

「ポーランド共和国におけるスマートグリッド 実証事業」（事後評価）

（2016年度～2021年度 5年間）

事業説明資料【**公開**】

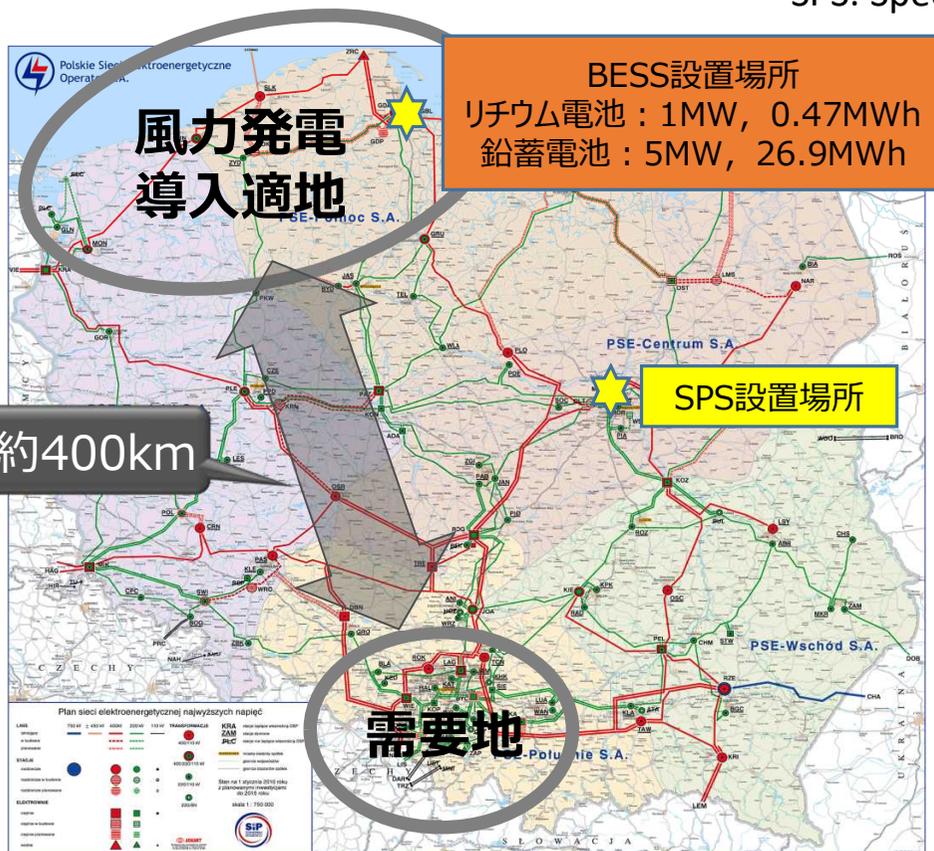
NEDOプロジェクトチーム(スマートコミュニティ・エネルギーシステム部、国際部)
株式会社日立製作所、昭和電工マテリアルズ株式会社、株式会社三井住友銀行

2021年10月27日

1. **事業の位置付け・必要性（NEDO）**
 - （1）事業の意義**
 - （2）政策的必要性**
 - （3）NEDO関与の必要性**
2. 実証事業マネジメント（NEDO）
 - （1）相手国との関係構築の妥当性
 - （2）実施体制の妥当性
 - （3）事業内容・計画の妥当性
3. 実証事業成果（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）
 - （1）事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）
 - （1）事業成果の競争力
 - （2）普及体制
 - （3）ビジネスモデル
 - （4）政策形成・支援措置
 - （5）対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

- 首都ワルシャワ近郊のポーランド国営送電事業者(PSE)中央給電指令所に系統安定化システムSPS*、北部のグダニスク近郊 Bystra風力発電所にハイブリッドBESS**を設置。
- 日本のスマートグリッド技術である系統安定化システムSPSによる送電線の過負荷防止対策技術、ハイブリッドBESSによる需給バランス対策技術について、風力発電の導入拡大に伴う課題と想定される送電線の過負荷、需給不均衡等の対応策としての有効性を実証。
- 実証で得たデータを元にSPS、ハイブリッドBESSの事業性並びにビジネスモデルを検討。

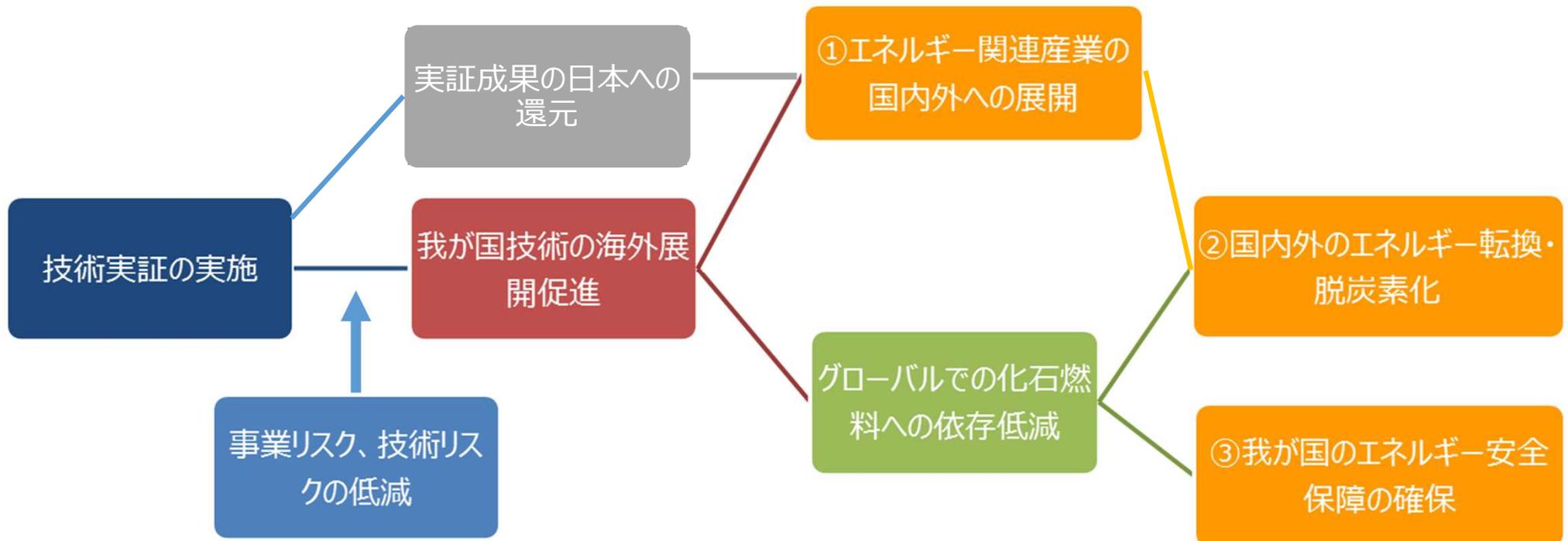
*SPS: Special Protection Scheme, **BESS: Battery Energy Storage System



【写真】
Bystra風力発電所（3MW×8基）におけるハイブリッド蓄電池設置エリアと建屋

エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業

3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて実証技術の普及に結び付ける。さらに、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証を通じて、日本への成果の還元を目指す。これらの取組を通じて、我が国のエネルギー関連産業の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、我が国のエネルギーセキュリティに貢献することを目的としている。（出所：基本計画）



事業環境

・ポーランドにおける再エネの導入拡大

2021年3月 PEP2040*で『2030年までに総発電量に対する再生可能エネルギーの比率を現状22%から32%に拡大』『風力発電導入量を現状の9.5GWから2030年 13.4GWまで増加』としている。(実証前調査実施時の2015年は4.9GW)。

・再エネ導入に伴う送電システムの強化および需給調整力確保の課題

ポーランドでは北部地域を中心に風力発電の導入が拡大、風力発電の適地と需要地が離れているため、送電線の過負荷発生や需給調整力確保の困難化等の課題が顕在化することが懸念されている。また、これらの対策を安価に実現する技術の開発が望まれている。

*PEP2040: Energy Policy of Poland Until 2040

スコープ

- ・再生可能エネルギーの導入拡大に伴う送電網の増強や需給調整力確保等の対策コスト低減を狙いとして、系統安定化装置 (SPS) 及び比較的低コストの鉛蓄電池と高出力特性に優れたリチウムイオン電池を組み合わせたハイブリッド蓄電システム (BESS)を導入した場合の効果を実証する。

NEDOの役割

- ・ポーランド共和国政府との連携強化により、プロジェクトへの支援及び普及展開への協力体制を構築する。
- ・事業者が計画した実証成果を上げられるようプロジェクトの運営を適切に管理する。

(本実証事業の重要性)

- ・再エネの大量導入に伴い、系統事故時の送電網の過負荷回避や需給バランスの維持など、系統安定化のための対策が必須となり、これを実環境で検証することは技術的に重要である。また、これらの対策を低コストで実現することは、脱炭素社会の実現に向けて政策的にも重要である。

