

ITS 世界会議 2012(Wien)参加報告

JARI・ITS 研究部では、今秋、オーストリア ウィーンで開催された第 19 回 ITS 世界会議へ参加し、各セッションを聴講し、メンバーそれぞれの研究テーマに関連する調査を行いましたのでご報告させていただきます。

ITS の最新の動きを把握して戴く資料として、お役立て戴ければ幸いです。また、会議に参加された関係者の皆様からのご意見等、お待ちしております。

一般財団法人 日本自動車研究所 ITS 研究部

報告者：蓮沼 茂、鈴木 尋善、伊藤 寛、香月 伸一

目 次

1. 概況報告	3
2. Plenary Session	5
2.1 Converging technologies- converging mobility(PL02) 「技術の結集－モビリティのコンバージ」	5
3. Executive Session	6
3.1 Communication technologies: comfortable and resilient system for the next generation (ES01) 「通信技術：次世代に向けた快適でレジリエントシステム」	6
3.2 Mobile device data as a source of traveller behaviour information (ES03) 「旅行者行動情報源としてのモバイルデバイスデータ」	8
3.3 International ITS cooperation- connected vehicles (ES07) 「ITS の国際協調－Connected Vehicles」	10
4. Special Interest Session	13
4.1 ITS certification towards sustainable deployment (SIS08) 「持続可能な配備に向けた ITS 認証」	13
4.2 Cybersecurity and the impact on the Intelligent Transportation System (SIS10) 「サイバーセキュリティと ITS へのインパクト」	14
4.3 Fully automated platoon system (on energy ITS project) (SIS21) 「自動隊列走行システム」	16
4.4 International standards harmonisation for cooperative ITS (SIS23) 「協調 ITS のための国際標準のハーモナイズ」	18
4.5 OBU – The (missing) link between the car and the community (SIS29) 「OBU(車載機)－自動車と社会の間の(欠落した)リンク」	19
4.6 Cooperative ITS Fields Operational Tests in Europe (SIS48) 「欧州における協調 ITS フィールドテスト」	20
4.7 From large-scale Fields Operational Tests to deployment (SIS67) 「大規模フィールドテストから実配備へ」	22
4.8 Connected vehicle research in the United States and international observations (SIS77) 「米国における Connected Vehicle 研究と世界動向」	26
4.9 Cooperative ITS for now and the next (SIS83) 「協調 ITS の現状と将来」	28
5. Technical Session	31
5.1 V2I applications (1)(TS005) 「路車間アプリケーション(1)」	31
5.2 V-to-I applications - Communications (1)(TS042) 「路車間アプリケーション－通信(1)」	33
5.3 V-to-X : Communication technologies (1) (TS051) 「車両通信技術(1)」	34
5.4 V-to-X : Communication technologies (2) (TS051) 「車両通信技術(2)」	36
6. エネルギーITS 自動運転隊列走行ワークショップ	39
6.1 米国 PATH からの報告	39
6.2 欧州 IKA からの報告	40
7. デモ調査結果	42
7.1 Cooperative Mobility デモ①、②、および Kapsch V2X デモ③	43
7.2 Valeo Park4U®	46
7.3 EU and US Cooperative Vehicle Showcase	47
8. ウィーン交通事情	49

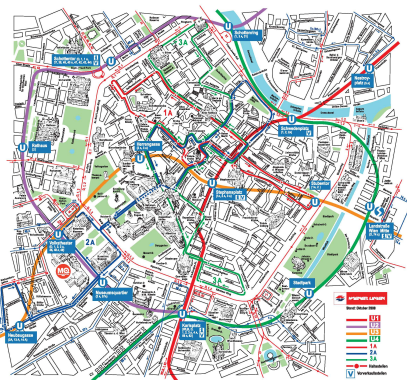
1. 概況報告

(1) はじめに

第 19 回 ITS 世界会議 2012 が、10 月 22 日から 26 日にかけて、オーストリア・ウィーンにて開催された。JARI・ITS 研究部からは、自動運転・先進運転支援システムや協調システム関連の発表や調査などを主目的として 5 名が参加したので、それらの分野の調査内容を中心に概要を報告する。

ITS 世界会議は、ITS に関わる世界の産・官・学が一堂に会する最大のイベントで、欧州、アジア大洋州、アメリカの順番で毎年交代で開催されており、欧州での開催は、第 1 回 ITS 世界会議のパリ（1994）、ベルリン（1997）、トリノ（2000）、マドリード（2003）、ロンドン（2006）、ストックホルム（2009）に続き 7 回目である。今後は、東京（2013）、デトロイト（2014）での開催が予定されている。

会場となった"メッセ・ウィーン"国際会議場は、ウィーン中心部を取り巻く"リング"と呼ばれる昔の城壁（旧市街の防御壁）跡の環状道路から東北東方向に地下鉄で 5 分程度の駅の目の前という便利な場所にあり、旧市街のどこに泊まっても大体ドアツードアで 30 分以内で行けるところにある。しかしながら、会場内の案内表示が不備なため、最初のうちは目的の会議室に行くのに戸惑う人も多かったように聞く。ちなみに会議室には、シューベルトやシュトラウスなど、ウィーン出身の音楽家の名前がつけられていた。



図表 1-1 ウィーン中心部（リング周辺の地下鉄路線図）



図表 1-2 会議場の外観

(2) 第 19 回 ITS 世界会議 2012 の概要

今回の世界会議のテーマは、"Smarter on the way"（よりスマートな移動を目指して）で、キーワードとして、Connectivity（シームレスな接続）、Interoperability（相互運用性、サービス性の向上）、Sustainability（持続可能な発展）の 3 つを掲げ、公共交通への乗り換え、国境通過時の手続きの効率化、路車・車車協調システム、スマートフォンとの連携サービスなどを取り上げた議論やデモが活発に行われた。

下記は、主催者発表の実績であるが、いずれも目標を達成しており、ますます成功であったと言える。

- ・参加者数 : 約 10,000 名 （目標：8,000～10,000 名）
- ・参加国 : 90 力国 （目標：60 力国）
- ・会議登録者数 : 約 3,000 名 （目標：3,000 名）
- ・出展数 : 約 300 企業/団体 （目標：300 企業/団体）

(3) セッション

セッションは合計 231 のセッションが、以下の 6 つのコングレストピックスを軸に、エグゼクティブセッション (12)、スペシャルインタレストセッション (86)、テクニカル・サイエンティフィックセッション (118)、インタラクティブセッション (6)、その他 (9) に分かれて構成されていた。

- ① インフラおよび交通・旅行関連の情報やデータの提供と活用の最適化
- ② インテリジェントなインフラストラクチャー
- ③ シームレスなマルチモーダルサービスの継続性と相互運用性
- ④ 全てのユーザーのための安全と安心の統合
- ⑤ 協調システムサービスにおける自動車とインフラとユーザーの接続性
- ⑥ 持続可能で、クリーンで、エネルギー効率の良いモビリティ

(4) 展示会

展示会では、日欧米の自動車や電装品、及び電機メーカの展示が行われていたが、例年のごとく欧米企業の展示数、内容に比べ、日本企業の展示数（単独出展 9 社、ジャパンパビリオンにて共同出展 20 社・団体）、内容が際立って印象的であった。

(5) デモンストレーション

路車・車車協調の安全運転支援システムをはじめとして、EV の効率的経路誘導、公共交通の流入の最適化などの試乗デモ、見学デモが 5 つのテーマで計 23 行われ、主催者からの情報では、3 日間で述べ 2,400 名の方が参加・体験したとのことである。

(6) ラポーター

今回初の試みとして、3 極より計 18 名のラポーター（報告者）が選任され、コングレストピックスごとに分かれて、会議・デモ・展示の結果を専門家の観点からまとめ、代表者が最終日のクロージングセッションで今回の会議の特徴や特色として総括した。日本からのラポーターは、大口先生（東大）、石先生（早大）、浮名氏（UK コンサルタント）の 3 名。

2. Plenary Session

2.1 Converging technologies- converging mobility(PL02)

「技術の結集－モビリティのコンバージェンス」

最初に米国 Qualcomm の Ms. Alice Tornquist はスマートフォンやタブレットなどモバイル機器の急激な普及と ITS 分野への応用を紹介。



次にドイツ Ford の Mr. Andreas J.M.Ostendorf は 5～7 年先、2025 年ごろ、さらにその先の協調システムの技術やサービスのステージについて紹介し、2025 年には V-V/V-I 通信の装備で Autopilot やマルチモーダルネットワークが実現し、将来的には、車は社会とネットワークで結ばれると述べた。

フランスの Mr. N.Leboucher は Orange Business Services における ICT/ITS の取り組みを、デンマークの Mr Per-Henrik Nielsen は Ericsson における ITS へのモバイルネットワーク技術の適応例として、CoCar/CoCarX プロジェクトにおける 3G、LTE 通信、スウェーデンのヨーテボリでの EV の Charging ネットワークやコンテナ物流を紹介した。

次に、韓国の MLTM^{*1} の Mr. Seung-Ho Lee は、韓国における安価で効率的な ITS として、スマートフォンを用いたサービスの具体例を上げ、多くのスマホアプリが存在していることや、車車間/路車間通信を利用し、最終的には自動運転を目指す SMART Highway Project の取り組みについて述べた。また、交通情報などは各 TMC^{*2} のデータをオープンな API を用いて統合し、スマホ等で提供する方向であることも紹介した。

オーストリアのリアルタイム交通情報サービス等テレマティクス提供会社である Intelematics の Mr Adam Game も、テレマティクスにおけるスマホの重要性とアプリの例を示すとともに、車からのデータ送信における課題について述べた。



図表 2-1 交通関連のスマホアプリ



図表 2-2 テレマティクスサービスの例

続いて、司会者と登壇者間での質疑という形でパネルが行われ、Qualcom は携帯がプラットフォームになること、Ericsson は LTE の遅延が 100msec 以下であり様々なアプリに使えること、Ford は携帯は確かに強力なツールだが車の情報をすべてのアプリに対して開放するわけではないこと等を述べた。

*1 : Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (国土海洋部)

*2 : Traffic Management Center

3. Executive Session

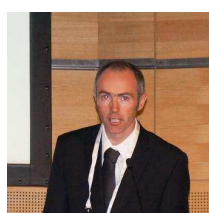
3.1 Communication technologies: comfortable and resilient system for the next generation (ES01) 「通信技術：次世代に向けた快適でレジリエントシステム」

* モデレータ：小山敏氏，ARIB

協調 ITS の通信としての携帯系ネットワーク、特に大容量低遅延の LTE の有用性や次世代 LTE の動向、クリティカル安全や災害時通信分野での携帯系ネットワークの信頼性やその懸念からの特定通信の確保等の必要性の発表。



① Mr. John McCarthy, Transport for London (TfL；ロンドン交通局), United Kingdom



ロンドン交通局の ITS の現状として、現在の通信ネットワークを紹介し、渋滞対応の技術革新、3,000 箇所の信号での交通流検知、歩行者／自転車の検知計画などについて紹介した後、次のステップとして性能の保証、路側設備低減、安価なモバイルソリューション、リアルタイム情報提供などのための詳細な協調型ネットワークのロードマップを開発していくことを紹介。

② Mr. Johannes Springer, T-Systems, Germany



サービスプロバイダとしての立場から、ドイツにおける UMTS/HSPA (3G) と LTE (4G) エリアの広がりを紹介し、キーである通信ネットワークの弾力性維持のためには、ネットワークの有用性、異なるネットワークの冗長性、サービスのロバスト性が必要であると述べた。

③ Mr. T. Russel Shields, Ygomi, USA

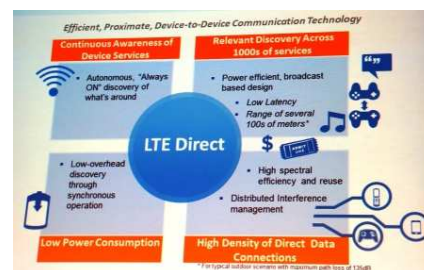


ITS 系の通信として、TD-LTE^{*1} を使わないと時代に取り残されると従来の意見を主張。欧米の IEEE802.11p は ITS 以外に誰もつかわない 20 世紀の技術であり、ITS を長い目で見たときに 5.9GHz DSRC、日本の 760MHz は TD-LTE に移行すべきと主張し、米では公共の安全系通信は LTE に移りつつあるとして、早く頭を切り替えるべきと述べた。

④ Mr. Hais Zisimopoulos, Qualcomm, USA



Qualcomm が中心となって 3GPP で規格化を進める LTE-Direct の概要と特徴について紹介。



図表 3-1 LTE-Direct の特徴

⑤ 田村知行氏，総務省総合通信基盤局電波部 移動通信課

日本では携帯電話が約1億3千万台普及しており、2015年にはこのうちのスマホの割合が80%を超える見通しであることを示した。その上で、かかる大容量通信の増加で通信トラヒック量が急増しており、東日本大震災の際には通信の輻輳や障害が頻発したこと、携帯系通信による車車間通信実験を行ったが2sec以内に通信のフェールが7%あるなど、非常時のV-Xにおける携帯系通信の適用に信頼性の面から疑問を呈した。

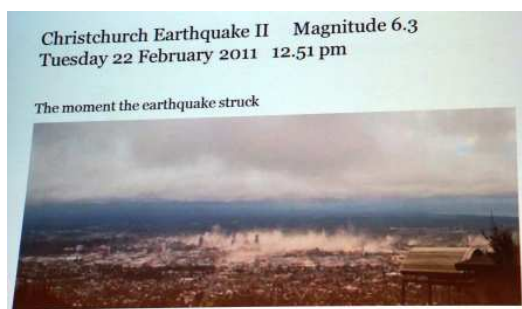


図表 3-2 東北大震災時の通信の輻輳や障害

⑥ Mr. Peter McCombs, Traffic Design Group, New Zealand



ニュージーランドにおける交通情報提供サービスの現状と動向について紹介するとともに、災害に強い都市の実現のためには4R(Reduction, Readiness, Response, Recovery)の迅速さと持続が必要と述べ、2011年のクライストチャーチ地震後の町や市民の様子を映しながらその必要性を暗示した。



図表 3-3 地震直後の映像



図表 3-4 地震2日後の交通情報提供

*一連の講演後、モデレータより災害時の通信の重要性を前置きした上で、

- ①災害に適した通信
- ②それら候補の長所／短所
- ③通信分野での新技術
- ④通信業界の協同

に関する質問が、各講演者と会場に投げかけられた。

これに対し、災害時の通信としてV-Vが役立つことや、提供のしやすさや信頼性が重要であることが述べられた。LTE-Directが適しているとの意見がMr. H.Zisimopoulos氏からあったが、安全系システムではセキュリティが重要で、かつ輻輳のリスクを負えないとの指摘が田村氏からなされた。また、規制や標準化の面での業界のコラボレーションの必要性が述べられた。

*1：Time Division Duplex- Long Term Evolution（時分割多重方式LTE）

3.2 Mobile device data as a source of traveller behaviour information(ES03)

「旅行者行動情報源としてのモバイルデバイスデータ」

* モデレータ : Mr. Jaehak Oh, Vice President, The Korean Transport Institute - KOTI, Korea

① Dr. Barry J. Glick, Chief Executive Officer, ALK Technologies, Inc., USA



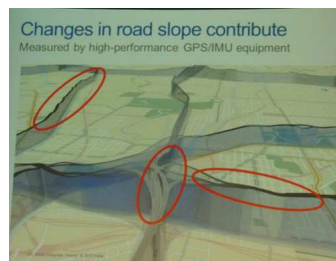
アプリ開発の立場から、モバイルアプリが急速に普及し、簡単にデータが収集できる環境が整う中で、その課題について紹介。GPS 情報や OD 情報など、収集する情報を集約することで、価値を上げることができる。また、旅行に加えて、イベントなど、他の情報源からの情報との融合、急加速などの運転行動の取得も可能である。

こうした情報の活用のためには、プライバシーの保護が重要であるが、交通情報のように、匿名情報を集約化して得られる情報から、個別ユーザー向け情報の提供のように顕名情報が必要なサービスまで種類があり、何が収集され、どう使われ、どこに行くか、どう保護されるかを明らかにしなければならないとした上で、個人利用、公開利用、外部利用などの分類を紹介した。

② Mr. Robert Denaro, VP Advanced Driver Assist Systems Product Marketing, Nokia, USA



3D 地図を使えば、行く先の勾配情報が得られ、道路の標高データを加味した経路案内をすることでエコドライブが実現できるとしている。こうした予測エネルギー効率アルゴリズムで燃費効率が 10~20%改善するとしている。併せてリアルタイム交通情報、モバイル機器から得られるプローブ情報が効率的であることを述べた。

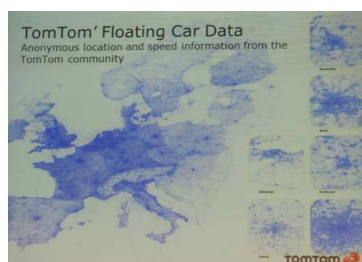


図表 3-5 道路勾配が寄与

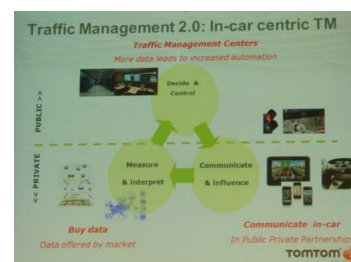
③ Mr. Carlo van de Weijer, V-P, ITS, TomTom International



The Public Private future of traffic management と題して、携帯端末から収集したプローブを端末利用者の間で活用するだけでなく、交通管理者に提供し、交通管理の円滑化を図ることができることを紹介。また、この情報を利用者の携帯機器に直接提供することで、直接ドライバーに交通情報を届けられると同時に、さらに多くのプローブ情報を収集することが可能となり、WinWin の関係を築くことができるとしている。



