

平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「EVカーシェアリング用無人ステーション車両検査システムの開発」

研究開発成果等報告書

平成26年 3月

委託者 中部経済産業局
委託先 公益財団法人 中部科学技術センター

この報告書には、委託業務の成果として、産業財産権等の対象となる技術情報（未出願又は未公開の産業財産権等又は未公開論文）、ノウハウ等の秘匿情報が含まれているので、通例の取扱いにおいて非公開とする。ただし、行政機関の保有する情報の公開に関する法律（平成11年法律第42号）に基づく情報開示請求の対象の文書となります。

目次

第1章 研究開発の概要	1
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2 研究体制 (研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	10
1-3 成果概要	14
1-3-1 車載機情報と安全・事故・故障診断に関する研究	14
1-3-2 外観検査システムと安全・事故・故障診断に関する研究	14
1-3-3 無人検査システムの設計・開発	15
1-3-4 事業化の検討	16
1-4 当該研究開発の連絡窓口	16
第2章 本論	17
2-1 車載機情報と安全・事故・故障診断に関する研究	17
2-1-1 日常点検に必要な車載情報との組合せ技術に関する検討	17
2-1-2 車載データの無人検査システム伝送に関する研究	20
2-1-3 情報解析とソフトウェア開発	22
2-2 外観検査システムと安全・事故・故障診断に関する研究	24
2-2-1 屋外において車両外観をセンサーでスキャンする手段の確立	24
2-2-2 キズ・凹みに対する画像認識アルゴリズムの開発	25
2-2-3 三次元計測技術に基づいた凹み検出アルゴリズム	26
2-2-4 二次元画像処理技術に基づいた外観検査アルゴリズム	30
2-3 無人検査システムの設計・開発	36
2-3-1 セキュリティーを含む組合せ技術による高機能システムの組み込み	
2-3-2 総合システムの組み込み開発	40
2-4 事業化の検討	43
2-5 プロジェクトの管理・運営	45
第3章 全体総括	46
3-1 事業化案	47
3-1-1 小規模マンション入居者の共同利用	47
3-1-2 小規模団地住人の共同利用	47
3-1-3 地方商店街の利用者向け共同利用	47
3-1-4 郊外型大学の学生向け共同利用	48
3-1-5 地方行政が導入する次世代自動車の貸出サービス	48

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

(1) 研究開発の背景

現在、我々の置かれている状況は、急激な社会構造、産業構造の変化に対応すべく、且つ、自然災害からの教訓を活かしながら、社会に貢献する事が望まれている。

それは、現在の技術・科学を今までの手法だけを頼る事無く、急激な変化に対応しつつ、成長する戦略を求められているとも考えることができる。

そこで、我々は、次世代自動車を有効に活用する新たなシステムの提案をするものである。これは、2011年の[3.11 災害]にて、残念ではあるが大きく問題提起されてもいる。



又、カーシェアリングを利用する際に、顧客として不安な要素が多々考えられる。これを、図表にしたのが、下図である。

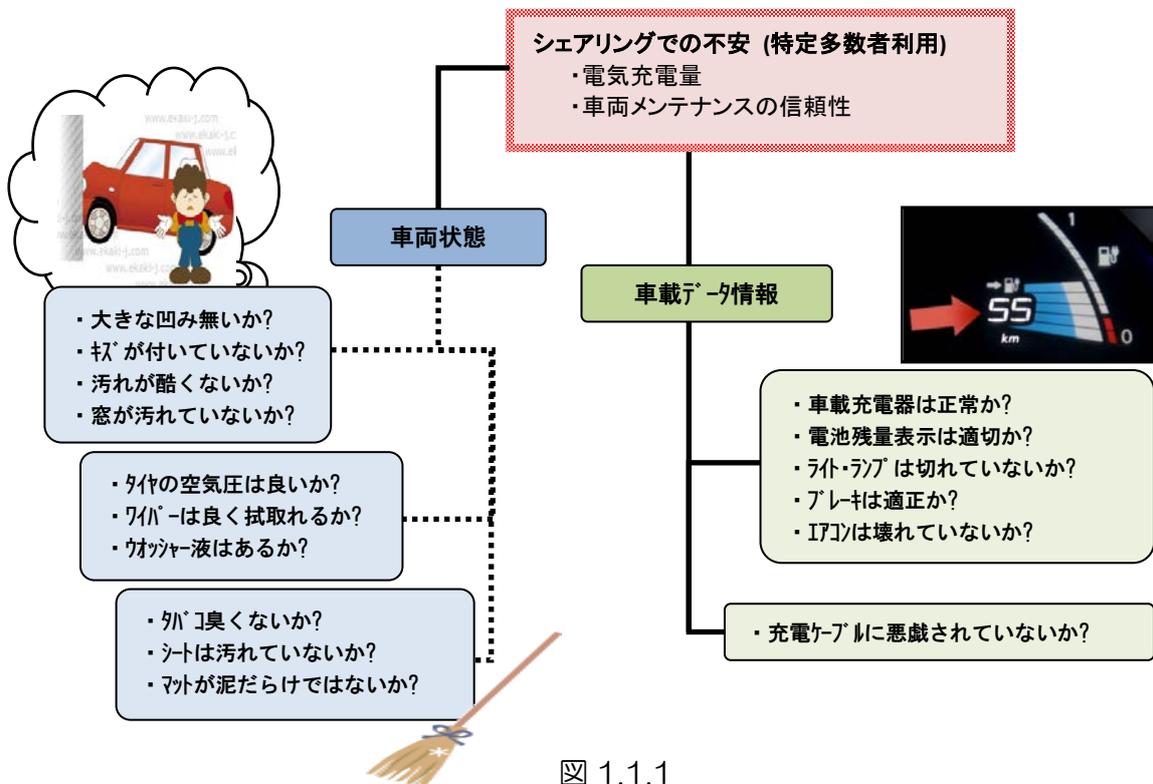


図 1.1.1

上記の事から、シェアリングにおいての不安要素を取除く事が最重要な課題である。そこで、輸送手段の信頼性を確保しながら、運用コストの大幅な低減を可能とするシステム構築を提案する。

これにより、カーシェアリングビジネスの拡大となれば、次世代自動車の普及課題である、充電インフラ整備にも貢献する事になると考えられる。

エネルギー管理の観点から考えても、新ビジネス創出に繋がり、次世代へ続く環境負荷低減の一助になると考えている。

(2) 研究目的及び目標

1) 研究の目的

カーシェアリングにおいて現行では多くの拠点は無人で営業されており、充電等は利用者によって行われるが、自動車の傷や安全性、故障の確認等は一切行われていない。よって、事故や故障などに対する責任の所在も現況では特定できない。これは、安全性や確実な輸送手段としての信頼性メンテナンスが不十分であるということである。

そこで、定期的に人を巡回させたり配置して外観や安全性検査を行うことになるが、このための人件費は、運用コストを押し上げ、ひいては会員の負担となり、カーシェアリング普及の障害となっている。

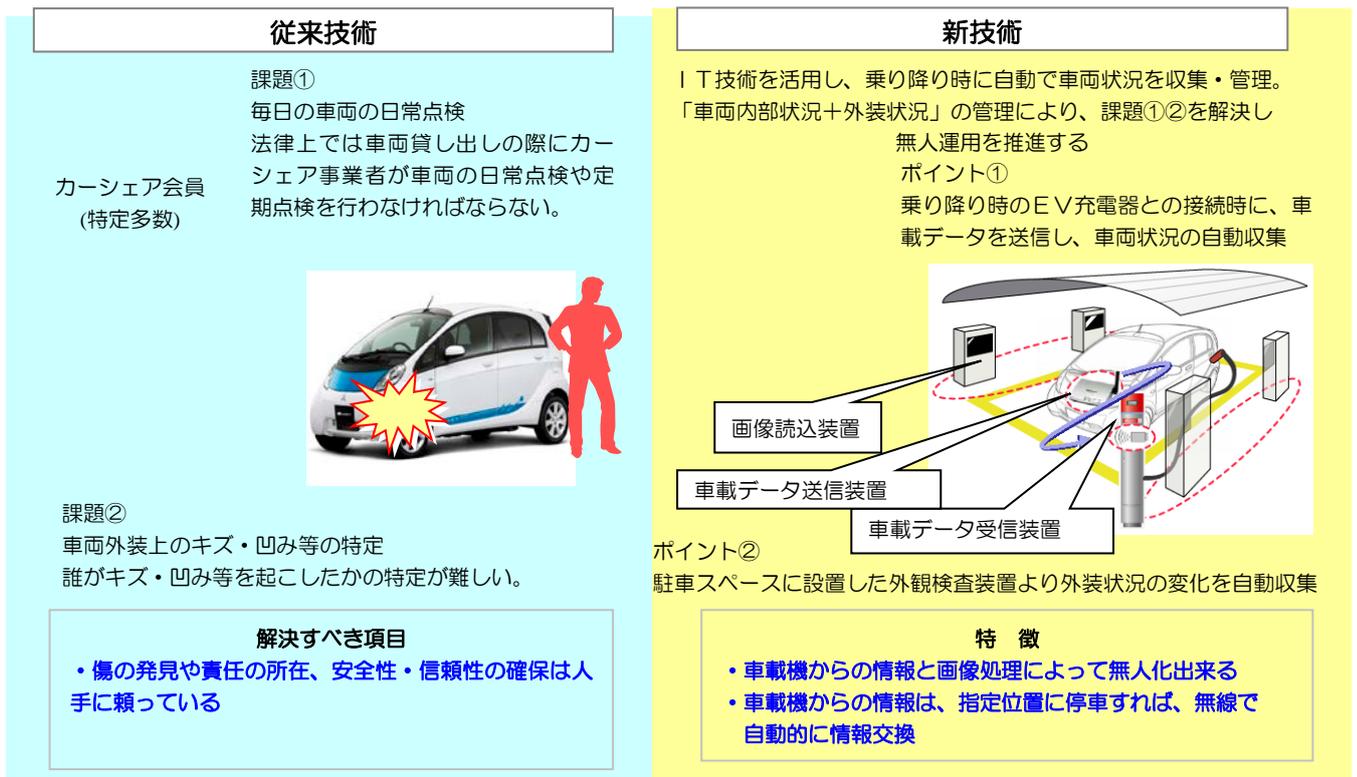
以上で述べたように、駐車場問題、渋滞の緩和、大規模団地高齢化問題、さらには移動の効率化や環境負荷の低減を実現するカーシェアリングの推進には、車両検査を行う拠点の無人化は必須の課題であり、カーシェアリングビジネスの川下企業からの重大なニーズとなっている。

本研究開発では、従来、EV車用カーシェアリング・ステーション（拠点）において人手に頼っていた傷等の外観検査と車載機情報からの安全性・信頼性確認を、充電と同時に無人で検査できるシステムを構築する。

これによる運用コストの大幅な低減と輸送の信頼性確保することにより、カーシェアリングビジネスの拡大を実現する。同時に、EV車の普及も図る。

2) 研究の概要

本開発では、EV車を対象として、画像解析技術を用いた車両外観検査と車載機器からの車両情報の取得によって、信頼性と安全性が保証できる車両検査システムソフトウェアを構築する。これをEV車用充電器に搭載することによって、カーシェアリングステーションの無人運用を実現する。



※この図は、外観検査等の技術的検証を行なうための概念図であり、製品化に際しては更なる装置の小型化の研究を行なうものである

3) 実施内容

①車載情報と安全・事故・故障診断に関する研究

①-1. 日常点検に必要な車載情報とその他情報との組合せ技術に関する検討

【株式会社クリエイト・プロ】

これまでのエンジン車の一般的な点検項目に対し、EV車を代表とする次世代自動車に対応した点検項目が必要であると考えられる。その代表的な理由として、車載駆動系に、新規ユニット(モータ・バッテリー・電力管理 など)が使用されている為である。このような次世代自動車とカーシェアリングに対応した点検項目の問題点の抽出と車載診断装置(On Board Diagnosis)〈以降OBD-IIと呼ぶ〉の診断機能がメーカー独自で定義された部分がある為、車載データと車載データ以外の情報取得について異なるメーカーのEV車両で以下項目毎に調査/検討を行った。

ア) 日常点検に必要な項目/有ると望ましい項目の抽出

次世代自動車であれ、日常点検は「道路運送車両法第47条2」などに規定されている。本規定に基づき次世代自動車の無人点検における点検項目の問題点抽出を行いその解決方法を探った。

イ) 車載データに対応できる項目の洗い出し

OBD-IIから日常点検に必要な項目に対応する車載データが取出せる事を検証する為、異なるメーカーのEV車両と故障診断装置を接続の上、調査/確認を行った。車載Engine Control Unit〈以降ECUと呼ぶ〉との通信を行った結果、ある車両では1500項目(通信可能な項目)以上のデータを確認でき、内、1200項目以上が〈EV車両関連〉である事が確認出来た。これら取得した車載データを各点検項目に置き換え可能であるか否かについて、更に其々の異なる車両で実地検証を行った。その結果OBD-IIの診断機能が、メーカー独自に定義されている為、互換性がなく、メッセージ仕様も明らかに異なる事が、課題として明確となった。EV車両は「電気ではしる」事に差異は無いが、車両新技術である〈電池モジュール〉、〈電池制御〉、〈電力制御〉、〈充電制御〉、〈通信方法〉などの異なる車両の其々の車載データを取得し利用可能な車載データにより対応できる点検項目を導き出す。

ウ) 車載データにて対応出来ない項目の情報取得方法の検討

車載データでは得られない五感・違和感に頼る項目を整理し、対応方法の検討を行った。OBD-IIより入手可能な車載データを用い単独・複合的に活用し代替利用を可能とした。また、各車両固有のデータにおいても車両異常との相関を実証した。

車載データにより代替不可である点検項目においても、補感センサ利用により目処がたった。

①ー2. 車載データの無人検査システム伝送に関する研究

【株式会社クリエイト・プロ】

車両の標準的インターフェースであるOBD-II及びCAN(Controller Area Network)の用途と課題を検証し、データ伝送に関する現状とその問題をまとめた。データ伝送において車両情報の取得タイミングが重要であることが走り中、停車中、駐車中、充電中等と各動作モードにおけるデータ伝送の実測を行った。更に専用検査装置を作成の上、データ伝送の実車検証を行う。

ア)専用検査装置の作成

日常点検の為に車載データ収集において、アドバイザー様の助言により、データ取得のタイミングが重要であることがわかった。また車両情報を走り中、停車中、駐車中、充電中等、各動作モードにおける実測を行い車載データの組合せにより検出出来る様、補正をかけた。また補足すべきデータは何であるかを探り追加した。更に実車検証の為に専用検査装置を作成した。

イ)専用検査装置にてデータ収集のタイミング/時間を実車検証

平成25年度から専用検査装置にてデータ収集のタイミング/時間を実車にて診断トライアルを開始したが、主要点検項目の「DTC」読出しに180秒かかっており、検査時間の短縮が課題であるため、データ収集のタイミングを<走り中> <充電中>に分けることで解決を図る。

DTC発生頻度と車両異常との相関についても更にデータ取得の上、多くのデータにより結論を導く必要がある。また「DTC」のシステムへの活用と利用者への告知においても相関データを基に十分な検討が必要である。

専用検査装置に各種計測モジュールを実装しデバッグ調整を行う。検査項目全般における検出の確立とデータ取得の時間短縮を図り目標値である車載器診断時間60秒を達成する。

①ー3. 情報解析とソフトウェア開発

【株式会社ネオテック】

ア)車両走行時のログデータの解析

車両の通信プロトコルは、CANが使用されている事を確認した。又、診断トラブルコード(DTC)は、5桁のアルファベットと数字から構成されていて、車両搭載コンピューターが問題を認識して、そして認識した場合、DTCは、メモリーに記録される事も確認が出来た。その上、EV車特有のDTCについても細部にわたり検証を行い各車両の固有データのデータ構成を読み取る事が出来た。

車載ライブデータにおいても、車両走行時の各種車載データを解析できた。

イ) 車両走行時のログデータと車両状態の関連性調査

前項ア)での解析情報と整備解説書から、正常時の状態・データを分類精査し、これら取得データの分類と比較を行った。

その結果、車両の挙動と車両走行時の車載データとの相関性についても確認できた。

ウ) ソフトウェア開発

前項ア)イ)により各種車載データと車両状態との相関関係を確認する事が出来た。車両走行時の車載データを基に充電等、関連動作への関わりについてデータ取得を行いソフトウェア開発に着手した。

平成24年度は、全体システムの概要を作成し故障診断システムの処理別機能構成を作成した。機能とデータを、それぞれ相互の関係を検証し、ユースケースを軸とした設計を開始した。

平成25年度においては、個々のモジュールを統合させる為の全体システムでの問題点の抽出とその解決を行い。操作性、脆弱性についても充実を図り目標値である総合検査時間60秒を達成する。

