

2022年度 自動車リサイクルの高度化等に資する
調査・研究・実証等に係る助成事業
(AI/IoT を活用した解体作業・部品管理等の効率化検証事業)

報告書

2023年 3月24日

株式会社日立製作所

担当者連絡先

担当者名：伊藤 大祐

部 門：水・環境ビジネスユニット 環境事業部

情報システムエンジニアリング部

電話番号：080-6890-8423

メールアドレス：daisuke.ito.eb@hitachi.com

はじめに

【背景】自動車リサイクルの現場では依然として多くの作業が人の手に依存し、効率化および属人化の解消が進んでいない。本事業では自動車リサイクルの現場に AI/IoT 技術を導入し、各処理プロセスの主要課題に解決策を提示し、自動車リサイクルの効率化、高度化を図る。

【事業概要】自動車リサイクル現場が抱える以下4つの課題に対し、AI/IoT 技術を用いて解決策を提示し、その実現性・有効性を検証する。

1. 解体方針作成作業の自動化および属人化解消 → AI 等を用いた解体方針自動作成システム
2. リサイクル工場内での車のトレーサビリティ化および車の個体識別作業の効率化
→ 処理状況の見える化、および個体識別情報マーキング作業の IoT 化（デジタルマーキング技術等の導入）
3. 中古部品取り作業および部品のダメージ診断作業の効率化および属人化解消
→ スマートデバイスなどを用いた部品取り作業ガイドシステム、および AI を用いた画像識別による部品のダメージ診断システム
4. ニブラ作業の効率化および属人化解消
→ AR（拡張現実）などを用いた解体作業ガイドシステム（熟練者ノウハウのガイドをディープラーニング等により実現）

【事業スケジュール】本事業は全体で3年間を予定

事業フェーズ	1年目	2年目	3年目
FS（調査事業）	各作業の調査・分析 課題解決策（システム構成）の立案 課題解決策（システム構成）の検証・評価		
プロトタイプシステムの開発・試験		プロトタイプ設計 プロトタイプ開発 プロトタイプ試験・評価	
実証システムの開発・試験			実証システム設計 実証システム開発 実証システム試験・評価

【これまでの事業成果】

- ・自動車リサイクル事業者5社を視察し、処理方法・課題を調査・分析
- ・調査結果を基に課題解決策（システム構成）を立案
- ・立案した課題解決策について実現可能性、有効性などを確認するために各種検証作業を実施

【今後の見通し】

- ・次年度以降実施する3つのテーマを選定したので、2年目はプロトタイプシステムの開発・試験を行って課題を抽出し、3年目に課題を反映させた実証システムの開発・試験を行い、事業化への目途をつける
- ・解体方針作成システムは既存の部品流通システムと連携すべく協議を進め、双方および利用者にとってメリットのあるシステムの構築をめざす

目次

1. 助成事業の計画	2
1.1. 本事業を実施するに至った背景	2
1.2. 事業の実施内容	2
2. 助成事業の報告	4
2.1. 助成事業実施結果	4
2.2. 設備導入内容および稼働結果	8
2.3. 実施結果を踏まえた考察	24
3. 今後の実証事業実施における課題および解決方法等	26
3.1. 現状の課題	26
3.2. 課題の解決方法	26
3.3. 次年度以降の助成事業展開	27
4. 事業化の計画	33
4.1. 想定する事業	33
5. 事業の評価	34
5.1. 採算性の評価	34
5.2. 有効性の評価	34

1. 助成事業の計画

1.1. 本事業を実施するに至った背景

近年、慢性的な労働者不足が社会問題となってきた。その流れは多くの人手を要する自動車リサイクル現場にも及んでおり、作業の効率化や自動化が期待されている。また各処理プロセスでの作業が属人化しており技術やノウハウの伝承が上手く進まないことも課題となっている。

一方で、業界全体で経済的循環に資するデータプール構想もあり現在、自動車リサイクル事業者（以下、「リサイクル事業者」と記す）が個社ごとに有する現場データ（部品に関するデータや解体ノウハウなど）の共有化も検討されている。

こうした状況を受け、本事業では自動車リサイクルの現場に AI/IoT 技術を活用した DX（デジタルトランスフォーメーション）を推し進め、各プロセスの主要な課題別にデジタル技術を用いた解決策を提示し、自動車リサイクルの効率化、高度化の可能性を検証する。最終的にはより多くのリサイクル事業者が利用できるシステムを構築し、AI/IoT を利用した解体支援サービスの提供を目的とする。

1.2. 事業の実施内容

1.2.1. 事業計画概要

本事業は全体で3年間を予定。1年目は調査事業とし、処理プロセスごとの課題に応じた解決策（表1参照）の調査・検証を行い、実現性および効果の高い事業2テーマ程を選定する。先ずは2年目で選定したテーマのプロトタイプシステムを作って検証を行い、3年目で実証システムを構築の上、試験を行い、事業モデルの形成をめざす。検討のポイントとなるのは、部品データなどの収集方法、および多くのリサイクル事業者が利用できる汎用性のあるシステムとすることである。検討を進める上で多くの部品データを有する既存の部品流通システムとの連携や複数のリサイクル事業者での検証を推進する。

表1 課題解決策

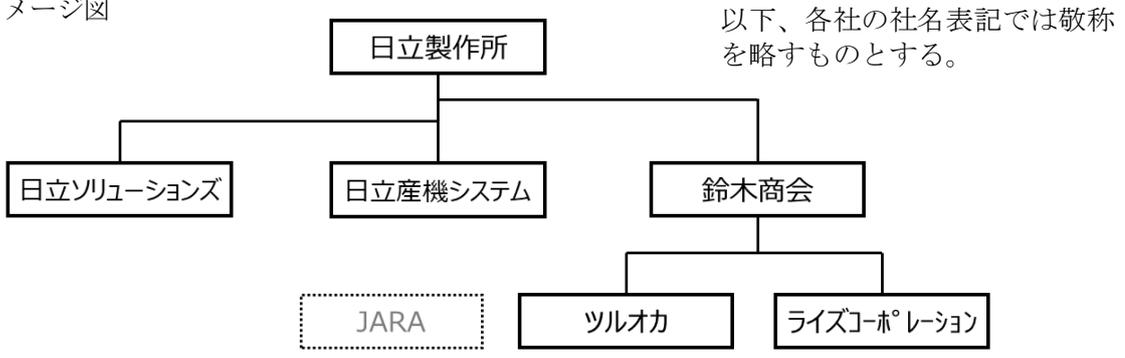
No.	実施テーマ	課題および対応策
1	解体方針作成システム	必要な部品や在庫管理の判断は担当者の知識・経験に頼り、属人化 ⇒受発注データや市況などに基づき、解体方針を AI などで自動作成し、作業者に必要な解体部品や在庫管理のための情報を提示
2	トレーサビリティ管理システム	個体識別情報のマーキング作業性およびトレーサビリティに課題 ⇒各車の識別情報をデジタルマーキング（刻印）などの技術を用いることで識別性の向上とトレーサビリティ化（処理状況の見える化）を実現
3	部品取り作業の効率化	-1. 取り外す部品は100種類以上あり、車種ごとに解体方法が異なるため作業が複雑、且つ解体ノウハウは個々の経験に頼り属人化 ⇒車種ごとの解体手順をデジタル化してスマートデバイスで教示する、部品取り作業ガイドシステムを作成 -2. 部品のダメージ診断に手間が掛かると共に経験を要する ⇒AIを活用した部品の画像識別でダメージを診断し、品位等級を決定する、部品ダメージ診断システムを作成
4	ニブラ等熟練作業の平準化	ニブラ作業は緻密で熟練の技術を要するため習得に時間がかかり、且つ解体手順などのノウハウは個々の経験に頼っているため、属人化 ⇒熟練作業者の解体ノウハウをディープラーニングし、解体手順に AR（拡張現実）などを用いて教示する、ニブラ解体作業ガイドシステムを作成

1.2.2. 事業の実施体制

● 表2 代表事業者、連携事業者の役割分担

法人名	事業者の位置付け	当事業における役割	
AI/IoT ベンダー	(株)日立製作所	代表事業者	全体取り纏め
	(株)日立産機システム	外注先 ※1年目はアドバイザー	SI (AI/IoT システム取り纏め) 実施テーマNo. 2, 4の検討
	(株)日立ソリューションズ	外注先	AI・AR 技術 他デジタル技術の検討・開発 実施テーマNo. 1, 3, 4の検討
リサイクル事業者	(株)鈴木商会	共同事業者	実証フィールド提供、情報・ノウハウ供与 データ収集、試験運用
	(株)ツルオカ	外注先 ※1年目はアドバイザー	同上
	(株)ライズコーポレーション	外注先 ※1年目はアドバイザー	同上 部品流通システム(NGP)の情報提供
その他	(株)JARA	アドバイザー	部品流通システムの情報提供

連携イメージ図



1.2.3. 事業の実施スケジュール

表3 事業実施スケジュール

No.	作業項目	計画/実績	1月末進捗率	2022年度																							
				4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月	
				前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
1	処理プロセスの課題調査	提案時計画	100%																								
		10月末計画	100%																								
		実績	100%																								
2	課題分析	提案時計画	100%																								
		10月末計画	100%																								
		実績	100%																								
3	課題解決策(システム構成)の立案	提案時計画	100%																								
		10月末計画	100%																								
		実績	100%																								
4	課題解決策(システム構成)の検証	提案時計画	100%																								
		10月末計画	100%																								
		実績	100%																								
5	課題解決策(システム構成)の評価	提案時計画	100%																								
		10月末計画	100%																								
		実績	100%																								
6	報告書取纏め	提案時計画	100%																								
		10月末計画	100%																								
		実績	100%																								

