

システム開発
14 - F - 4

プローブ情報収集のための統合型車載システムの
開発に関するフィージビリティスタディ

報 告 書

要 旨

平成 15 年 3 月

財団法人 機械システム振興協会
委託先 (財)自動車走行電子技術協会

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、都市、防災、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るために技術開発力の強化に加えて、多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要あります。

このような社会情勢の変化に対応するため、財団法人機械システム振興協会では、日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、経済産業省のご指導のもとにシステム技術開発調査研究事業、システム開発事業、新機械システム普及促進事業等を実施しております。

このうち、システム技術開発調査研究事業及びシステム開発事業については、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長：放送大学教授 中島 尚正氏）を設置し、同委員会のご指導のもとに推進しております。

本「プローブ情報収集のための統合型車載システムの開発に関するフィージビリティスタディ」の実施に際しましては、上記委員会のもとに専門知識を有する学識経験者等によって構成されるネットワーク対応車載システム分科会（委員長：防衛大学校教授 吉本堅一氏）を設置し、実施計画の審議、実施過程で生じる諸問題の検討、実証実験結果に基づく成果の確認等に係る同分科会への諮問を経て本スタディを進めてまいりました。

この報告書は、システム開発事業の一環として、当協会が本スタディを財団法人自動車走行電子技術協会に委託し、実施した成果をまとめたもので、関係諸分野の皆様方のお役に立てれば幸いります。

平成15年3月

財団法人 機械システム振興協会

はじめに

近年の IT (Information Technology : 情報技術) の発展がもたらした情報のネットワーク化は、情報の価値に対する新たなパラダイムを生み出し、社会・文化に革命的なインパクトを与えるようとしている。

交通輸送分野においては高度道路交通システム (ITS : Intelligent Transport Systems) の開発・導入に向けた活動が活発に進められてきた。道路交通に関する公共的サービスの高度化、自動車を始めとする交通機関利用者の利便性の向上や貨物輸送の効率化やサービスの高度化等に向けた官民が連携した努力である。

前述のネットワーク社会の急速な進展は、ITS に新たな展望を示しつつある。すなわちインターネットが与えてくれるオープンな情報基盤の上の新たな情報提供ビジネスや公共サービスを開拓して、交通輸送システムと社会の広範な接点を拓いていく方向である。これを実現するには、交通や道路、その周辺の状況、物の流れ、交通需要の実態、施設の状況等、交通輸送システムに関する情報を豊富なものにし、必要に応じて社会的に共有することが求められる。

一方、自動車の情報化・知能化も急速に進んでいる。自動車はエンジン、操舵・走行、補機等のほぼ全てをデジタル情報としてセンシングし、これらを活用して安全で快適な走行を実現している。しかし、これらの情報は車両制御用として等、自動車自体の活用に留まっている。

プローブ情報システムはこれらの情報を外部で利用できるようにし、自動車を交通輸送システムの状況を捉える「動くセンサ」と位置付け、ネットワーク社会の価値ある情報資源にしていくものである。

こうしたプローブ情報システムの実現を促進するには、自動車の情報を外部に取り出すためのプローブ用車載機を様々な情報要求にも柔軟に応え得るものにして、プローブ情報システムの開発や、運用が低コストで行えるようにすることが必要である。

本開発でこれに応えるため、Mobile IPv6 に対応したプローブ情報収集のための統合型車載システム(以下統合型車載システム)を共通基盤として開発し、プローブ情報システムの普及発展に資するものである。

本研究開発にあたっては、プローブ統合型車載システム研究委員会（委員長 村井 純 慶應義塾大学教授）を設置し、学識経験者、電機通信機器メーカー、車両メーカー、車両部品メーカー、関係事業者、シンクタンク等の協力を得て検討を行った。この場を借りて、多数の関係者のご指導とご協力に心より感謝申し上げる次第である。

平成 15 年 3 月

財団法人 自動車走行電子技術協会

目次

序

はじめに

1. スタディの目的 -----	3
2. スタディの実施体制 -----	5
3. スタディの内容 -----	11
第1章 Mobile IPv6に対応した統合型車載システム機能構成の検討 -----	13
1.1 概要 -----	13
1.2 プローブ情報システムの概要 -----	13
1.3 統合型車載システムの開発目標-----	13
1.4 プローブ情報収集の要件-----	15
1.5 開発方針の策定-----	16
第2章 統合型車載システムの設計-----	24
2.1 概要-----	24
2.2 統合型車載システムに求められる必要機能と開発項目-----	24
2.3 平成14年度統合型車載システムの開発-----	28
2.4 メッセージセットの開発-----	30
第3章 設計機能確認のための試作、評価試験-----	34
3.1 評価試験の概要-----	34
3.2 評価方法-----	38
3.3 評価結果総括-----	41
第4章 スタディの今後の課題及び展開-----	43
4.1 本年度の成果-----	43
4.2 今後の課題-----	47

1. スタディの目的

(1) 背景

プローブ情報システムは、車を自動車交通の触角、探針(Probe)と見なし、車固有の様々なセンサーデータを車外に発信させ、リアルタイム・オンサイトの情報として収集し、車や社会全体に提供するものである。例えば、車両位置や速度データを収集することにより渋滞など交通情報の提供、ABS(Anti-lock Brake System)のデータから凍結など路面状況、ワイパーのデータから降雨など天候情報、アクセルワークやブレーキングなど運転操作と燃料消費量などから安全運転、省エネ運転支援情報の提供などである。

また最近のインターネットやモバイル情報システムの急速な普及は、高度情報化社会に新たな局面を開きつつある。こうした環境下において、プローブ情報システムの活用により道路交通情報提供の高度化、運行管理の効率化、安全運転や環境保全の推進が図られることから、高度情報化社会の新しい情報源として、またITS発展の原動力のひとつとしてプローブ情報システムは大きな期待を集めている。

プローブ情報システムに関する研究開発は各方面で行われているが、多くは事前に規定した機能を車載機に設定し、情報センターに送り処理するものである。こうした固定的な方法では、多様化するニーズ、プローブデータ活用による渋滞原因の特定などの事象把握能力の向上や、高度化する要望に対してその都度設計、設定を見直す必要があり、プローブ情報システム普及にあたって障害となる。

(2) 目的

道路交通情報提供の高度化、安全運転支援、環境保全の推進等に有益なプローブ情報システムを着実に社会システムとして浸透させていくために、

必要とする車のセンサーデータの追加、変更等に柔軟に対応し、ひとつのプローブ情報収集車載機で多様なプローブ情報を収集できること。

情報センター側における処理の円滑化を図るため、必要なセンサーデータだけを車載機から送信するような指示が隨時可能とすること。

がプローブカーの車載機に求められる。

本開発ではこうした要望に応えるため、Mobile IPv6に対応したプローブ情報収集のための統合型車載システム(以下統合型車載システム)を共通基盤として開発し、プローブ情報システムの普及発展に資するものである。

Mobile IPv6 は次世代のインターネットプロトコルである。車を高度情報化社会のインフラであるインターネットにつなぐことは、車固有の情報を社会の中で活用していくしくみをつくることである。しかしながら現状の IPv4 では IP アドレスに限りがあり、車のセンサーひとつひとつに IP アドレスを割り振ることができない。IPv6 では IP アドレスがほぼ無限に設定でき、個々の車のセンサーに割り振りが可能となる。

また Mobile IPv6 により、車の移動によるネットワーク環境変化に対応できるようになる。即ち従来は IP アドレスの設定はネットワークに対して固定的であったが、Mobile IPv6 は接続するネットワークが変化しても連続的に接続が確保できる。この Mobile IPv6 に対応した統合型車載システムの活用により、個々のセンサーにアドレスを付与し、情報センター側から必要となるセンサー情報をダイレクトに収集でき、ニーズの変化にフレキシブルに対応することが可能となる。

2. スタディの実施体制

本フィージビリティスタディを進めるにあたって、図1に示す実施体制で推進した。(財)機械システム振興協会内に委員会及び分科会を、(財)自動車走行電子技術協会においては、新たに「プローブ統合型車載システム研究委員会」を設置、学識経験者を有し产学連携の下、研究開発を実施した。さらに同委員会の作業班として「統合型車載システム開発ワーキンググループ」を設置した。

Mobile IPv6の開発推進にあたっては、当該分野で先端的な研究開発を実施している慶應義塾大学インターネットプロジェクトチームと緊密な連携を取って進めた。

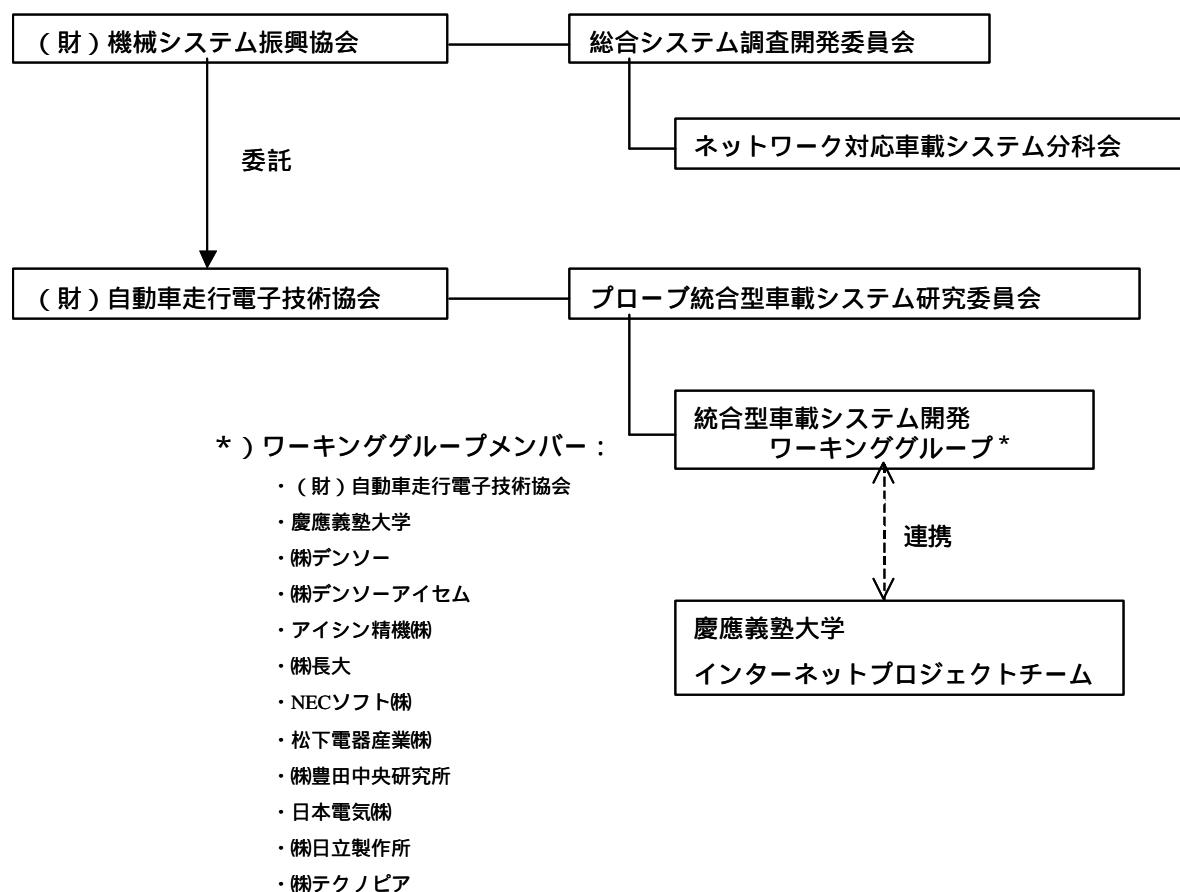


図1 フィージビリティスタディの実施体制

総合システム調査開発委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	中 島 尚 正	放送大学 教養学部 教授
委 員	藤 正 巖	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
委 員	廣 田 薫	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 教授
委 員	藤 岡 健 彦	東京大学大学院 工学系研究科 助教授
委 員	野 崎 武 敏	独立行政法人産業技術総合研究所 つくば東事業所 管理監
委 員	太 田 公 廣	独立行政法人産業技術総合研究所 つくば中央第2事業所 管理監

ネットワーク対応車載システム分科会

委 員 名 簿

(順不同・敬称略)

委員長	吉 本 堅 一	防衛大学 システム工学群 機械工学科 教授
委 員	赤 松 幹 之	産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門 行動モデリンググループ 研究グループ長
委 員	板 橋 秀 一	筑波大学 電子情報工学系 教授
委 員	佐 藤 春 樹	慶應義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科 教授
委 員	津 川 定 之	独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門 ITS 研究グループ 研究グループ長
委 員	寺 田 一 薫	東京商船大学 商船学部 教授
委 員	森 川 博 之	東京大学 新領域創成科学研究所 助教授

「プロープ統合型車載システム研究委員会」

委員名簿

(敬称略)

委員長	村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
副委員長	赤羽 弘和	千葉工業大学 土木工学科 教授
委 員	砂原 秀樹	奈良先端科学技術大学院大学 情報科学センター 教授
委 員	植原 啓介	慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特別研究専任講師
委 員	渡辺 恭人	慶應義塾大学 村井研究室
委 員	豊田 榮次	(社)全日本トラック協会 専務理事
委 員	栗本 京一	トヨタ自動車(株) BR-ITS 室 担当課長
委 員	野村 祐之	日産自動車(株) 電子技術本部 IT 開発部 部長
委 員	橋本 昌寛	マツダ(株) 技術研究所(横浜) 主務
委 員	時津 直樹	デンソーグループ ITS 開発部 部長
委 員	廣田 幸嗣	カルソニックカンセイ(株) 先行開発技術部 エコセケティブエンジニア 理事
委 員	尾田 至	(株)日立製作所 システム事業部 公共・社会システム本部 ITS 推進センター長
委 員	熊沢 宏之	三菱電機(株) 先端技術総合研究所 産業ソリューション技術部 グループマネージャ
委 員	佐藤 彰典	日本電気(株) ITS ソリューション推進本部 エキスパート
委 員	越野 長明	富士通(株) ITS 事業推進本部 担当部長
委 員	村上 陽志	NEC ソフト(株) 第一 SI 事業部 ITS 部 部長

