

スマートコミュニティサミット2021

ポーランドにおけるスマートグリッド実証事業の取り組み ～電力系統安定化・ハイブリッド蓄電池に関する実証～

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（N E D O）の委託業務の結果から得られたものです。

2021/9/22
(株)日立製作所
サービス＆プラットフォームビジネスユニット
エネルギーソリューション本部
電力システム設計部 主任技師
丹宗 浩志

Contents

1. 日立製作所の活動状況
2. 実証背景（欧州の動向・ポーランドの概況・課題）
3. 実証概要（実証目的・システム概要・スケジュール）
4. 実証成果

1. 日立製作所の活動状況 社会イノベーション事業

人々のQoLの向上 ・ 顧客企業の価値の向上



モビリティ
ソリューション



ライフ
ソリューション



インダストリー
ソリューション



エネルギー
ソリューション



IT
ソリューション



Lumada プラットフォーム (データを価値に変換する仕組み)

プロダクト

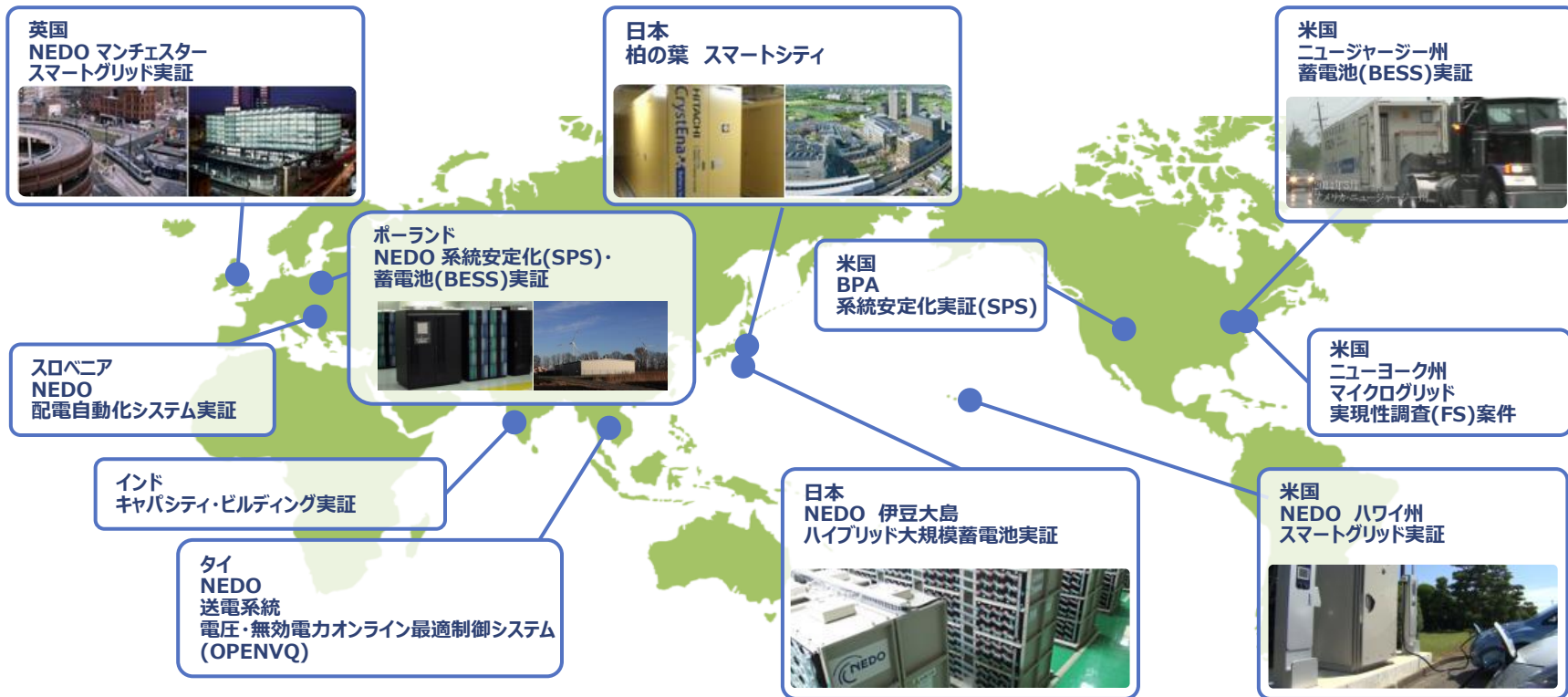
プロダクト

プロダクト

プロダクト

プロダクト

1. 日立製作所の活動状況 スマートコミュニティ関連の取り組み



BESS: Battery Energy Storage System SPS: Special Protection Scheme FS: Feasibility Study
BPA: Bonneville Power Administration (米国エネルギー省ポンネル電力局) OPENVQ: Optimized Performance Enabling Network for Volt/var (Q)
NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization (国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

