NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025
プログラムNo.7-1

新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業/
フェーズB（再生可能エネルギー利用促進分野）/

中小製造業の電力自給率増加のための持続的蓄電池導入型FEMSの開発

発表： 2025年7月15日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
発表者名　杉山敦史
*吉野電化工業株式会社、早稲田大学、関東学院大学
問い合わせ先　吉野電化工業株式会社　E-mail: a.sugiyama@yoshinodenka.com
TEL:　048-993-1130

事業概要

中小製造業向けFEMS研究開発の概要および目的

FEMS：工場向けエネルギーマネジメントシステム、工場の電力使用の効率化を図る制御システム

（背景）電力費の上昇は利益を圧迫する大きな要因。

電力費削減効果のあるFEMSの中小製造業での導入は、ごくわずか。

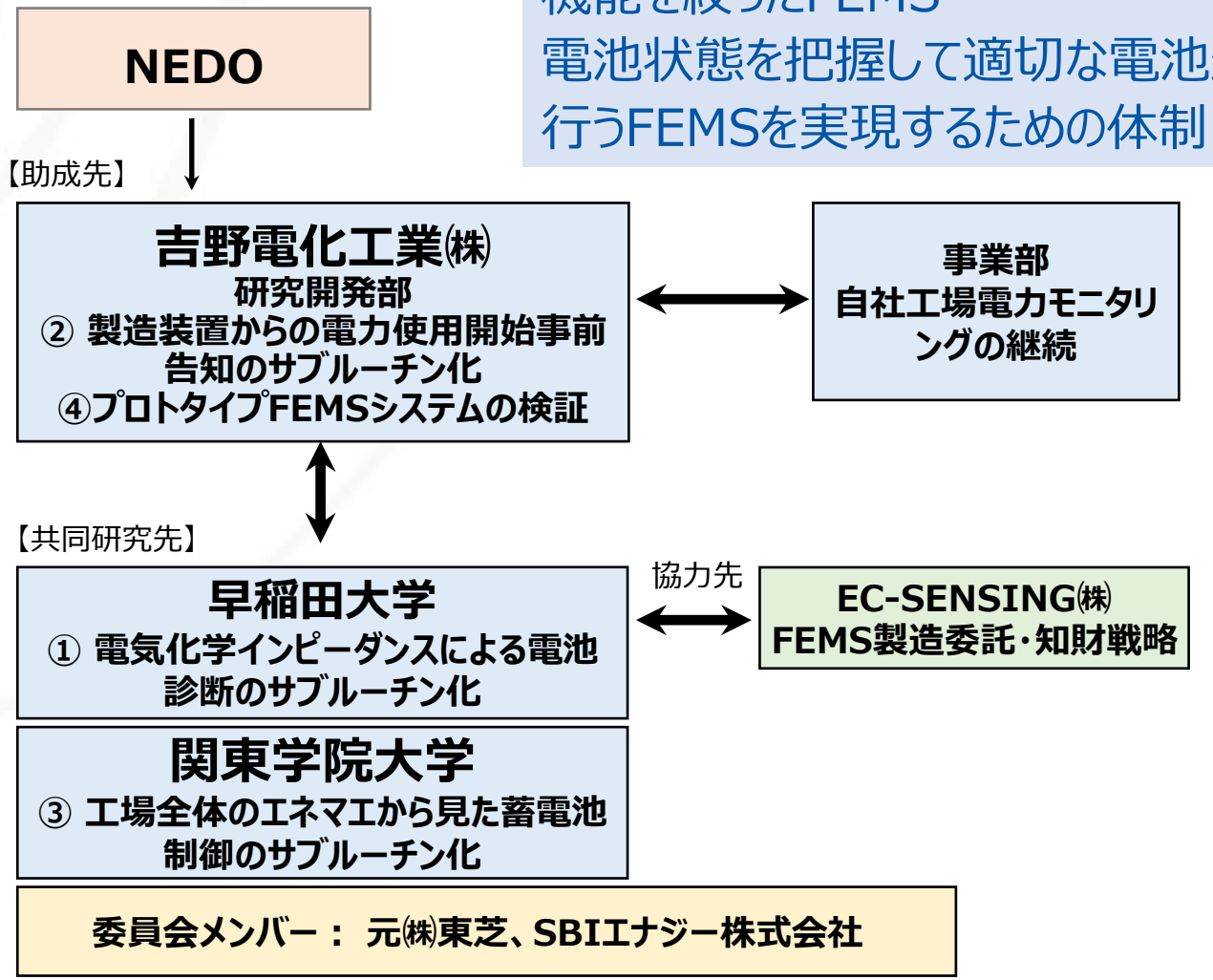
（期間）2022年10月24日　～　2024年9月30日

（目標）中小製造業に特徴的な電力パターンの平準化のために、**蓄電池を高出力の電力供給源として運用**し、かつ持続的に電力源拡張と交換を可能にするFEMSシステムの構築

（成果）蓄電池状態を把握する簡易なインピーダンス測定機能を備え、電池劣化状態に応じた電池充放電を制御するプログラムを作成し、試験用蓄電池と繋ぎ検証を進め、FEMS正常動作を確認した。

研究開発体制

機能を絞ったFEMS
電池状態を把握して適切な電池運転モード
行うFEMSを実現するための体制



中小製造業向けFEMS開発の背景

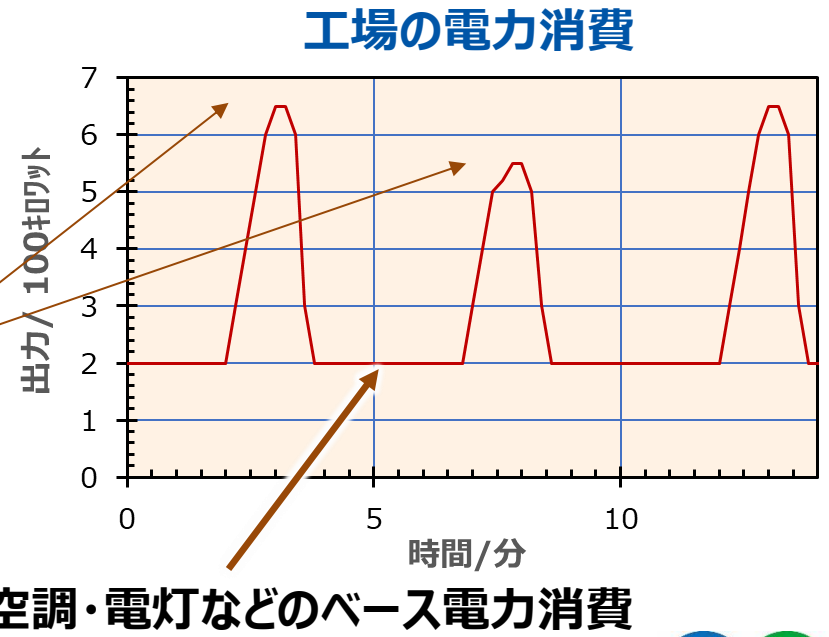
□ 課題：中小製造業の電力消費パターンの平準化の方法

熱を扱う中小製造業の電力パターンには、断続的に上下する電力変化が見られる。

熱処理装置、めっき装置、成型機等の消費電力は大きい。多数のラインを持たない**中小製造業では、装置稼働タイミングをずらすといった電力融通による電力平準化が難しい。**

