

「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)

(平成26年度～平成30年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

平成28年10月21日

NEDO
スマートコミュニティ部

下記、評価項目・基準に沿って説明

1.事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

2.研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

3.研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取り組み

4.成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

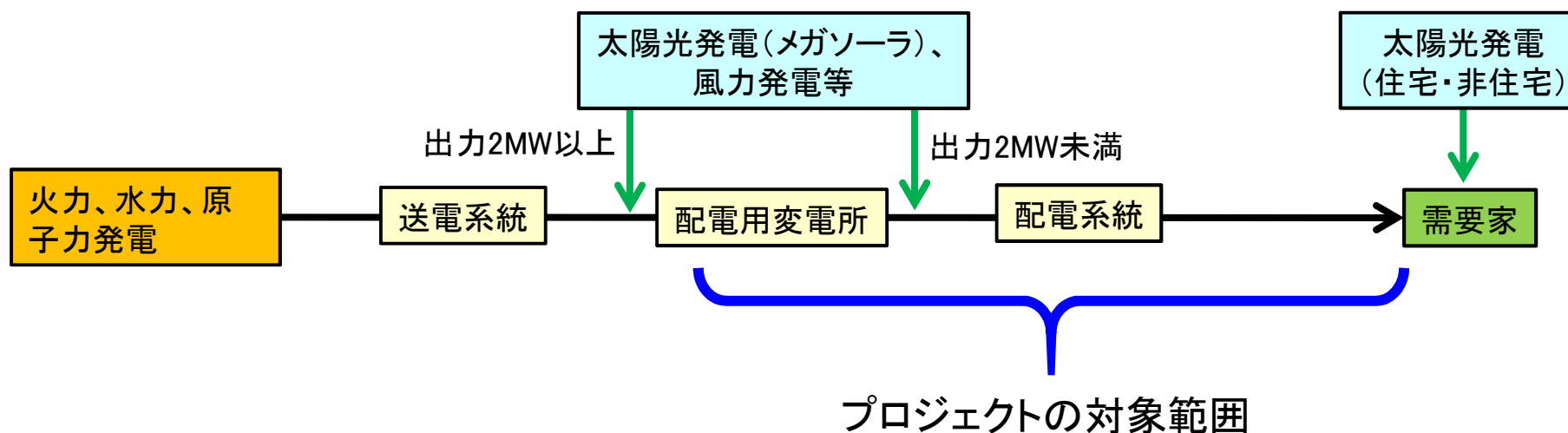
- (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略
- (2)成果の実用化・事業化に向けた具体的取り組み
- (3)成果の実用化・事業化の見通し

1.事業の位置づけ・必要性

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆事業の概要

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、配電系統に生じる電圧上昇等の課題を解決するため、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・システムについてフィールドに設置しての運用検証を行うと共に、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等を行う。

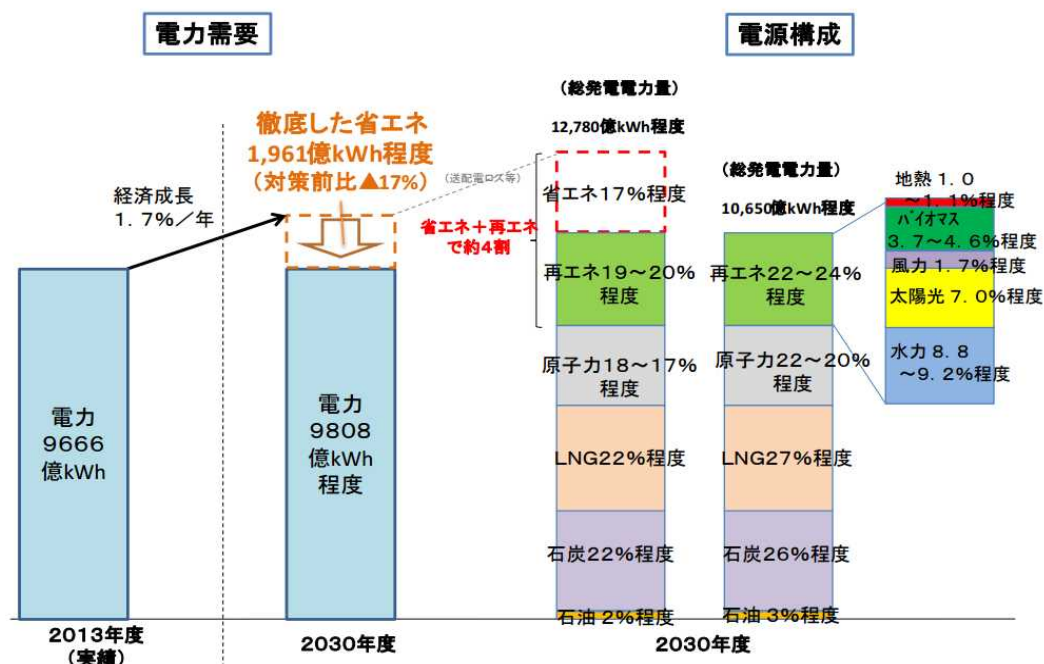


1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆事業の背景

現状の太陽光発電の導入量(平成28年度3月末時点)は、3,223万kW(住宅用865万kW、非受住宅用2,358万kW)であり、当初、2020年(平成32年)に想定していた2,800万kW(※)を既に超える状況。また、2030年(平成42年)の太陽光発電の導入量は、平成27年度に公表された「長期エネルギー需給見通し」を基に概算すると、6,500万kW程度の太陽光設備容量が見込まれる。

※「長期エネルギー需給見通し(再計算)」(平成21年8月 経済産業省)



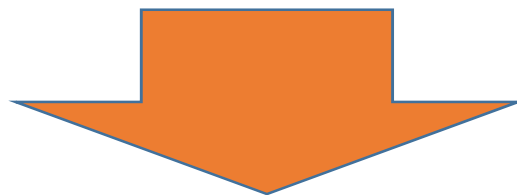
2030年度の電力需給構造

出典:「長期エネルギー需給見通し」(平成27年7月 経済産業省)

◆事業の背景

(我が国の配電システムの課題)

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に伴い、我が国の配電システムで主として課題となるのは電圧上昇。



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。

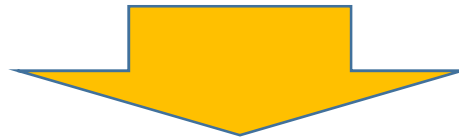
1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆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。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆事業実施の目的

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、3つの研究開発項目を一体的に推進。

【2030年(平成42年)の再エネ導入に向けた2020年代(平成32年以降)の対策】

研究開発項目①「次世代電圧調整機器・システムの開発」

先進的なパワー半導体であるSiCパワー半導体を用いた次世代電圧調整機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を実施。コンパクト化、軽量化、低コスト化を目指す。

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」

本事業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。また、SiCパワー半導体の機器は、将来的にトランスが不要となる等といったコンパクト化が期待される一方、機器全体の密度が高くなる結果、パワー半導体モジュールの発熱による影響を考慮した設計が必要となる。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。

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、系統安定化対策として、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実施。

【次々世代(2050年頃(平成62年頃)までを視野)における配電システムのシナリオ策定】

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ェージビリティスタディ」

本事業で取組んでいる先進的なパワーエレクトロニクス機器の配電網が、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システムとしては、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年の配電網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。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆研究開発項目の概要

【2030年の再エネ導入に向けた2020年代の対策】

研究開発項目①「次世代電圧調整機器・システムの開発」

配電系統で問題となる電圧上昇問題について、系統側での対策を目的として以下の開発を実施。

SiCモジュール開発

今回の電圧調整機器開発に必要なSiCモジュールの開発を実施。(※1)

※1: 富士電機が担当

【6,600V高圧】

SVC(無効電力補償装置)、次世代TVR(連続電圧調整器:CVC)の開発を実施。(※2)

※2: SVCは富士電機、次世代TVRは東芝・北芝が担当

【100V低圧】

AVR付柱上変圧器ユニットの開発を実施。(※3)

※3: 富士電機が担当

SVC: Static Var Compensator
TVR: Thyristor type step Voltage Regulator
CVC: Continuous Voltage Compensator
AVR: Auto Voltage Regulator

電圧制御システムの開発

SVC、CVCが導入された際にこれら機器を集中的に一括管理することで、機器単体の導入と比較して、更なる再生可能エネルギーの導入拡大につながる有効性の検討等を実施。

また、集中的な管理が事故等により管理出来なくなった場合の緊急時の自律分散電圧制御システム開発も並行して実施。(※4)

※4: 富士電機が担当

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

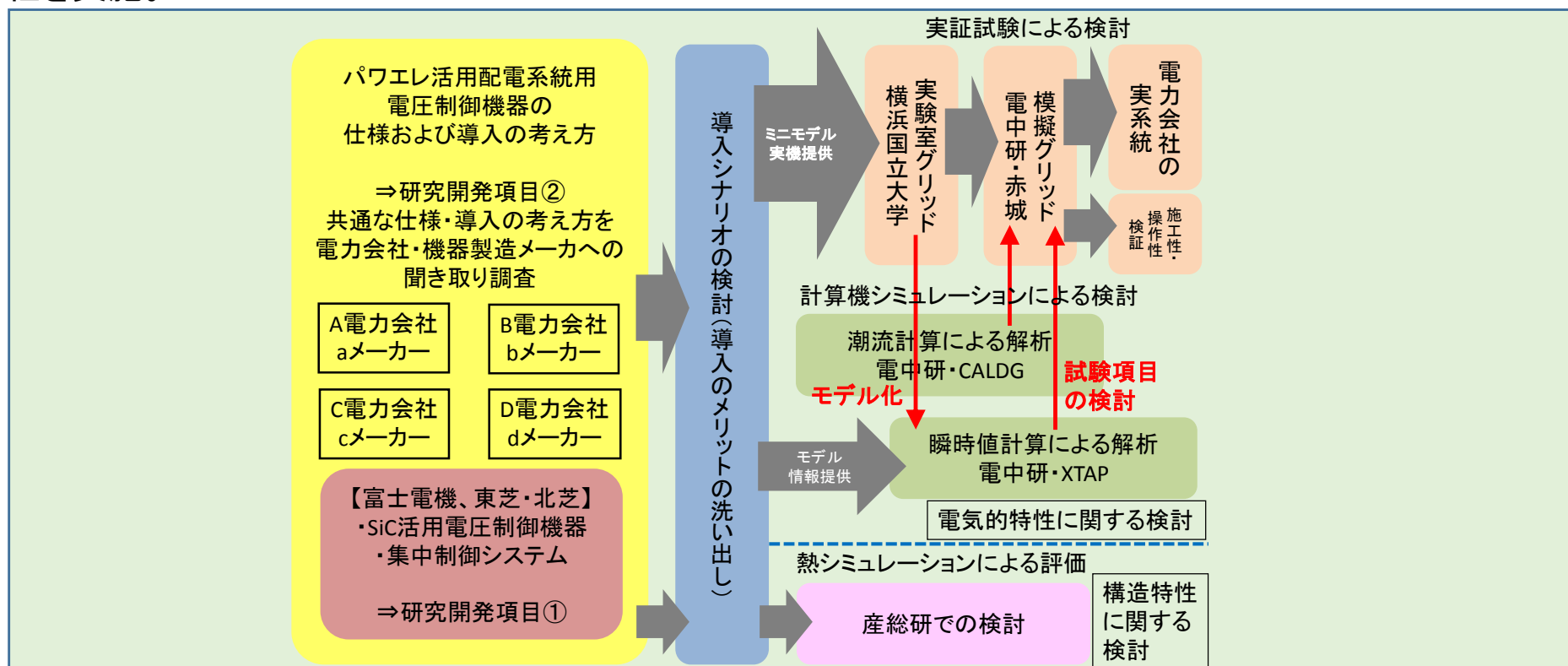
◆研究開発項目の概要

【2030年の再エネ導入に向けた2020年代の対策】

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」

再生可能エネルギーの導入を加速させることを目的に実施。

研究開発項目①で開発された機器のフィールドでの実証検証だけでなく、パワーエレクトロニクス技術を活用した機器の性能、信頼性の評価方法の検討や配電システムの設計指針の検討等を通じて、配電システムへ複数導入された際の影響等について検討し、安定的にシステムを運用するための指針を整理する取組を実施。



1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

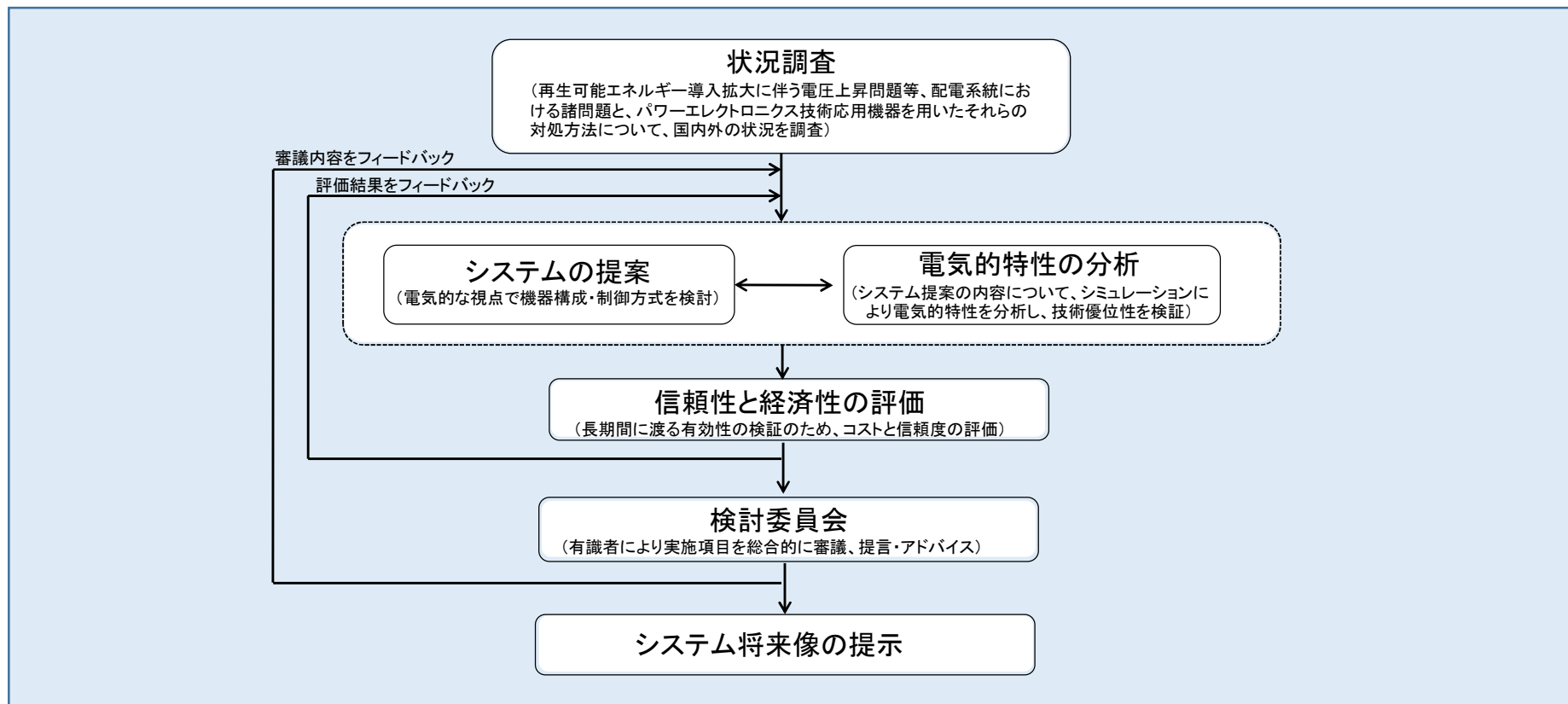
◆研究開発項目の概要

【次々世代(2050年頃までを視野)における配電システムのシナリオ策定】

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」

将来の効率的な対策に向けた系統計画への反映につなげることを目的として実施。

更なる再生可能エネルギーの導入に向け、これら機器についてリプレース検討を迎える2040年代以降の配電システムのあり方について、国内外の取り組みに関する情報収集を行うとともに、電気的特性や信頼性、経済性等の種々の観点から検討を実施。



1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆関連する上位施策

①低炭素社会づくり行動計画（平成20年7月、閣議決定）

低炭素社会の実現に向けた具体的な施策として平成20年に閣議決定された本計画の中でも、太陽光発電の導入目標が記載されるとともに、**大量導入に向けた系統安定化技術は重要**とされている。本プロジェクトの取り組みは、**本計画の目標達成に直接寄与**する。

低炭素社会づくり行動計画（抜粋）

II 革新的技術開発と既存先進技術の普及

2 既存先進技術の普及

(1)太陽光発電の導入量の大幅拡大

太陽光発電は、再生可能エネルギーの中でも特に潜在的な利用可能量が多く、エネルギー自給率の低い我が国の国産エネルギーとして重要な位置を占める可能性がある。そこで、**太陽光発電世界一の座を再び獲得することを目指し、太陽光発電の導入量を2020年に10倍、2030年には40倍にすることを目標として、導入量の大幅拡大を進める。**このためには、技術革新と需要創出により価格を大幅に低減するとともに、**大量導入の際に大きな課題となる電力系統への影響を緩和するための技術開発を進め、大量導入につなげることが必要である。**価格については、3～5年後に太陽光発電システムの価格を現在の半額程度に低減することを目指す。ドイツを含めた諸外国の再生可能エネルギーについての政策を参考にしながら、大胆な導入支援策や新たな料金システム等を検討する。具体的には、住宅、産業、公共等の部門での思い切った導入支援、革新的太陽電池技術の技術開発、電気事業者によるメガソーラー建設計画への支援、地方公共団体との連携、ソーラーメーカーと住宅メーカーの連携の促進、グリーン電力証書や市民出資など更なる民間資金の活用等を行うとともに、**電力系統への影響を緩和する系統安定化技術や、大容量・低コストの蓄電池の技術開発等を進める。**

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆関連する上位施策

②エネルギー基本計画(第4次計画:平成26年4月、閣議決定)

本プロジェクトは、分散型エネルギーの導入拡大に伴い必要となる系統安定化に向けた技術革新の一端として「エネルギー基本計画」の計画達成に直接寄与する。

エネルギー基本計画(抜粋)

2. 分散型エネルギーシステムにおける再生可能エネルギーの利用促進 (前文略)

分散型エネルギーシステム内で余剰となった蓄電池の電力も含めた電力を系統に供給することを弾力的に認めるため、逆潮流に関わる運用を柔軟化し、このために必要な系統安定化のための技術革新を進める。

③長期エネルギー需給見通し(平成27年7月、決定)

本プロジェクトは、2030年の総発電電力量(10,650億kWh)の内、太陽光発電を中心とした再生可能エネルギー(22~24%)実現に寄与する。

④科学技術イノベーション総合戦略2015(平成27年6月、閣議決定)

