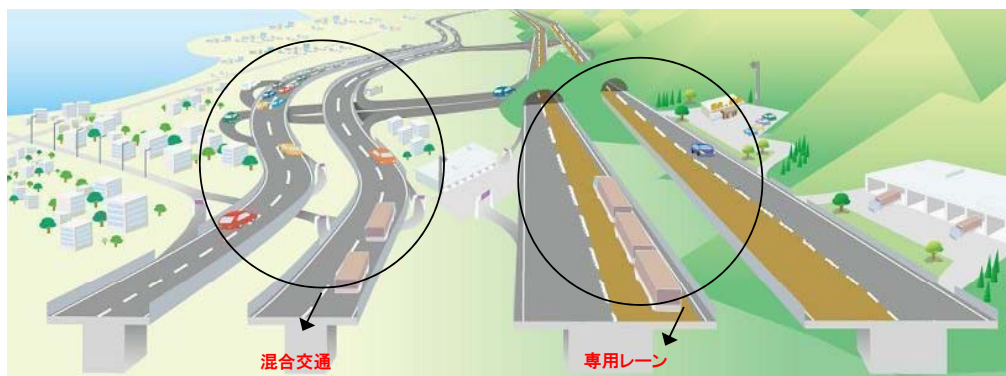
- ◆ 社会還元加速プロジェクト(官・民協同)と連携し、隊列走行の実現に向けた実証実験を実施。
- ◆ 法規適合への可能性より車車間通信を用いた車間距離20m以上の運転支援型の 隊列走行が最初に導入され、その後、法規改正, 社会的受容性の認知を経て, 2020年のCO2 25%削減目標実現に向け、コンセプトYの隊列走行を導入。



49

8 事業化・実用化の見通し(隊列走行の実用化コンセプト)

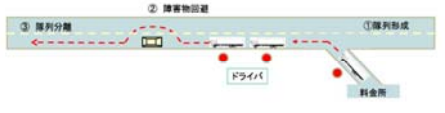
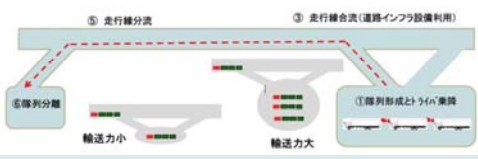
- ◆ 社会的ニーズおよび道路インフラを考慮した隊列システムのコンセプトイメージ



主な項目	コンセプト Y	コンセプト Z
コンセプトの概要	一般車と混在した中で隊列走行を可能とする。	一般車が走行しない専用レーンで無人隊列走行を可能とする。
狙い・目的	トラックの省エネ化と交通流の改善	トラックの省エネ化と省人化
隊列形態	3台隊列走行(混合交通からの制約)	4台以上の隊列走行
ドライバの有無	全車ドライバ乗車	先頭車のみドライバ乗車 後続車:無人

50

8 事業化・実用化の見通し(各コンセプトの詳細)

項目	コンセプトY		コンセプトZ	
	Y1(車間距離10m)	Y2(車間距離4m)	輸送力 (760台/時間)	輸送力 (180台/時間)
走行レーンへの 流入・流出	<ul style="list-style-type: none"> ・料金ゲートより流入 ・本線走行中に隊列形成 		<ul style="list-style-type: none"> ・料金ゲートより流入 ・ドライバ乗降場にて隊列形成 	
隊列 形成				
必要インフラ設備			<ul style="list-style-type: none"> ・専用レーン直結のドライバ乗降場が必要 	
目標 性能	最高速度	80km/hr		80km/hr
	車間距離	10m程度	4m程度	4m程度
要求 機能	操舵関係	・車線保持支援	・車線保持制御 ・レーンチェンジ	・車線保持制御 ・レーンチェンジ
	速度関係	自動停止および先行車追従		・先行車追従 ・自動発進制御

51

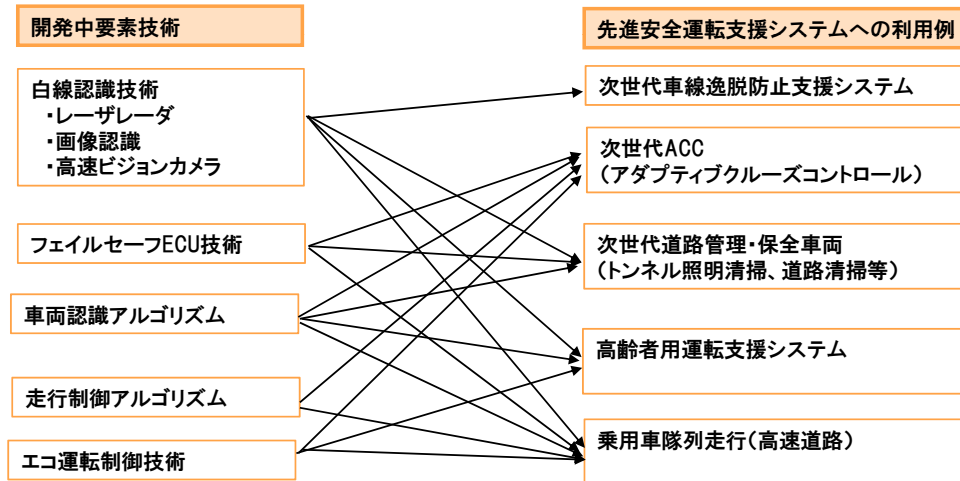
8 事業化・実用化の見通し(課題)

1. 道路交通流への影響(安全性等)
 - ・IC,PA,SA合流部での本線合流一般車への影響
 - ・本線走行中の隊列形成時の交通流への影響
 - ・隊列追い越し時の安全性確保
2. 物流事業者に対する受容性
 - ・車両価格
 - ・ドライバへの影響
3. 現行法規への対応と法規改正の必要性
 - ・車両保安基準
 - ・道路交通法
4. 隊列走行に対する社会的認知の獲得(安全性等)

52

9 波及効果

- ◆物流の効率化を目指した**次世代のトラック幹線物流システム**への展開が期待される。
- ◆開発された要素技術は事故防止を目的とした**安全運転支援システム**にも**利用可能**であり次世代自動車への幅広い展開が期待でき、自動車産業の活性化、国際競争力強化につながる。
- ◆**隊列走行技術**開発は現在国際競争段階にあり、欧米に先駆けて開発された場合、海外市場に対し圧倒的に弱者である**国内大型メーカー**にとり**海外進出の強力な武器**となりうる。



53

ご清聴ありがとうございました。

54

エネルギーイノベーションプログラム
「エネルギーITS推進事業」(中間評価)

個別テーマ説明資料
「国際的に信頼される効果評価方法の確立」
(公開)

2010年8月31日

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
財団法人日本自動車研究所



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

1/66

説明項目

- | | |
|---------------------|------------|
| 1. 研究の位置づけ必要性 | ・・・P3～P9 |
| 2. 研究マネジメントの工夫と進捗状況 | ・・・P10～P11 |
| 3. 開発項目と進捗状況 | ・・・P12～P52 |
| 4. 効果評価事例検討結果 | ・・・P53～P57 |
| 5. 成果のまとめ | ・・・P58～P60 |
| 6. 実用化・事業化の見通し | ・・・P61～P65 |

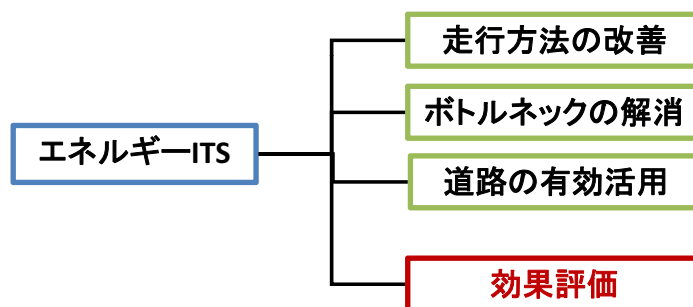


エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

2/66

(1)研究目的

- ITS施策導入によるCO2排出量の低減効果を評価するための**ツールを開発**する。
- 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。



エネルギーITSの施策体系
(出典：NEDO エネルギーITS推進事業パンフレット)

(2)背景と研究の位置づけ

- 日本全国のCO2排出量の約2割が自動車交通からの排出。
- ITS施策による自動車交通からの排出量低減に期待。
- ITS施策の実施には、CO2削減効果を定量的に評価するツールが必要。
- 国際排出権取引において、国際的な推計量の合意が必要。



CO2排出量推計ツールの開発・検証を行い、国内外の連携活動により、国際的に信頼される評価方法を確立する。

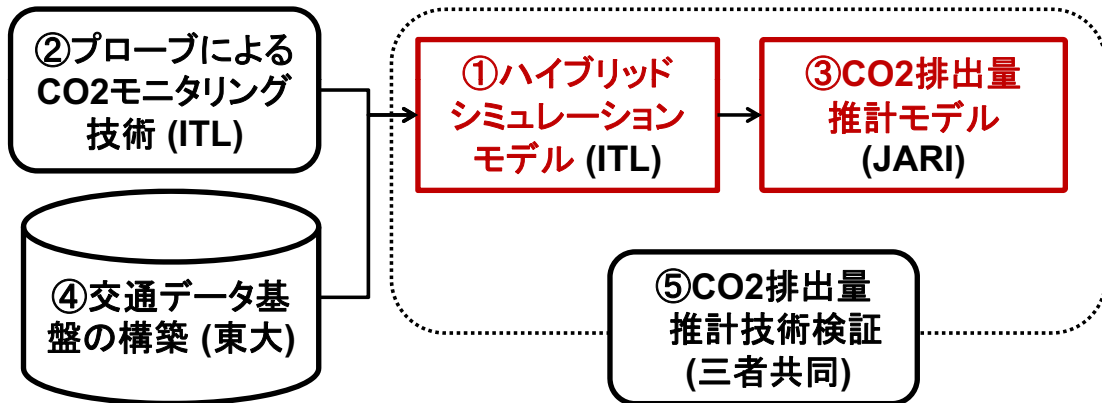
！メソスケール(地区レベル)の適用

！事例検討の実施

1. 研究の位置づけ・必要性

■ 評価ツールの開発

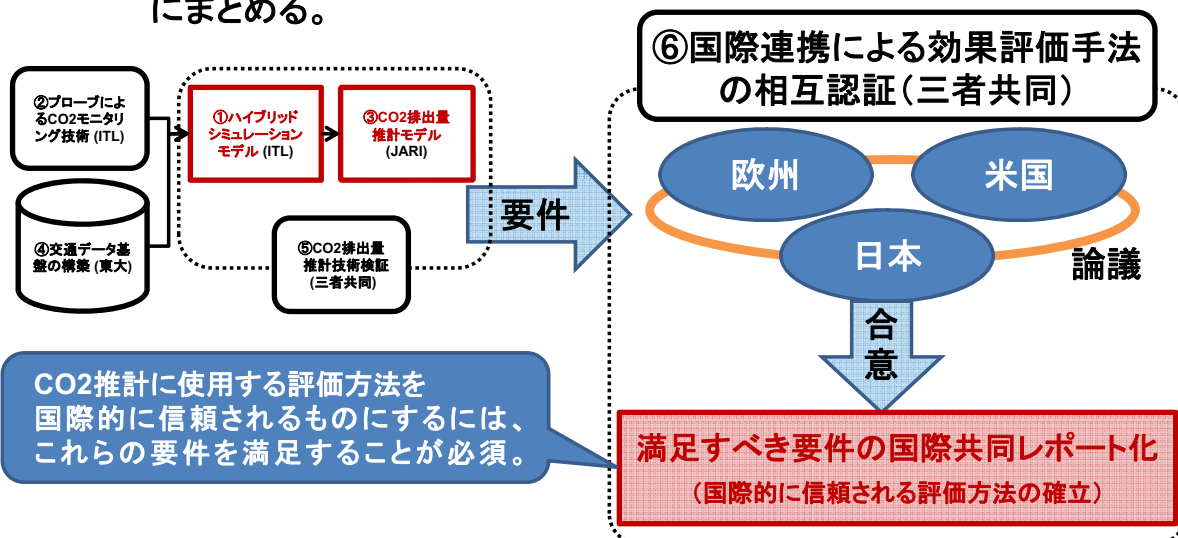
- ✓ 評価ツールの構成は「①の交通流モデルと③の排出量モデルを核としてCO2を推計し、その際②のモニタリング技術と④の交通データベースを活用する」ものとする。
- ✓ 加えて、①と③については**検証を実施**する。



