

株式会社 KDDI 総研

〒102-8460 東京都千代田区飯田橋 3-10-10

電話 03-6678-1950

Fax 03-6678-0339

<http://www.kddi-ri.jp>

研究成果報告書

2014 年度

I C T を活用した次世代 I T S の確立 II 歩車間通信技術の開発

Web 技術を活用した情報収集・配信技術の開発

2015 年 3 月 31 日

株式会社 KDDI 総研

目次

1. はじめに	1
2. 研究開発の目的および目標	3
2-1. なぜ交通事故削減に Web 技術が有効なのか	3
2-1-1. 交通事故統計	3
2-1-2. 危険予知と危険回避	5
2-1-3. プローブ情報の種類	6
2-1-4. 携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォーム	7
2-2. 開発目標	8
2-2-1. 最終目標	9
2-2-2. 2014 年度～2016 年度の目標	9
2-2-3. 2014 年度の実施内容	10
2-3. 研究開発の概要	11
2-3-1. システム構成の概念	11
2-3-2. 取り組むべき技術課題	12
2-3-3. 2014 年度の実施項目	15
2-3-4. タクシー用実験システム	17
2-3-5. テストカー用実験システム	18
2-3-6. Web Runtime のソフトウェア構成	18
3. 研究開発体制	20
4. 研究成果	21
4-1. 実施項目	21
4-2. タクシーテスト概要	22
4-3. タクシー試験結果	23
4-3-1. 安定性	23
4-3-2. レイテンシ	24
4-3-3. モニター画面例	26
4-3-4. WebAPI を使った処理例	26

4-4. テストカーによるテスト概要	28
4-5. テストカー試験結果	29
4-6. 歩行者検知	31
4-7. 課題	34
5. 各サブシステムの開発・設計内容	39
<hr/>	
5-1. W3C Vehicle Data API の検証	42
5-1-1. 全体設計	42
5-1-2. Vehicle Data API	43
5-1-3. DataBroker	47
5-1-4. プローブデータ (Web アプリ)	51
5-1-5. クラウドサーバー	55
5-1-6. プローブデータ確認画面 (検証用アプリ開発)	57
5-2 次世代プローブデータ API	58
参考	61
5-3. 車両・スマートフォン接続技術	64
5-3-1. 接続機能の検討対象	64
5-3-2. 車載機とスマートフォンの機能分担	65
5-3-3. 想定するユースケース	66
5-3-4. 車載機とスマートフォンの簡単な接続方式	67
5-3-5. 車載機がスマートフォンを介してのインターネット接続	68
5-3-6. 車載機とスマートフォンの機能連携	68
5-3-7. Bluetooth 機器との連携	69
5-4. ネットワーク輻輳回避技術 (最適な Web レイヤー・データ伝送/配信)	70
5-4-1. 検討対象	70
5-4-2. アクセス制御機能	71
5-4-3. サンプリング制御・優先処理機能	71
5-5. プライバシー保護	72
5-5-1. プライバシー保護制度の動向	72
5-5-2. パーソナル・エージェントの全体アーキテクチャ	74
5-6. 歩行者関連情報収集配信技術	75
6. 研究発表などの成果	78
<hr/>	

7. その他研究活動	79
7-1. 委員会	79
7-2. ビジネスプロデューサによる動向調査	85
7-2-1. 社会実装にむけたロードマップ	85
7-2-2. IT ベンダーの進出	86
7-2-3. コネクテッドカーの全体概念	86
7-2-4. 諸外国の（自動車に限らない）プライバシー保護の方向性	87
7-2-5. W3C Automotive & Web Platform BG/WG の動向	90
7-3. ITS 講演会『情報通信が支える次世代の ITS』	91
7-4. デモ展示『Web とクルマのアイデアソン』	92

1. はじめに

自動走行システムには、①交通事故の削減、②交通渋滞の緩和、③環境負荷の低減という効果が期待され、特に超高齢化社会を迎える中、世界一安全な道路交通社会を目指す我が国にとって、関連技術の開発やその普及に向けた環境整備は極めて重要である。自動走行システムを実現するためには、従来の自動車単体での運転支援技術（自律型）の更なる高度化に加え、車と車、インフラ、歩行者等をつなぐ高度な無線通信技術を活用した運転支援技術（協調型）の早期実用化が不可欠である。

平成 25 年に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言」において、「車の自律系システムと車と車、道路と車との情報交換等を組み合わせ、2020 年代中には自動走行システムの試用を開始する。これらの取組などにより、2018 年を目途に交通事故死者数を 2,500 人以下とし、2020 年までには、世界で最も安全な道路交通社会を実現する（交通事故死者数が人口比で世界一少ない割合になることを目指す）」とされている。

この国家目標を実現するために、内閣府における SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）が創設された。『ICT を活用した次世代 ITS の確立 II 歩車間通信技術の開発』（以下、「次世代 ITS 歩車間」と称す）は、SIP・自動走行システムに係わる研究開発の一部として実施されるものである。

上記のような背景から、「次世代 ITS 歩車間」においては、歩行者等と近接する自動車との間で位置情報等を交換することにより衝突等を回避するための歩車間通信システムの研究開発を行う。ここで、歩車間通信システムは、車載システムと直接通信できる専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術と、普及している携帯電話ネットワークを利用した携帯電話ネットワーク利用型歩車間通信技術の 2 通りの研究開発を行う。これら 2 通りの技術を実用化することにより、行動予測が難しく、自動車に比べ移動の自由度が高い自転車なども含む広義の歩行者の情報を車に伝えることで、事故の低減につなげることが期待できる。

「次世代 ITS 歩車間」では、上記 2 つの技術に対して、下記の（１）及び（２）中の技術課題と目標を定め開発を行うことにより、自転車なども含む広義の歩行者の情報を車に伝える有効な手段を開発し得ると考えた。

以上より、見通しの悪い交差点等で発生する歩行者・自転車事故の低減（基本計画書における政策目標：交通事故死者数 2500 人以下/年）に向けて、これらの諸技術を確立することを本研究開発全体の目的とする。

（１）専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術の開発

目標：多数の車両、歩行者、自転車が混在する実際の道路環境下において、基本計画書技術課題 II(1)専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術の開発における要求条件を達成する歩車間通信システムを実現する。

（２）携帯電話ネットワーク利用型歩車間通信技術の開発

【技術課題】

ア) 携帯電話ネットワーク利用型アプリケーション動作検証技術の開発

（当研究提案外）

イ) 携帯電話ネットワーク利用型情報収集・配信技術の開発

【目標】

上記アと連携する形で上記イの研究開発を行い、多数の車両、歩行者、自転車が混在する道路環境下において、有効な情報提供が行われる歩車間通信システムを実現する。

さらに、上記（２）イの携帯電話ネットワーク利用型情報収集・配信技術の開発においては、『電動車椅子による歩道・車道での高精度歩車検知システムの実現』、『Web 技術を活用した情報収集・配信技術の開発』の 2 つの開発プロジェクトに分かれ、本報告書は、後者の『Web 技術を活用した情報収集・配信技術の開発』（以下、「本研究開発」と称する）における 2014 年度の研究開発の内容、結果、課題等を報告するものである。

2. 研究開発の目的および目標

自動車への ICT の適用は、欧米を中心に急速に進んでおり、世界的なスマートフォンの普及、LTE などモバイルブロードバンドの整備、クラウドコンピューティングの発達などを背景に、新たなビジネス創出が期待されている。

自動走行や交通事故防止の観点では、走行情報や路面状況、さらには、運転者や周囲の歩行者状況など様々な情報の活用が必要となる。これらを活用する方策として、「次世代 ITS 歩車間」(2)イ-2)では、Web プラットフォームを基本として情報の収集・配信を行う技術の開発・実証を行う。

本研究では、(2)アで研究するリアルタイムでの注意喚起とは異なり、Web プラットフォームを使って情報を収集し、それらを統合・分析の上、歩行者飛出し等の走行・歩行危険箇所等の配信を可能とする。これらの技術を確立することを通じて、W3C 等での Web 技術の国際標準化に貢献すると同時に、ソーシャル型 ITS 情報プラットフォームとして活用される社会基盤の構築を促進する。

次節では、Web 技術が交通事故削減に有効な理由を説明する。

2-1. なぜ交通事故削減に Web 技術が有効なのか

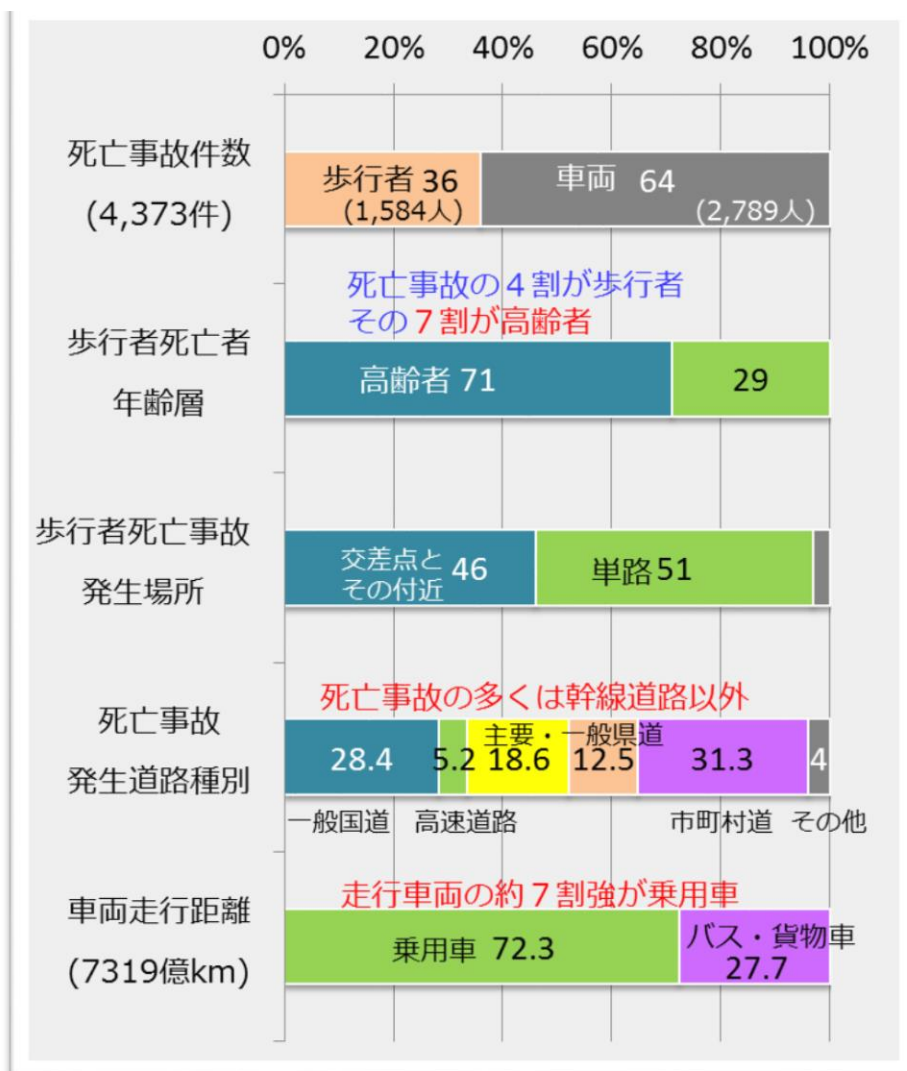
2-1-1. 交通事故統計

「次世代 ITS」の政策目標（アウトカム）である交通事故志望者数 2,500 人／年以下を実現する方策を考えるにあたって、死亡事故の実態を確認する。

図 2-1-1 は交通事故総合分析センター（ITARDA）の平成 25 年度交通統計をもとに、死亡事故の現状をグラフにしたものである。死亡事故は、この 1 年間に 4,373 件発生しており、約 4 割が歩行者である。その歩行者の約 7 割が高齢者（65 歳以上）となっている。

したがって、歩車間通信技術による死亡事故の削減策を考えるにあたって、高齢者が大半であることを前提とすると、「間近に迫った危険に対して警報を鳴らす」よりも「行動に余裕のある時間をもって注意を促す」ことが効果的であると考えられる。「危険に対する警告」は歩行者よりもハンドルを握っているドライバーに対して発することが事故削減に効果的であると考えられる。

死亡事故の発生場所については、高速道路や一般国道のような幹線道路が約 3 割であるが、残りの約 7 割は、幹線道路以外の一般道路である。一般道路は ITS 設備の普及が幹線道路に比して遅れており、設備コストを考えると、ITS 設備の普及にはまだしばらく時間がかかる。そのため、既存の ITS の仕組みに頼らず、一般道路からの交通情報等の収集する方策が必要であり、携帯電話ネットワーク利用型の情報収集配信基盤はその要請にこたえるものである。走行車両の 7 割は乗用車であることを踏まえ、「全国津々浦々の一般道路を走る乗用車から、携帯電話ネットワークを介して、交通情報や歩行者の情報を収集し、ドライバーや歩行者に注意喚起し事故を未然に防ぐ」、こうした考え方がより多くの死亡事故削減につながる方策として有力であると考えられる。



(出典：ITARDA の平成 25 年版交通統計をもとに KDDI 総研にて作成)

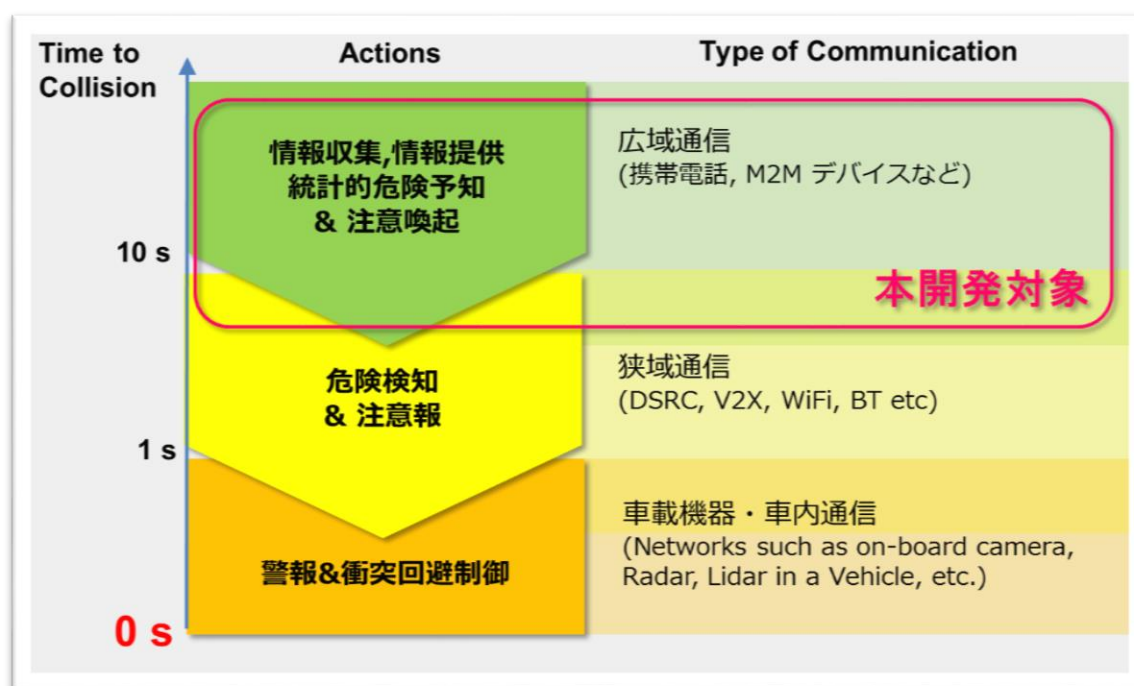
図 2-1-1 我が国における死亡事故の現状

携帯電話やスマートフォンを活用した交通情報収集の仕組みは、ドライブレコーダー等の専用機器に比べ、コスト負担の少なく設定が容易であることから、早期普及全国展開が期待できる。

2-1-2. 危険予知と危険回避

死亡事故の防止には、危険予知と危険回避が重要だが、高齢者の歩行者が多い現状を考えると、ドライバーや車が危険を回避せざるを得ないところが多いと言える。ただ、ドライバーが危険回避行動をとるにしても、時間的に適切な余裕が必要となる。

図 2-1-2 は、事故発生時点を 0 秒時点とし、その何秒前までにどういったアクション（危険予知、危険回避のための情報提供や機器の制御）を行うことができるか、また、そのアクションを実現するための情報通信技術を表したものである。



(出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。)

図 2-1-2 危険予知・危険回避を実現する情報通信技術

図の一番下の層「警報&衝突回避制御」は、衝突を目前にして、ドライバーに緊急警報を発したり、自動制御の技術を用いたりすることによって事故を回避するケース

である。これらを実現するのは車載機器の制御技術や、車内の機器同士の通信技術である。

図の中間層「危険検知&注意報」は、1秒～10秒の範囲で行うものであり、そのまま進行すると、事故に至る可能性が高く、速やかに危険回避の行動をとるように注意を与えるものである。ここでは、車両と当該車両外の対象物（相手車両や歩行者など）との通信により危険を検知し、注意喚起する。これを実現する通信機能は DSRC, V2X, WiFi, BT といった狭域通信の技術である。

図の上位層「情報収集、情報提供、統計的危険予知&注意喚起」は、事故の当事者となる車両等同士のインタラクションだけでなく、たとえば、過去の事故発生率の高い場所といった統計情報や、天気等の環境情報、同じ経路を数分前に走った車両による走行情報（たとえば、凍結路でスリップした）や周囲の環境情報（たとえば、下校時間帯で多くの子供が道路周辺にいる）を後続車に伝える、といった「危険予知・危険回避」のための情報提供である。

本研究開発では、この「危険予知・危険回避」のための情報提供を研究開発の対象とし、「適切なタイミングで事前の注意喚起」のための技術を開発することが目標である。

2-1-3. プロブ情報の種類

プロブ情報とは、一般に車両の位置や速度など車両からアップロードされるログデータの意味で使われることが多いが、ここでは、国際標準である ISO22837¹に基づき、以下のように定義する。

車両内部・外部の状態、或いは運転者の行動に関する情報であり、データ要素或いはそれらを含むメッセージとしてフォーマットされ、運転環境を収集・監視するセンターへ送信されるもの

¹ ISO22837 : “Vehicle probe data for wide area communications”

Vehicle sensor information, formatted as probe data elements and/or probe messages, that is processed, formatted, and transmitted to a land-based centre for processing to create a good understanding of the driving environment

本研究の政策目的である交通事故削減には、危険予知・注意喚起が必要であることを前節で述べたが、プローブ情報として危険予知・注意喚起に有効な情報源として表 2-1-1 のような情報項目が考えられる。

表 2-1-1 危険予知のための検知情報

車両データ	
車両位置、車速、進行方向	
急ブレーキ	
エアバッグ展開	
車両点検結果	
運転環境	
道路線形（傾斜角、曲率、交差点、歩道、ガードレール）	
交通信号、道路・交通標識	
運転経路	
気象条件（豪雨、降雪など）	
路面状況（滑走、凍結、冠水）	
歩行者数・歩行速度	
運転者状況	
運転行動・癖	
眠気・視線	
認知的負荷	

（出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。）

これらの情報項目から、たとえば、急ブレーキが頻繁に発生する場所、事故多発スポット、交通渋滞、歩行者による混雑など、危険予知・注意喚起をドライバーに通知することが有用である。

ただし、これらの情報は、その対象となる地点に向かって進む車両・人を対象に通知されることが重要であり、対象外の車両・人には通知されない（情報が配信されてもドライバーには通知されない）仕組みづくりが必要となる。

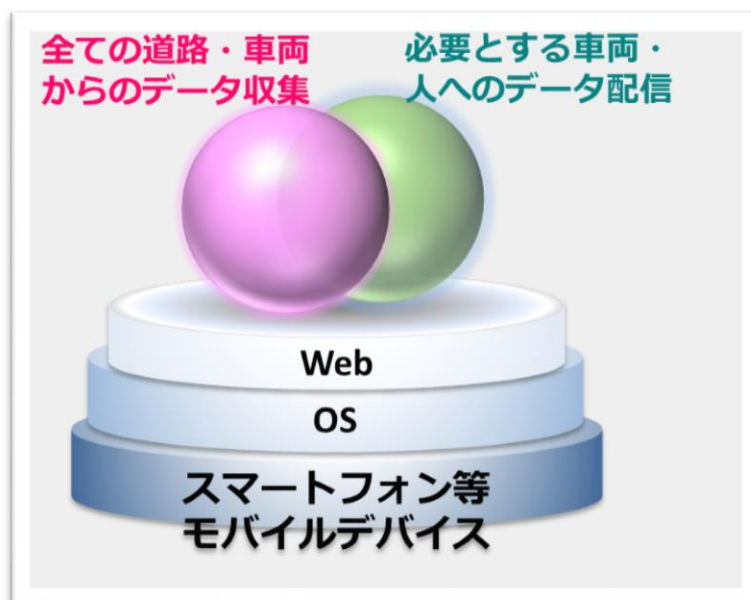
2-1-4. 携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォーム

前述のとおり、プローブ情報を全国の道路・車両から収集するだけでなく、車や人に適切に通知するという側面においても、広く一般に普及しているスマートフォン等

のモバイルデバイスを利用して、走行車両の情報を収集・分析し、情報提供してもらうことが、有効かつ現実的な方法と考えられる。

さらに、現在、Web 技術の標準化団体である W3C で標準化検討が進められている自動車用 Web API (W3C Vehicle Data API) を利用すれば、車からの情報収集が、自動車の車種や年式、スマートフォンの機種、OS の違いに依らず取り扱え、早期展開・普及が可能となる。

以上の観点から、携帯電話ネットワークを利用した ITS 用 Web プラットフォームを構築し、社会実装することを本研究の基本コンセプトとする。



(出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。)

図 2-1-3 携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォーム

2-2. 開発目標

本研究開発の開発目標と開発計画について述べる。

2-2-1. 最終目標

本研究開発では、交通事故死亡者数 2,500 人以下/年の政策目標を見据え、「交通事故回避のための様々な運転環境・状況の情報収集と注意喚起情報の配信を実現する社会システムの確立」を最終目標とする。

2-2-2. 2014 年度～2016 年度の目標

本研究開発の 3 カ年で実施・遂行する成果目標は以下のように設定する。

1. W3C 等国際標準化活動への貢献
2. ソーシャル型 ITS プラットフォーム構築の促進

また、各年度の成果目標を以下のように設定する。

[2014 年度]

『Vehicle API によるプローブデータ収集』

- Vehicle Data API を用いた車両・走行情報の収集
- 車両前方の歩行者検知
- プライバシー保護技術の設計・開発

[2015 年度]

『歩行者情報 API・プライバシー保護技術開発』

- 次世代プローブデータへの拡張
- 持込機器接続、効率的伝送方式開発
- プライバシー保護技術の開発

[2016 年度]

『次世代プローブデータによる総合実証』

- 次世代プローブデータを用いた危険エリア情報配信

- 高速匿名化処理の実装
- W3C 標準化コンFORMANCEテスト

2-2-3. 2014 年度の実施内容

2014 年度のテーマである「Vehicle API によるプローブデータ収集」を具体化するために、本研究開発では、プローブ情報収集システムを開発し、これをタクシー100 台に搭載して、公道上での実証試験を行った。このシステムを開発するにあたっては、自動車開発の専門家、Web 技術の専門家など有識者の意見を求めるために、「Web プラットフォーム技術委員会」を構成し、5 回の委員会を開催した。

さらに、プローブデータはプライバシーの取り扱いにも十分配慮が必要であるため、「プローブデータ・プライバシー検討委員会」を構成し、法学者、弁護士、自動車関係者、Web 関係者等を交えた委員会を 2 回開催した。

プライバシーに関しては、この 3 年の研究開発の間に、プローブデータの収集・配信におけるプライバシー保護機能の組み込みを考えており、2014 年度は、その初期の取り組みとして、「パーソナルエージェントにおけるポリシー設定システム」を開発した。

また、歩行者情報の取り組みとしては、2014 年度は歩行者を検知するシステムの開発を行った。2015 年度は WebAPI 開発に向けて歩行者情報の情報量化について検討を進めて行くことになる。

表 2-2-1 2014 年度実施内容

目標	説明	備考
Vehicle Data API を用いた車両・走行情報の収集	2/1～3/10 タクシー（延べ 100 台）による公道での開発実証	Web プラットフォーム委員会を 5 回実施
車両前方の歩行者数の検知	2014 年度は検知のみ。WebAPI 化は 2015 年度に検討。	
プライバシー保護技術の設計	2014 年度は全体設計。2015,16 年度に開発実証。	プローブデータ・プライバシー委員会を 2 回実施