本プロジェクトは、政府の科学技術総合戦略の中で、クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現に向けた取り組みの1つとしても位置づけ。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆国内外の動向と比較

例えば、下記に様に各国とも再生可能エネルギーの大量導入に対し様々な取組が進められている。

<米国>

EPRIがスマートインバータとして、電圧を制御するための力率制御機能、インテリジェント電圧/無効電力制御機能などの機能を提案。さらにスマートインバータと配電マネージメントシステム(DMS)、地図情報システム(GIS)、メーターデータマネージメントシステム(MDMS)等のシステム系との統合による、更なる高機能化の必要性を指摘。また、アメリカの最大手電機メーカーGE Energyが、LRT、SVR、調相設備、分散型電源の協調的な電圧制御を行うADAM(Advanced Distribution Automation Management)を提案。

<欧州>

欧州では、従来の配電機器に加え、太陽光発電、貯蔵装置等の配電機器を積極的に制御、活用するActive Distribution Networkの検討が国際大電力システム会議CIGRE、国際配電会議CIRED等で検討。等

- ・系統構成や電圧階級が異なり、国内外の単純な比較は困難。
- ・我が国は、他国と比較して低圧配電線電圧が低く、電圧上昇問題は喫緊の課題。

◆NEDOが関与する意義

我が国の施策

- ①低炭素社会づくり行動計画
- ②エネルギー基本計画
- ③長期エネルギー需給見通し
- ④科学技術イノベーション総合戦略2015

再生可能エネルギーの導入拡大を目指す。

配電系統

再生可能エネルギーの導入拡大に向けては、電圧上昇問題を解決し、系統安定化を図ることが重要。

本プロジェクトは、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、経済産業行政の一翼を担うNEDOが関与する必要性の高い事業である。

◆実施の効果 (費用対効果)

2030年(平成42年)の市場規模

国内(配電対策費用)	約4,400億円(※1)
海外(電圧変動対応機器、配電自動化機器)	約2兆4,000億円(※2)

※1 低炭素電力供給システムに関する研究会報告(平成21年7月 経済産業省)

※2 次世代送配電ネットワーク研究会報告(平成22年4月 経済産業省)

本事業における5年間の事業費総額(予定):約36億円

上記の2030年の市場規模は5,300万kWを想定。現在は、それを超える6,500万kW程度の太陽光発電の導入が2030年で想定されており、さらなる市場規模の拡大が期待。

さらに再生可能エネルギーの導入拡大に伴う、周辺市場まで考慮すると、本プロジェクトによる経済効果は大きい。

2.研究開発マネジメント

◆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)

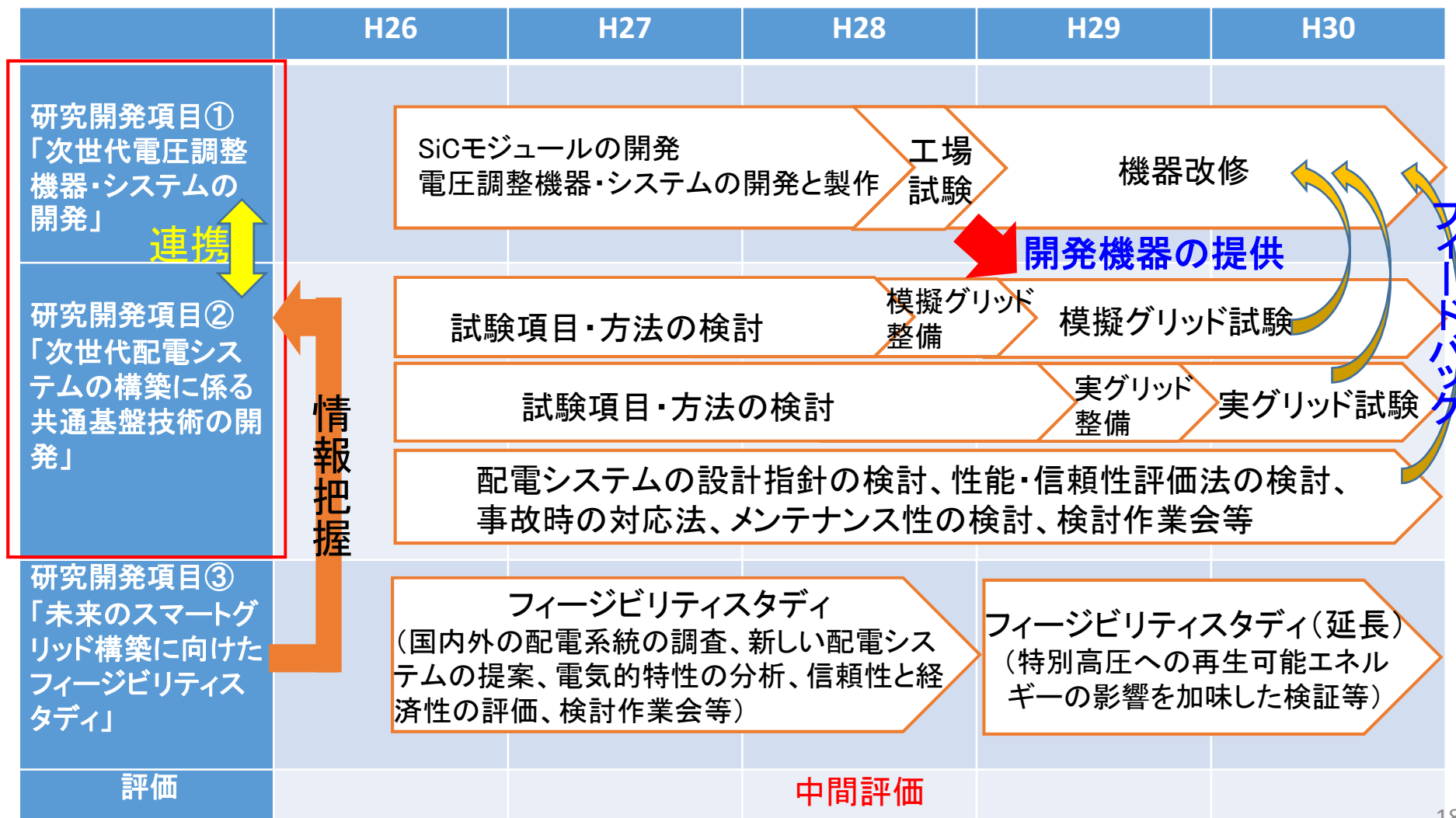
耐久性、信頼性、配電システムの制御アルゴリズムとの統合性を備え、かつコスト低減の見通しを有するSiCパワー半導体を用いた電圧調整機器及びその制御システムを開発する。また、開発した機器・システムをフィールドに設置しての運用検証を行う。さらに、これら新規の技術を配電網に適用して再生可能エネルギーの大量導入を図るための共通基盤技術を開発する。

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。



◆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。

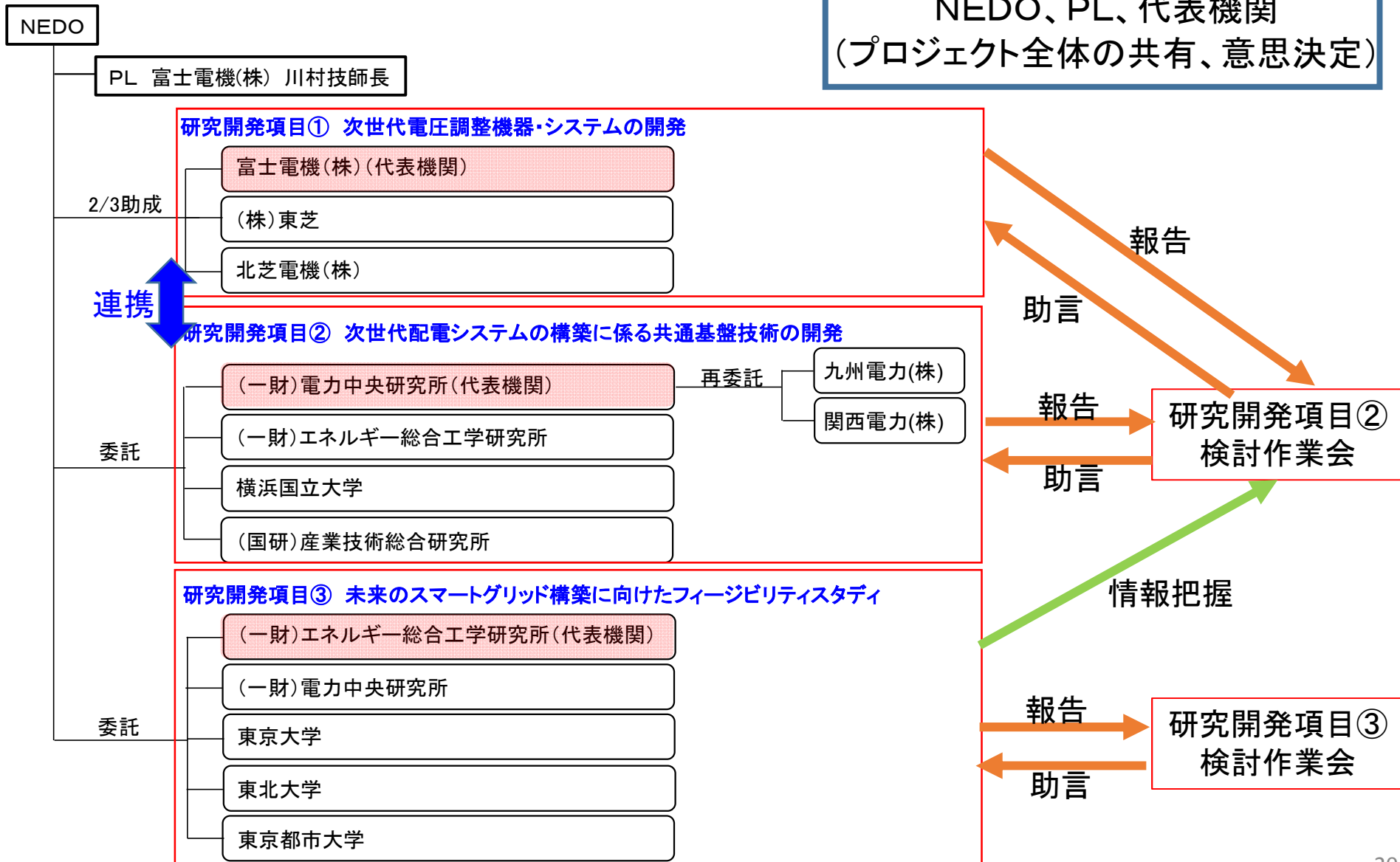
研究開発項目ごとの予算(NEDO負担額)

(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)

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制



2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発実施体制の妥当性

◆ 検討作業会について

「研究開発項目②」および「研究開発項目③」の中に外部有識者から構成される検討作業会を設けることで、効果的な推進に向けた技術的な助言等を頂きながら研究開発を推進。

なお、研究開発項目②の検討作業会では、研究開発項目①の実施者も参加して助言を頂くなど、連携を図り、機能的な取り組みを実施。さらに研究開発項目③も検討作業会の内容を踏まえて、将来に向けた検討を実施。

「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」

検討作業会 有識者メンバー

平成28年8月時点

	氏名	所属・役職
委員長	奈良 宏一	茨城大学 名誉教授
委員	佐野 健太	東京電力パワーグリッド株式会社 配電部 配電技術グループマネージャー
委員	清水 洋隆	職業能力開発総合大学校 教授
委員	田中 和幸	富山大学工学部 教授
委員	舟木 剛	大阪大学大学院 工学研究科 教授
委員	森 成人	電気事業連合会 工務部 副長

「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」

検討作業会 有識者メンバー

平成28年8月時点

	氏名	所属・役職
委員長	横山 明彦	東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 教授
委員	蘆立 修一	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 副所長兼技術開発部長
委員	梅田 健司	電気事業連合会 技術開発部 部長
委員	荻本 和彦	東京大学 生産技術研究所 特任教授
委員	七原 俊也	東京工業大学 大学院 理工学研究科 教授

◆ 研究開発の進捗管理

検討作業会

→ 年に2、3回程度実施(※)。技術的な進捗状況は、本作業会の報告で概ね把握。

※研究開発項目②の検討会は平成26年度に2回、平成27年度に2回、平成28年度に現時点で1回の計5回開催。
研究開発項目③の検討会は平成26年度に3回、平成27年度に3回、平成28年度に現時点で1回の計7回開催。

PL会議

プロジェクト全体の進捗報告や課題、解決策を協議するための場として、原則毎月開催。PL、各研究開発項目の代表機関(富士電機、電中研、エネ総工研)、NEDOにより構成。

→ 進捗情報の共有だけでなく、常にプロジェクト全体の方向性や役割を認識することで、全体が一丸となったプロジェクト推進につながっている。また、少人数での協議のため、プロジェクトを実施している中で明らかとなった実施者間の役割分担や具体的な進め方の方針等を迅速に意思決定する等、事前に課題を把握し対応が可能のため、プロジェクトの円滑な実施に重要な会議となっている。

その他のNEDOによる進捗管理

- (i) NEDO担当者が各機関を訪問し、研究開発状況や導入設備を確認。また、実用化に向けた計画などについても確認、協議を実施。
- (ii) 年度当初に1年間の執行計画を求めるとともに、毎月、予算執行状況の報告を求め、研究設備の導入や消耗品の購入状況から研究開発に遅延が発生していないことを確認。
- (iii) 各研究開発項目間での連携をより円滑化するため、実施者間の打ち合わせや会議等にも必要に応じて出席し、全体調整を実施。

◆ 動向・情勢の把握と対応

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。

情勢	対応
<p>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み、平成28年3月末時点での導入量は3,223万kW。新規認定分が7,993万kWという状況。</p>	<p>100V低圧対策として開発しているAVR付柱上変圧器ユニットについては、<u>ニーズの高まりを踏まえて、前倒しで開発の目途を立て、4年目以降は企業独自で実用化・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。</u></p> <p>当初、未来の配電システム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、プロジェクト開始<u>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、未来の配電システムについて、最終的な検討は困難な状況。</u>そこで、平成28年度末までに未来の配電システムについて検討を行う一方、<u>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ことを予定。</u></p>

◆ 知的財産権等に関する戦略

知的財産の取得

特に本プロジェクトで助成事業として企業が主体となって実施している「研究開発項目①次世代電圧調整機器・システムの開発」については、プロジェクト終了後の実用化・事業化に向けた取り組みとして、特許の取得は重要。



市場でのシェア獲得に向けて、特許とすべきものは特許とし、特許化が得策ではないものは、ノウハウとする等、戦略的に出願するよう、各社の事業化に向けた戦略を尊重しつつ、指導を実施。

なお、委託事業として実施している「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」等については、内容の性質上、特許化が発生し難いが、パワーエレクトロニクス技術を活用した電圧調整機器が一般電気事業者へ速やかに導入されていくことが最も優先度が高いとした上で、将来の標準化に向けた取り組み等が必要となるような状況となった場合は、規格化に向けた検討も視野に入れつつ取り組むよう指導。

3.研究開発成果

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆ 事業実施の目的

再掲

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、3つの研究開発項目を一体的に推進。

【2030年(平成42年)の再エネ導入に向けた2020年代(平成32年以降)の対策】

研究開発項目①「次世代電圧調整機器・システムの開発」

先進的なパワー半導体であるSiCパワー半導体を用いた次世代電圧調整機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システムの検討を実施。コンパクト化、軽量化、低コスト化を目指す。

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」

本事業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。また、SiCパワー半導体の機器は、将来的にトランスが不要となる等といったコンパクト化が期待される一方、機器全体の密度が高くなる結果、パワー半導体モジュールの発熱による影響を考慮した設計が必要となる。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。

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、系統安定化対策として、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実施。

【次々世代(2050年頃(平成62年頃)までを視野)における配電システムのシナリオ策定】

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ェージビリティスタディ」

本事業で取組んでいる先進的なパワーエレクトロニクス機器の配電網が、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システムとしては、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年の配電網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。

◆ 研究開発項目①の概要

【目的】

配電系統で問題となる電圧上昇問題について、系統側での対策を目的として、電圧調整機器・システムの開発を実施。

【具体的な研究開発の進め方】

(1) SiCモジュール開発: 富士電機

【6,600V高圧】

(2) SVC(静止型無効電力補償装置): 富士電機

(3) 次世代TVR(連続電圧補償装置:CVC): 東芝・北芝

【100V低圧】

(4) AVR付柱上変圧器ユニット: 富士電機【平成28年度終了】

(5) 電圧制御システム、通信インターフェースの開発: 富士電機【平成28年度終了】

(1)3.3kV SiCモジュールの開発(富士電機)

開発成果と達成度			
開発項目	中間目標	成果	達成度
小型化SiCモジュールの開発	3.3kV耐圧の小型化SiCモジュールの開発と特性の確認	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	◎

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

(2) SVCの開発(富士電機)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
SVCの開発	3.3kV-SiCモジュールを使った自然空冷で小型軽量のSVCを開発し社内検証を完了するとともに実証機を製作する。	1.制御アルゴリズムを開発し、IGBTを使った同等性能のミニモデル(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。 <ul style="list-style-type: none"> ・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な構造 平成28年度中に実証機を製作し、社内検証を完了する予定である。	○

(2) SVCの開発(富士電機)

SVCの検討結果

項目	諸元
定格容量	300kVA
定格電圧	6.6kV
構成	SVC用変圧器 3レベルインバータ
素子	3.3kVSiC-MOS(1in1)12個 3.3kVSiC-SBD(1in1) 6個
冷却	自然冷却
寸法	W : 1, 300mm D : 1, 000mm H: 2, 500mm 質量 : 1, 800kg
制御性能	<ul style="list-style-type: none"> 電圧変動抑制 不平衡電圧補償 FRT補償
付属機能	<ul style="list-style-type: none"> 通信機器との接続 (制御定数の受信と設定)



変圧器



インバータ部

図1.1 SVC試作状況

(3) 次世代TVR(CVC)の開発(東芝・北芝)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
次世代TVR(CVC)の開発	自然空冷による次世代TVR(CVC)試作機の製作を行い、社内試験を完了する。	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。今年度中に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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

(3)次世代TVR(CVC)の開発(東芝・北芝)

次世代TVR(CVC)の検討結果

	次世代TVR(CVC)検討結果	
定格容量	3000kVA	
定格電圧	6600V	
補償電圧	±300V	
素子	IGBT(2in1)6個	SiC(1in1)24個
冷却	自然冷却	
寸法	W : 1700mm	W : 1595mm(見込)
	D : 1400mm	D : 1468mm(見込)
	H : 2550mm	H : 2250mm(見込)
連続電圧補償	可能	
不平衡補償	可能	
無効電力補償	可能	
応答性(補償速度)	即時(100ms以内)	
切換回数制限	連続補償により、無し	
連続繰返切替間隔制限	連続補償により、無し	
短絡電流	定格電流25倍 2秒	



次世代TVR(CVC)試作機

(4)AVR付柱上変圧器ユニットの開発(富士電機)

