

2050年CO₂半減に向けたITSの取り組み
Using ITS to cut CO₂ emissions in half by 2050

エネルギーITS推進事業

Development of Energy-saving ITS Technologies

研究開発の背景・目的

Background and R&D objectives

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ます。

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(2007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 (Intelligent Transport Systems)をキーとした低炭素社会の実現を提唱しています。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」を提案しています。

本プロジェクトでは、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、2008年度から5年間で以下の研究開発を実施します。

- (1) 自動運転・隊列走行に向けた研究開発
- (2) 国際的に信頼される効果評価方法の確立

As approximately 20% of all carbon dioxide emissions in Japan emanate from vehicles, energy conservation measures related to vehicles and traffic are essential.

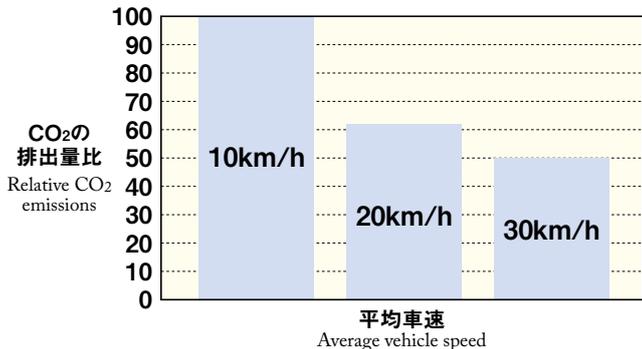
In May 2007, Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) issued a report titled "Next-Generation Vehicle and Fuel Initiative." In the report, METI laid out the idea of Japan pursuing efforts to become the world's most environmentally-friendly motorized society as one measure of the initiative, and proposed building a low carbon emission economy based on intelligent transport systems (ITS). Also, METI's study group on the electrification of automobiles proposed the *Concept of Energy ITS* as a technical development program to develop ITS technologies that improve energy efficiency.

Because ITS can be an effective energy/environmental measure to reduce energy consumption in the transportation sector, under NEDO's *Development of Energy-saving ITS Technologies* project, the following research and development was commenced in FY2008 and is being carried out for a period of five years.

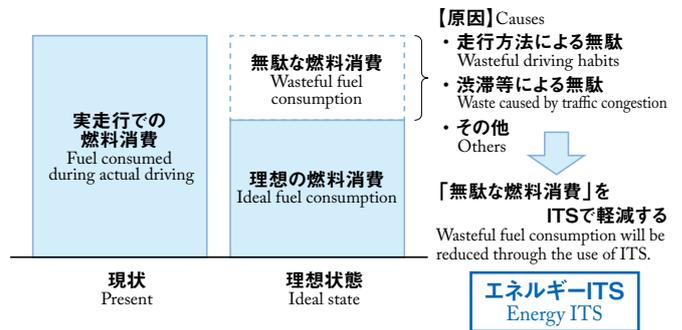
- (1) R&D for autonomous driving and platooning
- (2) Establishment of reliable international evaluation methods



専用レーンによる隊列走行のイメージ
Image of platooning using dedicated lanes



10km/hで走行するときを100とした場合のCO2排出比率
Relative CO2 emissions (vehicle speed of 10 km/h = 100)