図表 3-6 プローブ情報分布



図表 3-7 車載機中心の交通管理

④ Mr. Eric-Mark Huitema, Smarter Transportation Leader Europe/SME, IBM, The Netherlands



渋滞などの解消に対して、情報の収集、原因（例えば駐車場探しの Trip）の解消、複数の交通手段の情報提供、道路状況情報提供などの事例を紹介した。また、SMART-In-Car プロジェクトで、自動車の様々な情報を取得し、運転者に自動車の状況を提供すると同時に、多数の車両の情報を収集するプロジェクトや、Intelligent TMC といった交通管理システムを紹介した。

⑤ Mr Mark Hsiao, Vice President, International Integrated Systems, Inc., Chinese-Taipei



台湾における交通情報提供システムの計画を紹介した。スマートフォンアプリで交通情報が提供されており、交通情報、駐車場情報など多岐に渡る情報にアクセスが可能である。一方で、これらの情報は、サイロ型の統合などの影響で、互換性がないため、データを統合し、ビッグデータの処理の手法を使った新しいシステムを企画中。2013 年までに企画、2014 年までに配備し、2015 年から本格運用に入るとしている。

⑥ Dr. Passakon Prathombutr, Director（発表は Dr. Sorawit Narupiti）, NECTC, Thailand



モバイルデバイスを交通安全、省エネルギーに活用する事例の紹介。

安全に関しては Traffic bSafe というスマートフォン向けアプリで、運転行動（速度など）を計測、必要に応じて警報を出し、写真をアップロードすると共に、運転後、コメントを提供することができる。この背景には、タイにおける交通事故原因の 2/3 が乱暴な運転に起因していることが背景にある。この他、燃費計測の仕組みも紹介した。結論として、携帯機器の利用、ICT 技術の活用が、安全と省燃費の鍵である。同時に、研究においては、標準に従いながらも、タイの文化に合わせてカスタマイズすることが必要としている。

講演後、データ取得とプライバシー保護等について、議論が行われた。データ取得に当たっては、ユーザに強制せず、同意と信頼が重要という見解で一致。一部に、こうした同意を取りにくい仕組み（ブルートゥースを使った交通計測）や、データの使われ方が明らかではない例（Apple、Google）があるとの指摘があった。

3.3 International ITS cooperation- connected vehicles(ES07)

「ITS の国際協調－Connected Vehicles」

* モデレータ：川嶋弘尚名誉教授、慶応大学

協調システムに関する国際調和の必要性とその活動の現状が、米国・欧州からなされた。日本・中国も自国の協調システムの現状動向を紹介するとともに国際調和への貢献を発表。欧州からは C2CCC 参加のカーメーカーが 2015 年から協調 ITS を導入するという覚書を交わしたことが紹介された。



① Mr. Brian Cronin, JPO-RITA^{*1}, US DOT



協調システムの国際調和（Harmonization）は、余計な標準の策定防止や実用化コストの低減、開発・実用化加速のために重要であり、特に Connected Vehicle では必須であって、現在 EC の DG CONNECT^{*2}、日本の国土交通省、韓国の国土海洋部、カナダの Transport CANADA と調和を行っていることを示した。

特に、EU とは具体的な調和作業を行う WG や TG を組織し、安全系協調システムのメッセージである EU 側の CAM と米国側の BSM は、簡単なソフトで識別できるくらいまで調和させたとしており、これまでの調和作業の成果が RITA より報告されている。今後、EU とは調和作業をベースとした国際標準化、それぞれのデモをベースとしたクリティカル安全アプリの識別や HMI を焦点としていくとした。



図表 3-8 国際調和のイメージ

② Mr. Juhani Jääskeläinen, DG CONNECT, EC



第 7 次 FP では協調システムに既に約 150M Euro の予算をかけ、Call 10 他最終募集（80Meuro）の段階に入っていることや、EU が 2011 年に出した交通白書に従い、2014 年から 6 年間の FP である Horizon2020 を 80B Euro で実施すること、その FP の中でスマートで環境にやさしい統合交通が重要課題であることを紹介している。

また、協調システムに関してはシステムコンポーネントの統一化によるコスト低減やグローバル運用による市場のグローバル化、新市場の開拓を図るため、国際調和、特に標準化が必要であると述べ、EU が既に北米、ロシアやアジア諸国と調和を実施していること、その一例として、この世界会議での EU-US の調和ショーケースを紹介した。また、協調システムは既に大規模 FOT と実用化段階に入ったことを EU の DriveC2X、米国の SafetyPilot、日本の ITS Spot を例にとって示し、C2CCC に参加のカーメーカーが 2015 年から協調 ITS を導入するという覚書（MoU）を交わしたことを紹介した。この間に、M/453 の元にメッセージ、タイミング、セキュリティ等に関する技術仕様を固めるとしている。



図表 3-9 EU と各国との協調



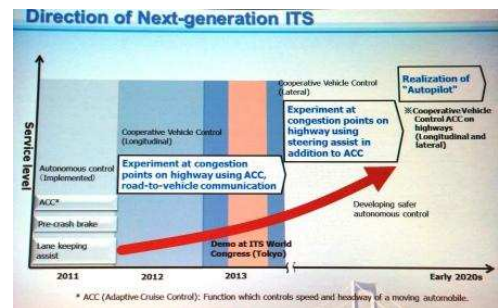
図表 3-10 ITS 指令の出ているサービス

③ 奥村康弘氏、国土交通省道路局 道路交通管理課



日本は協調 ITS に 1970 年代から取り組み、現状では VICS（装着車 3,500 万台）と ETC（利用率 87%）が広く普及し、渋滞が 30%減ったこと、また 2009 年から ITS Spot サービスが始まり、高速道 1,600 箇所、車載器は 5 年で 10 万台に達していること等、実用化で先行していることを示した。

また、ITS Spot サービスの内容が示されるとともに、これからの応用として、渋滞の 60%を占めるサグ部への I-V 協調 ACC による渋滞削減の実験が紹介された。協調システムの国際調和に関して EU と US との調和内容を示し、日本は実用化や震災の経験を生かした提言ができるとした。また、次世代 ITS として 2020 年代前半の Autopilot の実現を目指したロードマップが示された。



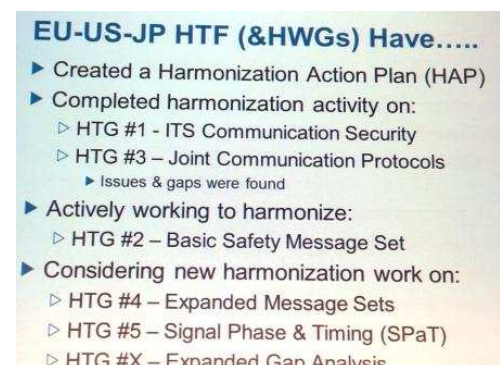
図表 3-11 次世代 ITS の概要ロードマップ

④ Mr. Dick Schnacke, Transcore, USA



ISO/TC204 米国代表の立場より ITS 標準化における国際調和について述べた。調和（Harmonization）とは各地域規格のコアの部分をできる限り一致させる（より近いことが望ましいが等しくなくて良い）こととした。調和活動の体制と得られる利益や活動における障害についても述べ、調和は難しいが得られる価値はやりがいがあるもので一緒にやっというように述べた。また、ITU の ITS 標準化への参画に関し、ITU とのコラボレーションについてもその内容が紹介された。

また、ITU の ITS 標準化への参画に関し、ITU とのコラボレーションについてもその内容が紹介された。



図表 3-12 各 HTG のテーマ

⑤ Mr. Xiaojing Wang, Research Institute of Highway, Ministry of Transport, China



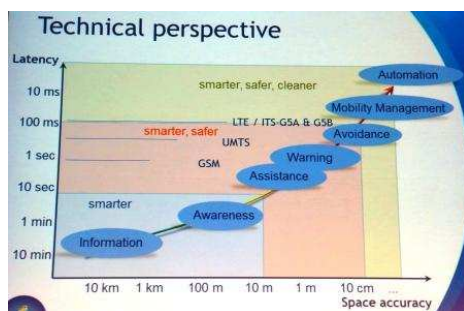
中国における ITS 戦略プランと協調システム、国際協調について述べた。まず中国における ITS 研究やデモ、実用化例や標準化を概説。1999 年～2003 年に国家 ITS アーキテクチャを作成し、協調安全システムや AHS^{*1} も含めたサービスを定義し、2006～2020 年の 3 回の 5 力年計画で ITS 研究を実施し、2011～2015 年では Intelligent Highway

の研究を実施していることを様々な具体的研究例を挙げて示した。実用化例として ETC サービスを 2012 年 9 月には 24 省、3,600 レーンにて 400 万人のユーザに提供していることを紹介した。また、日米欧との協調についても述べ、EU とは FP で長い協調の歴史があることを紹介した。

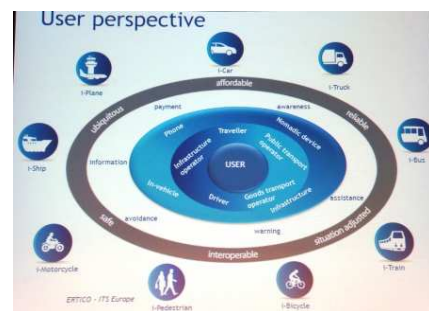
⑥ Mr. Hermann Meyer, ERTICO - ITS Europe



協調システムの技術的観点やユーザの視点からみた協調システムを示した。技術的観点では、遅延と空間精度の軸でみた協調システムの進化と適用可能な通信メディアについて紹介した。また、実用化に向けて考慮すべき共通点として技術進歩、規制や法律、ビジネスモデル、ユーザニーズ、サービス品質をあげてそれら課題の概要方策を示し、データ交換メカニズムや、セキュリティフレームワーク、相互運用を担保する標準、信頼品質の評価などや、最終的にはパイロット事業が必要であることを示した。



図表 3-13 技術的観点で見た協調システム



図表 3-14 ユーザの視点で見た協調システム

*1 : Joint Program Office- Research and Innovative Technology Administration

*2 : European Commission Directorate General for Communications Networks, Content and Technology

*3 : Automated Highway System

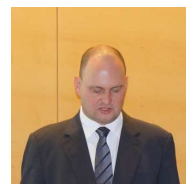
4. Special Interest Session

4.1 ITS certification towards sustainable deployment(SIS08)

「持続可能な配備に向けた ITS 認証」

モデレータ：Mr. Martin Arndt, ETSI

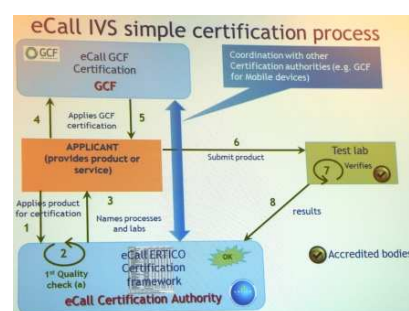
ITS システムやサービスの信頼性を保証するためにも相互運用性（=標準化）が不可欠とし、その対策として欧州における ETSI 主催の PLUGTEST などの相互接続性試験や認証の重要性を発表（出席者：約 20～25 名）



① Mr. Francois Fischer, ERTICO- ITS Europe



ITS システムやサービスの信頼性を保証するためには相互運用性が不可欠であり、その欠如は安全性を脅かすばかりでなく、システム非搭載車両よりも事故リスクは高くなる可能性があるとして、安全、効率、快適アプリに対する定性的な影響を示した。その対策として、必要な全要件の仕様化と認証を挙げ、どのように認証すべきかを認証機関の概要や eCall の認証を例に挙げて述べ、すべての関連利害関係者のコンセンサスを取りえる ERTICO がこれに貢献できることを示した。



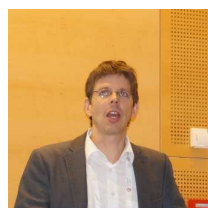
図表 4-1 eCall の認証プロセス

② Mr. Sebastian Müller, ETSI

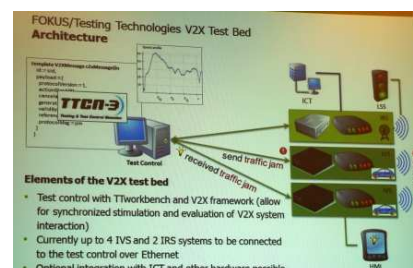


標準化=相互運用性で、相互運用標準の開発には単純な解決策はなく、仕様化→評価→試験といった実用的アプローチが重要であり、仕様化には ASN.1 や XML のような標準記法やプロトコル仕様が含まれていることや試験が可能であることが重要。評価や試験は標準が正しく適用されていることの確認であり、実際にはいくつかの方法があるが、最も実際的で安くできる方法として ETSI 主催の PLUGTEST を推奨。過去 2 回の PLUGTEST を紹介するとともに、第 3 回を 2013 年第 2 四半期に行う予定で 10 月に案内を出して募集する予定。今後の課題としてセキュリティ、輻輳、アプリのテスト仕様を挙げると共に、現在、発行中のテスト仕様標準を紹介した。

③ Mr. Jürgen Grossmann, Fraunhofer FOKUS, Germany



V2X システムのテストベッドを紹介。TTCN-3 でプログラムされたテストベッドは現在、4 つの車載システム、2 つの路側システムが接続可能で、イベントの検出・伝達、ユーザ通知の評価や End to End の試験が可能。このテストベッドとツールを用いて行った DRIVE C2X と SimTD の試験について紹介するとともに、今後の課題を紹介。受容性評価のためには、さらに多くの条件での試験が必要であるし、さらにリアルなテストイベントのシミュレートが必要である



図表 4-2 V2X テストベッド構成

とした。

④ Mr. Peter Dutrieux, DEKRA, The Netherlands



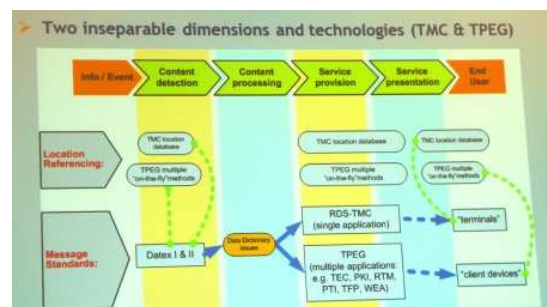
EC 指令必須要件の適合認証シンボルの例を示し、国際認証スキームが相互承認を実現すると述べた。各ステークホルダが何故安全基準を必要とするか、現状の各エネルギー源の安全基準としてどんなものがあるかを紹介し、eCall を例に、eCall の必須要素である IVS, Network, PsAP の各々に関する基準を紹介した。最後に、認証こそが安全を達成する製品の信頼性を保証するものであるとした。

⑤ Mr. Bev Marks, TISA



TISA (Traveller Information Services Association) を紹介。TISA が TTI (Traffic and Traveller Information) に関するバリューチェーンを開発してきたとし、その具体例を説明すると

ともに、TISA が策定した TPEG2 標準である ISO21219 標準群を紹介するとともに、認証については、市場に認証マークを提供して製品やサービスを保証していることなど、TISA での TPEG 認証をアピールした。



図表 4-3 TISA バリューチェーン

4.2 Cybersecurity and the impact on the Intelligent Transportation System (SIS10)

「サイバーセキュリティと ITS へのインパクト」

モデレータ：Steve Dellenback, Director R&D – Intelligent Systems, S R I, USA

① Mr. Hiro Onishi, Alpine Electronics Research of America, Inc., USA



自動車が攻撃の対象になり得る理由として、人に怪我をさせる、高価である、しばしば安全でない場所に停車しているなどをあげていた。一方、自動車は数十もの ECU を搭載し、既に“機械”ではなくなっており、TRB や SAE で自動車・交通分野のサイバーセキュリティが検討されている。民間では欧米でプロジェクトの検討が進んでいる。

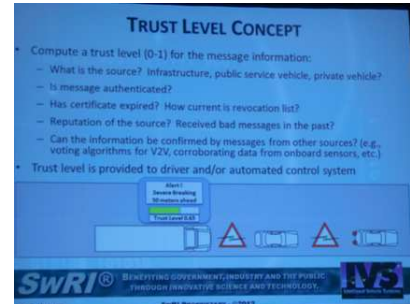
一方、ユーザの持ち込むスマートフォンとの接続は、多くの自動車メーカーが実現しているが、このスマートフォンはセキュリティの観点では脆弱で、マルウェアと呼ばれる不正ソフトが急増している。これに対して、自動車側のセキュリティ確保には 3 つの特有の課題がある。1 つは、外部との接続が限られ、監視やセキュリティソフトの更新が難しいこと（常時接続でない）、2 つ目は、車載 ECU の処理能力が PC 程は無いこと、3 つ目は、乗員の生命に危害を及ぼすおそれがあることである。このため、走行系のネットワークの手前でマルウェアを防止する、異常事態を検知・警告する、セキュリティが破られても、安全が保たれるようにすることを推奨している。

② Mr. Paul Avery, Group Leader R&D – Intelligent Vehicles, Southwest Research Institute, USA



Alternate Methods for Security in a Connected Vehicle Environment と題して、現在、DOT などでも検討されている V2X 通信のセキュリティの仕組み PKI（公開鍵インフラストラクチャ）への対案を示している。本来、受信したメッセージが信頼できることを証明すべきであるが、PKI では、メッセージ中の偽データや、不正端末リストの数が多くなった場合の

対応や、システム維持管理費用が高額であることを指摘した上で、信頼レベル（Trust Level）の導入を提唱している。これは、受信情報の発信元（路側か、車両か、どんな車両か）や、複数の車両から同じ情報を受信したかなどの情報を基に、受信情報が信頼に足るかを判断する、というものである。信頼度の計算には、ルールベース、ヒューリスティック、学習アルゴリズムが考えられるとしている。坂の頂上付近、高速道路の合流、気象条件の悪い場所の警告などを例にとり、動作を紹介していた。