2-3. 研究開発の概要

本節では、2014 年度に開発実証するプローブデータ収集システムの概要を説明する。

2-3-1. システム構成の概念

図 2-3-1 には、本研究におけるシステム構成の概念と開発対象を示している。

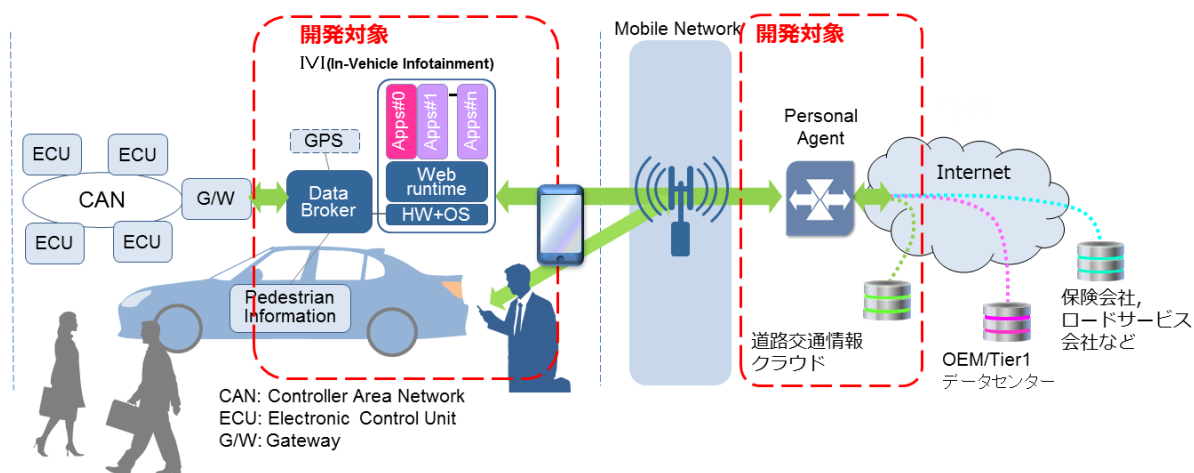
左から、車両内のデータ通信ネットワークである CAN からゲートウェイを通じて、車両が生成する走行状態などの情報項目を「Data Broker」というサブシステムで収集する。ここでは、車種や年式などによる情報項目の相違を吸収し、WebRuntime に対して標準的なフォーマットに変換して転送する。

WebRuntime は Data Broker から受け取った情報項目を W3C Vehicle Data API として走行情報等を利用するウェブアプリケーションに対して提供する。

プローブ情報をクラウドサーバーにアップロードする機能は、ウェブアプリケーションのひとつとして構築される。このウェブアプリケーションは、ブラウザ（Web Runtime）上で動作する 1 ページとして動作するイメージである。

プローブ情報の送先となるのは、図 2-3-1 では一例として道路交通情報クラウド、OEM データセンター、保険会社などとしているが、プローブ情報を使って何らかのサービスを提供するシステムである。2014 年度の開発実証では、プローブ情報を格納するだけのクラウドサーバーを構築した。

プローブデータを送出するウェブアプリケーションとクラウドサーバーの間に位置するのが「パーソナルエージェント」である。パーソナルエージェントは、利用者の意思に基づき、プローブデータを活用するサービスプロバイダーとの間で、プローブ情報を適切な粒度（匿名化の度合い）に調整する機能を持つ。2014 年度は、利用者がその粒度を設定する画面機能について開発を行った。



(出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。)

図 2-3-1 携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォームの概念図

2-3-2. 取り組むべき技術課題

本研究開発で取り組むべき技術課題は以下の 6 点である。

1. W3C Vehicle Data API の検証
2. 次世代プローブデータ API の開発
3. 車両・スマートフォン接続技術
4. ネットワーク輻輳回避技術
5. プライバシー保護技術
6. 歩行者関連情報収集配信技術

以下順に説明する。

[W3C Vehicle Data API の検証]

W3C Vehicle Data API は策定中の仕様であり、Vehicle Data API 実装を持つブラウザによる実車両での API 利用の実証事例は、公開されている情報としては存在していない。

そのため、Vehicle Data API の API 構成、取得できる情報の内容、精度、データ取得対象の位置を指定する方法(Zone と呼ばれる位置指定)等、API の仕様が実用上適切であるかはまだ検証されていない。

また Vehicle Data API の機能の内、仕様草案に特に記載がなく実装依存となっている部分が多くあり（データ取得時のレスポンス時間等）、実用に適するためには一定の基準を満たすことが必要と思われるが、実装のガイドラインは特に示されていない。

[次世代プローブデータ API の開発]

自動車から直接取得できるデータのほかに、自動車が全国を走り回るセンサとしてさまざまな情報を取得し、利用しやすい形で情報提供できるようにすることが次世代プローブデータ API 開発の目的である。たとえば、運転環境やドライバーコンテキスト情報として、以下のような項目が検討されている。

- 車載カメラの画像処理データ
 - 道路線形（傾斜角、曲率、交差点、歩道、ガードレール）
 - 交通信号、道路・交通標識
 - 気象条件（豪雨、降雪など）
 - 路面状況（滑走、凍結、冠水）
 - 歩行者数・歩行速度
- 運転者の状況
 - 運転行動・癖
 - 眠気・視線
 - 認知的負荷

また、プローブ情報の標準仕様としては、ISO22837 が規定されているが、規定される項目数が少ないことや Web で利用することが考慮されていないなどの課題がある。

さらに、実運用を考えたときに、必要となる応答時間（レイテンシ）や、移動通信網のトラフィック量への考慮も含め、次世代プローブデータ API としての標準仕様のあり方について検討する必要がある。

[車両・スマートフォン接続技術]

持ち込み機器であるスマートフォンを車載器と接続する手段は、図 2-3-1 では簡略に示しているが、実際には、有線／無線という接続方法や、スマートフォンと車載器との機能分担においても、様々なバリエーションが存在する。そのため、アプリケー

ションやサービスが、特定メーカーや特定機種に限定され、本格的な普及の前段階という状況にある。誰もが利用し、市場に参入できる標準技術が確立されていないことが課題である。

また、複数の機器同士を無線接続する場合、認証など利用者における操作性が課題となっている。

[ネットワーク輻輳回避技術]

自動走行の実現や安全確保のため、車両が検知・生成するデータは、年々種類・量とも増え、短時間に大量に生成されることが想定される。

このような状況において、すべてをクラウドのサーバに伝送・格納しようとする、回線やサーバの負担が大きく、トラヒック輻輳やデータ欠損等が生じる確率が高くなる。人やクルマの安全に係る情報が滞るような事態は回避し、且つデータ分析等の信頼度も維持・向上も図れるよう、適切に集配信するデータ量、送出タイミング、周期等をコントロールする技術が必要となる。

[プライバシー保護技術]

ビッグデータが新たな価値を生むとの期待も大きく、世界中で様々なデータが集積されている。我が国のみならず諸外国においても情報の利用・流通とプライバシー保護の双方を確保するための制度設計が検討されている。また、プライバシー保護のための暗号化技術や認証方法などの技術も発展を遂げてきた。

このように、プライバシー保護は、法制度面と技術面で実現されていくが、実運用を考えると、以下の事項に関して、具体的手法が確立しておらず、プローブ情報を扱う上でも技術的な課題となっている。

- 個人の意思決定の自動化（個人のプライバシープリファレンスに基づく情報提供の自動化処理とオプトアウト要求・処理手法）
- リアルタイムに、かつ大量・多種多様に生成される個人情報に対する匿名化処理
- 送付した個人情報の閲覧／削除機能

[歩行者関連情報収集配信技術]

交通事故が起こりやすい場所、歩行者にとっては危険な場所を地図として提供する動きが行われてきている。警察の事故事例に基づく交通事故多発地点的なアプローチや、ヒヤリハット事例をドライブレコーダーから抽出する試みなども行われている。これらは主に過去に事故やヒヤリハット事例が起きた「地点」が今後も確率的に事故につながりやすいとみなすアプローチであり、一定の効果がみられている。

一方、車と歩行者間の事故が起きやすい状況は、時々刻々と変化するものであり、「地点」のみに注目するのではなく、ある時間帯のある状況においては、他の場所においても危険性が高いことはありうる。例えば、歩道と車道の間ガードレールがないような環境の道路で多数の歩行者がいることを車が発見した場合、後続の車にとっては重要な注意喚起情報となる。このような状況は道路周辺でイベントが開かれた場合や、学校の集団登校や遠足のような場合に起きうるものである。別の例としては、夜間などに歩行者がいないと仮定してスピードを出してしまいがちな道において、道路脇に歩行者がいるという情報や自転車が路側帯を走行しているなどの情報が得られれば同様に注意情報として有用になると考えられる。

このように、時々刻々と変化する歩車間の事故防止情報を、カメラ映像も活用しリアルタイムに収集し、運転車および歩行者それぞれに伝える、とくに歩車間の連携システムが歩行者事故防止には有効なものと考えられるが、まだ実現されてきていない。

2-3-3. 2014 年度の実施項目

[W3C Vehicle Data API の検証]

- データブローカー及び基本車両データ API*を有する Web Runtime の開発

* 車両データ API (初期実装項目)

- 車速
- アクセル操作
- ブレーキ操作
- エンジン回転数
- オドメータ
- ハンドル回転角
- 燃費
- 車両位置

- 上記初期システムのタクシー100台とテストカーによる公道試験と評価

[次世代プローブデータ API の開発]

- ユースケースと要求条件の整理

[車両・スマートフォン接続技術]

- ユースケースと要求条件の整理
- 研究開発システム仕様の策定

[ネットワーク輻輳回避技術]

- 研究開発システム仕様の策定

[プライバシー保護技術]

- 研究開発システム仕様の策定
- ユーザ・プリファレンスに基づく情報粒度制御 UI の開発

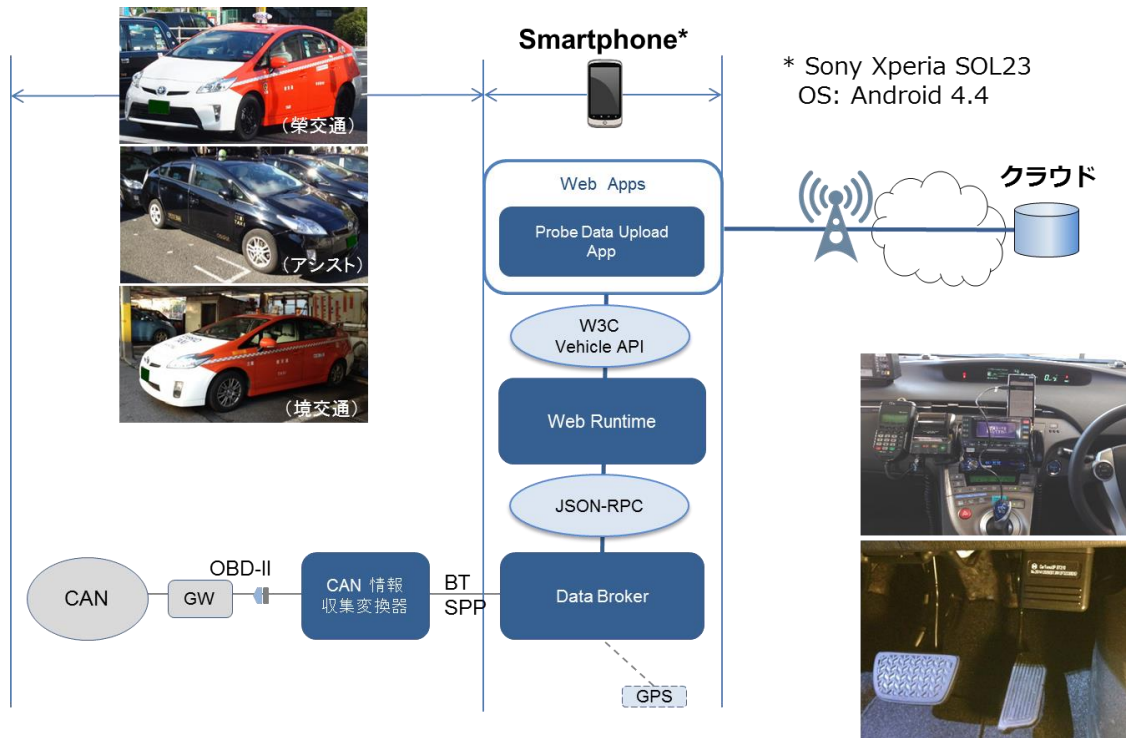
[歩行者関連情報収集配信技術]

- 歩行者認識に関する基本アルゴリズムの評価

2-3-4. タクシー用実験システム

タクシー用実験システムは、実際の走行環境における Web 技術を使ったデータ収集基盤の開発および検証に主眼を置いたものであり、営業車であるため、車内に搭載できる機材の制約から、Android スマートフォンを車載器相当と位置づけ、業務に支障を来さないよう配慮する。

Android スマートフォン上に、Data Broker、Web Runtime を開発し、Web Runtime 上で動作するアプリケーションとして、プローブデータアプリを開発した。タクシー車両で使用するスマートフォンの OS は Android 4.4 とした。

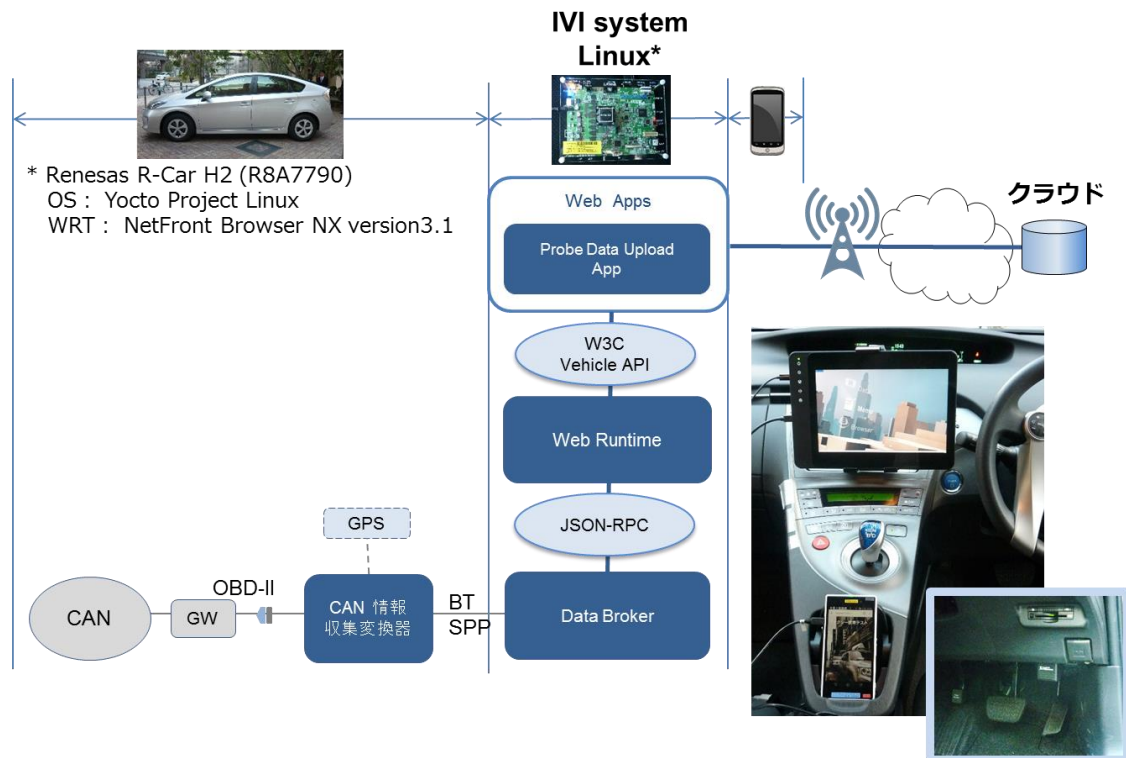


(出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。)

図 2-3-2 タクシー用実験システムの概要

2-3-5. テストカー用実験システム

テストカー環境では、車載器のリファレンスボード（ルネサス社 R-Car H2）を車内に持ち込み、2015,16 年度に向けて自由度の高い開発・検証を行う計画である。2014 年度は、タクシー用実験システムと同様に、Web 技術を使ったデータ収集基盤の開発および検証を行う。

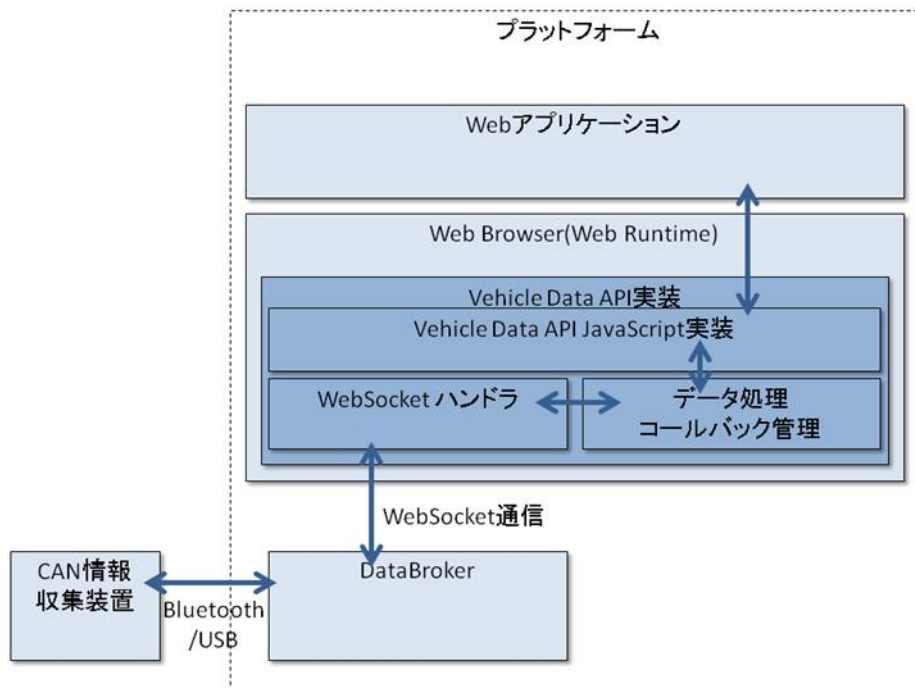


(出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。)

図 2-3-3 テストカー用実験システムの概要

2-3-6. Web Runtime のソフトウェア構成

Web Runtime は、Data Broker からデータを受け取る「Web Socket ハンドラ」、受け取ったデータを対応する Vehicle Data API のデータ項目として引き渡す「データ処理コールバック管理」、ウェブアプリケーションに対して、Vehicle Data API 仕様に基づいた JavaScript インタフェースを提供する「Vehicle Data API JavaScript 実装」の各部分から構成される（図 2-3-4）。2014 年度の開発において取り扱うのは表 2-3-1 に示す 8 項目である。



(出典：KDDI 総研にて作成)

図 2-3-4 Vehicle Data API の機能ブロック

表 2-3-1 2014 年度に取り扱うデータ項目

項目	W3C Vehicle Data API 対応項目
車速	VehicleSpeed.speed
アクセルペダルストローク	AcceleratorPedalPosition.value
ブレーキペダルストローク	BrakeOperation.brakePedalDepressed
エンジン回転数	EngineSpeed.speed
走行距離	Odometer.distanceTotal
ハンドル切れ角	SteeringWheel.angle
燃料消費量	Fuel.instantComsumption
GPS 位置情報	Geolocation API

3. 研究開発体制

[研究責任者] 平林 立彦

[経理責任者] 磯部 雅洋

[ビジネスプロデューサ] 泉 健太郎

[研究開発分担]

(a) 自動車・モバイルネットワーク間ウェブインタフェース技術の研究開発

内 容	担当研究者
①W3C Vehicle Data API	藤原正弘 (リーダー) 羽田野太巳 浦田真次郎 三原寛司 石坂淳 森口泰行 他
確認アプリケーション	森口泰行 (リーダー) 石坂淳
②次世代プローブデータ	藤原正弘 (リーダー) 羽田野太巳 浦田真次郎 三原寛司 石坂淳
③接続機能	嶋田実 (リーダー) 酒澤茂之 小塚宣秀

(b) デバイス～クラウド間ネットワーク技術

内 容	担当研究者
④ネットワーク輻輳回避技術 (最適な Web レイヤ・ データ伝送/配信)	嶋田実 (リーダー) 米山暁夫 鈴木理基 藤原正弘
⑤プライバシー保護技術	高崎晴夫 (リーダー) 清本晋作 森口泰行

(c) 歩行者関連情報

内 容	担当研究者
⑥歩行者危険情報分析・ 配信技術	磯部雅洋 (リーダー) 米山暁夫 嶋田実 三原寛司 石坂淳

4. 研究成果

実施計画書の年次目標として掲げた項目に即して達成状況を下表にまとめる。いずれも当初計画通り達成している。

表 4-1 実施計画書の年次目標に対する達成状況

目標	達成	説明
① W3C で標準化を進めている Vehicle Data API を用いて車両・走行情報を収集すること（基本的な API が中心）	開発完了	
② 上記をテスト環境のみならず、公道を走行する実車（タクシー等）において実証すること	実証完了	2/1～3/10 タクシー（延べ100台）による公道実証。
③ 歩行者情報取得の第一歩として車両前方の歩行者を検知すること	開発完了	2014年度は検知のみ。WebAPI化は2015年度年度に検討。
④ パーソナルエージェントの全体アーキテクチャの設計と基本機能の開発	設計、開発完了	2014年度はポリシー設計機能を開発。

以下、上記①～③にかかわる開発実証について説明する。

④については、2014年度はサブシステムに閉じた開発であるため、「5. 各サブシステムの開発・設計内容」にて説明する。

4-1. 実施項目

2014年度は、タクシー用実験システム、テストカー用実験システムと2つの実験システムを構築し、開発実証試験を行った。それぞれの試験の位置づけと確認項目について表 4-1-2 に示す。

2014年度は開発期間が極めて短く、細かくテストフェーズ切り、そのフィードバックを次のテストフェーズに反映させ、品質の確保に努めた。具体的には、最初の総合テスト（車両を走行させ、クラウドサーバーにプローブデータをアップロード）である「タクシー前期テスト」は、安定してプローブデータがアップロードできることに主眼を置きテストを行った。

「タクシー後期テスト」では、レイテンシの測定を中心に行い、開発したシステムのチューニングを行いながら、性能面を中心に確認した。

「テストカー」では、8項目の基本項目の確認を行うことを主目的とし、加えてレイテンシの測定を行った。

表 4-1-2 実施計画書の年次目標に対する達成状況

プラットフォーム	ver.	確認項目	データ項目
タクシー Android 版	前期テスト (2/1-10)	プローブデータを安定してクラウドサーバにアップロードすること	位置 車速 ハンドル回転角
	後期テスト (2/24-3/9)	レイテンシの測定 (End-End)	位置 車速 ハンドル回転角
テストカー R-car Cartomo Pro 版	Polyfill 版	基本項目の確認	8 項目

4-2. タクシーテスト概要

タクシー車両を使った公道実証試験は、2/1～3/10の期間、都内のタクシー会社の協力を得て行った。今回のシステムでは、採用したCAN情報収集装置の制約の中で、収集可能な情報項目が最も多い、トヨタ プリウス 30 型をテスト車両として選択した。この車種を保有するタクシー会社に協力を依頼し、株式会社アシスト、境交通株式会社、榮交通株式会社の3社の協力を得た。

表 4-1-3 タクシーテストのスケジュール

タクシー会社	前期テスト (2/1～2/10)	後期テスト (2/24～3/10)
アシスト三鷹営業所	15 台	25 台
アシスト潮見営業所	25 台	10 台
境交通 (三鷹市)	10 台	0 台
榮交通 (大田区)	0 台	15 台

タクシーに取り付ける機器は「CAN 情報収集装置」「スマートフォン」であり、スマートフォンはシガーソケットから USB ケーブルで給電する。CAN 情報収集装置とスマートフォンは Bluetooth (SPP: Serial Port Profile) で接続する。

車両への取り付け、取り外しは、タクシーが営業所に戻ってきた時に行う。1 台当たり 5～10 分程度を要する。取り付け時には、エンジンを始動させ、プローブデータがアップロードされることを確認する。

4-3. タクシー試験結果

4-3-1. 安定性

前期テストの目標は安定性の確保であるが、前期テストでは、取り付けした機器からプローブデータが収集できた車両が少なく、処理が止まってしまった原因の追究とその対策に追われることとなった。対策を講じたプログラムの入れ替えを行い、少しずつ安定性を向上させることができた。