NEDOが推進すべき事業

「NEDOのミッション」

エネルギー・地球環境問題の解決、産業技術の強化

「国際エネルギー実証のミッション」

将来の先行実証、エネルギーセキュリティへの貢献、日本企業の海外展開支援



実証事業を円滑に遂行していくためには、官民一体となった取り組みが必要であり、政府機関とのネットワークを活用し、民間企業の海外市場での取り組みをサポート



『実証の場』を創出

- ✓ ポーランド政府及び国営送電会社と協力して、風力発電が大量導入されているポーランド北部系統での系統安定化技術実証を設定
- ✓ ポーランド側の送電会社、配電会社、発電会社を含む体制により、ポーランド国内での普及を目指したビジネスモデル検証の場も設定

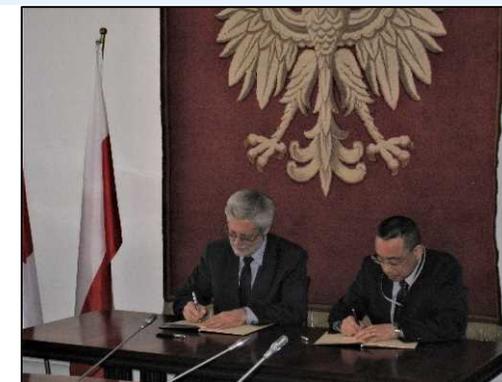


1. 事業の位置付け・必要性（NEDO）
 - （1）事業の意義
 - （2）政策的必要性
 - （3）NEDO関与の必要性
2. **実証事業マネジメント（NEDO）**
 - （1）相手国との関係構築の妥当性**
 - （2）実施体制の妥当性**
 - （3）事業内容・計画の妥当性**
3. 実証事業成果（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）
 - （1）事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）
 - （1）事業成果の競争力
 - （2）普及体制
 - （3）ビジネスモデル
 - （4）政策形成・支援措置
 - （5）対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

(1) 相手国との関係構築と事業推進

● 2017年2月15日
ポーランドPSEからNEDOへLOIで実証事業への取り組み宣言

● **2017年3月14日 MOU締結**
(NEDO渡邊理事とエネルギー省ピオトロフスキ一次官)



MOU締結の様子

● **2018年12月12日 COP24 (ポーランド開催) 共同出展**

● 2019年5月23日 日ポ国交100周年およびポーランド共和国憲法記念日レセプション参加

● **2019年12月2日 SPS運開記念式典**



SPS運開記念式典の様子

● 2020年3月14日 コロナ禍によりポーランド国内作業中断
(2020年4月22日 リモートスーパーバイズによる現地作業再開)

● 2020年9月 MOU延長
(2020年9月⇒2021年6月)

● **2020年9月25日 BESS運転開始**

● 2020年10月2日
BESS運転開始ニュースリリース



BESS建屋の様子

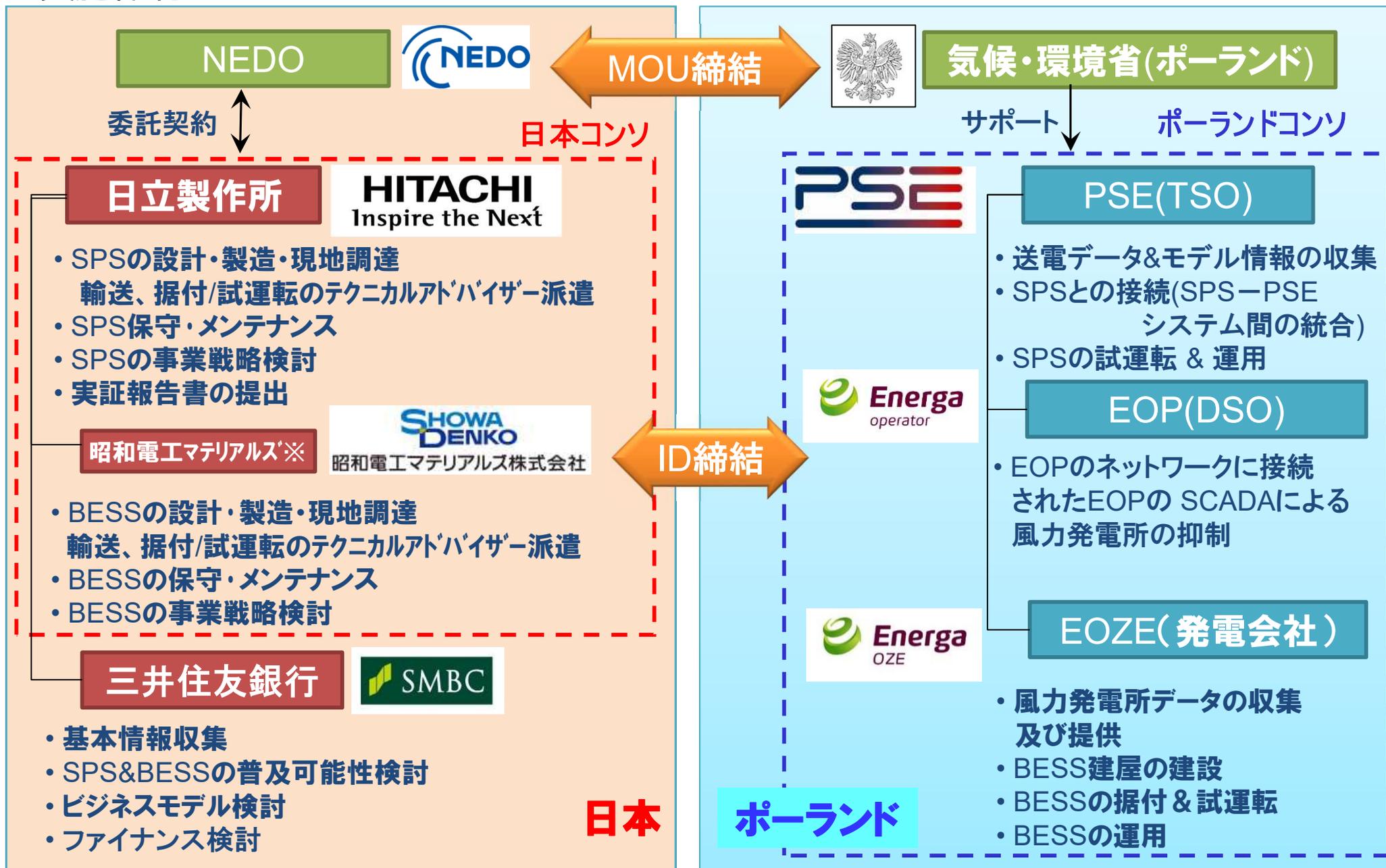


BESS建屋内の蓄電池の様子

● **2021年6月30日**
事業終了

2. 実証事業マネジメント (2) 実施体制と課題共有・問題解決

実施体制



SPS : Special Protection Scheme (系統安定化技術) BESS: Battery Energy Storage System (ハイブリッド蓄電池システム)

※2020年10月 日立化成が昭和電工マテリアルズに社名変更

2. 実証事業マネジメント (2) 実施体制と課題共有・問題解決



会議体等	頻度 または回数	目的	具体例
steering committee (NEDO、気候・環境省、 実証委託先、PSE、EOP、 EOZE)	年 2～3回	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト・スケジュール管理 情報共有・課題解決に向けたコンセンサス形成、および事業の円滑な推進のための便宜供与の依頼 必要な実務処理のための働きかけ 成果の情報発信・広報の共同推進 	<ul style="list-style-type: none"> 追加実証実施等の提案と合意形成 実証終了後の資産運用・管理のためのコンセンサス形成
定例会議 (NEDO、日立製作所、昭和電工マテリアルズ、三井住友銀行)	月 1回	<p>NEDO⇔委託者間で交わす「実施計画書」に基づく、進捗実行管理。</p> <ul style="list-style-type: none"> NEDO規定・責任範囲内の意思決定、承認のため協議等 	<p>定例プロジェクト進捗管理</p> <ul style="list-style-type: none"> 情報・課題・問題の共有 予算の適切な管理 情報発信・広報の推進 対処方針・審議（適宜）
現地パートナー定例会議 (実証委託先、PSE、EOP、EOZE)	月 1回	<p>ID締結者間でIDに基づく、進捗実行管理。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設置システム（SPS、BESS）の状況共有、データ取得状況の管理 取得データ分析と技術的課題整理 資産譲渡に向けた協議 普及活動 	<p>定例プロジェクト進捗管理</p> <ul style="list-style-type: none"> 情報・課題・問題の共有 予算の適切な管理 情報発信・広報の推進 対処方針・審議（適宜）
リスク管理 (関係者全員)	適宜	<p>「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 次項参照

2. 実証事業マネジメント (2) 実施体制と課題共有・問題解決

2018年2月にNEDO国際部が制定した「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、国際実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定し、事業に臨んだ。



● 系統運用者 (TSO) が蓄電池を保有することが禁じられる法律 (ウィンターパッケージ) が施行予定であったことから、実証開始時から資産譲渡先や、系統運用技術 (SPS) とハイブリッド蓄電池システム (BESS) のビジネスモデルについて柔軟に対応・検討を行った。

● 冬季の厳しい冷え込みにより地盤の氷結などで建設工程に影響が出た。全体工程の見直しと並行作業などにより数か月の遅れが生じたものの契約期間延長や、それに伴う予算金額の増額もなく対応を行えた。

