

平成 28 年度環境省委託事業

平成 28 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業

電池診断技術の適用による
EV リチウムイオン電池のライフサイクル最大化を
目指したカスケードリユースモデル実証事業

報告書

平成 29 年 3 月 1 日

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

目次

要約

第1章 実証事業の概要

1-1 実証事業の背景・目的	1-2
1-1-1 背景及び課題認識.....	1-2
1-1-2 実証事業の目的.....	1-2
1-2 実証事業の概要	1-3
1-3 実証事業の実施手順	1-3
1-4 実証事業の実施体制	1-4

第2章 リユースビジネスモデルの立案

2-1 中古 EV 取引の現状	2-2
2-1-1 EV の保証サービスについて	2-2
2-1-2 EV の自動車査定について	2-4
2-2 リユースビジネスモデルの立案	2-5
2-2-1 目指すリユースビジネスモデルの方向性	2-5
2-2-2 リユースビジネスモデルの立案	2-6

第3章 リユースビジネスモデルの実現に向けた実証

3-1 現地実証の概要	3-2
3-1-1 現地実証の目的.....	3-2
3-1-2 現地実証の実証場所.....	3-2
3-1-3 現地実証モデルの概要.....	3-3
3-2 リユースEV・電池の使用可能性の検証.....	3-4
3-2-1 継続走行利用の可能性検証 / 実証 1.....	3-4
3-2-2 EV のまま定置型利用の可能性検証 / 実証 2	3-6
3-2-3 車体から降ろして定置型利用の可能性検証 / 実証 3 ...	3-12
3-2-4 現地実証を踏まえた考察.....	3-17
3-3 リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証.....	3-19
3-3-1 電池診断技術を用いた電池状態の把握.....	3-19
3-3-2 リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証	3-27

第4章 リユースビジネスモデルの実現可能性の検証

4-1 実証を踏まえたビジネスモデルの具体化.....	4-2
4-1-1 現地実証を踏まえたカスケードリユースの考え方	4-2
4-1-2 リユースEV・電池に対するニーズの把握	4-4
4-1-3 リユースEV・電池の発生台数の予測.....	4-8
4-1-4 マッチングスキームとサポート内容の検討	4-9
4-1-5 実施体制・環境整備の検討	4-11
4-2 リユースビジネスの実現に向けた課題抽出.....	4-12
4-2-1 技術の運用面における検証.....	4-12
4-2-2 経済合理性に関する検証.....	4-16
4-2-3 法規制の適合性の検証	4-18
4-3 事業の実現可能性検証	4-21
4-3-1 リユース用途の検証.....	4-21
4-3-2 事業収支の検証.....	4-23

第5章 環境負荷低減効果の検証

5-1	検証の目的	5-2
5-2	CO2 排出削減効果.....	5-2
5-2-1	CO2 排出削減シナリオ	5-2
5-2-2	バウンダリー.....	5-3
5-2-3	リユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量.....	5-5
5-2-4	リユースモデル全体で期待される CO2 排出削減効果.....	5-19
5-3	循環型社会への貢献効果.....	5-21
5-3-1	循環型社会への貢献シナリオ	5-21
5-3-2	循環型社会への貢献効果の評価項目	5-21
5-3-3	バウンダリー.....	5-22
5-3-4	リユース EV1 台当たりの循環型社会への貢献効果.....	5-24
5-3-5	リユースモデル全体で期待される 循環型社会への貢献効果.....	5-36

第6章 まとめ

6-1	本事業の成果	6-2
6-1-1	リユース EV・リユース電池の使用可能性	6-2
6-1-2	リユースにおける電池診断技術の汎用性.....	6-2
6-1-3	リユースビジネスモデルの実現可能性	6-3
6-1-4	環境負荷低減効果	6-5
6-2	今後の課題	6-6
6-2-1	リユース EV・リユース電池の使用可能性	6-6
6-2-2	リユースにおける電池診断技術の汎用性.....	6-6
6-2-3	リユースビジネスモデルの実現可能性	6-6
6-3	ビジネスモデルの実現に向けて.....	6-7

要 約

1. 背景と目的

EV は一般的に年数を経ると電池容量が低下し航続距離が短くなるなど、従来の自動車とは異なる特性がある。そこで、初度登録から年数を経た EV が広く市場に普及するためには、ユーザーが「安心」して EV を利用できる環境整備が重要となってくる。

現在、EV の保証サービスはメーカーによる電池容量保証が中心だが、保証期限を過ぎた EV に対するメーカー以外での延長保証サービスはない。量産型 EV の市販開始から約 7 年が経過し、今後 EV 補助金の受給に伴う保有義務期限を超過した EV が中古車として大量に発生することが想定されているが、自動車部品の中でも特に高価な電池部分の保証リスクが明確にならないうちは、そうした保証サービスは普及しないと想定されている。

また現在、EV の中古車査定やリース残価設定において、電池容量は評価されていない。メーカー系列ディーラーにおいて電池容量保証のための電池診断は普及しているが、こうした中古車取引における電池診断技術の活用と普及が途上のままでは、EV 搭載電池の価値が評価に反映されず、中古 EV の価値の低下につながることも考えられる。

EV に搭載されたリチウムイオン電池は自動車としての利用を終えた後に取り出して定置型利用するなど、低負荷サイクルでリユースしていくことも想定されているが、経済合理性やメンテナンス体制の検証などは十分ではなく、ビジネスモデルとしては未確立な状況といえる。

このまま何も対策を講じなければ、まだ十分に利用価値のある EV が、国内市場では十分に流通せず、海外輸出や解体業者による資源利用等に使われる可能性がある。

上記の背景及び課題認識を踏まえ、本実証事業では EV 搭載電池のリユース環境整備を通じた電池のライフサイクルの最大化を目的とし、以下の事項について取り組むこととする。

- | | |
|---------|-----------------------------|
| 【現地実証】 | (1) リユース EV・リユース電池の使用可能性の検証 |
| | (2) リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証 |
| 【調査・検討】 | (3) リユースビジネスモデルの実現可能性の検証 |
| | (4) 環境負荷低減効果の検証 |

2. 事業の実施体制

本実証事業は、株式会社オリエンタルコンサルタンツが事業主体となり、連携法人の株式会社東芝インフラシステムソリューション社とともに行った。

また、EV をリユースビジネスの視点から実証・検討するため、必要となる様々な要素(EV、リチウムイオン電池、V2H 装置、オートリース、自動車の整備・販売、リサイクル技術 等)の技術や知見を有した企業でコンソーシアムを構成して実施した。

現地実証は、国内でも比較的早く EV が普及したため、リユース需要が期待され、EV に対する地域の理解もある宮古島市と五島市にて、現地事業者の協力を得て行った。

3. 実施内容

【現地実証】

現地実証の実施概要を下表に示す。

実証モデル	実証 1 継続走行利用 (専ら短距離移動)	実証 2 EV のまま定置型利用	実証 3 車体から降ろして 定置型利用
実証モデルの概要	電池容量が一定程度低下した後もEVとして継続利用	電池容量が一定程度低下したEVの搭載電池を、EVの姿のまま定置型利用(V2H)	電池容量が一定程度低下したEVの搭載電池を、EVから降ろして定置型利用
リユース EV・リユース電池の使用可能性	リユース EV を想定し使用年数が経過したEVの走行モニタリングを通じた使用感や走行性能の検証	リユース EV を想定し使用年数が経過したEVを用いたV2H利用のモニタリングを通じた充放電の検証	リユース EV を想定し使用年数が経過したEVの電池を用いた定置システムのモニタリングを通じた充放電の検証
宮古島市	2台※1	2台※1	2台
五島市	3台	1台	—
リユースにおける電池診断技術の汎用性	<ul style="list-style-type: none"> 様々な使用状況のEVについて、電池診断技術を用いて電池状態を把握 EVのリユースを想定した条件で電池容量解析が実施できることを検証 		
宮古島市※2	15台		
五島市※2	6台		

※1 実証 1、実証 2 の台数は、ともにうち 1 台は同じ車両

※2 実証 1～3 のモニター車両を含む

(1) リユース EV・リユース電池の使用可能性の検証

リユース EV を想定した使用年数 4～7 年を経過した EV を用い、リユースモデル実証環境での試行運用を通じて、自動車として、或いは電池としての使用可能性を検証した。

(2) リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証

リユースビジネスの実現に向けては、リユース EV やリユース電池の機能や性能に関する基礎情報として、年数を経た EV 搭載電池の劣化状況を継続的に測定し把握しておくことが重要と考える。

そこで、実証 1～3 のモニター車両のほかに、様々な使用状況の EV をモニター車両として募り、電池容量解析データを用いて EV 搭載電池のセル毎の劣化状態を詳細に把握した。

また、リユース時に電池診断技術が必要となる場面として、①EV 及び電池のリユース判断やリユース先の選定、②リユース用途でのメンテナンス、を想定し、それらの場面において電池診断技術に求められる条件を考慮し、電池容量解析が実施できることを検証した。

【調査・検討】

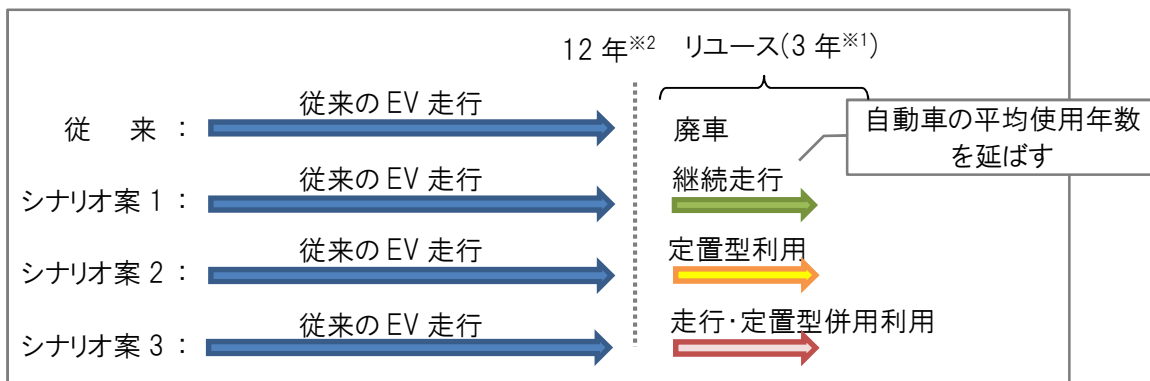
(3) リユースビジネスモデルの実現可能性の検証

技術運用面や経済合理性、法規制の適合等の視点から課題を抽出するとともに、事業採算性より事業の実現可能性について検証した。

(4) 環境負荷低減効果の検証

リユースビジネスを実施することによるCO2 排出削減シナリオを3通り設定し、それぞれのシナリオについてリユース EV1 台当たりのCO2 排出削減効果を算出するとともに、リユースビジネス全体において期待されるCO2 排出削減効果を検証した。

【ライフサイクルシナリオ】



※1 自動車の平均使用年数(平均寿命)15年を目標とし、リユース期間を想定した
 ※2 平均使用年数未済(~14年)で廃車されている自動車の平均使用年数

4. 本事業の成果

(1) リユースEV・リユース電池の使用可能性

本実証事業では、事業期間や事業費の制約から限られたモニター期間・台数での検証となったが、使用年数4.5~7年を経過したEVのうち、パック容量が55~100%のEVについて、短距離移動では不便なく走行使用でき、EVのまま定置型利用においても使用可能であった。多走行車(パック容量30%)※についても走行自体は可能であったが、定置型利用では充放電効率が低く、結果的にリユースEV活用による効果は小さく不向きと考えられる。

車体から降ろして定置型利用については、メーカーによる電池容量保証値70%を下回るリユース電池についても、定置型装置としてV2Hに利用できることを確認した。

また、4年間11万km走行した車両のセル容量(平均値)が97%であったように、通常劣化以外の故障がなくこのままの劣化傾向でいけば少なくとも自動車の平均使用年数(約15年)まで電池交換せずに走行利用に耐え得る車両が存在する可能性が分かった。

※多走行車(パック容量30%)：初度登録から6年間で25万kmを走行した特異な使用履歴のEVを本実証のために入手

表 リユースEV・リユース電池の使用可能性に関する実証結果(概要)

	実証1 継続走行利用 (専ら短距離移動)	実証2 EVのまま定置型利用	実証3 車体から降ろして 定置型利用
【使用可能性】 ● パック容量 (初度登録からの経過年数)	● 55~65%(6~7年経過) ⇒ ○ ● 30%(6年経過) ⇒ △(利用範囲限定)	● 98%、100%(4.5~5年経過) ⇒ ○ ● 30%(6年経過) ⇒ ×	● 65%(7年経過) ⇒ ○

【使用可能性】 ○:使用可能 △:使用可能だが条件付き ×:使用不向き

(2) リユースにおける電池診断技術の汎用性

(電池診断技術を用いた電池状態の把握)

従来の電池容量保証を目的とした電池診断はセルの集合体である「パック容量」を測定している。実証開始前の仮説では、適切なリユース判断のためには、航続距離を決めるパック容量の基となる「セル容量」のほか、加速性能や登坂性能につながる「出力性能」の把握が重要と考えていた。

実証結果では、電池によってセル容量のバラツキ程度に個体差があった。リユース可否を判断する電池診断において、「セル容量のバラツキ」が電池の健全性判断や異常性判断(電池としてあるべき劣化の状態かどうか)をする際の指標になり得ると考える。

「出力性能」については、日頃EVを公用車として利用している市役所職員や一般のEVユーザーの方々に協力いただきモニター走行調査を実施した結果、メーカーの電池容量保証値を下回るEVについても加速性能や登坂性能に違和感や不便は認められなかった。継続的なモニタリングや検証が必要ではあるが、リユース判断基準として「セル容量のバラツキ」ほど、「出力性能」把握の優先度は高くはないと考える。

(リユースにおける電池診断技術の汎用性)

電池診断技術に関しては、宮古島市・五島市での現地協力事業者によるモニター車両の計測及びその後の解析を通じて、EV リユース時の使用を想定した条件(充電データで解析できること、セル単位で把握できること、汎用機器で現地測定ができること)で電池診断が基本的に実施できることを確認した。

(3) リユースビジネスモデルの実現可能性

(カスケードリユースの基本的な考え方)

電池容量の保証期限を迎えたEVやメーカー保証による電池交換等で発生する電池をリユースビジネス(サービス提供型)の対象とし、自動車として利用可能な限りは自動車として利用することが最も高いサービス価値を生むものとして、自動車としての利用を原則とした。

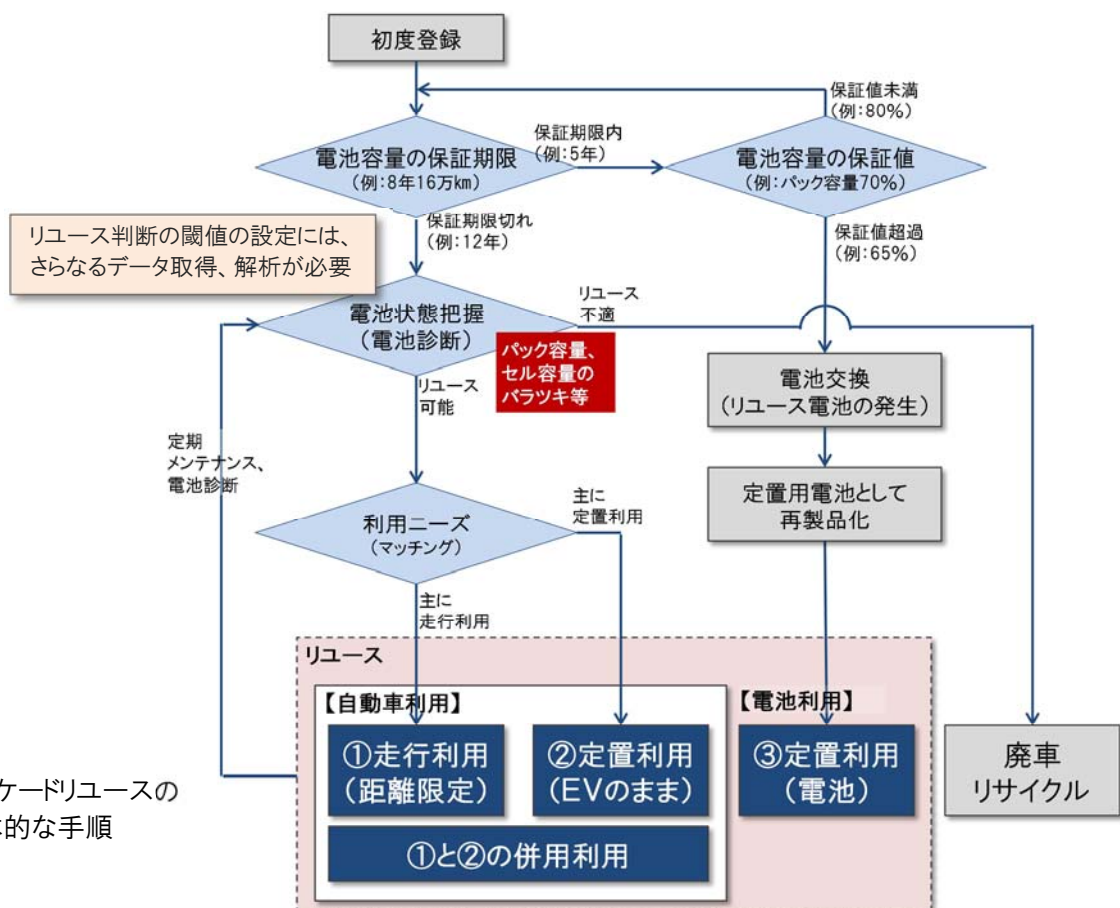


図 カスケードリユースの基本的な手順

(リユースモデルの実現可能性)

自動車としてそのまま利用する実証 1(走行利用)、実証 2(EV のまま定置利用)のリユースモデルは、自動車としての機能や形態を維持しているため、比較的に早期に実現できる可能性が高い。一方、実証 3(車体から降ろして定置利用)のリユースモデルは従来の社会システムの中で想定されていないため、保証や系統連系等に関する制度設計、経済合理性などの点で課題があり、短期的にはビジネスモデルの実現は難しいと考える。

アンケート調査結果より、リユース EV のニーズの約 9 割が走行利用、もしくは走行利用と定置型利用の併用であり、中古 EV の大量発生の時期が迫る中、短期的には自動車として走行利用するリユースモデルの実用化を優先して進めていくことが重要と考える。

ただし、実証 3 のリユースモデルについても、メーカー保証等による電池交換や走行不能車などから発生する電池単体のリユース用途としての需要が想定されるため、検討は進めておく必要があると考える。

(事業採算性、事業の横展開の可能性)

リユース EV・電池のサービス提供型ビジネスを実施する際の事業収支について検証した。継続走行、走行・定置型併用利用、定置型利用の 3 用途に対してリユース EV・電池を提供した場合、事業採算性が成立するためには、整備士 1 人につき取扱台数 200 台以上の事業規模が目安となる。

また、リユース EV・電池が 2022 年にはおよそ 10,000 台発生すると想定すると、整備拠点 1 か所に整備士 1 人として、上記より全国で必要な拠点数は 50 拠点程度と推測できる。

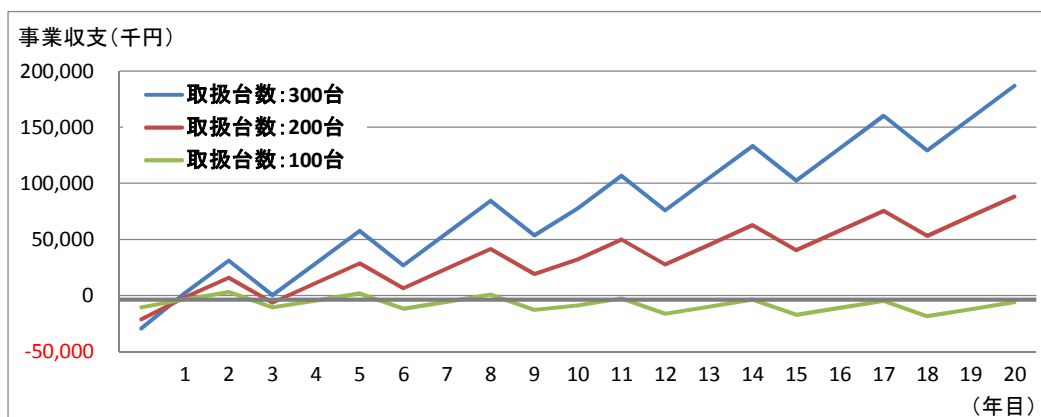


図 事業収支試算結果

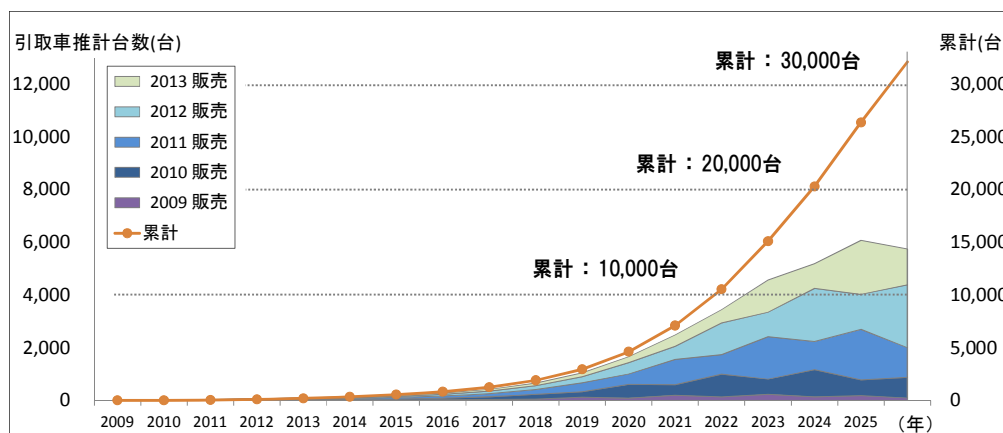


図 リユース EV・電池の発生台数の予測(乗用車、軽自動車)

※自動車引取台数 2015 年実績((公社)自動車リサイクル促進センター)に基づく使用年数毎の引取台数割合を EV 販売台数へ乗じて算出

(4) 環境負荷低減効果

(CO2 排出削減効果)

①継続走行、②定置型利用、③走行・定置型併用利用の3通りのリユースシナリオ毎に、リユースEV1台当たりのCO2排出削減量を算出した結果、③走行・定置型併用利用が最も大きく、リユース期間の3年間で1,124kg-CO2/台であった。①継続走行と②定置型利用を比較すると、①継続走行の方が効果は大きく、その要因として削減量のうち新車EVの製造に伴うCO2排出量が多いことが挙げられる。

また、事業全体におけるCO2排出削減量を算出した結果、事業を全国で横展開(想定:200台/事業所×50事業所)することによって、リユース期間の3年間で9,391t-CO2のCO2排出削減効果が期待される。

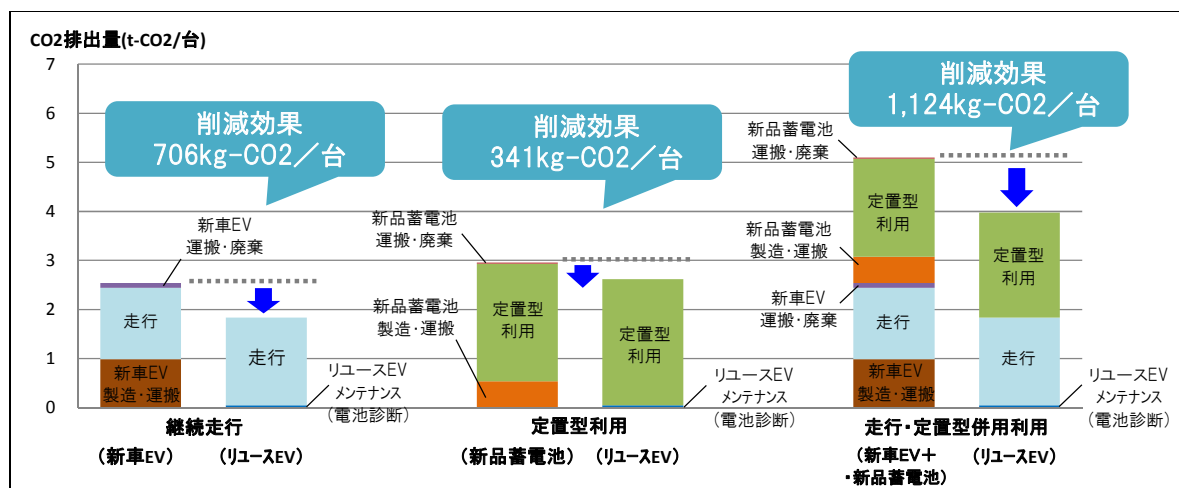


図 CO2 排出削減効果(3年間:リユース期間)

5. 今後の課題

(1) リユース EV・リユース電池の使用可能性

(リユースビジネスを想定した実証環境での試行運用、継続的なデータ取得・異常状態の検証)

本実証事業では、モニター期間の都合からリユースに伴う劣化傾向を十分に掴むことはできなかった。

今後は引き続きリユースビジネスを想定した実証環境での試行運用を行うとともに、EV の使用方法と合わせた電池データの継続的な取得を通じて、正常な劣化傾向から外れて急激に劣化が進むような状態の有無や発現状態の検証が必要と考える。

(2) リユースにおける電池診断技術の汎用性

(リユースビジネスの場면을想定した電池診断技術の社会実装や普及の仕組みづくり)

業者販売オークション事業者や自動車査定協会等へのヒアリングを通じて、EV 取引の場面において電池の状態を正確かつ手軽に把握する手段(電池診断技術)のニーズや必要性が確認できた。現状のままでは中古車査定やリース残価設定等において EV 搭載電池の価値が適正に評価されない可能性がある。

本実証においてリユースを想定した場面での電池診断技術の基本的な汎用性は検証できたが、今後はより具体的にリユースビジネス場面(中古車査定やリース残価設定等)への電池診断技術の社会実装や普及の仕組みづくりが必要と考える。その際、より手軽に短時間で電池の状態を把握する方法として、EV-PCS に電池測定機能を付加するなどの新たな技術開発も含め、汎用性をより高めていくことが必要と考える。

(3) リユースビジネスモデルの実現可能性

(リユース電池の定置型利用に向けた技術開発及び検証)

今回宮古島での実証に用いた「リユース電池システム」は、EV から取り出した電池に自動車用の制御機器(BMU や EV-ECU)を取り付けて車載時と同じ構成でシステム化したが、EV 用に開発された制御機器は定置利用には過剰性能であり、製造コストの上昇や保守メンテナンスの制約要因となることが課題として残った。リユース電池を広く利活用してもらうためには、リユースを想定した車両設計にすることも含め、自動車メーカー以外でも製品化や運用に参画可能な安価な制御機器の開発が必要と考える。

また、自動車と異なる製品形態となるため、電池診断を含めた保守メンテナンスの実施主体や安全を担保する技術や仕組み等の検証も重要である。

(EV が整備できる人材や拠点の普及に向けた仕組みづくり)

宮古島市や五島市でのヒアリング調査やモニター調査を通じ、離島は、世帯当たりの自動車所有台数が多い、軽自動車や中古車のニーズが高い、高速道路走行がない、日常の走行圏域が限定的、電力インフラが脆弱などの理由からリユース EV の普及には非常に適した地域であることが分かった。我が国の多くの面積を占める中山間地域にも同様な地域は多い。しかし、こうした地域に必ずしも EV 整備や電池診断ができる人材がいるわけではない。

EV を扱う整備士や拠点の普及が必要であり、今後は認定制度や人材育成等の仕組みづくり、そして中古車販売店や整備業者へ電池診断技術を普及させていく仕組みづくりが必要と考える。

Summary

1. Background and purpose

Electric vehicles have different characteristics to conventional vehicles in that their battery capacity generally drops over the years and the cruising range shortens. With this in mind, environment improvement that allows users to have peace of mind and use electric vehicles is becoming important in order to have electric vehicles, for which a number of years has passed since their first registration, spread extensively through the market.

Currently, electric vehicle warranty services focus on the battery capacity guaranteed by the manufacturer. However, there are no extended warranty services from other than the manufacturer for electric vehicles that have passed their warranty period. Around 7 years have passed since the start of commercial sales of mass produced electric vehicles and it is assumed that a large quantity of electric vehicles that have far exceeded their ownership obligatory period to receive future electric vehicle subsidies will occur in the form of used vehicles. However, it is assumed that such warranty services will not become prevalent until warranty risks become clear for expensive battery parts in particular, from among vehicle parts.

Also, battery capacity is not currently evaluated for used electric vehicle assessments and when setting the residual value of leasing. Battery diagnosis is becoming widespread to guarantee the battery capacity at manufacturer affiliated dealers. However, the use and spread of battery diagnosis technology for this type of used vehicle business is still developing and it is believed that it will lead to a drop in the price of used electric vehicles because the value of the battery installed on the electric vehicle is not reflected in the evaluation.

It is expected that lithium-ion batteries equipped on electric vehicles will be reused for low load cycle work such as stationary type use after they are removed from the vehicle once they come to the end of their use as a vehicle battery. However, it can be said that there has been inadequate verification of the economic reasoning and a maintenance system for this and that it has not yet been established as a business model.

If no measures are taken and things are left as they are, electric vehicles that still have a great deal of utility value will probably be used for resources by vehicle wrecking companies and exported overseas instead of being circulated sufficiently in the Japan market.

Based on the above background and issue awareness, this verification project will address the following matters with the purpose of maximizing the life-cycle of batteries through reuse environment improvement of batteries installed on electric vehicles.

[Field verification] (1) Verifying the usability of reuse electric vehicles and reuse batteries

(2) Verifying the versatility of battery diagnosis technology for reuse

[Investigation and review] (3) Verifying the feasibility of the reuse business model

(4) Verifying the results of reducing the environmental load

2. Project implementation system

Oriental Consultants Co., Ltd. is the implementing body for this verification project and it was implemented along with Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Company as the joint venture entity.

The project was also implemented by organizing a consortium of companies that have the technology and knowledge concerning various factors (electric vehicles, lithium-ion batteries, vehicle-to-home (V2H) devices, auto-lease, vehicle servicing and sales, recycle technology, etc.) required to verify and examine electric vehicles from a reuse business perspective.

Since electric vehicles became widespread comparatively early in Japan, a demand for reuse is expected and the field verification was performed with cooperation from local operators in Miyakojima City and Goto City, where there is a regional understanding towards electric vehicles.

3. Details of implementation

[Field verification]

An overview of implementing the field verification is shown in the table below.

Verification model	Verification 1 continue driving use (Exclusively short-range movement)	Verification 2 Stationary type use on the electric vehicle	Verification 3 Taken off the vehicle and assembled
Verification model Overview	<u>Continued to be used as electric vehicle</u> after battery capacity drops by a certain amount	Battery installed on the electric vehicle, for which its capacity has dropped by a certain amount, is <u>used as a stationary type battery while on the electric vehicle (V2H)</u>	Battery installed on the electric vehicle, for which its capacity has dropped by a certain amount, is <u>taken off the electric vehicle and used as a stationary type battery</u>
Usability of reuse electric vehicles and reuse batteries	Verify the <u>sense of use and driving performance</u> by monitoring driven electric vehicles that have been used for a number of years with the assumption that the vehicle will be reused	Verify the <u>battery discharge and charge</u> by monitoring the <u>V2H use</u> using electric vehicles that have been used for a number of years with the assumption that the vehicle will be reused	Verify the battery discharge and charge by monitoring the <u>stationary system</u> using electric vehicles that have been used for a number of years with the assumption that the vehicle will be reused
Miyakojima City	2 vehicles ^{*1}	2 vehicles ^{*1}	2 vehicles
Goto City	3 vehicles	1 vehicle	—
Versatility of battery diagnosis technology for reuse	<ul style="list-style-type: none"> Know the battery status using battery diagnosis technology for electric vehicles in various states of use Verify that it is possible to implement battery capacity analysis under conditions that assume the vehicle will be reused 		
Miyakojima City ^{*2}	15 vehicles		
Goto City ^{*2}	6 vehicles		

*1: 1 vehicle used for both verification 1 and verification 2 is the same vehicle in the vehicle quantity

*2: Monitor vehicles are included in verification 1 to 3

(1) Verifying the usability of reuse electric vehicles and reuse batteries

Using electric vehicles that have been driven for 4 to 7 years with the assumption they are to be reused, we verified their usability as a vehicle or as a battery through trial operation in a reuse model verification environment.

(2) Verifying the versatility of battery diagnosis technology for reuse

To move towards achieving a reuse business, we believe it is important to understand the deterioration state of batteries installed on electric vehicles used for a number of years after continuing to measure the deterioration as fundamental information concerning the performance and function of reuse electric vehicles and reuse batteries.

Therefore, in addition to monitor vehicles for verification 1 to 3, we invited electric vehicles in various states of use to be used as monitor vehicles, and using battery capacity analysis data we were able to understand the details concerning the deterioration state for each cell in batteries installed on electric vehicles.

Furthermore, for scenarios that require battery diagnosis technology when reusing batteries, we assumed (1) the reuse decision and reuse destination selection for electric vehicles and batteries and (2) maintenance for reuse purposes, and then verified that it was possible to implement battery capacity analysis with consideration for conditions required for battery diagnosis technology in these scenarios.

[Investigation and review]

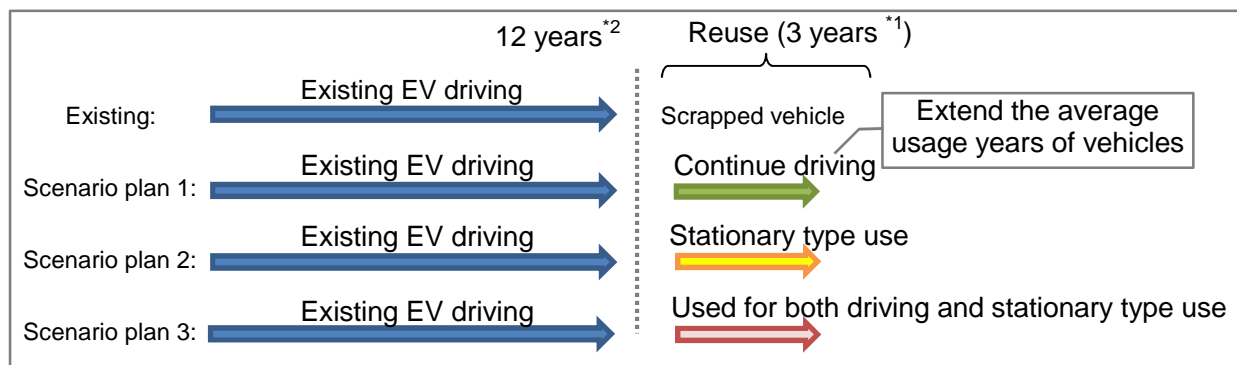
(3) Verifying the feasibility of the reuse business model

We verified the feasibility of the project based on project profitability in addition to extracting issues from the perspective of such matters as conformity to regulations, economic reasoning and the technical operation level.

(4) Verifying the results of reducing the environmental load

We verified the expected effect of reducing carbon dioxide (CO2) emissions in the entire reuse business along with calculating the effect of reducing CO2 emissions per reuse electric vehicle for each scenario after setting up 3 CO2 emission reduction scenarios based on implementing the reuse business.

[Life cycle scenario]



*1: The assumed reuse period with a target of 15 years for average number of years a vehicle is used (average lifespan)

*2: This is the average number of years a vehicle is used before it is scrapped below the average number of years of use (under 14 years)

4. Results of this project

(1) Usability of reuse electric vehicles and reuse batteries

During this verification project, we verified using a limited monitoring period and vehicle quantity due to the constraints on the project period and cost. However, even for electric vehicles that had dropped to below 70% of their battery capacity value as guaranteed by the manufacturer, we confirmed that it was possible to use them for continued driving [verification 1] and V2H use (either on the vehicle or in a battery system) [verification 2 and 3].

We also discovered that it is possible that vehicles exist which can endure being driven for up to at least the average number of years of use for vehicles (approximately 15 years) as long as there are no failures other than normal deterioration and the vehicle battery deteriorates gradually, as the cell capacity (average value) for vehicles that have traveled 110 thousand km in 4 years was 97%.

Table Verification results about usability of reuse electric vehicles and reuse batteries (Over View)

	Verification 1 Continue driving use (Exclusively short-range movement)	Verification 2 Stationary type use on the electric vehicle	Verification 3 Taken off the vehicle and assembled
【Usability】 • Pack capacity (Passed year from the first year registration)	• 55 ~ 65 % (6 ~ 7years passed) ⇒ ○ • 30%(6 years passed) ⇒ △ (limited use range)	• 98%、100%(4.5~5 years passed) ⇒ ○ • 30%(6 years passed) ⇒ ×	• 65%(7 years passed) ⇒ ○

【Usability】 ○: Available △: Available with condition ×: Unsuitable to use

(2) Versatility of battery diagnosis technology for reuse

(Understanding battery status by utilizing battery diagnosis technology)

Existing battery diagnosis for the purpose of guaranteeing the battery capacity measures the “pack capacity”, which is all the cells as a group. In the hypothesis prior to starting the verification, in order to determine appropriate reuse we thought it was important to understand the “output performance” connected to acceleration performance and slope climbing performance in addition to “cell capacity”, which is the basis of the pack capacity and decides the cruising range.

In the verification results, the amount of variation in cell capacity is different depending on each individual battery. This “cell capacity variation” can be thought of as an indicator for when determining the health or abnormality of a battery (whether the state of deterioration is as it should be for the battery).

For the “output performance”, from the results of implementing the monitor driving investigation with the cooperation of general electric vehicle users and city hall staff who use electric vehicles for official business every day, we did not observe anything odd or inconvenient with the acceleration performance and slope climbing performance even for electric vehicles that had dropped below their battery capacity value as guaranteed by the manufacturer. Monitoring and verification needs to continue but we believe that priority for understanding the “output performance” is not as high as the “cell capacity variation” as a standard to determine reuse.

(Battery diagnosis technology versatility for reuse)

With regards to battery diagnosis technology, we confirmed that battery diagnosis can basically be implemented under conditions (analysis is possible using charging data, each individual cell is known, local measurement can be done using general purpose equipment) that assume electric vehicles will be reused by measuring monitor vehicles from local cooperating companies in Miyakojima City and Goto City and also associated post analysis.

(3) Feasibility of the reuse business model

(Basic idea for cascade use)

EVs which invalidate warranty of their battery and replaced batteries by manufacturer's warranty are targeted for the reuse business (service-provided type). In this model, utilizing as a vehicle has the highest value.

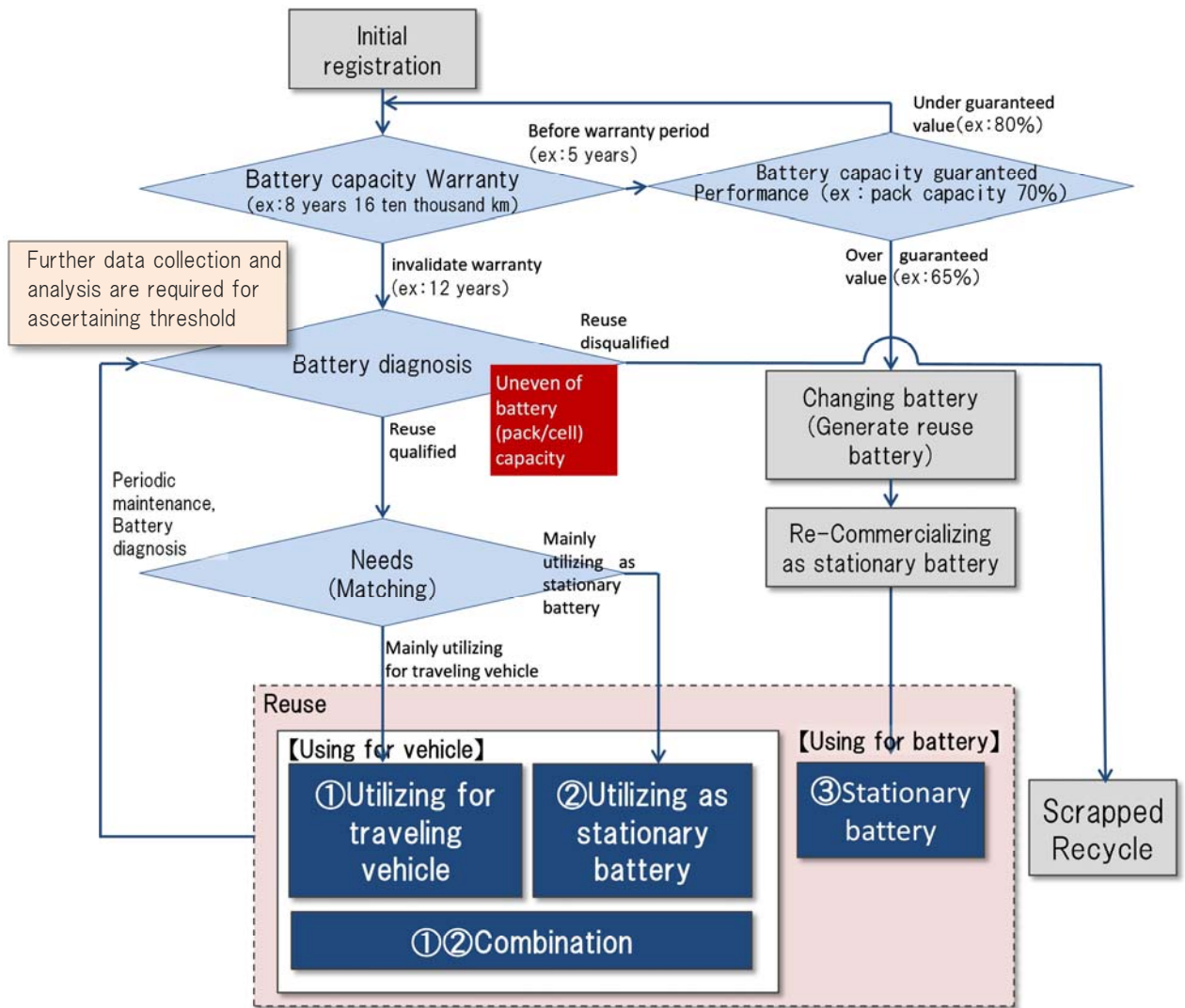


Fig. Basic procedure for cascade use

(Feasibility study for the reuse business model)

Verification 1 (driving use), which uses the vehicle as is, and verification 2 (stationary type use on the electric vehicle) reuse models maintain the function and form of the vehicle so feasibility is comparatively high early on. On the other hand, the verification 3 (taken off the electric vehicle and used as a stationary type battery) reuse model is not assumed within the conventional social system. Therefore, there are issues in terms of system design and economic reasoning with regards to such as safety guarantee and grid connections, and we believe it is difficult to achieve a business model in a short period of time.

According to the questionnaire survey, approximately 90% of reuse electric vehicle demand is for driving use or for driving use combined with stationary type use. While the time is approaching in which a large number of used electric vehicles will occur, we believe it is important to proceed by prioritizing the implementation of a reuse model that uses vehicles for driving in the short term.

However, demand is expected for reuse of each battery that occurs from such as battery replacement and non-running cars based on the manufacturer's warranty, etc., even for the verification 3 reuse model. Therefore, we believe it is necessary to proceed with the review.

(Profitability / business expansion potential for the business model)

The result of the study for business balance of reusing EV / battery service, more than 200 EVs for one car mechanic business size are required for profitable business operation, which services as (1) continue driving, (2) stationary type use and (3) used for both driving and stationary type use.

If approximately 10,000 reuse EV / batteries will be generated in 2022, about 50 maintenance bases as one mechanic in each base are assumedly required.