1. 研究の位置づけ・必要性

■ 国際的な合意形成

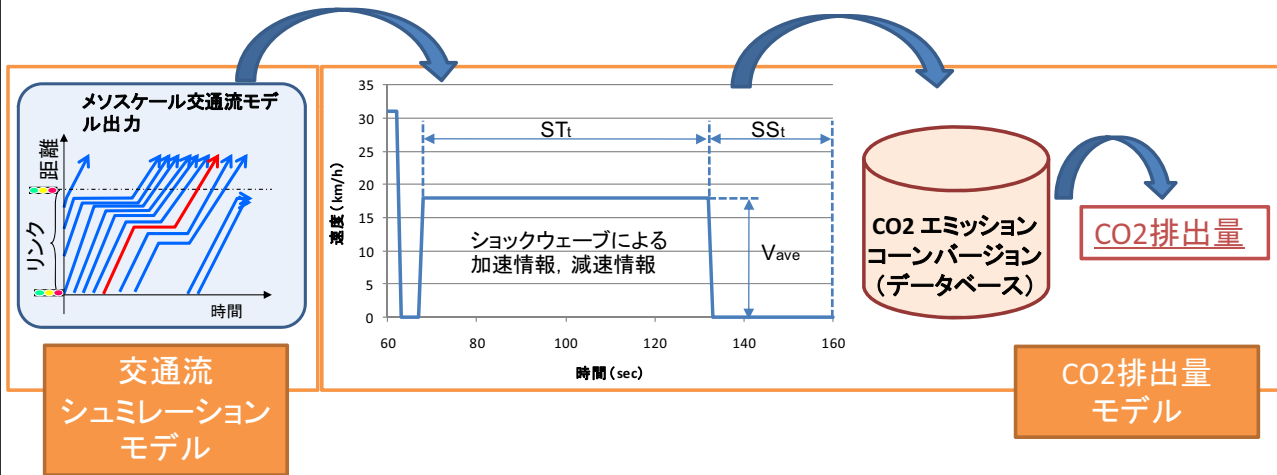
- ✓ **日米欧**での共同研究の枠組みを構築する。
- ✓ この枠組みにて評価ツール満足すべき**要件を合意し国際共同レポート**にまとめる。



(3) 核となる技術(1/3)

■ 交通流シミュレーションモデルとCO2排出量モデルの組合せ

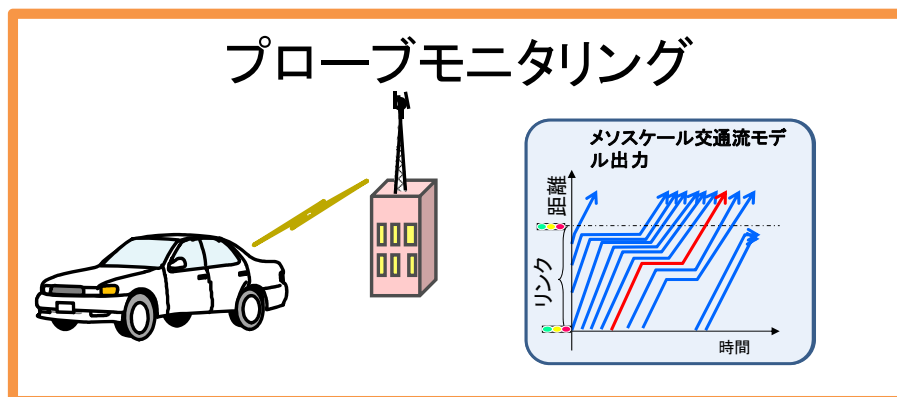
- ✓ 都市域をカバーし、CO2排出量影響因子を考慮可能な交通流シミュレーションモデルと車両CO2モデルの組合せ



(3) 核となる技術(2/3)

■ プローブモニタリング

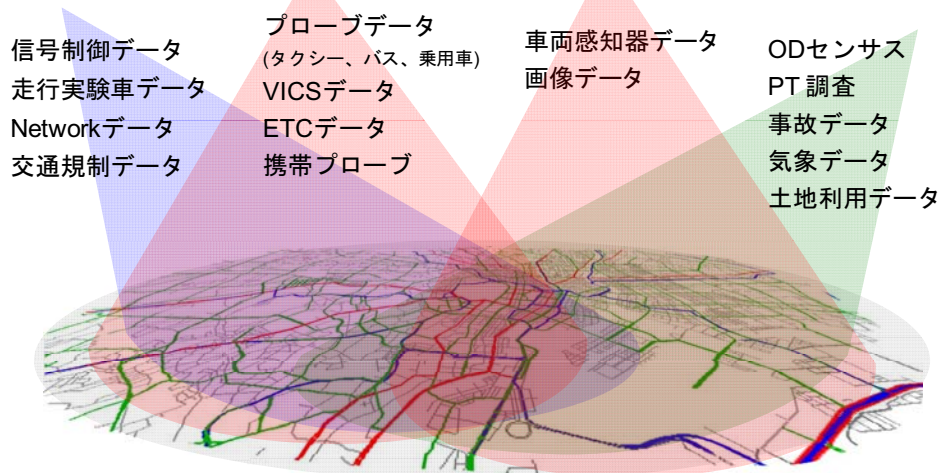
- ✓ プローブとインフラセンサによる交通流推計



(3) 核となる技術(3/3)

■ 交通データベース

- ✓ 散在する多様な交通データを、集積し、活用可能とする。



2. 研究マネジメントの工夫と進捗状況

■ 研究マネジメントの工夫

(1) 事例検討の実施

- ✓ 実用的ITS施策評価ツールの動作確認のため問題抽出・改良を行なった。
- ✓ 開発を加速し、評価ツールのプロトタイプ完成が6ヶ月早まった。

(2) 利用可能なプローブデータの有効活用

- ✓ 当初計画を大幅に上回る対象領域およびデータ量のマイカープローブとタクシープローブを調達し、今後の開発を加速した。

(3) 研究委員会の設置

- ✓ 国際連携を取る前に、国内の関係者と論議し合意を取る機会として設置。
- ✓ 有識者により方向性を確認し、開発をより加速化させる機会として設置。

2. 研究マネジメントの工夫と進捗状況

事業原簿
Ⅲ.3-5

■ 進捗状況



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

11/66

3. 開発項目と進捗状況

事業原簿
Ⅲ.3-4

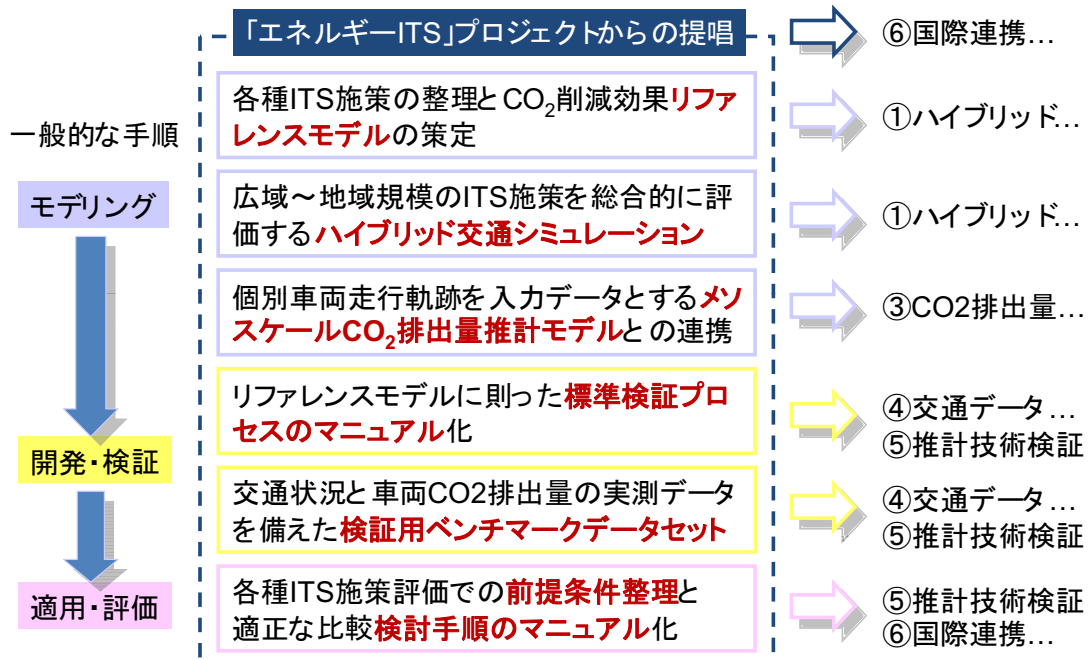
- ①ハイブリッドシミュレーション技術開発
- ②プローブによるCO2モニタリング技術の開発
- ③車両メカニズム・走行状態を考慮したCO2排出量推計モデル
- ④交通データ基盤の構築
- ⑤CO2排出量推計技術の検証
- ⑥国際連携による効果評価手法の相互認証



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

12/66

■ 「国際的に信頼される効果評価方法の確立」の基本アプローチ



①ハイブリッドシミュレーション技術開発

3-(1) 研究開発項目

■ 中間目標(平成22年度): ○(=予定通り)

- ✓ 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の構築、及び広域都市圏シミュレーションモデルの完成
- ✓ 「②プローブによるCO₂モニタリング技術」、「③CO₂排出量推計モデル」との連携技術の確立(その内容をドキュメントとして整備)

■ 最終目標(平成24年度)

- ✓ 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完成

技術開発のねらい

- ・個別施策評価の単純な積み上げではなく、「インテグレートドアプローチ」で評価できる技術の確立。
- ・広域～詳細レベルの各種ITS施策を一元的に評価できる技術の確立。

3-(2) 研究成果の詳細

- エネルギーITS施策の効果評価リファレンスモデル提案
 - ✓ 「エネルギーITS施策」をCO2削減メカニズムで類型化し、各類型について効果評価のリファレンスモデルを提示した。
- ハイブリッドシミュレーションフレームワークの構築
 - ✓ 広域(マクロ)～地区(マイクロ)レベルの交通シミュレーションを連携させ、一括評価を行うハイブリッドシミュレーションの理論的な枠組みと、ソフトウェアを開発した。
- CO2排出量推計モデルとの連携技術の確立
- 広域シミュレーションパイロットケースの実施
 - ✓ 関東圏を対象とした広域シミュレーションが実用的なレベルで交通状況が再現できることを示し、関東一都三県でのCO2排出量を試算した。
- 日本全国シミュレーションのためのグリッドコンピューティングソフトウェアの開発
 - ✓ 日本全国規模でのハイブリッドシミュレーションの実現に向け、グリッドコンピューティングに対応可能なシミュレーションソフトウェアの並列化を行った。
- 効果評価事例検討の実施

