

**「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」
個別テーマ／事後評価委員会**

2023年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業総合技術開発機構

国際部

目 次

はじめに
審議経過
評価委員会名簿

第1章 評価

1. 総合評価
2. 各論
 2. 1 事業の位置付け・必要性について
 2. 2 実証事業マネジメントについて
 2. 3 実証事業成果について
 2. 4 事業成果の普及可能性
3. 評点結果

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 評価委員会公開資料（資料5）

参考資料 評価の実施方法

はじめに

本書は、「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」の個別テーマの事後評価に係る報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第29条に基づき「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」事後評価委員会を設置し、事業評価実施規程に基づき、評価を実施し、確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

2023年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
国際部

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」
個別テーマ／事後評価委員会

審議経過

- 事後評価委員会：2022年12月7日（水）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 評価委員会の設置について
3. 評価委員会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明

非公開セッション

6. 事業の詳細説明
7. 意見交換

公開セッション

8. 事業の詳細説明
9. 今後の予定、その他、閉会

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」
個別テーマ／事後評価委員会

表 1 事後評価委員会委員名簿

| 職位 | 氏名 | 所属 | 役職 |
|-------|--------------------|-----------------|------------|
| 委員長 | いしい ひでお 石井 英雄 | 早稲田大学 | 教授 |
| 委員長代理 | つしま しょうじ 津島 将司 | 大阪大学 | 教授 |
| 委員 | いわさき ひろのり 岩崎 裕典 | PwC アドバイザリー合同会社 | ディレクター |
| 委員 | しま ひろし 島 裕 | 中曽根康弘世界平和研究所 | 主任研究員 |
| 委員 | ばんどう しげる 坂東 茂 | 電力中央研究所 | 研究推進マネージャー |

敬称略、委員長及び委員長代理以下五十音順

第 1 章 評価

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」
米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」
個別テーマ／事後委員会

評価委員会コメント及び評点の集約結果

1. 総合評価

＜肯定的意見＞

- ・ わが国で長年培ってきた蓄電池を適用した電力市場入札による事業性、ならびにマイクログリッドのコア供給設備としての基本的機能などを、総合的に実フィールドで実証し、大きな成果を上げたものと評価する。
- ・ 本事業において、世界的に最も注目される加州において、レドックスフロー電池の大規模実証を世界初の成果（ブラックスタート）も含めて示したことは、我が国技術の優位性を世界に向けて強くアピールしたものである。世界的に長時間電力貯蔵技術へのニーズが急激に高まっており、普及促進に向けて、本事業の波及効果は非常に大きいものである。
- ・ 得られた知見は、今後の日本国内における電力市場の形成と運用の制度構築を進める上で特に有益であり、我が国として脱炭素化を推進し、実現するための基盤となる。技術的には、蓄電池システムとして、実電力市場における高い稼働率（事業最終年度には99%）と耐久性（20年での容量保持率が90%以上）を示した価値は極めて大きい。
- ・ 本事業は、日本政府ならびに NEDO が加州との間で構築してきた信頼関係があっこそ実施できたものであり、エネルギーの安定供給と脱炭素化の実現という社会的要請を踏まえた政策的必要性に合致したものと高く評価できる。
- ・ 当初の目的を十分達成するだけでなく、実負荷でのブラックスタートに成功するなど世界的にインパクトがある成果を出しており、我が国、加州に対してのみならず世界的にも有意義な成果を挙げることが出来た。我が国が技術優位性と高い市場シェアをキープしているレドックスフロー電池技術において、世界的に注目される加州という場において有意義な成果を出せたことは、事業実施者のビジネスに対するインパクトだけでなく、我が国の蓄電産業の競争力強化という観点からも意義が高い。
- ・ 実施事業者の事業終了後の海外展開のロードマップも明確であり、既に様々な取組を進めているなど、本実証事業での取り組みを活かし、相手国に本格進出を進めており高く評価できる。
- ・ 世界的に見ても再生可能エネルギーの普及拡大に伴う蓄電技術の必要性の認知が高まってきており、そして再エネが主力電源となる上で長時間率の蓄電技術に対する期待が高まっている観点から、本実証成果を踏まえた海外諸国の課題解決への貢献への波及効果が期待できる。
- ・ エネルギーインフラのイノベーションのためには、技術セクターと政策当局が連携していくことの必要性を示唆した取り組みと評価できる。ライフサイクルコストを前提とした質の高いサービス供与を持続可能とするためのビジネス環境作り、レジリエントなサプライチェーンの開発など、新たな産業政策上の論点が浮かび上がったことも事業成果として認識するべきと考える。

- ・ 配電システムに連系されるエネルギー貯蔵の価値分析は、非常に時宜を得た内容であり、結果として長時間容量の強みを生かす戦略を明確化したことは、この実証の最大の成果と言える。長時間容量の蓄電池の活用方法として、マイクログリッドに踏み込んで実証をできたことにより、連系・自立・運用関係の確認すべき事項・技術開発事項を多く含むことができおり、非常に意義深い実証となったことと評価する。

<今後に対する提言>

- ・ 市場での事業性に関する評価について、実証地の加州と日本の違いなどを考慮の上、整備の途上にある国内の需給調整市場等へのフィードバック、改善などの提言につなげていただきたい。成果を国内外の場で広く PR するとともに、今後実系統での試験を行うことへの啓発材料として共有されたい。
- ・ レドックスフロー電池はさらなる性能向上が見込める蓄電池である。欧米、中国、韓国では官民を挙げた研究開発が強力に進められており、本事業において示された我が国が持つ技術的優位性を保つためにも、研究基盤の拡充が不可欠である。そのためには、本事業の成果を広く発信することで産官学のコミュニティの形成につなげ、次世代、次々世代を睨んだ研究開発を国として支援し、推進していくことが求められる。
- ・ 技術だけでなく経済性も重要な中、この成果を国内の市場設計にもフィードバックして参考にしながら議論を深めていくことが重要と考える。
- ・ マイクログリッド運用の可能なレドックスフロー蓄電池は、エネルギーレジリエンスの観点でも重要な要素技術であるため、レジリエンス価値の評価も今後手掛けられてはいかがか。価値を定量的に示すことができれば、自治体、政府など、高い電力供給確率を必要とする需要家への訴求力の向上につながるであろう。

各論

2.1. 事業の位置付け・必要性について

<肯定的意見>

- ・ 世界的なカーボンニュートラルへの取り組み強化の根幹にかかわる内容であり、脱炭素とレジリエンス確保に資する実証事業である。特に、近年の長時間対応エネルギー貯蔵のニーズ拡大に合致し、技術的ソリューションを提供するものである。
- ・ 世界的にも最先端に位置する米国・加州において、市場入札、実フィールドでのマイクログリッド実証は、制度・規制への適合、経済性の評価など現地での実証でこそ説得力のある結果が得られるものであり、その意義は非常に大きく、理想的な進め方が出来たものと評価する。
- ・ レドックスフロー電池は大規模電力貯蔵システムとして世界的に研究開発が活発化している。これまでは日本企業が先行し、技術的にも優位性を保持しているとの認識があったが、近年、特に欧米ならびに中国などにおいて国策として推進され、スタートアップ企業なども現れている。このような中で、世界で最も注目される加州において、レドックスフロー電池実証事業を実施したことは、我が国技術の優位性を世界に向けて強くアピールし、本事業の波及効果は非常に大きいものである。
- ・ 電力市場の形成・運用で先行する加州における蓄電池の送電・配電運転から得られた知見は、今後の日本国内における電力市場の形成と運用の制度構築を進める上で特に有益であり、我が国として脱炭素化を推進し、実現するための基盤となるものである。技術的には、蓄電池システムとして、実運用の電力系統下において、ブラックスタートならびにシームレス移行を実証したことは、その意義は極めて大きい。本事業は、日本政府ならびに NEDO が加州との間で構築してきた信頼関係があつてこそ実施できたものであり、エネルギーの安定供給と脱炭素化の実現という社会的要請を踏まえた政策的必要性に合致したものと高く評価できる。
- ・ 我が国においても蓄電池が電気事業法で明確に位置づけられて電力システムにおける活用促進が図られはじめており、それに先行して海外で実証を行い、技術的実現性を確認出来たことは有意義である。加州での森林火災による停電という新たな課題に対しても、ブラックアウトスタートなどのマイクログリッド運用の実証を追加で実施し成果を挙げることが出来ており、相手国政府の喫緊の課題にもフレキシブルに対応し、成果を挙げることが出来た点は有意義である。
- ・ 本テーマは、世界共通の社会課題の解決に貢献するものであると同時に、足下の経済情勢、安全保障の観点からも重要な革新的技術領域でもあることから、その実運用を含めた実証は技術的にも政策的にも意義が高いと考えられる。
- ・ 配電システムに連系する蓄電池の送・配電システムそれぞれへの貢献価値を評価する実証は、低圧リソースの活用の議論が現在活発化している日本への示唆に富み、非常に必要性の高い実証である。NEDO が関与したことにより、民間企業単体では難しかったであろう、加州政府との良好な関係を実現できたことにつながったと評価する。

<改善すべき点>

- ・ 日本への還元についてはもっと積極的に行うべきであったと考える。日本と加州での制度的な違いはありつつも、確認出来た技術的実現性や加州での実証に際しての技術的・制度的課題点などを、我が国の電力システムの制度・政策議論において適時かつ適切にフィードバックしながら議論を深めていくことが必要であったと考える。

- ・ マイクログリッドの社会実装を見据えて、市場取引の枠組みをはじめホリスティックに運用の要件定義や制度設計のあり方を論点整理し、政策当局に向けた情報発信・政策提言がなされることを期待したい。

2.2. 事業マネジメントについて

<肯定的意見>

- ・ これまでの取組で NEDO は米国において名が通っており、存在感と信頼感を醸成していることに加え、加州政府と MOU を締結し関係機関との調整にあたったことは、本事業の円滑な推進に貢献したものと評価する。
- ・ 事業開始後に加州で頻発するようになった山火事、これに伴う計画停電から発生したマイクログリッド実現のニーズを適時に取込み、事業計画を変更（拡大）する意思決定を行い、SDG&E の実系統におけるマイクログリッド実証事業を実現したことは事業の価値を高めることに大きく貢献したものと評価する。計画変更に当たっては、有識者委員会を組織し、実施計画の意義・妥当性を適切に評価し、透明性ある形で実行したマネジメントも含めて好事例であり、今後の事業においても活かせるように共有を進められたい。
- ・ 本事業は、加州との信頼関係の上でこそ実現できたものであり、加州ならびに現地の電力会社との密な連携と信頼関係を構築し、柔軟に本事業を実施した NEDO のマネジメント、さらにそれに応えた蓄電池システムの事業実施者のマネジメントのいずれもが高く評価されるものである。事業期間中にける現地の州政府、電力事業者などの要請を的確につかみ、ブラックスタートなどの実証項目として、本事業の推進に反映し、有意義な結果を獲得するなど、本事業のマネジメントは今後の同様の事業における理想的なかたちを示しており、特に高く評価される。
- ・ 加州のレジリエンスの課題に対してフレキシブルに対応し、時宜を逸さずに追加実証を行い我が国の技術的な貢献につながったことは適切なプロジェクトマネジメントの証左と言えよう。また実証終了後に設備廃棄とせず、加州電力事業者における商用運転につなげ、実プラントとしてショーケースの役割を果たす効果も期待できるなど、相手国との良好な関係継続につながるマネジメントのお陰とも言えよう。
- ・ 送配電網の複合運転を通じて実運用につながる実証計画となった点は評価できよう。
- ・ マイクログリッドのブラックスタートなど、国内における実行では相当ハードルの高い実証をやり遂げられたことは非常に意義深い。NEDO 及び実施者が、地元政府、電力会社、住民と密な関係を構築できた証憑と言える。
- ・ リチウムイオン電池では他国の先行を許しているものの、レドックスフローは住友電工の技術水準が世界レベルであることは明白である。我が国の強みを有する実証であった。世の中の中の技術的ニーズを取り入れて、マイクログリッドの実証を追加したことも評価に値する。

<改善すべき点>

- ・ 特になし

2.3. 事業成果について

<肯定的意見>

- ・ 蓄電池活用の注目されるテーマである市場での活用によるマネタイズについて、経済性最大化の検討に基づき実際の CAISO の市場での入札によって結果を定量的に示したことは大きな成果である。本事業で実施した実系統におけるマイクログリッド実証、独立系統へのシームレスな移行、日米通じて初となるブラックスタート検証は、一般に実現が困難である試験を実行に漕ぎつけたものであり、かつ良好な成果を得たことの意義は大きい。
- ・ 配電網そして送電網での蓄電池システムの複合運転に加えて、配送電網双方における複合運転を実施し、蓄電池システムの充電状態 (SoC) として 100%~0%にまたがる範囲で安定的に高い稼働率で運用し、容量保持率も高い水準で維持できることを示したことは技術的に高く評されるものである。電力系統内での充放電にも高い時間応答性で対応でき、負荷平準化にも貢献できることが実証されており、再生可能エネルギーの大量導入を支える基盤技術として、優位性についても定量的な検証を与えており、非常に有意義な成果を獲得している。
- ・ 当初の目標を達成し、また事業中に追加となったマイクログリッドの実証も目標を達成できている。実系統におけるブラックアウトスタートの実証は、世界でもまれに見る実証結果であり、我が国・加州のみならず世界的に見ても貴重な実証成果である。
- ・ レドックスフロー電池という我が国が優位性を持つ技術において、送配電網での活用ポテンシャルを明らかとする実証成果を出したことは、今後のレドックスフロー電池の普及拡大に向けて大きな成果である。送配電網におけるレドックスフロー電池の活用をユースケースとして事業性を評価し、今後のコストダウンなどの必要性があるものの、一定程度の事業性が成り立つ見通しを得た点も有意義な成果と言えよう。
- ・ マイクログリッドに関する社会的要件・ユーザーニーズを把握したことは成果として意義深い。また、日本のモノづくり企業にとってのこれからの技術戦略・事業戦略のあり方を示唆しているとも考えられる。
- ・ 目標はおおむね達成されたものと評価できる。