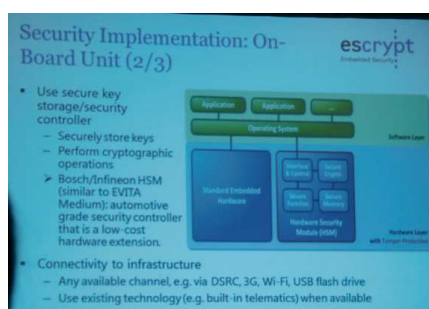
図表 4-4 トラストレベルの概念

③ Dr. Andre Weimerskirch, Managing Director, Escrypt, Germany

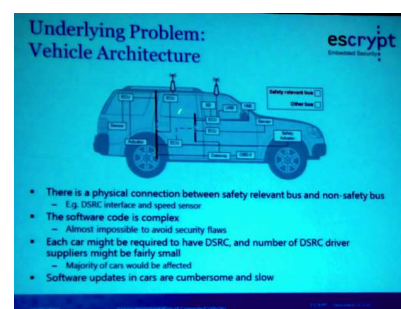


Secure Implimentation of Connected Vehcles と題して PKI の仕組みを紹介。車載機に対しては、危険な状況の場合のみ、解読することを推奨、1 秒間に 20～25 個のメッセージの処理が可能で、非力な CPU でも対応可能であるが、アプリによっては、より高い処理能力が必要になる可能性を指摘していた。セキュリティコントローラについては、Bosch/Infineon の HSM（ハードウェアセキュリティモジュール）を紹介していた。

自動車側の課題として、安全関連と安全非関連のネットワークが物理的に繋がっていること、ソフトウェアが複雑で、ソフトウェア更新が煩わしく、遅いこと等を指摘していた。今後の車載セキュリティとしては、ハード、仮想化、オペレーティングシステム、アプリの各レイヤーでセキュリティ対応をすることの必要性を指摘。ある程度のインフラの必要性、低コスト車載機の可能性、PKI 設計が簡略化されているとまとめた。



図表 4-5 車載機へのセキュリティ実装



図表 4-6 車のセキュリティの課題

④ Dr. Ileri Ibarra, Functional Safety Consultant, MIRA Ltd, UK



Beyond cross-cutting concerns for resilient intelligent transportation systems と題して、V2X システムのセキュリティを考察。自動車周辺のネットワークはよりオープンになることが予想される。こうした環境でも、セキュリティを確保するためには、Resilience 性が求められる。この場合、複数の要素の関係も考慮する必要があることを指摘。新しいリスクアセ

スメント手法を提案。複数のリスク管理手法を統合する必要があると指摘。

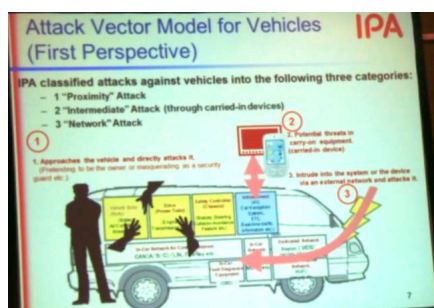
⑤ Dr. Manabu Nakano, Senior Researcher, Information-technology Promotion Agency, Japan



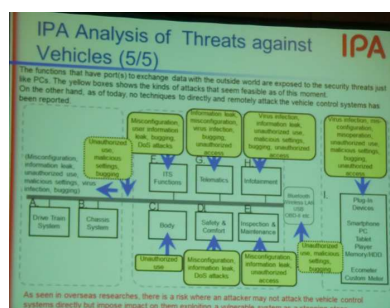
Secure Driving with IPA car: How Crackers Get into the Car, Cyberly Speaking と題して、外部との接続が増え、且つ、内部の標準化が進む自動車に対する脅威分析を、IPA カーと名づけた仮想的な自動車に対して実施した結果を報告した。

脅威分析の視点は、攻撃がどこから来るか、どのような攻撃が可能かの2面。IPA カーという仮想的な自動車を対象に、自動車の内外を、基本機能（走行に係る部分）、拡張機能（ボディー、テレマティクス、インフォテインメント、ITS など、走行には直接関係しない機能）、共通機能（持ち込み機器など）に分けて分析し、脅威を抽出した。

今後、自動車メーカ、ユーザ、サービスプロバイダが協力して、全体的、継続的な対策が必要であると述べた。



図表 4-7 IPA カーと攻撃モデル



図表 4-8 自動車に対する脅威分析

4.3 Fully automated platoon system (on energy ITS project)(SIS21)

「自動隊列走行システム」

モデレータ：Dr. Suda, Tokyo Univ., Japan

東大の須田教授がモデレータとなり、今年度が最終年度となる経済産業省、NEDO のエネルギーITS 推進事業（自動運転・隊列走行）の成果報告が行われた。登壇者は4名。モデレータの須田教授からは、セッションの位置づけ、進め方等の説明があった。



① Mr. Keiji Aoki, ITS Center, Japan Automobile Research Institute

プロジェクトのリーダーを務める JARI の青木主席研究員から開発成果の概要として以下の報告があった。

エネルギーITS（自動運転・隊列走行）は、短車間距離での自動運転隊列走行システムにより、トラックの空気抵抗低減による省エネ効果と道路占有面積の縮小による交通円滑化効果、安全性の向上というメリットがある。導入ロードマップに基づくコンセプトとして、

- ・コンセプト X（縦方向のみ自動制御＝通信を利用した CACC、車間距離 22m 程度）
- ・コンセプト Y（縦・横自動制御、車間距離 10m）
- ・コンセプト Z（専用レーンでの後続車無人運転、車間距離 4m）



という発展シナリオに基づいた開発を推進している（いずれも車速は 80km/h、隊列台数は 4 台）。

システムの全体構成としては、実用化を前提として安全性と信頼性を高めるため、センサー系、ECU、アクチュエータ系、通信系の全てが二重系で構築されている。

車間距離 4m での省エネ効果として、3 台平均で 15%低減できることが、シミュレーションと実験値から確認されている。すでに供用前の新東名高速道路にて車間距離 10mでの 3 台隊列走行実験、産業技術総合研究所テストコースにて車間距離 10mでの 4 台隊列走行実験に成功している（ビデオの紹介）。2013 年 2 月に最終目標として車速 80km/h にて、車間距離 4m で、トラック 4 台（大型 3 台+小型 1 台）の自動運転隊列走行の実証実験を行う計画となっている。

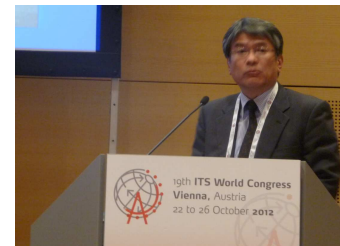
② Takanori FUKAO,Ph.D., Kobe University

次に神戸大学の深尾准教授から、走行制御技術として、パスフォロ잉アルゴリズムに基づいた車線維持制御システムの開発と、リアプノフの安定性定理に基づき車車間通信を用いて速度と前後車両との車間距離を同時に制御する車間距離制御システムの開発等について、供用前の新東名高速道路での走行実験ビデオを交えて報告があった。また、道路線形やカント（横勾配）が未知の道路での操舵制御を行うための手法としてファジー推論によるセルフチューニングを行う手法の紹介があった。



③ Kazunori Onoguchi,Ph.D., Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University

弘前大学の小野口教授からは、カメラによる白線認識技術として、短車間距離での隊列車両であるがゆえに、トラック側面に装着したカメラ（前後各 1 台）から見える範囲（直下かつ短区間）で白線を検知する手法や、インターチェンジ等で白線が切れたり、ゼブラ模様になったりする場合の対策として、地図情報に白線情報を付加することにより誤認識を防ぐ手法について報告があった。



④ Mr.Satoru Hoshina, Oki Electric Industry Co., Ltd.

沖電気工業の星名氏からは、隊列間の車車間通信技術として、異なる通信メディアを用いた二重系システムとするため、5.8GHz を用いた無線通信（20msec 周期 5 連送）と光車車間通信を用いた二重系の高信頼性車車間通信システムを構築しているとの報告があった。光車車間通信システムは世界でも実用化事例がないため成果が期待される。



プレゼン終了後に全体を通じての質疑応答セッションがあり、「どうやって加減速中でも車間距離を一定に制御することができるのか？」などといった技術的な質問が数件あった。

4.4 International standards harmonisation for cooperative ITS (SIS23)

「協調 ITS のための国際標準のハーモナイズ」

モデレータ：Mr Wolfgang Höfs, DG CONNECT, EC

EU-US 調和活動の目的や体制と、調和活動のために既に設置あるいは新規に設置する HTG (Harmonization Task Groups) の概要や、HTG#1 と HTG#3 が 2012 年 9 月に発行した報告書の概要を発表（出席者約 60 名）



① Mr. Brian Cronin, RITA, USDOT



ITS 協調システムにおいては、開発の重複を最小限にし、ハードウェア/ソフトウェアを共通化することによるオープンマーケット化、コスト低減、早期実用化を図るための国際調和が必要であることから、USDOT は EU (2019)、日本 (2010)、韓国 (2012) と調和に関する合意を交わした。EU-US に関しては 5 つの HTP (Harmonization Action Plan) を策定し、それを実行する WG と 3 つの HTG (Harmonization Task Groups) を設置した。

EU-US 合意の安全・効率アプリに関して、HTG#1 はサービスとセキュリティ管理を、HTG#2 は安全メッセージ (CAM vs BSM) を、HTG#3 は通信プロトコルを担当し、HTG#1、#3 に関してギャップ/重複分析、相互運用テスト技術等と各標準化機関に対する FB 事項を記述した報告書が発行され、公開 workshop が 11 月にドイツで開催される。また、DENM と j2735 のメッセージ等さらなる広範なメッセージの調和を目指す HTG#4、信号関連の調和を目指す HTG#5 の新設を紹介した。

また、US DOT の活動として、Connected Vehicle Reference Implementation Architecture (CVRIA) を 2013 年夏までに作りあげるとした。

② Mr. Knut Evevsen, Q-Free, Norway



HTG#1、#3 の位置づけとメンバー紹介の後、9 月に公開された報告書案の概要紹介があった。今回の報告概要は "Overview of HTG1&3" に示されており、そのアウトプットは SDO と ITS 利害関係者に対する勧告であって、システム設計や実用化に関する仕様や競合規格ではなく、あくまで SDO を支援するものであるとした。また、報告書では例えばプロトコルスタック識別やジオネットワーキング (ETSI では必須にしたいと思っているが米国では現状考慮されていない) のように必ずしも合致していない面があることも報告している。

今後 11 月のドイツの workshop で議論されるとともに、各 SDO 内で議論される。発表後の Q&A ではジオネットワーキングの必要性や EU での必須化に関する質問がなされた。

③ Mr. Markus Strassberger, BMW, Germany



COMeSafety2 のミッションは欧州 M/453 における標準化プロセス推進の積極的な支援であり、ETSI/CEN での協調システムの MSS (Minimum Set of Standards) 進捗のモニタ、US や国際標準化との協調であると述べた。また、協調システム配備のための必須条件の調和が国際調和のゴールであり、そのためにはステップ by ステップのプロセスが重要であるとした。Q&A において EU-US の調和に関し質問があり、Knut 氏より決めようとしている Day1 アプリ、規格は全体の一部に過ぎないとの回答がなされた。

4.5 OBU – The (missing) link between the car and the community(SIS29)

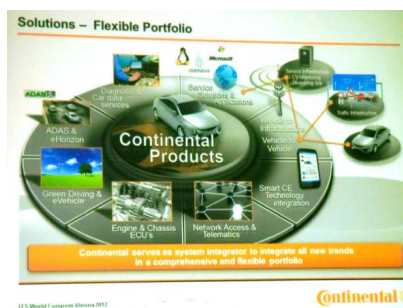
「OBU(車載機)－自動車と社会の間の(欠落した)リンク」

モデレータ： Jens Peder Kristensen, CEO, KeyResearch, Denmark,

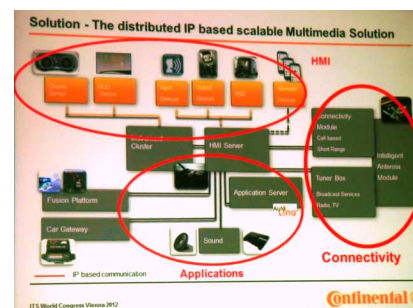
① Dr. Frank Foersterling, Continental Automotive GmbH, Germany



近年、あらゆる電子機器がクラウドにつながり、靴にまでクラウドに接続する物が現れている。自動車も、近い将来、クラウドに接続されることになる。2016 年には、欧州の乗用車の 80%にテレマティックスが組み込まれると予想。ところが、市場は単一ではなく、機能、受容コスト、サービス等に対するニーズは様々である。車載システムには、これらに対応できるような柔軟性が求められる。これらの要求に対して、IP ベースで拡張性の高い分散型マルチメディアソリューションを提供することで対応する。ソフトウェアラジオの利用、通信モジュールも用途に応じて差し替えることで柔軟な対応を実現するとしている。



図表 4-9 提供・製品分野



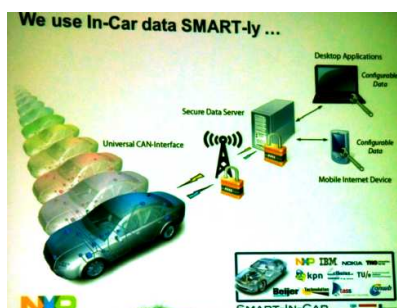
図表 4-10 IP ベースのマルチメディアソリューション

② Mr. Maurice Geraets, Senior Director Mobility, BU-Automotive, NXP semiconductors, Netherlands



The Car as a Sensor：SMART-In-Car と題して発表した。NXP は自動車と外界をつなぐ半導体を提供している。協調システムが大規模に導入されるためには、小型、容易なプログラミング、複数サービス対応、セキュリティ（プライバシー）保護、低価格、自動車レベル品質、自動車のデータとセンタアプリの接続が要件であるとしている。

実証プロジェクトである SMART-In Car にも参加しており、95%の自動車から情報を取得することが可能としている。このデータから、降雨情報ははじめとする様々な情報が取得できることを紹介していた。



図表 4-11 SMART-In-Car 概要



図表 4-12 クルマから得られる情報例：リアルタイム気象情報

③ Mr. Svend Tøfting, Project Director, ITSPlatform.dk /Aalborg University, Denmark



Innbox A multi-functional in-vehicles platform と題して、多機能車載機の開発が報告された。これは ITS プラットフォームプロジェクトと名づけられ、2010 年～2013 年まで、5M Euro の予算で、500 台に設置して評価するという計画である。本体はディスプレイを持たず、スマートフォンに表示する。交通情報、交通統計のほか、動的経路誘導、駐車料金支払いなどのアプリが紹介された。

4.6 Cooperative ITS Fields Operational Tests in Europe(SIS48)

「欧州における協調 ITS フィールドテスト」

モデレータ：Mr Maxime Flament, ERTICO-ITS Europe,

協調システムの欧州の国家プロジェクトであるドイツの SimTD、スペインの SISCOGA、フランスの SCORE@F と、スウェーデンの VOLVO が関連した協調システムプロジェクトが紹介された。また、2014 年からスタートする欧州での協調システムのパイロットプロジェクト計画が示された（出席者約 50～60 名）。

① Mr. Cristian Weiss, Daimler



協調システムの実環境での C2X 技術とシステムの試験・評価、交通安全や効率アプリの効果評価、運用モデルや導入シナリオ評価を行うドイツの国家プロジェクト SimTD の紹介。C2X システムの配備決定をサポートする大規模 FOT で、2008 年～2013 年で予算 70M euro（内補助 30M euro）をかけてドイツの OEM6 社（Audi, BMW, Daimler, Ford, Opel, VW）、サプライヤ 2 社（Bosch, Continental）を含む 17 社・機関で実施。

テストエリアは 650km² で、公道 390km（市街道 92km、地方道 106km、高速道 192km）を使い、路側 ITS ステーション 100 基を設置し、車両 123 台（車 120 台、二輪車 3 台；ドライバ 450 名）で行われる。2 箇所のコントロールセンターとリンクする 15 名からなるセンターITS ステーションを設置し、本格的な運用を評価。2012 年 7 月よりトライアルを開始し既に 13,000 時間、46 万 km のデータを取得。最終的には、30TB を超えるデータを収集予定。



図表 4-13 SimTD テストサイト等



図表 4-14 センターITS ステーション

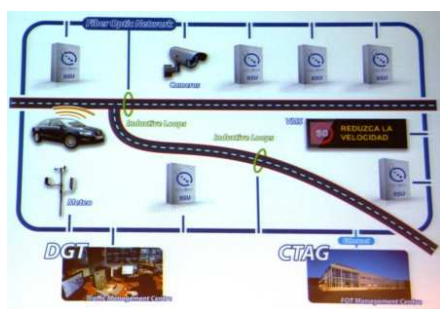
② Mr. Francisco Sanchez, CTAG, Spain

協調システムによる交通安全・効率の向上と、他の EU 諸国との C2X 技術間の相互運用をはかる大規模 FOT を行うスペインの国家プロジェクト SISCOGA の紹介。2011 年～2012 年