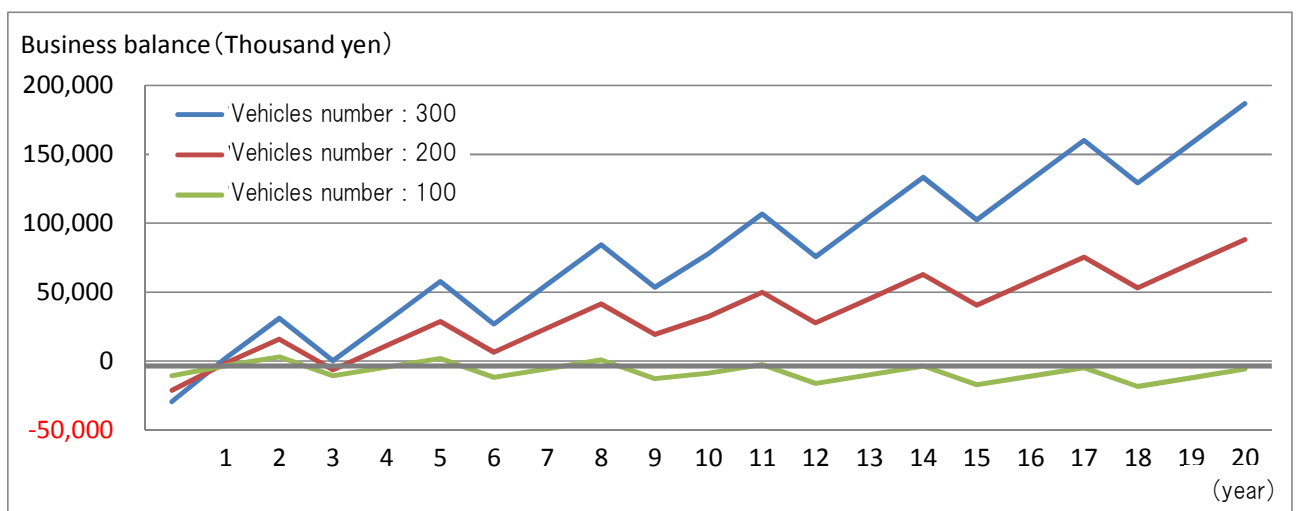


Fig. Business balance study result

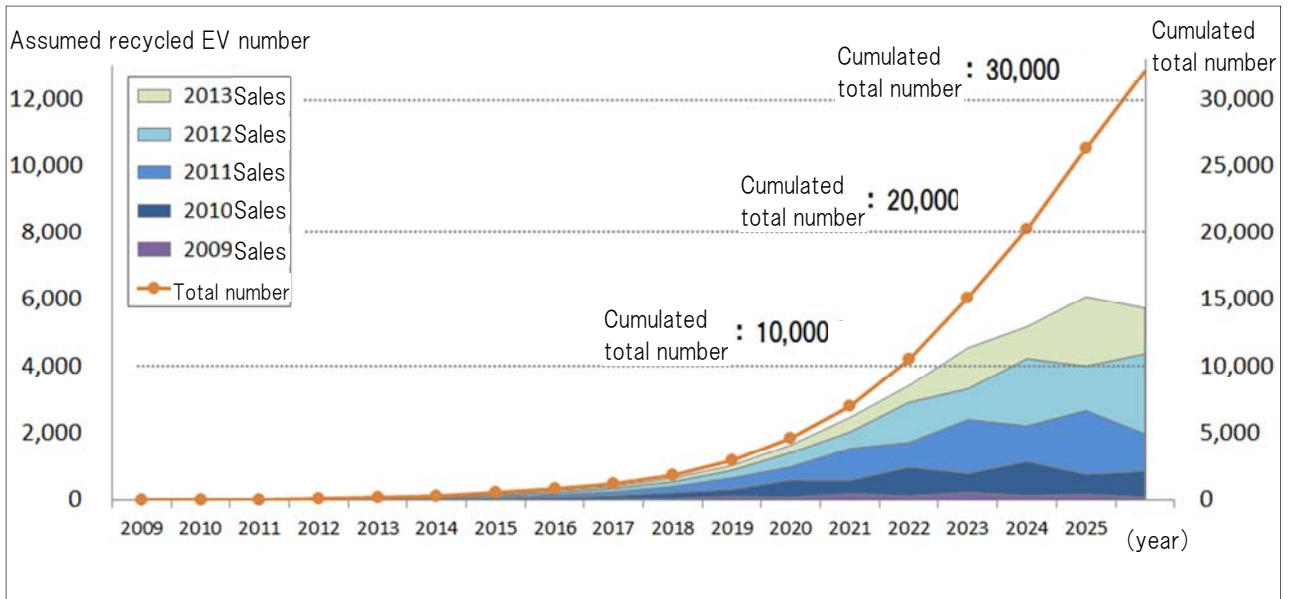


Fig. Assumed number of reusing EV / battery

*Using actual take backed EV ratio in 2015 (source: Japan Automobile Recycling Promotion Center) for estimating future take back EV amount

(4) Results of reducing the environmental load
(CO2 emission reduction)

For each of the 3 reuse scenarios (1) continue driving, (2) stationary type use and (3) used for both driving and stationary type use, from the results of calculating the CO2 emission reduction amount per reuse electric vehicle, scenario (3) used for both driving and stationary type use gave the largest reduction and over a reuse period of 3 years this was 1,124 kg of CO2 per vehicle. When comparing (1) continue driving and (2) stationary type use, (1) continue driving had a greater effect on reduction. The fact that a large amount of CO2 emissions occur when manufacturing new electric vehicles was given as a reason for this from among the reductions.

Furthermore, from the results of calculating the CO2 emissions for the entire project, we could expect to see a 9,391 tons of CO2 emissions reduction effect over a reuse period of 3 years by applying this project to the whole of Japan (assumed: 200 vehicles/office x 50 offices).

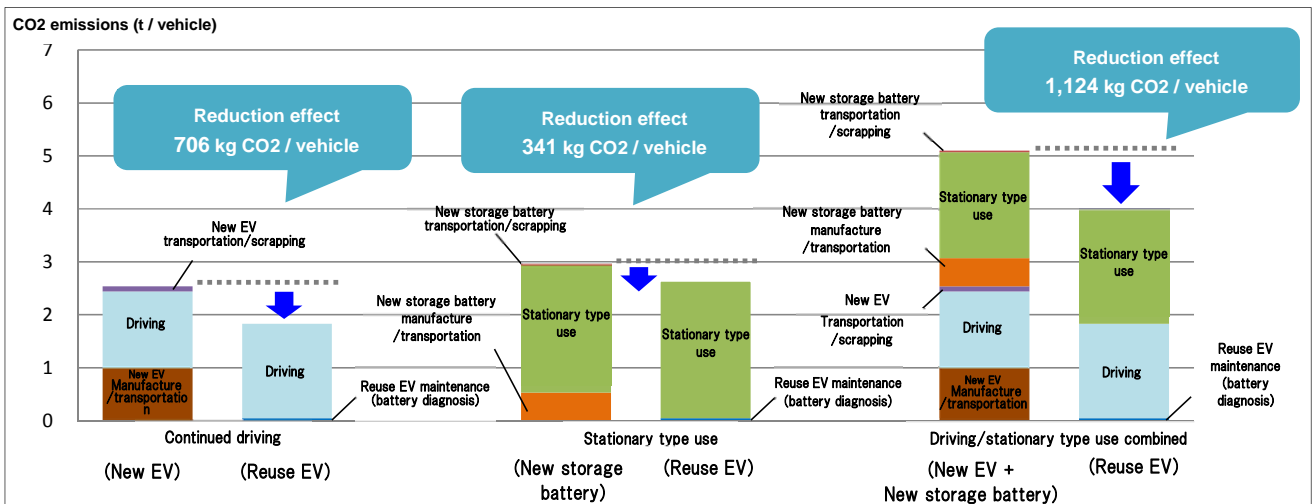


Fig. CO2 emissions reduction effect (3 year reuse period)

5. Future issues

(1) Usability of reuse electric vehicles and reuse batteries

(Trial operation, continued data acquisition and abnormal state verification in a verification environment that assumes reuse business)

In this verification project, we were unable to sufficiently understand the deterioration trend that accompanies reuse from the circumstances of the monitoring period.

In the near future, we will continue to perform trial operation in a verification environment that assumes reuse business. We also believe it is necessary to verify the presence of conditions that rapidly advance deterioration and their manifestation, which are different to the normal deterioration trend, through the continued acquisition of battery data in addition to the method for using electric vehicles.

(2) Versatility of battery diagnosis technology for reuse

(Social implementation of battery diagnosis technology that assumes reuse business scenarios and creating mechanisms for its spread)

We were able to confirm the necessity and need for a means to accurately and easily understand the state of a battery (battery diagnosis technology) in situations where electric vehicle business takes place by interviewing entities such as the auto appraisal institute and vehicle selling auction operators. As of now, it is possible that suitable assessment is not being performed for the value of batteries installed on electric vehicles for the residual value of leasing and used car assessment.

We were able to verify the basic versatility of battery diagnosis technology in scenarios that assumed reuse during this verification project. However, we believe it is necessary to implement battery diagnosis technology in society and create mechanisms for it to spread to actual reuse business scenarios such as the residual value of leasing and used car assessment specifically in the near future. At such a time, as a means to understand the state of the battery more easily and faster, we believe it is necessary to further improve the versatility including also new technology developments such as adding battery measuring functions to electric vehicle power control systems (EV-PCS).

(3) Feasibility of the reuse business model

(Technology development towards stationary type use of reuse batteries and its verification)

The “reuse battery system” employed in Miyakojima City during the current verification was a system constructed by removing the battery from the electric vehicle and attaching a vehicle control unit (BMU and EV-ECU) to it so that it was set up the same way it would be on a car. However, control units developed for electric vehicles are over performing for stationary type batteries and the increase in manufacturing costs as well as the restricting factors for maintenance remain as issues. To create wider use of reuse batteries, in addition to vehicle design that assumes reuse, we believe it is necessary to develop inexpensive control units that take part in operation and commercialization even for other than automobile manufacturers.

It is also important to verify such matters as the technology and mechanism that ensures safety and the maintenance implementing body, which includes battery diagnosis, so that the product can

take a form that is different to the vehicle.

(Creating mechanisms towards the spread of personnel and sites that can maintain electric vehicles)

From the monitor survey and interview survey in Goto City and Miyakojima City, we saw that remote islands are very suitable regions for spreading reuse electric vehicles based on reasons that include each household owns many vehicles, the demand for lightweight vehicles and used vehicles is high, there are no highways to drive on, the daily driving range is limited and the electric power infrastructure is weak. There are many similar regions also in low upland areas that occupy a large area of Japan. However, this does not necessarily mean there are personnel that can maintain electric vehicles and perform battery diagnosis in this type of region.

It is necessary to spread mechanics and sites that handle electric vehicles into such areas. In the near future, we believe it is necessary to create mechanisms for such as certification systems and personnel training and then create mechanisms and spread battery diagnosis technology to automobile servicing shops and used car dealers.

第1章

実証事業の概要

第 1 章では、本実証事業に至る背景や課題認識を整理し、実証事業を行う目的を明確化するとともに、実証事業の実施手順や実施体制を整理した。

＝ 目次 ＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

1-1	実証事業の背景・目的	1-2
1-1-1	背景及び課題認識.....	1-2
1-1-2	実証事業の目的.....	1-2
1-2	実証事業の概要.....	1-3
1-3	実証事業の実施手順.....	1-3
1-4	実証事業の実施体制.....	1-4

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

1-1 実証事業の背景・目的

1-1-1 背景及び課題認識

(背景)

EV は一般的に年数を経ると電池容量が低下し航続距離が短くなるなど、従来の自動車とは異なる特性がある。そこで、初度登録から年数を経たEV が広く市場に普及するためには、ユーザーが「安心」してEV を使用できる環境整備が重要となってくる。

現在、EV の保証サービスはメーカーによる電池容量保証が中心だが、保証期限を過ぎたEV に対するメーカー以外での延長保証サービスはない。量産型 EV の市販開始から約 7 年が経過し、今後 EV 補助金の受給に伴う保有義務期限を超過した EV が中古車として大量に発生することが想定されているが、自動車部品の中でも特に高価な電池部分の保証リスクが明確にならないうちは、そうした保証サービスは普及しないと想定されている。

また現在、EV の中古車査定やリース残価設定において、電池容量は評価されていない。メーカー系列ディーラーにおいて電池容量保証のための電池診断は普及しているが、こうした中古車取引における電池診断技術の活用と普及が途上のままでは、EV 搭載電池の価値が評価に反映されず、中古 EV の価値の低下につながることも考えられる。

EV に搭載されたリチウムイオン電池は自動車としての利用を終えた後に取り出して定置型利用するなど、低負荷サイクルでリユースしていくことも想定されているが、経済合理性やメンテナンス体制の検証などは十分ではなく、ビジネスモデルとしては未確立な状況といえる。

(課題認識)

このまま何も対策を講じなければ、まだ十分に利用価値のあるEV が、国内市場では十分に流通せず、海外輸出や解体業者による資源利用等に使われる可能性がある。

1-1-2 実証事業の目的

上記の背景及び課題認識を踏まえ、本実証事業ではEV 搭載電池のリユース環境整備を通じた電池のライフサイクルの最大化を目的とし、以下の事項について取り組むこととする。

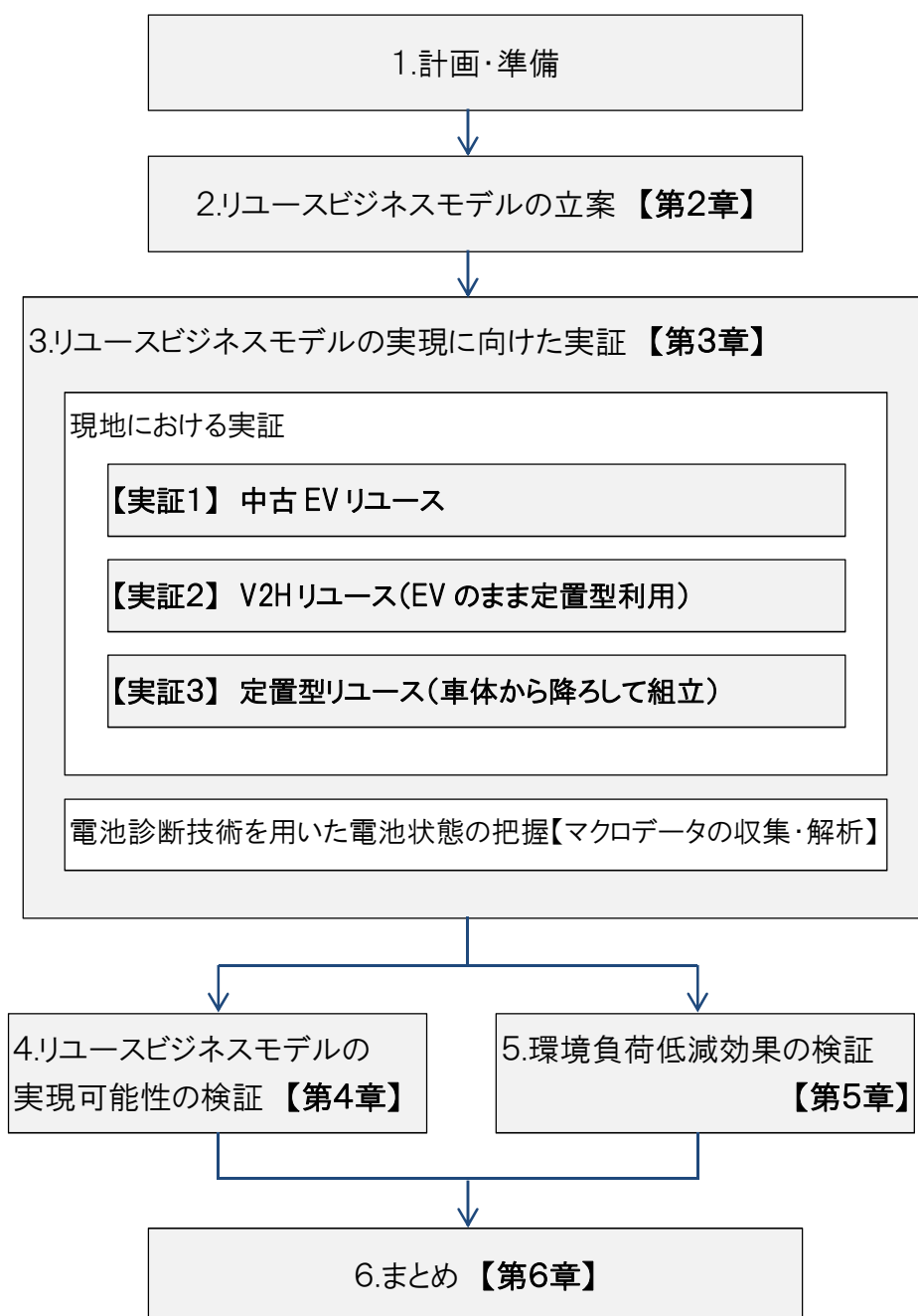
- | | |
|---------|---------------------------|
| 【現地実証】 | ① リユース EV・リユース電池の使用可能性の検証 |
| | ② リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証 |
| 【調査・検討】 | ③ リユースビジネスモデルの実現可能性の検証 |
| | ④ 環境負荷低減効果の検証 |

1-2 実証事業の概要

事業名	電池診断技術の適用による EV リチウムイオン電池のライフサイクル最大化を目指したカスケードリユースモデル実証事業
事業者	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
連携法人	株式会社東芝 インフラシステムソリューション社
実施期間	平成 28 年 6 月 7 日から平成 29 年 3 月 1 日まで

1-3 実証事業の実施手順

本実証事業は、以下の手順で実施した。

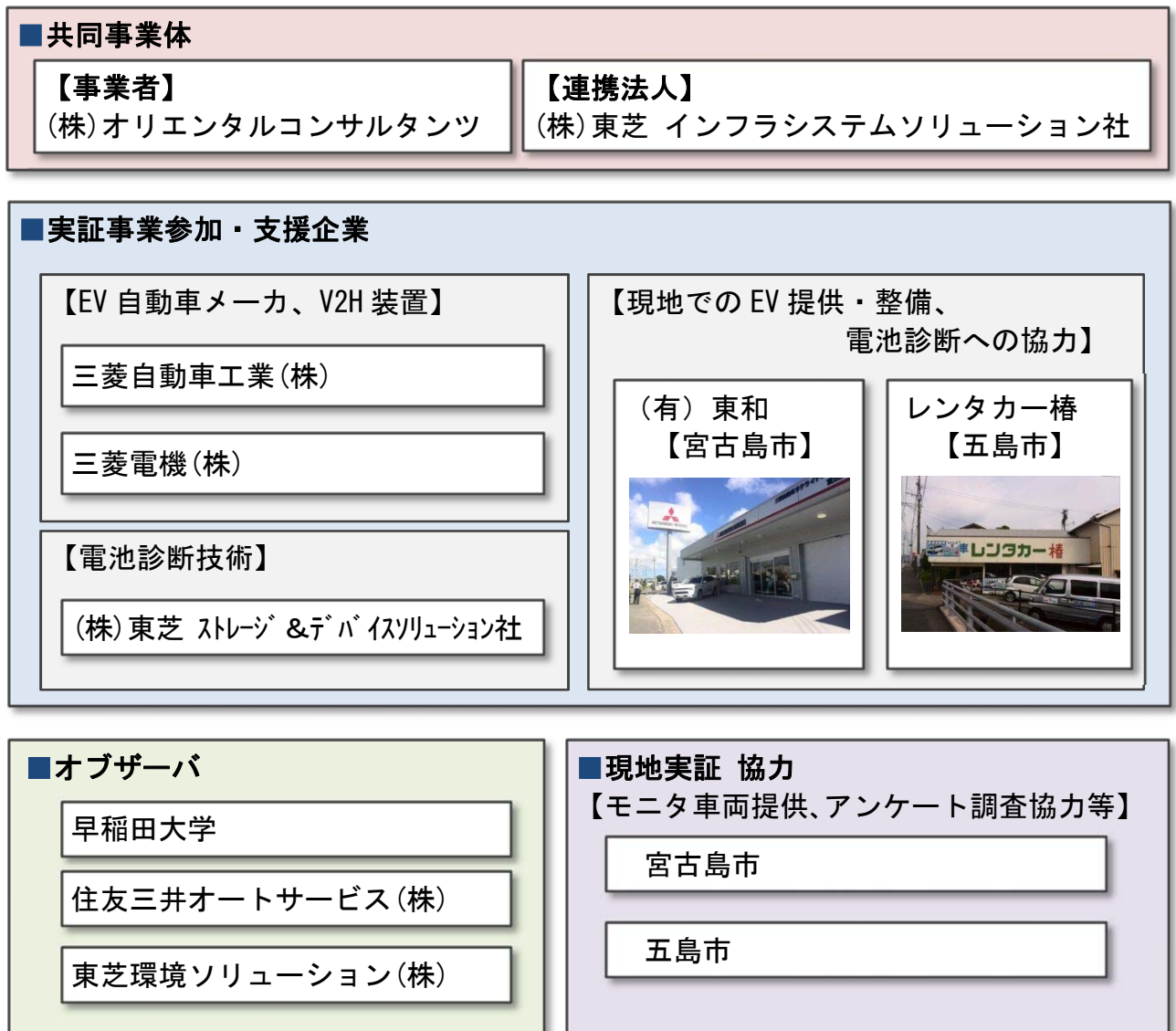


1-4 実証事業の実施体制

本実証事業は、下図に示す体制にて実施した。

EV をリユースビジネスの視点から実証・検討するため、必要となる様々な要素(EV、電池、V2H 装置、オートリース、自動車の整備・販売、リサイクルなど)の技術や知見を有した企業・事業所によるコンソーシアムを構成した。

現地実証は、国内の中でも比較的早く EV が普及しリユース需要が期待され、EV に対する地域の理解もある宮古島市と五島市にて、現地事業者の協力を得て行った。



第2章

リユースビジネスモデルの立案

第2章では、リユースビジネスの前提となる中古EV取引の現状や今後の市場見通しを整理するとともに、それらの状況を踏まえ、目指すリユースビジネスモデルを立案した。

＝ 目次 ＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

2-1	中古EV取引の現状.....	2-2
2-1-1	EVの保証サービスについて.....	2-2
2-1-2	EVの自動車査定について.....	2-4
2-2	リユースビジネスモデルの立案.....	2-5
2-2-1	目指すリユースビジネスモデルの方向性.....	2-5
2-2-2	リユースビジネスモデルの立案.....	2-6

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

2-1 中古 EV 取引の現状

2-1-1 EV の保証サービスについて

リユースビジネスモデルの立案にあたり、前提となる中古 EV 取引の現状を把握するため、EV の保証サービスの現状について整理した。

関係機関へのヒアリング調査等の結果、EV をできるだけ長く使ってもらうために保証サービスは重要と考えられてはいるが、自動車メーカーによる電池容量保証サービスや認定中古車制度のほかは、まだ具体的な保証サービスの仕組みはないことが分かった。

今後、中古 EV が大量発生した際についても、これまでと同様、事故率等の実績データの蓄積が進まないうちは保証サービスは成立しないものと見られている。一部、保証サービスが商品化されたとしても、高額なため、一般には普及しないものと考えられる。

(1) 自動車メーカーによる保証サービス

現在、EV に搭載された電池に関する保証サービスは、製造上の不具合等に起因する故障の保証サービスのほか、駆動用電池の容量低下に関しては、下表に掲げるサービスがある。それぞれ、一定条件内で保証の基準を下回る電池容量の低下に対し、無償で修理・交換することとしている。

表2-1 電池容量保証サービスの状況

メーカー	三菱自動車工業	日産自動車
対象車種	i-MiEV 及びアウトランダーPHEV	リーフ
保証の条件・内容	<ul style="list-style-type: none">初度登録後 8 年以内、かつ走行距離が 16 万 km 以内に電池容量が 70% を下回った場合に、無償で修理・交換電池容量の測定は、販売会社のサービス工場または三菱自動車が認めたサービス工場にて有償にて実施	<ul style="list-style-type: none">30kWh 電池については、新車登録から 8 年間、または走行距離 16 万 km までのどちらか早い方において、電池容量計が 9 セグメントを割り込んだ(=8 セグメントになった)場合に、修理や部品交換を行い 9 セグメント以上へ復帰することを保証24 kWh 電池については、新車登録から 5 年間、または走行距離 10 万 km までのどちらか早い方において、30kWh 電池と同様の保証を実施

出典：各社ホームページより

また、中古車となった EV については、メーカーによる認定中古車制度がある。それぞれ一定容量を認定基準としており、その後 1 年間は無料保証をつけている。

表2-2 EV のメーカー認定中古車の状況

メーカー	三菱自動車工業	日産自動車
対象車種	i-MiEV	リーフ
主な認定基準	<ul style="list-style-type: none"> 電池容量が 70%以上の車両 	<ul style="list-style-type: none"> バッテリー容量計が 9 セグメント以上の車両 走行距離5万km未満 初度登録年日からの経過が 4 年(48 ヶ月)以内の車両
主な保証内容(無料)	<ul style="list-style-type: none"> 初度登録から 8 年以内かつ走行距離が 16 万 Km 以内で電池容量が 70%を下回った場合に、電池容量保証により無償で修理・交換を実施【対象期間:1 年間】 	<ul style="list-style-type: none"> EV 特有部品を含む対象パーツを走行距離無制限で無料保証【対象期間:1 年間】

出典:各社ホームページより

上記に関連し、自動車メーカーに EV や電池の保証について現状や将来の意向などをうかがった。

EV をできるだけ長く使ってもらうために保証は重要と考えられているが、まだ具体的な保証の仕組みはない。

【自動車メーカーヒアリング結果】

- 自動車メーカーは、可能な限り自動車を長く使ってもらうことが使命である。そのため、EV についても、不具合が生じた際の修理技術が成熟すれば、中古 EV の保証を自社の中で考えるかもしれないが、現在はまだ明言できる状況ではない。
- 電池の不具合を感じたユーザの車両を修理する際、電池交換を行う場合は取り出された電池の下取り価格の分だけ修理費用を安くできる。今後のステップとしては、引き取った電池を使いこなし、できるだけ価値を高めることで下取り価格を高くして修理コストを下げることが重要と考えている。ただし、それは自社製品の生涯保証の一環の中で行うことが前提であり、中古車についてはまだその前提にはない。
- 中古EV 市場が形成されるまでは、販売会社が修理や保証を行い、できるだけ価値がある状態で手放さなければ次につながらないため、まずは自社でカスケードリユースを含めて考えていく。その先に、EV オークション市場が形成されてくると考えている。
- 電池の残存価値を広めると、回収されず危険な使われ方をされる可能性がある。そのため、電池としての生涯管理を行い、それを保証したいという考えはある。

(2) 保証会社による保証サービス

上記のメーカー認定中古車のほか、中古車の保証としては、中古車保証サービスや中古車延長保証サービスがあるが、主要な保証サービス※を調べた結果、現在 EV は適用外であった。

※ 調査した主な中古車保証サービス、延長保証サービス

- AIRオートクラブ延長保証制度
- ロータス延長保証、中古車保証
- カーセンサーアフター保証

保証会社、自動車査定関連団体など、複数の関係機関へのヒアリング結果より、中古車保証サービスで EV が適用外となっているのは、以下のような理由が考えられる。

- 一般的に電池の交換費用や修理費用は高額なため、従来の相場での保証料ではビジネスとして成立しないため。
- EV の故障率等のデータ蓄積が十分ではなく、故障の定義や閾値が明確になっていないため。
- 中古 EV の台数がそもそも少なく、その多くはメーカー認定中古車として一定容量が保証されているため保証サービスの需要がまだ高くはないため。

【保証会社ヒアリング結果】

- 中古車の保証料は概ね車両価格の 5%程度としているが、EV の場合、電池交換費用が高額となるため、ビジネスとして成立しづらい。
- 故障かどうかの判断基準や閾値が従来の自動車と異なるため、商品化しづらい。
- ユーザには「電池は劣化するもの」ときちんと説明し理解してもらおうことが重要である。

【一般財団法人日本自動車査定協会ヒアリング結果】

- ハイブリッド自動車については、メーカーが中古車も含めて手厚く保証していたため電池の評価の必要性が低かった。
- 事故率等の統計データが集まらない限り、継続保証は難しいと想定している。

2-1-2 EV の自動車査定について

現在、EV の査定は、外装、内装、電装、足回り、走行距離、車検残、修復歴など、基本的に従来の内燃エンジン車と同様の項目で行われている。駆動用電池を評価する特別な査定項目はない。

中古車の査定は、中古自動車査定制度に基づいて認定を受けた中古自動車査定士が、自動車検査証等転記、内外装の状態、機能各部位及び装備品の点検等を行っている。通常であれば 30 分程度で実施されている。

カーチェックシートをもとに評価しており、電池診断のような特別なツールによる査定は行っていない。

【一般財団法人日本自動車査定協会ヒアリング結果】

- 自動車査定は、査定士がチェックシートと鉛筆だけでできることが条件である。査定士は専門工具を用いた測定は行わない。
- 自動車査定はあくまで「現時点」の価値を評価するものであり、「その後の価値」を保証するものではない。

2-2 リユースビジネスモデルの立案

2-2-1 目指すリユースビジネスモデルの方向性

前項で把握した中古 EV 取引の現状を踏まえ、目指すリユースビジネスモデルの姿を立案する。本事業を通じて目指すリユースビジネスモデルは、主に以下の方向性で具体化していくこととする。

(1) 扱う車両は、電池容量の保証期限を迎えた EV

前項に示す中古 EV の保証サービスの現状や今後の見通し等を踏まえ、今後中古 EV が大量発生してもすぐには中古車保証サービスの普及が進まないとする、現在のメーカーによる電池容量保証の期限が切れた後、電池に関する保証が無くなる。リユースビジネスは、この保証期限を迎えた EV を対象とすることとし、定期的な電池診断やメンテナンス等を通じて、従来の保証に代わる安心を提供する。

(2) 航続距離等の制約に応じたリユース用途のマッチング

リユース EV は一定程度電池容量が低下したものであり、航続距離等の制約がある。そうした制約がある EV でもニーズや使用条件を満たせるリユースモデルを構築し、条件に見合ったユーザとのマッチングを行い、ユーザに対して相応の価値を提供する。

(3) サービス提供(機能提供)型のビジネスモデル

従来の新車や中古車のような「売り切り型」ではなく、EV が有する走行機能や蓄電機能を提供する『サービス提供型』のビジネスモデルとする。ニーズに応じて定期的なメンテナンスや電池診断等のサポートサービスを組み合わせたメンテナンスリースに近いサービス提供を基本とする。

(4) ローカルビジネス

地域の中古車販売店や自動車整備事業者を主要な実施主体と想定し、地域に根付いて定期的なメンテナンスや電池診断等の EV サポートサービスを提供する。

世帯当たりの自動車所有台数が多い、軽自動車や中古車のニーズが高い、高速道路走行がない、日常の走行圏域が限定的などの理由から、離島や中山間地域はリユース EV の適性や自動車整備拠点の需要が高いと考えられるため、こうした地域を主な対象と想定している。

2-2-2 リユースビジネスモデルの立案

前項で整理した方向性を踏まえ、目指すリユースビジネスモデルを立案した。

<EVリユースの基本的な流れ>

- ① 電池容量の保証期限を迎えるなどし、中古車市場で流通しなくなったEVを譲り受ける(もしくは安価で購入する)。
- ② 電池診断や点検等を行い、EVの電池状態や車両状態を把握し、制約条件に応じたリユース用途(走行継続、定置利用等)でニーズを満たせる二次ユーザーとマッチングし、走行機能や蓄電機能のサービス提供(機能提供)を行う。
- ③ 定期的な電池診断や点検・整備などを通じて、ユーザーにリユースEVを“安心して”使用してもらう。
- ④ 契約期間内において約束の機能(航続可能距離、蓄電容量等)を下回る状態になった場合は、機能を満たす新たなリユースEVを提供する。

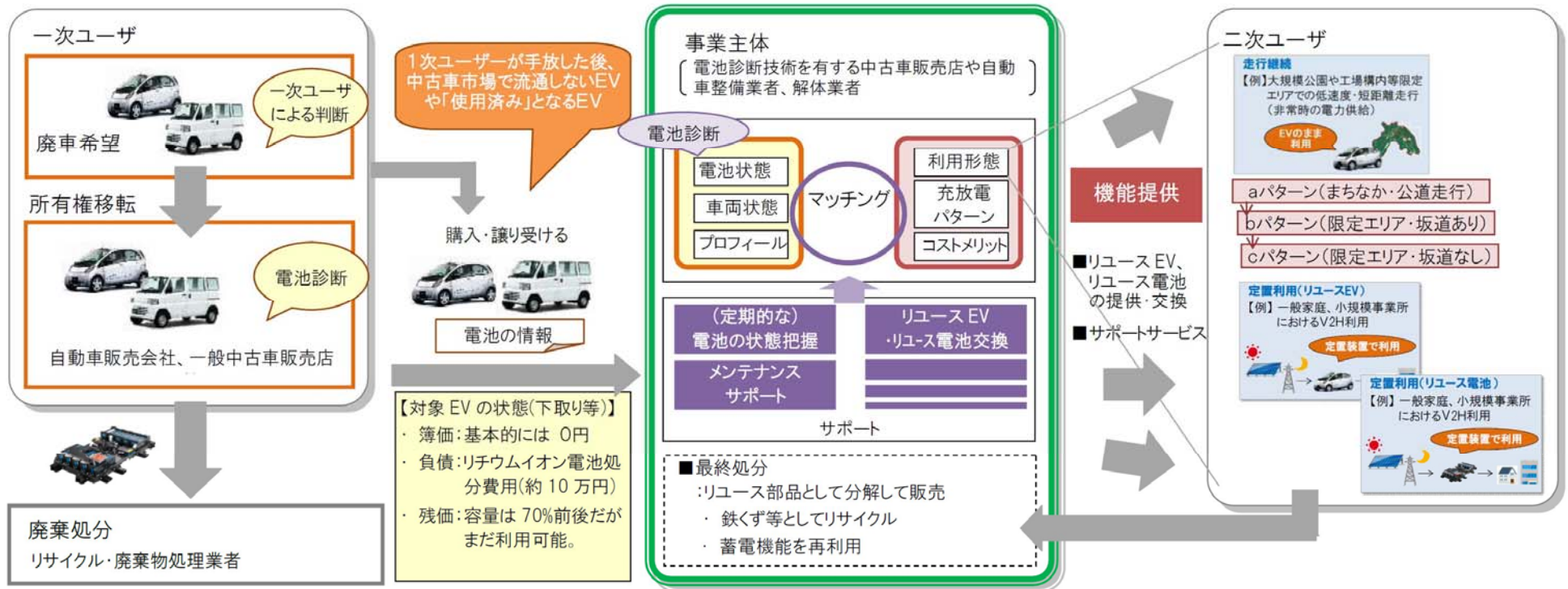


図2-1 目指すリユースビジネスモデル

第3章

リユースビジネスモデルの実現に向けた実証

第3章では、リユースビジネスの実現に向けて、現地において実際の運用を想定した実証を行うとともに、電池診断技術の汎用性やリユースEV・電池の使用可能性、事業実現可能性の検証に必要な実証データを収集した。

＝ 目次 ＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

3-1	現地実証の概要.....	3-2
3-1-1	現地実証の目的.....	3-2
3-1-2	現地実証の実施場所.....	3-2
3-1-3	現地実証モデルの概要.....	3-3
3-2	リユースEV・電池の使用可能性の検証.....	3-4
3-2-1	継続走行利用の可能性検証 / 実証1.....	3-4
3-2-2	EVのまま定置型利用の可能性検証 / 実証2.....	3-6
3-2-3	車体から降ろして定置型利用の可能性検証 / 実証3.....	3-12
3-2-4	現地実証を踏まえた考察.....	3-17
3-3	リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証.....	3-19
3-3-1	電池診断技術を用いた電池状態の把握.....	3-19
3-3-2	リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証.....	3-27

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

3-1 現地実証の概要

3-1-1 現地実証の目的

リユース EV・電池の使用可能性や電池診断技術の汎用性を検証すること及び事業実現可能性の検証に必要な実証データを得ることを目的として、現地において、実際のリユース運用を想定した実証環境を構築し、電池容量測定や走行モニター調査、V2H モニタリング等を行った。

3-1-2 現地実証の実施場所

現地実証は、以下の場所において実施した。



図3-1 現地実証の場所(宮古島市)
出典: 国土地理院電子地形図



図3-2 現地実証の場所(五島市)
出典: 国土地理院電子地形図

3-1-3 現地実証モデルの概要

現地における実証モデルの概要を以下に示す。

(1) 現地実証における検証内容

以下の2つの項目について検証を行うことを目的として、現地実証を実施した。

【検証項目1】 リユースEV・リユース電池の使用可能性

- ・ リユースEVを想定した使用年数4~7年を経過したEVを用い、リユースモデル実証環境での試行運用を通じて、自動車として、或いは電池としての使用可能性を検証する。

【検証項目2】 リユースにおける電池診断技術の汎用性

- ・ EVリユースを想定した条件で電池容量解析が実施できることを検証する。
- ・ 上記を通じて得た解析データを用い、EV搭載電池の劣化状況を把握するとともに、リユース判断や定期点検等での電池診断においてサービス提供事業者が把握しておくべき診断項目を検討する。

(2) 実証概要

現地実証において実施した3つの実証の概要を以下に示す。

【実証1】 継続走行利用の可能性検証

実証モデルの概要		・ 電池容量が一定程度低下した後もEVとして継続利用
主な検証項目	リユースEV・電池の使用可能性	・ リユースEVを想定し使用年数が経過したEVの走行モニタリングを通じた使用感や走行性能の検証
	リユースにおける電池診断技術の汎用性	・ EVのリユースを想定した条件で電池容量解析が実施できることを検証(充電データで解析できること、セル単位で把握できること、各リユースモデルの解析ができること) ・ 様々な使用状況のEVの電池劣化状況把握 ・ リユース判断や定期点検等のため、サービス提供事業者が把握しておくべき電池診断項目の検討
実証台数	宮古島市	2台 ※うち1台は実証2と同車両(多走行車)
	五島市	3台

※

【実証2】 EVのまま定置型利用の可能性検証

実証モデルの概要		・ 電池容量が一定程度低下したEVの搭載電池を、EVの姿のまま定置型利用(V2H)
主な検証項目	リユースEV・電池の使用可能性	・ リユースEVを想定し使用年数が経過したEVを用いたV2H利用のモニタリングを通じた充放電の検証
	リユースにおける電池診断技術の汎用性	*実証1と同じ
実証台数	宮古島市	2台 ※うち1台は実証1と同車両(多走行車)
	五島市	1台

【実証3】 車体から降ろして定置型利用の可能性検証

実証モデルの概要		・ 電池容量が一定程度低下したEVの搭載電池を、EVから降ろして定置型利用
主な検証項目	リユースEV・電池の使用可能性	・ リユースEVを想定し使用年数が経過したEVの電池を用いた定置システムのモニタリングを通じた充放電の検証
	リユースにおける電池診断技術の汎用性	*実証1と同じ
実証台数	宮古島市	2台

3-2 リユース EV・電池の使用可能性の検証

3-2-1 継続走行利用の可能性検証 / 実証 1

リユース EV を想定し、使用年数 6～7 年を経過した EV の走行モニタリングを通じて使用感や走行性能の検証を行った。

パック容量が電池容量保証値 70%を下回る EV について、短距離移動では不便なく走行使用できた。特に、加速、登坂性に不便はなく本実証においては電池の出力性能が問題になることはなかった。

(1) 目的

リユース EV の使用可能性を検証する。

(2) 期間

2016 年 10 月 1 日～2017 年 1 月 31 日

(3) モニターEV の概要

実証 1 では、パック容量 30%、55～65%の 5 台のモニターEV を対象とした。

*モニターEV1-2については、6年間で約 25 万 km を走行した特異な使用履歴の EV(多走行車) を入手し、実証 1 及び実証 2 において活用した。[モニターEV2-2 と同一車両]

表3-1 モニターEV の概要

	①宮古島市		②五島市		
	モニターEV1-1	モニターEV1-2* (多走行車)	モニターEV1-3	モニターEV1-4	モニターEV1-5
使用年数	6 年	6 年	7 年	7 年	7 年
走行距離	32,000km	248,000km	65,000km	61,000km	43,000km
パック容量	64%	30%	65%	55%	65%
EV 所有者	宮古島市役所	有限会社東和	五島市役所		

(4) 場所

①宮古島市 : 有限会社東和 三菱自動車サテライトショップ

②五島市 : レンタカー椿

(5) 実証概要

リユース EV の走行利用に関して、不便さや不安感がないかヒアリングを行った。

モニターEVの中で最もパック容量が小さいモニターEV1-2については、宮古島市内の既存EV ユーザに試乗してもらい、通常の行動範囲を走行した後にヒアリングを行った。モニターEV1-1、及び 1-3～5 については、宮古島市役所及び五島市役所へそれぞれ日常業務における使用経験に基づきヒアリングを行った。

【ヒアリング項目】

- ・ 走行に関して不便に感じたことや気になったこと(航続距離、加速性、登坂性等)
- ・ リユース EV の使用の可能性

【走行実験】

- ・ 実施期間 : 2017 年 1 月 9 日～15 日
- ・ モニターEV : モニターEV 1-2
- ・ モニター : 宮古島市内の既存 EV ユーザ 4 名
- ・ 方法 : モニターが日常生活において自家用車の EV で走行しているルートを、モニターEV1-2 で走行してもらい、走行感についてヒアリングを行った

(6) 実証結果

電池容量保証値 70%を下回るリユース EV のうち、パック容量が 55～65%の EV について、短距離移動では不便なく走行使用できた。モニターEV1-2 についてもパック容量は 30%と小さいが、同様に短距離移動では走行上不便はなかった。ただし、バッテリー残量計の目盛の減りが早く不安を感じる運転者がいた。

表3-2 ヒアリング結果

	ユーザ・モニター	パック容量	ヒアリング結果
モニターEV1-1	《ユーザ》 宮古島市役所	64%	《日常の走行に関するヒアリング結果》 ・ 短距離移動のため、航続距離の心配なく使用できる。 ・ 加速感や登坂性に不便は感じない。 ・ 長距離移動用にほかの車両があれば(セカンドカーなら)リユース EV も使用できそう。
モニターEV1-2* (多走行車)	《モニター》 既存 EV ユーザ	30%	《走行実験: 日常の行動範囲を走行しヒアリング》 ・ 航続距離が短い航続距離のメータ表示が正しければ乗れそうである。 ・ 加速感や登坂性は、普段使用している EV(新車)と変わりなかった。 ・ 電池残量表示の減りが普段使用している EV(新車)よりも早く不安を感じた。※電池容量が小さいため
モニターEV1-3	《ユーザ》 五島市役所	65%	《日常の走行に関するヒアリング結果》 ・ 航続距離の心配なく使用できる。 ・ 加速感や登坂性に不便は感じない。 ・ 以前よりも充電頻度が高くなった。
モニターEV1-4		65%	
モニターEV1-5		55%	

*モニターEV1-2 は 6 年間で約 25 万 km を走行した特異な使用履歴の EV(多走行車)

3-2-2 EVのまま定置型利用の可能性検証 / 実証 2

リユースEVを想定し、使用年数4～6年を経過したEVの定置型利用(V2H)を通じて充放電の検証を行った。パック容量に見合う電力量を蓄電するとともに、EVの蓄電量に応じて適切に充放電できた。

モニターEV2-2(パック容量30%)については、充放電効率が低い傾向にあった。ただし、要因が電池の劣化によるものか、機器の出力とのバランスによるものか、本実証結果から判別できなかった。

(1) 目的

リユースEVの使用可能性を検証する。

(2) 期間

下記の期間においてV2H運用データを収集した。

①宮古島市

モニターEV2-1: 2016年10月1日～12月25日

モニターEV2-2: 2016年12月29日～2017年2月5日

②五島市

モニターEV2-3: 2016年12月5日～2017年1月15日

(3) モニターEVの概要

実証2ではパック容量30%、98%、100%の3台のモニターEVを使用した。

*モニターEV2-2については、6年間で約25万kmを走行した特異な使用履歴のEV(多走行車)を入手し、実証1及び実証2において活用した。[モニターEV1-2と同一車両]

表3-3 モニターEVの概要

	①宮古島市		②五島市
	モニターEV2-1	モニターEV2-2* (多走行車)	モニターEV2-3
使用年数	4.5年	6年	5年
走行距離	15,000km	248,000km	14,000km
パック容量	100%	30%	98%