委 員 三木 宏 松下電器産業(株) パナソニックシステムソリューションズ 社
ITS 事業推進センター 担当部長

委 員 清水 修 住友電気工業(株) 自動車技術研究所 主幹

委 員 伊藤 修朗 (株)豊田中央研究所 第 21 研究領域 主任研究員

委 員 目黒 浩一郎 (株)三菱総合研究所 社会システム研究本部
ITS 事業部 研究員

委 員 勝呂 純一 (株)長大 ITS 事業部 プロジェクトマネージャ

委 員 三宅 貴雄 KDDI(株) ITS 開発部 課長補佐

委 員 服部 憲明 アイシン精機(株) ITS 技術部 主担当

委 員 森 幸示 (株)NTT ドコモ エマージングビジネス部 ITS 事業推進室
カーマルチメディアシステム担当課長

委 員 藤田 巧 (株)テクノピア 代表取締役

オブザーバ 宇野 秀保 日本道路公団 施設部 施設企画課

オブザーバ 菊地 紀幸 (財)道路新産業開発機構 ITS 統括研究部 調査役

オブザーバ 鈴木 宏典 (財)日本自動車研究所 安全・情報研究部 副研究員

オブザーバ 高山 光正 CEV シェアリング(株) 執行役員

オブザーバ 経済産業省

「プロープ統合型車載システム開発WG」

メンバー名簿

(敬称略)

リーダ	植原 啓介	慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特別研究専任講師
メンバー	渡辺 恭人	慶應義塾大学 村井研究室
メンバー	塚本 晃	(株)デンソー ITS 開発部開発企画室 主任部員
メンバー	中根 徹裕	(株)デンソーアイセム 情報サービス部
メンバー	清水 克正	アイシン精機(株) ITS 技術部 第二開発グループ 担当員
メンバー	勝呂 純一	(株)長大 ITS 事業部 プロジェクトマネージャ
メンバー	上田 憲道	NECソフト(株) 第一SI事業部 ITS 部
メンバー	外山 利和	松下電器産業(株) ハニカムシステムソリューションカンパニー 社会システムビジネスユニット 通信技術グループ チームリーダ
メンバー	伊藤 健二	(株)豊田中央研究所 システム・エレクトロニクス分野 第21研究領域
メンバー	佐藤 彰典	日本電気(株) ITS ソリューション推進本部 イキバート
メンバー	横田 孝義	(株)日立製作所 日立研究所 IT 応用研究センター 情報制御第二研究部 ユニットリーダ 主任研究員
メンバー	白崎 克彦	(株)テクノピア VA ソリューション&コンサルティング セールスコンサルタント

3. スタディの内容

本スタディでは、実用性が高いプローブ情報収集のための共通基盤として、統合型車載システムを開発するものである。平成14年度はMobile IPv6対応の統合型車載システムの機能構成、開発課題の明確化、一部機能の設計、評価を行った。

図2に統合型車載システムの概念図を示す。

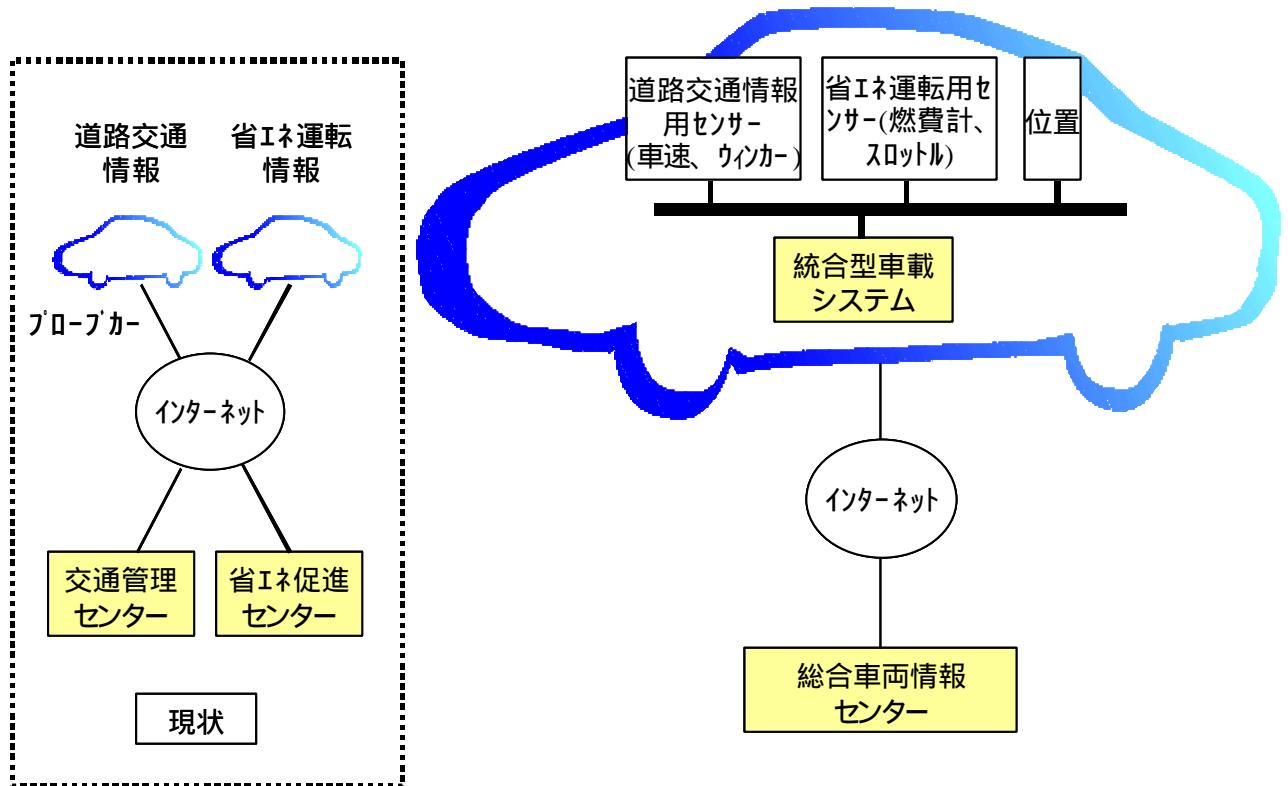


図2 統合型車載システムの概念図

(1) Mobile IPv6に対応した統合型車載システム機能構成の検討

統合型車載システムができるだけ多様な利用条件に適用しうるよう、車におけるセンサーデータ活用のしくみ、即ちECUや車載LANを含むアーキテクチャ、通信プロトコル、アドレスの設定について現状、及び技術動向等を調査し、これを踏まえ共通基盤としてMobile IPv6対応の統合型車載システム開発に際しての開発方針を策定した。

さらに、車のセンサーデータ収集方法に適合した統合型車載システムの各機能の要件、特にIPアドレスの割り付け、IPアドレスによる複数の車載センサーとの接続、切り替えを可能とするアルゴリズム、プロトコルスタック、情報レベルのアクセスコントロール要件を明らかにし、これらの要件を満たす仕様を作成した。

(2) 統合型車載システムの設計

Mobile IPv6 をベースとしたプローブデータの収集方法、機能配備のあり方等、技術開発の方向付けを確認するため、上記(1)で作成した仕様に基づき評価用試作機の設計を行う。今年度は特に下記事項に焦点を当て 1 次試作機を設計した。

- ・ Mobile IPv6 実装に必要な統合型車載システムの階層構造の設定
- ・ 車両としてのプローブ情報確保に係わるセキュリティの確保

(3) 設計機能確認のための試作、評価試験

上記(2)に基づき評価用試作機を製作し、設計機能、情報センターからのプローブデータ収集指示の達成、性能を確認すると共に、現状プローブ車載機との比較評価等を行った。

第1章 Mobile IPv6に対応した統合型車載システム機能構成の検討

1.1 概要

プロープ情報システムの全体構成、構成要素、及びプロープ情報システムにおけるプロープ情報の流れについて述べ、現状の代表的プロープ情報システムの活用事例について紹介する。プロープ情報サービスとして有望なアプリケーションを選定し、プロープ情報収集のための統合型車載システムのあり方を検討し、開発目標を定めた。

更に、統合型車載システムが、できるだけ多様な利用条件に適用しうるよう、車におけるセンサーデータ活用のしくみ、即ち ECU や車載 LAN を含むアーキテクチャ、通信プロトコル、アドレスの設定について現状、及び技術動向等を調査した。又、車のセンサーデータ収集方法に適合した統合型車載システムの各機能の要件、IP アドレスによる複数の車載センサーとの接続、切り替えを可能とするアルゴリズム、プロトコルスタック、情報レベルのアクセスコントロール要件を明らかにした。これらを踏まえ Mobile IPv6 対応の統合型車載システム開発に際しての開発方針、及びシステム構成を策定した。

1.2 プロープ情報システムの概要

平成 14 年度のプロープ情報システムの研究活動では、プロープ情報システムの全体構成、構成要素、及びその役割の明確化を行い、プロープ情報の流れについて分析した。またプロープ情報に含まれる個人を特定する情報についても考察を行い、最後にプロープ情報システムの現段階での代表的な活用事例を述べる。

1.3 統合型車載システムの開発目標

1.3.1 開発の背景

財団法人自動車走行電子技術協会（以下自走協という。）プロープ情報システムの研究開発を 3 年前から実施してきた。3 年目である昨年度は、プロープ情報を活用した道路交通情報の提供、特にプロープ情報のキラーコンテンツである旅行時間をテーマに、道路交通情報提供の高度化を研究している社団法人新交通管理システム協会と共同研究を実施した。プロープ情報としての旅行時間の信頼性、精度の検証、現在提供されている道路交通情報の拡充、高度化への可能性について、社会的有効性を検証してきた。

しかしながら、プロープ情報サービスの普及、実用化に当たり、取り組むべき課題としてコストの問題がある。特に通信費の高いことは、今までの実証実験などでも指摘されている。これに対してはインタ

—ネット ITS の実現や、通信のデジタル化により、通信費は今後革新的に低下していくものと思われる。むしろ、問題はプローブ情報収集のための車載機導入コストと考える。すなわち、実証実験等で使用されてきたプローブ車載機は、利用目的が異なるとソフトを書き換えたり、別のシステムに乗せ換える必要性が発生する。収集センターが要望するプローブ情報を、都度車両に指示できるようになれば、車載機に触れる必要はなくなる。

これが実現できれば、乗せ換え費用が発生しないだけでなく、今まで用途別にプローブ車両を設定していたものが、相互に利用できるようになり、プローブカー配備コストが大幅に削減できる。また不要なプローブデータを送信することがなくなり、通信量の低減も図ることができる。

IP が IPv4 から IPv6 に置き換わることにより、グローバルな IP アドレスが飛躍的に増える。IPv6 化により、車両に搭載されているセンサーひとつひとつに IP アドレスの割り付けを可能になる。IPv6 関連部品が量産化により安くなれば、車両内の情報通信に IPv6 が使われるようになる。

ITS を構築する社会的な共通基盤として、インターネット ITS の研究開発がある。インターネット ITS のコア技術は Mobile IPv6 である。

本研究開発ではこうした要望に応えるため、インターネット ITS のコア技術である Mobile IPv6 に対応した、プローブ情報収集のための統合型車載システムを開発する。

1.3.2 開発目標

本研究開発では、以下の統合型車載システムの開発目標を掲げる。

- (1) インターネット ITS 基盤として、その上で稼動するプローブ情報システムを構築する。
- (2) 近い将来、Mobile IPv6 の技術により車両のセンサーは IP 化されていく。IP を付与した車両センサーをプローブ情報収集の為の車載機である統合型車載システムに接続し、収集センターから直接車両にプローブ情報の提供を可能にする。
- (3) 収集センターからの指示に対して、統合型車載システムは以下の事項を実現する。
 - 必要とする車のセンサーデータの追加、変更等に柔軟に対応し、ひとつのプローブ情報収集車載機で多様なプローブ情報を収集できること。
 - 情報センター側における処理の円滑化を図るため、必要なセンサーデータだけを車載機から送信するような指示が随時可能とすること。
 - プローブ情報を提供する車両の側に立脚したセキュリティを備えていること。

1.4 プローブ情報収集の要件

1.4.1 評価対象プローブ情報の絞込み

本年度研究開発における対象とするプローブ情報サービスのアプリケーションの絞込みを行った。絞込みにあたっては、これまで各方面にて研究・開発されている有望なプローブ情報サービスのアプリケーションを対象にした。これらのアプリケーションを対象にし、下記条件にて絞込みを行った。

代替手段との優位性

プローブ情報サービスとしての市場性

プローブ情報サービスとしての事業性性

プローブ情報サービスとしての実現性

この結果、本年度は以下の四つのプローブ情報サービスにおけるアプリケーションに限定した、収集センターによるプローブ情報収集の要件を整理し、統合型車載システムを使用することにより可能とすることとした。

(1) 旅行時間

(2) 運行管理

(3) エコドライブ

(4) 気象(雨)

1.4.2 プローブ情報収集の要件

選定されたアプリケーションについて、

a : 提供センターがプローブデータを活用するまでの狙い

b : 提供センターがプローブデータの提供を受けるにあたっての要望/指示/指示事項

を整理した。bの要望/指示/指示内容については対象プローブデータ、対象エリア、対象時間帯、収集の開始と終了のトリガー、プローブデータの収集間隔（車載センサーから収集する間隔）、プローブデータの送信間隔（=情報鮮度、車載機から収集センターへ送信する間隔）について整理を行った。

1.5 開発方針の策定

プローブ情報収集のための統合型車載システムを開発するにあたり、モバイルインターネット技術の確立は必要不可欠な要素であり、昨年度までの研究成果であるインターネット ITS の仕様に準拠したモバイル技術を考慮する必要がある。そこで、まず、現在のモバイル技術を整理し、インターネット ITS 仕様に準拠した技術を整理した。

更に、開発対象としている統合型車載システムは、できる限り多様な利用条件に適用する必要があり、車におけるセンサデータ活用の仕組み、車載 LAN を含むアーキテクチャ、通信プロトコル、アドレスの設定について、現状、及び技術動向を調査した。これを踏まえ、共通基盤としてプローブ情報を収集するための統合型車載システムの開発方針を策定した。

1.5.1 Mobile IPv6

IP on Everything 時代 (All IP 化) といわれているように、PC だけでなく様々な機器がインターネットに接続されるようになってきている。例えば、テレビや電話、自動車などである。プローブ情報を収集するための統合型車載システムもインターネットの基盤である IP ネットワークを利用することを前提としている。しかし、現在のインターネットアーキテクチャは、Mobility を考慮せずに設計されてきたため、モバイルインターネットの実現に関しては、数多くの技術課題が存在する。

Mobility をサポートするアプローチとしては、いくつかの方法がある。ネットワークレイヤで実現することも可能であるとともに、セッションレイヤやアプリケーションレイヤで実現することもできる。