開発成果と達成度			
主な内容	最終目標【平成28年度】	成果	達成度
AVR付柱上変圧器ユニットの開発	SiCモジュールを使った自然空冷で小型軽量のAVR付柱上変圧器ユニットを開発し社内検証を完了する。	1.制御アルゴリズムを開発し, IGBTを使った同等性能のミニモデル(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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

(4) AVR付柱上変圧器ユニットの開発(富士電機)

AVRユニット検討結果

項目	諸元
定格容量	30kVA
適用電圧	2 × 105V
補償電圧	±5V
構成	単相インバータ 単相三線式インバータと直列変圧器
素子	1.2kVSiC-MOS(2in1) 5個
冷却	自然冷却
寸法	W: 400mm D: 400mm H: 600mm 質量: 100kg
制御性能	連続電圧補償



AVRユニットミニモデル
(容量3kVA、200V) 外観

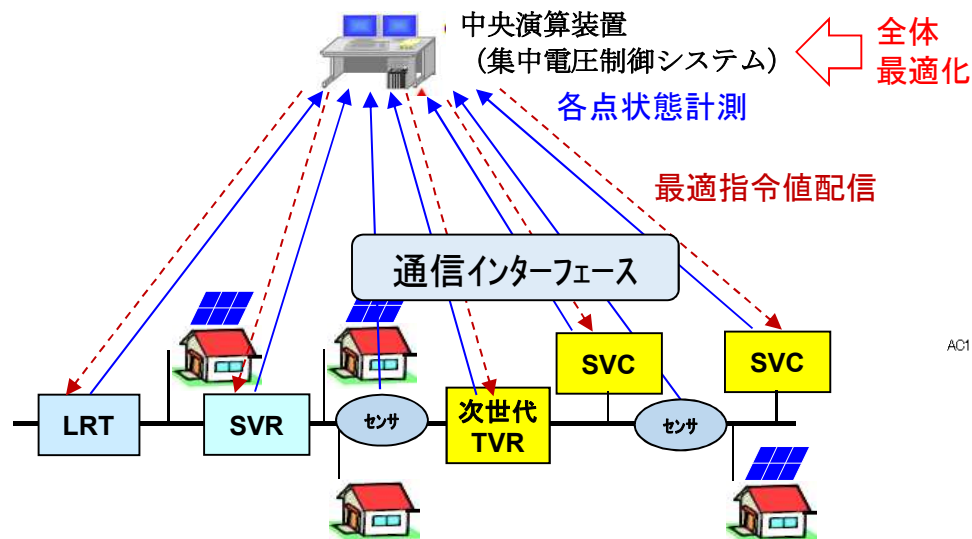
(5) 電圧制御システム、通信インターフェースの開発(富士電機)

開発成果と達成度			
主な内容	最終目標【平成28年度】	成果	達成度
電圧制御システム、通信インターフェースの開発	電圧制御システム(集中電圧制御, 協調電圧制御)と通信機器の動作検証を平成28年度までに完了する。 (1)電圧制御の動作 (2)配電線事故・機器故障時の制御モード切替等動作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 集中電圧制御アルゴリズムを開発し、電圧維持の他、配電ロス最小化、タップ切替回数低減、SVC制御余力確保を実現した。 2. 協調電圧制御アルゴリズムを開発し、電圧維持の他、SVC制御余力確保を実現した。 3. オフラインデジタルシミュレーションで電圧制御アルゴリズム(集中電圧制御, 協調電圧制御)の基本動作検証を完了した。 4. 通信機器(ハード)と通信プログラムの開発を完了した。 	○

◎: 既に達成、○: 今年度中に達成予定、△: 今年度中に一部未達予定、×: 今年度未達

(5) 電圧制御システム、通信インターフェースの開発(富士電機)

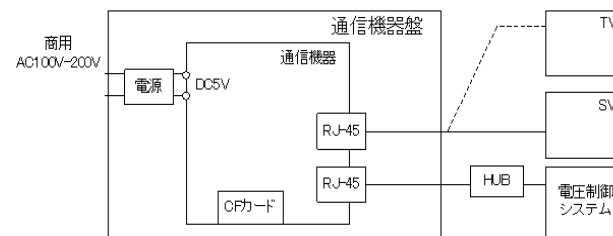
各機器に対し最適指令値(目標電圧)を配信し、システム全体で電圧管理の最適化を図る。



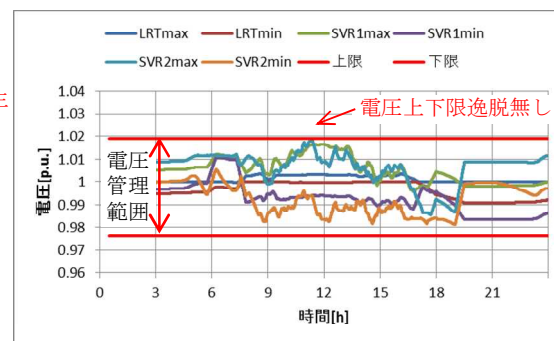
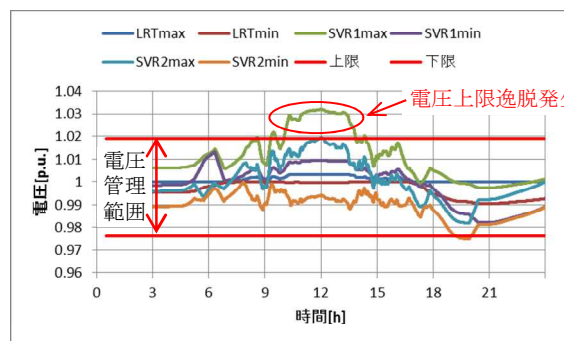
集中電圧制御システム概念図



今回開発する機器と電圧制御システムをつなぐ通信端末とインターフェースを開発した。



通信端末の外観(上)、構成(下)



従来の自端制御のみのローカル制御では電圧上限逸脱が見られたが、集中電圧制御では電圧逸脱を解消出来た。

オフラインデジタルシミュレーションによる電圧維持性能比較
従来ローカル制御(左)、集中電圧制御(右)

(1) SiCモジュールの開発(富士電機)

今後の課題と課題解決の見通し			
主な内容	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
配電機器を小型化する SiCモジュールの開発	定格3.3kV/400A SiCモジュール (大容量化)と 2in1構造の開発 と特性確認	<ul style="list-style-type: none"> ・チップ並列接続数増加によるスイッチング動作時の電氣的振動 ・大型化による樹脂モールド応力 	<ul style="list-style-type: none"> ・チップ特性における閾値の明確化および内部配線等長化により振動抑制できる見込み。 ・100Aユニットの並列化構造により樹脂応力問題を回避できる見込みである。

(2) SVCの開発(富士電機)

今後の課題と課題解決の見通し			
主な内容	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
SVCの開発	模擬グリッド検証及び実フィールド検証において各種機能を確認する。 (1) 電圧制御の動作 (2) 配電線事故時の動作 (3) 耐環境性	模擬グリッド検証及び実フィールド検証で判明した事項を仕様へ反映する。	研究開発項目②と試験仕様を協議し、漏れの無い試験と改良などのフォローを着実にを行う。

(3) 次世代TVR(CVC)の開発(東芝・北芝)

今後の課題と課題解決の見通し			
主な内容	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
次世代TVR(CVC)の開発	フィールド試験結果を反映した機器構成と制御	フィールド試験で得られた結果を必要により機器に反映	フィールド試験とミニモデルで検証を行う。

◆研究開発項目②の概要

【目的】

SiCデバイスを含むパワーエレクトロニクス機器を適用した次世代配電システムの実現により、広く一般電気事業者が活用可能な環境を構築するための共通基盤技術として、これらの性能・信頼性評価法、制御効果やコストを勘案した、配電線形態や再生可能エネルギー導入量等の各種条件に応じたそれぞれの適切な配電システム設計法および機器故障時の対応法の解明・指針整理を行う。

【具体的な研究開発の進め方】

(1)性能・信頼性評価法の検討

開発機器を含む配電システムの運転性能、および経年劣化等の信頼性についての各評価手法を開発する。

(2)配電システムの設計指針の検討

再エネ導入量等に応じた適切なシステム構成・運用形態を明らかにし、次世代配電システムの設計指針を策定する。

(3)機器故障時の対応法・メンテナンス性評価法の検討

次世代電圧調整機器を配電システムに設置した場合の機器故障時の対応法、修繕法、および施工方法を明らかにする。

(4)模擬グリッドでの実証評価

(1)～(3)において抽出した各試験項目に基づき、開発機器・システムを用いた電圧制御およびシステム異常時の各性能評価試験を実施する。

(5)実グリッドでの実証評価

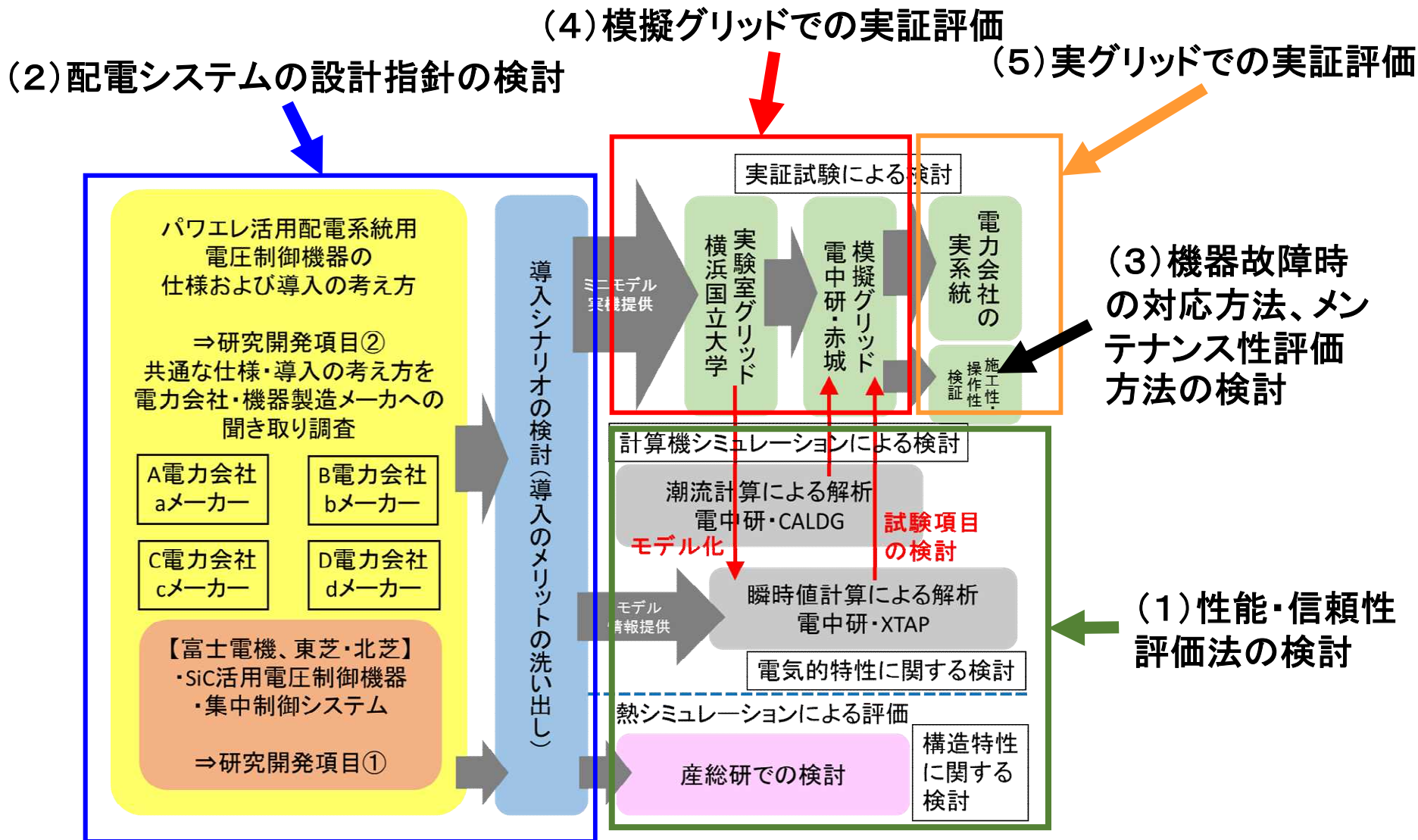
実グリッドにおいて動作特性(速度、精度など)を検証し、性能・信頼度評価法の検討結果に反映する。

(6)検討作業会の実施

関連業界、大学有識者などをメンバーとする検討作業会を年3回程度実施し、研究開発計画、結果に関して評価を得る。

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆研究開発項目②の実施イメージと実施項目の関係



3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

(1)性能・信頼性評価法の検討(電中研、産総研)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
性能評価法の検討 ・通常時の運転特性 ・配電系統事故時の動作特性 ・ループ切替時の動作特性 ・電力系統擾乱時の動作特性	「通常時」、「配電系統事故時」、「ループ切替時」、「電力系統擾乱時」の運転特性について、評価項目の抽出と評価法・判定基準(案)を作成する。	「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閉路時に関して、「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。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。	○
信頼性評価法の検討(系統側の検討) ・過電圧や過負荷に対する耐量	短時間の過電圧、調整機器の過負荷、落雷による過電圧、配電系統事故による過電圧に関して、評価項目の抽出と判定基準(案)を作成する。	JEC等の規格を調査し、現状求めている耐量を調査。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。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実施。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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

(1) 性能・信頼性評価法の検討(電中研、産総研)

開発成果と達成度			
主な内容	最終目標【平成28年度】	成果	達成度
信頼性評価法の検討 (機器側の検討) <small>・機器のコンパクト化・軽量化を志向した際に生じる熱的課題に対する信頼性評価の検討</small>	<p>既存の信頼性試験方法やレファレンス機器との比較評価法等に関する調査結果を踏まえ、多様なデータ取得に有効とされる熱解析による信頼性評価の検討を行う。</p> <p>そのために、コンパクト化・軽量化を志向した10kV級耐圧SiCデバイス構成SVC全体機器(モデル機器)を例に熱設計を実施するとともに、運転状況や周囲環境条件の変化等も踏まえた検討を行い、熱的観点からの機器寿命や信頼性等に関して共通基盤的な設計指針の策定を行う。</p>	<p>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行った。</p> <p>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。</p> <p>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である。</p>	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

(2) 配電システムの設計指針の検討(電中研、エネ総工研、横国立大)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
配電制御機器としての要求仕様の検討 ・機器の仕様(質量・体積などの設置面)に関する要求 ・機器の仕様(EMC等外部環境影響回避面)に関する要求	機器の仕様について、「質量・体積などの設置面に関する要求」、「EMCなど外部環境影響回避面に関する要求」を調査し、要件を検討・明確化する。	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。	◎
通信性能への要求	海外の配電システム・電力用通信システムを調査し、次世代機器開発への示唆とするため、研究開発項目①に共有する。	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。	◎

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度に未達 43

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

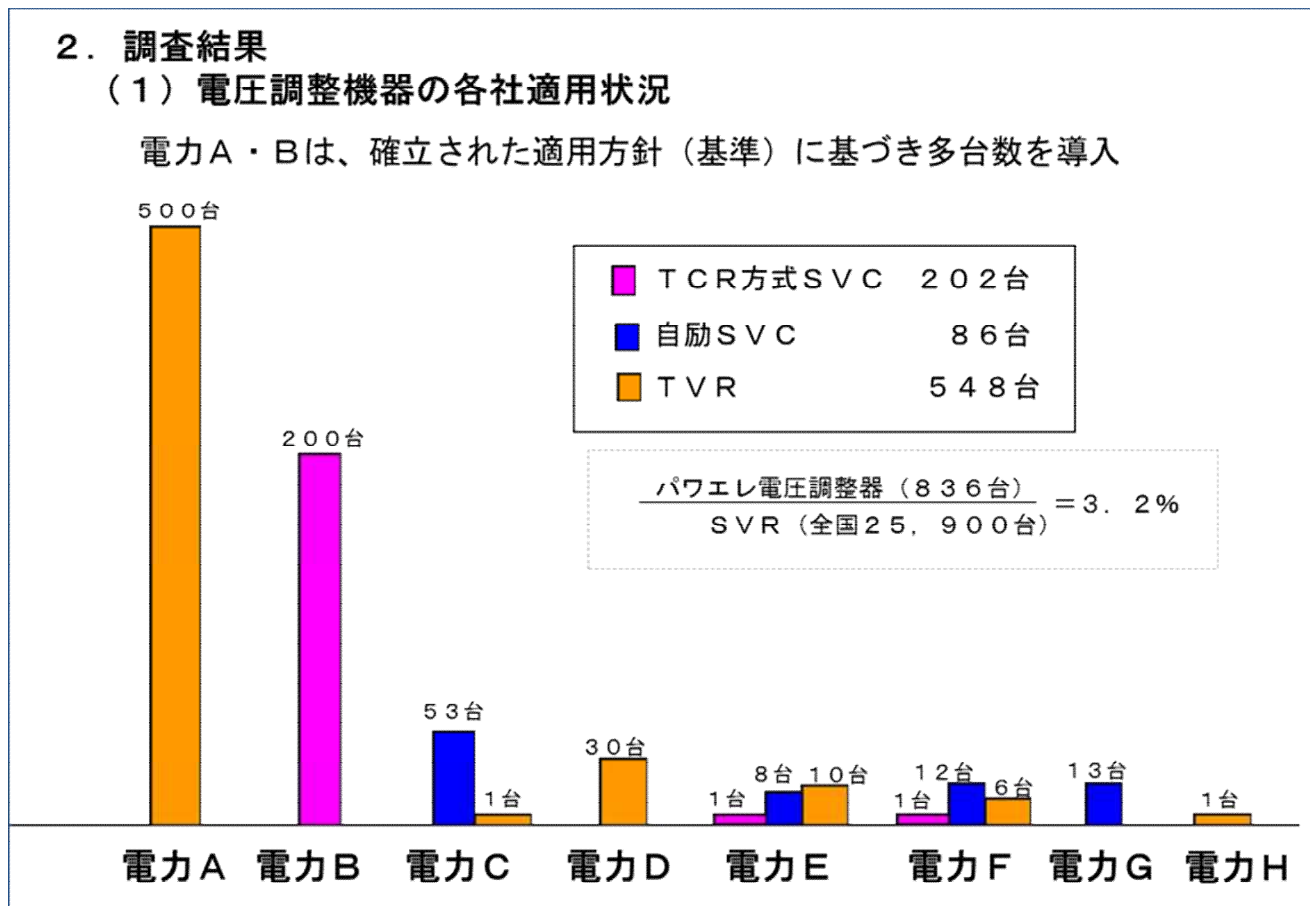
(2) 配電システムの設計指針の検討(電中研、エネ総工研、横国立大)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
電圧制御方式の検討 ・解析ツール(潮流計算)の改良 ・解析モデル(潮流計算)の構築	<p>既存の「配電系統総合解析ツール」を改良し、開発機器の自端情報による制御モデルを追加する。</p> <p>また、過去の実証事業や研究に使われているモデルを調査し、負荷モデル、分散型電源モデルを検討した上で、潮流計算実施のための解析モデルの検討を行ない、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う。</p>	<p>本事業の研究開発項目①で開発する機器、現状配電システムに用いられている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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	◎

