

「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの
柔軟性確保・最適化のための技術開発事業
(日本版コネクト&マネージ 2.0)」
中間評価報告書

2026年7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
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
研究評価委員会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）研究評価委員会委員の評価コメント	1-5
2. 評点結果	1-12
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 研究評価委員会公開資料	2-1
参考資料1 研究評価委員会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価委員会を設置し、同研究評価委員会にて被評価対象プロジェクトの評価を行い、評価報告書を確定している。

本評価報告書は、「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マネージ 2.0）」の中間評価の評価結果を報告するものである。

2026 年 7 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
研究評価委員会

審議経過

● 研究評価委員会（2026年6月8日）

公開セッション

1. 開会
2. プロジェクトの説明

非公開セッション

3. プロジェクトの補足説明
4. 全体を通しての質疑

公開セッション

5. まとめ・講評
6. 閉会

「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のため
の技術開発事業（日本版コネクト&マネージ 2.0）」（中間評価）

研究評価委員会委員名簿

（2026 年 6 月現在）

	氏名	所属、役職
委員長	やまぐち のぶゆき 山口 順之	東京理科大学 工学部電気工学科 教授
委員長 代理	はら りょういち 原 亮一	北海道大学 大学院 情報科学研究院 システム情報科学部門 准教授
委員	うめじま まさき 梅嶋 真樹	慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート 特任教授
	おがさわら じゅんいち 小笠原 潤一	一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 電力ユニット 担任補佐・研究理事
	ごとう みか 後藤 美香	東京科学大学* 環境・社会理工学院 教授
	とびた ゆういち 飛田 雄一	一般社団法人送配電網協議会 電力技術部 副部長
	ば ば じゅんぺい 馬場 旬平	東京大学* 大学院 新領域創成科学研究科 教授

敬称略、五十音順

注＊：実施者の一部と同一大学であるが、所属部署が異なるため（実施者：東京科学大学
工学院、東京大学 生産技術研究所）「NEDO 技術委員・技術委員会等規程（平成
30 年 11 月 15 日改正）」第 35 条（評価における利害関係者の排除）により、利害
関係はないとする。

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

本事業の位置づけ・意義

- ・ エネルギー基本計画との対応関係等、国の政策方針との関係性を明確に示しており、適切と評価する。
- ・ 様々な分散型リソースが増加する中、送配電網への投資や運用の最適化を目指しつつ増大する統合コストを抑制していく方策として、技術・制度・経済といった複数の視点から開発と検証、費用対効果分析が行われる本事業の社会課題解決に向けた意義は大きい。
- ・ 「系統制約の克服と国民負担（統合コスト）の抑制を両立しながら再エネ導入を最大化」という目標を実現する研究開発は市場制度・政策による変化の大きな分野であり、営利企業のみでの開発が難しい分野であり、国による推進が妥当である。

アウトカム達成までの道筋

- ・ 各研究開発項目間の関係性や、一般送配電事業者、業界団体、発電事業者等との関係性が明記されており、適切と評価する。
- ・ 分散型供給力を活用した混雑解消を目的とした前身事業である FLEX DER[※]で整理された残課題の解消、及び当時注目度が低かったアグリゲーターとの関係の整理、当時検討されていなかった同時市場との連携の道筋が整理されており、分散型供給力を活用した混雑解消・その他用途での活用のためのシステム化の行程が明確になったと考えられる。

知的財産・標準化戦略

- ・ 競争領域／非競争領域ともに、適切に公開／非公開の基本方針を設定し適切な管理を実施している。
- ・ 電力システムは、同様なシステムを並列して設置するようなものではなく、1つのシステムを効率的に運用することが肝要であり、本事業に参画していない一般送配電事業者、アグリゲーター、発電事業者等にも本事業の成果の普及という観点で、原則としてすべて成果を公表することを基本としている点は妥当である。

<問題点・改善点・今後への提言>

本事業の位置づけ・意義

- ・ 市場制度の設計に不確実性がある中で、ある種的前提を置いた検討とならざるを得ない部分が多い。常に最新の状況を観察・共有されているとのことであるが、更なる徹底をお願いしたい。

アウトカム達成までの道筋

- ・ 本事業の前身事業である FLEX DER で課題とされていた変電所単位でのフレキシビリティ必要量検証の課題が残されたまま、運用方法の検討に重点が置かれている。

アウトカム達成までの道筋は整理されたものの、当該課題の解消の道筋が明確になっていない。

- ・ 本事業の連携の対象が狭いのではないかと。今後、本事業の成果を事業者を採用してもらうための関連事業団体等との連携方法を明確にした方がよい。小売・需要家の参加が促されるような取組に期待する。
- ・ アウトカム達成までの道筋に、コスト最適化とセキュリティ強度の両立に向け、「セキュリティバイデザインの実践」を追加することが望ましい。「セキュリティやデータ要件、ID の定義など、初めに取り組んでおくべきこともある」という観点で整理を行い、よく確認しながら進めることを期待する。
- ・ 将来の不確実性が高まる中、様々な状況の変化やリスクを想定した計画、将来の自立化目標、社会実装の道筋について踏まえたうえで、時間軸に沿った複数のシナリオを念頭に置いた計画や評価が望まれる。
- ・ 社会実装に向け、今後の対応として、国の審議会と本事業、それぞれの検討の分掌について事務局間で認識共有を図ることが望ましい。そのうえで、適宜、国の審議会等の場合、今後の検討のスケジュール感や検討の進め方を示していくことが求められる。それにより、本事業の社会への還元価値が拡大されると期待される。

知的財産・標準化戦略

- ・ インフラ運用においては、運用特有のノウハウ等が存在する。そうした運用ノウハウの扱いに関しても方針を検討することを期待する。

※FLEX DER：「電力系統の混雑緩和のための分散型エネルギーリソース制御技術開発」（2022～2024 年度）

1. 2 目標及び達成状況

＜肯定的意見＞

アウトカム目標及び達成見込み

- ・ 目標とその費用負担及び時間計画に関して、適切な設計が行われており達成状況も概ね評価できる。
- ・ 費用対効果の計算式が検討・提案され明示されていることは、アウトカム達成を評価する上で望ましい。
- ・ 現状における外部環境を的確に認識したうえで、目標ならびに達成状況を記載しており、適切と評価する。

アウトプット目標及び達成状況

- ・ 国の議論を踏まえて最終目標を設定できている。達成状況は概ね順調であり、項目によってはとてもよく進んでいるものも多く、着実に進展している。
- ・ 混雑解消・充電計画のやり取りができるよう改修を実施することは蓄電事業における重要な目標・成果である。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

アウトカム目標及び達成見込み

- ・ 社会実装に向けては、社会的なメリットだけでなく、参入事業者にとってもメリットがあるかという視点で、今後、将来の需給想定や市場設計の変化なども注視しながら、取り組むことを期待する。
- ・ 費用対効果の試算において、本事業のアウトカムとして統合費用がどの程度引き下げられるのかを組み込んだ見せ方も一案である。
- ・ 費用対効果の定義や計算式、前提となる諸パラメータや変数の数値の変更によって、どの程度結果に影響があるのか、結果の頑健性に関する検討をしながら評価を進めることが望ましい。

アウトプット目標及び達成状況

- ・ 一部開発項目においては、制御ロジックなど理論的な開発を目的に掲げており、その進捗を定量的には把握しがたい部分もある。アウトカム目標に向けてどう寄与するのかの丁寧な説明が必要である。
- ・ 検討しているユースケースの意義をより分かり易く伝えられると良い。例えば多機能 HVDC では HVDC 出力抑制のみ考えているが、何故そのようなユースケースが重要であるのかなどを伝えていくのが望ましい。

1. 3 マネジメント

＜肯定的意見＞

実施体制

- ・ DER フレキシビリティの活用に関する標準化は欧米でも進んでおらず、多様な制御システムを活用するために多大な費用を要することがあり、NEDO の関与により幅広い関係者が標準化された仕組みを採用することは有益である。
- ・ 多面的で大変なボリュームのある課題に対し、実用化・事業化に向けて、十分な検討体制を構築して取り組んでおり、経済産業省とも連携している点は適切である。引き続き、項目間及び関係者間の情報連携・コミュニケーションをしっかりと行っていただきたい。

受益者負担の考え方

- ・ 本事業の目指すところは再エネ電源の導入拡大という社会的要請に資するものであり、またそのための基盤的な技術開発を目的としていることから、委託事業として実施することは妥当である。

研究開発計画

- ・ 研究開発のスケジュールが明記されており、進捗管理の方法についても、各会議体の対象・目的が明確化されている等、適切である。

- ・ 同時市場の検討時期などの趨勢を踏まえ、必要に応じてテーマの統合や研究開発期間を変更していくことも適切である。
- ・ 外部有識者を交えた検討委員会を半年に一回開催し、助言を得てプロジェクトを進めたとしており、情報共有に有益であったと考える。
- ・ 研究発表・論文・講演を 75 件実施しており、成果の発信も十分に努めている。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

実施体制

- ・ 外部環境の変化を把握することは、本事業における全ての研究開発項目で重要であるが、実施事業者が情報を収集するだけではなく、例えば、NEDO において、資源エネルギー庁との議論の中で得られた情報を実施事業者とも共有する等、制度関係の議論動向の情報共有の充実化に期待する。
- ・ 本事業のような長期事業には外部情報（例えば、政策変更や海外動向など）が大きな影響を与えるので、どの情報には計画変更をしてでも対応し、どの情報は観察に留めるのかを判断し、プロジェクト全体に共有する機能を検討委員会等に常設するのも一案である。
- ・ 事業全体として十分な相乗効果が出るよう、特に社会実装、事業の自立化実現に向けて模索しながら進めてほしい。

研究開発計画

- ・ 事業終了までの時間が限られているので、完了できないところについては、結果についての考察をしっかりと行い、次に生かしていただきたい。

(参考) 研究評価委員会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

- ・ 本プロジェクトの位置づけはエネルギー基本計画に沿っており、明確に示されている。
- ・ アウトカム達成までの道筋についても、様々な立場の事業者が加わって、全体の建付けとしてはとてもよい。
- ・ 各関係者への配慮がなされていて適切である。
- ・ RE 電源の統合コスト削減ならびに導入促進に資する技術開発であることが明確に示されている。
- ・ アウトカム達成までの道筋は有効に計画されており、特に関係が強いと思われる項目 1-2、項目 2 を統合した上で検討を進めることで、更なる連携強化とそれによる事業全体の一貫性向上が期待される。
- ・ 競争領域／非競争領域ともに、適切に公開／非公開を設定し適切な管理を実施していると思われる。
- ・ フレキシビリティは世界各国の共通課題でもあり、国において実施する意義が高い。そのうえで概ね適切な計画と実施が行われている。
- ・ バランス良い計画が行われている。
- ・ 基本方針が適切に設置されている。
- ・ 一般的に再生可能エネルギー発電は系統設備よりも設置に要する期間が短く、再生可能エネルギー発電の導入拡大により系統制約が生じやすい。そのため本事業で実現を目指す電源側・送配電設備（蓄電池を含む）・制度（市場主導型）での技術開発・実装を通じた系統全体での柔軟性確保・最適化は統合費用の抑制に有効である。
- ・ 分散型供給力を活用した混雑解消を目的とした前身事業である FLEX DER で整理された残課題の解消、及び当時注目度が低かったアグリゲーターとの関係の整理、当時検討されていなかった同時市場との連携の道筋が整理されており、分散型供給力を活用した混雑解消・その他用途での活用のためのシステム化の行程が明確になったと考えられる。
- ・ 本事業に参画していない一般送配電事業者、アグリゲーター、発電事業者等にも本事業の成果の普及という観点で、原則としてすべて成果を公表することを基本とすることに賛成である。実証に供する再エネ出力予測手法や実証協力先の保有技術等も可能な範囲で公表するとしていることは重要である。実際に同様のシステム開発が可能な仕様を特定化し、公表を行うことを期待する。
- ・ 様々な分散型リソースが増加する中、送配電網への投資や運用の最適化を目指しつつ増大する統合コストを抑制していく方策として、技術・制度・経済といった複数の視点から開発と検証、費用対効果分析が行われる当プログラムの社会課題解決に向けた意義は大きい。
- ・ アウトカム達成までの道筋について、将来を見据えた大きな方向性や目標達成に向けた計画は立てられている。

- ・ 成果発表が積極的に行われている点は、得られた成果の社会への還元として評価できる。
- ・ エネルギー基本計画との対応関係等、国の政策方針との関係性を明確に示しており、適切と評価する。
- ・ 各研究開発項目間の関係性や、一般送配電事業者、業界団体、発電事業者等との関係性が明記されており、適切と評価する。
- ・ 本事業に非参画の一般送配電事業者やベンダへの早期展開の実現性にも配慮した戦略が提案されており、適切と評価する。
- ・ 「系統制約の克服と国民負担（統合コスト）の抑制を両立しながら再エネ導入を最大化」という目標を実現する研究開発は市場制度・政策による変化の大きな分野であり、営利企業のみでの開発が難しい分野であり、国による推進が妥当であると考えられる。
- ・ 標準化などについて強いイニシアチブがあると考えられる。外部環境の変化などについても考慮し、実施者間の役割分担も明確であると思われる。
- ・ 電力システムは、同様なシステムを並列して設置するようなものではなく、1つのシステムを効率的に運用することが肝要で、知財を公開し、標準化を進めることは妥当であると考えられる。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 全体的に外部環境も不確実性が高く、情勢の変化が激しいといったところで、それにうまく判断・対応することが期待される。
- ・ 将来の不確実性、長期について様々な状況やリスクのバリエーションを持たせて、社会実装という点を踏まえて検討して頂きたい。
- ・ 国との連携をしっかりと行い、特に費用便益に関しては議論をしていくべきである。
- ・ 小売・需要家の参加が促されるような取組に期待する。
- ・ 一般送配電事業者 10 社の中での情報共有・一致感が必要である。インフラ輸出という観点から、アジア諸国など海外のグリッドオペレータの意見を伺ってもよいのではないかな。
- ・ 水力についての産業育成を考えると、海外から知財を守ることにも目を配って頂きたい。
- ・ 市場制度の設計に不確実性がある中で、ある種的前提を置いた検討とならざるを得ない部分が多い。常に最新の状況を観察・共有されているとのことであるが、更なる徹底をお願いしたい。
- ・ 事業の中で得られた経験・知見から、制度のあるべき姿へのフィードバックができるような仕組みになっていると、本事業の社会への還元価値が拡大されると思われる。
- ・ オープン戦略部分に関しては、引き続き適宜公開いただき、広く社会に裨益するように配慮いただきたい。
- ・ アウトカム達成までの道筋に、コスト最適化とセキュリティ強度の両立に向け、「セキュリティバイデザインの実践」を追加しては如何か。
- ・ インフラ運用においては、運用特有のノウハウ等が存在する。そうした運用ノウハウの扱いに関しても方針を検討しては如何か。

- ・ 本事業の前身事業である FLEX DER 事業で課題とされていた変電所単位でのフレキシビリティ必要量検証の課題が残されたまま、運用方法の検討に重点が置かれており、課題の解消の道筋が明確になっていないのではないか。
- ・ 本事業にはアグリゲーター事業を実施している事業者も参加しているが、本事業の成果を事業者を採用してもらうための関連事業団体等との連携方法を明確にした方が良いと考えられる。スマートレジリエンスネットワークと連携するとしているが対象が狭いのではないか。
- ・ 現時点での公表方法が分かりにくいので、事業が終了する段階においては対象者と公表範囲の関係が分かるようにして頂きたい。
- ・ 将来の不確実性が高まる中、様々な状況の変化やリスクを想定した計画、将来の自立化目標、社会実装の道筋について踏まえたうえで、時間軸に沿った複数のシナリオを念頭に置いた計画や評価が望まれる。
- ・ 研究成果の発表については、事業者間で発表機会や発表形態に違いがあってもよいものの、全体としてどのような戦略・役割分担で実施しているのか読み取りにくい。事業化を見据えた知財の取得など、クローズ領域についてもより積極的な活動が望まれる。
- ・ 社会実装に向け、今後の対応として、国の審議会との連携強化の方法をご検討いただきたい。具体的には、これまで実施いただいている「国の審議会における本事業の紹介」に加えて、国の審議会と本事業、それぞれの検討の分掌について事務局間で認識共有を図っていただきたい。そのうえで、適宜、国の審議会等の場でも、今後の検討のスケジュール感や検討の進め方を示していくことをご検討いただきたい。
- ・ 政策がまだ十分に固まっていない状態で、外部環境の変化が大きく、民間だけでアウトカム達成が難しい状況であると思われる。今後、ステークホルダーとしての小売事業者、需要家とのコミュニケーションが取れると良いと思われる。
- ・ 国内産業の振興と言う観点では海外企業への知財公開は懸念すべき点ではあると思われる。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・ アウトプット目標は概ね順調であり、項目によってはとてもよく進んでいるものも多く、着実に進展している。
- ・ 国の議論を踏まえて最終目標を設定できている。
- ・ 定量的評価の実施など中間目標を達成できている。論文発表なども着実に実施している。
- ・ 目標設定は適切であり、またその達成の見込みも立てられており、妥当である。
- ・ 各項目とも、概ね順調に進捗している。
- ・ 目標とその費用負担及び時間計画に関して、適切な設計が行われている。達成状況も概ね評価できる。
- ・ アウトカム指標として 2030 年度「再エネ出力抑制量・コストの低減とともに再エネの早期接続を可能とする取組による、追加的に接続される再エネ設備」、2050 年度「日本

国内の電力インフラにつき、本事業で開発されたシステムの適用される割合」とし、前者は約 5 万 kW、後者は約 500 万 kW・日本国内の系統（基幹～配電）の 100%を対象に、本事業で開発されたシステムを適用としており、大きな成果となる見込みである。

- ・蓄電事業は一部他国でみられるエネルギー貯蔵設備という位置づけではなく、発電事業と位置づけられたため充電計画の提出が義務付けられていなかったが、混雑解消・充電計画のやり取りができるよう改修を実施することは重要な目標・成果である。また同時市場と連携するための機能開発により、配電側も含むシステム全体の効率化に貢献すべき目標設定が行われている。HVDC の多機能化により遠方のインバータ電源の周波数安定化が達成される見込みとなった。市場主導型制御システムの技術検討では実用に耐え得るフィージビリティスタディを実施できている。水力発電の柔軟性向上のための技術開発では中小水力発電の柔軟性向上に向けた検討が実施され、模型試験プラットフォームの実現を期待する。
- ・費用対効果の計算式が検討・提案され明示されていることは、アウトカム達成のための評価上望ましい。
- ・中間目標は概ね達成されている。
- ・現状における外部環境を的確に認識したうえで、目標ならびに達成見込みを記載しており、適切と評価する。
- ・製品開発とは異なる研究開発であるため、目標値をどう設定するか難しい課題であるが、本事業の目標値の設定は妥当であると考えられる。達成見込みも問題ないと思われる。
- ・アウトプット指標・目標値の設定は妥当で、中間目標での達成度も問題はないと思われる。外部発表についても問題ないと思われる。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・社会実装に向けては、社会的なメリットだけでなく、参入事業者にとってもメリットがあるかという視点でもって、今後、将来の需給想定や市場設計の変化などもしっかりウオッチして、取り組んでいていただきたい。
- ・「セキュリティやデータ要件、ID の定義など、初めに取り組んでおくべきこともある」という観点で整理を行い、よく確認しながら進めていただきたい。
- ・費用対効果の試算において、ただし書きの部分にある「プロジェクトの総費用以外の費用」の部分についてもう少し精度の高い検証が必要であろう。統合費用として単純に加えるのではなく、本事業のアウトカムを通じて統合費用がどの程度引き下げられるのかを組み込んだ見せ方が有効ではないか。
- ・一部開発項目においては、理論的な開発を目的に掲げておりその進捗を定量的には把握しがたい部分もある。アウトカム目標に向けてどう寄与するのかの丁寧な説明が必要な印象である。
- ・本事業の成果は設備容量増加に対する貢献よりも混雑解消による再エネ発電量の増加への貢献も大きく、再エネ制御量の低減・利用量の増加も指標として織り込む必要があるのではないか。

- ・ 系統用蓄電池による系統混雑緩和の費用便益の調査では便益の考え方など十分に整理されておらず、再考が必要ではないか(再エネ出力制御量の低減は充電によるものであり、火力燃料費節約には該当しない)。フレキシビリティを活用した系統混雑緩和技術の確立ではアグリゲーションコーディネーターとリソースアグリゲーターという用語が何を指すのか不明であり、敢えて分ける必要があるか疑問である。需給制御・系統制御を目的とした DER 集約配分機能の検討では事業項目が多く、一つ一つの事業内容が分かりにくいので、終了時には丁寧な情報整理が必要ではないか。
- ・ 費用対効果の定義や計算式、前提となる諸パラメータや変数の数値の変更によって、どの程度結果に影響があるのか、結果の頑健性に関する検討をしながら評価を進めてほしい。
- ・ 外部環境の変化を把握することは、本事業における全ての研究開発項目で重要と考えられるが、特に系統混雑を扱う項目 1-1 や 1-2 では、国の審議会における系統混雑対応に関する議論動向や、将来の需給想定、各種電力市場に関する議論動向などを把握する必要があると思われる。このため、実施事業者が情報を収集するだけでなく、例えば、NEDO において、資源エネルギー庁との議論の中で得られた情報を実施事業者とも共有する等、制度関係の議論動向の情報共有の充実化にご留意いただきたい。
- ・ エネルギー基本計画では導入目標を kWh で記載しており、可能であれば本事業にて設定した kW 目標を基に kWh 目標への換算をして頂けると意義が分かり易くなるのではないと思われる。
- ・ 検討しているユースケースの意義をより分かり易く伝えられると良いと思われる。例えば多機能 HVDC では HVDC 出力抑制のみ考えているが、何故そのようなユースケースが重要であるのかなどを伝えて頂くと良いと思った。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 多面的で大変なボリュームのある課題に対し、しっかり実施できる体制にて取り組んでおり、経済産業省とも連携している点は適切である。引き続き、項目間及び関係者間の情報連携・コミュニケーションをしっかり行って頂きたい。
- ・ このプロジェクトは公的な側面が非常に高いため、適切な設定である。
- ・ 全体的に進んでいる。必要に応じてテーマの統合や研究開発期間が変更されていることも適切である。
- ・ さらなる再エネ導入拡大に向けて、国の事業として執行する必要があることから執行機関は適切である。
- ・ 各項目の実施者も、事業推進に必要な開発力を有している。
- ・ 本事業の目指すところは再エネ電源の導入拡大という社会的要請に資するものであり、またそのための基盤的な技術開発を目的としていることから、委託事業として実施することは妥当である。

- ・ 同時市場の検討時期などの趨勢を踏まえた計画変更や、項目 3 の継続要否検討など、適切に対応されている。
- ・ 多様な参加者をマネジメントする概ね適切な実施体制が担保されている。
- ・ 概ね適切な設計と実施が行われている。
- ・ 関連する FLEX DER、STREAM[※]等、NEDO 事業として実施しており、それらとの関連性・連続性の強い本事業を NEDO 事業として実施するのは適切であると考ええる。DER フレキシビリティの活用に関する標準化は欧米でも進んでおらず、多様な制御システムを活用するために多大な費用を要することがあり、NEDO の関与により幅広い関係者が標準化された仕組みを採用することは有益である。

※STREAM：「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた次々世代電力ネットワーク安定化技術開発」（2022～2026 年度）

- ・ 本事業を補助事業として実施した場合、電源構成や系統構成に違いがあることから、実施地域の特性を反映した仕様となる可能性が高く、幅広く全国大で適用しようとした際に、それぞれの地域特性の差を調整する必要があるため、対策費用が甚大になる可能性がある。複数事業者が関与する形で委託として実施することで、一般に適用を行いやすい仕様を実現しやすくなり、本事業の成果が普及しやすくなると考えられる。本事業は相互に関連する事業があり、検討委員会等を含め相互に情報を共有することで事業の円滑な実施に貢献することができる。
- ・ 外部有識者を交えた検討委員会を設置し半年に一回開催し、事業全体の進捗状況と今後の計画について報告し、助言を得てプロジェクトを進めたとしており、情報共有に有益であったと考える。2027 年 4 月のグリッドコード改訂を見据えて蓄電池システムの再選定を行うなど、動向・情勢変化にも適切に対応していると評価できる。研究発表・論文・講演を 75 件実施しており、成果の発信も十分に努めている。
- ・ 多くの実施者がそれぞれの強みを生かす形で多面的な分析をしている点は評価できる。
- ・ 世界動向の不確実性はあるものの、本委託事業の必要性、重要性に関する大きな流れに変更はなく、事業の継続は適切である。
- ・ 要素技術間での連携や、外部環境に適応したスケジュールの見直しは適切である。
- ・ 実用化・事業化に向けて、十分な検討体制を構築しており、適切と評価する。
- ・ 資料 3 に記載の理由にて、委託事業として実施することが適切と考えられる。
- ・ 研究開発のスケジュールが明記されており、進捗管理の方法についても、各会議体の対象・目的が明確化されている等、適切と考えられる。
- ・ エネルギー供給システムに関連する事業であり、執行機関として問題はないと考えられる。その他事項についても問題はないと考えられる。
- ・ 個々の企業での開発は困難な開発であり、現状の事業形態で問題はないと考えられる。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

- ・ 単なる情報共有からもう一歩進み、NEDO から政策との連携に係るスケジュール感などの共有も行い、例えば費用便益分析（CBA）などに反映していくといったように取り組

むと非常によい。時間が限られているので、完了できないところについては、結果についての考察をしっかりと行い、次に生かしていただきたい。

- 社会的に注目される **CBA** に関するデータについては、公開を積極的に行うべきである。この計算で使う情報は公開されている系統データや需要データ、電源データと史料されるが、出所が **OCCTO** か一般送配電事業者でフォーマットなどもバラバラで、実質的に非公開となってしまうている。
- 今回の計算で、税金を使ってそれをまとめているはずなので、公開すべきである。一部、秘密情報があるかもしれないが、それはそこだけ非公開にして、その部分を何らかの形で補い、それなりの全国大の計算ができるようにすればよい。「系統情報の公表の考え方」（資源エネルギー庁）で定められる情報以外を含んでいるとは推察されるが、部分的には公開できるはず。
- 本事業が、自覚していない潜在的な受益者にも広く知れ渡るとよい。
- 時間が限られているので、完了できないところについては、結果についての考察をしっかりと行い、次に生かしていただきたい。
- 本事業で言うデータセンターというのはハイパースケーラーのようなものではないという印象であったが、「データセンター」と言っているところの議論の範囲など、解釈の説明を丁寧にしていただきたい。
- 外部情報（例えば、政策変更や海外動向）などが本事業のような長期事業には大きな影響を与える。どの情報には計画変更をしてでも対応、どの情報は観察に留めるのか、を判断し、プロジェクト全体に共有する機能を検討委員会等に常設しては如何か。
- **DER** の可視性を高めることは純負荷の予測精度向上に有益であり、自家用を含めた **DER** の可視化を進めることを検討する必要があるのではないか。分散型供給力を活用して混雑解消を行い、それをもって系統増強を遅らせるためには、必要な分散型供給力調達の確実性向上が必要である。変電所単位での中期から短期での混雑予測の精度向上や自動化について引き続き検討を行う必要があると考える。
- **DER** 等を活用したフレキシビリティ技術開発では事業が終了する 2026 年度以降も、2027 年度から 2029 年度まで市場主導型制御システムの技術検討事業と統合する形で **DER** 制御高度化に係る技術検証を実施すると記載があるが、**NEDO** 委託事業として実施するのか明確な記載がない。
- 実施者グループ内の連携については、補完性や協力体制などについてよりわかりやすい説明があるとよい。各項目を役割分担のうえ並行的に進めているだけのようにも見えてしまう。組織全体として十分な相乗効果が出るよう、特に社会実装、事業の自立化実現に向けて模索しながら進めてほしい。
- 事業化リスクやスケジュールについては、外部環境の変化状況を見ながら、必要な検討を継続していただきたい。

2. 評点結果

評価項目・評価基準		各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋									
(1) 本事業の位置づけ・意義	A	B	A	B	A	A	A	2.7	
(2) アウトカム達成までの道筋	A	A	B	B	B	B	B	2.3	
(3) 知的財産・標準化戦略	A	A	B	A	B	A	B	2.6	
2. 目標及び達成状況									
(1) アウトカム目標及び達成見込み	A	B	A	B	B	B	B	2.3	
(2) アウトプット目標及び達成状況	A	B	A	B	A	A	B	2.6	
3. マネジメント									
(1) 実施体制	B	A	B	B	B	A	A	2.4	
(2) 受益者負担の考え方	A	A	A	A	A	A	A	3.0	
(3) 研究開発計画	A	A	A	A	A	A	A	3.0	

《判定基準》

- A：評価基準に適合し、非常に優れている。
 B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
 C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
 D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

（注）評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。

第 2 章 評価対象事業に係る資料

1. 研究評価委員会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、委員会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの 柔軟性確保・最適化のための技術開発事業 （日本版コネクト&マネージ2.0）」 （中間評価）

2024年度～2028年度 5年間

プロジェクトの説明（公開版）

2026年6月8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
再生可能エネルギー部

電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業 (日本版コネクト&マネージ2.0)

再生可能エネルギー部 PMgr：小笠原 有香 主査

概要

(1) 事業目的

「エネルギー基本計画」では、エネルギーコストを可能な限り低下させていくため、規制改革等とともに電力システムの柔軟性の向上などに取り組む必要性が示されている。本事業では、**S+3Eの前提に立ち、再エネ等を電力系統へ接続するためのコスト（統合コスト）を可能な限り低減し再エネの導入を促進することを目指し**、電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発を実施する。

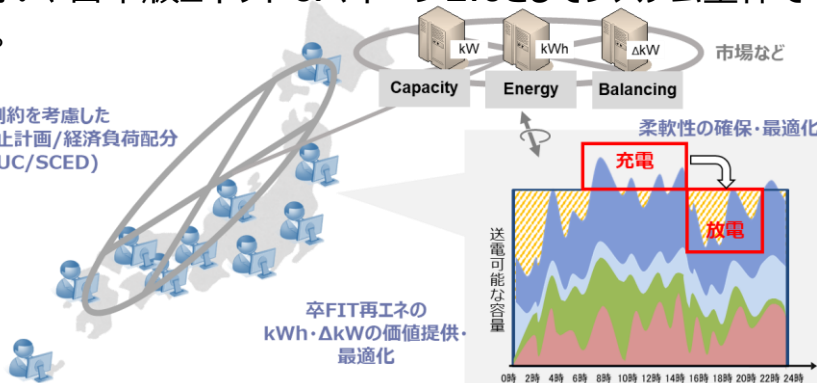
(2) 事業内容

「研究開発項目1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発」、「研究開発項目2 市場主導型制御システムの技術検討」、「研究開発項目3-1 バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上のための技術検討」、「研究開発項目3-2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発」を一体的に行い、日本版コネクト&マネージ2.0としてシステム全体での最適化を目指す。

事業紹介はこちら



各種制約を考慮した
電源の起動停止計画/経済負荷配分
(SCUC/SCED)



(3) 事業形態

事業期間：2024～2028年度（予定）
予算金額：38.8億円（2026年度）【需給】
支援形態：委託

達成目標

(1) アウトプット目標（最終目標）

- 研究開発項目1：
平常時の混雑緩和や出力制御量の低減ないし事故時の安定度確保等に資する新たな分散型エネルギーリソース（DER）等の活用手法の基盤技術及びシステムの標準仕様を確立する。（2028年度末）
- 研究開発項目2：
混雑管理等の制度設計の議論状況を確認しながら、市場主導型制御システムの要素技術の検討等を完了する。（2028年度末）
- 研究開発項目3-1：
バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上の限界とその要因を明らかにする。（FS目標）
- 研究開発項目3-2：
一般水力を対象に、中小型水車に関しては河川や農業用水等への多数の水車導入による運用台数の制御によって、大型水車に関しては単機容量の運用幅の拡大によって発電量の柔軟性を向上させる。（2028年度末）

(2) アウトカム目標

エネルギーコストを可能な限り抑え系統制約による出力制御の低減を図りつつ再エネの導入を促進することにより、「エネルギー基本計画」で示される2030年の再エネ導入比率36～38%程度の実現及び2050年のカーボンニュートラルに貢献する。

(アウトカム目標達成に向けての取組み)

アウトプット目標を達成できるよう本事業を進め、送電から配電までの各所における一連の課題を着実に解決し、事業終了後、開発システムの更なる改良を進める。さらに、成果の普及に向けて、必要に応じてグリッドコードへの反映や、関連政策の施行、法改正等に向けた取組を実施する。

ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋



2. 目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

- ・ 事業の背景・目的
- ・ 政策・施策における位置づけ
- ・ 事業の将来像
- ・ 外部環境の状況と事業の全体構成
- ・ 他事業との関係・技術戦略上の位置づけ
- ・ 本事業の検討フェーズ類型イメージ
- ・ アウトカム達成までの道筋
- ・ 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- ・ 本事業の知財方針

- ・ 本事業における「実用化・事業化」の考え方
- ・ 本事業のアウトカムとその目標の考え方
- ・ （参考）統合コストの低減効果例（水力柔軟性向上の例）
- ・ 国費投入総額と効果
- ・ アウトカム目標の達成見込み
- ・ アウトプット目標の設定及び根拠
- ・ 本事業における研究開発項目の位置づけ
- ・ アウトプット目標の達成状況
 - － 以降、各項目の目標及び成果
- ・ 論文発表などの対外発表

- ・ NEDOが実施する意義
- ・ 実施体制
- ・ 個別事業の採択プロセス
- ・ 予算及び受益者負担
- ・ 研究開発のスケジュール（2026年6月現在）
- ・ 進捗管理
- ・ 研究開発項目 2 技術連携ワークショップの開催
- ・ 事前評価結果への対応（2023年度）
- ・ 動向・情勢変化への対応
- ・ 研究開発のスケジュール（2026年度末の変更後）
- ・ モティベーションを高める仕組み（物的インセンティブ）
- ・ 研究開発項目 3 における検討継続要否判断
- ・ 成果普及への取組み

＜評価項目 1＞ 意義・アウトカム（社会実装） 達成までの道筋

- （１）本事業の位置づけ・意義
- （２）アウトカム達成までの道筋
- （３）知的財産・標準化戦略

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略

- ・ 事業の背景・目的
- ・ 政策・施策における位置づけ
- ・ 事業の将来像
- ・ 外部環境の状況と事業の全体構成
- ・ 他事業との関係・技術戦略上の位置づけ
- ・ 本事業の検討フェーズ類型イメージ
- ・ アウトカム達成までの道筋
- ・ 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- ・ 本事業の知財方針

2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

事業の背景・目的

- 「エネルギー基本計画」で示される2030年の再生可能エネルギー（再エネ）導入比率36～38%程度の実現及び2050年のカーボンニュートラルの達成に向けては、S+3E（安全性、エネルギー安全保障、経済効率性、環境適合）の同時達成を常に前提とする必要がある。
- 他方、太陽光や風力などの変動性再エネの比率が高まる場合、電力システム全体での対策に要する追加的なコスト（統合コスト）が上昇していくとされている。
- 加えて、近年国内においてもエネルギー価格の高騰が生じている状況である中、変動性再エネの導入を引き続き進めつつS+3Eを同時に成立させる鍵は、この統合コストの低減にある。



事業の目的

電力システムの柔軟性を“発電、送配変電、制度提案”の三位一体で高度化（確保・最適化）し、**系統制約の克服と国民負担（統合コスト）の抑制を両立しながら再エネ導入を最大化**する。

政策・施策における位置づけ

■ 第6次エネルギー基本計画（2021年10月）

【p.13】

再生可能エネルギーを大量に導入するには、地域と共生する形での適地の確保、太陽光や風力などの変動型再生可能エネルギーの増大に伴う調整力の確保等の電力システムの柔軟性の向上、コストの低減などに取り組んでいく必要がある。

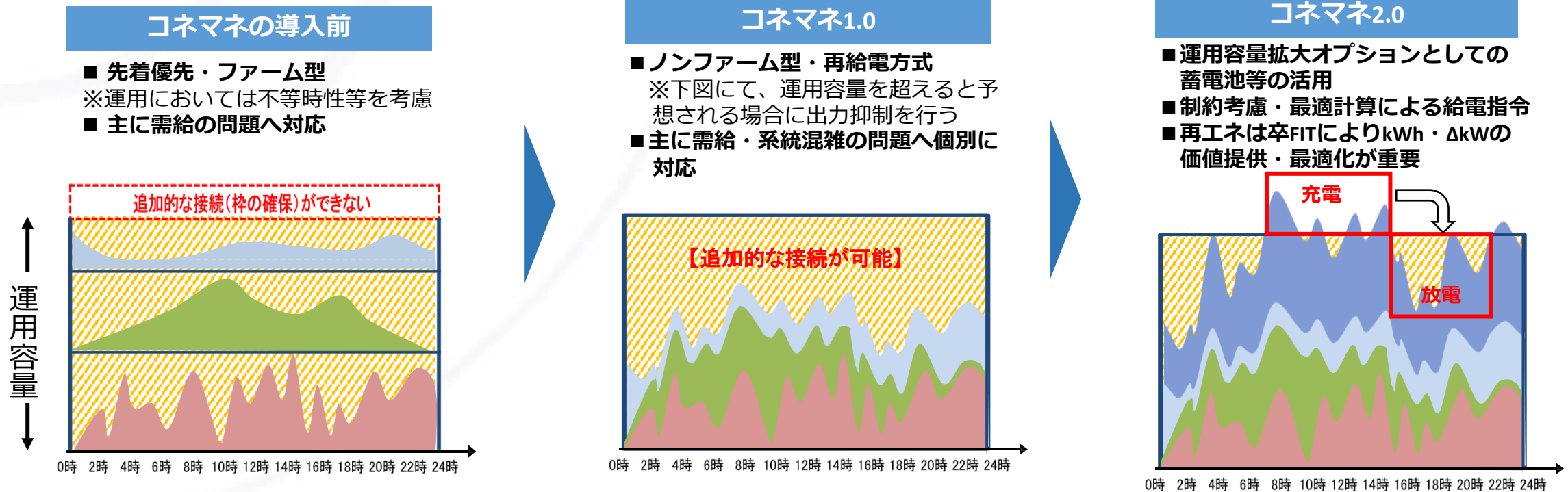
【p.20】

産業競争力の維持・強化や国民生活の向上を図り、成長戦略としてカーボンニュートラルに取り組んでいくためには、脱炭素技術の低コスト化のための研究開発とともに、徹底した省エネルギー、（中略）、系統制約の克服、調整力の確保等による電力システムの柔軟性向上、規制改革等に取り組み、費用対効果の視点から評価しつつ、エネルギーコストを可能な限り低下させることが不可欠である。

➡需給近接型の多様なリソースを組み合わせることを通じた電力システムの柔軟性・安定性の向上を図る
（第7次エネルギー基本計画（2025年2月）p.75）ための具体的な施策として、本事業を実施。

事業の将来像

- 現行の「日本版コネクト＆マネージ（1.0）」の取組みにより、系統を最大限に活用しながら経済的かつ迅速に再エネの追加連系をすることが可能となった。
- 他方、2050年に向けては更なる再エネの追加連系に伴う、相応の統合コストや出力制御量の増加が見込まれる。
- システム全体での最適化を図り、運用容量拡大オプションとしてのDERフレキシビリティの活用や再エネの Δ kWh価値提供等を通じた「日本版コネクト＆マネージ2.0」を実現することで、統合コストを抑制しつつ再エネ導入拡大に貢献することを目指す。



外部環境の状況と事業の全体構成

インバータ電源・変動性再エネ増加、広域連系の拡大に伴い、**各種制約が顕在化**

AI・データセンタ需要（定電流+高周波電力の急峻な変動を伴う負荷）増加に伴う**負荷特性変化**

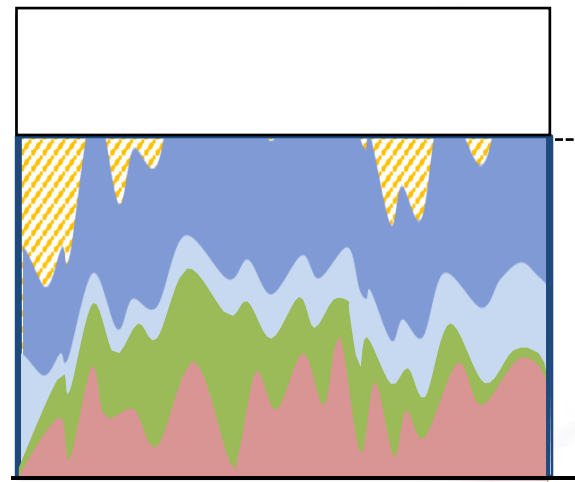
欧米参照型の制度設計、多様なビジネス、DERはkW・kWh・場所の価値が分離

設備の老朽化、少子化・ベテラン引退で人材基盤にゆらぎ

対策無しでは中長期的に
運用容量低下のリスクあり

調達コストの増加
系統運用・ルールの複雑化
不確実性増加、非経済的

NEDO 日本版コネクト&マネージ2.0



0時 2時 4時 6時 8時 10時 12時 14時 16時 18時 20時 22時 24時

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

系統制約を改善し、低コストで運用容量を確保するための
熱容量、同期安定性、周波数維持等にかかわる柔軟性の確保

研究開発項目 1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発

$$C_{\text{運用容量}} = \min(C_{\text{熱}}, C_{\text{定態・過渡安定性}}, C_{\text{電圧安定性}}, C_{\text{周波数安定性}}, C_{\text{保護リレー整定}} \dots)$$

電圧制約等を考慮した最経済での混雑管理・需給制御

研究開発項目 2 市場主導型制御システムの技術検討

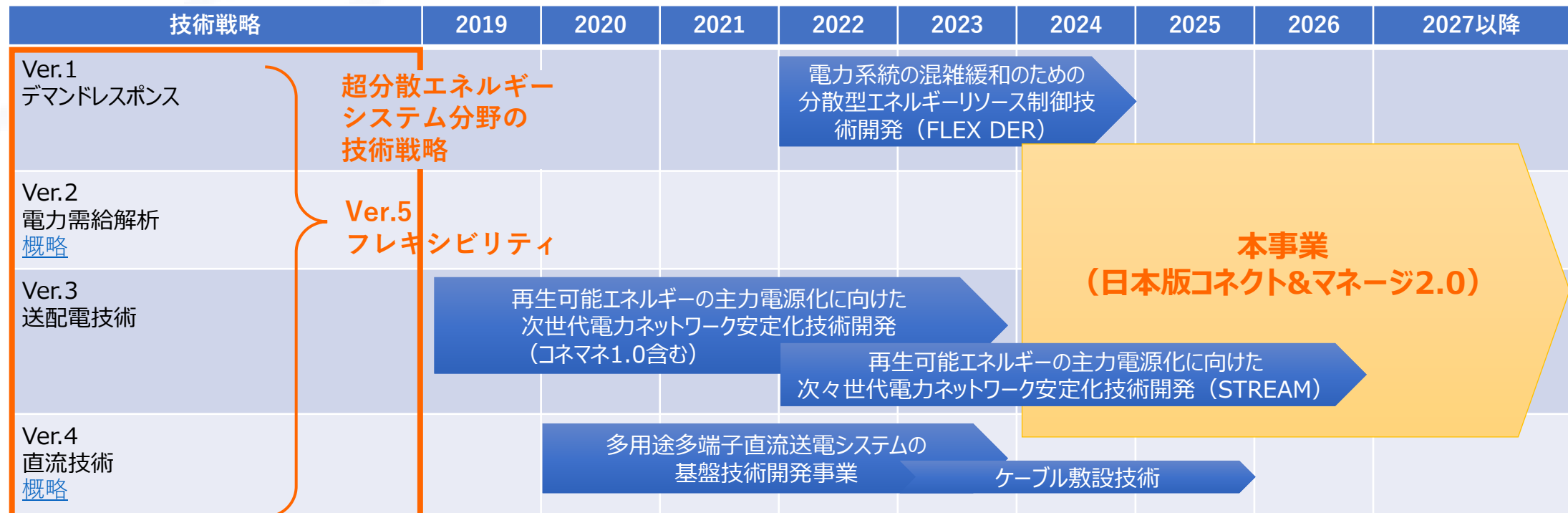
老朽化・新設同期電源の
柔軟性向上と更なる活用

更に効率的な系統の利用方法・
制約解消による運用容量の確保・
拡大をめざす

研究開発項目 3 - 2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発

他事業との関係・技術戦略上の位置づけ

- 個別プロジェクト・個別最適化の中で再エネ等の早期接続、連系拡大を進めると、システム全体での統合コスト上昇が課題となる。既存設備を更に有効活用しつつ、これまでの個別プロジェクトでの検討も踏まえ、**電源側・送配電設備（蓄電池含む）・制度（市場主導型）におけるさらなる技術の開発・実装により、システム全体での柔軟性確保・最適化を実現する。**
- 本事業は、NEDO「超分散エネルギーシステム分野の技術戦略*」に基づき実施するもので、電力システム全体でのフレキシビリティの確保・最適化に必要となる技術開発として、その中核をなす事業として位置づけている。



* 重要技術分野について、NEDOイノベーション戦略センター（TSC）が中心となり、技術戦略を策定している。Ver.2及びVer.4については、当該分野の技術課題等をTSC Foresightとしてとりまとめ公開している。

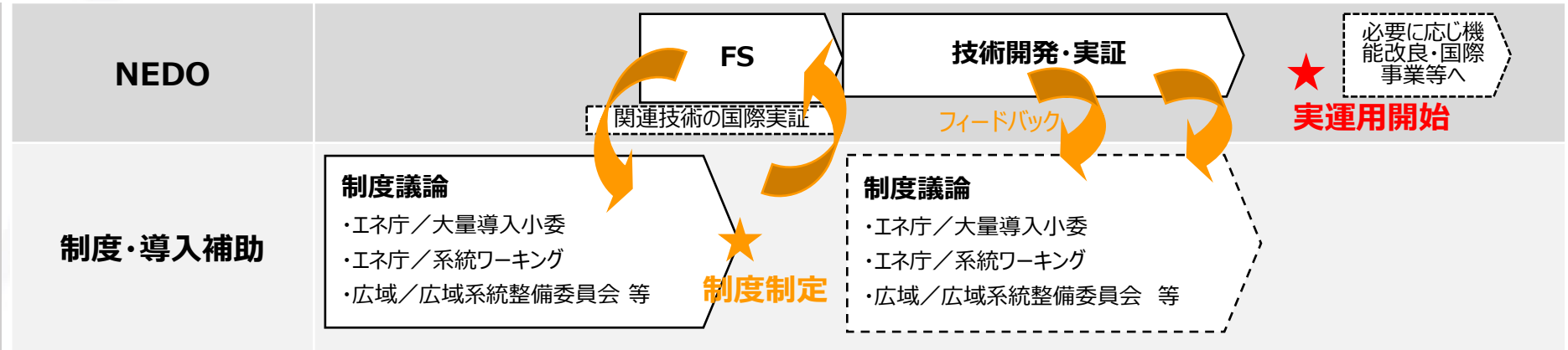
本事業の検討フェーズ類型イメージ

- 本事業は、成果等を資源エネルギー庁の議論等に反映することを前提に推進している。

■ニーズプッシュ型：

国の制度を踏まえた
NEDO事業の実施

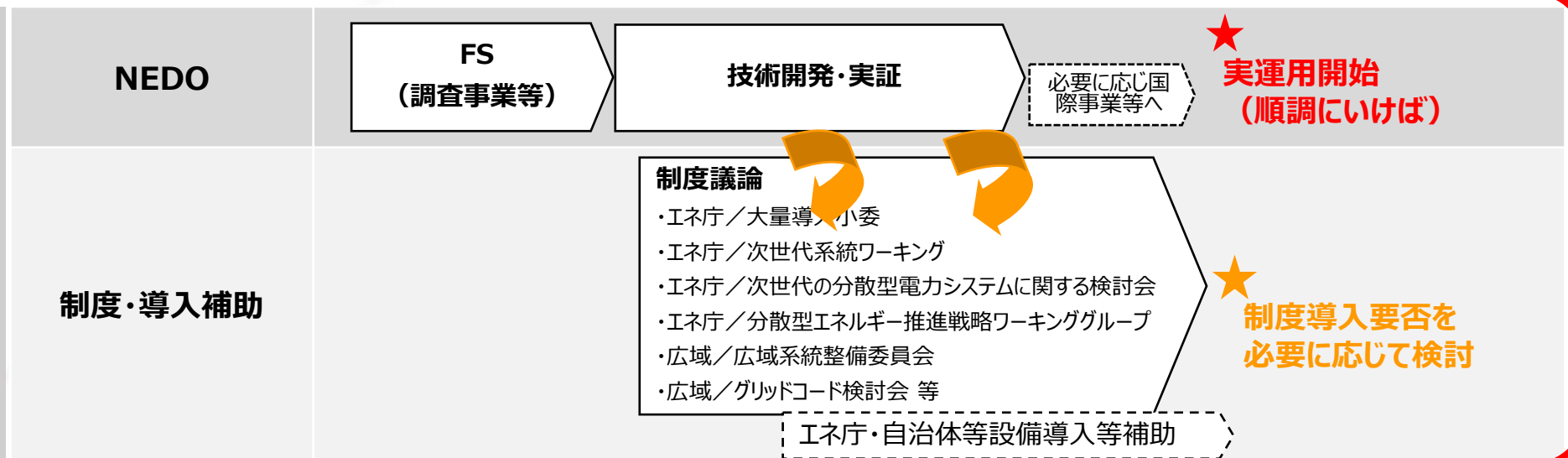
例) 「日本版コネクト&
マネージを実現する制御
システムの開発事業」



本事業

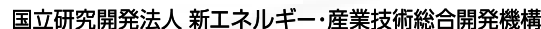
■シーズプッシュ型：

NEDO事業成果等を資
源エネルギー庁の議論
等に反映



アウトプット目標

アウトカム（政策目的）



知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

- 本事業は公共の目的のために実施するものであり、本事業に参画していない一般送配電事業者やメーカ、アグリゲータ、発電事業者等にも成果を普及することから、システム仕様等の本事業の成果は、原則としてすべて公開（オープン）を基本とする。
- 事業者は事業終了後もNEDOと協力し、研究発表や成果の活用等を通じた“成果の普及”を積極的に進める。

▶オープン/クローズ戦略の考え方

	非競争域	競争域
公開	- 構築システムにかかわる各種技術仕様など - 中小水車の設計	各社保持技術・情報を活用した実証結果とその前提となる情報など
非公開	系統情報や計測データ等（秘密情報）	- DER等制御システムと連係する既設システム・通信の情報 - 大型水車の設計技術そのものなど

■ 研究に必要な保持データを開示

「系統情報の公表の考え方」（資源エネルギー庁）で定められる情報やその他非公表データで**本事業実施のために必要な最低限の情報等はNEDOと一般送配電事業者（9社）との間でNDAを締結するなどした上で、秘密情報としてコンソーシアムメンバへ開示し、成果を最大化。**また、項目2で作成したデータを項目1-2へ共有化するなどした。

なお、当該**非公開データを活用した研究成果は、積極的に公開。**

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

■ 仕様・成果の公開を積極的に推進（デファクト標準化）

本事業に参画していない一般送配電事業者やベンダ等においてもDERフレキシビリティシステム等の展開を早期に実現し、またアグリゲータにとっても必要な情報を提供するため、**DER等制御システムの基本的仕様や要求事項等の本事業の成果は、事業終了後に原則としてすべて公開する。**成果を踏まえた仕様はプロジェクトに参画していない各社にも共有化し、各社によりデファクト標準化。

■ 中小水車は設計そのものを標準化

一品一葉の中小型水車の設計の手間・コスト・難易度の障壁を取り除くために**設計自体を標準化・シリーズ化、性能評価・検証の共通基盤（トラブル対応支援含む）を構築。**

■ 各社保持技術・情報も実証結果とその前提となる情報等として公表

実証に供する再エネ出力予測手法や実証協力先の保有技術など、**各社保有技術・情報を活用した実証結果とともに、その前提となる情報として可能な範囲で公表。**

公開する仕様は、同様のシステム開発が可能な範囲とする。

■ ノウハウとして秘匿

制御・ハードウェア等、各社システム固有の内容は、ノウハウとして秘匿。

本事業の知財方針

- 本事業は、産学連携体制で本事業を確実に遂行し、研究開発の成果が実施事業者のみでなく、全国の一般送配電事業者や発電事業者・小売事業者、電機メーカー等にも裨益し、普及展開することを目的としていることから、国の委託事業として実施しているもの。
- 本事業で得られる情報のうち、事業者情報等の秘匿情報にあたるものや一般送配電事業者の既設システム改修の詳細な情報以外は、技術仕様・ガイドラインの策定の根拠となる情報を含め基本的には積極的に公開していく。
- 中小水車は設計そのものを標準化し、誰でも柔軟性向上水車が製作できる環境を構築するものの、設計最適化の思想（設計過程や判断基準等）の競争力の核心は非公開又は要件等を限定したクレームで特許化する。また、利用者登録制・審査制にするなど、公開する標準設計の国内ライセンス・利用条件を整備する。
- 「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に基づき全事業者での知財合意書を取り交わし、特許を受ける権利の帰属、大学等と企業の共有特許、事業内での実施許諾等を規定する。
- 知財合意書の内容に沿って取得した知的財産は尊重しつつ、日本版バイ・ドール条項に基づき、必要に応じてNEDOが当該知的財産（特許権等）を実施する。

＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

- ・ 本事業における「実用化・事業化」の考え方
- ・ 本事業のアウトカムとその目標の考え方
- ・ (参考) 統合コストの低減効果例（水力柔軟性向上の例）
- ・ 国費投入総額と効果
- ・ アウトカム目標の達成見込み
- ・ アウトプット目標の設定及び根拠
- ・ 本事業における研究開発項目の位置づけ
- ・ アウトプット目標の達成状況
 - －以降、各項目の目標及び成果
- ・ 論文発表などの対外発表



3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

本事業における「実用化・事業化」の考え方

◆実用化・事業化の定義

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用（顧客への提供等）が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、**企業活動及び再生可能エネルギーの導入拡大に貢献すること**をいう。

➤ 設定理由

開発するシステムは、公共の益になるものであり、波及効果としての再生可能エネルギーの導入拡大に貢献することまでを事業化の定義に含めている。



本事業のアウトカムとその目標の考え方

本事業の成果により期待されるアウトカム (3E)

- 再エネ連系量 (エネルギー自給率) の増加
- 統合コストの低減 (調整力の調達費用、燃料費・起動費等の低減)
- 再エネ出力制御量の低減・利用量の増加

2030年 再エネ導入比率36～38%程度
2050年 カーボンニュートラル に貢献

本事業のアウトカム目標の考え方

本プロジェクトの成果が直接的に反映され、外生要因の影響を受けにくく、かつプロジェクト開始時点で目標設定が可能な**アウトカム指標・目標**として「**再エネ連系量の増加**」を設定している。

2021-2023のノンファーム型
接続申込・契約済容量から
資源エネルギー庁とともに推計

アウトカム指標		アウトカム目標
短期目標 2030年度	再エネ出力抑制量・コストの低減とともに再エネの早期接続を可能とする取組みによる、追加的に接続される再エネ設備 (累積)	● 本成果に伴う再エネの追加導入量 (設備容量) 約5万kW
長期目標 2050年度	日本国内の電力インフラにつき、本事業で開発されたシステムの適用される割合	● PJ終了後、本成果に伴う再エネの 追加導入量 (設備容量) 約500万kW以上 (5GW以上) ● 2050年までには、 日本国内の系統 (基幹～配電) の100%を対象に、本事業で開発されたシステムを適用 、効率的なシステムの形成・運用の実現を目指す。

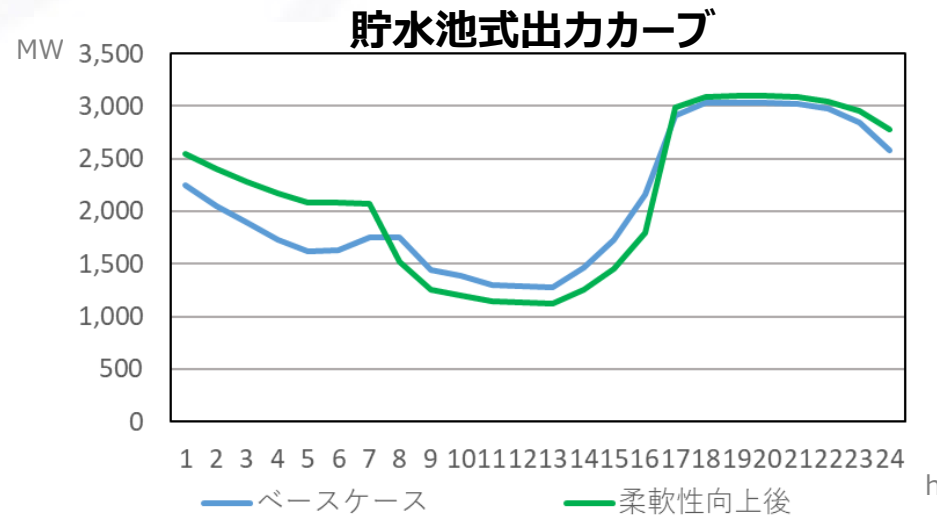
(計測方法) 目標設定年度に、本事業の成果が実用化された系統において、追加的に系統への接続が可能となった電源を計測する。
(➡本事業の成果が実用化されているか否か)

(参考) 統合コストの低減効果例 (水力柔軟性向上の例)

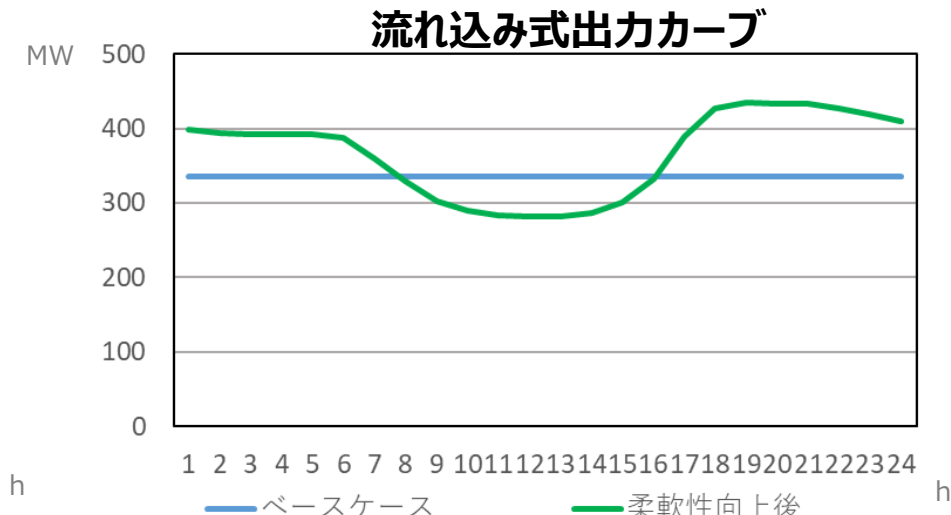
- 第7次エネルギー基本計画で示された電源構成に基づき、2040年時点で、水力発電が需給制約時に調整力を発揮することによる燃料費・起動費の削減効果等を明らかにするため、全国10エリアを対象とした電力需給シミュレーションをNEDO独自にて実施した。
- ファーム電源の30%+全ノンファーム電源の発電出力が、技術開発により3%向上しつつLNG火力と同様のパターンで制御される場合、2040年で少なくとも190億円／年、最大で1,264～1,295億円／年の燃料費・起動費（CO₂対策費込）の削減効果が期待される※。

※前提条件によって当該効果は大きく変わり得るものであることに留意されたい。

<あるエリアでの365日平均出力（2040年）>



年間発電量3%増**



年間発電量9%増**

※※本事業の開発成果により、柔軟性向上とともに、発電量の向上も図る。

投入国費総額と効果

●プロジェクトの総費用：161.5億円（予定）

●再エネの追加導入によるCO₂対策コスト削減効果（一定条件下での試算）： 約61億kWh*×10円/kWh（電源の概ねのCO₂対策費）÷ 約610億円/年

*日本の発電電力量（9,000億kWh～1兆kWh）に対し0.6～0.7%の規模

今後、配電系統等に接続される電源の大半が太陽光であるとした場合、太陽光発電の設備利用率（14%）より、

○設備容量約5万kW×8760時間×14% ÷ 約0.61億kWh/年
⇒約0.61億kWh×0.443kgCO₂/kWh（全電源平均 CO₂排出量）÷ 約2.7万ton/年

○設備容量約500万kW×8760時間×14% ÷ 約61億kWh/年
⇒約61億kWh×0.443kgCO₂/kWh（全電源平均 CO₂排出量）÷ 約270万ton/年

※なお、上記総費用は概算要求段階のものであり、今後変動があり得る。また、約610億円/年の便益のためには、実際には一般送配電事業者側の対策コストや発電側のコスト、その他の統合コストを必要とすることに留意が必要。特に、本事業の実用化にあたってはプロジェクトの総費用以外の費用が必要であり、現時点で網羅的に算出することは難しいものの、本事業の実施にあたってはこれら外部コストも踏まえた最適な手法・視点を加味して検討を行う。

アウトカム目標の達成見込み

- 成果の普及に向け、資源エネルギー庁・電力広域的運営推進機関、送配電協議会、スマートレジリエンスネットワーク、ターボ機械協会等の団体への情報公開や協議を引き続き進め、**事業終了後、2050年までに下記ケース（本事業成果）を実現することで、アウトカム目標（再エネ連系量の増加）の達成を見込む。**

研究開発項目	ケース	貢献年次*		達成に向けての取組み
		2030	2050	
1	系統用蓄電池の混雑緩和運転が優先されることによる、送電系統の混雑緩和量増加（研究開発項目1-1）	△	○	混雑緩和による対価のあり方など、制度提案に資する検討を合わせて実施している。
	DERの活用（上げDR）による、ローカル系統・配電用変電所（配変）の混雑緩和（研究開発項目1-2）	○ 最低9MW (配変)	○ 最低500MW (配変)	フィールド実証による検証とともにスマレジネットワーク等とも連携し社会実装に向けた取組みを実施している。
	HVDC制御による安定度制約のある地域での再エネ接続可能量増加（研究開発項目1-3）	—	○ 500MW	HVDCの導入に際し必要となった場合に使用できる状態まで、検討を実施している。
2	高度化されたSCUC・SCEDロジックの適用	—	○	提案ロジックの概念検証を完了する。
3-2	柔軟性向上水車の設計標準化による中小水力導入量の増加	○	○ 5.6GW	フィールド実証による検証とともに社会実装に向けた取組みを実施している。

*○：大きく貢献 △：やや貢献 枠内数値は期待される再エネ連系量の参考値（本事業での検討を踏まえたNEDO試算値）

アウトプット目標の設定及び根拠 (1 / 2)

研究開発項目	中間目標 (2026年度初頭)	最終目標	設定根拠
研究開発項目 1 DER等を活用した フレキシビリティ技 術開発	平常時の混雑緩和や出力制御量の低減ないし事故時の安定度確保等に資する新たなDER等の活用手法・ユースケースを整理し、実証試験での検証項目を絞り込む。また、実証試験において必要となる設備・システム等の設計・構築を2026年度末時点で完了する見通しを得る。	実証試験等を通じて、平常時の混雑緩和や出力制御量の低減ないし事故時の安定度確保等に資する新たな分散型エネルギーリソース（DER）等の活用手法の基盤技術及びシステムの標準仕様を確立する。	資源エネルギー庁「系統用蓄電池等の導入及び配電網合理化等を通じた再生可能エネルギー導入加速化事業」にて実施した机上検討の成果等を踏まえ、将来の対策に向け全国で共有すべき箇所が成果として得られるよう基盤技術及び標準仕様の確立を事業全体の最終目標として設定。中間目標は、仕様等を確立するために必要な実証試験の検証項目等を得るために設定。 <u>なお、当該最終目標の中で、未だ検討に至っていない、2つの新たなDERフレキシビリティのユースケースを対象として概念検証等の公募が行えるよう最終目標を設定した。</u>
研究開発項目 2 市場主導型制御 システムの技術検 討	混雑管理等の制度設計の議論状況を確認しながら、市場主導型制御システムの必要性・適用課題の整理、2027年度以降に必要となる技術開発項目の抽出を2026年度末時点で完了する見通しを得る。 なお、中間目標が達成され、検討継続の必要性が確認された場合、システムの要素技術の検討等を行う詳細なフィージビリティスタディ（FS）を2028年度まで実施する。	混雑管理等の制度設計の議論状況を確認しながら、市場主導型制御システムの要素技術の検討等を完了する。	市場主導型制御システムについて、今後の政策的な検討状況にも大きく依存するため、2023年度時点で想定される政策的な議論の時間軸に整合する形で中間目標・最終目標を設定。 <u>中間までの検討内容や同時市場の検討等の動向を踏まえ、2027年度から研究開発項目 1 に統合して、最終目標を達成する。</u>

アウトプット目標の設定及び根拠 (2 / 2)

研究開発項目	FS目標	中間目標 (2026年度初頭)	最終目標	設定根拠
研究開発項目 3 - 1 バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上のための技術検討	電源の柔軟性向上の限界とその要因をFSにて明らかにする。	—	—	FSを踏まえ、技術開発に必要な目標が設定できるよう、FS目標を設定。
研究開発項目 3 - 2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発	—	必要な検証の実施体制を構築し、技術開発・検証を2028年度末時点で完了する見通しを得る。中間評価時点で検証の体制が構築できない場合は、当該項目の検討は中止又は内容見直しとする。	一般水力を対象に、以下の①②を一体的に行い、中小型水車に関しては河川や農業用水等への多数の水車導入による運用台数の制御によって、大型水車に関しては単機容量の運用幅の拡大によって発電量の柔軟性を向上させる。 ① 中小型水車の設計・解析支援技術の開発： 模型試験プラットフォームを構築し、設計や過渡応答評価に必要な手法やツールを整備・公開する。さらに、中小型水車の導入を促進するため、様々な落差・流量に対応する種々の形式の水車について、標準設計（比速度70～600程度）として公開する。 ② 大型水車の極低負荷運転評価手法と最適運用・制御システムの開発： 実機検証を行うことを通じ、発電電力量の向上と機器損耗の低減等を可能とする最適運用・制御システムを構築する。極低負荷運転の評価手法や既存の制御システムとの取り合い方法などはメーカーや発電事業者等に公開する。	FSを踏まえ、事業終了後の一般水力による柔軟性向上のために必要な技術目標を最終目標として設定。

(計測方法) 技術検討委員会等では有識者による評価を実施することで達成状況や次期フェーズへの移行の必要性・妥当性等を確認する。なお、研究開発項目2及び研究開発項目3-1については、初期目標が達成され、委員会において検討継続の必要性が確認された場合、NEDOとしての検討を継続する。

本事業における研究開発項目の位置づけ

研究開発項目 1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発・・・項目1-1～1-3

項目1-3 多機能HVDCシステムの開発

HVDC制御による事故時の安定度・周波数維持

基幹系統

ゾーン制？
ノーダル制？

市場

DER集約・配分機能

ローカル系統

研究開発項目 2 市場主導型制御システム の技術検討

次期中給
システム

SCUC/SCED
の代替・高度化・
新技術

DERフレキシビリティ
活用プラットフォーム

指令 入札

制御所等

アグリゲータ

混雑

FLEX DER機能

配電系統

混雑時に
上げDR
(充電等)

各成果を合わせ統合コスト低減へ

項目1-1 系統用蓄電池 の充電制御を活用した系統 混雑緩和技術の開発

系統用蓄電池の充電による系統混雑緩和
(出力制御代替)

混雑時の
充電機能

水力の上げ/下げ調整力 研究開発項目3-2 水力発電の柔軟性向上 のための技術開発

項目1-2 需給課題・系統課題 の解決に向けたフレキシビリティ最 適活用技術の開発

需給バランス維持・系統混雑緩和のため
DERを最大限活用するための仕組みづくり

アウトプット目標の達成状況 (1 / 2)

研究開発項目	目標 (2026年度初頭)	成果(実績) (2026年4月)	達成度・達成の根拠/ 今後の対応方針
研究開発項目 1 DER等を活用したフレキシ ビリティ技術開発	平常時の混雑緩和や出力制御量の低減ないし事故時の安定度確保等に資する新たなDER等の活用手法・ユースケースを整理し、実証試験での検証項目を絞り込む。また、実証試験において必要となる設備・システム等の設計・構築を2026年度末時点で完了する見通しを得る。	「項目1-1 系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発」に加え、2つの新たなユースケースについての検証を実施し、実装にあたっての課題を整理。項目1-1の実証試験環境を構築しつつ、検証ケースを整理した。	○ 各種情勢変化がある中でも2026年度に蓄電所を竣工し、予定通り実証を進める。
研究開発項目 2 市場主導型制御システムの 技術検討	混雑管理等の制度設計の議論状況を確認しながら、市場主導型制御システムの必要性・適用課題の整理、2027年度以降に必要となる技術開発項目の抽出を2026年度末時点で完了する見通しを得る。なお、中間目標が達成され、検討継続の必要性が確認された場合、システムの要素技術の検討等を行う詳細なフィージビリティスタディ (FS) を2028年度まで実施する。	市場主導型制御システムの必要性・適用課題の整理するとともに、費用便益の簡易試算を実施した。 また、既存SCUC/SCEDの高度化・代替ロジックのコンセプトを整理した。	◎ 当初のNEDO計画を前倒しで、費用便益の簡易試算を実施した。 2027年度以降は、SCUC/SCEDの検討を項目1にて継続する。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

アウトプット目標の達成状況 (2 / 2)

研究開発項目	目標 (2026年度初頭)	成果（実績） (2026年4月)	達成度・達成の根拠／ 今後の対応方針
研究開発項目 3－1 バイオマス発電・水力発電・ 地熱発電の柔軟性向上の ための技術検討	電源の柔軟性向上の限界とその要因を フィージビリティスタディにて明らかにする。 (FS目標)	バイオマス・水力・地熱の柔軟性（出力変化幅、速 度調停率、起動停止等）の限界値（現状）とその 要因、柔軟性向上のための対応策をFSにおいて明ら かにした。また、FSの結果を受けてステージゲート審査 を実施し、対策の効果と技術課題の大きい一般水力 のみを継続的に検討を行う電源として特定した。 さらに、次年度以降の具体的な検証項目を定義し 技術開発目標を改めて策定するとともに、NEDOにて 独自に電力需給解析・シミュレーションを行い、対策の 効果を定量的に明らかにした上で、事業者の公募を 速やかに実施した。	◎ 当初目標の達成に加え、 NEDOに て独自に電力需給解析・シミュ レーションを行うことを通じて対策 の効果を定量的に明らかにした。
研究開発項目 3－2 水力発電の柔軟性向上の ための技術開発	必要な検証の実施体制を構築し、技術 開発・検証を2028年度末時点で完了 する見通しを得る。 中間評価時点で検証の体制が構築で きない場合は、当該項目の検討は中止 又は内容見直しとする。	大型水力・中小型ともに必要な検証の実施体制を構 築し、2028年度末時点で必要な検証を完了すべく、 各種情報整理・設計等を進めた。	◎ 大型水力に加え中小型水力も実 証協力体制を構築した。 短期間の検討となることも踏まえクリ ティカルパスを押さえ検討を継続す る。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

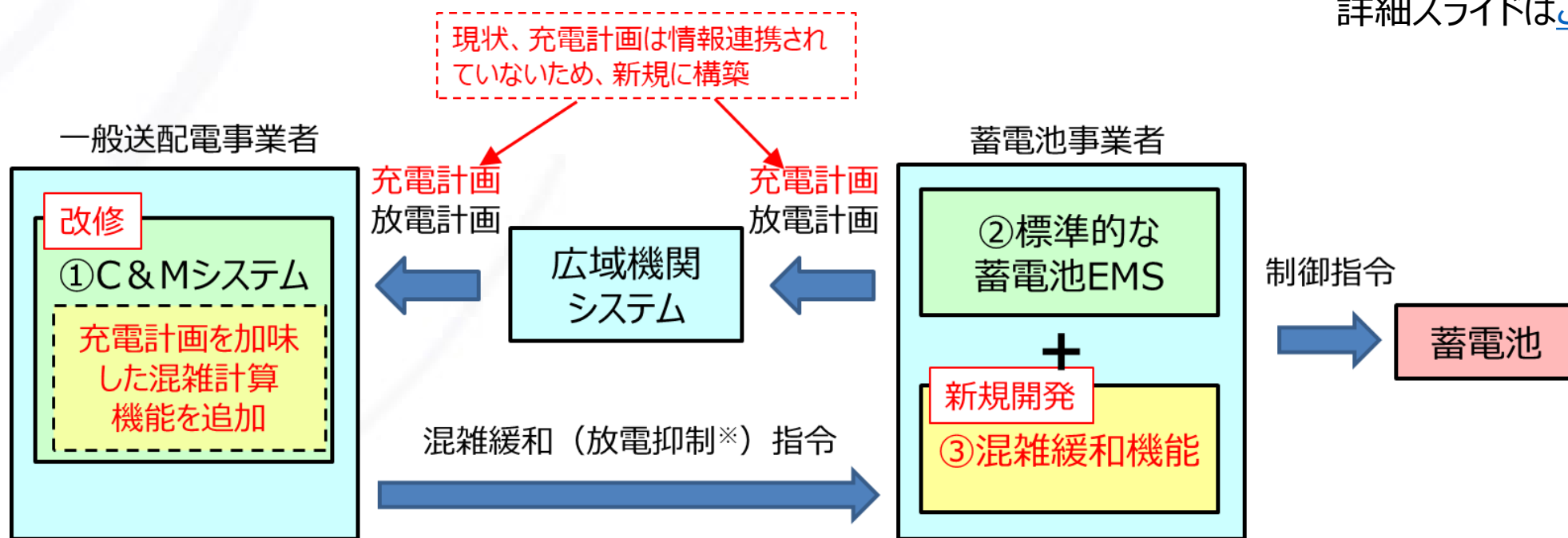
項目1-1 系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発

- **目標**：ローカル系統の混雑緩和と再エネ出力制御量低減のため、系統用蓄電池の充電制御ロジックの構築およびエネルギーマネジメントシステム（EMS）の開発と、コネクト＆マネージシステム（C&Mシステム※）との連携方法を確認する。

※系統制約と需給制約の両方を満足する出力制御量を発電所ごとに算出、配信できるシステム

- **期間**：2024～2028年度（2027～2028年度にフィールド実証を予定）

詳細スライドは[こちら](#)



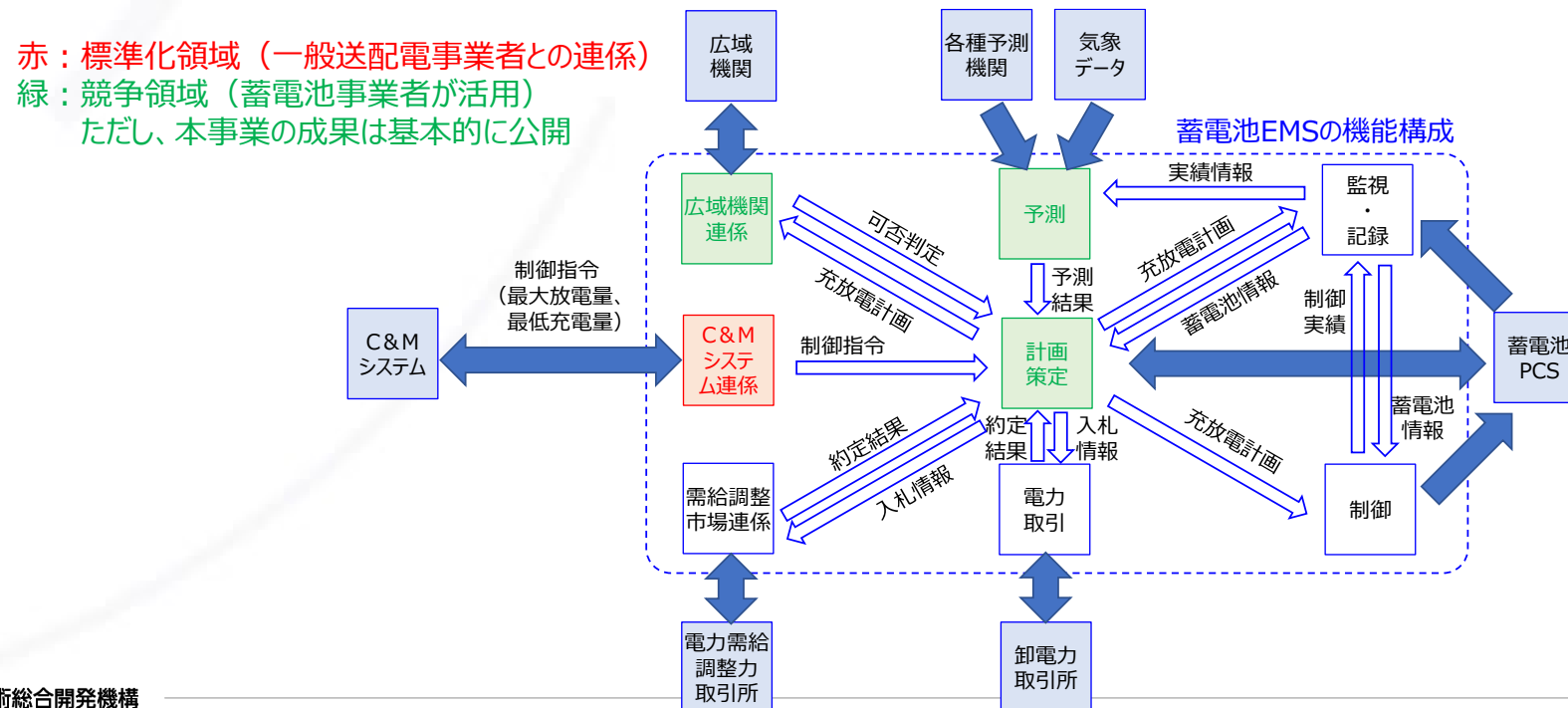
※NEDO事業においては、系統用蓄電池に対して混雑緩和に必要な充電指令（充電下限値）を通知する仕様も技術的に検証する。

項目1-1 系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発 成果

- ステークホルダーとの議論や海外動向調査を通じ、蓄電池契約形態に応じた混雑緩和方法とその実現に向けた論点を整理するとともに**C&Mシステム（一般送配電事業者）から蓄電事業者への充電指示による混雑緩和方法の基本的方針を整理**した。同時に、蓄電池事業者による**混雑予測及び混雑緩和への対価に係る論点を整理**した。
- 実証用C&Mシステムの要件定義（2026年8月完了予定）と蓄電池EMSの混雑緩和機能の詳細要件定義（2026年6月完了予定）を完了させるとともに、実証用の蓄電所を2027年3月に竣工する予定。

蓄電池EMSの構成イメージ

詳細スライドは[こちら](#)



項目1-2 需給課題・系統課題の解決に向けたフレキシビリティ最適活用技術の開発

■ 目標①：フレキシビリティを活用した系統混雑緩和技術の確立（FLEX-DER検討）

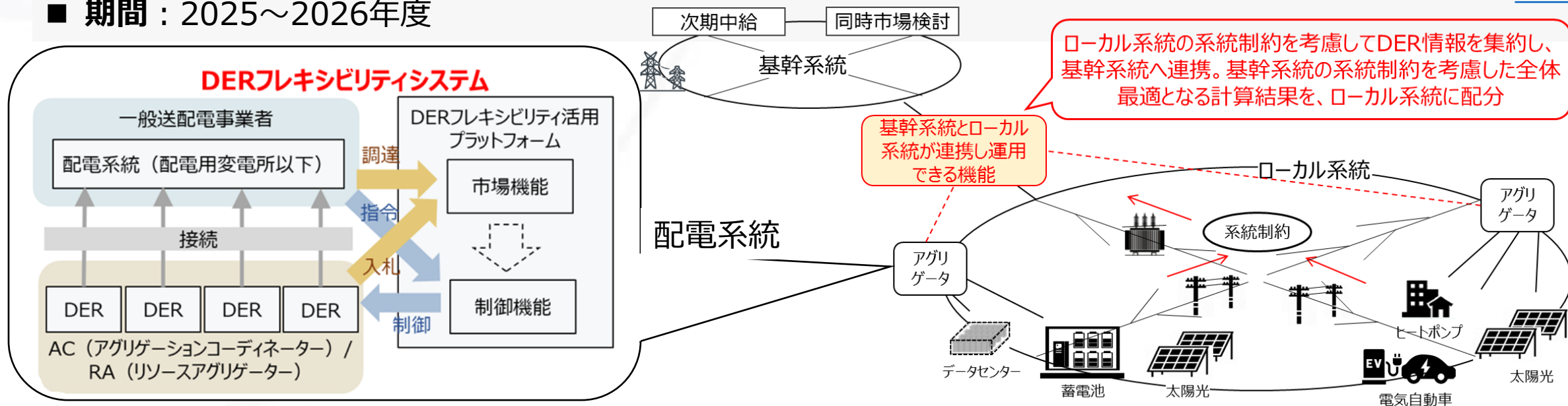
2024年度までのFLEX DERプロジェクトにおいて抽出した技術的な残課題を解決し、再エネの出力制御を回避しつつ配電系統の混雑緩和を可能とするDERフレキシビリティシステムの実装に向けて足下での解決が必要な課題について、フィールド実証も交えて検証を進め、配電用変電所の混雑を緩和するために必要な技術を確認する。

■ 目標②：需給制御・系統制御を目的としたDER集約配分機能の検討(DER集約配分機能検討)

需給バランス等の維持と系統混雑緩和の両立に向けて、上位系統と下位系統が連携し運用できる機能の企画構想を行うとともに、将来、フィールド実証を行うことを想定し、その実証試験で必要な検討項目、設備・システム仕様の要件定義を行う。

詳細スライドは[こちら](#)

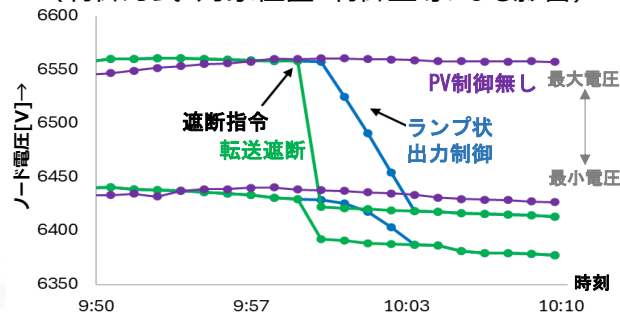
■ 期間：2025～2026年度



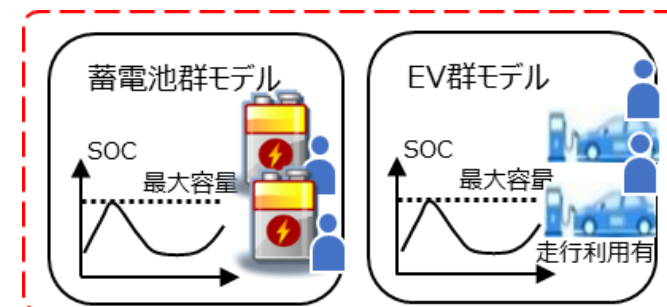
- FLEX-DER検討では、課題の洗い出しのための第1回実証（9/29-10/24）、指令方法や制御方法の見直しを踏まえた第2回実証（4/23-5/22）、さらに冬季のDER応動性検証を踏まえ、各手法の評価と課題抽出を実施した。
- DER集約配分機能検討では、業務フロー初版、ユースケース、必要機能、共通データモデルCIMを用いたデータフローの整理を実施し、要件定義の基礎を概ね整備するとともに、仮想蓄電池モデル化に向け多様なDER（ヒートポンプ・蓄電池・EV等）の実データに基づく分析と、**ユーザー・機器特性の整理によるDERモデル化の基礎検討を本格着手しつつ、定量比較により集約配分ロジックの有望手法を特定した。**

DER集約配分機能検討 成果の例

DERモデル化の基礎検討



セーフティネット発動時の電圧変動や、LRTなどのタップ制御機器の動作へ与える影響をシミュレーションで評価した。瞬時に出力を停止した場合は制御量が大きくなると電圧への影響が大きくなる一方、ランプ制御のように段階的に出力を停止した場合は電圧面で一定の安定性が見られることを確認した。2026年度には、フィールド実証と連動したラボ実証を実施する。

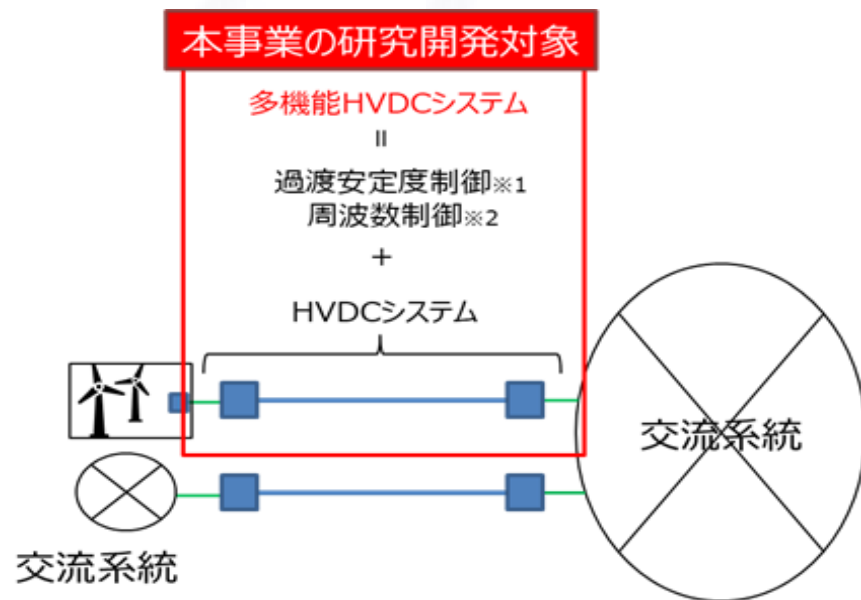


DER機器・ユーザー特性をDER調査により整理した。
当該整理を踏まえ、DER群を揚水のような仮想蓄電池モデル(仮称)として扱い需給計画・運用で活用できるよう、まずはDER単体のモデルを需給運用計算(SCUC/SCED)に組み込む形式で表現中。
今後、群として需給で活用できる安定的なモデルを表現する予定。