その様子を図 4-3-1 に示す。

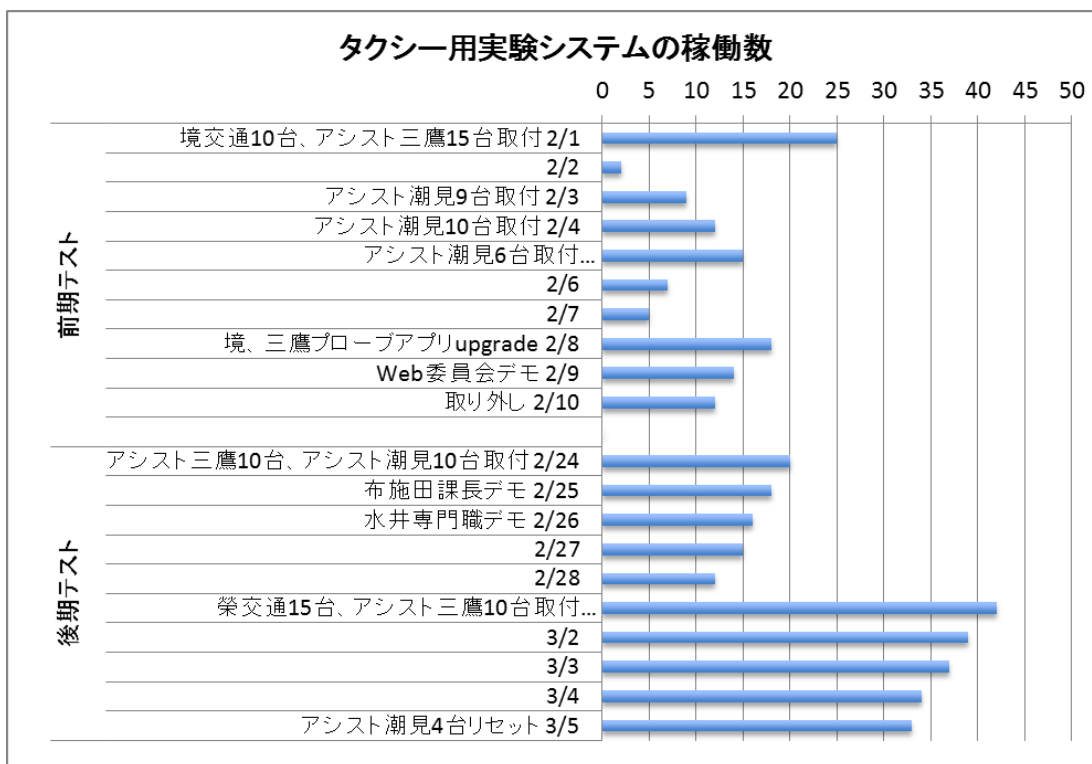


図 4-3-1 タクシー用実験システムの稼働数

前期テストでは、取り付け→データ上がらず→原因追究→プログラム改修→プログラム入れ替え、を繰り返し、2/8,9 の時点である程度まで、原因の追究と改修のめどが立った。2/11~23 の間に試験環境でテストを繰り返し、安定化バージョンを 2/24、3/1 に取り付け、前期に比べればかなり安定して動作することが確認できた。

稼働数が減少する要因は、当初はプログラムの不備に起因するものが多くあったが、スマートフォン（Android）に起因するものや、物理的に機器が外れていたものもあった。

4-3-2. レイテンシ

携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォームでは、図 2-1-2 に示したように、10 秒～レベルでの危険予知・注意喚起を対象と考えている。これを安定的に実現するためには、5 秒程度のレイテンシ（CAN 情報収集装置からクラウドサーバーまでの伝送遅延時間）が期待できるか否かが Web 技術採用の判断基準となる。2014 年度の開発実証では、安定的にプローブデータをクラウドサーバーに格納できることを第一義として開発しているため、性能面でのチューニングは一切行っていないが、5 秒程度が実現可能なレベルなのか考察することが 2014 年度の研究成果として最も重要な点である。

図 4-3-2 は、タクシー用実験システムにおいて、Data Broker から、WebAPI を使用せずに直接クラウドサーバーへアップロードしたときのレイテンシを示している。グラフからわかるように、1~4 秒の範囲に収まっている。

Data Broker からアップロードする周期は 1 秒、データ変換やキューイングにおよそ 0.5 秒、サーバとの接続等で 0.25 秒程度の遅延があるものと考えているが、現時点では詳細なモニタリングはできておらず、2015 年度はこれらの調査・分析と処理の最適化を検討することが課題として残されている。

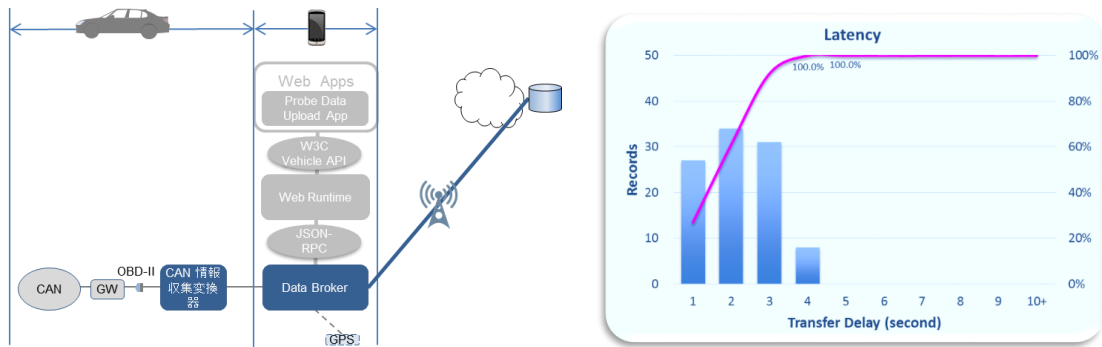


図 4-3-2 レイテンシ（事前評価）

後期テストでは比較的安定してタクシー用試験システムが稼働し、多くのアップロードデータが収集できた。

このデータからサンプリング²してレイテンシを測定した結果が図 4-3-3 である。グラフより全体の約 95%は 1~5 秒に収まっていることがわかる。

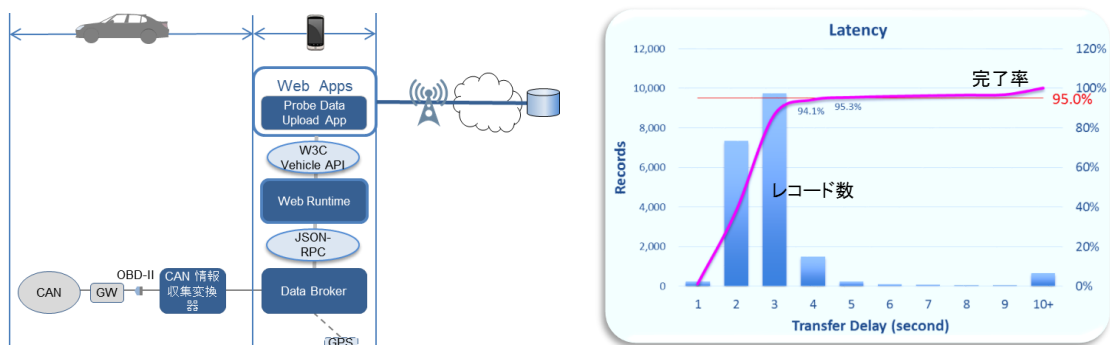


図 4-3-3 レイテンシ（WebAPI での測定）

詳細なモニタリングはできていないが、およそ以下のような遅延要因が考えられる。

- データ変換&キューイング (~0.5s)
- 変換~スマホ・サーバ (~0.25s)
- Web サーバ~アプリ間 (~0.5s)
- Web アプリ内 (~1s)
- CPU 処理能力・メモリ最適化等

これらについても、今後、調査・分析と処理の最適化を検討する。

² 3月2日~5日 09:00 近傍の5千レコード、合計2万レコード

4-3-3. モニター画面例

タクシー車両を使用したテストでクラウドサーバーにアップロードされたプローブデータを確認するために、「車両データ・モニター画面」を用意した。

図 4-3-4 では、3 台の車両の軌跡が地図上に表示されている。この画面では、情報項目をフィルタリングすることにより、対象データを確認しやすいよう設計されている。

また、この画面でプローブデータとマッシュアップして使用している地図は、オープンソースで利用可能な、Open Street Map (<https://openstreetmap.jp/map>) である。

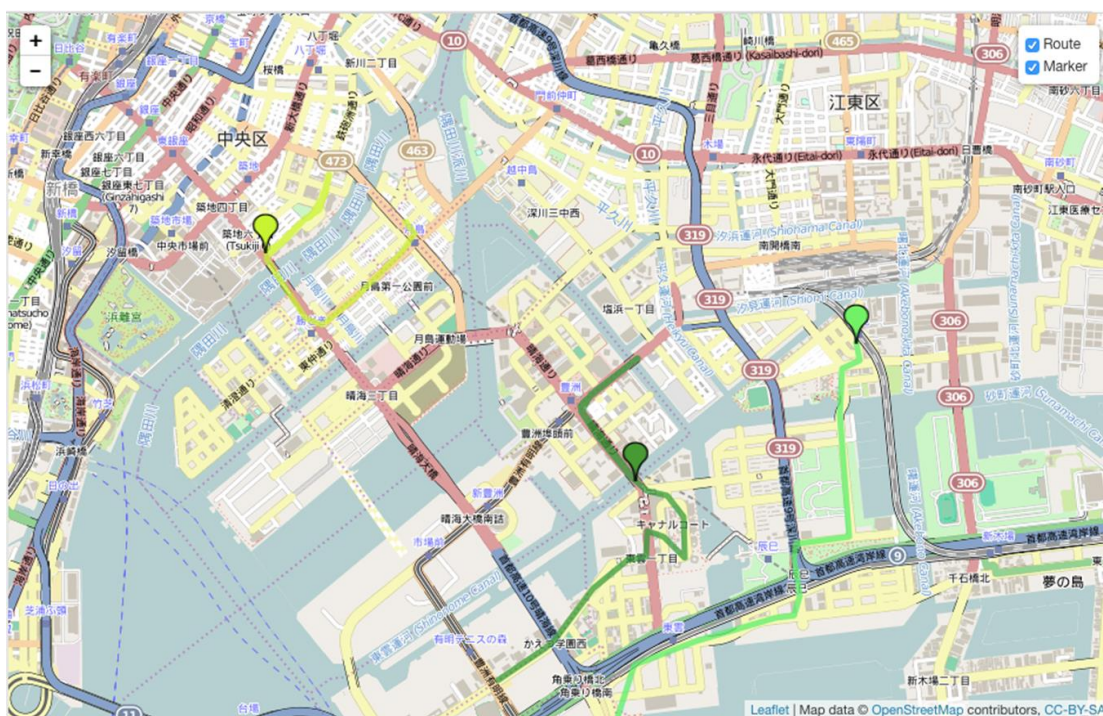


図 4-3-4 モニター画面例

4-3-4. WebAPI を使った処理例

図 4-3-5 はウェブアプリから実際に Vehicle Data API を使って車速を表示させるアプリケーションの例である。走行中、車両のスピードメータと比較して見るために一時的にフロントガラス下に固定して撮影したものである。



図 4-3-5 データ検証用アプリ「スピードメータ」

<pre> 1. <!DOCTYPE html> 2. <head> 3. <meta charset="UTF-8"> 4. <title>Speed Meter Sample</title> 5. <script type="text/javascript"> 6. var DISP_INTERVAL_TIME = 200; 7. var speed = "0.000"; 8. var startMeter = function() { 9. 10. window.navigator.vehicle.vehicleSpeed.subscribe(11. function(vspeed) { 12. speed = (vspeed.speed / 13. 1000).toFixed(3); 14. }); 15. setInterval(function() { 16. \$(".speed_text").text(speed); 17. }, DISP_INTERVAL_TIME); 18. } 19. </script> 20. <link rel="stylesheet" href="styles/main.css"> 21. </head> 22. <body onload="startMeter()"> 23. <div class="speed_meter"> 24. <div class="speed_text">0.000</div> 25. <div class="speed_unit_text">km/h</div> 26. </div> 27. </body> 28. </html> </pre>	<p>①ページを開く時に「startMeter」処理を実行 スピードは小数点3位までの時速で表記</p> <p>②「startMeter」処理</p> <p>1. Vehicle Data APIの車速 (vehicleSpeed)を subscribeメソッドでアクセス</p> <p>2. 受け取る車速 (vspeed.speed)は meters/hourが単位であるため、1000で 割ってkilometers/hour=時速に変換する。</p> <p>3. 0.2秒ごとに、受け取った車速(=speed)を 画面に描画する</p>
---	--

図 4-3-6 「スピードメータ」のコーディング例

このアプリケーションのコーディング例を図 4-3-6 に示す。

Vehicle Data API により、車速を読み取り、それを一定時間間隔で画面に表示するという JavaScript のコーディングである。シンプルであると同時に、Vehicle Data API をサポートするブラウザであれば、ハードウェアや OS に依存することなく、どのプラットフォームの上でも同じように動作することが見て取れる。

このように、ウェブアプリケーションで開発できれば、開発およびソフトウェアのメンテナンスコストが軽減できることは明らかである。

4-4. テストカーによるテスト概要

2014 年度におけるテストカーによるテストは、表 4-1-2 に示したように、Vehicle Data API の基本項目の確認であり、2015 年度、2016 年度の次世代プローブデータ開発のプラットフォームである車載 IVI 相当のシステム (R-Car) の基本部分を構築することにある。

構成は 2-3-5 に記載したように、Linux ベースの OS を車載 OS として、そのプラットフォーム上に、Data Broker、Web Runtime を構築する。2015 年度以降は、その Web Runtime 上に検証用のアプリケーションを構築する。

検証予定の基本項目は以下の項目である。

表 4-4-1 2014 年度に取り扱うデータ項目 (表 2-3-5 再掲)

項目	W3C Vehicle Data API 対応項目
車速	VehicleSpeed.speed
アクセルペダルストローク	AcceleratorPedalPosition.value
ブレーキペダルストローク	BrakeOperation.brakePedalDepressed
エンジン回転数	EngineSpeed.speed
走行距離	Odometer.distanceTotal
ハンドル切れ角	SteeringWheel.angle
燃料消費量	Fuel.instantConsumption
GPS 位置情報	Geolocation API

4-5. テストカー試験結果

2015年3月24日～3月30日の期間で、テストカーを公道上で走行させ、上記8項目を中心に取得データの検証を行った、

その結果、表4-4-1の8項目のうち、GPS位置情報を除く8項目に関しては、R-Car上で取得できたことが確認された。GPS位置情報については、GPS機器とR-Carの接続が未完了で、確認することができなかった。ただし、位置情報については、タクシー車両(Android版)により、プローブデータとしてアップロードできていることを確認しており、本研究開発における基本項目の確認という目標は達成できている。

表4-4-1の範囲では、7項目の確認に留まるが、表4-4-1以外の2項目についても追加的に確認することができた。ドア状態(開/閉、ドアの場所)、上下方向の加速度、の2項目である。

参考までに、表4-5-1、表4-5-2に、走行車両より取得したサンプルデータを掲載する。

表4-5-1 2014年度に検証したVehicle Data API(その1)

サンプル No.	1	2	3	4
timeStamp	"1427436512894"	"1427436525122"	"1427712113920"	"1427712113651"
VehicleSpeed	"17470"	"17460"	"0"	""
AcceleratorPedalPosition	"5"	"6"	""	""
brakePedalDepressed	""	""	"false"	"false"
EngineSpeed	"1210"	"1214"	"1300"	""
Odometer	"11045000"	"11045000"	""	""
SteeringWheel-angl	"11"	"11"	"-2"	""
Fuel-instantConsumption	""	""	""	""
Latitude	""	""	""	""
Longitude	""	""	""	""
Altitude	""	""	""	""
Doorstatus	""	""	""	"close"
Doorstatus-zone	""	""	""	"Front Left"
Acceleration-z	""	""	""	""
取得システム	R-Car	R-Car	R-Car	R-Car

表 4-5-2 2014 年度に検証した Vehicle Data API (その 2)

サンプル No.	5	6	7
timestamp	"1427712114650"	"1427494340"	"1427494340"
VehicleSpeed	"0"	"32400"	"46800"
AcceleratorPedalPosition	"0"	""	""
brakePedalDepressed	"false"	""	""
EngineSpeed	"1298"	""	""
Odometer	""	""	""
SteeringWheel-angl	"-2"	"0"	"0"
Fuel-instantConsumption	"576"	""	""
Latitude	""	"35.643061"	"35.643061"
Longitude	""	"139.665741"	"139.665741"
Altitude	""	"69"	"69"
Doorstatus	""	""	""
Doorstatus-zone	""	""	""
Acceleration-z	""	"9"	"11"
取得システム	R-Car	Android	Android

自動車から出力されるデータは、CAN から発生したデータがそのまま出てくるため、データ項目の順序や、そのタイミング、出力頻度等定まっていない。Data Broker でバッファリングして、Web Runtime に引き渡すため、そのタイミングで存在するデータ項目が 1 レコードとして編集されるため、データレコードの 1 レコードの中に含まれる項目は一定ではない。

そのため、いくつかのサンプルレコードを横断的に見ることで、データ項目として出力されたことが確認できる。サンプル 1 では、車速、アクセルペダルストローク、エンジン回転数、走行距離、ハンドル切れ角が確認でき、サンプル 3 でブレーキペダルストロークが確認できる。サンプル 4 ではドア状態「助手席=Front Left のドアが閉まっている=Close」と読むことができる。さらにサンプル 5 では、燃料消費量が確認できる。

テストカー (R-Car) では、現時点では、GPS 機器からのデータ取得ができていないが、タクシー車両 (Android 版) では確認できており、サンプル 6, 7 に GPS データが取得できた例を示す。また、上下方向の加速度についても、このサンプルの中に含んでいる。

2014 年度の開発実証においては、最終的に、10 項目の車両データに対する Vehicle Data API について確認をとることができた。

4 - 6 . 歩行者検知

2014 年度は、車載カメラの映像から交差点を横断する歩行者を認識するソフトウェアを開発する（ただし、停車時）。その上で 2015 年度以降、歩行者情報の WebAPI を開発するにあたって必要となる、歩行者情報を数量化する項目について検討を行った。

また、今回の開発では、車載器上でリアルタイムに歩行者検知を行うのではなく、走行中に撮影した映像（横断歩道で停止するときの映像）を PC 上の歩行者検知システムにより検知を行った。

基本的な検知の仕組みは、映像データを構成する 1 枚 1 枚のフレームごとに人物判定を行うものである。そのため、ヒトが見れば動きから同一の人物であると判断できるが、今回のシステムでは、動体としての認知は行っていない。

このような条件のもと、まず、開発した歩行者検知の精度を評価し、そのうえで、今後の精度向上の方向性を勘案しつつ、2015 年度の数量化に向けて考察する。

図 4-6-1 は歩行者検知の 1 フレームを切り取ったものである。ここでは、検知システムは、人が 6 人いると判断している（赤枠）。しかし、我々がこの写真を見ると、6 つの赤枠のうち 5 つは確かに人物と見えるが、右端の 1 つは人物とは見えない。我々がこの写真を見ると（人が見ても若干の個人差があるが）12 人の人が横断しているように見える。（目検 12 人、赤枠 6 人、正答 5 人、誤答 1 人）

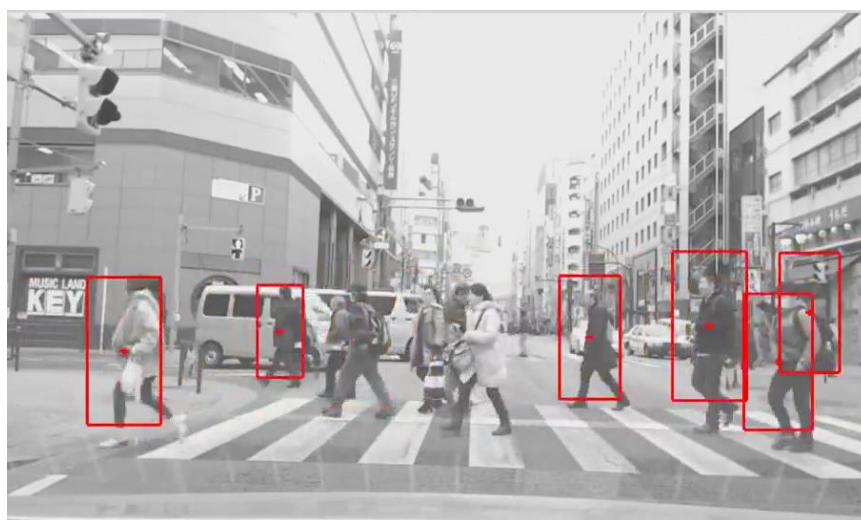


図 4-6-1 歩行者検知のスナップショット

ここから、以下のような評価指標を考案し、評価を行った。

- 正答率 = 正答 / 目検
- 誤答率 = 誤答 / (正答 + 誤答)
- 見逃し = (目検 - 正答) / 正答

図 4-6-2 は、約 3 分間の映像データを、1 秒ごとにフレームを抽出し、各フレームを上記の基準に従って評価し、ヒストグラムに表現したものである。左のグラフが正答率、中央が誤答率、右のグラフが見逃し率である。

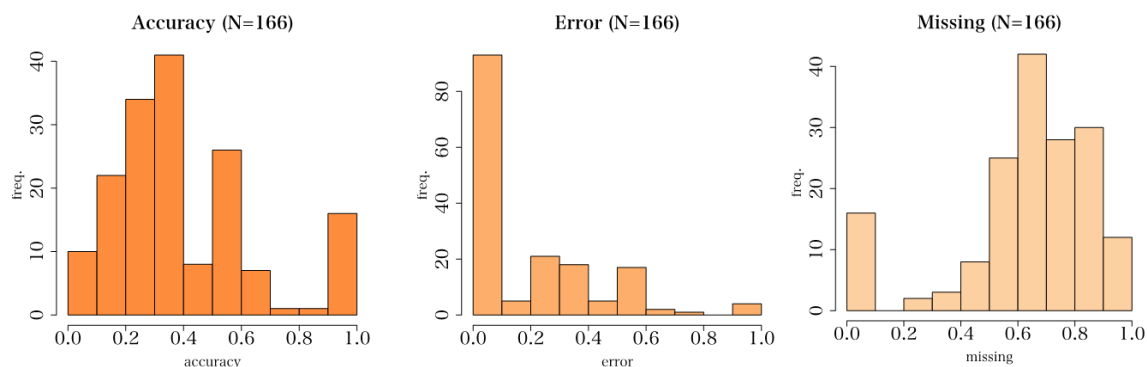


図 4-6-2 歩行者検知の評価

これによると、歩行者検知システムが人物と判定したのはヒトが見たものの 1/3 程度であることが多く（左グラフ）、その裏返しで、2/3 程度は見逃している（右グラフ）。現時点での歩行者検知システムは人物判定の閾値を控えめに設定しているため、このように見逃しが多くなっているが、その分、誤答率は低くなっており、全体のおよそ半分（N=166 に対して 80 超）は誤答（人物でないものを人物と判定すること）を含んでいなかった。

[数量化の視点]

歩道を前にした映像データから、数量化の因子となりそうなのは、まずは「人数」である。次いで、走行しているクルマの側から関心があるのは、道路上の場所（車道上なのか、歩道上なのか）である。

人数については、たとえば3段階（ゼロ、少＝ex.1～3人、多＝4人以上）、場所については、たとえば3か所（左前方、前方正面、右前方）として、図4-6-3を例にカウントすると、表4-6-1に示したように、左前方：多、前方正面：少、右前方：多、というように数量化できる。

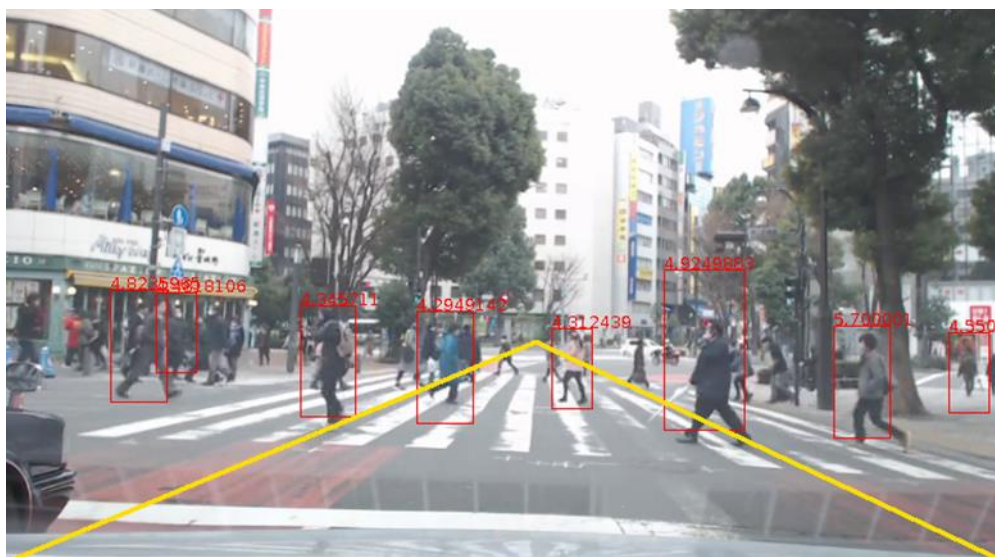


図 4-6-3 歩行者検知の数量化

表 4-6-1 歩行者情報数量化の例

	左前方	前方正面	右前方
歩行者	多	少	多

横断歩道を渡る人数として数量化するには、映像のフレーム間で同一の対象物であるという判断を可能とする仕組みを開発するか、静止画フレームから近似的に人数を推計するのであれば、たとえば、上記の場所ごとの瞬時赤枠数の最大数を採用する方法や、前方中央に中心線を置き、その線上に赤枠の中心点が重なる個数を採用する方法など、いくつかの方法が考えられる。

[歩行者情報における課題]

技術上の課題として、以下の点を抽出している。

- 歩行者、自転車、ベビーカー、老人、子供の区別
- 移動方向
- 検出率向上。検出対象の範囲を絞ることで検出率の向上を図る
- CPU 性能に対する要求（全てのフレームで検出する必要なければ高速性の要求は大きくない）
- リアルタイム検出

4-7. 課題

テストカー実験システムの環境は、Linux ベースの OS 上で開発を行うため、root 権限を前提とした、自由度の高い開発環境であるが、タクシー実験システムは、一般ユース環境を前提に、市販のスマートフォン、Android OS、標準搭載のブラウザ（Google Chrome）上で開発を行ったため、OS やブラウザに対する自由度が低く、その制約での開発であったため、スマートフォン自体に起因する課題が多く抽出された。

[スマートフォンに起因する課題と対策]