<改善すべき点>

- ・ 世界的に最先端の電力市場の一つである CAISO 市場での実証経験に基づき、日本への一段高いフィードバックを期待したい。市場の構造、参入要件、市場価格の変動範囲などを日本との対比で評価し、再エネ拡大に対応した系統安定化の視点や分散リソースの最大限の活用の観点などから、日本の電力市場がより効果的なものになっていくための提言を期待する。
- ・ 改善ということではないが、可能であれば実系統試験ならばこそ得られたものが何であったかをとりまとめ、今後類似の検討が国内外で行われていく際の検証の在り方（特に実系統での検証）などへの啓発材料として欲しい。
- ・ レジリエンス確保への貢献を定量的に示すのは難しいことは理解するが、経済効果について、公表されている停電コストなどを参照し、オーダー程度でも評価いただきたい。（なお、これらは公表する国や団体で大きく異なるものであり、検討の前提などとともに示すことが肝要である。）事業としてはエネルギー消費の効率化を謳っているため、その観点からの成果への言及は必要と思われる。

- ・ 配電システムへの貢献価値の評価については、今回の蓄電池の導入規模そのままを検証したとのことであるが、配電線の支線の末端に位置する蓄電池が貢献することのできる配電システムへのサービスは、自らの連系されている支線など、もっと近接されたエリアに限られている可能性がある。導入規模を縮小した場合（例：支線の電圧調整への貢献や、同じく支線の設備の更新投資の繰り延べ効果等）の評価が必要であろうと考えられる。シミュレーションのケース設定の追加をされた方が良いと考えるが、終了報告書の提出も終えているプロジェクトであり、対応は NEDO、実施者に任せる。

2.4. 事業成果の普及可能性

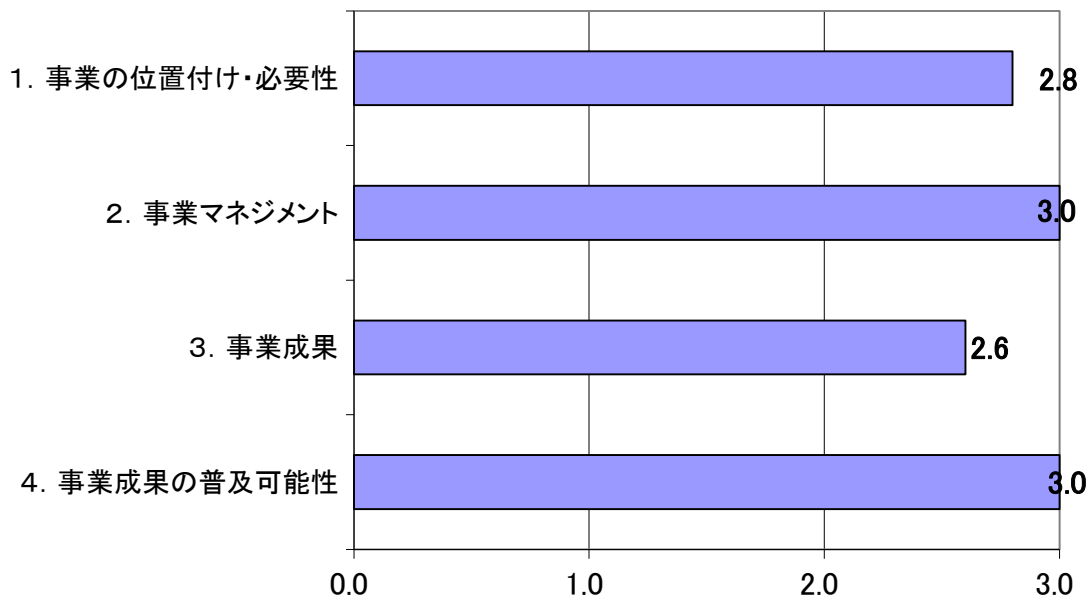
<肯定的意見>

- ・ 再エネ導入の進展、レジリエンス確保のニーズの高まりから、長時間型蓄電池のニーズが高まっており、本技術の競争力が高まっていると考える。IEC における標準化活動で主導的役割を果たしている。また、米国での使用を想定し、UL 規格はじめ、必要な適合が行われている。
- ・ 長時間電力貯蔵を導入する世界的な潮流が形成され、レドックスフロー電池は長時間システムになるほどに経済性が高まり、リチウムイオン二次電池よりも優位になると認識されてきている。活物質であるバナジウム、炭素繊維電極、電解質膜などの電池材料、パワーコンディショナーなどのシステム補器、などについてもコスト、調達先、サプライチェーンの構築から、施工時の体制づくりに至るまで、リスクも含めて精査している。世界を市場と捉えたビジネス展開を進めており、標準化においても世界をリードする役割を果たしている。
- ・ レドックスフロー電池はセル・スタックの大型化に伴って顕在化する技術課題（製造技術、材料劣化の抑制、長期安定作動のための信頼性の確保と制御・監視技術など）も多く、本事業で自由電力市場における長期安定稼働と耐久性を実証したことは、普及を強力に後押しする成果である。
- ・ 実施事業者の海外展開のロードマップも明確であり、既に様々な取組を進めているなど、本実証事業での取り組みを活かし、相手国に本格進出を進めており高く評価できる。世界的に見ても再生可能エネルギーの普及拡大に伴う蓄電技術の必要性の認知が高まってきており、そして再エネが主力電源となる上で長時間率の蓄電技術に対する期待が高まっている観点から、本実証成果を踏まえた海外諸国の課題解決への貢献への波及効果が期待できる。
- ・ 競合相手との競争力の分析の内容は納得できるものであり、評価に値する。長時間容量の蓄電池が重宝される地域は現状では限られるものの、今後の再エネ導入の度合により、徐々に長時間容量のエネルギー貯蔵の必要度は、加州に限らず拡大されていくと考えられ、妥当な方向性であると評価する。

<改善すべき点>

- ・ いろいろ考えられていると思料するが、研究会・学会・展示会などの場で取り組みと成果を PR いただきたい。
- ・ 我が国でも送配電網における蓄電池の活用が始まりつつあるが、本実証の成果を踏まえた日本における系統用蓄電池の役割のあり方や、普及に向けた制度設計のあり方についての議論を深めていくべきと考える。
- ・ 本事業をきっかけに、企業として米国市場の開拓を推進することは妥当であるが、中長期的に国内市場の開発ならびにアジア市場への展開につながるよう、継続した情報受発信と政策的支援を期待したい。

3. 評点結果



| 評価項目 | 平均値 | 素点 (注) | | | | |
|----------------|-----|--------|---|---|---|---|
| | | A | A | B | A | A |
| 1. 事業の位置付け・必要性 | 2.8 | A | A | B | A | A |
| 2. 事業マネジメント | 3.0 | A | A | A | A | A |
| 3. 事業成果 | 2.6 | B | A | A | A | B |
| 4. 事業成果の普及可能性 | 3.0 | A | A | A | A | A |

(注) 素点は各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出した。また、読み手による解釈を統一するため、以下の判定基準は、A 及び B はポジティブ、C 及び D はネガティブとして扱った。

〈判定基準〉

| | |
|-------------------|---------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性 | 3. 実証事業成果 |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 実証事業マネジメント | 4. 事業成果の普及可能性 |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

第 2 章 評価対象事業に係る資料

「米国加州における蓄電池の送電・配電 併用運転実証事業」（事後評価） （2015年度～2021年度 6年間） 実証テーマ概要（公開）

NEDOプロジェクトチーム(スマートコミュニティ・エネルギーシステム部、国際部)
住友電気工業株式会社

2022年12月07日

目次

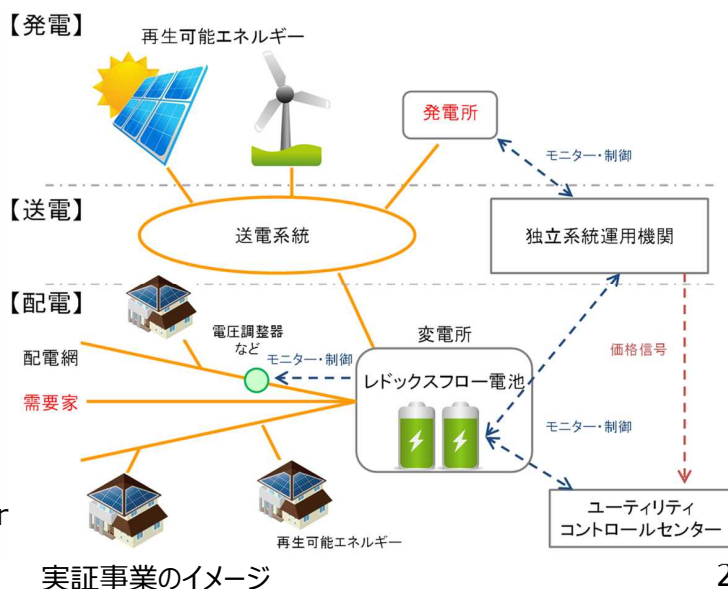
1. 事業の位置付け・必要性
 - (1) 政策的必要性
 - (2) NEDO関与の必要性
2. 事業マネジメント
 - (1) 相手国との関係構築の妥当性
 - (2) 実施体制の妥当性
 - (3) 事業内容・計画の妥当性
3. 事業成果
 - (1) 目標の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性
 - (1) 事業成果の競争力
 - (2) 普及体制
 - (3) ビジネスモデル
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

- 地元電力会社San Diego Gas & Electric (SDG&E) のSan Miguel変電所にレドックスフロー（RF）電池（2MW/8MWh）を設置し、再生可能エネルギーの増加に対応するための需給調整力の確保、および非常時のレジリエンス向上に向けた、RF電池の有効利用方法を実証。
- 2018年度よりRF電池として米国で初めてCAISO※市場に参加し、エネルギー市場およびアンシラリーサービス市場での取引によりRF電池の経済的価値を向上させる利用方法を実証。
- 2021年度には実配電網を用いて66軒の実需要家を含むマイクログリッドを構築。停電状態から電力供給するブラックスタート機能、停電を伴わずに系統から切り離しマイクログリッド運用に移行するシームレス移行機能の2つの機能において、RF電池のみで安定に電力供給できることを実証（日米初）。



米国加州サンディエゴに設置したレドックスフロー蓄電池

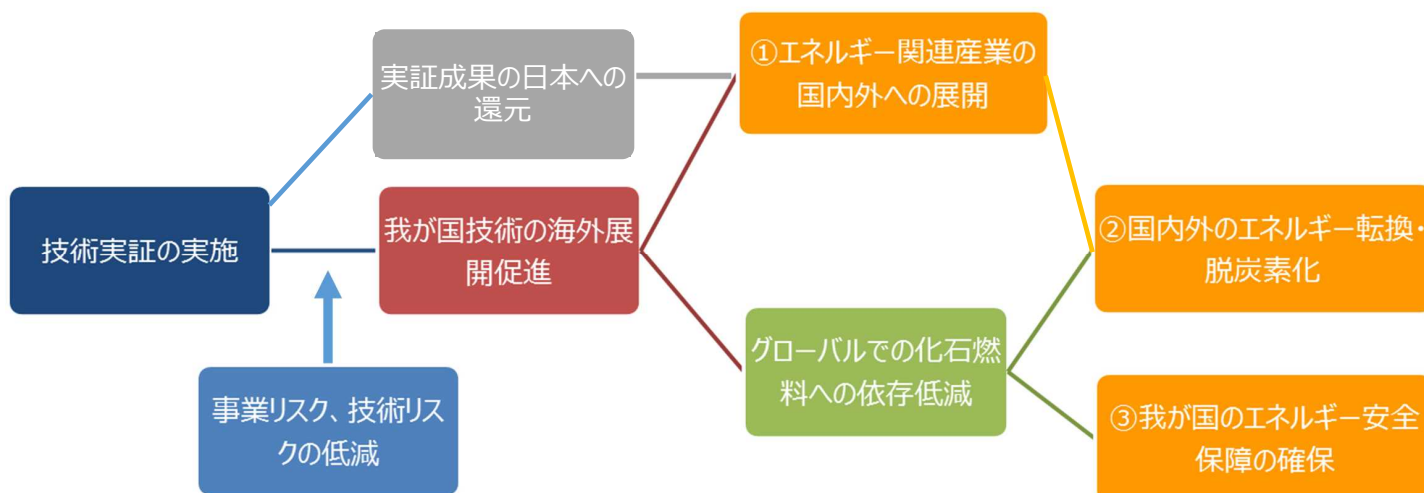
※CAISO: California Independent System Operator (加州独立系統運用機関)



1. 事業の位置付け・必要性

エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業

3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて実証技術の普及に結び付ける。さらに、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証を通じて、日本への成果の還元を目指す。これらの取組を通じて、我が国のエネルギー関連産業の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、我が国のエネルギーセキュリティに貢献することを目的としている。（出所：基本計画）



事業環境

・米国加州における再エネの導入拡大および蓄電池導入の義務付け

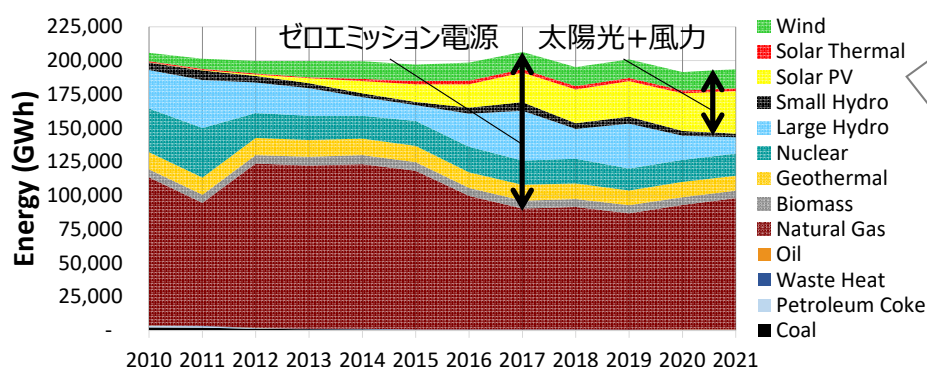
- ✓ 同州では、2045年までに州内の電力の100%を温室効果ガスを排出しないエネルギーで賄うとする州法SB100を2018年9月に成立させるなど再生可能エネルギー導入を推進。
- ✓ 再エネの大量導入に対応するための需給調整力を確保するため、州内の大手電力会社3社に対して電力貯蔵装置（2020年末までに1.3GW）の導入を義務付け。
- ✓ さらに、DOEでは2050年までのカーボンニュートラル実現（電力分野では2035年までに実現）のため、長時間容量エネルギー貯蔵技術の開発を加速し、普及展開を支援。