項目1-3 多機能HVDCシステムの開発

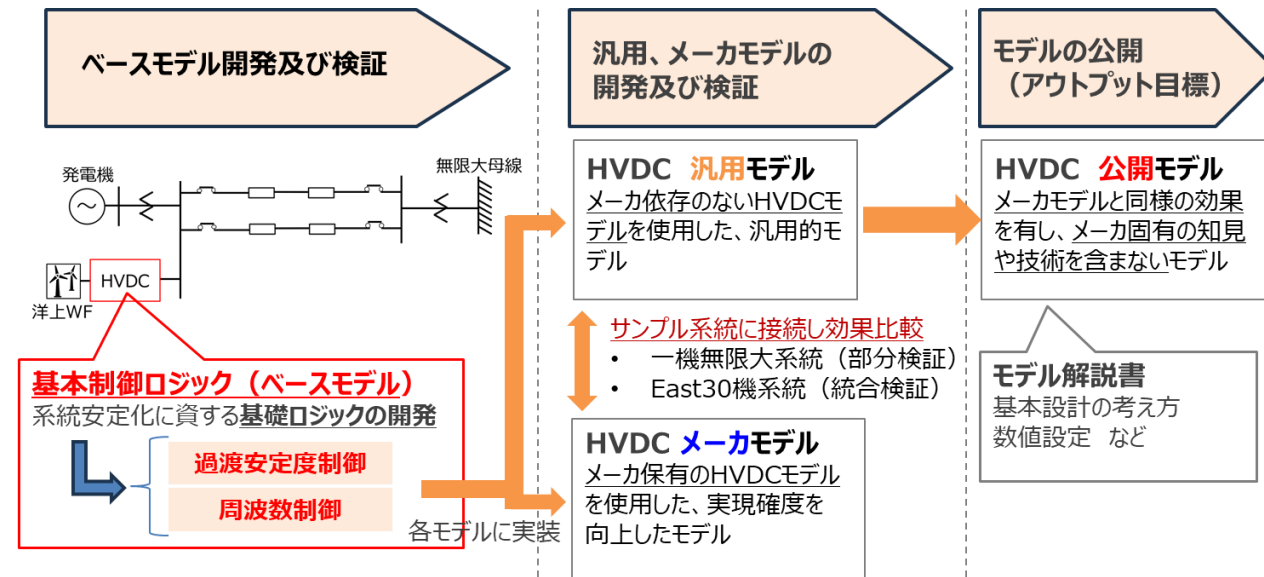
- **目標**：新たな洋上風力発電設備のようなDERを交流系統へ接続させるため、HVDC設備を活用し系統安定化を図る多機能HVDCシステムの基本的な制御ロジックの検証を実施し、以下の制御機能を有する多機能HVDCシステムの概念を確立する。
 - ・交流系統事故時の安定度確保に資する制御（過渡安定度制御）
 - ・交流系統事故時の周波数低下緩和および平常時の周波数変動抑制に資する制御（周波数制御）
- **期間**：2025～2026年度

詳細スライドは[こちら](#)



※1過渡安定度制御：交流系統事故時の安定度確保に資する制御
 ※2周波数制御：交流系統事故時の周波数低下緩和および平常時の周波数変動抑制に資する制御

制御ロジック検討（モデル開発）の概略



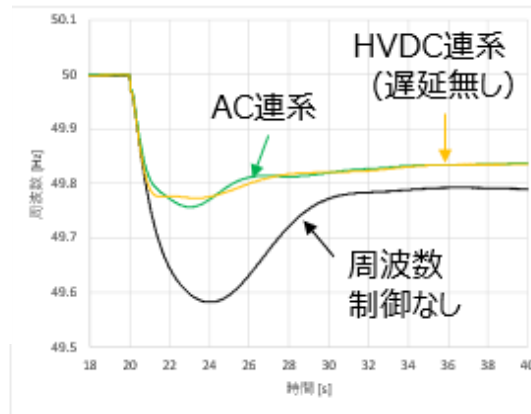
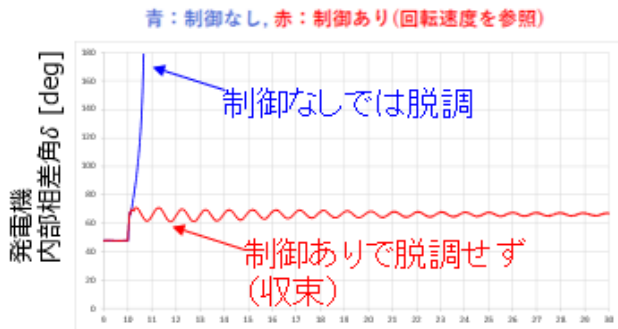
項目1-3 多機能HVDCシステムの開発 成果

- 系統安定化リレー～発電機加速の間の過渡安定度制御及び通信伝送・CVCF制御による陸上系統と洋上系統の周波数を一致させる周波数制御を行う**基本制御ロジック（ベースモデル）を開発した。**
- 発電機回転速度を参照する理想的な制御において、**過渡安定度向上効果を確認するとともに、期待する出力特性と周波数変動抑制効果が得られた。**
- 今後、自端での制御停止タイミング判定など課題への対応や、汎用・メーカモデルによる検証も進め、汎用モデルを公開する。

詳細スライドは[こちら](#)

ベースモデルでの検証

過渡安定度制御では、制御ありで脱調せず、過渡安定度向上効果を確認した。
また、風車が連系するHVDCの周波数制御では、直接AC連系する風力と同等の出力特性と周波数変動抑制効果が得られた。



過渡安定度制御効果の検証結果例

(電気学会EAST30機系統モデルへ各線路情報を落とし込み解析)

HVDCを介して2201ノードに洋上風力が連系し、事故対象線路は東北エリア500kVブランチと想定して分析した。

対象ブランチ 事故様相	AVR①：全台PSS付高速サイリスタ励磁				AVR②：G1,G4,G9のみPSS付高速サイリスタ励磁			
	G1電流量	洋上風力 連系可能量[万kW] (SC増強量[万kVA])		提案P制御 効果量	G1電流量	洋上風力 連系可能量[万kW] (SC増強量[万kVA])		提案P制御 効果量
		P制御無	P制御有			P制御無	P制御有	
相馬双葉幹線 2100 3LGO	無	230以上 (248.8以上)	280以上 (285.0以上)	-	無	230以上 (248.8以上)	280以上 (285.0以上)	-
十和田幹線 2102 6LGO	有 300万kVA	230 (248.8)	280 (285.0)	+50	有 300万kVA	230 (248.8)	280 (285.0)	+50
北上幹線 2103 6LGO	有 150万kVA	120 (113.0)	120【振動】 (113.0)	(0)	有 150万kVA	110 (102.1)	160 (159.5)	+50
青葉幹線 2104-2105 6LGO	有 300万kVA	10 (8.0)	60 (51.7)	+50	有 450万kVA	120 (113.0)	140 (135.7)	+20
常磐幹線 2107-2108 6LGO	有※1 300万kVA	40 (33.4)	80 (71.0)	+40	有※1 300万kVA	0	0	0
川内線 3104 6LGO	無	190【振動】 (197.6)	190【振動】 (197.6)	(0)	無	160 (159.5)	160 (159.5)	0
南いわき幹線 3105 6LGO	無	230以上 (248.8以上)	280以上 (285.0以上)	-	無	※2	-	-

※1 新地火力G3(235万kVA)も脱落 ※2 洋上風力連系前の系統でN波脱調であり、提案P制御の対応範囲外のため、検討対象外とした

■ **目標：**欧米諸国や国内議論を踏まえつつ、系統混雑等の長期見通しを算定し、混雑管理手法ごと（再給電方式・ゾーン制・ノードル制）の費用対効果を試算するとともに、各手法適用時の課題整理を行う。市場主導型制御システムにおいても必要となるSCUC、SCED※ロジックに関して、既存技術の高度化・代替手法および新規技術について調査・検討を行う。

詳細スライドは[こちら](#)

市場主導型混雑管理手法の 費用対効果の試算・課題整理 【試行的な 費用対効果の検証】



項目2 市場主導型制御システムの技術検討／フィージビリティスタディ 成果

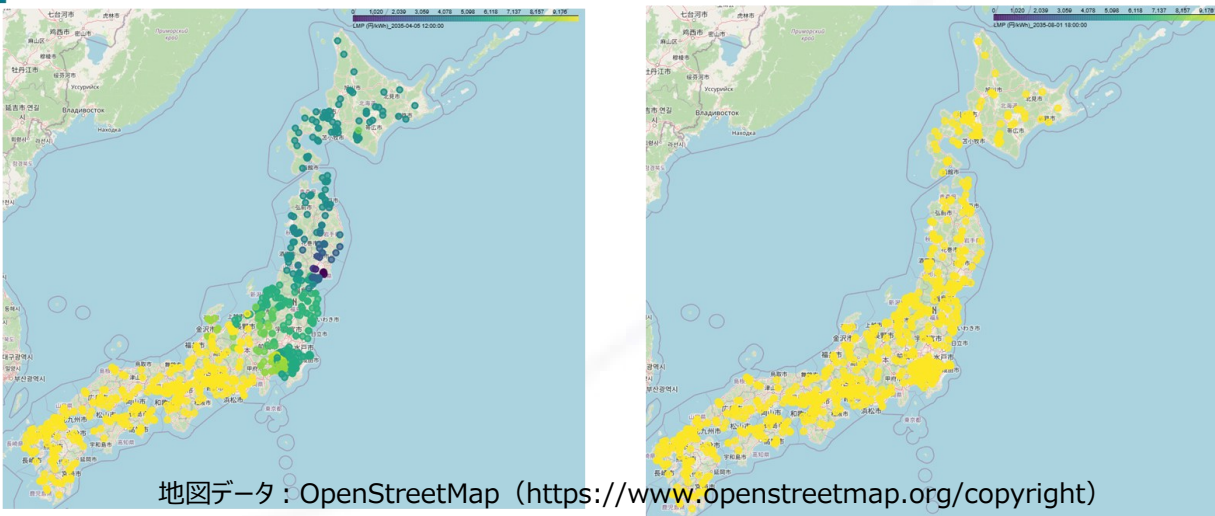
- 費用対効果の検証項目や課題整理を実施するとともに、混雑シミュレーションモデルについては概ね整備が完了し、**特定のシナリオ・年度においては費用対効果の確認も実施した。**
- SCUC/SCEDロジックの検討については、実運用システムとして求められる計算時間の制約や未収束の回避等の厳しい制約を満たすための**最新の最適化演算の技術導入状況や計算上の割り切り等を調査・整理**するとともに、**AC-OPFベースの潮流解析技術・系統解析・最適化技術の観点からのSCUC/SCEDの高度化ソリューションのコンセプトや不確実性を考慮した確率論的SCUC/SCED手法、高速求解手法の調査・検討**を行った。

詳細スライドは[こちら](#)

試行的な費用対効果の検証結果の例

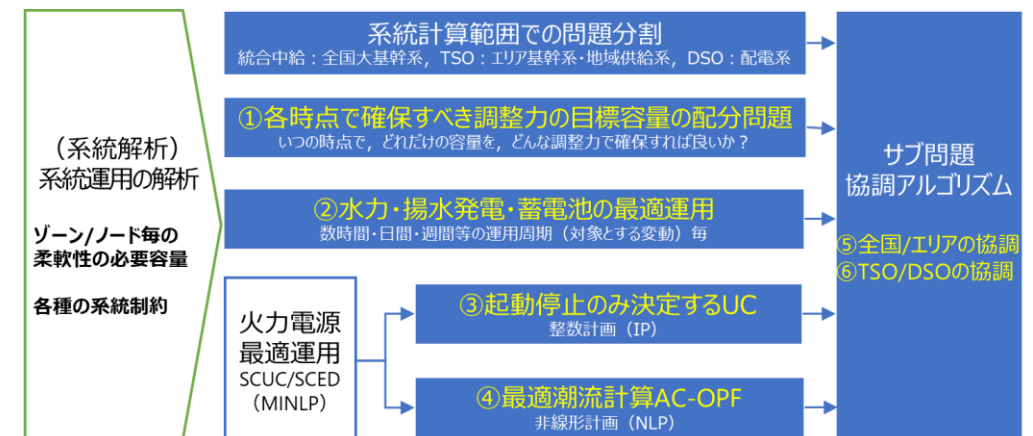
系統混雑見通しを踏まえた、2035年頃のLMPを算出し、ノード毎の価格も変化していることを確認した。

2035年頃のLMP(左:4/5昼間、右:8/1夕刻)



SCUC/SCED 新規ロジックの構想例

AC-OPFベースの潮流解析技術・系統解析・最適化技術の観点からのSCUC/SCEDの高度化ソリューションのコンセプトや不確実性を考慮した確率論的SCUC/SCED手法、高速求解手法の調査・検討を実施した。



項目3-2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発

- **目標**：一般水力を対象に、以下の「中小型水車の設計・解析支援技術」と「大型水車の極低負荷運転評価手法と最適運用・制御システム」の開発を一体的に行い、中小型水車に関しては河川や農業用水等への多数の水車導入による運用台数の制御によって、大型水車に関しては単機容量の運用幅の拡大によって発電量の柔軟性を向上させる。 詳細スライドは[こちら](#)
- **期間**：2025～2028年度

開発対象	中小型水車の設計・解析支援技術の開発	大型水車の極低負荷運転評価手法と最適運用・制御システムの開発
水車設計 指針	設計開発に必要なツールの開発 標準設計の開発 ・フランシス水車 (比速度70～350 m-kW) ・軸流水車 (比速度200～900 m-kW) ・クロスフロー水車 (比速度60～110 m-kW) 模型試験プラットフォームの開発および模型試験	大型水車の設計技術そのものは各メーカーで保有 (本事業対象外)
運用・制御 指針	過渡応答評価ツール・対策法および極低負荷運転時の評価手法の開発	最適運用・制御システムの開発

模型試験プラットフォームを構築し、設計や過渡応答評価に必要な手法やツールを整備・公開する。
さらに、中小型水車の導入を促進するため、様々な落差・流量に対応する種々の形式の水車について、標準設計（比速度70～600程度）として公開する。

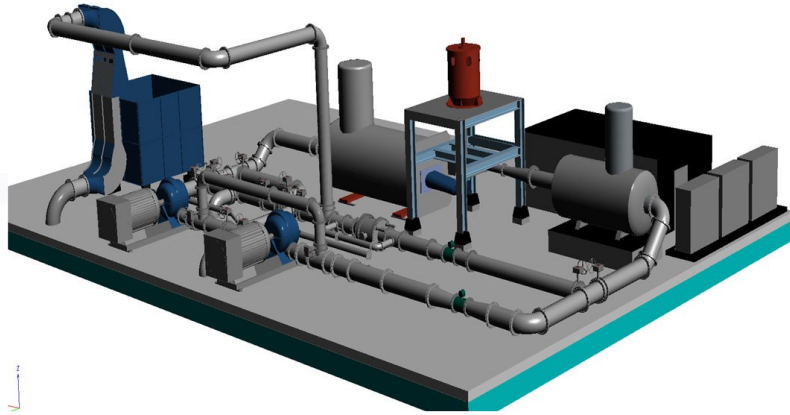
実機検証を行うことを通じ、不安定領域の回避と機器損耗の低減等により発電電力量の向上を可能とする最適運用・制御システムを構築する。
極低負荷運転の評価手法や既存の制御システムとの取り合い方法などはメーカーや発電事業者等に公開する。

項目3-2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発 成果

- 大型水力・中小型水力ともに、必要な検証の実施体制を構築し、必要な実測データの取得等に着手し、技術開発・検証を2028年度末時点で完了する見通しを得ている。

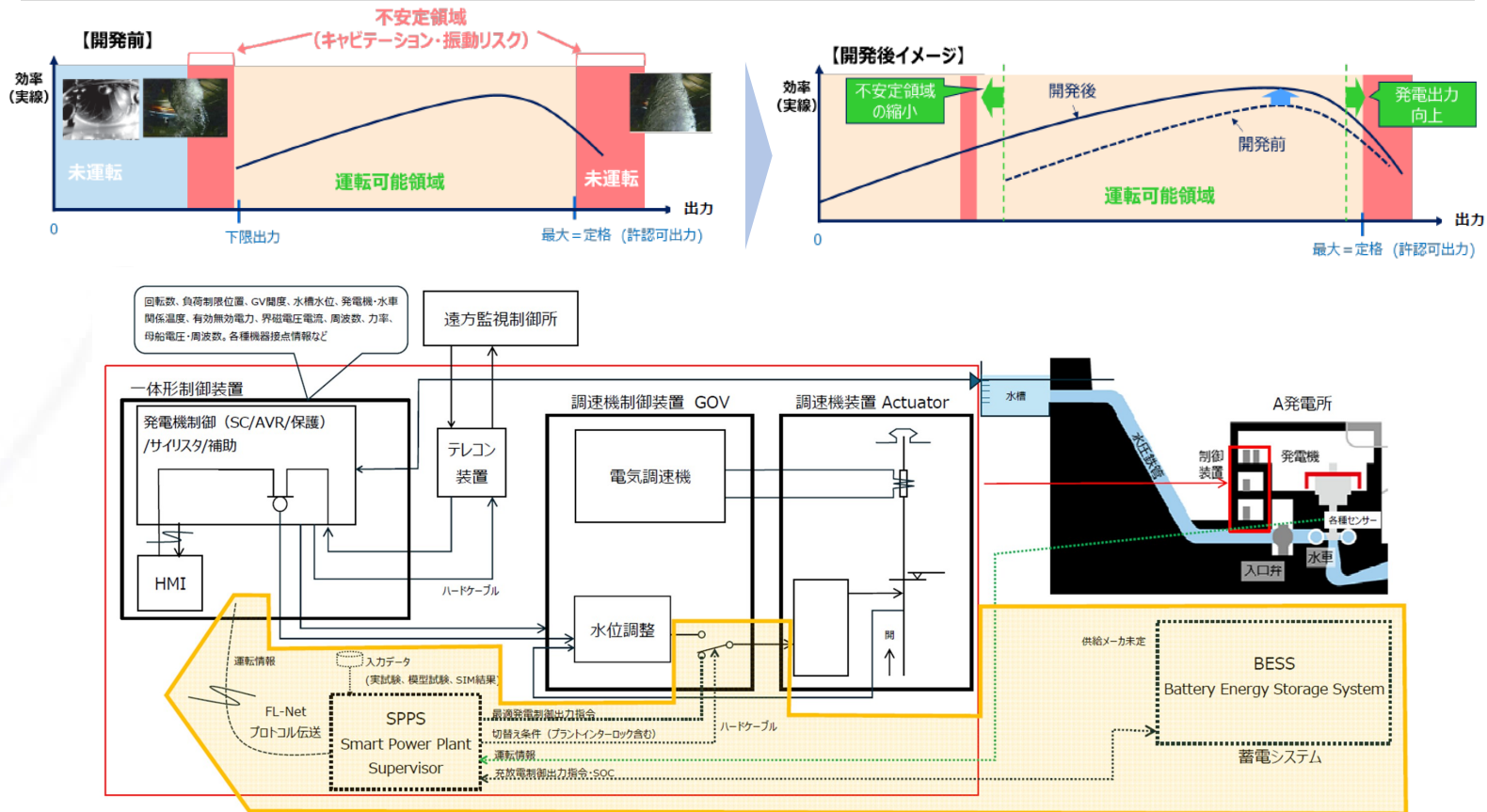
詳細スライドは[こちら](#)

中小型水車の 模型試験プラットフォームの構築イメージ



国際規格IEC 60193に準拠した、出力が約400kW以下の水車に係る**模型試験プラットフォームの設計等を実施**している。
発電所では試験ができない、様々な回転数、流量、キャビテーション条件などを網羅した試験を実施する、性能評価・検証の共通基盤（トラブル対応支援含む）を構築する。

大型水車の最適運用・制御システムの構築イメージ



実証プラントでのシステム構成案

論文発表などの対外発表

- NEDOと実施者とともに、国内外の学会等への論文投稿・発表や講演会・セミナーでの講演、記事掲載等を積極的に実施。
- 2024年度・2025年度のNEDO再生可能エネルギー分野成果報告会でも、取り組みや成果を共有。
- 2026年度のNEDO成果報告会、2026年1月再生可能エネルギー展、IEA TCP ISGANで公表予定のレポート及びCIGRE Paris Session2026などでも引き続き本事業成果を共有。

詳細スライドは[こちら](#)

	2023	2024	2025	2026※	計
研究発表・論文、講演	1	13	54	7	75
プレスリリース※※	0	4	4	0	8

※2026年5月末時点、2026年度も随時成果発表を実施済み

※※連名リリースは1件としてカウント

＜評価項目 3＞ マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

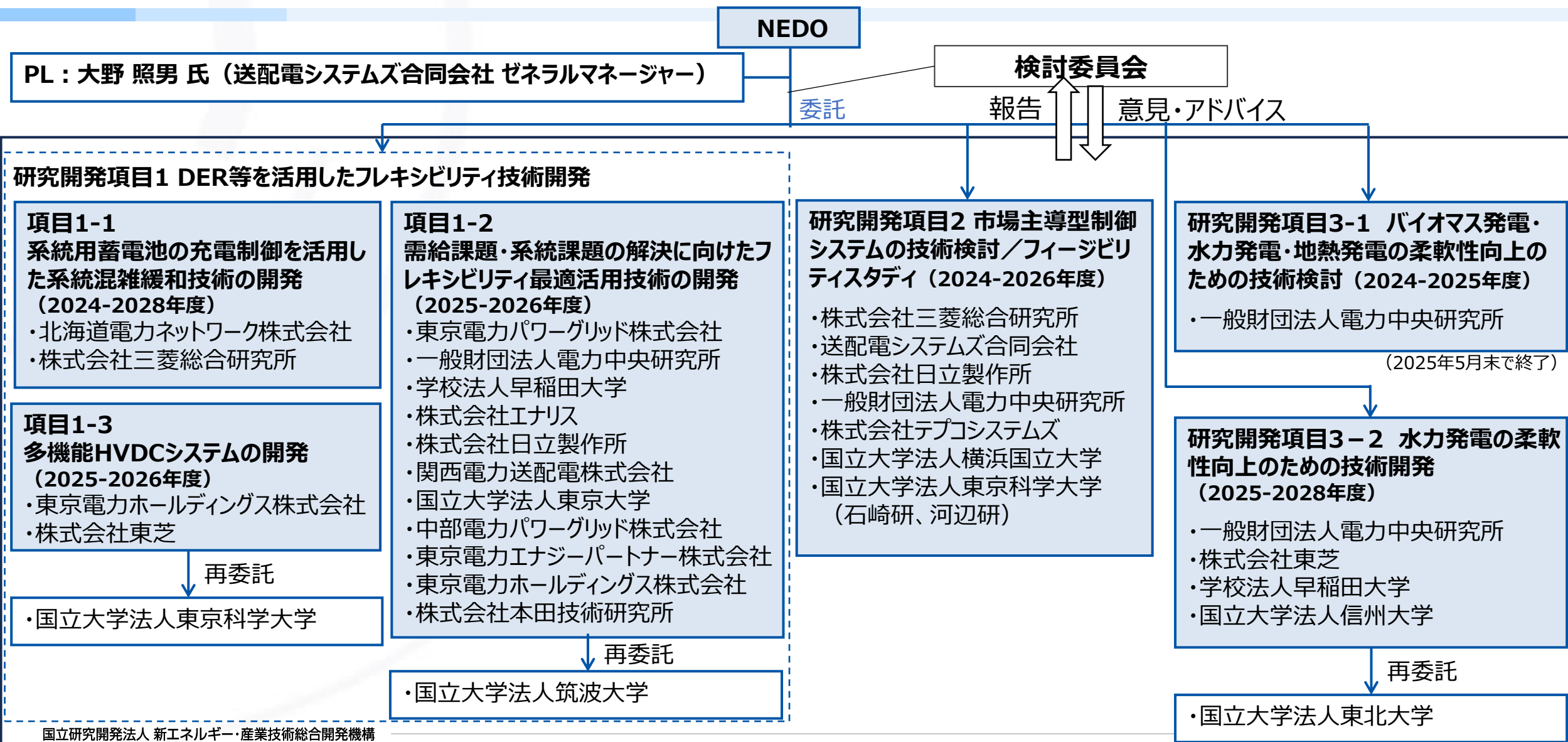
- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 予算及び受益者負担
- 研究開発のスケジュール（2026年6月現在）
- 進捗管理
- 研究開発項目2 技術連携ワークショップの開催
- 事前評価結果への対応（2023年度）
- 動向・情勢変化への対応
- 研究開発のスケジュール（2026年度末の変更後）
- モティベーションを高める仕組み（物的インセンティブ）
- 研究開発項目3における検討継続要否判断
- 成果普及への取組み

NEDOが実施する意義

- 本事業の開発技術を社会実装することで、第6次エネルギー基本計画及び第7次エネルギー基本計画に明記された「再生可能エネルギーの主力電源化」に直接的に貢献できるもの。（社会的必要性：大）
- 本事業は、その開発成果を資源エネルギー庁の政策議論等へ反映することを前提に実施しており、電力制度・議論と歩調を合わせつつ、多様なステークホルダーと協調を図りながらシステム開発を行う必要があり、民間だけの対応では、実現が難しい。
 - 例えば、これまで長期固定電源として整理されてきた一般水力における出力調整機能の開発は、大手水車メーカーにとっても経験がなく、技術的成立性はさることながら事業性が確認されておらず、事業者自身が実施することは困難（NEDOの主導が実施の契機となった）。
- 委託事業として実施しており、研究開発の成果は、実施事業者のみでなく、全国の一般送配電事業者や発電事業者・小売事業者、電機メーカー等にも裨益する。
 - DERフレキシビリティの活用は各エリアの状況に応じて行われるものであるが、海外での教訓※も踏まえても、活用時のシステム要件・仕様は全国で可能な限り標準化されるべきものであり、成果は原則としてすべて公開することを前提としている。
- 情勢変化等を受けて的確で柔軟な対応が必要である（開発内容の追加等）。

系統制約の克服と国民負担（統合コスト）の抑制を両立しながら再エネ導入を最大化するための
我が国共通のシステム要件・仕様等を策定するために、これまでの実績も踏まえ
NEDOが関与し、解決を主導する必要性の高い事業である。

実施体制



個別事業の採択プロセス

- 各種情勢に応じ、下記に示すプロセスにて計3回（2024年度：1回、2025年度：2回）の公募を実施し、前述の実施体制を構築してきた。

1. スケジュール及び周知方法

- ・ 公募予告（事前周知）：1カ月、 公募：原則、30日以上、 採択決定まで：45日
- ・ 公募予告及び公募についてはNEDOのホームページで周知する。公募期間中に公募説明会を開催し、事業概要、応募方法、必要書類等について説明し、質疑応答を受け付ける。
- ・ 基本計画のNEDOPOST（パブリックコメント）を実施し、事業内容について広く意見を募り、事業計画に反映させる。

2. 審査・採択

- ・ 提案については、委員等（外部有識者）（※）及び事務局（NEDO担当部）からなる採択審査委員会にて厳正に審査を行い、採択候補案件を決定する。
（※委員等と審査を受ける者との利害関係を排除する。）

その後、NEDO内の契約及び交付に係る審査委員会にて、採択結果や採択条件等について適切か審議を行う。

- ・ 採択審査委員会にて使用する一般的な採点方法は以下のとおり。
 - ① 提案内容の評価（公募目的・目標との整合性、提案内容の妥当性、既存技術と有意性、提案の実現性）
 - ② 提案者の評価（関連分野に関する実績、開発体制の整備、必要設備の保有、人材の確保）
 - ③ 成果の実用化（社会や他の技術への波及効果）

以上の3項目を中心に評価し、5段階による採点を行った後、各項目の重要度に応じた重み付け係数（重要度に応じて傾斜配分）を採点に乗じたものを採点結果とする。

- ・ 審査における研究の健全性、公平性の確保に係る取組みとして、公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認する。（研究インテグリティの取組み）

予算及び受益者負担

◆予算

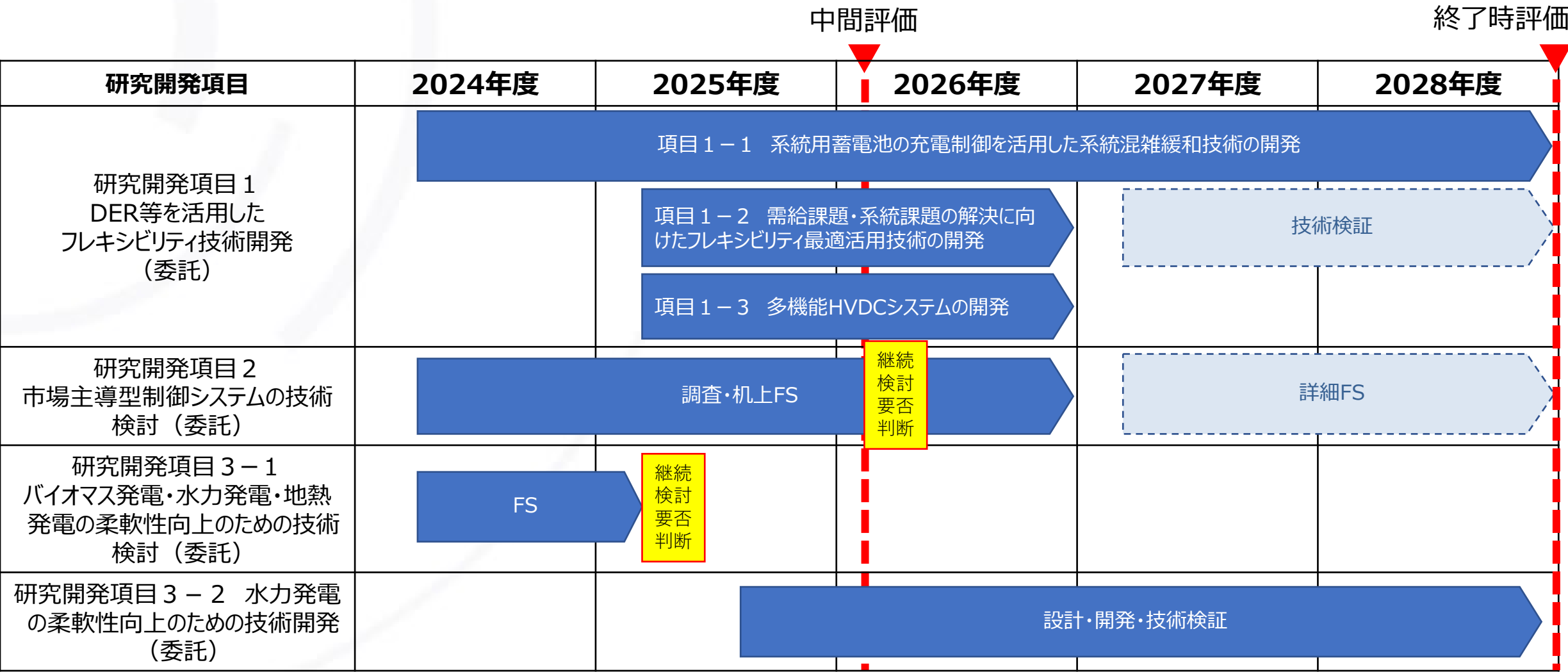
研究開発項目		2024年度	2025年度	2026年度	合計
研究開発項目 1	委託 100%	100	1,029	3,725	4,854
研究開発項目 2		243	422	420	1,085
研究開発項目 3		46	135	1,661	1,842
合 計		389	1,586	5,805	7,781

(単位：百万円)

◆委託事業である理由

- 本事業は、国の政策実現に向け産学連携体制で本事業を確実に遂行し、研究開発の成果が実施事業者のみでなく、全国の一般送配電事業者や発電事業者・小売事業者、電機メーカー等にも裨益し、普及展開することを目的としていることから、国の委託事業として実施しているもの。
- 全国での統一的な基準・仕様等の策定を目指す本事業を補助事業で行う場合、一般送配電事業者10社や各メーカーが参画となれば相応の追加コストが生じるとともに、一部の一般送配電事業者等のみが事業へ参画し、当該事業者に特化して開発した仕様が国内標準となる場合には費用負担の公平性の観点で懸念があることから、本事業は委託として実施することを基本としている。

研究開発のスケジュール（2026年6月現在）



※研究開発項目 2， 3－1 については、机上FS調査が完了したタイミングにて、技術開発の必要性の判断を行うこととしていた。



進捗管理

- NEDOはPLを委嘱し、資源エネルギー庁等とも緊密に連携し、最新の政策及び技術動向を確認しながら、機動的なマネジメントを実施している。
- 研究に集中するため、**情報共有が目的・緊急度の低い打合せ（委員会前の説明会を含む）を可能な限り排除**している。
- 外部有識者で構成される検討委員会を設置し、半年に1回程度、事業全体の進捗状況と今後の計画について報告し、委員会としての助言を踏まえつつプロジェクトを進めている。あわせて、**議論すべき論点に重点**を置いた運営方式を志向している。
- 検討委員会においては、**関連する研究開発項目のメンバが委員等として参画することで実施者間での連携を図りつつ**、原課である資源エネルギー庁新エネルギーシステム課に加え、電力基盤整備課、送配電網協議会等もオブザーバとして参加し、必要に応じて各立場からの助言を受けている。

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
検討委員会	- 外部有識者 - 実施者 - PL - PMgr、PT	- 技術開発の進捗状況等について報告し、外部有識者が確認、助言（後述の「インセンティブ実施計画」等にもコメントの内容を反映） - 実施者間での連携	年2回	実施者
実施者との打合せ	- 実施者 - エネ庁 - PMgr、PT	国の政策を踏まえた研究開発の実施内容・スケジュール等について協議・調整	適宜 (必要最低限)	実施者又はNEDO
NEDO内会議	PMgr、PT	NEDO内関係者でプロジェクト全体の進捗を確認し、今後の方向性等を議論	適宜	NEDO

研究開発項目 2 技術連携ワークショップの開催

- 本事業では、研究開発項目 2 に属する 3 研究室が SCUC/SCED を中核として、計算高速化、確率論的な不確実性の評価、市場設計の理論、安定性の数理的基礎に関する検討を個別に実施してきた。
- 各研究室等での検討内容を縦につなぐことで、**それぞれの研究内容の価値・得失をより具体的にし、また研究室単独の取り組みでは不可能な、中長期の実務につながる SCUC/SCED 制御ロジックの全体像を大学間連携で構築することを狙いとして「技術連携ワークショップ」を開催した。**ワークショップの結果として、2 つの連携テーマ案を特定した。

< 概要 >

- 3 研究室 7 名の学生研究員から調査・研究内容を発表した。
- 参加者間でのディスカッションを通じて技術的接点や連携可能性を探った。

< 参加者 > 9 法人 33 名

横国大(辻研)、東京科学大(石崎研、河辺研)、三菱総合研究所、送配電システムズ、電力中央研究所、テプコシステムズ、早稲田大(項目 1-2)、NEDO

(連携テーマ案①)

辻研究室×河辺研究室：確率論的 SCUC+SCED×系統混雑・予備力リスク予測の統合

河辺研究室モデルから「確率分布を基にどの送電線・条件で混雑リスクが高いか」を前処理情報として提供し、辻研究室がその結果を SCUC の制約などとして取り込み、SCUC/SCED の反復計算を行う。当該結果と、元々の辻研究室のロジックでの結果の差を比較する。

(連携テーマ案②)

石崎研究室×電中研×テプコシステムズ等：従来 CPF 法に対する優位性の明確化

石崎研究室で検討している「凸最適化によるエネルギー関数ベース潮流計算法」(提案手法)と既存の CPF (連続潮流計算) 法の比較を通じて、提案手法の優位性や研究成果の意義、研究の方向性を明確にする。

双方の理論面・実装(数値計算)面での得失や狙いについて、電中研・テプコシステムズ等と議論を行うことを想定する。

< 参考(NEDO理解) >

- ・CPF 法：全母線の連続変化を追跡し、P-Vカーブのノーズポイント(ヤコビアンの特異点)として電圧安定限界を同定する。
- ・提案手法：CPF 法の考え方を踏襲し AC-OPF の求解性を向上するため、安定性と等価な凸性条件の下での潮流状態を直接求める方法。P-Vカーブのノーズポイントに相当する電圧安定限界はエネルギー関数の凸性が失われるポイント。

事前評価結果への対応（2023年度）

	問題点・改善点・今後への提言	2023年度の対応
1	- 電力システムは公共的な性質があるため、関係者も多い。また、技術の普及には制度の影響も大きい。したがって、検討段階から多くの関係者の参加を促すとともに、積極的な情報公開を行うことが望ましい。 - 市場主導型制御システムについては、慎重な議論・検討が必要とされているが、広く活発に議論されることが、システム移行を円滑に進めるために重要となってくる。検討が萎縮することのないよう、さらに多様な考えが検討され、国の制度設計に反映されることが望ましい。	- 検討段階において、資源エネルギー庁はさることながら、電力広域的運営推進機関（OCCTO）や送配電システムズ合同会社等と調整・連携した。NEDO POST及び公募予告の段階においては対外的な情報公開を図ることにより関係者の参加を促し、収集した意見をプロジェクト運営に反映する。 - 市場主導型の混雑管理を適用する国・地域は一部にとどまり、一度移行すると後戻りができないことから、慎重に議論・検討を行う必要がある。その前提に立った上で、資源エネルギー庁・OCCTOとも連携し、適時発電事業者の意見も取り入れながら、市場主導型の費用対効果の検証を行うことに加え、各制度下での共通基盤となり得る技術（ローカル系統の地点別限界価格（LMP）の算出まで可能なSCUC・SCEDロジック）の検討を産学官の連携体制で行うことも想定する。
2	- 研究開発項目1（DER等を活用したフレキシビリティ技術開発（送電・配電））については、既存事業の単なる延長線とならないような課題設定が必要。 - 研究開発項目2（市場主導型制御システムの技術検討）については、そのアウトカムが今後の制度のあり方や、市場構造の大きな変更の影響を強く受けるものであるため、実施事業者には幅広いシナリオを想定した上で調査検討を進めてもらうような課題設定が必要。	- 研究開発項目1については、新規事業の研究開発項目1として、現行FLEX DER事業との切り分けが分かるよう内容を更新する。なお、FLEX DER事業の発展を見据え、研究開発項目1で開催する委員会等に対して、FLEX DER関係事業者が参加できるような仕組みづくりは引き続き検討する。 - 市場主導型の費用対効果の検証にあたっては、2年目までに国内制度や海外類似制度を基に検討の条件を整理する。具体的には、LMPのヘッジ市場（金融的送電権など）、FIP、発電側課金、ネガティブプライス等の扱いを整理し、本検証にて考慮する項目を整理するとともに、需要量・電源の連系量の想定や、検証におけるゾーンの範囲の設定を実施する。3年目には、1～2年目における情報整理から得られた、各混雑管理手法オプション（シナリオ）の課題整理を行う。
3	本事業は事業期間が長く、途中で並行して制度やルールが検討・見直される可能性が高いため、常に外部環境に注視し、必要により新たな課題解決に向けて、具体的な施策を展開していくことが望ましい。	本事業の内容は今後の政策的な検討状況にも大きく依存するため、政策的な議論の時間軸に整合する形で事業を実施する。 研究開発項目2、3については、事前評価に諮ったとおり、第一段階のFSが完了するタイミングにて、検討継続の必要性の判断を行うことを想定する。

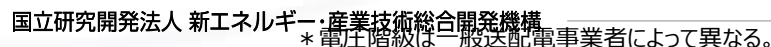
動向・情勢変化への対応（1 / 2）

- 情勢の変化に応じて計画を適切に見直しながら、将来的な実装・展開に耐えうる知見・技術基盤の確立を目指す。
- 制度や環境の変化を踏まえつつも、当初の技術的目的・到達点は維持する。

「項目1-1 系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発」での対応例

主な動向・情勢変化	対応
一般送配電事業者を委託先とするプロジェクトにおいて、市場取引へ関与することについて、公平性の観点から慎重な対応が求められる。	当初予定していたフィールド実証における市場取引は行わず、仮想取引による検証を行うよう計画を変更した。 → 市場参加を前提とせずとも、充電制御による混雑緩和機能や効果検証は可能。
予定していた蓄電池システムについて、製造・供給環境の変化や運用リスクへの配慮が必要となった。	事業スケジュール・実証目的に照合し、2027年4月のグリッドコード改定（JC-STAR★1取得製品利用の要件化）の動向も踏まえ、蓄電池システムを再選定した。
実証終了後の蓄電池業界団体へのシステム仕様の共有を見据え、蓄電事業者へのヒアリング（10社）を通じ、システム仕様や運用条件の現実性、事業運営上の制約やリスク等に関する論点を確認した。	ヒアリングで得られた蓄電池事業者の課題認識等を実証設計へ適切に反映するとともに、より実態に即した形でシステム仕様を整理すべく、フィールド実証における蓄電池事業者（実証協力先、第三者）の関与を模索中。 公平性に配慮したスキームにより実証協力先を選定する。
諸外国においても、系統用蓄電池による系統混雑緩和のスキームが検討されている。	フランスRTEとの共著論文の検討や、米国電力研究所EPRIによるワークショップの主催等により、諸外国の蓄電池を用いた混雑緩和・立地誘導施策に係る動向に係る情報を入手した。

- **第7次エネルギー基本計画に明記された同時市場の検討が2026年度から具体的に進行することなどを踏まえ、SCUC/SCEDの全ての検証・整理は、同時市場の議論と連動した形で実施する位置づけとする。**
- **単なる概念検証に留まらず、次期中給SCUC等への実装可否や設計へのフィードバックにつながる検証成果を得てその有効性を確認し、社会実装の蓋然性を高める観点から、同時市場・次期中給の進捗に合わせ本事業の検討期間を2029年度まで延長し、項目1-2と研究開発項目2を統合し「どこまでを次期中給側SCUCが担い、どの粒度の情報を同時市場側に渡すのか」や「DER集約機能の概念の妥当性」などについて技術的な検討を進める。**



研究開発のスケジュール（2026年度末の変更後）

中間評価

終了時評価



モチベーションを高める仕組み（物的インセンティブ）



- 研究開発項目 1 及び 3 – 2 については、事業終了後、NEDOが定める基準を満たした場合に一定期間資産を貸与し継続的な研究開発を可能とする「交付金インセンティブ制度（物的インセンティブ）」の対象となっている。
- 検討委員会での指摘等を踏まえ、インセンティブ付与の基準等を示した「インセンティブ実施計画書」を作成し、委託先へ提示している。

「項目1-1 系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発」での達成基準例

達成基準



- ・研究成果の全国展開を見据え、今回フィールド実証を実施する系統に限定せず、電源構成が異なる系統においても系統用蓄電池活用による混雑緩和効果及び費用対効果を確認すること
- ・放電を充電に切り替えるケース、余力活用契約のあるケースなど、将来の社会実装を念頭に、今回実証を行うケースだけではなく、今後、起こり得るケースについて、幅広くシミュレーションや机上検討を行うこと
- ・蓄電池EMSによる混雑予測・市場予測の効果を明らかにするため、蓄電池EMSによる予測実施有無の違い、予測時間帯の違いによる、出力制御量の削減効果を明らかにすること
- ・業界団体向けに検討状況の情報発信を行いつつ、対価・ペナルティ設定案の精査や、混雑予測・市場価格予測手法の反映とシステム設計にあたっての課題抽出を行うこと
- ・長期の実証期間を活かし、季節・年間での混雑緩和と市場取引のマルチユースによる蓄電池充放電制御の挙動を明らかにするとともに、電圧変動など系統影響評価を合わせて行うこと



作成したインセンティブ実施計画書（案）を
外部有識者にも提示した上で策定

研究開発項目 3 における検討継続要否判断

- FSの結果を踏まえ、下表に示す有識者から、技術面だけではなく、運用面・経済面も踏まえた多角的な視点で、実施要否（事業継続、条件付き事業継続、事業中止）を電源別に御審議いただいた。
- 審議の結果、**成果の適用による高い効果が期待される一方で技術的ハードルの高い水力について、技術開発を進めることとした。**

電源	氏名（順不同）	所属、肩書き	日程
バイオマス	坂西 欣也 様（委員長）	産総研名誉リサーチャー（エネルギー・エージェンシーふくしま代表）	2025年 3月25日(火)
	前川 篤 様	大阪大学 工学部 招聘教授、静岡理工科大学 客員教授 (株) シグマクシス シニアフェロー	
	山本 毅嗣 様	バイオマス発電所事業者協会 顧問(元 代表理事)	
	益田 泰輔 様	名城大学 理工学部 電気電子工学科 IICF・環境研究室 教授	
水力	中西 裕二 様（委員長）	神奈川大学 工学部 機械工学科 教授	2025年 3月26日(水)
	前川 篤 様	大阪大学 工学部 招聘教授、静岡理工科大学 客員教授 (株) シグマクシス シニアフェロー	
	横川 晋太郎 様	電気事業連合会 立地電源環境部長	
	益田 泰輔 様	名城大学 理工学部 電気電子工学科 IICF・環境研究室 教授	
地熱	藤光 康宏 様（委員長）	九州大学 工学部 大学院工学府 大学院工学研究院 教授	2025年 3月26日(水)
	前川 篤 様	大阪大学 工学部 招聘教授、静岡理工科大学 客員教授 (株) シグマクシス シニアフェロー	
	北尾 浩治 様	日本地熱協会 副運営委員長	
	益田 泰輔 様	名城大学 理工学部 電気電子工学科 IICF・環境研究室 教授	

成果普及への取組み（成果の発信）

- 国内外の学会等への論文投稿・発表（電気学会全国大会・部門大会等）や講演会・セミナーでの講演等も積極的に行い、成果をPRしている。
- NEDOでは、国の審議会等で本事業の取組み等の口頭紹介を実施。
- 事業開始時には、NEDOと実施者との共同ニュースリリースを計 3 回実施。
- 本事業の広報の一環として、NEDO成果報告会にて、取組みや成果を共有。
- 本事業の成果を国際的にもアピールするため、NEDOにて、ミッションイノベーションのシンポジウム等での講演で本事業をPRするとともに、IEA TCP PVPS Task 14 レポートやIEA TCP ISGANで公表予定のレポートに本事業の概要・成果等を掲載。CIGRE Paris Session2026向けの本論文へ本事業成果を掲載し、成果を発信予定。

電源の統合コスト低減に向けた新たな研究開発・調査に着手 ー電力システムの柔軟性確保・最適化によるS+3Eの同時達成を目指すー

2024年6月28日

NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

NEDOは、委託事業である「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクタ&マネージ2.0）」（以下、本事業）の2024年度公募で、三つの研究開発・調査テーマを採択しました。

本事業では、エネルギー政策の要諦である、安全性（Safety）を大前提としたエネルギーの安定供給（Energy Security）、経済効率性（Economic Efficiency）、環境適合（Environment）の視点（以下、S+3E）の同時達成を目指し、電力システム全体での最適化を図るための研究開発・調査に取り組みます。

NEDOは本事業を通じて、電力系統に接続するためのコスト（以下、統合コスト）を可能な限り低減し、再生可能エネルギーの導入促進を目指します。



成果普及への取組み（外部機関・別事業との連携）

- 本事業で検討した仕組みを社会実装するためには、**検討段階から広くステークホルダの意見を集め、課題解決・高度化を図っていくことが重要であり、事業外の一般送配電事業者やアグリゲーター、蓄電事業者、業界団体との意見交換やアンケート等を進めている。**
- 検討内容の深堀のため、スマートレジリエンスネットワーク（有識者、企業、学術・研究機関等で構成される社会共創基盤として活動する団体）内の活動と連携した。NEDOで検討中の成果物等を同団体へ提供し、業務ステップの詳細や課題など、同団体内で議論、深掘りされた結果をNEDO事業へフィードバックしていただいた。
- 業界団体へ当該成果を共有するなどして、**DERをフレキシビリティとして活用するための働きかけを強化していく。**特に水力の柔軟性向上のための技術開発では、一般社団法人ターボ機械協会内に新たに設置された「水力発電の柔軟性向上のための技術開発ワーキンググループ（水力柔軟性向上WG）」と連携し、社会実装に向けた取組みとして、水力発電の柔軟性向上のための最新の技術開発状況、技術の標準化に関する情報共有、意見交換を行う場づくりを開始した。
- DR readyの施策等とも連携しながら、DERフレキシビリティシステムの社会実装とDERフレキシビリティの最大限活用のための取組みを行う。

本事業の成果普及と更なる発展に向け、NEDOとしても継続的に後押ししてゆく

以降、参考資料

担当部署及び経済産業省担当課

(担当推進部)

2024年4月～現在：再生可能エネルギー部

(プロジェクトマネージャー：P M g r)

小笠原 有香（2024年4月～現在）

(サブP M g r)

研究開発項目 1 知念 竜希（2024年4月～2026年2月）

大城 久典（2026年3月～現在）

研究開発項目 2 山本 航介（2024年4月～現在）

研究開発項目 3 下里 明日香（2024年4月～2026年3月）

栄田 真吾（2026年4月～現在 ※2024年7月から担当者として従事）

(担当者)

今野 直喜（2024年7月～2025年2月）

串間 洋喜（2024年7月～現在）

正木 健二（2025年4月～現在）

(経済産業省担当課)

経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課、制度審議室（併 電力基盤整備課）

参考資料

＜評価項目 1＞ 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋 本事業の位置付け、知的財産・標準化戦略

本事業での開発対象の位置付け（前提）

- 本事業は「3E」に向けた取組みであり、事業の実施にあたっては「S」（Safety：安全性）を遵守することを「前提」としている。
- 本事業の多くの項目は、**開発対象を実際の系統に連系して検証を行う計画**であり、**本事業によって、電力の安定供給や公衆保安、市場における公平性等に影響を及ぼすようなことは、決してあってはならない。**
- 本事業では、**系統セキュリティ及び情報セキュリティについても、電力の安定供給や公衆保安の確保の観点から重要な前提条件として位置付け、事業を推進している。**
 - ✓ 短絡容量等の制約を考慮した調査・研究開発の推進
 - ✓ グリッドコードコード（系統連系技術要件、電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン等）やDR ready要件はさることながら、情報セキュリティ対策としての「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するサイバーセキュリティガイドライン」や「自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン」に沿った事業推進

システム標準化のNEDO方針（全体イメージ）

送電

配電

小売・アグリ

DER

データフォーマットを統一する
(IEC 62325 etc.)

DERフレキシビリティ等を
活用するためのプラットフォーム

各種API, I/Fに対応できる
インターフェース仕様を構築する

プラット
フォーム

IEC 61968-5 (DERMS)

送電事業者
管理・監視/制御
システム

IEC61970

配電事業者
管理・監視/制御
システム

IEC61968

IEC61850,
OpenADR, etc.

DERアグリゲータ
システム

ECHONET Lite,
BAC net, その他
Web API含む

サービスプロバイ
ダシステム

運用
(上位)

IEC61850 etc. (要検討)

系統運用視点で必要な点（通信方式、反応時間、出力変化率など）は
技術・伝送仕様等として国内標準化する
(非関税障壁にならないよう、IEEE Committeeなどとも連携し国際標準化にも適宜打ち込みを図る)

DERマネジメント
システム

運用
(下位)

IEC61850(66kV以上出力制御・監視)

国際標準を積極的に活用して
海外展開を促進する

DERコントローラ

機器の
プロセス

競争領域のI/Fは
マルチプロトコル対応を指向する
(=対応すべき汎用プロトコルを複数指定する方向)

参考資料

＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況 アウトカム目標及び達成見込み

アウトカム目標の計測方法の考え方

本事業のアウトカム目標（再エネ追加連系量）については、目標設定年度である2030年度及び2050年度に、本事業の成果が実用化された系統（2050年には適用対象の配電系統～送電系統にて100%成果適用）において、追加的に系統への接続が可能となったノンファーム型接続電源（新規+増出力）を計測する。

➡本事業の成果が実用化されている系統での、追加的なノンファーム型接続電源の量を計測する。

なお、実際には、他の対策を含めた複合的な要因により再エネの追加導入や増強判断が行われるため（例：現行の「日本版コネクト&マネージ」での「出力抑制」を前提としたノンファーム型接続（追加導入）、要因を切り分けて追加導入量を計測することは困難。

本事業のアウトカム（副次的効果）の試算について

- 本事業で目標・指標として据えているアウトカム（再エネ連系量）以外のアウトカム（統合コスト、再エネ出力制御量）についても、本事業を行うことによる効果を試算している。

【試算例：項目 1－1 系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発】
成果適用による実証系統での出力制御量の削減効果

○主なシミュレーション条件

- ・蓄電池容量 : 2.4MW×7.2h、SOCの運用範囲は0～80%
- ・充放電効率 : 充電時90%、放電時90%
- ・スポット市場価格 : 2022年度における北海道エリアプライス
- ・系統の混雑状況 : 2022年度における66KV岩松線潮流実績をベースに将来の電源接続見込みを考慮
- ・シミュレーション期間 : 1年間（365日×48コマ／日）
※市場価格及び系統混雑の予測誤差は考慮していない

○シミュレーション結果

	混雑緩和量	再エネ出力制御量
①市場取引のみ	233 MWh／年	231 MWh／年
②混雑緩和優先	421 MWh／年	34 MWh／年

 **197 MWh／h削減**

出典：令和5年度 系統用蓄電池等導入・配電網合理化等再生可能エネルギー導入加速化事業費補助金（系統用蓄電池等実証支援事業） 成果報告書（2024年3月29日）

(参考) 本プロジェクトによる増強繰延・早期連系効果の考え方

- 現行のローカル増強規律に基づく、便益は、増強により低減が見込まれる出力制御量合計 × (JEPXシステムプライス該当年平均 + 全電源平均排出係数 × CO₂価格) によって求まる。
- DERフレキシビリティの活用を当該計算に組み込む場合、DERフレキシビリティの活用により出力制御量が減少するため、ある年次において、対策前と比較し系統増強を繰り延べることによる費用便益が最大となる。
 ➡ DERフレキシビリティの活用により再エネ等の出力制御量の低減ができる場合、系統増強を繰延あるいは中止できる可能性がある。

$$\text{便益 (B)} = \Delta E \cdot \left(\frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 P_{JEPX} + P_{CO_2} \right)$$

$$\text{費用 (C)} = \sum_{t=0}^T \frac{C_t^{gross} - C_t^{renew}}{(1+r)^t}$$

ΔE : 増強により低減が見込まれる出力制御量合計 (MWh)

P_{JEPX} : JEPXシステムプライスの該当年平均 (円/MWh)

P_{CO_2} : (全電源平均排出係数) × (計画初年度から起算して10年後のCO₂価格)

C_t^{gross} : 当該年度の送配電等設備増強等に係る費用

C_t^{renew} : 既設設備の更新費用

$(1+r)^t$: 割引率

➡ 潮流想定を基に算出。
 ➡ DER活用により ΔE は減少する。

➡ 増強繰延により、ある年次でのB/Cが最大となる。

参考資料

＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

アウトプット目標及び達成状況

研究開発項目1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発

項目 1 – 1 系統用蓄電池の充電制御を活用した 系統混雑緩和技術の開発

2024～2028年度

北海道電力ネットワーク株式会社（幹事）

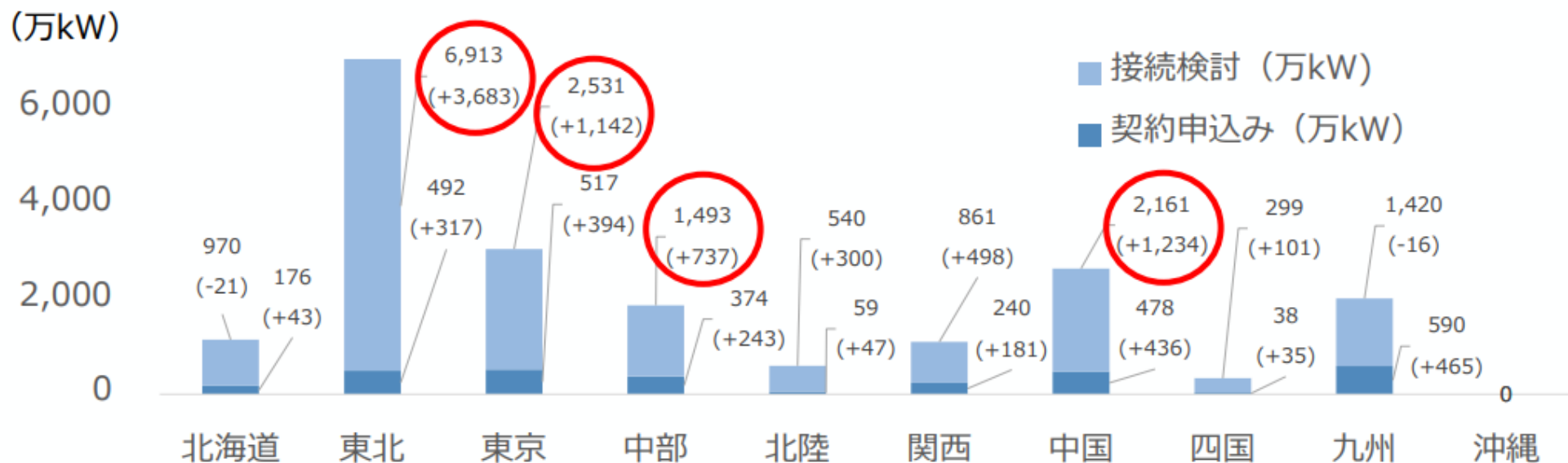
株式会社三菱総合研究所

研究開発の背景と必要性 (1/3)

- 変動再エネの増加により調整力のニーズが高まるとの期待などを背景に、北海道エリアを含め全国にて系統用蓄電池の検討申込が急増している。
- 系統用蓄電池は、各種市場（例：卸電力市場、需給調整市場）で取引することが想定されるが、これに加え、系統混雑緩和の役割も有することで、再エネの更なる導入拡大に資するものと考えている。

系統用蓄電池の接続検討等の受付状況

(2025年12月末時点、括弧内の数字は2024年12月末時点からの増減)

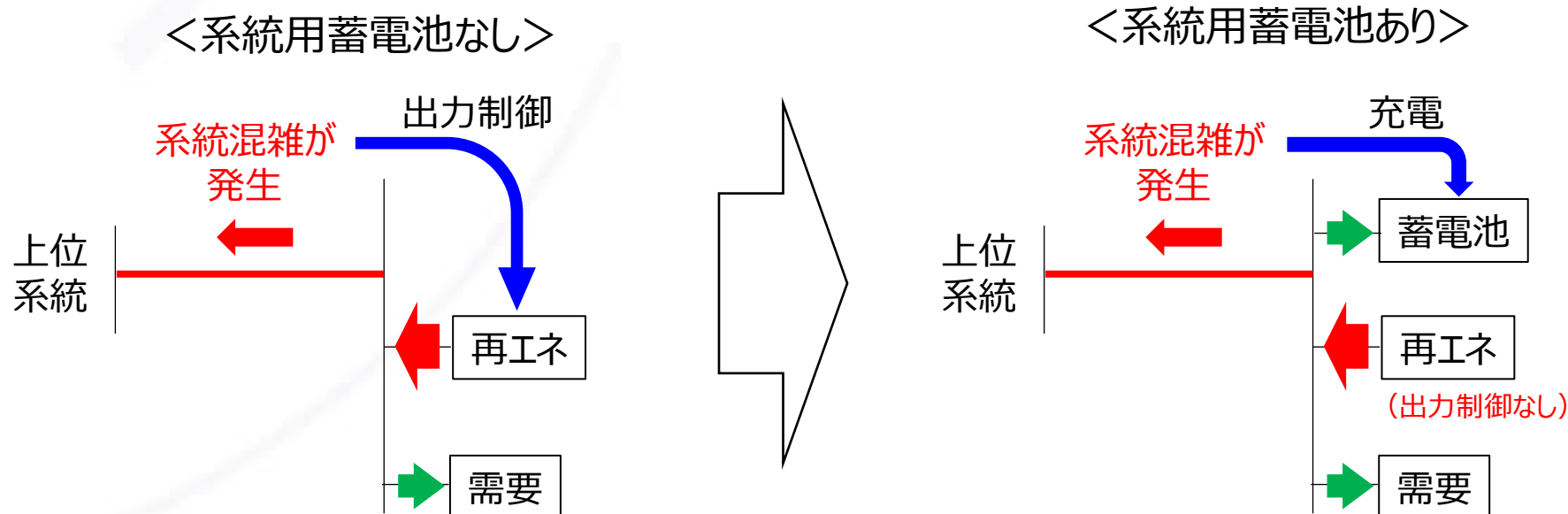


(※) 一般送配電事業者において集計したデータを元に、資源エネルギー庁において作成。
 (※) 集計対象は各手続段階の高圧以上の蓄電池について集計。
 (※) 接続検討のすべてが系統接続に至るものではない。
 (※) 数値は小数点第1位を四捨五入した値。

研究開発の背景と必要性 (2/3)

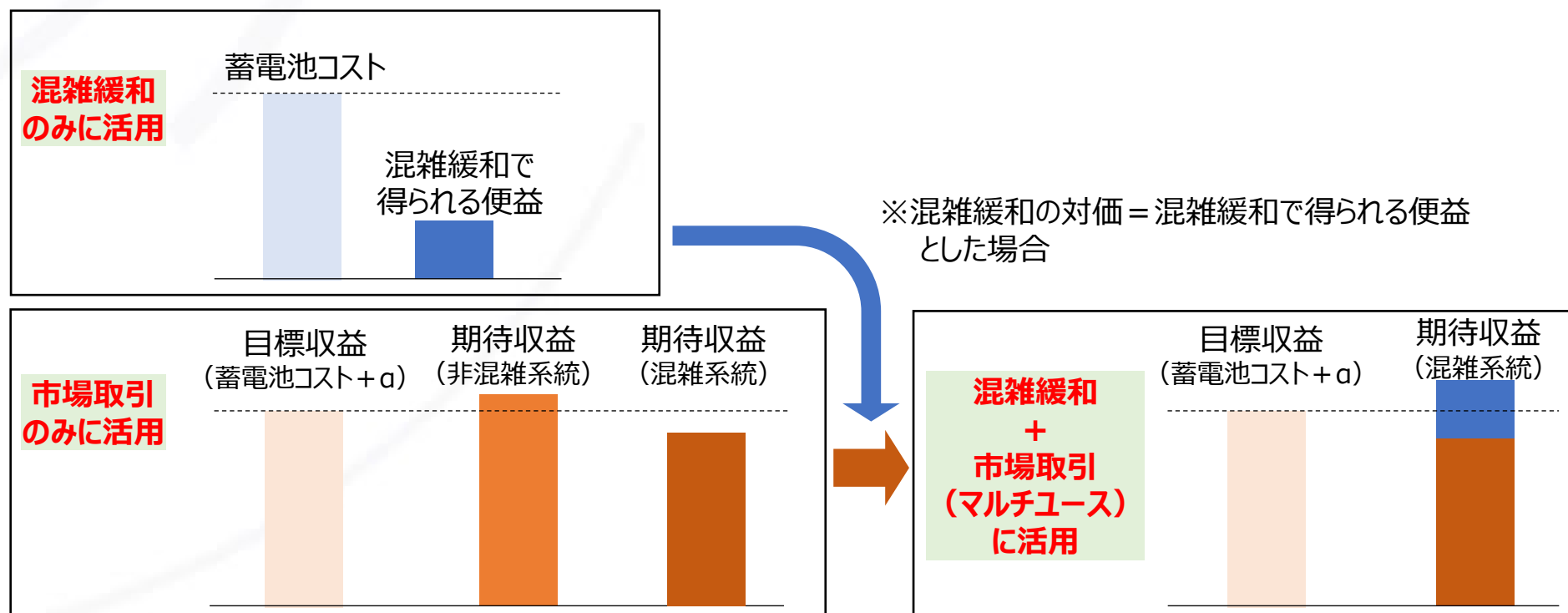
- 系統混雑時（逆潮流方向）に系統用蓄電池を充電することで、再エネ等の出力制御量を低減し、系統増強を繰延あるいは中止できる可能性がある。

系統用蓄電池による系統混雑緩和のイメージ



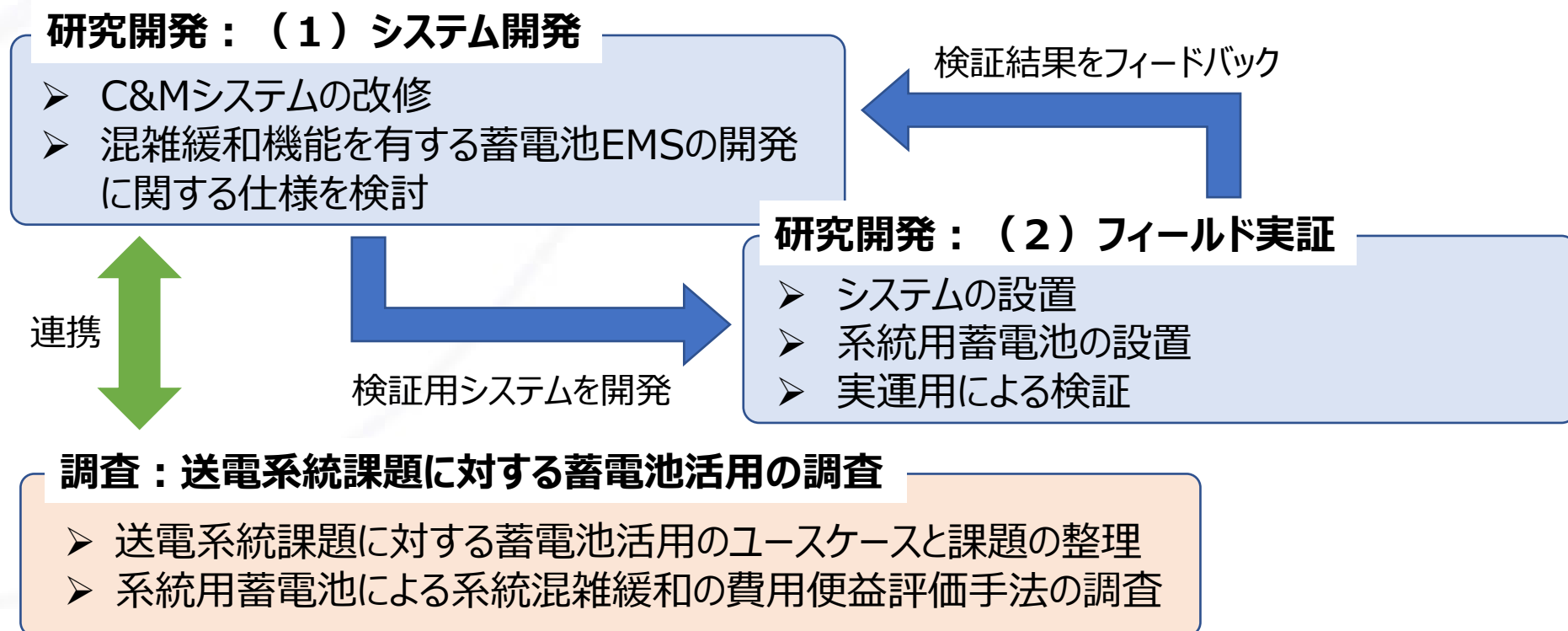
研究開発の背景と必要性 (3/3)

- 蓄電池事業者は市場取引による収益を見込んでいるが、混雑系統では系統用蓄電池の放電にも制約が生じるため、混雑系統での蓄電池事業は事業性が低下すると考えられる。
- 系統混雑発生時は、相応の対価をもとに混雑緩和（充電）を行い、それ以外の時間帯は市場取引を行うマルチユースな蓄電池運用とすることで、蓄電池事業者の事業性向上を図りつつ、再エネの抑制低減に寄与する。



研究開発の概要

- 系統用蓄電池の充電制御ロジックの構築およびエネルギーマネジメントシステム（以下、EMS）の開発と、コネク&マネージシステム（以下、C&Mシステム）との関係方法を確認するため、蓄電池設備によるフィールド実証を通じ、系統用蓄電池による混雑緩和を実現するための基盤技術の確立を目指す。
- 上記の混雑緩和の実現に向けては、制度動向を踏まえたスキーム設計が重要課題の一つであり、海外の蓄電池活用に係る先行事例を調査し、日本の事情に合ったものを取り入れていくことが有効である。



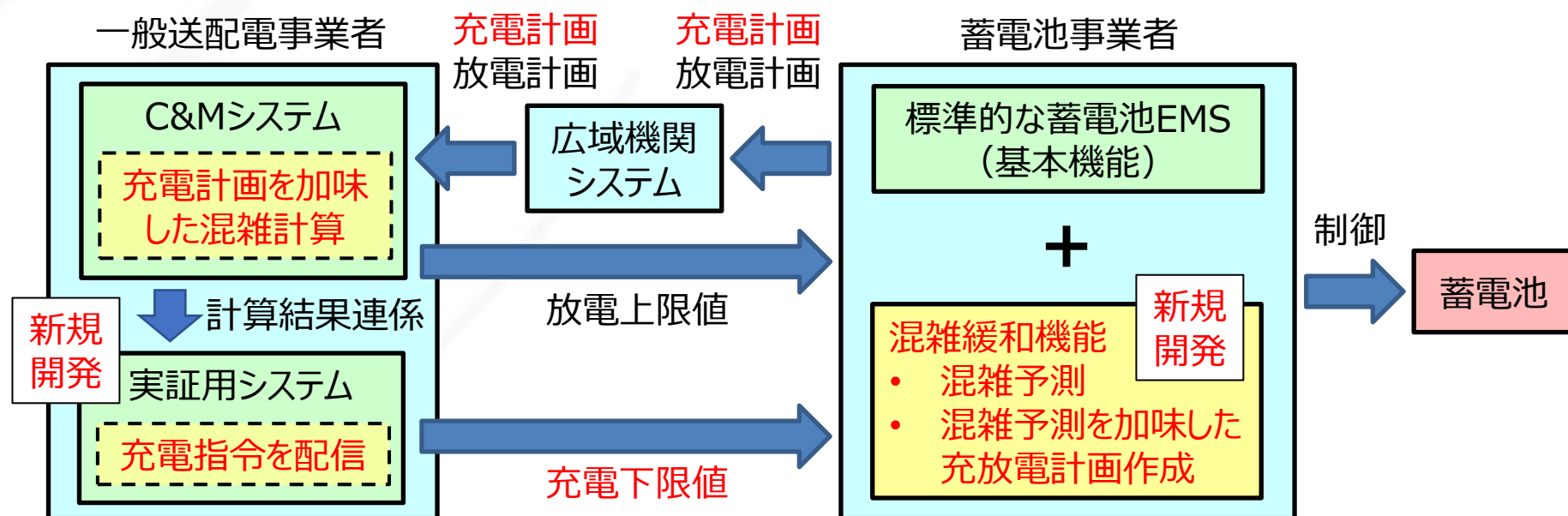
研究開発の概要 (1) システム開発

① C&Mシステムの改修

- 系統用蓄電池による混雑緩和効果を発揮させるためには、C&Mシステムの混雑計算に充電計画を反映させる必要があり、C&Mシステムの改修仕様を整理する。

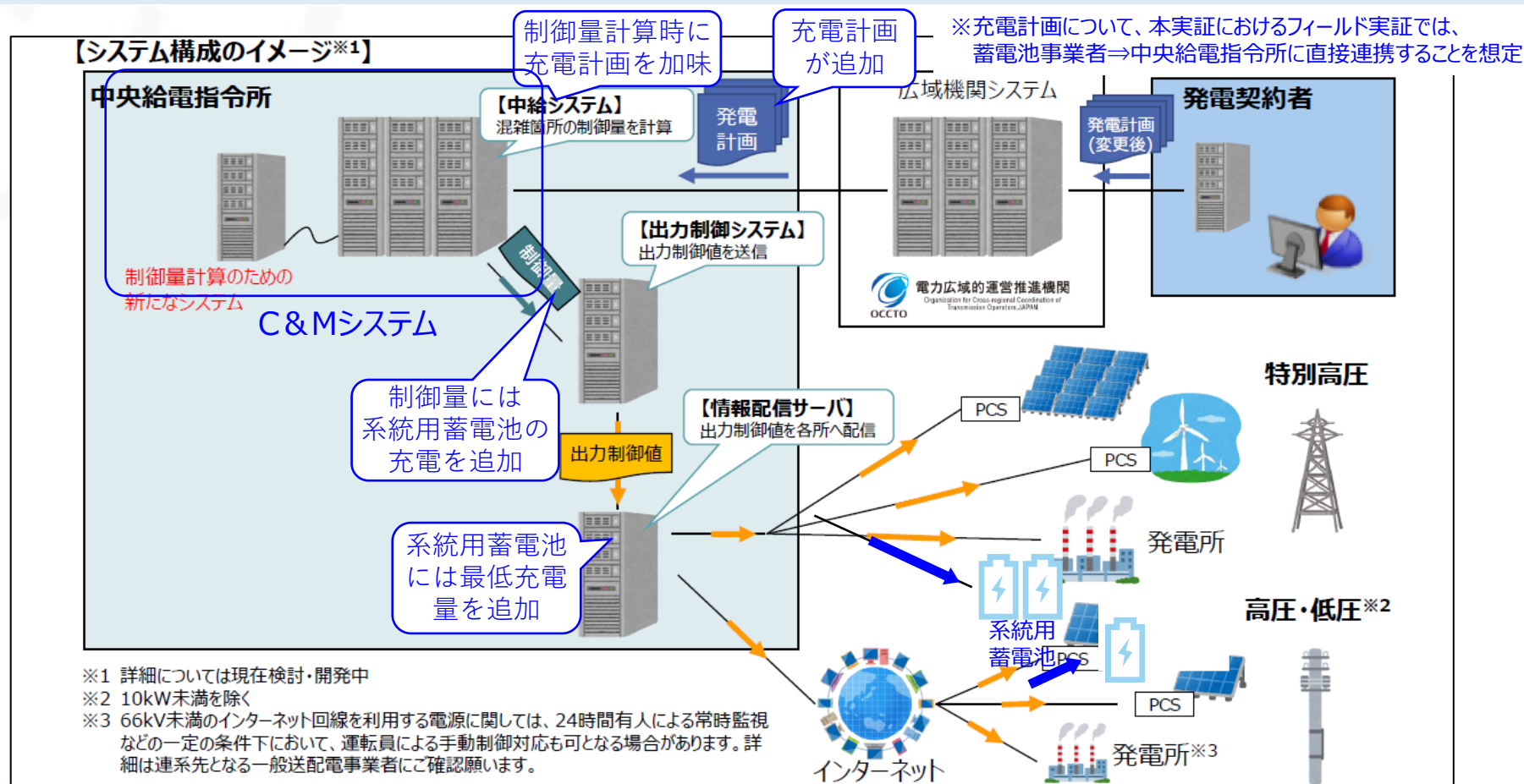
② 混雑緩和機能を有する蓄電池EMSの開発

- 蓄電池事業者が自ら系統混雑を予測し、混雑緩和を優先的に行いつつ市場取引で収益をあげる「混雑緩和機能」を有する蓄電池EMSを開発する。



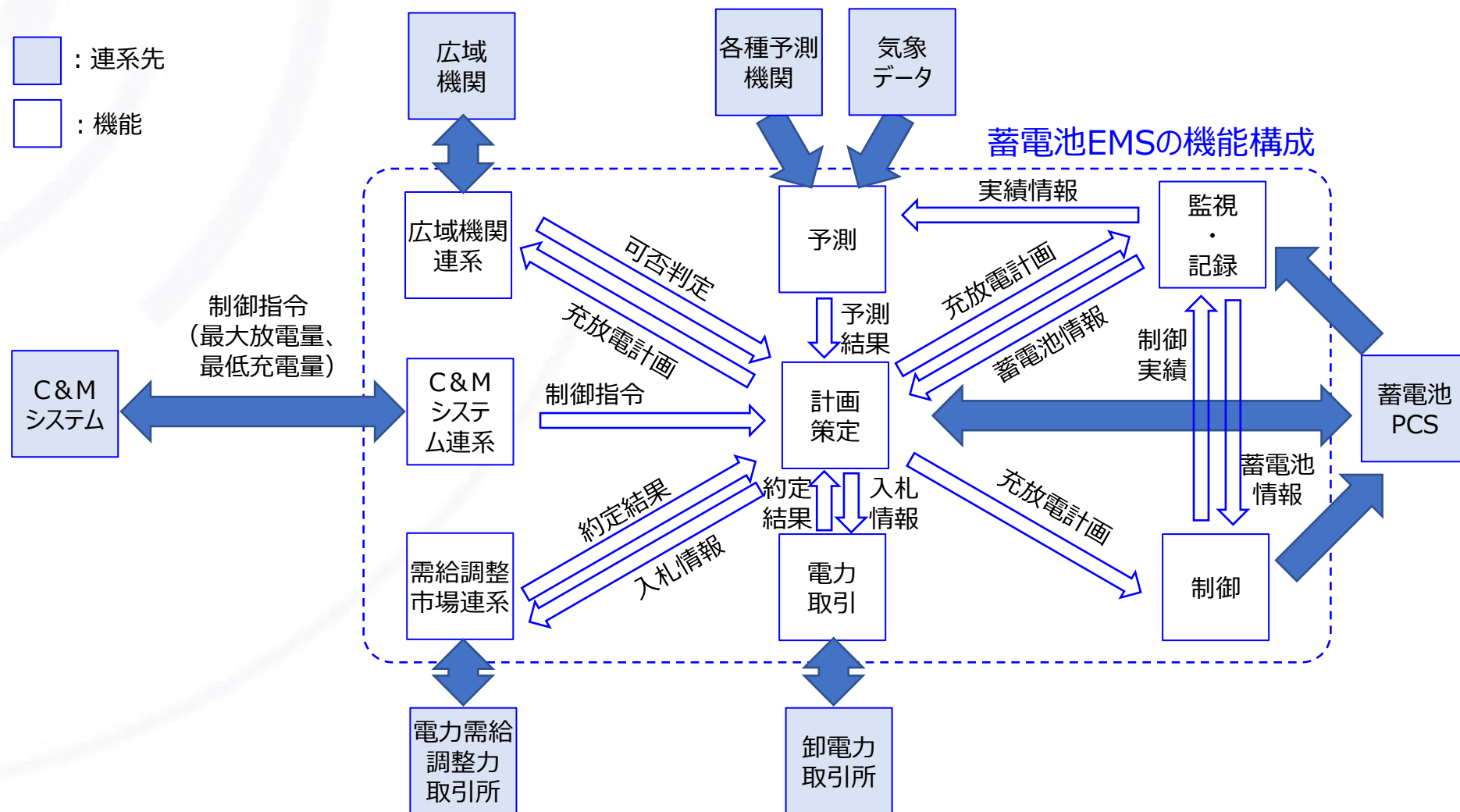
研究開発の概要 C&Mシステムの改修

- NEDO「日本版コネクト&マネージを実現する制御システムの開発」（2019年度～2023年度）にて基本仕様を開発し、2027年度までに沖縄以外のエリアで運用開始予定のC&Mシステムで系統用蓄電池の充電計画を考慮するには以下の改修が必要となる。



研究開発の概要 混雑緩和機能を有する蓄電池EMSの開発

- 蓄電池EMSは系統混雑を予測し、混雑緩和を考慮した充放電計画を立案する機能と、C&Mシステムからの制御信号（充電含む）を受信し、その値を満足する制御を行うことが必要。

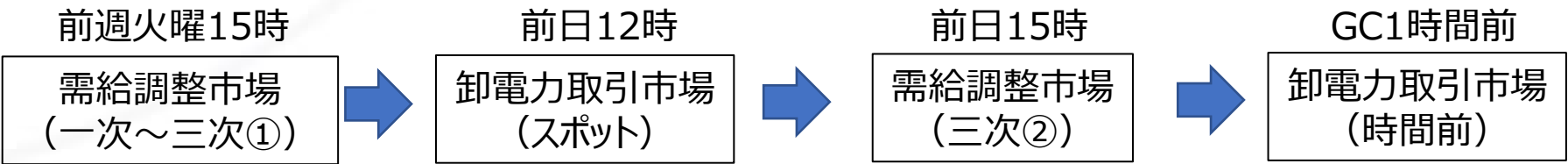


研究開発の概要 混雑緩和機能を有する蓄電池EMSの開発

- 充放電計画を立案するにあたり、市場取引と混雑緩和の優先順位を定める必要がある。
- 本実証では、蓄電池事業者の市場取引への影響や社会的便益の観点等を踏まえ、各計画を比較検討、評価する。

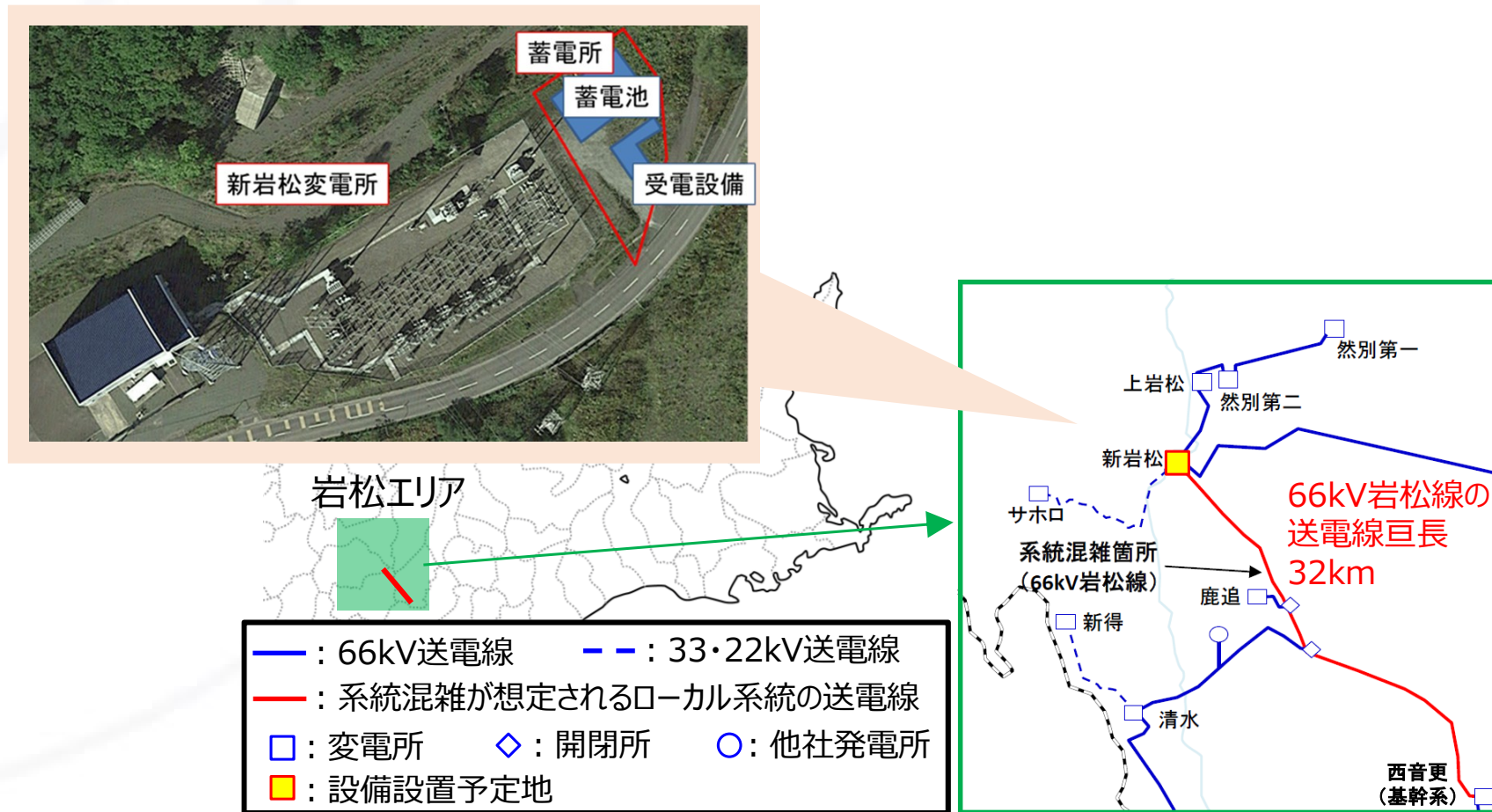
充放電計画を立案する際の優先順位

	市場取引（収入）	取引	市場取引 優先	混雑緩和 優先
調整力供出	需給調整市場：一次～三次①	充放電	①	②
	需給調整市場：三次②	充放電	③	④
卸電力取引	卸電力取引市場：スポット	放電	②	③
	卸電力取引市場：時間前	放電	⑤	⑤
混雑緩和	混雑緩和によるインセンティブ	充電	④	①

