

令和5年度・令和6年度環境省補助事業

国内資源循環体制構築に向けた再エネ関連製品及び
ベース素材の全体最適化実証事業
(車載用電池のリユース技術開発実証事業)

成 果 報 告 書

令和7年 10月

株式会社 J E R A

目次

1	はじめに	2
1.1	背景と目的	2
1.2	実証内容・実証方法.....	3
1.3	実証体制	6
2	実証結果・成果	7
2.1	テーマ① リユース電池で構築する大規模蓄電システムの要件定義・設計	7
2.1.1	大規模蓄電システムの要件定義.....	7
2.1.2	蓄電池キュービクルのシステム設計（機器および回路構成）	8
2.1.3	蓄電池キュービクルのシステム設計（延焼防止・耐類焼）	9
2.1.4	大規模蓄電システムの制御設計.....	10
2.1.5	蓄電池キュービクル試作機評価試験.....	11
2.2	テーマ② 電池毎のライフサイクルを通した使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義	15
2.2.1	トレーサビリティ管理に向けた規制調査.....	15
2.2.2	トレーサビリティ管理項目の要件定義.....	17
2.2.3	トレーサビリティ管理データの要件定義.....	17
2.2.4	トレーサビリティ管理システムの要件定義.....	19
2.3	テーマ③ 余寿命情報とスワイプ蓄電システムの一体制御方法の検証	20
2.3.1	MaMoRiS の技術概要.....	20
2.3.2	余寿命センサとスワイプ回路の一体制御方法の検討.....	21
2.3.3	スワイプ回路への実装に向けた余寿命センサの開発	22
2.3.4	電池選別・余寿命(劣化) 診断装置の設計	23
2.3.5	リチウム析出レベルの制限値検討.....	24
2.4	テーマ④ PV から蓄電池システムへの充電における高効率なスワイプ回路を用いた DC リンクの技術開発御方法の確立	26
2.4.1	DC リンクの設計	26
2.4.2	DC リンクのシミュレーション方法	27
2.4.3	DC リンクのシミュレーション結果	28
2.5	CO2 排出量削減効果の評価	30
2.5.1	CO2 排出量削減効果の評価方法	30
2.5.2	CO2 排出量削減効果の評価結果	31
3	まとめおよび今後の取り組み.....	32
3.1	まとめ	32
3.2	今後の取り組み.....	34
別紙	報告書サマリ	35

1 はじめに

1.1 背景と目的

昨今の電気自動車をはじめとした電動車等の普及により、今後大量の使用済電池が発生すると見込まれている。電動車の大半は中古車の状態で輸出され、リユース電池として国内で回収される電池数量は限定的である。電気自動車の市場規模予測を図 1.1.1 に示す。

現状の車載用電池のリユース技術は、電池種類及び残容量を揃えた小規模かつ限定的である。このような状況下で使用済電池を最大限有効活用するためには、大規模に使用済電池をリユースする基盤を構築すると共に、リユース後のリサイクルを含めた電池用資源の国内循環システムを確立する必要がある。

図 1.1.2 に中古電池を循環させるバッテリーエコシステムのイメージを示す。中古電池をリユースし、リサイクルに回すバッテリーエコシステムを構築することにより、ライフサイクルを通じた CO2 排出量の削減および電池材料の国内還流を実現できると考えられる。そのため、中古電池の有効な再利用先となり得る、リユース電池を用いた蓄電システムの技術開発を進める必要がある。

本実証事業では、車載用電池のライフサイクルを通じた CO2 排出量の削減の達成に加え、電池の安全性・信頼性及び価格競争力向上によるリユース拡大を目的とし、以下の技術開発を行う。

- ・リユース電池で構築した大規模蓄電システムの運用確立
- ・電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の確立
- ・余寿命情報とスweep蓄電システムの一体制御方法の確立
- ・PVから蓄電システムへの充電における高効率なスweep回路を用いたDCリンクの開発

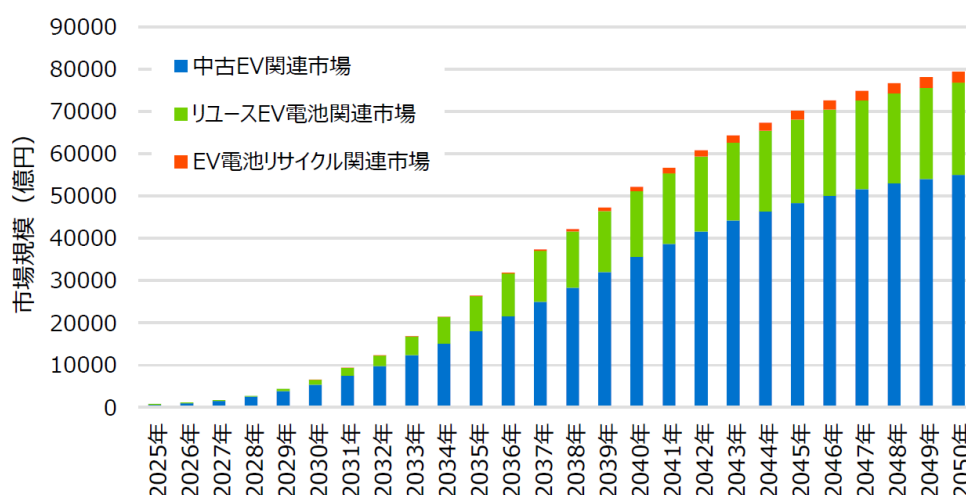


図 1.1.1 電気自動車の市場規模予測¹

¹ 出典：株式会社日本総合研究所 EV 電池サーキュラーエコノミー 8兆円市場のゆくえ

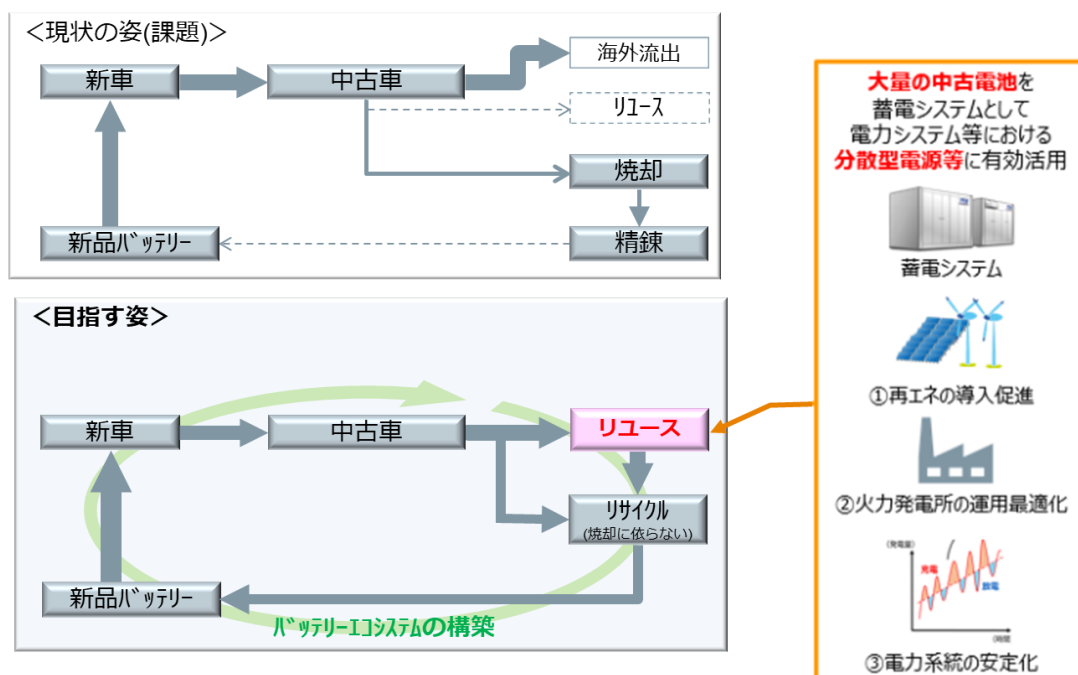


図 1.1.2 中古電池を循環させるバッテリーエコシステム (イメージ)

1.2 実証内容・実証方法

本事業では、以下の内容に取り組む。事業の全体像のイメージを図 1.2.1 に示す。また、本事業で取り組む各実証要素の概念図を図 1.2.2 に示す。

(1) 電力システムに適合した蓄電システムの最適化検討

① リユース電池で構築する大規模蓄電システムの要件定義・設計

令和 2 年度から令和 4 年度までの環境省委託事業「脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業²⁾」において、高压系統への連系要件を満たすリユース電池を用いたスワイプ蓄電システムの設計、蓄電システムの充放電試験にて市場要件への適合確認を実施した。

一方、蓄電システムとして大規模にリユースするには、コンテナ型の蓄電システムからロバスト性を向上し、スペース効率ならびに安全性を向上させる必要がある。

本事業では、大規模蓄電システム向けの蓄電池キュービクル³⁾単位の技術検証を実施した。

令和 5 年度に特別高压系統への連系要件を定義し、令和 6 年度はスワイプ蓄電システム試作機の製作、評価および蓄電システム制御装置の動作確認をトヨタ自動車の工場構内にて実施した。本項目については 2 章 1 項にて述べる。

²⁾ 令和 4 年度脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業 委託業務 成果報告書

³⁾ 蓄電池キュービクル：蓄電池や電力変換基板等を収納した屋外設置型キュービクル。蓄電システムの最小単位。

② 電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義

リユース電池を用いた蓄電システムを最適に運用するためには、電池を個々に識別し、充電状態や劣化状態を把握した上で、充放電計画や劣化した電池の取替計画の策定が必要である。加えて、欧州電池規則に準拠した国内での対応を見据え、電池製造から車載利用、回収に至るまでの使用実績と、本事業であるスイープ蓄電システムにおける充放電実績、及びその後のリサイクルに至るまでのライフサイクルを通じた使用履歴を電池毎に紐づけて管理するシステムが必要である。

本事業では、令和5年度および令和6年度において、電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義を実施した。本項目については2章2項にて述べる。

③ 余寿命情報とスイープ蓄電システムの一体制御方法の検証

リユース電池を用いた蓄電システムの信頼性と運用性を確保するためには、電池毎の劣化状態を見極め、安全に運用することが必要である。

令和2年度から令和4年度までの環境省委託事業「脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業」において、電池の劣化モードの一つであり、熱暴走温度の低下により電池の健全性を低下させるリチウム金属析出を、余寿命センサ **MaMoRiS (Magnified Metal Object Response Inspecting Sensor)** により直接かつオンライン検知可能であることを確認した。

本事業では、令和5年度に、余寿命センサとスイープ回路の一体制御方法の検討、およびスイープ回路への実装に向けた余寿命センサの開発を実施した。令和6年度に、電池選別・余寿命(劣化)診断装置の設計、およびリチウム析出レベルの制限値検討を実施した。本項目については2章3項にて述べる。

④ PV から蓄電システムへの充電における高効率なスイープ回路を用いた DC リンクの開発

太陽光発電 (PV) システムから蓄電システムへ充電する際、電圧変換器である DC/DC コンバータが必要であり、変換時に大きな電力損失が生じる。

本事業では、令和5年度に PV から蓄電システムに充電するための DC リンクとして、より高効率なスイープ回路を用いるための要件定義を実施し、令和6年度に PV と AC スイープ蓄電システムの構成検討を行った。本項目については2章4項にて述べる。

(2) CO2 排出量削減効果の評価

電池のリユース活用による CO2 排出量削減効果として、「新品電池の製造および廃棄・リサイクル（輸送含む）の抑制」、および「スニープ技術による蓄電システム効率改善」が見込まれる。