・電力システムのレジリエンス強化に対するニーズ

- ✓ 同州では、森林火災などによる停電や、猛暑下に空調負荷が急増することへの対策として緊急で計画停電や輪番停電が頻繁に行われており、電力システムのレジリエンス強化が求められている。

実証内容

- ✓ SDG&Eが管理するSan Miguel変電所構内にRF電池を設置し、平常時は需給調整力として活用することで電力市場取引で収益を得ながら、災害時や計画停電などの非常時には自立電源として停電地区に電力供給を行うマイクログリッド運用ができることを実証する。



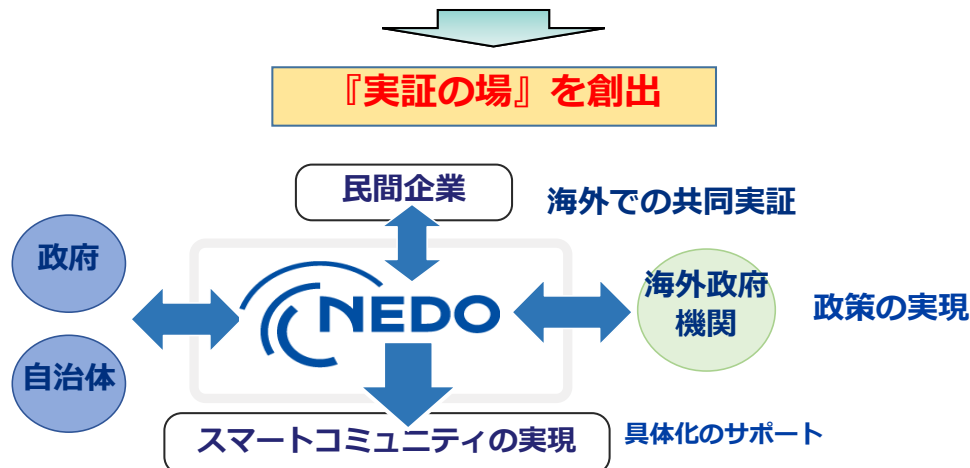
太陽光を中心に再エネによる発電量が増加。
2045年に州内の電力の100%をゼロエミッション電源で賄うため、再エネ導入量をさらに拡大する方向。

カリフォルニア州における電源構成 (発電量ベース)

NEDOの役割

- ・加州政府との連携強化により、プロジェクトへの支援及び普及展開への協力体制を構築する。
- ・事業者が計画した実証成果を上げられるようプロジェクトの運営を適切に管理する。

実証事業を円滑に遂行していくためには、官民一体となった取り組みが必要であり、政府機関とのネットワークを活用し、民間企業の海外市場での取り組みをサポート



本実証事業の重要性

- ・再エネの大量導入に対応するために需給調整力の確保が必要であること、またレジリエンス強化として計画停電時でも電力供給を継続できるマイクログリッド運用技術の適用・導入が求められていることから、これらに対応できる技術を実環境で実証することは技術的に重要である。

相手国との関係構築と事業推進

※1 GO-Biz: Governor's Office of Business and Economic Development (カリフォルニア経済促進知事室)

※2 CEC: California Energy Commission (カリフォルニア州エネルギー委員会)

2015年09月 NEDOとGO-Biz※1でMOU締結

2017年03月 運転開始式

2018年10月 ICEFのためCEC※2長官が来日しNEDO理事長と面談

2018年12月 CAISOのエネルギー取引市場で運用開始

2019年04月 CAISOがHPで本実証事業を紹介

2019年06月 CAISOのアンシラリーサービス市場で運用開始

2021年01月 マイクログリッド実施計画について日米共同プレスリリース

2021年12月 実証事業終了

2022年01月 マイクログリッド実施完了について日米共同プレスリリース

2023年02月 米国での現地成果報告会予定



運転開始式の様子

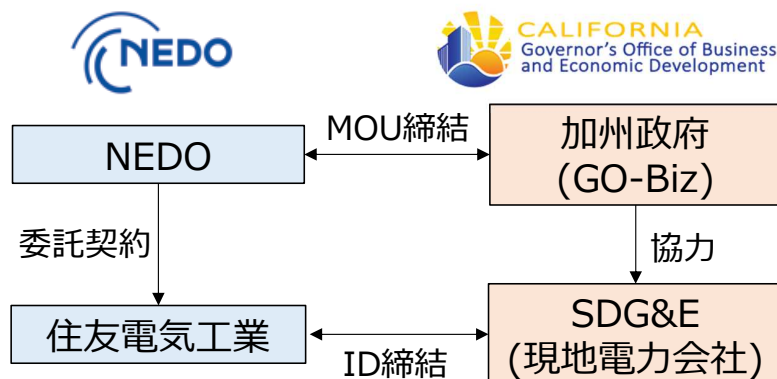


設置されたレドックスフロー電池

2. 実証事業マネジメント (2) 実施体制の妥当性

- 実証のスムーズな実施、その後の普及展開における加州政府の協力を得るべく、GO-BizとMOUを締結。また、GO-Bizを介して電力分野の加州行政機関(CEC、CPUC※)や加州独立系統運用機関(CAISO)と連携することで、適宜助言を得ながら円滑に事業を推進。
- 委託先(住友電気)と現地カウンターパート企業(SDG&E)とでID(Implementation Document)を締結し、実証設備の構築および現地据え付けにあたり、現地規格・基準への適合に対して協力を得て事業を推進。

※CPUC: California Public Utilities Commission (カリフォルニア州公共事業委員会)

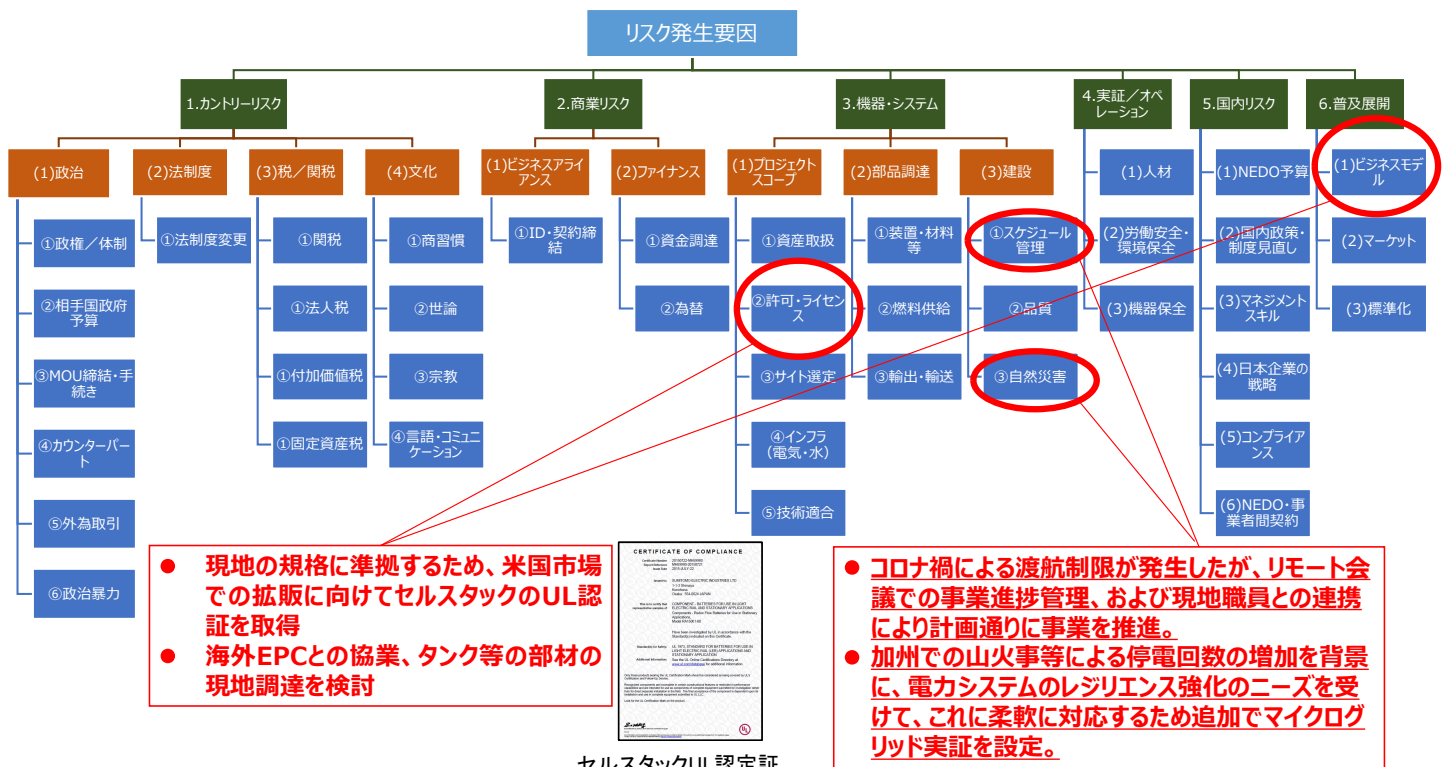


| 会議体等 | 頻度 または回数 | 目的 | 具体例 |
|--|-------------|--|---|
| Steering committee (NEDO、GO-Biz、住友電工、SDG&E) ※CEC, CPUC, CAISOも出席 | 年2回程度 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト・スケジュール管理 情報共有・課題解決に向けたコンセンサス形成、および事業の円滑な推進のための便宜供与の依頼 必要な実務処理のための働きかけ 成果の情報発信・広報の共同推進 | <ul style="list-style-type: none"> 追加実証実施等の提案と合意形成 実証終了後の資産運用・管理のためのコンセンサス形成 |
| 定例会議 (NEDO、住友電工) | 月1回 | <ul style="list-style-type: none"> NEDO⇔委託者間で交わす「実施計画書」に基づく、進捗実行管理。 NEDO規定・責任範囲内の意思決定、承認のため協議等 | 定例プロジェクト進捗管理 <ul style="list-style-type: none"> 情報・課題・問題の共有 予算の適切な管理 情報発信・広報の推進 対処方針・審議（適宜） |
| 現地パートナー定例会議 (住友電工、SDG&E) | 月1回 | <ul style="list-style-type: none"> ID締結者間でIDに基づく、進捗実行管理。 設置システム（RF電池設備）の状況共有、データ取得状況の管理 取得データ分析と技術的課題整理 資産譲渡に向けた協議 普及活動 | 定例プロジェクト進捗管理 <ul style="list-style-type: none"> 情報・課題・問題の共有 予算の適切な管理 情報発信・広報の推進 対処方針・審議（適宜） |
| リスク管理 (関係者全員) | 適宜 | 「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定する。 | <ul style="list-style-type: none"> 次項参照 |

8

2. 実証事業マネジメント (2) 実施体制の妥当性

2018年2月にNEDO国際部が制定した「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、国際実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定し、事業に臨んだ。



事業目的

加州地元電力会社SDG&EのSan Miguel変電所にRF電池（2MW/8MWh）を設置し、再生可能エネルギーの増加が引き起こす諸課題の解決、および非常時のレジリエンス向上に向けた、RF電池の有効利用方法を実証。RF電池を用いた配電系統およびCAISOでの運用、マイクログリッド実証で得たデータを元に事業性ならびにビジネスモデルを検討し、普及展開に資する。

実証テーマ

■ STEP1 配電網での複合運転

配電系統においてPV導入量の増加により生じる諸課題の解決として、以下の機能を実証。

- (1) 配電系統の負荷平準化（PV余剰電力活用、ピーク電力削減）
- (2) 配電系統の負荷シフト（系統全体の負荷平準化に寄与）
- (3) 配電線の負荷変動抑制（負荷変化率を抑制）
- (4) 電圧調整
- (5) 配電系統の負荷平準化と電圧調整の複合運転

■ STEP2 送電網での複合運転

CAISOのエネルギー市場とアンシラリーサービス市場に参加して各市場での運用、および両市場での複合運転を実証し、経済価値を明確化。

■ STEP3 送配電網における複合運転

平常時はCAISO市場参加により送配電網での運用を行い、停電などの非常時は配電網の一部を系統から切り離してマイクログリッド運用を行う、平常時・非常時で分けた送配電網での複合運転を実証。

