

【事業名】風力発電等分散型エネルギーの広域運用システムに関する実証研究

【代表者】一般財団法人 日本気象協会 滝谷克幸

【実施年度】平成24～26年度

(1)技術開発概要

①【事業概要】

複数の再生可能エネルギー発電所・発電変動を一括して取り扱うことで、平滑化効果(ならし効果)や異種発電間の発電協調により、従来のオンサイト蓄電池による変動抑制システムよりも小容量蓄電池にて変動抑制を実現できる可能性がある。本事業では、再生可能エネルギー発電の導入可能量拡大を目的とし、複数再生可能エネルギー発電所を連携した発電変動抑制システム(広域運用システム)の技術開発および評価を行う。

②【技術開発の詳細】

(1)広域運用システムの開発

広域高速ネットワークを用いたリアルタイム蓄電制御機能にて再生可能エネルギーの変動を一括吸収する広域運用システムを開発する。

(2)気象予測システムの開発

広域連系される再生可能エネルギー(風力・太陽光)の30分発電量を一括して高精度に予測する気象予測システムを開発する。

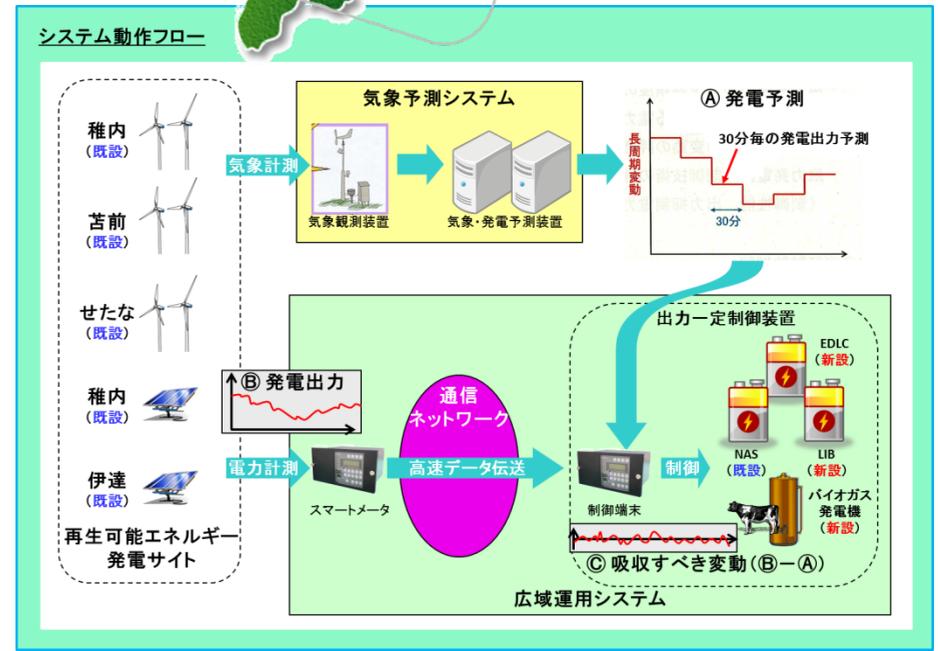
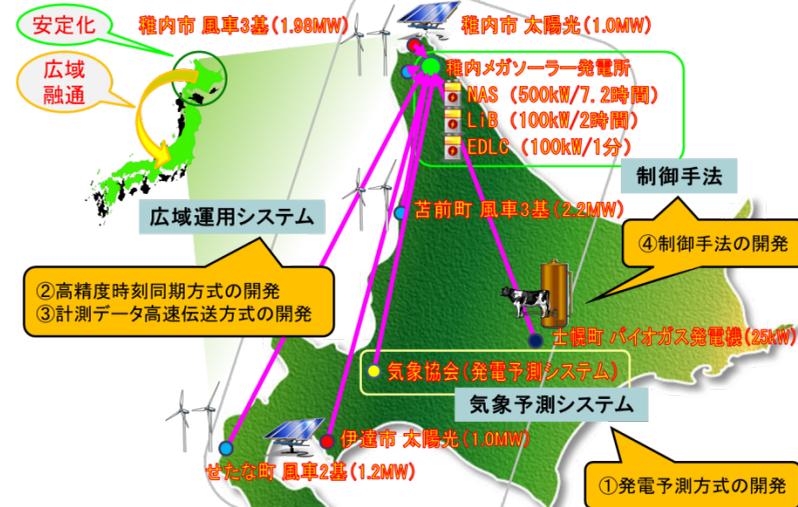
(3)制御手法の開発