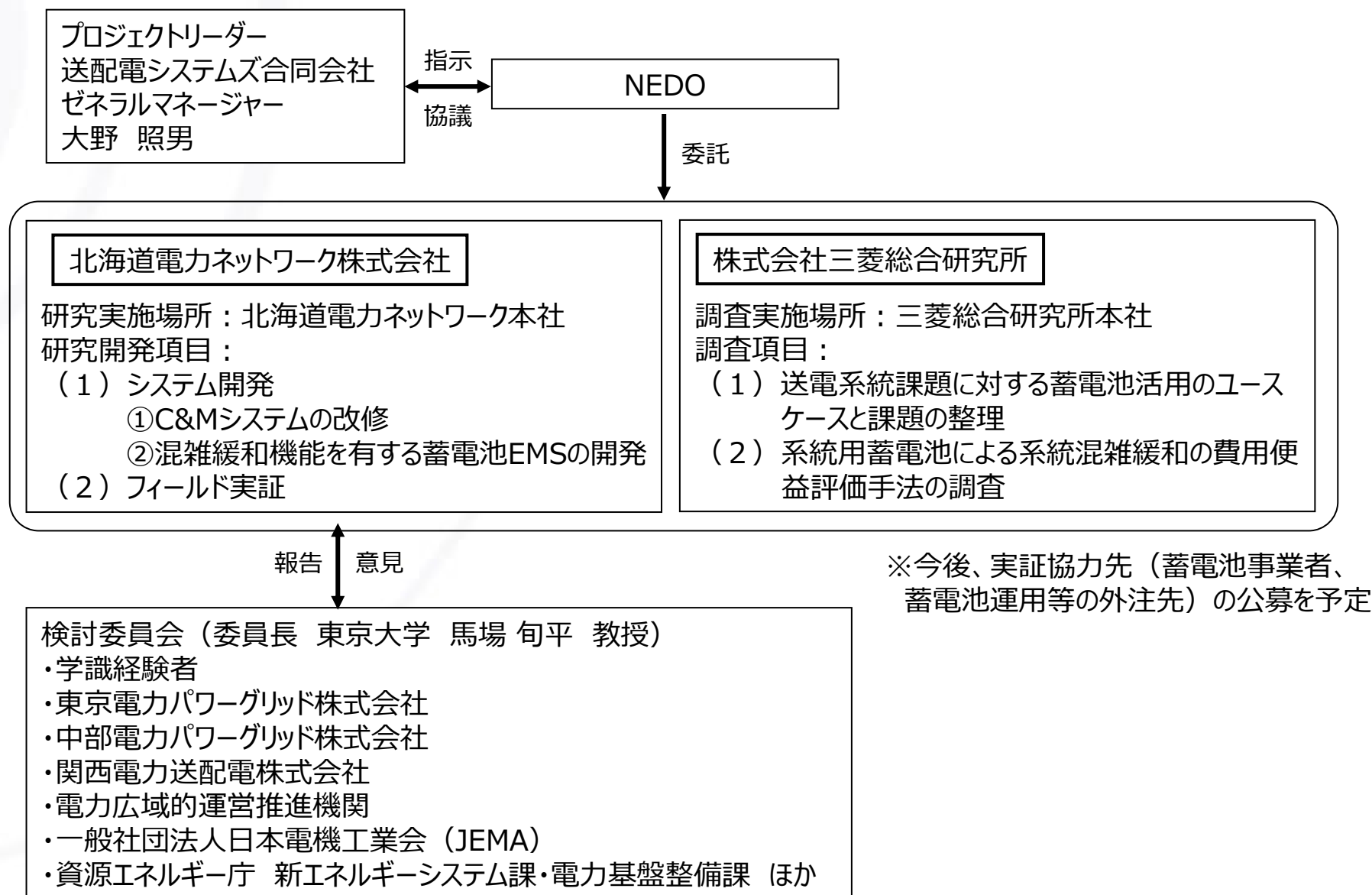


研究開発の概要 (2) フィールド実証

- フィールド実証では、系統混雑により出力制御の発生が見込まれる岩松線系統に系統用蓄電池を設置し、実運用を通じてシステムの検証等を行う。
- 2MW規模の蓄電所を新岩松変電所の隣接地に設置する。



実施体制



実施スケジュール

	主担当	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
研究開発（1） ①C&Mシステムの改修	ほくでんNW	要求仕様	システム開発	中間目標	検証	最終目標
研究開発（1） ②混雑緩和機能を有する蓄電池EMSの開発	ほくでんNW	要求仕様	システム開発（基本機能）		検証	
			システム開発（混雑緩和機能）		検証	
研究開発（2） フィールド実証	ほくでんNW	詳細設計	蓄電所工事	最終目標	検証1※	検証2
調査（1） 送電系統課題に対する蓄電池活用と課題のユースケースの整理	三菱総研		文献・ヒアリング調査			
調査（2） 系統用蓄電池による系統混雑緩和の費用便益の調査	三菱総研		文献・ヒアリング調査			

※検証 1：システムの一部が開発段階のため、模擬指令等を用いる

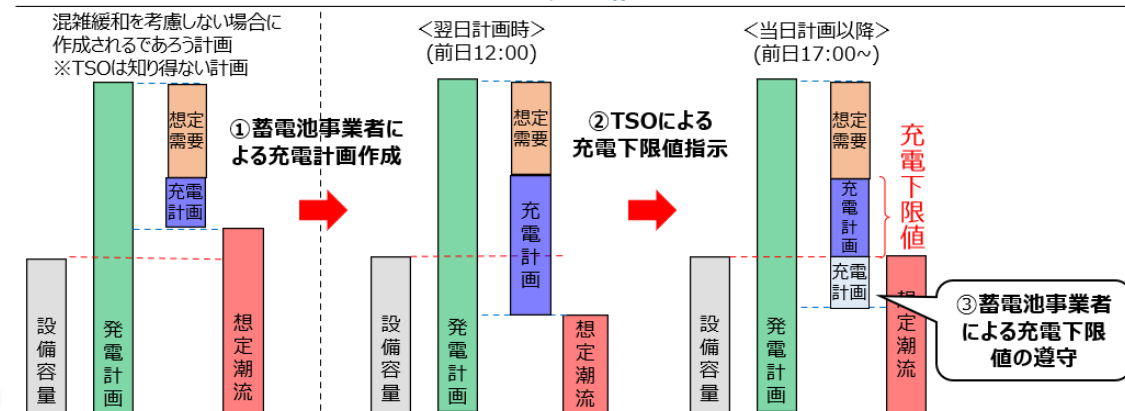
成果の概要 C&Mシステムの改修

- フィールド実証における混雑緩和の実現方法として、一般送配電事業者から蓄電池事業者への「充電下限値」の指示による混雑緩和方法を整理した。
- また、契約形態に応じて蓄電池をタイプ別に分類し、各タイプが取り得る混雑緩和の実現方法と、実現に向けた論点を整理した。
- 2026年2QまでにC&Mシステム改修の要件定義を実施し、C&Mシステムの一部機能を具備した実証用システムを2027年3Qまでに構築した上で、フィールド実証を通してシステム改修仕様案を作成予定としている。

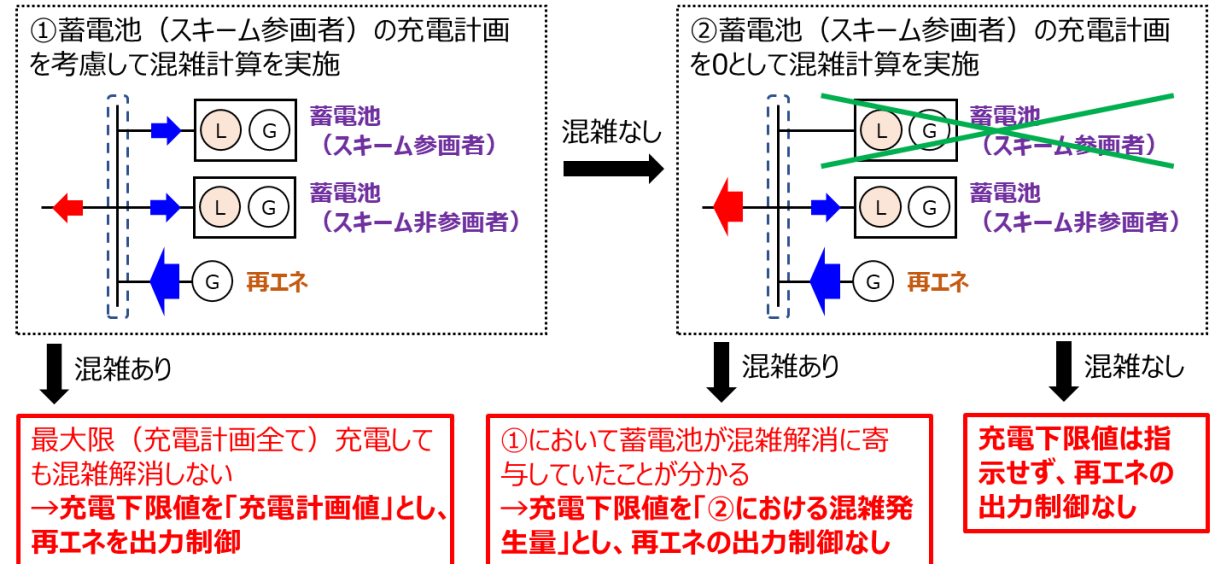
● 本実証では、下記の流れによる混雑緩和方法を提案する。

- ① 蓄電池事業者は混雑予測等を活用し、混雑緩和に寄与する充電計画を作成する
- ② TSOは、①の充電計画の範囲内で、混雑緩和のために必要な充電量（充電下限値）を蓄電池事業者に指示する
- ③ 蓄電池事業者は、②以降の充電計画において、充電下限値が示す充電量以下となるような計画変更を行ってはならない（充電下限値の遵守）

提案手法における混雑緩和の流れ



● 実証用システムによる充電下限値の算出方法について、基本的な考え方を整理した。



成果の概要 混雑緩和機能を有する蓄電池EMSの開発

- 検討委員会の意見も考慮しつつ、下記機能に係る要件定義を実施している（～2026年1Q）。
- 要件定義を踏まえ、2026年2Qから混雑緩和機能を開発し、2027年度4Qからフィールド実証にて検証予定。

要件定義の概要

以下の既存サービスへの追加機能の仕様を検討し、既存サービスを含めた蓄電池EMSの標準仕様を整理する予定。

なお、対象はソフトウェアのみ（クラウド上に構築するもの）。要件定義した仕様は本実証終了後に公開することを前提としている。

(a) 既存サービス

- ①予測
 - ①－1 気象予報・実績取得
 - ①－2 卸電力市場価格予測
 - ①－3 需給調整市場価格予測
- ②計画
 - ②－1 充放電計画
 - ②－2 広域機関提出計画
 - ②－3 卸電力市場取引計画
 - ②－4 需給調整市場取引計画
- ③制御
 - ③－1 制御指令作成
 - ③－2 制御指令送信
- ④監視・記録
 - ④－1 監視
 - ④－2 記録統計
- ⑤卸市場取引
 - ⑤－1 スポット市場取引
 - ⑤－2 時間前市場取引

- ⑥需給調整市場取引
 - ⑥－1 需給調整市場取引
 - ⑥－2 需給調整市場システム関係
- ⑦広域機関システム関係
 - ⑦－1 広域機関提出ファイル作成
 - ⑦－2 広域機関提出ファイル送信
- ⑧C&Mシステム関係
 - ⑧－1 C&Mシステム関係

(b) 追加機能

- ①予測
 - (新規) ①－4 混雑予測
- ②計画
 - (改修) ②－1 充放電計画
- ⑦広域機関システム関係
 - (改修) ⑦－1 広域機関提出ファイル作成
 - (改修) ⑦－2 広域機関提出ファイル送信
- ⑧C&Mシステム関係
 - (改修) ⑧－1 C&Mシステム関係（充電）

成果の概要

調査（1）送電系統課題に対する蓄電池活用のユースケースと課題の整理

- 本事業で検討している混雑緩和スキームの実現において検討すべき論点となる事項について示唆を得ることを目的とし、蓄電池活用の海外事例について文献調査および現地事業者へのヒアリングにて深掘りを行った。

日本の課題	論点
<対価設計> 系統混雑はノンファーム型電源の出力制御でも解消可能である中、蓄電池による混雑解消への対価の必要性や費用負担のあり方を整理する必要がある。	蓄電池活用に対して対価を付与することについて、その必要性および費用負担の考え方（誰が・どの便益に基づき負担するか）をどのように整理すべきか。
<応動確実性とセーフティネット設計> 一送以外の第三者が保有する蓄電池が混雑緩和を担うにあたり、求められる応動確実性や、不応動時のセーフティネットを含めた信頼性確保の仕組みを整備する必要がある。	蓄電池に求める応動確実性の水準をどの程度とし、不応動時に備えてどのようなセーフティネットを講じておくべきか。
<マルチユース時の優先順位> 蓄電池が市場収益最大化を前提に運用される中で、系統混雑緩和との両立に向けた優先順位を検討する必要がある。	蓄電池が市場取引と系統混雑緩和の両方のユースケースに取り組む場合、ユースケース間の優先順位をどのように設定すべきか。
<蓄電池事業者による系統混雑予測> 蓄電池事業者が得られる系統情報は限られるため、混雑予測を実施するハードルが高い可能性があり、その必要性や実現可能性について整理する必要がある。	蓄電池事業者に対して混雑予測の実施を求めるべきか、実現可能性があるか。
<混雑緩和のリソースとなる蓄電池の確保方法> 混雑緩和のための蓄電池を活用する場合、混雑が発生している系統の配下に接続している蓄電池のみが活用可能であり、リソースが限定されることから、混雑緩和のリソースとなる蓄電池の確保をどのように行うべきか整理する必要がある。	利用可能なリソースの制約等を踏まえ、相対契約と市場調達 of のいずれの方式を採用することが適切か。






海外での取り組みを参考にしながら、
本事業で検討中の混雑緩和スキームの実現に向けた示唆を抽出

成果の概要

調査（1）送電系統課題に対する蓄電池活用のユースケースと課題の整理

- 各論点について、以下のような示唆を得ており、これらを研究開発の各テーマに反映させることで更なる検討を進める。

論点	日本・本事業への示唆
蓄電池活用に対して対価を付与することについて、その必要性および費用負担の考え方（誰が・どの便益に基づき負担するか）をどのように整理すべきか。	- 蓄電池活用への対価の原資は、蓄電池活用によって便益を享受する主体に帰属する便益の範囲内で整理される。 - 本事業で検討している仕組みは、出力抑制回避による便益を前提とするものであるため、発電事業者が享受する便益の範囲を原資として対価水準を設計する考え方が一案である。 - 一方で、ノンファーム型接続の放電抑制と同様に、混雑時に蓄電池を充電制御する枠組みも想定され、この場合には必ずしも対価を伴わずに充電制御することも考えられる。
蓄電池に求める応動確実性の水準をどの程度とし、不応動時に備えてどのようなセーフティネットを講じておくべきか。	- 平常時の混雑解消への蓄電池活用は、複数の混雑解消対策ポートフォリオの一つという位置づけであり、蓄電池が不応動であっても、他の手段により対応可能な設計とすることが前提となっている。特に電源の出力抑制回避を目的とする仕組みである場合は、蓄電池が不応動の場合には出力抑制を実施することで混雑解消が可能である。 - 日本においては、リアルタイムで蓄電池が応動しない場合でも、マージンを持たせた計画値制御としていることに加えて、GC後の余力活用による出力抑制を実施できるため、既存の仕組みで不応動時の対応が可能と考えられる。
蓄電池が市場取引と系統混雑緩和の両方のユースケースに取り組む場合、ユースケース間の優先順位をどのように設定すべきか。	- 蓄電池をマルチユースに活用することによって混雑管理のためのリソース調達コストを削減することが可能であり、諸外国でもマルチユースを前提とした混雑緩和スキームの構築を実施している。 - マルチユースの優先順位としては、①市場入札開始前に混雑管理用途の指令を出し、その応動を前提とした上で残余容量を市場に活用するという混雑管理用途でのユースケースを優先する方式と②市場取引を前提としつつ、混雑管理への供出可能性があれば活用するという市場取引用途でのユースケースを優先する方式の2つが考えられる。 - 海外では市場取引に先立って混雑解消のためのDERを確保するため、①混雑管理用途でのユースケースを優先する方式が多く見られた。 - 一方、本事業で検討している仕組みは、②市場取引用途でのユースケースを優先する方式である。日本においては、混雑解消のためのDERが確保できない場合であっても、ノンファーム型電源の出力制御により無償で混雑解消を行うことが可能であるため、市場取引のユースケースを優先する方式を採用することでも違和感はないと考えられる。
蓄電池事業者に対して混雑予測の実施を求めるべきか、実現可能性があるか。	- 海外では混雑解消の仕組みに参画している蓄電池事業者に対して、混雑予測を求めるような取り組みは見られなかったが、蓄電池事業者が運用計画策定のために自発的に混雑予測を実施している取り組みも一部の国で見られた。 - 日本の蓄電池事業者へのヒアリングにおいては、入手できる情報が限られている蓄電池事業者による予測よりも、一送が持つ詳細な情報を用いて予測を実施した方が精度が向上し、社会便益が高いのではないかという意見も多く挙がった。 - 蓄電池事業者が混雑予測を実施し、それを考慮した運用計画を策定することで電源の出力制御が低減する効果や本実証で検証する蓄電池EMSによる混雑予測精度等も考慮しつつ、引き続き整理を進める必要がある。
利用可能なリソースの制約等を踏まえ、相対契約と市場調達のいずれの方式を採用することが適切か。	- 蓄電池活用の初期段階では、必要地点に接続するリソースが十分でない状況が想定され、市場が成立しにくいことから、蓄電池活用の初期段階では対応可能な個別事業者との相対契約が現実的な選択肢となる可能性が高い。 - 必要地点に接続するリソースが十分に増えた時点においては、市場調達に移行することで競争を促進し、調達コスト削減を目指すことが望ましい。

成果の概要

調査(2) 系統用蓄電池による系統混雑緩和の費用便益の調査

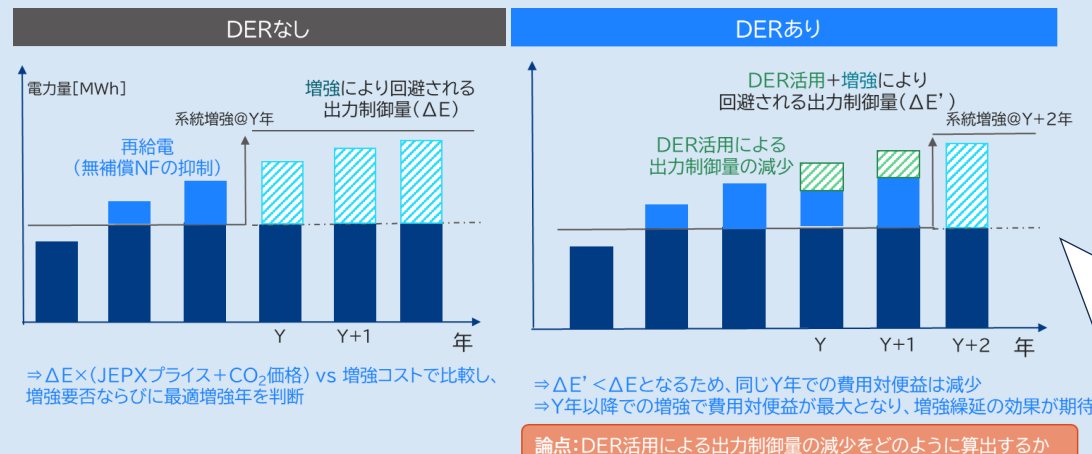
- 本事業で検討している蓄電池による混雑緩和スキームについて、どのように費用便益を評価すべきかを整理することを目的とし、蓄電池活用について費用便益評価を行っている海外事例について文献調査を行うとともに、日本のローカル系統増強規律における費用便益項目の計算方法にDER活用を組み込んだ場合の便益計算方法を検討した。研究開発(2) フィールド実証の実データを用いた費用便益評価の方法についても今後整理を行う。

日本における混雑緩和へのDER活用の課題

DER活用による出力制御低減効果も便益として計上できるが、DERに係る便益算定方法は明確に定義されておらず、DER活用と系統増強を組み合わせた設備計画を立てにくい。

日本における費用便益評価手法の検討

- ローカル増強規律における便益計算は、増強により低減が見込まれる出力制御量×(JEPXシステムプライス該当年平均+全電源平均排出係数×CO₂価格)によって計算される。
- ここに、DER活用によって出力制御量が減少し、系統増強繰り延べが可能となることによる便益を組み込むことでDER活用に係る便益を考慮することが可能となる。



- 2025年度を評価年とした時の出力制御量あたりの便益は17.1~22.8円/kWh。
- DER調達のコストを想定する場合、上記水準以下の単価でのDER調達ができれば、社会便益はプラスになる。現行の電力市場での収益性と比較しても、十分な調達コストを確保しつつDER活用することができると考えられる。

$$\begin{aligned} \text{出力制御量あたりの便益} &= \underbrace{14.5 \text{円/kWh}}_{\text{2022~2024年度平均 JEPXシステムプライス}} + \underbrace{2.6 \sim 8.3 \text{円/kWh}}_{\text{10年後(2035年度)における CO}_2\text{価格}} \quad (7.2 \text{円/kWh}) \\ &= \underline{17.1 \sim 22.8 \text{円/kWh}} \quad (\underline{21.6 \text{円/kWh}}) \end{aligned}$$

研究開発項目1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発

項目 1 – 2 需給課題・系統課題の解決に向けた フレキシビリティ最適活用技術の開発

2025～2026年度

東京電力パワーグリッド株式会社（幹事）

一般財団法人電力中央研究所

学校法人早稲田大学

株式会社エナリス

株式会社日立製作所

関西電力送配電株式会社

国立大学法人東京大学 生産技術研究所

中部電力パワーグリッド株式会社

東京電力エナジーパートナー株式会社

東京電力ホールディングス株式会社

株式会社本田技術研究所

（再委託）国立大学法人筑波大学

研究開発の背景と必要性

- NEDO FLEX DER事業（2022～2024年度）において、フィールド実証等を通じ、DERの応動性（応動速度・精度）の整理を含め、下表に示すような新たな技術的な残課題を抽出してきた。
- 2020年代後半を目途としたフレキシビリティの活用による系統混雑緩和の実現と、同時市場や次期中給が現時点では対応できないローカル以下の混雑に対応し、多くのDER が接続するローカル系統以下の情報と上位系統と下位系統が連携して運用する機能（DER集約配分機能）の実現のために、これら残課題の解消に向けた取組みが必要。

<FLEX DERプロジェクトで抽出された課題の例>

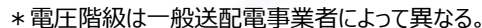
項目	課題の概要
系統混雑予測	短期の潮流予測手法の精度向上（系統毎の条件差異、地域特性に応じた予測の検討含む）
	予測誤差やDERの応動性（応動速度・精度）を踏まえた募集量（マージン設定等）と調達コストの考え方の整理
フレキシビリティ運用	予測精度を踏まえたフレキシビリティの運用方法の確立（指令の発出方法を含む）
	フレキシビリティの発動をリリースした場合のリソースの運用条件の設定
セーフティーネット※	一般送配電事業者システム（指令機能）とセーフティネットの連携方法の確立
	セーフティネットの実装方法の検討（ハード・ソフト）および運用方法/発動条件等の検討
プラットフォーム	地図上への募集エリアの提示方法の検討、アグリゲーターにとってアクセスしやすい情報開示方法の確立
	系統切替情報を踏まえた指令方法の確立
	プラットフォームにおいて清算を実施する場合の仕組みや計量データ連携方法等の確立
DER運用高度化	アグリゲーターによる各種リソースごとのマルチユース制御の高度化検討など
上位/下位連携	需給調整と系統混雑緩和の両立に向けた情報連携技術およびフレキシビリティ運用技術の確立

FLEX DER事業の残課題に
対応すべく**継続検討**
(実証、系統混雑のみ)

DER集約配分機能として
新規検討
(F/S、系統混雑+需給)

※セーフティーネット：本事業では、調達したDERの応動等の予期せぬ事象が発生した場合においても、設備の損傷やリレーの不要動作を防止する仕組みのことを指す

- FLEX DER事業で抽出した課題のひとつである、需給バランス等の維持と系統混雑緩和の両立に向けた「上位/下位連携」の課題に対しては、同時市場等の処理能力を補填するものとして、基幹系統（一部154kV含む）下位におけるDERの ΔkW とkWhを同時かつ確実に確保し、その情報と運用を連携させる機能（DER集約配分機能）が必要と考えられる。



研究開発の概要（1 / 2）

第6次エネルギー基本計画における「再生可能エネルギーの主力電源化」に向け、分散型エネルギーリソース（DER）を活用し、再生可能エネルギーの主力電源化を基盤とする次世代型の送配電ネットワークの実現が期待されている。また、その実現手段として、DERの活用状況を共有し制御を可能とする仕組み、すなわち、DERフレキシビリティを活用する仕組みの確立が必要となる。

本事業では、以下の2つについて検討

1. FLEX DER事業（2022～2024年度）で新たに抽出された残課題に対し、社会実装に向けた検討及び将来の適用領域拡大に向けた検討
2. DERを系統運用と連携し全体最適を図りながら活用するため、DERを活用した需給バランス等の維持と系統混雑緩和を両立する仕組み（DER集約配分機能）の検討

研究開発項目	本事業						
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
FLEX DER	技術開発・実証			実証継続 (残課題対応)			
DER集約配分機能				FS (ロジック検討)			

研究開発の概要 (2 / 2)

「FLEX DERプロジェクト」の残課題のうち、実装に向けて足下での解決が必要な課題についてフィールド実証を交えて検証を進める「**フレキシビリティを活用した系統混雑緩和技術の確立(FLEX-DER検討)**」と、将来の適用領域拡大に向けて上位系統と下位系統が連携して運用する機能の実現性に焦点を当てて検討する「**上位・下位系統の連携によるフレキシビリティ最適活用技術の検討(DER集約配分機能)**」の2つのテーマ（ワーキング：WG）に分類し、それぞれに対し、目標を設定した。

目標 (2026年度末目標)

I. フレキシビリティを活用した系統混雑緩和技術の確立 (FLEX-DER検討) 【WG1】

残課題のうち、足下で解決が必要な課題として、「①系統混雑予測、②フレキシビリティ運用、③セーフティネット、④DERフレキシビリティ活用プラットフォーム、⑤DER運用高度化」を対象とし、課題の解決に向け、以下を実施する。

- i. 予測誤差やDERの応動性を踏まえた募集量と調達コストの考え方、リソースの運用条件を整理する
その上で、予測精度を踏まえたフレキシビリティの指令発出方法を含め標準的な運用方法を確立する
- ii. 実現可能性の高いセーフティネット手法について、実装方法等を整理し、適用する際の技術的な要件をまとめる
- iii. 地図上への募集エリアの提示方法等を整理し、DER フレキシビリティ活用プラットフォームの標準的な機能要件をまとめる
- iv. DER 種別ごとの標準的な制御技術及び運用上の要件をまとめる

II. 上位・下位系統の連携によるフレキシビリティ最適活用技術の検討(DER集約配分機能) 【WG2】

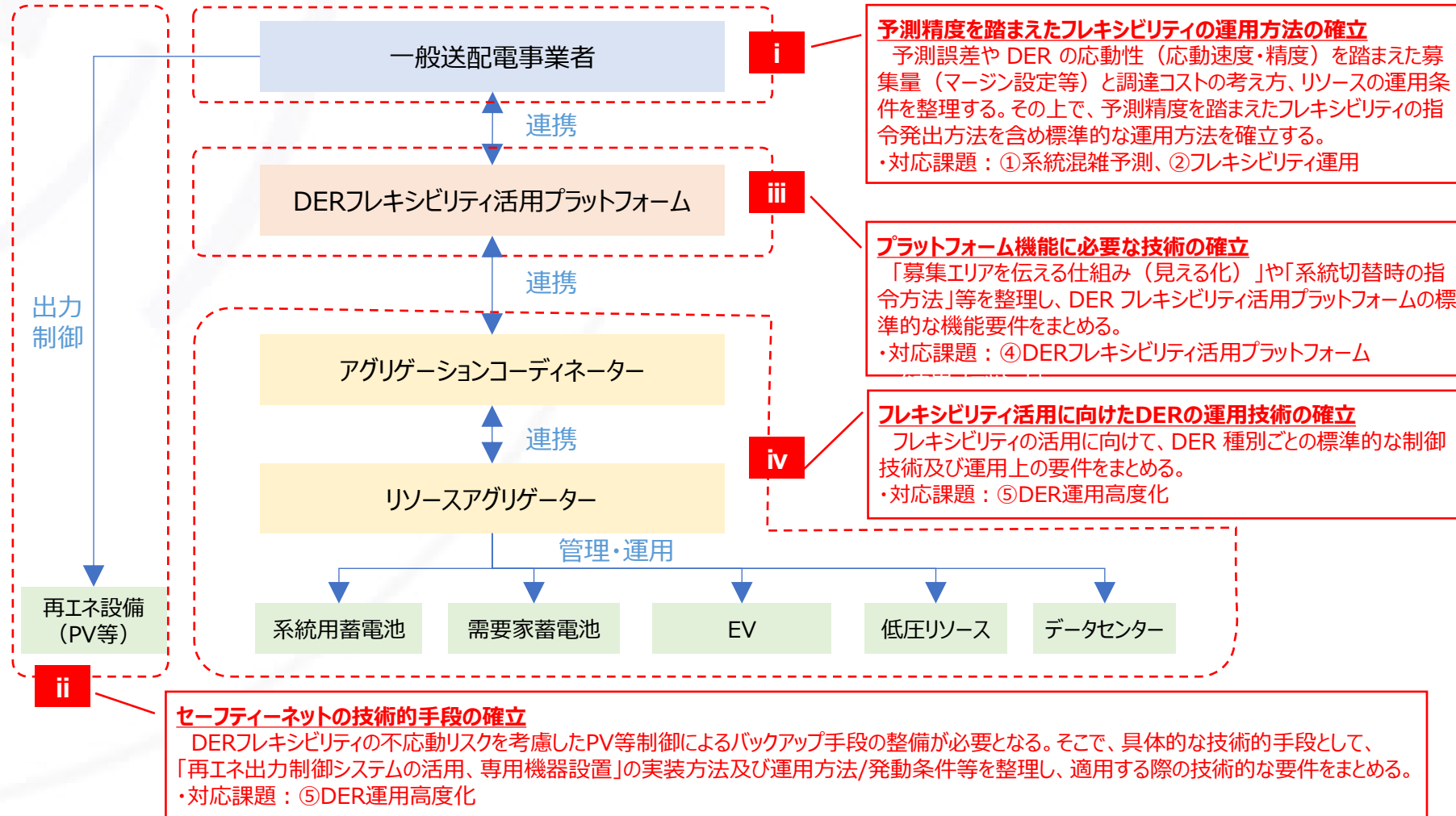
残課題のうち、将来に向けた課題である「⑥上位/下位連携」を対象に、課題の解決に向け、以下を実施する。

- i. DER集約配分機能の必要機能を整理し、その実現に向けた課題をまとめる。
また、実現に向け実証試験が必要な項目をまとめ、その実証試験に必要な設備・システム仕様の要件定義をまとめる
- ii. 同時市場や次期需給計算へ組み込みが可能な DER モデル化の方法を立案し、モデルの前提の是非と確からしさを検証する
- iii. DER 集約配分ロジックを立案し、一部ローカルエリアの実系統を模擬して集約・配分ロジックの有効性と妥当性を検証する
- iv. 配電レベルの需要側フレキシビリティを類型化し、アグリゲーション運用の効果と送電レベルの運用の適用効果をモデルにより評価する
- v. DER 集約配分機能の実現による社会便益について、当該機能を導入した際の需給制約・系統制約の課題に対する効果を評価する
- vi. DER 集約配分機能による制御が電圧や潮流に与える影響を評価し、DER 集約配分機能におけるDER の制御手法を立案する

研究開発の概要

WG1 フレキシビリティを活用した系統混雑緩和技術の確立 (FLEX-DER検討)

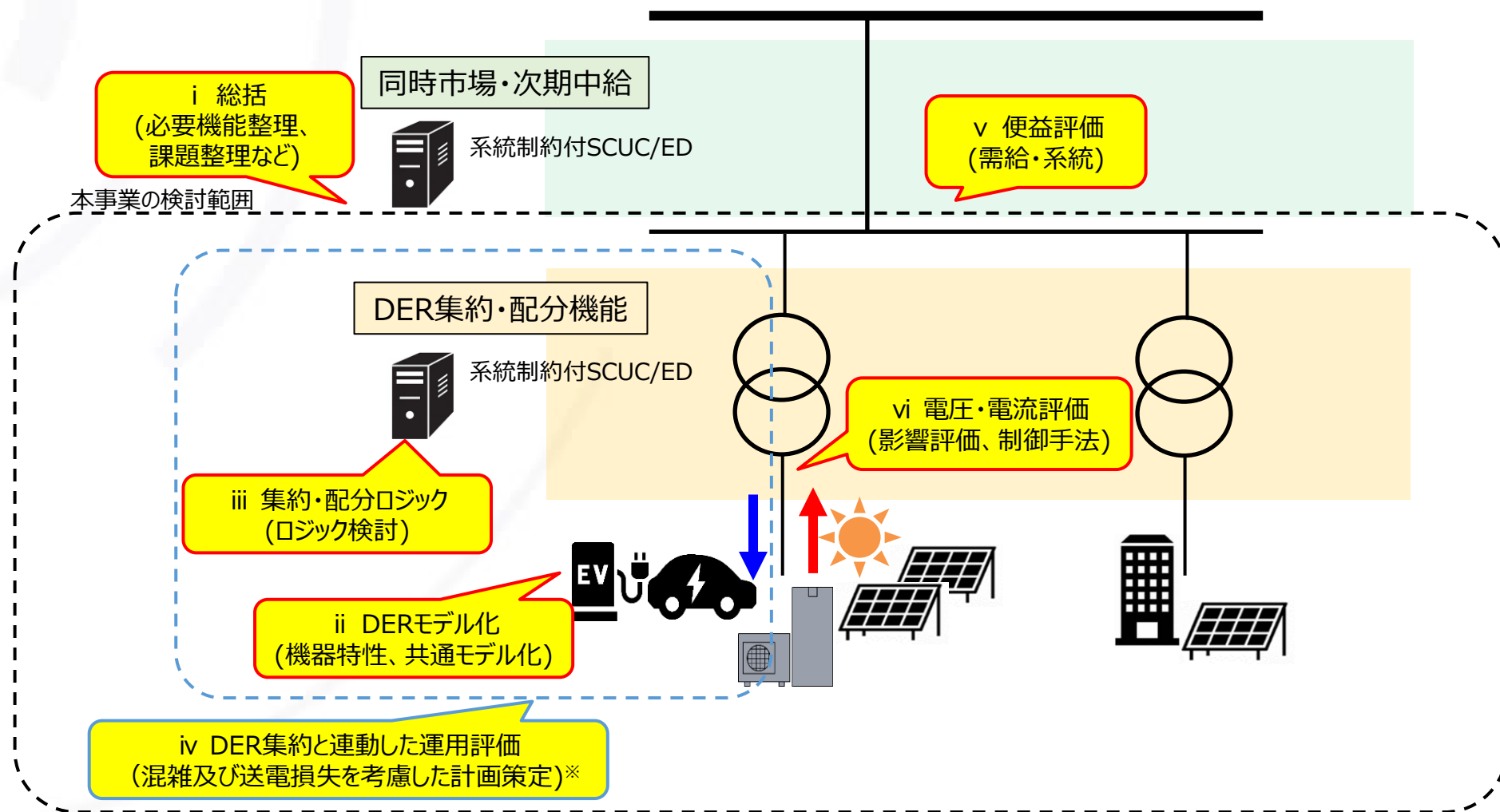
「系統混雑予測、フレキシビリティ運用、セーフティーネット、DERフレキシビリティ活用プラットフォーム、DER運用高度化」の課題の解決に向け、以下の4つの研究開発項目を設定し、検討を実施する。



研究開発の概要

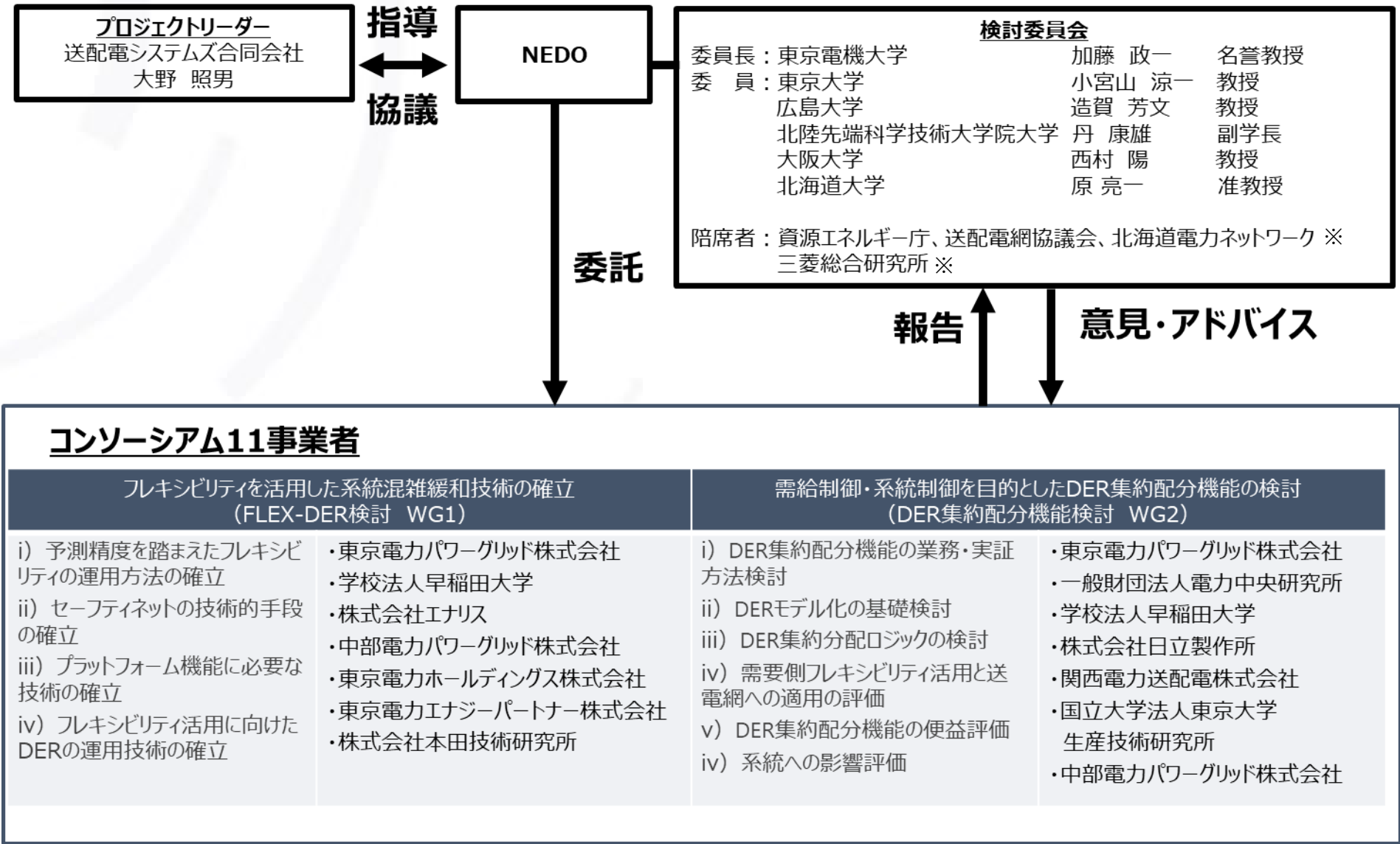
WG2 需給制御・系統制御を目的としたDER集約配分機能の検討
(DER集約配分機能検討)

将来に向けた課題である「上位/下位連携」の解決に向け、以下の6つの研究開発項目を設定し、検討を実施する。



※DERモデル化・集約配分ロジックは(ii + iii)とivの2通りのアプローチで検討

実施体制



※項目1-2
及び項目2 実施者

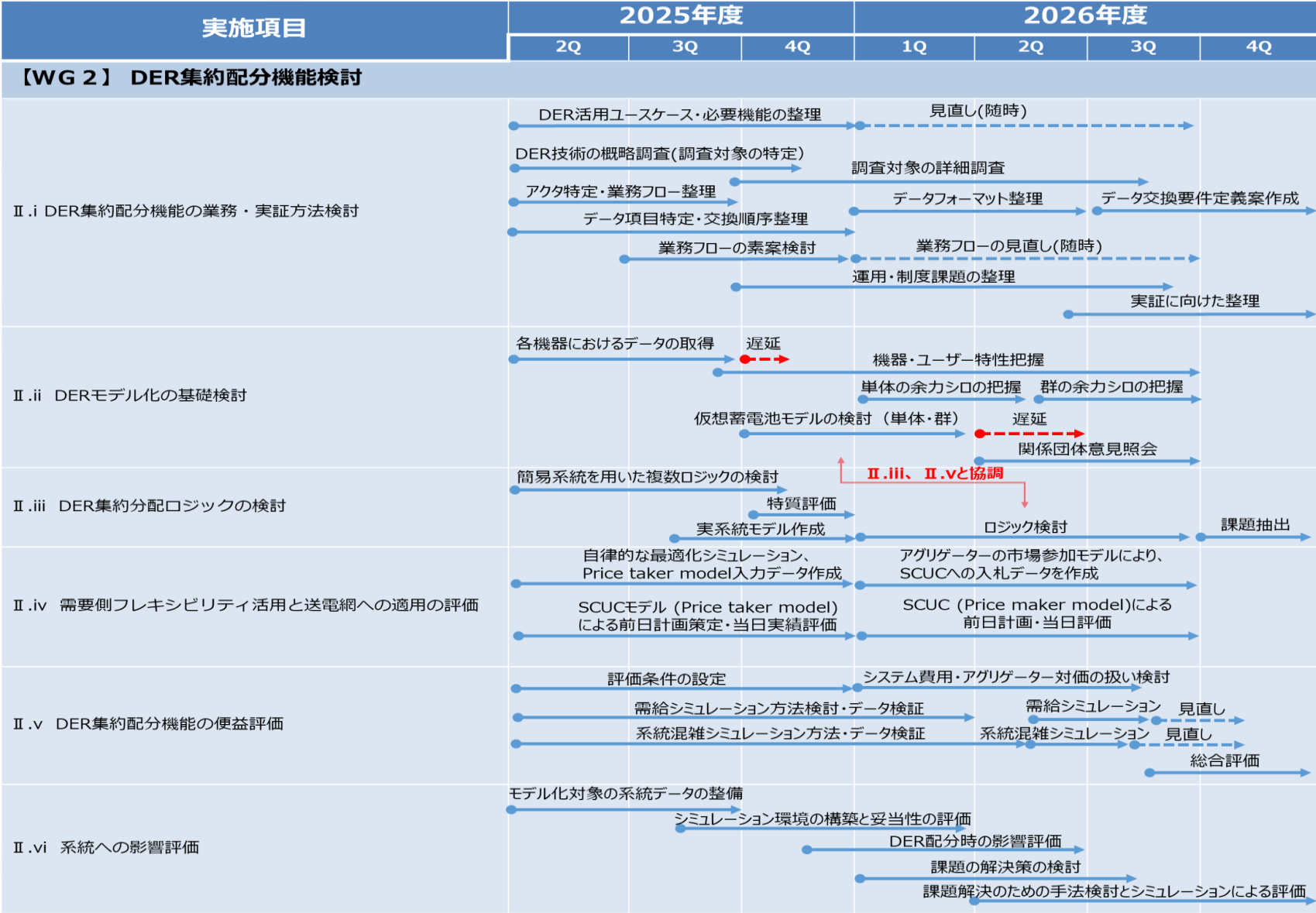
実施スケジュール WG1

実施スケジュール WG1

※前頁続き

実施項目		2025年度			2026年度			
		2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
I .iv フレキシビリティ活用に向けたDERの運用技術の確立		フィールド実証1 (追加検証)			フィールド実証2	フィールド実証3		
(A) 系統用蓄電池の活用検討		課題抽出 (フィールド実証)	運用手法検討		検証 (フィールド実証×2回)	収支モデル検討		取りまとめ
(B) 需要家併設蓄電池の活用検討		課題抽出 (フィールド実証)	運用手法検討		検証 (フィールド実証×2回)	ベースライン検証		取りまとめ
(C) EV及びEV充電設備の活用検討		課題抽出 (フィールド実証)	EV充電器の応動の分析、運用方法の検討		検証 (フィールド実証×2回)	EVの運行情報蓄積・分析		取りまとめ
(D) 低圧DERの活用検討	需要家単位	課題抽出	運用手法検討		検証 (フィールド実証×2回)	価格水準分析		取りまとめ
	群管理技術	検証準備	課題抽出 (フィールド実証)		検証 (フィールド実証×2回)	机上検討・机上検証		取りまとめ
(E) データセンター需要制御技術の活用検討		検証準備			検証 (フィールド実証×2回)	需要制御方法等の検討		取りまとめ

実施スケジュール WG2



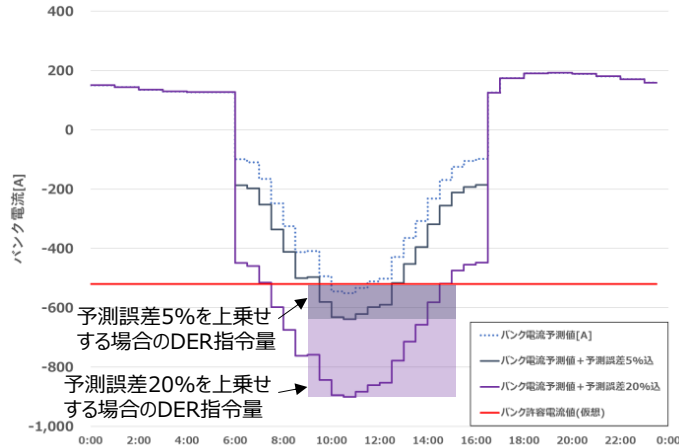
成果の概要 I.i) 予測精度を踏まえたフレキシビリティの運用方法の確立

予測誤差や DER の応動性を踏まえた**募集量と調達コストの考え方、リソースの運用条件を整理し、予測精度を踏まえたDERフレキシビリティの指令発出方法を含め標準的な運用方法を確立**するため、以下の検討を実施した。

- ✓ **フィールド実証（秋・冬）にて、潮流予測を踏まえたDERフレキシビリティ指令の発出を行った。**その結果、概ね指令通りにDERが応動し、**変電所の潮流の抑制効果を確認**することができた。
- ✓ フィールド実証のデータについて、**予測誤差を分析するとともに、誤差を考慮した場合の指令発出パターンの案を整理した。**
- ✓ 系統への影響評価に向けシミュレーションモデルの構築と簡易評価を行った。

指令発出方法の検討

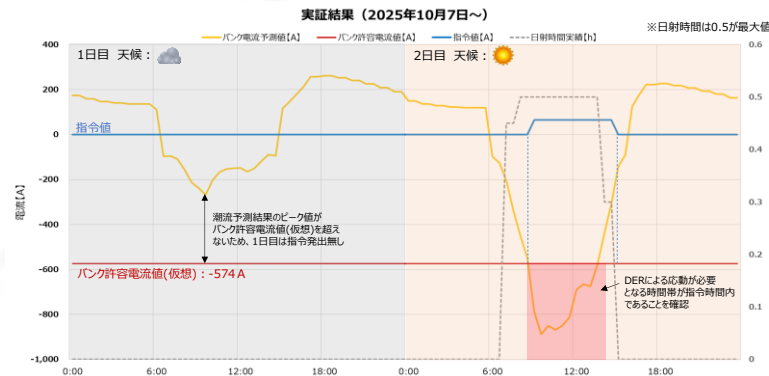
秋季フィールド実証のデータを分析し、潮流予測誤差の分析を実施。潮流予測誤差を踏まえた指令方法を整理し、次期フィールド実証のユースケースを設定。



長期運用性の評価

秋季フィールド実証（約1か月間）を通じて、長期運用時の課題を整理。

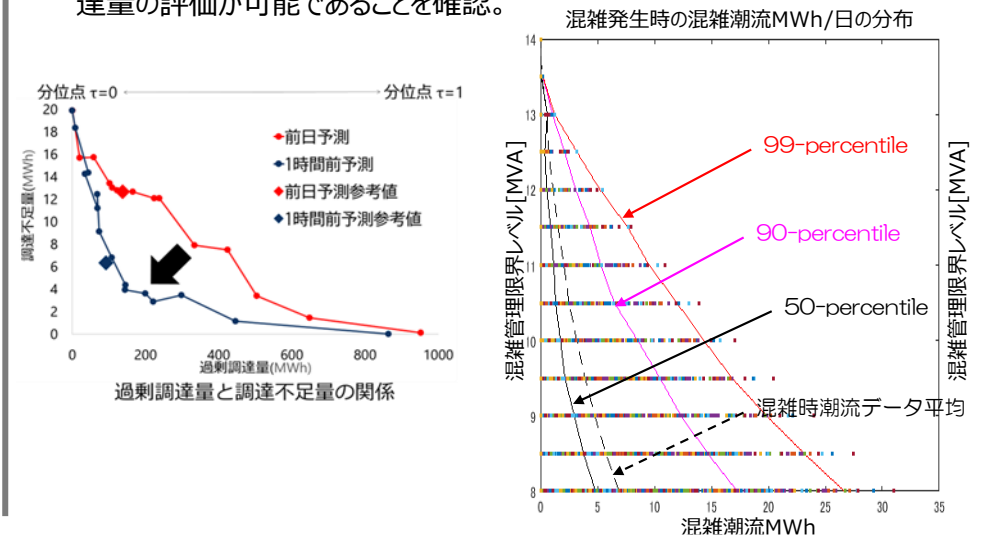
運用上必要な機能を実装し、正常に動作することを確認。一方で、**予測誤差を加味した指令を行わないと運用容量超過が発生しやすくなるなどの課題を確認。**



運用方法の違いによる系統への影響評価

指令発出方法を踏まえた配電系統の電力品質への影響等を行うため、**シミュレーションモデルの構築を実施。**合わせて、**モデルを活用した基礎評価を実施。**

予測タイミングによる調達量の過不足の変化や、超過確率を踏まえた調達量の評価が可能であることを確認。



成果の概要

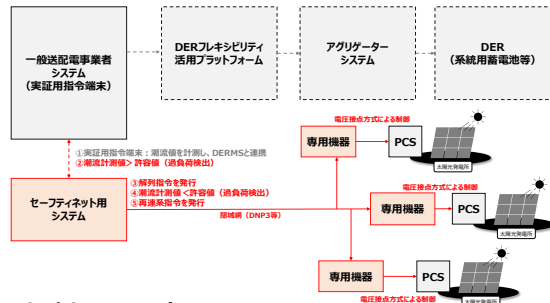
I .ii) セーフティーネットの技術的手段の確立

実現可能性の高いセーフティーネット手法として「再エネ出力制御システムの活用、専用機器設置」の実装方法及び運用方法/発動条件等を整理し、これらセーフティネット手法を適用する際の技術的な要件をまとめるため、以下の検討を実施した。

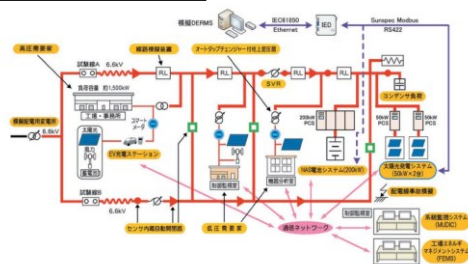
- ✓ 専用機器設置を活用した手段について、**通信・ハード面の実装案を整理**するとともに、ハード面の妥当性を評価するため、**PV-PCSメーカーへのヒアリング調査を実施**した。また、2026年度のラボ実証に向けて、試験場の調査と選定を実施した。
- ✓ **再エネ出力制御を活用した手段の検討では、改修要件の検討の前段として、セーフティーネットの前提条件の整理**を行った。
- ✓ PVの出力変化が系統に与える影響について、基礎的なシミュレーション評価を行った。

専用機器の活用

実装案



ラボ実証 試験場の選定 (株東光高岳FDN試験場を予定)



再エネ出力制御システムの活用

再エネ出力制御システムの改修要件の整理には業務フローの検討が必要であり、業務フローの検討に係る前提条件の整理を実施。
※下表は整理の一例。

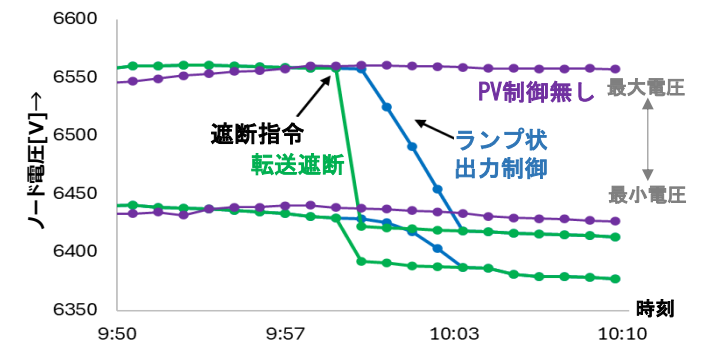
前提条件の一例

前提条件		概要	本事業における前提条件(案)
大項目	小項目		
制御対象リソース	リソース種別	セーフティネットの制御対象リソース種別は再エネのみか、他の種別も考慮するか	全燃種
	オンライン	制御対象リソースはオンラインのみかオフラインも含むか。	オンライン
	リソース容量	制御対象とするリソースの大きさはどれくらいとするか。	10kW以上
	制御対象の接続系統	配電線切替を考慮するか。	将来的には切替を考慮
発動条件	発動条件	セーフティネット(再エネ出力制御システム)の発動条件をどうするか。	過負荷をキックに発動
優先順位	抑制・切替	再エネ出力制御と配電切替等の他の対策との実施に係る優先順位はどうか。	原則、出力制御
	NFシステム等	NFシステム等のシステムからの制御指令とセーフティネットでの指令との優先順位はどうしていくか。	セーフティネット優先

系統への影響評価(シミュレーション)

セーフティネット発動時の「制御方式・対象位置・制御量」に対する電圧変動や、LRTなどのタップ制御機器の動作へ与える影響を評価。
転送遮断方式では制御量が大きくなると電圧への影響が大きくなる一方、ランプ制御方式では電圧面で一定の安定性が見られることを確認。

評価の一例



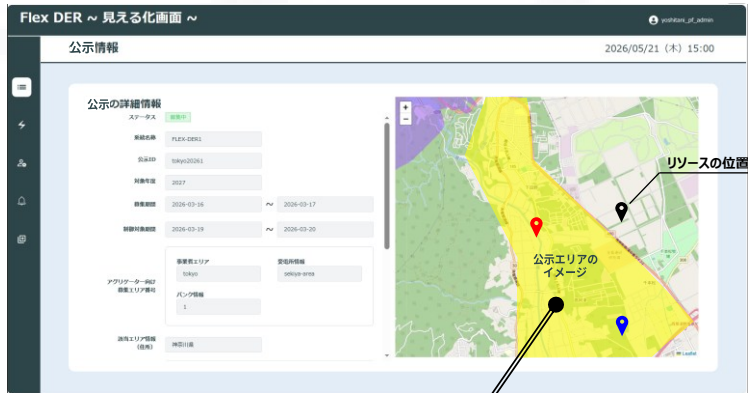
成果の概要 I .iii) プラットフォーム機能に必要な技術の確立

DERフレキシビリティ活用プラットフォームの標準的な機能要件をまとめるため以下を実施した。

- ✓ 募集エリアの提示方法の検討において、アグリゲーターへ公開が必要な情報を整理するとともに、UI画面の案を作成した。
- ✓ 系統切替時の指令方法の見直しを行うとともに、フィールド実証にて検証を行い、将来に向けた課題等をまとめた。
- ✓ 第三者機関からの精算データの連携方法および連携すべきデータをまとめた。

募集エリアを伝える仕組み（見える化）の検討

アグリゲーターへ公開が必要な情報を整理し、UI画面のイメージ（案）を作成。



- ▼ PFを通じてアグリゲーターへ表示する公示情報
- ✓ 公示情報に合わせて、地図情報を表示
 - ✓ 地図情報に公示対象エリアを表示
 - ✓ リソースの位置情報をピン表示

系統切替時の指令方法の検討

系統切替時の指令方法の見直しを実施。

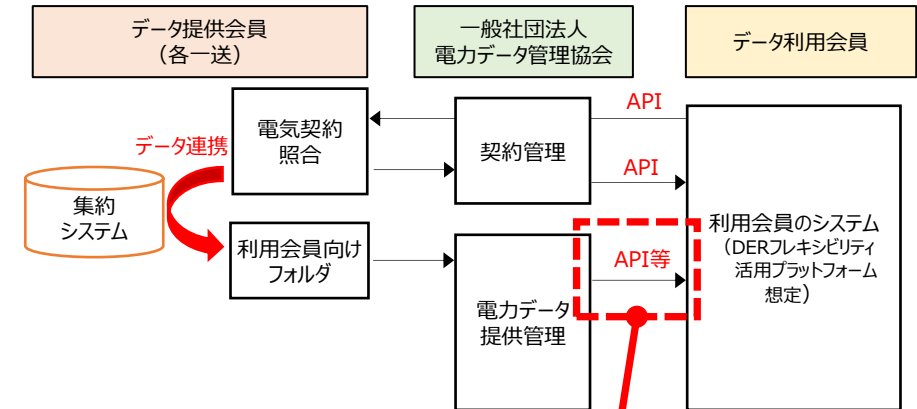
見直し	系統イメージ図	配電線	切替	指令発出
前		(1) (2)	- -	あり あり
後		(1) (2) (3)	- - 切替中	あり あり なし

見直し後の指令方法を実証用PFに実装し、フィールド実証にて検証。課題整理を実施。



精算の仕組みの検討

精算データの連携方法と連携すべきデータの整理を実施。



APIにて取得できるデータの一例

・電力量マスター情報

- 日次：前日の30分電力量が取得できたものについて、翌日昼頃を目途に提供 など
- 月次：前月検針日の翌日～当月検針日までの30分電力量の確定値を提供

➡ 精算にあたり、30分電力量の確定値が必要なため、**月次データの連携が必要**

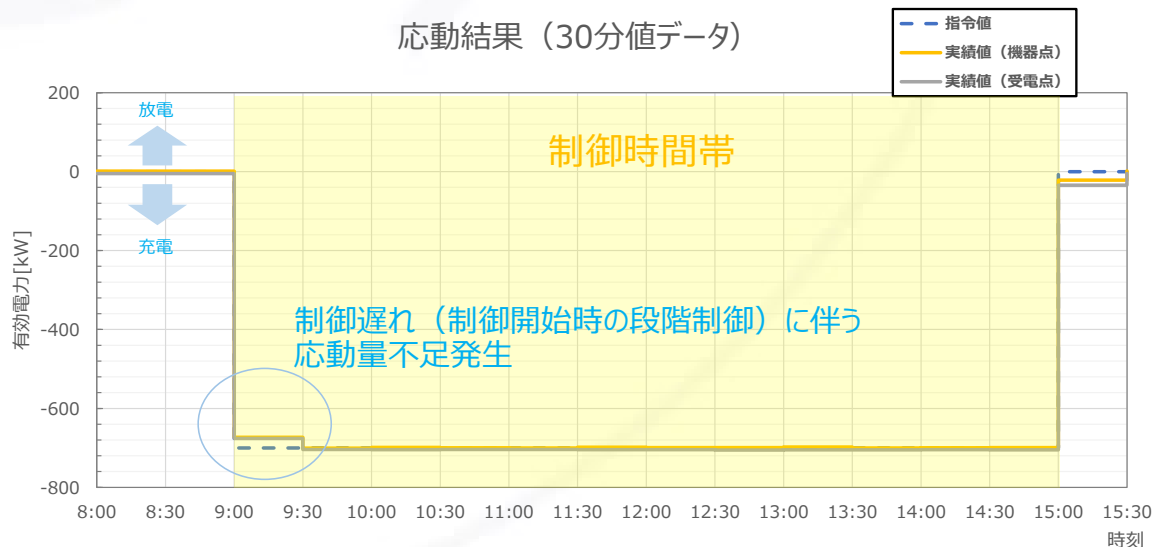
成果の概要 I.iv (A) 系統用蓄電池の活用検討

系統用蓄電池の収支モデルの検討を踏まえ、**系統用蓄電池に関する標準的な制御技術及び運用上の要件をまとめるため以下を実施した。**

- ✓ 前FLEX-DER事業でのアンケート結果を踏まえ、容量市場の要件をベースとして事業性評価を進めることとし、評価条件をまとめた。
- ✓ **フィールド実証を通じ、制御上の課題を整理**するとともに、机上評価にて秋季・冬季で応動性には差異がないことを確認した。

フィールド実証を通じた検証

秋季フィールド実証を通じて、系統接続条件に伴う制御遅れなど、運用・制御上の課題を確認。



系統連系条件 (ランプ制御の実施) に伴い、制御遅れと応動量不足が発生

フィールド実証を通じて得られた課題を踏まえ、解決に向け想定される対応を整理した。

フィールド実証にて得られた課題	想定される対応
①制御開始時の段階制御 系統連系条件 (ランプ制御の実施) に伴い、制御遅れと応動量不足が発生した。	①制御開始時の段階制御 指令時間帯よりも前に応動を開始するなどの仕組み又は運用が必要となる。
②SoC管理機能 翌日以降の指令に備え、SOCの調整 (放電) を行う必要がある。	②SoC管理機能 翌日の指令と、市場価格を考慮した放電制御が可能な仕組みをアグリゲーターシステム等へ導入する必要がある。

成果の概要 I.iv (B) 需要家併設蓄電池の活用検討

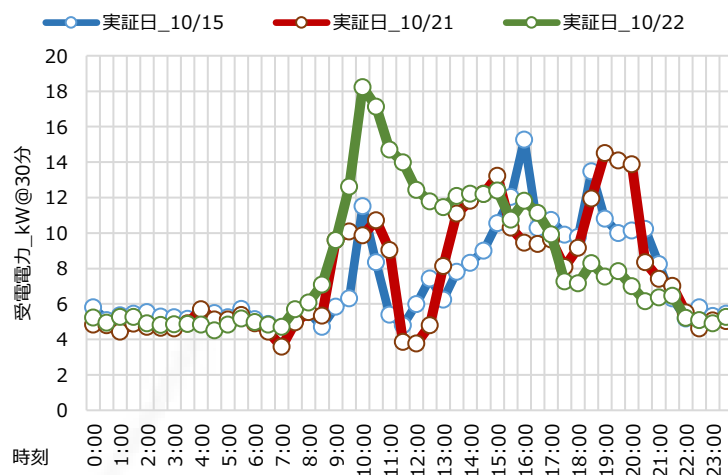
マルチユース活用を想定し、**需要家併設蓄電池に関する標準的な制御技術及び運用上の要件をまとめる**ため以下を実施した。

- ✓ ベースラインの精度向上に向け、**算出方法の比較・評価を実施**した。また、各ベースライン活用時の運用上の留意点をまとめた。
- ✓ **フィールド実証を通じ、制御上の課題を整理**するとともに、需要家エネマネの都合上、冬季はDRの上げしろが少ないことを確認した。

需要家併設蓄電池の運用手法の確立 (ベースライン精度向上に向けた検討)

現行のベースライン算定方法では当日の需要変動を考慮できず誤差が大きくなることが想定されるため、精度向上に向け**主要なベースライン算定方法の評価を実施し、留意点を整理**した。

当日の需要実績は大きく異なるが、基礎となるベースラインはすべて同じ

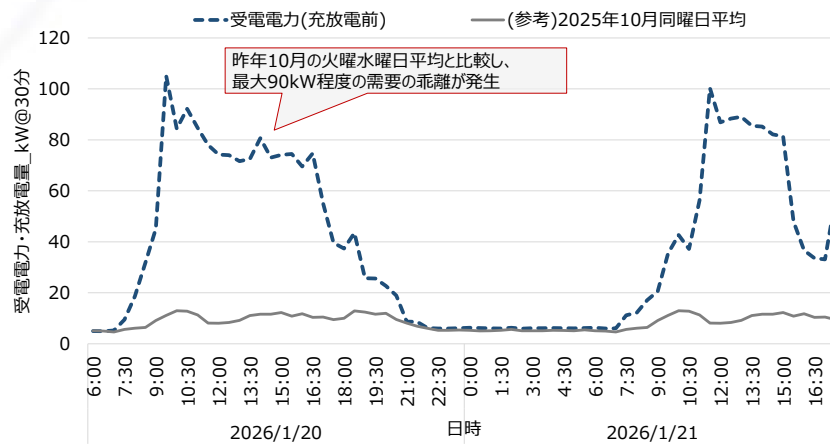


代表的なベースラインの算定手法の比較

	Low4of5 (現行手法)	Low4of5 (当日調整)	直前値
算定方法	応動日の直近5日間の過去実績より算定	左記の値について応動開始時間の2～5時間前の実績値で補正	応答時刻の60分前の実績値をそのまま使用
精度	△	○	◎
運用	◎ 算定方法が容易かつ意図的な操作が難しい	△ 意図的な充放電により基準値の操作が可能	△ 左記に加え専用の計量装置と応答性の早い算定システムの実装が必要(高価)

フィールド実証を通じた検証

秋季および冬季にフィールド実証を実施し、**制御上の課題(需要家エネマネとの両立など)**を整理するとともに、**需要家エネマネの都合上、冬季はDRの上げしろが少ない**ことを確認した。



冬季に需要ピークが発生する需要家であり、**10月に対し、1月の電力消費が大幅に増加**。DRの上げしろが**限定**されることを確認。

成果の概要

I.iv (C) EV及びEV充電設備の活用検討

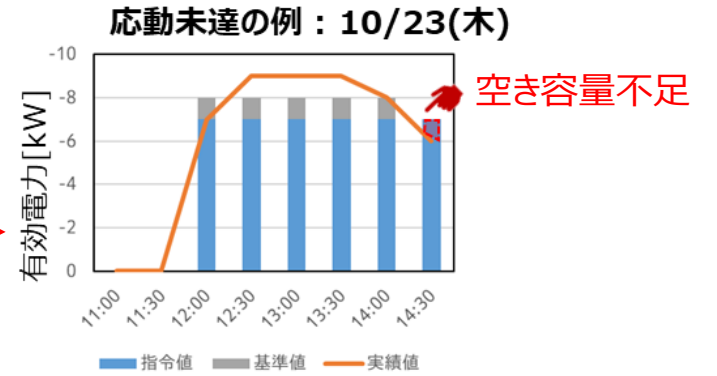
モビリティとしてのニーズとの両立が可能なEV及びEV充電設備の制御技術および運用上の要件をまとめるため以下を実施した。

- ✓ フィールド実証を通じて、応動性の検証を行うとともに応動不足の要因を分析した。
- ✓ 「出社台数不足、嵌（かん）合台数不足、空き容量不足」の三つの要因に対し、対策の可否および**対策の方向性を検討し、整理した。**

フィールド実証を通じた検証

“フレキシビリティニーズ利用”と“モビリティニーズ利用”を両立をコンセプトとした運用を行い、**基礎データを収集**。約8割の日程にて、指令通りに応動が可能である一方で、残り約2割の日程において**応動量不足が発生**。応動量不足の原因を分析。

日程	実施内容	DER応動結果
10/14	火	全量発動 OK
10/15	水	発動無し OK
10/16	木	発動無し OK
10/17	金	全量発動 OK
10/18	土	全量発動 OK
10/19	日	全量発動 応動未達発生
10/20	月	インシデント訓練 OK
10/21	火	
10/22	水	全量発動 OK
10/23	木	全量発動 応動未達発生
10/24	金	全量発動 OK



応動達成基準
“30分平均kWの実績値” ≥ “指令値”+“基準値”の合算
(折れ線) (積み上げグラフ)

EV及びEV充電設備の運用方法の確立

フィールド実証の結果を踏まえ、DER活用観点で長期運用を実施した際の課題を整理するとともに、**対策案の検討を実施**。

応動未達量発生要因	課題	対策案
出社台数不足	リソース特性に由来し、物理的固定がない	代替リソース（他需要地のEV等）によるリカバリー制御 ※EVリソースの面的な普及が前提
嵌合台数不足	嵌合操作が人の行動に依存（RAによる未嵌合車両へのリカバリー手段なし）	EVユーザーの行動変容を促す手段の導入（EVユーザーが主体的に勘合を行う環境・施策の導入）
空き容量不足	充電・入札運用設計が不十分（EVのモビリティ利用後のSOC状態の考慮が不足）	通勤消費量を基にした入札水準の設定 普段の職場充電水準の適正化（満充電にしない） ※2026年度の検証対象

成果の概要 I.iv (D) 低圧DERの活用検討 (需要家単体・群管理)

低圧DERを制御する際の標準的な制御技術及び運用上の要件をまとめるため以下を実施した。

- ✓ **需要家単体**：エコキュートと蓄電池の同時制御の課題を抽出し、機器の制御上の制約を踏まえて、運用手法および制御システムを検討した。また、次年度のフィールド実証に向け実証用設備の導入等を実施した。
- ✓ **群管理技術**：実証エリア内にて7つの低圧リソースを2つの群に分類し、フィールド実証にてフレキシビリティ指令・制御要件どおりに追従できていることを確認し、群制御技術の有効性を確認した。また、受電点電力データの予測の評価に向けて検証条件を整理した。2026年度のフィールド実証に向け、エリア外リソースを含めた群構成を検討した。

需要家単位

エコキュートと蓄電池の同時制御に向け、機器の制御上の制約を踏まえた運用手法を整理。

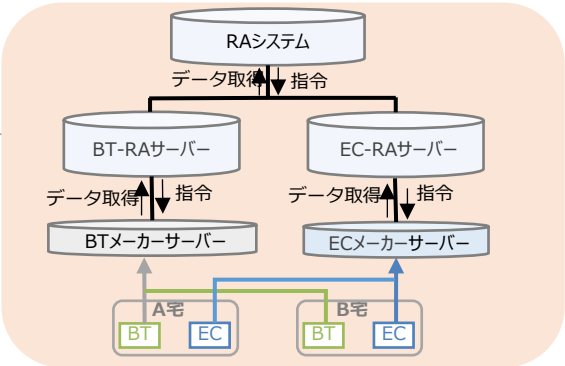
制御要件

- ユーザの生活スタイルに合わせて制御する必要があるエコキュートと、制御性に優れる蓄電池を組み合わせ、調整力を最大化する必要がある。
- 【上げDR制御】
- ✓ エコキュートは、**前日指令のみで当日指令（取り消し・変更）が不可**。
※ユーザの湯使用に影響が出ないよう焚き上げを行う仕組みのため。
- ✓ 蓄電池は、**前日指令と当日指令に対応可能**。

エコキュートの制約の詳細

- エコキュートの制御上の制約
- ✓ 前日の夜間のみ、当日の沸き上げ時刻の設定が可能
- ✓ 電力（W）の制御は不可
※機器が自動で決定（外気温等に影響、春秋は1kW程度）
- ✓ 沸き上げ電力量（Wh）は、ユーザ依存（残湯量次第）

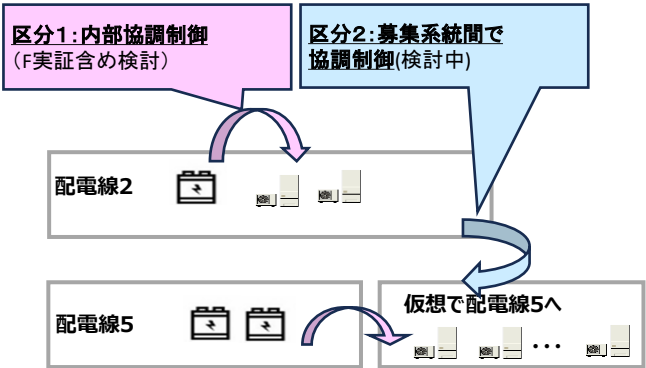
フィールド実証に向け、制御の要件を踏まえつつ、**実証用システム環境を構築**※。
※メーカーサーバー（クラウド）経由での機器制御例



群管理技術

群構成（群制御方式による可用性向上）の検討の一例※
※メーカーサーバー（クラウド）を経由せず協調制御を実現

区分	概要
区分1	募集系統にて 群を構成する一部DERに何らかの支障が生じた際、 内部で協調制御 を実施
区分2	その他、例えば、上記の支障にて、同一時間帯での 複数募集系統間での協調制御 を実施



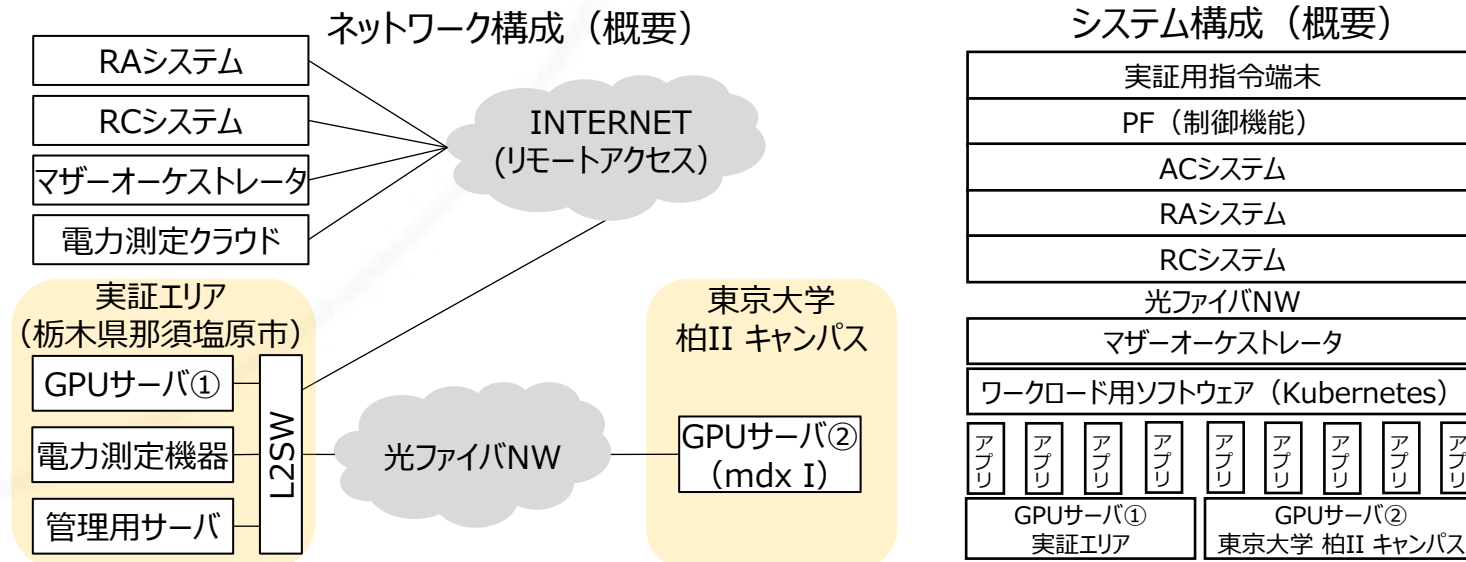
成果の概要 I.iv (E) データセンター需要制御技術の活用検討

今後のデータセンター（DC）の連系において、電力システムに必要十分な空容量がない場合も、ダイナミックに変動する系統空容量に対してDC需要を変動させられる技術があれば、既存系統への早期接続、早期の運用開始につなげられる可能性がある。

DC需要制御に必要な標準的な制御技術及び運用上の要件をまとめるため、DC単体および複数DC間の需要制御に向け、ネットワーク構成およびシステム構成を検討し、次期フィールド実証に向けて、小型DCを設計・導入した。また、「DERフレキシビリティ活用に向けた運用方法の確立」と「DC早期接続」に向けた運用方法の検討方針を整理した。

DC単体の計算処理量コントロールによる需要制御について、**標準的なDCの構成を調査し、実証設備（検証モデル）の設計を実施した。**設備設計に合わせ、**DC特有の制御系のシステム構成とともに、複数DC間でのWLS※による需要制御に必要な機能の検討を実施した。**検討結果にもとづき、**実証設備の設置（実証エリアへの小型DCの設置）を行うとともに、関連システムを構築した。**

※WLS（Workload Shift）：特定の電力供給エリアからその他の電力供給エリアへ、データセンターの計算処理（ワークロード）を動的に移動させる技術および取組み。



成果の概要

Ⅱ.i) DER集約配分機能の業務・実証方法検討

DER集約配分機能の必要機能を整理し、その実現に向けた課題と実証試験が必要な項目とともに、その実証試験に必要な設備・システム仕様の要件定義をまとめるために、以下を実施した。

- ✓ DER集約配分機能の実現に向け、業務フロー案（初版）を作成し、関係事業者の意見やユースケース・ロジック・モデル化結果を踏まえた見直しを行った。
- ✓ 需給・系統・電力品質の将来課題を整理し、DERを活用するユースケースと必要機能を明確化した。
- ✓ 交換データ項目を特定し、IEC国際標準の共通情報モデル（CIM）を用いたデータフローの整理の初期案を作成した。

DER集約配分機能の活用ユースケースと必要機能の整理

- ・ 目的：DER集約配分機能の活用範囲、必要機能を整理する
- ・ 対応：再エネ大量導入に伴う需給制約、系統制約等の課題に対して、**DERフレキシビリティを活用して対応しうる具体的なユースケースを整理した。DER集約配分機能の活用範囲の初期案をまとめた。**

DER活用に関する技術調査

- ・ 目的：必要な技術情報の調査により、DER集約配分機能の検討を推進する
- ・ 対応：DER集約配分機能の業務フローを踏まえ、必要技術情報を特定し、調査した

通信方法の整理

- ・ 目的：DER集約配分機能で扱うデータを特定し、データ連携基盤技術の国際規格等を踏まえ、データフォーマットとデータ交換に対する要件を定義する
- ・ 対応：業務フロー案(初版)をベースに**DER集約配分機能と関連システム間の交換データ項目を特定し、CIMを用いたデータフローを整理した**

DER集約配分機能の業務フロー、運用・制度課題の整理

- ・ 目的：DER集約配分機能による業務を具体化する
- ・ 対応：本事業のユースケースを踏まえ、業務フローの作成、業務に対する運用・制度課題を整理した

実証に向けた整理（2026年度実施）

- ・ 目的：2027年度以降に実証試験に必要な「検証項目」、「実証方法」、「必要なシステム」を整理する
- ・ 対応：各検討結果を踏まえ、2026年度に整理する

成果の概要

Ⅱ. ii) DERモデル化の基礎検討

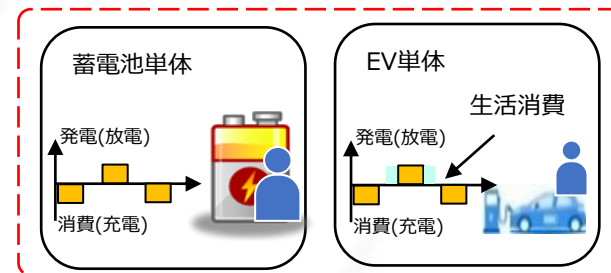
同時市場などでの需給最適化計算（SCUC/SCED）へ組み込みが可能な DERモデル化の方法を立案し、モデルの前提の是非と確からしさを検証するために、以下を実施した。

- ✓ DER（HP給湯器・蓄電池・EV・蓄熱装置・DC）の機器やユーザー特性を把握し、仮想蓄電池として活用可能な範囲の整理するためのデータを取得・収集した。
- ✓ 取得したデータを用いたユーザー利用傾向・機器の特性の分析を開始し、DERモデル化の検討に着手した。

DERフレキシビリティの調査

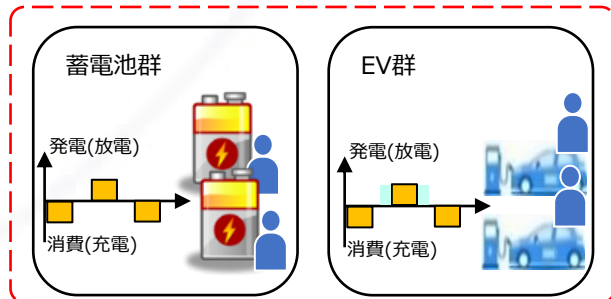
機器及びユーザー単体の特性把握

蓄電池、HP、EV、DC等のDERリソースについて機器単体の特性・ユーザー利用の把握を行い、DRとして使える余カシロを整理した。
(理想運用ではなく現実の使われ方から定義)



複数(群)機器の特性把握

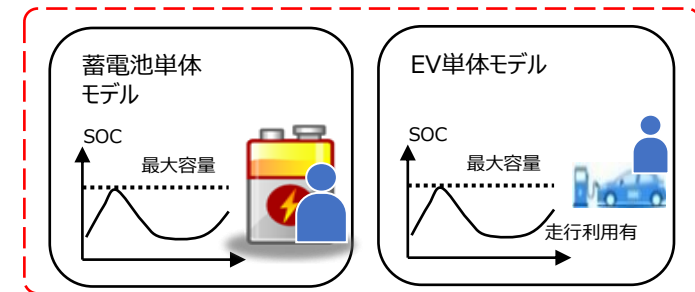
単体ではユーザー行動により余カシロが異なるため、複数台を群として集約することで、相互補完によって期待できる安定的な余カシロを推定実施中。
(群化により可用領域が拡大)



DERフレキシビリティのモデル化

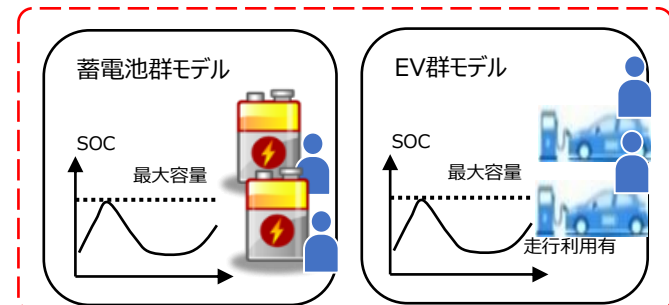
(蓄電池)モデル単体

A)で整理した機器・ユーザー特性を需給で活用できる揚水のような仮想蓄電池モデル(仮称)として扱える、需給運用計算(SCUC/SCED)に組み込める形式で表現中。



(蓄電池)モデル複数(群)

群として需給で活用できる安定的なモデルを2026年度に表現予定。



成果の概要

Ⅱ.iii) DER集約分配ロジックの検討

上位/下位が分離されている状況にて、どのように全体最適に近づけた情報を上位に受け渡すか（DER集約）、上位系統の最適計算の結果得た潮流情報を基にどのように下位系統のDER運用を決定するか（DER配分）、その**DER集約配分ロジックの有効性と妥当性を検証**するため、以下を実施した。

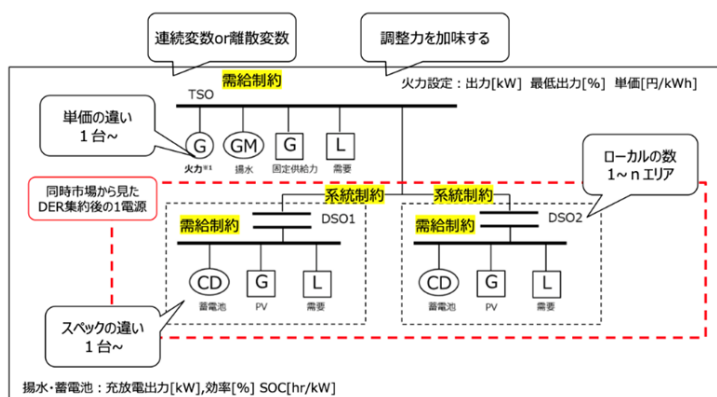
- ✓ 簡易システムモデルを用いて、現時点で考えられるDER集約ロジック案（固定値案、許容潮流幅案）の潮流及び需給運用コストを比較した。
- ✓ 許容潮流幅案については、全体最適解を含む潮流幅が得られることが確認できた。また、潮流幅を全体最適解により近づけるべく時間帯価格の設定など複数のインセンティブ案による潮流幅の算出方法の検証を行った。本格的な検証に向け実システムモデルの諸元を整備している。

同時市場(全国1エリア) + DER集約モデル(混雑状況の異なる2つのローカルエリア)の簡易システムモデルを用いて複数の集約配分ロジックを考案・検証した

- 案① 集約したDER情報を固定値として上位に渡す：全体最適よりも**コスト高の運用となることを確認**
- 案② 集約したDER情報を潮流幅（充放電可能範囲）として上位に渡す：**全体最適の解を含む潮流幅が得られること、インセンティブ設定により全体最適により近い運用となる可能性を確認**

