

# 「電力系統出力変動対応技術研究開発事業／(Ⅰ)風力発電予測・制御高度化(Ⅱ)予測技術系統運用シミュレーション」 (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)

NEDO

スマートコミュニティ部

平成28年10月18日

## 発表内容

	評価軸の中項目	ポイント
I. 事業の位置づけ・必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)事業の目的の妥当性</li> <li>(2)NEDOの事業としての妥当性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・政策的な重要性、状況</li> <li>・NEDO関与の意義</li> <li>・実施の効果</li> </ul>
II. 研究開発マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)研究開発目標の妥当性</li> <li>(2)研究開発計画の妥当性</li> <li>(3)研究開発の実施体制の妥当性</li> <li>(4)研究開発の進捗管理の妥当性</li> <li>(5)知的財産等に関する戦略の妥当性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業の目標</li> <li>・事業の計画内容</li> <li>・実施体制</li> <li>・進捗把握・管理</li> <li>・マネジメントの妥当性</li> <li>・成果の普及</li> <li>・知的財産権の帰属</li> <li>・情勢変化への対応</li> </ul>
III. 研究開発成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義</li> <li>(2)成果の最終目標の達成可能性</li> <li>(3)成果の普及</li> <li>(4)知的財産権の確保に向けた取り組み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業全体の評価</li> <li>・研究開発項目毎の成果</li> <li>・成果の普及</li> </ul>
IV. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通し	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)成果の実用化に向けた戦略</li> <li>(2)成果の実用化に向けた具体的取り組み</li> <li>(3)成果の実用化の見通し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化に向けての見通しと取り組み</li> </ul>

## ◆事業実施の背景と事業の目的

### 政策的な重要性

#### ■エネルギー基本計画（平成26年4月11日に閣議決定）

- ・エネルギー政策として再生可能エネルギーを最大限導入
- ・送電線網の整備に加えて**周波数変動等の対策**が必要
- ・開発規模によって**経済性**を確保できる**風力・地熱発電**の導入課題の解決を急ぐ

#### ■長期エネルギー需給見通し（平成27年7月16日に決定）

- ・2030年までに再生可能エネルギーの導入率：22～24%

再生可能エネルギーの導入を最大限加速させるという政府目標を達成するためにも、再生可能エネルギー、特に**風力発電や太陽光発電**など天候により出力が変動する**変動電源を大量に電力系統に連系**した際に、発生することが予想される電力品質や系統運用上の技術的な課題を明らかにし、課題解決策を短期および中長期に分けて確実に実施していくことが必要。

2

## ◆事業実施の背景と事業の目的

### 関係調査会とプロジェクト

#### ■総合資源エネルギー調査会

- ・省エネルギー・新エネルギー分科会  
新エネルギー小委員会（系統ワーキンググループ）
- ・基本政策分科会  
長期エネルギー需給見通し小委員会

#### ■エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス (ERAB) (\*)

#### ■改革2020プロジェクト (首相官邸、内閣府) (\*\*)

- ・分散型エネルギーの活用によるエネルギー・環境課題の解決  
革新的エネルギーマネジメントシステムの確立  
(気象観測・予測データの活用による安定的な電力供給)

(\*) [http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy\\_environment.html#energy\\_resource](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment.html#energy_resource)

(\*\*) <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkaigi/dai22/siryou1-4.pdf>

3

## ◆事業実施の背景と事業の目的

### 国内外の研究開発動向と比較

#### ■我が国の状況

変動電源を大量に電力系統に導入するためには、系統強化や蓄エネルギー設備の併設が必要となるが、いずれの対策も高コストもしくは長期の対策期間が必要となり、最終的に国民負担の増大に繋がる。これを回避するためには、現状の設備を最大限活用し、追加コストを最小化するための方策を検討しなければならない。

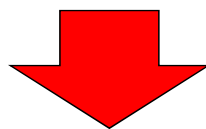
#### ■海外での取り組み状況

再生可能エネルギーの導入拡大が進んでいる海外では、**出力予測技術を活用**することで効率的な需給運用を指向している。例えば、スペインでは、再生可能エネルギーの導入量に対して、隣国との系統連系容量が不足していることもあり、系統運用者REE社が**再生可能エネルギーの予測・抑制**等を専門に司る「再生可能エネルギーコントロールセンター」を設立し、需給運用計画の精度向上、効率的な調整力の活用等に取り組んでいる。

## ◆事業実施の背景と事業の目的

### 本事業のねらい

天候によって出力が変動する風力発電や太陽光発電は、大量に電力系統に連系された場合、大きな出力変動によって電力の安定供給に影響を及ぼす可能性がある。

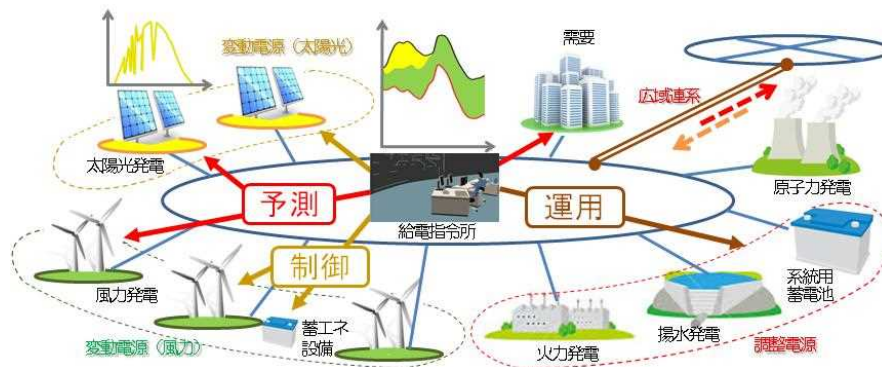


NEDOは平成17年度～19年度に「風力発電電力系統安定化等技術開発」で、ウィンドファーム発電出力予測モデルと電力系統制御エリア発電出力予測モデルを開発したが、風力発電をはじめとする再生可能エネルギーを最大限電力系統に連系することを目的とした研究開発は現状では行っておらず、喫緊に取り組むべき課題である。

## ◆事業実施の背景と事業の目的

### 本事業のねらい

本事業では、電力の需給運用に影響を与える風力発電の急激な出力変動（以下、ランプ）に着目し、再生可能エネルギーの**予測技術**や出力の変動を抑制する**出力制御技術**を高度化させ（**研究開発項目Ⅰ**）、予測と出力制御を踏まえた**需給運用の基本的な手法を確立**する（**研究開発項目Ⅱ**）。



以上の取り組みによって、出力が不安定な変動電源から、出力を「**予測**」・「**制御**」し、適切に「**運用**」することが可能な電源に改善することで、再生可能エネルギーの連系拡大を目指す。

6

## ◆NEDOが関与する意義

### 本事業：

変動電源により発生する余剰電力、周波数調整力不足等の技術的課題とその課題解決策を明らかにするために、出力予測技術と変動緩和技術の高度化（研究開発項目Ⅰ）、ならびに需給シミュレーションシステムを開発し、実際の電力系統によって課題解決策の検証を行う（研究開発項目Ⅱ）。

- ✓ 長期エネルギー需給見通しにある2030年での再生可能エネルギー導入率22～24%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）
- ✓ 電力会社、製造業者、大学を含む研究開発機関が連携して取り組む必要がある。
- ✓ 産学連携体制での本事業を確実に遂行するためには、国プロとして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。



NEDOは、長く送電・配電と幅広く技術開発を行っており、国が推進する再生可能エネルギー導入に向けて、全体的な進捗を踏まえた実施者間の調整等、効率的なマネジメントを実施するとともに、電力系統全体の最適化を考えた取り組みが可能。

**NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業**

7



## ◆実施の効果

### ① 変動電源の計画発電化による電力系統への影響を最小化

再生可能エネルギーの出力予測技術と蓄エネルギーを組み合わせた出力制御技術の開発により、変動電源を限りなく計画電源に近づけることで、電圧、周波数問題の改善に加え、地域から広域に及ぶ運用面での懸念を最小化し、接続可能量以上の更なる連系拡大を目指す。

### ② 最適な系統運用と設備形成の支援

再生可能エネルギーが大量導入された2030年頃の多地域電力系統の需給シミュレーションモデルの開発により、火力の焚き減らしなどコストミニマムとなる最適な制御分担による需給運用と地域を跨いだ広域における設備形成支援に活用可能となる。