写真　鉄鋼製歯車の高周波焼入れ炉

例えば、モニタリングした工場では、契約電力707kWに対して、本高周波炉は最大500kWを使用している。



課題対処

現状

現在市販されているFEMSは中小製造業に適しておらず（過剰仕様）、費用対効果を十分に発揮できない。結果、中小製造業でのFEMS導入は数えるほどに留まる

課題

中小製造業向けに導入し易い、初期投資額を抑えたFEMSであること

（中小製造業の大電力消費の製造装置に引きずられた断続的に上下する電力消費パターンの平準化を行う軽装備なFEMSであること）

対策・開発FEMSの特徴

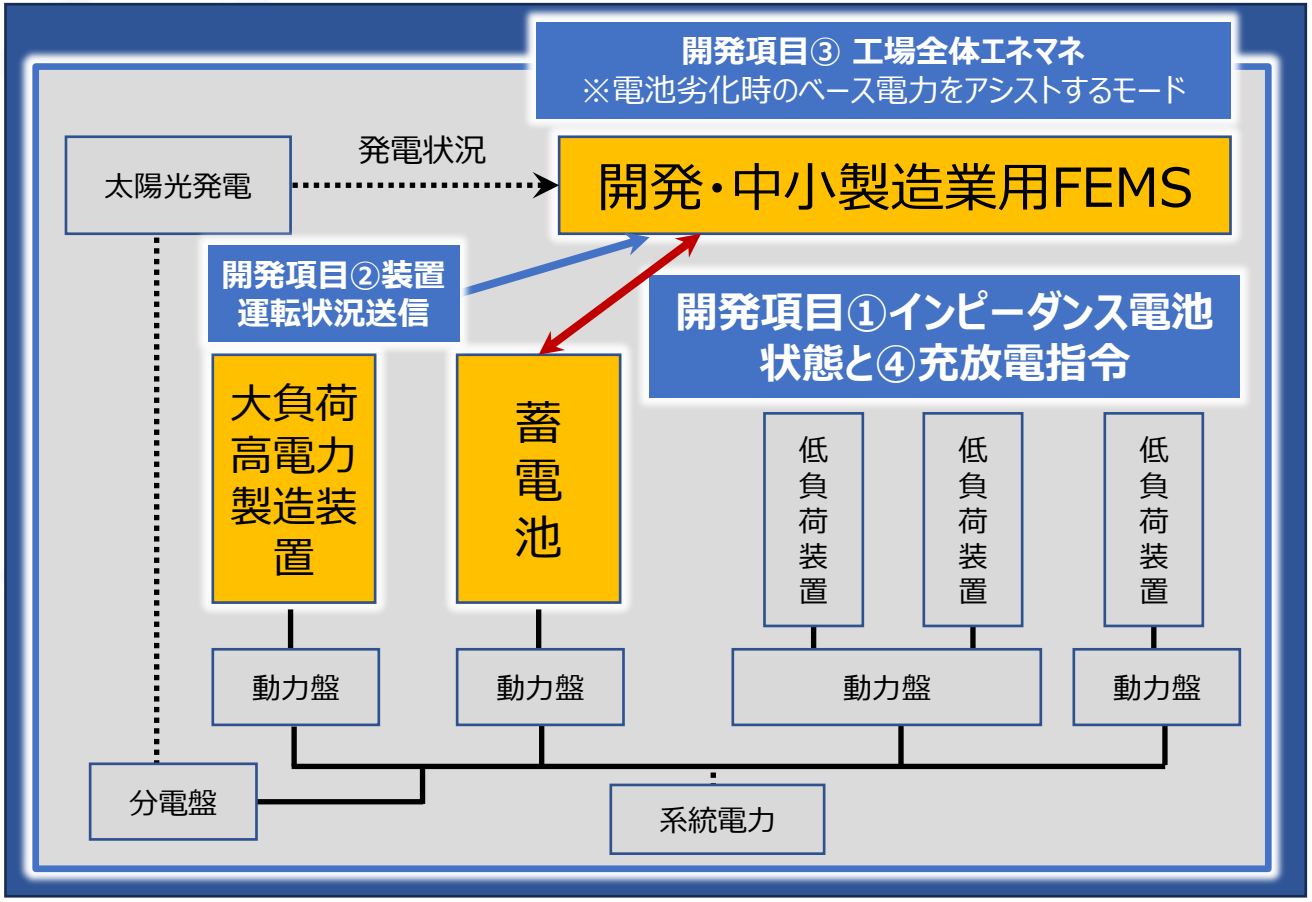
蓄電池を製造装置動力の高出力アシスト装置として活用⇔ **簡易な蓄電池「劣化」把握機能：矩形電気化学インピーダンス法（早大開発）の搭載**