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度に未達 44

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

国内電力会社調査の結果、各電力会社の配電制御機器の採否状況とその理由、FRT要件に対する現行機器の対応状況と次世代配電制御機器に求められる機能等について確認することができた。また、メーカー調査の結果、メーカーにおける独自試験項目があること、量産コストの低減には、電力会社毎にソフトの統一はあまり重要ではなく、ハードをいかに共通化するかが鍵であることが分かった。調査は今後も継続予定。



国内の電力会社調査結果

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

(3) 機器事故時の対応法・メンテナンス性評価法の検討(電中研)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
機器故障時の対応方法、メンテナンス性評価方法の検討	各機器の巡視による故障・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)を作成する。	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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

(4) 模擬グリッドでの実証評価(電中研・横国大)

開発成果と達成度

主な内容	中間目標	成果	達成度
<p>模擬グリッドによる実証項目・方法の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・潮流計算による電圧制御方式の実証項目の検討 ・瞬時値解析モデルの構築 ・瞬時値解析による性能・信頼性評価項目の検討 	<p>模擬グリッドでの実施項目・方法を検討するために、改良した解析ツールを用いて、電圧制御の事前解析を行い、各機器の動作状況や制御効果を確認し、試験項目を抽出する。</p> <p>また、実験室グリッドでの実験検討で得られたデータを活用して、XTAPで利用できる電圧調整機器の瞬時値解析モデル構築を行う。構築した瞬時値解析モデルを用いて、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、試験項目を抽出する。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>また、電圧調整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系統シミュレーションを実施。また、電圧調整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。</p> <p>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。</p>	○

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

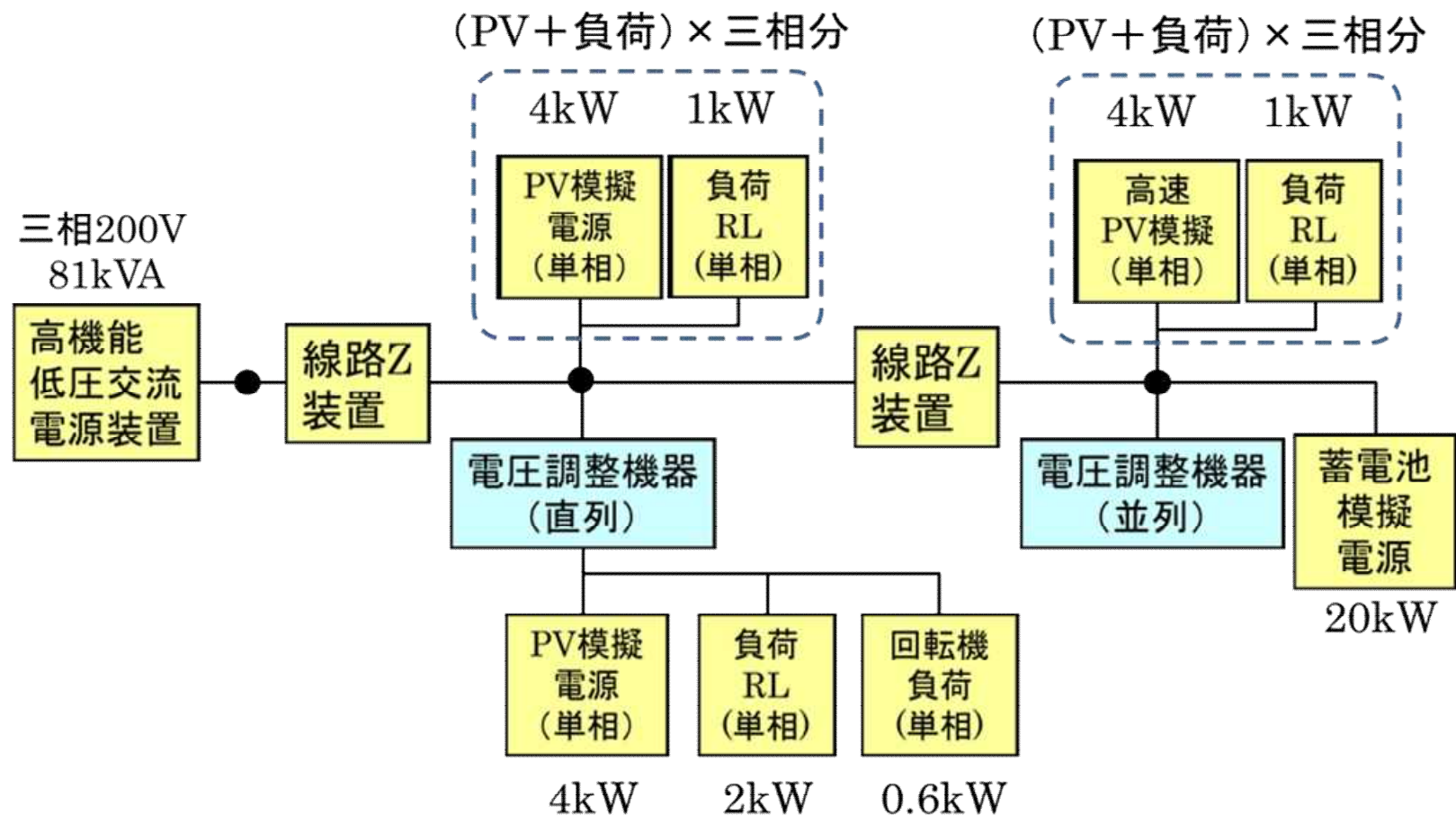
(4) 模擬グリッドでの実証評価(電中研・横国大)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
模擬グリッドの整備	電力中央研究所の実規模配電実験設備に検証に必要な設備を追加設置する。	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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

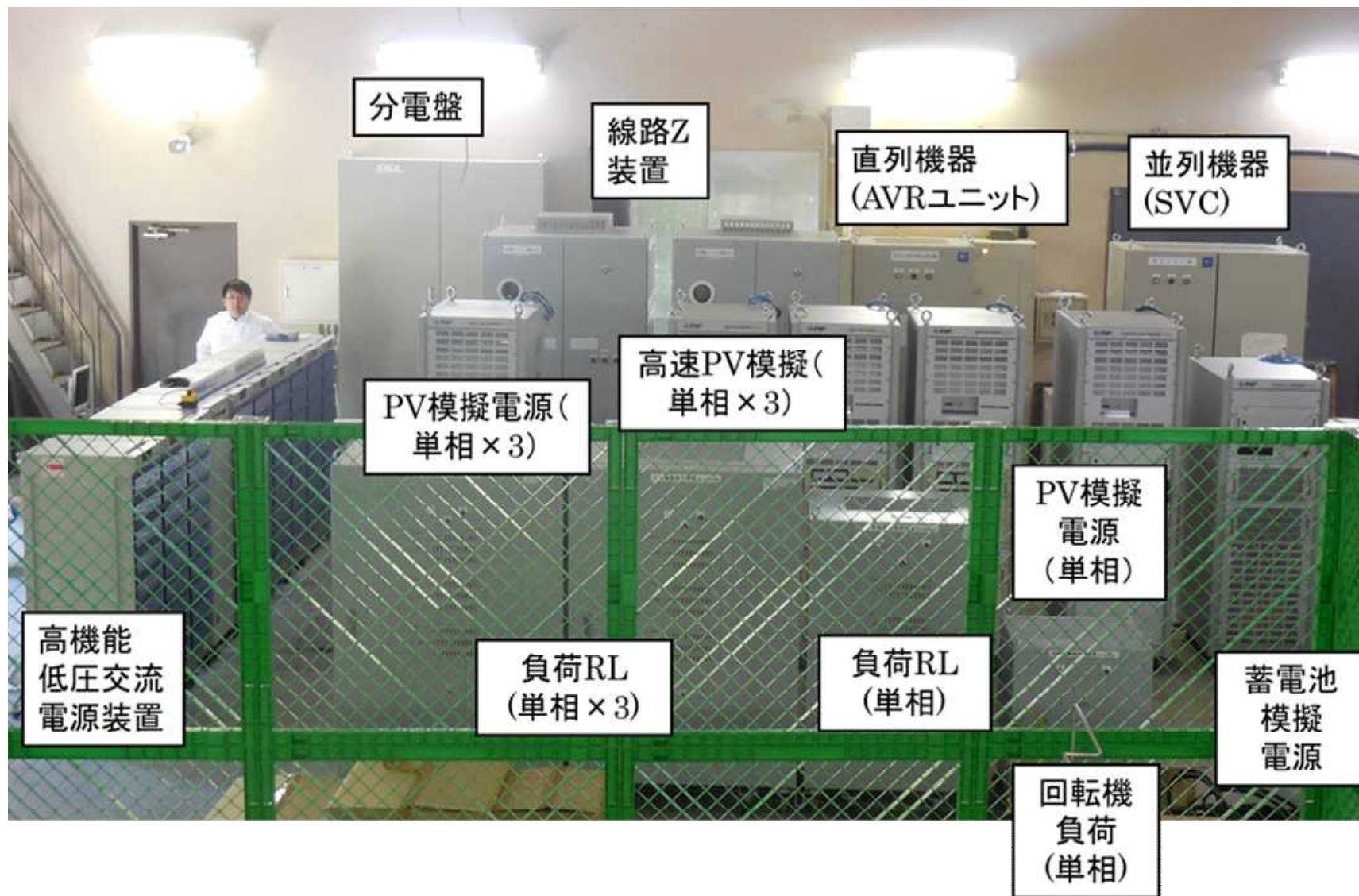


- ・ 総負荷28kW(内RL負荷8kW), PV(PCS)容量28kW
- ・ 負荷12kW, PV出力24kW(いずれも三相平衡)での逆潮流をベース

実験室グリッド全体像

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開



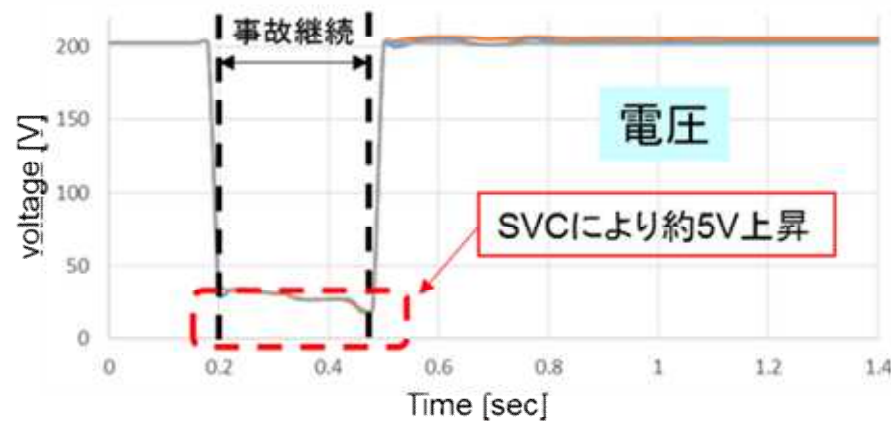
実験室グリッド機器配置

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

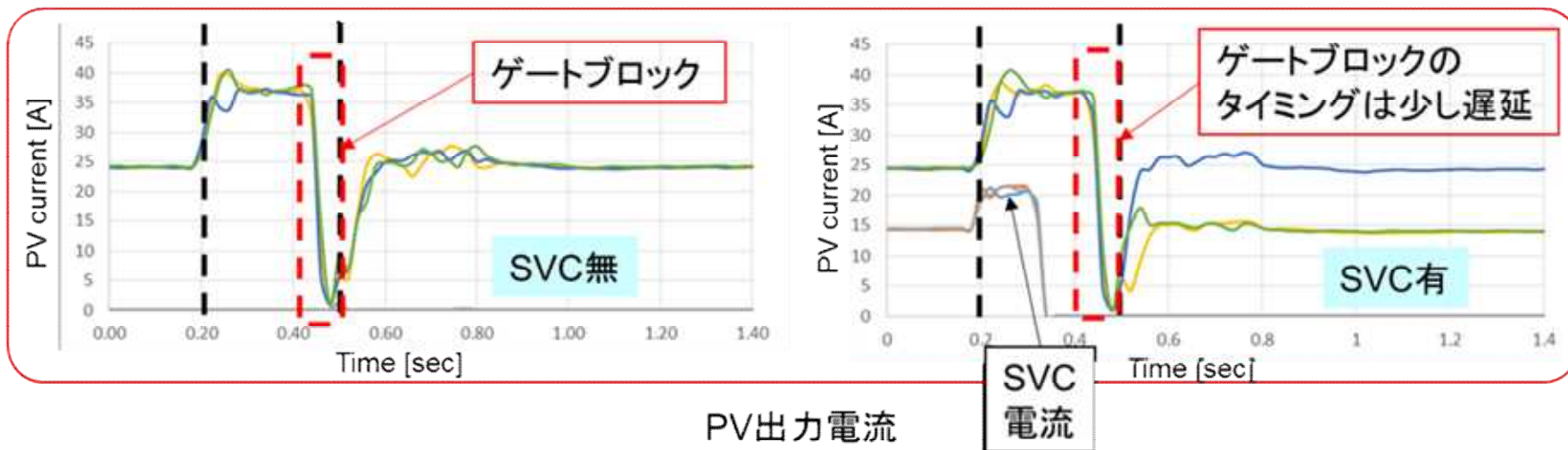
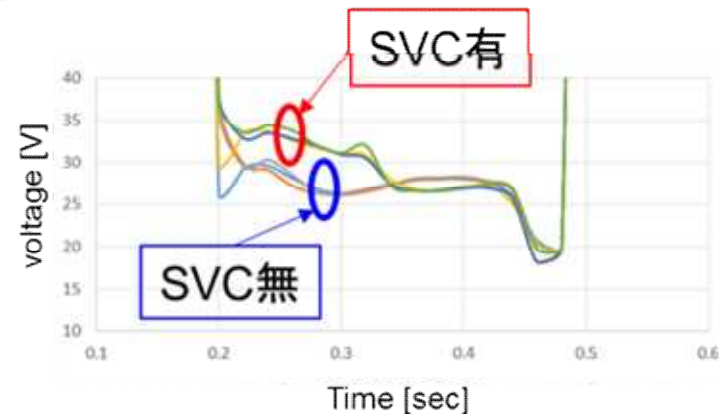
公開

パターン①: 上位系統での三相短絡発生(残電圧10%)

SVC停止前は5V程度の電圧上昇



拡大図

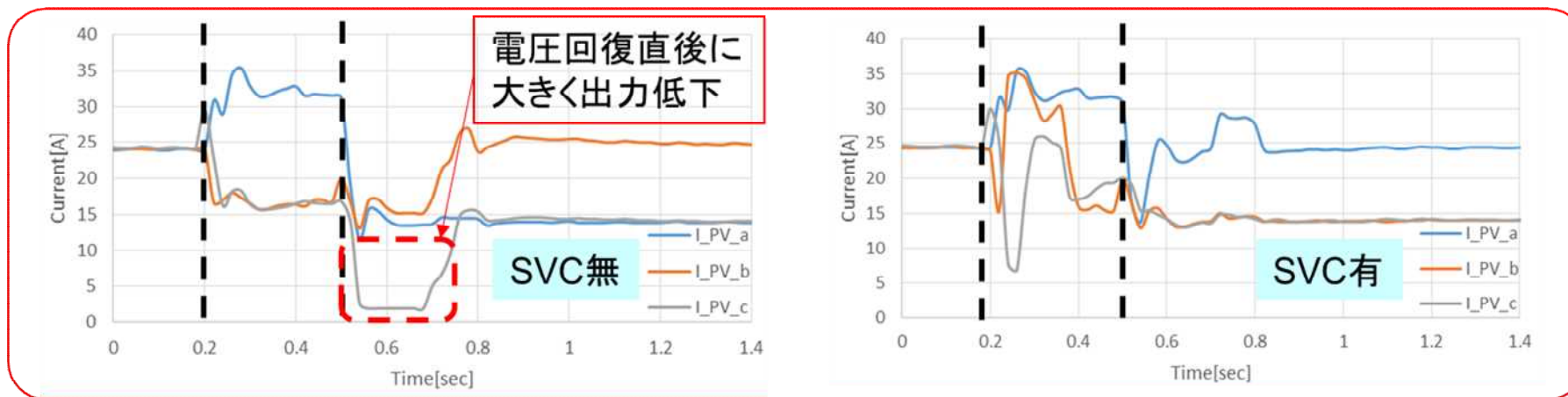
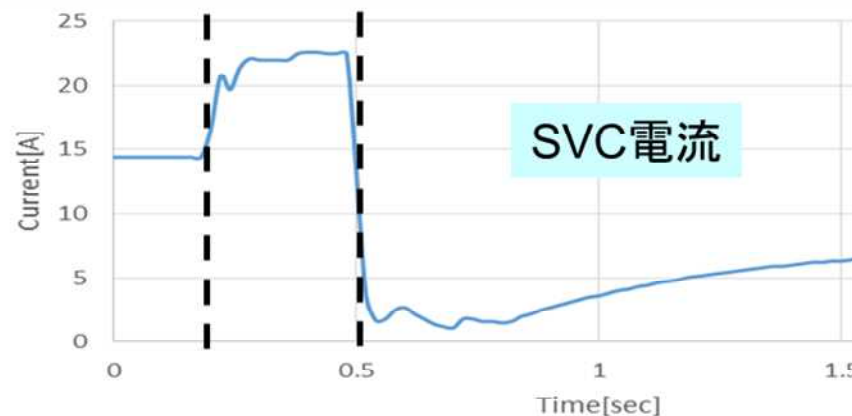
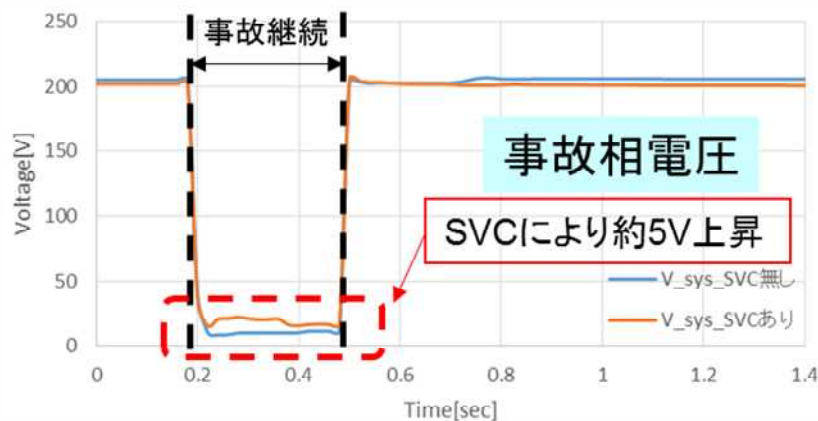