※ モニターEV2-1、2-3はそれぞれ使用年数4.5年、5年を経過しているが、電池容量測定では、電池容量保証値70%を上回る結果であった

(4) 場所 / モニター

①宮古島市：有限会社東和 三菱自動車サテライトショップ

サテライトショップには EV 用 PCS が 4 基、3kW の太陽光発電機が 4 基設置されており、PV1 基あたり EV 用 PCS1 基が接続されている。

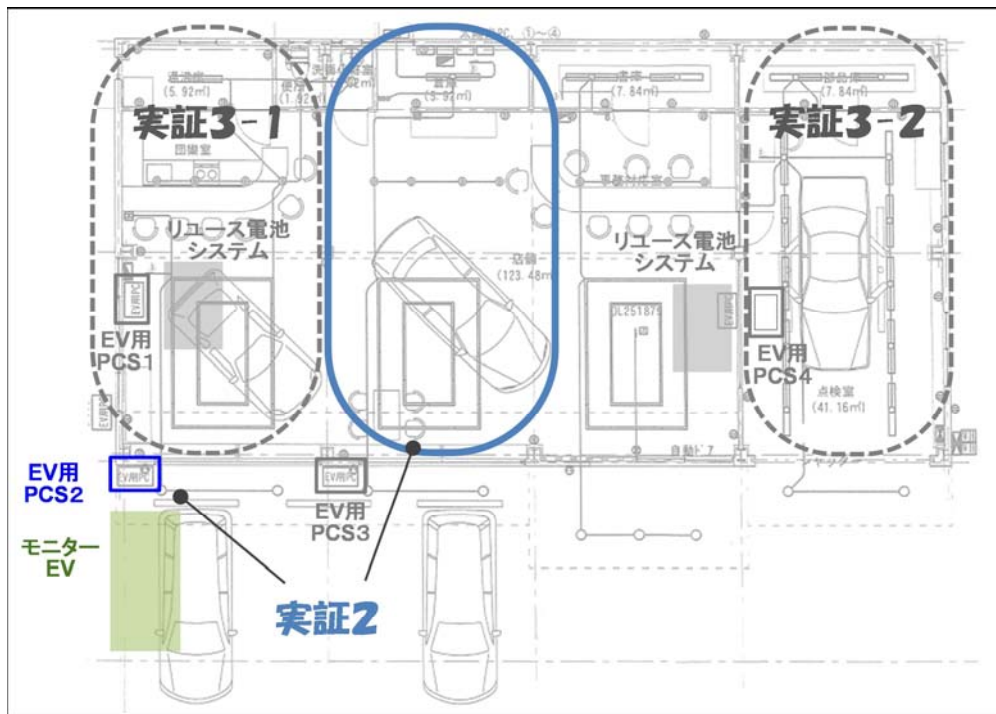


図3-3 モニターEV 及び実証範囲の位置図 / 宮古島市

②五島市：レンタカー椿事業者個人宅

住宅ガレージ横に EV 用 PCS を設置し、家庭用の負荷と系統につないでいる。

(5) 実証概要

モニターの家・事業所において、リユースEVを想定した使用年数が経過したEVを定置型利用(V2H)し、電力使用状況や電池状態のモニタリングを行った。

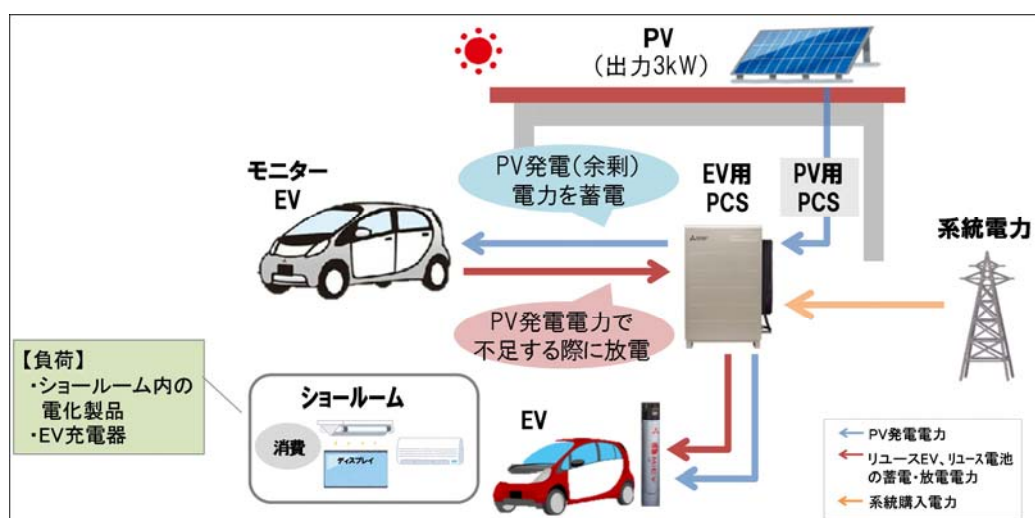
パック容量に見合う電力量を蓄電できること、EVの蓄電量に応じて適切に充放電できることの2つの視点からリユースEVの活用の可否を確認した。

①宮古島市

モニターEVを、EV用PCSを介してサテライトショップ内の負荷と系統につなぎ、モニターEVへPV発電電力のうち余剰電力を蓄え、消費電力に対してPV発電電力で不足する際に放電(給電)を行った。



図3-4 実際の実証の様子 / 宮古島市



②五島市

モニターEVを、EV用PCSを介して家庭内の負荷と系統につなぎ、モニターEVへ深夜電力を蓄え、昼間の電力消費に対して放電(給電)を行った。

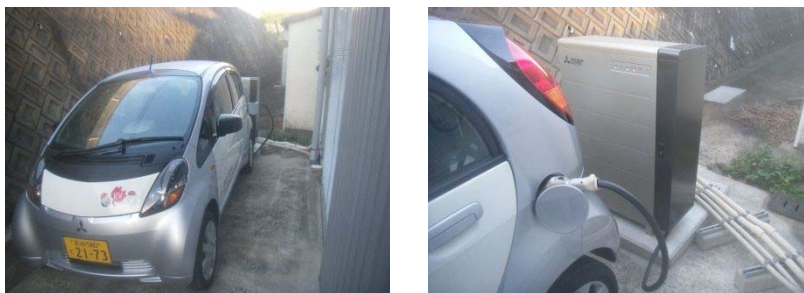


図3-6 実際の実証の様子 / 五島市

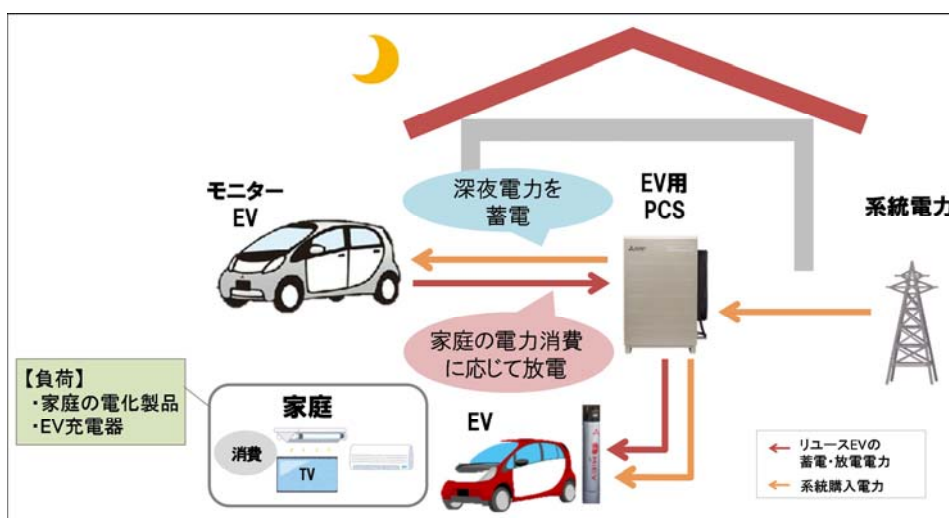


図3-7 実施概要イメージ図 / 五島市

(6) 実証収集データ及び収集方法

太陽光発電による発電量、消費電力量、モニターEVを活用して蓄電及びとも放電(給電)された電力量等のV2H運用データについて、EV用PCSのリモコン画面を使用して収集した。

【収集データ】

モニターEVを活用したV2H運用データ(1時間値)

- 太陽光発電電力 ※宮古島市のみ
- 消費電力量 ※EV用PCSの稼働に要する電力消費量を含む
- 系統電力からの購入電力量
- モニターEVへの蓄電量
- モニターEVからの放電(給電)量

		2016年12月05日(月)						積算
時刻		12	13	14	15	16	17時	
発電		0.7	0.8	0.6	0.3	0.2	0.0	4.8
消費		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	6.1
買電		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	4.9
売電								取支
給電					0.1	0.2	0.2	取支
充電		0.3	0.4	0.1				2.8

図3-8 EV用PCSの画面

【収集方法】

EV用PCS(V2H装置)のリモコンによる操作及び記録画面からのデータ入力

(7) 実証結果

V2H 運用状況をモニタリングし収集したデータを分析した結果、パック容量に見合う電力量を蓄電するとともに、EV の蓄電量に応じて適切に充放電できた。

モニターEV2-2(パック容量 30%)については、充放電効率が低い傾向にあった。ただし、要因が電池の劣化によるものか、機器の出力とのバランスによるものか、本実証結果からは判別できなかった。

収集したデータから、代表的な数日の電力使用状況のデータと時間推移のグラフを以下に示す。

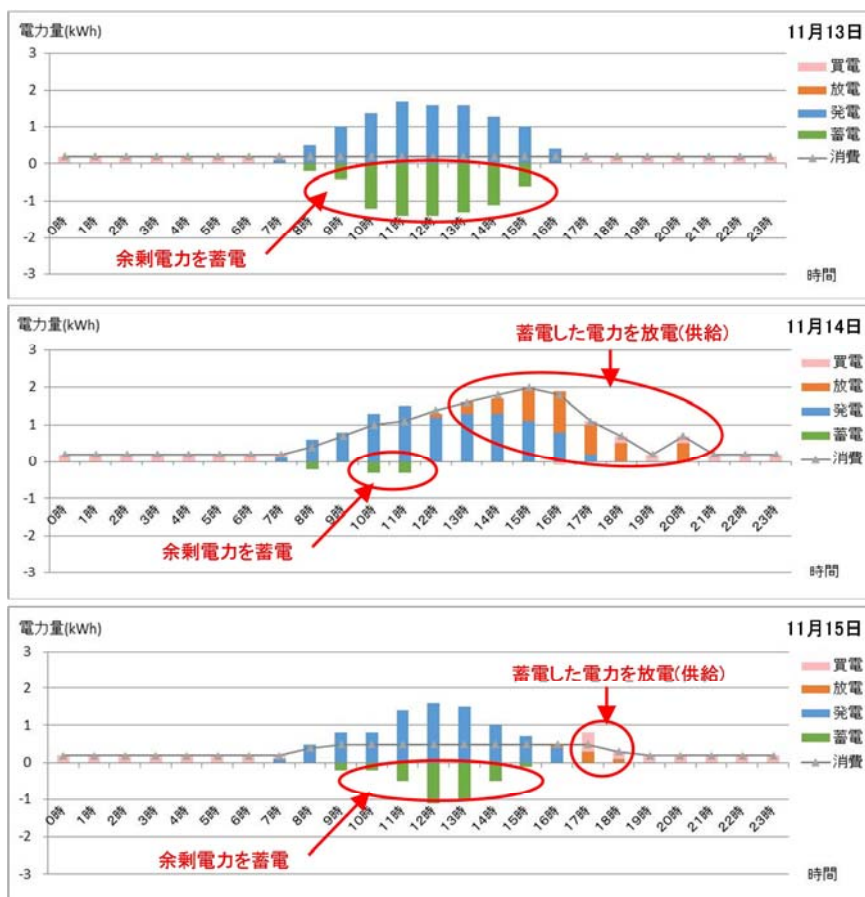
①宮古島市

1) モニターEV2-1

余剰電力を蓄え、消費量が太陽光発電を上回る時間に放電(給電)すること、パック容量に見合う電力を蓄えたことを確認した。

実証 2(宮古島市)においては、エアコンの使用によって負荷が変動していた。比較的に負荷が小さく、日によっては発電量や昼間にリユース EV へ蓄電した電力の放電(給電)により消費電力を賄うことができた。

なお、発電量が小さいもしくは消費量が大きいため余剰電力が発生しない場合や、蓄電池が満充電状態の場合においては、蓄電が行われていない。また、蓄電量がゼロの場合は放電(給電)が行われていない。これは、モニターEV2-2、2-3 及び実証 3 においても同様である。



11月13日	
発電	10.6 kWh
消費	4.8 kWh
買電	2.8 kWh
蓄電	7.6 kWh
放電	0 kWh

※休業日

11月14日	
発電	10.2 kWh
消費	16.7 kWh
買電	2.7 kWh
蓄電	0.8 kWh
放電	4.6 kWh

11月15日	
発電	8.8 kWh
消費	7.8 kWh
買電	3.2 kWh
蓄電	3.6 kWh
放電	0.5 kWh

図3-9 V2H 運用データ・グラフ / 宮古島市:モニターEV2-1(11月13~15日)

2) モニターEV2-2

余剰電力を蓄え、消費量が太陽光発電を上回る時間に放電(給電)することを確認した。

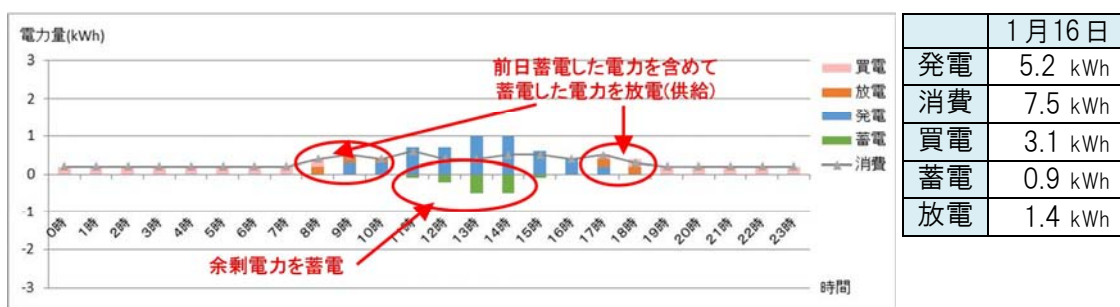


図3-10 V2H 運用データ・グラフ / 宮古島市:モニターEV2-2(1月16日)

一方で、蓄電量に対する放電量が小さく、充放電効率が低い状態を確認した。要因として、電池の劣化によるロスと、機器の変換効率によるロスの可能性が推測される。パック容量が小さいことに加え、充放電ロスが大きいことから、リユースEV活用による効果は小さく定置型利用には不向きであると考えられる。

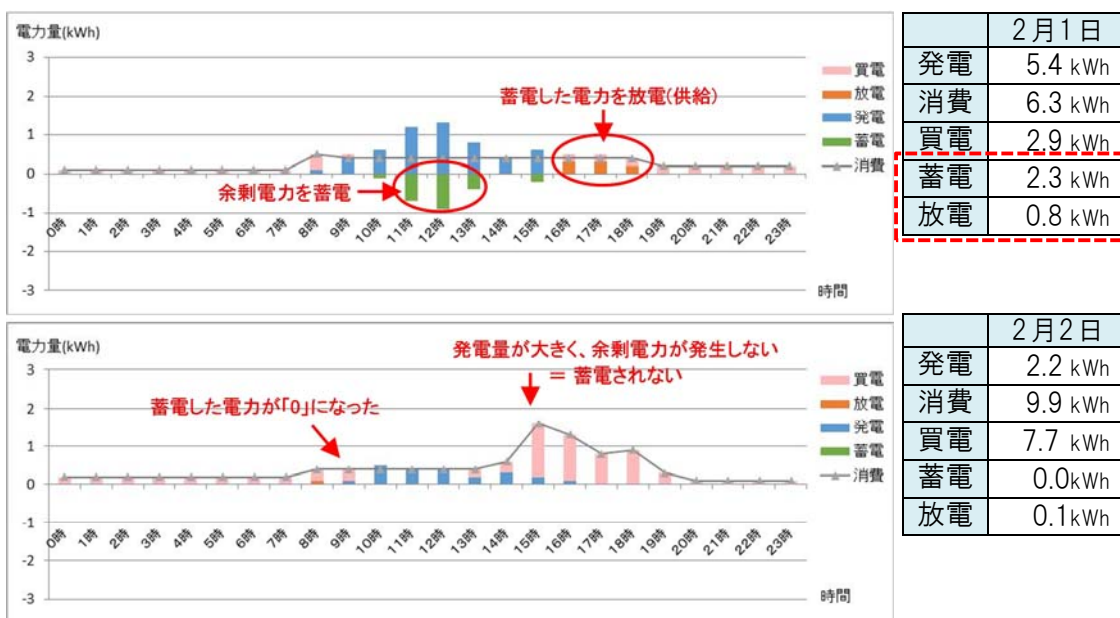


図3-11 V2H 運用データ・グラフ / 宮古島市:モニターEV2-2(2月1~2日)

②五島市

深夜電力を蓄え、活動時間帯に放電(給電)すること、パック容量に見合う電力を蓄えたことを確認した。

一方で、蓄電量に比較して放電量が小さい状態があった。EV用PCSは負荷率が小さいほど変換効率が下がる特性があり、図3-12のように負荷率が低い時間が長く続いたことにより変換効率が低くなり、充放電効率が低くなったと推測される。

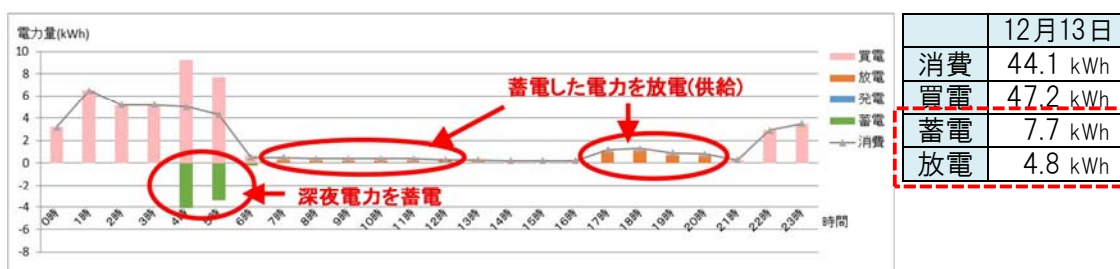


図3-12 V2H 運用データ・グラフ / 五島市:モニターEV2-3(12月13日)

3-2-3 車体から降ろして定置型利用の可能性検証 / 実証 3

リユース電池を想定し、使用年数 7 年を経過した EV 搭載電池を、EV から降ろしリユース電池システムとして組み立て直した形態での定置型利用(V2H)を通じて、充放電の検証を行った。

パック容量が電池容量保証値 70%を下回るリユース電池について、パック容量に見合う電力量を蓄電するとともに、EV の蓄電量に応じて適切に充放電できた。

(1) 目的

リユース電池の使用可能性を検証する。

(2) 期間

下記の期間において V2H 運用データを収集した。

2016 年 10 月 1 日～2017 年 2 月 5 日

(3) リユース電池システムの概要

実証 3 ではパック容量 65%の EV 搭載電池を用いたリユース電池システムを 2 基使用した。なお、本実証で使用したリユース電池システムは、BMU^{※1} や EV-ECU^{※2} を取り付けて車載時と同様の環境を再現している。

系統連系については、EV のボディやタイヤ、イス等がない状態と同じで、車載時の形態を再現したことを説明し、実証ということで電力会社の了承を得て設置した。

※1 BMU:Battery Management Unit／電池の温度、電流、電圧等をコントロールする

※2 EV-ECU:EV Electronic Control Unit／充放電をコントロールする

表3-4 リユース電池システムの概要

	①宮古島市		②五島市
	リユース電池システム 1 (実証 3-1)	リユース電池システム 2 (実証 3-2)	
使用年数	7 年	7 年	—
走行距離	53,000km	50,000km	—
パック容量	65%	65%	—

(4) 場所 / モニター

宮古島市：有限会社東和 三菱自動車サテライトショップ

サテライトショップにはEV用PCSが4基、3kWの太陽光発電機が4基設置されており、PV1基あたりEV用PCS1基が接続されている。

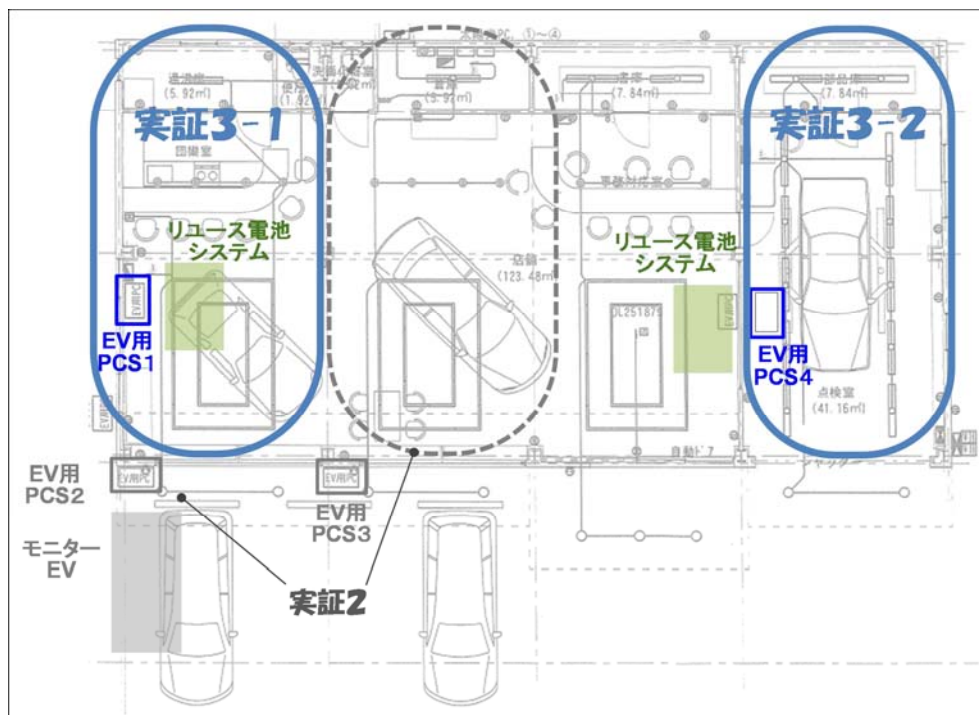


図3-13 モニターEV 及び実証範囲の位置図

(5) 実証概要

リユース電池システムを、EV 用 PCS を介してサテライトショップ内の負荷と系統につなぎ、リユース電池システムへ PV 発電電力のうち余剰電力を蓄え、消費電力に対して PV 発電電力で不足する際に放電(給電)を行った。

パック容量に見合う電力量を蓄電できること、EV の蓄電量に応じて適切に充放電できることの 2 つの視点からリユース EV の活用の可否を確認した。



図3-14 実際の実証の様子

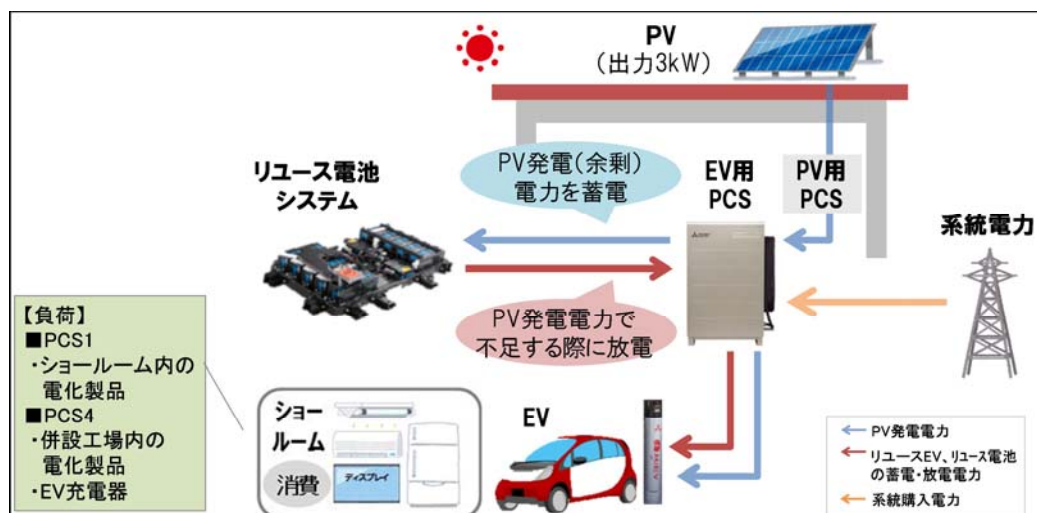


図3-15 実施概要イメージ図

(6) 実証収集データ及び収集方法

太陽光発電による発電量、消費電力量、モニターEV を活用して蓄電及びとも放電(給電)された電力量等の V2H 運用データについて、EV 用 PCS のリモコン画面を使用して収集した。

【収集データ】

モニターEV を活用した V2H 運用データ (1 時間値)

- 太陽光発電電力
- 消費電力量 ※EV 用 PCS の稼働に要する電力消費量を含む
- 系統電力からの購入電力量
- モニターEV への蓄電量
- モニターEV からの放電(給電)量

【収集方法】

EV 用 PCS(V2H 装置)のリモコンによる操作及び記録画面からのデータ入力

2016年11月15日(火)							
kWh	12	13	14	15	16	17時	積算
発電	1.9	1.7	1.1	0.0	0.4	0.0	10.2
消費	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	13.6
買電	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.4
売電							収支
給電	1.2	1.0	0.4	0.0	0.3	0.5	1.8
充電							

図 3-16 EV 用 PCS の画面

(7) 実証結果

V2H 運用状況をモニタリングし収集したデータを分析した結果、パック容量に見合う電力量を蓄電するとともに、EV の蓄電量に応じて適切に充放電でき、電池容量保証値 70%を下回るリユース電池についても、車体から降ろして組み立て直し、定置型装置として V2H に利用できることを確認した。

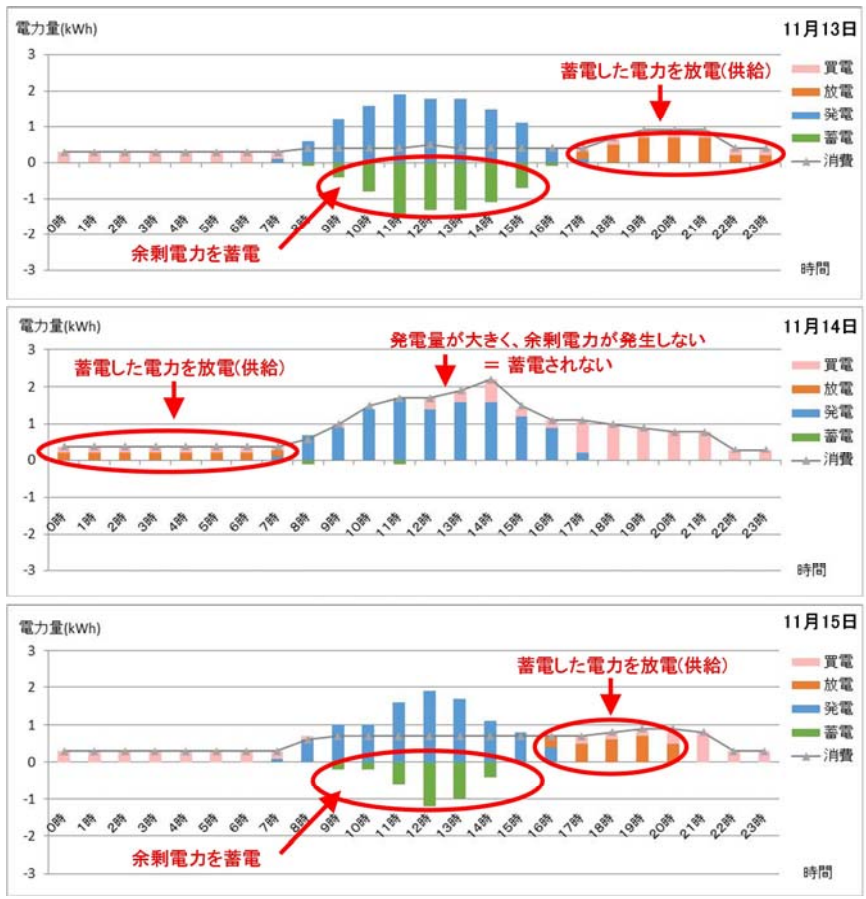
収集したデータから、代表的な数日の電力使用状況のデータと時間推移のグラフを以下に示す。

1) 実証 3-1 / リユース電池システム 1

余剰電力を蓄え、消費量が太陽光発電を上回る時間に放電(給電)すること、パック容量に見合う電力を蓄えたことを確認した。

実証 3-1 においては、エアコンの使用によって負荷が変動していた。エアコンを長時間使用したなど負荷が大きい時間帯は、PV 発電量だけでは負荷を賅うことができないため余剰電力が発生せず、リユース電池システムへの充電が行われなかった。また、発電量が小さい時間帯についても同様であった。

負荷が大きくなる平日において、リユース EV の容量には余裕があることから、PV 容量を大きくすることで、よりリユース EV を活用した購入電力量の低減効果が大きくなると考えられる。



	11月13日
発電	12.1 kWh
消費	10.7 kWh
買電	3.6 kWh
蓄電	7.3 kWh
放電	3.2 kWh

※休業日

	11月14日
発電	11.7 kWh
消費	21.6 kWh
買電	8.2 kWh
蓄電	0.2 kWh
放電	1.6 kWh

	11月15日
発電	10.2 kWh
消費	13.3 kWh
買電	4.4 kWh
蓄電	3.6 kWh
放電	2.6 kWh

図3-17 V2H 運用データ・グラフ / 実証 3-1(11月 13~15 日)

2) 実証 3-2 / リユース電池システム 2

余剰電力を蓄え、消費量が太陽光発電を上回る時間に放電(給電)すること、パック容量に見合う電力を蓄えたことを確認した。

実証 3-2においては、整備工場のアエアコン及びEV 充電器の使用によって負荷が変動していた。工場内は絶えず外気が入り込むためアエアコンの稼働による負荷は大きく、さらにEV の整備に伴う充電を行う際にも負荷が大きくなる。

負荷が大きい時間帯は、PV 発電量だけでは負荷を賄うことができないため余剰電力が発生せず、リユース電池システムへの充電が行われなかった。さらに、負荷が大きくなる平日において、リユース EV の容量には余裕があることから、PV 容量を大きくすることで、よりリユース EV を活用した購入電力量の低減効果が大きくなると考えられる。

また、リユース EV への充放電によって電力消費量の総量を賄うよりも、休業日等に蓄電した電力をピークカットとして活用することによって、よりリユース EV を活用した購入電力料金の低減効果が大きくなると考えられる。

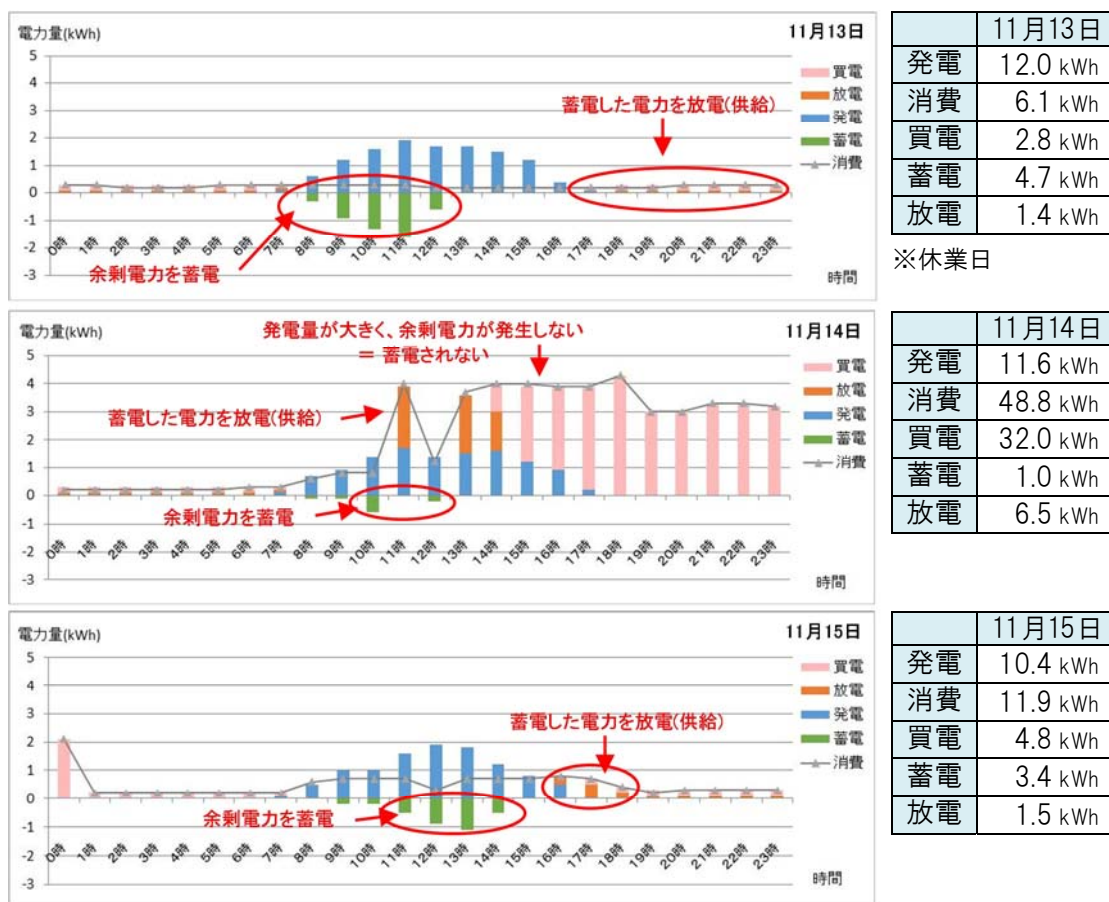


図3-18 V2H 運用データ・グラフ / 実証 3-2(11月13~15日)

3-2-4 現地実証を踏まえた考察 / 実証 1、実証 2、実証 3

現地実証において得られた結果を総括するとともに、導入上の課題等について考察した。

使用年数 4.5～7 年を経過した EV のうち、パック容量が 55～100%の EV について、短距離移動では不便なく走行使用でき、定置型利用においても活用できた。多走行車(パック容量 30%)についても走行自体は可能であったが、定置型利用においては充放電効率が低く、結果的にリユース EV 活用による効果は小さく不向きであると考えられる。

実証 3 で活用した「リユース電池システム」は、リユース電池に自動車用の制御機器(BMU や EV-ECU)を取り付けた車載時と同様のシステム構成であった。今後、新たな製品形態として提供する場合は、保守メンテナンスや安全を保証する仕組み等の検証が課題である。

(1) 継続走行利用の可能性

パック容量 30%、55～65%の 5 台のモニターEV を用いて、使用感や走行性能の検証を行った。

普段から走行利用しているオーナー(宮古島市役所、五島市役所)へのヒアリング及びモニター走行実験より、下記のことが確認できた。

■リユース EV の活用可能性／実証結果

- ・ 電池容量保証値 70%を下回るリユース EV のうち、パック容量が 55～65%の EV について、短距離移動では不便なく走行使用できた。
- ・ 多走行車についても、同様に短距離移動では走行上不便はなかった。ただし、パック容量が 30%と小さいため、限られた範囲における利用に限定する必要がある。また、普段利用している EV(新車)に比較してバッテリー残量計の目盛の減りが早く不安を感じる運転者がいた。電池容量が小さい EV については、特にユーザの使用方法(必要な航続距離等)や使用環境(充電設備の使用頻度等)を把握した上で、リユース EV の状態を分かりやすく説明する必要がある。

■継続走行利用におけるリユース EV の条件／考察

- ・ 走行利用においては航続距離を把握することが必須であることから、電池容量の把握が重要である。
- ・ 本実証においては加速、登坂性能に違和感や不具合はなく、電池の出力性能が問題になることはなかった。

(2) EV のまま定置型利用の可能性

パック容量 30%、98%、100%の 3 台のモニターEV を活用した下記の 2 パターンの定置型利用(V2H)による充放電の検証を通じて、次頁に示すことが確認できた。

【V2H 運用パターン】

- ・ PV 発電の余剰電力を蓄え、PV 発電電力で不足する電力消費に対して給電を行う／事業所
- ・ 深夜電力を蓄え、昼間の電力消費に対して給電を行う／家庭

■リユース EV の活用可能性／実証結果

- ・ 使用年数を数年経過した EV について、本実証で用いたモニターEV はほとんど電池の劣化がなくパック容量 98%及び 100%であったが、パック容量に見合う電力量を蓄電するとともに、EV の蓄電量に応じて適切に充放電できることを確認できた。
- ・ 多走行車(パック容量 30%)についても、同様にパック容量に見合う電力量の蓄電及びEV の蓄電量に応じた充放電を確認したが、充放電効率が低い傾向にあった。要因として、電池の劣化によるロス、機器の出力とのバランスによるロスが考えられるが、本実証結果からは判別できなかった。パック容量が小さいことに加え、充放電ロスが大きいことから、リユース EV 活用による効果は小さく定置型利用には不向きであると考えられる。

■定置型利用における効果の最大化／考察

- ・ 家庭における利用など、負荷が小さい利用においては充放電効率が悪くなることから、電力消費量と機器の出力とのバランスを考慮することが重要である。

■定置型利用可能性検証の課題／考察

- ・ リユース EV を EV のまま定置型利用する際は走行利用との併用が考えられ、リユースビジネスの事業化に向けては、家庭や事業所における利用実態をより具体的に再現し検証することが必要である。

(3) 車体から降ろして定置型利用の可能性

パック容量 65%の EV 搭載電池を、EV から降ろして組み立て直した「リユース電池システム」として用いた定置型利用(V2H)による充放電の検証を通じて、下記のことが確認できた。

■リユース電池の活用可能性／実証結果

- ・ メーカーによる電池容量保証値 70%を下回るリユース電池についても、車体から降ろして組み立て直し定置型装置として、V2Hに利用できることを確認した。

■定置型利用における効果の最大化／考察

- ・ PV の余剰電力を蓄える場合においては、リユース EV の容量、負荷の大きさ及び PV 発電量のバランスを考慮することが必要である。
- ・ 事業所等の負荷が大きい施設においては、リユース EV への蓄電電力量をピークカットに活用することで電力料金の削減に効果的である。

■リユース電池システムの導入上の課題／考察

- ・ 自動車と異なる製品形態においては、電池診断を含めた保守メンテナンスや安全を保証する仕組み等の検証が必要であるとともに、電池を車体から降ろす工賃や製造費等のコスト削減についても課題である。
- ・ 系統連系については、車載時の形態を再現したこと及び実証ということで電力会社の上承を得た。自動車と異なる製品形態とする場合は、新たな製品としての認証取得や V2H 装置を含めた電力会社との個別協議等が必要となる。

3-3 リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証

3-3-1 電池診断技術を用いた電池状態の把握

実証 1～3 のモニターEV のほかに、様々な使用状況のEV をモニターとして募り、電池診断技術を用いてEV 搭載電池のセル毎の劣化状態を詳細に把握した。

結果、EV について経過年数や走行距離から電池容量を推定することは困難であることが分かった。よって、EV は従来のガソリン車と異なり、走行距離や経過年数以外に車両個々の電池状態を把握(電池診断)した上でリユースを検討することが重要であると考ええる。

また、リユース判断や定期点検等で行う電池診断では、電池の健全性の判断や異常性の判断(電池としてあるべき劣化の状態かどうか)をする際の指標として、サービス事業者は「セル容量のバラツキ」を最低限把握しておく必要がある。

(1) 目的

リユースビジネスの実現に向けては、リユースEV やリユース電池の機能や性能に関する基礎情報として、年数を経たEV 搭載電池の劣化状況を継続的に測定し把握しておくことが重要と考える。

そこで、実証 1～3 のモニターEV のほかに、様々な使用状況のEV をモニターとして募り、電池容量解析データを用いてEV 搭載電池のセル毎の劣化状態を詳細に把握する。

(2) モニターEV の概要

宮古島市、五島市の実証 1～3 のモニターEV のほか、別途宮古島市において電池容量測定を行うモニターを募り、電池容量を測定した。

モニターEV の概要を下表に、プロフィールを次頁に示す。

今回の実証では、総電力量の異なる 2 つの種類 of 電池を対象とした。電池Aは量産型EV の販売初期モデルに搭載された電池である。

表3-5 モニターEV の概要

電池の種類	総電力量	発売時期	対象台数(台)		
			宮古島市	五島市	計
電池A(初期型)	16.0kWh	2009～2011年頃	1	5	6
電池B	10.5kWh	2011年頃～	14	1	15

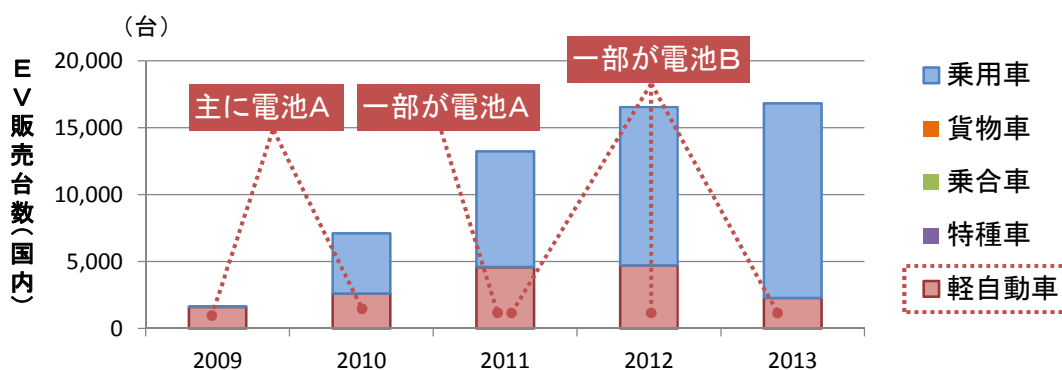


図3-19 EV販売台数(国内)に占める対象電池の状況

参照:「EV等販売台数統計」(一社)次世代自動車振興センター

表3-6 モニターEV のプロフィール

電池A(初期型)

計測場所	No.	初度登録	総走行距離 [千 km]	モニターEV の区分				計測日
				実証 1	実証 2	実証 3	追加 データ	
宮古島市	1	2010 年度	32	●				2016.12.2
五島市	2	2009 年度	65	●				2016.8.15
	3	2009 年度	43	●				2016.8.31
	4	2009 年度	61	●				2016.8.15
	5	2009 年度	53			●*		2016.8.18
	6	2009 年度	50			●*		2016.8.17

※No.5、No.6は、五島市内で使用されていたレンタカー車両の電池交換で発生した電池を宮古島市に運搬し、再加工してリユース電池システムとして実証3で利用している。計測データは車両から降ろす前に五島市において測定したもの

電池B

計測場所	No.	初度登録	総走行距離 [千 km]	モニターEV の区分				計測日
				実証 1	実証 2	実証 3	追加 データ	
宮古島	1	2012 年度	15		●			2016.10.29
	2	2013 年度	23				●	2016.11.9
	3	2014 年度	22				●	2016.10.31
	4	2011 年度	78				●	2016.11.2
	5	2012 年度	89				●	2016.11.28
	6	2012 年度	44				●	2016.11.11
	7	2013 年度	63				●	2017.1.9
	8	2013 年度	62				●	2016.11.3
	9	2013 年度	47				●	2016.11.8
	10	2012 年度	88				●	2016.11.24
	11	2014 年度	34				●	2016.12.5
	12	2012 年度	31				●	2016.11.22
	13	2012 年度	112				●	2016.12.22
	14	2012 年度	95				●	2016.11.26
五島市	15	2011 年度	14		●			2016.10.19

また、モニターEV のプロフィールとして、初度登録年月(経過年数)と総走行距離を下図に示す。

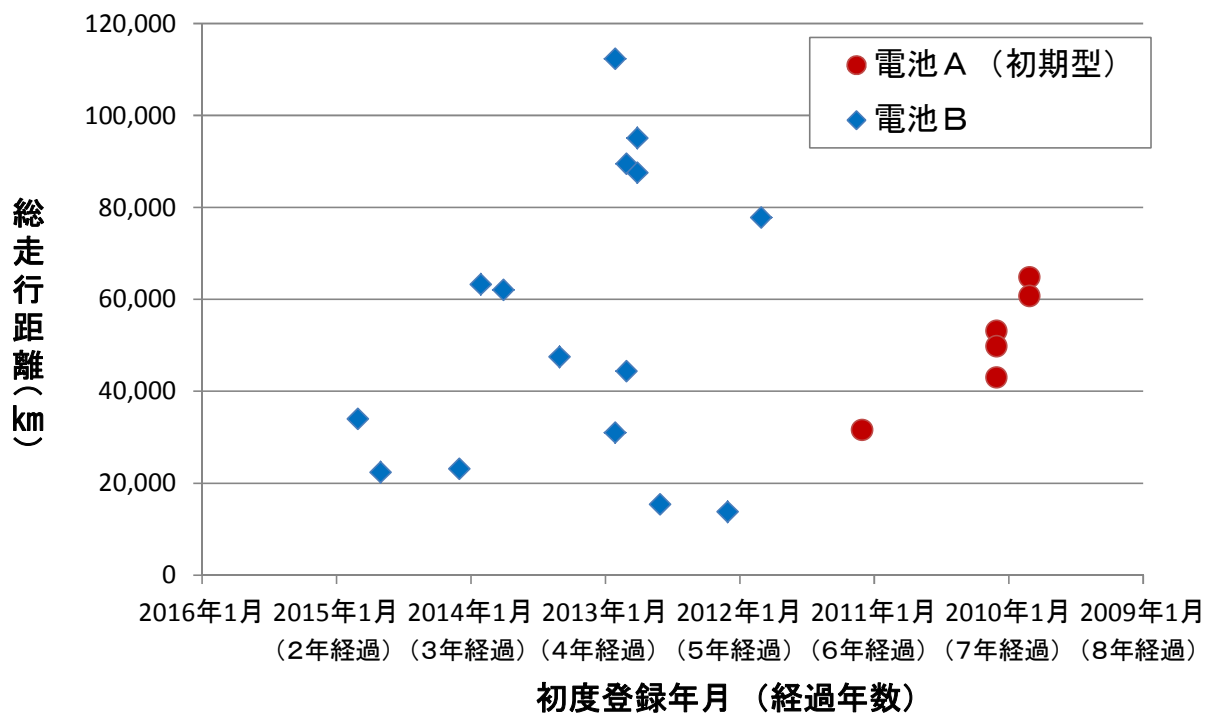


図3-20 経過年数と総走行距離の関係

(3) 解析結果

電池Aと電池Bそれぞれについて、セル容量を走行距離や経過年数との相関などに着目して解析した結果を示す。

① 電池A(初期型)