FEMS導入後に蓄電池や太陽光発電設備の追加導入が可能⇔スタンドアローン的な運用が可能であり、段階的な拡張によって初期費用を抑制

秒単位での電力モニタリングと充放電制御⇔ 電力の「見える化」「気づき」による改善

フェーズBの研究開発4項目とFEMS構成

本FEMSは,酷使する電池状態を把握するプログラムを備えている。
電池が『良』の状態時は、高Cレート（充放電速度）での製造装置の電力供給として，電池が『劣化』したときは穏やかなCレートで工場全体の電力に供給



開発成果のまとめ

研究開発項目	目標設定	2024年成果
① 電気化学インピーダンスによる電池診断のサブルーチン化 担当 早稲田大学	蓄電池の劣化指標数値を用いることで、蓄電池の充放電条件（充放電速度、充放電容量）の簡易なFEMS制御を行う。	幅広い電圧範囲（SoC範囲）（SoC：電池の充電量を示すフル充電量に対する現在充電量の度合い%）で矩形波インピーダンスを適用するための条件として、低周波における|Z|の変化が小さいSoC80%に測定電圧設定の条件に絞った。
② 製造装置からの電力使用開始事前告知のサブルーチン化 担当 吉野電化工業	本FEMSは、電力の予測機能を搭載しない代わりに、製造装置運転開始時間の事前告知信号を製造装置からFEMSに直接送信する簡易なFEMS制御を行う。	製造装置の運転スタート時に係るトリガー信号にノイズに強い4-20mA出力装置の組み立て。また市販USB接続装置（アナログ－デジタル変換）を用いたFEMSへの信号入力仕様を検討した。