エネルギーITSの概念
Concept of Energy ITS

エネルギーITSとは

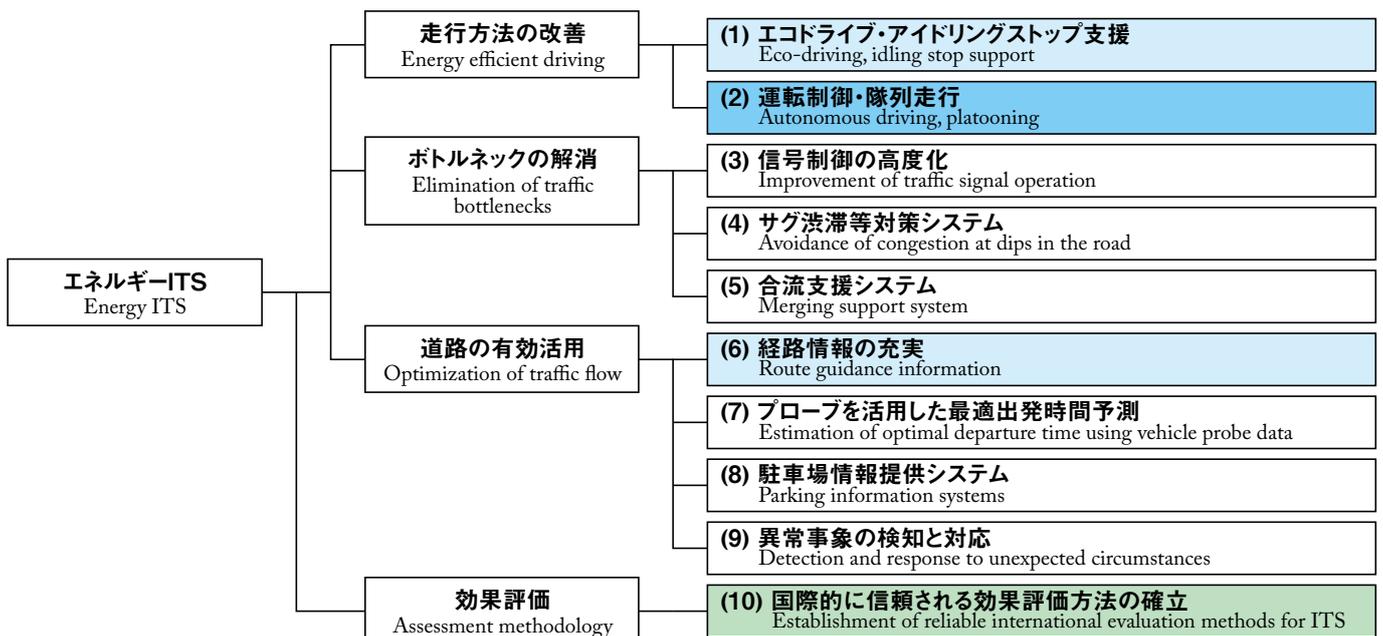
Energy ITS

自動車は、加減速や停止を含む実走行では、平均車速が40～50km/h位までは速度が低い時ほど多くのCO₂を排出しています。したがって、ITSを活用した交通流円滑化対策等により平均車速を向上させれば、CO₂の排出量を減らすことができます。また、スムーズなアクセル操作や速度変動を抑えた運転等、運転方法の改善も省エネ効果があります。

エネルギーITSは、不必要な加減速や、渋滞等によって発生している無駄な燃料消費をITSで軽減させようという概念であり、下図のような10の施策が考えられます。このうち、本プロジェクトでは、「(2) 運転制御・隊列走行」と「(10) 国際的に信頼される効果評価方法の確立」を主な対象としています。

Vehicles emit CO₂ while accelerating, decelerating and idling. In general, however, up to a speed of about 40-50 km/h, the slower a vehicle is traveling the more CO₂ it emits. Using ITS, traffic congestion can be reduced, which in turn will allow vehicles to move at more efficient speeds, thereby decreasing CO₂ emissions. In addition, if vehicles accelerate gradually and if speed fluctuations are reduced, fuel consumption can be reduced.

The *Concept of Energy ITS*, which consists of the ten measures shown below, aims to reduce wasteful fuel consumption caused by unnecessary acceleration and deceleration as well as traffic congestion through introducing ITS. In NEDO's Development of Energy-saving ITS Technologies project, efforts will be made to address these ten measures, with primary focus on number 2, *Autonomous driving, platooning*, and number 10, *Establishment of reliable international evaluation methods for ITS*.



エネルギーITSの施策体系
Components of energy ITS strategy

自動運転・隊列走行に向けた研究開発

R&D for autonomous driving and platooning

鳥や魚の群れのようにお互いに協調しながら高密度で走行するクルマ社会を将来像として見据えた上で、エネルギー消費低減のための自動運転・隊列走行の技術開発を行います。2010年度には自動運転・隊列走行のプロトタイプ実験車で走行実験を行い、基本技術の機能・性能を確認します。また、2012年度には、安全性や信頼性・性能の向上を図った実験車で公開実証実験を実施します。

自動運転や隊列走行では、走行すべき車線に沿って停止車両や歩行者等の障害物との衝突を回避しながら安全と省エネの両立を図りつつ走行する必要があります。このため、これまでの自動運転・隊列走行の課題を踏まえ、3次元高精度道路地図データと既存の道路インフラを活用した技術コンセプトをもとに技術開発を行います。

Aiming for a future where vehicles can be driven in high density but in a coordinated way like a flock of birds or a school of fish, research and development for autonomous driving and platooning will be conducted to help reduce energy consumption. In FY2010, experimental driving tests will be carried out using prototype vehicles to verify basic functionality and performance. Moreover, in FY2012 demonstrative experiments using safety-, reliability- and performance-enhanced prototype vehicles will be conducted for the public.

For autonomous driving and platooning, it will be necessary to drive on designated roads. Among the objectives will be achieving energy efficiency, safety improvements and avoiding collisions with obstacles such as stopped vehicles and pedestrians. Building on knowledge gained through previous research done on autonomous driving and platooning, this research and development will be carried out based on a technological concept using data from highly accurate 3D road maps and existing roadway infrastructure.