【走行距離との関係】

下図に電池AのモニターEVのセル容量(平均値)と走行距離の関係を示す。

今回の結果からは、走行距離から電池容量を推定するほどの明確な相関性は見られない。

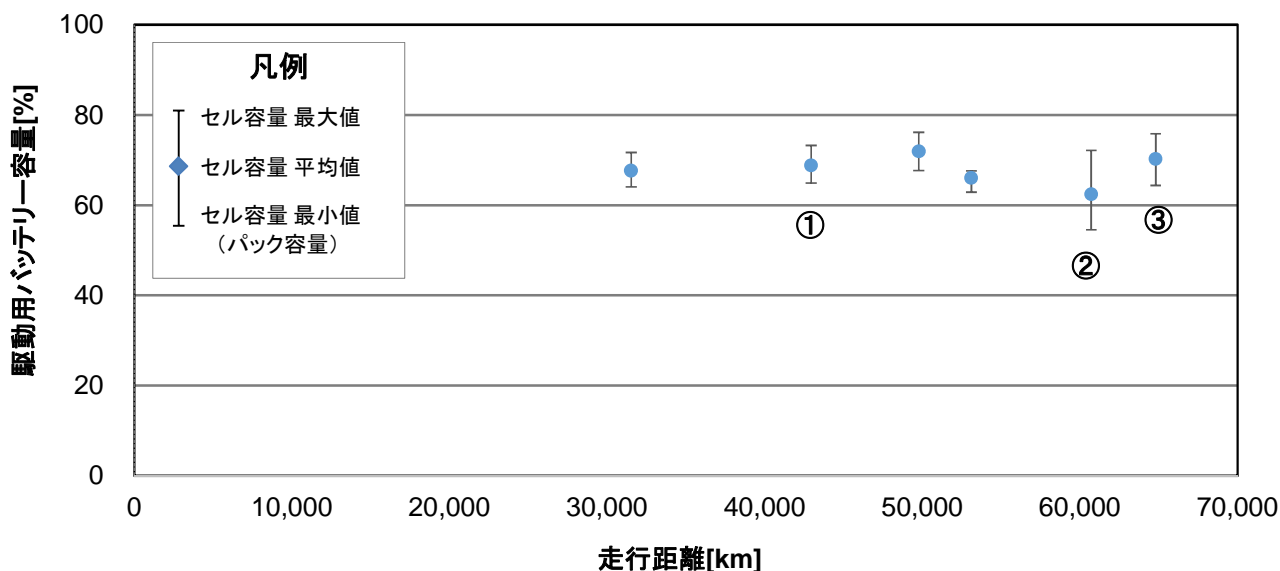


図3-21 走行距離とセル容量の関係(電池A)

次に、下図に各車両のセル容量のバラツキを示す。

電池個体によって各セル容量のバラツキ程度に差異があることが分かる。

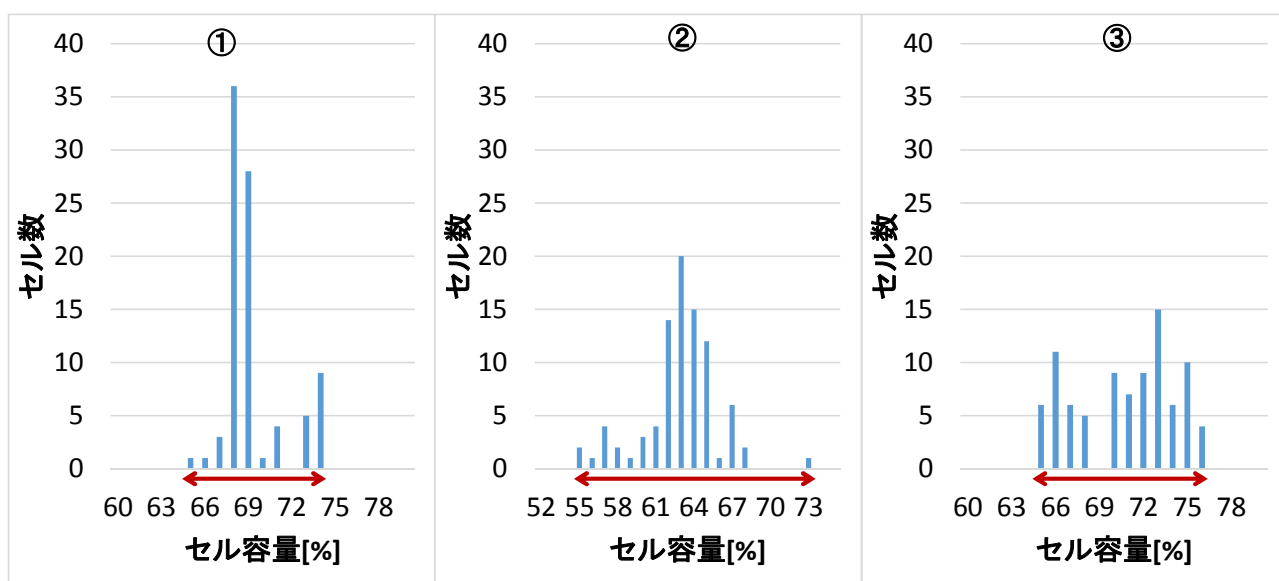


図3-22 セル容量のバラツキ(電池A)

② 電池B

【走行距離との関係】

下図に電池BのモニターEVのセル容量(平均値)と走行距離の関係を示す。

セル容量(平均値)はほぼ 100%付近を推移しており、容量の低下はほとんど見られない。最も容量が低下している 11 万km走行の車両のセル容量(平均値)は約 97%であった。

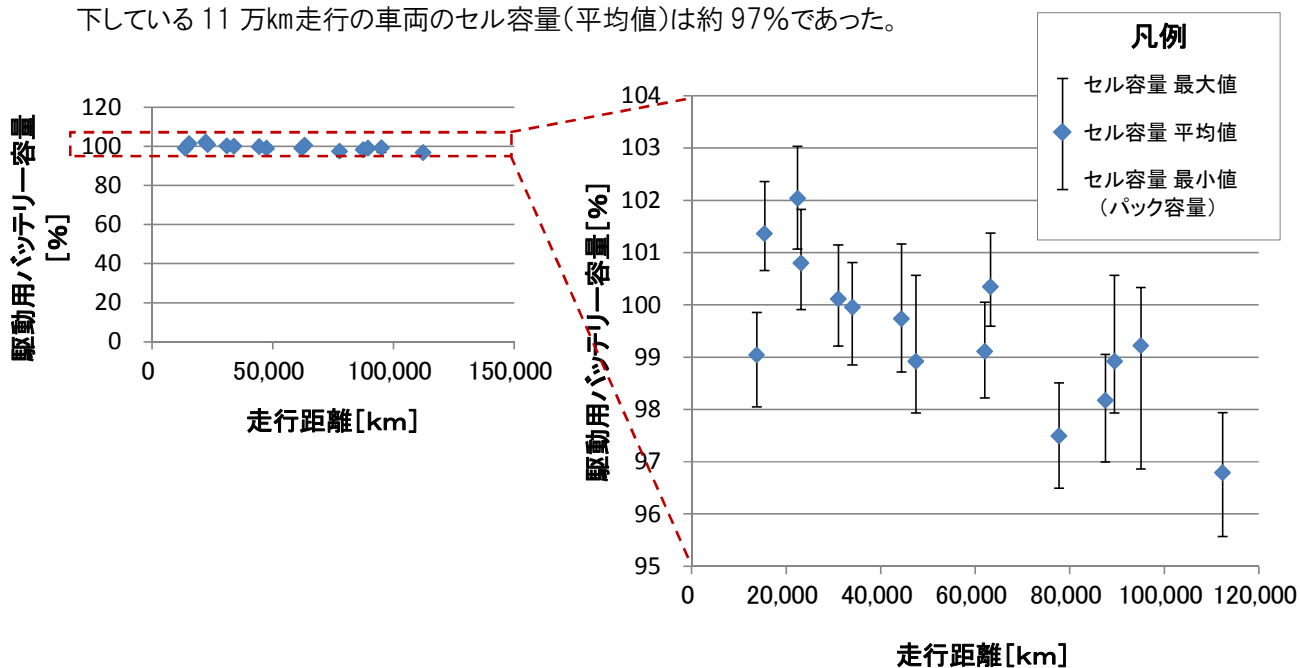


図3-23 走行距離とセル容量の関係(電池B)

下図に、最も容量が低下している 11 万km走行車両のセル容量のバラツキ(左)、セル充電量のバラツキ(右)の状況を示す。

セル容量のバラツキ、セル充電量のバラツキはともに±1~2%程度であり、ほぼ均等の状態といえる。

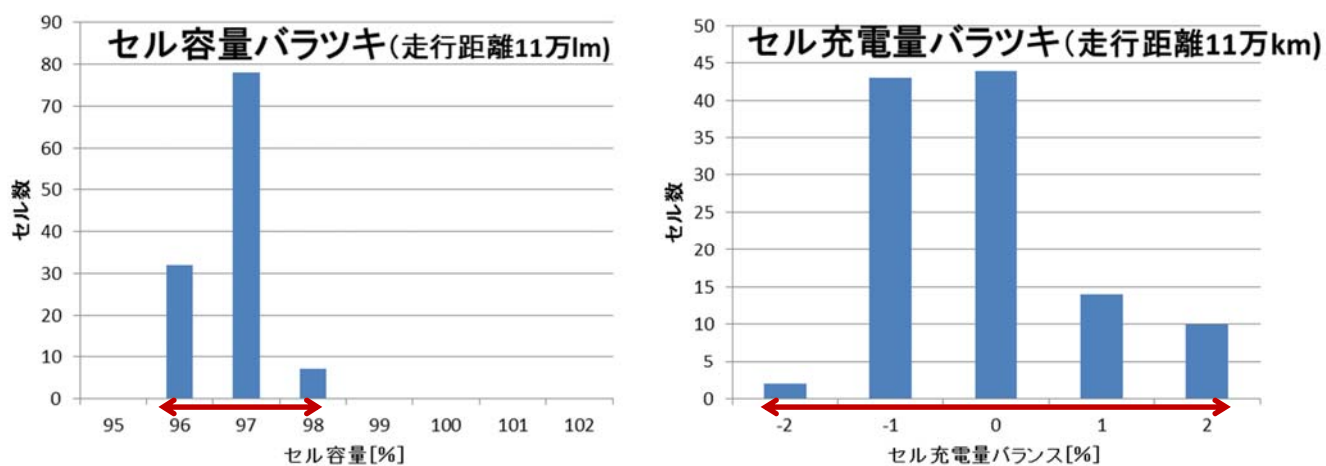


図3-24 セル容量のバラツキ(左)、セル充電量のバラツキ(右) (電池B)

【経過年数との関係】

下図に電池BのモニターEVのセル容量(平均値)と経過年数の関係を、その下に走行距離・経過年数とセル容量の関係を示す。

この結果からは、経過年数から電池容量を推定するほどの相関性は見られない。経過年数に比べ走行距離の影響が大きいように見えるが、劣化が進んでいないため、相関性は長期の検証が必要である。

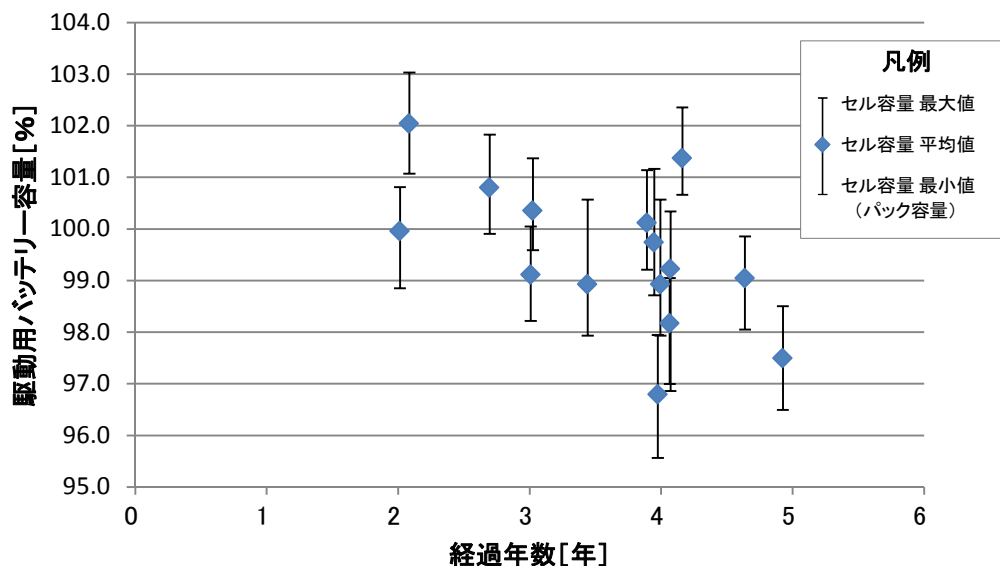


図3-25 経過年数とセル容量の関係(電池B)

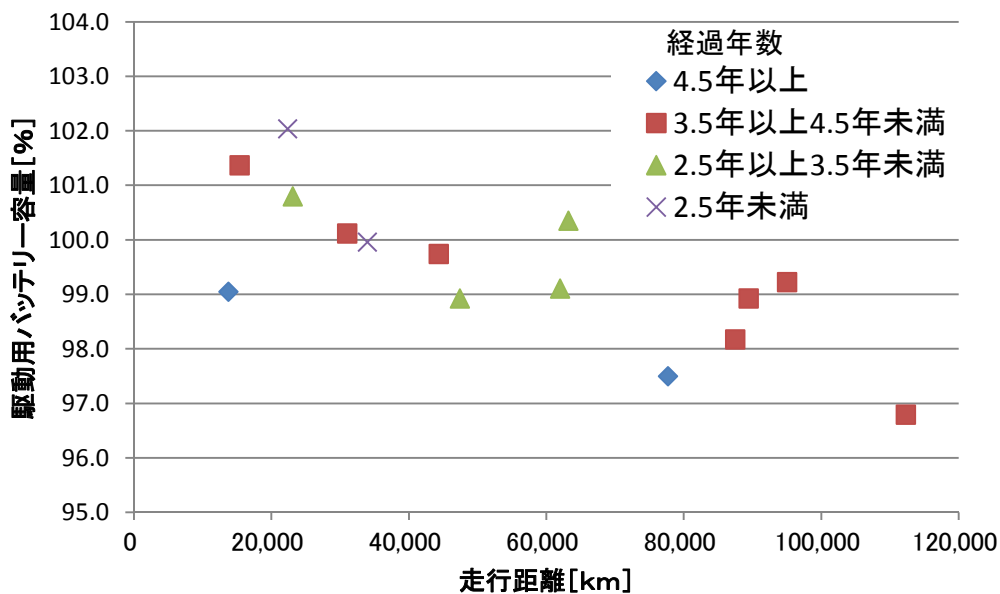


図3-26 走行距離・経過年数とセル容量の関係(電池B)

(4) 電池診断技術を用いた電池状態の把握(まとめ)

1) EVのリユースビジネスの実現に向け、電池診断技術は必要不可欠

限られたデータ数ではあったが、本実証を通じて走行距離や経過年数から電池容量を推定するほどの明確な相関性は見られなかった。リユース時のマッチングの重要な指標となる航続距離を把握するために走行距離や経過年数から電池容量を推定することは困難といえる。

よって、EVは従来のガソリン車と異なり、走行距離や経過年数以外に車両個々の電池状態・電池容量を把握し航続距離を推定した上でリユースを検討することが重要である。リユースビジネスの実現に、電池状態を把握する手段としての電池診断技術は必要不可欠であることが確認できた。

2) リユース時の電池診断では「セル容量のバラツキ」を把握し、電池の健全性や異常性を判断

従来の電池容量保証を目的とした電池診断はセルの集合体である「パック容量」を測定しているが、実証結果より、電池によってセル容量のバラツキ程度に個体差があった。リユース可否を判断する電池診断において、「セル容量のバラツキ」が電池の健全性判断や異常性判断(電池としてあるべき劣化の状態かどうか)をする際の指標になり得ると考える。

3) 年数が経過したEVであってもリユースとして使用できる可能性

4年間11万km走行した車両のセル容量(平均値)が97%であったように、通常劣化以外の故障がなければ少なくとも自動車の平均使用年数(約15年)まで走行利用に耐え得る可能性[※]がある。

自動車には大別すると、速く走る・快適に移動するといった「使用価値」と、趣味嗜好やステータスシンボルといった「所有価値」の2つの価値がある。年数の経過やトレンドの変化とともに「所有価値」が損なわれたEVであっても、上記の結果のとおり、「使用価値」を重視する今回のEVリユースでは、リユースとしての使用可能性はあるものといえる。

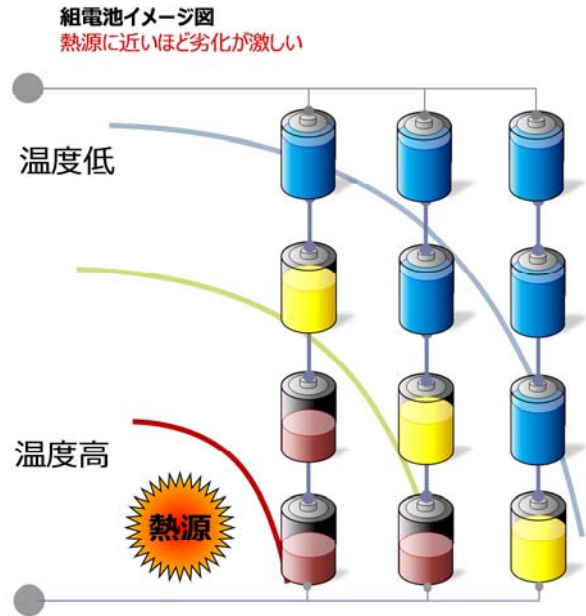
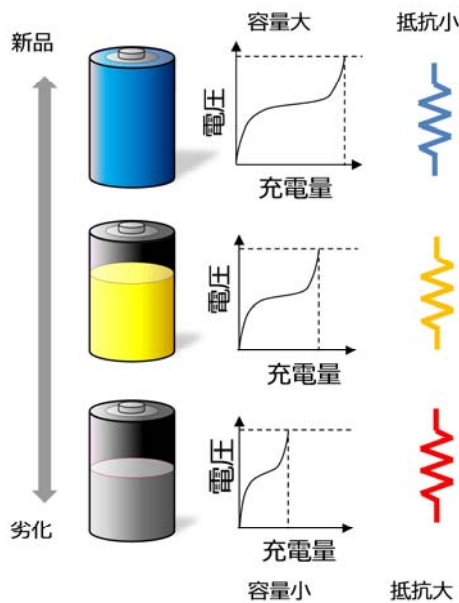
※ $100\% - 4\% / 4 \text{年} * 15 \text{年} = 85\% > \text{メーカー電池容量保証値 } 70\%$

【参考】電池の劣化及びパック容量測定について

■電池劣化とは

電池は、内部抵抗の増加や
充電容量の減少により劣化する。

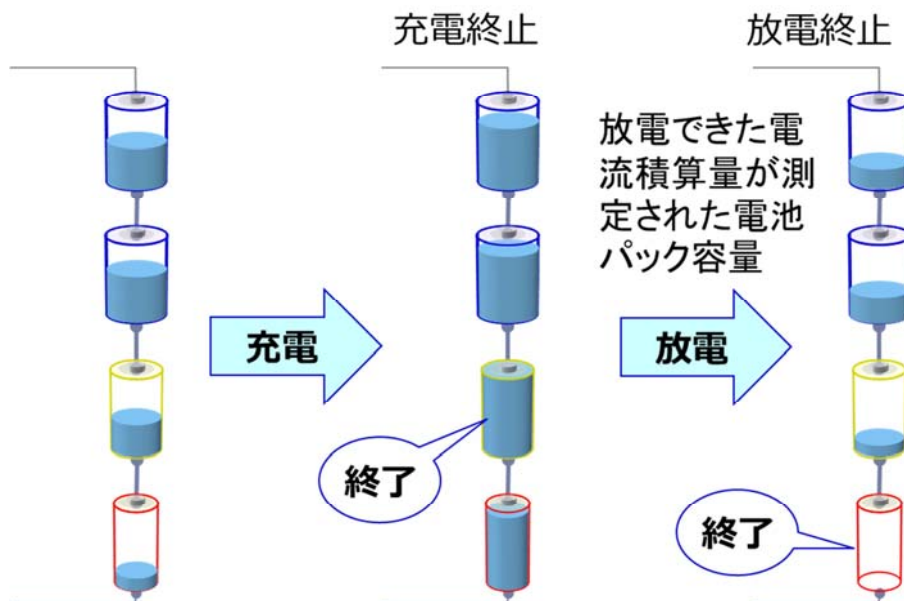
電池パックの劣化には個体差がある。
使用環境により不均一に劣化する。



■一般的な電池パック容量測定のイメージ

従来より一般的に行われてきた電池診断は、バッテリー容量保証のための、電池パック容量測定である。
一般的な電池パック容量測定では、実質的に電池パック内の最小セル容量を測定^{*}している。

※ 一つのセルが充電終止電圧／放電終止電圧に到達すると、電池パックの充電／放電が終了する。ほとんどのセルは充電終止電圧/放電終止電圧に至ることがない。



出典：株式会社東芝 資料

3-3-2 リユースにおける電池診断技術の汎用性の検証

リユース時に電池診断技術が必要となる場面として、1)EV 及び電池のリユース判断やリユース先の選定、2)リユース用途でのメンテナンス、を想定し、それらの場面において電池診断技術に求められる条件を考慮し、電池容量解析が実施できることを検証した。

現地実証の結果、EV リユースを想定した諸条件下において電池診断ができることを確認した。

(1) 目的

実証1～3の各実証モデルにおいて、EVリユースを想定した条件で電池容量解析が実施できることを検証した。

(2) 電池診断の概要

本実証事業では、セル単位で電池状態の詳細を把握することを目的として「充電曲線解析法」による電池診断を行った。概要は以下のとおりである。

充電器:普通充電器による定電流充電

測定器:MUTⅢ(ディーラー等に普及している自動車スキャンツール)

解析方法:MUTⅢを通じて車両から取得した充電時のログデータを、パソコン上にて解析

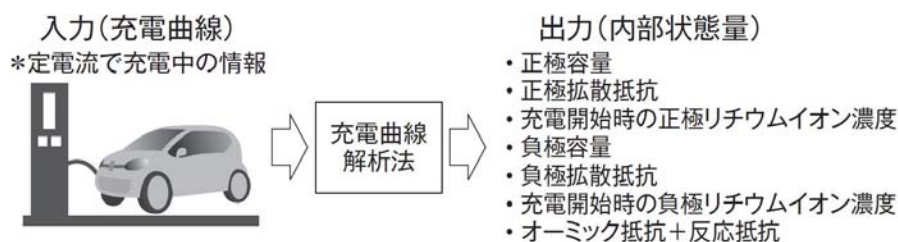


図3-27 【参考】充電曲線解析法の概要(入力と出力)

出典:東芝レビュー Vol.68 No.10

「電池の長期使用を実現する電池診断技術／充電曲線解析法の有用性とその適用性」

表3-7 【参考】充電曲線解析法とこれまでの主な手法との比較

手法名称	充電曲線解析法	満充電法 (主に電池容量保証を 目的として実施)
診断データ	・充電データ	・放電データ
劣化状態の 評価項目	・セル容量 ・内部抵抗	・パック容量
セル単位での 劣化診断	・可能	・不可能



図3-28 電池診断の様子

(3) 検証項目

リユース時に電池診断技術が必要となる場面としては以下が想定される。

- 1) EV 及び電池のリユース判断、リユース先の選定
- 2) リユース用途でのメンテナンス

それぞれの場面において電池診断技術に求められる条件を考慮し、検証項目は下記の3つとした。

- ① 充電時のデータを用いて電池容量解析ができること
- ② セル単位での劣化状態を把握できること
- ③ 従来の電池診断(パック容量測定)で用いている機器を使って現地測定ができること

(4) 検証方法

検証項目	検証のねらい	検証方法
① 充電時のデータを用いて電池容量解析ができること	電池容量保証を目的とした従来の電池診断は「放電時」のデータを使用する。一般的に、ユーザが車両を持ち込む際はSOC(%)がある程度低下した状態と想定されるため、診断終了後に満充電して返却することを考えると、充電時のデータで解析できることは持ち込みから返却までの合計時間の短縮につながる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> ● MUTⅢを通じて充電時のデータが取得できること、そのデータを使ってパソコンにて電池容量解析ができることを確かめる。
② セル単位での劣化状態を把握できること	電池容量保証を目的とした従来の電池診断はセルの集合体である「パック」の容量を測定している。電池パックは、モジュール内のセル配置によっても劣化が異なるため、セル毎に劣化状態を把握できることは、リユース時のメンテナンスにおいて非常に有効である。	<ul style="list-style-type: none"> ● セル単位で容量値が算出できているかを確かめる。
③ 従来の電池診断(パック容量測定)で用いている機器を使って現地測定ができること	電池診断技術を普及していく際、診断(測定)に用いる機器が高価であったり、特殊なものであったりすると普及の支障となることが考えられる。既に普及しているスキャンツールで診断できることが望ましい。	<ul style="list-style-type: none"> ● パック容量測定に使われ、既にディーラーに普及しているスキャンツール(MUTⅢ)で測定し、そのデータが解析できることを確かめる。

(5) 検証結果

現地実証を通じて、検証項目①～③全てを確認し、EV リユースを想定した条件で電池診断ができることを確認した。

- ✓ ①については、普通充電器を用いた定電流充電時のデータをMUTⅢを通じて取得し、解析した結果をもって確認した。
- ✓ ②については、全ての車両データについてセル単位で容量値が算出できていることを確認した。
- ✓ ③については、上記①・②に関し、既にディーラーに普及しているスキャンツール(MUTⅢ)を用いて特に不具合なくデータ取得できたことをもって確認した。

また、上記①～③の検証結果より、実証 1～3 の各リユースモデルについて、セル容量が算出できることを確認した。ただし、今回の実証 3 のリユース電池システムは車載用のBMU※¹ やEV-ECU※² をそのまま取り付けて自動車と同じ仕組みで測定しており、異なる構成でシステム化する場合には新たに検証が必要である。

- ※ 1 :BMU:Battery Management Unit／電池の温度、電流、電圧等をコントロール
- 2 :EV-ECU:EV Electronic Control Unit／充放電をコントロール

第4章

リユースビジネスモデルの実現可能性の検証

第4章では、実証結果等を踏まえてリユースビジネスモデルを具体化し、技術運用面や経済合理性、法規制の適合等の視点から課題を抽出するとともに、事業採算性より事業の実現可能性について検証した。

＝ 目次 ＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

4-1	実証を踏まえたビジネスモデルの具体化.....	4-2
4-1-1	現地実証を踏まえたカスケードリユースの考え方.....	4-2
4-1-2	リユースEV・電池に対するニーズの把握.....	4-4
4-1-3	リユースEV・電池の発生台数の予測.....	4-8
4-1-4	マッチングスキームとサポート内容の検討.....	4-9
4-1-5	実施体制・環境整備の検討.....	4-11
4-2	リユースビジネスの実現に向けた課題抽出.....	4-12
4-2-1	技術の運用面における検証.....	4-12
4-2-2	経済合理性に関する検証.....	4-16
4-2-3	法規制の適合性の検証.....	4-18
4-3	事業の実現可能性検証.....	4-21
4-3-1	リユース用途の検証.....	4-21
4-3-2	事業収支の検証.....	4-23

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

4-1 実証を踏まえたビジネスモデルの具体化

4-1-1 現地実証を踏まえたカスケードリユースの考え方

実証 1～3 の結果を踏まえて、リユース EV のカスケードリユースの考え方を整理した。

【基本的な考え方】

- ・ 電池容量の保証期限を迎えた EV やメーカー保証による電池交換等で発生する電池をリユースビジネス（サービス提供型）の対象と考える。
- ・ 原則として自動車として利用可能な限りは自動車として利用する。
（走行利用+EV のまま定置利用/V2H）

下図にカスケードリユースの考え方の概念図を示す。

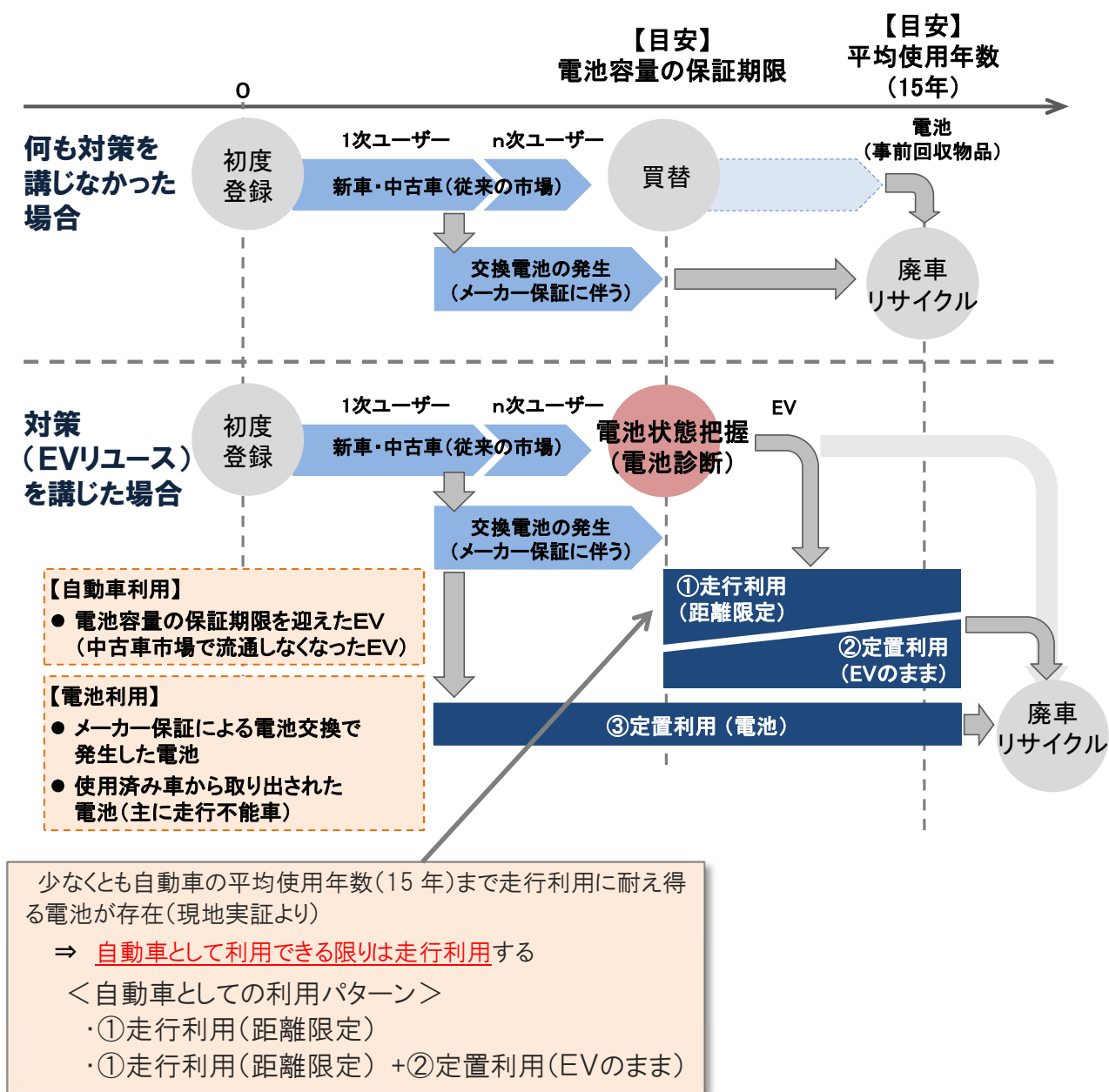


図4-1 カスケードリユースの考え方の概念図

また、カスケードリユースの基本的な手順をフローチャートにして下図に示す。

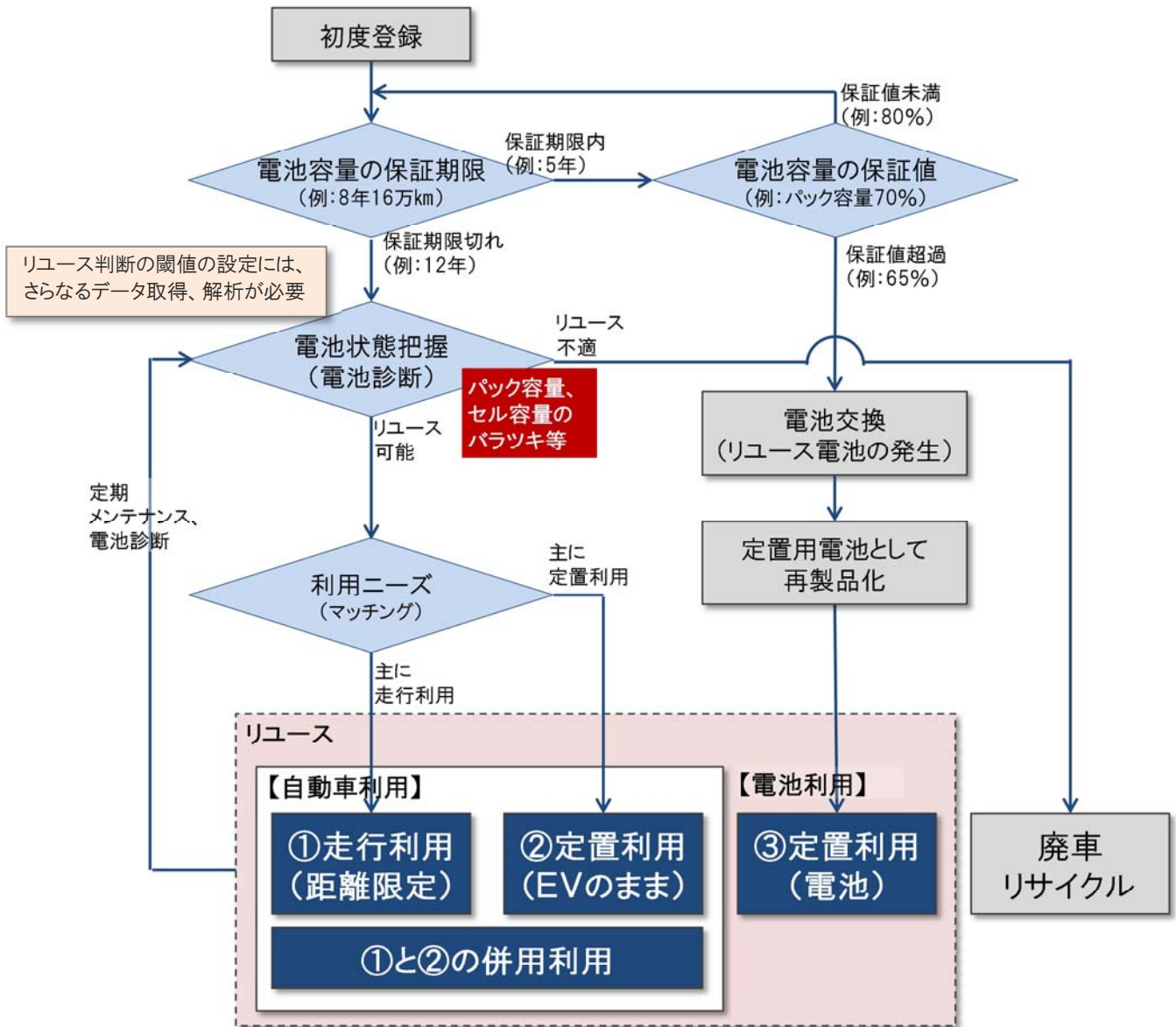


図4-2 カスケードリユースの基本的な手順

4-1-2 リユース EV・電池に対するニーズの把握

リユース EV・電池に対するニーズを調査した。

一般ユーザのリユース EV の購入意向として、継続走行利用について約 6 割、定置型利用について約 4 割のニーズが確認できた。行政においては公用車への EV 利用は適合しているが、耐用年数の関係からリユース EV の導入は現状では困難である。一方、公園管理においては園内の管理用車両としてリユース EV の導入の可能性があることが確認できた。

(1) 調査概要

リユース EV・電池のニーズを把握するため、一般ユーザへのアンケート調査及び事業者ユーザとして行政と公園管理者に対してヒアリングを行った。なお、一般ユーザへのアンケート調査については、宮古島市で実施されたアンケート調査結果を参考とした。また、行政と公園管理者については、現在の車両の使用状況を把握するとともに、リユース EV の導入の可能性についてヒアリングした。

表4-1 リユース EV・電池に対するニーズ調査概要

対象区分	調査対象	調査事項	調査方法
一般ユーザ	宮古島市民	・リユース EV のニーズ (走行利用、定置型利用に対する購入意欲) ・リユース EV の使用において気になる事項	アンケート調査 (185 名)
事業者ユーザ	さいたま市役所	・行政におけるリユース EV 使用の可能性 (用途、導入に向けた課題) ・リユース EV 普及に向けた課題	ヒアリング
	公園管理者	・公園管理におけるリユース EV 使用の可能性 (用途、必要航続距離、導入に向けた課題)	ヒアリング

(2) 一般ユーザに対するアンケート調査

宮古島市で実施されたアンケート調査結果に基づき、一般ユーザのリユース EV 導入の可能性及び使用する際の懸念事項について調査した。

1) アンケート調査概要

宮古島市で実施されたアンケート調査の実施概要を示す。

【アンケート調査概要】

実施日 : 2016 年 11 月 19 日、20 日「宮古の産業まつり」において実施

実施人数 : 185 名(一般ユーザ)

実施団体 : エコアイランド宮古島 EV 協議会

2) アンケート調査結果

リユース EV の走行利用について約 6 割、定置型利用について約 4 割のニーズが確認できた。

その内、走行・定置型併用利用へのニーズが高く約 6 割、次いで継続走行のみの活用が約 3 割、定置型利用のみのニーズが 1 割に満たなかった。

① 走行利用としてのリユース EV の購入意欲

「航続可能距離 50km のリユース EV を 50 万円」と条件付けしたリユース EV の購入意向は、半数を超える結果となった。新車の EV と比較するとほぼ同じ割合であった。

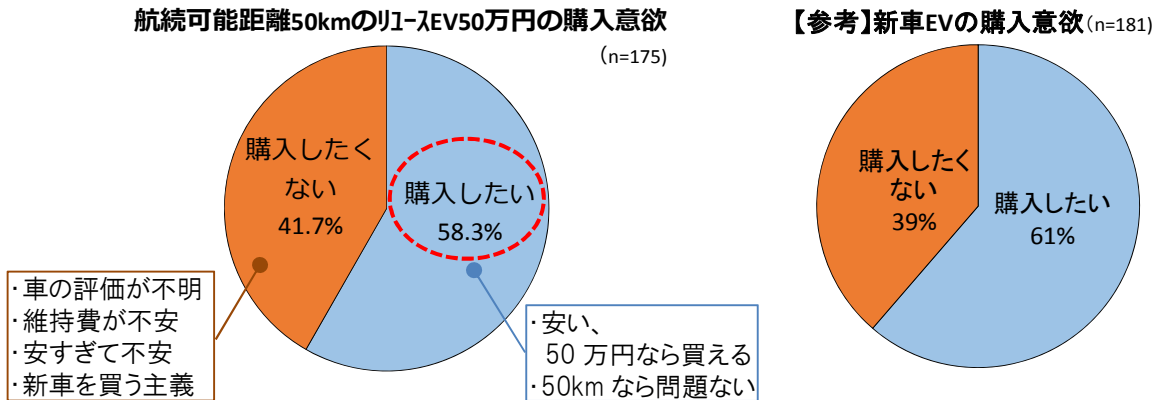


図4-3 走行利用としてのリユース EV の購入意欲

② リユース EV 購入における懸念事項

リユース EV の購入に際して気になる事項は、「維持費用」が最も多く、次に「車両価格」が続いた。「航続可能距離」はこれらのコストや保証に関する不安よりも低い結果であった。

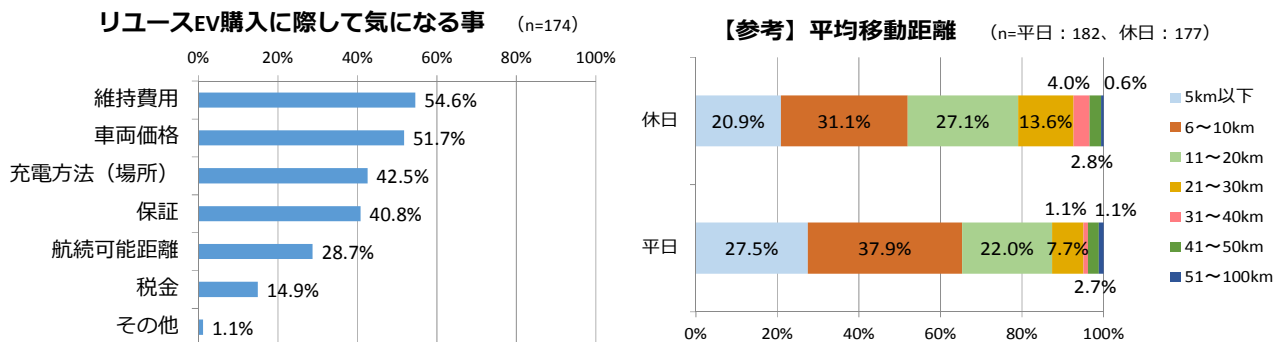


図4-4 リユース EV 購入に際して気になる事項

③ 蓄電池としてのリユース EV の購入意欲

リユース EV を蓄電池として購入することについて、コストが下がることや車として使用できることを条件に購入する(検討する)という回答が多かった。

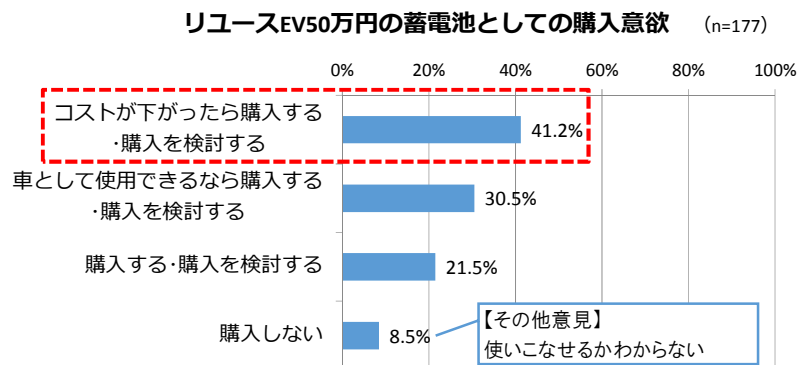


図4-5 定置型利用としてのリユース EV の購入意欲

④シナリオ毎のリユースEVの購入意欲

リユースEVの走行利用及び蓄電池利用に対する購入意欲を対象にクロス集計を行った。走行・定置型併用利用へのニーズが高く約6割、次いで継続走行のみの活用が約3割、定置型利用のみのニーズが1割に満たなかった。

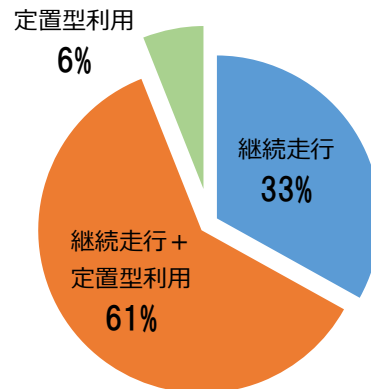


図4-6 シナリオ毎のリユースEVの購入意欲 (n=133)

(3) 事業者ユーザヒアリング／さいたま市役所

事業者ユーザとして、さいたま市役所へヒアリングを行った。

EVは公用車の用途へ適合しているが、耐用年数を過ぎた車両を使用できないことから、現状ではリユースEVの導入が困難である。

【さいたま市役所ヒアリング結果】

①公用車としてのEV利用

- ・ 現在、さいたま市役所において使用しているEVは85台である。事務連絡用、作業現場用、青色防犯パトロールなどに利用している。
- ・ 市内にある各施設との往復への利用頻度が高く、1日1往復が基本である。基本的に1日10km程度の走行であるが、多く使用する部署では60km程度ほど走行することもある。
- ・ EVを使用して約6年になるが、走行に関して不安はない。一方で、満充電に対する航続距離が短くなったようである。現状、事務連絡などの短距離利用においては航続距離を気にせず使用できている。

②EVの電池診断について

- ・ 市役所で使用しているEVについて、電池容量を把握していない。メンテナンスの際に容量測定を実施している可能性はあるが、「異常なし」という結果を把握しているのみである。
- ・ 今後どれくらい走行できるのか気になる。走行可能距離を予測するために電池容量が把握できると良い。

③リユースEV利用の可能性

- ・ 公用車としてリユースEVを使用するのは現状では困難であると考えている。耐用年数を過ぎた自動車は使用できず、原則として再リースは行っていない。
- ・ リユースEVの評価方法が確立し、適切に残価設定がなされれば、コスト削減の視点から再リースを検討する可能性はあるかもしれない。
- ・ 定置型利用する際、車両として管理するには経費に係る。車体から下ろした形態が望ましい。

④リユースEVの普及の可能性

- ・ 航続距離が比較的短いユーザによるカーシェアへの導入の可能性はあるのではないか。

(4) 業者ユーザヒアリング／公園管理者

事業者ユーザとして、公園管理者に対してヒアリングを行った。

走行範囲が限定的な公園内の管理車両へ、リユース EV が導入可能であることを確認した。ただし、現在よりコスト削減できることが条件であり、定置型利用と併用することによるコスト削減効果の拡大を期待している。