本事業を通して22～24%の再生可能エネルギー導入に向けた電力系統面からの基盤技術を構築し、定量的な評価と課題を整理する。

8

## ◆事業の目標

### 研究開発項目(Ⅰ)「風力発電予測・制御高度化」

#### 【中間目標】(平成28年度)

風力発電のランプ予測技術では、風力発電の出力データおよび気象データのモニタリングによる**ランプ(\*)現象の要因分析**を行い、**複数のアプローチからランプ予測モデルを開発**する。

出力変動制御技術では、実用化のコスト比較を踏まえ選定した**蓄エネルギー技術および風車制御技術の実証設備**を設計し、風力発電設備内を中心に**構築**する。

モニタリング結果やランプ現象の要因分析、ベンチマークテストから得られる課題を踏まえ、**ランプ予測技術の開発目標および出力変動制御技術に求める制御目標を確定**させる。

(\*)ランプ: 急激な変化を意味する

9

◆事業の目標

研究開発項目(Ⅰ)「風力発電予測・制御高度化」

【最終目標】(平成30年度)

系統運用者のランプ現象に対応する適正な調整力確保を目的に、ランプ現象の要因分析に基づく**ランプ予測技術**を確立する。また、風力発電の出力変動緩和による電力系統への影響の最小化、予測誤差の補正による風力発電の計画発電を目的に、予測技術を活用しコストミニマムとなる最適な制御分担に基づいた**風車制御技術と蓄エネルギー制御技術(出力変動制御技術)**を確立する。

風力発電のランプ予測技術では、火力発電の起動に必要となる約6時間先以降に発生する**風力発電定格出力のエリア合計値に対する30%以上の出力変動(継続時間6時間以内)**をランプ現象と定義し、現行の予測モデルよりも予測精度を向上させ、**大外しの最大振れ誤差を20%以上低減**させる。

10

◆事業の目標

研究開発項目(Ⅱ)「予測技術系統運用シミュレーション」

【中間目標】(平成28年度)

**需給シミュレーションシステムでの実施内容と設計方針を確定し、再生可能エネルギーの出力予測や出力抑制を反映した需給シミュレーションシステムのプロトタイプを開発**する。

また、実際の電力システムを使った検証地点を選定し、再生可能エネルギーの出力予測や出力制御、既存電源との制御を総合的に組み合わせたシステム構築のための検討を行い、**実証試験に必要な設備・システムの構築を完了**させる。

11

## ◆事業の目標

## 研究開発項目(Ⅱ)「予測技術系統運用シミュレーション」

## 【最終目標】(平成30年度)

風力発電のランプ予測技術と出力変動制御技術に加え、再生可能エネルギーの出力予測や調整電源の最適運用手法等を総合的に組み合わせ合わせた需給シミュレーションシステムを開発し、再生可能エネルギーを最大限導入するための技術的課題とその課題解決策等を明らかにする。

また、需給シミュレーションシステム開発で得られた課題解決のための考え方を、実際の電力系統を使って検証する。

12

## ◆研究開発目標と根拠

研究開発項目と担当WG	研究開発目標	根拠
研究開発項目(Ⅰ) 「風力発電予測・制御高度化」 担当(予測とWF内外制御): ランプ予測技術開発WG	[中間目標] ランプ現象の要因分析に基づくランプ予測モデルを開発。 [最終目標] 予測精度の向上として大外しの最大振れ誤差を20%以上低減させたシステムを開発。	海外でもランプに特化した予測精度向上についての取り組みがなされているが定量的な評価やランプそのものの定義が無いなか、火力発電起動時間と過去の事象解析をもとにランプの定義を決め、過去の研究実績から目標値を設定した。
研究開発項目(Ⅰ) 「風力発電予測・制御高度化」 担当(蓄エネ制御): 蓄エネルギー制御技術WG	[中間目標] 蓄エネルギー技術および風車制御技術の実証設備の設計と構築を完了。 [最終目標] 予測技術を活用した最適な制御分担に基づいた蓄エネルギー制御技術を確立。	蓄エネルギー技術の整理を行い、実証設備を含めた制御技術の検討を外部有識者委員会により実施した。実証設備の構築と検証の期間を考慮し、実証試験を行いながら制御技術の評価を実施する。
研究開発項目(Ⅱ) 「予測技術系統運用シミュレーション」 担当(シミュレーション): 需給シミュレーションWG	[中間目標] 需給シミュレーションシステムのプロトタイプを開発。 [最終目標] 最適運用手法等を総合的に組み合わせ合わせた需給シミュレーションシステムを開発。	海外類似製品のベンチマークに加え、本システムの根幹を支える基本設計思想の検討に十分な時間を満たし、中間目標年度末までにプロトタイプを開発することとする。実証試験の結果も踏まえて各WGでの結果を反映して改良する期間を最終年度末までとする。
研究開発項目(Ⅱ) 「予測技術系統運用シミュレーション」 担当(実証試験): 実証WG	[中間目標] 実証試験に必要な設備・システムの構築を完了。 [最終目標] 需給シミュレーションシステム開発で得られた考え方を、電力系統を使って検証。	実証サイトの選定、役所との折衝、設備の設計と構築に3年かかるものと見据え、中間評価年度末までに設備構築を終え、長期計画からリアルタイム制御までフル検証するために必要な2年間(最終目標年度末まで)で検証を実施する。

13

◆研究開発のスケジュール

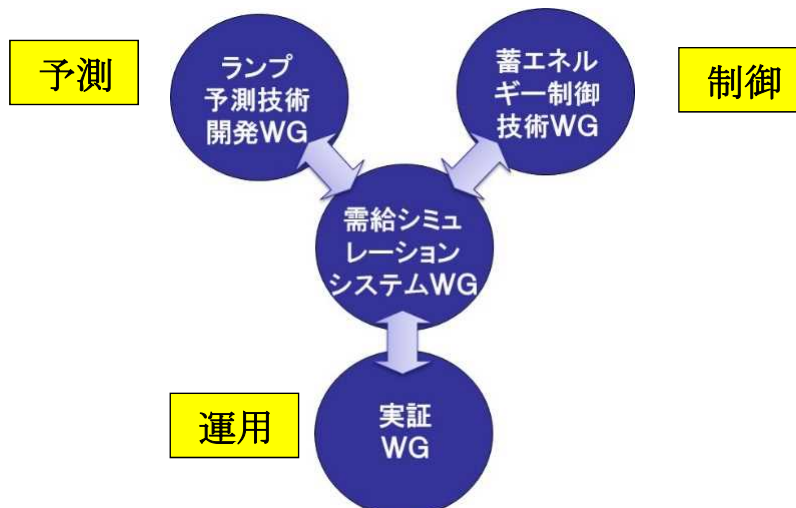
研究開発項目	実施項目	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
(I) 風力発電 予測・制御高度化	(1) 風力発電および気象 モニタリングシステムの構築	製作機器	機器調整	データ収集・分析	データ収集・分析	データ収集・分析
	(2) ランプ予測技術の開発	基礎検討	手法検討	システム化	予測手法・システム改良	検証・評価
	(3) 蓄エネルギー技術を用いた 出力変動制御技術の開発	モデル開発	制御技術開発		変動制御手法の改良	
(II) 予測技術系統 運用シミュレーション	(1) 需給シミュレーションシステム の開発	システム仕様設計・プロトタイプ構築			システム構築	
		シミュレーションモデル構築			再エネ導入拡大の評価	
	(2) 電力系統における 運用実証試験	仕様検討	設備設置	実証試験・評価		
マイルストーン		一部データ提供開始		ランプ予測手法・システムの構築 蓄エネ実証試験開始	電力系統運用実証試験開始	ランプ予測手法・システムの確立

WGと上記表内項目の担当分担

- ランプ予測技術開発WG: (I)風力発電予測・制御高度化 (1),(2)
- 蓄エネルギー制御技術WG: (I)風力発電予測・制御高度化 (3)
- 需給シミュレーションWG: (II)予測技術系統運用シミュレーション (1)
- 実証WG: (II)予測技術系統運用シミュレーション (2)

◆各WG間の相関関係

ランプ予測技術開発WGで「予測」、蓄エネルギー制御技術WGで「制御」、実証WGで「運用」に係る研究開発を実施し、需給シミュレーションシステムWGで開発するシステムの開発成果に各WGからの成果を反映させる。



