

## 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

我が国におけるエネルギー供給は化石燃料がその8割以上を占め、その殆どを海外に依存している。一方、近年、新興国の経済発展などを背景として、世界的にエネルギー需要が増大しており、また、化石燃料の市場価格が乱高下するなど、エネルギー市場が不安定化している。加えて、化石燃料の利用に伴って発生する温室効果ガスを削減することが重要な課題となっている。このような状況の中、エネルギーを安定的かつ適切に供給するためには、資源の枯渇のおそれが少なく、環境への負荷が少ない再生可能エネルギーの導入を一層進める必要がある。

2008年7月に「低炭素社会づくり行動計画」が閣議決定され、太陽光発電の導入量を2020年に2005年度比で10倍(1,400万kW)、また2030年には40倍(5,300万kW)とする目標が掲げられた。その後、2009年8月にとりまとめられた「長期エネルギー需給見通し(再計算)」では、太陽光発電の導入を大幅に前倒しして、2020年に2005年度比で20倍(2,800万kW)を導入するとの想定がなされ、目標が見直された。同年11月には、太陽光の余剰電力買い取り制度が開始された。さらに、東日本大震災後の2011年8月には「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が成立し、電気事業者に太陽光、風力、地熱、バイオマス、中小水力を対象とした再生可能エネルギーによって発電された電力を全量、一定の期間、一定の価格で買い取ることが義務付けられ、翌年の2012年7月1日から再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度が施行された。

この結果、再生可能エネルギーによる発電量は、2003年から2008年までが年平均8%の伸び率であったのに対し、2009年から2012年までは年平均13%の伸び率となっている\*1。

\*1: 出典「総合資源エネルギー調査会基本政策分科会・第3回会合資料」(2013年9月4日)

#### ② 我が国の状況

環境影響評価や地元調整のため導入に数年程度を要する風力発電や地熱発電に対して、1年前後で導入可能な太陽光発電は事業用、家庭用とも導入が大幅に進んでいる。太陽光発電の累積導入量は、2013年7月末時点で約951.6万kW(2013年11月18日資源エネルギー庁発表)となっている。

太陽光発電は天候によって出力が変動し、その多くは電力システムの末端に分散設置さ

れるため、その導入量が大幅に増加した場合には電力系統の運用上、余剰電力の発生、周波数調整力の不足、配電線の電圧上昇等、多くの技術課題が想定される。

2010年4月に経済産業省が取りまとめた次世代送配電ネットワーク研究会報告「低炭素社会実現のための次世代送配電ネットワークの構築に向けて」においては、我が国の電力系統上、太陽光発電について1,000万kW程度までは集中設置等の場合を除いて特段の系統安定化対策を講ずることなく電力系統で受入可能とされている。また、2020年に2,800万kWといった導入を目指す場合においては、現状において実用化された技術をベースにして系統安定化対策を行っていくことが想定されている。

しかし、2020年以降も太陽光発電の導入は拡大するものと想定されることから、2030年に5,300万kWといった大量導入に向けた対策としては、次世代配電網の構築に向けた技術開発を実施していく必要がある。

### ③ 世界の取組状況

昨今、世界各国は再生可能エネルギーの導入拡大に向けた取組を強化している。例えば、米国は「New Energy for America」計画において再生可能エネルギー由来の電力量の割合を2025年に25%とする目標を掲げ、2012年末時点で、7.2GWまで太陽光発電の導入が進んでいる。また、多くの州で電力部門における再生可能エネルギーの導入義務制度(RPS制度)を策定している。EUは、2007年に最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を2020年までに20%とする戦略を決定し、最も導入が進んでいるドイツにおいては、2012年末時点で、32GWの太陽光発電が導入されている。中国は、2007年、国家発展改革委員会発表の「再生可能エネルギー中長期発展計画」においてエネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーの比率を2020年に15%とする目標を掲げ、2012年末時点で7GWまで太陽光発電の導入が進んでいる。

太陽光発電の大量導入に伴う電圧上昇・変動問題については、欧米の場合、低圧系統(連系電圧)が200/400Vと高いこと、規定されている電圧幅が約±10%と広いこと、低圧に連系する太陽光発電が少ないこと等の理由により、現時点において顕在化していない。しかしながら、地中配電系統が多い欧州において、中低圧系統への太陽光発電の連系が更に進んだ場合には、低圧の変動幅の拡大や中圧系統の運用の困難さが予測されている。このため、Active Distribution Network(ADN)として、配電機器・パワーエレクトロニクス機器を活用し、より積極的に配電系統の電力制御を行うことにより分散型電源を系統に統合することが、「国際大電力システム会議」(CIGRE: Conseil International des Grands Reseaux Electriques)等で検討されている。ベルギーの「Linearプロジェクト」では、配電系統の実態分析と類型化に基づき、天候、昼夜、季節時の太陽光発電導入による負荷変動パターンに起因する配電電圧の変動や不平衡等の分析を行い、その対策技術を模擬系統で検証することが計画されている。また、ドイツの「EDISonプロジェクト」ではSIEMENS社の交流/直流/交流変換器MVDC(Medium Voltage Direct Current)の技術開発が行われており、英国では配電系統の電圧ネックと