【公園管理者ヒアリング結果】 ※九州において都市公園を管理

①公園管理車両の利用状況

- ・ 公園面積は 45 ヘクタール、外周 900m、勾配が 8%～10%である。
- ・ 園内管理用に軽貨物車を 2 台、パトロール用に軽自動車を 1 台所有しており、それぞれ 1 日 20km、50km 程度走行している。
- ・ 管理用貨物車は中古を 30 万円程度で購入した。5 年間使用することを想定している。
- ・ 年間の燃料代は 1 台 1 万円程度である。
- ・ 開園中の園路での走行速度は時速 8km～10km 程度である。

②リユース EV 利用の可能性

- ・ コスト削減に寄与するならば、公園管理におけるリユース EV 使用は可能であると考え。さらに、V2H 利用により電力料金の削減効果が見込めるならば、導入意欲は高まる。
- ・ また、動物を飼育しているため、停電は非常に困る。非常用発電機を所有しているが、リユース EV から電力供給できると良い。

4-1-3 リユース EV・電池の発生台数の予測

EV の販売台数及び自動車の引取年数の実績値に基づき、リユース EV・電池の発生台数を予測した。リユース EV・電池の発生台数は、累計で 2022 年には 10,000 台を超えると予測される。

(1) EV の販売台数

国内における EV の販売台数を整理した。

2009 年より EV が量産化され、2013 年までに累計 5 万台を超える販売実績がある。

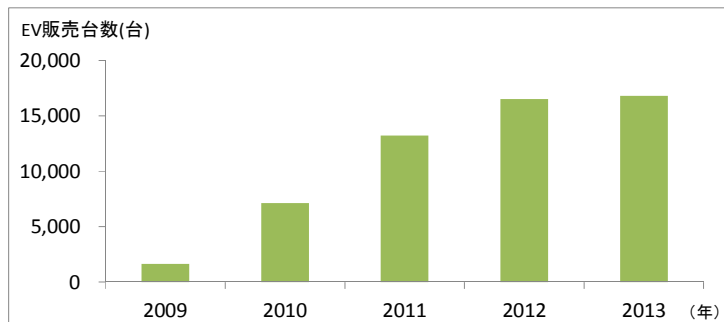


図4-7 EV 販売台数(乗用車、軽自動車)

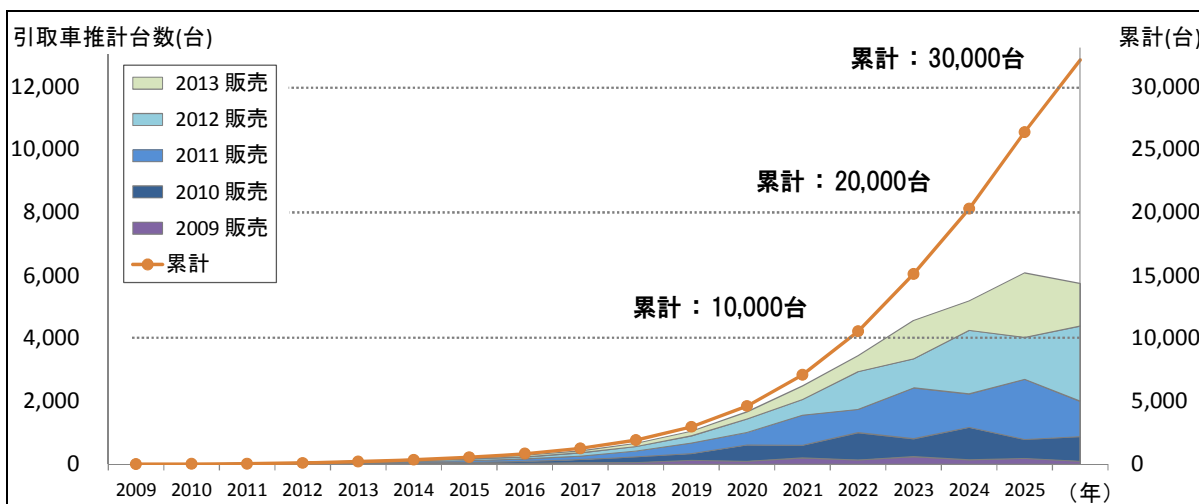
参照:「EV 等 販売台数統計」(一社)次世代自動車振興センター

(2) リユース EV・電池の発生台数予測

EV の販売台数に基づき、リユース EV・電池の発生台数を予測した。自動車の引取実績より使用年数毎の引取台数の傾向を算出し、EV 販売台数へ乗じることで算出した。

2013 年までに販売された EV がリユース EV・電池として発生する台数を以下に示す。累計で 2022 年には 10,000 台を、2024 年には 20,000 台を超えると予測される。

2014 年以降に販売される EV 台数を加味すると、リユース EV・電池の発生台数はさらに大きくなる。



	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
発生台数(台)	419	661	1,043	1,659	2,484	3,441	4,564	5,186	6,074
累計(台)	1,247	1,908	2,951	4,610	7,094	10,535	15,098	20,285	26,359

※2015 年の自動車引取台数実績(参照:(公社)自動車リサイクル促進センター)より年数毎の引取台数の傾向値を推計した

※2017 年の累計値は 2009~2017 年までに発生するリユース EV・電池の合計値

図4-8 リユース EV・電池の発生台数の予測(乗用車、軽自動車)

4-1-4 マッチングスキームとサポート内容の検討

実証結果及び参加協力企業との協議を通じて、リユースビジネスモデルのスキームについて検討を行った。継続走行においては、行動範囲を十分に移動することができる航続距離がマッチングの条件になることから、ユーザが日常生活において移動する走行距離を把握し、これを満たすリユース EV をマッチングして提供するものとする。また、安心して長く使用してもらうために、定期的な状態把握とメンテナンスが重要である。

(1) 検討方法

宮古島市における既存 EV ユーザへのアンケート調査や、参加協力企業との意見交換を通じて、リユース EV のサービス提供型ビジネスモデルにおけるマッチングスキームとサポート内容の具体化を行った。

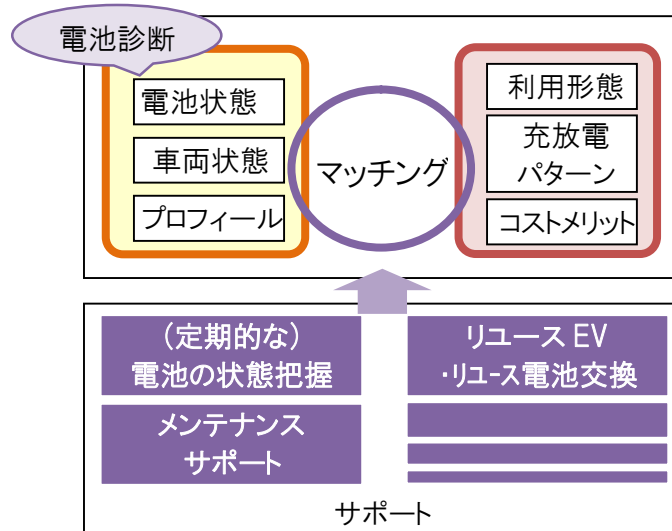


図4-9 リユース EV・電池の提供・サポートの概念図

(2) リユース EV を使用する際の条件の把握

現在 EV を使用している宮古島市の既存 EV ユーザに対して、リユース EV を使用する際の条件についてアンケートを行った。

約7割のユーザが「あと何年くらい使用できるか分かること」を条件として挙げており、次いで「気軽にメンテナンスをしてくれたり、相談に乗ってくれること」、「故障などに対して保証メニューがあること」が続いた。リユース EV の使用期間におけるサポートサービスの必要性が示唆された。

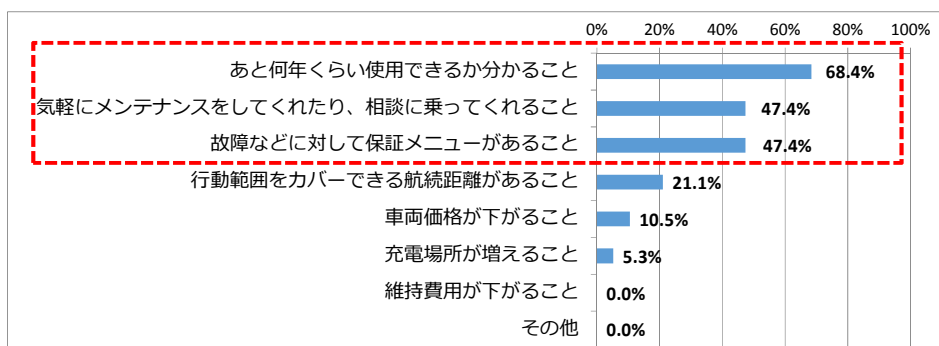


図4-10 リユース EV 購入・リースの条件
 <宮古島市における既存 EV ユーザアンケート (n=19)>

(3) 二次ユーザのニーズ及びリユース EV・電池の状態の見える化

二次ユーザへ適したリユース EV を選択(マッチング)するために必要な、二次ユーザのニーズの見える化と手順、リユース EV・電池の見える化と手順について検討を行った。

二次ユーザのニーズに合う EV 条件の具体化にあたってはユーザの走行距離を、入手したリユース EV の状態としては電池容量を把握する必要がある。

①ユーザのニーズの見える化と手順

- ・ 継続走行利用においては、充電と充電の間に走行する「距離」が条件になる。
- ・ ただし、ユーザが想定している走行距離には主観が含まれていることもあるため、具体的に走行時間や利用頻度、行動範囲をヒアリングし、提供者側で走行距離を把握することが必要である。
- ・ また、ユーザがどのような使用方法であるか把握することで、その後の使用可能期間について、おおよその予測をつける参考となる。

②リユース EV の状態の見える化と手順

- ・ 継続走行利用においては、充電と充電の間に走行する「距離」がマッチングの条件になる。つまり、電池容量について把握する必要がある。
- ・ なお、実証における電池の劣化状況把握の結果より、電池容量に関わる項目として、具体的には「セル容量のバラツキ」は最低限把握する必要がある。

(4) サポートの内容の検討

リユース EV・電池を長く安全に使用してもらうために必要なサポートや機能提供の方法について検討した。

二次ユーザへ提供する際のサポート内容の方向性及び実施に向けた課題について以下に示す。

【サポート内容の方向性】

①サポートサービスについて

- ・ 二次ユーザの使用法や使用環境を踏まえた上で、リユース EV の状態を使用場面に沿って分かりやすく説明する。
- ・ 二次ユーザがリユース EV・電池の使用において不安がある際に、気軽なメンテナンスや相談に乗る、体制を整える。

②保証について

- ・ マッチングの不適合や提供(保証)期間中に航続距離等が保証値を下回った場合には、EV 毎交換するなどして機能提供を行う。また、電池以外の部品に関する使用限度(寿命)についても電池と同程度とし、故障があった場合においては、EV を交換する。保証値は電池診断結果に基づき設定するが、劣化予測及び提供価格設定との整合を図る必要から設定方法に課題が残る。
- ・ 故障のリスクを低減することを目的として、定期的な電池診断やメンテナンスを受けることを保証の必要条件とする。
- ・ EV 交換する際は、同等の EV を評価し交換する手段や、リースにおいては適切な残価処理方法の検討、リユース EV の調達から交換までのサイクルの短縮と供給体制の構築が課題である。

4-1-5 実施体制・環境整備の検討

サービス提供型ビジネスの実施体制及び整備が必要な環境について検討を行った。

提供側(整備士)に必要なスキルとして、リユース EV 及びリユース電池システムの保守メンテナンスを行うとともに、電池測定とその結果を用いたリユース EV・電池の状態判断を行えることが重要である。

①必要なスキル

- ・ EV 及びリユース電池システムの保守メンテナンスを行うことができる。
- ・ 電池測定を行うとともに、電池測定情報に基づきリユース EV・電池の状態を判断することができる。

②必要な整備環境

- ・ 自動車整備に必要な環境
- ・ 充電設備
- ・ 診断機器
- ・ 交換に備えたリユース EV のストック

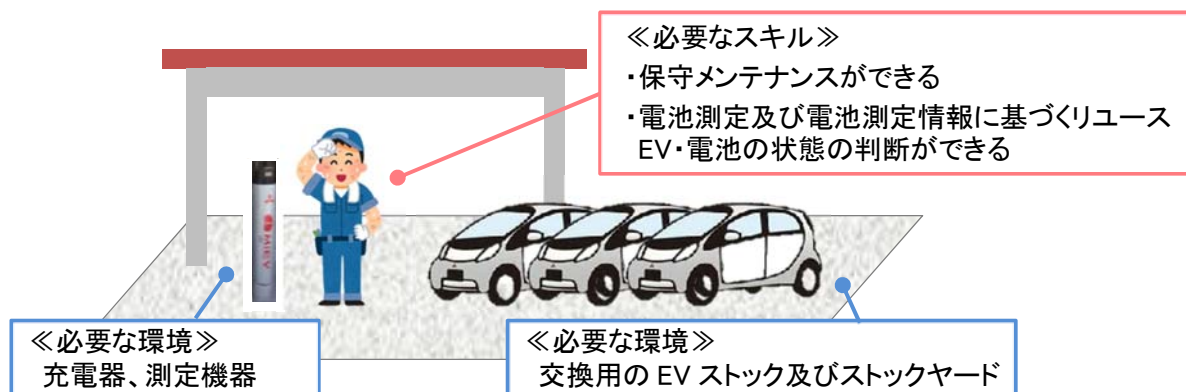


図4-11 サービス提供型ビジネスモデルの実施体制・環境

4-2 リユースビジネスの実現に向けた課題抽出

4-2-1 技術の運用面における検証

リユース EV・電池のサービス提供型ビジネスの実現に向けた技術の運用について、電池診断技術の汎用性向上、リユース EV・電池の維持管理、安全面の保証の各視点から検証を行った。

(1)電池診断技術の汎用性向上に向けては、EV の取引において電池の価値を EV の評価に反映させることの必要性が確認できた。一方で、電池診断結果に基づくリユース EV・電池の評価スキルの習得や診断結果に基づくリユース EV・電池の査定方法・仕組みの検討が課題である。

(2)リユース EV・電池の維持管理については、リユース電池システムの状態把握・メンテナンス方法の検討が課題である。

また、(3)安全面の保証についても、仕組みづくりが求められる。

(1) 電池診断技術の汎用性向上に向けた検証

関係団体へのヒアリングと本実証結果より、EV の評価における電池の情報の必要性和、EV の電池状態を把握する手段として電池診断技術が不可欠であることが確認できた。一方で、EV 評価への電池診断結果の反映の仕組みづくりと、評価を行うスキルの習得が課題である。

1) EV の評価における電池診断技術活用の現状と要望事項の整理

一般財団法人日本自動車査定協会、EV を含めた中古車販売を行っているオークションサイト事業者及び EV のリース事業を展開するオートリース事業者へヒアリングを行った。

現状のままでは、中古車査定やリース残価設定等において、EV 搭載電池の価値が適正に評価されない可能性があり、電池の状態を正確かつ手軽に把握する手段が求められている。

【一般財団法人日本自動車査定協会ヒアリング結果】（一部再掲）

- ・ 自動車査定は、査定士がチェックシートと鉛筆だけでできることが条件である。査定士は専門工具を用いた測定は行わない。
- ・ 自動車査定はあくまで「現時点」の価値を評価するものであり、「その後の価値」を保証するものではない。
- ・ ハイブリッド自動車については、メーカーが中古車も含めて手厚く保証していたため電池の評価の必要性が低かった。

【オークションサイト事業者ヒアリング結果】

- ・ オークションへの出品物は基本的にはオークションサイト側で調べている。チェックに係る時間は 1 台当たり約 10 分であり、10 分以内で測定できる仕組みがあればニーズはある。
- ・ 現状で、中古 EV を販売する際に電池状態は査定には入っておらず、購入者は走行距離から状態を推定して購入していると考えられる。
- ・ 搭載されている電池についてオークションサイト側では状態を把握できない。しかし、電池は EV の根幹であり、電池の状態に関する情報を提示することが相場に影響を与えると想定されるため、重要な情報になるのは間違いない。表示方法がネガティブに映らないように発信していく必要がある。

【オートリース事業者ヒアリング結果】

- ・ 普段から利用している地域の提携整備工場等においても電池診断や保守メンテナンスを行うことができることが望ましい。
- ・ ユーザへ仮にリース EV をリース車として提供するのであれば、残価設定の基礎情報として使用可能な年数を把握したい。また、「あと何年使用できるか」という情報はユーザがリース EV の使用を決める際に重要な判断基準となる。

2) 電池診断技術の普及に向けた課題抽出

リース EV・電池の活用における電池診断技術の普及に向けて課題抽出を行った。

査定などの EV 評価へ診断結果を反映する仕組みづくりや、評価を行うスキルの習得、使用可能年数の予測などが課題として挙げられる。

【電池診断技術の普及に向けた課題】

- ①電池診断結果に基づくリース EV・電池の査定方法・仕組みづくりが課題。
 - ・ 中古 EV の査定やリース車の残価設定において、現状、電池状態は査定基準に考慮されておらず、電池状態を把握しても評価へ反映する仕組みが無い状況である。
 - ・ しかし、EV を評価する上で電池状態情報は重要な要素である。適切に EV を評価しその使用期間(寿命)を延ばすためにも、電池状態を査定や残価設定などの評価へ反映する方法や仕組みを構築する必要がある。
- ②電池測定及び測定結果に基づいた電池の状態判断、評価を行うスキルの習得が課題。
 - ・ 電池測定結果からリース EV・電池の状態を適切に判断し、ユーザへ提供する際に、使用方法を踏まえて分かりやすく状態を説明するスキルが必要である。
 - ・ 一方で、EV 整備や電池診断を行うことができる拠点や人材が偏在している。中古車に対するニーズが高い地域やセカンドカーによる短距離移動が発生する地域など、本事業のターゲットと考えられる離島や中山間地域においても、電池診断が普及する仕組みづくりが必要である。
- ③リース後の使用可能年数(寿命)の予測が課題。
 - ・ 既存 EV ユーザアンケートやヒアリング結果より、多くのユーザがリース EV を使用する際の条件として「あと何年使用できるか」ということに高い関心を示していることが確認された。
 - ・ 一方で、現状の電池状態が二次ユーザの使用方法に応じて、その後どのように変化するのか、現時点では予測が困難である。
 - ・ 二次ユーザに対して使用可能年数の予測を提示するためには、これまでの使用履歴や現状の電池状態と併せて二次ユーザの使用方法を加味したデータの蓄積と共有を通じたリース EV・電池の寿命(劣化推移)の予測が課題である。

(2) リユース EV・電池の維持管理に関する検討

リユース EV・電池を維持管理する際の技術運用面上の課題の抽出を行った。

電池診断及び保守メンテナンスを行うことができる整備士の育成と、リユース電池システムの状態把握・保守メンテナンスの方法・仕組みづくりが課題である。

1) 維持管理の必要性

リユース EV・電池を安全に長く安全に使用するためや、故障リスクを低減するために、リユース EV・電池の定期的な状態把握と保守メンテナンスを行う必要がある。

【維持管理の必要性】

- ・ EV は一般的に年数を経ると電池容量が低下し航続距離が短くなるなど、従来の自動車とは異なる特性がある。急激に劣化が進むような状態が無いとは言えず、定期的な状態把握とメンテナンスが重要である。
- ・ リユース EV・電池の保証を行う上で、故障リスクを低減するためには、定期的なメンテナンスを行って未然に故障を防ぎ、EV 交換を行わない状態を維持することが重要である。定期メンテナンスは法定 12 ヶ月点検を基本として、年間 2 回行うこととする。

2) 維持管理上の課題抽出

リユース EV・電池の維持管理における課題を抽出した。

EV の整備人材の育成やリユース電池システムの状態把握・保守メンテナンスの実施に向けた課題がある。

【リユース EV・電池の維持管理における課題】

- ① 保守メンテナンスを行うことができる整備士の育成が課題。
 - ・ 現状では、自動車整備士の育成における検定試験及び技術講習について EV に関する種目は無く、EV 整備について自動車メーカーが独自に取り組んでいる状況である。
 - ・ EV の整備に関わる共通的な認定制度や人材育成等の仕組みづくりが必要である。
- ② リユース電池システムの状態把握や保守メンテナンスの方法・仕組みづくりが課題。
 - ・ 継続走行利用及び EV のままでの定置型利用においては、通常の EV と同様の維持管理を行う。
 - ・ 一方で、リユース電池システムについては、今後、新たな製品形態として提供する場合は、状態把握・保守メンテナンスの方法や仕組みの検討を行う必要がある。

(3) 安全面の保証に関する検討

リユース電池を使用した定置用蓄電池(本実証ではリユース電池システム)の安全面の保証について検討を行った。

一般社団法人電池工業会において、正規使用用途外の使用は、原則として使用禁止しており、一般社団法人日本自動車工業会においても、自動車メーカーによる車両搭載状態以外で、その他用途での電池パックの性能、品質は保証していない状況である。リユース電池を使用した定置用蓄電池について安全面を担保する認証の取得等が必要であるとともに、保証する仕組みづくりが課題である。

【自動車メーカーヒアリング結果】

- ・ 車載用電池はコントロールユニットとセットで安全を保証しており、これらを切り離して使用することを想定していない。この電池の設計を踏まえた 2 次利用は検討可能であるが、正確な情報共有が必要であり、事業化を検討する上で課題になると考えられる。

表4-2 リチウムイオン電池の再利用についての考え方

	民生用／産業用	
	正規使用用途 (当初から複数の使用を想定している場合も存在する)	正規使用用途外の使用 (当初から想定されていない 正規使用とは異なる用途)
電池システム・組電池 (電池パック、モジュール等と専用の保護機能を有するもの)	使用可	使用禁止※
単電池 (セルなどへの専用保護機能を取り除いたもの)	使用禁止	使用禁止

※ 電池パック、モジュールの状態を維持し、これを用いて、正規使用用途外の用途のシステムを再構成して使用するもの

■「正規外製品使用」を禁止とする理由

リチウムイオン電池を用いたシステムの安全性は、単電池、並びに、制御機器並びに、それらの密接な相互安全機能の組み合わせ、並びに、使用環境・使用用途を想定した安全性の検証を行い安全を担保している。そのためには、バッテリーメーカーと機器メーカーの間で、十分な情報交換とリスクアセスメントを行った上で製造・販売されるものであるため、その検証が損なわれる非正規領域の製品での使用は禁止とする。

参照:「リチウムイオン二次電池の再利用について」H26.2.21 (一社)電池工業会

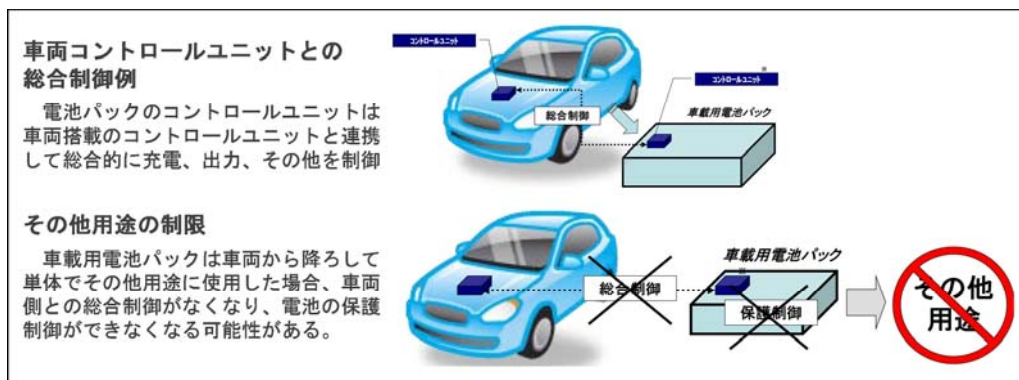


図4-12 使用済自動車由来リチウムイオンバッテリーの安全性確保について

出典:「使用済自動車由来リチウムイオンバッテリーの安全性確保について」 H23(一社)日本自動車工業会

4-2-2 経済合理性に関する検証

現在の中古 EV、定置用蓄電池の価格について調査し、リユース EV・電池の提供価格の目安と実現に向けた課題を検討した。

継続走行及び走行・定置型併用利用においては、電池状態の提供価格への反映方法が、定置型利用においては、目標価格の達成に向けて製造原価の縮減が課題である。

(1) 中古 EV、定置用蓄電池の価格調査

サービス提供型ビジネスを実施する際のリユース EV・電池の提供価格の参考とするため、中古 EV、定置用蓄電池の価格について調査した。中古車の価格は 80 万円～130 万円の価格帯に多く分布していた。定置用蓄電池の価格は平均 22.8 万円/kWh、資源エネルギー庁における家庭用蓄電池の 2020 年度の目標価格は 9 万円/kWh と設定されていた。

1) 中古 EV 価格

本実証においてモニター車として活用した MiEV シリーズについて、メーカ公式中古車情報サイトにおいて販売している中古車の価格を調査した。年式や走行距離、車種・グレードと価格との相関は見られなかった。中古車の価格は 80 万円～130 万円の価格帯に多く分布しており、最低価格は特に走行距離が大きい車両で 70 万円程度であった。

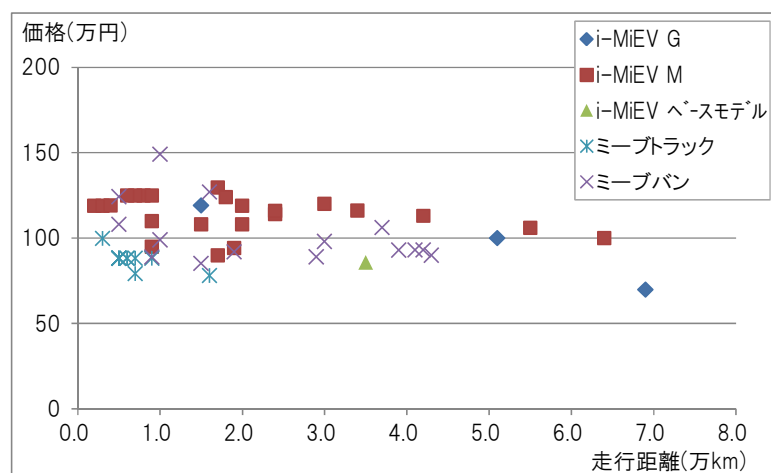


図4-13 メーカ公式中古車情報サイトにおける中古 EV 価格の分布
参照：三菱自動車工業(株)公式中古車情報サイト(H29.1.27 時点)

2) 定置用蓄電池の価格

国内メーカーにおいて販売している定置用蓄電池の価格を調査した。1kWh 当たりの価格は 20～25 万円/kWh に多く分布している。平均では 22.8 万円/kWh であり、リユース EV・電池の容量を電池残容量 70% 未満と想定した場合(約 7kWh)、同程度の定置用蓄電池の価格は約 160 万円となる。

一方、資源エネルギー庁においては、家庭用蓄電池の目標価格を 9 万円/kWh と設定している。

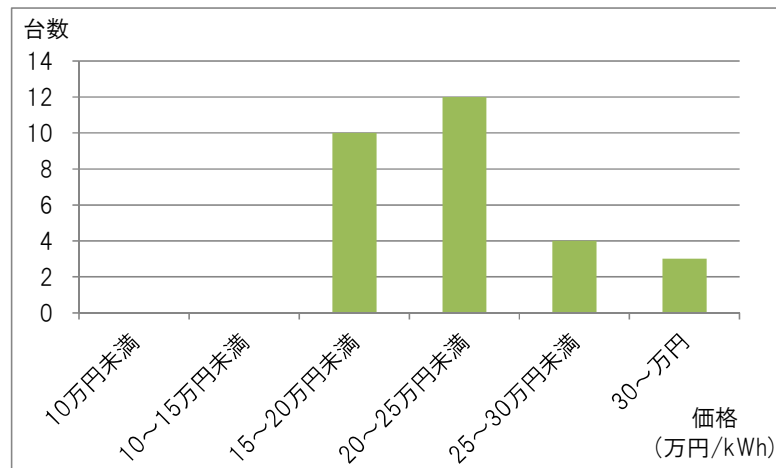


図4-14 定置用蓄電池システム価格の分布

参照:「蓄電池を活用した新たなエネルギー産業に関する調査」報告書 H28.3(株)三菱総合研究所

- 本年7月から8月にかけて、国内主要蓄電池システムメーカーに対して実施したアンケート結果を踏まえ、以下とする。
- 家庭用蓄電池については、2015年度実績約22万円/kWhから2020年度9万円/kWh以下を目指す。
※住宅用太陽光の余剰買取期間を終了した需要家が、太陽光電気の蓄電による自家消費の拡大及び系統電気の買電抑制により、15年程度で投資回収できる蓄電池システム価格。
- 産業用蓄電池については、2015年度実績約36万円/kWhから2020年度15万円/kWh以下を目指す。
※ピークカットによる契約電力削減により、7年程度で投資回収できる蓄電池システム価格。
※契約電力を1kW引き下げのための蓄電池システム価格が15万円であるため、例えばピーク時間が2時間継続する需要家向け（2時間容量蓄電池）であれば7.5万円/kWh、ピーク時間が4時間継続する需要家向け（4時間容量蓄電池）であれば3.8万円/kWh。
- なお、業務用蓄電池をはじめ上記分類に当てはまらないケースについては、蓄電池の用途によっていずれかの価格を目指すこととする。
- 今後、2020年の目標価格達成に向けて、V P P 予算をはじめとした各種補助金の要件設計の検討を進めていく。
※当該目標は、2020年時点におけるV P P の自立化のために目指す蓄電池価格の目安を示したもので、長期エネルギー需給見通し等の前提にする水準とは性格を異にするものである。

図4-15 定置用蓄電池の目標価格設定

出典:「定置用蓄電池の目標価格設定」資料 H28.9 資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課

(2) リユースEV・電池の提供価格の検討

継続走行及び走行・定置型併用利用に対するリユースEVの提供においては、中古EV価格の最低価格を目安にそれよりも低価格で提供することを前提として、サービスを付加した提供料金を検討する。

ただし、リユースEVの性能や需要に見合う提供価格を設定する必要があり、電池の状態をどのように価格へ反映するか、リユースEVの利用拡大に向けた価格低減などが課題である。

定置型利用に対するリユース電池の提供においては、目標価格よりも低価格で提供することを想定する。

ただし、車体から下ろして組み立て直したリユースシステムについては、電池を降ろす工程や制御機器の付け替え、材料費等にコストを要するため、定置用蓄電池の価格目標の達成に向けて製造原価の縮減が課題である。

4-2-3 法規制の適合性の検証

リユースビジネスを実施する際に法規制上で順守すべき事項及び支障となる事項について整理を行った。

継続走行利用及びEVのままでの定置型利用においては、通常のEV利用と同様の法令順守が必要である。一方で、リユース電池システムについては、実用されていないリユース電池の製品化や活用に対しては、認証の取得や規格の改定などが必要となる。

(1) 検討方法

既存文献調査を行うとともに、法規制との関わりがある参加協力企業との意見交換を実施した。

(2) 参加協力企業との意見交換結果

現地実証を踏まえた参加協力企業との意見交換結果を示す。リユース電池システムについては、JIS規格等のリユース電池を活用した製品としての認証取得や、V2H装置を介した系統連系に関する電力会社との個別協議、JET認証取得が課題である。

【法規制に関する意見交換結果】

①リユース電池システムの製造について
・安全面を担保する目的から、JIS規格等のリユース電池を活用した製品としての認証取得等が必要となる。
②系統連系について
・実証3においては、リユース電池システムについて車載時の形態を再現したことを説明し、実証ということで電力会社の了承を得た。
・仮にリユース電池システムを自動車と異なる製品形態とする場合は、V2H装置を含めた蓄電システムとして電力会社との個別協議等が必要となる。また、V2H装置についても認証の取得や規格整備が必要となる。

(3) 関連法規制調査結果

継続走行利用及びEVのまま定置型利用においては、EVに関する既存の法規制の順守が必要である。

1) 回収・保管

関連法規	対象物	対象者	規制	備考
消防法	蓄電池	所有者	蓄電池を車体から取り外した段階で消防法適用対象になる。蓄電池設備が電解液量のみで使用数量以上となる場合は、技術基準を定めている自家発電設備と同等の安全対策を講じた施設で取り扱うことが必要である。	—
自動車リサイクル法	使用済みとなった自動車	自動車解体業者	解体業者は、車載用LiBを回収し、技術的かつ経済的に可能な範囲で、再資源化を自ら行うか、又は当該再資源化を業として行うことができるものに引き渡す必要がある。	—

2) 走行利用

関連法規	対象物	対象者	規制	備考
製造物責任法	自動車	業として製造、加工、輸入した者 (自動車メーカー)	製品に「欠陥」があった場合、製造者が賠償責任を負う必要がある。	当該製造物が通常有すべき安全性を欠いている場合を「欠陥」と規定。
JIS規格	自動車	製造物の規格を満たすべき製造者、業者 (自動車メーカー)	JISD5305-1～3における安全性に関する基準を満たす必要がある。	JISD5305-1～3では、電気自動車の主電池の安全性等に関する仕様が定められている。
道路運送車両法	自動車	二次ユーザ	保安規定(車検)に適合するよう維持する義務があり、国交省が行う検査を受け車検証を交付させることが必要。	蓄電池の保安基準としてリチウムイオン電池も対象。

3) 定置型利用

関連法規	対象物	対象者	規制	備考
電気用品安全法	蓄電池 (400Wh/L以上のリチウムイオン電池)	電池プロバイダー	蓄電池を販売する際に、技術基準に定められた安全性に関する基準を適合したことが分かるPSEマークを表示する必要がある。事業者が、リチウムイオン蓄電池を同梱した機器又は交換用電池を、代金を受け取って販売する(所有権が移転する)場合は、電気用品安全法の販売行為に該当する。しかし、所有権の移転が伴わない場合は、販売行為には該当しない。電池単体を中古品として販売する場合も、販売事業者はPSEマークの確認義務が生じる	ただし、工場等で使用される産業用機械器具は対象外のため、その運用方法に応じて異なる。
消防法	蓄電池、設置先の建築物	電池プロバイダー、二次ユーザ	蓄電池設備は建築物に必要な消防用設備の条件を満たす非常用電源かどうか確認する必要がある。 年に1回の総合点検も必要。	JIS規格に適合した蓄電池を非常電源として使用することを義務付けている。
建築基準法	蓄電池、設置先の建築物	二次ユーザ	非常用電源として点検対象となり、定期点検が必要。	蓄電池を収納する専用コンテナは、蓄電池としての機能を果たすため必要となる最小限の空間で、稼働時は無人である場合、該当しない。
電気事業法	蓄電池、設置先の建築物	二次ユーザ	保安規定によって定められた期間に、日常巡視、日常点検、定期点検、精密点検を行う必要がある。	電気設備に関する技術基準を定める省令に設備の基準を記載している。
電気設備に関する技術基準	蓄電池設備	二次ユーザ	蓄電池設備は電力貯蔵装置として位置付けられ、異常時に自動的に電路から遮断する措置を講じる必要がある。	—
系統連系保護装置の認証	系統連系装置	製造事業者、流通事業者	系統連系技術要件ガイドライン(電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン、電気設備技術基準の解釈)、電気用品安全法等に基づく認証試験基準に適合する必要がある。	電気事業法の小出力発電設備の内、逆変換装置等を用いた系統連系装置等であって、低圧配電線へ連系要件に適合するもの。

4) リサイクル

関連法規	対象物	対象者	規制	備考
自動車リサイクル法	使用済みとなった自動車	自動車メーカー、自動車ユーザ、電池プロバイダー	解体業者は、車載用LiBを回収し、技術的かつ経済的に可能な範囲で、再資源化を自ら行うか、又は当該再資源化を業として行うことができるものに引き渡す必要がある。	—
資源有効利用促進法、廃棄物処理法	蓄電池	電池プロバイダー	規則により定められた業者によって回収やリサイクル処理を行う等、適切な処理を行う必要がある。	—
消防法、国連(勧告)	蓄電池	電池プロバイダー	輸送においては、国連勧告や消防法による規定に基づく必要がある。航空、海上輸送については国連勧告で一定規模以上の蓄電池が対象となる安全性試験の実施を規定している。	陸送における基準は消防法が適用される。(国連勧告の基準を満たしている場合、消防法の安全基準を満たす)

※参照:「リチウムイオン電池を動力とする次世代自動車の普及」に向けた電池の二次利用に係る実証研究(株式会社NTTファシリティーズ 平成 23 年)を参考に、改定等を踏まえて作成した

4-3 事業の実現可能性検証

4-3-1 リユース用途の検証

実証及び机上検討を踏まえ、技術運用面、経済合理性及び法規制の適合性の観点から、リユース用途毎の事業実現可能性を検証した。

「継続走行利用」及び「EVのまま定置型利用」については、自動車としての形態や機能を維持しているため、比較的早期に実現できる可能性が高い。一方で、「車体から降ろして定置型利用について」は、安全性の確保に向けた仕組みづくりや保守メンテナンス技術の習得、製造原価の縮減など、実現に向けた課題が多く存在しており、継続的な検証と課題解決が必要である。

(1) 技術運用面

「継続走行利用」及び「EVのまま定置型利用」については、EVの取引において電池の価値をEV評価に反映させることの必要性が確認できたが、一方で、電池診断結果に基づくリユースEV・電池の評価スキルの習得や診断結果に基づくリユースEV・電池の査定方法・仕組みの検討が課題であることが分かった。

また、「車体から降ろして定置型利用」については、リユース電池システムの維持管理のための状態把握・メンテナンス方法の検討が課題であり、安全面の保証についても仕組みづくりが求められる。

(2) 経済合理性

「継続走行」及び「EVのまま定置型利用」については、リユースEVの性能や需要に見合う提供価格を設定する必要があり、電池の状態をどのように価格へ反映するか課題である。

また、「車体から降ろして定置型利用」については、リユース電池システムの製造過程において、電池を降ろす工程や制御機器の付け替え、材料費等にコストを要するため、定置用蓄電池の価格目標の達成に向けて製造原価の縮減が課題である。

(3) 法規制の適合性

「継続走行利用」及び「EVのまま定置型利用」においては、通常のEV利用と同様の法令順守が必要である。一方で、「車体から降ろして定置型利用」については、実用されていないリユース電池の製品化や活用に対して、認証の取得や規格の改定などが必要となる。

表4-3 事業実現に向けた検証において抽出された課題

		実証 1 継続走行利用	実証 2 EV のまま定置型利用	実証 3 車体から降ろして定置型利用
技術の運用面	電池診断技術の 汎用性向上	<ul style="list-style-type: none"> 電池診断結果に基づくリユース EV・電池の評価(特性把握)スキルの習得が課題 電池診断結果に基づくリユース EV・電池の<u>査定方法・仕組みの検討</u>が課題 リユース後の使用可能年数(寿命)の予測が課題 		
	リユース EV・ 電池の維持管理	<ul style="list-style-type: none"> EV と同様に定期的なメンテナンスが必要 	<ul style="list-style-type: none"> リユース電池システムの状態把握・メンテナンス方法の検討が課題 	
	安全面の保証	<ul style="list-style-type: none"> EV と同様 	<ul style="list-style-type: none"> 機能保証の仕組み検討が課題(EV 交換の仕組み、修理に係る保証内容の充実など) 安全面に関する保証の仕組みづくりが課題 	
経済合理性		<ul style="list-style-type: none"> リユース EV の性能に応じた価格設定が課題 		<ul style="list-style-type: none"> 定置用蓄電池の価格目標の達成(製造原価の縮減)が課題
法規制の適合性		<ul style="list-style-type: none"> 既存の法規制の順守(PL 法、JIS 規格、道路車両運送法など) 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の法規制の順守(PL 法、JIS 規格など) 	<ul style="list-style-type: none"> リユース電池を活用した製品としての認証取得が課題(JIS 規格など) 系統連系に関する規格改定、認証取得が課題(電力会社との個別協議、JET 認証など)

4-3-2 事業収支の検証

リース EV・電池のサービス提供型ビジネスを実施する際の事業収支について検証した。

継続走行、走行・定置型併用利用、定置型利用の 3 用途に対してリース EV・電池を提供した場合、事業採算性が成立するためには、整備士 1 人につき取扱台数 200 台以上の事業規模が目安となる。

(1) リース期間

現在、自動車の平均使用年数は約 15 年である。本事業を実施することにより、15 年未満で廃車されていた EV の平均使用年数 12 年を 15 年へ延長することを目指し、リース期間を 3 年と設定した。

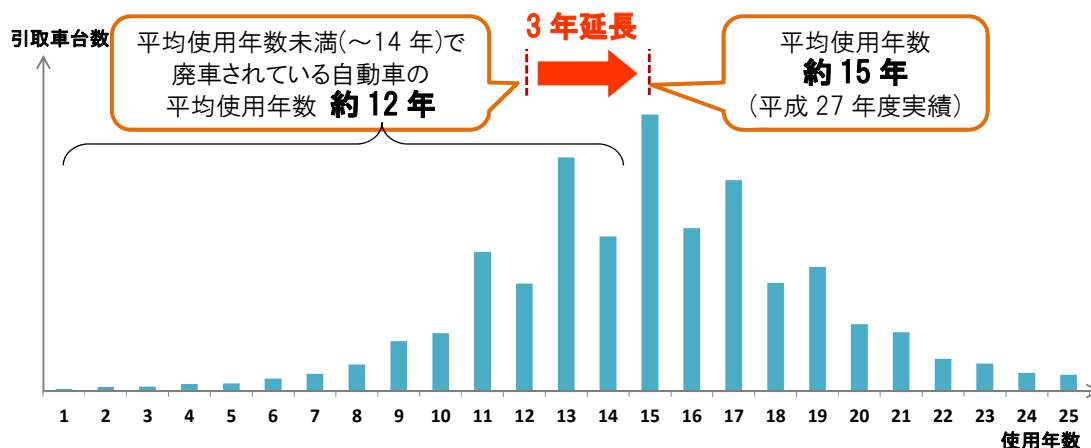


図4-16 リース期間の考え方

参照:「自動車引取車台数の平均使用年数」(公社)自動車リサイクル促進センター

(2) 事業収支の検証対象とするリース用途

本事業において提供するリース EV・電池の用途について、①継続走行、②走行・定置型併用利用、③定置型利用の 3 用途とした。3 用途に対する配分は、一般ユーザアンケートにおいて得られた購入意向割合に基づくものとする。

【シナリオごとのリースEV50万円の購入意欲】

(n=133)

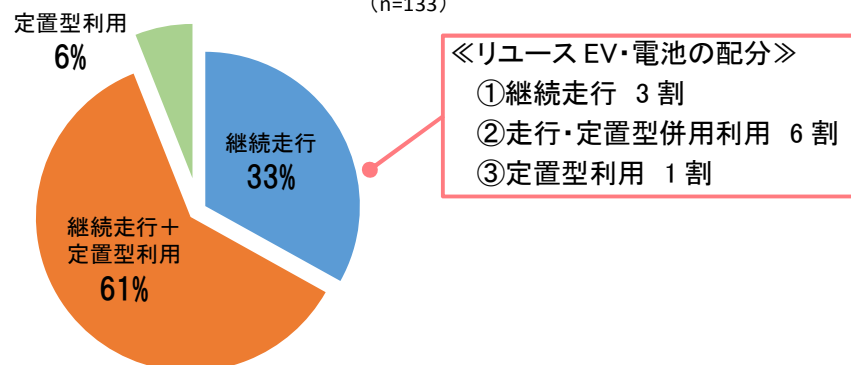


図4-17 シナリオ毎のリース EV の購入意欲 [再掲]

(3) 事業収支の試算条件

事業収支を試算する際の条件を下記のように想定した。

【事業収支試算条件】

①実施主体

- ・ 現状でEV の取扱いを行っていない既存の自動車整備工場において、リユースビジネスを実施する。

②導入設備

- ・ 既存の整備工場を実施主体とすることから、自動車整備に係る設備は新たに導入せず、EV の整備に係る充電器及び測定機器の導入、ストックヤード整備を行うこととする。
- ・ 充電器はEV 取扱台数 300 台に対して 2 基、測定機器はEV 取扱台数 300 台に対して 1 基とする。
- ・ スtockヤード面積は、小型乗用車駐車マス面積(11.5m²)を参考とする。

③リユース EV・電池の調達と廃棄

- ・ リユース期間に基づいて、3 年毎にリユース EV・電池の全台数を処分し、新たに購入する。
- ・ 1 年毎にストック用のEV を購入し、同数を処分する(入れ替わる)。