② 外観検査システムと安全・事故・故障診断に関する研究

②-1. 屋外において車両外観をセンサーでスキャンする手段の確立

【国立大学法人名古屋工業大学、株式会社クリエイト・プロ】

ア) 車体全体の計測

自動車の車体は従来3次元計測で対象とされていたものと比べて大型なため、広視野の計測ユニットにより複数台使用して計測を行い、その結果を統合する必要がある。広視野で精度を所定のレベルまで保証するための計測手法の検討と、複数台の計測器の形状データを対応付けるための手法・アルゴリズムの検討が必要である。

平成23年度～平成24年度は、カメラ・プロジェクタからなる計測ユニットを用いて車両の計測実験を行い、問題点を洗い出した。そして、3次元形状計測を高精度化するためのキャリブレーションシステムの設計・開発を実施した。その結果、計測精度が0.88 [mm]から0.42 [mm]に向上し、金属製キャリブレーションボードの有効性が示された。

平成25年度は、引き続きカメラ・プロジェクタからなる計測ユニットの改良を進め、検査精度の向上を目指す。また、より安価な構成で車両検査を可能とするために、プロジェクタの代わりにライン状の光源を用いた3次元計測器（走査式広視野外観検査装置）を構築し、その有効性を検証する。

イ) 他手法による計測システムの適用可能性を検討

TOFカメラや4Dライトフィールドカメラなどについて、システムへの適用可能性を検討する。

平成23年度は4Dライトフィールドカメラ、平成24年度はTOFカメラを用いた車両の3次元形状計測用基礎実験を行い、システムへの適用可能性を検討した。その結果、他の3次元計測手法で得られた局所的な計測データの位置合わせや、傷検査用2次元画像処理での検査領域の切り出しおよび検査位置の特定が可能となることがわかった。

平成25年度はTOFカメラを用いた計測の追加実験を実施し、TOFカメラを他の計測手法との組み合わせることの可能性を探る。

ウ) 屋外での使用に耐えうる撮影環境の検討

カーシェアリングステーションでの検査を実現するため、外乱光、天候などの各種条件への対策が必要である。ドームで覆うなどの対策を取り外乱を抑制した上で、安定してキズ・凹みを検出するための撮影環境を検討する。その際、洗車・乾燥された後の車両を対象として検討する。

平成23年度は、株式会社クリエイト・プロで車両実験室（環境構築装置）を構築した。また、国立大学法人名古屋工業大学では、パイプ車庫を用いた屋外の計測環境を構築し、計測の予備実験を実施した。平成24年度は、両実験環境で車両の計測実験を行い、各種の外乱・環境変動が計測結果に与える影響を調査した。その結果、プロジェクタ・カメラを使用した3次元計測では、環境光が強くなるほど計測精度が低下することが確認された。

平成25年度も、引き続き同様の車両計測実験を行い、実験データの蓄積を進める。

②-2. キズ・凹みに対する画像認識アルゴリズムの開発

【国立大学法人名古屋工業大学】

画像取得方法の検討ならびに画像処理アルゴリズムを開発

ア) 各種のキズ・凹みを実車にて確認し車両の色、形状による有害なキズ・凹みの定義を検証

イ) 車両の色・形状の違いに対応したキズ・凹み検出アルゴリズムの検討

・2次元画像処理による検出手法の検討

・3次元形状に基づく検出手法の検討

ウ) 短時間で車両全体の外観検査を可能とする高速演算処理を組み込むソフトウェアを開発

以上により計測システムの適用可能性を検討の上、屋外での使用に耐え得る短時間での車両外観検査を実現する。

《目標値》外観検査時間：60秒を達成する。

平成23年度は車両のキズサンプルの収集・整理を行うと共に、②-1で示したように計測器と計測環境の構築、および3次元形状計測手法の開発を実施した。

平成24年度は構築した計測器・環境を用いてキズサンプルの計測実験を行い、キズ・凹み検出アルゴリズムの開発を実施した。車両（赤）のドア1枚分に対し傷検出アルゴリズムの精度評価実験を実施したところ、局所分散微分投影ヒストグラ

ムを用いることで、誤検出率9.9%、未検出率10.5%の精度が得られることを確認した。また、複数の異なる車両を購入し、評価実験用サンプルの充実を図った。

平成25年度はキズ・凹み検出アルゴリズムの改良を行い検出精度の向上を目指すと共に、複数の異なる車両サンプルに対して評価実験を実施する。また、検査アルゴリズムの高速化を進め、目標値である外観検査時間60秒を達成する。

③ 無人検査システムの設計・開発

無人で日常点検と車両外観検査を可能とすると同時に充電・課金・安全を併合する高性能なサービスロボット用ソフトウェアを開発する。

また、OS起動時の動作、待ち受け画面、操作画面、EV充電中画面、EV充電完了画面のアプリケーション側の動作テスト、CPLT動作制御、電流センサー読み取りの充電機能側との連係動作テスト等をソフトウェア評価機関に依頼する。

これらの結果を取りまとめ、現実に則した環境下でのシステム構築を行う。

③-1. セキュリティーを含む組合せ技術による高機能システムの組込み開発

【株式会社クリエイト・プロ、国立大学法人名古屋工業大学、株式会社ネオテック】

ア) 個人認証及び車両認証と画像処理による組合せ技術による高機能システムの検討

イ) セキュリティーにおける外観検査装置の付加価値利用の検討

③-2. 総合システムの組込み開発

日常検査と車両外観検査との突き合せ技術を備えた統合システムの組込み開発

【株式会社クリエイト・プロ、国立大学法人名古屋工業大学、株式会社ネオテック】

ア) データ及びその他付加情報と充電情報及び車両外観検査システムの安全・事故・故障診断に関する突き合せの検討

イ) 上記を備えた総合システムの組込み開発

《目標値》

車載器と外観検査の総合検査時間：60秒

外観検査 検出 傷 長さ : 100mm

外観検査 検出 傷 面積 : 100mm²

外観検査 検出 傷 凹み大きさ：φ100mm

外観検査 検査装置と車のずれ : 500mm を達成する。

④ 事業化の検討

本研究開発成果を用いた「EVカーシェアリング用無人ステーション車両検査システム」販売への事業化に向け、実用化に求められる技術的要素やコスト面等に関するユーザー企業のニーズ把握を踏まえ、事業化計画の検討を行う。また、本事業によって開発したEV・PHVの車載情報の収集および処理技術で製造したEV・PHVの日常点検の為に診断装置やEV・PHVのカーシェアリング利用可能な充電設備への組み込みソフトウェア技術で製造した次世代型充電設備等について、川下事業者に対しサンプルを提供し、評価を得ることで実用化に向けた仕様等を検討する。

⑤プロジェクトの管理・運営

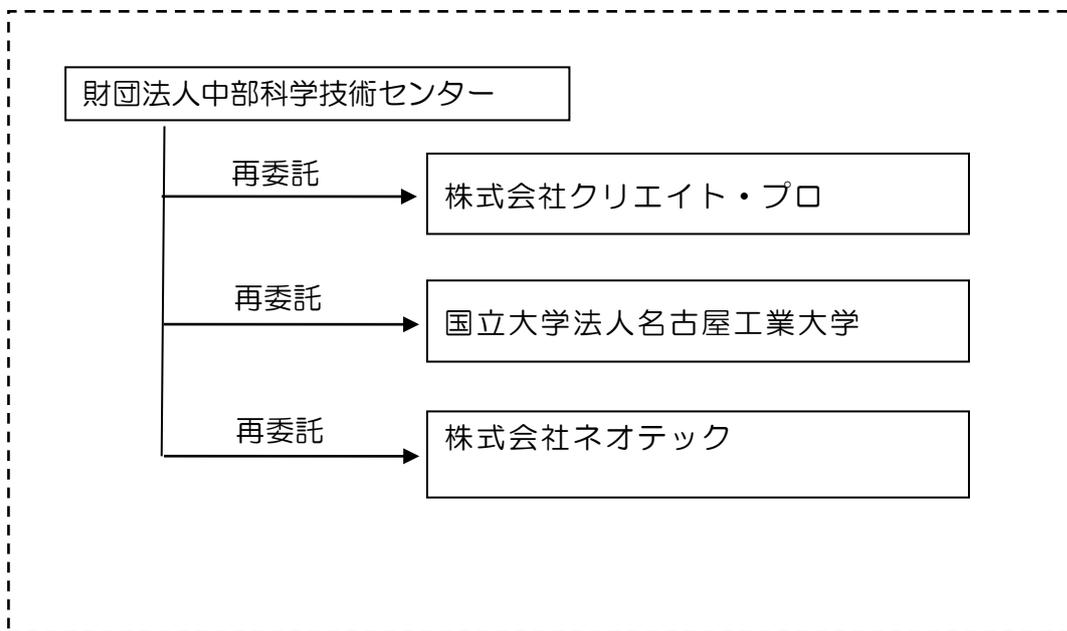
【担当:公益財団法人中部科学技術センター】

本研究の円滑な推進を図るため、研究開発委員会の運営、各研究開発項目の課題抽出、検討、研究成果の評価等プロジェクトの管理運営を行う。

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

1) 研究組織 (全体)

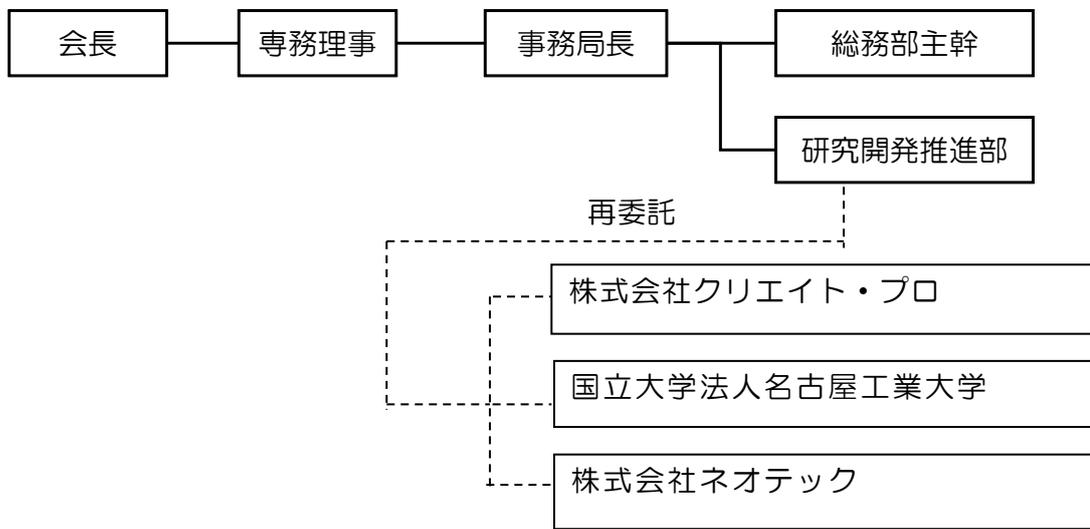


<p>総括研究代表者 (PL)</p> <p>株式会社クリエイト・プロ 代表取締役社長 神尾 弘哉</p>	<p>副総括研究代表者 (SL)</p> <p>国立大学法人名古屋工業大学 大学院 教授 梅崎 太造</p>
---	--

2) 管理体制

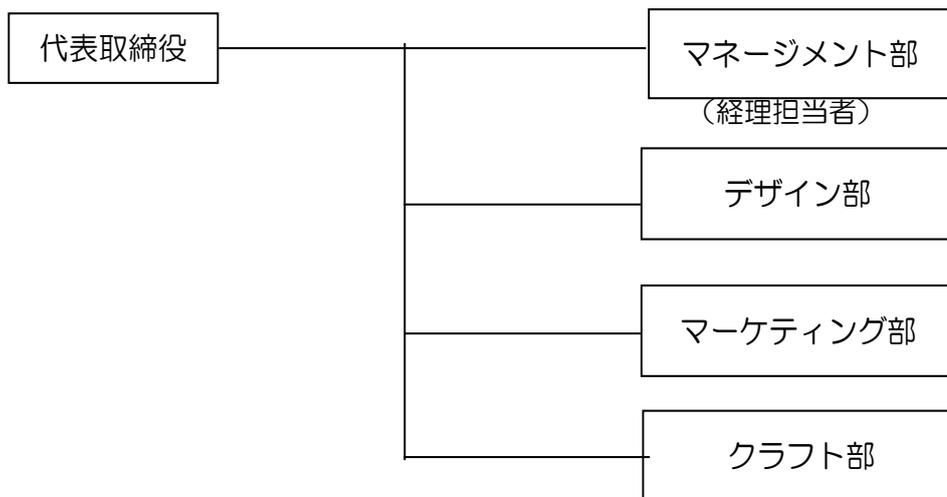
①事業管理者

公益財団法人中部科学技術センター

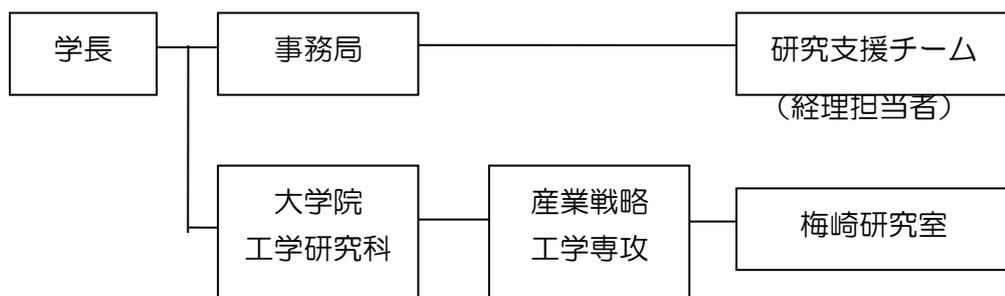


②（再委託先）

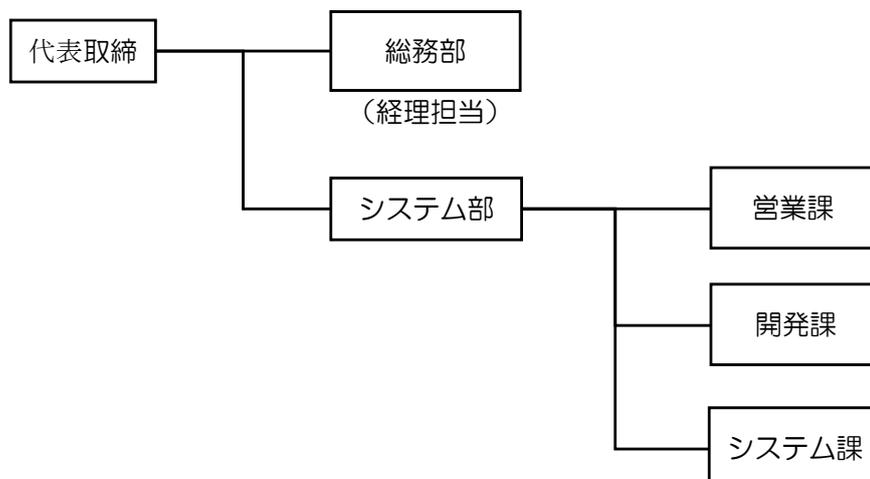
株式会社クリエイト・プロ



国立大学法人 名古屋工業大学



株式会社ネオテック



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】公益財団法人中部科学技術センター

① 管理員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
廣瀬 亘	研究開発推進部長	⑤
福嶋 昭	研究開発推進部 担当部長	⑤
宮島 和恵	研究開発推進部 主任	⑤
高須 容功	研究開発推進部 主任	⑤
宮崎 久美子	研究開発推進部 担当	⑤

② 研究員

【再委託先】

株式会社クリエイト・プロ

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
神尾 弘哉	代表取締役社長	①②③④
青木 信夫	取締役	①②③④
安田 明弘	取締役	①②③④
加納 弘	デザイン部 部長	①②③
山内 規弘	デザイン部 課長	①②③
澤田 慎一	デザイン部 係長	①②③④
磯村 隆之	デザイン部	①②③
岡田 隆宏	デザイン部	①②③④
櫻木 勇介	デザイン部	①②③④
石川 弘明	デザイン部	①②③④
橋野 みさか	デザイン部	①②③④
八木 一郎	デザイン部	①②③④

国立大学法人名古屋工業大学

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
梅崎 太造	教授	②③
田口 亮	助教	②③

株式会社ネオテック

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
岡田 功二	代表取締役	①③
三田村 実	システム部 開発課 課長	①③
安藤 吉秀	システム部 システム課	①③
村上 正和	システム部 システム課	①③
清水 康司	システム部 開発課	①③
川澄 義則	システム部 システム課	①③
中津 和彦	システム部 システム課	①③
坂口 猛	システム部 システム課	①③

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

公益財団法人中部科学技術センター

(経理担当者) 総務部 主幹 山本 清

(業務管理者) 研究開発推進部長 廣瀬 亘

(再委託先)

株式会社クリエイト・プロ

(経理担当者) マネージメント部 杉山 彰利

(業務管理者) 代表取締役社長 神尾 弘哉

国立大学法人名古屋工業大学

(経理担当者) 研究支援課 係員 真木 亮

(業務管理者) 産業戦略工学専攻 教授 梅崎 太造

株式会社ネオテック

(経理担当者) 総務部 岡田 賀代子

(業務管理者) 代表取締役 岡田 功二

1-3 成果概要

本研究開発では、EV車を対象として、画像解析技術を用いた車両外観検査と車載機器からの車両情報の取得によって、信頼性と安全性が保証できる車両検査システムのソフトウェアを構築する。これをEV車用充電器に搭載することによって、カーシェアリングステーションの無人運用を実現するため、以下の研究を行い、事業化計画の検討を行った。