再生可能エネルギーの30分発電量を気象予測システムからの30分発電予測量に一致させつつ、再生可能エネルギーの短周期変動を吸収する制御方式を開発する。
また、ガスホルダーにより制御可能なバイオガス発電を制御することにより、気象予測システムで予測される長周期変動を減少させる制御手法を開発する。

(4)評価手法の開発

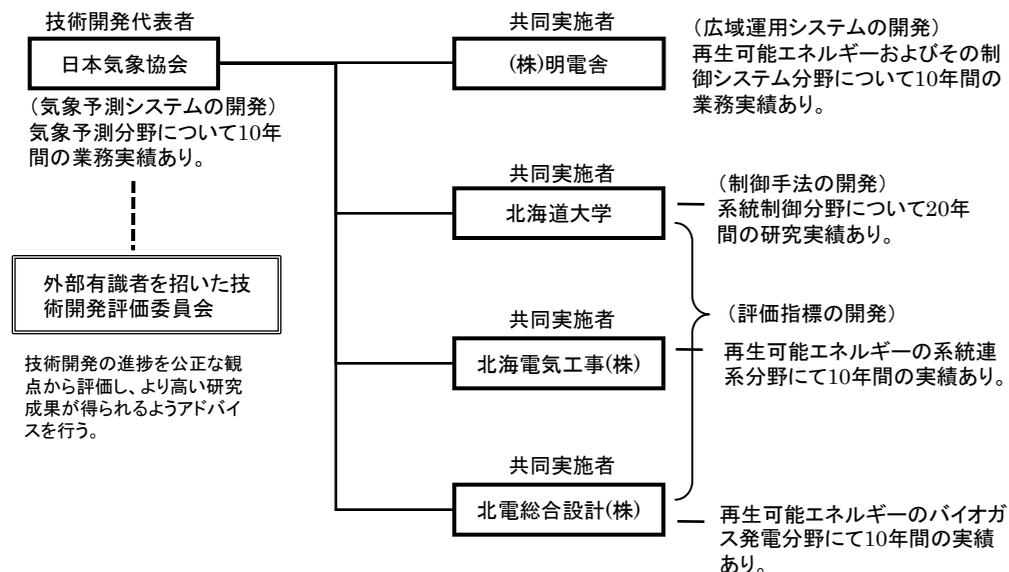
広域運用システムにて得られる計測データおよび制御結果から制御方法・蓄電容量・広域化による平滑化効果量の評価手法を開発する。

③【システム構成】



(2) 技術開発計画

①【実施体制】



②【実施スケジュール】

	H24年度	H25年度	H26年度
気象予測システムの開発			
	15,282	35,703	35,803
広域運用システムの開発			
	31,997	242,667	242,667
制御手法の開発			
	918	1,136	1,136
評価手法の開発			
	15,510	45,188	29,499
小計	63,707	324,694	309,104
間接経費	19,805	16,203	16,010
合計	86,062	340,897	325,114

③【目標設定】

○最終的な目標:

- ・広域運用システム評価並びに電力系統全体での変動状況分析
- ・広域連携による平滑化効果、異種電源による平滑化効果の試算
- ・蓄電池容量についてオンサイト比1/2の容量を目標
- ・広域における風力発電量と太陽光発電量予測を合わせた予測精度の誤差10%以内
- ・100ms以内での高速データ計測と高速の制御を行うため500ms以下の制御応答を実現
- ・長周期変動として3%以内、短周期変動として5%以内の変動抑制

④【事業化・普及の見込み】

気象予測・発電量予測システムは、本技術開発終了後、まもなく事業化が可能。蓄電池制御については、大容量蓄電池の開発状況にも左右されるが、2015年度以降の事業化を目標。

バイオガス発電は、本技術開発終了後、まもなく事業化が可能。



(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

- ・広域における発電量予測精度として定格比RMSEで10%以下の目標を達成した。
- ・広域運用システムを構築し、目標である100ms以内での高速データ計測と高速制御を行うため500ms以下の制御応答を実現した。
- ・蓄電池とバイオガス発電機を組み合わせ、発電出力予測に基づいて協動的に制御する手法を開発し、長周期変動3%以内、短周期変動5%以内の変動抑制目標を達成した。
- ・最終目標である必要蓄電池容量についてオンサイト比1/2の容量目標を達成した。