まず挙げられるのが「発熱」の問題である。自動車からの走行情報等は、エンジンが掛かっていれば、間断なくスマートフォンに転送され、また、スマートフォンからは、プローブデータは随時クラウドサーバーにアップロードされる。すなわち、スマートフォンは常時稼働状態にある。今回の開発実証では、1 回/秒の頻度でプローブデータをアップロードしたこともあり、走行中、常にスマートフォンの筐体が熱くなっていた。

Android スマートフォンでは、本体内部の温度が上昇すると、CPU の演算速度を落とし、温度を下げるように働く、そうになると、スマートフォンの処理が遅くなり、レイテンシが悪化する。図 4-3-3 で 10 秒以上のレイテンシを記録しているが、これは熱によるスローダウンであると推察される。

また、今回のタクシー実験の過程で、プローブデータがアップされなくなっているケースを調査したが、Android OS がダウンしているものが散見された。サービスボックス内に固定させるために貼っていた両面テープが高熱のためプラスチック壁から離れにくくなっているケースもあり、発熱が原因でシャットダウンするケースも発生していたものと考えられる。

Android OS では、一般的なスマートフォンとしてのニーズから、電池の消費を少なくさせたり、リソースの制約を課したりしている。特に、ガーベージコレクション（GC）時には、プローブデータアップロードの処理は停止しデータが積滞した。

このように、スマートフォンが起因となって、安定性を阻害し、レイテンシを悪化させる要因が見つかったが、これに対して、次年度以降、取りうる対策の検討を行った。

2014 年度開発は、工期、データ保全を優先して開発を行ったため、処理負荷への配慮はほとんどなされていない。各処理プロセスを見直すことで、安定性の向上、レイテンシの向上が期待できる。

そのためには、モニタリング機能を組み込む必要がある。市販 Android スマートフォンでは、OS 側からモニタすることは難しいため、アプリケーション側にイベントデータを組み込むなど工夫が必要となる。次年度以降は、テストカーでのモニタリングを中心に、不安定要素の早期解決や性能向上に向けてシステムのチューニングを図っていく。

今回使用した Android のバージョン 4.4 ではガーベージコレクションによる遅延が少なくないと考えているが、バージョン 5.0 ではこれが改善されている。次に Android スマートフォンで開発実証を行うときには、OS のバージョンの選択について配慮したい。また、ブラウザについても初期インストールされている Chrome 上で開発を行ったが、ユーザーアプリのコントロール範囲の広い他のブラウザも開発プラットフォームとして検討する必要がある。

各プロセスの改善と並行して、スマートフォンのスペックに見合った、データ処理量のコントロールについても検討する必要がある。社会実装された場合には、車内に持ち込むスマートフォンは、プローブデータ収集だけに使うわけではなく、普段スマートフォン上で使っているアプリも同時に動き続けなければならない。車両から受け取るデータのフィルタリングや、プローブデータとしてアップロードするデータ項目のフィルタリングや、転送間隔の調整など、処理負荷も勘案して調整していく必要がある。

[Web アプリの課題と対策]

本研究開発の目的である自動車情報を活用できる「Web プラットフォーム」ができるということは、取りも直さず、ブラウザさえ搭載されていれば、個別のアプリケーションを配布しなくてもアプリとして利用可能であるということである。つまり、ウェブアプリを動かすというのは、ブラウザ上のひとつのタブの上で動作する JavaScript を動かすということである。ハードウェアや環境の違いを超えて、「いつでも、どこでも動く」のではあるが、一方で、制約が少なくないことも開発実証の過程で明らかになった。

ブラウザのタブの上でスクリプトが動くということは、裏を返せば、そのタブが前面に出ていない場合には、スクリプトが動かないということである。音楽再生などの特殊なケースでは、タブが前面でなくとも動き続けるが、一般のスクリプトは止まってしまう。つまり、スマートフォンの画面に手が触れて、他のアプリや、他の Web ページが前面に表示されてしまうと、プローブデータはクラウドサーバーに送出されなくなってしまう。これは、ユーザー操作の場合もあるが、OS レベルでも、何かユーザー通知などで別プロセスを前面に出してきた場合も同様である。

その一方で、多くのスマートフォンユーザーは、操作がないときには、スリープさせ電池の消耗を少なくするように設定している。プローブデータだけがアップロードされている状況もやはり無操作状態であり、OS がスリープして止まってしまうような対応が必要となる。

このように単に Web アプリは、様々な要因で、動作を停止してしまう。そして、一つのタブ上のスクリプトとして、システムに対して自らアクティブにするようなコマンドは用意されておらず、止まってしまったら、自律的に再び動作し始めることはできない。

これらの課題を解決する方策として、いくつかの方策が考えられる。

ブラウザに対して、ブラウザが音楽再生のように、プローブデータアップロードについてもバックグラウンド処理ができるよう要望すること。

機種依存性とのトレードオフとなる部分が増えるが、ハイブリッドアプリとして構築し、OS に対するコントロール度合いを少し高めることなどが考えられる。

[インタフェース上の課題と対策]

2014 年度の開発実証では、既存の標準化を尊重し、Web インタフェースでは W3C Vehicle Data API をそのまま採用し、クラウドサーバに格納するプローブデータは ISO22837 を採用した。そのため、プロセス間でデータ構造、データフォーマットを変換する処理が入り、この処理が、スマートフォンに負荷をかけていたものと推定される。次年度以降では、処理効率も考慮した、標準化仕様の提案を行っていきたいと考えている。

[W3C Vehicle Data API の課題と対策]

`subscribe()` メソッドは、一度データ取得の依頼をした後は、継続的にデータを受信し続けるメソッドであるが、どういう条件でデータが受信されるのか未定義。たとえば、値に変化があったとき、一定時間ごと、データ発生の都度、などが考えられるが、データ取得時にこれらの受信タイミングを指定するなどの考慮は現時点でなされていない。

zone 取得の問題。zone（座席の位置やドアの位置など、同様のものが複数ある場合の位置を示すパラメータ）という項目は規定されており、車両情報を、zone を指定して取得することができる API となっている。しかし、その車両のその項目の zone にはどのようなものがあるのかを事前に把握できないため、指定することが難しい。Vehicle API 初期化のタイミングで取得するなど、その車両固有の情報を取得するようなインタフェース規定が必要と考えられる。

`get()` のタイムアウト時間の設定がないため、待ち続けることとなり、リソースが無駄に消費されることとなる。

プローブデータをある種のログデータとして利用したいアプリケーションのために、`getHistory()` メソッドが用意されるが、実装上、どのプロセスにおいてデータを貯めておくのが適切なのか、ということも検討課題となってくる。

加速度（Acceleration Interface）には負値が規定されておらず、たとえば進行方向と後ろ向きとの区別がつかない。

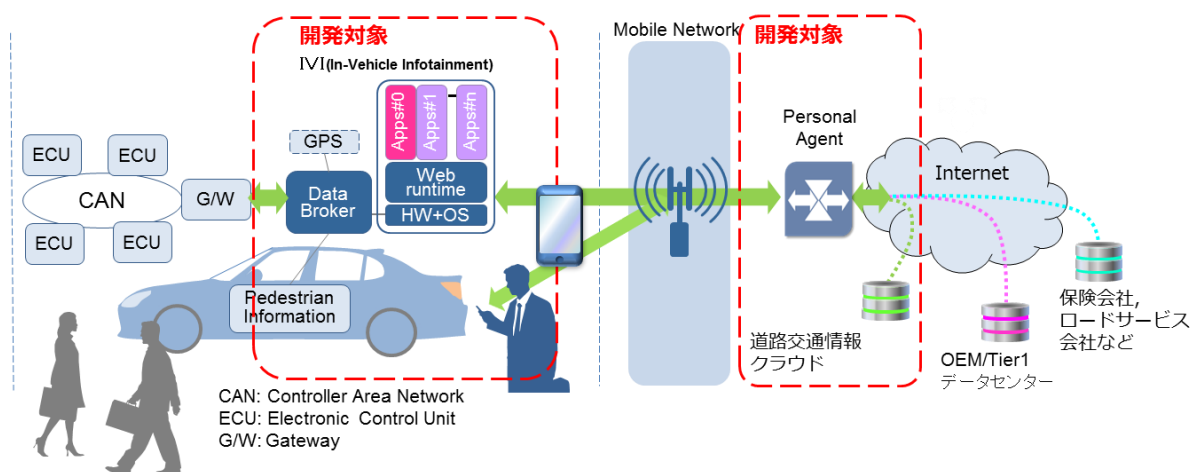
[その他の課題]

データの順序について。自動車からはデータが発生すれば、五月雨に **Data Broker** にデータが流れてくる。一方、**Vehicle Data API** では、必ずしも時系列を保証しないが、同一項目であれば、暗黙裡に時系列に並んでいると考えている。**Web Runtime** と **Data Broker** との間のリクエストレスポンスを保証するユニークキーは必要だが、**Vehicle Data API** としての順序性は保証されない。

5. 各サブシステムの開発・設計内容

2014 年度の各サブシステムの開発内容について説明を行う。

図 5-1 に携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォームの全体図を示す（図 2-4 再掲）。左側の開発対象では、自動車で生成され、CAN 等を通じて送受信される情報を、GW を通じて収集し、Web のインターフェースに変換する機能を持つ。アプリケーションが利用する API には、W3C Vehicle Data API を採用する。また、右側の開発対象では、左側の開発対象で生成されるプローブ情報を収集配信する機能をクラウド上に構築する。ただし、生成される情報を無差別に集信するのではなく、利用者のプライバシーに配慮して適宜情報の取捨選択等を行い集信する仕組み「Personal Agent」を構築する。



(出典：KDDI 総研にて作成。ITS 講演会発表資料より。)

図 5-1-1 (図 2-3-1 再掲) 携帯電話ネットワーク利用型 Web プラットフォームの概念図

このモデルを検証するために、2 つの開発実証環境を構築する。それぞれの開発実証環境と、各環境の内部のサブシステムを図 5-1-2 「タクシー用実験システム」、図 5-1-3 「テストカー用実験システム」に示す。

2014年度

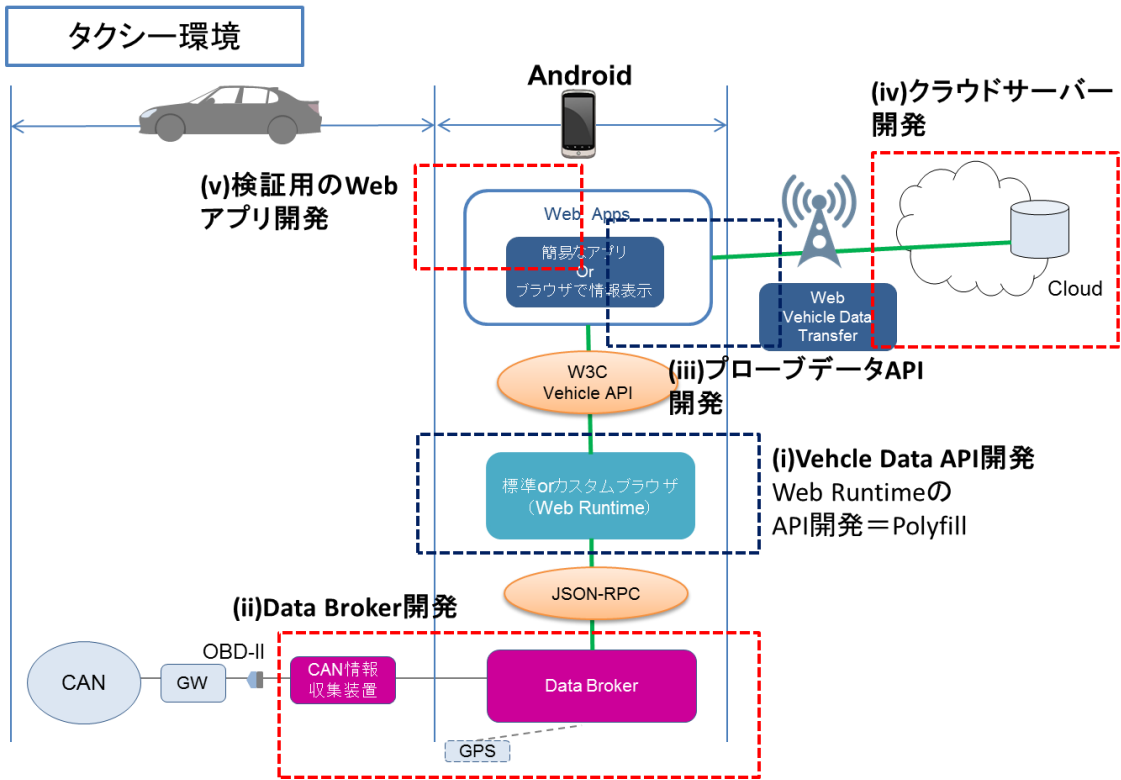


図 5-1-2 タクシー用実験システム

2014年度

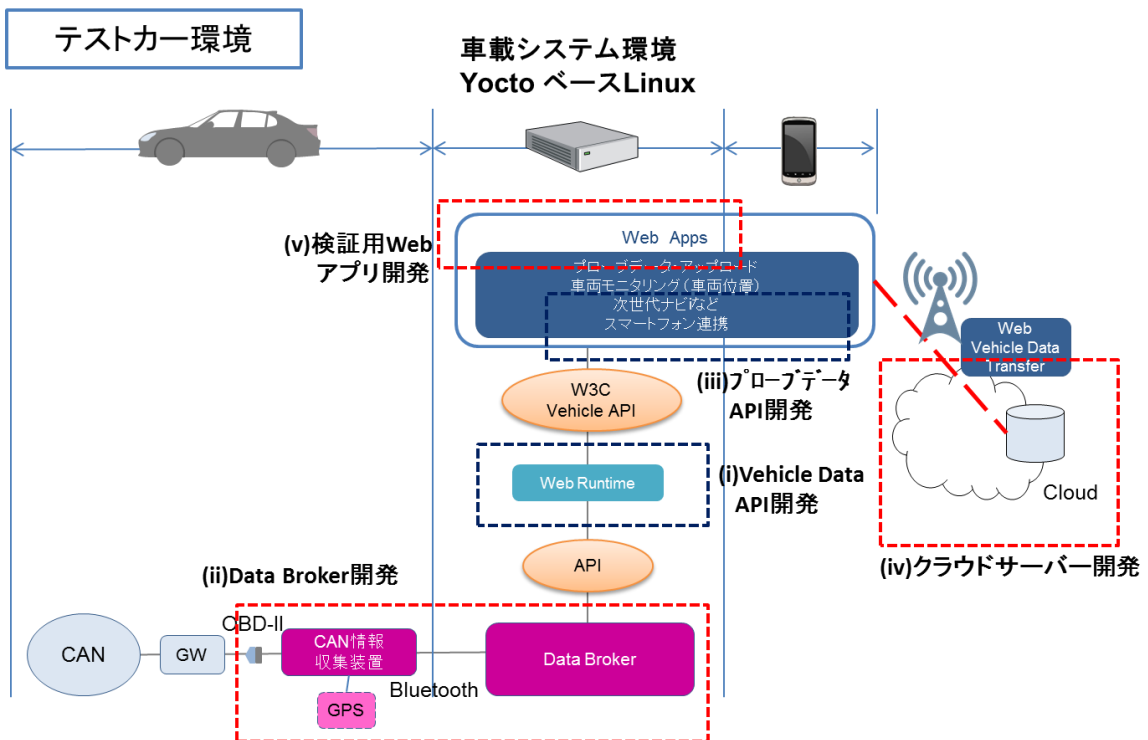


図 5-1-3 テストカー用実験システム

タクシー用実験システム、テストカー用実験システムとも、サブシステム構造は同様であり、以下に説明する。

Vehicle Data API 開発は、Data Broker から自動車の情報を受け取り、Web アプリケーションが WebAPI でアクセスできる Web Runtime を提供する。

Data Broker 開発は、自動車で生成され、CAN 等を通じて送受信される情報を OBD-II ポートより取得し、Web Runtime にデータを渡す機能を有する。その過程で、情報を取捨選択し、フォーマットを変換する機能を有する。

プローブデータ API 開発は、Web インタフェースを用いてプローブ情報を取得し、クラウドサーバーへ転送するための API を開発し、その API を用いてクラウドサーバーにプローブ情報を転送する。

クラウドサーバー開発は、プローブデータ API 開発より転送される情報をクラウド上に構築するデータベースに格納する。また、蓄積されたデータを分析し、アプリケーションに対応した情報を提供するための API を提供する。

検証用 Web アプリ開発は、この開発実証の仕組みが想定通り動作すること、すなわち Web インタフェースによる情報サービスの提供を検証する。

図 5-1-2 のタクシー環境は、年次目標①「W3C で標準化を進めている Vehicle Data API を用いて車両・走行情報を収集すること（基本的な API が中心）」、②「上記をテスト環境のみならず、公道を走行する実車（タクシー等）において実証すること」を達成するために構築する。プラットフォームは Android スマートフォンを用いて実装する。

図 5-1-3 のテストカー環境は、年次目標①「W3C で標準化を進めている Vehicle Data API を用いて車両・走行情報を収集すること（基本的な API が中心）」を達成するために構築する。ただし、運用上は、タクシー環境の試験環境としても活用する。車載システム環境としては、Linux ベースの OS が動作するルネサス社製車載情報端末向けのリファレンスボード R-Car H2（以下、「車載リファレンスボード」）を採用した。

また、プローブデータの集配信を行うクラウドサーバー開発は、どちらの実証開発環境にも利用する。

なお、2014 年度の段階では、図 5-1-1 のモデルで示した「パーソナルエージェント」は単体での開発のみで、実車への搭載は次年度以降となる。

次節では、2014 年度に取り組むべき 6 つの技術課題（2-3 節）に沿って開発内容を説明する。

1. W3C Vehicle Data API の検証
2. 次世代プローブデータ API の開発
3. 車両・スマートフォン接続技術
4. ネットワーク輻輳回避技術
5. プライバシー保護技術
6. 歩行者関連情報収集配信技術

5 - 1 . W3C Vehicle Data API の検証

Vehicle Data API の検証は、図 5-1-2,5-1-3 により、各サブシステムがその役割を果たすことによって実現される。

5-1-1. 全体設計

ここでは、システム全体に関わる要件とその達成状況を述べる。

表 5-1-1 システム全体に関わる要件と達成状況

	項目	達成状況	備考
1	W3C Vehicle Data API によるプローブデータの収集	達成	タクシー、テストカーいずれも検証完了
2	8 つのデータ項目を検証する	達成	タクシーおよびテストカーの環境で全 10 項目を確認
3	Web アプリによる検証	達成	スピードメータ、プローブデータ検証用画面
4	延 100 台のタクシー車両に搭載し公道実証すること	達成	
5	プローブデータのレイテンシの計測を行うこと	達成	
6	タクシー用実験システムについては、電源 On/Off 以外の操作なしで稼働すること	達成	
7	タクシー用実験システムについては、設置機器が乗務の妨げとならないよう設置できること	達成	
8	車両前方の歩行者を検知できること	達成	2014 年度の開発は、車載器上では行わず、PC 上で行った。

5-1-2. Vehicle Data API

Vehicle Data API サブシステム（図 5-1-4 の Web Runtime）の機能ブロック構成を以下に示し、機能ブロックごとの達成状況を以下に示す。

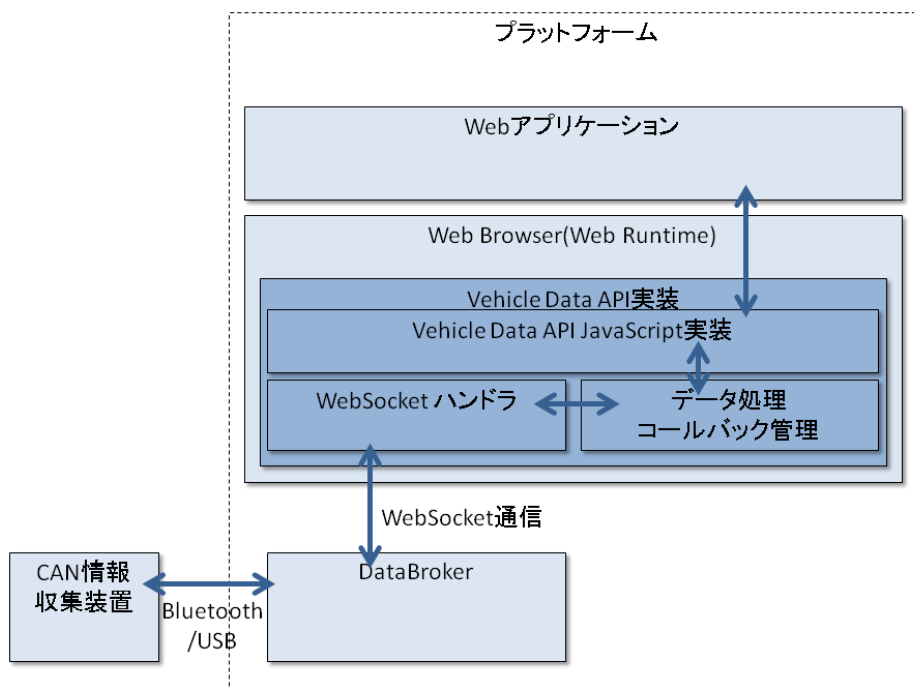


図 5-1-4 Web Runtime と隣接するサブシステムのブロック図

表 5-1-2 Vehicle Data API の要件と達成状況

	項目	達成目標	状況
1	Web Socket ハンドラ	Data Broker から確実にデータを受け取る	達成
2	データ処理コールバック管理	Vehicle Data API のデータ項目として引き渡す	達成
3	Vehicle Data API JavaScript 実装	ウェブアプリケーションに対して、Vehicle Data API 仕様に基づいた JavaScript インタフェースを提供	達成

[サブシステムの評価と課題]

● 実装方式

2014 年度の開発では市販スマートフォン持ち込みを前提としたため、Android 用 Chrome を Web Runtime のプラットフォームとして利用した。そのため、Chrome には直接変更が加えられないため、実装方式として JavaScript ライブラリとして実装する Polyfill と呼ばれる方式を採用した。

C++によるネイティブ実装と比較するとレイテンシ的には若干不利になっていると推測される。

一方で Polyfill 方式はフレキシブルな修正、変更が可能であり、まだ仕様の不明確な部分もある Vehicle Data API を実現する上では有利な面もあった。

● get(), subscribe()の多重実行

get(), subscribe()を多重的に多数実行することは可能で W3C 仕様上制限はない。しかし、実装上は get(), subscribe()はひとつのキューに蓄積されて順次処理されるため、多数の get(), subscribe()が登録された場合キューが長くなり get(), subscribe()の反応時間がより長くなることが想定される。また、同じ車速の get()でも、キューの先頭近くに登録されたものと、キューの末端に登録されたものでは反応に時間差が発生しうる。

この点については、実装方法である程度改善することは可能だが、初年度開発では期間短縮と確実な動作(バグを作りこまない)を目指したため改善の余地を残している。

[隣接するサブシステムとの連携、インタフェース上の課題]

● get()の実現方法

Vehicle Data API のリクエスト、レスポンスによるデータ取得である get()は、本来は DataBroker との間の pull メソッドで対応すると想定していた。しかし get()によるリクエストが複数発行された場合 DataBroker とのインタフェース上、リクエスト-レスポンスの対称が保証されないことが発覚した。

対応策として、get()にも DataBroker の push メソッドを利用し、DataBroker から送付された一回の push データにより、複数発行された get()が全て解決される仕組み

みとした。この仕組みでは、車速の `get()` が複数多重的に行われた場合でも、一回の車速 `push` データで発行済み車速の `get()` が全て解決されて、順序逆転のような矛盾した状態は回避できる。

- インタフェース規定の相違

Vehicle Data API で取得した車両データから ISO23837 に準拠したプローブデータを作成する場合、Vehicle Data API のデータ項目と ISO22837 のデータ項目の違いから単純に換算ができないものがある。具体的には燃料消費量 (Vehicle Data API では [ml/km]、ISO22837 では [ml/min]) と機械的な換算ができない。また ISO22837 で精度を表す Confidence 値 (`velocityWithConfidence` など) は Vehicle Data API では多くの場合存在しない。

[その他の課題]

Vehicle Data API の課題ではないが、Android 上の Chrome で Vehicle Data API を利用する場合の課題が明らかになった。具体的には Android の電源、メモリ消費を抑制するシステムのため、Chrome が最前面から裏に回った場合や Android が画面 off になった場合、パスワードロック状態になった場合など、Chrome 上の Web アプリの動作が間欠的になったり停止したりする場合があった。ProbeData 送信 Web アプリは、本来はバックグラウンドで動き続ける想定だが、Android 環境では Chrome が最前面に居続けるようにしないと Web アプリの動作をキープできないことがわかった。

Android の Chrome はどのタブを前面にするか、指定のタブを消すなど外部から細かく操作することができないため、ProbeData Web アプリが最前面で表示されて正常動作を継続するために工夫が必要になった。

もともと Android 上のブラウザ (WebRuntime) として Chrome を採用したのは、Android 上で代表的なものである点と、比較的新しい仕様である JavaScript の Promise をサポートしていたためであった。Android5.0 では WebView が Chrome ベースになるため、Chrome でなく WebView を使用することでより詳細な制御が可能になると思われる。また、Cordova などを利用した Hybrid アプリとすれば、ブラウザをさらに柔軟にコントロールできると想定される。

[来年度以降、または、将来的な課題解決案]