本プロジェクトの各WGの相関関係



◆プロジェクト費用

(単位:億円)

研究開発項目	平成26年度	平成27年度	平成28年度	合計
ランプ予測技術開発WG	14	17	11	42
蓄エネルギー制御技術WG	2	11	7	20
需給シミュレーションWG	2	1	2	5
実証WG	13	22	14	49
委託費	31	51	34	116

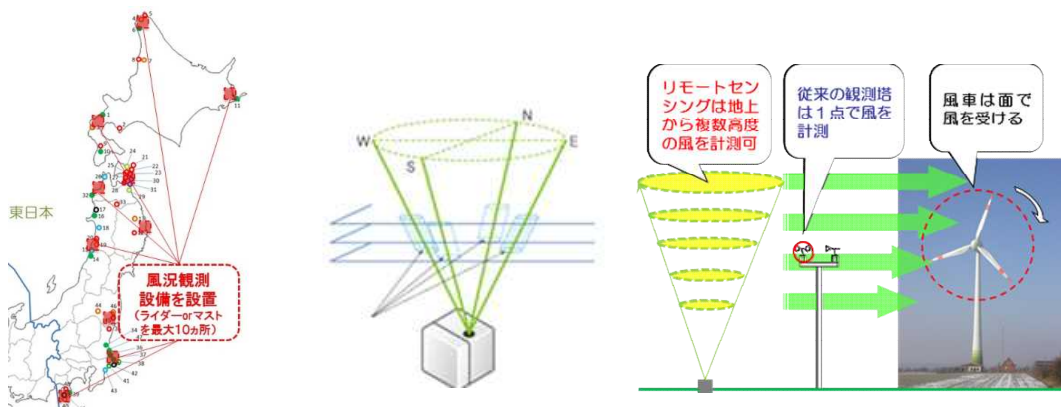
注) 研究開発項目Ⅲ(再生可能エネルギー連系拡大対策高度化)予算は上記に不含

◆研究開発内容

ランプ予測技術開発WG

(I)ー(1) 風力発電および気象モニタリングシステムの構築

東日本地域における約50か所程度の風力発電所などに観測装置などを整備し、気象庁アメダス、ウィンドプロファイラ、民間会社の気象観測網を活用し、東日本地域の広域気象観測網を整備することで、風力発電データの蓄積、運用を行う環境を整備する。



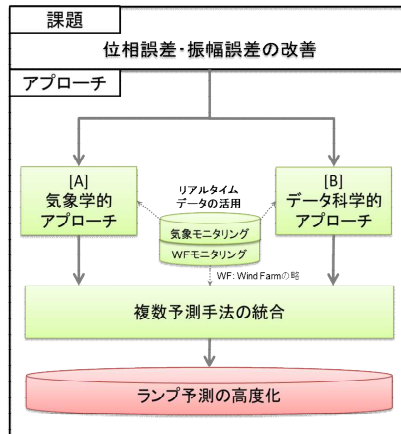
モニタリングシステム構築場所案とライダーのイメージ図

◆研究開発内容

ランプ予測技術開発WG

(I)-(2) ランプ予測技術の開発

モニタリング装置から得られるオンラインデータと、既存の過去データを活用し、ランプ現象の要因分析を行い、複数のアプローチによりランプ現象の予測に適した風力発電予測手法の高度化を図る。この技術を適用し、系統運用者が風力発電を計画発電と見なして運用できるよう需給運用の一助となる出力予測システムを開発する。

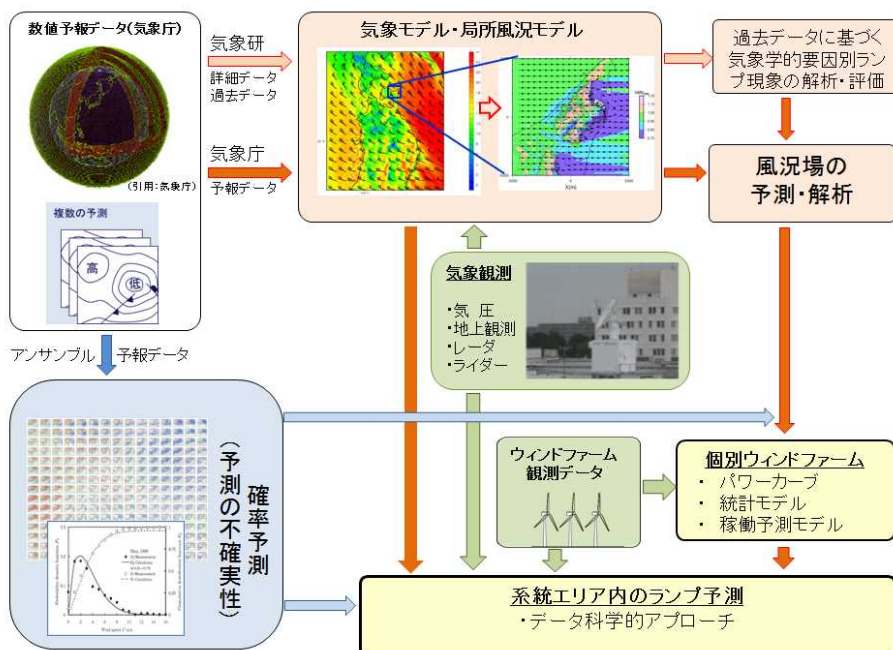


複数アプローチによる予測手法高度化

◆研究開発内容

ランプ予測技術開発WG

(I)-(2) ランプ予測技術の開発



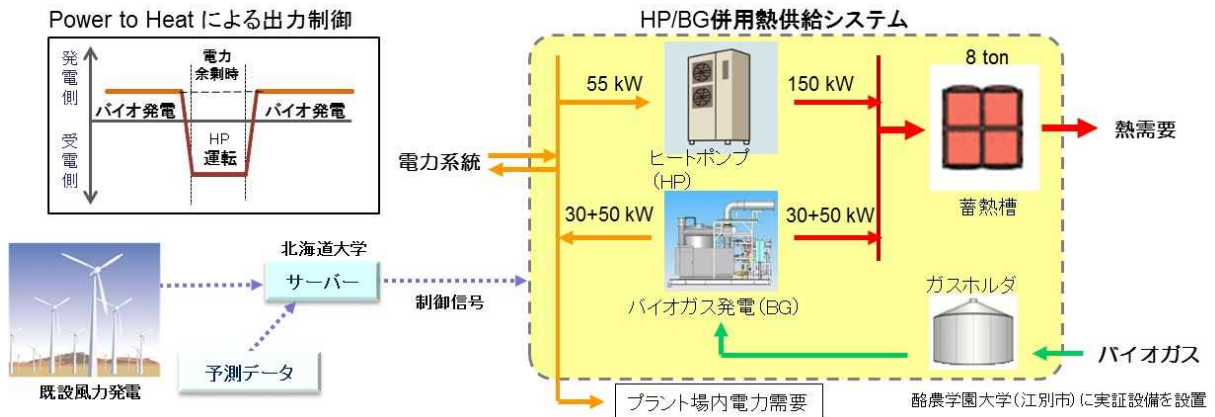
予測システムの全体構成

◆研究開発内容

蓄エネルギー制御技術WG

(I)–(3) 蓄エネルギー技術を用いた出力変動制御技術の開発

予測情報を活用した風力発電設備と併設される蓄エネルギー設備としてCAES、熱変換貯蔵、蓄電池に着目し、発電出力変動緩和のための蓄エネ設備の運用制御技術開発を行う。



熱変換貯蔵システムのイメージ

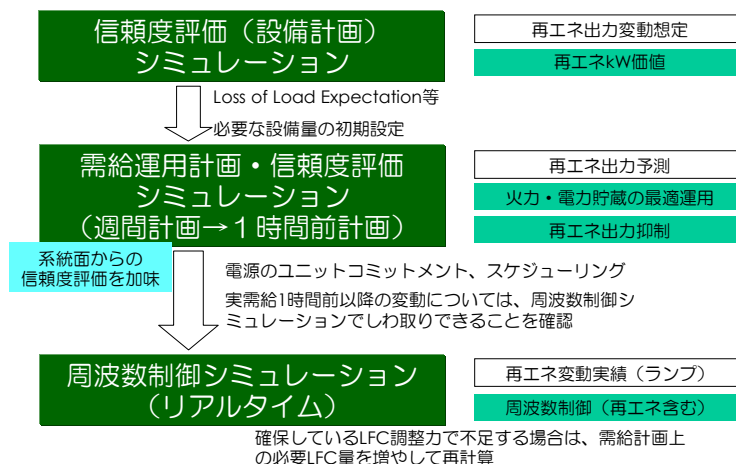
(注釈)CAES: Compressed Air Energy Storage (圧縮空気エネルギー貯蔵)