2. 助成事業の報告

2.1. 助成事業実施結果

本助成事業の実施方法および実施状況は以下に示すとおり。

(1) 課題調査・分析

自動車リサイクル現場の課題を調査・分析するために訪問したリサイクル事業者5社の視察結果を下表4に示す。

➤ A社視察概要

視察日：2022年6月9日、10日

場 所：北海道内

視察者：日立製作所、日立ソリューションズ、日立産機システム

目 的：処理プロセスの調査、および現場の課題抽出の為

➤ B社視察概要

視察日：2022年6月8日、9日

場 所：北海道内

視察者：日立製作所、日立ソリューションズ、日立産機システム

目 的：処理プロセスの調査、および現場の課題抽出の為

➤ C社視察概要

視察日：2022年5月24日

場 所：関東圏

視察者：日立製作所、日立ソリューションズ

目 的：処理プロセスの調査、および現場の課題抽出の為

➤ D社視察概要

視察日：2022年8月23日

場 所：関西圏

視察者：日立製作所、日立ソリューションズ

目 的：処理プロセスの調査、および現場の課題抽出の為

➤ E社視察概要

視察日：2022年10月6日

場 所：関東圏

視察者：日立製作所、日立ソリューションズ

目 的：処理プロセスの調査、および現場の課題抽出の為

表 4 課題調査結果

No.	調査テーマ	A社	B社	C社	D社	E社	
	処理方式の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 入庫～破碎・選別一貫 国内/海外向け別の解体ブース有 部品流通システム → JARA 	<ul style="list-style-type: none"> 入庫～ニブラ解体まで 国内/海外向け別の解体ブース有 部品流通システム → NGP 	<ul style="list-style-type: none"> 入庫～破碎・選別一貫 解体工程の一部をライン化 国内向け中古部品販売は限定的 部品流通システム → JARA 	<ul style="list-style-type: none"> 入庫～破碎・選別一貫 部品流通システム → JARA、ブロードリーフ、自社システム ニブラでは車体を開くように解体し、内装品を取り外す 	<ul style="list-style-type: none"> 入庫～ニブラ・プレスまで ASR再資源化と全部再資源化の両方式を併用 国内/海外向け別の解体ブース有 部品流通システム → ビッグウェブ (JARA) 	
①	解体方針作成システム	課題	<ul style="list-style-type: none"> 作業可能者が限定的（属人化） 取外し部品選定作業に時間が掛かる 	<ul style="list-style-type: none"> 作業可能者が限定的（属人化） 	<ul style="list-style-type: none"> 作業可能者が限定的（属人化） 取外し部品選定作業に時間が掛かる 取外し部品には全てマーキング指示 	<ul style="list-style-type: none"> 作業可能者が限定的（属人化） 	
		ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> コーションプレートの自動読取り 走行距離/車体外観チェックのデジタル化 作業指示書の自動作成・デジタル化（各種データより適切な取外し部品の自動選定 / 部品流通システムとの連携） 	<ul style="list-style-type: none"> コーションプレートの自動読取り 輸出向け作業指示書の自動作成・デジタル化 	<ul style="list-style-type: none"> JARA/ブロードリーフ/ヤフオク等の担当が各々取外し部品を選定し、非効率 → 解体方針の自動作成ニーズ有 	<ul style="list-style-type: none"> 解体方針の自動作成は潜在ニーズ有 	
②	トレサビリティ管理システム	課題	<ul style="list-style-type: none"> トレサビ管理なし：稀に行方不明車有 紙でアナログな管理（フロン・エアバッグのみ） 	<ul style="list-style-type: none"> トレサビ管理なし フロン・エアバッグ処理のみNGPシステムで管理 	<ul style="list-style-type: none"> 紙でアナログな管理（全行程） 	<ul style="list-style-type: none"> トレサビ管理なし 	<ul style="list-style-type: none"> トレサビ管理なし
		ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> デジタル(システム)化、他システムとの連携 ※ 損傷・汚れがあっても読取り可能なコードとする 進捗状況の見える化、車体へのマーキング作業レス化 輸出向け部品のトレサビ管理 	<ul style="list-style-type: none"> 進捗状況の見える化 →現在汎用システムの導入を検討中 	<ul style="list-style-type: none"> 各処理の動線に一貫性が無いため、進捗状況の見える化には潜在ニーズ有 	<ul style="list-style-type: none"> 解体工場(敷地)が複数あり、車の行き先が把握しにくいため、車の処理状況(行き先)の見える化が必要 	
③	部品取り作業の効率化	課題	<ul style="list-style-type: none"> 解体作業および形状作業(※)可能者が限定的（属人化） 中古部品の種類が非常に多く、解体作業に時間が掛かる（特に希少車種） 形状作業に時間が掛かる ※取外し部品を部品流通システムに登録するためのダメージチェックや写真撮影作業を言う 	<ul style="list-style-type: none"> 作業可能者が限定的（属人化） 解体作業の効率化（特に希少車種） 	<ul style="list-style-type: none"> 解体作業および形状作業可能者が限定的（属人化） 新車や解体実績の少ない車種は部品位置が分かり難く、非効率 	<ul style="list-style-type: none"> 手作業で一部のハーネスや内張り樹脂(PP)の取り外し作業を行っており、手間が掛かっている 	
		ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> スマートデバイスによる部品位置、手順、使用工具のガイド（作業の効率化） 損傷個所の自動識別 / 部品撮影およびマーキングやコメント登録の自動化 効果的な撮影環境や可動装置を備えた撮影台（ブース） 	<ul style="list-style-type: none"> 海外向け中古部品の解体ガイド（外車は構造が統一されておらず特にニーズ有） 	<ul style="list-style-type: none"> 新車や解体実績の少ない車種の部品位置のガイド 損傷個所の自動識別 / 部品撮影およびマーキングやコメント登録の自動化に潜在ニーズ有 	<ul style="list-style-type: none"> 部品解体ガイドに潜在ニーズ有 	
④	ニブラ作業の平準化	課題	<ul style="list-style-type: none"> 解体作業可能者（ニブラのオペレータ）が限定的（属人化） オペレータの中でも作業効率が1.5倍程度違うため能力の平準化が必要 		<ul style="list-style-type: none"> 内装品も解体してハーネス等を回収しているが、全部再資源化方式ではないため、見合った対価が得られていない 	<ul style="list-style-type: none"> 全部再資源化方式ではハーネス・非鉄部品を丁寧に取り外しているため、手間が掛かっている 	
		ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> 操作ガイド（ノウハウのガイド） 新人教育、トレーニング目的 	<ul style="list-style-type: none"> 作業のアシスト機能（パーツを爪で掴んだら自動で引き抜く等） 	<ul style="list-style-type: none"> 解体部品位置やノウハウのガイドは新人教育、トレーニング目的としては潜在ニーズ有 	<ul style="list-style-type: none"> 新人に操作訓練を行っているので、教育、トレーニング目的には解体部品位置やノウハウのガイドは潜在ニーズ有 	

(2) 課題解決策の立案

現場が抱える課題の調査結果を基に、4つの課題テーマごとに解決策の検討・立案を行った。

① 解体方針作成システム

現状の課題：入庫時に目視での車両外観チェックやコーションプレート（以下、「CP」と記す）や車検証から車両情報の記録をしているが、記入の手間や手書きによる転記ミスが発生している。また、取り外し部品の選定業務は部品情報や市場相場などの専門的知識が必要なことから業務が属人化している。

解決策案：車両外観の損傷状況やCP・車検証の記載情報をスマートデバイスで撮影し、部品流通システムへ送信後、AIを用いて取り外し部品の指示書を自動作成することで、属人化作業の解消をめざす。（図1参照、検討事項は表5参照）



図1 解体方針作成システム案

表5 解決策案および実現に向けた検討事項

○：有力案 凡例：高 ←→ 低
☆☆☆ ☆☆☆ ☆☆☆

No.	要求事項	解決策案	難易度	検討課題
1	車体情報の収集	A コーションプレートのモデル番号をスマートデバイスで撮影し、自動で読み取り	☆☆	<ul style="list-style-type: none"> 撮影写真から番号識別可能か確認（100%ではないが難しくはない） ※既存のクラウドサービスを使用することを検討
		B 上記に加え、走行距離、外観(状態)等も収集	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> 走行距離メータは新しい車ではデジタル表示になっているが、ELVにおいてどの程度確認可能か要検討
2	方針作成のための部品情報等との連携	A CSVデータの活用	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> CSVデータをリサイクラーから収集可能か、また利用してもよいか要協議（JARA、NGPと）
		B 部品流通システムとのデータ連携	☆☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> JARA/NGPと協議し、どのような連携ができるかを確認 情報セキュリティ面をどのように担保するか要検討

② トレーサビリティ（以下、「トレサビ」と記す）管理システム

現状の課題：トレサビ管理未実施により、処理履歴が不明な車両や場内で行方不明になる車両がまれに発生する。車体に必要情報を記入するマーキング作業においても、手書きによる記入ミスや読取り間違いの発生リスクが存在する。（図2参照）

解決策案：従来の手書きマーキングに代わり、デジタルマークやRFID(Radio Frequency Identification) タグで個体情報を管理する方法に変更する。事前に車両情報とデジタルマークまたはRFIDとを紐付けし、各処理工程ごとに読取り・報告を行うことで、処理状況の見える化を図る。（検討事項は表6参照）



図2 トレサビ管理システム案

表6 解決策案および実現に向けた検討事項

○：有力案 凡例：高 ← → 低
☆☆☆ ☆☆☆ ☆

No.	要求事項	解決策案	難易度	検討課題
1	管理番号のマーキング方法	A デジタルマーク（刻印 or ラベル貼付け）	☆☆	<ul style="list-style-type: none"> 刻印に掛かる時間の検証要 汚れや破損した際の読取り精度の検証要 運用コスト試算
		B RFID等汎用的な技術	☆	<ul style="list-style-type: none"> 技術優位性・新規性が乏しい RFIDの場合、車体が金属の為、読取り成功率が低くなる可能性有り 運用コスト試算
2	マーキング情報の読取り方法・登録方法	A スマートデバイスで撮影し、読取り・登録	☆	<ul style="list-style-type: none"> 読取り可能か要調査
		B 専用リーダーで読取り、タブレット等で登録	☆	

③ 部品取り作業の効率化

③-1 部品取り作業ガイドシステム

現状の課題：部品取り作業は、紙の作業指示書をもとに作業員自身が経験と知識に基づき、解体手順や使用工具を判断し作業しており、属人化作業と化している。(図3参照)
 解決策案：メーカーの製品情報や作業員のノウハウをデータベース（以下、「DB」と記す）化し、スマートデバイス上で部品取り作業手順や部品位置、使用する工具を自動且つ視覚的にガイドする。それにより知識や経験の浅い作業員でも熟練作業員と同等に近い作業効率を実現することをめざす。(図3参照、検討事項は表7参照)