本節では、ネットワークレイヤでの Mobility をサポートするのに不可欠である IPv6 (Internet Protocol version 6) 及び Mobile IP を始めとして、関連するモバイル技術を解説する。

1.5.2 インターネットITS仕様準拠

インターネットに自動車を接続し、その恩恵を得る方法は無数に考えられる。しかし、各自動車が個々に異なった方法でインターネットへ接続された場合、アプリケーション開発者への負担が大きくなったり、アプリケーションレベルでの互換性が保てなくなったりする状況が考えられる。そのため、平成 13 年度に行われたインターネット ITS プロジェクトでは、技術仕様についてインターネット ITS 基盤仕様としてまとめている。

1.5.3 車載センサーデータの規格化の現状と動向

エンジンを制御するための O₂ センサー等、自動車には 120 以上もの様々なセンサーがある。これまでにもプローブ情報システム、インターネット ITS 及び AMI-C 等で車載センサーデータの規格化は議論されてきているものの、特定のアプリケーションのために必要な部分を定義しているにとどまる。

統合型車載システムにおいては様々なアプリケーションの要求に対応するために、センサーデータの定義を行う必要がある。しかしながら、表記を統一的に定義したものはない。

また、車載センサーデータはそのままプローブデータとして使うには、車種やメーカーなどによりその出力形式は異なり共通のプローブデータとしては扱うことはできない。

一方、ISO TC204 SWG16.3においてプローブ情報を扱っているが現状システムの適用範囲、定義等を定めるにとどまり、プローブデータの定義化には至っていない。

ワイヤー等ON/OFF信号は比較的理 解しやすい情報と思われるが、ワイヤーでも間欠モード、高速モード等あり、プローブデータとして利用する側がどのような情報が欲しいかによりその定義の仕方も変わってくる。またアナログ値としてO₂センサーの値もそのままの値とするのか、規格化するのか、規格化するとすれば何を基準にすればよいかなど、いずれにしても使う側がどのように使うかを考慮する必要がある。

以上のようにセンサーデータの定義化においてはセンサーそのものの仕様は車両毎に異なったりするため、使う側の立場（アプリケーション側）からの要望に応じて定義することが重要と思われる。

四つの代表的なプローブ情報サービスのアプリケーションに必要とされるプローブ情報について、プローブ情報システム、インターネットITS及びAMI-Cでの比較をした。

1.5.4 車載通信プロトコルの現状と動向

近年、自動車へのLAN導入が急速に進んでいる。車載LANの検討・導入は約20年前から行われており、各自動車メーカーが採用する車載通信プロトコルは、ISO(International Organization for Standardization)やSAE(Society of Automotive Engineers)などの標準化団体を中心に規格化されてきた。

本節では、車載通信プロトコルの現状、及び自動車業界で注目されている次世代車載LANの動向について紹介した。

1.5.5 開発方針の策定

前節までに、Mobility技術に関する整理、インターネットITS仕様に準拠した技術を説明した。また、車載センサーデータの規格化、及び車載通信プロトコルの現状と動向について調査した。これらを踏まえ、本年度において開発を行う統合型車載システムの開発方針を述べる。

統合型車載システムには、大きくふたつの機能がある。ひとつは、センサーデータを統合的に収集し、プローブデータ収集センターにプローブデータを提供することである。もうひとつは、外部ネットワークからのアクセスに対して、適切な認証、及びデータ提供を行うためのアクセスコントロールである。

以下では、これらふたつの機能に着目し、開発方針を設定する。

(1) センサーデータの統合的収集

これまでに、センサーデータの規格化、及び車載通信プロトコルなどの車載情報通信に関する現状と動向の調査を行ってきた。そこで、まず、統合型車載システムの開発項目のひとつである、センサーデータを統合的に収集する機能について、開発方針を述べる。

センサーデータの定義

1.5.3節で述べたように、センサーデータの規格に関しては、AMI-Cなどの団体がデータ辞書を作成しているが、統一した規格となっていないのが現状である。また、カーメーカによる遠隔診断機能の開発

などにより、標準化団体の活動とは別に規格化が進展している。

このように、車両で取り扱われるセンサーデータの規格は多種多様である。したがって、統合型車載システムが共通基盤として成り立つように、取り扱うセンサーデータを定義することが非常に重要である。そこで、まず、次のように取り扱うセンサーデータを定義する。

【開発方針 1】 センサーデータは、車両データ辞書で定義したフォーマットに変換したものを扱う。

【開発方針 2】 センサーデータは、IP を持つアプリケーションレイヤにおけるエージェントに蓄積されているものとし、統合型車載システムは収集センターの指示に従って、各種のプローブデータの収集を実現する。

図 1.5.5-1 は、上記のセンサーデータの定義に関して、アプリケーションレイヤのエージェントとして SNMP (Simple Network Management Protocol) を利用した例を示している。

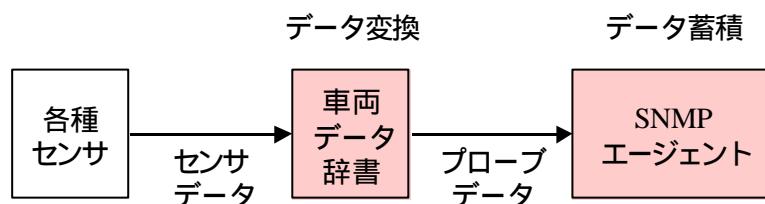


図 1.5.5-1 取り扱うセンサーデータの定義

開発対象レイヤ

車の差別化のため、車載 LAN、及び車載通信プロトコル、車載 LAN の搭載は拡大、普及している。しかしながら、1.5.4節でまとめたように、コスト面、車両設計のコンセプトの違いにより、自動車メーカー、車種、更には年式によって仕様が異なっている。

センサーデータを取得するために通信する車載 LAN や通信プロトコルの仕様は多種多様であるため、前述したセンサーデータの定義と同様に、適切に開発対象レイヤを設定することも非常に重要である。以下のように開発対象レイヤを設定し、統合型車載システムと IPv6 アドレス付センサーを例として、開発対象プロトコルを図 1.5.5-2 にまとめる。

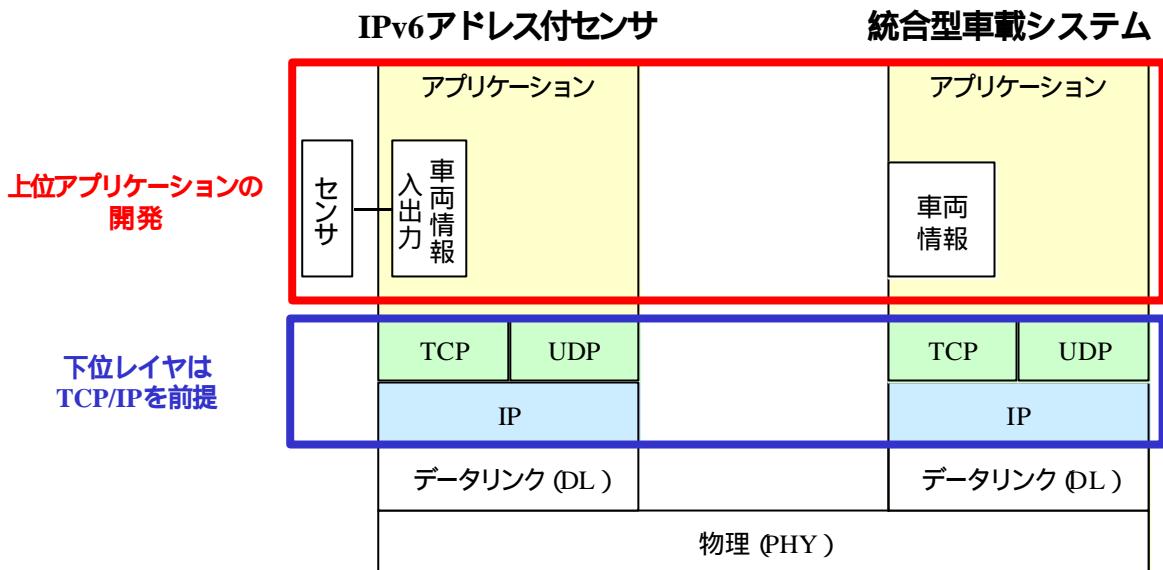


図 1.5.5-2 開発対象プロトコル例

【開発方針 3】 上位レイヤにおけるプローブアプリケーションの開発に注力する。
(例えば、プローブデータの収集など)

【開発方針 4】 下位レイヤはネットワークレイヤに IP を、トранスポートレイヤには、TCP (Transmission Control Protocol) や UDP (User Datagram Protocol) を前提とし、千差万別の車載 LAN の各種プロトコルには対応しない。

これらの開発対象レイヤの設定により、インターネット ITS プロジェクトが Mobile IPv6 を共通基盤としているため、統合型車載システムの開発はインターネット ITS 技術仕様に準拠することになる。

(2) アクセスコントロール

統合型車載システムは、インターネットを介し、プローブデータ収集センタへプローブデータを送信する。つまり、車載システムは外部からアクセスを受けることとなる。そこで、インターネット上、及び車両情報アクセスへのセキュリティを確保するため、車載システムにおいて、アクセスコントロール機能の開発が必要となる。

開発対象とするアクセスコントロールとして、ふたつの機能が挙げられる。ひとつは、インターネット上のセキュリティを確保するため、インターネットにおける認証、及び暗号化である。もうひとつは、収集センタからのプローブデータ要求に対するセキュリティを確保するため、車載システムにおける認証である。以下、これらについて説明する。

インターネットにおける認証、及び暗号化

インターネットに接続することによる脅威に対応するため、統合型車載システムとインターネットとの接続インターフェース部にルータ機能を設け、そこに IPsec (IP security Protocol) を実装する。更に、車

載システム、及び IPv6 アドレス付センサーにおけるネットワークレイヤ（IP）でも、IPsec を実現する。これは、1.5.2 節で説明したように、インターネット ITS プロジェクトが IPsec をインターネット ITS 基盤仕様として採用しているためである（図 1.5.5-3 参照）。

【開発方針 5】 インターネットにおける通信の認証、暗号化、完全性は IPsec により完備していることを前提とする。

つまり、統合型車載システムは、車両に搭載されるであろうルータに IPsec を実装されることを想定し、インターネットにおける通信の認証、暗号化、完全性に関して、完備を前提とする。

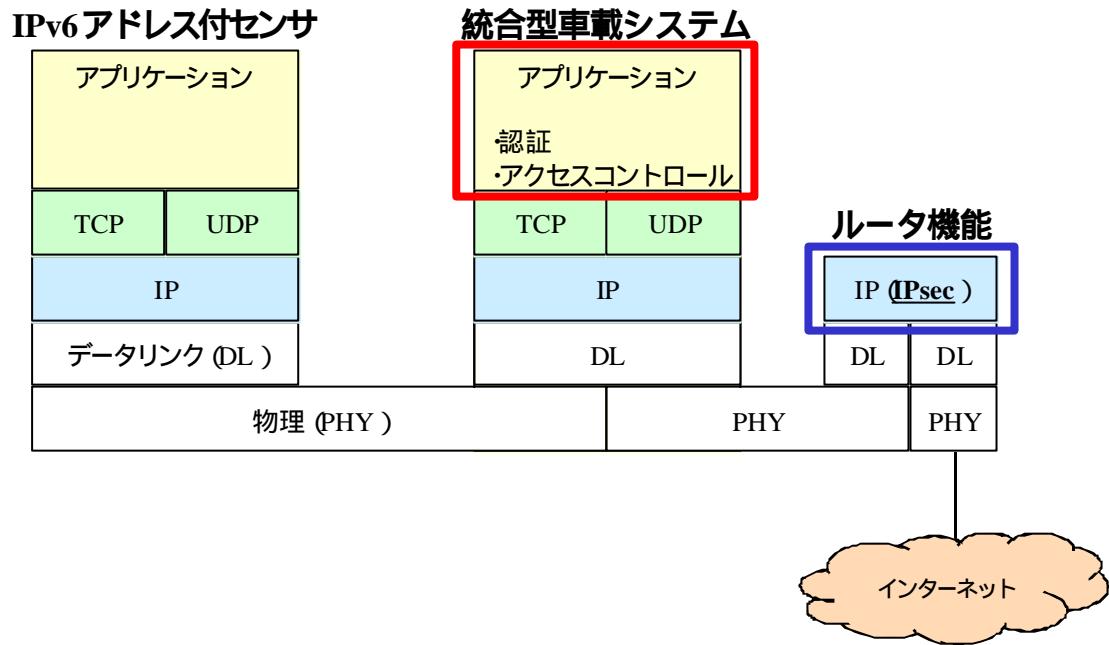


図 1.5.5-3 インターネットにおける認証、及び暗号化

車載システムにおける認証

プロープ情報サービス実現に伴う車両情報アクセスへのセキュリティ対策として、車載システムにおける認証機能、及びアクセスコントロール機能は、必要不可欠である。例えば、プロープデータの要求、すなわち、車載システムへのアクセスは車載 LAN へのアクセスが可能となる。そのため、走行安全性の問題や個人情報保護の観点からも安全性の確保が必要となる。

ここでは、要求される認証機能、アクセスコントロールについて適切な実装条件を設定する。以下に、これらを概説する。

a. 認証機能、アクセスコントロール機能

車載システムにおけるアクセスコントロールに要求される認証機能には、プロープデータを要求している収集センターの認証がある。また要求されるプロープデータ提供の可否の判断を行うためのアクセ

スコントロールも必要となる。また、プローブデータには、個人情報も存在するため、個人情報保護の機能を実現する必要がある。

【開発方針 6】 プローブデータを要求している収集センタに対する認証、及び収集センタが要求するプローブデータに対する送信の許可 / 禁止をアクセスコントロールとして実現する。

【開発方針 7】 個人情報へのアクセスに対して、契約に基づくアクセスを許可した収集センターの認証を実現する。

このような機能を実現するための車載システムへのアクセスコントロールの処理フローを図 1.5.5-4 に示す。

まず、プローブデータを要求してきた収集センタに対しての認証を行い、次に、対象としているプローブデータが提供可能か否かを判断する。そのデータが個人情報である場合には、収集センタが契約に基づくアクセスか否かを判断する。全ての認証が成立すれば、正常に応答する。但し、対象としているプローブデータが提供不可の場合はサービスディスクバリ機能として、その結果を収集センターに返す。