Vehicle Data API の実装方式を Polyfill から Native に変更することで、Vehicle Data API 部分のレスポンスを改善することができる。ただし、CAN 情報収集装置、DataBroker の部分で通信頻度を 500ms 単位とした現在の構成では、Vehicle Data API 実装がボトルネックとはならないため、Native 実装の効果は限定的と思われる。

Vehicle Data API の get() を DataBroker の pull でなく、push メソッドで実現している件は、DataBroker と WebRuntime との間のインタフェース仕様の pull メソッドに、リクエスト、レスポンスの対応関係識別 ID を付加することで解決できる。

Vehicle Data API の実装方式を Native に変更する場合も、DataBroker と push、pull メソッドで通信を行う点は変わらないため、識別 ID 付加は同様の効果がある。

ただし、pull メソッドが 1 データ取得のために 1 リクエストを DataBroker に送信するため、push メソッドよりも DataBroker に負荷をかける方式である点も変わらない。したがって、get() には pull メソッドを利用したほうが全ての面で優れるということではなく、用途による。pull メソッド利用の方がデータ取得のレイテンシは短いはずなので、データ取得の即時性が重視される場合は pull メソッドによる実装方式を利用すべき。

5-1-3. DataBroker

Data Broker の機能ブロック構成を図 5-1-5 に示す。

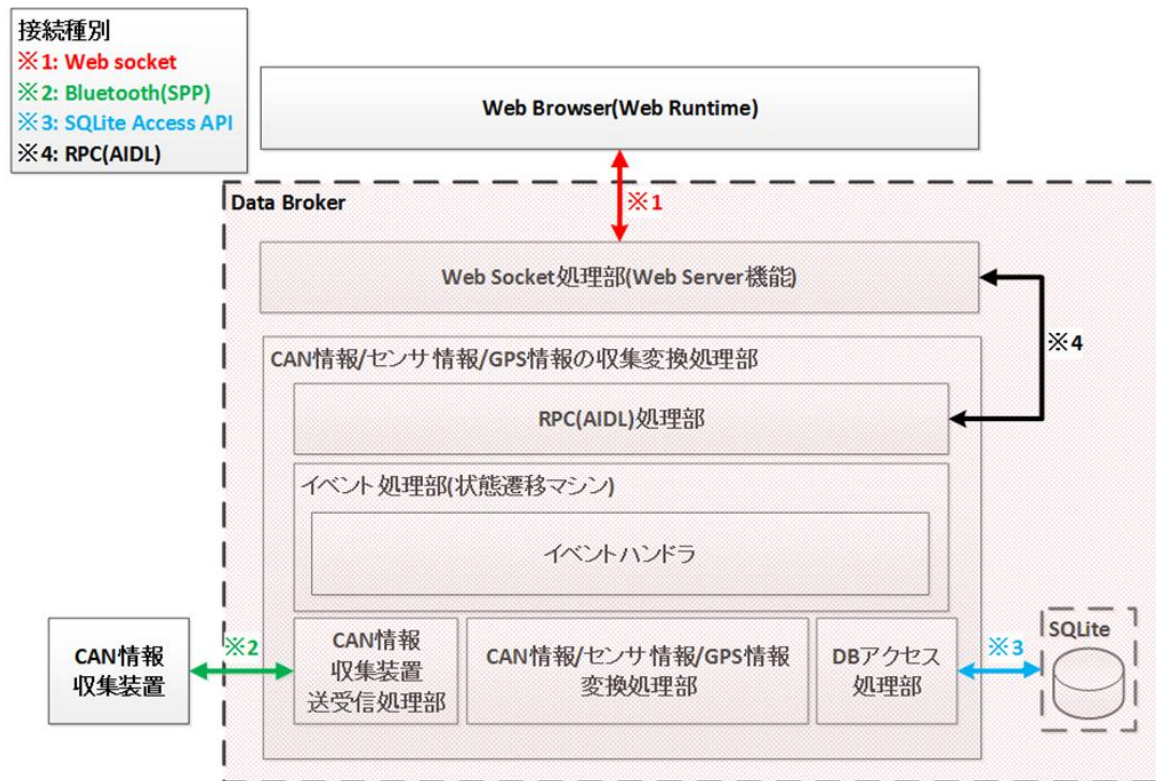


図 5-1-5 Data Broker 機能ブロック図

機能ブロックごとの達成状況を以下に示す。

表 5-1-3 Data Broker の要件と達成状況

	項目	達成目標	状況
1	Web Socket 処理部	Web Runtime に対して Web Server として振る舞うための機能を提供	達成
2	CAN 情報等収集変換処理部	CAN 情報/センサ情報/GPS 情報を収集、蓄積、変換する	達成

[サブシステムの評価と課題]

- 安定性について

Data Broker 単体に関して言えば、後述の「リソースのリーク」対策後は安定して動作した。

システム全体の安定性低下の要因としては、後述の「スマートフォンの本体温度情報」に伴う各種障害や実証実験に協力いただいたタクシー会社様のドライバーによるスマートフォンの操作等の外的要因が主たるものであった。

- **レイテンシについて**

本年度は、開発期間との兼ね合いから、処理速度優先ではなく開発速度を優先とした。

そのため、「Web Socket 処理部(Web Server 機能)」と「CAN 情報/センサ情報/GPS 情報の収集変換処理部(収集変換機能)」が別プロセスに分離されているなど、必ずしも処理速度面で有利となるような実装となっていない。

また、可能な限りデータを取りこぼさないようなパラメータ調整となっているためワーストケースで2秒強のオーバヘッドが発生しうる構成となっている。

[隣接するサブシステムとの連携、インタフェース上の課題]

- **CAN 情報収集装置との連携部分について**

後述の「リソースのリーク」対策後は安定して動作した。強いてあげるとすれば、通信状況モニタリング機能の強化があげられる。

現状のCAN 情報収集装置と Data Broker 間の通信状況モニタリングは、Data Broker 内で閉じたものである。CAN 情報収集装置と Data Broker 間の通信状況のモニタリング結果をクラウドサーバに格納することでより詳細な稼働状況を得ることが可能となる(現状は、クラウドサーバへデータがアップロードされているか否かのレベルの稼働状況把握となっている)。

- **Web Browser (Web Runtime)との連携部分について**

W3C Vehicle Data で定義されているデータ項目の大半は現状では車両からの取得が難しい。そのため、本年度の実証実験で取得できたデータ項目は限定的であった。

[その他の課題]

- **スマートフォン (ハードウェア)、および、その動作環境に起因するもの**

- ① I/O 性能の不足

「DB アクセス処理部」において Android に組み込まれている SQLite のリード/ライト性能が不足し、データの永続化が失敗するケースが発生した。そのため、2014 年度の実証実験においては永続化オフの設定で動作させることとした（永続化はデータの履歴参照用であるため、本年度の検証対象外である）。

② CPU の動作クロック制限

スマートフォン本体温度上昇による CPU の動作クロック制限が発生した。

③ 強制シャットダウン

スマートフォン本体温度上昇による強制シャットダウン(※1)と思しき現象が発生した。

※1:温度上昇以外の現象との複合要因の可能性あり。

● スマートフォンの OS (Android)に起因するもの

① リソースのリーク

Bluetooth デバイスのオープン/クローズにおいてリソースが解放されず長期間の運用においてリソースが枯渇するという現象が発生した。

② GC の多発

今回使用した Android 4.4.x ではデフォルト状態では Concurrent GC がサポートされていないため、GC が多発し処理性能が低下するケースがあった。

[来年度以降、または、将来的な課題解決案]

● 安定性について

「サブシステムの課題」で述べた外的要因への対処が安定性向上に不可欠である。対処方法としては、外部からソフトウェア的に操作が可能な専用 Web Brower の開発なども 1 つの手段である。

また、ユースケース面からシステム構成を見直し、データ収集の完全自動化を要件から外すという手段も考えられる（ユーザによる操作が前提であれば問題発生時のリカバリは容易となるため）。

● レイテンシについて

「Web Socket 処理部」と「CAN 情報/センサ情報/GPS 情報の収集変換処理部（収集変換機能）」を単一プロセスにする、機種および環境依存度は高くなるが

変換処理をネイティブ実装（Java ではなく OS に近い C による実装）とするなどの方策はレイテンシ向上に寄与するものと考えられる。

- **CAN 情報収集装置との連携部分について**

W3C Vehicle Data や ISO22837 などのデータ項目以外に稼働状況のモニタリング用のイベントデータなどシステムの運用において有用といえる。

- **Web Runtime との連携部分について**

W3C Vehicle Data API と ISO22837 のデータ構造や API の仕様間の不整合をどのように解決するかなどについて検討が必要である。

- **OS (Android)について**

- ① リソースのリーク

組み込み機器に近い性質が求められる環境でリソースのリークは致命的であるため、修正が求められる。

- ② GC の多発

Android 5.0.x 以降では GC 発生時の性能低下が改善されているため、5.0.x 以降を搭載した Android OS への移行が望まれる。

- **スマートフォン (ハードウェア)について**

- ① I/O 性能の向上

今回の実証実験ではスマートフォンの I/O 性能不足により `getHistory` メソッドに対応したデータ格納機能をオフとして運用した。データ格納機能を `Data Broker` に持たせるべきか否かという議論も必要であり、スマートフォンの価格とも兼ね合いとなるが I/O 性能の向上が望まれる。

- ② 稼働可能上限温度について

今回の実証実験ではスマートフォン本体温度上昇による CPU の動作クロック制限が発生し、データ変換などの処理時間が増大するという現象が発生した。また、本体温度情報に伴うシャットダウンと思しき現象も発生した。発火等が発生しないような安全性を確保した上で CPU の動作クロック制限が発生しない範囲が広がることが望ましい。

5-1-4. プロブデータ (Web アプリ)

プロブデータの機能ブロック構成を図 5-1-6 に示す。

ProbeData API JSLib (send) 最終案

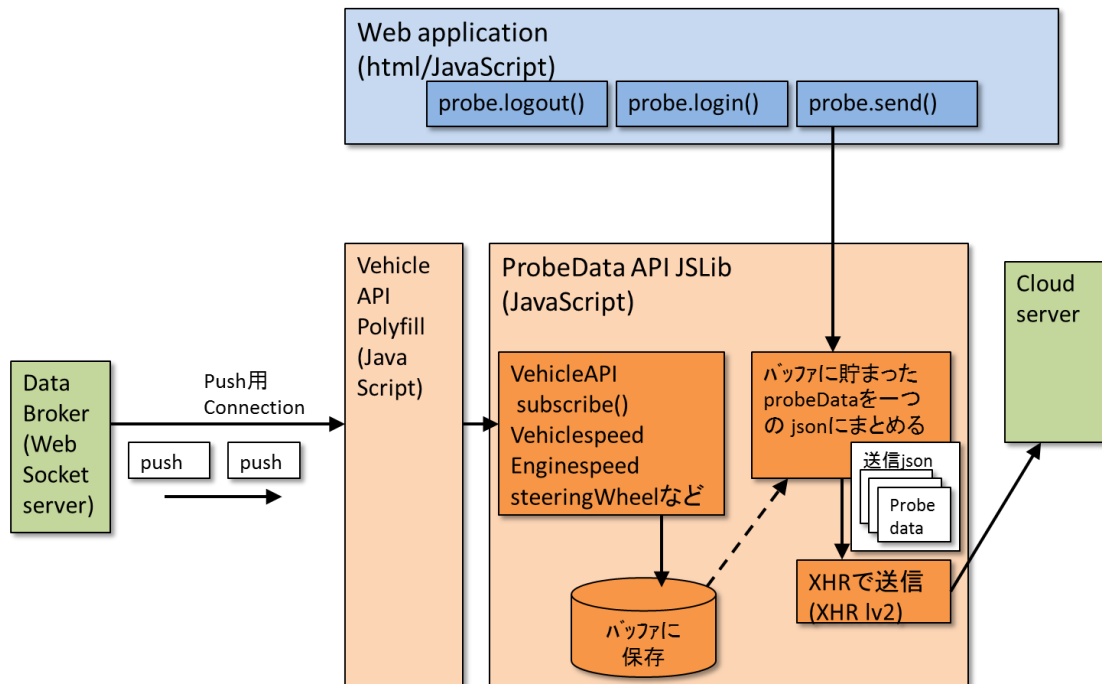


図 5-1-6 プロブデータ機能ブロック図

機能ブロックごとの達成状況を以下に示す。

表 5-1-4 プロブデータの要件と達成状況

	項目	達成目標	状況
1	プロブデータ生成機能	CAN 情報収集装置 → DataBroker → W3C Vehicle API を経由して取得した車両情報から ISO22837 に準ずる P プロブデータを生成する	達成
2	プロブデータアップロード機能	プロブデータの送信を一定時間毎 (1 秒間隔) にクラウドサーバに送付する	達成

[サブシステムの課題]

- **Vehicle API により車両情報を取得すること**
この点については Vehicle API と同様の課題を有する。
- **位置情報を取得すること**
Android/Chrome の標準の W3C geolocation api では GPS、基地局等から新しい位置情報を取得できない場合、過去に取得した位置情報をその情報を取得できた時のタイムスタンプで出力し続ける。また、出力の時間間隔が GPS、基地局取得状況により変化する（GPS 観測可能時は数秒間隔、GPS 不可時は 5 秒程度など）。時間間隔などの動作は規程が無く Android 端末により異なる模様。このため、位置情報取得の精度、取得タイミングのコントロールに限度がある。

今回のシステムでは W3C geolocation API は使わず、DataBroker が Android の位置情報機能（GPS, 基地局含めて）を利用して取得して、Vehicle Data API と同じデータ経路で Web アプリにデータを供給した。この方式では、DataBroker アプリが主体的に位置情報の取得、Web アプリへの供給を行うため、よりコントロールがし易いメリットがある。ただし、位置情報取得の仕組み自体は geolocation API と同じものを使用するため、GPS 観測有無による位置情報の精度、タイムスタンプなどは geolocation api が出力するものと同様である。

- **ISO22837 準拠のプロープデータを作成すること**
W3C VehicleAPI のデータ項目と、ISO22837 のデータ項目でマッチしないものがあり、使用できる項目が制限された。具体的には、ISO22837 では Confidence という精度情報が多くの項目に付加されているが、W3C 仕様には存在しないため空で設定した。燃費については、W3C は ml/km、ISO は ml/min と、速度情報を絡めないと換算できない。BrakePedalStroke は W3C は on/off のみ、ISO は 0～100%の違いがある。
- **自動稼働の問題**
今回のタクシー用実験システムにおいては、営業車両の業務に影響を出さないことを前提としたため、Web アプリ（を含めたシステム）は、オペレータの操作をなしとして、自動で稼働し続けることが必要だった。Android 端末のスリープ、通信環境の変化に応じて、スリープ後の動作再開、通信接続後の再ログインなど、イレギュラー状況からのリカバリの機

能が必要となった。特に Android は携帯端末の特性から、省電力機能、省メモリ機能（実行中でも非アクティブなアプリをメモリ上から削除する OOMKiller）など、プラットフォームの動作状況の変化があり、Web アプリも状況変化を想定した動作にすることが必要だった。

[隣接するサブシステムとの連携、インタフェース上の課題]

- **VehicleAPI との連携**

端末スリープ時、長時間データ送信がなかった場合など DataBroker との WebSocket 通信が切れるので再接続処理が必要となった。

- **クラウドサーバへのプローブデータ送付、その他の通信**

クラウドサーバへのログイン失敗時、データ送付失敗時の対応が課題になった。ログイン失敗時の理由により、再ログイン動作の可否、時間間隔を変化させることが必要となった。例えば、通信不具合によるログイン失敗の場合、直後に再ログインしても失敗の可能性があるため、通信状況の回復を想定した時間後、再ログインする。サーバに拒絶されてログイン失敗した場合は、ID、パスワードの誤りの可能性が高いので、再ログインを繰り返しがサーバの負荷を増やすことになることを考慮し、再ログインには時間を開ける（ID、パスワード不正以外の理由の場合もあり得るので、再ログインを全く行わないのもよくない）など。データ送付失敗の場合は、本来は一定時間後再送するべきだが、今回のシステムでは、実環境での動作確認の機会が限られたため、安定性、確実性優先のため、構造のシンプルさを重視して再送処理は使用しなかった。（データ送信失敗など不具合時に不具合原因を推定するためには、データ再送処理など複雑な動作があると現象が推定しにくくなる）

[その他の課題]

- **Android 端末に起因する問題**

一定時間不使用時のスリープ、電源供給有無、画面ロックなど、Android 端末自体の状態により、内部アプリケーションの動作が影響を受ける。アプリ自体は実行中でも動作が停止したり、動作が遅くなったり（プログラム上 1 回/秒の動作をさせるタイマの発火が数秒に 1 回になるなど）。この

ような動作は文書化されておらず、また機種依存のため、実際に動かしてみないとわからなかった。各種状態でのブラウザ、Web アプリの動作を観測した上で、Web アプリに修正を入れる、外部プロセスからブラウザの終了、起動などの制御を行うなどの対応が必要となった。

- **Chrome** ブラウザに起因する問題

外部プロセス、JavaScript からの制御に限られる。Web アプリを再起動したい場合に、外部から Android の Intent（外部プロセスからのコマンド）で Chrome に指定の html を開かせることはできるが、特定の tab を終了させることはできない。（終了の場合は Chrome 全体を終了させることになる）。そのため、Web アプリが意図しない状態になった場合に Web アプリの再スタートのために Chrome ブラウザを終了、再起動することが必要となった。そもそも Chrome ブラウザは外部プロセスから細かく制御できる仕様になっていない。いわゆる Hybrid アプリと呼ばれる、ネイティブアプリ（通常アプリ）と Web アプリを合わせた形式であればより細かいブラウザに対する制御が可能だが、今回のシステムでは Hybrid アプリの使用を想定していなかった。

Hybrid アプリの場合、ブラウザには Chrome でなく WebView を使用するが、その場合 HTML5 の比較的新しい API（WebGL、WebRTC、promise など）のサポート状況が異なり、Chrome で使える機能が未サポートの場合がある。Android5.x からは WebView が Chrome ベースとなりサポート機能はほぼ同じになったが、今回の実験では OS は Android4.4.2 であり、WebView は JavaScript の promises（いわゆる DOM promises）は非サポートであり、選択肢とならなかった。

Chrome ブラウザが最前面に表示されていないと、Web アプリの動作が停止してしまう。Android の省電力機能の為でもあるが、やはり Chrome ブラウザはバックグラウンドで画面のないアプリを動かし続けることを想定していないと思われる。

[来年度以降、または、将来的な課題解決案]

- 初年度は想定以上にプラットフォーム（Android 端末）に起因する問題が見つかった。次年度以降はこれらをノウハウとして想定に含めたシステムづくりが必要。

- Android 等、OS 側に変更を期待することは出来ないので、問題があればミドルウェア、アプリ側で対応するのが現実策
- 初年度はクラウドサーバに確実にプローブデータをアップロードすることに注力したため、性能面を配慮したシステム構築をおこなっていない。次年度以降は、社会実装を念頭に置き、システムの基本動作を確実にした上で、データのローカル保存、再送などデータロスを避けるインテリジェントな仕組みを導入していく必要がある。
- 結合、総合テスト、実車試験にならないと見えなかった課題が多かったため、以降はこれらのテスト結果を受けて実装変更を行うことを見込んだスケジュールを立てる必要がある。
- DataBroker からのデータ送付が 0.5 秒間隔という点から、リアルタイム性の高い用途への利用が限られるシステムだった。高 FPS などリアルタイム性を求めた場合、どこを改善すべきか、どこに問題点が現れるかは課題の一つと考えている。

5-1-5. クラウドサーバー

クラウドサーバーの機能ブロック構成を図 5-1-7 に示す。

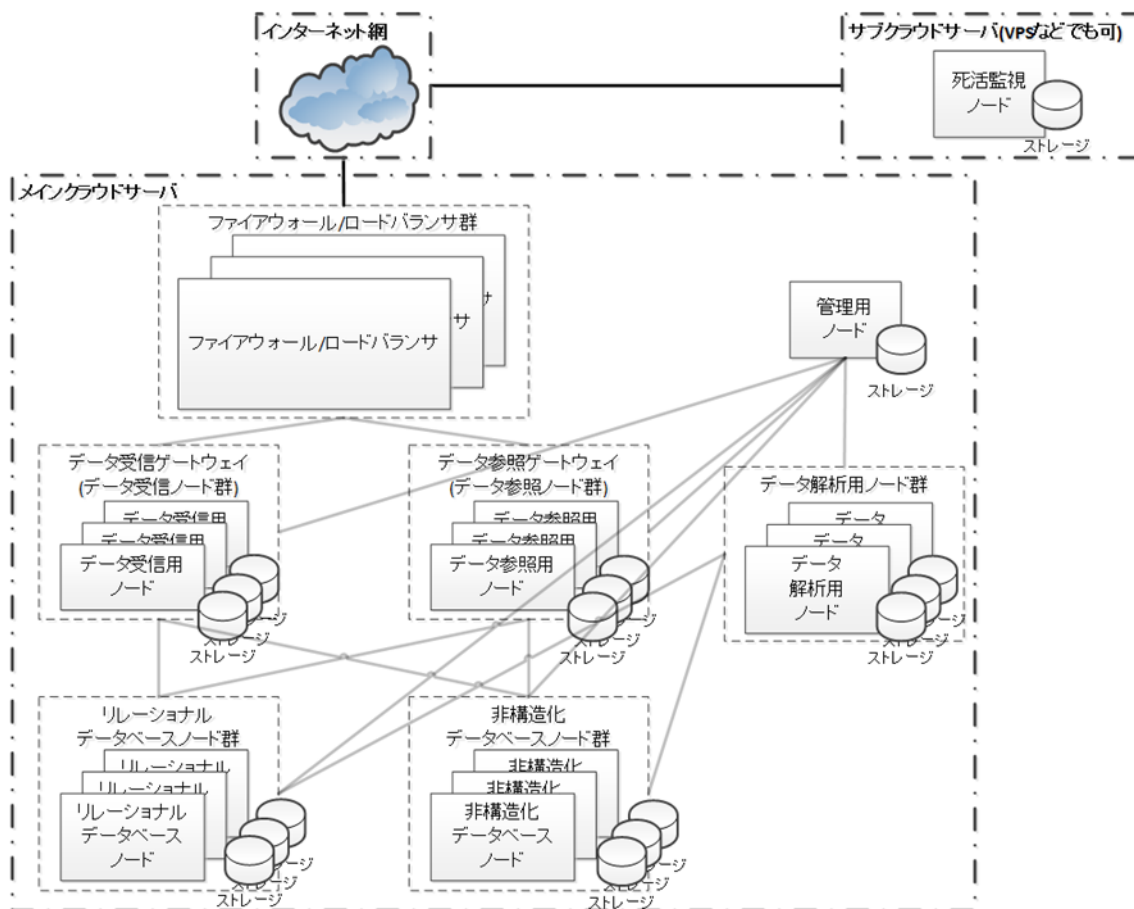


図 5-1-7 クラウドサーバー機能ブロック図

機能ブロックごとの達成状況を以下に示す。

表 5-1-5 クラウドサーバーの要件と達成状況

	項目	達成目標	状況
1	アカウント認証機能	ID を付与したユーザーのみアクセス可能とすること	達成
2	プローブデータ蓄積機能。	同時 50 台の車両からアップロードされるプローブデータを遅滞なく蓄積できること	達成

[サブシステムの課題]

- **クラウドサーバー開発について**

受信するプローブデータの増加に伴い、データベースへの蓄積に時間が掛かる傾向にあり、受信データ量が更に増えた場合に、現状のサーバースペックではデータベースへの蓄積処理が遅延する可能性がある。

[その他の課題]

- **クラウドサービスとして使用している Microsoft Azure について**

定期・不定期のメンテナンスにより、サーバーのシャットダウンが行われるため、その間、クラウドサーバーの動作が不安定になる。内部の仮想マシン間で、ネットワーク障害が発生する事があった。

[来年度以降、または、将来的な課題解決案]

- **クラウドサーバー開発について**

安定性・性能向上のために、サーバーのスペック（CPU, Memory）を上げ、使用ストレージを HDD から SSD への変更が望ましい。ただし、コスト増加となるため、スペックとコストとのトレードオフとなる。

- **Microsoft Azure について**

定期・不定期のメンテナンスによるサーバーのシャットダウンについては、高可用性なサーバー構成とすることで、一部の障害（サーバー1台のシャットダウンなど）でもサービス提供を可能とする。高可用性とするために、複数サーバーでのロードバランス構成を構築する。ただし、コスト増加となるため、障害耐性とコストとのトレードオフとなる。

5-1-6. プローブデータ確認画面（検証用アプリ開発）

機能ブロックごとの達成状況を以下に示す。

表 5-1-6 クラウドサーバーの要件と達成状況

	項目	達成目標	状況
1	データ照会機能	蓄積したデータをフィルタリングして抽出できること。	達成
2	マップ上への軌跡表示	インターネット上で WebAPI を使用して利用可能な地図上にプローブデータによる走行軌跡をマッシュアップして表示すること	達成

[サブシステムの課題]

- **ProbeData 確認用 Web 画面について**
蓄積された大量のプローブデータを Web 画面で見やすく表示するために、Web サーバーがデータベースから大量のプローブデータ読み込み及び解析処理を行うため、表示までの処理に時間がかかる。

[その他の課題]