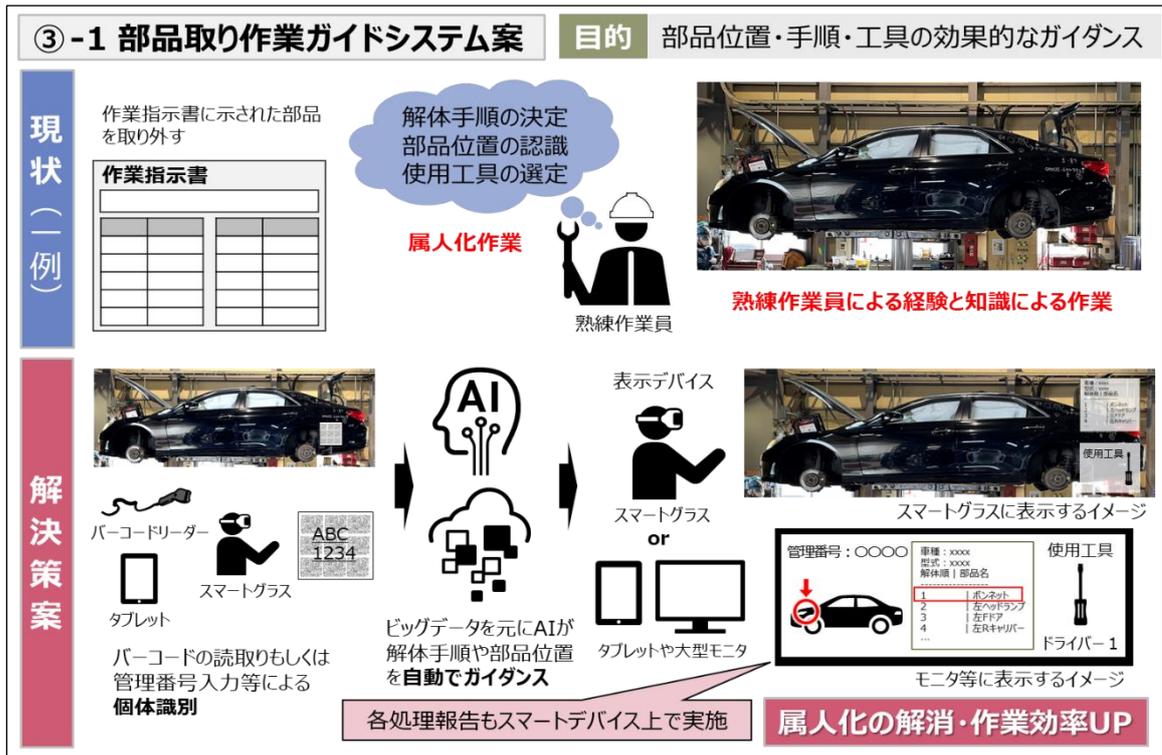


図3 部品取り作業ガイドシステム案

表7 解決策案および実現に向けた検討事項

○：有力案 凡例：高 ← → 低
 ☆☆☆ ☆☆ ☆

No.	要求事項	解決策案	難易度	実現に向けた検討事項
1	ガイド表示デバイス	A	☆☆	・設置スペースや防塵性能等
		B	☆☆☆	・視認性、バッテリー時間、防塵性能
2	情報の収集方法	A	☆☆	・データ入力作業に手間が掛かる
		B	☆☆☆	・技術的ハードルが高い
3	解体手順のガイド	A	☆☆	・作業員が直感的に理解し難い
		B	☆☆☆	・図面や3D画像の入手が必要
4	部品位置のガイド	A	☆☆☆	〃
		B	☆☆	〃
5	使用工具のガイド	A	☆☆	・作業員が直感的に理解し難い
		B	☆☆	
		C	☆☆☆	・工具の識別方法の模索が必要 (RFIDやデジタルマーキング)

③-2 部品ダメージ診断システム

現状の課題：中古部品を取り出して部品流通システムへ登録する際に部品の損傷の具合を作業者が目視で識別してマーキングおよび写真撮影を行っており、労力と時間を費やしている。（図4参照）

解決策案：撮影ブースまたはカメラを可動式にして部品を撮影し、AI画像診断で損傷箇所および損傷種別を自動で識別およびマーキングをし、部品流通システムへ自動で登録することで作業の効率化をめざす。（図4参照、検討事項は表8参照）

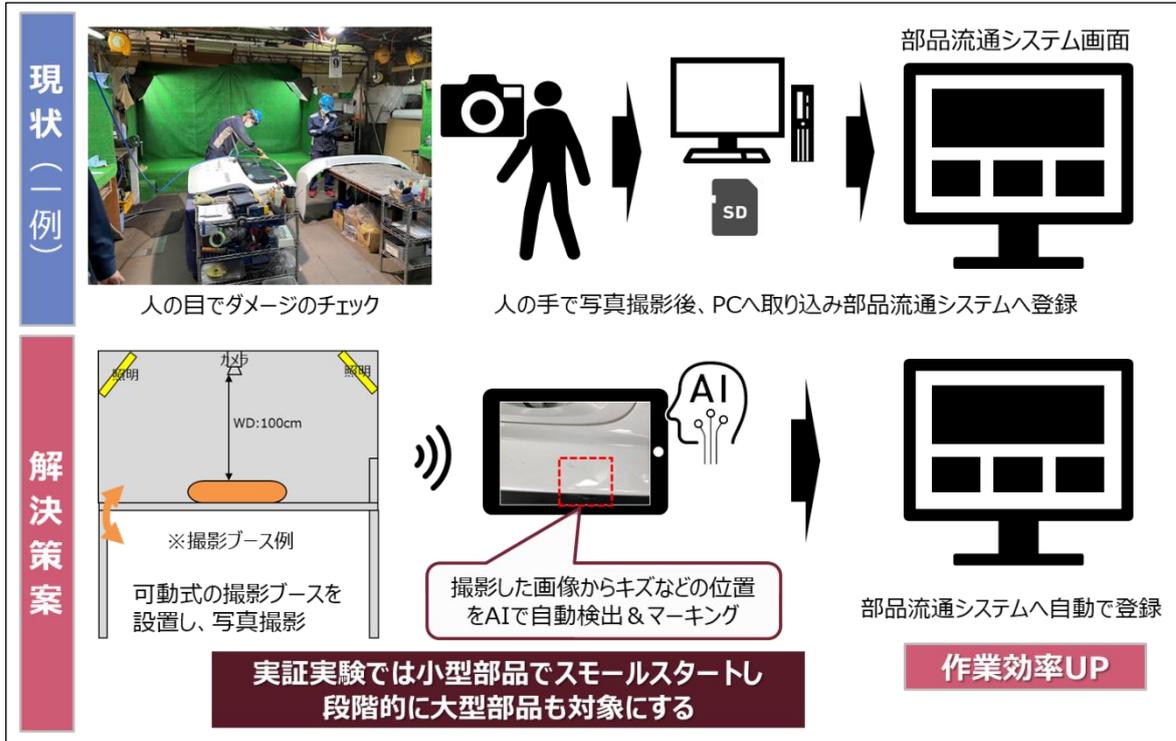


図4 部品ダメージ診断システム案

表8 解決策案および実現に向けた検討事項

○：有力案 凡例：高 ← → 低
☆☆☆ ☆☆ ☆

No.	要求事項	解決策案	難易度	実現に向けた検討事項
1	ダメージ識別レベル及び対象品	A 現状マーキングしているすべての傷（外装品）	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> 点や色の違いが出ない凹みなどがカメラで識別できない可能性有 撮影コストが増加する可能性有
		○B 大きい傷のみ（外装品） ※識別できないものは人の手でマーキング	☆	<ul style="list-style-type: none"> カメラで識別できるレベルの傷を確認し、それが現在マーキングしている傷の何割にあたるかをまずは検証（どれくらい効率化できるか）
2	撮影方法	A スマートグラス	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> 傷の認識精度を要検証
		○B 撮影ブース（撮影架台含む）を設置してカメラで撮影	☆☆	<ul style="list-style-type: none"> コスト増 傷の認識精度を要検証

④ ニブラ等熟練作業の平準化

現状の課題：ニブラ作業は緻密で熟練の技術を要するため習得に時間が掛かり、且つ解体手順などのノウハウは個々の経験に頼る属人化作業であるため、熟練作業者と経験の浅い作業者とは1.5倍程作業効率に差がある。(図5参照)

解決策案：熟練作業者の解体ノウハウをディープラーニングし、解体手順のガイドにAR(拡張現実)などを用いてスマートデバイス上に表示しガイドすることで、経験の浅い作業者でも熟練作業者と同等の作業効率を達成できることをめざす。(図5参照、検討事項は表9参照)

④ ニブラ解体作業ガイドシステム案
目的 解体操作手順・ノウハウのガイダンス

現状



- 解体作業のノウハウはマニュアル化されておらず、オペレータの知識と経験に頼る**属人化作業**(熟練オペレータは限定的)
- 熟練者とそれ以外のオペレータでは**1.5倍程作業効率に違い有り**
- 解体作業ノウハウの習得には時間がかかる

解決策案



AR(拡張現実)等を用いてスマートデバイスに表示しガイドする

▲ アプローチ箇所(ハーネス位置等)

➡ 車体押さえる場所

表示デバイス例



スマートグラス タブレット・モニタ

レーザー光

新人でも熟練者に近い作業能力の確保

図5 ニブラ解体作業ガイドシステム

表9 解決策案および実現に向けた検討事項

○：有力案 凡例：高 ←————→ 低
☆☆☆ ☆☆☆ ☆☆☆

No.	要求事項	解決策案	難易度	実現に向けた検討事項
1	データ収集方法	A スマートグラスやトラッキンググローブで熟練者のノウハウを学習	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ・感覚的な部分(力の強弱等)のデータ化が困難 ・重機の爪及びアーム等との同期
		B カメラを設置して動画撮影し、動画から熟練者の動きやレバー・フットペダルのデータを収集	☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ・感覚的な部分(力の強弱等)のデータ化が困難 ・重機の爪及びアーム等との同期
		C 熟練者のノウハウ、設計データ等を基にテキスト入力	☆	<ul style="list-style-type: none"> ・単なる手順書になってしまう
2	ガイドデバイス	A スマートグラス上にARで解体ガイドを表示	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ・車の形やハーネスの位置等をディープラーニングで学習させる必要がある ・視認性が悪い為、安全性に課題
		B タブレットやモニタを操縦席に設置し、解体ガイドを表示	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ・車の形やハーネスの位置等をディープラーニングで学習させる必要がある
		C レーザーを使ってニブラの爪のアプローチ箇所を示す	☆☆☆	<ul style="list-style-type: none"> ・車の形やハーネスの位置等をディープラーニングで記憶させる必要がある ・明るい場所では視認性が悪い