●自動運転システム

安全性向上とCO₂大幅削減の両立を目指した次世代自動車交通システムを実現するための自動運転技術を開発します。他の車や歩行者が混在する一般道路で、障害物を避けながら自律的に走行すると共に、エコドライブの自動化や最適経路誘導による省エネ走行を可能とします。



協調走行(自動運転)のイメージ
Image of autonomous driving

●Autonomous driving system

Autonomous driving technology will be developed to realize a next-generation vehicle traffic system with equal emphasis on safety improvement and a large-scale reduction in CO₂ emissions. This technology will enable autonomous driving and the avoidance of obstacles on busy streets as well as environmentally-friendly driving through eco-drive automation and the use of navigation systems to select optimal routes.

●隊列走行システム

高効率な幹線物流システムを実現する自動隊列走行技術を開発します。高速道路の専用レーンを想定して、車間距離を詰めることによる空気抵抗の低減やエコドライブの自動化等により、省エネ走行を可能とします。先頭車両のみドライバを乗車させ、電子的に接続した3台連結の隊列走行を実現します。



隊列走行のイメージ
Image of platooning

●Platooning system

Platooning technology will be developed to realize a highly efficient arterial traffic distribution system. This technology, which includes reducing aerodynamic drag by minimizing the distance between vehicles to allow drafting, as well as the automation of eco-driving methods, will enhance energy efficient driving on dedicated expressway lanes. Platooning technology will also enable a single driver in a lead vehicle to drive a convoy of three electronically connected vehicles.

開発目標 R&D objectives

	自動運転 Autonomous driving 〔交差点を含む模擬市街路の走行 Driving through simulated city streets and intersections〕		隊列走行 Platooning 〔大型トラック3台隊列での走行 Platooning of 3 heavy-duty trucks〕		
	走行条件 Driving condition	最高速度 Maximum speed	走行条件 Driving condition	最高速度 Maximum speed	車間距離 Inter-vehicular distance
中間目標 Midterm target FY2010 (H22)	混在走行なし Without other vehicles	40km/h	混在走行なし Without other vehicles	60km/h	10m以下 Within 10m
最終目標 Final target FY2012 (H24)	非自動運転車との混在走行 Operating with non-autonomous vehicles	60km/h	非自動運転車との混在走行 Operating with non-autonomous vehicles	80km/h	10m以下 Within 10m

走行制御技術の開発

Development of vehicle control technology

走行位置情報と3次元道路地図を利用して、エンジン出力、ブレーキおよびハンドルを高精度に制御するための技術を開発します。また、エコドライブの自動化等の技術を開発します。

Using vehicle location data and 3D road maps, technology to control engine power, breaking and steering with high accuracy will be developed as well as advancements in eco-drive automation.

1. 自律走行制御技術

走行環境認識センサや車両位置認識装置からの情報をもとに車両を制御するための走行制御技術を開発します。また、故障時の安全性を確保するため、フェイルセーフコントローラや二重系自動操舵装置を開発します。

1. Automatic drive-by-wire control technology

Based on data from lane and obstacle detection sensors and vehicle positioning systems, vehicle control technologies will be developed. In order to ensure safety in the event of a control system failure, fail safe controllers as well as dual steering control systems will also be developed.

2. 隊列走行制御技術

極めて近接した車間距離での隊列走行を可能とするための、車間距離制御技術や隊列形成・分離制御技術を開発します。

2. Platooning control technology

To allow platooning with short inter vehicle distances, a longitudinal control system as well as platoon formation technology will be developed using non-linear control theory.

3. 自動運転制御技術

白線やGPSを利用した車線保持制御技術と、自動速度制御技術を開発します。また、衝突回避のためのレーンチェンジや自動停止を行う障害物回避制御技術を開発します。

3. Automated lane keeping and speed control technology

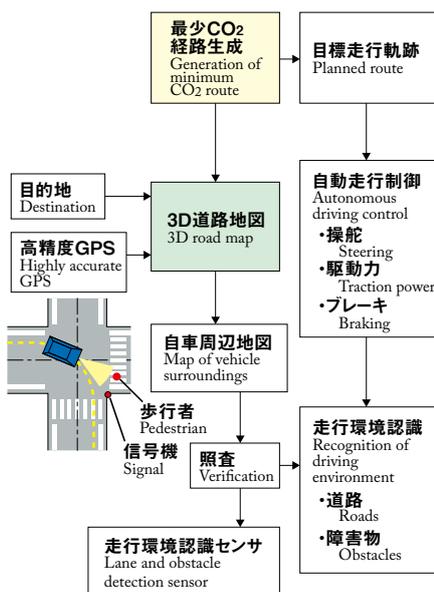
Lane keeping assist technology using lane markings and GPS as well as automatic speed control technology will be developed. Obstacle avoidance control technology to automatically change lanes or stop when obstacles are detected will also be developed.