1-3-1 車載機情報と安全・事故・故障診断に関する研究

1-3-1-1 日常点検に必要な車載情報とその他情報との組合せ技術に関する検討
カーシェアリングにおいて必要な点検項目の特定を行った上で、車載データを用いた単独・複合的に活用した解決策を求め成立性を確保した。

1-3-1-2 車載データの無人検査システム伝送に関する研究

車両の標準的インターフェイスであるOBD-II及びCAN(Controller Area Network)の用途と課題を検証し、データ伝送に関する現状とその問題をまとめた。データ伝送において車両情報の取得タイミングが重要である。ことが分り走行中、停車中、駐車中、充電中等と各動作モードにおける。データ伝送の実測を行った。更に専用検査装置を作成の上、データ伝送の実車検証を幾度と行い補正をかけた。これまで取得したデータ及び検証内容を基に、車両メーカーの方向性に合致した機器開発及びシステム構築を行った。専用検査装置に各種計測モジュールを実装し、デバッグ調整を行い、検査項目全般における検出の確立とデータ取得の時間短縮を図り、目標値である車載器診断時間60秒を達成した。

1-3-1-3 情報解析とソフトウェア開発

車載データの解析を行い、車両の通信プロトコルを確認した。
また、車両走行時の診断トラブルコードを解析し、メモリー上に記録されることが確認できた。
さらにEV車特有のDTCについても検証を行い、各車両の固有データを解析した。上記結果を踏まえ、個々に作成されたデータ(車載データ、車載データ)の解析モジュール(プログラム)を統合させ、「故障診断システム」として、まとめ上げることができた。
また、同時に全体システムとしての問題点の抽出とその解決を行い、操作性、脆弱性についての充実を図った。

1-3-2 外観検査システムと安全・事故・故障診断に関する研究

1-3-2-1 屋外において車両外観をセンサーでスキャンする手段の確立

プロジェクタ・カメラシステムによる3次元計測技術を用いた車両凹み検査システムと、湾曲照明とカメラを用いた2次元画像処理に基づく車両外観検査システムを開発した。3次元計測技術を用いた車両凹み検査システムは暗所において高精度な検査

が可能であり、屋外の場合は夜間、屋内であれば照明下での検査が可能である。2次元画像処理に基づく車両外観検査システムは直射日光が入らない環境であれば屋外での検査が可能であることが確認された。

1-3-2-2 キズ・凹みに対する画像認識アルゴリズムの開発

3次元計測技術を用いた車両の凹み検査アルゴリズムを開発した。提案手法は事前に計測した車両の3次元形状と、車両返却時に計測した3次元形状を比較することにより、凹みを検出する。形状比較時の計測点を削減することにより、撮影から凹み検出までを60[sec]以内で完了できた。

さらに、2次元画像処理に基づく傷、凹み検出アルゴリズムを開発した。提案手法は、画像輝度値の局所分散によりキズ強調することで、およそ15[mm]、90[mm²]程度の傷や凹みをリアルタイムで検出でき、計画書の目標値が達成できた。また、照明の歪み情報を用いることで、傷や凹みの位置も取得することが可能であり、ドアハンドルなどの車両装飾品や前回発見された傷・凹みを検査から除外することで、誤検出を抑制することができた。

1-3-3 無人検査システムの設計・開発

1-3-3-1. セキュリティーを含む組合せ技術による高機能システムの組み込み開発

次世代自動車としての充電を併合する安全・安心を確保し評価を行った。これらの結果を取りまとめ、現実にはした環境下でのシステム構築を行う。個人認証及び車両認証と画像処理による組合せ技術による高機能システムの検討を行い、2次元外観検査装置にて背景差分法による車両進入判定を確立した事に加え、車両内部診断においてWi-Fi接続による車両情報読出しを確立した車両の固有情報である車台認識番号を読み出しリアルタイムな外観検査を可能にした。

これにより、無人で日常点検と車両外観検査を可能とする高性能なサービスロボット用ソフトウェアを開発した。

また、車両の進入判定を無人の車両監視に應用できる目途を立てた。

1-3-3-2. 総合システムの組み込み開発

車載データとその他付加情報/充電情報及び車両外観の検査情報により車両の日常点検を可能とする検査装置の試作を行った。

《目標値》車載器と外観検査の総合検査時間	：	60秒	
外観検査 検出 傷 長さ	：	100mm	
外観検査 検出 傷 面積	：	100mm ²	
外観検査 検出 傷 凹み大きさ	：	φ100mm	
外観検査 検査装置と車のずれ	：	500mm	をほぼ達成した。

1-3-4 事業化の検討

【株式会社クリエイト・プロ】

本研究開発成果を用いた「EVカーシェアリング用無人ステーション車両検査システム」販売への事業化に向け、実用化に求められる技術的要素やコスト面等に関するニーズ把握を踏まえ、事業化計画の検討を行った。

川下企業に、小規模な完結型システムを提案し、評価を得ながら実用化していく。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

①事業管理機関

住所：〒460-0011 愛知県名古屋市中区大須1丁目35番18号
名称： 公益財団法人中部科学技術センター
代表者役職・氏名： 会長 宮池 克人
Tel: 052-231-3043 Fax: 052-204-1469
E-mail: info@cstc.or.jp

連絡担当者所属役職・氏名：研究開発推進部長 廣瀬 亘
Tel:052-231-3549 Fax:052-204-1469
E-mail:t.nagata@cstc.or.jp

②総括研究代表者（PL）

(フリガナ)：カミオ ヒロヤ
氏名：神尾 弘哉
所属組織名：株式会社クリエイト・プロ
所属役職：代表取締役社長
Tel：0568-71-1919
Fax：0568-71-1920
E-mail：kamio@c-pro.co.jp

③副総括研究代表者（SL）

(フリガナ)：ウメザキ タイゾウ
氏名：梅崎 太造
所属組織：国立大学法人名古屋工業大学大学院
所属役職：教授
Tel：052-735-7450
Fax：052-735-7450
E-mail：omezaki@nitech.ac.jp

第2章 本論

2-1 車載機情報と安全・事故・故障診断に関する研究

2-1-1 日常点検に必要な車載情報とその他情報との組合せ技術に関する検討

我が国における自動車保有台数は、7,900万台を超え、まさに日々の生活と社会・経済活動に欠くことのできないものとなっている。また、近年、自動車は電子制御を用いた新技術の採用により益々高度化しており、より便利なものになっている。一方、交通事故や環境問題は依然として大きな社会問題になっており、安全で環境負荷の小さい車社会の確立が求められているところである。

自動車は数多くの様々な部品で構成された機械であるため、使用に伴い、また時間の経過によって劣化・磨耗が進み、その構造や装置の性能が低下するので、点検整備を怠れば、故障や排出ガスの増加、燃費の消費等を招きかねない。例えば、タイヤの空気圧が不足すれば安全上のトラブルを引き起こす恐れがあるだけでなく、燃費の悪化にもつながる。自動車を常に良好な状態で使用する為には、使用者が責任をもって常日頃から自動車の状態を把握し、適切に維持することが重要である。

そこで、道路運送車両法により、整備の実施が示されている（下記、記述参照）

- **道路運送車両法（昭和二十六年六月一日法律第百八十五号）「第四十七条の二第一項」（日常点検整備）第四十七条の二** 自動車の使用者は、自動車の走行距離、運行時の状態等から判断した適切な時期に、国土交通省令で定める技術上の基準により、灯火装置の点灯、制動装置の作動その他の日常的に点検すべき事項について、目視等により自動車を点検しなければならない。
 - 次条第一項第一号及び第二号に掲げる自動車の使用者又はこれらの自動車を運行する者は、前項の規定にかかわらず、一日一回、その運行の開始前において、同項の規定による点検をしなければならない。
 - 自動車の使用者は、前二項の規定による点検の結果、当該自動車が保安基準に適合しなくなるおそれがある状態又は適合しない状態にあるときは、保安基準に適合しなくなるおそれをなくするため、又は保安基準に適合させるために当該自動車について必要な整備をしなければならない。これらを踏まえ、日常点検に必要とされる項目・望ましい項目を抽出する。

■点検項目の問題点の抽出と解決

自動車の安全・環境性能の向上の必要性が高まっている事もあるが、なによりも、ユーザーが優れた安全・環境性能を享受し続けるためには、使用過程時においてもその性能を維持することが必要であり、適切な点検整備の実施体制を確保することが重要である。これらを「従来型の一般的な点検項目」「新技術や次世代自動車に対応した点検項目」に加えカーシェアリングにおける「あると嬉しい点検項目」とに纏めた。

法令により定められている定期点検整備は、予防整備であり、自動車の各部の損耗や劣

化の状況などをチェックし、必要な予防的整備を行うことにより、その後の車の保安基準適合性（安全性）を確保するために行うものである。

自動車は数万点にも及ぶ機械部品、電子部品、油脂類などによって作られている。これらは保安・機能の両面で「使用に伴って摩耗損傷するもの」、「使用状況に関係なく経時劣化するもの」、「使用しないために劣化するもの」に区分でき、走行距離の多少によらないものもあるが、使用に伴って劣化する部分が多々ある。

自動車の整備は、過剰であっても過少であってはならないが、故障する前に行う適切な予防的な点検整備は、経済的に車の性能・機能を維持し、安全面・公害面さらには省エネルギーの面でも効果を発揮し、車の維持費を低減させるものである。

2003年1月に閣議決定された構造改革特別区域基本方針では、「環境にやさしいレンタカー型カーシェアリングのための無人貸し渡し可能化事業」が盛り込まれている。

これを踏まえ、国土交通省は、同年4月28日、「構造改革特別区域法に係る環境にやさしいレンタカー型カーシェアリングを行うための道路運送法第80条第2項による申請の取り扱いについて」を地方運輸局長等に通知し、取り扱いを制度化している。

この制度では、レンタカー型カーシェアリング事業を進める際、情報技術（IT）等の活用により、車両の貸し渡し状況や整備状況を適格に把握できると認められる場合には、無人での事務所での貸し渡しを許可し、借受人に対して貸渡証の交付を行わなくても良いこととする。利用者の利便性を高め、事業者の負担を減らす措置である。

なお、車両の例示は、次のとおりである。

- 天然ガス自動車(CNG自動車)
- 電気自動車
- ハイブリッド車
- メタノール自動車等

■道路運送法 80 条第 1 項及び同法施行規則 52 条の規定に基づく自家用自動車の有償貸渡許可等の取扱いについて

自家用自動車有償貸渡し（レンタカー）を業とする者の取扱い基準

貸渡自動車はその配置事務所に存するか、それ以外の事務所に一時的に存するかにかかわらず、当該配置事務所において貸渡し状況、整備状況等車両の状況を把握し、適確な管理を実施しなければならない。

尚、レンタカー型カーシェアリングを行う場合であって、IT等の活用により車両の貸渡し状況、整備状況等車両の状況を適確に把握することが可能であると認められた時には、この限りではない。

以上、日常点検に必要なと考えられる項目を抽出し、以下(表 2.1.1)に纏めた。

表2.1.1 日常点検に必要な車載情報との組合せ技術に関する検討

点検項目	日常点検	次世代自動 車に搭載した 点検項目	カーシェアリ ングに搭載し た点検項目	信号名	物理量	通信周期	分解能	動作状態					
								車両状態			充電状態		
								キー IG-OFF	キー ACC	キー IG-ON	Ready	普通充電	急速充電
ブレーキランプの点灯状態	○			Brake lamp	on/off	20ms	-	-	-	○	○	-	-
ヘッドランプの点灯状態	○			Head lamp	on/off	40ms	-	-	-	○	○	-	-
ウインカーの点灯状態	○			R/L turning lamp	on/off(R,L)	40ms	-	-	-	○	○	-	-
車載充電時の印加電圧		○		onboard charge voltage	100/200V	100ms	-	-	-	-	-	○	-
車載充電の使用状況		○		onboard charge status	on/off	100ms	-	-	-	-	-	○	-
急速充電の使用状況		○		Quick charge status	on/off	100ms	-	-	-	-	-	-	○
積算走行距離(メータ内)		○	○	Odometer	0~1,999,999km	100ms	1km	-	-	○	○	-	-
走行時の出力		○		EV Power	-100~500kw	20ms	10w	-	-	-	○	-	-
充電率		○		State of Charge(soc)	-5~120%	100ms	0.50%	-	-	○	○	○	○
車体ID			○	VIN(Vehicle ID)	17characters	100ms	-	-	-	○	○	○	○
車速		○	○	Velocity	0~510km/h	100ms	1km/h	-	-	○	○	-	-
ブレーキの液量	○												
エアコンの状態			○	A/C SW	on/off	100ms	-	-	-	-	○	-	-
				(外気温センサー)									
				(内気温センサー)									
DTC	モータ(MCU)		○		ok/dtc	-	-	-	○	○	○	○	
	駆動用バッテリー(BMU)		○		ok/dtc	-	-	-	○	○	○	○	
	車載充電器(OBC)		○		ok/dtc	-	-	-	-	-	-	○	
	EV ECU		○		ok/dtc	-	-	-	○	○	○	○	
	ABS/ASC	○			ok/dtc	-	-	-	○	○	○	-	
	4WS/EPS	○			ok/dtc	-	-	-	○	○	○	-	
	A/C	○			ok/dtc	-	-	-	○	○	○	-	
	COMP&HTR	○			ok/dtc	-	-	-	○	○	○	-	
	メータ	○			ok/dtc	-	-	-	○	○	○	-	
	ETACS	○			ok/dtc	-	-	○	○	○	○	○	
	エアバッグ	○			ok/dtc	-	-	-	-	○	○	-	
	キーレス	○			ok/dtc	-	-	○	○	○	○	○	
LIN	○			ok/dtc	-	-	-	○	○	○	○		
ブレーキの液量	○								○	○			
ブレーキペダルの踏みしろ	○								○	○			
ブレーキの効き	○								○	○			
低速及び加速の状態	○								○	○			
冷却水の量	○								○	○			
ウインドウォッシャの液量	○			(補感センサ)					○	○			
タイヤの空気圧(含むスベア・タイヤ)	○			(補感センサ)					○	○			
駐車ブレーキレバー引きしろ	○								○	○			
バッテリーの液量	○								-	-			
タイヤの亀裂、損傷及び異常な摩耗	○			(問診)					-	-			
タイヤの溝の深さ	○			(問診)					-	-			
ランプ類のレンズの汚れ、損傷	○								○	○			
ウインドウォッシャの噴射状態	○								○	○			
ワイパーの拭きとり状態	○								○	○			
室内/シートの煙草害	○			(補感センサ)					○	○			

2-1-2 車載データの無人検査システム伝送に関する研究

これまで取得したデータ及び検証内容を基に、車両メーカーの方向性に合致した無線による機器開発及びシステム構築を行った。専用検査装置に各種計測モジュールを実装した。検査項目全般における検出の確立とデータ取得の時間短縮を図った。日常点検の為の車載データ収集において、データ取得のタイミングが重要であることがわかった。これにより車両情報を走行中、停車中、駐車中、充電中等、各動作モードにおける実測を行い車載データの組合せにより検出出来る様、補正をかけた。また補足すべきデータは何であるかを探り追加した。更に実車検証の為の専用検査装置を作成し各種計測モジュールを実装し調整を行った。専用検査装置を含む全体システム構成の概要を図に記す。

