

「再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力 ネットワーク安定化技術開発／①ー 1 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」 (終了時評価)

2019年度～2023年度 5年間 【評価対象年度：2022～2023年度】

プロジェクトの説明 (公開版)

2024年10月11日

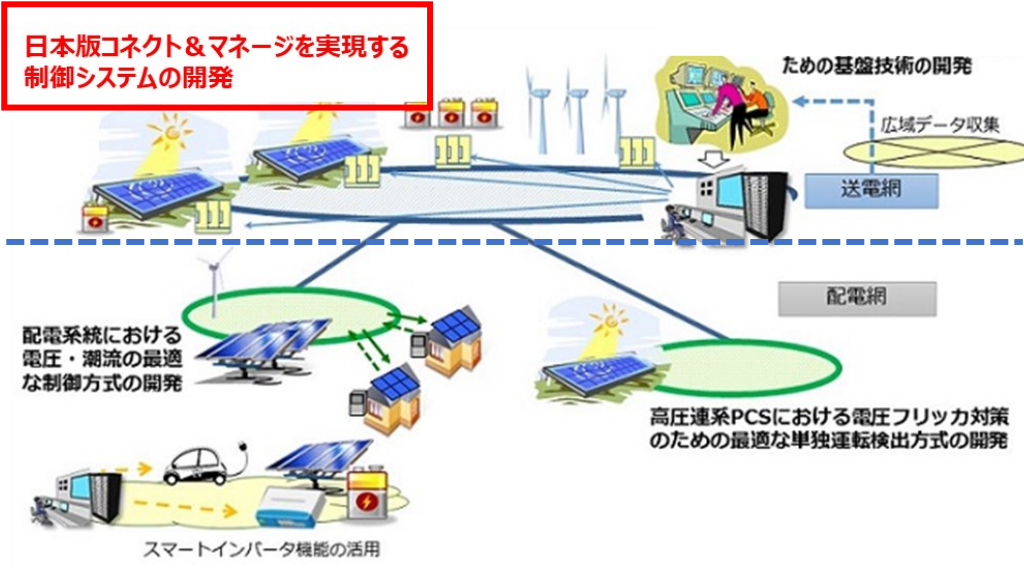
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
再生可能エネルギー部

プロジェクトの概要

- ・「再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術開発」では、再生可能エネルギーの大量導入に向けて、次世代の系統安定化に必要な送電系統及び配電系統での基盤技術の開発を実施。
 - ・送電系統向けに、再エネ導入時の系統制約克服のため、一定の制約のもと系統への接続を認める「日本版コネクト＆マネージ」※の実現に向けて、ノンファーム型接続の早期実現のための制御システム（日本版コネクト＆マネージメントシステム）の開発を実施する。
- ※コネクト＆マネージとは、欧州を中心に進められている既存の電力系統を最大限に活用するための系統運用ルールで、一定の条件付での接続を認める制度。

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	「日本版コネクト＆マネージ」を実現するための制御システム（日本版コネクト＆マネージメントシステム）を開発し実証を通じて基盤技術を確立する。 ➢ ノンファーム型接続電源を最大限受け入れた際にも、ゲートクローズ後に出力制御値を送信し計画通りに出力制御を行えることを実証で検証 ➢ 従来の電力需給制御と系統制御とで協調運用が可能であることをフィールド実証にて検証 ➢ ノンファーム型接続システムを実現するための基盤技術を確立し要求仕様を取り纏める
アウトカム目標	本事業で開発した基盤技術等について、2026年頃までにシステムとして確立し、各電力系統に導入することを通じて、再生可能エネルギー発電の導入拡大に貢献する。
出口戦略（実用化見込み）	日本版コネクト＆マネージメントシステムは2024年4月から東京電力パワーグリッドにて運用開始済み。また、事業で策定した仕様書は一般送配電事業者へ共有し、当該仕様を基に各社がシステムを開発・運用開始する予定（実用化見込みがある）。
グローバルポジション	プロジェクト開始時：DH（Dead Heat）→ プロジェクト終了時：LD（Leading） ノンファーム型接続の類似制度は欧米で黎明期でありプロジェクト開始当初はDHとしたが、日本版コネクト＆マネージシステムの技術的な独自性・優位性・先進性から、プロジェクト終了時にはLDとなる。



事業計画

- 期間：2019-2023年度
(2019年度：FS、2020-2023年度：開発・実証)
- 予算：約80億円

評価対象期間

2019	2020	2021	2022	2023
ノンファーム型接続FS	ノンファーム型接続のための制御システム開発・検証			実系統実証試験

評価項目

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

(※)本事業の位置づけ・意義
(1) アウトカム達成までの道筋
(2) 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
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※)の項目は評価対象外

- 事業の背景・目的
- 従前の先着優先での接続ルールと空き容量の課題
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 他事業との関係
- 外部環境の状況（海外動向、日本のノンファーム型接続）
- 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

- 本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方
- アウトカム目標の妥当性
- アウトカム目標の達成見込み（C&Mシステム、再エネ連系拡大）
- システム開発の必要性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- フィールド実証の概要、実証結果概要、仕様策定ほか
- 研究開発成果の副次的成果等
- 論文発表などの対外発表

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 実施項目の分担と連携
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- ※予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 成果報告会での声

<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

（※）本事業の位置づけ・意義

* 評価対象外

（１）アウトカム達成までの道筋

（２）知的財産・標準化戦略

評価項目

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (※)本事業の位置づけ・意義
- (1) アウトカム達成までの道筋
- (2) 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
- (※)受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

- ・ 事業の背景・目的
- ・ 従前の先着優先での接続ルールと空き容量の課題
- ・ 政策・施策における位置づけ
- ・ 技術戦略上の位置づけ
- ・ 他事業との関係
- ・ 外部環境の状況（海外動向、日本のノンファーム型接続）
- ・ 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

(※)の項目は評価対象外

事業の背景・目的

- 再生可能エネルギーの更なる導入拡大を図るためには、**電力システムの制約を克服していくことが重要。**
- 系統制約の克服のための系統の増強には一定程度の時間を要することから、系統の増強と並行しながら既存系統を最大限に活用することが必要。
- 再生可能エネルギーの最大限の導入と国民負担の抑制を両立するためには、まずは既存系統を最大限に活用することが有効であることから、欧州の事例も参考にしながら、「**日本版コネクト&マネージ**」の**具体化を早期に実現することが必要。**

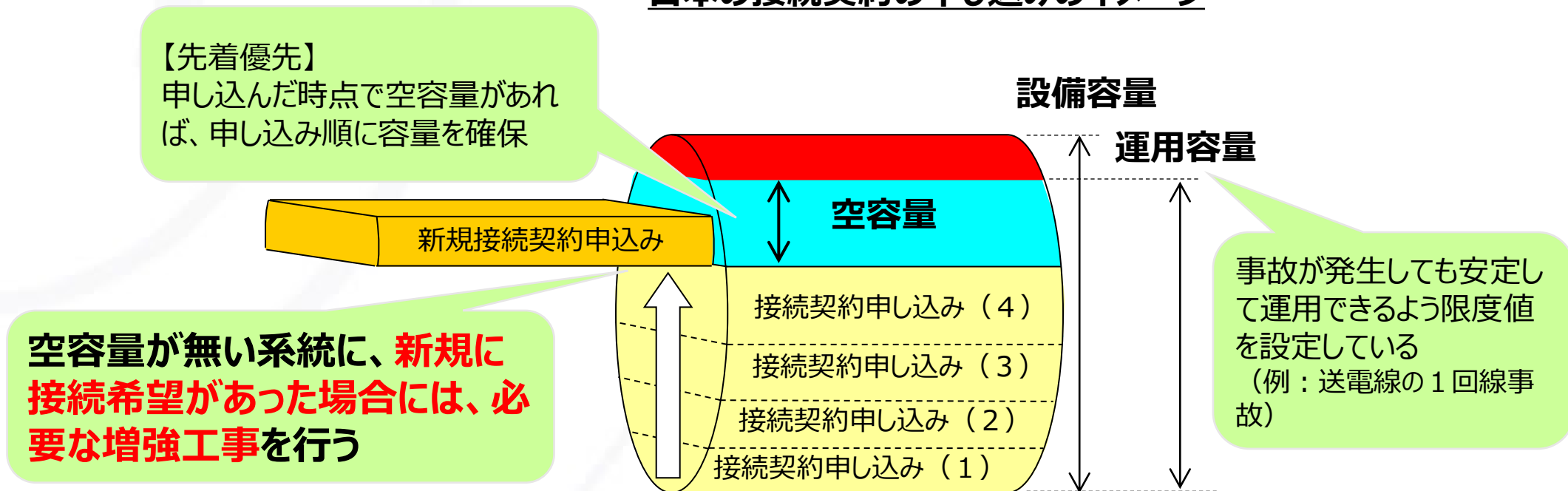


事業の目的

送電線混雑時の出力制御を条件に新規接続を許容するノンファーム型接続といった「日本版コネクト&マネージ」を実現する制御システムを開発するとともに、基盤技術を確立し仕様の国内標準化を図る

従前の先着優先での接続ルールと空き容量の課題

日本の接続契約の申し込みのイメージ



系統の増強には多額の費用と時間が伴うものであることから、
まずは、既存系統を最大限活用していくことが重要

政策・施策における位置づけ

第5次エネルギー基本計画（2018年7月に閣議決定）

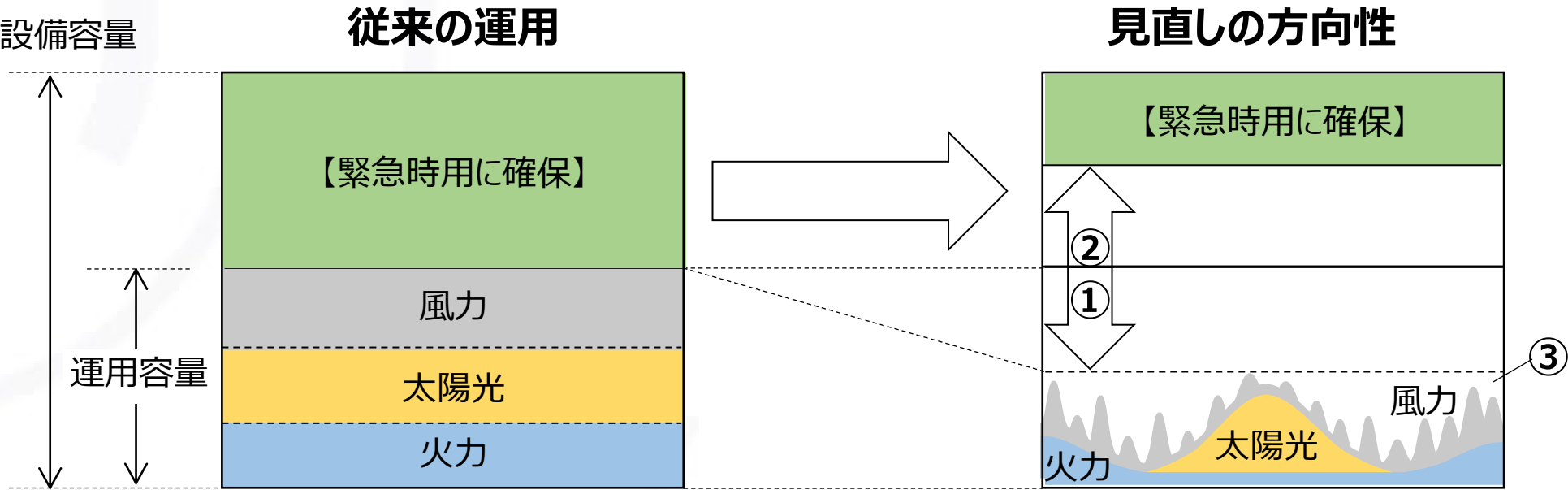
- ・2030年度の総発電電力量のうち再生可能エネルギーの割合は22～24%程度。
- ・我が国の系統は、これまで主として大規模電源と需要地を結ぶ形で形成されてきており、再生可能エネルギー電源の立地ポテンシャルとは必ずしも一致しておらず、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、系統制約が顕在化しつつある。このため、今後、再生可能エネルギーの主力電源化を進める上で、この系統制約を解消していくことが重要となる。
- ・系統の空き容量を柔軟に活用する「日本版コネクト&マネージ」を具体化し、早期に実現する。具体的には、過去の実績をもとに、将来の電気の流れをより精緻に想定し、空き容量を算出する方法である想定潮流の合理化に加え、事故時の瞬時停止装置を用いた緊急時用の送電枠の活用や、系統混雑時における制御など「一定の制約条件の下で系統への接続」といった方策、さらには系統情報等に係る情報開示・公開の在り方等について、議論を加速化し、その結果に基づいて必要な措置を講ずる。

