

ITSによる革新的な道路交通 マネジメントの潮流

高度情報化研究センター長
塚田幸広

本日の講演内容

○道路ネットワークの課題とITSによる解決策

○ITSによる道路交通マネジメントの潮流

■ アクセス強化: スマートICの利用の実態から

■ 混雑課金: 米国のHOTレーンから

■ 財源確保: 欧米の走行距離課金の現状から

○ITSによるレーンコントロールの潮流

■ ダイナミック・ルートガイダンス

■ サブ部の渋滞緩和策(連誘導 & ACC)

○プローブの道路管理への適用

○3環状道路と大型車誘導マネジメントの方向性

道路交通マネジメントの必要性

- アジア・ダイナズム、人口減少、東日本大震災の教訓から「大都市・地方ブロック都市」と「地方圏」の連携による国土づくりとそれを支える高速道路のネットワーク強化や機能の高度化が重要。※
- 財源や用地制約等から既存道路の積極的活用と交通円滑化、交通安全、環境保全のための交通マネジメントが喫緊の課題。

幹線道路（高速道路と一般幹線道路）ネットワークのシームレス化、環状道路の効率的活用、交通機関相互のシームレス化が必要。



ITの活用を視野に、シームレス化を加速し、交通流動の最適化を図る施策の展開が必要。※

ITによる道路交通マネジメントの技術動向

○国内外でETCや交通情報提供等が普及し、ITを活用した高速道路交通マネジメント施策が急速に進展。

- 我が国では、ETCを活用した料金割引やスマートICの社会実験を経て、本格導入。
- 欧米では、混雑対策として速度データによる動的プライシングやレーンの速度コントロール等の交通マネジメントを展開中。
- 欧米では、財源確保のためのGPSやDSRCによる対距離課金実験及び大型車を対象に本格導入。

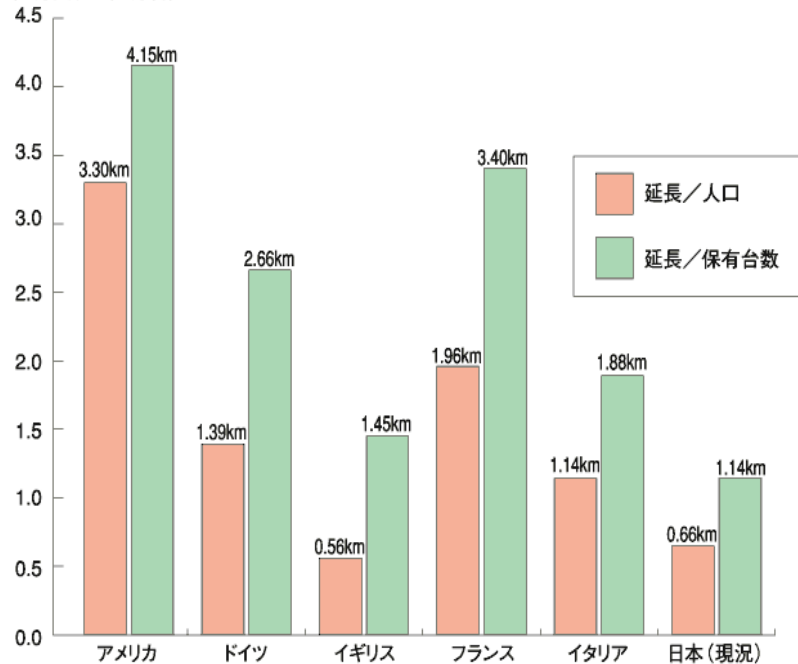
ITを活用した料金施策、道路情報提供等の高速道路の交通マネジメントに関する技術的適応性、地域特性に応じた効果を明らかにするとともに、ユーザー受容性に関する分析し、政策的方向性を提案が必要。

課題 高速道路の整備延長が低く、ミッシングリンクが存在

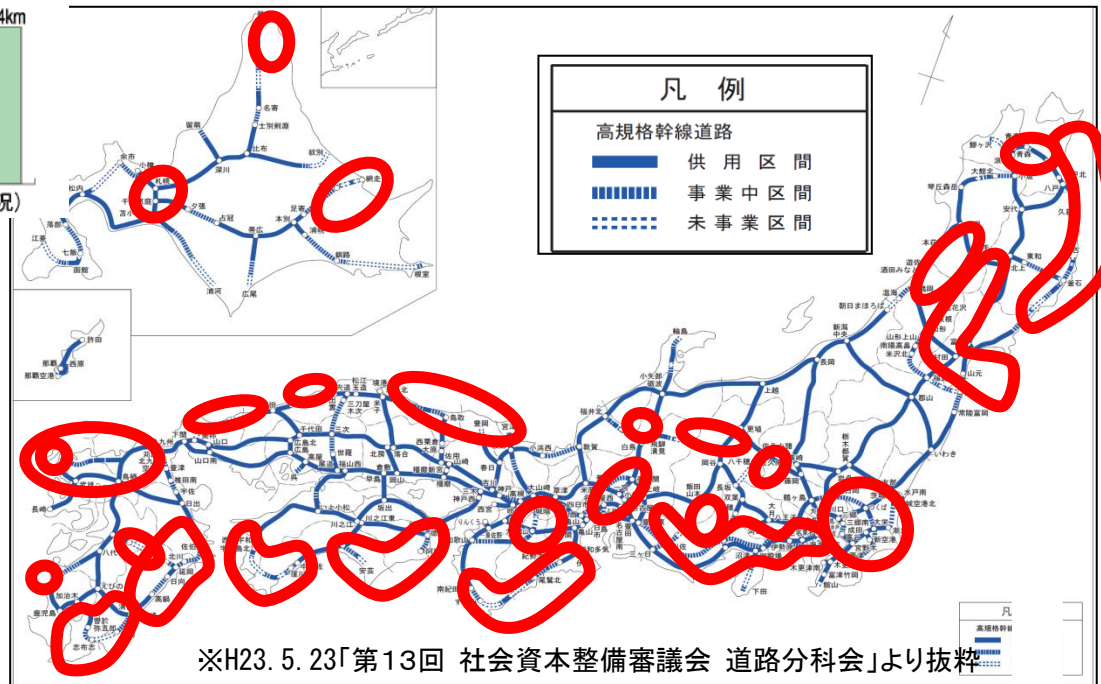
全国に高速道路のミッシングリンクが存在

高速道路網のミッシングリンクの解消は、大規模災害時における代替ルートの確保、国際競争力の強化、地域経済の強化による地域の自立の支援を図るために必要な施策。

(Km/万人、Km/万台)



諸外国と比較して人口当たり、保有台数当たりの整備延長が短い。



課題

高速道路の利用割合が低い

○都市間のIC間隔が諸外国と比較して長い。

○料金抵抗が大きい。

■高速道路の利用割合が13%程度と低い。

- ・並行する一般道路が混雑する一方で高速道路の交通容量に余裕がある区間が全体の約5割(2010)
- ・トラック輸送の16%が高速道路を利用。但し、100km以上でも約6割が高速道路を利用していない
(平成23年12月:今後の高速道路のあり方 中間報告より)

<高速道路IC間隔の諸外国比較>

○アメリカ (5km)

Washington ————— Richmond

○ドイツ (7km)

Koeln ——— Bonn ————— Mannheim

※12 t以上の貨物車は有料

○イギリス (4km)

London ————— Leeds

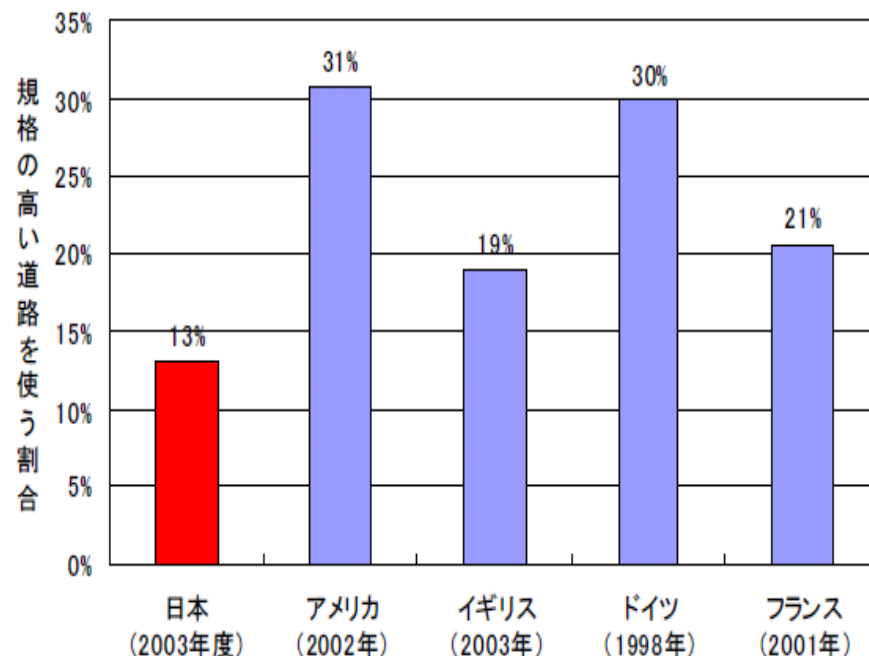
○日本 (平均10km)

東北自動車道
仙台 ————— 盛岡

東名高速道路、名神高速道路
東京 ————— 菊川

菊川 ————— 小牧 ————— 彦根

距離 0 100 200 (Km)



出典:国土交通省道路局

(岡山県・備前地域)

備前市内では、山陽自動車道に並行する国道2号の交通渋滞が深刻。



●生活道路に入り込む車両



●国道2号の激しい渋滞



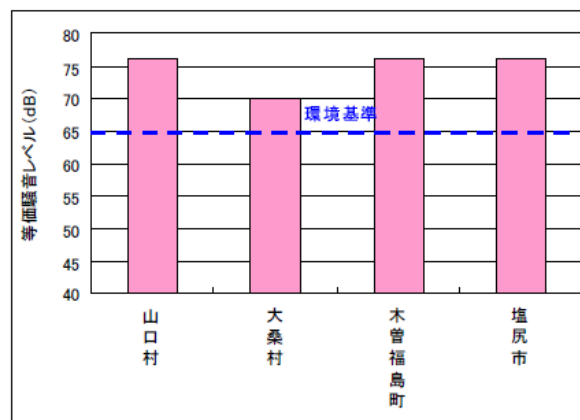
(長野県・木曾地域の事例)

大型貨物車が中央自動車道を走行せずに並行する国道19号を走行。

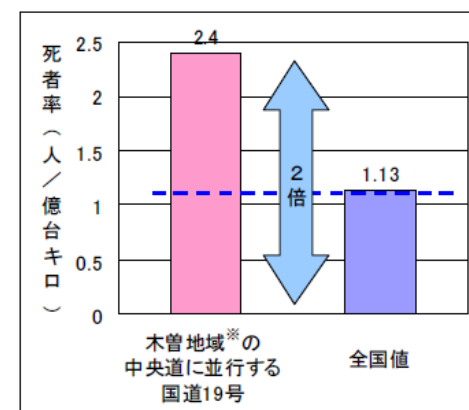


中央自動車道に並行する国道19号では、騒音が環境基準を大きく上回る。
交通事故による死者率が全国の約2倍。

●夜間の騒音



●交通事故による死者率



出典:国土交通省道路局

※木曾地域は、飯田地方生活圏、諏訪伊那地方生活圏(伊那・駒ヶ根)、松本地方生活圏(木曾福島)

高速道路は交通安全、定時性等で優位(一般道比較)

- 高速道路は、一般道に比べて交通事故が少なく、円滑な走行が可能
- 高速道路の整備は、走行時間の短縮や定時性の向上に大きな効果

【交通事故発生割合】

平成22年において、高速道路の事故発生割合は、一般道の20分の1程度



出典)

走行台キロ: 道路交通センサス一般交通量調査

※高速道路: 高速自動車国道

※一般道路: 一般国道、主要地方道、都道府県道

(H22道路交通センサスでの調査区間のみを対象としているため、道路交通センサスの調査対象となっていない市町村道等は含まない。)

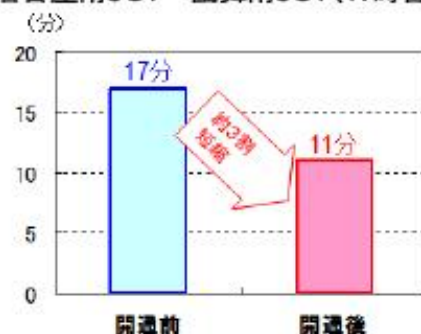
交通事故件数: 交通事故総合分析センター 交通統計

【定時性の向上】

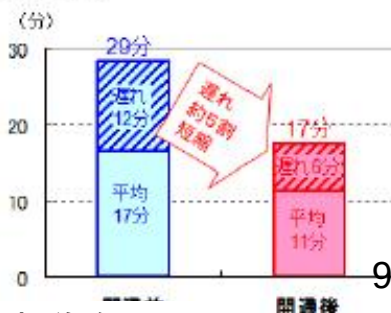
名古屋環状2号線の整備により、並行する名古屋高速3号大高線(名古屋南JCT⇒鶴舞南JCT)の定時性が向上



■平均所要時間
(名古屋南JCT⇒鶴舞南JCT(17時台))
(分)



■20回に1回程度(平日月1回程度)遭遇するレベルの渋滞での所要時間と遅れ時間



<算出手法>

名古屋高速道路公社データによる開通前後の走行速度を用いて算出。

※開通前: 平成22年4～6月(平日)

※開通後: 平成23年4～6月(平日)

□: 平均所要時間

■: 20回に1回程度(平日月1回程度)遭遇するレベルの渋滞での遅れ時間

出典: 国土交通省道路局

ITの誘導・情報車載器の普及

- ❑ VICSサービス,カーナビを通して、渋滞や交通事故等のリアルタイム情報を提供
- ❑ 全国の高速度道路のETC利用率は約90% ETCにより高速度道路の渋滞の3割が解消)