Contents

1. 日立製作所の活動状況
2. 実証背景（欧州の動向・ポーランドの概況・課題）
3. 実証概要（実証目的・システム概要・スケジュール）
4. 実証成果

2. 実証背景 欧州の動向

■ 欧州政策： Clean Energy Package

<2030年の目標>・RES比率・連系線・域内電力取引・エネルギー効率化

⇒ 規制機関やTSO団体の取り組み：

- ・10か年送電線建設計画
- ・市場カップリング(フローベース)
- ・地域内TSO協調の枠組み

■ 動向：

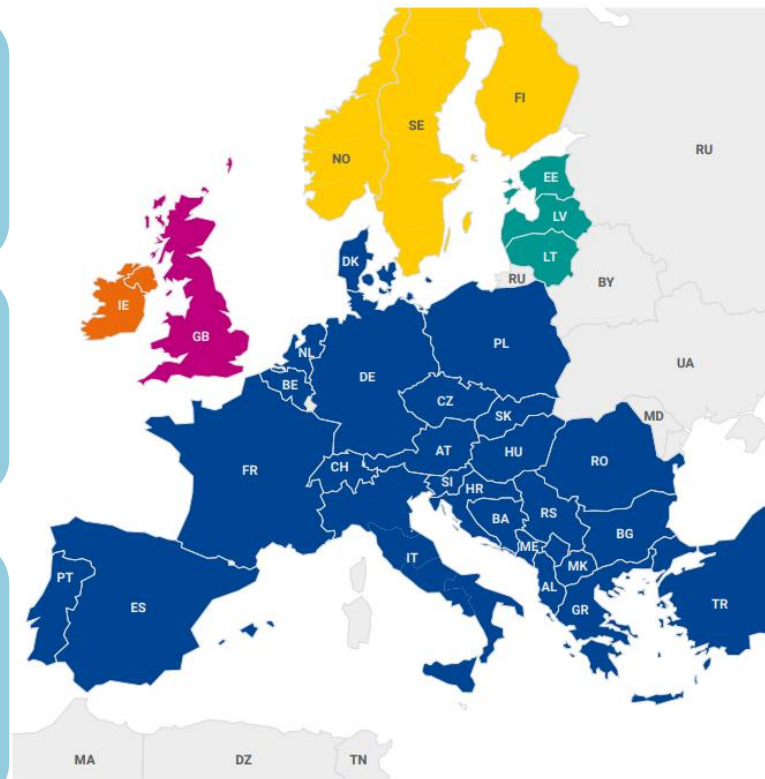
- ・RES・DER増加
- ・電化・パワエレの増加
- ・域内取引の増加

■ その他の要因：

- ・発電機の老朽化・廃止
- ・脱原発
- ・デジタル技術進展

■ 長期的（2025～2030）な電力系統制御の課題：

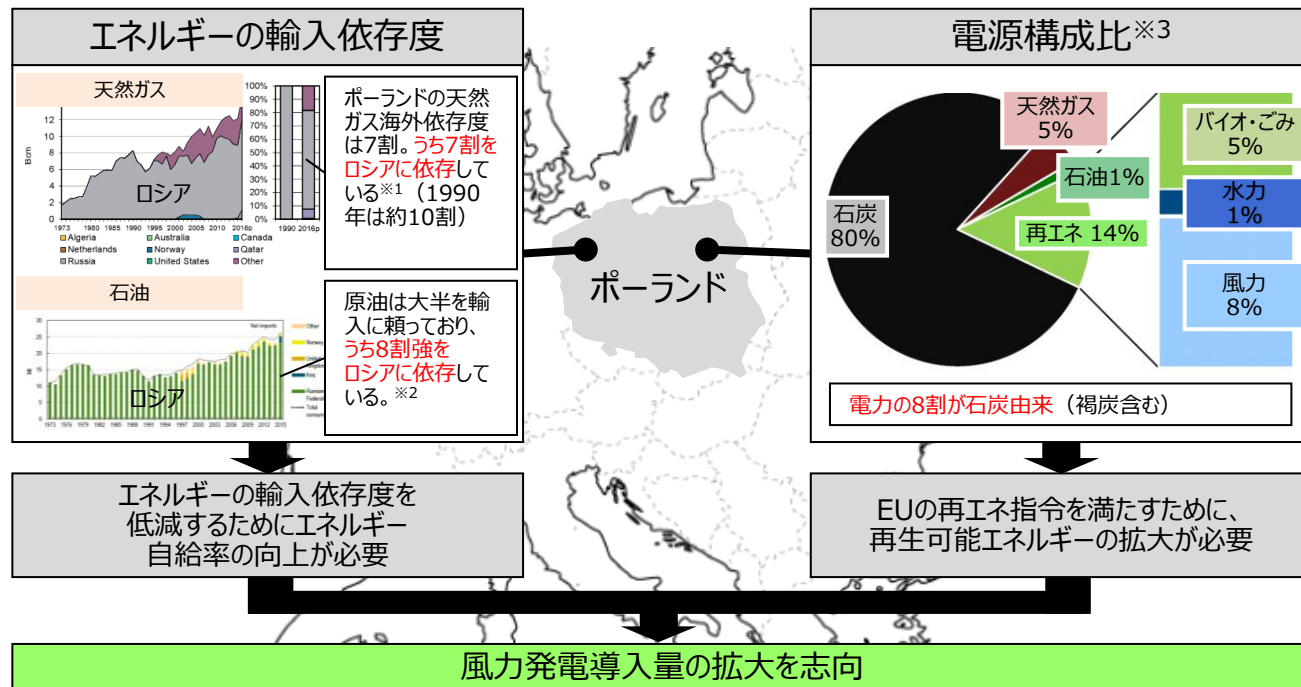
- ・周波数問題（低慣性）
- ・過渡安定度問題・電圧問題（再エネ）
- ・混雑管理（予期しない潮流）
- ・動的な系統運用（ルール決め含む）



2. 実証背景 ポーランドの概況

■ ポーランドにおける風力発電導入量の拡大

ポーランドはエネルギーの輸入依存度の低減とEU再エネ※4指令を満たすために、風力発電導入量の拡大を志向している。



※1 2016年の天然ガス依存度 出所：IEA「Natural Gas Information」2017年版

※2 2016年の原油依存度 出所：IEA「2017Poland - Energy System Overview」2017年版

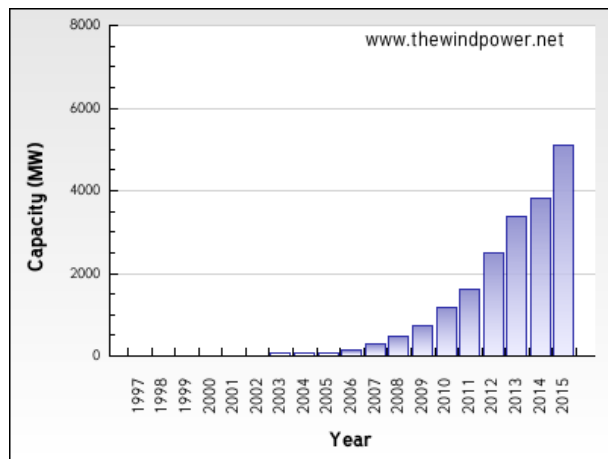
※3 2016年の電源構成比 出所：IEA「2017Poland - Energy System Overview」2017年版