第6次エネルギー基本計画（2021年10月に閣議決定）

- ・2030年度の総発電電力量のうち再生可能エネルギーの割合は36～38%程度に引き上げ。
- ・今後も引き続き運用容量を開放するために、ノンファーム型接続の適用範囲をローカル系統まで早期に拡大する。

⇒ローカル系統までを対象とした「日本版コネクト&マネージ」の早期実現が求められる。

政策・施策における位置づけ



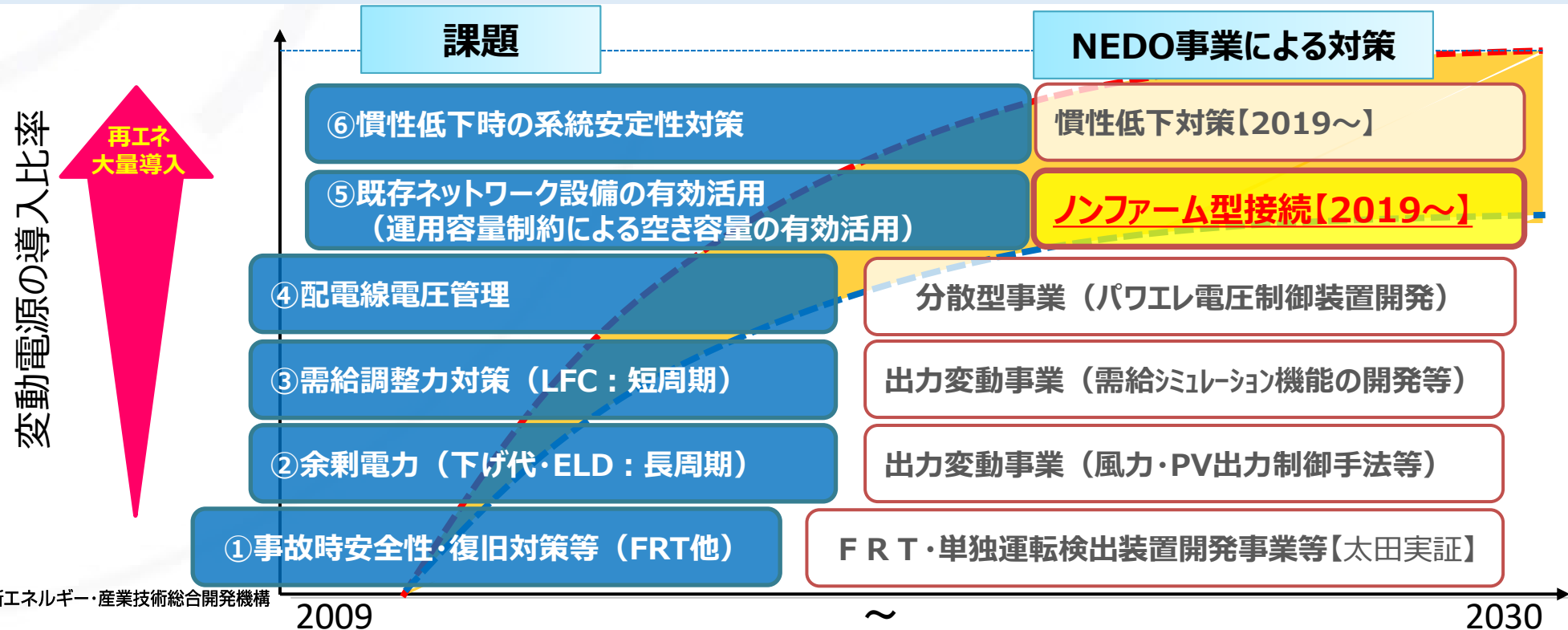
日本版コネクト&マネージ

	従来の運用	見直しの方向性	
① 空容量の算定	全電源フル稼働	想定潮流の合理化	実態に近い想定
② 緊急時用の枠	半分程度を確保	N-1電制	事故時に瞬時遮断する装置の設置により、枠を開放
③ 出力制御前提の接続	通常は想定せず	ノンファーム型接続	混雑時の出力制御を前提とした、新規接続を許容

➡ **ノンファーム型接続が残された課題。（2018年度末時点）**

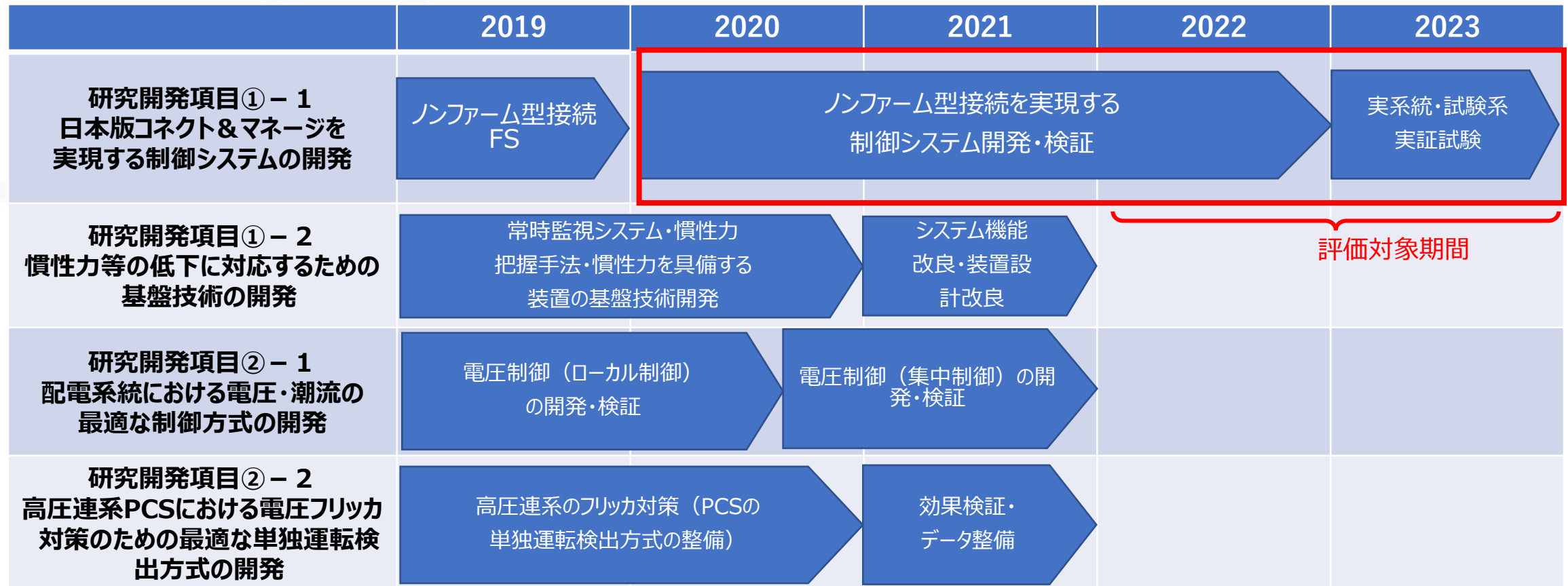
技術戦略上の位置づけ

- 再エネの最大限導入といったエネルギー政策の実現に向けていくつかある課題の中、NEDO「電力系統出力変動対応技術研究開発事業」（2014～2018年度）にて変動電源の系統連系にあたって制約が顕在化する**エリア全体での電力需給バランス維持対策**に特化した技術開発を実施。
- 需給バランスの問題に対してよりローカルな問題で、再エネの大量導入に伴い問題が顕在化する「電力系統の混雑」に対応するソリューションとして、**ノンファーム型接続に対応するシステムの開発を実施**。なお、これらの技術開発は、NEDO「超分散エネルギーシステム分野の技術戦略」で整理した方向性を踏まえて取組を行っている。



他事業との関係

- NEDOでは、2019年度からの「再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術開発」の一つの研究開発項目として「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」を実施してきた。
- 本事業では、上記項目以外で、系統制約を克服するための3つのテーマを3年間（2019～2021）で実施している。





外部環境の状況（海外動向）

- 欧米には、既存の設備を条件付きで利用可能とするノンファーム型接続と類似の仕組みがある。

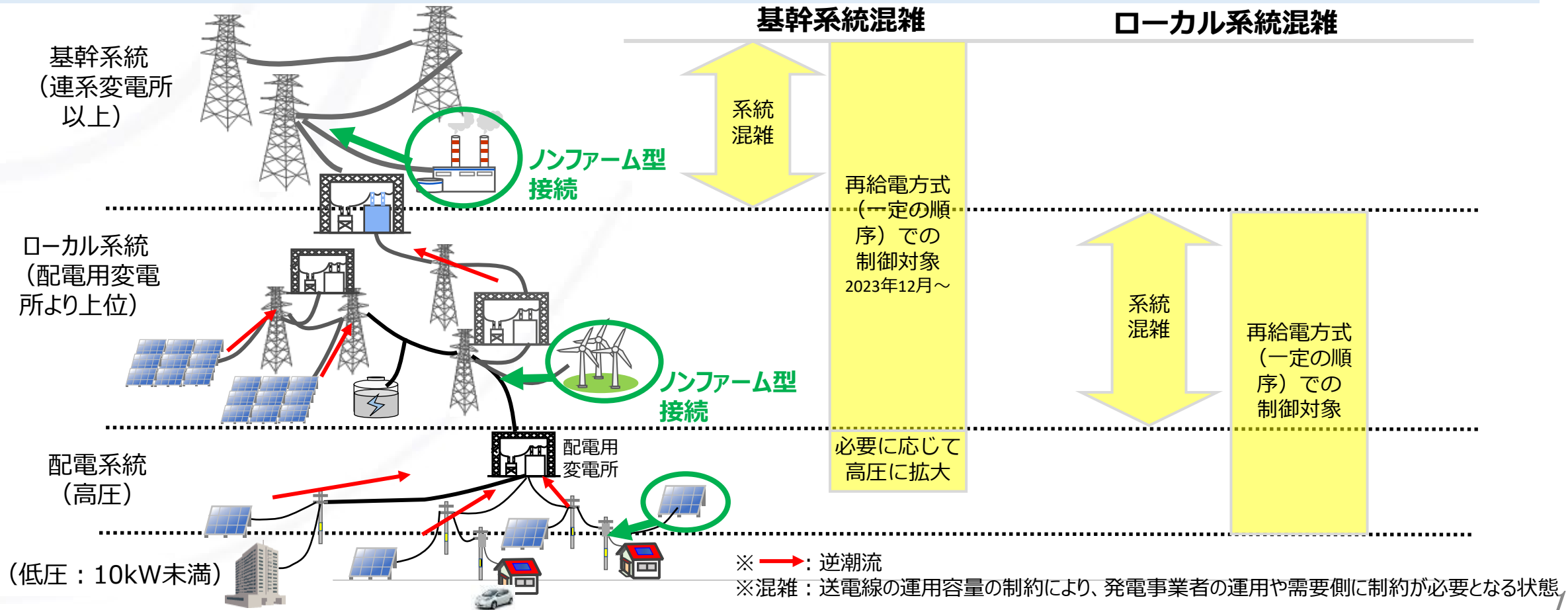
	日本	英国	ドイツ	米国
系統運用者	一般送配電事業者	National Grid ESO	50Hertz他	ERCOT
混雑を許容する接続方法	ノンファーム型接続	送電：増強前提で早期接続** 配電：ノンファーム型接続・フレキシブルコネクション	増強前提で早期接続**	ノンファーム型接続（ERIS）
平常時の混雑処理	再給電	送電：再給電（バランシングメカニズム） 配電：出力制御等	送電：再給電＋再エネ出力制御*** 配電：再エネ出力制御***	LMPに基づくノードル制＋市場外の再給電 （再エネ出力制御含む）
適用系統	送電（66～500kV*） *一般送配電事業者により異なる。ローカル系統（特別高圧）を含む。	送電（275～400kV） 配電（～132kV）	送電（220kV, 380kV） 配電（～110kV）	送電（69kV～）
送電系統の特徴	ループ、メッシュ（多重ループ）、放射状	メッシュ	メッシュ	放射状

