

「分散型エネルギー一次世代電力網構築実証事業」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業」（中間評価）の研究評価委員会分科会（平成28年10月21日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第50回研究評価委員会（平成29年3月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成29年3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「分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業」分科会
（中間評価）

分科会長 田岡 久雄

「分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成28年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	たおか ひさお 田岡 久雄	福井大学 大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻 教授
分科 会長 代理	いしがめ あつし 石亀 篤司	大阪府立大学 大学院 工学研究科 電気・情報系専攻 教授
委員	きた ひろゆき 北 裕幸	北海道大学 大学院 情報科学研究科 システム情報科学専攻 教授
	ふじた ひであき 藤田 英明	東京工業大学 工学院 電気電子系 准教授
	ほうじょう まさひで 北條 昌秀	徳島大学 大学院 理工学研究部 電気電子系 電気エネルギー分野 教授
	よしだ よしあき 吉田 義昭	広島工業大学 工学部 電気システム工学科 准教授
	わたなべ まさゆき 渡邊 政幸	九州工業大学 大学院 工学研究院 電気電子工学研究系 准教授

敬称略、五十音順

「分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業」(中間評価)

評価概要(案)

1. 総合評価

本プロジェクトは、再生可能エネルギー大量導入時の電圧問題を解決するという重要な課題に貢献し、配電系統における太陽光発電の導入可能量の拡大に寄与するもので、SiC モジュールと SiC 電圧制御機器の開発およびそのシステム応用への展開は、多大な評価に値する。企業や大学の単独事業として実施するのは困難であり、NEDO 事業として推進する価値が高い。近年の再生可能エネルギーの動向を踏まえ、研究開発計画には能動的な修正が施されており、研究開発の進捗管理が適切に働いている。また、メーカーの垣根をこえた開発が順調に進んでおり、外部有識者との意見を取り入れるなど PDCA がうまく機能している。模擬グリッド・実グリッドを用いた実証評価によって実用化・事業化に向けた検討を行っており、再生可能エネルギーの導入状況・将来予想および市場のニーズの調査結果を踏まえて、事業化に向けて戦略的な目標設定がなされ、概ね目標を達成できるものと考えられる。

一方、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が、配電制御システムの範囲に縛られて限定的になっているので、もう少し幅を広げて夢のあるものにしてほしい。

今後は、開発された機器・システムを国内外へ広く事業展開するために、国内・海外の市場規模やニーズ等を十分調査しながら国際競争力の維持・向上に向けた戦略をさらに検討していくことを期待する。また、プロジェクト後半では各実施者間で情報交換をさらに強化し密に連携することにより、次世代(研究開発項目①、②)と次々世代(研究開発項目③)の関係性がより明確になるよう配慮しつつ、研究開発項目③の内容について推進いただきたい。

2. 各論

2.1 事業の位置付け・必要性について

分散型電源の大量導入が進む中で、短期的課題及び長期的課題に取り組む本事業は、これからの配電システム事業にとって非常に重要な位置付けとなっている。太陽光発電の導入量はすでに当初の予測を上回る勢いで増加しており、本事業で開発される次世代電圧調整機器・システムの必要性は事業開始当初よりも高まっている。このことは、事業の方向性が妥当であり、必要性が高いことを示している。電力設備の安定性確保は、公共性・社会性の高い課題であり、NEDO 事業において技術開発・運用検証等を行うことには極めて大きな意義がある。また、企業や大学の単独事業もしくは共同研究として実施するのは困難であると思われ、NEDO 事業として推進する価値は非常に高い。

今後さらに国際学会発表などの世界への発信を強力に進めていき、日本の技術力の国際競争力を高めていっていただきたい。

2. 2 研究開発マネジメントについて

成果がユーザーに活用されることを念頭に置き、コスト・メンテナンス・寿命・運用面について適正な目標が設定されている。また、次世代配電システムに必要となる性能・仕様が盛り込まれており、目標設定は明確かつ戦略的である。スケジュールは目標達成に向けて網羅的に計画されており、情勢の変化も適切に反映されている。また、本事業を遂行する上での系統模擬の方法については、実験室内の小規模モデル系統、実設備を用いた所内の模擬系統、そして実系統と対象問題別に切り分けがなされ、各実施者が知見をまとめる環境が整備されている。体制は、ユーザーとなる電気事業者も関与しており、成果の実用化にあたって支障のない実施体制が構築されている。定期的に会合を実施して情報共有するなど実施者間でも緊密な連携が図られている。進捗管理は、作業会を頻繁に行うなど NEDO の関与により適切になされており、本課題に対する情勢変化は大きいですが、情勢を踏まえて能動的な修正が施され、研究開発進捗管理が適切に働いている。

研究開発項目③の検討作業会は①や②の実施者とは直接の関係を持っておらず、検討する未来の電力網において、①で開発した機器の役割や活用方法が十分には検討されない懸念がある。今後は、スマートグリッドの将来展望を現状、次世代、次々世代と見通していくために、研究開発項目③では①や②の取り組みをふまえつつ、機器の将来の活用も考慮したマネジメントを期待したい。

実用化・事業化に必要な知的財産の取得は戦略的に進められており、外部有識者を交えた検討作業会を設け、すでに多くの特許出願が進められている。今後、知財管理についてなおいっそう緻密な配慮が必要となる場面も予想され、知財戦略には今後も十分な配慮と展開を期待する。