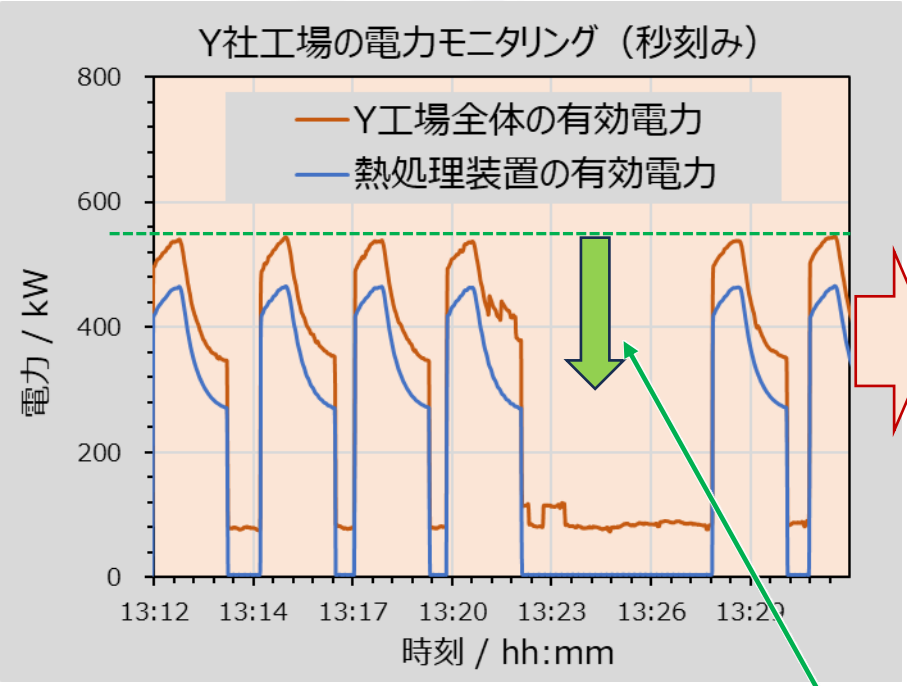
開発成果のまとめ

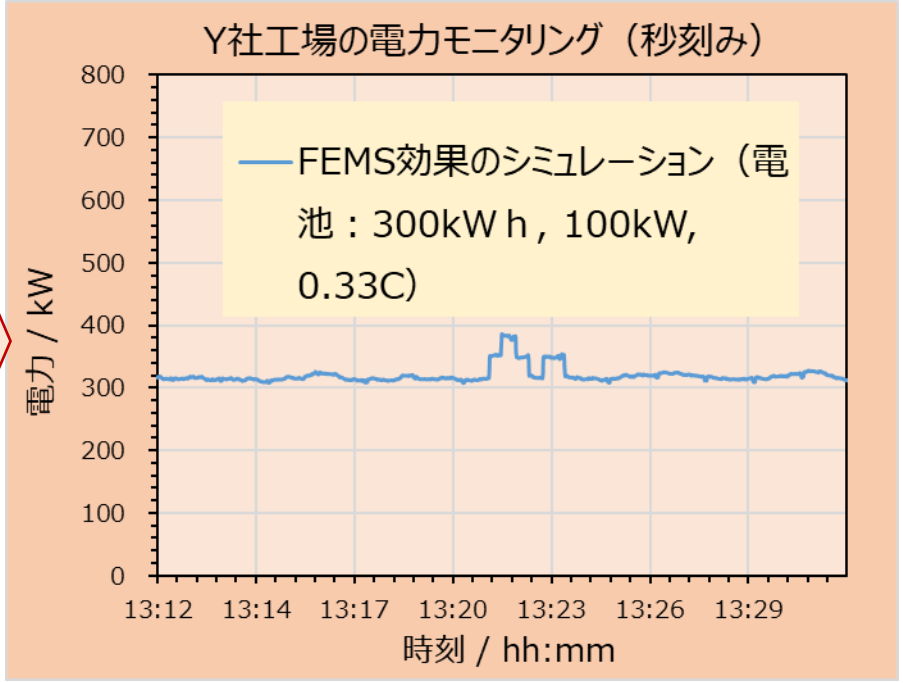
研究開発項目	目標設定	2024年成果
③ 工場全体のエネマエから見た蓄電池制御のサブルーチン化 担当 関東学院大	本開発FEMSは、大負荷製造装置で使用する電力を蓄電池からの放電で補うことで工場全体のピークカットを実施する。（非定常運転モード）	蓄電池の劣化状況によっては、夜間充電、装置稼働の昼間に放電といった一般的な蓄電池の運用（定常運転モード）が適するようになる。このため蓄電池の劣化指標数値によって、蓄電池の運転モード変更の閾値を求めた。
④ プロトタイプFEMSシステムの検証 担当 早稲田大学	本項目では、①～③のサブルーチンを組み込んだFEMSシステムを試験用蓄電池に接続して、動作確認を行う。	FEMS仕様をつくり、プログラム外注し、実証試験を行った。

