



モバイル端末時代のITS

2012年9月

名古屋大学
グリーンモビリティ連携研究センター

森 川 高 行

自動車の自由性は諸刃の剣

- 自動車はその誕生以来、道さえあれば、時間的・空間的に自由に走り回れることが一番の魅力であった。
- しかし、その自由性は以下のような非効率性と諸刃の剣であった。
 - 事故
 - 交通集中による渋滞
 - 無駄な運転・運用
 - 広大な道路空間



非効率性解消の鍵は「情報」

- 車の自由性を損なわずに、非効率性を緩和するのはICT(情報通信技術)を使った「情報」の活用が鍵
 - 事故 → 死角支援、車々間通信
 - 交通集中による渋滞 → 交通情報、経路誘導
 - 無駄な運転・運用 → エコドライブ支援、ロジスティクス、カーシェアリング
 - 広大な道路空間 → 自動走行／隊列走行

ITS (Intelligent Transport Systems)の重要性

遅れている車のネットワーク化

- 車の内部の情報化(CAN)は進んできているが、外部とのネットワーク化は遅れている。
 - VICS → FM多重放送、電波ビーコン、光ビーコンによる、限られた道路の渋滞・規制情報
 - ETC → DSRCによる高速道路料金決済のみ
 - カーメーカごとのテレマティックスクラブ



カーナビはかつてのワープロ専用機？

- 30年前のワープロ専用機
 - 大型、単機能、汎用性なし、高価格
 - しかし、やがて小型化・低価格が進み、一定の利用者は確保してきた
- その後のPCの普及とネット社会からは完全に取り残された



「コンピュータ博物館」
<http://museum.ipsj.or.jp/index.html>



それに比べてモバイル端末の進展は早い

- 爆発的人気のスマートフォンやタブレット端末
 - マルチメディア（3G、3.9G、WiFi、Bluetoothなど）でつながる
 - 豊富なセンサー類（カメラ／ビデオ、GPS、ジャイロ、三軸加速度計）
 - 使い物になるCPU、モニター、キーボード



これからのITSのかたち つながる車”VIN”

VIN: Vehicles in Networks

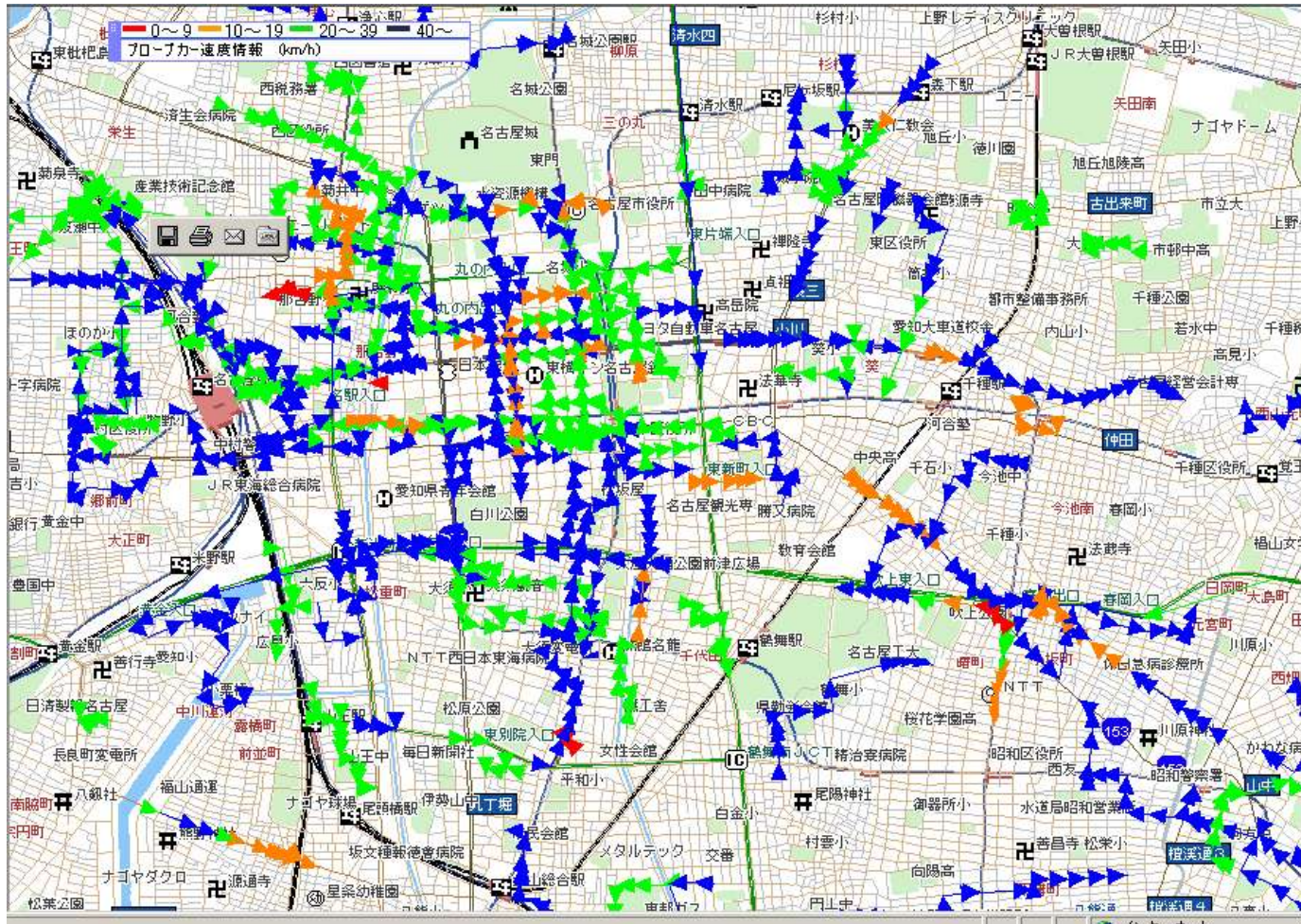
- これまでの車は、道路ネットワークという物理的ネットワークの上を走るだけであった
- 車を情報ネットワークの中に入れ、乗員・荷物・車載ネットワーク情報などを「つなぐ」ことによって、新しい道路交通システムの姿が見えてくる
- さらに、EVはエネルギーネットワーク(スマートグリッド)の中の重要な要素となる

モバイル端末を使ったVINの展開

- スマートフォン、タブレット端末、携帯電話、など安価で普及しているモバイル端末を利用してクルマをつなぐ
 - サーバとの常時接続、シンクライアント、クラウドコンピューティング
 - オープンプラットフォームでアプリをアウトソーシング
- モバイル端末ナビやタクシー配車など、すでに多くのモバイル端末ITSが普及しているが、ここでは自分の研究開発を中心に紹介