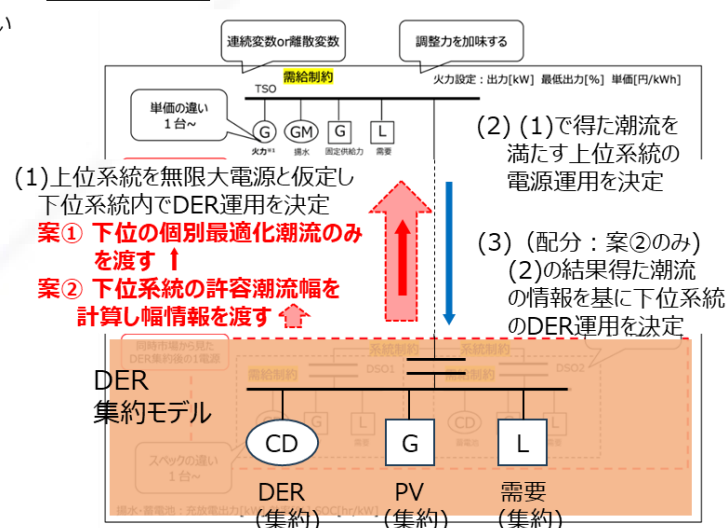
全体最適化（本検討における正解データ）

下位系統内の各ローカルエリアおよび上位系統に関する完全な情報が得られていることを仮定して、集約を行わずに実施する最適化



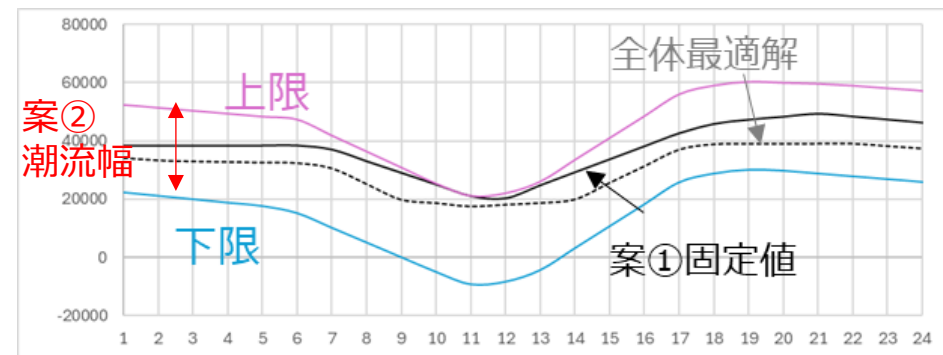
上位系統・下位系統の電源等の完全な情報が得られている状況を仮定して最適化計算を行い、各種電源の運用方法を決定

DER集約配分



案①、②のイメージ

縦軸：正が順調流
横軸：時刻



成果の概要

Ⅱ.iv) 需要側フレキシビリティ活用と送電網への適用の評価



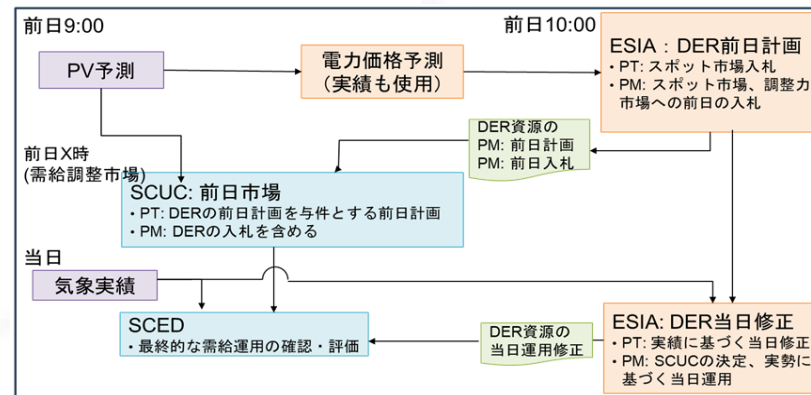
配電レベルの需要側フレキシビリティを類型化し、アグリゲーション運用の効果と SCUC、ACOPF等を用いた送電レベルの運用の適用効果を東京エリアモデルにより評価するため、以下を実施した。

- ✓ 東京エリアの約1,200配変について需要・PV・EV・HP等の導入ポテンシャルを推計し、配変特性に基づくクラスタリングを実施した。また、配電ESIAモデルを用いて前日計画・当日修正を含む需要側フレキシビリティの活用効果を試行的に評価し、混雑緩和と需給コスト低減の一定の傾向を確認した。
- ✓ 500kV/ 275kV/154kVを含む送電網モデルの整備を進め、PV予測誤差を考慮したSCUC/SCED評価に向けた準備を概ね完了した。

配電網下のクラスター分析に基づく需要側のフレキシビリティ活用のためのアグリゲーション運用の評価

東京エリア対象で配変の制約下での需要側フレキシビリティの振る舞い模擬を実施した。

- 配電用変電所を需要、PV等の特性からクラスタリングを実施した
 - 配変太陽光発電(PV)推計、PV容量補正
 - 配変別のDER資源(EV、HP給湯機、蓄電池)推計
- 配電ESIAによるPrice Taker(PT: 別価格予測に基づく需要決定)模擬を実施した
 - アグリゲータとしてのDER資源の前日運用計画・当日修正中
- 配電ESIAを応用したPrice Maker (PM: DER入札による最適化)模擬 (2026年度実施)



Price Takerモデルのデータフローイメージ

送電網を模擬しPV予測誤差を考慮した運用モデルによる送電網運用への需要側フレキシビリティの適用評価

送電網の制約下でのアグリゲータの計画を含めた東京エリアの市場/システム運用模擬を実施した。

- 上位三電圧送電網モデルデータ準備：データベースおよびMR解析
- 配電ESIAによるPrice Taker模擬を入力とする送電レベルの前日計画(SCUC)、当日計画運用解析(SCED)
- DERノード最適化モデル(ノード別のDERを含むモデル(MR※、SCUC))解析
 - …今後のPrice Makerモデル準備の準備
- ACOPF: 送電網の損失、電圧変動を含めた計画 (2026年度実施)

※MR(Multi area Regulation Program) : 広域需給調整プログラム。1日単位で運用費の最適化を行い、年間8760hの需給解析を行うモデル。

成果の概要 II.v) DER集約配分機能の便益評価

2024年度までに試算してきた東京・中部・関西エリアにおけるDER集約配分機能を導入した際の需給制約、系統制約の課題に対する効果（コストダウン効果等）について、追加的なシナリオでの評価を行うため、以下を実施した。

- ✓ DER集約配分機能の便益評価の条件設定（評価シナリオ・前提条件）や、需給・系統混雑シミュレーション方法、データセットを整理した。
- ✓ DER活用効果は再エネ増加（余剰）の影響を大きく受けるため、2040年度の評価シナリオ選定には再エネ拡大量の大小極端な2シナリオとした。系統混雑シミュレーションの結果を踏まえて、需給シミュレーションにおけるDER活用の制約条件を設定し、8,760時間の需給コスト最適化シミュレーションを実施予定。

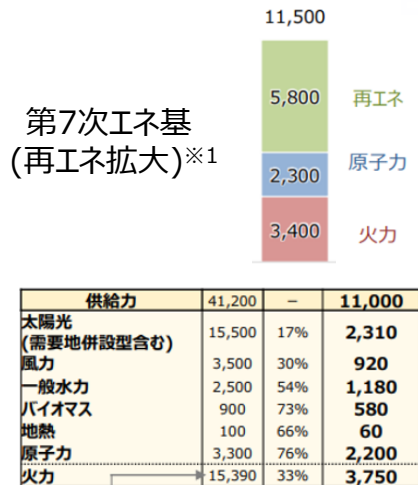
条件設定

シナリオ設定

2030年度：供給計画ベース

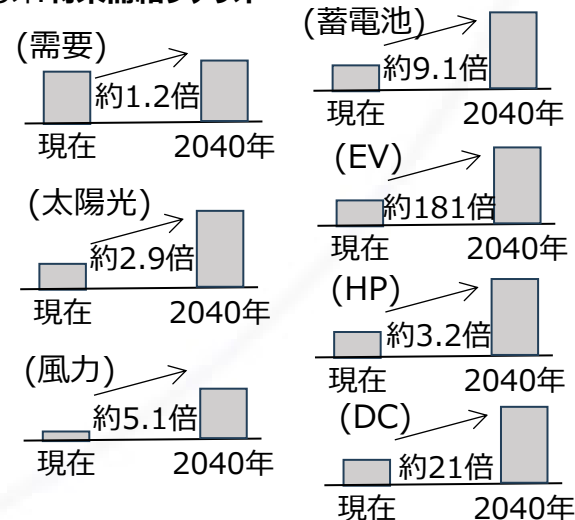
2040年度：以下2シナリオ

- ・再エネ拡大量大シナリオ：第7次エネ基(再エネ拡大)
- ・再エネ拡大量小シナリオ：将来需給シナリオ



将来需給シナリオ※2

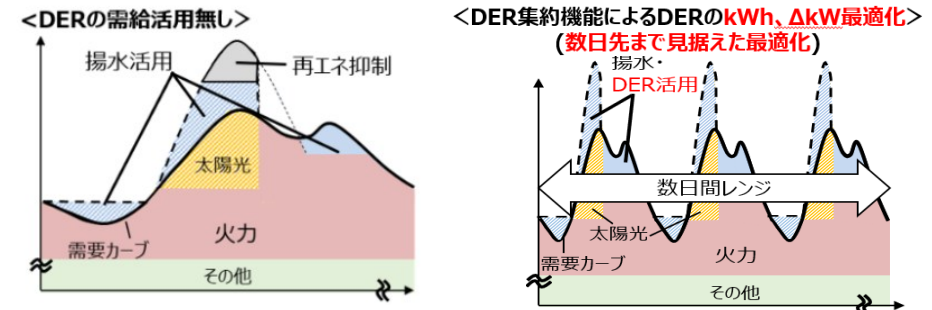
シミュレーション設定(再エネ拡大量大シナリオ)



※1 経済産業省HP 第7次エネルギー基本計画について(2025年2月18日)
 ※2 第10回 将来の電力需給シナリオに関する検討会(2025年6月25日) 資料4

需給シミュレーション

日本全国9エリアにおける広域連系系統(上位2電圧)を模擬し、DER集約配分機能によるkWh、ΔkWの最適化による需給コストを算出した。



系統混雑シミュレーション

東京・中部・関西エリアの配電用変電所を対象に、設定シナリオに基づく混雑量を算出。

総合評価

便益=(B:需給費用低減)+(C:系統増強費用低減)-(A:システムコスト等)

成果の概要 II.vi) 系統への影響評価

DER 集約配分機能による制御が電圧や潮流に与える影響を評価し、DER 集約配分機能におけるDER の制御手法を立案するため、以下を実施した。

- ✓ 154kV・66kVからなるローカル系統モデルを構築し、8,760時間の潮流データから抽出した代表断面を対象に電圧上昇や逆潮流など典型的な系統課題を再現可能な評価環境を整備した。
- ✓ 6.6kVの配電系統を対象とした潮流計算環境の構築、および複数シナリオ（DERへの割り振りをエリア単位で偏らせる等）を想定し、次年度の詳細解析に向けた基盤構築に着手している。

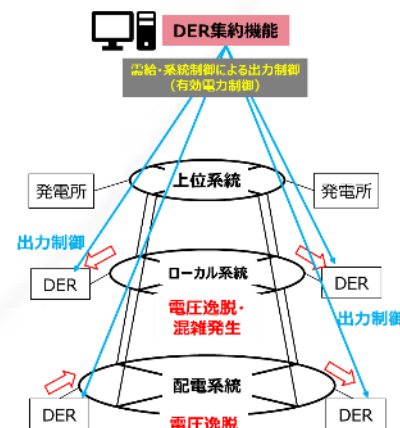
DER集約配分機能による制御が電力系統の電圧や潮流に与える影響評価

系統モデルの構築

- ローカル系統(154kV、66kV)から配電系統(6.6kV)まで模擬したシミュレーション環境の構築
- 再エネ電源の大量導入による混雑や電圧課題の再現

制御時の潮流評価

- DERへの制御指令のシナリオを用意し、その際の電圧や潮流の変化量を評価



モデル構築と評価のイメージ

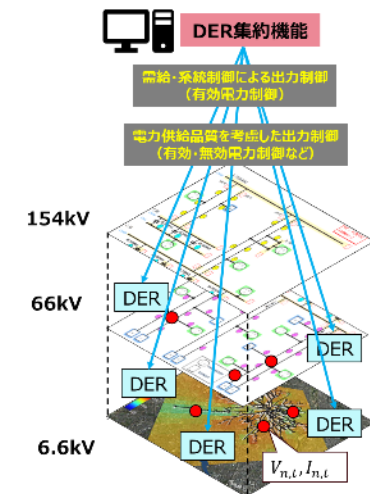
電力系統の電圧及び潮流への影響を考慮したDER集約配分機能における制御手法の検討（2026年度実施）

課題抽出

- (A)の検討によりDER集約配分機能における
ローカル系統や配電系統の電圧維持や潮流管理の観点での課題を整理

課題を考慮したDER集約配分の検討

- ローカル系統や配電系統の**電圧維持や潮流管理の観点での制御量の制約の考慮**や**無効電力**などを含めた制御の検討



研究開発項目1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発

項目1－3 多機能HVDCシステムの開発

2025～2026年度

東京電力ホールディングス株式会社（幹事）

株式会社東芝

（再委託）国立大学法人東京科学大学

研究開発の背景と必要性

<背景>

- 現状、「日本版コネクト&マネージ」の推進による既存送変電設備の有効活用が進められている。
- DERフレキシビリティとしては周波数制御を含むΔkW、kWh、電圧調整だけでなく、過渡安定度制御への貢献も想定され、将来的な再エネ増加には、DERのフレキシビリティの更なる活用を通じ、社会的便益（3E）の確保に努めていく必要がある。

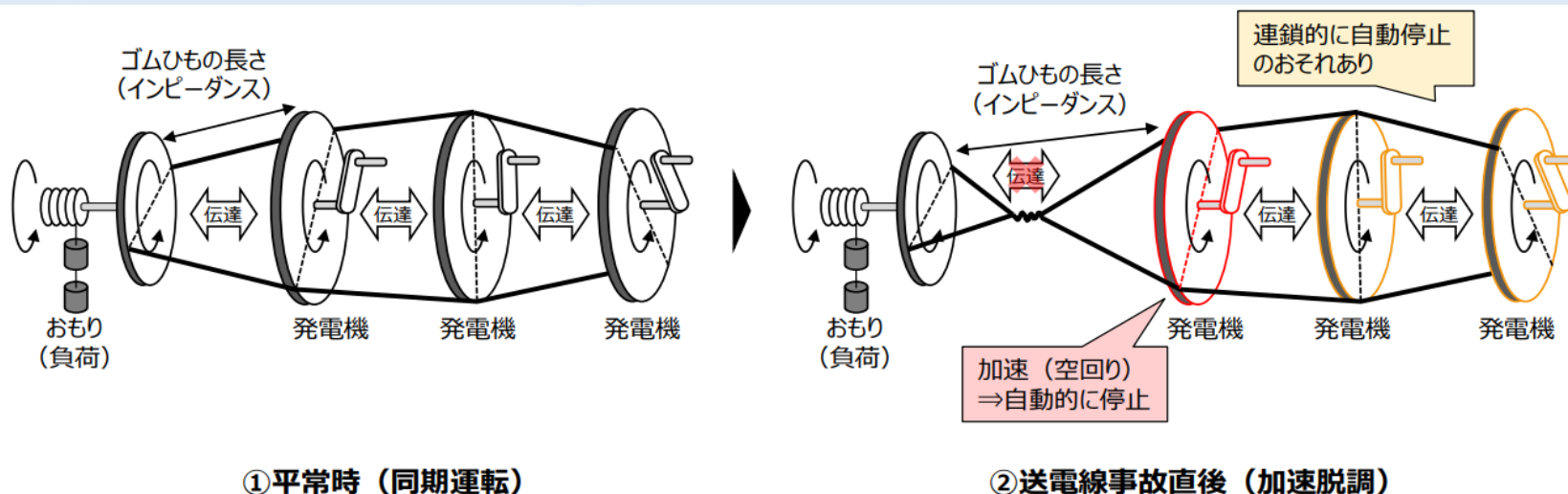
<系統制約等の課題>

- 過渡安定度
 - ✓ 送電容量増大のためにマスタープランに基づく連系線の整備など進められる一方で、熱容量には余裕があるにも関わらず、**過渡安定度が制約となり再エネ連系が進まないエリアも存在**し、早期接続に対して期待が寄せられる
 - ✓ 今後、大規模な洋上風力等が系統連系し過渡安定度への影響が見込まれる中、HVDC電源線において**過渡安定度を緩和するような制御機能については十分な検討・標準化がなされていない**
- 周波数
 - ✓ 今後の再エネ主力電源化に伴い、火力発電等の同期機電源から提供され周波数の変動を緩和する慣性力が減少すると想定
 - ✓ 一般的なHVDCシステムを介して洋上風力のような分散型電源を陸上交流系統へ接続する場合は、洋上変換所において電力変換器が定電圧定周波数（CVCF）運転することで洋上側交流電圧を形成するため、**原理的に洋上風力の既存疑似慣性機能などが動作しない**

➡ 系統安定性を確保しつつ低コストで系統制約を克服し再エネの早期接続を行うため、**HVDCシステムを介して交流系統へ接続する発電設備**を活用した、**過渡安定度制御と周波数制御を有する多機能HVDCシステムの実現**によるこれら課題の解決が必要

(参考) 過渡安定度とは

- 電力設備を流れる潮流を伝達するためには、すべての発電機が同じ速度で回転し続ける「同期運転状態」を維持する必要がある。
- しかし、事故等による擾乱が発生すると、発電機の機械入力と電気出力のバランスが崩れ（下図でゴムひもが絡まる状態）、回転子は一時的に加速（空回り）し、相差角が大きく変化する。このとき、発電機同士の回転が大きくずれて同期が失われる一連の現象（加速脱調）が数百ms～数秒程度の非常に短い時間で生じる。
- **過渡安定度とは、このような大きな擾乱が発生した直後においても、発電機が脱調せずに同期運転を維持し、再び安定状態に戻る能力のことを指す。**
- 東北や九州、中国地方の長い系統では過渡安定度が弱いことから、更なる同期発電機やHVDCを介した電源接続には、制約がかかる可能性が考えられる。



（参考）周波数制御の背景（補足）

風車に実装される各制御の整理は以下のとおり。**HVDCを介した洋上風力発電の場合**、風車にて陸上系統側の周波数を直接検出できず、**風車に実装された周波数調整率や慣性の制御機能を活用できない。**

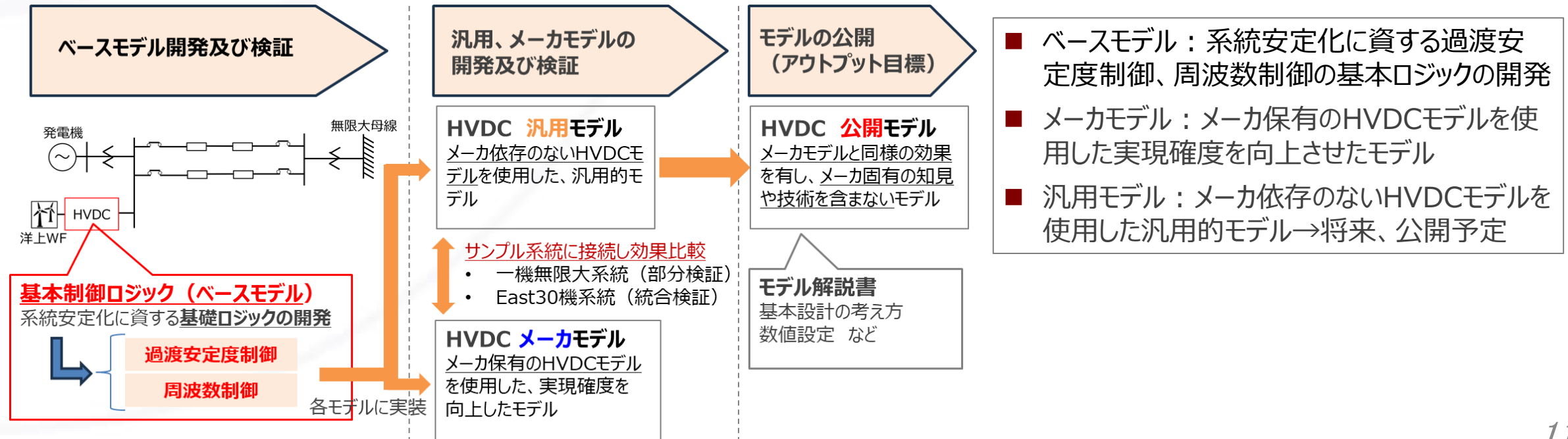
制御機能		概要	系統 連系 規定	制御入力	制御 対象	活用する制御機能		
						系統連系	HVDCを介した系統連系	
							風車	風車
系統の 安定運用に 資する機能	FRT	系統事故（短絡など）時に一定時間電圧低下に耐え、系統から切り離されずに運転を継続する機能	○	系統側の電圧（瞬時値）	P 有効電力	○	不使用	○※1
	過渡安定度 （提案P制御）	系統安定化リレー動作時にHVDCのDCチョップを活用した極短時間の出力低下（出力制御）により、過渡安定度に寄与する制御	未※3	系統安定化リレー動作信号 系統側の周波数		—	—	○
	最大出力抑制	系統の需給バランスや制約に応じて発電出力を意図的に抑制する機能	○	出力制限値 発電可能量		○	○	—
	出力変化率	発電出力の変化速度（MW/minなど）を制限し、系統への影響を緩和する機能	○	出力指令値 現在の出力値		○	○	—
	周波数調停率	周波数変化に応じて出力を調整し、系統周波数の安定化に寄与する機能	○	系統側の周波数※2 基準周波数		○	○※2	△※2
	慣性 （イナーシャ）	同期発電機の慣性に類似した応答をインバータなどで模倣し、周波数変化率（RoCoF）を緩和する機能	未	系統側の周波数※2 周波数変化率（df/dt）		○	○※2	△※2
	ストーム	強風時に風車の損傷を防ぐため、出力を制限または停止する機能	○	風速 風速変化率		○	○	—
電圧調整 のための 機能	Volt-Var	電圧に応じて無効電力（Var）を調整し、電圧安定化に寄与する機能	○	系統側の電圧	Q 無効電力	○	不使用	○※4
	電圧一定	接続点の電圧を一定に保つように無効電力を調整する機能	○	接続点の電圧 目標電圧		○	不使用	○※4
	無効電力一定	無効電力の出力を一定または指令値に従って制御する機能	○	無効電力指令値		○	不使用	○※4
	力率一定	力率を一定に保つように無効電力を調整する機能	○	力率指令値 実効電力		○	不使用	○※4

※1 HVDCを介した系統連系の場合は、HVDCにFRT制御機能を**実装済み** ※2 系統側の周波数などの情報を風車側の制御に伝送する必要 ※3 FRT要件の範囲内での出力制御を基本 ※4 HVDCはQ制御機能を**実装済み**

研究開発の概要

本事業では、**多機能HVDCシステムの制御方式の開発及び検証を通じてその概念を確立する**。また、得られた知見を踏まえ、グリッドコード策定等に向けた基礎要件を整理する。なお、グリッドコードの策定に向けた関係機関との本格的な調整は、本事業が2026年度に終了した後実施することを想定する。

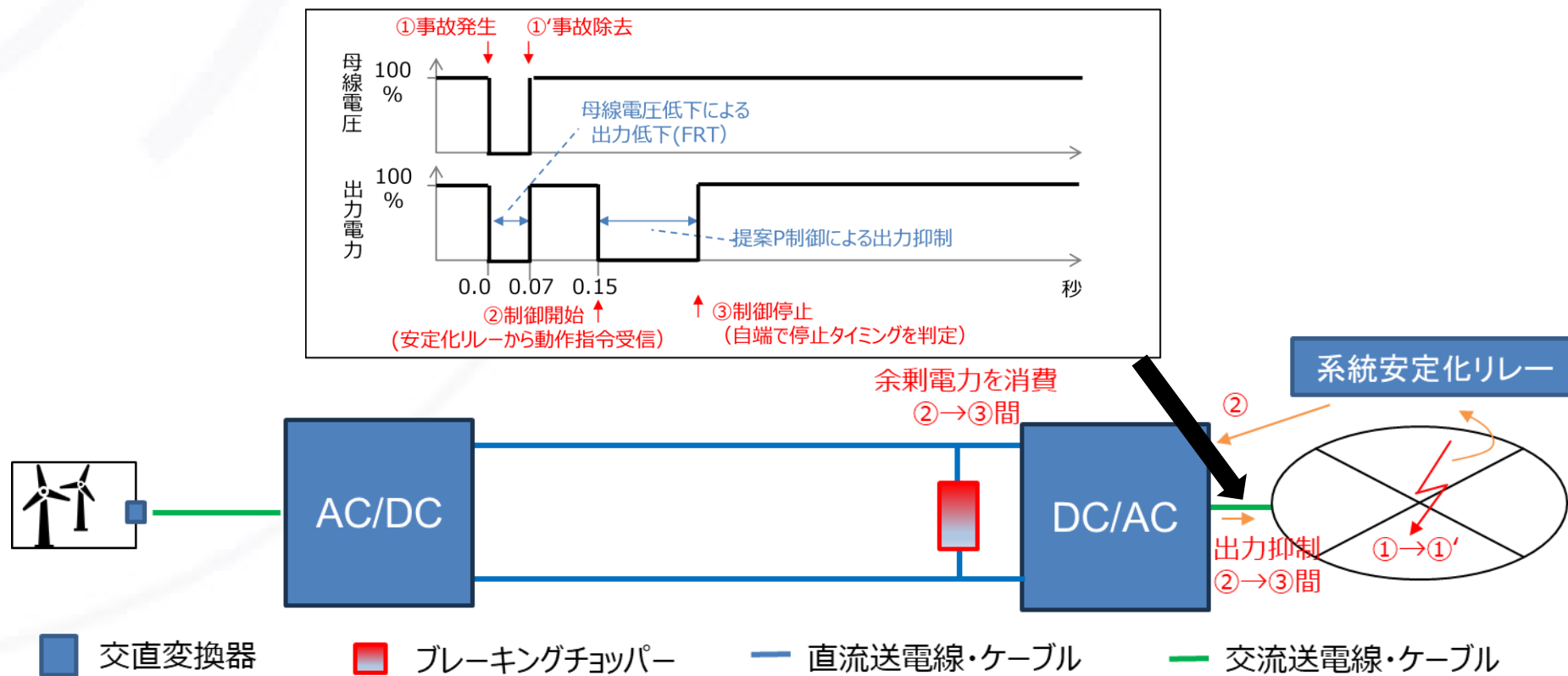
- ✓ 系統安定化に資する過渡安定度制御及び周波数制御の基礎的な制御ロジックを具備した、多機能HVDCシステムの公開可能な汎用モデルを開発する。
- ✓ 電力系統安定度維持システムによる洋上風力発電設備の電源遮断など、多機能HVDCシステムと同様の系統安定化に資する手法との比較検証を通じて、既存の系統安定化技術に対する優位性も具体化する。



(参考) 開発対象の過渡安定度制御

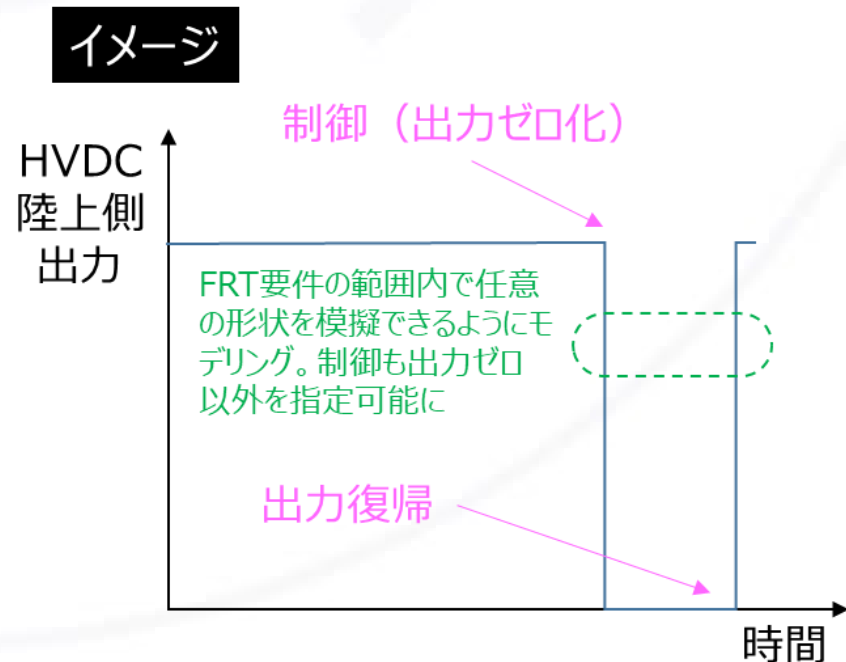
<過渡安定度制御の動作>

- 変換器出力抑制：①'事故除去後、②安定化リレーから動作指令により出力抑制を開始。③自端で停止タイミングを判定し、制御を停止する。
- HVDC内部の動き：出力を抑制すると、洋上ウインドファーム（WF）から入力されるエネルギーが余剰となることから、出力抑制中は、ブレーキングチョッパ（抵抗）にて余剰電力を消費させる。



(参考) 既存技術と本事業での開発対象

- 一方の交流系統において事故が発生した際、HVDCシステムの出力量を高速に制御し、同期発電機の同期はずれを防ぐ制御（過渡安定度制御）はすでに開発されている。
- 他方、洋上風力発電設備等による電力を送電するHVDCシステムにおいては、その出力電力の方向は基本的には洋上風力発電設備から交流系統側への一方向であり、またその量についても風車の発電量や応答速度等の制約から制御としての自由度は低い。
- そこで本事業では、この制約を踏まえた上で、HVDCシステムが連系する交流系統事故時の安定度確保に資するHVDCの制御法を開発する。

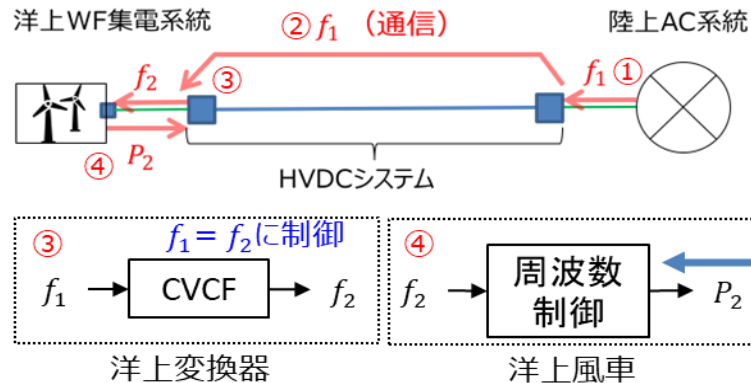


- ✓ 交流系統事故時などに起因して同エリア内の発電機が加速をする状況において、左の図に示すようにHVDC陸上側（交流系統側）の出力を抑制する。これによりエリア内の発電機の加速を抑制方向に導くことが期待できる。
- ✓ 他方、HVDCシステム内では、抑制した出力を処理するため、交流系統事故後の速やかな応答を目的に、本事業では洋上風力発電設備のFRT機能を活用した出力の抑制等を検討する。

(参考) 開発対象の周波数制御

- 陸上系統の周波数を洋上変換器に通信伝送し、HVDC洋上変換器のCVCF制御によって**陸上と洋上系統の周波数を一致させる** → **風車の持つ周波数制御機能を引き出す**
- 風車の**周波数調定率制御**と**慣性制御 (IBFFR)**について、各制御機能を検証する
- **通信の遅延による制御効果への影響も確認する**

陸上系統の周波数情報を伝送

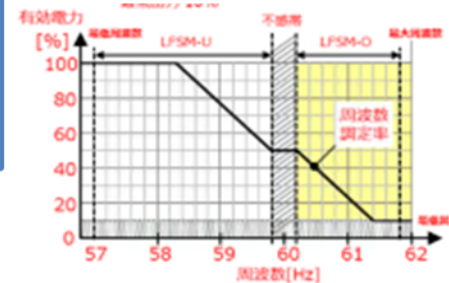


【制御内容】

- ① 陸上周波数 f_1 が変動
- ② f_1 を通信にて洋上変換器に伝送
- ③ 洋上変換器のCVCF制御で洋上集電系統の周波数を $f_1 = f_2$ に制御
- ④ 風車の周波数制御機能により、発電出力 P_2 を制御

風車が有する周波数制御機能

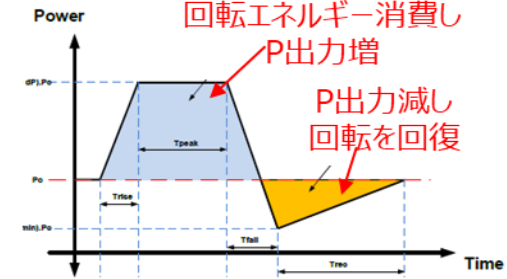
周波数調定率制御



系統連系規程

IBFFR

(Inertia Based Fast Frequency Response)



カナダ・ハイドロケベックのグリッドコード

※ f_1 通信遅延の影響評価

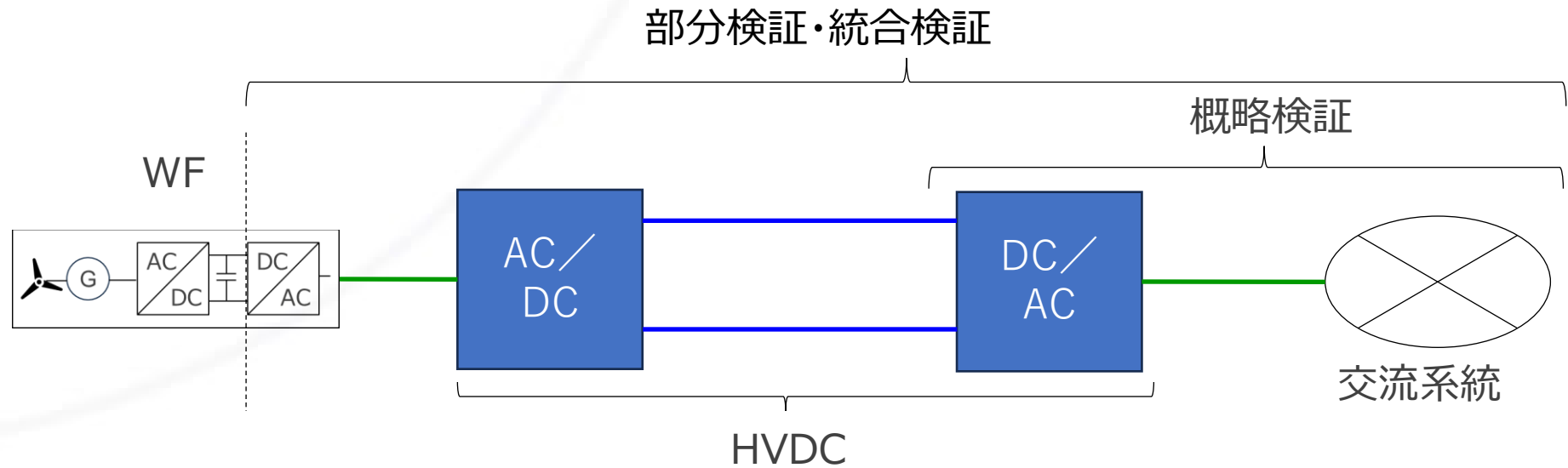
通信遅延による周波数制御応答の遅れの影響を確認
(1) 遅延無し、(2) 100ms遅延、(3) 500ms遅延

(参考)

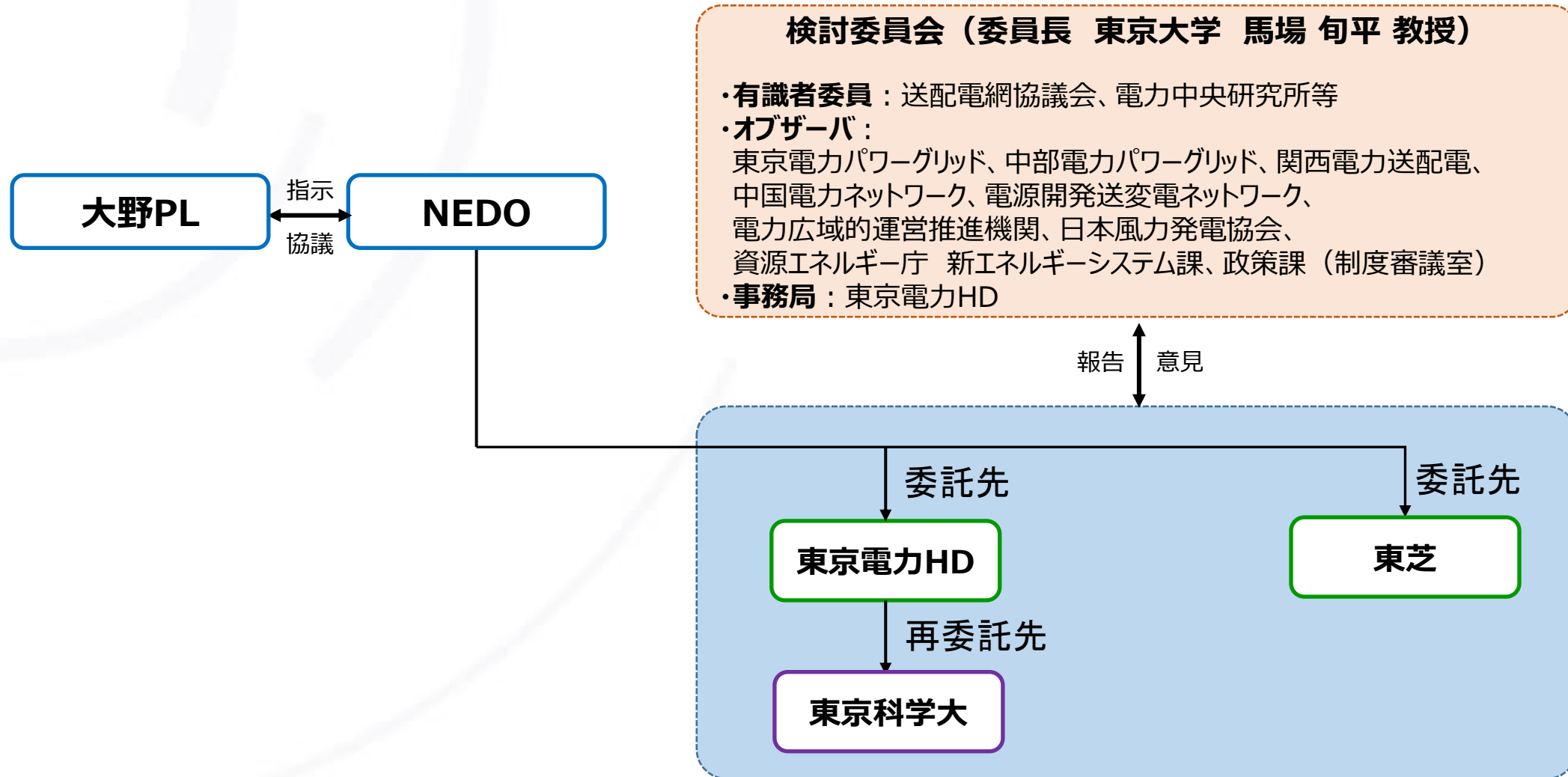
光通信100kmの場合の情報伝送遅延は通常数十ms程度

(参考) 各項目で使用するソフトとモデル

大項目	小項目	解析ソフトウェア	モデル		
			交流系統	HVDC	WF
(1) ベースモデル開発 および検証	効果の概略検証	PowerFactory (実効値解析ソフト)	電気学会 EAST30機モデル	過渡安定度制御動作の 模擬出力 (陸上変換器のみ)	系統側PCSのみ
	ベースモデルの 開発・検証	XTAP (瞬時値解析ソフト)	簡易系統	電中研HVDCモデルに 各制御を追加	
	他手法との 比較評価	XTAP (瞬時値解析ソフト)	簡易系統	電中研HVDCモデルに 各制御を追加	
(2) 汎用モデル開発 および検証	制御方式の 部分検証	PSCAD (瞬時値解析ソフト)	簡易系統	電中研HVDCモデルに 各制御を追加	系統側PCSのみ
	制御方式の 統合検証	RTDS (電力系統シミュレータ)	電気学会 EAST30機モデル	電中研HVDCモデルに 各制御を追加	系統側PCSのみ
(3) メーカーモデル開発 および検証	制御方式の 部分検証	PSCAD (瞬時値解析ソフト)	簡易系統	メーカーHVDCモデルに 各制御を追加	系統側PCSのみ
	制御方式の 統合検証	RTDS (電力系統シミュレータ)	電気学会 EAST30機モデル	メーカーHVDCモデルに 各制御を追加	系統側PCSのみ



実施体制



実施スケジュール

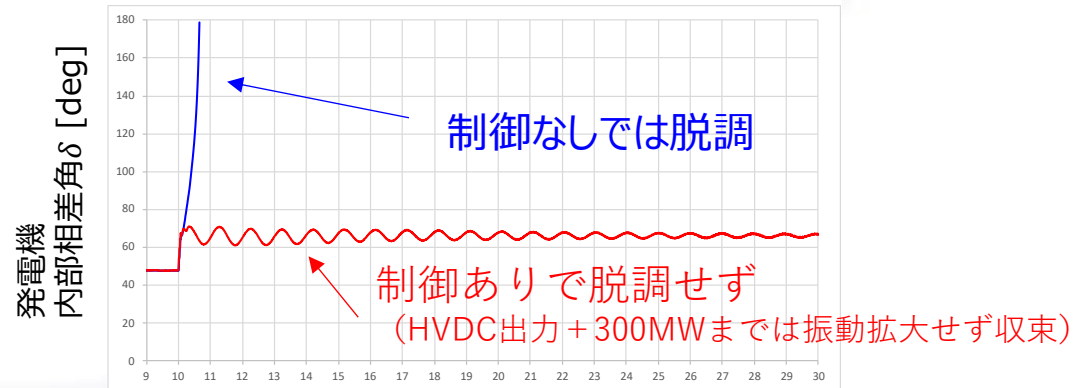
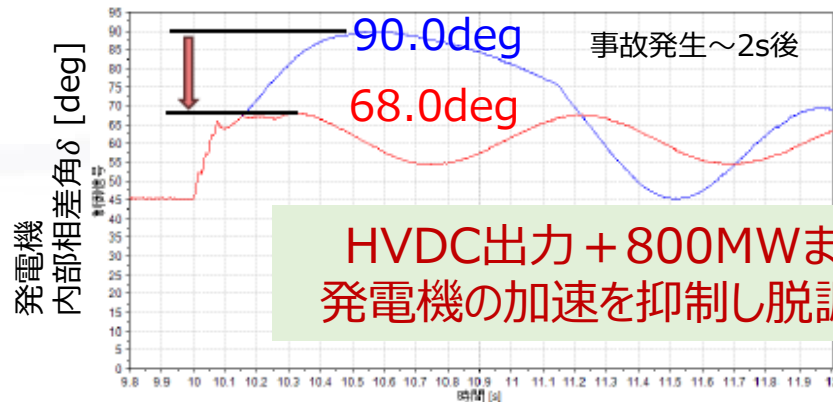
	2025年度				2026年度				
	1Q	2 Q	3 Q	4 Q	1Q	2 Q	3 Q	4 Q	
(1)多機能HVDCシステムの ベースモデル 開発および検証 実施者：東京電力ホールディングス ／東京科学大学（再委託）		①系統安定化効果の概略検証 ②ベースモデル開発および検証							
						③他手法との比較評価			
(2)多機能HVDCシステムの 汎用モデル 開発および検証 実施者：東京電力ホールディングス			①制御方式の 部分 検証						
						②制御方式の 統合 検証			
(3)多機能HVDCシステムの メーカモデル 開発および検証 実施者：東芝			①制御方式の 部分 検証						
						②制御方式の 統合 検証			
(4)海外調査 実施者：東京電力ホールディングス			①海外動向調査、②海外機関との技術交流の実施						

成果の概要 多機能HVDCシステムのベースモデル開発及び検証 (1 / 2)

- 多機能HVDCシステムにおいて、系統安定化に資する過渡安定度制御と周波数制御の基本制御ロジックの検討を目的に、ベースモデルを開発し、簡易系統で検証した。
- ✓ 過渡安定度制御により、**HVDC出力+300MWまでは脱調や振動拡大せず、過渡安定度が向上することを確認した。**
- ✓ 通信伝送とCVCf制御により、**陸上系統と洋上系統の周波数がおおむね一致することを確認した。**

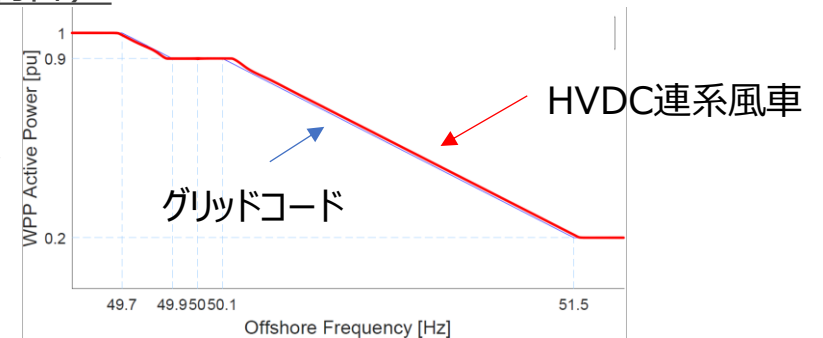
○過渡安定度制御

青：制御なし, 赤：制御あり(回転速度を参照)

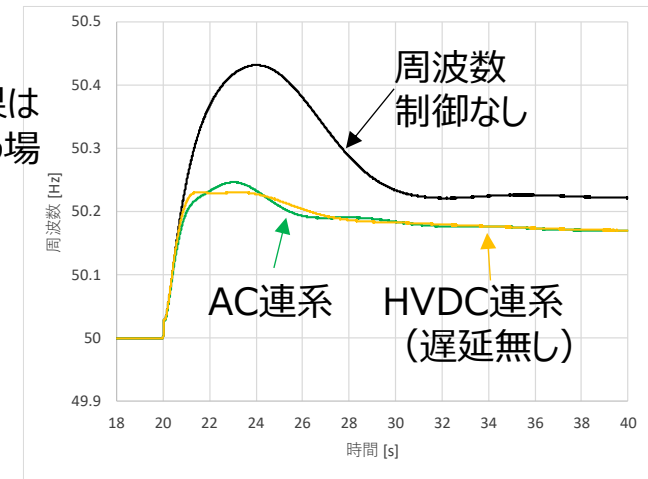


○周波数制御 (CVCf制御)

HVDCを介して連系する
風車出力の周波数応答
特性はグリッドコードに規定
の特性におおむね一致



HVDCの周波数制御効果は
風車が直接AC連系を行う場
合とおおむね一致



成果の概要 多機能HVDCシステムのベースモデル開発及び検証 (2 / 2)



- 多機能HVDCシステムの模擬出力を小規模系統（電気学会 EAST30系統）に接続し、制御適用無しと比較した場合の過渡安定度制御による連系可能量の概略を明らかにする検証を実施した。
※チューニングを実施していないことから発生している持続振動のケースを除いて、制御による連系可能量の増加量は0～50万kWとばらつきはある。

HVDCを介して2201ノードに洋上風力が連系し、事故対象線路は東北エリア500kVブランチと想定して分析した。

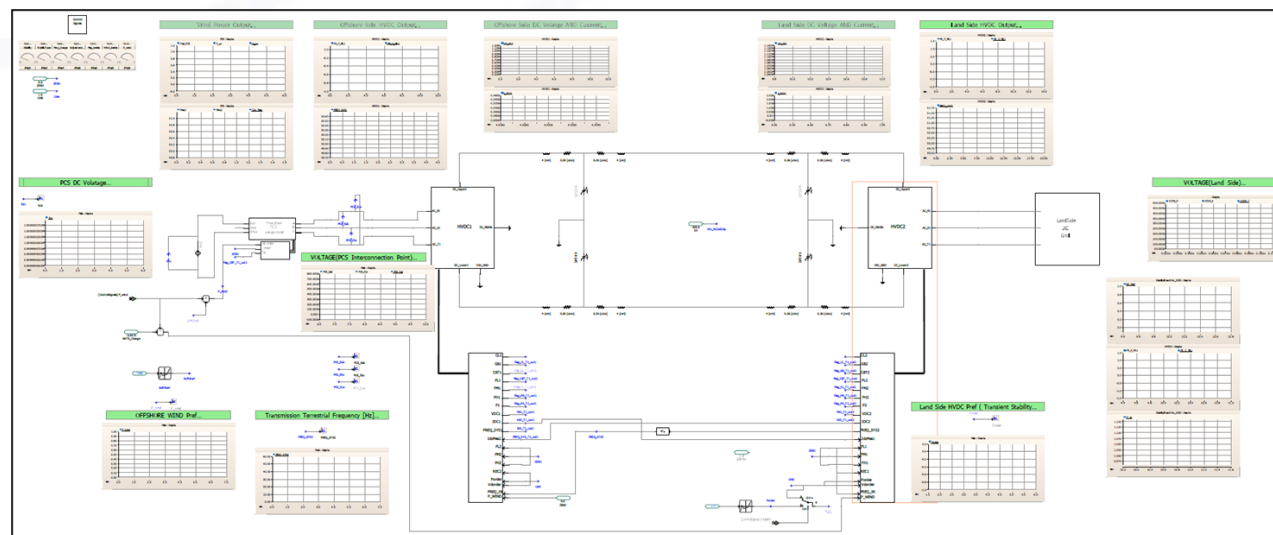
対象ブランチ 事故様相	AVR①：全台PSS付高速サイリスタ励磁				AVR②：G1,G4,G9のみPSS付高速サイリスタ励磁			
	G1電制量	洋上風力 連系可能量[万kW] (SC増強量[万kVA])		提案P制御 効果量	G1電制量	洋上風力 連系可能量[万kW] (SC増強量[万kVA])		提案P制御 効果量
		P制御無	P制御有			P制御無	P制御有	
相馬双葉幹線 2100 3LGO	無	230以上 (248.8以上)	280以上 (285.0以上)	-	無	230以上 (248.8以上)	280以上 (285.0以上)	-
十和田幹線 2102 6LGO	有 300万kVA	230 (248.8)	280 (285.0)	+50	有 300万kVA	230 (248.8)	280 (285.0)	+50
北上幹線 2103 6LGO	有 150万kVA	120 (113.0)	120【振動】 (113.0)	(0)	有 150万kVA	110 (102.1)	160 (159.5)	+50
青葉幹線 2104-2105 6LGO	有 300万kVA	10 (8.0)	60 (51.7)	+50	有 450万kVA	120 (113.0)	140 (135.7)	+20
常磐幹線 2107-2108 6LGO	有※1 300万kVA	40 (33.4)	80 (71.0)	+40	有※1 300万kVA	0	0	0
川内線 3104 6LGO	無	190【振動】 (197.6)	190【振動】 (197.6)	(0)	無	160 (159.5)	160 (159.5)	0
南いわき幹線 3105 6LGO	無	230以上 (248.8以上)	280以上 (285.0以上)	-	無	※2	-	-

※1 新地火力G3（235万kVA）も脱落 ※2 洋上風力連系前の系統でN波脱調であり、提案P制御の対応範囲外のため、検討対象外とした
※3 提案P制御：過渡安定度制御

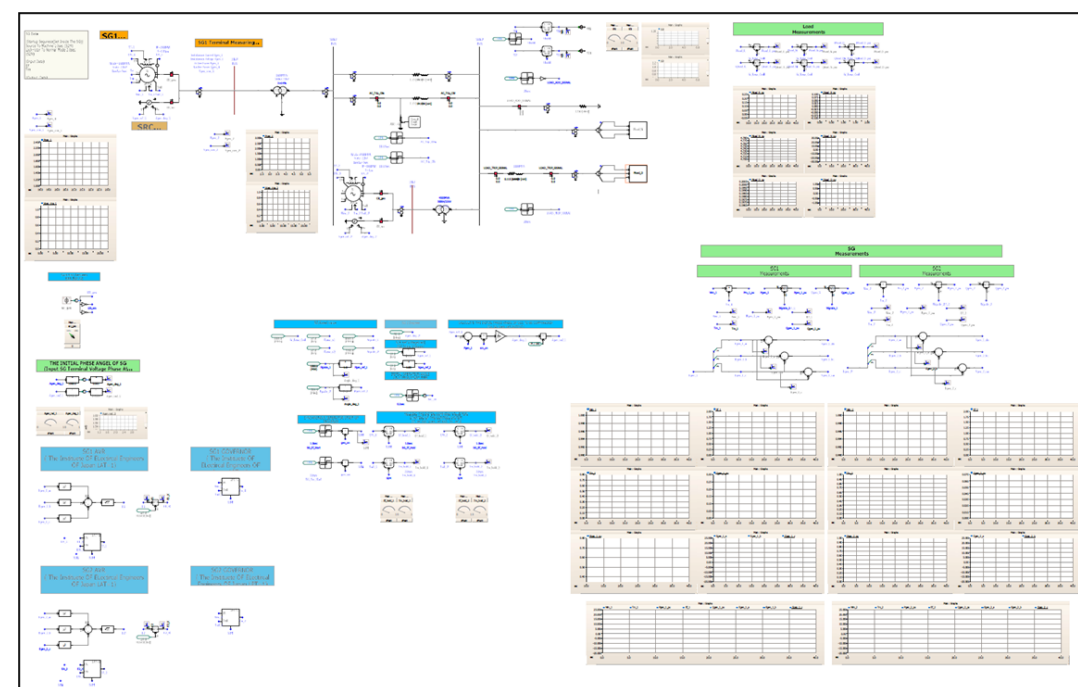
成果の概要 汎用モデル・メーカモデルの開発及び検証

- 前項で開発したXTAPの過渡安定度検討用ベースモデル・周波数制御検討用ベースモデルをPSCADへ移植した。
- なお、知財を考慮し、汎用モデルの公開はPSCADモデル（瞬時値解析モデル）とする。開発制御ロジックに加え、HVDCモデル、交流系統モデル、WFモデルを付随したPSCADデータファイル(.pscx)と、モデル解説書（基本設計の考え方、数値設定など）を公開する整理とした。 ※公開方法は検討中
- メーカモデルについては、暫定情報から基本制御ロジックの暫定モデルを作成・事前検証し、基本制御ロジックがメーカの既存HVDCモデルに適用可能であることを確認した。

○過渡安定度制御検討用ベースモデルのPSCADへの移植イメージ



○周波数制御検討用ベースモデルのPSCADへの移植イメージ



研究開発項目 2 市場主導型制御システムの技術検討／ フィージビリティスタディ

2024～2026年度

株式会社三菱総合研究所

送配電システムズ合同会社

株式会社日立製作所

一般財団法人電力中央研究所

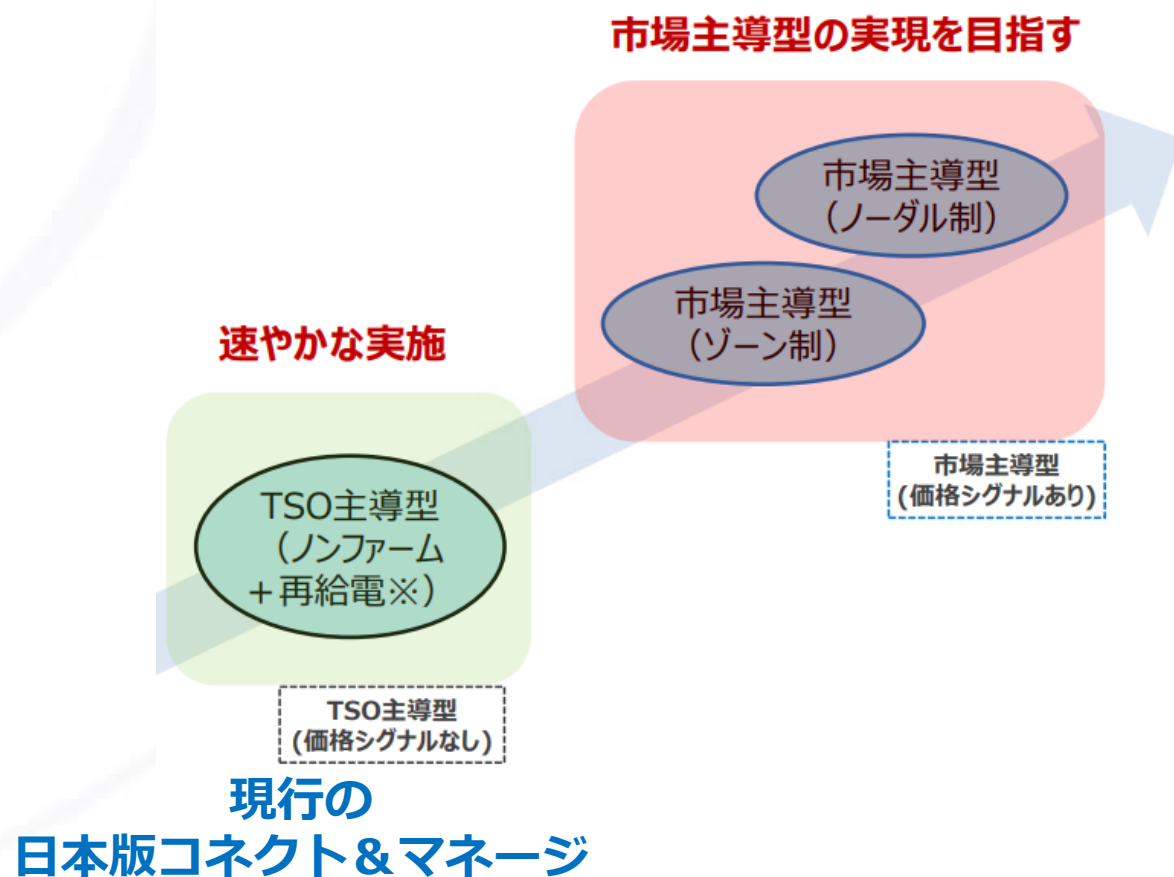
株式会社テプコシステムズ

国立大学法人横浜国立大学

国立大学法人東京科学大学（石崎研、河辺研）

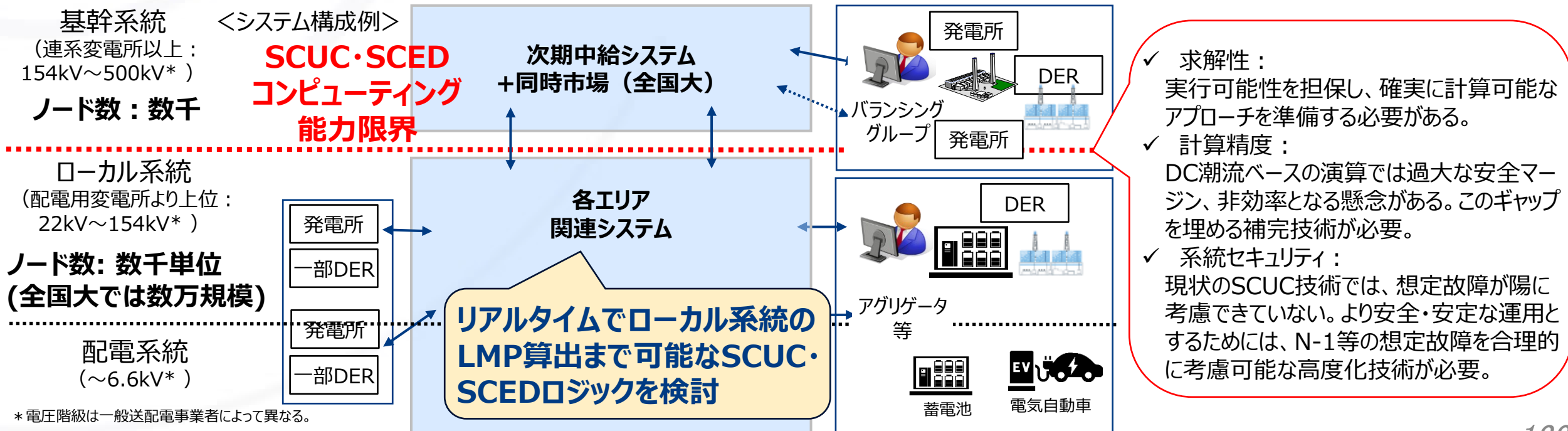
調査の背景

- 第6次エネルギー基本計画において、再エネの更なる導入拡大に向けた系統混雑処理について、「メリットオーダーを追求した市場を活用する新たな仕組み（市場主導型：ゾーン制やノードル制）への見直しと早急な実現を目指すこととし、必要な制度面やシステム面の検討を進め」とされている。



調査の背景と必要性

- **市場主導型への移行に向けてはシステム開発が必要となるが、その前提となる制度・市場上の整理を含め多くの課題が存在する。**市場主導型の混雑管理を適用する国・地域は一部にとどまり、一度移行すると後戻りができないことから、**移行の費用対効果や運用持続性**を含め、慎重に議論・検討を行う必要がある。
※市場主導型を適用する系統運用者の一部は、10年程度の検討期間を要している。
- 特に、その共通基盤となるSCUC・SCEDについて、系統規模が大きい場合、現行技術ではその求解性や計算精度に課題が残る可能性がある。これまで開発を行ってきたノンファーム型システムの基盤技術の経験を踏まえながら、**現行のDC潮流ベースのロジックの求解性、計算精度、系統セキュリティの面での課題に対し、それを補完／改善・高度化する手法の検討を行う必要がある。**



調査の概要

- 欧米諸国や国内議論を踏まえつつ、系統混雑等の長期見通しを算定し、混雑管理手法ごと（再給電方式・ゾーン制・ノーダル制）の費用対効果を試算するとともに、各手法適用時の課題整理を行う。
- 市場主導型制御システムにおいて必要となるSCUC、SCEDロジックに関して、既存技術の高度化・代替手法および新規技術について調査・検討を行う。

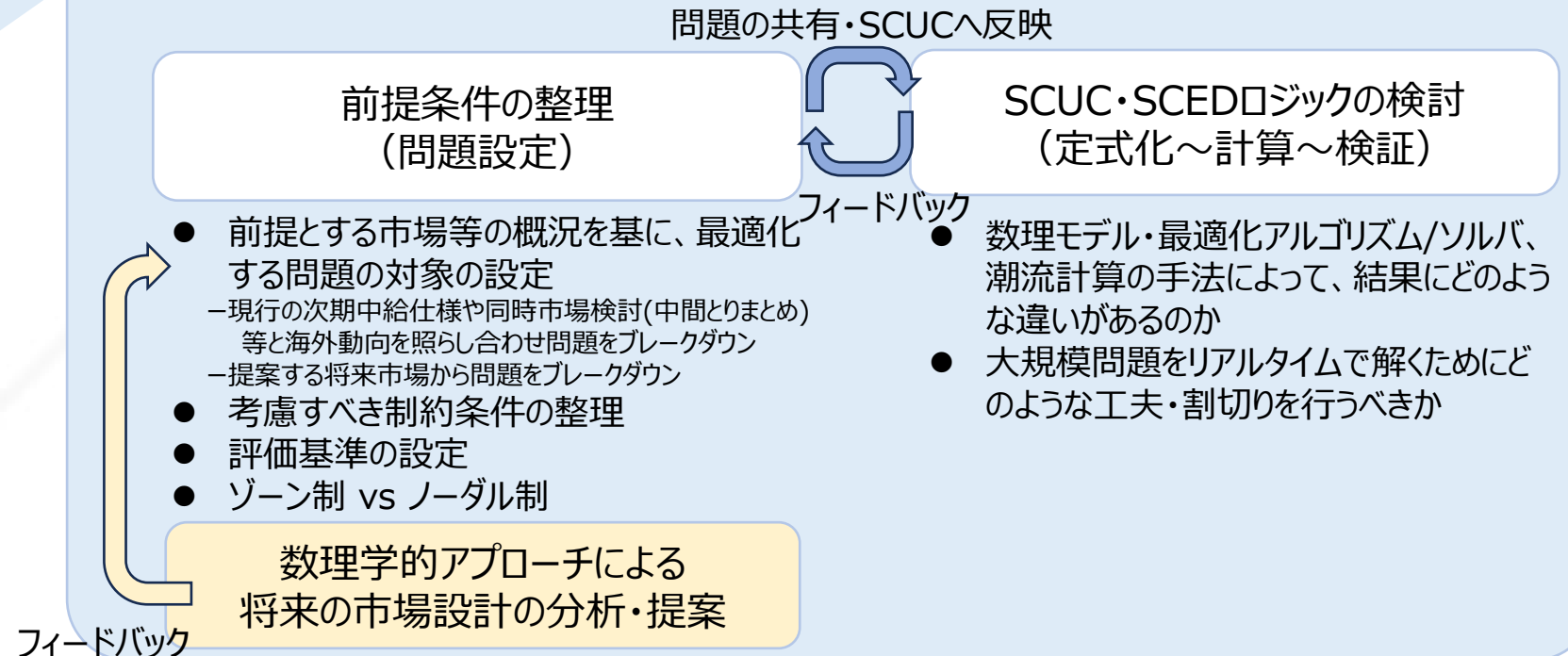
① 試行的な費用対効果の検証

【三菱総合研究所】

- 費用対効果の検証の前提条件の整理
- 系統混雑等の長期見通しの算定
- 試行的な費用対効果の検証

使用データを
提供・整合

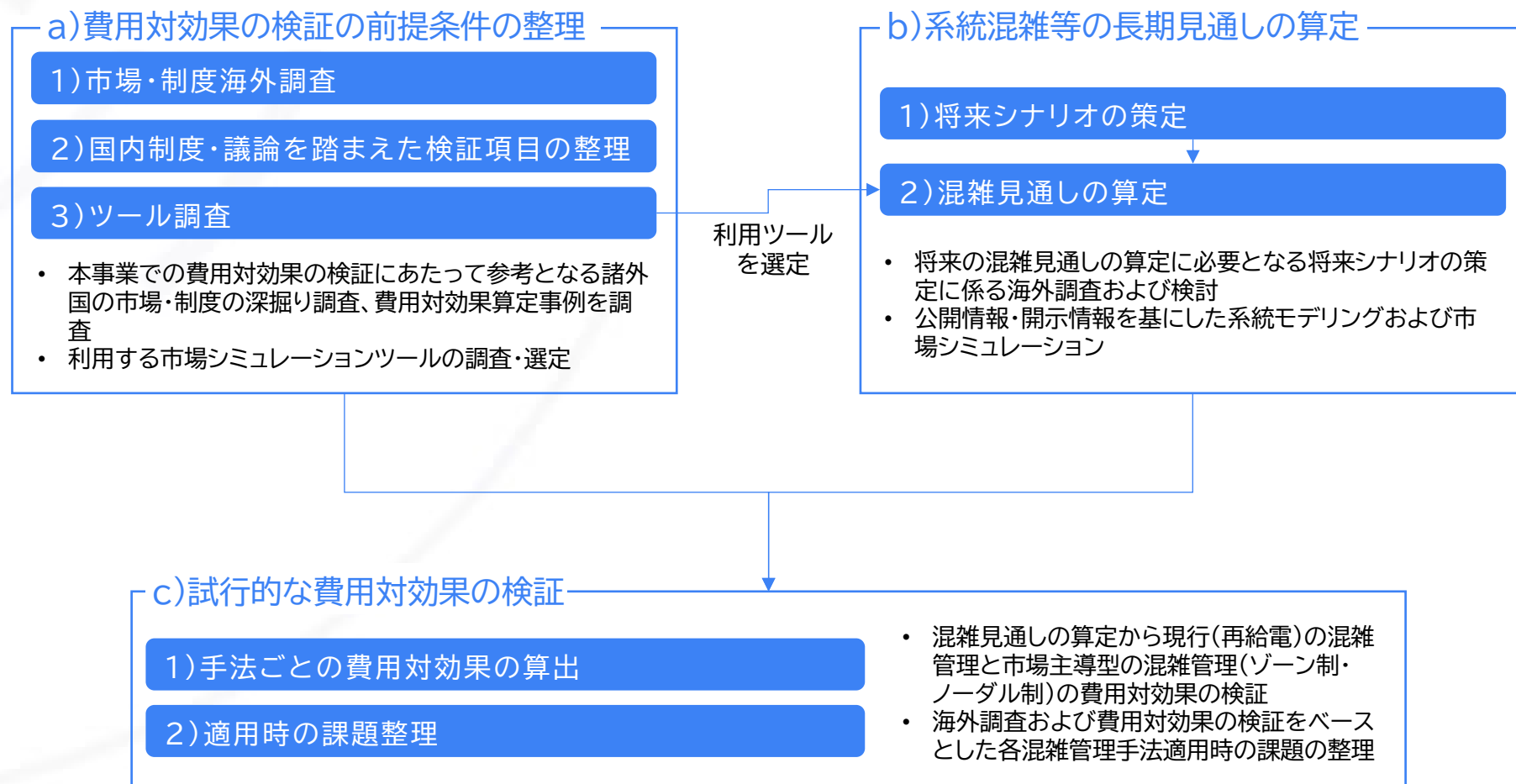
② 既存技術の活用及び高度化の可能性調査 【送配電システムズ・日立製作所、電力中央研究所、テプコシステムズ、横浜国立大学、東京科学大学】



調査の概要

① 試行的な費用対効果の検証

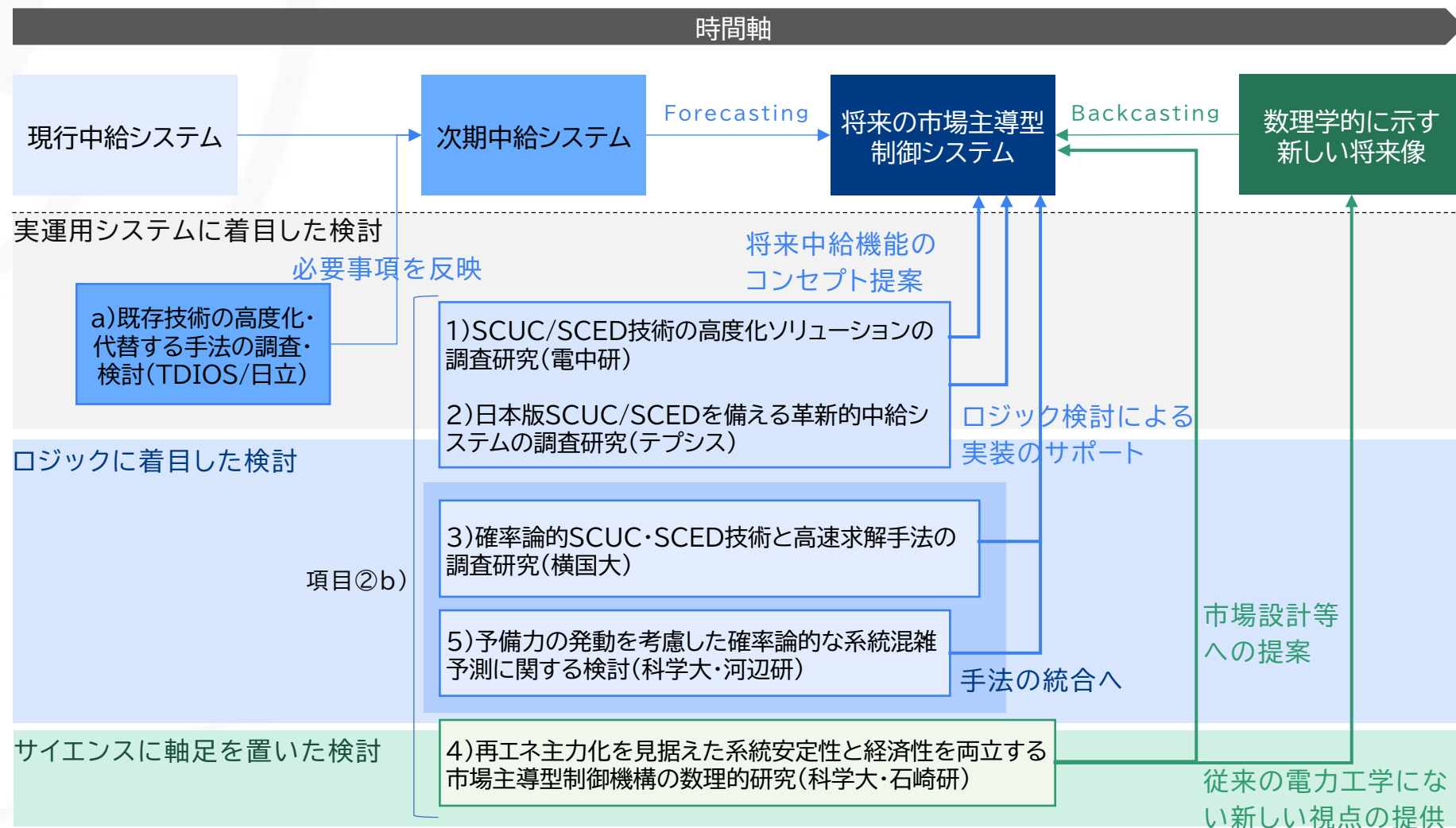
費用対効果検証を行い、市場主導型適用時の課題整理を実施。



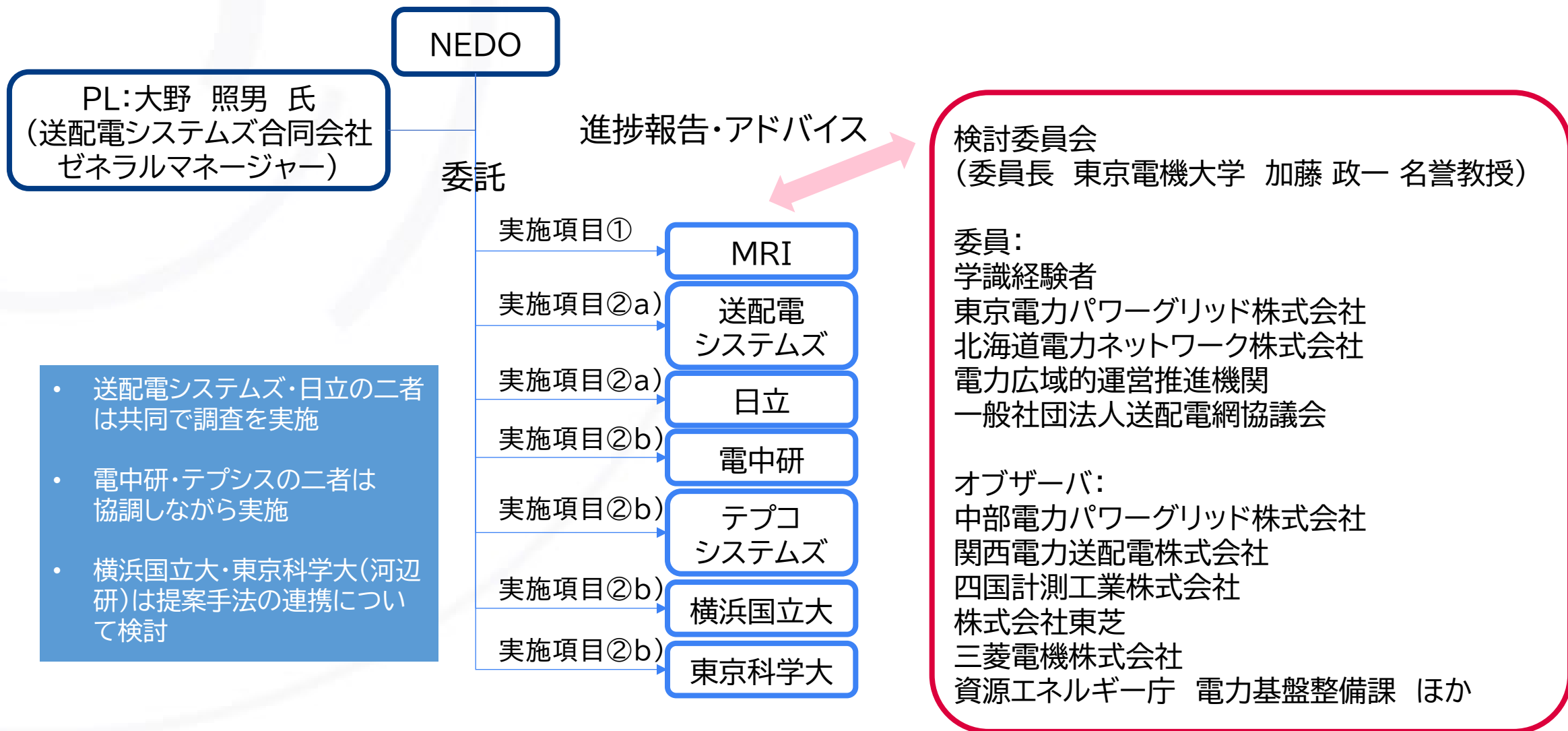
調査の概要

② 既存技術の活用及び高度化の可能性調査

a)では次期中給に関わる検討、b)では更なる将来に向けた検討を実施。



実施体制



実施スケジュール

技術検討サブテーマ		2024	2025	2026	2027	2028
① 試行的な費用対効果の検証		調査・検証項目整理 系統混雑等の長期見通しの算定		費用対効果検証		
② 既存技術の活用および高度化の可能性調査	a) 既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討		机上調査 訪問調査		----->	----->
	1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究	SCUC・SCED最適化問題設定調査	要素技術の調査 コンセプトの検討		----->	----->
	2) 日本版 SCUC/SCED を備える革新的中給システムの調査研究	関連システムの整理	要素技術の整理 コンセプトの検討		----->	----->
	3) 確率論的SCUC・SCED 技術と高速求解手法の調査研究	確率論的SCUC・SCED技術の検討 確率論的SCUC・SCED問題の高速求解手法の検討			----->	----->
	4) 再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する市場主導型制御機構の数理的研究	再エネ不確かさを考慮した大規模蓄電計画の機械学習に基づく高速化 再エネ・蓄エネを経済評価するリアルタイム市場メカニズム 同期発電機群とGFMインバータ機器群の市場主導型制御機構 統合型シミュレーション環境構築に向けたGUILDAの拡張			----->	----->
	5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討	簡易システムを用いた基本ロジックの検討 N-1故障を考慮したロジックの検討 実系統適用への課題抽出			----->	----->
	評価時期			中間評価		終了時評価

-----> 詳細FS(研究開発)

成果の概要

① 試行的な費用対効果の検証

実施内容

a) 前提条件の整理

- 1) 市場・制度海外調査
- 2) 国内制度・議論を踏まえた検証項目の整理
- 3) ツール調査

b) 混雑等の長期見通しの算定

- 1) 将来シナリオの策定
- 2) 混雑見通しの算定

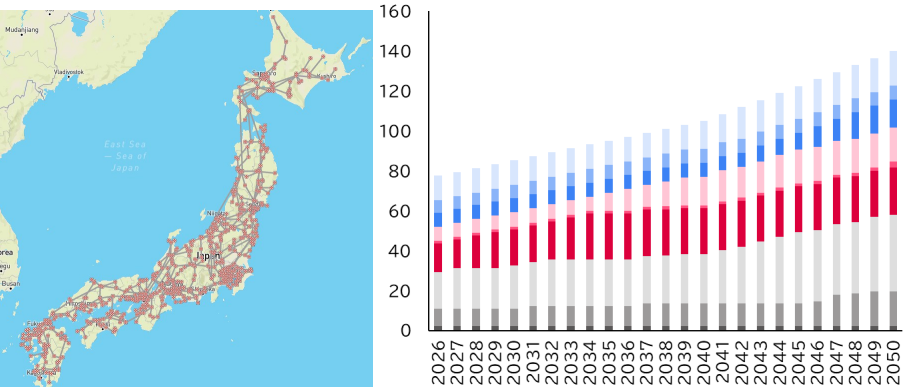
c) 費用対効果の検証

- 1) 手法ごとの費用対効果の算出
- 2) 適用時の課題整理

成果の一例

- 諸外国での費用便益評価の考え方・前提条件・モデリングツール等の調査(現地調査含)
- 本事業における費用対効果検証フレーム作成
- 市場シミュレーションツール(PLEXOS・PROMOD等)に関する調査・選定

モデリング・将来シナリオの検討



費用対効果の試算

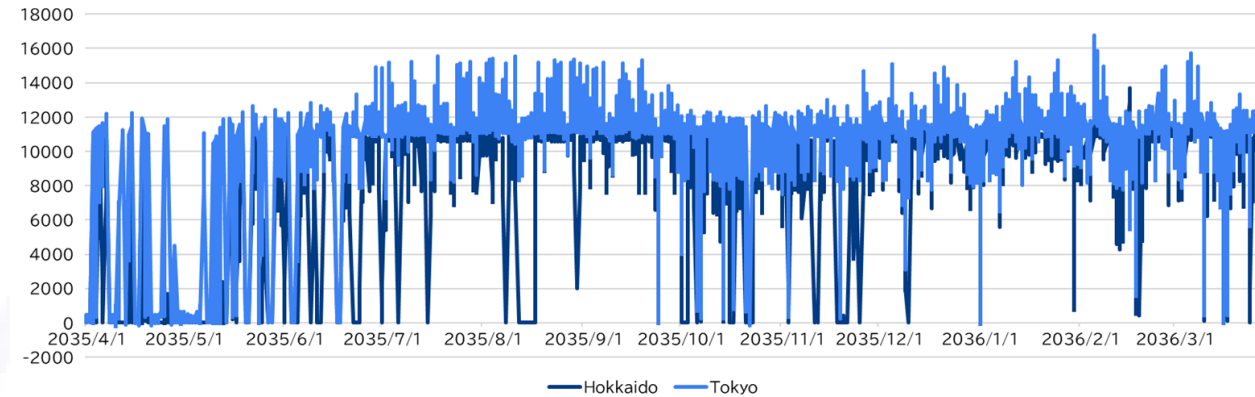
項目 (算定式)	(需要家に対する)便益[億円]
卸電力価格の上昇に伴う需要側の支払いの変化 (Σ 需要量 $\times$ エリアorノードルプライス)	$\Delta 933$
再給電コストの削減 (地内制約有の発電コスト)-(地内制約無での発電コスト)	30
混雑レント (Σ (ブランチに流れる電力量 $\times$ 両端の値差))	940
合計	36

成果の概要

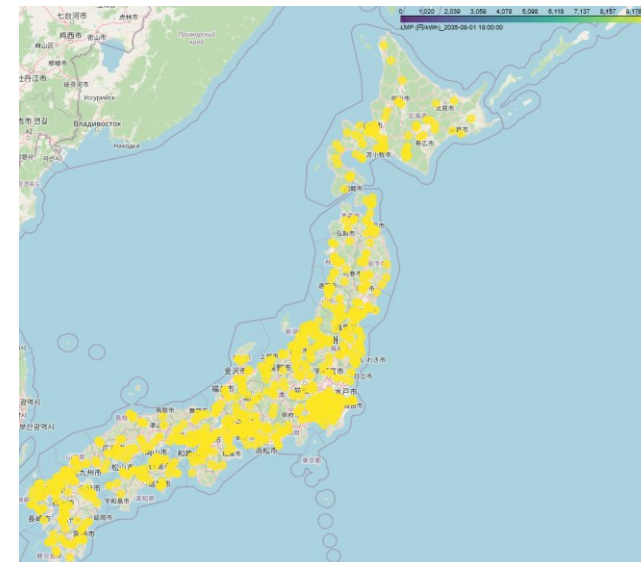
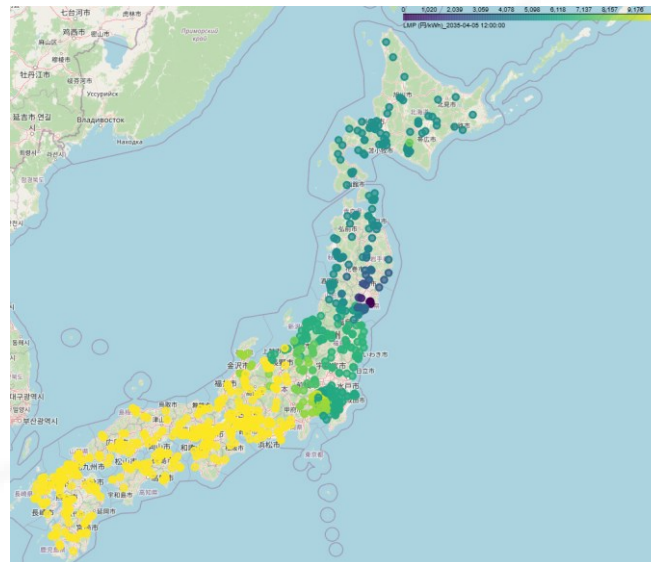
① 試行的な費用対効果の検証

成果の一例

2035年のエリアプライスの一例(北海道・東京)



2035年頃のLMPの一例(左:4/5昼間、右:8/1夕刻)



成果の概要（補足）

① 試行的な費用対効果の検証

諸外国での適用時の課題を整理した。2026年度に我が国での発生の有無について分析を予定。

課題	概要	指摘のあった国		
		英	独	豪
1 価格リスク・価格変動(ボラティリティ)	価格の細分化(地点別・細分ゾーン化)により地域間の価格差とボラティリティが拡大しやすく、ヘッジ困難化も相まって発電・小売を含む市場参加者の価格リスク(収益・調達コスト不確実性)が増大する。	○	○	○
2 投資家心理／投資環境／資金調達コスト	価格変動・ベーススリスク等による収益不確実性の増大と、制度・ヘッジ手段(例：FTR等)の成熟度や移行設計の不透明さが投資家のリスク認識を高め、資金調達コスト上昇や投資延期を通じて再エネ・蓄電池等の投資環境を悪化させうる。	○	○	○
3 投資シグナル／ロケーションシグナル(立地誘導)の有効性	価格細分化は理論上は立地誘導シグナルを強め得る一方で、価格シグナルの不確実性や制度・計画による立地決定などの制約により、安定した投資シグナルとして機能しない。	○	○	○
4 市場の流動性・予見性(ヘッジ/金融市場含む)	価格の細分化により取引が分散して流動性が低下しやすく、市場支配力の顕在化やヘッジ市場(先物・先渡等)の機能低下を通じて、価格形成の安定性・予見可能性が損なわれる可能性がある。	○	○	○
5 制度導入の困難さ(移行期間・実装負荷・人材/運用)	- ゾーン分割／ノード制の市場設計変更は評価(費用便益等)・制度設計・システム改修・運用体制整備が大規模かつ長期化しやすく、人材不足や合意形成の難しさも相まって、迅速な導入が困難で脱炭素目標の時間軸とも衝突しうる。 - ゾーン制の場合、系統の混雑状況の変化に伴い適切な入札ゾーンが変化するため、将来に渡って期待便益が維持される保証がない。	○	○	○
6 移行コスト・便益の不確実性／便益が限定的	移行に伴う市場システム・契約・運用の改修コストが大きい一方、便益は不確実であり、資本コスト上昇や代替策(系統増強・フレキシビリティ活用等)の方が有効な場合には、社会便益が限定的・費用に見合わない可能性がある。	○	○	○