(3) 課題解決策の検証

4つの課題テーマごとに立案した各課題解決策において、実現可能性、有効性などを検証するために表10に示す検証作業を実施し、評価を行った。

表10 検証作業内容

記号	内容
イ	部品取り作業ガイドシステムおよびニブラ解体作業ガイドシステムの使用デバイス案の一つであるスマートグラスのデモ体験をし、ユーザビリティを検証・評価
ロ	解体方針作成システムの支援機能として検討している、①CP自動読取り（文字認識）技術、および②車両外観AI画像診断技術について既成システムの有効性を検証・評価
ハ	トレサビ管理システムの情報管理（個体識別）方法として検討している、デジタルマークおよび金属対応RFIDの有効性を検証・評価
ニ	部品ダメージ診断システムの実現可能性を検証・評価
ホ	ニブラ解体作業ガイドシステムの実現可能性を検証・評価

イ. スマートグラスのユーザビリティ検証・評価

① デバイスA：ゴーグル式ヘッドマウントディスプレイ

実施方法：デバイスAを装着の上、デモ映像を表示し、視認性・操作性を確認

体験者：現場作業員@鈴木商会、現場作業員@ライズコーポレーション、他関係者
検証結果を図6に示す。

使用イメージ		<ul style="list-style-type: none"> 解体手順のガイド (どの部品を取るか、どの工具を使用するかをARで表示) ニブラ作業の操作ガイド or トレーニング 			
デモ体験後の評価		テーマNo.	判定	評価	
装着感	<ul style="list-style-type: none"> 重量はあるが(500g以上)、しっかり固定されるためストレス無し 	①	△	コーションプレートを近くで撮影しにくい	
見え方	<ul style="list-style-type: none"> 現実空間上に3DでAR表示 若干視野が狭くなり暗く見えるが否定的な意見は聞かれなかった 	③-1	×	表示物に意識が向くため安全上、NG	
操作方法	<ul style="list-style-type: none"> 視線、音声、ジェスチャー 	③-2	△	ゴーグル越しだと損傷箇所が見えにくい	
その他	<ul style="list-style-type: none"> Teamsと連携し視野の共有 写真や動画の撮影およびQRコードの読取り可 	④	×	表示物に意識が向くため安全上、NG	

図6 デバイスA デモ体験結果

② デバイス B：視線の先にディスプレイのあるヘッドマウントディスプレイ

実施方法：デバイス B を装着の上、デモ映像を表示し、視認性・操作性を確認

体験者：現場作業員@鈴木商会、現場作業員@ライズコーポレーション、他関係者
検証結果を図 7 に示す。

使用イメージ				
<ul style="list-style-type: none"> ・手順書・ドキュメントの表示 ・ハンズフリーでの写真撮影 ・遠隔にいる作業員と画面共有 				
デモ体験後の評価		テーマ No.	判定	評価
装着感	<ul style="list-style-type: none"> ・デバイスAより軽量（400 g 以下）で、しっかり固定されるためストレス無 ・モニタ部分が飛び出ている為、ぶつける可能性有 	①	△	撮影した写真のチェックがしにくい
見え方	<ul style="list-style-type: none"> ・小さなモニタが目先にあるイメージ ・細かい絵や文字は見にくく、しっかり見るには集中する必要があるため、作業しながらには不向き 	③-1	×	撮影用に使用するにはOKだが、ガイド表示を見るのはNG
操作方法	<ul style="list-style-type: none"> ・100%音声操作（モニタにコマンド表示） 	③-2	△	撮影した写真のチェックがしにくい
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・Teamsと連携し視野の共有 ・写真・動画の撮影、QRコードの読取り可 	④	×	撮影用に使用するにはOKだが、ガイド表示を見るのはNG

図 7 デバイス B デモ体験結果

③ デバイス C：スマートグラス（メガネタイプ）

実施方法：デバイス C を装着の上、デモ映像を表示し、視認性・操作性を確認

体験者：日立製作所 担当者 2 名 @日立製作所事務所
検証結果を図 8 に示す。

使用イメージ				
<ul style="list-style-type: none"> ・画像の表示（手順書等） ・表示画像は固定（画像の移動は不可） ・遠隔にいる作業員と画面共有 				
デモ体験後の評価		テーマ No.	判定	評価
装着感	<ul style="list-style-type: none"> ・軽いが、しっかりとした装着感はない / コントローラケーブルが引っかかりやすい 	①	×	現場では写真撮影できない
見え方	<ul style="list-style-type: none"> ・現実空間上に 2D で AR 表示 ・明るい場所では多少見えづらくなる 	③-1	×	表示物に意識が向くので安全上、NG
操作方法	<ul style="list-style-type: none"> ・付属コントローラ / グラス部とは有線での接続 	③-2	×	現場では写真撮影できない
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・QRコード読取りは可能 ・写真や動画の撮影はリモートで繋いだパソコンから行う ・操作はコントローラで行うため片手が塞がり、現場作業員には不向き 	④	×	表示物に意識が向くので安全上、NG

図 8 デバイス C デモ体験結果

以上の結果、スマートグラスを装着した状態での作業は、画面表示物の視認性の問題、および画面表示物を見る際に意識が表示物に集中してしまうことによる安全性の問題などから現場での使用には適さないと判断する。

ロ. 解体方針作成システムに関する支援機能の検証・評価

① CP 自動読取り（文字認識）システム

- 実施目的：下記3種類の既成OCR（光学文字認識）システムを用いてCP記載文字の識字率を確認
- 実施方法：CP画像30枚を各システムにアップロードして文字認識結果を確認
- 認識対象：CP記載の「型式・MODEL」、「FRAME No（車台番号）」、「ENGINE」、「COLOR」、「TRIM」、「TRANS/AXEL」
- 各システム種別と認識結果（識字率）を表11に示す。

表11 各システムの識字率

システム種別	大手クラウドサービス (1)	大手クラウドサービス (2)	日立 Gr.会社 文字認識サービス
識字率 ※	86%	NG (応答なし)	76%

※ 識字率 = 正しく認識した文字数 / 対象とする全文字数

- 誤認識しやすい文字

記載文字	D	B	I	5	Z	T	C
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
誤認文字	0	8	1	S	2	1	0

- 文字認識が困難なCP例を表12に示す。

表12 文字認識が困難なCP写真と識字率

要因	刻印が薄い場合	CP部が小さい場合	斜め撮りの場合	
CP写真				
識字率	GCP	66%	61%	56%
	日立Gr	66%	44%	73%
要因	陰影が大きく、傷がある場合	汚れが付着している場合	光が反射している場合	
CP写真				
識字率	GCP	87%	65%	61%
	日立Gr	55%	50%	63%

➤ 識字率向上案

- CP 写真撮影方法の適正化（ルール化）
 - ・ 写真上での CP 部の大きさを適正化（極力、接写する）
 - ・ 正面から撮影
 - ・ 汚れは拭き取る
 - ・ 明るさ等撮影環境の整備
- 誤認識し易い文字は幾つかの候補がある場合に正しい文字を類推するための法則性を見出し、新たに作る日立側のシステムで補正する
 - ・ メーカーや表記項目から法則性を見出す

以上より、既成 OCR システムと日立側システムを組み合わせることにより高い識字率を実現できる可能性を見出したので、CP 自動読取り機能は解体方針作成システムの一機能として検討を継続する。

② 車両外観 AI 画像診断システム

- 実施目的：入庫した車両外観をカメラで撮影し、損傷状態を自動識別可能な3種類の既成システム（損保会社向け）を用いて確認。また下記 F 社のスマートフォン（以下、「スマホ」と記す）用アプリで現地デモ実験を行い、ユーザビリティを確認。
- 実施方法：入庫車両10台分の外観画像を各システムにアップロードして損傷箇所を識別できるかを確認。また、現地（鈴木商会）では車両4台を F 社スマホ用アプリで図9に示す要領で写真および動画を撮影して診断を行うデモ実験を実施。

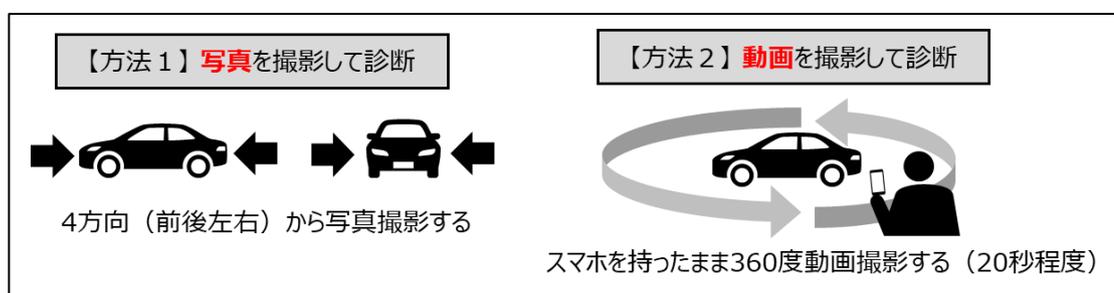


図9 現地デモ実験方法

➤ 3種類の診断システムの仕様比較（表13参照）

表13 各診断システムの仕様比較

システム名 項目	F社 (ブラウザ経由で実施)		G社 (ブラウザ経由で実施)		H社 (画像提供し実施)	
	対応可否	備考	対応可否	備考	対応可否	備考
1 AIダメージ診断	○	アプリ可	○	API連携で アプリ化可	○	アプリ版有
2 部品位置特定	○	—	○	—	○	—
3 ダメージ種類	19種類	—	15種類	錆は対象外	15種類	錆は対象外
4 部品識別種類	78部品	—	86部品	—	83部品	—
5 実施方法	写真・動画	—	写真	—	写真	—
6 診断時間 (1車あたり)	3分～5分 程度	複数画像を 同時処理	20秒程度 (5秒/枚)	画像1枚 ずつ処理	20秒程度 (5秒/枚)	画像1枚 ずつ処理
7 その他機能	OCR機能	CP識別 走行距離 読取り可	—	—	—	—