2. 3 研究開発成果について

研究開発の成果は中間目標をすでに達成あるいは今年度中に達成予定で、製品化が視野に入ってきた項目もあり、順調に進行している。機器の開発では、SiC 半導体を用いた制御機器により従来よりも高度な制御が可能となり、新しい機能も実現できることが明らかとなった。CVC（連続電圧調整器）や SVC（静止型無効電力補償装置）はともに開発機器の SiC モジュールを活用した試作機は今後に製作予定とのことであり、具体的な成果が挙げるために、一層の計画的な開発の進展を期待したい。フィージビリティスタディ（FS）では目標とする将来の配電系統高度化の概要が示された。現状の課題が明確にされ見通しも具体的に提示されていることから、最終目標は達成できる見通しである。対外的な情報発信や知的財産権の確保も適切に進められている。

今後は、開発した SiC 機器の国内での有効的な利用に向けた戦略的な情報発信や、国際展開を見据えた具体的な普及戦略に検討を進めていくことを期待する。また、目標とする 2050 年頃の次々世代の配電制御システムの将来像については、35 年後のユーザーがモデルにしたくなる指針にするべく、多くの可能性について鋭意取り組みを進めてほしい。

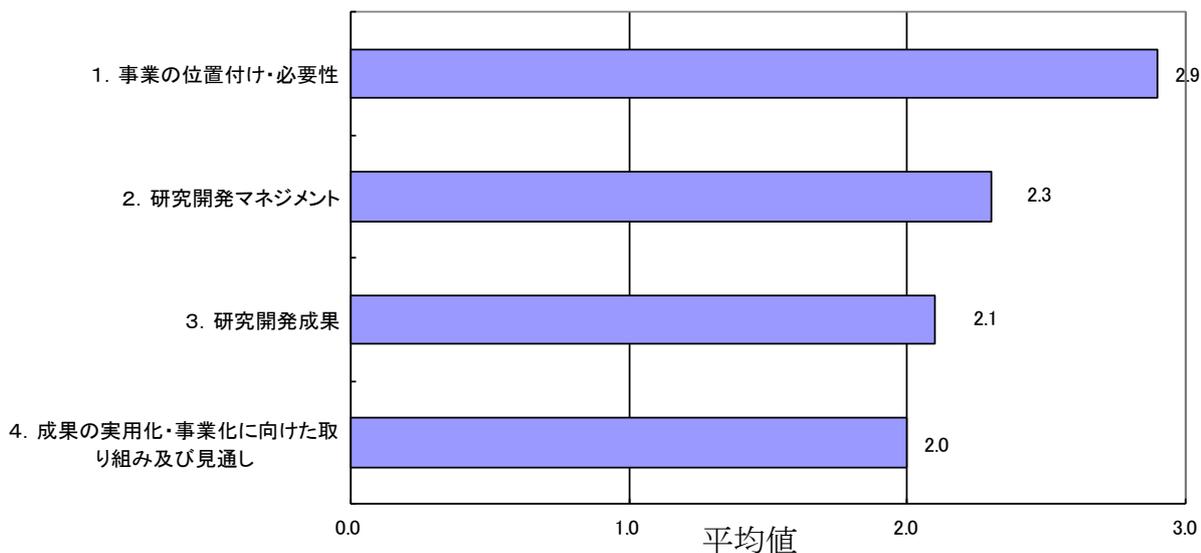
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

再生可能エネルギーの導入状況・将来予想および市場のニーズの調査結果を踏まえて電圧調整器の仕様等を設定しており、実用化に向けて戦略的に計画が立てられていること、さらに実グリッドでの実証から得られる結果をフィードバックして有効に活用するなど、実用化・事業化に向けて着実に進んでいる。今後も再生可能エネルギーの導入が拡大する中で、本事業の成果が有効に活用されることは間違いないと考える。

今後は、機器のリプレース時期を見据えて、次世代以降の機器開発や系統構成等に活用できるよう、本事業終了後も技術向上および成果の波及に取り組む、競合他者の牽引役となることを期待する。また、本事業の成果が最大限活用されるよう、海外への展開、特許の取得、論文発表をさらに積極的に進めてほしい。本事業で得られる成果を人材育成の面から考えるとき、事業の成果がリプレースを迎え始めるころに実施者層が交替することも十分に考えられる。こうした次々世代へ技術継承のあり方も踏まえて、事業の実施自体が将来の我が国の産業競争力の維持及びさらなる向上に繋がるよう考慮しつつ、事業を推進していくことを期待する。

一方、①で開発する電圧調整機器は、単純に従来の機器の置き換えとしても使うことができ、その場合コストが高いだけの結果となるので、①の機器の導入効果を十分にアピールする方法を検討する必要がある。また、CVC や SVC の効果的な運用は自端制御よりも集中電圧制御にあることがシミュレーション結果に示されており、PV 導入率だけでなく、その場合のコスト比較（あるいは単価あたりの PV 導入量を定量化する）も合わせて検討されるとよい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	B	A	A	A	A	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	B	A	A	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	B	B	B	A	A	C	A	
3. 研究開発成果について	2.1	A	B	B	B	B	C	A	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	2.0	B	B	B	B	B	B	B	

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

研究評価委員会

「分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業」(中間評価)分科会

日時：平成28年10月21日(金) 10:00～17:30

場所：WTC コンファレンスセンター Room A

(東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル3階)

議事次第

【公開セッション】

- | | | |
|---|-------------|-------|
| 1. 開会、資料の確認 | 10:00～10:05 | (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 10:05～10:10 | (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 10:10～10:15 | (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 10:15～10:30 | (15分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | | |
| 5.1 事業の位置付け・必要性について
研究開発マネジメントについて | 10:30～10:45 | (15分) |
| 5.2 研究開発成果について
成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しに
ついて | 10:45～11:15 | (30分) |
| 5.3 質疑応答 | 11:15～11:45 | (30分) |