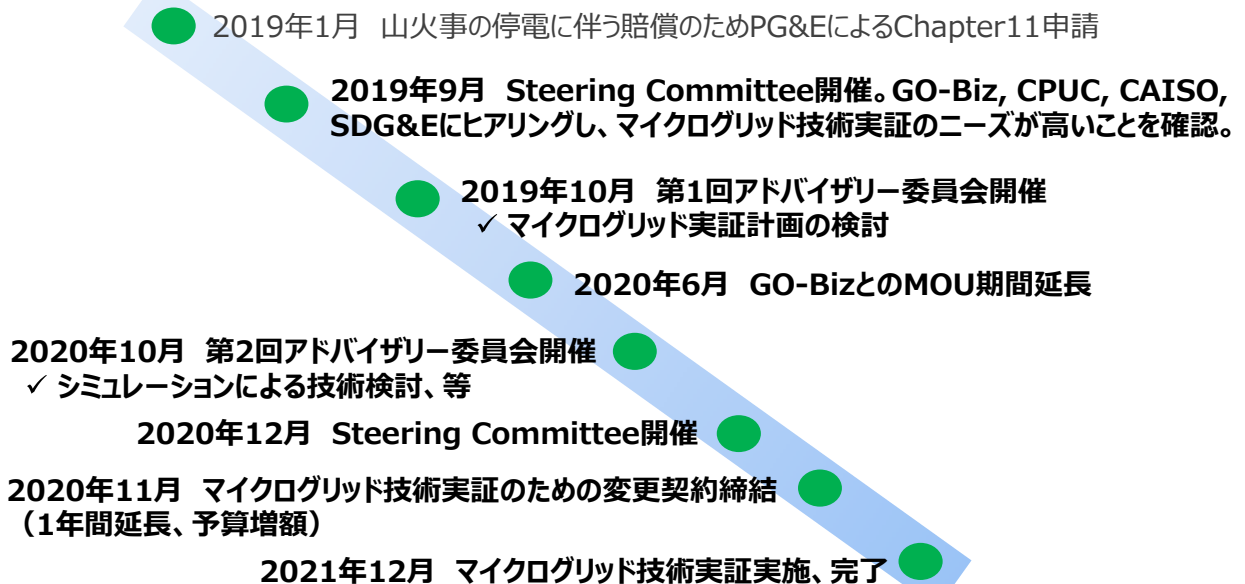
10

2. 実証事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性

加州の課題・ニーズの把握

- 2018年 SB901制定：低湿度、強風等の条件が重なった地域で、山火事を防止すべくユーティリティが緊急電力供給停止することを制度化。
- 2019年10月 加州ユーティリティ各社がSB-901に基づき大規模な緊急電力供給停止を実施。特にPG&E社では過去最大規模で200万人に影響し社会問題化。

課題共有・問題解決



スケジュール

| 年度 | FY2015 | | | | FY2016 | | | | FY2017 | | | | FY2018 | | | | FY2019 | | | | FY2020 | | | | FY2021 | | | | FY2022 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|
| | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 1 3 | | | | | | | | | | | | |
| | ★ MOU締結 | | | | | | | | | | | | ★ RF電池 運開式 | | | | | | | | | | | | ★ マイクログリッド 実証追加 | | | | | | | | | | | | 実証設備 継続利用 | | | |
| Step 1 | | | | | | | | | | | | | 実証運転 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Step 2 | | | | | | | | | | | | | 実証運転 | | | | | | | | | | | | | | | | フォロー アップ※ | | | | | | | | | | | |
| Step 3 | | | | | | | | | | | | | 実証運転 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NED O 負 担 額 | 28.4億円 | | | | | | | | | | | | 1.0億円 | | | | 0.9億円 | | | | 1.4億円 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

総計 31.7億円

【相手国負担】

- RF電池基礎工事、労務費など：2.4億円

※フォローアップ事業として、2023年2月に現地成果報告会を開催予定。同会には政府関係者とともに、普及展開先の候補となる企業を招待することで効果的に実証成果をPRし、実証成果の普及展開につなげることを目的とする。

12

3. 事業成果 北米NEDO実証事業概要

実証の目的

米国カリフォルニア州の電力会社(SDG&E社)基幹変電所にRF電池を設置し、下記の実証を実施

- ・ 配電網での複合運転
- ・ 送電網での複合運転
- ・ 配電網/送電網両方における複合運転

仕様

| 項目 | 仕様 |
|------------|--------------------|
| 蓄電池定格出力 | 2MW (1MW×2バンク) |
| 蓄電池定格放電容量 | 8MWh (4MWh×2バンク) |
| 交直変換装置定格出力 | 3MVA (1.5MVA×2バンク) |
| 連系電圧 | 12kV (60Hz) |
| 蓄電池種類 | RF電池 |



事業経過

- ・ 施工、現地試験： 2016/10 ~ 2017/6
- ・ 実証運転開始： 2017/6 ~
- ・ 実証事業終了： 2021/12
- ・ 商用運転開始： 2022/1 ~



13

長寿命

- 設計寿命20年以上。
- 充放電サイクル数無制限、運転条件の制約無し。
- 電解液はリユースが可能。

運用性

- 常温動作で運転/停止も容易。
- 充電状態を常時正確に把握可能。
- セルの充電量均等化や充電量計測値リセット等の保守が不要。

低廉なLCC※

- 長時間容量ほど容量単価が低減 (CAPEX低減)
- 20年間、電池、電解液交換不要 (OPEX低減)
- 撤去時に電解液廃棄不要 (撤去費用低減)

※ LCC: Life Cycle Cost

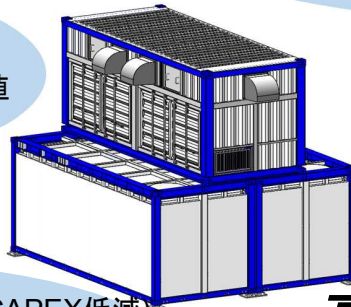
高い安全性 (火災耐性)

- 電解液は水溶液で不燃。危険物不使用。
- 運用時、設備が損傷するような大災害時においても、火災、有害ガス発生リスクは低い。
- 設置時の行政許可、届出が容易。

高い設計自由度

- 出力(kW)と容量(kWh)を独立に設計可能
- 大型化、大容量化が容易。

短所: エネルギー密度が低い



3. 事業成果 目標の達成状況と成果の意義

目標と成果・達成度

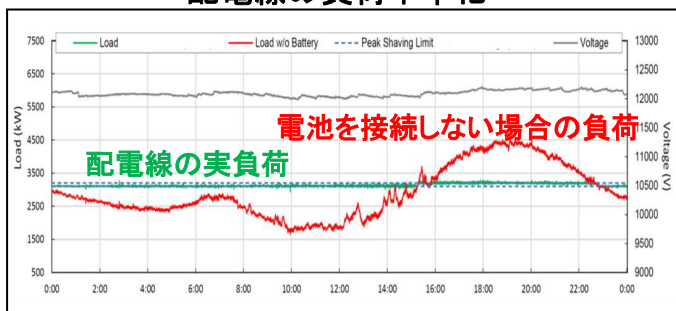
| 項目 | 目標 | 成果 | 達成度/課題 |
|---|---|---|-----------------------------------|
| Step1 配電網での 複合運転 | <ul style="list-style-type: none"> ・PV余剰電力対応、ダックカーブ緩和対応、夜間電力利用によるピーク電力の削減を実証運転で実現すること。 ・電力供給と電圧調整を同時に行い電圧を許容範囲内に収めること。 | <ul style="list-style-type: none"> ・負荷平準、ピークシフト、変動抑制、電圧調整の機能を確認した。 ・負荷平準化と電圧変動抑を同時に行う複合運転を実施し電圧を許容範囲内に収めた。 | <p>○ (達成)</p> <p>残った課題 無し</p> |
| Step2 送電網での 複合運転 | <ul style="list-style-type: none"> ・電力卸売市場に参加し、RF電池の特長を生かした入札アルゴリズムを開発すること。 ・開発した入札アルゴリズムでの入札を行い収入向上を実現すること。 | <ul style="list-style-type: none"> ・RF電池の特長を生かしたアルゴリズムを適用し、計算上の最大収入に対し、80%の実績を確認した。 | <p>○ (達成)</p> <p>残った課題 無し</p> |
| Step3 配電網/ 送電網両方 における 複合運転 | <ul style="list-style-type: none"> ・時間を分けて配電網/送電網の運転を実施すること。 ・マイクログリッド運転時は需要家に系統と同じ電力品質の電力を供給すること。 ・停電状態からブラックスタートもしくはシームレスでマイクログリッドへ移行すること。 | <ul style="list-style-type: none"> ・CAISO市場とSDG&Eもしくはマイクログリッドを時間を分けて運転し、配電網と送電網の複合運転を確認した。 ・マイクログリッドへの移行と運転中の電力品質を確認した。 | <p>○ (達成)</p> <p>残った課題 無し</p> |

実証工程

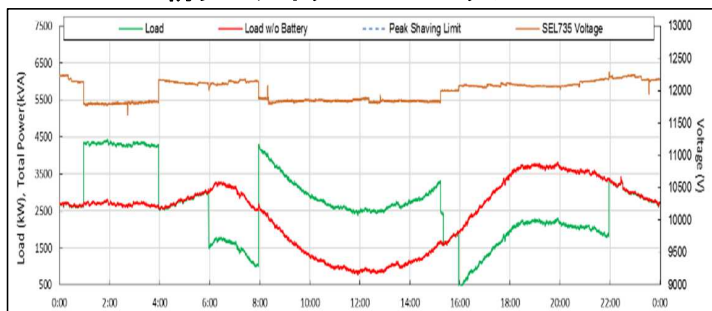
| 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|------------------|------|------------------|----------------------|------|------|
| 施工、現地試験 | | Step2: 送電網での複合運転 | | | |
| Step1: 配電網での複合運転 | | | Step3: 配電網・送電網での複合試験 | | |

配電網での運転例

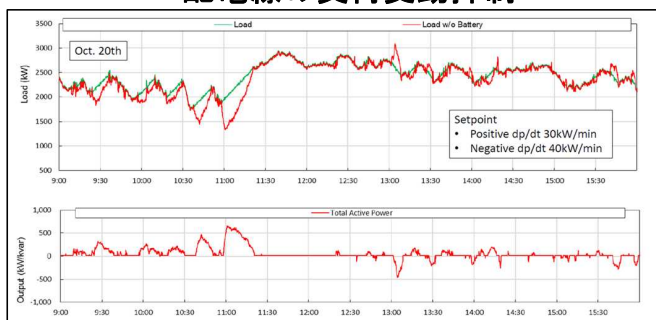
配電線の負荷平準化



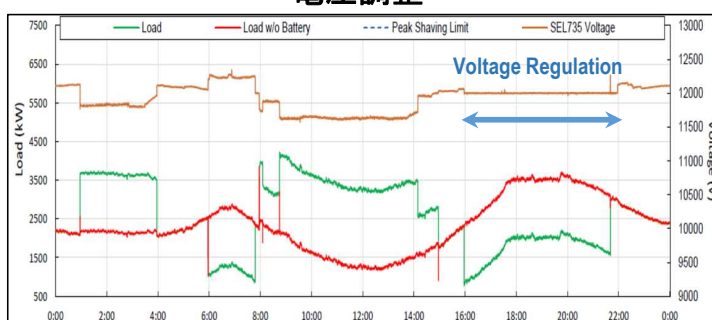
朝夕2サイクルのピークシフト



配電線の負荷変動抑制



電圧調整



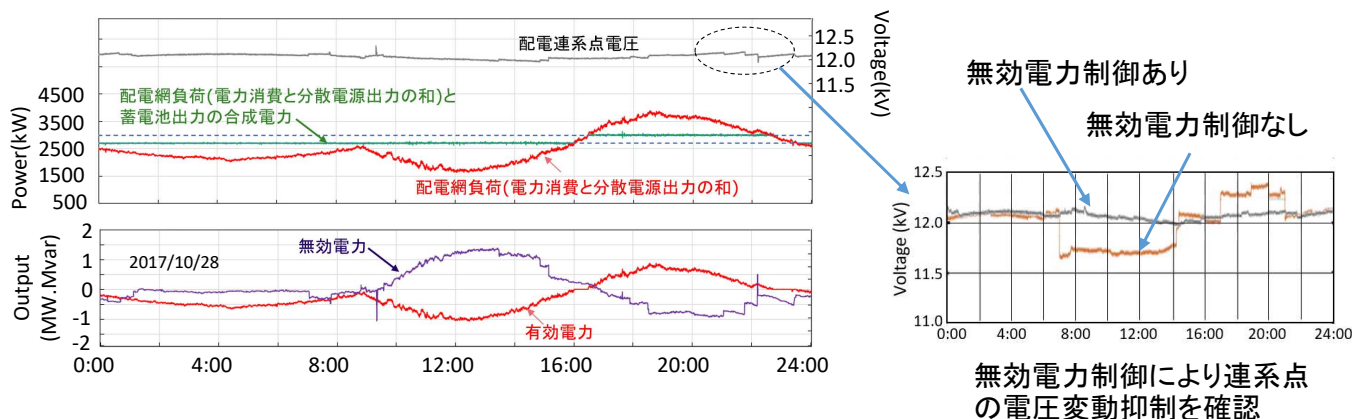
16

3. 事業成果 Step1 配電網での複合運転 (2)

複合運転の例

負荷平準化と無効電力制御による連系点の電圧変動抑制の複合運転

試験結果



- ・ RF電池から有効電力を出力し、配電網負荷を一定値に維持しつつ、RF電池から無効電力を出力して、連系点電圧を一定値に維持したことを確認

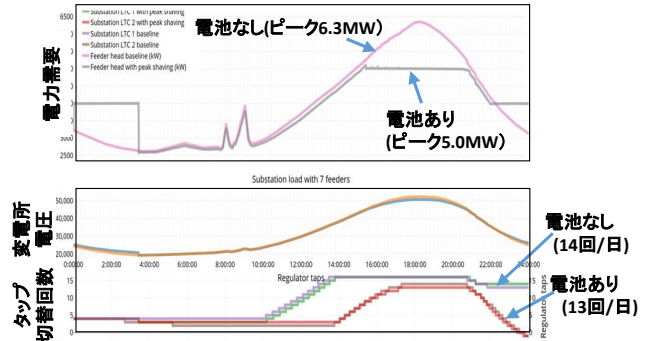
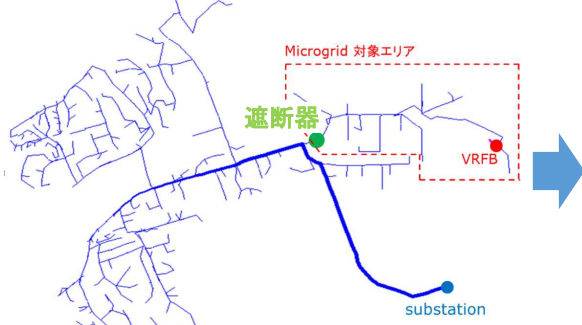
17

配電網での蓄電池活用価値の試算

実施内容

- 変電所の各種データ、気象データを基に配電網の電圧、電力分布のシミュレーションを行い、蓄電池によって得られる価値を評価。
- ピークカット効果、変圧器タップ切替回数等から、蓄電池導入の経済性を評価