でガルシア州 Vigo 近郊の公道で、路側機 30 台、車両 13 台（一般ドライバ）で CTAG と DGT（スペイン交通総局）が実施。

アプリは前方渋滞警報（TJAW）、推奨制限速度（CSL）、代替経路誘導（ARI）、カーブロープ（FCD）、道路工事警報（RWW）、ポストクラッシュ警報（PCW）、気象警報（AWW）。1 次評価の結果として質問形式による有効性等の検証結果や RWW、AWW の場合のドライバ反応変化などの結果が紹介された。例えば、有効性は 5 点満点で PCW/4.1 点、TJAW/4 点、RWW/3.7 点等であった。また今後の課題とともに、2013 年 1 月より同じ公道にて DRIVE-C2X FOT が車両 20 台にて、2014 年からは Pilot プロジェクトである COMPASS4D が車両 40 台にて行われることが紹介された。



図表 4-15 テストサイトの構成



図表 4-16 ARI/TJAW の表示

③ Mr. Gerard Segarra, Renault, France



協調システムのアーキテクチャと技術成熟、サービス性能と相互運用、非技術的影響の評価やビジネスモデル開発を目的とするフランスの国家プロジェクト SCORE@F の紹介。2010 年 9 月より 37 ヶ月で予算 5.6M euro（内補助 2.7M euro）をかけ、ルノーを中心とする 21 企業・団体で実施。CAM/DENM を使用した相互運用性／性能試験をベルサイユのテストコースで実施後、公道デモなども実施。2012 年 12 月～2013 年 6 月にかけてイブリン県／イゼール県の公道 A10 にて路側機 20 台を設置し、車両 40 台（ユーザ 60 名）にて 15 のユースケース（交差点、RHS、交通管理、POI 通知などを含む）の FOT を実施し、衝突防止アプリの評価は別途テストコースで 2013 年 3～7 月に実施するとした。また SCORE@F の結果を受けた 2014 年～2016 年の大規模なパイロットプロジェクトの計画を示した。



図表 4-17 SCORE@F のシステム



図表 4-18 Pilot Project 計画

④ Mr. John-Fredrik Grönvall, Volvo Car, Sweden



VOLVO が参加した V-I 協調システムの CVIS、Green light 推奨速度サービスの COSMO、2011 年の協調ドライブコンテストの GCDC、商用車先導隊列走行の SARTRE、異なるシステム間の相互運用 FOT の DRIVE C2X（ヨーテボリテストサイトを使用）を簡単に紹介。2014 年～2015 年に実用化に向けた協調システムのプロトタイプ車両を準備するとし、それまでを 2 段階に分けて各フェーズで実施すべき事項について述べた。また、実用化にはインフラ設備のスピードアップが必要とした。



図表 4-19 ヨーテボリのテストサイト

4.7 From large-scale Fields Operational Tests to deployment(SIS67)

「大規模フィールドテストから実配備へ」

モデレータ：Mr Wolfgang Höfs, DG CONNECT, EC

欧州の FP7 の大規模 FOT のうち、自立系運転支援システムの euroFOT、主にアフターマーケットでのノーマティックデバイスを使用した運転支援システムの TeleFOT の内容と主な結果の紹介、および米国の Connected Vehicle のプロジェクトである Safety Pilot のミシガン州アナーバでの大規模 FOT の内容の紹介（出席者約 40 名）。



① Mr. Aria Etemad, Ford Research & Advanced Engineering Europe, Germany



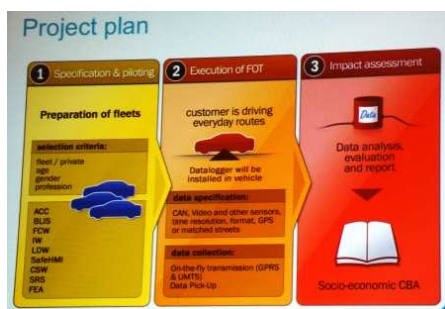
EU の自立系運転支援システムの大規模 FOT プロジェクト euroFOT の紹介。2008 年 5 月～2012 年 6 月で予算 22M euro（内補助 14 M euro）をかけ 28 会社・機関（OEM8 社、サプライヤ 4 社等）にて、9 つのシステムを延べ 1,000 台の車両で評価

する。テストシステムは縦方向制御 3（FCW^{*1}、ACC、SRS^{*2}）、横方向制御 3（BLIS^{*3}、LDW、IW^{*4}）、先進アプリ 3（CSW^{*5}、FEA^{*6}、SafeHMI）である。2012 年に米国で約 2,500 名に聞き取り調査した結果では、ほぼ全員が自分が安全運転者と回答しているのに、運転中の飲食 76%、速度オーバー 55%、携帯での手持ち通話 53% 等不安全行動が見られたと報告しており、事故の 90% がヒューマンエラーであるとして運転支援システムの有効性をアピールしていた。その一例として ACC により至近車間や急ブレーキが約 70% 減ったことを紹介している。ただし、ナビに比べて自立システムの経験者はまだ少ないと延べている。

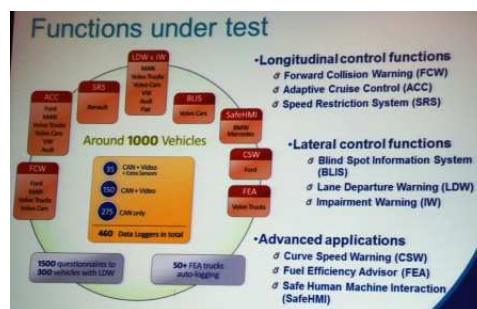
延べ 3500 万 km に渡る走行の結果、100TB 以上のデータが収集され、1,500 ページ以上に上る 18 の公開報告書が発行される予定とのことである。



図表 4-20 euroFOT 参加団体のロゴ



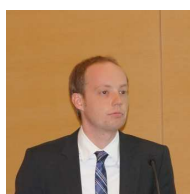
図表 4-21 euroFOT の計画



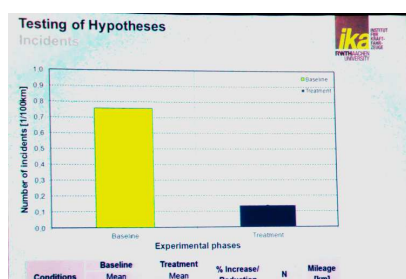
図表 4-22 評価システムと評価ツール

- *1 : FCW (Forward Collision Warning) 前方衝突警報
- *2 : SRS (Speed Restriction System) 速度制限システム
- *3 : BLIS (Blind Spot Information System) 死角情報提供システム
- *4 : IW (Impairment Warning) 障害警報
- *5 : CSW (Curve Speed Warning) カーブ速度警報
- *6 : FEA (Fuel Efficiency Advisor) 燃費推奨運転

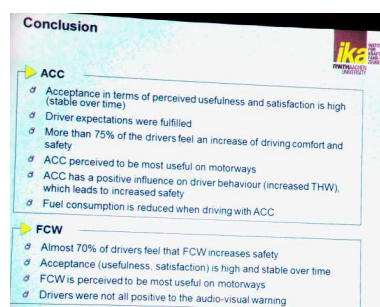
② Mr. Felix Fahrenkrog, RWTH Aachen University, Germany



euroFOT の成果として ACC と FCW が速度、燃費や安全に及ぼす効果の検証結果を紹介。5 社の OEM の計 227 台の車両（乗用車 174 台、トラック 53 台）を用いて、様々な実環境や道路（高速道、地方道、市街地）で走行して評価。3 ヶ月間をシステム無しで、9 ヶ月をシステムを使用して比較を行った。結論として、ACC と FCW はいずれも高速道で最も有用で、ドライバ受容性も高く、ACC は約 75% のドライバが快適性が向上したとし、至近車間や急ブレーキの減少で安全性も向上し、かつ燃費も若干向上すると報告している。また、FCW も約 70% の人が安全性が増したと感じていることが報告された。



図表 4-23 100km あたりのインシデント比較（左：なし、右：あり）



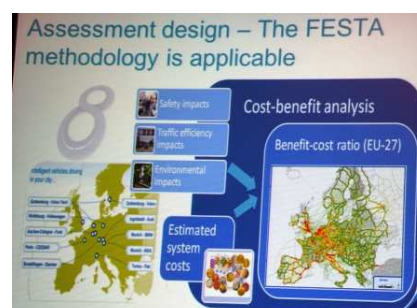
図表 4-24 ACC、FCC の評価結果まとめ

③ Mr. Torsten Geissler, BASf, Germany



FOT における社会経済的影響評価を FESTA の方法論を用いて行った結果を紹介。ACC と FCW について安全や交通効率、CO2 排出とその B/C を算出したものを示した。B/C 算定に用いたコストは 2010 年の EU-27 における平均値を用いたとしており、例えば事故による社会経済的成本は 1 死亡者当たり 1.6M euro、1 傷害者当たり 70000euro としている。

ACC+FCW で、安全面の効果が年間 4.6~8 億 euro に昇るなど、大



図表 4-25 FESTA 方法論による評価

きな効果が予想されると共に、物損事故保障など、これに加えた効果が期待できるという結果が得られた。

課題としては、衝突アセスメントのパフォーマンス制約が社会・経済効果の制限になっていることなどを挙げていた。

Cost unit rates for impact appraisal

Impact	Cost-unit rates (EU-27 av., 2010)
Safety	1.6 MEUR per fatality, 70,000 EUR per injury
Traffic (Indirect)	15,500 EUR per fatal accident, 5,000 EUR per injury accident
Traffic (Direct)	20 EUR per h private use (working/non-working time), 30 EUR per h commercial use
Fuel consumption (net costs, i.e. without taxes)	0.75 EUR per l Gasoline 0.75 EUR per l Diesel
Environment	70 EUR per t CO ₂

図表 4-26 B/C 評価時のコストレート

Results of the Socio-economic Impact Assessment

ACC + FCW	Cars		Heavy Goods Vehicles	
in MEUR, EU-27, per year	Lower bound	Upper bound	Lower bound	Upper bound
Safety	460	805	22	59
Traffic Efficiency	286	301	71	72
Environment	84	84	16	16
Total Benefits	830	1,190	109	147

- Mileage of HGV substantially higher than for cars
- Usage rate about 50%
- Intangible effect: improvement of driver comfort

Socio-economic Impact Assessment in FOTs

図表 4-27 社会・経済的インパクトアセスメント結果

④ Mr. Petri Mononen, VIT, Finland



主にアフターマーケットでのノーマティックデバイス（ND）による運転支援システムの大規模 FOT プロジェクト TeleFOT の紹介。2008 年～

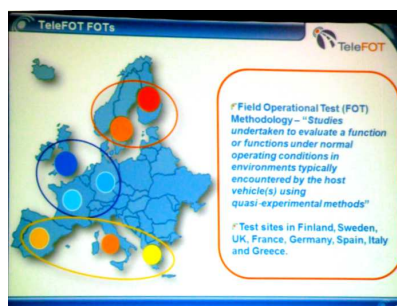
2012 年で予算 15M euro にて 23 会

社・機関で、欧州の 3 グループに分けた 8 箇所のテストサイトで実施。評価は多くのユーザを用いて ND を長期間使用してどのような環境で、どのように使用したかを調べる

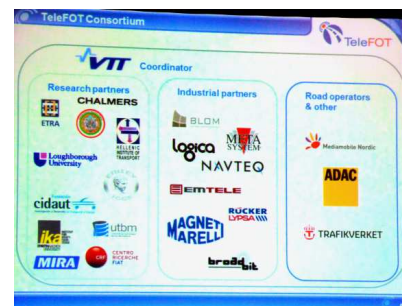
Large Scale テストと、少数の ND 搭載車両で車両の加速度、速度、燃費などの詳細ログデータを取得する Detailed テストの 2 種類。Large Scale テストではアプリとして交通情報、ナビ（静的／動的）、グリーン走行、制限速度通知／警報、eCall が評価された。現在までに約 2,800 名のドライバの計 10Mkm のデータを取得し、安全、環境、効率、ユーザ受容性、ビジネスモデル等の観点から結果を分析しているとのこと。11 月 27～28 日にブリュッセルにて最終イベントが実施される由の紹介があった。



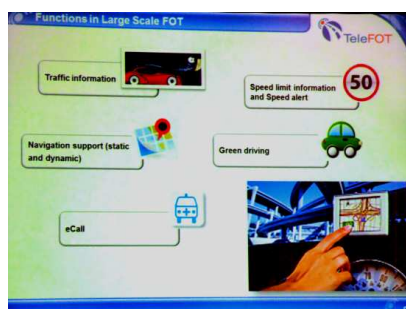
図表 4-28 TeleFOT のテストサイト



図表 4-29 FOT 実施地域



図表 4-30 TeleFOT 参加団体



図表 4-31 TeleFOT で評価した機能



図表 4-32 評価の規模：
2,800 人以上、走行距離 1,000 万 km 以上

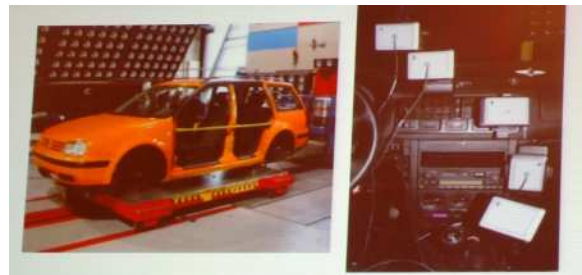
⑤ Dr. Andrew Morris, Loughborough University, United Kingdom



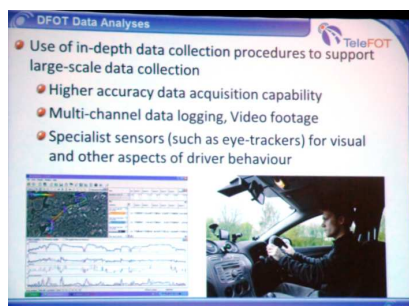
TeleFOT の評価結果を紹介。データロガー、GPS、映像などの客観データに加えて、アンケート、運転日誌、集団インタビューなどの主観評価を加えて、有効性、ユーザ受容性等を評価した。

上記 2,800 件のうち Large Scale テストは 2,600 件、Detailed テストは 200 件であり、全データは Finland に

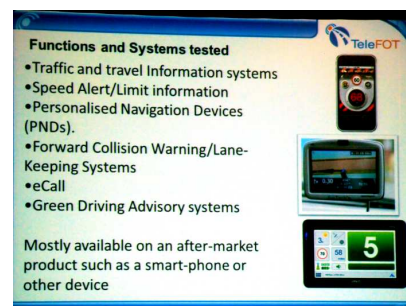
て管理とのこと。また、携帯デバイスなど限られた機器による情報収集車両に加えて、詳細な運転状況を収集できる車両も用意して評価を行った。効果評価の観点としては、安全性、モビリティ、効率、環境、ユーザ受容性を上げた。予め検討された評価項目は、8 箇所のテストサイト全てに配布され、均質な FOT を実現した。車両の各部に ND を設置した衝突試験の結果が紹介され、前突／側突時は問題ないが、追突時は ND の取付け場所によっては乗員に障害を与える恐れがあることが示された。安全に関し、ナビ使用により道路外注視割合が増えるが、その注視時間は NHTSA ガイドラインである 2sec 以下であること、移動性に関し、ナビ使用によりユーザのストレスが大幅に減じること、効率に関し、交通情報提供で 36%のドライバが渋滞遭遇の機会を減らしたこと、環境に関しては、グリーン走行で燃費がイギリスやイタリアでは 4%、ヘルシンキのバス 15 台の 2 年間の評価では 6%の向上が見られたこと等が報告された。また、ユーザ受容性ではポジティブな評価が多かったが、期待値よりは下回ったこと等が報告され、総じて ND は利便性、快適性、移動性、経済性（ローコスト）や環境性の向上に効果があると総括している。



図表 4-33 ND 装着車両での衝突試験



図表 4-34 詳細データ収集車の機能



図表 4-35 評価対象とした機能とシステム

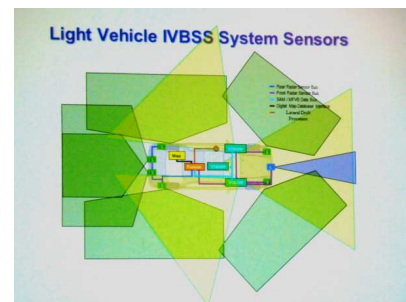
⑥ Dr. Jim Sayer, University Of Michigan, USA



走行支援システムの US での FOT の現状について紹介。IVBSS^{*1} は 4 つの自立走行支援システム（FCW、LDW、LCM/BSM^{*2}、CSW）を装備した乗用車 18 台、トラック 10 台を用いてドライバ 126 名で 12 ヶ月間評価するものである。現在までに 1.1Mkm のデータを取

得し、LDM、LCM/BSM が FCW、CSW より評価が高いことや様々な衝突の脅威に対し簡単な HMI で対応可能であることなどの結果が示された。

また TeenIVBSS として特にリスクの高い若年ドライバによる評価も実施中であることが紹介された。



図表 4-36 （軽量）車両向け車載安全システムのセンサ類と検知エリア

Safety Pilot Model Deployment はミシガン州アナーバで車両約 2,800 台を用いて 1 年間 V2V/V2I 協調安全アプリの効果検証を行うものである。USDOT、OEM のコンソーシアムである CAMP、サプライヤやミシガン州 DOT、市当局等が参加し、V2V のアプリとして BSW/CSW^{*3}、FCW、EEBL^{*4}、IMA^{*5}、DNPW^{*6}を、V2I のアプリとして CSW、RGC^{*7}を評価する。2,800 台の内 2,450 台は送信のみが可能な車載機であり、約 400 台が警報可能、約 200 台が詳細ログの取得可能な車載機で、すべてが BSM^{*8}を送信する。路側機は 29 台設置され、既に 1,700 台の車両の準備ができているとのことである。警告等は 67 台の限られた車両のみ対応、他は、自車情報を送信するのみである。

