

平成 30 年度省CO2型リサイクル等設備技術実証事業

HV ユニットのリユースのためのシステム標準化と
多用途リマニュファクチャリング製品事業化体制構築

報告書

平成 31 年 2 月 28 日

豊田通商株式会

要約

自動車の世界で 100 年に一度の「大変革」が起きている。その中心は、C(コネクテッド化)A(自動運転化)S(シェア/サービス化)E(電動化)と言われ、自動車会社が、車を製造・販売する会社から、車を移動するための手段(MaaS)としてサービスを提供する会社になる方向性を示すものである。1997 年にトヨタ自動車(トヨタ)が世界で初めてハイブリッド車(HV)を販売してから20年以上が経過し、累計で 1,000 万台以上の HV が市場に投入された。この流れがその後の電気自動車(EV)に発展し、さらに上記の CASE,MaaS へと進化している。

車は、平均 20 万km程度走行すると廃車となる。HV も例外ではないが、車両本体は、寿命を迎えても HV の特徴であるモーターを中心としたパワートレイン系はまだ使用率にして半分にも満たず、十分再利用(リユース)が可能である。

平成 28 年度より HV の基幹部品をリユースして新たな製品をリマニュファクチャリング(リマン)する実証事業を行ってきた。過去2年間は、特に小型風力発電をリマンする事にフォーカスして事業を行ってきたが、本年度より複数用途へも対象を広げた。その結果、HV からリユースする部品の回収やその後の工程を標準化する事により、親和性の高いリマン製品への展開が可能であり、更に、同一規格の製品に比べて極めてコストパフォーマンスが高いリマン製品が生み出される事が確認された。

標準化については、回収からリユース仕様までの工程とその後のリマン製品製造工程に分けて行った。前者は、今後の事業化に向けて全てに工程設計が完了し、目標であった「2人で1日、2ユニット」を実現した。後者は、発電用途とモビリティ向けに分けて行い汎用性のあるシステムとなった。更に、リマン製品を遠隔で監視・リモートするシステムも構築し、HV リユースユニットを搭載した全てのリマン製品に対するトレーサビリティシステムとして活用できる事となった。

新たなリマン製品は、3 分野(発電、モビリティ、農業器具)、4 製品(マイクロ水力発電、電動カート、電動軽トラック、電動トラクター)に及び、今後事業化へ向けての具体的なパートナー6社が発掘された。

上記4製品については、それぞれ事業の実現可能性評価を行い、十分な経済性・市場性も確認できた。特に、性能実証まで行った 2 製品(マイクロ水力発電、電動カート)については、展示会への出品まで到達した。試作による技術的・経済的な評価まで終了した他の製品についても今後事業化へ向けての社会実証の進め方について具体的に提案された。それぞれビ

ジネスモデルも構築され、プラットフォーム型ビジネスとなるべく具体的なスキームの提示まで完了した。

本事業による環境改善効果についても検証した。まず、HV がリユースされずに廃車となる場合と比較してリユースされる場合を本実証のシステムバウンダリーと定義した。リユースしてリマン製品が製造される過程(製造段階)を直接効果とし、その後リマン製品が運用される過程(運用段階)を間接効果としてそれぞれ環境改善効果を算出し、それぞれについてCO₂削減効果を評価した。

更に、事業実現可能性の高いリマン製品の将来の市場普及予測より今後5年間のCO₂削減効果も算出され、累計で10万トン以上という高い効果が期待される。

今後の見通しとして、リユース技術高度化とリユース元対象車種拡大を提言した。これにより事業性及び環境負荷低減効果の一層の向上が図られる。

最後に複数のリマン製品のパッケージ化により第5次環境基本計画にある「地域循環共生圏」実現への提案も行っている。

- 「マイクロ水力発電」の普及による地域での自立分散型「エネルギー」システム構築
- 電動化したモビリティにより高齢者や主婦に優しく魅力ある「交通・移動」システム実現
- 地域完結型でサステナブルなリユースビジネスモデルの創出
- リマン製品により災害時でも安心感のあるライフラインを確保して「災害」に強いまち

HV をリユースして製造されたリマン製品により、今世の中が求める「SDGs」の実現に一步でも近づくべく更なるリマン製品の開発、その海外展開、HV 対象車種の拡大、EV への取り組みも行って行きたい。今回の実証に携わった全ての関係者にお礼を申し上げる。

Summary

The automotive world is currently experiencing a once-in-a-century “revolutionary change.” At the core of this are C (Connected), A (Autonomous), S (Shared & Services), and E (Electric). These concepts indicate the direction automotive companies are taking as they transform themselves from simply being companies that manufacture and sell cars to also being service providers that offer cars as a means of mobility (MaaS). Toyota Motor Corporation (Toyota) launched the world’s first hybrid vehicle (HV) in 1997. More than 20 years on, a total of more than 10 million HVs have been sold. The introduction of HVs has led to the development of electric vehicles (EVs), and is now further evolving toward the CASE and MaaS concepts mentioned above.

Cars come to the end of their service life when they have travelled an average of about 200,000 km. An HV is no exception to this. However, even when the vehicle body reaches the end of service, the power train system, with the motor (an HV’s most characteristic feature) at its core, is still not even halfway through its useful life, and is highly reusable.

Since FY2016, we have been conducting a demonstration project in which we reuse core parts from HVs by remanufacturing them into new products. Over the past two years, we have focused in particular on remanufacturing small wind generators. Starting from this fiscal year, we have expanded the project to target several other applications. As a result, we have confirmed that standardizing the collection of parts for reuse from HVs and the subsequent processing will enable us to expand to remanufactured products that are highly compatible with other products. In addition, we have also verified that this standardization will lead to remanufactured products with extremely high cost performance compared to products with the same specification.

The standardization was conducted by dividing the work into two sets of processes: those from collection up to achieving the specifications for reuse, and the subsequent manufacturing processes to create the remanufactured products. We completed the process design for future commercialization for all stages of the former, and achieved the target of “two units a day by two people.” The latter was standardized by dividing the processes into those for power generation applications and those for mobility. The result was a versatile system. We also constructed a system for remotely monitoring and controlling remanufactured products. It became possible to use this as a traceability system for all remanufactured products equipped with HV reuse units.

The new remanufactured products came to encompass three fields (power generation, mobility, and agricultural equipment) and four products (micro-hydro power generation, an electric cart, an electric light truck, and an electric tractor), and we discovered six concrete partner companies for progressing toward future commercialization.

We assessed the business feasibility of each of the above four products, and confirmed that they possessed sufficient economic viability and marketability. In particular, two of the products we developed as far as conducting performance demonstrations for (micro-hydro power generation and electric cart) reached the stage of being shown at incoming. Development of other products was also completed up to the stage of technical and economic assessment with prototypes, and concrete proposals were put forward about how to proceed with demonstrations in society with a view toward commercializing them in near future. The respective business models were constructed, and we reached the stage of presenting concrete schemes for making them platform-type businesses.

We also verified the environmental improvement effects that would be obtained from this project. First, we defined the system boundary for this demonstration to be the scenario in which HVs are reused, compared with the scenario in which they are scrapped without being reused. Then, we defined the direct effects to be the processes by which parts are reused to make remanufactured products (the manufacturing stage) and the indirect effects to be the processes by which the remanufactured products are operated afterwards (the operation stage). On the basis of these, we calculated the environmental improvement effects for each, and evaluated their respective carbon dioxide (CO₂) reduction effects.

Using estimates of the market penetration of remanufactured products with high business feasibility, we also calculated the CO₂ reduction effects over the coming five years. As a result, it is anticipated that the products' cumulative effects will be as high as 100,000 tons or more.

By way of future prospects, we advocated developing increasingly advanced reuse technology and expanding the types of mobility to use as sources of parts for reuse. These will lead to further improvement regarding business potential and reduction of the environmental burden.

Finally, we are also creating proposals toward achieving a "regional circulation symbiotic area" as set forth in the Fifth Environmental Basic Plan. Our proposals are based on combining multiple remanufactured products as a package.

- Constructing an independent, distributed "energy" system based on the spread of "micro-hydro power generation"
- Realizing a "transportation and mobility" system that is kind and appealing to elderly people

and homemakers, through the adoption of electrically powered mobility

- Creating a sustainable reuse business model that is self-contained at the regional level
- Using remanufactured products to create strongly “disaster-proof” towns, by ensuring life-lines that will enable people to feel secure even in the event of a disaster

The world is now calling for the achievement of the “SDGs.” In order to get even one step closer to this dream, we want to keep on developing remanufactured products, expanding them overseas, targeting more types of HVs, and working to develop EVs. We would like to thank everyone involved in this demonstration.

実施事業体制

山岸 直人	豊田通商株式会社	金属資源第一部	部長職
荒木 力	豊田通商株式会社	金属資源第一部	部長補
平位 和哉	豊田通商株式会社	金属資源第一部	課長補

(共同実施者)

長尾 純一	豊通リサイクル株式会社
岡田 広之	豊通リサイクル株式会社
福吉 隆雄	豊通リサイクル株式会社

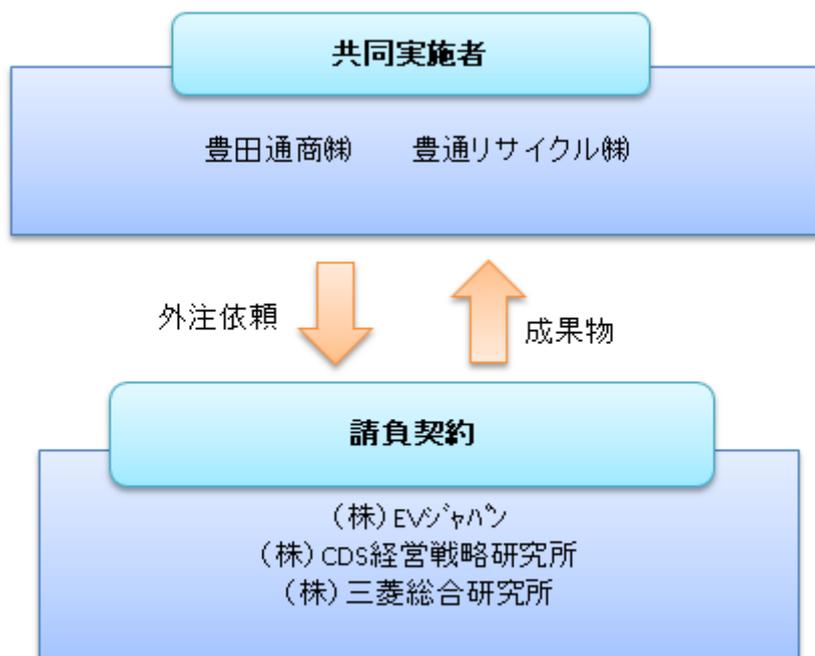
打ち合わせ回数:14回

(協力者)

株式会社EVジャパン:打ち合わせ回数 13回

株式会社CDS経営戦略研究所:打ち合わせ回数 7回

株式会社三菱総合研究所:打ち合わせ回数 10回



目次

要約/Summary

I	背景と目的	1
II	実証事業の概要	2
	II-1 全体概要	2
	II-2 各実施項目	2
III	HV ユニットのリユース作業工程実証	3
	III-1 全体作業工程	3
	III-2 生産準備工程	6
	III-3 各作業工程標準化と要領書作成.....	14
	III-4 リユース作業高度化	39
IV	リマニュファクチャリング(リマン)製品事業性評価とHVリユースのシステム標準化	45
	IV-1 リマン製品の概要.....	45
	IV-2 リマン製品の事業性評価.....	59
	IV-3 リマン製品標準化.....	65
	IV-4 遠隔監視システム標準化.....	80
V	多用途リマン製品横展ポテンシャル深堀	83
	V-1 HV ユニットのリユース先探索.....	83
	V-2 HV ユニットのリユース事業化へ向けた展開方針の検討.....	98
	V-3 事業化へ向けたプレ検討.....	111
VI	事業実現可能性評価と各出口戦略	117
	VI-1 事業実現可能性評価	117
	VI-2 出口戦略	117
VII	環境改善効果の評価結果	131
	VII-1 CO2 削減効果	131
	VII-2 その他の環境負荷低減効果.....	138
	VII-3 環境負荷低減効果の中長期的見通し	143
VIII	今後の見通し	144

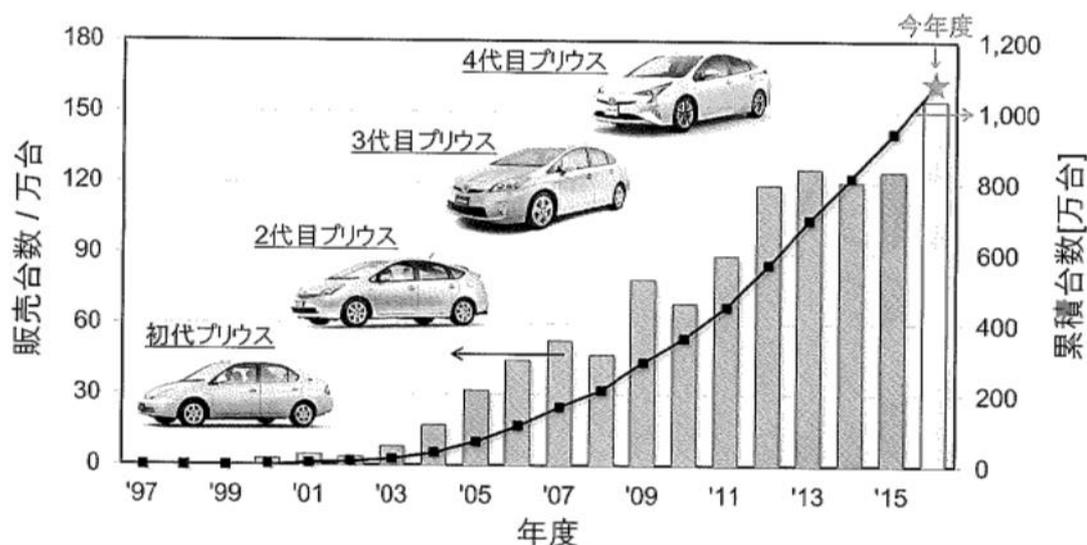
VIII-1	リユース技術高度化.....	144
VIII-2	リユース元の対象拡大.....	147
VIII-3	リマン製品の価値向上.....	152
VIII-4	リユース事業ロードマップ.....	153

I 背景と目的

1997年に初代プリウスが初めてハイブリッド自動車(以下HV車)として発売されてから既に20年を超え、累計で1,100万台以上のHV車が市場に投入されており、既に使用済みのHV車(以下HV廃車)が続々と市場に出回っている。HV廃車への3Rの取り組みは、モーターからの希土類磁石の回収や、バッテリーの定置型へのリビルト等種々行われてきたが、どれも技術的には成立しても、経済性に乏しく、未だに、資源循環のスキームが確立していないのが現状である。

そのために、HV廃車は、そのまま海外へ輸出されるか、一部国内で解体されても部品が海外へ輸出されるかどうかであり、日本国内で資源循環が促進されるための新たな打ち手が必要となっている。

さらに昨今、EV車が急速に増加しており、これらも同様に一定の時間が過ぎれば、使用済みとなる。EV車もHV車も基幹部品は、モーター、インバーター、電池の構成であり、これらを有効に活用する仕組みの構築が急務である。



そこで、平成28年度より、HVユニットをリユースして小型風力発電をリマンする事業化に向けて取り組んできた。結果、当初より取り組んできた「小型風力発電へのリマン」について、事業化へ向けた体制構築が進捗し、経済的・技術的に高い実現性が確認された。同時に、他の作業用途についても、リユースの横展開ポテンシャルが発掘され、特に2産業分野3製品(EVカー、小水力発電、小型バイオマス発電)において高い親和性が認められた。

このため、本事業では、HVユニットリユースするシステムを標準化し、幅広い多分野、多用途にリマン製品を普及させるための実証を行う。

II 実証事業の概要

II-1 全体概要

本実証事業では、大きく分けて以下 3 事項について実証を行い、これらを踏まえて環境省負荷低減効果の検証、又、事業実現可能性等の検証を行った

本事業での解決すべき課題は、次の通り。

1. 事業化へ向けて回収からリマン製品製造までの全ての工程の標準化
2. 標準化した工程の評価と検証
3. リユース事業の普及

上記課題を解決すべく、次の取り組みを行った。

- HV ユニットのリユース作業工程実証
- リマニュファクチャリング(リマン)製品事業性評価とHVリユースユニットのシステム標準化
- 多用途リマン製品横展ポテンシャル深堀

II-2 各実施項目

1 HV ユニットのリユース作業工程実証

回収したHV部品を各用途に合わせてリビルトし、標準化ユニット製造の作業工程を確立する。回収部品の管理から総合試験評価、各用途別リビルトを全て標準化する事により作業効率を上げ、「2人で1日2ユニット」の製造が可能な標準マニュアルを作成する。同時に原価低減を行い、コスト削減を図る。

2 リマン製品事業性評価とHVリユースユニットのシステム標準化

リマン製品の標準仕様構築と仕様別評価を実施。リユースシステムを機能別に標準化する事でHVリユースユニットを規格品より低コスト且つ高品質な製品として提供可能である事を実証する。同時に、昨年度構築した固定物に対する遠隔監視システムに加えて、可動物を対象にした遠隔監視システムを構築する事により更に汎用性の高いシステム標準化を図る。

3 多用途リマン製品横展ポテンシャル深堀

リマン製品の更なる用途拡大の為、分野別・製品別に市場調査を行いパートナー候補へヒアリングを行う。課題を整理する事で今後の検討事項を確認し、ビジネスモデルを確立する。

III HVユニットのリユース作業工程実証

III-1 全体作業工程

本章では、事業化に向けて「回収品の検品、リユース仕様への改造・標準化工程」を目標である「2人で1日2セット」を実現すべく実証した。

事業開始時は、工程に無駄が多々あり、作業も定常化されておらず、品質やコストのバラツキがあったため、全ての工程の精査・検証を行い上記「目標」に到達すべくの実証である。

まずは、回収マニュアルの見直しを行い、その後、回収品をリユース仕様へ改造するための全ての工程について「作業要領書」を作成した。さらに、リユース工程高度化のために「原価削減活動」の成果、最後に今後の課題について言及している。

事業は、共同実施者である「豊通リサイクル株式会社」を中心に行われ、トヨタ自動車から工程設計の経験者を投入して行われた。

1 回収マニュアルの修正作業

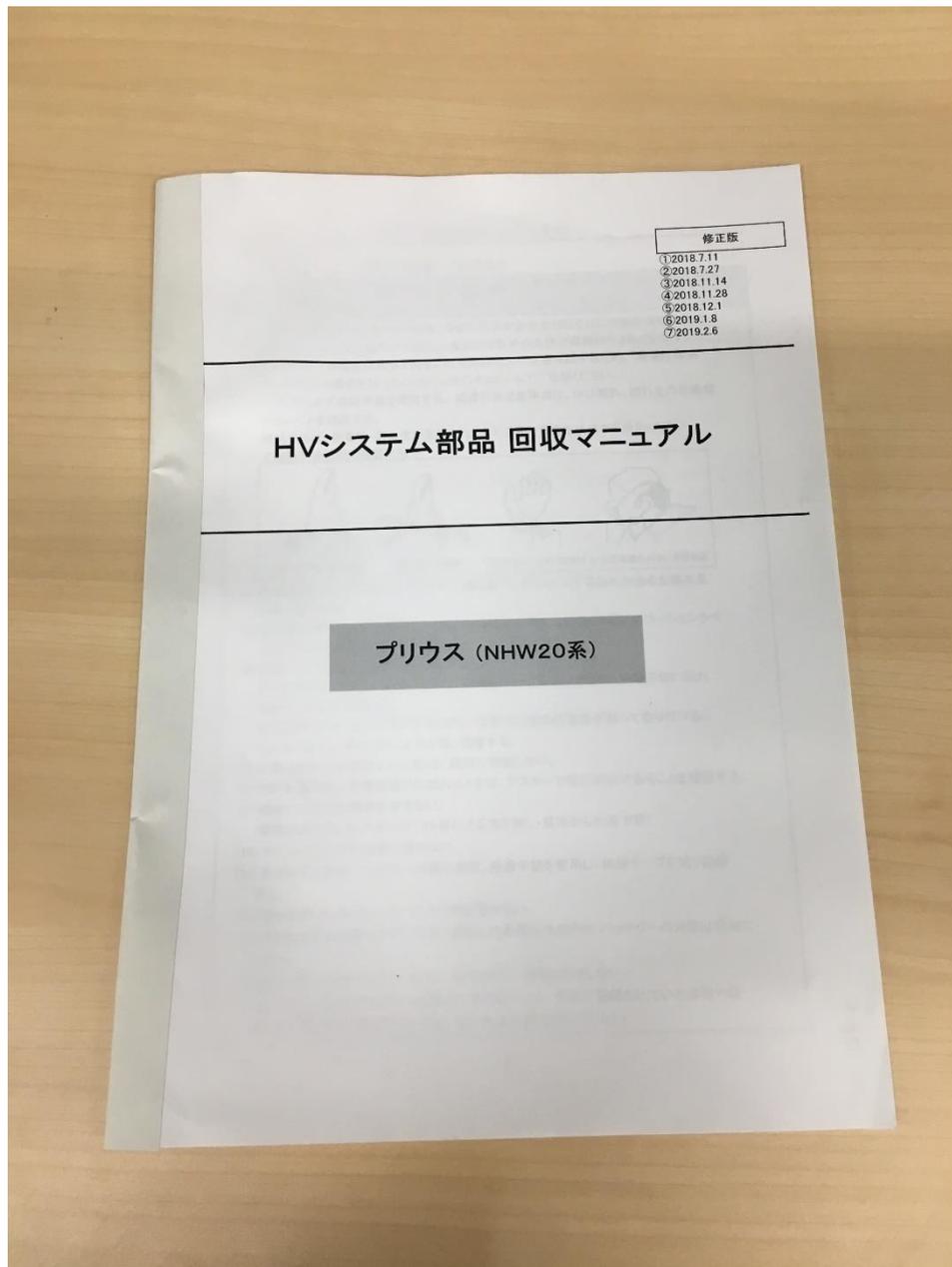
ここでは、マニュアルの修正作業を報告する。無駄な回収品は削除し、新たな回収対象を加えた。回収作業の効率を改善した。

廃車となった2世代プリウスからの部品回収において、解体業者へ作業指針として提示している「HVシステム部品 回収マニュアル」(図表 1)の内容を、リユース工程からの要求に基づき修正を行い、その都度修正版を配布し回収作業に反映した。

実施した主な修正は下記の通りである。

- 1.) 潤滑油の回収追加と指定容器への梱包
- 2.) HVトランスアクスル冷却水ホース回収明記
- 3.) パーキングブレーキ作動コネクタ回収追加
- 4.) 左右ドライブシャフト回収追加
- 5.) エンジンマウントブラケット回収削除
- 6.) ハーネス関係内容修正
- 7.) フロアワイヤ No.1 切断箇所変更
- 8.) ECU コネクタ回収方法変更
- 9.) ダクト類回収方法変更、クォータベントダクトインナーNo.2のみ回収
- 10.) バッテリーブラケットリインホースメントの回収追加
- 11.) 12V 鉛バッテリー(補機バッテリー)の回収追加
- 12.) 電池パックカバーの変形注意喚起

図表 1 HVシステム部品 回収マニュアル



2 回収ユニットの検品作業内容

回収品の検品作業について報告する。治具等を作成しより効率の良い工程作りを行った。

暫定基準:回収ユニットに必要な部品が含まれていることを確認する。

変更点:「部品在庫管理表」中の検品項目を基準として、必要に応じて修正を行った。

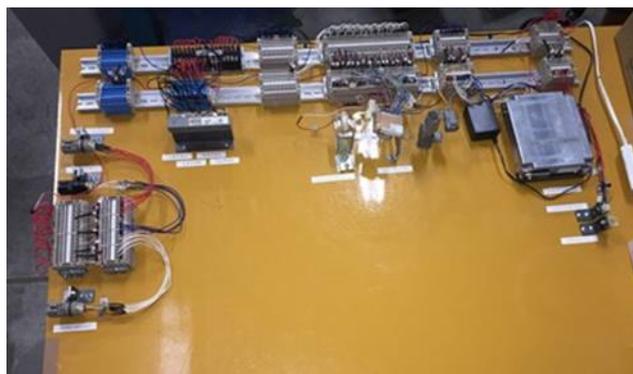
その結果、「排気ダクト」や「ラジエータ&ラジエータ ファン」など 4 品目を不要と判断し削除した。また「トランスアクスル ASSY」でのレゾルバセンサの抵抗測定については 17 台検査を行い、異常がなかった事と、異常があった場合も最終検査(動作確認)の際に検出できる事から、受け入れ時の測定は作業効率向上の為実施しない事とした。

暫定基準:回収ハーネスの各コネクタ間の導通を確認する。

変更点:暫定基準での導通確認は 150 箇所もあり 2 名で 1 時間近くかかるため、コネクタを差し込み一括で導通確認できる検査装置を製作した(図表 2)。

当初はハーネス回収時の状態を概ね利用する方針で改造を行ったが、不要な配線が多くモビリティ用途など設置スペースが限られている場合には取り回しに支障をきたす点、また防水対策の観点からもコンパクトに収納する方がより効果を得られる事から、回収したハーネスを一旦解体し不要な配線を撤去するなどリビルトを行った。導通はハーネス改造中及び完成後の試験にて確認できる為、受け入れ時の導通確認は省略する事とした。

図表 2 導通検査ユニット



3 主要要部品へのラベリング

リユースする部品の履歴がトレースできるよう、受入れ時に主要部品にラベルを貼り付け、「部品在庫管理表」に記入登録する。回収品管理工程の精度・効率向上を目指して行った。

暫定基準:ラベルを貼り付ける部品は当面向下記4点とする

- HVトランスアクスル アッセンブリ
- 1月メインバッテリー、
- インバータ/コンバータ アッセンブリ
- HVコントロールコンピュータ

記入項目は以下の4項目

管理 No. :管理 No.は 2016 年 7 月に受け入れた最初のユニットより「部品在庫管理表」で使用しているもので、回収業者別に入庫順に付与する:

1607UJ-____:宇野自工

160ADS-____:大晃商事

160AIS-____:石上車両

160AKS-____:小林商店

160KKS-____:川島商会

160SHM-____:昭和メタル

車台番号:解体業者からの報告に基づく

走行距離:解体業者からの報告に基づく

受入れ日時:豊田工場に受け入れた年と月を記入

ラベルのテンプレートを作成し、検品時に貼り付けできるようにした

図表 3 管理ラベル



III-2 生産準備工程

回収品を受け入れた後にリユース仕様へ改造する前の準備工程及びその後の改造工程について報告する。無駄を無くし、品質を向上させる事により事業化への準備を行う。

1 検査表の作成

検品終了時に受け入れたユニットに対して検品・検査表を作成して、以降の検査及び改造の履歴を記録できるよう準備する。

回収品の検査方法、良品基準の設定

1-1 HV モーター

駆動テスト暫定基準:当初は専用テストベンチでインバータ/コンバータ、バッテリーは基準品使用して負荷トルクに対する回転数、電流値を確認した。

(例)6N→ >700rpm、2.6~3.6A

その後作業の迅速化を図るため分解組立作業台にユニットを置いた状態で、前述の駆動テストを実施できるようにし、改造前と改造後にも確認できるようになった。

新基準:HV ユニット 2 台を連結して一方のモータを駆動し、それに直結したもう一方のユニットとの間で入力/出力の関係を測定して、HV ユニットの特性をより詳しく検査できるような装置を設計し組上げた。

まだテスト状態であるが、この装置にてデータを収集してユニットの新たな検査基準としたい。装置の詳細については添付資料を参照のこと。

潤滑油分析:HV モータ内の潤滑油を分析しベアリング等の摩耗度合いを推定する基準とできるか、ユニットから潤滑油を回収し汚染度分析を実施した。

15 点の分析を予定していたが、回収ユニットが少なく 7 サンプルしか分析できなかったが、その結果では汚染の程度は低くベアリングに問題はないと推定されるということであった。これまでの結果からは汚染度、すなわち油中の微粒子の数、と走行距離との間には強い相関は見られなかった。分析は今後も継続しデータを蓄積したい。

1-2 バッテリ

暫定基準:電圧測定及び上述の HV モータの駆動テストに合格したものは OK とした。

17 回のテストで電圧が 210V 以上あれば駆動に問題なかったため、以降電圧測定のみ実施している。

新基準:HV ユニットの検査装置を利用してバッテリーの充放電能力が測定できそうなので、装置での HV ユニットの試験と並行してバッテリーの充放電能力データを採取、蓄積して基準とできるかを確認する。

1-3 ECU

暫定基準: 回収受入れ時は外観確認。書換え後はテストベンチにて動作確認
インバータ/コンバータ

暫定基準: HV モータテストの際に使用し問題ないこと。12V 端子の電圧確認

1-4 ハーネス

暫定基準: 現在テストベンチで使用しているハーネスを基準にして導通テストを実施する。今後用途により使用する端子が増えた場合はそれを追加してゆく。導通テストを効率的に実施するための検査装置(治具)を製作する。

1-5 ドライブシャフト

暫定基準: 外観確認

バッテリー冷却ファン、ダクト、ブラケット

暫定基準: 冷却ファンは動作確認。ダクト、ブラケットは外観確認のみ。

2 回収品の用途別リビルト工程設計

HV モータ

図表 4

用途別リビルト項目	EV	小型風車	小型水力	その他
パーキングロック解除固定	不要	不要	不要	
カウンターギア #1交換	不要	要	要※1	
カウンターギア #2交換	不要	不要	要	
デフ交換	不要	要	要	

※1:耐摩耗性強化品を使用 その他は純正部品を使用

3 リビルト後の性能評価

回収品、改造品共にテストできる新テストベンチを製作し、基準となる HV モータにリビルト品を直結し入力/出力の関係を測定して、性能評価できるかを確認する。リビルト後に潤滑油を入れること。

3-1 バッテリ

リビルトに関しては現在未定。必要となれば試作から工程設計まで実施する。

3-2 ECU

書換え後の動作確認を実施する。

3-3 インバータ/コンバータ

現在特にリビルトの必要なし。

3-4 ハーネス

用途別ハーネス仕様確定:被覆仕様(防水等)

図表 5

用途別リビルト項目	EV	小型風車	小型水力	その他
必要コネクタ ※2	確認	確認	確認	
被覆仕様	防水	通常	防水	

※2パーキングロックコネクタ、12V供給コネクタなどの要否を確認

3-5 ドライブシャフト

用途別に試作を実施。仕様が確定次第工程設計を実施する。

これまでドライブシャフトを転用したケースは HV ユニットの検査装置のみ。

3-6 バッテリ冷却ファン、ダクト、ブラケット

冷却ファンとバッテリーを一体化する改造を行う予定だがまだ実施していない。

ラジエータ、ラジエータファン、冷却水ポンプ

プリウスの HV ユニットの冷却用ラジエータはエンジン用と共用で、面積としてはエンジン用の 1/3 しかないので、省スペースの為此のラジエータは使用しない事とする。田原での風力発電装置を含めて、これまでラジエータのファンが動いたケースはなく、冷却水の循環だけで充分と思われる。今後小型水力発電など高負荷での連続運転での冷却水の温度変化を調査し、冷却関係の再検討を行う。

4 今後の課題

全体的に

4-1 回収品の運搬方法の改善

現在段ボールと木製パレットを使用しているが、網パレットと古毛布、廃フロアマット等を使用することで廃棄物を極力減らす。

社内便に相乗りできないかの検討。

新テストベンチにてデータ採取。

HVトランスアクスル及びバッテリーの特性判定の基準にできるように。

4-2 MG-1 使用テスト

現在は使用していないMG-1を使用することでトランスアクスル改造の工数削減

MG-1とMG-2の併用が可能かどうか確認する

4-3 ハーネス、制御関係

制御ボックスとECUボックスの一体化

現在ボックスを選定して組立は途中まで進行、2月上旬に完成させテスト予定

ボックス内部取付方法の改善

対振動特性の改善、特にEV用途で使用する場合

ハーネスの固定方法及び防水性能の向上を図る

4-4 工数削減

ショートバーを使用することで渡り線の加工を無くする

棒圧着端子(フェルール)を使用することで線加工工数削減

マークチューブ使用箇所削減、最小限必要な箇所だけに使用する

4-5 コスト削減

部品の見直しによるコスト低減

集中購入による価格交渉実施

4-6 ユニット(機械)関係

加工品の設計見直し

連結シャフトの寸法適正化と構造の改良、オイルシールとの干渉を無くする他

ドライブシャフト埋め栓の材質変更、アルミにしてケースの損傷防止

4-7 作業工具の配置改善

工程が固まったところで作業エリアの変更と工具の再配置を実施し作業能率アップを図る

5 回収高度化

5-1 HVユニットのリユース仕様への改造作業

- ① ハーネスの(図表 6)の改造は、次の工程で行われる。
- ② 昨年度、準備した改修マニュアルに沿って、コネクタの形式を確認する。
- ③ 回収されたハーネスから各部位事にハーネスを取出しリユースされる部分の導通テストを行う。

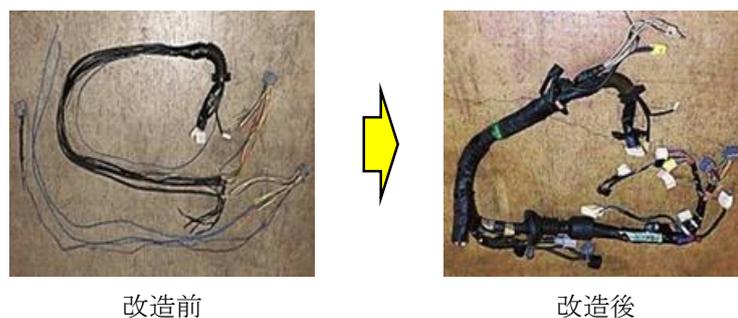
- ④ ハーネスに取り付けてあるゴム・固定具を 取り外しテープ類を 剥ぎ素線にする。
- ⑤ 不要な配線は余裕を持ってカットする。

図表 6 回収時のハーネスと各ハーネス



上記工程によりリユース仕様に改造したハーネスの例(図表 7)

図表 7 改造前及び改造後のハーネス



回収されたハーネスは不要な配線が多く含まれる為、不要な部分は切断し、銅資源としてリサイクルする。

5-2 上記の課題

- ① ECU を BOX に収納
- ② BOX 内に端子台を設け追加した電源と通信の中堅端子とする。
- ③ 導通テストは省略して、改造後の機能検査で使用し同時にテストする。
- ④ 切断された切り口の処理を実施。
- ⑤ 制御 BOX の製作

5-3 ECU を BOX に収納

- ① BOX の大きさを決める。
- ② ECU・端子台の固定ブラケットを製作する。
- ③ ブラケットに ECU・端子台を取付ける。
- ④ 各ハーネスを配線する

図表 8



5-4 今後の課題

- ① 上記 BOX の選別
- ② 固定ブラケット強度アップ
- ③ 各 ハーネスの固定方法の確立
- ④ ハーネス(ECU)BOX と制御(CPU)BOX の一体化

図表 9 選択した Box

使用ハーネス (ECU)Box



図表 10

取り付けブラケットの強度アップ



ECU 取り付け部位

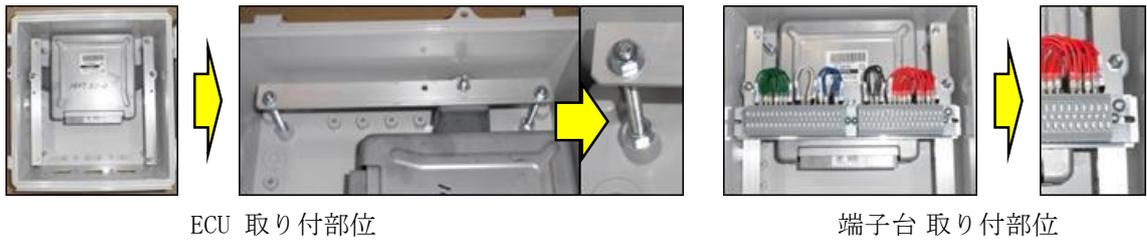
L ・ R

端子台 取り付け部位

↑ 強度アップ前

※ クランク型のブラケットで垂れる。また1本固定で回転する。

図表 11



↑ 強度アップ後 ※ 2本の固定で垂れ回転が無くなり確りと固定出来る。

5-5 一体化に向けて BOX の改造

ハーネス(ECU) BOX と制御(CPU)BOX を一緒にする為に BOX の大きさを決める事でコントローラ BOX 内に入る機器の配置決めをする。

図表 12



5-6 HV システムの機能検査

リユースされる HV システムの性能が維持されているか判断をする専用のテストベンチ(図表 13)を製作しデータを収集して機能検査を行う。

図表 13 性能評価装置(テストベンチ)



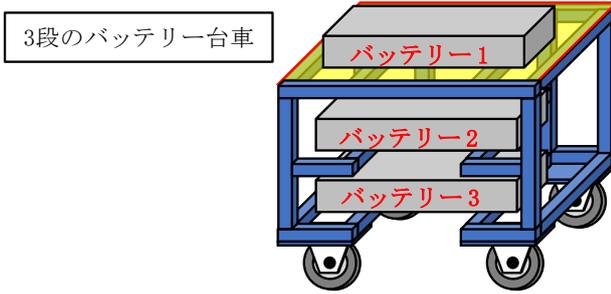
2台のHVモータの連結

HVモータの評価時

性能評価装置(テストベンチ)横にバッテリー台車を製作して作業をしやすくする。

※バッテリーを3段に載せ作業する。

図表 14 3段バッテリー台車



III-3 各作業工程標準化と要領書作成

各作業について詳細を分解し、改善活動をした結果の「作業要領」を報告する。これにて今後の事業化向けの全国展開を可能とする。

1 要領書作成

[作業要領書]-1 ハーネスの準備作業

No.	手順	急所	理由
1	ニッパ・ハサミ・カッター等工具を準備する	必要以外の工具は使用しない	作業場確保
2	改造するハーネスをチェックする	素線切れを確認する	良否判断
3	HV モーター用ハーネス 【コネクタA】	コネクタが有るか確認する	
4	バッテリー用ハーネス 【コネクタB・C】	コネクタが有るか確認する	
5	コンピューター用ハーネス 【コネクタD】	コネクタが有るか確認する	
6	インバータ用ハーネス 【コネクタ】	コネクタが有るか確認する	

No.1



使用工具

No.2



リサイクルハーネス

No.3



HVモーター用

No.4



PC・バッテリー用

No.5



インバーター用

[作業要領書]-2 HV モーター用配線のバラシ作業

No.	手順	急所	理由
1	改造用ハーネスを準備する		
2	HVモーター用のハーネスを取り出す		
3	ハーネスに付いているゴム・固定具を取外す		
4	ハーネスのテープ類を剥ぎ素線にする	流用する配線のテープ類は剥ぎ取らない	作業の無駄
5	使用しない配線をカットする	切った配線の先端は絶縁処理をする	漏電する
6	アース線 6 本を 1 本にまとめ コネクタ A より 200 mm 位長くし端子を圧着する	一回でまとめられない時は 3 本でまとめ 2 本を 1 本にする	素線が太くなる

No.1



リサイクル用ハーネス

No.2



取り出したハーネス

No.3



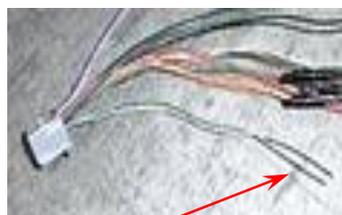
ゴム・廃プラを取り外す

No.4



未使用の線を取り除く

No.5



未使用の線(2本)を切る。

No.6



リサイクル後の配線

[作業要領書]-3 バッテリー用ハーネスのバラシ作業

No.	手順	急所※	理由
1	リサイクル用ハーネスを準備する		
2	バッテリー用ハーネスを取り出す		
3	ハーネスのテープ類を剥ぎ素線にする		
4	バッテリー用コネクタ部のテープ類を剥ぐ		
5	コネクタD のテープ類を剥ぐ		
6	コネクタD の未使用 配線をカットする		

※急所特になし

No.1



改造用ハーネス

No.4

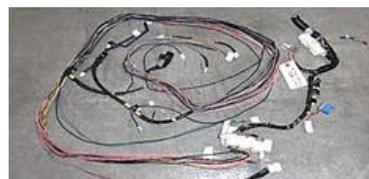
No.2



取り出したハーネス

No.5

No.3



テープ類を取り除いたハーネス

No.6



バッテリー用コネクタ



コネクタDのテープ類を剥ぐ



コネクタD

[作業要領書]-4 インバータ用ハーネスのバラシ作業

No.	手順	急所	理由
1	改造用ハーネスを準備する		
2	インバータ用のハーネスを取り出す		
3	ハーネスに付いているゴム・固定具を取外す		
4	ハーネスのテープ類を剥ぎ使用しない配線は削除する	流用する配線部のテープ類は剥ぎ取らない	
5	使用しない配線をカットする		

No.1



改造するハーネス

No.2



インバータ用ハーネス

No.3



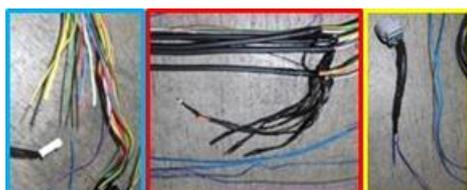
ゴム・固定具を取外す

No.4



テープ類を剥ぐ

No.5

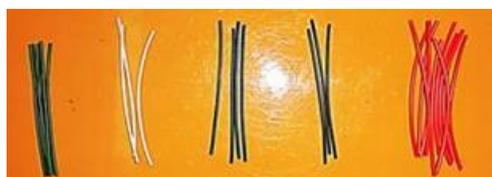


使用しない配線類

[作業要領書]-5 ECU BOX を制作する

No.	手順	急所	理由
1	渡り線を準備する	各線長さ 80 mm に切る	同じ長さに
2	圧着端子を取り付ける	マークチューブを入れる	合マーク
3	端子台を準備する		
4	端子台に渡り線を配線する	しっかりと差し込む	
5	BOX に ECU・端子台取り付ける		
6	端子台に各通信・動力線を配線する	合マークを確認間違わない様に	動作不良
7	BOX 内配線の取り回し		
8	BOX 全体配線の取り回し		
9	防水ブラケットを取り付ける		