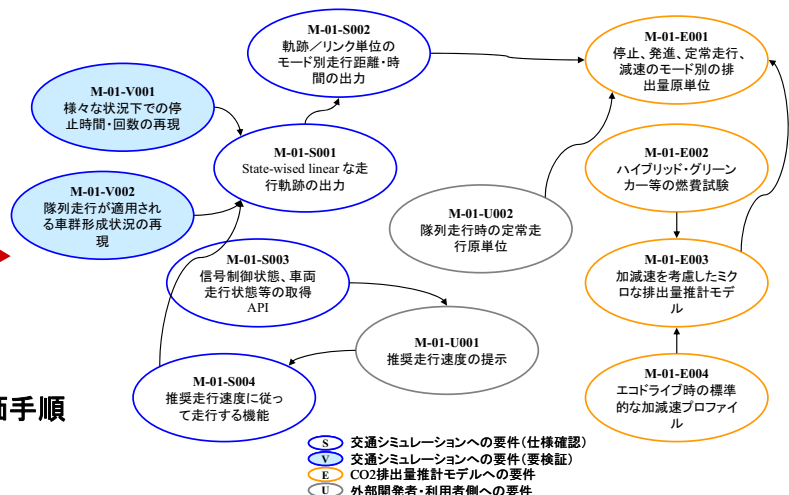
■ エネルギーITS施策の効果評価リファレンスモデル提案

- ✓ 「エネルギーITS施策」をCO2削減メカニズムで類型化。
- ✓ 各類型について効果評価のリファレンスモデルを提示。
 - リファレンスモデルは、国際連携において、議論の焦点を明確にし、具体的なソリューションを与えるべきトピックを示すもの。

表：エネルギーITS施策の類型

エネルギーITS施策のカテゴリ	
1	運転挙動の改善
2	一般道及び高速道路での交通流制御
3	地域・都市圏レベルでの交通マネジメント
4	交通需要マネジメント・モーダルシフト
5	物流交通の管理

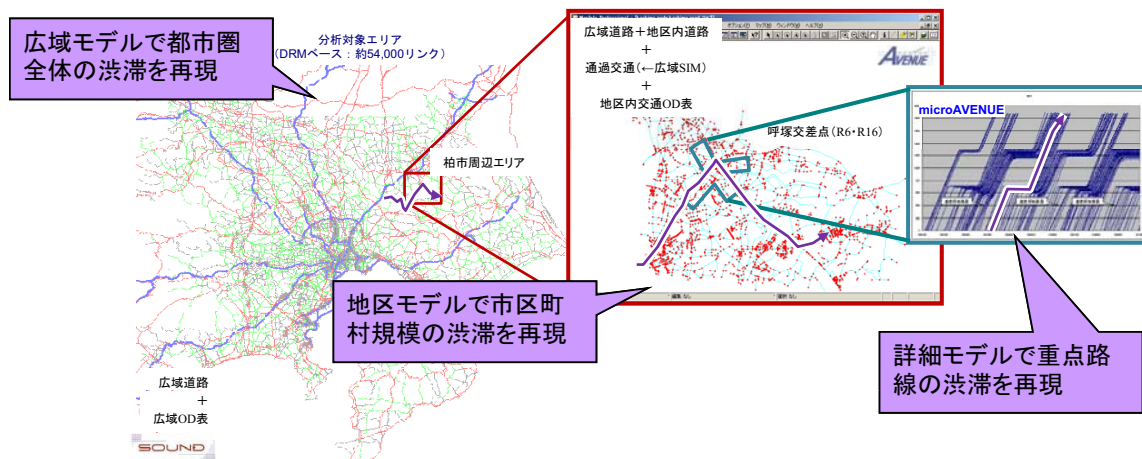
右図：シミュレーションによる評価手順のリファレンスモデル



①ハイブリッドシミュレーション技術開発

■ ハイブリッドシミュレーション理論とソフトウェアの構築

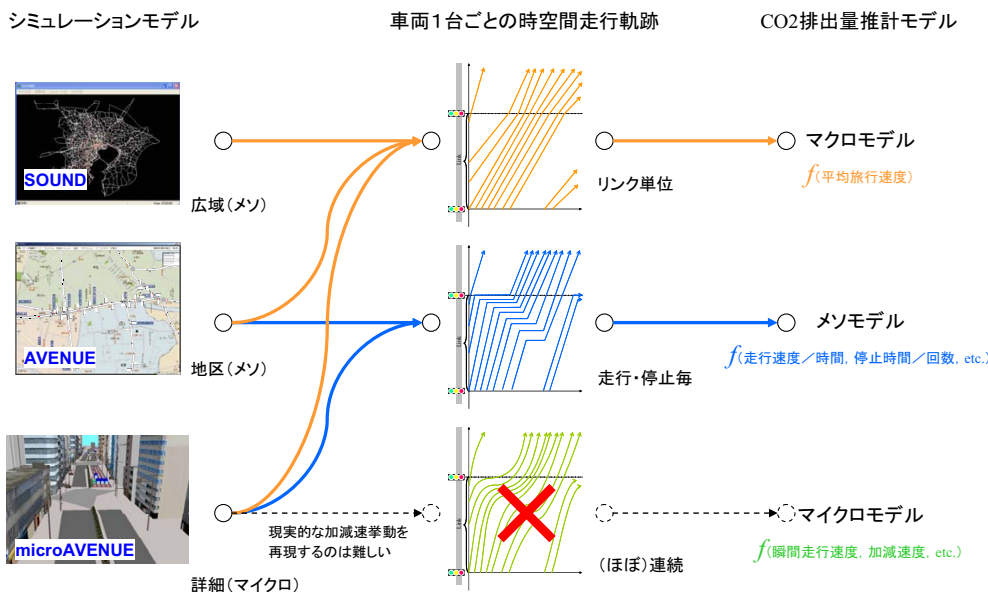
- ✓ 広域(マクロ)～地区(マイクロ)レベルの交通シミュレーションを連携させ、一括評価を行う。



①ハイブリッドシミュレーション技術開発

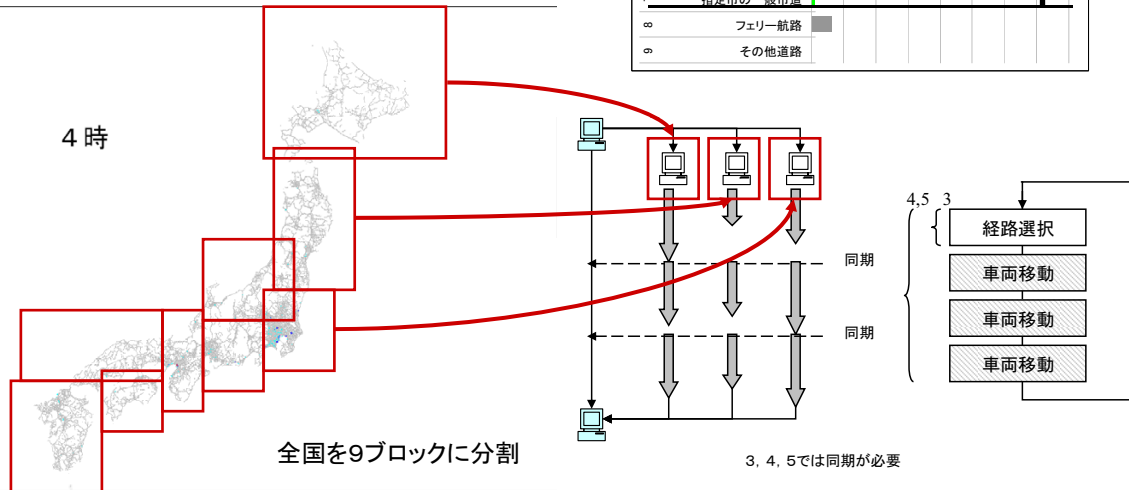
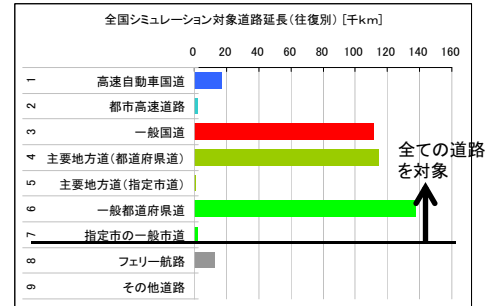
■ CO2排出量推計モデルとの連携技術の確立

- ✓ シミュレーションモデルとCO2推計モデルを、車両走行軌跡の分解能で分類し、効果評価における合理的な組み合わせを提示。



■ 日本全国シミュレーションのためのグリッドコンピューティングソフトウェアの開発

- ✓ 日本全国規模のシミュレーション実現にむけ、グリッドコンピューティングに対応した並列計算ソフトウェアを構築した。



3-(4) 今後の研究計画

- ハイブリッドシミュレーションソフトウェアの製作
 - ✓ **実用ソフトウェア**としてハイブリッドシミュレーションを完成させる。
- 日本全国シミュレーションの開発と実証
 - ✓ **ビジネス化**を目指し、日本全国での**標準テストベッド**として、精緻化を図る。
- ITSモデル都市における地域モデル適用と施策評価
 - ✓ 官民共同の社会還元加速プロジェクトで選定された「**ITSモデル都市**」を題材に、そこで企画されている**ITS施策のCO2削減効果**を評価する。
- 交通流シミュレーション検証プロセスの構築と実施
 - ✓ 事業項目5と連携し、シミュレーションの**標準検証プロセス**を通して、開発した技術が信頼に足るものであることを実証する。

②プローブによるCO2モニタリング技術の開発

事業原簿
Ⅲ.3-9

3-(1) 研究開発項目：◎(=当初計画以上)

■ 中間目標(平成22年度)

- ✓ インフラセンサデータとプローブデータの融合、及びプローブデータのみによるCO2排出量推計手法の構築完了

■ 最終目標(平成24年度)

- ✓ CO2排出量モニタリングシステムのプロトタイプ完成
- ✓ ビジネスモデルの実現可能性の提示

技術開発のねらい

- ✓ 対象地域全体でのCO2排出量をリアルタイムで推計。
- ✓ 地域社会に「見える化」してフィードバックすることで、市民の交通行動変容を促す効果を期待する。

②プローブによるCO2モニタリング技術の開発

事業原簿
Ⅲ.3-9

3-(2) 研究成果の詳細

■ インフラセンサデータとプローブデータの融合技術開発

- ✓ プローブデータと感知器データを時空間上で融合する手法を開発。
- ✓ 高速道路でのCO2排出量モニタリングのデモンストレーション実施。

■ 一般道でのCO2排出量推計技術の開発

- ✓ インフラセンサデータの取得が困難な一般道で、地域全体の交通量情報を推定するため、数キロ四方のエリアの流動性を示す指数を考案。
- ✓ 広域交通シミュレーションで同じ場所の流動性指数が合致するよう、入力交通量を調整し、対象エリア全体のCO2排出量を推計する手法を検討。