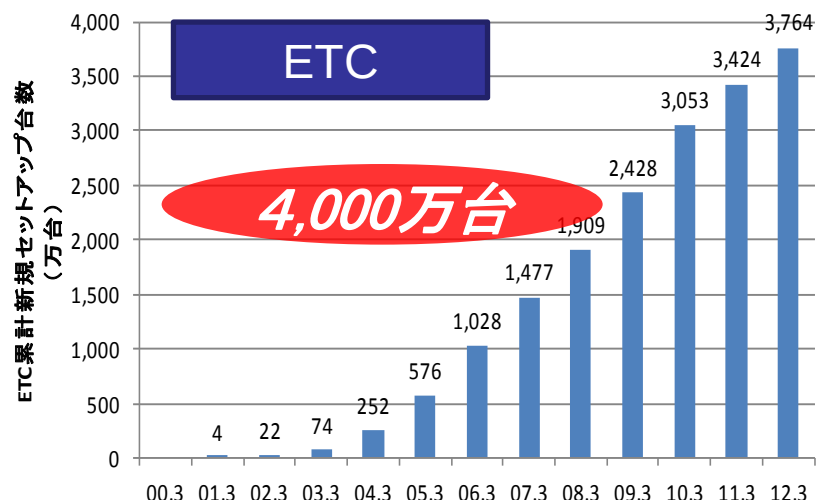
カーナビ

5,000万台



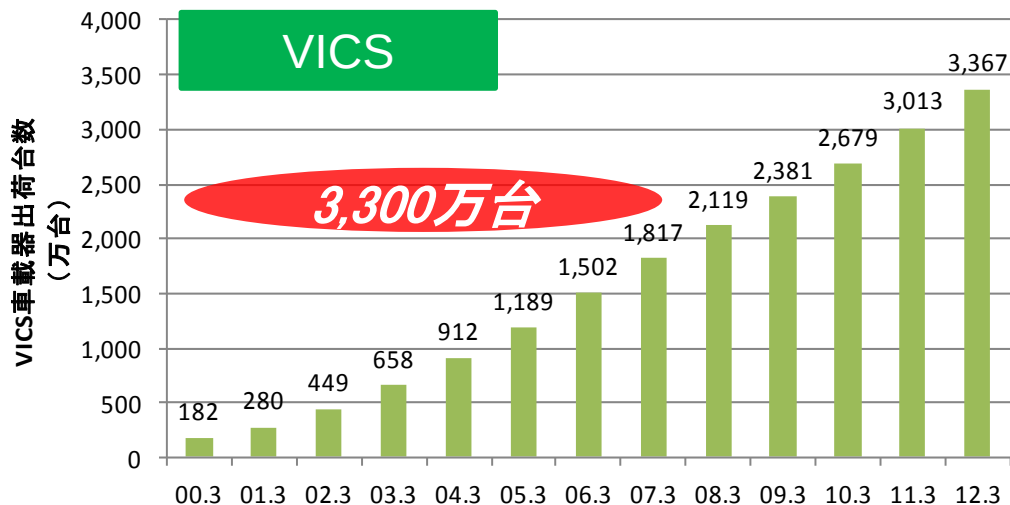
ETC

4,000万台



VICS

3,300万台



VICS車載器の表示の例



出典:国土交通省道路局

我が国における高速道路の交通マネジメント

解決すべき道路交通の課題

渋滞を減らす

交通事故を減らす

環境を改善する

○高速道路・
環状道路
へ誘導

○高速・一般道
のシームレス化

高速道路の
走行性改善

交通マネジメント施策

ネットワーク・
アクセス強化

IC間隔の短縮

料金施策

道路交通
情報の提供

レーン誘導・
速度コントロール

我が国での ITの活用施策

スマートIC

ETCによる多様な
料金割引

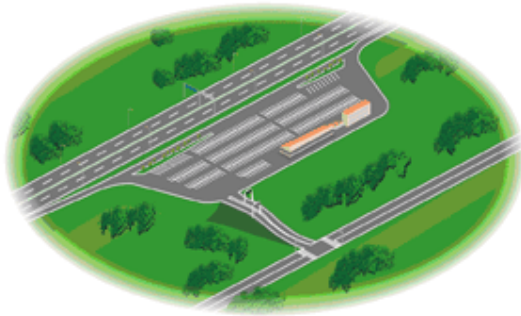
VICS、ダイナミック・
ルートガイダンス
(ITSスポット、道路
情報板)

レーン誘導、サグ
部の速度誘導(試
行中)、事故・異常
気象時の規制

スマートICの種類

□ SA・PA型

- ・高速道路との接続箇所が、サービスエリア・パーキングエリア又はバスストップ
- ・既存の施設を活用することにより、比較的容易にアクセス路を確保することが可能



SA・PA型スマートICイメージ図



三芳スマートIC(関越自動車道)

□ 本線直結型

- ・高速道路本線へ直接アクセス路を接続させるもの。



水戸北スマートIC(常磐自動車道)

スマートICの利用実績

《スマートICのシェア》

- スマートICのシェアは、時間の経過に従い増加。
- 供用直後は5%未満が大半を占めているのに対し、供用後一定の期間が経過すると概ね5%を超過。

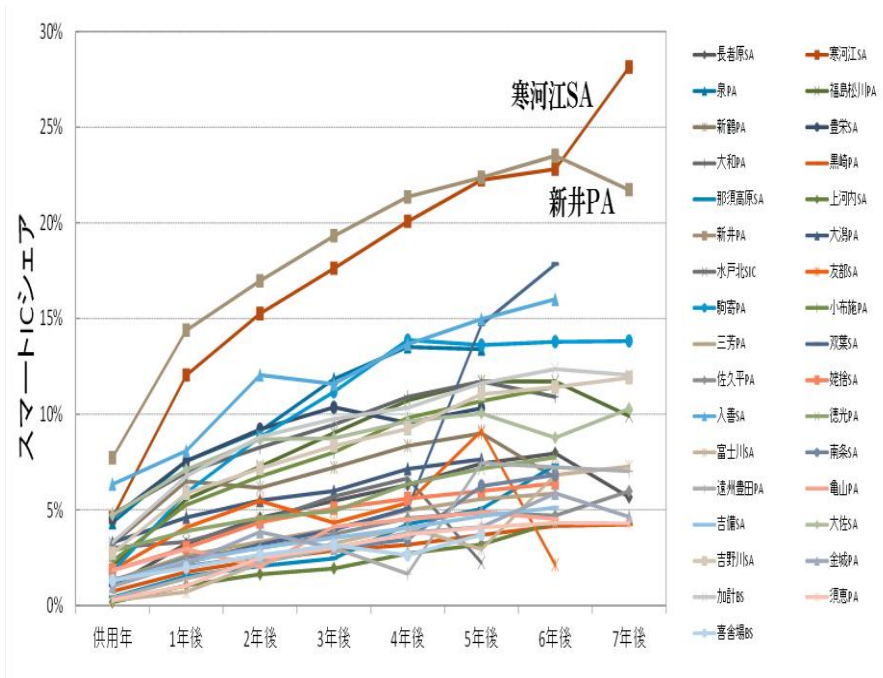


図 スマートICシェア分布

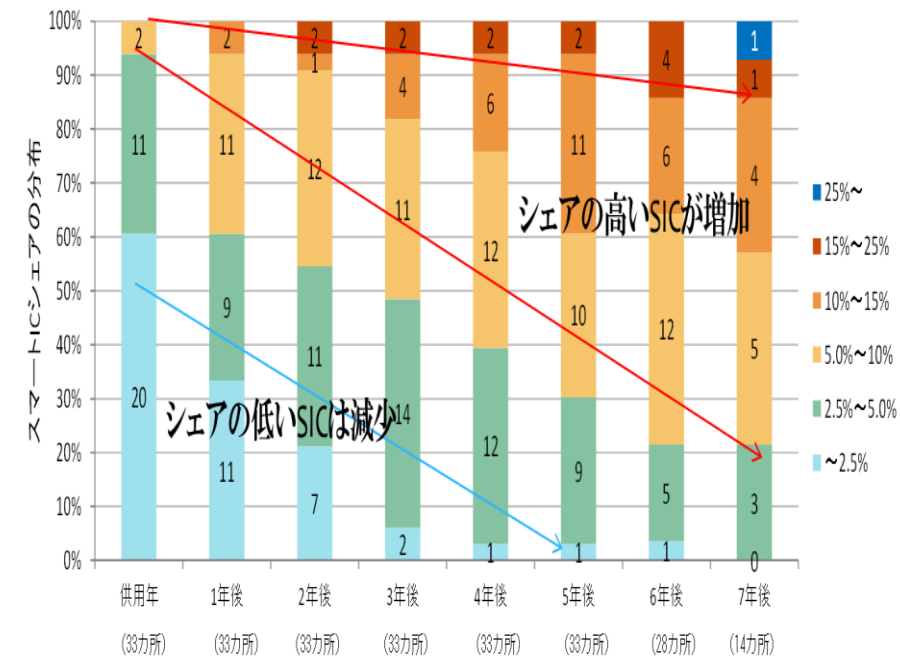
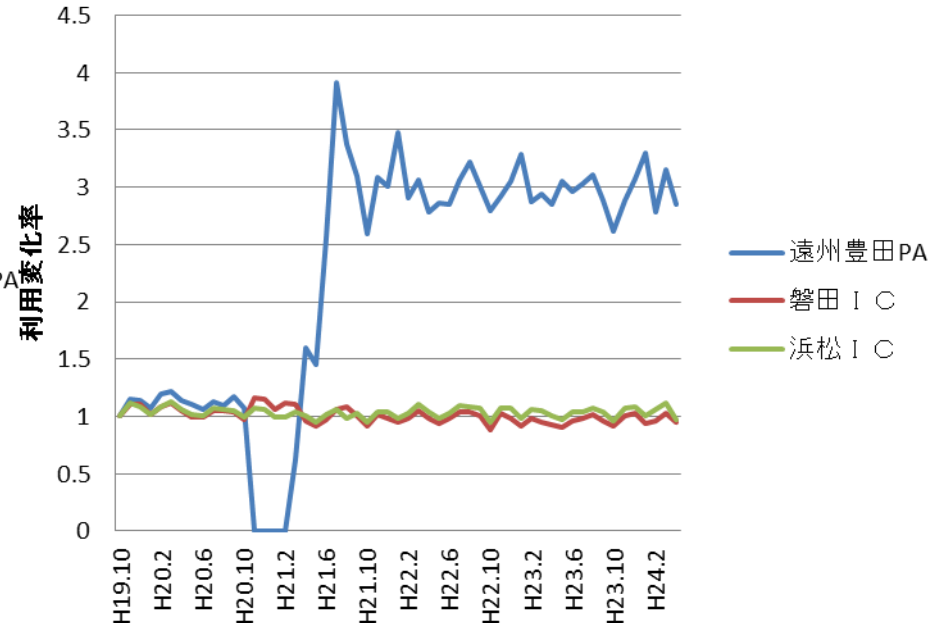
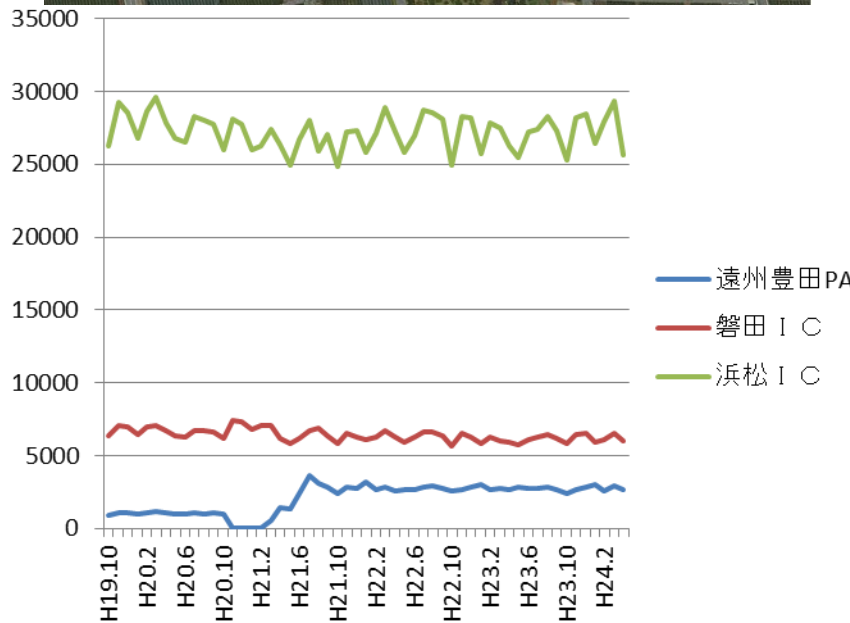


図 スマートICシェアの推移

SIC機能強化による利用増加事例(遠州豊田)



フルアクセス化、
全車対応。大型商
業施設に直結



料金施策の分類(目的別)

料金施策の目的	一般道路(無料)	有料道路
道路の混雑緩和 (混雑税)	<u>バリュープッシング</u> HOTレーン、橋、トンネルにおける混雑課金(米国)	<u>時間帯料金変動</u> 時間帯に応じて利用料金を変動(日本、フランス)
道路整備・維持・更新のための財源の確保 (鉄道等財源も含む)	<u>走行距離課金</u> 負担と受益の不公平感を是正するための課金(EU諸国)	
貨物輸送における交通モード間の公正な競争確保	<u>走行距離課金</u> 大型車を対象とした課金(ドイツ、スイス、オーストリア)	
建設・管理費用の回収		固定した料金体系による伝統的な <u>有料道路制度</u> (フランス、日本等)
都市内道路交通の混雑緩和(混雑税)	<u>コードン有料制</u> 特定の地域に入る道路利用者に課金(ロンドン、シンガポール、ストックホルム、イエテボリ等)	

米国における道路課金の現状と動向

■主として渋滞緩和のための課金



レーン管理(HOTレーン)

(ミネソタ、カリフォルニア、バージニア等)

■主として財源確保のための課金



走行距離課金

(オレゴン、ミネソタ等の試行)

米国の道路課金の経緯

法制度の整備

- 1956 連邦補助道路法
- 1969 道路歳入法
- 連邦道路信託基金の創設
- 1973 公共交通へ用途拡大
- 1980前半「荒廃するアメリカ」
- 1987 有料道路への補助
- 1992-1997 ISTEA (259億ドル/年)
- 1998-2003 TEA21 (363億ドル/年)
- 2005-2009 SAFETEA-LU
(488億ドル/年)
8度の延長措置により、現在2012/3/31が期限

道路課金関連の動き

- HOVレーン始動
- 1995 HOTレーン オレンジ郡 SR91
- Value Pricing Pilot Program始動
- 2005-2009オレゴンDOT Project
- 2009 陸上交通インフラ資金調達委員会報告“Paying Our Road”
- 2011 ミネソタ委員会提言