No.1



80mmに切る

No.2



圧着端子を付ける

No.3



端子台の個数をセットする

No.4



端子台に渡り配線をする

No.5



ブラケットに端子台を取付ける

No.6



端子台に配線する

No.7



長い配線をまとめる

No.8



Box内の配線

No.9



Box全体の配線・サポート

[作業要領書]-6 制御BOXの製作

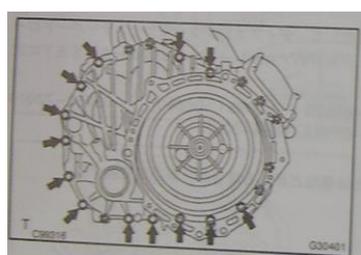
No.	手順	急所	理由
1	制御用BOXを準備する		
2	渡り線を準備する	各線長さ80mmに切る	同じ長さに
3	端子を取り付ける	マークチューブを入れる	合マーク
4	端子台を準備する		
5	端子台に渡り線を配線する	しっかりと差し込む	漏電する
6	BOXにECU・端子台取り付ける		
7	端子台に各通信・動力線を配線する	合マークを確認間違わない様に	動作不良

ECU BOXと同じ作業となる。

2 要領書の改訂

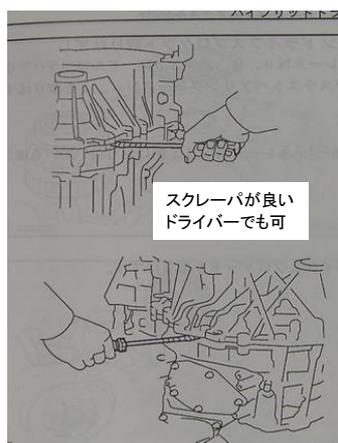
[作業要領書]-7 HV 分解作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ラチェットハンドル・コンビネーションスパナ・インパクトレンチ・マイナスドライバー・スクレーパを準備		
2	上部ボルト 13 本下部からのボルト 8 本合計 21 本工具を使い分け外す	インパクトで緩めたボルトは素手で触らない	やけど防止
3	吊り具と専用吊ワイヤーを取り付けワイヤーが張ったところで止める	ホイスト非常停止	災害防止
4	合わせ面を剥がすため図の 2 か所にスクレーパを押し込み(または軽くハンマーで叩き)合わせ面を浮かせる	全体に隙間ができ隙間が広がるか見る	破損防止
5	ホイストのインチング操作で平行に隙間が広がっているか確認・インチングを繰り返し広げる	止めて確認する際はホイスト非常停止する	災害防止
6	隙間が広がればさらにインチング操作ではめ合い部を抜けるまで水平を見ながら慎重に上昇	決して急がない	災害防止
7	ジェネレータを専用の仮置台に置きボルト一本を仮締めする	ボルトをつける際はホイスト非常停止	災害防止
8	フックからワイヤーを外しホイストを邪魔にならない所に移動	ホイストの非常停止を忘れずに	災害防止



ボルトの位置

MG1とMG2縁切り箇所



[作業要領書]-8 ジェネレータ分解作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	角部が鋭利な部分が多いので危険と思うところはテープで養生する	手袋は着用する	災害防止
2	ドライブシャフトのオイルシールとベアリングアウターの間に工具のシノ(17)を頭から入れる		
3	シノを押さえ少し浮かせ位置を変え同じようにシールを浮かせる		
4	少し周囲が浮き緩くなるのでシールを持ち上げて外す	動作はゆっくりとする	災害防止
5	シールを抜いた上から覗くとアウターが出ているのがわかるので SST 工具を使いハンマーで叩いて外す	一気に抜けることがあり強くたたかない	災害防止
6	反転用吊具を取付けつり上げ反転し作業台に置く	ワイヤーを外すときホイストは非常停止	災害防止
7	スクレーパ・キサゲと砥石に洗浄液を使いながらシールを剥がし合わせ面をきれいにする	手袋着用	災害防止
8	数か所タップ穴を充電ドライバーにタップを装填しタップ穴にまっすぐに置き回し底好きしたら逆回転で外す	タップ入り口はゆっくり回す	ネジを破損
9	タップ穴・ケース内に入ったカス等はエアブローや拭き取ったりしてきれいにする	防災面保護メガネ着用	災害防止
10	一時保管のため異物混入防止のためシートなどで覆っておく		

ジェネレータ分解作業



オイルシールを外す所

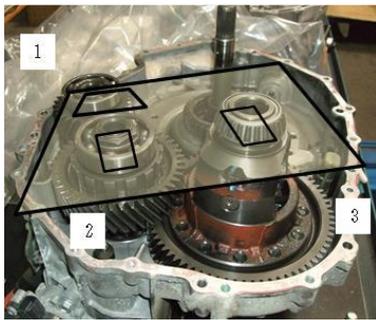


アウターレースを抜く

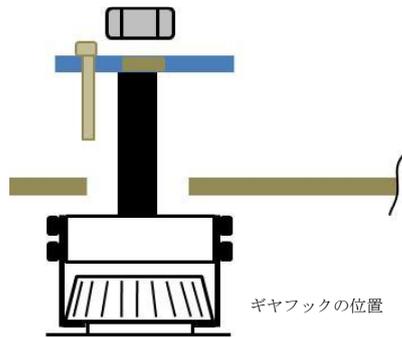
[作業要領書]-9 モーター分解作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	3個のギヤにあったギヤフックを取り付ける。フックの方向は抜き穴に合わせる。ギヤプレートを置く		
2	フックのボルトに丸プレートを入れナットを取り付ける		
3	デフを浮かせる。ボルトにレンチ、ナットにスパナを置きどちらか一方のみ回しギヤを10mm程引き上げる	2のピニオンギヤに干渉しない	ケース破損
4	2のピニオンギヤをデフと同じ要領で10mm程上げる		災害防止
5	3のデフをさらに10mm上げる		
6	ピニオンギヤのベアリングがはめ合い部を抜けるまでレンチとスパナで上げる	レンチ・スパナが重くなったらギヤを軽くたたく	
7	ピニオンギヤをスプロケギヤより離しておく	干渉していると抜く際斜めになって固くなる	
8	1のスプロケギヤをピニオンギヤと同要領ではめ合い部から抜いていく	レンチ・スパナが重くなったらギヤを軽くたたく	
9	チェーンのかかっているインプットシャフトも同じように抜いていく	スプロケが斜めになって固くなる	
10	5・6mm抜けるとチェーンが外れるのでカウンタスプロケギヤから外す	固くなったらコンポータンで軽く叩いてみる	
11	さらにスプロケギヤをはめ合い部から抜く		
12	オイルシール・ベアリングアウターはジェネレータと同じ要領で外す		
13	合わせ面・タップ穴・4Sはジェネレータと同じように作業する	防災面保護メガネ着用	災害防止

モーター分解作業



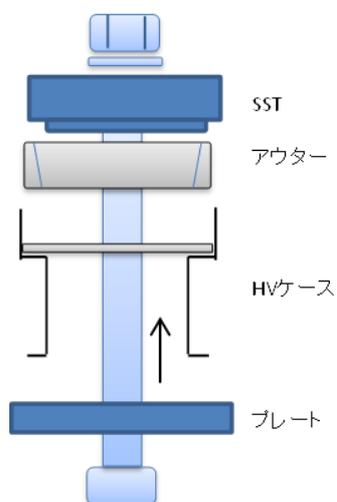
ギヤ取出しプレートを置く



[作業要領書]-10 アウターレース組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	モーター側はLH・ジェネレータ側はRH組間違いないよう注意する	RH はローラー数 24 個 LH はローラー数 22 個	組付不良
2	モーター側のアウターレースの挿入部の面がきれいかわ傷などないか目視したり手でなぞってみる	僅かな傷でも挿入できません	
3	現状のシムと LH のアウターレースを準備する		
4	ミッションオイルをはめあい部に塗りアウターレースにも塗布しケースのはめあい部にセットする		
5	ベアリング挿入治具セットを図のように組みボルト側ナット側それぞれ工具をセットする	回す側にワッシャーを付ける	力の変化を理解
6	ボルトとナットを締めアウターレースを挿入する	挿入中重さを感じたら傾いた可能性が高い	
7	固くなった場合治具を外しノギスで高さを測る高低差があれば高いところをZピンポンチでたたき水平にする	早めに気づき修正する	
8	再び治具を組付けナットを締めベアリングを端まで挿入する。確認のため SST で外周を叩き甲高いおと・跳ね返りを見る	音は甲高くハンマーが跳ねる	組付不良
9	ジェネレータ側も同じ要領で作業する		

アウターレース組付作業



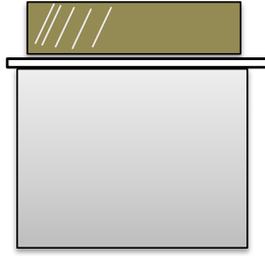
[作業要領書]-11 リングギヤ組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ディファレンシャルケースをバイスに固定する。長尺のラチェットに呼び径 17 のソケットを取り付ける	標準のラチェットはなるべく使わない	災害防止
2	残すボルト 4 本を十文字に残し、ほかの 8 本を外す(インパクトを使用しても良い)	ボルトに対し真直ぐに抑える	災害防止
3	残した 4 本はラチェットを使って 5 から 7 回転緩める	ラチェットは片手にラチェットの頭部に手を当てる	災害防止
4	専用治具の台とプレートの上にディファレンシャルケースが中心に来るように置く		
5	コンポータンで4本のボルトを対角に順に叩き抜いていく	デフがずれないように注意	抜けない
6	途中ノギスで抜け具合を確認する		
7	遅れた所をコンポータンでたたき修正しながら抜く		
8	密着していた部分が経年変化で黒墨があればナイロントワシなどで取り除く		
9	きれいにし、傷などなければエアブローして袋に入れ保管	防災面保護メガネ着用	

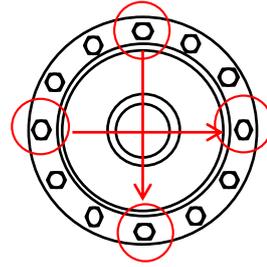
リングギヤ組付作業



バイス台に固定した状態



堅牢な作業台で作業

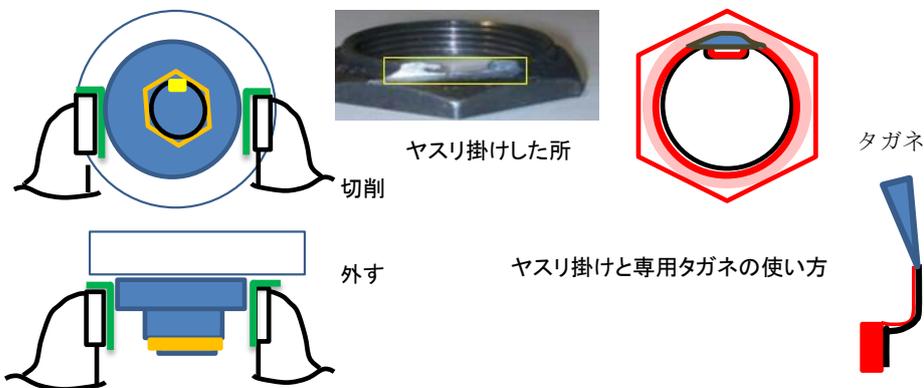


リングギヤを外す際残すボルト

[作業要領書]-12 41mm ナット外し作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ヤスリ・専用タガネ・ハンマー・41mmコンビスパナを準備する	専用タガネは一部加工を施した物	
2	バイス台にあて物を介しピニオン部を固定するがナットを縦にカシメ部が上に来る用にする	アルミ板を使いワークを保護する	破損の恐れ
3	写真のようにシャフトのネジ部トップぎりぎりまでヤスリで削り落とす	シャフトに対し平行にヤスリを置く斜めにならないように注意	ねじ山を削る
4	専用たがねを使用してハンマーで軽く食い込ませるように叩きカシメ部を取り除く	浮き上がらない時は削り込みが足りない	
5	カシメが取れたらナットを下にしてピニオン部分をしっかり固定する		
6	コンビネーションスパナ 41mmのメガネ側を使いナットを緩める	パイプ延長すると軽くなるが外れない用注意	災害防止

ナット外し作業



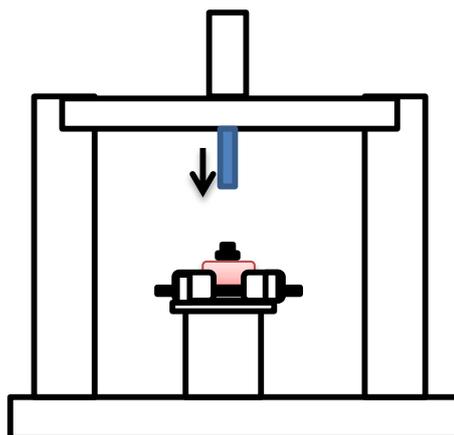
[作業要領書]-13 ベアリング外し作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	取り外すベアリングとギヤの間にムーバーを入れナットを平行に締めていきスパナで軽く増し締めする	ムーバーは平行になるようにする	
2	プレス仮置台に専用台・プレートを置く。	ギヤの下にエアークッションを置く	衝撃吸収
3	続いてムーバーを取り付けたギヤを置く		
4	シャフトの空洞部分に抜き治具を置く	SST 以外を使用するときは干渉に注意	
5	油圧ポンプのバルブを閉じハンドルを上下し、抜き治具までロッドを下げる	ロッドが SST の中心にあるか確認する	災害防止
6	圧力計を見ながらシャフトに圧力を掛けていきシャフトを下へ押し下げる	抜ける前の平均最大圧力 15MPa 位	災害防止
7	圧力が上昇しシャフトが音を立て抜ける。繰り返すことで抜ける		
8	ベアリングが抜けた後シャフトに縦傷等がないか確認する		
9	ベアリング挿入部に黒ずみがあればナイロンタワシかペーパーの 1000 番で磨き脱脂剤などでふき取る		

ベアリング外し作業



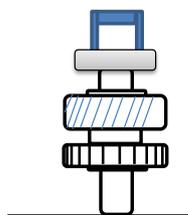
ムーバーをセット



[作業要領書]-14 ベアリング組付け作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	新旧ベアリングの厚みを確認のため測定する	出来上がり寸法が変わらない事が条件	
2	ギヤのベアリング挿入部シャフト・端面をきれいにし傷がないかなど確認後組付け油塗布する		
3	カウンタドライブギヤのスプロケ側を下にしてプレス台に置く		
4	ベアリング・SST の順に置く		
5	油圧ポンプのバルブを閉じロッドを SST まで下げる		
6	SST とロッドの位置合わせとベアリングに傾きがないかを確認する	高圧を掛ける	災害防止
7	ハンドル操作で下げるとベアリングがシャフトに入る音「コツン」と出たら操作を止めバルブを開く	10 から 15Mpa に達する	
8	一旦仮置台に移しベアリングの傾きをノギスで比較する	プレスでは傾きが現れにくい目視でも可	
9	傾いていたらインナーの高い所に平行ピンポンチを当てハンマーで叩き水平になるよう修正する	平行ピンポンチの径 5mm 位	
10	再びプレスで挿入し甲高い音・入る感覚がなく圧力だけが上昇する状態の時はバルブを緩める	ベアリングが端面に当たると圧力が急上昇するので注意 20Mpa まで	災害防止
11	全周が端面に付いたのを平行ピンポンチで周囲を叩き反発を確認、また 0.01 mm のスキミを使っても確認	音の変化を聞き逃さない甲高い音がする	
12	このほかのベアリングも同様な手順で作業を進める	SST の代用品は使わない	組付不良防止

ベアリング組付作業



ベアリング・SSTをセット



[作業要領書]-15 ナット組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ナットの端面を砥石掛けシエアブローする	防災面保護メガネを装着する事	災害防止
2	ナットのネジ部にグリスを塗布		
3	ナットを手で端面まで締める	スムーズに入るか確認	組付不良
4	ナット外しの逆作業で、当て物施しバイスにしっかり固定する	QLの頭が大きい調整が必要	固定位置注意
5	QLレンチの頭部を押さえながら280Nmで締める	レンチが外れ易い。体を後部に仰け反らない	災害防止
6	ナットのカシメ箇所を上にしてしっかり固定する		
7	タガネとハンマーで端から2mm位のところにタガネを当て叩く	いきなり強く叩かない様子を見る	災害防止

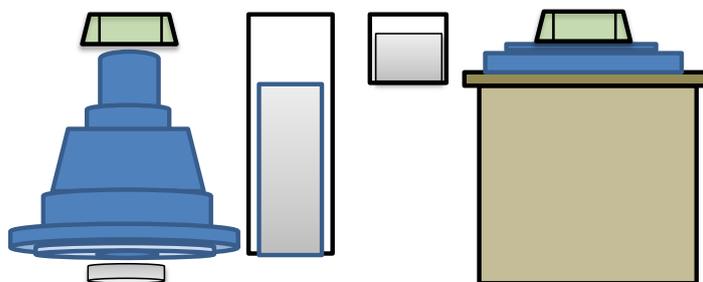
ナット組付作業



[作業要領書]-16 TRB 組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ベアリング挿入部とリングギヤ挿入部の入口をペーパーかヤスリでバリ取りをする	加工の仕上がり具合でやすりによる面取り必要	破 損 防 止
2	加工部をクリーニングし挿入口・ベアリングのはめ合いがバリなく異物がない事		
3	エアブロー後ベアリングはめあい部とベアリングに組付け油を塗布する	防災面保護メガネ着用	災 害 防 止
4	ベアリングはローラー数 RH24 個 LH22 個とテーパも異なるため組付けに注意する	LH はモーター側 RH はジェネレータ側	組 付 不 良
5	プレス機仮置台に専用台とプレートを置きそこに連結シャフトを載せプレス機にセットする	連結シャフトがプレートの抜き穴とずれていないこと	組 付 不 良
6	LH 側ベアリングインナーを置きその上に挿入治具を置く		
7	ロッドを下げていき挿入治具の中央に来るように台を修正する		
8	ロッドを挿入治具に当て傾いていないか確認し、良ければ圧力計を見てロッドを下げていく		
9	一定以上圧力が上がるとベアリングが「カツン」音で入る。このように入れば続けて挿入する	15Mpa以上の場合ノギスで傾きを確認	組 付 不 良
10	端まで入ると一段と大きな音を発する。確認するため Zピンポンチ 3mm で叩き反発を見る	ベアリング組付と同じ要領	
11	駆動軸側は台・プレートは不要。その代りΦ33 のプレートを置く		
12	連結シャフト・ベアリングインナーの順に置き、長い挿入治具を使って同じ要領で行う		

TRB 組付作業

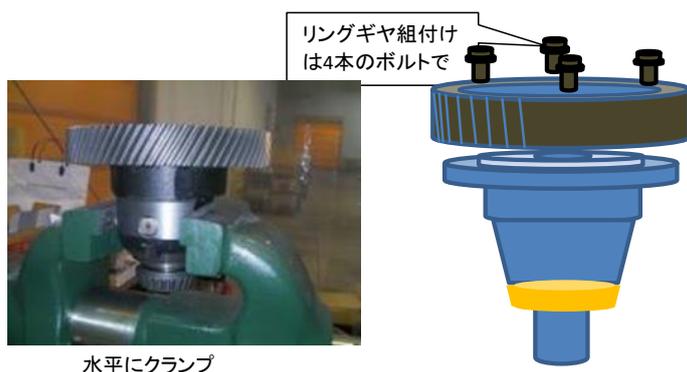


駆動シャフト側に使用

[作業要領書]-17 リングギヤ組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	TRB 組付けでリングギヤ挿入入りロバリ取りしたが再度確認する		
2	バイスタを 4Sしてあて物をセットする。		
3	連結シャフトを 2 面幅の所で固定する	ベアリングインナーがバイスタと干渉しないよう注意	破損異物付着
4	組付け部分に油塗布しリングギヤを載せ、ボルト 4 本を十文字に手で挿入する		
5	ノギスを使って対角 4 本のボルトで平行になるように修正する。残り 8 本も挿入する	ボルト穴が大体一致していること	組付不良
6	ボルトを対角にラチェットで半回転ずつ締めていき 4 順したら一度ノギスでボルト付近を測定する		
7	挿入量が少ない所を締め修正し、対角に何順か締め確認する作業を繰り返し端まで締めていく		
8	ほかの 8 本を仮締めする	締め過ぎない	タップ破損
9	最後は QL レンチに変え 87Nm で対角に増し締めする		

リングギヤ組付作業

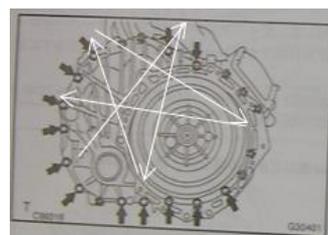


[作業要領書]-18 シム選択作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	モーター・ジェネレーターケースに砥石掛け清掃する。 ベアリングアウターにオイルを塗布する	仮置台も清掃の事。ノック ピンにも塗布するとよい	組付 不良
2	ジェネレーターケースを反転吊具で反転し仮置台に置く		
3	モーターケースにガイドバー2本取付、パーキングロッ ド位置決め治具も取付ける		
4	ジェネレーターケースに3点吊具を取付吊り、水平に下 降しノックピンを通過したら治具を外す。さらに下降密 着させる	ホイスト非常停止	
5	軽くコンポータンでジェネレーターケース周辺を叩きより 密着させる		
6	ボルトを対角に数本仮締めする。残りを同じように仮締 めする		
7	トルクレンチ(QL)で締め付けトルク 25Nm で締める		
8	QLの使えないところはQLを使った感覚で締める		
9	連結シャフトの駆動軸先端にボルト M8X12 取り付ける		
10	連結シャフトを5・6回ぐるぐる回し馴染ませる		
11	起動時のトルク・回転中のトルクを3回繰り返し測定す る		
12	その平均をデータとして記録		
13	回転トルク $T=0.61\sim 1.35\text{Nm}$ になるまでこの作業を繰 り返す		



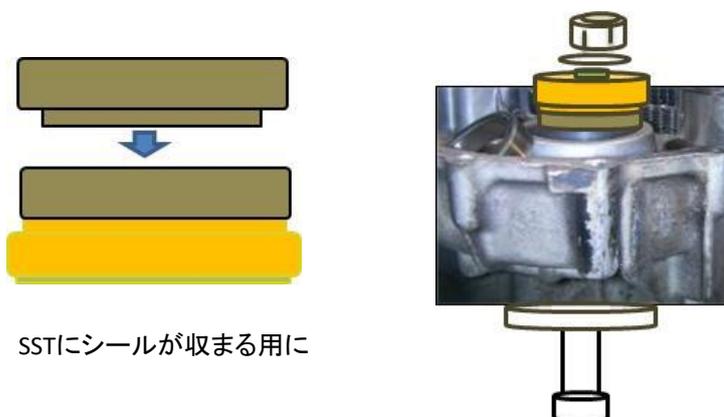
パーキングロッド位置決め治具



[作業要領書]-19 シール組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ジェネレータケースのオイルシール組付部を脱脂する	手袋着用	災害防止
2	SST に新品のオイルシールをセットする		
3	ケース内アウターレースの上にシールを置く		
4	下面よりボルトとプレートを入れ SST より出す。		
5	平ワッシャー・ナットを入れ固定する	シールが平行にな っているか確認	
6	ナットを締めていき 1・2 回転くらい回す		
7	平行であればさらに 1・2 回転回しシールの状態を確認		
8	さらにこの作業を繰り返し SST がケースに密着するまで占める		
9	治具を外し端面から 2.7±0.5 mm 深く入っているかノギス等3か所確認		
10	挿入作業で傾いて修正出来なければ反転して SST の周囲を叩いて修正する		

シール組付作業



[作業要領書]-20 ギヤ組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	ケース内がキレイであるか確認後必要であれば合わせ面に砥石掛けする		
2	ベアリング挿入部にミッションオイル塗布しインプットシャフトのみを組付ける。		
3	チェーンの掛かるスプロケギヤとインプットスプロケを平行に保ち持っていく		
4	インプットスプロケはかみ合い部があるため回し位相を合わせる		
5	スプロケギヤははめ合い部に覗いたらギヤ挿入棒をスプロケギヤのシャフトに入れ傾きを修正しながら入れる	スプロケ同士平行に保つ	
6	インプットスプロケは持ち続け挿入棒をうまく操作しながら組付ける	時にはコンポータンを使用	
7	デフを組付け、ピニオンギヤをはめ合い近くに持っていくデフを少し持ち上げベアリングの組付け位置に置く		
8	ギヤ挿入棒をピニオンギヤのシャフトに入れ、デフがピニオンギヤに干渉しないよう持ち挿入棒を操作し入れる	はずば歯車の噛み合いもある	

ギヤ組付作業



組付け完成

[作業要領書]-21 HV ユニット組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	モーターケースの合わせ面を脱脂きれいにする	手袋着用	災害防止
2	気になれば砥石を掛けする。2本のガイドバーを取り付ける		
3	モーターケースの合わせ面にシールボンド 1281 をビード状(Φ1.5 mm)に切れ目なく全周塗布する	ガイドバーにシール材が付いても良い	
4	パーキングロッドに位置決め治具をシールに接触しないように取付ける	治具をきれいにしておく	
5	ジェネレータに、3点吊り具を付ける	吊荷の安定させるため	
6	インプットシャフト・ベアリング・ケース側にもミッションオイルを満遍なく塗布する		
7	ジェネレータケースを吊りインプットシャフトを通し残り20 mm付近まで下降するとスプラインにほぼ当たる	ワイヤーが緩むので少し上昇する。非常停止	災害防止
8	専用治具で左右に少し回す。下降してはいらなければ上昇・調整・下降を繰り返す	ホイスト作業以外は非常停止	災害防止
9	パーキングロッドが入るのが確認出来たら治具を外す	ホイスト非常停止	
10	下降端まで降りたらガイドバーを外す		
11	ワイヤーが緩んだらコンポータンで周辺を叩いて密着の確認	目視	
12	ギヤを回して馴染ませる		
13	ボルト 21 本にロックタイトをネジ部に塗布し軽く締める	新品純正のボルトは不要	
14	対角に少しずつ締め 3 順以上繰り返し規定トルク T=25Nmで締める	シールボンドの余剰分を逃がす	組付不良

HV ユニット組付作業



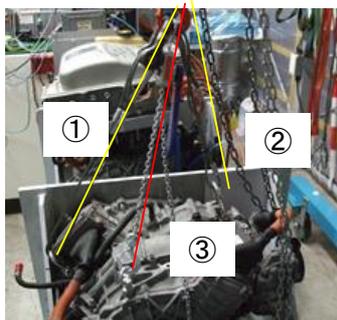
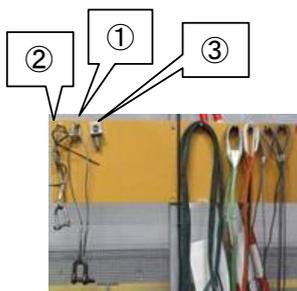
シーンを押し出しながら
進む都丸を繰り返す



[作業要領書]-22 HV ブラケット組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	HV ブラケットをベースに置く。ボルト 4 本で 240Nm で締める	ホイスト非常停止以後同様に	
2	HV ユニットに専用の吊り具 2 本を①・②に付ける。マウントブラケットのボルトに吊り具③を付ける	シャックルのボルトは手で最後まで締め半回転戻す	
3	一旦吊り上げレバーブロックを③に付け HV ユニートをレバーで水平にする。ガイドバーを付ける		
4	ガイドバーがブラケットを通過しボルトが入るようになれば 2 本入れる		
5	位置決めピンまで入れば先に入れたボルトを仮締めし、ガイドバーを外し他のボルトを仮締めする		
6	チェンブロックを緩め吊り具を外す。ボルトを 33Nm で増し締めする		

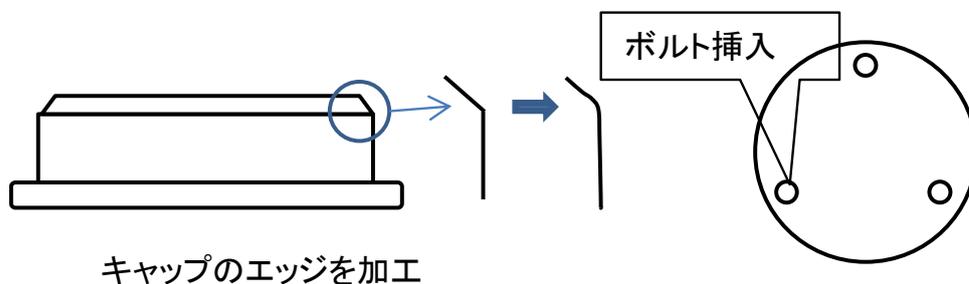
HV ブラケット組付作業



[作業要領書]-23 埋め栓組付作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	作業台から降ろし HV ブラケットに組付け後実施する		
2	埋め栓を面取りする。やすり・サンダー等使って面取りし、仕上げに細目ヤスリ・ペーパーで滑らかにする	角部をなくす	傷つき防止
3	モーターケースシール側の端面に砥石をかけてきれいにする		
4	埋め栓の取り付く部分を脱脂する。また埋め栓も脱脂し、きれいにする		
5	埋め栓のはめあい部に薄くシールを塗布する		
6	埋め栓を取付部にあて軽くたたく	落ちないようにする	
7	ノギスで傾きを確認する	目視で確認しにくい	組付不良
8	高い箇所を叩き平均値にする		
9	3 か所にボルトを底まで入れ 1 回転戻す	あまり長いボルトは叩きにくい	
10	3 本のボルトを順番に叩いて挿入していく	ノギスで確認を怠らない	組付不良
11	甲高い音になれば端まで挿入できている		

埋め栓組付作業



[作業要領書]-24 試運転作業要領書

No.	手順	急所	理由
1	完成したHVユニットに「オートフルードWS」を3.8L投入する		
2	インバータブラケット・インバータを組付ける		
3	製作した制御装置を試験用バッテリー台車にセットする。		
4	インバータのカバーを開ける	絶縁ゴム手袋着用札掲示 サービスプラグ携帯	災害防止
5	ジェネレータモーターパワーケーブルを端子に接続する。専用のボルトで締める	締付トルク 8Nm	
6	制御装置から出ているコネクタをすべて接続し、共通アースもボルトに取り付ける	コネクタは確実に差す	
7	インバータのカバーと取り付ける13本(1本はトルクスボルト)をすべて締め付ける	締付トルク 11Nm	
8	バッテリー・カバーを外す		
9	バッテリー・インバータ間のフレームワイヤー(高圧ケーブル)を接続する		
10	カバーを復旧し余ったコネクタ配線がないか確認する		
11	電源を入れタッチパネルに「準備OK」表示が出れば接続等正常である。電源遮断		
12	モーターとして単独運転するためサービスプラグを入れる		
13	電源を入れ準備OKが出れば起動をかけ数秒運転をかける	異常音電流値など確認	
14	停止後サービスプラグを抜き電源を遮断する	サービスプラグ携帯	

試運転作業



HVシステムとしてモーターとして試験する

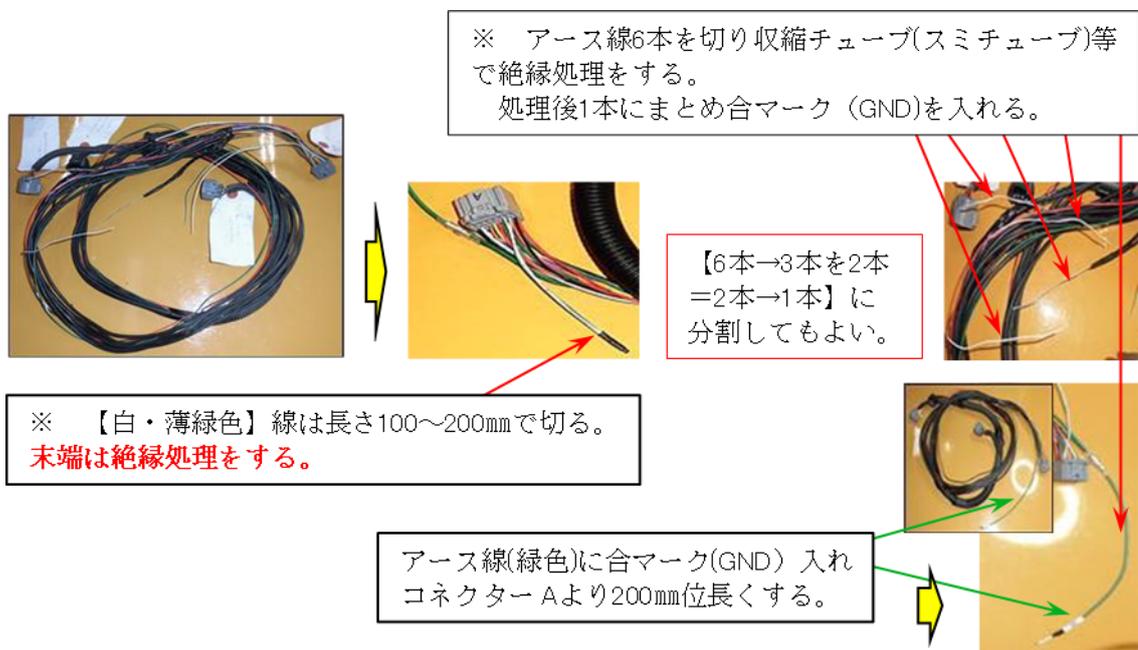
III-4 リユース作業高度化

事業化に向けて採算性を向上させるために作業を高度化し、原価を大幅に低減した実証内容について報告する。

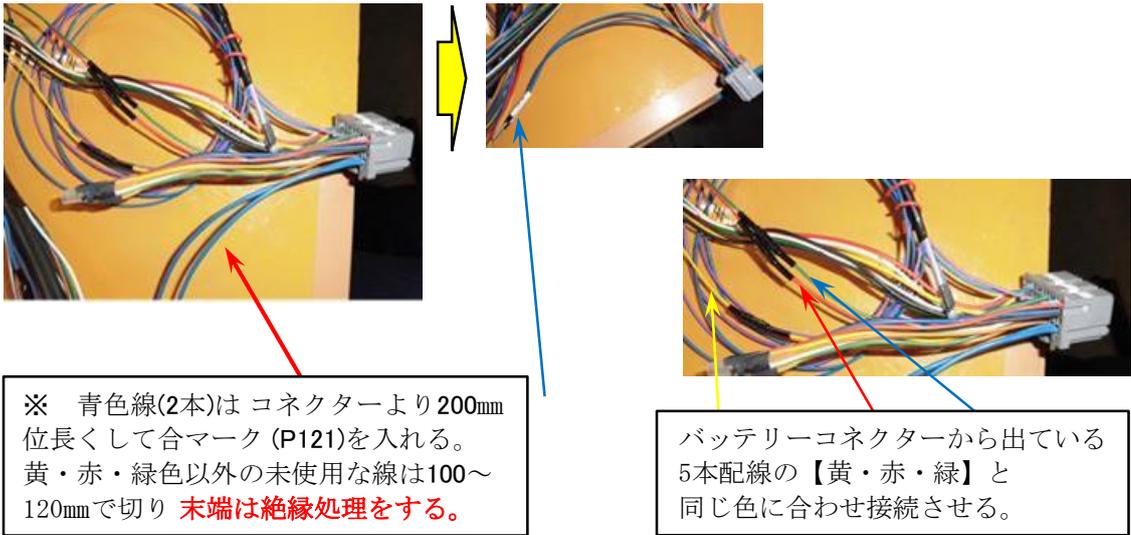
個々の工程の無駄の排除では、抜本的なコストダウンは期待できないため、全体システムの見直しによる改善を行った。できるだけ外部からの「購入品」を減らし、更にシステム全体の最適化により大幅なコストダウンを企画した。

1 ハーネスのリサイクル手順

図表 15 HV モータ配線

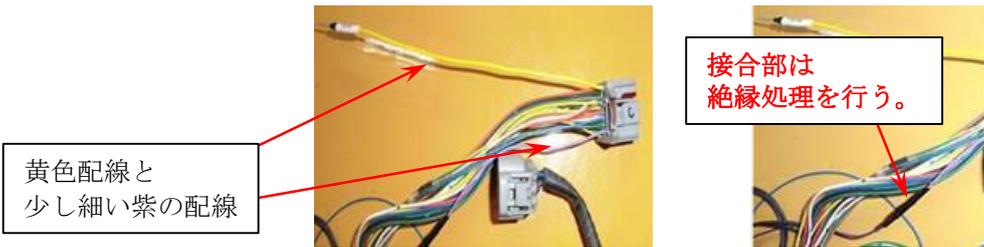


図表 16 バッテリー配線



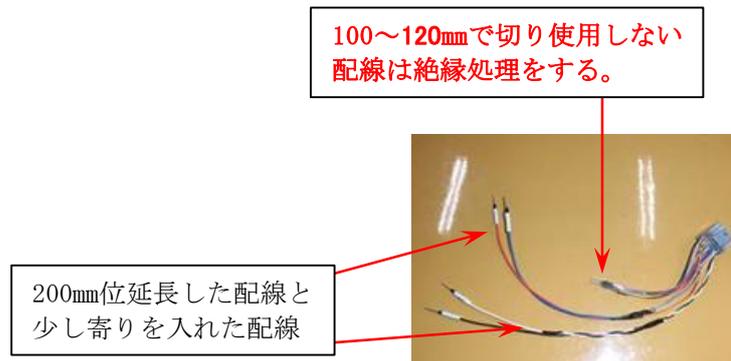
※黄色線(1本)はコネクタ Cより200mm位長くして合マーク(P121)を入れる。
 ※紫色の線(1本)は200mm位で切る。

図表 17 インバータ配線



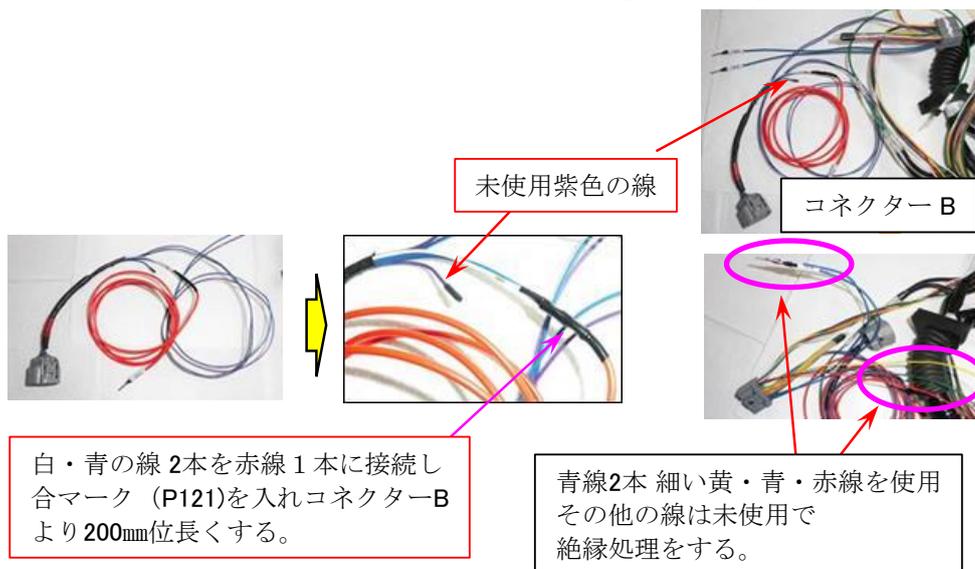
バッテリーコネクタから出ている5本の配線の同じ色(紫)につなぎ接合部は絶縁処理をする。

図表 18 ECU の配線



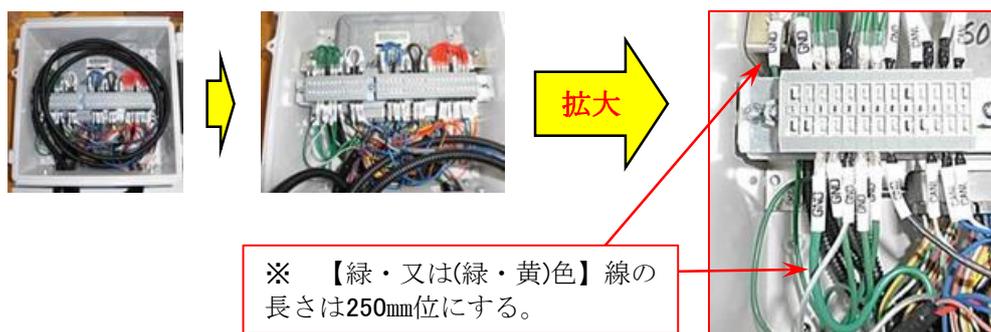
※延長配線【オレンジ・シールド・白黒線は2本】は コネクタより200mm位長くする。
 ※シールド線のアース配線は使用しない。また少し配線に寄りを入れておく。
 ※コネクタからの配線は100~120mm位で切る。使用する線(4本)以外の配線は絶縁処理をする。

図表 19 インターロック【コネクタ】



※【青・紫色線】インターロック線はそのまま流用する。
 ※(白・青色)は赤線1本にし(P121)の合マークを付ける。
 ※配線長さはコネクタBより200mm位長くする。
 ※(紫色)は未使用で絶縁処理をする。