2002年 タクシープローブシステム

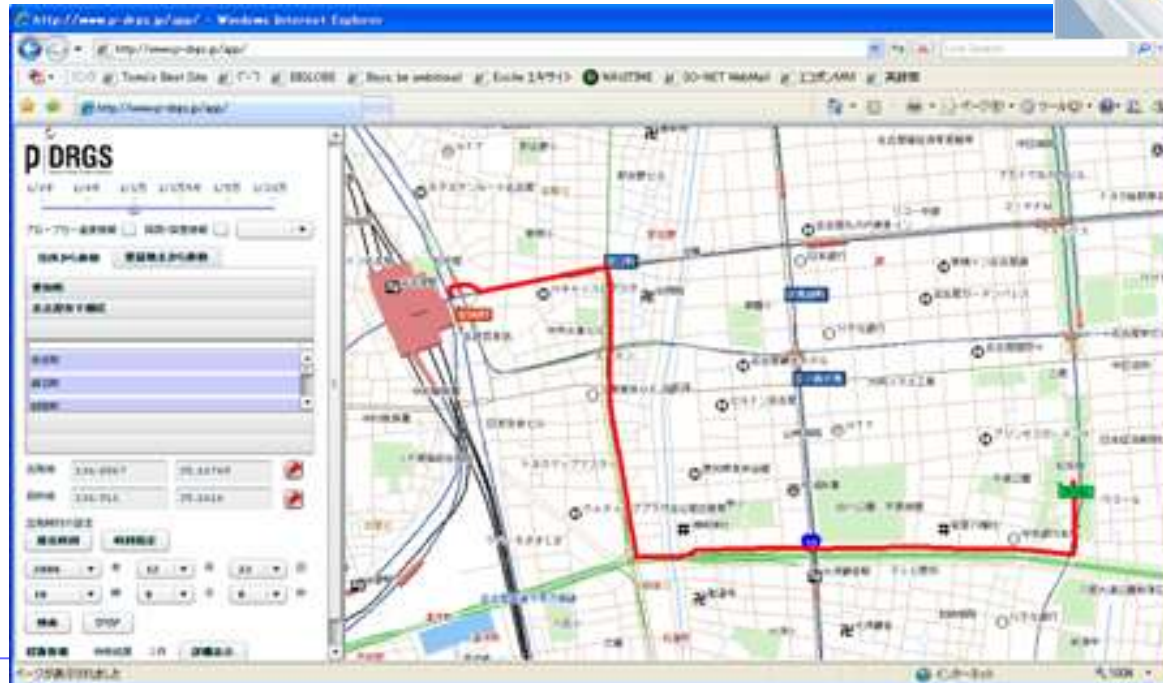
名古屋のタクシー事業者の協力により、名古屋市内において約1,500台のタクシープローブ情報を収集して活用



2003年 P-DRGSコンソーシアム

名古屋大学、デンソー、NEC、トヨタマップマスター、日本気象協会、エイ・ワークス、リベラが参加

蓄積及びリアルタイムプローブ情報を活用したナビ:PRO-ROUTEを開発



以下の経路探索の結果を表示

- 一般の道路の最短経路
- 一般道路の第2ルート
- 高速道路を利用したルート
- 公共交通を利用したルート

各経路のCO2排出量也表示

ITS スマートモール概要 2005年度版

地上デジタル+1セグ

携帯

DSRC

業務用無線(MCA)

RFタグ

無線LAN

日常生活利用へ向けた有機的な連携

舞台：南大津通商店街（名古屋市）

自宅/カーナビ

地上デジタルデータ放送

事前に自宅で街情報（イベント、駐車場など）をチェック

無線LANで情報配信

無線LANエリア

街情報を定期的に情報収集

防災

MCA利用型防災情報発信



街角に災害時情報配信端末（MCA利用）を設置

無線LAN
RFタグ
1セグTV

最新情報を1セグTV/
携帯アプリで取得



リアルタイム地域情報



自動車

DSRC/携帯連携

DSRC 駐車場利用時、
登録ユーザに街の
お得情報を携帯メールで通知



車と携帯の連携

携帯



総務省 東海総合通信局 ITS スマートモール検討会

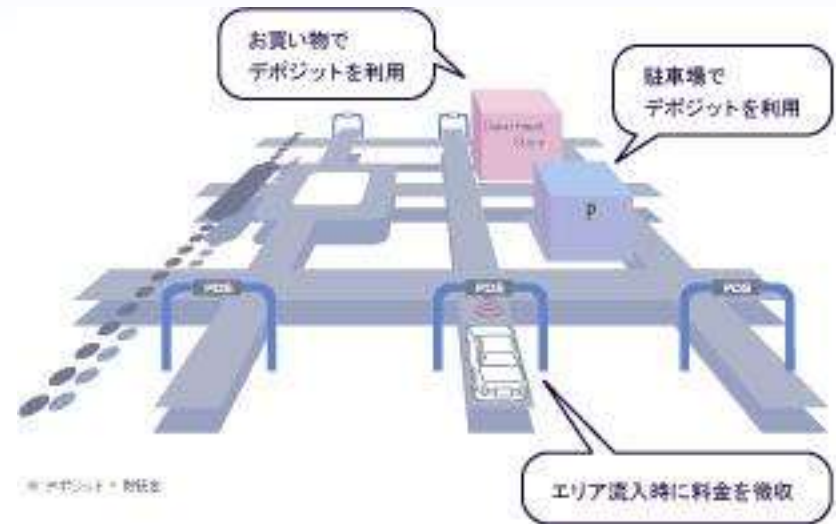
2006～2008年 PDS(駐車デポジットシステム)

課金対象

- 都心の規制エリアに流入する全ての車

返金対象 (課金の全額または一部)