➤ システム別の損傷部識別結果（識別成功率）

車10台分の車両外観画像をブラウザ経由でアップロードして実施。
識別結果を表14に示す。

表14 各システムの識別成功率

システムベンダ名	F社	G社	H社
識別成功率	72%	5%	0%

検証の結果、F社システム以外は本用途では実用に耐えないことが分かった。
(H社システムは画像形状や照度条件が合わなかった可能性が高い。)

➤ F社スマホ用アプリのデモ実験における評価

課題は以下のとおり。

- ・撮影スペース（対象から3m程）が必要
- ・診断時間は1台あたり3分～5分程かかる
- ・識別成功率の向上が必要（特にへコミの識別）

スマホでの操作性については、現場作業者からは画面上でガイダンス表示され、分かり易いとの意見。

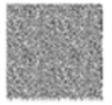
➤ 考察

3つのシステムの中ではF社のシステムが識別率72%と一番高かったが、課題も多くみられる。但し、更なる学習を重ねれば識別精度の向上が見込めるため、実用性の向上をめざして次年度もF社と連携を図り、検討を進める。

ハ. トレサビ管理システムに係るデジタルマークおよび金属対応 RFID の検証・評価

① デジタルマークと金属対応 RFID の特性比較（表 1 5 参照）

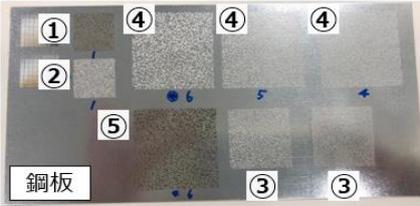
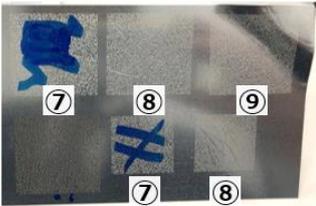
表 1 5 デジタルマークと金属対応 RFID の特性比較

種類	デジタルマーク 	RFID 	[参考] バーコード・QRコード 
1度に情報を 読み取れる タグの数	1度に1つずつ読取り可能 (連続読取り可能)	複数のタグをまとめて 読取り可能	1度に1つずつ読取り可能 (連続読取り可能)
通信距離	比較的遠くからでも 読取り可能 (カメラ性能に依存)	比較的遠くからでも 読取り可能	近距離しか読取れない
記録容量	・少容量 ・非公開の専用ソフトでのみ解読 ・可能な英数字10桁のID	中容量	バーコード：少容量 QRコード：大容量
タグ表面の 汚れ耐性	非常に強い (50%の欠損率で読取り可能)	強い	弱い
価格	1ライセンス課金制	1枚：5～10円 ※金属対応タグは1枚:100円～	無料

※ デジタルマークは、米Digimarc社が開発した「電子透かし」技術です。
 ※ QRコードは株式会社デンソーウェーブの登録商標です。

② デジタルマーク（レーザーマーカ方式）デモ実験

- 実施目的：マークの読取り精度および打刻時間の検証
- 実施方法：レーザーマーカのメーカーデモ機で鋼板サンプルにデジタルマークを刻印し、その読取り精度および打刻時間を確認
- 実験結果は図 1 0 に示すとおり。

○数字：試験No.

試験No.	マークサイズ	レーザー打刻数	打刻時間	読取り可否	判定
①	20mm角	20回：マークが濃い	48s △	少し読取り難い	△ ×
②	20mm角	3回：マークが薄い	21s ○	少し読取り難い	△ △
③	30mm角	3回：マークが薄い	47s △	安定的に読取り可	○ △
④	40mm角	3回：マークが薄い	84s ×	安定的に読取り可	○ ×
⑤	40mm角	20回：マークが濃い	192s ×	安定的に読取り可	○ ×

試験No.	ダメージ種別	読取り可否
⑦	インク落書き	読取り可 ○
⑧	擦り傷	読取り可 ○
⑨	折り曲げ	少し読取り難い △

凡例

- 実用性あり
- △ 運用次第
- × 非実用的

光の反射の影響
と思われる

図 1 0 レーザーマーカデモ実験結果

➤ 考察

- ・安定して読み取れるマークサイズは 30 mm角相当以上
- ・マークサイズ 30 mm角の打刻時間はマーク 1つあたり 45 秒程かかる
- ・多少の汚れや傷、変形（折れ曲がりなど）があっても読取り可能
- ・マーキング中は固定する必要があるため、マーカ一部は設置治具が必要となり、作業場所は固定となる。（ハンディ化は困難）

③ デジタルマーク（ラベル方式）貼付け位置の現地検証実験

- 実施目的：汚れ・損傷の程度による読取り成功率の確認および現地でのデジタルマークラベルの適正貼付部位の検証
- 実施方法：ラベルを車両（2台）の複数個所に貼り付けて一連の解体処理を行い、ニブラ解体作業後のデジタルマークの読取り成功率を検証。尚、ラベル貼付位置は部品として取り外す可能性のある部位は除外とした。図 1 1 に実際のデジタルマーク貼付け状況を示す。



図 1 1 デジタルマーク（ラベル方式）貼付け状況

- 実験結果：ニブラ解体作業後のデジタルマークラベル貼付状況を図12に示す。貼付け箇所は後方側面の給油口付近（リヤフェンダー部）だと損傷が少なく適正とみられる（今回の実験では読取り可能率100%）。

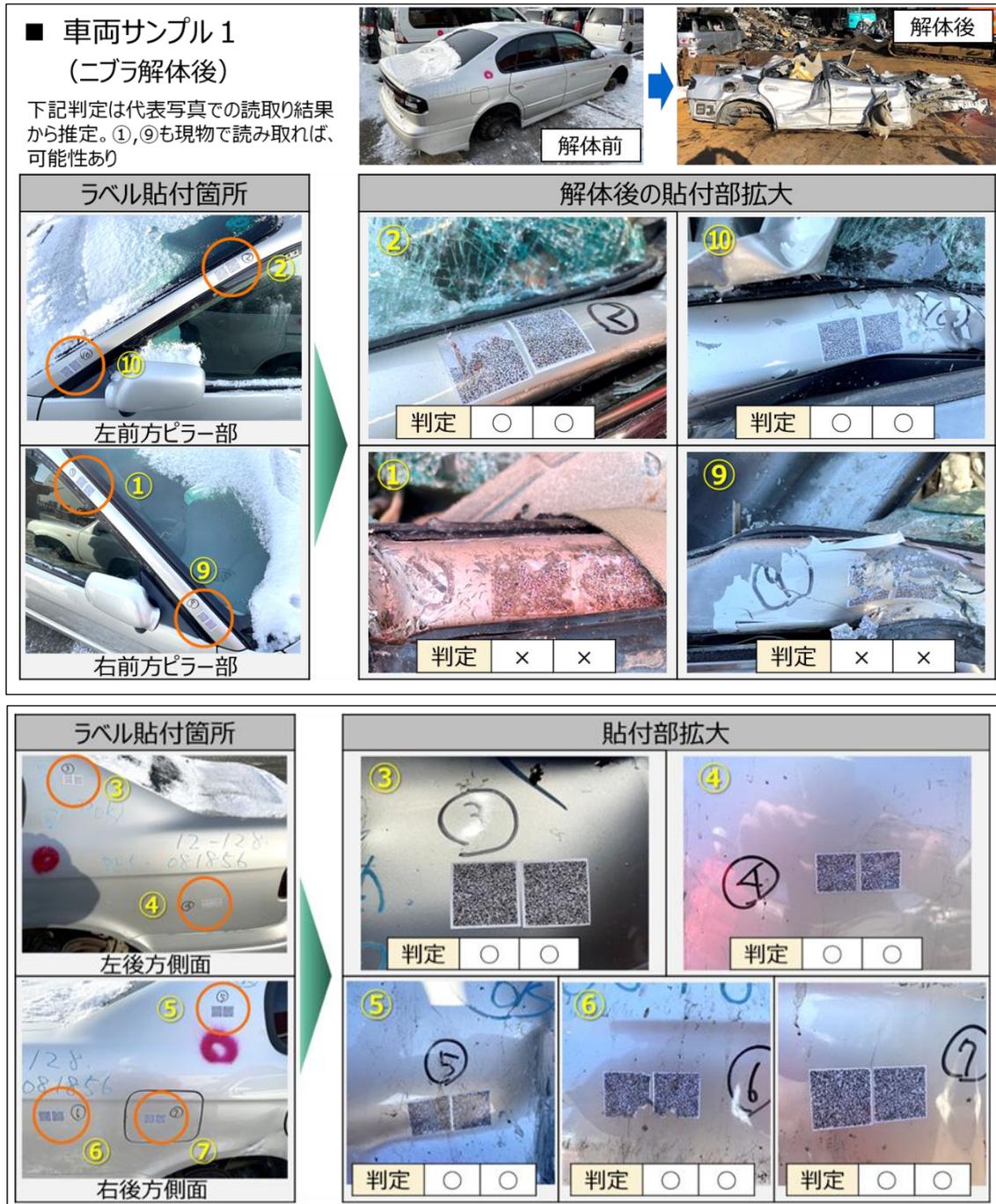


図12 ニブラ解体作業後のデジタルマーク貼付け状況

④ 金属対応 RFID 読取り精度の現地検証実験

- 実施目的：金属対応 RFID タグを自動車のドアパネル（鋼板）などに貼り付けて読取り精度を確認
- 実施方法は表 1 6 に示す 4 種類の金属対応 RFID タグを用意し、現地（鈴木商会）で実車両のドアパネル（鋼板）他に貼り付けて、RFID リーダーでの読取り可否の検証、および読取り可能距離の測定を実施。（図 1 3 参照）

表 1 6 各種金属対応 RFID タグの仕様

サンプル No.	タイプ	仕様
①	樹脂タイプ（ABS製）	動作温度：-40℃～+85℃ 寸法：60mm x 15mm x 12.2mm 通信距離：最大15m
②	ラベルタイプ（PET樹脂）	動作温度：-40℃～+85℃ 寸法：60mm x 21mm 通信距離：10m以上 その他：プリンタで表面印字が可能
③	樹脂カバータイプ（塩ビ被覆）	動作温度：-20℃～+60℃ 寸法：約23mm x 55mm x 5.3mm 通信距離：約5～10m
④	ラベルタイプ（PET樹脂）	動作温度：-35℃～+85℃ 寸法：60mm x 25mm x 1.2mm 通信距離：4.5m以下 その他：プリンタで表面印字が可能