図表 20 ECU内 アース線



※アースはECU固定部より配線を出し【緑・(黄-緑)線】で250mm位の長さにする。

2 端子台製作

- 1) 各線の長さを 80 mm に切る。

緑	白	青	黒	赤
9本	3本	5本	3本	10本

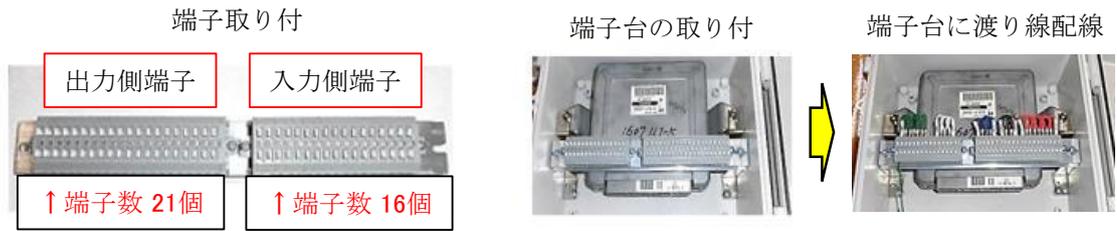


- 2) 両サイドにマークチューブを入れ端子を圧着し絶縁処理をする。

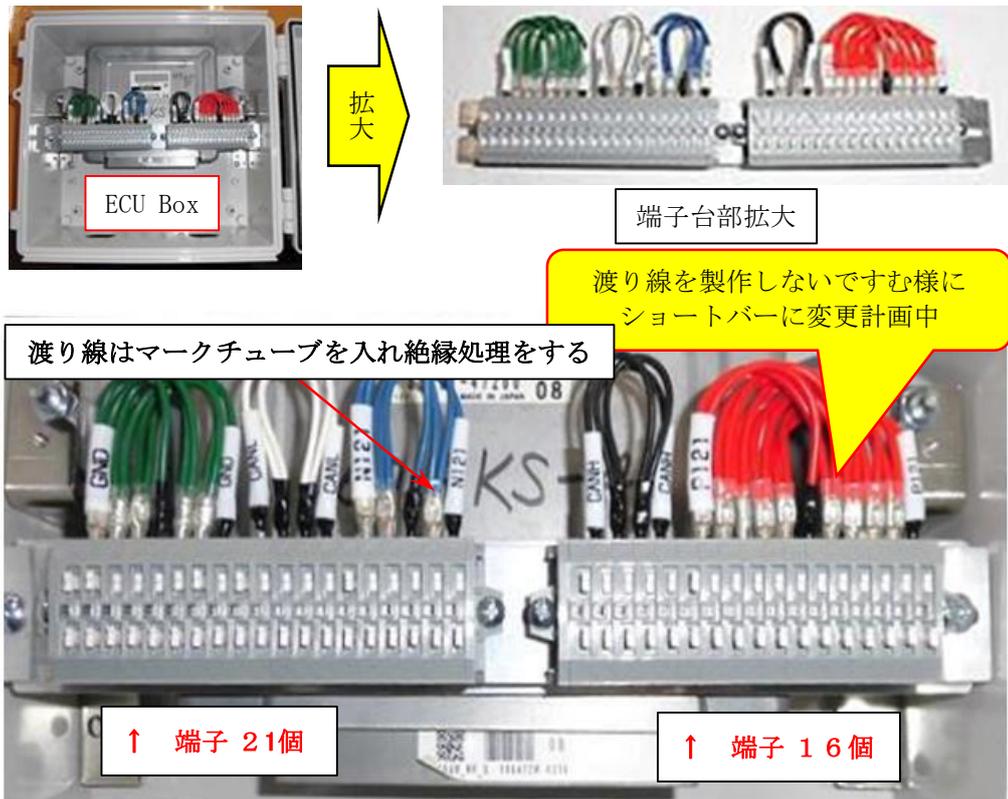
各	合	マークと配線の色		
GND	CANL	N121	CANH	P121
緑	白	青	黒	赤



- 3) 端子数は出力側を 21 個入力側は 16 個に調整する
 - HV モータ・バッテリー用の端子追加



4) ECU BOX に取り付 渡り配線を配線する。



図表 21 一体化制御 BOX



3 今後の課題

3-1 全体的に回収品の運搬方法改善

- ① 現在段ボールと木製パレットを使用しているが、網パレットと古毛布、廃フロアマット等を使用することで廃棄物を極力減らす
- ② 社内便に相乗りできないかの検討
- ③ 新テストベンチでデータ採取
- ④ HVトランスアクスル及びバッテリーの特性判定の基準にできるように MG-1 使用テスト現在は使用していない MG-1 を使用することでトランスアクスル改造の工数削減
- ⑤ MG-1 と MG-2 の併用が可能かどうか確認する

3-2 ハーネス、制御関係

- ① ボックス内部取付方法の改善
対振動特性の改善 特に EV 用途で使用する場合
- ② ハーネスの固定方法及び防水性能の向上を図る
- ③ 工数削減
ショートバーを使用することで渡り線の加工を無くする棒圧着端子(フェルール)を使用することで線加工工数削減マークチューブ使用箇所の削減、最小限必要な箇所だけに使用する
- ④ コスト削減
部品の見直しによるコスト低減
集中購入による価格交渉実施

3-3 ユニット（機械）関係

- ⑤ 加工品の設計見直し
連結シャフトの寸法適正化と構造の改良、オイルシールとの干渉を無くする他ドライブシャフト埋め栓の材質変更、アルミにしてケースの損傷防止
- ⑥ 作業工具の配置改善
工程が固まったところで作業エリアの変更と工具の再配置を実施し作業能率アップを図る

■ まとめ

本章で行った作業要領書に沿って全ての工程を標準化・効率化すると図表にしめす「斜め線」が「右肩上がりのほぼ直線」になる。これは前工程・後工程が無駄なく行われている事を示している。本実証を通じて目標であった「2人で1日2セット」の工程づくりが完

了し、「安全で」「正しく」「正確な」「やり易い」「作業者に優しい職場」が実現し、今後この現場を各地に展開できる準備が整った。特に、高度化により外部より購入していた「制御ボックス」(約 20 万円/個)が部品別の購入+自社での作業により原価が 10 万円/個以下となり、今回の回収工程実証の最大の成果であった。

IV リマニュファクチャリング(リマン)製品事業性評価とHV リユースのシステム標準化

本章では、先ず、代表的なリマン製品である「電動軽トラック」についてその諸元を提示する。次に諸元に基づいて市場ニーズに沿った形で4タイプを提案し、それぞれについて「事業性評価」を行った。十分な事業性を確認した上で、「システム標準化」を行う。さらにリマン製品の機能を高めるために「遠隔監視システムについても標準化」し、リマン製品事業化むけての体制構築をおこなった。

IV-1 リマン製品の概要

代表的なリマン製品として「ガソリン軽トラック」をHV ユニットのリースにより改造した「電動軽トラック」を選択した。

その諸元を明示するにあたり、事業化に向けて不可欠な「公道を走るためにナンバー取得」の基準となる「軽自動車検査協会」へのガソリン車「改造概要等説明書」に準拠した申請書類から抜粋したものを提示する。

図表 22 改造概要等説明書(改造自動車審査結果通知書)

第2号様式(表面) (別添4の4.1.関係)

第 号
31年 1月 14日

軽自動車検査協会大阪主管事務所長 殿

改造概要等説明書(改造自動車審査結果通知書)

[指示事項]

既存ノガソリン軽自動車の原動機・ラジエーター・マフラー等を車体から外し、ニッケル水素・インバーター・駆動モーター・ECU・VCUを取り付け電気自動車に改造変更をする。

主要諸元比較表

標準車種の種類等を記載する。(0054)

項目	標準車	改造車	基準・限度	項目	標準車	改造車	基準・限度	
車名	ダイハツ	ダイハツ		乗車定員人	2	2	2	
型式	LE-S200P	LE-S200P改		最大積載量 kg	350	350	350	
自動車の種別	軽自動車	軽自動車		車両 総重量 kg	前前軸重	620	680	≤10t (800kg)
用途	貨物	貨物			前後軸重	-	-	≤10t (kg)
車体の形状	キャブオーバー	キャブオーバー			後前軸重	-	-	≤10t (kg)
燃料の種類	ガソリン	電気			後後軸重	580	620	≤10t (910kg)
原動機の型式	EF	3CM			計	1,200	1,300	≤20t~28t (1,710kg)
総排気量(L)又は定格出力(kW)	0.659L	32.7kW			最大安定傾斜角度°	左 49(計算値) 右 47(計算値)	44.6(計算値)	一般≥35° その他≥30°
長さ m	3,395	3,395	≤3.4m	タイヤ サイズ	前前軸	145R12-6PR	145R12-6PR	(900 kg)
幅 m	1,475	1,475	≤1.48m		前後軸	-	-	(- kg)
高さ m	1,780	1,780	≤2.0m		後前軸	-	-	(- kg)
軸距 m	1,900	1,900			後後軸	145R12-6PR	145R12-6PR	(900 kg)
輪距 m	前軸	1,295	1,295	前輪荷重割合	空車	60.8	60.7	≥18,20%
	後軸	1,300	1,300		積車	51.6	52.3	
荷台の内側の寸法	長さ m	1,940	1,940	リヤ・オーバーハングm	0.885	0.885	≤1/2,2/3L (0.95m)	
	幅 m	1,410	1,410	荷台オフセット m	0.375	0.375		
	高さ m	0,285	0,085	最小回転半径 m	3.7	3.7	≤12m	
車両重量	前前軸重	450	510					
	前後軸重	-	-					
	後前軸重	-	-					
	後後軸重	290	330					
	計	740	840					



隣接軸距	1.8m未満	1.8m以上	1.8m以上1.8m未満(1の車軸にかかる荷重が9.5t以下である場合)
隣接軸重	kg ≤ 18t	kg ≤ 20t	kg ≤ 19t

能力強度等検討

制動能力	踏力800N	50km/h	18.4 m	車軸強度	t bf/tf	342/64.8	= 5.3	≥1.6	
	空気圧F220 R220 kPa				t br/t	222/25.5	= 8.7	≥1.3	
推進軸強度	回転数 Nc/Np	7.270 / 2.910	= 2.49	≥1.3	操縦装置強度	σb/σ	/	=	≥1.6
	強度 τb/τ	342 / 64.8	= 5.3	≥1.6	緩衝装置強度	σb/σ	/	=	≥1.6
車軸強度	σb/σ	/	=	≥1.6	制動装置強度	σb/σ	/	=	≥1.6
	σt/σ	/	=	≥1.3	連結装置強度	σb/σ	/	=	≥1.6

注1: 能力強度等検討欄は、該当しないものは、省略したものは×を記入すること。

注2: 指示事項欄又は能力強度等検討欄は、必要に応じて指示欄又は項目を追加・削除することができる。

注3: 現車審査の際は、改造自動車審査結果通知書、外観図、改造部分詳細図及びその他特に指示された資料を提示すること。

(日本工業規格 A列4番)

図表 23 改造等の概要

第2号様式（裏面）（別添4の4.1.関係）

改 造 等 の 概 要	
目 的	原動機をモーターに変更し、排気ガスの出ない環境に配慮した車両とするため。
車 枠 及 び 車 体	/
原 動 機	原動機（KF）や・マフラー・ラジエター等を取り外し、ニッケル水素バッテリー等で駆動するモーターに変更する。
動 力 伝 達 装 置	既存のプロペラシャフトを、そのまま使い、新しく搭載の駆動モーターから出ているプロペラシャフトを車体中央部で中間ベアリングで連結し動力をデフレンシャルに伝えている。
走 行 装 置	/
操 縦 装 置	/
制 動 装 置	/
緩 衝 装 置	/
連 結 装 置	/
燃 料 装 置	/
電 気 装 置	ニッケル水素電池を荷箱床面を挟み、フレームに強固に装着。及びモーター制御用コントローラー、緊急時電源遮断システムを搭載する。

注1：変更のない事項については、斜線を記入又は網掛けを施すこと。
 注2：届出者は、自動車の点検及び整備に関する情報の提供並びにリコール届出に関する責務があります。
 なお、リコール届出に関しては、その実施について道路運送車両法（昭和28年6月1日法律第185号）に基づく勧告、命令を受ける場合があります。（第57条の2、第63条の2、第63条の3関係）

（日本工業規格 A列4番）

図表 24 電気装置の要目表(電動機関係)

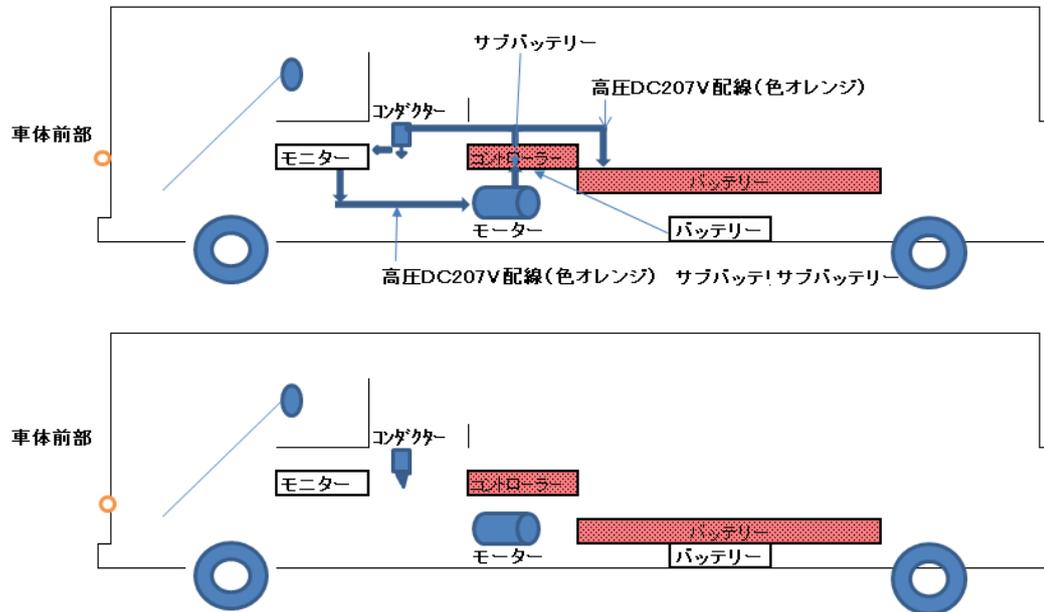
電 動 機	取付位置及び個数	車体後軸駆動用 1 個
	種類	三相交流誘導電動機
	定格電圧・V	202V(DC)
	定格出力/回転速度・kW/rpm	10KW/ 3,500rpm
	最大トルク/回転速度・N・m/rpm	125N・m/2,500rpm
	冷却方式	水冷式
駆 動 用 電 池	形式	3CM
	制御方式	レギュレーターマイコン制御方式
	作動電圧・V	202V(DC)
充 電 器	種類・形式	ニッケル水素バッテリー 13個 37L
	モジュール容量・電圧・A・h(HR)・V	202AH (BEV) 15,53V×13×=202V
	モジュール搭載個数・個	2個
	パック総電圧・総電力容量・V・kWh	202V 2,6kWh
	モジュール総重量	12kg×2=24kg
	その他	車体ボルト固定 5本×2
過電流保護装置		ヒューズ300A
誤発進防止装置		ECUにて制御
シフトレバー後退位置警報装置		バックブーザー装備
主変速機		2WD前進 後進スイッチ切替式

※→項目以外は、適宜様式を変更することができる。

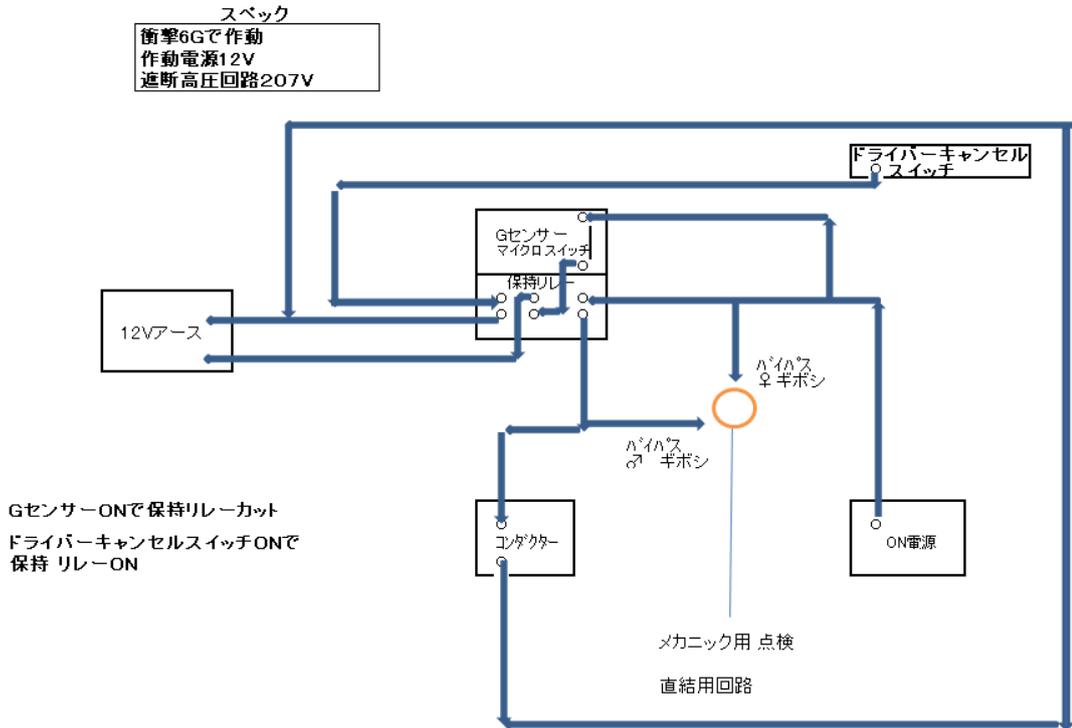
図表 25 モーターにつながる電力配線図

ダイハツハイゼットトラック
LE-S200P

モーターにつながる動力配線図

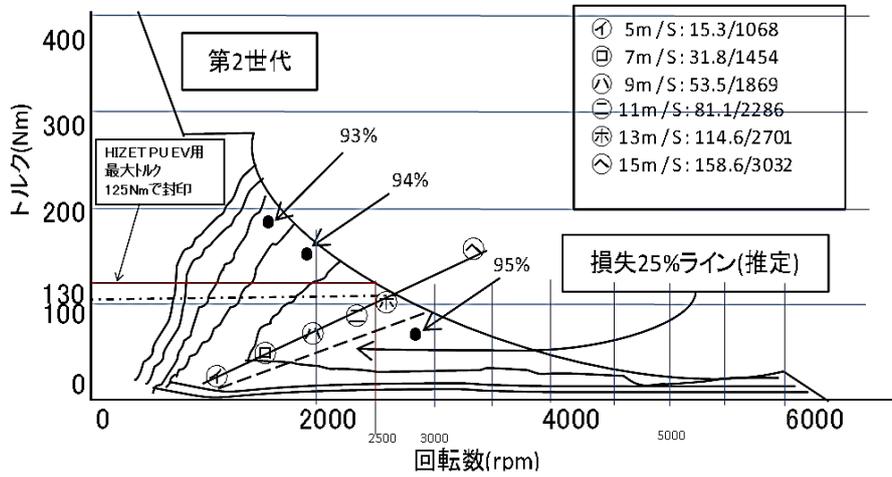


図表 26 電気自動車衝突時高圧回路遮断システム配線図



図表 27 PRIUS 20系モーターユニット T-N 線図

PRIUS 20系モーターユニット T-N線図



<元データ>

車速(km/h)	17.9	19.7	21.5	23.3	25.0	26.8	28.6	30.4	32.2	34.0	35.8	37.6	39.4	41.1	42.9
モーター回転数 (rpm)	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500	3,750	4,000	4,250	4,500	4,750	5,000	5,250	5,500	5,750	6,000
モータートルク (Nm)	126.3	103.4	91.5	76.7	66.7	55.0	49.2	40.0	34.2	28.3	26.7	25.5	25.0	24.7	24.3

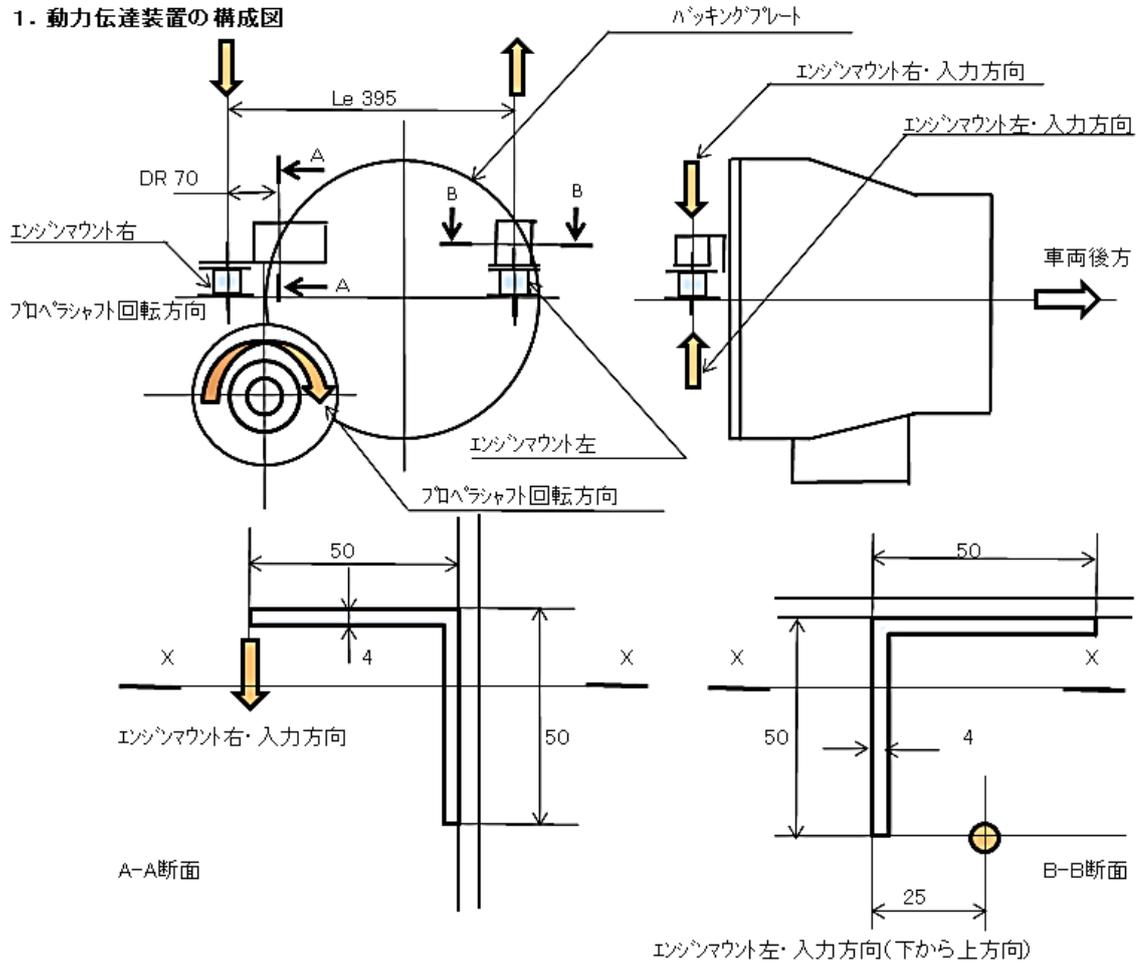
<車速バース>

車速(km/h)	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
モーター回転数 (rpm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
モータートルク (Nm)	125.0	125.0	100.0	85.0	70.0	60.0	49.2	40.8	33.3	28.3	25.0	21.6	20.0	19.5	19.0

図表 28 EV コンバージョン車 エンジンマウントブラケット強度計算 1

HIZET-PU EVコンバージョン車 エンジンマウントブラケット強度計算

1. 動力伝達装置の構成図



2. エンジンマウントの入力計算

T	モータートルク	125	Nm	125Nmでモーターコントロール封印
$\gamma 1$	モーター減速比	4.113		
$\gamma 2$	デフ減速比	0.5		
Le	エンジンマウントピッチ	395	mm	
Tp max	プロペラシャフトの最大トルク	257.1	Nm	
Fe max	エンジンマウントの最大入力	650.8	N	
DR	エンジンマウントブラケット右のアーム長	70	mm	
DL	エンジンマウントブラケット左のアーム長	50	mm	

1) プロペラシャフトの最大トルク計算

$$T_p \text{ max} = T * \gamma 1 * \gamma 2 = 125 * 4.113 * 0.5$$

$$T_p \text{ max} = 257.1 \text{ Nm}$$

2) エンジンマウントの入力計算

$$F_e \text{ max} = T_p \text{ max} / Le = 257.1 / 395$$

$$F_e \text{ max} = 650.8 \text{ N} \quad 66.4 \text{ kgf}$$

図表 29 EV コンバージョン車 エンジンマウントブラケット強度計算 2

3. エンジンマウントブラケットの曲げ応力

1) A-A断面図芯計算

		b 幅 mm	t 高さ mm	S 面積 mm ²	G 重心 位置 mm	Ms 面積 モーメント mm ³	a 図芯 mm
A-A, B-B断面部	上辺部	50	4	200	2	400	
	縦壁部	4	46	184	27	4,968	
				384		5,368	14.0

2) 断面2次モーメント

・X-X軸廻りの断面2次モーメントを求める

$$I = \sum_{1 \sim n} b \int_{dxn}^{uxn} X^2 dx = \sum b/3 [uxn^3 - dxn^3]$$

		b 幅 mm	uxn 高さup mm	dxn 高さdown mm	In 断面2次 モーメント mm ⁴
A-A, B-B断面部	上辺部	50.0	14.0	10.0	28,967
	縦壁部・上	4.0	10.0	0.0	1,325
	縦壁部・下	4.0	0.0	-36.0	62,316
					92,608

2) 断面係数

$$Z = \sum In / X_{max} = 92680/36$$

$$Z = 2,571.0 \text{ mm}^3$$

3) A-A断面の曲げ応力

$$\sigma_r = M/Z = Fe_{max} \cdot DR/Z = 650.8 \cdot 70/2571$$

$$\sigma_r = 17.7 \text{ N/mm}^2 \quad 1.81 \text{ kgf/mm}^2$$

4) B-B断面の曲げ応力

$$\sigma_l = M/Z = Fe_{max} \cdot DL/Z = 650.8 \cdot 70/2571$$

$$\sigma_l = 12.7 \text{ N/mm}^2 \quad 1.29 \text{ kgf/mm}^2$$

4. エンジンマウントブラケットの安全率

1) エンジンマウントブラケットの材質

SS400			
引張強度	$\sigma_b =$	400 N/mm ²	40.8 kgf/mm ²
降伏強度	$\sigma_y =$	235 kgf/mm ²	24.0 kgf/mm ²

2) エンジンマウントブラケット右の破断安全率

$$F_b R = \sigma_b / \sigma_{max r} = 400/17.7 \quad 22.57 > 1.6 \quad OK$$

3) エンジンマウントブラケット右の降伏安全率

$$F_y R = \sigma_y / \sigma_{max r} = 235/17.7 \quad 13.26 > 1.3 \quad OK$$

4) エンジンマウントブラケット左の破断安全率

$$F_b L = \sigma_b / \sigma_{max l} = 400/17.7 \quad 31.60 > 1.6 \quad OK$$

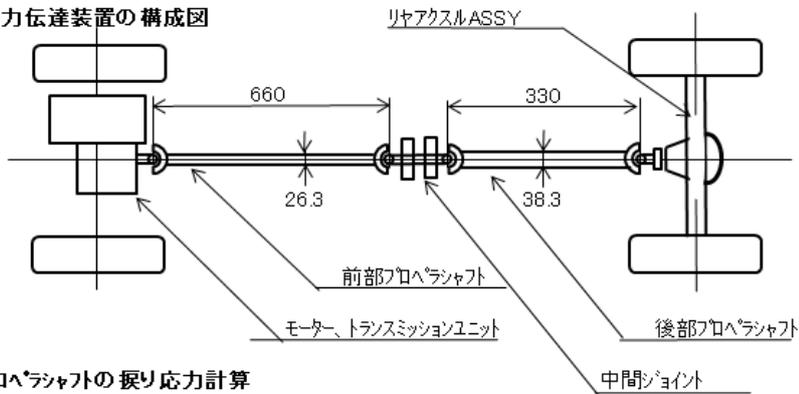
5) エンジンマウントブラケット右の降伏安全率

$$F_y L = \sigma_y / \sigma_{max l} = 235/17.7 \quad 18.57 > 1.3 \quad OK$$

図表 30 EV コンバージョン車 プロペラシャフト強度計算 1

HIZET-PU EVコンバージョン車 プロペラシャフト強度計算

1. 動力伝達装置の構成図



2. プロペラシャフトの捩り応力計算

$$\tau = 16 * T * \gamma * \eta / \pi * (d1^4 - d2^4) * 10^3$$

τf	前部プロペラシャフト捩り応力		N/mm ²
τr	後部プロペラシャフト捩り応力		N/mm ²
T	モータートルク	125 Nm	125Nmでモーターコントロール封印
$\gamma 1$	モーター減速比	4.113	
$\gamma 2$	テフ減速比	0.5	
η	効率	90%	
d1	前部プロペラシャフト外径	26.3 mm	
dr1	後部プロペラシャフト外径	38.3 mm	
dr2	後部プロペラシャフト内径	33.1 mm	

1) 前部プロペラシャフトの捩り応力

$$\tau f = 16Tdf1 \gamma \eta / \pi * d1^4 * 10^3 = 16 * 125 * 26.3 * 4.113 * 0.5 * 0.9 / (3.1416 * 26.3^4) * 1000$$

$$\tau f = 64.8 \text{ N/mm}^2 \quad 6.6 \text{ kgf/mm}^2$$

2) 後部プロペラシャフトの捩り応力

$$\tau r = 16Tdr1 \gamma \eta / \pi * (dr1^4 - dr2^4) * 10^3 = 16 * 125 * 38.3 * 4.113 * 0.5 * 0.9 / (3.1416 * 38.3^4 - 31.9^4) * 1000$$

$$\tau r = 25.5 \text{ N/mm}^2 \quad 2.6 \text{ kgf/mm}^2$$

3. プロペラシャフトの安全率計算

$$St = \tau b / \tau \geq 1.6$$

St	捩りに対する安全率		
$\tau b f$	S45C材捩りの破断力	342.0 N/mm ²	$\tau b = \sigma b * 0.6$ S45C $\sigma b = 570 \text{ N/mm}^2$
$\tau b r$	STKM13A	222.0 N/mm ²	$\tau b = \sigma b * 0.6$ STKM13A $\sigma b = 370 \text{ N/mm}^2$
τ	捩りの応力	64.8 N/mm ²	モータートルク 125Nm時

図表 31 EV コンバージョン車 プロペラシャフト強度計算 2

1) 前部プロペラシャフトの振り安全率

$$Stf = \tau_{bf} / \tau = 342 / 64.8$$

$$Stf = 5.3 \geq 1.6 \quad \text{OK}$$

2) 後部プロペラシャフトの振り安全率

$$Str = \tau_{br} / \tau = 222 / 25.5$$

$$Str = 8.7 \geq 1.6 \quad \text{OK}$$

4. プロペラシャフトの危険回転数(固有振動数)計算

$$W_n = \pi^2 \sqrt{(EI/ML^4)} = \pi^2 \sqrt{(2.05 \times 10^{11} \times \pi \times d / (ML^4 \times 64))} \quad \text{rad/sec}$$

$$Fn = 60W_n / 2\pi \quad \text{rpm}$$

Wn	危険回転数(固有振動数)		rad/sec	
Fn	危険回転数(固有振動数)		rpm	
Rm	モーター回転数	6000	rpm	125Nmでモーターコトローラ封印
$\gamma 1$	モーター減速比	4.113		
$\gamma 2$	デフ減速比	0.5		
Rp	プロペラシャフト回転数	2,918	rpm	
E	鋼材の縦弾性係数(ヤング率)	2.05E+11	kgf/m ²	
df1	前部プロペラシャフト外径	0.0263	m	
dr1	後部プロペラシャフト外径	0.0383	m	
dr2	後部プロペラシャフト内径	0.0331	m	
If	後部プロペラシャフトの断面2次モーメント	2.35E-08	m ⁴	If = $\pi \cdot df1^4 / 64$
Ir	前部プロペラシャフトの断面2次モーメント	4.67E-08	m ⁴	Ir = $\pi \cdot (df1^4 - If) / 64$
Mf	前部プロペラシャフト単位長さ当りの質量	4.26	kg/m	
Mr	後部プロペラシャフト単位長さ当りの質量	2.29	kg/m	
Lf	前部プロペラシャフト長さ	0.66	m	等速ジョイント間距離
Lr	後部プロペラシャフト長さ	0.33	m	UU間距離

1) 前部プロペラシャフトの危険回転数

$$W_{nf} = \pi^2 \sqrt{(EI_f / M_f L_f^4)} = \pi^2 \sqrt{(2.05 \times 10^{11} \times \pi \times 2.35 \times 10^{-8} / (4.26 \times 0.66^4))} \quad \text{rad/sec}$$

$$W_{nf} = 761.3 \quad \text{rad/sec}$$

$$F_{nf} = 60W_{nf} / 2\pi = 60 \times 761.3 / (2 \times 3.1416)$$

$$F_{nf} = 7,270 \quad \text{rpm} \geq 2,918 \quad \text{rpm (プロペラシャフト回転数)} \quad \text{OK}$$

2) 後部プロペラシャフトの危険回転数

$$W_{nr} = \pi^2 \sqrt{(EI_r / M_r L_r^4)} = \pi^2 \sqrt{(2.05 \times 10^{11} \times \pi \times 4.67 \times 10^{-8} / (2.29 \times 0.33^4))} \quad \text{rad/sec}$$

$$W_{nr} = 5,861.2 \quad \text{rad/sec}$$

$$F_{nr} = 60W_{nr} / 2\pi = 60 \times 5,861.2 / (2 \times 3.1416)$$

$$F_{nr} = 55,970 \quad \text{rpm} \geq 2,918 \quad \text{rpm (プロペラシャフト回転数)} \quad \text{OK}$$

5. プロペラシャフトの危険回転数(固有振動数)に対する安全率

1) 前部プロペラシャフト

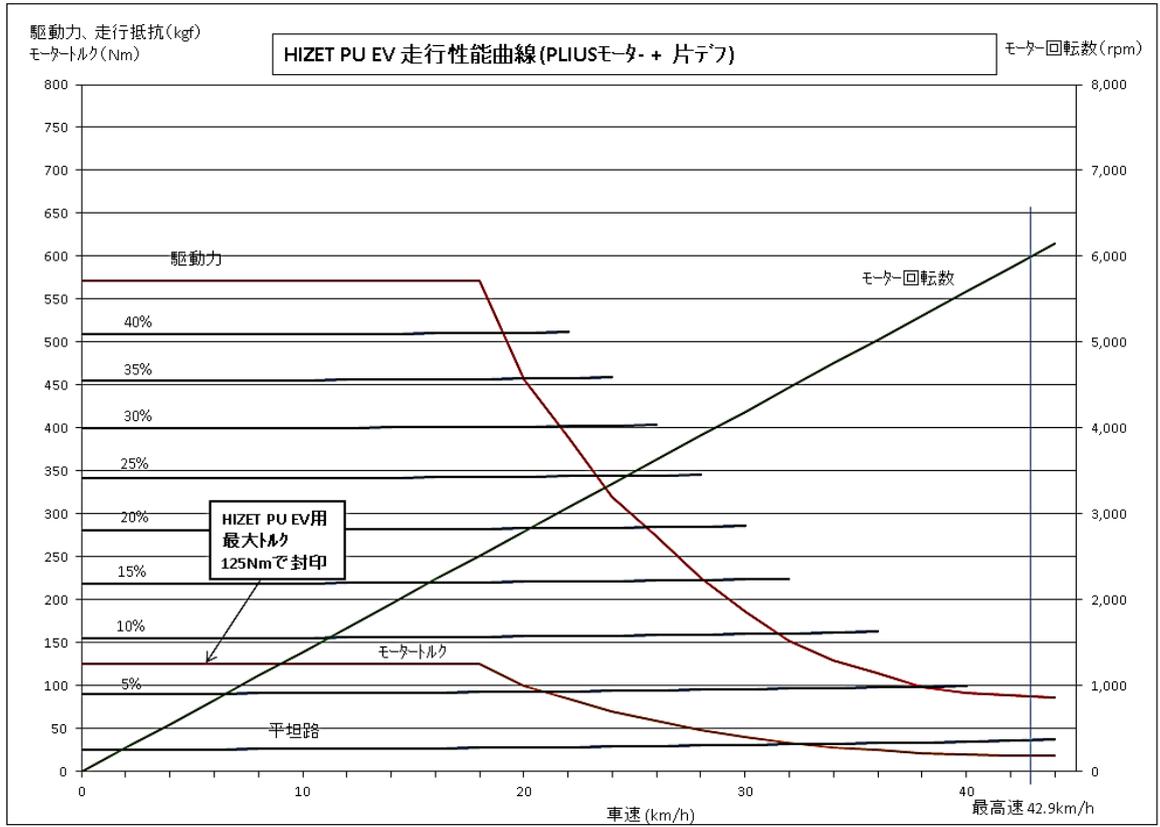
$$\text{危険回転数 } 7,270 \text{rpm} / \text{プロペラシャフト回転数 } 2,918 \text{rpm} = 2.49 \geq 1.3 \quad \text{OK}$$

2) 後部プロペラシャフト

$$\text{危険回転数 } 55,970 \text{rpm} / \text{プロペラシャフト回転数 } 2,918 \text{rpm} = 19.18 \geq 1.3 \quad \text{OK}$$

図表 32 走行性能線図

HIZET PU EVコンバージョン 走行性能線図

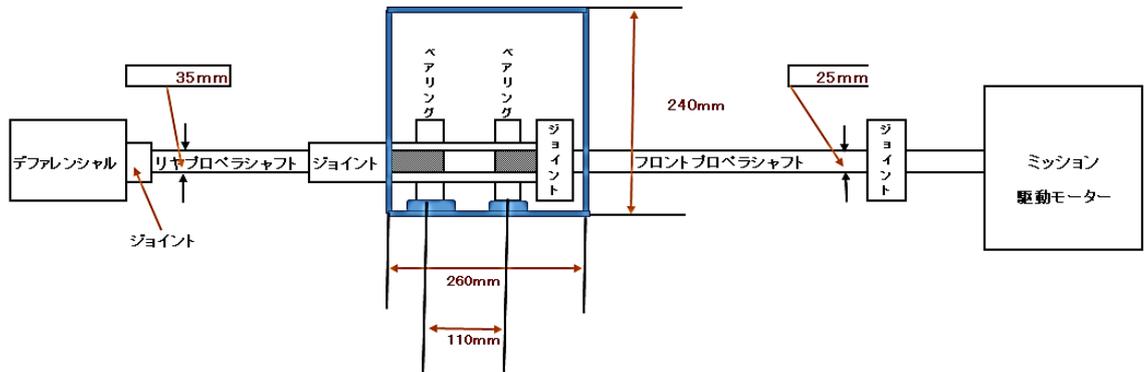


図表 33 走行性能曲線 諸元値

HIZET PU EV 走行性能曲線 (PLIUSE-ター + 片デフ)諸元値

HIZET PU EVコンバージョン					
GVW		840	kgf		
乗員4P (55kgf*4P)		110	kgf		
積載重量		350	kgf		
GVW		1,300	kgf		
モーター許容最大トルク	Tem max	126.3	Nm	HIZETのリヤアクスルを流用する場合のモーター許容最大トルク	
モーター設定トルク	Tem	125.0	Nm	PRIUS20系モーターコントローラーを最高トルク125Nmで封印	
デフドライブギヤ最大トルク	Ted max	257.1	Nm	PRIUS20系モーターを最大トルク125Nmで封印時、EV車デフドライブギヤ Ted max 257.1Nm < HIZET デフドライブギヤ Thd max 259.8Nm	
HIZET PU					
E/G Maxトルク	The max	64	Nm		
1stギヤ比	Ghr 1st	4.059			
デフドライブギヤ最大トルク	Thd max	259.8	Nm	HIZET PUのリヤアクスルを流用する場合の、デフドライブギヤへの最大入力トルク	
デフアレンシャルギヤ比	Ghr diff	6.666			
PRIUS20系モーターユニット					
モーター最大トルク	Tpm max	400	Nm		
T/M減速比	Gpr tm	4.113			
ドライブシャフト最大トルク	Tpd max	822.6	Nm	モーター最大トルク時、左右のドライブシャフトに分配される最大トルク	
デフ減速比	Gpr diff	0.500		デフサイドベニオンの片側固定により2倍速	
HIZET EV車へ最大トルク	Thp max	257.1	Nm	モーター設定トルク125Nm時、EV車へ最大トルク Thp max 257.1Nm < PRIUS20ドライブシャフトトルク Tpd max 822.6Nm	
HIZET PU EVコンバージョン					
総合減速比	Rrt	13.7		PRIUS20系 T/M 4.113 * デフ 0.5 * HIZET デフ 6.666 減速比	
駆動系の効率	η	85%			
タイヤ動半径	Tdr	260	mm	145R12-6PRLT	
転がり抵抗係数	μr	0.02			
転がり抵抗	Rr	26	kgf		
空気抵抗係数	μa	0.0025			
前面投影面積	S	2.3	m ²	1.475*(1.765-0.2)	
空気抵抗	Ra		kgf	Ra=S* μa *(V km/h) ²	
登坂抵抗 Rs		5%	64.9	kgf	5%
		10%	129.4	kgf	10%
		15%	192.8	kgf	15%
		20%	255.0	kgf	20%
		25%	315.3	kgf	25%
		30%	373.6	kgf	30%
		35%	429.5	kgf	35%
		40%	482.8	kgf	40%