- エリア内で駐車場にクルマをとめる
- エリア内で買い物をする



エリアを通過するだけの車両
違法駐車する車両

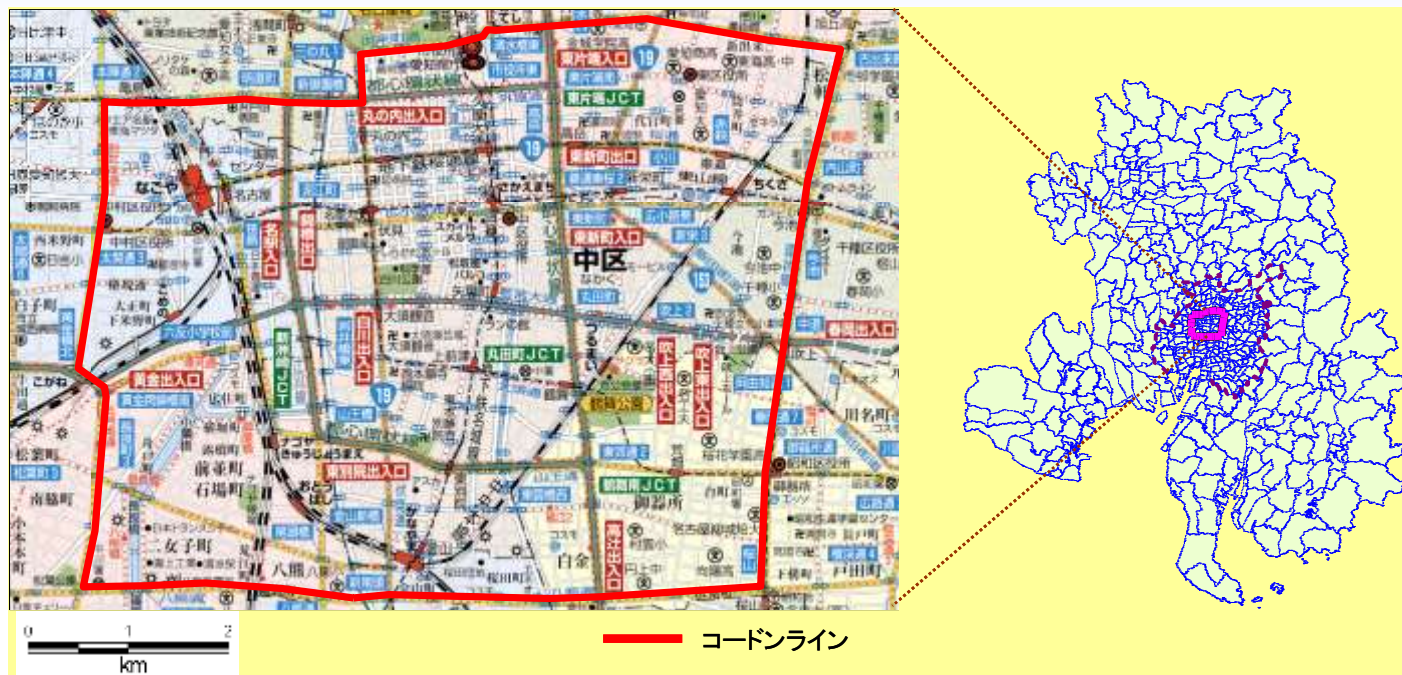
駐車場を利用する人
エリア内で買物などを行う人

⇒ ロードプライシング効果

⇒ 実質的に課金なし
または少額の課金

交通シミュレーションによる効果分析

■ 課金対象エリア



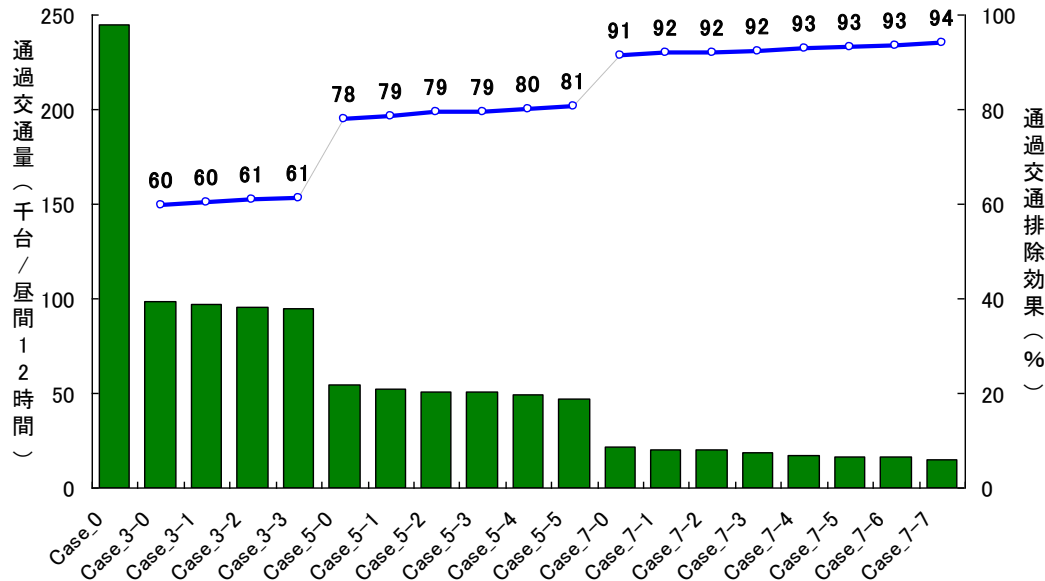
※対象エリア面積: 25km² (ロンドン: 22km², シンガポール: 7km²)

■ ケース設定(19ケース)

	Case_0	Case_3-0	~	Case_3-3	Case_5-0	~	Case_5-5	Case_7-0	~	Case_7-7
課金額	0 円	300 円			500 円			700 円		
返金額	0 円	0 円	~	300 円	0 円	~	500 円	0 円	~	700 円
実質課金額	0 円	300 円	~	0 円	500 円	~	0 円	700 円	~	0 円

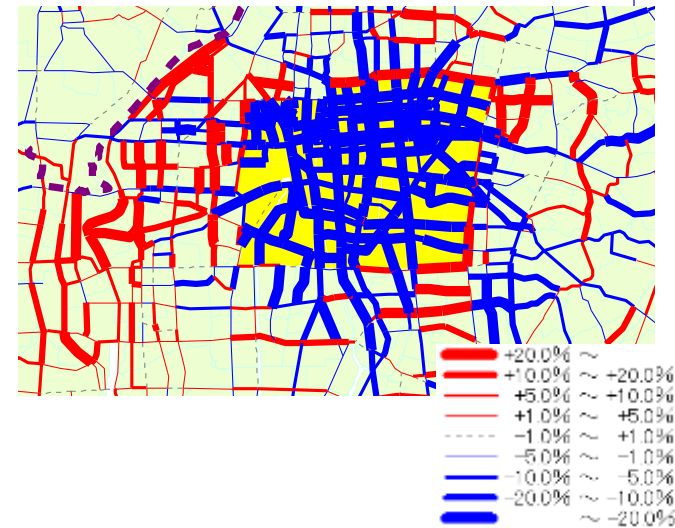
シミュレーションによるPDSの導入評価

<対象エリア通過交通量と削減効果(昼間12時間)>



<自動車リンク交通量【一般道路】の変動(昼間12時間)>

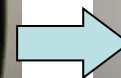
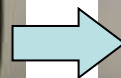
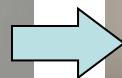
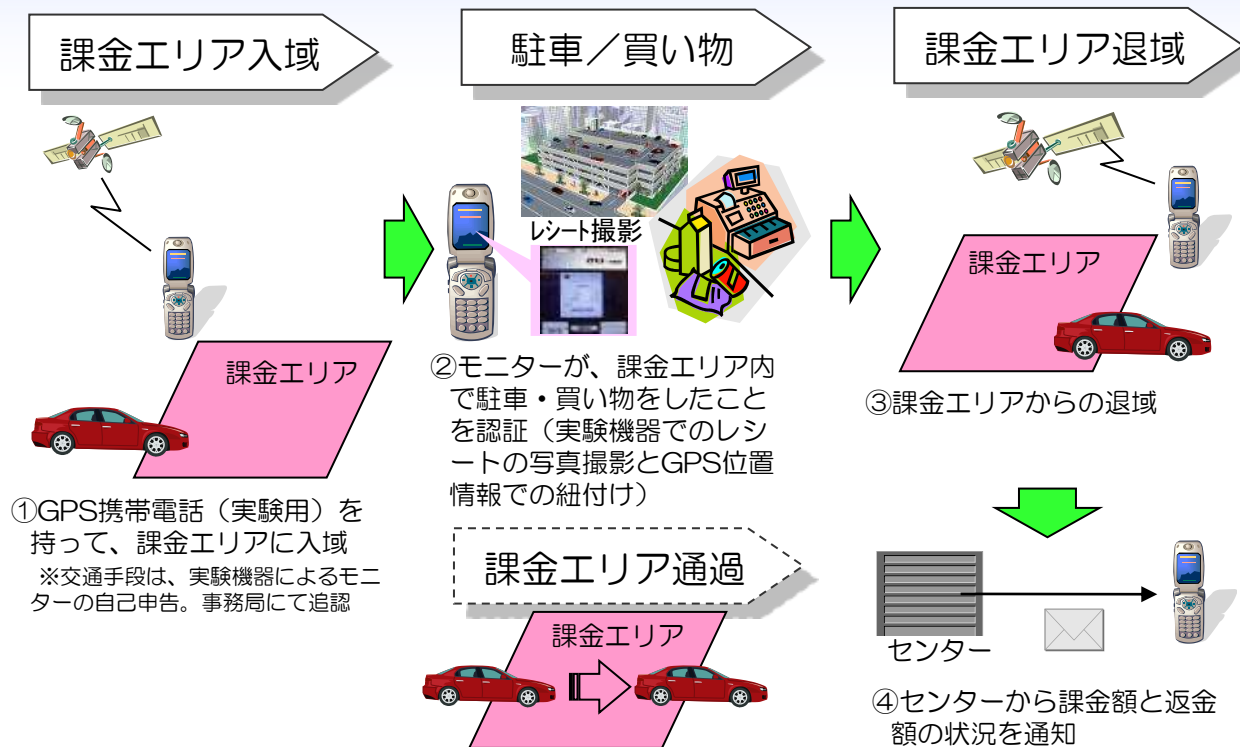
<Case_7-0/ Case_0 >



<自動車交通関連指標, 環境改善指標(昼間12時間, Case_0基準)>

	走行台キロ			平均速度		渋滞損失時間		CO ₂ 排出量		NO _x 排出量	
	対象エリア	名古屋市計	高速道路利用	対象エリア	名古屋市計	対象エリア	名古屋市計	対象エリア	名古屋市計	対象エリア	名古屋市計
Case_3-0	-15.3%	-2.2%	1.6%	3.5%	0.9%	-58.4%	-18.5%	-6.4%	-1.1%	-5.0%	-0.6%
Case_3-3	-11.5%	-1.1%	3.0%	3.7%	0.9%	-37.0%	-10.5%	-5.9%	-1.8%	-4.3%	-0.9%
Case_5-0	-23.9%	-3.4%	3.7%	4.7%	1.3%	-74.4%	-19.4%	-11.8%	-2.3%	-10.2%	-1.7%
Case_5-2	-21.3%	-2.7%	3.9%	4.2%	1.1%	-68.0%	-15.3%	-9.1%	-1.9%	-8.0%	-1.4%
Case_5-5	-17.9%	-1.6%	5.4%	3.8%	0.9%	-57.1%	-9.9%	-8.3%	-2.1%	-7.4%	-1.4%
Case_7-0	-31.6%	-4.3%	5.1%	5.7%	1.7%	-85.0%	-25.9%	-16.4%	-2.7%	-15.3%	-2.0%
Case_7-2	-29.1%	-3.8%	5.7%	5.5%	1.1%	-84.0%	-20.2%	-15.7%	-2.6%	-14.0%	-2.5%
Case_7-4	-26.7%	-3.0%	6.5%	4.9%	1.3%	-78.3%	-12.4%	-13.8%	-2.5%	-12.6%	-2.2%
Case_7-7	-22.7%	-1.9%	7.3%	4.7%	0.9%	-68.0%	-6.4%	-12.1%	-2.2%	-10.6%	-1.9%