開発成果　FEMSの効果

本FEMS効果のシミュレーション

秒刻みの電力制御で電力『213kW』削減効果



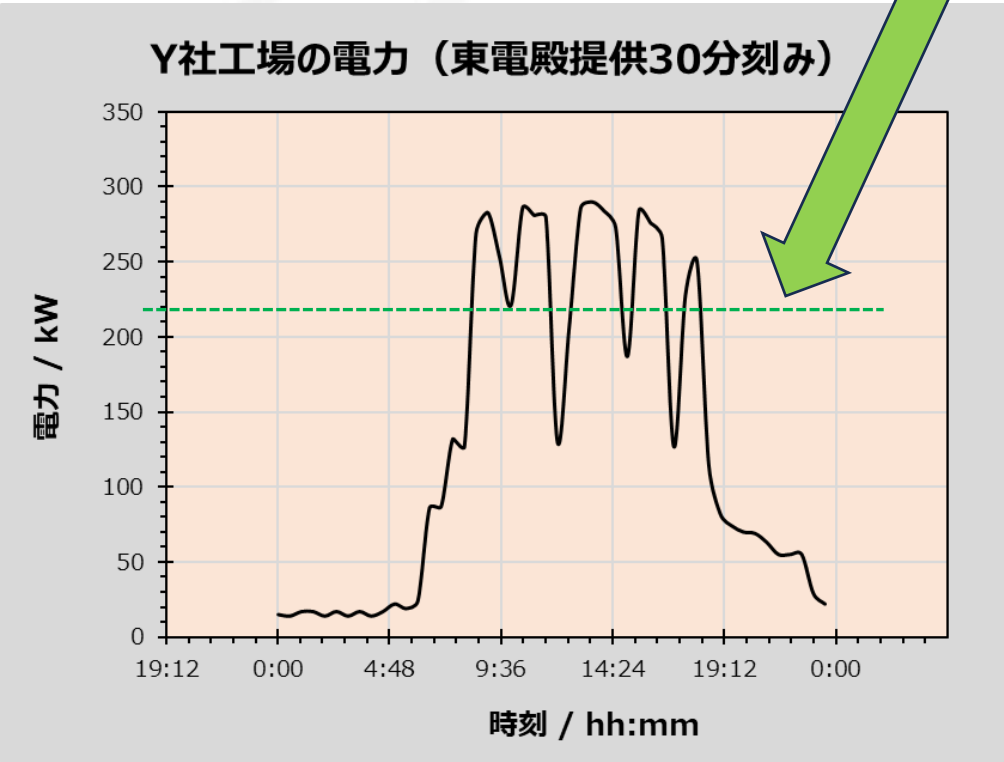


最大電力を蓄電池で削減するFEMS

開発成果

夜間充電・昼間放電の電池運転

今までのFEMSの場合は大きな容量の蓄電池が必要：30分刻みの電力で考える：「夜間に充電」、「昼間に放電100kW」の電池運転のときには、900kWhの電池容量が必要