出力制御は補償あり *Redispatch2.0施行以降、再給電

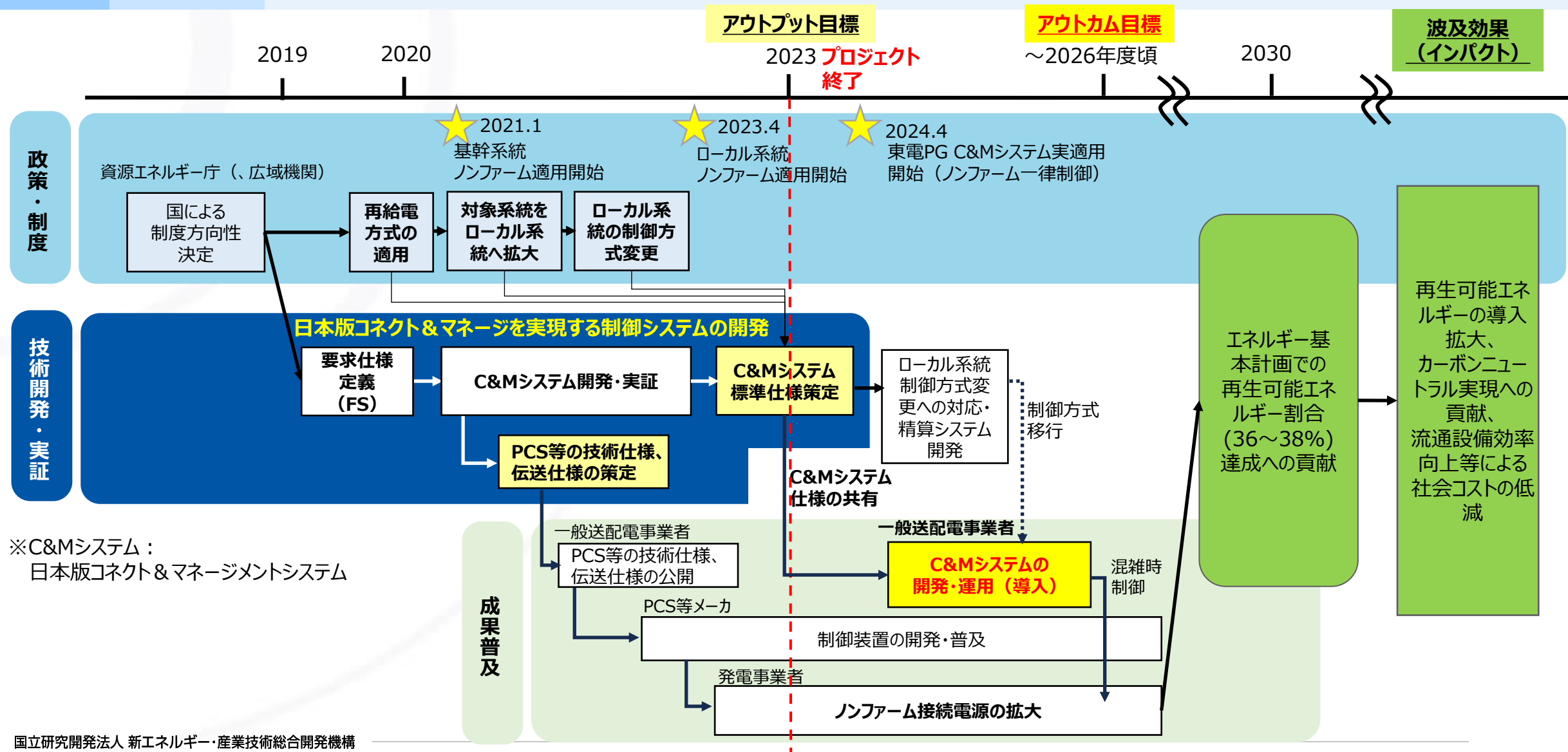
系統構成等の異なる日本に最適なシステムを構築することが重要

外部環境の状況（日本のノンファーム型接続）

- 日本では、空き容量の無い基幹系統を対象としたノンファーム型接続の受付を2021年1月から開始し、順次適用範囲を拡大。
- ローカル系統の混雑を対象として、2023年4月からノンファーム型接続の受付を開始。今後の混雑が見込まれる時期までに再給電方式（一定の順序）の出力制御順に基づく出力制御での混雑処理に対応。



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

- 本事業の目的は政府の方針であるノンファーム型接続を早期に可能とするシステムの開発であり、本事業に参画していない一般送配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）を基本とした。
- 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	・ノンファーム型接続システムを実現するための各種仕様 ・系統情報等（公開）	
非公開	・系統情報等（秘密情報） ・システムセキュリティに関する評価の詳細	・既設システムの改修の詳細な内容

■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ノンファーム型接続システム展開を早期に実現し、また発電事業者にとっても必要な情報を提供するため、要求仕様等の本事業の成果は、原則としてすべて公開し、各社によりデファクト標準化。

■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）で定められるデータを含め、本事業実施のために必要な最低限の情報等を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。

■ノウハウとして秘匿

制御・メンテナンス・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。なお公開している仕様書にて他一送は同様のシステム開発は可能。

■システムセキュリティに関する評価結果の詳細

C&Mシステムに対するペネトレーションテストの結果詳細は、実運用に鑑み非公開とし、セキュリティ対策とその考え方をシステム基本機能仕様書として一般送配電事業者に共有。

＜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

評価項目

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (※)本事業の位置づけ・意義
(1) アウトカム達成までの道筋
(2) 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

- 本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方
- アウトカム目標の妥当性
- アウトカム目標の達成見込み（C&Mシステム、再エネ連系拡大）
- システム開発の必要性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
ーフィールド実証の概要、実証結果概要、仕様策定ほか
- 研究開発成果の副次的成果等
- 論文発表などの対外発表



3. マネジメント

- (1)実施体制
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※)の項目は評価対象外

本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

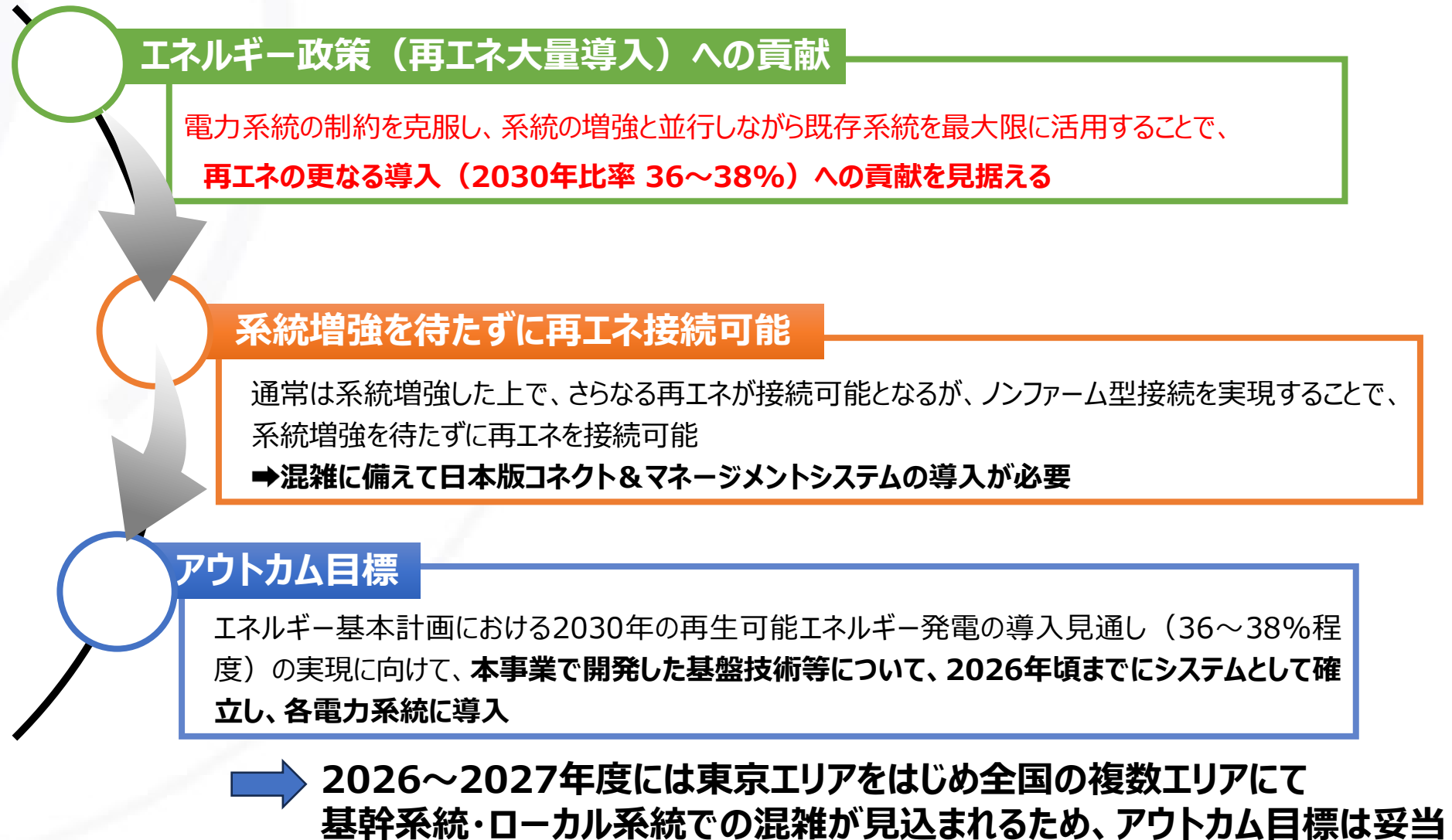
◆実用化・事業化の定義

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

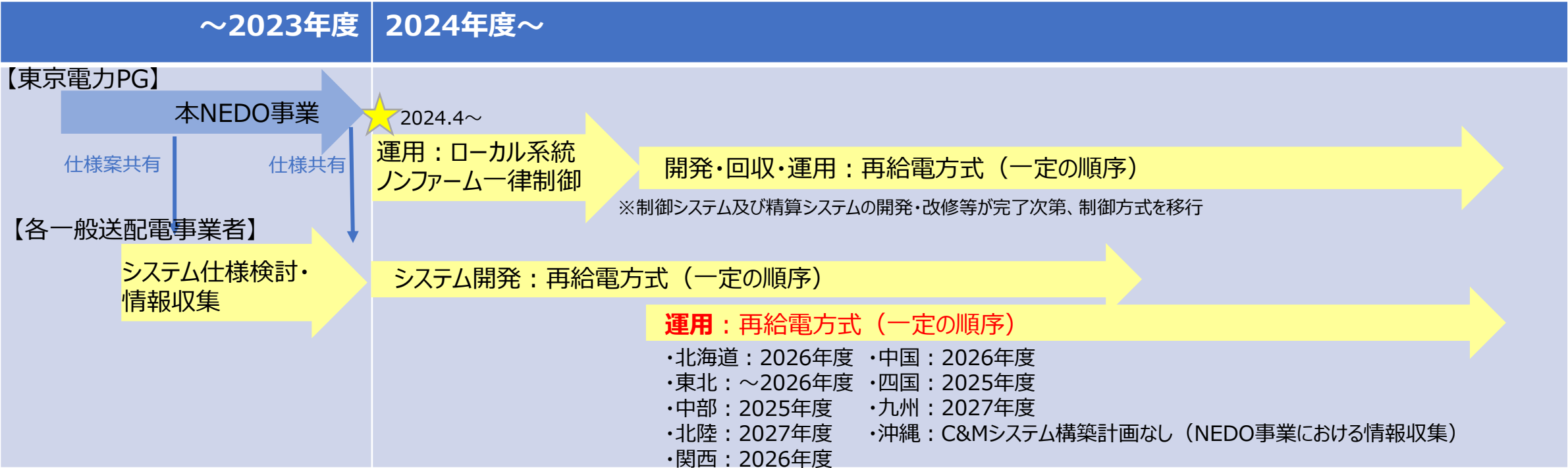
ノンファーム型接続のシステムは、エネルギー政策に基づき、早期に社会実装すべきであるものの、実装し運営する一般送配電事業者の利益にはなりにくいものであるため、**波及効果である再生可能エネルギーの導入拡大に貢献することまでを事業化の定義**に含めている。

