

# 「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」 基本計画

再生可能エネルギー一部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

### (1) 研究開発の目的

#### ①政策的な重要性:

2020年10月の臨時国会において、2050年カーボンニュートラル実現を目指すことが宣言され、さらに2021年10月に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」において、2030年再生可能エネルギー(再エネ)比率36~38%程度の実現が示される等、再エネ導入拡大の重要性は高まる一方である。再エネの導入拡大のために、「第6次エネルギー基本計画」では、「第5次エネルギー基本計画」に引き続き、「再生可能エネルギーの主力電源化」に向けた「系統制約の克服」が示されており、研究開発によって実現することに大きな期待が寄せられている。

#### ②我が国の状況:

我が国では、再エネが順調に導入されており、2012年から2019年の間に、水力を除く再エネの発電量は約3倍以上、再エネ比率は2019年で18%に急拡大しており、系統制約の克服が強く望まれている。系統による制約は、①送電線の空き容量の不足、②需要と供給のバランスの維持、③系統の技術的な安定性の確保の3つに大別され、①送電線の空き容量の不足の解決に向けて、2019年度からNEDO「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」において、日本版コネク&マネージ(ノンファーム接続)に関する研究開発が実施されている。また、②需要と供給のバランスの維持及び③系統の技術的な安定性の確保に関する事項についても、当該NEDO事業において、電圧・周波数の瞬間的な変動を調整する慣性力の低下対策(疑似慣性機能付きのPCS(Power Conditioning System)開発)や配電系統の潮流・電圧制御技術について、2021年度までに基礎的な研究開発を終了した。しかし、特に、慣性力について実用化を見据えた研究開発は未実施であり、再エネの大量導入に伴って、回転系の発電設備が減少すると電力系統は瞬間的な大きな変動に耐えられず大停電に至るおそれがあることから、慣性力を確保する技術の重要性が高まっている。

また、電力広域的運営推進機関の勉強会や送配電網協議会のロードマップにおいて、再エネ主力電源化に向けた今後の技術的課題として、短絡容量の低下が示されているが、具体的な研究開発はまだ行われていない状況にある。

#### ③世界の取組状況

世界的にも、再エネの導入が進み、系統制約克服の研究開発が進められている。例えば、欧州では、Horizon 2020のMIGRATEプロジェクトで、慣性力関連の研究開発プロジェクトを実施している。また、米国においてもエネルギー省が主導するGrid Modernization Initiativeでは慣性力を含めて、将来の電力ネットワーク構築に関する包括的な技術開発が行われている。

#### ④本事業のねらい:

本事業では、NEDO「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」で得られた成果を踏まえ、最新の技術動向及び政策動向を把握し、将来の電力系統の技術的な課題及び制度的な課題までを見据えた上で、慣性力低下対策の実用化及び新たな課題である短絡容量の低下に関する技術開発を行うとともに、開発成果が適切な効果を発揮することを小規模な系統において検証する。

## (2) 研究開発の目標

### ① アウトプット目標

#### 研究開発項目1 疑似慣性 PCS の実用化開発

##### 【中間目標】(2024 年度末)

- ・疑似慣性 PCS の試作を通じ、単独運転検出機能や事故電流供給機能等の実現方法を確認し、要求仕様としてとりまとめる。
- ・各電圧階級において、無効電力注入機能等の必要性について整理する。

##### 【最終目標】(2026 年度末)

- ・とりまとめた要求仕様を踏まえ、単独運転を求められる時限(配電系統においては3秒程度以内)で解列できること、事故電流を検出できること、系統電圧を維持できることを検証し、系統連系規程等への反映に必要となるデータを取得する。

#### 研究開発項目2 M-G セットの実用化開発

##### 【中間目標】(2024 年度末)

- ・再エネと蓄電池を伴う M-G セットを開発し、Grid-forming(GFM)インバータ、系統安定化機能付き Grid-following(GFL)インバータや同期調相機等とともに基幹系統等での連系運転及び系統事故時に適切な動作を行うことを検証する。

##### 【最終目標】(2026 年度末)

- ・M-G セット(または同期調相機)、GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータを組み合わせることで連系した系統でも、系統事故時に適切な動作を行うことを検証する。