GPS付携帯電話を使ったPDS社会実験



位置情報の取得

移動手段の入力
(出発時)

移動目的の入力
(到着時)

PDS社会実験におけるトリップ数の変化

- 合計トリップ数が約20%増加
→ 時期の違いによる移動の増加（自然増）and/or 「協力金」の影響
- 特に、都心部訪問者の増加率は26%
→ 中でも、公共交通利用による訪問者は30%増
 ➡ PDSの実施で都心部訪問者が減少しない可能性を一部実証
- 車通過は24トリップ（- 57%）減少 → 車迂回は25トリップ増加

	事前期間	事後期間 (PDS実施期間)	〈変化率〉
車訪問	269	330	〈1.23〉
公共交通訪問	225	293	〈1.30〉
訪問合計	494	623	〈1.26〉
車通過	42	18	〈0.43〉
車迂回	17	42	〈2.47〉
エリア内	444	503	〈1.13〉
合計	997	1186	〈1.19〉

2006年 環境ITS

交通行動の変更

- 交通手段変更
- 出発時刻変更
- 経路変更
- P&R
- エコドライブ

交通行動の変更を促進するITS

- マルチモードナビ
- 交通エコポイント
- カーシェアリング
- バスロケーションシステム
- 都心部乗り入れ課金(ロードプライシング/駐車デポジット(PDS))

行動変化を促進するモビリティマネジメント(MM)

ドライバー同士で助け合う
プローブ情報

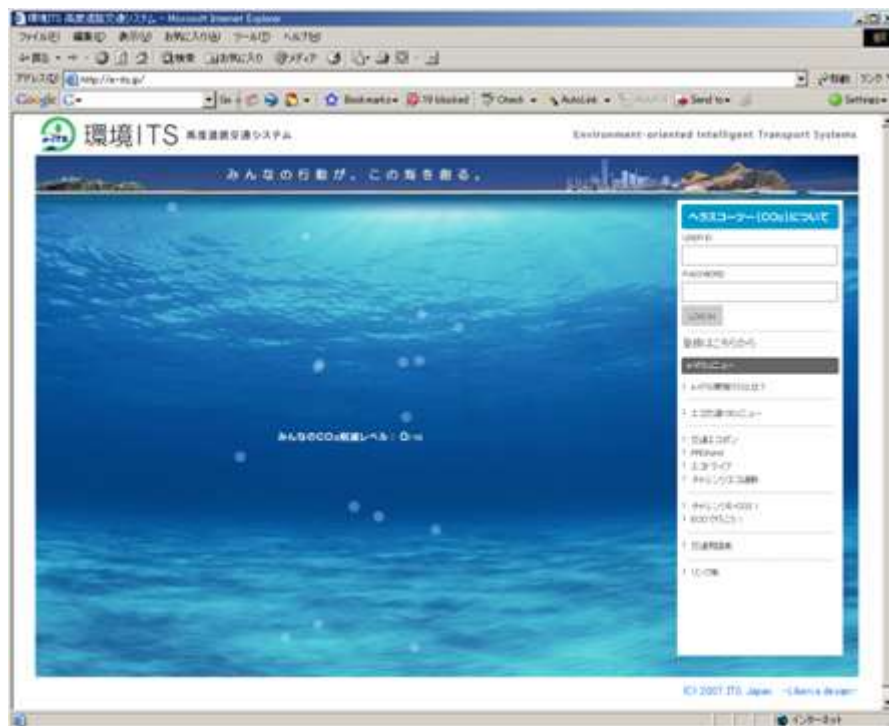
環境ITSプロジェクトで統合的に実施

2006年以降のITS Japanの一大事業としてスタート

市民参加ツール ポータルサイト

- 環境ITSのメニューが総括的に把握可能なポータルサイトのオープン
インターネット利用して、誰でも何時でも環境ITSへの参加が可能
- CO₂削減量の可視化
参加者の頑張りによって海が変化
一人ひとりの取り組みはプランクトンで表示

<http://e-its.jp>



ポータルサイトにおけるマイページの作成

- 交通行動に関する環境負荷を個人で管理できる“マイページ”を作成
CO₂削減量／カロリー消費量を個人／参加者の平均で見ることも可能
トップページ同様に個人のCO₂削減量に応じて海が変化
- 2つのMM（次頁以降参照）実験の管理
MM実験では、交通行動の入力／評価／アドバイスに使用