アウトカム目標の妥当性



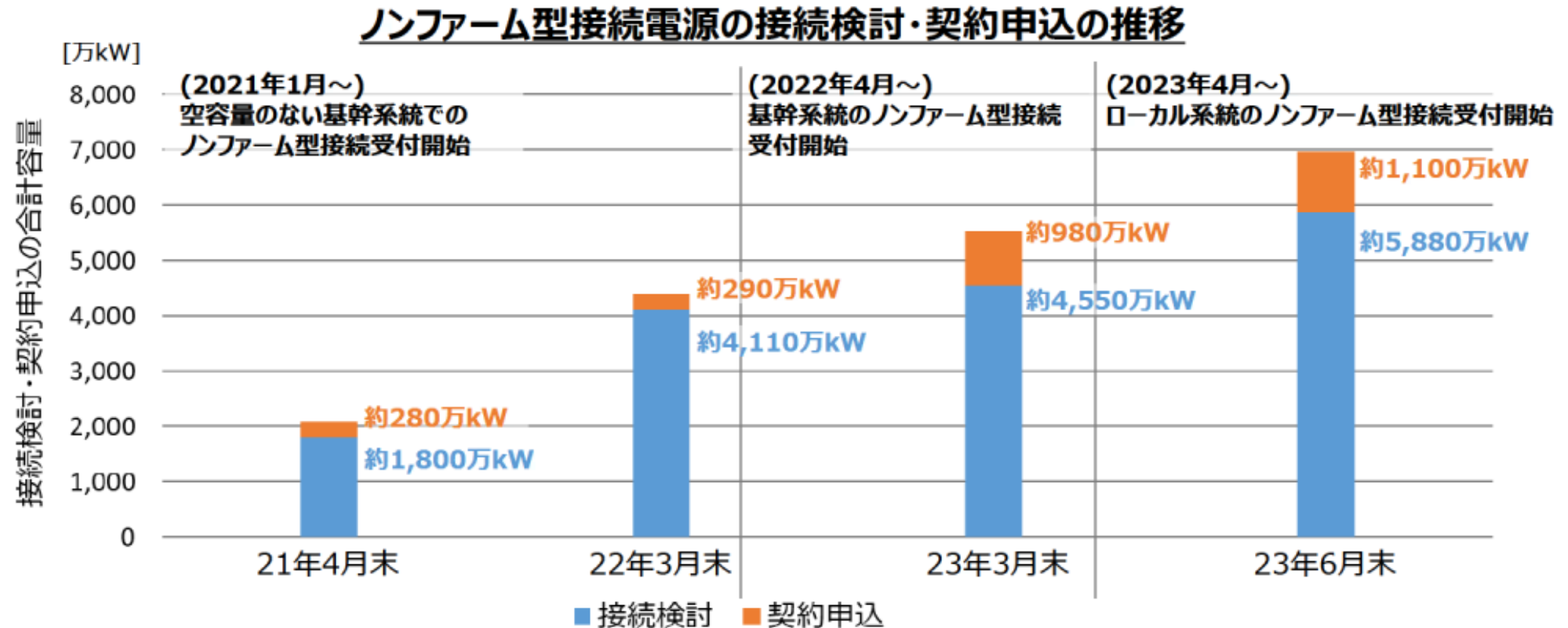
アウトカム目標の達成見込み（C&Mシステム）

- 本事業において東京電力PGがC&Mシステムの基本仕様を開発し、2023年度におけるフィールド実証による妥当性確認を完了し、2024年度より運用開始（ノンファーム一律制御）。その後、制御システム及び制御システム及び精算システムの開発・改修等が完了次第、制御方式を再給電方式（一定の順序）へ移行する。
- 各一般送配電事業者（当面混雑の発生が見込めない沖縄を除く）においては、本事業の状況も踏まえつつ、今後の混雑が見込まれる時期までに再給電方式（一定の順序）の出力制御順に基づく出力制御での混雑処理に対応すべく、上記仕様を踏まえた独自のシステム仕様が検討されており、2025～2027年度に運用開始予定（アウトカム目標達成見込み）となっている。



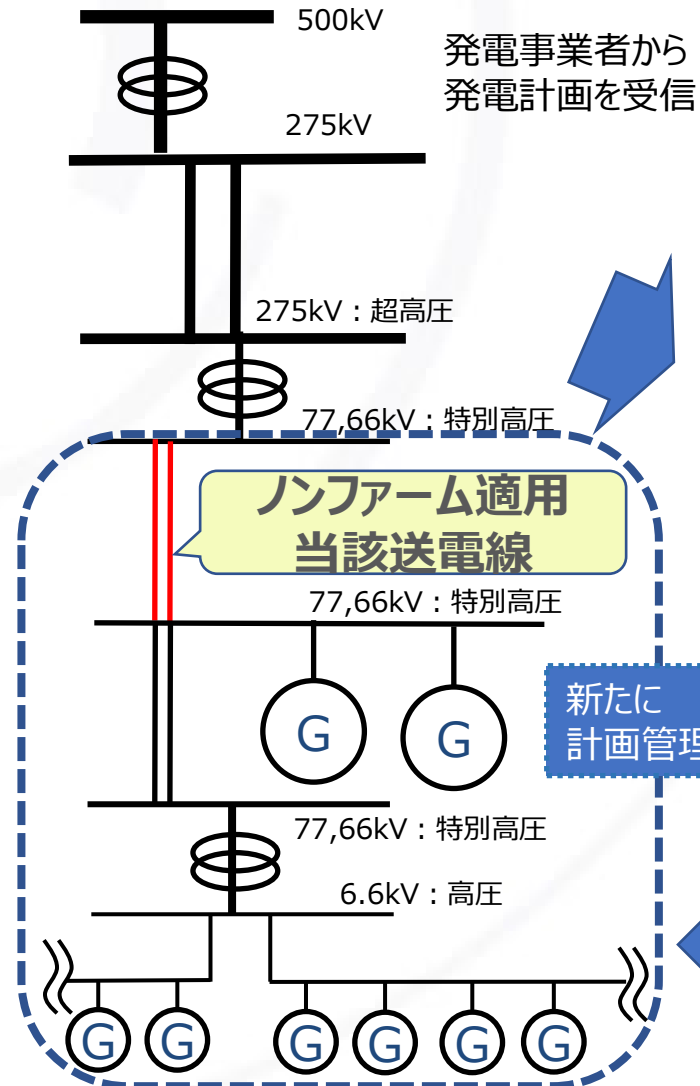
アウトカム目標の達成見込み（再エネ連系拡大）

- 2021年4月以降、ノンファーム型接続の検討・契約申込み容量は年々増加し、順次、接続開始となる。
- 現時点で系統制約による出力制御は実施されていないものの、これらノンファーム電源が系統に接続され逆潮流が増えることによって、近い将来、C&Mシステムを通じた系統混雑に起因する出力制御が想定される。

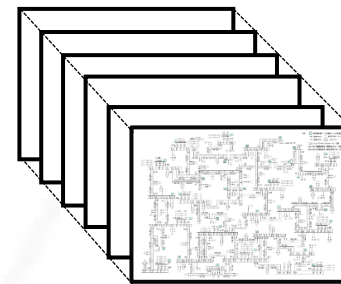


(出典) 各一般送配電事業者提出資料を元に資源エネルギー庁が作成 (2023年10月時点)

システム開発の必要性



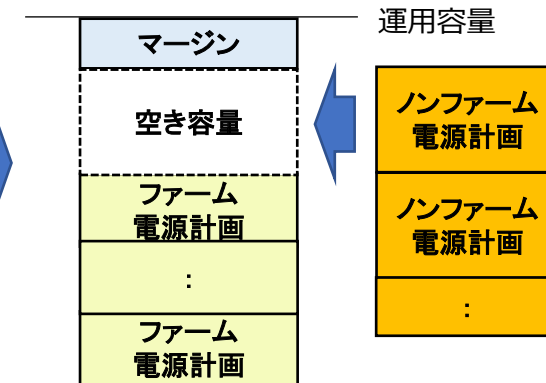
新たに当該特別高压送電線、
配電線ごとに需要、電源計画を
取り込み潮流計画を策定
(48断面/ 30分毎24時間)



高压以上連系PV
導入件数：28,738件
導入量：2,386万kW
(2018.12末、全国)

扱うデータ量が多い中で、**1日48断面
の潮流計画を策定する合理的かつ効
率的な新たなシステムの構築が必要**

混雑を発生させない適切なマージンの設定



- ・ローカル予測精度向上
- ・オンライン制御の必要性
- ・新たな制御装置機能
- ・セキュリティの確保

当該線路の潮流計画策定1断面分
(48断面/ 30分毎24時間)

発電機ごとに個別制御

**出力制御値を当該コマのゲートクローズ
後（実需給断面の1時間前）に送信**

本事業における研究開発項目の位置づけ

- 本事業では、一定の条件下で系統への接続を認める「ノンファーム型接続」といった日本版コネクト&マネージの仕組みを実現し、既存系統を最大限活用していくための効果的かつ合理的な制御システムの開発と実証を実施。
- 『系統制約』、『需給制約』、『出力制御配信』の3つのサブシステムで構成される日本版コネクト&マネジメントシステムを具体的に設計・開発。

1 系統制約マネジメントシステム

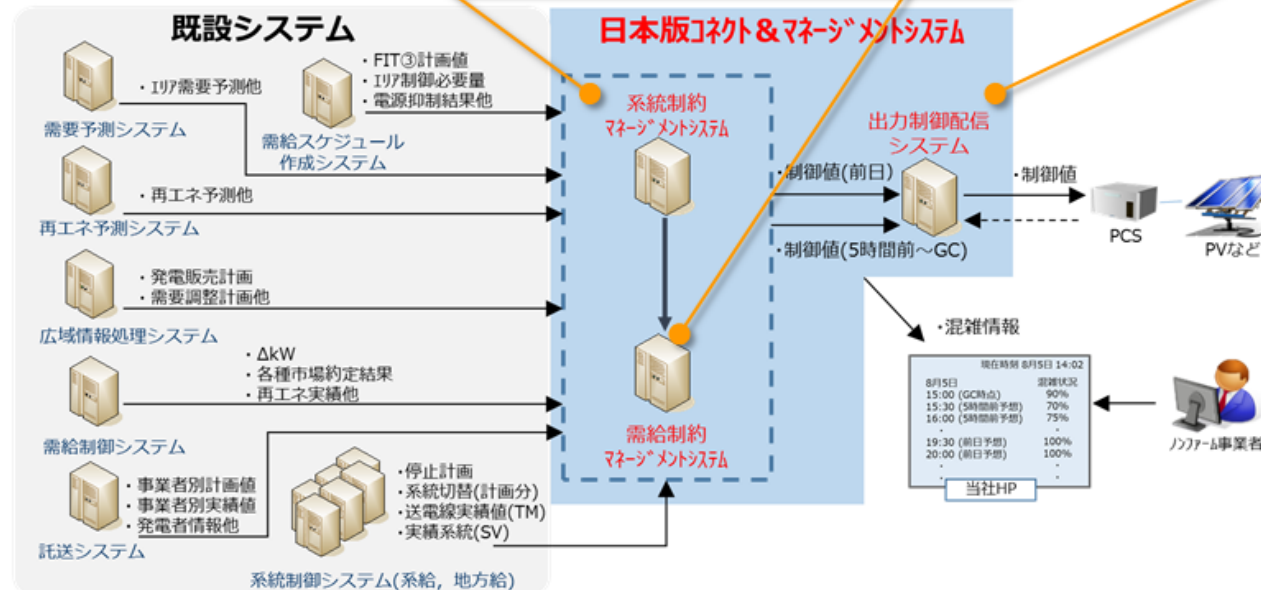
- ・潮流状態を予測・作成
- ・系統混雑箇所を特定し、必要な系統制御量を算出
- ・ノンファーム電源の系統制御量について需給制約マネジメントシステム側へ連係

2 需給制約マネジメントシステム

- ・調整力下げ代不足を解消する全エリア出力制御量を決定
- ・系統制約マネジメントシステムからの系統制御量を踏まえ、ファーム電源およびノンファーム電源の制御値決定