● コロナ禍による実証設備への立ち入り制限などによる遅れが発生。遠隔によるスーパーバイズを新たに提案・実施したことで通常よりも時間を要したものの、実証の進捗を促した。

アドバイザー委員会 (2019/4)

【実施目的】

2019/5よりデータ取得を開始する予定としていたが、実証試験の計画時から約2年経過し、欧州の電力制度に変化もみられたため、実証を行う前に試験内容や成果の取りまとめ等に有識者からの助言を得る場を設けた。

	氏名	所属、肩書き (当時)
委員	小笠原 潤一 様	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 化石エネルギー・電力ユニット 電力・スマートコミュニティサブユニット 電力グループ グループマネージャー 研究理事
	芹澤 善積 様	一般財団法人 電力中央研究所 システム技術研究所 研究アドバイザー
	田岡 久雄 様	国立大学法人福井大学 学術研究院工学系部門 電気・電子工学講座 教授
	服部 徹 様	一般財団法人 電力中央研究所 社会経済研究所 事業制度・経済分析領域 副研究参事
	本庄 暢之 様	電源開発株式会社 環境エネルギー事業部 担当部長
	松岡 豊人 様	一般社団法人海外電力調査会 調査部門 主幹

【主なコメント】

○TSOとDSOのコーディネーションについて、欧州大での議論と、それがポーランドにどのような影響を与えるかを併せて調査しておくが良い。

○SPS、BESSについて、制度的に柔軟な活用ができる国を調査・抽出すべき。

○送配電料金の負担制度が蓄電池の収益性に影響するので、着目すべき。

○普及展開時、「系統安定化」と「風力発電連系量増加」のどちらが相手先にとって価値が高いのか検討した上でアピールすることが重要。

上記を受けて、

⇒ EU指令の提案・採択・各国での批准状況、並びに、対象候補国の市場動向を注視しつつビジネスモデル・普及展開策を構築した。

⇒ 普及展開先候補にとってより価値が高いと認識されるであろうサービス内容を定量的にアピールできるようなデータの取得・取りまとめを行った。

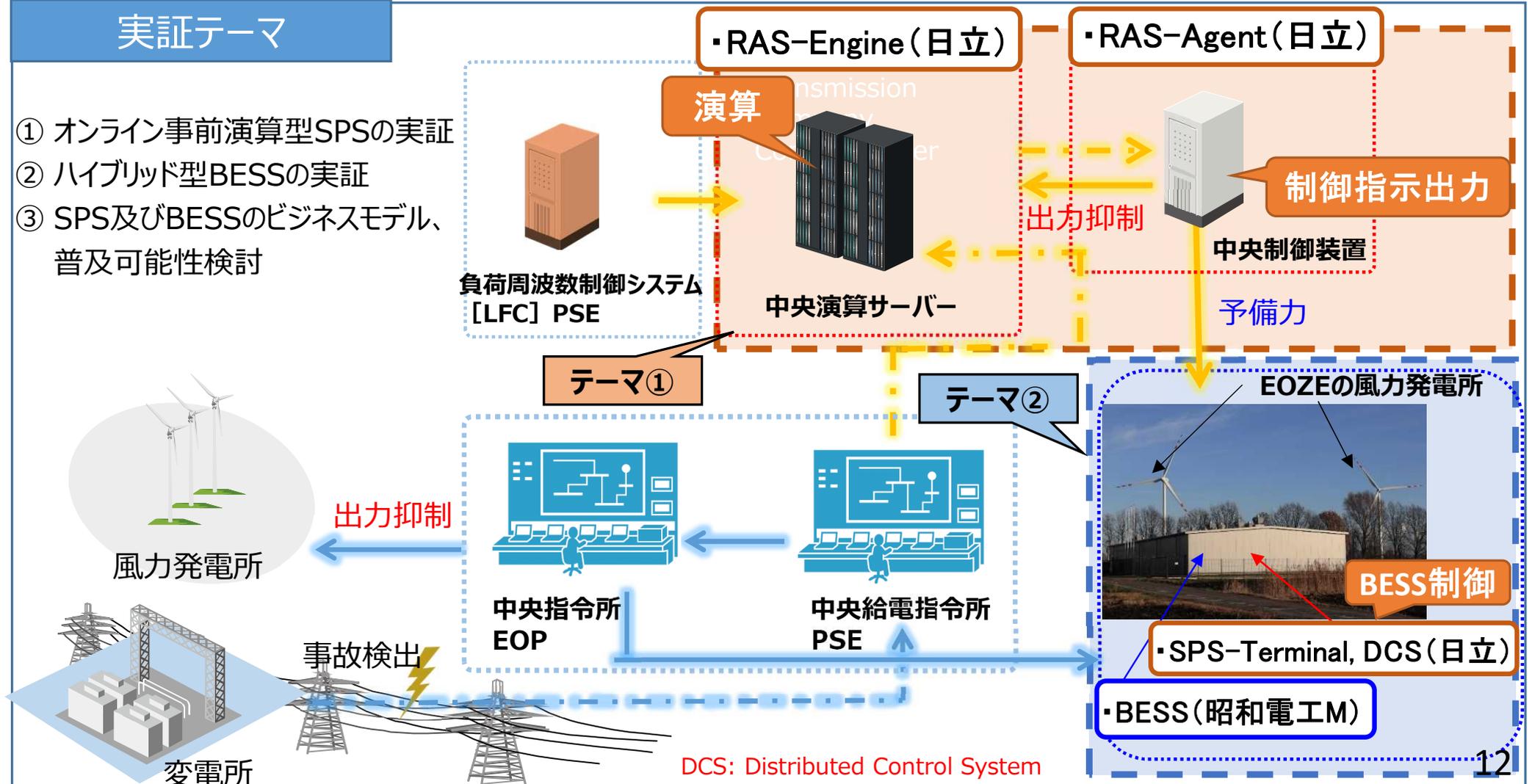
2. 実証事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性

事業目的

日本の独自または優位なスマートグリッド技術であるSPSによる送電線の過負荷防止対策技術、ハイブリッドBESSによる需給バランス対策技術等をポーランドに導入し、再生可能エネルギー比率の引き上げ目標に向けた風力発電の導入拡大に伴い課題になると考えられる送電線の過負荷，需給不均衡，電圧問題等の対応策としての有効性を実証する。
SPS、ハイブリッドBESS、それぞれの実証で得たデータを元に事業性ならびビジネスモデルの検討を行い、普及展開に資する。

実証テーマ

- ① オンライン事前演算型SPSの実証
- ② ハイブリッド型BESSの実証
- ③ SPS及びBESSのビジネスモデル、普及可能性検討



実証テーマ

■ ① オンライン事前演算型SPSの実証

- 風力発電導入可能量の引き上げ効果
- 5分周期での送電線の過負荷リスクおよび対策制御の見える化
- 過負荷対策へのBESSの活用

■ ② ハイブリッド型BESSの実証

出力特性に優れるリチウムイオン電池と容量単価の低い鉛蓄電池を最適に組み合わせ構成したハイブリッドBESSにより以下を検証

<平常時>

- | | |
|---------------------|-------------------|
| (1) 風力発電の短周期変動緩和 | (2) 周波数制御用予備力の提供 |
| (3) 需給バランス調整用予備力の提供 | (4) 揚水発電相当の予備力の提供 |
| (5) 電力需要シフト対応 | |

<事故時>

- 潮流回り込みにより発生する送電線過負荷を解消

■ ③ SPS及びBESSのビジネスモデル、普及可能性検討

SPS及びBESSのビジネスモデル、及び、普及展開を目指したファイナンススキームを検討

2. 実証事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性



スケジュール

年度	FY2016				FY2017				FY2018				FY2019				FY2020				FY2021			
	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3
				★ MOU締結	実証事業												★ SPS 運転開始式	★ BESS 実証開始)	実証設備 継続利用					
テーマ ①				システム設計・輸送・据付け								実証運転												
テーマ ②				システム設計・輸送・据付け												実証運転								
テーマ ③				市場調査								実証データ取得・検討・分析												
NEDO 負担額	0.1億円				4.4億円				8.9億円				9.5億円				1.1億円				0.1億円			

総計 24.2億円

【相手国負担】

- BESS建屋（50m×20m）建設、SPS・BESSの国内輸送・据付、必要通信網等整備
- BESS建屋建設工程が遅延した際の日本側技術者の追加派遣費用
- SPS/BESSの試運転・現地調整試験、実証期間内の運用・各種点検と非常時の一次対応

1. 事業の位置付け・必要性（NEDO）
 - （1）事業の意義
 - （2）政策的必要性
 - （3）NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント（NEDO）
 - （1）相手国との関係構築の妥当性
 - （2）実施体制の妥当性
 - （3）事業内容・計画の妥当性
- 3. 実証事業成果（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）**
 - （1）事業内容・計画の達成状況と成果の意義**
4. 事業成果の普及可能性（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）
 - （1）事業成果の競争力
 - （2）普及体制
 - （3）ビジネスモデル
 - （4）政策形成・支援措置
 - （5）対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