②【CO2削減効果】（計算方法パターン:その他）

●2020年時点の導入量（導入目標値）

- ・太陽光発電 設備容量 2,800万kW
- ・風力発電 設備容量 500万kW

●対策が行われない場合の導入量（現状の受入可能量）

- ・太陽光発電 連系可能量 1,000万kW ※経産省 低炭素電力供給システム研究会
- ・風力発電 連系可能量 428万kW ※電気事業連合会HP

●対策後の増加量（本事業の効果）

- ・太陽光発電 連系可能量 1,800万kW、157億kWh（設備利用率10%）
- ・風力発電 連系可能量 72万kW、12億kWh（設備利用率20%）

●対策が行われる場合に期待されるCO2削減量

- ・太陽光発電 11百万t
= 157億kWh × (石油火力 0.738kg-CO2/kWh - 太陽光 0.038kg-CO2/kWh)
- ・風力発電 1百万t
= 12億kWh × (石油火力 0.738kg-CO2/kWh - 風力 0.025kg-CO2/kWh)

③【成果発表状況】

- ・The 4th European Innovative Smart Grid Technologies (ISGT) (2013年10月)「Cooperation of Energy Storage Systems and Biogas Generator for Stabilization of Renewable Energy Power Plants」(北海道大学 真鍋他)
- ・稚内市環境展へのパネル出展(2013年8月、2014年8月)「風力発電等分散型エネルギーの広域運用システム実証事業の紹介」
- ・風力エネルギー学会誌(2013年 第37巻 第3号(通巻第107号))「風力発電等分散型エネルギーの広域運用システムの開発」(明電舎 田邊他)
- ・平成26年電気学会全国大会(2014年3月)「風力発電等分散型エネルギーの広域運用システム(1)-実証事業の全体概要と発電量予測-(ほか3件発表)」(日本気象協会 山口他)
- ・18th Power Systems Computation Conference (PSCC'14)(2014年8月)「Wide-Area Operation Systems for Multiple Renewable Energy Power Plants - Cooperative Control of Energy Storage Systems & a Biogas Generator and Required Capacity Assessment-」(北海道大学 真鍋他)
- ・電気学会論文誌B(2015年 Vol.135 No.6 pp.362-371)「太陽光・風力発電に併設される複数の蓄電池・バイオガス発電の協調制御と必要容量評価」(北海道大学 真鍋他)
- ・平成27年電気学会全国大会(2015年3月)「風力発電等分散型エネルギーの広域運用システム(1)-広域発電量予測の精度検証-(ほか3件発表)」(日本気象協会 山口他)

④【技術開発終了後の事業展開】

再生可能エネルギーのうち、風力については北海道・東北地方の賦存量が多いとされているが、電力系統が弱いことがネックとなっている。送電網の強化には、北海道・東北電力管内で、1兆1,700億円の費用と5~15年程度の時間が必要となるが、実施が未定であり、それよりも近い将来、周波数変動などの課題が顕在化することが想定される。

今回の事業は、速効性ある対策として、蓄電池を活用した広域運用システムの技術開発を行ったものである。

発電事業者が広域に配置した再生可能エネルギーを、1箇所の蓄電池で制御することにより再生可能エネルギー発電所を増設することが可能になるとともに、電力会社間など広域を対象とした需給調整にも応用が可能な技術となることが期待できる。

以上のように、発電事業者(IPP、PPS等)が今後再生可能エネルギーの導入量を増加させつつ電力の安定供給を実現するために、本技術開発が重要な役割を果たすと考えられる。

	ケース(A)	ケース(B)	ケース(C)
システム運用者	発電事業者	発電事業者	一般電気事業者
事業運用形態	IPP	PPS	系統運用, 安定維持
供給形態	事業	30分同時同量, 託送	通常の電力供給
需要家	一般需要家	特定規模需要家 (自治体, 企業, ...)	一般需要家
前提条件	電力系統の安定度維持※(1)の責務を 発電事業者が負う 場合	電力系統の安定度維持と需給バランス維持※(2)の責務を 発電事業者が負う 場合	電力系統の安定度維持と需給バランス維持の責務を 一般電気事業者が負う 場合
運用イメージ			