一方、

開発FEMSの蓄電池は、高い充放電速度（Cレート）を求める。

Cレートが1C、2Cと早くになるに従い、電池容量は小さくても良くなる。

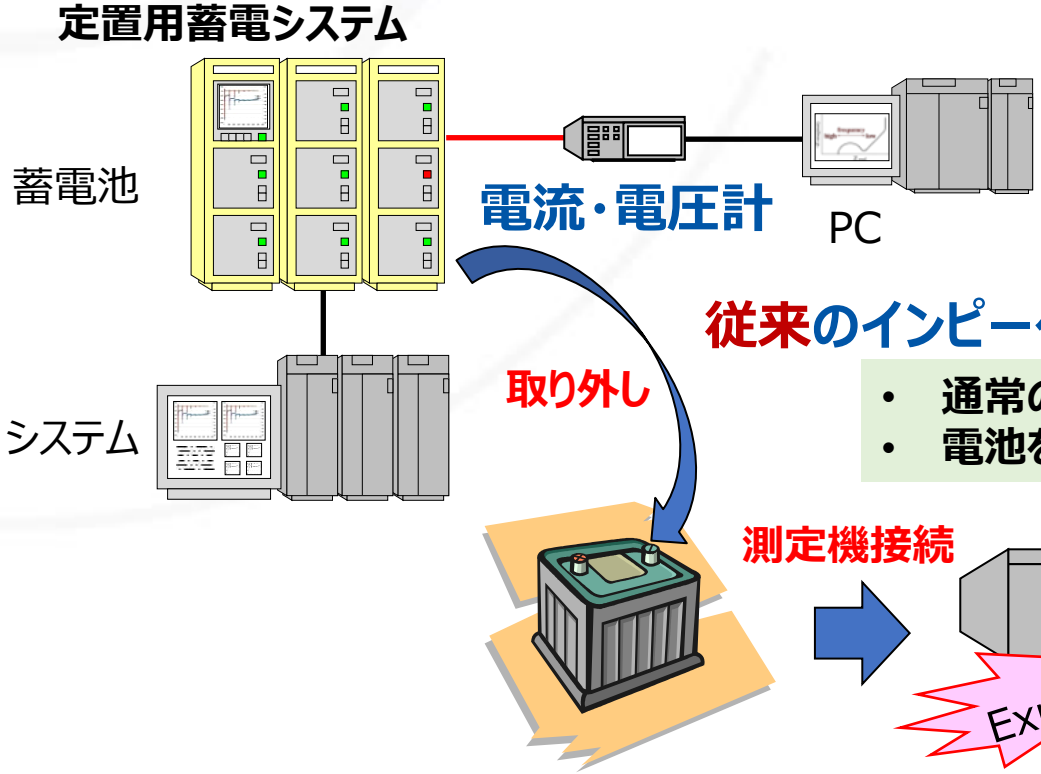
性能進化した電池に更新可能なFEMS

また工場の電力診断は、秒刻みの電力モニタリングによって30分刻みで見えないことが見えてくる。

開発成果　矩形インピーダンス
交流抵抗から電池状態を把握する方法