■ 民間データの統合による広域プローブデータ活用技術検討

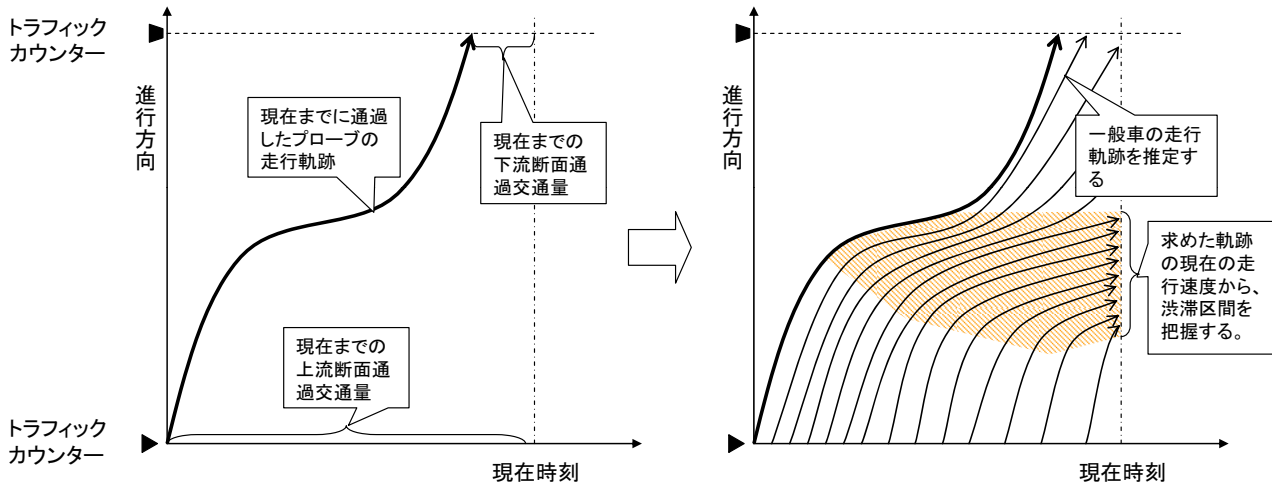
- ✓ 現在、国内で事業展開している民間テレマティクス各社のデータを統合し、広範囲で品質の高いデータが取得できた場合のモニタリング技術への活用可能性を検討。

②プローブによるCO2モニタリング技術の開発

事業原簿
Ⅲ.3-9

■ インフラセンサデータとプローブデータの融合技術開発

- ✓ プローブデータと感知器データを時空間上で融合する手法を開発。
- ✓ 高速道路でのCO2排出量モニタリングのデモンストレーション実施。



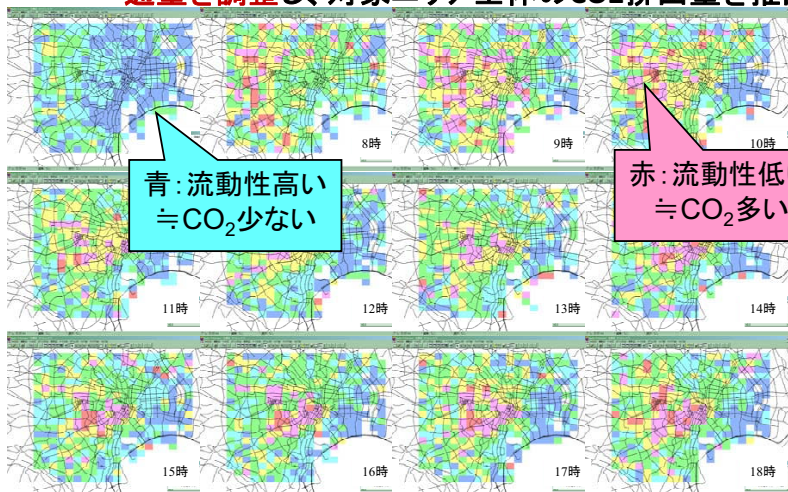
プローブデータと感知器データの時空間融合方式概念図

②プローブによるCO2モニタリング技術の開発

事業原簿
Ⅲ.3-11

■ 一般道でのCO2排出量推計技術の開発

- ✓ インフラセンサデータの取得が困難な一般道で、地域全体の交通量情報を推定するため、数キロ四方のエリアの流動性を示す指数を考案。
- ✓ 広域交通シミュレーションで同じ場所の流動性指数が合致するよう、入力交通量を調整し、対象エリア全体のCO2排出量を推計する手法を検討。



自分の街の現状を知ることによって、環境を意識した交通行動に変わるきっかけを与える。

- 交通手段変更
- 出発時刻変更

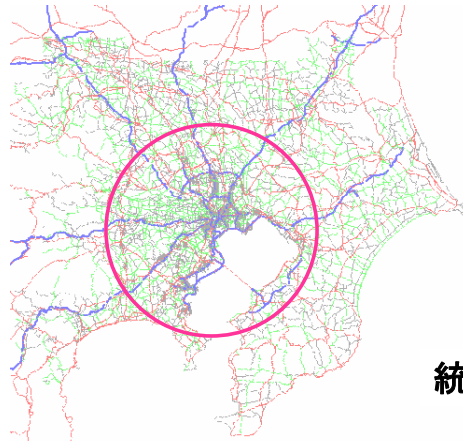
プローブデータから求めたエリア流動性指数の時間変化

②プローブによるCO2モニタリング技術の開発

事業原簿
Ⅲ.3-11

■ 民間プローブデータの統合による広域プローブデータ活用技術の検討

- ✓ 現在、国内で事業展開している**民間テレマティクス各社のデータを統合**し、広範囲で品質の高いデータが取得できた場合のモニタリング技術への活用可能性を検討。



統合データの収集範囲(案)

②プローブによるCO2モニタリング技術の開発

事業原簿
Ⅲ.3-31

3-(4) 今後の研究計画

■ プローブデータによるCO2排出量推計手法の開発

- ✓ **交通シミュレーションを併用**して交通量情報を補完する技術の完成。

■ CO2モニタリングシステムのプロトタイプ開発

- ✓ 開発した手法をシステム化し、**実用サービスにつなげる**プロトタイプソフトウェアを構築する。

■ モニタリング**ビジネスモデル**の実現可能性検討

- ✓ 交通・環境情報の**社会フィードバックループ**構築で、市民の交通行動変容を促すサービスの実現可能性を探る。

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

事業原簿
Ⅲ.3-12

3-(1) 研究開発項目

■ 中間目標(平成22年度) : ○(=予定通り)

- ✓ 交通流に対応するCO2排出量を推定するソフトウェアのプロトタイプ完成

■ 最終目標(平成24年度)

- ✓ ITSが導入された交通流に対応したCO2排出量を推定するソフトウェアの完成

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

事業原簿
Ⅲ.3-12

3-(2) 研究成果の詳細

■ メソスケールCO2排出量モデルのプロトタイプ構築

- ✓ 交通流データ(走行・停止の2モード)から車両CO2排出量を推計するメソスケールCO2排出量モデルのプロトタイプを構築した。

■ マイクロスケールCO2排出量モデルの構築と、メソスケールCO2排出量モデル用データの作成

- ✓ 詳細走行挙動データから車両CO2排出量を推計するマイクロスケールCO2排出量モデルを構築した。これを用いて、メソスケールCO2排出量モデル用データを作成した。

■ 車種構成データの整備

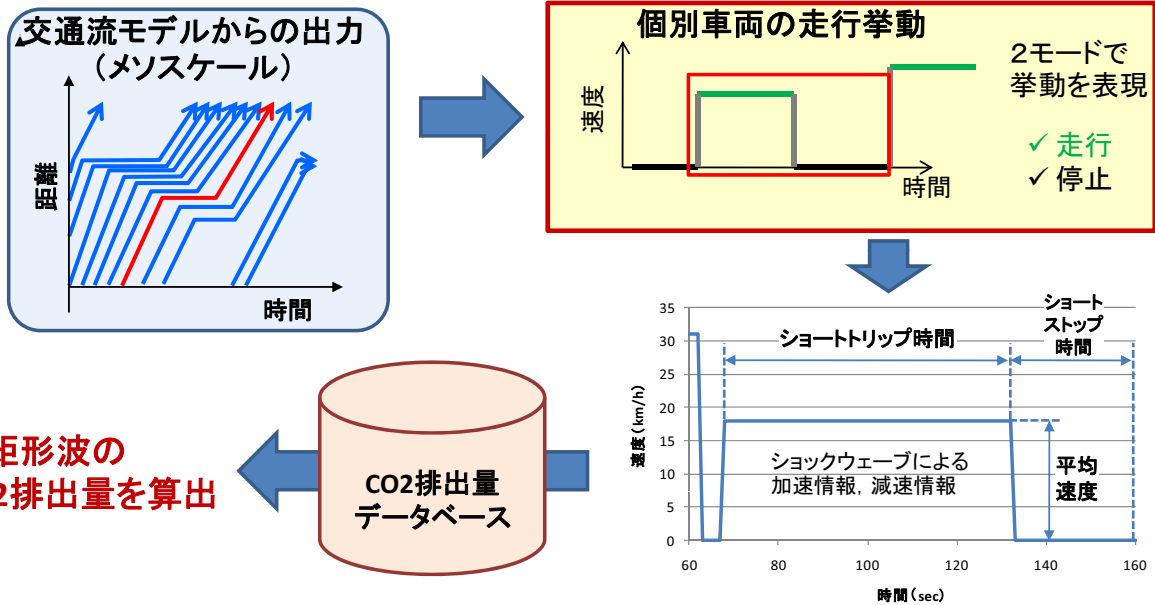
- ✓ 個別車両の排出量データから交通流全体の排出量を推定するための車種構成データを整備した。

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

事業原簿
Ⅲ.3-12

■ メソスケールCO2排出量モデルの構築

✓ 推計手法



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

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

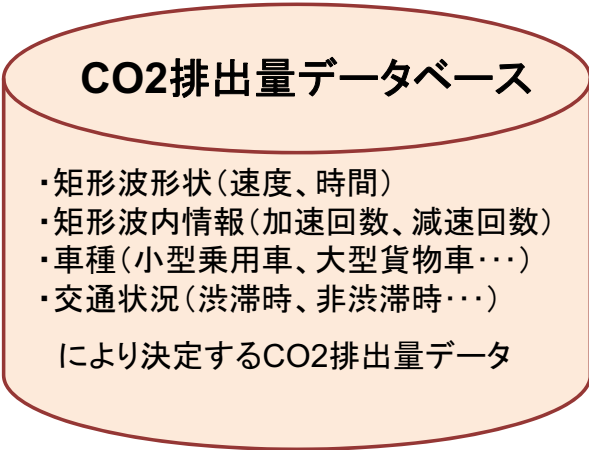
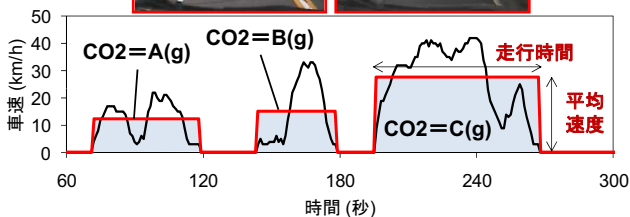
事業原簿
Ⅲ.3-13