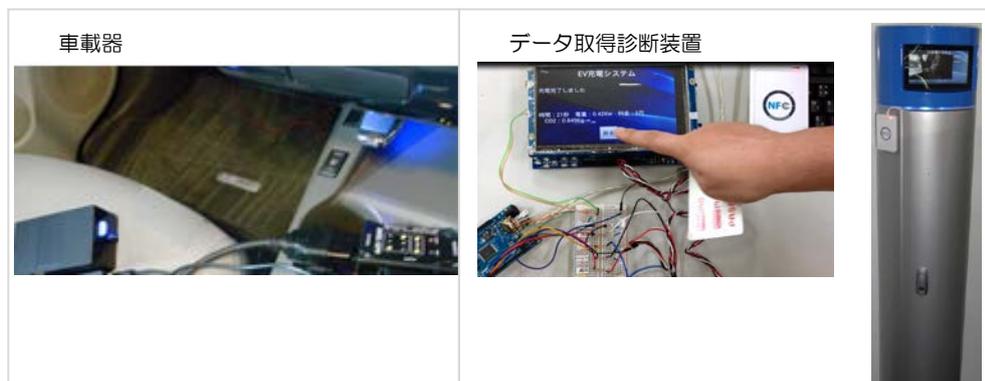
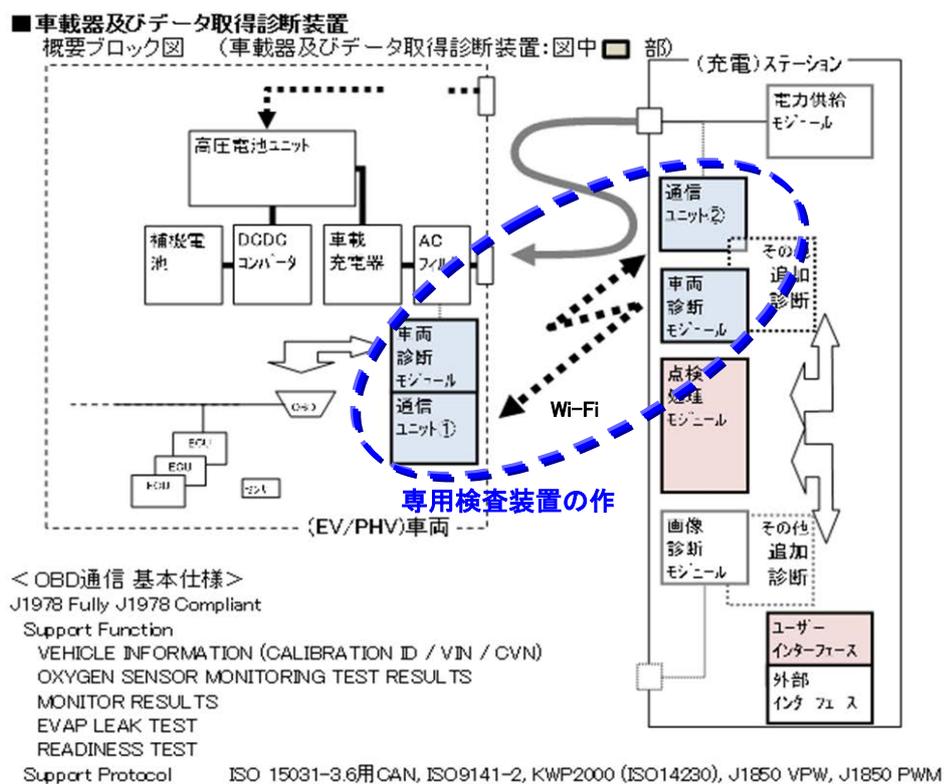


図 2.1.1 専用検査装置 概要ブロック



図 2.1.2 車載器及びデータ取得装置伝送の様子

専用検査装置に各種計測モジュールを実装しデバッグを行った様子を示す。

車載器は、OBD（車載式自己診断装置）の入出力コネクタと接続して車両の CAN ネットワークより車載情報を取得している。

また、充電スタンドにデータ取得装置を組込む為、充電機能も併設している。

■専用検査装置にてデータ収集のタイミング/時間を実車検証

平成25年度から専用検査装置にてデータ収集のタイミング/時間を実車にて診断トライアルを開始したが、主要点検項目の「DTC」読出しに180秒かかっており、検査時間の短縮が課題であった、データ収集のタイミングを<走行中> <充電中>に分けることで解決を探った。DTC発生頻度と車両異常との相関についても更にデータ取得の上、多くのデータにより結論を導く必要がある。また「DTC」のシステムへの活用と利用者への告知においても相関データを基に検討をおこなった。平成25年度は、検査項目全般における検出の確立とデータ取得の時間短縮を図り目標値である車載器診断時間60秒を達成した。

OBD-II に接続を行い自動車の ECU など車載制御システムの診断やソフトウェアの書き換えを行う「診断器」については自動車関連業界の製品であり常時設置するものではなかった為、これまではゲートウェイ(GW)という考え方を採用されてこなかったが「EV カーシェアリング用無人ステーション車両検査システム」における車載器及びデータ取得装置では、Gateway を車載器に実装する検討が必要であるとのアドバイスをアドバイザーから頂いた。カーシェア用の Gateway を車載器に実装することによりデータ収集のタイミングを充電中以外の充電前や場合により走行時におけるデータ収集、またはデータ収集のための事前処理を実現する為に必要な場合がある。今後は事業化に向けて川下企業である車両メーカーと調整が必要な部分である。(図 2.1.2-3)



図 2.1.3 カーシェアリングGateway

	目標	成果
検査時間	60 (秒)	58 (秒)

データ収集のタイミングを、〈走行中〉・〈充電中〉また〈停車中〉に分ける事で解決の目途を立た

2-1-3 情報解析とソフトウェア開発【株式会社ネオテック】

本研究では、車載データの解析を行いその取得の確認を受けて、EV 車特有の車載データに限定して、更なる詳細な検証を行い、そのデータが取得可能かの研究を行った。

さらに、異常値を発生させ、そのデータが実際に取得可能かどうかの研究を行った。また、実際に車両との通信を行い、データ取得が可能となる「無線送装置」の開発を受けて個々に作成されたデータ（車載データ、車両ライブデータ）の解析モジュール(プログラム)を統合させ、「故障診断システム」として、まとめ上げた。

また、同時に全体システムとしての問題点の抽出とその解決を行い、操作性、脆弱性についての充実を図った。

診断項目の層別を行い、各々の項目においての診断内容を設計し、処理の全体構成図を作成した。

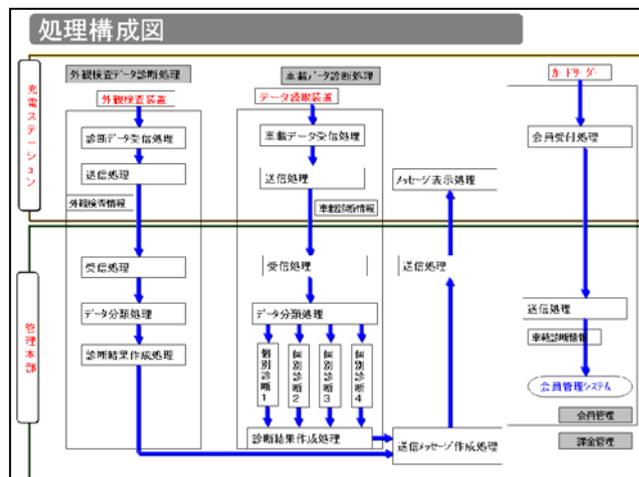


図 2.1.4 処理構成図

また、統合のための全体システムの問題点の洗い出し車載情報を利用する全体システムを構築する上で、発生するであろう問題点を抽出し、その解決策を検討、解決した。

車載情報を無線送装置にて取得し、処理端末に送信する場合の手順（送信プロトコル及び送信フォーマット）を送信側、受信側にて一定の約束事として決定しないと、送受信ができないのは周知の事実であるが、その手順を取り決め、詳細を決定するこ

とによって今までの個別モジュールを結合することができる。

- 通信タイミング
- 通信プロトコル
- 通信フォーマット
- リトライ回数 等々

また、全体イメージをさらに明確にするために運用面からのアプローチを行い、シェアリングとしての運用イメージを作成した。

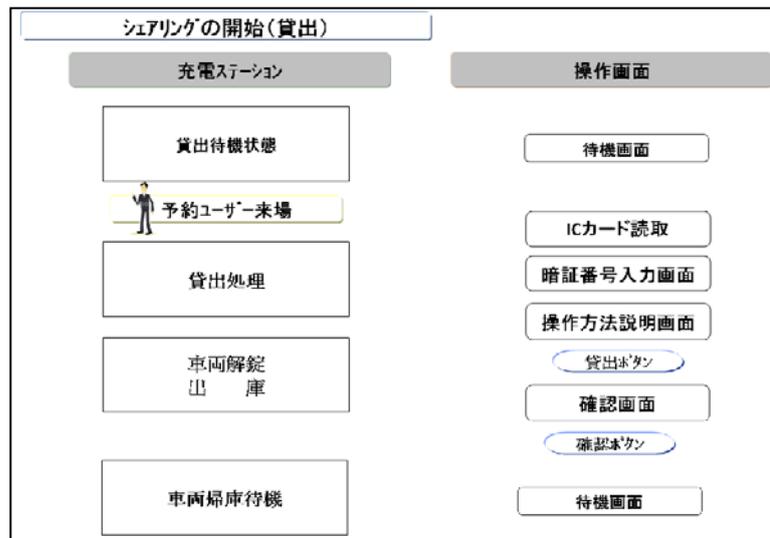


図 2.1.5 シェアリング貸出時のフロー

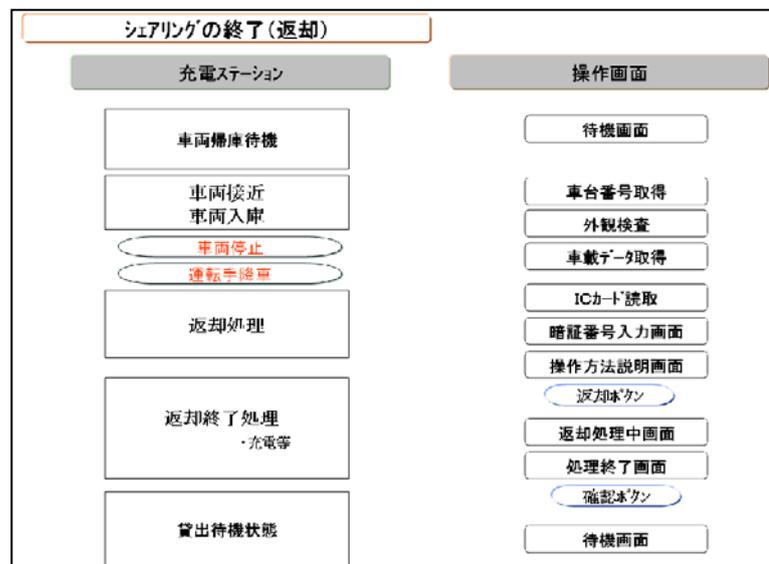


図 2.1.6 シェアリング返却時のフロー

2-2 外観検査システムと安全・事故・故障診断に関する研究

2-2-1 屋外において車両外観をセンサーでスキャンする手段の確立

(ア) 複数の固定計測ユニットによる車体全体の計測

平成 25 年度に提案した車両外観検査システムの全体像を図 2.2.1 に示す。車両の前方と後方は各 2 台の 3 次元計測器により、凹み検査を実施する。そして車両側面については 2 台の傷検査装置でキズと凹みの検査を実施する。これにより、車両全周の外観検査をより安価に実現することが可能となる。

傷検査装置は固定式であり、車両を検査する場合には、装置の横を車両が通過しなければならない。そのため、車両の側面は検査できても、前面や後面を検査することはできなかった。そこで、平成 25 年度は自動ステージを用いることで装置自体を走査させ、車両の前面や後面を検査可能な「走査式広視野外観検査装置」を構築した。以下、3次元計測を用いた外観検査装置を「3次元外観検査装置」、傷検査装置や走査式広視野外観検査装置など、2次元画像処理に基づいた外観検査装置を「2次元外観検査装置」と呼ぶ。外観検査装置と走査式広視野外観検査装置の外観を図 2.2.2、図 2.2.3 に示す。

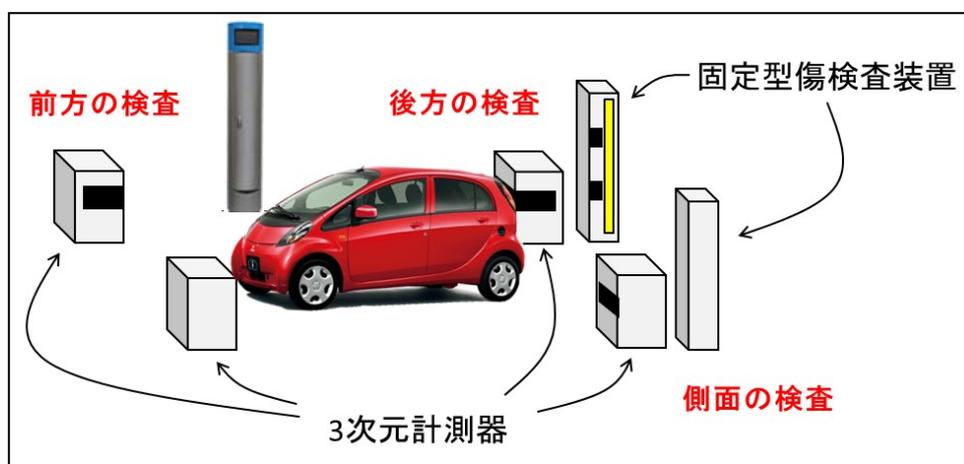


図 2.2.1 外観検査システムの全体像

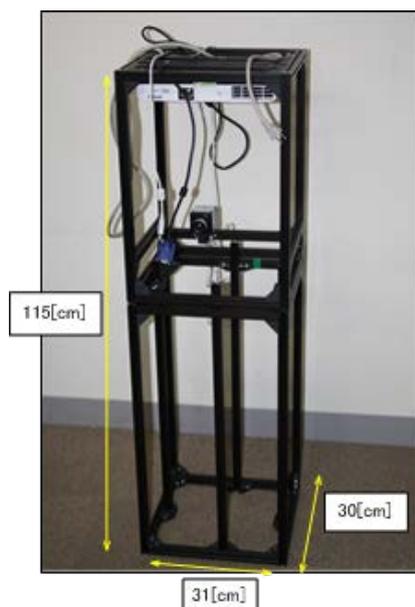


図 2.2.2 外観検査装置



図 2.2.3 走査式広視野外観検査装置

(イ) 他手法による計測システムの適用可能性を検討

スイスの MESA 社製の赤外線 TOF 方式 3次元距離測定カメラ「SR4000」を、我々が提案する検査手法と組み合わせて利用することの有効性について検討した。TOF カメラでは、車両そのものの有無を安定的に取得することが可能であるため、外観検査装置と組み合わせることで、TOF カメラで車両の進入を自動判定し、外観検査装置を用いてキズや凹みを検出することを検討した。しかし、SR4000 はおよそ 50 万円と高額であり、装置の価格が問題となる。安価な検査装置を実現するためには、外観検査装置単体で車両進入を自動判定することが望ましい。そこで我々は、装置単体で動作する車両進入自動判定アルゴリズムを実装した。アルゴリズムの詳細については 2-2-4 「(1) 背景差分による車両進入判定」で述べる。

(ウ) 屋外での使用に耐えうる撮影環境の検討

提案手法が屋外での使用に耐えうる手法であるか否かを判断するために、車両計測実験は暗所ではなく、屋外への扉を開放した状態で実施した。これは屋外においても直射日光が遮られているという条件を模している。実験の結果、両手法共に直射日光が遮られているという条件であれば検査可能であることが確認された。ただし、3次元外観検査装置の場合、環境が明るいほど計測精度は悪化するため、暗い環境であることが望ましい。一方で2次元外観検査装置は、昼間の屋外での実験を行い、屋外で使用可能であることが確認できた。実験結果の詳細は 2-2-4 「(6) 走査式広視野外観検査装置を用いた実験」に示す。

2-2-2 キズ・凹みに対する画像認識アルゴリズムの開発

(ア) 各種のキズ・凹みを実車にて確認し車両の色、形状による有害なキズ・凹みの定義を検証

車両に人為的にキズと凹みをつけ、有害なキズ・凹みの定義を目視により検証した。赤い車両のドアに人為的にキズや凹みをつけた例を図 2.2.4 に示す。外観検査で目標としているサイズのキズ(長さ 100 [mm]、面積 100 [mm²]) や凹み(φ100 [mm]) は、目視においても視認性が高く目立つため、有害なキズ・凹みの定義として妥当であると判断できる。

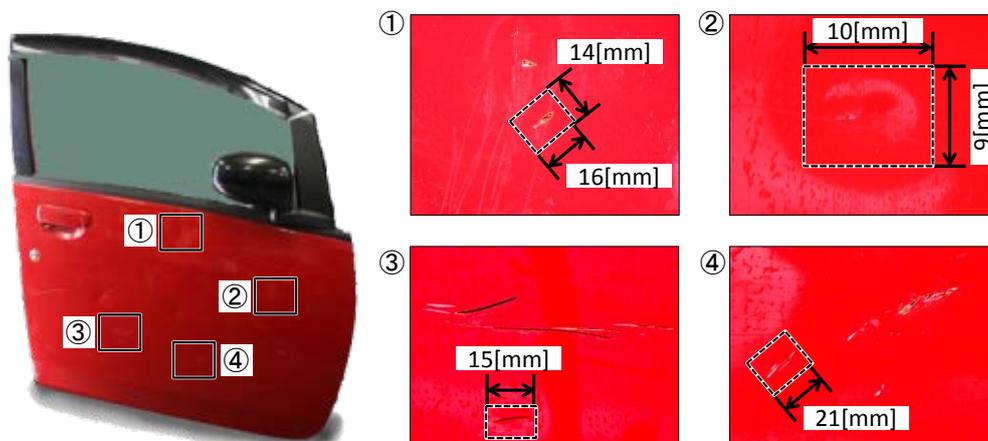


図 2.2.4 人為的につけたキズ・凹みの例

(イ) 車両の色・形状の違いに対応したキズ・凹み検出アルゴリズムの検討

三次元計測手法の有効性を確認するために、異なる色の車両の計測実験を実施した。実験結果の例を図 2.2.5～図 2.2.8 に示す。実験の結果、黒などのプロジェクタ光を吸収する暗い色や、シルバーなどプロジェクタ光を鏡面反射するような色は計測が困難であること、白が最も高精度に計測が可能であることが確認された。色付きの車両であっても明るい色であれば計測は可能であるが、図 2.2.6 と図 2.2.8 を比較してわかるように、色付きの車両は計測可能な範囲が狭くなることが確認された。また、2次元外観検査装置の評価実験では、色や形状の異なる複数の車両を用いて検査精度を比較した。その結果については2-2-4「(5) 自動外観検査精度の評価」で示す。