酷使する電池状態を把握するための早大開発の矩形電気化学インピーダンス法の搭載：高価な測定機器を必要にしない測定

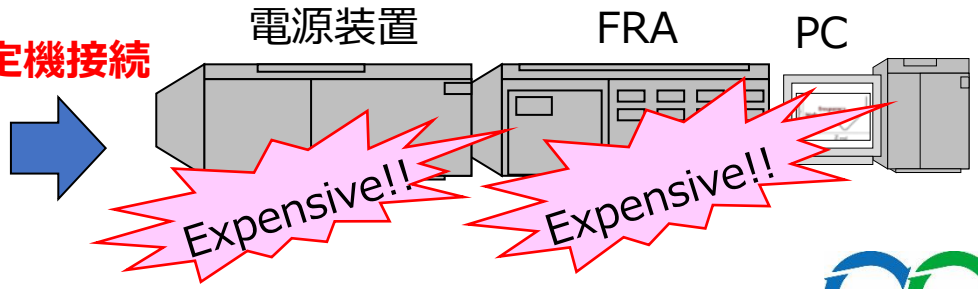
矩形波インピーダンス法による電池評価



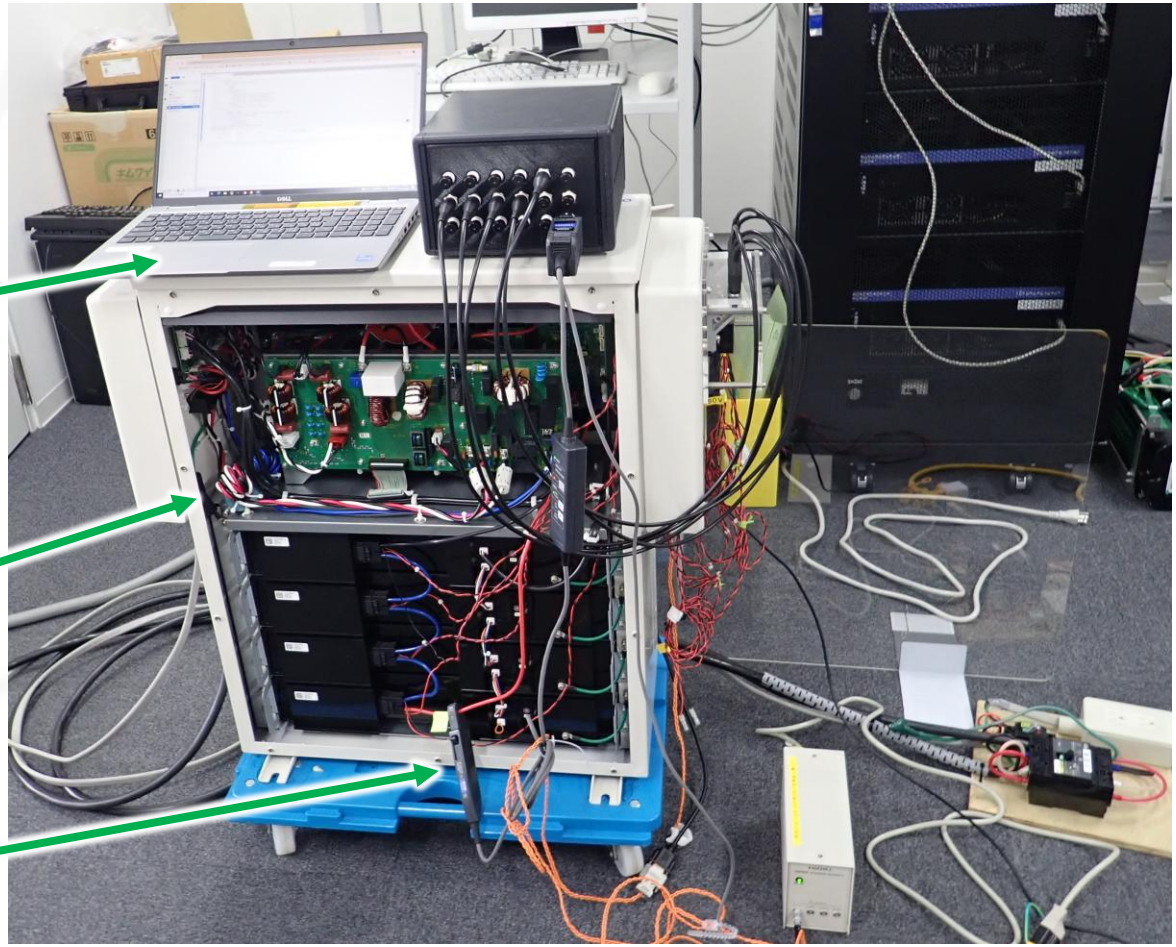
- 安価な電流・電圧計のみ使用
- 電池の取り外しが不必要
- PCによる信号処理によりインピーダンスを算出