■ RFIDリーダー



- ✓ UHF帯RFIDハンディリーダーライタ
- ✓ [Android](#), [iOS](#) 各種スマートフォン、タブレットと[bluetooth](#)で簡単接続
- ✓ 高出力 & 特定小電力（250mW）に対応
- ✓ 高速な読取りスピード（600タグ/秒）

■ RFIDタグ実験内容

1. ドアパネル他にタグを貼り付けて読取り可否を検証
2. 読取り可能距離を測定




図 1 3 金属対応 RFID 検証実験方法

- 実験結果は表 1 7 に示すとおり、①, ③, ④のタグをドアパネル（鋼板）に貼付けた状態で読取り可であった。（タグ②は誤使用）
読取り距離は最大で6 m弱（樹脂タグ）、短いもので2.3 m程（ラベルタグ）。

表 1 7 金属対応 RFID 検証実験結果

サンプル No.	タグの種類	読取り可否	読取り距離 (仕様値)	備考
①	樹脂タイプ (ABS製)	○	5.9m以下 [最大15m]	ドアパネルに貼り付けて実施
②	ラベルタイプ (PET樹脂)	(×) 使用方法誤り	2.4m以下 [10m以上]	・先端折り曲げ部をドアパネルに貼り付けて実施 ・ガラス部、プラスチック部では読取り可
③	樹脂カバータイプ (塩ビ被覆)	○	3.0m以下 [5~10m]	ドアパネルに貼り付けて実施
④	ラベルタイプ (PET樹脂)	○	2.3m以下 [4.5m以下]	ドアパネルに貼り付けて実施

- ⑤ デジタルマークと金属対応 RFID の比較検証結果 (表 1 8 参照)

表 1 8 デジタルマークと金属対応 RFID の比較検証結果

No.	比較項目	デジタルマーク		RFID	
		a. レーザーマーカー	b. ラベル	c. プラスチック製	d. ラベル
1	読取り精度	多少の傷・汚れはOK 金属は反射の影響有	多少の傷・汚れはOK	読取りは問題なし	読取りは問題なし
	評価点	2	3	3	3
2	読取り距離	(比較的) 短い	(比較的) 短い	(比較的) 長い	(比較的) 少し長い
	評価点	1	1	3	2
3	ダメージ耐性 (耐水性は何れもOK)	傷・汚れに強い (50% 欠損しても読取り可)	傷・汚れに強いがニブラ作業で剥離の恐れあり	ニブラ作業時にICチップ損傷の恐れあり	ニブラ作業時にICチップ損傷の恐れあり
	評価点	3	2	1	1
4	運用効率	低	中	高	中
	評価点	1	2	3	3
5	ランニングコスト	電気代のみ	ラベル費	ラベル費	ラベル費
	評価点	3	1	1	2
6	イニシャルコスト (システム費除く)	機器費 高 ライセンス料	ラベルプリンタ、リーダー	リーダー	リーダー
	評価点	1	2	3	3
総合評価点		11	11	14	14

評価点 : 1 2 3
低 ← → 高

- 考察

運用効率およびランニングコストを重視し、2年目は 金属対応 RFID (ラベル) 方式 (表 1 8 の d 方式) での検証を行うものとする。課題は RFID タグの損傷リスクであり、このリスク対策を検討する。

ニ. 部品ダメージ診断システム実現可能性の検証

- 実施目的： 現在、人が目視で識別している部品の傷が、AI 活用によって画像識別が可能となるかについて検証を行う。
- 実施方法： 先ずは比較的小型の部品を対象として、部品の全体写真および傷をマーキングした写真とを比較して傷をどの程度識別できるかを確認
- 検証結果： 写真での傷の視認率：約 14% (N 数 = 43)
(計算式 = 写真で識別可能な傷の個数 / 目視で識別した傷の個数)

図 14 に検証した部品写真の一例を示す。



図 14 写真での傷の識別結果

- 考察
 - ・部品全体を収めた画像では、解像度が足りずダメージの識別が難しいため、解像度を 4K などに上げるか、または部品 1 個に対して複数回撮影を行う必要がある。
 - ・接写した場合でも、部品の端にあるヘコミは検出できる見込みはあるが、中心にあるヘコミやツキダシは検出できない可能性が高い。部品中央のヘコミ、ツキダシを検出するには照明の当て方などの微妙な調整が必要となる。
 - ・ヘッドライトなどの傷は一部識別できるが、光の反射を傷と誤検知する可能性が高いため、光の映り込みなどを最小限とする撮影方法を検討する必要がある。
 - ・全部品において、一部の傷は視認できるが、写真からでは傷と汚れの区別ができないものもあるため、汚れは全て取り除き撮影を行う必要がある。

ホ. ニブラ解体作業ガイドシステム実現可能性の検証

① ニブラ解体作業動画からのノウハウ取得の可否検証

- 実施目的： 撮影データからニブラ作業のノウハウ（解体部品の位置や爪の動きなど）を取得可能か検証する。また、それに必要なカメラ性能の見極めを行う。
- 実施方法は図 15 に示すように現地（鈴木商会）ニブラ解体ヤードのフェンス上 (A) および運転席上方 (B) にデジタルカメラを設置し、動画データを取得する。



図 1 5 現地動画撮影方法

- 実験結果：撮影画像を図 1 6 に示す。
- ・今回使用したカメラは手振れ補正機能があるため、運転席上からでもフェンス上からでも振動の影響はほとんど受けず、ツメの動きおよびツメで掴む位置の視認は可能であった。
 - ・車の外側についている部品の位置は視認できるが、多くの部品が重なりあっている場合やカメラの死角にある部品、カメラに映らない車内の部品（ハーネスなど）は検出が難しい。



図 1 6 現地動画撮影画像

以上より、撮影画像からツメの動きに関するノウハウは取得可能である。部品の位置情報はカメラを複数台設置すれば、カメラの死角にある部品も視認できるようになるが、それでも撮影画像だけでは限界がある。

② オペレーターのアイトラッキングデータからのノウハウ取得可否検証

- 実施目的：熟練オペレーターが解体作業中どこに着目しているかなどの視点情報からノウハウを取得・分析し、ガイダンスに活かさないかを検証
- 実施方法：鈴木商会保有の AR ゴーグルを熟練オペレーターに装着してもらい、作業時のアイトラッキングデータを取得し、分析。アイトラッキング画像を図 1 7 に示す。



図 1 7 熟練オペレーターのアイトラッキング画像

- 検証結果：
AR ゴーグルのアイトラッキング画像から、熟練者と非熟練者の作業比較・検討に活用可能と考える。活用方法としては主に以下が考えられる。
 - ・ 熟練者と非熟練者の視点の動かし方の比較、ガイド
 - ・ 部品解体時に注視する位置の可視化
 - ・ 作業者の視点位置による解体部品の自動認識

2.2. 設備導入内容および稼働結果

今年度は調査事業につき、設備導入なし。

2.3. 実施結果を踏まえた考察

(1) 解体方針作成システム

部品の解体方針を自動作成するには、部品の需給情報や在庫情報などが必要となるため、既成の部品流通システムとの連携が必須となる。

今回、部品流通システム大手の(株)JARA（以下、「JARA」と記す）と NGP 日本自動車リサイクル事業協同組合（以下、「NGP」と記す）と協議をし、部品の解体方針作成システム構築に向け、連携していく方向性とした。

また、部品の解体方針を決める上では CP 情報や車両外観情報（損傷具合）が必要である。今回、これらを自動識別する既成システムの有効性を検証した結果、精度などに課題はあるものの解体方針作成システムとの連携で効果を創出できる可能性が見えたため、次年度以降も継続して検証を行うこととした。

(2) トレサビ管理システム

車両情報の管理方式としてデジタルマークおよび金属対応 RFID を検証した結果、金属対応 RFID（ラベル）方式がより有効であると評価した。

管理項目は、場内での車両の処理履歴・ロケーション管理に加えて、リサイクル事業者へのヒアリング時に要望のあった、取り外し部品（輸出部品含む）の処理実績・販売実績も管理・閲覧できるものとする。

(3) 部品取り作業の効率化

-1. 部品取り作業ガイドシステム

ガイドシステムでは、部品の位置、作業手順、使用工具を画面に視覚的に表示する。

操作・表示デバイスは、安全性の観点からスマートグラスよりもタブレットを選択することとし、2年目ではタブレットを使用する。2年目での検証結果を踏まえて大型ディスプレイが必要かを判断する。

-2. 部品ダメージ診断システム

目視による傷の識別作業と部品の撮影画像での傷の識別作業とを比較検証した結果、画像での識別にはカメラ性能のハイスペック化、および撮影環境面で照度や光の当て方に相当な工夫が必要であることが分かった。

また、人が識別する際には指先の触感情報も加味して判断しているが、ダメージ診断の際に AI 画像情報に触感情報をプラスすることは困難であるため、現状では人と同等の識別精度を再現することはかなりハードルが高いことが分かった。

(4) ニブラ等熟練作業の平準化

本テーマの目的は、ニブラ作業の非熟練者が熟練者並みの作業効率を実現することであり、今回の検証作業では動画データおよびアイトラッキングデータから熟練者のノウハウを取得できるかを検証した。

動画データからはツメの動きに関する情報が得られ、アイトラッキングデータからは視点情報（どこを見ているか）を得られたが、死角となる車両内部の部品位置情報を取得するにはカメラを複数台設置するなどの対策が必要となる。さらに、表面（2D）情報だけで

は取得できない立体（3D）情報を得るために深度センサーを設けるなどの対策も必要となる。

また、運転操作面のノウハウを取得するには操作レバーやペダルの動作をセンシングする必要があり、熟練者と同等の作業性を可能とするガイダンスを実現するにはさらなる時間とコストをかけて検討する必要がある。

一方、リサイクル事業者へのニーズ調査の結果、オペレーターの入替え頻度は少ないため、作業ガイドシステムは新人向けの教育用には使えるが、通常作業時におけるニーズとしては高くないことが分かった。ニーズが高いのはニブラ作業の自動化（無人化）であり、それを実現するには重機メーカーとの協創が必須で多額な開発コスト（数億円規模）がかかるため、別の枠組みでの検討が必要だと考える。