■ メソスケールCO2排出量モデルの構築

✓ 実走行調査によるデータ採取と矩形波CO2データベース構築



幹線道路、
街中の路、
高速道路などで
調査を実施、
データを収集



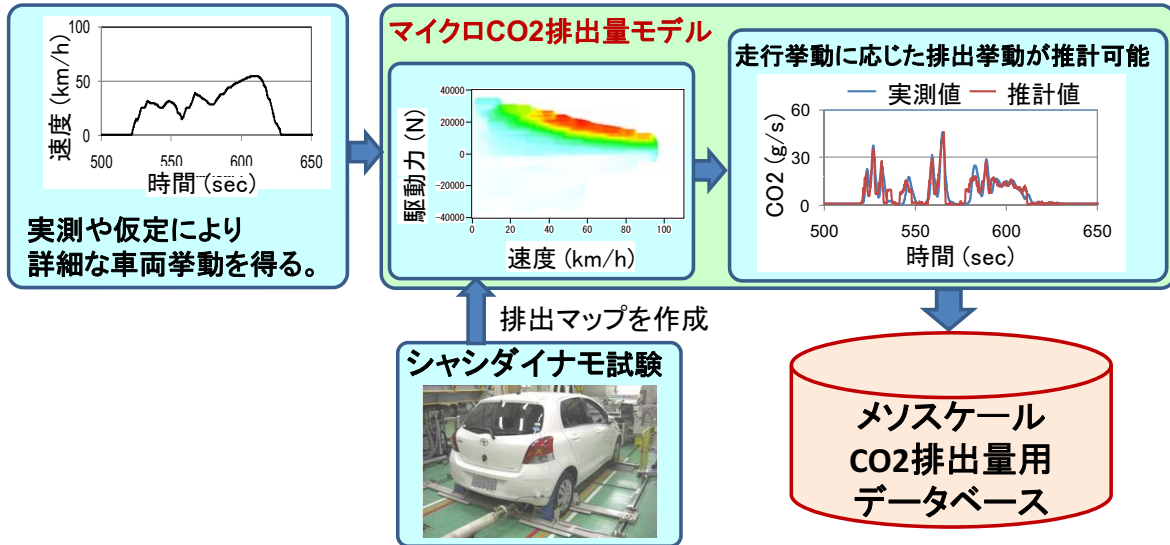
エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

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

事業原簿
Ⅲ.3-14

■ メソスケールCO2排出量モデル用データの作成

- ✓ マイクロスケールCO2排出量モデルの構築
- ✓ メソスケールCO2排出量モデル用データベースの作成



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

30/66

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

事業原簿
Ⅲ.3-31

3-(4) 今後の研究計画

■ CO2排出量精度向上のためのデータ拡充

- ✓ 走行パターン／CO2排出量データベース拡充のための走行試験等の実施、結果解析、およびデータベース構築。

■ ハイブリッドシミュレーションに対応したCO2排出モデルの精度向上

- ✓ ハイブリッド交通流シミュレーションより得られる情報の詳細化に対応した推計精度の向上。

■ メソスケールCO2排出量モデル用データベース構築

- ✓ マイクロスケールCO2排出量モデルを利用した、多様なITS施策に対応するメソスケールCO2排出量モデル用データベースの構築。



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

31/66

④交通データ基盤の構築

事業原簿
Ⅲ.3-15

3-(1) 研究開発項目

- **中間目標**(平成22年度) : ◎ (=当初計画以上)
 - ✓ 試行的な国際的なデータウェアハウスとして、International Traffic Database(ITDb)の立ち上げ完了
 - ✓ ITDbを使った利用頻度の高い分析を支援するソフトウェアの作成完了
- **最終目標**(平成24年度)
 - ✓ 国際的なデータウェアハウス(ITDb)の構築完了
 - ✓ データQualityをチェックするシステムの作成及び、提供されたデータQuality の評価システムの構築完了

④交通データ基盤の構築

事業原簿
Ⅲ.3-15

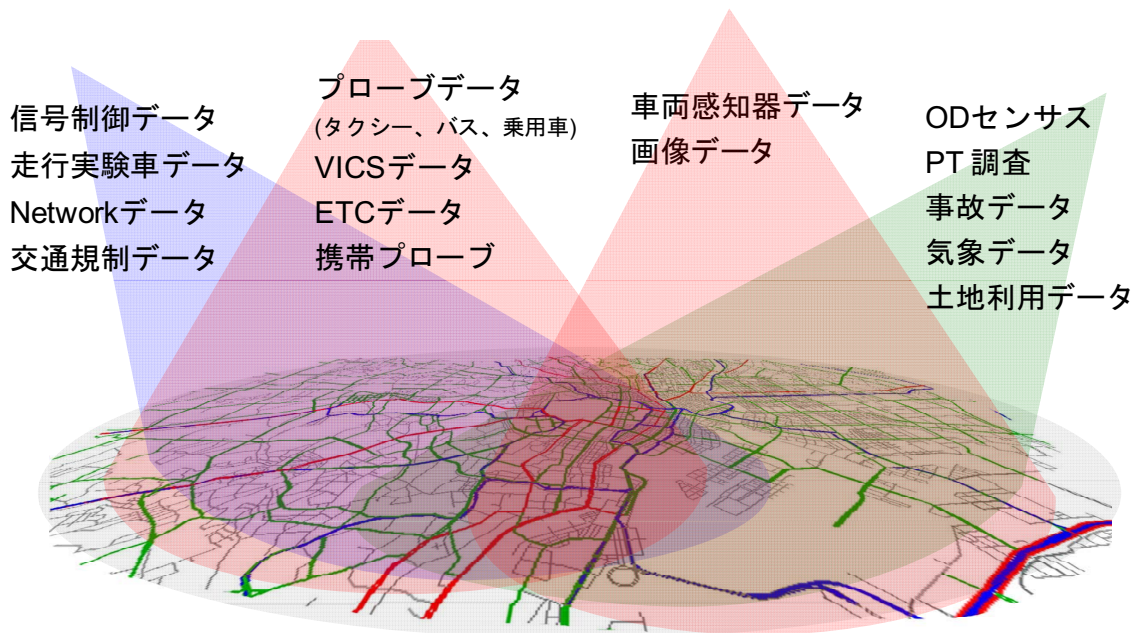
3-(2) 研究成果の詳細

- 多様な交通関連データについて、**汎用性の高いデータ構造**の提案
- **国際的な連携**ネットワークの構築に着手
- 試験運用を行う**データウェアハウスの枠組み**を提案
- データ提供者とコンタクトし交通関連の多様な**データを収集**
- 本データウェアハウスをWeb上に立ち上げ、**試験運用**を開始

④交通データ基盤の構築

事業原簿
Ⅲ.3-15

■ 交通関連データの融合



④交通データ基盤の構築

事業原簿
Ⅲ.3-16

■ 多様な交通関連データに適対応できるメタデータ構造の提案

✓メタ情報の例

ITDb
Meta Information

Version 1.1

Location	Timestamp	Network
Asia	June 5th - June 11th	Metropolitan Expressway
Japan		Route 53
Kanto		Section 27
Tokyo		Outbound

Measurement	Contact
volume	University of Tokyo
speed	Institute of Industrial Science
occupancy	ITDb
events	

Metropolitan Expressway

Route: 53, Section: 27, outbound
volume, speed, occupancy, events
(5 min aggregates)

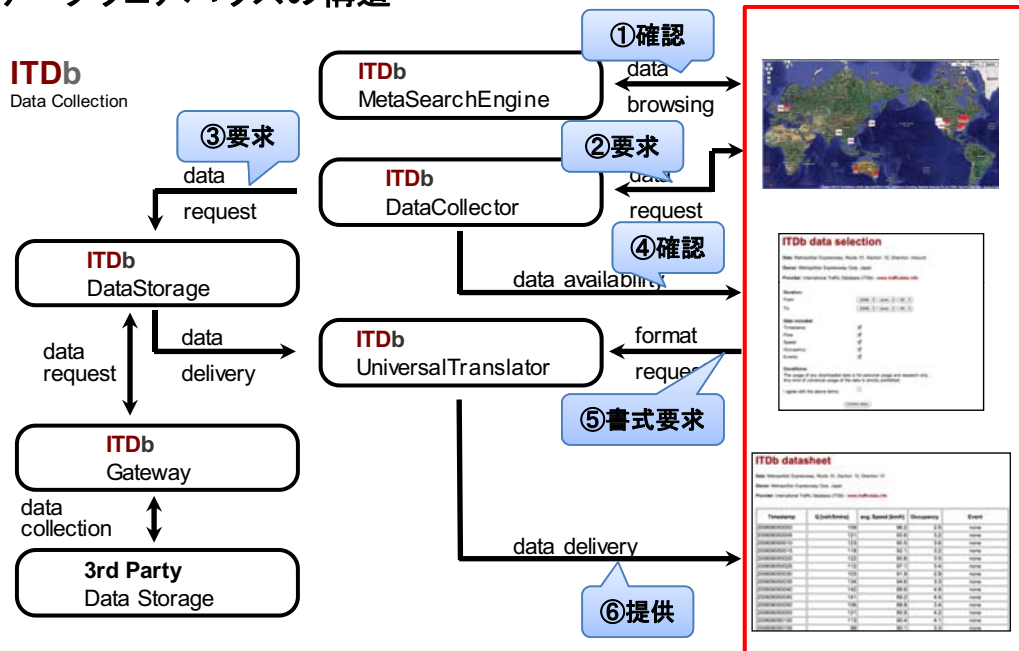
[show...](#)

Query for Meta Information:

Is speed data on a Japanese Expressway in summer available?