昼食・休憩 (60分)

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明

- 6.1.1 研究開発項目① 次世代電圧調整機器・システムの開発 (東芝、北芝電機)

[説明 35分、質疑応答 20分、入替 5分] 12:45～13:45 (60分)

- 6.1.2 研究開発項目① 次世代電圧調整機器・システムの開発 (富士電機)

[説明 35分、質疑応答 20分] 13:45～14:40 (55分)

休憩

14:40～14:55 (15分)

- 6.2 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

[説明 35分、質疑応答 25分] 14:55～15:55 (60分)

- 6.3 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

[説明 35分、質疑応答 25分] 15:55～16:55 (60分)

7. 全体を通しての質疑

16:55～17:10 (15分)

【公開セッション】

8. まとめ・講評

17:10～17:25 (15分)

9. 今後の予定

17:25～17:30 (5分)

10. 閉会

概要

最終更新日			平成 28 年 9 月 20 日
プロジェクト名	分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業	プロジェクト番号	P14010
担当推進部/担当者	<p>スマートコミュニティ部（平成 28 年 9 月現在） （プロジェクトマネージャー:PM） 中岩 勝（平成 26 年 10 月～平成 28 年 3 月） 吉川 信明（平成 28 年 4 月～現在） （担当者） 西島 栄伺（平成 25 年 10 月～平成 27 年 6 月） 臼田 浩幸（平成 25 年 10 月～現在） 相澤 彰治（平成 26 年 5 月～平成 28 年 5 月） 濱田 拓（平成 27 年 7 月～現在） 堂本 宗宏（平成 28 年 6 月～現在）</p>		
0. 事業の概要	<p>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、シリコンカーバイド（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、開発した機器をフィールドに設置して運用検証を行いながら、これら新規の技術を配電系統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系統についてのフィージビリティスタディを行う。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>本プロジェクトは、以下に示す通り、太陽光発電を中心とした我が国の再生可能エネルギー大量導入に向けて、電圧上昇問題を主とした配電系統の系統安定化に向けた課題解決に資することを目的とするものであり、NEDO が関与する必要性の高い事業である。</p> <p>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。</p> <p>平成 20 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（平成 32 年）に 2005 年度（平成 17 年度）比で 10 倍（1,400 万 kW）、また 2030 年（平成 42 年）には 40 倍（5,300 万 kW）とする目標が掲げられた。その後、平成 21 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取制度が開始された。さらに、東日本大震災後の平成 23 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、翌年の平成 24 年 7 月 1 日から再生可能エネルギーの固定価格買取制度が施行された。</p> <p>その後、東日本大震災以降では最初の計画となるエネルギー基本計画（第四次計画）が平成 26 年 4 月に策定されるとともに、このエネルギー基本計画を踏まえ、経済産業省は、平成 27 年 7 月に長期エネルギー需給見通しを決定している。この長期エネルギー見通しの決定に向けた議論の中で、再生可能エネルギーは、2030 年頃（平成 42 年頃）に総発電電力量（10,650 億 kWh）のうち、22～24%程度の導入が想定されている。</p> <p>このような流れの中、再生可能エネルギーによる発電量は、新たな制度の開始に伴い、その伸び率が急速に拡大している。</p> <p>この再生可能エネルギーの中でも特に太陽光発電は、住宅用、非住宅用とも導入が著しい。</p> <p>一方、太陽光発電は天候によって出力が変動し、その多くは電力系統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、配電線の電圧上昇や周波数調整力の不足等、多くの技術課題が想定される。</p> <p>平成 22 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（平成 32 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。</p> <p>しかしながら、現状の太陽光発電の導入量（平成 28 年 3 月末時点）は、3,223 万 kW（住宅用 865 万 kW、非住宅用 2,358 万 kW）であり、当初、2020 年に想定していた 2,800 万 kW を既に超える状況となっている。また、2030 年（平成 42 年）の太陽光発電の導入量は、先述した「長期エネルギー需給見通し」を基に概算すると、2030 年度の総発電電力量（10,650 億 kWh）のうち、太陽</p>		

光発電の割合は7%程度（749億 kWh）と想定されており、現状の太陽光発電の設備利用率（12～14%）を勘案すると、6,500万 kW程度の太陽光設備容量が見込まれる。

今後も太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーを積極的に活用していくために極めて重要となるのは、系統の安定的な運用である。

太陽光発電の導入拡大に伴う電力系統において、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、電力系統に逆流が発生した場合に生じるものであり、他国に比べて低圧配電線の電圧が低い我が国においては特に顕著に生じやすい。また、電圧上昇により、連系点の電圧が電気事業法第26条に基づく適正値（ $101\pm 6V$ ）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、結果として発電機会が失われるため、再生可能エネルギー導入時に適正電圧を如何に維持するかは重要な課題である。

系統を適正電圧に保つための対策は、需要家側と系統側の対策に分かれ、需要家側の対策としては、高圧需要家に対して力率一定制御のパワーコンディショナー（PCS）を導入する等の対策が実施されている。一方で、需要家側の対策だけでは効果はあるものの、再生可能エネルギーの導入に伴う電圧上昇問題を全て解決することは困難である。電力系統への再生可能エネルギーの導入をある一定以上進めていくためには、系統側の対策も含めて、双方で対応していく必要がある。そこで、本プロジェクトでは、対策が確立されていない系統側の対策に焦点をあてて実施した。