4. 省エネ運転制御技術

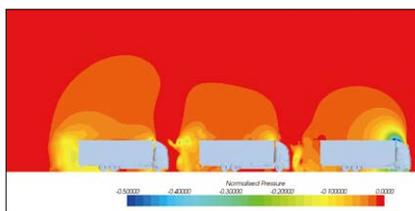
優秀なエコドライバをモデル化した運転制御アルゴリズムと、CO₂排出量が最少となる経路の生成アルゴリズムを開発します。また、隊列走行による省エネ効果を検証するため、数値流体シミュレーションを行います。

4. Energy-saving powertrain control technology

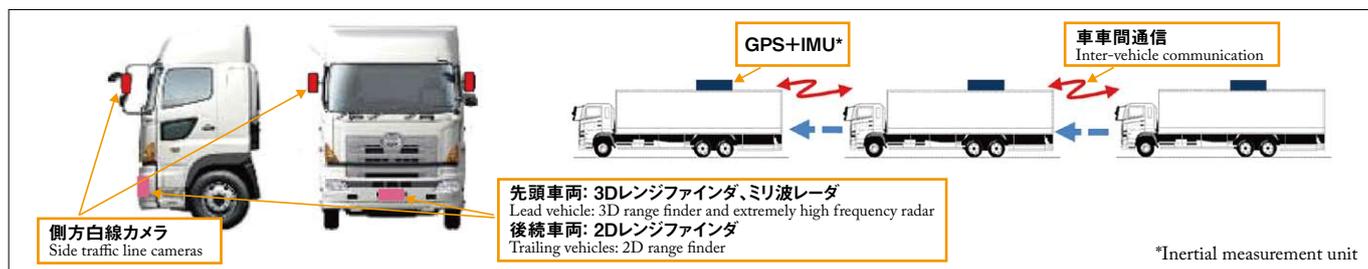
Driving control algorithms will be developed with the assistance of highly skilled eco-drivers, who will serve as role models. In addition, route generating algorithms that minimize CO₂ emissions will also be developed. Moreover, to verify the energy savings of platooning, computational fluid dynamics simulations will be conducted.



走行制御システム基本ブロック図
Basic block diagram of driving control system



数値流体シミュレーション
Computational fluid dynamics simulation



隊列走行システム構成
Elements of platooning system

自動運転・隊列走行に向けた研究開発

R&D for autonomous driving and platooning

走行環境認識技術の開発

Development of driving environment recognition technology

走路白線・車両・歩行者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します。

1. パッシブ方式センサ利用認識技術

カメラを用いた白線認識アルゴリズムと、複雑な環境下で歩行者を認識するアルゴリズムを開発します。また、周囲の光環境の変化に強い投光式センサを開発します。

2. アクティブ方式センサ利用認識技術

レーザレーダを用いて、白線を認識する技術と短い車間距離を測定する技術を開発します。

3. センサフュージョン技術

ステレオカメラとレーザレーダを組み合わせて、道路面と立体物を区分する技術を開発します。また、移動する障害物とその方向・距離を精度よく検出する技術を開発します。

An algorithm will be developed to recognize lane markings, vehicles and pedestrians as well as technology to accurately detect the distance and direction from one's vehicle to objects.

1. Recognition technology using passive sensors

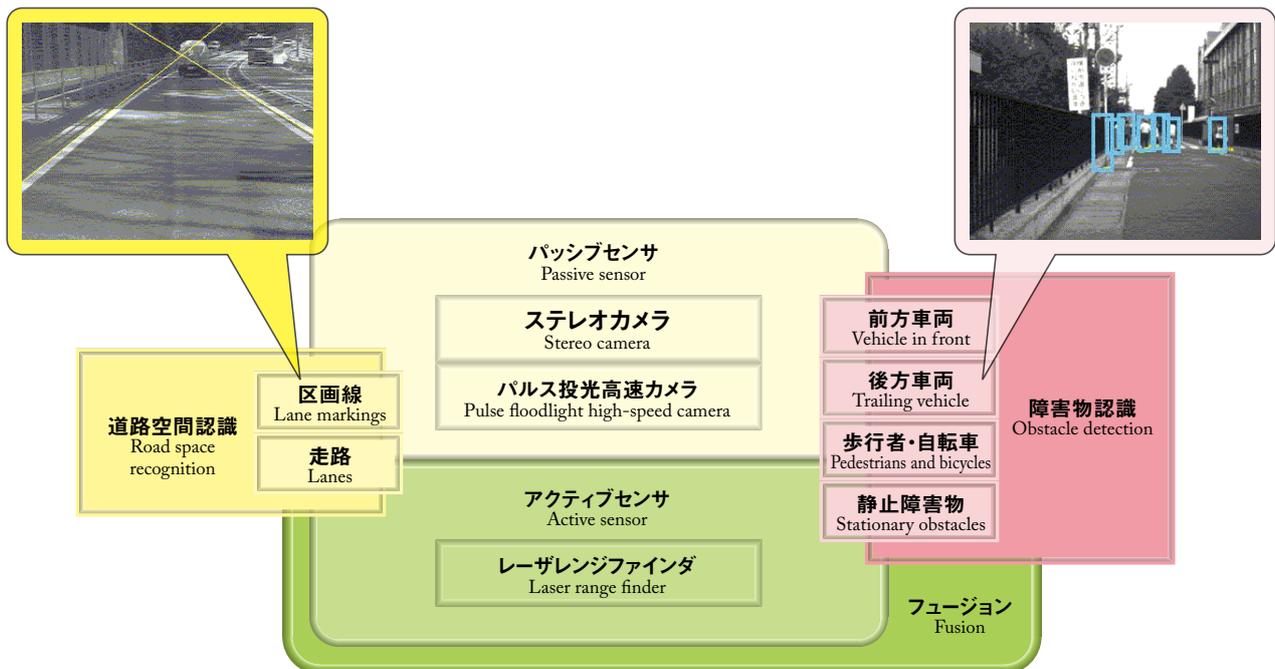
Lane marking recognition algorithms using cameras as well as algorithms to recognize pedestrians under complex traffic conditions will be developed. Sensors equipped with floodlights and tolerant of natural light changes will also be developed.