	Integrated Vehicles	Retrofit/ Aftermarket Devices	Retrofit/ Aftermarket Devices	Vehicle Awareness Devices
Passenger Cars	64	100	200	2215
Heavy Trucks	3	8	8	50
Transit		3		85
Medium Duty				100
	67	111	208	2450

Data Acquisition System (Video, CAN, Warnings, Messages)
Basic Messages Only
All Messages and Warnings

図表 4-37 テスト車両とその機能



図表 4-38 アナーバテストサイト

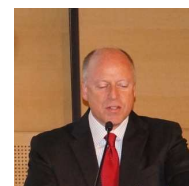
- *1：IVBSS；Integrated Vehicle-based Safety System
- *2：LCM/BSM；Lane change/merge crash types
- *3：BSW / LCW（Blind Spot Warning/Lane Change Warning）死角警報／車線変更警報
- *4：EEBL（Electronic Emergency Brake Light）緊急電子ブレーキ灯
- *5：IMA（Intersection Movement Assist）交差点運転支援
- *6：DNPW（Do Not Pass Warning）一方通行違反警告
- *7：RGC（Railroad Grade Crossing）鉄道踏み切り横断
- *8：BSM；Basic Safety Message

4.8 Connected vehicle research in the United States and international observations(SIS77)

「米国における Connected Vehicle 研究と世界動向」

モデレータ：Mr. Mike Schagrin, JPO-RITA, USDOT

米国から USDOT の RITA が主導する協調システムの大規模 FOT を核とする Safety Pilot プロジェクトと、NHTSA、FHWA より関連するイニシアティブを紹介。また、この結果を受け協調システムの新車搭載判断が乗用車が 2013 年に、大型車が 2014 年に行われるとともに 2015 年にインフラの配備判断がなされることを紹介。日本より ITS Spot サービスとその効果について紹介（出席者約 40 名）。



① Mr. Mike Schagrin, JPO-RITA, USDOT

USDOT_RITA^{*1}の安全に資する Connected Vehicle の研究から実用化へと題してその現状を紹介。協調システムは事故の約 80%をカバーしていることから、USDOT は乗用車の新車搭載判断を 2013 年に、大型車については 2014 年に、2015 年にはインフラ整備の判断を行う予定である。

Connected Vehicle には 5.9GHz 無線を利用し、100msec ごとに BSM（車両寸法、位置、速度、方向、加減速度、ブレーキ状態等を記述）を 300m の範囲に送信。協調安全システムの実環境下での評価や効果の評価、ドライバ受容性の評価等を行うために Safety Pilot プロジェクトを実施。まずは、Driver Acceptance Clinic として

2011 年から計 24 台の車両で全米 6 箇所にて 1 箇所当たり 100 名のドライバで 6 つの安全システム(FCW、EEBL、BSW、LCW、IMA、DNPW) についての受容性評価を行った結果、約 90%のドライバから肯定的な評価を得たことを紹介。さらに、アナーバでの大規模 FOT の内容を紹介した。評価は車両内外をビデオ撮影するとともに車両の位置や動作状態を計測して行う。また普及加速のため、市販デバイスでの評価も行う。最後に、このプロジェクトは USDOT が強力にサポートしているとした。



図表 4-39 Driver Clinic テストサイト



図表 4-40 テスト時撮像画像

*1 : RITA (Research and Innovative Technology Administration) 研究革新技術局

② Mr. Ray Resendes, NHTSA, USDOT



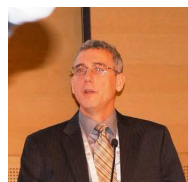
USDOT_NHTSA^{*1} の 2013 年までの 8 トラックからなる安全 V2V アプリの研究プランを示すとともに、2013 年の乗用車、2014 年の大型車の協調システム NCAP の予定を示した。また USDOT の FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards) の考え方が紹介され、実用性に関して性能、標準、セキュリティ、受容性が重要であることが述べられた。



図表 4-41 FMVSS の考慮事項

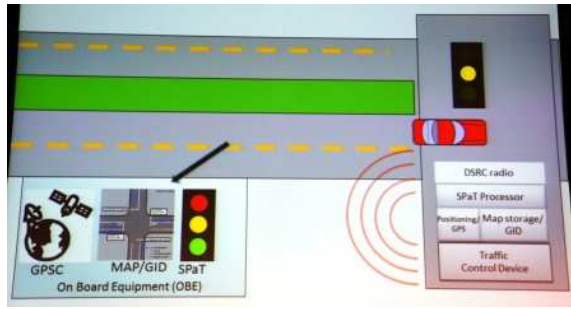
*1 : NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) 連邦高速道路交通安全局

③ Mr. Carl Andersen, FHWA, USDOT



USDOT_FHWA^{*1} の V2I 通信研究プログラムに関して紹介。陸上交通の安全、移動性と管理を向上する V2I システムの開発評価と、V2I インフラ整備に関する公共機関の投資決定を支援するプログラムであり、相互運用可能な V2I システム配備のための V2I インフラ開発と利益、設置、仕様、手順等の文書化が目的である。

技術として SPAT (Signal Phase And Timing)、マッピング、位置標定、通信、路側機開発などを挙げて各技術開発の現状について具体的に紹介した。SPAT に関しては Safety Pilot の 12 の交差点に設置して評価すること、通信に関しては 2012 年後半に DSRC、携帯系 (4G/LTE) でフィールドテストを行うことを紹介し、アクティブセーフティアプリには DSRC を、遅延が許容される効率や環境アプリには携帯系も使っていくと述べている。交差点アプリでは MAP メッセージ (1 回/sec) を送信し、交差点近くで SPAT メッセージ (10 回/sec) を DSRC で送信すると述べた。また RSE 開発に関し、Safety Pilot に 5 社がプロトタイプを提供し、その結果を元にリファインしていくことを述べた。



図表 4-42 SPAT の動作例



図表 4-43 RSE プロトタイプ例

*1：FHWA（Federal Highway Administration）連邦幹線道路局

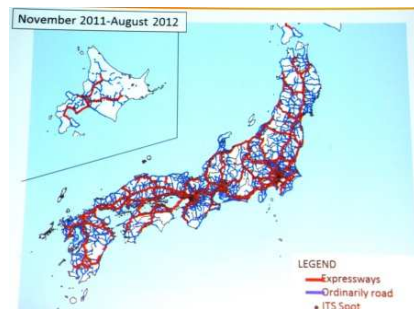
④ 坂井康一氏、国土交通省国土技術政策総合研究所



日本での協調システムの実用化例として ITS Spot サービスを紹介。2004 年からの国土交通省の Smartway 開発の歴史を紹介し、2011 年に 1,600 箇所以上の ITS Spot インフラを配備し、サービスを開始したことを紹介。

とを紹介。

基本サービスとして広域の動的経路誘導、安全運転支援、ETC があり、併せてプローブの機能を持つことを紹介。サービスの具体的効果として、動的経路誘導に関してはアンケートで約 70%のユーザが有益であることを、安全運転支援では首都高参宮橋カーブの例で事故が約 1/3～1/4 になったこと等が紹介された。また、プローブデータでは車両側に蓄積された軌跡を高速道の ITS Spot インフラにアップすることで、高速道のみでなく一般道のデータも取得可能で、道路交通管理の効率化や高度化に役立つと述べた。



図表 4-44 ITS Spot によるプローブデータ収集

4.9 Cooperative ITS for now and the next(SIS83)「協調 ITS の現状と将来」

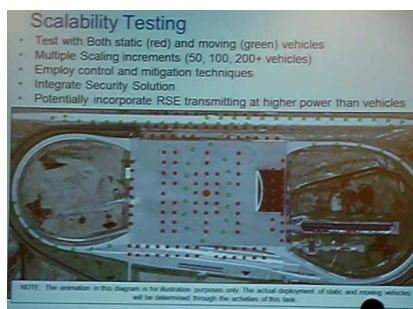
モデレータ：Mr. Takahiko Uchimura, Vice President, ITS Japan, Japan

① Mr. Mike Shulman, Global Driver Assistance and Active Safety, Ford, USA



2013 年の US DOT の判断を前に、自動車会社としての取り組みを紹介。

一般要件として相互に通信ができなければならないことから、メッセージ等の標準化に取り組み、相互に信頼性を確保するために、通信セキュリティ確保の仕組みの構築、多くの車両が通信した場合の通信の成立性の評価、さらには、様々な条件での通信性能の検討等を積み重ねてきた。これを基に、現在、ミシガン州アナーバーで大規模な実験を実施している。通信による安全効果を早期に高めるため、対象は乗用車だけではなく、トラックやバスも含めている。また、既販車に装着するタイプの通信機も利用することが、米国の特徴であるとしていた。



図表 4-45 スケーラビリティ評価(～200 台 +)

Model Deployment Equipped Vehicles			
Connected Vehicle Device	Vehicle Type	Vehicle Source	Total Units in Model Deployment
Integrated Devices	Light vehicles	CAMP	64
Integrated Devices	Commercial trucks	Battelle team	3
Vehicle Awareness Devices	Light vehicles	UM employees	2200
Vehicle Awareness Devices	Local truck fleets	Con-way, Sysco	50
Vehicle Awareness Devices	Light/medium duty	University fleet	100
Vehicle Awareness Devices	Transit vehicles	AATA, UM buses	100
Aftermarket Safety Devices	Light vehicles	UM employees	300
Retrofit Devices	Local truck fleets	Con-way, Sysco	16
Retrofit Devices	Transit vehicles	AATA, UM buses	3
Total			2836

図表 4-46 大規模評価(ミシガン州)の車両内訳

② Mr. Masao Fukushima, General Manager, Planning and Advanced Engineering Development Division, NISSAN Motor CO., LTD, Japan

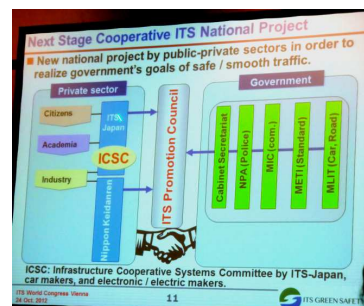


日産自動車の福島氏から、Cooperative ITS Advanced Driver Assistance Systems in Japan と題して発表があった。

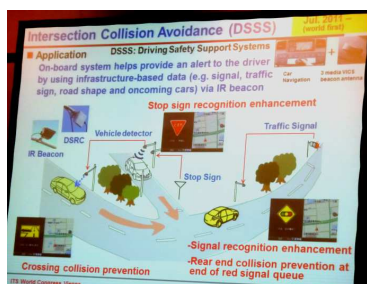
まず、2020 年までに交通事故死を半減し、渋滞を 2010 年の半分にするという政府目標に向かって、最初の国家的なプロジェクトとして、ITS safety2010 が官民共同で実施され

たことを紹介した。この結果、現在では高速道路を中心に ITS Spot サービスが開始されたこと、一般道の交差点衝突防止（DSSS）システムの実証実験について紹介した。次いで、今後の取り組みとして ICSC（ITS 協調システム検討委員会）の活動が紹介された。次いでいくつかの具体例が紹介された。

最後に、一部の ITS 協調システムは、ITS safety2010 の成果として実用化されているが、交通安全と環境問題の解決には様々な課題が残されている。こうした課題に対処するために、官民が協力してプロジェクトが始まっている、と結んだ。



図表 4-47 次世代協調 ITS プロジェクト



図表 4-48 交差点衝突防止 (DSSS)



図表 4-49 ITS-Spot サービス

③ Mr. Keiichi Mori, Chairman, Infrastructure Cooperative System Committee ITS Japan / General Manager, IT & ITS Div., Toyota Motor Corporation, Japan



ITS GREEN SAFETY SHOWCASE と題してトヨタ自動車の森氏から紹介があった。

まず、デモの概要として、最先端の協調 ITS システムの公道上でのデモであることを紹介した後、4 つのデモ項目、

- ・次世代運転支援・エコドライブ支援システム
- ・車車間、歩車間通信を用いた安全運転支援システム
- ・世界初の実用協調 ITS システムである) ITS Spot

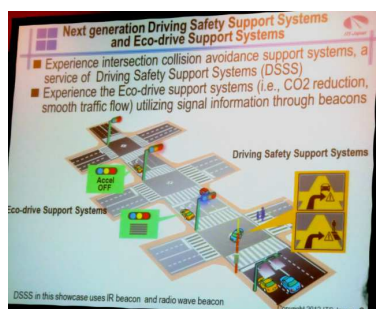
・ V2I,V2V を使ったサグ渋滞防止
の取り組みが紹介された。



図表 4-50 ITS Spot: 世界初の協調 ITS



図表 4-51 V2V、V2I を使った安全運転支援システム



図表 4-52 次世代 DSSS とエコドライブ支援システム



図表 4-53 高速道路サグにおける交通円滑化サービス

5. Technical Session

5.1 V2I applications (1)(TS005)「路車間アプリケーション(1)」

モデレータ： Maxime Flament, ERTICO – ITS EUROPE

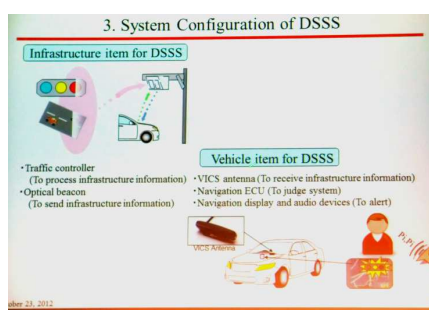
(1) Development of vehicle-infrastructure cooperative driving safety support system (AP-00131)

Mr. Masayuki Hosokawa, Toyota Motor Corporation, Japan

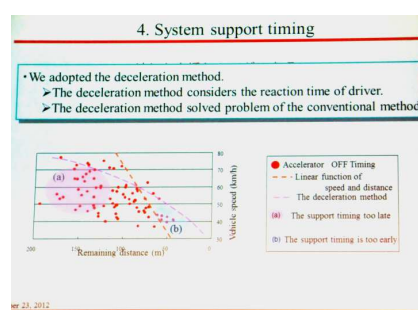


トヨタ自動車の細川氏から路車協調安全運転支援システム（DSSS）の報告があった。

赤信号警告（Red light warning）システムを例に取りシステム構成を紹介した。情報提示タイミングとアクセルオフのタイミングを調査し、速度に対してリニアなサポートタイミングでは、早すぎる/遅すぎる場合があることを明らかにし、運転者の反応時間も考慮した Deceleration 法を提案した。処理時間等も考慮して、さらに最適化を行ったとのこと。



図表 5-1 DSSS のシステム構成



図表 5-2 支援タイミング

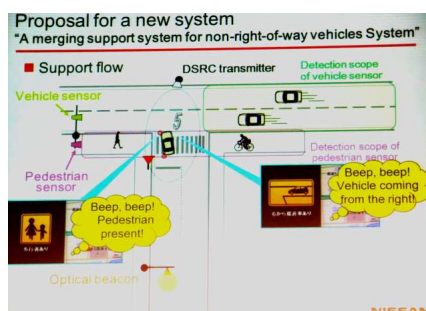
(2) Development of driving safety support systems for non-right-of-way vehicles at unsignalised intersections - Extending the functionality of existing driving safety support systems (AP-00181)

Dr. Noriyuki Tsukada, Nissan Motor, Japan

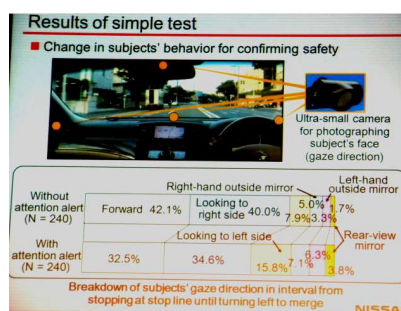


日産自動車の塚田氏から、DSSS のアプリとして信号の無い交差点の非優先道路の車両に対する支援システムの報告があった。

システムの評価として、年代の異なる被験者に対して情報認知の受容性の評価を行った結果、システムがある場合には、前方以外の確認をする割合が増加しているという結果が得られた。光ビーコンと DSRC 技術を使ったこの技術は、既に実用に供されている一旦停止標識の見落とし防止システムへの追加機能として開発され、試験の結果では、安全支援として有効であることが判った。このシステムの公道での評価を 2013 年の 3 月に開始すべく準備を進めており、ITS 世界会議東京では、ショーケースとして紹介される予定である。



図表 5-3 非優先道路走行車両に対する合流支援システム概要



図表 5-4 評価結果

(3) Mobile device integration with V2X communication (EU-00411)

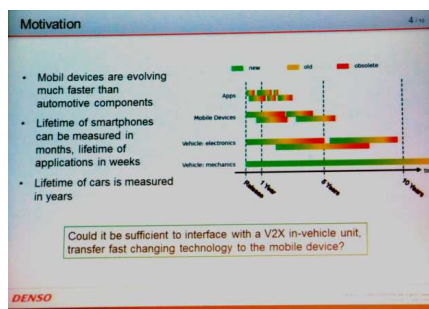
Mr. Boris Atanassow, DENSO Automotive Deutschland, Germany



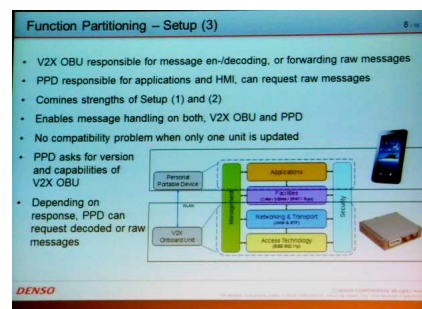
車両通信において、自動車と民生用機器との開発サイクルの違いを吸収する仕組みの提案。ユーザの携帯機器（スマートフォン）を車両通信と統合する検討を行った。