実験室グリッド(横国大)での機能試験データ例(例①)

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

パターン②: 上位系統での線間短絡発生(残電圧5%)

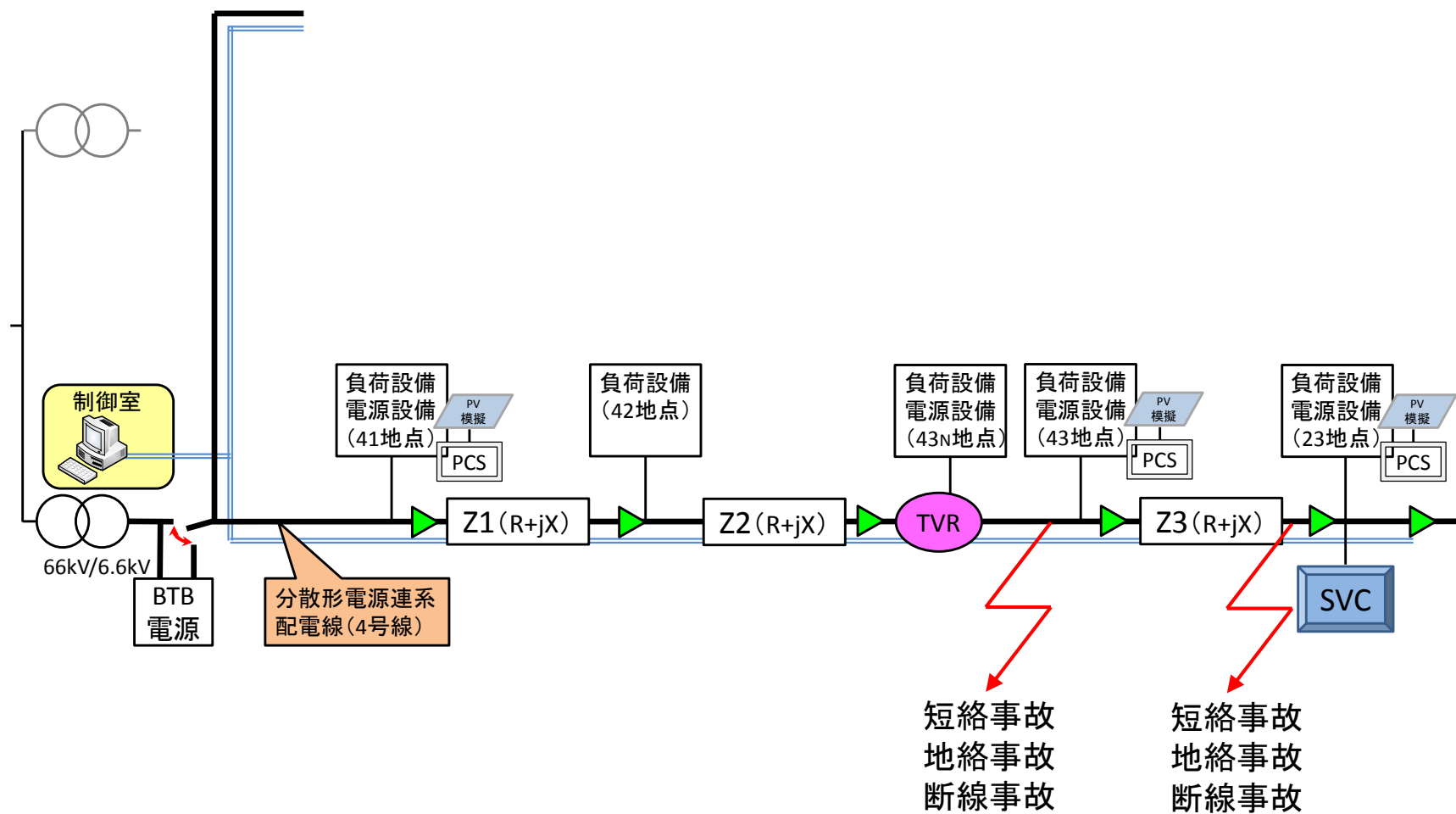


PV出力電流

実験室グリッド(横国大)での機能試験データ例(例②)

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

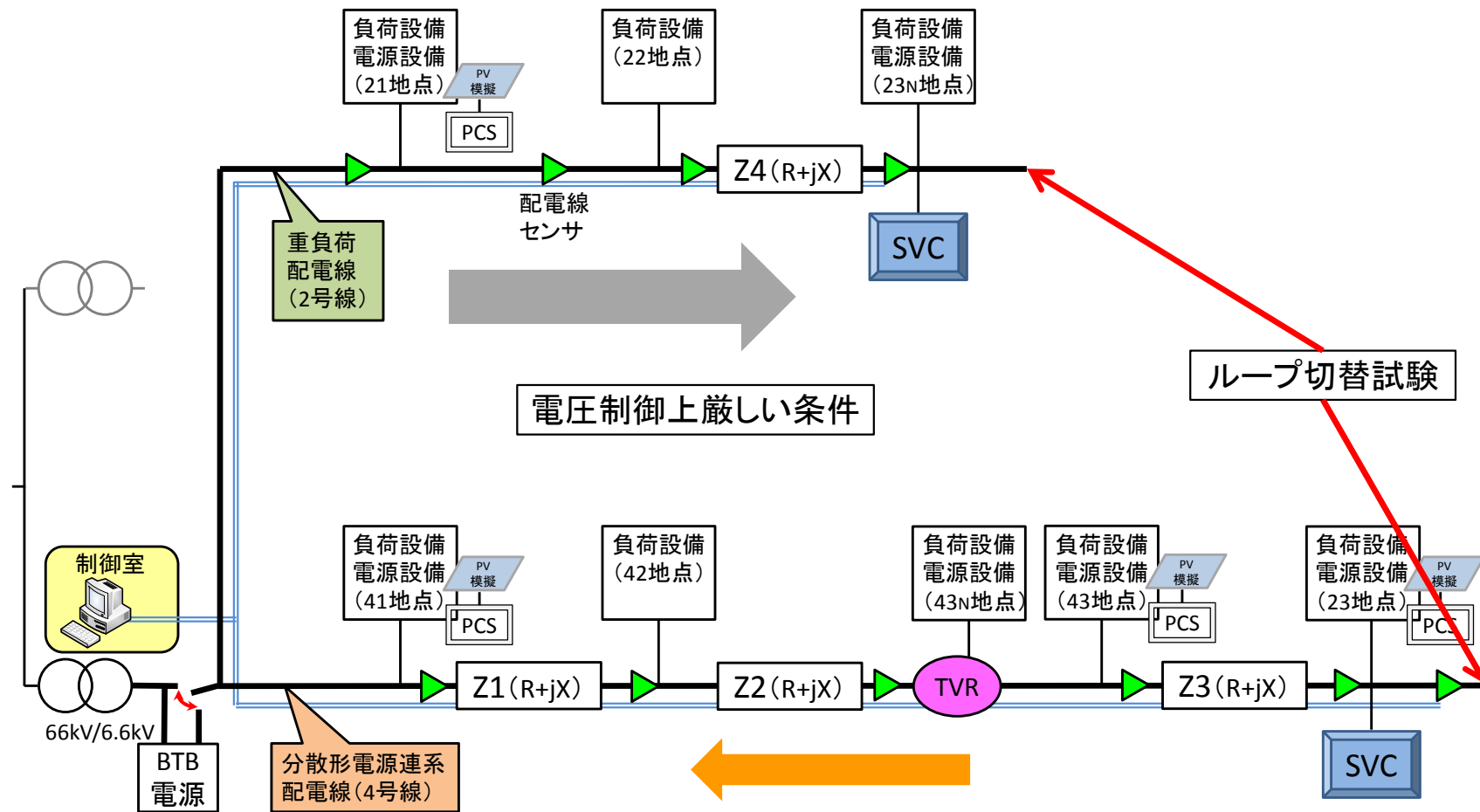
公開



模擬グリッド(赤城)の試験回路(基本システムモデル[1回線])

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

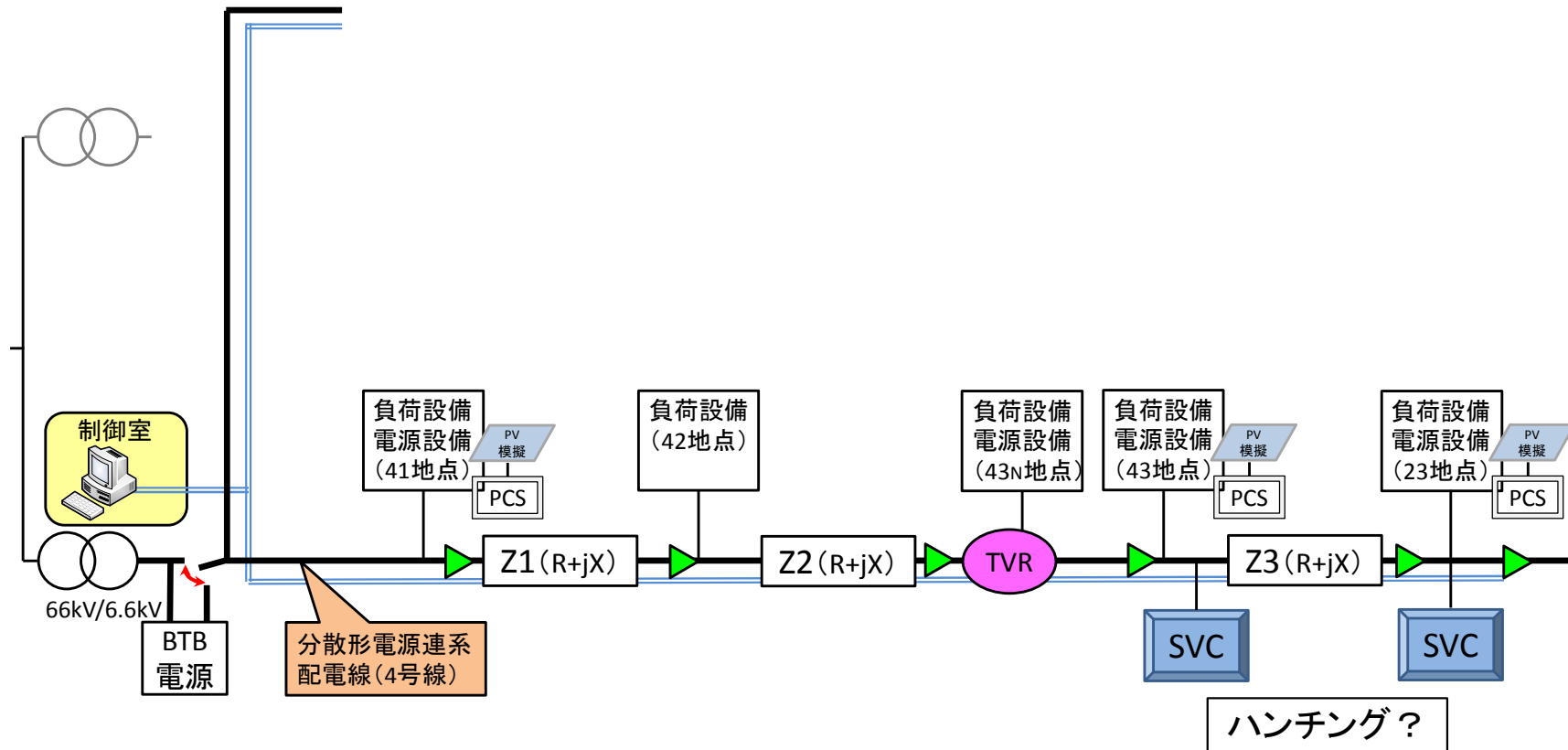
公開



模擬グリッド(赤城)の試験回路(配電バンクモデル[2回線])

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

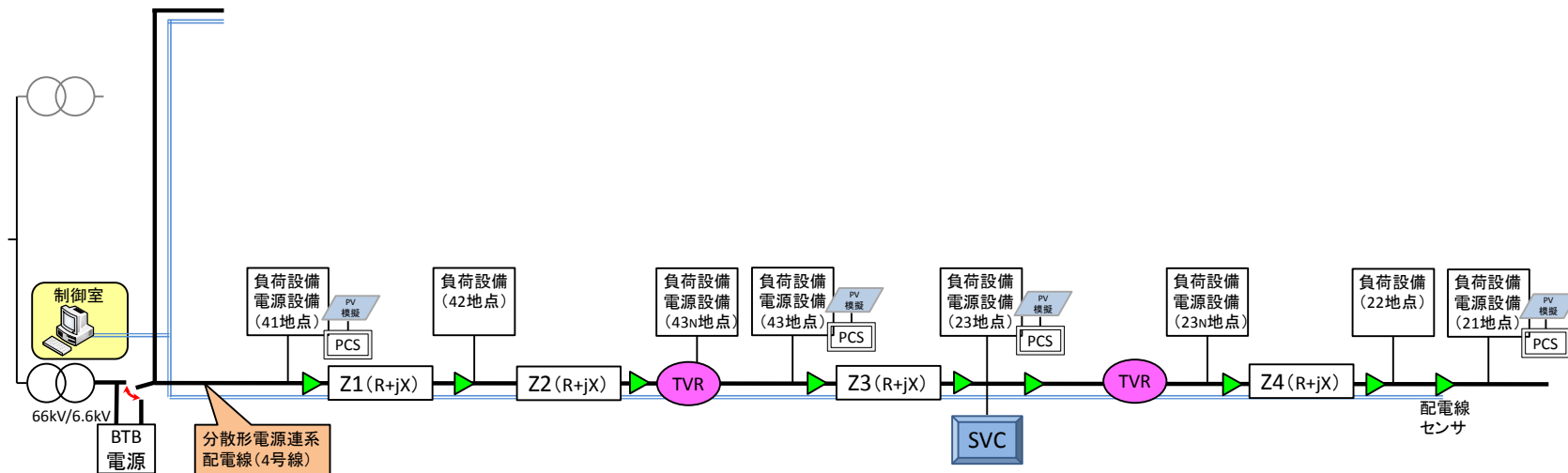
公開



模擬グリッド(赤城)の試験回路(SVCハンチング検証モデル[1回線])

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開



模擬グリッド(赤城)の試験回路(長亘長モデル[1回線])

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

(5) 実グリッドでの実証評価(電中研)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
実グリッド実証項目・方法の検討	再委託先の関西電力と九州電力にて、実グリッド実証の場所の選定と実証項目・評価項目を抽出する。	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(エネ総工研)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
検討作業会の実施	関連業界、大学有識者などをメンバーとする作業検討会を年3回程度実施し評価いただく。	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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

公開

(1) 性能・信頼性評価法の検討(電中研、産総研)

今後の課題と課題解決の見通し			
開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
性能評価法の検討 ・通常時の運転特性 ・ループ切替時の動作特性 ・電力系統擾乱時の動作特性	「通常時」、「ループ切替時」、「系統擾乱時」のそれぞれについて、構築した瞬時値解析モデルに基づいて電圧制御の追従性や制御後の安定性をシミュレーション評価するための評価法、および評価基準を作成する。また、シミュレーション評価を実施する。	平成28年度末までに評価を終える予定であるが、残電圧の少ない瞬時電圧低下試験や、配電系統事故時の動作特性など、条件の厳しい一部の試験は実験室グリッドでは実施が困難。	平成29年度以降の模擬グリッドでの実験結果を基に、瞬時値解析モデルを随時見直し、シミュレーション評価を再実施。
信頼性評価法の検討 ・過電圧等の異常現象への応答試験	配電系統における過電圧等の異常現象に対する制御応答を、ミニモデルを用いた実験を通じて検証するための評価法および評価基準を作成する。また、模擬グリッドにて実験を実施する。	平成28年度末までに評価を終える予定である。実配電システムレベルの電圧階級での評価は不可であるため、ミニモデルとの差分を埋める必要がある。	平成29年度以降の模擬グリッドでの実験結果との比較検討を通じて、電圧階級の違いによる制御応答の差異を確認する。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(2) 配電システムの設計指針の検討(電中研、エネ総工研、横国立大)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
配電制御機器としての要求仕様の検討 ・機器の仕様(EMC等外部環境影響回避面)に関する要求 ・将来の標準化に向けた整理	メーカー工場で評価できない場合には、模擬グリッドにてノイズ測定を行い、研究開発項目①が開発する機器の要求仕様に対する評価を行う。また、次世代機器と現行機器の仕様・性能等の差異を明確化し、将来の一般電気事業者の社内基準の標準化に向けた試験項目を整理する。	模擬グリッドでは、周辺に電力機器、パワエレ機器が散在するため、バックノイズにより評価できない可能性がある。また、これまでの機器開発と規格の変遷の調査・整理を行い、次世代型の直列機器、並列機器に求められる試験内容の整理をする必要がある。	供試機器の停止時と起動時のノイズの差分で推定し、評価することで代用できる。また、ユーザー(電力会社)ニーズ調査結果の反映と、研究項目①と密に連携し協働で取り組むことにより、次世代機器に関する知見を蓄積していくことで達成できる見通し。
電圧制御方式の検討 ・システム構成・運用方式解析・評価	平成28年度の解析結果を踏まえて、太陽光発電などの再エネを大量導入するための最適な電圧調整機器の構成や運用方式を明らかにする。	電圧適正化機能のみの評価は可能であるが、付加価値を考慮した場合の有効性とコスト評価ができない可能性がある。	付加価値のニーズについて、平成29、平成30年度に電力会社に聞き取り調査することで評価可能。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

公開

(2) 配電システムの設計指針の検討(電中研、エネ総工研、横国立大)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
通信性能への要求	国内・海外の配電システム・電力用通信システムに関する動向を調査し、開発機器に求められる性能を明確化する。	欧州を中心とした最新動向の把握を実施する必要がある。また、国内で選定・適用状況が偏る現行パワエレ応用機器の採否の経緯や、機器性能とユーザーニーズのマッチング状況等を継続調査し、今後求められる性能を明確化する必要がある。	海外動向、国内ニーズを総合的に調査・分析することで、真に必要なとされる性能・仕様を明確化ができる見通し。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