◆研究開発内容

需給シミュレーションWG

(II)–(1) 再生可能エネルギーの連系拡大に向けた需給シミュレーションシステムの開発

2030年頃の状態を見据えた電力系統解析基盤として、再生可能エネルギーの予測技術・制御技術、火力発電などの調整力や揚水発電・蓄電池等の電力貯蔵の運用技術等を組み合わせた電力系統需給シミュレーションシステムを開発する。



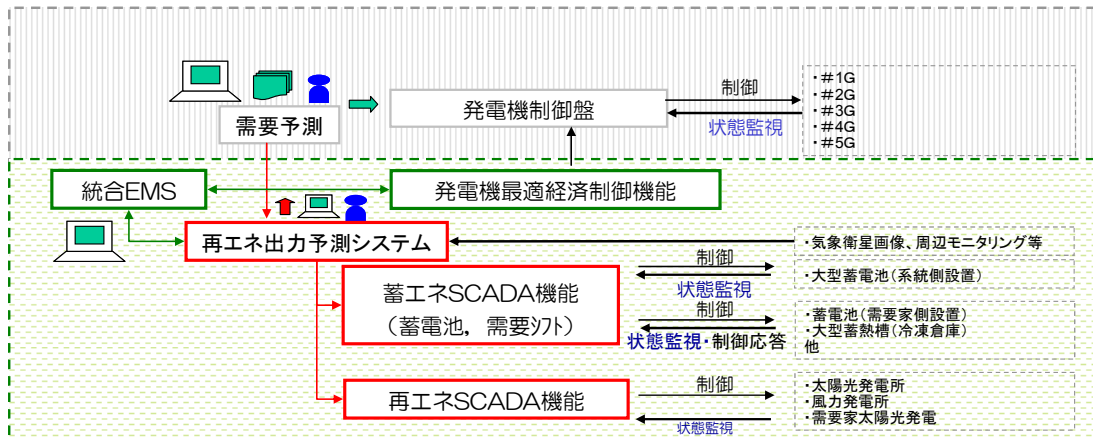
需給シミュレーションシステムの概要

◆研究開発内容

実証WG

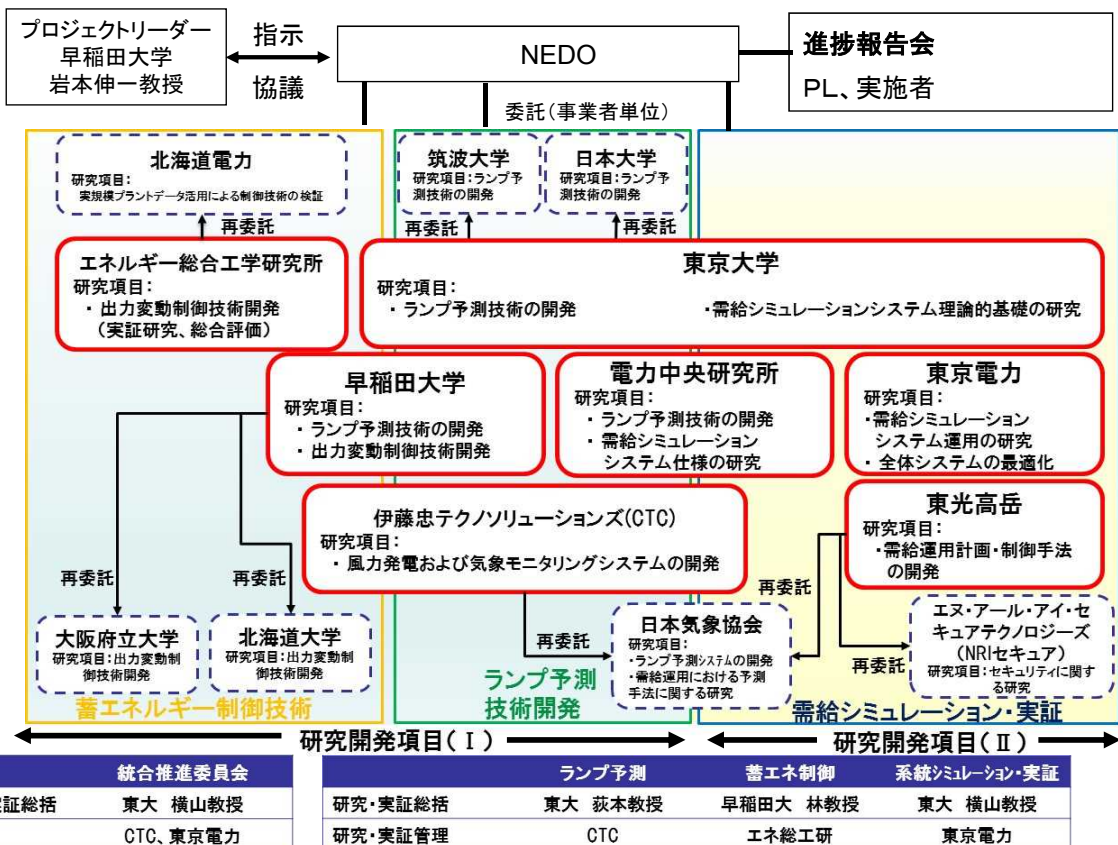
(II)－(2) 電力系統における運用実証試験

再生可能エネルギーを最大限受け入れつつ、電力安定供給、対策コストのミニマム化、低炭素化を両立させるため、再生可能エネルギーの予測技術と制御・抑制、および既存電源や蓄電池等の運用制御技術を総合的に組み合わせることが有効であることを実際の電力系統において実証する。



実証システムにおける統合制御システム(EMS)構成例

◆研究開発の実施体制





## ◆ 研究開発の進捗管理

NEDOは経済産業省および実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握し、適切な運営管理を実施。具体的には外部有識者で構成する委員会を組織し、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し、今後の研究内容について妥当性・実現性の評価を行い、研究開発促進や成果の最大化を図ってきた。より具体的には以下表に記載の通り、事業全体レベルとWG単位で進捗管理を実施。

進捗確認母体	統括と主な参加者	実施回数(頻度)
進捗報告会	PL、実施者リーダークラス	4回 (年2回程度)
統合推進委員会	東大・横山教授、外部有識者、実施事業者、METI、他	6回 (年2、3回程度)
ランプ予測技術開発WG	東大・荻本教授、事業者他	8回 (年3回程度)
蓄エネルギー制御技術WG	早大・林教授、事業者他	13回 (年3、4回程度)
需給シミュレーションWG	東大・横山教授、事業者他	9回 (年3回程度)
実証WG	東大・横山教授、事業者他	6回 (年2、3回程度)

(補足)各WGには事業者の他、外部有識者、外部関係事業者や関係省庁などのオブザーバーも参加

## ◆ 動向・情勢の把握と対応

情勢	対応
「電気事業者による再生エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則」がH27年1月に改正され、 <b>遠隔出力制御システムの導入義務化及び時間単位での抑制</b> に関する法令改正がなされた。	実証WGにおいて、需給運用試験項目の一つに加え、それに対応する設備を構築し、検証を行っていくこととした。
電力小売り自由化と同時に「 <b>計画値同時同量制度</b> 」が平成28年4月より導入が決定した。	蓄エネルギー制御技術WGと実証WGにおいて変動緩和制御に加えて、同制度に対応した制御についても検討を行っていくこととした。

## ◆ 知的財産管理

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、すべて委託先に帰属**させることとする。(産業技術力強化法第19条(日本版バイ・ドール条項)による)

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度
ランプ予測技術開発WG	風力発電の出力データおよび気象データのモニタリングによるランプ現象の要因分析を行い、複数のアプローチからランプ予測モデルを開発する。	風力発電所のモニタリングシステムの構築を概ね実施。また、ベンチマークテストにより現行風力発電出力予測モデルにおける問題点の抽出整理を行い、複数のアプローチによるランプ現象の予測手法高度化について既存データを活用した予測のプロトタイプを作成し、評価を実施しつつ問題点の整理と改善のための開発を実施中。	○