図2.2.5 streamの計測の様子



図2.2.6 streamの計測結果



図2.2.7 rasheenの計測の様子

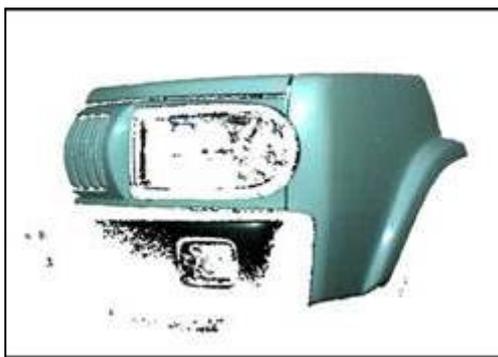


図2.2.8 rasheenの計測結果

(ウ) 短時間で車両全体の外観検査を可能とする高速演算処理を組み込むソフトウェアを開発

三次元計測技術に基づいた凹み検出は、パターン投光と位相シフト法を用いた3次元形状復元が約 30[sec]、得られた3次元形状からの凹み検出が約 12[sec]で完了する。一方で、走査式広視野外観検査装置はリアルタイムでの検査が可能であり、車両の停車とほぼ同時に検査結果が得られる。従って、両手法共に目標とする 60[sec]以内での検査が実現できた。

2-2-3 三次元計測技術に基づいた凹み検出アルゴリズム

貸出前に取得した車両の3次元形状データと、車両返却後の3次元形状データを比較することで凹み検査を行う。両形状データは異なる位置から計測されたものであるため、比較の際には3次元形状データの位置合わせが必要となる。3次元形状データの位置合わせ手法としてICP (Iterative Closest Point)アルゴリズムが提案されている。ICP アルゴリズムは、繰り返しアルゴリズムにより3次元形状データの位置合わせを自動で行うことができるが、誤った解に収束してしまう場合がある。そのため、本実

験では、マーカーを車両につけておくことで初期の位置合わせに使用する。その後、2つの三次元データについて ICP アルゴリズムを行う。重ね合わせをした 2 つのデータについて、ユークリッド距離を用いることで凹みの判定を行う。

ホワイトのダイハツ YRV を凹ませる前と後で三次元計測を実施した。三次元計測を行った箇所は車両の右前方部分である。凹ませた位置の画像を図 2.2.9 に示す。車両に凹みをつける前と後の三次元データを図 2.2.10、2.2.11 に示す。図 2.2.12 に ICP による重ね合わせの前と後を示す。検出する凹みの深さを 1[cm]以上と設定し、検査した凹み位置を示した画像を図 2.2.13 に示す。凹みがあるとした箇所を赤く描画している。この結果から、実際に凹みをつけた位置に、検出結果が現れていることがわかる。

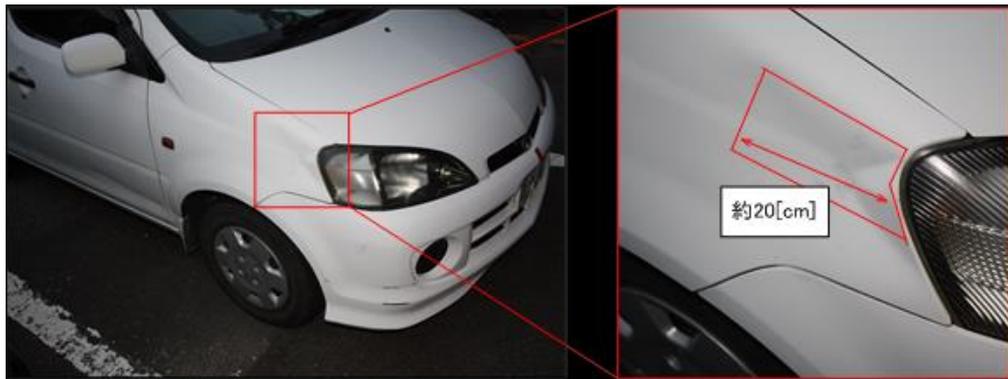
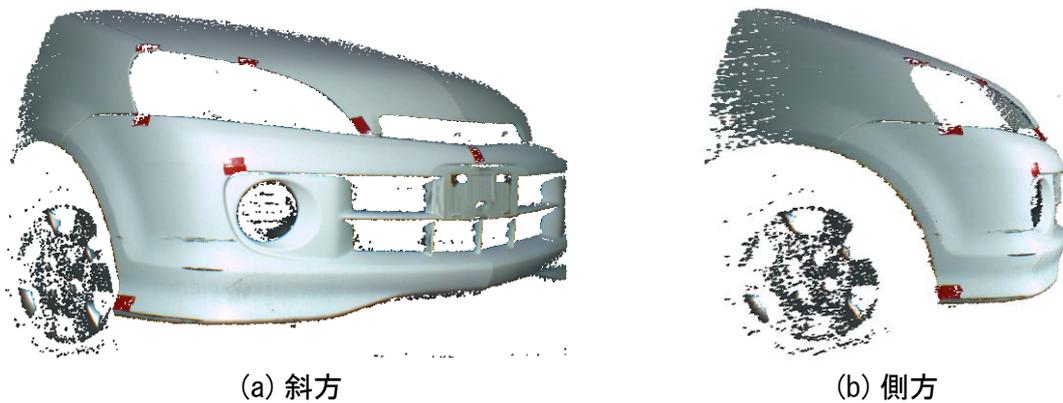


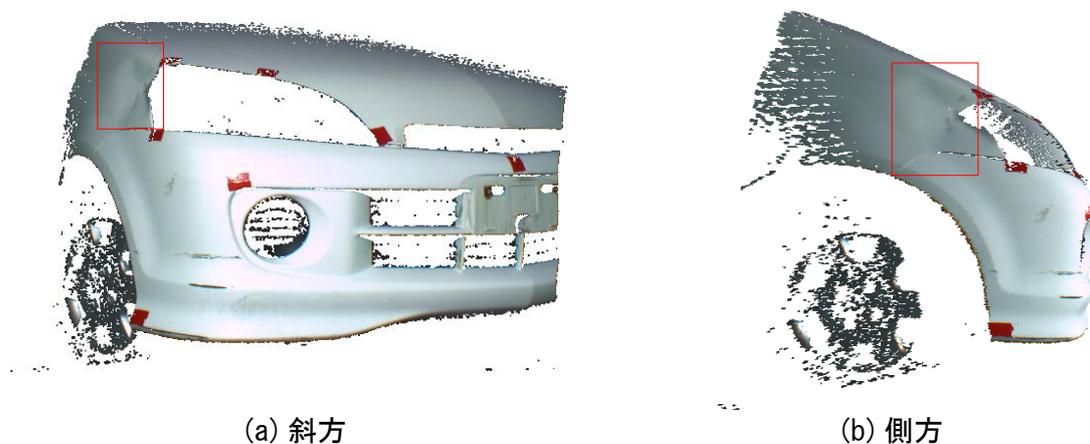
図 2.2.9 車両の凹み箇所



(a) 斜方

(b) 側方

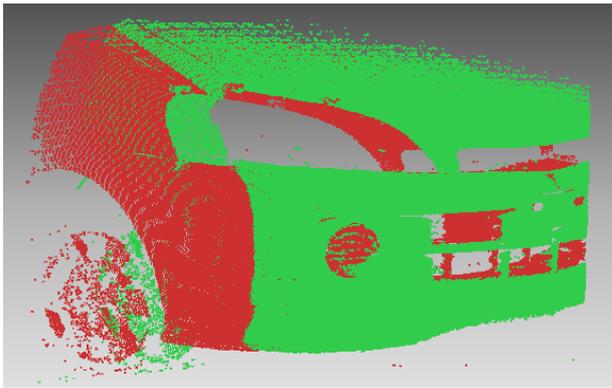
図 2.2.10 凹ませる前の三次元形状



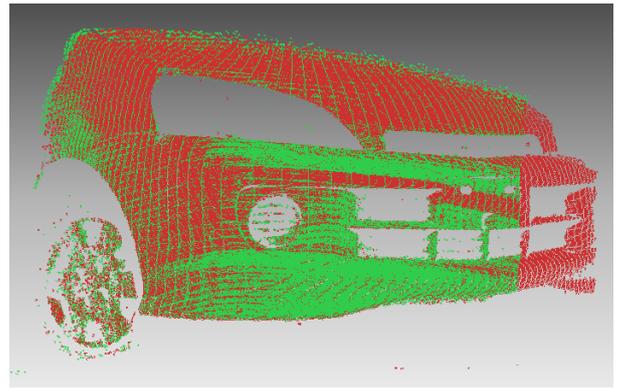
(a) 斜方

(b) 側方

図 2.2.11 凹ませた後の三次元形状



(a) 重ね合わせ前



(b) 重ね合わせ後

図 2.2.12 ICP アルゴリズムによる重ね合わせ



図 2.2.13 凹み検出画像

(3) 精度評価実験

凹み検出の精度評価を行うため、アルミ平板を複数枚用いて計測用サンプルを作成し、計測実験を実施した。評価実験に用いた3次元計測器を図 2.2.14 に示す。計測器に使用したカメラやプロジェクタの仕様および位置関係は図 2.2.2 に示した外観検査装置と同様である。計測前に行うキャリブレーションは 150~200[cm]で実施し、評価用の板はキャリブレーション範囲の中央の 175[cm]に置いて計測した。平板を計測後、その三次元形状に対して近似平面を求める。計測結果と近似平面の差分を算出することで表面粗さを求める。計測精度は 10 回計測を行い、それぞれについて最大誤差と平均誤差を求めた。10 回の計測での最大誤差は 7.62[mm]、平均誤差は 1.36[mm]であった。なお、平成 24 年度の精度評価実験の結果（近似平面との平均誤差）は 0.42[mm]と小さな値となっているが、これはノイズ処理（同期加算による白色雑音の除去、周波数フィルタリング）を加えているためである。本実験では、計測時間短縮のため分散値を用いたノイズ除去のみを行い、同期加算や周波数フィルタリングは実施していない。

次に凹み検出精度評価の結果を示す。本システムは自動車の凹みを検出することを目的としているが、自動車に対して自然な凹みをつけることが困難であるため、アルミ板を使用することで評価する。厚さが既知のアルミ板を重ねることで既知の段差をつける。この段差を擬似的な凹みとして評価実験を行う。作成した計測サンプルを図 2.2.15 に示す。計測サンプルには白い紙を貼り、特徴点として赤いマーカを付けリファレンスとの重ね合わせに利用する。凹み検出結果例を図 2.2.16 に示す。車両の凹みを検査する際に凹みの深さは 10[mm]と仮定して検査を行っていたが、本実験では検出時の閾値を変動させることで最も精度の高い閾値を探索する。なお、凹みの大きさについてはφ 100[mm]以上とし、φ 100[mm]未満の凹みについては検出から除外している。計測サンプルの段差は 5,10,15,20,25,30,35[mm]を用意し、それぞれについて正面、右側、左側から各 3 回ずつ、合計で 9 回計測している。閾値は 2.5[mm]から 15.0[mm]まで 2.5[mm]ずつ大きくしていき、最も検出精度が高い閾値を算出する。画像毎に、実際に段差となっ

ている領域の 8 割で凹み検出結果が得られた場合を凹み検出成功、8 割未満の場合には未検出、段差となっていない領域で検出結果が得られた場合を誤検出としてカウントした。なお、未検出と誤検出は重複してカウントした。結果を図 2.2.17 に示す。本実験の結果により閾値を 7.5[mm]としたとき、誤検出率が 0[%]となり、検出率が最高の 85.7[%]となった。閾値を 7.5[mm]と設定すると、深さ 5[mm]の段差が検出できなくなるが、10[mm]以上の段差は全て正しく検出された。本実験の結果から、提案手法により、直径が 100[mm]以上、深さが 10[mm]以上の凹みが検出可能であると言える。



図 2.2.14 精度評価用計測器



(a) 治具



(b) 評価用板



(c) アルミ板の組み合わせにより作成された段差の例

図 2.2.15 計測用サンプル

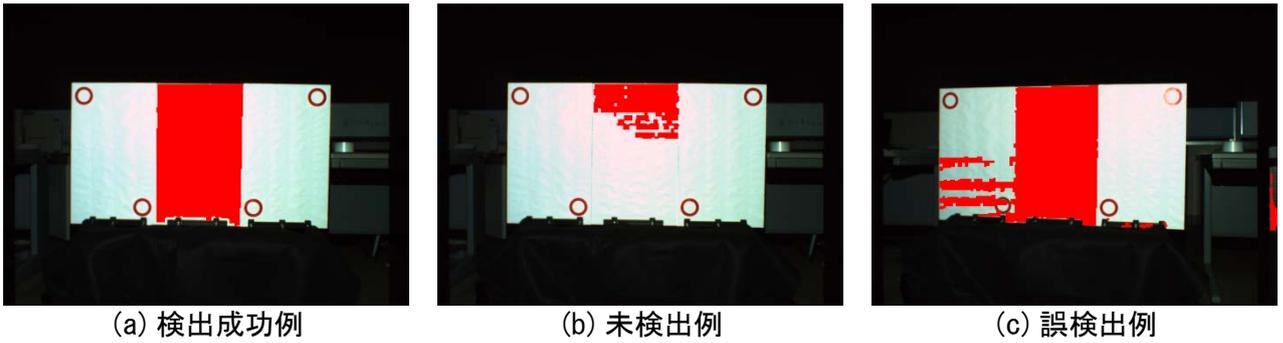


図 2.2.16 凹みの検出結果の例

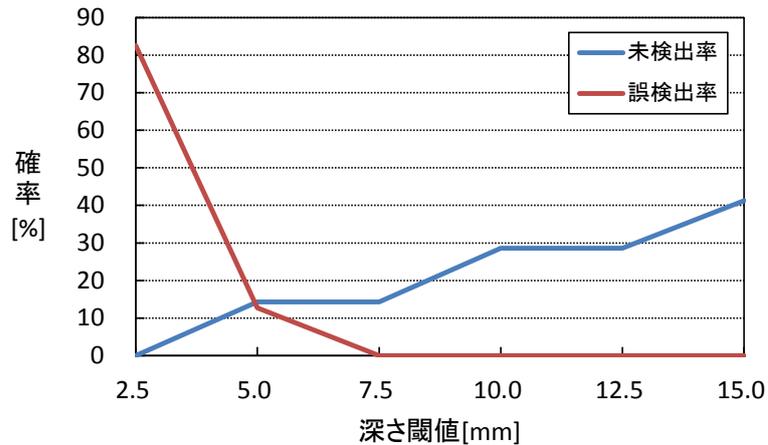


図 2.2.17 検出率

2-2-4 二次元画像処理技術に基づいた外観検査アルゴリズム

キズ・凹み部分は照明反射率が異なるため、白飛びが発生する程度の光量を照射するとキズ・凹みの無い部分との輝度差が最も大きくなる。撮影装置にはバー照明を使用して、車両駐車時、装置正面を車両が通過することで車両全体を連続的に撮影して外観検査を行う。平成 24 年度に開発したアルゴリズムは安定性に問題があったため、平成 25 年度は車両色の補色を自動的に取得するアルゴリズムや、照明照射領域の自動切り出し（セグメンテーション）アルゴリズム、環境の変動に対応するための正規化アルゴリズムを開発し追加した。さらに検査を自動化するために「車両が装置前に存在しない時の挙動」、「ドアハンドルなど、車両付属品による照明照射領域の欠落」、「車両形状による照明照射領域の歪み」へ対応するためのアルゴリズムを追加した。

(1) 自動外観検査精度の評価

平成 24 年度に開発した「傷検査装置」に、本年度開発したアルゴリズムを組み込み、自動外観検査の評価実験を実行した。本実験では、4 種の実車両(Toyota opa(黒)、日産 march(赤)、日産 rasheen(白)、三菱 i(銀))について車両の進入から検査領域の取得およびキズ・凹み検出完了までを行う。車両と装置の位置関係が検査領域取得に影響していることが考えられる。装置と車両の位置関係は小回りの利く軽自動車ですら $\pm 10[\text{deg}]$ 程度ずれるため、角度については $\pm 10[\text{deg}]$ 、距離に関しては $\pm 250[\text{mm}]$ の位置関係で撮影を実行した。位置関係をまとめたものを図 2.2.18 に示す。各車両における装置車両位置関係ごとの検出率を図 2.2.19 に示す。結果より車両 opa において最高検出率