成果の概要（補足）

① 試行的な費用対効果の検証

諸外国での適用時の課題を整理した。2026年度に我が国での発生の有無について分析を予定。

課題	概要	指摘のあった国		
		英	独	豪
7 既存契約・既存制度との整合(PPA、容量市場、長期契約等)	・ 価格方式の変更は既存の長期相対契約(PPA等)や容量市場契約、既存電源の契約条件・参照価格との整合を崩し、再交渉・更新が大量に発生して時間と労力(係争リスク含む)が増大する。	○	○	○
8 公平性・配分問題(地域間格差など)	・ 地域別価格差の拡大は家計・産業の負担に地域間格差を生み、公平性や産業競争力の観点で政治的・社会的受容性を損ないやすく、緩和策を入れるほど効率メリットが減じるジレンマがある。	○	○	—
9 費用便益分析の妥当性(評価コスト、ブラックボックス性等)	・ 制度移行の費用便益分析はモデル前提・データ品質・実際の入札行動の反映度に左右されやすく、評価自体が高コストかつ時間を要するほか、結果のブラックボックス性や合意形成不足により信頼性・説明可能性が低下しうる。	○	○	○
10 再エネ・ネガティブプライス・補償/ハッジ制度(CfD/FIP/FTR/グランドファザリング ^{※1} 等)	・ 価格細分化はネガティブプライスや地域的な低価格の発生を増やし得るうえ、既存の支援制度(FIT/FIP/CfD)やハッジ手段(FTR等)では残存リスク(ベースス、出力制約、送電権の確実性等)を十分に吸収できない場合があり、補償・保護策(ファーム送電権や移行措置等)の整備が不可欠となる。	○	○	○
11 調整力・系統安定性／運用面	・ 移行後、系統安定性維持のため追加の調整力確保が必要となる可能性がある。	—	○	—
12 市場メカニズム設計(CRM等)・合意形成	・ 補完制度(CRM ^{※2} 等)や保護策を妥協的に積み上げるとルールが過度に複雑化して参加が進まず機能不全になりやすく、補償・グランドファザリング等の設計を早期に明確化して丁寧に説明・合意形成を行わないと制度受容性が確保できない。	—	—	○

成果の概要（補足）

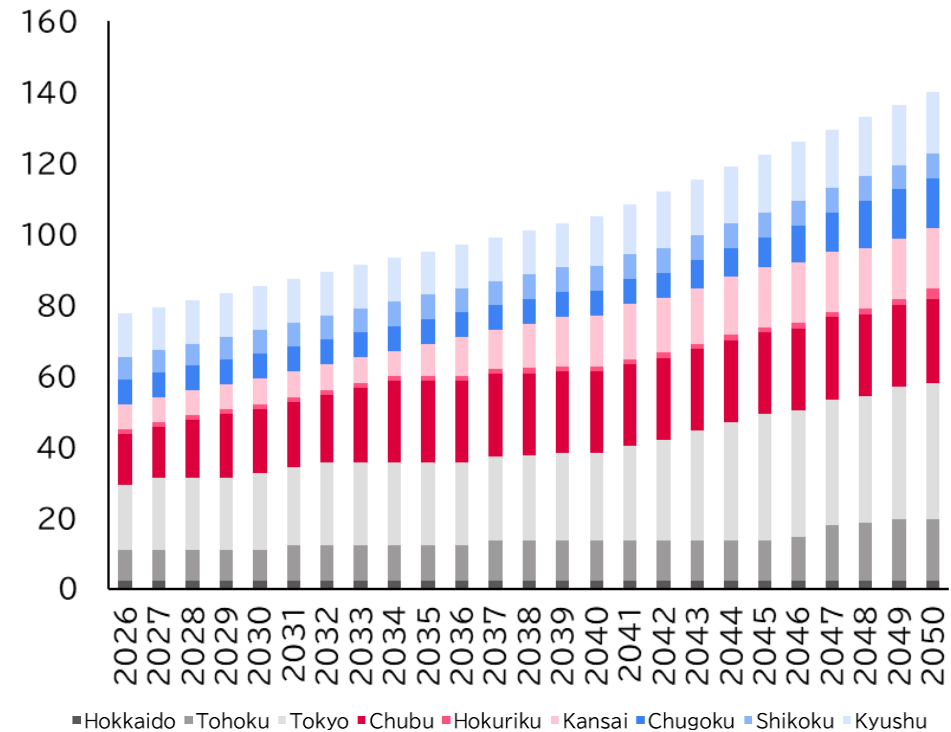
① 試行的な費用対効果の検証

混雑シミュレーションに向けたノードブランチモデル構築、将来の再エネ導入量のシミュレーションを実施

全国ノードブランチモデルの作成



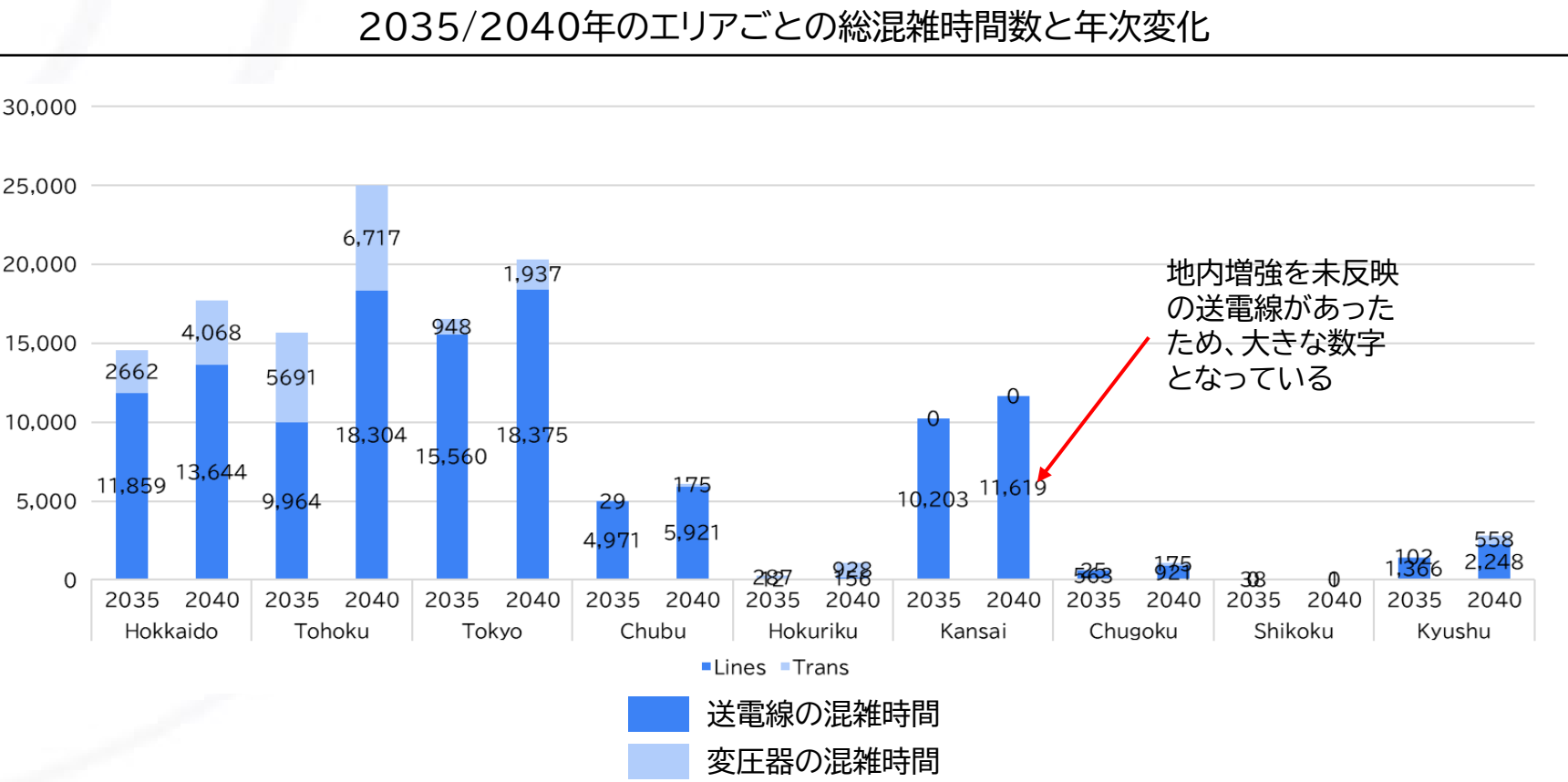
例) 将来の太陽光発電の導入量のシミュレーション結果



成果の概要（補足）

① 試行的な費用対効果の検証

前頁の導入量等の前提条件の上で混雑シミュレーションを実施



成果の概要（補足）

① 試行的な費用対効果の検証

2035年度におけるノーダル制移行時の費用対効果の試算結果

- ・ (ノーダル制移行時)-(現行制度継続)で算定。正であればメリットあり
- ・ 引き続き費用の詳細・項目については精査を実施予定

項目 (算定式)	(需要家に対する)便益[億円]
卸電力価格の上昇に伴う需要側の支払いの変化 (Σ 需要量 $\times$ エリアorノーダルプライス)	$\Delta 933$
再給電コストの削減 (地内制約有の発電コスト)-(地内制約無での発電コスト)	30
混雑レント (Σ (ブランチに流れる電力量 $\times$ 両端の値差))	940
合計	36

成果の概要

②a)既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討

実施内容

1) 海外のシステム実装事例調査

SCUC/SCEDの実システムにおいて、考慮・割り切り事項等を調査。モデリングや定式化等の面で、計算精度の向上の取り組みや、状態推定手法等に関して調査・整理を実施。

2) 海外制度面の動向

FERC Order 841,2222等で示される動向を調査し、分散リソースの模擬手法を調査・整理を実施。

3) 日本でも実装が望まれる機能の海外事例調査

我が国特有の揚水発電所の多さ、独特の制度・ルールを踏まえ、日本におけるシステム実装において求解性・精度の向上に向けた割り切り等について調査。また、想定故障計算や系統安定化システムの模擬手法について調査・整理を実施。

4) 対象系統規模・電圧階級及び外部関連システム連系の事例調査

市場主導型の混雑管理手法における系統モデル・各電圧階級にまたがる機能間・システム間連系の事例について調査・整理を実施。

5) 検証システムに関する技術調査

2026年度実施予定

成果の一例

1) コンバインドサイクル発電機のモデリング手法の例

CC : combined cycle, CT : combustion turbines, ST : Steam turbines

名称	Aggregate Model	Pseudo Unit Model	Configuration-Based Model
特徴	CC発電機を一つの発電機とする。(従来型) 	1台のCT, STをCTの台数nで案分した特性を一つの発電機とし、CT台数に応じた複数の発電機で模擬する。 	CTとST起動状態を組合せ、CT単独、CT+STなど構成を模擬する。

4) システム間関係事例

ISO	NYISO等	PJM
出典	SPIDERWG White Paper(NERC発行): 送電と配電の協調戦略に関する課題や推奨策を整理した文書	NCEMC/PJM Distribution Operator Pilot Project Final Report PJMとNCEMCがテストを行い、DERを送電/配電オペレーターが協調して制御できるかを検証した実証の最終報告書
概要	DERの急増や多様なリソース統合によっても送電・配電の両方で信頼性・安全性を確保するため、計画・運用・市場の整合性を維持する協調の枠組み(情報共有、リアルタイムモニタリング、制御・指令、計画調整)を整備	DSOとISO/RTOがリアルタイムで情報共有・制御を行う枠組みについて、技術的な可能性を示した実証事例
課題	・情報共有: DERが増えるほど、影響する情報(位置、容量、運転特性、接続点、制御応答等)が増える ・リアルタイムモニタリング: 実応動と完全に一致することが困難 ・制御・指令: 瞬間的には制御が間に合わない可能性が高い	技術的には可能なものの、市場設計面の課題には言及されていない。 ・抑制箇所がISOから分からないため、透明性に懸念 ・市場ルールにおけるDERの価格に関する設計 ・責任の明確化、スケラビリティ等の制度化が必要

※本資料は、各ISO/RTO、規制機関、関連団体等の公開情報を基に、実施者が整理・再構成したものである。制度・実装状況は調査時点の公開情報に基づく。

成果の概要 (補足) ②a)既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討

公開情報ベース整理

※本資料は、各ISO/RTO、規制機関、関連団体等の公開情報を基に、実施者が整理・再構成したものである。
制度・実装状況は調査時点の公開情報に基づき、一部項目は公開資料では確認できないため、未確認として整理している。

項目		CAISO	NYISO	PJM	ISO-NE
対応状況	対応時期	・'24/10に運用導入前の試行 (Market Simulation) の開始 ・'24/11に市場実装完了	・'24に異種DERによるAncillary Service提供を含む取引規定の改定 ・'26に市場規定に応じたソフト・アプリ開発対応完了予定	・'24規定改定案のFERC承認 ・'28/'29取引分より容量市場へ実装予定 ・'28に卸電力・調整力取引へ実装完了予定*6	・'24規定改定案のFERC承認 ・'28/'29取引分より容量市場へ実装予定 ・'26に卸電力・調整力取引へ実装完了予定
	現在のDERA市場参加可否	○	○	制度整備中(今後協議)	制度整備中(今後協議)
	DERAの市場参加を可能とした背景	DERの市場参加の促進を図るうえで、参加要件を満たすことができるようアグリゲーションでの参加を認めた		N/A	N/A
複数ノードでのアグリゲーションに係る規定	アグリゲーション可否と範囲	○ (20地域の各Sub-Lap内)	× (単一ノード)	○*3 (21の各ゾーン内)	○ (20の各ゾーン内)
	SCUC潮流計算の扱い	アグリゲータの各Pnode毎の出力割合を表す係数(DF*1)で各Pnode出力を推計*2	アグリゲーターからの入札情報であるDFでISOが各Pnode出力を推計	(不明)*5	アグリゲーターからの入札情報であるDFでISOが各Pnode出力を推計
システム改修項目	DERAの参加要件	最小入札要件変更 (500kW→100kW)	最小入札要件変更(機器単位 10kW→入札単位100kW)	(不明)*5	BTMの市場参加
	複数ノードでのアグリゲーション要件	同種DER→異種DER	同種DER→異種DER*4	(不明)*5	(不明)*5

*1 DF : Distribution Factor *2 CAISOでは、DERAの各ノードでの出力がDFの割合と一致することが求められていることから、DFに基づきノード別出力が想定され、その結果を用いて潮流計算・混雑管理が行われる
*3 PJMでは、FERC Order2222への対応として、単一のPnodeでのアグリゲーションを基本方針とする一方で、FERCの指摘を踏まえ、複数ノードでのアグリゲーションを可能とする条件について、FERCと協議中である *4 需要家設備、再エネ機器、発電機、蓄電設備をDERの各種別とする *5 調査結果より未確認の項目 *6 従来予定2026年より後倒し

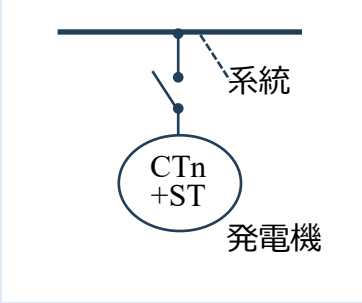
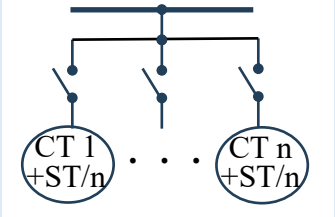
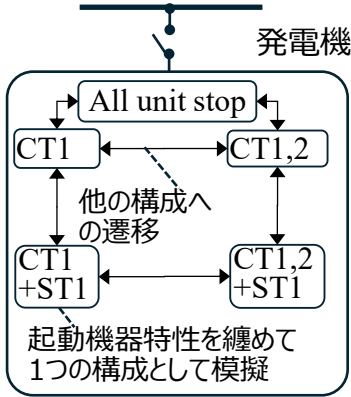
出典：CAISO “DER in the CAISO Market and Operational Awareness”(2022)、CAISO “Business Requirements Specification: FERC Order 2222”(2024)、NYISO “Manual 38 Aggregation Manual”(2024)、FERC 187 FERC ¶ 61,022 (NYISO, Apr. 15, 2024)、PJM “DER Aggregator Participation Model: Overview”(2024/2025)、PJM “FERC Order 2222 and DERs”(2026)、ISO-NE “FERC Order No. 2222” update materials (2024) を基に作成。

成果の概要（補足）

②a)既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討

海外公開事例の整理

CC:combined cycle、CT :combustion turbines、ST :Steam turbines

名称	Aggregate Model	Pseudo Unit Model	Configuration-Based Model
特徴	CC発電機を一つの発電機とする。 (従来型) 	1台のCT、STをCTの台数nで案分した特性を一つの発電機とし、CT台数に応じた複数の発電機で模擬する。 	CTとST起動状態を組合せ、CT単独、CT+STなど構成を模擬する。 
モデル精度	△ CT・STの構成に応じた模擬精度は低い。約定量を実現可能な構成を後で決定する必要がある。	○ 各発電機で同特性にする必要があるため、構成ごとの模擬精度よりは低い。	◎ 各構成の特性や構成間の遷移可否を考慮できる点で模擬精度が高い。
演算時間	◎	○	△
適用実績	◎	◎	○
適用ISO	MISO、ISO-NE	NYISO、PJM	ERCOT、SPP、CAISO
適用理由	CCの精度向上により経済性向上が見込まれるものの演算時間等の最適化性能が到達しておらず、MISOではconfiguration modelは実験機段階。	CCの精度向上により経済性向上が見込まれるものの最適化性能が到達していない。PJMではconfiguration modelは実験機段階。	総発電容量が(日本より)小さく、最適化での演算負荷が小さい。一方で、CCの導入比率が高く、導入により大きな経済性向上が見込まれる。

※本資料は、各ISO/RTO、規制機関、関連団体等の公開情報を基に、実施者が整理・再構成したものである。制度・実装状況は調査時点の公開情報に基づく。

成果の概要 (補足) ②a)既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討

SCUC等における潮流計算手法の整理 (公開情報ベース)

凡例)評価順:◎>○>△>×

SCUC 潮流計算手法	AC power flow (厳密解法)	DC power flow (近似解法)	Fast Decoupled AC power flow(近似解法)
特徴	Newton-Raphson(N-R)法による 繰り返し計算 ※電力潮流方程式のJacobian行列に 基づく線形近似を繰り返しながら求解	線形近似により繰り返し計算なしとす る手法* ※Vを定数、ノード位相差が小さく送電 線抵抗を無視する近似	N-R法、Jacobian 行列簡略化による 繰り返し計算 ※系統電圧が等しい、位相差が小さい 等の運用に即した近似を導入すること で繰り返し計算の計算時間を短縮化
計算出力	V,Q,P,θ	P,θ	V,Q,P,θ
潮流精度	◎	△	◎
演算収束性	○	◎	△
演算時間	×	◎	○
SCUC適用実績	×	◎(MISO, PJM)	○ (NYISO,ISO-NE,CAISO)

2005年頃～2015年頃
同時最適化(kWh,ΔkW)の流れ/MIP導入

2011年頃
AC power flowとSCUC
に対するラグランジュ緩和手
法による近似解法

ラグランジュ手法活用し、収束時間
の高速化により再計算による潮流
計算が実施できていた時代

2015年頃
FD AC power flow

MIP導入に伴うAC power flowによる計算
時間膨大化により方式改善を実施した時代

*ただし、多くのISOでは、DC法の近似方法
の工夫や、DC法の係数を修正する等を行
いながら繰り返し計算を行っている
と想定。

2024年現在
FD AC power flowと
DC power flowの切替方式で
MIPとしてSCUCを求解

運用相当の近似による収束性課題のため、近年は、DC法を基
軸としつつ、必要に応じてFDAC、各種補正計算、後段の検証
等を組み合わせる運用が見られる。なお、公開資料のみからは
各ISO/RTOの実装詳細を一意に確認できない場合がある。

※本資料は、各ISO/RTO、規制機関、関連団体等の公開情報を基に、実施者が整理・再構成したものである。制度・実装状況は調査時点の公開情報に基づく。

出典：NYISO “Day Ahead Network Constrained Unit Commitment Performance”(FERC Software Conference, 2020)、Siemens “CAISO Experience”(2012)、IEEE Task Force “Security-Constrained Unit Commitment for Electricity Market:Modeling, Solution Methods, and Future Challenges”(2023)、MISOのGSF運用資料等を基に整理。

成果の概要 (補足) ②a)既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討

混雑関連の下位系統モデル化事例 (公開事例の整理)

ISO	NYISO/MISO	CAISO
対応モデル	射影モデル	運用フィードバック型モデル
SCUC連携	既存の市場ノードに配電制約やDER影響が射影(集約的に反映)されたノード	市場ノード(Pnode)は維持したまま、付随する制約・モデルを運用者が補正
内容	配電系統の制約を全て渡すのではなく、送配電の境界に潮流計算の追加制約として射影することでSCUC/SCEDの実行可能性と精度向上の両立を図る考え方として整理されている。	既存の市場モデルで用いるFull Network Modelを前提に、制約を市場に反映する方針を配電系統設備にも適用。なお、CAISOでは市場モデルと実運用の乖離を監視し、制約や設備パラメータを調整してFNMを更新する運用フィードバック型のネットワークモデル管理が制度化されている。
メリット/デメリット	・DERは単一のTransmission Nodeに帰属させ、実行可能性を担保する。 ・一度定義したTransmission Nodeの特性が変わることでNodeの分割等、定義を見直す必要が生じ得るため、継続的なシステムのエンハンスが必要。	・モデル更新の制度化や実装との線引き等、運用プロセスが体系的に整理され、また運用の結果で補正するため、安定性確保を志向した運用管理として整理されている。 ・運用者負担が大きい(DERは既存のPnodeとして扱う必要があり配電制約はDSO責任)。

※本資料は、各ISO/RTO、規制機関、関連団体等の公開情報を基に、実施者が整理・再構成したものである。制度・実装状況は調査時点の公開情報に基づく。

成果の概要（補足）

②a)既存技術の高度化・代替する手法の調査・検討

システム間関係事例（公開事例の整理）

ISO	NYISO等	PJM
出典	SPIDERWG White Paper(NERC発行): 送電と配電の協調戦略に関する課題や推奨策を整理した文書	NCEMC/PJM Distribution Operator Pilot Project Final Report PJMとNCEMCがテストを行い、DERを送電/配電オペレーターが協調して制御できるかを検証した実証の最終報告書
概要	DERの急増や多様なリソース統合によっても送電・配電の両方で信頼性・安全性を確保するため、計画・運用・市場の整合性を維持する協調の枠組み(情報共有、リアルタイムモニタリング、制御・指令、計画調整)を整備	DSOとISO/RTOがリアルタイムで情報共有・制御を行う枠組みについて、技術的な可能性を示した実証事例 ISOはアグリゲータやDSOに対して要請(価格・量)を出す立場
課題	・情報共有:DERが増えるほど、影響する情報(位置、容量、運転特性、接続点、制御応答等)が増える ・リアルタイムモニタリング:実応動と完全に一致することが困難 ・制御・指令:瞬間的には制御が間に合わない可能性が高い	技術的には可能なものの、市場設計面の課題には言及されていない。 ・抑制箇所がISOから分からないため、透明性に懸念 ・市場ルールにおけるDERの価格に関する設計 ・責任の明確化、スケーラビリティ等の制度化が必要

※本資料は、各ISO/RTO、規制機関、関連団体等の公開情報を基に、実施者が整理・再構成したものである。制度・実装状況は調査時点の公開情報に基づく。

成果の概要

②b)新規技術の調査・検討

実施内容

1) SCUC/SCED技術の高度化ソリューションの調査研究

AC-OPF(AC Optimal Power Flow)ベースの潮流解析技術・系統解析技術・数理最適化技術を駆使した、系統最適化(Grid Optimization)プランBソリューションの実現可能性の調査。

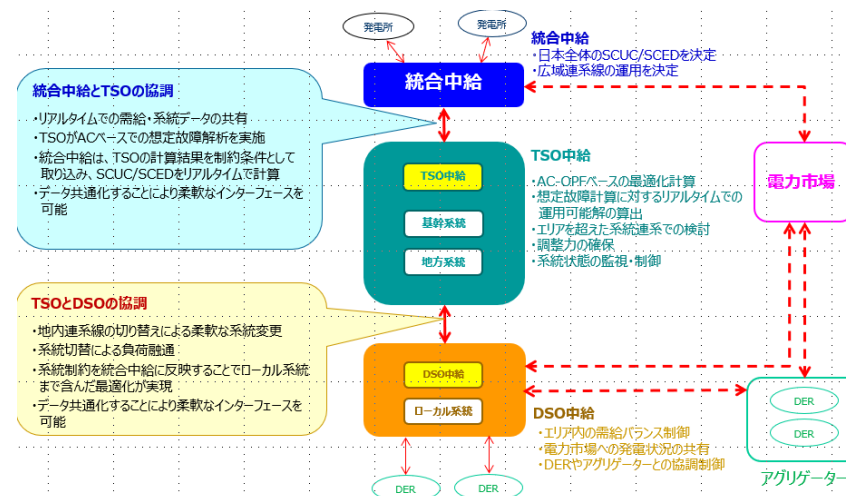
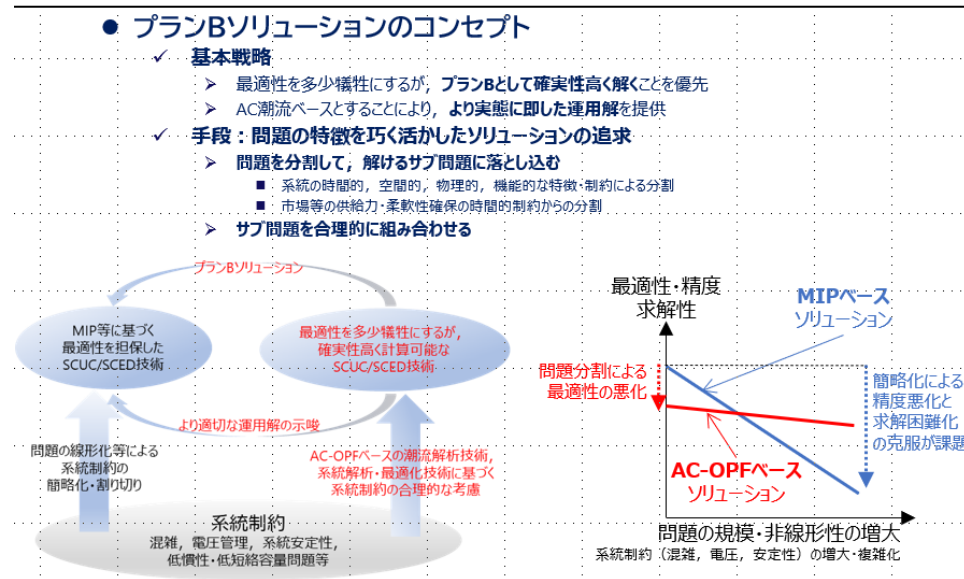
- プランBソリューションの実現可能性調査として以下を実施
- ・ 日本版SCUC/SCED最適化の問題設定の調査
 - ・ SCUC/SCEDを補完・高度化・代替する要素技術の調査
 - ・ プランBソリューションのコンセプト調査

2) 日本版SCUC/SCEDを備える革新的中給システムの調査研究

市場主導型混雑管理に向けた日本版SCUC/SCED を備える革新的中給システムのコンセプトの検討を実施。

- ・ 市場主導型混雑管理に向けた中給関連システムの整理
- ・ 革新的中給システムの要素技術の整理
- ・ 革新的中給システムのコンセプトの整理

成果の一例



成果の概要

②b)新規技術の調査・検討

実施内容

3) 確率論的SCUC・SCED技術と高速求解手法の調査研究

1. 確率論的SCUC・SCED ロジックに関する調査・検討
2. SCUCの高速求解手法に関する調査・検討
3. 地点別限界価格を用いた均衡点解析手法に関する調査・検討

4) 再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する市場主導型制御機構の数理的研究

1. 再エネ不確かさを考慮した大規模蓄発電計画の機械学習に基づく高速化
2. 火力・原子力発電と併せて再エネと蓄エネを経済評価するリアルタイム市場メカニズム
3. 力学的エネルギー消散性に基づく同期発電機群とグリッドフォーミングインバータ機器群の市場主導型制御機構
4. 統合型シミュレーション環境構築に向けたGUILDAの拡張

5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

確率論的なアプローチにより安定供給と経済性を両立した需給運用の実現に向け、再エネの予測外れによって生じる系統混雑を確率論的に予測する手法を検討。具体的には以下。

- ・簡易システムを用いた基本ロジックの検討
- ・N-1故障を考慮したロジックの検討
- ・実システムへの適用に向けた課題抽出

成果の一例



■ 表の定数を設定してつぎの最適化問題を解く

$$\min_{(\delta, \theta, \rho)} \left\{ U_N(\theta, \rho) - \sum_{i \in \{1, 2, 3\}} (\theta_i P_i + \rho_i Q_i) + \sum_{i \in \{1, 3\}} (U_G(\delta_i, \theta_i, \rho_i) - \delta_i P_{mi}^*) \right\}$$

・送電網のエネルギー関数

$$U_N(\theta, \rho) = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 B_{ij} e^{\rho_i + \rho_j} \cos(\theta_i - \theta_j) \quad \rho_i = \log V_i$$

・同期発電機 or GFMインバータ機器のエネルギー関数

$$U_G(\delta_i, \theta_i, \rho_i) = \frac{\{e^{\rho_i} \sin(\delta_i - \theta_i)\}^2}{2X_{qi}} + \frac{\{V_{fdi}^* - e^{\rho_i} \cos(\delta_i - \theta_i)\}^2}{2X_{di}}$$

計算される潮流状態の定常安定性が最適化問題の凸性に一致

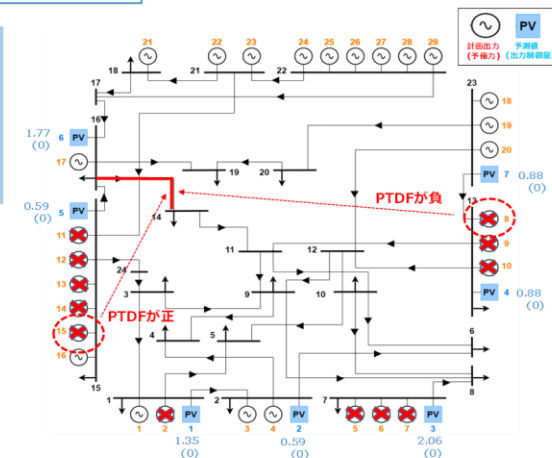
代替ΔkWの調達による過負荷発生確率の変化

- 8月8日12時半断面における母線14-16間の送電線に着目
- 以下の母線で発電機を追加起動した場合の過負荷発生確率の変化を比較
 - 上流側(当該送電線に対するPTDFが正)の母線
 - 下流側(当該送電線に対するPTDFが負)の母線

表 追加起動による過負荷発生確率の変化

追加起動発電機	過負荷発生確率
なし	52.6%
上流側の発電機15	53.3%
下流側の発電機8	0.01%

下流側の母線で発電機を追加起動することで代替ΔkWを調達することにより、過負荷発生確率が低減することを確認



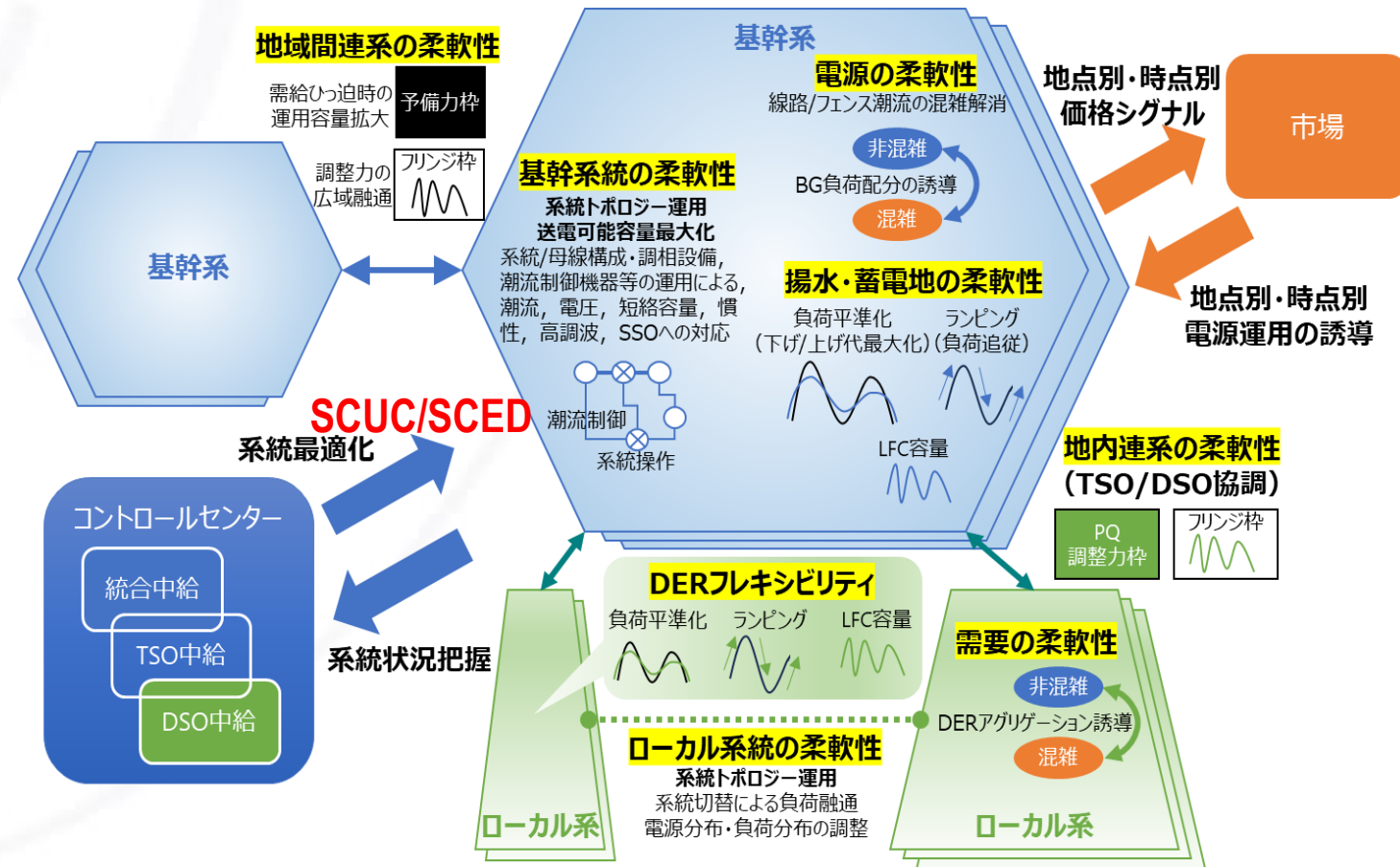
8月8日12時半断面に対する初期需給計画

成果の概要（補足）

②b)1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究

● 電力システムの柔軟性確保・最適化の見取り図

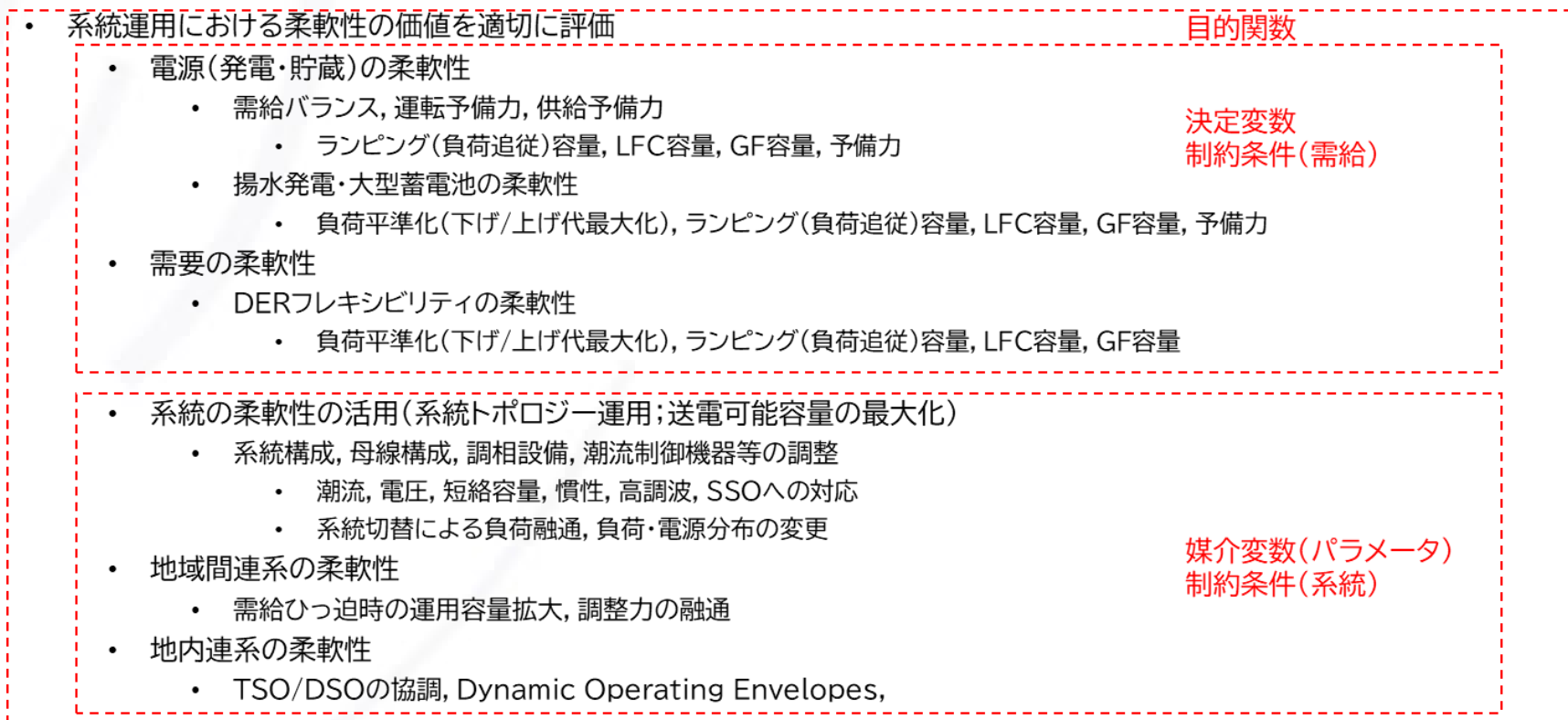
- ✓ 将来の系統最適化の肝となる，市場主導型（ゾーン/ノード制）の系統制約管理を想定した SCUC/SCED最適化問題（大規模な混合整数非線形計画（Large-scale MINLP））



成果の概要（補足）

②b)1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究

● 問題設定の定式化における基本的な方向性



地点別・時点別の価格シグナル

- ◆ 安定運用確保のための地点別・時点別の「電源の運用」の誘導
 - BG(バランシング・グループ)のエネルギーリソースの負荷配分(ディスパッチ)の誘導
 - DERのアグリゲーションの誘導

成果の概要（補足）

②b)1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究

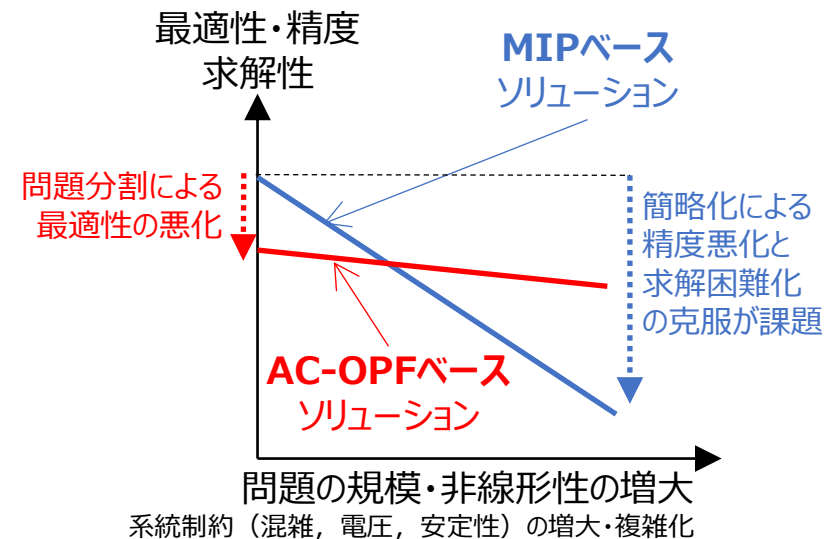
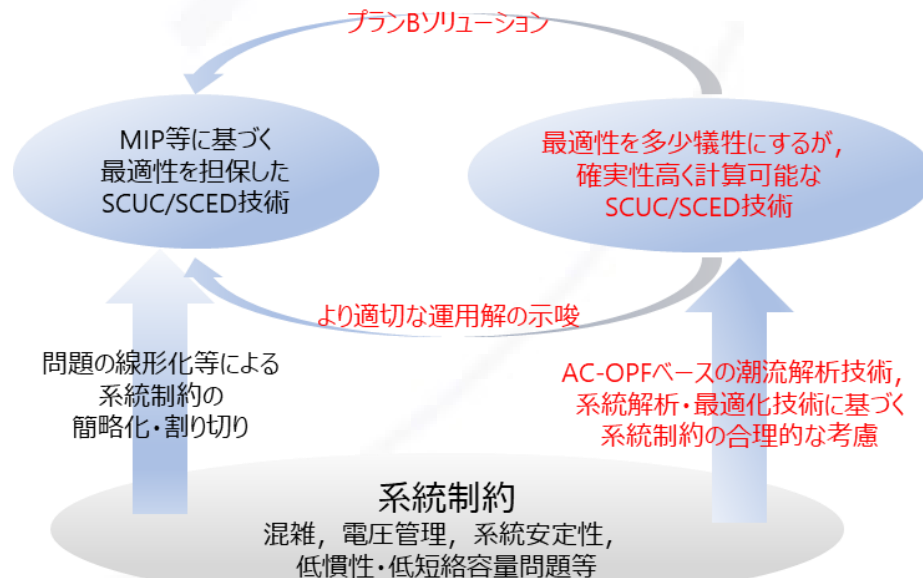
● プランBソリューションのコンセプト

✓ 基本戦略

- 最適性を多少犠牲にするが、**プランBとして確実性高く解くことを優先**
- AC潮流ベースとすることにより、**より実態に即した運用解を提供**

✓ 手段：問題の特徴を巧く活かしたソリューションの追求

- 問題を分割して、解けるサブ問題に落とし込む
 - 系統の時間的、空間的、物理的、機能的な特徴・制約による分割
 - 市場等の供給力・柔軟性確保の時間的制約からの分割
- **サブ問題を合理的に組み合わせる**

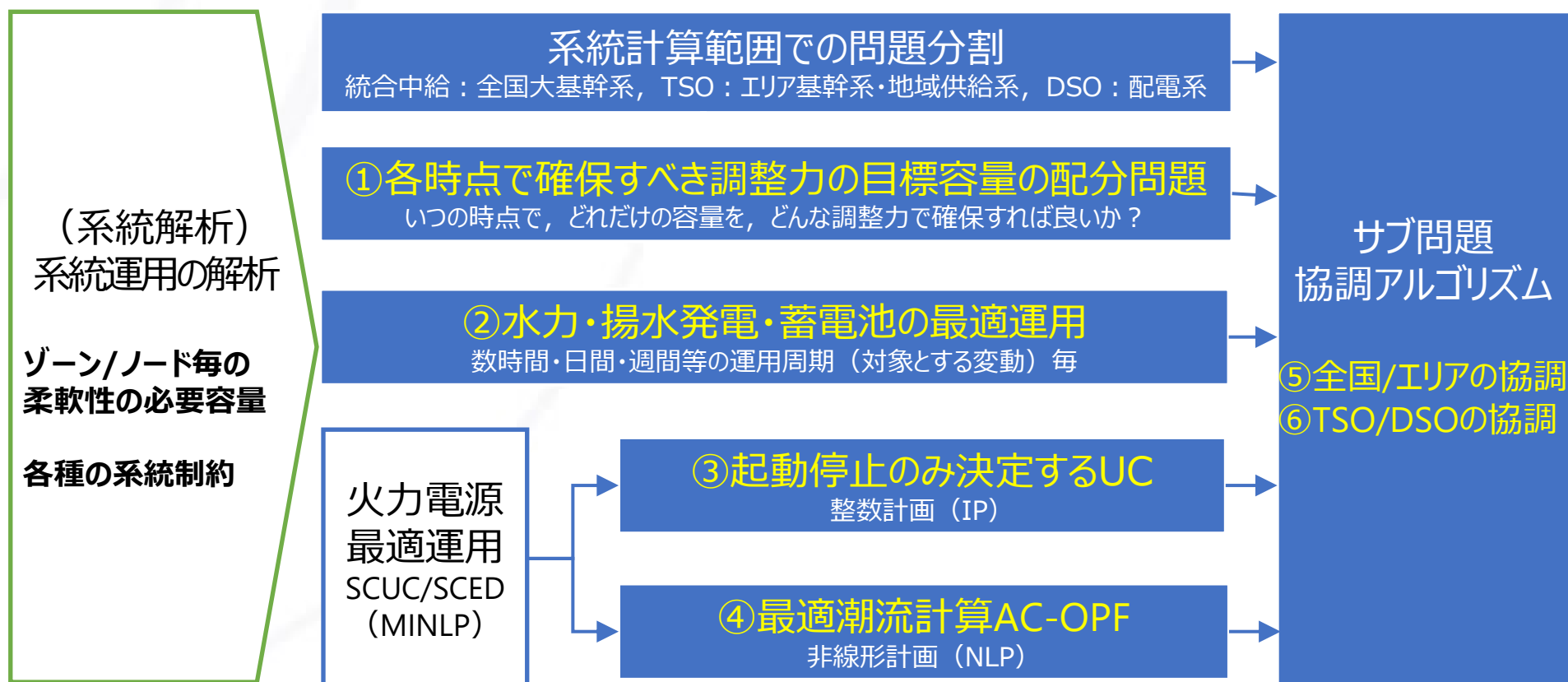


成果の概要（補足）

②b)1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究

● 問題分割に基づくプランBソリューション

- ✓ 求解性の高い数理計画手法が適用可能なサブ問題に落とし込む
- ✓ サブ問題を合理的に組合せて解くアルゴリズムを探索する



成果の概要（補足）

②b)1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究

● 空間的・物理的・時間的・機能的・数学的な観点から問題を分割

問題分割の観点		サブ問題	数理計画法
空間的・物理的な特徴	系統運用の範囲から計算対象を分割	● 統合中給：全国大基幹系 ● TSO：エリア基幹系・地域供給系 ● DSO：配電系	各サブ問題の規模（数理計画法の適用対象）は数1000母線レベル
柔軟性確保の時間的制約	市場等の調整力確保のタイミングに合わせた調整力容量の配分で分割	①各時点で確保すべき調整力の目標容量の配分問題	簡易解法：解析的解法 厳密解法：SA-DP
機能的な役割	蓄電機能をもつ電源を分割： ※ 水力・揚水発電・蓄電池は、kWおよびkWh容量制約や効率を考慮した運用周期（SoCの管理）で考える必要	②水力・揚発・蓄電の最適運用スケジュール	SA-DP
数学的な解法 求解性の高い数理計画法	組合せ最適化と連続最適化の分割： ※ 求解性向上のため、火力電源のSCUC/SCEDを起動停止と電源運用で分割	③起動停止計画UC	SA-DP
		④電源最適運用AC-OPF	PDIPM
サブ問題を協調して問題全体を解くアルゴリズム		⑤統合中給とTSOの協調： 交互計算による逐次近似最適化	SA
		⑥TSOとDSOの協調： I/F母線でのLMP協調最適化	SA-OPF

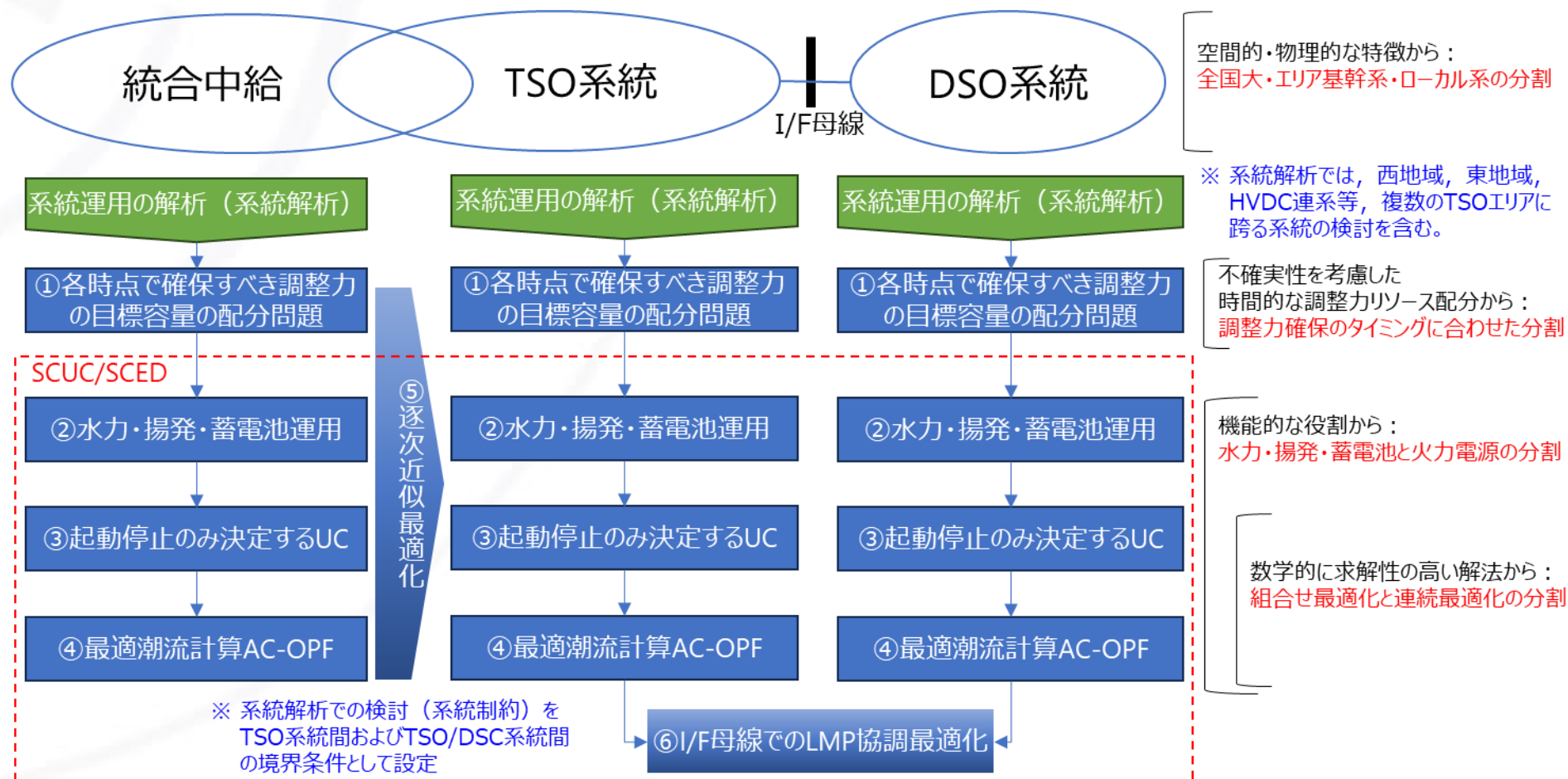
PoCモデルに適用した 数理計画法	協調最適化	逐次近似法（SA; Successive Approximations）
	組合せ最適化	動的計画法（DP; Dynamic Programming）
	連続最適化	主双対内点法（PDIPM; Primal-Dual Interior Point Method）

成果の概要（補足）

②b)1) SCUC/SCED 技術の高度化ソリューションの調査研究

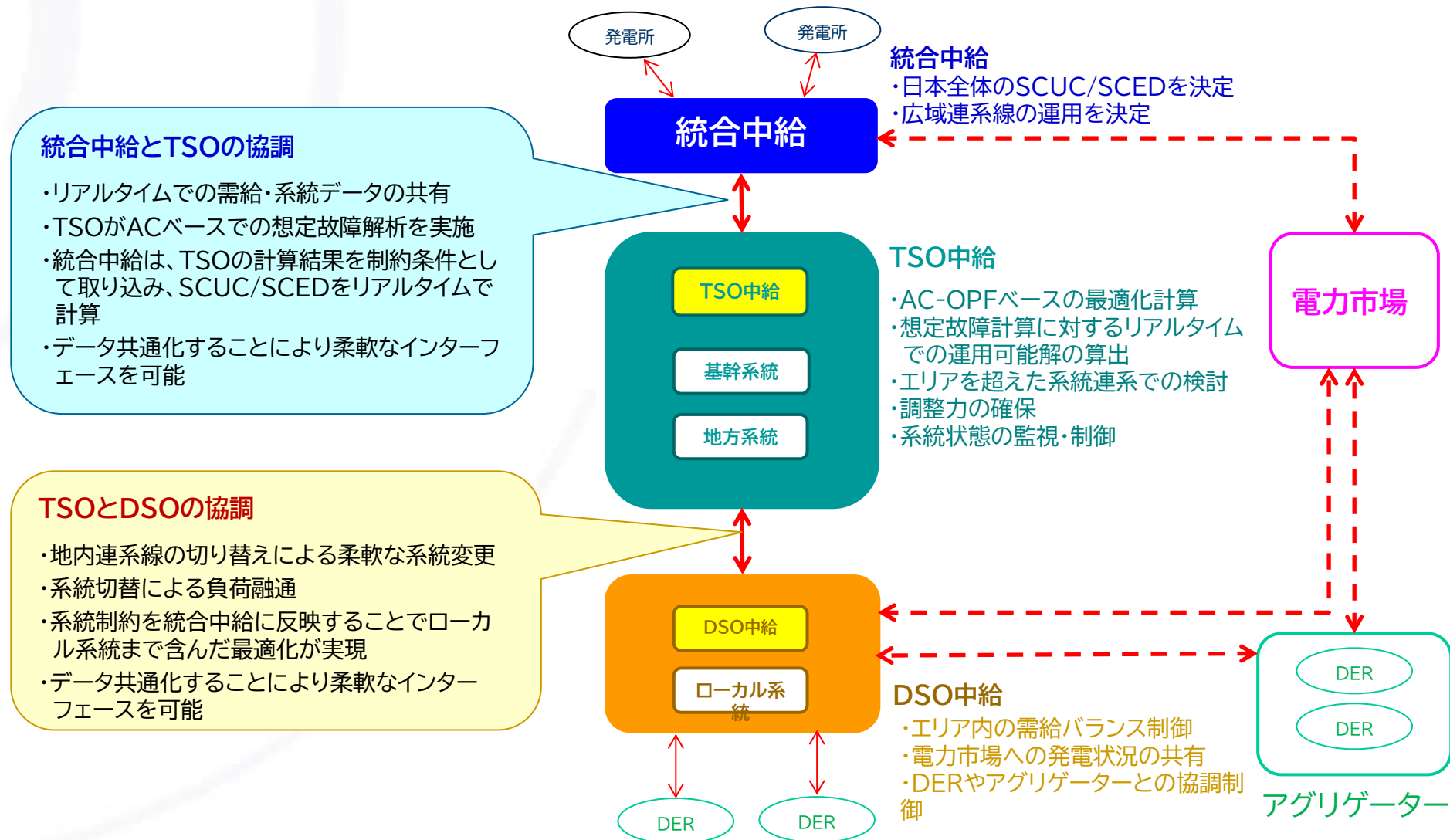
● プランBソリューションの計算フロー

- ✓ 協調アルゴリズムでのオーバーヘッド処理以外, 各系統の計算は同時並列に実行可能



成果の概要（補足）

②b)2)日本版SCUC/SCEDを備える革新的中給システムの調査研究



成果の概要（補足）

②b)2)日本版SCUC/SCEDを備える革新的中給システムの調査研究

■ 従来の想定故障計算

制約種別	想定故障シナリオ	解析種別
系統制約	・系統単一故障(N-1)、多重事故(N-2、N-3) ・発電機脱落	・系統混雑 ・短絡容量 ・電圧安定性 ・過渡安定性
需給制約	・需要変動 ・需給逼迫	・需給バランスの検討

■ 将来の想定故障計算

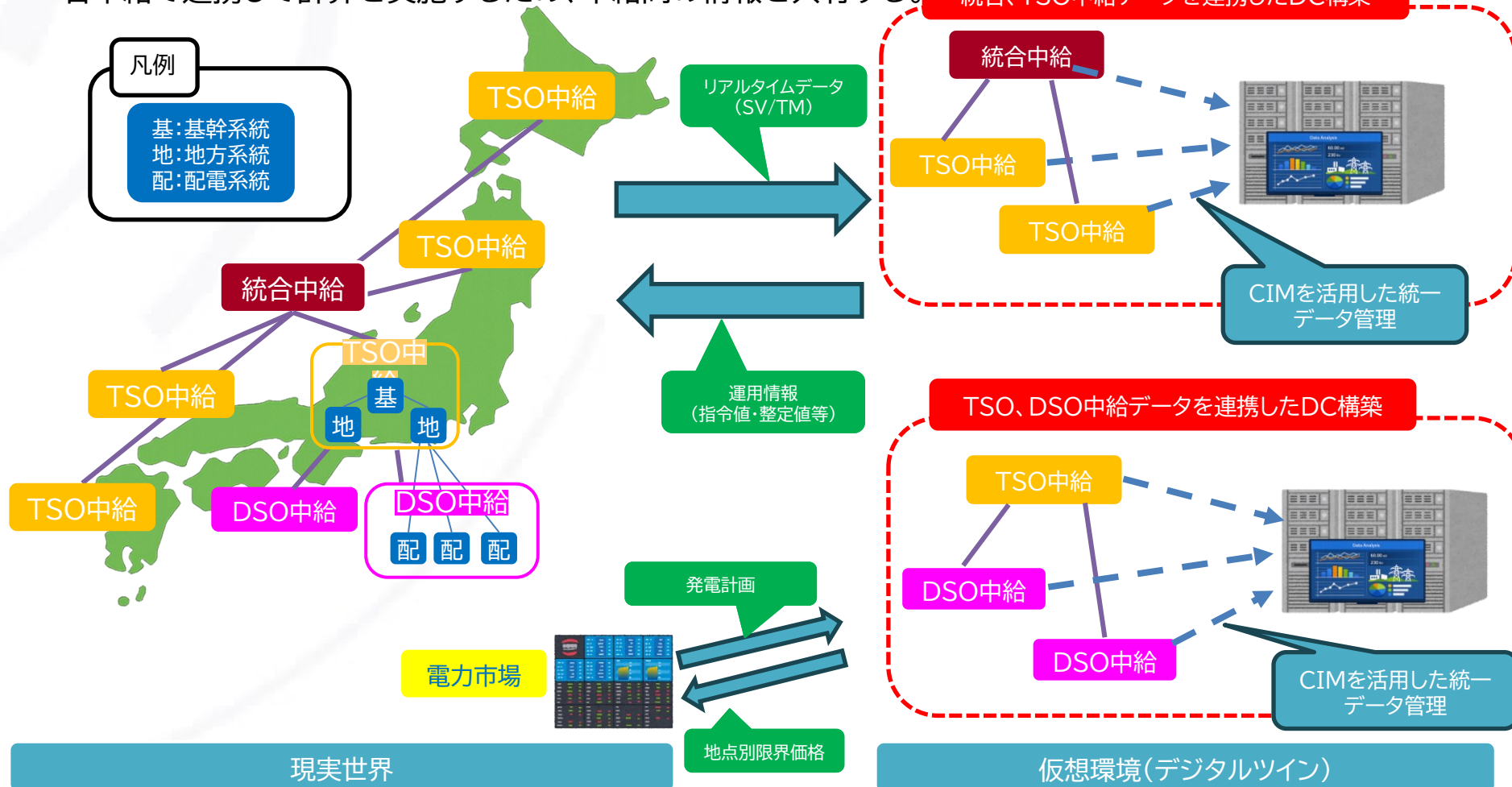
再エネ大量導入・インバータ電源増加・異常気象・ICT依存・多重事故などを背景に、多様なシナリオを想定する必要がある

制約種別	想定故障シナリオ	解析種別
系統制約	・再エネの大量導入による同機機比率の低下 ・再エネ・蓄電池の大量導入によるインバータ電源の増加 ・再エネの一斉脱落 ・系統切替による負荷・再エネの持ち替え ・地域間連系の拡大 ・自然災害による広域同時故障	・系統混雑 ・短絡容量 ・電圧安定性 ・過渡安定性 ・周波数安定性(慣性力の検討)
需給制約	・再エネの大量導入による供給力の不確定性の増加 ・再エネ出力急変(風況変動・雲影・気象急変など) ・蓄電池の導入拡大	・需給バランスの検討

成果の概要（補足）

②b)2)日本版SCUC/SCEDを備える革新的中給システムの調査研究

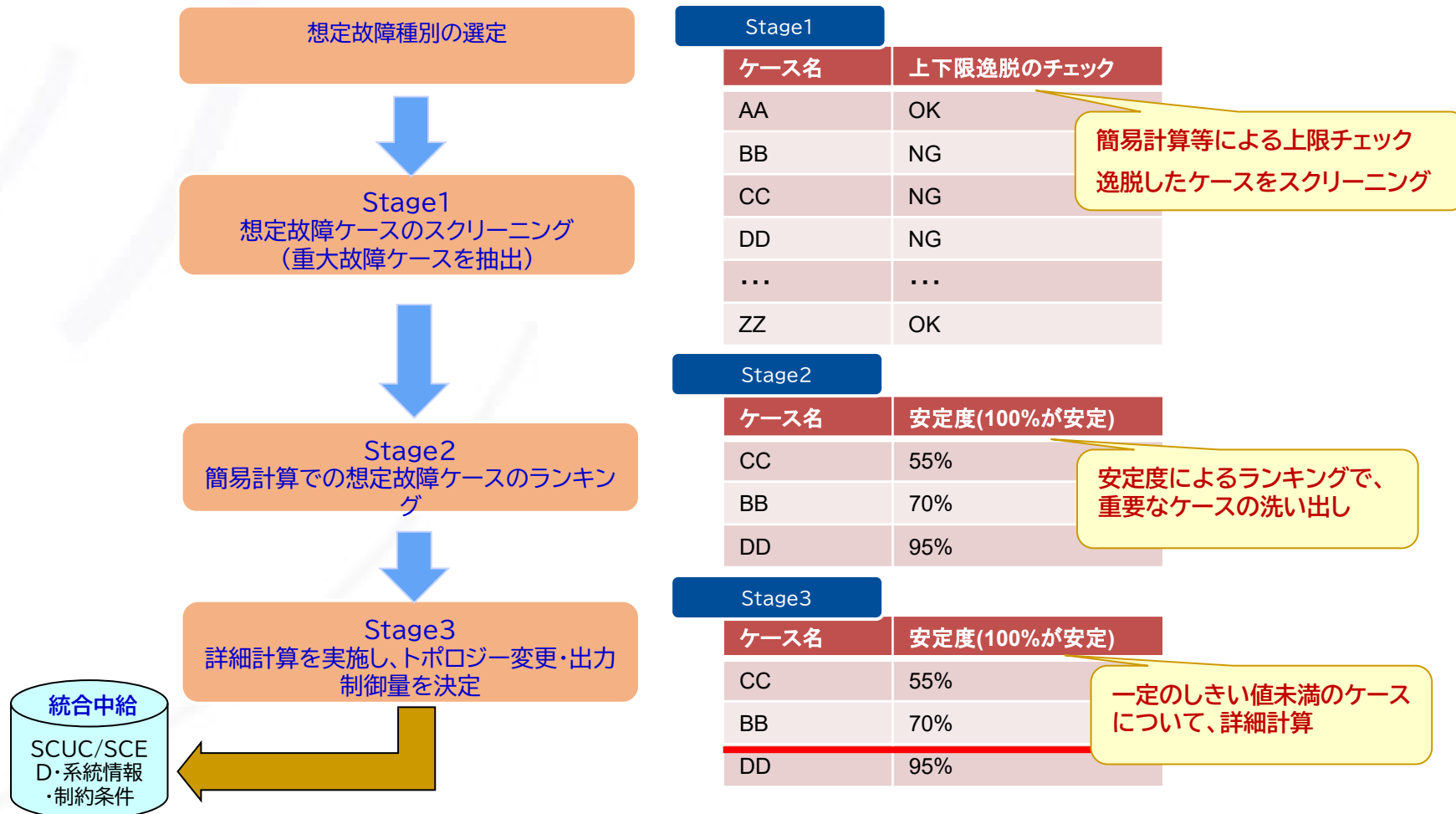
- ✓ 想定故障計算は仮想環境にて計算を実施
- ✓ 各中給で連携して計算を実施するため、中給間の情報を共有する。



成果の概要（補足）

②b)2)日本版SCUC/SCEDを備える革新的中給システムの調査研究

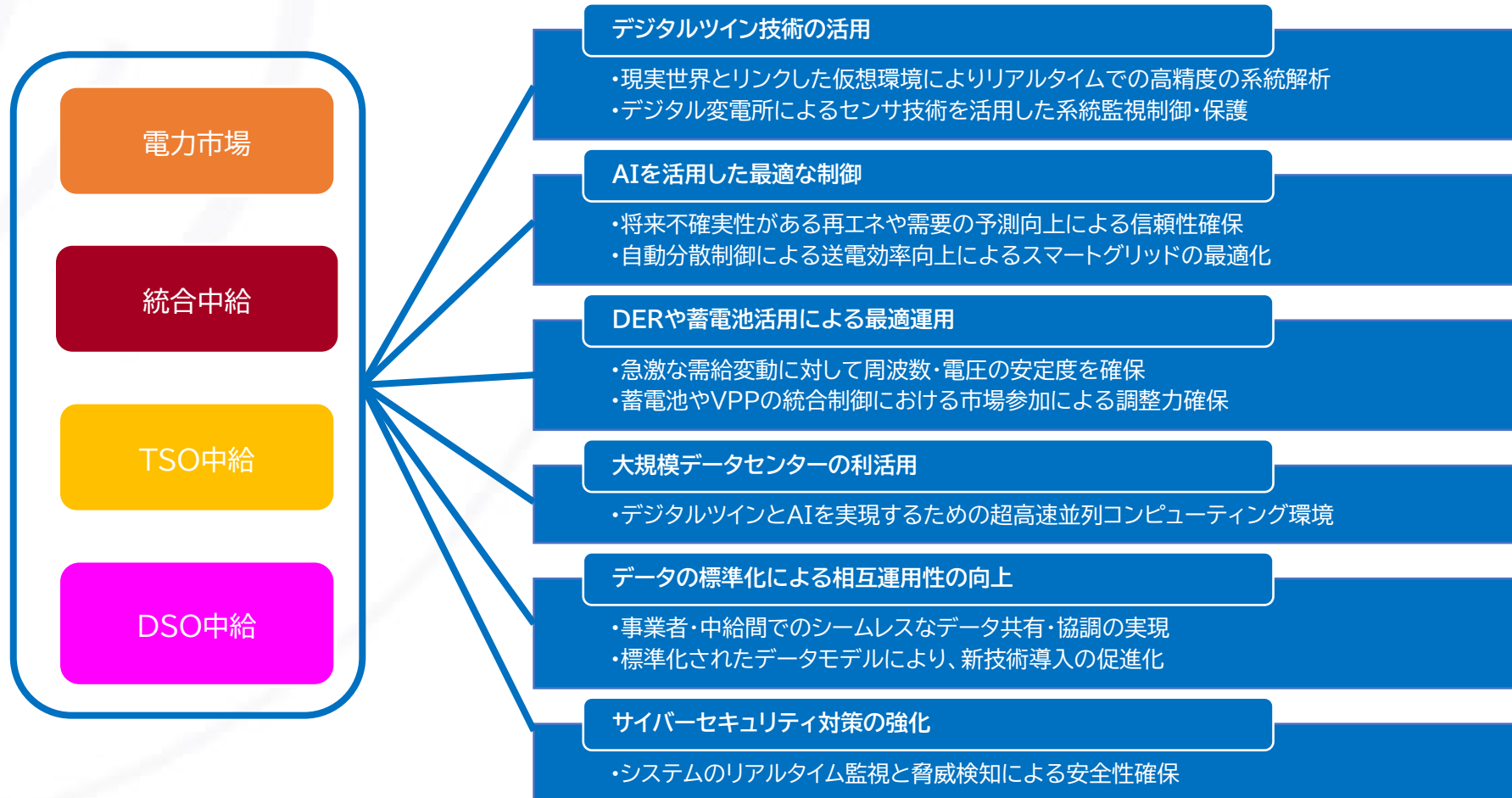
- ✓ 将来、再エネ大量導入やIBR設備導入による不確定要素が増大し、想定故障計算ケースの増大が見込まれる
- ✓ リアルタイムでの計算を実施するため、重要度の高いケースのみをスクリーニングすることにより高速化を図る



成果の概要（補足）

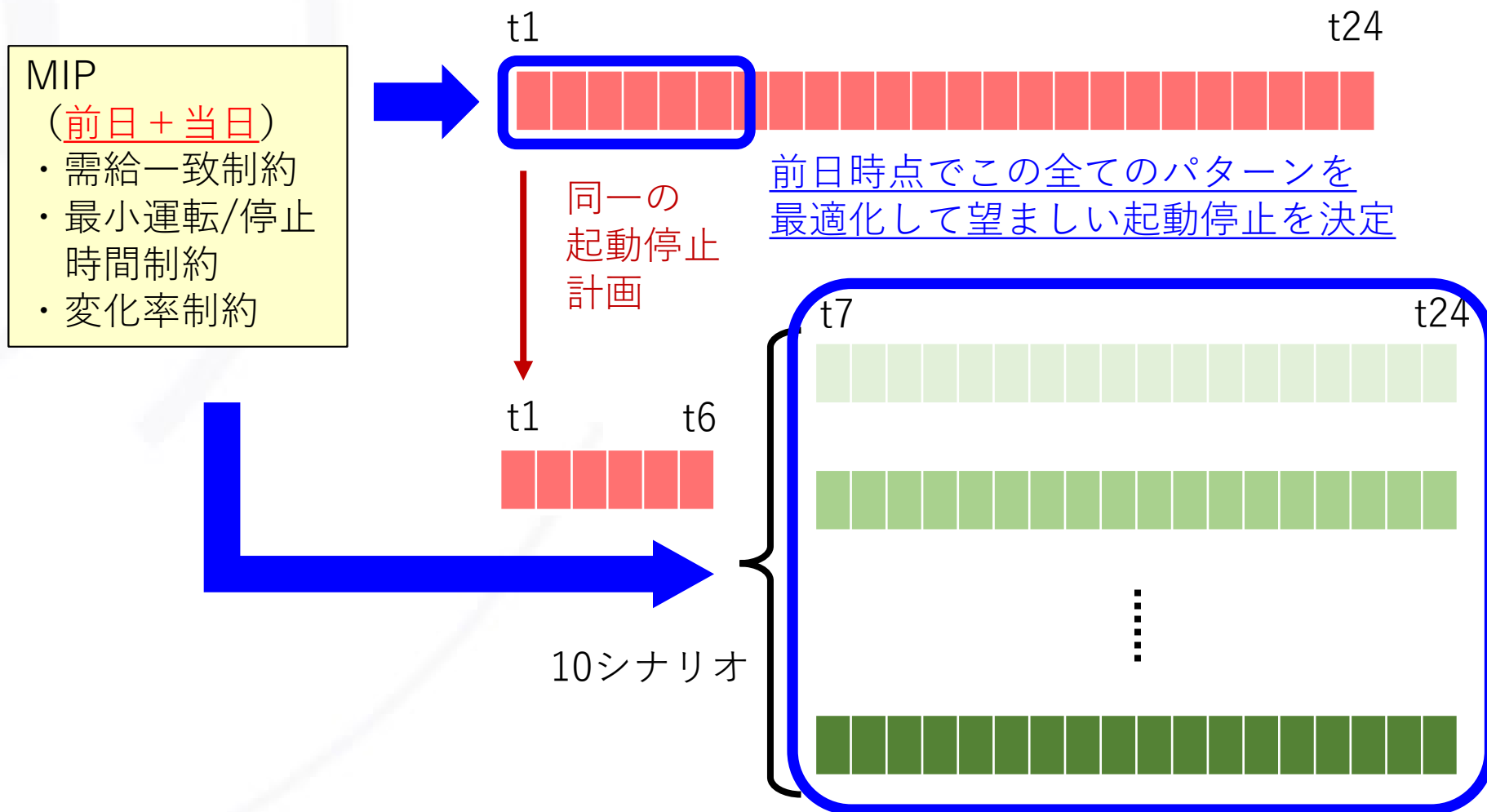
②b)2)日本版SCUC/SCEDを備える革新的中給システムの調査研究

- ✓ リアルタイムなデータ活用と最適化された制御によるスムーズな相互運用性を実現した革新的な中給システム



成果の概要（補足）

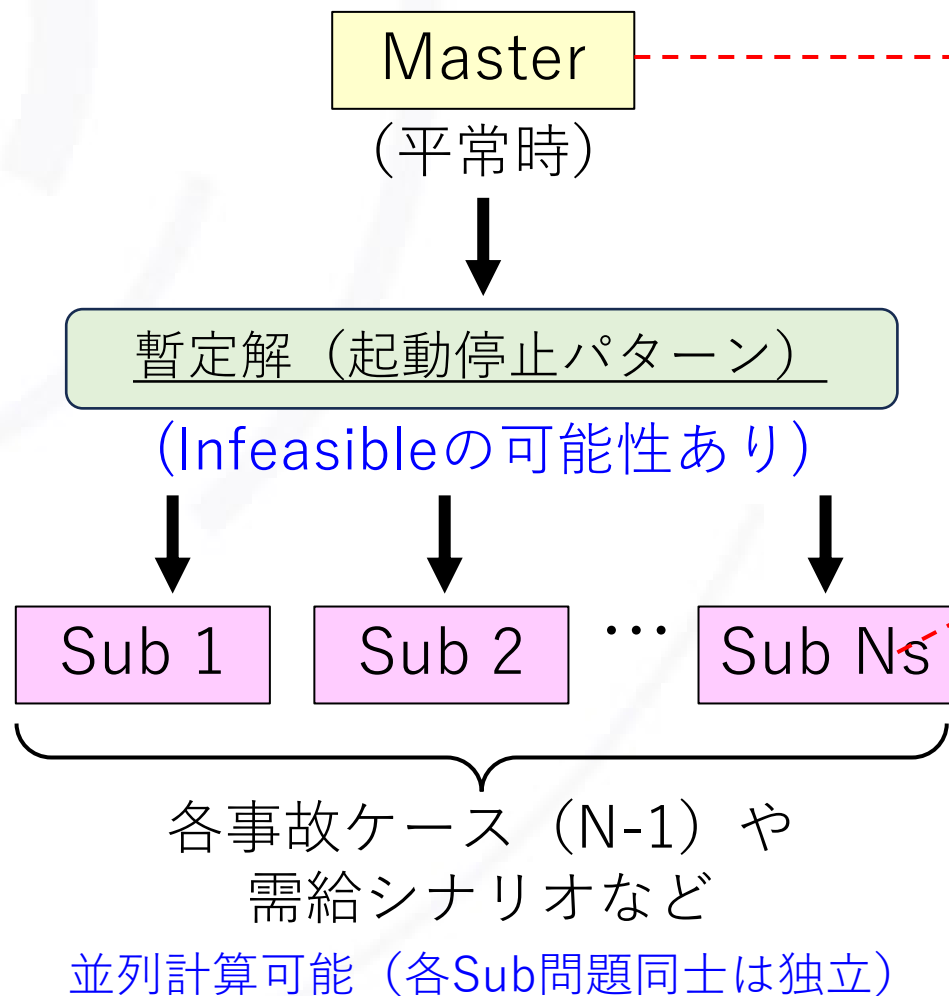
②b)3)確率論的SCUC・SCED 技術と高速求解手法の調査研究



複数のPV発電シナリオに対し，当日朝に再計画可能であることを考慮した**SLAC(Stochastic Look-Ahead Commitment)**を解く

成果の概要 (補足)

②b)3)確率論的SCUC・SCED 技術と高速求解手法の調査研究



混合整数計画問題 (線形)

目的関数：コスト最小化

制約条件： 発電機出力上下限，
需給バランス，電力潮流上下限，
電圧上下限，発電機最小運転・停
止時間，調整力の確保，等

暫定解によるSCED

事前に生成した複数の需給変動
パターンに対して，N-1事故に
よる潮流変化や，各電源の出力
変化率制約の下で，制約違反解
消を目指す

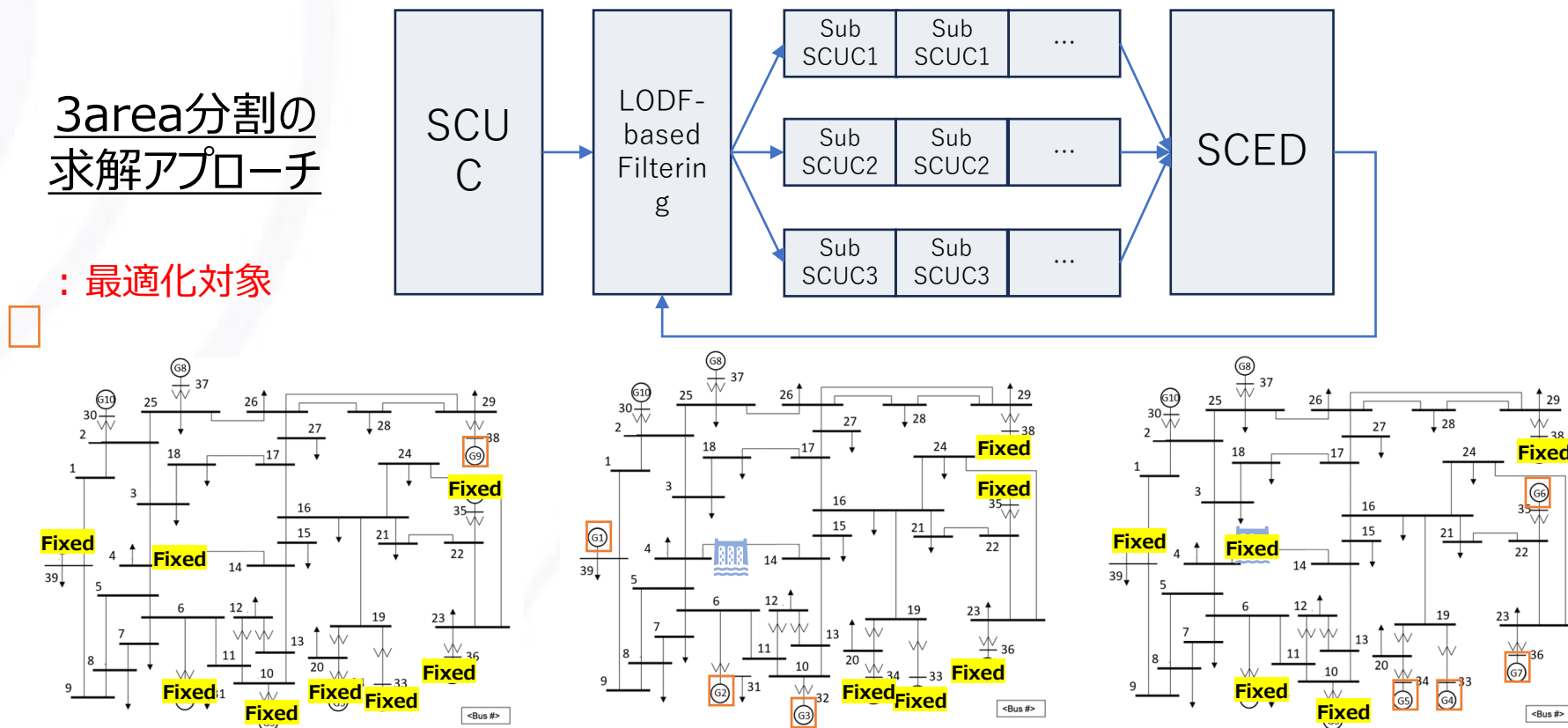
ベンダース分解法に沿ったアルゴリズムで求解の効率化を図る

成果の概要（補足）

②b)3)確率論的SCUC・SCED 技術と高速求解手法の調査研究

3area分割の 求解アプローチ

□ : 最適化対象

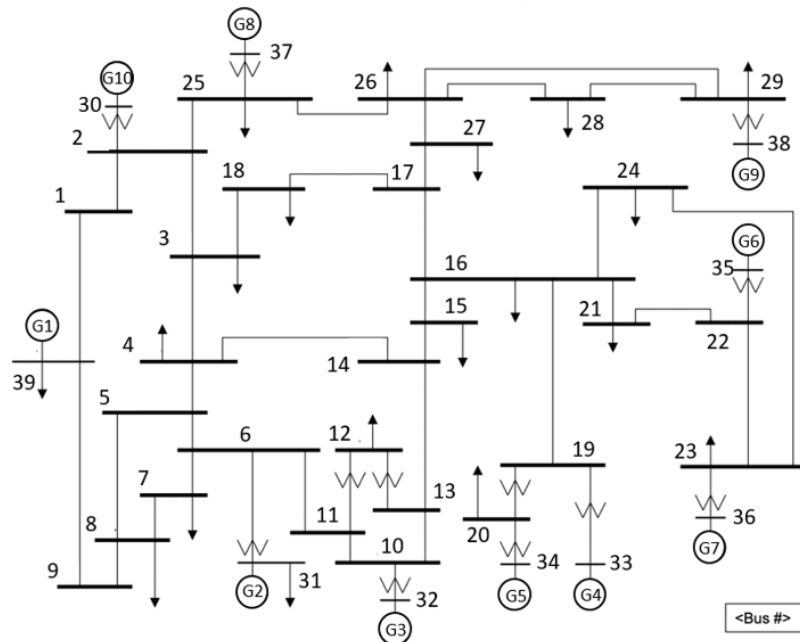
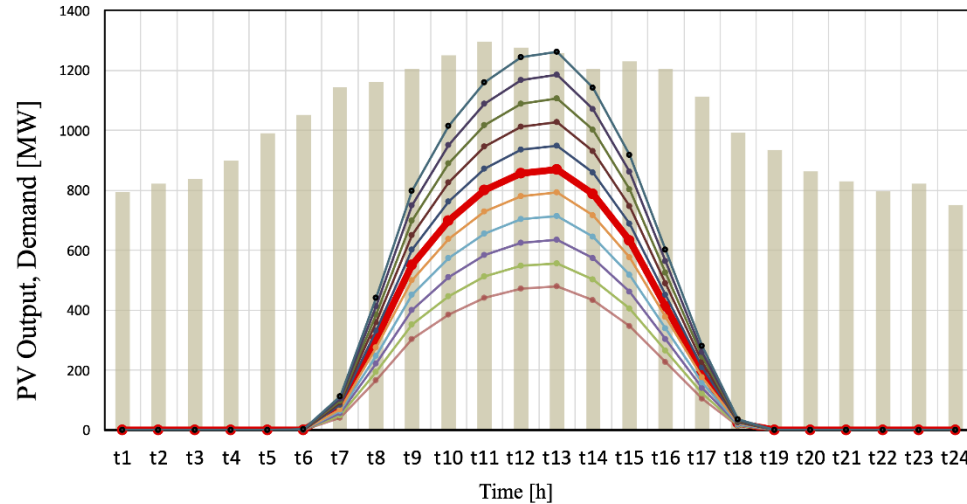


問題を複数の副問題に分割し，領域分割法で高速求解を目指す。

前回の発電機の起動停止結果を基に，計算対象の発電機以外を
固定し，並列計算によって起動停止をアップデートする。

成果の概要（補足）

②b)3)確率論的SCUC・SCED 技術と高速求解手法の調査研究

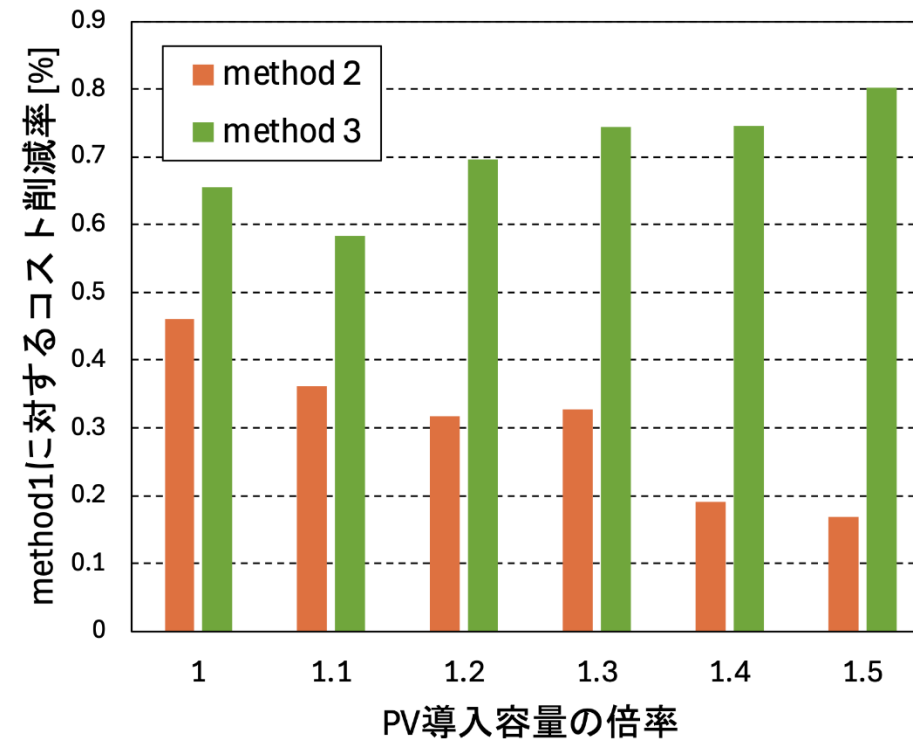
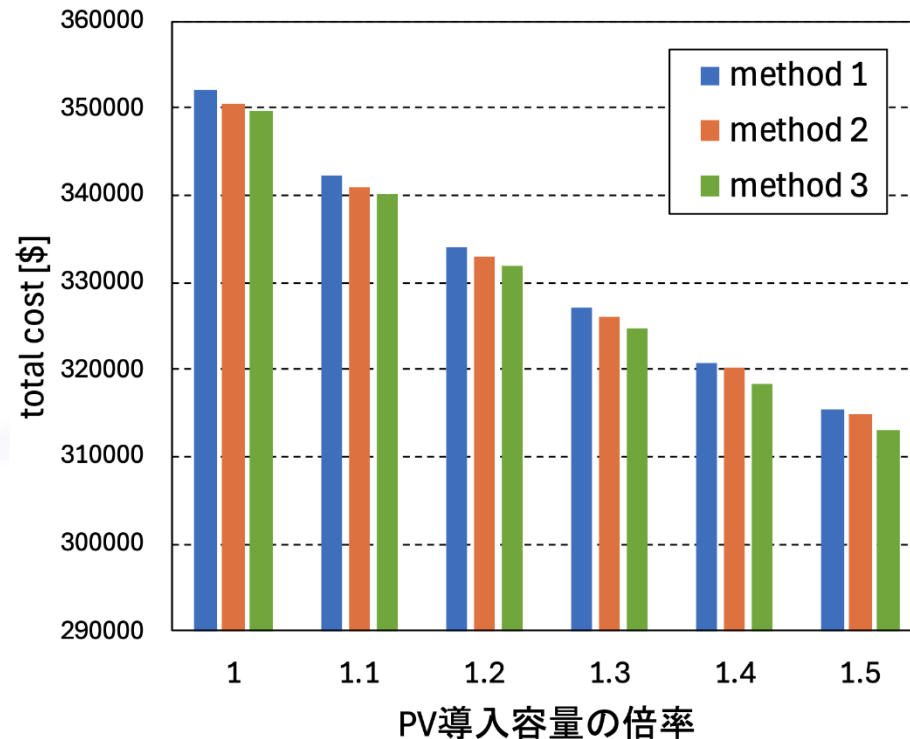


シミュレーションモデル

- 外生的に与えた需要データにIEEE39-bus systemの需要割合（下表）を乗じた値を各母線の負荷として用いる.
- 母線16に揚水発電機を1台設置
- 需要19か所に同じ容量のPVを設置
- PV当日発電シナリオは10個用意し,生起確率はすべて0.1（次頁）

成果の概要（補足）

②b)3)確率論的SCUC・SCED 技術と高速求解手法の調査研究



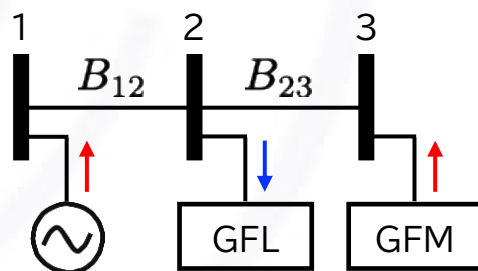
- 手法1：決定論，手法2：計画論（再計画なし），手法3：確率論（再計画あり）の比較
- 手法3は手法1に比較して0.5～0.8%程度コスト期待値を軽減できている（手法2に比較すると0.2～0.6%程度）
- 領域分割法により，3倍ほどの計算速度向上を達成（3並列で3倍）

成果の概要 (補足)

②b)4)再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する
市場主導型制御機構の数値的研究

提案：定態安定性保証付き潮流計算

- 潮流計算と機器内部の平衡状態計算をまとめて実行



	P	Q	θ	V
母線1(PQ)	0	0	?	?
母線2(PQ)	-7	-2	?	?
母線3(PQ)	0	0	?	?