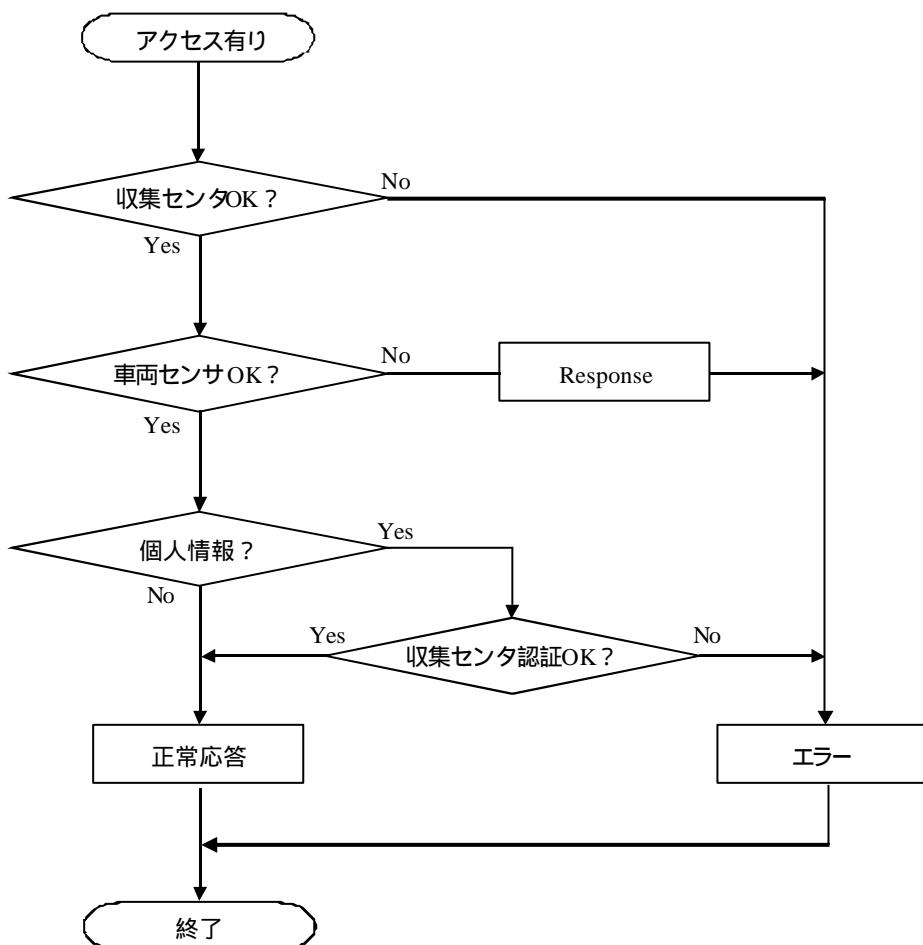


図 1.5.5-4 アクセスコントロールの処理フロー

b. 実装条件

プローブ情報収集機能を付加する場合、必要な機能の実装は、既存の車載機器へ影響を及ぼさないようすることは最も重要な要件のひとつである。また、これらの認証、アクセスコントロールの機能は、プローブ情報サービスに付加される機能としてアプリケーションレイヤーにて実現する。

【開発方針 8】 統合型車載システムが、より共通基盤として成立するためには、アクセスコントロール機能は統合型車載システムに一括してインストールし、プローブデータ送信に伴う他の車載機器の機能追加などは最小限とする必要がある。

【開発方針 9】 プローブ情報サービスに伴う認証、アクセスコントロールの機能は、統合型車載システムのアプリケーションレイヤに実装する。

図 1.5.5-5 は、アプリケーション認証として SNMP 認証を用いた場合におけるアクセスコントロールの実装例を示している。

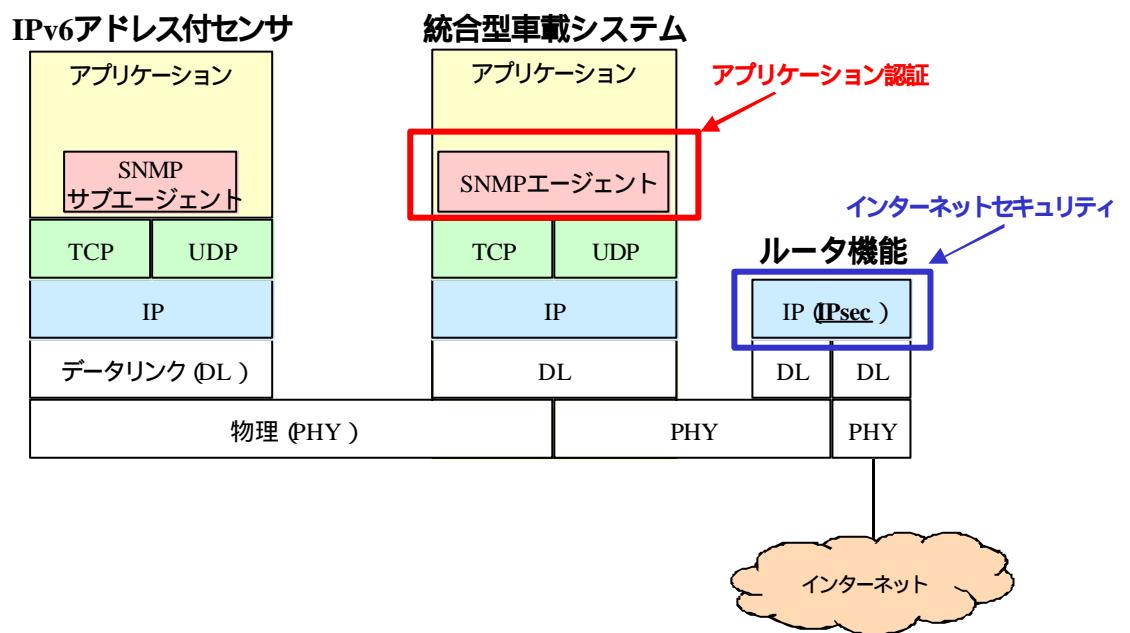


図 1.5.5-5 アクセスコントロールの実装例

(3) 開発方針のまとめ

これまでに、統合型車載システムの開発方針を、センサーデータの統合的収集、及びアクセスコントロールの2機能の観点から述べてきた。これらをまとめ、本年度開発する統合型車載システムの構成例を図1.5.5-6に示す。

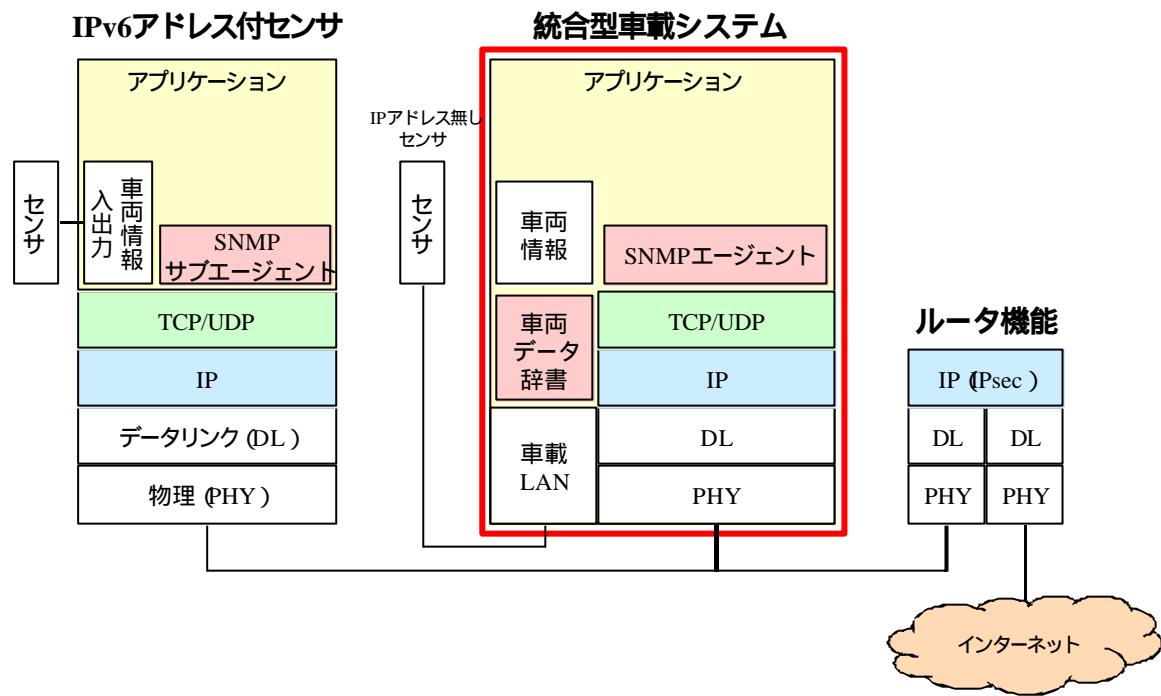


図1.5.5-6 開発システム構成例

第2章 統合型車載システムの設計

2.1 概要

開発方針に従い、統合型車載システムの設計を行った。設計にあたっては開発目標を達成するために統合型車載システムに求められる機能を整理、列挙した。その中で、現状の車両内の通信状況を勘案し、現状の車両に取り付け可能なこと、及び将来センサーにIPアドレスが付与されることの双方を踏まえ、H14年度の開発範囲を定めた。

2.2 統合型車載システムに求められる必要機能と開発項目

前項の開発目標を達成するために、プローブ情報収集のための統合型車載システムにおいて、求められる機能を整理すると下記のようになる。

(1) センサーデータの収集

統合型車載システムに求められる機能として、車両内で発生するセンサーデータをプローブデータとして収集センターへ送信するために、センサーデータを収集する機能が必要となる。加えて、必要とする車のセンサーデータの追加、変更などに柔軟に対応することが求められる。

IPv6アドレスがついたセンサーを対象とするが、大半のセンサーにはIPv6アドレスが設定されていない。このため車載LAN、ECU等からセンサーデータを読み出すことが求められる。

一方、多種多様な車載LANプロトコル、ECUインターフェースに対応するのではなく、インターネットITSなどで行われているようにセンサーデータのデータ辞書を定義し、その共通仕様に基づいて統合型車載システムで取扱う方法もある。

具体的な開発項目としては以下の3項目がある。

- 車両データ辞書
- センサーデータの蓄積
- プロトコル変換機能

(2) 収集センターの指示による送信

収集センター側における処理の円滑化を図るため、必要なプローブデータだけを車載機から送信する機能であり、即ち収集センターのプローブデータ送信指示に応じる機能である。

具体的にはプローブ情報サービスにおける典型的な四つのアプリケーションに対し、収集センターから送られてくる収集要望に沿ったプローブデータを送信する機能、収集指示があるものの対象とするプローブデータを送信できない旨の通知を上げる機能、及び収集センターからの指示で各種プローブ情報を収集するときの効率的な収集を実現する機能がある。

具体的な開発項目としては以下の2項目がある。

メッセージセット
サービスディスカバリ機能

(3) 収集センターの指示高度化対応

多様化するニーズ、渋滞原因の特定など事象把握能力の向上、情報の即時性など、高度化する要望に對して柔軟な対応ができる機能。車両から収集するプローブ情報はセンサーデータをそのまま収集しセンター側で処理するものと、車両側でセンサーデータを処理して結果をセンターへ送信する方法が考えられる。

具体的な開発項目としては以下がある。

プログラミング機能

(4) 車両情報アクセスへのセキュリティ

収集センターからアクセスを受けるに伴い発生する車両情報アクセスに対する安全性の保障が確保されている機能。

プローブ情報収集に伴い車両にて受ける収集センターからの情報が正しいかどうかを判断する。

具体的な開発項目としては以下のふたつがある。

情報アクセス制御機能

プライオリティ制御

(5) インターネット上のセキュリティ

インターネットに接続することにより発生する脅威に対する保障機能。

インターネット上でセキュリティは多方面で検討が進められており、IPsec 等実際に運用されて実績があるものもある。これらの既存のインターネット上のセキュリティ技術の活用を前提とする。