④マッチング及びサポートに係る条件

- ・ 年に 2 回電池診断及び保守メンテナンスを実施する。
- ・ 代車及び故障等による交換用として、取扱台数の 1 割のリユース EV をストックする。

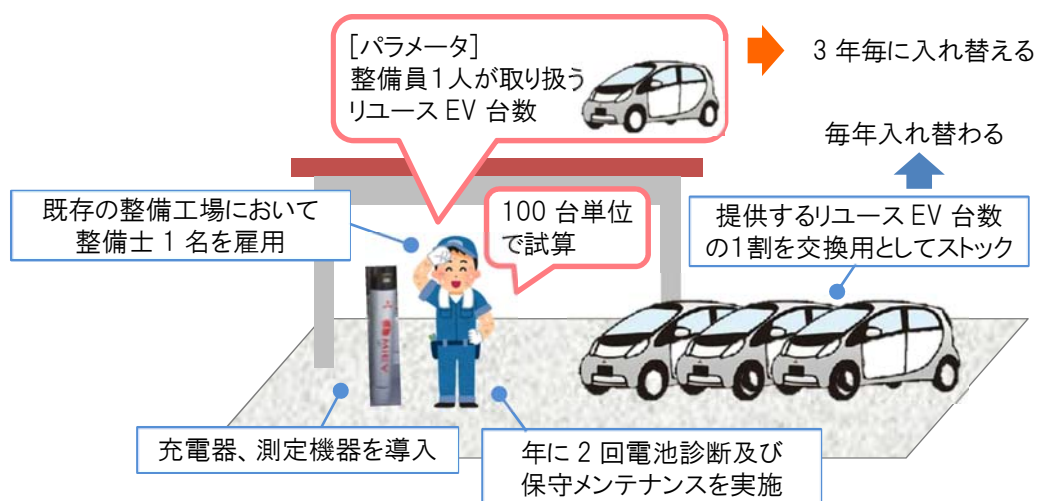


図4-18 事業収支試算におけるビジネスモデルの条件

(4) 事業収支の試算結果

事業収支について試算した。

事業採算性の成立に向けて、『整備士 1 人につき取扱台数 200 台以上』の事業規模が目安と考えられる。

1) 検証方法

初期投資、年間収入及び年間支出を試算し、5 年以内に投資回収するとともに 5 年以降は赤字を出さないことを採算性の成立条件として、事業性を評価した。

【計算式】

$$\text{投資回収年} = \frac{\text{初期投資}}{\text{年間収入} - \text{年間支出}} \cdots 5 \text{ 年以内}$$

$$\text{事業収支} = \text{初期投資} - \sum (\text{年間収入} - \text{年間支出}) \cdots 5 \text{ 年以降赤字を出さない}$$

2) 試算に用いた項目

事業収支の試算に用いた項目を下記に示す。

表4-4 事業収支試算に用いた項目

	初期投資項目	年間収入	年間支出
回収・保管	・ストックヤード土地購入費 ・ストックヤード整備費		・リユース EV 購入費(3 年毎) ・ストック用リユース EV 購入費(毎年) ※2
電池診断	・測定機器購入費		・人件費 ※3 ・電池診断に係る電気料金
組立て (EV から電池を 取り外す場合)	組立用装置導入費		・製造原価 ※4
リユース運用	・充電設備購入費	・リユース EV・電池提供料 ・保守メンテナンス料 ※1	・人件費 ※3 ・電池診断に係る電気料金
リサイクル			・処分費 ※5

※1 リユース EV 提供価格は 12,000 円/月/台とする

(車両提供価格、メンテナンス費用、車検・保険等の維持費を合算し月額として設定)

※2 リユース EV 購入費 10 万円とする(ストック用も同様)

※3 整備士人件費 500 万円/年とする

※4 定置型システムの製造コストは、定置型蓄電池の将来の目標設定価格(2020 年度に 9 万円/kWh 以下: H28.9 資源エネルギー庁)を越えない金額を想定

※5 リユース EV・電池処分費用を 10 万円/台とする

3) 試算結果

事業収支の試算結果を下記に示す。

取扱台数 100 台では投資回収を達成することが困難であるが、取扱台数 200 台以上では 5 年以内の投資回収及び 5 年以降は赤字を出さない条件を満たし、採算性が成立する結果となった。

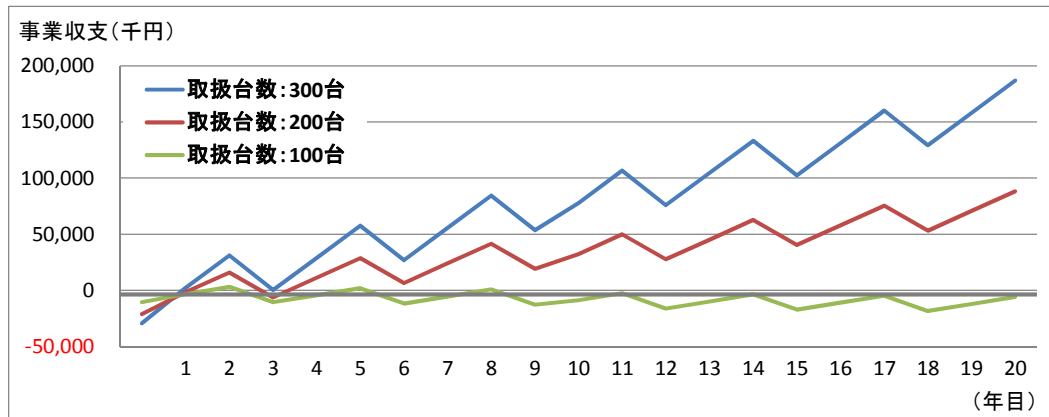


図4-19 事業収支試算結果

4) 事業所の横展開

リユース EV・電池の発生台数予測より、2022 年には 10,000 台のリユース EV・電池が発生すると考えられる。

事業採算性の検証結果に基づき、1 事業所で取り扱うリユース EV 台数を 200 台とすると、リユース EV・電池 10,000 台を取り扱うために必要な事業所数は、全国で 50 事業所と推測できる。

【横展開する事業所数】

- リユース EV・電池発生予測台数： 2022 年には 10,000 台
 - 1 事業所におけるリユース EV 取扱台数： 200 台/事業所 ※事業性評価結果に基づく
- よって、横展開する事業所数： 50 事業所

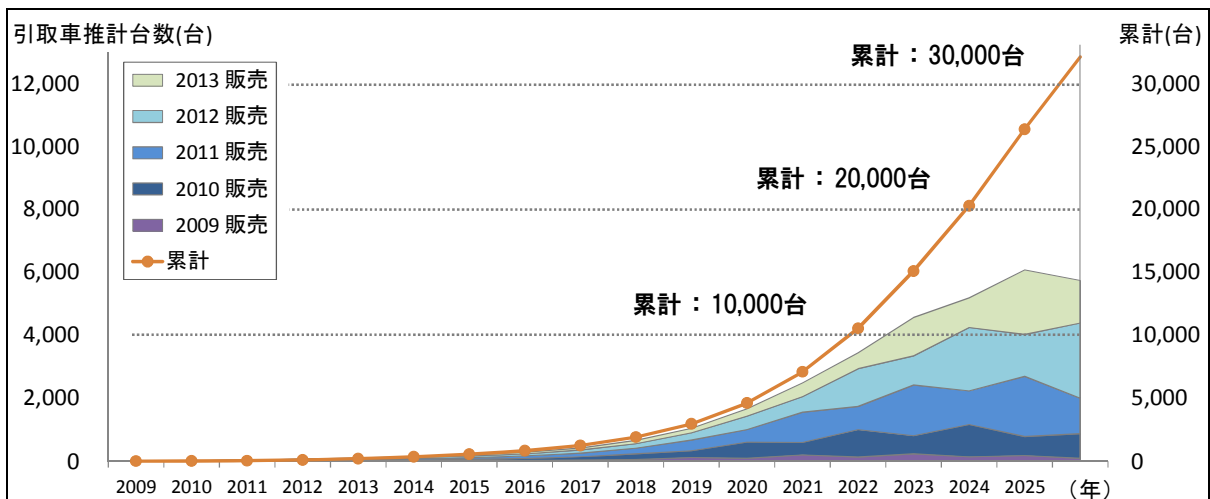


図4-20 リユース EV・電池の発生台数の予測(乗用車、軽自動車) [再掲]
 ※自動車引取台数 2015 年実績((公社)自動車リサイクル促進センター)に基づく使用年数毎の引取台数割合を EV 販売台数へ乗じて算出

第5章

環境負荷低減効果の検証

第5章では、リユースビジネスを実施することにより期待される環境負荷低減効果として、CO2 排出削減効果及び循環型社会への貢献効果について検証した。

＝ 目次 ＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

5-1	検証の目的.....	5-2
5-2	CO2 排出削減効果.....	5-2
5-2-1	CO2 排出削減シナリオ.....	5-2
5-2-2	バウンダリー.....	5-3
5-2-3	リユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量.....	5-5
5-2-4	リユースモデル全体で期待される CO2 排出削減効果.....	5-19
5-3	循環型社会への貢献効果.....	5-21
5-3-1	循環型社会への貢献シナリオ.....	5-21
5-3-2	循環型社会への貢献効果の評価項目.....	5-21
5-3-3	バウンダリー.....	5-22
5-3-4	リユース EV1 台当たりの循環型社会への貢献効果.....	5-24
5-3-5	リユースモデル全体で期待される循環型社会への貢献効果.....	5-36

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

5-1 検証の目的

本事業の実施による環境負荷低減効果の把握を目的として、CO2 排出削減効果及び循環型社会への貢献効果について検証した。

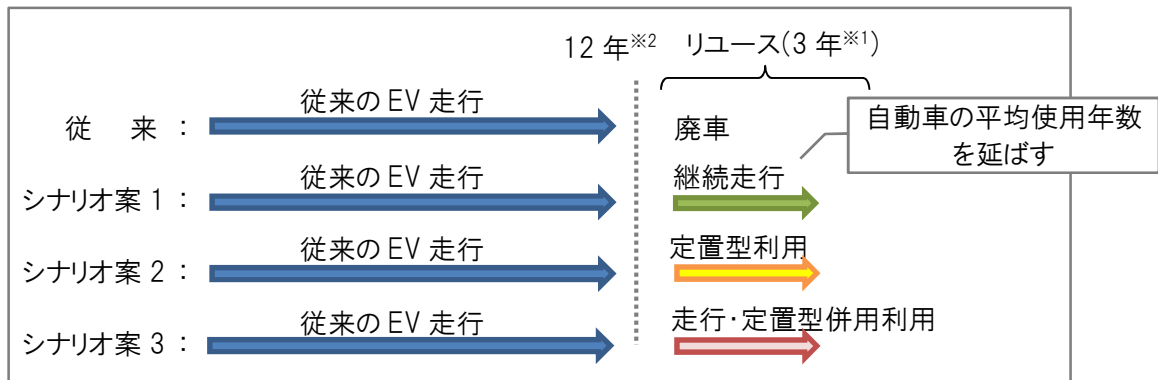
5-2 CO2 排出削減効果

5-2-1 CO2 排出削減シナリオ

CO2 排出削減量を算出するにあたり、3 通りのリユースシナリオを設定した。

また、リユース期間については、自動車の平均使用年数 15 年を目標として 3 年と設定した。

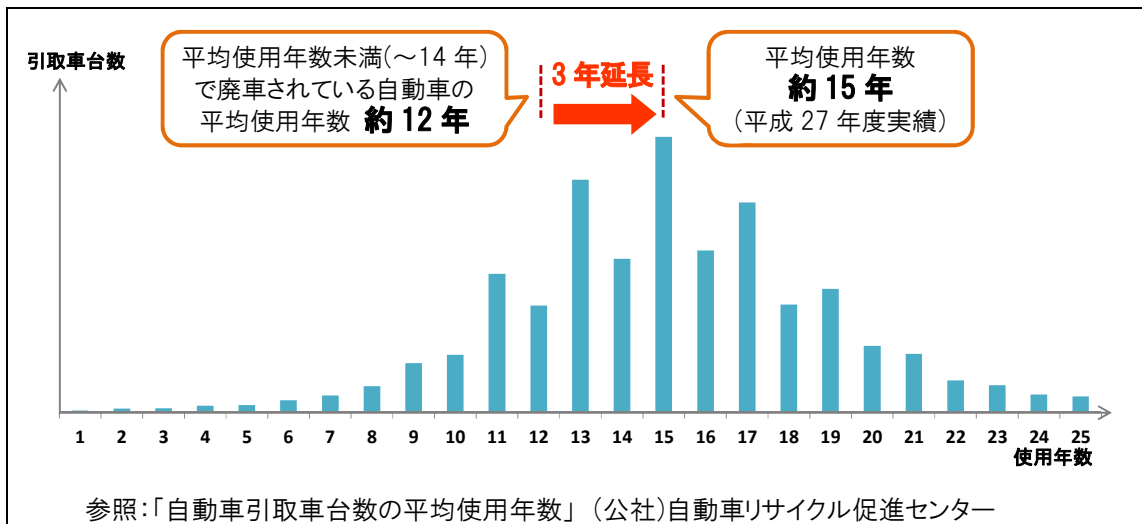
【ライフサイクルシナリオ】



※1 自動車の平均使用年数(平均寿命)15 年を目標とし、リユース期間を想定した

※2 平均使用年数未滿(~14 年)で廃車されている自動車の平均使用年数

【参考／リユース期間の考え方】



参照:「自動車引取車台数の平均使用年数」(公社)自動車リサイクル促進センター

図5-1 リユース期間の考え方 [再掲]

5-2-2 バウンダリー

本事業の実施によるCO2排出削減効果の算出において、シナリオ毎のバウンダリーについて設定した。

(1) シナリオ案 1: 継続走行[実証 1]

ベースラインは、EV I を 12 年間使用した後、新車 EV II を購入し走行利用する状況を設定した。プロジェクトは、EV I を 12 年間使用した後、リユースとして継続走行利用する状況を設定した。なお、新車 EV II の排出量については、リユース期間 3 年で按分した。

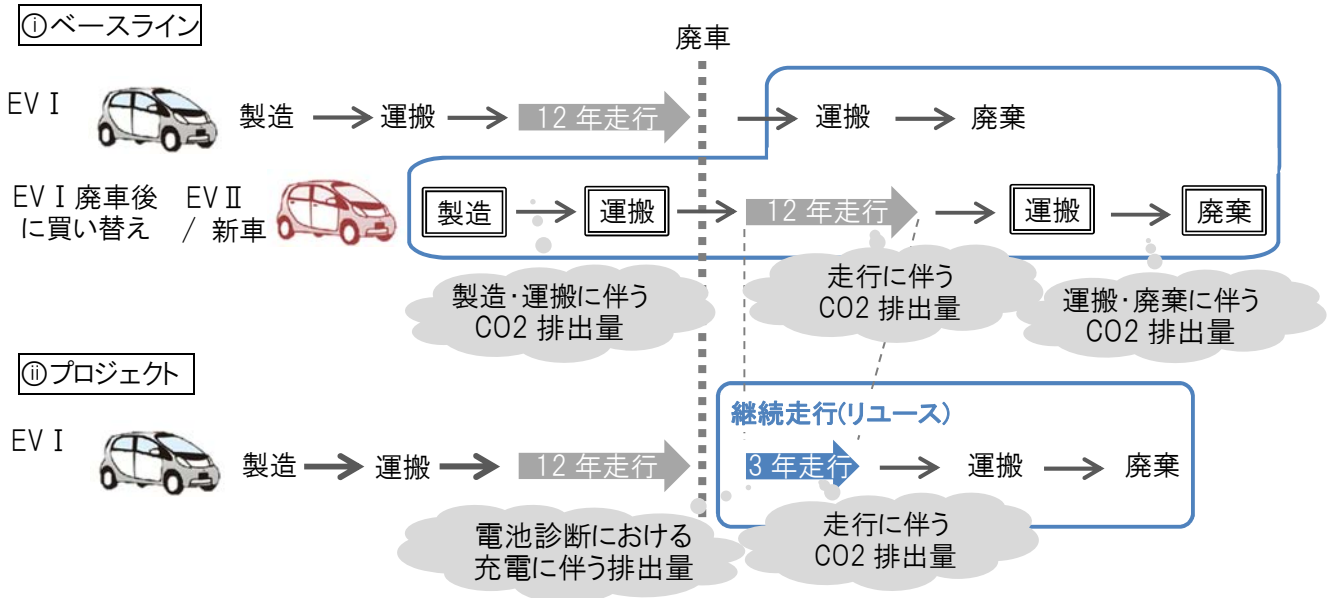


図5-2 シナリオ案 1 のバウンダリー

(2) シナリオ案 2: 定置型利用[実証 2]

ベースラインは、EV I を 12 年間使用した後、新品蓄電池を購入し定置型利用する状況を設定した。プロジェクトは、EV I を 12 年間使用した後、リユースとして定置型利用する状況を設定した。なお、新品蓄電池の排出量については、リユース期間 3 年で按分した。

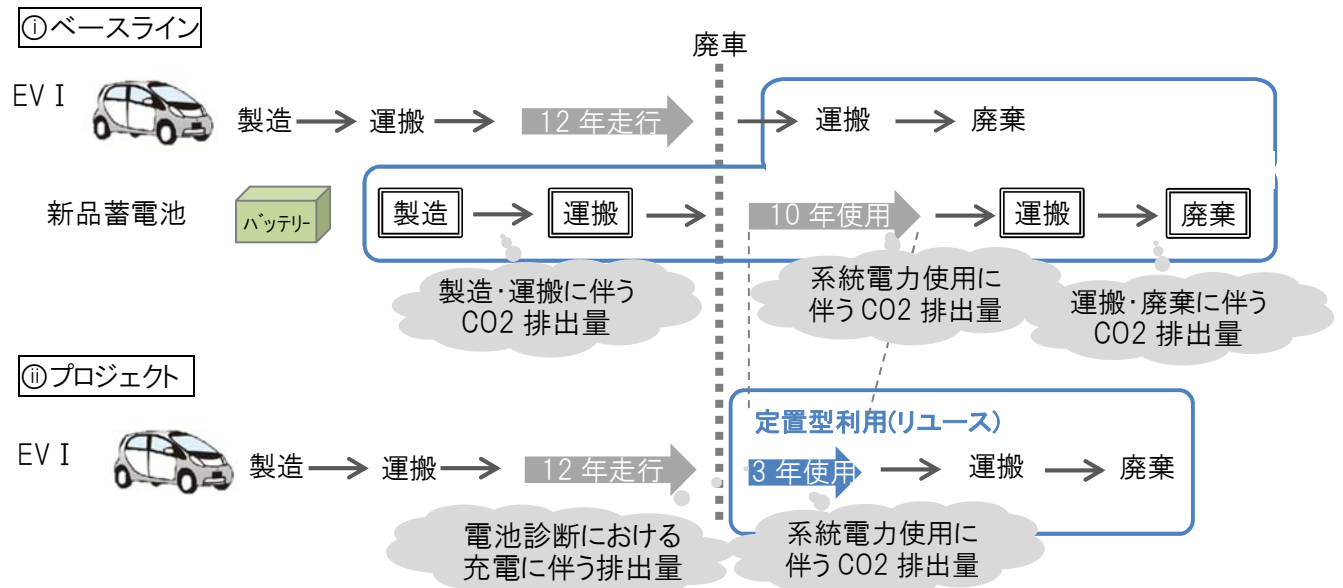
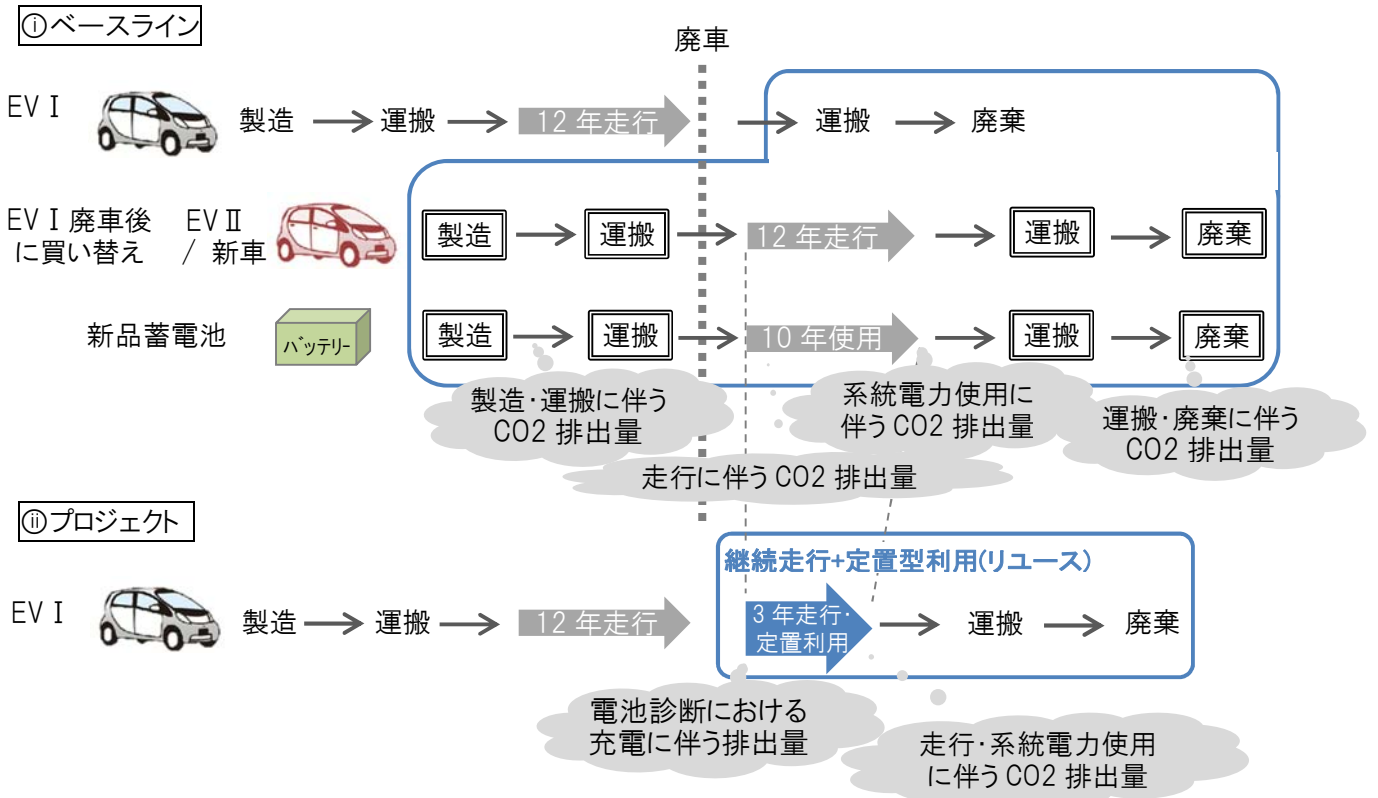


図5-3 シナリオ案 2 のバウンダリー

(3) シナリオ案 3: 走行・定置型併用利用[実証 1+実証 2]

ベースラインは、EV I を 12 年間使用した後、新車 EV II を購入し走行利用するとともに、新品蓄電池を定置型利用する状況を設定した。プロジェクトは、EV I を 12 年間使用した後、リユースとして走行と定置型利用を併用する状況を設定した。このとき、使用時間の割合は、走行と定置型利用を 4 時間と 20 時間とした。なお、新車 EV II 及び新品蓄電池の排出量については、リユース期間 3 年で按分した。



※セカンドカーとして利用することとし、
1日(24時間)における利用割合 走行 : 定置型利用 = 4 : 20 とする

図5-4 シナリオ案 3 のバウンダリー

5-2-3 リユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量

本事業を実施した場合に、シナリオ 1、2 及び 3 において期待されるリユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量について算出した。

(1) シナリオ案 1: 継続走行

リユース EV を車として継続走行(リユース)することによる CO2 排出削減効果は、新車 EV とリユース EV のライフサイクルにおける CO2 排出量を比較した。

1) 算出の考え方

新車 EV の製造・運搬・廃棄及び走行における CO2 排出量(下図①~③)とリユース EV を継続走行利用する際の CO2 排出量(下図④~⑤)の差より算出した。

$$\text{CO2 排出削減量} = \text{①ベースライン排出量} - \text{②プロジェクト排出量}$$

【算出する CO2 排出量イメージ】

①ベースライン

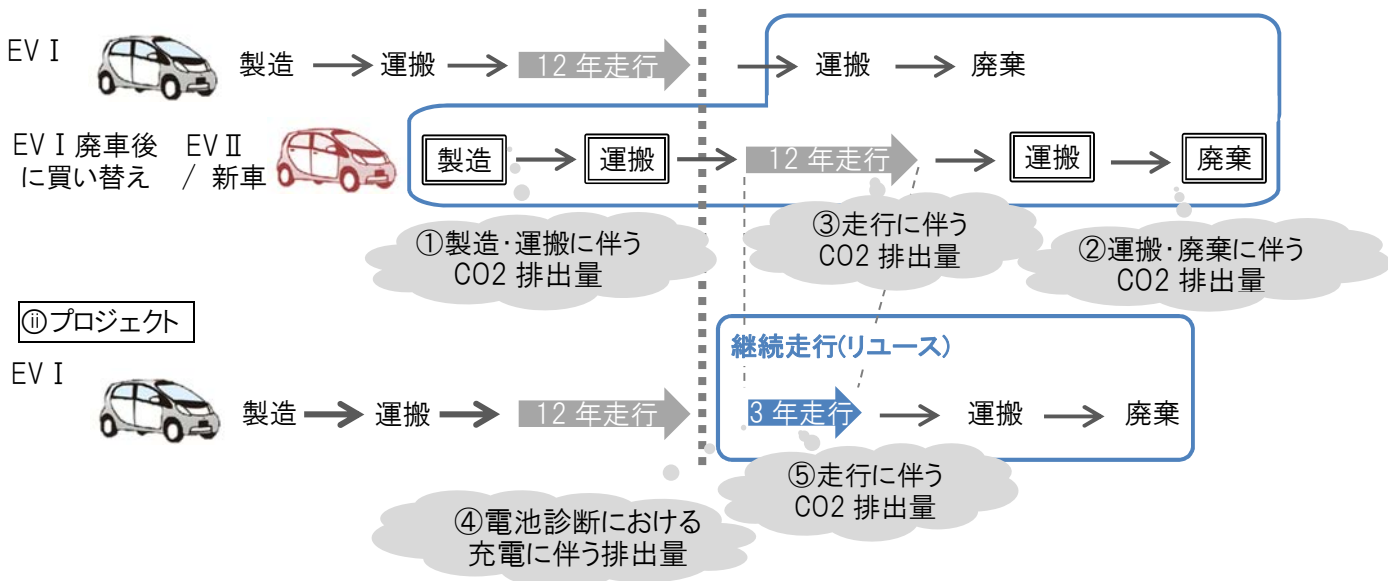


図5-5 シナリオ案 1 における CO2 排出量の算出対象

2) 算出式及びパラメータ

算出式と使用したパラメータについて以下に示す。

i. ベースライン排出量

①製造・運搬に伴うCO2 排出量

新車のEV 製造・運搬に伴うCO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

①製造・運搬に伴うCO2 排出量 = {新車 EV 製造に伴うCO2 排出量 + 新車 EV の運搬に伴うCO2 排出量} × (3 年 / 12 年)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新車 EV の製造に伴うCO2 排出量 ※1	3,893.3	kg-CO2/台
新車 EV の運搬に伴うCO2 排出量 ※2,3	59.0	kg-CO2/台

※1:EV の製造に伴うCO2 排出量は、平成 21 年度経産省委託調査「平成 21 年度中小企業支援調査(製品のライフサイクルを通じた環境貢献評価手法に関する)」を参照し算出した。

※2:EV の運搬に伴うCO2 排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送のCO2 排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016 年版」掲載)を使用した。

※3:製造後(乗車前)の広域拠点工場からの運搬

②運搬・廃棄に伴うCO2 排出量

新車のEV 運搬・廃棄に伴うCO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

②運搬・廃棄に伴うCO2 排出量 = {新車 EV の運搬に伴うCO2 排出量 + 新車 EV の廃棄に伴うCO2 排出量} × (3 年 / 12 年)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新車 EV の運搬に伴うCO2 排出量 ※1	19.1	kg-CO2/台
新車 EV の廃棄に伴うCO2 排出量 ※2,3	369.3	kg-CO2/台

※1:EV の運搬に伴うCO2 排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送のCO2 排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016 年版」掲載)を使用した。

※2:EV の廃棄に伴うCO2 排出量は、平成 21 年度経産省委託調査「平成 21 年度中小企業支援調査(製品のライフサイクルを通じた環境貢献評価手法に関する)」を参照し算出した。

※3:廃車時の解体・再資源化候補施設への運搬

③走行に伴うCO2 排出量

EV を廃車した後に、新たに新車 EV に買い替えた場合の走行に伴うCO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

③走行に伴うCO2 排出量 = 走行距離(km/年/台) × 3 年 ÷ 電費(km/kWh) × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
走行距離 ※1	7,519	km/年/台
電費 ※2	9.1	km/kWh
電力排出係数 ※3	0.587	kg-CO2/kWh

※1:1日当たりの走行距離を20.6kmとした(自動車燃料消費量統計年報H27年度参照)。

※2:新車EVの電費として自動車メーカ公表値を使用した。

※3:全電源平均CO2排出原単位(H27実績、環境省公表資料)を使用した。

ii. プロジェクト排出量

④電池診断における充電に伴う排出量

リユースEVの利用に伴って電池診断を行う際の、充放電に係る排出量を対象とし、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

④電池診断における充電に伴う排出量 =電池診断を行う際の充電電力量(kWh/年/台)×3年×電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
電池診断を行う際の充電電力量 ※1	26.6	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※1:半年に1回の頻度で実施することとした。

※2:全電源平均CO2排出原単位(H27実績、環境省公表資料)を使用した。

⑤走行に伴うCO2排出量

電池交換を行わず、リユースEVを車として継続して走行利用する場合の走行に伴うCO2排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑤走行に伴うCO2排出量 =走行距離(km/年/台)×3年÷電費(km/kWh)×電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
走行距離 ※1	7,519	km/年/台
電費 ※2	7.4	km/kWh
電力排出係数 ※3	0.587	kg-CO2/kWh

※1:1日当たりの走行距離を20.6kmとした(自動車燃料消費量統計年報H27年度参照)。

※2:実証1におけるモニター走行記録より算出した。

※3:全電源平均CO2排出原単位(H27実績、環境省公表資料)を使用した。

3) 算出結果

継続走行におけるベースライン排出量、プロジェクト排出量及びCO₂排出削減量を以下に示す。
 リユースEV1台を3年間継続走行利用した場合、706kg-CO₂の削減効果が期待される。

表5-1 CO₂排出削減量 (kg-CO₂/台)

区分	CO ₂ 排出量
i. ベースライン排出量	2,538
①製造・運搬に伴う排出量	988
②運搬・廃棄に伴う排出量	97
③走行に伴う排出量	1,453
ii. プロジェクト排出量	1,832
④電池診断における充電に伴う排出量	47
⑤走行に伴う排出量	1,785
CO₂排出削減量	706

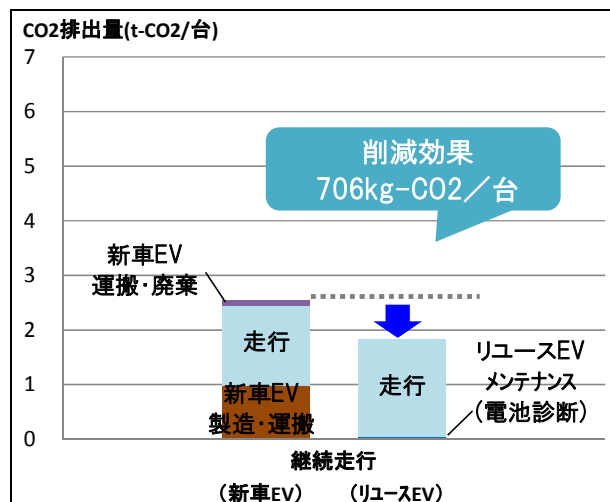


図5-6 CO₂排出削減効果(3年間)

(2) シナリオ案 2:定置型利用

リユースEVを蓄電池として定置型利用することによるCO2排出削減効果は、新品蓄電池とリユースEVのライフサイクルにおけるCO2排出量を比較した。

1) 算出の考え方

新品蓄電池の製造・運搬・廃棄及び蓄電池利用におけるCO2排出量(下図①～③)とリユースEVを蓄電池として定置型利用する際のCO2排出量(下図④～⑤)の差より算出した。

$$\text{CO2 排出削減量} = \text{①ベースライン排出量} - \text{②プロジェクト排出量}$$

【算出するCO2排出量イメージ】

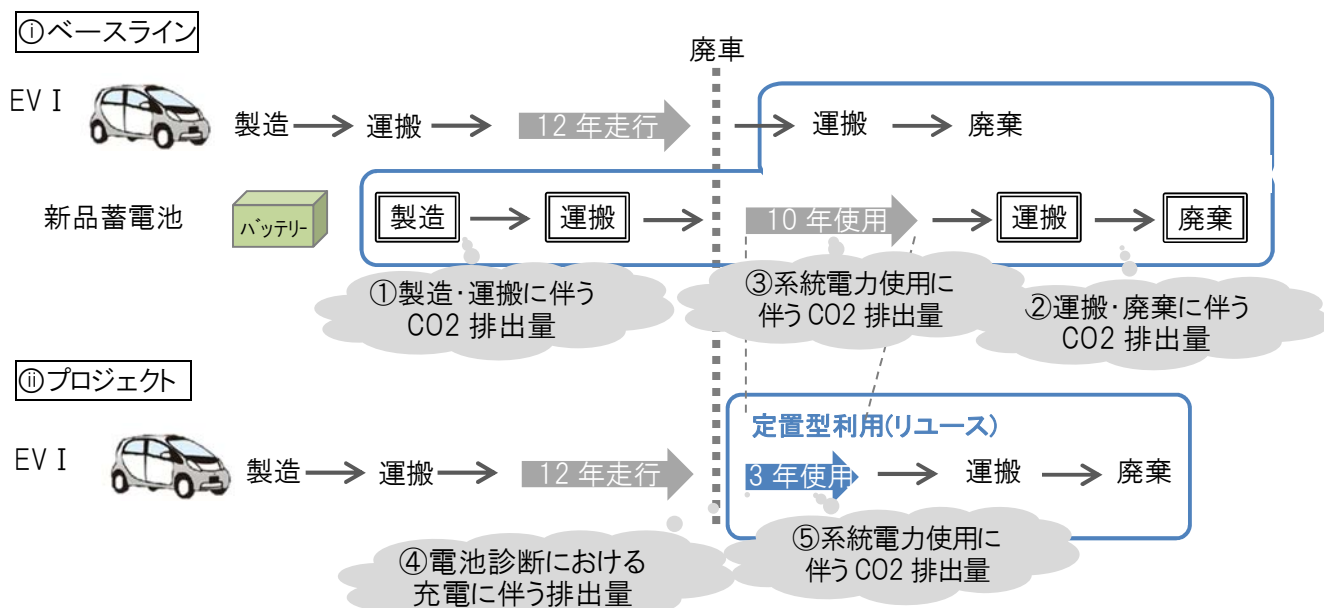


図5-7 シナリオ案 2におけるCO2排出量の算出対象

2) 算出式及びパラメータ

算出式と使用したパラメータについて以下に示す。

i. ベースライン排出量

①製造・運搬に伴うCO2 排出量

新品蓄電池の製造・運搬に伴うCO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

①製造・運搬に伴うCO2 排出量 $= \{ \text{新品蓄電池の製造に伴うCO2 排出量} + \text{新品蓄電池の運搬に伴うCO2 排出量} \} \times (3 \text{ 年} / 10 \text{ 年})$

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新品蓄電池の製造に伴うCO2 排出量 ※1	1,777.7	kg-CO2/台
新品蓄電池の運搬に伴うCO2 排出量 ※2,3	3.7	kg-CO2/台

※1: 日本 LCA 学会誌「蓄電池の電力平準化による環境改善評価」を参照し算出した。なお、定置用蓄電池はおよそ 7kWh(車載用 LiB: SOH70%相当)とした。

※2: EV の運搬に伴うCO2 排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送のCO2 排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016 年版」掲載)を使用した。

※3: 製造後(使用前)の広域拠点工場からの運搬

②運搬・廃棄に伴うCO2 排出量

新品蓄電池の運搬・廃棄に伴うCO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

②運搬・廃棄に伴うCO2 排出量 $= \{ \text{新品蓄電池の運搬に伴うCO2 排出量} + \text{新品蓄電池の廃棄に伴うCO2 排出量} \} \times (3 \text{ 年} / 10 \text{ 年})$

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新品蓄電池の運搬に伴うCO2 排出量 ※1	2.2	kg-CO2/台
新品蓄電池の廃棄に伴うCO2 排出量 ※2,3	93.6	kg-CO2/台

※1: EV の運搬に伴うCO2 排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送のCO2 排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016 年版」掲載)を使用した。

※2: 日本 LCA 学会誌「蓄電池の電力平準化による環境改善評価」及びメーカーヒアリングに基づき算出した。なお、定置用蓄電池はおよそ 7kWh(車載用 LiB: SOH70%相当)とした。

※3: 廃棄時の再資源化候補施設への運搬

③系統電力使用に伴うCO2 排出量

PV を設置している家庭・事業所において、新品蓄電池を設置し、余剰電力を蓄え必要に応じて給電する場合の、系統電力の消費に伴う排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

③系統電力使用に伴うCO2 排出量 $= \text{系統電力から購入した電力量(kWh/年/台)} \times 3 \text{ 年} \times \text{電力排出係数(kg-CO2/kWh)}$

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
系統電力から購入した電力量 ※1	1,360.5	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※1:1 日当たりの系統電力からの購入電力量を 3.73kWh とした(一般家庭における平均電力使用量を基に実証結果より得られた活動量から算出)。

※2:全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

ii. プロジェクト排出量

④電池診断における充電に伴う排出量

リユース EV の利用に伴って電池診断を行う際の、充放電に係る排出量を対象とし、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

④電池診断における充電に伴う排出量 = 電池診断を行う際の充電電力量(kWh/年/台) × 3 年 × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
電池診断を行う際の充電電力量 ※1	26.6	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※1:半年に 1 回の頻度で実施することとした。

※2:全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

⑤系統電力使用に伴う CO2 排出量

PV を設置している家庭・事業所において、リユース EV を設置し、余剰電力を蓄え必要に応じて給電する場合の、系統電力の消費に伴う排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑤系統電力使用に伴う CO2 排出量 = 系統電力から購入した電力量(kWh/年/台) × 3 年 × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
系統電力から購入した電力量 ※1	1,460	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※1:1 日当たりの系統電力からの購入電力量を 4.0kWh とした(一般家庭における平均電力使用量を基に実証結果より得られた活動量から算出)。

※2:全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

3) 算出結果

定置型利用におけるベースライン排出量、プロジェクト排出量及びCO2 排出削減量を以下に示す。
リユースEV 1 台を 3 年間定置型利用した場合、341kg-CO2 の削減効果が期待される。

表5-2 CO2 排出削減量 (kg-CO2/台)

区分	CO2 排出量
i. ベースライン排出量	2,959
①製造・運搬に伴う排出量	534
②運搬・廃棄に伴う排出量	29
③系統電力使用に伴う排出量	2,396
ii. プロジェクト排出量	2,618
④電池診断における充電に伴う排出量	47
⑤系統電力使用に伴う排出量	2,571
CO2 排出削減量	341

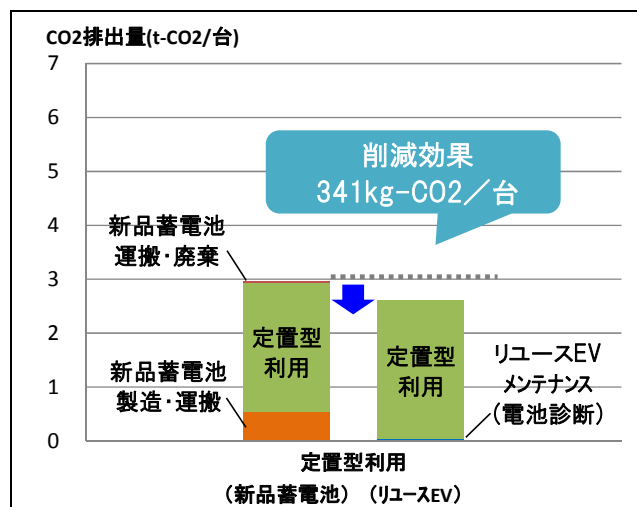


図5-8 CO2 排出削減効果(3 年間)

(3) シナリオ案 3: 走行・定置型併用利用

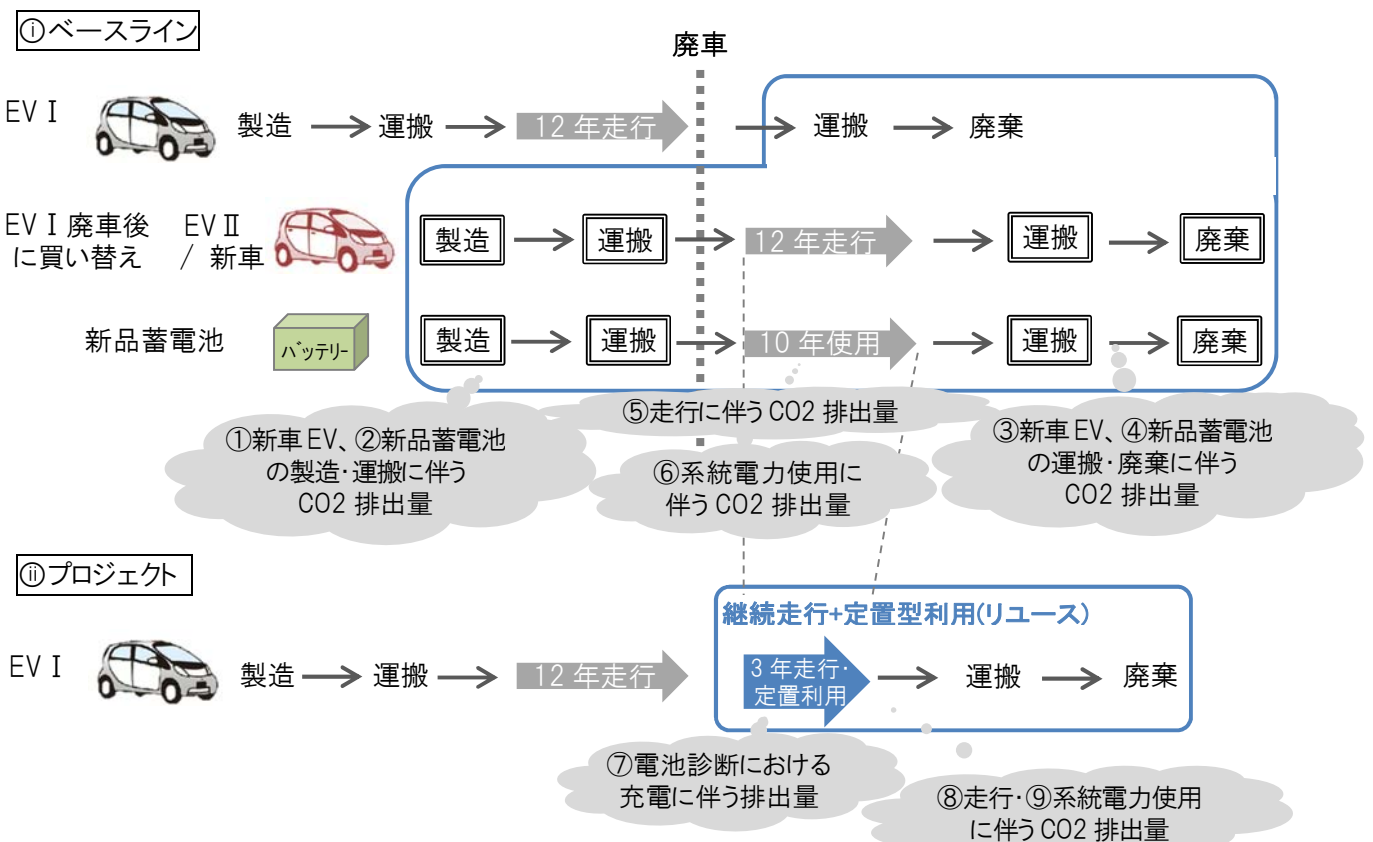
リユースEVを車として走行するとともに、蓄電池として定置型利用する。この走行・定置型併用利用によるCO2排出削減効果は、新車EV及び新品蓄電池とリユースEVのライフサイクルにおけるCO2排出量を比較した。

1) 算出の考え方

新車EV及び新品蓄電池の製造・運搬・廃棄及び走行利用・蓄電池利用におけるCO2排出量(下図①～⑥)と、リユースEVを走行利用及び定置型利用する際のCO2排出量(下図⑦～⑨)の差より算出した。

$$\text{CO2 排出削減量} = \text{①ベースライン排出量} - \text{②プロジェクト排出量}$$

【算出するCO2排出量イメージ】



※セカンドカーとして利用することとし、
1日(24時間)における利用割合 走行 : 定置型利用 = 4 : 20 とする

図5-9 シナリオ案 3におけるCO2排出量の算出対象

2) 算出式及びパラメータ

算出式と使用したパラメータについて以下に示す。

i. ベースライン排出量

①新車 EV の製造・運搬に伴う CO2 排出量

新車の EV 製造・運搬に伴う CO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

①新車 EV の製造・運搬に伴う CO2 排出量 = {新車 EV 製造に伴う CO2 排出量 + 新車 EV の運搬に伴う CO2 排出量} × (3 年 / 12 年)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新車 EV の製造に伴う CO2 排出量 ※1	3,893.3	kg-CO2/台
新車 EV の運搬に伴う CO2 排出量 ※2,3	59.0	kg-CO2/台

※1: EV の製造に伴う CO2 排出量は、平成 21 年度経産省委託調査「平成 21 年度中小企業支援調査(製品のライフサイクルを通じた環境貢献評価手法に関する)」を参照し算出した。