図表 34 プロペラシャフト中間ベアリング図面

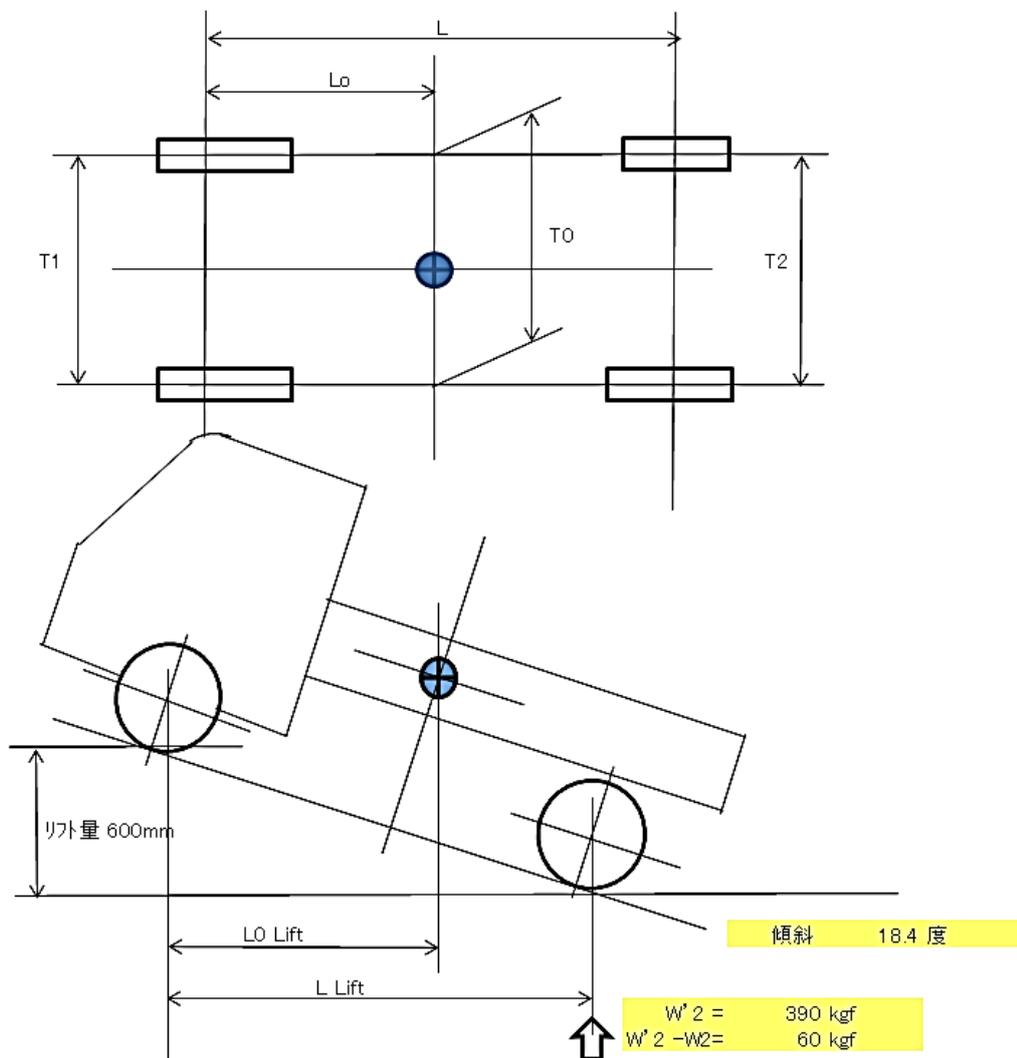


図表 35 HIZET EV 最大安定傾斜角度計算(実測値反映)1

HIZET EV 最大安定傾斜角計算(実測値反映)

1. 重心高計算(陸軍フォーマット)

- ・前後軸の実測荷重にて算出
- ・前軸 600mm リフト時の後軸分担荷重の実測値より算出



L	ホイールベース	1,900 mm	
T1	FRトレット	1,295 mm	
T2	RRトレット	1,300 mm	
W (空車)	車両重量	840 kgf	(実測値)
Wr1 (空車)	FR・右軸重実測値	255 kgf	(実測値)
Wl1 (空車)	FR・左軸重実測値	255 kgf	(実測値)
Wr2 (空車)	RR・右軸重実測値	165 kgf	(実測値)
Wl2 (空車)	RR・左軸重実測値	165 kgf	(実測値)
h (前輪リフト量)		600 mm	
W' 2 (空車・前輪600mmリフト時の後輪軸量)		390 kgf	(実測値)
L0 (前後重心位置)		746.4 mm	
M (左右重心偏差)		0 mm	
To (安定幅)		1,297.0 mm	
R	タイヤ静的有効半径	前輪 250.0 mm	
		後輪 250.0 mm	
		重心位置 250.0 mm	

図表 36 図表 37 HIZET EV 最大安定傾斜角度計算(実測値反映)2

$$H = R + \frac{L \cdot (W^2 - W_2^2) \cdot \sqrt{L^2 - h^2}}{W \cdot h} \quad \begin{array}{|l|} \hline 250 \quad 114,000 \quad 1,803 \\ \hline 504,000 \\ \hline \end{array}$$

重心高 H = 657.8 mm

2. 左右側安定幅計算(陸軍フォーマット)

・左右輪の分担荷重が同等の場合 (Mo=0の場合)

1) 重心の前後位置

$$L_o = L \cdot W_2 / W$$

Lo = 746.4 mm

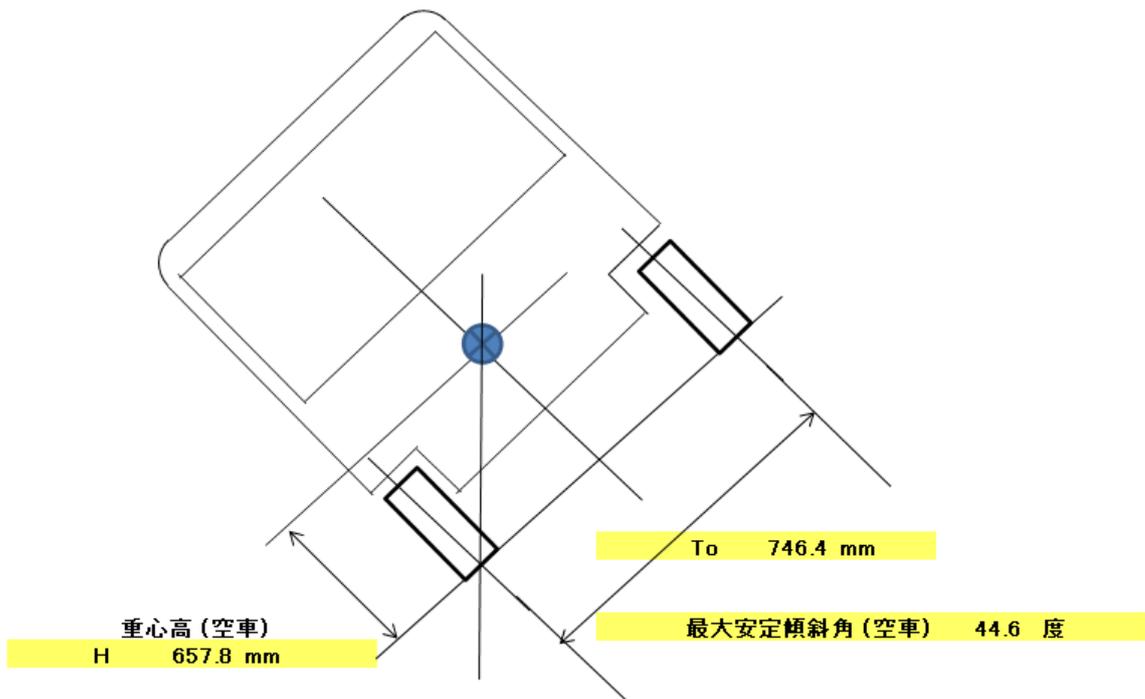
2) 左右側安定幅

$$Br \ \& \ Bl = \frac{-T_2 / 2 * (T_1 / (T_2 - T_1) * L + L_o)}{\sqrt{(T_2 / (T_2 - T_1))^2 * L^2 + T_2^2 / 4}}$$

Br & Bl = $\frac{320,350,179}{494,000}$

安定幅 Br & Bl = 648.5 mm To = 1,297.0 mm

3. 最大安定傾斜角計算(Mo=0の場合)



$$\beta = \tan^{-1} * Br / H = \tan^{-1} * Bl / H$$

$\beta = \tan^{-1} * 648.481581 / 657.7707$

最大安定傾斜角 $\beta = 44.6$ 度 (実測値反映)

図表 38 コンバートEV車 取扱説明書

項目	スペック	最大電圧	突入電流
駆動モーター	5kw	DC202V	180A
駆動モーター	3CM	定格202V	50A
コントローラー	550A	DC202V	200A
リチウムバッテリー	36V-12個	DC202V	最大207V
充電器	AC200V	230V	20A
バッテリー容量	2個	2, 6KWh	

整備上の注意点 故障が発生した場合は株式会社EVジャパンに直ぐに連絡をお願いします。

- 1) EVシステム 整備時必ずサービスプラグはずしメカニックが管理すること。
- 2) EVシステム 整備時必ずサービスプラグ抜いてから整備すること。
- 3) 作業者は感電防止ゴム手袋・EV用工具を利用すること。
- 4) バッテリーターミナルはマイナスターミナルを先に外すこと。
- 5) 外した配線が他のターミナルに絶対接触しない手順で作業すること。

走行操作手順

- 1) 緊急遮断スイッチON(上に引き上げる)
- 2) ブレーキペダル踏む
- 3) EVスイッチONにする。
- 4) シフトレバー前進か後進に入れる。
- 5) アクセルペダルを外すと回生ブレーキが作動し停止モードになる。

ドライバー緊急遮断スイッチ
緊急遮断スイッチの役目もおこないます。

駐車操作手順 1) キースイッチOFF 2) 緊急遮断スイッチOFF 3) 充電する

バッテリー管理

1セル満充電3.6V 充電完了時(一時間後)13個全体で202Vです。



バッテリー注意事項

- リチウムバッテリーの場合2V以下に落ちるとバッテリーが破損します。
- 1セルあたり リチウムバッテリーの場合充電最高電圧が3.8V以上になるとバッテリーが破損します。



走行中

- バッテリー電圧が低下すると、警告ブザーがなりますブザーを無視すると3KM位で走行不能になります。
- バッテリー容量が180Vでコントローラーが走行中自動的にOFF (コントローラーがOFFになると緊急遮断スイッチとエンジンスイッチは直ぐにOFFにして下さい) (一回目のOFFは5分位でバッテリーが復元し、ゆっくり走ると航続距離3Km位走れる二回目は航続距離が短くなる)
- 航続距離を伸ばすには、アクセルペダルをむやみに踏まないこと。(電流計50A以上あげない乗り方を実行すると航続距離は伸びる)

充電方法

- 充電は充電が終わると自動的に充電器がOFFになります。
- 充電中は必ず緊急遮断スイッチOFFにお願いします。
- 充電コンセントは家庭用AC200V-30Aコンセントをご利用出来ます。
- 充電が完了すると右図の様に5つのランプが表示します。
- 充電器は助手席シート下部にあります
- 雨天の場合屋内で充電コードが雨に濡れ内容に注意しないと感電の危険があります。
- 充電口は車体左下記図の箇所に御座います。

利用コンセント
24時間対応
AC200V-20A以上
家庭用で可能

IV-2 リマン製品の事業性評価

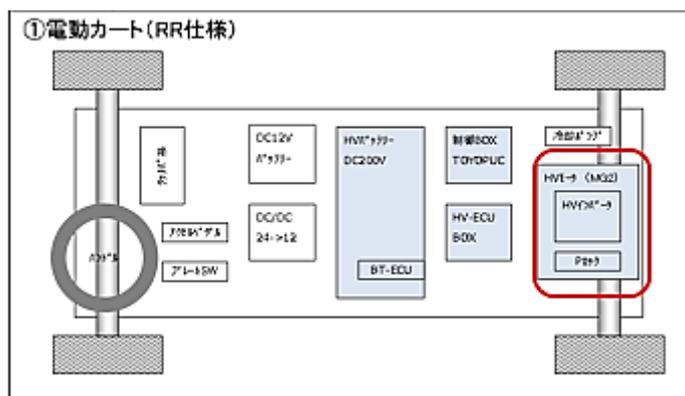
本項では代表的なリマン製品の事業性を評価する。

⑦ モビリティ向けリマン製品事業性評価

a 電動カート

電動カートとは、日本では一般的に「ゴルフカート」として広く利用されている。本実証で企画した電動カートのHVユニットをリユースしたシステム構成図を示す。

図表 39 電動カート「RR仕様」システム構成図



上記構成した電動カートはモビリティ向けリユースとして一番汎用性があり、その粗利内容について次に示す。(図表 40)

図表 40 モビリティ向けリユース事業粗利

モビリティ向け標準化ユニット販売	
販売価格：	35万円
HVユニット仕入：	15万円
TOYOPUCボード：	3万円
購入品：	7万円
採算性・・・	10万円/ユニット

リユース事業としてモビリティ向けは十分に利益がある事を示している。

これにカートへの搭載費用を加えても次の通り同一規格商品と比較して十分に競合優位性がある事が確認できる。

図表 41 事業普及の可能性評価(モビリティ用途)

A.EVカート

一般ゴルフカート販売価格150万円>カート改造費50万円

更に、今回リマン製品である「電動カート」の性能についても次の通りその優位性について確認した。

- HV モーターの利用した圧倒的なパワーによる力強い登坂能力、安定感
- 回生機能による高いエネルギー回収(他の標準カートの3倍)、電気消費減
- 自動車同様の足回り装備(4輪独立サスペンション、作動ギア)による快適な乗り心地
- 約10分の急速充電
- 自動運転、遠隔監視システムを標準装備

尚、事業化に際しての納車やその後のメンテ・サービスについても第IV章で述べるビジネスモデルを構築する事により既存の電動カートと同等、それ以上の評価が期待できる。

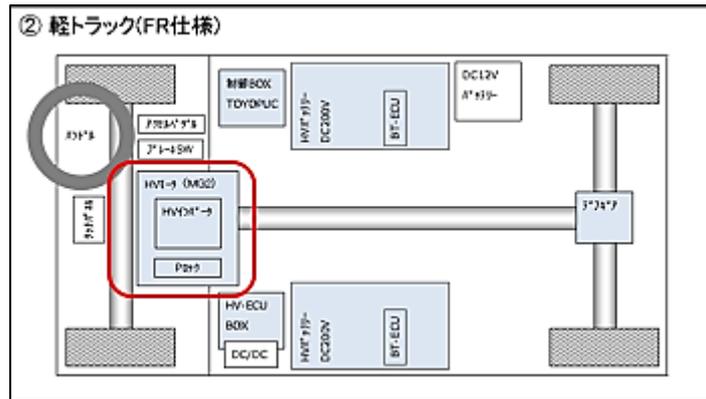
b 電動軽トラック

「電動軽トラック」は、電動カートと違い「ゴルフカート」のように利用目的が同じな汎用製品がなく、その利用目的、利用地、利用者により求められる基本性能・機能が異なる可能性がある。従って、今回その事業性を評価するにあたって、4つの仕様に分け、より幅広いアプリケーションをカバーする事にした。又、カートと違い充電環境もゴルフ場のように一定でないため基本「リユースしたニッケル水素電池2個」を標準仕様としている。

b-1:FR仕様

まずは、4-1でも諸元を提示した一番典型的な「FR仕様」のHVユニットリユースシステム構成を示す。(図表 42)

図表 42 軽トラック「FR仕様」HVリユースシステム構成図

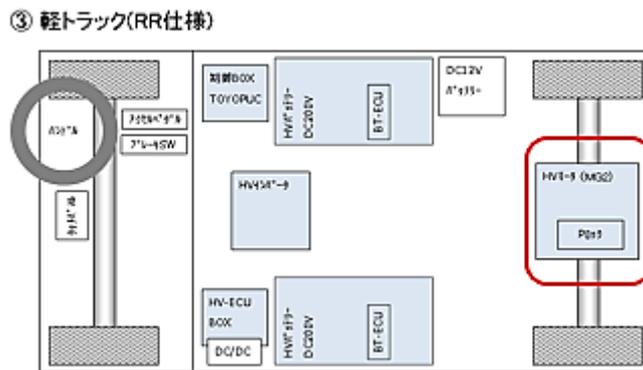


これは、エンジンを外してモーターを乗せ換える一番簡易な改造である。改造コストは安価であるが、モーター内のデフ(約4分の1)と元からある軽トラックのデフ(約6分の1)を両方使用する事になるため、最高速度に限界がある。

b-2:RR仕様

次に電動カートと同じ「RR仕様」にしたシステム構成を示す。(図表 43)

図表 43 軽トラック「RR仕様」システム構成図



これは、本来HVが駆動する機能をそのまま使っているため、走行時の信頼性、安定性、性能が発揮される。一方で、後部サスペンションを改造するため車体に対する強度含めた信頼性は低下し、改造工程もFR式に比べると増加する。

b-3:RR式シリーズハイブリッド仕様

最後に新しいアイデアである「シリーズハイブリッド仕様」のシステム構成を示す。(図表 44)

- ・HV モータの利用した圧倒的なパワーによる力強い登坂能力、安定感
- ・自動車同様の足回り装備(4輪独立サスペンション、作動ギア)による快適な乗り心地
- ・約10分の急速充電により「ガソリンスタンド過疎地」での便利性
- ・自動運転、遠隔監視システムを標準装備

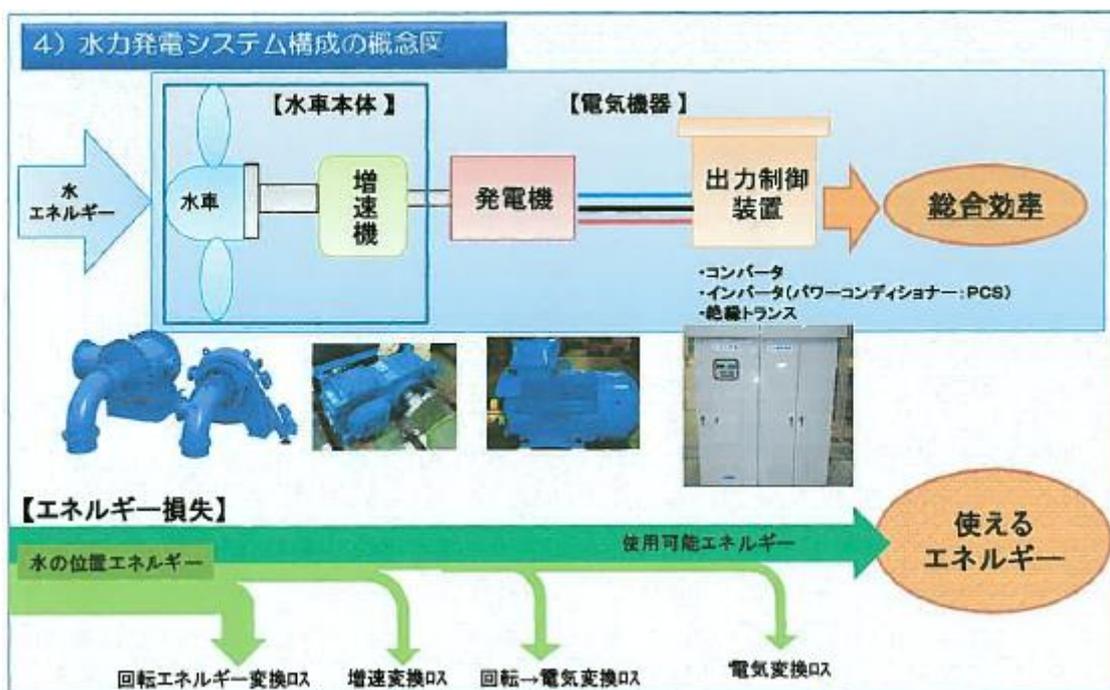
尚、事業化に際しての納車やその後のメンテ・サービスについても第IV章で述べるビジネスモデルを構築する事により既存の「ガソリン軽トラック」と同等、それ以上の評価が期待できる。

⑧ 発電機向け事業性評価

発電機向け事業性評価は、今後市場普及が見込まれ HV ユニットリユース先としても親和性の高い「マイクロ水力発電システム」を対象に行う。

まずは一般的な水力発電システムの基本構成を示す。(図表 46)

図表 46 水力発電システム構成の概念図

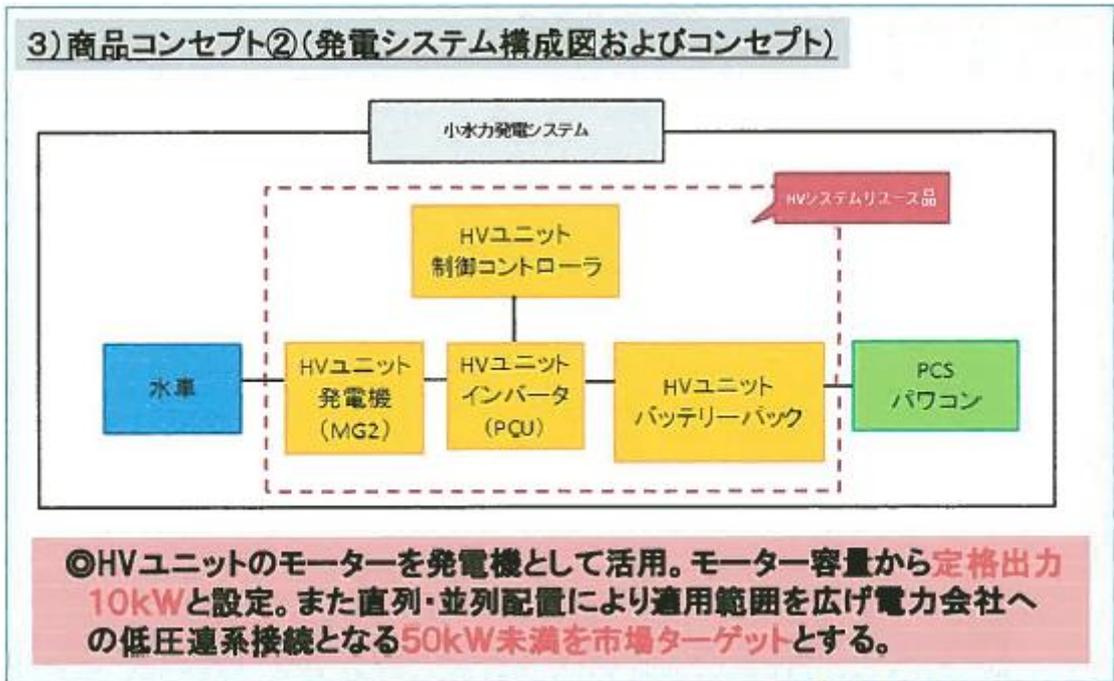


出所) 東北小水力発電

従来のシステム構成では、「電気機器」にけるコストが大きく、全体コストの2分の1を占めている。具体的には、システム全体のコストが、120万円/kwに対して60万円となり、今回企画している10kw発電システムでは、600万円である。

これに対して「HVユニットをリユースしたシステム構成」を示す。(図表 47)

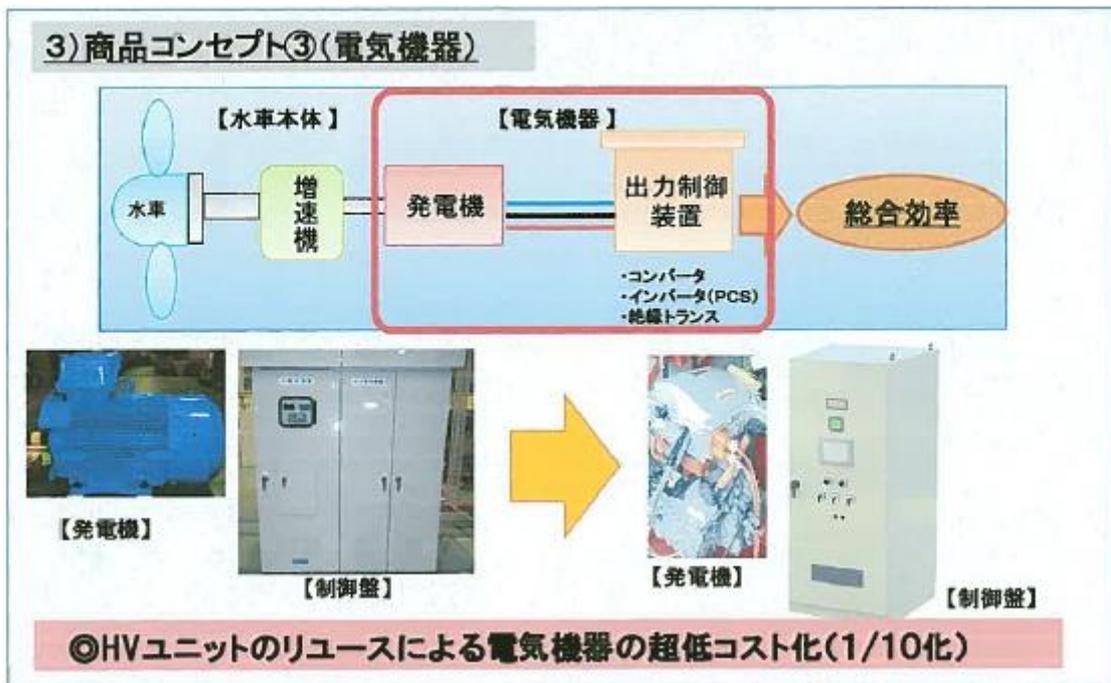
図表 47 HVユニットをリユースしたシステム構成



出所) 東北小水力発電

電気機器分をHVリユースユニットに置き換えている。(図表 48)

図表 48 電気機器置き換えイメージ図



出所) 東北小水力発電

これを商品化する事により従来 10 分 1 のコスト削減が可能となる。

リユース事業で見た場合でも、次の通り高い採算性が確認できる。

図表 49 発電機向けリユース事業採算性

発電設備向け標準化ユニット販売	
販売価格：	100万円
HVユニット仕入：	15万円
改造費：	15万円
制御ボックス：	20万円
パソコン：	20万円
利益(人件費含む)・・・	30万円

更に、HVユニットの特直である回転制御により水車側でのコスト低減も可能となり、優れたエネルギー変換効率により発電性能も向上する。

全体発電システムとして次の通り、同一規格品と比べて圧倒的なコスト低減となり高い事業性が本実証により確認された。(図表 50)

図表 50 事業普及の可能性評価(発電用途)

発電ユニット	
10kwマイクロ水力発電システム	約1,500万円
HVリユースしたリマン発電システム	約850万円 (回収3.6年)

ここで、リマン製品としてHVユニットをリユースしたマイクロ水力発電の既存の製品との「性能」上の優位性について言及する。

- ・HVユニットの特徴である発電機の回転数制御を行う事により、流量量に対して最適な運転ができ、灌漑期、非灌漑期でも発電量が約1割増加
- ・遠隔監視標準装備により安全で安定した運転が可能
- ・停電等の非常時でもHVユニット中の電池を利用する事で応急装置が可能、又非常時解除後の復旧も電池を使って速やかに準備ができる。

尚、事業化した際の納期についても、全体システムの基幹部分である「発電機・制御ユニット」はリユースにより即入手が可能で、既存の「注文生産」と比較しても相当短縮されるものと思われ、上記遠隔監視による設備のメンテも用意である。

IV-3 リマン製品標準化

HVユニットのリユースを促進するためにリユース機能別に共通部分をモジュール化し、標準システムを構築することが必要である。

リユース機能は「モーター」用途と「発電機」用途に分類し、それぞれに代表的なりマニュファクチャリング製品について実機実証試験を通じた性能評価を行った結果に基づいて標準化システムの構築を行った。

IV-3-1 ゴルフカート

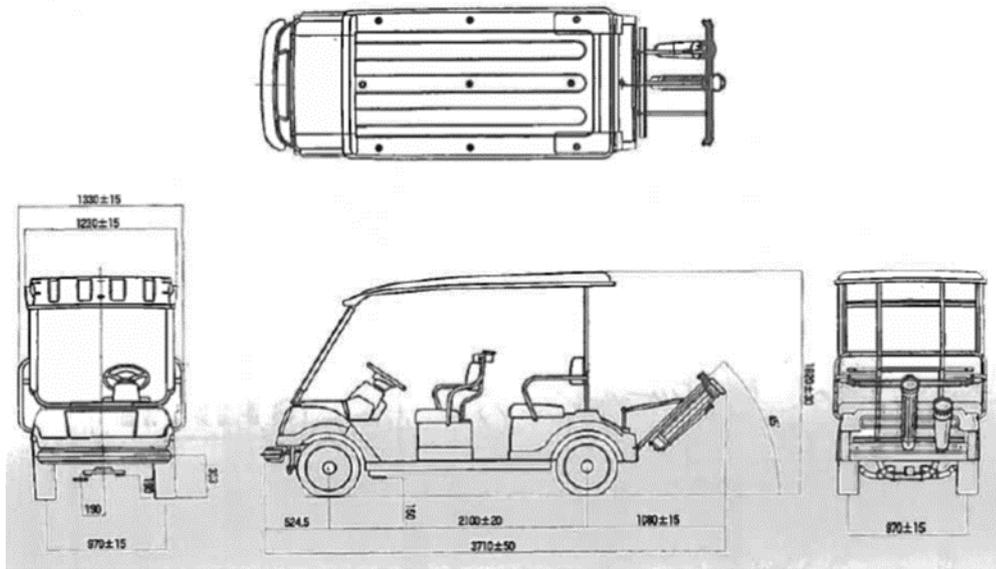
「モーター」用途として代表的なりマニュファクチャリング製品としてゴルフカートを選択し、既存機種からモーター機能部を置き換えることで、HV リユース利用ゴルフカートを製作した。

図表 51 SGC-BT51

品 番		SGC-BT51A	SGC-BT51
寸 法	全 長 (mm)	3710±50	
	全 幅 (mm)	1330±15	
	全 高 (mm)	1820±30	
	ホイールベース (mm)	2100±20	
	トレッド (mm)	970±15	
	最低地上高さ (mm)	80 (デフ下面) ±10	
車 体	フ レ ー ム	梯子型パイプ構造	
	ボ デ ィ ー	エンビ・アクリル合成樹脂	
	懸 架 方 式	4 輪独立懸架方式	
	緩 衝 方 式	オイルダンパー方式	
質 量	車 両 質 量 (kg)	560	525
	乗 車 定 員 (人)	5	
	積 載 バ ッ グ (個)	4	
駆 動 方 式		後輪駆動 (デフ付)	
舵 取 方 式		自動調整式ラック&ピニオン	
制 動 方 式	主 ブ レ ー キ	前後4 輪油圧式ディスクブレーキ	
	駐 車 ブ レ ー キ	オートロック式 (電磁ブレーキ)	
電 池 仕 様	メ イン (駆 動 用)	鉛蓄電池 12V-60AH/3HR×6個 シールタイプ	
	サ ブ (制 御 用)	鉛蓄電池 12V-70AH/20HR 1個 シールタイプ	
モ ー タ ー		DC72V-3.6KW	
充 電 器 電 圧		200V (単相)	
タ イ ヤ サ イ ズ		165/60-12 (165/60R-12)	
最 小 回 転 半 径 (m)		白 動 時 : 3.7 (誘 導 線 半 径)	--
		手 動 時 : 3.7 (前 輪 外 タ イ ヤ セ ン タ ー)	
登 坂 能 力 (度)		登り20° 下り20°	
走 行 速 度 (km/h)		白 動 時 : 超 低 速 3.5 低 速 5.0 中 速 8.0 高 速 10.0 超 高 速 12.0 手 動 時 : 0-19	0-19
航 続 性 能 (満 充 電 時)		1.5ラウンド ※コース条件により異なります。	

機種: サンヨー 電動乗用ゴルフカー(自走式) SGC-BT51<<諸元>>

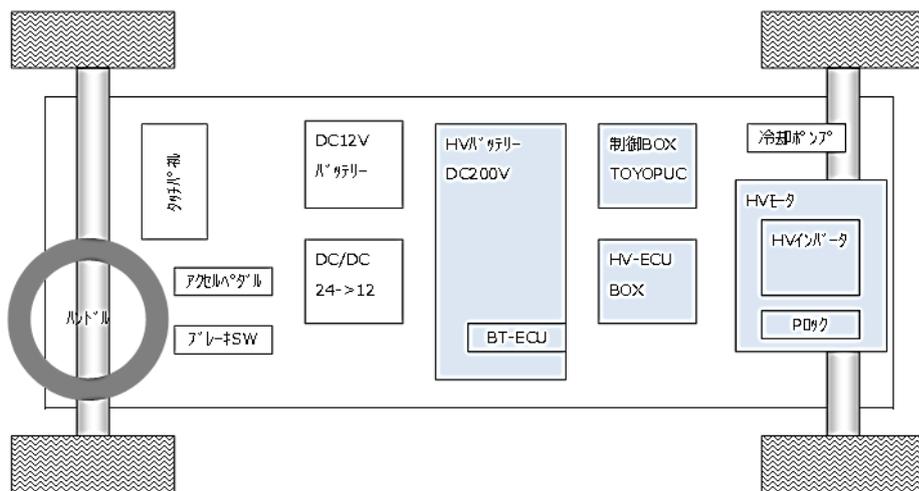
図表 52 SGC-BT51 外観・寸法



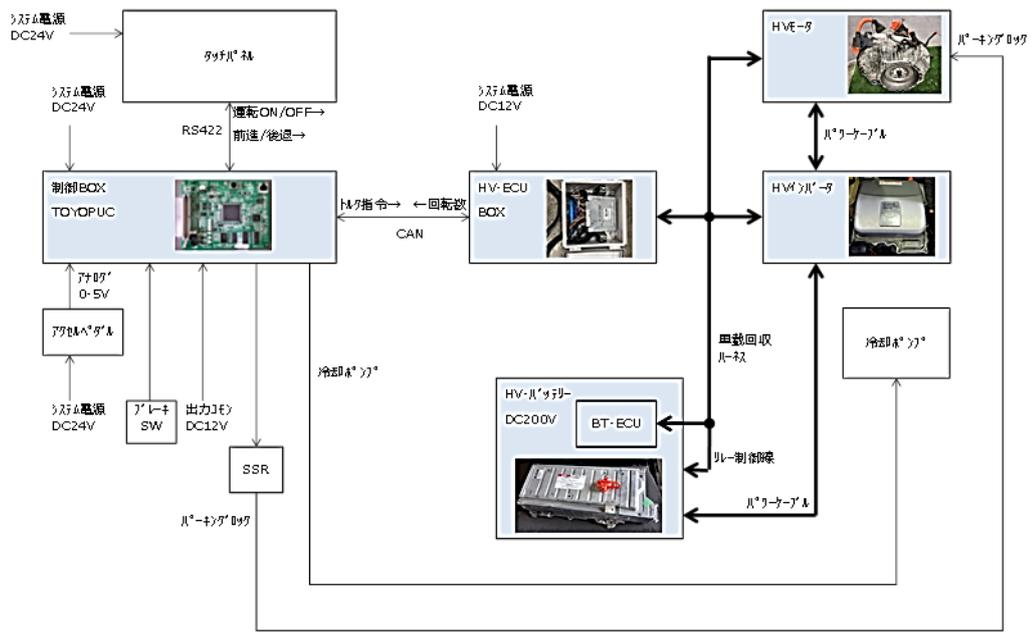
モーター置き換えに関するシステム構成図を図表 53 に、システム構成図を図表 54 に示す。

カート後部のモーター、モーターコントローラー、バッテリー、充電器を外し、モーター、HV ユニット、HV インバーター、HV-ECUBOX、制御BOX(制御 PLC TOYOPUC 搭載)、HV バッテリーを搭載する。制御BOX 内で使用する 24V を生成するための DC/DC コンバータも搭載する

図表 53 システムレイアウト図

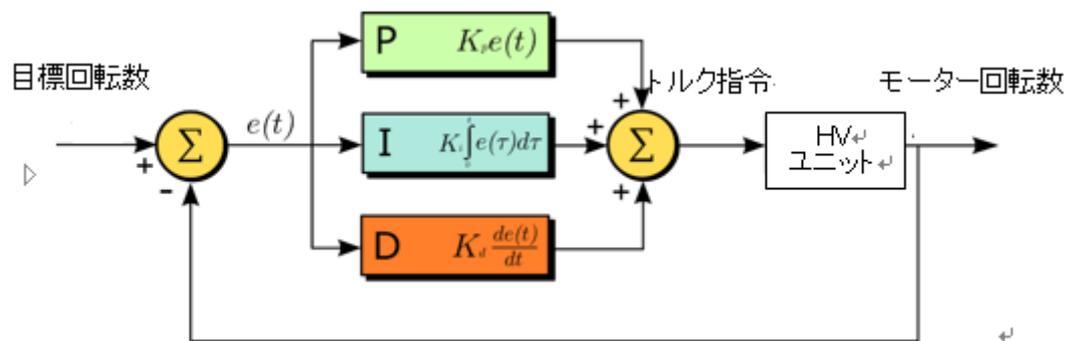


図表 54 システム構成図



制御方式は図表 55 の PID 制御により行う。PID 制御に必要なパラメータ(Max カート速度, K_p , K_i , K_d)はタッチパネル(図表 56)より設定する。目標回転数は Max カート速度とアクセル開度により算出し、モーター回転数との偏差より PID 制御を動作させてトルク指令値を導出する。

図表 55 PID 制御



図表 56 タッチパネルによる PID パラメータ設定画面



① 試作一号機

性能検証のため、暫定設計によるモーター置き換えによる試作1号機を製作。(図表 57、図表 58)

図表 57 試作1号機 外観



図表 58 試作 1 号機 モータ, インバータマウント部



試作 1 号機を実際のゴルフ場にて試験走行させて、走行性能および消費電力量を調査した結果を図表 59 に示す。

図表 59 試作 1 号機走行試験結果

	2018/7/3 試作1号機走行試験	
	OUT	IN
走行距離	4,243m	4,319m
停止回数	40回	50回
運転時間	33分47秒	34分57秒
最高速度	23.1km/h	18.1km/h
消費電力量	0.343KWh	0.355KWh
力行電力量	563Wh	543Wh
回生電力量	-220Wh	-188Wh
電力回収率	39%	35%
1km当たりの消費電力	81Wh/km	82Wh/km

試験結果よりハーフ(9 ホール)での消費電力が 0.35KW 程度であり、HV バッテリーの電池容量 1.3KWh の約 1/4 に相当することから、バッテリーの劣化程度や運転条件の差異を加味しても 1 回の充電にてハーフが走行できることが検証できた。

② 試作 2 号機

試作 1 号機の製作および走行試験により、ゴルフカートへの HV リユースユニット適用の性能面での妥当性が検証できた。次のステップとして量産レベルで設計および製作を行った試作 2 号機にて事業化に対する検証を行った。

低コストかつ十分な強度性能を得るために、オリジナルのカートフレームをそのまま使用し、HV モーターマウントも HV 車に実装していたものを利用するよう設計した。

また制御 BOX および HC-ECU ボックスは後部座席下に格納できるサイズで製作、HV バッテリーは前部座席下に防雨仕様のハウジング内に格納した。(図表 60、図表 61、図表 62)

図表 60 試作 2 号機外観



図表 61 制御 BOX(左)および HV-ECU ボックス(右)



図表 62 HV バッテリー格納状態



試作 2 号機でも試作 1 号機と同様に実際のゴルフ場にて試験走行させて、走行性能および消費電力量を調査した結果を図表 63 に示す。

図表 63 試作 2 号機走行試験結果

	2018/8/6 試作2号機走行試験	
	OUT	IN
走行距離	4,668m	4,393m
停止回数	32回	32回
運転時間	28分39秒	28分4秒
最高速度	19.7km/h	19.1km/h
消費電力量	0.335KWh	0.309KWh
力行電力量	527Wh	460Wh
回生電力量	-191Wh	-151Wh
電力回収率	35%	34%
1km当たりの消費電力	67Wh/km	70Wh/km

試作 2 号機でも試作 1 号機と同等の走行性能が得られ、かつ走行安定性も大きく向上。量産モデルのベース設計を確立した。

③ 急速充電器

ハーフ走行毎に充電するためには、ハーフから次のハーフへのインターバル間で充電する設備が必要となることから、5～10 分程度で充電できる充電器を開発した。充電器の主な仕様を図表 64 に示す。

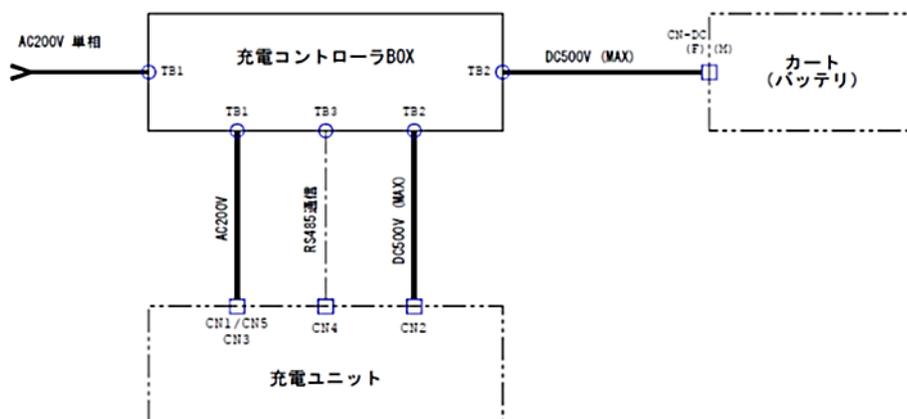
図表 64 充電器仕様

入力	相数	単相交流2線式
	周波数	50/60Hz
	定格電圧	200V
	最大電流	66.5A
	力率	0.95以上
	効率	91%以上
出力	最大電圧	500Vdc
	最大電流	25A
	最大電力	10KW