ニブラの自動化（無人化）に向けた開発には図18に示すような幾つかのステップが必要であり、今回は Step 1 の作業者の視線のロギングを行ったものである。

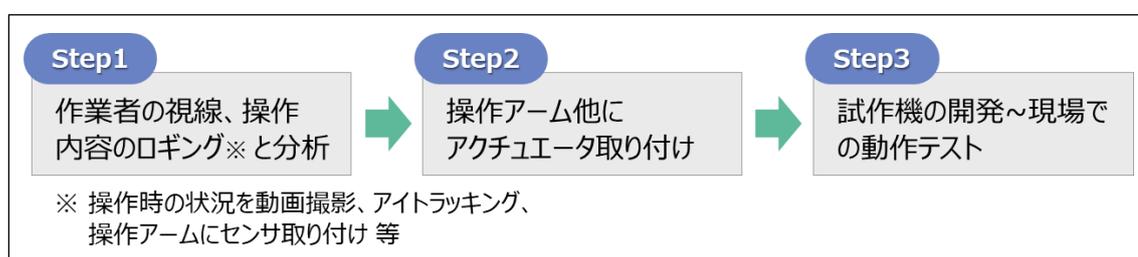


図18 ニブラ自動化へのステップ

3. 今後の実証事業実施における課題および解決方法等

3.1. 現状の課題

- (1) 部品流通システムとのデータ連携方法 …… 該当課題テーマ ①

解体方針作成(取り外し部品の自動選定)システムには膨大な部品データが必要となるため、既にデータベースを備えている JARA、NGP など部品流通システムとのデータ連携が必須。データ連携を行うには事業プランも含めた連携方法の摺り合わせが必要となってくる。

- (2) 既存技術・システムとの差別化 または 連携 …… 該当課題テーマ ①、③

課題解決策の一部として考えていた幾つかの技術が他社に先行開発されていることが判明。

Ex. 1) スマホなどでの CP 自動読取り

2) 車体外観や損傷部の AI 画像識別システム

3) AR ゴーグルを使い、AR で車用部品位置を表示するシステム

- (3) ノウハウデータの自動収集・活用が困難 …… 該当課題テーマ ③、④

部品解体やニブラ作業のノウハウデータの収集には作業動画解析やセンサーデータから紐付けることを考えていたが、取得データとノウハウとを自動的に紐付ける技術は過去に事例が見当たらず、実現には多大な開発費を要することが分かった。

- (4) 解体方針作成システムのカスタマイズ性 …… 該当課題テーマ①

解体方針作成システムにおいては、選考委員のご意見や JARA からの要望として、個社ごとにカスタマイズ性を持たせることを求められている。現在検討している AI 活用方法では学習データを共通化すると結果(作成方針)は一律になってしまう。個社ごとに各自のノウハウが活かされるシステム開発を検討する必要がある。

3.2. 課題の解決方法

- (1) 部品流通システムとのデータ連携方法 …… 該当課題テーマ ①

JARA、NGP と協議を実施。提供してほしいデータ項目や当方事業プランを提示し、双方で折り合える着地点を探るべく、継続協議する。

両社とも AI を用いた取り外し部品の自動選定については関心を示したが、システム改修にも係わることなのでシステム連携方法やインターフェース部などについては今後我々のシステム構想が具体化した段階で詳細を協議していくこととした。

- (2) 既存技術・システムとの差別化 または 連携 …… 該当課題テーマ ①、③

i) 差別化技術の開発 ii) 他社技術の活用 の両案を継続して検討。

今回の事業規模では、自社開発しても先進性や優位性を保持することは難しいと判断し、「スマホなどでの CP 自動読取り」および「車体外観や損傷部の AI 画像診断システム」については既存の他社技術の活用を図ることとした。

- (3) ノウハウデータの自動収集・活用が困難 …… 該当課題テーマ ③、④

今回の事業規模ではノウハウデータ収集の自動化は困難であるため、まずは作業者ノウハウのテキスト化や既存の解体要領をテキスト化するところから始めるが、最終的にはメーカーの製品情報を提供頂くことを検討する。

(4) 解体方針作成システムのカスタマイズ性 …… 該当課題テーマ①

現在、検討を進めているシステム案に加え、別の切り口での AI 活用策を別途検討中であり、幾つかの方策は挙がっているため次年度に具現化すべく、検討を継続する。

3.3. 次年度以降の助成事業展開

3.3.1. 想定する事業の内容

(1) 実施テーマ

今年度立案・検証した4つの課題テーマの内、次年度は以下3テーマについて実証を行う。

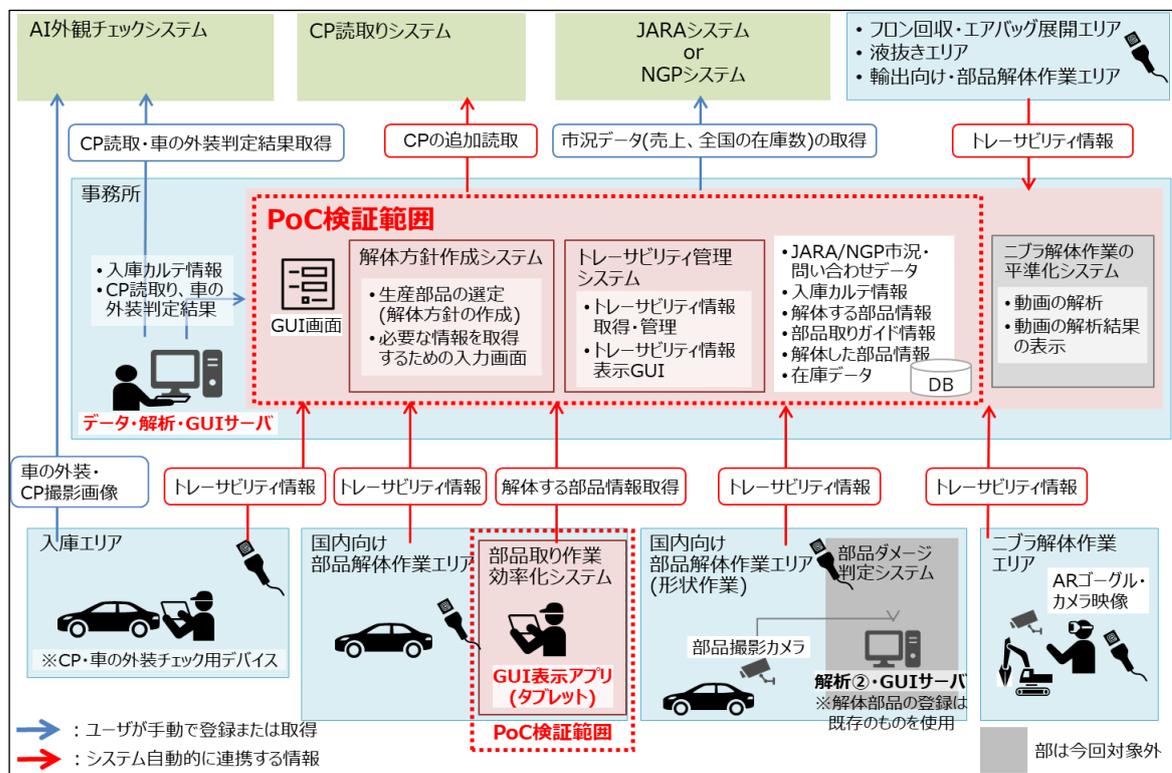
- ① 解体方針作成システム
- ② トレサビ管理システム
- ③ 部品取り作業の効率化（部品取り作業ガイドシステム）

尚、部品ダメージ診断システムは先に述べたように技術的ハードルが高く多大な開発費を要する割に費用対効果が得られにくいことから今回は対象外とした。

ニブラ解体作業ガイドシステムは調査の結果、リサイクル事業者側のニーズが現状はさほど高くなく、真に求められているのは自動化であることが分かった。自動化に向けての技術的ハードルをクリアするには幾つかのステップ（検討段階）が必要で、多大な労力と開発費を要することから今回は対象外とした。

(2) 2年目のシステム構成案

図19にシステムの全体構成案を示す。この内、2年目に実施する範囲は赤色点線部で囲まれた実証（以下、「PoC」と記す）範囲と示す部分となる。



■ は他社システム、■ は各処理現場、■ は本事業で開発するシステムを示す。

図19 2年目のシステム構成図案

(3) 2年目実証事業の実施内容

a. 対象スコープは以下のとおり。

① 解体方針作成システム（プロトタイプ）

- AIを活用した解体方針作成システムの開発・検証
- 画面上でコンピュータに指示する Graphical User Interface（以下、「GUI」と記す）の作成
- CP 読取りシステムの開発・検証（既成クラウドサービスと連携）
- 自動車外観 AI 診断システム（他社システム）の活用および連携面の検証
- 部品流通システム（JARA/NGP）とのシステム連携方法については継続検討とする。

② トレサビ管理システム（プロトタイプ）

- トレサビ情報の取得・管理システムの開発・検証
- トレサビ情報表示 GUI の作成
- RFID 読取り精度の検証
- 本システムで管理する情報は、車の処理履歴およびロケーション情報、部品の在庫情報および販売実績（2年目は輸出部品データのみを対象）
- 車の処理履歴管理は、2年目では全ての処理プロセスを対象とせず、入庫処理や部品取り工程など幾つかの工程に絞って実施する。

③ 部品取り作業の効率化（部品取り作業ガイドシステムのプロトタイプ）

- 部品取り作業ガイドシステムの開発・検証
- 部品解体作業ノウハウ DB 作成
- GUI 表示アプリ（タブレット用）の開発・検証

b. 上記プロトタイプシステム開発・試験の詳細実施内容は以下のとおり。

① 要件定義

② システム設計・開発（既存システムとは独立）

③ 試験運用：期間は鈴木商会で1.5か月程、ライズコーポレーション・エコアールで1か月程実施／対象車種は2車種、対象部品は10種類程

④ システムの評価・課題抽出、報告書作成

(4) 3年目実証事業の実施内容

a. 対象スコープは以下のとおり。

① 解体方針作成システム

- AIを活用した解体方針作成システムの開発・検証
- CP 読取りシステムの開発・検証（既成クラウドサービスを活用）
- 他社の車両外観 AI 診断システムとの連携実証（2年目の検証結果次第）
- 部品流通システム（JARA/NGP）とのシステム連携（予定）