一方で、電池をリユースする場合の CO2 排出量削減効果の評価方法は確立されていない状況である。

本事業では、令和5年度に原材料調達・電池製造から廃棄・リサイクルに至るまでの電池のライフサイクル全体で排出される CO2 排出量削減効果の評価方法の検討を実施し、令和6年度に CO2 排出量削減効果の評価を実施した。本項目については、2章5項にて述べる。

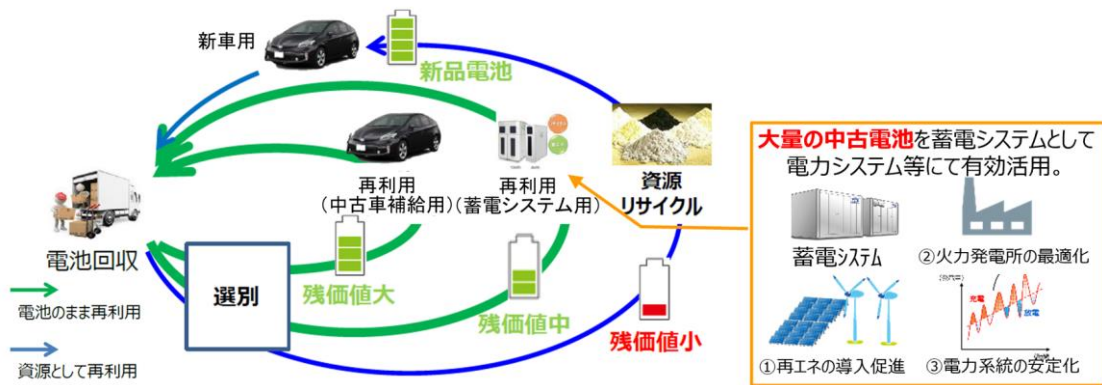


図 1.2.1 事業の全体像（イメージ）

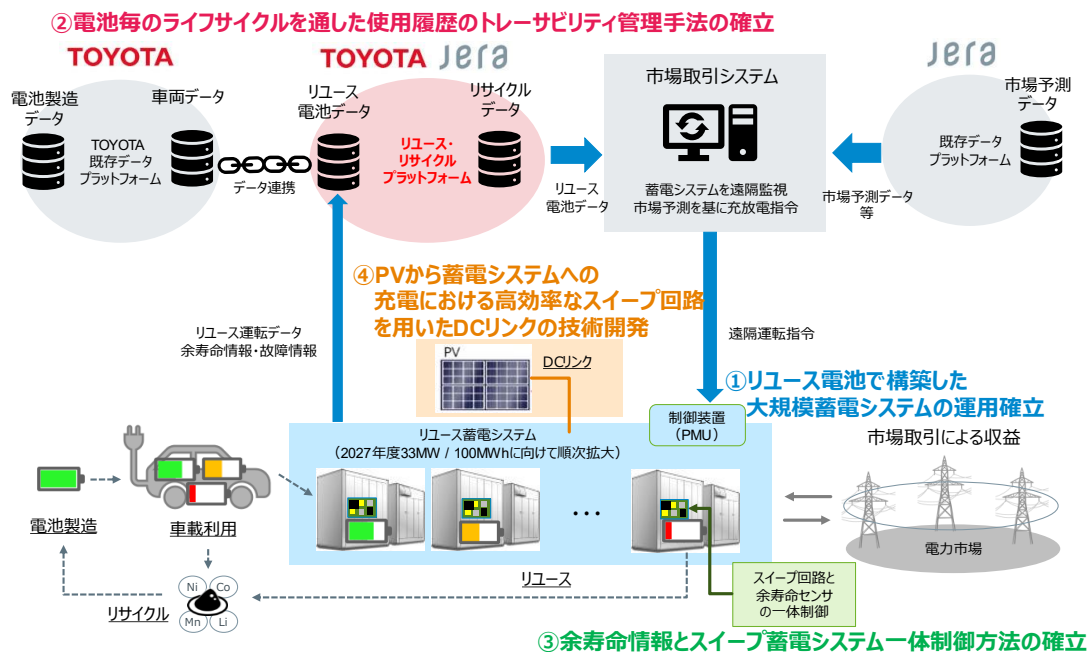


図 1.2.2 本事業で取り組む各実証要素の概念図

1.3 実証体制

本事業の実施体制図及び役割を図 1.3.1 に示す。

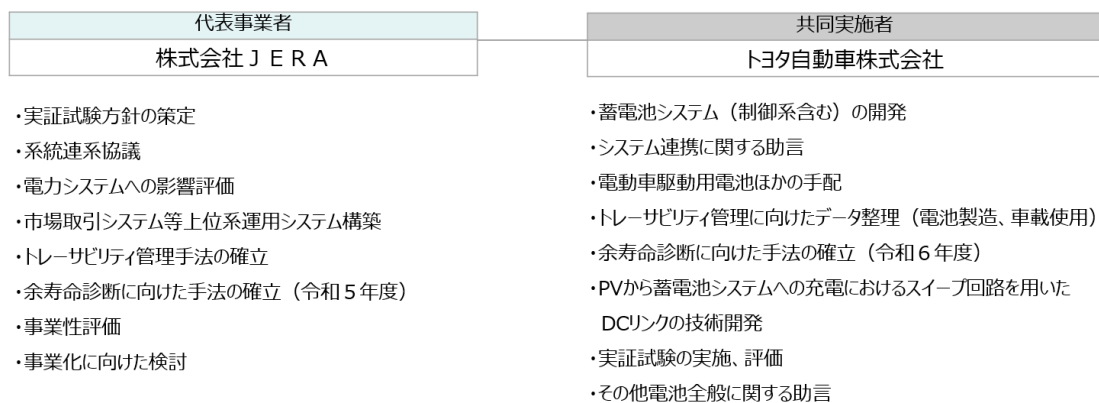


図 1.3.1 事業実施体制図及び役割

2 実証結果・成果

2.1 テーマ① リユース電池で構築する大規模蓄電システムの要件定義・設計

2.1.1 大規模蓄電システムの要件定義

大規模蓄電システムの要件定義を行った。

本事業にて大規模蓄電システムを構築することを想定した、大規模蓄電システムの構成案を図 2.1.1 に示す。

① 特別高圧系統への接続 (77kV)

令和 2 年度から令和 4 年度までの環境省委託事業「脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業」においては、リユース電池で構築したスweep蓄電システムの高圧系統 (6.6kV) への接続を実証した。

本事業では、蓄電システムとして大規模にリユースするため、電力システムにおける最高電圧階級である特別高圧系統へ連系する構成として要件定義した。

② 蓄電池キュービクルの並列設置

環境省委託事業では、蓄電システムをコンテナ⁴型とし、コンテナ内のラックに電池やスweep基板等のスweep蓄電システム部品を設置していた。

本事業では、事業化を見据え、ロバスト性やスペース効率、安全性の向上に向け、蓄電システムの最小単位を「蓄電池キュービクル」として定義した。(蓄電池キュービクルの構成は図 2.1.2 参照) 蓄電池キュービクルごとに系統に接続できるよう設計し、必要容量に応じて並列数を調整し、また増設可能な設計とすることで、都度発生するリユース電池を効率的に活用することができるようにした。

具体的には、大規模蓄電システムの構築に当たり、1 台の制御装置により複数の蓄電キュービクルを群制御可能なように設計した。変圧器容量は、キュービクルの諸元・並列台数によって、コスト最適点を考えて選定する。更に、変圧器を並列させることで容量を拡大し、大規模蓄電システムを構築する構成とした。この場合は、制御装置を束ねる制御装置 (親機) を設ける。

③ 蓄電システム規模

蓄電システム規模は、特別高圧の出力下限値である 2MW 以上となるように設定した。

図 2.1.1 に示す大規模蓄電システム構成案では、サブ変圧器配下に、サブ変圧器の最大容量となる蓄電池キュービクル 23 台を並列接続する構成とした。また、協調制御の検証のため、サブ変圧器 2 台目は、複数の蓄電池キュービクルの最小台数として 2 台を並列接続する構成とした。その結果、本実証における蓄電システム規模は、3MW/13MWh とした。

事業化の際は、サブ変圧器 3 台目以降に、同様に並列接続する設計思想である。

⁴ 蓄電池や電力変換装置、制御装置等を収納した 20ft コンテナ

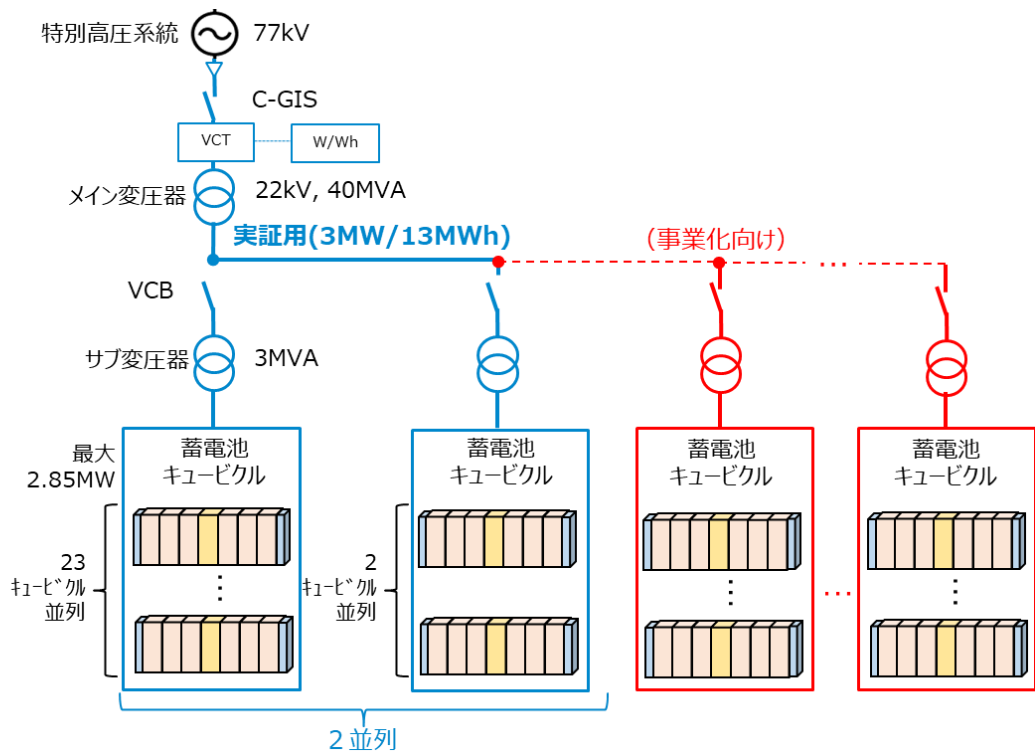


図 2.1.1 大規模蓄電システム構成案

2.1.2 蓄電池キュービクルのシステム設計（機器および回路構成）

蓄電池キュービクルのシステム設計として、機器および回路構成の設計を行った。蓄電池キュービクルのユニット構成を図 2.1.2 に示す。

本キュービクルは、屋外での使用を前提とし防水仕様にて設計した。搭載する蓄電池はキュービクルの可搬性と蓄電池スペースを考慮した上で、蓄電池キュービクル 1 台に対し、蓄電池ユニット⁵ 2 台 および 機器ユニット⁶ 1 台を搭載するよう設計した。