また、充電器に対する指令やパラメータ設定は RS-485 通信インターフェースにより外部からアクセスする。そのために PLC 内蔵タッチパネルを搭載した充電コントローラ BOX も併せて開発した。(図表 65、図表 66、図表 67)

タッチパネルからは充電開始、終了指令および充電電圧 200～250V、充電最大電流 0～25A が設定できる。

図表 65 充電コントローラ BOX 接続図



図表 66 急速充電器(下)および充電コントローラ BOX(上) 外観



図表 67 タッチパネル



図表 68 の試験仕様にて急速充電器の充電性能を確認した。試験結果と図表 69 に示す。

図表 68 試験仕様

充電器設定	設定電圧	250V	最大設定値
	設定電流	25A	最大設定値
走行方法	総走行距離(目安)	4000m	ハーフ走行距離を想定
	1回の走行距離	50m	70~80回程度の停止回数
	アクセル開度	100%	ベタ踏み
	坂道	なし	駐車場の一角を往復走行

図表 69 試験結果

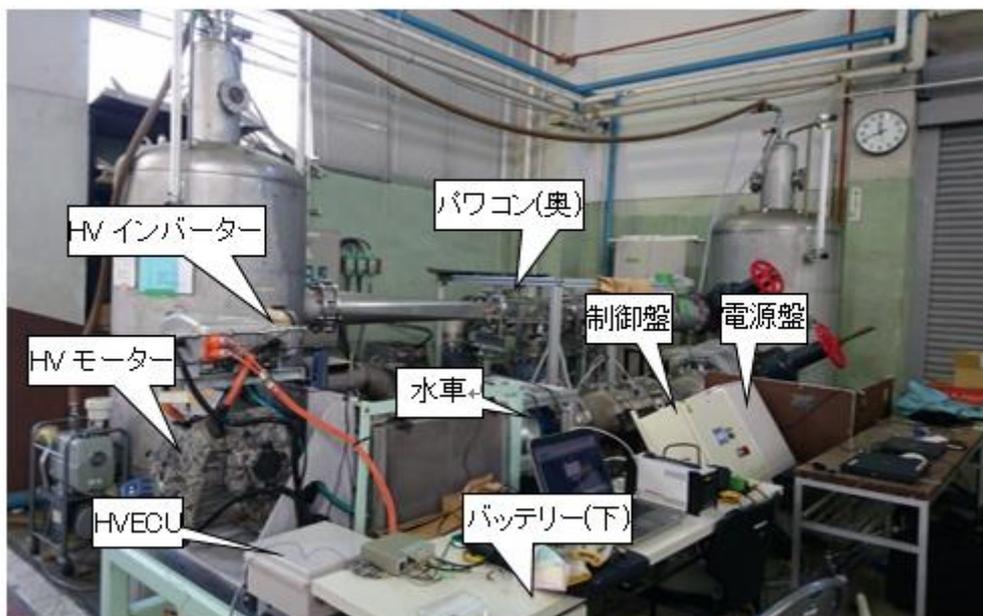
試験番号		①	②	③	④
走行前の状態	電池電圧	238V	238V	231V	236V
	SOC	76%	60%	60%	60%
	充電完一走行間隔	即	即	17時間	1時間
	充電後電源オフ	なし	あり	あり	あり
走行データ	走行距離	4074m	4119m	4104m	4178m
	平均速度	10.5km/h	11.1km/h	10.5km/h	11.6km/h
	最高速度	20.7km/h	21km/h	21.7km/h	21.7km/h
	消費電力	174.7Wh	175.8Wh	185.9Wh	178.5Wh
	力行電力	287.6Wh	290Wh	299.8Wh	294.5Wh
	回生電力	112.9Wh	114.2Wh	113.9Wh	116Wh
走行後の状態	電池電圧	221V	221V	217V	220V
	電圧低下	17V	17V	14V	16V
	SOC	55.5%	45%	40.5%	43.5%
	SOC低下	20.5%	15%	19.5%	16.5%
充電(SOC75%)	充電時間	03分36秒	03分59秒	07分12秒	04分32秒

前日に充電して翌朝運転するようなインターバルが長い場合を想定した試験パターン(図表 69 の試験番号③)では充電時間が長くなるが、どの試験パターンでも 10 分以内での充電ができることが確認できた。

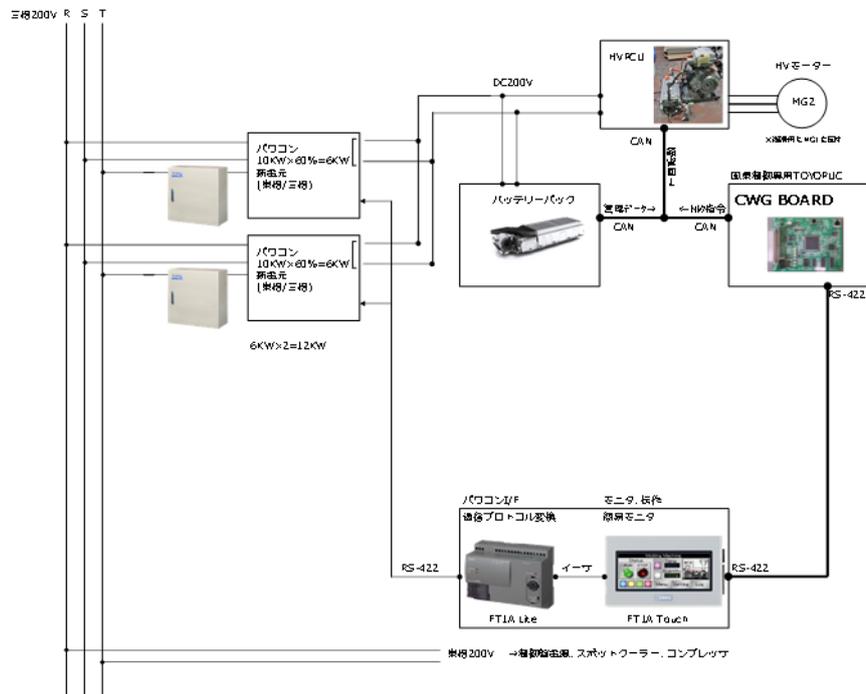
IV-3-2 小水力発電

「発電機」用途として代表的なりマニファクチュアリング製品として水力発電を選択し、実機実証により発電性能の確認および制御方式に対する検討を行った。実機実証には早稲田大学 宮川研究室の実験水車へ HV リユースユニット搭載した。図表 70 に外観図を示す。

図表 70 早稲田大学 宮川研究室の実験水車への HV リユースユニット搭載外観図



図表 71 制御システム構成図

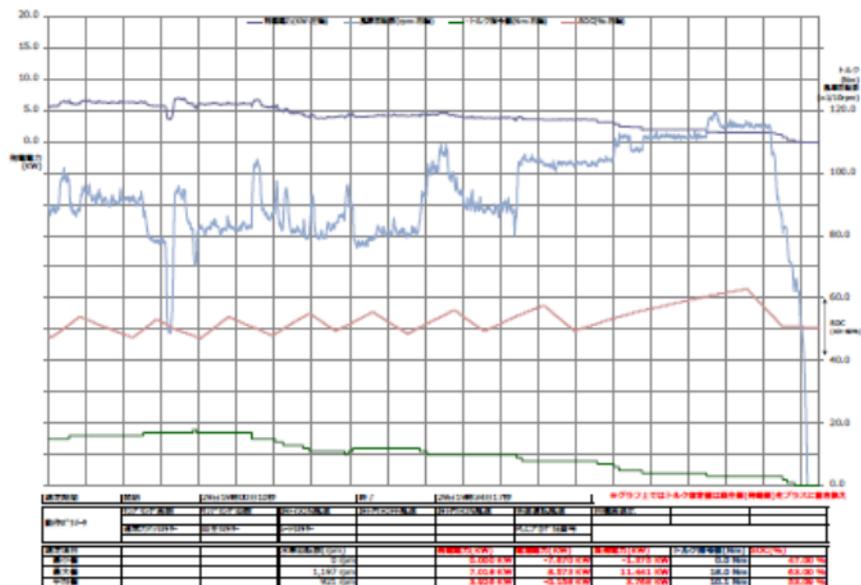


「発電機」ユースのシステムは既に実機実証済の風車システム制御システムのコア部分を適用した。制御システム構成図を図表 71 に示す。実機実証では一定の流量圧力下でトルク指令をマニュアルで入力して発電量の変化を調べることで最大発電となる指令値を確認。

実運用では圧力・流量に対する最適トルク指令値をテーブル参照するもしくは、パワーコンディショナーの MTTP 方式と同様に指令値を変化させながら常に最適指令値を探し出す(山登り)方式のいずれかが採用されると想定される。

実機実証でのデータ測定結果の一例を図表 72 に示す。

図表 72 データ測定結果例(上から発電量, 回転数, バッテリーSOC, トルク指令値をプロット, 30分稼働データ)



IV-3-3 標準化

これまでの実機実証結果から HV リユースシステム標準化を検討した。

標準化の目的は、ソフトウェアを含めたシステム構成要素を共通仕様にする事で、より低価格でより汎用性の高い HV リユースシステムを提供することであり、標準化された HV リユースシステムがより幅広いリマン製品に適用されることを目標とする。

IV-3-3-1 標準化構成要素

標準化の構成要素は、HV モーター, HV インバータ, HV-ECU, HV バッテリー, 制御装置(制御ボックスまたは HV-I/F ユニット)から成る。

標準化検討の結果、「モーター」用途と「発電」用途の 2 つの標準化仕様に集約され、制御装置と制御方法について次のような違いがある。

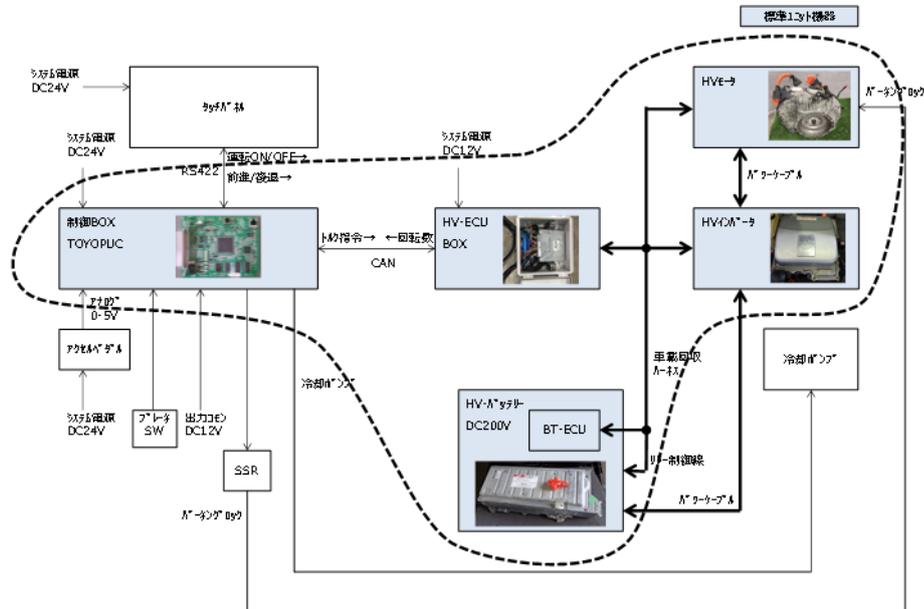
図表 73 制御方法と制御装置の違い

用途	制御装置		制御方法
	ハードウェア	役割	
「モーター」	制御ボックス	モータコントローラ	制御仕様をパラメータ化して外部通信にて設定
「発電機」	HV-I/F ユニット	ゲートウェイ(制御情報/指令の伝達)	外部制御装置(PLC 等)にてアプリケーションソフトを構築

IV-3-3-2 「モーター」用途標準化システム

① システム構成

図表 74 「モーター」用途標準化システムブロック図



② 特徴

「モーター」用途では多くのモーター制御で使用されるPID制御を採用することで幅広い用途に適用される。制御ボックス(TOYOPUC)は回転数(カートの場合は車速)指令をアナログ入力ポートの電圧により決定し、HV-ECUから報知された実回転数との偏差を使用したPID制御にて必要なトルク指令値を算出してHV-ECUに出力する。HV-ECUは制御ボックスから指示されたトルク指令値によってHVインバータを駆動し、その結果HVモーターから回転トルクが発生する。PID制御のゲインと回転数レンジをパラメータ化して外部から通信にて設定する。

③ 今後の課題

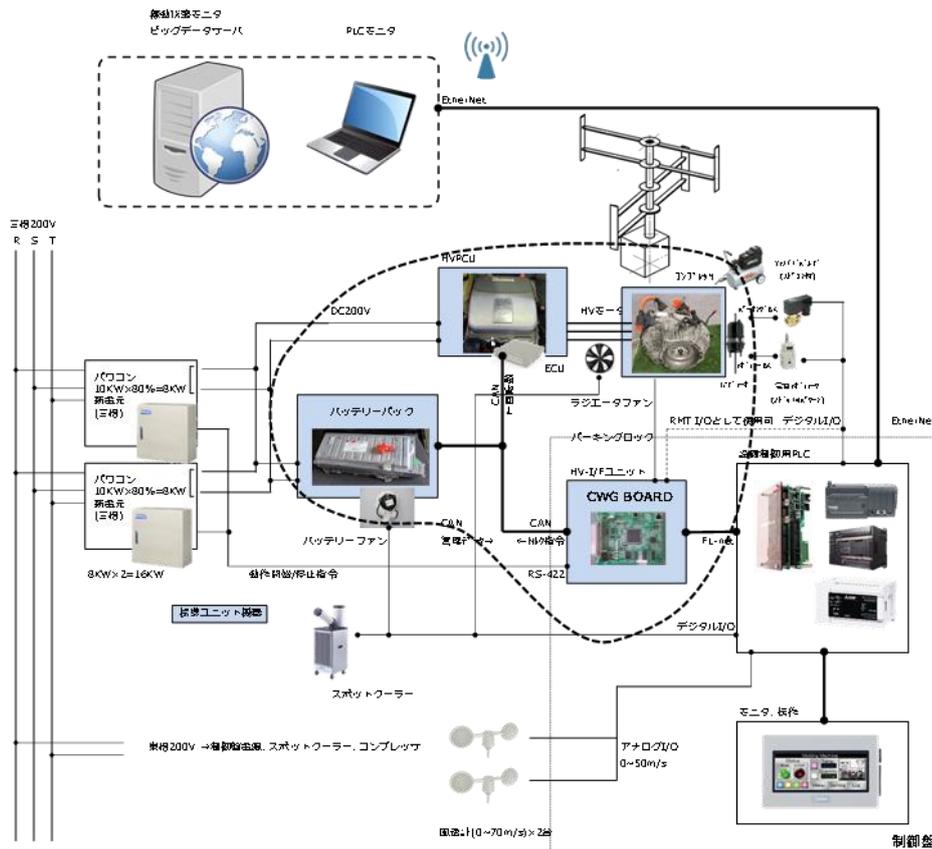
カート、軽トラックにより成立性を検証したが、今後さらに幅広いアプリケーション対応へは新たな機能ニーズが発生することが予想される。

特にMG1、MG2の2つのモーター機能を有効に活用させることは重要となり、これらを含めた標準化の機能追加、改良をしていく必要がある。

IV-3-3-3 「発電機」用途標準化システム

① システム構成

図表 75「発電機」用途標準化システムブロック図



② 特徴

発電機用途はモータ用途よりアプリケーションの種類が幅広く複雑である。

例えば風力発電ではエネルギー源である風速の変動が激しいためPI制御またはP制御を使用することがあるが、水力発電やバイオマス発電ではエネルギー源の変動が少ないため、最大発電点探索制御やテーブル参照制御などを使用することが想定される。このような幅広い制御に対応するため、アプリケーションそのものを標準化の対象とせず、アプリケーション構築に必要な情報伝達を標準化する。

HV-I/F ユニットは、PLC 等の外部制御装置とHV-ECU との間で制御に必要な情報と指令を伝達するゲートウェイの役割をする。アプリケーション本体は外部制御装置にて構築する。

制御に必要な情報/指令は次のとおり。

外部制御装置→HV-ECU: トルク指令

HV-ECU→外部制御装置: 回転数, 自己診断情報

③ 今後の課題

現時点での適用実績が限定的であり、幅広い用途やアプリケーションへの対応のためのエンジニアリングサポート環境は十分とは言えない。

今後、HV リユースユニットを採用してアプリケーションを構築するためには、マニュアルやサンプルアプリケーションなどエンジニアリングサポート環境の充実を図る必要がある。

IV-4 遠隔監視システム標準化

小型モビリティに対する遠隔監視システムの標準化を実施した。

遠隔監視システムは次の情報を扱う。

《取得情報》

- ・現在位置
- ・目的地
- ・移動ルート
- ・車体速度, 加速度
- ・斜度情報
- ・ハンドル位置, 速度, 加速度
- ・パーキングロック状態
- ・低バッテリー警告

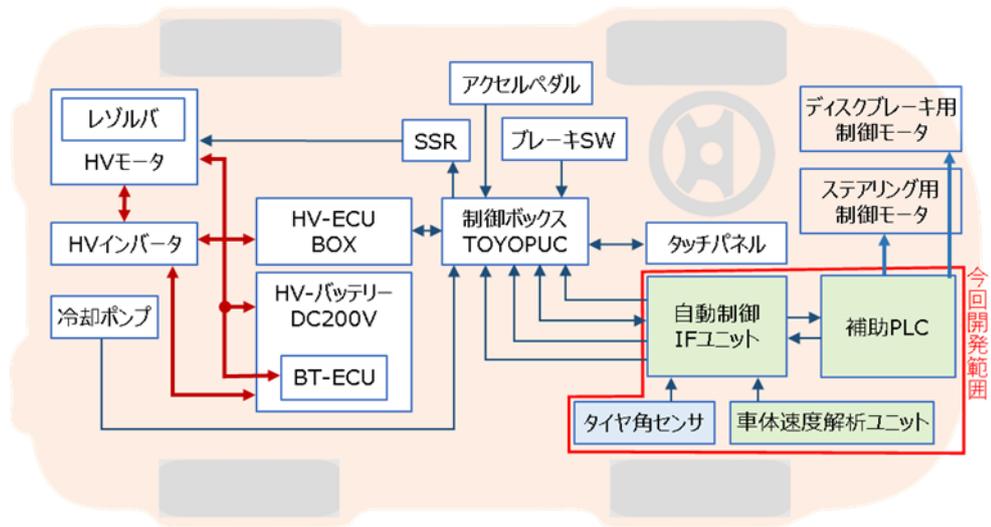
《操作情報》

- ・自動制御の ON/OFF
- ・アクセル制御
- ・ステアリング制御
- ・パーキングロック

これらの情報を遠隔監視, 制御することにより自動運転や遠隔運転システムの構築が可能となる。

遠隔監視システムのためのハードウェアブロック図を図表 76 に示す。

図表 76 ハードウェアブロック図



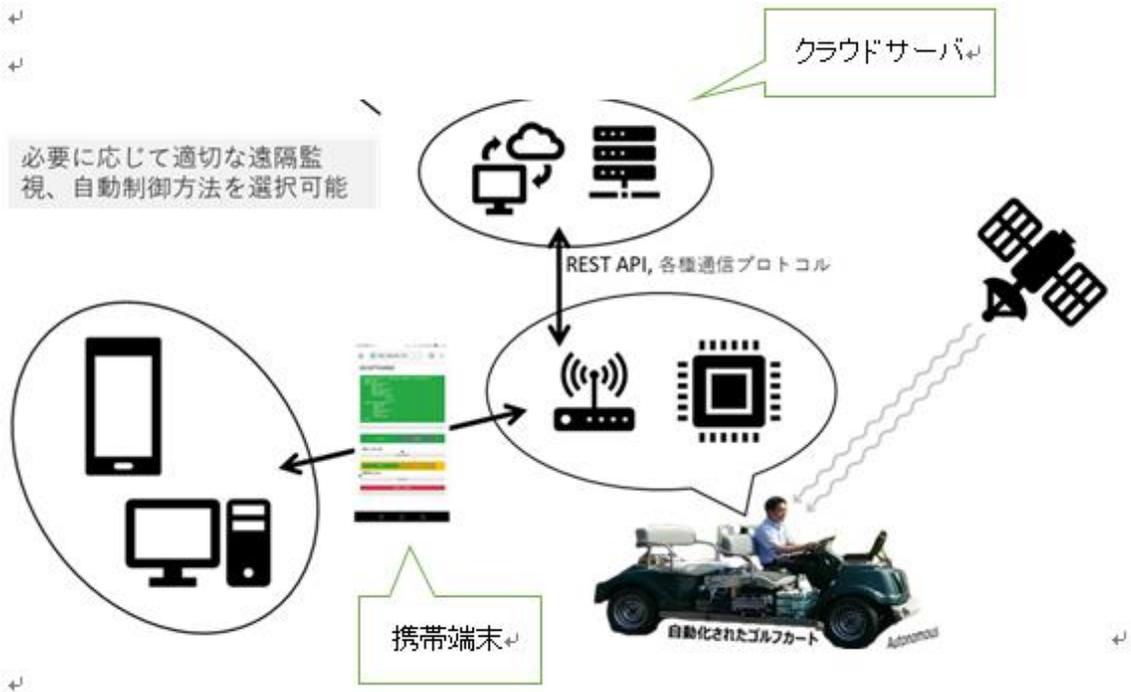
ハードウェアブロック図の中の遠隔監視システム(今回開発範囲)を設計製作した基板を図表 77 に示す。

図表 77 遠隔監視システム基板



この標準化された遠隔監視システムを携帯端末やクラウドサーバを組み合わせると図表 78 のような自由度の高いアプリケーション対応モデルを構築することができる。

図表 78 遠隔監視システムのアプリケーション対応モデル



V 多用途リマン製品横展ポテンシャル深堀

V-1 HV ユニットのリユース先探索

平成 29 年度調査においてハイブリッドユニット(以下、「HV ユニット」という。)のリユース先として有望であると抽出された製品分野に関して、類似製品分野への横展開や新たな連携先の深堀を実施した。

また、リユース事業の具体的な出口を想定した上で、当該事業の連携先として有望と考えられる企業の調査を実施した。

V-1-1 連携可能性のある企業のリストアップ

HV ユニットのリユース先に関して、①平成 29 年度調査結果の横展開・深堀によるリユース先の検討、②出口を見据えたリユース先の検討、という 2 つの観点から検討を実施した。

①の観点については、平成 29 年度調査において HV ユニットのリユース可能性の検討対象として優先度が高、中と判断された製品を中心に、公表情報をベースに類似製品分野への横展開や新たな連携先の深堀を行うために当該製品分野の製造・販売等を行う企業の調査を実施した。

②の観点については、リユース事業の具体的な出口を想定した上で、公表情報をベースに当該事業の連携先として有望と考えられる企業の調査を実施した。

企業のリストアップ結果(表 1)に示すとおりである。

表 1 リストアップ結果

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
モーター	EV カート	ゴルフカート/小型モビリティ	株式会社 EV ジャパン	-	-	10	大阪府豊中市上津島 1-10-32
		小型モビリティ	株式会社ピューズ	56	-	10	東京都千代田区内幸町 2-2-2
			株式会社タジマ EV	-	-	30	東京都板橋区坂下三丁目 1 番 5 号
			株式会社 FOMM	-	-	1,707	神奈川県川崎市幸区新川崎 7-7 かわさき新産業創造センター (KBIC)本館 214 号
		電動三輪	株式会社プロスタッフ	-	-	100	愛知県一宮市丹羽大森 25 番地 1
			渦潮電機株式会社	970	25,800	90	愛媛県今治市野間甲 105 番地
			株式会社日本エレクトライク	-	-	250	神奈川県川崎市中原区上小田中 6-17-2
		電動二輪・三輪	テラモーターズ	-	-	-	東京都渋谷区神宮前 5 丁目 53-67 コスモス青山 SOUTH 棟 303
			株式会社 E・ミニモ	-	-	-	神奈川県藤沢市大庭 8081-8
		運搬車等	株式会社筑水キャニコム	233	6,060	100	福岡県うきは市吉井町福益 90-1

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
		遊具	株式会社岡本製作所	-	-	78	大阪府大阪市福島区鷺洲 3 丁目 6-21
	破碎機	破碎機	株式会社ホーライ	174	-	36	東大阪市高井田本通 2-3-10
			株式会社ツガネマシーン	7	-	10	神奈川県座間市栗原 873 番地 11
			日本車輛製造株式会社	1,850	95,310	11,800	名古屋市熱田区三本松町1番1号
			株式会社アーステクニカ	300	13,500	1,200	東京都千代田区神田神保町二丁目 4 番地東京建物神保町ビル
			株式会社大橋	37	-	32	佐賀県神崎市千代田町崎村 401
			株式会社前川工業所	-	-	99	大阪府大東市新田中町 7 番 2 号
	エレベータ	立体駐車場	新明和工業株式会社	2,992	207,335	15,982	兵庫県宝塚市新明和町 1-1
			IHI 運搬機械株式会社	1,565	64,400	2,647	東京都中央区明石町 8-1(聖路加タワー)
			JFE エンジニアリング株式会社	9,000 (連結)	278,454	10,000	東京都千代田区丸の内一丁目 8 番 1 号(丸の内トラストタワーN館 19 階)
	エレベータ	荷物用エレベータ	東芝エレベータ株式会社	-	-	21,477	神奈川県川崎市幸区堀川町 72-34
			株式会社日立ビルシス	7,800	259,300	5,105	東京都千代田区神田淡路町二

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
			テム				丁目 101 番地(ワテラストワー)
			アイニチ株式会社	-	-	10	大阪市東成区神路 2 丁目 7 番 28 号
			フジテック株式会社	2,875 (単独)	167,442 (連結)	12,534	滋賀県彦根市宮田町 591-1
			三菱電機株式会社	142,340 (連結)	4,431,198 (連結)	175,820	東京都千代田区丸の内 2-7-3 東京ビル
		舞台装置	株式会社橋田舞台設備	40	-	35	大阪府堺市美原区真福寺 77-1
			富士工業株式会社	-	-	30	東京都板橋区若木一丁目 26 番 13 号
		ゴンドラ	サンセイ株式会社	179	5,244	890	大阪市淀川区西宮原 1-6-2
		保管棚	株式会社ジャロック	-	-	34	東京都中野区中央 2-59-18 ジ ャロックビル
		移動書棚	株式会社オカムラ	3,326	236,700	18,670	神奈川県横浜市西区北幸 1 丁 目 4 番 1 号天理ビル 19 階
			日本ファイリング株式会 社	305	-	100	東京都千代田区神田駿河台 3- 2(新御茶ノ水アーバンビル)
	小型船舶	漁労機器	株式会社泉井鐵工所	82	1,000	44	室戸市浮津 18 番地
			信和技研株式会社	46	-	20	長崎県長崎市小ヶ倉町 3-81-2
		船用クレー ン	株式会社南星機械	175	-	30	熊本県菊池市泗水町吉富 22-1
		船舶	マリンハイドロテック株式	150	-	60	福岡市中央区港 3-50-1

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
			会社				
	冷凍機	冷凍機	タカギ冷機株式会社	-	-	40	埼玉県草加市谷塚一丁目 18 番 13 号
	エアコンプレッサー		株式会社 IHI 回転機械エンジニアリング	1,278	32,600	1,034	東京都江東区東雲一丁目 7 番 12 号 KDX 豊洲グランスクエア 2 階
	木質ペレット製造装置/ バイオマスボイラー		株式会社フジテックス	102		300	東京都新宿区大久保 3-8-2 住友新宿ガーデンタワー13F
	排水処理装置/ ろ過装置		株式会社ネオナイト	-	-	10	島根県松江市富士見町 1 番地 7
	攪拌機	曝気攪拌機	阪神動力機械株式会社	100	-	73	大阪府大阪市此花区四貫島 2-26-7
株式会社鶴見製作所			965	-	5,119	大阪市鶴見区鶴見 4 丁目 16 番 40 号	
アスファルト舗装車	舗装車		範田機器株式会社	184	-	90	大阪市西淀川区御幣島 2 丁目 14 番 21 号
		フィニッシャ	範田機器株式会社	184	-	90	大阪市西淀川区御幣島 2 丁目 14 番 21 号
			住友建機株式会社	-	-	16,000	東京都品川区大崎二丁目 1 番

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
							1号(ThinkPark Tower)
	コンクリート 機械	成型機・ミ キサー	株式会社サンテクノス	-	-	30	山口県防府市大字上右田 1748 番地の2
株式会社タイガーマシン 製作所			156	-	80	岡山県高梁市落合町阿部 2327	
成型機		株式会社豊栄	-	-	-	愛知県豊明市栄町上姥子 6-30	
	農業用機 械	農耕用トラ クター/コンバ イン	井関農機株式会社	730 (単体)	-	23,345	愛媛県松山市馬木町 700 番地
		全般	ヤンマー株式会社	6,300		3,694	大阪市北区茶屋町 1-32
	食品製造 機械	脱穀機	株式会社ホクエツ	-	-	98	新潟県燕市物流センター2丁目 29
		精米機	株式会社サタケ	-	1,000	280	広島県東広島市西条西本町 2 番 30 号
発電機	小水力	用水路型	株式会社北陸精機	-	-	48	富山県魚津市道坂 103 番地
		用水路型	JAG シーベル株式会社	-	-	100	東京都千代田区六番町 2 番地
		上水道型	東北小水力発電株式会 社	-	-	25	秋田県秋田市新屋町砂奴寄 4- 21
		-	日本工営株式会社	2,013	101,338	7,415	東京都千代田区九段北 1 丁目 14 番 6 号
		ポンプ逆 転	株式会社石垣	456	-	510	東京都千代田区丸の内 1-6-5

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
			株式会社西島製作所	1,625 (連結)	45,381 (連結)	1,593	大阪府高槻市宮田町一丁目一番8号
			株式会社荏原電産	181	2,638	-	東京都大田区大森北 3-2-16
	小型木質 バイオマス	木質バイオマス	株式会社サクシオン瓦斯 機関製作所	-	-	43	東京都江東区東砂 6-10-4
			株式会社 ZE エナジー	-	-	11	東京都港区浜松町 1-10-14 住友東新橋ビル 3号館 7階
			株式会社高橋製作所	-	-	-	埼玉県白岡市下大崎 57-1
			株式会社ネオナイト	-	-	10	島根県松江市富士見町 1 番地 7
			株式会社 e スター	12	-	90	滋賀県米原市下多良 1 丁目 113 番地 3
	小型バイナリー		株式会社 IHI 回転機械 エンジニアリング	1,278	32,600	1,034	東京都江東区東雲一丁目7番12号 KDX 豊洲グランスクエア 2 階
			アドバンス理工株式会社	82	-	310	横浜市都筑区池辺町 4388
			株式会社ダ・ビンチ	-	-	129	奈良県大和高田市築山 506-6
			篠田株式会社	171	7,649	30	岐阜県岐阜市竜田町 2 丁目 2 番地
			第一実業株式会社	468	-	5,100	東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地(御茶ノ水ソラシティ 17 階)
			株式会社神戸製鋼所	11,191	1,881,158	250,900	兵庫県神戸市中央区脇浜海岸

大分類	中分類	小分類	企業	従業員数 (人)	売上 (百万円)	資本金 (百万円)	所在地
				(単体)			通 2-2-4
			川崎重工株式会社	35,805 (連結)	1,574,242 (連結)	104,484	東京都港区海岸一丁目 14-5
	エネルギー回収システム		日立産機システム株式会社	-	-	10,000	東京都千代田区神田練塀町 3 番地 AKSビル
	廃熱利用系(温泉)	温度差	株式会社ゼネシス	21	-	200	東京都港区赤坂 1-9-13 三会堂ビル 2 階
	潮流		内海発電株式会社	-	-	-	広島県福山市箕沖町 86

V-1-2 連携可能性確認のためのヒアリング調査

リストアップした企業に電話ヒアリングを行い、HVユニットのリユース取組に興味を持っていただいた企業に対して訪問ヒアリング調査を実施し、連携可能性を確認した。

V-1-3 訪問ヒアリング対象

訪問ヒアリング対象を表 2 に示す。電動三輪、電動ゴルフカート等のモビリティ、農業用機械、食品製造機械等の産業機械、バイナリー発電、小水力発電といった再生可能エネルギーに関連する企業・団体を対象とした。

表 2 ヒアリング対象

製品	企業
電動三輪	A 社
電動ゴルフカート	B 財団
農業用機械	C 社
食品製造機械(精米機)	D 社
小型船舶	E 協会
バイナリー発電	F 社
	G 社
	H 社
小水力発電	I 社
ポンプ・小水力発電	J 社

V-1-4 訪問ヒアリング結果

今回のヒアリングの目的である HV ユニットの導入可能性に関する聞き取り結果を製品・企業ごとに整理した結果は以下のとおりである。

(1) 電動三輪(A 社)

- HVユニットの電動三輪への導入可能性を確認したところ、現在製造している軽量の車両ではなく、より耐荷重のあるモデルを製造する場合はHVユニット導入可能性があることを確認。海外ではゴルフカート級の車両が利用されているが、6人乗りから8人乗り程度にならないと難しい可能性がある、とのことであった。
- 一方、具体的な事業化にはコストの問題を含め、課題(例えば、電池容量の増加が必要等)が山積しており、パイロットプロジェクトで国等の予算保証があれば、協力は可能ということであった。将来事業になるかどうかは別にしておき、HVユニットを転用して実用に耐えることができるかどうかの検証は可能とのことであった。
- また、HVユニットのモーターに関しては、モーター自体が長い技術であり、壊れにくい部分でもある。自動車本体に比して寿命が長く、中国製などの安いものでさえ、壊れな

い。永久的に使える場合は発電など寿命の長いものの方が向いているように思われるとの意見があった。

- その他以下の意見をいただいた。
- ✓ 現在はHVユニットをシステム化してセットでの販売を考えているようだが、より細かく分けて販売する方が、需要があるかもしれない。
- ✓ 車両にそのまま組み込むのではなく、離島や山間部のオフグリッド地帯で使えるのではないか。オフグリッドでプリウスのユニットと、蓄電機能として充電ステーションを組み込むのはアイデアとしてあると考えられる。

(2) 電動ゴルフカート(B財団)

- ゴルフカートへのHVユニットの導入可能性を確認したところ、ゴルフカートは、現在、ヤマハが9割以上で、残りは、日立(日立バッテリー)、クラブカー(海外)等で市場が占められている。9割がヤマハであるので、ゴルフカートへの転用を考える場合は、ヤマハと組んでいく形を検討しなければいけないとの意見があった。
- また、ゴルフカートについては、高齢者が移動できなくなったとき、一般自動車では最近事故が話題になっており、この最後の落としどころがゴルフカートではないかと考えており、シニアタウンを狙いに財団では事業を実施。一方、国交省が関与することで運賃がとれるようになったことはプラスであるが、高齢化の観点が薄れてしまったとのことであった。
- ゴルフカートのナンバー取得のためには特装の技術が必要である。メーカーの元々のスペックをもらえないと自らスペックを測定する必要があるため、なかなか難しいとのことであった。
- 一方、軽トラックへのHVユニットの導入可能性については、地方の最後の脚は軽トラックではないかと考えており、軽トラックのEV化による方法もあるのでは、という意見であった。地方のトラックのEV化は興味深い、補助金が必要ではないか、ということであった。

(3) 農業用機械(C社)

- HVユニットの農業用機械への導入可能性を確認したところ、作業機領域も乗用車の電動化の後追い対応をしているところであり、まだ、対応ができていないこと、また、自動車のハイブリッド・電動の使い方と農機系の使い方は違うこと、電動が役に立つ領域は違ってくること、車ですらもなかなかシステムを積んでコストが高くなっていうところに対して農機・建機はよりコストコンシャスであること等からなかなか難しいのではないかとの意見であった。
- ただし、これから海外に出ていく必要がある中で電動化の果たす役割を議論しているところであり、世の中の動きやLCA的にどう回っていくか、コストダウンしたものをきちんと使える機械があるかどうか等には関心があるとのことであった。
- また、農機、建機のディーゼルエンジンは8割9割動かしているイメージであり、車の世界とは違うため、車の世界で仕立て上げられたものをどう使うか。農機系だと回生す

るハイブリッドはない。建機だと旋回するところで回生するが、基本は定常的に動かし、主機は変わらないが他は電動化という議論はあるが、駆動用＝電動化ではないため駆動用の電動化がモチベーションではないとの意見があった。

- なお、産業機器、建設機械についての導入は以下のとおり困難ではないかとの意見であった。
 - ✓ 産業機器についてはベタ踏みしかない、電池にカスケードする容量残っているのか疑問である。
 - ✓ 建機系は難しいと思う。工事現場の投光器等は可能性があるかもしれない。直接地面と戦わないものが向いているのではないか。
- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ 新商品開発ならば可能性はあるかもしれない。
 - ✓ 農業用の検品システムの主動力にはなるかもしれない。他には旋回機(ものを流す機械)も候補か。
 - ✓ 非常用電源は72時間発電する必要がある(消防法の関係)。サイズは大きい。オイルが72時間分ためておけるタンクがついたものである。
 - ✓ 集荷・選果は電動化の可能性はある。自動運転でやりたいと思う。自動搬送システムを検討しているところに入れていく。補助作業がこれから電動化していくときに市場としてはでてくる。多少トラブルになっても命にかかわるわけではないので領域的にはありえるかと思った。
 - ✓ 数の桁が車と当社の事業領域では大きく違う。農機具では数が出ない可能性もある。また、カスタマイズしないといけない手間がかかる点が市場の特徴である。ある程度まとまった使い方、マスがはげないといけないとご期待にそえないところがある。
 - ✓ バイオマス発電の研究開発中であり、容量が合えば使えるかもしれない。
 - ✓ 海の規制、作業機、管理機などの分野には導入可能性はあるかもしれない。作業ロボット化の中に入っていくことはあるかもしれない。

(4) 食品製造機械(精米機)(D社)

- HVユニットの精米機への導入可能性を確認したところ、精米機といっても出力の幅も色々ある。ある時は10kW、30kW、そこまで数が出るわけではない。精米機は受注生産的なところがある。また当社でもモーターを作っている。単純な載せ替えではないことになる。それに合わせる機械の改造が必要ですぐに載せ替えということにはならない。とのことであり、可能性は低いという見解であった。
- また、シャフトが出ていてそこに付けるということであれば、途上国で、エンジンで駆動している精米機があれば、その代わりにということもあるかもしれないがそういう用途は少ない。最近の産業機械は高効率モーターが採用される、このモーターは高効率モーターには該当するはず。おそらく今高効率モーター、1kWあたり1万円ぐらい。

10kWだと10万円。それ以下でないとなかなか使うことができない。との意見であった。

- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ 農家用は、出力は小さいが数はでる。プラント用は様々なラインナップがあり、出力が大きいものもあるが、数がでない。
 - ✓ お客様に販売するときにはどういう説明ができるのかと思っていた。中古品と言われてしまうとなかなか説明が難しいかもしれない。

(5) 小型船舶(E 協会)

- HVユニットの小型船舶への導入可能性を確認したところ、プレジャーボートは、水上を滑走状態で走行するために、かなりスピードとパワーが必要になる。水の抵抗が相当大きいので、パワーのあるエンジンが求められる。したがって、HVユニットにさらにバッテリーが必要になるのではないかとのご意見であった。
- また、その場合、船重量が増えるので、水の抵抗がさらに増えて、より大きなパワーが必要になるというジレンマに陥る。トヨタマリンがHVシステムを使った電動エンジン船の実証を実施したと聞いたことがあるが、その後の進展は芳しくないのではないかと。コスト面、必要なパワー、航続距離、安全性など様々な問題があるのではないかとのご意見であった。
- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ 大きなパワーや航続距離という制約条件がいくらでも緩和された条件下での用途が考えられるのではないかと。例えば、静穏な内水面、例えば湖や運河などでの遊覧船やプレジャーボートである。
 - ✓ 中古艇をリノベーションしてHVユニットを装備することが考えられるが、様々なタイプの船に各々カスタマイズしてリノベーションするのは経済的には合わないと思う。
 - ✓ 中古艇でも、同じタイプのボートに絞りリノベーションを行い、ロットではけるマーケットを探す必要がある。例えば、レンタルボート市場は、ほぼ同一のタイプのボートを使っているため、そのうち更新の必要のあるものを対象とするなどが考えられる。
 - ✓ 中長期的には、HVユニットリユースが織り込み済みの新艇の設計をすることも考えられる。この場合も、あるタイプのボートを対象に商品化することが必要であろう。

(6) バイナリー発電(F 社)

- HVユニットのバイナリー発電への導入可能性を確認したところ、開発工数がかかり、品質保証を確保する点で懸念がある。また、トータルコスト(パウコン含む)が気になる。オートで監視・外部制御も含め、顧客に提供している。この製品用に作っているシステムであるため、よほどいいシステムであるか、もしくは安価であるかがポイントである、とのご意見であった。
- また、現状提供しているシステム全体の監視システムでの外部制御とリユースHVユニットが共有できればいいが、開発の工数がかかると意味がない。間違いなくモーターが使えるかどうかの確認が必要がある。ゼロベースで開発するならば組み込めるが、既存

の機器に組み込むことは難しい。すでにある部分は有限要素法 (FEM) からやらねばならず、どのあたりまで品質保証してもらえるかが懸念。エンジンよりも、制御盤やパソコンが早々に故障することが多々ある、とのご意見であった。