具体的な開発項目としては以下の三つがある。

インターネットセキュリティ機能

フィルタリング機能

トライフィックシェーピング機能

(6) 通信の移動透過性

移動中の車両においても常に同一の IP アドレスで接続され機能。

Mobile IPv6 については IETF などにて議論されている。インターネット ITS の実証実験にて評価された技術を踏襲する。

具体的な開発項目としては以下がある。

Mobile IPv6

上記機能ブロックを含めた統合型車載システムのイメージを図2.2.1-1示す。

統合型車載システムのシステム構成図を図2.2.1-2に示す。

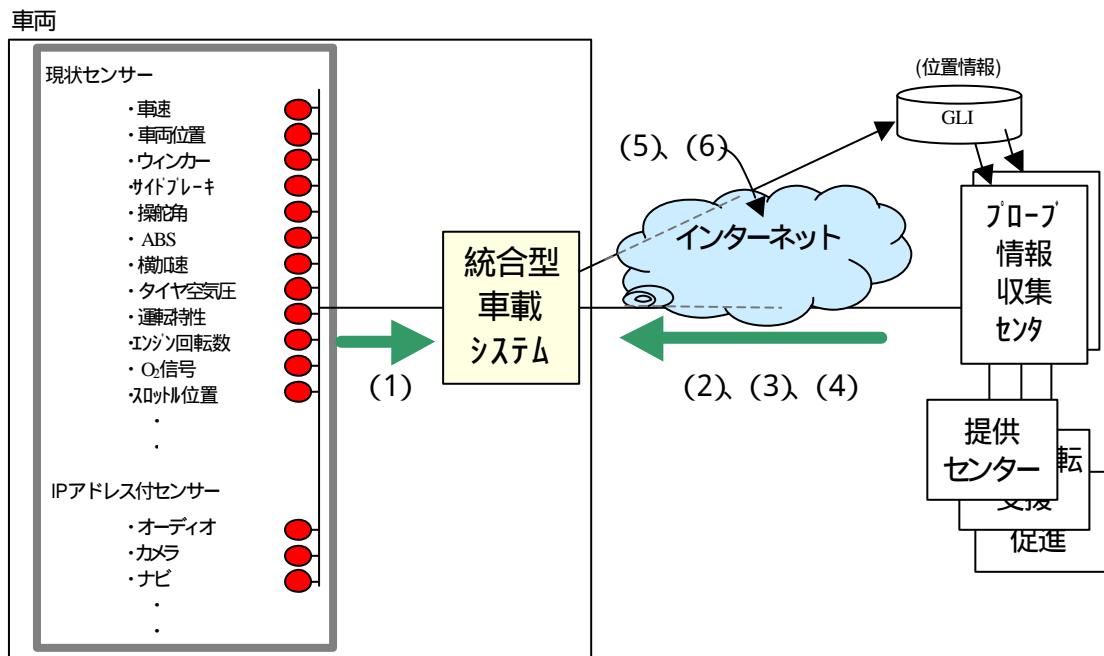


図2.2.1-1 統合型車載システムのイメージ図

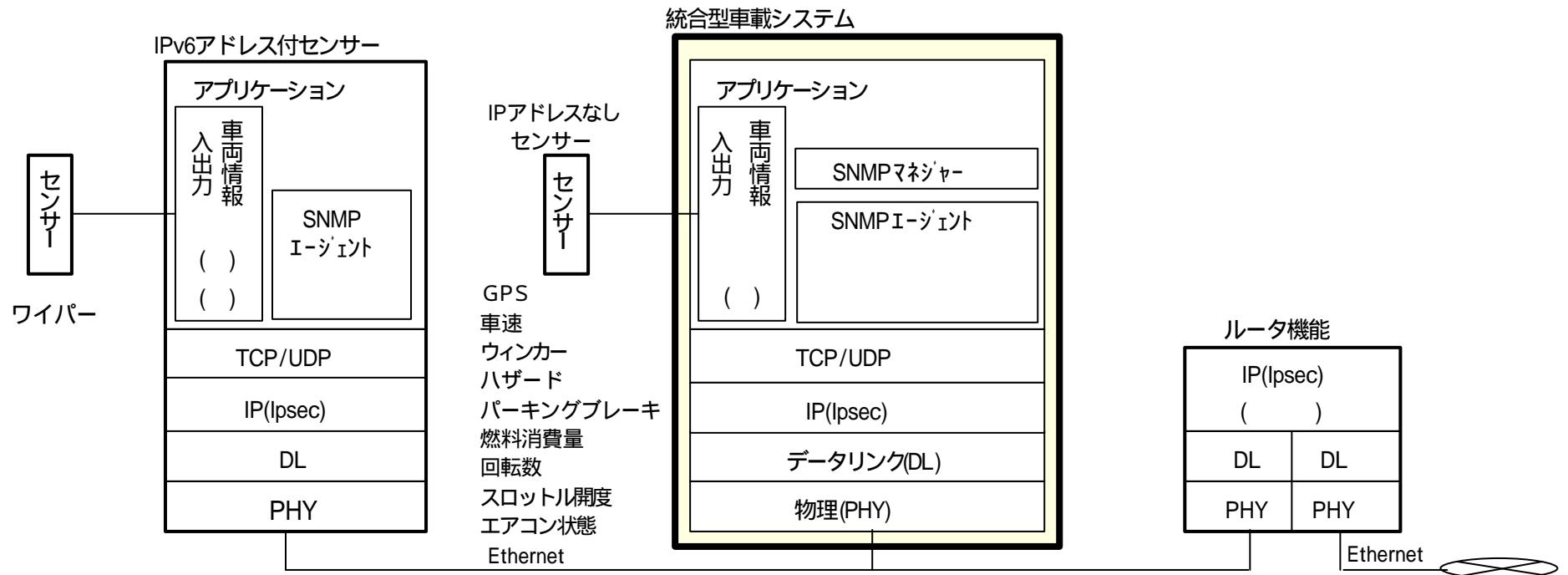


図 2.2.1-2 統合型車載システム構成図

2.3 平成14年度統合型車載システムの開発

平成14年度は、実験室内において評価用システムを構築し、評価を行う。

実現するプローブ情報サービスとしては、旅行時間、運行管理、エコドライブ、気象の四つのアプリケーションを想定し、必要な機能を開発する。前節に述べた順で平成14年度の開発内容を記す。

(1) センサーデータの収集

車両データ辞書

統合型車載システム内でSNMP(Simple Network Management Protocol)を使い各プローブ情報が読み出せるよう、平成13年度に行われたインターネットITSの実証実験で研究された車両データ辞書をベースに、プローブデータ辞書を定義し、MIB(Management Information Base)で実装する。

センサーデータの蓄積

統合型車載システム内でSNMPを使い蓄積した各プローブ情報が読み出せるよう、車両情報の蓄積機能は車両データ辞書のヒストリー機能で対応する。

蓄積のタイミングは想定しているアプリケーションの最小単位である5秒ごととする。

プロトコル変換機能

擬似センサーとのインターフェース。

GPS、車速パルスについてはインターネットITS車載機に実装済みのものを使用する。エコドライブのためのプローブデータ(燃料噴射量等)はOBD(SAE J1979)に準拠した仕様とする。OBDの物理層はRS-232Cとする。

IPアドレス付センサーはSNMPエージェント機能を実装し、データを蓄積する。IPアドレスのないセンサーは統合型車載システムのSNMPエージェントが管理する。IPv6アドレス付センサーのアクセスは統合車載システムのSNMPマネジャとIPv6アドレス付センサーのSNMPサブエージェント間で行う。

ワイヤーの読み出しについてはサブエージェントにてTRAPで統合型車載システムに送信し、統合型車載システムが更にTRAPにて収集センターに送信するものとする。

SS/STについてもワイヤー同様にTRAPとし、データのaggregationは行わない。

(2) 収集センターの指示による送信

メッセージセット(収集センターと統合型車載システム間の接続機能)

収集センターにSNMPマネジャ、統合型車載システムにSNMPエージェントを実装する。

2.4 メッセージセットの仕様を実装する。

サービスディスカバリー機能

車両データ辞書としてサービスリストを定義し実装する。初統合型車載システムで定義されていないものの要求に「なし」と応答する。

(3) 収集センター指示の高度化対応

プログラミング機能

平成14年度ではセンサーデータの加工処理機能は開発しない。
メッセージセット仕様を実装し、正規化されたプローブ情報の収集、及び収集・送信の間隔を可変に設定可能とする。

(4) 車両情報アクセスへのセキュリティ

情報アクセス制御機能

プローブ情報が収集できるセンターを初期値として設定可能とする。初期登録されていない収集センターによるプローブ情報送信要望に対しては応答しない。
個人情報保護の観点から、上記に加え、更に収集センターの認証を行い、認証されなかった収集センターからの要求には応答しない。
これらの機能を SNMP 認証にて実現する。

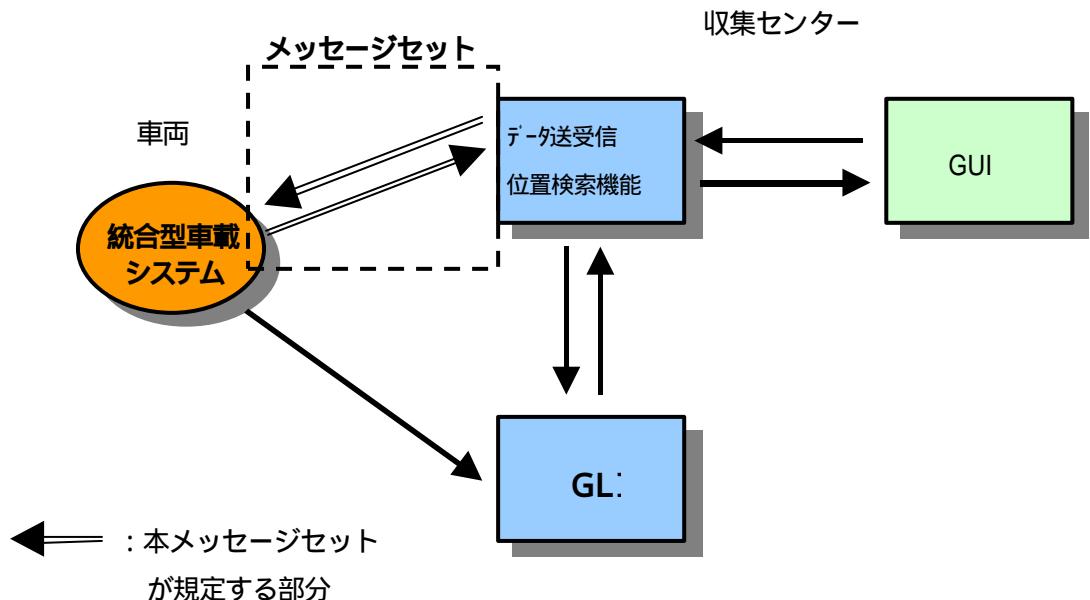
2.4 メッセージセットの開発

本項は、プローブ統合型車載システムにおける統合型車載システム～収集センター間の通信アプリケーションレベルに求められるメッセージセットの機能を整理するとともに、評価用システムにおいて実現すべき機能、実現方法を示す。

2.4.1 メッセージセットの位置付け

プローブ情報収集・提供の流れを図2.4.1-1に示し、統合型車載システム～収集センター間のメッセージセットの位置付けを示す。

収集センターは、様々なアプリケーションに対して対応するプローブデータを車両から収集する。メッセージセットは、このような機能を満たす必要がある。なお、開発にあたっては、今後多様化するサービスに対応できるよう、新たなアプリケーションを追加できる構造とする。



車両の位置情報を GLI に定期的に登録する

提供センターはある地域のプローブ情報を要求する

収集センターは指定された地域内を走行中の車両の検索を要求する

GLI は指定地域内を走行中の車両を検索し該当する車両リストを返却する

収集センターは車両リスト内に契約済みの車両があれば、その車両に提供センターから要求されたプローブデータを要求する

車両内では、統合車載システムが車載センサからプローブデータを収集する

統合車載システムは要求されたプローブデータを送信する

収集センターは、正規化処理などを施したプローブ情報を GUI へ提供する

図 2.4.1-1 プローブ情報収集、提供の流れ

2.4.2 プローブデータ収集の手順

旅行時間、運行管理、エコドライブ、気象（雨）情報のプローブ情報サービスの四つのアプリケーションについて GUI への収集要望の入力からメッセージセットを活用した収集までの手順を記す。

(1) 旅行時間（定間隔の場合）(図 2.4.2-1 参照)

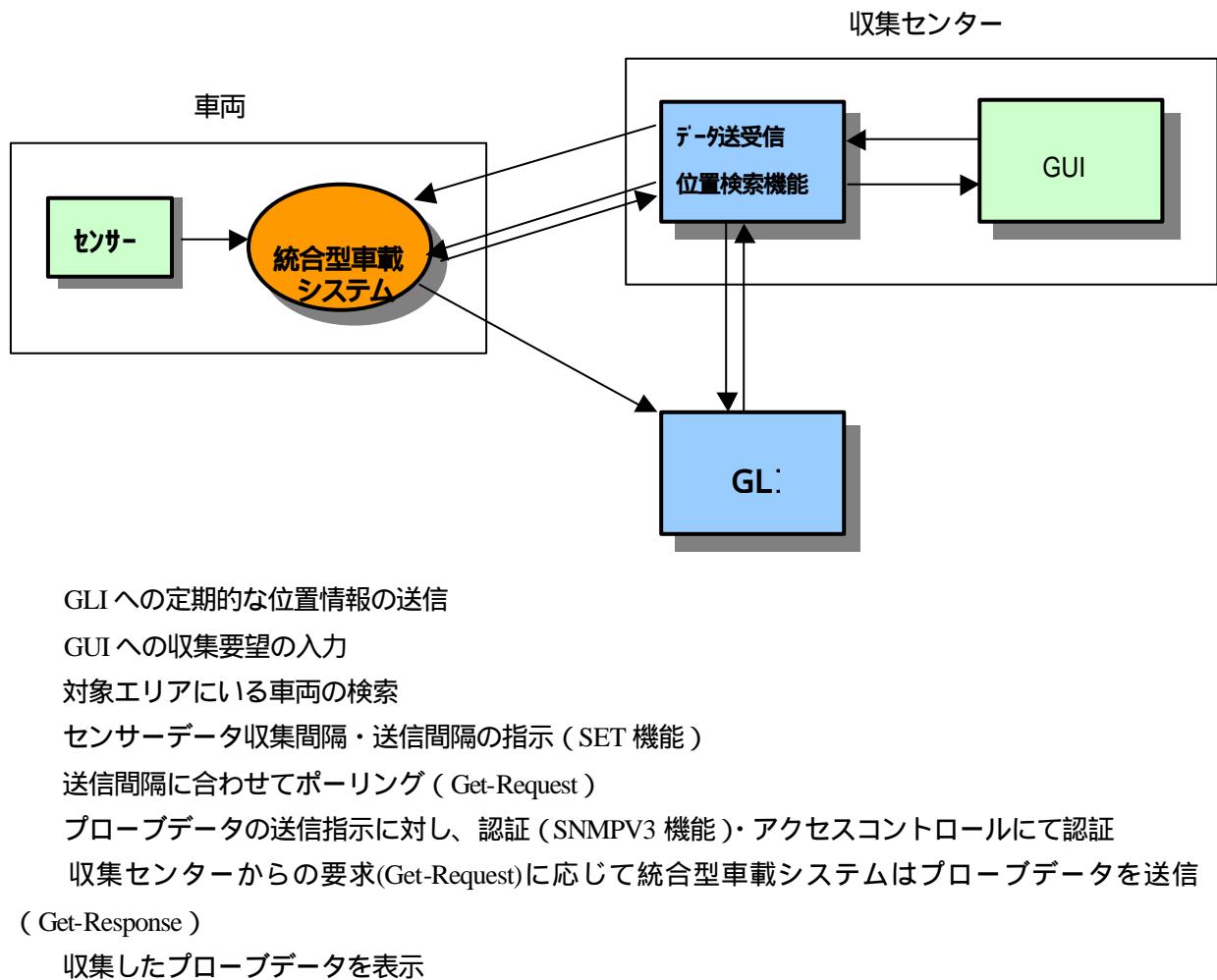
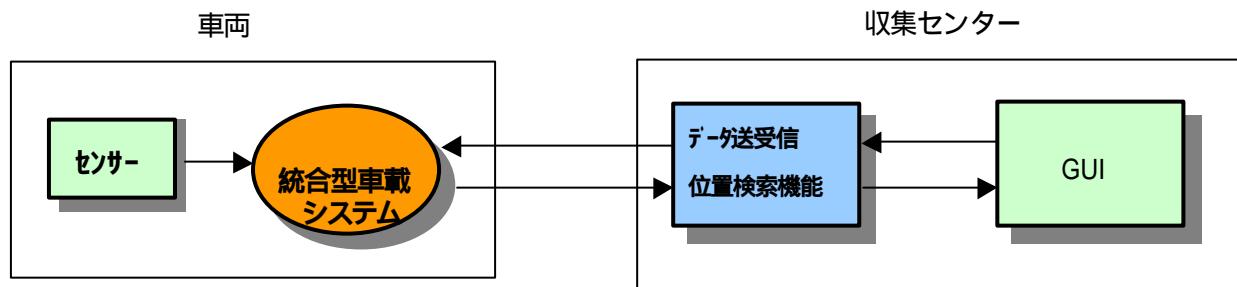