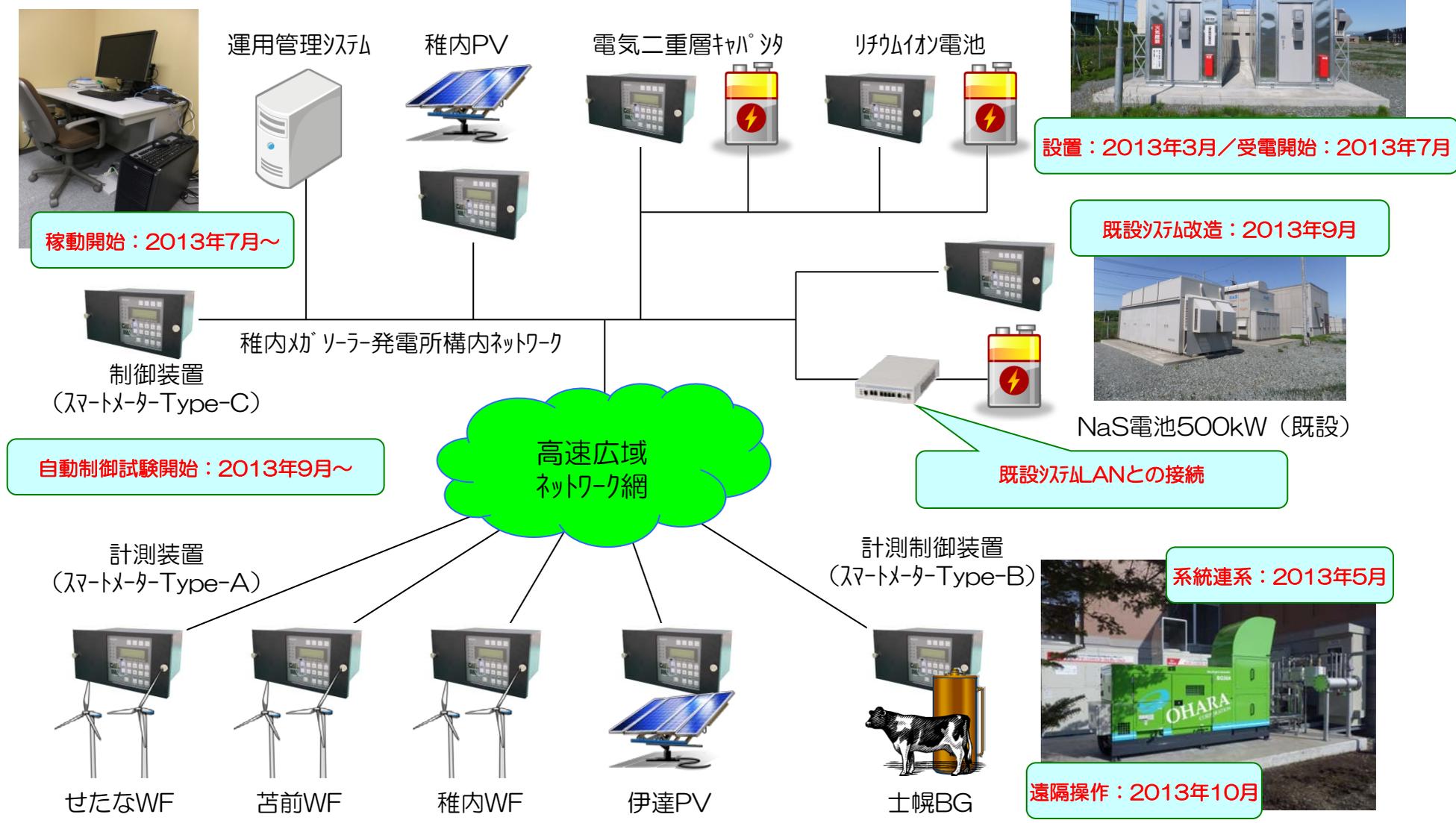
(※1) 安定度維持 → 主に系統の周波数変動を抑制するための短周期変動に対する影響の軽減を想定