※4 再エネ：再生可能エネルギー

2. 実証背景 風力発電導入に伴う送電線の増強

- ポーランドでは、北部地域を中心に風力導入量が拡大している。
- しかし、風力発電の導入に適したエリアと需要地が離れているため、系統運用上の課題がある。

ポーランドにおける風力発電の導入状況



出典：www.thewindpower.net

2016年風力導入量
約5,298MW

2021年風力導入量
9,848MW(計画)

風力発電拡大地域

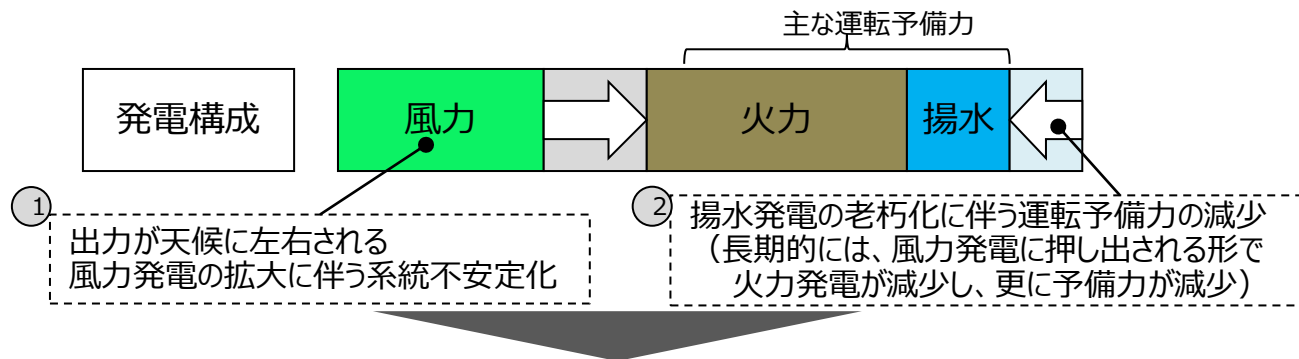


出典：PSE(Polskie Sieci Elektroenergetyczne,ポーランド送電公社)

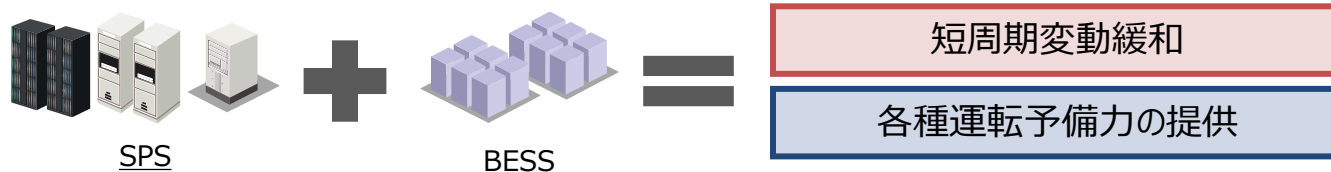
2. 実証背景 需給予備力確保

- 系統運用者は、出力が不安定な風力発電の導入拡大に伴い、系統を安定に保つための予備力減少という課題に直面しており、ガスタービンと並行して、蓄電池システムの導入を検討。
- 蓄電池システムによる短周期変動緩和・運転予備力の提供。

将来発生するポーランドの電力系統の課題



風力発電が大量導入された環境下における系統課題への対応



2. 実証背景 実証事業の課題と対策

平常時
課題

- 系統の送電線増強
- 運転予備力確保

事故時
課題

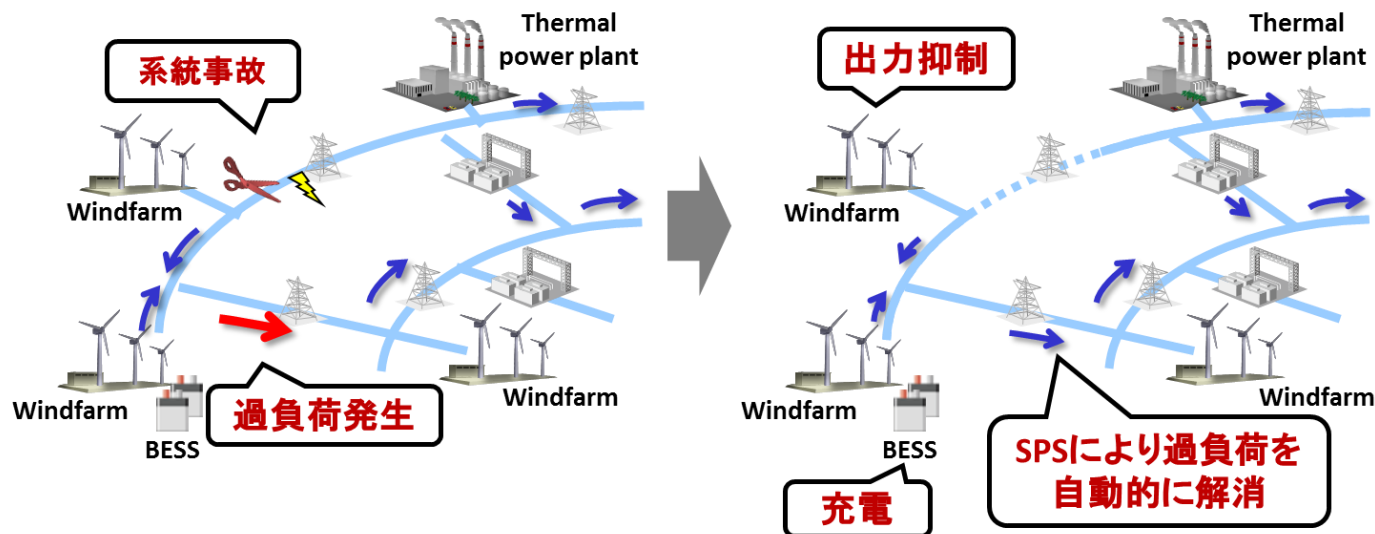
- 送電線の過負荷
(潮流回り込み)