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度
蓄エネルギー制御技術WG	実用化のコスト比較を踏まえ選定した蓄エネルギー技術および風車制御技術の実証設備を設計し、風力発電設備内を中心に構築する。	圧縮空気エネルギー貯蔵、ヒートポンプとバイオガス発電の併用運用による熱変換貯蔵、および蓄電池を対象とした風力発電出力制御アルゴリズムの基本モデルを開発し、シミュレーションによる検証を実施。また、実証設備として熱変換貯蔵設備と、蓄電池実証設備の構築を完了し、圧縮空気エネルギー貯蔵システムは製造を完了し、今年度内に現地への設置と据付調整を完了する見込み。	○

○達成、△達成見込み、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度
需給シミュレーションWG	需給シミュレーションシステムでの実施内容と設計方針を確定し、プロトタイプを開発する。	システム理論的基礎研究として、海外の類似システム調査と解析ロジックやモデルのメソッド仕様を検討し、開発システムの基本仕様を策定した。再エネ大量導入時の火力発電所の燃料費を最小にする最適週間運用計画や再エネ出力予測誤差を踏まえることができるよう、供給信頼度評価、需給運用計画、周波数制御の各機能で構成されるシステムのプロトタイプを構築した。	○

○達成、△達成見込み、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度
実証WG	実際の電力システムを使った検証地点を選定し、再生可能エネルギーの出力予測や出力制御、既存電源との制御を総合的に組み合わせたシステム構築のための検討を行い、実証試験に必要な設備・システムの構築を完了させる。	予測、制御、運用の組み合わせにより総合的にコストミニマムとなる対策を実証するための試験項目の骨子案を作成。また、2030年の再生可能エネルギー大量導入時の出力変動を模擬した周波数解析シミュレーションに基づく再エネ設備および蓄エネ設備の構築を実施し、一部実証試験を開始した。風力発電とEMSは今年度内に設置完了し、システム全体として平成29年度より実証試験を開始できる見込み。	○

○達成、△達成見込み、×未達

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)–(1) 風力発電および気象モニタリングシステムの構築

平成28年度末までに48サイト(平成28年10月時点で45サイト)に計測装置を整備し、ライダー等を用いた風況観測網を11か所に設置した。これら、モニタリングシステムから得られる情報を一括管理し、データベース集積を図るシステムを構築した。



SCADA/総発電計測装置



気象観測装置



マスト

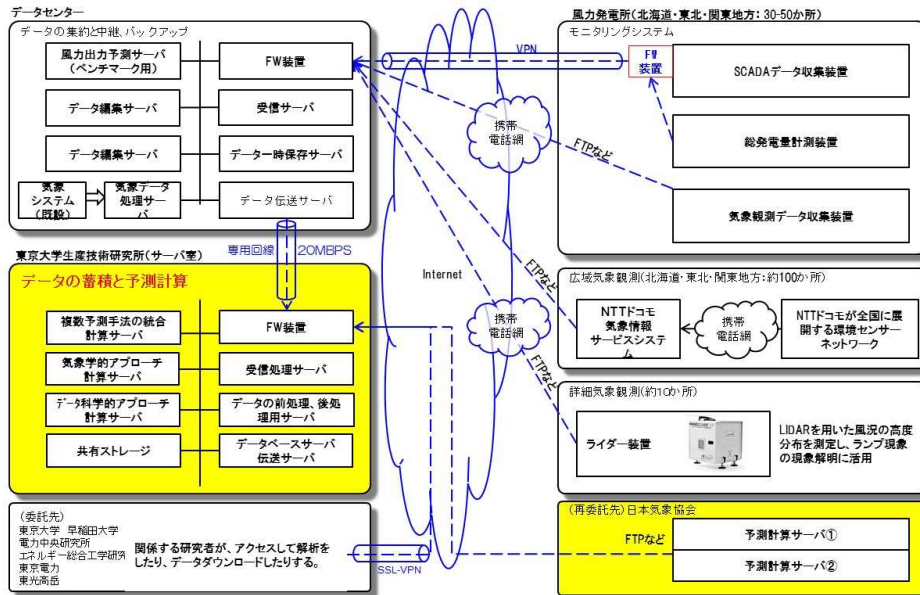
風力発電所観測装置の一例



◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)-(1) 風力発電および気象モニタリングシステムの構築



モニタリングシステムと出力予測システム構成

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)-(1) 風力発電および気象モニタリングシステムの構築



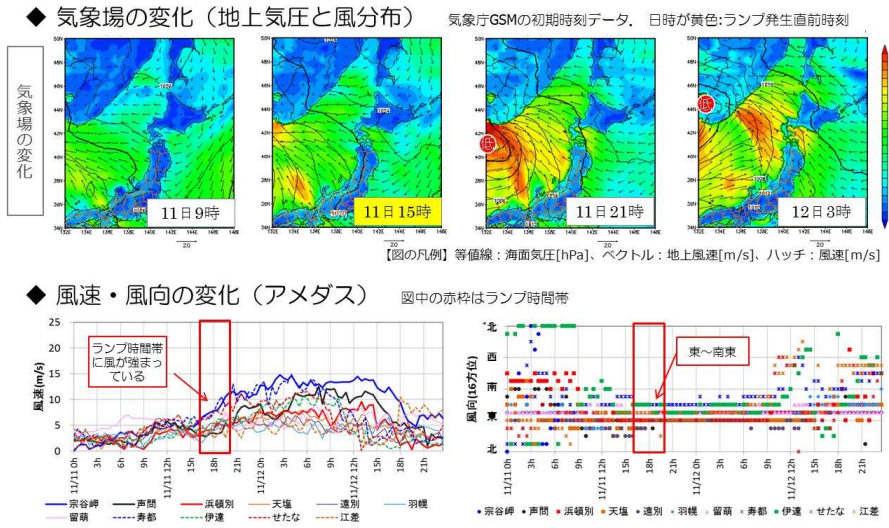
モニタリングシステム閲覧画面例

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)-(2) ランプ予測技術の研究開発

ランプ現象の要因分析と整理を実施し、現存システムのベンチマークテストを実施した。また、複数のアプローチによる分析と結果を纏めた。



ランプ要因分析に活用した気象図と風速・風向トレンド図（一例）

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)-(2) ランプ予測技術の研究開発

ランプ現象の要因分析（現象論的な分析）

	ランプアップ	ランプダウン
要因	①低気圧の接近、②冬型移行、③冬型強化、④高気圧	①高気圧、②擾乱衰退、③冬型緩み、④低気圧の間、⑤カットアウト
特徴	各パターンで、ランプ発生時の風の変化傾向が異なる。(低気圧の接近は南風が強まりやすく、冬型移行は風向きが北～西に急変し、風速が急激に強まる等。) 低気圧の接近・通過と冬型への移行の2つで全体の約80%。	パターンにより、風速の低下傾向に特徴がみられる。(高気圧、冬型緩みは風速の低下傾向が緩やかで、擾乱衰退、低気圧の間は、風速が短い時間に大きく変動する傾向がある。) カットアウトを除く4つの事象で全体の97%。