I-15(サンディエゴ): ダイナミックプライシング



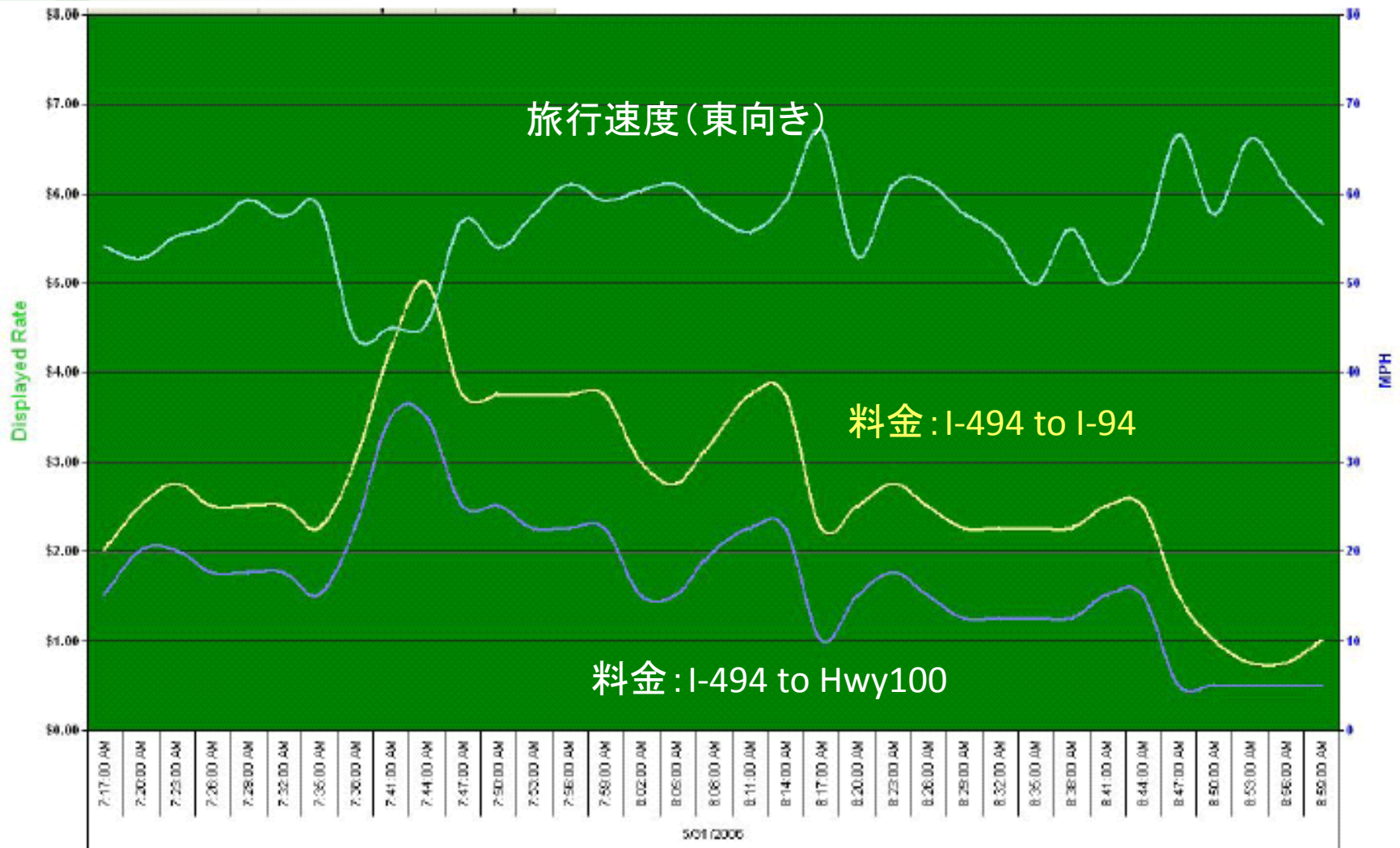
SR91(オレンジ郡): 時間帯別固定料金



I-394(ミネアポリス): ダイナミックプライシング

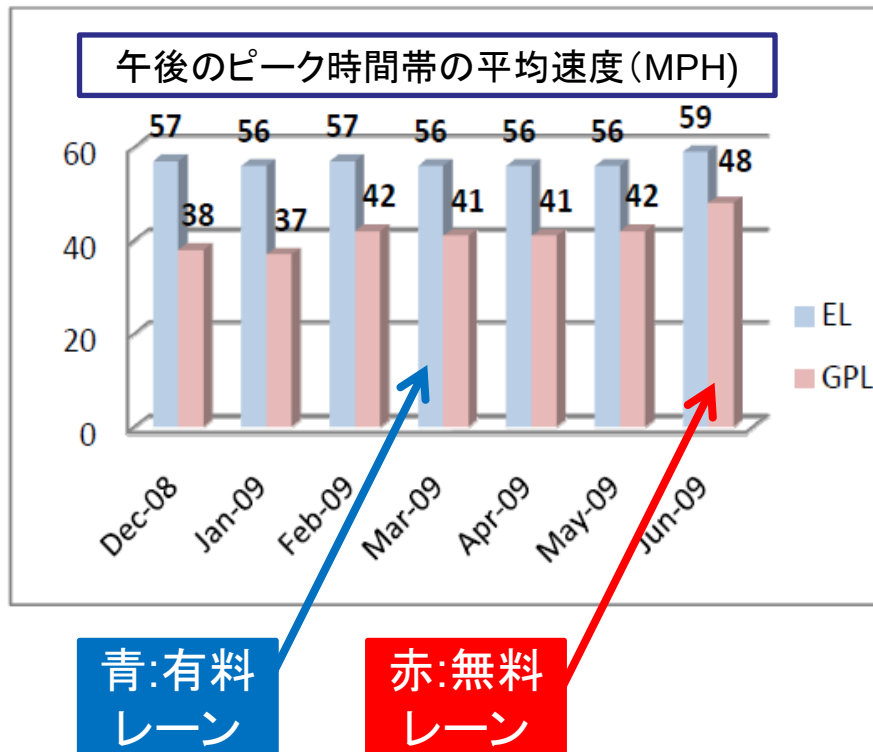


ダイナミックプライシング: 2006年5月31日の例



バリュープッシング(HOTレーン)の効果発現事例

I-95(フロリダ)では、HOTレーンの運用により、無料レーンの走行速度の向上され、HOTレーンも55MPH速度に維持。
また、HOTレーンの速度信頼性により、高速バスの利用者数が大幅に増加。



高速道路バスの利用者
1800人/日→4600人/日に増加

<http://95express.com/home/tolling.shtm>

HOTレーンにおける流入部での料金表示

HOTレーンでは、流入部 (約3km前) において変動する料金レートを表示。
料金レートによって、ユーザーがHOTレーンの利用を選択 → **我が国でも参考とすべき。**

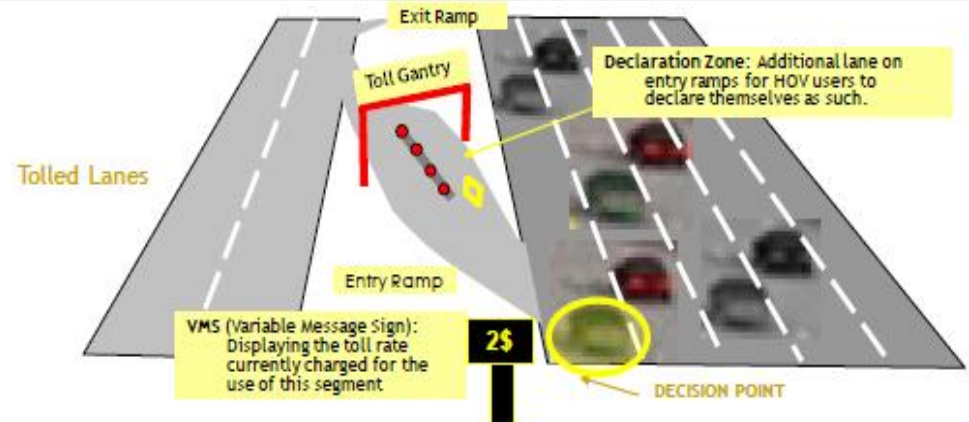
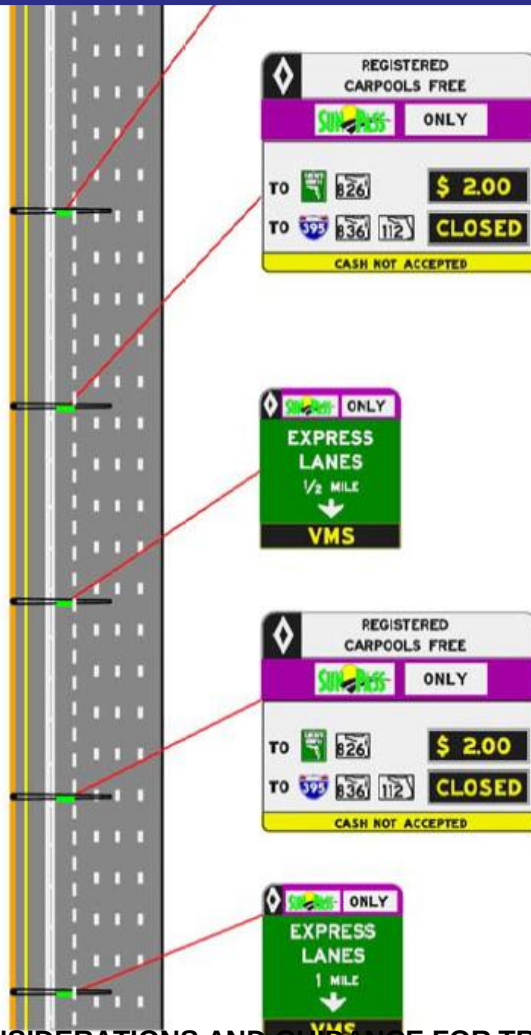


Figure 9. Dynamic Message Price Sign Used on SR 91 in California.



Figure 10. Dynamic Price Sign Used on I-394 in Minnesota

主として財源確保のための課金(対距離課金)

- セーフティ・ルーと特別委員会の試算と提言(Paying our way)
- 対距離課金のパイロット・プロジェクトと評価
 - オレゴンDOTのパイロットプロジェクトと法制化
 - ミネソタDOTの試行とタスクフォースの提言(2012.01)
 - 対距離課金の留意点と方向性
 - 住民の受容性: プライバシー、料金レベル、公平性
 - 技術的側面: GPS
 - 国民の関心・世論／リーズン財団の調査

陸上交通インフラ資金調達委員会勧告

PAYING OUR WAY (2009.02)

連邦レベルで必要額1000億ドル
収入見込み320億ドル 1／3

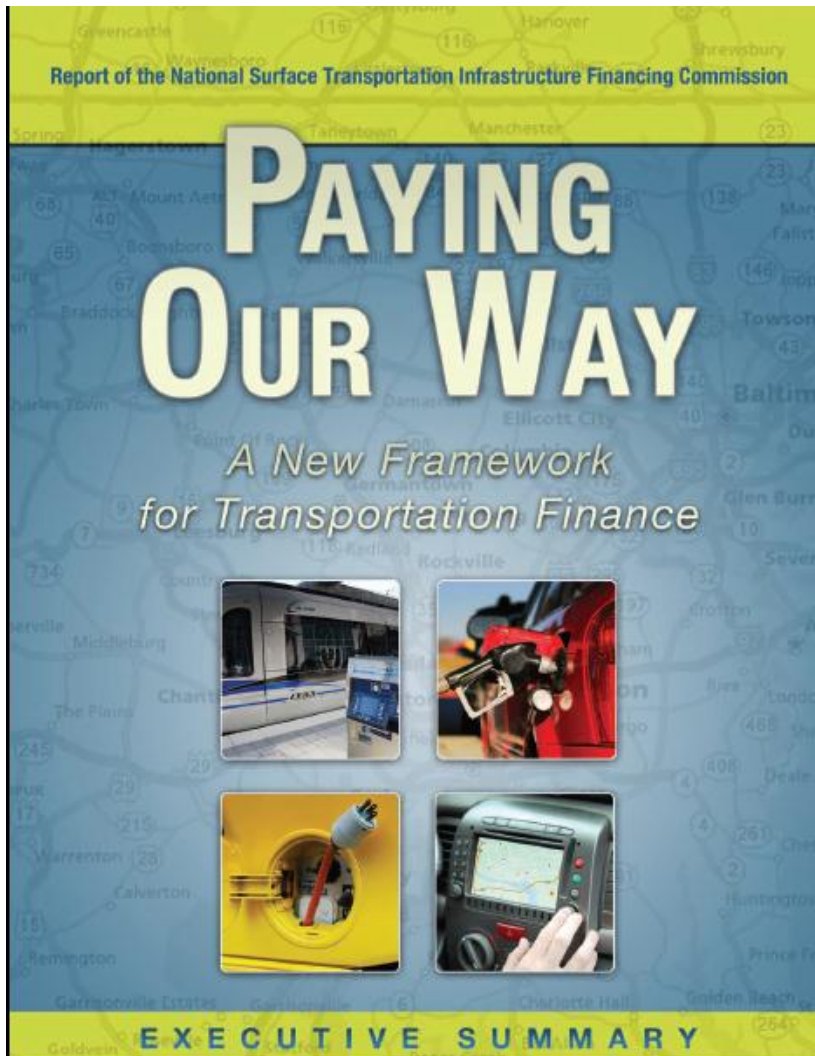
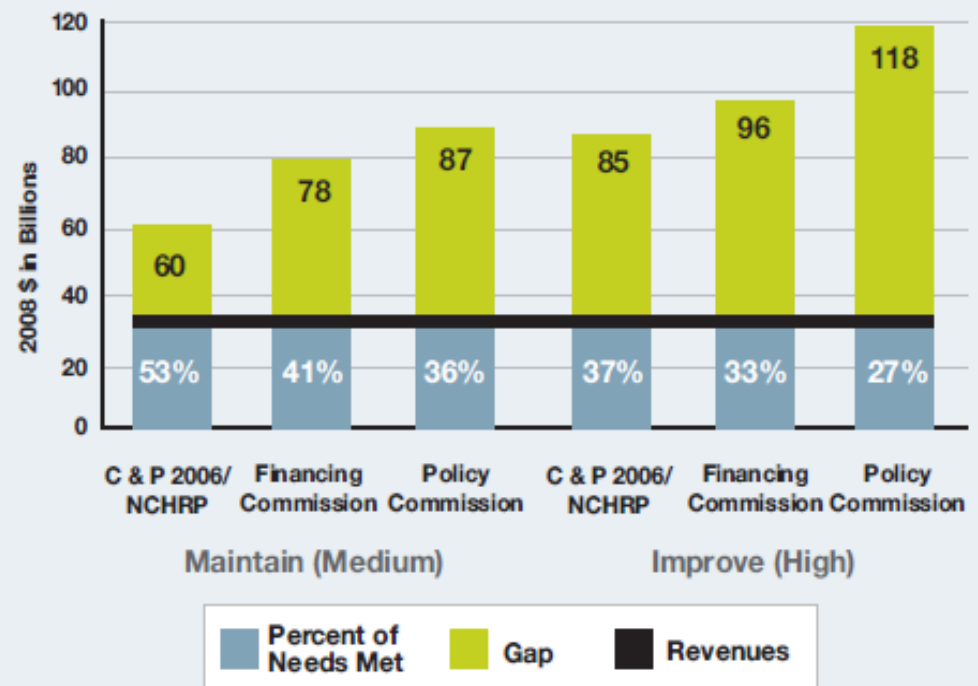