従来の系統側の対策としては、高圧自動電圧調整器（SVR: Step Voltage Regulator）や静止型無効電力補償装置（SVC: Static Var Compensator）等といった電圧調整機器による対策が行われている。さらに電圧調整機器を集中的に制御して電圧調整を一括管理する集中制御方式といった積極的な対策も提案されている。

電圧調整機器については、従来の機器と比較して、電圧調整幅やタップ動作回数制限等で優位性のあるパワーエレクトロニクス技術を活用した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）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、発熱が小さい、電力損失が少ない、高温で高速動作が可能等の特長を有している。これらの特長を活かした電圧調整機器の製作、その実用化が期待されている。

本プロジェクトにおいては、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、3つの研究開発項目を一体的に推進している。

1つめの研究開発項目は、「次世代電圧調整機器・システムの開発」である。ここでは、先進的なパワー半導体であるSiCパワー半導体を用いた電圧調整器の開発を行っている。さらに機器による対策に加え、これら機器を集中的に制御するシステムの検討も行っている。

2つめの研究開発項目は、「次世代配電システムの構築に係る共通基盤技術の開発」である。ここでは、本プロジェクトで開発した機器のフィールドでの運用検証等を通して、パワーエレクトロニクス機器が系統に導入された場合の影響等について検討している。また、SiCパワー半導体の高耐圧化と低損失化が進めばトランスが不要となる等といった更なるコンパクト化が期待される一方、機器全体の発熱密度が高くなる結果、放熱や構成部品の耐熱性を考慮した配置が課題となる。このような課題に対して、機器を設計する上での留意事項について検討している。

共通基盤技術の開発は、ユーザー側としての運用面とメーカー側としての機器設計の両面から指針を作成し、系統側対策として、パワー半導体による新規技術の導入が加速されることを狙いとして取組んでいる。

3つめの研究開発項目は、「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」である。このフィージビリティスタディは、上記2つの研究開発項目による取組が2030年（平成42年）に向けた2020年（平成32年）代の対策であるのに対し、さらに長期的な2050年（平成62年）を想定した配電系統の形について、主として技術的な観点から検討している。本プロジェクトで取組んでいる先進的なパワーエレクトロニクス機器が、2020年代に導入されると想定すると、一般的に配電機器の機器寿命は20年程度であることから、2040年（平成52年）代にはリプレースも含めた検討が必要となる。その際に未来の配電系統としては、機器のリプレースも含め、新たな機器を導入して取組むべきなのか、または他の方法による対策で系統安定化を図るべきなのか、将来の政策や情勢による影響もあるが、2050年の配電系統としてどのような形態が考えられるかといった一つの方向性を示すことを狙いとして実施している。

これら研究開発の一体的な実施は、喫緊の課題を解決し、エネルギー基本計画やエネルギー需給見通し等の上位施策の実現に向けて寄与するだけでなく、我が国の再生可能エネルギーの導入を着実に拡大しつつ、長期安定的に配電系統を運用していく総合的な取組につながる。

開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課
	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
	助成先、委託先	(1) 研究開発項目① (2/3 助成) 富士電機株式会社 (代表機関)、株式会社東芝、北芝電機株式会社 (2) 研究開発項目② (委託) 一般財団法人電力中央研究所 (代表機関)、一般財団法人エネルギー総合工学研究所、横浜国立大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (3) 研究開発項目③ (委託) 一般財団法人エネルギー総合工学研究所 (代表機関)、一般財団法人電力中央研究所、東京大学、東北大学、東京都市大学
情勢変化への対応	<p>再生可能エネルギー導入に係る状況は、プロジェクト開始から刻一刻と変化しているが、そのような状況を踏まえつつ、NEDOのマネジメントとして実施した例は下記の通り。</p> <p>平成 24 年 7 月に固定価格買取制度が施行され、平成 25 年 5 月に「電気設備の技術基準の解釈」及びこれに関連するガイドラインである「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」が改正された事に伴い、バンク逆潮流の規制が緩和された。この一連の流れは、プロジェクト実施前に行われた取り組みであったが、太陽光を中心とした再生可能エネルギーは、当時、想定していたよりも大幅に導入が進んでいる状況。</p> <p>このような状況の中で、研究開発項目①で開発している AVR 付柱上変圧器ユニットについては、前倒しで開発の目的を立て、企業独自で実用化・事業化に向けた開発を行い、予定よりも早期に事業化していく体制とした。また、研究開発項目③で取組んでいる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については、もともと未来の配電系統について検討する事を目的としており、配電変電所からの逆潮流による特別高圧側の影響は特段考慮せず実施してきた。しかしながら、現状は、プロジェクト開始当初の想定を大きく超えて、再生可能エネルギーの導入が進んでおり、逆潮流による再生可能エネルギーが、特別高圧側に与える影響を加味せずには、未来の配電系統について、最終的な検討が困難な状況となっている。そこで、平成 28 年度末までに未来の配電系統について検討を行う一方、平成 29 年度以降は、特別高圧側の影響を加味した検討等を実施し、平成 28 年度までに検討した内容の妥当性を検証していく予定。</p>	
評価に関する事項	事前評価	平成 26 年度実施 担当部 スマートコミュニティ部
	中間評価	平成 28 年度 中間評価
	事後評価	平成 31 年度 事後評価 (予定)