2. Recognition technology using active sensors

Technologies equipped with laser radars to recognize lane markings and to determine inter-vehicular distance will be developed.

3. Sensor fusion technology

Technology combining stereo cameras and laser radar to distinguish road surfaces from three-dimensional objects will be developed. Moreover, technology to accurately detect moving obstacles, as well as their direction and distance, will also be developed.



環境対象と対応技術

Environmental obstacles and response technology

位置認識技術の開発

Development of position detection technology

路側構造物を含む3次元道路地図、GPS等による走行位置認識および走行すべき軌跡生成等の技術を開発します。

Position detection technologies using 3D road maps, GPS and driving trajectory will be developed.

1. 3次元道路地図作成技術

GPS、慣性航法センサ、レーザスキャナおよびカメラを用いて、路側構造物や道路白線を含む高精度な3次元の道路地図作成技術を開発します。

1. 3D road mapping technology

With the use of GPS, inertial navigation sensors, laser scanners and cameras, technology to make highly accurate 3D road maps that incorporate roadside structures and lane markings will be developed.

2. 走行位置認識技術

GPSと慣性航法センサを用いて現在の走行位置を検出する技術を開発します。

2. Location detection technology

Using GPS and inertial navigation sensors, technology to determine current driving location will be developed.

3. 目標走行軌跡生成技術

スムーズな走行を実現するため、3次元道路地図を元に走行すべき目標走行軌跡を生成する技術を開発します。

3. Trajectory generation technology

In order to actualize smooth driving, technology to generate driving trajectory based on 3D road maps will be developed.



3次元道路地図の例
Example of 3D road map

車車間通信技術の開発

Development of inter-vehicle communication technology

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します。

Highly reliable communication technology that allows vehicles to communicate with each other and exchange information on vehicle control and platooning will be developed.

1. 車両制御のための通信技術

車両の制御用として交信周期の短い通信方式を開発します。また、トンネル内等の様々な運転環境下での通信の信頼性を確保するため、通信の二重化を行います。

1. Communication technology for vehicle control

A communication system with frequent transmissions will be developed to control vehicles. The system will be duplicated to ensure reliable communications under a variety of driving environments such as in tunnels.

2. 隊列走行の運行管理のための通信技術

フレキシブルなネットワークが形成でき、かつ交信距離を確保するためのマルチホップ機能を有する通信方式を開発します。

2. Communication technology for managing platooning

A communication system using multi-hops to build a flexible network and one that can transmit at considerable distance will be developed.

3. セキュリティおよび認証技術

隊列走行通信への不正アクセスの防止、車両の運行管理に必要な車両の個別情報の保護、および隊列への参加認証等のためのセキュリティ・認証技術を開発します。

3. Security system and authentication technology

Security system and authentication technology will be developed to prevent unauthorized access to platooning communication networks, to protect platooning vehicle information and to authenticate vehicles to enter a platoon.



車車間通信
Inter-vehicle communication

国際的に信頼される効果評価方法の確立

Establishment of reliable international evaluation methods

渋滞対策等、エネルギー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ります。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す。ITS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ためにも有効な手段です。

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します。

Various energy ITS measures will be implemented to relieve congestion problems and efforts will be undertaken to measure CO₂ reductions by obtaining as much information as possible on traffic conditions. The information that is obtained will be used to improve services and to select areas in which to apply ITS technology. The benefits of using ITS technologies to reduce CO₂ emissions will support Japan's efforts to fulfill its Kyoto Protocol emission reduction obligation.

While negotiating with stakeholders at home and abroad, this project aims to establish reliable international evaluation methods to estimate traffic flows using hybrid simulation tools that encompass traffic networks from metropolitan to rural areas as well as the CO₂ emissions emanating from vehicles. In this project, technology to monitor CO₂ emissions using probes will be developed and comprehensive technology to estimate CO₂ emissions will be examined.