- **ProbeData 確認用 Web 画面のマップ表示として使用している OpenStreetMap について**
OpenStreetMap のサーバーは OpenStreetMap Foundation によってフリーで提供されているサーバーであり、サポートなどを受けることができない。現状、多人数での Web アプリ利用は想定していないため、性能に問題はないが、もし、マップ表示に関して性能改善が必要な場合、対応することが困難である。

[来年度以降、または、将来的な課題解決案]

- **プローブデータ確認用 Web 画面について**
Web 画面表示高速化のために、時間毎・日毎など、定期的プローブデータから抽出・加工した集計データを作成し、そのデータを蓄積しておくことで、Web サーバーでの処理を減らし、負荷低減を行う。
- **OpenStreetMap について**
マップ表示の性能向上が必要な場合、クラウドサーバー内に OpenStreetMap 用サーバーを開発、または OpenStreetMap を使用した有償のマップサービス（MapBox: <https://www.mapbox.com> など）の利用が考えられる。

5-2 次世代プローブデータ API

2014年度は、次世代プローブデータについての要求条件の整理を行った。

2-1節では、プローブデータの定義を、「車両内部・外部の状態、或いは運転者の行動に関する情報であり、データ要素或いはそれらを含むメッセージとしてフォーマットされ、運転環境を収集・監視するセンターへ送信されるもの」としたが、図5-2-1に示すように、プローブデータの活用範囲は今後ますます拡大するものと想定される。

こうした多種多様な利用を想定したときに、プローブデータとして必要となる要求条件のフレームを検討し、2つの視点から考えていく。ひとつは情報項目としてどのような情報が有用であるかという視点。もう一つは、データの送受、収配信における課題である。なお、プライバシー保護の視点については、5-5節で取り上げるため、ここでは対象としない。

1. 情報項目

- ① 車両走行情報（現在策定中の W3C Vehicle Data API）
- ② クルマのセンサーによる、コンテキスト情報
 - a. ドライバーや同乗者のコンテキスト
 - b. 車両の周囲・環境のコンテキスト

2. 収配信における課題

- ① より多くのクルマからプローブデータを取得する
 - a. WebAPIにより、クルマの情報を利用しやすい環境を構築
- ② より多くのクルマへ適切な情報を配信する
 - a. センタ側からの適切な対象に、適切なタイミングで、Pushを実現する仕組み
 - b. プローブデータのアップロードの組みで配信（クルマ側から情報取得）
- ③ データ量の対策
 - a. アップロードするプローブデータ（項目）の絞り方
 - 項目によって、アップする頻度を調整
 - b. アップロードするクルマの絞り方
 - 渋滞時に前後のクルマからアップされる情報はほとんど同じ
 - c. 優先度
 - 急がなくてもよい情報は、通信に余裕があるときにアップする（すきま通信）
 - 緊急性の高い情報は、優先的にアップする

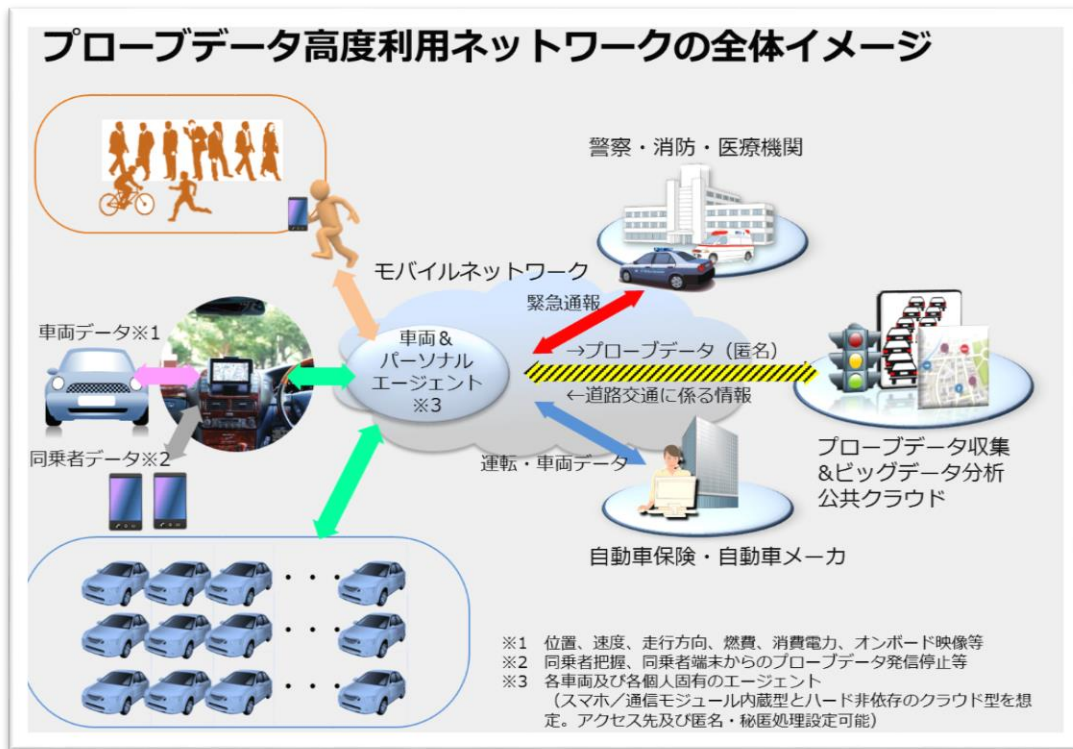


図 5-2-1 プローブデータ高度利用ネットワークの全体イメージ

多くのプローブデータは、時刻・位置情報が伴うことで利用価値が高まるため、それらを特定化低減データ処理されてしまうと、価値が損なわれる場合が多い。一方、時刻・位置情報をキーに、異なるデータベースが連結しやすくなり、プライバシー保護の配慮の必要性がある。

(例) 誰が、どこからどこへ行き、どんな運転をし、どこに立ち寄るかなど。

表 5-2-1 は、プローブデータの国際標準 (ISO22837) ならびに車両情報、走行情報の標準化を検討している W3C Vehicle Data Interface (案) を基に、プローブデータとし有用と考えられるものを整理したものである。

これら活用することにより、安全運転、危険回避、効率的な運転、快適な車内空間など、様々な利用用途が考えられるが、一方で、個人の所在、行動範囲等が特定される情報でもある。

表 5-2-1 プローブデータの種類と情報項目

【凡例】アンダーライン：ISO22837 のデータ項目

赤字：プライバシーや企業機密に抵触する可能性の高いもの

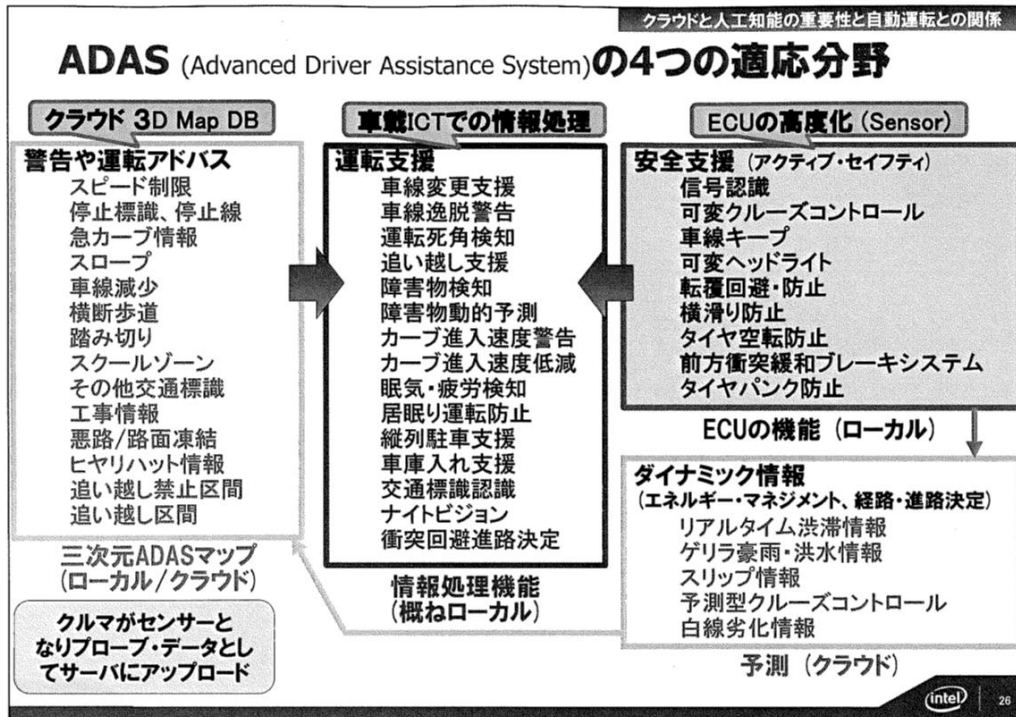
<ul style="list-style-type: none"> ■ 時刻情報(タイムスタンプ) <ul style="list-style-type: none"> - 事象の発生時刻 (yy/mm/dd/ hh:mm:ss) ■ 位置・方向情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>緯度・経度・高度・向き</u> (リンク/コード属性情報、距離標位置含む) - <u>車線内位置</u>、<u>車両内位置</u> ■ 車両属性情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>車両分類</u>、<u>車両識別番号</u>・<u>鍵 ID</u>、<u>車種</u>・<u>年式</u> - 駆動源、燃料種別、最小旋回半径、最高速度 - 車長、車幅、車高、車重、軸重等 ■ 車両走行状態 <ul style="list-style-type: none"> - <u>エンジン始動・停止</u>、<u>車速</u>、<u>加速度</u>、<u>回転数</u> - <u>車輪スピード</u>、<u>ハンドル回転角</u>、<u>ヨーレート</u> - <u>アクセル</u>/<u>ブレーキペダル位置</u>、<u>ギヤ位置</u> - <u>オドメータ</u>/<u>トリップメータ</u>、<u>燃料残量</u>、<u>燃費</u> - <u>ドライブモード</u>、<u>クルーズ・コントロール</u> - <u>前照灯</u>、<u>ハザード灯</u>、<u>ウインカー</u>、<u>ドア</u>/<u>窓</u> ■ 安全運転情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>ABS</u>、<u>シートベルト</u>、<u>エアバッグ</u>、<u>TCS</u>、<u>接近警報</u> ■ 気象条件情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>温度</u>・<u>湿度</u>・<u>気圧</u>、<u>降雨</u>、<u>降雪</u>、<u>霧</u>、<u>ワイパー</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 車両メンテナンス情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>事故</u>・<u>故障履歴</u>、<u>異常警報</u>、<u>日常点検</u>、<u>車両診断</u> - <u>エンジンオイル</u>、<u>タイヤ空気圧</u>、<u>バッテリー状態</u> ■ 車両パーソナル化情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>言語</u>・<u>単位系</u>、<u>室内表示照度</u>/<u>レイアウト</u>/<u>色彩</u> - <u>ナビ情報</u>(<u>出発地</u>、<u>目的地</u>、<u>経由地</u>、<u>経路</u>) - <u>運転行動</u>・<u>操作履歴</u> - <u>ミラー類調整角</u>、<u>シート</u>/<u>ハンドル位置</u> - <u>サンルーフ</u>/<u>コンバーティブル開閉</u>、<u>走行効果音</u> ■ 運転環境情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>道路線形</u>、<u>サグ</u>、<u>路面</u>、<u>信号機</u>、<u>遮断機</u>、<u>道路標識</u> - <u>障害物</u>、<u>歩行者数</u>・<u>状態</u>、<u>太陽高度</u>、<u>日陰</u>・<u>日向</u> ■ データ管理情報 <ul style="list-style-type: none"> - 利用可能なデータ項目(個人向け、OEM 向け) - データ保存期限、精度 ■ サービス・アプリ管理情報 <ul style="list-style-type: none"> - <u>デバイス</u>/<u>OS</u>・<u>アプリ認証</u> - <u>サービス ID</u> - <u>アクセス</u>/<u>利用</u>/<u>購買履歴</u> ■ 運転者・同乗者情報(取得・保存可能な場合) <ul style="list-style-type: none"> - <u>運転者</u>・<u>同乗者の個人認証等</u> - <u>生体情報</u> (<u>血圧</u>、<u>脈拍</u>、<u>既往症</u>、<u>認知的負荷</u>、<u>眠気</u>、<u>疲労</u>など)
---	--

(注) ISO22837、C-ITS(Cooperative-Intelligent Transport Systems)の規格化資料※、W3C Vehicle Data Interface 案を基に、プローブデータを可能性のあるものを含め以下の 12 分類に整理

(出所)『ユースケースと要求条件』(KDDI 総研)

「第 1 回プローブデータ・プライバシー検討会」資料 4

また、将来の自動運転につながる技術としての安全運転に資する情報として以下の情報があげられる。



(出典) 野辺継男『自動運転の実現を ICT が如何に支援し、それを強化し得るのか』
Automotive World 2015

図 5-2-2 ADUS の 4 つの適応分野

参考

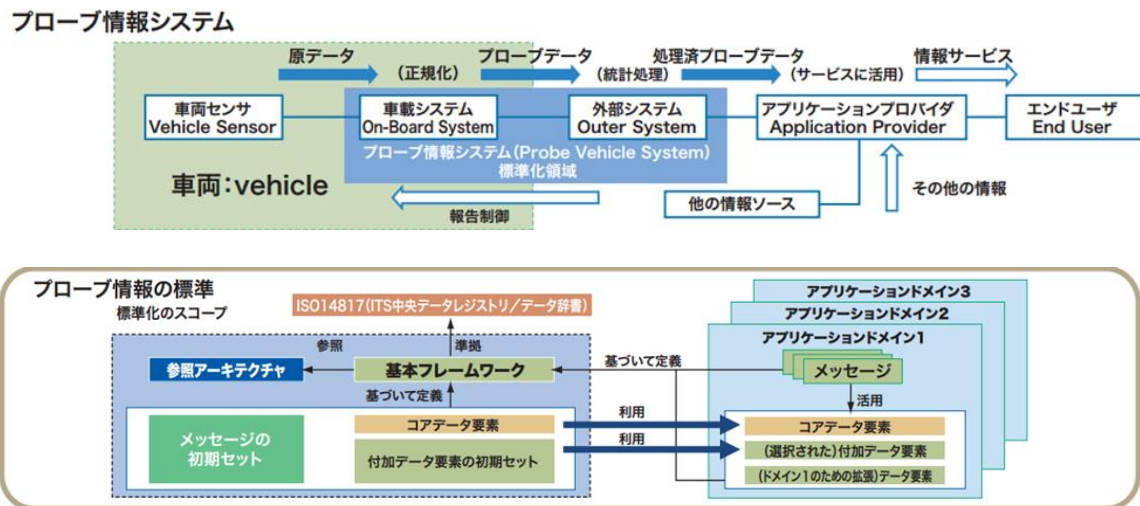
[ISO 標準化動向]

- プローブ情報に関する標準化は国際標準化機構 (ISO) TC204 (Technical Committee : 専門委員会) WG16 (Working Group : 作業グループ) SWG16.4 にて検討 (日本が議長)
- プローブ情報そのものの標準化と、プローブ情報を収集するにあたり、センタ側から車両群に送られるプローブ情報の報告制御の指示、さらにプローブ情報サービスにおける個人情報保護に関する標準化を担当
- プローブ情報 (ISO 22837) 2009 年標準化
 - ・ 基本フレームワーク : プローブデータ要素やプローブメッセージを定義するための方法

- ・ 参照アーキテクチャ：本標準が対象とするプローブ情報システムの構成、およびプローブ情報の意味構造を規定
 - ・ コアデータ要素：すべてのプローブメッセージが含む、位置スタンプと時刻スタンプを示すプローブデータ要素群を規定等
- プローブ報告制御（TS 25114）2008 年制定

以下の車両群に対するプローブ情報送信に関する指示

 - ・ プローブ情報の送信の開始・停止の指示
 - ・ 送信するプローブ情報の種類の指定
 - ・ 送信の必要性を判断するための閾値の調整
 - プローブ個人情報保護（ISO 24100）2010 年標準化
 - ・ プロバイダなどとの契約登録情報、プローブ情報提供者の識別情報、通信アドレス、認証用パスワード、通信ログ、プローブ情報自体に含まれる個人情報等、個人情報保護に関する法律の遵守
 - ・ 関係者が守るべき事項（ガイドライン）の作成、その達成に必要な設計指針の標準化



(出典) ITS 標準化 (自動車技術会)

http://www.jsae.or.jp/01info/its/2013_bro_j.pdf

図 5-2-3 プローブ情報の標準化の概要

[車両データ記録・統計処理技術]

●システム実装

- 道路運送車両の保安基準の細目を定める告示【2009.02.26】別添 89（運行記録計の技術基準）のデジタコ基準を準用
- デジタルタコグラフ（通称、デジタコ）は矢崎総業、デンソー、富士通、堀場製作所、ミヤマから販売
- スマホ・カメラとの連携製品も販売（図 5-2-4）



（出典）ITS 世界会議 東京 2013 富士通出展デジタコ

図 5-2-4 スマホカメラと連携するデジタルタコグラフ

●統計処理技術

- 渋滞情報の推定補完・予測（日立製作所）

道路渋滞の際には、周辺道路も一緒に混む、ある方向に向かって混むといったように、いくつかのパターンがあり、推定補完技術は、こうしたパターンを組み合わせ、欠損する交通情報を高精度に埋め合わせることで、エリアカバー率 90%を達成するのに、従来の 400 万台から 10 万台で実現可能に誤差を従来手法の 2/3 に低減するなど広範囲かつ安定的な交通情報を提供

- オートパーキングメモリ（パイオニアのプローブサービス）
駐車場入口情報の推定と駐車位置のルート案内
- その他参考資料
高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 ITS に関するタスクフォース
（<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/its/dai2/gijisidai.html>）

●位置測位技術

- GPS/GLONASS/Galileo/QZSS の複合利用
Galileo は 2014 年運用開始し 2020 年までに 30 機体制
準天頂衛星 QZSS は 2018 年運用開始
- Wi-Fi アクセスポイントのビーコン信号活用とクラウドソースデータベースによる精度向上
- LED 照明の利用（<https://www.ipa.go.jp/files/000029440.pdf>）

5-3. 車両・スマートフォン接続技術

2014 年度の達成状況について、表 5-3-1 にまとめ、以降、詳細な内容を報告する。

表 5-3-1 車両・スマートフォン接続技術の達成状況

	項目	達成目標	状況
1	接続機能の仕様策定		達成

5-3-1. 接続機能の検討対象

次世代 ITS 用プローブデータが、より多く道路・車両から収集可能とするために、すでに普及しつつあるスマートフォンを活用するソリューションを考える。具体的には利用者のスマートフォンを車内に持ち込み、車載機と容易に接続する機能を有するシステム・仕組みの開発及び検証を行う。

- ・車載機とスマートフォンの簡単な接続
- ・車載機がスマートフォンを介してのインターネット接続
- ・車載機とスマートフォンの機能連携

なお、2014年度は、次年度の開発実装に向けて、これらの機能についての仕様検討を行った。以下、検討結果を記述する。

5-3-2. 車載機とスマートフォンの機能分担

車載機とスマートフォン間での、通信機能とアプリケーションの機能分担については、表 5-3-2 の組み合わせが考えられるが、以下の理由により、通信機能はスマートフォンを利用し、アプリケーション機能は双方連携により行うこととする（赤点線枠）。

- ・ 通信もアプリケーションも車載機で完結する通信モジュール搭載型の Connected Car の場合に比べて、ユーザコストを低減する
- ・ 通信とアプリケーションの機能を不特定の車で利用可能にする
- ・ ディストラクション防止等の安全性を確保しながら、新しいアプリケーション等の利用を容易にする
- ・ 最新の通信技術を利用しやすくする

なお、車載機に搭載した通信機能を利用する場合と比べた、スマートフォンの通信機能を利用する場合の、車載機とスマートフォンの接続に手間がかかるという短所は、接続手順をできる限り簡易化する仕組みとすることで補完する。

表 5-3-2 車載機とスマートフォンの機能分担

		アプリ（コンテンツ、センサー機能等含む）			
		車載機		スマホ	
通信	車載機	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ディストラクション防止等の安全性確保 ・車載器とスマホの接続の手間なし 	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザコスト：中 ・アプリが不特定の車で利用可能 ・新しいアプリ、機能の利用可
		短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザコスト：大 ・通信/アプリの利用が特定の車に限定 ・新しいアプリ、機能の利用に課題 ・新しい通信技術を利用困難 	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・通信の利用が特定の車に限定 ・ディストラクション防止等の安全性に課題 ・車載器とスマホの接続の手間あり ・新しい通信技術を利用困難(注1)
	スマホ	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザコスト：中 ・通信が不特定の車で利用可能 ・ディストラクション防止等の安全性確保 ・新しい通信技術を利用可 	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザコスト：小 ・通信/アプリが不特定の車で利用可能 ・新しいアプリ、機能の利用可 ・新しい通信技術を利用可
		短所	<ul style="list-style-type: none"> ・アプリの利用が特定の車に限定 ・新しいアプリ、機能の利用に課題 ・車載器とスマホの接続の手間あり 	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ディストラクション防止等の安全性に課題 ・車載器とスマホの接続の手間あり(注2)

注1:車載環境でスマホの通信機能を利用しないとした場合 注2:車のUI機能を利用する場合(CarPlay、Android Auto、等)

(出典：KDDI 総研にて作成)

5-3-3. 想定するユースケース

車載機とスマートフォンの機能連携において有望と考えられる以下2つのユースケースを想定して本接続機能の開発を行うこととする。

(ア) 車載機とクラウド間のデータ送受信

車載機アプリが、車から収集した位置情報をはじめとする走行情報や車両情報等のプローブデータを、スマートフォンを介してクラウドにアップロードする。車載機アプリが、最新の地図や付近の店舗情報等のコンテンツを、スマートフォンを介してクラウドからダウンロードする。

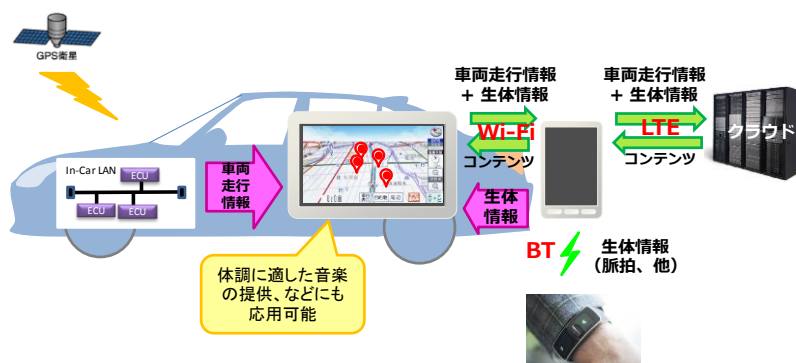


(出典：KDDI 総研にて作成)

図 5-3-1 ユースケース (ア)：車載機とクラウド間のデータ送受信

(イ) ドライバーの生体情報の収集

ドライバーが身に着けたウェアラブルデバイス等から生体情報をスマートフォンに収集し、スマートフォンは車載機に転送する。車載機は、スマートフォンから収集した生体情報を、車両走行情報等のプローブデータと一緒にクラウドにアップロードする。



(出典：KDDI 総研にて作成)

図 5-3-2 ユースケース (イ)：ドライバの生体情報の収集

5-3-4. 車載機とスマートフォンの簡単な接続方式

車載機とスマートフォンを接続する通信方式としては、USB、Bluetooth、Wi-Fi があるが、より簡単に接続する方式として、無線接続を前提とする。

無線方式である Bluetooth、Wi-Fi のうち、車載機とスマートフォン間の各種コンテンツの送受に柔軟に対応できるように、Bluetooth に比べて高速な Wi-Fi を前提とする。

車載機とスマートフォン間の Wi-Fi 接続では、表 5-3-3 に示す 5 つの組み合わせがあるが、このうち接続の手順を最も少なくできる Wi-Fi Direct 同士（ケース A）を検討対象とする。なお、スマートフォンが Android OS で動作する場合、アプリケーションから制御可能なのは、Wi-Fi Direct のみとなっている。

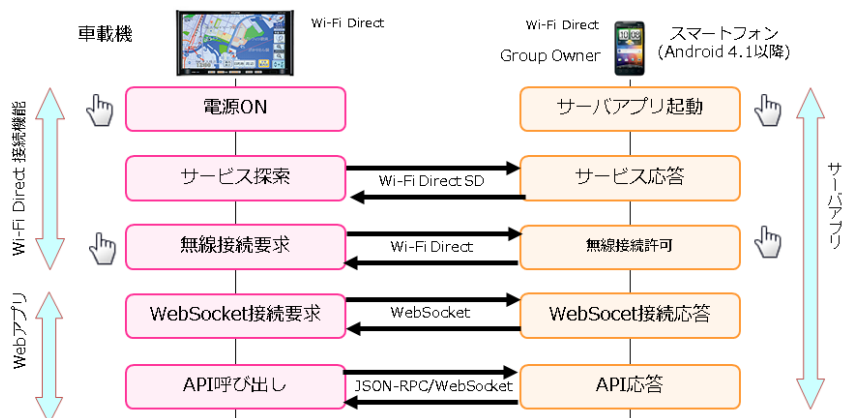
表 5-3-3 Wi-Fi 接続の組み合わせ

		スマートフォン		
		Wi-Fi Direct	テザリング	Legacy
車載機	Wi-Fi Direct	A	—	D
	Legacy	B	C	E

※Legacy: Wi-FiDirectに対応しない従来のWi-Fiデバイス

(出典：KDDI 総研にて作成)