ステップアップの様子



モニター実験の実施① チャレンジE-CO₂

■ TFP (Travel Feedback Program) 型MM実験の実施

WebとPP (Probe-Person) 端末を使用した通常行動／事後行動の登録

Webを使用した評価・アドバイス・行動プランの作成

■ 実験実施概要

対象者

一般市民・企業市民

調査期間

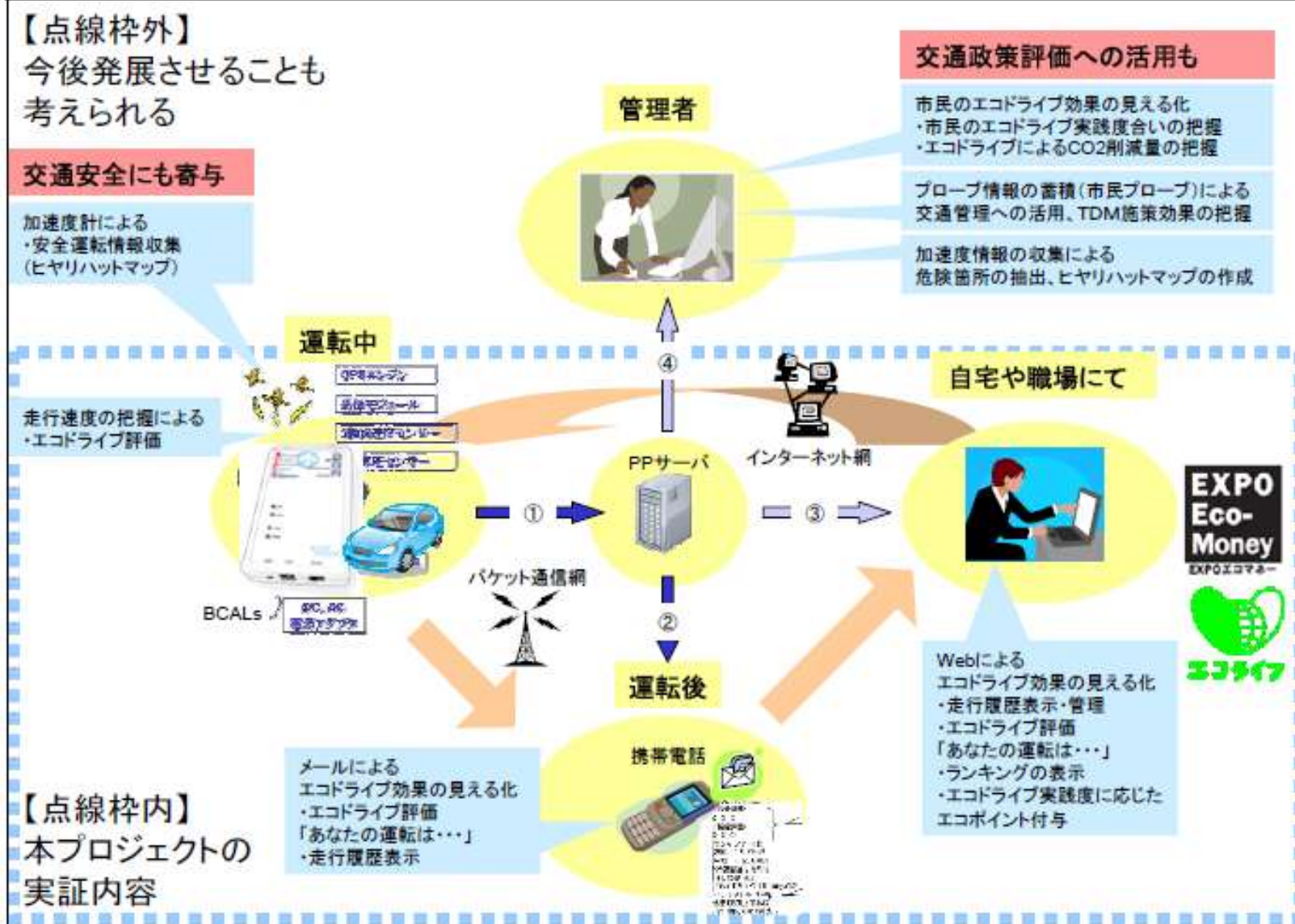
グループ1: 11/10-20 グループ2: 12/8-18



環境ITS実施期間

NU TREND

2009年 green mobility project



エコドライブ支援Webシステム

①エコドライブ運転診断



②エコドライブ運転履歴



③エコドライブ運転ランキング



⑤エコドライブ経路情報



⑥運転診断結果閲覧後アンケート



④エコドライブ改善度



2011年 準天頂衛星「みちびき」の測位評価

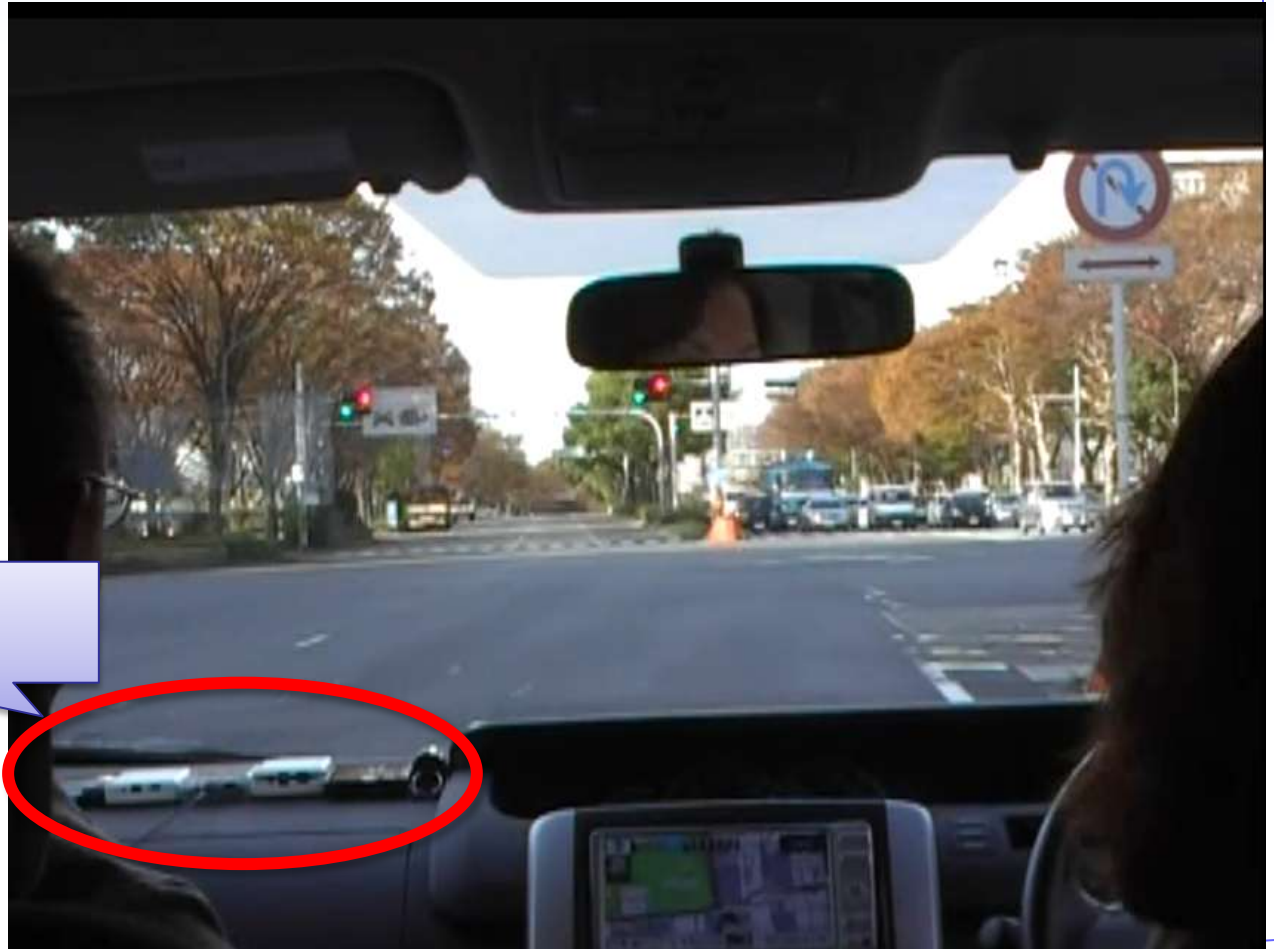
- 2010年9月に打ち上げられた準天頂衛星「みちびき」による高精度測位の評価
- (財)衛星測位利用推進センターの委託を名古屋大学が受け、JAXA、アイサンテクノロジーなどの協力の元、名古屋都心部の街路で実施