	P_m^*	δ	V_{fd}^*
機器1(slack)	?	0	1.5
機器3(PV)	3	?	1.5

- 表の定数を設定してつぎの最適化問題を解く

$$\min_{(\delta, \theta, \rho)} \left\{ U_N(\theta, \rho) - \sum_{i \in \{1, 2, 3\}} (\theta_i P_i + \rho_i Q_i) + \sum_{i \in \{1, 3\}} \left(U_G(\delta_i, \theta_i, \rho_i) - \delta_i P_{mi}^* \right) \right\}$$

潮流計算 +
平衡状態計算

- ・送電網のエネルギー関数

$$U_N(\theta, \rho) = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 B_{ij} e^{\rho_i + \rho_j} \cos(\theta_i - \theta_j) \quad \rho_i = \log V_i$$

- ・同期発電機 or GFMインバータ機器のエネルギー関数

$$U_G(\delta_i, \theta_i, \rho_i) = \frac{\{e^{\rho_i} \sin(\delta_i - \theta_i)\}^2}{2X_{qi}} + \frac{\{V_{fdi}^* - e^{\rho_i} \cos(\delta_i - \theta_i)\}^2}{2X_{di}}$$

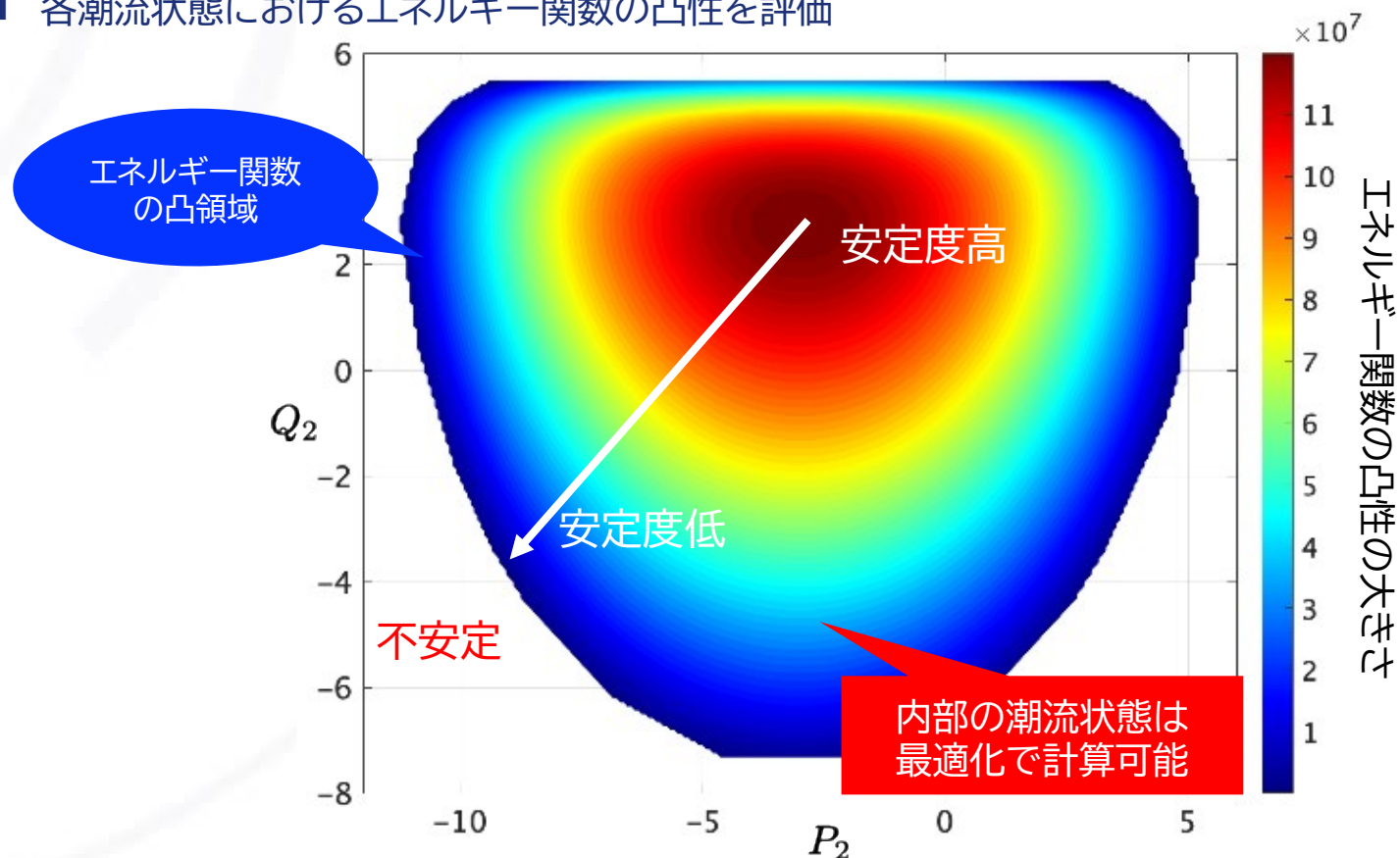
計算される潮流状態の定態安定性が最適化問題の凸性に一致

成果の概要（補足）

②b)4)再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する市場主導型制御機構の数値的研究

数値例：定態安定な潮流状態

- 母線2で需給する電力を小さな刻み幅で変化
- 各潮流状態におけるエネルギー関数の凸性を評価



パラメータ設定値：

$$V_1 = 1, \theta_1 = 0, P_3 = 3, V_3 = 1, X_{d1} = X_{q1} = 0.1, X_{d3} = X_{q3} = 0.295$$

成果の概要 (補足)

②b)4)再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する
市場主導型制御機構の数理的研究

GFM/GFL最適選択問題

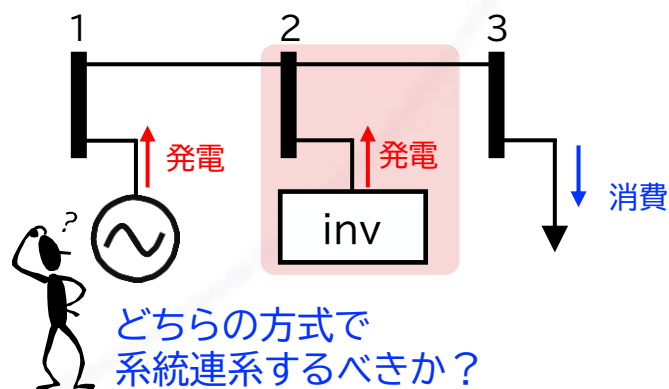
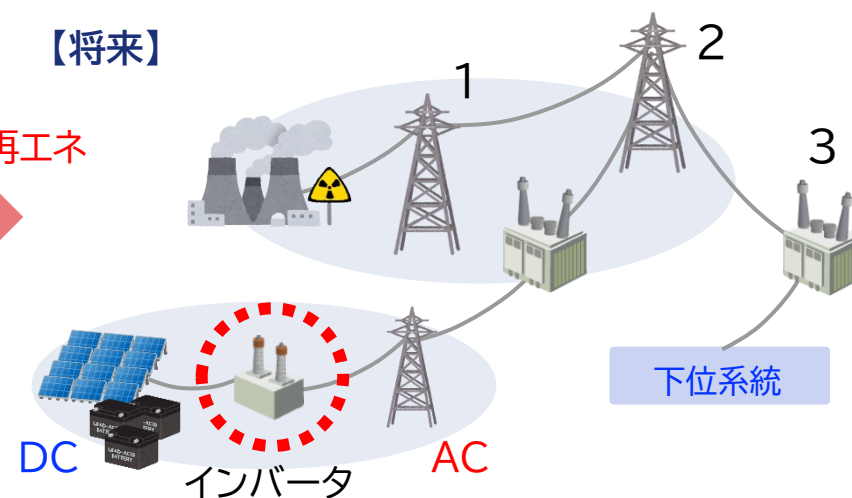
- 将来的に同期発電機がインバータ電源に置き換わっていく

【従来】



【将来】

火力から再エネ



① グリッドフォロイング型(現行方式)

電力源: 定電力モデル

② グリッドフォーミング型(新方式)

電圧源: 周波数ドループモデル

仮想同期発電機モデル など

※仮想同期発電機: 古典モデルの模倣が主流

- J. Schiffer, et al.: A survey on modeling of microgrids — From fundamental physics to phasors and voltage sources, Automatica, 74, 135-150 (2016)

成果の概要 (補足)

②b)4)再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する
市場主導型制御機構の数値的研究

提案:エネルギー関数の凸性で比較

■ 発電機モデルの内部電圧を縮約したヘッセ行列

① GFL型の電力源:静的モデル

$$H^{(1)} = \begin{matrix} & \delta & \theta & V \\ \delta & \bullet & \bullet & \bullet \\ \theta & \bullet & \bullet & \bullet \\ V & \bullet & \bullet & \bullet \end{matrix}$$

② GFM型の電圧源:動的モデル

$$H^{(2)} = \begin{matrix} & \delta & \theta & V \\ \delta & \bullet & \bullet & \bullet \\ \theta & \bullet & \bullet & \bullet \\ V & \bullet & \bullet & \bullet \end{matrix}$$

次元が
違う

■ さらに内部電圧の偏角も縮約すると「同じ次元」で比較可能

① $H^{(1)}/H_{\delta\delta}^{(1)} =$ 送電網の項 + 全機器電力の項 + 発電機1の項

② $H^{(2)}/H_{\delta\delta}^{(2)} =$ 送電網の項 + 全機器電力の項 + 発電機1の項 + GFM2の項

GFMの項 $= \frac{\left(Q + \frac{V^2 \cos^2 \phi}{X_q} + \frac{V^2 \sin^2 \phi}{X_d}\right) \left(Q + \frac{V^2}{X_q}\right) + \left(Q + \frac{V^2}{X_q}\right)^2 - P^2}{\left(Q + \frac{V^2 \cos^2 \phi}{X_q} + \frac{V^2 \sin^2 \phi}{X_d}\right) (V \sin \phi)^2} + \frac{2}{X_q}$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{P}{Q + \frac{V^2}{X_q}} \right)$$

違いは
ここだけ

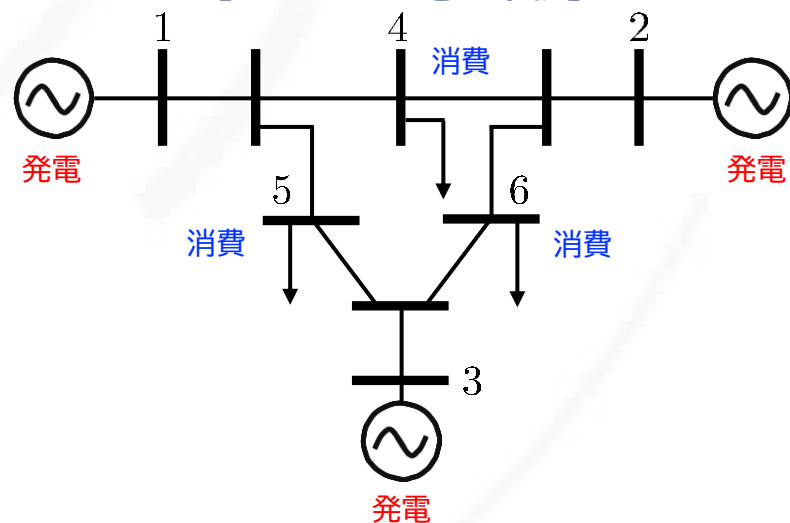
正負は変わる:需給状況に応じたGFM/GFLの最適選択が重要

成果の概要 (補足) ②b)4)再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する市場主導型制御機構の数理的研究

数値例：GFM/GFL最適選択(1/2)

- 消費電力を小さな刻み幅で増加させて平衡状態を計算
- 各平衡状態に対して母線2～6でGFM/GFLを最適に選択
- 定態安定性を維持できる最大の消費電力を①～③の場合で比較

【これまでの電力系統】

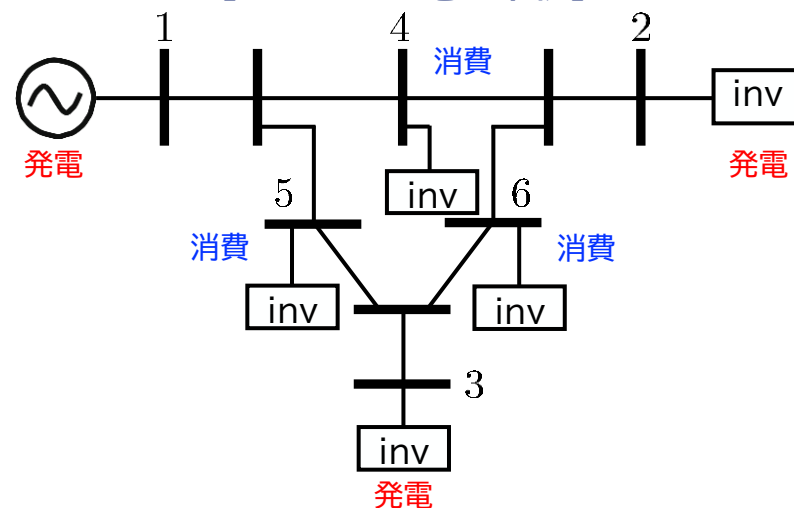


ケース ①

- ・母線1～3：パーク同期発電機
- ・母線4～6：定電力負荷

※エネルギー関数の凸性の観点では
パーク同期発電機=GFM, 定電力負荷=GFM

【これからの電力系統】



ケース ②

- ・母線1：パーク同期発電機
- ・母線2～6：GFM or GFLで良い方

ベスト

ケース ③

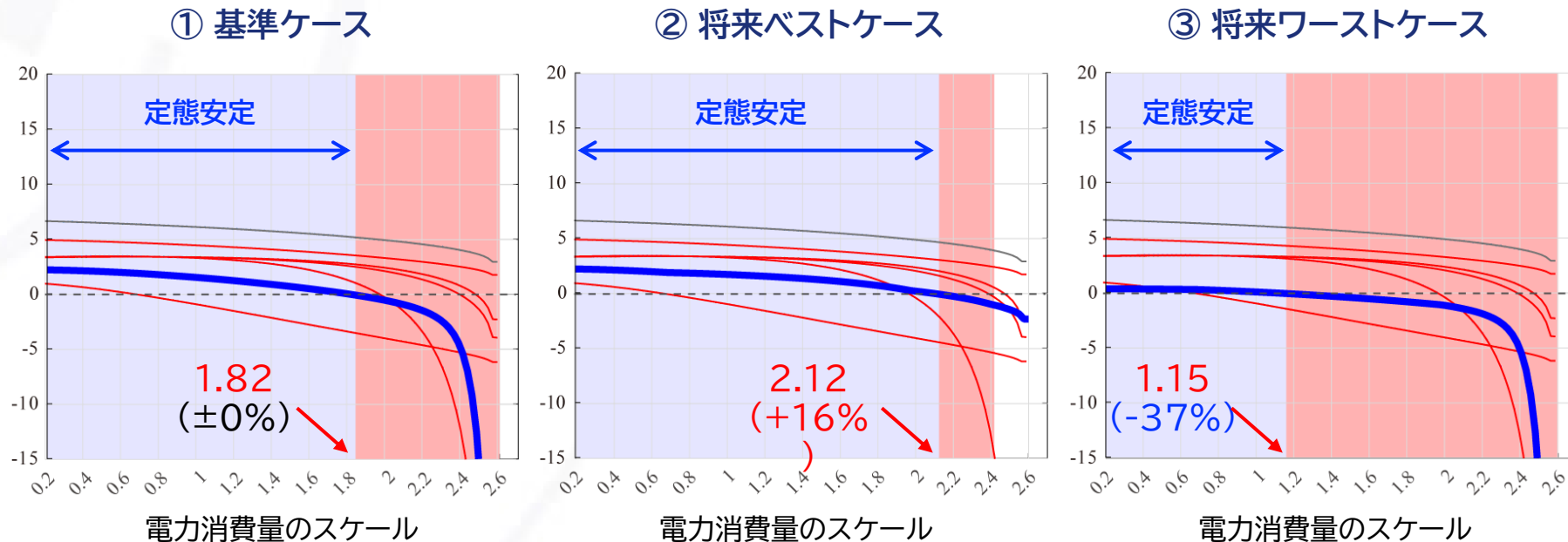
- ・母線2～6：GFM or GFLで悪い方

ワースト

成果の概要 (補足)

②b)4)再エネ主力化を見据えた系統安定性と経済性を両立する
市場主導型制御機構の数値的研究

数値例：GFM/GFL最適選択(2/2)



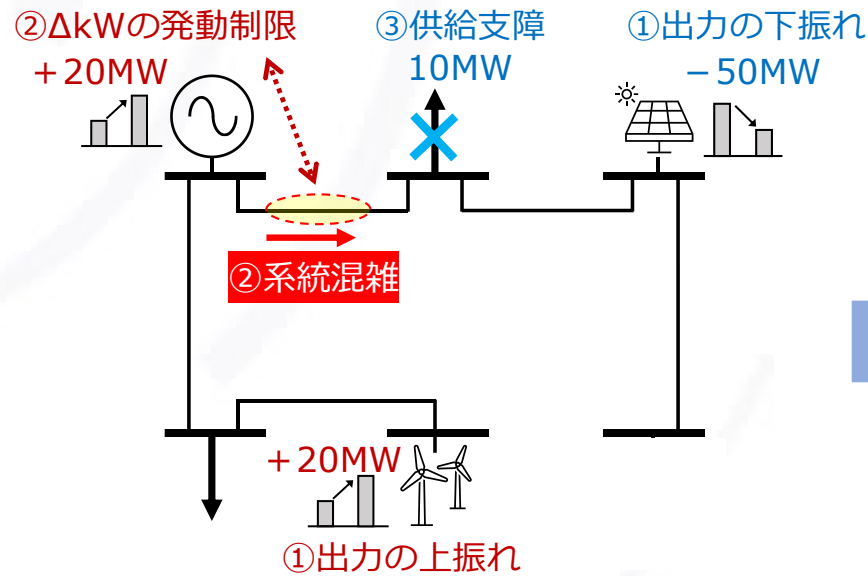
- :ヘッセ行列の最小固有値(正負が定態安定性に対応)
- :母線2～6に対するインバータ選択基準(正負がGFM/GFLの選択に対応)
- :母線1に対するインバータ選択基準(今回は発電機=GFMに固定)

- 需給状況に合わせてインバータのGFM/GFLモードを切り替えることにより系統安定度が強化できることを示唆
- 選択を間違えると系統安定度が悪化する可能性もある

成果の概要 (補足)

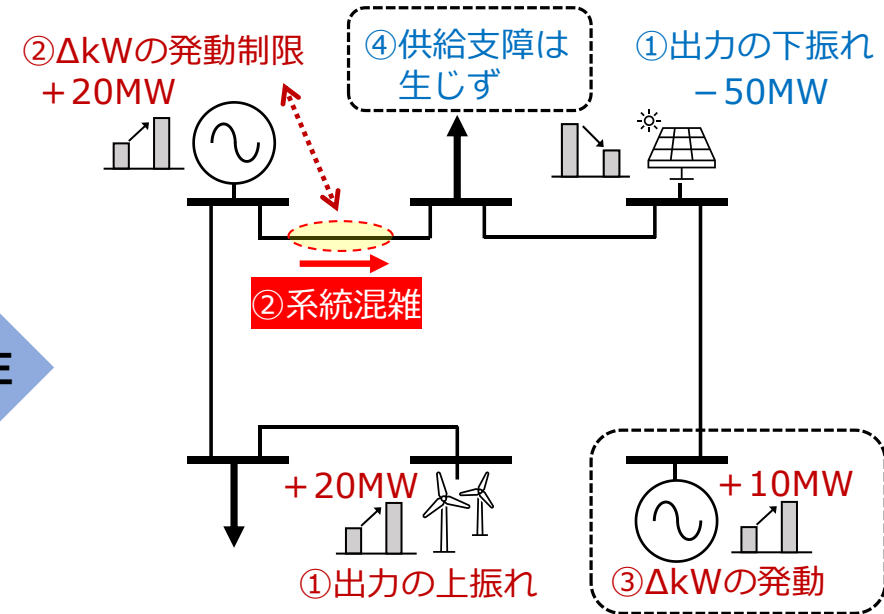
②b)5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

基本的な考え方



(a) ΔkW の発動制限による供給支障の発生

計画修正



(b) ΔkW の追加調達による供給支障の回避

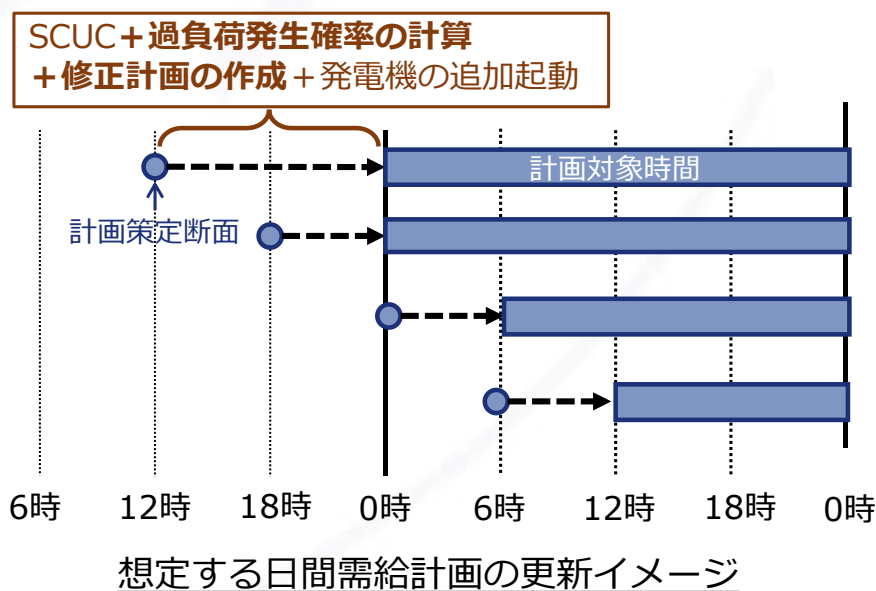
系統混雑に伴う ΔkW の発動制限(図a)を予測できれば、
混雑送電線の潮流増加に寄与しない地点で代替 ΔkW の調達(図b)を行うことで、
 ΔkW の発動制限に伴う需給インバランスのリスクを低減できると期待

成果の概要（補足）

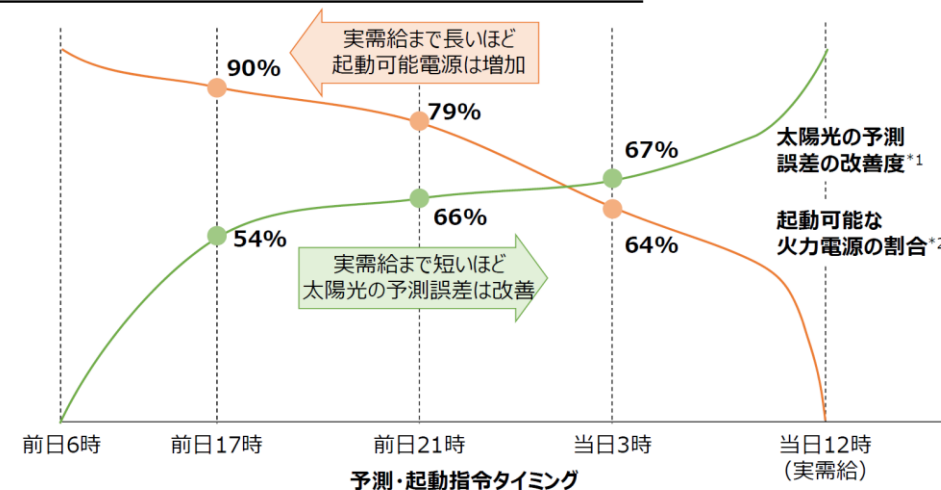
②b)5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

系統混雑の予測手法の適用イメージ

- SCUCの結果が更新されるごとに、過負荷発生確率を計算。計算結果に基づき代替 ΔkW を調達。
- N時間後以降の時間帯に対して需給計画を修正したい場合には、計画策定に要する時間と発電機の追加起動に要する時間をN時間以内に抑める必要あり。



起動可能電源・太陽光の予測誤差改善度の推移（イメージ図）



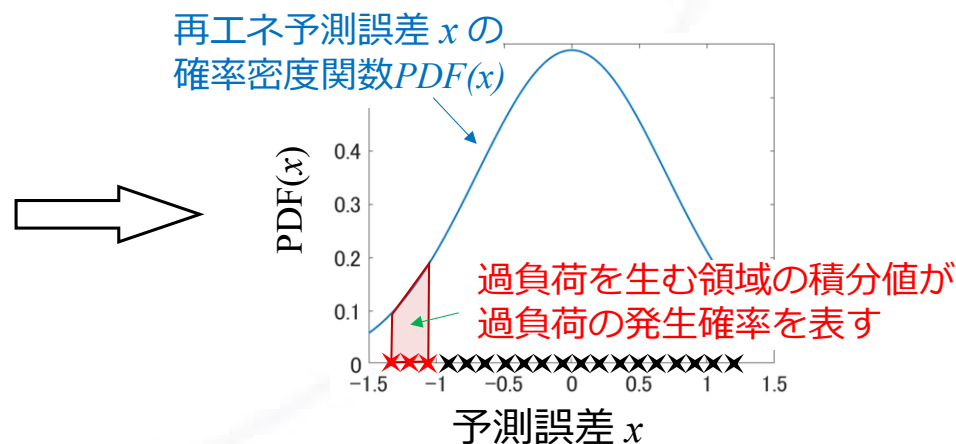
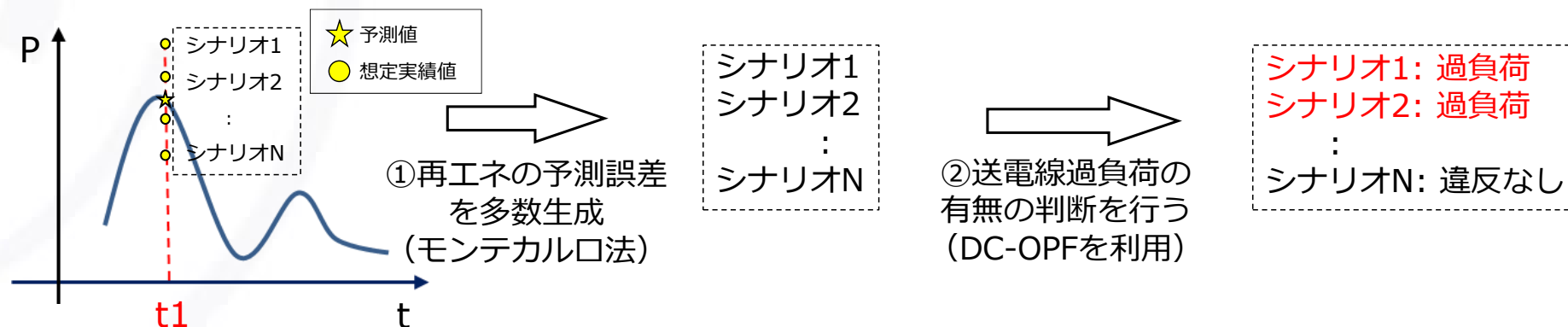
*1：予測誤差の改善度合いは全国での最大予測誤差平均値を記載。

*2：ガス・石油火力の総容量に対する起動割合。平均起動可能容量として、各停止モードの起動可能容量の平均値を計算。

起動可能電源・太陽光の予測誤差改善度の推移(イメージ図)
出所)第62回制度設計専門会合 資料7 (2022)

成果の概要 (補足) ②b)5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

確率論的な送電線過負荷の予測手法【基本ロジック】



- モンテカルロ法と最適化計算(DC-OPF)を組み合わせた手法を提案
- 多数のシナリオ(例えば5000回)に対して最適化計算を行い、再エネの予測誤差の統計情報から送電線過負荷の発生確率を計算

成果の概要（補足） ②b)5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

モデル系統への適用

- **テスト系統（米国電気電子学会の公開モデル）**
 - 太陽光発電（PV）を7地点に連系
 - PVの定格合計は最大需要(2850MW)の約4割
- **PV・負荷需要の予測値**
 - 需要データは、九州電力の2022年実績値をテスト系統の系統規模に比例換算し作成
 - PVデータも、需要と同様に作成
- **SCUCにより作成した需給計画を使用**
- **再エネ予測誤差は切断正規分布で模擬し、各地点の再エネ出力は独立であると仮定**

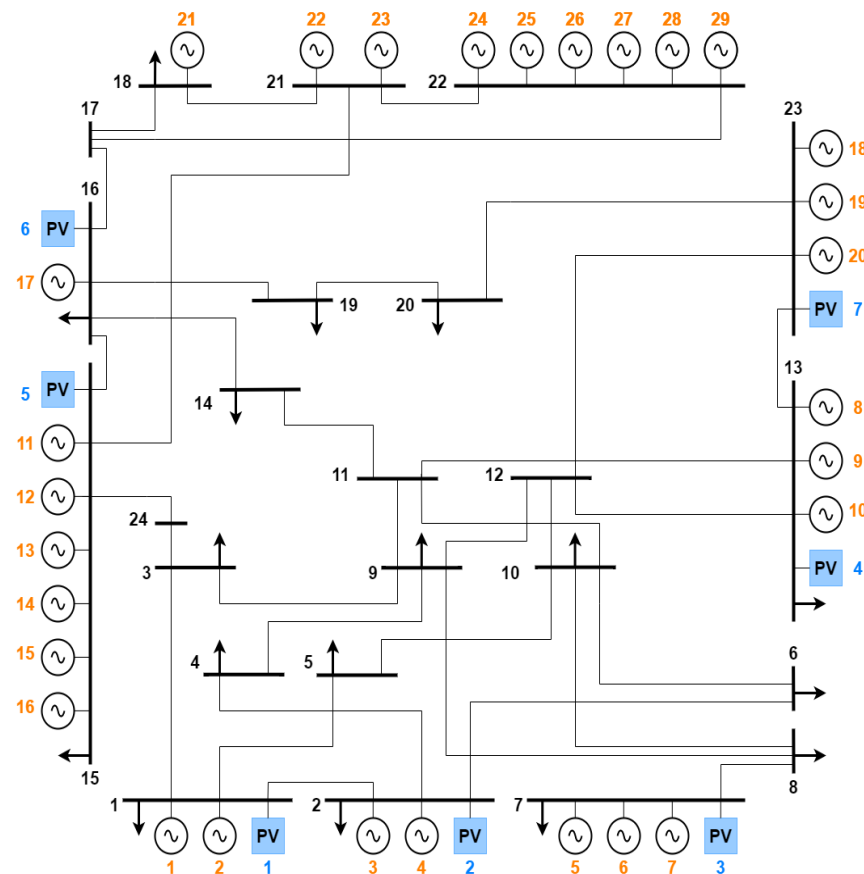
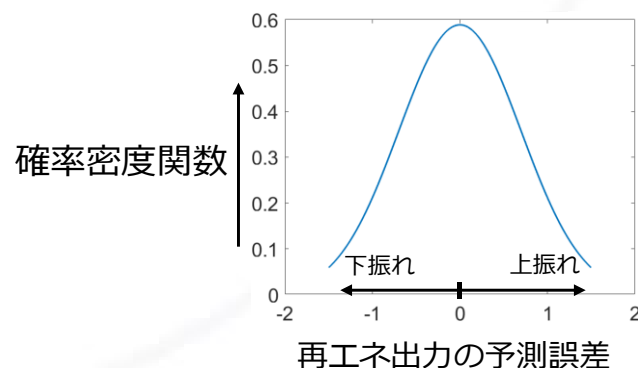


図 電力系統モデル

成果の概要（補足）

②b)5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

過負荷発生確率の計算結果

表1 6時～11時半に対する過負荷発生確率

時間 断面	母線14-16間 の送電線 [%]	母線7-8間 の送電線 [%]	母線1-5間 の送電線 [%]
6:00	0	0	0
6:30	0.3	0	0
7:00	3.0	0	0
7:30	19.9	0	0
8:00	42.7	0	0
8:30	29.2	0	0
9:00	50.8	0	0
9:30	65.1	0	0
10:00	50.4	0	0
10:30	27.1	0	0
11:00	41.1	0	0
11:30	38.2	0	0

表2 12時～17時半に対する過負荷発生確率

時間 断面	母線14-16間 の送電線 [%]	母線7-8間 の送電線 [%]	母線1-5間 の送電線 [%]
12:00	35.3	0	0
12:30	52.6	0	0
13:00	59.8	0	0
13:30	40.5	0	1.1
14:00	45.5	0	1.5
14:30	22.7	12.3	0
15:00	0.1	0.3	0
15:30	0.8	2.2	0
16:00	0	0	0
16:30	0	0	0
17:00	0	0	0
17:30	0	0	0

- 過負荷リスクを定量化することにより、計画修正の要否の判断材料にすることを想定
- 複数の送電線で過負荷発生の可能性がある場合には、確率の値によってランク付けが可能

成果の概要 (補足) ②b)5) 予備力の発動を考慮した確率論的な系統混雑予測に関する検討

代替ΔkWの調達による過負荷発生確率の変化

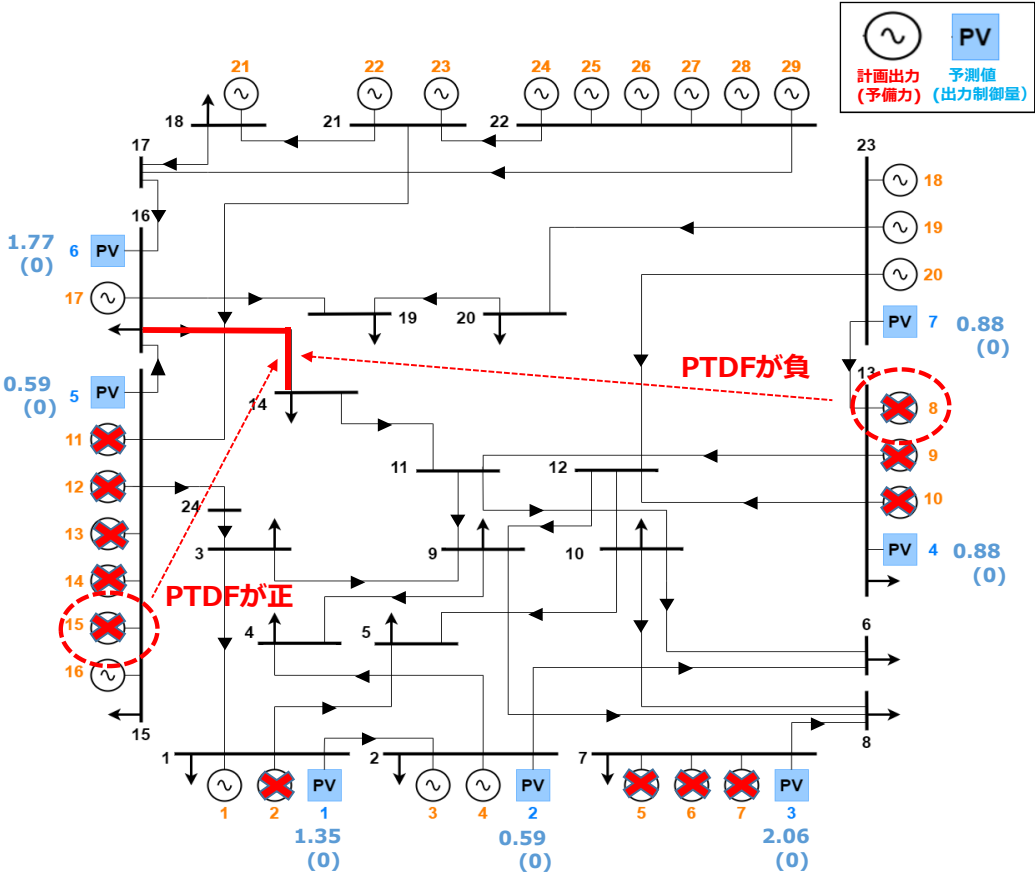
- 8月8日12時半断面における**母線14-16間の送電線**に着目
- 以下の母線で**発電機を追加起動した場合の過負荷発生確率の変化を比較**
 - **上流側**(当該送電線に対するPTDFが正)の母線
 - **下流側**(当該送電線に対するPTDFが負)の母線

PTDF:潮流分派係数

表 追加起動による過負荷発生確率の変化

追加起動発電機	過負荷発生確率
なし	52.6%
上流側の発電機15	53.3%
下流側の発電機8	0.01%

下流側の母線で発電機を追加起動することで代替ΔkWを調達することにより、過負荷発生確率が低減することを確認



8月8日12時半断面に対する初期需給計画

研究開発項目 3 – 1 バイオマス発電・水力発電・地熱発電の 柔軟性向上のための技術検討

2024～2025年度
一般財団法人電力中央研究所

調査の背景と必要性、概要

【調査の背景】

- バイオマス発電・水力発電・地熱発電（以下、再エネ3電源）は、今後ノンファーム型接続により系統混雑要因での出力抑制を受ける可能性がある。
- ノンファーム電源は最大受電電力（kW）での系統利用が保証されず、kWhに加え、 Δ kWの取引等も加えた設備利用率の高さが重要となる。
- 公平性の観点で全電源のメリットオーダー・一律制御も見据えると、最低出力等に制約がある再エネ3電源にとっては、系統連系の障壁となる可能性もある。

【調査の目標】

- 再エネ3電源を中心に出力変化速度の向上や最低出力の引き下げ等の技術開発を行うことも見据えて、再エネ3電源の柔軟性向上の限界とその要因を明らかにする。
- 電力系統の信頼度を下げずに経済的に再エネの最大活用を図るための柔軟性を評価・分析する。

【委託先】

一般財団法人電力中央研究所

研究開発項目3（FS）は、2025年5月末で終了



※ 上図にて実線で示した フィージビリティスタディ（FS）が完了したタイミングにて、検討継続の必要性の判断を実施

成果の概要

- 電力中央研究所に委託して実施した1年間のフィージビリティスタディ（調査）では、バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上に係る技術要件や要求事項、次年度以降に必要と想定される検証項目等を定義した。
- 費用対効果の精緻化を行った上で、技術面だけではなく、運用面・経済面からの多角的な視点で柔軟性向上のための技術開発が必要であると判断した一般水力発電について、2025年度からその技術開発等に着手することとした。



成果の概要 バイオマス発電

◆ 大型バイオマス専焼発電設備の大部分を占めるCFB（循環流動床ボイラ）を対象とし、柔軟性向上に向けた技術課題等を調査・整理（概ね50MW以上）

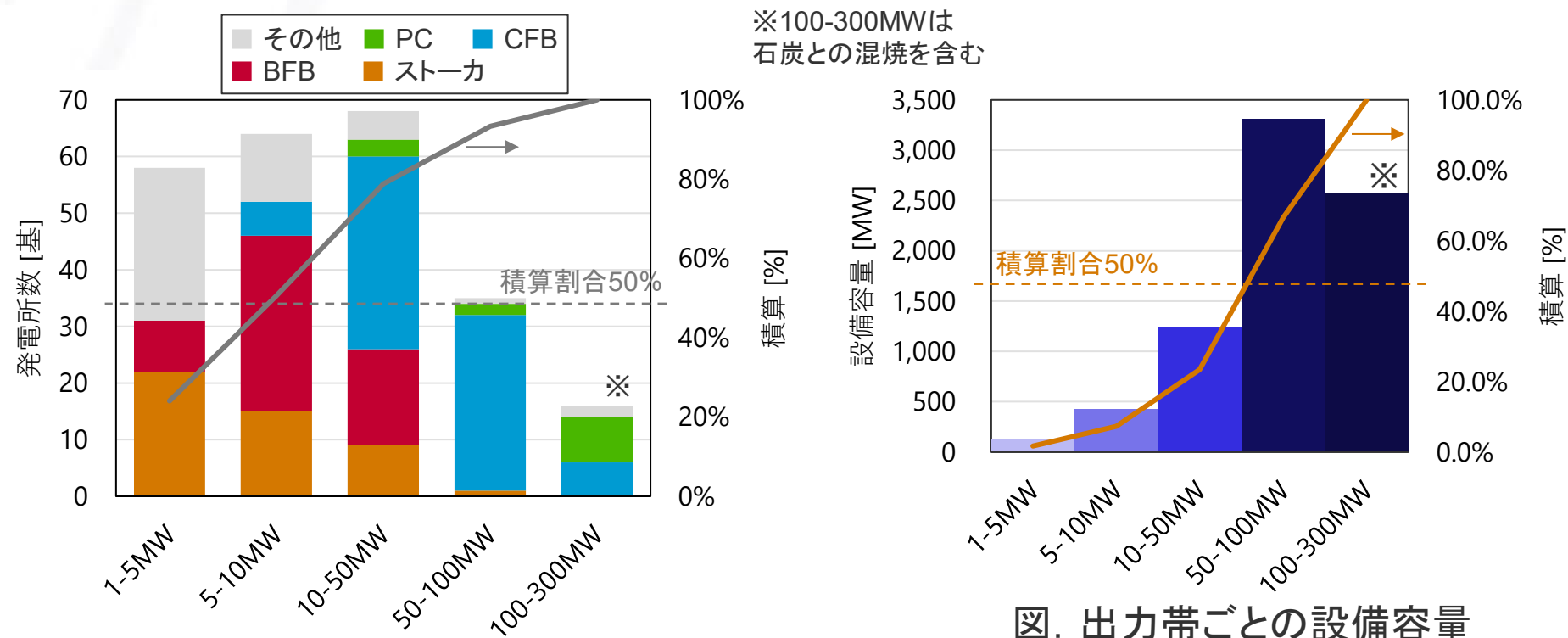


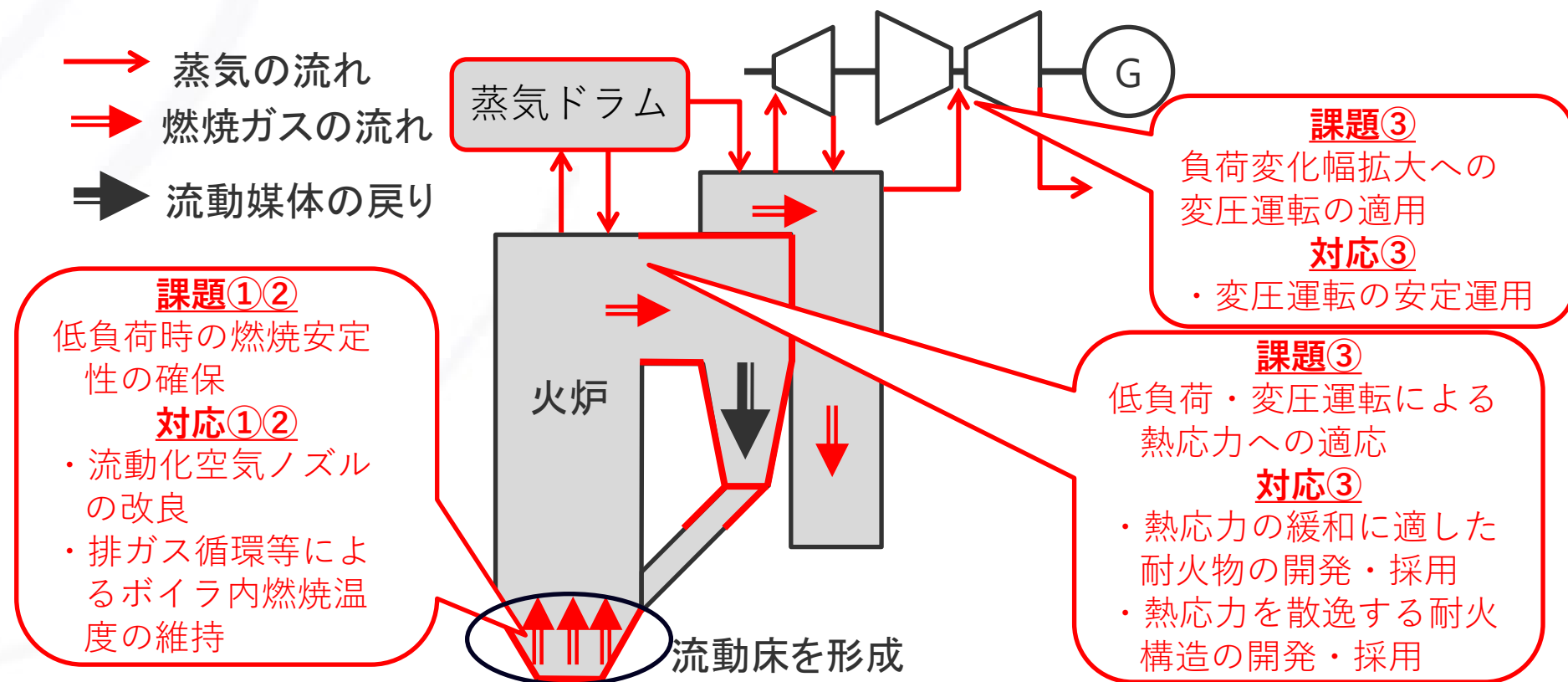
図. 出力帯ごとの炉形式

図. 出力帯ごとの設備容量
(設備容量＝定格出力×基数の合計)

対象：FIT認定されている1MWより大きく300MW以下のバイオマス発電所(全：241件)
(その他 CHP:12件、ガスエンジン:3件、ディーゼル:1件、ORC (Organic Rankine Cycle) :1件、不明:24件)

成果の概要 バイオマス発電

- ◆ 現状性能：最低負荷の下限：50～60%、負荷変化率の上限：1%/分
- ◆ 柔軟性向上の限界：最低負荷：45%（木質ペレット専焼）、負荷変化率：3%/分
- ◆ 柔軟性向上の限界に至るまでの課題：①火炉内温度低下による燃焼不安定化
②流動媒体循環量低下による蒸気温度低下
③低負荷運用への変圧運転の適用と熱応力の緩和



成果の概要 バイオマス発電

バイオマス発電における負荷変化性能の現状値、課題、技術開発等により対応可能な範囲（主にボイラ）

負荷変化性能	現状値	主な問題点と技術課題	技術開発等により対応可能な範囲
最低負荷	50～60%	燃料の自然発熱・火災リスク増 ➤ 自然発熱の抑制 火炉内温度低下による燃焼不安定化 ➤ 流動媒体の温度維持、燃料完全燃焼の維持 流動媒体循環量低下による蒸気温度低下 ➤ 変圧運転による運転範囲の拡大 排ガス温度低下による脱硝性能低下 ➤ 規制値に対応するための排煙処理性能の維持 （その他、燃料調達の調整頻度増加等の問題あり）	木質ペレット専焼の場合：45%程度 PKS専焼の場合：50-55% 木質チップの場合：55-60% （燃料管理により、最低負荷を削減可能と考えられる。）
負荷変化率	0.5～1%/分	問題点と課題は最低負荷と共通、追加的に以下の問題あり ボイラの熱慣性および時定数大 ➤ 蒸気管と耐火物の熱応力緩和	3%/分 （水分変動が小さく高発熱量の燃料を使用することで負荷変化速度を向上可能と考えられる。石炭であれば最大5%/分まで可能と考えられる。）
DSS運転	困難（最短で停止3h/起動12h）		耐火材の新規開発等により、起動停止時間を短縮できる可能性はあるが、DSS運転の実施可否は不明。
GF	有りの運転可		現状通り実施可能
LFC	実績なし	問題点と課題は上記と共通	
EDC	指令により出力下げ実施あり	（その他、手動運転対応での負担増加等の問題あり）	最低負荷、負荷変化速度の改善による

成果の概要 バイオマス発電

バイオマス発電の柔軟性向上に向けた課題と対策及び対策実施のためのコスト増分

影響の大きい問題	課題	対策	対策実施のためのコスト増分等
(ボイラ以外) 高頻度な出力制御に対応するため、燃料の保存期間が長期化し、燃料の自然発熱と火災リスクが増加する	燃料消費量が減少し、保存期間が想定外に長期化して自然発熱が発生（特に低負荷運転に不向きな燃料種）	再エネ制御の予測に基づき保存期間や使用順を管理	燃料管理負担の増加
(ボイラ以外) 高頻度な出力制御により燃料消費計画が変更となり燃料流通に影響を及ぼす	燃料消費計画の変更による滞船の増加への対応	出力制御による燃料消費計画の変動を考慮した燃料調達計画の策定	燃料管理負担の増加
①低負荷時にボイラ内の温度低下により燃焼状態が不安定化し、運転に支障が出る	温度低下、流動化空気量減少時の安定燃焼	流動化空気ノズルの改良、排ガス再循環等によるボイラ内燃焼温度の維持	- ノズルの改良技術の開発が必要 - 排ガス再循環運転は実績が無く実証が必要
②低負荷時（定圧運転）に流動媒体の循環量が減り、運転範囲が限定される	負荷変化幅の拡大	変圧運転の採用による安定運用	CFBボイラへの国内適用実績は無く、実証が必要
③ボイラの大きい熱慣性および時定数が大きいことにより柔軟な運用を行ったときの制約要因となる	蒸気管と耐火物の熱応力の緩和	熱応力の緩和に適した耐火物の開発・採用、熱応力を散逸する耐火構造の開発・採用	- 耐火物・耐火構造の開発が必要 - 開発技術の実証が必要

成果の概要 バイオマス発電

バイオマス発電の柔軟性の限界に至るまでの課題への対応（まとめ）と技術開発について（主にボイラ）

◆ 柔軟性向上の限界に至るまでの課題（①～③）への対応

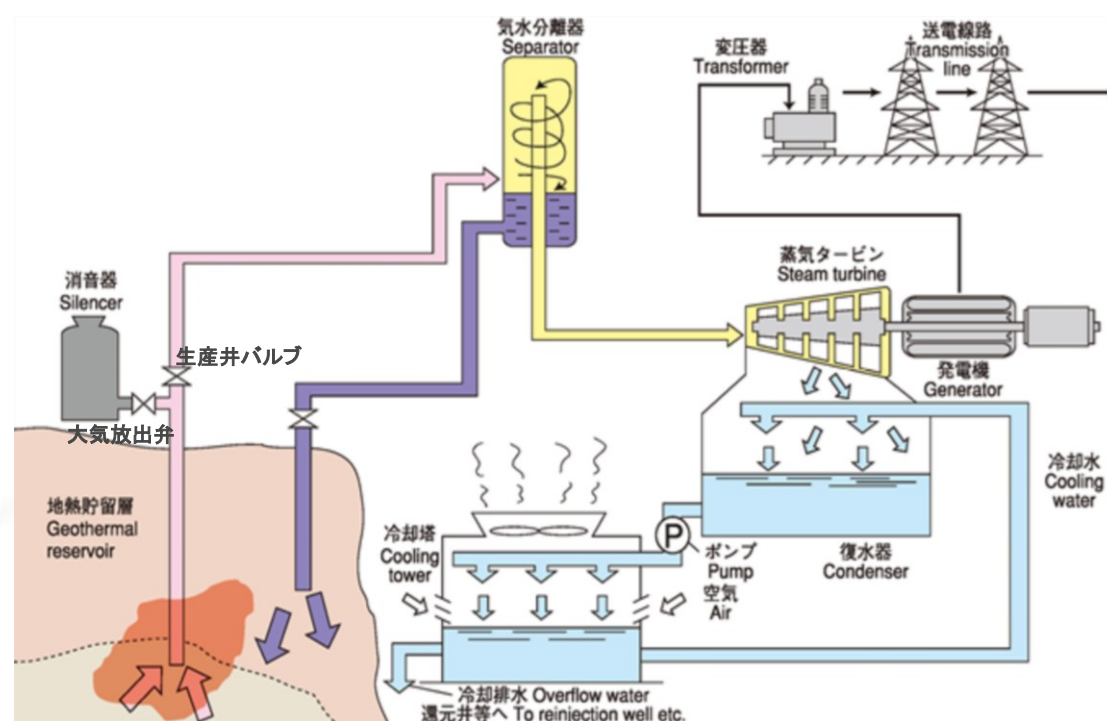
- ・ 流動化空気ノズルの改良
- ・ 排ガスの循環運用
- ・ 変圧運転の安定運用
- ・ 熱応力を緩和・散逸する耐火物の開発等

◆ 技術開発について

バイオマス発電の導入容量が小さく、柔軟性の向上により再エネ制御率の削減効果は限定的であり、技術開発や事業化には時期尚早と判断

成果の概要 地熱発電

- 主に国外で研究されている柔軟性に関する運用方法を調査
- 熱源や環境への影響等、柔軟な運用を妨げる要素を整理
- 調査対象
 - ・設備容量の95%以上を占める、2,000kW以上（特別高圧接続）の発電設備
 - ・総基数の7割、総設備容量の9割以上を占めるフラッシュ方式に重点を置く
 - ・蒸気生産・還元基地廻りの課題にも留意
 - ※ 現在稼働中の生産井および還元井は250本以上



成果の概要 地熱発電

- ◆ 現状性能：最低負荷の下限：25%程度、負荷変化率の上限：3~6%/分
DSS、LFC、EDC運用はいずれも困難、GF設備は付帯しているが実運用は困難
- ◆ 柔軟性向上の限界：運用制約が多く、対応可能な範囲の明示が困難
- ◆ 柔軟性向上の限界に至るまでの課題：①スケーリング箇所の増大、②生産井の噴気停止、③出力ハンチング・停止、④周辺環境・供給熱の不安定化

課題①

大気放出弁・生産井バルブ・各設備のスケーリング箇所の増大

・スケーリングの抑制

対応①

スケーリングメカニズムを考慮した薬注など

課題②

生産井の噴気停止

・貯留層の状態変化の予測、状態安定化

対応②

地下構造の変化予測、貯留層のリアルタイムモニタリングなど

課題④

蒸気の大気放出による環境影響の発生、周辺地域への熱水・蒸気供給の停止・周辺環境への影響低減、供給熱の安定化

対応④

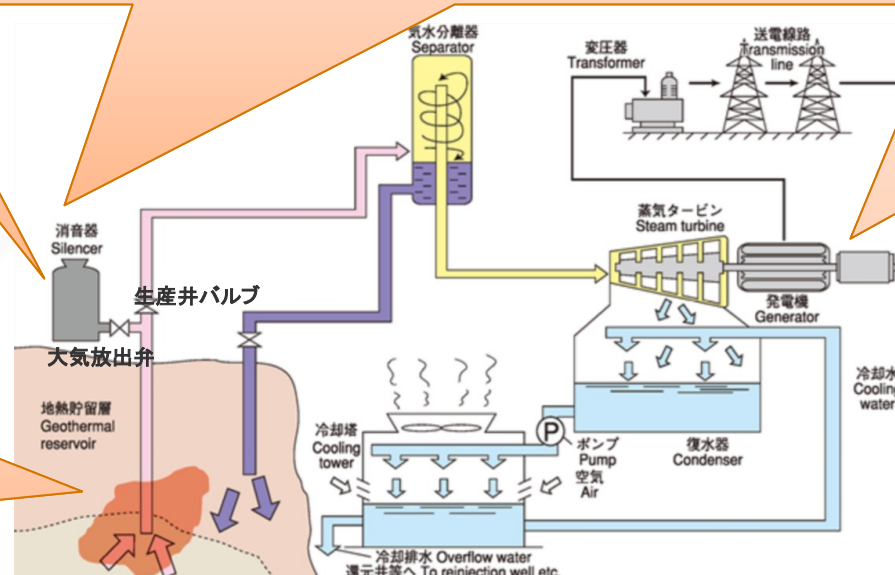
サイレンサの大容量化・高機能化など

課題③

低負荷・所内単独運転継続による出力ハンチング、発電停止・出力ハンチング・タービン排気温度上昇の抑制、GF運転の無実績

対応③

タービンバイパスによる出力制御、エネルギー貯蔵による負荷増大、GF運転後の原状回復技術など



成果の概要 地熱発電

地熱発電における負荷変化性能の現状値、課題、技術開発等により対応可能な範囲

負荷変化性能	現状値	主な問題点と技術課題	技術開発等により対応可能な範囲
最低負荷	25%程度 短時間の所内単独可能	【問題点】暦日利用率の低下、制御弁へのスケーリング、地熱エネルギーの放出、生産井の圧力変動、タービン排気温度上昇による緊急停止、出力ハンチングによる不安定運転への対応、大気放出に伴う騒音・化学物質放出・着氷等、外部への熱供給量変動 【技術等課題】 ・運転員・監視員の増員、化学物質除去装置導入補助、タービンバイパス制御の高度化、ダブルフラッシュ方式における二次蒸気流量制御、エネルギー負荷増加による低負荷・所内単独運転の長時間化 ・貯留層・坑井への影響評価、トラブル回避・制御、地下構造のモニタリング及びリアルタイム制御等技術の開発 ・防音壁の経済性・景観影響評価	・蒸気タービンは現状でも負荷変化に対応可能だが、発電設備としての出力制御対応が必要 ・生産井の不安定化や周辺環境への影響が大きく、対応可能な範囲の明示が困難
負荷変化率	3～6%/分 ※ 負荷変化に未対応の設備あり	【問題点】上記に加え、直前の制御指示への対応が困難、熱源側の変動に対応した制御、坑井ケーシング損傷・貯留層状態変化・噴気停止等のトラブル発生、還元熱水量の変動、ダウンホールポンプによる出力調整運用の無実績 【技術等課題】上記対策技術の開発、生産・還元設備周りの完全な自動制御、貯留層構造変化を含む連成解析、還元性能維持のための坑井刺激等技術の開発	
DSS運転	発電設備は運転可 蒸気生産設備は運転不可	【問題点】上記に加え、生産井再噴気の所要日数及びコスト増、噴気誘導装置の調達困難 【技術等課題】上記に加え、坑内（底）オンラインモニタリング技術の高度化、噴気誘導装置の調達補助	
GF	設備は対応、運用無し	負荷変化率の項目と共通	
LFC、EDC	実績なし		

成果の概要 地熱発電

地熱発電の柔軟性向上に向けた課題と対策及び対策実施のためのコスト増分

影響の大きい問題	課題	対策	対策実施のためのコスト増分等
①大気放出弁・生産井バルブ・各設備のスケーリング箇所が増大	スケーリングの抑制	スケーリングメカニズムを考慮した薬注等	スケーリング対策の技術開発、導入
②生産井の噴気停止	貯留層の状態変化の予測、状態安定化	地下構造の変化予測、貯留層のリアルタイムモニタリング等	貯留層評価技術の高度化、モニタリング技術の開発、導入
③低負荷・所内単独運転継続による出力ハンチング、発電停止	出力ハンチング、タービン排気温度上昇の抑制、GF運転の無実績	タービンバイパス等による出力制御、エネルギー貯蔵による負荷増大、GF運転後の現状復帰技術	- タービンバイパス技術、エネルギー貯蔵技術の開発、導入 - GF運転の実証が必要
④蒸気の大気放出による環境影響の発生、周辺地域への熱水・蒸気供給の停止	周辺環境への影響低減、供給熱の安定化	サイレンサの大容量化・高機能化等 (地域への熱水・蒸気供給量の変動には対策困難)	- サイレンサ設備の環境影響評価、導入補助 - 地域への熱水・蒸気供給量変動は技術対応範囲外

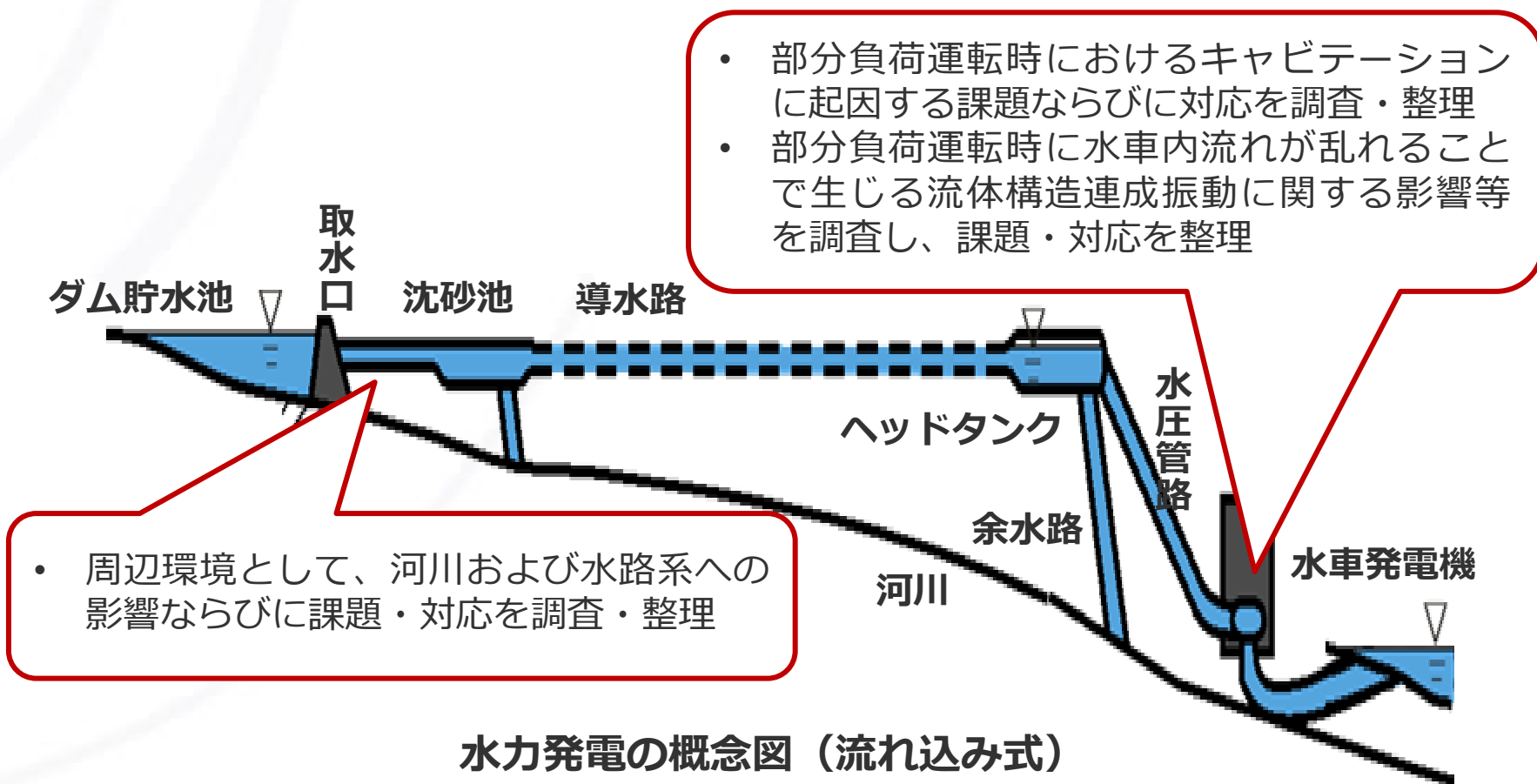
成果の概要 地熱発電

地熱発電の柔軟性の限界に至るまでの課題への対応（まとめ）と技術開発について

- ◆ 国外では柔軟な運用について先行して検討されているが、このケースは火力発電等の調整電源が少なく、地熱発電を調整電源として用いる必要のある特殊な事例
- ◆ 柔軟性向上の限界に至るまでの課題（①～④）への対応
 - ・ スケーリングメカニズムを考慮した薬注
 - ・ 地下構造の変化予測、貯留層のリアルタイムモニタリングなど
 - ・ タービンバイパスによる出力制御、エネルギー貯蔵による負荷増大、GF運転後の原状回復技術など
 - ・ サイレンサの大容量化・高機能化など
- ◆ 技術開発について
地熱発電の導入容量が小さく、柔軟性の向上による再エネ制御率の削減効果は限定的であり、技術開発や事業化には時期尚早と判断

成果の概要 水力発電

- ◆ 中規模以上の水力発電を対象に、柔軟性向上に伴う水力発電設備の信頼性低下要因になり得る諸問題ならびに周辺環境への影響等を調査・整理

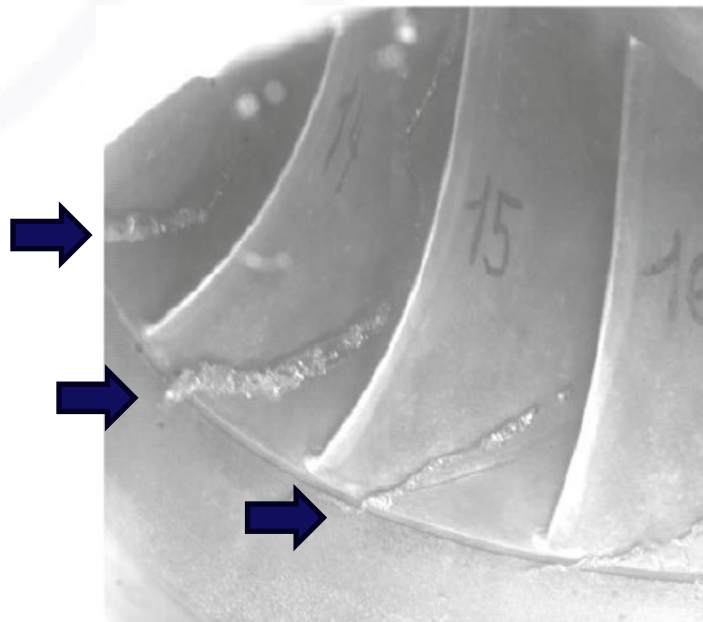


水力発電の概念図（流れ込み式）

成果の概要 水力発電

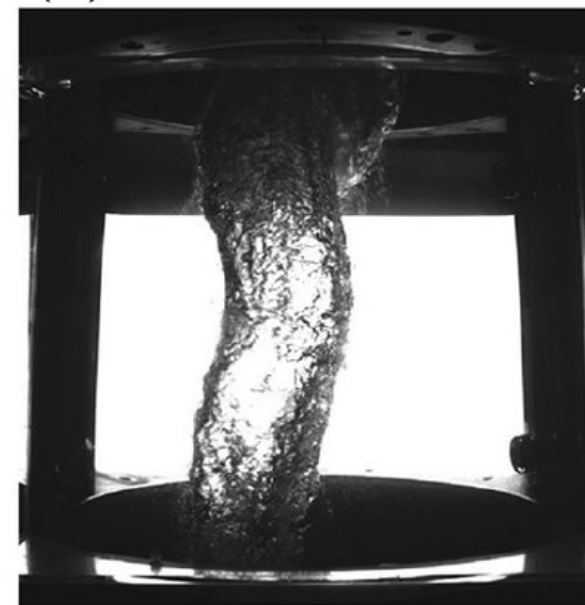
部分負荷運転時に水車で発生する現象例

キャビテーションが翼面上で消滅する瞬間に高温・高圧となり、衝撃力で翼表面を破壊し劣化する（壊食）



Deep part load 運転中に発生する翼間キャビテーション¹

渦芯の振れ回りによる強い圧力脈動
キャビテーション体積が変動すると流量変動を伴い発電所全体が振動



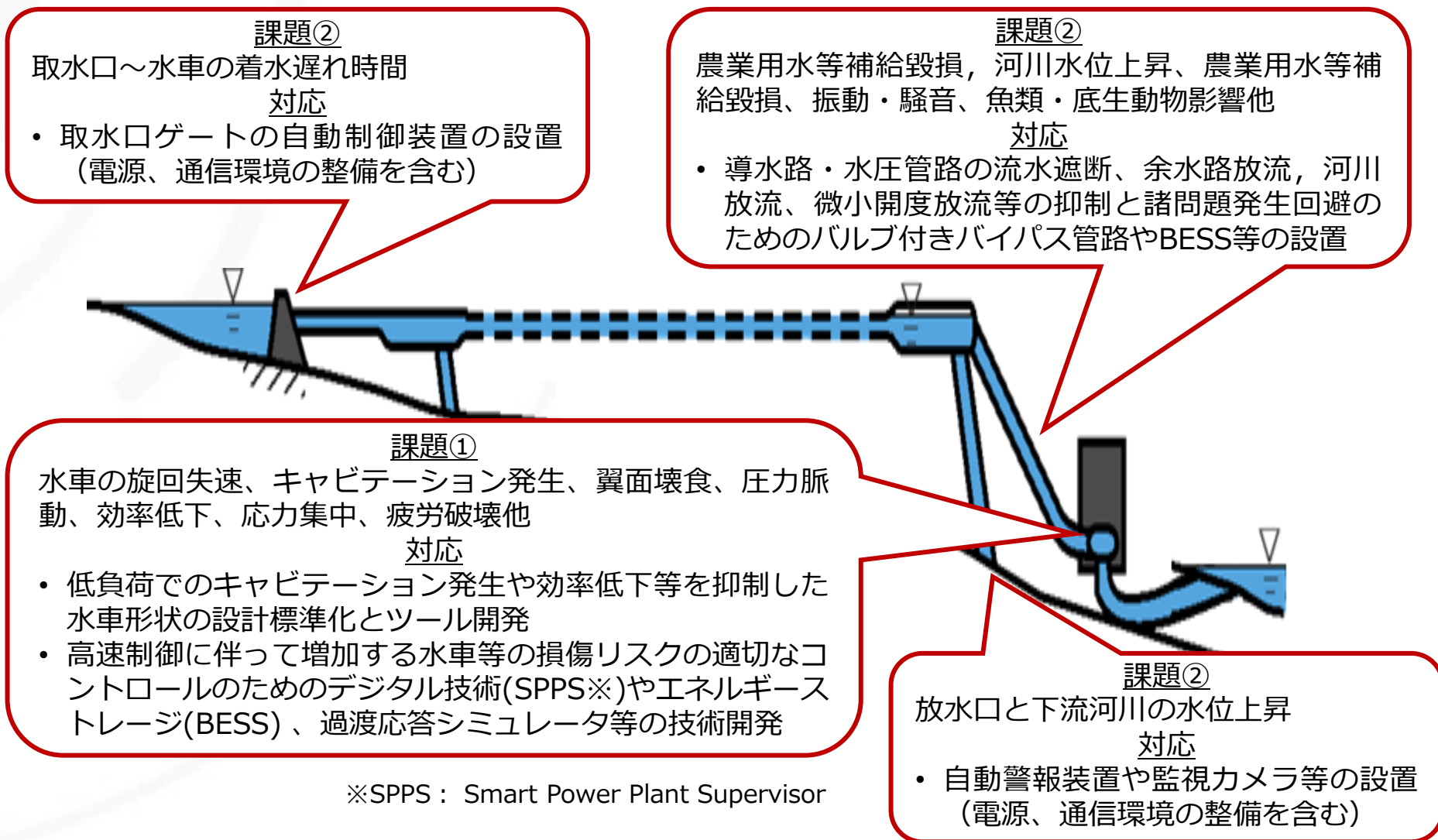
ランナ（羽根車下流）の渦芯に生じるキャビテーション¹

出典 1 : K. Yamamoto, A. Müller¹, A. Favrel, F. Avellan, Experimental evidence of inter-blade cavitation vortex development in Francis turbines at deep part load condition Exp Fluids (2017) 58:142

成果の概要 水力発電

- ◆ 現状性能：最低負荷の下限：
 - ✓ 50%（標準的なもの）
 - ✓ 負荷変化率の上限：50～100%/分
 - ✓ DSS、GF、LFC、EDC運用はいずれも可能
- ◆ 柔軟性向上の限界：
 - ✓ 最低負荷：0～100%
 - ✓ 負荷変化率：100%/分
- ◆ 柔軟性向上の限界に至るまでの課題：
 - ① 水車： 旋回失速、キャビテーション発生、翼面壊食、圧力脈動、効率低下、応力集中、疲労破壊、摺動部摩耗他
 - ② 周辺環境： 河川水位上昇、農業用水等補給毀損、下流発電所の減電、振動・騒音、取水口～水車の着水遅れ時間， 魚類・底生動物影響他

成果の概要 水力発電



成果の概要

水力発電

水力発電における負荷変化性能の現状値、課題、技術開発等により対応可能な範囲

負荷変化性能	現状値	主な問題点と技術課題	技術開発等により対応可能な範囲
最低負荷	事業者、地点で異なるが、 標準は50%前後 。 但し、事業者の責任で、振動等を勘案しながら10%前後まで下げた運用もある	水車 ：キャビテーション発生、翼面壊食、圧力脈動、旋回失速のリスク増、効率低下	低負荷でのキャビテーション発生や効率低下等を抑制した水車形状、エネルギーストレージ（BESS）、デジタル技術（SPPS）により、柔軟性向上に伴う水車の損傷リスクの増加を適切にコントロールし、0～100%運転を可能とする
負荷変化速度	50～100%/min程度 (調整池式、貯水池式) (水路式は地点で異なる)	水車・圧力管路 ：可動翼の軸や摺動部の摩擦、過渡応答、応力集中、キャビテーション発生、水撃波の発生・伝播、圧力脈動	BESS、SPPS、密閉式エアクッションサージチャンバー、過渡応答シミュレータにより、柔軟性向上に伴う水車や圧力管路の損傷リスクの増加を適切にコントロールし、高速制御を可能とする
DSS運転	運転可 (但し、制御指令→運転制御の時間に制約)	水車・発電機 ：翼間・ランナ出口の圧力振動、ランナの疲労破壊 水路・河川 ：無降雨時の水位上昇、農業用水等利水補給の毀損、振動・騒音、余水路や巻上機等の劣化促進、着水遅れ時間対応（要員確保or自動制御） その他 ：発電制御以外の下流発電所の減電、溢水防止低水位運転による減電	水車・発電機 の課題については同上 水路・河川・その他 の課題については、バルブ付きバイパス管路やBESS等の設置により、柔軟性向上に伴う流水遮断や余水路放流、微小開度放流を抑制し、諸問題の発生を回避する
GF	可能	100MW以上の大型揚水では系統用件が課されているが、一般水力には系統用件は課されておらず、出力調整速度は揚水よりも劣ると考えられる	地点ごとに異なるが、現状よりも厳しい系統用件となる場合には、制御系や伝送系の大掛かりな改修が必要で、大きなコストを要すると考えられる
LFC	可能		
EDC	可能		

成果の概要 水力発電

水力発電の柔軟性向上に向けた課題と対策及び対策実施のためのコスト増分

影響の大きい問題	主な課題	主な対策	対策実施のためのコスト増分等
①水車： ・部分負荷運転の頻度の増加により、キャビテーションや旋回流が発生する領域での運転が増え、翼面壊食や流体振動等による損傷リスクが増え、とともに水車効率が下がる	・部分負荷運転による水車の損傷リスクを低減させ、保全コストを抑制するとともに、発電電力量の減少を抑制する必要がある	・部分負荷運転や高速・高頻度制御でも損傷リスクが高まらない水車・発電機ならびに水路系の設計技術の汎用化を図る（密閉式エアクッションサージチャンバー等設置含む） ・水力発電所に小規模なエネルギーストレージ機能（BESS）を持たせ、高速・高頻度な水車の制御や起動停止を抑制する ・デジタル・AI技術（SPPS）を用いて副作用（設備損傷、溢水等）を最小化する	・部分負荷運転や高速・高頻度制御に対する最適化が十分でなく、技術開発と実機実証が必要 ・水車とBESSの最適運転について国内外に実績がほとんど無く、我が国の特性に合わせた技術開発と実機実証が必要 ・SPPSによる最適制御の国内実績が無く、我が国の特性に合わせた技術開発と実機実証が必要
①水車： ・高頻度な出力調整や起動停止の増加により、水車の摺動部品の摩耗や疲労破壊、水撃波の発生や過渡応答による水車・水圧管等の損傷のリスクが増える	・高速・高頻度な出力調整や起動停止による水車・発電機や水圧鉄管等の損傷リスクを低減させ、保全コストを抑制する必要がある		
②周辺環境： ・一般送配電事業者からの出力制御指令によって河川放流が発生する場合、人工洪水によって河川水位が上昇し、（特に無降雨時に）入川者の安全の確保が難しくなる ・水路を農業用水等の利水補給に利用している場合、出力制御指令に伴う取水制御によって利水補給できなくなる	・入川者の安全確保を行う必要がある ・河川放流させない、もしくは、利水補給を続けるため、流水を止めずに出力制御する必要がある。 ・河川放流させない、もしくは、利水補給を続けるため、水車の運転を継続する必要がある	・自動警報装置や監視カメラ等を設置する（電源、通信環境の整備を含む） ・バルブ付きバイパス管路等を設置し、水車を通過させずに放水路に水を流下させる ・水力発電所に小規模なエネルギーストレージ機能を持たせ、出力制御に伴う流量変化を抑制する	・出力制御直前の指令への対応が必要 ・追加の設備導入により脱炭素拡大の事業成立性の低下が懸念され、地点によっては掘削等の膨大な費用が必要 ・水車とBESSの最適運転について国内外に実績がほとんど無く、我が国の特性に合わせた技術開発と実機実証が必要

成果の概要 水力発電

水力発電については、柔軟性の改善による効果が大きく、本調査の結果を踏まえ、以下Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの技術開発が必要と判断。

Ⅰ. 低負荷時にも高効率な水車の設計技術

⇒技術開発項目：(中小メーカーも利用可能な)水車設計の標準化・シリーズ化、設計ツール、模型試験プラットフォーム(検証用、過渡応答兼用)

⇒得られる効果：幅広い運転範囲で高効率化を図り、かつ、翼面の壊食や流体振動を抑制

Ⅱ. 高速・高頻度な出力制御にも適した水車・発電機と水路系の設計技術

⇒技術開発項目：エネルギーストレージ(BESS)、過渡応答シミュレーター(水車-発電機-設備連成解析、余水制御設備や圧力脈動抑制設備の連成を含む)、可変速水車・発電機

⇒得られる効果：出力調整や起動停止に伴う水撃波の発生、振動を抑制

Ⅲ. 高速・高頻度な出力制御にも適した水車・発電機の運用制御技術

⇒技術開発項目：IoTセンサーやAI等によるデジタル技術、SPPS

⇒得られる効果：状態監視・最適制御による発電電力量の最大化と壊食、侵食、機器損耗の最小化

研究開発項目 3 – 2 水力発電の柔軟性向上のための技術開発

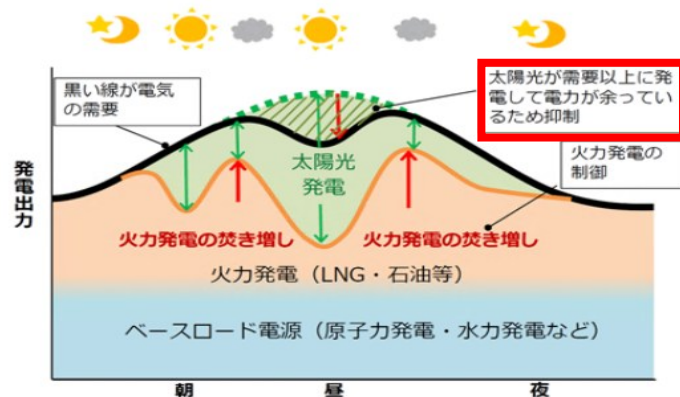
2025～2028年度
一般財団法人電力中央研究所（幹事）
株式会社東芝
学校法人早稲田大学
国立大学法人信州大学
（再委託）国立大学法人東北大学

研究開発の背景と必要性 一般水力の柔軟性向上

- 一般水力については、出力制御が難しいなどの理由で、従前は長期固定電源として優先給電ルール上の出力制御を受けることが実質的になく、柔軟性向上（出力変化幅の拡大）のための技術開発は実施していなかった。他方、今後は、以下の理由から、**統合コストや再エネ出力制御量の低減に向け、一般水力の柔軟性の向上が求められる。**
 - ✓ 変動再エネが増えるにつれ、調整力としての火力の役割が増す一方で、発電コストが増加する可能性がある。水力が調整力を持つことで、火力を一部代替し、火力の高効率運転と燃料費の削減、すなわち統合コストの削減が可能となる。
 - ✓ 今後、ノンファーム型接続により系統混雑要因での出力制御を受ける可能性があることや卒FITも見据えると、kWhだけでなくkW・ΔkWとしての価値提供を通じた設備利用率の高さが発電事業者にとっては重要となる。

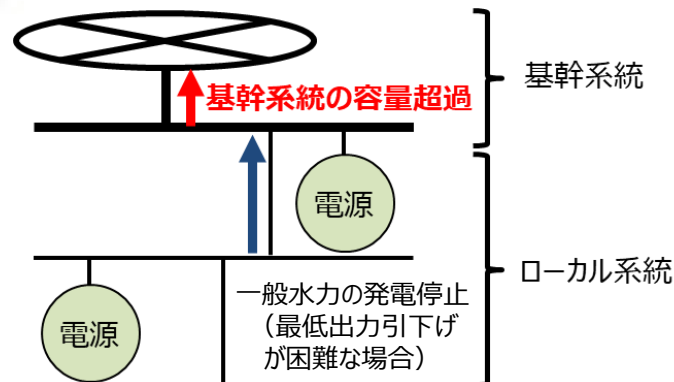
需給制約起因による出力制御（上げ、下げ）

- ・ 需給制約起因による出力制御の際、一般水力は技術的に出力制御が困難であるなどの理由で、従前は長期固定電源として優先給電ルール上の出力制御を受けることが実質的になかった。
- ・ 変動性再エネ導入拡大により、需給起因の水力の出力制御の実施や、更なる調整力の確保の必要性に伴う火力の燃料費等の増加が懸念される。