考えられる地点にセンサーを設置し、その計測情報に基づいて配電系統の状態を推定し、電圧調整機器を制御するシステム(Active Network)の開発・実証試験が行われた。

#### ④ 本事業のねらい

太陽光発電の導入拡大に伴う電力系統の課題のうち、一般家庭での導入割合が多い我が国において、特に課題となるのが配電系統における電圧上昇である。この電圧上昇は、太陽光発電の出力が設置箇所の消費電力を上回り、電力系統に逆潮流が発生した場合に生じるものであり、連系点の電圧が電気事業法第 26 条に基づく適正值(101±6V)を逸脱すると、太陽光発電の直流／交流変換器(PCS:Power Conditioning System)の電圧上昇抑制機能が動作し、太陽光発電の出力が抑制される。その対策方法のひとつとしては現在のところ、パワーエレクトロニクス機器が配電用として一部実用化されているが、コンパクト化、軽量化、低コスト化等の課題があるため普及が進んでいない。

一方、我が国は先進的なパワー半導体として SiC(シリコンカーバイド)を用いた先進的なパワー半導体の開発が他国に先駆け進展している。SiC パワー半導体は Si(シリコン)パワー半導体と比較して高耐圧、導通損失が少ない、200℃以上の高温動作が可能、高速動作が可能等の特長を有しており、これを用いて軽量・コンパクト・低コストの電圧調整機器を実用化することが期待されている。しかしながら、SiC パワー半導体をパワーエレクトロニクス機器化する場合、Si パワー半導体と同様の実装構造では配電機器に要求される信頼性を満たすことが難しいため、新しい実装構造または周辺材料を適用した先進的なパワーエレクトロニクス機器を開発することが必要となる。

本事業においては、太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーの導入拡大及び電力・機器システム産業における国際競争力の維持・向上に資することを目的として、SiC パワー半導体を用いた次世代電圧調整機器及びその制御システムを開発する。また、開発した機器・システムをフィールドに設置しての運用検証を行いながら、これら新規の技術を配電網に適用し、再生可能エネルギーの大量導入を図るための共通基盤技術の開発を行う。さらに、これら機器・システム及び共通基盤技術の開発と並行して、現在の状況に捉われない理想的な配電網についてのフィージビリティスタディを行う。

## (2) 研究開発の目標

### ① アウトプット目標

平成 22 年度から平成 24 年度まで経済産業省にて実施された「次世代送配電系最適制御技術実証事業」では、自励式静止型無効電力補償装置(SVC)、ループパワーコントローラ(LPC)の開発、及び配電系統の配電制御アルゴリズムのシミュレーション検討が行われた。その結果、これら機器の基本性能が検証され、配電系統における電圧制御に一定の効果があるという成果が得られている。しかしながら、実際の配電系統への適用に向けては、電圧調整機器の更なる軽量・コンパクト化、低コスト化やフィールド

での制御アルゴリズムとの統合性等の検証が必要とされている。

こうした状況を踏まえ、本事業では以下に示す目標を設定する。

#### 【最終目標】(平成 30 年度末)

耐久性、信頼性、配電系統の制御アルゴリズムとの統合性を備え、かつコスト低減の見通しを有する SiC パワー半導体を用いた電圧調整機器及びその制御システムを開発する。また、開発した機器・システムをフィールドに設置しての運用検証を行う。さらに、これら新規の技術を配電網に適用して再生可能エネルギーの大量導入を図るための共通基盤技術を開発する。

なお、最終目標の達成に向けては、平成 30 年度末時点において、最低限以下の技術レベルに到達していることが求められる。

- ・全体もしくは SiC パワー半導体を適用する部分のコストが従来機器以下であること。
- ・機器メンテナンス頻度は 2 年以上であること。
- ・機器全体寿命が減価償却年(18～22 年)以上であること。
- ・通信遮断時にも適正電圧を維持可能であること。
- ・複数の次世代電圧調整機器が混在した環境下においても適正電圧が維持可能であること。

#### 【中間目標】(平成 28 年度末)

SiC パワー半導体を用いて軽量・コンパクト化を図った電圧調整機器(要素技術を含む)と制御システムを開発し、フィールドで使用可能な試作品の設計・製作を行って工場試験等で性能検証を行う。

なお、平成 28 年度末時点においては、最低限以下の技術レベルに到達していることが求められる。

- ・開発する機器全てが柱上設置可能であること。
- ・冷却は自然空冷であること。
- ・従来機器、従来システムと協調制御可能であること。
- ・次世代電圧調整機器・システムをフィールドに設置し、配電網としての運用検証を行う際の合理的な研究計画が策定されていること。