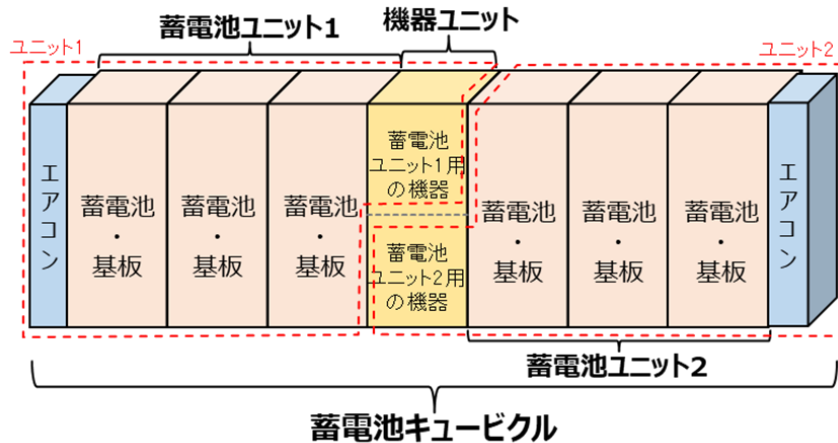


図 2.1.2 蓄電池キュービクルのユニット構成

⁵ 蓄電池ユニット：蓄電池や電力変換基板等を収納するキャビネットを複数束ねるユニット

⁶ 機器ユニット：高調波ノイズ除去フィルタや蓄電池制御ユニット、ブレーカー等を収納するユニット

2.1.3 蓄電池キュービクルのシステム設計（延焼防止・耐類焼）

蓄電池キュービクルのシステム設計として、延焼防止機構の設計を行った。

火災発生を防ぐ設計、万が一火災が発生した場合に隣接区画へ延焼させない設計とした上で、JIS C 4441 プロパゲーション認証に従った過充電試験を行い、隣接区画へ延焼しないことを確認した。

具体的には、意図的にある電池に過充電を起し電池を発火させ、キュービクル外への延焼が無いかを確認した。過充電試験の結果を図 2.1.3 に示す。図中に青枠で示した電池を過充電し、キュービクルの扉を閉めた状態で外部への延焼を確認した。その結果、赤枠で示すように、キュービクル内部の当該単セルの発煙に留まり、隣接区画への延焼は見られないことを確認した。

令和5年度までは、空冷式の蓄電池キュービクルにて延焼防止設計としていた。一方で、令和6年度に、市場要件の一つとしてベンチマークとしていた、長期脱炭素電源オークションにおいて、「耐類焼性」が要件として追加された。

これに伴い、令和6年度から、耐類焼設計を追加で実施した。耐類焼性を備えた蓄電池カートリッジの図を図 2.1.4 に示す。

蓄電池カートリッジ単位で防爆ケースを設け、耐類焼性を確保する設計仕様へ変更した。

また、耐類焼設計では蓄電池カートリッジを防爆ケースへ収めることにより、従来の冷却機構である空冷式では、冷却の目標値を達成できなくなった。そのため、冷却システムを水冷式へ変更し、設計検討を実施した。

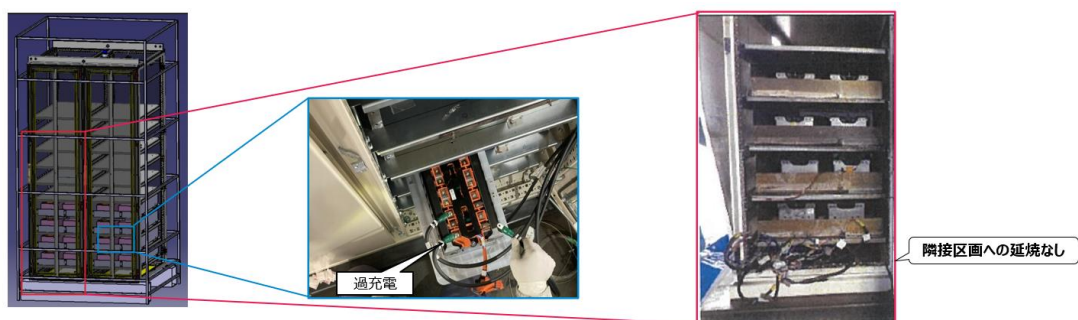


図 2.1.3 過充電試験の結果

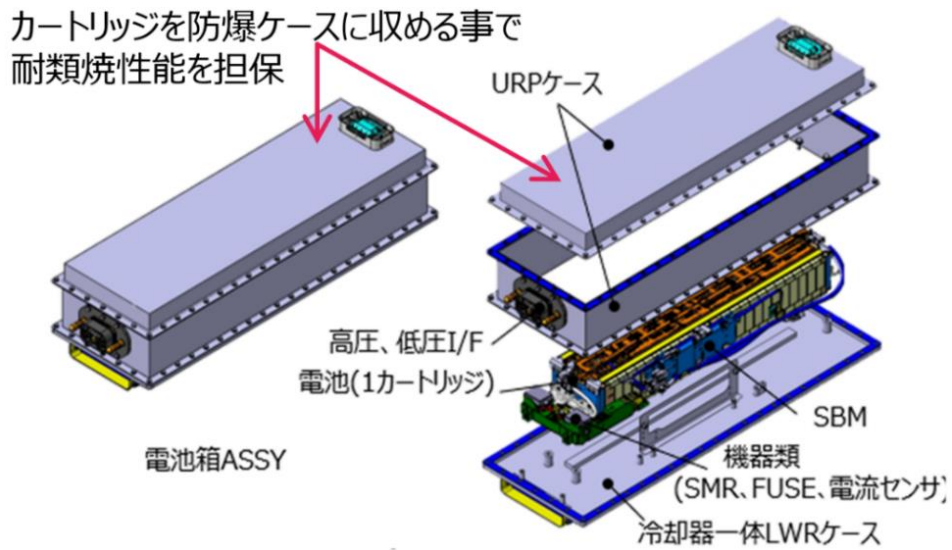


図 2.1.4 耐類焼性を備えた蓄電池カートリッジ

2.1.4 大規模蓄電システムの制御設計

充放電指令に基づき、スイープ蓄電システムを制御するシステムを設計した。スイープ蓄電システムの制御システム構成図を図 2.1.5 に、各制御システムの役割を表 2.1.1 に示す。

令和 6 年度には、スイープ蓄電システムの制御装置である GCU の基本設計を実施した。

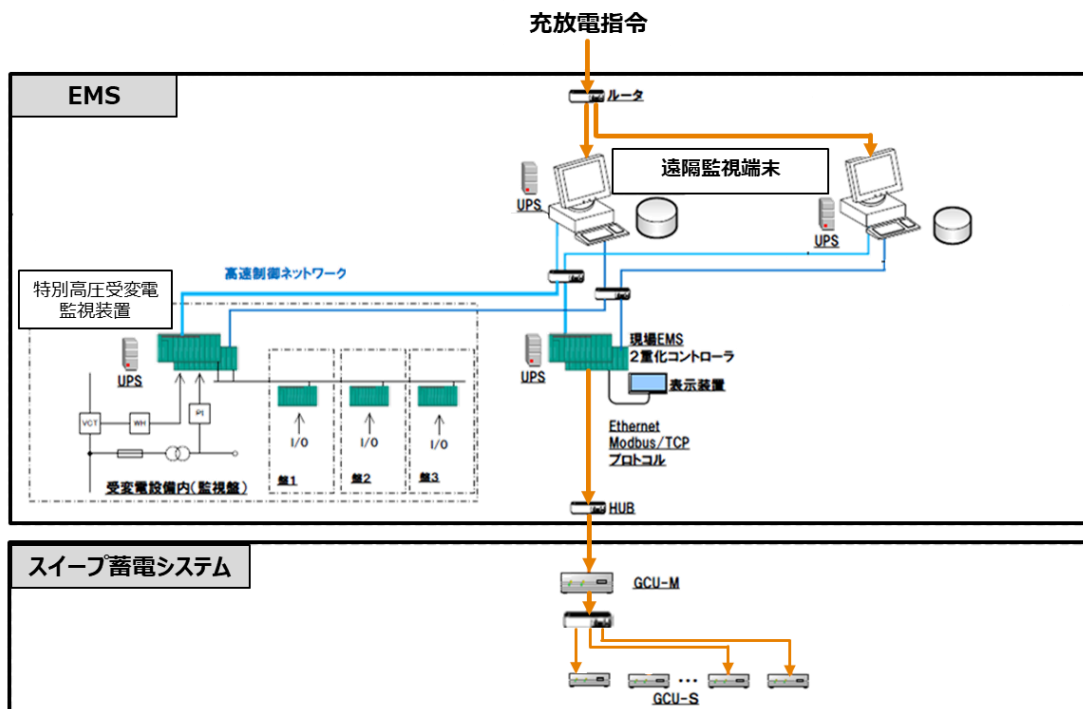


図 2.1.5 スイープ蓄電システムの制御システム構成図

表 2.1.1 各制御システムの役割

制御システム	機能・役割
EMS	エネルギーマネジメントシステム、 充放電指令をネットワーク回線で受信して、蓄電システムが受けれる 通信プロトコルに変換して伝達する。また、蓄電所の監視も行う。
スイープ 蓄電システム	蓄電池システムが有する制御装置（GCU）にて EMS からの充放電指 令を各蓄電池キュービクルに分配する。分配された信号に従い充放電 を実施。

2.1.5 蓄電池キュービクル試作機評価試験

上記の蓄電池キュービクル設計について、スイープ蓄電システムの特別高圧系統への連系に関わる送配電事業者との系統連系協議も踏まえて実施し、蓄電池キュービクル試作機の製作、評価および蓄電システム制御装置の動作確認をトヨタ自動車の工場構内にて実施した。

蓄電池キュービクル試作機の外観を図 2.1.6 に、蓄電池キュービクルの内部レイアウト図を図 2.1.7 に、蓄電池キュービクル評価の計測環境イメージを図 2.1.8 に、蓄電池キュービクル試作機の評価項目を表 2.1.2 に示す。

蓄電池キュービクル試作機の評価項目として、状態表示灯の点灯確認 1 項目、CV 制御の動作確認 9 項目、系統との同期確認 1 項目、CC 制御の動作確認 10 項目、WinWout 演算と充放電制御の動作確認 15 項目、電池ダイアグの動作確認 9 項目、電流波形の高調波改善の効果確認 12 項目の計 57 項目を実施し、全て問題ないことを確認した。

充放電の制御性の結果を図 2.1.9 に、計測結果の一例として、定電力指令の応答性の結果を図 2.1.10 に示す。

図 2.1.9 のとおり、スイープ蓄電システムの各相（U、V、W 相）は、系統電圧波形と同期していること、電流と電圧の位相差がないことから、設計通りの挙動であり、制御性が良好であることを確認した。

図 2.1.10 のとおり、スイープ蓄電システムの待機指令の解除および有効電力の指令後、三相交流を創出し、指令電力への応答速度は設計通りであり、制御性が良好であることを確認した。