(※2) 需給バランス維持 → 主に系統電源の経済負荷配分運用や地域間連系線の運用に対する影響の軽減を想定

○普及促進に向けて必要となる政策

- ・30分同時同量制御により運用される再生可能エネルギー電源を系統連系可能量の枠外とできるなどの系統連系ルール上の緩和措置
- ・事前通告により供給される再生可能エネルギー電源の買取単価の優遇
- ・バイオガス発電を調整可能な電源とするための増分コストに対する補助
- ・蓄電池に対する導入補助

○参考資料1：広域運用システムの構築



○参考資料2: 変動成分及びならし効果の評価

評価指標

短周期変動[%](制御目標5%以下):

$$\frac{\text{(実出力ー出力計画値)の30分単位での標準偏差}}{\text{不可制御電源(WF+PV)総出力容量}}$$

長周期変動[%](制御目標3%以下):

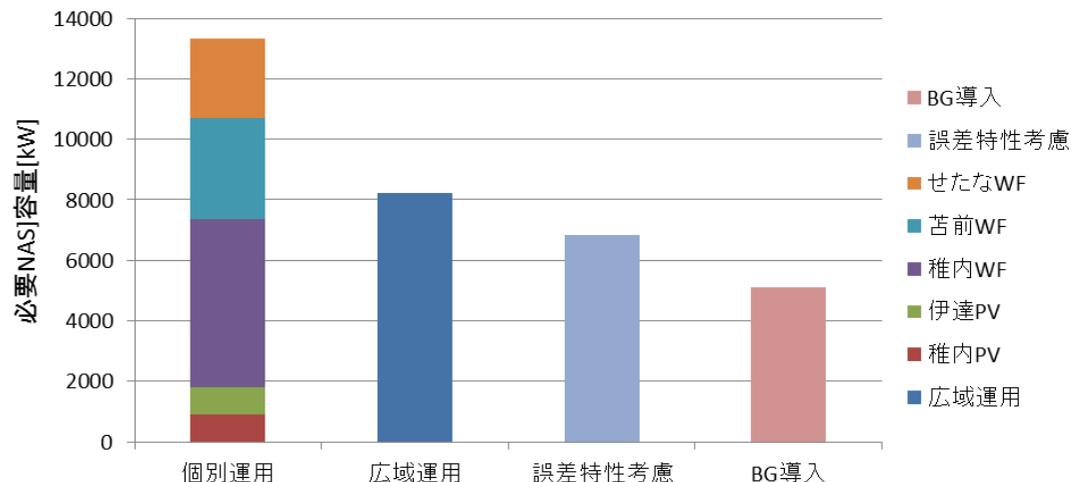
$$\frac{\text{(実出力ー出力計画値)の30分平均値}}{\text{不可制御電源(WF+PV)出力計画値}}$$

の分布を求め、その99%VaRで評価

各サイトと合計出力の出力変動(99%VaRで評価)

サイト名	定格容量	長周期変動	短周期変動
稚内WF	1980kW	300.0%	21.2%
苫前WF	2200kW	249.9%	25.2%
せたなWF	1200kW	460.0%	19.8%
稚内PV	1000kW	347.4%	25.5%
伊達PV	1000kW	372.3%	25.5%
合計出力	7380kW	199.6%	9.1%

ならし効果によって合計出力の変動そのものが小さくなっていることを実データより確認した。



個別運用を行った場合の合計NAS容量を基準とすると、広域運用によるならし効果で38%の容量削減。制御手法の改良(誤差特性考慮)と合わせて50%削減。さらにBGを0.2pu導入した場合の必要NAS容量を比較すると61.6%の容量削減に成功。
 ⇒オンサイト比1/2の容量目標を達成。

CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 7.0点（10点満点中）

- 評価コメント

- 気象予測精度が確保できたこと、オンサイトの蓄電池容量を半減させることができたことなど成果が大きい。引き続き北海道を始めとする幅広い地域において再生可能エネルギーに基づく自立が可能となるような本研究成果の活用を期待する。
- 大規模再生可能エネルギーの本方式での広域運用の合理性が立証されたことは有意義である。本方式を広く普及させるため、系統連系ルール上の緩和措置や蓄電池に対する導入補助等の政策的な課題に加え、本技術の経済性、即効性を前面に出した事業展開の取組を一層進めること。
- 目標は達成していると認められるものの、北海道で再生可能エネルギー導入を図るためには本州との広域連系を前提とする必要があり、これに対する知見が明確になっていない。成果の高度な利用ができるよう、更なる進展を求める。