#### ②アウトカム目標

本事業の実施により、配電系統における電圧上昇の課題が解決され、太陽光発電の大量導入を図る取り組みに貢献する。「低炭素社会づくり行動計画」における 2030 年の太陽光発電の導入目標である 5,300 万 kW が実現した場合の CO<sub>2</sub> 削減効果は約 1,840 万トン/年(排出原単位 0.33kg-CO<sub>2</sub>/kWh で算出)となる。また、2009 年 7 月に経済産業省が取りまとめた低炭素電力供給システムに関する研究会報告「低炭素電力供給システムの構築に向けて」において、太陽光発電 5,300 万 kW 導入のための我が国の配

電対策費用は 4,400 億円と試算されている。さらに海外市場については、2010 年 4 月に経済産業省がとりまとめた次世代送配電ネットワーク研究会報告「低炭素社会実現のための次世代送配電ネットワークの構築に向けて」において、2030 年におよそ 2.4 兆円の市場規模が試算されている。本事業の成果に係る市場で将来的には、海外シェア 50%を目指す。

### ③アウトカム目標達成に向けての取組

系統安定化に向けた本成果の普及に向け、必要に応じて法改正等に向けた取組を実施する。

## (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を実施する。研究開発スケジュールは、(別紙)を参照。

### 【助成事業】

研究開発項目① 次世代電圧調整機器・システムの開発 (NEDO 負担率 2/3)

SiC パワー半導体を用いた SVC 等の次世代電圧調整機器及びその要素技術を開発する。また、これら電圧調整機器の制御アルゴリズムと制御システムを開発する。

なお、本研究開発は、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する。

### 【委託事業】

研究開発項目② 次世代配電システムの構築に係る共通基盤技術の開発

研究開発項目①で開発した次世代電圧調整機器及びその制御システムをフィールドに設置し、電圧調整機器単体ではなく、複数の機器が混在する配電網として運用検証を行う。また、これら新たな機器・システムを配電網に適用し、太陽光発電等の再生可能エネルギーの大量導入を図るための共通基盤技術の開発を行う。具体的には、適用する配電網の形態や次世代電圧調整機器・システムの種別、設置位置、組合せの違い等に対応する配電システムの設計指針の策定、性能・信頼性評価法の開発、故障時の対応検討等を行う。本研究開発は、研究開発項目①の実施者と連携・協調して進めるものとし、フィールド検証結果や共通基盤技術の成果は研究開発項目①の取組にも反映させるものとする。

なお、本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」であることから、産学官の複数事業者が互いの知見・ノウハウ等を持ちより協調して検討を行うものであり、委託事業として実施する。

### 研究開発項目③ 未来のスマートグリッド構築に向けたフィージビリティスタディ

将来における再生可能エネルギーの導入拡大に向け、現在の状況に捉われない理想的な配電網のあるべき姿についてフィージビリティスタディを行う。

なお、本研究開発は、将来の再生可能エネルギー導入拡大に向けて、産学官の複数有識者が互いの知見・ノウハウ等を持ちより協調して長期的な視点で検討を行うものであり、委託事業として実施する。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャーに NEDO スマートコミュニティ部 諸住 哲 統括研究員を任命し、プロジェクトの進行全体の企画・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 が公募によって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。

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 が選定した研究開発責任者(プロジェクトリーダー)富士電機株式会社 技術開発本部 技師長 川村逸生氏の下、各実施者はそれぞれの研究テーマについて研究開発を実施する。なお、研究開発項目③は除く。

### (2) 研究開発の運営管理

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、必要な対策を講じるものとする。運営管理にあたっては、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通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

平成 26 年度から平成 30 年度までの 5 年間とする。

### 4. 評価に関する事項

NEDO は、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、外部有識者による研究開発の中間評価を平成 28 年度、事後評価を平成 31 年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じ研究開発の加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、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。

### 5. その他の重要事項

#### (1) 研究開発成果の取扱い

##### ① 知的財産権の帰属

委託研究開発の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。

##### ② 標準化施策等との連携

研究開発実施者は、国際標準化に向けた検討を行い、プロジェクト終了後の国際標準化活動として、ユースケースの提案等に役立てることとする。

##### ③ 成果の情報発信

本事業で創出された成果については、実用化・事業化の観点から、ユーザーに向けた情報発信を行う取組を積極的に実施する。

#### (2) 基本計画の変更

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案し、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 条第一号ニ、第三号及び第九号に基づき実施する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

(1)平成 26 年 3 月 制定

(2)平成 29 年 2 月 中間評価の結果を踏まえた反映。1. 研究開発の目的・目標・内容のアウトカム目標を明確化。5. その他の重要事項に③成果の情報発信を追加。

(3)平成 29 年 7 月 プロジェクトマネージャーの変更。



研究開発スケジュール