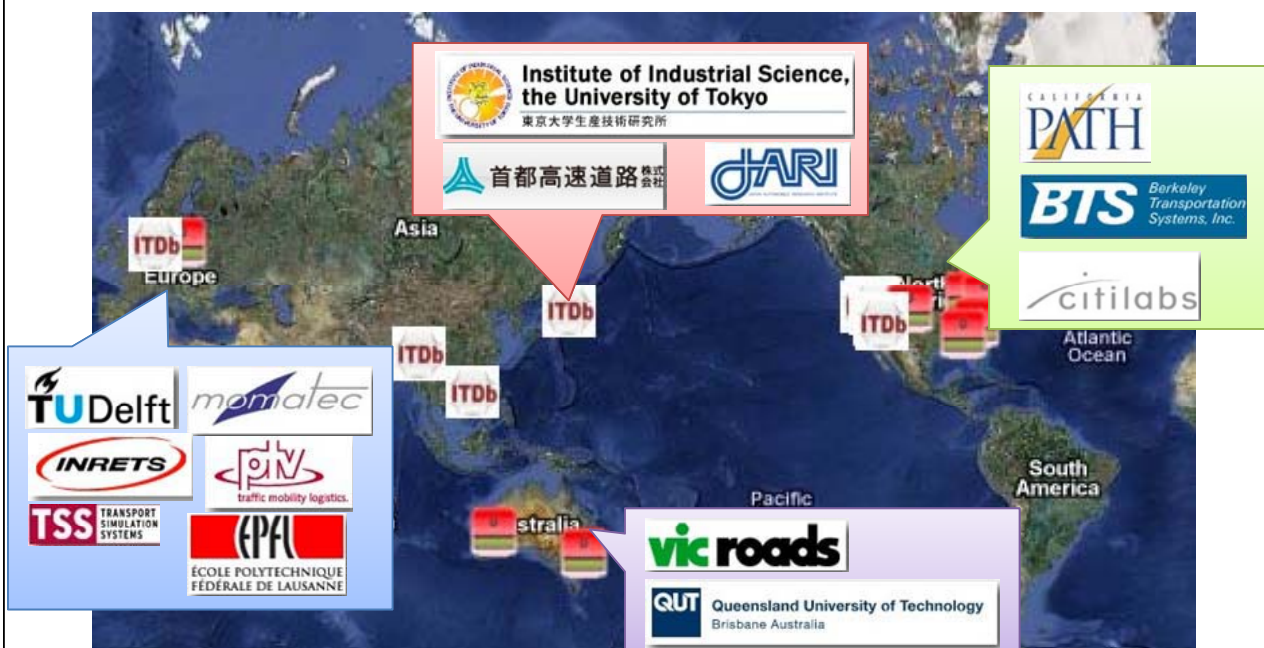
④交通データ基盤の構築

■ データウェアハウスの構造



④交通データ基盤の構築

■ データウェアハウスの国際パートナー

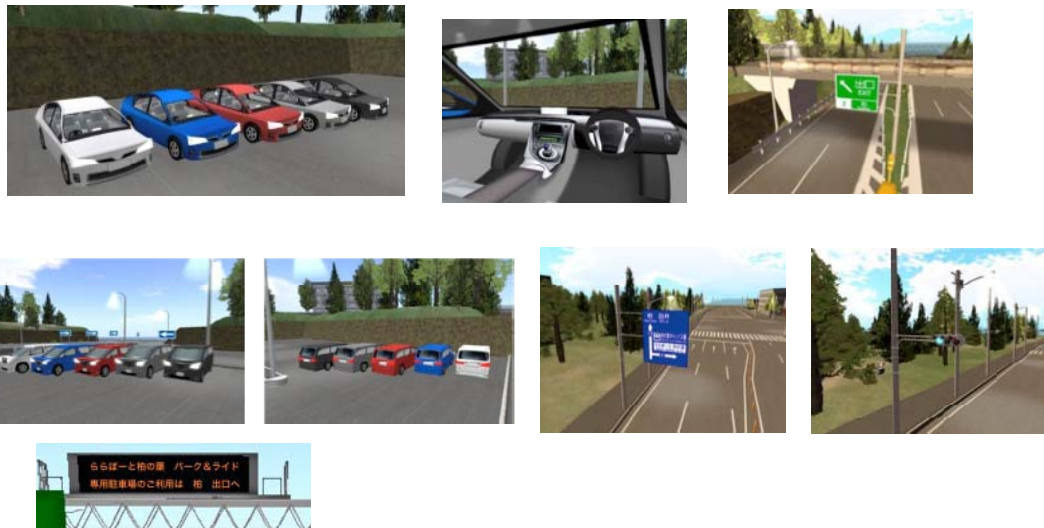


④交通データ基盤の構築

事業原簿
Ⅲ.3-19

■ 支援ソフトウェアの開発

- ✓ 三次元都市空間創造プログラム (OpenEnergySim)



④交通データ基盤の構築

事業原簿
Ⅲ.3-31

3-(4)今後の予定

■ データ収集

- ✓ CO2評価に関するEUとUSのデータ収集

■ データウェアハウスの国際化

- ✓ ITDbとPORTAL, RegioLABとの接続

■ データウェアハウスの活用促進

- ✓ データ分析ツール (OpenEnergySim、統計ツールなど)

■ データ品質管理システムの構築

■ ビジネスモデルの提案

- ✓ データトレーディングプラットフォーム
- ✓ 制度上の課題

3-(1) 研究開発項目

- **中間目標**(平成22年度) : ○(=予定通り)
 - ✓ 交通流シミュレーション、CO2排出量モデル、及びプローブによるCO2モニタリング技術等の検証を実施する際の条件整理
 - ✓ 各推計モデルや検証方法の課題分析完了
- **最終目標**(平成24年度)
 - ✓ 改良版の最終的な検証結果の整理完了

3-(2) 研究成果の詳細

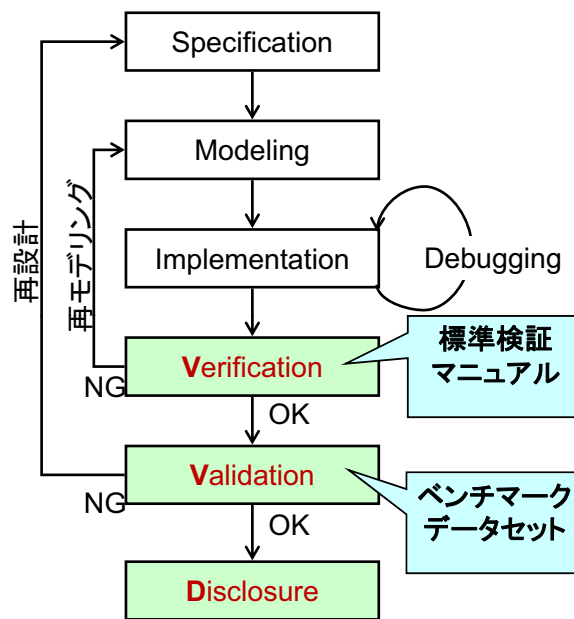
- **交通流シミュレーション**の検証
- **CO2排出量モデル**の検証
- 交通流データの推計結果がCO2排出量の計算精度に与える**影響**の検討
- **国際的な合意形成**

⑤CO2排出量推計技術の検証

3-(2) 研究成果の詳細

■ 交通流シミュレーションの検証

- ✓ 基本的な検証の枠組みの提示
- ✓ 基本検証(Verification)項目の提案



⑤CO2排出量推計技術の検証

3-(2) 研究成果の詳細

■ 交通流シミュレーションの検証

- ✓ 交通観測調査の実施



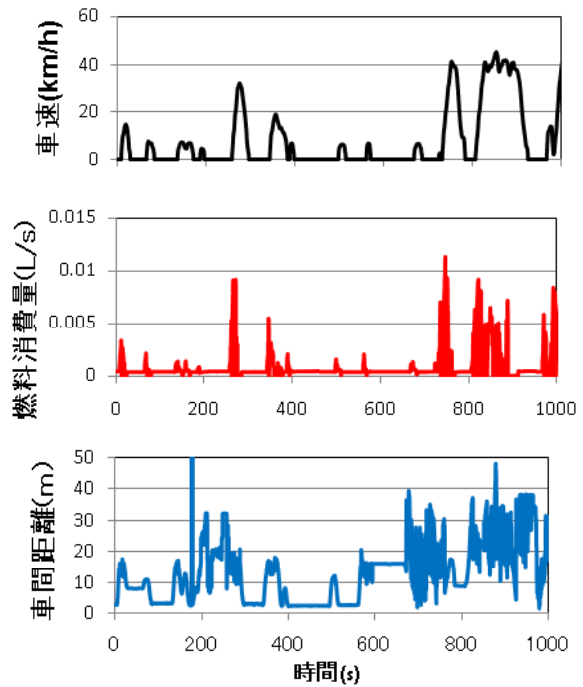
⑤CO2排出量推計技術の検証

事業原簿
Ⅲ.3-21

3-(2) 研究成果の詳細

■ CO2排出量モデルの検証

- ✓ プローブ車両による走行調査の実施



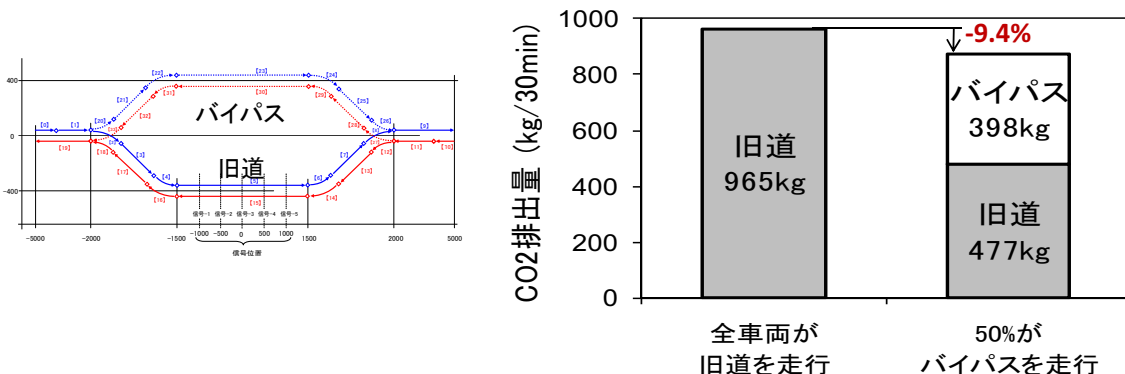
⑤CO2排出量推計技術の検証

事業原簿
Ⅲ.3-22

3-(2) 研究成果の詳細

■ 交通流データの推計結果がCO2排出量の計算精度に与える影響の検討

- ✓ モデル間の推定精度の関係を分析
- ✓ 許容されるCO2排出量推定精度に対する交通流の推定精度を把握
- ✓ 仮想ネットワークによる検討



3-(2) 研究成果の詳細

■ 国際的な合意形成

✓ 議論のための論点の整理

- 交通流モデルおよびCO2排出量モデルで標準的な検証項目は何か？
- 検証プロセスのどれが共通／地域固有であるべきか？
- 検証結果どう開示するか？
- どんなベンチマークデータセットが利用可能／必要か？
- 検証結果のばらつき／誤差の解釈方法は？

3-(4) 今後の研究計画

■ 国際的な合意形成

- ✓ 検証手順および検証項目について、米欧との国際的な議論を通じての合意形成

■ ベンチマークデータセットの整備

- ✓ 各種フィールドデータの整正
- ✓ 標準的な検証に利用可能なデータセットの整備

■ モデル検証の試行

- ✓ 提案する手順に基づき、各モデルの検証を試行
- ✓ 手順に不備がないか確認し、必要に応じて修正

■ 検証結果の開示方法の検討

- ✓ モデル使用者の判断に資する適切な開示方法を検討

■ 検証マニュアルの整備

- ✓ 一連の検証手順のとりまとめて発行

3-(1) 研究開発項目

- **中間目標** (平成22年度) : ○ (=予定通り)
 - ✓ EU等の関連研究プロジェクトの研究者と、定期的な情報交換を行う体制の整備完了
 - ✓ 国際的な議論の場の取り決めと定期開催
 - ✓ 国際シンポジウムを1回開催

- **最終目標** (平成24年度)
 - ✓ 二回目の国際シンポジウム開催
 - ✓ EU等の関連研究プロジェクトの研究者と合意された効果評価方法を国際共同レポートとして取りまとめ内外に発信

3-(2) 研究成果の詳細

- **欧州**とのネットワーキング構築
 - ✓ 欧州委員会指名の研究者とネットワークを構築
 - ✓ NEARCTIS/ COSTプロジェクトへの参画
- **米国**とのネットワーキング構築
 - ✓ 大学レベルのネットワークを構築
 - ✓ 米国政府との連携は経済産業省が検討中
- **国際的な論議の場**の設定とその定期開催
 - ✓ 開催準備を含め**三年間で五回の国際ワークショップ**を開催
- **第1回国際シンポジウム**の開催
 - ✓ これまでの研究成果と今後の活動を国内外に広く紹介
 - ✓ 開催日: **本年の10月22日**を予定(釜山でのITS世界会議の前週の金曜日)
 - ✓ 開催場所・規模など: **東京にて参加者200名規模**を予定



#3ワークショップ
(オランダ アムステルダム)

⑥国際連携による効果評価手法の相互認証

事業原簿
Ⅲ.3-23

■連携する三極の機関

- ✓ **日本:** 経済産業省／NEDO(エネルギーITS推進事業)
 - 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)
 - 財団法人日本自動車研究所(JARI)
- ✓ **欧州:** 欧州委員会
 - European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization (ERTICO)
 - Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS)
 - Peek Traffic BV
 - Planung Transport Verkehr AG (PTV)
- ✓ **米国:** 該当する政府機関と調整中
 - California PATH
 - Univ. of California, Riverside



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

50/66

⑥国際連携による効果評価手法の相互認証

事業原簿
Ⅲ.3-23

■国際連携イベントのスケジュール

	H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度
1. 国際連携体制の整備	→				
2. 国際連携組織における検討	#3 H22/3 アムステルダム #2 H21/9 スtockホルム #4 H22/10 プサン				
・国際ワークショップの定期開催	★	★	★	★	★
・国際シンポジウム開催	★	★	★	★	★
	#0 H20/12 ニューヨーク	#1 H21/2 東京	H22/10 東京		
3. 国際連携組織としての 共同レポートへの内外発信			→		→