EXHIBIT ES-2: AVERAGE ANNUAL CAPITAL NEEDS AND GAP ESTIMATES, FEDERAL GOVERNMENT, 2008–35 (in 2008 dollars)



ミネソタ対距離課金の検討

Report of Minnesota's Mileage-Based
user Fee Policy Task Force (2011.12)

1980-2030の自動車走行量と
燃料消費の伸び

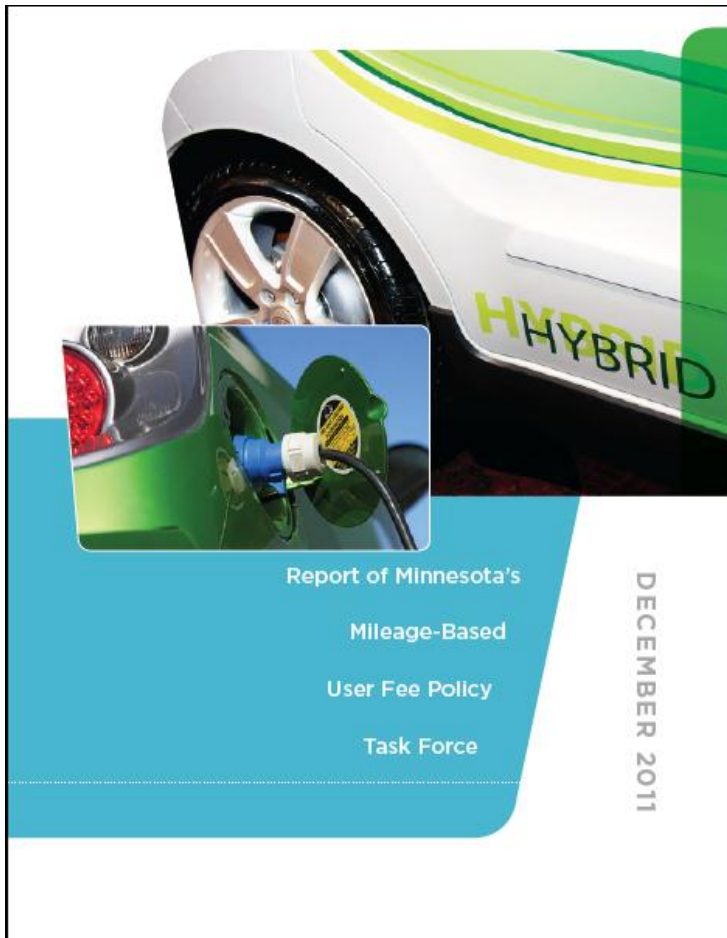
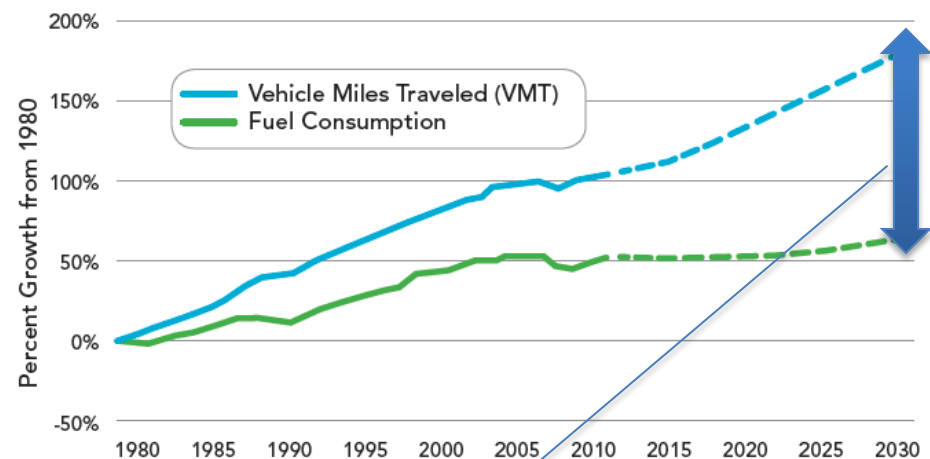


Figure 1: Trends in VMT and Fuel Consumption, 1980-2030

Source: Federal Highway Administration, Energy Information Administration



年々ギャップが拡大

各車種の年間の税額(州、連邦)の試算比較

電気自動車は利用の程度に関係なく、**\$0**
税収の低下→維持管理・改築への財源不足
電気自動車の税負担0→不公平感が高まる

Figure 2: State and federal gas taxes paid annually

	Light Duty Truck at 20 mpg		Car at 30 mpg		Hybrid at 40 mpg		Electric vehicle	
	State Tax*	Federal Tax**	State Tax	Federal Tax	State Tax	Federal Tax	State Tax	Federal Tax
20,000 miles/year	\$280	\$184	\$187	\$123	\$140	\$92	\$0	\$0
15,000 miles/year	\$210	\$138	\$140	\$92	\$105	\$69	\$0	\$0
10,000 miles/year	\$140	\$92	\$93	\$61	\$70	\$46	\$0	\$0

* Minnesota tax on gasoline is \$0.28 per gallon as of publication.

** Federal tax on gasoline is \$0.184 per gallon as of publication.

スマートフォンによる対距離課金（ミネソタ）



ミネソタ・タスクフォースレポートの注釈 (多様な意見)

- 利用料収入の用途

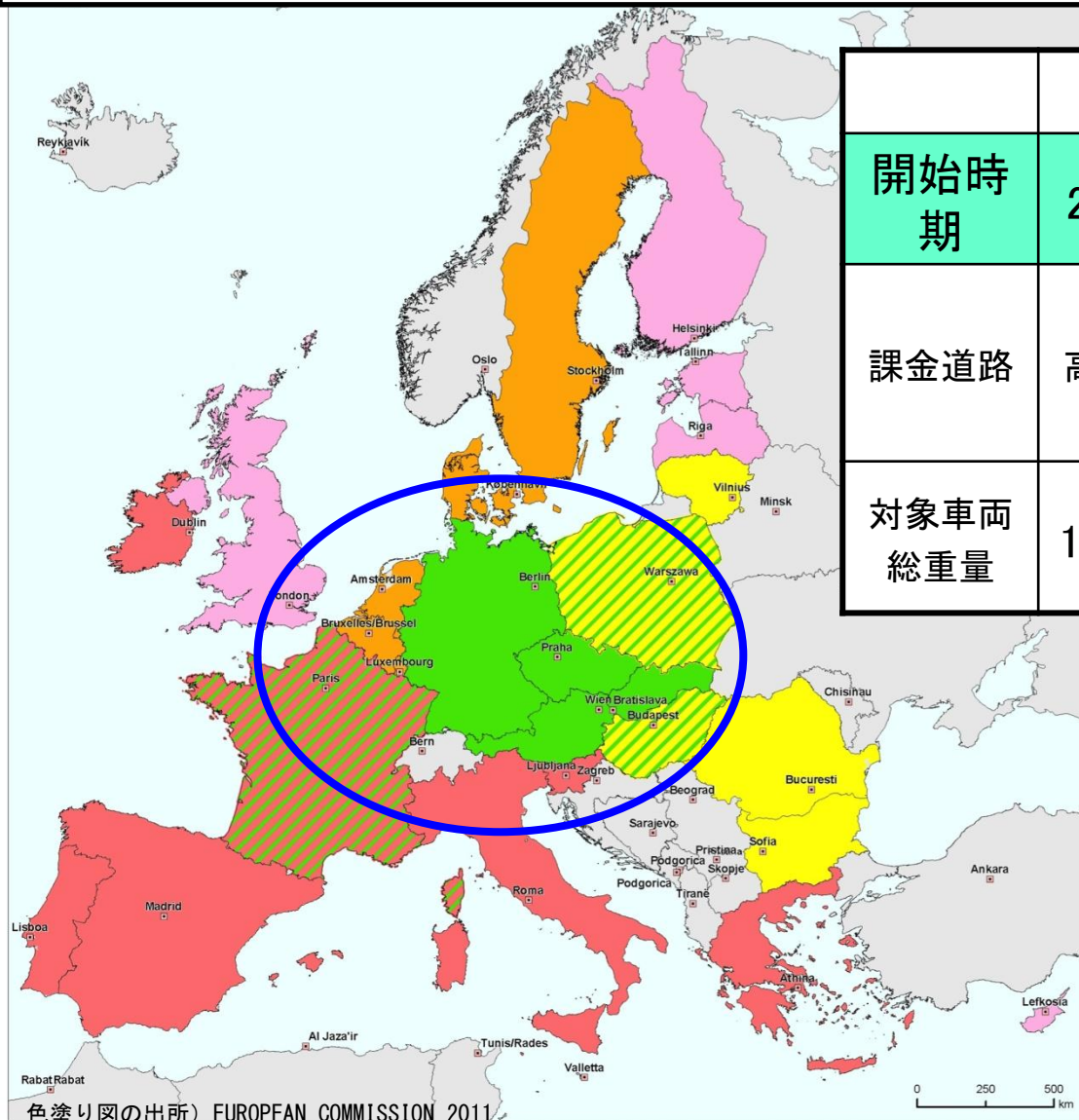
- 歳入を道路に制限
- 公共交通施設等陸上交通に幅広く活用

- ユーザーデータの保護

- 如何なるシステムでもプライバシー保護は重要。
- ミネソタ州の市民自由連盟(ACLU)の代表者は、MBUFを計算するためにGPS情報の使用は違憲と判断されるべきであると主張。

EUにおける走行距離課金（大型車） ドイツと周辺国で実施

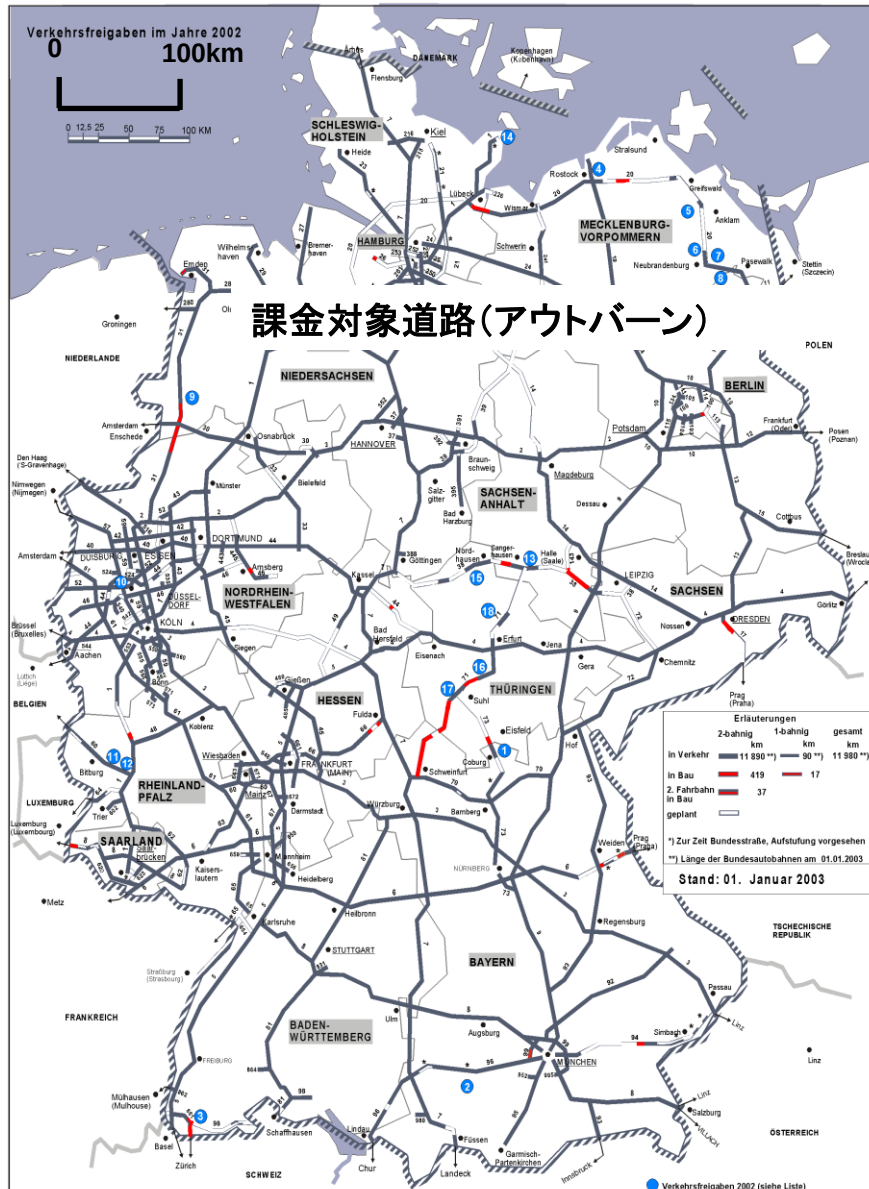
走行距離課金：GPS等で走行距離を計測し、距離単価を乗じた額を課金



	ドイツ	オーストリア	スイス	チェコ
開始時期	2005年	2004年	2001年	2007年
課金道路	高速道路	高速道路	全道路網	高速道路、 準高速道路、 一部国道
対象車両 総重量	12t以上	3.5t以上	3.5t以上	3.5t以上

- 電子課金（GPS, DSRC等による対距離課金）
- 同上、準備中
- ユーロビニエット（日・月等の対時間課金）
- 国独自のビニエット（日・月等の対時間課金）
- 有料高速道路
- ビニエットも料金もなし

走行距離課金（大型車）の事例：ドイツ

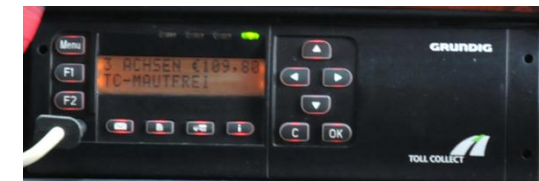


■ コントロールゲート(確認と取締り)