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)–(2) ランプ予測技術の研究開発

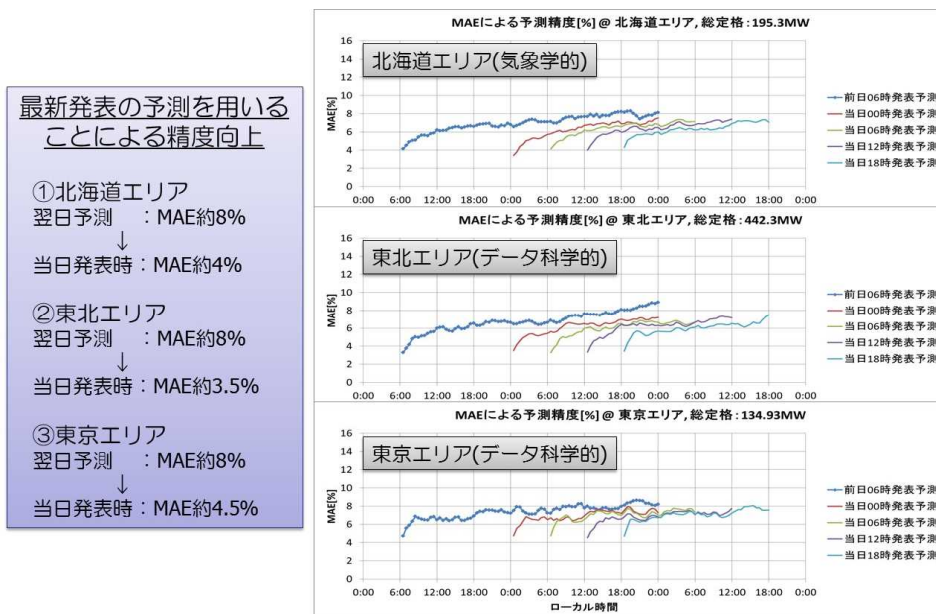
ランプ現象の要因分析（統計的な分析）

	ランプアップ	ランプダウン
要因	低気圧 寒冷前線 気圧の谷 大気安定層の崩壊	高気圧 冬型緩み 大気安定層の発達 カットアウト

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)–(2) ランプ予測技術の研究開発



ベンチマークテスト結果のMAEによる評価例

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)-(2) ランプ予測技術の研究開発

要因分析とベンチマークテスト結果を踏まえ、ランプ予測システムの構築を開始し、複数予測手法の統合を試みている。過去の気象データと出力実績データを使った現時点の評価を実施した。ここで、予測の大外し度合いを評価するため海外でも一般的に使われているCSI(Critical Success Index)を適用することとし、**CSIによる目標改善値を各地域で0.04~0.05向上させる事を目標とした。**

$$CSI = A / (A+B+C)$$

ランプ現象の発生有無に関する予測評価		実績	
		発生あり	発生なし
予測	発生あり	A	B
	発生なし	C	D

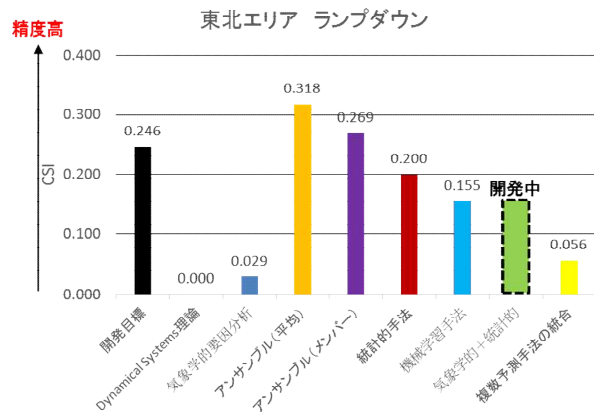
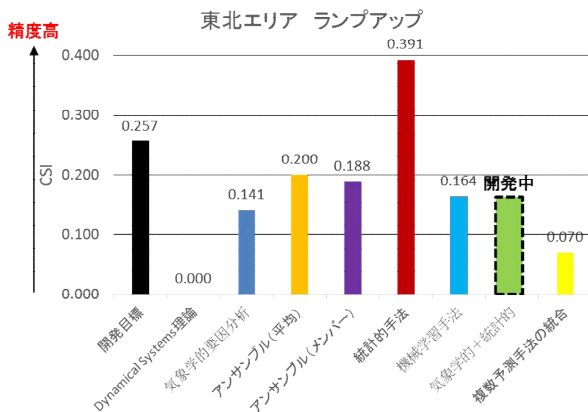
目標としてベンチマークCSI値から北海道エリアは0.04、東北エリアは0.05、東京エリアは0.04分各々向上させる。(なお、CSIによる開発目標値については本事業の最終目標である現存システムからの大外しの予測精度20%改善をCSIに置き換えた場合の数値)

CSI指標の定義と目標値

◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)-(2) ランプ予測技術の研究開発



CSIによる各アプローチと開発途上システムの評価結果

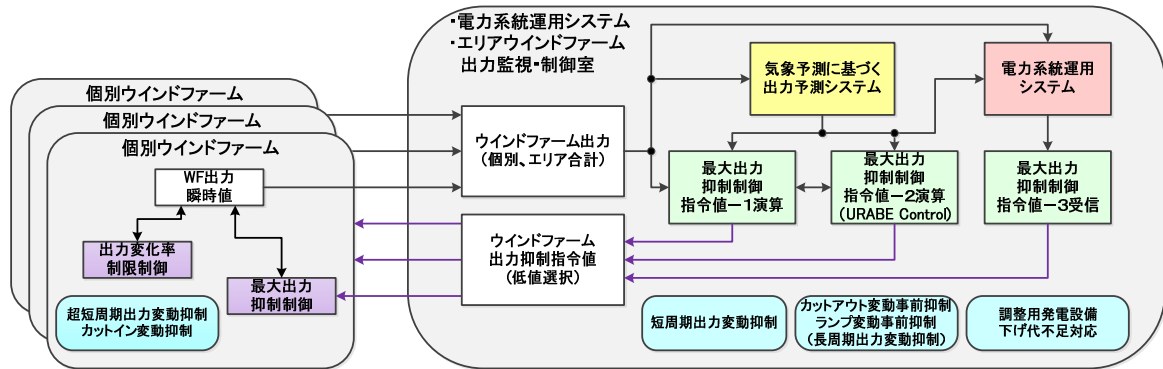


◆各個別テーマの成果と意義

ランプ予測技術開発WG

(I)–(2) ランプ予測技術の研究開発

WF内ならびにWF間の出力制御技術開発について、WF内制御としてはナセル搭載型LIDARを適用した出力制御技術の開発を目的に設備の構築を実施し、シミュレーション検討を実施した。WF間制御としては複数の平均時間による移動平均フィルタ方式を活用した制御手法の検討を実施。



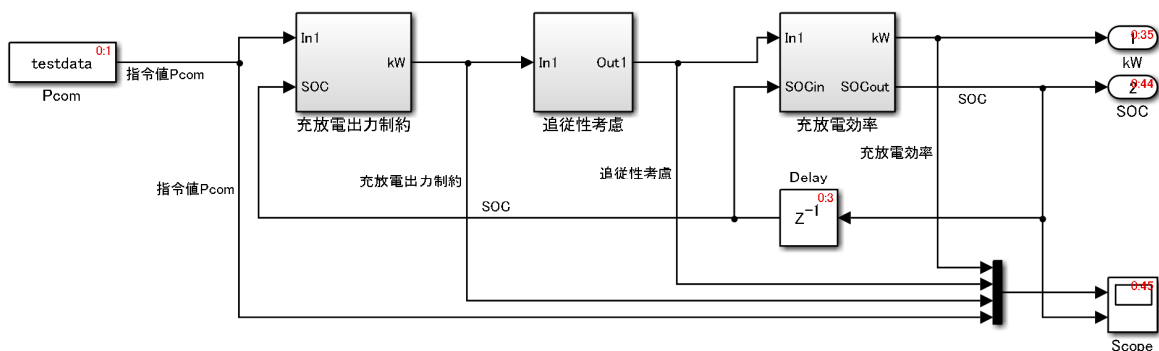
WF間出力制御手法ブロック図

◆各個別テーマの成果と意義

蓄エネルギー制御技術WG

(I)–(3) 蓄エネルギー技術を用いた出力変動制御技術の開発

圧縮空気エネルギー貯蔵(CAES)、熱変換貯蔵、蓄電池の各蓄エネにおける出力変動緩和制御アルゴリズムの基本モデルを構築し、シミュレーションによる確認を実施した。これより実証設備に実装する制御ロジックプロトタイプの開発を概ね完了した。