GCU からスイープ蓄電システムの起動／停止が行えるかを確認し、設計にて想定通りの動作をすることを確認した。



図 2.1.6 蓄電池キュービクル試作機の外観

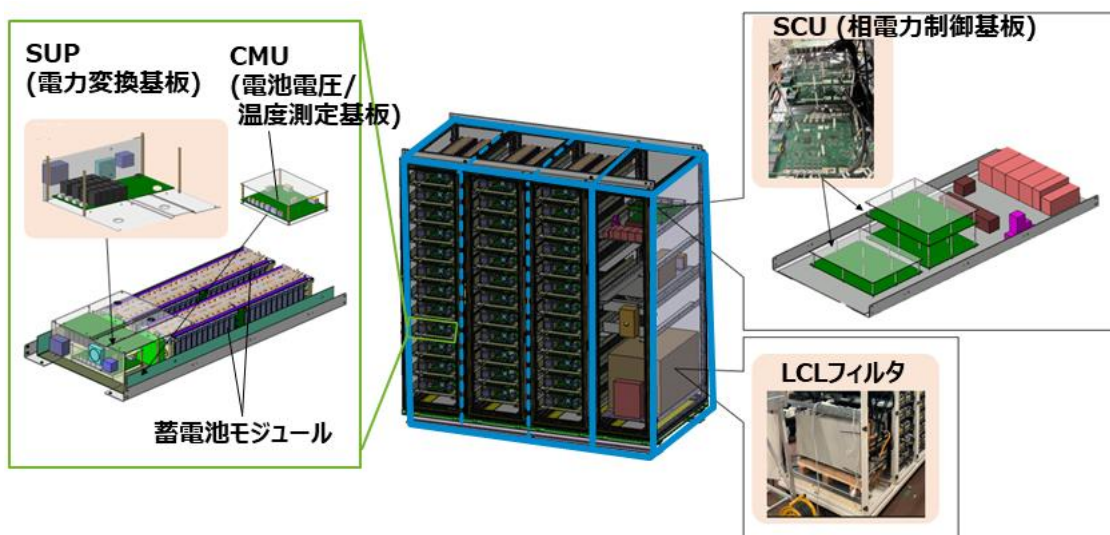


図 2.1.7 蓄電池キュービクルの内部レイアウト図

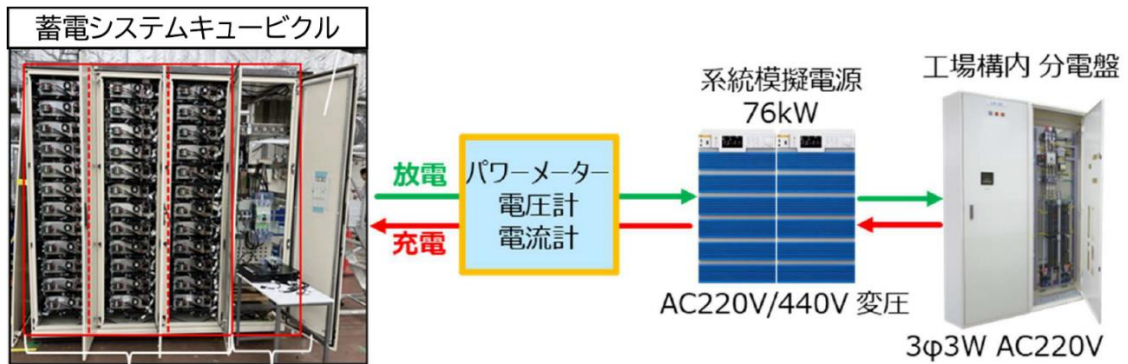


図 2.1.8 蓄電池キュービクル評価の計測環境イメージ

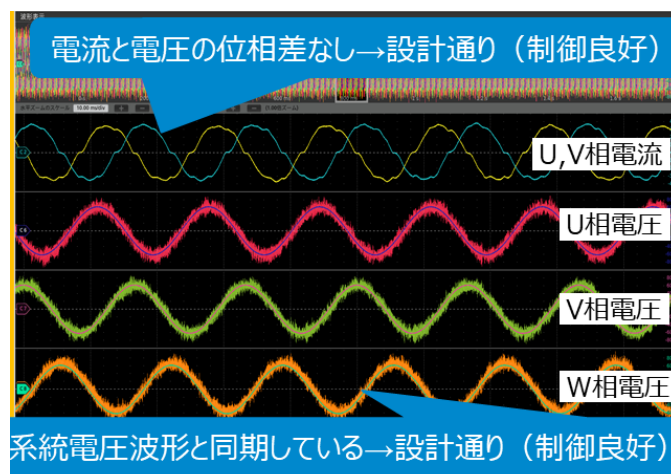


図 2.1.9 充放電の制御性の結果

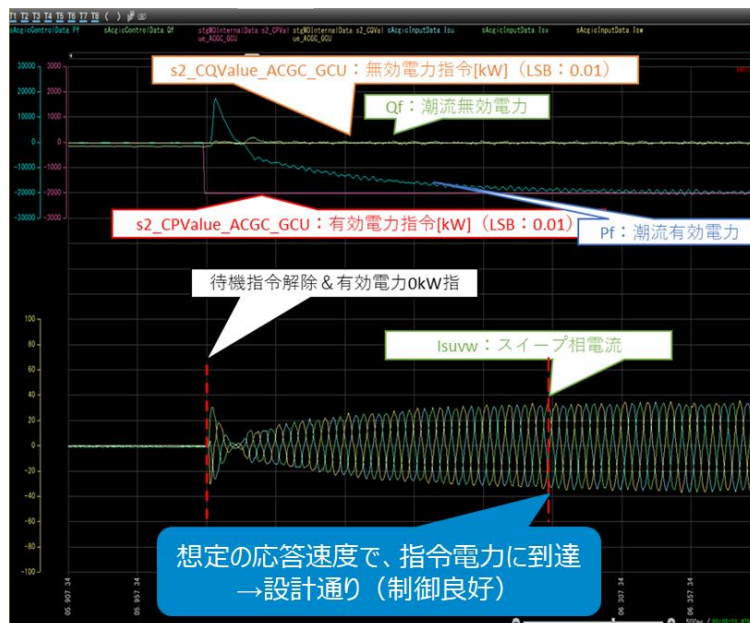


図 2.1.10 定電力指令の応答性の結果

表 2.1.2 蓄電池キュービクル試作機の評価項目

確認項目	項目数
状態表示灯の点灯確認	1
CV 制御の動作確認	9
系統との同期確認	1
CC 制御の動作確認	10
WinWout 演算と充放電制御の動作確認	15
電池ダイアグの動作確認	9
電流波形の高調波改善の効果確認	12
	計 57

2.2 テーマ② 電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義

2.2.1 トレーサビリティ管理に向けた規制調査

電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義に向け、日本のほか、電池のトレーサビリティが規制として先行している、欧州および北米における規制調査、国際文書の調査を実施した。

参照した文献の一覧を表 2.2.1 に、CFP 情報の開示に関わる文献の体系図を図 2.2.1 に、トレーサビリティ項目を主な文献毎に比較した表を表 2.2.2 に示す。

図 2.2.1 より、CFP 情報の開示に関する文献を調査した結果、電池に関する先進的な規定である欧州電池規則および、CFP 情報開示の観点で必要な項目がまとめられている「Pathfinder framework」に準拠することとした。

表 2.2.2 より、トレーサビリティ項目としては、電池に関する一般情報をはじめ、カーボンフットプリント（CFP）や、健全性（SOH）等の項目を確認した。

表 2.2.1 参照文献一覧

発行元		文献名・会議体名		
行政	日本	経済産業省	蓄電池産業戦略検討官民協議会	
		欧州	欧州委員会	サプライチェーン上のデータ連携の仕組みに関するガイドライン β版（蓄電池CFP・DD関係） 車載用蓄電池のカーボンフットプリント算定方法（案）
	北米	欧州	欧州共同研究センター（JRC）	欧州電池規則 環境フットプリントカテゴリー規則（PEFCR）
		合衆国議会	Rules for the calculation of the Carbon Footprint of Electric Vehicle Batteries	
		環境保護庁（EPA）	The Inflation Reduction Act (IRA) ※インフレ抑制法 EPA Guidance	
		カリフォルニア州議会	Assembly Bill 2832 Assembly Bill 2440（責任あるバッテリーリサイクル法）	
		カナダ	カナダ連邦政府（財務省）	Canadian Environmental Protection Act（環境保護法）
		カナダ連邦政府（天然資源省）	The Canadian Critical minerals strategy（重要鉱物戦略）	
		国際機関	国際標準化機構（ISO）	ISO14000シリーズ・ISO26000
		民間	Global Battery Alliance	Battery Passport Greenhouse Gas Rulebook
バッテリーパス	Battery Passport Content Guidance			
MOBI	Global Battery Passport Decentralized Implementation Guidelines			

表 2.2.2 トレーサビリティ項目と対応する文献

トレーサビリティ項目	文献						
	欧州 電池規則	ウラノス ガイドライン	アメリカ IRA	アメリカ EPAガイドランス	カリフォルニア Assembly Bill 2832	カリフォルニア Assembly Bill 2440	カナダ 環境保護法
1 電池に関する一般情報	○ 2026/8/18~	△※1	○ ※発効済み	—	△※2	—	—
2 電池の性能情報	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	△※2	—	—
3 電池の化学組成・材料組成	○ 2027/2/18~	△※1	○ ※発効済み	—	△※2	—	○ ※発効済み
4 カーボンフットプリント	○ ※3	○ 2024/5~	—	—	—	—	—
5 デューデリジェンス	○ 2025/8/18~	○ 2024/5~	—	—	—	—	—
6 重要鉱物リサイクル含有量	○ 2028/8/18~	△※1	—	—	—	—	—
7 健全性(SOH)・余寿命	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	—	—	—
8 構成部品に関する情報	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	—	—	—
9 解体のために必要な情報	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	—	—	—
10 安全対策に関する情報	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	△※2	—	—
11 電池の状態に関わる定期的な記録情報	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	△※2	—	—
12 廃電池の防止及び管理情報	○ 2027/2/18~	△※1	—	○ ※発効済み	△※2	—	—
13 EU適合宣言書	○ 2027/2/18~	△※1	—	—	△※2	—	—

※1：今後対応予定とされている項目 ※2：推奨事項として提案 ※3：EV用→委任規則発効から12か月後/産業用→2026/2/18~

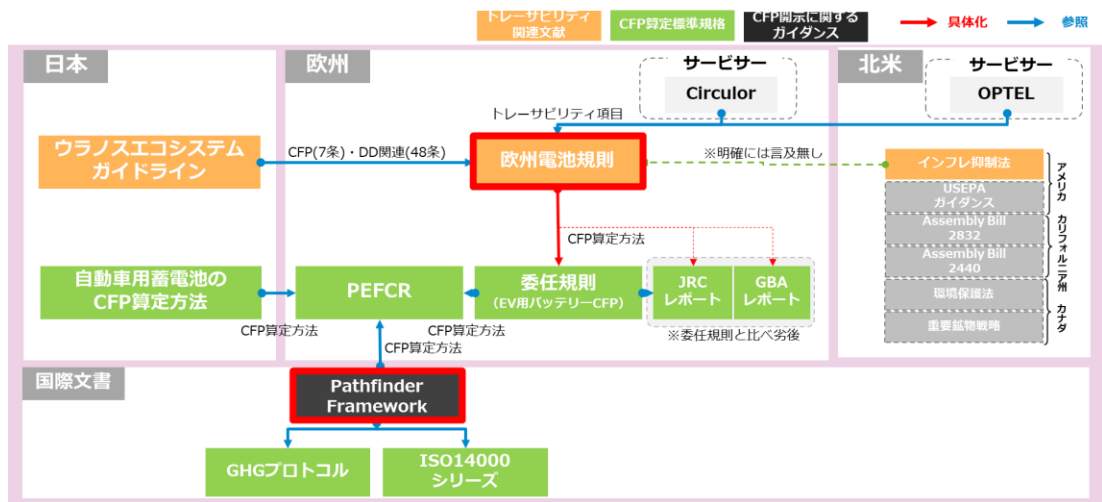


図 2.2.1 CFP 情報の開示に関わる文献の体系図

2.2.2 トレーサビリティ管理項目の要件定義

2.2.1 トレーサビリティ管理に向けた規制調査の結果に加え、リユース蓄電システムの価値訴求面と合わせて検討した。

表 2.2.3 に、リユース蓄電システムの価値訴求に必要な管理項目を示す。検討した結果、CFP、および健全性 (SOH)・劣化度をトレーサビリティ管理項目に設定した。