対策

- SPS (Special Protection Scheme)
- ハイブリッドBESS (Battery Energy Storage System)

による課題解決

＜SPSによる過負荷解消のイメージ＞

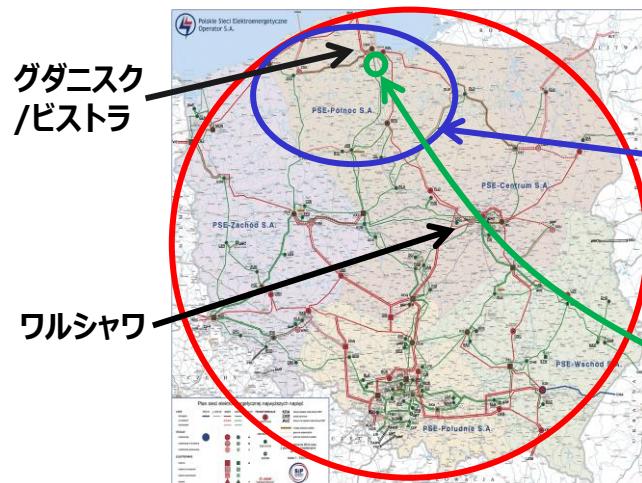


Contents

1. 日立製作所の活動状況
2. 実証背景（欧州の動向・ポーランドの概況・課題）
3. 実証概要（実証目的・システム概要・スケジュール）
4. 実証成果

3. 実証概要 実証目的

No	実証エリア	目的	システム・機能	制御対象
1	ポーランド 北部エリア	・SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果を 検証	SPS 過負荷対策 (自動制御)	1)送電系統に接続されたwindファーム 2)配電系統に接続されたwindファーム 3)BESS
2	ポーランド 全域	・SPSのDSS機能による送電線の過負荷リスク及び対策 制御の見える化	SPS 過負荷対策 (DSS)	制御無し ※ポーランド全域の風力発電所や火力発電所 を含めて計算を実施。将来的に制御対象とし て拡大を目指す。
3	ビストラ 風力発電所	・ハイブリッド型BESSによる需給予備力の提供、風力出 力変動抑制等	ハイブリッドBESS	1) BESS



実証エリア

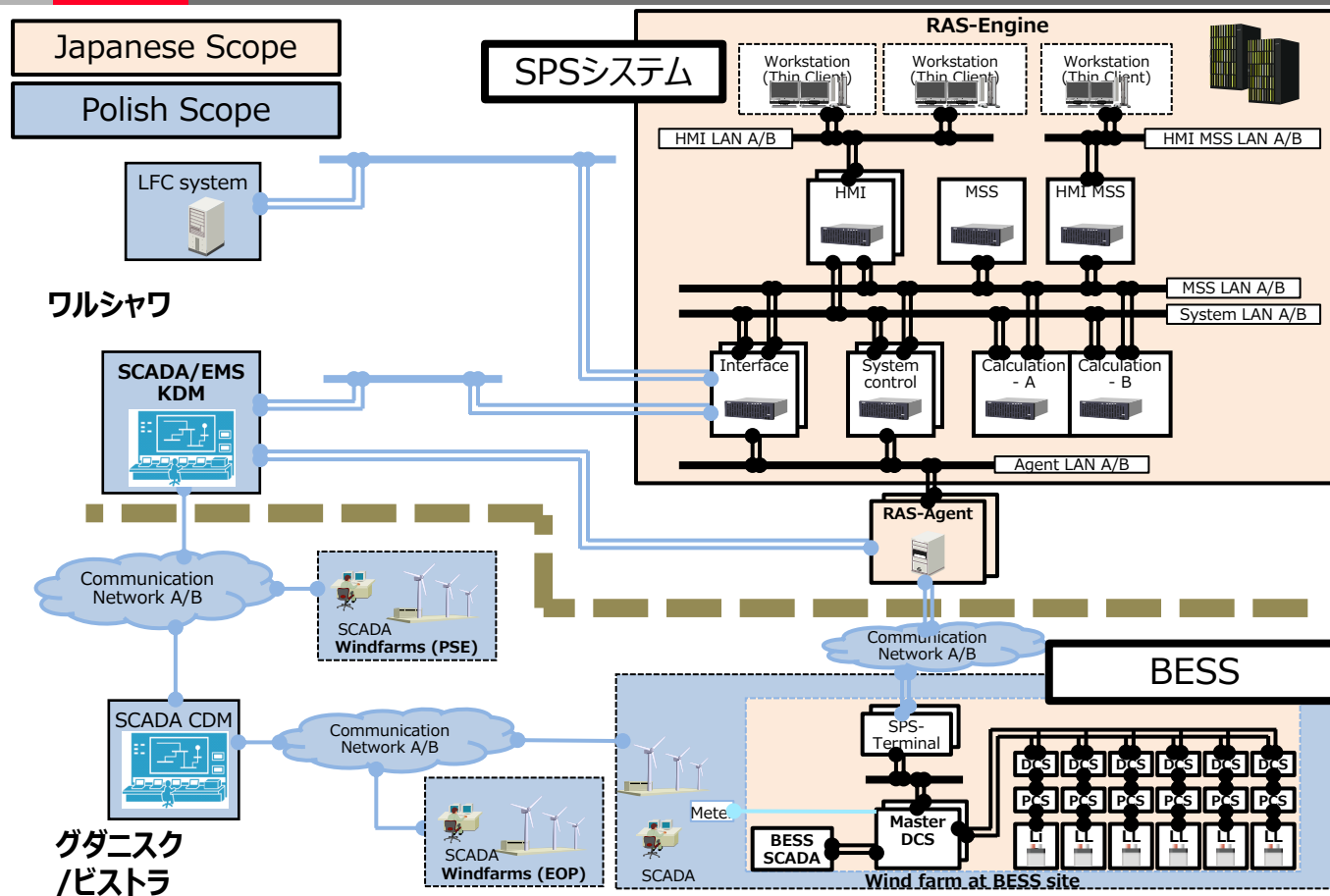
No.1 : SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果を検証