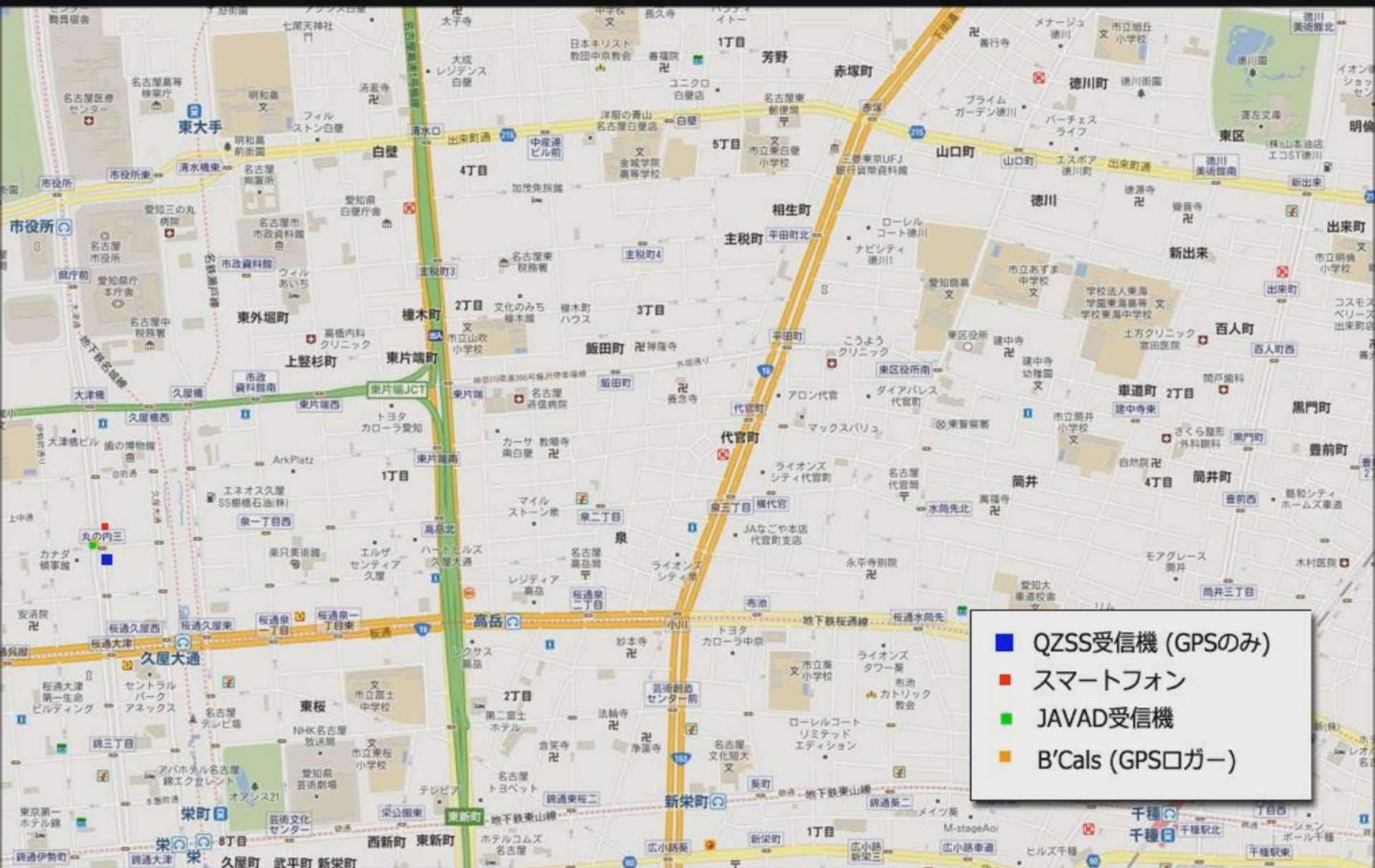
測位実験の様子

計測機器

- ① QZSS受信機 (SPAC提供)
- ② JAVAD受信機
- ③ スマートフォン
- ④ GPSロガー

計測機器





各種計測機器の違いによる精度評価



各種計測機器の違いによる精度評価



各種計測機器の違いによる精度評価



各種計測機器の違いによる精度評価



各種計測機器の違いによる精度評価



高精度測位ITS(1)

- ジャイロ・車速・マップマッチングなどの補完が無くても精確な位置捕捉が可能
 - モバイル端末でも精確な位置情報
- ナビの高精度化
 - 交差点、目的地などの案内がより精確に
 - 走行している車線を識別してナビ
 - 逆走警告
 - 使えるマンナビ
 - 都心でも1m以下の誤差、障害者対応など

高精度測位ITS(2)

- プロブカーシステムの簡素化
 - 現状のGPS情報だけでは、マップマッチングが大変であるが、それがほとんど不要に
 - プロブ情報の基本である「位置＋時刻」の情報だけで精確な速度情報を捕捉
- 道路利用料金制度への適用
 - 次世代自動車の普及により、ガソリン課税制度は破たんする
 - 走行する場所・時間・道路の種類・車の種類により課金を行う「道路利用料金制度」が望ましい

2010年 CANデータロガーの開発

取得データ例(毎秒)

- ✓速度
- ✓エンジン回転数
- ✓燃料噴射量(積分値)
- ✓アクセル開度率
- ✓ギア位置
- ✓エアコン稼働状態
など

- ◆OBDIIコネクター
- ◆GPS
- ◆CANデータLoggingソフト
- ◆SDメモリーカード
- ◆LEDエコドライブインディケータ

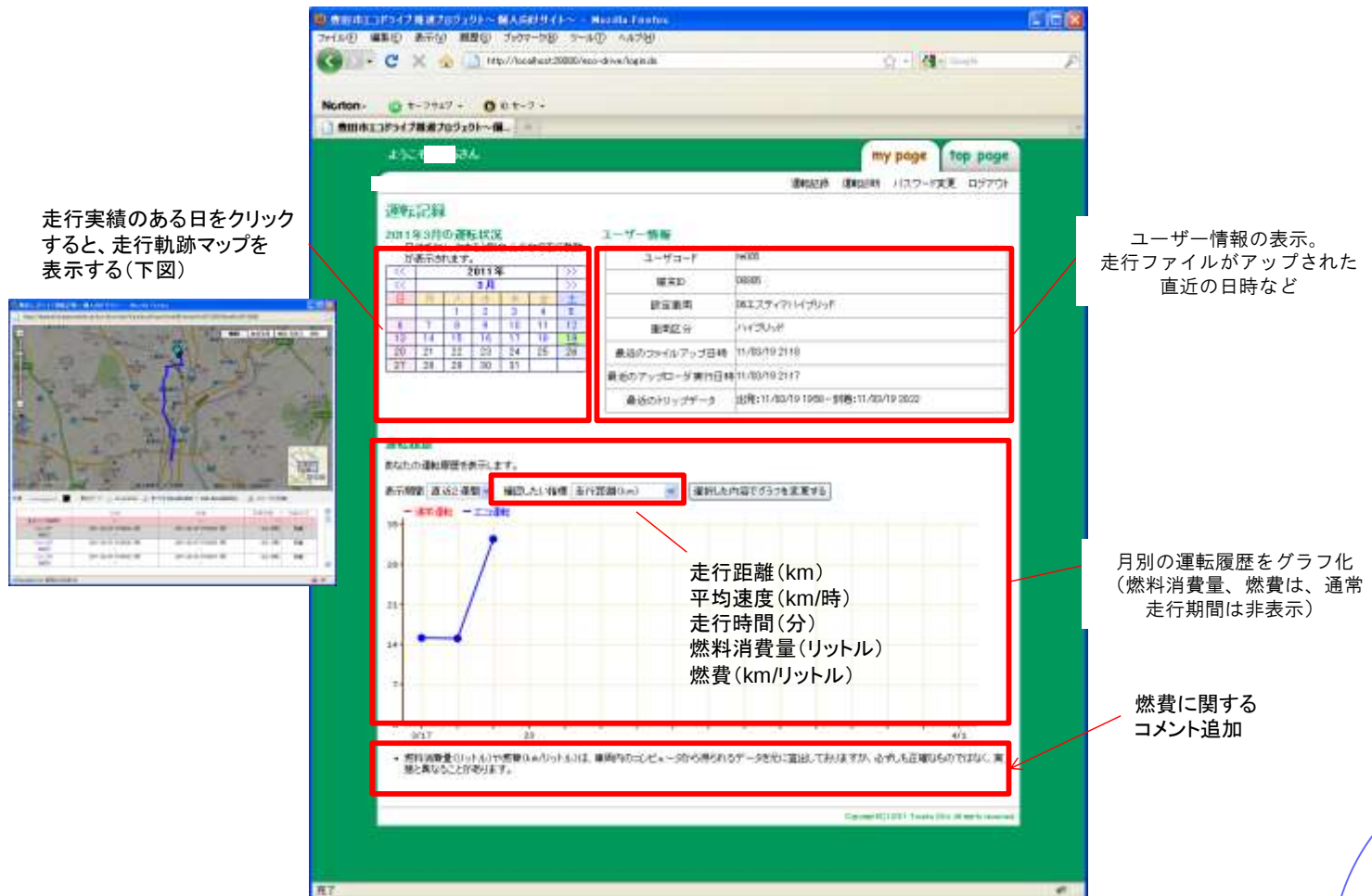


2011年 CANデータロガーによる市民エコドライブ



エコドライブ診断システム開発

運転記録ページ：モニターの日々の走行状況、ユーザー設定情報、運転履歴を確認可能

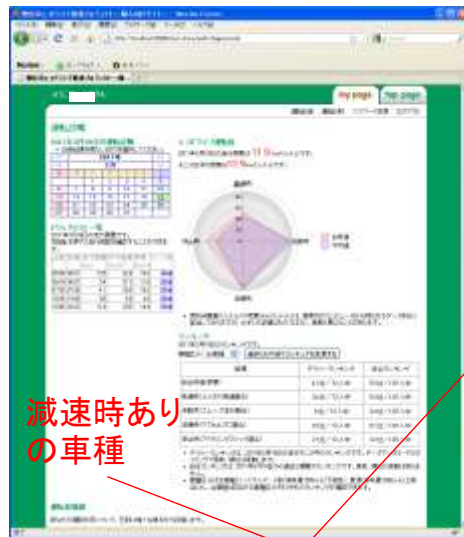


エコドライブ診断システム開発

運転診断頁：日付ごとの運転診断結果をグラフやレーダーチャートで表示。ランキングもあわせて表示

エコドライブ運転診断の表示日を切り替える。

トリップ別の一覧とトリップ別の詳細情報(経路情報)へリンク



アクセル・ブレーキ信号の取得できない場合は減速時の評価は表示しない



日単位の運転診断結果を表示

- ・総合評価
燃費を指標とし、1日の平均燃費を表示するとともに全体、車種グループ(HV、コンパクト、その他)の燃費も表示
- ・個別評価
発進時、巡航時、減速時、停止時の評価指標をレーダーチャートで表示
※全体の平均値(青)もグラフにて表示