公開

(3) 機器事故時の対応法・メンテナンス性評価法の検討(電中研)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
機器故障時の対応法・メンテナンス性評価法の検討	各機器の巡視による故障・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の(案)を作成する。	机上検討だけでは十分な検討ができない部分があり、装柱性、施工性検証により、確認する必要がある。	実機と実配電設備を使った装柱性、施工性検証試験を実施することで十分な検討ができる見通し。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(4) 模擬グリッドでの実証評価(電中研・横国大)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
模擬グリッド実証試験の実施と評価 <small>・機能・信頼性の実証評価</small>	平成28年度までに検討した性能評価項目や信頼性評価項目に従って、実証試験を行い、機器を改善すべき点、評価方法・基準を改善すべき点を抽出し、反映する。特に、実系統・実電圧でないと検証できない項目について優先的に評価を行う。	模擬グリッドの実証試験において、機器の改善点が大量に発生した場合に、実グリッド実証試験に機器の改修が間に合わない可能性がある。	平成28年度に実験室グリッドでの検証試験で、可能な限り改善点を抽出しておくことで、平成30年度の実グリッドまでに改修を間に合わせることが可能。
電圧制御方式の検討	改良した配電系統総合解析ツールで活用できる配電系統モデルを整理して、分散電源の各種導入シナリオに沿った電圧適正化効果を明らかにする。	機器の電圧適正化効果を明らかにするために必要な数値計算シナリオについて、最も電圧条件が厳しいと考えられる農山村地域の配電系統を対象に、既に平成28年度に解析を実行中。平成29年度以降は他の地域の配電系統モデルも対象に、解析を進める予定。	解析を進める中で、新たに必要となる数値計算シナリオは柔軟に追加して実施することで、目標達成できる見通し。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(4) 模擬グリッドでの実証評価(電中研・横国大)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
瞬時値解析モデルの構築	実験室グリッドでの実験検討で得られたデータを活用して、XTAPで利用できる電圧調整機器の瞬時値モデル構築を行う。合わせて配電系統側の瞬時値解析用モデルも構築し、両者を結合する。	平成28年度中に機器の瞬時値モデルと模擬グリッドのモデル化を完了する。平成29年度以降は、模擬グリッドでの実験結果も踏まえて、瞬時値解析モデルの精度向上に取り組む。	機器の瞬時値モデルの精度向上が必要な場合には、平成29年度以降も再度実験室グリッドでの検討を行うことで、目標達成できる見通し。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(5) 実グリッドでの実証評価(電中研)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
実グリッドの整備	研究開発項目①の開発機器を設置できるように、実グリッドを整備する。	研究開発項目①と②の分担を議論した上で実施しないと、作業の過不足が発生する可能性がある。	今後、研究開発項目①と実グリッドを所有する電力会社との調整会議をこれまで以上に実施し、過不足の発生を防止する。
実グリッド実証評価 ・実グリッド実証項目・方法の検討 ・実証試験の実施と評価	実グリッドで評価可能な実証項目を抽出し、実証試験を実施する。特に、実システムでないと検証できない項目について評価を行う。	設置から撤去までに1年間しかないので、実証による検証としては、定常時以外の動作は十分な評価ができない可能性がある。	実グリッドで発生する可能性がある現象について、模擬グリッドでの実証試験や瞬時値解析により、可能な限り評価しておくことで代用できる。

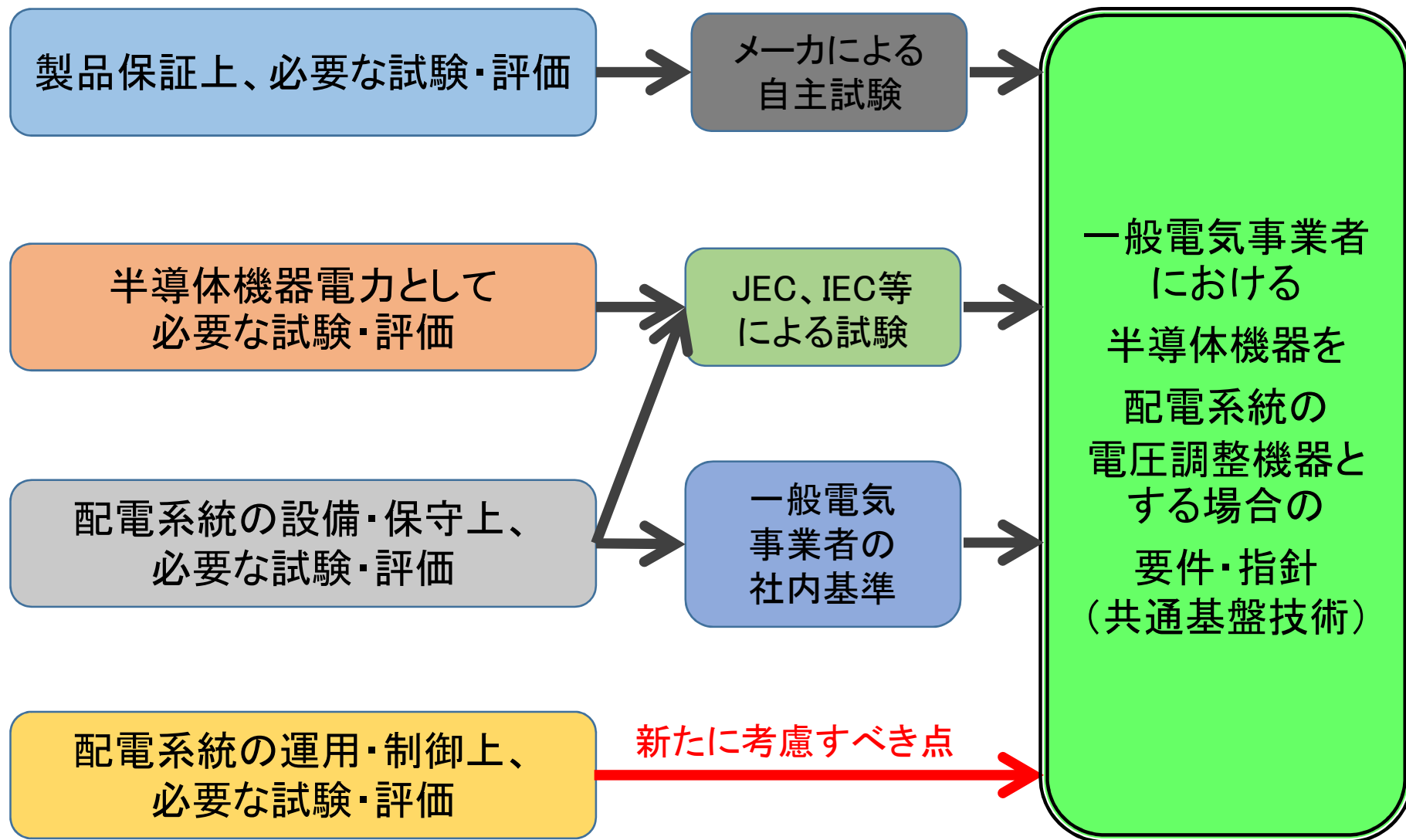
3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

公開

(6) 検討作業会の実施(エネ総工研)

今後の課題と課題解決の見通し			
開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
検討作業会の実施	関連業界、大学有識者などをメンバーとする作業検討会を年3回程度実施し評価いただく。	模擬グリッドおよび実グリッド検証の円滑な実施に向けた的確な助言の享受が必要。	有識者に実機や実フィールドを都度確認いただき、適宜アドバイスをいただくことで解決する見通し。

● 最終の取りまとめのイメージ



◆研究開発項目③の概要

【目的・目標】

現在の状況にとらわれない配電網のあるべき姿を明らかにすることを目的としたフィージビリティスタディを行い、次々世代(2050年(平成62年)頃までを視野)の配電制御システムの将来像を提示する。

そして、提示する最適な配電制御システムの将来像が、一般電気事業者にとって、将来の配電系統の開発・拡充計画を決定する上での指針となることを目標とする。

【具体的な研究開発の進め方】

(1) 国内外の配電系統の状況調査

国内外の太陽光発電に伴う、配電系統の問題を現状調査する。調査した内容は、「(2)新しい配電制御システムの提案」のユースケース絞り込みおよび「(3)電気的特性の分析」のシミュレーション解析に用いる。

(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として、多数のユースケースを提案する。提案したユースケースは、「(3)電気的特性の分析」および「(4)信頼性と経済性の評価」にて詳細な検討を実施する。

(3) 電気的特性の分析

提案されたユースケースについて、シミュレーションによる分析を行い、電気的な優位性を評価する。この電気的評価も併せて、「(4)信頼性と経済性の評価」にて詳細な検討を実施する。

(4) 信頼性と経済性の評価

提案されたユースケースについて、設備コストを算出し電気的評価と併せて、信頼性を考慮した経済性評価を実施する。この結果は「(6)配電制御システム将来像の提示」にて取りまとめを行う。

(5) 検討作業会、(6) 配電制御システム将来像の提示

検討作業会にて、実施項目の総合的な審議、提言等をいただく。審議内容は、各実施項目にフィードバックし反映させる。さらに電気的分析・経済性評価された内容の取りまとめを行い、配電制御システム将来像の提示を行う。

◆ 研究開発項目③の成果の意義

前述の進め方のおりに配電制御システム将来像を提示することは、一般電気事業者にとって、将来の配電系統の開発・拡充計画を決定する上で、下記の利点が見込まれる。

< 利点 >

・最適な対策案が選定可能

諸条件(地域特性、PV設置箇所、検討対象エリア)を特定した後、PV導入率から各対策の対策費用と、PV導入限界量を把握し、最適な対策案を選定することが効率良く出来る。

・短期的な検討と中長期的な検討が可能

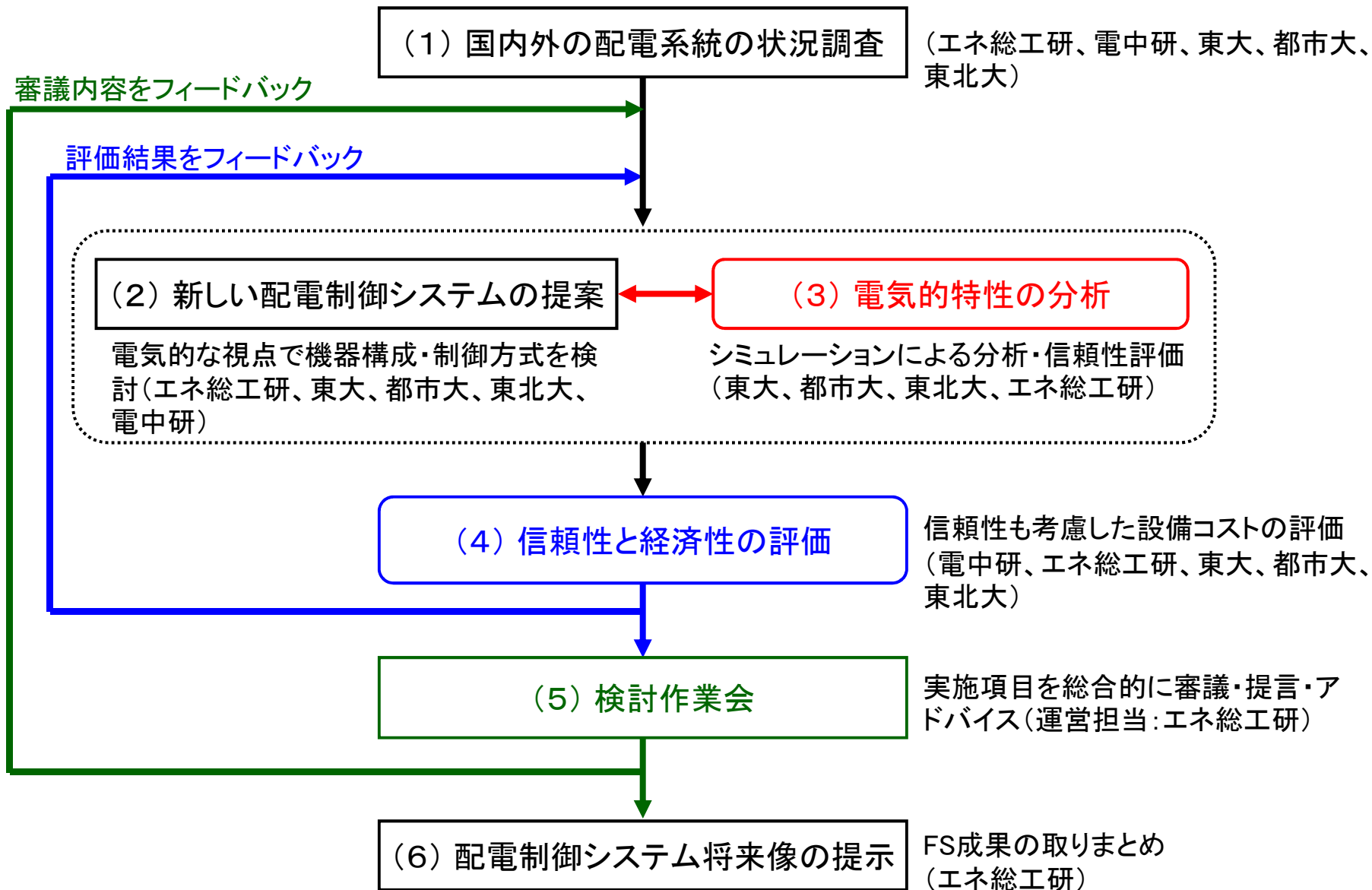
PV導入率と年経費の関係性から最終的なPV導入率を想定しながら、最適な配電系統の検討が可能となる。さらに、配電用変圧器単位や配電用変電所単位のような広範囲で配電系統の将来像を見通すことができるため、中長期的な広範囲での視野を踏まえた上で、個々の検討が可能となる。

・配電線の多様性に対応可能

配電線は地域によっても多様性があり、さらには一般送配電事業者によっても配電線の設備形成に対する考え方が様々である。本事業の成果によって一般送配電事業者や検討対象に依らず、普遍的な検討が可能であるため幅広く活用されることが期待される。

今までにこのような判断出来る資料は無く、本検討は2050年(平成62年)断面での検討のため、一般送配電事業者が次世代の2030年(平成42年)のベストミックス(再エネ比率22~24%)以上の再エネが導入される場合(次々世代:2050年断面)の対応策を検討・判断するための資料として役立つことを目指す。

◆研究開発項目③の実施イメージと実施項目の関係



3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

(1)国内外の配電系統の状況調査(エネ総工研・電中研・東大・東京都市大・東北大)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
文献およびヒアリングによる配電技術、配電系統の状況に関する調査	最新の配電系統、配電系統に係る研究や取り組みについて、国内外の調査を行い、現状および将来の配電系統の技術課題について、整理を行う。	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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

< 欧州配電システムとPV導入下での課題 >

- ・主に中圧(20kV)・低圧(400V)の電圧上昇問題を、PVの導入が多い国を中心に調査
- ・PV大量導入による電圧逸脱は欧州でも中圧および低圧で課題となっている。

特に低圧システムではPV大量導入上の主要な問題

(基準電圧が高い分、カバーするエリアが広域。例えばドイツの低圧線路長は100～500mが標準的で、長いものは数km)

< 欧州配電システムでの既存の対策 >

- ・中低圧では変圧器タップ切り替え
- ・系統接続変更
- ・有効・無効電力制御

< 米国配電システムとPV導入下での課題 >

- ・地域の電力会社により中圧/低圧の電圧階級が異なるが、カリフォルニア州やハワイ州12kV(中圧)配電システムへのPV大量導入に伴う電圧上昇が実問題となっている

< 米国配電システムでの既存の対策*1 >

- ・配電システムのアップグレード(変圧器増設、太線化など)
- ・電圧制御機器の高度化(SVCなどの機器追加というよりは、主にタップの設定変更)
- ・PVスマートインバータの制御

*1 Hawaiian Electric, Maui Electric, Hawai'i Electric Light, "Distributed Generation Interconnection Plan (DGIP) (2014)"

<PVホスティングキャパシティの解析手法>

欧米でのPV導入可能量の検討において、“Hosting Capacity”^{*2}の概念が広く用いられている。「ホスティングキャパシティは、既存の制御と配電系統の形状の下で、系統運用(信頼性や電力品質)に悪影響を及ぼさないで導入できる最大のPV量として定義される」^{*3}

算出方法: 電圧・電流・高調波・事故電流などの各制約条件に対してそれぞれ導入可能量を算出し、その最小値をホスティングキャパシティとする。

⇒電気的特性分析の結果を経済性分析に利用する際の、PV導入可能量の算定にホスティングキャパシティを利用する。

^{*2} “Hosting Capacity”は、2004年にEU-DEEPプロジェクトの中で提案され、いくつかの国で解析が行われている^{*4}
米国ではEPRIが継続的に分析方法の研究を進めている

^{*3} EPRI: “Stochastic Analysis to Determine Feeder Hosting Capacity for Distributed Solar PV”, No.1026640 (2012)

^{*4} N. Etherden et. al., “The Transparent Hosting-Capacity Approach-Overview, Applications and Developments-”, CIRED2015, No,654

<電圧階級に関する内容>

- ・欧州では電圧問題への対処法の一つとして、系統のより高圧階級からの給電が選択肢として存在はしていないわけではないが、その効果の詳細な検討や、昇圧を積極的に位置づける研究例は見当たらなかった。
- ・米国ではPV大量導入に対する対策として、設備のアップグレードが指摘されているが、その中に昇圧や電圧階級に関する指摘はなかった。

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

(2)新しい配電制御システムの提案(エネ総工研・東大・東京都市大・東北大・電中研)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
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として、さまざまな配電機器構成や制御・通信方式を想定した、多数のユースケース(シナリオ)を提案する。	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、配電システムの幹線部分に沿って、22kV配電線を新設する「配電システムの部分昇圧(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「配電システムの制御高度化(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。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

<配電系統の高度化について検討>

- 面的に大量の機器が分布する配電系統において、需給の相互制御に過度に依存する配電系統を志向した場合、制御不調時には想定外の供給支障に発展するリスクが増大することが懸念される
- 当該リスク回避の観点からは、将来配電系統において、需要側と系統側がそれぞれの責任範囲を区分し、それぞれの責任範囲において可能な制御・保護、管理を実施し、補完するといった**シンプルかつロバストな役割分担に基づく設備形成と運用を志向**することが配電系統高度化のあるべき姿ではないか



<配電系統高度化のあるべき姿>

現状の設備増強で対応していくのではなく、配電系統を簡素化させていく。検討にあたっては、**経済性および省メンテナンス化の観点(経済性、保守性)**が重要となる。またリスク回避の観点からは、**シンプルかつロバストな設備形成と運用(信頼性、拡張性)**を志向する。

上記を踏まえ、次々世代の配電制御システムの将来像を検討するにあたり、次の4つの観点から検討

キーワード	内容	具体的な該当事象など
信頼性	現在の配電系統と同等以上の信頼性を有すること	電力品質(適正電圧の維持など)、供給信頼度
経済性	設備の構築と運用において経済性を有すること	建設コスト、維持および運用コスト
拡張性	既存の接地体系を維持しつつ、今後の情勢変化に対応可能な技術的拡張性を有すること	安全性の担保、標準規格への適合
保守性	保守作業要員の確保が困難化する将来も想定し、保守容易性と省メンテナンス性が反映されていること	信頼度維持に必要な設備数の極小化、工法の簡素化・省力化

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

新しい配電制御システムについて、現時点で将来の実現可能性があると思われる範囲内で、以下の3ケースに分類する。

- ・直流配電システムの導入
- ・配電システムの部分昇圧
- ・配電システム制御の高度化(電圧調整機器など)

そのうち、現行の配電システムで使用されていない「直流配電システムの導入」について、4つのキーワードの観点から整理したものの、特に接地や保護協調の抜本的な見直しが必要であり、拡張性が懸念されることから、本研究開発項目では、「直流配電システムの導入」に関する詳細な検討(電気的特性分析・経済性評価)は行わないものとする。