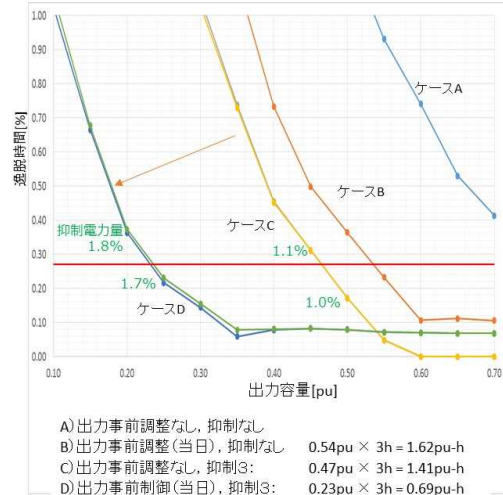
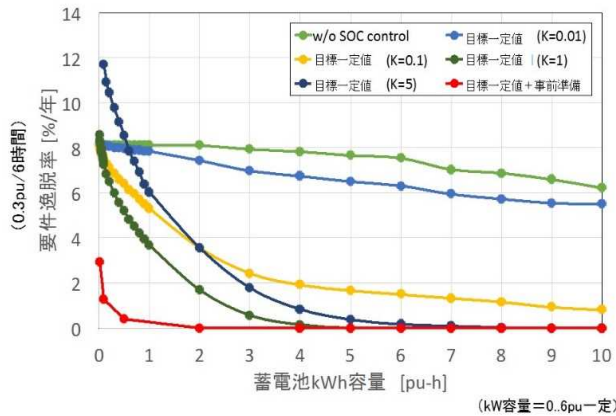


CAES特性モデル

◆各個別テーマの成果と意義

蓄エネルギー制御技術WG

(I)–(3) 蓄エネルギー技術を用いた出力変動制御技術の開発



- A) 出力事前調整なし, 抑制なし
- B) 出力事前調整(当日), 抑制なし
- C) 出力事前調整なし, 抑制3:
- D) 出力事前制御(当日), 抑制3:
- D) 出力事前制御(当日), 抑制4:

(抑制3: CAES出力を超えた分を抑制、  
抑制4: 風車出力の上限値を制御周期毎(例えば10分)に設定)

要件逸脱率 (時間) の検討例

◆各個別テーマの成果と意義

蓄エネルギー制御技術WG

(I)–(3) 蓄エネルギー技術を用いた出力変動制御技術の開発

シミュレーション研究と並行して、各蓄エネルギー技術の実証設備の建設を進めた。CAESは現地工事を開始し、H28年度内に構築と現地調整を完了する。熱変換貯蔵、蓄電池については設備の構築を完了し、現地調整を実施している。

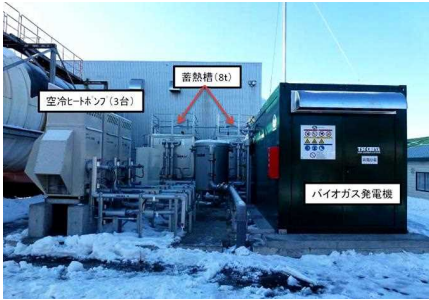


CAES実証システムイメージ(上段)と製造中の単品装置(下段)

◆各個別テーマの成果と意義

蓄エネルギー制御技術WG

(I)-(3) 蓄エネルギー技術を用いた出力変動制御技術の開発



酪農学園大学におけるヒートポンプ(HP)/バイオガス(BG)による熱変換貯蔵システム



大阪府立大学における蓄電池システム(リチウムイオン)

◆各個別テーマの成果と意義

蓄エネルギー制御技術WG

(I)-(3) 蓄エネルギー技術を用いた出力変動制御技術の開発

実証設備の構築とシミュレーション研究による評価を経て、出力変動制御に求める制御目標について検討し、**従来技術をターゲットに蓄エネ容量を従来設備と比べて25%以下(年間要件逸脱率3σ)**とすることとした。実証試験により制御ロジックの高度化を図る。

蓄エネルギー制御技術開発における設定目標と条件

条件名	内容
目標	従来技術(*)と比較して蓄エネルギー装置の必要容量を25%以下とする。
ユースケース	変動緩和
変動緩和要件	0.3PU/6時間 かつ 0.1PU/20分間
評価ライン	年間要件逸脱率3σ
蓄エネ技術	蓄電池

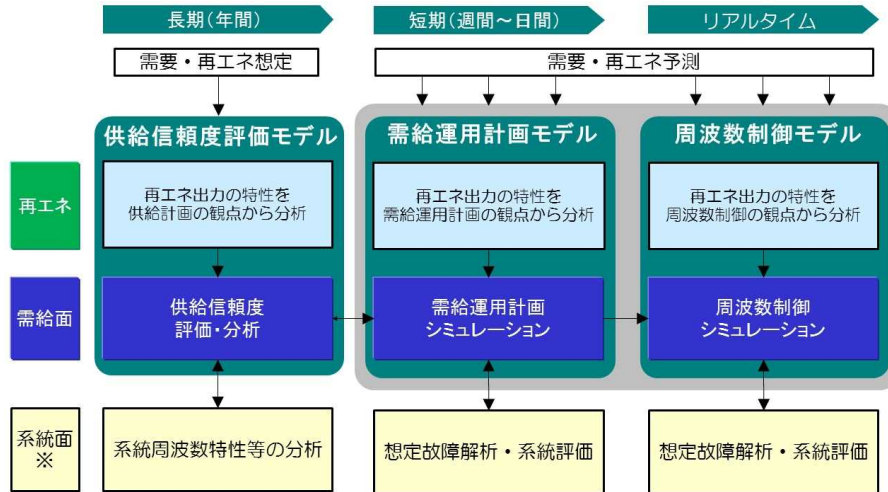
(\*)NEDO風力発電電力系統安定化等技術開発(平成15~19年度)での開発技術

◆各個別テーマの成果と意義

需給シミュレーションWG

(II)－(1) 需給シミュレーションシステムの開発

国内外の文献などから電力需給や系統評価に係る解析ロジックの定式化・手順の抽出・整理を行い、解析ロジックの仕様を作成した。それより、供給信頼度評価機能、需給運用計画機能、周波数制御機能で構成されるシステムのプロトタイプを構築した。



解析ロジックマップ概要

◆各個別テーマの成果と意義

実証WG

(II)－(2) 電力系統における運用実証試験

予測精度を高めて需給計画運用で効果的に活用するための気象観測装置の設置をH27年度に完了し、計測を開始した。また、出力予測と信頼区間制度向上を目的に統計データの活用方法改善に取り組んでいる。



気象観測装置配置図 (新島と近隣諸島)

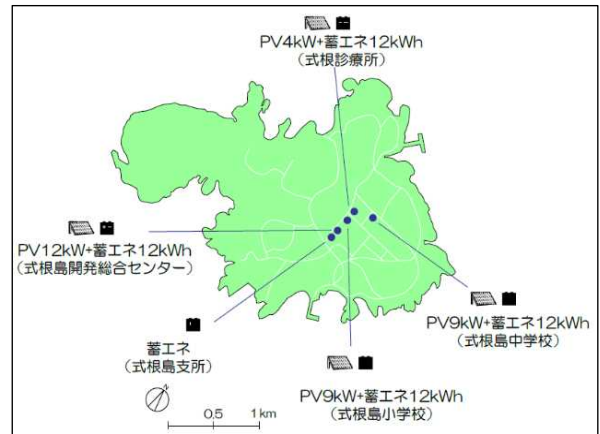
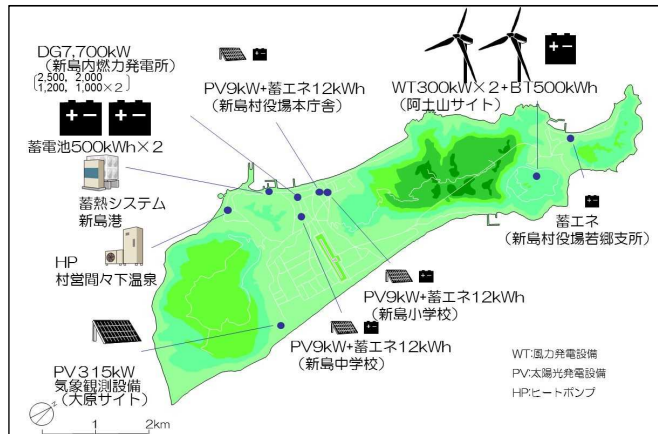


◆各個別テーマの成果と意義

実証WG

(II)-(2) 電力系統における運用実証試験

実証試験のシミュレーションモデルとして必要なディーゼル発電機特性のモデル化を行い、実証試験による発電、蓄電制御の仕様を纏め、試験法案を作成した。また、設備の構築を進め、H28年度末までに構築が完了する風力発電とEMS以外の設備については構築が完了し、一部運用を開始した。



新島(左側)と式根島(右側)における設置設備概況

◆各個別テーマの成果と意義

実証WG

(II)-(2) 電力系統における運用実証試験



発電所内の系統用蓄電池(1,000kWh)