エコドライブ指標ごとのランキング(デイリーランキング, 総合ランキング)

日別、指標別のデータをグラフ表示
※通常運転、エコ運転、LED点灯の時期が区分できるようにする

エコドライブ促進効果

データの使用条件

- ・第1実験では、実験開始当初に2007年以前の車種で車載機での燃料消費量の計算に不備があったため、グループ1のデータでは2008年以降の車種によるデータのみを用いる。
- ・また、各タームで実験に参加していることを条件とし、データ数は以下のとおりである。
 - グループ1：58サンプル（被験者数）
 - グループ4：93サンプル（〃）

全データを対象とした、燃料消費量削減効果

	一連の効果		Webシステムの効果		LEDインジケータの効果	
	第1ターム	第3ターム	第1ターム	第2ターム	第2ターム	第3ターム
平均燃料消費量(ml/km)	60.0	56.9	60.0	58.2	58.2	56.9
削減率(%)	-5.2		-3.0		-2.2	
削減量の平均値	-3.1		-1.8		-1.3	
削減量の分散	27.7		35.4		22.1	
t値	-7.2		-3.7		-3.4	
サンプル数	151		151		151	

※一対の標本による平均の検定 ※走行距離は瞬間速度から算出 ※t境界値（両側，95%）：1.98

- ・システムの適用により燃料消費量を**5.2%削減**（統計的に有意）⇒**1km走行あたり3.1mlの削減**
- ・Webシステムによる情報提供により燃料消費量を**3.0%削減**（統計的に有意）⇒**〃 1.8mlの削減**
- ・LEDインジケータによる情報提供で燃料消費量を**さらに2.2%削減**（統計的に有意）⇒**〃 1.3mlの削減**

自動車クラウドプローブ情報システムへの展開

自動車クラウドプローブシステムによる主なサービス

■ 自動取得されるパッシブプローブ

危険情報

平常時

速度超過
●リンク走行速度
急ブレーキ箇所
●急減速頻発箇所

災害時

急ブレーキ箇所
●急減速頻発箇所

環境情報

CO2可視化
●CO2排出量
エコドライブ支援
●速度、加減速、アイドリング

経路情報

混雑情報
●リンク走行速度
利用経路
●マップマッチング後の経路

通行可能箇所
●通行履歴

■ 能動的に発信するアクティブプローブ

発見情報

いつも感じること
●危険箇所、道路構造など
インシデント
●事故、犯罪、災害など

災害情報
●通行不能箇所、事故、救命要請など

ヒヤリハットマップ

- 急減速(CANデータ)頻発箇所のプロット
- 実際の事故発生箇所と比較、急減速との相関を検証

- インフラ改良や規制変更による事故ポテンシャルの削減
- カーナビ表示による運転注意喚起
- 地域住民への注意喚起

ヒヤリハットマップのイメージ



速度超過頻発箇所マップ

- 走行速度(CANデータ)を道路リンク単位で集計し、速度超過が頻発している道路を把握
- 「ぬけ道」として利用されている経路の把握

- インフラ改良や規制変更による事故ポテンシャルの削減
- カーナビ表示による運転注意喚起
- 地域住民への注意喚起

速度超過経路のイメージ図



CO2排出量マップ

- 燃料噴射量(CANデータ)を道路リンクごとに集計し、単位走行あたりのCO2排出が多い箇所を表示
- 道路交通量を掛け算すると道路リンクごとのCO2総排出量マップに

- CO2排出量削減のためのインフラ改良
- 交通規制変更
- 交通需要マネジメントへの基礎データ提供

CO2排出量マップのイメージ

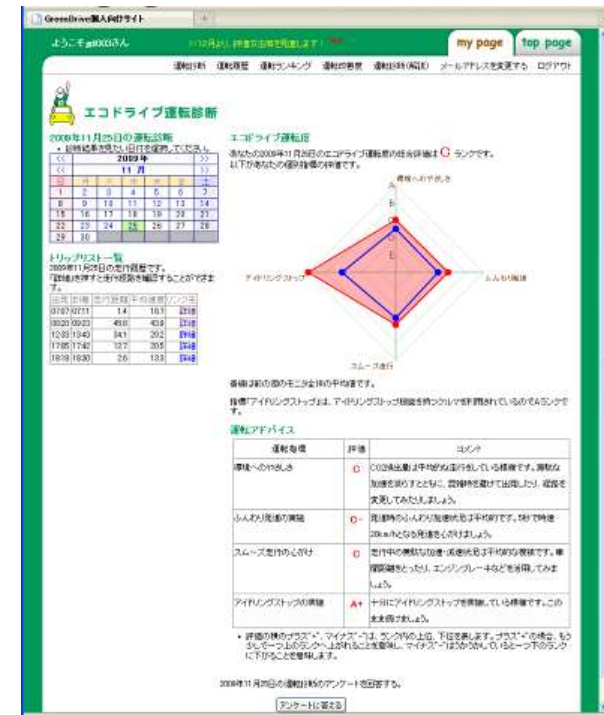


エコドライブ支援

- 燃料噴射量(CANデータ)を分析してドライバーに示し、エコドライブの見える化やインセンティブ付け(ランキング、エコポイント付与など)に

エコドライブウェブサイトのイメージ

■ 燃費上昇、CO2削減



プローブ旅行時間の表示と蓄積

- 速度(CANデータ)や時刻ごとの位置情報から道路リンク旅行時間を計算しリアルタイム表示、または定常的な渋滞の時間と場所を表示する「いっどこ渋滞マップ」を提供

プローブ速度情報の提供イメージ



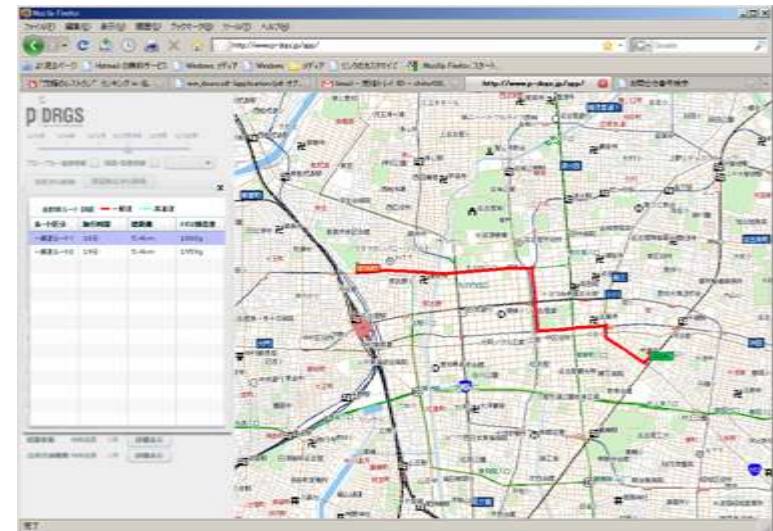
- インフラ改良や規制変更のための基礎データ
- ドライバーのルート選択や出発時刻選択のための情報