<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>研究開発項目①次世代電圧調整機器・システムの開発</p> <p>1. 小型化 SiC モジュールの開発 次の 3.3kVSiC モジュールの開発を行い、電気・熱的特性、絶縁性能が各規格を満足していることを確認した。 定格：3.3kV 200A 寸法：98×65×19mm</p> <p>2. SVC の開発 (1) 制御アルゴリズムを開発し、IGBT を使ったミニモデル（容量（10kVA、200V）で性能確認を完了した。 (2) 同上ミニモデルを研究開発項目②の実験室グリッド（横浜国立大学）へ供給した。 (3) SVC の構造開発を次の点に留意して実施し、小型軽量、自然空冷化を実現した。 ・発熱、流入熱の放熱 ・絶縁距離の確保 ・高周波スイッチングを可能とする構造 今年度中に実証機を製作し、社内検証を完了する予定。</p> <p>3. 次世代 TVR (CVC) の開発 制御アルゴリズムを開発し、従来の電圧調整分解のステップ幅がない連続電圧補償を可能とした。また、不平衡補償も合わせて行うようにし、IGBT 版試作機とミニモデルで基本動作の確認を完了した。平成 28 年度中に SiC モジュールを活用した試作機を製作し、社内試験を完了させる予定。</p> <p>4. AVR 柱上変圧器ユニットの開発 (1) 制御アルゴリズムを開発し、IGBT を使ったミニモデル（容量 3kVA、200V）で性能確認を完了した。 (2) 同上ミニモデルを研究開発項目②の実験室グリッド（横浜国立大学）へ供給した。 (3) AVR 柱上変圧器ユニットの構造開発を次の点に留意して実施し、小型軽量、自然空冷化を実現した。 ・電圧調整幅の最適化 ・発熱、流入熱の放熱 平成 28 年度中に社内検証を完了し、製品化の目処を立てる。検証終了後、製品化予定である。</p> <p>5. 電圧制御システムの開発 (1) 集中電圧制御アルゴリズムおよび協調電圧制御アルゴリズム（SVC 用、次世代 TVR（CVC）用）の開発を完了した。 今年度中に集中電圧制御アルゴリズムについてはシステム実装、協調電圧制御アルゴリズムについてはコントローラ実装を完了し、リアルタイムシミュレータと電圧制御システム、通信機器を接続し、動作検証を行う。 (2) 通信インターフェースの開発については、通信機器（ハード）と通信プログラムについての開発を完了した。 今年度中にリアルタイムシミュレータと電圧制御システム、通信機器を接続し、動作検証を行う。</p> <p>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</p> <p>1. 性能・信頼性評価法の検討 (1) 性能評価法の検討について、「通常時」では、制御の安定性と追従性に関して、「配電系統事故時」では、各種事故状態に加えその後の単独運転状態や再開路時に関して、「ループ切替時」では、電圧や位相の急変時に関して、「電力系統擾乱時」では、瞬時電圧低下時や周波数変動時に関して、評価項目を抽出し、評価法・判定基準（案）を作成した。平成 28 年度末までに、瞬時値解析モデルを基にシミュレーション評価を完了し、模擬グリッドでの試験方法に反映。 (2) 信頼性評価法の検討（系統側の検討）では、JEC 等の規格を調査し、現状求めている耐量を調査した。また、電力会社への聞き取りにより、求めたい耐量を確認した結果、どこまで求めるかはコストを考慮して判断していることが明らかになった。以上により、評価項目の抽出と判定基準（案）を作成した。平成 28 年度末までに、実験室グリッドにおいてミニモデルでの異常動作有無の確認を行う。さらに研究開発項目①の開発機器の実力を把握し、最終の評価法・判定基準を決定する。</p>
----------------------	---

(3) 信頼性評価法の検討（機器側の検討）では、既存の信頼性試験方法等の調査結果より、機器への熱的影響を詳細に解析可能な数値解析が効率的であると判断し、トランスレス 10kV 級耐圧 SiC デバイス構成 SVC 全体機器の簡易モデル機器設計を実施。

中間評価までの解析で、自然空冷下の運転では内部熱の放熱技術だけでなく、外部からの入熱防止技術が重要であること等がわかった。

平成 28 年度末までに、ハード面での小型化や軽量化、機器寿命等の運用面での課題等について、解決策の提示も含めて、メーカー・ユーザー双方に有用な共通基盤的な設計指針の作成を完了する予定。

2. 配電システムの設計指針の検討

(1) 配電制御機器としての要求仕様の検討では、再委託先の関西電力と九州電力を通して、機器に対する要求仕様を抽出した。特に、「設置面」では、単柱設置の場合と、「EMC 面」では、AVR 付柱上変圧器ユニットの場合に、要求仕様が厳しく、機器設計に十分考慮する必要があることが明らかになった。

(2) 通信性能への要求では、北米における代表的電力会社の電力品質管理の特徴・配電系統電圧調整方法等について文献調査を実施後、同文献調査を基にした北米現地調査を行ない、研究開発項目①へ共有。また、欧州の最新研究動向の調査のため、文献調査、及び現地学会調査を実施。加えて、次世代機器へのニーズを明確化するため、国内電力会社および国内パワエレ機器開発メーカーに対し、ヒアリング調査を行ない、研究開発項目①へ共有。

(3) 電圧制御方式の検討では、本プロジェクトの研究開発項目①で開発する機器、現状配電系統に用いられている SVR、TVR および他励式 SVC、既開発のタップチェンジャ付柱上変圧器のモデルを構築。

また、電気協同研究会配電線モデルを組み合わせた評価用バンクモデルを構築し、同モデルを基に、太陽光発電の導入量増加に合わせた電圧変動シミュレーションを多数のケースについて実施。

さらに、国内にて過去に実施された「電力ネットワーク技術に関する実証事業」、「再エネ大量導入を視野に入れた研究」等について系統立てた調査を実施。

加えて、解析モデル構築の参考のために、我が国における配電系統電圧の適正維持及び運用の代表事例調査を実施し、分散電源の各種導入シナリオに沿った電圧適正化効果の解析準備を行った。