表 2.2.3 リユース蓄電システムの価値訴求に必要な管理項目
スweep蓄電事業の強み 管理が必要な情報

保有技術		提供価値	管理項目	価値訴求イメージ	
バッテリーリユース	スweep蓄電システム	電池の接続数を変え任意の電圧生成と電池ダイレクトの直交流変換を実現	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率の向上 (直流/交流変換する際の電力損失回避) 	④カーボンフットプリント (CFP)	エネルギー効率の高さを示し、蓄電システムのエネルギー・環境面での価値を訴求
			<ul style="list-style-type: none"> システム運転を止めずに個別解列・電池交換が可能 (アベイラビリティ向上) 	⑦健全性(SOH)・劣化度	交換等によるロスが小さいことを実績として示し、システムの効率性をアピール
			<ul style="list-style-type: none"> 電池容量の使い切りが可能 (エネルギーの最大限の活用) 	⑦健全性(SOH)・劣化度	電池の残性能を把握することで、リユースにより廃棄せずに済んだエネルギー量をアピール

2.2.3 トレーサビリティ管理データの要件定義

トレーサビリティ管理データ一覧を表 2.2.4 に示す。

各ライフサイクル段階において、CFP、トレーサビリティ情報 (SOH・劣化度) に関する管理項目を整理した。原材料調達・電池製造にて計 11 項目、車載利用にて計 8 項目、蓄電利用にて計 10 項目、廃棄・リサイクルにて計 4 項目、計 33 項目を定義した。

表 2.2.4 トレーサビリティ管理データ一覧

No.	ライフサイクル段階	大項目	小項目
(1)	原材料調達・電池製造	CFP	電池製造段階のCFP
(2)			電池製造段階の排出原単位
(3)			電池製造段階の活動量
(4)		トレーサビリティ情報 (SOH・劣化度等)	電池の機能単位 (パック/カートリッジ/モジュール)
(5)			対象とする製品の名称 (型番等)
(6)			電池の製造日
(7)			エネルギースループト
(8)			容量スループト
(9)			完全等価充放電サイクル数
(10)			電池容量
(11)			電池重量
(12)	車載利用	CFP	車載利用段階のCFP
(13)			車載利用段階の排出原単位
(14)			車載利用段階の活動量
(15)		トレーサビリティ情報 (SOH・劣化度等)	対象とする電池の名称 (型番等)
(16)			車メーカー
(17)			車種
(18)			電動車種別
(19)			車載利用後のSOH
(20)	蓄電利用	CFP	蓄電利用段階のCFP
(21)			蓄電利用段階の排出原単位
(22)			蓄電利用段階の活動量
(23)		トレーサビリティ情報 (SOH・劣化度等)	充電kWh
(24)			放電kWh
(25)			電力量ロスkWh
(26)			蓄電利用段階中のSOH
(27)			リチウム金属析出に伴う劣化度
(28)			蓄電利用前の電池容量kWh
(29)			蓄電利用後の電池容量kWh
(30)	廃棄・リサイクル	CFP	廃棄・リサイクル段階のCFP
(31)			廃棄・リサイクル段階の排出原単位
(32)			廃棄・リサイクル段階の活動量
(33)		トレーサビリティ情報	廃棄・リサイクル処分される台数

2.2.4 トレーサビリティ管理システムの要件定義

トレーサビリティ管理システムの構成図を図 2.2.2 に示す。

自動車メーカーであるトヨタ自動車側のシステムにて、原材料調達・電池製造、車載利用および蓄電利用に関わるデータを管理し、JERA のトレーサビリティ情報管理システムにて、原材料調達・電池製造、車載利用および蓄電利用に関わるデータと、廃棄・リサイクルおよび輸送に関わるデータを管理する構成とした。また、CFP はトレーサビリティ情報を用いて、CFP 管理システムにて演算し、演算結果をトレーサビリティ情報管理システムにて管理する構成とした。

具体的には、電池製造時の情報は、電池に貼り付けられている QR コードの読取により取得する (① 電池 QR コード)。車載使用時の蓄電池の使用履歴は、電動車に搭載されている ECU (Electronic Control Unit) より連携する (① ECU)。蓄電利用時の蓄電池の情報は蓄電システムの制御装置 (GCU) より連携する (② GCU)。これらのデータが蓄電システムが設置される現地の蓄電池情報収集ユニットのデータベース (DB) へと収集、蓄積される (③ 現場蓄電池情報収集ユニット)。電池の SOH は二次利用データ管理サーバにて演算される (④ 二次利用データ管理サーバ)。電池のトレーサビリティ情報は、トレーサビリティ情報管理システムにて総合的に管理する (⑤ トレーサビリティ情報管理システム)。CFP は、トレーサビリティ情報を用いて、CFP 管理システムにて演算され、演算結果をトレーサビリティ情報管理システムにて管理する (⑥ CFP 管理システム)。

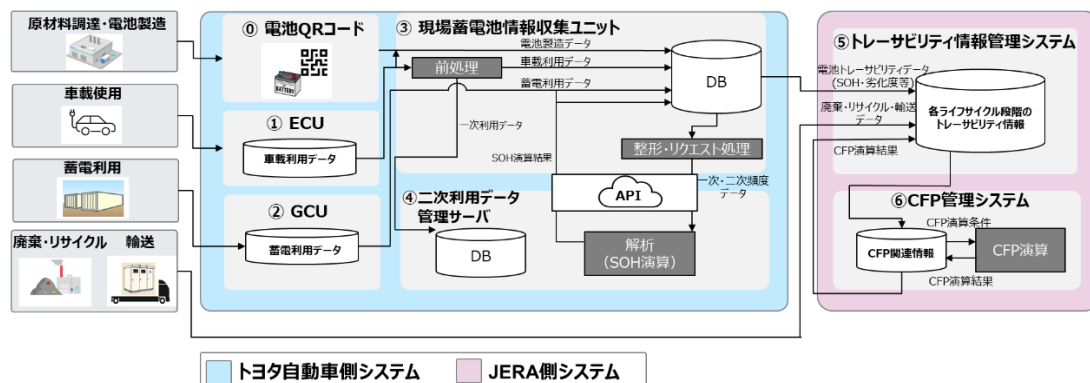


図 2.2.2 トレーサビリティ管理システムの構成図

2.3 テーマ③ 余寿命情報とスイープ蓄電システムの一体制御方法の検証

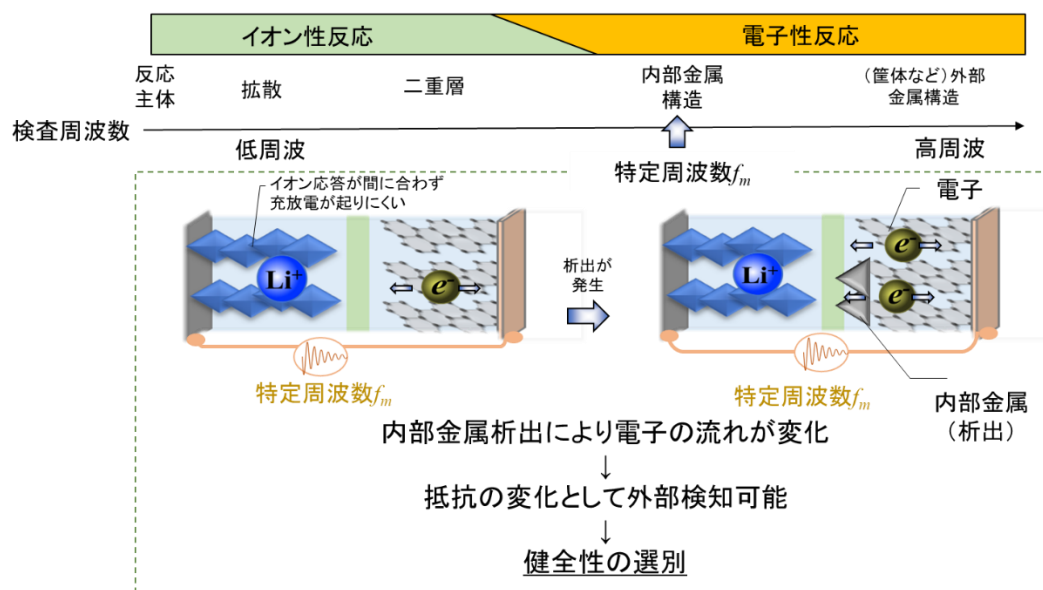
2.3.1 MaMoRiS の技術概要

Li 金属析出検知技術 MaMoRiS (Magnified Metal Object Response Inspecting Sensor) の技術概要を図 2.3.1 に示す。

本手法は、通常の充放電の挙動で流れるイオン性の充放電電流の裏に隠れる電子性電流の反応が、内部で発生する Li 金属析出量に対して直接かつ高い応答を示す特性点に着目をした、インピーダンス計測手法の一つである。

本手法の大きな特徴は、インピーダンス測定 (従来の EIS 法) と比較して、測定周波数を高い周波数帯域とする点である。この高周波化が従来の EIS 法が捉えているイオン性電流の挙動変化をフィルタリングする効果となり、劣化による様々な電池挙動変化の中から内部金属量の変化に対する電子電流のみの応答を増幅して検知することが可能となる。Li 金属析出が生じると、測定した高周波抵抗が低下する特徴がある。

したがって、余寿命センサ (MaMoRiS) により、高周波の特定周波数における抵抗変化を測定することで、電池の劣化モードの一つであり、熱暴走温度の低下により電池の健全性を低下させるリチウム金属析出の検知が可能となる。



2.3.2 余寿命センサとスリープ回路の一体制御方法の検討

令和5年度に、余寿命センサ（MaMoRiS）とスリープ回路の一体制御方法の検討を実施した。

図 2.3.2 に余寿命センサとスリープ制御の連携システム構成図を示す。本システムはスリープ蓄電システムに、センサ基板と通信基板からなる MaMoRiS 回路と、通信基板から取得したデータを処理・保存するクラウドシステム（AWS : Amazon Web Services）を追加したシステムとなる。

まず、スリープ蓄電システムにおいて、健全性を測定する箇所のスリープ回路を切り離し、余寿命センサ（MaMoRiS）により抵抗変化を測定する。測定した抵抗変化データは、プラットフォーム（IoT Core）を介して、クラウドシステムへ送信される。クラウドシステムは、センサからの抵抗変化データを受信後、型番、電池種などのヘッダデータから事前取得されたリチウム析出特性(MaMoRiS-MAP、2.3.4 節にて後述)における健全性閾値（抵抗変化）と比較することで健全性の判定を行う。判定結果は、クラウドシステムから API 連携にて親機へ送信される。抵抗変化量が健全性閾値以上、すなわち健全性に異常があった場合、親機からスリープ制御コントローラである SCU-i へ、制御指令（切離し）が送信される。

したがって、本クラウドシステムには電池の健全性に関するデータが保存されることになり、例えば電池使用後の輸送やさらなる再利用に対してのデータ提供リソースとしても活用できるほか、新たな電池種を取扱う際の拡張性を簡単に有することができる。