No.2 : 送電線の過負荷リスク及び対策制御の見える化

No.3 : ハイブリッド型BESSによる需給予備力の提供、風力出力変動抑制等

DSS : Decision Support System

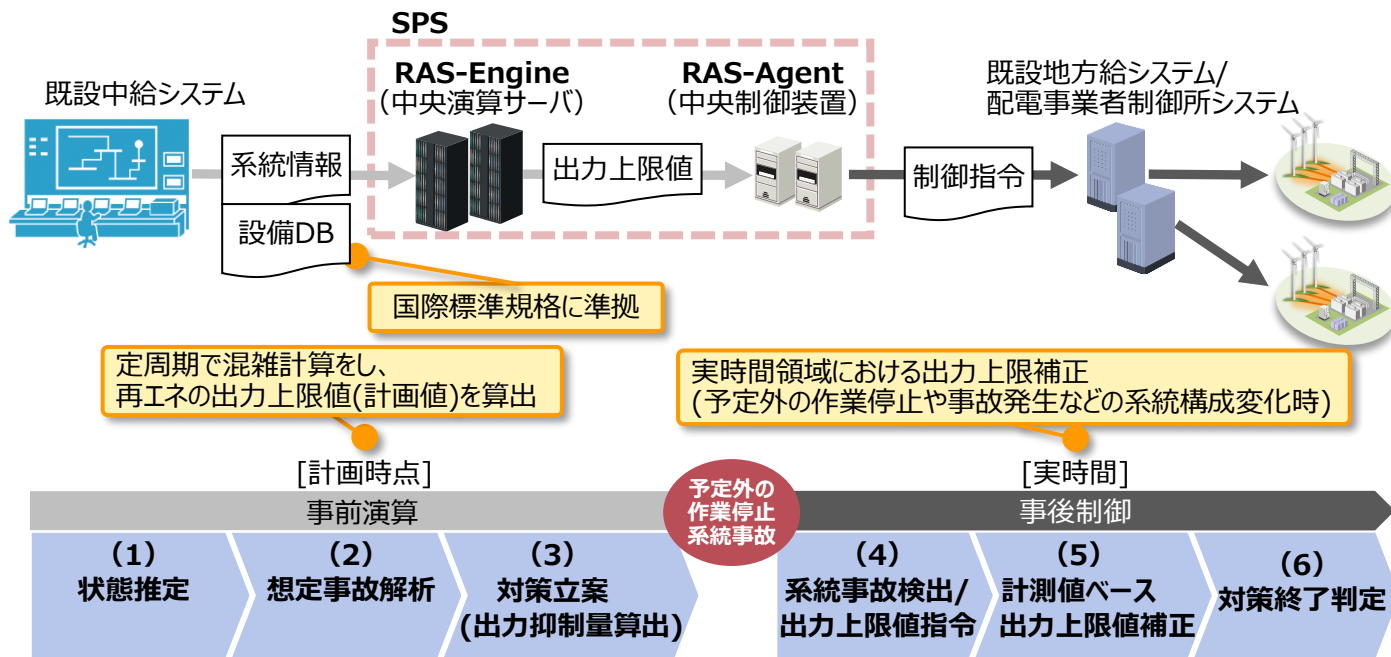
3. 実証概要 実証システム構成



LFC : Load Frequency Control
 SCADA/EMS KDM: Supervisory Control and Data Acquisition /Energy Management System Krajowej
 Dyspozycji Mocy
 SCADA CDM: Supervisory Control and Data Acquisition Centralnej Dyspozycji Mocy
 EOP : ENERGA OPERATOR
 RAS: Remedial Action Scheme
 DCS: Distributed Control System
 PCS: Power Conditioning System
 Li: Lithium ion battery
 LL: Lead-acid battery

3. 実証概要 SPSシステム

- システムの目的：送電線・変圧器の過負荷の自動解消
- 制御対象：電源(主として風力発電)の出力抑制

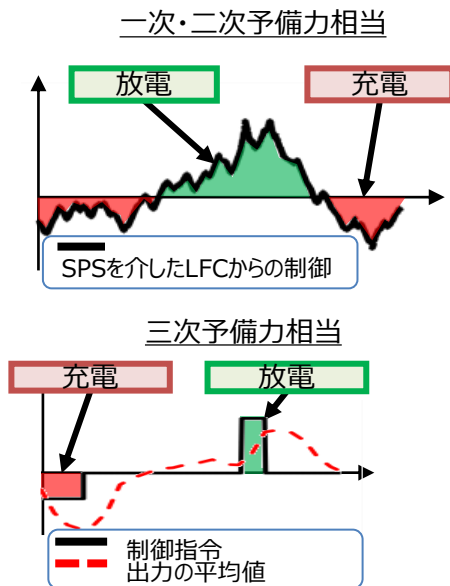


3. 実証概要 ハイブリッドBESS

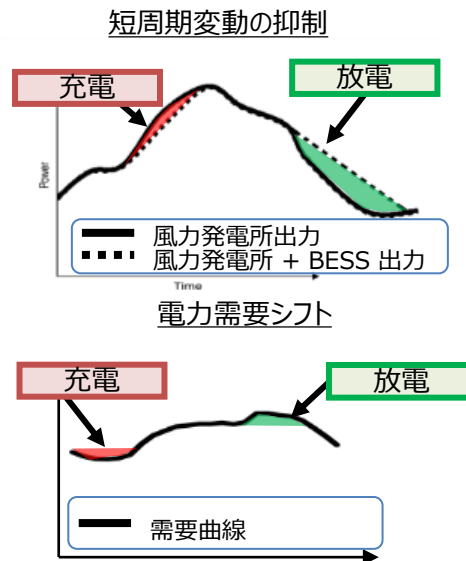
- システムの目的：需給予備力の提供、風力出力変動抑制
- 制御対象：ハイブリッドBESS（リチウムイオン電池＋鉛蓄電池）
リチウムイオン電池：1MW/0.47MWh / 鉛蓄電池：5MW/26.9MWh