写真撮影：
(株) 公共計画研究所



■ ターミナル



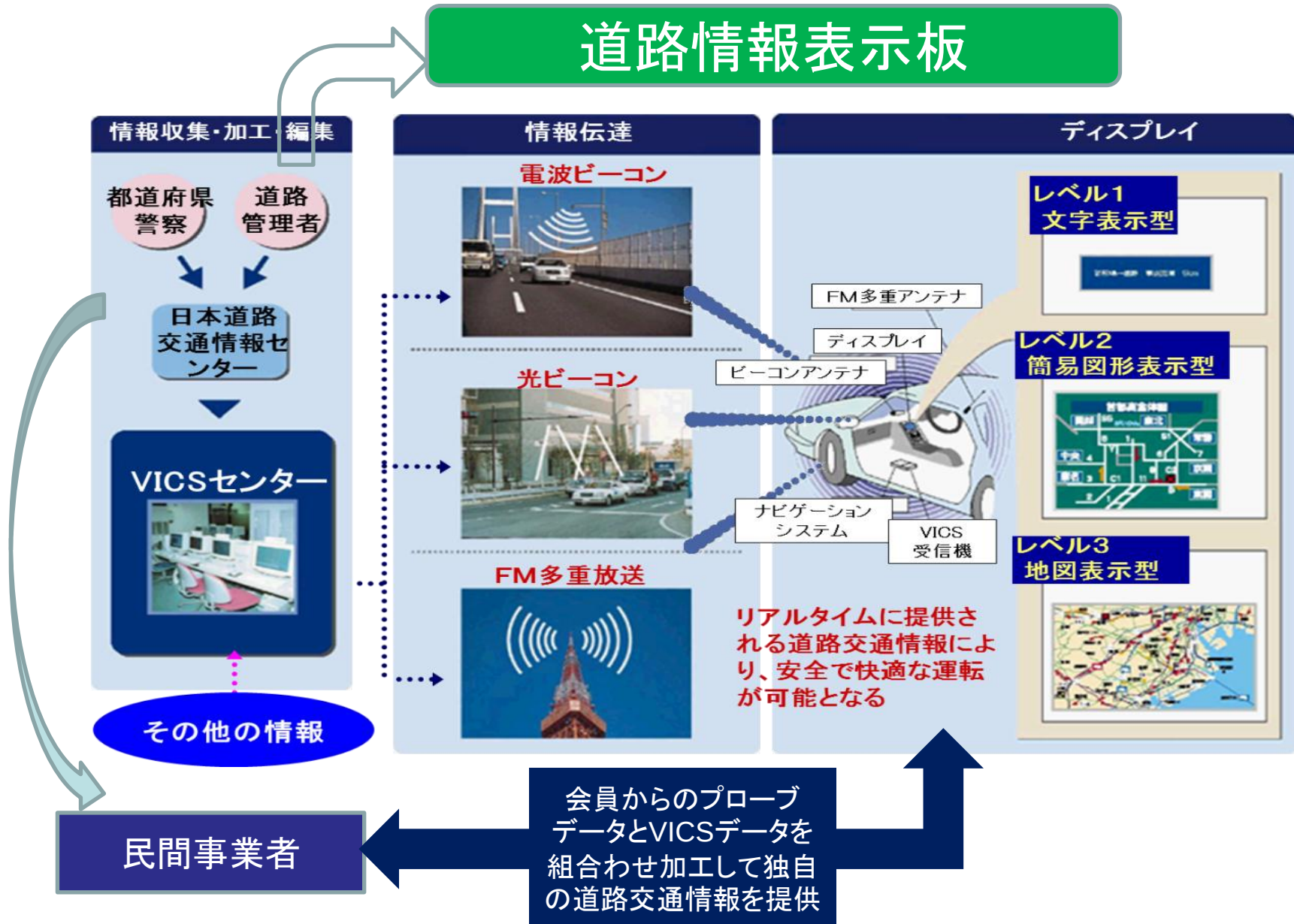
■ 車載器

写真撮影：
(株) 公共計画研究所

2011年9月からドイツの車載機が
オーストリアの課金徴収にも対応

我が国における道路交通情報の提供

道路情報表示板



ITSスポット：ダイナミックルートガイダンスの例



経路誘導の事例：新東名と東名

■ 並行する道路の旅行時間情報を提供



NEXCO中日本資料より

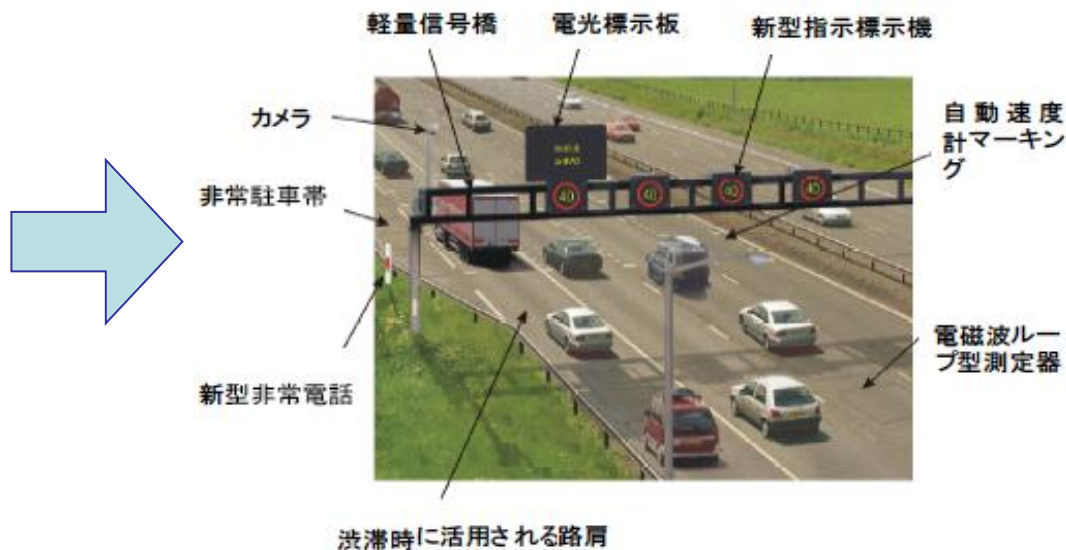
レーン誘導・速度コントロール:路肩走行(Active Traffic Management)

レーン毎に推奨速度を提示、特定時間帯に路肩走行を認める手法。事故処理時間の短縮が図れる。

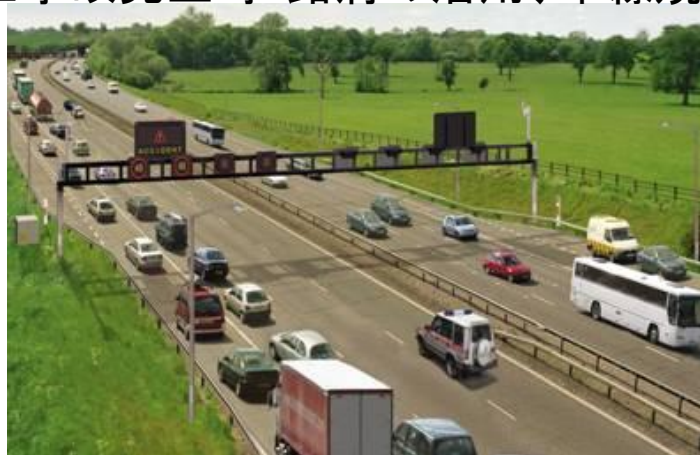
■通常の状態



■渋滞時:路肩部分の走行



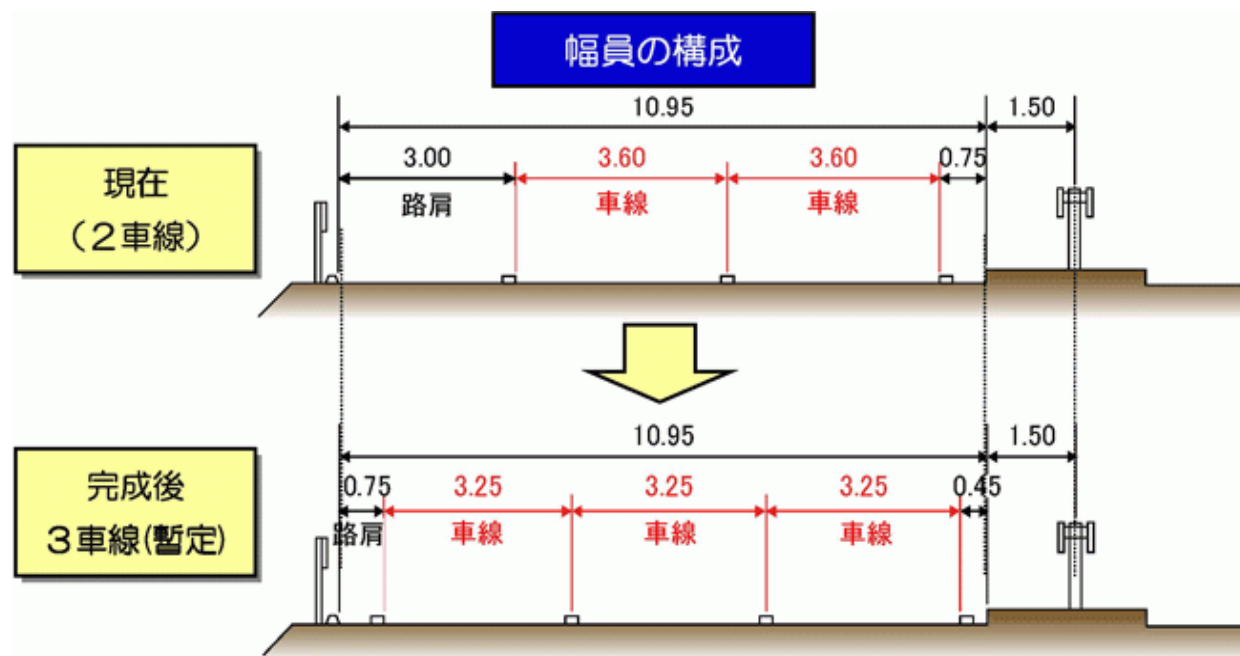
■事故発生時:路肩の活用、車線規制



事例

交通容量の増大:7~22%(オランダ)
旅行時間の短縮:1~3%(オランダ)、25%
短縮(英国M42)
通過交通量の増加:混雑時7%(オランダ)
燃料消費量の減少:4%減(英国M42)

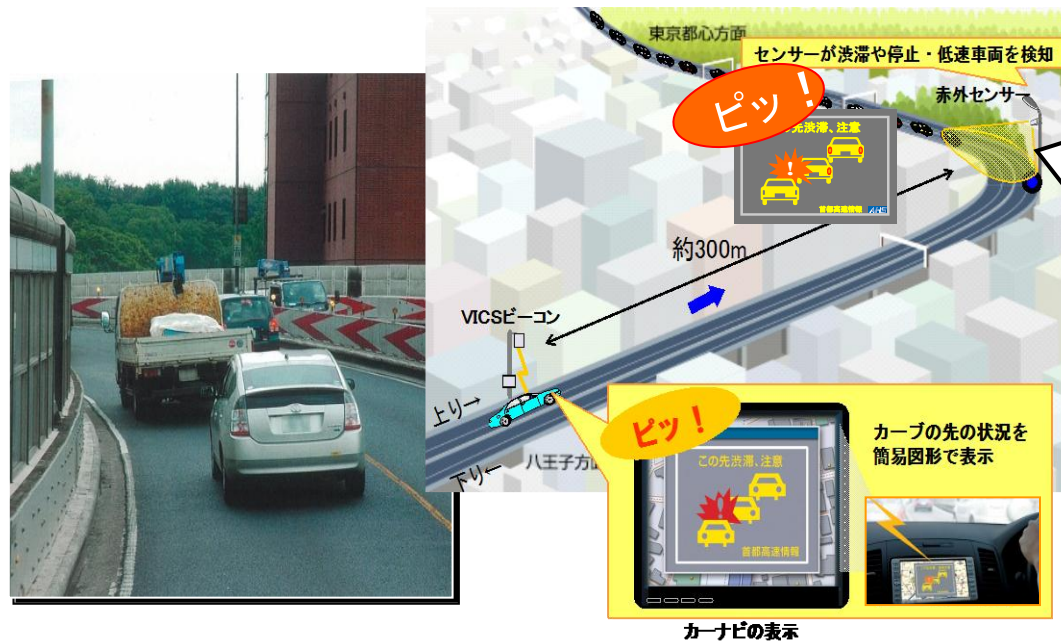
東名における3車線化対策



ITSによる安全運転支援システム

(首都高速道路4号線参宮橋カーブ)

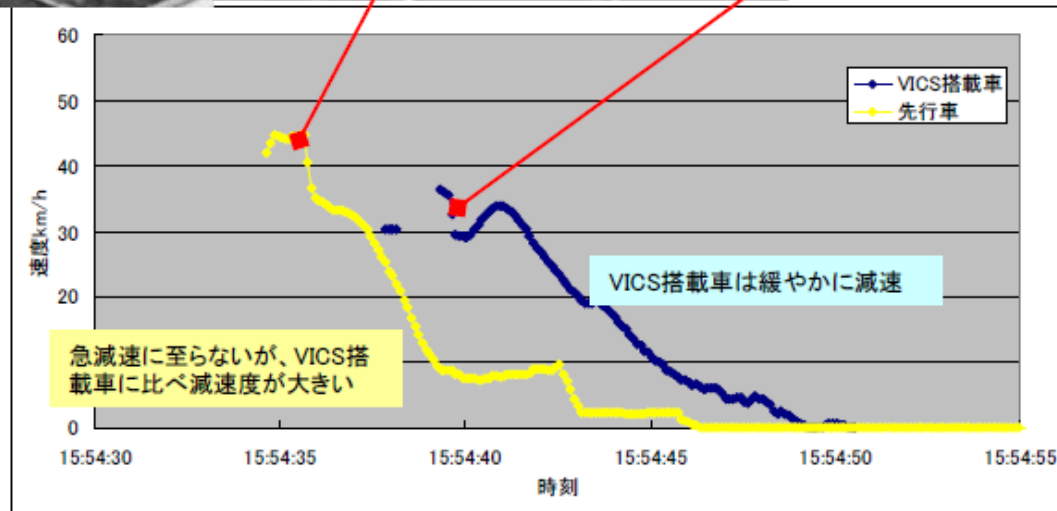
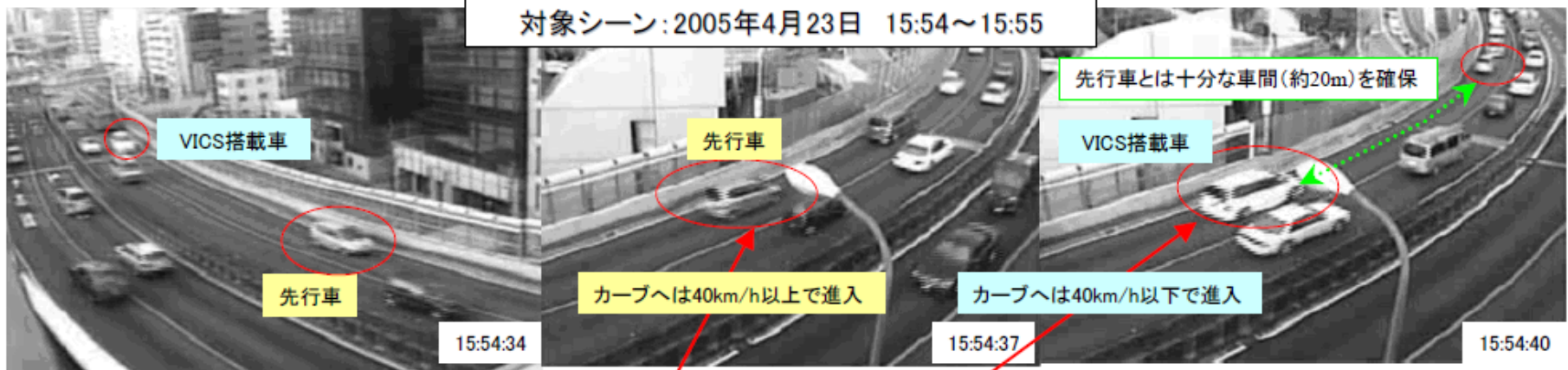
- ・カーブ先の渋滞末尾や停止車両の情報を路側で検知(画像センサー、ETC-ID)し、路車間通信によりカーナビに注意喚起情報の提供→事故が約8割削減