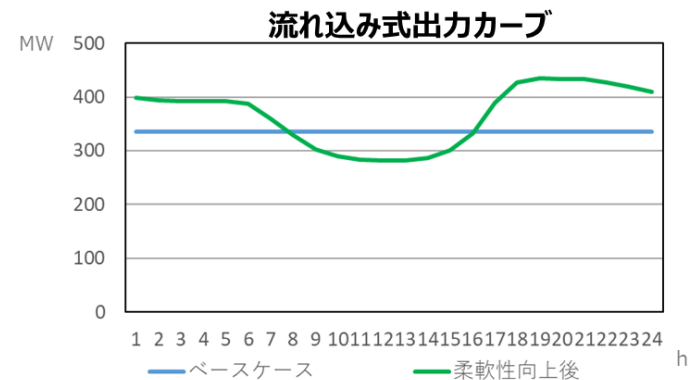
系統制約起因による出力制御

- ・ ノンファーム型接続により、系統制約起因の出力制御が今後見込まれる。
- ・ 系統混雑が見込まれる際、一般水力（特に流れ込み式）は、発電停止をせざるを得ない状況が考えられる。



今後

再エネを活用しつつ、燃料費等を大幅に削減するため、**一般水力の出力変化幅の拡大が必要。**



※2040年に最大で1,264～1,295億円／年の燃料費・起動費（CO₂対策費込）の削減効果が期待される
<https://www.nedo.go.jp/content/800033892.pdf#page=9>

研究開発の背景と必要性 柔軟性向上のための開発

- 一般水力発電の出力変化幅の拡大にあたって、「水車の劣化促進」、溢水や無効放流量増加に伴う「発電量の減少」、下流域への「安全確保」といった問題に対し、技術開発により解決することが必要。
- これらに対応するために、中小型水力・大型水力それぞれでの特有の課題があり、それぞれの課題に対応した技術開発が必要。

中小型水力・大型水力の共通課題

- 水車の劣化促進（信頼性確保、保守コストの低減）
- 溢水や無効放流量増加に伴う「発電量の減少」
- 下流域への「安全確保」

中小型水力の特有の課題

- 水車の設計は落差や流量などの地点特性に応じて一品一葉で、発電所や水車の開発のたびに設計が必要となる。
- **中小型水車については、設計段階から大きな手間がかかること、設計開発の難易度が高いことが水車の普及拡大にあたり大きな障害となっており、この障害を取り除くことが重要な課題である。**

柔軟性を向上させた水力の運用台数拡大のため設計自体の標準化・シリーズ化、性能評価・検証の共通基盤（トラブル対応支援含む）が必要

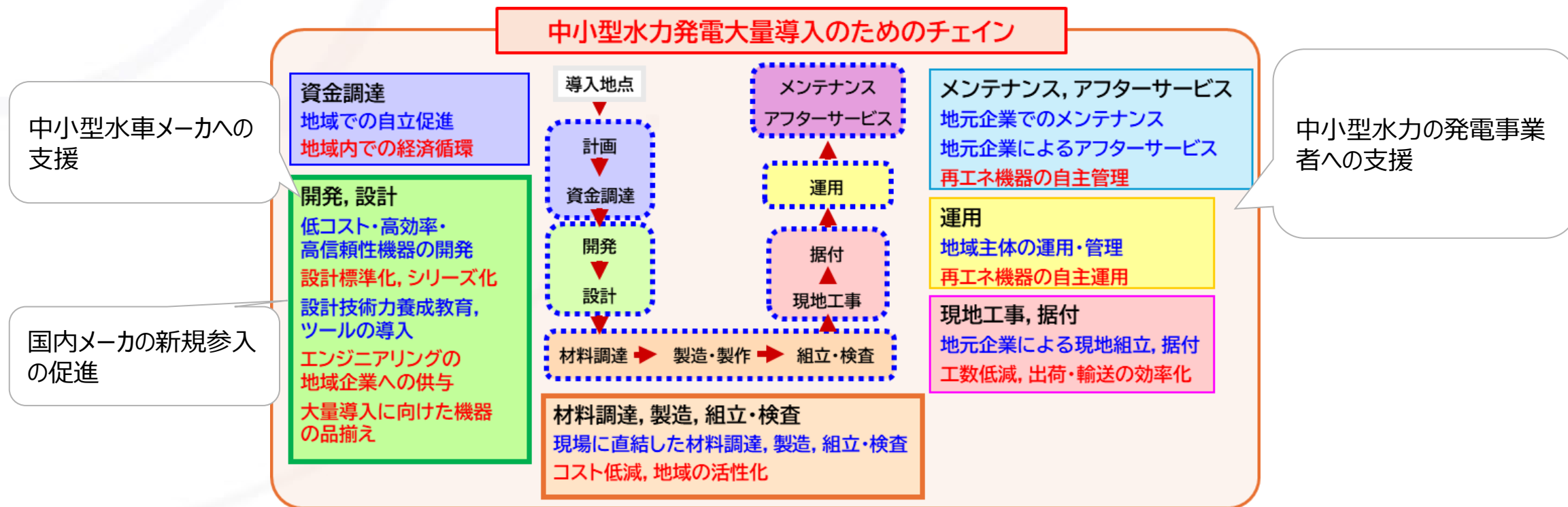
大型水力の特有の課題

- 無負荷から最大出力までの全範囲において、真に運転が不可能となる領域は、明らかになっていない。
- 運用上の「溢水」の問題や「減電による収益減」といった大きな問題も考慮し、無負荷から最大出力までにおいて、**真に運転が不可能となる領域の最小化と、運転が不可能な範囲を回避する運用**を行うことが重要な課題。

既存水力の大規模改修に間に合うよう、運用パラメータや評価項目・評価基準など運用指針の共通化が必要

(参考) 中小型水力導入に求められるバリューチェーン

- 設計開発の難易度の高さに加え、水力技術者の高齢化や人員不足、保守コストの増加、機器の供給不足、海外製品との価格競争といった構造的問題も深刻化しており、中小型水力発電の増加を促すためには、導入コストの合理的な削減による発電事業者の開発意欲の促進、新たな需要を満たすための水車メーカの供給力強化や新規参入の促進が必要である。
- そのためには、**設計標準化・シリーズ化が重要であり、これにより、開発、設計だけでなく製造、据え付け、メンテナンスまでのマニュアル化・省力化につながり、コスト削減や労働力不足の解決策となる。**



研究開発の概要

- 揚水式水力発電を除く一般水力を対象に、「中小型水車の設計・解析支援技術」と「大型水車の極低負荷運転評価手法と最適運用・制御システム」の開発を一体的に行い、中小型水車に関しては河川や農業用水等への多数の水車導入による運用台数の制御によって、大型水車に関しては単機容量の運用幅の拡大によって発電量の柔軟性を向上させる。

【最終目標】（2028年度末）

一般水力を対象に、以下の①②を一体的に行い、中小型水車に関しては河川や農業用水等への多数の水車導入による運用台数の制御によって、大型水車に関しては単機容量の運用幅の拡大によって発電量の柔軟性を向上させる。

① 中小型水車の設計・解析支援技術

運模型試験プラットフォームを構築し、設計や過渡応答評価に必要な手法やツールを整備・公開する。さらに、中小型水車の導入を促進するため、様々な落差・流量に対応する種々の形式の水車について、標準設計（比速度70～600程度）として公開する。

② 大型水車の極低負荷運転評価手法と最適運用・制御システム

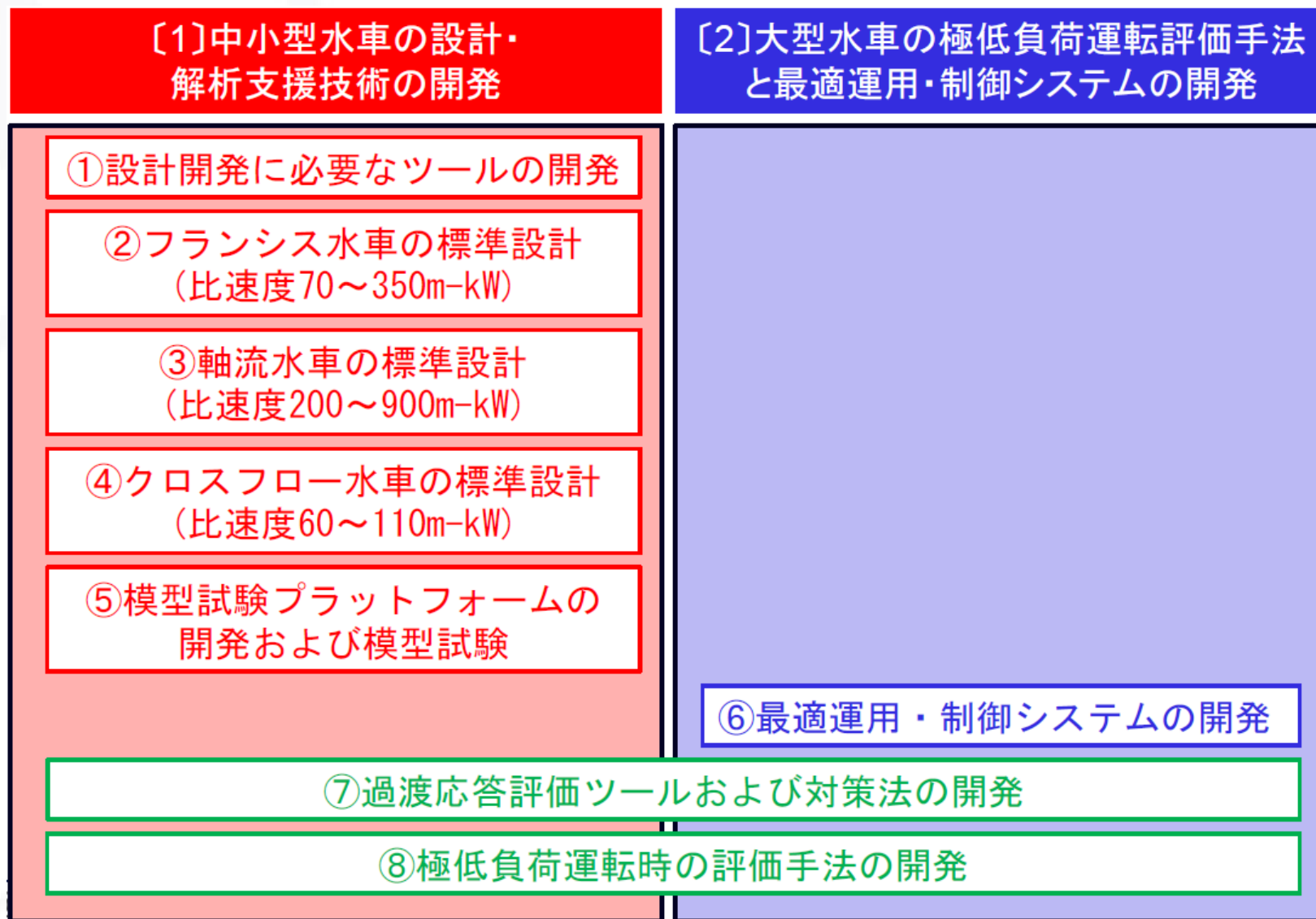
実機検証を行うことを通じ、発電電力量の向上と機器損耗の低減等を可能とする最適運用・制御システムを構築する。極低負荷運転の評価手法や既存の制御システムとの取り合い方法などはメーカや発電事業者等に公開する。

【中間目標】（2026年度初頭）

必要な検証の実施体制を構築し、技術開発・検証を2028年度末時点で完了する見通しを得る。中間評価時点で検証の体制が構築できない場合は、当該項目の検討は中止又は内容見直しとする。

研究開発の概要

研究開発テーマの全体像



研究開発の概要 中小型水車の設計・解析支援技術の全体像

本事業における目標：水車 3 機種種の標準設計化

目標達成のための

- ・ **設計ツールや解析技術の開発**
- ・ **要素試験、最適化設計**
(実験による評価、シミュレーション)

性能実証～将来にわたる技術開発基盤

- ・ **模型試験プラットフォームの構築**
標準設計フランス水車の実証試験

※事業終了後、国内共用設備化し、継続的な技術開発の基盤設備とすることを想定

OEMを巻き込んだ社会実装の促進

- ・ **フィールド実証試験**

中小型水車の設計標準化

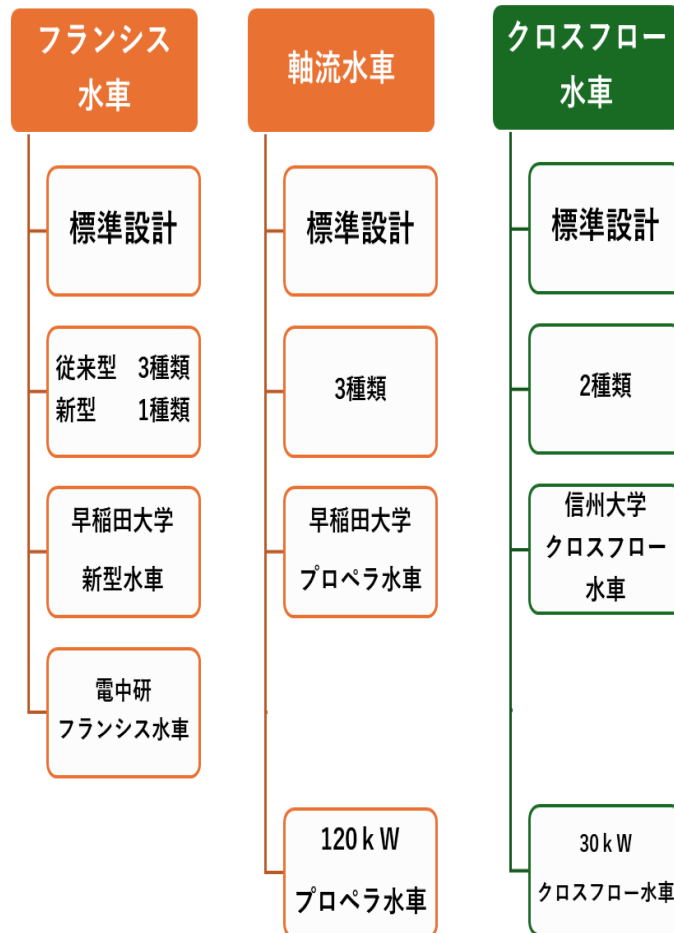
データベース学習
によるシリーズ化

高速コンピュータ
シミュレーション
による設計最適化

要素模型試験
(内部流れの把握)

性能模型試験
(詳細性能把握)

実証設備
(実機検証)



研究開発の概要

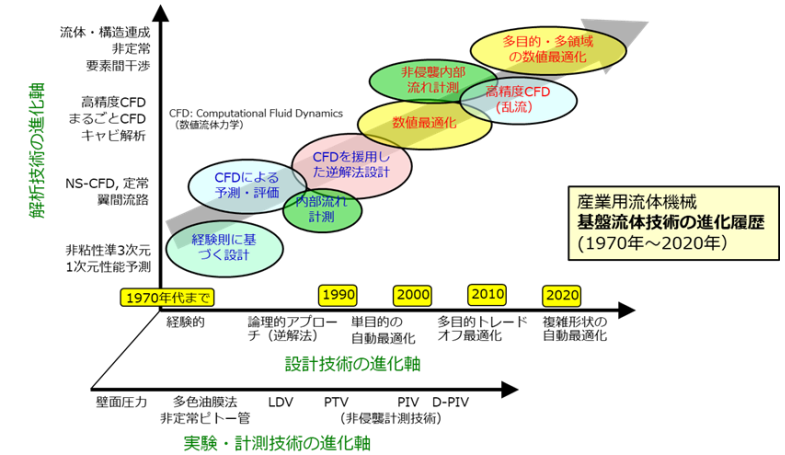
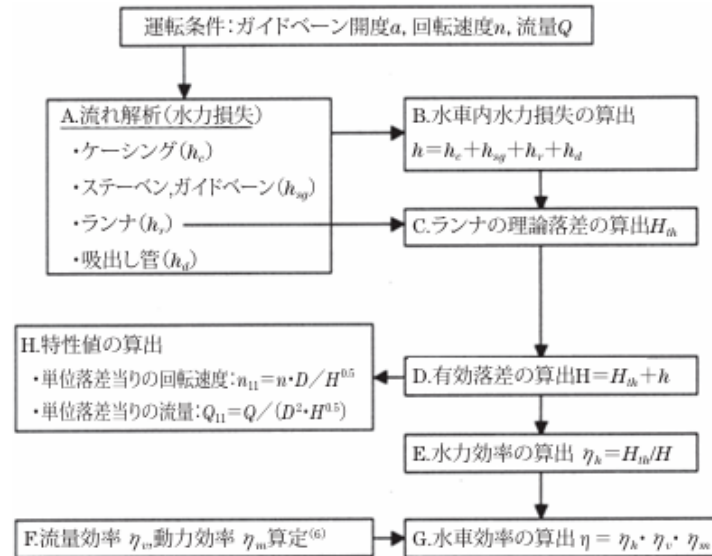
① ツール開発・要素研究 (早稲田大、信州大、電中研)

【本事業での目標 (成果物)】

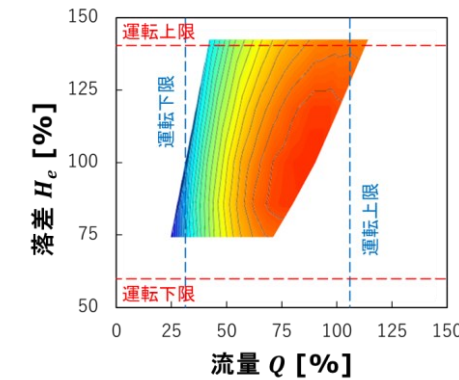
- ソフトウェアの公開：
 - ・水車選定ガイダンスツール
 - …水車の比速度から水車形式を決定する
 - ・水車内流れの1次元性能予測計算 (フランシス水車・軸流水車)
 - …水車設計のベースとなる流路設計に対する1次元解析による性能評価を行う
 - ・1次元過渡応答シミュレーション

● 解析手法に関する技術資料の公開：

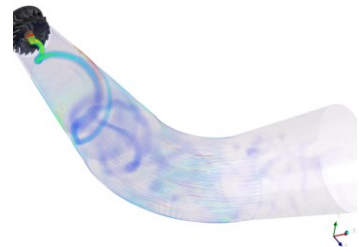
- ・3次元流れ解析 (水車内部流動)
- ・構造・軸振動解析
- ・1D-3D過渡応答シミュレーション
- ・3次元三相流流れ解析



設計、解析、実験による技術向上



三次元流体解析による効率予測

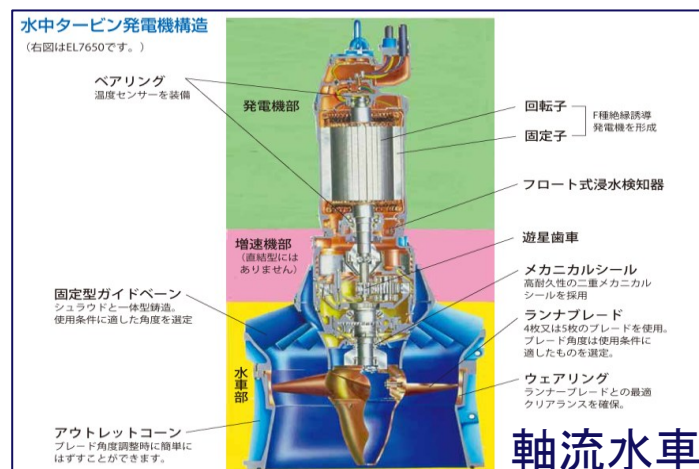
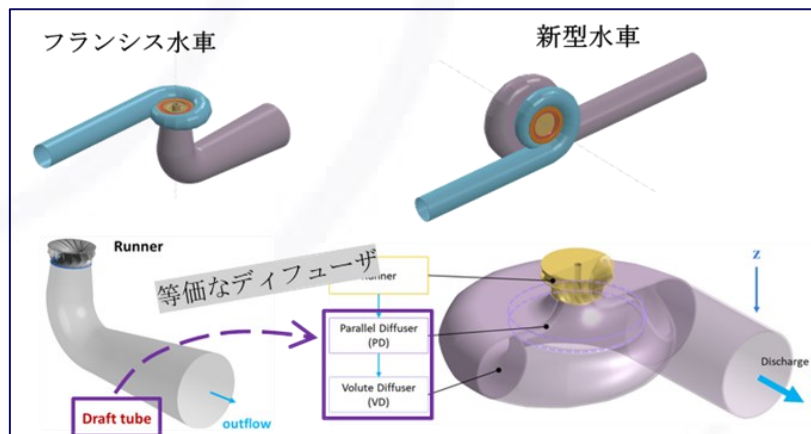


低負荷の流れ

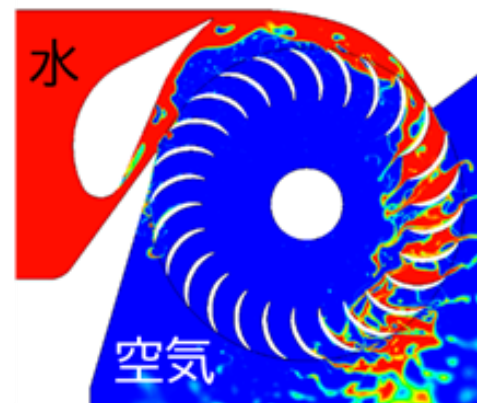
数値シミュレーションを主軸として、実験を組み合わせることで水車設計を行う

研究開発の概要 ②③④水車の標準設計 (早稲田大、信州大、電中研)

- フランス水車：比速度80、160、240 m-kW の3種類→比速度70-350 m-kWに対応
 - 軸流水車：比速度200～900m-kWに対応
- ※運転範囲（流量・落差）、効率を従来よりも向上した設計を公開 ※キャビテーション対策等は⑧と一体で実施



- クロスフロー水車：比速度60-110m-kW に対応
- ・ クロスフロー水車内部の水、空気、キャビテーション（蒸気）の三相流現象の特性解明
- ・ ガイドベーン周りに発生する不安定現象およびキャビテーション壊食の特性解明と体系化



研究開発の概要

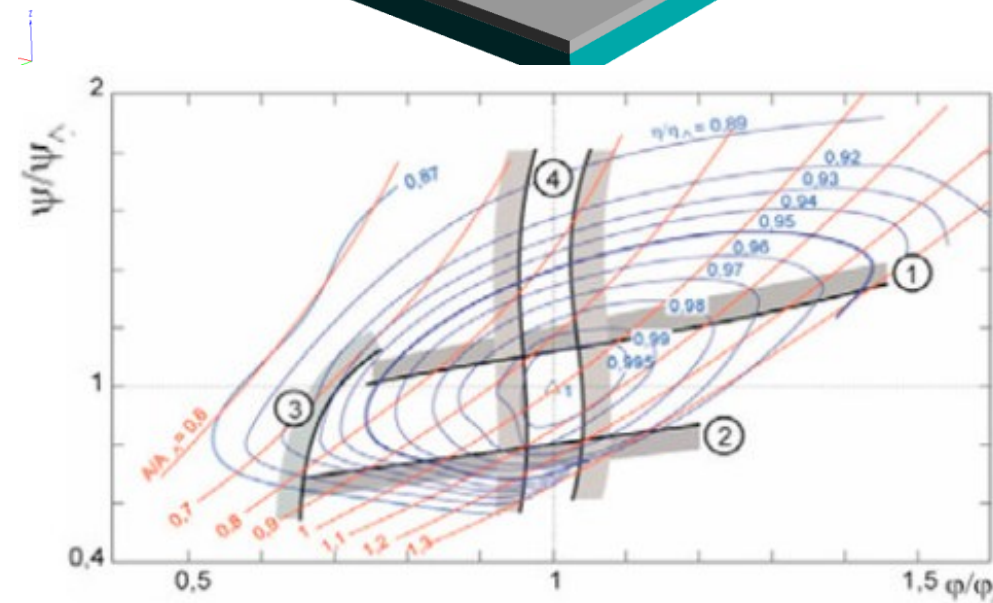
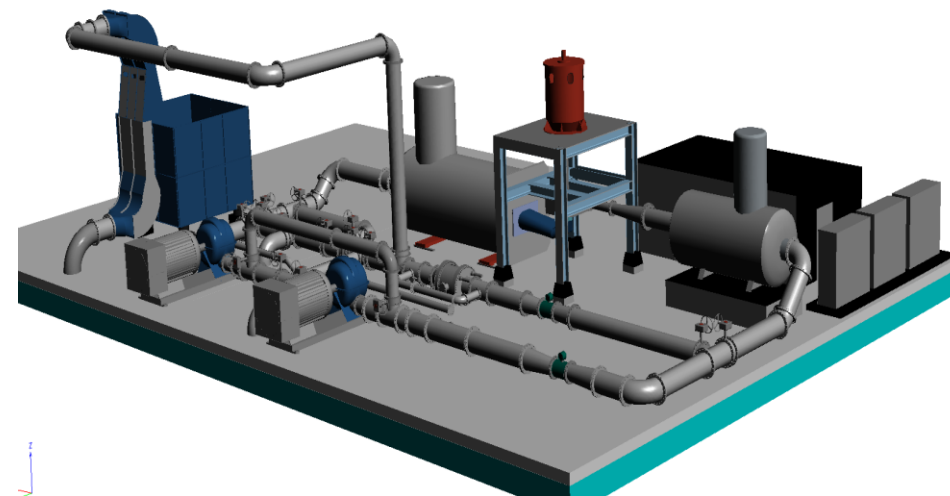
⑤ 模型試験プラットフォームの開発および模型試験 (電中研)



- 出力が約400kW以下の水車模型
- 国際規格IEC 60193に準拠した設備
- 発電所では試験ができない、様々な回転数、流量、キャビテーション条件などを網羅した試験を実施する。



- 2027年度までに完成
- 東芝が⑧で用いた模型で予備試験・検証
- 標準設計フランス水車（3種類）の技術実証を行い、効率マップや完全特性の評価を行う。
- 事業終了後においても研究開発プラットフォームとして共用設備として、継続的に中小水車メーカーや発電事業者の技術開発に寄与する基盤とすることを想定して構築する。



研究開発の概要

⑥ 最適運用・制御システムの開発 (東芝、電中研)

課題

現在は不安定領域があるため、不安定領域では運転していない。将来ノンファーム接続により、不安定領域以下までの運転が要求される。



【必要要件】

- ・不安定領域の回避
- ・高速・高頻度な出力調整の抑制

対策 (NEDO実施内容)

【現状把握】

- ・実機データ取得・分析

(東芝)



- ・監視項目や既存の制御システムとの取り扱い方法の標準化

(東芝/電中研)



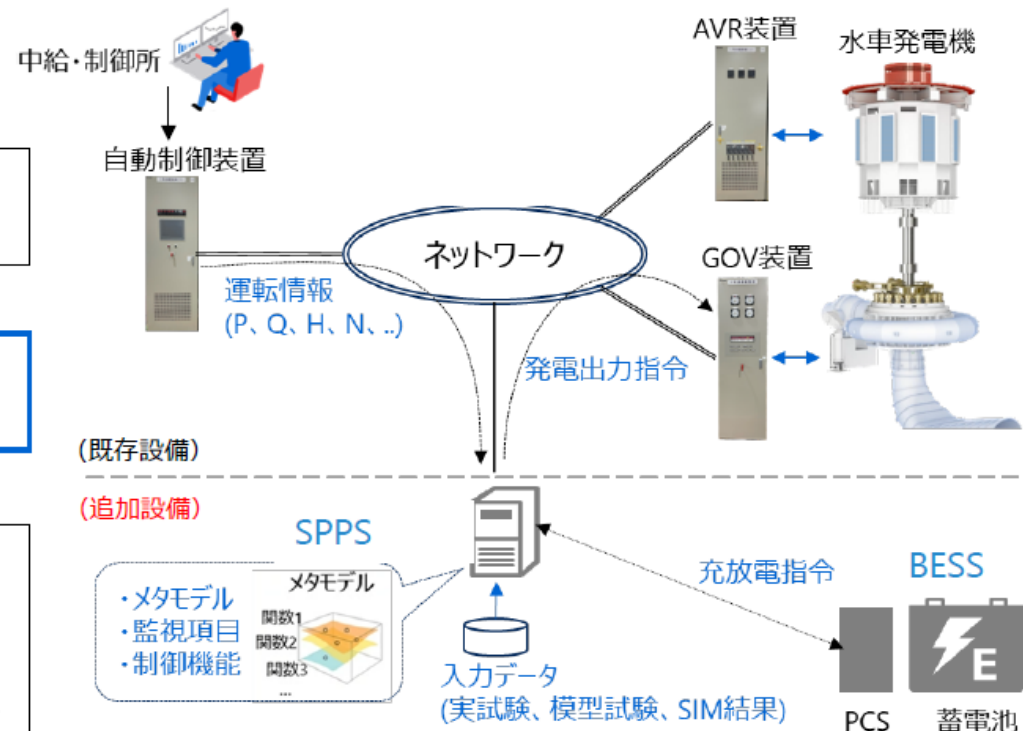
【対策】

- ・SPPSとBESS※の設計、製作
- ・SPPSとBESSの協調制御検討
- ・実プラントに設置、検証 (2028年度)

(東芝)

最終目標 (2028年度)

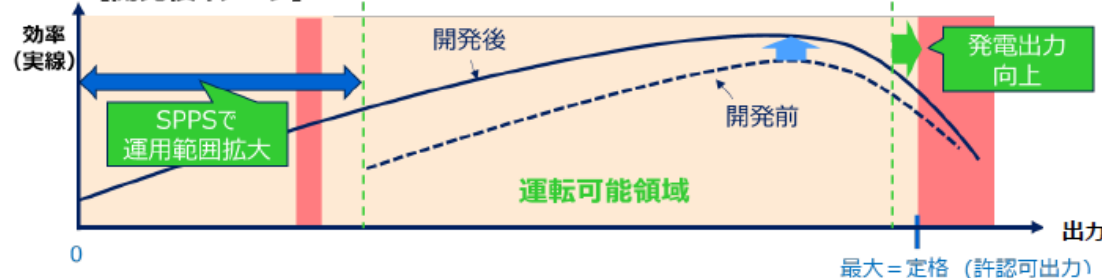
- ・監視項目や既存の制御システムとの取り扱い方法などを標準化する。(公開)
- ・不安定領域の回避と機器損耗リスクを低減する制御システム (SPPS) を確立する。
- ・高速・高頻度な出力調整を抑制するシステム (BESS) 協調制御技術確立する。あわせて、BESSでの低出力運転領域の回避との比較を含め本対策による経済性を明らかにする (最低出力を定義する)。
- ・実機に検証により以下が実現できることを確認する。
 - ✓ SPPS と BESS の協調制御がロジック通りに動作すること
 - ✓ 不安定領域を通過し、極低負荷領域での運転ができること
 - ✓ 定義した最低出力で運転ができること



※SPPS : Smart Power Plant Supervisor

※BESS : Battery Energy Storage System

【開発後イメージ】



研究開発の概要

⑦ 過渡応答評価ツールおよび対策法の開発 (電中研)



流れ込み・水路式発電所：高速な出力抑制・運転停止による柔軟性向上

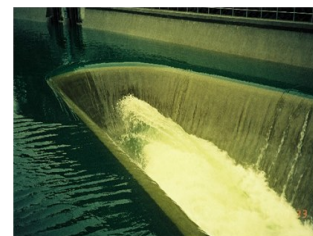
- 余水放流は高流速のため振動・騒音が発生。河川の安全確保も問題
- 余水路は非常時に使用許可→運用変更はハードルが高い
- 設備損傷や溢水による経済的損失

最適な運用・制御が重要

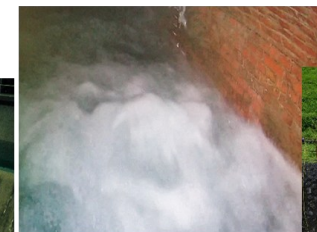
シミュレーション技術の高度化
取水口～水路～水車の過渡応答の定量評価
→解析ツール開発、試験による検証
※②の一部として解析ツール、技術ガイダンスを公開予定

余水路の社会的制約を前提に、余水排水量の最小化、出力調整速度の最大化、設備圧力荷重の最小化を同時達成する多目的最適化手法を確立する。

水路式



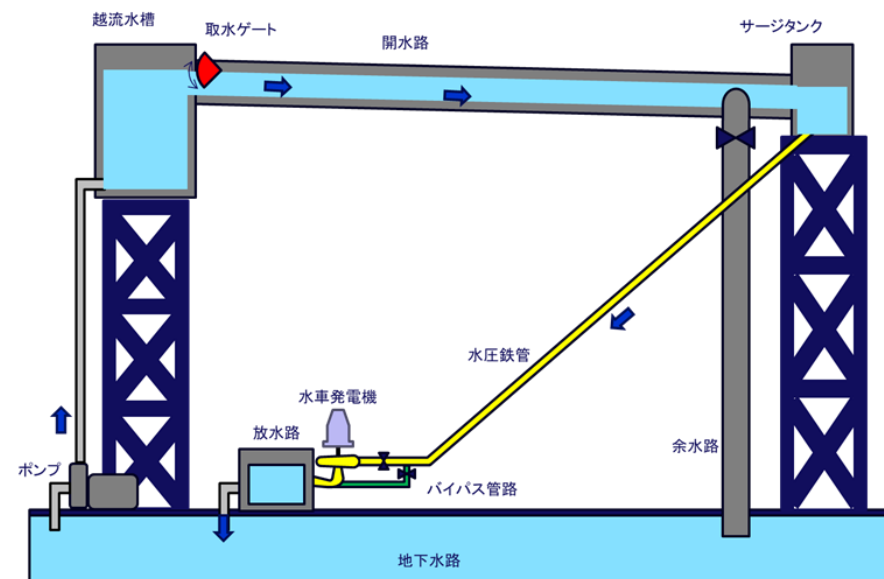
↑ヘッドタンクと余水吐



↑余水路(煉瓦積)と高速射流



↑余水路出口と合流河川



研究開発の概要

⑧極低負荷運転時の評価手法の開発 (東芝、早稲田大)



課題

現在は不安定領域があるため、不安定領域での運転していない。将来ノンファーム接続により、不安定領域以下までの運転が要求される。



【必要要件】

- ・不安定領域の縮小
- ・未運転領域での現象把握

対策 (NEDO実施内容)

【現状把握】

- ・既設ランナ評価 (現地計測, CFD)
- ・模型製作, 模型試験実施 (既設)

(東芝)



・簡易評価手法を確立・標準化

(東芝/早稲田大学)



【対策】

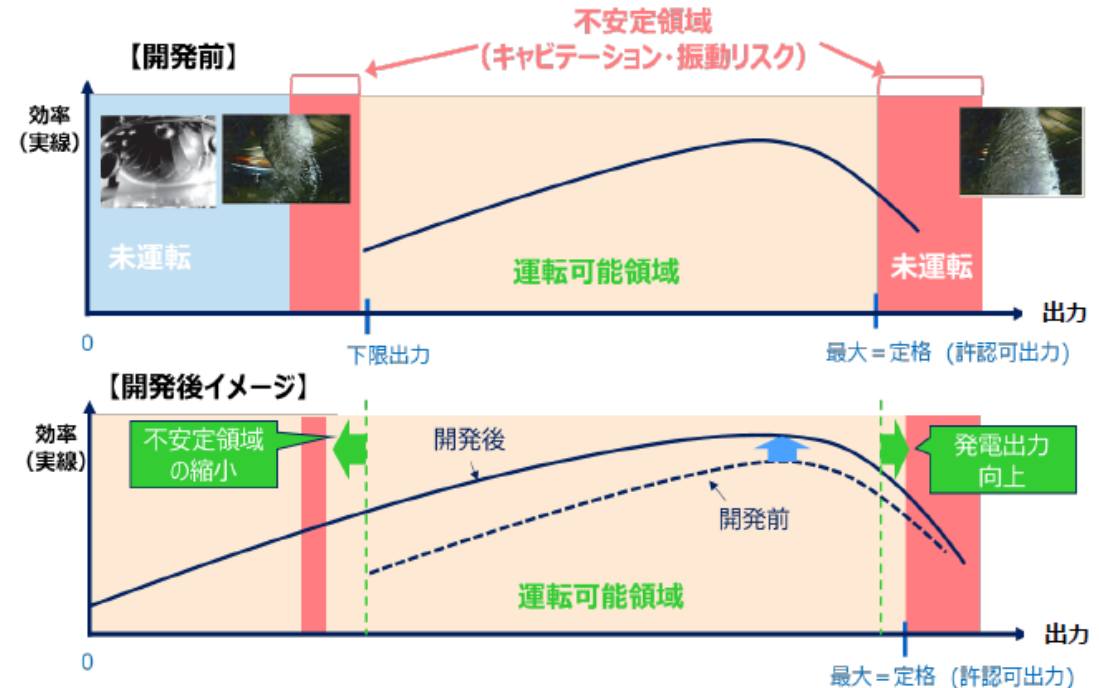
- ・改良ランナの設計, 模型製作
- ・模型試験実施 (改良ランナ)

(東芝)

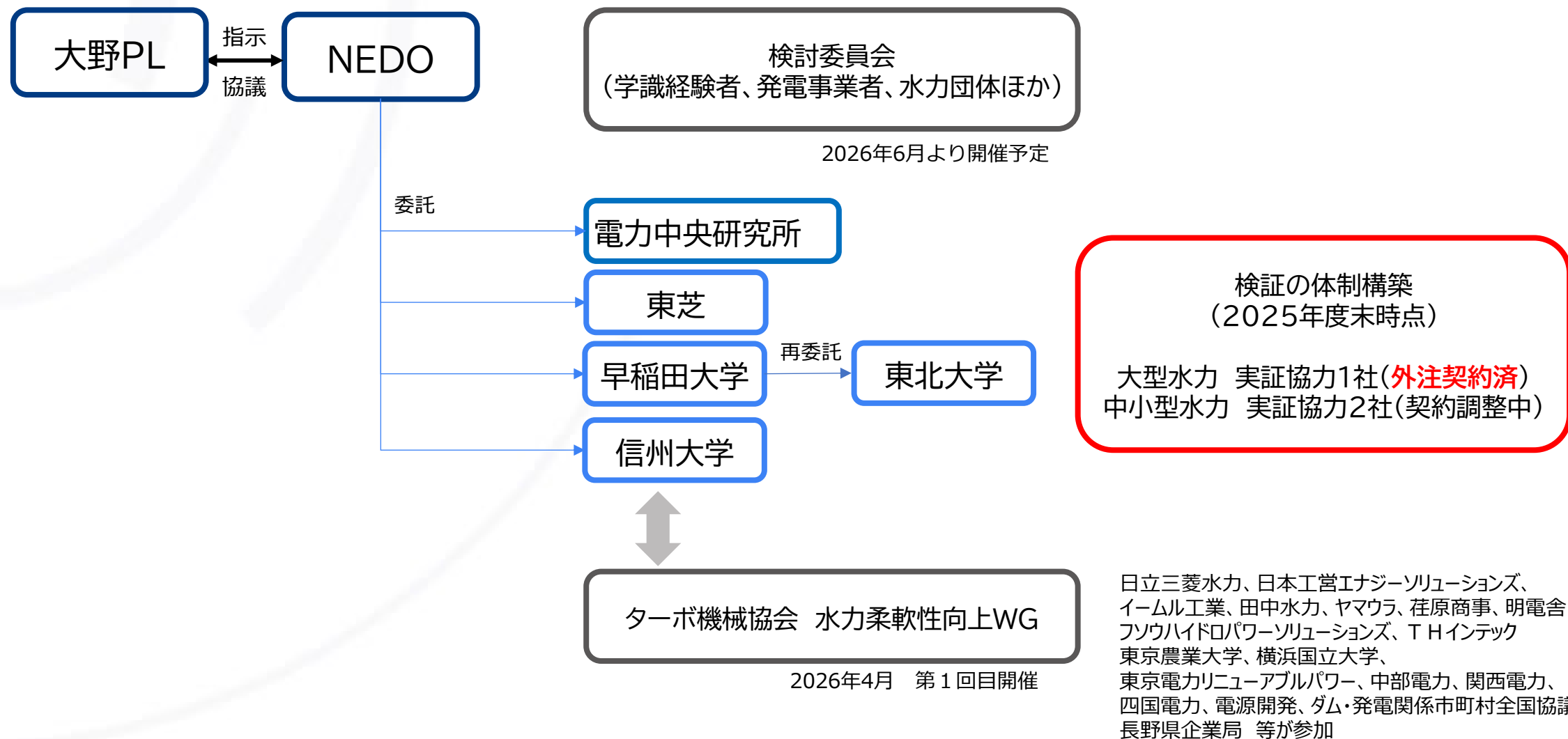
最終目標 (2028年度)

- ・極低負荷運転時の流動現象の簡易評価手法を確立し技術資料を公開する。(公開)
- ・上記手法を活用して運転範囲拡大を実現する改良ランナを開発する
- ・模型試験による検証

※対象は、フランシス水車 (3,000kW 以上) を想定

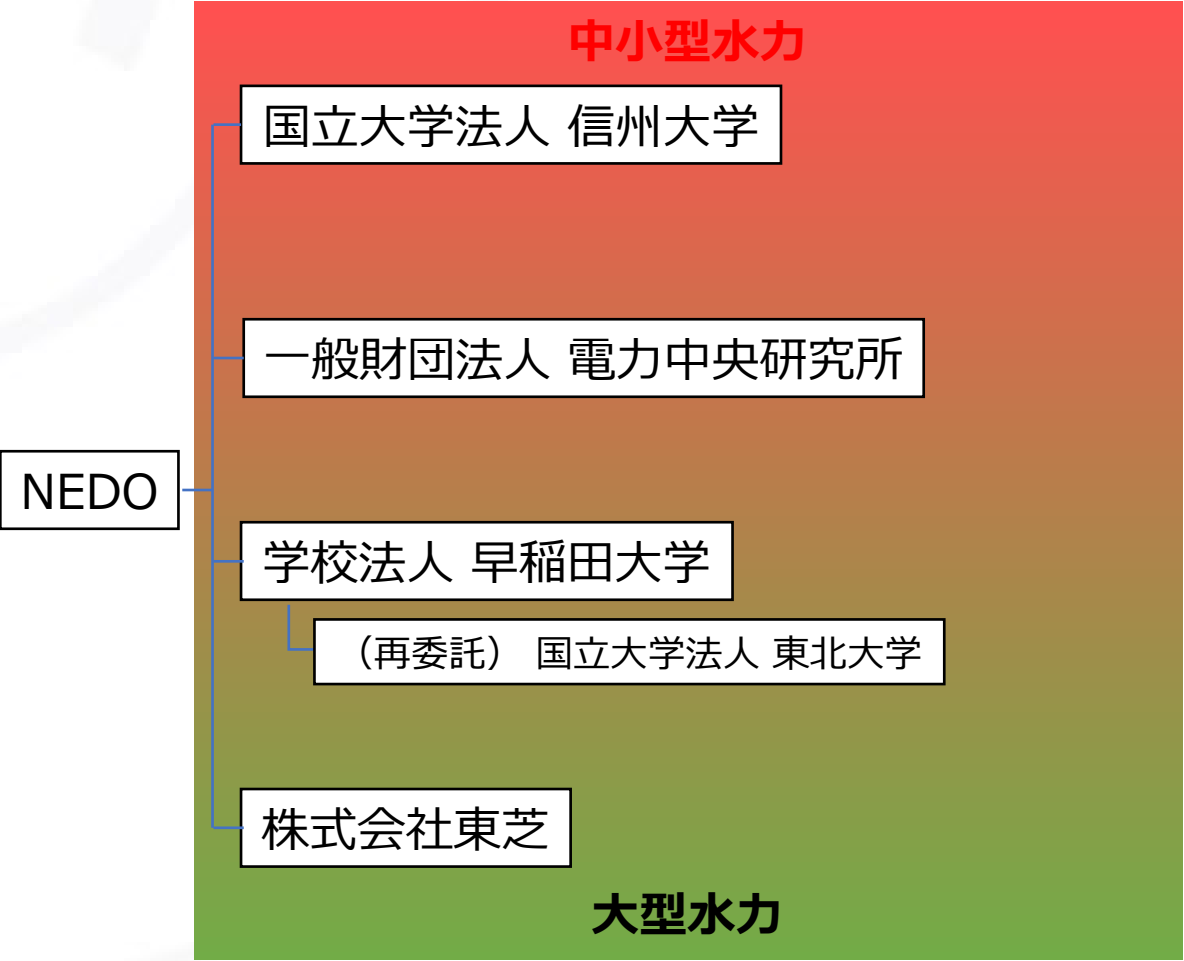


実施体制



実施体制

各研究開発テーマとの関係



研究開発テーマ							
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
○			○				
○				○	○	○	
○	○	○					○
					○		○

実施スケジュール

実施項目	2025 年度				2026 年度				2027 年度				2028 年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
① 設計開発に必要なツールの開発																
①-1 水車選定ガイダンスツール																
①-2 1次元解析による性能予測計算																
①-3 1次元過渡応答シミュレーション																
①-4 3次元流れ解析																
①-5 構造・軸振動解析																
①-6 1D-3D過渡応答シミュレーション																
①-7 3次元三相流れ解析																
② 中小型水力発電向けフランシス水車の標準設計																
②-1 標準化分類設定																
②-2 標準化概略設計																
②-3 標準設計 (Ns80, 160, 240)																
②-4 従来型水車流れ計測																
②-5 新型水車標準設計																
②-6 新型水車流れ計測																
②-7 キャビテーション試験装置整備																
②-8 キャビテーション流動不安定																
②-9 キャビテーション壊食検討																
②-10 標準設計DB化																

実施項目	2025 年度				2026 年度				2027 年度				2028 年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
③ 中小型水力発電向け軸流水車の標準設計																
③-1 標準化分類設定																
③-2 標準化概略設計																
③-3 装置改造																
③-4 標準設計 (Ns200, 500, 800)																
③-5 標準設計流れ計測																
③-6 実証機製作																
③-7 実証試験																
③-8 標準設計DB化																
④ 中小型水力発電向けクロスフロー水車の標準設計																
④-1 水車内部流動シミュレーション																
④-2 要素試験装置改造設計																
④-3 要素試験装置改造																
④-4 要素試験水車設計																
④-5 要素試験水車製作																
④-6 水車比速度、縦横比の影響評価試験																
④-7 キャビテーション・振動評価試験																
④-8 実証機設計																
④-9 実証機製作																
④-10 実証機の据付																
④-11 実証試験による過渡特性、振動評価																

実施スケジュール

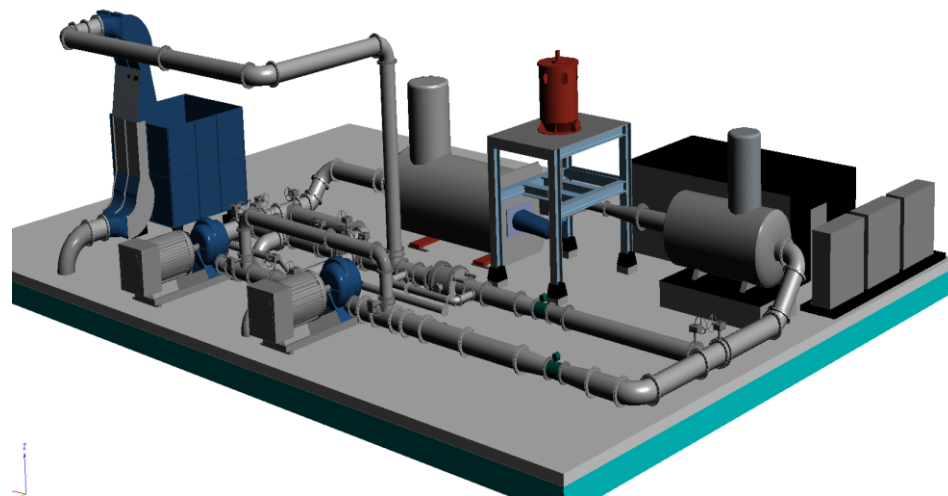
実施項目	2025 年度				2026 年度				2027 年度				2028 年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
⑤ 模型試験プラットフォームの開発および模型試験																
⑤-1 模型試験PFの設計																
⑤-2 模型試験PFの製作																
⑤-3 予備試験																
⑤-4 試験供用																
⑥ 最適運用・制御システムの開発 (SPPS)																
⑥-1 実機データ取得・分析																
⑥-2 監視項目や既存の制御システムとの取合方法標準化																
⑥-3 SPPSとBESSの設計, 製作																
⑥-4 SPPSとBESSの協調制御検討																
⑥-5 実プラントに設置, 検証																

実施項目	2025 年度				2026 年度				2027 年度				2028 年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
⑦ 過渡応答評価ツールおよび対策法の開発																
⑦-1 1次元過渡応答解析ツールの開発																
⑦-2 水車-水理過渡応答試験装置の製作																
⑦-3 水車-水理過渡応答試験																
⑦-4 1次元過渡応答解析ツールの改良																
⑦-5 1D-3D過渡応答シミュレーション手法の開発																
⑦-6 過渡応答最適化制御技術の開発																
⑧ 極低負荷運転時の評価手法の開発																
⑧-1 既設ランナ評価 (現地計測, CFD)																
⑧-2 模型製作, 模型試験実施 (既設)																
⑧-3 キャビテーション体積評価																
⑧-4 キャビテーションエロージョン評価																
⑧-5 簡易評価手法確立・標準化																
⑧-6 改良ランナ設計, 模型製作																
⑧-7 模型試験実施																

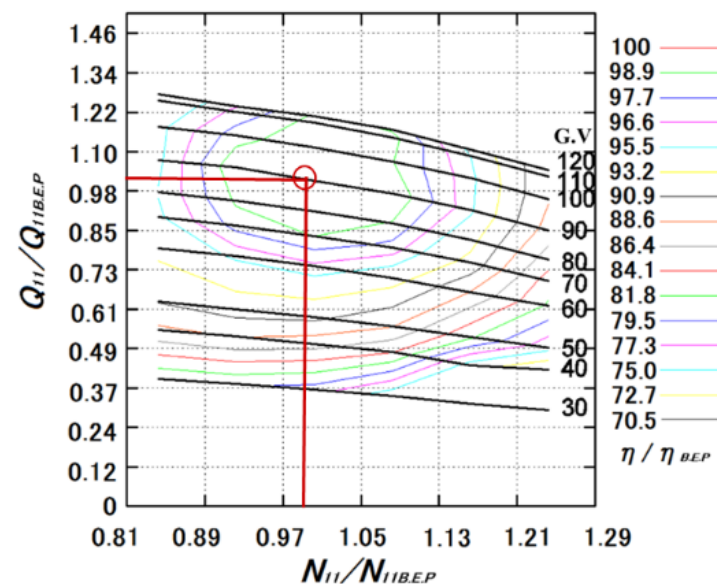
成果の概要 中小型水車の設計・解析支援技術

- NEDOとの契約を完了し、全テーマの検討に着手した。
- NEDOの基本計画において、**当初フィールド実証を行う想定であった大型水力に加え、標準設計の検証のため、中小型水力（軸流、クロスフロー）についての実証協力体制も新たに構築した（2025年度末時点で、契約調整中）。**
- 国際規格IEC 60193に準拠した、出力が約400kW以下の水車に係る**模型試験プラットフォームの設計等を実施**している。発電所では試験ができない、様々な回転数、流量、キャビテーション条件などを網羅した試験を実施する、性能評価・検証の共通基盤（トラブル対応支援含む）を構築する。

○模型試験装置外観図



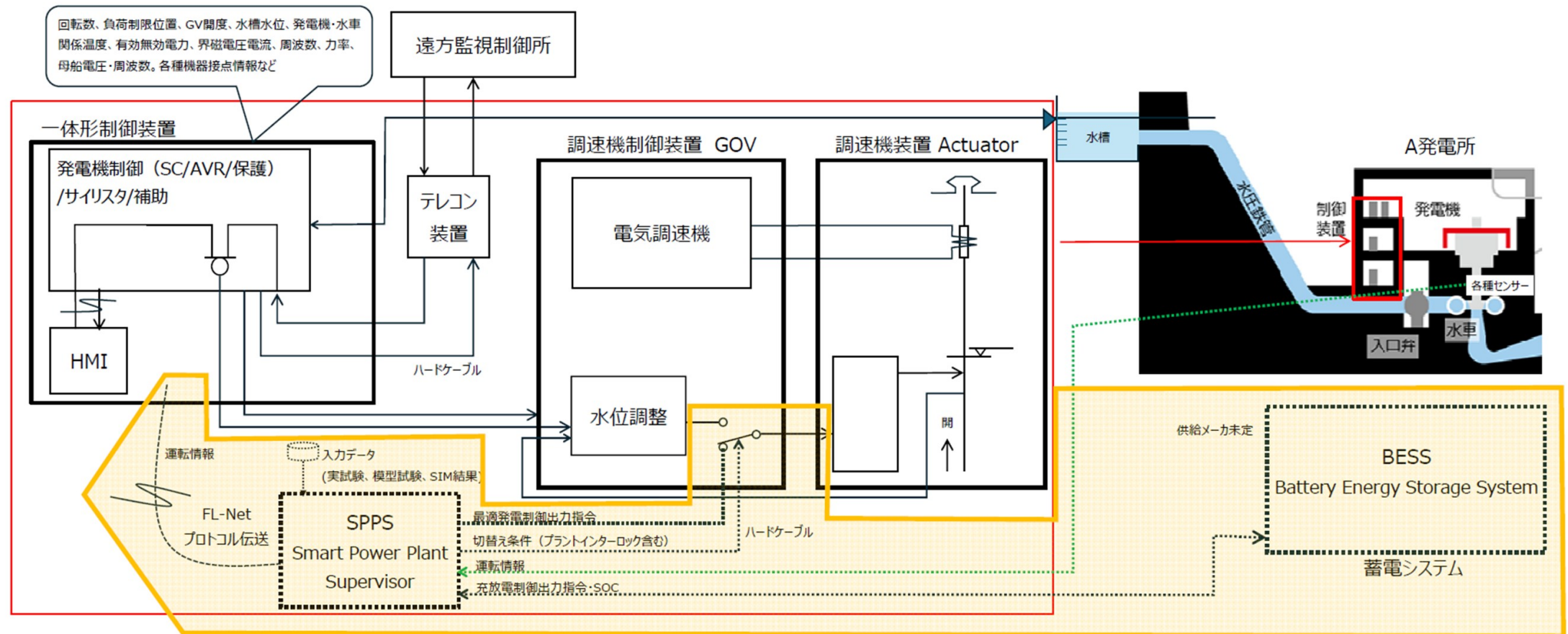
○性能マップのイメージ



成果の概要 大型水車の極低負荷運転評価手法と最適運用・制御システム

- NEDOとの契約を完了し、全テーマの検討に着手した。
- 実施協力体制を構築し、外注契約を開始して必要な実測データの取得等に着手した。

○実証向けに構築するシステムのイメージ



論文発表などの对外発表 (研究発表・講演、講演の状況)

研究発表・講演、講演の状況

○事業全体

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
Yuka OGASAWARA	NEDO	Connect and Manage Projects in Japan	Mission Innovation, Green Powered Future Mission Workshop Policy and Technology for Grid Flexibility and Stability Day 2 Technology Session 2: Flexibility Sources and Solutions	2024.03	2023
Yuka OGASAWARA	NEDO	NEDO Grid Integration Projects	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35) Area1 PV in Sustainable Energy System Sub area 1-2 Grid Integration and Energy Management	2024.11	2024
小笠原 有香	NEDO	事業紹介③ NEDO コネクト&マネージの取組み	2024年度NEDO再生可能エネルギー部成果報告会 プログラムNo.②-3	2024.12	2024
小笠原 有香	NEDO	NEDO系統連系プロジェクトの概要	第19回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム 分科会10（エネルギーネットワーク） テーマ：【エネルギーネットワークの最新情報を我が国の総合機関から発信】	2025.01	2024
小笠原 有香	NEDO	電力システムの柔軟性確保・最適化のためのNEDOの取組み	NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025	2025.07	2025
Yuka OGASAWARA, Teruo OHNO, Naoki KOBAYASHI, Tomohisa KAISO, Kim NUSSBAUM, Gilles LANCEL	NEDO, Transmission and Distribution IT&OT Systems LLC, TEPCO Power Grid, Inc., Hokkaido Electric Power Network, Inc., RTE – Réseau de Transport d'Electricité	Projects for Digital Flexibilities to Optimize the Existing and Future Physical Infrastructure in Japan and France ※項目1-1, 1-2での共著	CIGRE Paris Session 2026	2026.05 採択 (2026.08)	2026

研究発表・講演、講演の状況

○項目1-1

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
知念 竜希	NEDO	電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マネージ2.0）／研究開発項目1 DER等を活用したフレキシビリティ技術開発／系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発	NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会 2025	2025.07	2025
小笠原 有香	NEDO	定置用蓄電システムに関するNEDOの取組みと今後の方向性	北海道大学 創基150周年記念事業 第3回GX懇談会	2026.03	2025

○項目1-2

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
里 悠太	東京電力パワーグリッド株式会社	分散型エネルギーリソースの新たな活躍機会 DERフレキシビリティ活用による送配電系統への貢献	分散型エネルギーリソースの新たな活躍機会 DERフレキシビリティ活用による送配電系統への貢献	2025.9	2025
小林 直樹	東京電力パワーグリッド株式会社	DER等を活用したフレキシビリティ技術開発の取り組み（NEDO事業：日本版コネクト&マネージ2.0）	電気学会 スマートグリッドの電気事業者・需要家間サービスインターフェース技術調査専門委員会（SGTEC） 「分散型電源グループ管理による調整力の配電系統の混雑、電圧管理への活用」	2026.2	2025
鳥海 貴正, 金子 曜久, 藤本 悠, 吉永 淳, 金子 奈々恵, 飯野 稔, 林 泰弘	早稲田大学	配電用変電所の混雑解消を目的としたPV出力制御による系統電圧への影響評価	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025
荻本和彦, 岩船由美子, 今中政輝, 片岡和人	東京大学	需要アグリゲーションの送電網運用適用評価 - Price Takerモデルの予備検討 -	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025
岩船由美子, 荻本 和彦, 今中 政輝, 河合 俊明	東京大学	系統混雑対応への需要側フレキシビリティ活用のための配電用変電所のモデル化	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025

研究発表・講演、講演の状況

○項目1-3

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
YAO WEIHAO, 清水雅哉, 佐野憲一朗, 横山彰大, 藤ノ木俊宏, 春日衛, 太田文彦	東京科学大学, 東京電力ホールディングス株式会社	HVDC連系された風力発電設備の周波数調定率制御の効果検証	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025
馬場 耀生, 清水 雅哉, 佐野 憲一朗, 春日 衛, 横山 彰大, 藤ノ木 俊宏, 太田 文彦	東京科学大学, 東京電力ホールディングス株式会社	直流送電で接続された洋上風力発電における周波数調定率制御と高速周波数応答の比較	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025
胸屋 敬介, 清水 雅哉, 佐野 憲一朗, 藤ノ木 俊宏, 横山 彰大, 春日 衛, 太田 文彦	東京科学大学, 東京電力ホールディングス株式会社	洋上風力発電が接続するHVDCでのプレーキチョップを用いた交流系統の同期安定性の改善	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025

○研究開発項目2（1/5）

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
小泉慈元, 石崎孝幸	東京科学大学	次世代インバータ機器が混在する電力系統の定態安定性解析	第6 7回自動制御連合講演会	2024.11	2024
大西慶幸, 西野択, 石崎孝幸	東京科学大学	送電網のエネルギー関数に基づく電力系統の電圧安定性解析	第6 7回自動制御連合講演会	2024.11	2024
辻 隆男	横浜国立大学	市場主導型の電力システム構築へ向けた研究開発の動向	次世代電力ネットワーク研究会・東京大学 APET共催 令和6年シンポジウム	2024.12	2024
遠藤 虎太郎	横浜国立大学	当日の計画再修正とネットワーク制約を考慮した確率的発電機起動停止計画	電気学会 電力系統技術研究会	2025.01	2024
西野 択, 大西 慶幸, 石崎 孝幸	東京科学大学	モデル詳細度が異なる同期発電機における電力系統の定態安定性の等価性	第1 2回制御部門マルチシンポジウム	2025.03	2024
黒崎太輔, 河辺賢一	東京科学大学	再エネ導入下での系統混雑確率の算出における計算負荷削減手法の検討	電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会	2025.03	2024

研究発表・講演、講演の状況

○研究開発項目2（続き：2/5）

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
Lee Byeonghw a, Saw Kay Kh ine Oo, Moha mad Judy, Ch o Youngchae, 石崎 孝幸	東京科学大学	再生可能エネルギーと蓄電池が導入された電力市場にお ける地点別限界価格の決定	第12回制御部門マルチシンポジウム	2025.03	2024
Youngchae Ch o, 石崎孝幸	東京科学大学	再生可能エネルギーの不確実性と送電制約を考慮したア グリゲーター向け電力市場設計	第12回制御部門マルチシンポジウム	2025.03	2024
大西 慶幸, 西野 択, 石崎 孝幸	東京科学大学	同調等価群で構成された電力系統の定態安定性に対す る必要十分条件.	第12回制御部門マルチシンポジウム	2025.03	2024
Taku Nishino, Yoshiyuki Onishi, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	Small-Signal Stability Condition of Inverter- Integrated Power Systems: Closed-Form Expression by Stationary Power Flow Variables	10th IFAC Conference on Networked Systems 59(4), pp.73-78	2025.06	2025
山本 航介	NEDO	電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確 保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マ ネージ2.0）／ 市場主導型制御システムの技術検討／ フィージビリティスタディ	NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025	2025.07	2025
Taku Nishino, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	Equilibrium-Independent Passivity of Power Systems Composed of Park Synchronous Generator Models	American Control Conference (ACC) pp.748- 753	2025.07	2025
遠藤虎太郎	横浜国立大学	当日再修正を考慮した線路潮流故障分布係数による確 率的発電機起動停止計画の高速計算手法の検討	電気学会電力技術/電力系統技術合同研究会	2025.09	2025
神戸健太郎	株式会社三菱総合研究所	市場主導型制御システムのご紹介	Xcelerate Xplore	2025.09	2025
Jigen Koizumi	東京科学大学	Passivity Analysis of Inverter-Based Power Systems with Lossy Transmission Networks Having a Constant Resistance-to-Reactance Ratio	2025 SICE Festival with Annual Conference	2025.09	2025
Byeonghwa Lee	東京科学大学	Locational Marginal Pricing under Uncertainty for Day-ahead Energy Market with Renewable Energy Resources and Storage Batteries	2025 SICE Festival with Annual Conference	2025.09	2025

研究発表・講演、講演の状況

○研究開発項目2（続き： 3/5）

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
Khine Oo Saw Kay	東京科学大学	Locational Marginal Pricing for Electricity Markets Using Small-Signal Stability-Constrained DC Optimal Power Flow	2025 SICE Festival with Annual Conference	2025.09	2025
西野 沢	東京科学大学	電力系統の定態安定性評価のためのエネルギー関数の凸性に基づく等価縮約手法	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
小泉 慈元	東京科学大学	平衡点によらない受動性に基づく定態安定性解析：送電線単体への局所化	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
孫博 強	東京科学大学	送電網エネルギー関数を用いた凸最適化に基づく潮流計算法	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
Byeonghwa Lee	東京科学大学	送電網エネルギー関数による定態安定性制約付きDC最適潮流計算	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
Saw Kay Khine Oo	東京科学大学	電圧位相ランク1 更新に基づく定態安定性を考慮した負荷配分調整	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
齋藤 空	東京科学大学	分散型電源と送電損失を考慮した地域別限界価格の決定	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
Judy Mohamad	東京科学大学	非凸コスト関数の双凸共役変換に基づく凸包プライシング	令和7年電気学会電力・エネルギー部門（B部門）大会	2025.09	2025
黒崎太輔、河辺賢一	東京科学大学	潮流分派係数を用いた系統混雑確率の計算負荷削減手法の検討	電気学会 B部門大会	2025.09	2025
森下聖、河辺賢一	東京科学大学	層別サンプリングを用いた送電線の過負荷発生確率の算出手法	電気学会 B部門大会	2025.09	2025
黒崎太輔、河辺賢一	東京科学大学	計算負荷削減のための系統混雑確率の算出手法の改善	電気学会 電力技術・電力系統技術合同研究会	2025.09	2025
攝待彰久、稲垣玲於奈、阿美咲良、石月綾音	株式会社三菱総合研究所	系統混雑の課題解決に向けた「市場主導型の混雑管理」への期待と課題	（株）三菱総合研究所ウェブサイト	2025.09	2025
Taisuke Kurosaki、Kenichi Kawabe	Institute of Science Tokyo	Reducing Computational Burden in Congestion Probability Estimation Using Generalized Generation Distribution Factor	IEEE PES ISGT Asia 2025	2025.10	2025
木下喜仁	東京科学大学	双対変数の最適性条件に基づきシナリオ数を低減した高速不確実性発電計画	第68回自動制御連合講演会	2025.11	2025
西野 沢	東京科学大学	混合エネルギー関数のヘッセ行列を用いた電力系統の近似線形モデリング	第68回自動制御連合講演会	2025.11	2025
李炳和	東京科学大学	エネルギー関数に基づく定態安定性制約付き最適潮流計算：母線変数の反復更新	第68回自動制御連合講演会	2025.11	2025

研究発表・講演、講演の状況

○研究開発項目2（続き： 4/5）

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
小泉慈元	東京科学大学	送電損失を含む電力系統の位相条件に基づく定態安定性解析	第68回自動制御連合講演会	2025.11	2025
Youngchae Cho, Insoon Yang, Takayuki Ishizaki	東京科学大学、Seoul National University	Robust Continuous-Time Generation Scheduling under Power Demand Uncertainty: An Affine Decision Rule Approach	64th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)	2025.12	2025
Sofwathulla Saud	横浜国立大学	Enhancing Power Grid Resilience: A Distributionally Robust Approach to Multi-Period SCED based AC OPF	電気学会電力系統技術研究会	2026.01	2025
Taku Nishino, Aranya Chakraborty, Takayuki Ishizaki	東京科学大学、ノースカロライナ州立大学	A Necessary and Sufficient Condition for Equilibrium-Independent Passivity of Power Systems with Two-Axis Generators	IEEE Transactions on Automatic Control 71(2), 1381 - 1388	2026.02	2025
Byeonghwa Lee	東京科学大学	SOC緩和を用いたエネルギー関数に基づく定態安定性制約付き最適潮流計算	第13回制御部門マルチシンポジウム	2026.03	2025
齋藤空	東京科学大学	分散型電源の不確かさを考慮した地域別限界価格の決定：SDP緩和に基づく市場設計	第13回制御部門マルチシンポジウム	2026.03	2025
矢柴裕雄	東京科学大学	エネルギー関数の凸性に基づく電圧安定性解析	第13回制御部門マルチシンポジウム	2026.03	2025
西野沢	東京科学大学	電圧フェーザ極座標における電力システムの連成振動系表現：パーク同期発電機モデルへの拡張	第13回制御部門マルチシンポジウム	2026.03	2025
小泉慈元	東京科学大学	電流位相調整付きインバータで構成された損失電力系統の定態安定性条件	第13回制御部門マルチシンポジウム	2026.03	2025
Judy Mohamad	東京科学大学	分散型電力市場におけるマルチペリオド凸包価格計算	第13回制御部門マルチシンポジウム	2026.03	2025
Taisuke Kurosaki, Kenichi Kawabe	Institute of Science Tokyo	Reducing Computational Burden in Congestion Forecast Considering N-1 Contingency	IEEJ P&ES - IEEE PES Thailand Joint Symposium 2026	2026.03	2025
森下 聖, 河辺 賢一	東京科学大学	系統規模の違いが送電線の過負荷発生確率の 計算負荷に与える影響分析	令和8年電気学会全国大会	2026.03	2025
Taku Nishino, Jigen Koizumi, Kentaro Terao, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	Mechanical Analogy for Power System Dynamics with Park's Synchronous Machine Models	the 23rd IFAC World Congress 2026	2026.04 採択 (2026.08)	2026
Judy Mohamad, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	Tractable Convex Hull Pricing Approximation via Continuous Relaxation of Time-Dependent Constraints	the 23rd IFAC World Congress 2026	2026.04 採択 (2026.08)	2026

研究発表・講演、講演の状況

○研究開発項目2（続き： 5/5）

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
Boqiang Sun, Hiroo Yashiba, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	Small-Signal Stability Guaranteed Power Flow Calculation Based on Energy Function Convexity	the 23rd IFAC World Congress 2026	2026.04 採択 (2026.08)	2026
Kentaro Terao, Taku Nishino, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	Transient Stability Analysis of Inverter-Based Power Systems Based on Energy Function Convexity	the 23rd IFAC World Congress 2026	2026.04 採択 (2026.08)	2026
Byeonghwa Lee, Jigen Koizumi, Kentaro Terao, Taku Nishino, YUTAKA IINO, Takayuki Ishizaki	東京科学大学、早稲田大学	Energy Function-based Small-Signal Stability Constrained Optimal Power Flow Calculation using SOCP Relaxation	the 23rd IFAC World Congress 2026	2026.04 採択 (2026.08)	2026
Jigen Koizumi, Taku Nishino, Takayuki Ishizaki	東京科学大学	IQC-Based Small-Signal Stability Criterion for Inverter-Based Power Systems with Lossy Transmission Lines	the 23rd IFAC World Congress 2026	2026.04 採択 (2026.08)	2026

研究発表・講演、講演の状況

○研究開発項目3-1

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
小笠原 有香	NEDO	電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マネージ2.0）／バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上のための技術検討（調査）の概要等	日本地熱協会 令和6年度 第5回情報連絡会	2024.12	2024
下里 明日香	NEDO	電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マネージ2.0）／バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上のための技術検討	NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会 2025	2025.07	2025
吉葉 史彦	一般財団法人電力中央研究所	電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マネージ2.0）／バイオマス発電・水力発電・地熱発電の柔軟性向上のための技術検討（成果詳細）	NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会 2025	2025.07	2025

研究発表・講演、講演の状況

○研究開発項目3-2

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月	発表年度
米澤 宏一	一般財団法人電力中央研究所	一般水力発電の柔軟運用の課題と展望	第20回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム Renewable Energy 2026 分科会12（水力発電・未利用エネルギー）	2026.01	2025
飯尾 昭一郎	国立大学法人信州大学	これからの中小水力に求められるものと開発事例 ー 柔軟性・標準化・地域完結型による持続可能な水力エネルギー利用 ー	第20回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム Renewable Energy 2026 分科会12（水力発電・未利用エネルギー）	2026.01	2025
宮川 和芳	学校法人早稲田大学	都市・農山漁村共創社会創造シンポジウム「地域を豊かにするための『脱炭素』」「小水力発電の大量導入に向けて～研究・開発の最新動向」	ダム発電関係市町村全国協議会	2026.02	2025
飯尾 昭一郎	国立大学法人信州大学	地域発小水力発電のすすめ～強い地域をつくるための仕組みと担い手～	NPO法人信州水力発電開発活用センター設立記念シンポジウム	2026.02	2025
米澤 宏一	一般財団法人電力中央研究所	一般水力発電の柔軟運用の課題と展望	令和7年度「第3回小規模水力発電研究会」	2026.03	2025
飯尾 昭一郎	国立大学法人信州大学	これからの中小水力発電の方向性	令和7年度「第3回小規模水力発電研究会」	2026.03	2025

参考資料 1 研究評価委員会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業
（日本版コネクト&マネージ2.0）」（中間評価）
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2026 年 6 月 8 日（月）10：00～16：15

場 所：NEDO 高輪ゲートウェイオフィス 20 階 T 大会議室 06（オンラインあり）

出席者（敬称略、順不同）

＜委員会委員＞

委員長	山口 順之	東京理科大学 工学部 電気工学科 教授
委員長代理	原 亮一	北海道大学大学院 情報科学研究院 システム情報科学部門 准教授
委員	梅嶋 真樹	慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート 特任教授
委員	小笠原 潤一	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 電力ユニット 担任補佐・研究理事
委員	後藤 美香	東京科学大学 環境・社会理工学院 教授
委員	飛田 雄一	一般社団法人送配電網協議会 電力技術部 副部長
委員	馬場 旬平	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授

＜推進部署＞

上坂 真	NEDO 再生可能エネルギー部 統括課 課長
小笠原 有香(PM)	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム 主査
大城 久典	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム 主任
山本 航介	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム 主任
栄田 真吾	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム 主査
正木 健二	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム 専門調査員
串間 洋喜	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム 主査
中尾 光洋	NEDO 再生可能エネルギー部 系統連系チーム チーム長
鳴坂 真由美	NEDO 再生可能エネルギー部 統括課 専門調査員

＜実施者＞

大野 照男(PL)	送配電システムズ合同会社 ゼネラルマネージャー
二俣 耕哉	北海道電力ネットワーク株式会社 工務部 系統計画グループ グループリーダー
石谷 卓也	北海道電力ネットワーク株式会社 工務部 系統計画グループ 副主幹
安藤 希美	株式会社三菱総合研究所 主任研究員
仙頭 洋一	株式会社三菱総合研究所 主任研究員
小林 直樹	東京電力パワーグリッド株式会社 技術統括室 兼 グループ事業推進室 部長
渡辺 雅人	東京電力パワーグリッド株式会社 グループ事業推進室 グリッドエッジ事業推進 G 課長
松下 直人	東京電力パワーグリッド株式会社 経営企画室 経営戦略 G 課長
片岡 泰宏	東京電力パワーグリッド株式会社 技術統括室 課長
花井 悠二	一般財団法人電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ネットワーク技術研究部門 上席研究員
攝待 彰久	株式会社三菱総合研究所 分野事業マネージャー

奈須 嘉浩	株式会社日立製作所 グループリーダー 主任技師
田辺 隆也	一般財団法人電力中央研究所 シニアスペシャリスト
田口 晃	株式会社テプコシステムズ マネージャー
辻 隆男	横浜国立大学 教授
石崎 孝幸	東京科学大学 工学院 システム制御系 准教授
河辺 賢一	東京科学大学 工学院 電気電子系 准教授
太田 文彦	東京電力ホールディングス株式会社 経営技術戦略研究所 スペシャリスト
藤ノ木 俊宏	東京電力ホールディングス株式会社 経営技術戦略研究所 主任
米澤 宏一	一般財団法人電力中央研究所 サステナブルシステム研究本部 上席研究員
森 淳二	株式会社東芝 シニアフェロー

ほか、株式会社エナリス、株式会社本田技術研究所、関西電力送配電株式会社、中部電力パワーグリッド株式会社、東京大学 生産技術研究所、東京電力エナジーパートナー株式会社、東京電力ホールディングス株式会社、早稲田大学を含む 64 名

<オブザーバー>

山本 瞬	経済産業省 資源エネルギー庁 電力基盤整備課 課長補佐
塩田 稔	経済産業省 資源エネルギー庁 政策課／政策課制度審議室／新エネルギーシステム課 係長

<評価事務局>

薄井 由紀	NEDO 事業統括部 研究評価課 課長
植松 郁哉	NEDO 事業統括部 研究評価課 主任
須永 竜也	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
宮代 貴章	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
川原田 義幸	NEDO 事業統括部 研究評価課 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明
 - 2.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 2.2 目標及び達成状況
 - 2.3 マネジメント
 - 2.4 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
 - 3.1 マネジメントに係る補足説明
 - 3.2 DER 等を活用したフレキシビリティ技術開発
／系統用蓄電池の充電制御を活用した系統混雑緩和技術の開発
 - 3.3 DER 等を活用したフレキシビリティ技術開発／需給課題・系統課題の解決に向けた
フレキシビリティ最適活用技術の開発
 - 3.4 市場主導型制御システムの技術検討
4. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

5. まとめ・講評
6. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、出席者紹介

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【山口委員長】 東京理科大学の山口です。中間評価ということで非常に充実した内容かと思います。しっかり評価をしていきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

【原委員長代理】 北海道大学の原でございます。専門分野は系統工学全般になります。本日はよろしくお願いいたします。

【梅嶋委員】 梅嶋でございます。よろしくお願いいたします。

【小笠原委員】 日本エネルギー経済研究所の小笠原です。専門分野は、海外の電力システムの制度設計について調査させていただいております。本日はよろしくお願いいたします。

【後藤委員】 東京科学大学の後藤と申します。専門はエネルギー経済学です。どうぞよろしくお願いいたします。

【飛田委員】 送配電網協議会 電力技術部の飛田と申します。現在、系統計画関係、広域系統整備や混雑処理などの業務に携わっております。本日はよろしくお願いいたします。

【馬場委員】 東京大学の馬場です。専門は、電力系統工学をはじめ、パワーエレクトロニクスの電力応用になります。どうぞよろしくお願いいたします。

2. プロジェクトの説明

- (1) 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋、目標及び達成状況、マネジメント推進部署より資料に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。
- (2) PLからの御発言プロジェクト全体について
PLより本プロジェクトに関する発言を受け、その内容も踏まえ質疑応答が行われた。

【大野 PL】 PLを務めております大野です。本日は、評価委員会の先生方におかれましては、大変御多忙の中、御出席いただきまして誠にありがとうございます。プロジェクトの内容については、先ほど小笠原 PM から説明があったとおりですが、私のほうから思うところを幾つか述べさせていただきたいと思います。

まず本事業の背景ですが、日本では、2030年の再エネ比率36%から38%、さらには2050年のカーボンニュートラルが掲げられている中、再エネ導入の拡大に伴う系統制約や統合コストの増加といった課題が顕在化し始めております。今後2030年や2050年といった将来の目標を目指す中、ここが大きな課題になってくると考えております。そうした中で、こういった課題を克服して目標を実現していくためには、既存設備に加え、新しく入ってくる設備を可視化した上で、柔軟性を向上し、これを制御可能な設備とする。さらには最適化の対象とすることができる設備にしていくことが鍵になってくると考えます。さらに系統の制約を考慮しながら、これらのリソース、既存の設備に加え、非常に数が多く様々な制約を持った分散リソースを最適に運用できるような技術も求められてくると考えております。本事業は、まさにこういった課題の克服に取り組む事業であり、従来のコネクト&マネージの取組を踏まえながら、さらに発展させた枠組みとして位置づけられるものになります。

本事業のアウトカムとしては、先ほど説明がありましたけれども、エネルギーコストを可能な限り抑制しながら系統制約による出力制御を低減し、再エネ導入を促進することです。この実現を2050年という長期の時間軸で見据え、不確実性のある中で研究成果を政策側に反映していくという点が1

つ大きなポイントであると考えております。このアウトカムの実現のために、本事業では複数の研究開発項目を変更して進めております。

個別項目の話になりますが、まず項目 1.1 については、先ほど話がありましたけれども、系統用蓄電池の活用による混雑緩和のテーマとなります。蓄電池 EMS での充電制御ロジックや、コネマネシステムとの連携方針の整理に加えまして、契約形態であるとか対価といった実務的観点も含めて検討を進めております。今年度フィールド実証に向けた実証協力先となる蓄電事業者の公募を含め、実証に向けた準備を着実に進めていきます。項目 1.2 のフレキシビリティ最適活用技術のテーマについても、FLEX DER 検討では複数回のフィールド実証を通じた課題抽出や提案手法の改善を行っております。DER 集約配分機能に関しては、同時市場側の議論と並行して検討を進める難しさがありますが、実務フローであるとかデータモデル、ロジックの整理が進みまして、上位側と連携するために必要な機能の基盤部分が着実に整備されている状況です。項目 2 の市場主導型の制御については、費用対効果の試算や課題抽出を前倒しで進めながら SCUC、SCED の高度化の概念整理を実施しております。特に費用対効果の試算結果であるとか課題の内容については、エネ庁様の各種制度検討に役立つものになるよう今年度までの成果を報告書としてしっかりまとめ上げてまいりたいと考えております。

最後に、御評価いただく上での観点になりますが、まず全体として様々な情勢変化がありますが、おおむね計画に沿った進捗や成果が見られております。この点は評価に値するものではないかと私としましては考えております。本事業は、様々な機器からはじまりまして、一般送配電事業者、アグリゲーター、発電事業者、DER 事業者といった複数のプレーヤー、さらには市場制度設計を含めた複数のレイヤーをまたいで検討されているのが特徴と考えております。今後これらのレイヤーをつなぎまして、統合コストを低減しながら実運用へ展開していくわけですが、需要側の目線、供給側の目線、それから国民を代表する制度側の目線といったおのおのの目線の「三方よし」をいかに実現するかということが今後一層重要な論点になると考えております。そのために、一部検討を 2029 年まで延長して行う計画とさせていただきたいと考えていますけれども、エネ庁様とも連携をしながら、今年度末までの成果をしっかりとまとめあげ、2027 年度以降の検討も加速してまいりたいと考えております。本日はこういった視点も含めまして、先生方から幅広い御意見、御助言を頂戴できれば大変ありがたく存じます。以上をもちまして、私からの発言とさせていただきます。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

<質疑応答>

【山口委員長】 御説明ありがとうございました。

それでは、御意見、御質問等をお受けいたします。まずは、評価項目 1 の意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋及び評価項目 2 の目標及び達成状況に関していかがでしょうか。飛田委員お願いします。

【飛田委員】 送配電網協議会の飛田です。コメントをさせていただきます。資料 10 ページ、11 ページをお願いできればと思いますが、本事業について 10 ページにシーズプッシュ型ということで書かれております。事前質問でも確認させていただきましたが、アウトカムの達成には国の審議会との関係性が非常に重要となると考えております。この点について、先ほど大野様からもコメントをいただきましたが、今後議論を進めていくに当たっては、国の審議会とこの実証事業の相互理解が大変重要になっていくと考えます。国の審議会では今後導入の是非を議論するためには、どのような検討が必要になるのか、そのうちどの部分が本実証事業で検討していく項目であり、どの部分が国側の議論なのか。そうした認識合わせをしていくところが重要かと思っております。現状も綿密に連携をいただいていると認識しておりますけれども、引き続き国の審議会との協調を図っていただければと思います。

もう 1 点、事前質問の中で「一般送配電の自主的な取組」について伺った点に少しコメントをいたし

ます。一般送配電が個別に費用便益評価等を行い、その成果について適用していくケースについて回答いただいております。そういったケースがあることは全く否定されるものではないと考える一方、本事業で扱っている、特に混雑緩和などについては、費用便益評価の手法自体、非常に様々な方法が考えられるものと思います。このため、一般送配電の各社が個社で費用便益手法などを何らか策定して評価し、その結果、便益評価がよいので導入を進めるという状況は、ある程度限定されるのではないかと考えております。本事業で提唱されるような各種の取組を進めていくためには、国内での費用便益評価の方法が確立され、それが国の審議会等でも議論されて妥当なものだと認知されることが大変重要かと思っております。このため、本事業の中でも幾つか費用便益評価について取り組んでいる項目もございますので、特定のケース以外でも使えるという意味での汎用性であるとか、公平性といったところ、また対外説明性といった要素も考慮して検討いただき、それが国のスタンダードな費用便益評価の方法となることで、社会実装も進んでいくかと思っておりますので、そういった点についても可能な範囲で検討いただけるとありがたいと考えております。

【小笠原 PM】 NEDO の小笠原でございます。大変貴重なコメントありがとうございました。費用便益評価の点については御指摘のとおりです。参考資料の 62 ページ目になりますが、現行のローカル系統の増強規律に基づく費用と便益の計算方法について、こちらに記載しているとおりと異なるのですけれども、現状 DER の活用による明示的な効果については、潮流想定 of 計算に組み込まれる形で評価されるということになっております。この具体的な算出方法も含め、特に項目 1-1 の三菱総合研究所様の調査の中で、海外での費用便益の評価方法も調査いただいている中、よりベストプラクティスとなり得るような評価方法も含め、この事業の中で整理できるところまで行った上で、一般送配電事業者様であるとかが国の検討の中で参考になるような情報としてまとめてまいりたいと考えている次第です。ありがとうございます。

【山口委員長】 よろしいでしょうか。では、小笠原委員お願いします。

【小笠原委員】 日本エネルギー経済研究所の小笠原です。この費用便益について、80 ページ目のほうでもスポット価格と CO₂ の削減効果で便益といった定義をされています。もともと出力抑制をする際には再エネ事業者に対して費用を払わないという状況の下で、混雑を解消して発電が増える。この発電が増えるということについて、スポット価格を適用するところでロジックがよく分からずにおります。この部分というのは、発電事業者の収入が増えたということで評価をされ、便益と定義されているのか。どういうところでこういうロジックになったのかを週末ずっと考えていたものの全く分からず、この点について何か補足的な説明をしていただかないと、この記述だけではよく分からないと感じた次第です。

【小笠原 PM】 ありがとうございます。こちらの費用便益の考え方については、もともと資源エネルギー庁様のほうで策定されたものとなります。具体的になぜこのスポット価格が算定値のベースになっているのかという点について、やや分かりにくいというところではございますけれども、恐らく当該年度において評価できる指標ということで当時設定されたものではないかと思慮いたします。何か補足のある方がいらっしゃればというところですが、特によろしいでしょうか。

現行こういった増強規律の考え方に沿って増強の判断を行っているというところで、この見直しの要否といったところも含めて、この事業の中で検討及び議論を進めているところです。引き続き今の点も含めて整理をしっかりとまいりたいと考えてございます。ありがとうございます。