- また、課題としては以下の点が挙げられた。
 - ✓ 生産管理からすべて見直しになるため、電池だけ使ってみて、有効性があるか検証するなども考えられる。電池の利用には以前から興味を持っている。離島など電気網がない部分で使う展開に生かせる可能性がある。電池が過充電の場合の信号がどう出るかを開示してもらい、導入する可能性はある。
 - ✓ 廃熱利用スターリングエンジンの定格回転数は 800min⁻¹、出力は 11kW であるが、瞬時的には高出力が必要である。
 - ✓ モーターが使えるかどうかについて、信頼性はあると思うが、当社製品の負荷ポイントと合わないのではないかという懸念がある(回転数や出力が少し足りないのではと思うが、合う可能性もあると思う)。
- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ システムとして、電池でバックアップでき非常時に使えるシステムは好ましい。現状は固定抵抗があるシステムを用いている。制動抵抗となっているところが電池に置き換わることになる。
 - ✓ オプションの減速機が気に入らない。ロスになるからできる限り避けたい。
 - ✓ システムインテグレートして、すべての管理に対応している。そのため、ブラックボックスがあると製品保証がしづらい。
 - ✓ スターリングエンジンは電気時事業法で 10kW 以上出せず、超過分は捨てている。パソコンも 10kW 未満のものを使用している。
 - ✓ 電池を使う場合、消防法や、火災への対策で規制がかかる。屋内への設置が規制の範囲内であるか、確認するとよい。
 - ✓ 特に容量大の電池の設置は発火等の危険があるため、規制がある可能性はある。鉛電池検討の際は規制があったと記憶している。

(7) バイナリー発電 (G 社)

- HV ユニットのバイナリー発電への導入可能性を確認したところ、当社の小型バイナリー発電装置はダイレクトドライブ、軸直結でタービンの回転数は数万回転である。圧力があるので速度に変換せざるを得ない。温水で作動媒体である代替フロン (HFC-245fa) を加熱気化してタービンを回す。軸直結で高周波 AC を一度 DC に変換して出力する。また、冷却水側で冷やして循環させる。気化した際に相当な圧力のため、回転数が必要。プリウス HV ユニットモーターとつなぐとすれば、減速機を用いた減速が必要である。その際のメカロスがどれだけの大ききなポイントである。当社ではメカロスをなくすためにダイレクトドライブにしている、との意見であった。
- また、課題としては以下が挙げられた。

- ✓ バイナリー発電の効率は、100度をきると8%程度にしかない。メカロスを考えて5%程度になるかと思う。入熱に対して90%以上捨てることになるので、二次利用が必須になる。二次利用ができる環境でないとペイできない。熱電併給の場所が必要である。
- ✓ 中にガスが入っても大丈夫のようにしている。ローターとステーターに熱がはいる。ベアリングのもちが重要になる。減速機内に気化したガスが入ってくる可能性があるオイルとの相性は検討しないとイケない。
- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ 本バイナリー発電装置(ヒートリカバリー)は発売して5年になる。FITがビジネスとして大きい。導入の約半分が温泉。約半分が焼却炉であり、これまでの販売実績は50機程度である。
 - ✓ 数が売れないためなかなかコストダウンが進まない。タービンが最もコストかかる部分である。
 - ✓ 本機を3台並べて複数台設置とし50kW以下の低圧連携することが最も効率がよい。それ以上では大きい装置の方が効率はよい。
 - ✓ タービン発電機の重量は30kg程度、大きさは50cm×50cm程度である。3~5万回転が定格の回転数である。本機の特徴を踏まえればタービン羽の回転数は落とすことができない。
 - ✓ 10kWのバイナリー発電システムを200~300万円程度で発売できれば大きく世界が変わるだろう。この場合はより低い回転数での設計も考えられると思う。
 - ✓ バイナリー発電自体は0.8kWあたりまでは自家消費して、それ以上発電すると逆流になり、外部に発電することになる。ポンプなどの付帯設備も電気を消費している。その動力が動かせるような電池があるとよい。また、非常用電源としての需要がある(温泉地は災害多いため)
 - ✓ 蓄電併用の方がバイナリー発電では面白い。電池が内蔵されているという発想になれば面白い。

(8) バイナリー発電(H社)

- HVユニットのバイナリー発電への導入可能性を確認したところ、フロン系R-134aガスを熱交換機(蒸発器)に入れて、お湯(80~90℃)を通す。これによりガスを蒸発させ、2MPaほどの高圧の蒸気を出し、高圧蒸気でスクロール(渦巻状の回転体)を回転させる。スクロールにモーターがついており、電気を発生させる(モーター一体型スクロール膨張機発電機)。凝縮器でフロンガスを液体にし、蒸発器に戻す。原理的には、火力や原子力発電でタービンを回すのと同じ機構である。HVユニットのリユースとなると、発電機への転用が考えられる。しかし開発している発電機は小型であるため、プリウスのもので使えるのか疑問がある。また、フロンが漏れないようにスクロールと発電機を一体型としてシールしている。この構造を維持する場合、なかなかプリウスの発電機の転用は難しいと思う、とのことであった。

- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ フロン系冷媒を使っていることで、90℃程度の熱を利用できるという価値がある。発電した電気は電圧等の変動があるため、電力変換システムにおいてDCに揃えてから、蓄電池システムを介して送電する。
 - ✓ 少量の熱で発電でき、小型で可搬な機器としたい、現在の形になった。発電量は、現在の状態(85℃の湯と20℃の水)で3kW程度。
 - ✓ 会社がCSR的に導入しているのが現状。未利用エネルギーや環境に注目して買う場合の価格は、フルセットで500~600万円程度であると認識している。
 - ✓ 蓄電システムの価格が高い。容量がある電池のセットであると、リチウムイオン電池を使いたく、高価格になってしまう。電池だけで数百万になってしまう。そのため、受け入れられる価格にするのはかなり難しい。
 - ✓ もとは3~4年前にNEDOの予算で開発した。開発だけで終了し、最後はコストが勝負で安くならなければならないのだが、そこまでいかずに終わってしまった。

(9) 小水力発電(I社)

- HVユニットの小水力発電への導入可能性を確認したところ、当社の主要顧客である官公庁はHVユニットのリユースへの抵抗が大きいのではないかと考えられる点がまず懸念点として挙げられた。また、納品後の検査時に、リユース品の使用が認められない可能性が高い。現状では仕様に沿った製品を新規製作することが求められており、加えてJEC規格やJEM規格に適合する必要がある、これらの課題を乗り越える必要があると考えられる、とのことであった。また、技術的な観点から申し上げれば、風力発電機への転用が可能であるとの実証結果が得られているのであれば、小水力発電システムに転用することは可能である。そのため一番の課題は、型式の取得が可能か否か、そして官公庁にリユース品活用が認められるか否かである、との意見もあった。
- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ HVユニットをリユースすることで、間違いなく現状のコストより安くなると考えられる。当社としてはアフターメンテナンスも考慮して、官公庁の上下水道施設向けへの展開を中心としている。農業用水の場合、土地改良区が顧客であれば官公庁に求められる仕様とは異なるため、HVユニットを活用した水車システムの販売先として有望である。一方で発電事業者は費用便益比を非常に気にされる。小水力発電の場合インシヤルコストが高止まりしており、FIT制度を活用しても採算が採れないことが多い。この原因は、水車システムは各地点で最高効率となるようにオーダーメイドで設計されるため、コストが高止まりするためである。そのため現在はベンダー向けに非常に限られた市場で製作している。
 - ✓ 当社が以前見積もりを行った事例では、まさに1,000万円のコストがかかると算出された。用水路に水車を導入する場合は、水車の選択、設計、PCSの選択など、各地点での発電効率を最大化させるという発想で生産が行われているため、受注生産に

近い体制となっておりコストが高止まりしている。10~20kW 前後の水車をラインで生産している企業は存在しないのではないかと。

(10) ポンプ・小水力発電(J社)

- HV ユニットのポンプへの導入可能性を確認したところ、ポンプについては、販売数が出るように最適なデザイン、規格に設計されている。ポンプに最適化されたデザイン・規格と、自動車に最適化されたデザイン・規格を組み合わせることは難しい、とのことであった。一方、HV ユニットの形態をそのまま転用することは難しいかもしれないが、中のコアパーツのみを提供していただけるなら、自社でハウジングすることも可能である、との意見であった。
- その他以下の意見をいただいた。
 - ✓ 標準ポンプは汎用系ではあるが、多くのシリーズがあり、その中で HV ユニットを活用できそうなシリーズは中出力のラインナップしかない。HV ユニット、モーターを転用するためには、その少数のラインナップのために専用の設計が必要となる。
 - ✓ モーターの仕様さえわかれば、プロジェクトとして研究開発を進めることは出来る。HV ユニットを分解した方が使いやすいとは考えているが、そのまま使用した場合についても検討は可能である。
 - ✓ 車の設備は UL も CE 規格も通っていない。規格が出来る前から製品が出来上がっていたため、規格が通っていても使用できるようになっている。電池に関しては、EU では RoHS という規制があるため、産業製品の場合、ISO、CE、JIS 規格や防水規格(IP)等の確認ができなければ、そもそも転用の話を進めることができない。各種規格、規制対応について確認する必要がある。
 - ✓ そのまま使うことは難しいかもしれないが、パーツをばらして提供していただけるのであれば、多くの企業から引き合いが来るだろう。
 - ✓ 小水力発電への導入可能性はサンプルを提供いただけるのであれば検討可能。

V-2 HV ユニットのリユース事業化へ向けた展開方針の検討

昨年度及び今年度検討した製品分野及び具体的な企業に対するヒアリング調査結果を踏まえ、HV ユニットのリユース事業の出口、今後の展開方針。今後の検討課題を整理した。

V-2-1 HVユニットのリユース事業の出口の検討

昨年度及び今年度検討した製品分野及び具体的な企業に対するヒアリング調査結果を踏まえ、HV ユニットのリユース事業として、①再生可能エネルギー、②モビリティ、③産業機械の3製品分野を有望と考え、出口(ビジネスモデル)を検討した。

V-2-1-1 これまでの検討経過

①再生可能エネルギー、②モビリティ、③産業機械の3製品分野についてこれまでの検討経過を整理した結果表 3 に示す。

①再生可能エネルギーについては、小水力発電への適用が有望である。バイナリー発電やバイオマス発電についても検討したが、構造上の問題からHVユニットの導入への障害が大きかったり、市場が小さい等の理由から、現状では適用が困難と考えられる。

②モビリティについては、ゴルフカート、軽自動車・軽トラックへの適用が有望である。その他三輪車については東南アジア等の途上国への展開が想定され、今後国や関係機関の予算等を活用したFS調査等により検討を進めていくことが有力である。

③産業機械については、ポンプ、農業関係機械への適用可能性を確認することができた。その他、食品関係機械、リフター等の様々な種類の機器への展開を検討したが、HVユニット導入を検討できそうな製品分野を確認することができなかった。

表 3 検討経過(製品分野別の状況)

分野	製品	課題・対応・現在の到達点
①再生可能エネルギー	小水力	<ul style="list-style-type: none"> ● 富山県黒部市にて実証プラント設置へ向けて準備中。NEFの平成30年「水力発電の導入促進のための事業費補助金」二次募集受託。 ● 大学、企業と連携して発電機の性能、耐久性、騒音等を検証する共同研究を実施中。
	バイナリー発電	<ul style="list-style-type: none"> ● 適用困難(構造上の問題)
	バイオマス発電	<ul style="list-style-type: none"> ● 適用困難(小型設備の連携先不足)
②モビリティ	ゴルフカート	<ul style="list-style-type: none"> ● ゴルフ場にて実証試験中 ● ナンバー取得に向けた展開を模索中
	軽自動車・軽トラック	<ul style="list-style-type: none"> ● 9月目途に改造車作成、初期FS検討中
	三輪車(7人程度)	<ul style="list-style-type: none"> ● 価格次第であり、引き続き可能性を模索
	三・四輪車(10人～)	<ul style="list-style-type: none"> ● FS検討中(国・関係機関の補助金等を活用)
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ● その他有望な製品群を検討中
③産業機械	ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ● ポンプへの適用可能性を検討中
	農業機械	<ul style="list-style-type: none"> ● トラクターの電動化ニーズを確認中
	リフター	<ul style="list-style-type: none"> ● 有望製品が具体的に想定できず困難か
	食品関係機器	
	介護用品、遊具	
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ● その他有望な製品群を検討中

表 4 検討経過(段階別)

分野	製品	アプローチ	可能性 検討	製品 試作	性能 実証	販路 開拓
①再生可能 エネルギー	小水力	→			→	
	バイナリー	→				
	バイオマス	→				
②モビリティ	ゴルフカート	→				→
	軽自動車・軽トラック	→				
	三輪車（7人程度）	→				
	三・四輪車（10人～）	→				
	その他					
③産業機械	ポンプ	→				
	農業機器	→				
	リフター	→				
	食品関係機器	→				
	介護用品、遊具					
	その他	→				

■ HV ユニットのリユース事業の出口(案)

製品分野としては前述した、①再生可能エネルギー、②モビリティ、③産業機械の3つが導入先候補と考えられる。また、HV ユニットのリユース形態としては、A) 従来から発電機・モーターを使用しているもの、B) 駆動機構をエンジンからモーターに変更できるもの、C) 従来ではコスト等の課題から成立しなかったが HV ユニットのリユースすることで新たに開発されるものの3つが考えられる。この3つの製品分野と3つのリユース形態を考慮し、現時点で考えられうる HV ユニットのリユース事業の出口(案)として以下の4つのビジネスモデルを抽出した。

<現時点で考えられうる HV ユニットのリユース事業の出口(案)>

- (1) 小水力発電の BtoB ビジネス
- (2) 電動軽自動車・軽トラックの BtoC ビジネス
- (3) 電動ゴルフカートの BtoB ビジネス(ナンバー取得なし)
- (4) 電動ゴルフカートの BtoB ビジネス(ナンバー取得あり)

V-2-2 HVユニットのリユース事業化へ向けた展開方針の検討

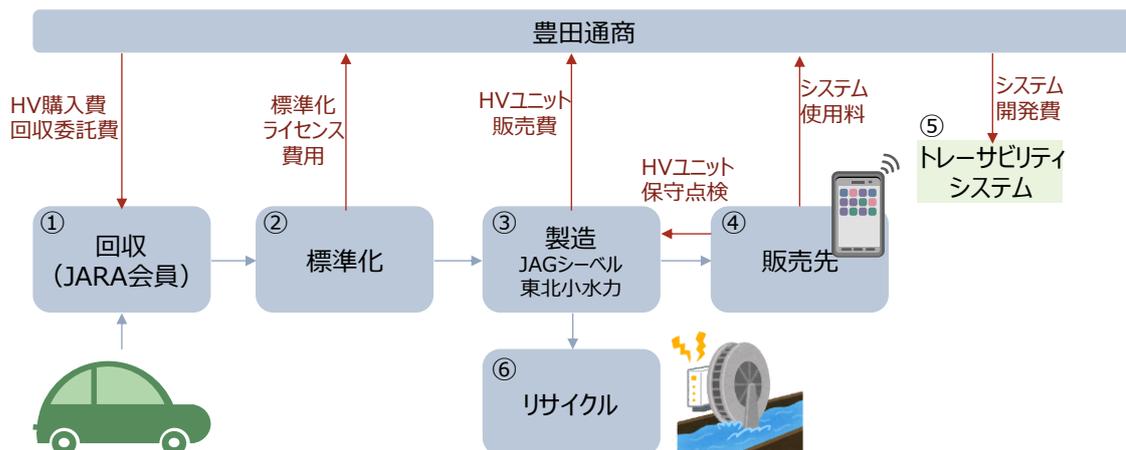
検討の結果リユース事業化可能性が高いと判断した出口(ビジネスモデル)について、具体的イメージと事業化へ向けた展開方針を検討した。

■ HV ユニットのリユース事業化へ向けた展開方針

a 小水力発電の BtoB ビジネス

小水力発電の BtoB ビジネスモデルを図表 79 に示す。

図表 79 小水力発電の BtoB ビジネスモデル



<ビジネスモデルの概要>

中古市場(オークションから買い付け、もしくは、ディーラーから買い付け)より使用済となったプリウスを調達、JARA 会員にてプリウスを解体し、HV ユニットを取り出し。

HV ユニットの標準化(リマニュファクチャリング)を実施。

小水力発電販売事業者に対して標準化した HV ユニートを販売。

小水力発電販売事業者にて HV ユニートを組み込んだ小水力発電システムを製造し、販売。販売先と小水力発電販売事業者間で定期的な保守点検契約を締結。トレーサビリティシステムの使用料を販売先より徴収。

発電システムの個体管理や運用状況のモニタリングを目的に小水力発電のトレーサビリティシステムを開発。

寿命を迎えた小水力発電システムはトレーサビリティシステムにより個体管理を行い、最終的に資源としてリサイクル。

<事業化へ向けた展開方針>

小水力発電システムの出力との関係から導入先は農業用水、工業用水等の用途に限定される見込み。農業用水は水利権等の問題が大きいことから下水処理場、浄水場、工場等が主要な販路となる。

事業領域としては、小水力発電販売事業者への HV ユニットの提供までとするか、小水力発電事業者と連携して小水力発電システムの営業先開拓までとするかが考えられる

が、事業開始当初は後者を事業領域とすることで、小水力発電システムの販路を拡大し、結果的に HV ユニットの販路を拡大することが求められる。

まずは HV ユニットを導入した小水力発電システムの優良事例の創出に重点を置き、優良事例創出後は事例の横展開に注力する。並行して災害時の非常用電源や地域コミュニティ内の電源としての活用等、小水力で発電した電気の利用方法にも着目し、単なる小水力発電システムの販売から電気を使った総合的なシステムを提案できるような事業への拡大を目指す。以上をまとめた小水力発電の BtoB ビジネスモデルの展開方針を表 5 に示す。

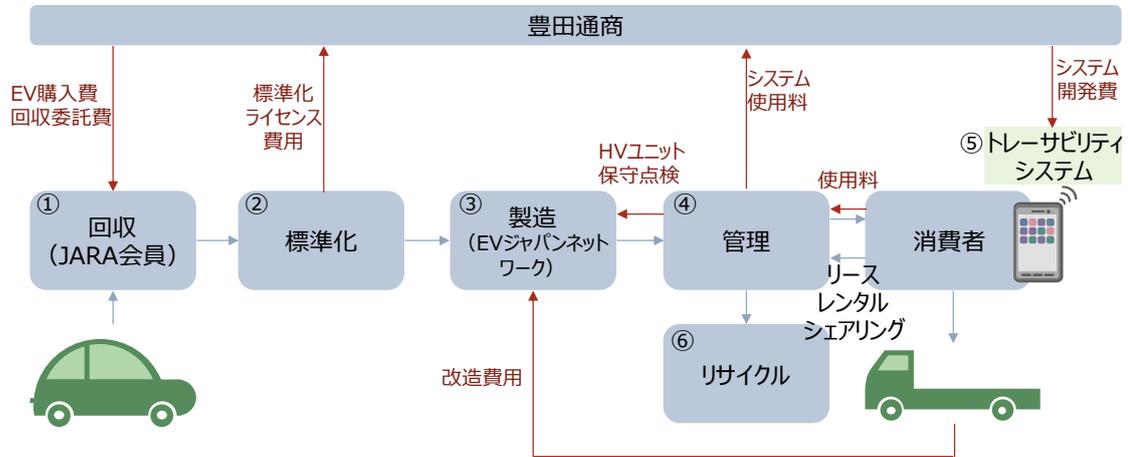
表 5 小水力発電の BtoB ビジネスモデルの展開方針

展開方針	具体的内容
1) HV ユニットの販売先となる小水力発電販売事業者の確保	ポンプ逆転水車等の HV ユニット導入が比較的容易と考えられる小水力発電システムを販売している事業者との連携体制を構築する。
2) 小水力発電販売事業者と連携した小水力発電システムの販路の開拓・優良事例の創出	HV ユニットを用いた小水力発電システム導入のメリットを活かし、販路を開拓する。また、販路開拓に活用可能な優良事例を創出する。
3) 優良事例の横展開・更なる販路の拡大	優良事例があてはまるような販売先に集中的に営業し、優良事例の横展開を行う。
4) 小水力発電した電気を用いた総合的なシステム提案へ向けた準備・実施	小水力で発電した電気の利用方法にも着目し、単なる小水力発電システムの販売から電気を使った総合的なシステムを提案できるような事業への拡大を目指す。

b 電動軽自動車・軽トラックの BtoC ビジネス

電動軽自動車・軽トラックの BtoC ビジネスモデル図表 80 に示す。

図表 80 電動軽自動車・軽トラックの BtoC ビジネスモデル



<ビジネスモデルの概要>

中古市場（オークションから買い付け、もしくは、ディーラーから買い付け）より使用済となったプリウスを調達、JARA 会員にてプリウスを解体し、HV ユニットを取り出し。

HV ユニットの標準化（リマニュファクチャリング）を実施。

EV ジャパンネットワークを活用して全国の地域自動車整備業者にて電動軽自動車・軽トラックを製造。改造元となる軽自動車・軽トラックは当該地域の消費者から調達し、改造費用を徴収して軽自動車・軽トラックの電動化を実施。

製造した電動軽自動車・軽トラックを管理し、消費者等に対してリース・レンタル・シェアリングする。管理者と EV ジャパンネットワーク事業者間で定期的な保守契約を締結。トレーサビリティシステムの使用料を管理者より徴収。

電動軽自動車・軽トラックの個体管理や運用状況のモニタリングを目的にトレーサビリティシステムを開発。

寿命を迎えた電動軽自動車・軽トラックはトレーサビリティシステムにより個体管理を行い、最終的に資源としてリサイクル。

<事業化へ向けた展開方針>

HV ユニットの調達・標準化までは前述した小水力発電システムと同様の流れを想定。電動軽自動車・軽トラックは EV ジャパンネットワークを活用して全国の地域の自動車整備業者を活用することで、地産地消型のビジネスモデルを構築し、地域の雇用を創出する。（各地域で発生した HV ユニートを各地域で発生した軽自動車、軽トラックを改造することで再び使用。）

事業タイプとしては、製造した電動軽自動車・軽トラックを単純に販売するケースとリース・レンタル・シェアリングサービスを提供するケースが考えられるが、メンテナンス性やユーザーの囲い込み等の観点から後者を選択する。

まずはHVユニットを用いた軽自動車・軽トラックの性能評価・ナンバー取得を行い、電動軽自動車・軽トラックの完成に注力する。並行してEVジャパンネットワークを活用して、電動軽自動車・軽トラックを製造可能な自動車整備業者のネットワーク化(組織化、製造のための研修の実施等)を行う。また、リース・レンタル・シェアリング等の具体的なビジネスモデルを検討し、事業化を目指す。

以上をまとめた電動軽自動車・軽トラックのBtoCビジネスモデルの展開方針を表6に示す。

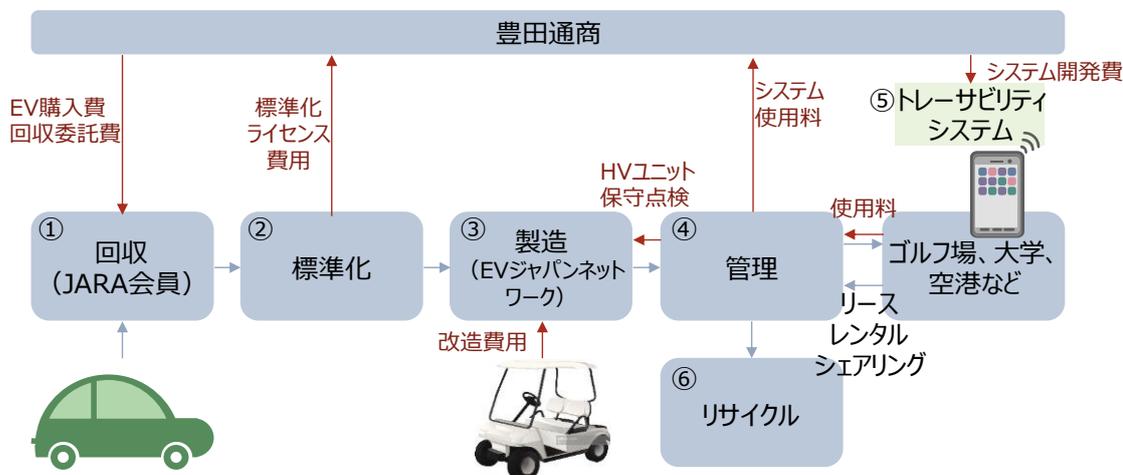
表 6 電動軽自動車・軽トラックのBtoCビジネスモデルの展開方針

展開方針	具体的内容
1)HV ユニットを用いた電動軽自動車・軽トラックの完成	HV ユニットを用いた軽自動車・軽トラックの性能評価・ナンバー取得を行い、電動軽自動車・軽トラックを完成させる。
2)電動軽自動車・軽トラックを製造可能な自動車整備業者のネットワーク化	EV ジャパンネットワークを活用して、電動軽自動車・軽トラックを製造可能な自動車整備業者の組織化、製造のための研修等を実施する。
3)リース・レンタル・シェアリング等のビジネスモデルの検討・構築	電動軽自動車・軽トラックの管理方法や収益性の検討を行い、リース・レンタル・シェアリング等の具体的なビジネスモデルの検討を行う。

c 電動ゴルフカートの BtoB ビジネス(ナンバー取得なし)

電動ゴルフカートの BtoB ビジネスモデル(ナンバー取得なし)を図表 81 に示す。

図表 81 電動ゴルフカートの BtoB ビジネスモデル(ナンバー取得なし)



<ビジネスモデルの概要>

中古市場(オークションから買い付け、もしくは、ディーラーから買い付け)より使用済となったプリウスを調達、JARA 会員にてプリウスを解体し、HV ユニットを取り出し。

HV ユニットの標準化(リマニュファクチャリング)を実施。

EV ジャパンネットワークを活用して全国の地域自動車整備業者にて電動軽自動車・軽トラックを製造。改造元となるゴルフカートは、豊田通商が連携するゴルフ場やゴルフカートメーカーから調達し、改造費用を徴収してゴルフカートの電動化を実施。

製造した電動ゴルフカートを管理し、ゴルフ場、大学、空港等のナンバー取得を必要としない用途向けにリース・レンタル・シェアリングする。管理者とEV ジャパンネットワーク事業者間で定期的な保守契約を締結。トレーサビリティシステムの使用料を販売先より徴収。

電動ゴルフカートの個体管理や運用状況のモニタリングを目的にトレーサビリティシステムを開発。

寿命を迎えた電動ゴルフカートはトレーサビリティシステムにより個体管理を行い、最終的に資源としてリサイクル。

<事業化へ向けた展開方針>

HV ユニットの調達・標準化までは前述した小水力発電システム及び電動軽自動車・軽トラックと同様の流れを想定。電動ゴルフカートは、電動軽自動車・軽トラックと同様に EV ジャパンネットワークを活用して全国の地域の自動車整備業者を活用することで、地域の雇用を創出する。

事業タイプも電動軽自動車・軽トラックと同様にリース・レンタル・シェアリングサービスを提供するケースを選択。ナンバー取得を必要としない用途での利用を念頭にサービス提供先を開拓する。

まずはHVユニットを用いた電動ゴルフカートの走行試験を行い、電動ゴルフカートの完成に注力する。並行してEVジャパンネットワークを活用して、電動ゴルフカートを製造可能な自動車整備業者のネットワーク化(組織化、製造のための研修の実施等)を行う。

また、リース・レンタル・シェアリング等の具体的なビジネスモデルを検討し、サービス提供先の市場調査を実施する。

以上をまとめた電動ゴルフカートのBtoBビジネスモデル(ナンバー取得なし)の展開方針を表7に示す。

表7 電動ゴルフカートのBtoBビジネスモデル(ナンバー取得なし)の展開方針

展開方針	具体的内容
1)HV ユニットを用いた電動ゴルフカートの完成	HV ユニットを用いた電動ゴルフカートの走行試験・ナンバー取得を行い、電動ゴルフカートを完成させる。 ※ゴルフカートメーカーとの連携が必須のため連携体制を構築する。
2)電動ゴルフカートを製造可能な自動車整備業者のネットワーク化	EV ジャパンネットワークを活用して、電動ゴルフカートを製造可能な自動車整備業者の組織化、製造のための研修等を実施する。
3)リース・レンタル・シェアリング等のビジネスモデルの検討・構築	電動ゴルフカートの管理方法や収益性の検討を行い、リース・レンタル・シェアリング等の具体的なビジネスモデルの検討を行う。
4)サービス提供先の市場調査の実施	ゴルフ場、大学、空港等のナンバー取得を必要としないサービス提供先の市場調査を行い、具体的な提供先の検討を行う。

る。並行してEV ジャパンネットワークを活用して、電動ゴルフカートを製造可能な自動車整備業者のネットワーク化(組織化、製造のための研修の実施等)を行う。

また、リース・レンタル・シェアリング等の具体的なビジネスモデルを検討し、自治体や旅客運送団体等と連携した実証事業(環境省、国土交通省のグリーンスローモビリティ事業を想定)を実施する。実証事業の結果を踏まえて事業化に向けた課題解決を行い、実ビジネス化を目指す。

以上をまとめた電動ゴルフカートのBtoBビジネスモデル(ナンバー取得あり)の展開方針を表8に示す。

表8 電動ゴルフカートのBtoBビジネスモデル(ナンバー取得あり)の展開方針

展開方針	具体的内容
1)HV ユニットを用いた電動ゴルフカートの完成	HV ユニットを用いた電動ゴルフカートの走行試験・ナンバー取得を行い、電動ゴルフカートを完成させる。 ※ゴルフカートメーカーとの連携が必須のため連携体制を構築する。
2)電動ゴルフカートを製造可能な自動車整備業者のネットワーク化	EV ジャパンネットワークを活用して、電動ゴルフカートを製造可能な自動車整備業者の組織化、製造のための研修等を実施する。
3)リース・レンタル・シェアリング等のビジネスモデルの検討・構築	電動ゴルフカートの管理方法や収益性の検討を行い、リース・レンタル・シェアリング等の具体的なビジネスモデルの検討を行う。
4)自治体・旅客運送事業者と連携した実証事業の実施	自治体や旅客運送団体等と連携した実証事業を実施する。 ※環境省、国土交通省のグリーンスローモビリティ事業を想定
5)実ビジネス化に向けた検討・他地域への横展開	実証事業結果を踏まえた課題解決を行い、実ビジネス化に向けた検討や実証事業を踏まえた他地域への横展開を検討する。

V-3 事業化へ向けたプレ検討

V-3-1 事業化へ向けたフィールドの検討

上述のビジネスモデルに関して事業化へ向けたフィールドを検討した。フィールド候補となる自治体は以下の観点から抽出を試みた。抽出結果を表 9 に示す。

- SDGs 未来都市、環境未来都市等に選定されていること
- 再生可能エネルギー等のビジョンを策定していること
- 小水力発電の優良事例があること
- 地域新電力があること
- EV 関係の実証事業を実施していること
- プラチナ構想ネットワーク会員であること(弊社ネットワークがあること)

表 9 事業化にあたってフィールド候補となる自治体の例

No.	類型	自治体	SDGs◎ 環境未来○ 環境モデル ●都市	再エネ			EV	プラチナ構想 ネットワーク
				再エネビジョ ン○ エネルギービ ジョン●	小水力優良事 例	地域新電力	EV 関係実証 道の駅○ ラストマイル● その他△	
1	先進事例	福岡県みやま市		○		○	○	○
2	大規模都 市	静岡県浜松市	◎	○		○		○
3		愛知県豊田市	◎●	○			○	○
4		富山県富山市	◎○●	○			△	○
5		福岡県北九州市	◎○●	○			○	○
6	中小規模 都市	宮城県東松島市	◎○	●		○		
7		奈良県生駒市	●	●		○	△	
8		鹿児島県いちき串木野市		○		○		○
9		石川県輪島市		○			○△	
10		沖縄県北谷町					●	
11		島根県松江市				△		
12	小水力地 域事例	高知県梶原町	●		○			
13		栃木県那須野ヶ原土地改良区連 合			○			
14		岐阜県郡上市石徹白地区			○	○	○	
15		長野県伊那市高遠町		○	○		○	
16		秋田県にかほ市			○			
17		宮城県大崎市		○	○			○

■ プレ調査結果

プレ調査として、豊田市、富山市に訪問し、事業化へ向けたニーズや連携可能性についてヒアリングを実施した結果を以下に示す。今後は地域のニーズや連携可能性を見極めながらビジネスモデルの具体化作業を引き続き行っていく。

豊田市

HV ユニットを提供したオープンイノベーションの創出

リユース HV ユニットをこれに興味のある大学や企業に提供し、リマン用途の開発、販路開拓などをオープンイノベーション形式で検討する可能性あり。

豊田市のネットワークを使うことで興味を持つ関係者を集客できる可能性あり。

具体的には、名古屋大学や新明工業で EV カートや EV 軽トラックの開発実績あり。

自然資源利用に紐づけた小水力発電の拡大

豊田市の日下部町は、自然資源を利用した発電に興味を持っている。非常に小さい出力であるが、豊田工業高等専門学校作成の水車で発電を行っている。

その他豊田市内で小水力発電の具体的導入ニーズがないか確認することが可能。

豊田市のフィールドとしての活用

豊田市として予算を準備することは難しいが、国の予算を活用したフィールド実証には活用してもらいたい。

具体的な予算と内容を提示することで豊田市として協力可能性を検討することが可能。

とよたエコフルタウンでの機器展示

とよたエコフルタウンという消費者、企業、地域向けの施設があり、近々リニューアル予定である。新たな展示品を探しており、プリウスの HV ユニットをリユースした電動カート等の展示の検討可能性あり。

富山市

総括

環境未来都市、SDGs 未来都市を推進していく観点から実証のフィールドの提供は進めていきたい。

以下に示す個別案件については検討の余地があるため、具体的な検討に進めるものについては改めて意見交換をお願いしたい。

小水力発電

富山国際大学上坂教授は小水力等の分散型エネルギーが研究テーマであり、同教授を中心に富山市における小水力推進の勉強会を不定期で実施中。

本勉強会と連携してHVユニットリユースの取組の具体的検討ができないかと考えている。なお、富山市内には、水車メーカーとして水機工業が存在。

電気自動車

北陸電力の研究所でEV開発を行っている。かつてEVバスを開発し、富山市内で実証走行をした経験もある。オープンイノベーションでの開発連携先としてつながりをもつことも有益ではないか。小水力と同様、モビリティ関係の勉強会活動を実施中。

農業への活用

農業に再生可能エネルギーを導入し、発電した電力を農業に使用することで活性化をすべく検討中。過去にEV軽トラックの導入を検討したが、予算が確保できず導入を見送った経緯あり。

水利権の問題はあるが、農業地域に小水力発電を導入することや、EV軽トラックの農家への導入については検討可能性あり。

V-3-2今後の検討課題

HVユニットのリユース事業化に向けた検討課題について、①再生可能エネルギー、②モビリティ、③産業機械の3つの製品分野別に整理した。

① 再生可能エネルギー

①再生可能エネルギーについては、小水力発電への適用が有望である。その他バイナリー発電やバイオマス発電についても検討したが、構造上の問題からHVユニットの導入への障害が大きかったり、市場が小さい等の理由から、現状では適用が困難と考えられる。今後は、HVユニットをリユースした小水力発電システムの販路拡大に注力することとなるため、有力な販売代理店との連携による戦略立案が検討課題となる。また、販路拡大の際の営業ツールとなるような優良事例の創出も必要である。

<今後の検討課題>

- HVユニットをリユースした小水力発電システムの販路拡大のための戦略立案
- 有力な販売代理店との連携
- 営業ツールとして活用するための優良事例の創出。

② モビリティ

②モビリティについては、ゴルフカート、軽自動車・軽トラックへの適用が有望である。その他三輪車については東南アジア等の途上国への展開が想定され、今後国や関係機関の予算等を活用したFS調査等により検討を進めていくことが有力である。特に電動カートについては、ナンバーを取得せずに公道以外を走行するパターンとナンバーを取得して行動を走行するビジネスモデルに大きく分類することができる。前者については、ゴルフ場での活用は実証試験を通じて目途がついたため、ゴルフ場への営業展開に加え、ゴルフ場以外のその他の販路の探索が検討課題となる。後者については、まず、公道走行可能な電動ゴルフカートの完成が検討課題となる。また、他社との差別化のために、電動化やリユース部品を使用した環境面や低コストであること以外の付加価値を検討することも必要となる。例えば、トレーサビリティシステムの開発や導入先地域と連携したコンテンツ制作(まちづくり、観光等)を検討する必要がある。

<今後の検討課題>

- 電動カート、電動軽自動車・軽トラックの完成(電動カートに関しては、公道走行のためのナンバーの取得)
- 販路の探索
- 更なる付加価値の検討

③ 産業機械

③産業機械については、ポンプメーカーとの連携可能性があり、今後ハイブリッドユニットを提供し、実際にポンプへの適用が可能かどうか検討を行う予定である。また、農業関係機械についてはへのトラクター等への導入可能性を確認することができたため、今後農業関係の事業者にも更なるヒアリングを行い、導入に向けた課題を検討する予定である。一方でその他については、食品関係機械、リフター等の様々な種類の機器への展開を検討したが、HVユニット導入を検討できそうな製品分野を確認することができなかった。今後はHVユニットの特徴を世の中に広めることが課題と考えられる。そのためには、前述のとおり、展示会への出展等の展開が考えられる、これに加えて電動化した先を見据えた新たな展開先を検討することが必要である。例えば、農業へのIoT導入・自動化の流れと連動させ、農業関係機器を電動化させることも一案と考えられる。

<今後の検討課題>

- ポンプ、農業関係機械への導入可能性の具体的検討
- HVユニットに関するリユース取組の普及啓発(展示会等への出展)
- 電動化の先を見据えた新たな展開の検討

VI 事業実現可能性評価と各出口戦略

VI-1 事業実現可能性評価

HV ユニートをリユースする際の技術的な実現可能性については、平成 30 年度の実証において唯一課題であったモータ・発電機内ベアリング交換を行う事により全て解決し、実現可能性を危ぶむ要素はない事が検証されている。本事業でもそれ継続すると同時に最終章(VIII)の「今後の見通し」にてさらにブラッシュアップした対策も提案している。

更に、経済的な実現可能性について IV-2 で各リマン製品の高いコストパフォーマンスについて検証した。また、発生品であるリユース元の 2 世代プリウス確保も新たにオークションではなく、中古車・廃車を直接全国トヨタ車販売店から買い取る仕組みを構築し、より確実に、程度の良い車を安価(約1割程度)で、沢山確保できるようになっている。もちろん、将来の「2 世代プリウス枯渇」への対応として、リユース元の対象車種拡大も提案しており、万全を尽くし、懸念のないものとした。

事項で、各リマン製品の「出口戦略」について言及するが、「産業機器」特に

今回有望なリユース先とした「農業器具」については、リユースの仕組み自体が次の通り、未だ幅広く、それぞれ出口が全く異なってくるので、本事業では割愛した。

- 既存のガソリン、ディーゼル機器の電動化
- 既存リマン製品の農業仕様への改造
- 新たな電動化機器の開発

VI-2 出口戦略

VI-2-1 電動カート

- ゴルフ場向け

日本全国のゴルフ場数は、推定で 2000 箇所。平均すると 60 台/箇所、約 12 万台のカートが走っている。このうち未だに約 7 割がガソリン車であり、電動化が望まれている。また、ナビゲーションシステムを有しているゴルフ場は約 6 割である。

メーカー別シェアでは、ヤマハが市場の 7 割、日立が 3 割。かつては、サンヨー製カートが販売されていたが、8 年前に撤退している。但し、当時のカートが未だ約 2 万台走っている。

ゴルフ場は、通常 10 年、3 万kmでカートを入れ替える。毎年約 1 万 2 千台の新規需要がある計算である。

本事業において中部地区にある旧サンヨー製カートを使用しているゴルフ場オーナーより「三洋カートを HV にて改造してほしい」との特別な注文があった。

結果は、第 IV 章で詳細に言及し、又、競合との優位性についても明示したものとなった。GPS システムは、電磁誘導を新たに設置し、維持運営するコストと比較して、カート 1

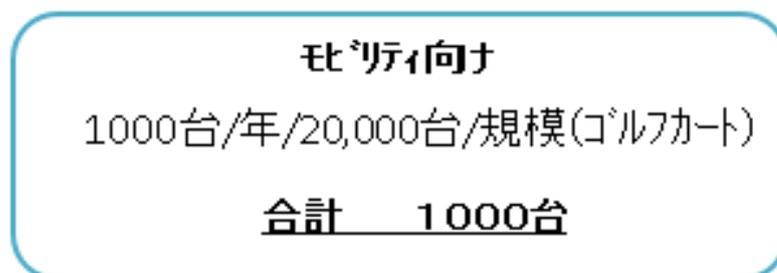
台あたりの付加価値評価に換算すると、上記ゴルフ場オーナーの試算では、10万円／台以上にはなるとの事。

又、同時にこのシステムは、ゴルフナビ(ピンまでの距離や前カートとの距離等を表示)へもカスタマイズ可能であり、これも新たにナビシステムを導入するコストをカート1台当たりの付加価値評価にて計算した場合、40万円／台は評価できるとの事。

カート本来の性能・コストに加えて上記の付加価値を加えれば、「HVユニットをリユースしてリマンしたゴルフカート」の未来は相当明るいと思定される。

本実証では最低目標達成レベルとして次(図表 83)の規模としている。

図表 83 リユース事業5年後の市場規模(ゴルフカート)



- グリーンスローモビリティとして

昨年度より国交省により電動カート＝超低速電動車＝グリーンスローモビリティ(以下グリスロ)として全国の自治体でナンバーを取得して公道を走る実証がスタートした。

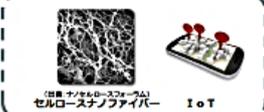
来年より環境省とも連携して、更に台数も場所も増やして普及を進める計画である。

図表 84 グリーンスローモビリティ導入実証事業

【平成31年度環境省予算要求(環境省・国土交通省連携事業)】
公共交通機関の低炭素化と利用促進に向けた設備整備事業のうち、
グリーンスローモビリティ導入実証事業

2019年度要求額
2,000百万円(新規)