1. 平常時：需給バランス調整運転を行う

中央制御機能

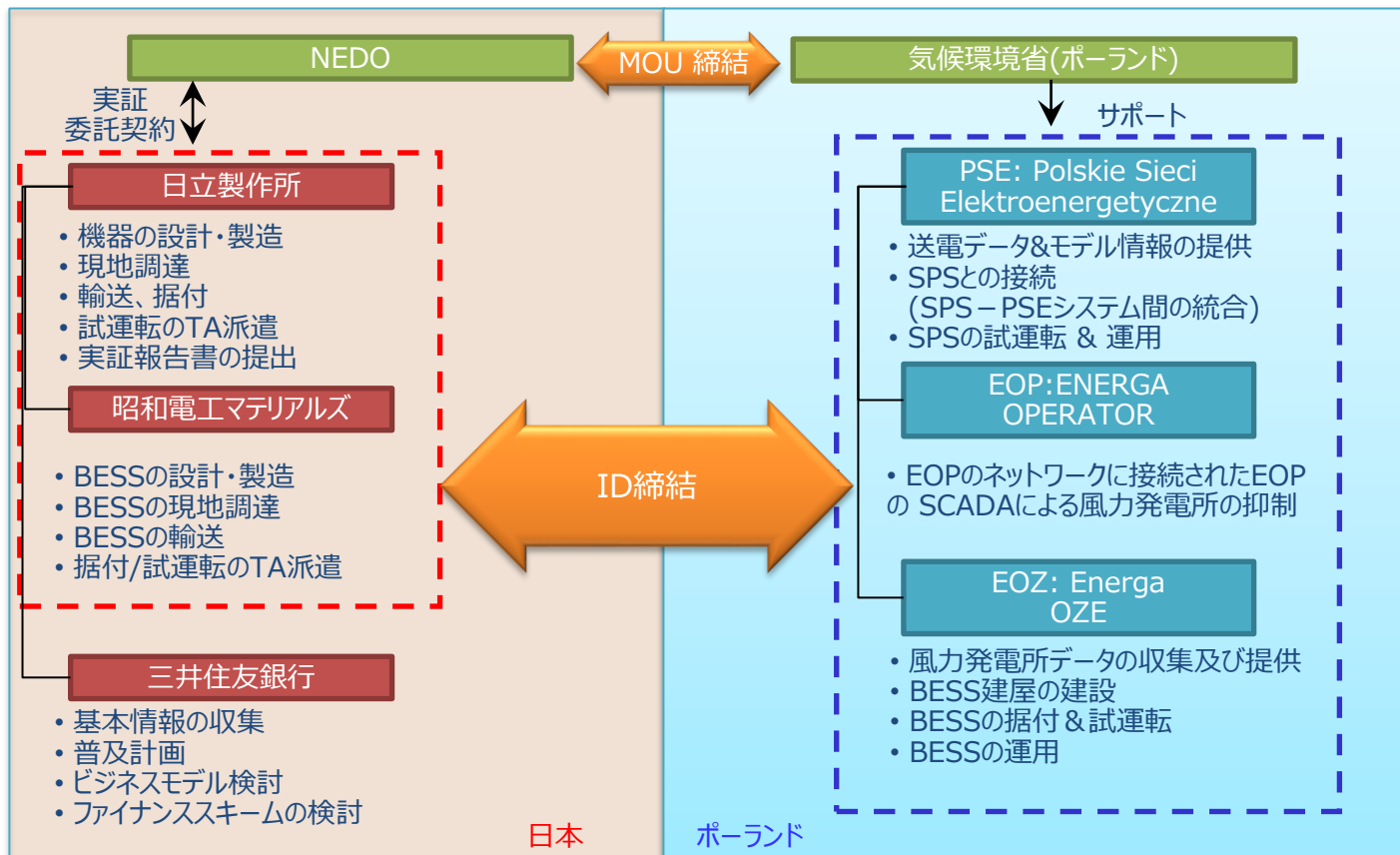


ローカル



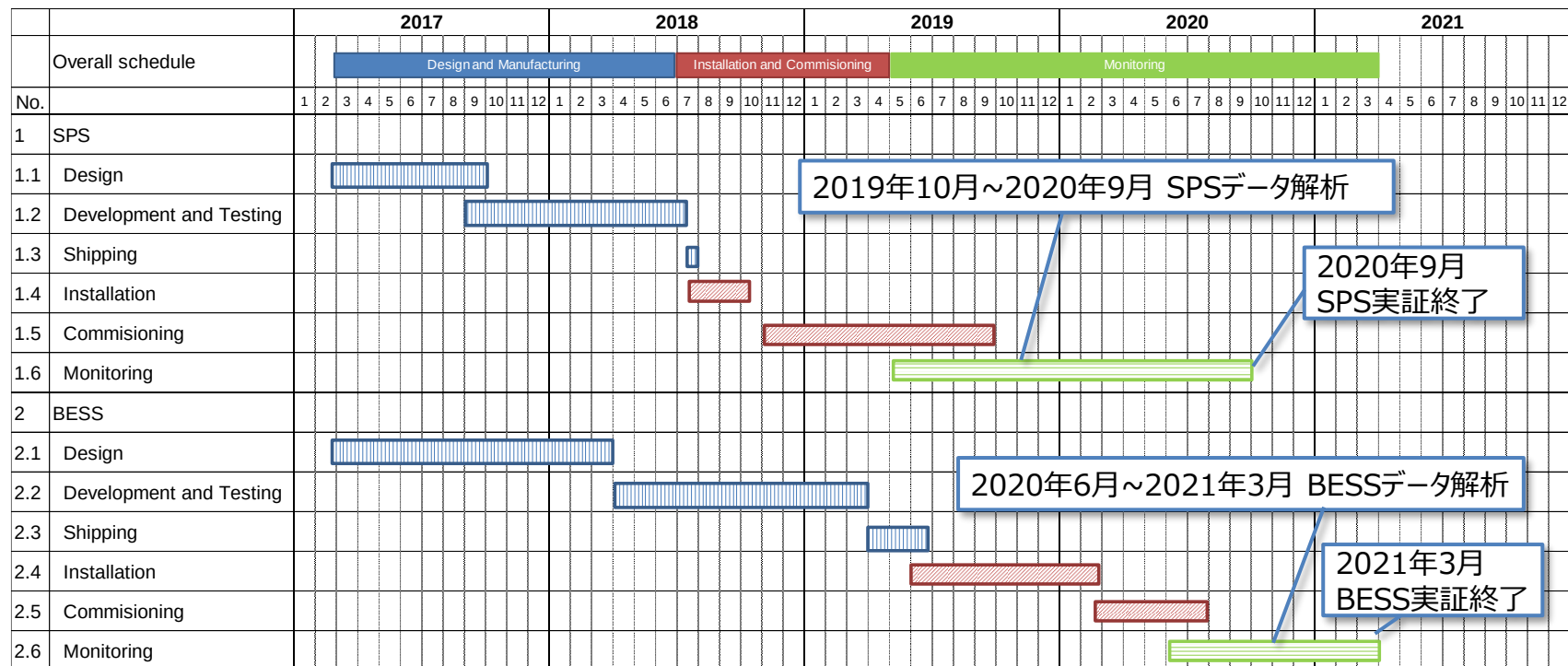
2. 事故時：過負荷対策指令に切替り、送電線の過負荷対策運転を行う

3. 実証概要 実証体制



3. 実証概要 実証スケジュール

新型コロナウイルス等の影響により、BESS実証時期に影響があったものの、
無事にポーランド実証を完遂



Contents

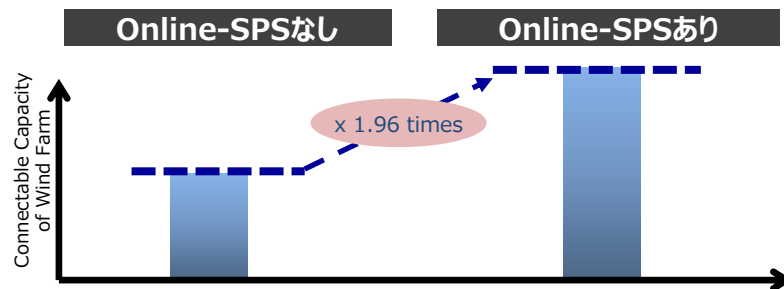
1. 日立製作所の活動状況
2. 実証背景（欧州の動向・ポーランドの概況・課題）
3. 実証概要（実証目的・システム概要・スケジュール）
4. 実証成果

4. 実証成果 SPS成果概要-1

SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果を検証・確認した。