3 出力制御配信システム

- ・ファーム電源およびノンファーム電源に出力制御値を送信
- ・インターネットや専用回線等により、オンラインでの出力制御を実施



アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

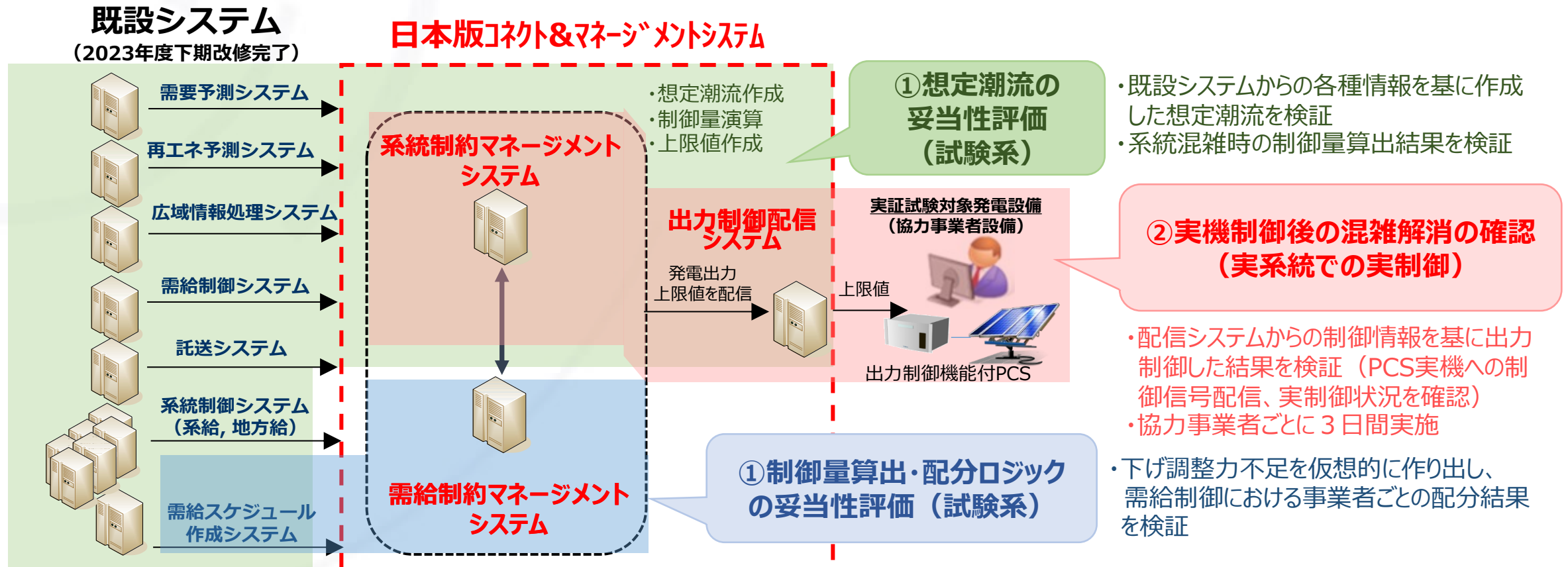
	研究開発目標（NEDO基本計画 最終目標）	根拠
日本版コネクト&マネージを実現する制御システムの開発（2020-2023） 最終目標（2023年）	・ノンファーム型接続システムについて、フィールド実証においてノンファーム適用系統の活用可能な空き容量に対し、ノンファーム発電事業者による発電を制度設計に基づき最大限受け入れた際にも、計画通りに出力制御（制度設計に基づき、算出した各コマ（30分毎48コマ／日）の出力制御値を、当該コマのゲートクローズ後（実需給断面の1時間前）に送信）を行い、混雑を発生することなく適正な運用が可能であることが検証されていること。 ・ノンファーム型接続システムについて、従来の電力需給バランス維持のための再生可能エネルギーの出力制御システム等と協調運用が可能であり、フィールド実証にて検証されていること ・また、システム全体のコスト最小化の観点から、システム保守業務及び潮流計画・監視業務の煩雑化を極力回避し、保守・運用者の負担が極力増加しないような合理的かつ効率的なシステムが開発されること ・フィールド実証による検証結果をもとにノンファーム型接続システムを実現するための基盤技術を確立し要求仕様を取り纏めること	FSの成果であるシステム開発の計画を踏まえて、事業終了後、速やかにノンファーム型接続システムを社会実装するために必要な項目として目標を設定。

アウトプット目標の達成状況

主な内容	研究開発目標（NEDO基本計画 最終目標）	成果	達成度・根拠
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	・ノンファーム型接続システムについて、フィールド実証においてノンファーム適用システムの活用可能な空き容量に対し、ノンファーム発電事業者による発電を制度設計に基づき最大限受け入れた際にも、計画通りに出力制御（制度設計に基づき、算出した各コマ（30分毎48コマ／日）の出力制御値を、当該コマのゲートクローズ後（実需給断面の1時間前）に送信）を行い、混雑を発生することなく適正な運用が可能であることが検証されていること。 ・ノンファーム型接続システムについて、従来の電力需給バランス維持のための再生可能エネルギーの出力制御システム等と協調運用が可能であり、フィールド実証にて検証されていること ・また、システム全体のコスト最小化の観点から、システム保守業務及び潮流計画・監視業務の煩雑化を極力回避し、保守・運用者の負担が極力増加しないような合理的かつ効率的なシステムが開発されること ・フィールド実証による検証結果をもとにノンファーム型接続システムを実現するための基盤技術を確立し要求仕様を取り纏めること	➢ 国の審議会で新たに整理された系統制約での出力制御ルールと、送配電等業務指針に基づく需給制約での出力制御ルールに則り、OPFに基づく再給電方式（一定の順序）などを含める形でシステムの仕様を策定・実装※し、基本的な技術仕様を一般送配電事業者等へ共有した。 ※2022年の国の制度変更にはシステム開発が間に合わないことから、ローカル系統の系統制約での出力制御は、当面、ノンファーム電源のみを対象に一律制御を実施。 ➢ 試験系でのフィールド実証により、既設システムからの各種情報を基に作成した想定潮流と実績潮流の差異を検証し、実潮流と近い潮流想定が算出可能なことを確認。 ➢ また、系統・需給が協調し、適正な制御量の配分となること、30分コマごとの出力制御量の演算＋出力制御情報の配信が実需給開始までに実行可能であることを確認した。 ➢ 実系統でのフィールド実証において、出力制御機能付PCSを設置している発電事業者に対してC&Mシステムを通じて出力上限値を配信し、事業者が上限値以内で出力を制御できることを一気通貫試験にて確認。出力制御を可能とする機能が適切に実装されていることを確認した。 ➢ また、出力制御を実施した際の系統の潮流変化を確認し、放射状系統・ループ系統ともに机上で算出した制御効果と実制御試験の潮流変化を比較し、C&Mシステムの有効性を確認した。 ➢ 出力制御機能付PCS等の技術仕様、伝送仕様を策定・公開するとともに、フィールド実証による検証結果等を基に、C&Mシステムに係る仕様書を作成し、公開した。	◎ 当初計画にない制度変更を仕様に反映、フィールド実証を通じC&Mシステムの妥当性・有効性を確認

フィールド実証の概要

- C&Mシステムの妥当性・有効性を検証するため、①試験系での想定潮流・制御量算出・配分ロジック検証と、②実機制御（実システムでの実制御）による潮流・制御検証を行うフィールド実証を実施。

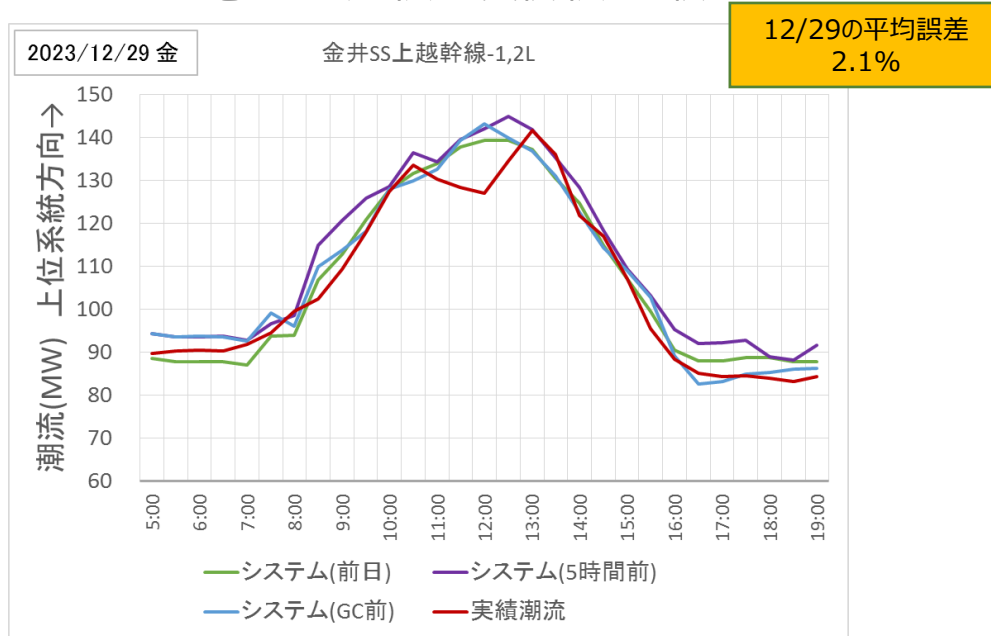


①試験系フィールド実証の結果概要

想定潮流の 妥当性評価

既設システムからの各種情報を基に作成した想定潮流と実績潮流の差異を検証し、**実潮流と近い潮流想定が算出可能なことを確認。**

ある送電線の想定潮流と実績潮流比較

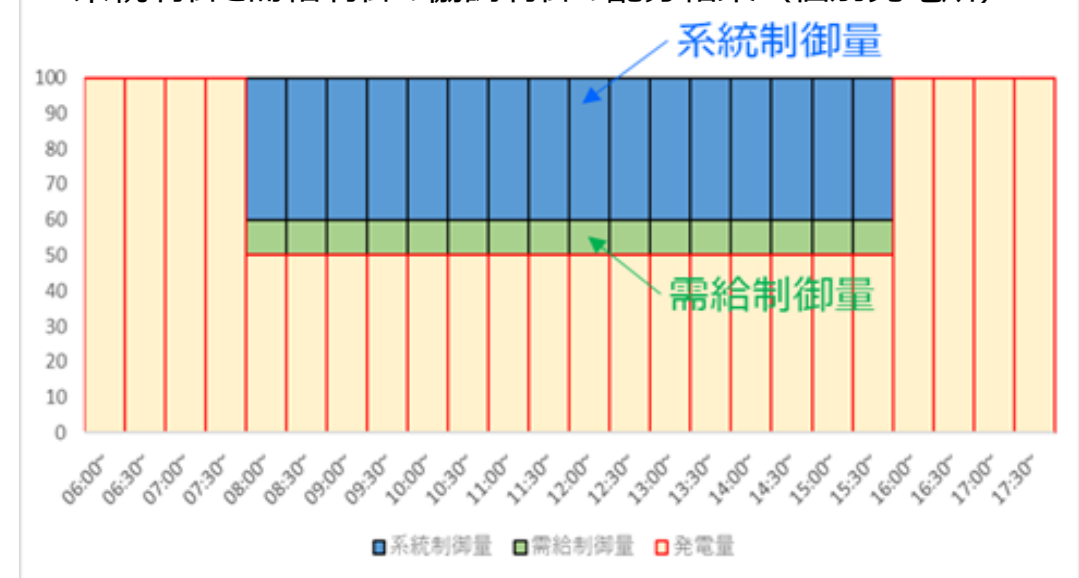


1つの送電系統の平均誤差：2～3%程度（現時点）

制御量算出・ 配分ロジックの 妥当性評価

系統・需給が協調し、適正な制御量の配分となることを確認するとともに、30分コマごとの出力制御量の演算＋出力制御情報の配信が**実需給開始までに実行可能**であることを確認。

系統制御と需給制御の協調制御の配分結果（個別発電所）



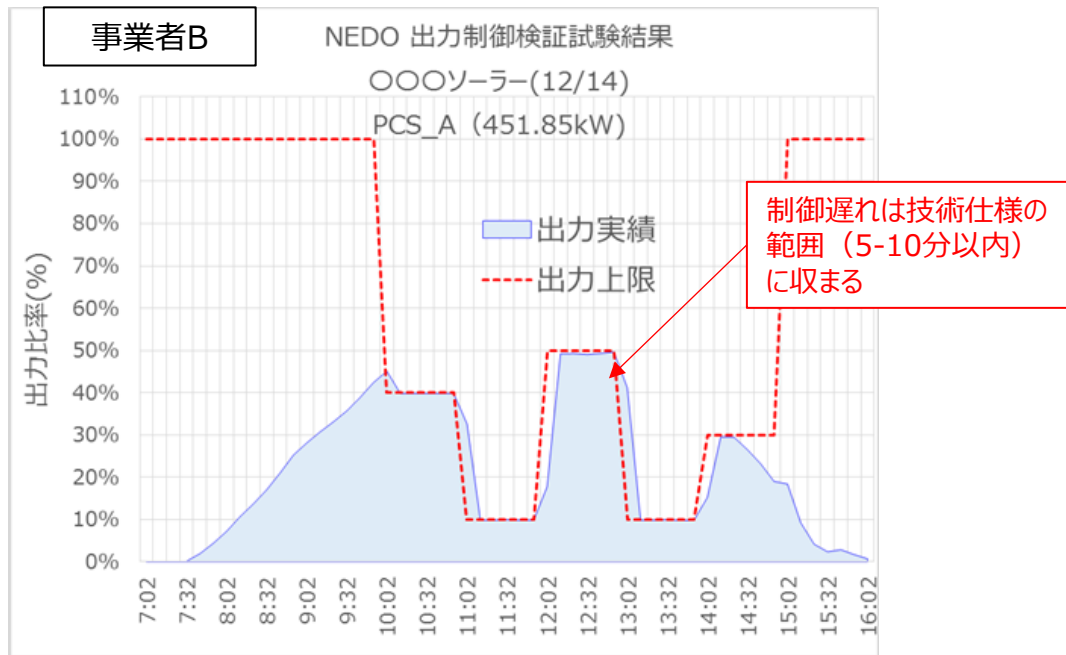
**系統制約・需給下げ代不足の同時発生を模擬した場合、
演算開始から配信完了までに要する時間は約55分**
(試験系フィールド実証内での最長演算時間)