※2: EV の運搬に伴う CO2 排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送の CO2 排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016 年版」掲載)を使用した。

※3: 製造後(乗車前)の広域拠点工場からの運搬

②新品蓄電池の製造・運搬に伴う CO2 排出量

新品蓄電池の製造・運搬に伴う CO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

②新品蓄電池の製造・運搬に伴う CO2 排出量 = {新品蓄電池の製造に伴う CO2 排出量 + 新品蓄電池の運搬に伴う CO2 排出量} × (3 年 / 10 年)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新品蓄電池の製造に伴う CO2 排出量 ※1	1,777.7	kg-CO2/台
新品蓄電池の運搬に伴う CO2 排出量 ※2,3	3.7	kg-CO2/台

※1: 日本 LCA 学会誌「蓄電池の電力平準化による環境改善評価」を参照し算出した。なお、定置用蓄電池はおよそ 7kWh(車載用 LiB: SOH70%相当)とした。

※2: EV の運搬に伴う CO2 排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送の CO2 排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016 年版」掲載)を使用した。

※3: 製造後(使用前)の広域拠点工場からの運搬

③新車 EV の運搬・廃棄に伴う CO2 排出量

新車の EV 運搬・廃棄に伴う CO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

③新車 EV の運搬・廃棄に伴う CO2 排出量 = {新車 EV の運搬に伴う CO2 排出量 + 新車 EV の廃棄に伴う CO2 排出量} × (3 年 / 12 年)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新車EVの運搬に伴うCO2排出量 ※1	19.1	kg-CO2/台
新車EVの廃棄に伴うCO2排出量 ※2,3	369.3	kg-CO2/台

※1:EVの運搬に伴うCO2排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送のCO2排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016年版」掲載)を使用した。

※2:EVの廃棄に伴うCO2排出量は、平成21年度経産省委託調査「平成21年度中小企業支援調査(製品のライフサイクルを通じた環境貢献評価手法に関する)」を参照し算出した。

※3:廃車時の解体・再資源化候補施設への運搬

④新品蓄電池の運搬・廃棄に伴うCO2排出量

新品蓄電池の運搬・廃棄に伴うCO2排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

④新品蓄電池の運搬・廃棄に伴うCO2排出量 = [新品蓄電池の運搬に伴うCO2排出量 + 新品蓄電池の廃棄に伴うCO2排出量] × (3年/10年)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
新品蓄電池の運搬に伴うCO2排出量 ※1	2.2	kg-CO2/台
新品蓄電池の廃棄に伴うCO2排出量 ※2,3	93.6	kg-CO2/台

※1:EVの運搬に伴うCO2排出量は、海上輸送を行うこととし船舶輸送のCO2排出量原単位(交通エコロジー・モビリティ財団「運輸・交通と環境 2016年版」掲載)を使用した。

※2:日本LCA学会誌「蓄電池の電力平準化による環境改善評価」及びメーカヒアリングに基づき算出した。なお、定置用蓄電池はおよそ7kWh(車載用LiB:SOH70%相当)とした。

※3:廃棄時の再資源化候補施設への運搬

⑤走行に伴うCO2排出量

EVを廃車した後に、新たに新車EVに買い替えた場合の走行に伴うCO2排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑤走行に伴うCO2排出量 = 走行距離(km/年/台) × 3年 ÷ 電費(km/kWh) × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
走行距離 ※1	7,519	km/年/台
電費 ※2	9.1	km/kWh
電力排出係数 ※3	0.587	kg-CO2/kWh

※1:1日当たりの走行距離を20.6kmとした(自動車燃料消費量統計年報H27年度参照)。

※2:新車EVの電費として自動車メーカ公表値を使用した。

※3:全電源平均CO2排出原単位(H27実績、環境省公表資料)を使用した。

⑥系統電力使用に伴うCO2 排出量

PV を設置している家庭・事業所において、新品蓄電池を設置し、余剰電力を蓄え必要に応じて給電する場合、系統電力の消費に伴う排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑥系統電力使用に伴うCO2 排出量 = 系統電力から購入した電力量(kWh/年/台) × 3年 × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
系統電力から購入した電力量 ※1	1,134	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※ 走行と併用することから、定置型利用は 20 時間と想定した

※1: 1 日当たりの系統電力からの購入電力量を 3.11kWh とした(一般家庭における平均電力使用量を基に実証結果より得られた活動量から算出)。

※2: 全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

ii. プロジェクト排出量

⑦電池診断における充電に伴う排出量

リユース EV の利用に伴って電池診断を行う際の、充放電に係る排出量を対象とし、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑦電池診断における充電に伴う排出量 = 電池診断を行う際の充電電力量(kWh/年/台) × 3年 × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
電池診断を行う際の充電電力量 ※1	26.6	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※1: 半年に 1 回の頻度で実施することとした。

※2: 全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

⑧走行に伴うCO2 排出量

電池交換を行わず、リユース EV を車として継続して走行利用する場合の走行に伴うCO2 排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑧走行に伴うCO2 排出量 = 走行距離(km/年/台) × 3年 ÷ 電費(km/kWh) × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
走行距離 ※1	7,519	km/年/台
電費 ※2	7.4	km/kWh
電力排出係数 ※3	0.587	kg-CO2/kWh

※1: 1 日当たりの走行距離を 20.6km とした(自動車燃料消費量統計年報 H27 年度参照)。

※2: 実証 1 におけるモニター走行記録より算出した。

※3: 全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

⑨系統電力使用に伴うCO2 排出量

PV を設置している家庭・事業所において、リユース EV を設置し、余剰電力を蓄え必要に応じて給電する場合、系統電力の消費に伴う排出量を、下記の算出式とパラメータにより算出した。

【算出式】

⑨系統電力使用に伴うCO2 排出量 = 系統電力から購入した電力量(kWh/年/台) × 3 年 × 電力排出係数(kg-CO2/kWh)

【パラメータ】

パラメータ	数値	単位
系統電力から購入した電力量 ※1	1,216.7	kWh/年/台
電力排出係数 ※2	0.587	kg-CO2/kWh

※ 走行と併用することから、定置型利用は 20 時間と想定した。

※1: 1 日当たりの系統電力からの購入電力量を 3.33kWh とした(一般家庭における平均電力使用量を基に実証結果より得られた活動量から算出)。

※2: 全電源平均 CO2 排出原単位(H27 実績、環境省公表資料)を使用した。

3) 算出結果

走行・定置型併用利用におけるベースライン排出量、プロジェクト排出量及び CO2 排出削減量を以下に示す。リユース EV 1 台を 3 年間継続走行利用した場合、1,124kg-CO2 の削減効果が期待される。

表5-3 CO2 排出削減量 (kg-CO2/台)

区分	CO2 排出量
i. ベースライン排出量	5,098
製造・運搬に伴う排出量	①新車 EV 988 ②新品蓄電池 534
運搬・廃棄に伴う排出量	③新車 EV 97 ④新品蓄電池 29
⑤走行に伴う排出量	1,453
⑥系統電力使用に伴う排出量	1,997
ii. プロジェクト排出量	3,974
⑦電池診断における充電に伴う排出量	47
⑧走行に伴う排出量	1,785
⑨系統電力使用に伴う排出量	2,143
CO2 排出削減量	1,124

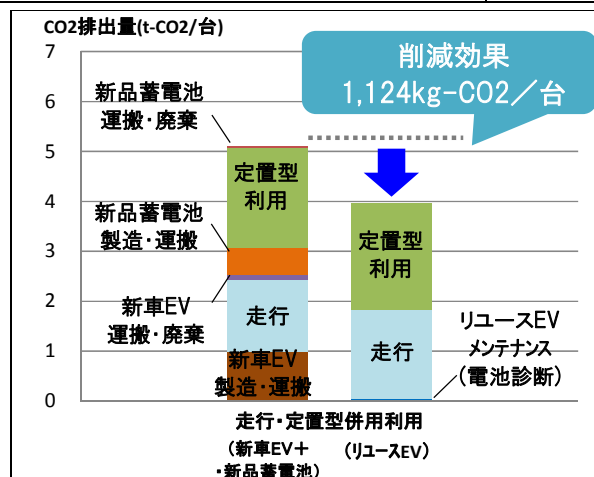


図5-10 CO2 排出削減効果(3 年間)

(4) リユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量

シナリオ毎のリユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量は、シナリオ 3 の走行・定置型併用利用が最も大きくなる。これはシナリオ 3 が、シナリオ 1 継続走行利用とシナリオ 2 定置型利用の併用であるためであり、新車 EV 及び新品蓄電池の製造・運搬・廃棄に伴う CO2 排出量を両方とも削減できることが起因している。また、走行利用との併用により定置型利用時間が短くなるため、シナリオ 3 の削減効果はシナリオ 1 とシナリオ 2 の削減効果の単純な合算値とはならない。

継続走行と定置型利用を比較すると、継続走行の方が効果は大きい。その要因としては、削減量のうち特に新車 EV の製造・運搬に伴う CO2 排出量が、新品蓄電池の製造・運搬に伴う CO2 排出量よりも大きいことが挙げられる。

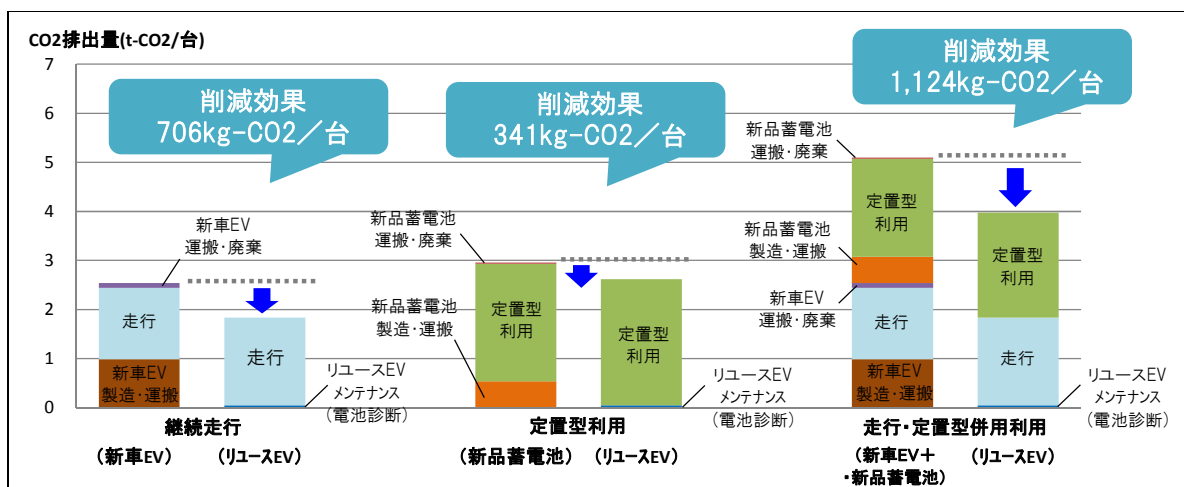


図5-11 CO2 排出削減効果(3 年間)

5-2-4 リユースモデル全体で期待されるCO2 排出削減効果

事業全体におけるCO2 排出削減効果について、算出した。

事業を全国で横展開することにより期待されるCO2 排出削減効果は、リユースEVが10,000台のとき約9,400t-CO2、20,000台のとき約18,800t-CO2となる。

(1) 算出方法

下記の考えに基づいて算出した。

【算出式】

$\begin{aligned} \text{CO2 排出削減量(kg-CO2)} \\ = \text{CO2 排出削減量原単位(kg-CO2/台)} \times \text{シナリオ毎にリユースされるEV 台数(台)} \end{aligned}$

(2) CO2 排出削減量原単位

前述の5-2-3において算出した、シナリオ毎のリユースEV1台当たりのCO2 排出削減量を用いる。

(3) リユースされるEV 台数

本事業で取り扱うリユースEV台数をシナリオ毎に算出した。

1) リユースEVの総台数

リユースEVの発生台数予測に基づき、10,000台(2022年以降)、20,000台(2024年以降)のときのCO2 排出削減量について試算することとする。

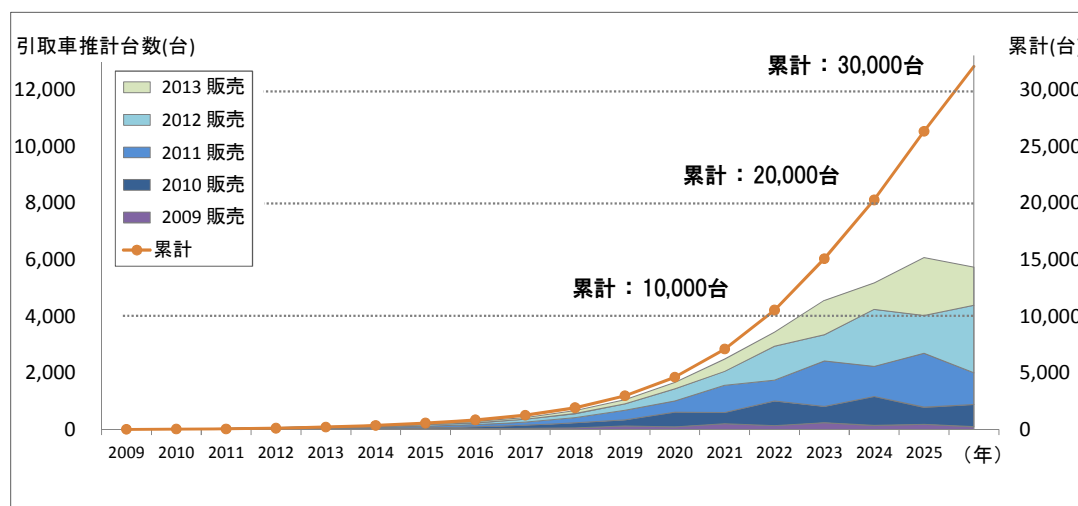


図5-12 リユースEV・電池の発生台数の予測(乗用車、軽自動車) [再掲]

※自動車引取台数2015年実績((公社)自動車リサイクル促進センター)に基づく使用年数毎の引取台数割合をEV販売台数へ乗じて算出

2) シナリオ毎のリユース EV 台数

一般ユーザアンケートで得られた購入意向割合に基づき、シナリオ毎のリユース EV 台数を推計した。

リユース EV 総台数	10,000 台	20,000 台
シナリオ 1 (継続走行利用)	3,300 台	6,600 台
シナリオ 2 (定置型利用)	600 台	1,200 台
シナリオ 3 (走行・定置型 併用利用)	6,100 台	12,200 台

【シナリオごとのリユースEV50万円の購入意欲】

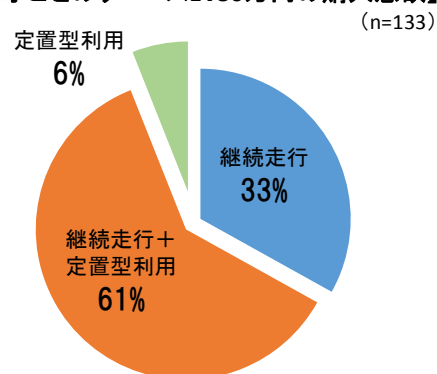


図5-13 シナリオ毎のリユース EV 台数

(4) 事業の横展開で期待される CO2 排出削減量

シナリオ毎のリユース EV1 台当たりの CO2 排出削減量及び台数を用いて、事業を全国で横展開した場合の CO2 排出削減量を算出した。

CO2 排出削減効果は、リユース EV の総台数が 10,000 台のとき約 9,400t-CO2、20,000 台のとき約 18,800 t-CO2 となる。

表5-4 リユース EV10,000 台の場合の CO2 排出削減量(3 年間:リユース期間)

区分	1 台当たりの CO2 排出量 (kg-CO2/台)	リユース EV の台数 (台)	CO2 排出量 (t-CO2)
シナリオ 1:継続走行利用	706	3,300	2,330
シナリオ 2:定置型利用	341	600	205
シナリオ 3:走行・定置型併用利用	1,124	6,100	6,856
全体			9,391

表5-5 リユース EV20,000 台の場合の CO2 排出削減量(3 年間:リユース期間)

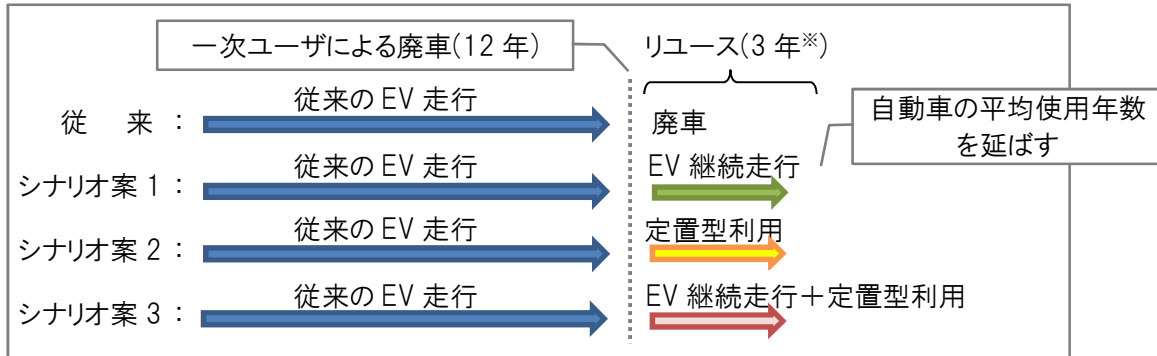
区分	1 台当たりの CO2 排出量 (kg-CO2/台)	リユース EV の台数 (台)	CO2 排出量 (t-CO2)
シナリオ 1:継続走行利用	706	6,600	4,660
シナリオ 2:定置型利用	341	1,200	409
シナリオ 3:走行・定置型併用利用	1,124	12,200	13,713
全体			18,782

5-3 循環型社会への貢献効果

5-3-1 循環型社会への貢献シナリオ

リユースによるライフサイクルシナリオを下記のように設定し、一台当たりの循環型社会への貢献効果を算出する。

【ライフサイクルシナリオ】



※ 自動車の平均使用年数(平均寿命)15年を目標とし、リユース期間を3年と想定する

5-3-2 循環型社会への貢献効果の評価項目

本事業を実施した場合の循環型社会への貢献効果は、以下の項目で評価することとした。

【評価項目】

- I 資源投入量の削減量
- II 廃棄物発生量の削減量

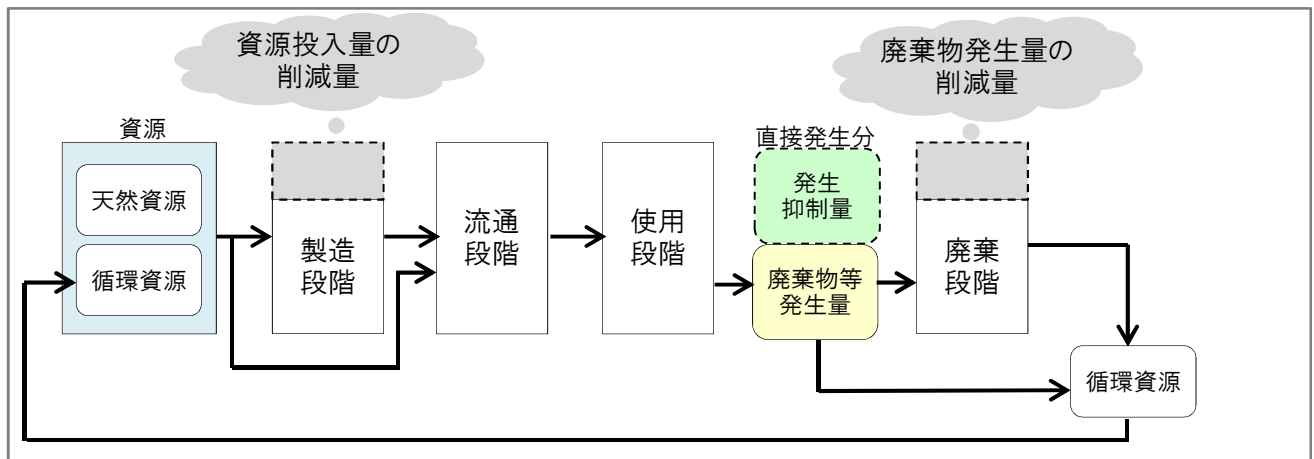


図5-14 マテリアルフロー図

※「2R(リデュース、リユース)による環境負荷削減効果について」(環境省廃棄物・リサイクル対策部循環型社会推進室)を参考に作成。

5-3-3 バウンダリー

本事業の実施による循環型社会への貢献効果の算出において、シナリオ毎のバウンダリーについて設定する。

(1) シナリオ案 1: EV 継続走行[実証 1]

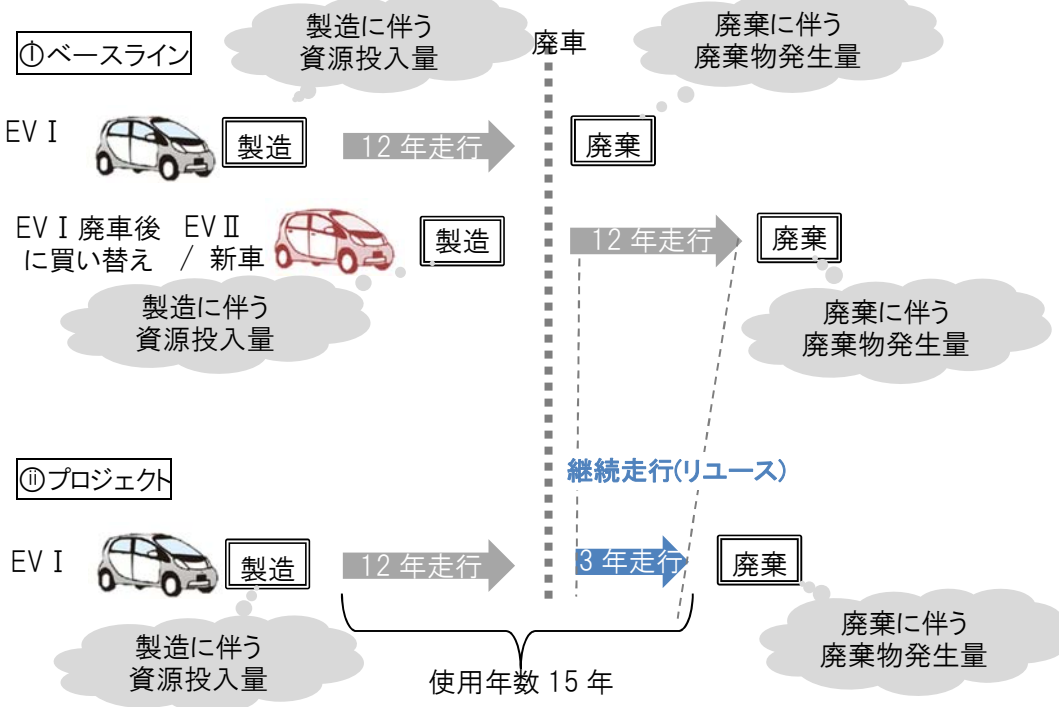


図5-15 シナリオ案 1 のバウンダリー

(2) シナリオ案 2: 定置型利用[実証 2]

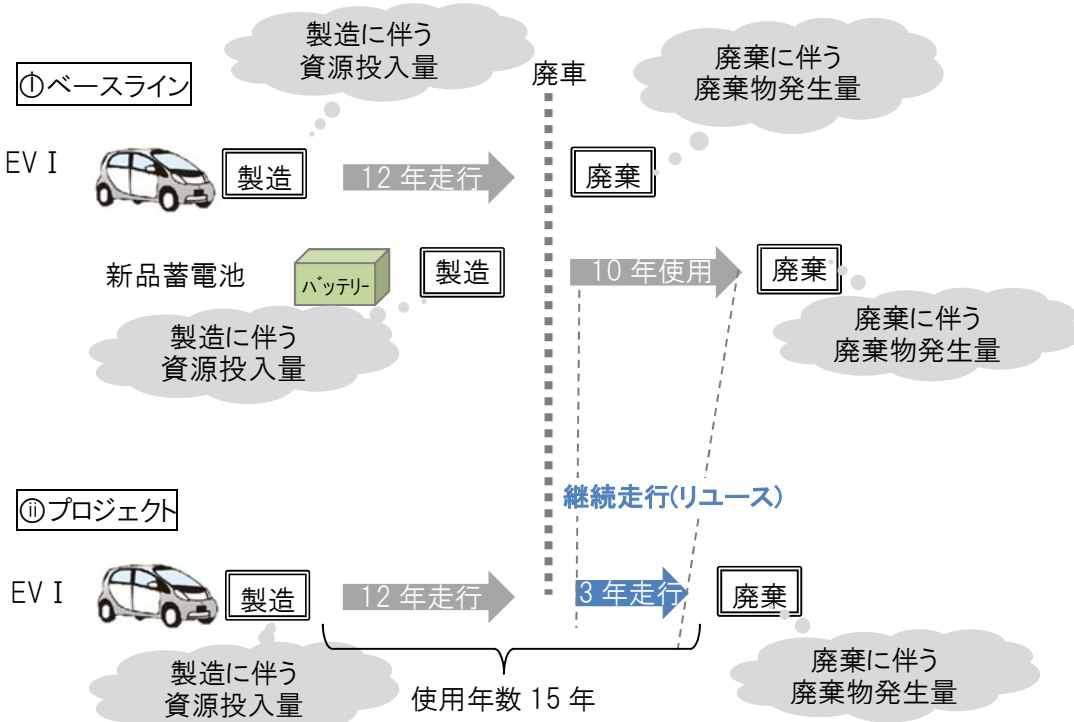


図5-16 シナリオ案 2 のバウンダリー

(3)シナリオ案 3:EV 走行・定置型併用利用[実証 1+実証 2]

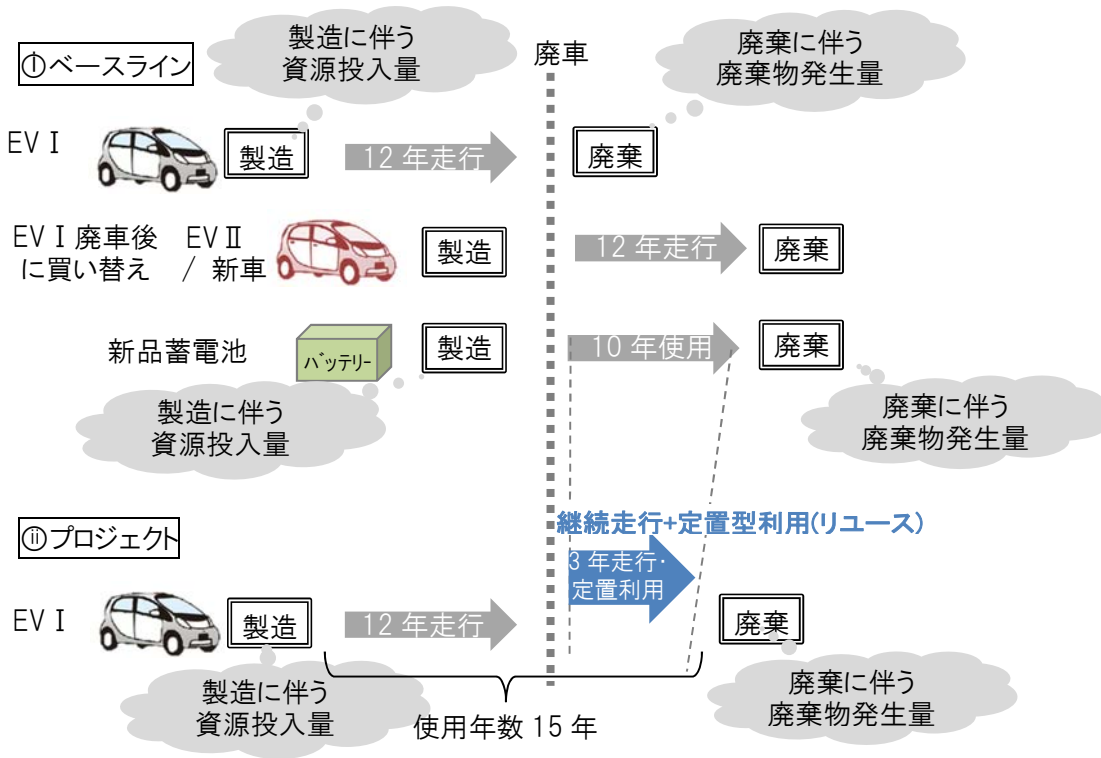


図5-17シナリオ案 3 のバウンダリー

5-3-4 リユース EV1 台当たりの循環型社会への貢献効果

本事業を実施した場合に、シナリオ 1、2 及び 3 において期待されるリユース EV1 台・1 年当たりの循環型社会への貢献効果について算出する。算出にあたり EV・蓄電池の素材別資源投入量、EV・蓄電池の構成素材別廃棄重量を利用する。

表5-6 EV 構成素材別資源投入量

EV 構成素材名	資源投入量(kg)
鉄鋼	664.76
アルミニウム	60.29
銅	34.27
樹脂	107.00
ゴム	25.62
ガラス	29.34
LiNiO2	47.72
その他	115.63
計	1088.51

※平成 21 年度経産省委託調査

「平成 21 年度中小企業支援調査(製品のライフサイクルを通じた環境貢献評価手法に関する調査)」をもとに算出した。

表5-7 蓄電池構成素材別資源投入量

蓄電池構成素材名	資源投入量(kg)
鉄鋼	5.43
アルミニウム	5.15
銅	6.08
樹脂	1.45
LiNiO2	12.02
その他	16.70
計	46.82

※日本 LCA 学会「蓄電池の電力平準化による環境改善評価」を基に算出した。

表5-8 EV 構成素材別廃棄重量

	素材名	重量(kg)	リサイクル率	処理重量(kg)	
			(%)	リサイクル	廃棄物量 ^{※4}
部品	鉄鋼	126.21	100.00	126.21	0.00
	アルミニウム	31.96	100.00	31.96	0.00
	銅	5.06	100.00	5.05	0.00
	鉛	2.24	100.00	2.24	0.00
	その他非鉄金属	0.23	100.00	0.23	0.00
	樹脂	5.39	21.82	1.18	4.21
	ゴム	16.42	81.61	13.40	3.02
	ガラス	0.00	0.00	0.00	0.00
	その他	33.58	47.63	15.99	17.59
ボディガラ	鉄鋼	533.59	99.70	531.97	1.62
	アルミニウム	8.01	51.05	4.09	3.92
	銅	9.06	30.02	2.72	6.34
	その他非鉄金属	1.42	84.95	1.21	0.21
	樹脂	95.83	0.00	0.00	95.83
	ゴム	9.20	0.00	0.00	9.20
	ガラス	29.34	0.00	0.00	29.34
	その他	15.97	0.00	0.00	15.97
電池 ^{※1}	鉄鋼	4.96	80.00 ^{※2}	132.00	33.00
	アルミニウム	20.32			
	銅	20.15			
	樹脂	5.78			
	LiNiO2	47.72			
	その他 ^{※3}	66.08			
計		1088.51	-	868.25	220.25

平成 21 年度経産省委託調査「平成 21 年度中小企業支援調査(製品のライフサイクルを通じた環境貢献評価手法に関する調査)」を基に算出した。

※1 電池重量は iMiEV 搭載電池重量を参照し、165kg と仮定した。

※2 電池のリサイクル率はメーカーヒアリングによって設定した。

※3 記載していない素材はその他の項目に含めた。

※4 廃棄物量は焼却と埋立によって処理される重量の和によって算出した。

表5-9 蓄電池構成素材別廃棄重量

	素材名	重量(kg)	リサイクル率	処理重量(kg)	
			(%)	リサイクル	廃棄物量
電池 ^{※1}	鉄鋼	5.43	80.00 ^{※2}	4.34	1.09
	アルミニウム	5.15		4.12	1.03
	銅	6.08		4.86	1.22
	樹脂	1.45		1.16	0.29
	LiNiO2	12.02		9.62	2.40
	その他	16.70		13.36	3.34
計		46.82	-	37.46	9.36

日本 LCA 学会誌「蓄電池の電力平準化による環境改善評価」に基づき算出した。

※1 電池電量はおよそ 7kWh(車載用 LiB:SOH70%相当)とした。

※2 電池のリサイクル率はメーカーヒアリングによって設定した。

(1) シナリオ案 1:EV 継続走行

リユース EV を車として継続走行(リユース)することによる循環型社会への貢献効果として、新車 EV とリユース EV のライフサイクルにおける資源投入量の削減量、廃棄物発生量の削減量をそれぞれ比較する。

1)算出の考え方

ベースラインとプロジェクトを実施した際の製造に係る資源投入量、廃棄に伴う廃棄物発生量をそれぞれ算出し、使用年数で除して1年当たりの循環型社会への貢献効果を算出する。このとき、リユース EV と新車 EV の使用年数の割合を考慮する。

$$\text{資源投入量の削減量} = \text{㊶ベースライン資源投入量} - \text{㊶プロジェクト資源投入量}$$

$$\text{廃棄物発生量の削減量} = \text{㊶ベースライン廃棄物発生量} - \text{㊶プロジェクト廃棄物発生量}$$

<循環型社会への貢献効果算出イメージ>

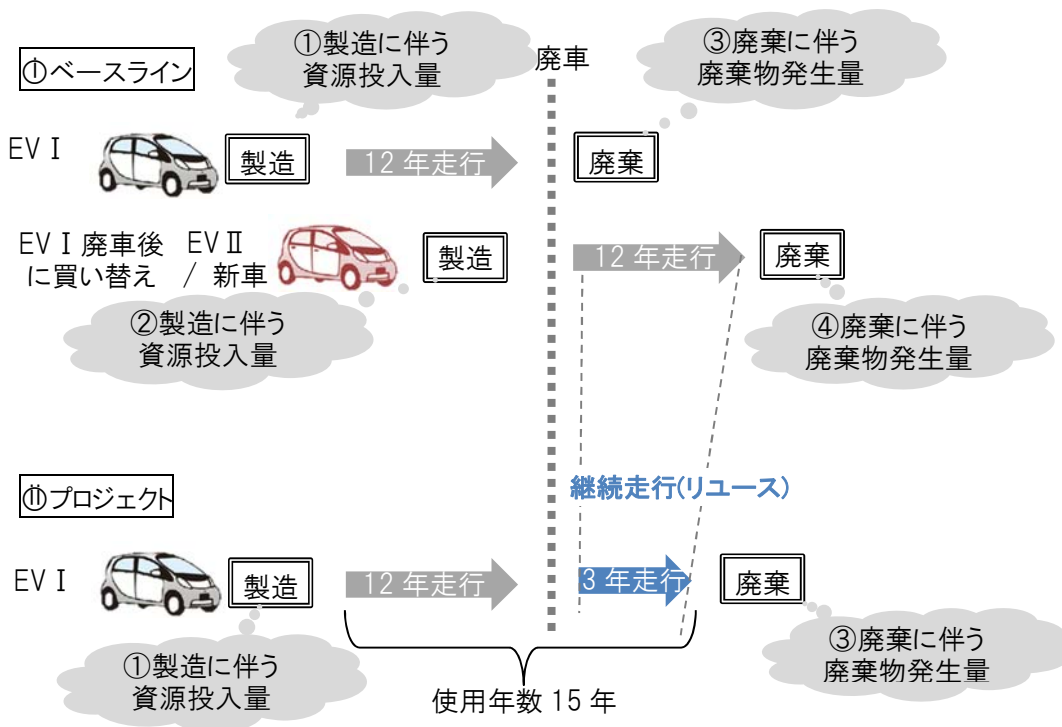


図5-18 シナリオ案 1 における循環型社会への貢献効果の算出対象

2)算出式及びパラメータ

製造に係る資源投入量と廃棄に伴う廃棄物発生量を、構成素材別にそれぞれ算出する。

I 資源投入量の削減量

EVの構成素材別資源投入量とする。なお、EV IとEV IIは同じ車種を使用することとし、①EV Iの製造に伴う資源投入量、②新車EV IIの製造に伴う資源投入量は表5-5のデータを参照する。

【算出式】

i. ベースライン資源投入量

$$\begin{aligned} & \text{ベースライン資源投入量} \\ & = \{ \text{①EV Iの製造に伴う資源投入量} + \\ & \quad \text{②新車EV IIの製造に伴う資源投入量} \times (3 \text{年}/12 \text{年}) \} \div 15 \text{年} \end{aligned}$$

ii. プロジェクト資源投入量

$$\begin{aligned} & \text{プロジェクト資源投入量} \\ & = \text{①EV Iの製造に伴う資源投入量} \div 15 \text{年} \end{aligned}$$

II 廃棄物発生量の削減量

新車EVの廃棄重量とする。なお、EV IとEV IIは同じ車種を使用することとし、③新車EV Iの廃棄に伴う廃棄物発生量、④新車EV IIの廃棄に伴う廃棄物発生量は表5-7のデータを参照する。

【算出式】

i. ベースライン廃棄物発生量

$$\begin{aligned} & \text{ベースライン廃棄物発生量} \\ & = \{ \text{③新車EV Iの廃棄に伴う廃棄物発生量} + \\ & \quad \text{④新車EV IIの廃棄に伴う廃棄物発生量} \times (3 \text{年}/12 \text{年}) \} \div 15 \text{年} \end{aligned}$$

ii. プロジェクト廃棄物発生量

$$\begin{aligned} & \text{プロジェクト廃棄物発生量} \\ & = \text{③新車EV Iの廃棄に伴う廃棄物発生量} \div 15 \text{年} \end{aligned}$$

3)算出結果

I 資源投入量の削減量

継続走行におけるベースライン資源投入量、プロジェクト資源投入量及び資源投入量の削減量を以下に示す。
リユース EV1 台を 3 年間継続走行利用した場合、約 18.1kg/年・台の削減効果が期待される。

表5-10 資源投入量(kg /年・台)

素材名	i. ベースライン資源投入量	ii. プロジェクト資源投入量
鉄鋼	55.40	44.32
アルミニウム	5.02	4.02
銅	2.86	2.28
樹脂	8.92	7.13
ゴム	2.14	1.71
ガラス	2.45	1.96
LiNiO2	3.98	3.18
その他	9.96	7.97
計	90.71	72.57

表5-11 資源投入量の削減量(kg /年・台)

区分	資源投入量
i. ベースライン 資源投入量	90.71
ii. プロジェクト 資源投入量	72.57
資源投入量の削減量	18.14

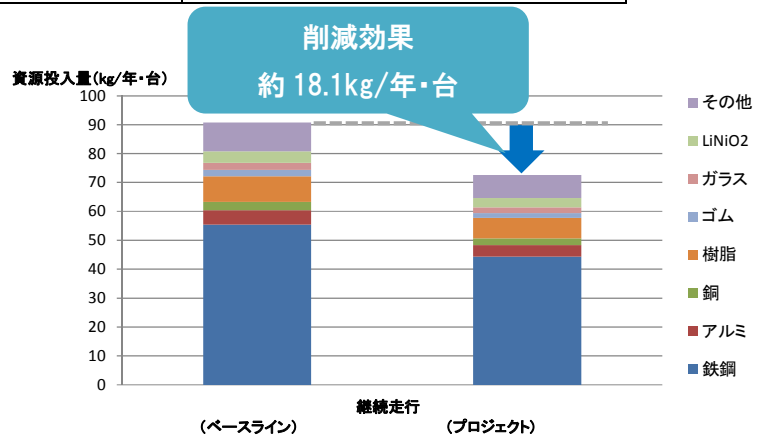


図5-19 資源投入量の削減効果

II 廃棄物発生量の削減量

継続走行におけるベースライン廃棄物発生量、プロジェクト廃棄物発生量及び廃棄物発生量の削減量を以下に示す。リユース EV1 台を 3 年間継続走行利用した場合、約 3.7kg/年・台の削減効果が期待される。

表5-12 廃棄物発生量の削減量(kg /年・台)

区分	廃棄物発生量
i. ベースライン 廃棄物発生量	18.35
ii. プロジェクト 廃棄物発生量	14.68
廃棄物発生量の 削減量	3.67

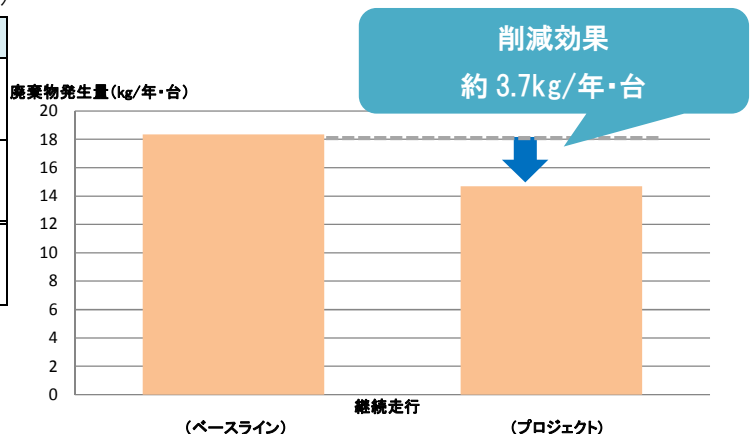


図5-20 廃棄物発生量の削減効果

(2) シナリオ案 2:定置型利用

リユース EV を蓄電池として定置利用することによる循環型社会への貢献効果として、新品蓄電池とリユース EV のライフサイクルにおける資源投入量の削減量、廃棄物発生量の削減量をそれぞれ比較する。

1)算出の考え方

ベースラインとプロジェクトを実施した際の製造に係る資源投入量、廃棄に伴う廃棄物発生量をそれぞれ算出し、使用年数で除して 1 年当たりの循環型社会への貢献効果を算出する。このとき、リユース EV と新品蓄電池の使用年数の割合を考慮する。

$$\text{資源投入量の削減量} = \text{㊶ベースライン資源投入量} - \text{㊶プロジェクト資源投入量}$$

$$\text{廃棄物発生量の削減量} = \text{㊶ベースライン廃棄物発生量} - \text{㊶プロジェクト廃棄物発生量}$$

<循環型社会への貢献効果算出イメージ>

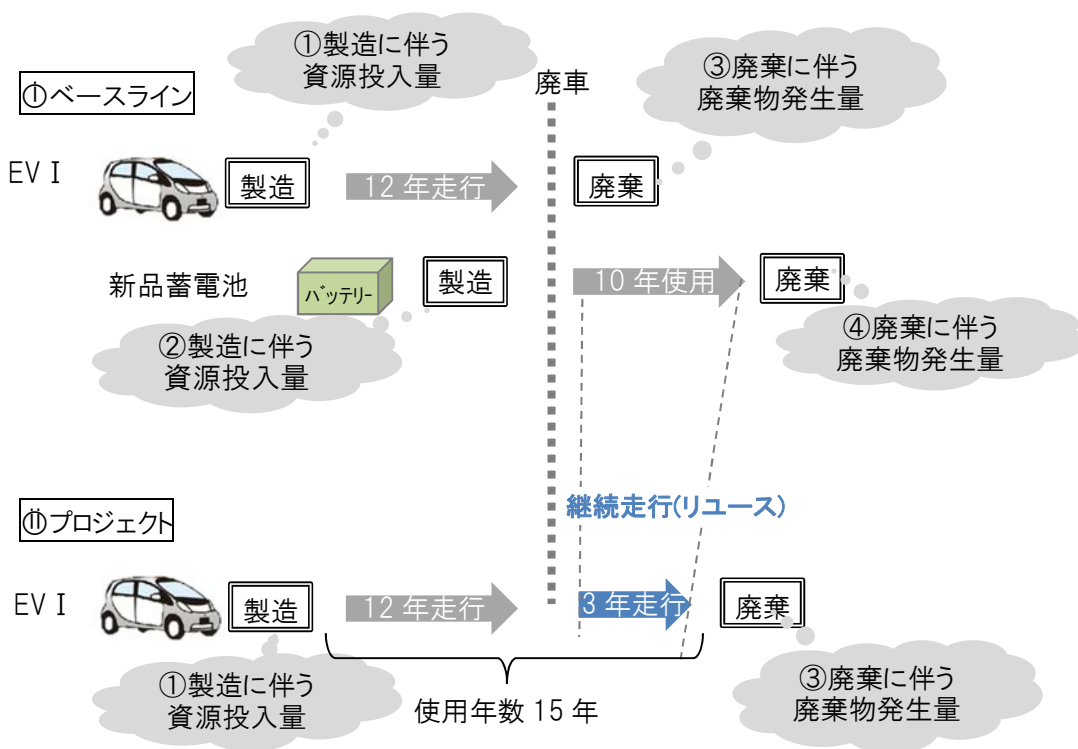


図5-21 シナリオ案 2 における循環型社会への貢献効果の算出対象

2)算出式及びパラメータ

製造に係る資源投入量と廃棄に伴う廃棄物発生量を、構成素材別にそれぞれ算出する。

I 資源投入量の削減量

EV 及び新品蓄電池の構成素材別資源投入量とする。なお、①EV I の製造に伴う資源投入量は表 5-5 のデータを、②新品蓄電池の製造に伴う資源投入量は表 5-6 のデータを参照する。

【算出式】

i. ベースライン資源投入量

$$\begin{aligned} & \text{ベースライン資源投入量} \\ & = \{ \text{①EV I の製造に伴う資源投入量} + \\ & \quad \text{②新品蓄電池の製造に伴う資源投入量} \times (3 \text{ 年} / 10 \text{ 年}) \} \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

ii. プロジェクト資源投入量

$$\begin{aligned} & \text{プロジェクト資源投入量} \\ & = \text{①EV I の製造に伴う資源投入量} \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