検討結果



| 項目 | 価値(NPV) | 備考 |
|--------------------------|--------------|---|
| 配電設備投資先送り | \$171k /25年 | ・ 変圧器投資を2023年から2026年に延期可能。 ・ 力率改善コンデンサの投資を2031年まで不要に。 |
| エネルギー価格の鞘取り | \$ 837k /25年 | ・ エネルギー価格上昇の年率を仮定 |
| O&Mコスト削減 (変圧器、コンデンサ等) | --- | ・ 60MW分(配電線7本)を1台のタップチェンジャーで制御 ・ 電池2MWの寄与度は小さく大きな価値を生まない |
| total | \$1008k /25年 | |

配電網運転だけでは、投資メリットが少なくCAISO市場参入が必要と判断

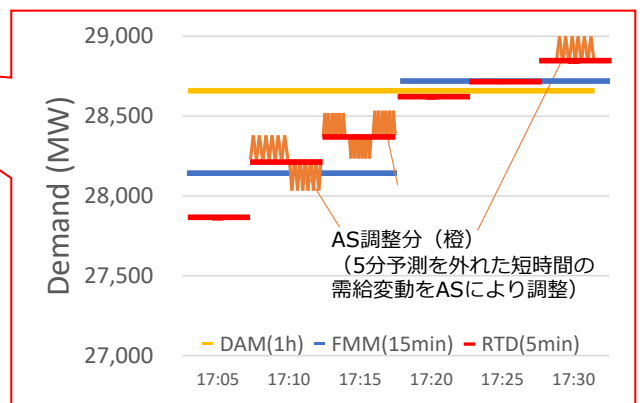
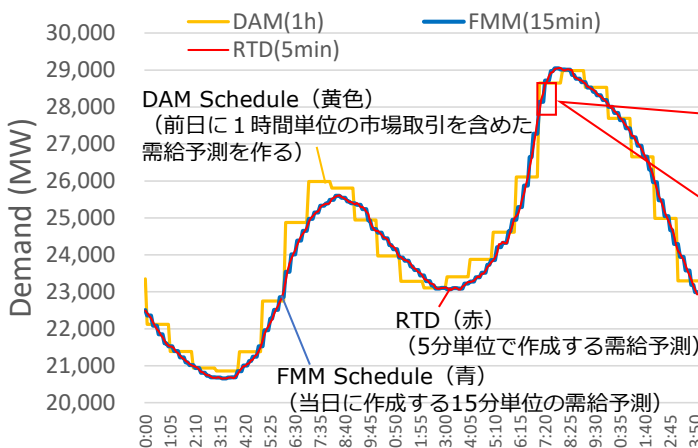
3. 事業成果 Step2 送電網での複合運転 (1)

実証内容

- CAISOエネルギー市場およびアンシラリー市場に参加
- 複合運転の経済性向上のための入札方法の検討ならびに経済価値の評価を実施

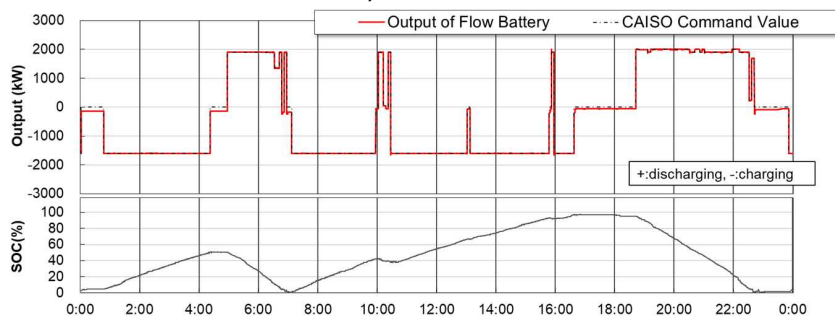
CAISO市場メニュー

| 市場 | サービス | 概要 | 市場参入時期 |
|--------------------------------|-----------------------------|---|---------|
| Energy Market (エネルギー市場) | Energy (容量市場) | 電力の需給状況に合わせ、電力量を調達する市場 | 2018/12 |
| Ancillary Market (アンシラリー市場) | Regulation Up (周波数調整) | 電力需給の変動によって発生する周波数変動に対する調整市場 (放電) | 2019/6 |
| | Regulation Down (周波数調整) | 電力需給の変動によって発生する周波数変動に対する調整市場 (充電) | |
| | Spinning Reserve (瞬動予備力) | グリッドに接続/同期された状態から、指令を受けたら10分間応答可能となる予備力市場 | |



エネルギー市場での運転例

(落札した容量 (MW) で連続して充放電を行う。)

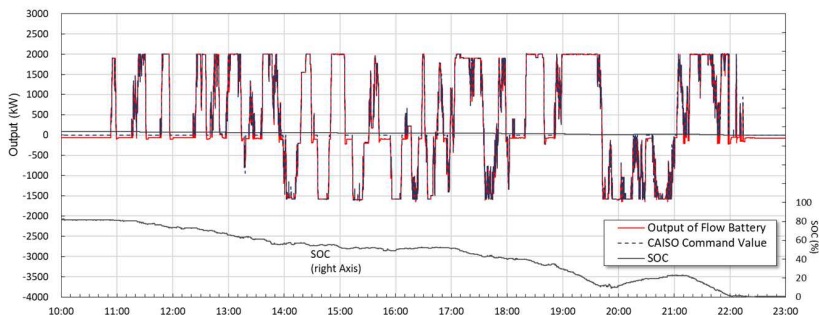


RF電池には運転制限がない。
CAISO指令に従い
SOCが0~100%となる
深い充放電を行っても劣化しない。



アンシラリー市場での運転例

(CAISOからの4秒周期の指令により充放電を行う。)



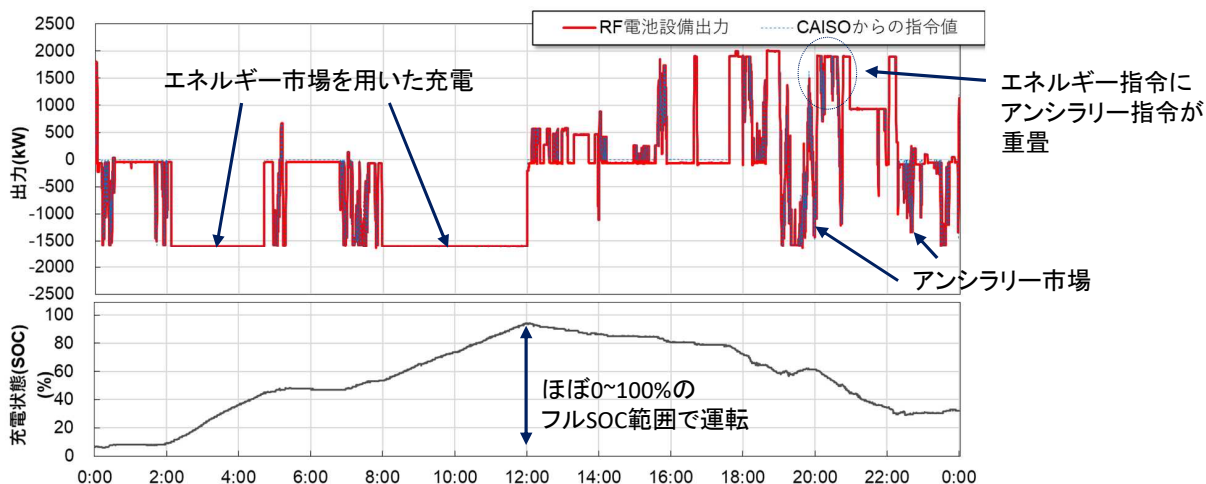
充放電容量が求められる
エネルギー市場、
高速な応答が求められる
アンシラリー市場の双方において
RF電池は、制限なく運転可能



不規則な充放電を行っても
RF電池は
SOCを正確に管理できる。

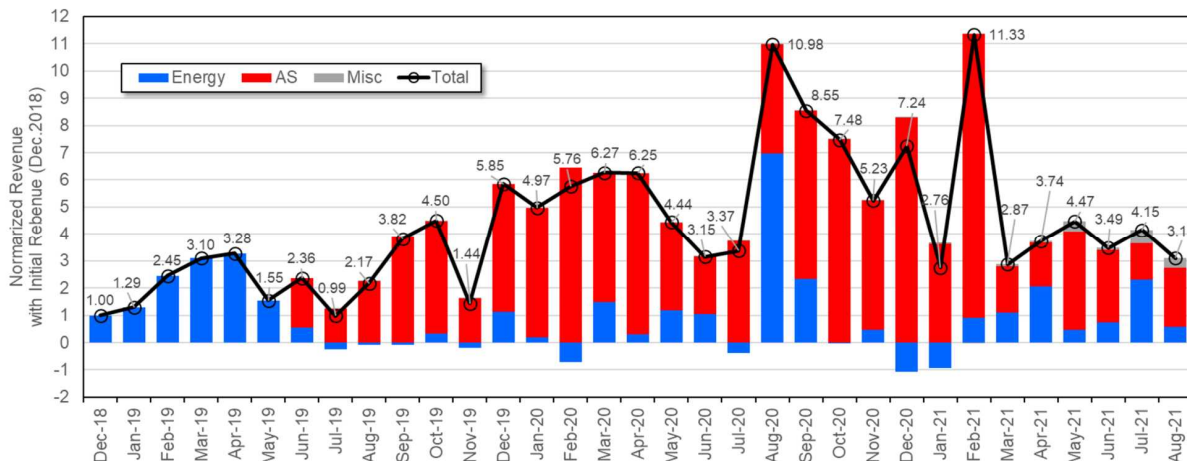
3. 事業成果 Step2 送電網での複合運転 (3)

エネルギー市場とアンシラリー市場との複合運転例



- ・ エネルギー、アンシラリー両市場でCAISO指令に追随した充放電を確認
- ・ 広いSOC利用範囲にて、安定に連続した運転を確認
- ・ 電力単価が低い日中に充電し、収入が期待できる夕刻にアンシラリー市場での運転を行うことで連続運転、高い経済性を確認

CAISO運用における収益の実績



入札アルゴリズムの改善

- ・ エネルギー市場と比較しアンシラリー市場にて高い収益を得られた。
 - ・ RF電池の充放電回数やSOCの運用幅に対する制約がない特長を生かし、アンシラリー市場での収益を最大化する入札アルゴリズムを開発した。
- ↓
- ・ 事後に開示される電力取引単価から計算される最適な入札による最大収入に対して、電力単価に左右されず安定して80%の収入実績を得た。

3. 事業成果 Step3 送電網と配電網での複合運転 (1)

時間分割による複合運転

サービスとその区分

| Domain | Reliability Services | Non-Reliability Services |
|---|--|--|
| Customer | None | TOU bill management; Demand charge management; Increased self-consumption of on-site generation; Back-up power; Supporting customer participation in DR programs |
| Distribution ⁷ 配電網 | Distribution capacity deferral; Reliability (back-tie) services; Voltage support; Resiliency/microgrid/islanding | None |
| Transmission | Transmission deferral; Inertia*; Primary frequency response*; Voltage support*; Black start | None |
| Wholesale Market 送電網(CAISO市場) | Frequency regulation; Spinning reserves; Non-spinning reserves; Flexible ramping product | Energy |
| Resource Adequacy | Local capacity; Flexible capacity; System capacity | None |

出典: California Public Utilities Commission "COMPLIANCE REPORT", Filed Aug.9, 2018, p10 <http://docs.cpuc.ca.gov/PublishedDocs/Published/G000/M206/K462/206462341.PDF>

1台の蓄電池設備を、2つ以上のReliability Serviceに同時提供することは認められない。これを回避してデュアルユースを行うために、以下を検討/実施した。

- 容量分割: バック別に送電網/配電網に割り当て。メータの切り分けが困難
- 同時制御: 送電網の有効電力によるエネルギー市場と配電網での無効電力による電圧制御は可能であるが、力率制限がありCAISOからの有効電力指令に追従した運転は不可能
- 時間分割: CAISO市場とSDG&E指令による運転を運転時間を分けて実施。期待した収入が得られず。

(iii)の発展形として平常時(グリッド)/非常時(マイクログリッド運転)に分ける時間分割運転を、配電網と送電網両方における複合運転とした。

非常時のマイクログリッド運用ニーズ

以前からあるマイクログリッドのニーズ

- ・ 初期のニーズ:重要負荷(データセンター等)、ミリタリー用がメイン
- ・ 電力インフラ起因:2017~2018年の加州の森林火災は、突風により破断した送電線と大地間でのスパークが 要因の1つとされ対策が必要となった

気象変動を起因とする電力の信頼性・確実性向上への要請

- ・ USでは停電が多い上、山火事、ハリケーン等の自然災害が増加し、電力の信頼性・確実性向上(レジリエンシー向上)への意識が高まった。
- ・ 2018年までの大規模な山火事被害を受け「SB901(山火事発生対策の送電停止)成立」
→ 停電する地域が増加し、停電時対策としてのマイクログリッド導入に向けて、「AB2868の推進(3社合計0.5GWの電池導入)」, 「SB1339(マイクログリッド導入支援)成立」が活発化。
- ・ CPUC, CAISO, SDG&Eにヒヤリングの結果、マイクログリッドに対する期待が高く、実証要望あり。

AB 2868 (2016年):緊急用電源としてユーティリティに0.5GWの電力貯蔵設備を追加導入義務化

SB 1339 (2018年):マイクログリッド導入に向けた関連ルールの整備をUtilityに義務付け

SB 901 (2018年):低湿度、強風等の条件が重なった地域で、山火事を防止すべくユーティリティがPSPS (Public Safety Power Shutoff)を発令による緊急電力供給停止を制度化