【小笠原委員】 こちらの前事業である FLEX DER の際に、混雑の評価について、数年前の段階でどの程度混雑が発生するのかという想定を行い、その際には事前の調達を検討する。そして実施の 1 週間前であるとか、その断面でもう 1 回混雑の評価を行って追加調達を判断する。そして実施、混雑の解消を行うというフローだと御説明いただきました。それを個別変電所ごとに、どの程度のフレキシビリティ

の調達が必要かという評価を行う。ただし、それには相当誤差率があるということで、どの程度評価を行うかが結構難しいといったところで最終評価が終わりました。その後、こちら後継となる現状のプロジェクトにおいて、確率的な評価の下でシステム化を行うといったように飛んでしまっており、その中間のところはどう処理されているのかについてよく分かりません。どの程度のフレキシビリティの必要性が生じるのかというところの評価手法についてある程度改善されたのかどうか。そうしたところをどのようにといいますか、検討されていたのかどうかを御説明いただければと思います。

【小笠原 PM】 ありがとうございます。今お示したこちらの 62 ページ目の内容については、現行のローカル増強規律に基づき、ローカル系統の混雑時に DER を活用した場合の費用便益の評価に関してどのようにやっていくか。そうしたところの検討ということで申した次第ですが、今回でいいますと項目 1-2 の中のワーキング 1 として検討している「FLEX DER 検討」の中で、検討を継続的に進めている部分についての御指摘をいただいたものと思ってございます。こちらについては、おっしゃるとおり、この事業の中で継続的に費用便益の考え方といったところも含め、フレキシビリティの運用方法の確立を行うために様々検討を継続的に進めているところです。特に DER の応答率、応答性といったところも踏まえ、必要なフレキシビリティの運用方法、運用条件を整理するとともに、必要な容量を予測するための手法について、継続的に今まさに評価をしているところです。こちらは、具体的な配電用変電所の増強、あるいは FLEX DER の活用の便益評価に資する検討という位置づけで成果を取りまとめてまいりたいと考えております。

【山口委員長】 ありがとうございます。そのほかいかがでしょうか。では、馬場委員お願いします。

【馬場委員】 説明いただきまして、どうもありがとうございました。本事業の役割、目標、達成などに対し大きな問題はないと思っております。少し成果の見せ方について、事前質問でもお伺いしたところとなりますが、お伺いできればと思います。17 ページ目や 20 ページ目においてアウトカム目標について説明いただいております。回答で、考え方について丁寧に御説明いただきありがとうございます。ただ、結局エネルギー基本計画のほうは、エネルギーベースでの目標を出しています。アウトカムの目標がキロワット (kW) ベースでの目標になっており、一見すると分かりづらいと思いました。対応が分かりづらいような印象もあります。もしよろしければエネルギー基本計画に対するアワー (kWh) ベースでもどれくらい貢献できるのか明示していただくと、より目標及び意義を外部の方に分かっていただけではないかと思いました。意見となりますが、以上です。

【小笠原 PM】 貴重な御意見をありがとうございます。おっしゃるとおりでございまして、貢献年次のところにも記載している容量ベースの数値に対してアワーベースでも示すということについては、現時点では、例えば項目 1-1 にて、コネクト&マネージシステムでの充電の考慮といったところも含めて行うことにより、kWh ベースでの再エネの活用量の増加も見込めるところであるものの、制御対象の電源を特定して評価することができないためワットベースになっている次第です。今、御指摘いただいたとおり、仮の値であっても何らかその効果として明示していくことで、この検討の意義についてより御理解いただける部分はあるのではないかと思います。仮の数字であっても、この事業の効果については、引き続き明示することも含めて検討してまいります。そして、こちらの 17 ページ目に記載している目標以外のアウトカムについても、この事業の副次的効果というより直接的な効果という位置づけかもしれませんが、具体的な効果ということで再エネの出力制御量の低減効果も含め、成果としてしっかり発信できるようこの事業の中で検討を進めてまいりたいと思います。以上です。

【馬場委員】 ありがとうございます。ぜひそのようにしていただいて、多くの人に成果を理解していただくような努力を引き続き行っていただければと思います。ありがとうございます。

【小笠原 PM】 ありがとうございます。

【山口委員長】 ありがとうございます。それでは、リモートで御参加の委員にもお願いしたいと思います。

まずは、梅嶋委員お願いします。

【梅嶋委員】 発表について御苦労さまでした。私からはセキュリティと標準化に関しての2点です。57ページ目にセキュリティに関する基本方針といったところは示していただいていると思います。そうしたところで、ぜひ11ページのほうに具体的な活動を記載してください。フレキシビリティということでは、新しい要素でもありますから、特にDERの所有者が保たなければいけないセキュリティ要件に関しては、具体的な検討内容を入れていただくのがよいと思います。それというのは、今IEC（国際電気標準会議）などでも議論をしておりますが、やはりセキュリティ・バイ・デザインといいまして、セキュリティが最初の要件に入っていないと、後から追加するとなれば、要するに設置コストということも含めて非常に高くなるという傾向が見えております。その意味では、このまさに、技術的な仕様を検討するというこの段階でセキュリティ機能の検討について具体的に入れていただくのが重要ではないかと改めて思う次第です。それから2点目ですが、58ページ目に記載のあった標準化に関する意見について、標準化に関して考える前に、何をオープンにして何をクローズドにするのか。そうした点を検討するのが非常に大事だと思います。あらゆるものを標準化すればよいというものではありませんし、報告のポイントごとに特許化などという話も出てきましたが、何をクローズドとし何をオープンにするのか。これを標準化戦略の検討上で入れていただければよいと思います。最後に、IECのほうでは、日本版アグリゲーションといったところをIEC/SRD63443-1ということで、この2月に国際標準化を確定しております。この頁のDERアグリゲーターシステムといったところに、ぜひSRD63443-1という日本から出し、完成したIECの国際標準といったところのドキュメントナンバーを入れていただけるよいのではないと思う次第です。以上になります。

【小笠原PM】 貴重なコメントをありがとうございました。まず、この事業の中でセキュリティ要件の検討も含めて実施していくのがよいのではないかとということで御意見を賜りました。その点はおっしゃるとおりだと思います。こちらの事業について、事前質問への回答で申し上げた部分とも重なりますが、ERABガイドラインであるとか各種系統連系規定であるとか、託送約款の別冊等で示されるようなセキュリティの確保を前提としてこの事業を実施してきているところです。この事業の中で実施している外部有識者を含めた検討委員会においても、特にセキュリティを御専門にいただいている有識者の方から、系統用蓄電池のサイバーセキュリティ確保の観点で2027年度から要件化される「JC-STAR★1（レベル1）」の取得といったところについては、「最低限の非常に緩いセキュリティ要件であり、より厳しいセキュリティ要件が今後必要になるという前提で検討を進めていくべきだ」との御意見も頂戴しているところです。そうしたところも含めまして、明示的に「この項目でセキュリティの検討を」という計画はないものの、各検討の中でセキュリティの部分を検討しながら事業を進めてまいりたいと考えているところです。それから2つ目の御指摘について、こちらの58ページ目にも関連いたします。公開と非公開といった領域も分けた上で標準化を進めていくことの重要性については、我々も認識しているところです。ぜひそのように情報も含めて整理をしてまいりたいと考えてございますし、特にDERの活用といったところでは、今後同時市場の検討においても課題になると思っておりますが、諸外国の検討の中ではデータフォーマット等について統一されていないことが原因で、様々課題であるとかシステム的なコストの増加といったところが生じていると認識しております。そうしたところで、このデータフォーマットの統一も含め、しっかり標準化も見据えながら検討を進めてまいりたいと思います。そして、最後に御指摘いただいた、IEC63441 だったでしょうか。そちらについて、ERAB検討会での検討も含め、本事業の関係者もそうした検討の中に一部参画する形で議論に加わっている部分もございましたが、標準化された設計を通じて、国内での検討のみならず海外展開もにらみながら、検討を進められるようこれからも留意してまいりたいと思っております。この点について何か補足等、実施者からあればお願いしたいと思いますが、特によろしいですか。

以上となります。ありがとうございました。

【山口委員長】 ありがとうございます。梅嶋委員、よろしいでしょうか。

【梅嶋委員】 最後のドキュメント番号のほうですが、63443 となります。

【山口委員長】 ありがとうございます。それでは、後藤委員お願いします。

【後藤委員】 御説明ありがとうございました。本事業の位置づけや意義については、将来的に統合コストの増大が見込まれる中、こうした研究をもとに多面的に技術検証や経済性の検証をしていくことの意義は非常に大きいと思っております。一方で、先ほど来も少し出ておりましたが、費用対効果であるとかアウトカムに関して、様々な不確実性があるということで、燃料費削減であるとか再エネ導入拡大による便益について、資料 18 ページ、19 ページをはじめ、後のほうでも出てまいります。そのような便益について、一般送配電事業者側の対策費用であるとか発電側の追加コストなど様々なネットの費用対効果という条件を考えますと、いろいろな状況が変わっていく中で、ある程度の仮説・仮定を置いて評価をしていかざるを得ないというのは理解しているところです。その上でになりますが、状況に応じて、複数のパターンでどのような評価になるのか、そうした検証があると、状況の変化に応じて評価の全体像がどうなってくるのかといったところが分かりやすいのではないかと思います。それから 2 点目としては、今の点とも関連しますが、資料 11 ページ目にありましたように 2028 年度末時点でこの事業が成功と判断するための達成状況、標準仕様の確立、制度面での反映、実機の実装の見通しなどがあるかと思います。そういったものが具体的にどのような状態になっている想定なのか、記載がもう少しあると、判断に非常に役立つのではないと思いました。そして、これは 1 点目の少し補足になるのかもしれませんが、蓄電池システムの製造供給環境の変化によって再選定になったというような記載がありましたが、このような不確実性という意味では、様々な状況が変化していく中、例えば物価の高騰であるとか調達リスクといったものも、これからさらに出てくるかもしれません。そうした中で、先ほどの話につながりますけれども、状況の変化について少しバリエーションを持たせた形で目標達成の程度であるとか評価値というものもお示しいただくとよいのではないかと思います次第です。ありがとうございました。

【小笠原 PM】 ありがとうございました。まず 1 点目の費用便益評価の件ですが、NEDO の資料上、概略的な記載にとどまっております、実際は成果報告書の中で、各項目の中で具体的にお示しするということを想定してございます。例えば 104 ページにあるような項目 1-2 の DER 集約配分機能の便益評価においては各一般送配電事業者で必要となり得るコストとして、海外での動向等も踏まえてある程度仮定を置き算出しつつ、そのコストに対する効果についてシミュレーション等を行っていただいているところです。こうした検討については、それぞれの項目の中で実施しているところで、そうした成果も含めてしっかり対外的にアピールできるよう留意してまいりたいと考えます。2 つ目の成果の概要についても、NEDO の資料としてフォーマットに従った部分がございまして、非常に概略的な記載にとどまってしまうというのが正直なところですが、先ほど御説明の中で示したように、各成果の実現性はさることながら、詳細なロジック等が示されていること、課題が明示されているということをもって、最終目標の達成状況を計測するという前提にしています。参考資料のほうに記載しているそれぞれの検討成果を統合する形で事業全体の成果をまとめることになりますが、それに対する評価を今申し上げた指標をもって NEDO 側としてもしっかり行ってまいりたいと考える所存です。それから最後のリスクの考慮というところについて、我々の予算の立て方に関連するところにもなりますが、実施事業者の計画の中では考慮していない部分として、今御指摘のあったようなエスカレーションリスクといったところも考慮して、非公開ベースではあるものの、予算の確保と計画の策定を NEDO の中で実施しているところです。引き続きそうしたところも考慮しながら、リスクに応じて対応するという前提で事業を進めてまいりたいと考えます。以上です。

【山口委員長】 後藤委員よろしいでしょうか。

【後藤委員】 ありがとうございます。

【山口委員長】 ありがとうございます。それでは、原委員お願いします。

【原委員長代理】 北海道大学の原でございます。御説明ありがとうございました。私からは1点になります。事業のアウトプット目標と到達状況ということで順調に進捗いただいているものと理解いたしました。様々な情勢変化のある中において、それにも対応しながらということで捉えております。私からお伺いしたいのは、各項目で実施されている事業者様のほうで、変化のある情勢下にて、ある種制約条件の中でいろいろな技術開発や評価をなされていると思います。そうしたところで、逆に事業者様のほうがこの開発経緯を踏まえ、「制度がこうであればもっと統合コスト下げられる」といったように、技術側の立場、あるいは実務的な観点から制度がこうあってほしいというようなリクエストを集約するような仕組みについて、この事業のフレームの中にあるかどうか。また、ある場合には、それがうまく機能できているかという点で御説明をいただけると幸いです。よろしくお願いいたします。

【小笠原PM】 ありがとうございます。今、御指摘のあった「フレームワーク」という形で、何かNEDO側から意見収集をする場というものを設定しているわけではないというのが現状です。こちらの事業は、シーズプッシュ型の事業ということで各種検討を進めてきているという中で、例えばDER集約配分機能の検討については、「上位のSCUC/SCEDにどのように下位側のDERフレキシビリティや制約の情報を渡すか」といった検討を進めていただいている中、現行の需給調整市場や卸売市場が分断していることで、やや市場と系統運用が、しっかり最経済で連携しているわけではないような形の状況も考慮しつつ、「どのような状態で上位のSCUC/SCEDの全国大での最経済の計算に情報を渡すことで全体最適になり得るのか」といったところの検討を進めていただいているところです。こうした個別の検討から、「将来の全国大での制度としてこうあるべきだ」といったところの提案が出てくるといったような構造に現状はなっています。

【原委員長代理】 御説明ありがとうございます。やはり今回、国費も投じながら実施していただいている事業ですので、まさに実務的な観点から本来あるべき姿みたいところにフィードバックできると、より効果的な事業成果の活用になるかと思います。目標になかなかそこを記載するのは難しいということで、そこは明文化いただく必要はないと思うものの、そういった実施者側からの率直な意見というのをうまく吸い上げられるような仕組みがあるとよいと思い、伺った次第です。御回答は理解いたしました。ありがとうございます。

【小笠原PM】 ありがとうございます。

【山口委員長】 ありがとうございます。それでは、時間が限られておりますので、評価項目3のマネジメントに関しても御意見、御質問をいただければと思います。一応時間としては、11:40ぐらいが目標ということで限られていますが、よろしくお願いいたします。原委員どうぞ。

【原委員長代理】 よろしいでしょうか。引き続きとなりまして、恐れ入ります。マネジメントのところで、資料45ページだったかと思いますが、項目の中で大学の研究室を中心に連携されているということで、非常によい取組だと感じた次第です。それで、今回同じコネクト&マネージという目的の中で、3つの項目を上げて様々な機関の方がここに参加されております。各開発項目関連の連携というところがうまくワークしているかという点について御説明いただけますでしょうか。よろしくお願いいたします。

【小笠原PM】 ありがとうございます。うまくワークしているのかどうかというところはさておき、検討委員会については、各実施者がほかの項目の検討委員会に委員、あるいはオブザーバーとして参画することで情報連携を図っているというのが1つございます。また、項目2で整備いただいた系統モデル情報については、項目1-2の上位SCUC/SCEDの検討にも関連する全国大での需給シミュレーション

のモデルに活用されています。そうしたところで、有機的な連携を取ることができているのではないかと考えます。そのほかにも様々な連携というところがございますけれども、ある意味、代表的な例ということで挙げさせていただきました。

【原委員長代理】 非常に大きなプロジェクトであり、連携を取るのも大変かと思いますが、引き続き有効にワークするよう御検討いただければと思います。ありがとうございます。

【山口委員長】 ありがとうございます。それでは、ほかにはいかがでしょうか。マネジメントは、大きなプロジェクトですので重要かと思います。11:45 くらいまで少し時間を延ばして対応したいと思いますので、御意見、御質問があればお願いしたいと思います。

【小笠原 PM】 委員長、よろしいですか。

【山口委員長】 お願いします。

【小笠原 PM】 本日一日がかりの委員会になりますけれども、この全体概要の部分をもって項目 1-3 と項目 3-2 の方々については退席する可能性があり、もしその部分について特に御質問があれば、今お受けしたいと思います。

【山口委員長】 それでは、梅嶋委員お願いします。

【梅嶋委員】 マネジメントの部分について、この事業というのは制度的な変更が事業にとっても大きな影響を与えると認識しております。この制度的な動向の変化というのは、特に資料 40 ページの実施体制とあったところで、要するに研究項目ごと政策的な動向を調査するのか。それとも、そうではなく、例えば NEDO から政策的な動向の方向性というのはこうなっているということで全体的に共有されるのか。この政策的な変更といったところがどういう形でインプットされるのかについて教えていただければ幸いです。

【小笠原 PM】 ありがとうございます。私ども、資源エネルギー庁の省エネルギー・新エネルギー部の資源エネルギーシステム課と政策課の皆様、また電力・ガス事業部の電力基盤整備課（電力流通室）の皆様と 3 課横断で連携しながらこちらの事業について主に進めているところとなります。そちらでの政策動向を含め、何か変化があるという場合には、資源エネルギー庁様と NEDO にて密に連携させていただき、実施者に情報共有等を図っております。また、項目 3-2 については、電源側の検討というところになっておりまして、先ほど申した 3 課室に加え、資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部の新エネルギー課の皆様と電力・ガス事業部（電力基盤整備課 電力供給室）の皆様とも連携を図っているところであります。そちらの制度的な変更といったところも含め、何かあれば随時共有することとしています。また、資源エネルギー庁様の審議会とも連携を図っており、先日もこの項目 3-2 についての検討内容を御紹介いただいたところです。その他のワーキングにおいても、こちらの事業の成果の発信を行うなど、制度提案に資する活動を我々としては推進してまいりたいと考えているところとなります。

【梅嶋委員】 分かりました。まさにその辺りの連携というのは、これを国費でやっていると考えますと、そういう政策的な部分との連携が行われていることについて、どこかに記載されていると報告書として非常に正しく評価できるのではないかと思います次第です。

【小笠原 PM】 ありがとうございます。

【山口委員長】 ありがとうございます。そのほか、いかがでしょうか。

では私、山口のほうからよろしいでしょうか。資料 48 ページになります。これも動向情勢変化ということで、次期中給と同時市場というのは非常に大きい要因だと思います。これは、この事業の中で技術的な検討を進めると言いつつも、技術的といってもどういう形のアウトプットになるのかというのが、どうもイメージが湧きません。幾つか案が出るといいますか、複数面でいろいろな成果が出るようなものなのか。どのように受け止めればよいかをもう少し教えていただければと思います。

【小笠原 PM】 ありがとうございます。こちら非常に概略的で分かりづらい部分があったと思ひまして、恐れ入ります。まず、項目 1・2 の検討について、同時市場そのものの検討については今年度から具体的に資源エネルギー庁様で検討が進むということで、それはある種横に置いておきまして、その上位側の計算にどのように下位側の情報を受け渡し、その上位側の計算をもってどのように下位側に情報を配分するのか。そうしたところの基本的な要件となる部分の情報整理であるとか、課題整理といったところを実施しております。この成果については、恐らく同時市場の検討への参考情報として提供させていただくことになるのですが、同時市場のある種前提条件になるような情報として提供できるのではないかと考えているところです。項目 2 については SCUC/SCED ロジックの検討ということで、SCUC/SCED 自体は現在送配電システムズ様を中心に次期中給システムでも検討が進められているところとなります。現行のロジックについて、ある程度課題も見えている中で、その課題を克服し、高度化する手法として、計算の割り切りであるとか、システム上の工夫といった細かいところに加えて、ロジックそのもの、抜本的に高度化するロジックの整理といったところを学術的な視点から現在検討しているところです。そうしたところのエッセンスが、次期中給システム、2032 年頃の運開が見据えられているわけですが、そのシステム自体、あるいはそれ以降のシステムの改修時期に合わせて貢献できるよう、現行まだ調査というところですが、情報やロジックの概念の整理をこの事業の中で実施していくという立てつけとしております。そうしたところを含め、まだ十分に検討が具体化されていない同時市場などの検討に資するような情報として、この事業の成果を受け渡していくということかと思っております。

【山口委員長】 ありがとうございます。それでは時間となりましたので、以上で議題 2 を終了いたします。

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明

省略

4. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

5. まとめ・講評

【川原田主査】 それでは、まとめ・講評となります。最初に、馬場委員お願いいたします。

【馬場委員】 東京大学の馬場です。皆様、本日は御説明いただき、そして御議論いただきどうもありがとうございました。今回、電源の統合コスト低減に向けた電力システム柔軟性確保・最適化のための技術研究開発事業ということで、エネルギー基本計画の目標をどう実現するのか、それに対応する技術開発を実施していると思っております。そのエネルギー基本計画は実現に非常に高い障壁があると私は思っておりまして、系統に接続されるものを使えるものは全て使うという、総力戦を考え、そのための技術開発をしていただいているものと思っております。また、皆様の御尽力により、開発自体は着実に進んでいるものと本日感じた次第です。技術開発と同時に、統合コストの低減や最適化、経済性、それから費用便益計算なども非常に重要な指標だと考えております。今回の検討は、多くの議論がありましたけれども、ある前提があって、その前提の下で出てきた計算の結果というようには思っております。

す。それも1つの結果ではあると思いますが、外部環境がしっかりと決まらない状態で、それが変わると、またこの計算結果が変わってしまう可能性があります。ある例の計算結果と出すのも非常に重要ですが、ここが変わるとどう変わっていくのだというある意味一般化といえますか、今回得られた結果というものをどう外部環境が変わっていたら使えるのか、そのようなまとめ方をさせていただくと、よりよいまとめになると思います。もちろん外部環境が変わったことを前提に様々な計算をしていただくというのは、非常に時間がかかり大変だと思いますから、道筋を立てて頂くと良いと思いました。今回、非常にいろいろなことをやっていただきまして、それぞれ大変密度の濃い検討をしていただいておりますけれども、短時間で理解するのはなかなか難しいところもあります。そのため実施内容や成果を外に出す際に少し工夫をしていただくとよいと思います。項目間でも、例えば研究項目1.1と1.2で2つともBESSを活用した混雑緩和について試行されていまして、地域供給系と配電系ということで違いがありますが、似たような開発に見えてしまいます。項目の1と2で系統混雑の予測見通し、長期と短期の違いはあるものの、もう少しうまく整理していただき、それぞれどのようなところでやっているのだと、項目がこのようなことなのだ、目標に対して何をどういう時間スケールでやっているのか、そうした整理をしていただくと、よりよいと思います。最後に、今回の議論の中で思いましたが、例えばホールディングスなのでTSOのデータが使えない、TSOなので実証で市場に入れないであるなど、研究開発に行為規制を入れるべきなのか、再検討すべきではないかと思っています。もちろん事業の中での行為規制は重要と思うのですが、研究開発にまで規制を入れることの是非を考えるべきだと思います。以上になります。

【川原田主査】 ありがとうございます。続いて、飛田委員お願いいたします。

【飛田委員】 送配電網協議会の飛田です。私からは、一般送配電事業者という立場も踏まえたコメントをいたします。まずもって、各検討項目において、事業者様であるとか学者、市場関係者、アグリゲーターと多くの方が携われ、非常に充実した体制で多角的な検討が進められているという印象を持ちました。いずれも現在顕在化している課題への対処というところで、非常に多くの項目が将来的な社会実装を求められているということも感じております。本日、例えば費用便益評価について多数の議論があったかと思いますが、恐らく今後、導入の是非について国の審議会で議論していく中でも、こういった費用便益評価というところは重要な議論となるかと思っておりますので、こうした場でも有識者の先生方にいただいた疑問点であるとか御助言というところを踏まえながら、考え方を整理していくことが重要と考えます。一般送配電としても、こういった費用便益評価などで細かい設定等、技術的な部分も含めまして貢献できればと思っております。加えて、より実務的な例えばセーフティネットであるとか、実務上ワークするか否かといったところ、そういった課題も洗い出してクリアしていきながら、効率的な設備形成のために、本日御紹介いただいたような政策も導入に向けて検討していきたいと思っております。本日は、国の審議会と実証事業の連携が重要だというコメントをさせていただきましたけれども、当然ながら我々一般送配電も、本日議論したような点の社会実装に向けて重要な役割を担っていると考えております。実際の系統においてこういった技術的な課題があるかというところであるとか、その対策に向けてこういったことをすべきか。そういった点については、今回実証に参画している一般送配電各社以外も含め、一般送配電として全国大でも検討して考え方をまとめていくというところや、その結果を本事業にも伝えていくといったところについて取り組んでいきたいと考えております。私からは以上です。

【川原田主査】 ありがとうございます。続いて、後藤委員お願いいたします。

【後藤委員】 本日は御説明どうもありがとうございました。まずは、意義・アウトカムについてですが、様々な分散型リソースが増加する中で系統の安定化、最適化を目指しつつ、増大する統合コストを抑制していく方策として、大変多面的に技術、制度、経済といった様々な視点から開発と検証をされてい

ると理解しました。それから、費用対効果分析も行われているということで、当プログラムの意義は高いと思っております。一方、アウトカム達成までの道筋については、将来を見据えた大筋の計画はしっかりと立てられていると思いますけれども、将来の不確実性というものはどうしてもある中、長い期間になればなるほど様々な状況やリスクを想定した計画が必要になってくると思います。特に、将来の自立化目標であるとか社会実装の道筋についても、その辺りの状況変化やリスクといったものを十分に考慮して取り入れた計画について示していただけるとよいのではないかと思います。それから、その後のアウトカム目標、達成見込みに関しては、費用対効果の試算式が検討されているということで、本日議論が行われたところです。そういったものが示されていることは客観的視点に基づくという点で望ましいことであります。何を KPI とするのか、その事業の成果をどのように判断していくのかという費用対効果の計算式については、もう少しフォーミュラであるとか、前提数値の変更にどれほどの影響を受けるのか、そうした影響も考えながら御検討を続けていただけるとよいのではないかと思います。それから、マネジメントに関してですが、多くの実施者が多面的な分析をかなりの量で進めておられるということで、そういった点では非常に内容を強化できると思いますが、一方で、グループ内の連携については、各項目をそれぞれ並列しているように見えてしまう懸念もありますので、十分なシナジー効果が出るような形で、特に社会実装や事業の自立化といった面に向けて模索しながら進めていただくとよいと思います。以上です。

【川原田主査】 ありがとうございます。続いて、小笠原委員お願いいたします。

【小笠原委員】 日本エネルギー経済研究所の小笠原です。同時市場の議論が始まった際に、蓄電池であるとかアグリゲーターが非考慮ということで、ちょっと驚いた記憶があったものの、こちらの事業のほうでしっかり御検討いただいているということで安心した次第です。その一方で、今後の展開や普及などを考えていった場合、少し事業者の巻き込みが足りないように感じております。実際に蓄電池を設置し、それで検証を行っていくということもあるのですが、既に実装されている蓄電池業者様も実際にいらっしゃいます。そうした実際の事業者様、あとはそういう業界団体ともしっかり連携を行っていき、実際にアグリゲーターなどがこうした仕組みを採用していくような流れというものをぜひ御検討いただければと思います。私からは簡単ですが、以上です。

【川原田主査】 ありがとうございます。続いて、梅嶋委員お願いいたします。

【梅嶋委員】 まずは、発表について御苦労さまでした。意義に関しては非常に高いと思いますが、ほかの委員の方からもコメントがあったように、非常に環境の変化が激しいといったところもあります。それは国内制度もそうですし、海外の標準化などの動きもそうだと云える中で、どの情報をしっかりとこの研究の方向性にインプットするのか。そうしたところに関して、しっかりと吟味した形でのインプットを行うべきではないかと思った次第です。2つ目のアウトカム（社会実装）達成までの道筋に関しては、今年度のまさに活動になるかもしれませんが、データ交換の要件というのはとても大事であり、それができるべく早く。逆に言うと、様々な事業者にそのデータ交換の要件が伝われば伝わるほど実装のコストが下がってくるといってもございますので、ぜひこのデータの交換要件に関しては早めに決めていただき、それを様々な事業者の方に共有するという活動を推進してほしいです。また、セキュリティに関しては「基本方針にのっとる」といったところの御説明がありました。一方で「この事業の中のスコープとは関係が少し薄い」というような御説明もありましたけれども、セキュリティといったところを最初から設計することがトータルコストの削減につながり、最終的にそれが経済性にもプラスの影響が出てまいります。ですので、必要なセキュリティ要件といったところも、データ支援、データ交換の要件と同時に検討していただくことがとても重要ではないかと思います。最後の標準化戦略に関しては、インフラ輸出ということを考えますと、海外の事業者、海外のオペレーターからの意見、特にアジアを中心とした輸出可能性があるところからの意見についてのインプットもとても重要

になるのではないかと考えた次第です。以上になります。

【川原田主査】 ありがとうございます。続いて、原委員長代理お願いいたします。

【原委員長代理】 まずは実施者の皆様、日頃、本事業の推進に向けて着実に成果を出していただきまして大変ありがとうございます。また、本日も内容について丁寧に御説明いただきましてありがとうございます。本事業の意義については、ほかの委員と同様に非常に重要なところを尽くしていただいているというところで感謝を申し上げます。また、各事業者様が目標に向かって着実に進められているという印象を持ちました。小笠原委員のほうから御説明のあったところは私も賛同するところで、こうした技術的に優れたものができたとしても、それが実際にそこにいる DER を供出する側にとって魅力的な状況でなければ、せっかく整っても実際にシステムとして動かない。玉が少なくても動かないということが十分に起こり得ると思いますので、今回のフィールドテストにおいてその辺りが担保されるのかということはもちろんのこと、どういった条件が整わなければそういった参加が見込めないのか。そうしたところについて、少し普遍的な議論を最終的にアウトプットとして出していただければ、今後の政策決定に向けても非常に重要なシグナルになるのではないかと考えておりますので、ぜひ引き続きの御検討をお願いできればと思います。簡単ですが以上でございます。

【川原田主査】 ありがとうございます。次に、山口委員長お願いいたします。

【山口委員長】 山口です。それでは、3 項目について述べてまいります。もう既に各委員から細かく丁寧に評価をいただいたところですが、まず位置づけも非常にエネルギー基本計画に沿っており大変よいというのが全体的な評価であったかと思います。アウトカム達成までの道筋についても、様々な立場の事業者様に入っていただいております、こちらとてもよかったという印象です。また、知財についても各関係者が配慮されて適切なものでした。それから全体的に、これは目標及び達成状況にもつながってくるかと思います、外部状況も不確実性が高いであるとか状況の変化が激しいといったところもございます。何分とても充実した研究開発になっており、期待されているところも多いかと思いますので、引き続き関係者がコミュニケーションを取られ、特に各項目のコミュニケーションをしっかりと取りながら、残り期間でできるところはやっていただく。そして、できないところは、時間が限られていますので、結果の解釈といいますか、考察のところをしっかりといただいて、次に生かしていただければと思います。

次に 2 番目の目的及び達成状況に移りますが、おおむね順調といいますか、項目によってはとてもよく進んでいるものも多く、着実に進んでいることが確認できたと思います。委員のほうからも御指摘ございましたように、社会的なメリットだけでなく、事業参加者にとってもメリットがあるという視点で、これから項目であるとか将来の不確実性であるとか、市場の設計などもしっかりウオッチされ、成果を達成していただきたいと思っております。あとは、梅嶋委員から「標準化について、初めにやっておかなければいけないことがありますよね」という観点があつたでしょうか。そうしたスクリーニングといいますか、整理もよく確認して進めていただきたいと思っております。

それから 3 番目のマネジメントに移りますが、こちらも多面的で大変なボリュームのところに対し、しっかり実施できる体制にて行えていると思いますし、経済産業省様の 3 課も入っていただいております。引き続き項目間及び担当の情報連携、そして委員会の中でもあつた政策との連携に係るスケジュール感について、単なる情報共有からもう一歩進み、スケジュール感の共有などというのも行っていきたいです。例えば費用便益分析 (CBA) などに反映していただくなどやっていただくと非常によいと思います。それから受益者負担の考え方についても、この事業は公的な側面が非常に高いため、適切な設定で考えられているのではないかと思います。あとは、少しデータセンターについてですが、ここでのデータセンターというのはそれほど大きくないといいますか、昨今話題のハイパースケーラーのようなものではないという印象でしたけれども、この残り期間でハイパースケーラーに

についてどうのこうのというのはなかなか難しいと思うものの、「データセンター」と言っているところの議論の範囲といえますか、そういう解釈の説明を丁寧にしていただきたいと思います。研究開発計画についても全体的に進んでいるということでもとてもよいと思いましたし、必要に応じて研究変更もされるということかと思いますが、それも全体で見ても適切なものと考えております。

そうしたところで、おおむね3項目について、非常にすばらしい進展かと思っておりますので、最後の後半をしっかりと進めていただき、細かいところは委員からいろいろと御提言いただいたと思っておりますので、対応していただきたいと思います。私からは以上です。

【川原田主査】 改めまして、委員の皆様、御講評をいただきありがとうございました。では、ただいまの委員長の御講評について、推進部の方から何か訂正等ございますか。

【小笠原PM】 ありがとうございます。訂正等はございません。今、御指摘をいただきました点について、まさに今、中間年度ということですので、後半年度の計画に反映しながら検討を進めてまいりたいと思っております。特に、委員会の中でコメントがなかった部分について2点ほどコメントをさせていただければと思います。1つ目が小笠原委員と原委員から御指摘のあった事業者の巻き込みに関してです。こちら、しっかり御説明ができていなかったところですが、我々NEDOであるとか実施者を含め、個別に事業者へのヒアリングも含めて進めているところです。そうしたところで、どういったところが譲れない部分かといったところも含め、今後詳細に聞き取りを進めながら、こちらの事業の計画に反映してまいりたいと思っている次第です。また、2点目ですが、最後に山口委員長から御指摘のあったデータセンターの部分について、特にデータセンターは学習型と推論型でのロードがございます。特に推論型については分散型のデータセンターといったところが非常に相性の合うものと理解しておりますが、今回は、その分散型のデータセンターの機能として、1対1のデータセンターのロードをシフトした場合の効果について、国のワット・ビット連携の施策の1つとしてこの事業の中で実施しているというところです。そうしたところも含め、データセンターの対応の範囲と、この事業の成果といったところを適切に今後しっかり対外的に御説明できればと考えます。以上です。

【川原田主査】 それでは、委員の皆様からの御講評を受けまして、推進部の上坂課長から一言お願いしたいと思います。

【上坂課長】 再生可能エネルギー部統括課の上坂と申します。推進部を代表しまして一言コメントさせていただきます。まずは、山口委員長をはじめ、委員の皆様方、長時間にわたる議論を行っていただきまして大変ありがとうございました。貴重な御意見を賜ったものと思っておりますし、先ほどの講評を通して、プロジェクトの中と外でやっていくべき課題について非常に明確になったのではないかと思います。加えて、今回の御発表において、大野PL、北海道電力ネットワーク様、東京電力パワーグリッド様、三菱総合研究所様をはじめ、実施者様におかれましては、御準備いただきありがとうございました。このプロジェクトは24年度からスタートとなりますが、そのタイミングで組織改編がありまして、再生可能エネルギー部の中にこの系統連系チームが一体化していた時期となります。それまでは太陽光であるとか風力、バイオマス、地熱といった各電源の開発プロジェクトは当部で行っていたものの、そこに今回の再エネ連系を行っていく電力との技術開発についても一体的に行うこととなり、これからまさに市場メカニズム形成に入っていくというところで、当部の中でもより議論を深めていければと思っている次第です。一方、政策であるとか電力の仕組みということで技術開発だけではない部分も大きいと思っておりますので、今後ともその点について、政策サイドの御助言であるとか、有識者の皆様との議論を引き続きPM、PLの方々と進めていただくような形でできればと思っております。最後に、今回、中間評価ということで、予算であるとか様々な面にて、前倒しで作業を進めていただきました。本日までに相当な時間をかけて御相談させていただいたことに対し、評価事務局の皆様にお礼を申し上げます。ありがとうございました。

【川原田主査】 ありがとうございました。以上で、議題5を終了いたします。

6. 閉会、今後の予定

配布資料

番号無し	議事次第
資料1	委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3	プロジェクトの説明資料（公開）
資料4-1～4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（非公開）
番号無し	事前の質問票と回答（非公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

以上

以下、研究評価委員会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

研究評価委員会

「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための技術開発事業（日本版コネクト&マネージ2.0）」（中間評価）

質問・回答票（公開）

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P20	研究開発項目2では、2050年にて大きく貢献すると見込んでいる。 しかし、2050年の電源構成を考えると、現在検討されている SCUC, SCEDロジックは通用しないのではないかと。すなわち、起動 停止制約の厳しい火力発電所はなくなり、UCがはるかに簡単な問 題となり、再エネと電池が中心となるためEDCは不要となるのでは ないかと。	山口委員長	御指摘のとおり、2050年において再エネ・蓄電池が主力となる場合 には、従来型のUnit Commitment (UC) 問題が簡素化される可能性 があるとの認識は、本事業においても共有しております。この場 合、再エネの不確実性への対応が重要性を増すことから、本事業で は、予測誤差に伴うコストを市場内で適切に内生化する仕組みな ど、最適化を志向した制度提案に資する整理についても検討を行っ ています。 他方、2050年時点においても一定量の回転機が残存する見通しもあ り、短絡容量や安定度などの物理制約が引き続き重要となる場合に は、これらを明示的に考慮することで、UC問題が高度化・複雑化 する可能性があるとの認識しております。 そのため、本事業では、次期中給システムを一つの基準と捉えつつ も、特定の将来像に限定せず、複数のシナリオを想定した上で、将 来の制度・運用に適用可能な最適化ロジックの整理を行っておりま す。
資料3 P72	表において、卸電力取引では充電のみ、混雑緩和では放電のみと なっているのはなぜか。そもそも、なぜこのような順序が必要なの か。市場価格と地点別電力価格で充放電が決まってくるのではない か。資料3 P 26では、「※NEDO事業においては、～混雑緩和に必 要な充電指令（充電下限値）～」とあるので、充電があっても良い のではないかと。	山口委員長	表は、充放電計画の最適化ロジックの一例を示したものです。すな わち、卸電力取引では収益源となる「放電」を、混雑緩和ではイン センティブを生む「充電」を、優先的に最適化して計画に貼り付け ることを想定し、それらの処理優先順を表にまとめたものです。実 際には御指摘のとおり、市場価格や、表で触れていない充放電も加 味し、充放電計画を作成する必要があるとの認識しており、それら をパラメータとしてフィールド実証で比較検証して参ります。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P125	サイエンスに軸足を置いた検討において、従来の電力工学にない新しい視点の提供はNEDO事業にそぐわないのではないかと。新しい視点が既にあって、それを実証するというのなら理解できるが、新しい視点をここで生み出すというのは、文科省の競争的資金で行うべきものではないかと。	山口委員長	研究開発項目2においては、現行のDC潮流を前提としたSCUC/SCEDロジックについて、求解性、計算精度、系統セキュリティ確保といった観点での課題を踏まえ、これらを改善し得る手法に関するフィージビリティスタディを実施しています。本項目での「サイエンスに軸足を置いた検討」は、事業開始前のNEDO独自の国内外動向の調査等を踏まえ、以下のような課題認識に基づき設定・実施しているものになります。 ＜内外動向を踏まえた主な課題認識＞ ①米国においては、Federal Energy Regulatory Commission(FERC)の技術会議やISO/RTOのステークホルダープロセス、さらにDOEの研究開発プログラム（ARPA-e Grid Optimization Competition）において、数理最適化などのサイエンス領域の専門家が制度設計・市場設計の検討に参画し、電力系統工学との融合による高度化が進展している。他方、国内においては学術分野の分断もあり、こうした融合的検討が十分に進んでいるとは言いがたい状況にある。 ②従来の電力系統工学の標準的手法（例：Prabha S. Kundur氏の潮流近似・安定度解析に基づく手法）に基づく検討のみでは、将来的に求められる計算規模・精度等を同時に満たすような抜本的なロジックは構築できない可能性がある。 以上を踏まえ、本事業における「サイエンスに軸足を置いた検討」は、全く新規の概念創出そのものを目的とするものではなく、既に学術分野等で蓄積されている理論・手法の電力システムへの適用可能性を検証し、制度・運用面への実装可能性を評価することを目的として、数理的な検討を含めて実施しております。本事業の中では、文科省のような基礎研究段階に留まらず、将来の系統運用や制度設計における実装を見据えた応用・橋渡しの性格の検討として位置付けています。 今後は、2026年度末までの検討成果を踏まえ、検討したアプローチの有効性等を評価した上で継続要否を判断する予定ですが、理論的な裏付けの蓄積という観点から、小規模にでも検討を継続するなど、NEDOとしては柔軟に対応して参りたいと考えています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P132	分析に使用したノードブランチモデル、需給データは公開すべきではないか。	山口委員長	本分析では、一般送配電事業者（一送）からの開示情報を活用した上でモデルを構築しております。そのため、ノード・ブランチのデータ等、一部は公開情報のみを基にして作成したデータについては問題ないと考えておりますが、モデルに関するデータを全てを公開することは守秘義務の観点から難しいと考えております。
資料3 P164	GFL/GFMモードを切り替えることができるインバータは、装置としてはGFMインバータであるか。	山口委員長	装置としてはGFL/GFMインバータとなります。ハイブリッドGFL-GFM インバータやデュアルモードインバータと呼称されるもので、グリッドフォローイングとグリッドフォーミングのモードを自由に切り替えることが可能なものです。
資料3 P119	モデル解説書について、必要な情報が広く速やかに公開されるように工夫してほしい。検討状況はどのようなになっているか。	山口委員長	公開プラットフォームなど、公開方法は事業内で検討中です。本事業で開発する制御ロジック（過渡安定度制御・周波数制御）の利用拡大に向け、ユーザによる制御の動作理解につながるよう、適切な箇所にて公開を行って参りたいと考えております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P79 3番目の論点 に対する示 唆について	本事業では②市場取引優先で検討されるとのことですが、①混雑管理優先としたときの蓄電池事業者ならびに社会全体の便益に与える影響とを定量的に比較してみる必要はありませんでしょうか。	原 委員長代理	「①混雑管理優先」と「②市場取引優先」について、ここではそれぞれ以下のように定義しております。 ・①混雑管理優先：前日12時の計画提出よりもさらに前に混雑管理のための制御量を決めること ・②市場取引優先：現行の市場入札スキームに従い前日12時までに計画提出を行い、その値に基づき混雑管理のための制御量を決めること 「①混雑管理優先」のケースを採用する場合、前日12時の計画提出よりもさらに前に一般送配電事業者が混雑予測・混雑計算を行い、参画事業者に充電コマや充電量を指示することになると考えております。しかし、そのような仕組みを現状のノンファーム型接続の制度に組み込むことは、対応コストなどに鑑みハードルが高いと考え、本事業においては、現行のスキームを活用した「②市場取引優先」を前提に検討を進めております。 そのため、本事業においては、入札タイミングの違いによる比較検証を行うことは現時点で想定しておりませんが、②のケースを前提に、蓄電事業者の計画提出において混雑緩和運転を優先するか、市場取引（収益最大化）を優先するか、の違いが全体の便益に与える影響について、フィールド実証で定量的に比較検証を行う予定です。
資料3 P48～49	項目1・2で開発しているモデルは項目2の調査結果を踏まえているのかや、反対に項目1・2のモデルや予測誤差などの知見が項目2の検討の根拠として活用されているか、といった観点で、項目1・2と項目2の間の関係体制についてご説明ください。	原 委員長代理	現在は、それぞれ独立に検討を進めておりますが、それぞれの検討状況を参照することが出来るよう、検討委員会へオブザーバ参加するほか、項目2で作成した系統モデル・需要等情報を項目1・2にて活用するなどの連携を図っています。 2027年度以降は、同じ項目の中での同一の目標に向けた検討として、2026年度までの両者のフィージビリティスタディの成果を参照し合いながら、事業を推進して参りたいと考えております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P57	「本事業では、系統セキュリティ及び情報セキュリティについても、電力の安定供給や公衆保安の確保の観点から重要な前提条件として位置付け、事業を推進している。 ✓ 短絡容量等の制約を考慮した調査・研究開発の推進 ✓ グリッドコードコード（系統連系技術要件、電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン等）やDRready要件はさることながら、情報セキュリティ対策としての「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するサイバーセキュリティガイドライン」や「自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン」に沿った事業推進」とあるが、一般送配電事業者からの指令で蓄電池EMSと通信で制御されるというユースケースにおいては制御対象となるEMSの接続は系統連系技術要件、DERフレキシビリティプラットフォームというユースケースに関してはERABセキュリティガイドラインに準拠するというように、ユースケースに応じて対象となるガイドラインが異なると思料するが、そういう理解で良いか。また、送配電各社が個別に系統連系技術要件ガイドラインを特別高圧、高圧、低圧の類型で発出しているが、それらに個別に対応するという考え方でしょうか。それとも本事業ですべてに共有な仕様を創るという認識でしょうか。	梅嶋委員	EMS（または広義のPCS）等自体の通信接続に求めるサイバーセキュリティについては、本事業の開発対象ではございませんが、本事業の前提となるものとして、以下のとおり各規程・ガイドライン等に準拠しています。 【託送供給等約款に基づき系統運用上の制約その他によって必要な場合に、一般送配電事業者のC&Mシステムから蓄電池システムへ制御指令を送る際の通信（項目1-1）】 ○EMSと上位指令側との通信： ・出力制御機能付PCS等伝送仕様書（66kV以上の仕様は過去NEDO事業で作成） ・自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン（自家用電気工作物の場合）、電力制御システムセキュリティガイドライン（事業用工作物の場合） ○EMSと系統用蓄電池の間の通信（現地コントローラ、監視装置、通信付き保護リレー、ゲートウェイ）： ・グリッドコード（電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン、系統連系技術要件等） → 国の議論を踏まえ、分散型電源のサイバーセキュリティ対策要件については、グリッドコード化（2027年4月）以前にも対応している。 ・自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン（自家用電気工作物の場合）、電力制御システムセキュリティガイドライン（事業用工作物の場合） 【DERフレキシビリティ活用プラットフォーム（項目1-2）】 ○上位指令側との通信： ・電力制御システムセキュリティガイドライン ○アグリゲーションコーディネータ間の通信： ・特定卸供給事業に係るサイバーセキュリティ確保の指針 ・前事業で策定した「ディマンドレスポンス・インタフェース仕様書改定案」に準拠（サイバーセキュリティは「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するサイバーセキュリティガイドライン」に準拠し、OpenADR使用時はOpenADR 2.0bプロファイル仕様の「10 OpenADR 2.0 Security」への対応が必要としている。）

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P57	本事業のセキュリティ設計の範囲は、制御対象となるDERのような機器側でしょうか？それとも制御を行うシステム側でしょうか？それとも両方を含む全体でしょうか？セキュリティ設計において情報資産に対するアセスメントは実施すると思料して良いでしょうか？アセスメントの対象に通信経路は含むのでしょうか？	梅嶋委員	本事業においては、DER機器側およびそれを制御するシステム側を含めたシステム全体におけるセキュリティの重要性は認識しておりますが、セキュリティ設計自体は本事業の研究開発対象には含まれておりません。 過去の「日本版コネクト&マネージを実現する制御システムの開発」においては、IEC61850に準拠した伝送仕様の検討等を行いました。が、本事業の範囲は、あくまでDERのフレキシビリティとしての活用や最適運用に係る制御ロジックやシステムの技術検討・検証にありまして、サイバーセキュリティに関しては、別の枠組みで議論等がなされていることから、既存のガイドラインや関連規格、その他改訂議論への準拠を前提としております。 そのため、セキュリティ設計の範囲を、DER機器側、制御システム側、さらにその全体のいずれとして個別に定義し、独自に設計することや情報資産に対するリスクアセスメントの実施、通信経路を含めたセキュリティ評価の詳細検討については、本事業で新たに検討・開発を行う対象としていない次第です。 なお、実証や将来の社会実装を見据える上では、これらのセキュリティ確保（機器、システム、通信経路を含む）は極めて重要であり、本事業においても関連する指針や制度に基づき対応を行うべきものと認識しております。
資料3 P18	水力柔軟性向上のための取り組みの結果、発電量が増加するとして事例が紹介されているが、流れ込み式に比べ貯水式の発電量増加量が低いのは何か理由があるのか。	小笠原委員	貯水池式は、既に調整力として運用している条件としているため、水車効率3%向上分がそのまま発電量増加に表れます。 他方、流れ込み式は、水車効率が3%向上することに加え、低負荷運転領域の拡大に伴う運転領域の拡大により無効放流量が減少し、結果として9%の発電量増加になっています。 なお、この効果は系統条件や制約状況に依存するもので、シミュレーションでは、エリアによって年間の発電量が減少する可能性があることを確認しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P53	外部機関との連携先としてアグリゲーター・蓄電池事業者が挙げられているが、エネルギーリソースアグリゲーション事業協会と連携を図るのか。	小笠原委員	NEDOでは、複数のアグリゲータを会員に擁するDER活用の社会共創基盤「スマートレジリエンスネットワーク」(SRN)や、複数の蓄電事業者との情報連携等を行って参りました。SRNについては、NEDO事業に関する提言をいただき、また、複数の蓄電事業者に対してはアンケート等を実施し、その結果を踏まえながらアグリゲーターや蓄電事業者の意見を本事業に反映して参りました。エネルギーリソースアグリゲーション事業協会(ERA)を含むその他アグリゲーター・蓄電事業者の関係団体から、NEDO事業に対する個別の照会や意見提出として現時点で明示的に受領したものはございませんが、本事業の委託先・外注先には、ERAの正会員・賛助会員・有識者会員として参画している事業者が含まれております。また、資源エネルギー庁「分散型エネルギー推進戦略ワーキンググループ」等の場において、NEDO、SRNおよびERAはオブザーバとして参加しており、ERAを含む関係事業者の問題意識については当該場などを通じて把握し、本事業の検討の参考としております。
資料3 スライド 18,19,80	燃料費削減や再エネ導入拡大による便益が示されていますが、一般送配電事業者側の対策費用や発電側の追加コストなども含めたネットの費用対効果は、現時点でどのように評価されているのでしょうか。	後藤委員	一般送配電事業者側の対策費用や発電側の追加コストなどの対策費用等については、各開発対象の技術や各技術の適用の前提が明らかになってはじめて試算できるものであることから、個別の採択テーマごとに事業開始前又は本事業内で、一定の前提を置いて試算を行っています。具体的には、国内外の文献等から先行事例の実証システムや導入事例のコスト等を参照して試算を行っています。
資料3 スライド47	蓄電池システムの製造・供給環境の変化により再選定を行ったとのことですが、今後も同様の調達リスクが発生した場合、研究全体のスケジュールや達成目標にどの程度の影響があり、どのような代替策を用意されているのでしょうか。	後藤委員	2026年度末の運用を必須要件とし、調達リスクを十分に考慮した上で蓄電池システムの再選定を行っています。他方、万が一何らかの理由で遅延などが発生しそうな場合においては、実証スケジュールの遅延や検証内容の一部見直し等が生じる可能性があります。その場合、NEDOとの契約上の条件も踏まえつつ、開発全体への影響を限定的とするよう、全体工程の見直しを行うことにより開発全体への影響を極力限定的とする形で対応することを想定しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 スライド 42,47	一般送配電事業者が委託先として関与する中で、市場取引やデータ利用、実証協力先の選定における公平性・中立性を、実務上どのような仕組みで担保しているのでしょうか。	後藤委員	一般送配電事業者が委託先として関与する中での公平性・中立性については、以下の考え方に基づき対応しており、関係法令および適正取引の考え方を前提としつつ、必要なデータ連携や協力スキームの設計が、規制の趣旨を損なうことなく円滑に進むよう、実務運用との整合性を丁寧に確認しながら進めています。 ・研究開発の枠組みやデータの取扱いについては、関係法令・ガイドライン（電気事業法、資源エネルギー庁 系統情報の公表の考え方等）を前提に整理 ・一般送配電事業者が主体となり市場取引を行うことを前提としたフィールド実証は行わない ・実証協力先の選定においては、公募を行うことなどにより透明性を確保する なお、本事業はNEDOの委託事業として実施しており、研究開発の成果は、実施事業者のみでなく、全国の一般送配電事業者や発電事業者・小売事業者、電機メーカー等にも裨益することを前提にしています。 NEDOという中立的立場による研究開発において、規制の運用や解釈により、その情報公開や効率性に影響が生じ得る点も認識しており、そのようなことが万が一発生する場合には、透明性の確保を前提に、関係者間での共通理解の形成や制度側での検討に資する形での情報提供を適宜行って参りたいと考えております。
資料3 スライド 12,13,58	本事業では成果を原則公開とされていますが、標準仕様として公開する部分と、各社ノウハウや知財として非公開にする部分との線引きは、どのような考え方で整理されているのでしょうか。	後藤委員	個社固有のアルゴリズムや制御ロジックの詳細といった各社システム固有の内容に加え、運用ノウハウ、競争上の優位性に関わる情報については非公開とし、それ以外は原則公開とする方針です。また、非公開データを活用した研究成果は、積極的に公開する予定です。
資料3 スライド11	2028年度末の時点で、本事業を「成功」と判断するための達成状態は、標準仕様の確立、制度面での反映、実機実装の見通しを含め、具体的にどの状態を指すのでしょうか。	後藤委員	本事業の終了時点（2028年度末又は2029年度末）で本事業を「成功」と判断する状態は、NEDOとの契約上、実施計画書に定める委託業務が実施された結果として「最終目標」（P26, 28, 30, 32, 34に明記）が達成され、その成果と詳細が明示化されていること、課題が抽出されその内容が明示化されていることです。 アウトカムの達成については、当該成立性の確認に加え、2028年度末時点で標準化や制度提案、実装に向けた道筋が明確化されている状態になっていることをもって、その達成を見通します。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P10～11	・P10では、本事業がシーズプッシュ型の位置づけであることに加え、NEDO事業での技術開発・実証と国の審議会における制度議論を並行で進める概念が示されている。この点と、P11に示されたアウトカム達成までの道筋の関係性について、以下の点を補足いただきたい。 ①各項目、どのようなアウトプットが出てきた段階で国の審議会にて議論するかについて、現状のお考えがあれば伺いたい。（今後の協議事項ということであれば、その旨をご回答いただきたい。） ②例えば、C&Mシステム機能の改修において、技術仕様等への反映後、課題先進一送から順次C&Mシステムを改修するフローとなっているが、こうした本事業の成果を一送にて導入・展開していくにあたっては、国の審議会にて、導入是非について費用対効果等も踏まえた議論がされるものと認識してよいのか。	飛田委員	①本事業はシーズプッシュ型として、技術開発・実証の成果を資源エネルギー庁等の制度議論へ反映することを前提として進めています。従いまして、各項目ともに、技術仕様（標準仕様案）や実証結果（成果の適用効果・運用課題）、制度設計等に必要な論点整理等が一定程度整理された段階で、適宜、審議会等における議論に資する材料として提示する想定です。なお、すでに資源エネルギー庁からも「分散型エネルギー推進戦略ワーキンググループ」等で事業の御紹介をいただいているところではございますが、具体的な提示タイミングは制度側の議論進捗と連動するため、現時点では今後の協議事項として整理しております。 ②本事業の成果が、国の制度設計あるいはグリッドコード化を通じて一送や発電事業者等へ展開される場合には、費用対効果や社会的便益、実装可能性を踏まえ、国の審議会等において導入是非が議論されるものと思料しております。他方、各一般送配電事業者等の自主的取組みとして成果が適用される際は、個別の費用便益評価により成果が適用されるものと思料しております。
資料3 P19	ここで記載されている費用や便益の試算にて「変動があり得る」とされており、かつ、ここに含まれない費用があるものの「現時点では網羅的な算出は難しい」との記載があるが、本事業に関する費用と便益の評価については、本事業の中で精緻化を図るのか、それとも個別施策ごとに国の審議会での議論や精緻化も予定されているのか等、お考えを伺いたい。	飛田委員	「費用」については、毎年度、委託先との協議に加え、資源エネルギー庁および財務省との議論を通じて精緻化しております。 「便益」については、NEDO事業内でのシミュレーション等により試算を行い、数値の見直しの必要性を見極めておりますが、現時点では数値を見直す必要が無いと考えております。今後、本事業のアウトプット目標が未達になる場合や、上記制度設計等にかかわる段階では、個別施策ごとの議論・精緻化が行われるものと思料しております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P69～70	本事業で提案するコンセプトの実現のためには、充電計画の取得、C&Mシステムの混雑計算への反映が必要とのことであり、その点 はご記載のとおりと認識している。ここで、充電計画の取得は、蓄電池の新規連系量増加への対応として、例えば、蓄電池の順潮流側に仮に計画値制御を実施する場合にも必要と考えられる点などが、国や広域機関の審議会でも議論されているが、これらの議論との関係性についてのお考えを伺いたい。例えば、汎用的な（複数の目的を満たす）充電計画の取得方法などについても本事業で概略検討される、もしくは国の審議会側に何らか提言をすることも考えておられるのかを伺いたい次第。	飛田委員	電力広域的運営推進機関（OCCTO）の広域系統整備委員会や資源エネルギー庁次世代電力系統ワーキングでの系統用蓄電池の充電計画の取得に係る議論は、課題整理の段階と認識しており、本事業では情報を注視しております。特に、御指摘の蓄電池の順潮流混雑への対応として仮に計画値制御が適用される場合、最終的に各社のC&Mシステム仕様に反映されることが想定され、本事業での仕様整理と共通する部分や、協調すべき部分も生じる可能性があるものと考えております。 他方、現時点では蓄電池の順潮流混雑への対応として本事業は実施していない状況です。一般送配電事業者向けには、NEDO委託先である北海道電力ネットワークから本事業の概要紹介などを行っていただいております。また、資源エネルギー庁からも「分散型エネルギー推進戦略ワーキンググループ」等で事業の御紹介をいただいている中、具体的な協調ニーズがある場合には、個別に対応をして参りたいと考えております。
資料3 P72	2026年3月より、需給調整市場は、全商品の前日取引化が実施されており、資料の記載は前日取引化以前の内容と推察されるが、前日取引化によって、表の優先順位の考え方も変更が生じるのか伺いたい。	飛田委員	御指摘のとおり、前日取引化以前の内容となっております。基本的には、前週であった一次～三次①が、前日（三次②）の優先順位に統合されると想定しておりますが、移行後の運用状況により何らかの考慮事項が生じる可能性もあり、動向を注視してまいります。
資料3 P93	下部の中央「再エネ出力制御システムの活用」の表において、制御対象リソースを「全燃種」と整理されているが、再エネのみではなく、「全燃種」を優位とされた理由を補足いただきたい。また、「全燃種」の制御手段に対する考え方も補足いただきたい。なお、「全燃種」としつつも、出力制御の実現手法を考慮して、実際には、制御手段の実現性、費用等も考慮して、制御対象は選定されると理解してよいか。	飛田委員	優先給電ルールや再給電方式における制御対象が全燃種であり、公平性の観点から、現時点では「全燃種」の方が優位と整理しております。 ただし、混雑系統以下の電源を制御対象とするなどの具体的な制御方法や他社のシステムとの整合については現時点で検討ができておりませんので、今後、実現性・費用を考慮して整理したいと考えております。
資料3 P93	右下の図において、「ランプ上の出力制御」にて、電圧面での一定の安定性が見られた、とあり、これは評価の一例とのことだが、系統内の電源接続が極端に偏在するようなケースも含め、「ランプ上の出力制御」によって、電圧面の課題を解決できる可能性が見通せた段階と理解してよいかご感触を伺いたい。	飛田委員	ランプ状の出力制御が電圧面の有力な課題解決策の一つであることは確認できております。この他に、PV制御量発動の空間的な分散化による課題解決の方法なども取りうると考えており、現在評価中となります。 なお、力率一定制御等により電圧対策を行っている設備を対象とする場合、電圧面の対策を最小限にできる可能性もあり、力率一定制御を想定した評価の必要有無も検討中となります。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P94	本事業の成果が一送に展開される場合の「アグリゲーターへの公開」の展開イメージをお伺いしたい。「必要な情報の整理」と「UI画面案」を作成したとのことだが、UI画面については、本事業の成果を踏まえて、一送各社の導入する画面の詳細仕様を指定されるものではなく、「アグリゲーターの観点では、どのような情報が必要となるか、あると望ましいか」を一送各社と共有いただき、一送各社の判断にて、アグリゲータ向けの公開情報を整備する位置づけと理解してよいのか。また、その理解でよい場合、「必須の対応事項」と「望ましい対応事項」、「複数の実現方法が考えられる事項」などがあれば、それらを区別する形で一送各社にご提示いただけると理解してよいのか。	飛田委員	本事業の成果を踏まえ、一送各社の判断にて、アグリゲータ向けの公開情報を整備する位置づけで、検討を進めております。また、「必須の対応事項」と「望ましい対応事項」および「複数の実現方法が考えられる事項」の整理について、承知いたしました。成果の取りまとめの際に分類して提示できるよう検討を進めさせていただきます。
資料3 P104	右側「需給シミュレーション」で記載の図は、あくまでイメージだと思うものの、DER活用（数日間レンジ）の図では、午前中のPV発電はDERが充電し、午後にはDERが放電（電力を供給）しているように見える。また、DER活用なし（右側）の図では、午前中の太陽光発電による供給が、午後には火力に置き換わっているようにも見える。これらを踏まえて、「PVの発電する日中帯のDER活用」について、果たす役割もしくはシミュレーションの結果において、前半（≒午前）と後半（≒午後）にて、何か違いのある傾向があるのか、参考までに伺いたい。	飛田委員	御記載のとおり、左図ではDERを需給に活用していないため、太陽光発電量が多い昼間には余剰電力が発生し、その一部が出力抑制されます。また、夕方～夜間にかけては太陽光発電量の減少分を火力発電の増出力で補う必要があり、その結果として火力燃料コストが増加することになります。 一方、右図ではDER集約配分機能により、太陽光発電量が多い昼間の余剰電力を用いてDERへ充電し、夕方～夜間に放電することで供給力の時間シフトが行われます。このため、昼間の再エネ出力抑制量の削減および夕方～夜間における火力発電量の低減が可能となり、火力燃料コストの削減効果が需給シミュレーション上でも現れることが想定されます。
資料3 P110	HVDCの汎用モデルと公開モデルについて、差異の有無を確認したい。単純に、汎用モデル作成後、当該モデルを公開するという事なのか、汎用モデルを一部簡略化するなど、公開に際して、何か処理を要するのか伺いたい。	飛田委員	汎用モデルと公開モデルに差異はございません。御認識のとおり、汎用モデル作成後、当該PSCADモデルを公開モデルとして公開します。モデルの内容は、電力中央研究所のXTAP標準HVDC部品に開発制御ロジックを付随したHVDCモデル、発電機数台程度の交流系統モデル、WF系統側PCSモデルです。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P130～131	各課題に対して、各国の指摘有無が表に記載されている点について、2点伺いたい。 ①指摘あり（○）の国においては、これらの課題を認識している中で、何らかの方法で対応済の内容はないのか。（対応済みの内容があれば、国内への示唆が含まれる部分だけでも、どのように解決したのかもご紹介いただきたい。） ②指摘無しの国は、なぜ、指摘がなかったのか。単純にヒアリング先が当該課題を認識していなかったのか、それとも、系統の特性上、当該課題がないことが把握できたということなのかを伺いたい。	飛田委員	①今回調査した各国・地域は、市場主導型（ゾーン制・ノードル制）の検討を実施したものの、実際には導入を見送っております。そのため、既存の仕組みが維持されていることから移行への課題に対する対応はしておりません。 ②8.について、豪州では発電事業者および規制機関に対してヒアリングを実施しましたが、地域間の価格差に対する懸念は特段示されませんでした。また、消費者団体（主に一般家庭・小口需要家により構成）は、ノードル制への移行について、社会的便益が大きいと評価しており、賛成の立場を示しています。一方で、需要地と電源適地が地理的に離れているといった状況は英国・ドイツと同様であることを踏まえると、ヒアリング先において当該課題が十分に認識されていなかった、あるいは課題としての優先度が低いと認識されている可能性があると考えられます。 11.については、英・豪では課題として認識しておりませんでした（論点として上がっておりませんでした）。12.については、豪州特有の制度設計に関することであることから、他2国では指摘無しとしております。
資料3 P144	問題設定の定式化において、例えば、需給ひっ迫時の運用容量拡大などは、系統状況を踏まえて、運用容量の拡大をTSOなどが総合的に判断する場合もあるかと思うが、ここでいう定式化とは、運用容量拡大に関するIfThenルールなどを定式化するという意味合いなのか、それとも、運用容量が拡大されたら、運用者のユーザ設定などで容易な設定変更を可能とするといった意味合いなのか伺いたい。仮に前者の意味合いであれば、定式化が難しい部分かとも思うので、海外事例等も踏まえ、どのような定式化をお考えか、補足いただきたい。	飛田委員	需給ひっ迫時の運用容量拡大などは、運用者が系統状況を総合的に評価・判断した結果を設定可能とする後者の意味合いです。基本的に系統制約は、エリアの系統事情を踏まえ、運用者の知見・経験を駆使した、系統の安定確保のための系統解析に基づいて（系統状況に応じて）設定されるものと思料しています。即ち、系統制約の値や範囲は基本的に「媒介変数（パラメータ）」として与えられるものとしており、本事業でもその前提としています。余談ですが、将来に向けた次のステップとしては、運用者の判断（状況に応じて系統運用上のリスクをどう許容するか等）をAI化して最適化ロジックに組み込むことも可能と考えています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P148	系統を電圧階級の階層別で分割して問題を解く場合に、どのような形でInputデータ、Outputデータの整合性チェックを実現するのかについて、補足いただきたい。基本的には、P149にあるように、データを共通化し、共通化されたInputデータの整合性を確認することで対応すると理解してよいか。また、分割された各計算のOutputデータの連携時に、Outputデータに異常値有無や整合性チェックをどのように実施すべきかについて、お考えがあれば伺いたい。	飛田委員	御指摘のとおり、問題を分割して解く場合、データの整合性確保が必須の課題です。御認識のように、データを共通化してデータの整合性を図る理解です。具体的には、プランBが発動される時に備えて、プランAと同時並列に計算だけを動作させ、データの整合性を常時・継続的に（様々な系統状況で）チェックする仕組みが必要と考えています。整合性チェックの方法としては、オンラインデータで計算した系統全体の状態推定や潮流計算との比較で整合性チェックをするものと考えています。
資料3 P201	右下の「開発後イメージ」の図について、本イメージのように出力帯に依らずに、一律に効率向上が見込まれることが理想と考えますが、一方で、例えば、「低出力帯の運転範囲が拡大したが、最大効率は低下する」、「追加の設備が必要となる」など、トレードオフやデメリットが生じる懸念はないものか、参考までに伺いたい。	飛田委員	大型水車に関しては、運転開始後、数十年が経過した発電所の更新をターゲットと想定しております。 そのため、「⑧極低負荷運転時の評価手法の開発」における水車ランナ更新においても、ベースとなる既設水車の設計は古く、また老朽化も進んでいるため、大部分の場合において、最新の設計技術を適用することにより、効率向上および運転性能の改善を図ることができるものと想定しております。 また、低負荷運転領域の運転拡大を図るため、不安定領域の最小化を図りますが、不安定領域を完全に無くすことは困難と考えており、もう一つの開発項目である「⑥最適運用・制御システムの開発」で開発するSPPSおよびBESSのシステムと組み合わせることで、不安定運転領域の回避や過度な高速・高頻度出力調整の抑制を行うことを考えております。 これにより、効率向上に加えて、運転範囲の拡大および設備寿命の向上を実現することを目指しております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P20	貢献年次欄の数値の根拠や何を持って連系量を増加したとみなすのかが不明確です。また、容量ベースではなくエネルギーベースの効果も分かると良いと思いました。	馬場委員	○貢献年次数値の根拠： それぞれの数値の根拠は以下のとおりです。なお、それぞれの値は単年度の導入量ではなく、本事業成果により追加的に接続可能となった再エネ設備容量の累積値としております。 ＜研究開発項目1-2＞ 増強コスト単価を31.9億円/60MVAと仮定し、FLEX DER事業で試算した、「FLEX-DER」による増強コスト削減効果 (https://www.nedo.go.jp/content/800039802.pdf#page=21) から容量換算し、当該容量が増強回避・繰延べできる容量（増強を待たずに追加連系できる再エネ量）に相当すると仮定し算出した数値です。この数値に加え、2030年以降のDER集約・配分機能の適用系統でのノンファーム型接続電源の追加連系も考えられることから、「最低」の数値としております。 ＜研究開発項目1-3＞ 資料3 P118の結果から、2050年までに本事業成果が当該系統へ適用されていることを仮定し、500MWとしております。 ＜研究開発項目3-2＞ 2024年度供給計画（OCCTO）等から線形補正し、揚水・一般水力の容量を試算した上で、第7次エネルギー基本計画で示された水力導入見通しの中間値を基に2040年度の一般水力のノンファーム型接続電源の容量（本事業の成果適用）を推計しており、調整池式・貯水池式を4,285MW、流れ込み式を1,366 MWと推計しております。2050年には当該容量の導入が達成されている見通しであることから、2050年5.6GWとしております。 ○何をもって連系量が増加したとみなすか： 本事業のアウトカム目標（再エネ追加連系量）については、目標設定年度（2030年度および2050年度）にて、本事業の成果が実用化された系統（2050年には適用対象の配電系統～送電系統にて100%成果適用）での追加的なノンファーム型接続電源（新規+増出力）の量を計測することとしております。 なお、実際には、他の対策を含めた複合的な要因により再エネの追加導入や増強判断が行われるため（例：現行の「日本版コネクト&マネージ」での「出力抑制」を前提としたノンファーム型接続（追加導入））、要因を切り分けて追加導入量を計測することは困難と考えております。 ○エネルギーベースの効果： 特に研究開発項目1では、現時点で、追加連系される電源を特定することができないため、上記容量に加えてエネルギーベースの効果をお示しするということができませんが、研究開発項目3-2については、当該成果が一般水力の追加導入に寄与する前提としているため、エネルギーベースで2050年に198 億kWh（設備利用率40%で推計）の効果を見通しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P77	蓄電事業者側で混雑予測をするシステムの開発をしていますが、結局はTSOから指示が来るので、蓄電事業者側で混雑予測をする有益なユースケースが良く分らないです。	馬場委員	蓄電事業者側での混雑予測については、一般送配電事業者が出力制御を指示する前に実施することを想定しており、以下を目的として活用することが考えられます。蓄電事業者による混雑予測の効果や必要性等については、フィールド実証を通じて具体的に検証して参りたいと考えております。 1. 市場入札・運用方針の事前判断を通じた収益最大化および出力制御量の低減： 一般送配電事業者からの出力制御指令が発出されない市場入札前の段階（前日～前週）にて、蓄電事業者は、以下のような判断を自ら行う必要があります。 ・混雑が発生する蓋然性が高い場合：混雑緩和対応を優先した運用を行う、そのための充電・放電余力（SOC）を事前に確保する（充放電計画を最適化する） ・混雑が発生しない可能性がある場合：市場取引（アービトラージ、需給調整市場等）を優先 当該判断に混雑予測を活用し、より最適な蓄電池運用を行うことで、自身の収益改善への寄与はさることながら、混雑の蓋然性を踏まえた計画値が一般送配電事業者へ提出されることにより、出力制御量の低減にも寄与し得るものと考えております。 2. 中長期の検討（設備の運用設計・容量設計等）への反映： 本事業内の検討においては、混雑はランダムではなく、一部の時間帯に集中（特に日中）し、年間の一定割合で、連続的に発生するケースが存在するなどといった統計的な特徴を確認しています。そのため、蓄電事業者側での混雑予測については、短期の上記運用にとどまらず、これら特徴を踏まえた蓄電池システムの収益性の検証や設備の運用設計・容量設計といった中長期の検討にも資する情報となると考えております。 なお、一送からの指示に関しては、ストレージ式運用を行わない契約形態においては、蓄電事業者から提出された充電計画（および余力提供計画）に影響を与えない範囲、すなわち計画値を超えない範囲でしか充電量を指示できないものと考えております。このため、蓄電事業者が充放電計画の作成において混雑緩和を考慮することが重要であり、蓄電事業者が混雑予測をすることで混雑緩和効果をより高められる可能性があると考えております。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3 P76	混雑なしの場合は充電下限値を指示しないが、放電上限は指示するのかが不明です。放電によって系統混雑をしては元も子もないと思いました。	馬場委員	充電下限値のコンセプトは、蓄電事業者が作成した充電計画のうち、混雑緩和に寄与する充電量に対して対価を支払うものであるため、現時点では、放電が計画された時間帯に対価を支払うこと（＝放電上限の指示）は考えておりません。 他方、本実証では対価なしのケースも検討予定であり、その前提では、放電上限の指示により、放電計画を維持させること（以降の計画変更による放電増加を禁止）はあり得ると認識しており、今後整理する予定です。 なお、放電上限の指示により放電計画を減少させることについては、本スキームはあくまで混雑緩和に資する充電行動に対するインセンティブ付与を主眼としていることから、放電の抑制といった直接的な出力制御については、原則として別の制度的枠組み（ノンファーム型接続における出力制御等）で対応するものと認識しております。そのため、本スキームにおいて放電計画の減少を求めることは、現時点では主たる手段としては想定しておりません。
資料3 P111	対象となる過渡安定度制御について今回は供給過剰となる場合のみを考慮したと思いますが、その理由が明確でないと思います。減速エネルギーが過剰となる場合を考えない理由を明確化して方が良いと思いました。	馬場委員	本事業では、過渡安定度が制約となる電力系統において、既存の電力流通設備を最大限活用しつつ、HVDC（高圧直流送電）を介した大規模洋上風力発電の導入を可能とするための過渡安定度制御技術の開発を目的としております。 検討対象として供給過剰時（加速エネルギーが過剰となるケース）に着目した理由は、OCCTO等の公開資料において、過渡安定度制約が顕在化する系統においては、減速エネルギー過剰による不安定化ではなく、加速エネルギー過剰に起因する加速脱調が主要な課題として整理されているためです。この認識に基づき、本事業ではユースケースとしてEAST30系統における供給過剰となる断面を対象に検討を実施しております。 一方で、減速エネルギーが過剰となるケースについても影響を考慮しており、HVDC接続端子における自端検出に基づく制御停止ロジックの検討を通じて、動揺第2波目以降において減速エネルギーが過剰とならないような制御方式の開発を進めております。

参考資料 2 評価の実施方法

NEDOにおける技術評価について

1. NEDOにおける技術評価の位置付けについて

NEDOの研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおけるPDCAサイクル(図1)の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODAループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

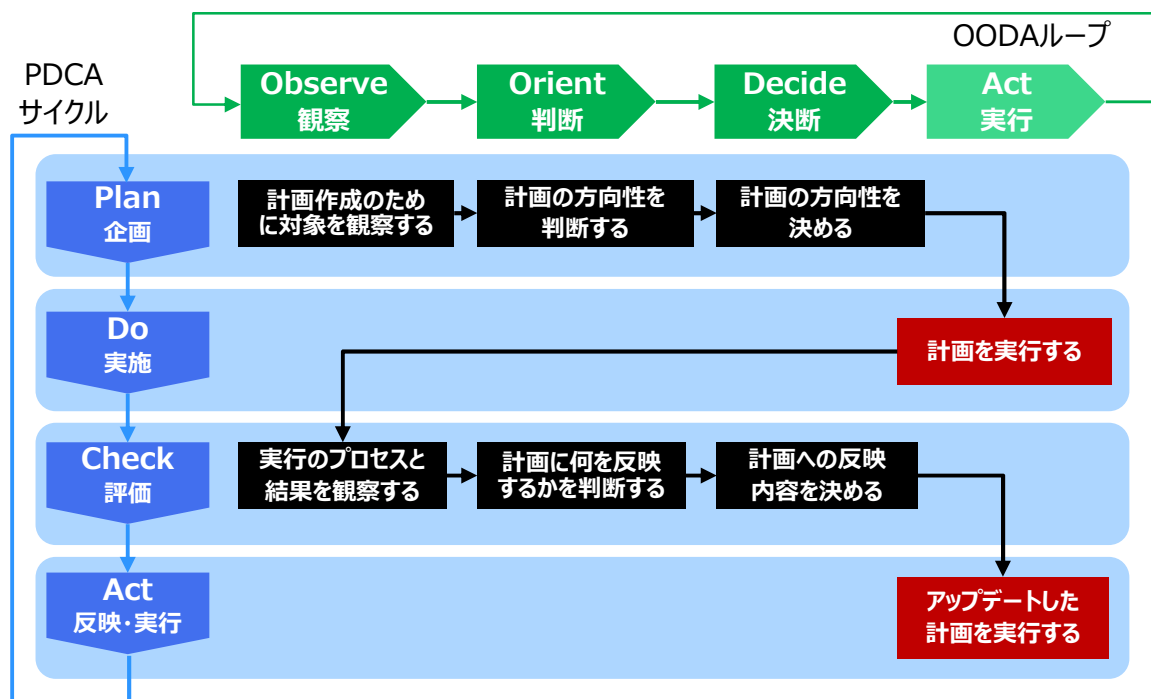


図1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDOでは、次の3つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図 2 に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる研究評価委員会を設置。
- (2) 同研究評価委員会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価を確定する。
- (3) 評価結果を事業統括部長に報告。

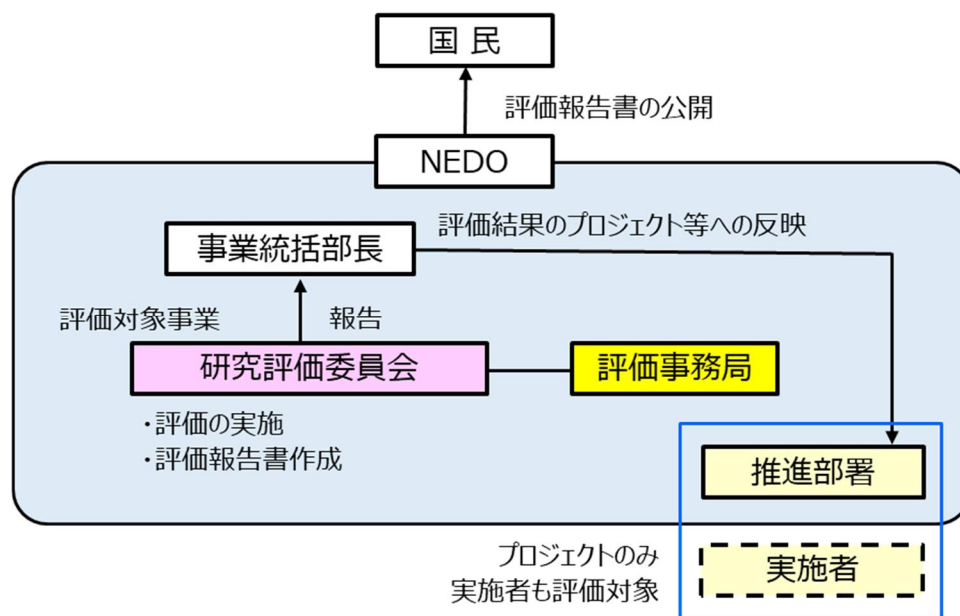


図 2 評価の実施体制

5. 評価手順

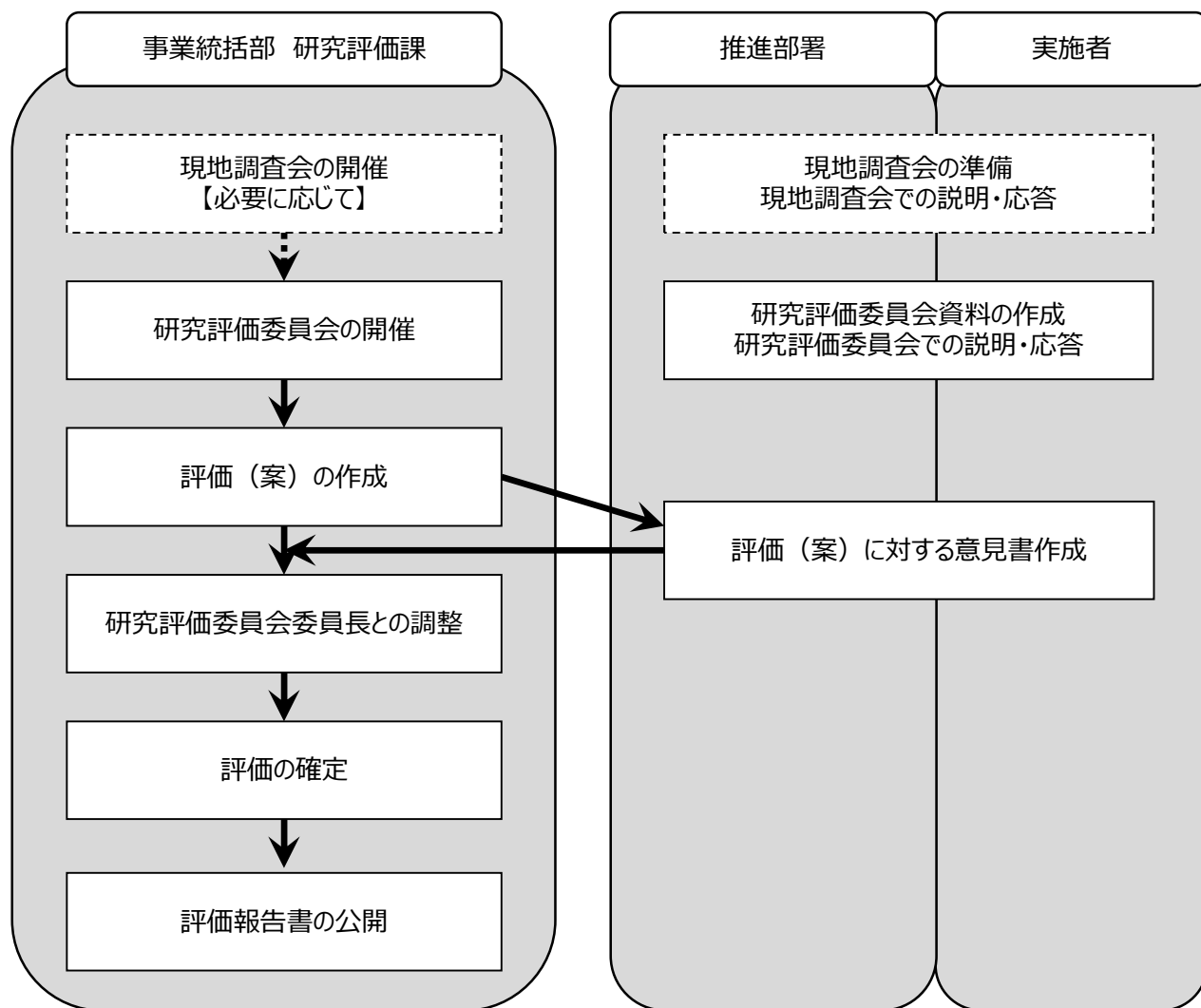


図 3 評価作業フロー

研究評価委員会

「電源の統合コスト低減に向けた電力システムの柔軟性確保・最適化のための
技術開発事業（日本版コネクト&マネージ 2.0）」（中間評価）に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) 本事業の位置づけ・意義

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）や上位のプログラム及び関連する政策・施策における位置づけが明確に示された上で、それらの目的達成にどのように寄与するかが明確に示されているか。
- ・外部環境（内外の技術・市場動向、制度環境、政策動向等）の変化を踏まえてもなお、本事業は真に社会課題の解決に貢献し、経済的価値が高いものであり、国において実施する意義があるか。

(2) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮しているか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(3) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データを含め、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当か。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであるか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいるか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に※見直しているか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあるか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当か）。
- ・費用対効果の試算（国費投入総額に対するアウトカム）は妥当か。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に※見直しているか。
- ・中間目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切か。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあるか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われているか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL※の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・ 執行機関（METI/NEDO/AMED 等）は適切か。効果的・効率的な事業執行の観点から、他に適切な機関は存在しないか
- ・ 実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は有効に機能しているか。
- ・ 実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっているか。
- ・ 個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切か。
- ・ 本事業として、研究データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公正性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしているか。

(2) 受益者負担の考え方

- ・ 委託事業の場合、委託事業として継続することが適切[※]か。補助事業の場合、現状の補助率の設定を続けていくことが適切[※]か。

※ 適切な受益者負担の考え方

- ・ 委託事業は、「事業化のために長期間の研究開発が必要かつ事業性が予測できない[※]、又は、海外の政策動向の影響を大きく受けるために民間企業では事業化の成否の判断が困難な場合において、民間企業が自主的に実施しない研究開発・実証研究」、「法令の執行又は国の政策の実施のために必要なデータ等を取得、分析及び提供することを目的とした研究開発・実証研究」に限られていること。
- ※ 「長期間」とは、技術特性等によって異なるものの「研究開発事業の開始から事業化まで 10 年以上かかるもの」を目安とする。「事業性が予測できない」とは、開発成果の収益性が予測不可能であり、民間企業の経営戦略に明確に記載されていないものとする。
- ・ 補助事業は、事業化リスク（事業化までの期間等）に応じて、段階的に補助率を低減させていくなど、補助率が適切に設計されているものであること。

(3) 研究開発計画

- ・ 外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえ、アウトプット目標達成に必要な要素技術、要素技術間での連携、スケジュールを適切に見直しているか。
- ・ 研究開発の進捗を管理する手法は適切か（WBS[※]等）。進捗状況を常に関係者が把握しており、遅れが生じた場合、適切に対応しているか。

※ WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

- ・研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みを必要に応じて見直しているか。

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554

神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー

TEL 044-520-5160