II 廃棄物発生量の削減量

新車 EV 及び新品蓄電池の廃棄重量とする。なお、③新車 EV I の廃棄に伴う廃棄物発生量は表 5-7 のデータを、④新品蓄電池の廃棄に伴う廃棄物発生量は表 5-8 のデータを参照する。

【算出式】

i. ベースライン廃棄物発生量

$$\begin{aligned} & \text{ベースライン廃棄物発生量} \\ & = \{ \text{③新車 EV I の廃棄に伴う廃棄物発生量} + \\ & \quad \text{④新品蓄電池の廃棄に伴う廃棄物発生量} \times (3 \text{ 年} / 10 \text{ 年}) \} \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

ii. プロジェクト廃棄物発生量

$$\begin{aligned} & \text{プロジェクト廃棄物発生量} \\ & = \text{③新車 EV I の廃棄に伴う廃棄物発生量} \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

3)算出結果

I 資源投入量の削減量

定置利用におけるベースライン資源投入量、プロジェクト資源投入量及び資源投入量の削減量を以下に示す。
リユース EV1 台を 3 年間定置利用した場合、約 0.9kg/年・台の削減効果が期待される。

表5-13 資源投入量(kg /年・台)

素材名	i. ベースライン資源投入量	ii. プロジェクト資源投入量
鉄鋼	44.43	44.32
アルミニウム	4.12	4.02
銅	2.41	2.28
樹脂	7.16	7.13
ゴム	1.71	1.71
ガラス	1.96	1.96
LiNiO2	3.42	3.18
その他	8.30	7.97
計	73.50	72.57

表5-14 資源投入量の削減量(kg /年・台)

区分	資源投入量
i. ベースライン 資源投入量	73.50
ii. プロジェクト 資源投入量	72.57
資源投入量の削減量	0.93

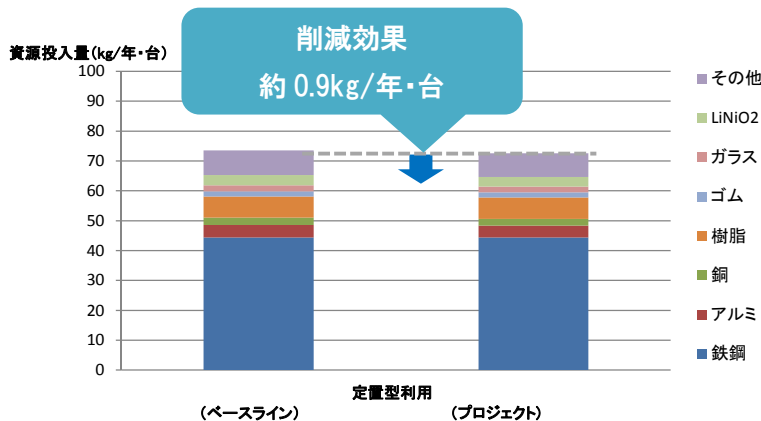


図5-22 資源投入量の削減効果

II 廃棄物発生量の削減量

定置利用におけるベースライン廃棄物発生量、プロジェクト廃棄物発生量及び廃棄物発生量の削減量を以下に示す。リユース EV1 台を 3 年間定置利用した場合、約 0.2kg/年・台と削減効果はほぼ期待できない。

表5-15 廃棄物発生量の削減量(kg /年・台)

区分	廃棄物発生量
i. ベースライン 廃棄物発生量	14.87
ii. プロジェクト 廃棄物発生量	14.68
廃棄物発生量の 削減量	0.19

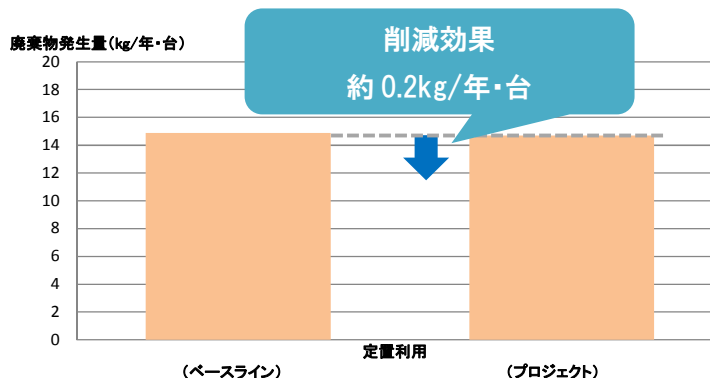


図5-23 廃棄物発生量の削減効果

(3) シナリオ案 3:EV 走行・定置型併用利用

リユース EV を車として走行するとともに、蓄電池として定置型利用する。この走行・定置型併用利用による循環型社会への貢献効果は新車 EV と新品蓄電池、リユース EV のライフサイクルにおける資源投入量の削減量、廃棄物発生量の削減量をそれぞれ比較する。

1)算出の考え方

ベースラインとプロジェクトを実施した際の製造に係る資源投入量、廃棄に伴う廃棄物発生量をそれぞれ算出し、使用年数で除して 1 年当たりの循環型社会への貢献効果を算出する。このとき、リユース EV と新車 EV・新品蓄電池の使用年数の割合を考慮する。

$$\text{資源投入量の削減量} = \text{㊶ベースライン資源投入量} - \text{㊶プロジェクト資源投入量}$$

$$\text{廃棄物発生量の削減量} = \text{㊶ベースライン廃棄物発生量} - \text{㊶プロジェクト廃棄物発生量}$$

<循環型社会への貢献効果算出イメージ>

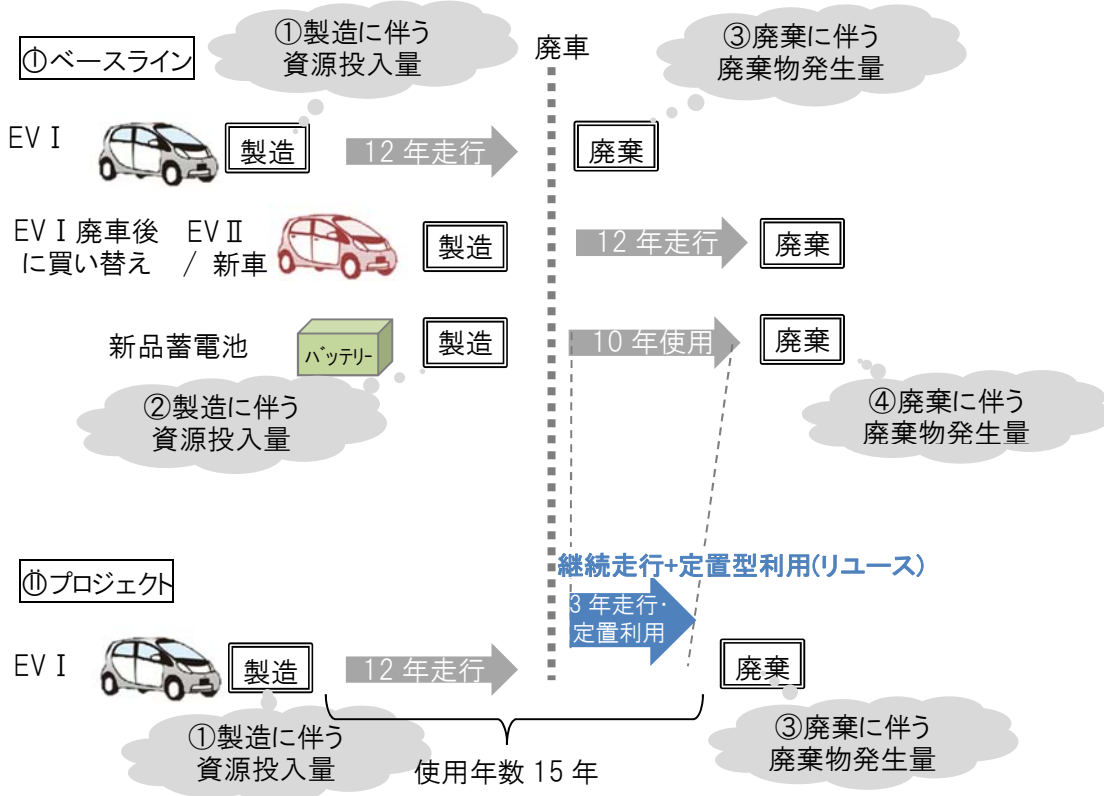


図5-24 シナリオ案 3 における循環型社会への貢献効果の算出対象

2)算出式及びパラメータ

製造に係る資源投入量と廃棄に伴う廃棄物発生量を、構成素材別にそれぞれ算出する。

I 資源投入量の削減量

EV 及び新品蓄電池の構成素材別資源投入量とする。なお、①EV I の製造に伴う資源投入量は表 5-5 のデータを、②EV 及び新品蓄電池の製造に伴う資源投入量は表 5-5、表 5-6 のデータを参照する。

【算出式】

i. ベースライン資源投入量

$$\begin{aligned} & \text{ベースライン資源投入量} \\ & = [\text{①EV I の製造に伴う資源投入量} + \{\text{②新車 EV II の製造に伴う資源投入量} \times (3 \text{ 年} / 12 \text{ 年}) + \\ & \quad \text{新品蓄電池の製造に伴う資源投入量} \times (3 \text{ 年} / 10 \text{ 年})\}] \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

ii. プロジェクト資源投入量

$$\begin{aligned} & \text{プロジェクト資源投入量} \\ & = \text{①EV I の製造に伴う資源投入量} \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

II 廃棄物発生量の削減量

新車 EV 及び新品蓄電池の廃棄重量とする。なお、③新車 EV I の廃棄に伴う廃棄物発生量は表 5-7 のデータを、④EV 及び新品蓄電池の廃棄に伴う廃棄物発生量は表 5-7、表 5-8 のデータを参照する。

【算出式】

i. ベースライン廃棄物発生量

$$\begin{aligned} & \text{ベースライン廃棄物発生量} \\ & = [\text{③EV I の廃棄に伴う廃棄物発生量} + \{\text{④新車 EV II の廃棄に伴う廃棄物発生量} \times (3 \text{ 年} / 12 \text{ 年}) + \\ & \quad \text{新品蓄電池の廃棄に伴う廃棄物発生量} \times (3 \text{ 年} / 10 \text{ 年})\}] \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

ii. プロジェクト廃棄物発生量

$$\begin{aligned} & \text{プロジェクト廃棄物発生量} \\ & = \text{③新車 EV I の廃棄に伴う廃棄物発生量} \div 15 \text{ 年} \end{aligned}$$

3)算出結果

I 資源投入量の削減量

走行・定置型併用利用におけるベースライン資源投入量、プロジェクト資源投入量及び資源投入量の削減量を以下に示す。リユース EV1 台を 3 年間走行・定置型併用利用した場合、約 20.0kg/年・台の削減効果が期待される。

表5-16 資源投入量(kg /年・台)

素材名	i. ベースライン資源投入量	ii. プロジェクト資源投入量
鉄鋼	55.51	44.32
アルミニウム	5.13	4.02
銅	2.98	2.28
樹脂	8.95	7.13
ゴム	2.38	1.71
ガラス	2.78	1.96
LiNiO2	4.91	3.18
その他	9.96	7.97
計	92.58	72.57

表5-17 資源投入量の削減量(kg /年・台)

区分	資源投入量
i. ベースライン 資源投入量	92.58
ii. プロジェクト 資源投入量	72.57
資源投入量の削減量	20.01

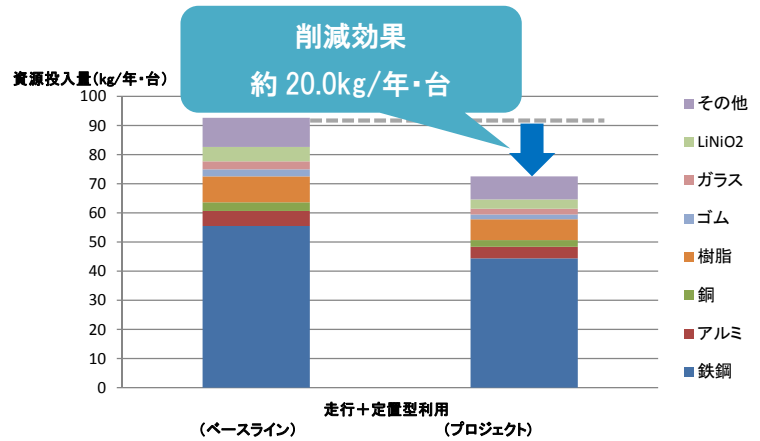


図5-25 資源投入量の削減効果

II 廃棄物発生量の削減量

走行・定置型併用利用におけるベースライン廃棄物発生量、プロジェクト廃棄物発生量及び廃棄物発生量の削減量を以下に示す。リユース EV1 台を 3 年間走行・定置型併用利用した場合、約 3.9kg/年・台の削減効果が期待される。

表5-18 廃棄物発生量の削減量(kg /年・台)

区分	廃棄物発生量
i. ベースライン 廃棄物発生量	18.54
ii. プロジェクト 廃棄物発生量	14.68
廃棄物発生量の 削減量	3.86

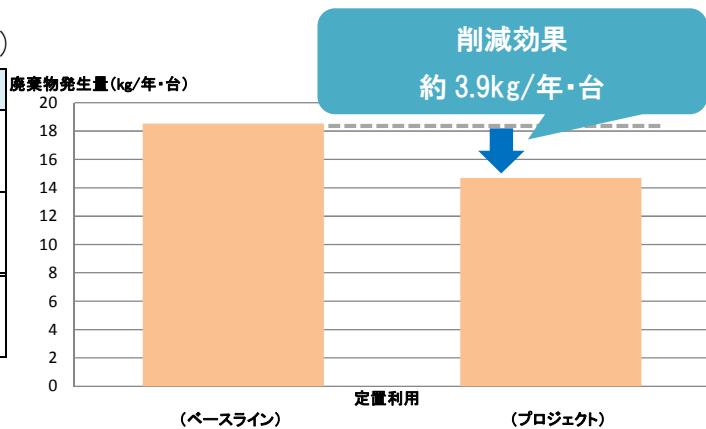


図5-26 資源投入量の削減効果

(4) リユース EV1 台当たりの循環型社会への貢献効果

シナリオ毎のリユース EV1 台当たりの資源投入量削減量及び廃棄物発生量の削減量は、継続走行利用及び走行・定置型併用利用が大きくなる。

要因として、削減量のうち EV の構成素材である鉄鋼が占める割合が多くなっており、ベースラインにおいて EV I の後 EV II を利用する継続走行利用及び走行・定置型併用利用での削減効果が大きくなる事が挙げられる。

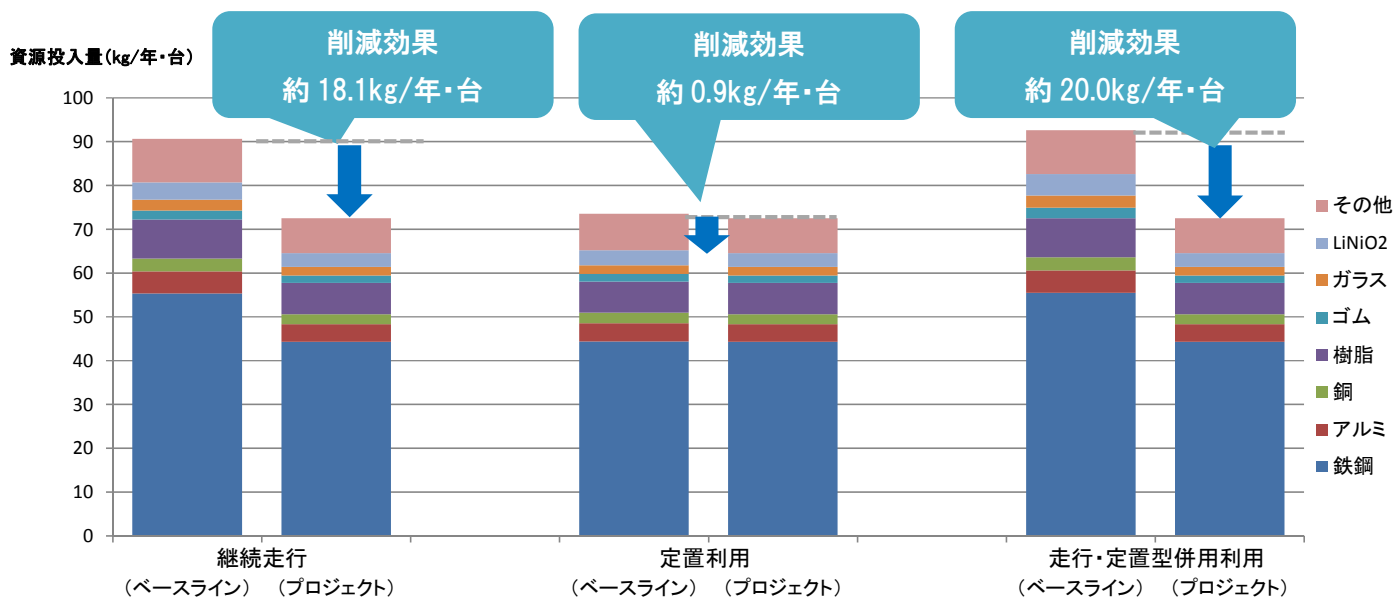


図5-27 資源投入量の削減効果

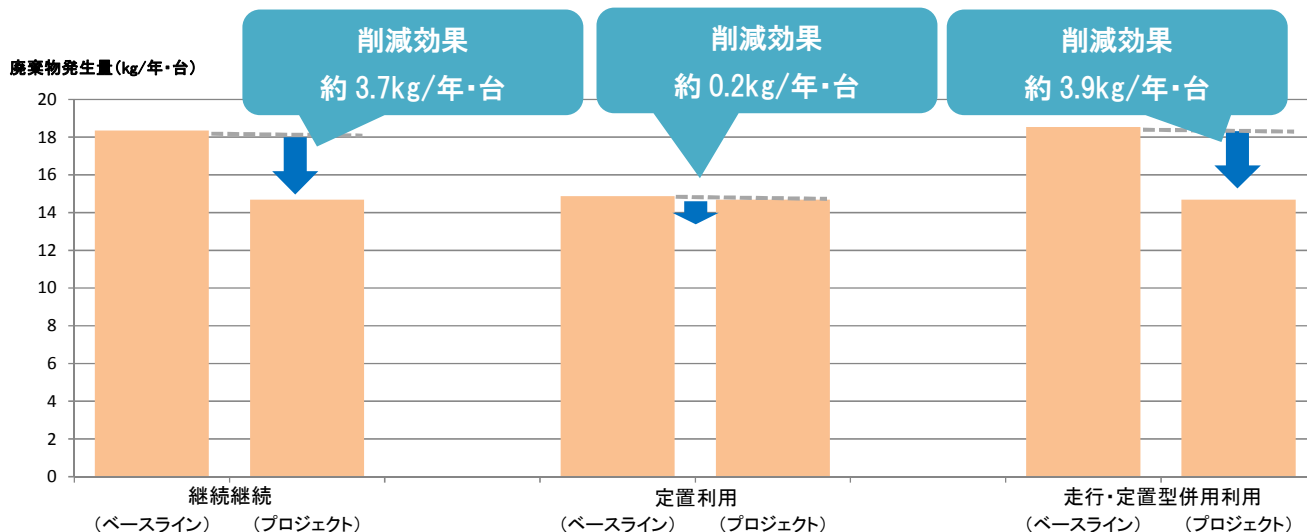


図5-28 廃棄物発生量の削減効果

5-3-5 リユースモデル全体で期待される循環型社会への貢献効果

本事業において期待される循環型社会への貢献効果について、算出した。

事業を全国で横展開することによって期待される資源投入量の削減効果及び廃棄物発生量削減効果は、リユースEVが10,000台のとき約182t/年、約36t/年、リユースEVが20,000台のとき約365t/年、約72t/年となる。

(1) 算出方法

下記の考えに基づいて算出した。

【算出式】

資源投入量の削減量(kg/年) = 資源投入量の削減量原単位(kg/台・年) × シナリオ毎にリユースされるEV台数(台)

廃棄物発生量の削減量(kg/年) = 廃棄物発生量の削減量原単位(kg/台・年) × シナリオ毎にリユースされるEV台数(台)

(2) 循環型社会への貢献効果原単位

前述の5-3-4において算出した、シナリオ毎のリユースEV1台当たりの資源投入量削減量及び廃棄物発生量の削減量を用いる。

(3) リユースされるEV台数

5-2-4に基づき下記の台数とする。

表5-19 シナリオ毎のリユースEV台数

リユースEV総台数	10,000台	20,000台
シナリオ1 (継続走行利用)	3,300台	6,600台
シナリオ2 (定置型利用)	600台	1,200台
シナリオ3 (走行・定置型併用利用)	6,100台	12,200台

(4) 事業の横展開で期待される循環型社会への貢献効果

シナリオ毎のリユースEV1台当たりの資源投入量の削減量、廃棄物発生量の削減量及び台数を用いて、事業を全国で横展開した場合の循環型社会への貢献効果を算出した。

算出の結果、資源投入量の削減量及び廃棄物発生量の削減量は、リユースEVの総台数が10,000台のとき約182t/年、約36t/年となり、20,000台のとき約365t/年、約72t/年となる。

表5-20リユースEV1台当たりの資源投入量、廃棄物発生量の削減量

区分	1台当たりの 資源投入量の削減量 (kg/年/台)	1台当たりの 廃棄物発生量の削減量 (kg/年/台)
シナリオ1:継続走行利用	18.1	3.7
シナリオ2:定置型利用	0.9	0.2
シナリオ3:走行・定置型併用利用	20.0	3.9

表5-21リユースEV10,000台の場合の資源投入量、廃棄物発生量の削減量

区分	リユースEVの 台数 (台)	資源投入量の 削減量 (kg/年)	1台当たりの 廃棄物発生量 の削減量 (kg/年/台)
シナリオ1:継続走行利用	3,300	59,730	12,210
シナリオ2:定置型利用	600	540	120
シナリオ3:走行・定置型併用利用	6,100	122,000	23,790
全体	10,000	182,270	36,120

表5-22リユースEV20,000台の場合の資源投入量、廃棄物発生量の削減量

区分	リユースEVの 台数 (台)	資源投入量の 削減量 (kg/年)	1台当たりの 廃棄物発生量 の削減量 (kg/年/台)
シナリオ1:継続走行利用	6,600	119,460	24,420
シナリオ2:定置型利用	1,200	1,080	240
シナリオ3:走行・定置型併用利用	12,200	244,000	47,580
全体	20,000	364,540	72,240

第6章

まとめ

第6章では、第5章までに述べたこれまでの現地実証や調査・検討で得られた成果をあらためて整理するとともに、それらを通じて得られた課題を抽出・整理し、ビジネスモデルの実現に向けて今後取り組むべき課題や検証事項をロードマップとして整理した。

＝ 目次 ＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

6-1	本事業の成果	6-2
6-1-1	リユース EV・リユース電池の使用可能性	6-2
6-1-2	リユースにおける電池診断技術の汎用性	6-2
6-1-3	リユースビジネスモデルの実現可能性	6-3
6-1-4	環境負荷低減効果	6-5
6-2	今後の課題	6-6
6-2-1	リユース EV・リユース電池の使用可能性	6-6
6-2-2	リユースにおける電池診断技術の汎用性	6-6
6-2-3	リユースビジネスモデルの実現可能性	6-6
6-3	ビジネスモデルの実現に向けて	6-7

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

6-1 本事業の成果

6-1-1 リユース EV・リユース電池の使用可能性

本実証事業では、事業期間や事業費の制約から限られたモニター期間・台数での検証となったが、使用年数 4.5～7 年を経過した EV のうち、パック容量が 55～100% の EV について、短距離移動では不便なく走行使用でき、EV のまま定置型利用においても使用可能であった。多走行車(パック容量 30%)[※]についても走行自体は可能であったが、定置型利用では充放電効率が低く、結果的にリユース EV 活用による効果は小さく不向きであると考えられる。

車体から降ろして定置型利用については、メーカーによる電池容量保証値 70% を下回るリユース電池についても、定置型装置として V2H に利用できることを確認した。

また、4 年間 11 万 km 走行した車両のセル容量(平均値)が 97% であったように、通常劣化以外の故障がなくこのままの劣化傾向でいけば少なくとも自動車の平均使用年数(約 15 年)まで電池交換せずに走行利用に耐え得る車両が存在する可能性が分かった。

※ 多走行車(パック容量 30%)：初度登録から 6 年間で 25 万 km を走行した特異な使用履歴の EV を本実証のために入手

表6-1 リユース EV・リユース電池の使用可能性に関する実証結果(概要)

	実証 1 継続走行利用 (専ら短距離移動)	実証 2 EV のまま定置型利用	実証 3 車体から降ろして 定置型利用
【使用可能性】 ● パック容量 (初度登録から の経過年数)	● 55～65%(6～7 年経過) ⇒ ○ ● 30%(6 年経過) ⇒ △(利用範囲限定)	● 98%、100%(4.5～5 年経過) ⇒ ○ ● 30%(6 年経過) ⇒ ×	● 65%(7 年経過) ⇒ ○

【使用可能性】 ○:使用可能
△:使用可能だが条件付き
×:使用不向き

6-1-2 リユースにおける電池診断技術の汎用性

(電池診断技術を用いた電池状態の把握)

従来の電池容量保証を目的とした電池診断はセルの集合体である「パック容量」を測定している。実証開始前の仮説では、適切なリユース判断のためには、航続距離を決めるパック容量の基となる「セル容量」のほか、加速性能や登坂性能につながる「出力性能」の把握が重要と考えていた。

実証結果では、電池によってセル容量のバラツキ程度に個体差があった。リユース可否を判断する電池診断において、「セル容量のバラツキ」が電池の健全性判断や異常性判断(電池としてあるべき劣化の状態かどうか)をする際の指標になり得ると考える。

「出力性能」については、日頃 EV を公用車として利用している市役所職員や一般の EV ユーザの方々に協力いただきモニター走行調査を実施した結果、メーカーの電池容量保証値を下回る EV についても加速性能や登坂性能に違和感や不便は認められなかった。継続的なモニタリングや検証が必要ではあるが、リユース判断基準として「セル容量のバラツキ」ほど、「出力性能」把握の優先度は高くはないと考える。

(リユースにおける電池診断技術の汎用性)

電池診断技術に関しては、宮古島市・五島市での現地協力事業者によるモニター車両の計測及びその後の解析を通じて、EV リユース時の使用を想定した条件(充電データで解析できること、セル単位で把握できること、汎用機器で現地測定ができること)で電池診断が基本的に実施できることを確認した。

6-1-3 リユースビジネスモデルの実現可能性

(カスケードリユースの基本的な考え方)

現地実証の結果及びリユースや自動車販売に係る機関へのヒアリング結果を踏まえ、リユース EV・電池のカスケードリユースの考え方を整理した。

電池容量の保証期限を迎えた EV やメーカー保証による電池交換等で発生する電池をリユースビジネス(サービス提供型)の対象とし、自動車として利用可能な限りは自動車として利用することが最も高いサービス価値を生むものとして、自動車としての利用を原則とした。

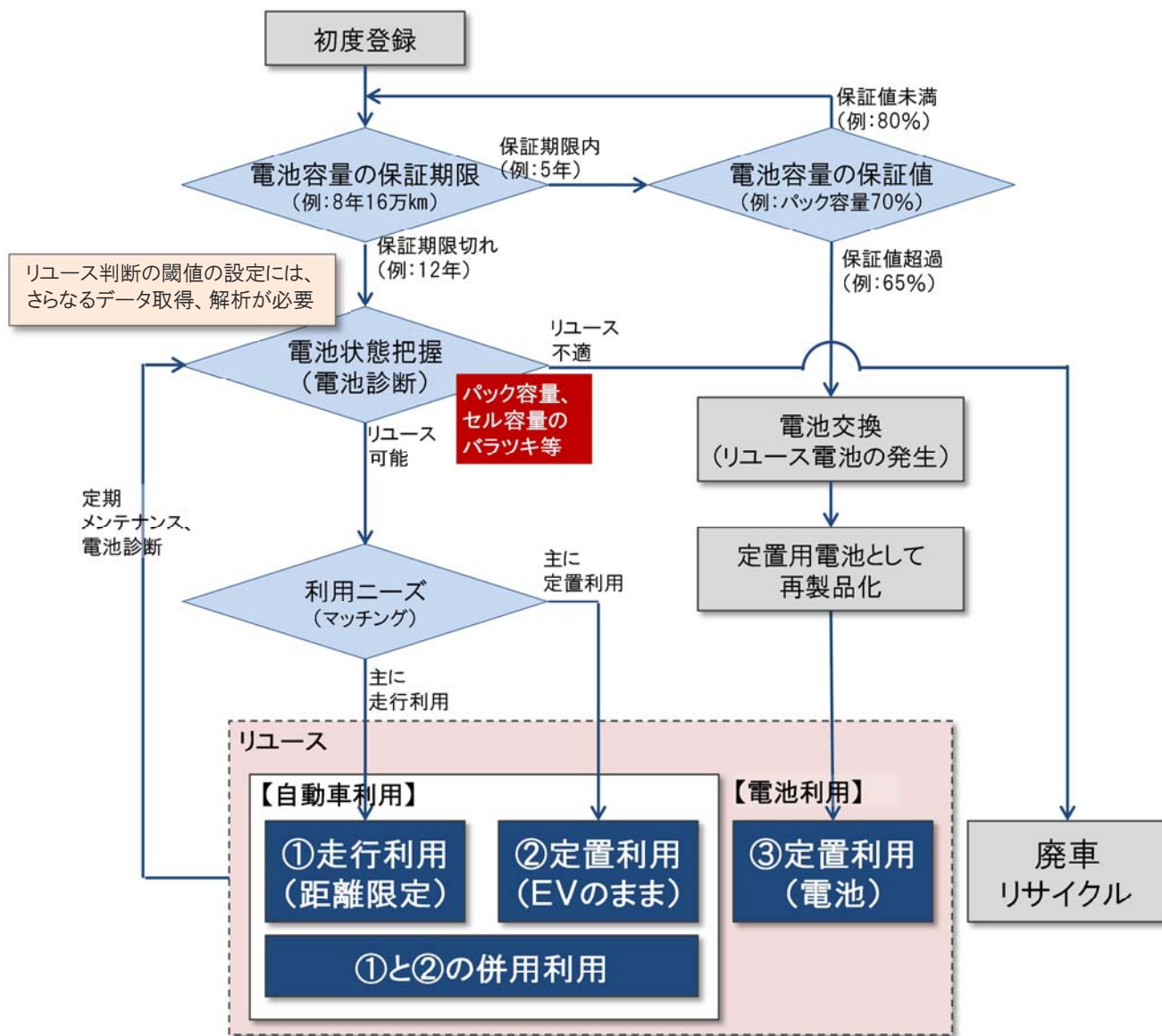


図6-1 カスケードリユースの基本的な手順 [再掲]

(リユースモデルの実現可能性)

自動車としてそのまま利用する実証 1(走行利用)、実証 2(EV のまま定置利用)のリユースモデルは、自動車としての機能や形態を維持しているため、比較的早期に実現できる可能性が高い。一方、実証 3(車体から降ろして定置利用)のリユースモデルは従来の社会システムの中で想定されていないため、保証や系統連系等に関する制度設計、経済合理性などの点で課題があり、短期的にはビジネスモデルの実現は難しいと考える。

アンケート調査結果より、リユース EV のニーズの約 9 割が走行利用、もしくは走行利用と定置型利用の併用であり、中古 EV の大量発生が迫る中、短期的には自動車として走行利用するリユースモデルの実用化を優先して進めていくことが重要と考える。

ただし、実証 3のリユースモデルについても、メーカー保証等による電池交換や走行不能車などから発生する電池単体のリユース用途としての需要が想定されるため、検討は進めておく必要があると考える。

(事業採算性、事業の横展開の可能性)

リユース EV・電池のサービス提供型ビジネスを実施する際の事業収支について検証した。継続走行、走行・定置型併用利用、定置型利用の 3 用途に対してリユース EV・電池を提供した場合、事業採算性が成立するためには、整備士 1 人につき取扱台数 200 台以上の事業規模が目安となる。

また、リユース EV・電池が 2022 年にはおよそ 10,000 台発生すると想定すると、整備拠点 1 か所に整備士 1 人として、上記より全国で必要な拠点数は 50 拠点程度と推測できる。

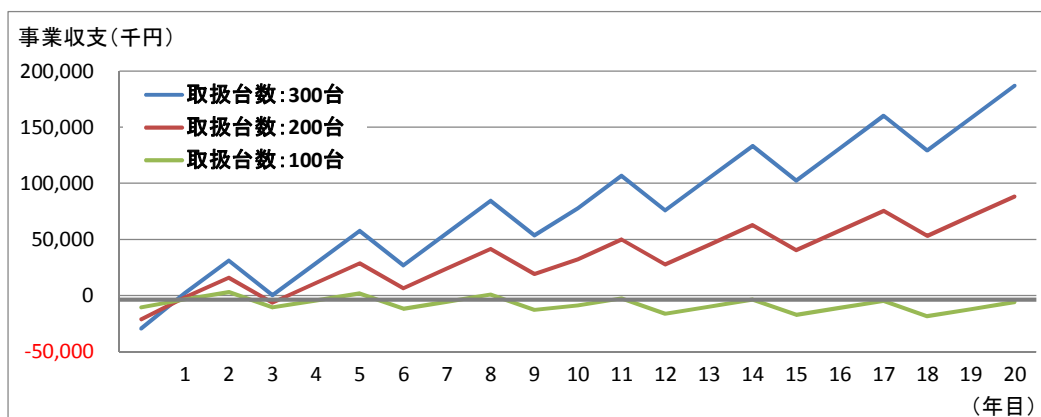


図6-2 事業収支試算結果 [再掲]

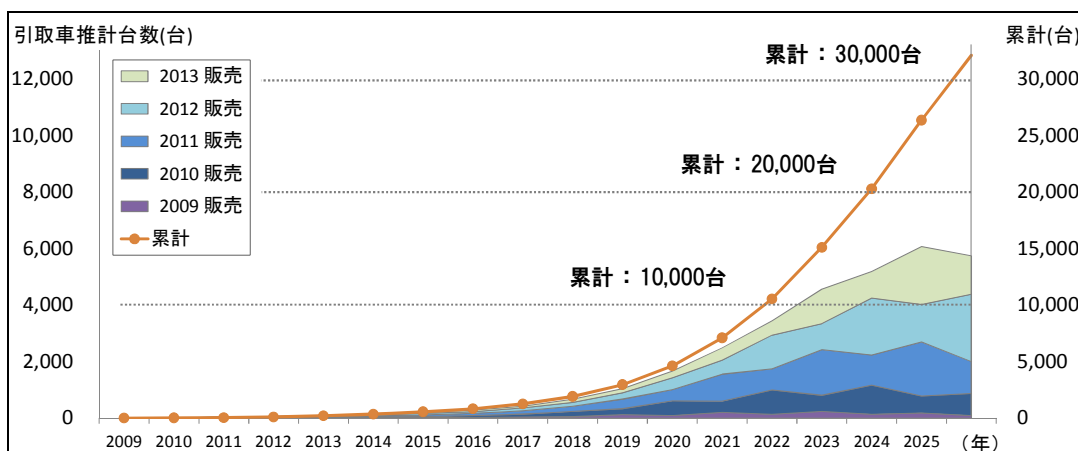


図6-3 リユース EV・電池の発生台数の予測(乗用車、軽自動車) [再掲]

※自動車引取台数 2015 年実績((公社)自動車リサイクル促進センター)に基づく使用年数毎の引取台数割合を EV 販売台数へ乗じて算出

6-1-4 環境負荷低減効果

(CO2 排出削減効果)

①継続走行、②定置型利用、③走行・定置型併用利用の3通りのリユースシナリオ毎に、リユースEV1台当たりのCO2 排出削減量を算出した結果、③走行・定置型併用利用が最も大きく、リユース期間の3年間で1,124kg-CO2/台であった。①継続走行と②定置型利用を比較すると、①継続走行の方が効果は大きく、その要因として削減量のうち新車EVの製造に伴うCO2 排出量が大きいことが挙げられる。

また、事業全体におけるCO2 排出削減量を算出した結果、事業を全国で横展開(想定:200台/事業所×50事業所)することによって、リユース期間の3年間で9,391t-CO2のCO2 排出削減効果が期待される。

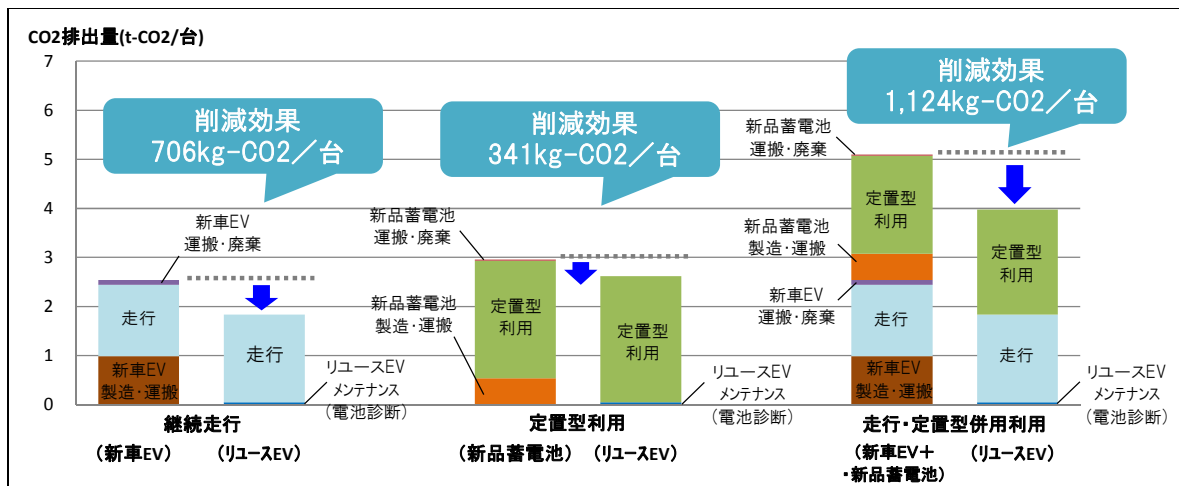


図6-4 CO2 排出削減効果(3年間:リユース期間) [再掲]

6-2 今後の課題

6-2-1 リユース EV・リユース電池の使用可能性

(リユースビジネスを想定した実証環境での試行運用、継続的なデータ取得・異常状態の検証)

本実証事業では、モニター期間の都合からリユースに伴う劣化傾向を十分に掴むことはできなかった。

今後は引き続きリユースビジネスを想定した実証環境での試行運用を行うとともに、EV の使用方法と合わせた電池データの継続的な取得を通じて、正常な劣化傾向から外れて急激に劣化が進むような状態の有無や発現状態の検証が必要と考える。

6-2-2 リユースにおける電池診断技術の汎用性

(リユースビジネスの場면을想定した電池診断技術の社会実装や普及の仕組みづくり)

業者販売オークション事業者や自動車査定協会等へのヒアリングを通じて、EV 取引の場面において電池の状態を正確かつ手軽に把握する手段(電池診断技術)のニーズや必要性が確認できた。現状のままでは中古車査定やリース残価設定等において EV 搭載電池の価値が適正に評価されない可能性がある。

本実証においてリユースを想定した場面での電池診断技術の基本的な汎用性は検証できたが、今後はより具体的に実際のリユースビジネス場面(中古車査定やリース残価設定等)への電池診断技術の社会実装や普及の仕組みづくりが必要と考える。その際、より手軽に短時間で電池の状態を把握する方法として、EV-PCSIに電池測定機能を付加するなどの新たな技術開発も含め、汎用性をより高めていくことが必要と考える。

6-2-3 リユースビジネスモデルの実現可能性

(リユース電池の定置型利用に向けた技術開発及び検証)

今回宮古島での実証に用いた「リユース電池システム」は、EV から取り出した電池に自動車用の制御機器(BMU や EV-ECU)を取り付けて車載時と同じ構成でシステム化したが、EV 用に開発された制御機器は定置利用には過剰性能であり、製造コストの上昇や保守メンテナンスの制約要因となることが課題として残った。リユース電池を広く利活用してもらうためには、リユースを想定した車両設計にすることも含め、自動車メーカー以外でも製品化や運用に参画可能な安価な制御機器の開発が必要と考える。

また、自動車と異なる製品形態となるため、電池診断を含めた保守メンテナンスの実施主体や安全を担保する技術や仕組み等の検証も重要である。

(EV が整備できる人材や拠点の普及に向けた仕組みづくり)

宮古島市や五島市でのヒアリング調査やモニター調査を通じ、離島は、世帯当たりの自動車所有台数が多い、軽自動車や中古車のニーズが高い、高速道路走行の機会が少ない、日常の走行圏域が限定的、電力インフラが脆弱などの理由からリユース EV の普及には非常に適した地域であることが分かった。我が国の多くの面積を占める中山間地域にも同様な地域は多い。しかし、こうした地域に必ずしもEV 整備や電池診断ができる人材がいるわけではない。

EV を扱う整備士や拠点の普及が必要であり、今後は認定制度や人材育成等の仕組みづくり、そして中古車販売店や整備業者へ電池診断技術を普及させていく仕組みづくりが必要と考える。

6-3 ビジネスモデルの実現に向けて

前項で整理した今後の課題を踏まえ、ビジネスモデルの実現に向けて今後取り組むべき課題や検証事項をロードマップとして整理した。

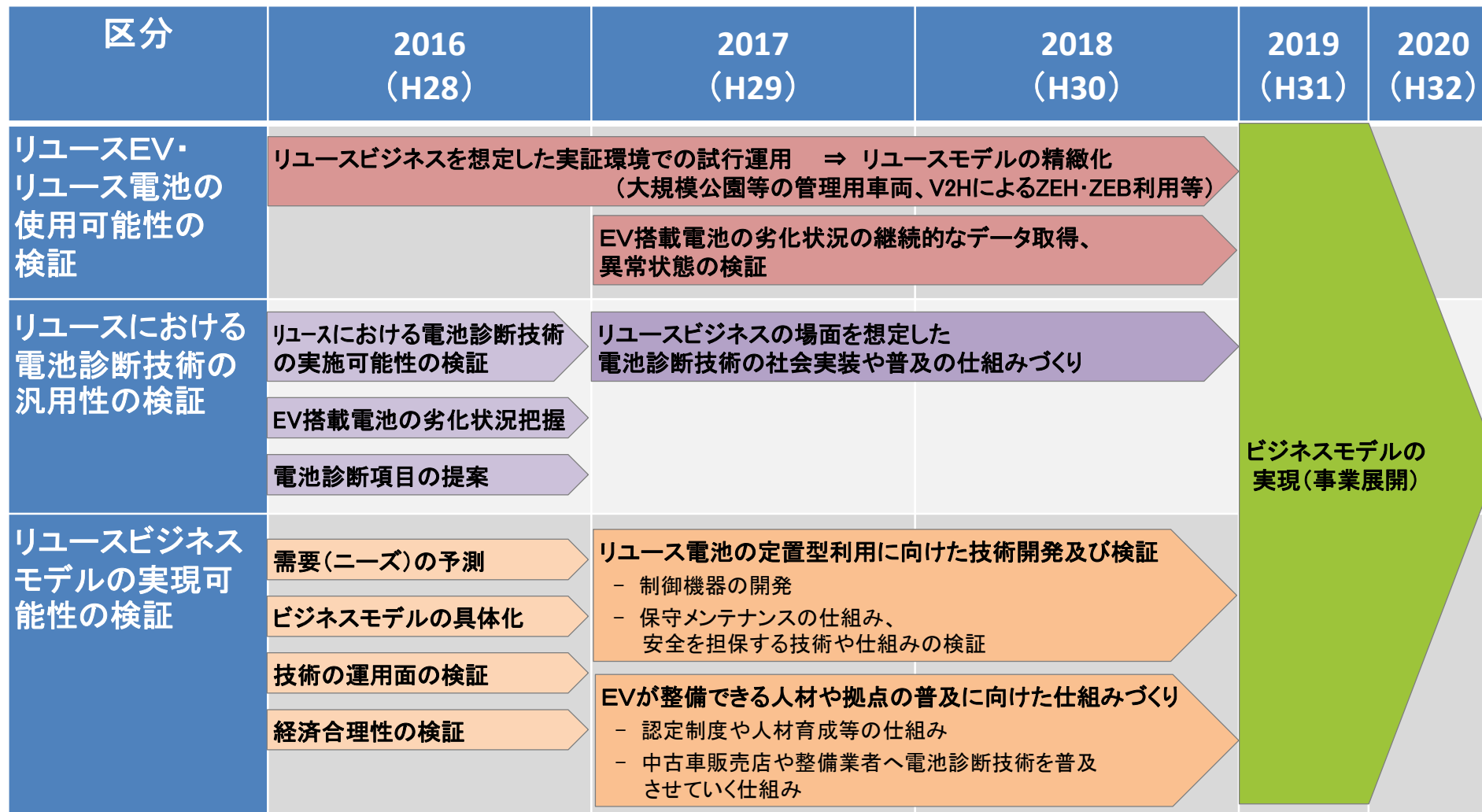


図6-5 ビジネスモデル実現に向けた今後の課題への対応