数台の車が情報を受けて行動することにより車群全体の速度低下につながる。

参宮橋における情報提供による効果

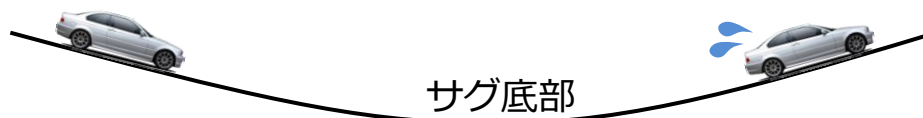
- ① VICS搭載車のカーブ進入速度は40km/h以下で慎重に進入。
- ② 先行車との車間を十分に確保し、カーブ内で緩やかに減速し安全に停止。



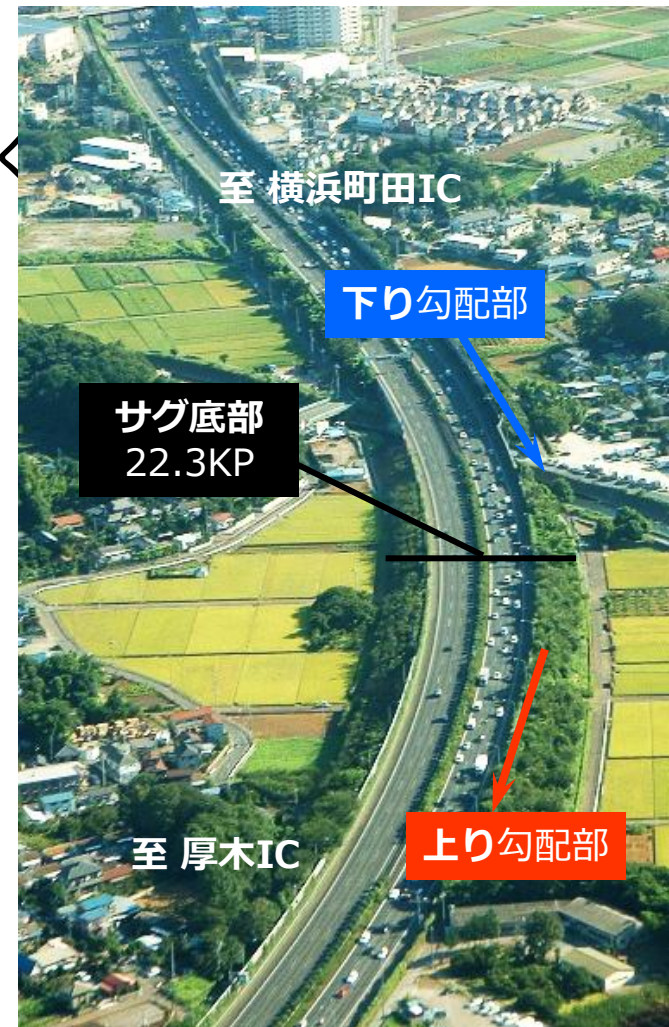
サグとは？

勾配が下り坂から上り坂に変わる区間

- － 勾配が極めて緩やかに変化
 - ・ ドライバーは勾配変化に気づきにくい
 - ・ 上り坂で速度低下が生じやすい



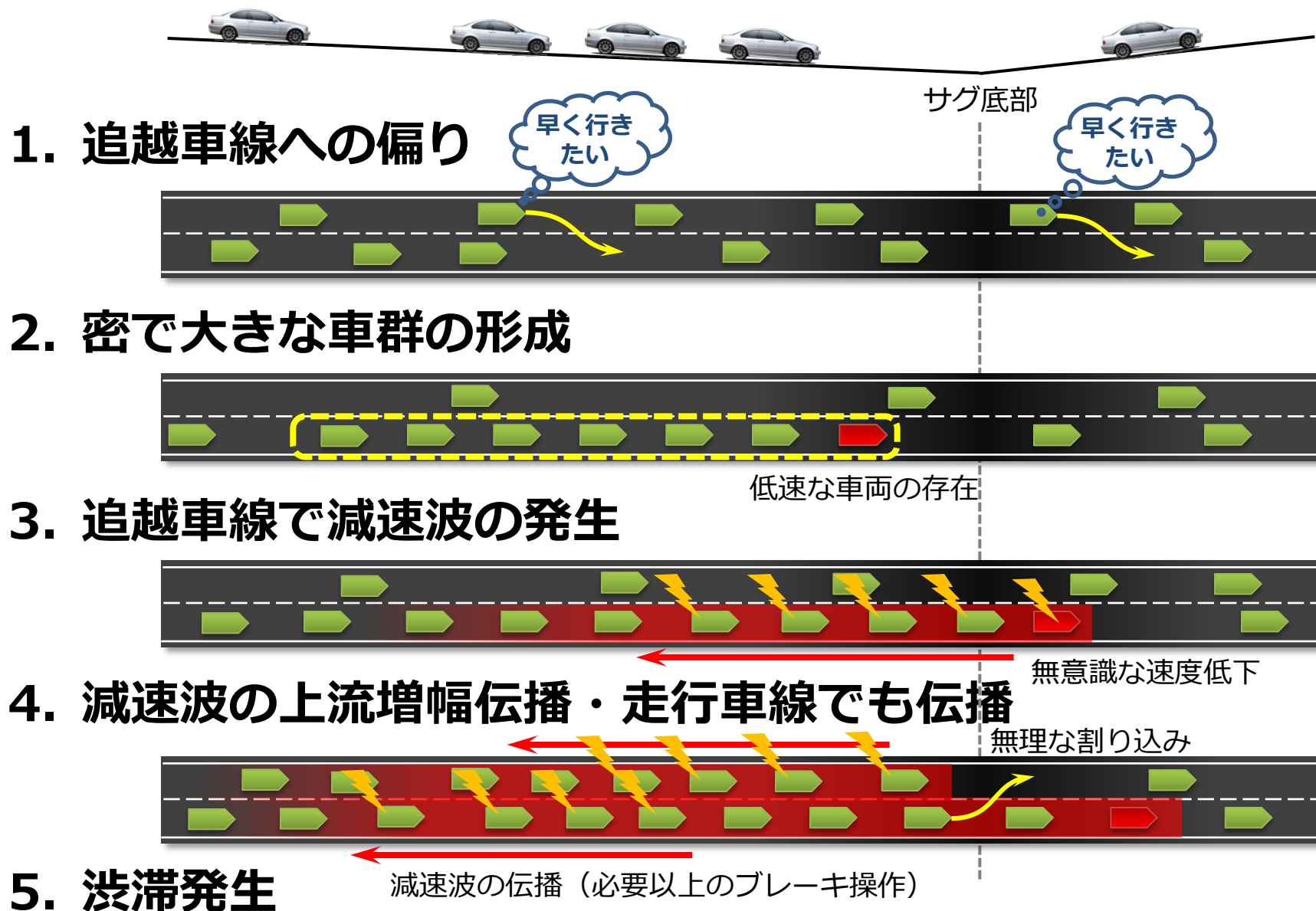
サグ下り勾配部での運転席からの視界



大和サグでの渋滞の様子

2003/9/14 (日)撮影

サグ部の渋滞発生メカニズム（渋滞発生前）



サグ部の渋滞発生メカニズム（渋滞発生後）



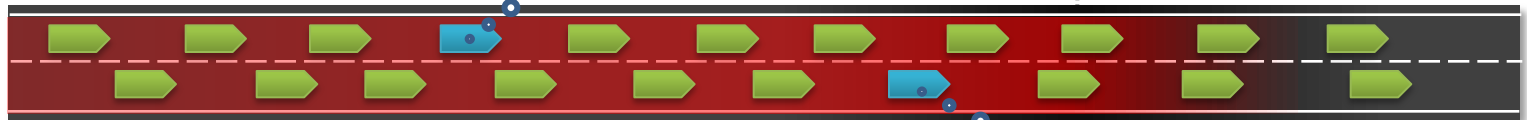
1. 渋滞発生後



2. 渋滞に巻き込まれる時間が増大

ドライバの疲れ、飽き

長いなあ



3. 交通流率の低下

前のクルマに追従する意欲を失う

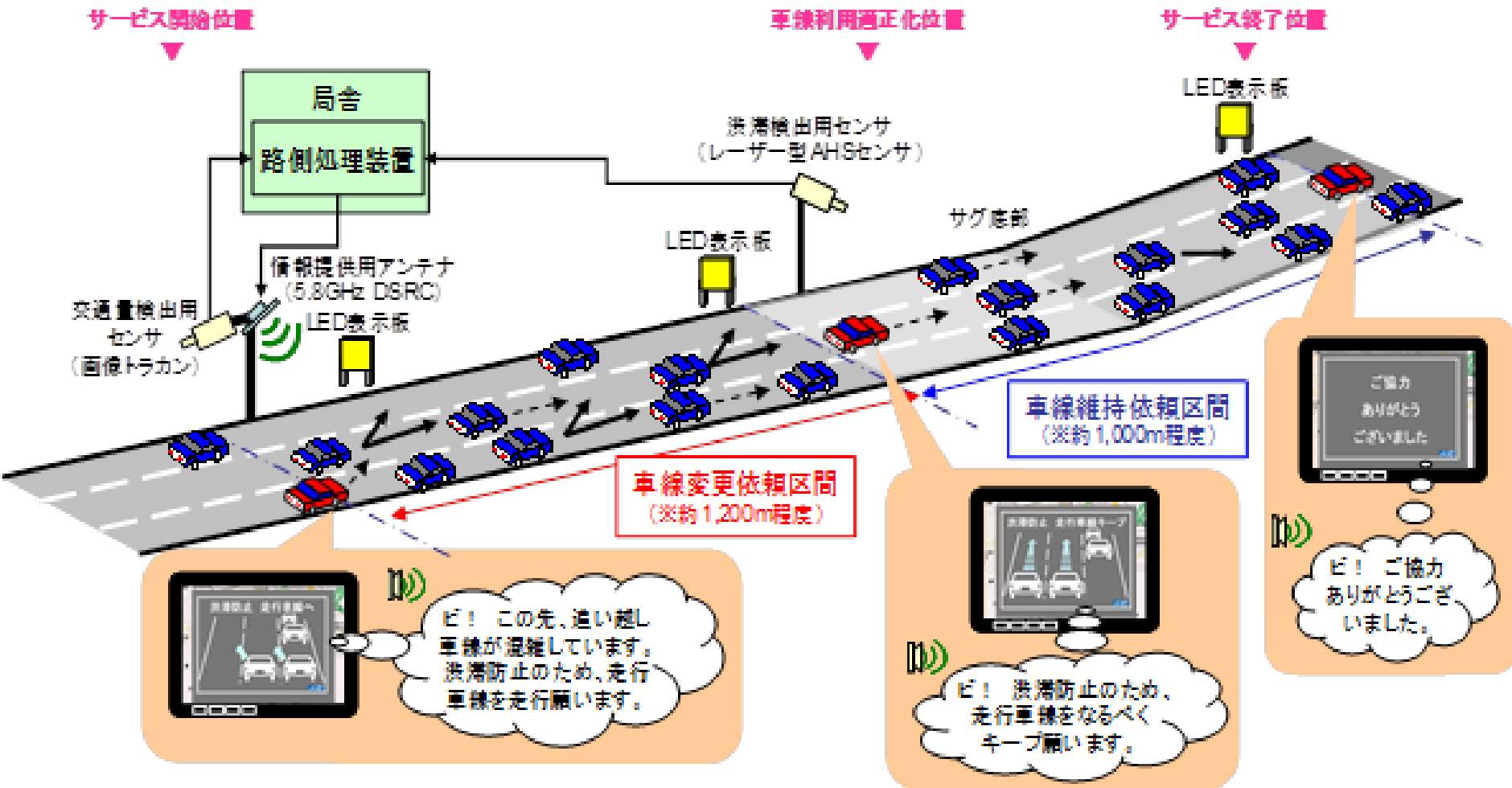
まだかなあ



上り坂部での緩慢な加速

サグ部での渋滞は**ドライバの心理、車両挙動の**
ばらつきの集積により生じる交通現象

サグ部における車線誘導



東名高速道路大和地区での実証実験概略図

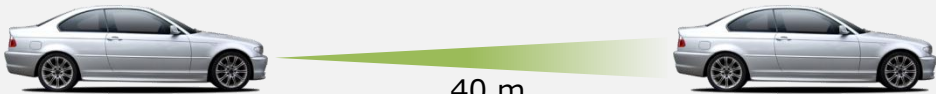
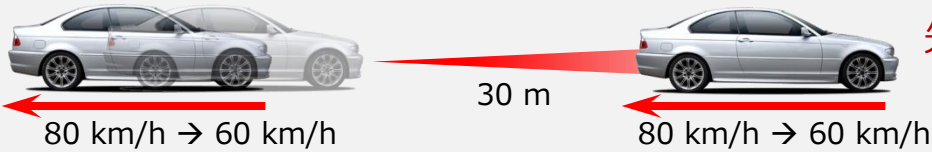
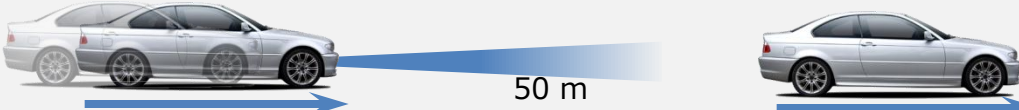
車両制御技術との連携による渋滞対策

ACC: Adaptive Cruise Control

設定された速度を上限に、**先行車の速度に合わせ一定の車間距離を確保して追従走行**することができる

※ 現在市販されているACC車両では大・中・小の3段階から選択

ACC車両の動作イメージ （設定速度 = 100km/h, 設定車間距離 = 中 を想定）

先行車なし	 100 km/h
先行車あり	 80 km/h 40 m 80 km/h
先行車が減速	 80 km/h → 60 km/h 30 m 80 km/h → 60 km/h 先行車が減速
先行車が加速	 80 km/h → 100 km/h 50 m 80 km/h → 100 km/h 先行車が加速