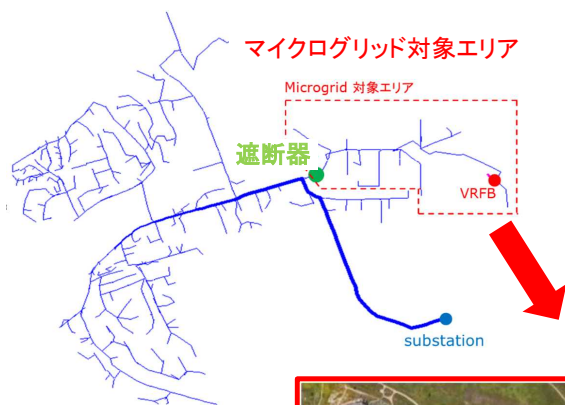
輪番停電が社会問題化

- ・ 2019年10月に、SDG&E社を含むユーティリティ各社がSB-901による大規模なPSPSを発令し、電力供給を停止できるようにした州法)に基づきPSPS実施。
- ・ 特にPG&E社のPSPSは過去最大規模で、35郡74万世帯、200万人に影響し社会問題化。
- ・ 2020年夏には猛暑による需要家負荷増に対応すべく、輪番停電の要請に至った。

24

3. 事業成果 Step3 送電網と配電網での複合運転 (3)

平常時はCAISO市場参加により送電系統で運用し、停電時等の非常時は配電網の一部を系統から切り離してマイクログリッド運用を行う、平常時・非常時で分けた送配電網での複合運転を実証。

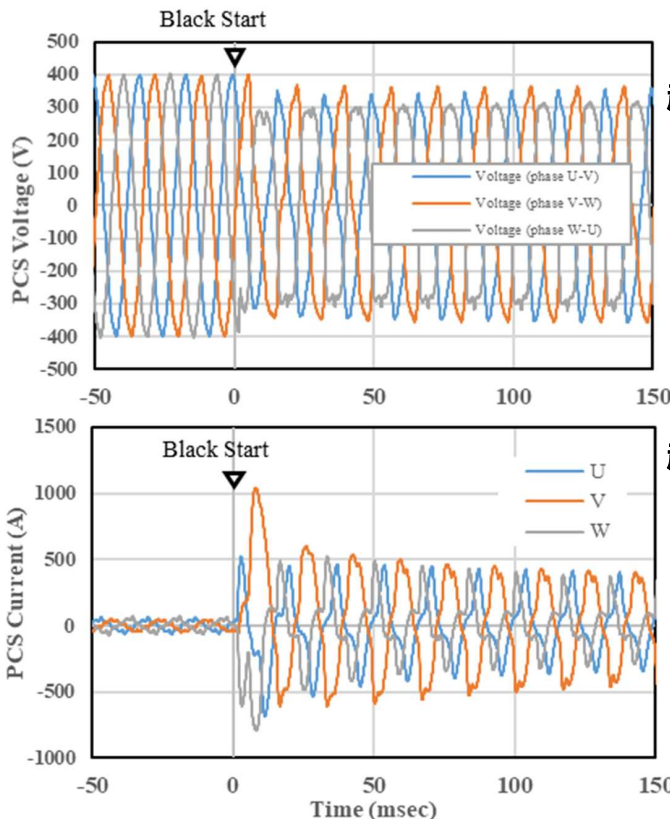
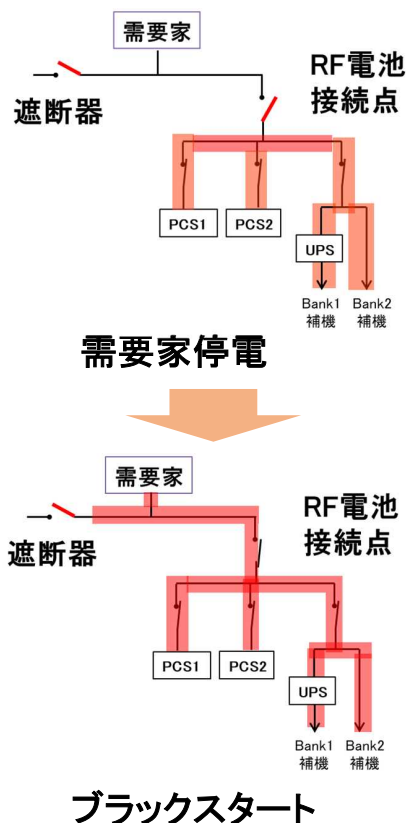


- 対象エリア: 蓄電池サイトから2.2km離れた遮断器までの区間 (分岐含む)
- 需要家数 : 66需要家
- 契約負荷 : 約400kW
- その他 : PVあり (100kW以上)



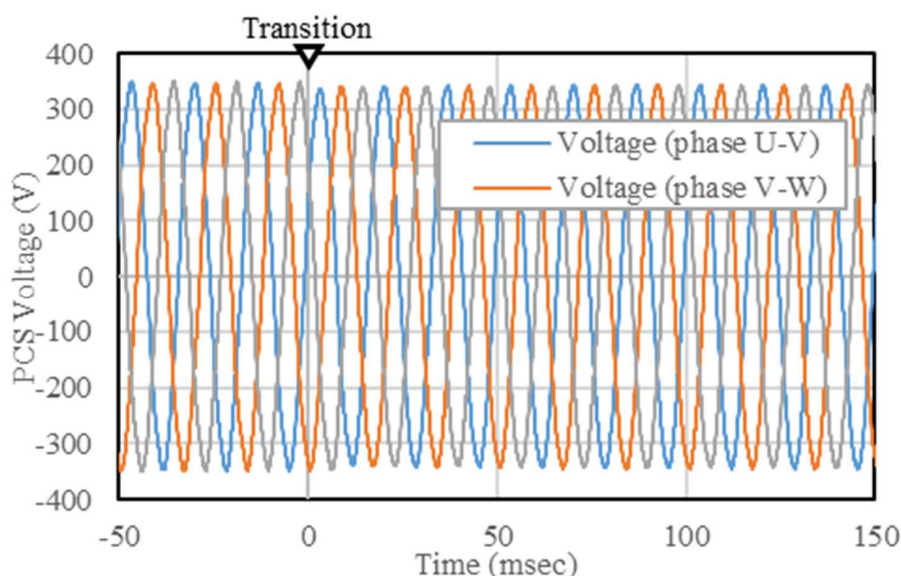
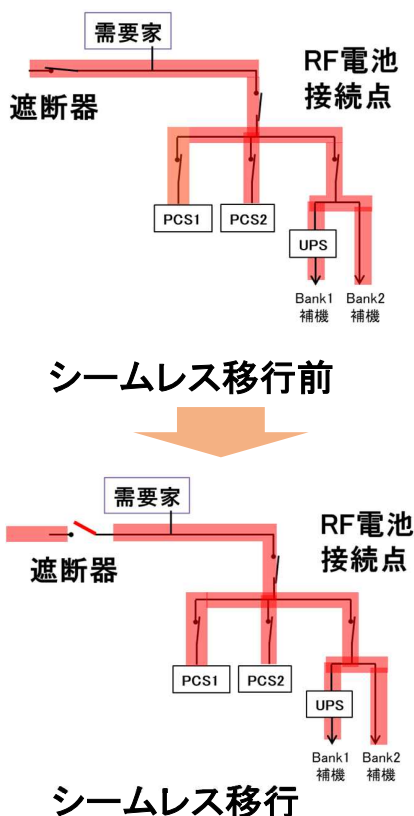
25

ブラックスタートの手順と
起動時の波形の検証



- ・配電網の再接続による突入電流が確認されるが、PCSは不安定とならずマイクログリッドの起動を確認
- ・マイクログリッド移行後の電圧、周波数は規定の範囲内に維持できていることを確認。

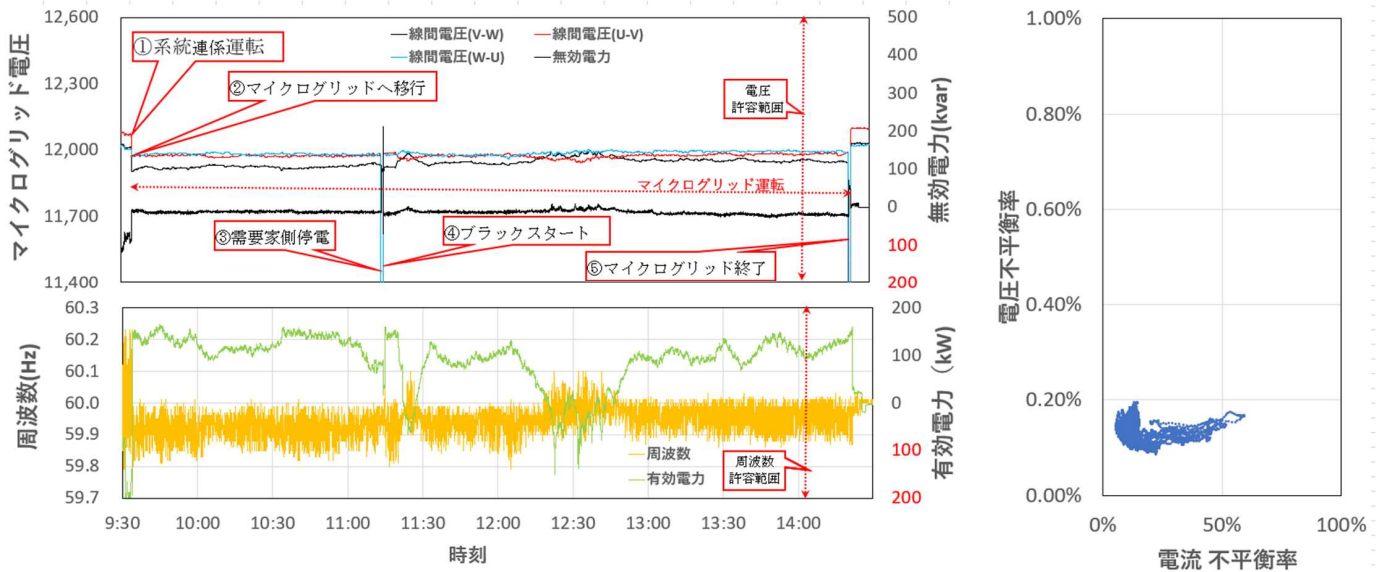
シームレス移行の手順と
波形の検証



起動時の電圧波形

- ・無瞬断でのマイクログリッド移行を確認。
- ・移行時にわずかな電圧の低下がみられるが、PCSが十分に高速に応答したことを確認
- ・マイクログリッド移行後の周波数、電圧ともに規定の範囲内に維持できていることを確認。

マイクログリッド定常動作の検証 (1)

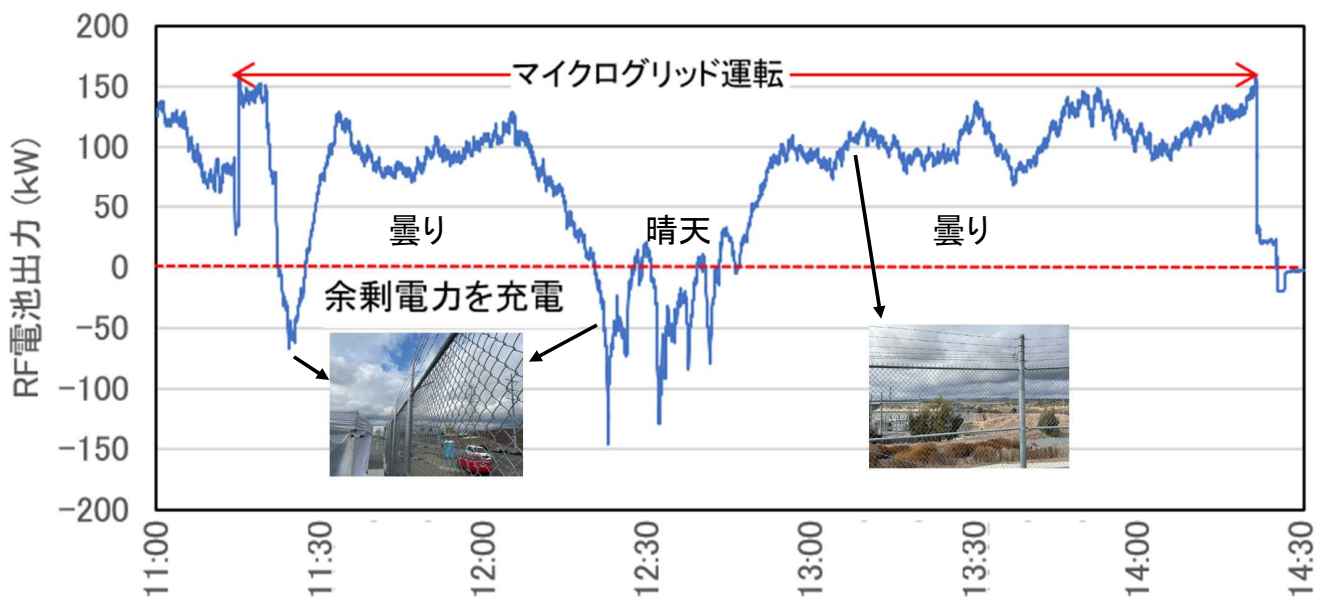


- ・ 負荷変動に対し需給バランス調整をRF電池が実施
- ・ 連系運転時の許容範囲内を確認(周波数 $60 \pm 0.3\text{Hz}$ 、電圧 $12 \pm 0.6\text{kV}$)

3. 事業成果 Step3 送電網と配電網での複合運転 (7)