②実系統フィールド実証の結果概要

発電事業者設備 の応動確認

C&Mシステムにて演算した出力上限値以内に
て各発電事業者が出力制御できていることを確
認し、実運用に適用できる見通しを得た。

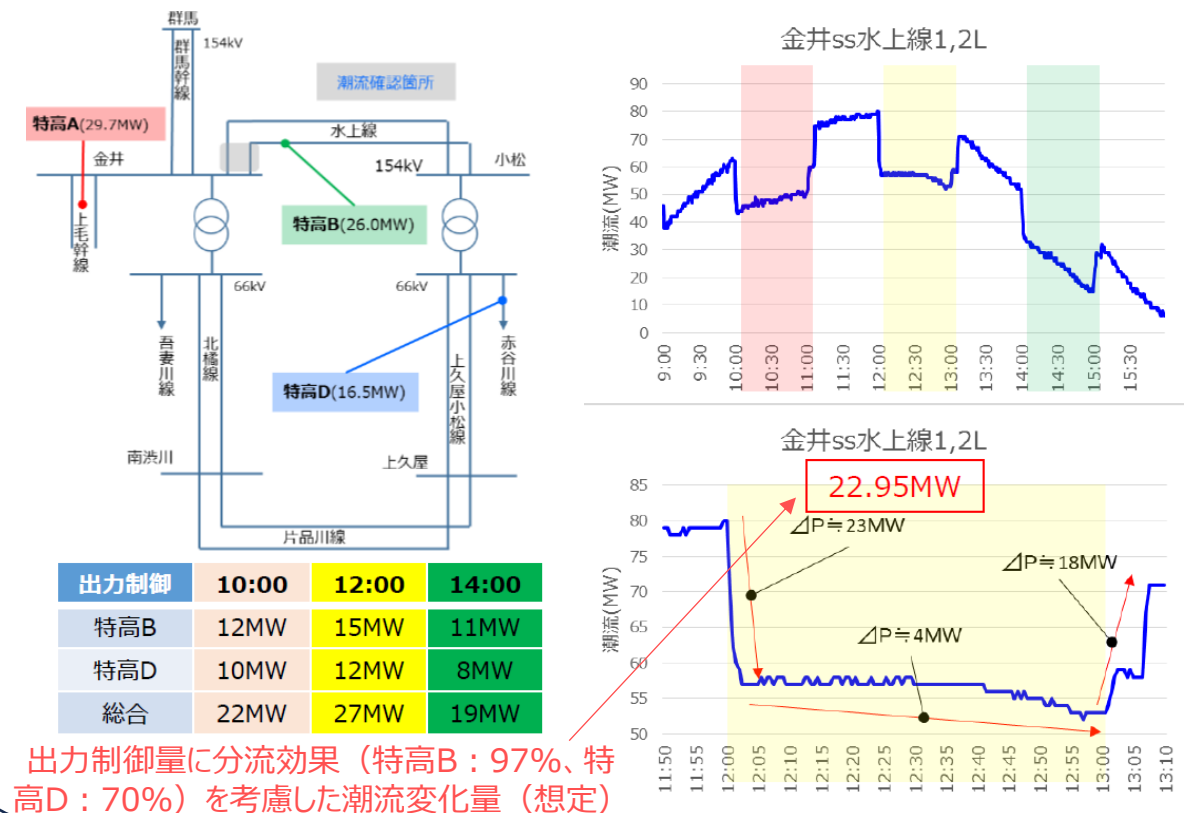
ある事業者の出力制御試験結果（10分実績）



実機制御後の 潮流変化の確認

制御量が直接的に潮流変化するわけではない**ループ系統**
にて、机上での分流効果を考慮した潮流変化量と、実際の
潮流変化実績を比較し、ほぼ近い結果を確認。
実制御試験の潮流変化が妥当であることを確認した。

水上線（ループ系統）の潮流変化実績（右下は12:00-13:00）



出力制御機能付PCS等の技術仕様、伝送仕様の策定・公開



- 特別高圧の発電事業者と送受信する必要があるデータ項目を定め、IEC 61850と整合させて、66kV以上に連系する出力制御機能付PCS等の技術仕様と伝送仕様をまとめ、2021年9月に東京電力H Pにて公開済み※。
- 事業の検討成果やIEC61850の仕様改定に向けた動きを踏まえ2022年11月に技術仕様・伝送仕様、水力、バイオマス、地熱を含む各電源の特性も踏まえた仕様とすることが国の審議会で議論されたことなどを踏まえ、2023年6月に技術仕様を改定。

特高伝送 技術仕様書 (本文)

1 出力制御システムの経歴

出力制御機能付PCS等には、平成27年1月17日 第4回系統部、および平成30年10月10日 第17回系統部で採択された「出力制御システム」を達成するための積弊を具備することとする。
本技術仕様書は専用図録による出力制御について記載したものである。本仕様書に記載のない事項については、当社との協議により決定する。

<出力制御システムに求められる要件>

システム構築の前提	具体的な対応 (主なもの)
・コスト算、設備等も踏まえ、確固たる出力制御計画であること	・出力制御の大きい特高伝送、連系は高圧側を優先したシステムを構築する
・出力制御は系統安定化のために必要最小限なものとする	・必要最小限の出力制御を実施するため、出力制御、時間制御など他の出力制御機能の併用とする
・将来の需要変化等に付して、柔軟に対応できること	・再エネ連系量の拡大にも柔軟に対応可能な制御方式とする
・電力安定供給のため、必要なセキュリティを確保すること	・制御データがシステムや機器などへの影響を排除 等

<出力制御システムの概要>

図 平成27年1月17日 系統部 第4回系統部

別紙 伝送仕様書

図4 ①のタイミング (X月Y日 15:00) における望日分割制御の通信手順

図5 ①のタイミング (X月Y日 15:00) およびその後の伝送におけるFSCインスタンスの継ぎ目

その次の15:30における伝送手順図6および図7に示す。15:30時点では、停止中になっているFSC2とFSC4に制御権を継ぎ目した上で、開始指令を送信する。開始指令を受け取ると、FSC2は使用中に遷移するが、FSC4は優先度に基づきFSC1を継続して利用する。その後、FSC1が停止指令を受け取ると停止中に遷移し、FSC4が利用するFSCインスタンスはFSC2になる。FSC1とFSC2が切り替わるタイミングは15:00のときと異

※各一般送配電事業者は本仕様に準じた仕様書のほか、66kV未満に連系する出力制御機能付PCS等の技術仕様も公開済み。

C&Mシステムの基本技術にかかわる仕様書の共有

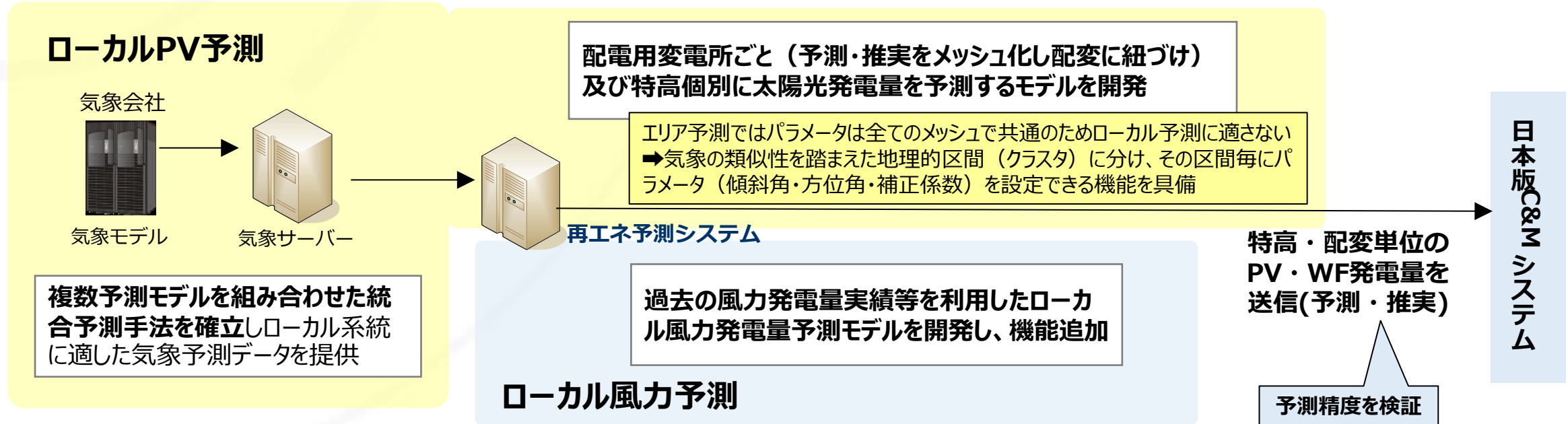
- 本事業においてC&Mシステムに係る仕様書を作成。一般送配電事業者各社に対し、今後、各社のシステム構築を進める上で必要となる、システム全体概要および主要機能ロジックを記載した、以下9冊の仕様書を公開。
- 求めのあった一般送配電事業者のシステム開発にかかわる第三者（システムベンダー）に対しても、関係各社固有の秘密情報を含まない仕様を提示。

仕様書名	概要
システム基本仕様書	システム全体の概要として各機能や構成の基本的な仕様を記載（システム構成、ソフトウェア、系統制約・需給制約機能、ユーザーインターフェイス、データベース、システムセキュリティ等）
入出力情報伝送機能仕様書 入出力情報伝送画面仕様書	本体システムと既設システムが相互に情報を連携するための入出力情報伝送機能について記載
予想系統状態作成機能仕様書 予想系統状態作成画面仕様書	当日・翌日の予想系統状態作成機能についてロジックの詳細を記載
系統制約機能仕様書 系統制約画面仕様書	系統制約機能について、再給電方式やゾーン方式も含めたロジックの詳細を記載
需給制約機能仕様書 需給制約画面仕様書	需給制約機能について、既設の需給スケジュール作成システムや本体システム内の出力制御配信システムとの関係を含めた詳細を記載

再エネ予測システム精度の検証

- 太陽光発電のローカル予測：既存のエリア予測手法を改良したローカル予測モデルを構築。フィールド実証システムの9地点の配変・特高単位における予測精度が誤差率平均4.5～9.8%（目標20%以内）であることを確認。
- 風力発電のローカル予測：SCADA情報を含まない過去の風力発電量実績等を用いた風力予測モデルを構築。ウインドファームが設置されている9地点での予測精度が誤差率平均6.8～19.9%（目標20%以内）であることを確認。

再エネ予測システムの改修概要



研究開発成果の副次的成果等

本事業	副次的効果等
【ローカル予測精度の検討】 - 太陽光発電のローカル予測精度の検討 - 風力発電のローカル予測精度の検討 - 需要のローカル予測精度の検討 - 需給運用への予測選択手法の開発 - ローカル日射予測に基づくPV出力の系統制御特性の評価手法の開発	✓ 再エネ予測システムに実装していない予測手法は、精度向上へ更なる改良が行われ、適用箇所に合わせた最適手法として選定されうる。 ✓ 予測手法の配電用変電所単位の予測の他、配電線単位や一定の地域単位の予測等への応用が期待される。日本版コネクト&マネージ以外に、島嶼等のマイクログリッドにおける需給運用等への予測への展開も予定。 ✓ 配電用変電所の混雑緩和のためのNEDO事業「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（FLEX DERプロジェクト）」へ成果を共有。
【総勢180名程度の登録研究員】 ベテラン技術者とともに、組織を超えて若手が本事業の主体的な役割を担う	✓ 次世代を担う人材育成にも貢献。  ファシリテーター 山本 航介 NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 主任 YAMAMOTO Kosuke KOSHIRAE Hiroto 中島 崇幸氏 株式会社日立製作所 制御プラットフォーム 開発本部 電力システム設計部 NAKAJIMA Takayuki 長野 博司氏 東京電力パワーグリッド 株式会社 系統運用部 広域給電グループ NAGANO Hiroshi 池田 歌世氏 東京電力パワーグリッド 株式会社 技術統括室 技術企画グループ IEDA Ohsei

出典：focus NEDO 2023 No.90

論文発表などの対外発表

- 機密性の高い情報の取り扱い等を考慮しつつ、学会発表を実施。また、電力広域的運営推進機関の広域系統整備委員会等で積極的に情報発信を実施。
- 2024年6月26日、NEDO主催で「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の成果報告会」を開催し、成果を共有。

	2019	2020	2021	2022	2023	計
研究発表、講演、論文 (査読付)	0 (0)	2 (0)	10 (0)	5 (0)	16 (1)	33 (1)
プレスリリース、その他	0	12	2	0	4	18