車載通信機 OBU と携帯機器 PPD の機能分界点を(1)ネットワーク層とファシリティ層の間、(2)アプリ層とファシリティ層の間、(3)OBU がメッセージの処理、PPD が HMI/アプリを担当し、メッセージの要求が可能な構成の 3 例について検討を行った。

この結果、構成(3)が、処理速度、柔軟性、将来の拡張性のいずれについても優れていると説明された。セキュリティの扱いは未検討とのこと。



図表 5-5 車と車両通信の要素の耐用年数



図表 5-6 携帯機器と車載機の機能分担の例

(4) ITS industry best practice for cooperative systems (EU-00632)

Mr. Manuel Milli, MIZAR SpA, Italy



自動車がネットワークに繋がる世界の到来で、データ収集の主役がインフラから自動車に移りつつある。車両がセンサーになり、より高精度、広カバレッジなどの特性が期待できる。協調システムのアプリによっては、1 Hz 程度の情報更新で十分であり、DSRC は必要ないと主張した。結論として、通信技術が主要課題ではなく、最初は携帯網の利用が適切であり、DSRC は信頼性向上、継続性のために必要かもしれない。安全用途には DSRC は必須。大量のデータ処理、世界的なアーキテクチャと関係者の役割定義が必要と述べた。

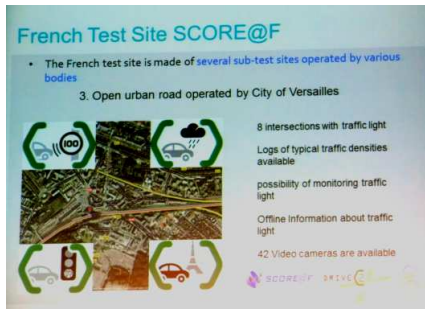
(5) ITS station experimentations in real test tracks (EU-00667)

Ms. Hasnaâ Aniss, IFSTTAR, France (French inst. of sci. & tech. for transport, develop. & networks)

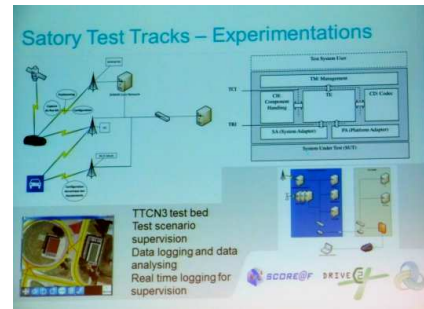


Drive-C2X の中のフランスにおけるプロジェクト Score@F プロジェクトの紹介。

環境の異なる 3 つの公道（郊外、トンネルを含む道、都市）と IFSTTAR のテストコースでの評価の紹介があった。プロジェクトは進行中で、多くのデータが集まっているが、解析途上とのことである。少数の車両間の検証は出来たので、今後、台数を増やして、限界を見極めることが必要であると述べていた。



図表 5-7 Score@F のテストサイト



図表 5-8 Satory テスト概要

5.2 V-to-I applications - Communications (1)(TS042)「路車間アプリケーションー通信(1)」

モデレータ： Mr. Jean-Marc Blossville, IFSTTAR, France

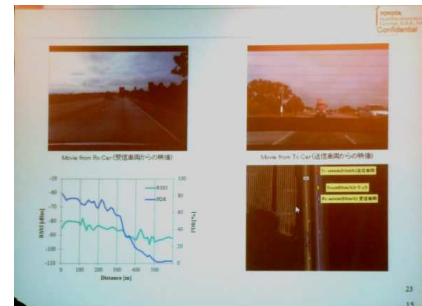
(1) Comparing communication performance of DSRC OBEs from multiple suppliers (AM-00080)

Dr. John Kenney, Toyota InfoTechnology Center, USA



複数のサプライヤの車載通信システムを公道上の様々な環境で評価した結果の発表。4種の通信機を評価した結果、1種がどの環境でも性能上優れていた。

出力を下げる、ビットレートを上げる、チャネルを広げるなどの設定では、デフォルト設定より性能、特に通信距離が劣っていた。一部に、衝突防止に十分な性能が得られない場合があった。



図表 5-9 評価例

(2) OVERSEE - A secure and open in-vehicle ITS station (EU-00469)

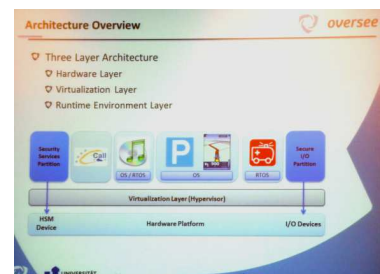
Mr. Jan Holle, University of Siegen, Germany



セキュリティとオープン化を目的とした OVERSEE (Open VEHiculaR SEcurE Platform) プロジェクトのコンセプト検証の報告があった。

アーキテクチャ上は、ハード上に仮想化層を設け、この上に様々な OS を動作させると同時に、セキュリティパーティションを設けるという構成である。XtratuM と呼ばれるハイパバイザを使用している。ハードウェアセキュリティモジュールを使うことで、協調 ITS におけるメッセージの暗号化に対応している。また、オープンソースを多用することで、安価で、安全性が検証された環境構築を目指している。

車両情報の取得には、SVAS (Secure Vehicle Access Service) と呼ばれるサービスを導入することで、車両ネットワークを仮想化し、車両ネットワーク情報を知ることなく、必要な情報が取得できるようにしている。OVERSEE がオープンな車載プラットフォームの実現に大きな前進をもたらしたと結論付けた。



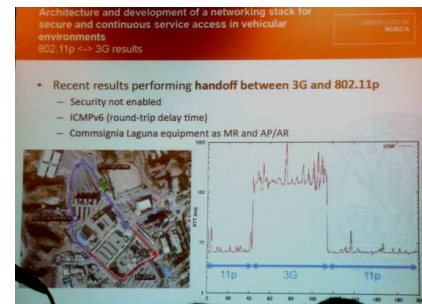
図表 5-10 Oversee の概念

(3) Architecture and development of a networking stack for secure and continuous service access in vehicular environments (EU-00516)

Dr. José Santa, University of Murcia, Spain



IPv6 ベースの車両通信の提案。IPsec ベースのセキュリティ、IMS と OSGi ベースのファシリティミドルウェアを実装した。スペインの FOT OASIS プロジェクト、ITSSv6 プロジェクトで一部を検証した。3G と 802.11p の間のハンドオーバーの結果も紹介していた。



図表 5-11 ハンドオーバー結果例

5.3 V-to-X: Communication technologies (1)(TS051)「車両通信技術」

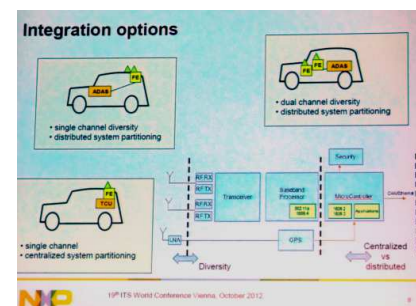
モデレータ : Mr. Ryan Lamm, Southwest Research Institute, USA

(1) A scalable approach for low to high end application of ITS Car2Car Communication (EU-00222)

Mr. Marc Klaassen, NXP Semiconductors, The Netherlands



NXP/Coda の車載通信機の紹介。この通信機が、性能面、多様な構成への柔軟な対応という面で優れていると主張。



図表 5-12 構成バリエーション

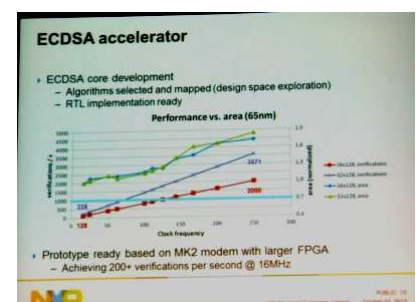
(2) A realistic approach to message verification in C2C communication (EU-00271)

Mr. Timo van Roermund, NXP Semiconductors, The Netherlands



協調システムにおけるメッセージ認証の高速化に関する報告。

公開鍵セキュリティインフラ対応のために ECDSA を採用。処理速度の要件から、性能要件として受信（解読）750 メッセージ/秒、送信（署名）20 メッセージ/秒。これに対して、コスト制約からチップ面積と処理速度の関係が議論された。C2X におけるセキュリティは難しい課題であるが、プロトタイプが出来、性能評価が出来る状況になった。



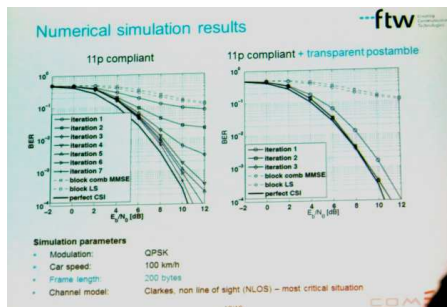
図表 5-13 ECDSA アクセラレータの性能

(3) Channel estimation for intelligent transportation systems EU-00555

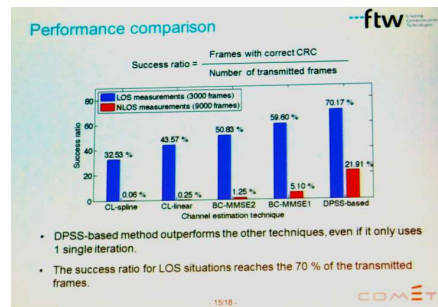
Ms. Laura Bernadó, FTW, Austria



通信技術に関する報告。データの後に Postamble を加えることで、チャネル推定において、少ない繰り返し回数でも良好な平均ビット誤り率を実現できるというシミュレーション結果を報告した。



図表 5-14 Postamble 無し(左)と有り(右)のエラー率の比較



図表 5-15 チャネル推定技術による性能比較

(4) ITSSv6: IPv6 ITS station stack for cooperative systems FOTs (EU-00719)

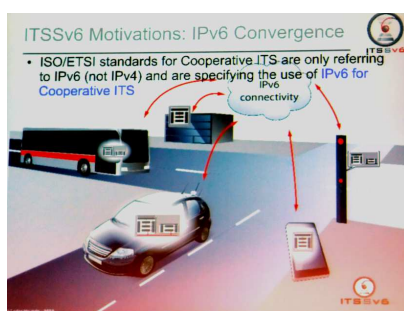
Mr. Thierry Ernst, Mines ParisTech, France



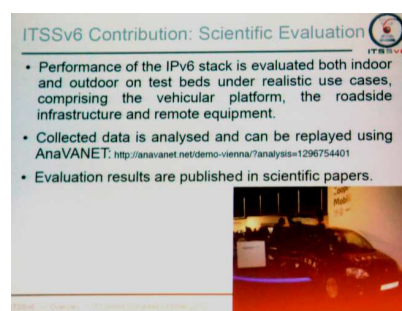
欧州のプロジェクト ITSSv6 の活動の紹介。このプロジェクトは協調システムの FOT に ISO/ETSI 準拠の IPv6 ネットワークを提供することである。ISO/ETSI などで策定されている ITS ステーションアーキテクチャの中で、IP は重要な要素であり、既に枯渇した IPv4 に代わって IPv6 への対応が必要となっている。

ITSSv6 は、仕様策定、標準化、開発、実証にも貢献しており、Basic Open Platform も IPv6 の協調システムにおける優位性を証明するために作成された。

現在、Score@F、FOTsis を支援している。



図表 5-16 IPv6 を基本とする協調 ITS の全体像



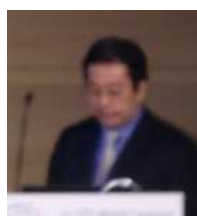
図表 5-17 フィールド評価例

5.4 V-to-X: Communication technologies (2)(TS068)「車両通信技術(2)」

モデレータ : Passakon Prathombutr, National Science & Technology Development Agency, Thailand

(1) Paradigm change of vehicle cyber-security (AM-00012)

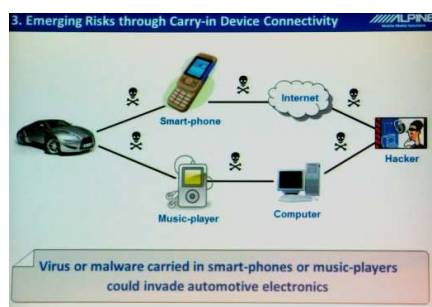
Mr. Hirofumi Onishi, Alpine Electronics Research of America, USA



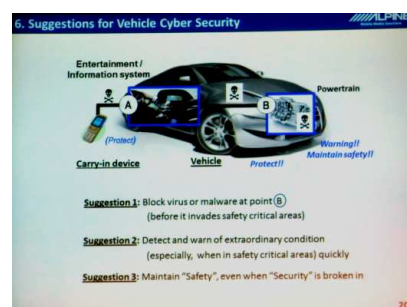
自動車に対するサイバーセキュリティ対応の必要性を説明。自動車には、80 以上の CPU が搭載されるようになり、機械システムというよりは電子システムとなっている。スマートフォン、携帯デジタル機器の普及と車載エンターテインメントシステムなどとの連携により、外部からウイルスなどのマルウェアが侵入するリスクが高まっている。

こうした状況を公開リスク評価ツールで評価すると深刻度のレベルは最高 10 の中で 8.9 という結果になった。これには、遠隔攻撃への脆弱性、監視・防御措置の欠如、損害の範囲が広い地域に及び、危害が運転手や歩行者の生命に及び、といった事柄が影響している。北米の人気車種に対して被害の試算をした所、0.1%に対して攻撃が加えられただけで、423 人の死者、5.6 百万ドルの損失となるという試算も示された。

対策として、①マルウェアを入らせない、②異常事態の検知と警告、③前記①、②が破られても安全が確保できるようにする、の 3 点が提案された。今後のステップとして、リスクのより詳細な分析、対策の詳細な検討、世界的なサイバーセキュリティ対策活動との連携（官民、標準化、研究開発）を示した。



図表 5-18 マルウェアの侵入可能性: 携帯機器の例



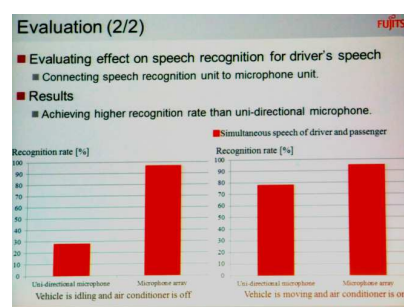
図表 5-19 自動車のサイバーセキュリティに関する提言

(2) Super directional microphone array for vehicles (AP-00062)

Mr. Naoshi Matsuo, Fujitsu Laboratories, Japan



富士通の松尾氏から、車載用の超指向性マイクの開発の紹介があった。2 つのマイクユニットを使い、助手席の声の影響を除去する、周波数軸で信号処理を行うなどの方法で処理を行うことにより音声の認識率を向上させた。



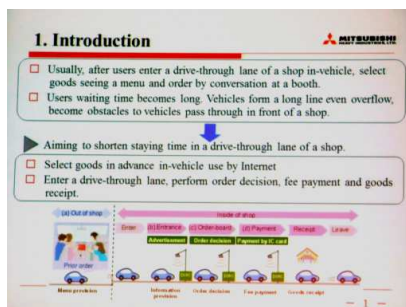
図表 5-20 認識率比較

(3) Development and evaluation of order and payment system via internet in-vehicle use (AP-00136)

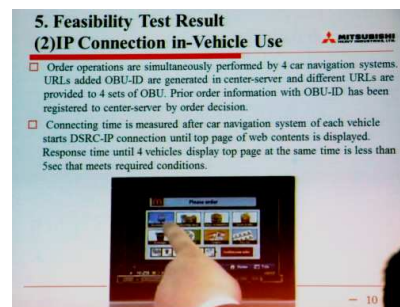
Mr. Keiji Terasaka, Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Japan



三菱重工の服部氏（代）から、インターネット経由の車載注文システムの開発と評価に関する報告があった。ドライブスルーで DSRC を利用する場合、ユーザが商品選択に時間がかかることが、スループットを落としている原因であることから、事前にインターネット経由で注文ができる仕組みを構築することでこの問題を解決した。その結果、オーダーブース到着から支払い完了までの時間は DSRC で 25 秒、携帯利用で 30 秒になり、要求仕様を達成した。



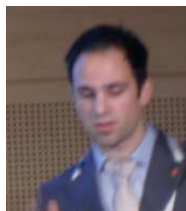
図表 5-21 DSRC を使ったドライブスルーの処理の流れ



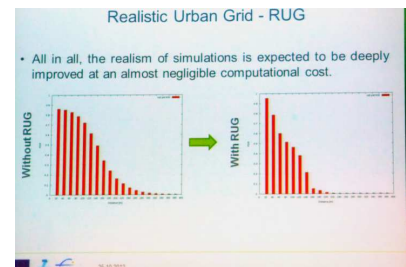
図表 5-22 画面例

(4) RUG : an experimentally validated urban propagation model quantifying the incidence of hidden terminals in VANETs (EU-00512)

Dr. Riccardo Scopigno, Istituto Superiore Mario Boella, Italy



車両通信 V2X の FOT が盛んになった今でも、電波伝搬の評価には、シミュレーションが重要な役割を果たしている。しかし、都市環境を考慮したシミュレータは無いため、RUG (Realistic Urban Grid) を開発した。



図表 5-23 RUG 有り(右)と無し(左)の比較

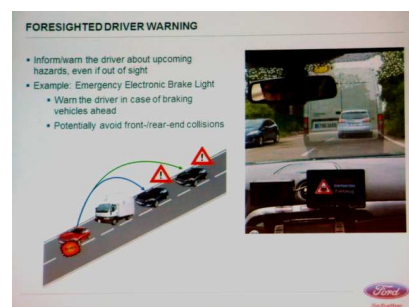
(5) Foresighted driver warning using a heterogeneous communication system – An insight from the CoCarX project (EU-00553)