3. 実証事業成果（1）事業内容・計画の達成状況と成果の意義



	項目		目標	成果	達成度	残った課題／ 変更した場合 その内容
	SPS	BESS				
①	主	－	SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果の検証	接続可能量の引き上げ効果を検証し、確認した。	◎	無し
②	主	－	SPSによる送電線の過負荷リスクおよび対策制御の見える化	過負荷リスクおよび対策制御の見える化を実施し、有効性を確認した。	○	無し
③	主	副	SPSによる過負荷対策へのBESSの活用	機能性・性能を確認した。	◎	無し
④	副	主	ハイブリッド型BESSによる6MWのFCRサービス提供	機能性・性能を確認した。	◎	無し
⑤	副	主	ハイブリッド型BESSによる6MWのFRRサービス提供	機能性・性能を確認した。	◎	無し
⑥	副	主	ハイブリッド型BESSによる5MW, 10MWhの揚水発電相当(RR)アンシラリーサービス提供	機能性・性能を確認した。	◎	無し
⑦	－	主	ハイブリッド型BESSによる風力発電の出力変動率を定格出力の10%/分以下に抑制	機能性・性能を確認した。	○	無し
⑧	－	主	ハイブリッドBESSによる5MW, 10MWhの電力需要シフトサービスを提供	機能性・性能を確認した。	○	無し
⑨	－	主	③～⑧に適用可能なハイブリッド型BESSの経済性を検証	ハイブリッド型BESSの経済性を解析し、確認した。	○	無し

◎：大幅達成、○：達成、△：達成見込み、×：未達

■ 目標①～③に対する仮説および検証方法

	目標	仮説	検証方法
①	SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果の検証	<ul style="list-style-type: none"> SPS導入により、送電線のTTC(Total Transfer Capability)※を引き上げ、風力発電の接続可能量※を1.8倍※に引き上げる。 	<ul style="list-style-type: none"> 実証期間中の運用データを元に系統解析を実施。 ボトルネックとなっている送電線とその最過酷断面を抽出。 最過酷断面における、SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果、TTC引き上げ効果を算出した。
②	SPSによる送電線の過負荷リスクおよび対策制御の見える化	<ul style="list-style-type: none"> SPSにより、想定事故※発生時の過負荷発生リスクを検出する。 過負荷ケースに対しては事前にSPSが有効な対策を立案する。 	<ul style="list-style-type: none"> SPSはPSEの実運用データからリアルタイムで5分周期に想定事故演算を実施する。 想定事故演算結果を統計的に分析した。 DSS(Decision Support System:意思決定支援システム)機能により、運用者に対策制御の見える化を行った。
③	SPSによる過負荷対策へのBESSの活用	<ul style="list-style-type: none"> 想定事故発生時にSPSが事故検出し、過負荷対策指令により20分以内にBESSを充電制御し、送電線の潮流を変化させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 模擬的に過負荷を発生させ、実際にBESSの充電制御を行い、応答時間や制御量、実潮流への変化の妥当性を確認した。

※TTC(Total Transfer Capability)：送電可能容量で、「ベース潮流 + マージン + ATC(Available Transfer Capability)」の合計。

※風力発電の接続可能量：N-1事故が発生時に、SPSが過負荷を解消できる風力発電の最大発電出力。

※1.8倍：実証前調査(FS)時の計画断面による系統解析の結果。

※想定事故：実証では、送電線・変圧器の「N-1」の機器故障を想定事故とする。

■ 目標④～⑨に対する仮説および検証方法

	目標	仮説	検証方法																
④	ハイブリッド型BESSによる6MWのFCRサービス提供	BESSを活用し、FCR, FRR, RRのいずれも応答速度・持続時間・機能が 実証の要件どおり に動作することを確認できる。	<ul style="list-style-type: none"> PSEのLFC*システムから、FCR, FRR, RRの信号を送信し、反応速度、継続時間を確認した。 																
⑤	ハイブリッド型BESSによる6MWのFRRサービス提供																		
⑥	ハイブリッド型BESSによる5MW, 10MWhの揚水発電相当(RR)アンシラリーサービス提供																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>予備力</th> <th>出力</th> <th>反応速度</th> <th>継続時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FCR</td> <td>6MW</td> <td>30秒以下</td> <td>15分以上</td> </tr> <tr> <td>FRR</td> <td>6MW</td> <td>15分以下</td> <td>15分以上</td> </tr> <tr> <td>RR</td> <td>5MW</td> <td>15分以下</td> <td>2時間以上</td> </tr> </tbody> </table>	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	
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																
⑦	ハイブリッド型BESSによる風力発電の出力変動率を定格出力の10%/分以下に抑制	併設風力発電の出力変動を定格の 10%以内 に抑制する。	<ul style="list-style-type: none"> 併設風力発電のネット出力とBESSの出力、合計出力から、変動を定格の10%以下に抑制できることを確認した。 																
⑧	ハイブリッドBESSによる5MW, 10MWhの電力需要シフトサービスを提供	電力需要シフトサービス(PA*)のスケジュール機能の機能性を確認できる。	<ul style="list-style-type: none"> PAスケジュール運転の機能性を確認した。 																
⑨	③～⑧に適用可能なハイブリッド型BESSの経済性を検証	複数かつ充放電周期の異なる用途が組み合わさっている場合、複数の蓄電池を組み合わせたハイブリッド蓄電池を適用することにより 初期コストを低減 することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ③～⑧を組み合わせた場合の入出力・容量の要件から経済性を検証した。 																

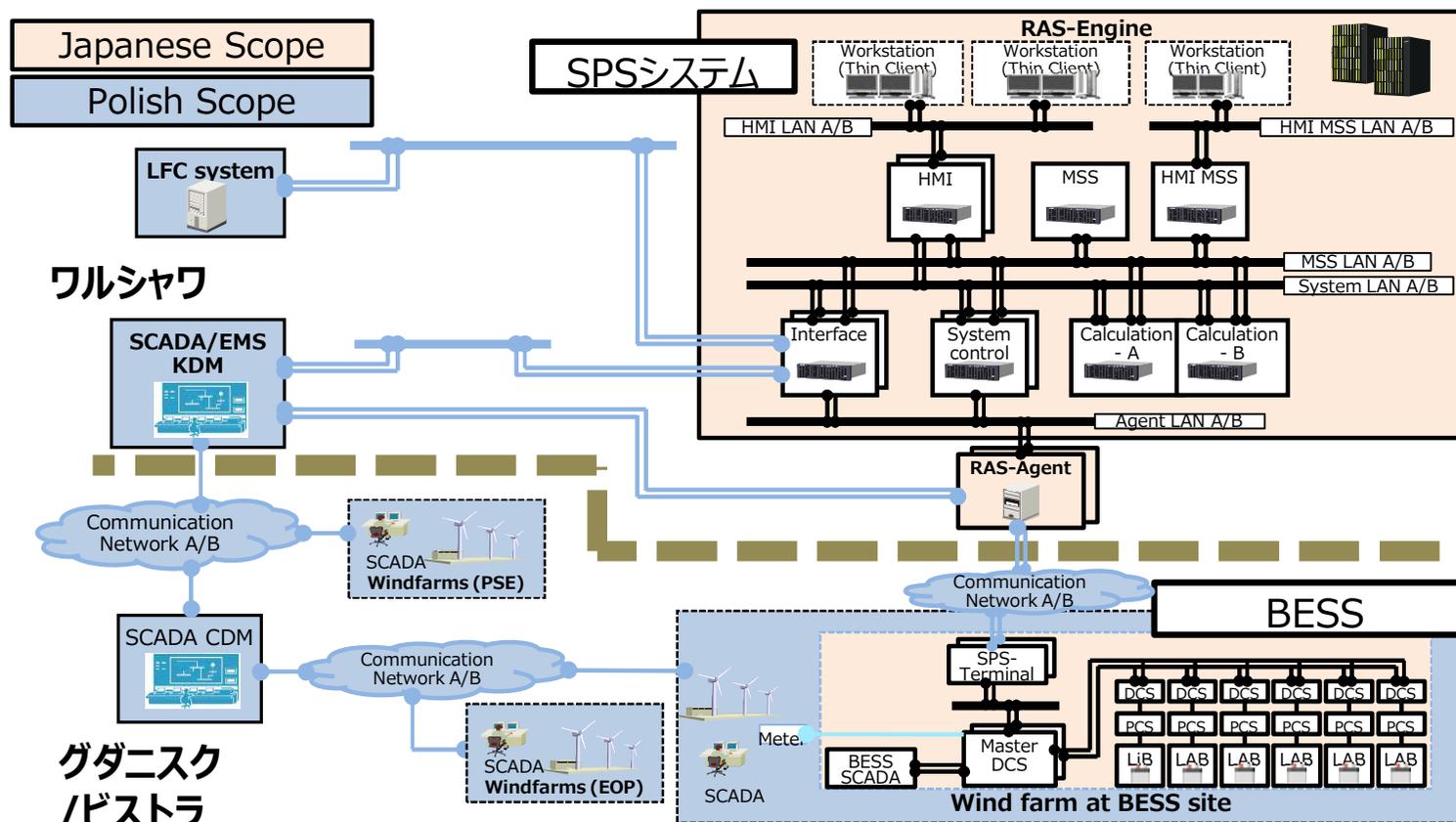
※LFC: Load Frequency Control/負荷周波数制御システム