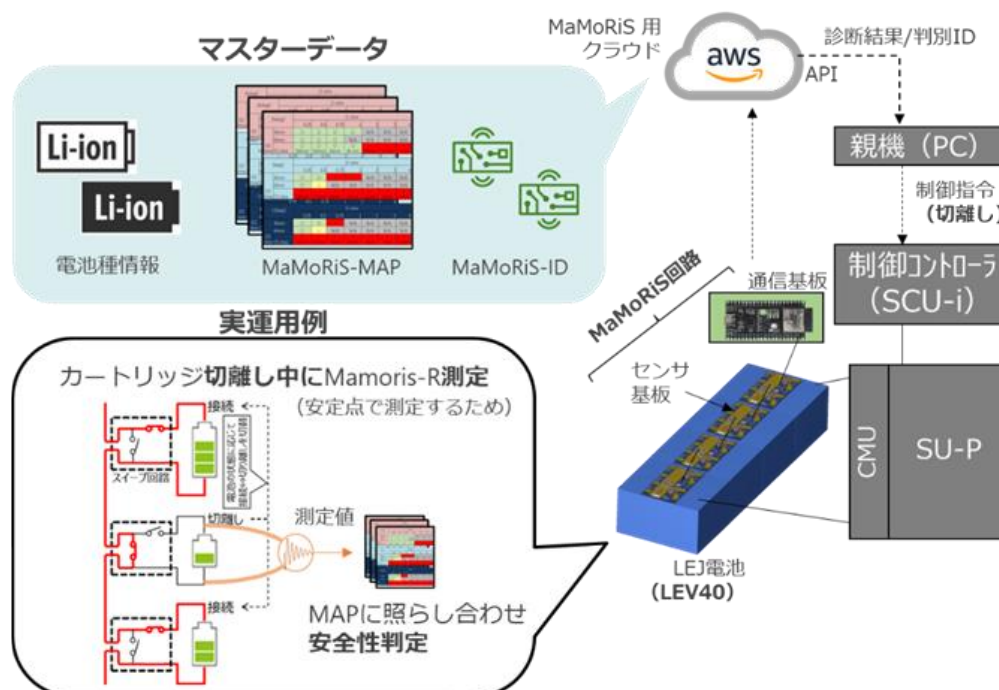


図 2.3.2 余寿命センサとスリープ制御の連携システム構成図

2.3.3 スイープ回路への実装に向けた余寿命センサの開発

令和4年度までの環境省委託事業における余寿命センサでは、1つのセンサによる計測単位は1セルであった。スイープ蓄電システムへの実装に向けては、複数セルまとめたのリチウム析出検知が必要であり、センサによる計測単位を1セルから2セルへ変更した。

令和5年度に試作した余寿命センサ（MaMoRiS）の試作回路の外観を図2.3.3に示す。MaMoRiSは1基板に2つ実装され、1センサ当たり2直列に接続されたセルが測定対象となる。従って、本構成における診断の単位は2セルとなり、どちらか片方および両方の電池に析出反応があった場合に、CH1、CH2のセンサが出力することとなる。

加速劣化試験における出力変化を図2.3.4に示す。リチウム析出に伴う出力変化を複数セルまとめて検知可能であることを確認した。一方で、リチウム析出レベルの制限値検出に向けては、セル個体により出力変化に差異があるため、補正ロジック等の検討が必要である。

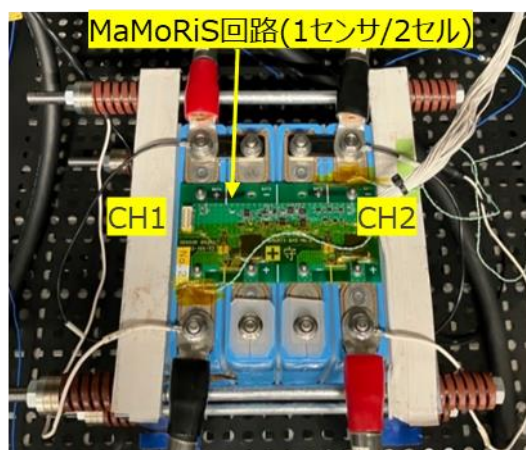


図 2.3.3 余寿命センサの試作回路の外観

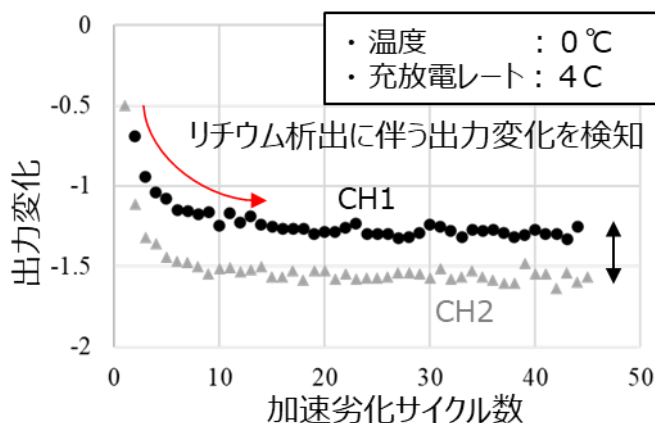


図 2.3.4 加速劣化試験における出力変化

2.3.4 電池選別・余寿命(劣化) 診断装置の設計

令和5年度は、余寿命センサ (MaMoRiS) をスワイプ蓄電システムへ実装する前提で検討を進めていた。一方で、大規模蓄電システムは多数の電池から構成されることから、電池毎に余寿命センサを実装することはコスト上の観点から困難である。

そこで、令和6年度からは、スワイプ蓄電システムへ搭載前の電池の初期選別用途、ならびに電池をスワイプ蓄電システムへ設置後に余寿命(劣化状態)を診断する「ポータブル診断装置」化の設計を実施した。

ポータブル診断装置化へ向けて、主な課題の洗い出しと取り組みを実施した。使用環境や作業状態を想定した、ポータブル診断装置化に向けた主な課題を表 2.3.1 に示す。

令和6年度は、各課題のうち、課題①接触抵抗の影響、および課題②診断方法の課題解決に向けた検討を実施した。

試作した劣化診断装置の外観図を図 2.3.5 に示す。課題②の対策として、ピンプローブを電池の電極に接触させるのみで診断可能な構成とした。

ピンプローブと電池の電極間の接触抵抗の算出法の概略図を図 2.3.6 に示す。課題①の検証を行うため、余寿命センサ (MaMoRiS) 回路に、LC 共振回路を2並列接続し、各閉ループに流れる電流を加算、減算することで、接触抵抗を求める手法を開発した。

表 2.3.1 使用環境や作業状態を想定した、ポータブル診断装置化に向けた主な課題

課題	内容	対策
① 接触抵抗の影響	電池と回路を接触する配線の接触抵抗が上乘せされる	LC 共振回路を2並列接続し、接触抵抗の影響を除去する
② 診断方法	従来のようにセンサをねじ締結する方法は電池への実装に向けては現実的でない	電池上に載せるだけで測定できるようにする
③ 温度依存性	電池温度によりインピーダンスが変化する	複数の周波数にてインピーダンスを取得する
④ 診断器個体差	精度(個体差)、確度(絶対値)の診断器の各個体で合わせる	測定前のキャリブレーションにより合わせ込む
⑤ 電池個体差	電池製造上、電池の各個体でインピーダンスがばらつく	検討中
⑥ 計測環境	セルの位置(中央、端部)、金属有無によりインピーダンスが変化する	

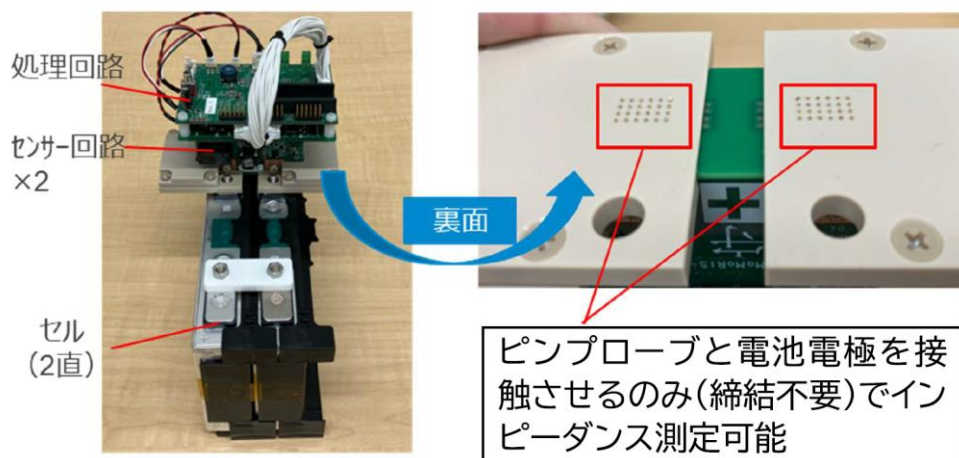


図 2.3.5 試作した劣化診断装置の外観図



図 2.3.6 ピンプローブと電池の電極間の接触抵抗の算出法の概略図

2.3.5 リチウム析出レベルの制限値検討

令和5年度から定量化を進めていたリチウム析出レベルの結果をもとにリチウム析出レベルの制限値検討を実施した。リチウム析出レベルの制限値の見極めフローを図 2.3.7 に示す。

熱暴走開始温度およびインピーダンス測定のため、リチウム析出量（劣化度）が異なる電池サンプルを作製し、熱暴走開始温度測定を行った。その結果、析出レベルが大きいサンプルの方が析出レベルが小さいサンプルに比べ、低い温度で熱暴走を始めており想定通りの結果が得られた。

一方、インピーダンス相関について、リチウム析出量に応じたインピーダンスとならず、高周波インピーダンスが増加する結果であった。令和5年度までの回路構成の結果では、リチウム析出量に応じて高周波インピーダンスが低下する結果であり、今後の再測定や検証が必要である。

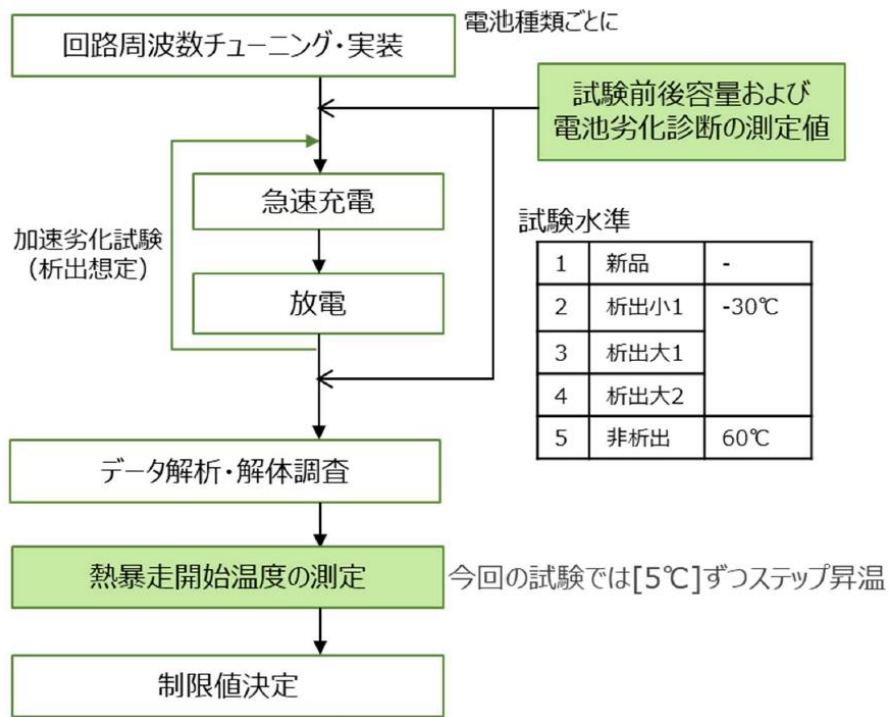


図 2.3.7 リチウム析出レベルの制限値の見極めフロー

2.4 テーマ④ PV から蓄電池システムへの充電における高効率なスイープ回路を用いた DC リンクの技術開発御方法の確立

2.4.1 DC リンクの設計

太陽光発電 (PV) システムから蓄電システムへ充電する際、電圧変換器である DC/DC コンバータが必要であり、変換時に大きな電力損失が生じる。

本事業では、PV から蓄電システムに充電するための DC リンクとして、より高効率なスイープ回路を用いるための要件定義を実施した。

PV とスイープ電源システムの DC リンク回路図を図 2.4.1 に示す。

想定顧客としては、工場等で太陽光発電 (PV) システムを大量に導入した顧客であり、スイープ蓄電システムの機能を応用し、商品性を向上させる思想である。

システム構成としては、AC スイープ蓄電システムに DC バス回路を追加し、PV から直接電池に充電可能なシステム構成としている。図 2.4.1 のストリング群には、AC スイープに接続する蓄電池と DC スイープに接続する蓄電池が含まれ、各ストリングは AC スイープと DC バスのいずれかに接続されるように切替器を備えている。これにより、一つのシステムで AC と DC の入出力が可能になり、充電された電池をストリング群の切替装置により AC スイープで系統へ連系することも可能とした。