ACCの特長と渋滞緩和に期待される効果

ACCが搭載された車両なら…

(1) 勾配変化によらず速度を一定に維持



100 km/h



100 km/h

速度低下の防止

(2) 速度に応じて車間距離を一定に維持



一定の車間距離



漫然運転の防止

(3) 先行車の速度変化に素早く反応

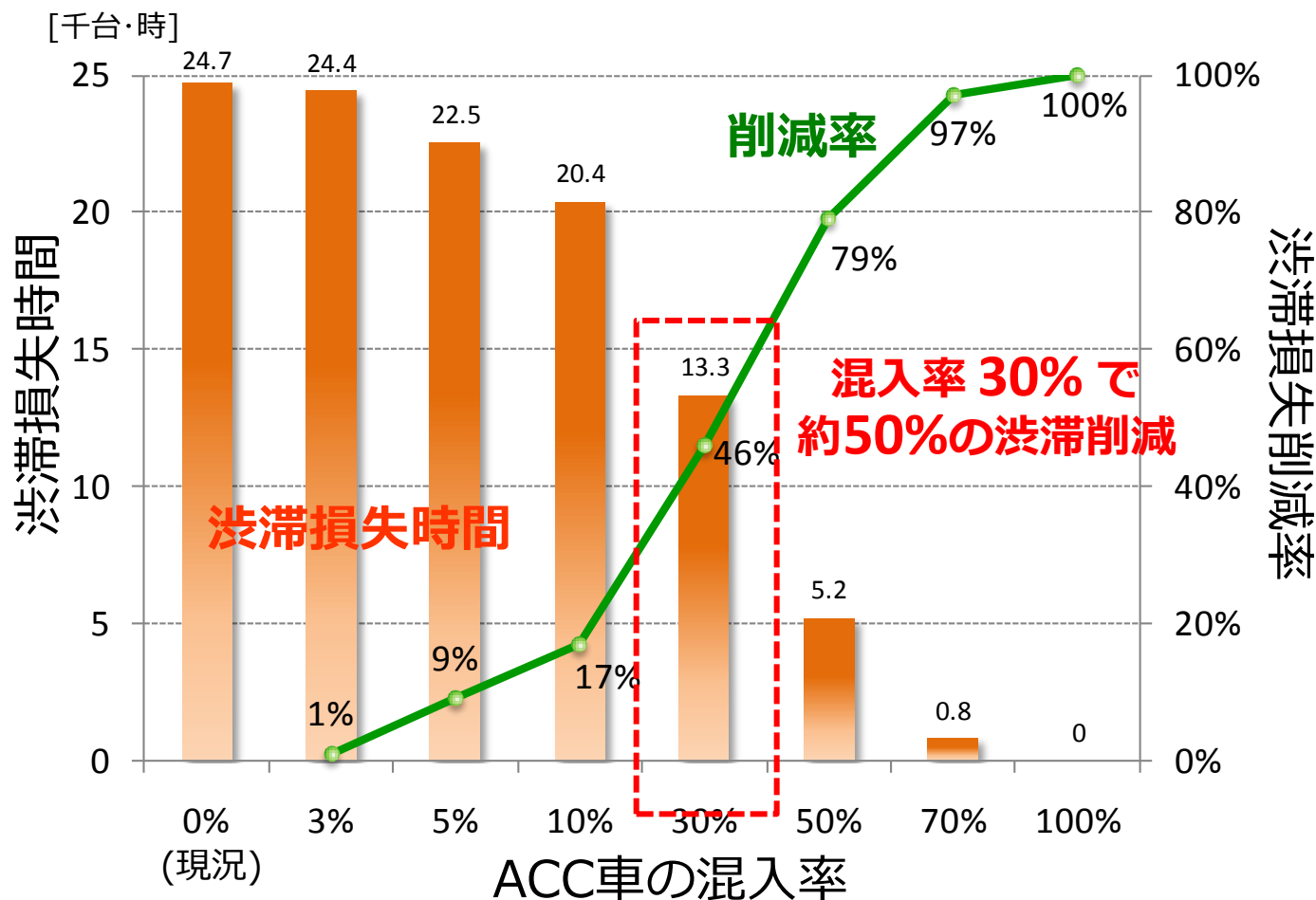


反応遅れの抑制

個々のドライバの運転操作のばらつきを均一化できる

渋滞緩和効果の試算結果（渋滞損失時間）

ACC車両の混入率に応じた渋滞損失時間※と削減率



※ 渋滞損失時間 = $\min\{0, \text{旅行時間} - \text{基準旅行時間}(70\text{km/hを想定})\}$

プローブ情報とは

- プローブ情報とは、個々の車両が走行した位置や速度、前後左右の加速度などの情報。
- 各車両からのプローブ情報を収集することにより、きめ細やかな道路交通情報の把握・提供が可能。