ハイブリッドシミュレーション 技術の開発

Hybrid traffic flow simulation

マクロスケール(都市圏規模)の交通流に伴う現象とミクロスケール(地域道路規模)の交通流に伴う現象を的確に反映し、合理的に交通流の推計を行うシミュレーション技術を開発します。

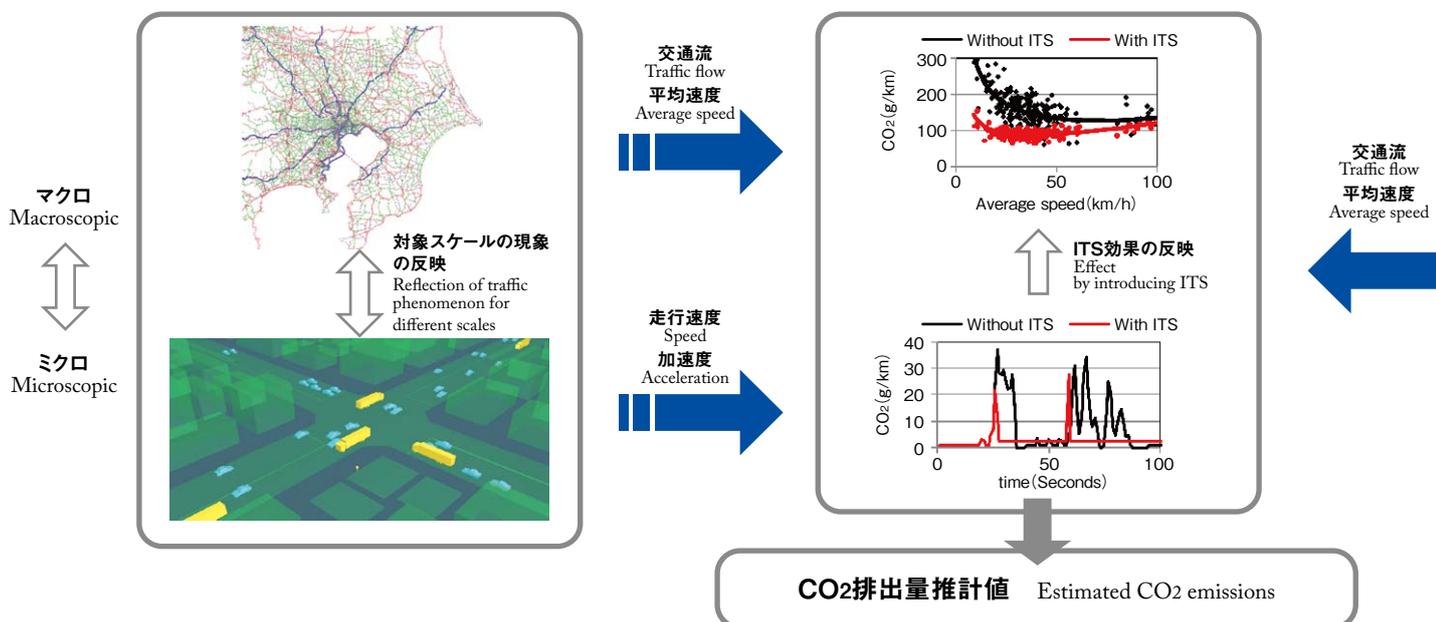
Reflecting phenomena related to macro-scale (metropolitan) and micro-scale (rural areas) traffic flows, simulation technology to rationally estimate traffic flows will be developed.

車両CO₂排出量推計技術の開発

Development of technology to estimate vehicle-generated CO₂ emissions

ITSの施策を導入すると車両の走行パターンが変化し、CO₂排出係数も変化すると想定されます。このため、車両メカニズムや走行状態を考慮した、CO₂排出量を高精度に推計できるモデルを確立します。

Once ITS measures are introduced, driving patterns will be affected and presumably changing the CO₂ emission factor. Taking vehicle characteristics and operating conditions into consideration, a model to precisely estimate CO₂ emissions will be established.



CO₂排出量推計技術 Technology for estimating CO₂ emissions

CO₂排出量推計技術の検証

Verification of technology for estimating CO₂ emissions

「ハイブリッドシミュレーション技術」、「車両CO₂排出量推計技術」および「プローブによるCO₂モニタリング技術」により求められるCO₂排出量の精度を検証し、評価技術全体の信頼性を高めます。

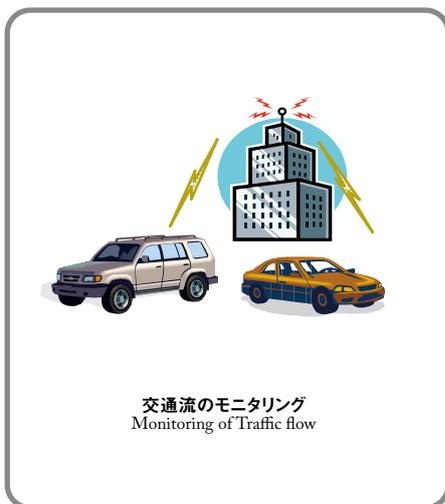
In order to improve the reliability of comprehensive estimation technology, the results obtained from the hybrid traffic flow simulation, the vehicle-generated CO₂ emissions estimation technology and the CO₂ monitoring technology using probes will be verified.