※2024年3月31日現在

＜評価項目 3＞ マネジメント

- (1) 実施体制
- (※) 受益者負担の考え方 * 評価対象外
- (2) 研究開発計画

評価項目

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (※)本事業の位置づけ・意義
(1) アウトカム達成までの道筋
(2) 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
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※)の項目は評価対象外

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 実施項目の分担と連携
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- ※ 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 成果報告会での声

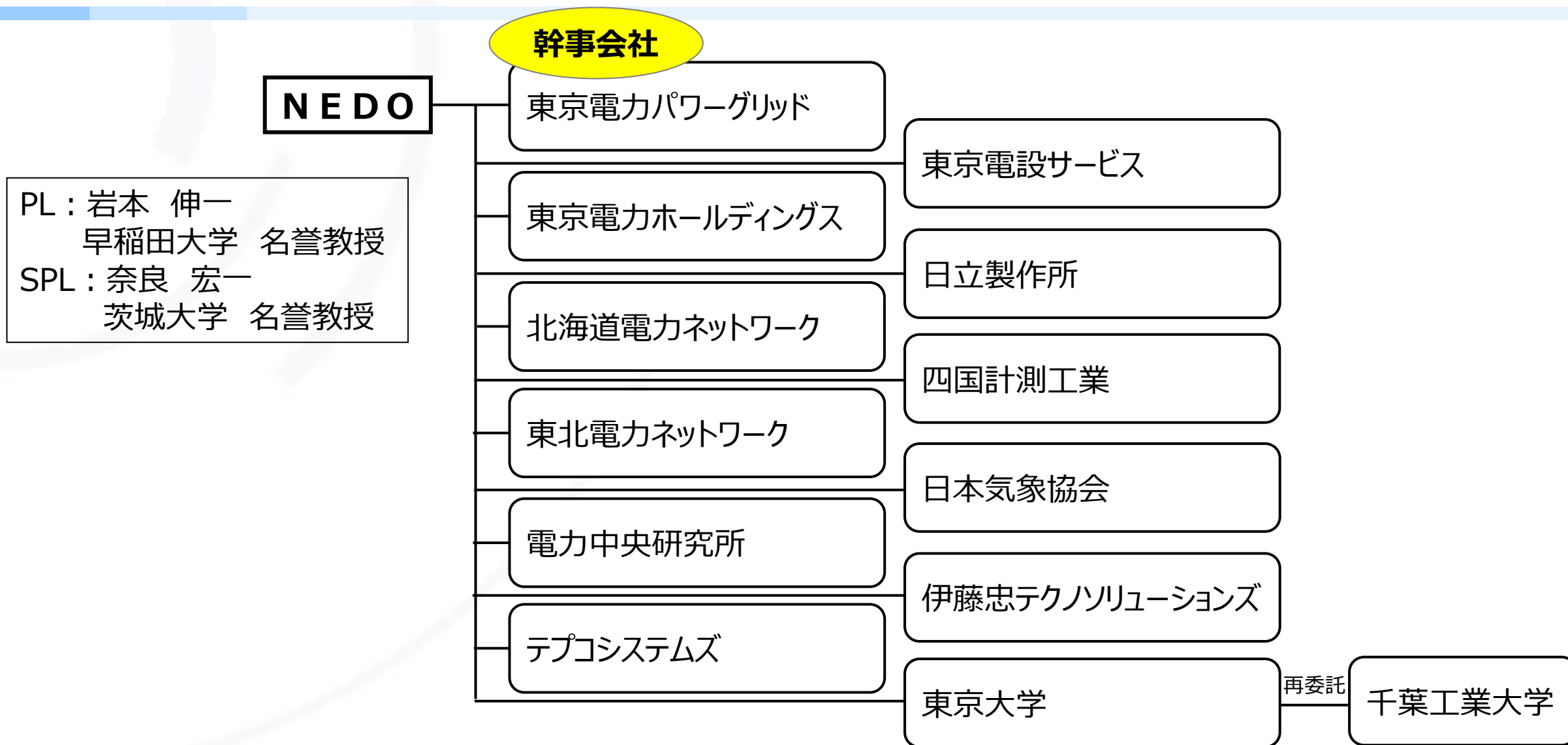
NEDOが実施する意義

- 本事業の開発技術（コネクト&マネージシステム）は、第5次エネルギー基本計画及び第6次エネルギー基本計画に明記された「日本版コネクト&マネージ」の一つであり、2030年での再生可能エネルギー導入率（36～38%程度）の達成に向けて必要不可欠の基礎技術である。（社会的必要性：大）
- 電力制度及び系統増強計画等と歩調を合わせて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。
- 政策の策定状況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）。
- 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にも裨益する。
- 産学連携体制で本事業を確実に遂行するため、NEDOが課題解決に向けてプロジェクトをマネジメントすることが必要。

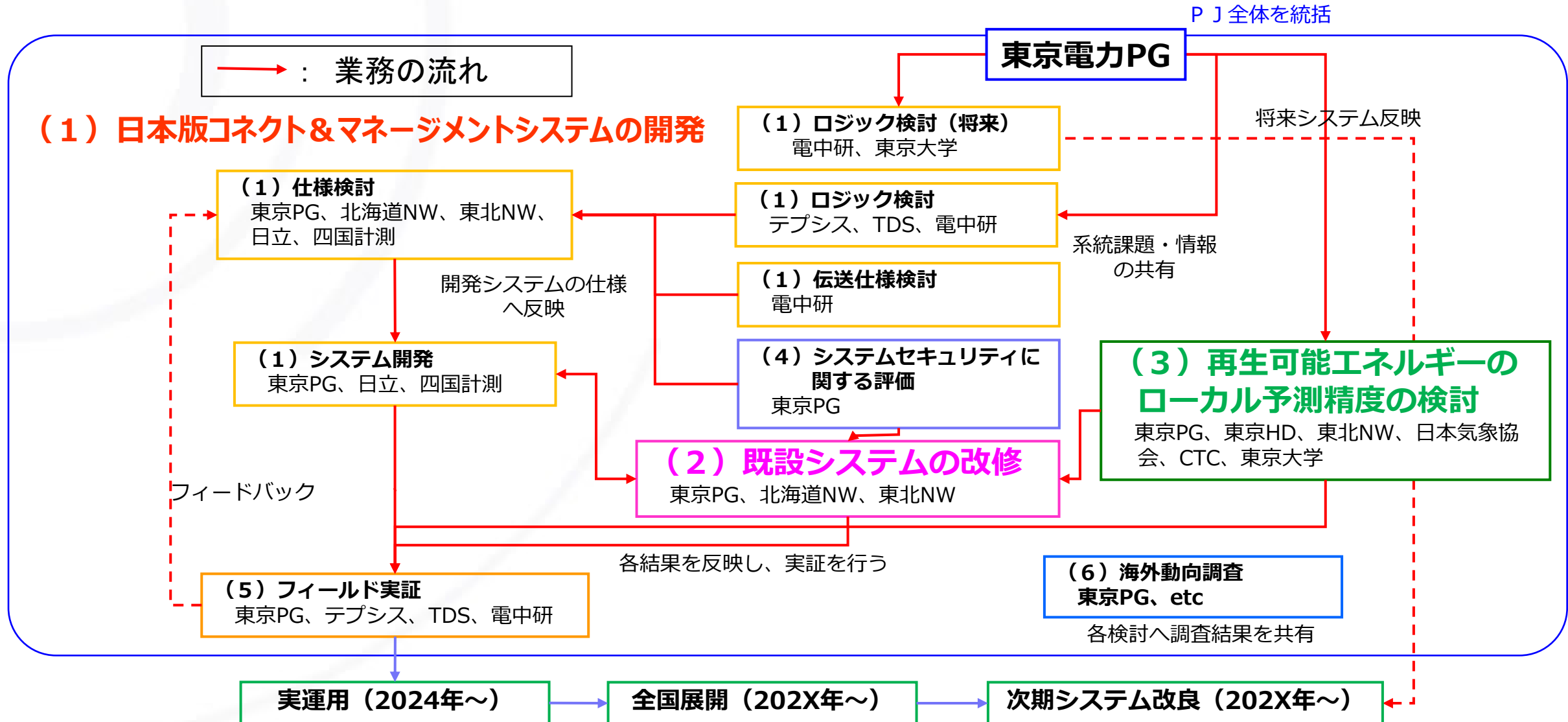


ランファーム型接続における課題は我が国共通の喫緊の課題であり、
N E D O が関与し、解決を主導する必要性の高い事業である。

実施体制



実施項目の分担と連携



個別事業の採択プロセス

【公募】

- 公募内容 ; 「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」の研究開発課題を設定
- 公募予告 (2020年2月26日) ⇒ 公募 (3月26日) ⇒ 公募〆切 (5月18日)

【採択】

- 採択審査委員会 (5月29日)
- 採択審査項目 ; NEDOの標準的採択審査項目とした。
- 採択条件 ; 採択審査委員会では、以下の内容を条件に採択が行われた。
具体的な目標値を設定して、開発成果を評価できるようにしておくとともに、目標達成に向けて適切な体制構築と計画作成を行うこと。初年度から積極的な開発を進めるため、計画を前倒しにすること。
- 留意事項 ; 研究の健全性・公正性の確保に係る取組 ; 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した。(参考 : 公募要領マニュアル (委託) の留意事項(18))

研究データの管理・利活用

- 本事業での研究開発のために、参加者が従前から保有するデータを授受することも想定し、コンソーシアム内で「知財及びデータの取り扱いについての合意書」を締結。
- 秘密情報を本事業以外の目的で使用してはならないことなどを示す「秘密保持」条項も定め、事業実施のために必要な最低限の情報等を秘密情報として実施者内へ開示し、成果最大化を図っている。

【事業のために開示した保持データの例】

開発内容	開示データ	データ保持者
発電予測の評価	発電量実績（配変単位）	東京電力パワーグリッド
	配電用変電所・諸元データ	東京電力パワーグリッド
	気象実績データ	日本気象協会
	当日・翌日予測気象予報データ	日本気象協会
系統制御ロジックを考慮した需給運用モデルの検討	非公開の系統情報（リアクタンス、インピーダンス、アドミタンスなど）	東京電力パワーグリッド

予算及び受益者負担

◆予算

（単位：億円）

研究開発項目	契約形態	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	合計
FS	委託 100%	0.9	—	—	—	—	0.9
システム開発	委託 100%	—	9.5	24.1	32.2	13.7	79.5
合 計	—	0.9	9.5	24.1	32.2	13.7	80.4

仕様変更等に伴う増額等変更を実施

◆委託事業の理由

政策と連携しつつ、多様なステークホルダーの協力が必要な研究開発であり、再生可能エネルギーの普及や電力の安定供給に貢献するものであるため、民間が自主的に実施することが困難な研究開発である。