工場等では CO₂ 排出ゼロに向け、積極的な PV 設置を行っているが、昼間と休日における余剰電力が発生しており、蓄電池の導入による平準化を必要とする一方で、初期投資の増加が課題である。また、朝夕の発電量の確保を目的に、パワーコンディショナー

(PCS) 能力よりも PV を過積載するため、ピーク時の発電ロスが発生している。DC 入出力と AC 出力を切替えられるスイープ技術の応用により、PV と合わせた PCS レス化が可能となり、設備投資の減額、ピークカットによる契約電力の削減に寄与する。

また、それぞれの PCS で発生していた電力変換ロスを低減、必要時に必要なだけの接続にて電圧/電力を受け渡し、ランニングコストと CO₂ 排出の更なる削減に寄与可能なシステムである。

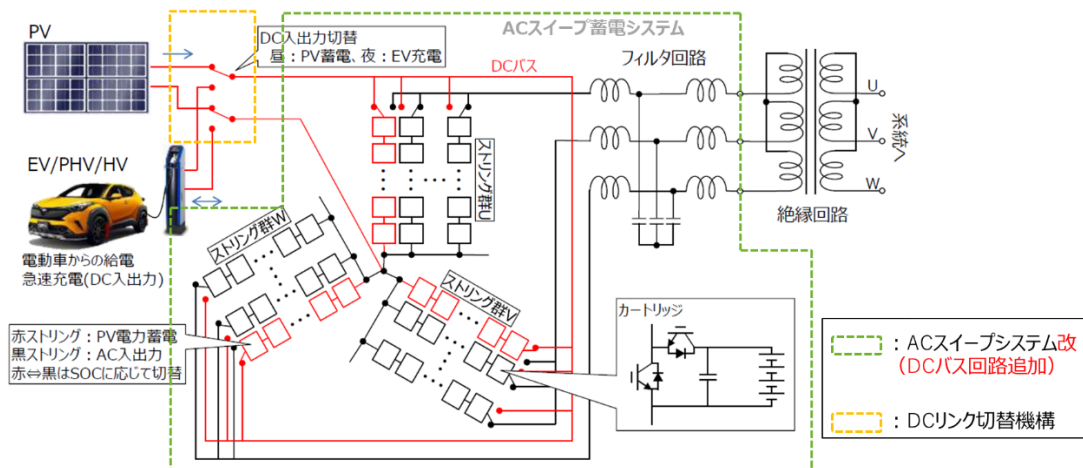


図 2.4.1 PV とスイープ電源システムの DC リンク回路図

2.4.2 DC リンクのシミュレーション方法

PV と AC スイープ蓄電システムの構成検討を行うにあたり、シミュレーションを実施した。

シミュレーションに適用した PV と蓄電システムのシステム構成を図 2.4.2 に示す。

パターン① (PV+PCS、蓄電池+PCS：従来型)

従来型の PV および蓄電システムの構成では、PV 用の PCS と、蓄電池用の PCS の構成となり、各々の電源に PCS が必要となる。

従来構成に対し、スイープ蓄電システムとしては図 2.4.2 に示す 2 案を検討した。

パターン② (PV+スイープ蓄電システム：PV 新設の場合)

PV をスイープ蓄電システムの DC リンクに接続する。PV の電力をスイープ蓄電システムに蓄電した上で、系統へ連系するシステム構成である。そのため、PV 用の PCS を省略することが可能な構成である。

パターン③ (PV+PCS、スイープ蓄電システム：既設 PV がある場合)

既設の PV がある場合は、既に PV 用の PCS は設置されているため、PCS は活用しつつ、PV からスイープ蓄電システムへ DC リンクを通じて給電し PV の余剰電力を蓄電システムへ蓄電するシステム構成である。

シミュレーションの前提条件を表 2.4.1 に示す。太陽光発電と蓄電池システムを車両工場に導入する想定で設定し、15 年間の総コスト（設備導入費用、電気費用）に対する再エネ利用率をシミュレーションした。

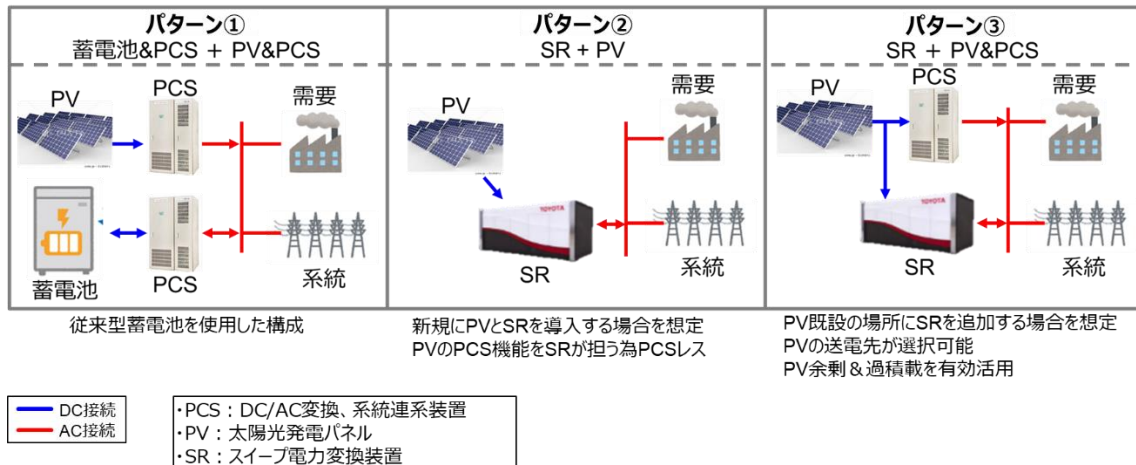


図 2.4.2 シミュレーションに適用した PV と蓄電システムのシステム構成

表 2.4.1 シミュレーションの前提条件

項目	条件
車両工場	車両組付（2ライン）、2交代勤務、土日休み
工場需要	23,650kW（契約電力 7,650kW+常用発電機 16,000kW）
PV 出力	30,100kW

2.4.3 DC リンクのシミュレーション結果

PV と蓄電システムの各構成におけるシミュレーション結果を図 2.4.3 に示す。いずれのシステム構成においても、再エネ利用率 80~87%程度までは再エネ利用率が高くなるほど総コストは低下するが、それ以降は、上昇する結果となった。この結果は、再エネ利用率 80~87%以降は、蓄電池の導入コストの影響と考察される。

各システム構成を比較すると、総コストはパターン③の既設 PV にスイープ蓄電システムを導入した際が最小となった。

パターン①において総コストが最小となる再エネ利用率 81.3%における、各システム構成における、蓄電池容量、PCS 容量、コストを表 2.4.2 に示す。

結論として、パターン①の従来型に比較し、スイープ蓄電システムを導入したパターン②、③の方がコスト優位であること、パターン③の既設 PV にスイープ蓄電システムを導入するケースにおいてコストは最小になる。

また、PCS 等の設備導入費用や電気費用など、現時点の各パラメータ値で最適なシステム構成の結論が得られた。

今後、必要となった時点における最新のパラメータ値を入力し、開発したシミュレーションモデルを活用する予定。

図 2.4.3 PV と蓄電システムの各構成におけるシミュレーション結果

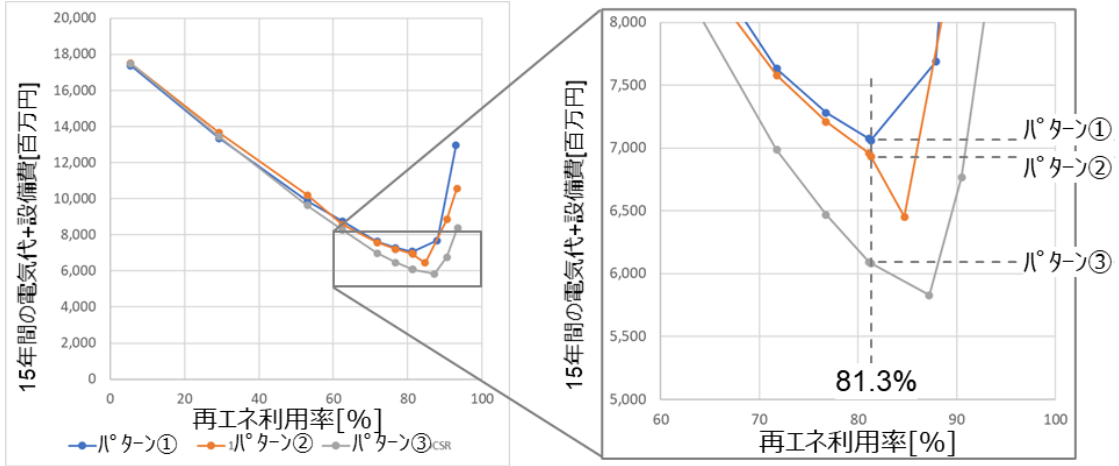


表 2.4.2 各システム構成における、蓄電池容量、PCS 容量、コスト

パターン	再エネ利用率(%)	蓄電池容量 (kWh)	PCS(kW)		経済性 (百万円)			ヒートポンプ	変換回数	総合評価
			PV用	蓄電池用	導入コスト	運用コスト	総コスト			
パターン① PV+PCS、蓄電池+PCS	81.3	44,160	15,118	132,480	3,212	3,849	7,061	可	3回	×
パターン② PV+スィープ蓄電システム		64,400	無し	無し	3,220	3,713	6,933		2回	△
パターン③ PV+PCS、スィープ蓄電システム		44,600	5,060	無し	2,264	3,819	6,083		2回	○

2.5 CO2 排出量削減効果の評価

2.5.1 CO2 排出量削減効果の評価方法

電池のリユース活用による CO2 排出量削減効果として、「新品電池の製造および廃棄・リサイクル（輸送含む）の抑制」、および「スweep技術による蓄電システム効率改善」が見込まれる。

一方で、電池をリユースする場合の CO2 排出量削減効果の評価方法は確立されていない状況である。

本事業では、原材料調達・電池製造から廃棄・リサイクルに至るまでの電池のライフサイクル全体で排出される CO2 排出量削減効果の評価方法の検討を実施した。

CO2 排出量 (CFP) 削減効果の評価条件を表 2.5.1 に示す。

CO2 排出量の算定単位は、蓄電システム規模(13MWh)のリチウムイオン電池とした。

CO2 排出量削減効果は、ベースライン(BL)排出量－プロジェクト(PJ)排出量として評価した。

- ・ベースライン(BL)：新品電池を蓄電事業および車載用電池として使用した場合の生涯排出量
- ・プロジェクト(PJ)：車載用電池をリユースし、蓄電事業に使用した場合の生涯排出量