背景・目的	グリーンスローモビリティの特長
<p>背景・目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地域での低炭素型交通の確立が必須だが、公共交通が衰退し、マイカー交通が主流になっている地方部が多い現状。 ● 低炭素型モビリティであるグリーンスローモビリティ(時速20km未満で公道を走る4人乗り以上の電動モビリティ)は、一部地域で無償運送が行われているものの、地域での本格導入が進んでいない。 ● 様々な地域へのグリーンスローモビリティの導入を進めることで、マイカー等からの移動手段の転換を促進する。高齢者の移動手段の確保や観光振興など、交通の低炭素化と併せて地域課題の解決を図る。 ● 併せて、車両部材としてのCNFの実証、IoTを活用したサービスの構築など複数テーマにおけるグリーンスローモビリティの導入方法を検証する。 <p>事業概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ①グリーンスローモビリティ(ゴルフカート、eCOM8等)の車両購入費補助 ②先進技術を活用したグリーンスローモビリティの導入実証事業(CNF、IoT技術の活用等) ●実施期間:2019年度~2023年度 <p>事業スキーム</p> <p>経 費:①車両購入補助費、②実証事業委託費 対 象:①グリーンスローモビリティを使って旅客運送事業を行う地方公共団体及び地方公共団体と連携して旅客運送を行う団体等、バス事業者、タクシー事業者 ②民間事業者等 補助割合:①2/3</p> 	<p>グリーンスローモビリティの特長</p> <p>電動で時速20km未満で公道を走ることができる4人乗り以上のモビリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> ①Green:電気自動車 →CO2排出量が少なく、GS撤退地域でも運行可 ②Slow:時速20km未満、観光に適したスピード ③Safety:比較的安全、高齢者も運転可 ④Small:小型なので道幅が狭くても問題ない →狭い道の中山間地・住宅地・離島など今まで公共交通を使えなかった地域で導入可能 ⑤Open:開放的や対面式のシートで話が弾む →「乗りたい」「乗って楽しい」モビリティ <p>【事業のイメージ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①グリーンスローモビリティ導入にかかる購入経費を補助 ②CNF、IoT等の先進技術を活用したグリーンスローモビリティの導入実証事業を実施 <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; margin-right: 10px;">  <p>①セルロースナノファイバー IoT</p> </div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">×</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; margin-left: 10px;">  <p>グリーンスローモビリティ</p> </div> </div> <p>期待される効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ●低炭素な移動手段への転換による、運輸部門におけるCO2排出量の削減。 ●様々な地域における活用方法確立により、多くの地域へ導入が波及。 ●導入台数の増加によるグリーンスローモビリティの価格低減。 ●先端技術の活用方法の実証による、より省エネ効果の高い導入方法の確立。

出所)国交省HP

この動きに対応して、本事業にて第IV章で示した通り、ゴルフカートとして標準化、実証したモデルをグリスロにも展開できるように、更なる標準化(実際は、公道を走るために、フロント・サイド・テールランプをつける、安全ベルト装着等のみ)をして広く自治体で高齢者や主婦等のファースト・ラストマイルの移動手段としての出口も今後可能となるべくワークを行う。圧倒的なコストパフォーマンスと多機能を持って市場開拓を進めていく。

尚、ビジネスモデルについては、第V章で言及しているのでここでは割愛する。

VI-2-2 電動軽トラック

電動軽トラックについては、第IV章で4つの仕様を提案している。出口戦略の正確な構築には、このパターンの地域別の選択を行い「社会実証」を行う事が先決である。社会実証は国内では、トヨタモビリティ基金を利用して、交通弱者が多い過疎地域、高齢化率が高い地域の選択をまず行い現地での実施体制を整えて進めていく必要がある。昨年度実証された岡山県美作市上山地区等が有力で、今後詳細を検討する。海外では、環境省の「コ・イノベーションによる途上国向け低炭素技術創出・普及事業」(図表 85)

図表 85 コ・イノベーションによる途上国向け低炭素技術創出・普及事業

コ・イノベーションによる途上国向け低炭素技術創出・普及事業		2019年度要求額 2,500百万円（新規）
<p>背景・目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 優れた低炭素技術は国際的な地球温暖化対策の強化に不可欠であるが、その普及には途上国との協働により、これらの国のニーズに適した低炭素製品・サービスのイノベーション及び市場創出が必要となる。 本事業では途上国向け技術のシステム化、複数技術パッケージ化等による、我が国の強みである質の高い環境技術・製品のカスタマイズ・普及を通じて低炭素社会を構築し、我が国と途上国の協働を通じて、双方に裨益あるイノベーション（コ・イノベーション）を創出する。 このコ・イノベーションにより、国内の技術開発への還元や他の途上国への波及等につなげていく。 	<p>政策目標</p> <ul style="list-style-type: none"> 途上国に優れた低炭素技術を普及し、CO2排出削減による低炭素社会の構築を実現するとともに、途上国に適した低炭素製品・サービスのイノベーション及び経済・社会システム、ライフスタイルの変革につなげる。 	<p>事業目的・概要等</p>
<p>事業スキーム</p> <p>補助対象：民間団体等 補助割合：1/2～2/3 実施期間：平成31年度（2019年度）～35年度（2023年度）</p>	<p>事業概要</p> <p>以下の途上国向け技術によるコ・イノベーション事業を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> システム技術の例 マイクログリッド、地域冷房・最適制御 等 複数技術のパッケージ化の例 風力発電+EV充電インフラ+EV、太陽光発電+蓄電池+EMS、廃棄物発電+IoT化、堆肥化+バイオガス発電、ソフト面+ハード面のパッケージ化 等 	
<p>イメージ</p> <p>【複数技術パッケージ化の例】 ・ディーゼル発電依存度が高い離島における、再生可能エネルギーと蓄電池を制御するEMSの開発</p> <p>再生可能エネルギーによる発電と蓄電をEMSで制御することにより、自律的に一定時間・一定量の電力安定供給を行う。</p> <p>従来のディーゼル発電機に依存した社会システム構造に再生可能由来の電力安定供給を付加 ⇒ディーゼル発電機への依存度が低下しCO2削減に寄与</p>		

出所) 国交省HP

対象は、フィリピン、ラオス、カンボジア等それぞれ現地に拠点を持つパートナー候補も決まっております。単なる電動軽トラ実証にとどまらず「充電インフラ」「IoTを活用した軽トラの監視・運用」等の組み合わせによる複数技術のパッケージ化による質が高く、実証後の事業がイメージに近い取り組みをしていきたい。

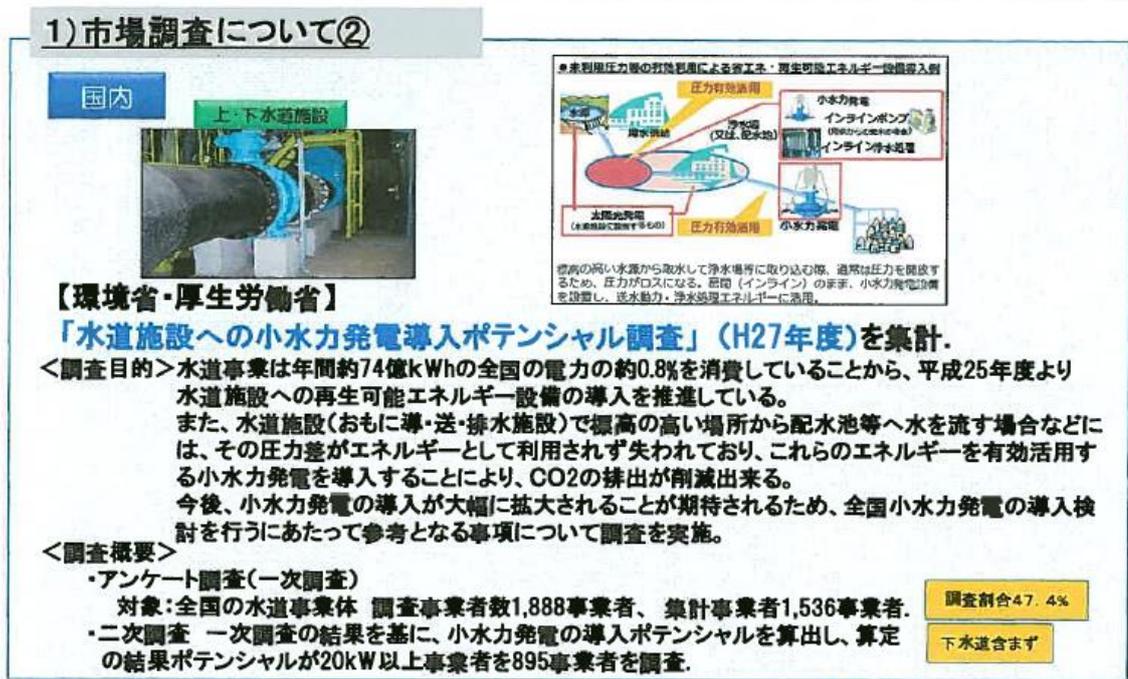
尚、ビジネスモデルについては、第V章で言及しているためここでは割愛する。

VI-2-3 マイクロ水力発電

現在共同開発パートナーと「ポンプ逆転型マイクロ水力発電システム」を開発中である。開発は最終段階にきており、既に公の「展示会」への出品も決まっている。

市場ターゲットの中心は、全国の上下水道であり、市場調査も行っている。(図表 86)

図表 86 上・下水道施設市場調査



出所)東北小水力発電

また、第二の開発パートナーとは、全国の農業用水路向けをターゲットに「水路設置型マイクロソフト」の開発も行っており、昨年度「新エネルギー財団」(NEF)の採択も受けて、富山県黒部市での実証も決まっている。

こちらの市場についても調査が進んでいる。(図表 87)

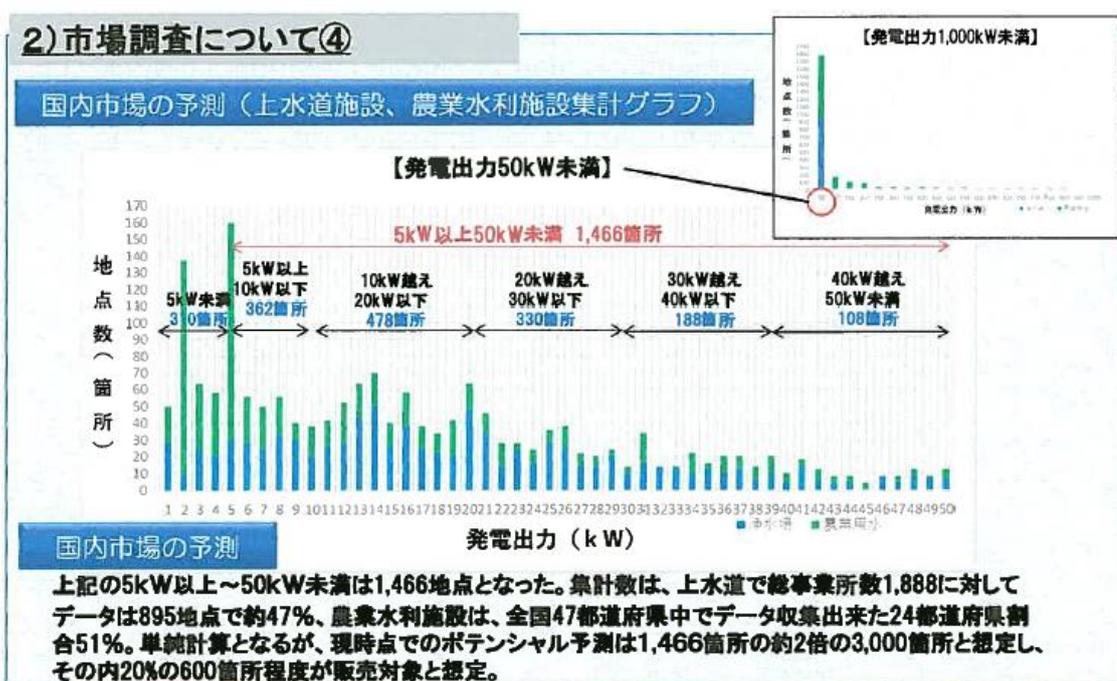
図表 87 農業用水路市場調査



出所) 東北小水力発電

上記の上下水道、用水路向けを整理すると次のポテンシャルが見えてくる。(図表 88)

図表 88 水力発電市場ポテンシャル



出所) 東北小水力発電

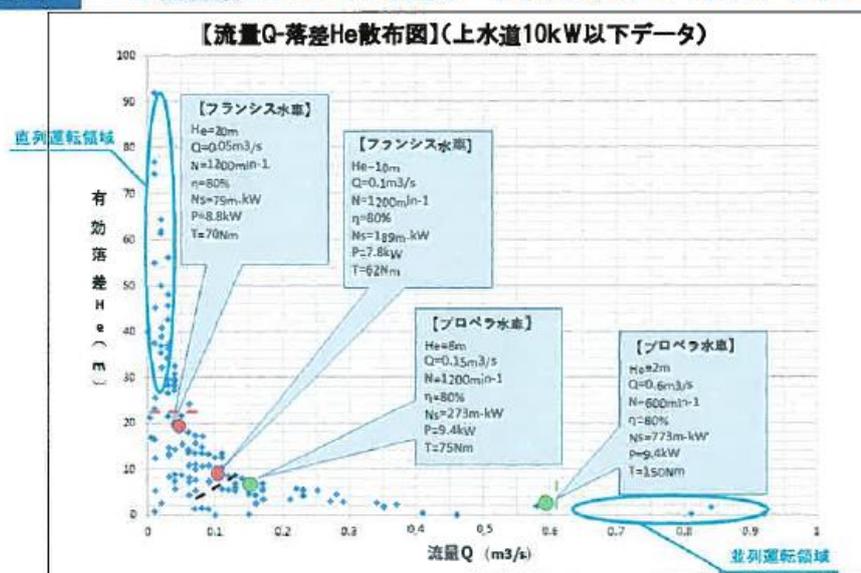
対象となる水車タイプについても次の通り選定を絞っている。(図表 89)

図表 89 市場調査結果からの対象水車選定

2) 市場調査について⑤

国内

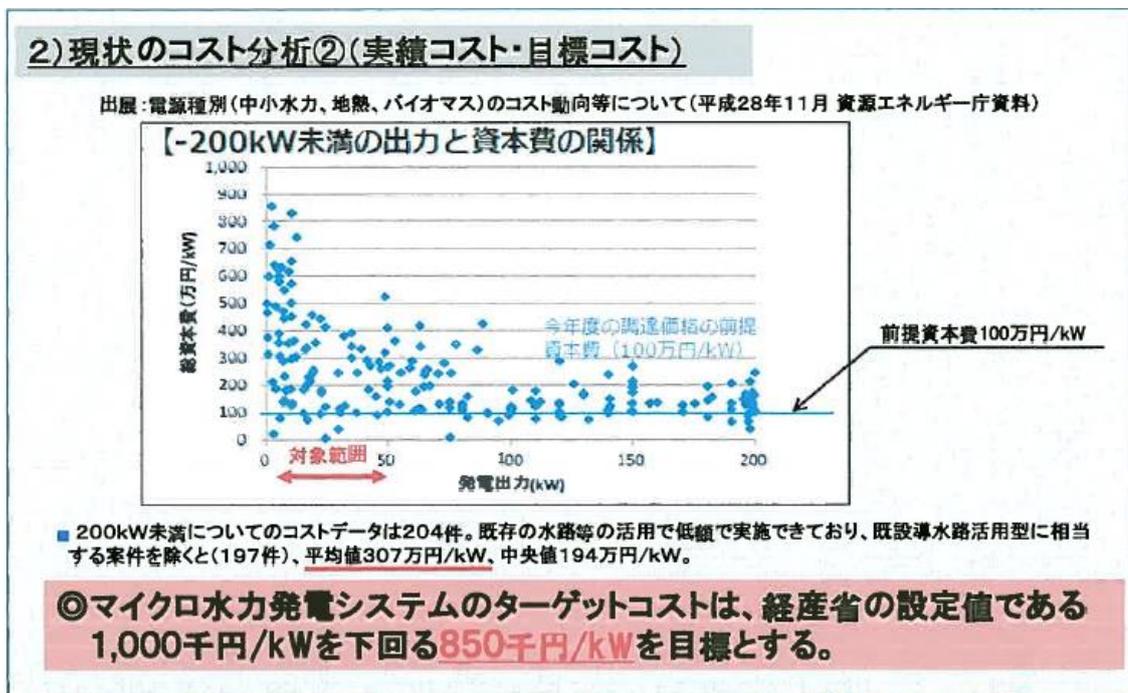
上水道施設ポテンシャル調査データより水車(プロペラ水車・フランシス水車)選定



出所) 東北小水力発電

現状の競合他社状況は、次の表に示す通りで殆どの施工例が、設置コスト 100 万円 / kW である。(図表 90)

図表 90 コスト分析表



出所) 東北小水力発電

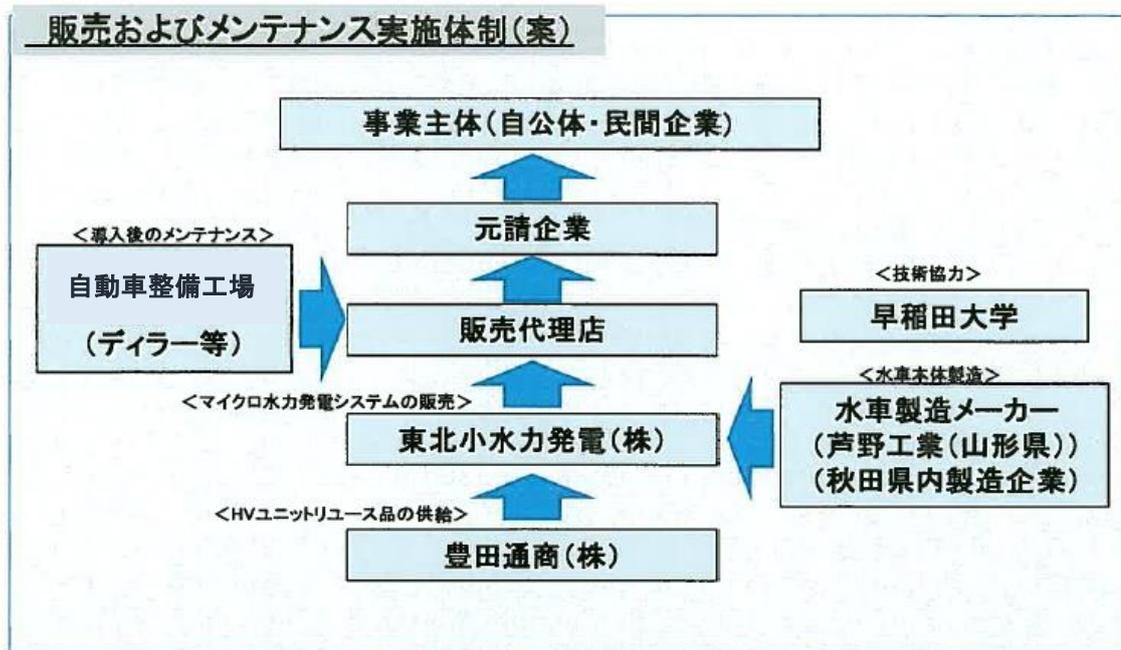
これらの情報と第IV章で示した「HV ユニートをリユースしたマイクロ水力発電システム」のコストパフォーマンスから5年後に次の目標に向けて出口戦略の構築は妥当である。

図表 91 リユース事業5年後の市場規模(発電機)

発電ユニット向け		
マイクロ水力国内	用水路	120台
マイクロ水力国内	浄水場	120台
合計		240台

尚、販売やその後のメンテナンスについても次の通り実施体制構築していく。(図表92)

図表 92 事業化後保守を含めた実施体制(案)



出所) 東北小水力発電

VI-2-4 小型風力発電

本項では、小型風力発電についての出口戦略について考察する。小型風力については、昨年 FIT(政府固定価格買取制度)の大幅な変更(55 円/kWh から 20 円/kWh)があったため(図表 93)、環境省の補助金を活用したビジネスモデルの成立可能性を検証した。

図表 93 再エネ別 2017 年以降の調達価格及び調達期間

種類	規模	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	調達期間
小型風力	20kW 未満	55 円	20 円	19 円	18 円	20 年
太陽光	10kW 未満	30 円	28 円	26 円	26 円	10 年
小水力	200kW 未満	34 円	34 円	34 円	34 円	20 年
地熱	15,000 kW 未満	40 円	40 円	40 円	40 円	15 年
バイオマス	2,000 kW 未満	40 円	40 円	40 円	40 円	20 年

環境省の「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業)」の活用を想定したビジネスモデルについて検討を行う。(図表 94)

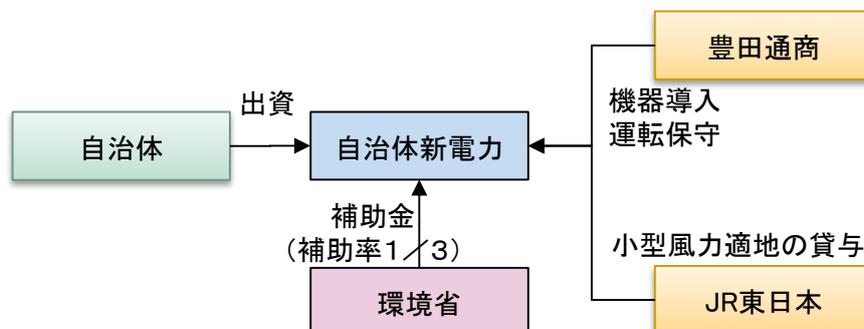
図表 94 郡設置の導入支援策の検討結果

検討オプション	検討結果	結果概要
新FITの創設 ・ 小型風力の群設置に対応した、新FITの創設の可能性を検討。	△	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新FITの導入は時間を要する。 ・ 安価な中国製の大量導入や信頼性の低い中小デベによる設置・施工不良の増加を懸念。 ・ 価格等算定委員会では、小型風車FITの撤廃について言及。
新補助金の創設 ・ 環境省を対象に、リサイクル等の観点も入れた、再エネ向けの補助金創設の可能性を検討。	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハードルは相当に高い。 ・ 現状、車両の蓄電池には価値があるため、リサイクルに補助金を出すという考えがない。 ・ 海外では、業界や企業に対して減税を適用するという方法もあるが、実現は同様に困難。
既存補助金の適用 ・ 経産省、環境省、自治体の既存の補助金で小型風力の群設置に適用可能なものを探索。	○	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適用可能な補助金が存在。 ・ エネ特を財源とする「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業)」が最も有望。

・ 第1号事業を想定したビジネスモデル

第1号事業を想定した最もシンプルなビジネスモデルは、自治体新電力が環境省補助金の申請者となり、豊田通商が自治体新電力に小型風力の機器導入および運転保守を実施するスキームである。(図表 95)

図表 95 第1号事業を想定したビジネスモデル



現在存在する自治体新電力は20社程度(図表 96)であり、かつ、風力適地に所在する自治体新電力は非常に限定的である。そこで、豊田通商自らが自治体新電力を組成、出資するという考え方もあるが、成立時間の観点および横展開の観点から優先順位は低いと考える。

図表 96 自治体新電力一覧

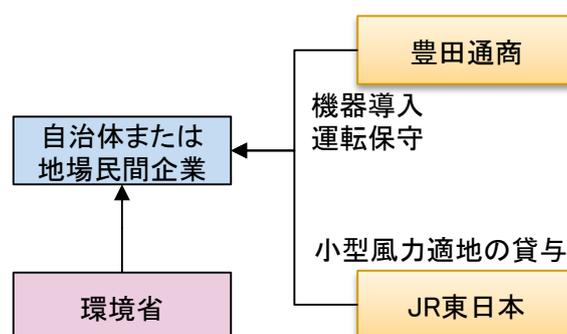
自治体	自治体新電力会社名	主な民間出資者	資本金(百万円) 【自治体出資割合】
山形県	(株)やまがた新電力	(株)NTTファシリティーズ	70【33.4%】
宮城県東松島市	東松島みらいとし機構	東松島商工会議所	
群馬県中之条町	(株)中之条パワー		3【60%】
群馬県太田市	(株)おおた電力	太田都市ガス	【60%】
千葉県睦沢市	(株)CHIBAむつざわエナジー	パシフィックパワー(株)	9【56%】
千葉県成田市、香取市	(株)成田香取エネルギー	(株)洗揚電機	9.5【80%】
東京23区、清掃一部事務組合	東京エコサービス(株)	東京ガス(株)	200【59.8%】
静岡県浜松市	(株)浜松新電力	(株)NTTファシリティーズ	60【8.33%】
滋賀県湖南市	こなんウルトラパワー(株)	パシフィックパワー(株)	9【36.67%】
大阪府泉佐野市	(一財)泉佐野電力	パワーシェアリング(株)	3【66.7%】
奈良県生駒市	いこま市民パワー(株)	大阪ガス	15【51%】
岡山県真庭市	真庭バイオエナジー(株)	真庭市森林組合	
鳥取県鳥取市	(株)とっとり市民電力	鳥取ガス(株)	20【10%】
鳥取県米子市	ローカルエナジー(株)	(株)中海テレビ放送	90【10%】
鳥取県南部町	南部だんだんエナジー(株)	パシフィックパワー(株)	9.7【41%】
島根県奥出雲町	奥出雲電力(株)	パシフィックパワー(株)	23【87%】
福岡県北九州市	(株)北九州パワー	(株)安川電機	60【24.17%】
福岡県みやま市	みやまスマートエネルギー(株)	九州スマートコミュニティ(株)	20【55%】
大分県由布市	新電力おおいた	(株)デンケン	20
熊本県小国町	ネイチャーエナジー小国(株)	パシフィックパワー(株)	10【38%】
鹿児島県日置市	ひおき地域エネルギー(株)	(有)池田製茶	2.4【4.2%】
鹿児島県いちき串木野市	(株)いちき串木野電力	(株)パスポート	10【51%】

出所)各種公開資料より株式会社野村総合研究所作成

・第4号事業を想定したビジネスモデル

第4号事業を想定した最もシンプルなビジネスモデルは、オフグリッド島の民間企業や自治体等が環境省補助金の申請者となり、自家消費向けに小型風力を導入、その際に豊田通商が小型風力の機器導入および運転保守を実施するスキームである。(図表 97)

図表 97 第4号事業を想定したビジネスモデル



日本国内にオフグリッド島は 80 程度(図表 98)存在し、小型風車を郡設置可能な土地も数多く存在すると想定される。

ただし、すでに太陽光発電が相当量導入されていたり、土地があるものの所有権が分散しているという可能性もあるため、来年度以降に精査していく必要がある。

図表 98 日本国内オフグリッド離島

日本国内の約80のオフグリッド離島。なお、中部電力、関西電力、四国電力管内にはオフグリッドの離島は存在しない(有線接続している)。

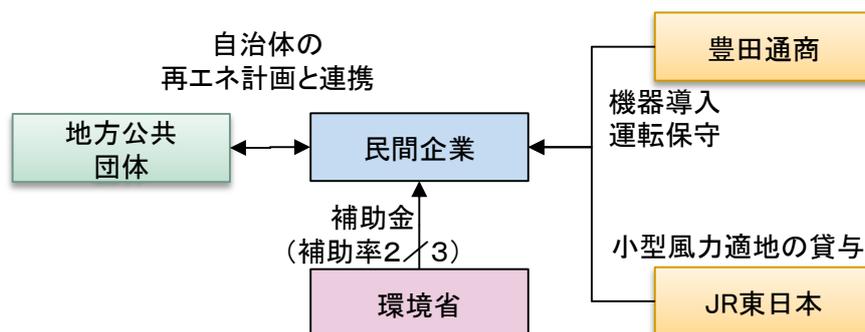
-
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">■北海道電力<ul style="list-style-type: none">●礼文島、利尻島、天売島、焼尻島、奥尻島■東北電力<ul style="list-style-type: none">●山形県<ul style="list-style-type: none">・飛島●新潟県<ul style="list-style-type: none">・佐渡島■北陸電力<ul style="list-style-type: none">●石川県<ul style="list-style-type: none">・舩倉島■東京電力<ul style="list-style-type: none">●東京都<ul style="list-style-type: none">・大島、利島、新島、式根島、神津島、三宅島、御蔵島、八丈島、青ヶ島、父島、母島■中国電力<ul style="list-style-type: none">●島根県<ul style="list-style-type: none">・島後、中ノ島、西ノ島、知夫里島●山口県<ul style="list-style-type: none">・見島 | <ul style="list-style-type: none">■九州電力<ul style="list-style-type: none">●福岡県<ul style="list-style-type: none">・小呂島●長崎県<ul style="list-style-type: none">・対馬島、海栗島、泊島、赤島、沖ノ島、島山島、荻岐島、若宮島、原島、長島、大島●鹿児島県<ul style="list-style-type: none">・上甕島、中甕島、下甕島、竹島、硫黄島、黒島、口之島、中之島、平島、諏訪之瀬島、悪石島、小宝島、宝島、種子島、屋久島、口永良部島、奄美大島、喜界島、加計呂麻島、与路島、請島、徳之島、沖永良部島、与論島■沖縄電力<ul style="list-style-type: none">●粟国島、渡名喜島、久米島、奥武島、オーハ島、北大東島、南大東島、宮古島、池間島、大神島、来間島、伊良部島、下地島、多良間島、水納島、石垣島、竹富島、西表島、鳩間島、由布島、小浜島、黒島、新城島(上地)、新城島(下地)、波照間島、与那国島 |
|---|--|

- 第6号事業を想定したビジネスモデル

第6号事業を想定した最もシンプルなビジネスモデルは、民間企業が環境省補助金の申請者となり、自家消費向けに小型風力を導入、その際に豊田通商が小型風力の機器導入および運転保守を実施するスキームである。(図表 99)

なお、「かさ上げ優遇措置」で補助率 2/3 を獲得するために、自治体の再エネ計画との連携が必要であるため、特に市町村の巻き込みが必要である。

図表 99 第6号事業を想定したビジネスモデル



民間企業は、従来よりも安価かつグリーンな電力を自家消費できるため、十分なメリットが得られると考えられる。

短期的には、小型風力設置の適地となっている秋田県と連携して、秋田県の民間企業が導入する案が考えられる。同様に、短期的には豊田通商や JR 東日本自らが申請者となることも考えられる。

以上の3つのビジネスモデルにおいて獲得が可能となる補助金をベースに事業性評価を行った。

前提条件は図表 100 の通り。

図表 100 事業性サマリー

<事業性検討サマリー>

- 前提条件■ 新風車デザイン 定格10KW(6.5m × 7.5m 3枚翼)
年間発電量18,800(kWh) × 5(基) × 20(年)
= 1,880,000kWh
- 設置条件■ 5基群設置により低圧連系範囲(50KW以下)
- 設置コスト■ 660万円 × 5基 = 3,300万円
- 20年メンテコスト■ 250万円 / 5基

また、事業性評価を図表 101 に示す。

図表 101 事業性評価

▼独立電源の場合(20年平均電気コスト)

Case1

補助金なし: 18.88円/kWh

一般家庭平均電気代と同等。長期的な電気代の値上がりとグリーン電力証書及び非化石証書の売却益(2.4円/kWh)も期待されるが、反面、送電の託送コストが8.9円/kWh)かかるためコスト競争力なし。

Case2

1/3設備補助: 13.03円/kWh

一般企業での平均電気代と同等。但し、ケース1同様、コスト低減策もある反面、託送コストが大きく、最終コストは一般家庭並みに留まる。

Case3

2/3設備補助: 7.18円/kWh

ケース2同様コスト増減要因により最終コストは、太陽光と比べても高く、一部環境志向が強い企業にて導入も期待されるが大きな普及は望めない。

残念ながら、本項で検討した補助金を活用しても小型風力発電については現状では大きな普及は望めないとの結論に至った。

【結論】

- 補助金活用しても事業性は限定的である
- 補助金申請は、1社1回限り
- 市場規模は期待できない

今後については、小型風力を取り巻く環境変化に期待したい。

- 託送コスト負担方法の見直し
- 長期的な電気料金の値上がり
- 企業の環境負荷低減への更なる関心の高まり
- 新たな風車型式へのHVユニットの提供

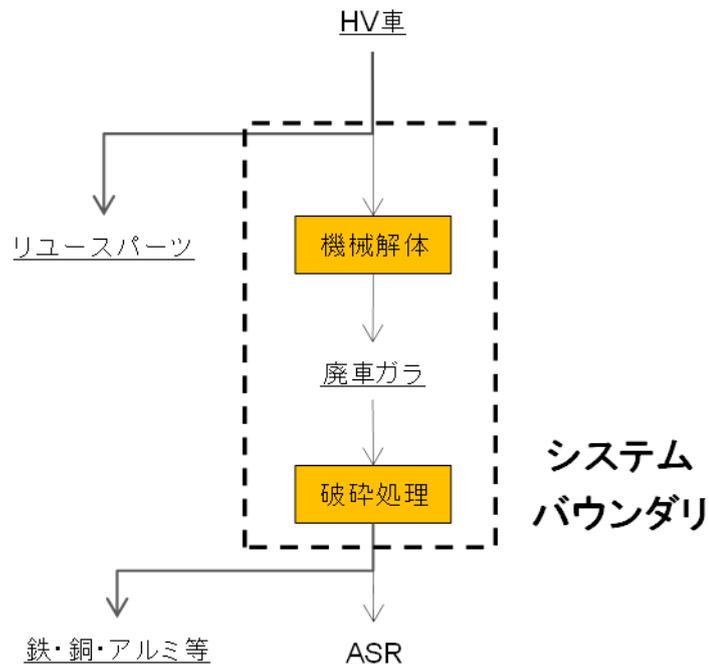
図表 102 で示したシステムを構成する、個別プロセスのバウンダリは以下の通りである。

1-1 HV車の解体・破砕・選別プロセス（従来方式・本実証方式共通）

プリウス1台の処理を評価対象とする。図表 103 に解体・破砕・選別プロセスにおける環境負荷分析のシステムバウンダリを示す。尚、プリウス1台を解体し、シュレッダー処理して鉄スクラップ、非鉄スクラップ(銅、アルミニウム)、ASRを得るまでを、解体・破砕・選別プロセスにおけるシステムバウンダリとして想定した。

プリウス以外のマテリアル投入については、特にその製造段階の環境負荷等を特に考慮しないものとした他、解体等で発生した部品類の解体段階の環境負荷等も特に考慮しないものとした。

図表 103 システムバウンダリ(解体・破砕・選別)



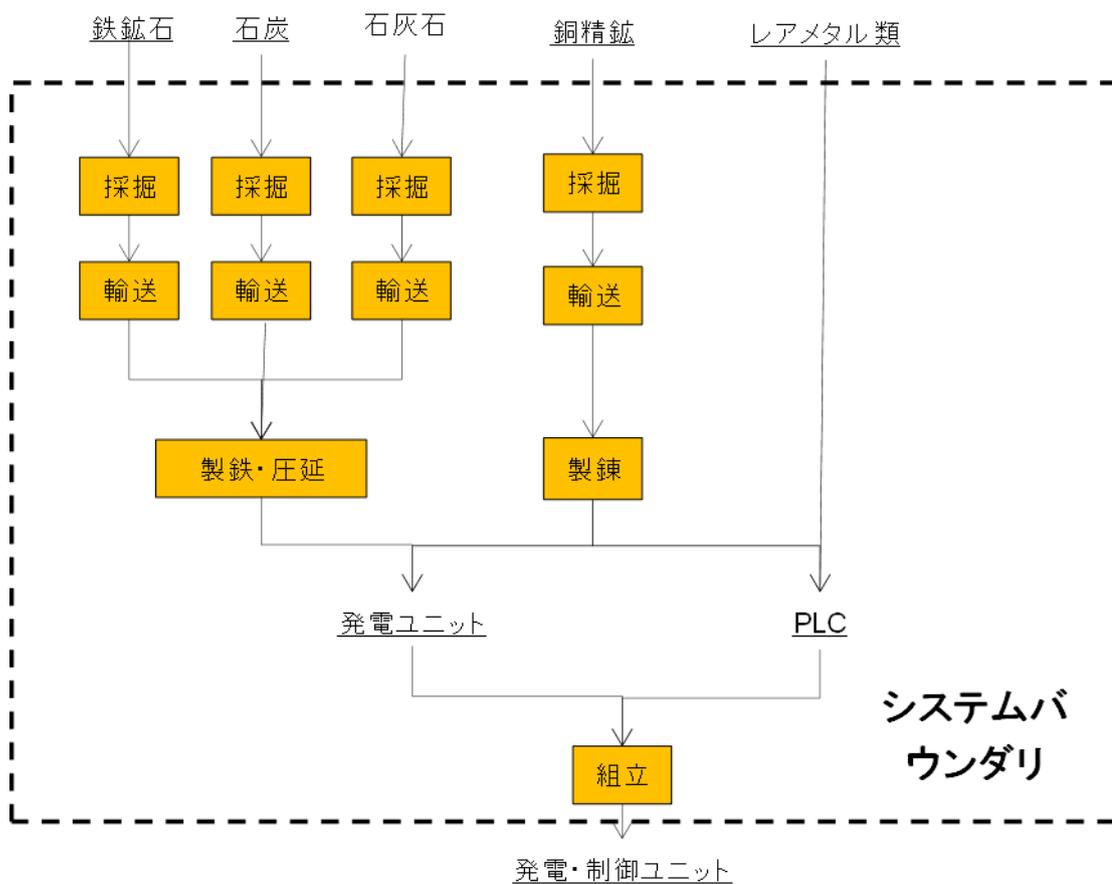
1-2 ガス化溶融プロセス（従来方式・本実証方式共通）

ASR のガス化溶融処理を評価プロセスとし、環境負荷計算に際しては ASR 中に含まれる炭素由来の CO₂ も計上し、自家発電による CO₂ 削減効果も考慮する。図表 104 にガ

1-4 リマン製品の新規製造プロセス（従来方式のみ）

従来方式バウンダリにおいてリマン製品の新規製造を想定する。図表 106 にリマン製品の新規製造プロセスにおける環境負荷分析のシステムバウンダリを示す。HV ユニートをリユースした場合と同様の仕様のリマン製品を新規に作成する事を想定する。

図表 106 システムバウンダリ(リマン製品の新規製造)



1-5 環境負荷（CO2 排出量）の算出

CO2 排出量の算出に際して利用した燃料の発熱量、CO2 排出係数などを図表 107 に示す。発熱量、CO2 排出係数は、最新の環境省令を使用し、インベントリに計上した投入エネルギーに対して下記の排出係数をかける事で、CO2 排出量を算出した。

図表 107 CO2 排出量の算出に利用した排出係数

		密度		CO2 排出係数		出展	
			(単位)	消費	(単位)	密度	CO2 (消費)
電力(発電端)	電力平均(日本)	-	-	0.587	kgCO ₂ /kWh		[3]
原油・石油製品類	軽油	0.843	kg/L	2.58	kgCO ₂ /L	[1]	[4]
石炭類	原料炭	-	-	2.61	kgCO ₂ /kg		[4]
天然ガス類	LPG(液化石油ガス)	-	-	3.00	kgCO ₂ /kg		[4]
	天然ガス(除く液化天然ガス:国産)	0.002	kg/L	2.22	kgCO ₂ /m ³	[2]	[4]

[1]石油通信社「石油資料」

[2]空気密度=1.2929、高炉ガス比重/空気比重=0.65として算出

[3]環境省「電気事業者別のCO2排出係数(平成27年度実績)」

[4]環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」

1-6 HV 車の解体・破砕・選別プロセス (従来方式・本実証方式共通)

HV 車の解体・破砕・選別プロセスにおける CO2 排出量の算出過程を図表 108 に示す。従来方式においても本実証方式においても、解体・破砕・選別プロセスで処理する対象は同一のため、本項において CO2 排出量の差は生じない。算出した CO2 排出量は 0.031 t-CO2 となる。

図表 108 CO2 排出量の算出(解体・破砕・選別)

	①投入エネルギー	②排出原単位	CO2 排出量 (① ②)
事前解体工程	電力:53.2 (kWh)	0.000587 (t-CO2/kWh)	0.0312 (t-CO2)

1-7 ガス化溶融プロセス (従来方式・本実証方式共通)

ガス化溶融プロセスにおける CO2 排出量の算出過程を図表 109 に示す。従来方式においても本実証方式においても、ガス化溶融プロセスで処理する対象は同一のため、本項において CO2 排出量の差は生じない。算出した CO2 排出量は 0.19 t-CO2 となる。

尚、ガス化溶融プロセスの環境負荷計算に際しては、ASR 中に含まれる炭素由来の CO2 も計上する事とし、CO2 排出量原単位も参考文献(c)に記載の 1.24 t-CO2/t を利用した。

図表 109 全 CO2 排出量の算出(ガス化溶融プロセス)

	入量	②排出原単位 ※文献cより	全CO2排出量 (①×②)
ガス化溶融プロセス	ASR:0.155 (t)	ASR 由来等CO2: 1.24 (t-CO2/t-ASR)	0.192 (t-CO2)
		コークス由来CO2 0.529 (t-CO2/t-ASR)	0.082
		LPG・軽油由来CO2 0.022 (t-CO2/t-ASR)	0.003
		自家発電由来CO2削減: -0.491 (t-CO2/t-ASR)	-0.076
合計	-	-	0.202

c)酒井他(2012)「自動車破碎残渣(ASR)の資源化・処理に関するライフサイクルアセスメント」

1-8 HV ユニットのリユースしたリマン製品製造プロセス (本実証方式のみ)