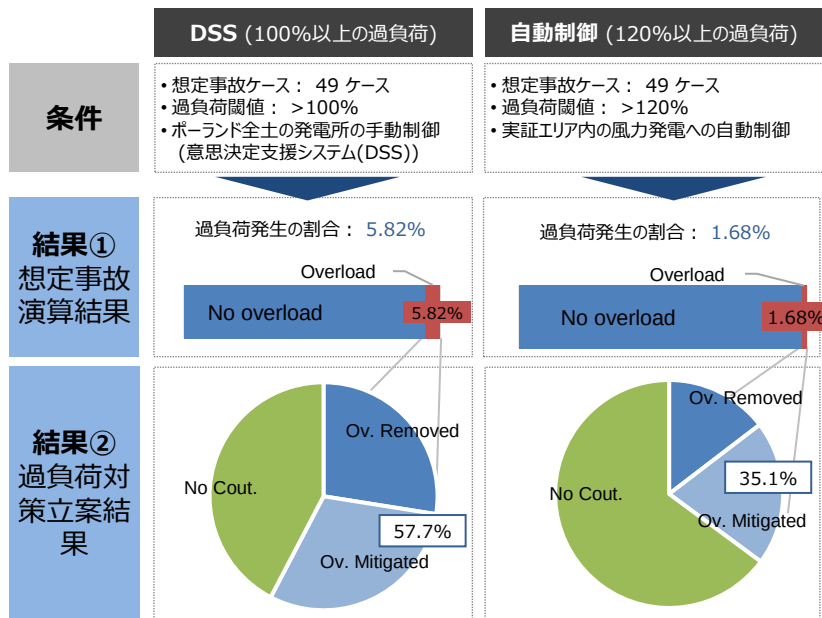
- 風力発電が大量に導入されているエリアほど、SPSが有効であることを確認した。
- ボトルネックとなっている送電線の送電可能量を引き上げられることを確認した。
- SPSが有効であったエリアの最過酷断面において、風力発電の接続可能量を1.96倍に引き上げられることを確認した。



*2020年7月14日 9時の接続可能量の一例

4. 実証成果 SPS成果概要-2

SPSのDSS機能による送電線の過負荷リスク及び対策制御の見える化を検証・確認した。



- ポーランド全土の発電所を制御対象とし、100%以上の過負荷リスクに対して、57.7%の事故ケースの過負荷を緩和または除去できることを確認した。
- 実証エリア内の風力発電への自動制御、120%以上の過負荷リスクに対して、35.1%の事故ケースの過負荷を緩和または除去できることを確認した。
- SPSによる対策不可な場合、制御対象の拡大や系統増強の必要性を示して、過負荷リスク・対策制御の見える化を検証・確認した。