### ② アウトカム目標

本事業により、再エネ主力電源化に向けた系統制約を克服し、「再エネ大量導入」に貢献する。

2021 年 10 月の「第6次エネルギー基本計画」における 2030 年の再生可能エネルギー発電の導入目標である 36~38%程度の実現に向けて、本事業で開発した基盤技術等について、フィールド実証等を経てシステムとして確立し、各電力系統に導入していく。その場合、CO<sub>2</sub>削減効果は約 9,200 万トン/年(排出原単位 0.470kg-CO<sub>2</sub>/kWh で算出)となる。

### ③ アウトカム目標達成に向けての取組

本事業の成果から国内においては系統連系規程等の国内規程に反映することで、再生可能エネルギーの更なる導入拡大を推進し、エネルギー基本計画に定められた再エネの電源構成比

率 36～38%程度(2030年(令和12年))を実現する。また、事業終了後、開発装置の更なる高機能化や低コスト化、実用化技術の成熟、装置の普及促進を進める。

### (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

研究開発項目1 疑似慣性 PCS の実用化開発

研究開発項目2 M-G セットの実用化開発

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制 研究開発体制、研究開発場所の構想

プロジェクトマネージャーにNEDO 再生可能エネルギー部 系統連系ユニット長 中尾 光洋を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDO は公募により研究開発実施者を選定する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等(以下、「団体」という。)のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDO はプロジェクトリーダー(以下「PL」という。)を一般財団法人 電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 研究統括室 配電分野統括 地域グリッド研究戦略担当(兼)ENIC 研究部門 部門長 研究参事 上村 敏氏、サブ PL を国立大学法人東京大学大学院新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 教授 馬場 旬平氏に委嘱する。PL は、PM grと協働し、プロジェクトに参画する実施者の研究開発を主導する。

### (2) 研究開発の運営管理 運営管理の方針、方法

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

#### ① 研究開発の進捗把握・管理

NEDO は、主としてプロジェクトリーダーをとおして研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、必要に応じて外部有識者で構成する技術委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

#### ② 技術分野における動向の把握・分析

NEDO は、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について必要に応じて調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査等を効率的に実施する観点から委託事業として実施する。

### 3. 研究開発の実施期間

2022年から2026年までの5年間とする。

### 4. 評価に関する事項 評価の根拠規程、視点、方法、実施時期

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2024年度、終了時評価を2027年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

### 5. その他重要事項

#### (1) 研究開発成果の取扱い

##### ① 成果の普及

本研究開発で得られた研究成果についてはNEDO、委託先とも普及に努めるものとする。

##### ② 標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準案の提案等を積極的に行う。

##### ③ 知的財産権の帰属、管理等取扱いについての方針

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。なお、開発段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

##### ④ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

##### ⑤ データマネジメントに関わる運用

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

#### (2) 基本計画の変更についての方針

NEDOは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘査し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

### (3)根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 項第 1 号イ及び第 9 号に基づき実施する。

### 6. 基本計画の改定履歴

2022 年 3 月 策定

2024 年 10 月 改定(組織再編及び人事異動による変更)

2025 年 2 月 改定(中間評価等を踏まえた記載内容の微修正)

## 研究開発計画

### 研究開発項目1 疑似慣性 PCS の実用化開発

#### 1. 研究開発の必要性

2020年10月の臨時国会において、2050年カーボンニュートラル実現を目指すことが宣言され、さらに2021年10月に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」において、2030年再生可能エネルギー(再エネ)比率36~38%程度の実現が示される等、再エネ導入拡大の重要性は益々高まっている。再エネの導入拡大のために、「第6次エネルギー基本計画」では、「第5次エネルギー基本計画」に引き続き、「再生可能エネルギーの主力電源化」に向けた「系統制約の克服」が示されており、研究開発によって実現することに大きな期待が寄せられている。

系統による制約は、①送電線の空き容量の不足、②需要と供給のバランスの維持、③系統の技術的な安定性の確保の3つに大別され、①送電線の空き容量の不足の解決に向けて、2019年度からNEDO「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」において、日本版コネク&マネージ(ノンファーム接続)に関する研究開発が実施されている。②需要と供給のバランスの維持及び③系統の技術的な安定性の確保に関する事項についても、電圧・周波数の瞬間的な変動を調整する慣性力の低下対策や配電系統の潮流・電圧制御技術について、2021年度までに基礎的な研究開発を終了予定である。しかし、特に、慣性力について実用化を見据えた研究開発は未実施であり、再エネの大量導入に伴って、回転系の発電設備が減少すると電力系統は瞬間的な大きな変動に耐えられず大停電に至るおそれがあることから、慣性力を確保する技術の重要性が高まっている。