PV余剰電力発生時の運転例

運転結果



- ・ PVの発電量が配電線の需要を超え、RF電池が余剰電力を充電することで需給調整
- ・ 発電機を電圧源とした場合は余剰電力の吸収はできない

放電容量の測定

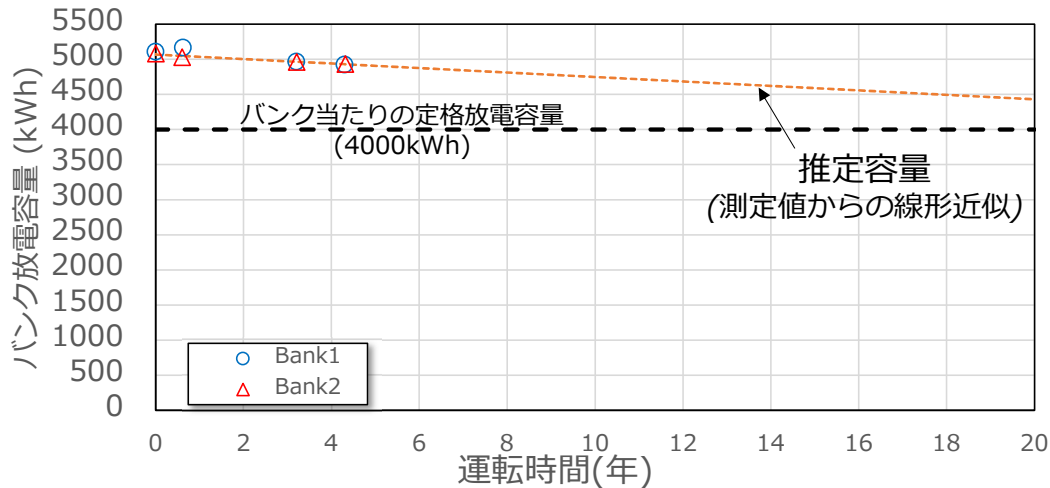
充電: 満充電状態まで充電

放電: 定格出力 (AC1000kW) で放電末まで放電

放電中の電力値から次式で算出

$$E_0 = \sum_{i=0}^n P_{o_i} \times \Delta t$$

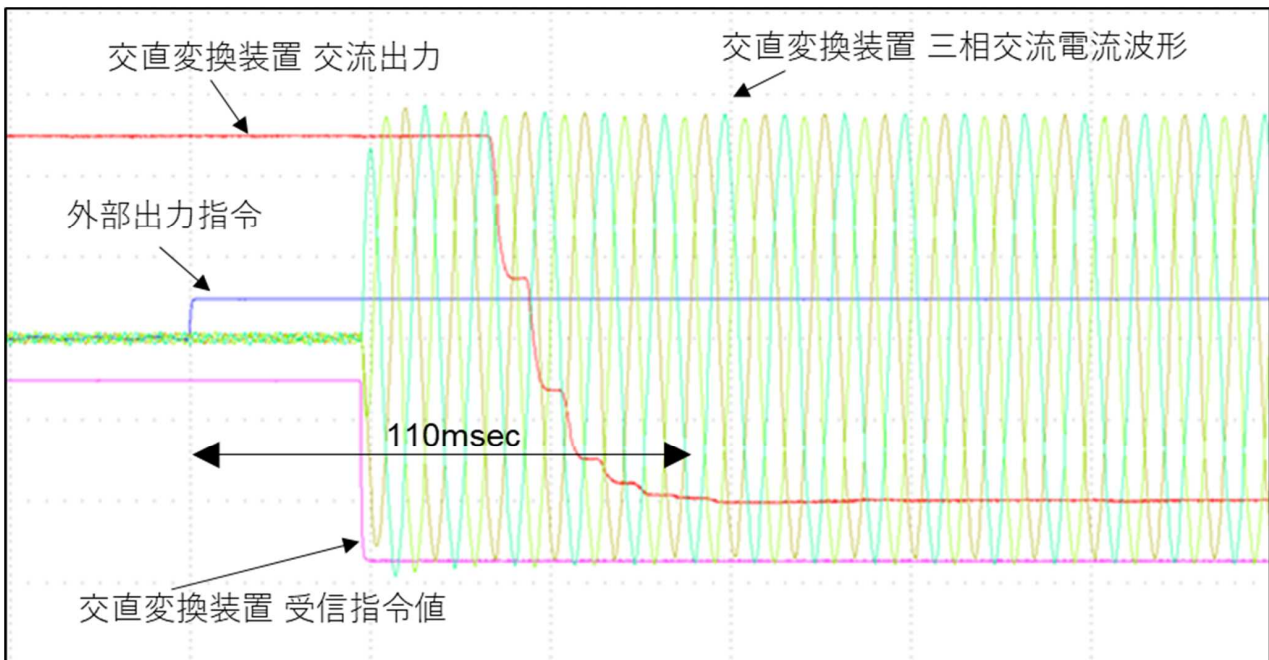
E_0 (Wh): 放電容量
 P_{o_i} (W) : 時刻*i*における放電有効電力
 Δt : 測定サンプル時間(10秒)



設計寿命である20年後においても定格容量を確保

3. 事業成果 蓄電池の応答試験結果

| 応答試験 | |
|------|--------------|
| 合格基準 | 200 msec未満 |
| 試験結果 | 合格 (110msec) |



・出力指令発出後110msecで指令値に到達し、目標値(200msec)以下の応答速度を確認

稼働率を以下のとおり定義した。

$$\text{稼働率} = \frac{\text{解析対象時間} - \text{計画停止時間} - \text{計画外停止時間}}{\text{解析対象時間} - \text{計画停止時間}}$$

本事業の稼働率計算結果と公開されている他事業との比較

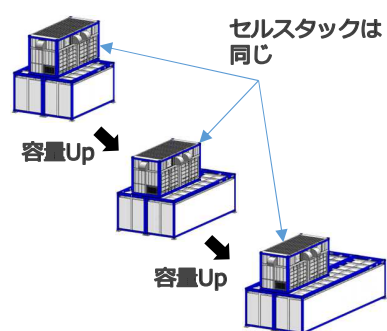
本事業と他事業との稼働率

| Project | (NEDO) SDG&E Miguel変電所 | (METI-NEPC) 北海道電力 南早来変電所 | (DOE) Tehachapi Wind Farm |
|---------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 蓄電池種別 | レドックスフロー電池 (住友電工製) | レドックスフロー電池 (住友電工製) | リチウムイオン電池 (LGケミカル製) |
| 蓄電池容量 | 8MWh (2MW x 4h) | 60MWh (15MW x 4h) | 32MWh (8MW x 4h) |
| 評価期間 | 2017/8~2021/9 (4年) | 2015/12~2018/12 (3年) | 2014/8~2016/12 (2.5年) |
| 稼働率 | 94% | 99% | 79% |

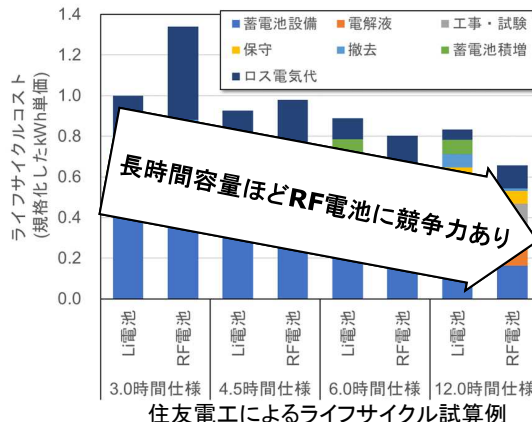
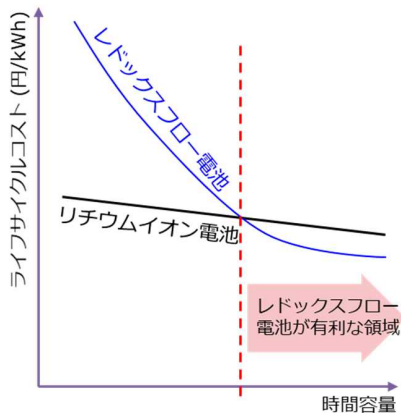
- ・ 運転停止に至る温度制約が少ないこと、予期せぬトラブルが少なかったことから、米国DOEの実証事業におけるリチウムイオン電池と比較して15%高い稼働率が得られた。
- ・ 計画外停止の要因は主として、米国の慣れない施工業者起因、UL対応部品の偶発故障等による停止であり、蓄電池自体の故障ではない。
- ・ 国内RF電池案件と比較して稼働率が5%低く、海外展開における品質管理、維持に対する課題が抽出された。
- ・ **最近1年間(初期故障影響排除)の稼働率は99%**と国内実証と同程度

4. 事業成果の普及可能性 (1) 事業成果の競争力 (対LiB優位性)

- ライフサイクルコストの観点からは、レドックスフロー電池は長寿命のため保守費用が安価、また、電解液のリユースが可能なことから撤去費用も安価となる。
- 長時間容量ほどレドックスフロー電池の容量単価(\$/kWh)は安価になることもあり、今後需要が伸びる長時間市場ではライフサイクルコストで競争力がある。
- 火災の可能性が極めて低いこともメリット (2021/7豪州、2022/9米国で大型リチウムイオン電池設備火災あり)



長時間化する場合はタンク(電解液)のみ大きくすればよい(費用増分はタンクと電解液部分のみ)

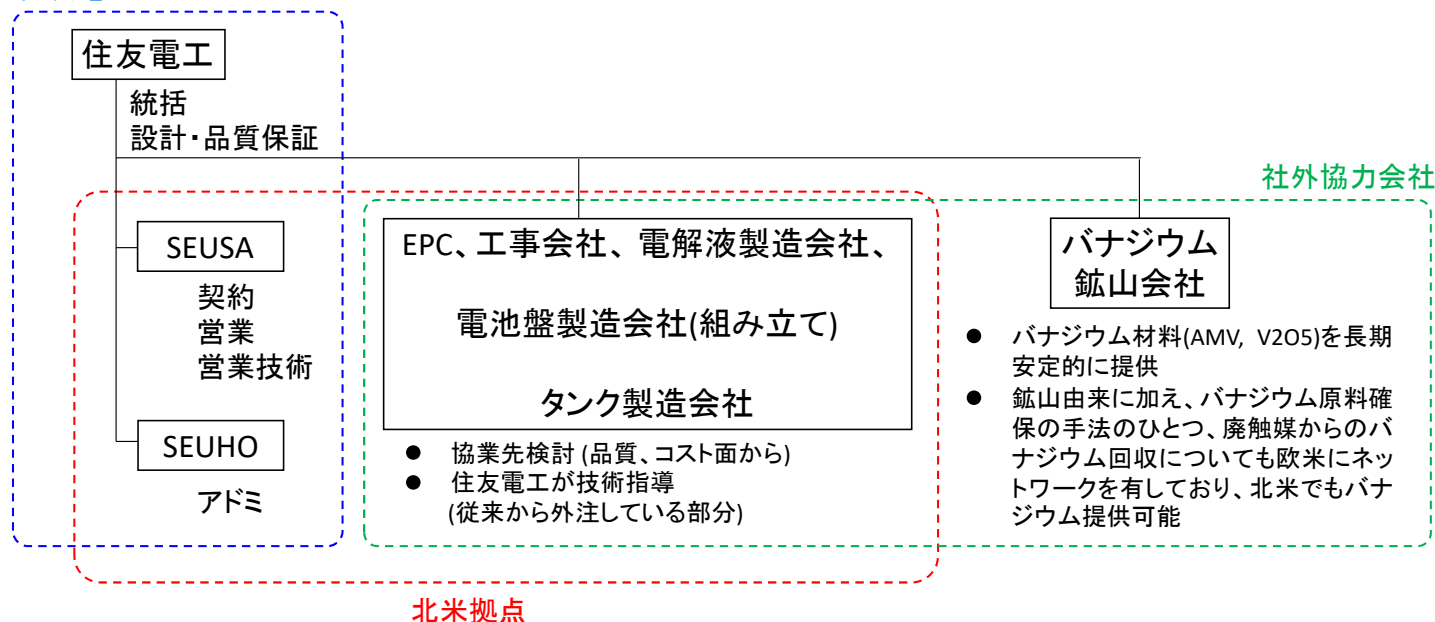


| LCC = CAPEX(初期建設費用) + OPEX(運用費用) + Removal Cost(撤去費用) | |
|---|---|
| CAPEX (初期建設費用) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 長時間仕様によりフロー電池の容量単価は低下 ✓ 電解液のリース化により初期コストは低減 ✓ 危険物不使用により火災対策費用は極小(消火器のみ) |
| OPEX (運用費用) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ レドックスフロー電池の電解液、セルスタックは適切な保守により20年間使用可能 ✓ 電池劣化対策としての、初期の電池積増しや、運用期間中の電池交換は不要 |
| Removal Cost (撤去費用) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 電解液は廃棄せずに、リユース、リサイクル可能(40年等超長期運用においても使用可能) ✓ 廃棄コストの高い危険物は不使用 |

4. 事業成果の普及可能性 (2) 普及体制

- 当社の米国拠点を販売拠点とするとともに、米国向けにサプライチェーンを再編成すべく、現地の当社G関係会社のネットワークを活用、**北米で部材調達し、EPCを含めた現地パートナシップを確立**する方針。
- **キーコンポーネントであるセルスタックについては国内生産**、価格変動要因となるバナジウム活物質の独自調達、機器類及び電解液の現地製造を推進する。
- 住友電工としては長期ビジョン「住友電工グループ2030ビジョン」にて、脱炭素社会実現に向けての技術の一つに蓄電池をかかげており、当社事業ドメインに合致した技術として推進することを約束。