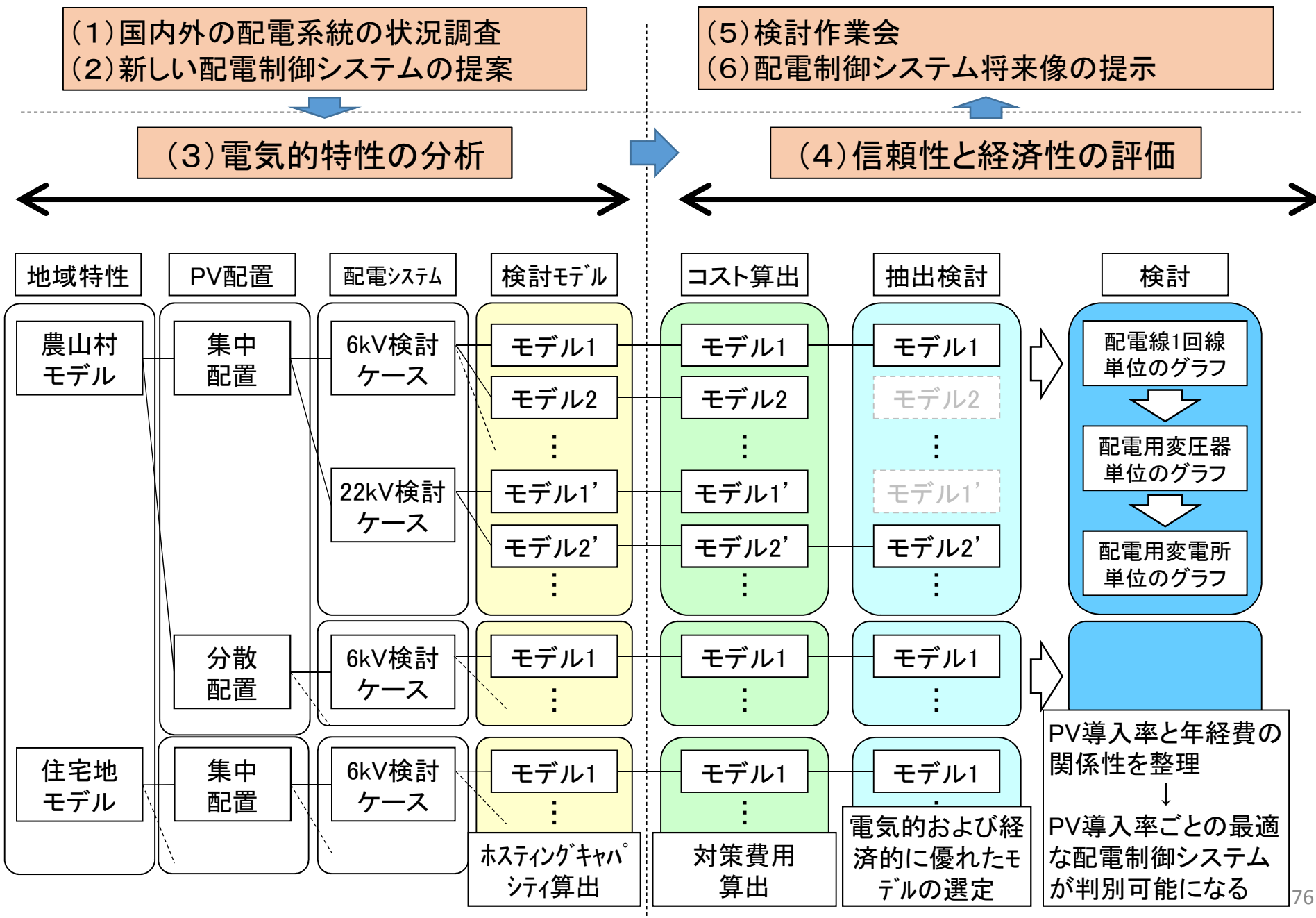
以上を踏まえ、配電システム高度化に向けて、以下の2つのケースに絞り、検討を実施

- ・配電システムの部分昇圧(一例として現行使用されている電圧階級22kVを含むケース)
 - －既設の配電システムの幹線部分に、一例として現行使用されている電圧階級の22kV配電線と配電塔を新設し、配電塔以降は、既設の6.6kV配電設備を利用して送電を行うケース
- ・配電システムの制御高度化(電圧階級6 kVのケース)
 - －既設の配電システムに、新たに電力調整機器や無効電力調整機器を新設し、送電を行うケース

なお、次々世代(2050年頃を視野)の配電システムを検討するにあたっては、研究開発項目①、②の次世代配電機器等の情報を把握し、次世代の配電システムを想定した上で、次々世代の配電システムを検討する。

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開



3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

(3) 電気的特性の分析(東大・都市大・東北大・エネ総工研)

開発成果と達成度

主な内容	中間目標	成果	達成度
提案されたユースケースの電気的特性(静特性、動特性)分析による技術的優位性評価	常時および非常時の配電系統解析シミュレーションによってその電気的な静特性および動特性について、通信技術やIT開閉器の利用も考慮した分析を実施し、技術的優位性を評価する。	<p>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対して過酷な条件となる末端集中配置と、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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である。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である。</p>	○

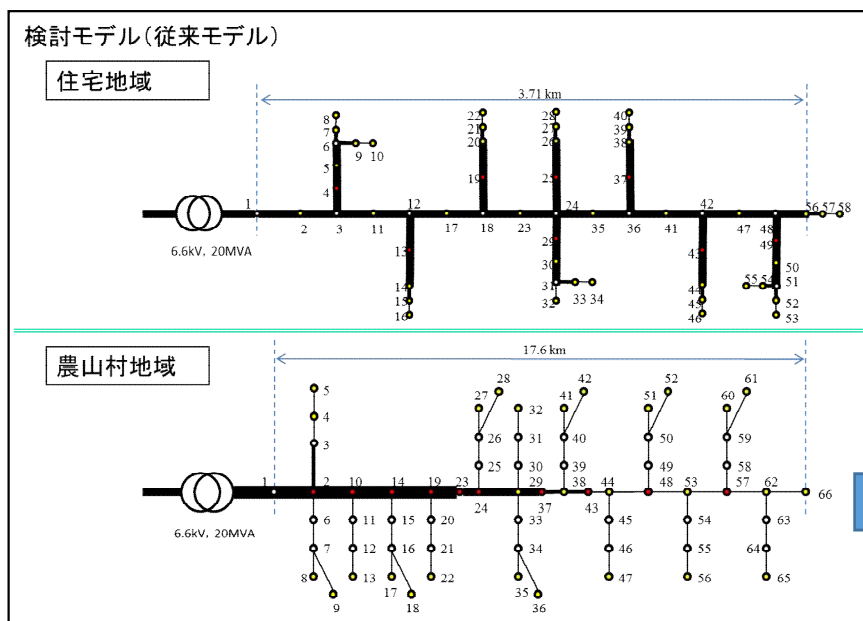
3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

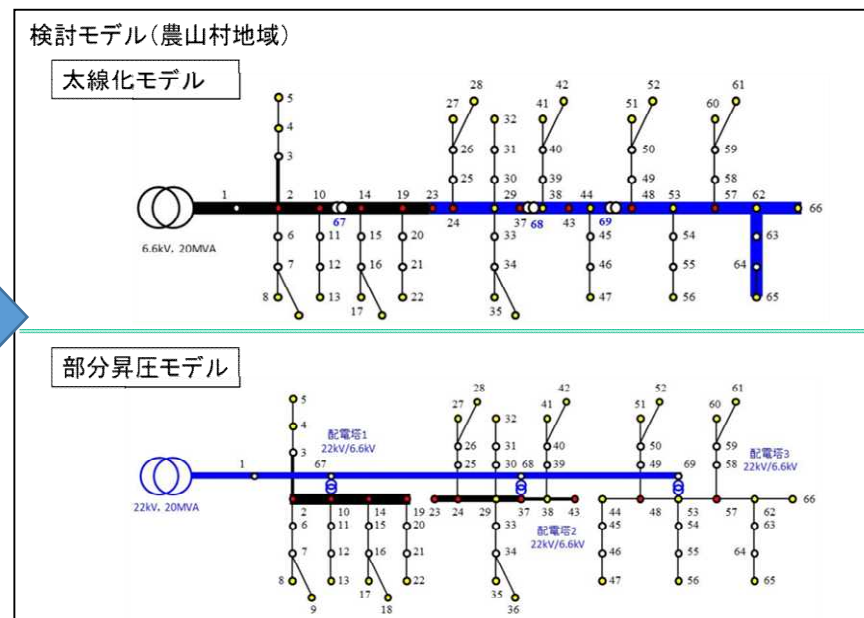
電気的特性分析では、「地域特性」や「PV設置箇所」により、様々な配電線特性を考慮した検討を実施する。さらに、それぞれの条件下において、検討モデルが複数存在し、全ての検討モデルを経済性評価と併せて評価するため、全ての検討モデルに対して、ホスティングキャパシティを算出する。

次にホスティングキャパシティ算出に使用した検討モデルの一例を示す。

従来モデルの一例



対策モデル(太線化、部分昇圧)の一例



3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

ホスティングキャパシティは、電圧制約、電流制約、電圧安定性の基準を全て満たす最大のPV導入量として算出。一例として農山村地域のPV集中配置におけるホスティングキャパシティを以下のとおり示す。

	対策※1 (PCSの力率1.0)	熱容量※2 [kVA]	ホスティングキャ パシティ[kW]	違反 要因※3
6.6 kV ケ ー ス	(1) 従来系統	1000	300	電圧
	(2) 末端200sq	1000	600	電圧
	(3) 幹線200sq	1000	600	電圧
	(4) 連系200sq	4200	1000	電圧
	(5) Q = 300	4200	3200	電圧
	(6) Q = 600	4200	3600	電圧安定性
	(7) Q = 900	4200	3100	電圧安定性
	(8) 幹線400sq	4200	4000	電圧安定性
	(9) 連系400sq	5000	4000	電圧安定性
	(10) Q = 300	5000	3600	電圧安定性
	(11) Q = 600	5000	3300	電圧安定性
	(12) Q = 900	5000	2800	電圧安定性
22 kV ケ ー ス	(13) 部分昇圧	1000	300	電圧
	(14) 部分昇圧(200sq)	4200	2000	電圧
	(15) 部分昇圧(400sq)	5000	5000	

[※1対策]

末端200sq, 400sq	幹線の末端部分を200sq, 400sqに太線化
幹線200sq, 400sq	幹線全てを200sq, 400sqに太線化
連系200sq, 400sq	幹線に加えて、PV連系箇所まで200sq, 400sqに太線化
Q=300, 600, 900	連系200sq, 400sqに加えて、PV連系箇所に無効電力300var, 600var, 900varを注入
部分昇圧 (200sq, 400sq)	配電塔からPV連系箇所まで200sq, 400sqに太線化

[※2熱容量]

各対策において配電変電所からPV連系箇所までの配電線路の許容電流容量から導かれる最大供給量

[※3違反要因]

電圧制約: 全ての低圧負荷ノードの電圧が $101 \pm 6V$ 以内である

電流制約: 線路電流が配電線の電流容量を超過しない

電圧安定性: 電圧不安定現象が発生しない 79

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

(4)信頼性と経済性の評価(電中研・エネ総工研・東大・東京都市大・東北大)

開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
提案されたユースケースの信頼性、経済性評価	長期間(一年～数十年)を想定した経済性、信頼性の評価を行うとともに、これらの結果を比較し、費用対効果の評価も行う。	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である。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

電気的特性分析を行った全ての検討モデルに対してコスト算出を行い、電気的にも経済的にも優位性のある検討モデルの検討を実施する。最終的には各条件ごとに複数の検討モデルが選定され、PV導入率と対策費用の関係から、最適な配電制御システムが提示される。

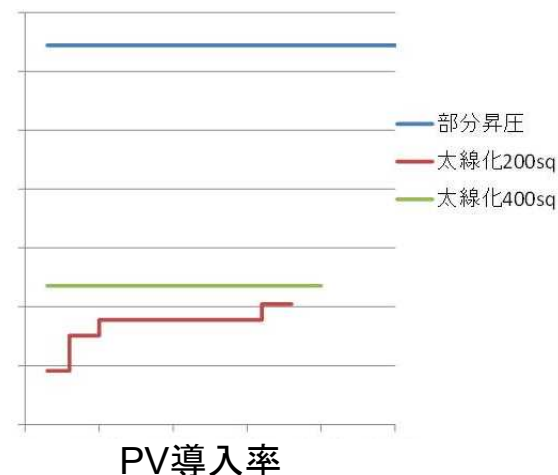
電気的特性分析においてホスティングキャパシティを算出した、各検討モデルの経済性評価

	対策 (PCSの力率1.0)	ホスティングキャ パシティ[kW]	違反 要因	対策費用 (年経費)
6.6 kV ケ ー ス	(1) 従来系統	300	電圧	低い
	(2) 末端200sq	600	電圧	
	(3) 幹線200sq	600	電圧	
	(4) 連系200sq	1000	電圧	
	(5) Q = 300	3200	電圧	
	(6) Q = 600	3600	電圧安定性	
	(7) Q = 900	3100	電圧安定性	
	(8) 幹線400sq	4000	電圧安定性	
	(9) 連系400sq	4000	電圧安定性	
	(10) Q = 300	3600	電圧安定性	
	(11) Q = 600	3300	電圧安定性	
	(12) Q = 900	2800	電圧安定性	
22 kV ケ ー ス	(13) 部分昇圧	300	電圧	高い
	(14) 部分昇圧(200sq)	2000	電圧	
	(15) 部分昇圧(400sq)	5000		

以下選定理由より赤枠のモデルを選定

- ・対策費用(年経費)が増加したにも関わらず、ホスティングキャパシティが減少しているものは除外
- ・同じホスティングキャパシティであれば、対策費用(年経費)が安い方を選択

対策費用(年経費)



PV導入率
※PV導入率
=PV導入量(kW) / 負荷量(kW)

- ・PV導入率と、各検討モデルの年経費の関係性を整理
- ・上図から、PV導入率ごとの、各検討モデルの優劣が判断可能となる

以上のように一例として、農山村地域のPV集中配置における配電線1回線単位での電気的特性および経済性評価を示した。次に、検討範囲を配電線1回線単位のみでなく、配電用変圧器単位や、配電用変電所単位においても評価できるよう検討を行う。

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

配電用変圧器単位、配電用変電所単位の算出方法

配電線1回線単位のホスティングキャパシティ算出結果から配電用変圧器単位、配電用変電所単位を検討

配電用変圧器単位

PV導入率	配電線1	配電線2	配電線3	配電用変圧器容量
	対策A					
		対策A				
			対策A			

PV導入率を増加させ、各配電線に対策を実施した場合の対策費用に加え、配電用変圧器の揚替分も考慮し、経済性評価を行う

配電用変電所単位

PV導入率	配電用変圧器1			配電用変圧器2			...		変圧器容量		
	配電線1	配電線2	...	配電線1	配電線2	...	配電線1	...	変圧器1	変圧器2	...
	対策A										
				対策A							
							対策A				

PV導入率を増加させ、各配電線に対策を実施した場合の対策費用に加え、配電用変圧器の揚替分も考慮し、配電用変電所全体での経済性評価を行う

上記のように配電線の対策費用のみならず、配電用変圧器の対策費用も考慮した経済性評価を実施する。但し、配電用変圧器、配電用変電所における前提条件(配電線回線数、配電変圧器数・容量等)は様々なため、複数の前提条件下で検討を行い総合的に評価を実施する。



このように配電線1回線単位、配電用変圧器単位、配電用変電所単位を全ての諸条件(地域特性、PV設置箇所)において検討する

3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

(5) 検討作業会(エネ総工研)

(6) 配電制御システム将来像の提示(エネ総工研)

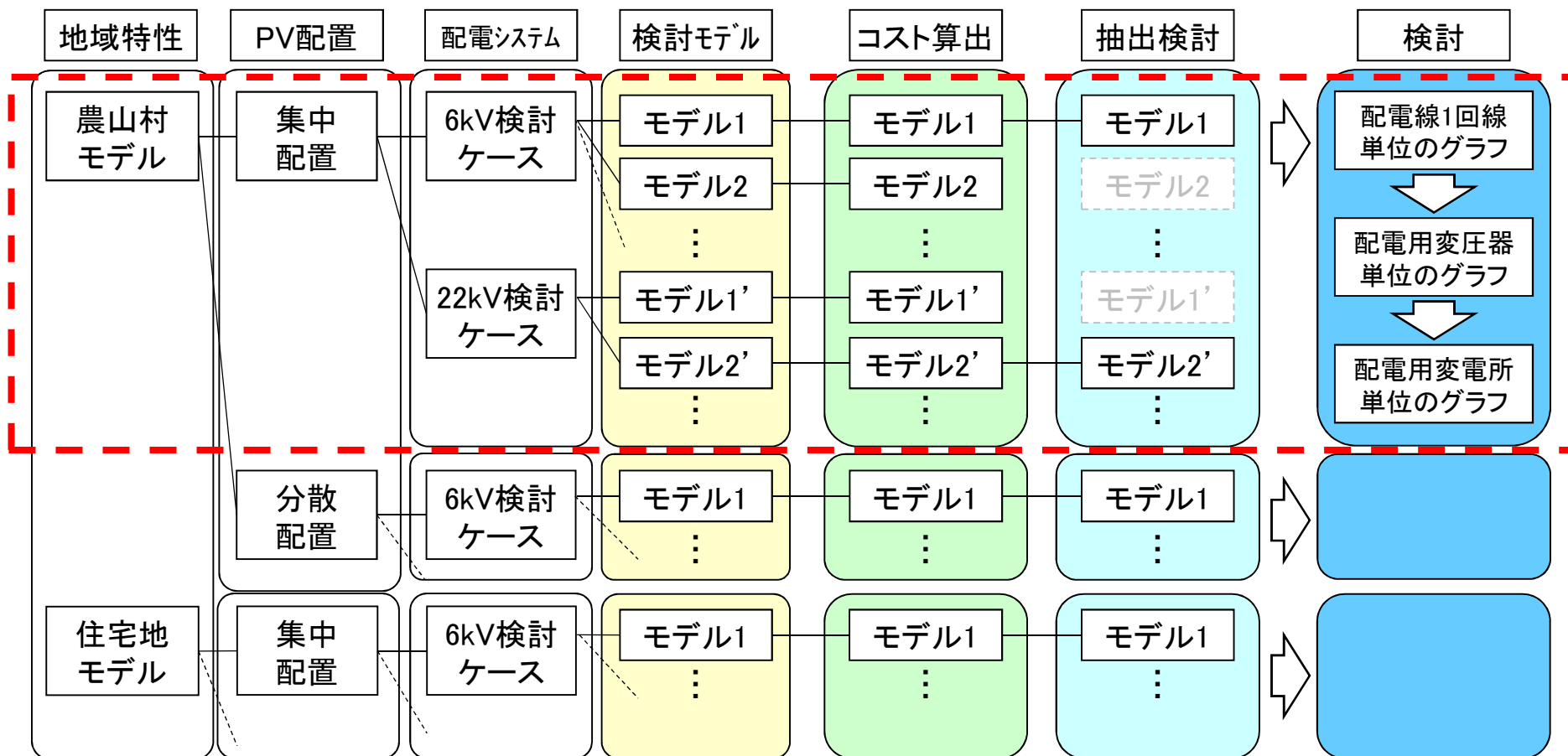
開発成果と達成度			
主な内容	中間目標	成果	達成度
総合的な評価に基づく配電制御システム将来像の提示	系統条件ごとに有識者から構成される検討会の意見や評価結果を踏まえ、ユースケースを整理し、条件に応じて最適な配電制御システムの将来像を提示する。	検討委員会は平成26年度は2回、平成27年度は3回、平成28年度は1回を開催した。平成28年度については引き続き検討委員会の開催を予定である。 最適な配電制御システムは、22kV検討モデルと6kV検討モデルの検討を行い、電気的特性分析で優れている22kV検討モデルについて、条件によっては経済性が成り立つことが判明した。今後はさらに配電線特性(地域特性、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である。	○