Wi-Fi Direct を使用する場合の接続動作の流れを図 5-3-3 に示す。Wi-Fi Direct では、テザリングと異なり、無線接続する前にサービス発見することができる。Wi-Fi Direct の認証方法は PBC (Push Button Configuration) とする。



(出典：KDDI 総研にて作成)

図 5-3-3 Wi-Fi Direct における接続シーケンス

5-3-5. 車載機がスマートフォンを介してのインターネット接続

Wi-Fi Direct による接続では、インターネット共有機能が Android に実装されていないため、車載機が直接インターネットへアクセスすることができない。本開発では、インターネットへのアクセスを実現する方法として、次のいずれかを検討する。

(ア) プロキシ機能の追加

5-3-6 節に記述するサーバアプリに、プロキシ機能を追加することで、車載機がインターネット上の情報を取得できるようにする。

(イ) プローブ情報のリレー

一旦スマートフォンがプローブデータを蓄積した後、クラウドにアップロードする方法であり、5-3-6 節に記述するサーバアプリに具備する API を利用して Web アプリのみで実現する。

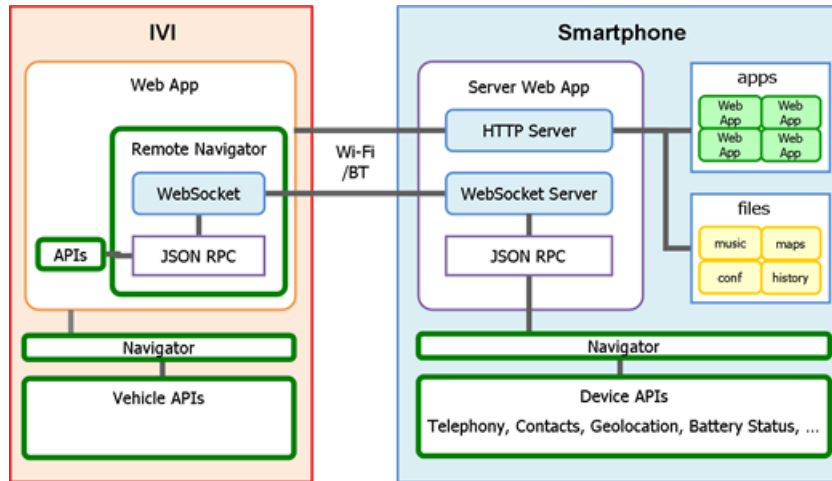
5-3-6. 車載機とスマートフォンの機能連携

本開発では、スマートフォンにサーバアプリを搭載し、本サーバアプリにより、車載機で動作する Web アプリケーションに対してスマートフォンの各種機能を提供する。なお、スマートフォンは、Android API Level 16 以降（Android 4.1 Jelly Bean 以降）に対応したものとする。

本開発で想定する車載機は、HTML5 に対応したブラウザエンジンを搭載し、W3C が定める Vehicle Information API および Vehicle Data Interface を利用して Web アプリケーションから車両情報を扱うことができるものとする。

車載機とスマートフォンの連携に係る通信プロトコルは HTTP と WebSocket を用いる。HTTP はスマートフォンに保存されたリソースを提供するのに用いる。WebSocket は、JSON-RPC メッセージを伝達するのに用いる。JSON-RPC は車載機からスマートフォンの機能を透過的に利用するのに用いる。

車載機とスマートフォンの機能連携における構成を図 5-3-4 に示す。



(出典 : W3C Automotive and Web platform Business Group 会合 2013/5 資料より)

図 5-3-4 車載機とスマートフォンの機能連携の構成

5-3-7. Bluetooth 機器との連携

想定ユースケース (イ) における、スマートフォンと Bluetooth で接続可能なスマートウォッチや活動量計等のウェアラブルデバイスを車載機から利用可能にする方法としては、次のいずれかによる。

(ア) Bluetooth API

5-3-6 に記述するサーバアプリの Device API に、Bluetooth API を追加する。Bluetooth プロファイルのうち、Generic Attribute Profile (GATT) を利用できることとする。

(イ) Intent 連携

5-3-6 に記述するサーバアプリに具備する API を利用して、Bluetooth 機器を操作する Android アプリと Intent で連携する。

5-4. ネットワーク輻輳回避技術（最適な Web レイヤー・データ伝送/配信）

2014 年度の達成状況について、表 5-4-1 にまとめ、以降、詳細な内容を報告する。

表 5-4-1 ネットワーク輻輳回避技術の達成状況

	項目	達成目標	状況
1	ネットワーク輻輳回避技術の仕様策定	「アクセス制御機能」「サンプリング制御」「優先処理機能」からなる「最適な Web レイヤー・データ伝送/配信」として仕様書を作成した。	達成

5-4-1. 検討対象

車とクラウド間のデータ送受信に関して、携帯電話ネットワークやクラウドにおけるリソースの逼迫を回避して、アプリケーションの必要性に応じた効率的なデータ伝送を可能にする、Web レイヤー・データ伝送/配信技術を対象とする。

車両走行データの収集は、その収集の目的やデータ種別によって、遅延や更新頻度の要求条件が異なる。データや情報の優先度と携帯電話ネットワークのトラフィック負荷状況に応じて、一定の遅延を許容しながらトラフィックピークを回避するアクセス制御機能、さらに、渋滞時等における必要性の低いデータ収集を抑制して情報収集の効率化を図るデータのサンプリング制御機能、また、危険な状況等が発生した際の緊急時に即時データを送信する優先処理機能についての研究開発を行う。

アクセス制御機能では、端末主導の自律分散制御方式で、データ転送のタイミングを制御してネットワークの混雑緩和や利用効率向上を図る M2M の技術手法であり、実績のある「すきま通信技術」³を採用し、車両走行データの収集に応用するための開発を行う。

なお、2014 年度は、次年度の開発実装に向けて、これらの機能についての仕様検討を行った。以下、検討結果を記述する。

³ すきま通信技術の効果については、次の論文を参照されたい。
KITAHARA, HIEHATA, KOTO, HUKUMOTO, NAKAMURA, ANO, “Autonomous DATA Transmission Using Off-peak Hours for Cellular-based M2M Communication”, 2013 IEEE 37th Annual Computer Software and Applications Conference

5-4-2. アクセス制御機能

特許出願準備中につき、本節は非開示。

5-4-3. サンプル制御・優先処理機能

特許出願準備中につき、本節は非開示。

5-5. プライバシー保護

2014 年度の達成状況について、表 5-5-1 にまとめ、以降、詳細な内容を報告する。

表 5-5-1 プライバシー保護機能の達成状況

	項目	達成目標	状況
1	プライバシー保護機能の全体アーキテクチャの設計	意思決定の自動化、高速匿名化処理、個人情報の流通の可視化について要求条件を整理し、概要設計を行った。	達成
2	「意思決定の自動化」について開発に着手。	「パーソナルエージェントにおけるポリシー設定システム」としてサーバークライアントシステムの開発を行った。	達成

5-5-1. プライバシー保護制度の動向

現在、クラウドサービス等国境を越えた情報の流通が極めて容易になってきており、このような変化に対応するため、OECD（経済協力開発機構）が 2013 年 7 月にプライバシーガイドラインを改正した。米国においては、2012 年 2 月に消費者プライバシー権利章典を公表し、立法化について検討が進められている。EU においても 2014 年 3 月に個人データ保護規則案が欧州議会本会議において可決、さらに継続検討が行われるなど、個人情報の保護及びプライバシーに関する議論や法整備が進んできている（2015 年 3 月、同規則案に難色を示していた理事会が、最大の懸案事項となっていた One-Stop-Shop 条項を含め改正案の一部合意を見たとおり、今後、規則案の合意に向け進展することが予想される）。

このような状況を踏まえ、我が国においても世界中のデータが集積し得る事業環境に対応するために、諸外国における情報の利用・流通とプライバシー保護の双方を確保すべく個人情報保護法の改正に向けて検討が開始され、2015 年 6 月に法改正に向けての政府大綱が示され、本年 3 月にマイナンバー法の改正とともに個人情報保護法の改正案が閣議決定され、今会期中（本年 6 月末）に審議・可決されることが期待されている。

各国の個人情報（パーソナルデータ）の保護に対する原則は表 5-5-1 のとおりであり、基本的に課題意識（プライバシー保護と情報の利活用のバランス）はほぼ同じであるものの、各国の法制度的なアプローチは異なる。

プライバシー保護は、このように法制度面と技術面で実現されていくが、実運用を考えると、以下の事項に関して、具体的手法が確立していない。(表 5-5-2 の*印を付した項目と関係あり)

- 個人の意思決定の自動化（個人のプライバシープリファレンスに基づく情報提供の自動化処理とオプトアウト要求・処理手法）
- リアルタイムに、かつ大量・多種多様に生成される個人情報に対する匿名化処理
- 送付した個人情報の閲覧／削除機能

表 5-5-2 個人情報の保護原則（主要項目）の比較⁴

	新 OECD プライバシーガイドライン	欧州評議会条約及び追加議定書	EU データ保護規則案	米国消費者プライバシー権利章典	個人情報保護法改定の方向性	
目的	プライバシーと個人の自由を保護し、かつプライバシーと情報の自由な流通という競合価値を調和させること	個人の権利と基本的な自由、特に個人データの自動処理に関するプライバシーの権利の尊重の保証	自然人の基本的な権利及び自由、特にそのプライバシーの権利の保護	個人の権利と個人データに関する企業のとるべき義務	個人情報・プライバシーの保護及び個人情報の新たな利活用環境の実現	
個人情報 / Personal data 定義	識別された又は識別可能な個人(データ主体)に関する全ての情報	識別された又は識別可能な個人(データ主体)に関する全ての情報	あるデータ主体※に関する全ての情報	特定の個人に連結可能な全てのデータ及び特定のコンピュータその他のデバイスに連結するデータも含みうる。	生存する個人に関する情報で、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの(他情報との照合結果含む)	
		※「データ主体」とは、管理者その他の自然人又は法人によって合理的範囲で使用される手段(年齢)識別性に関する一つ若しくはそれ以上の固有の要素により、図録又は図録に識別された自然人。				
原則	目的の明確化	○	○	○	○	
	データ内容*	○	○	○	○	
	データ収集制限*	○(オプトインが基本)	○(オプトインが基本)	○(オプトインが基本)	○(オプトアウトが基本)	○(匿名化レベルによる)
	利用制限*	○	○	○	- (背景情報の尊重を言及)	○ (個人特定性阻害データ)
	安全管理	○	○	○(PIA 規定)	○	○
	Sensitive データ保護	-	○	○	-	○
	データ越境制限	○	○	○	-	○
	個人のコントロール*	○	○(意思決定自動化の制限、データ流通可視化、データ削除、オプトアウト含む)	○(同左&データ持ち運びの権利)	○ (Do Not Track 原則)	○ (欧米と同様)
	使用データの廃棄	-	○	○	-	○
	公開	○	○	○	-	○
	説明責任	○	○	○	○	○
独立した監督機関	○	○	○	- (FTCが監督)	○	
司法による救済	- (各国法による)	○	○	-	○	

(出典) KDDI 総研にて作成

2014 年度においては、パーソナル・エージェントの全体アーキテクチャの設計と、プライバシー・ポリシーに関する機能の開発を行う。この開発では、利用者に対してプ

⁴ 本表は全体を俯瞰するために以下の出典を基に KDDI 総研にて作成したもので、正確な表現は原文を参照されたい。

・「パーソナルデータの利用・流通に関する研究会報告書」
http://www.soumu.go.jp/main_content/000231357.pdf

プライバシー・ポリシーを表示する機能ならびに自身のプライバシープレファレンスを設定するインタフェースを提供し、入力されたプレファレンスに従ってパーソナル情報制御のための制御情報を出力する機能を作成し、評価を行う。評価に際しては、前述のパーソナルデータ保護に関する制度環境の変化に鑑み、プローブデータ・プライバシー検討委員会でアドバイスを受けることとした（第2回プローブデータ・プライバシー検討委員会）。

なお、参考情報として、2014年11月、米自動車メーカ連合（AAM）及び世界自動車メーカ協会（AGA）が連名により、「消費者プライバシー原則-車両技術及びサービスに対するプライバシー原則」を発表している。日本の自動車メーカを含む19社が参加メンバーとして登録しており、業界の自主ルールを整備する動きが活発化している。また、欧州においても、独ダイムラー社が、同年11月に開催した“Sustainability Dialogue”において、規制当局並びに有識者との対話を通じて、独自のガイドライン化を目指す動きを示している。

5-5-2. パーソナル・エージェントの全体アーキテクチャ

特許出願準備中につき、本節は非開示。

5-6. 歩行者関連情報収集配信技術

歩行者関連情報は、2014年度は、車両から撮影した映像データから歩行者を検知する技術の評価を行うものであり、情報のAPI化（量的データ化）や他のサブシステムとの連携は2015年度以降の計画となる。

表 5-6-1 プローブデータの要件と達成状況

	項目	達成目標	状況
1	歩行者検知	車載カメラの映像データから歩行者を検知。歩行者の有無、およその人数、また歩行者の進行方向について検知できること。	達成

2014年度に関しては、実験車両に前方カメラを搭載して、交差点の最前列で車両が停止しているときに、横断歩道を渡る歩行者の数を認識可能であることの確認作業を行った。

[手法]

PCに搭載したNVIDIA製GPUボードを使用して、HOGと機械学習に基づく歩行者検知のアルゴリズムを適用。

[検出単位]

歩行者検知に関しては、フレームごとに静止画としての歩行者検知アルゴリズムを適用し、その検知結果を動画で参照できるように、認識された歩行者にマーカを付与。

[情報量化への試案]

- 後続車両への注意喚起やルート選択における参考情報としてWeb経由での情報提供をするにあたっては、車の進行経路にある歩行者（あるいは自転車等）の情報が重要であり、次に路肩、路側帯における歩行者等の情報が重要である。
- このような観点から、次のように分類して歩行者量情報を分類して提供することができる。（図 5-6-1）
 - ・ 次の写真の黄色でマークした領域に入ったものを前方、それより左側、右側にあるものを左、右としてマークする。

- それぞれの検出エリアについて、たとえば 0、1～3、4 以上の 3 区分を用意し、人数がどれに当てはまるか判断する。
- これにより前方にあるものを横断者と判断でき、左右については通行者、または横断前後の歩行者として認識ができる
- 自転車と歩行者をそれぞれ区別して認識すればそれぞれの多少について結果を得ることができ、次の表のような出力を得られる。(2014 年度の開発では自転車の認識は行っていない)

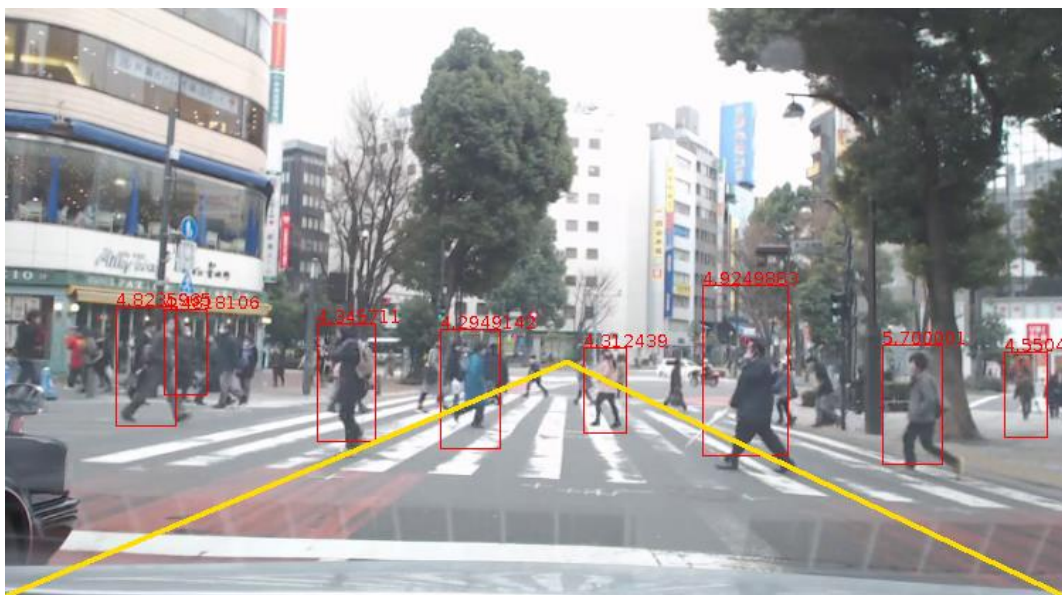


図 5-6-1 クラウドサーバー機能ブロック図

	左前方	前方面面	右前方
歩行者	4人以上	1～3人	4人以上
自転車	0	0	0

[必要な性能]

- 歩行者の認識において現在は PC+GPU を使用して実験を行った。しかし、Web 上での情報共有を目的に考えると、すべてのフレームで詳細な人数を数える必要はないことから、組み込み CPU で十分に実装可能であると推測している。

[その他の課題]

誤検出削減、認識率向上のためには、視野の中で歩行者検知するエリアを限定し、フレーム間のトラッキングを用いること等のアルゴリズムチューニングで十分に可能と判断している。

[来年度以降、または、将来的な課題解決案]

後処理での歩行者検知ではなく、カメラで撮影しながらリアルタイムで認識処理を行い、Web に情、報を提供するたねの API 策定とその実証が 2015 年度以降の実証課題となる

単に歩行者として認識するのではなく、子供や老人のような特に注意が必要な歩行者を識別することや、自転車、ベビーカーなどほかの認識との組み合わせも検討すべきであるし、それぞれの移動方向をみて潜在的な危険があるのかも見分けることができれば有用な情報となりうる。

6. 研究発表などの成果

特許・論文等の発表においては、口頭発表は予定数を上回ったが、特許出願・論文発表については作業が遅れており、当初計画した進捗には至っていない。2015年度上期では特許出願、学会発表を計画している。

口頭発表は、2014年11月18日の「SIP-adus Workshop」(国連大学)、2015年3月6日の「情報通信が支える次世代のITS」(日経ホール)、2015年3月28日の「Web とクルマのアイデアソン」(慶應義塾大学)の3件である。報道発表は、本研究開発の協力会社である株式会社ACCESSが2015年3月9日に本研究開発の成果を踏まえ新たなブラウザに関する報道発表⁵を行ったものである。

年度 目標	2014年度 実績	2014年度	2015年度	2016年度	実施期間 終了後	合計
特許取得数	0	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	4件 (2件)	4件 (2件)
特許出願数	0	1件 (0件)	2件 (1件)	2件 (1件)	1件 (1件)	6件 (3件)
査読付き誌上発表 論文数	0	1件 (1件)	2件 (1件)	2件 (1件)	2件 (1件)	7件 (4件)
査読付き口頭発表 論文数 (印刷物を含む)	0	2件 (1件)	2件 (1件)	2件 (1件)	2件 (1件)	8件 (4件)
その他の誌上発表 数	0	2件 (1件)	2件 (1件)	2件 (1件)	2件 (1件)	8件 (4件)
口頭発表数	3 (1)	2件 (2件)	3件 (3件)	3件 (3件)	2件 (2件)	10件 (10件)
報道発表数	1 (0)	1件 (1件)	1件 (1件)	1件 (1件)	0件 (0件)	3件 (3件)

注：() 内は海外での発表数

⁵ http://jp.access-company.com/news_event/archives/2015/20150309/

7. その他研究活動

7-1. 委員会

研究開発を円滑に進め、より広い視野から技術仕様を検討するため、「Web プラットフォーム委員会」「プローブデータ・プライバシー検討委員会」の2つの委員会を定期的に開催した。委員会では、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発方針についての幅広い観点から助言を頂くとともに、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者、企業の実務者の参加を得て開催した。

[Web プラットフォーム委員会（計5回開催）]

本委員会は、本プロジェクトで扱う Vehicle API によるプローブ情報収集システム等の開発における方向性や課題、解決策検討のため開催した。

①委員会メンバー

氏名	所属	役職
芦村 和幸 (主査)	W3C / 慶應義塾大学 政策メディア研究科	特任准教授
野辺 継男	インテル株式会社 オートモティブ・ソリューション・グループ	チーフ・アドバンストサービス・ アーキテクト兼ダイレクター
三原 寛司	株式会社 ZMP 技術開発部	部長
長野 宏輔	株式会社 ACCESS スマートデバイス 事業部 開発部 開発2課	課長
酒澤 茂之	株式会社 KDDI 研究所 スマートホーム・ ロボット応用 G グループ	グループリーダー
高木 悟	KDDI 株式会社技術戦略部	マネージャー

オブザーバー：総務省通信規格課、総務省移動通信課、国土交通省自動車局技術政策課、トヨタ自動車、日産自動車、本田技術研究所

事務局：KDDI 総研

②開催日時・場所

開催数	日時	場所
第 1 回	2014 年 11 月 10 日 (月) 16 時～17 時 30 分	KDDI 本社ビル 27 階 E 会議室
第 2 回	2014 年 12 月 8 日 (月) 16 時～17 時 30 分	KDDI 本社ビル 28 階プレゼン室 A
第 3 回	2015 年 1 月 19 日 (月) 16 時～17 時 30 分	KDDI 本社ビル 28 階プレゼン室 A
第 4 回	2015 年 2 月 9 日 (月) 16 時～17 時 30 分	KDDI 本社ビル 28 階プレゼン室 A
第 5 回	2015 年 3 月 9 日 (月) 16 時～17 時 30 分	KDDI 本社ビル 28 階プレゼン室 A

③主な議論内容

[第 1 回委員会]

今年度開発する各サブシステムの内容および開発スケジュールについて、①Vehicle Data API 開発（開発実証）、②確認用アプリケーション（開発実証）、③歩行者関連情報（一部開発）、④接続機能（仕様検討）の 4 パートに分けて、各開発パートリーダーより説明が行われ、委員他から主に以下の助言・意見があった。

- ・各説明パートの位置づけが分かりにくいので、今後全体像を準備されたい。

- ・歩行者検知に関する画像認識は独自開発でなく、既に開発されたものを活用する方向ということであれば、W3C の Automotive BG に参加する Aptina 社等との連携もあるかもしれない。

- ・本研究開発成果を社会実装する頃（2018 年頃）には他の周辺技術もかなり進んでいるはずで、それら技術の活用も視野に入れ、何ができるかを研究されたい。

例：リアルタイムの画像認識（クラウド・ニューラル NW 処理等）、

79GHz ミリ波レーダー、LTE ダイレクト、車両データ活用した 3D マップ、等

[第 2 回委員会]

研究活動の全体進捗状況、API 検討過程で湧出した課題、接続機能のユースケースの 3 件について、研究員から報告を行い、委員他から主に以下の助言・意見があった。

(API 検討過程で湧出した課題への意見)

- ・指摘の問題点に関する情報、特にシステム構成の概念図は W3C・WG に提供すると歓迎される。ガイドライン等をまとめる際に特に有用。
- ・SIP 関連でのプロジェクトになるので、自動運転に関する仕組みを前提にしておいた方が良い。まずそのようなユースケースがあり、それを前提に議論したい。
- ・W3C ではタイムアウト時間は実装で個々に設定するので、当然設定すべき。

(接続機能のユースケースへの意見)

- ・スマホを使ったドライバーの顔認識や生体情報収集は可能であるが、スマホのカメラを活用し、スマホで歩行者を認識することは、スマホの処理能力を考えると、現実的ではない。
- ・スマホと車が離れている場合のユースケースを考えておくべきでは？つまり、歩行者のスマホとのケースも視野に。これがどんな価値が出てくるのかは、プライバシーの議論もありスコープに入れておくべきではないか。
- ・車内の複数スマートフォン、他車のスマートフォンが連携するケースもある。ドライバーが車から降りた際もある。
- ・携帯を SIP の視点でどう使うかというケーススタディは重要。とくに LTE ディレクトは検討に入れておくべき。



図 7-1-1 検討会の様子

[第3回委員会]

研究活動の全体進捗状況、接続機能の開発の方向性、次世代プローブデータの検討項目の3件について、研究員から報告を行い、委員他から主に以下の助言・意見があった。

(接続機能の仕様検討状況)

- ・ 車載機自体に通信機能があるというケースは？車載機とスマホで通信とアプリを分担する可能性がある中で、今回はスマホが通信／アプリを行う、というような前提や前書き的な説明があると分かり易い。
- ・ スマホにプロキシアプリを実装するやり方が良いのか、車載器のモジュールから直接クラウドとつなげてしまう方が将来的に良いのか、これとは別に議論しておく方が良いだろう。何をもちって良いとするかは難しいが一緒に考えたい。通信機能を車載機とスマホのダブルで持つのが良いのかを含めて考えるべきか。
- ・ 通信をどちらが持つかについては、車と無線の技術の進み方が全然違うという視点もあるのでは。また、昔 Wi-Fi は相性の問題があったが、Direct ではその辺はどうなのだろうか、Legacy 技術の方が安定するだろうが、将来的にどうか、等も気になる。
- ・ 現実的に車載器の議論をする必要がある。実は Wi-Fi が搭載されている車載機は日本ではまだ少ないのが現実。逆に海外では搭載が重要になってきている。

(次世代プローブデータの検討)