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

51/66

3-(4) 今後の研究計画

■ 第二回国際シンポジウムの開催

- ✓ 効果評価手法として満足すべき要件についての研究成果を発表
- ✓ 平成24年度の下半期に開催予定

■ 国際共同レポートの配信

- ✓ 欧米の研究者と合意した上記要件を国内外に配信

4. 効果評価事例検討結果

A. エコドライブ支援

B. 高速道路における隊列走行

C. カーナビによるエコルート提示

- 社会的関心が高く、かつ効果が期待できるITS施策の**17事例**を抽出した。
- その中で、**下記三事例**を選定した(★)。

施策	事例内容
1. 走行方法の改善	1-1 ハイブリッド車の普及
	★ 1-2 エコドライブ支援
	★ 1-3 高速道路における隊列走行
	1-4 最高速度抑制(リミッタ装着)
	1-5 最高速度緩和
2. ボトルネック解消	2-1 サグにおける渋滞改善手法導入
	2-2 合流円滑化
	2-3 都市高速の信号機設置
	2-4 信号制御高度化
	2-5 グリーンウェーブ走行
3. 道路の有効活用	3-1 迂回経路誘導
	★ 3-2 カーナビによるエコルート提示
	3-3 プローブによる最適ルート提示
	3-4 通勤時間帯シフトによる交通量平準化
4. その他	4-1 特定地域におけるCO2排出量モニタリング
	4-2 モーダルシフト等による交通量削減
	4-3 ガソリン価格変更によるCO2排出量変動

高速道路における隊列走行(東名高速: 青葉→沼津)

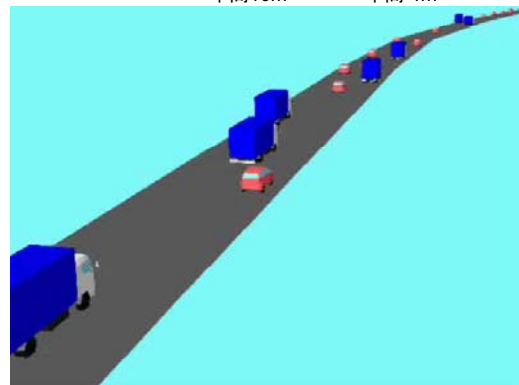
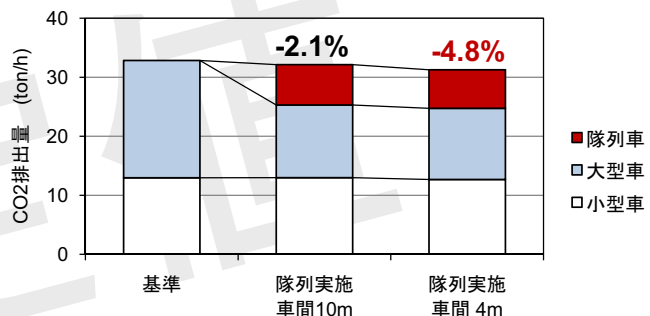
■ 検討内容

- ✓ 大型貨物車の**40%**が
隊列走行(3台)を実施
- ✓ ケース1 車間距離**10m**
- ✓ ケース2 車間距離**4m**

■ 検討結果(暫定値※)

- ✓ ケース1 CO2: **-2.1%**
- ✓ ケース2 CO2: **-4.8%**

※空気抵抗削減と走行空間再配分効果のみによる暫定試算値
ランプ前後の交通流乱れ、隊列形成に伴うロス等は未考慮。



隊列走行によるCO2増減要因

事業原簿
Ⅲ.3-26

No	CO2増減要因	対象車両	効果評価状況
#1	空気抵抗削減	隊列内の大型トラック	自動運転・隊列走行チームが検討済。
#2	走行空間の再配分	隊列内の大型トラックを含む周辺全ての車両	首都大・大口先生をチーフとして効果評価チームにて検討中。
#3	ランプ前後での一般車の進入に伴う交通流の乱れ	隊列周辺の一般車	今回の事例検討では考慮しない。
#4	隊列形成に伴う時間・燃料のロス	隊列走行に参加する大型トラック	今回の事例検討では考慮しない。
:	:	:	:

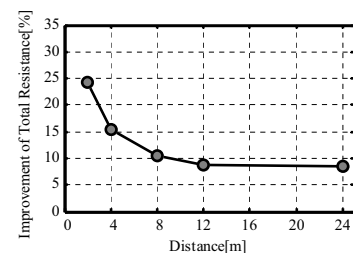
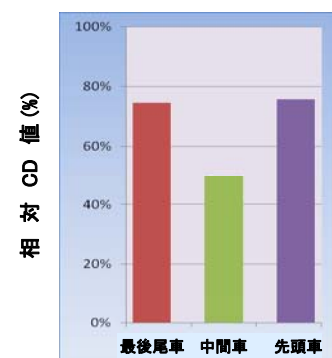
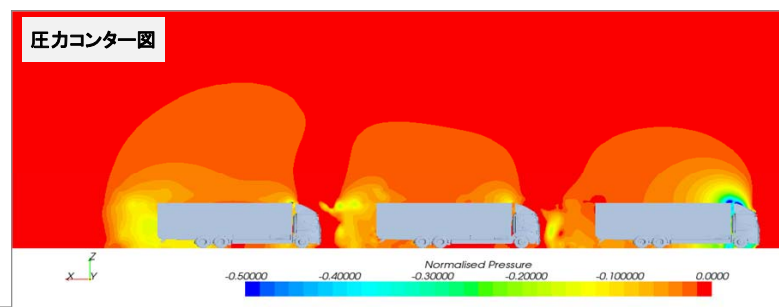
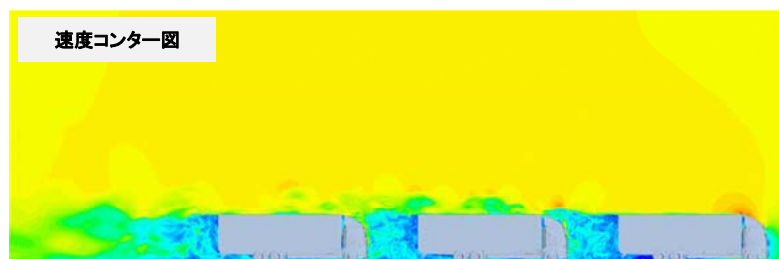
#1: 空気抵抗削減

事業原簿
Ⅲ.3-26

■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:

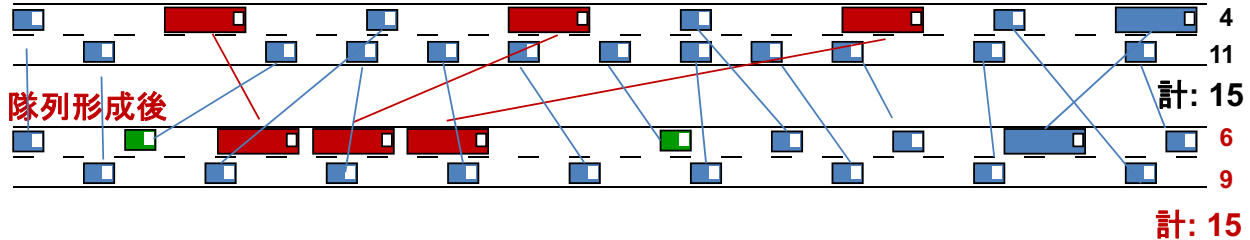
速度:80km/h, 隊列車間距離:4m-12m



#2: 走行空間の再配分

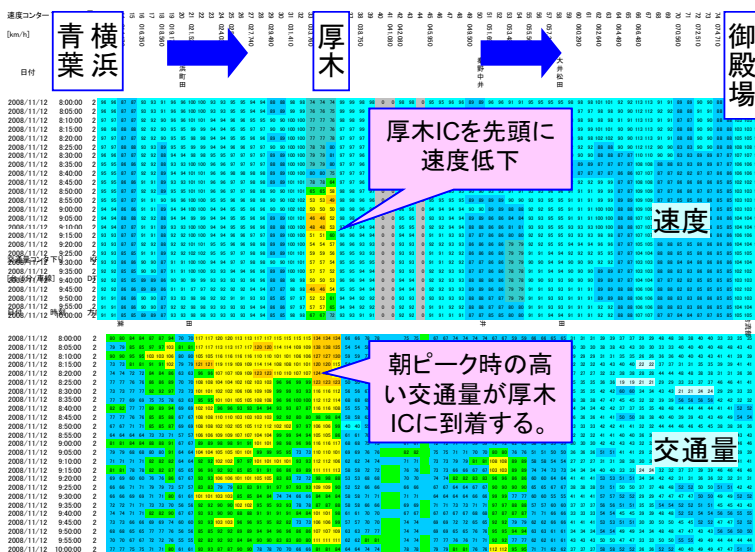
- 下記区間での走行車両数は、**隊列形成の前後ともトラック4台・乗用車11台の計15台。**
- 上の車線の**トラック3台**の隊列形成により、走行車線に**2台の乗用車(緑)**が**車線変更**出来るスペースが生じる。
 - ✓ 車線利用の適正化による容量改善。
- 追越車線も**車間距離が長くなり**、無用な加減速が減少することで**CO2が削減可能。**
 - ✓ 走行空間の再配分に伴う円滑化。

隊列形成前



今回の事例検討範囲

2008年11月12日(水) 8:00~10:00 の 感知器データ



■ 対象路線

- ✓ 東名高速道路下り線
- ✓ **横浜青葉IC~沼津IC**
- ✓ 路線長は約100km

■ 対象日

- ✓ 2008年11月12日(水)
- ✓ 年間で平均的な交通状況と考えられる。

■ 対象時間

- ✓ 朝**ピーク**(8:00-10:00)
 - ✓ うち後半1時間で評価
- 小型車 5499 [台/時] (69%)
- 大型車 2490 [台/時] (31%)

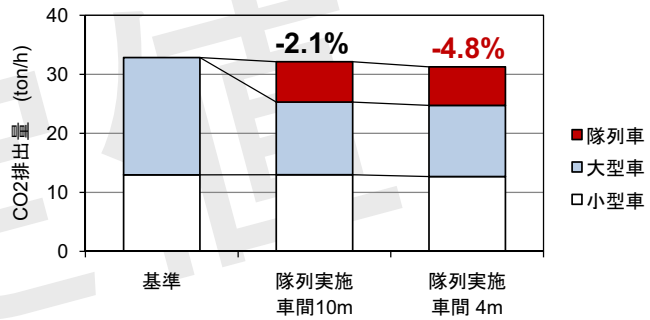
■ 検討内容

- ✓ 大型貨物車の**40%**が
隊列走行(3台)を実施
- ✓ ケース1 車間距離**10m**
- ✓ ケース2 車間距離**4m**

■ 検討結果(暫定値※)

- ✓ ケース1 CO2: **-2.1%**
- ✓ ケース2 CO2: **-4.8%**

※空気抵抗削減と走行空間再配分効果のみによる暫定試算値
ランプ前後の交通流乱れ、隊列形成に伴うロス等は未考慮。



■ 削減の内訳

- ✓ 空気抵抗削減によるCO2削減:
大型車(排出量比率60%)の40%が、
9%(ケース1)、**15%**(ケース2)のCO2削減
↓
全体の**2.0%**(ケース1)、**3.5%**(ケース2)
- ✓ 走行空間再配分によるCO2削減:
0.1%(ケース1)、**1.3%**(ケース2)

5. 成果のまとめ (1/2)

■ 評価ツールの開発: ○(=予定通り)