◎:既に達成、○:今年度中に達成予定、△:今年度中に一部未達予定、×:今年度未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

下図の赤枠で囲んだケースを代表例(農山村地域、PV集中配置、配電線1回線単位の評価)として、検討結果を次頁に示す。



3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

配電制御システム将来像の提示(農山村地域、PV集中配置、配電線1回線単位の評価)

ケース 1-1-1

【 諸条件 】
 地域特性：農山村地域
 PV設置箇所：集中配置(末端)
 検討範囲：配電線1回線

【 検討結果 】

対策 (PCSの容量1.0)	本ステップキャパシティ(kW)	違反要因	対策費用 (年経費)
(1) 従来系統	300	電圧	低い
(2) 末端200sq	600	電圧	
(3) 幹線200sq	600	電圧	
(4) 連系200sq	1000	電圧	
(5) Q=300	3200	電圧	
(6) Q=600	3600	電圧安定性	
(7) Q=900	3100	電圧安定性	
(8) 幹線400sq	4000	電圧安定性	
(9) 連系400sq	4000	電圧安定性	
(10) Q=300	3600	電圧安定性	
(11) Q=600	3300	電圧安定性	
(12) Q=900	2800	電圧安定性	
(13) 部分昇圧	300	電圧	高い
(14) 部分昇圧(200sq)	2000	電圧	
(15) 部分昇圧(400sq)	5000	電圧	

6.6kV 検討モデル

22kV 検討モデル

・「6kV 検討ケース」にて連系可能な PV 導入率範囲では、「6kV 検討ケース」の方が経済的に優位である
 ・「6kV 検討ケース」にて連系可能な範囲を超えた範囲においては、「22kV 検討ケース(部分昇圧+太線化)」のみ連系可能である

【 留意事項 】
 ・配電線1回線単位の経済性評価では、新設の配電用変圧器66k/22kの容量を十分に使用していないため、22kV 検討ケースが比較的経済性評価が高い結果となっている

I 諸条件
 地域特性：農山村地域
 PV設置箇所：集中配置(末端)
 検討範囲：配電線1回線単位

II 検討結果
 PV導入率と年経費を表示
 ・「6kV検討ケース」にて連系可能なPV導入率範囲では、「6kV検討ケース」の方が経済的に優位である
 ・「6kV検討ケース」にて連系可能な範囲を超えた範囲においては、「22kV検討ケース(部分昇圧+太線化)」のみ連系可能である

III 留意事項
 ・配電線1回線単位の経済性評価では、新設の配電用変圧器66k/22kの容量を十分に使用していないため、22kV検討ケースが比較的経済性評価が高い結果となっている

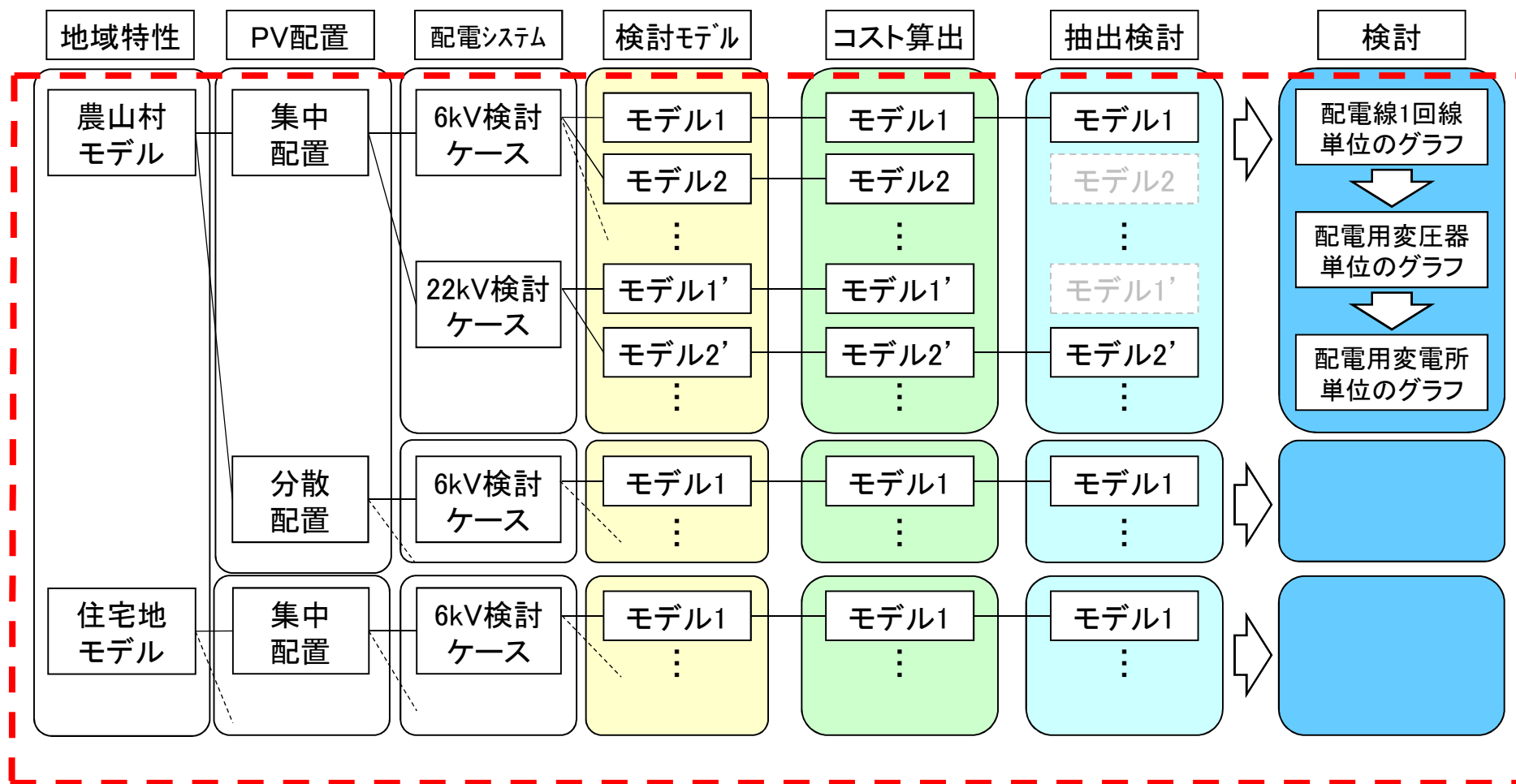
配電用変圧器単位や配電用変電所単位でも同様に、配電制御システム将来像の提示を行う

85

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

赤枠で囲んだ全体のケースを平成28年度中に実施し、年度内にとりまとめる。



3. 研究開発成果 (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

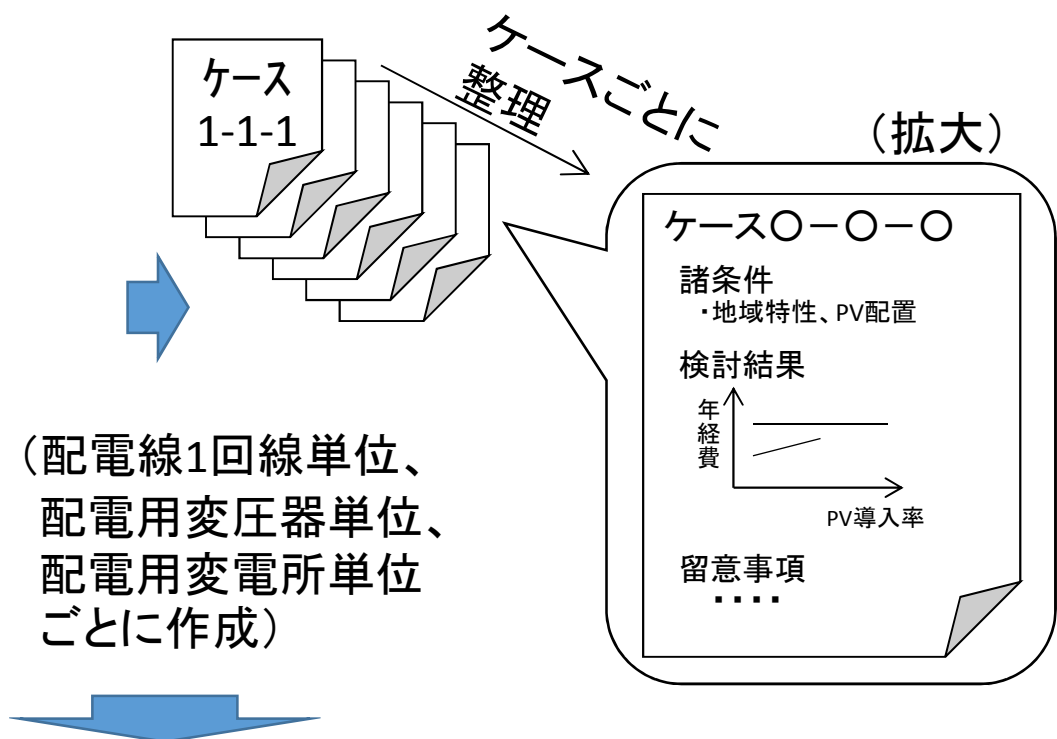
考察

前述のとおり、地域特性やPVの設置箇所などの諸条件ごとに検討し、最終的には全ての諸条件において、PV導入量と年経費の関係性を提示する

<条件整理>

地域特性	PV配置	ケース番号
農山村モデル	集中配置	ケース 1-1-1
農山村モデル	分散配置	ケース 1-2-1
住宅地モデル	集中配置	ケース 2-1-1
住宅地モデル	分散配置	ケース 2-2-1
モデル	配置	2-2-2
モデル	配置	2-2-3

(各ケースにおける検討結果)



農山村地域や住宅地域の成果をとおして、全体の考察を実施

<活用方法>

一般電気事業者は、PV大量導入される配電系統の開発・拡充計画時の検討において、PV導入率から各対策の対策費用とPV導入限界量を把握し、最善の対策方法を効率よく決定する事ができ、本成果が各種の判断材料(指針)となる。

一方、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、未来の配電システムについて、最終的な検討が困難な状況。

加えて、次々世代は更なる再エネの拡大や徹底した省エネが見込まれる。



配電システムからの上位システムへ逆潮流もさらに増加し、バンク逆潮流だけでなく変電所逆潮流も含めた上位システムを考慮した上で、配電システムにおける電力需給を考える必要がある。

その際の全体としての課題は下記の通り。

課題1

- ・配電システム内で電力需給を管理する場合の配電システムモデル検討
(一例: 上位システムと配電システムに設置する蓄電設備の容量比率、設置箇所等を考慮し、対応策の最適な配電システムモデルを検討する)

課題2

- ・複数変電所範囲での配電システム構成の検討
(一例: 面的かつ大量に再エネが導入された場合の他バンクからの供給ルートの変更や、バンク構成(容量、配置)の見直し等を視野に入れたケースの検討を行う)

今後、平成29年度、30年度でこの課題を検討し、最終的な配電制御システム将来像をとりまとめる。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(1) 国内外の配電系統の状況調査

(エネ総工研・電中研・東大・東京都市大・東北大)

今後の課題と課題解決の見通し			
開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
文献およびヒアリングによる配電技術、配電系統の状況に関する調査	最新の上位系統を考慮した配電系統、配電系統に係る研究や取り組みについて、国内外の調査を行い、現状および将来の配電系統の技術課題について、整理を行う。	電力需給に関連した蓄電技術動向について調査・整理を行う。 将来の需要動向について、充電需要など調査・整理を行う。	国内学会や国際会議などに参加して国内外の最新の研究開発に関する情報を収集する見込みである。

(2) 新しい配電制御システムの提案

(エネ総工研・東大・東京都市大・東北大・電中研)

今後の課題と課題解決の見通し			
開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
技術的、経済的な観点を想定し、上位系統を考慮した配電制御システムに係るユースケースの提案	新しい配電制御システムとして、多数のユースケース(シナリオ)を提案する。	上位系統制約を考慮した配電システムモデルの検討を行う。 複数変電所範囲での配電システムモデルの検討を行う。	年間の電力需給バランスを管理した配電システムモデルを検討する見込みである。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(3) 電気的特性の分析(エネ総工研・東大・東京都市大・東北大)

今後の課題と課題解決の見通し			
開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
提案されたユースケースの電気的特性(静特性)分析による技術的優位性評価	配電系統解析シミュレーションによってその電気的な静特性について分析を実施し、技術的優位性を評価する。	蓄電設備を導入した場合の年間の電力需給バランスを加味した検討を行う。 複数変電所範囲での年間の電力需給バランスを加味した検討を行う。	各諸条件を考慮し、配電系統解析シミュレーションにより電力需給バランスも加味した解析を実施予定である。

(4) 経済性の評価

(電中研、エネ総工研・東大・東京都市大・東北大)

今後の課題と課題解決の見通し			
開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
提案されたユースケースの経済性評価	経済性の評価を行うとともに、これらの結果を比較し、費用対効果の評価も行う。	電気的特性分析を実施した多数のユースケースに対して経済性の評価・検討を行う。 複数変電所範囲も含めた経済性の評価・検討を行う。	多数のユースケースに対して将来的な価格推移を考慮した経済性評価を実施予定である。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

(5) 検討作業会(エネ総工研)

(6) 配電制御システム将来像の提示(エネ総工研)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題達成の見通し
上位システムを考慮した総合的な評価に基づく配電制御システム将来像の提示	系統条件ごとに有識者から構成される検討会の意見や評価結果を踏まえ、ユースケースを整理し、上位システムを考慮した最適な配電制御システムの将来像を提示する。	電气的分析および経済性評価において最適な配電システムモデルの検討を行う。	複数の配電システムモデルの電气的分析および経済性評価から最適な配電システムモデルの検討を実施予定である。

◆成果の普及

学会発表等については、特許の想定や機密性の高い情報の取り扱い等を考慮しつつ、成果普及の観点から情報発信を実施。

また、特許出願については、実用化・事業化を想定し、戦略的に特許化が必要と判断したものは出願するとともに、国内出願、海外出願についても、市場動向や費用対効果等を踏まえつつ選択。

※平成28年度9月末現在

年度	H26	H27	H28	計
特許出願(海外)	0	11(0)	7(0)	18(0)
学会発表、論文 (査読付)	0	8(0)	8(0)	16(0)
講演、その他	0	0	1	1

※特許出願については、全て研究開発項目①の実施者によるもの。

講演、その他の1件は、10月に展示会出展を予定しているもの。

4.成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

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

研究開発項目①「次世代電圧調整機器・システムの開発」

◆実用化・事業化の定義

本事業で開発された電圧調整機器等が販売・利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること

成果の実用化可能性

高圧側の対策機器であるSVC、次世代TVR(CVC)については、プロジェクトの4年目以降に模擬グリッド、実グリッドの実証を行う予定。

また、低圧側の対策機器であるAVR付柱上変圧器ユニットについては、昨今のニーズの高まりも踏まえ、今後は、自社で実用化、事業化に向けた開発を前倒しで行い、事業化への展開を図る。

本プロジェクトは、模擬グリッド及び実グリッドでの実証まで実施する計画であることから、本プロジェクト期間内に実用化は達成される見込み。

事業化までのシナリオ

各実施者ともに本プロジェクト終了後3年以内(2020年(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、事業化への移行を速やかに進める。

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

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」

◆実用化・事業化の定義

本事業で開発された成果が、関連する業界や企業等で活用されること

成果の狙い

本研究開発項目の成果は、再生可能エネルギーの普及促進に向けた系統側対策技術および機器の円滑な導入を目的として、配電システムの電圧上昇・変動対策機器に関する仕様、特性、および機能などの共通基盤の要件を、一般電気事業者の標準仕様化に資するデータとなり得ることを狙いとしている。

成果の普及に向けた計画

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。

H30FY (2018)	H31FY (2019)	32FY (2020)	33FY (2021)	34FY (2022)	35FY (2023)
○	→	▲	→	▲	
		機器の導入			

○: NEDO事業終了 ▲: 社内基準への反映

「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。

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

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」

◆実用化・事業化の定義

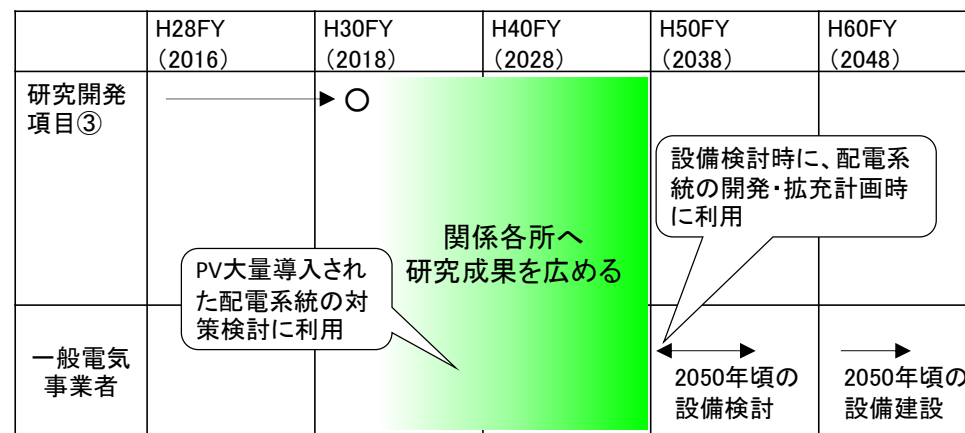
本事業で開発された成果が、関連する業界や企業等で活用されること

成果の狙い

本研究開発項目の成果(次々世代(2050年(平成62年)頃までを視野)の配電システムのあり方)は、一般電気事業者が将来の配電システムの開発・拡充計画を決定する上での指針として活用されることを狙いとしている。

成果の普及に向けた計画

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。



○: NEDO事業終了

「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」と相互連携して取組を実施。