図 2.4.2-1 旅行時間のプローブ情報収集、提供の流れ

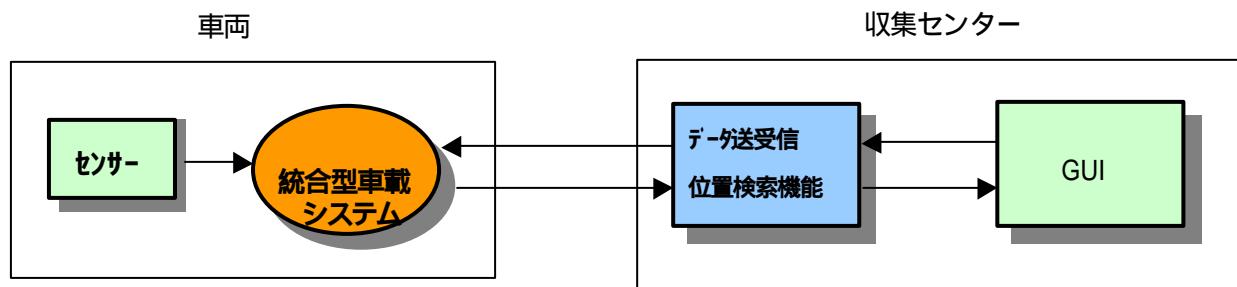
(2) 旅行時間 (SS/ST の場合)(図 2.4.2.2)



- GUI から SS/ST の判定閾値を入力
- 収集センターから SS/ST の判定閾値を指示 (SET 機能)
- 統合型車載機で車速 (Viecle Velocity) を監視し、SS/ST の判定
- SS/ST と判定された場合、収集センターにデータを送信 (TRAP 機能)
- 収集したプローブデータを表示

図 2.4.2-2 旅行時間のプローブ情報収集、提供の流れ

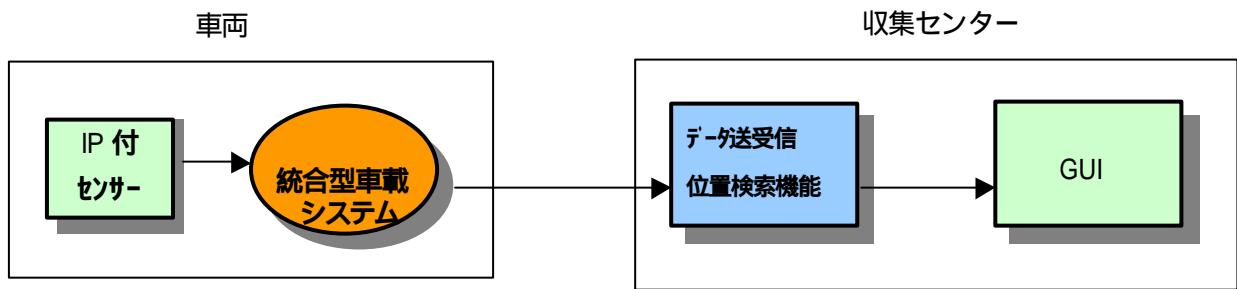
(3) 運行管理・エコドライブ (図 2.4.2-3 参照)



- GUI への収集要望の入力
- センサーデータ収集間隔、送信間隔の指示 (SET 機能)
- 送信間隔に合わせてポーリング (Get-Request)
- プローブデータの送信指示に対し、認証 (SNMPV3 機能)・アクセスコントロールにて認証
- 収集センターからの要求 (Get-Request) に応じて統合型車載システムはプローブデータを送信 (Get-Response)
- 収集したプローブデータを表示

図 2.4.2-3 運行管理、エコドライブのプローブ情報収集、提供の流れ

(4) 気象(雨)(図2.4.2-4参照)



統合型車載機でワイパー状態を監視
ワイパー状態が変ったタイミングで収集センターにデータを送信
収集したプローブデータを表示

図2.4.2-4 気象(雨)のプローブ情報収集、提供の流れ

第3章. 設計機能確認のための試作、評価試験

開発仕様書に基づき試作した統合型車載システム、及び評価のための疑似収集センター、評価用データを用いて、設計機能、性能の確認するため、評価試験を行った。本章では3.1 評価試験の概要、3.2 評価方法、3.3 評価結果総括について述べる。

3.1 評価試験の概要

3.1.1 評価の狙い

評価は、機能評価、セキュリティ評価、性能評価の三つの観点から実施した。

機能評価にあたっては、まず開発目標とした機能の実現を確認した。H14年度統合型車載システムの開発目標は1.3でも述べたとおり「プローブ情報サービスにおける様々なアプリケーションに柔軟に対応でき、収集センターからの指示に従ったプローブデータの提供を可能とする統合型車載システムを開発する」ことである。よって、統合型車載システムを実現するために開発した個別機能の確認と、それらの機能により達成される収集センターの指示にマッチしたプローブ情報を、実際に収集していることを確認することである。

本年度のセキュリティ開発は、プローブ情報提供者側から見たセキュリティの確保である。インターネットを活用し、収集センターからの指示を受付けることは、外部から車両へのアクセスを許可することであり、それに伴ない発生する車両側のリスクを統合型車載システムにより取除こうとする機能を実装している。これらの機能が設計どおり動作するかを確認するのが、セキュリティ評価である。

従来のプローブ情報収集用車載機は、プローブ情報を収集センターに送信するだけの機能である。一方、統合型車載システムの実現しようとするところは、収集センターからの提供要望、指示によりはじめてプローブデータを送信すること、セキュリティ確保のために収集センターの認証を行うことなど、新しい機能が追加されている。こうした機能の追加は、通信データ量の増加、応答時間の拡張など、通信コストアップにつながる。今回は、性能評価として、通信データ量が現状プローブ情報収集のための車載機に比べどれだけ増えるかを確認している。

3.1.2 評価企画

評価の概要是表3.1.2-1 評価項目に示す。以下、この表に従い、評価の狙い、評価項目の順で説明する。

表 3.1.2-1 評価項目

	評価の狙い	評価項目
機能	・設計機能の確認 ・GUから入力した収集要望実行の確認	・収集要望の指示、反映(SET) ・送信データの集約(AGR) ・送信指示(GET) ・プローブデータの自動送信(TrapTP) ・IPセンサーデータの自動送信(TrapWS) ・収集要望毎
セキュリティ	・車両へのアクセスの制限	・収集センター認証(SNMPv3) ・要求されたプローブデータ提供の可否(アクセスコントロール、AC)
性能	・現状車載機との比較で、改善事項を明らかにする	・機能の比較 ・送信に伴うデータ通信量の比較

(1) 評価の狙い

機能評価

プローブカーの運用においては、契約により情報提供者から許諾されたデータのみを収集するため、又、無用の通信トラフィックの増大を避けるために、複数種類あるプローブデータの中から必要かつ許諾されたものだけを収集する必要がある。ここでは、収集センターからのリクエスト内容に応じて車載器がプローブデータの集約ならびに選択的送信を行うデータ収集機能の動作を評価し、今回開発した統合型車載システムでプローブデータの選択的収集が実現可能であることを確認する。

セキュリティ評価

プローブ情報提供者の個人情報を暴露・漏洩などの脅威から保護するには、契約において許諾されていない情報を収集センターが車載器から収集することを禁止する必要がある。この防御措置の実現のために、開発した統合型車載システムでは収集センター単位での認証ならびに情報種別単位でのアクセス制限を実施するセキュリティ機能を実装しており、このセキュリティ機能により許諾されていない形態での情報収集が不可能であることを確認する。

性能評価

開発した統合型車載システムは、従来の単機能型の車載器に対して、データ収集機能の

双方向化、セキュリティ機能の実装といった機能の高度化を実現しているが、これら機能の付加には通信量の増加、応答時間の拡張などのデメリットもある。ここでは、統合型車載器の機能及び通信性能を従来の車載器と比較し、改善事項を明らかにする。

(2) 評価項目

機能評価

a. プローブデータ収集設定 (SET) 及びプローブデータ集約機能 (AGR)

収集センター 1 車両 1、収集センター 2 車両 2、収集センター 3 車両 3 について、それぞれ異なるメッセージセット（プローブデータ種別、収集間隔の定義）の収集リクエストを収集センターから統合型車載システムに指示する。この指示に対して、統合型車載システムが収集リクエストを反映したプローブデータの集約を行うこと、そして、集約されたプローブデータと元のセンサーデータの整合が取れていることを、統合型車載システムから収集センターに送信されるプローブデータに基づいて確認する。

b. プローブデータ収集機能 (GET)

収集センター 1 車両 1、収集センター 2 車両 2、収集センター 3 車両 3 について、それぞれ異なるメッセージセットの送信指示を周期的に行う。この指示が収集センター側で設定に従った周期で行われ、指示に対して統合型車載システムが適切なプローブ情報を収集センターに送信することを確認する。

c. プローブデータの自動送信機能 (TrapTP)

ワイヤー情報が変化するタイミング及びSS/ST 情報が設定された閾値を上回る(下回る)タイミングで統合型車載システムからプローブデータを送信し、収集センターは送信されたプローブデータの送信を受信する。この機能で授受されたプローブデータの内容及び送信タイミングが適切であることを、元のセンサーデータとの整合性により確認する。

d. IP 付センサーデータの自動送信機能 (TrapWS)

IP 付センサーで発生したプローブデータを、統合型車載システムが検知して、収集センターへリレー送信する。この機能で授受されたプローブデータの内容及び送信タイミングが適切であることを、元のセンサーデータとの整合性により確認する。

e. GUI によるプローブデータ収集設定

センター側のプローブデータ収集指示インターフェースである GUI を介して、適切な収集リクエストが統合型車載システムに指示され、それを反映したプローブデータが収集されることを確認する。

セキュリティ評価

a. 収集センター認証機能 (SNMPv3)

収集センター1 車両1、車両2、車両3について、収集センターから送信指示を行い、統合型車載システムからプローブデータを収集する。収集センター1に対する情報提供を許諾している車両1のみからプローブデータが送信され、許諾をしていない車両2、3からは応答がないことを確認する。

b. アクセスコントロール機能 (AC)

収集センター1 車両1、収集センター2 車両2、収集センター3 車両3について、情報提供の許諾内容にかかわらず、一様に完全なメッセージセットの収集リクエストを収集センターから送信し、統合型車載システムからプローブ情報を収集する。許諾されたプローブデータのみが統合型車載システムから収集センターに送信され、許諾されていない項目については、許諾されていない旨を示す通知“no such object”が送信されることを確認する。

性能評価

a. 機能の比較

プローブデータを収集する機能の面で、現状の各種車載器の持つ機能を十分に満足するものであることを確認し、又、現状の車載器が抱える問題が解決されたか、解決されていないとすれば、いかなる機能が必要でありその技術的課題は何であるか、検討を加える。

b. 通信性能の比較

プローブデータ送信間隔、プローブデータ種別に応じて、通信データ量及び応答時間を現状の車載器と比較する。

3.2 評価方法

評価は、1次評価、2次評価に分けて行った。1次評価では、統合型車載システム、収集センター各1台をネットワークに接続し、メッセージプロトコル(SNMP)によりプローブ情報を読出すことができることを確認した。

2次評価では、開発した機能を統合型車載システムに実装して評価を行った。2次評価は2-1次、2-2次、2-3次評価に分けて行った。2-1次評価では統合型車載システムと収集センター間の機能の確認、2-2次評価では統合型車載システム3台と収集センター3台で、統合型車載システムの一部機能を未実装の状態での確認、2-3次ではすべての機能を実装した状態で確認、評価を行った。ここでは、2-3次評価で行った評価方法について述べる。

実施した評価について、評価システムの構成、評価環境の設定、評価用データの作成、実施計画、評価実施要領の順に述べる。

3.2.1 評価システムの構成

評価システムは車両内に搭載される車載機システムと、情報を収集する収集センターで構成される。

車載機システムは統合型車載システム、IPアドレス付センサー、及びルータ機能で構成される。車載機システムの構成を図3.2.1-1に示す。IPアドレス付センサーとしてはワイヤーを想定した。

評価システムはアクセスコントロールの確認、及びサービスディスカバリーの確認のため3台の車載機システム及び3台の収集センターシステムから構成した。構築した評価システムを図3.2.1-2に示す。平成14年度評価システムにおいては車載システム、収集センターをイーサネットで接続した。ネットワーク構成図を図3.2.1-3に示す。