※PA: Price Arbitrage/電力需要シフトサービス

3. 実証事業成果（1）事業内容・計画の達成状況と成果の意義

■ それぞれ実証事業の目標に対応するシステム・機能

実証目標	実証事業の目標	対応システム	対応機能
①	SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果の検証	SPSシステム	・SPS/過負荷対策(自動制御)機能
②	SPSによる送電線の過負荷リスクおよび対策制御の見える化	SPSシステム	・SPS/過負荷対策(DSS)機能
③	SPSによる過負荷対策へのBESSの活用	SPSシステム + BESS	・SPS/過負荷対策(自動制御)機能 ・BESS/アンシラリーサービス機能
④~⑥	ハイブリッド型BESSによる6MWのFRRサービス提供、他	SPSシステム + BESS	・BESS/アンシラリーサービス機能 (FCR,FRR,RRモード)
⑦⑧	ハイブリッド型BESSによる風力発電の出力変動率を定格出力の10%/分以下に抑制、他	BESS	・BESS/ローカル機能 (短周期変動モード, 電力需要シフトモード)



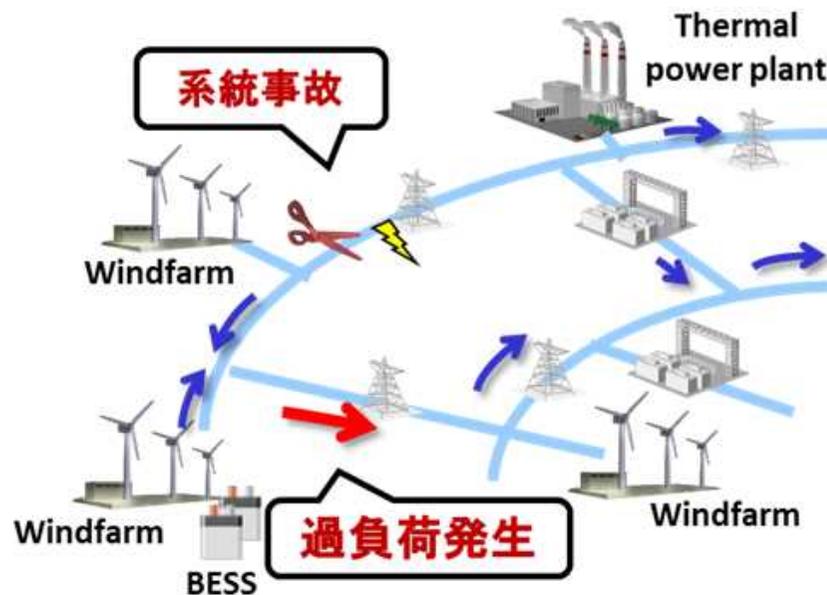
LFC : Load Frequency Control
 SCADA/EMS KDM: Supervisory Control and Data Acquisition /Energy Management System Krajowej Dyspozycji Mocy
 SCADA CDM: Supervisory Control and Data Acquisition Centralnej Dyspozycji Mocy
 EOP : ENERGA OPERATOR
 RAS: Remedial Action Scheme
 DCS: Distributed Control System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

■ 実証システムによる過負荷解消の基本コンセプト

- ✓ SPS導入により、系統事故時の過負荷を自動的に解消させることができる。
- ✓ 結果、送電線の送電可能容量（TTC: Total Transfer Capability）を引き上げ、風力発電の接続可能量の引き上げ効果が期待される。

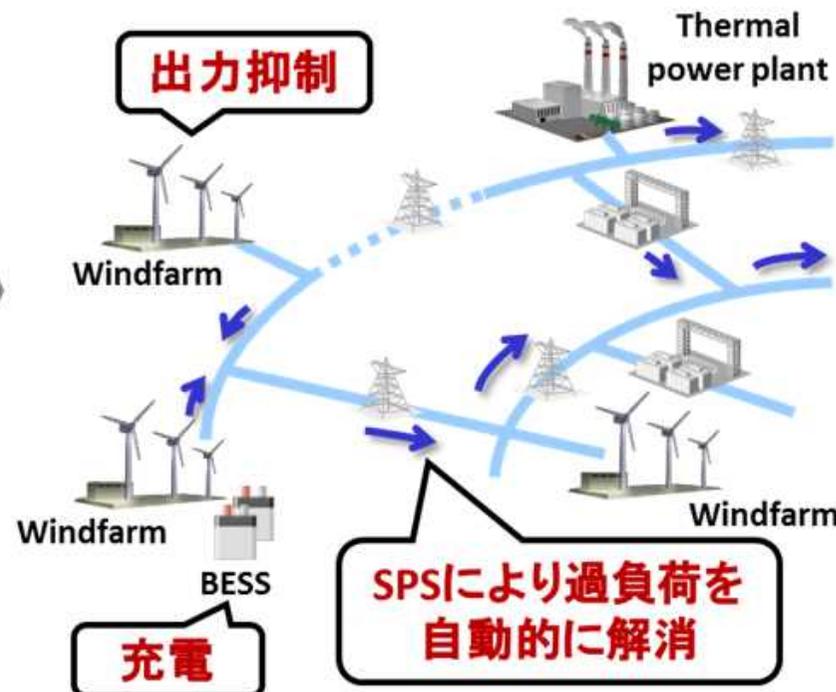
<SPSによる過負荷解消のイメージ>

現状（SPS導入前）



- 系統事故時に過負荷が発生する。
- 系統事故に備え、保守的な送電可能容量（TTC）で系統運用

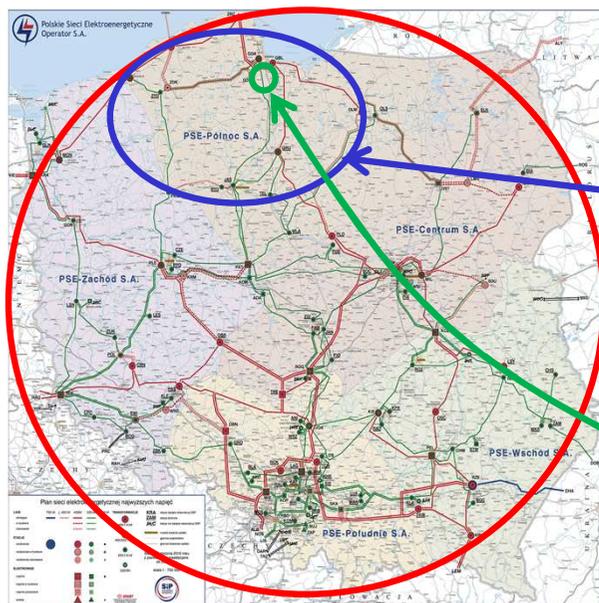
実証中（SPS導入後）



- 事故時の過負荷を自動的に解消できる。
- 送電可能容量（TTC）の引き上げ効果が期待される。

■ エリア毎のシステム要件

No	実証エリア	目的	機能	制御対象
1	ポーランド北部エリア	【実証目標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 【実証目標③】 ・過負荷対策へのBESS活用	過負荷対策（自動制御）	1) PSE系統に接続されたwindファーム 2) EOP系統に接続されたwindファーム 3) BESS ※風力発電39か所、約1,800MWが自動制御対象
2	ポーランド全域	【実証目標②】 ・送電線の過負荷リスク及び対策制御の見える化	過負荷対策（DSS）	制御無し ※ポーランド全域のwindファーム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	EOZE風力発電所	【実証目標④～⑧】 ・ハイブリッド型BESSによる風力出力変動抑制、FCR/FRR、揚水代替(RR)等	—	BESS ※併設する風力発電所容量は3MW x 8基=24MW。