プローブによるCO₂モニタリング技術の開発

Development of CO₂ monitoring technology using probes

車両をプローブとして活用することによってリアルタイムで観測される交通状況に基づき、数日から数週間の単位で、主要高速道路や一般道路のCO₂排出量を推計する技術を開発します。

Using vehicles as probes provides real-time information on traffic conditions. Based on this, information technology to estimate CO₂ emissions generated at major expressways and ordinary roads on a daily/weekly basis will be developed.

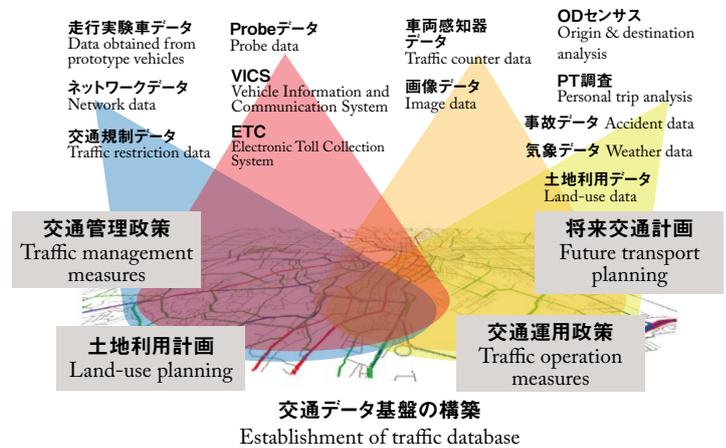


交通データ基盤の構築

Establishment of traffic database

国内外に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・検証データ等の効率的な活用を図ります。

While proposing the creation of a highly versatile data structure to organize traffic-related data from Japan and abroad, a data warehouse will be established to unify and manage data internationally as well as to enter evaluation methods to allow the verified data to be efficiently utilized.

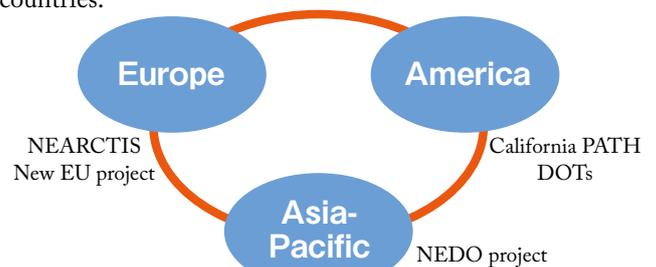


国際連携による効果評価手法の相互認証

International cooperation

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することにより、本研究開発の成果を国際的に信頼される評価方法として確立し、国内外に向けた発信を行います。

In order to establish the results of this project as reliable international evaluation methods and to broadly disseminate the information, cooperation will be promoted with government agencies and institutions in foreign countries.



米欧アジア3極の国際連携

International cooperation among Asia-pacific region, America and Europe

研究開発実施体制

Research and development organization

NEDO技術開発機構

New Energy and Industrial Technology Development Organization

PL: 津川 定之 (名城大学 理工学部 情報工学科 教授)
Project leader: Sadayuki TSUGAWA (Professor, Meijo University)

自動運転・隊列走行に向けた研究開発
R&D for autonomous driving and platooning

サブPL: 須田 義大 (東京大学 生産技術研究所 教授)
Sub-project leader: Yoshihiro SUDA (Professor, The University of Tokyo)

システム構築 System integration

(財)日本自動車研究所

Japan Automobile Research Institute

走行制御技術
Vehicle control technology

日本大学 Nihon University
神戸大学 Kobe University
東京大学 The University of Tokyo
慶應義塾大学 Keio University
(独)産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial
Science and Technology (AIST)
大同信号(株)
Daido Signal Co., Ltd.