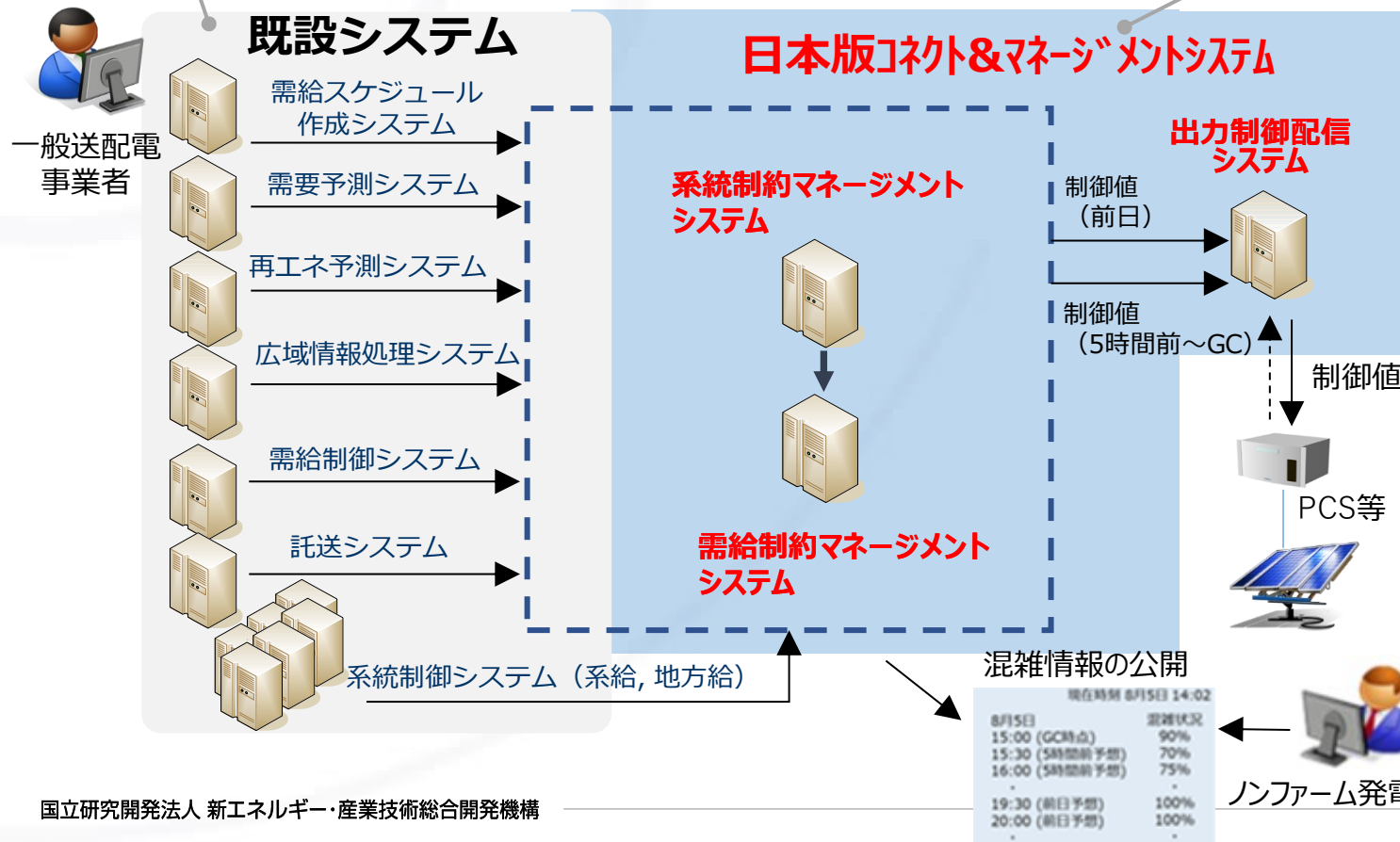
目標達成に必要な要素技術

(2) 既設システムの改修

- ①仕様検討
- ②既設システム改修
- ③予測システム改修

(1) 日本版コネクト&マネージメントシステムの開発

- ①ロジック検討
- ②特別高圧発電設備向け制御値伝送仕様とそのセキュリティ対策の検討
- ③仕様検討 ④システム開発



(3) 再生可能エネルギーのローカル予測精度の検討

- ①太陽光発電のローカル予測精度の検討
- ②風力発電のローカル予測精度の検討
- ③需要のローカル予測精度の検討
- ④需給運用への予測選択手法の開発
- ⑤ローカル日射予測に基づくPV出力の系統制御特性の評価手法の開発

- (4) システムセキュリティに関する評価
- (5) フィールド実証
- (6) 海外動向調査

研究開発のスケジュール

研究項目		2019	2020	2021	2022	2023	
(1) 日本版コネクト&マネージ実現に向けたフィージビリティスタディ		フィージビリティスタディ					
(2) 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	①日本版コネクト&マネージメントシステムの開発		ロジック検討・要件定義	システム設計・製作・総合試験	試験運用・チューニング		
	②既設システムの改修		仕様検討	システム改修	対向試験		
	③再生可能エネルギーのローカル予測精度の検討		仕様検討	手法作成・評価	総合評価		
	④システムセキュリティに関する評価		机上検討	セキュリティ対策検討・構築	ペネトレーションテスト 追加対策実施		
	⑤フィールド実証			実証方法策定	試験系フィールド実証 実系統フィールド実証		
	⑥海外動向調査		机上調査	Webヒアリング 現地調査	Webヒアリング		
予算 (億円)		0.9	9.5	24.1	32.2	13.7	80.4
委託							

評価対象期間

中間評価

終了時評価

進捗管理

- NEDOはPL及びSPL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。
- 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、助言を得てプロジェクトを進めている。
- この検討委員会においては、原課である資源エネルギー庁新エネルギーシステム課以外にも、電力基盤整備課や電力広域的運営推進機関（OCCTO）、送配電網協議会等もオブザーバとして参加し、必要に応じて助言を得ている。

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、SPL、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	年 2 回	実施者
実施者との打合せ	- 実施者 - 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	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

進捗管理：中間評価結果への対応（1／2）

	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	研究マネジメント： 【1】2023年度の実システムのフィールド実証において検討予定のローカル予測精度の向上策に関する研究は、その成果次第で実際の出力制御量に大きな影響を与えると思われるため、本事業終了までに、その成果の扱いについて全一般送配電事業者に展開するか否かを明確にしていきたい。 【2】今後も、ループ系統を含めて、東日本・西日本の様々な形態の送電系統に導入されることを念頭に、東西の一般送配電事業者の連携にも十分留意しつつ、システム開発を続けていきたい。	【1】ローカル予測精度向上の研究成果は、前述のとおり一部システムへ反映済み。その他、NEDO成果報告書、各種学会発表等を通じて成果普及を図る。 【2】ループ系統を含め、国で整理された制御方法等でも様々な系統に適用できるよう、検証を実施。システム仕様案についても各一般送配電事業者と情報共有を行いながら、システム開発を実施。各一般送配電事業者の状況を考慮し出力制御対象範囲も変更。

進捗管理：中間評価結果への対応（2／2）

	問題点・改善点・今後への提言	対応
2	研究開発成果： 【3】最終目標の達成可能性については、出力制御システムへの具体的な要求性能が明示されていないことから現時点で判断することは困難であり、今後、ノンファーム電源の出力制御指示の発生頻度や、その頻度がシステムの要求性能を検証する上で十分であるか等、検討を進めていただきたい。 【4】再生エネルギーの予測精度向上について検討がなされているが、需給運用等のモデルに関し、少なくとも計画段階において不確実性の観点を考慮することを期待したい。 【5】本事業の成果の普及は社会的に重要であり、学会や論文による成果発表を積極的に行っていただきたい	【3】試験系フィールド実証において、最長演算時間であっても、30分コマごとの出力制御量の演算＋出力制御情報の配信が実需給開始までに実行可能であることを確認している。他方、設備数や混雑発生コマ数が増えることで演算時間は変化するため、今後留意して実運用を進める方針。 【4】需給運用等のモデルについて、動的手法も取り入れるなど実用的な観点から不確実性も考慮した上で、高精度化に取り組んだ。 【5】国内外での学会、講演会、シンポジウムなどで本事業の成果を積極的に発信。
3	成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し： 【6】日本版コネクト＆マネージにおいて、特にノンファーム接続の仕組みを活用する発電事業者の視点も重要であるため、情報提供の観点等で、事業者の意見やニーズにも留意して、システム開発を進めることが望まれる。	【6】引き続き、電力広域的運営推進機関や資源エネルギー庁の委員会等での発表や、ウェブサイトでの技術仕様・伝送仕様の公開等、様々な手法で情報提供を行う。国の審議会で整理された発電事業者等のニーズも考慮し検討を進めた。

➡中間評価での御指摘を踏まえ、事業を推進。

進捗管理：動向・情勢変化への対応（1／2）

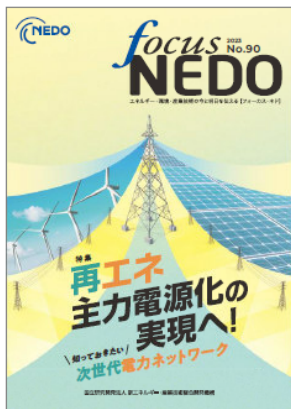
情勢	対応
新型コロナウイルス感染症による影響が生じた	研究開発の進捗に若干の影響があったものの、対面の打ち合わせをオンライン会議にすることや海外動向調査において机上調査を重点的に行うことなどの工夫を実施した。（大幅な遅れは発生していない。）
調整力活用及び一定の順序による再給電方式の適用の整理がなされた（2020年12月）	基幹システムの再給電方式に対応するため、仕様の追加を行い、システム開発を実施。 需給調整市場商品拡大、広域予備率開始対応等がある中、確実かつ早急に対応するため、中給システムも新たに改修することとなった。
ローカル系統においてもノンファーム型接続の適用対象とする整理がなされ、本実証の中でローカル系統におけるノンファーム型接続を試行的に実施することとなった（2021年3月）	将来的に再給電方式に移行することを前提とし、 運用開始時点では、ローカル系統ではノンファーム方式での一律制御とすると整理した。将来機能として、一定順序の再給電方式を踏まえた配分ロジックを仕様へ反映した。
基幹システムの再給電方式について、制度開始時点は、原則特高電源を制御対象とする整理となった（2021年11月）	低圧10kW以上の全電源を制御対象とすることで検討を進めていたが、当該制度変更を仕様へ反映した。
公平性の観点から全電源一律のプロラタ制御とされていたところ、ファーム・ノンファーム型接続で精算単価の異なる電源Ⅲについては、ノンファーム型接続電源をプロラタ制御した後で、ファーム型接続電源を価格順に制御することとなった（2022年7月）	ローカル系統内で制御方式を違えたり、輪番制御等を行うことは改修規模が大きいもの。将来機能として、一定順序の再給電方式を踏まえた配分ロジックを仕様へ反映した。

進捗管理：動向・情勢変化への対応（2／2）

情勢	対応
市場主導型への見直しについて継続的に議論されることとなっていた	本事業における、最適潮流計算（OPF）に基づく系統制御ロジックの検討や海外動向調査と並行して、NEDOにて2022年度に「市場主導型の系統混雑管理手法に関する動向調査及び課題等の抽出検討」を追加的に実施し、海外での先行事例や検討状況に関する動向や課題を整理した。 これら検討結果を踏まえ、2024年度からNEDO事業「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」を開始し、本事業での検討成果を高度化・発展。

進捗管理：成果普及への取り組み

- 実施者にて、国の審議会等（再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会や広域系統整備委員会等）で本事業の進捗・成果報告等を実施。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。
- 事業で検討した技術仕様書・伝送仕様書（66kV以上）の一般公開と、C&Mシステムの基本仕様の一般送配電事業者等への公開を実施。
- 本事業の広報の一環として、NEDO広報誌「Focus NEDO」で本事業の特集を行うとともに、NEDO主催での成果報告会開催。
- 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での講演等で成果をPRするとともに、IEA PVPS Task 14 レポート「Active Power Management of Photovoltaic Systems」に本事業の概要を掲載。



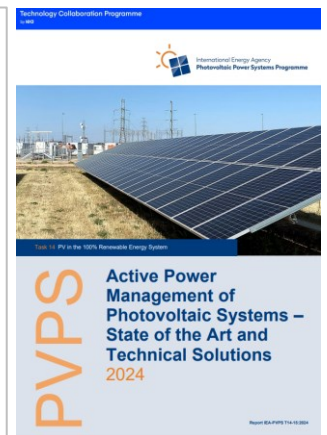
■PICK UP NEWS

従来比2.8倍のデータ処理速度をかなえる「5Gコアネットワーク」で、新たな社会変革へ！

■特集■

再エネ主力電源化の実現へ！ 知っておきたい、次世代電力ネットワーク

- 「日本版コネクト＆マネージ」の実現は脱炭素への大きな一歩です
東京電力パワーグリッド株式会社
系統運用部長 研究開発責任者
岸 栄一郎 氏
- CROSS TALK
次世代の技術者たちの座談会
次世代電力ネットワークは私たち世代の課題
- EXPERT MESSAGE
カーボンニュートラル社会へ、電力の「これから」



成果報告会での声

- 日時：2024年6月26日 13時30分～16時30分
- 主催：NEDO、モノづくり日本会議
- 開催場所・形式：イイノホール&カンファレンスセンター Room A（対面）
- 参加者：150名程度（電力関連メーカ、研究・開発従事者を中心に参加）
- 概要：岩本PLからの基調講演、奈良SPLからの事業の総括等を含む挨拶とともに、NEDO・幹事企業（東電PG）による成果報告を実施。講演の様子はNEDO公式YouTubeで配信。

【成果報告会 参加者アンケート等での主なコメント】

- ✓ 基調講演について、再エネ大量導入の課題について、全体を簡潔に説明して頂いたため非常に分かり易く理解できた。
- ✓ 日本版コネクト&マネージの背景、事業概要、成果など良く理解ができた。
- ✓ 古い時代の系統運用においては、なかなか面倒な作業と職人的な作業を繰り返さなくてはならなかったところ、**本事業の成果は系統運用者の負担軽減と再エネ事業者への適切な情報提供になるものと思う。**
- ✓ **着実なC&Mシステムの本格運用と全国への普及を期待**している。東電PGで本格運用され、北海道や東北にも展開されることを強く願っている。
- ✓ このプロジェクトで構築された予測モデルもしくは予測値を公開頂きたい。特に風力の高精度な気象予測とプラットフォームの国産化にも期待。

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