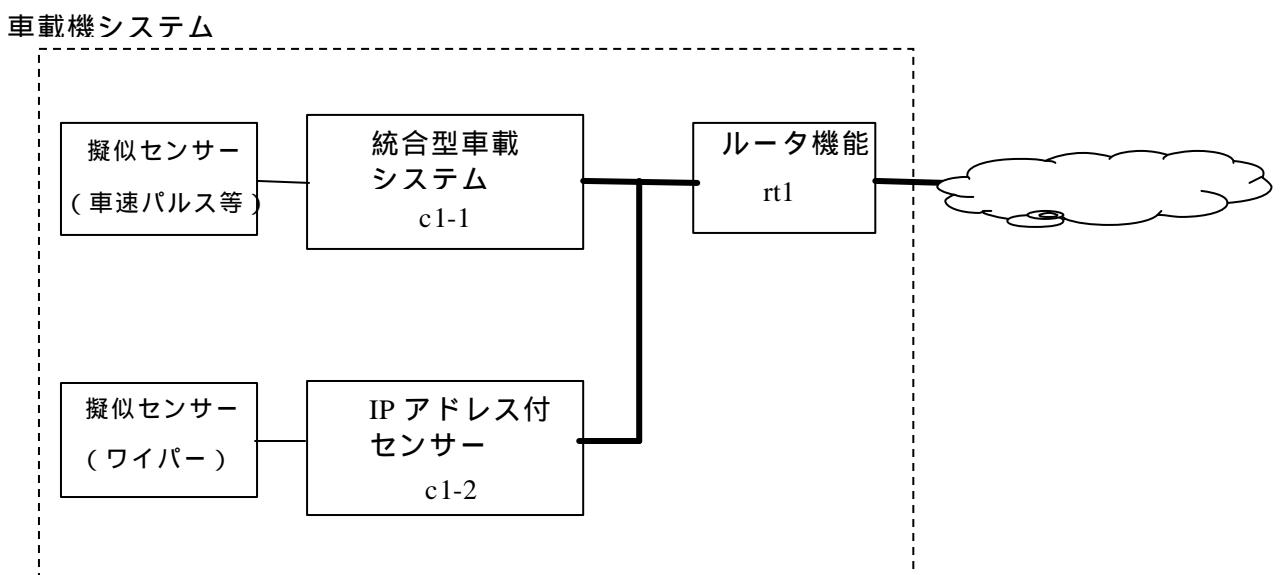


図3.2.1-1 車載機システム構成

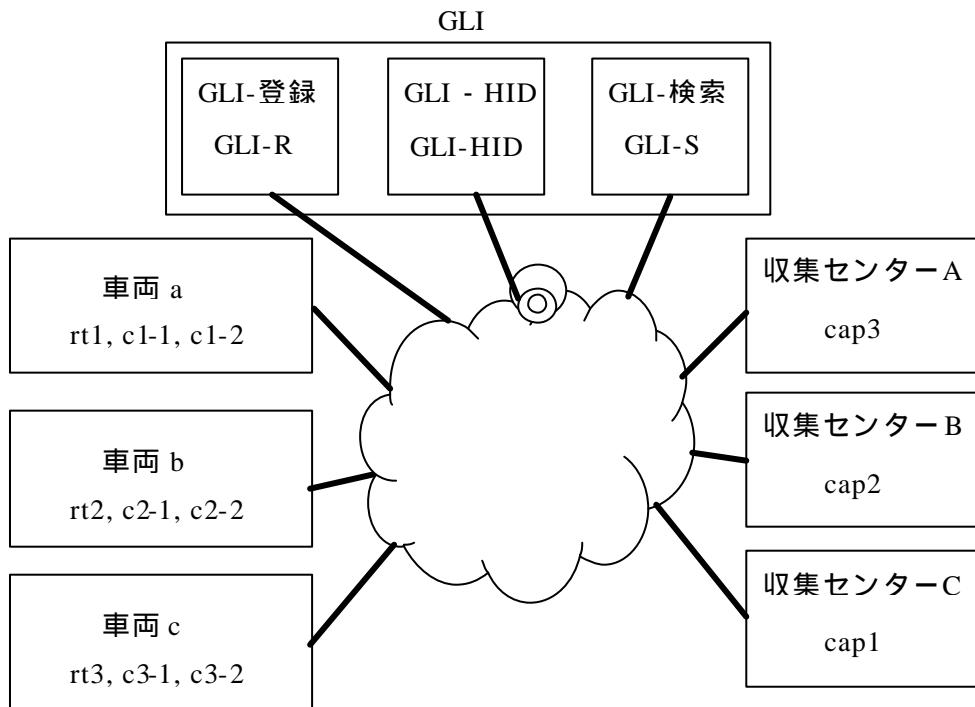


図 3.2.1-2 評価システム構成

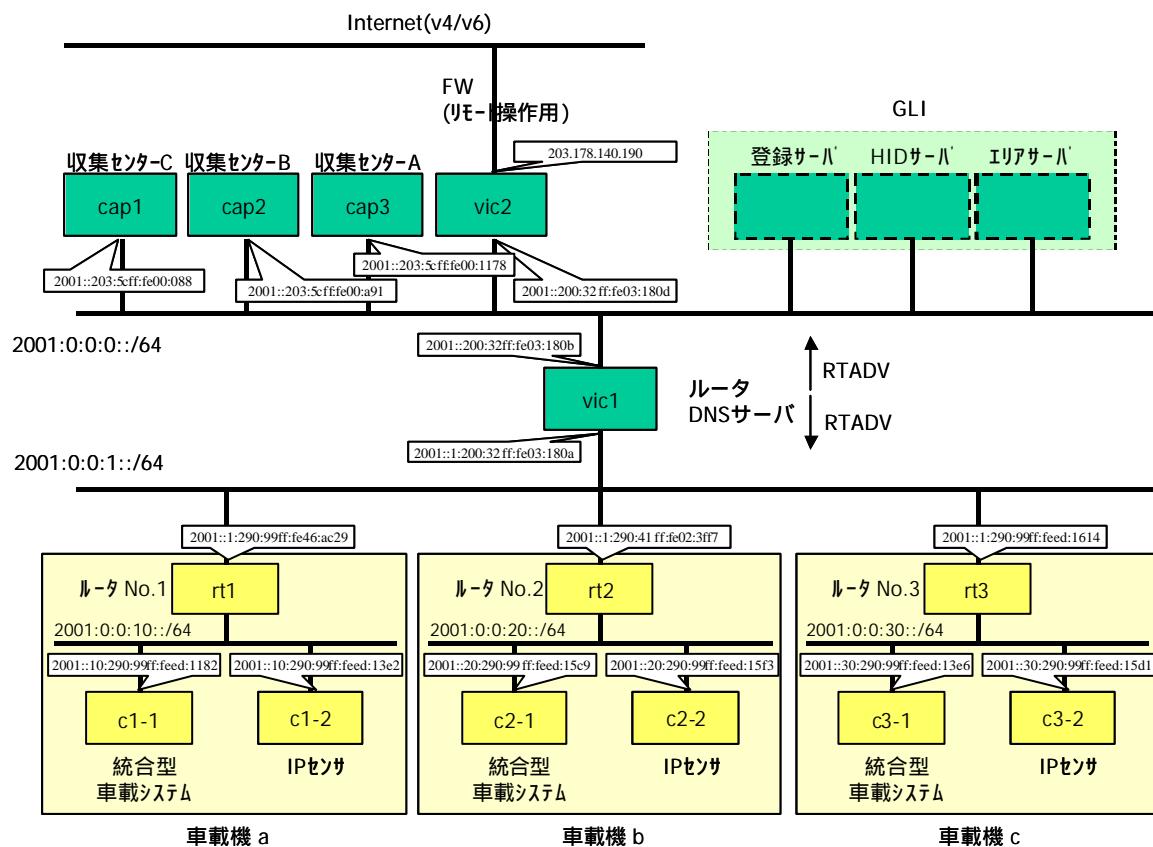


図 3.2.1-3 評価システムネットワーク構成

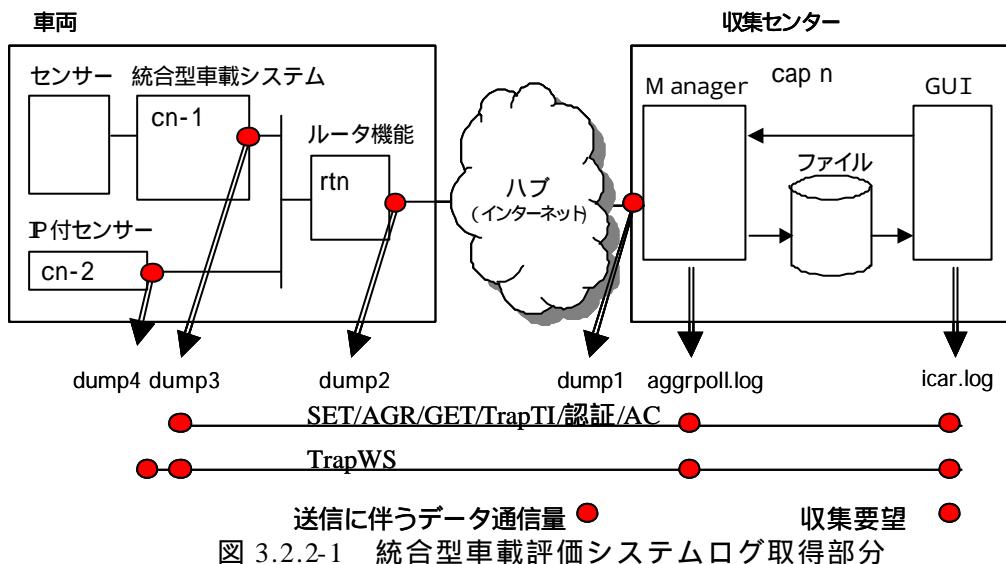
3.2.2 評価方法

(1) 概要

機能評価では走行データと収集結果が一致していることにより、設定した機能が正常に作動していることを確認した。性能評価は通信データ量を平成13年度のプローブ情報システム実証実験結果と比較した。セキュリティ評価はアクセスコントロール、収集センターの認証の確認を行った。

これらは、車載機システム及び収集センターにおけるログ情報を確認することで行った。特に性能評価においては通信データ量を計測する必要があり、パケット量、詳細時刻が記録可能なダンプのログを各機能ブロックで取ることとした。また機能の確認のためにメッセージの内容等が把握しやすいアプリケーションの出力結果のログを収集センターで取ることとした。評価項目別に測定ポイント、参照データを図3.2.2-1に示す。参照データで「log」はアプリケーションの出力結果のログデータであり、「dump」はそこを通るデータのモニター結果のログデータを示す。

評価用の走行データは統合型車載システム、ワイヤー作動情報はIP付センサーにファイルとして保存し利用することとした。プローブ情報の収集指示は、収集センターに設けたGUI(Graphical User Interface)から入力した。



3.3 評価結果総括

3.3.1 評価試験結果のまとめ

前項までの評価試験の結果を表 3.3-1 にまとめた。表 3.3-1 の評価の欄に” ”がついている項目は、本年度技術的な評価は行えたが、さらに検討する余地があることを示す。これらを課題とし、今後もさらに検討を進めていきたい。

表 3.3-1 評価試験結果総括

	評価項目	確認事項	評価	未解決課題と今後の展開
機能	設計機能の確認	・SET ・AGR ・GET ・TrapTP ・TrapWS	○ ○ ○	・プローブ情報の分散型データベースの考え方整理 ・統合型車載システムを経由した IP 付センサーデータの収集条件の設定、収集(SET/GET)
G U I から 入力した 収集要望 実行の 確認	・収集するアプリケーション ・収集間隔 ・定間隔 ・SS/ST 方式 ・送信間隔	○ ○ ○		・位置情報検索機能との連携
セキュリティ	車両への アクセス の 制限	・収集センター認証 ・プローブデータ 提供の可否(AC)	○ ○	・車載機の台数が増えたときのパスワード等の運用方法 ・実運用時の実用性（車載機能力、処理速度）
性能	現状 車載機 との比較	・通信データ量は現状の 3 ~ 5 倍		・実運用時の応答時間を含めた性能チェックと改善 ・収集条件設定による効果的活用方法の検討

3.3.2 機能評価

設計機能の確認として、SNMP の各機能を利用し、統合型車載システムからプローブデータを収集することができた。また、IP アドレスを持ったセンサーを想定し、統合型車載システムを経由して TRAP 機能にて情報を収集できることも確認できた。この機能に関し

ては、さらに IP 付センサへの収集条件の設定（SET）や、収集（GET）統合型車載システムでの一元的なセキュリティ管理が今後の課題である。

その他の機能として、統合型車載システムで情報を集約する Aggregation 機能を構築し、ヘッダーによるオーバーヘッドを減らす工夫も確認できた。この点に関しては、プローブデータの分散管理の観点から、どういう種類のプローブデータをどこに蓄積すべきなのかさらに検討する必要がある。

GUI からの収集要望実行に関しては、収集アプリケーションの指定、収集間隔、送信間隔の指定を行えることが確認できた。今後は、地理位置情報システムと連携し車両を検索する機能の実装を行っていきたい。

3.3.3 セキュリティ評価

セキュリティ機能としては、統合型車載システムにおいて収集センターを認証する機能や、契約関係にないプローブデータを要求された場合に拒否するアクセスコントロール機能が確認できた。プローブデータには個人情報が含まれる場合があるので、HID 等を利用した強度の高い認証機能の実装等が今後の課題である。

また、プローブ車両増加に伴い、暗号化・複合化処理の処理性能、鍵、パスワードといった認証用データの管理が今後の課題である。

3.3.4 性能評価

通信データ量においては平成 13 年度の独自プロトコル仕様よりも 3~5 倍となっており、定常的に情報を収集する上では収集効率が悪い。プローブデータは特異な事象が発生した場合に詳細のデータ収集が望まれるが、その点に関しては、統合型車載システムは自由に収集間隔、送信間隔を設定できるため、平成 13 年度と比較してデータの収集効率が改善されると思われる。

また、今年度は LAN 上での試験しか行っておらず、実運用で想定される携帯電話等で実現した場合の応答時間を含めた性能の確認と改善が今後の課題である。

第4章 スタディの今後の課題及び展開

最後に、本年度の研究開発成果のまとめと、今後の展開について述べる。

自走協は、プローブ情報システムの研究開発を3年前から実施してきた。昨年度は、プローブ情報としての旅行時間の信頼性、精度の検証、現在提供されている道路交通情報の拡充、高度化への可能性について、社会的有効性を検証してきた。しかしながら、残された大きな課題としてプローブ情報収集に係るコストの問題がある。特に通信費が高いことは、今までの実証実験などでも指摘されている。これに対して、インターネットITSの実現や、通信のデジタル化により、今後通信費は革新的に低下していくものと思われる。むしろ、問題はプローブ情報収集のための車載機導入コストと考える。

実証実験等で使用されたプローブ車載機は、利用目的が異なるとソフトを書き換えたり、別のシステムに乗せ換える必要性が発生する。車載機に触れることなく、収集センターの指示によりプローブ情報を収集できるようになれば、乗換えに伴う費用が発生しない。更に今まで用途別に設定してプローブ車両を相互に利用できるようになり、プローブ車両配備コストが大幅に削減できる。また不要なプローブデータを送信することがなくなり、通信量の低減も図ることができる。

本研究開発ではこうした要望に応えるため、インターネットITSのコア技術であるMobile IPv6に対応した、プローブ情報収集のための統合型車載システムを開発し、本年度も含め3年間にわたって実施する予定である。

本年度は初年度として、Mobile IPv6対応の統合型車載システムの機能構成、開発課題の明確化、一部機能の設計、評価を行った。

4.1 本年度の成果

4.1.1 Mobile IPv6に対応した統合型車載システム機能構成の検討

(1) 実施内容、目標

- a. 車両内のセンサーデータの収集、車載情報通信プロトコルの現状と技術動向を調査する。
- b. センサーがIP化されることを想定し、センサーデータの収集方法を検討する。
- c. 以上を踏まえ、プローブデータの収集要望を整理し、Mobile IPv6対応の統合型車載システムが具備すべき機能を明確にする。