98.6[%]を達成した。さらに、位置関係による結果より、rasheen が位置関係に依らない検出精度を獲得していることがわかる。これは、照明照射領域は、照明の照射対象が一様な平面の場合安定して、丸みを帯びた場合歪みやすいことから、より一様な車両形状を持つ方が車両形状復元結果の安定化につながり検査精度が一定の値で安定したといえる。さらに、 ± 10 度については、検査精度は総じて高くない。これは、DP マッチングによる検査領域取得が不安定であることが原因である。角度をつけた車両に対する撮影では、撮影フレームごとに装置と対象の位置関係が徐々に変化するため、リファレンスと異なる車両形状復元結果が得られたことが要因である。以上のことから、検査領域取得の安定化と装置・車両位置関係は密に関係していることが言える。

最後に、2次元外観検査装置で検出可能なキズのサイズについて検討する。図 2.2.4 に示した車両ドアを検査した結果を図 2.2.20 に示す。図から、それぞれのキズが正しく検出できていることがわかる。この実験の結果から、本検査装置を用いることで、長さが約 15[mm]、面積が約 90[mm²]程度のキズまで安定した検出が可能であると言え、当初の目標である検出キズ長さ 100[mm]、検出キズ面積 100[mm²]が達成できたと言える。

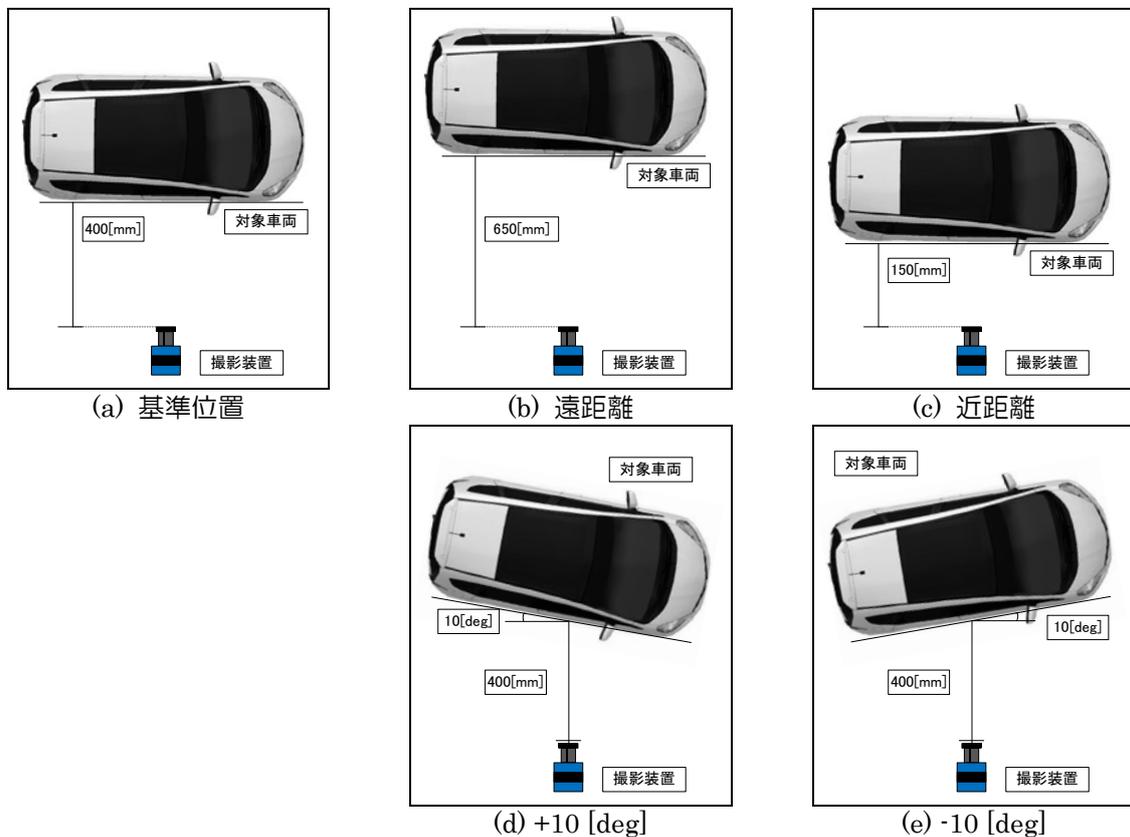
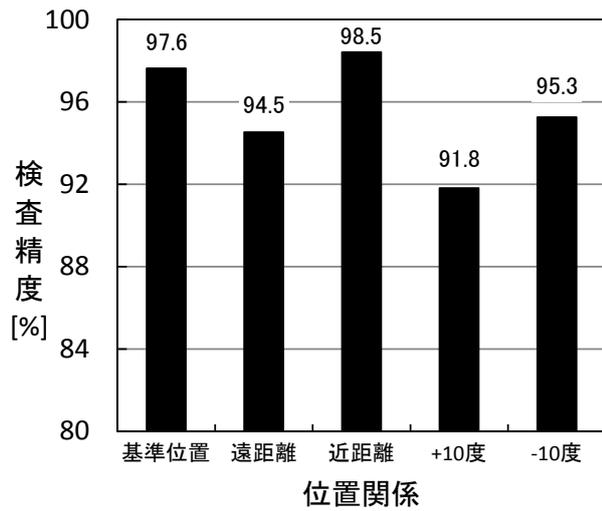
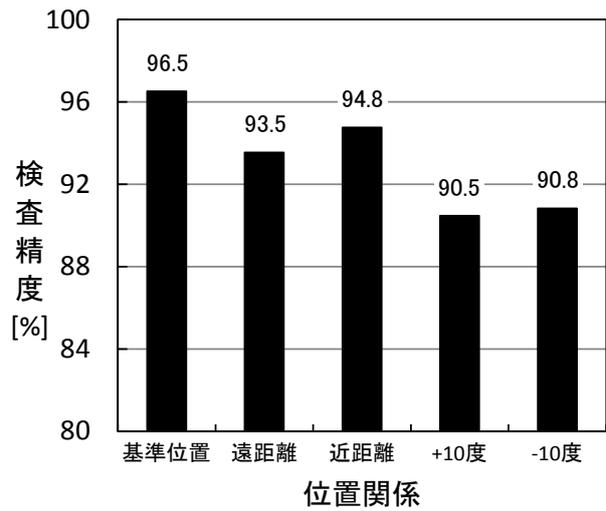


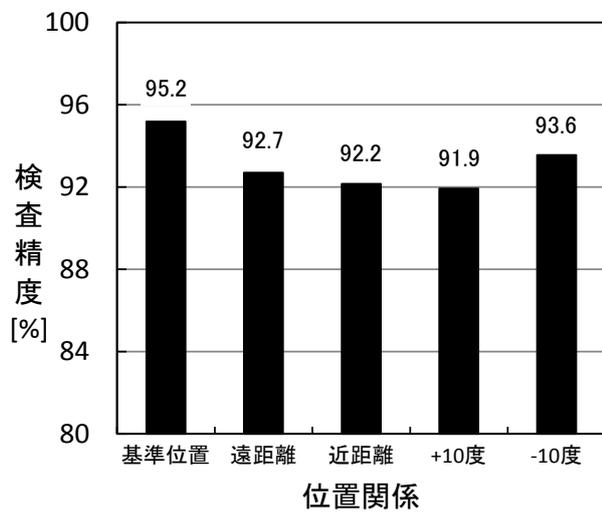
図 2.2.18 撮影における装置と対象の位置概要図



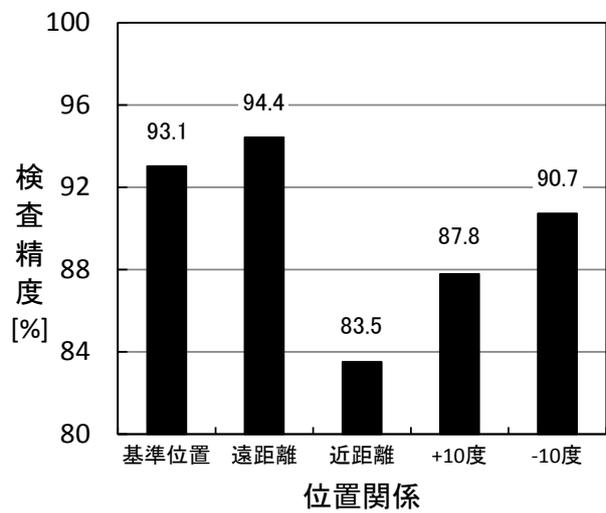
(a) opa 検査精度



(b) march 検査精度



(c) rasheen 検査精度



(d) 三菱 i 検査精度

図 2.2.19 各車両における最小平均誤り率

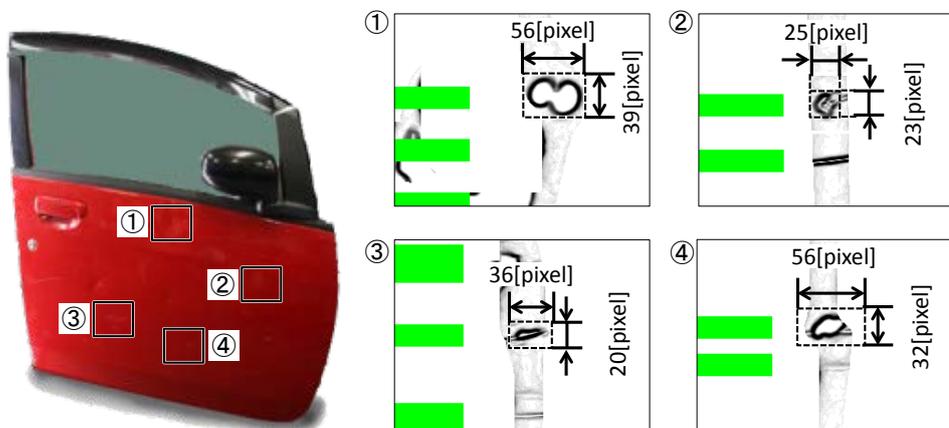


図 2.2.20 三菱 i (赤) のキズ検出結果 (検出された箇所を緑で示す)

(2) 走査式広視野外観検査装置を用いた実験

平成25年度に開発した「走査式広視野外観検査装置」を用いた実験の結果について示す。まず、自動移動ステージを用いて検査装置を走査させ、車両背面の検査を実施した。実験環境を図2.2.21に示す。検査対象には実際の事故で凹みが付いたために取り外された車両背面のドアパネルを用いた。走査式広視野外観検査装置の下には自動移動ステージが取り付けられており、背面ドアパネルの端から端までを自動で走査することが可能である。実験の結果を図2.2.22～図2.2.23に示す。図2.2.22aは傷検査装置で同対象を撮影した結果であり、下の方にうっすらと黒い筋が写っている。これが照明の繋ぎ目で生じる影であり、キズと誤検出されていた。一方、走査式広視野外観検査装置で撮影した結果（図2.2.22b）には影は写っておらず問題が解消されたことが確認された。走査式広視野外観検査装置で検出されたキズ・凹みを車両形状画像上に表示したものを図2.2.23に示す。向かってナンバープレート右側にある大きな凹みの部分でキズ・凹みが多数検出された。また、ナンバープレート下に付いているキズについても正しく検出ができた。この結果から、自動移動ステージを用いた手法の有効性が確認できた。

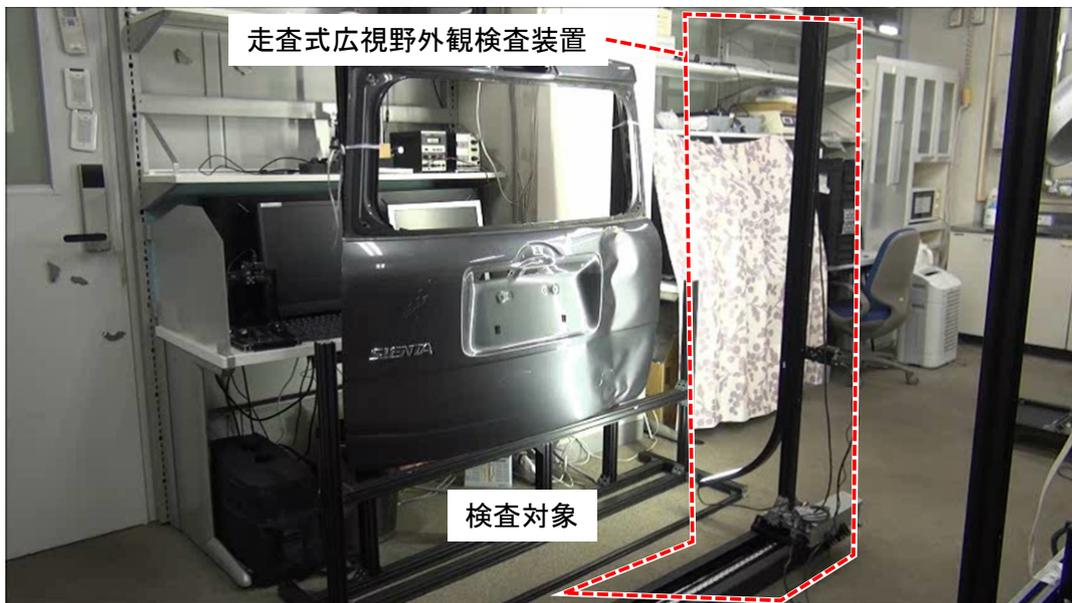


図 2. 2. 21 車両背面の外観検査実験の様子



(a) 傷検査装置

(b) 走査式広視野外観検査装置

図 2. 2. 22 撮影画像の比較

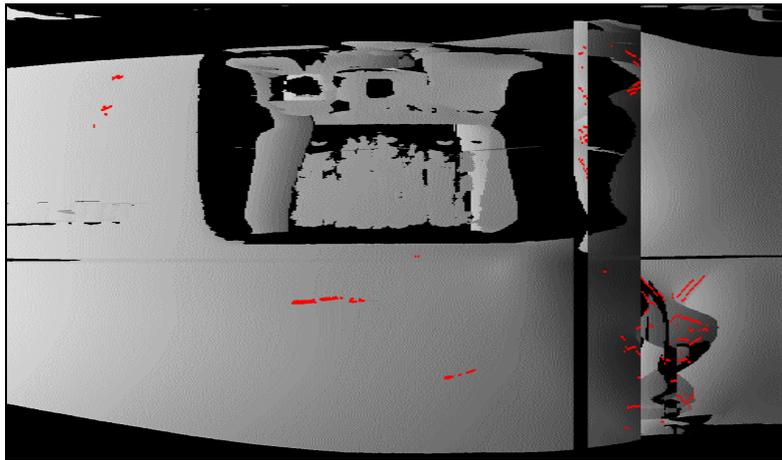


図 2. 2. 23 検出されたキズ・凹み位置（赤がキズ箇所）

次に屋外での外観検査実験を実施した。実験の様子を図2.2.24に示す。検査装置を設置した場所は、名古屋工業大学19号館前の道路脇である。実験を実施した時間は午後3時である。太陽は2号館と3号館に隠れており、直射日光は遮られていた。先の実験で使用していた自動移動ステージは取り外してある。車両左側面にはキズを模したドラフティングテープを貼り付けた。貼り付けた箇所を図2.2.25に示す。テープは光の反射率が低いため、キズと同様に検出可能である。

検査装置の前を約 10 [km/h]で検査装置の横を通過し、外観検査を実施した結果を図2.2.26～図2.2.27に示す。テープを貼り付けていない車両右側面では1箇所できズが検出された。これは実際に車両に存在するキズである。一方でテープを貼り付けた車両左側面では、4箇所できズが検出された。そのうち前方の2箇所がテープを貼り付けた箇所である。後方の2箇所はドアの隙間や、後輪フェンダー部分できズが誤検出された。これは事前に設定したキズ判定除外領域が狭すぎたためであると考えられる。後方に付けたテープが検出できなかったのは、車両の通過速度に撮影が追いつけなかったためである。今回の実験ではカメラのフレームレートに対し、PCの取り込み速度が間に合わず、カメラの性能が十分に発揮できなかった。今後は、より高速で画像取り込みが可能なPCを用いて実験を行う。