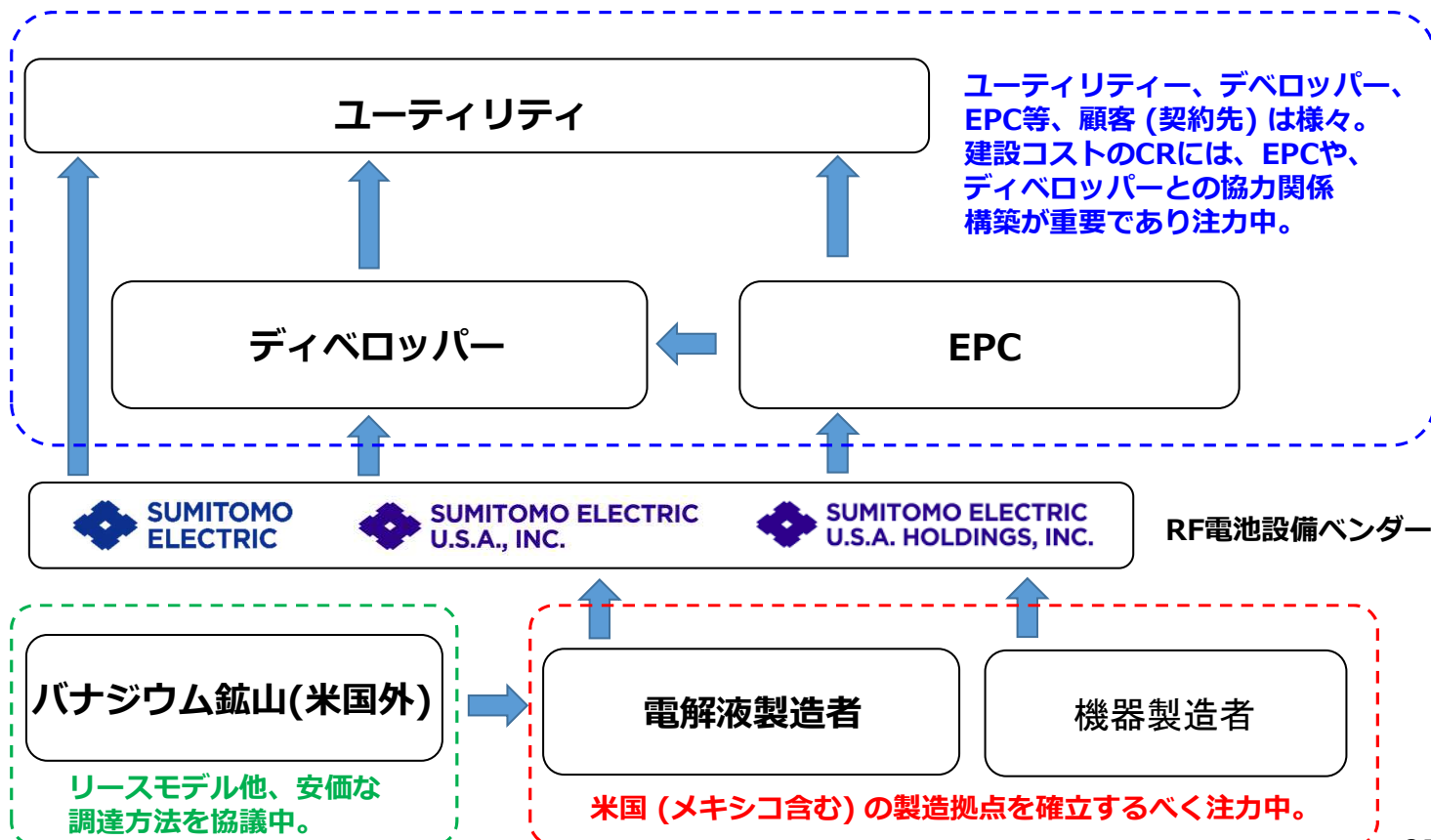
住友電工グループ



34

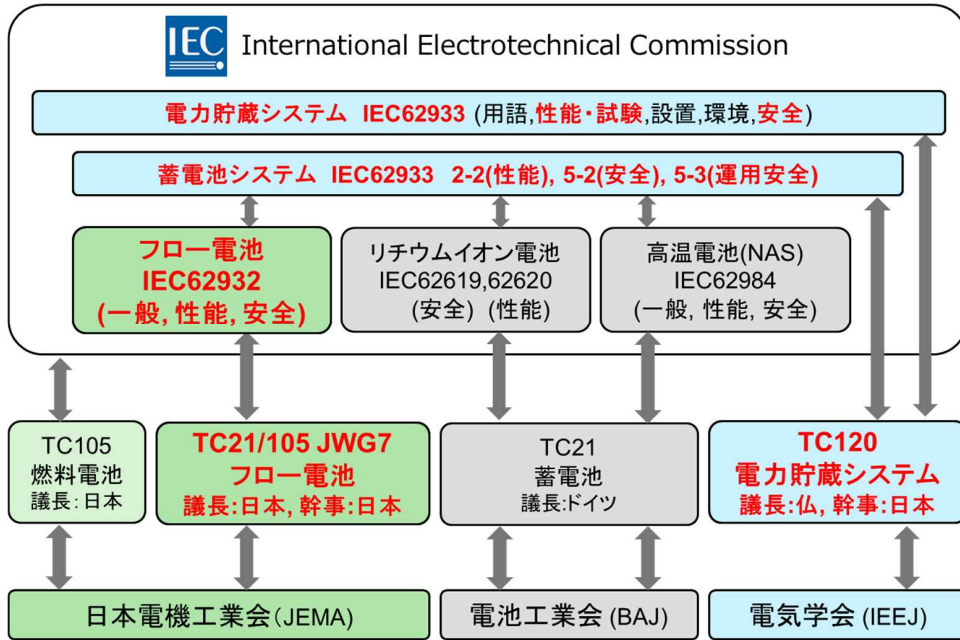
4. 事業成果の普及可能性 (3) ビジネスモデル (バリューチェーン)

- ①「北米拠点のサプライチェーン確立」、②「ディベロッパー、EPCとの協力関係を構築して北米工事のCR」、③「バナジウムの安定的かつ安価調達の実現」に注力。



35

- IEC国際標準に関しては、フロー電池 (IEC62932)、電力貯蔵装置 (IEC62933) の策定に参画。蓄電池は設備としての歴史は短く、レギュレーションでカバーできないところも多く、スタンダードに準拠することは重要。日本の実績を反映した規格の策定に努めるとともに、製品設計に反映。
- 米国市場においては、ANSI、NEC (米国電気工事基準) への準拠、UL認証は必須であり、これらを満足した設計を行っている。



定置型蓄電池のIEC規格(赤字は当社が策定に参画)



セルスタックのUL認証

4. 事業成果の普及可能性 (4) 政策形成・支援措置

- 米国、カリフォルニア州では、蓄電池導入に関する規制、州法が適宜発出されている。
- 短時間蓄電池から長時間蓄電池導入に移行している。

- 2012** 米国連邦エネルギー規制 **FERC755**
周波数調整目的の短時間蓄電池の市場が含まれる (米国最初の蓄電池市場形成)。
- 2013** カリフォルニア州法 **AB2514**
カリフォルニア州の電力会社 (ユーティリティ) に蓄電池導入義務化量を規定
- 2016** カリフォルニア州法 **AB2868**
カリフォルニア州の電力会社 (ユーティリティ) への蓄電池導入義務化量を追加(0.5GW)
- 2018** カリフォルニア州法 **SB1339**
マイクログリッド導入に向けた関連ルールの整備をUtilityに義務付け
- 2021** CPUC指令 **D21-06-035**
2026年までに8時間以上の蓄電池1GW導入を決定
→ PG&E, SDG&E, LADWP, SMUDなどから具体的なRFI, RFP発出 (適宜回答)

時間容量とユースケース



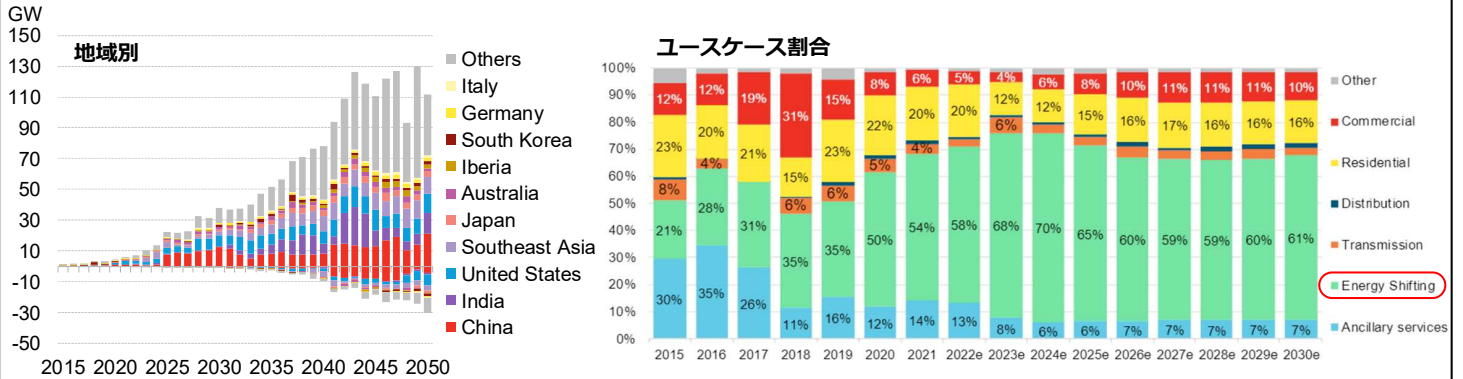
短時間容量

長時間容量

長時間容量蓄電池は、より短時間容量の用途にも使える (マルチユース)

- カーボンニュートラルに向けての太陽光発電、風力発電の導入拡大のトレンドは全世界共通である。国策、電力インフラ成熟度により速度は異なるものの、太陽光発電、風力発電の全電源に対する比率が上昇するにつれて、長時間の電力貯蔵は必要な技術となる。
- 太陽光発電のFIT制度、調整力、供給力の市場調達といった動きも、大きな動きとしては、カリフォルニアでのモデルを参考にして、各国で制度化されてきた歴史があり、カリフォルニア市場に参入するためのモデルは、他の国、地域でも適用できると考えている。

世界の電力貯蔵設備の総容量予測 *Source: BloombergNEF*



米中で導入先行するものの年が経つにつれて
その他の地域でも導入が拡大する傾向

長時間容量の用途 (Energy Shifting)が拡大する傾向

- 「米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」は、長時間蓄電池(レドックスフロー電池)を用いての、マイクログリッドを含むマルチユースの実証であり、今後の普及展開に有効な実証試験であったと考えている。

参考資料 評価の実施方法

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
米国加州における蓄電池の送電・配電併用運転実証事業」
個別テーマ／事後評価に係る評価項目・基準

1. 事業の位置付け・必要性

(1) 政策的必要性

- ・ 事業の成果は、省エネルギー、新エネルギー技術の普及に資するものであったか。または、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証等の場合、その成果は日本への還元が期待できるか。
- ・ 事業の成果は、我が国のエネルギー関連技術の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、世界のエネルギー需給の緩和を通じた我が国のエネルギーセキュリティに貢献するものであったか。
- ・ 日本政府のエネルギー基本計画等の政策の趣旨に合致していたか。
- ・ 相手国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたか。

(2) NEDO 関与の必要性

- ・ 民間企業のみで取り組むにはリスクが高いこと、かつ社会的意義（実証研究を実施し、またその後普及することで、対象国・地域や日本におけるエネルギー問題、二酸化炭素排出、インフラ整備、雇用、人材育成等、各種課題の解決への貢献又は波及）があることにより公的資金を投入する意義があったか。
- ・ 他の手法（日本への招聘、技術者の派遣等）と比較して、対象国における実証という手法が適切であったか。

2. 事業マネジメント

(1) 相手国との関係構築の妥当性

- ・ 相手国側との間で、適切に役割及び経費が分担されたか。
- ・ 相手国の政府関係機関から必要な協力が得られたか。また、政府関係機関との間で今後の普及に資する良好な関係が構築できたか。

(2) 実施体制の妥当性

- ・ 事業者と相手国企業との間で構築された協力体制は妥当であったか。
- ・ 事業者の実施体制（当該事業に関係する実績や必要な設備、研究者等）は妥当であったか。

(3) 事業内容・計画の妥当性

- ・ 事業の内容や計画は妥当であったか。
- ・ NEDO が負担する経費について、項目や金額規模は妥当であったか。

- ・ 対象技術について、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析され、我が国が強みを有するといえるものであったか。
- ・ 事業で使用した技術等は、相手国における諸規制等に適合していたか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化に向けた取組が適切に実施されていたか。
- ・ 事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に適切に対応していたか。

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

- ・ 事業の目標を達成したか。未達成の場合は、その原因が分析され、課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるものか。
- ・ 実証事業を通じて、既存技術や競合技術との優位性を定量的に検証することができたか。
- ・ 投入された NEDO の予算に見合った成果が得られたか。
- ・ 目標として設定し、さらには実際に事業で得られたエネルギー消費削減効果・石油代替効果及び CO₂ 削減効果は妥当な水準であったか。
- ・ トラブル対応など、実証事業を通じて得られた経験が教訓として蓄積されているか。

4. 事業成果の普及可能性

(1) 事業成果の競争力

- ・ 相手国やその他の国・地域において普及の可能性はあるか。将来的に市場の拡大が期待できると考えられるか。（そう考えるに至った根拠を経済性評価の資料等で示せることが望ましい。）
- ・ 普及段階のコスト水準や採算性は妥当と考えられるか。また、事業終了から普及段階に至るまでの計画は、事業化評価時点のものより具体的かつ妥当なものになっていると考えられるか。
- ・ 競合他者に対する強み・弱みの分析がなされているか。特に、競合他者に対して、単純な経済性だけでない付加価値（品質・機能等）による差別化が認められるか。
- ・ 想定されるビジネスリスク（信用リスク、流動性リスク、オペレーショナルリスク、規制リスク等）が棚卸されているか。その上で、これらリスクに係る回避策が適切に検討されているか。

(2) 普及体制

- ・ 営業、部材生産、建設、メンテナンスなどの役割分担毎に、他社との提携や合弁会社の設立など、ビジネスを実施する上での体制が検討されているか。（既に現地パートナーとの提携の実績がある、現地又は近隣に普及展開のための拠点を設置することについて検討されていることが望ましい。）

- ・ 当該事業が事業者の事業ドメインに合致している、又は経営レベルでの意思決定が行われているか。
- (3) ビジネスモデル
- ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが検討されているか。
 - ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域において、普及に資する営業活動・標準化活動が検討されているか。
 - ・ 事業者が継続的に事業に関与できるスキームとなっているか。
 - ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化を考慮したビジネスプランが検討されているか。
- (4) 政策形成・支援措置
- ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域において、普及のために必要な政策形成・支援措置が検討されているか。
- (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性
- ・ 当該技術の普及が、相手国・地域のみならず、他の国・地域や日本におけるエネルギー問題、CO₂ 排出抑制、インフラ整備、雇用、人材育成、制度設計等、各種課題の解決への貢献又は波及効果が期待できるか。