(2) 成果

センサーデータの規格化、車載通信プロトコルの現状と動向調査結果より、統合型車載システムの開発方針を策定した。主な開発方針は下記に示す。

a. 車両内センサーデータの収集

- ・下位レーヤはTCP/IP(UDP/IP)とし、現状の多様な車載LANの各種方式には対応しない。
- ・センサーデータはデータ辞書で定義したフォーマットに変換したものを使う。
- ・センサーデータはIPを持つエージェントに蓄積されているものとし、統合型車載システムは収集センターの指示に基づき、各種のセンサーデータの収集を実現する。

b. インターネット接続に伴うセキュリティの確保

- ・プロープ情報の送信を要求している収集センターの認証、要求されたプロープ情報提供の可否についてアクセスコントロールを実現する。
- ・アクセスコントロール機能など、プロープ情報収集に関連して追加する機能は、統合型車載システムに一括実装する。IP付センサーなど、他の車載機器の仕様変更を抑制する。

c. 収集センターとのメッセージ交換はSNMP(Simple Network Management Protocol)で実現する。

開発対象とするアプリケーションは実現性が高いものの数種に限定し、その収集要件を整理した。

Mobile IPv6 対応の統合型車載システムの機能を階層別に整理した(図4.1.1-1参照)。

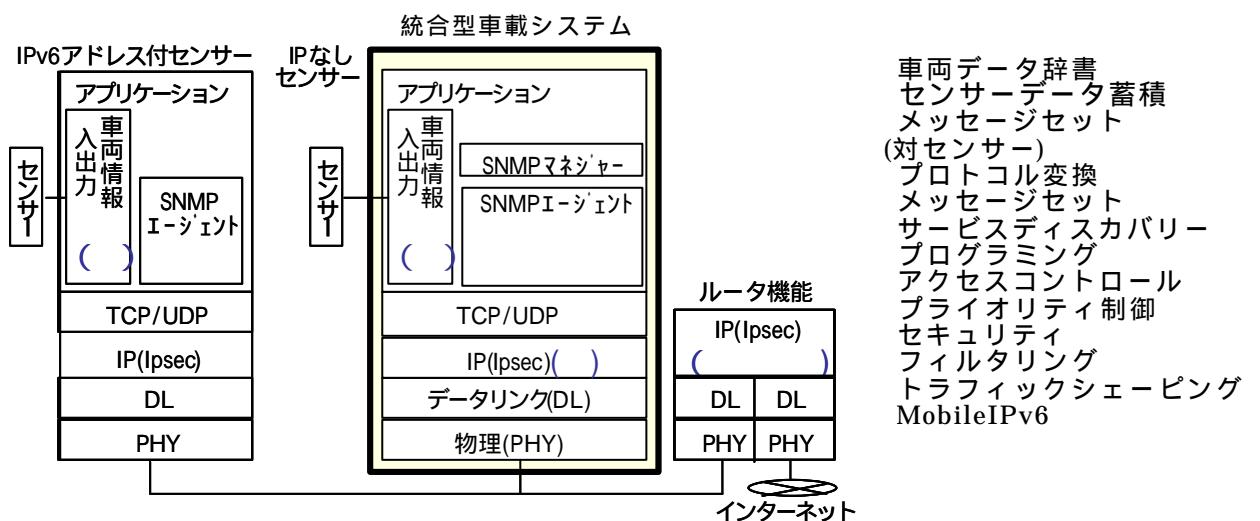


図4.1.1-1 プロープ統合型車載システムのシステム構成

4.1.2 統合型車載システムの設計

(1) 実施内容、目標

収集センターによるプローブデータ収集要望に関する機能を実現する。

開発方針に準拠し、Mobile IPv6 をベースとした評価用統合型車載システムを設計する。

(2) 成果

収集センターと統合型車載システム間のメッセージ交換機能

- ・SNMPによりメッセージ交換機能を実現した。
- ・収集センターをマネジャーとして、統合型車載システムをエージェント、IP付センサーを統合型車載システムのサブエージェントとして設定した。これにより、IPセンサーのプローブ情報は統合型車載システムを経由して送信される。
- ・開発した機能は、センターの収集要望を車両へ指示、送信データの集約・送信、送信指示(ポーリング)、プローブデータの自動送信(あるデータが発生したときに都度、自動的に送られる)、IP付センサーからプローブデータの自動送信等である。

収集センターのプローブデータ収集指示の高度化対応

- ・サービスディスカバリー機能(統合型車載システムが、収集センターの欲するプローブ情報送信を拒否した時通知する機能)の開発をした。
- ・プログラミング機能の開発(プログラミング機能として、旅行時間の収集頻度をSS/ST方式とする場合、収集センターから統合型車載システムに収集条件を指定できることを実現する)をした。

セキュリティ機能

- ・送信指示を送ってきた収集センターの認証を行った。
- ・要求されたプローブデータ提供の可否を行った。

車載センサーデータの収集機能

- ・インターネットITSの車両データ辞書に準拠した、プローブ情報収集のための車両データ辞書を定義した。
- ・IP付センサーは(統合型車載システムの)サブエージェント機能を実装、収集センターへ統合型車載システムを経由してプローブデータを送信した。

4.1.3 設計機能確認のための試作、評価試験

(1) 実施内容、目標

- ・評価用の統合型車載システム、収集センターを製作し、設計機能確認や、性能を評価した。

(2) 成果

評価システムの構成

- ・評価システムは収集センター認証機能などを検証できるように、車両3台(車両a, b, c)と収集センター3セット(収集センターA, B, C)から構成した。評価システムの構成を図4.1.3-1に示す。
- ・各車載機システムは統合型車載システム、IP付センサー、ルータを各1台から構成。
- ・各収集センターはプローブ情報収集指示と、収集したプローブ情報表示のため、GUI(Graphical User Interface 入出力端末)を備えた。

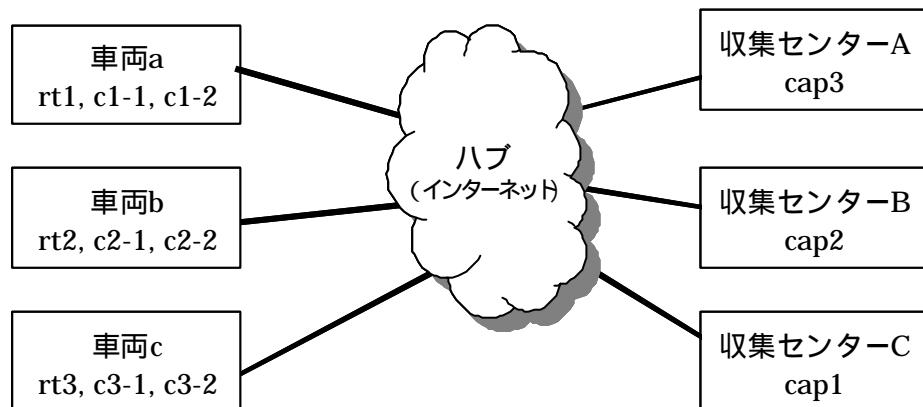


図4.1.3-1 評価システム構成

評価項目

- ・機能評価は個別設計機能と、収集センターの要望に基づくプローブ情報収集の実現を確認した。
- ・個別設計機能としては、収集要望の反映、送信データの集約、送信指示、自動送信などを確認した。
- ・要望に基づく収集機能の評価としては、収集要望毎にその実現を確認した。
- ・セキュリティ評価としては、車両へのアクセスコントロールの要件として収集センター認証と、送信するプローブ情報のコントロールを確認した。
- ・性能評価では、平成13年度の実証実験で使用された車載機と機能比較、プローブ情報送信に伴う通信データ量の比較を行った。

評価結果

- ・本年度開発した機能が仕様とおり作動することが確認できた。残された課題としては、IP付センサーが直接ではなく、統合型車載システムのアクセスコントロールを経由してプローブ情報送信の指示を受け、送信する機能の実現がある。
- ・収集センターの要望に基づく収集機能は、どの収集条件に対しても正常に働くことを確認した。但し、収集指示において、位置情報検索機能との連携指示の実現が次年度の課題として残った。
- ・セキュリティ評価は、収集センター認証、要求されたプローブデータ提供の可否が正しく行われることを確認した。残念ながら、認証、暗号化、複合化などの処理に係る負荷について十分な考察ができておらず、今後統合型車載システムの数が増えた時の実用性、又認証、暗号化に付随する鍵、パスワードの運用方法など、実用化にあたって解決すべき課題が残っている。
- ・性能評価は、現状車載機と比べプローブ情報収集機能が優れていること、プローブ情報収集に伴うプライバシー問題の重要技術である認証、暗号化を保有するなど、社会システムに適合するための要件を具備していることが確認された。こうした機能を保有するが故に、プローブ情報収集に必要とする通信データは、平成13年度の実証実験の時と比べ、3~5倍に増えていることが確認された。

4.2 今後の課題

平成14年度から3カ年計画でスタートした統合型車載システムの研究開発であるが、初年度としては当初考えていた以上の成果を収めたと考える。しかしながら、本研究の奥深さも痛感した。例えば、プローブ情報提供にはプライバシーの問題が付随する。どこにいるか判る、スピード違反が判るなどの不安がついて回る。プローブ情報の提供者を確保するために、統合型車載システムがどのような要件を備えていなければならないか。これは単に技術開発だけの問題に留まらない。社会的なコンセンサス、規範の上に研究開発が推進されなければ意味を持たなくなる。こう考えると、次年度以降の研究開発テーマが発散する可能性がある。

効率的、効果的な研究開発を遂行するために、本年度の活動で気が付いた今後の課題について述べる。これらの課題は、平成15年度以降の実施計画を立案する際に反映することとする。

(1) 共同実験の推進、有効活用事例作り

昨年度行ったプローブ情報の社会的有効性検証をテーマとする実証実験は、現実のサービスと比較したこともあり関心が高かった。こうした社会システムを開発する上において最も肝要なことは、当該サービス事業に係る人とどれだけコンタクトを持てるかということと考える。本年度のプローブ情報システム研究委員会でもそうした意見が聞かれた。

本年度は、統合型車載システムという構想があって、その具現化という位置付けであった。プローブ情報収集において統合型車載システムの有効性を確信しているが、実際に稼動させ確かめることが不可欠である。その意味で、プロトタイプであれ、統合型車載システムが完成したことは大きなステップである。このプロトタイプを有効に活用して、研究開発活動の質を上げていくことが最大の課題と考える。

そのために、ふたつの項目を実施していかなければならないと考える。ひとつは現在プローブ情報サービスを行っている人、又は計画している人へ統合型車載システムを活用してもらうための提案活動である。実際に利用してもらった時に生じる問題点をひとつひとつ潰していくことが、完成度を上げるために最も早道と考える。

ふたつ目は統合型車載システムの有効性を実証するデータを収集することである。例えば旅行時間としてのプローブ情報は、蓄積データを活用することで定常的な収集はほとんど不要になると見える。しかしながら、ひとたび事故などの異常が発生したときは、渋滞状況を刻々と確認するため短いインターバルでプローブ情報収集が要求される。こうした対応は従来の車載機ではできない。又プローブ情報を提供するタクシーから深夜の国道の旅行時間を入手しても本質的に意味がない。むしろ、朝夕の混雑する時間帯 2 時間ずつ、計 4 時間/日のプローブ情報が重要である。4 時間は 1 日の 1/6 であり、この時間帯だけのプローブ情報収集に活用するのであれば、統合型車載システムを活用したプローブ情報収集は従来の車載機によるものの 3~5 倍の通信データ量が発生するが、1 日としてみれば遜色がなくなる。こうした事例を具体的に確認し、提示することで、現在プローブ情報サービスを考えている人に対する統合型車載システム活用の動機付けとなる。

(2) 実運用上の問題の整理、対応

本年度の評価用の統合型車載システムでは確認できなかったことがある。ひとつは規模性の問題である。プローブ情報提供車両が何台必要であるかの検討もあるが、本年度開発したメッセージ交換機能、認証機能、アクセスコントロール機能などが、統合型車載システムの数量が増えた時に、運用上どのような問題を発生するのか、又本年度の評価用統合型車載システムは 200MIP の CPU を使用しているが、どれだけの収集要望を処理できる必要があるのか、未検討である。

ふたつには、社会的なインフラ情報として活用を図るプローブ情報の効果的なデータベースの持ち方に対する考察がなされていない。本年度の開発では、統合型車載システムは一度プローブ情報を送出すると、新しいフロープ情報に書き換えられ残っていない方式を採用している。平成 13 年度の車載機は、メモリーが一杯になるまで保有しており、収集センターからの指示で過去のプローブ情報を取出すことができた。すべてのプローブ情報を一元的に収集センターで管理する方法もあるが、今後の方向として分散型のデータベース構造を考えてみる価値がある。Mobile IPv6 は、単に将来車のセンサーが IP 化するための道具ではない。社会システムとして、プローブ情報の分散化を実現する手段としての実用的

な技術でもある。

三つには、収集センターの入出力端末である GUI の機能改善が挙げられる。例えば、東名高速道路を走行中の車両から旅行時間情報を収集したい場合、地理位置情報管理システム(GLI)との連携機能の追加なども、運用上の便宜を与える機能である。又 GUI の機能改善により、統合型車載システムの仕様変更も発生するものと思われる。

四つには、本年度はインターネットに直接つながっている状態での評価(テスト)しか実施していない。車両として特異な現象を考慮した評価(テスト)、実際の通信サービスを考慮した評価(テスト)が行われていない。 テストでは車両の移動により発生する垂直、水平なハンドオフ、通信の瞬断、切断、通信の途中でエンジンが停止して統合型車載システムの電源がオフになるなどの状況が想定できる。 テストでは各通信サービスによるプロトコル、リトライのタイミングの違い、接続保持時間の差などがある。こうした状況が発生したときに、正常にプローブ情報が送信できること、正常に終了すること、正常に次の動作に進めることなどが保証されなければならない。

(3) 機能の高度化

最後に機能の高度化が挙げられる。本年度残されたテーマとしての機能開発は勿論であるが、開発の推進過程で必要と感じるようになった機能や、統合型車載システムの有効性が訴求できる活用事例作りを考慮した機能の開発が挙げられる。

又、通信データ量の削減や、応答時間の短縮を図る機能の開発も必要である。

これらの開発は、その意義を十全に考え、優先順位を決めて取組まれなければならない。

禁無断転載

システム開発 14 - F - 4

プローブ情報収集のための統合型車際システムの
開発に関するフィージビリティスタディ
報告書
要旨

平成 15 年 3 月

作 成 財団法人 機械システム振興協会
東京都港区三田一丁目 4 番 28 号
TEL 03 (3454) 1311

委託先 財団法人自動車走行電子技術協会
東京都港区虎ノ門一丁目 25 番 5 号
TEL 03 (3519) 4396