位置認識技術
Position detection technology

三菱電機(株)
Mitsubishi Electric Corporation
日本電気(株)
NEC Corporation
東京大学
The University of Tokyo

走行環境認識技術
Driving environment recognition technology

弘前大学 Hirosaki University
金沢大学 Kanazawa University
東京工業大学 Tokyo Institute of Technology
日産自動車(株) NISSAN MOTOR CO., LTD.
(株)デンソー DENSO CORPORATION

車車間通信技術
Inter-vehicle communication technology

沖電気工業(株)
Oki Electric Industry Co., Ltd.
三菱電機(株)
Mitsubishi Electric Corporation
日本電気(株)
NEC Corporation

国際的に信頼される効果評価方法の確立
Establishment of reliable international evaluation methods

サブPL: 桑原 雅夫 (東京大学 生産技術研究所 教授)
Sub-project leader: Masao KUWAHARA (Professor, The University of Tokyo)

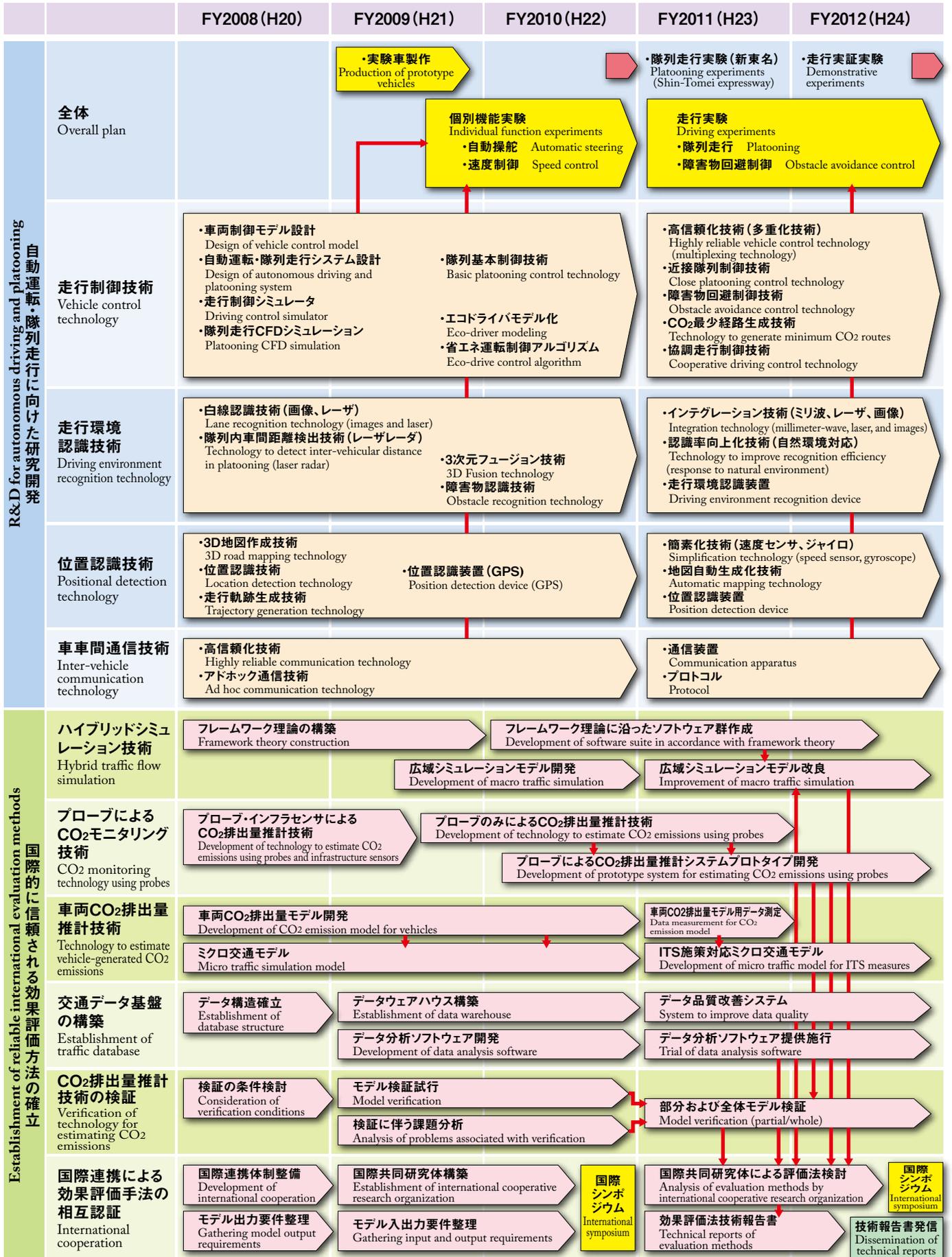
東京大学 生産技術研究所
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

(株)アイ・トランスポート・ラボ
i-Transport Lab. Co., Ltd.

(財)日本自動車研究所
Japan Automobile Research Institute

研究開発スケジュール

Schedule of research and development





独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

省エネルギー技術開発部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番 ミューザ川崎セントラルタワー

Tel 044-520-5281 Fax 044-520-5283

<http://www.nedo.go.jp>

New Energy and Industrial Technology Development Organization

Energy Conservation Technology Development Department

MUZA Kawasaki Central Tower, 1310, Omiya-cho, Saiwai-ku,
Kawasaki City, Kanagawa 212-8554, Japan

Tel: +81-44-520-5281 Fax: +81-44-520-5283