3. 機器事故時の対応法・メンテナンス性評価法の検討

再委託先の関西電力と九州電力を通して、巡視による故障・劣化の確認方法、機器故障時の応急対応方法、設置・取り替えの施工方法に関して評価方法と判定基準（案）を作成。平成 28 年度末までに、研究開発項目①で開発する機器への机上検討による評価を行い、平成 29 年度に、実機による検証を行うこととした。

4. 模擬グリッドでの実証評価

(1) 模擬グリッドによる実証項目・方法の検討では、潮流計算については、改良した解析ツールを用い、電圧制御の事前解析を実施。各機器の動作状況や制御効果を確認し、試験項目を抽出。平成 28 年度末までに、解析を進め、達成する見込み。

瞬時値解析モデルの構築に関しては、実験室グリッドの構築を完了。

また、電圧制御機器の瞬時値モデルのプロトタイプを構築し、別途用意した配電系統側の瞬時値解析モデルと接続してシステムシミュレーションを実施。また、電圧制御機器の制御応答を実験的に観測してデータも蓄積しつつある。上記プロトタイプモデルのパラメータを実験データと合わせこみ、瞬時値解析モデルとしての精度向上が実現できる見通し。

瞬時値解析については、研究開発項目①のメーカーと秘密保持契約を締結し、各機器の制御ブロックや定数の提供を受けた。これをもとに瞬時値解析モデルを構築。平成 28 年度末までに、電圧制御特性や系統事故時、系統擾乱時の挙動の事前解析を行い、各機器の動作状況を確認し、試験項目を抽出。

なお、研究開発項目①が開発する機器の制御方式が、一部未完成であるため、平成 28 年度末の達成度は開発状況に依存。

(2) 模擬グリッドの整備では、現状の実規模配電実験設備にて不十分である制御および計測用の配電線センサの拡充と、太陽光発電大量導入を模擬するための模擬電源の拡充に関する仕様の検討を行い、発注手続き中。平成 28 年度末までに、納入・設置を完了する予定。

5. 実グリッドでの実証評価

再委託先の関西電力と九州電力を通して、実グリッド実証の場所の候補地を選定中、またそこでの実証項目・評価項目を抽出。

6. 検討作業会の実施

本プロジェクトの円滑な実施を目的に、これまでに5回の作業会を開催。有識者から技術的な観点を中心に推進に向けた方向性等、助言を得た。平成28年度についても、適宜、適切な時期に開催を予定。

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

1. 国内外の配電系統の状況調査

欧州でも中圧および低圧系統ではPV大量導入による電圧逸脱が課題となっており、米国でもカリフォルニア州やハワイ州においてPV大量導入に伴う電圧上昇が問題となっていることを確認した。

そこで欧州では変圧器タップ切替、系統接続変更、有効・無効電力制御、PV出力制御等が、米国では変圧器増設、電線太線化、電圧制御機器のタップ変更、PVスマートインバータ制御等が対策に用いられていた。

2. 新しい配電制御システムの提案

新しい配電制御システムについて、4つのキーワード（信頼性、経済性、拡張性、保守性）から、配電系統の幹線部分に沿って、22kV配電線を新設する「配電系統の部分昇圧（電圧階級22kVを含むケース）」と、SVCやPCS等により無効電力を制御する「配電系統の制御高度化（電圧階級6kVのケース）」の2つのケースに絞り込みを行った。直流配電システムの導入については、4つのキーワードをもとに検討したものの、いずれの観点からも優位性が低いため、前述2つのユースケースに絞り込みをした。

3. 電気的特性の分析

系統シミュレーションモデルでは、住宅、農山村の地域特性を考慮した配電系統モデルを作成し、将来PV大量導入が見込まれるメガソーラーや住宅用太陽光発電に対応した検討が実施可能となった。また、電圧上昇問題にとって条件の厳しい末端集中配置と、配電線内に均一に分布した分散配置を考慮することで、様々な配置に対して包括的な検討が実施可能となった。

さらに6kV検討モデルでは太線化実施箇所や線種、SVC等による無効電力などを変化させ、22kV検討モデルでは部分昇圧するだけでなく、既設6kV配電線も併せて太線化するなど、様々なパターンに変化させた複数モデルにて静特性の潮流計算を行い、常時における各検討モデルのホスティングキャパシティの算出を行った。

静特性解析からは、22kV検討モデルでは太線化対策も施すことで6kV検討モデルよりも多くのPVを導入可能であることが判明した。

また動特性解析では、解析モデルを作成し、非常時の系統切替動作における潮流変動を解析予定。なお動特性解析では通信技術やIT開閉器も考慮しながら、解析時間を検討した上で解析予定。

4. 信頼性と経済性の評価

経済性評価では、各検討モデルの設備単価を積算し建設費の算定を行い、かつ設備耐用年数を加味し信頼性を考慮した経済性評価を行った。さらに経済性評価は配電線1回線単位のみでなく、配電用変圧器単位や配電用変電所単位などでも実施予定。

5. 検討委員会、配電制御システム将来像の提示

検討委員会は平成26年度は2回、平成27年度は3回、平成28年度は1回を開催した。平成28年度については引き続き検討委員会を開催予定。

最適な配電制御システムは、22kV検討モデルと6kV検討モデルの検討を行い、電気的特性分析で優れている22kV検討モデルについて、条件によっては経済性が成り立つことが判明した。今後はさらに配電線特性（地域特性、PV配置）ごとにPV導入量率と経済性の関係性を示し、最適な配電制御システムの将来像を提示する予定。