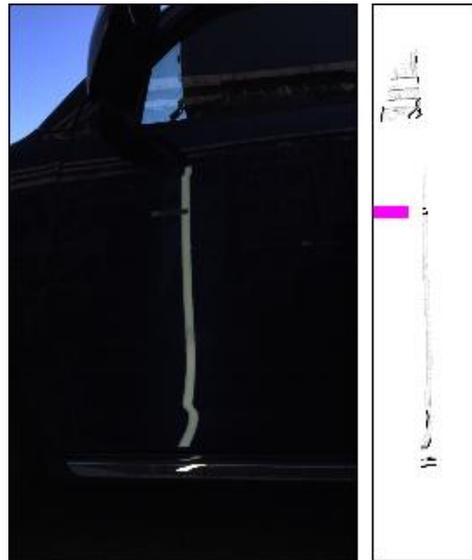
図 2. 2. 24 : 実験環境



図 2. 2. 25 : 擬似的な不良の作成

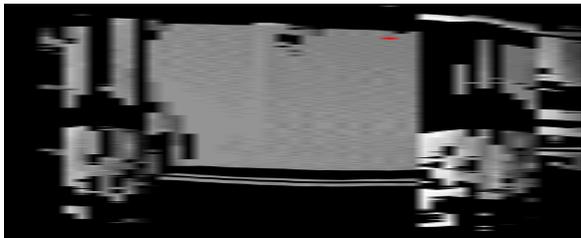


(a) 車両右側面（テープなし）

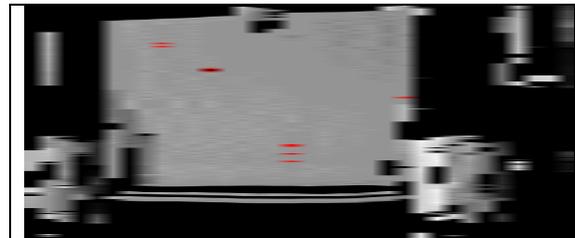


(b) 車両左側面（テープあり）

図 2.2.26 撮影画像とキズ・凹み検出の結果



(a) 車両右側面（画像右が車両前方）



(b) 車両左側面（画像左が車両前方）

図 2.2.27 検出されたキズ・凹み位置（赤がキズ箇所）

2-3 無人検査システムの設計・開発

2-3-1 セキュリティーを含む組合せ技術による高機能システムの組み込み開発

2-3-1-1 (ア)

「個人認証及び車両認証と画像処理による組合せ技術により高機能システムの検討」

- 車両認証の為、車両の固有情報である車台番号や車両識別番号（以降、総称して車台番号と記す）を車載情報より取得した。
- 車台番号の取得に置いては、車両近接により自動に取得可能なアルゴリズムを構築した。
- 認証作業には、車台番号の取得のみならず、他の情報との組合せによるアルゴリズムを構築した。
- 車載診断と外観検査を統合した日常点検の無人検査システムを開発した。

以下が日常点検の無人検査の流れである。

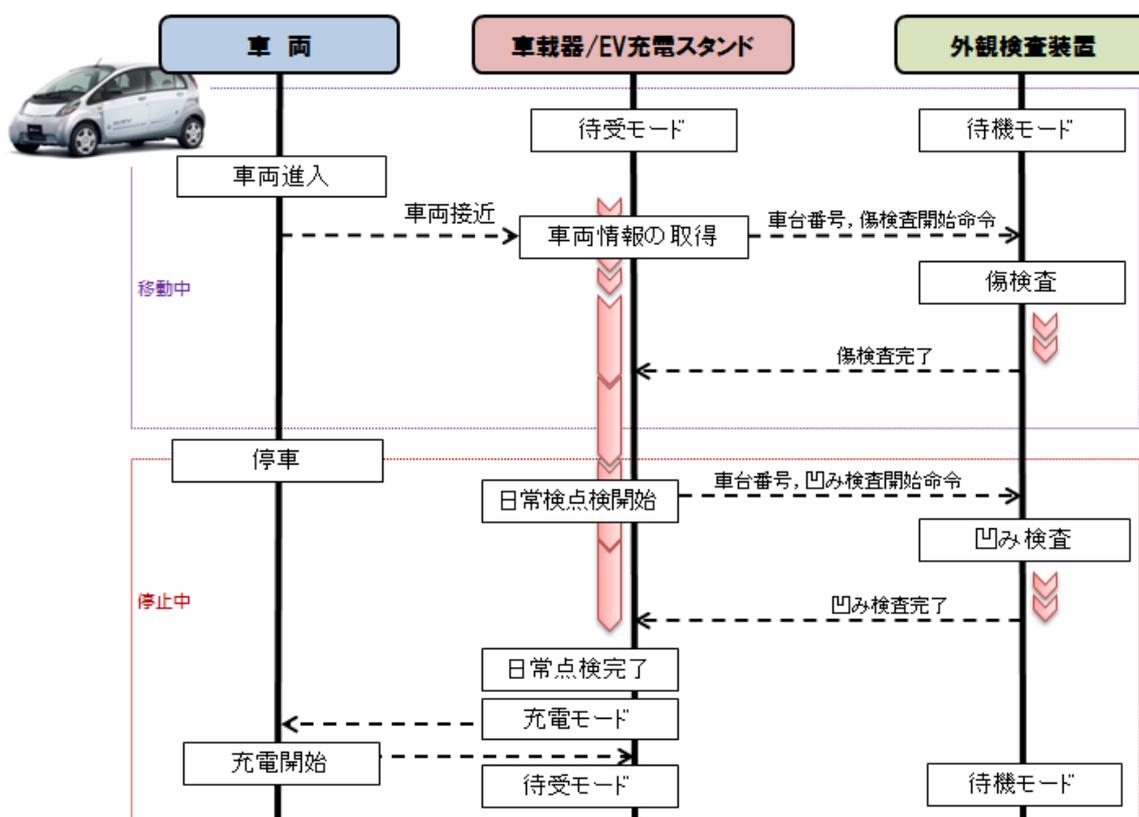


図 2.3.1 日常点検の無人検査フロー

車両識別番号は、運転席側フロントガラスの下に印字された 17 桁の英数字のコードである。車検証の備考欄にも記載されている。自動車業界では VIN (Vehicle Identification Number) と呼ばれる。VIN は国際製造者識別子と車両属性、シリアル番号などから構成されている。詳細は ISO 3779、ISO 3780 (ISO: International Organization for Standardization) で国際的に標準化されている。

車台番号を車両近接と同時に Wi-Fi 接続により車両情報を読み出した (図 2.3.2)



図 2.3.2 車台番号による車両認証

車載情報より読取った車台番号を基に外観検査の為の基準データとの関連付を行っており、読取り開始後外観検査装置の起動命令としている。

その後、車両入庫と同時に外観検査の自動判定を実施する。2-2-4「(1)背景差分による車両進入判定」で説明したように、2次元外観検査装置は背景差分法を用いることにより車両進入の自動判定が可能となる。背景差分法は昼間の屋外や通常の照明下でも使用できるため、カメラの撮影パラメータを適切に設定すれば2次元外観検査装置の照明を消灯した状態でも使用可能である。しかし、車両進入と同時に外観検査を開始することを考えると、カメラの撮影パラメータは外観検査用に設定する必要があるため、車両進入判定も照明を点灯した状態で行わなければならない。しかし、システム運用時に照明を常に点灯させておくのは現実的ではない。そこで、Wi-Fi 接続により車両情報を読み出されたことをキーとして、2次元外観検査装置の照明を点灯させ、車両進入判定の処理を開始する。Wi-Fi 接続は装置から距離があっても接続可能であるため、車両が装置の前方を通過する前に車両を検知し、車両進入判定をスタンバイさせることができる。このように個々の技術を組み合わせて利用することで、無駄な電力を消費することなく、確実な車両進入の自動判定が実現する。この様に車両識別番号を車載情報より取得した後、引き続き日常点検を実施する。

2-3-1-(イ)セキュリティにおける外観検査装置の付加価値利用の検討

車両無人検査装置は、車両の内部診断と車両外観検査を備えたシステムである。人手を借りる事なく、無人で車両の日常点検が可能となるシステムであるが、車両は無人の駐車スペースに保管される事と成る為、本車両外観検査装置を利用したセキュリティにおける付加価値利用について検討した。

2次元外観検査装置は先に述べた通り、車両進入の自動判定機能を有している。この技術は、車両進入判定だけでなく、不審者の自動検出にも応用が可能である。具体的には、車両返却後に、装置を外観検査モードから、不審者検出モードに切り替えることで、次に車両が利用予約されている時間までの間、装置前を人が通過すると、それを自動検出しネットワークを介して管理者に通知することができる。

背景差分による車両進入判定を不審者検出に応用した実験を実施した。この実験では、図 2.3.3 に示すように、研究室に2次元外観検査装置を設置し、その前を人が4回通過した。図 2.3.4 に事前に登録した背景画像と人が通過した10フレーム目の撮影画像との差分画像を示す。このように、本手法により、画像の変化を捉えることができる。差分画像から差分パワーを求めたものを図 2.3.5 に示す。図から実験期間中に差分パワーが4回上昇したことが確認できる。これは人が装置の前を4回通過した時間と対応しており、車両進入判定を応用することで不審者検出も実現可能であることが示唆されている。なお、本実験では、外観検査装置の照明は点灯した状態で実施したが、実運用の際にはカメラの撮影パラメータを不審者検出用に設定することができるため、外観検査装置の照明を消灯した状態でも不審者検出が可能であると考えられる。



図2.3.3 不審者検出の実験環境



(a) 背景画像



(b) 10フレーム目の撮影画像



(c) 10フレーム目の差分画像

図2.3.4 背景差分処理の結果

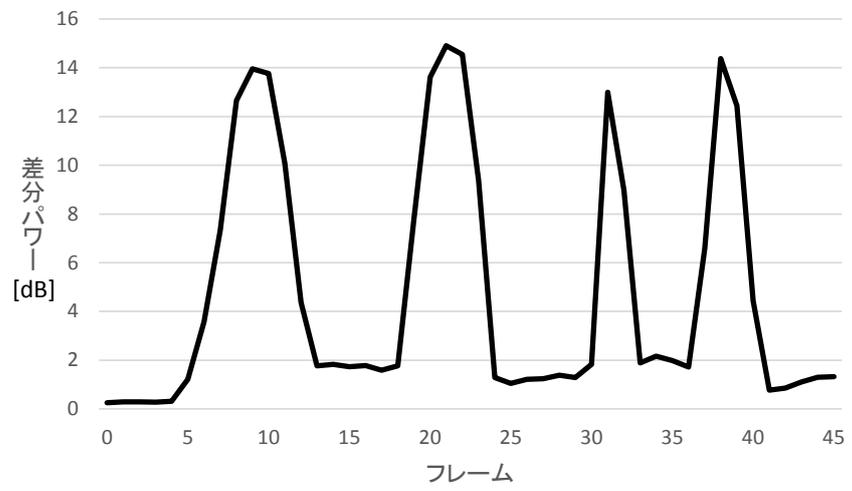


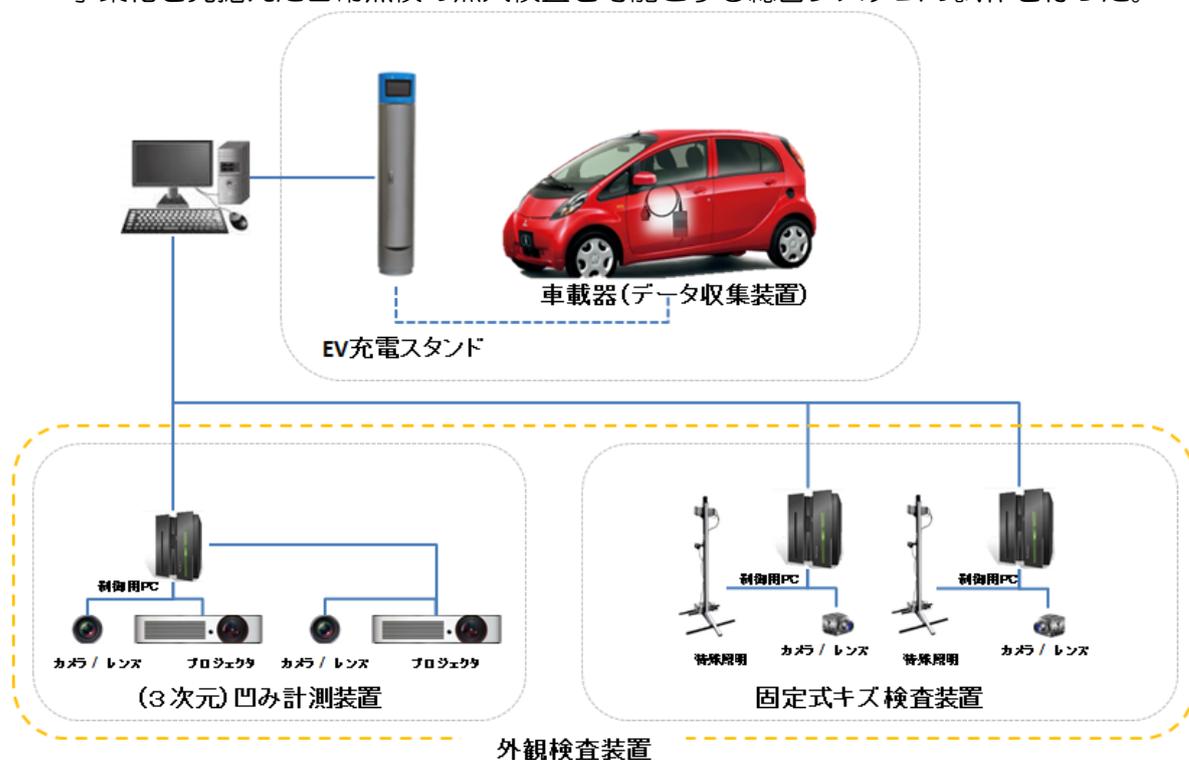
図2.3.5 実験期間中の差分パワー

2-3-2 総合システムの設計・開発

2-3-2- (ア) (イ)

「データ及びその他付加情報と充電情報及び車両外観検査システムの安全・事故・故障診断に関する突き合わせの検討」

事業化を見据えた日常点検の無人検査を可能とする総合システムの試作を行った。



外観検査装置
図 2.3.6 試作システムの構成



図 2.3.7 試作システムのレイアウト

本研究にて調査研究をおこなった次世代自動車(EV/PHV)は、三菱 i-MEiV/日産 LIAF/トヨタ PURIUS の3車種であり、データの構成上には異なる部分が多く見られた、データトラブルコード(DTC)発生の条件においても一部の項目に置いては共通部分があるが、大部分に大きな違いがある。

以下に今回、試作をおこなった特定の次世代自動車(EV)の診断項目を記す。

表 2.3.1 診断項目と検出タイミング

診断検出項目	検出仕様	検出タイミング	診断検出項目	検出仕様	検出タイミング
車台番号	VINコード又は初期設定	Wi-Fi接続時	DTC	テレマティクス	過去故障及び現在故障 Wi-Fi接続時 (又は直前)
DTC	ブレーキ	過去故障及び現在故障		マルチAV	過去故障及び現在故障 Wi-Fi接続時 (又は直前)
	ABS	過去故障及び現在故障		横滑り防止装置	過去故障及び現在故障 Wi-Fi接続時 (又は直前)
	エアバック	過去故障及び現在故障		オートレベルング	過去故障及び現在故障 Wi-Fi接続時 (又は直前)
	電動パワステ	過去故障及び現在故障		エアコン	過去故障及び現在故障 Wi-Fi接続時 (又は直前)
	シフト	過去故障及び現在故障		BTコントロールモジュール	過去故障及び現在故障 Wi-Fi接続時 (又は直前)
	メータ	過去故障及び現在故障		走行距離(ODO)	ライフデータ
	坂道発進補助装置	過去故障及び現在故障	高圧バッテリー電圧	ライフデータ	Wi-Fi接続時
	EV	過去故障及び現在故障	補機バッテリー電圧	ライフデータ	Wi-Fi接続時
	モーターコントロール	過去故障及び現在故障	充電率SOC	ライフデータ	Wi-Fi接続時
	高圧バッテリー	過去故障及び現在故障	ライトの状態	フラグデータ(ライフデータ)	Wi-Fi接続時
	充電器	過去故障及び現在故障	ドア開閉状態	フラグデータ(ライフデータ)	Wi-Fi接続時

上記項目において、診断結果としてデータトラブルコード(DTC)の有無とその変化について捉える事とした。その理由は、データトラブルコード(DTC)の検出が連続しないと異常と判断しない項目や、過去故障の回数を読取っている項目等、様々な条件が設定されている、その為データトラブルコード(DTC)の有無だけでなく、変化について監視する事とした。

車載データの読取には、一定の時間が必要であるが本システムでは車両内部診断の目標時間を利用者が車両から降車して充電するまでの時間相当とし30秒の目標としている。これは、車両利用者が待ち時間を殆ど気にせず、日常点検を意識することなく実施出来る時間であると言える。目標時間を満足させる為、データトラブルコード(DTC)のデータ検出タイミングをWi-Fi接続時又はその直前としており、一定間隔にてデータ検出を行いデータの保存を行う構造とした。

また、川下企業の要望を診断検出項目に追加した。

その他、日常点検項目を以下に記す。

車載ライブデータを利用する項目では、車両毎の個別な判断基準を要する項目もあり、より多くのデータより合否判定の最適閾値を探る必要がある。

また、一部利用者によるセルフチェックを実施する項目も設定した。これは利用者(ドライバー)に最低限の始業点検を委ねる必要がある為でユーザーインターフェイスにより問診方式にて設定した。