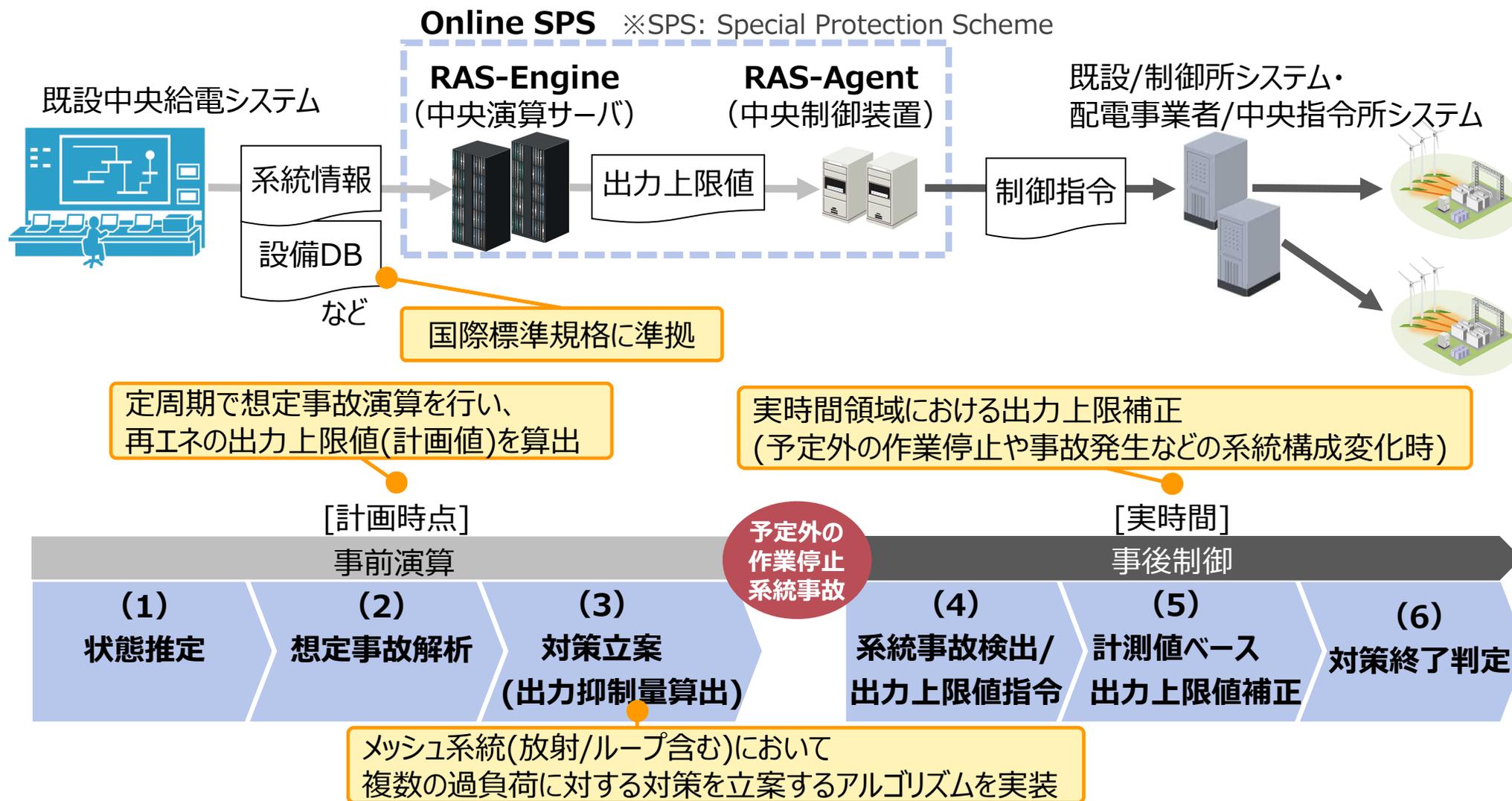


実証エリア

- 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

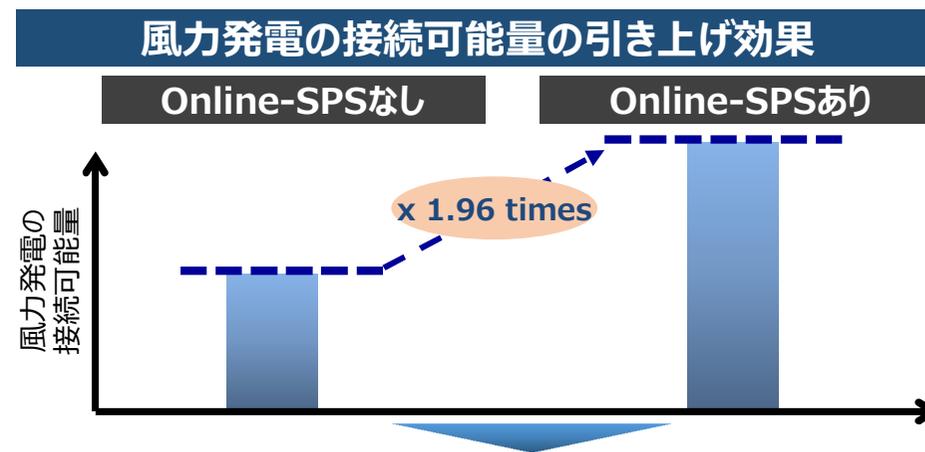
■ オンライン事前演算型系統安定化(SPS)システムの概要

- ✓ システムの目的 : 混雑管理(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、遮断



実証目標① SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果の検証結果

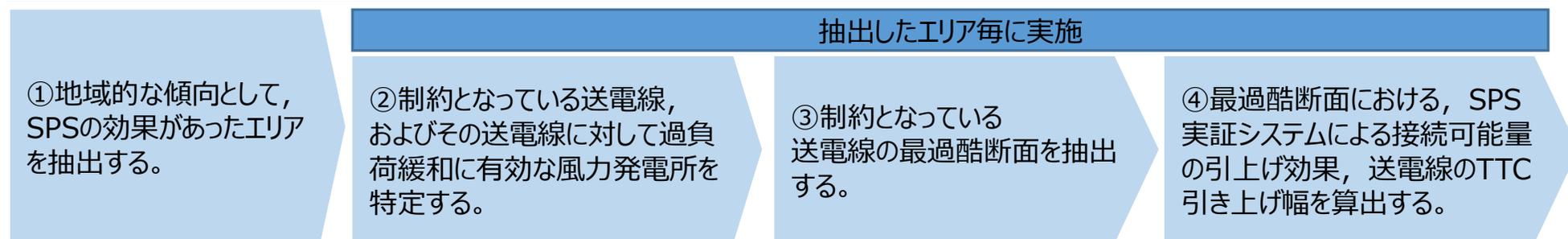
- 実証の運用データから系統解析を実施した。
- SPSの効果があったエリアを抽出し、風力発電が大量に導入されているエリアほど、SPSが有効であることを確認した。
- SPSが有効であったエリアのボトルネックとなっている送電線を特定し、実証期間中の最過酷断面を抽出した。
- 最過酷断面において、送電可能容量を引き上げられ、風力発電の接続可能量を1.96倍に引き上げられることを確認した。



風力発電の接続可能量引き上げにより、火力から風力への代替エネルギー効果があると考えられる。

※実証期間中2019年10月～2020年9月の各エリアの最過酷断面で検証

系統解析の流れと解析結果



①抽出したエリア	②制約となっている送電線	④TTC引き上げ幅	④風力発電の接続可能量の引き上げ効果
エリア1	A送電線	4.8 MVA	23.0 MW (68.1MW →91.1MW)
エリア2、エリア3	B送電線	16.5 MVA	90.75 MW (50.0 MW →140.75 MW)
3エリアの合計	A送電線 + B送電線	21.3 MVA	113.75 MW (118.1MW →231.85MW) = 約 1.96倍

代エネ・温室効果ガス排出削減効果

- ポーランドでは風力導入量の拡大に伴う系統不安定化や系統過負荷の問題が顕在化している。そのため、予備力の拡大や、地域によっては系統整備を行わなくては、風力の拡大ができなくなる。
- 一方、SPS・BESSを用いることで導入可能な風力発電設備の容量を引き上げることが可能であり、増加した風力発電設備はポーランドの発電電力量の約8割を占める石炭火力発電所に置き換わるものと想定することができる。置き換わった分を代エネ効果と見ることが可能である。
- よって、SPSによる風力発電の接続可能量の引き上げ効果がもたらす代エネ効果およびそれに伴う温室効果ガス排出削減効果を試算した。

代エネ効果

（SPSによる風力導入量引き上げ効果）

実証の結果、風力導入量が急拡大している地域において、SPSの導入により、系統増強無しで風力導入量の上限が**113.75MW**引き上げ可能であることがわかった。ポーランド国内で同程度の効果が表れる地域が5か所あるとすると、実証前調査同様のポーランド全土では**約568.75 MW (113.75 MW×5地域)**の風力発電の接続可能量の引き上げ効果があると想定した。

（ポーランドにおけるSPSの代エネ効果）

風力発電の設備利用率を25.2%（2018年度実績値*）とすると、代エネ効果は、以下と計算される。

約1,255 GWh = 568.75MW × 365日 × 24時間 × 25.2%

(約4,518 TJ/年 = 1,255 GWh × 3,600MJ/MWh)