- ・ 経済産業省では、関連して SIP 事業の中で「走行映像データベースの構築技術開発及び実証」を行っている。走行映像データを収集し、タグ付けする。SIP 間での連携も検討中。
- ・ 画像で分析してタグ付けするのは重すぎる。点群であれば軽く今のグローバルな方向性だろう。Deep Learning を使って海外では自動運転に活用しようとしているので、日本がやっていないのであれば危機的だと思う。

[第4回委員会]

研究開発用のテストカー見学実施の後、タクシーを活用したプローブデータ収集状況の紹介、および次世代プローブデータの検討項目について、研究員から報告を行い、委員他から主に以下の助言・意見があった。

(テストカー実機紹介)

本実証開発研究に活用しているテストカーについて、参加者で見学を行った。



図 7-1-2 テストカー見学の様子

(プローブデータ収集状況の紹介)

- ・この実証実験をもとに、車からのデータ抽出や編集の頻度、ランタイムの処理などについて考察し、W3C の BG・WG へ提案できれば良い。
- ・タクシーからサーバーへデータを上げるのに要する時間は？
- ・今後想定するアプリは時刻同期がなく成り立つものか？ Android は OS の違いで多少ずれると聞いている。

[第 5 回委員会]

今年度研究開発成果について、試験走行実績、レイテンシ、スマートフォンの課題、Web アプリの課題、歩行者検知の状況を中心に、2015 年 3 月 6 日に開催された講演会『情報通信が支える次世代の ITS』の内容を参照しつつ研究責任者から報告し、委員他からは、歩行者認識の手段や、タクシー実験でのアプリ停止の原因、自転車を含めた歩行者認識の計画等についての質問があった。

[プローブデータ・プライバシー検討委員会（計 2 回開催）]

本委員会は、本プロジェクトで扱うプローブデータにおけるプライバシーの取扱いについて、特に、法制度における開発における考慮点や課題について有識者も交えて議論を行うために開催した。

①委員会メンバー

氏名	所属	役職
新保 史生 (主査)	慶應義塾大学総合政策学部	教授
森 亮二	英知法律事務所	弁護士
宍戸 常寿	東京大学大学院法学政治学研究科	教授
伊藤 寛	日本自動車研究所 I T S 研究部 標準化グループ	主席研究員
野辺 継男	インテル株式会社オートモティブ・ソリューション・グループ	チーフ・アドバンスドサービス・ アーキテクト兼ダイレクター
清本 晋作	株式会社 KDDI 研究所	マネージャー

オブザーバー：総務省消費者行政課、総務省通信規格課、総務省移動通信課、
トヨタ自動車、日産自動車、本田技術研究所

事務局：KDDI 総研

②開催日時・場所

開催数	日時	場所
第 1 回	2014 年 12 月 8 日 (木) 10 時～12 時	KDDI 本社ビル 28 階プレゼン室 A
第 2 回	2015 年 3 月 26 日 (木) 10 時～12 時	KDDI 本社ビル 28 階プレゼン室 A

③主な議論内容

特許出願準備中につき、本節は非開示。

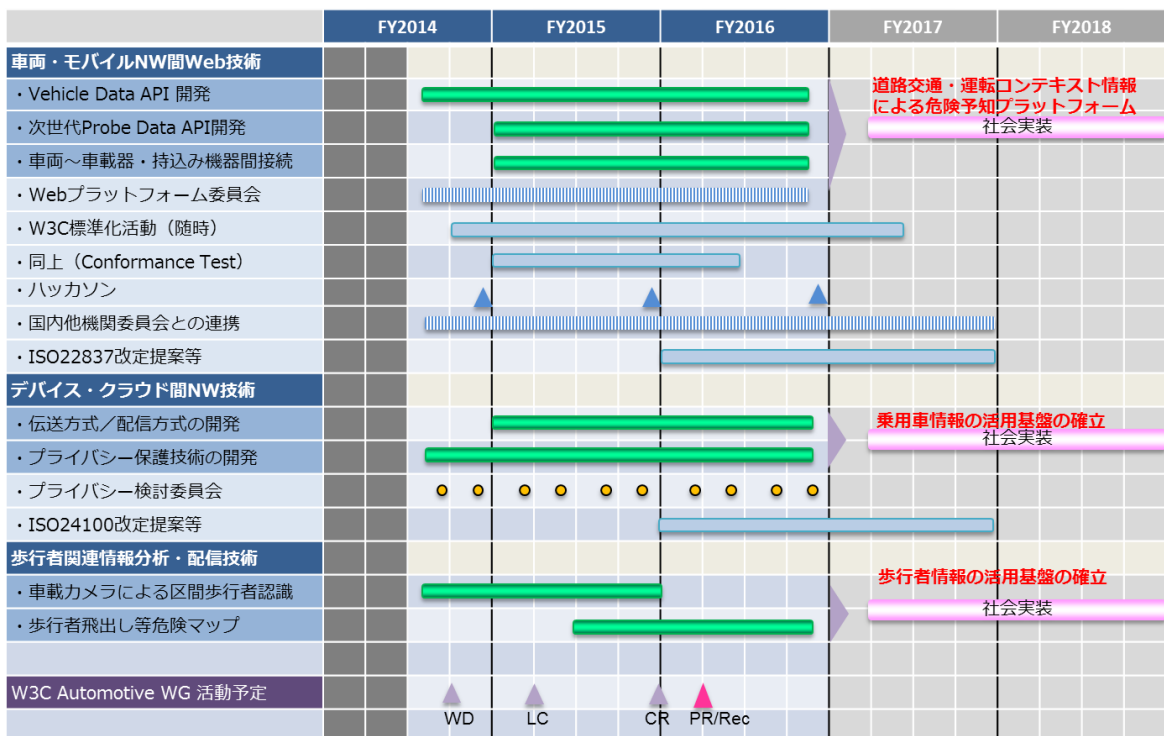
7-2. ビジネスプロデューサによる動向調査

研究開発成果の社会実装に向け、ビジネスプロデューサによる関連市場の動向調査を行った。調査結果の概要を以下に記す。

7-2-1. 社会実装にむけたロードマップ

2016年度中にW3Cにおいて、自動車情報の標準化（Vehicle Data API）が勧告され、2017年度以降、自動車の情報をWebインタフェースで扱うアプリケーションが出始めるものと考えている。本研究では、W3C標準化を促進することにより、早期に社会実装され、多様なプレイヤーにより、自動車の情報を活用するサービスが提供されることを目論んでいる。

表 7-2-1 社会実装にむけたロードマップ



出所)「Web 技術を活用した携帯電話ネットワーク利用型情報収集・配信技術の開発」実施計画書
(以下、「実施計画書」)

7-2-2. IT ベンダーの進出

自動車の情報を Web 技術により活用する試みは Apple (Car Play)、Google (Open Automotive Alliance) 等 IT ベンダーが積極的である。Tizen IVI や QNX といった車載 OS ベンダーらに比較して、スマートフォンの活用を全面的に押し出している。(車の中でもスマートフォンベースの情報環境を実現)

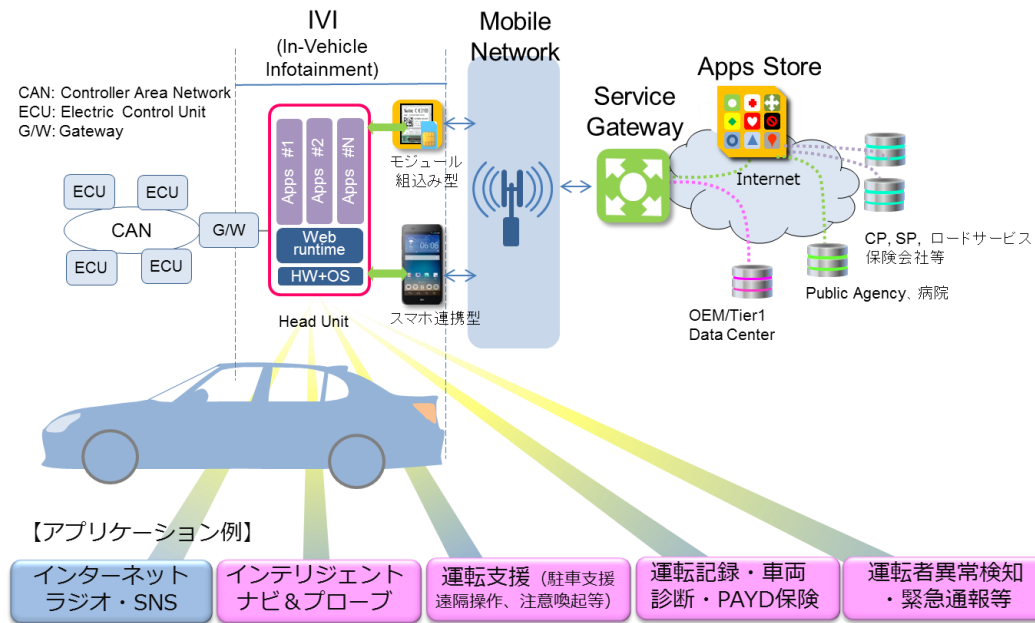
表 7-2-2 IT ベンダーの自動車情報化の動き

	OTT系		自動車系	
	OAA	Car Play	Tizen IVI	QNX
OS	Android (Linux)	iOS	Linux	Car2
アプリ開発環境	Android, HTML5	iOS, HTML5	Tizen, HTML5	QNX, Android, HTML5
開発推進	Open Automotive Alliance	Apple	Linux Foundation Tizen Association	QNX
開発の中心	Google	Apple	Intel,Samsung	QNX
参加する自動車メーカー	ホンダ, GM, Audi, Hyundai (創立時) 現在は日産、三菱自動車等も加入	フェラーリ,メルセデス,ボルボ,トヨタ,ホンダ,三菱,日産,スバル,スズキ,BMW,フォード,GM,現代,ジャガー,KIA,PSA・フィアット	トヨタ, Jaguar, 日産 (全社AGL加盟)	世界のプレミアムカーの多くが採用
特長	Androidのフラグメンテーションが過剰	Apple主導でOEMの自由度が少ない	OEMのニーズ・要望を良く取り入れている。	信頼性が高い。
	懸念事項※も指摘されていたが、多くのOEMは、今後のアプリが徐々にHTML5に収束していくと見ている。(最終勧告化は数年後)			

出所)「歩車間通信技術の開発」提案書(以下、「提案書」)

7-2-3. コネクテッドカーの全体概念

通信モジュールやスマートフォンを通じて、自動車がインターネットにつながり、カーライフに有用な情報の送受信を行う。走行情報はプライバシーに関わる情報でもあり、提供用途に応じて、利用者が提供先や情報の種類・粒度を比較的容易に選択できる仕組みが必要となる。KDDI 総研の開発実証の目的は、プライバシーに配慮した方法で Web による ITS サービスのプラットフォームを構築することである。

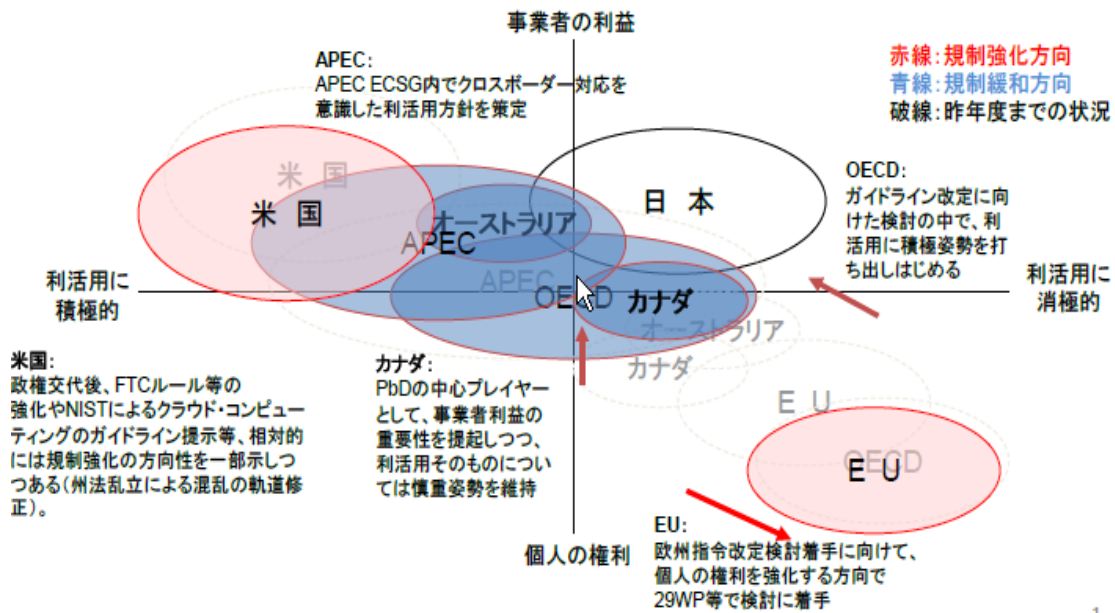


(出所)「提案書」

図 7-2-1 コネクテッドカーの全体概念

7-2-4. 諸外国の（自動車に限らない）プライバシー保護の方向性

2013年12月の「パーソナルデータ制度見直し検討会」報告書の方向性は欧州型に近い（現行法体系ではEU指令の充分性の認定を受けられない）。新規則案が通った場合には更に日本は不利な状況に追い込まれることを検討会の主要メンバーは危惧していた。一方、実業界では、現時点での制度化を懸念している。（「ビッグデータはまだまだいろいろ試している段階。基本的に自由なデータの利用を認め、問題のある点について個別に対応していく、アメリカの方式を目指すべき」（ヤフー別所氏 2014年1月21日記者説明会）



出所)『パーソナルデータに係る法制度動向』(KDDI 総研)

「第1回プローブデータプライバシー検討委員会」資料3

図7-2-2 日米欧のプライバシー保護の考え方

[米国のプライバシー保護の方向性]

米国は従来、民間企業が行う情報を利活用した事業活動一般に対して、分野横断的に規律した法律は存在していなかった。高い機密性が要求される一部の分野(例:健康保険分野や児童保護分野等)において、個別法が制定されるにとどまっていた(セクトラル方式)。民間企業に対しては、法執行の権限を持った連邦取引委員会(FTC)が中心となって監督を行っている。実態的には、ビジネス慣行に柔軟に対応するかたちをとっており、セクトラル方式の法律が適用されない分野においては、企業の自主規制を原則として、原則に逸脱する企業にのみ罰則が与えられる。FTC 法第5条においては「不公正若しくは欺瞞的行為又は慣行(unfair or deceptive acts or practices)」が定められており、民間企業の自主的な取り組みを担保している。例えば、2012年8月には、グーグルがサファリ利用者のオプト・アウト設定を回避してウェブ閲覧履歴の追跡等を行っていたとして、2,250万ドルの制裁金が課された。また、2014年1月には、アップルが児童のアプリ内課金を親の同意なく行っていたことに対して、3,250万ドルの制裁金が課された。これらの過程においても、FTCは企業と協議を行って同意に達しており、逐次、利用者対応の改善を行っている。

一方で、2012年2月、ホワイトハウスは、米国消費者のオンラインプライバシー保護強化策をまとめた報告書を発表した。報告書によって、米連邦政府の消費者プライバシーに関する基本的な考え方が明らかになった。報告書は消費者プライバシー保護の基礎となる権利章典をはじめとして、主要な4つの要素を含む内容であった。主要な4つの要素は以下の通り。

(1) 消費者プライバシー権利章典

- 消費者プライバシー保護の基礎となるもので、個人情報に関する消費者の権利と、それに対応する企業の義務に関する7原則（1.個人によるコントロール、2.透明性、3.文脈（背景・経緯）の尊重、4.セキュリティ、5.アクセスおよび正確性、6.対象を絞った収集、7.説明責任）を含む。

(2) マルチステークホルダープロセスによる行動規範の策定

- 市場・業界ごとに、権利章典に準拠した行動規範を策定することを促している。また、商務省 NTIA を中心に、産業界、消費者団体、州・連邦政府等のマルチステークホルダーの参加するプロセスによって行動規範を検討する。行動規範は法的拘束力を持つが、その採用は各企業の裁量に任せられている。

(3) 連邦取引委員会(FTC)による執行の強化

- FTC が消費者プライバシー問題に関する権限、執行権を有すること。

(4) 国際的な相互運用性の促進

- 「相互承認」と「執行協力」の2つの原則のもと、他国と消費者データプライバシーの枠組みを相互運用することを促進すること。

さらに、2015年2月、ホワイトハウスは「消費者プライバシー権利章典法」の草案を発表した。この草案では、権利章典で示された7つの原則に基づいた具体的な規定が盛り込まれている。市場・業界毎に権利章典に準拠した強制力のある行動規範を策定し、それを通じて個人のプライバシーを保護することを基本としている。

7-2-5. W3C Automotive & Web Platform BG/WG の動向

[BG の動向]

W3C では、2012 年 11 月の「Web and Automotive Workshop」を皮切りに、Web 技術者、自動車メーカ、サプライヤーらを中心に標準化にむけて作業を進めてきている。以下では、主な活動を紹介する。

■Web and Automotive Workshop 2012 年 11 月 14 日・15 日 ローマ

【参加者】 約 40 社・団体より 65 名（W3C 事務局含む）

- 参加 21 社からのプレゼンテーションに基づき討議
- IVI(In-Vehicle Infotainment) の「車ならではの API」と Human-Machine Interface（音声認識、ハンズフリー、アイズフリー）など、新たなウェブ技術が話題の中心
- ユースケース・要求要件、セキュリティ&ポリシー、“User Centric API”

この 3 点が優先課題

■W3C Automotive and Web Platform Business Group 発足 2013 年 2 月 21 日

●BG 設立目的

自動車における Web 技術の採用を以下により促進

- 車両データ API を手始めとした仕様作成
- 上記仕様を包含する適合試験基準作成(Option)
- ユースケースや活動上関連する事項の提供

●登録メンバー

- 11 社、3 団体、計 34 名（2013/3/3 時点）
- 約 50 団体、計 103 名（2014/2/25 時点）

OEM としては VW、Porsche、Hyundai、BMW が Genivi として参加、Ford は個人参加。通信事業者は、KDDI、Vodafone が参加。

■F2F 会合（バルセロナ&東京） 2013年4月22日&5月29日

議長選出、仕様策定方針のディスカッション

■F2F 会合（米国サンタクララ） 2014年3月17日・18日

自動車の WebAPI の草案についてディスカッション

■F2F 会合（スウェーデン・ヨーテボリ） 2014年5月22日

自動車の WebAPI のレビューとディスカッション

■F2F 会合（米国 Ann Arbor） 2014年10月9日

WG 設立に向けてのディスカッション

[WG 立ち上げに向けて準備]

米国 Ann Arbor（2014年10月9日）での会合では、Working Group 設立に向けて検討が行われ、Charter のドラフト開示、Advisory Committee への回付を経て、Automotive WG が2015年2月3日に設立された。2015年4月にはキックオフ会合が開催される予定。

7-3. ITS 講演会『情報通信が支える次世代の ITS』

ITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）関係の制度整備や2014年度の総務省委託研究等の成果を広く紹介するとともに、今後の ITS を支える情報通信技術に関する官民の最新の取組動向について広く情報共有するために、2015年3月6日（金）午後に日経ホールにて開催された。

一般公開講演会・展示会において、研究責任者である平林取締役・主席研究員が本研究開発の取組みを報告した。

具体的な講演内容・資料については付録に記すが、本年度（～2015年3月末）は、車の走行情報を WebAPI により収集するシステムを開発し、その安定性等をタクシー100台に実装し評価したこと、加えて来年度から開発・実証を行う「プローブデータによるトラヒック輻輳回避技術」、「プライバシー保護技術」及び「自動車とスマートフォンの接続技術」などについて基本設計を行うことを発表した。

また、発表では WebAPI による情報収集システムとその実証評価結果を中心に、研究開発の背景、本研究開発の優位性を含めて報告した。

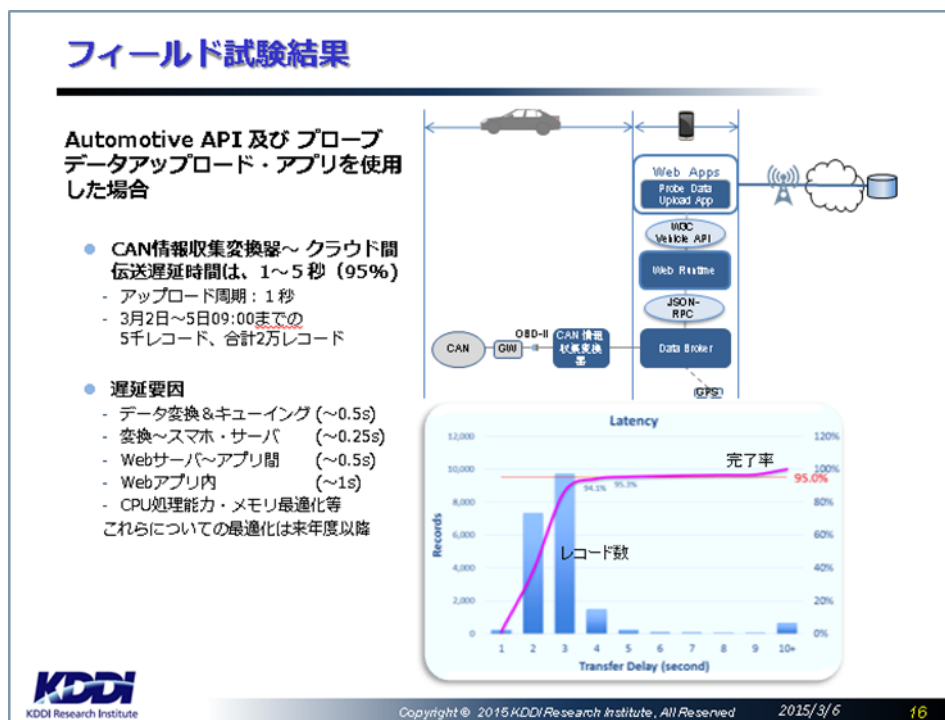


図 7-3-1 ITS 講演会発表資料の一部 (フィールド試験結果)

7-4. デモ展示『Web とクルマのアイデアソン』

本研究開発における WebAPI 収集システムや、開発システムを搭載したテストカーについて、2015 年 3 月 28 日 (土) に開催された下記アイデアソンにて、参加者への発表・説明を行った。

参加者は実際のテストカーへ乗車して、アクセルペダルの踏み込みとともに、ウェブ画面上のメーターが連動する実験用車載機を覗き込み、API を活用した将来のサービスアイデアを想像しようと、真剣に説明者の説明に聞き入る様子が見られた。

表 7-4-1 Web とクルマのアイデアソン概要

項目	内容
開催日時	2015年3月28日(土) 9:30~18:00
開催場所	慶應義塾大学 三田キャンパス 研究棟および東館ホール (〒108-8345 東京都港区三田 2-15-45)
主催	Web とクルマのアイデアソン実行委員会
協賛	W3C/慶應、株式会社ニューフォリア、キャンバスマップル株式会社、株式会社 ACCESS、富士通テン株式会社、インテル株式会社
後援	総務省、一般社団法人情報通信技術委員会、一般財団法人日本自動車研究所
テーマ	W3C Vehicle API を用いることで、どんな素晴らしい未来のクルマ社会が拓けるか、Web アプリケーションを考えよう!
参加資格	未来のクルマ社会、Web 技術、Connected Car などに関心のある方
参加方法	専用申込サイトへの事前エントリーを行った上参加(定員40名) https://www.kddi-ri.jp/ideathon/
審査委員	審査委員長：中村 修(慶應義塾大学 環境情報学部 教授) 審査委員：野辺継男(インテル株式会社 戦略企画室 ディレクター(兼)名古屋大学 客員准教授) 三浦和也(株式会社イード メディア事業本部事業本部長 レスポンス編集長) 山本幸裕(キャンバスマップル株式会社代表取締役社長) 白石俊平(株式会社オープンウェブ・テクノロジー 代表取締役)

デモカーとは?

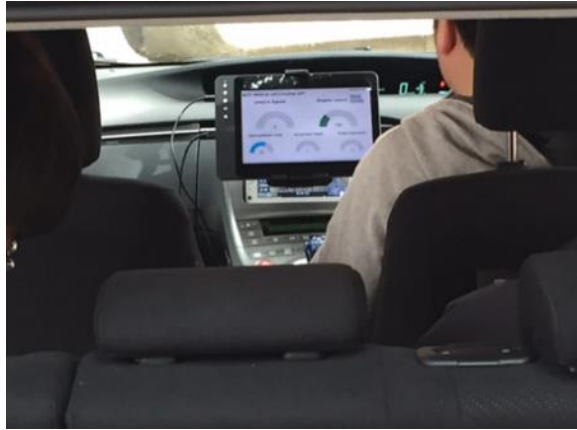
- トヨタハイブリッドカー PRIUS
+W3C Vehicle API



今できる事

- 実際に乗ることができます
 - 運転席・助手席・後部座席
- 車内設置モニターへの情報の表示が出来ます
 - アクセル・ブレーキ・ハンドル切れ角
 - エンジン回転数、車速

図 7-4-2 Vehicle Data API を活用したテストカーの概要説明資料



(KDDI 総研撮影)

図 7-4-3 テストカー見学の様子

株式会社 KDDI 総研

〒102-8460 東京都千代田区飯田橋 3-10-10

電話 03-6678-1950

Fax 03-6678-0339

<http://www.kddi-ri.jp>