従来のインピーダンス法による電池評価

- 通常のインピーダンスによる電池評価
- 電池を取り外して高価な装置を使用して評価



開発成果　実証試験風景



開発成果　試験内容

充放電の運用基礎
- SOCを100に保つように充電
- 17:00-24:00 充電しない
- 0:00-3:00 SOC 80に調整
- 3:30-4:00 インピーダンス測定
- 4:00- SOC100に調整

運用データ1	運用データ2	運用データ3
8:00:00,-1	13:00:00,-1	17:15:00,-1
8:00:10,-1	13:00:10,-1	17:15:10,-1
8:00:20,-2	13:00:20,-2	17:15:20,-2
8:00:30,-2	13:00:30,-2	17:15:30,-2
8:00:40,-3	13:00:40,-3	17:15:40,-3
8:00:50,-3	13:00:50,-3	17:15:50,-3
・	・	・
・	・	・
・	・	・
11:59:50, -3	16:59:50, -3	18:14:50, -3

- 8:00-17:00 放電要求がないときは最大Cレートで充電

インピーダンス測定

測定結果

劣化診断(Rs+Rct)

最大Cレート決定

データ修正

SOC上下限調整

充放電の運用

開発成果　まとめ

中小製造業用FEMS開発の流れ

① 電気化学インピーダンスによる電池診断プログラム：電池状態の閾値の試験

～100Wh電池で測定条件を検討

～2kWh電池で確認

大型定置蓄電池
33kWh、50kW

② 製造装置からの電力使用開始事前告知のサブルーチン化

③ 工場全体のエネマエから見た蓄電池制御のサブルーチン化

インピーダンス測定サブルーチンの搭載

プログラムで電池運用

通信機能を備えた基本プログラム（外注作成）	インピーダンス測定用サブルーチン（外注作成）の搭載、ネット上でデータ共有の機能付き		エネマエのサブルーチン搭載（外注作成）	④ プロトタイプFEMSシステムの検証終了

事業終了後の実証試験のための中小製造業向けのFEMSの完成

課題と今後の取組

課題

- FEMSの安全性と耐久性の担保
- 矩形インピーダンス計測用の電流センサーが高額であること

取組　事業で動作確認したFEMSの安全性と耐久性を担保するために、実電池による試験運用を行う。また安価な電流計を用いたインピーダンス測定可否の検討。

実用化・事業化の見通し　FEMS導入を検討する事業者に対し、工場電力のモニタリングおよび電力削減診断を提供。診断事業を通じて、顧客の状況に応じたFEMSの販売を計画。