	特許出願	「出願済」18件
	学会発表、論文	16件
	講演、その他	1件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>研究開発項目①次世代電圧調整機器・システムの開発 各実施者ともに本プロジェクト終了後3年以内（平成32年）初頭の事業化を計画。各機器により、シナリオは異なるが、量産化に向けたコスト検討を行いつつ、概ねプロジェクト終了後に量産化に向けた設計検討や設備投資を行い、本格販売を開始する予定。 また、本プロジェクトで開発されたSiCモジュールについては、電圧調整機器のみならず、様々なパワーエレクトロニクス機器への波及効果も期待。 なお、本プロジェクトの4年目以降に計画している模擬グリッドや実グリッドでの実証を通し、さらに機器の改良等を進めることで、実用化・事業化への移行を速やかに進める。</p> <p>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 成果として取りまとめられた指針については、電事連や一般電気事業者に対する個別の説明だけでなく、全体が集まる会合等を活用して導入の判断材料となるべく周知活動を実施し、一般電気事業者の社内基準等への反映につなげる。反映の完了時期は、2030年（平成42年）までのPV導入量において対策が必要であると想定すると、2020年代の前半に完了しておく必要があり、下図のスケジュールで取り組む予定。 なお、「次世代」から「次々世代」へのスムーズな移行のため、成果の普及に向けては、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」と相互連携して取組を実施していく。</p> <p>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 成果は、配電システムの開発・拡充計画の指針として一般電気事業者に周知を行うとともに、2050年（平成62年）に向けた中長期にわたって広く社会に周知していく必要がある。プロジェクト終了以降も、次々世代の新たな電力ネットワークに関するシンポジウム等の開催や学会等で研究成果の発表を行う等の活動を予定。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成26年3月 制定
	変更履歴	—

◆事業の位置づけ

(再生可能エネルギーの導入拡大に向け、配電システムを適正電圧に保つ対策)

需要家側

高圧需要家に対して力率一定制御のパワーコンディショナー(PCS)を導入する等の対策を実施。



効果はあるものの、電力システムへの再生可能エネルギーの導入をある一定以上進めていくためには、系統側の対策も含めて、双方で対応していくことが必要。

本プロジェクトでは、対策が確立されていない系統側の対策にフォーカスして実施。

◆事業の目標

プロジェクト基本計画における目標は、実際の配電システムでの設置や求められるコスト、寿命等、最終的に**成果がユーザーで活用されることを念頭に設定**。下記、**中間目標は、平成28年度中に達成予定**。さらに詳細な目標は、実施者と協議の上、別途実施計画書で定めた。詳細は、プロジェクトの詳細説明時に報告。

<中間目標>(平成28年度)

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、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。

<最終目標>(平成30年度)

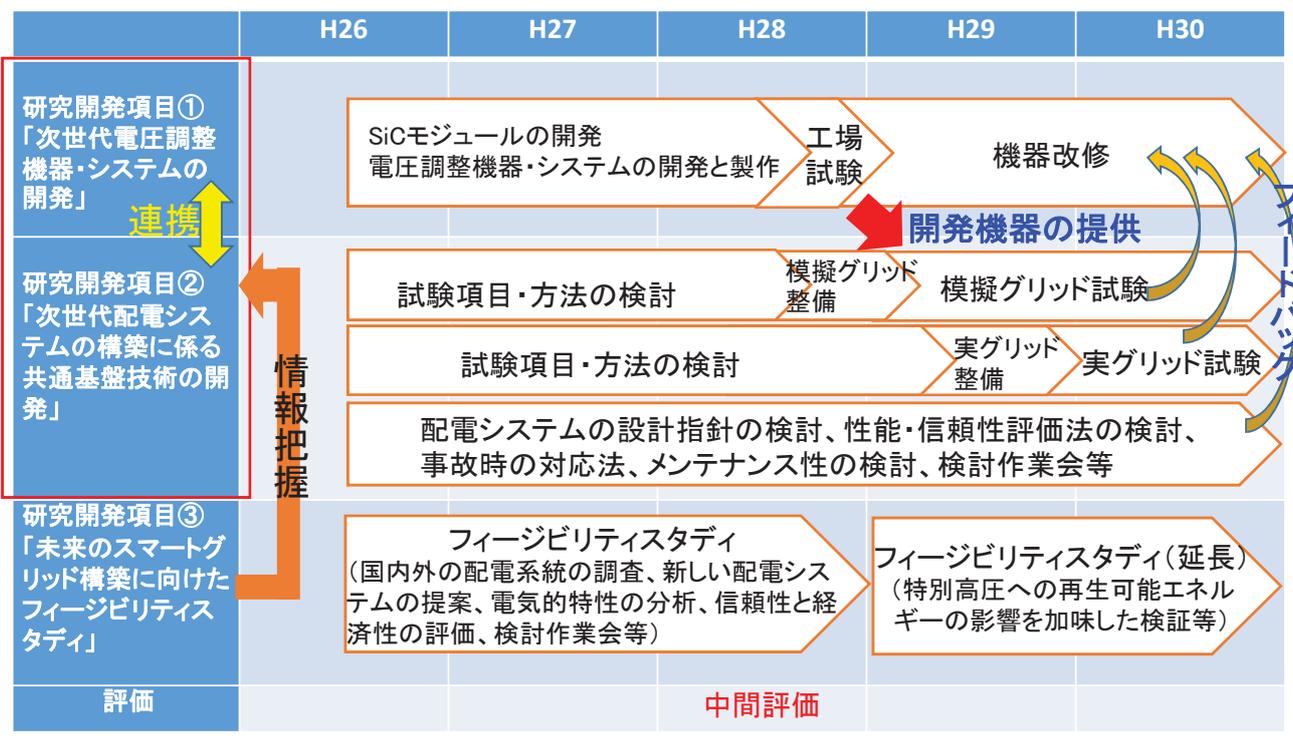
耐久性、信頼性、配電システムの制御アルゴリズムとの統合性を備え、かつコスト低減の見通しを有するSiCパワー半導体を用いた電圧調整機器及びその制御システムを開発する。また、開発した機器・システムをフィールドに設置しての運用検証を行う。さらに、これら新規の技術を配電網に適用して再生可能エネルギーの大量導入を図るための共通基盤技術を開発する。