NEDO「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、電流制御方式(GFL)及び電圧制御方式(GFM)のPCSが慣性力を持っているかのように動作させるための開発を行い、理想的な条件下で適切に動作することを確認する等、一定の成果を得ている。しかし、これらの疑似慣性PCSが複数台導入された際の検証には至っていない。実際の電力系統には、様々な電圧階級に異なるタイプのPCSが複数台設置されており、他の機器からの干渉やノイズ等があることから、現実的な条件下においても適切に動作する機器を開発する必要がある。また、GFMのPCSは制御構造上、周波数検出部や無効電力注入部が設けられていないことから、これまでに実用化されている単独運転検出機能を適用できず、新たな方式等の検討が必要である。GFLにおいても、疑似慣性機能と単独運転検出機能が相互に悪影響を及ぼすことなく動作することが求められる。

#### 2. 具体的研究内容

配電系統が主なターゲットとなる電流制御方式(GFL)及び電圧制御方式(GFM)の疑似慣性PCSについて、慣性機能と単独運転検出機能を両立する機器を開発する。また、PCSは事故電流が回転系発電機よりも小さく、事故を適切に検出できないおそれがあることから、事故電流の供給機能等の解決策について検討し、必要な機能を開発する。さらに、開発した疑似慣性PCSが複数台導入された際にも、安定的に動作することを小規模な系統において検証し、系統連系規程等への反映に必要なデータを取得する。また、必要に応じて、系統連系規程等の反映案を作成する。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】(2024 年度末)

- ・疑似慣性 PCS の試作を通じ、単独運転検出機能や事故電流供給機能等の実現方法を確認し、要求仕様としてとりまとめる。
- ・各電圧階級において、無効電力注入機能等の必要性について整理する。

#### 【最終目標】(2026 年度末)

- ・とりまとめた要求仕様を踏まえ、単独運転を求められる時限(配電系統においては 3 秒程度以内)で解列できること、事故電流を検出できること、系統電圧を維持できることを検証し、系統連系規程等への反映に必要となるデータを取得する。

## 研究開発項目2 M-G セットの実用化開発

### 1. 研究開発の必要性

慣性力を確保するため、GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータは一定の効果があると考えられるが、大規模な再エネを GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータで制御することは、効率や費用対効果等の面から必ずしも適切でないことがある。このような場合、同期電動機(M)を再エネにより駆動し、同期発電機(G)により発電し系統に並列させる M-G セットを活用することで、大規模な再エネを安定的に系統に連系できる。

### 2. 具体的研究内容

再エネ及び蓄電池を接続した M-G セットを開発し、系統事故時等においても回転系の発電機と同様な挙動を示し、電力系統の安定化に貢献することを検証する。具体的には、再エネの出力が急激に減少する場合や、蓄電池の充放電を高速に実施する場合、M-G セットの電動機 M 側の系統における過電圧、過電流等により再エネおよび蓄電池が運転停止することがないことを検証する。さらに、蓄電池を有効活用することで、地絡事故発生時に蓄電池により電力を急速に減少させる制御(同期機の電源制限)等の既存の同期発電機にはない系統安定化制御についても検証する。

また、開発した M-G セットが、GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータを組み合わせさせて連系した系統で、系統事故時に適切な動作を行うことを検証し、必要に応じて、系統連系規程等の反映案を作成する。

併せて GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータについても基幹系統用として系統を支えるための基本的な機能や仕様を明確にするため、実証試験を通じて技術要件を抽出する。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】(2024 年度末)

・再エネと蓄電池を伴う M-G セットを開発し、GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータや同期調相機等とともに基幹系統等での連系運転及び系統事故時に適切な動作を行うことを検証する。

#### 【最終目標】(2026 年度末)

・M-G セット(または同期調相機)、GFM インバータ、系統安定化機能付 GFL インバータを組み合わせさせて連系した系統で、系統事故時に適切な動作を行うことを検証する。