CO2 排出量の算定対象は、原材料調達・電池製造から廃棄・リサイクル、ならびに各プロセス間の輸送における排出である。

主な算定条件として、車載利用年数は 10 年間、蓄電利用年数は 20 年間、蓄電利用における新品電池の利用年数は 20 年間、リユース電池の利用年数は 10 年間と想定した。

なお、電池としては PHEV 用電池を想定した。

また、スweep蓄電システム効率は 90%、一般蓄電システム効率は 88%とした。

そのほかの算定条件の詳細については、表 2.5.1 および別紙 2 CO2 排出量削減効果計算書を参照されたい。

表 2.5.1 CO2 排出量削減効果の評価条件⁷

機能単位	蓄電システム規模 (13MWh) を構成する リチウムイオン電池
CFP削減量	ベースライン排出量 (BL) － プロジェクト排出量 (PJ) BL：新品電池を蓄電事業 および 車載用電池として使用した場合の生涯排出量 PJ：車載用電池をリユースし 蓄電事業に使用した場合の生涯排出量
CFP算定対象	ライフサイクルバウンダリ毎（詳細は次フロー図参照） * 経済産業省策定ガイドラインを参照 ・原材料調達・電池製造における排出 ・電池の使用（車載利用・蓄電事業利用）に伴う電力ロス ・廃棄・リサイクルにおける排出 ・各プロセス間の輸送における排出
主な算定条件	・車載利用年数：10年間 ・蓄電事業は、20年間、1日あたり1サイクル、稼働率80%と想定 ・新品電池の蓄電利用年数：20年間（交換なし） ・リユースした電池の蓄電利用年数：10年間（交換回数1回） ・スweep蓄電システム効率は90%、一般蓄電システム効率は88%とする ・スweep蓄電システムに必要なスweep回路基板 および 一般蓄電システムに必要なPCSのCFPIは両者差し引けるものとする

⁷ 出典：車載用蓄電池のカーボンフットプリント算定方法（案） ver. 1.0（2023年4月 経済産業省）

3 まとめおよび今後の取り組み

3.1 まとめ

本事業では、「車載用電池のリユース技術開発実証」として四テーマについて取り組み、以下の成果を得た。

(1) 電力システムに適合した蓄電システムの最適化検討

① リユース電池で構築する大規模蓄電システムの要件定義・設計

本事業では、大規模蓄電システム向けの蓄電池キュービクル単位の技術検証を実施した。

大規模蓄電システムとして、特別高圧系統へ連系可能なシステムの要件定義を行い、蓄電池キュービクルおよびサブ変圧器の並列設置により、規模を拡張可能なシステムを設計した。

スワイプ蓄電システムについて、従来のコンテナ型と比較し、ロバスト性やスペース効率、安全性を向上させる「蓄電池キュービクル」を蓄電システムの最小単位として定義するとともに、送配電事業者との系統連系協議を踏まえた設計を実施し、試作評価にて動作が良好であることを確認した。

これにより、系統用蓄電システム向けの蓄電池キュービクル単位の技術検証完了の見通しを得た。

② 電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義

本事業では、電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義を実施した。

トレーサビリティ情報管理システムにて、原材料調達・電池製造から廃棄・リサイクルまでのトレーサビリティ管理項目（CFP、SOH・劣化度）を管理、CFPはCFP管理システムにて演算するシステム構成にて要件定義した。

これにより、蓄電利用を含む、ライフサイクルを通じた電池のトレーサビリティ情報の管理手法の要件定義を完了した。

③ 余寿命情報とスワイプ蓄電システムの一体制御方法の検証

本事業では、余寿命センサとスワイプ蓄電システムの一体化検討、ならびに電池選別、劣化診断用途の余寿命センサを用いた装置化の設計を実施した。

余寿命センサの試作にて、熱暴走温度の低下により電池の健全性を低下させるリチウム金属析出を複数セルまとめて検知可能であることを確認した。

また、余寿命センサを電池の電極に接触させるのみで診断可能な装置の試作にて、余寿命センサのポータブル診断装置化に向けた課題を抽出した。

これにより、リユース電池を短時間で劣化診断し、大規模蓄電システムの信頼性と運用性確保に向けた技術検証を進捗させた。

④ PV から蓄電システムへの充電における高効率なスイープ回路を用いた DC リンクの開発

本事業では、太陽光発電（PV）とスイープ蓄電システムの DC リンクの要件定義、およびシステム構成のためのシミュレーションモデルを開発し、システム構成検討を実施した。

PV に PCS 付きの蓄電池を組み合わせた従来型のシステムと比較し、現在のパラメータ値においては、PV にスイープ蓄電システムの DC リンクと組み合わせた場合の方がコスト優位性があること、既設の PV へスイープ蓄電システムの DC リンクシステムを導入する場合に特にコスト優位性があることを示した。

これにより、PV とスイープ蓄電システムの DC リンクの経済優位性を示した。

（2）CO₂ 排出量削減効果の評価

本事業では、電池をリユースする場合の CO₂ 排出量削減効果の評価方法の検討、および CO₂ 排出量削減効果の評価を実施した。

電動車の車載用電池、ならびに蓄電システム用の電池のそれぞれで利用する場合と、車載利用後の電池を蓄電システムとしてリユースする場合を想定し、電池をリユースする場合は約 23% の CO₂ 排出量削減効果があることを示した。また、CO₂ 排出量の主な削減効果の要因として、「新品電池の製造および廃棄・リサイクルの抑制」および「スイープ技術による蓄電システム効率改善」であることを定量的に示した。

3.2 今後の取り組み

車載用電池をリユースしたスイープ蓄電システムの事業化に向け、今後、以下のような取り組みを実施する予定である。

① リユース電池で構築した大規模蓄電システムの運用確立

・蓄電池キュービクルの耐熱焼認証：系統用蓄電システムの耐熱焼性の確保に向け、蓄電池キュービクルの耐熱焼設計を実施し、第三者認証を取得する予定。

・大規模蓄電システムとしての拡張性確認：変圧器最大容量における蓄電池キュービクル群の充放電試験、複数変圧器下における協調制御の確認等を行う予定。

・価格競争力の確保：蓄電事業としての使用に向け、スイープ蓄電システムの原価低減等により価格競争力を向上させる予定。

上記に加え、スイープ蓄電システムに搭載する車載用電池の確保に向けた回収スキーム等の検討を行うことで、社会実装の実現性が高まると考えられる。

② 電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の確立

・トレーサビリティ管理システムの設計：本事業にて要件定義したトレーサビリティ管理システムの設計を進める予定。

・トレーサビリティ管理システムの構築、データ連携実証：設計したトレーサビリティ管理システムを構築し、蓄電システム等からトレーサビリティ情報をデータ連携可能なことを確認する予定。

③ 余寿命情報とスイープ蓄電システムの一体制御方法の確立

・劣化診断装置の設計：劣化診断のポータブル装置化に向け、装置の設計を実施する予定。

・劣化診断装置の製作、劣化診断検証：設計した劣化診断装置を製作し、スイープ蓄電システムへ搭載前の電池の初期選別、ならびに電池をスイープ蓄電システムへ設置後に劣化状態を診断可能なことを確認する予定。

④ PV から蓄電システムへの充電における高効率なスイープ回路を用いた DC リンクの開発

・シミュレーションモデルの活用：PV と蓄電システムの DC リンクが必要となった時点において、最新のパラメータ値を入力し、開発したシミュレーションモデルを活用する予定。

また、経済性検討の結果を踏まえ、本事業にて設計した PV とスイープ蓄電システムの DC リンク回路の開発、実証の実施を検討する予定。

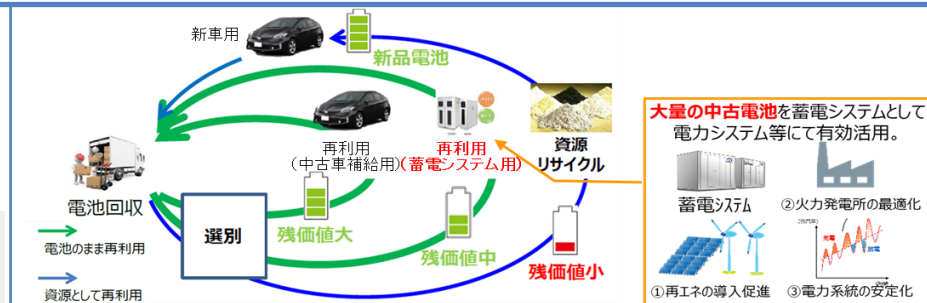
以 上

国内資源循環体制構築に向けた再エネ関連製品及びベース素材の全体最適化実証事業成果

事業者名 (代表事業者) 株式会社JERA / (共同事業者) トヨタ自動車株式会社

事業名称 車載用電池のリユース技術開発実証事業

事業内容 車載用電池のライフサイクルを通じたCO₂排出量の削減の達成に加え、電池の安全性・信頼性及び価格競争力向上によるリユース拡大を目的とし、以下の技術開発を行った。



① リユース電池で構築する大規模蓄電システムの要件定義・設計

【概要】 大規模蓄電システム向けの蓄電池キュービクル単位の技術検証を実施した。

【詳細】 大規模蓄電システムとして、特別高圧系統へ連系可能なシステムの要件定義を行った。スリーブ蓄電システムおよびサブ変圧器の並列設置により、規模を拡張可能なシステムを設計した。スリーブ蓄電システムについて、従来のコンテナ型から、ロバスト性やスペース効率、安全性を向上させる「蓄電池キュービクル」を蓄電システムの最小単位として定義し、試作にて動作が良好であることを確認した。これにより、系統用蓄電システム向けの蓄電池キュービクル単位の技術検証完了の見通しを得た。

② 電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義

【概要】 電池毎のライフサイクルを通じた使用履歴のトレーサビリティ管理手法の要件定義を実施した。

【詳細】 トレーサビリティ情報管理システムにて、原材料調達・電池製造から廃棄・リサイクルまでのトレーサビリティ管理項目(CFP、SOH・劣化度)を管理し、CFPはCFP管理システムにて演算するシステム構成について要件定義した。

③ 余寿命情報とスリーブ蓄電システムの一体制御方法の検証

【概要】 余寿命センサとスリーブ蓄電システムの一体化検討、ならびに電池選別、劣化診断用途の余寿命センサを用いた装置化の設計を実施した。

【詳細】 余寿命センサの試作にて、熱暴走温度の低下により電池の健全性を低下させるリチウム金属析出を複数セルまとめて検知可能であることを確認した。また、余寿命センサのポータブル診断装置化に向けた課題を抽出した。これにより、リユース電池を短時間で劣化診断し、大規模蓄電システムの信頼性と運用性確保に向けた技術検証を進捗させた。

④ PVから蓄電システムへの充電における高効率なスリーブ回路を用いたDCリンクの開発

【概要】 太陽光発電(PV)とスリーブ蓄電システムのDCリンクの要件定義、およびシステム構成のためのシミュレーションモデルを開発し、システム構成検討を実施した。

【詳細】 PVにPCS付き蓄電池を組み合わせた従来型のシステムと比較し、現在のパラメータ値においては、PVにスリーブ蓄電システムのDCリンクと組み合わせた場合の方がコスト優位性があること、既設のPVへスリーブ蓄電システムのDCリンクシステムを導入する場合に特にコスト優位性があることを示した。これにより、PVとスリーブ蓄電システムのDCリンクの経済優位性を示した。