プローブ情報

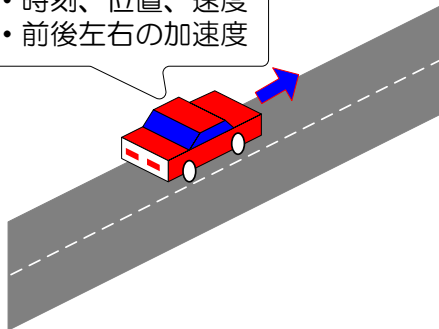
走行履歴データ

時刻・位置・速度 など

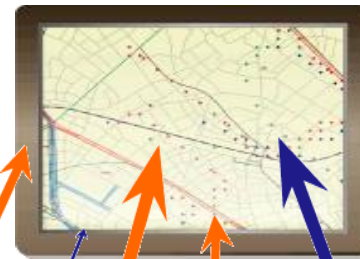
挙動履歴データ

前後左右の加速度、ヨー角速度 など

- 時刻、位置、速度
- 前後左右の加速度



プローブ情報の収集



道路交通情報の提供や、道路管理への活用



プローブ情報の活用による道路管理の高度化

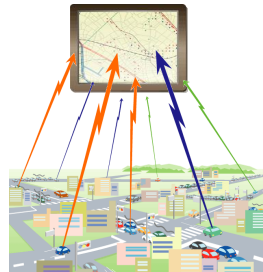
○プローブ情報の収集により、効率的かつ高度な道路交通管理等に活用。

プローブ情報（札幌市の例）

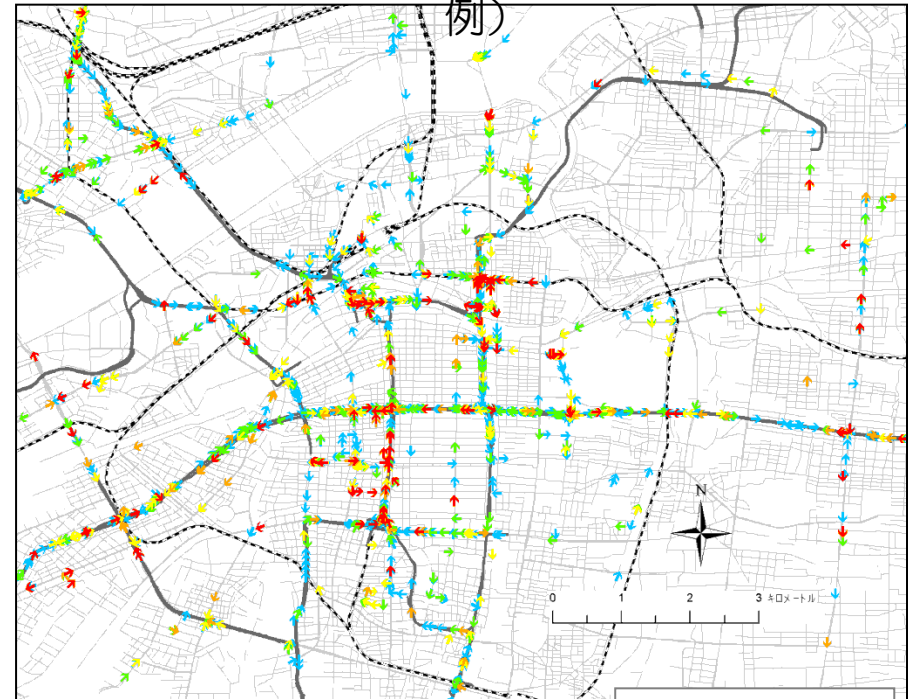


※太線は高速道路の速度

平成23年11月～平成24年1月
(3ヶ月間)における札幌中
心部エリアの道路プローブに
よる旅行速度(昼間12h平
均)の収集状況



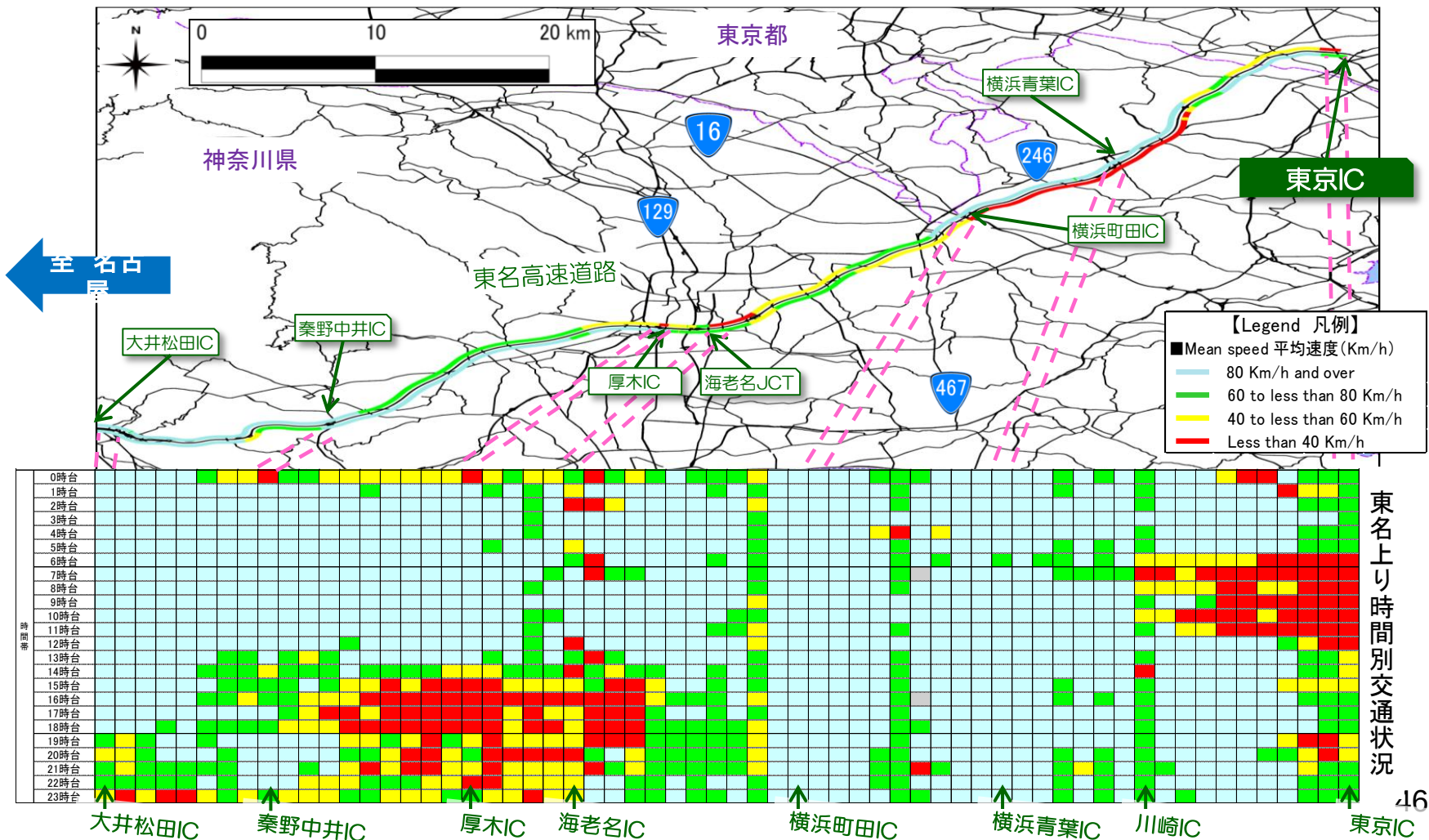
プローブ情報（大阪中心部の
例）



平成23年6月～平成24年3月
(10ヶ月間)における大阪中
心部エリアの道路プローブに
よる挙動履歴(前後加速度)
の収集状況

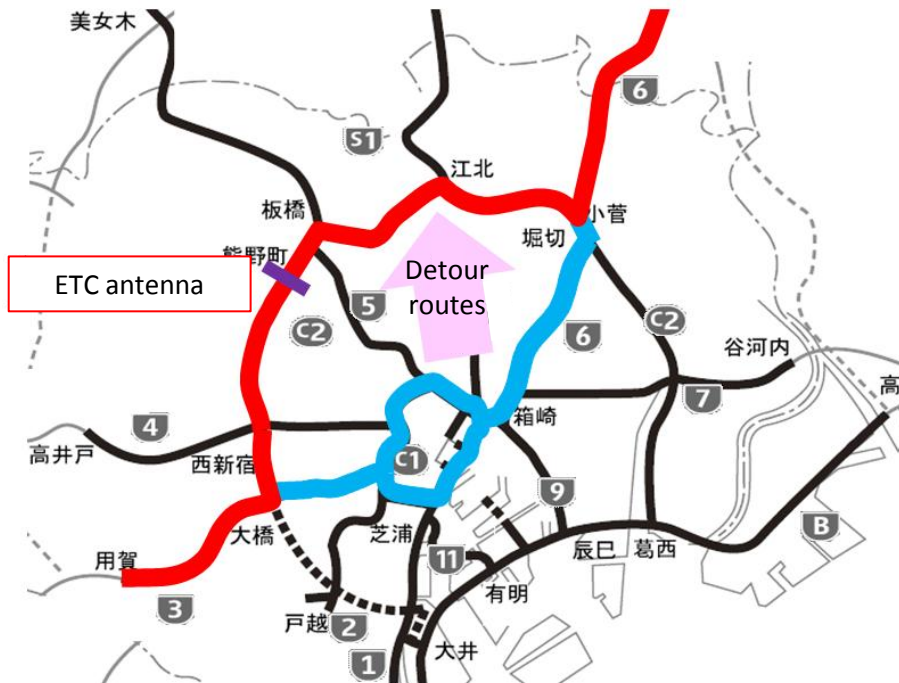
プローブ情報の活用による道路管理の高度化

- 東名高速道路のお盆（平成25年8月10日～16日）の時間帯別の混雑状況

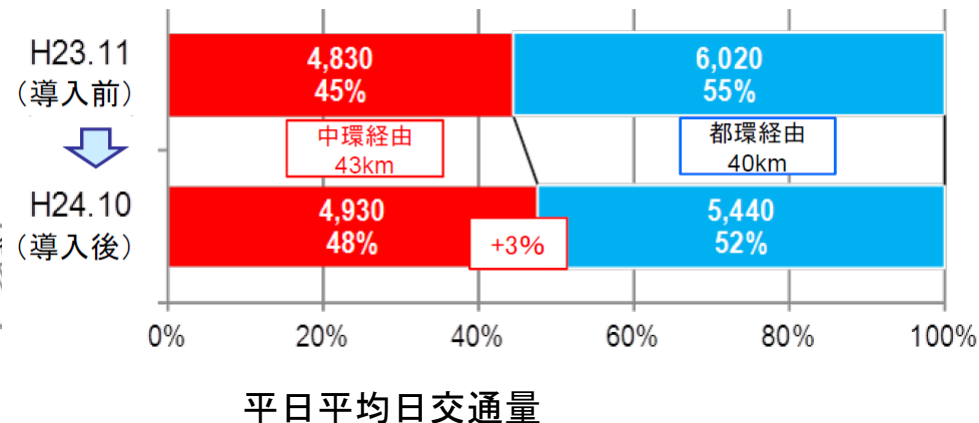


環状道路割引による経路誘導効果

◆ 環状道路割引がドライバーの経路誘導に有効に作用



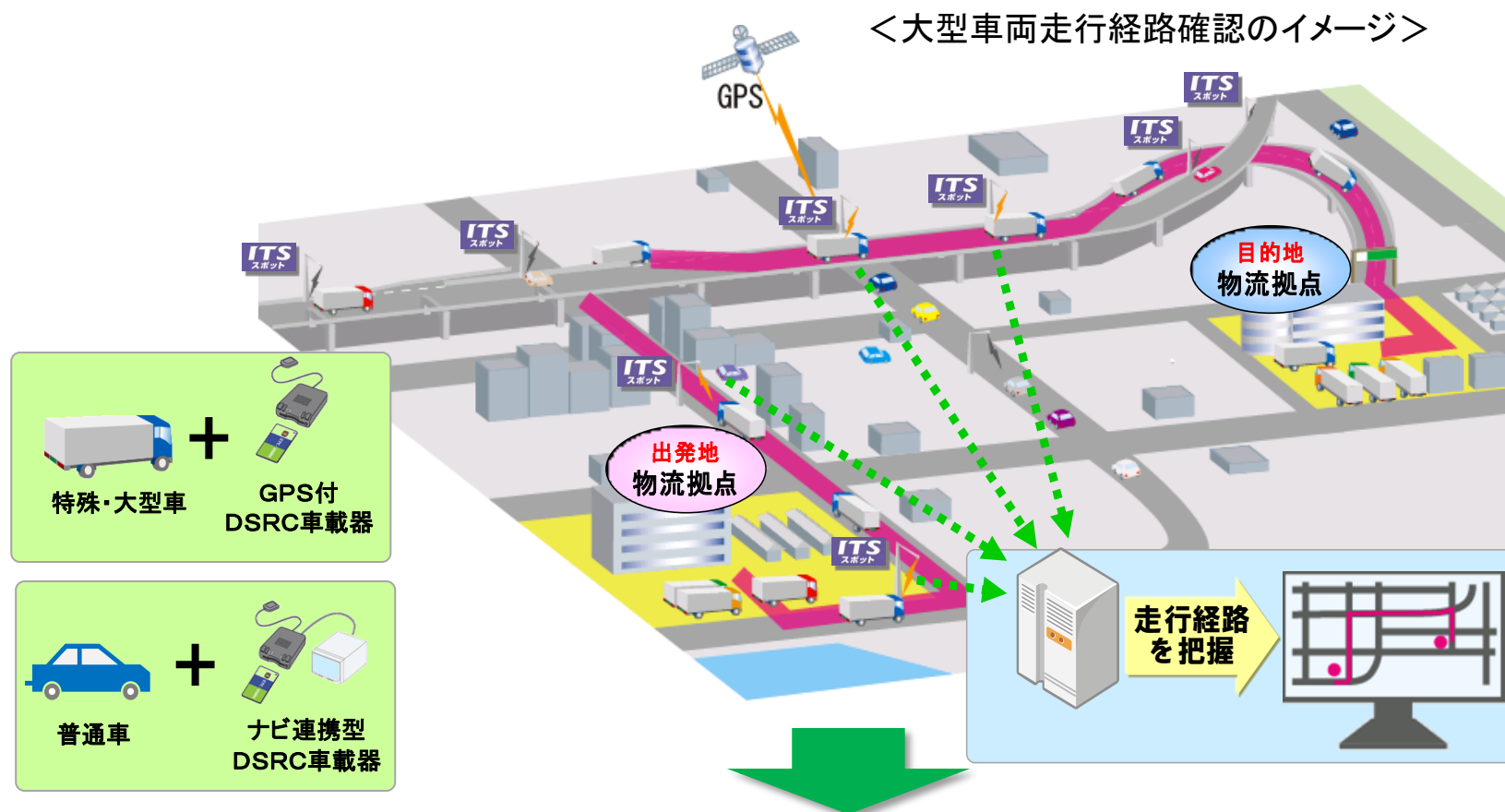
環状道路100円引きの料金設



◆ 環状道路の料金割引により、中央環状の3%の交通量の増加が確認された。→ 環状道路割引の経路誘導効果が期待される。

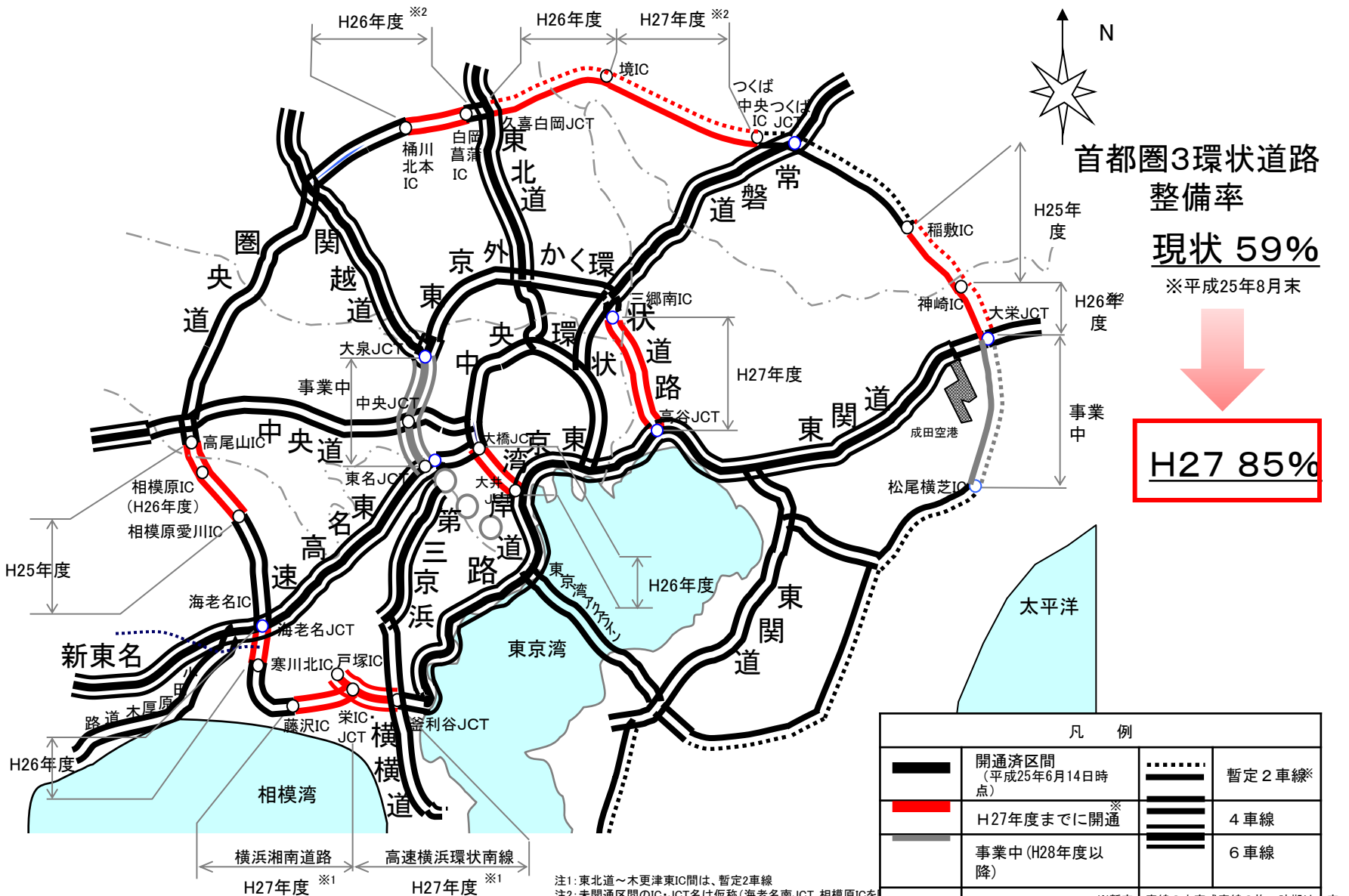
プローブデータの大型・特殊車両の経路確認への活用

- 大型・特殊車両は特定の経路を走行することが求められるため、プローブ情報を活用し、走行経路を確認
- 経路情報により、時間と路線に応じた最適料金を設定することも可能



車載器の機能や走行経路精度の確認に向けた社会実験を実施

首都圏内環状道路の整備



注1: 東北道～木更津東IC間は、暫定2車線

注2: 未開通区間のIC・JCT名は仮称(海老名南JCT、相模原ICを

注3: ※1区間の開通時期については検討が必要

注4: ※2区間の開通時期については土地収用法に基づく手続きによる用地取得等が速やかに完了する場合

我が国における高速道路の交通マネジメントの進展

交通マネジメントの種類	社会実験	本格化	改善(現状最先端)	今後
ネットワークのアクセス強化	スマートICの社会実験	全国64のスマートICが本格化	フルアクセス化・24時間化・大型車対応等の改善 本線直結型	ICのETC標準化 スマートICの増設
料金施策	多様で弾力的料金割引社会実験	朝夕・深夜等料金割引本格化	効率的な料金割引 環状道路割引	交通状況対応した課金 走行距離課金の試行
情報提供	1993 VICS実験(首都高)	VICS ハイウェイラジオ	ダイナミック・ルートガイダンス(道路情報板、ITSスポット広域情報)	交通状況に応じたルート、料金、燃料消費等の統合情報
安全・円滑な走行 レーンのコントロール		速度規制	サグ部のレーン誘導	レーン毎での速度マネジメント(ATM)

スマートICの案内強化とナビゲーションの一般化

道路交通状況と時間変動・環状料金割引等の情報の提供による経路誘導

ダイナミックな道路状況、料金の情報の提供による経路誘導

ITによる道路交通マネジメントの連携提案

一般道と高速道路の交通の適正なバランス

ネットワーク・アクセス強化

スマートIC
(日本)

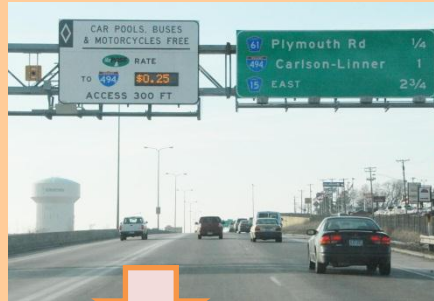
IC間隔の短縮化
により、高速への
利用を促進



料金施策

ダイナミック・プライシング
(米国)

高速レーンのリアルタイム
の混雑度(速度)を測定し、
一定速度をキープするよう
料金を変動。



道路交通情報の提供

ダイナミック・ルートガイダンス
(日本)

リアルタイムでの交通
状況をもとに、目的地
までの時間を予測し広
域の推奨ルートを表示。

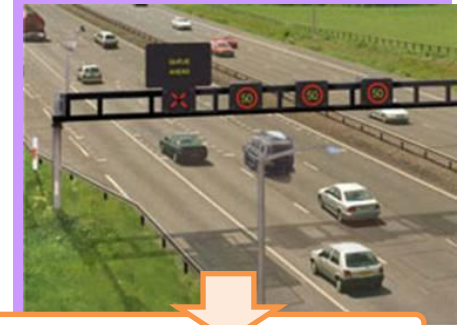


高速道路内での誘導

レーン誘導・速度コントロール

ATM
(英国、米国)

高速道路内の交通量・
速度を測定し、レーン毎
の推奨速度を表示。ま
た、事故発生時は路肩
走行、レーン規制を表示



各交通マネジメント施策の連携

レーン毎の交通量、速度の測定、プローブによる広域データ、気象等のデータとリンク

リアルタイムの交通状況に基づき、料金を変動、さらに所要時間・ルート・最寄りのIC等の情報をITSスポット、WiFi、携帯電波等によりナビ、スマホに提供し、推奨ルートへ誘導

大型車の
走行ルート
誘導

環状道路
への迂回
誘導

ピーク時の高
速利用への誘
導

事故処理
のスピード
アップ

災害・異
常気象時
の誘導

ITS世界会議2013東京大会

概要

- ・ 世界各国の産学官のITS関係者が約17,000人参加
- ・ 本年は9年ぶりの日本開催（通算3回目）

<主な話題>

- 自動化運転
- ビッグデータ
- スマートフォンの普及



開会式での首相メッセージ



展示会場の様子

ITS世界会議2013東京大会

国総研からの参画

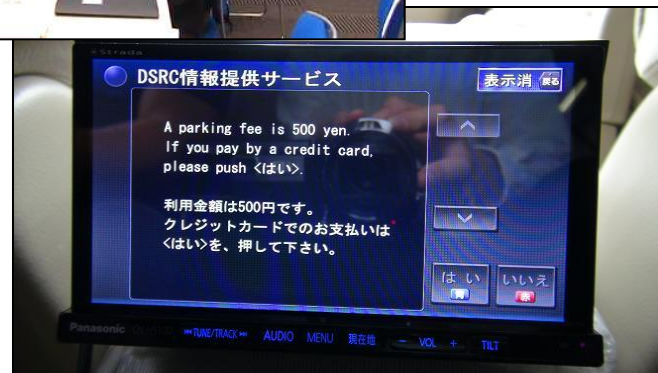
- (1) 3つのショーケース（体験デモ）の企画運営。
- (2) 登壇、論文発表。
（全体セッション：1、特別セッション：7、技術セッション：10）
- (3) 二国間会議等を実施（日米欧、日独蘭墺、日中、日韓） 等



全体セッションでの登壇



日独蘭墺会議



キャッシュレス決済ショーケース⁵³

ご清聴有り難うございました