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。

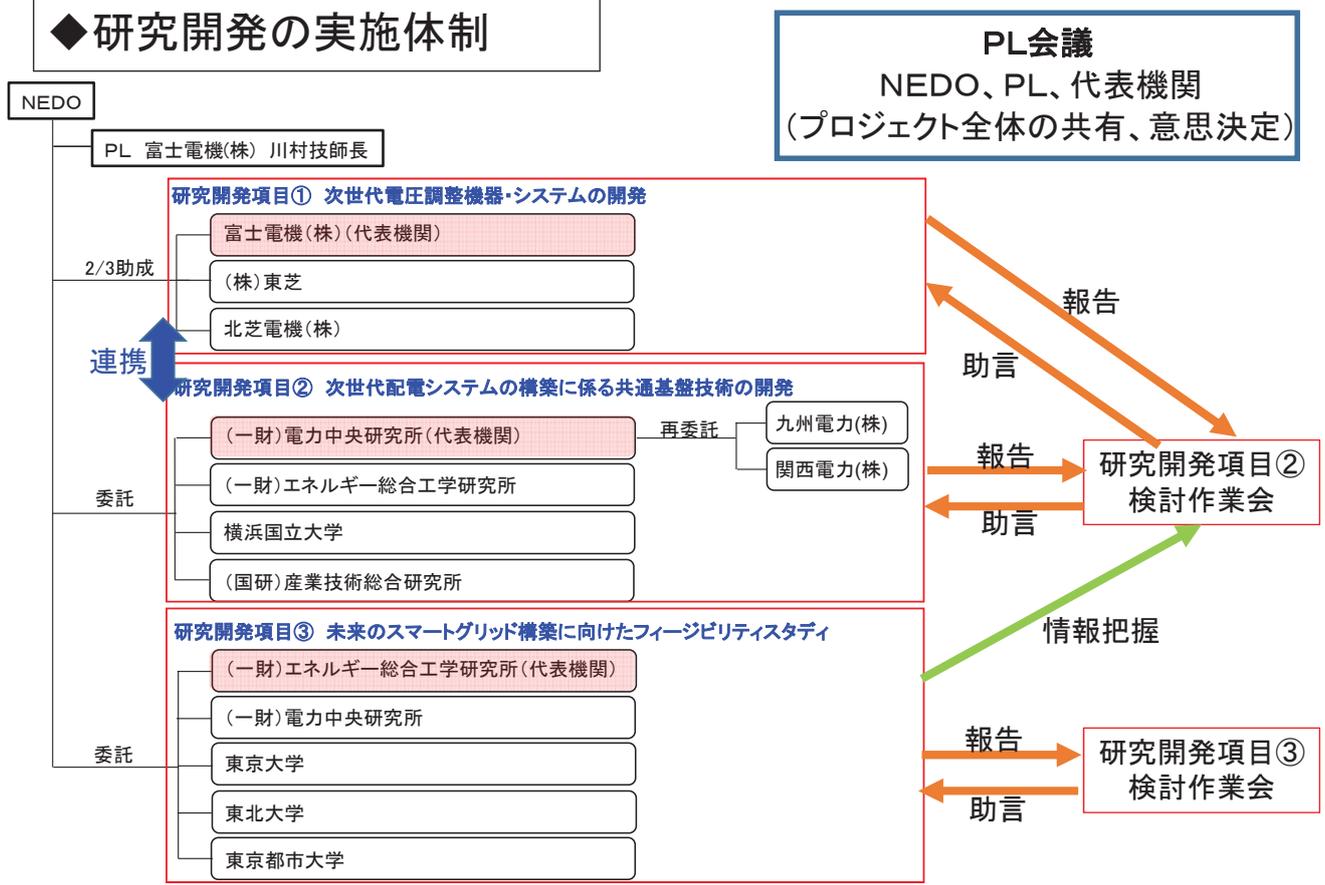
- ・全体もしくはSiCパワー半導体を適用する部分コストが従来機器以下であること。
- ・機器メンテナンス頻度は2年以上であること。
- ・機器全体寿命が減価償却年(18~22年)以上であること。
- ・通信遮断時にも適正電圧を維持可能であること。
- ・複数の次世代電圧調整機器が混在した環境下においても適正電圧が維持可能であること。

◆ 研究開発のスケジュール(年度)

平成28年度に実証機を完成し、平成29年度以降の実証につなげる。



◆ 研究開発の実施体制



◆プロジェクト費用

平成26～28年度の前半3年間の予算総額(NEDO負担額)は約27億円。これに後半2年間に想定しているプロジェクト予算総額を加えた5年間の総予算額は約36億円となる見込み。

研究開発項目ごとの予算(NEDO負担額)

(百万円)

年度	H26	H27	H28	H29	H30
研究開発項目① 「次世代電圧調整機器・システムの開発」	618	822	594	-	-
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」	43	179	302	-	-
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」	45	67	55	-	-
合計	706	1,068	951	(450)	(400)