最短経路／エコルート案内

- 速度(CANデータ)や時刻ごとの位置情報から道路リンク旅行時間を計算し、それを蓄積した時間帯別旅行時間テーブルから予測型のナビゲーションシステムを構築
- CO2排出量最短の「エコルート」も提供可

プローブ情報を加味した動的経路案内のイメージ

- 所要時間短縮
- 正確な到着予測時間
- 環境負荷低減



アクティブプローブの活用

- 市民が交通に関する「日ごろの気付き」や「突発事象発生の情報提供」を、その場でスマートフォンに向かって「つぶやく」だけで位置付き情報としてアップリンクされるアプリケーションを開発

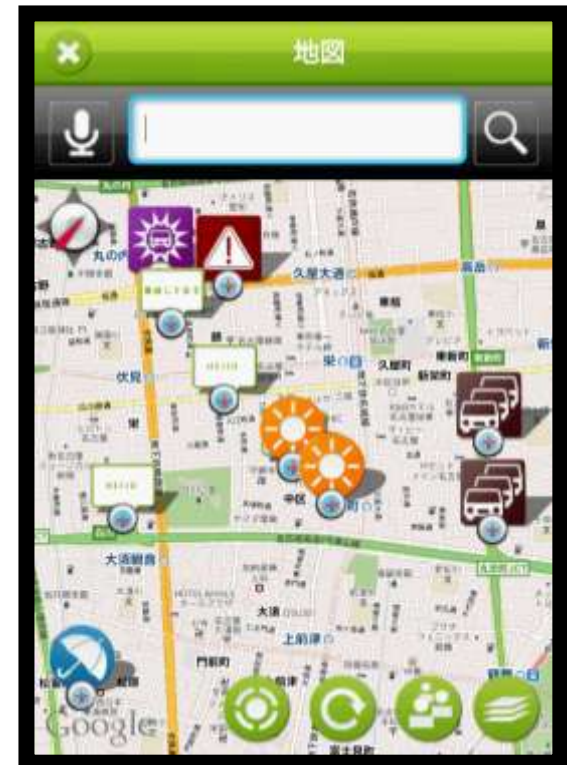
日頃の気付きの例

信号現示、危険箇所、インフラの不具合など

突発事象の例

事故、犯罪、災害など

- 市民参加型のまちづくりの実践
- 行政コストの削減



大規模災害時のプローブ情報活用

①アクティブプローブによる迅速な災害情報共有化

- ・ 東日本大震災時にツイッターが活躍したように、市民からの位置情報付の災害情報を集約して地図上に表示

②走行履歴による道路利用可能性情報

- ・ 東日本大震災時にカーメーカのプローブ情報を集約して道路の通行可能性情報を提供したように、大規模災害時にパッシブプローブ情報を道路利用可能性情報に切り替える仕組みを構築

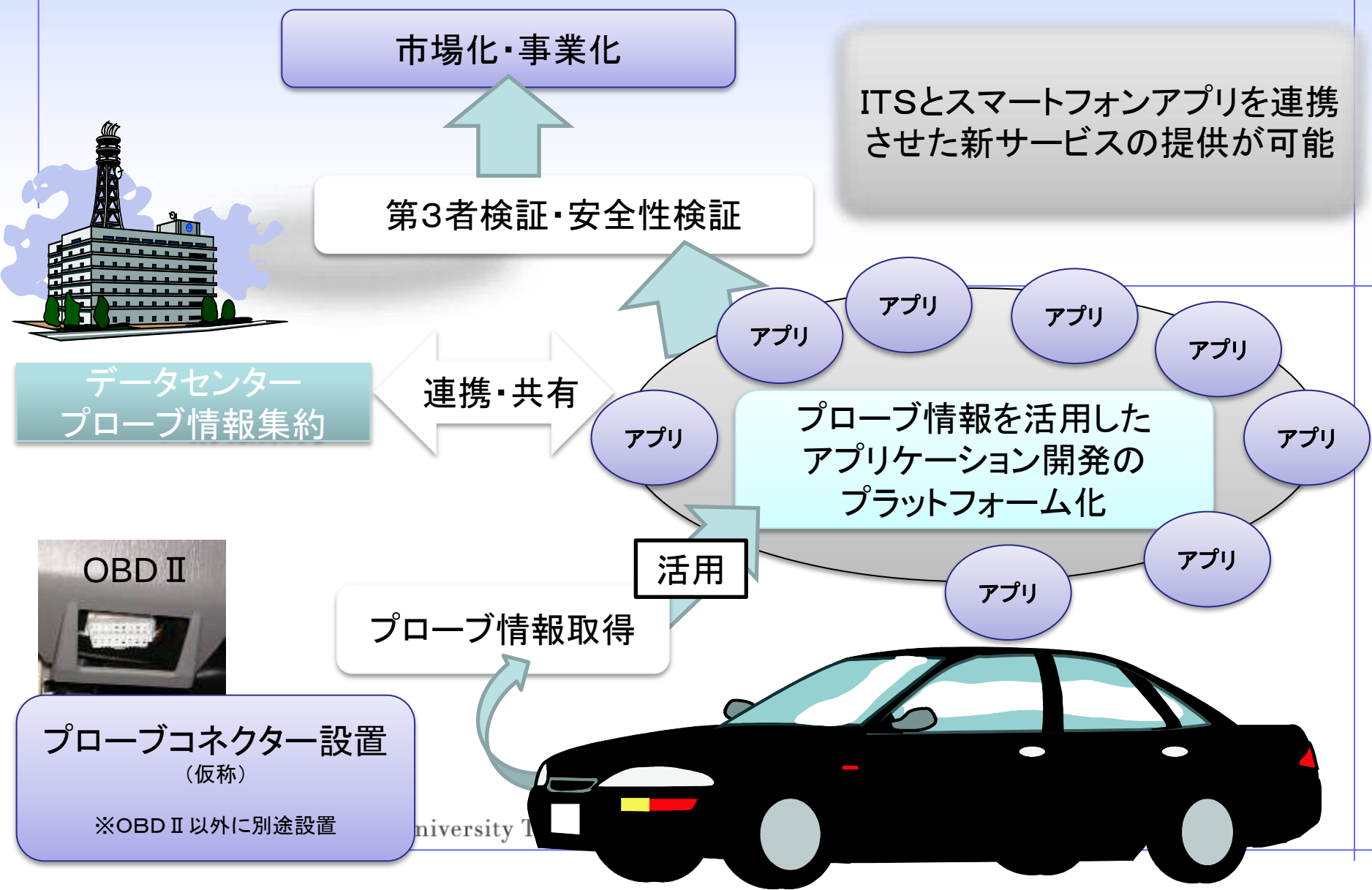
③安否情報

- ・ 氏名、電話番号、位置だけをアップリンクさせる安否情報にも利用可能

自動車クラウドプローブの実現に向けて

- 有用なCANデータをセキュリティ高く取り出し活用する仕組み
 - 速度、加速度、燃料噴射量、EVのSOCなど
 - CANデータ利用プラットフォームの構築
- 端末、アプリ、センターの低コスト化
 - スマートフォンの活用
 - サービスのクラウド化
 - オープンプラットフォームでアプリを市場調達
- モデル都市で腰の据わった実験
 - 複数省庁と自治体の連携
 - 多くの市民の参加と社会的便益の提示
 - 自立するビジネスモデルの構築
 - 世界標準化と世界への見える化（2013年ITS-WCショーケースなど）

自動車クラウドプローブのプラットフォーム



おわりに

- ITS三種の神器「カーナビ、VICS、ETC」のような重厚長大から、テレマティックス系ITSはモバイル端末＋クラウドという、小型汎用端末・汎用通信・センター処理へ
- いつでも・どこでも車が通信でつながっていて、オープンプラットフォームから得られるさまざまなアプリのサービスを受ける姿に
- その中で、CANデータを使った自動車クラウドプロブの活用や、モバイル端末での正確な測位は、これまでにないアプリを生み出す可能性も

ご静聴ありがとうございました