Mr. Christian Ress, Ford Motor Company, Germany



2011 年 5 月まで実施されていた CoCarX プロジェクトの成果として、アドホック通信と携帯網の融合システムの提案と評価結果の紹介。

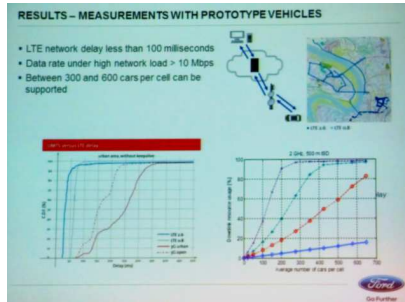
802.11p、LTE に対応し、CAM/DENM メッセージをサポートしている。ADAS アプリの EEBL、道路ハザード警告、リアルタイム交通情報並びにビデオストリーミングを実現と説明。LTE の遅れ時間は



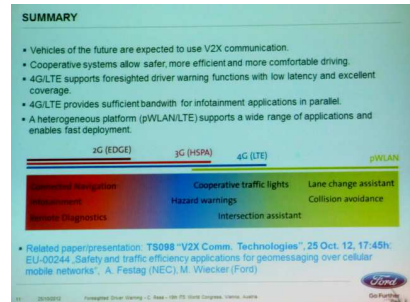
図表 5-24 アプリ例 (前方車両からのブレーキ情報)

100ms 以下、高負荷状況でのデータ通信速度は 10Mbps、携帯基地局あたり、300～600 台の通信の収容が可能と見られる。

結論として、4G/LTE は、運転者への前方警告やインフォテイメントシステムには十分な性能とカバレッジを提供できる、pWLAN/LTE のプラットフォームは広範なアプリケーションをサポートできるとしている。



図表 5-25 遅延(左)、リリース利用率(右)の LTE と 3G の比較



図表 5-26 2G、3G、4G(LTE)の 対応可能アプリイメージ

6. エネルギーITS 自動運転隊列走行ワークショップ

ITS 世界会議の初日（10 月 22 日）のオープニング前の時間を利用して、NEDO（エネルギーITS）主催による「エネルギーITS 自動運転隊列走行ワークショップ」が開催された。目的は、日米欧の自動運転隊列走行プロジェクト関係者（約 40 名）が一堂に会することにより、お互いの技術情報を交換することと、実用化課題や非技術的課題に対する共有化や解決策の意見交換を行うことである。

冒頭の NEDO の岩井統括調査員の挨拶（本ワークショップの趣旨、エネルギーITS プロジェクトの目的）のあと、日本からは、最終年度を迎えるエネルギーITS（自動運転・隊列走行）の成果報告として、JARI の青木主席研究員（技術開発の全体概要）、弘前大学 小野口教授（車線認識技術）、沖電気工業 星名氏（車車間通信技術）、名城大学 津川教授（技術的成果のまとめと非技術的課題）の 4 名から報告があった（内容については SIS21 と重複するので省略）。

米国からは、PATH のシュラドーバー博士から最近の「カリフォルニア PATH」プロジェクトの活動報告と今夏に行った TRB（米国交通学会）の自動運転ワークショップの報告が行われた。

欧州からは、ドイツのアーヘン工科大学車両研究所（IKA）のクリゲンダー氏とツロッキ氏から、2009 年に終了した「KONVOI」プロジェクト（2005－2009）の報告と、スウェーデン国立研究所（SP）のスカーリン氏から今年 9 月に終了した「SARTRE」プロジェクト（2009－2012）の報告が行われた。

日米欧 3 極のプロジェクトの報告のあと、全体討議として主に実用化課題や非技術的な課題についての意見交換が行われた。

6.1 米国 PATH からの報告

PATH は米国のカリフォルニア大学バークレイ校の研究所であり、過去では乗用車の隊列走行、近年では 2000 年頃からトラックの自動運転隊列走行に取り組んでいる。ボンネット型のトレーラートラックを用いていることと、横方向のステアリング制御は道路側に設置した磁気ネイルを用いていること、最終的には物理的な専用レーンでの自動運転隊列走行を目指していることなどが特徴である。

最近では走行制御技術の研究開発以外に、車間距離の差による燃費低減効果についての研究を行っている。海拔 1800m の高地で行ったボンネット型トラック 3 台、時速 90km、車間距離 6m での隊列走行実験では、燃費低減効果



図表 6-1 ワークショップの様子



図表 6-2 モデレータの名城大学 津川教授



図表 6-3 カリフォルニア PATH

が 4.3%（先頭車両）から 14.5%（最後尾車両）あったことが紹介された。これを海拔 0m の値に換算すると 50%増しの効果が得られると推測されるとのことである。また、米国で一般的なボンネット型のトラックよりもキャブオーバー型のトラックの方が定常走行時の燃費は良くなるとのことであった。

次に本年 7 月に行われた TRB 主催の自動運転に関するワークショップでどのような議論が行われたかの概略の紹介があった。詳細は TRB のホームページで公開されているとのことである。その中で興味深かった話の一つとして、シュラドーバー博士自身が発表した自動車の自動化技術の分類を行う際の言葉の定義についての紹介があった。自動化技術に関する言葉として“Autonomy”、“Autonomous”、“Automate”、“Automation”といった言葉があるが、“Autonomy”や“Autonomous”は、「独立して自律している」ことを指し、対義語は“Cooperation”となること。一方で“Automate”や“Automation”は「自動化している」という意味になるとのことである。この定義をもとに、縦軸を“Automation”の度合い、横軸を“Cooperation”/“Autonomy”の度合いとした図表の紹介があった。この分類だと、Google’s Cars は、縦軸の“Automation”、横軸の“Autonomy”ともが最も進んだ位置づけになり、対極として米国 DOT が実施している Safety Pilot Program が位置付けられるとのことである。

6.2 欧州 IKA からの報告

「KONVOI」は、その名（コンボイ＝トラックの集団）の如く電子連結したトラックの隊列走行を狙いとしたプロジェクトで、ドイツのアーヘン工科大学が中心となり、産学 15 機関のコンソーシアムで 2005 年から 2009 年にかけて実施された。公道（高速道路）にて、大型トラック 4 台、車間距離 10m での自動運転隊列走行の実証実験が行われてた。道路交通容量の増加と燃費の向上などを目的としている点、インフラ設備に頼らない電子連結の隊列走行である点、産学協同プロジェクトである点など、エネルギー ITS との共通点は多い。



図表 6-4 KONVOI

KONVOI では、先頭車はマニュアル、後続車は自動で走行し、横方向の制御はカメラにより 10m 先の白線を検知しているとのこと。隊列形成過程や一般車両が割り込んだ場合などの状態遷移に関するドライバーとシステム間のインタフェース（HMI）の研究や、ドライバーの受容性評価なども行っており、実用化を意識した検討が行われている。車両制御の技術としては、急激な加減速時の車間距離制御やカーブでの車線維持制御において誤差が大きいことなど、まだ課題があるようであった。なお名称は不明であるが、ドイツでは 2012 年から後継プロジェクトがスタートしているとのこと。

「SARTRE」は、“Safe Road Trains for the Environment”を略したプロジェクト名で、その名の通り、大型トラックに電子連結で自動追従する乗用車のロードトレインの実現を狙いとして、EU の FP7（第 7 期フレームワークプログラム）の中で 2009 年から 2012 年の 3 年間で行われたプロジェクトである。認証されたプロのドライバーが運転する先頭トラック（マニュアル運転）に一定の対価を支払うことにより、後続する車両（トラックおよび乗用車）は自動運転での追従モードになり、高速道路を移動中にコーヒーを飲んだり、読書をする都可以在という未来社会のビジネスモデルである（ボルボが作成したプロモーションビデオが You Tube で見ることができる）。



図表 6-5 SARTRE

ボルボやリカルド、アーヘン工科大学など 4 カ国 7 機関が参加している。実証実験は 5 台（先頭 2 台はボル

ボトラック、後続の 3 台はいずれもボルボのセダン、ステーションワゴン及び SUV)で行っており、5.9GHz の車車間通信を用いて車両制御情報を共有化するとともに、横方向の制御は先行車両への追従トラッキングで行っている。高度化した既存技術の組み合わせで実施しており、スバルの“Eye Sight”と同様の衝突防止システムであるボルボの“City Safety”装着車両に対しては、20~30 万円の単価アップで実現できるという話である(スウェーデンで行われた終了時のデモの調査に行った人間の報告では、隊列が長くなるほど横方向の制御レベルが悪くなるとの報告もあるため技術的な課題もまだまだありそうである)。

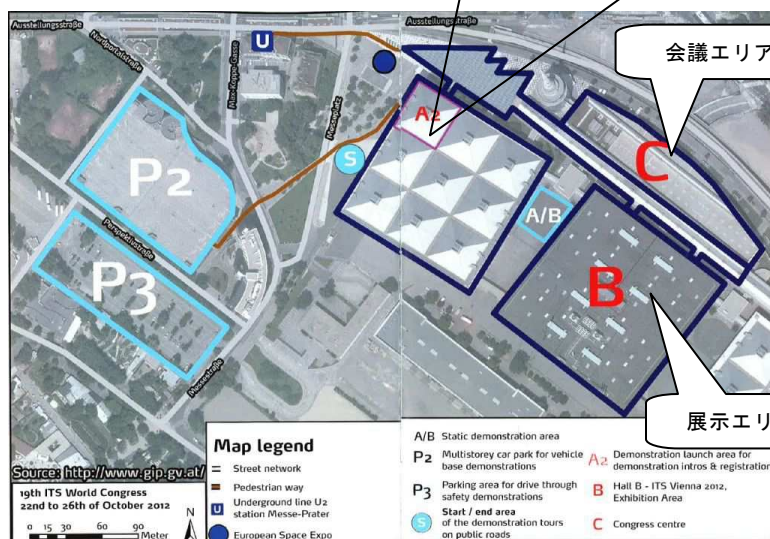
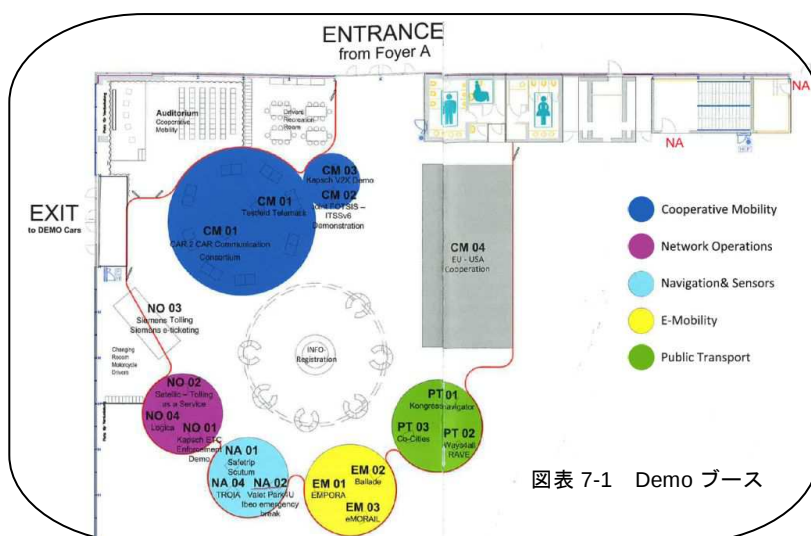
テストコース及び公道で行われた時速 90km、車間距離 4mでの実証実験の結果、先頭車両で 8%、後続車両で 16%程度の省エネ効果が見込めるとの報告があった。

ワークショップの最後に行われた全体討議では、主として実用化課題や非技術的な課題についての意見交換が行われ、各国の開発体制の動向や、近年自動運転に関わる取り組みが活発になってきたことへの考察、自動運転のリスク等について活発な議論が展開されるとともに、特に非技術的な課題の解決に向けては国際的に協調した取り組みが必要との認識が共有された。

7. デモ調査結果

世界会議では、展示場と離れた場所にデモブースをまとめて設置しており、ここでデモの内容を見せるだけでなく、会場と離れた場所で実施するデモの当日予約や、集合／出発をするようになっていた。ここでは、試乗あるいは見学した以下のデモについて紹介する。

	名称	展示場所 (Fig1)	デモ場所 (Fig2)
①	Cooperative Mobility	CM01	S→公道→S(Fig3)
②	Cooperative Mobility with Safety	CM01	S→公道→P3→S(Fig3)
③	Kapsch V2X	CM03	S→公道→S(Fig3)
④	Valeo Park4U®	NA02	P2
⑤	EU-US Cooperation	CM04	CM04



図表 7-2 世界会議会場全体図



7.1 Cooperative Mobility デモ①、②、および Kapsch V2X デモ③

Cooperative Mobility デモは C2CCC と TT *1 が共同で開催したデモで、車両を C2CCC が、路側を TT が担当している

*1：TT (Testfeld Telematic)：公的機関，研究機関，メーカーのコンソーシアムによるインフラ側からの協調システム評価のプロジェクトで主な参加者は ASFiNAG (交通管理センター)，Austriatec，Kapsch，Siemens，EFCON 等である。

①，②，③のデモは公道部分は同じで、②のみクリティカルな安全サービスである。Motorcycle Approaching Indication と Emergency Electronic Brake Light は公道を走行後に図表 7-3 の駐車場 P3 で実施。①，②の車両のうち②の車両は V-I/I-V と V-V 通信を備えているが、①の車両がすべて V-V 通信（あるいはそのアプリ）に対応しているかどうかは不明であった。

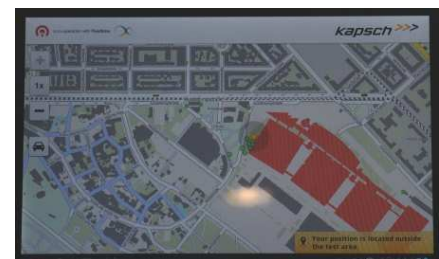
③のデモは結局 Kapsch のデモ車で①のユースケースの大部分を体験するものであった。ただし、V-I/I-V と V-V 通信を備えており、HMI 上に自車位置と V-V 通信をしている他車位置を示していた。図表 7-4 中黄色の円が自車、緑色の円が他車を示しておりこの場合はスタート地点に固まっている。

①，②のデモではまず CM01 ブース奥の待合で、集合者全員がビデオによる説明を受けた後で、出口よりでて S 地点で各自分散して車に試乗しデモを体験する。

デモコースは図表 7-5 に示すように S 地点を出発後、ドナウ川沿いの一般道を走行し、高速 A23 に乗り、A23 の一部を折り返し走行後高速 A4 を経て一般道を通り、S 地点へ戻ってくるもので、②のデモ車のみ駐車場 F3 で一部安全サービスを体験後に S 地点に戻る。



図表 7-3 デモ会場の駐車場



図表 7-4 Kapsch デモの HMI



図表 7-5 公道デモ試乗コース

各社の車載通信機は複数社のものがあるようだが、小生の試乗車の車載通信機はいずれも Kapsch のものであり、いずれもフロントウィンドシールドの上部の中央か隅に貼り付けられていた。下記にその仕様の一部を示すが、通信は 5.9GHz V-I, V-V で IEEE1609 ベースのセキュリティを搭載している。

- ・ 通信部：IEEE802.11p, IEEE1609.3,4,11, ETSI ITS-G5 in progress
- ・ GPS 内蔵, セキュリティ内蔵 (IEEE1609.2)
- ・ IF：Bluetooth (HMI 部分との IF), micro-USB, microSD カード等
- ・ 大きさ／重量：W133×H80×D38／194g



図表 7-6 Kapsch 車載通信機



図表 7-7 アンテナ

通信メッセージは V-V, V-I では CAM/DENM、I-V では信号以外の安全系サービスに DENM、信号系サービスに SPAT/TOPO を、交通情報系サービスに TPEG のメッセージを使っているとのことだったが、例えば前方渋滞情報提供アプリなどは DENM でも TPEG のメッセージでも可能なので、今回の I-V のアプリに関して、各アプリがいずれのメッセージを使っているかまではわからなかった。メッセージは ASN.1 記述で通信機は ASN.1 の PER コード／デコード機能を有している。

ドライバーHMI は小生の試乗車はいずれも 10 インチ程度のタブレットであったが、スマホを使っているものもあるようだ。通信機と HMI 間は Bluetooth 接続である。HMI の各アプリにおける情報提供時の表示デザインは類似ではあるものの同一ではなかった。



図表 7-8 HMI (タブレットとスマホ)

路側機も複数社のものがあるようだが、確認したものは Kapsch のものであった。台数は全体では数十台設置されているようだが、高速道路上には 8 台とのことであった。

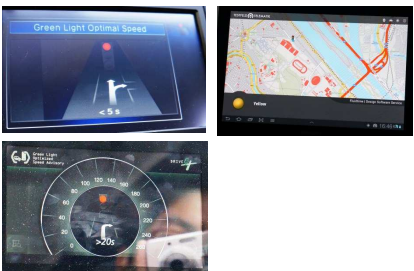
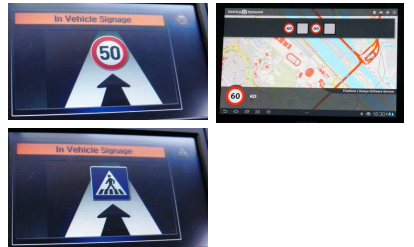
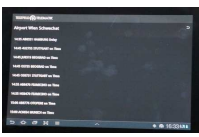
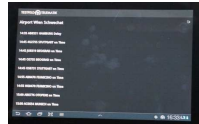
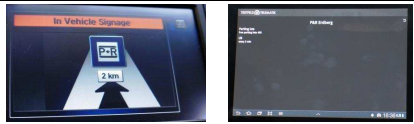
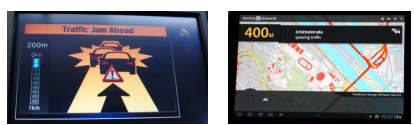
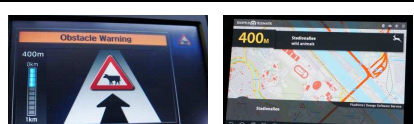
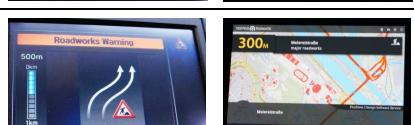