*出所：PSE、ENTSO-e

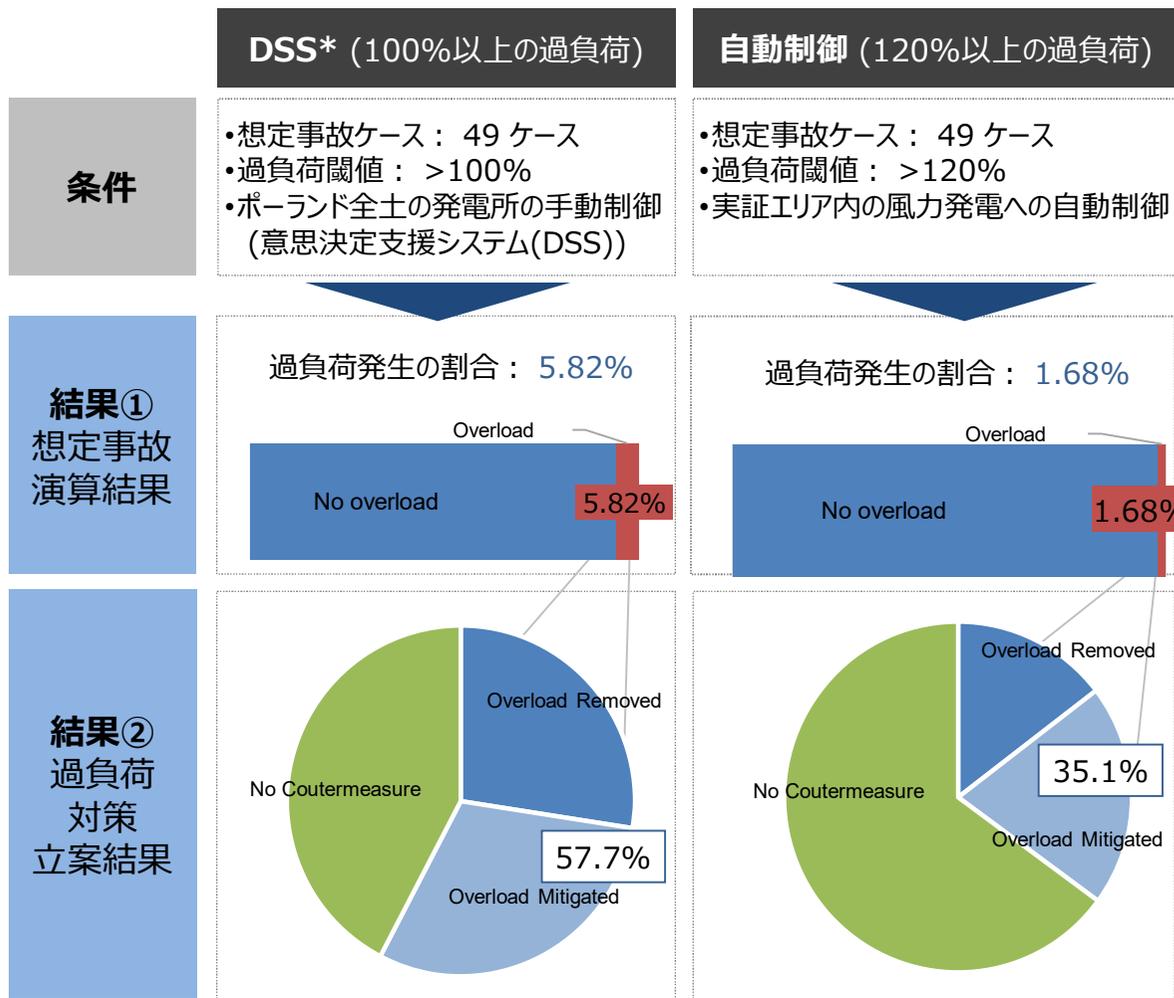
温室効果ガス排出削減効果

- ・ベースラインシナリオ：SPSとBESS導入により置き換え可能な**1,255 GWh**を石炭火力で発電
- ・ベースライン排出量：CO2削減量 **約612,440t-CO2/年 = 発電量1,255 GWh × 排出係数0.000488t/kWh***（*環境省が公表している2018年度CO2排出係数代替値を使用）
- ・プロジェクトシナリオ：SPSとBESS導入により、**1,255 GWh**が風力発電に置き換え
- ・プロジェクト排出量：ゼロ（建設時排出量未考慮）

→ 温室効果ガス排出削減効果：**約612,440 t-CO2/年**

実証目標② SPSによる送電線の過負荷リスクおよび対策制御の見える化の結果(1)

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。

*DSS : Decision Support System/意思決定支援システム

*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。

実証目標② SPSによる送電線の過負荷リスクおよび対策制御の見える化の結果(2)

DSSにより過負荷リスクおよび対策制御の見える化を実施した。

DSSによる対策制御立案のイメージ：

事故ケース毎に対策立案状況を運用者へ表示する。

The screenshot shows a software interface with a table titled '演算結果一覧(2019/03/29 02:35:00)'. The table has columns for '事故ケースID', '事故ケース名称', '過負荷演算結果', '過負荷設備', and '過負荷対策'. The '事故ケース名称' column contains the text '想定事故 ケース 一覧'. The '過負荷演算結果' column lists various statuses like '過負荷解消', '過負荷緩和', '過負荷なし', and '過負荷対策不可'. The '過負荷設備' column is labeled '過負荷設備 一覧', and the '過負荷対策' column is labeled '対策制御する風力発電 一覧'.

過負荷
ステータス

過負荷有無	対策可否	過負荷ステータス
過負荷なし	—	過負荷なし
過負荷あり	対策後、過負荷解消	過負荷解消
	対策後、過負荷が残る	過負荷緩和
	対策なし	過負荷対策不可

- 運用者が、対策立案状況を確認することで、対策立案ができない場合、事前に負荷を減らすような操作を行うことで過負荷対策を行うことが可能となり、DSSの1つの有効性である。
- なお実際のオペレーションとの比較は、今回の実証では事故が発生せず、実際のオペレーションが発生しなかったため無評価。

実証目標③ SPSによる過負荷対策へのBESSの活用

過負荷発生時にBESSを活用する機能を検証した。

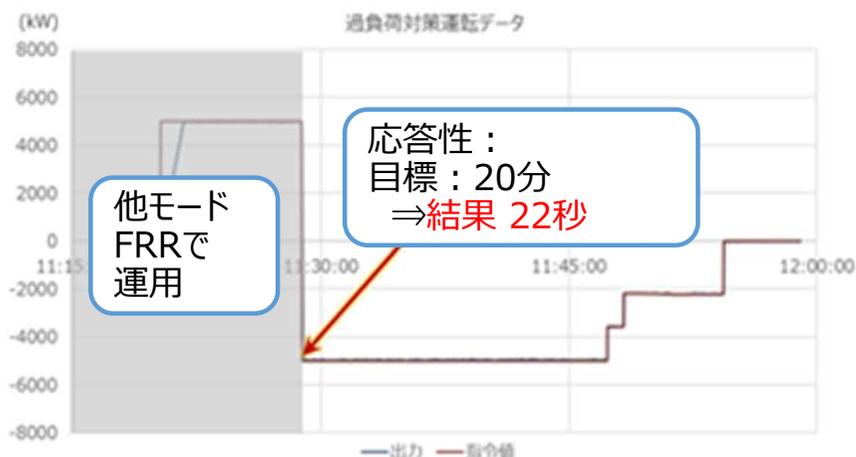
他モードから切り替わり、SPSの指令値に従いBESSが応答し、系統潮流が変化することを確認。

1) 制御フロー

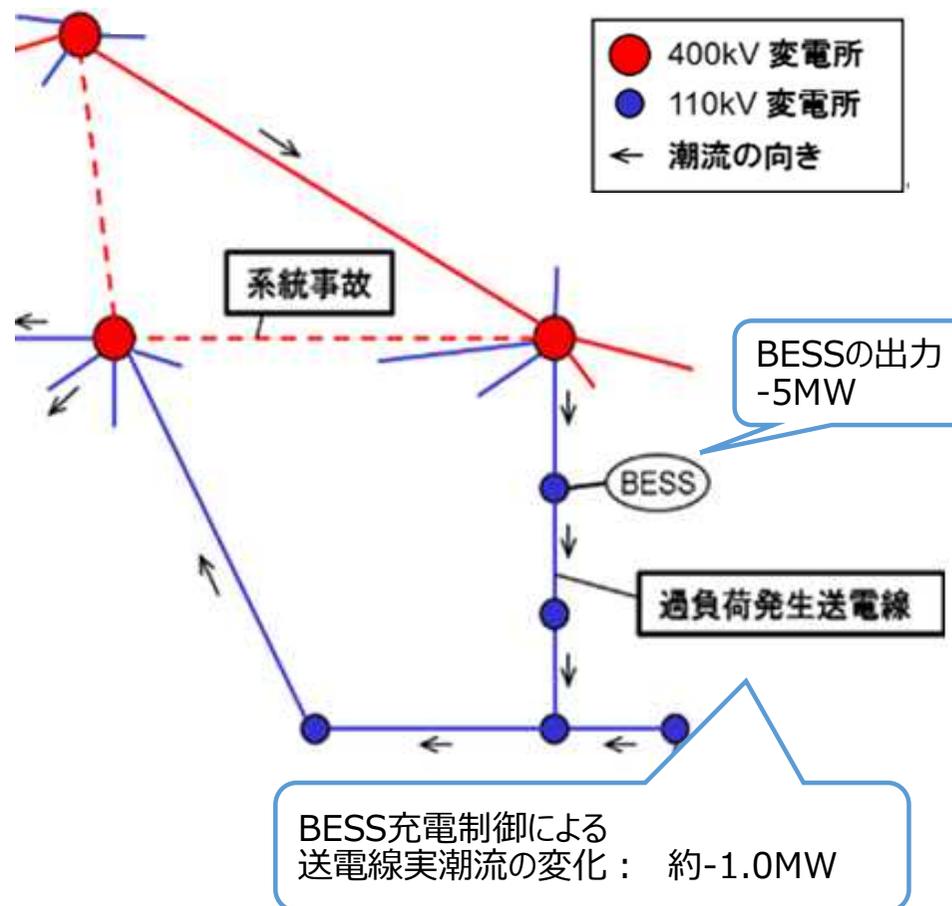
過負荷判定の閾値を予め下げておき、模擬的な事故情報をPSEのSCADAから送信させて、模擬的に過負荷を発生させて試験を実施した。