- ② トレサビ管理システム
 - ・ トレサビ情報の取得・管理システムの開発・検証
 - ・ トレサビ情報表示 GUI の作成
- ③ 部品取り作業の効率化（部品取り作業ガイドシステム）
 - ・ 部品取り作業ガイドシステムの開発・検証
 - ・ 部品解体作業ノウハウ DB 作成
 - ・ GUI 表示画面の開発・検証

b. 上記実証システム開発・試験の詳細実施内容は以下のとおり。

- ① 要件定義
- ② システム設計・開発
- ③ 試験運用：期間は鈴木商会で4か月程、ライズコーポレーション・エコアールで2～3か月程実施／対象車種は10車種、対象部品は30～40種類程
- ④ システムの評価・課題抽出、報告書作成

3.3.2. 設備導入内容

(1) 2年目 PoC 事業での設備導入予定

- ・ 共通：PC 2台 … システム実装および DB 用
- ・ 液晶モニター（24インチ） 2台 … 事務所でのモニタリング用（リース）
- ・ 解体方針作成システム：CP 読取りおよび車両外観 AI 診断用スマホ 2台
- ・ トレサビ管理システム：RFID リーダー（ハンドスキャナー+タブレット） 6台
公衆回線対応ルータ 8台
- ・ 部品取り作業ガイドシステム：タブレット 2台

(2) 3年目実証事業での設備導入予定

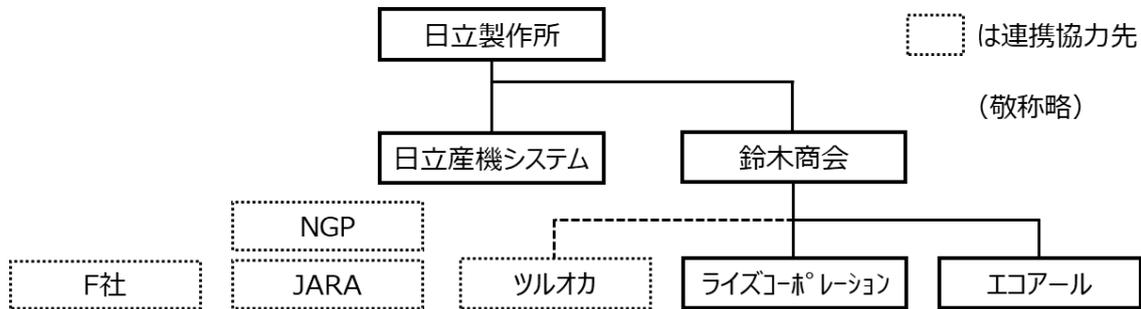
- ・ 共通：PC 1台 … システム実装および DB 用
- ・ 液晶モニター（24インチ） 3台 … 事務所でのモニタリング用（リース）
- ・ 解体方針作成システム：CP 読取りおよび車両外観 AI 診断用スマホ 1台
- ・ トレサビ管理システム：RFID リーダー（ハンドスキャナー+タブレット） 8台
公衆回線対応ルータ 4台
- ・ 部品取り作業ガイドシステム：タブレット 1台
大型ディスプレイ 3台（2年目の検証結果次第）

3.3.3. 事業の実施体制

● 表 1 9 代表事業者、連携事業者の役割分担

法人名		事業者の位置付け	当事業における役割
AI/IoT ベンダ ー	(株)日立製作所	代表事業者	全体取り纏め テーマ1, 3 (解体方針作成システム、部品 取り作業ガイドシステム)の設計・開発
	(株)日立産機システム	外注先	テーマ2 (トレサビ管理システム)の設計・ 開発
リサイ クル事 業者	(株)鈴木商会	共同事業者	実証フィールド提供、情報・ノウハウ供与 データ収集、試験運用
	(株)エコアール	外注先	同上
	(株)ライズコーポレー ション	外注先	同上
	(株)ツルオカ	連携協力先	同上
その他	(株)JARA	連携協力先	部品流通システムの連携協力、情報提供
	NGP 日本自動車リサ イクル事業協同組合	連携協力先	部品流通システムの連携協力、情報提供
	F社	連携協力先	車両外観 AI 診断システムとの連携協力

連携イメージ図



3.3.4. 事業スケジュール

(1) 全体の事業スケジュール（表20参照）と次年度事業スケジュール（表21）を示す。

表20 全体の事業スケジュール

事業フェーズ	1年目	2年目	3年目
FS（調査事業）	課題調査・分析 課題解決策の立案 解決策の検証・評価・報告		
プロトタイプシステムの開発・試験		要件定義 → システム基本設計 → システム詳細設計・開発 → 試験・評価 → 報告	
実証システムの開発・試験			システム設計 → システム開発 → 試験・評価・報告

1年目	調査事業とし、処理プロセスごとの課題に応じた解決策の調査・立案・検証を行い、実現性および効果が高い事業2テーマ程を選定する。
2年目	選定したテーマのプロトタイプシステムを作って検証を行う。
3年目	実証システムを構築の上、試験を行い、事業モデルの形成をめざす。

表21 次年度事業スケジュール

No.	作業項目	計画/実績	2023年度													
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
			前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
1	要件定義	提案時計画														
		〇月末計画														
		実績														
2	ノウハウデータ収集・学習	提案時計画														
		〇月末計画														
		実績														
3	プロトタイプシステム基本設計	提案時計画														
		〇月末計画														
		実績														
4	プロトタイプシステム詳細設計・開発	提案時計画														
		〇月末計画														
		実績														
5	プロトタイプシステム試験	提案時計画														
		〇月末計画														
		実績														
6	評価・報告書作成	提案時計画														
		〇月末計画														
		実績														

3.3.5. 資金計画

(1) 2年目の事業費

2年目は、実施テーマ1～3のプロトタイプシステムの開発を行うもので、これに掛かる支出は、123,216千円。主な内訳は以下のとおり。

人件費 88,412千円

旅費 2,784千円 … Web会議の利用により共同事業者(鈴木商会)との打合せに伴う北海道出張を低減

その他経費 261.5千円 … 消耗品費、印刷製本費、通信運搬費

外注費 14,617.3千円

共同実施費 4,629.5千円

一般管理費 9,145.7千円

設備費 3,366千円 … PC、タブレット、RFIDリーダー、公衆回線ルータなど

4. 事業化の計画

4.1. 想定する事業

以下のシステムメニューを日立クラウドに組み込み、リサイクル事業者向けにクラウドサービスとして提供。(図20参照)

- ① 解体方針作成システム
- ② トレサビ管理システム
- ③ 部品取り作業ガイドシステム

①の解体方針作成システムは連携する部品流通システム(JARA、NGP等)にも提供する。既に多くの利用者を抱えている既存プラットフォームに載せることで利用者の拡大を図る。

③の部品取り作業ガイドシステムも既存のプラットフォーム(Ex.自動車リサイクル基幹システムなど)に組み込んでもらうことを検討し、少しでも多くの事業者を利用してもらうことをめざす。尚、このシステムでは自動車メーカーとリサイクル事業者がさらなる互惠関係を築くことができるよう、今まで部品取りできていない部品や希少金属などの回収も容易にできるよう拡張機能も充実させ、活用の幅を広げてもらうことを考えている。

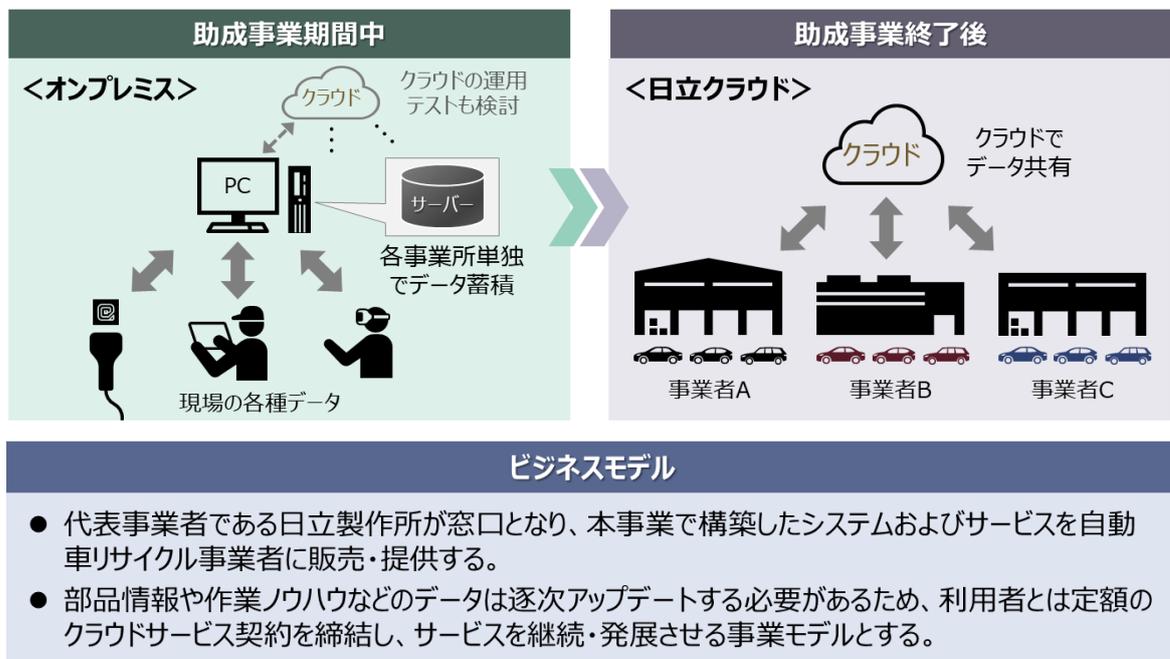


図20 事業化構想

5. 事業の評価

5.1. 採算性の評価

今年度はFSにつき、次年度以降に整理して報告するが、採算性のポイントは如何に利用者にメリットをもたらすことができるかだと考えている。

解体方針作成システムでは、取り外し部品選定作業を自動化することで効率化（省人化）をもたらし、トレサビ管理システムではシステム導入により現在よりコスト増となる面がある一方で、車両状況の見える化により非定常作業（行方不明車の検索など）の削減や部品の販売実績を総合的に管理することで車種ごとの価値が見える化できれば、生産（仕入れ）計画の一助にもなると考えている。部品取り作業ガイドシステムでは、処理実績の少ない車両や部品の取り出し作業において迷うことがなくなり効率化が図れると共に、これまで取り扱っていなかった部品の取り出しにチャレンジし易くなると考えている。

5.2. 有効性の評価

今年度はFSにつき、次年度以降に報告する

以上