表 2.3.2 日常点検項目（試作）

日常点検項目		判定基準	備考	試作装置の点検内容		EV-ON-4-E
点検箇所	点検項目					
運行で異常が認められた箇所	当該箇所に異常がないこと			前回使用者からの運行後の申告を活用	×	●
制動装置	ブレーキペダル	効き具合		マスターシリンダー圧力/ヨーレートセンサ/Gセンサ	※(○)	
	駐車ブレーキレバー	引きしろ		別体センサ	○	
	リザーバタンク	液量	液面レベル: MAX~MIN間にあること	(別体センサ)	○	
走行装置		タイヤの空気圧		別体空気圧センサ(BlueTooth)	○	
		タイヤの亀裂及び損傷			×	●
		タイヤの溝の深さ	残溝:1.6mmまで		○	
		タイヤの異常な磨耗		走行距離により代替	○	
電気装置	バッテリー	液量	液面レベル: UPPER~ LOWER間にあること	「完全密封式」駆動用バッテリーは点検不要	○	
		容量		「補機用バッテリー」は点検不要	○	
モーター	本体	低速及び加速の状態		瞬間電力/ヨーレートセンサ/Gセンサ	※(○)	

※ 車両毎の個別的な判断基準が必要

以上、次世代自動車(EV)の「日常点検の無人検査を可能とする総合システム」の試作を作成した。

表 2.3.3 達成目標値の成果

項目	目標値	外観検査		総合判定
		車載器診断 データ収集	凹み	
車載器診断時間	30秒	○		○
外観検査時間	60秒		○ 計測:30秒 凹み判定:12秒	○ 実時間処理を実現
車載器と外観検査の総合検査時間	60秒	○	↑	○
検出 傷 長さ	100mm			○ 15mmの傷を検出
検出 傷 面積	100mm ²			○ 90mm ² の傷を検出
検出 凹大きさ	φ100mm		○ 深さ10mm以上	○ 上記理由により
検査装置と車のずれ	500mm		△ 計測範囲減少	○ 但し車種によって検査精度が低下

上記の様一定の環境下において、達成目標値にほぼ達成した

2-4 事業化の検討

此処まで研究開発及び無人検査システムの試作に使用した構成部品は、研究の為の構成となっている、以降 事業化に向けた検討をおこなった。

■外観検査装置（凹み）

外観検査装置（凹み）は、3次元計測装置を4視野構成で検討をおこなった。

汎用型プロジェクターを採用し、カメラ/レンズにおいても広角視野型の汎用品を採用できる。また、制御用PCは4視野分の対象機器を同時運転させなければ、制御用PC一台にて制御可能である。本内容にて事業化検討を行った。



図 2.4.1 事業化検討(外観検査装置凹み)

■外観検査装置（キズ）

外観検査装置（キズ）は、固定式キズ検査装置を2面構成で検討をおこなった。

カメラ/レンズは、高速フレームレートに対応させる必要がある。

特殊照明は、研究段階では大変高価な構成部品となっているが、量産化の目途を立てる事で価格を大きく抑える事が出来る。重要な構成部品で有る為、今後も十分な検討が必要で有る。また、制御用PCは2面共に個別制御が必要となる。本内容にて事業化検討を行った。

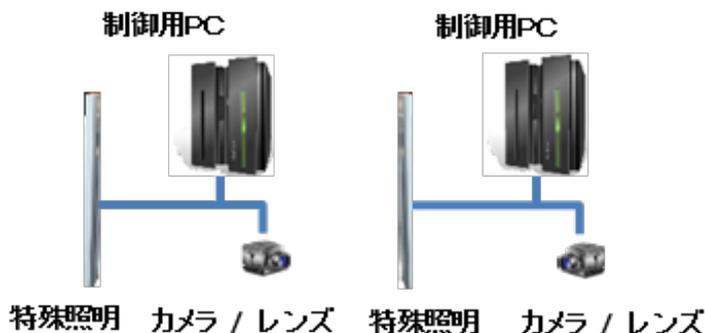


図 2.4.2 事業化検討(外観検査装置キズ)

■車載器（データ収集装置）

車載器（データ収集装置）は、車載器本体とオプションとで構成する。車載器本体から車両への接続の為にインターフェイス（OBD）コネクタを有する。

充電スタンド本体への接続の為に無線モジュールを実装する。

各種センサーや入出力をオプションモジュールに実装し事業化に向けたシステム構成とした。本内容にて事業化検討を行った。

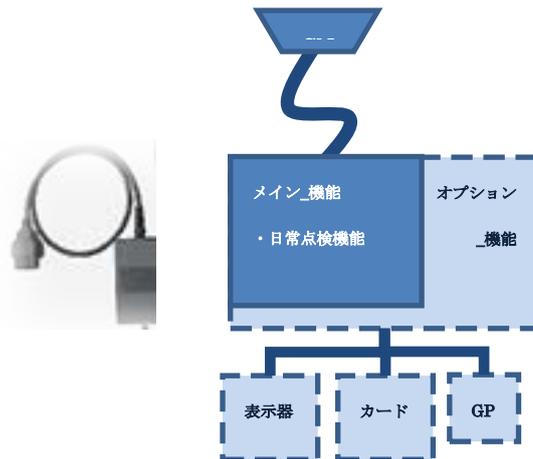


図 2.4.3 事業化検査(車載器)

■EV 充電スタンド/車載データ受信装置
EV 充電スタンド/車載データ受信装置は、車載器（データ収集装置）の情報を受信するための車載データ受信モジュールを搭載する。ユーザーとのインターフェイスにタッチパネルを用い、ユーザー認証のための NFC カードリーダー（NFC/Felicia ISO/IEC14443 Type A/Type B）を実装する。



図 2.4.4 事業化検討(EV 充電スタンド)

設置コストも一般的な設置環境を基に算出し、以下の一覧表に検討結果をまとめた。

表 2.4.1 事業化検討

開発モジュール	本体	設置コスト	摘要
■外観検査装置(凹み) 3次元計測(4視野)	110万円	端末設置：30,000 (×4) 接続配線：80,000 小計 20万円	カメラレンズ：広角視野 制御装置：高速グラフィック搭載型 非同時計測 プロジェクター：高輝度 設置場所：日光を防ぐ為の屋根下等
■外観検査装置(キズ) 固定式キズ検査(2面)	100万円	端末設置：30,000 (×2) 接続配線：40,000 埋設工事：60,000 小計 22万円	特殊照明：専用量産型(1m) 制御装置： カメラレンズ：高速 設置場所：直射日光がない場所
■車載器(データ収集装置)	6万円	15分：1,000	車両インターフェイス：OBDコネクタ(CAN) EVスタンドとの通信：Wi-Fi
■車載器(データ収集装置) オプション	20万円	90分：9,000 小計 1万円	
■EVスタンド 車載データ受信装置	68万円	設置工事：30,000 接続配線：40,000 埋設工事：60,000 小計 13万円	充電：普通充電モード3(CPLT) カードリーダー：NFC/Felicia ISO/IEC14443 Type A/Type B 車載器との通信：Wi-Fi
合計	304万円	56万円	

本研究では、EV 車を対象とした画像解析技術を用いた車両外観検査装置と車載機器から車両情報の取得により、信頼と安全性を保障できる車両検査システムのソフトウェアを構築した。これは、従来 EV 車用カーシェアリング・ステーション（拠点）において人手に頼っていた傷等の外観検査と車載機情報から安全性・信頼性確認を、充電と同時に無人で検査できるシステムを構築する事で、運用コストの大幅な低減と輸送の信頼性確保することにより、カーシェアリングビジネスの拡大と EV 車の普及を図る事が目的であるが、当初研究段階においては、大規模な設備構成となっていた。前述の事業化検討を行い、事業化の目処を立てる事が出来た。しかしながら現在、設置費用を加味すると中型車両程度の設備費用が掛かるため、さらに検討の上、シェアリングに使用されるであろう小型車両と同程度の価格にしたいと考える。

2-5 プロジェクトの管理・運営

日時：平成 25 年 5 月 31 日

場所：名古屋工業大学 19 号館 2 階 202 号室

第 1 回研究開発委員会を開催し、以下の内容を実施。

- (1) H25 年度全体計画および目標の確認
- (2) 個別テーマの H25 年度計画の確認

日時：平成 25 年 9 月 26 日

場所：名古屋工業大学 19 号館 2 階 202 号室

第 2 回研究開発委員会を開催し、以下の内容を実施。

- (1) 前回までの確認
- (2) 個別テーマの H25 年度計画の確認

日時：平成 25 年 12 月 19 日

場所：名古屋工業大学 19 号館 2 階 202 号室

第 3 回研究開発委員会を開催し、以下の内容を実施。

- (1) 前回までの確認
- (2) 個別テーマの H25 年度計画の確認

日時：平成 26 年 2 月 24 日

場所：名古屋工業大学 19 号館 2 階 202 号室

第 4 回研究開発委員会を開催し、以下の内容を実施。

- (1) 前回までの確認
- (2) 個別テーマの H25 年度計画の確認

第3章 全体総括

本研究では、次世代自動車であるEV車を対象とした画像解析技術を用いた車両外観検査装置と車載機器から車両情報の取得により、信頼と安全性を保障できる車両検査システムのソフトウェアを構築する事が目的である。

本目的達成の為、日常点検に必要な車載情報とその他情報との組合せ技術に関する検討を行った。これまでのエンジン車両の一般的な点検項目のみならずEV車を代表とする次世代自動車に対応した点検項目が必要であると考え新規ユニット(モータ・バッテリー・電力管理など)の車載データについて異なるメーカーのEV車両にて調査・解析を行った。その結果メーカー独自で定義された部分等があり車両メーカーとの調整が必要である事などを確認した。車載ECUとの通信を行った結果、ある車両では、1500項目(通信可能な項目)以上のデータを確認でき、内、1200項目以上がEV車両関連の項目である事が確認出来た。これら取得した車載データを各点検項目に置き換え可能であるかを実車にて精査した。また、カーシェアリングに対応した点検項目についても問題点の抽出を行い24年度よりアドバイザーに就任頂いた。カーシェアリング事業会社様からの情報に基づいた新たな要望を織込んだ。日常点検の為の車載データ収集において、データ取得のタイミングが重要であるとのアドバイザー様の助言により、車両の標準的インターフェイスであるOBD-II及びCAN(Controller Area Network)の用途と課題を検証した。車両情報の取得タイミングが重要であることが分り、走行中、停車中、駐車中、充電中等と各動作モードにおけるデータ伝送の検証を行った、車両のCANネットワークに搭載されている電子制御装置の識別情報をメモリー化させる事で毎回の識別判断を不要とするアルゴリズムを構築した。同時に診断項目を限定させる事により診断時間の短縮を図った。

外観検査において、車両一台分の外観検査を行う事はこれまでは存在せず非常に難度が高く、大規模なシステムが想定されるが、当研究開発で行う検査システムでは小型・廉価なシステムの実現が求められる。そこでより安価な構成で車両検査を可能とするために、プロジェクタの代わりにライン状の光源を用いて車両の側面を検査する装置を開発した。装置はライン照明の反射光を用いることで、キズの有無を検査することができる。さらに反射光の歪みから車両表面の法線情報を推定することで、擬似的な3次元情報を取得することができ、凹みの有無を検査するものである。車両の前方と後方は各2台の3次元計測器にて、凹み検査を実施する。そして車両側面については2台の走査式広視野外観検査装置でキズと凹みの検査を実施する。これにより、車両全周の外観検査をより安価に実現することを可能とした。

車両が装置の前方を通過する前(車両が近接時)に前述の車載情報の取得により車両認証を行う。此れにより車両進入判定と同時に外観検査装置をリアルタイムに稼働させることができた。

今後の課題として、事業化に向け全体システムの処理の高速化と安定化を図る必要がある。また、外観検査の検査精度及び検査領域の安定化とコストとの両立を図る必要がある。

3-1 事業化（案）

「EVカーシェアリング用無人検査システム」の 小規模 な 完結型 システムを提案
3-1-1 「小規模マンション入居者の共同利用」

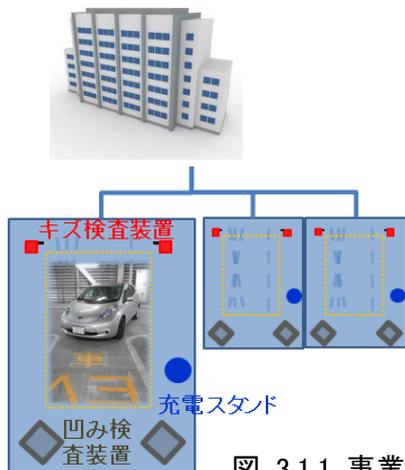


図 3.1.1 事業化案①

マンション管理業者等の手を借りず
無人で運用可能な「EVカーシェア
リング用無人検査システム」を提案
できる。

<マーケット例>

- ・新規分譲マンションの企画会社
（高付加価値マンション）
- ・高齢化の進んだ郊外型マンション
入居者組合（買い物難民対応）

<川下企業>

自動車メーカー他

3-1-2 「小規模団地住人の共同利用」

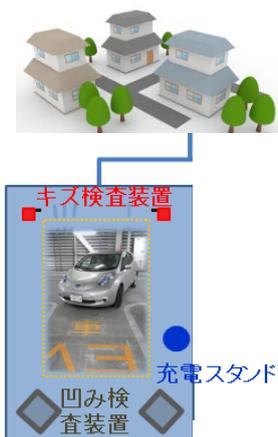


図 3.1.2 事業化案②

高齢化が著しい郊外団地では、車を
手放す傾向がある。然しながら
車両を手放した後に買い物への不自由さ
が問題になるケースがある。（買い物難
民対応）該当地域への導入提案できる。

<マーケット例>

- ・団地組合/自治会

<川下企業>

自動車メーカー他
（車両とのパッケージ販売等）

3-1-3 「地方商店街の利用者向け共同利用」

シャッター商店街を再生するプロジェクト
が各地で立ち上がっている。地方の駅前
商店街等の再生計画に利用頂ける 小規模
な 完結型 「EVカーシェアリング用無人
検査システム」が提案できる。

<マーケット>

- ・商工会や組合及びその会員企業

<川下企業>

自動車メーカー他
（車両とのパッケージ販売等）

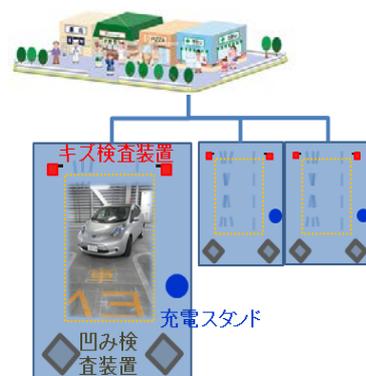


図 3.1.3 事業化案③

3-1-4 「郊外型大学の学生向け共同利用」

環境の良い郊外型キャンパスを持つ大学の学生数が人口減少や少子化に伴い著しく減少している。郊外型大学の都市部への回帰の動きが活発になっている中で、郊外型キャンパスに共同利用可能な学生向け「EVカーシェアリング用無人検査システム」が提案できる。

<マーケット>

- ・大学/大学生協他

<川下企業>

カーシェアリング事業会社

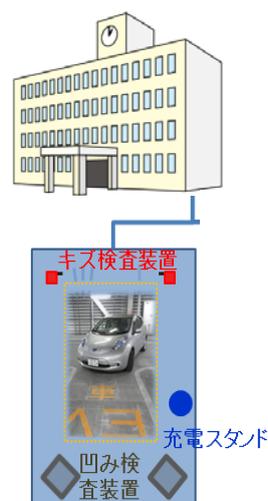


図 3.1.4 事業化案④

3-1-5 「地方行政が導入する次世代自動車の貸出サービス」

過疎地では、ガソリンスタンドの廃業が後を絶たない。給油の為に10Km以上の移動を余儀なくされる地域がある。該当地域にこそ次世代自動車(EV)の利用上の効果が高い。一方で、過疎地域の地方自治体の次世代自動車の導入実績は、都市部に比べ遅れている。

今後、次世代自動車を地方行政が導入する際の(休日利用等)市民サービスとして人手が掛らない「EVカーシェアリング用無人検査システム」が提案できる。

次世代自動車を購入されたユーザーの多くは次世代自動車の利用体験後であるとの報告もあり普及の一助と成り得る。

また、今後一人暮らしの高齢者が増加した際にも行政による訪問サービスに変わる新たな提案が出来る。

<川下企業>

カーシェアリング事業会社

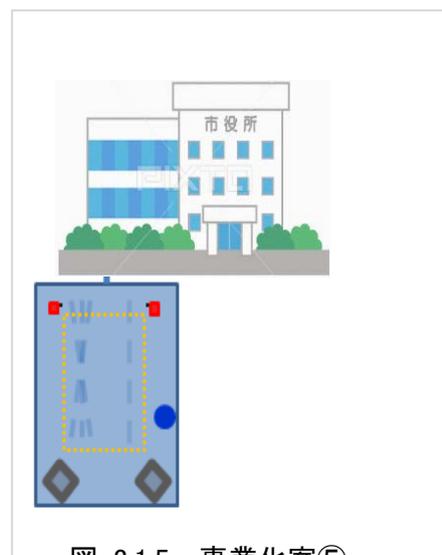


図 3.1.5 事業化案⑤