*解析期間： 2019年10月～2020年9月

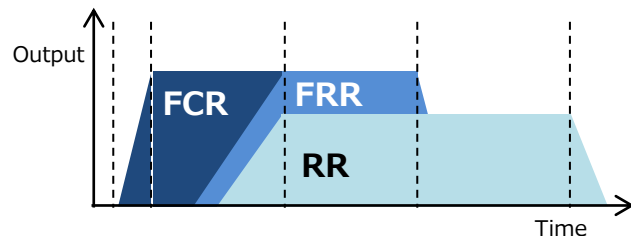
*自動制御の対策は、制御対象の風力発電が低出力、または制御対象がない場合、対策を立案することができない。対策立案率を向上するには、制御対象を拡大する必要がある。

4. 実証成果 ハイブリッドBESS成果概要-3

送電事業者向けの運転予備力の提供、
再エネ事業者向けの風力出力変動抑制の機能・性能を検証・確認した。

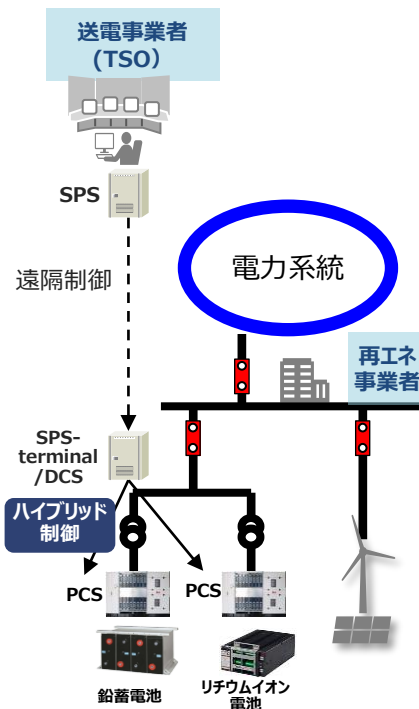
需給予備力の提供

✓BESSによる1次(FCR)、2次(FRR)、三次(RR)予備力の提供



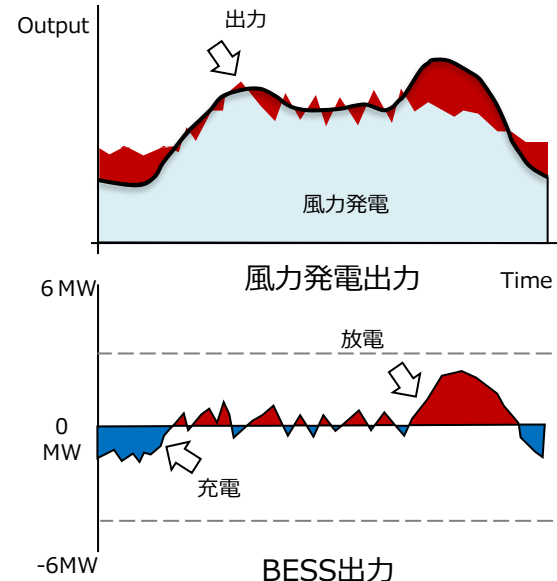
予備力	出力	反応速度	継続時間
FCR*	6MW	30秒以下	15分以上
FRR	6MW	15分以下	15分以上
RR	5MW	15分以下	2時間以上

*制度上の課題で、FCRとしてのBESSの応答速度の検証を行った



風力出力変動抑制

✓系統に出力される風力発電出力の変動を10%以内に抑制



4. 実証成果 – ポーランド側からのコメント –



**PSE社 CEO
エリク・クロソオキシー氏
Eryk Kłossowski
CEO, PSE S.A.**

「エネルギーミックスにおける風力発電や太陽光発電の増加は送電運用者にとっての課題であり、私たちは送電システムの安全性向上に寄与するソリューションを探求し続けていきます。本実証事業で開発した系統安定化システムとハイブリッド蓄電池システムは、風力発電が増加する環境において、送電システムの運用向上に寄与するものです。この理由で、私たちが本実証事業に参加できたこと、高度な系統運用技術を持つ系統安定化システムを欧州で初めて導入することができたことに満足しています。」

"Rising integration of non-dispatchable sources of energy in energy mix constitutes a challenge for Transmission System Operator, hence PSE searches for solutions increasing the security of the Polish Power System. The SPS and BESS will contribute to improving the operation of the transmission grid in the increasing wind power environment. For this reason, I am satisfied that PSE could participate in this project and become one of the first companies in Europe to implement a system with intelligent grid functionalities."

「ポーランドにおける再生可能エネルギー導入を牽引するエネルガグループは、再生可能エネルギーの増加に伴う技術的課題と電力品質および信頼性向上の必要性を指摘してきました。私たちは、電力貯蔵を目的とした現代的なインフラ構築をする中で、それら課題の解決を達成したいと考えています。エネルガグループは、本実証事業に積極的に参画したことで、世界最高峰レベルの技術的ナレッジを手に入れるとともに、他に例をみないコンピテンスを取得するに至りました。本実証事業における蓄電池の検証により、私たちはこうした技術の経験を積み、さらなる「green」な将来性を見出すことができました。これはポーランドの電力および産業分野にとって有益なものとなるでしょう。」

"Energa Group owned by ORLEN Group, as the leader in the development of renewable sources of energy in Poland, spotted technical challenges related to the expansion of RES and acts for the quality and reliability of energy supply. We want to achieve that through the development of modern infrastructure for energy storage purposes. Our attention and active participation, as well as Energa Group's engagement at almost all stages of the project permitted us to acquire and develop the best world-class technical knowledge and reach unique competence. Due to another modern energy storage, we have gained experience in this type of investments and we can see further 'green' prospects, which should be beneficial for the entire Polish energy and industrial sectors."

出所：2021年7月8日ニュースリリース、各社ホームページより



**エネルガ・リニューアブルエナジー社
CEO
ピオトラ・メイラー氏
Piotr Meler,
CEO, Energa OZE SA**

Hitachi Social Innovation is

POWERING GOOD

世界を輝かせよう。

HITACHI
Inspire the Next 