HV ユニットのリユースして発電ユニットを製造するため、本実証方式においては環境負荷が発生しない。

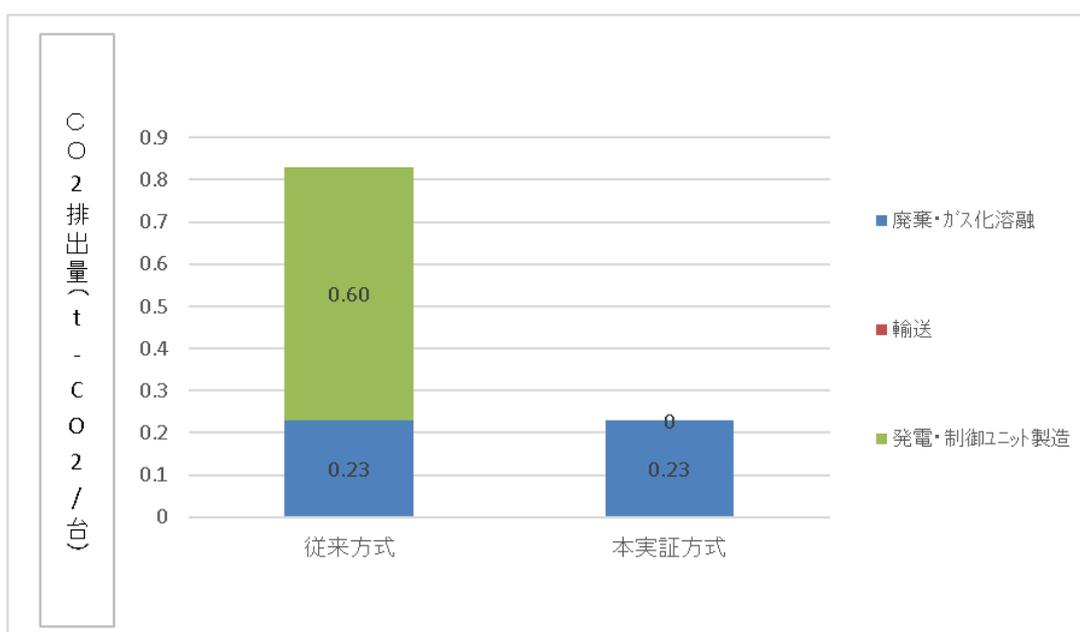
1-9 環境負荷 (CO2 排出量) 分析結果

「リマン製品 1 台の製造」の環境負荷を従来方式と本実証方式で比較すると、従来方式では新規に発電ユニットを製造する必要があるため、リユース部品を利用する本実証方式の方が、CO2 排出量(t)は約 6%(0.60t)少なくなる(図表 110、図表 111)。

図表 110 HV 車(プリウス)1 台の処分、小型風力発電システム 1 台の製造による環境負荷(CO2 排出量(t-CO2/台))

プロセス名	CO2 排出量 (t)	
	従来方式	本実証方式
廃棄・ガス化溶融	0.23	0.23
輸送	0	0
発電・制御ユニット製造	0.60	0
合計	0.83	0.23

図表 111 HV 車(プリウス)1 台の処分、リマン製品 1 台の製造による環境負荷(CO2 排出量(t-CO2/台))



VII-2 その他の環境負荷低減効果

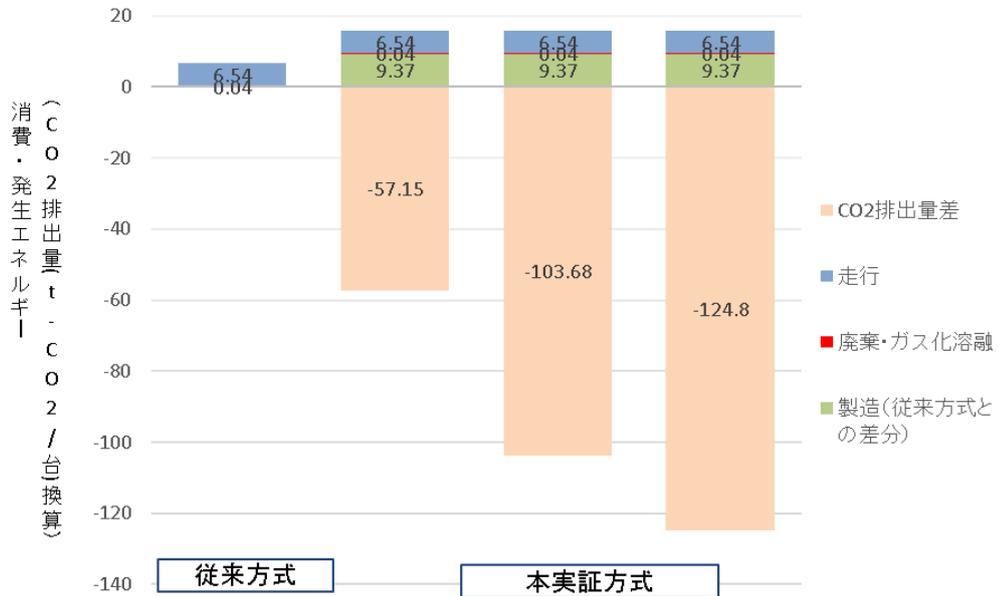
前掲では、HV 車(プリウス)1 台の処分プロセスやリマン製品の製造プロセスの違いに注目して評価を行ったが、1 台の HV 車が「走る」という機能以外に新たな機能を加えて利用出来るとした場合、どのような付加価値(エネルギー収支の改善や便益等)をもたらすのかを定量的に評価するため、ここでは HV 車の利用方法の違い(HV 車を自動車としてのみの利用する場合と HV 車を自動車及びリマン製品として利用する場合)に着目して評価する事を試みた。リマン製品は本実証で標準化の代表とした発電向けとモビリティ向けに分けて評価を試みた。それぞれ、「発電プロセス」「走行プロセス」として算出した。

1 エネルギー収支の改善効果(HV 車のライフサイクルでの活用)

1-1 機能単位

機能単位を「1 台の HV 車(プリウス)のライフサイクルでの活用(走行もしくは部品をリユースする事によるリマン製品としての機能を含む)」とし、HV ユニットを活用したリマン製品による発電プロセス・走行プロセスに及びまでもバウンダリに含めて、エネルギー収支の改善効果を CO₂ 換算で評価した。本実証におけるプロセスの評価範囲と、比較対象とする従来プロセスの評価範囲を図表 112 に示す。

図表 112 システムバウンダリ(HV 車のライフサイクルでの活用)
従来プロセスと本実証プロセス



(注1)本図で比較対象としているのは、HV車を自動車としてのみ利用する場合(従来プロセス)とHV車を自動車及びリマン製品として利用する場合(本実証プロセス)である(HV車の処分方法やリマン製品の製造方法の差異を評価しているわけではない事に注意)。

(注2)リマン製品による発電効果(創エネルギー効果)と走行効果は、マイナスのCO2排出効果として整理した。この発電量のCO2換算は、一般電源の排出係数を用いた(発電期間は20年間、排出係数は平成27年度環境省令である0.000587 tCO2/kWh)。

1-2 インベントリ算定項目

投入関係では、処理対象物(HV車)、電力、各種燃料(ガソリン、軽油、重油、一般炭など)などを対象とした。排出関係では、被処理物(シュレツダー後のスクラップ、ASR等)、CO2及び廃棄物(スラグなど)を対象とした。

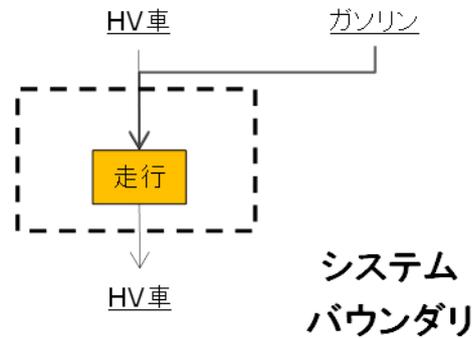
1-3 バウンダリ(分析境界)

図表 112 に示したシステムバウンダリの、個別プロセスの詳細を以下に示す VII-1 で想定するシステムバウンダリと共通する部分が多いため、”機能単位”で詳述したプロセスは省略し、図表 112 で新たに考慮するプロセスのみを記載する。))

1-4 HV車の走行プロセス

図表 113 に走行プロセスにおける環境負荷分析のシステムバウンダリを示す。プリウス1台が廃車になるまでの走行を想定し、走行距離は10万kmとした。

図表 113 システムバウンダリ(走行)



1-5 本実証方式による発電・走行プロセス

本実証方式の発電システムによる 1 kWh の発電とした。発電・走行期間は 10 年間を想定した。

2 インベントリデータ算定の考え方

インベントリデータ算定の考え方を以下に示す。想定するシステムバウンダリと共通する部分が多いため、VII-1-1-2 インベントリ算定項目”で詳述したインベントリデータは省略し、で新たに考慮するインベントリデータのみを記載する(評価された CO2 排出量には一部非エネルギー起源の CO2 を含むため、それらを除いたものをエネルギー収支(CO2 換算)評価のためのインベントリデータとして活用した)。

2-1 HV 車の走行プロセス (共通)

図表 114 に走行プロセスのインベントリを示す。投入(Input)と排出・生産(Output)を記述している。データは文献値で得られたもの、及びカタログスペック等を用いている。

図表 114 環境負荷のインベントリ(走行)

	投入 (Input)	排出・生産 (Output)
走行	<p>【文献値からの推計】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ HV車:1,250 (kg/台) ※2 世代プリウスのカタログ値 ・ ガソリン 2817 L(燃費をカタログ値 35.5 km/Lと想定) 	<p>【文献値等からの推計】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ HV廃車:1,250 (kg/台) ・ CO2 6,540 (kg)

2-2 本実証方式のリマン製品による発電量と既存製品による発電量との差分発電による CO2 排出量削減効果を評価するため、本実証方式のリマン製品による発電量と既存製品による発電量との差分を創エネルギー効果として本実証方式のエネルギー収支に計上した。発電量の差分に一般電源の排出係数をかけたものを環境負荷削減効果として算出する。発電期間は 20 年間とし、排出係数は平成 27 年度環境省令である 0.000587 tCO₂/kWh とする。

2-3 本実証方式のリマン製品による走行量と CO₂ 削減効果の試算

電動カートによる CO₂ 削減効果の算出は、本分野での権威である「公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団」発表の平成 28 年度「地域内や観光地における電動小型低速車の活用に向けた調査検討」推進委員会報告書中の「CO₂ 削減効果の試算」に準拠した。

さらに今回評価対象とした「電動カート」については、実際に運用しているゴルフ場からの聞き取りにより年間走行距離(8km/日 X216 日=1,728km)を設定。「電動軽トラック」については、上記報告書より 10kmX208 日=2,080km とし、両方とも CO₂ 排出量については、やはり同報告書より、50g-CO₂/km とした。比較対象は、ガソリン軽自動車とし、同報告書より、その CO₂ 排出量は、110g-CO₂/km を前提条件として試算した。これによると「電動カート」での年間 CO₂ 排出量は、86.4kg-CO₂/年となり、「電動軽トラック」では、104.0kg-CO₂/年となった。

3 エネルギー収支分析結果

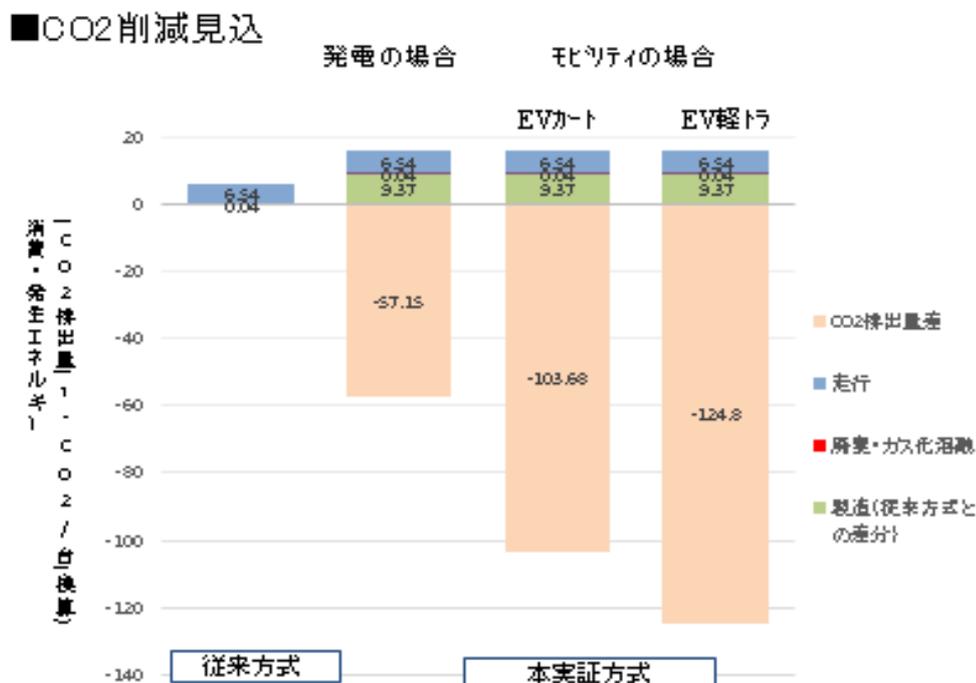
3-1 発電システムへリマンした場合

「1台のHV車(プリウス)のライフサイクルでの活用」のエネルギー収支を従来方式(HV車を自動車としてのみ利用する場合)と本実証方式(HV車を自動車及びリマン製品発電システムとして利用する場合)と比較すると、本実証方式では年間約12,460 kWhの創エネルギー効果(CO₂換算で12,460 kWh/年×10年×0.000587 = 73.1 t-CO₂/台・10年)が得られる。HV車の走行、廃棄・ガス化溶融を含めて考えると、最終的にエネルギー収支(CO₂換算)で、ライフサイクル(10年)として57.15 t-CO₂/台・10年(年間5.715 t-CO₂/台)相当の削減効果がある(図表115、図表116)。

図表 115 HV車(プリウス)1台の処分、小型風力発電システム1台の製造による環境負荷(CO₂排出量(t-CO₂/台))

プロセス名	CO ₂ 排出量 (t)	
	従来方式	本実証方式
廃棄・ガス化溶融	0.23	0.23
輸送	0	0
発電・制御ユニット製造	0.60	0
合計	0.83	0.23

図表 116 1 台の HV 車のライフサイクル(20 年)でのエネルギー収支
(CO2 排出量(t-CO2/台・20 年)換算の消費・発生エネルギー)



3-2 モビリティへリマンした場合

上記同様に従来方式と本実証方式(HV 車を自動車及びリマン製品走行システムとして利用する場合)で比較する。

電動カートの場合は、ガソリン車と比較すると一台あたりの年間削減量は、「電動カート」の場合で、103.68kg-CO2/年・台となり、「電動軽トラック」の場合は、同様に 124.8kg-CO2/年・台となる。

最終的なエネルギー収支(CO2 換算)では、ライフサイクル(10 年)とするとそれぞれ 1,0306.8kg-CO2/台・10 年、1,248.0kg-CO2/台・10 年相当の削減効果がある(図表 115、図表 116)

VII-3 環境負荷低減効果の中長期的見通し

前項で算出した、発電向けは「マイクロ水力発電」とし、モビリティ向けは「電動カート」として、第 VI 章での普及の見通しから今後 5 年間の CO2 削減効果を予測した。

VIII 今後の見通し

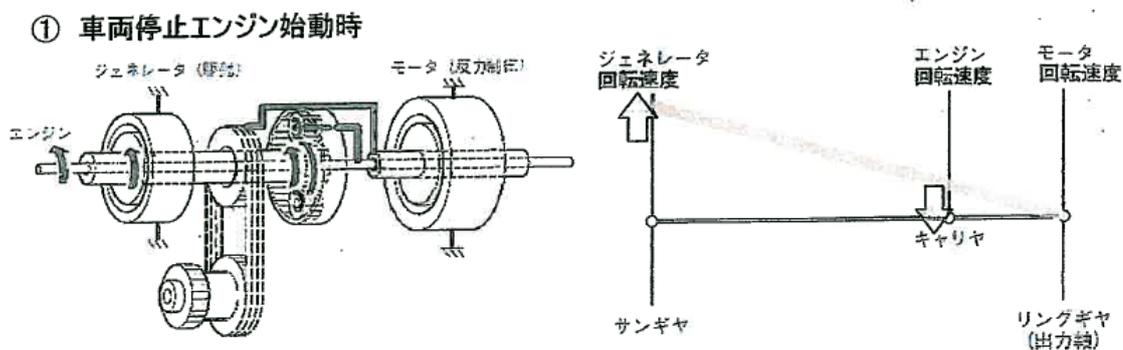
本章では、リユース事業を確実に進化させていくための具体的な方策案、及び取組案さらに複数のリマン製品の組み合わせによる提言と今後のロードマップを示した。

VIII-1 リユース技術高度化

平成 28 年より一貫して取り組ん出来たのは HV システム全体のリユースであり、その中心は、性能・コスト共に優れた HV のモーター・発電機である。

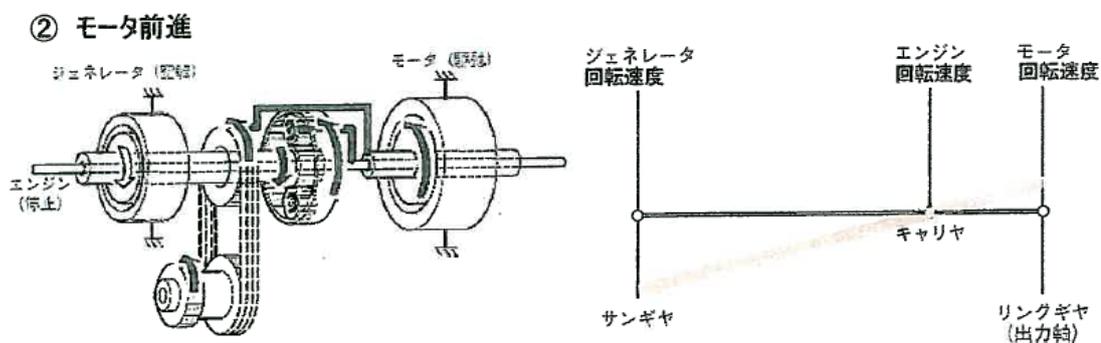
モーター・発電機は、トヨタ名で「トランスアクスル」命名されており、その構造は次の通りである。(図表 117)

図表 117 車両停止エンジン始動時



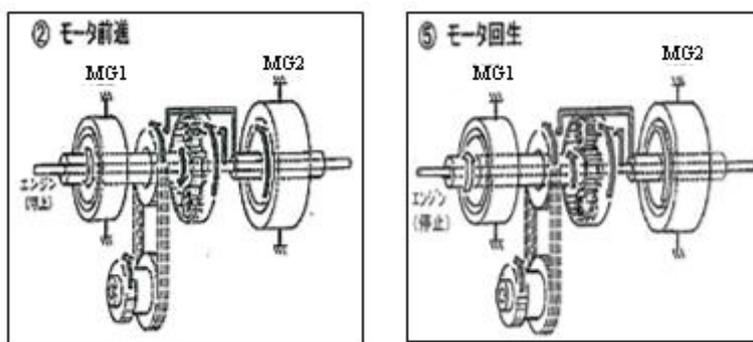
このトランスアクスルは、ミッションの役割もしており、内部のジェネレーション (MG1) とモーター (MG2) で作動している。(図表 118)

図表 118 モータ前進

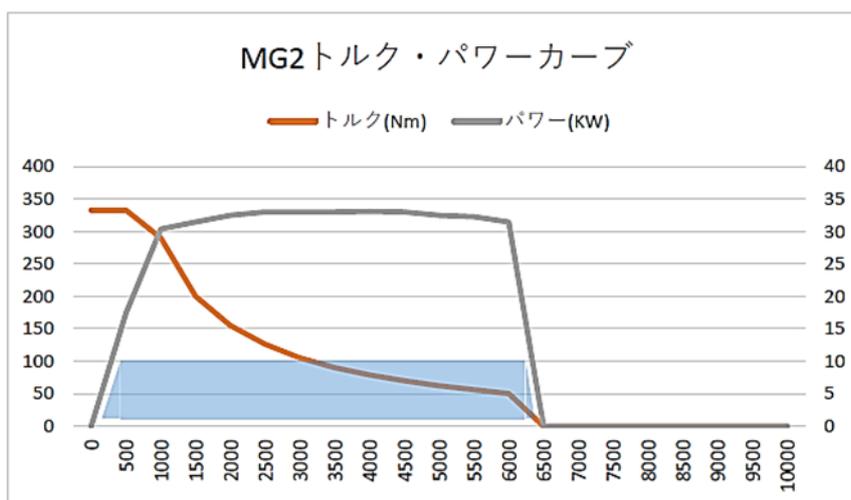


今までのリユースは、この2つの内のより出力の大きいモーター(MG2)をリユースする事に専念してきた。本実証でも発電機向け(図表 119)、モビリティ向けともに MG2 を制御してリユースするシステム構成である。

図表 119 今までのリユース方法(MG2のみ)



図表 120 トルクパワーカーブ

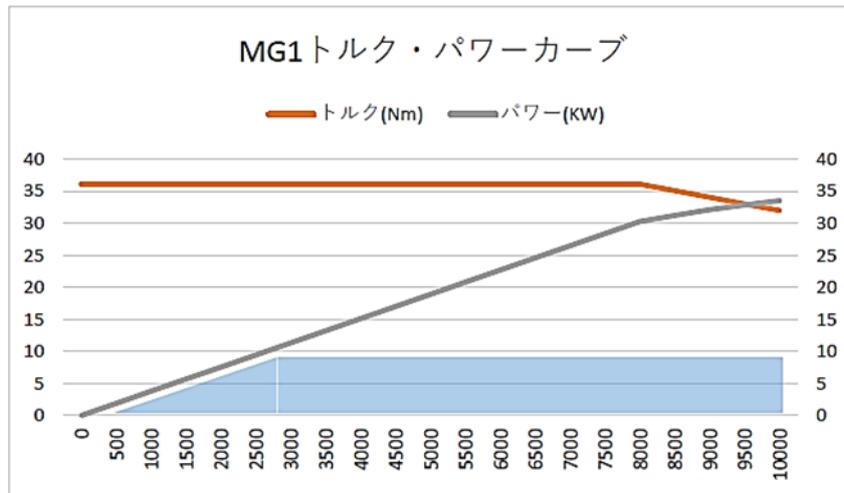


これだけでも、本実証で検証した通り、このリユースによって生まれたリマンセ品の高い事業性が確認された。

今後は、今まで着目してこなかった MG1 もリユースして、二つあるモーター・発電機をひとつの制御機能で作動させる「本来の HV システム機能」を余すことなくリユースする仕組み構築に取り組んで行きたい。

ここで、MG1 の特性についても紹介したい。

図表 121 MG1トルク・パワーカーブ

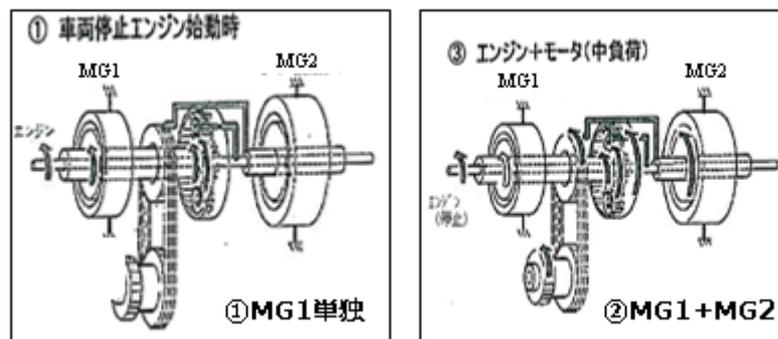


MG2 が、高トルク型に対して、MG1 は、高速回転型である事が分かる。この二つの異なる特性を持つモーター・発電機を上手く使い分け、それぞれのニーズ持つ親和性の高いリマン製品を発掘できれば、リユース事業そのものの事業性が高まると同時に環境負荷低減効果も向上する。

もちろん、今まで親和性が薄かった製品でも、MG1 単独でリユースする事によりリユース対象が広まる可能性もある。

MG1 単独で仕様する仕組みと MG1+MG2 で使用する仕組みを次に示す。

図表 122 今後検討するリユース方向

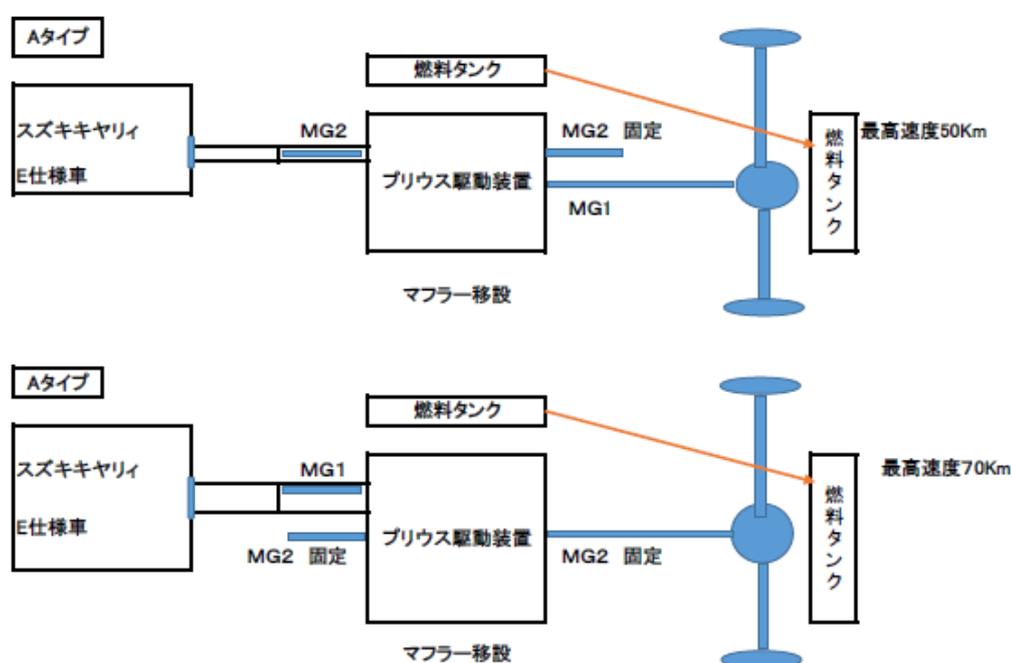


左の MG1 を単独で使用する方法としては、例えば本実証で標準化した「マイクロ水力発電システム」で定格が5Kw 以下のものに適していると思われる。同じ水力発電システム資システムでも「用水路設置」では、MG1 は発電機として使用し、MG2 は水車全体の昇降や水門の開閉の駆動として使用するアイデアもある。

本実証でモビリティ向けに提案した「シリーズハイブリッド仕様」も RR 式は、MG2 がモーターとして駆動し、MG1 は発電機として使用する。同じ「シリーズハイブリッド仕様」でも FR 式になると MG1 で駆動し、MG2 で発電する(図表 123) 事により、先の章では課題として言及した最高速度の課題が緩和される。

図表 123 スズキキャリィ・プリウス 20 駆動措置搭載
シリーズハイブリッドシステム図

スズキキャリィ・プリウス20駆動措置搭載シリーズハイブリッドシステム図



出所)EVジャパン

メカ構造的にも、MG1 は、エンジン軸と直結しているため、ギア比も小さく(2.6 倍)低トルクのためベアリングへの負荷が小さいため MG2 利用で課題であったベアリングの耐久性の問題が緩和される。又、作動ギアを使わない片軸でのモーター・発電機として使用する場合、従来回収後のリユース工程の多くを占めたギアの交換作業が省略される事によりコストも低減される。当然交換用のギア不要でこれもコストダウンである。

このように、MG1, MG2 の併用、もしくは、MG1 の利用により今後のリユース事業の可能性が大きく膨らみ、その事業性・環境負荷低減効果にも多大な貢献をする事になる。

VIII-2 リユース元の対象拡大

平成 28 年以來一貫して「2 世代プリウス」からの主要部品のリユース事業構築に取り組んで来た。

本実証を通じて「リユース事業実現可能性」「リマン製品普及可能性」について十分確認しており、今後の事業展開においてリユース元の対象拡大は不可欠である。

拡大対象車種について次に示す。(図表 124)

図表 124 対象車種

	販売期間	販売台数※2
第 2 世代 プリウス	2003 年～	約 40 万台
第 3 世代 プリウス	2009 年～	約 100 万台
第 1 世代 アクア※1	2011 年～	約 120 万台

出所)トヨタ自動車株式会社公表情報に基づき株式会社三菱総合研究所作成

※1第2世代プリウスとHVユニットは基本的に同様

※2公表情報からの推定販売台数

さらに2世代プリウスと3世代プリウスのリユースする HV 主要部品の仕様は次の通りである。

1 HV ユニットの横展開応用に必要な仕様の整理結果

公開情報等に基づき HV ユニットの横展開応用に必要な仕様を整理した結果を以下に示す。

整理の結果を踏まえ、HV ユニットのリユースについては、まずは、モータ・発電機のリユース可能性を検討することとした。また、リユースする場合の特徴としては、1)制御応答に優れ、出力効率がトップレベルであること、2)サイズがコンパクトであること、3)低コストであること等を挙げる事ができる。

以上を踏まえ、2.にて HV ユニットのリユース想定製品分野への応用検討を行うこととする。

2 モータ・発電機の主な仕様(図表 125)

- MG2(駆動モータ用途)、MG1(発電機用途)の 2 つのモータにて構成。
- 第 2 世代プリウスのモータスペックは、最高出力が 50kW、最高回転数は 6,000rpm。
- 第 3 世代プリウスのモータスペックは、最高出力が 60kW、最高回転数は 13,500rpm。
- モータ・発電機については、第 2 世代から第 3 世代にかけて、1)モータの小型、軽量化、高回転化、2)モータの損失低減、3)発電機の小型、軽量化が実現。

- モータ・発電機をリユースする場合は、各モータ単体での利用も想定し、モータ出力は連続用途で 10～20kW クラスの製品へのリユースを想定して検討する。

図表 125 モータ・発電機



出所) Car Watch プリウス技術説明会報告ウェブサイト

- 2-1 パワーコントロールユニット（PCU）の主な仕様（図表 126、図表 127）
- パワーコントロールユニットのスペックは下表のとおり。
 - パワーコントロールユニットについては、第 2 世代から第 3 世代にかけて、1) 小型化により高出力密度化（エンジンルーム搭載容易、車両展開性向上）、2) 効率向上、3) 生産性向上が実現。

図表 126 にパワーコントロールユニットのスペックを示す。

図表 126 パワーコントロールユニットのスペック

		第 2 世代プリウス	第 3 世代プリウス
トータル最高出力	kVA	162	178
最大昇圧電圧	V	500	650
モータ最大電流	Arms	230	170
質量	kg	21.0	13.5
体積	L	17.7	11.2
素子実装冷却方式		ヒートシンク冷却方式	直接冷却方式

図表 127 パワーコントロールユニット



出所) Car Watch プリウス技術説明会報告ウェブサイト

2-2 電池の主な仕様 (図表 128)

- 全てニッケル水素電池。容量は 1.5kWh。
- 第 2 世代、第 3 世代プリウスの電池パックは、角型のものが使用されている。アクアも同様のものが使用されている。
- 6 セル一体のモジュールであり、1,352W/6 セルである。
- HV ユニットへの搭載は、28 モジュール、168 セルである。

図表 128 電池

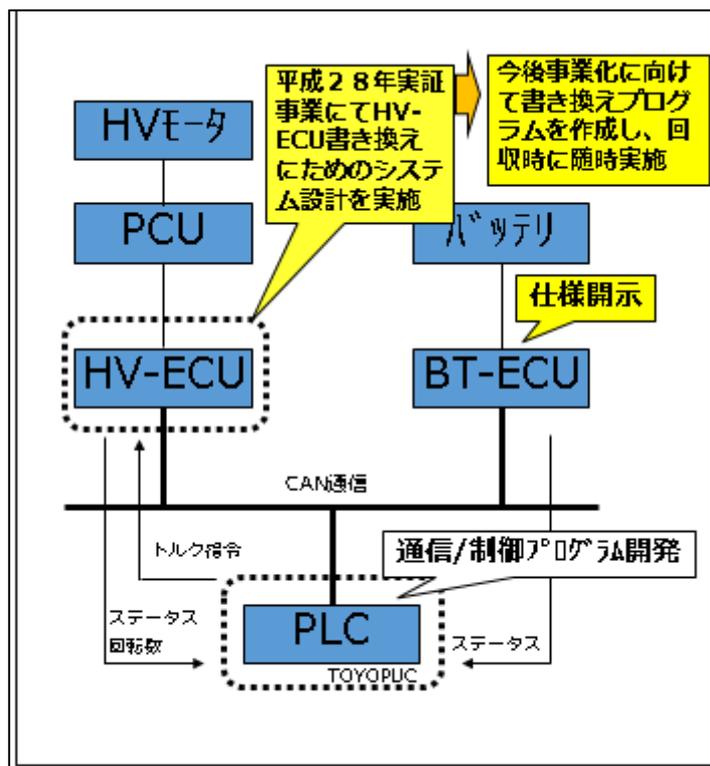


出所) Car Watch プリウス技術説明会報告ウェブサイト

これらを2世代で行った実証を生かしながら効率よくリユースできる仕組みの構築が必要であり、その中心は、HVシステムを外部から制御できる「通信の仕組み構築」である。

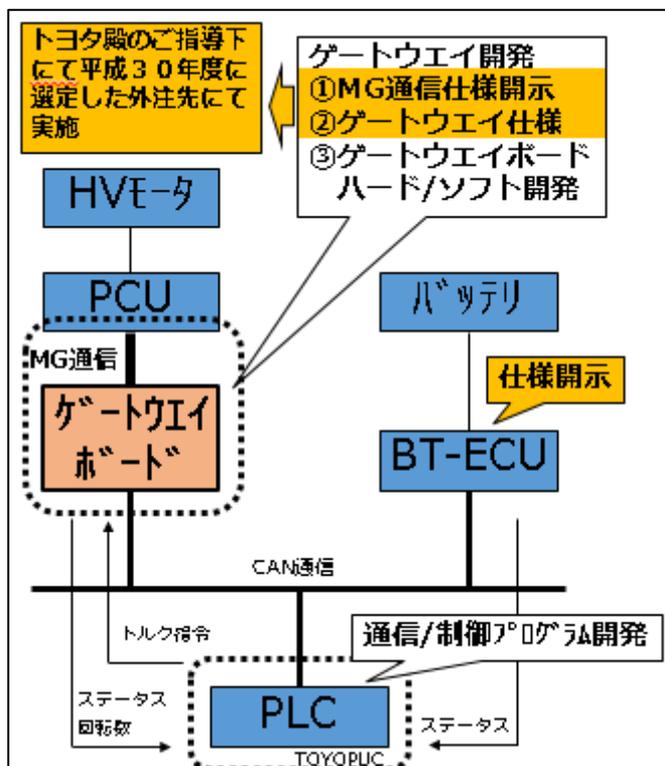
従来行ってきた2世代プリウスの制御をリユース時に可能にしたのは、図表 129 にある通り、HV-ECU の書き換えによる PLC との通信であった。

図表 129 第2世代プリウス(40万台)で行った対応内容



対象車種拡大に向けて「3世代プリウス」「アクア」に対応するためには、次の通り、PLCと通信実現するための「ゲートウェイボード」の作成が必要である。

図表 130 第3世代プリウス・アクア(300万台)で必要となる対応内容



メカ的な仕様の変化は、従来の仕組みにて対応可能と思われ、回収からリユース工程等既に標準化された作業に変わりはない。又、全体システムや遠隔監視も2世代からの適用ができるため、対象車種変更におけるハードルが低い。

対象リマン製品については、逆に、3世代、アクアとHVユニット、特にモーター・発電機、インバーターが小型軽量化されており、より親和性が増す製品が増えて行く事が十分期待される。

数量的にも3世代・アクアは合計すると2世代の5倍以上あり、より性能の高いユニットがより多く市場で調達可能となる。これを是非取り組んで行きたい。

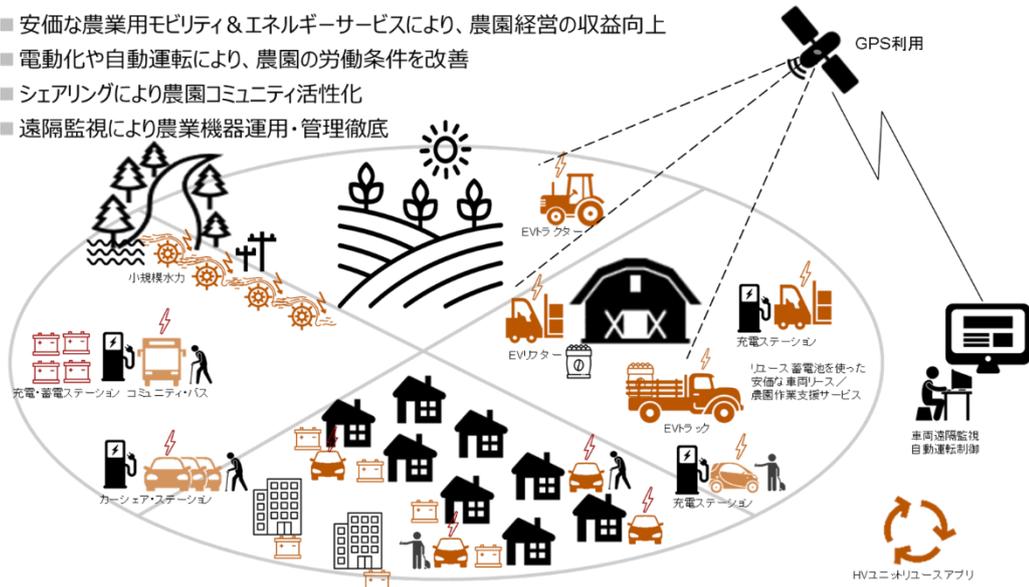
VIII-3 リマン製品の価値向上

ここで複数のリマン製品を組み合わせる事でそのシナジー効果も発揮し、第5次環境基本計画にある「地域循環共生圏」実現への提案を行いたい。

図表 131 「スマート農園」イメージ

HVユニットリユースを活用した「スマート農園」イメージ

- 安価な農業用モビリティ&エネルギーサービスにより、農園経営の収益向上
- 電動化や自動運転により、農園の労働条件を改善
- シェアリングにより農園コミュニティ活性化
- 遠隔監視により農業機器運用・管理徹底



「スマートシティ」という言葉をよく見かけるが、その「農村版」である。むしろ「農村」にてよりこのようなイメージを実現する取組みが急務であると考ええる。

- 農園の用水路を利用した「マイクロ水力発電」
- 「マイクロ水力発電」で創エネした電気の利用
- 電動化され遠隔で管理、運用が可能になったトラクター、リフター、軽トラック
- 電動カートのような環境と人に優しい、乗っていて楽しい移動手段
- 電気は、農家での暮らしにも利用、余剰分は売電して追加収益
- 災害時には、電動化したモビリティから給電

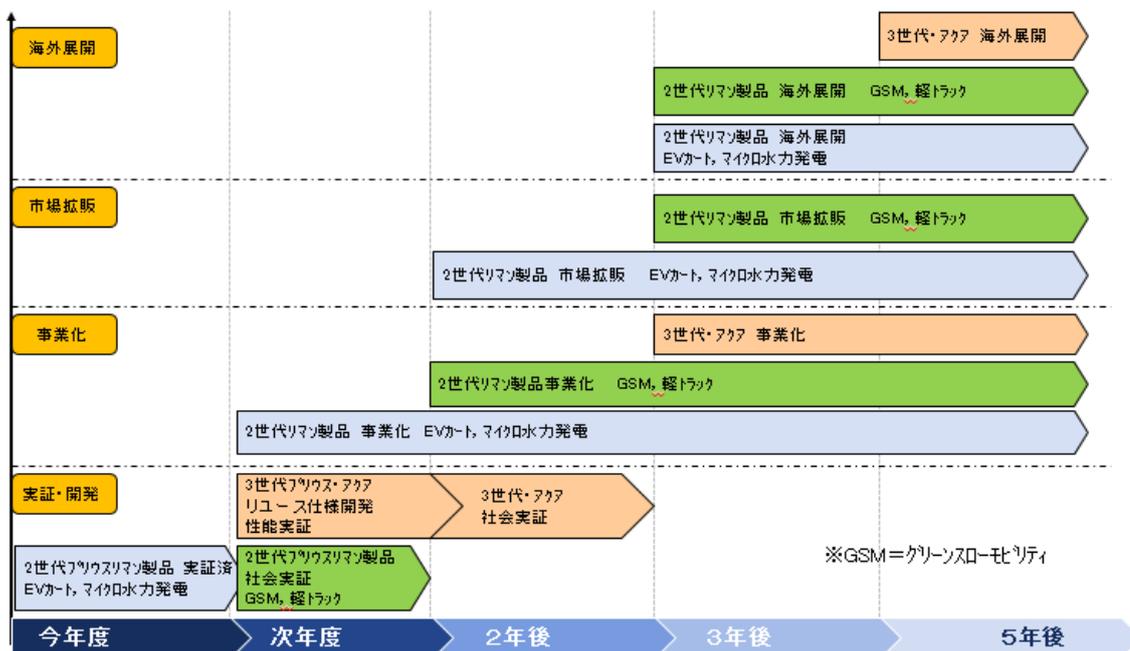
上記により、「地域循環共生圏」の特徴である、

- 地域での自立分散型「エネルギー」システム構築
- 高齢者や主婦に優しく魅力ある「交通・移動」システム実現
- サステナブルなリユースビジネスモデルの創出
- 「災害」に強いまち
が実現する。

VIII-4 リユース事業ロードマップ

最後にリユース事業今後5年間のロードマップを提示して報告書の締めとしたい。

図表 132 リユース事業ロードマップ



本実証にて性能実証まで終了したリマン製品（電動カートとマイクロ水力発電システム）については、本年2月27日から3月1日まで幕張メッセで開催される「第2回地方創生EXPO」にて出品し、広く世間に流布させる予定である。その後、事業化、海外展開と拡大していく。

今年度試作評価まで実証できたリマン製品も来年度より、順次「社会実証」「事業化」と進めて行く。リユース事業が、世間の「常識」となるように今後も尽力して行きたい。

図表 133 第二回地方創生 EXPO 出品電動カート