大原太陽光発電所(315kW)



ヒートポンプ

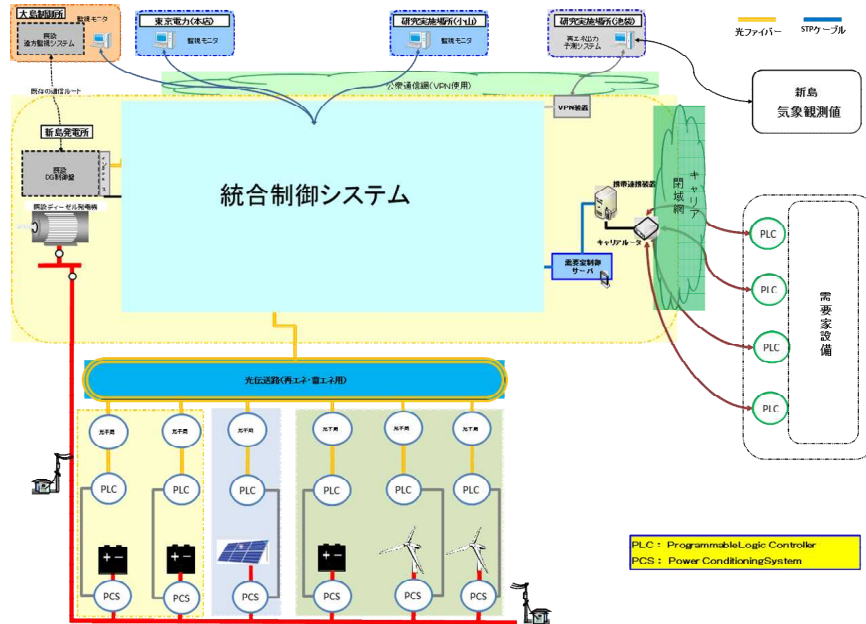


小型太陽光発電所(小学校屋上)

◆各個別テーマの成果と意義

実証WG

(II)-(2) 電力系統における運用実証試験



EMSシステム構成図

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状	最終目標 (平成30年度末)	達成見通し
ランプ予測技術 開発WG	モニタリングシステムの構築とベンチマークテストによりランプ要因分析と、現行の風力発電出力予測モデルにおける問題点整理を行い、予測システムのプロトタイプを作成した。	ランプ現象の要因分析に基づくランプ予測技術を確立し、複数アプローチを統合した予測システムを開発する。	達成可能 (現行モデルの問題点を整理し改善検討を行っており、目標の精度をクリアするモニタリングシステムからのデータを活用した予測技術とシステムを開発する。)
蓄エネルギー 制御技術WG	各蓄エネルギーを対象とした風力発電出力制御アルゴリズムの基本モデルを開発し、シミュレーションによる検証を実施。また、実証設備をH28年度内に完成する。	予測技術を活用しコストミニマムとなる蓄エネルギー制御技術を実証設備による検証を通して確立する。	達成可能 (基本制御モデルを搭載した実証設備を適用し、実証試験を通じた改良を行う事で蓄エネルギー制御技術を確立する。)

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状	最終目標 (平成30年度末)	達成見通し
需給シミュレーションWG	開発システムの基本仕様を策定し、供給信頼度評価、需給運用計画、周波数制御の各機能で構成されるシステムのプロトタイプを構築した。	再生可能エネルギーの出力予測や調整電源の最適運用手法等を総合的に組み合わせた需給シミュレーションシステムを開発し、再エネを最大限導入するための技術的課題とその課題解決策等を明らかにする。	達成可能 (各WGからのフィードバック結果を反映しつつ、シミュレーションシステムの改善を図り、開発を完了する。また、計画、運用、周波数制御面での課題と対策を検討整理する。)
実証WG	実証試験方案を作成。また、風力発電機とEMSを除く再エネおよび蓄エネ設備の構築を実施し、一部実証試験を開始した。	需給シミュレーションシステム開発で得られた課題解決のための考え方を、実際の電力システムを使って検証する。	達成可能 (H28年度末までに全実証設備を構築し、試験項目に従い実証試験を通して2030年政府目標での再エネ導入状況における需給運用技術を確立する。)

52

◆成果の普及

	平成26年度	平成27年度	平成28年度	計
特許	0件	0件	0件	0件
論文	4件	38件	31件	73件
発表・講演	15件	17件	2件	34件
新聞・雑誌等への掲載	6件	14件	4件	24件
展示会への出展	3件	5件	—	8件

注) 発表・講演に論文発表分は不含。

※平成28年度10月18日現在

本事業では系統運用者による需給運用技術に関する研究開発が主体であるため特許の実績は無い。

53

### ◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

#### 資料4-2 評価項目・評価基準より

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）が開始されることをいう。

### ◆成果の実用化の見込み

共通目標：

再生可能エネルギーの大量導入時の需給運用における基盤技術の構築

#### ランプ予測技術開発WG

今回の研究開発に携わった事業者が協力体制を構築した形で技術検討を継続しつつ、プロジェクト終了年度から、実用化・事業化が可能な出力予測サービスをシステムとして電力会社や発電事業者に対して提供、販売していく。

事業終了から5年以内に主要送配電事業者の8割にて適用されることを見込む。具体的にはプロジェクト終了の翌年度にシステム設計・製造を終了し、2年目～4年目にかけて国内の送変電事業者を中心とした展開を果たすことを目指す。国内での実績をもとに5年目より海外への展開を目指す。



### ◆成果の実用化の見込み

#### 蓄エネルギー制御技術WG

本プロジェクトで開発する各蓄エネルギーを用いた再生可能エネルギーの出力制御ロジックと実証結果については**成果報告書等を通して広く公開**する。これより蓄電池や蓄エネルギーとしてのバイオガスプラント等の導入を検討中の再エネ事業者や電力会社に活用されることを見込むと同時に、大学などでの更なる関連技術の高度化に向けた研究開発に寄与する。

CAESについては本実証事業を通して**世界初**の断熱型圧縮空気エネルギー貯蔵システム設備の実績ができるため、設備普及のための基盤作成に寄与する。ヒートポンプ／バイオガス発電併用熱供給システムおよび蓄電池における制御システムについては本プロジェクトを通してシステムと制御技術の確立・検証結果を公開し、本事業終了時期前後を実用化開始時期の目標としている。

### ◆成果の実用化の見込み

#### 需給シミュレーションWG

2030年時点での再生可能エネルギー導入率見通しを加味した公平性・透明性の高い需給シミュレーションシステムについては、電気事業者等の電気事業に係わる企業、電力系統運用技術に関わる有識者・大学・研究機関等による、再生可能エネルギー大量導入時の電力系統の計画・運用・制御における技術課題への対応の考え方の検討、および電力系統解析理論の基礎研究などで広く活用頂くべく、**電力会社、電力広域的運営推進機関、主要発電事業者、大学や研究機関にシステムを提供する。また、技術啓発書の形で成果を取り纏め、同システムの活用方法などについて委託事業者主体で支援を実施**していく。また、電力需給の解析・評価技術の標準化を推進していく。

実際の電力需給を担う東京電力パワーグリッドや、今回の事業で委員会や他WGで関係する電力会社においては、需給シミュレーションシステムで評価する「予測」、「制御」、「運用」に係る基本的な考え方を参考に、将来の電力系統における最適な設備形成や運用手法に取り組んでいく。

## ◆成果の実用化の見込み

### 実証WG

本実証試験による研究開発成果について**成果報告書の形で一般公開**し、他の一般電気事業者へも本実証試験の実施者である東京電力パワーグリッドと東京電力ホールディングスが主体的に成果を共有し、大量再生可能エネルギー導入時の需給計画と運用ノウハウを活用できるようにする。

事業終了後は開発した実証システムを基本として標準化を図るべく高品質・低価格に向けた開発を継続し、一般電気事業者に向けた受注活動を行う。並行して、海外の老朽化が進んでいる内燃機関発電機による電力供給地域や、未電化地域を対象に、再エネと蓄エネを組み合わせ、経済的で電力品質も十分なベストミックスになる電力設備形成・運用を実現する事業やコンサルティング業務事業へも展開する。事業終了後5年以内には予測システムなどを強化した標準システムを開発し、体制面の強化含めた受注活動を推進する。