- ✓ 都市域に適用可能な、ITS施策の評価ツールの**プロトタイプ**を完成させた。
- ✓ このプロトタイプ機能確認のため、**三つの事例評価**を実施しCO2削減量を推計した。
 - ①ハイブリッドシミュレーション及び③CO2排出量推計モデルの成果
- ✓ プロブによる交通流の推定システムを構築し、**CO2モニタリング手法**を確立した。
 - ②プロブによるCO2モニタリング技術の成果
- ✓ 交通データベースを稼働させ、**国際的なデータ集積**を推進した。
 - ④交通データ基盤の構築の成果
- ✓ CO2推計モデルの**精度検証**のフレームワークを構築した。
 - ⑤CO2排出量推計技術検証の成果

5. 成果のまとめ (2/2)

事業原簿
Ⅲ.3-27

■ 国際的な合意形成： ○(=予定通り) → ⑥国際連携の成果

- ✓ 日米欧での共同研究の**枠組みを構築**した。
- ✓ **欧州委員会との関係を確立**し、米国は大学レベルとの関係を確立した(政府レベルは調整中)。
- ✓ **研究開発項目ごとの責任者**を日米欧それぞれ定め、定期的な会合を通じて、研究を促進させた。

■ 特許出願： 1件 (2009年度)

(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)

■ 論文発表および普及活動：

	2008年度	2009年度	2010年度	計
論文(査読あり)	—	—	10件	10件
研究発表・講演	5件	7件	3件	15件
TV放映・新聞掲載	3件	—	—	3件



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

59/66

5. 今後の研究計画スケジュール

事業原簿
Ⅲ.3-28

開発技術	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に沿ったソフトウェア群作成	
	広域シミュレーションモデル改良	
プローブによるCO2モニタリング	プローブのみによるCO2排出量推計技術	
	プローブによるCO2排出量推計システムプロトタイプ開発	
CO2排出モデル	車両CO2排出量モデル用改良	
	補完用マイクロモデル改良	
交通データベース	データ品質改善システム	
	データ分析ソフトウェア提供施行	
CO2排出推定精度検証	モデル検証の試行	
	検証マニュアルの整備	
国際連携	国際共同研究体による評価法検討	国際シンポジウム
目標	効果評価法技術報告書作成	技術報告書発信



エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

60/66

6. 実用化・事業化の見通し

事業原簿
IV-6

- (1) 標準全国シミュレーションを活用したITS技術評価と国内排出権取引の促進
- (2) プロ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
- (3) 国際交通データベースクラウドサービス
- (4) 国際的標準化について

(1) 標準全国シミュレーションを活用したITS技術評価と国内排出権取引の促進

事業原簿
IV-6

時間交通量(高速道路)

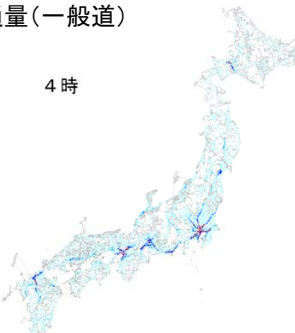


全国シミュレーションをITS施策評価のデファクトスタンダードとして確立させる。

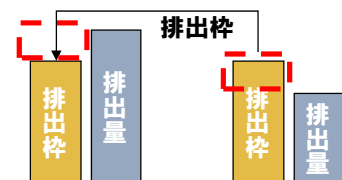


ITS技術の排出権取引市場への参入を促す。

時間交通量(一般道)



第三者機関による評価・格付けビジネス

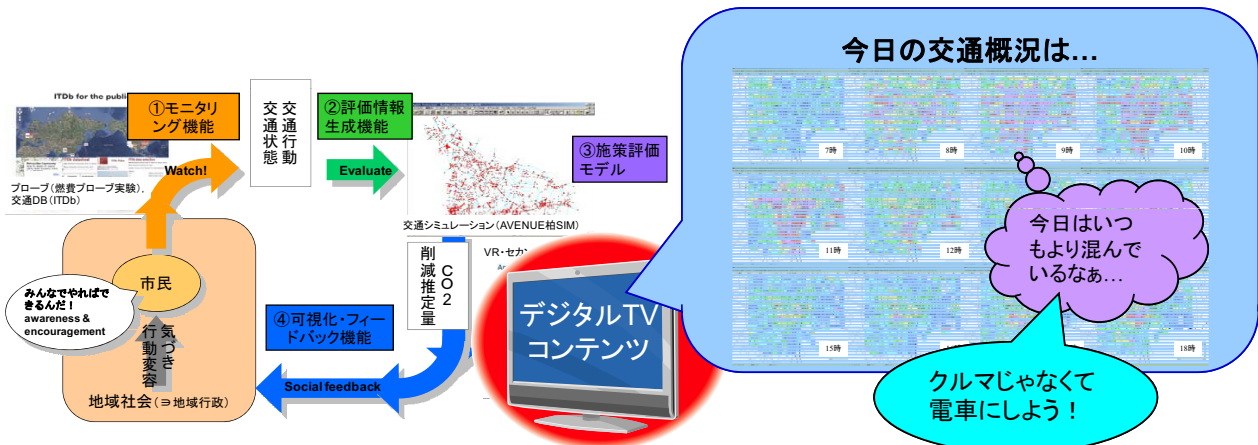


キャップ&トレード方式

(2) 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

事業原簿
IV-7

- 交通状況やCO2排出量を「見える化」し、地域社会へのフィードバックループを確立する。
 - ✓ 市民に「気づき」を与え、自動車への依存体質のダイエットを促す。
- デジタルTVコンテンツとして、**お茶の間に配信**。
 - ✓ TVコンテンツとしての交通情報へのニーズは高いが、現状は高速道路等の限られた路線での情報提供に留まり、利用者は満足していない。



Traffic Lab
Engineering

itle.
i-Transport Lab. Co., Ltd.

JARI
JAPAN AUTOMOBILE RESEARCH INSTITUTE

エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

63/66

(3) 国際交通データベースクラウドサービス

事業原簿
IV-7

- 行政機関や研究機関、民間企業が取得したデータは、多くの場合は「**死蔵**」されたまま。
- 「国際交通データベース(ITDB)」の**クラウド化**による交通データの2次活用支援ビジネス
 - ✓ ユーザとデータホルダーの間を取り持つエージェント
 - ✓ データを利便性の高い形式に加工・蓄積するメンテナンスサービス
 - ✓ 個人または組織がセキュアかつクラウドに運営できる 'myITDB' とデータ加工・分析ユーティリティの有償提供サービス
- 評価シミュレーションやモニタリングサービスを支援することで、間接的に**環境改善**に寄与。



Traffic Lab
Engineering

itle.
i-Transport Lab. Co., Ltd.

JARI
JAPAN AUTOMOBILE RESEARCH INSTITUTE

エネルギーITS推進事業
国際的に信頼される効果評価方法の確立

64/66

■ 本研究開発終了まで

- ✓ 日米欧の研究者・関係者間で、ITS施策の効果評価ツールが満たすべき要件を**国際的に合意**する。
- ✓ 合意した要件を技術マニュアルにまとめ、公表し、学会発表、国際シンポジウムを通じて周知し、**フォーラム標準化**を目指す。

■ 本研究開発終了後

- ✓ 開発したツールを用いて、研究発表・ITS施策の評価を実施し、**継続して国際的に成果を発信**すべきと考える。
- ✓ **CDM**(クリーン開発メカニズム)において本手法による定量化の**承認**を受け、すなわちITS施策によるCO2低減に関する国際排出権取引のツールとすることを目指すべきと考える。

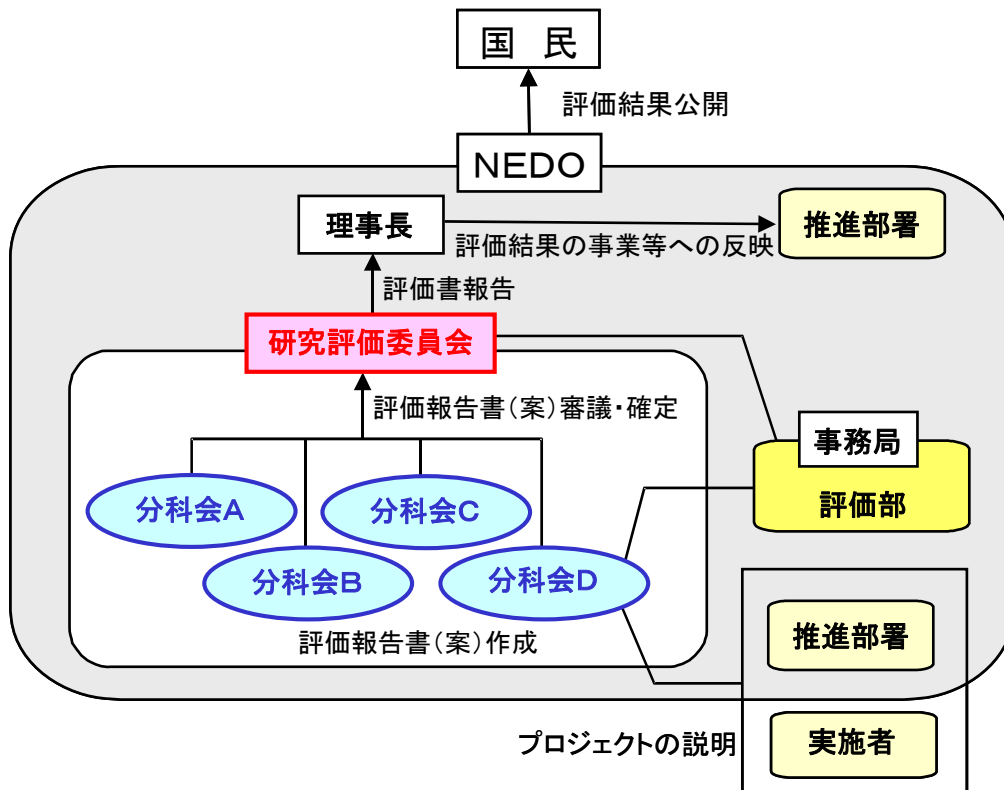
ご清聴ありがとうございました。

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者
- ジャーナリスト

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある8名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

3. 評価対象

平成20年度に開始された「エネルギーITS 推進事業」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プ

プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべきものである。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料1-7頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 「エネルギーイノベーションプログラム」の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。

- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われる体制となっているか。
 - ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。
- (4) 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性
- ・ 成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっているか。
 - ・ 成果の実用化、事業化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。
- (5) 情勢変化への対応等
- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
 - ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

- (1) 中間目標の達成度
- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
 - ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
 - ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。
- (2) 成果の意義
- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
 - ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
 - ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
 - ・ 成果は汎用性があるか。
 - ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
 - ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。
- (3) 知的財産権等の取得及び標準化の取組
- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
 - ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果

に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4) 成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2) 事業化までのシナリオ

- ・ 成果は市場やユーザーのニーズに合致しているか。
- ・ 市場の規模や成長性、コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（中間評価）

2010. 3. 26

【中間評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第25回研究評価委員会（平成22年3月26日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1…、2…、3…、4…が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)…、(2)…が標準的評価基準、それぞれの基準中の…が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの中間評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法をを経由する場合、研究管理法が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化、事業化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

(5)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。

- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓する事が期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備

に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ 成果は市場やユーザーのニーズに合致しているか。
- ・ 市場の規模や成長性、コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

*基礎的・基盤的研究開発の場合

2. 研究開発マネジメントについて

(1)研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

- ・成果の実用化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・成果の実用化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

(5)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

*知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

2. 研究開発マネジメントについて

(1)研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

(5)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることが期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。

- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S 化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。

- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成22年11月

NEDO 評価部

部長 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 室井 和幸

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージアム川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162