図表 7-9 信号機に設置の路側機



図表 7-10 標識に設置の路側機

以下、試乗デモアプリについて簡単に説明する。

No.	名称	内容	HMI 表示例
1-1	Traffic Signal Phase & Timing (SPAT)	信号の現示情報と、現示が赤の場合の残り時間を提示し、赤信号時には手前からの減速を促進して効率向上を図るもの。実際によく実信号と同期していた。停止時の現示提供では音声でも案内。	
1-2	Green Light Optimised Speed Advisory	信号が緑の場合に、交差点を緑で通過できる推奨速度を提供。試乗した車の HMI では上限／下限速度を示すのではなく、およその推奨速度を例えば「～30km/h」等の形で示していた。	
2	In-Vehicle Signage	標識の存在などを車内の HMI に示し注意を促すもの。試乗した車ではいずれもその道路の実際の制限速度が表示された。制限速度を約 10～20km/h 以上超過した場合には警告音が鳴っていた。	
3	Information On Flight Delays	インターモーダルな協調としてここではリアルタイムのウィーン国際空港のフライト情報を提示していた。	
4	Weather Warning	前方の悪天候情報を提供し注意を促すもの。例えば大雨、雷、積雪、凍結、横風など（実際には風はなく、デモ用情報とのこと）。	
5	Park & Ride Information	公共交通機関との乗り換えの利便性のための駐車場情報の提供である。ただしどのレベルまで情報提供しているかはわからなかった。	
6	Traffic Jam Ahead	前方の渋滞の存在とそこまでの距離を提供し注意を促すもの（実際にはその場所には渋滞はなく、デモ用情報とのこと）。	
7	Hazardous Location Notification	例えば故障車両からの DENM 発信や路側からの危険場所の提供など。試乗した車では実際に動物（鹿）が良く飛び出すという場所を提供していた。	
8	Road Works Warning	前方の道路工事場所を示し注意を促すもの。実際に道路工事場所はあったが設置路側通信機の場所はわからなかったし、実際は反対車線であるのに提供していた。	
9	Broken Down Vehicle	前方の事故車や故障車等の障害車両の存在をそれら車両が送信する DENM をもとに提供し注意を促すもの。ただし、試乗した車で模擬の事故車を配していたかどうかは不明。	

10	Emergency Electronic Brake Lights	以下の 2 アプリは駐車場 P3 で行われたもの。先行車との V-V により先行車のブレーキ情報を受信し、先行車の減速前に後続車に前方車の急ブレーキを警告するもの。実際に後続車のドライバーも前にのめるほど強い G をかけて止めていた。	
11	Motorcycle Approaching Indication	二輪車の死角からの接近を警報するもの。ただし、試乗では P3 が狭いため二輪車が横切ったりはみ出すということができず状況がうまく作れておらず、どのような状況で警報が出ているのかよくわからなかった。	

【所感】

- ・①、②は同時刻から始まりどの車両が①か②かはわからないため、②の試乗時に確認してから乗る必要があった。
- ・①のデモでは車載通信機（Kapsch）がうまく作動しない場合があった。他の人も乗った車によっては通信機が動かなかったりサービスアプリがうまく動かない例があったようである。
- ・後続車のドライバーは、警告が出る前からブレーキを踏んでおり、警告のタイミングが適切でないと感じた。
- ・上記のようにデモの運営やレベルにかなり問題があり、サービスの実用化は信頼性等の面でまだ課題が多そうである。

7.2 Valeo Park4U®

立体駐車場の屋上 P2 で Valeo 車の超音波センサのみを用いた自動駐車支援システム Park4U の次世代版としてレーザスキャナを用いた全自動駐車システムのデモを実施していた。

デモ車は車両前部に 1 台の IBEO レーザスキャナを、後部に複数の超音波センサを備えている。



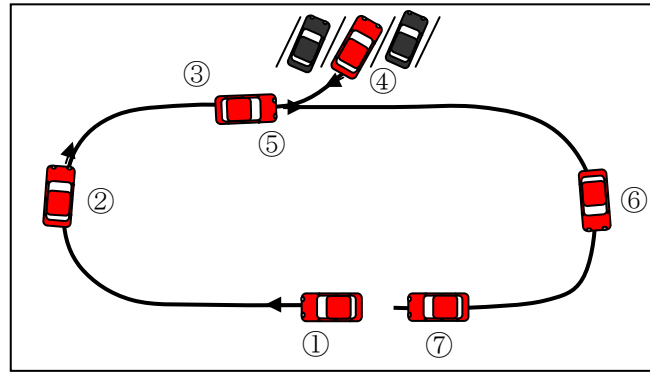
図表 7-11 IBEO レーザスキャナ



図表 7-12 デモ車

デモでは、図表 7-12 のデモ手順のように、①でドライバーが降車し、スマホより駐車位置への指令を与えると発信し、②自動で速度制御／操舵を行って、③駐車区画を見つけて、④前向きに自動駐車する。出庫時は入庫軌跡を後退し、⑤前進に切り替えて、⑥自動走行で、⑦ドライバーの待機位置に戻ってくる一連の動作を見せしており、アプリのコンセプトは CEATEC で日産がやっていたものと同じで、用途はやはり離れた駐車場への自動入庫／出庫である。

位置標定として GPS は用いておらず、マップとレーザスキャナを用いて周囲環境を認識し駐車する。



図表 7-13 デモ手順

【所感】

- ・今回のデモ車では後部にレーザスキャナを用いていなかったため、Valeo ブースで後退モードでの入庫の場合に超音波センサのみで行うことの可能性を聞いたが、やはり完全自動駐車はレーザスキャナが必要との話であった。
- ・自動操舵時のハンドルの動きはスムーズであった。停車は低速でもガクンと止まる感じであったが、ドライバーは乗っていないので問題はないとの説明をしていた。
- ・P2 ではこの隣で IBEO のレーザスキャナ（Valeo デモ車装着と同一形状）を用いた衝突防止システムのデモをしていた。ビニール製の停止車に対し、レーザスキャナで緊急停止するものであるが、Valeo 見学時には止まっていた。聞いた話では何度かは停止車にぶつけていたようだとのことであった。



図表 7-14 IBEO レーザスキャナ



図表 7-15 デモ車とターゲット

7.3 EU and US Cooperative Vehicle Showcase

協調システムに関しては EU と US で通信やアプリ、そのメッセージなどの協調を進めている。安全系のサービスに関するメッセージとして、欧州の ETSI が規格化した CAM/DENM と米国 SAE が規格化した BSM があり、欧米ではメッセージの協調を進めてきており、その成果を実際に通信で見せていた。

前方に BMW の乗用車を、後方に FORD のピックアップトラックを置き、両車の間に、どのような通信が行われているかをモニタに表示。先行の BMW 車の急ブレーキの情報を後続の FORD 車に車車間通信で送り後続車のブレーキを促す EEBL をユースケースとして示していた。両車にはいずれも DENSO の同じ車載通信機が搭載されている。

欧州モードでは通常 CAM が 100msec 間隔で BMW 車から FORD 車に伝達され、BMW 車が急ブレーキ時に、DENM が BMW 車から FORD 車に伝達されて FORD 車のブレーキを促す。

米国モードでは通常 BSM が 100msec 間隔で BMW 車から FORD 車に伝達され、BMW 車が急ブレーキ時に、

BSM に加えて EEBL フラグ MSG が BMW 車から FORD 車に伝達されて FORD 車のブレーキを促す。これは、米国側では DENM に相当するメッセージがないためである。

上記、2 つのモードの切り替えは今回は外付けの SW でなされていたが、説明員の話では GPS 位置で判断して自動切換えすること考えているとのことであった。

実際には CAM/DENM と BSM のフレーム構成はヘッダーなども入れ若干異なるので、結局車載通信機は両者の ASN.1 エンコーダ／デコーダを有している。



図表 7-16 メッセージのやり取りを表示するモニタ

【所感】

- ・ 今回の DEMO では 1 つのハードで欧州車と米国車の相互運用が可能であることを示していた。欧州と米国とでは Ch 数は異なるが通信の使用帯域は同じであり、物理レイヤではほぼ等しいことがわかるデモを実現させている。
- ・ ただし、ソフト的には異なる MSG のためのエンコーダ／デコーダを持つ必要があり、また別にセキュリティや認証の違い、ジオネットワーキングの扱いなどまだ解決すべき課題も多いと考える。

8. ウィーン交通事情

【 公共交通 】

ウィーンの中心部は“リング”と呼ばれる直径が約 2km、円周で 5～6km の昔の円形の城壁（旧市街の防御壁）の跡地に沿った環状道路の内側とその周辺部にあり、そのリングを中心として U バーン（ウーバーン）と呼ばれる 5 つの路線がある地下鉄と、30 ほどの路線があるシュトラーセンバーンと呼ばれるトラム（路面電車）が縦横に走り、郊外へは S バーンと呼ばれる郊外電車が走っているので移動は極めてたやすい。東京と比較すると山手線の直径は約 10km、円周で 35km 位あるそうなので、都市の規模がまったく違うとは言え、極めて狭いエリアに中心部が凝縮されているという印象である。

5 本ある地下鉄は路線（U1～U4 と U6）ごとに色分けされているので、目的地に行くのにどこの駅で乗り換えたら良いかが判りやすいが、駅番号がついていないので、似たような駅名があると実際に乗り換える際に少し迷う。

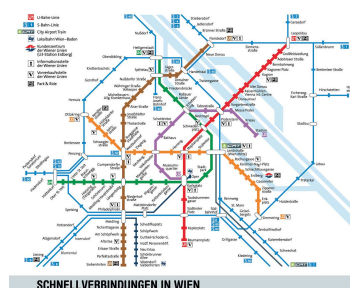
切符は、言語選択機能やクレジット決済機能がついたタッチパネル式の自動券売機で販売されており、1 回券以外に 24 時間券や 48 時間券、1 週間券等があるが、事前の知識がないとどの券を購入したら良いかについてかなり迷う。しかしながら、一度要領をつかんでしまえば極めて便利であり、例えば 48 時間券を買えば、地下鉄、トラム（路面電車）、郊外電車、路線バスが、足掛け 3 日間に渡って乗り放題でどこへでも行けるという、旅行者にとってうれしい仕組みとなっている。IT 全盛の時代に不思議な感じではあるが、ウィーン市交通局が一手に運営していることと、性善説に立つ大らかな文化があってこそこうしたことができるのかも知れない。なおゾーン制の料金体系になっているので郊外に行く場合は料金が変わる。

地下鉄の駅は U バーンの“U”の目印が大きく表示されているので分かりやすく、構内は殺風景ではあるがゴミはなく清潔感がある。駅構内に改札はなく、目に付くところに駅員もいない。使用開始のタイミングで駅構内に設置されている打刻機で入場時刻を打刻さえすれば、あとは期限まで自由に乗り降りできる。但し、たまに来るという検札で不正乗車が見つければ莫大な違反金（正規最大料金の 30 倍）が取られるそうだ。

電車のタイムスケジュールの掲示もあることはあるが、電光掲示板での案内は、次の電車が何時何分に来るというのではなく、あと何分で来るという案内方式。5 分から 10 分間隔で走っており、ほぼ時間通りに来ているようだが、こちらの案内方式の方がダイレクトでわかりやすい。道路沿いにあるトラムの駅の場合には、色々な行き先の車両が来るので、路線番号・行き先・到達時間がセットで切り替わる。



図表 8-1 地下鉄駅構内



図表 8-2 路線図（地下鉄と郊外電車）



図表 8-3 自動券売機の画面



図表 8-4 打刻機



図表 8-5 電光掲示板

電車を乗り降りする際には、全自動ドアではなく、利用者がドアの内外についている光るボタンを押すか、旧型の車両の場合は取っ手を引くことによってドアが片側ずつ開く。不必要なドアの開閉を防ぐことにより、車内の空調が保たれるということであろうか。



図表 8-6 開閉ボタン

地下鉄の車内は清潔感があり、すっきりとした印象。朝夕の通勤時間帯でも比較的空いており、人と人が触れ合うほど混むことことは少ないようだ。清潔感を感じる一因は、日本のように車内広告がないことかも知れない。また車内への自転車やベビーカー、犬の持ち込みが許されており、全席が優先シートになっている。



図表 8-7 地下鉄の車内

トラムは低床式の 2 両連結から 4 両連結位までのものを良く見るが、渋滞知らずで地下鉄よりも目的地の近くまで行けるので便利である。近代的な車両も走っているが、何十年も前から走っているような車両も現役で走っている。旅行者に便利なリングを周回している"リングトラム"と呼ばれるトラムは黄色に塗られているので一目で分かる。

バスに乗る機会はなかったが、地下鉄の切符で路線バスにも乗り換えられるので、トラムが走っていないところに行くにはバスが便利であり、トラムと同様市民の足として定着している様子である。



図表 8-8 トラムは市民の足



図表 8-9 リングトラムのポスター

なおウィーン国際空港からウィーン市中心部へのアクセスは極めて良く、30 分に 1 本程度の頻度で CAT (City Airport Train) という（日本で言えば成田エクスプレスのような）二階建ての直通電車が走っており、わずか 10 数分で到着する。並行して S バーン（郊外電車）も走っており、時間は倍の 30 分位かかるが料金は約半分で行けるので、旅慣れている人はそちらを使うようだ。



図表 8-10 二階建ての CAT

【自動車】

自動車のヘッドライトは昼間でも常時点灯が義務付けられており、エンジンをかければライトが点くようになっている。最高速度は、標識で制限されていない限り、一般道路では 100km/h、高速道路では 130km/h とのことであるが、総じてマナーは良く、無謀な運転をしている車両は見かけない。オーストリア国内のアウトバーンは有料だが料金所はなく、一定期間有効なステッカーをフロントガラスに貼る仕組みになっている。地下鉄の改札と同様、有料道路に関しても ETC のような仕組みでしっかり料金を徴収するのではなく、時々チェックをすることによりルールを守っていないことが判明した場合は、しっかり罰金を取るという考え方だという。



図表 8-11 高速道路の様子

市内の道路は、流入制限があるのか、日中はあまり渋滞していないが、夕方になると結構渋滞する。また、リングの内側となる旧市街の中は昔の建築物や道路を残しているので、道路幅はそれほど広くなく駐車場もほとんどない。したがって、居住者や業務用車の路上駐車はある程度認められているようだが、車両間の間隔は数 10cm レベルというのが当たり前で、どうやって出るのか（あるいは出るときには連絡でもし合うのか？）、ぶつけない限り出られないほどぎちぎちに止めている車両をよく見かける。



図表 8-12 自動車は常時点灯

タクシーに乗る機会はなかったが、乗った人に聞くと、流しのタクシーはなく、駅やホテルなどから利用する。初乗りメーター運賃は日本の半分以下であり、チップを含めても料金は日本と比べると同等か少し安いようであるが、公共交通が整備されているので大荷物を抱えている時以外はタクシーに乗る必要性はあまり感じない。そうしたことからタクシーの利用者がそれほど多いとは思えないのだが、そうした中でも我が国では高級車に属するベンツの E クラスのタクシーを良く見かけるのは、維持費などトータルコストが安いからだと聞くが本当であろうか？



図表 8-13 夕方の渋滞



図表 8-14 路上駐車はぎちぎち



図表 8-15 ベンツのタクシー

【 自転車 】

“シティバイク”と呼ばれるレンタサイクルシステムが整備されており、低料金で自転車を借りることができる。地下鉄の駅前に駐輪場が整備されており、歩道と明確に区分された自転車レーンも整備されているので、自転車の利用も盛んなようである。但し自転車レーンを結構なスピードで走ってくるので、夜間に旅行者が歩道と間違えて歩いていたりと危険である。



図表 8-16 レンタサイクルステーション



図表 8-17 自転車専用道

【その他】

気候は日本（東京）より数度低い程度で（幸いにも ITS 世界会議期間中は暖かい日が続いた）、治安は良く、市内を歩いても観光都市らしく暗くなっても繁華街では高齢者や女性を良く見かける。地下鉄に乗ってもゴミが散らかっていたり、不安を感じるような場所は皆無である。公用語はドイツ語であるが、英語も話せる人が多い。オーストリア人が話すドイツ語は少し訛りがあるとドイツ人が話していたという話を聞いたことがあるが、東京弁と大阪弁くらいの違いはあるようだ。またドイツ人に比べるとおおらかな気質で外国人に対しても親切と聞く。オーストリアは海に面しておらず、周囲を他国に囲まれた国で、首都のウィーンは東側のチェコやハンガリーに近い位置にあるが、塩の産地として栄えたザルツブルグはほぼ中央でドイツに近く、スキーで有名なインスブルックなどは西側のスイスやイタリア寄りに位置しているので、オーストリアの中でも地域によって多少言語や風土が違うのかも知れない。



図表 8-18 ウィーン的位置

キリスト教の影響なのか、日曜日は休日ということが徹底されているようで、観光客を相手にしている店や地下鉄構内にあるキオスクのような店以外は日曜・休日は休みとなる。為替レートの関係で円に対してユーロが安くなった（1 ユーロ≒100 円）おかげで、スーパーでの値札やレストランでの食事代などから見た物価の印象は日本よりも少し安い印象であるが、マクドナルドの Big Mac で比較すると日本より少し高いようなので、物価は日本と同じくらいなのかも知れない。