11:19:50	FRRモードで運転開始
11:28:25	過負荷が発生する事故が発生
11:28:32	RAS-Engineが事故検知し、過負荷対策を開始
11:28:39	BESSが過負荷対策モードに切替(FRR動作を打ち切り)
11:28:47	BESSの出力が-4.96MWに到達(事故発生から22秒)
?	この間、出力-5.00MW維持
11:46:30	過負荷緩和され、BESS出力を減少するよう追従制御
11:54:12	過負荷解消し、BESSが過負荷対策モードが終了

2) SPSの指令値とBESSの応答



3) BESS出力(応答値)と実潮流の変化



■ 目的と仕様 BESS

風力発電は風速の変動に伴い発電量が変動するため、風力発電が大量に連系した電力系統では短期的な出力変動を緩和すると同時に、発電量と電力需要の変動がもたらす需給バランスの不安定化を調整するため、適切な予備力を提供する必要があります。

本実証運転では、出力特性に優れたリチウムイオン電池（1MW-0.47MWh）と容量単価の低い鉛蓄電池（5MW-26.9MWh）を、最適に組み合わせ構成したハイブリッドBESSを用い、風力発電の短周期変動緩和、周波数制御用予備力の提供、需給バランス調整用予備力の提供、揚水発電相当の予備力の提供および電力需要シフト対応、さらに、系統事故時には、潮流回り込みにより発生する送電線過負荷解消に蓄電池を活用し、系統増強の代替としてより広い範囲で蓄電池システムを活用する可能性もあわせて検証した。



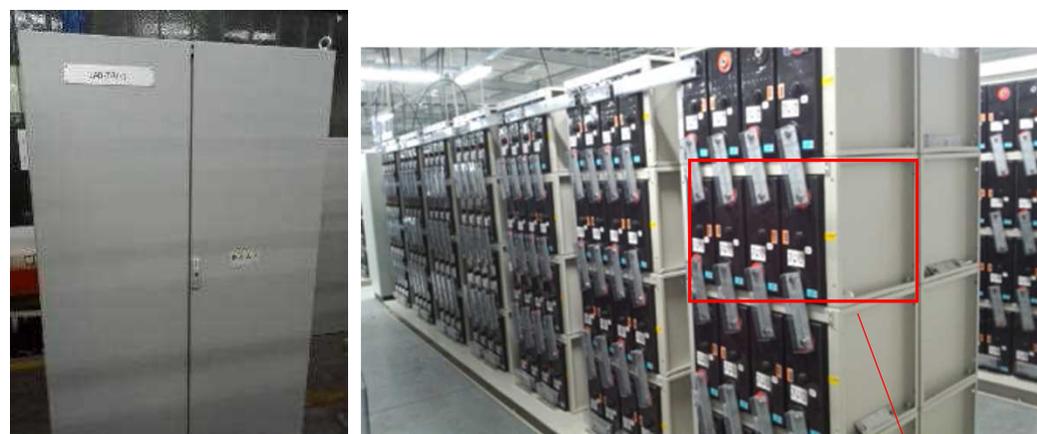
ビストラ風力発電所に併設したハイブリッドBESS建屋

■ ビストラ風力発電所併設の建屋にハイブリッドBESSを構築

LIB外観/構成

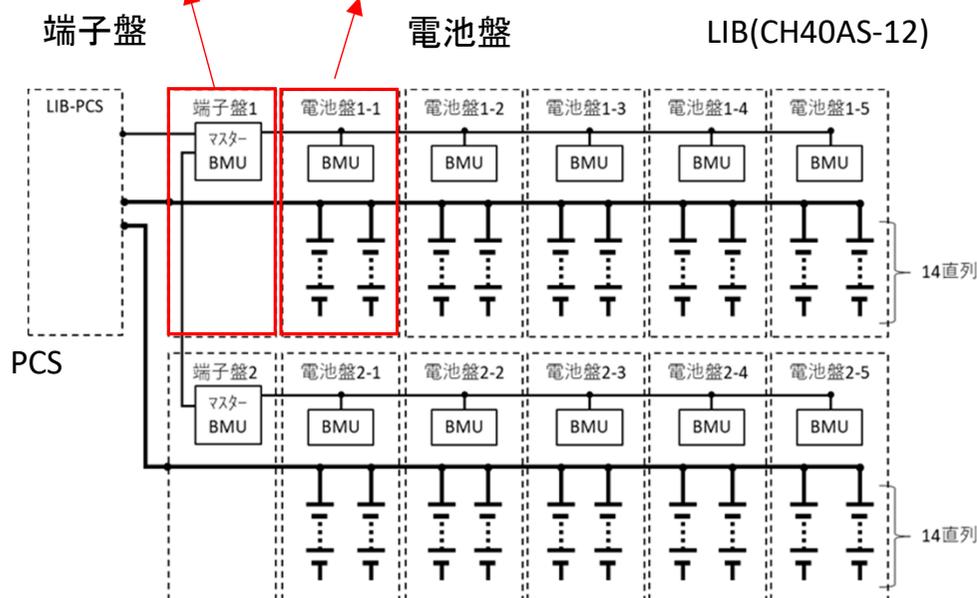


LAB外観/構成

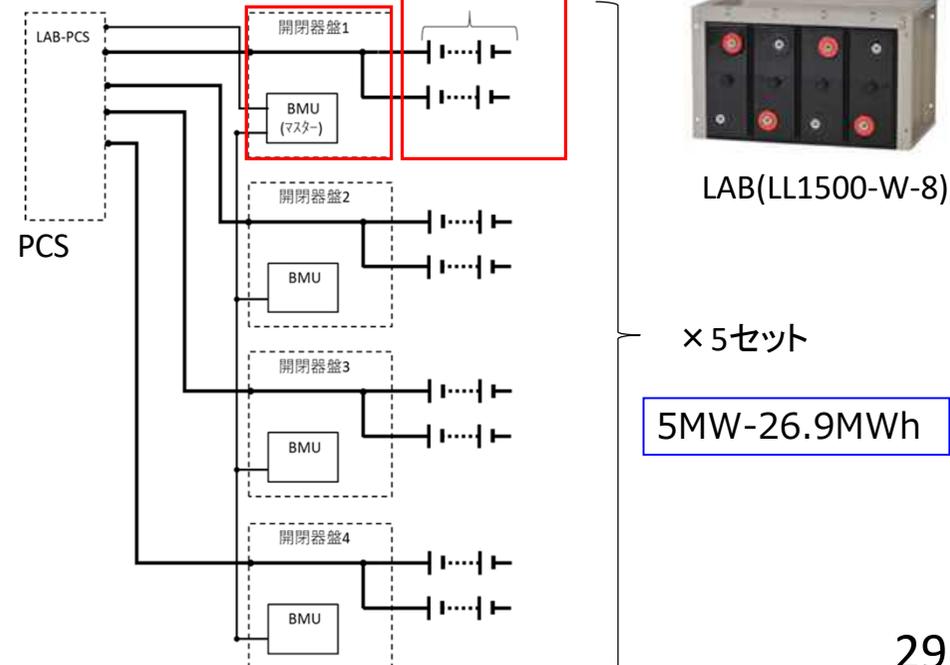


開閉器盤

LAB組み立て後



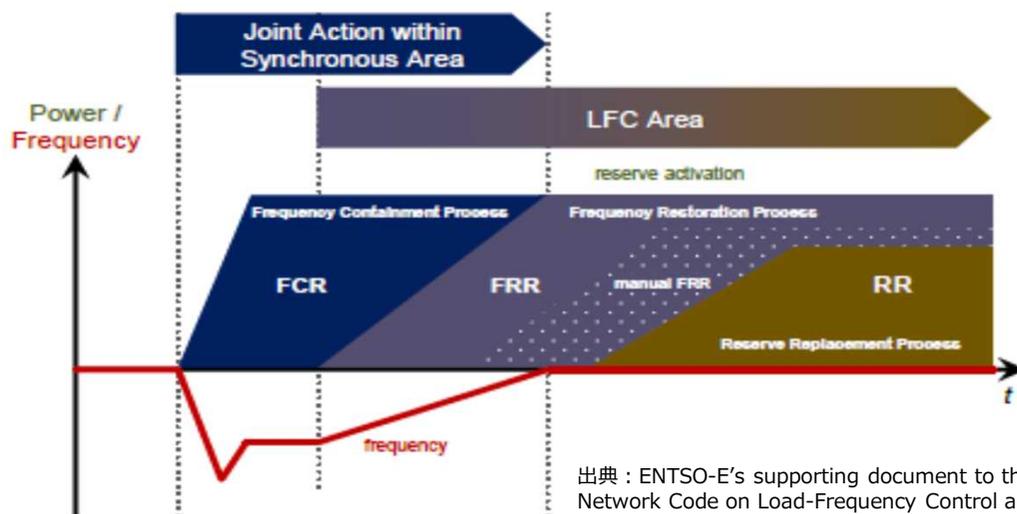
1MW-0.47MWh



5MW-26.9MWh

■ 予備力提供に向けた蓄電池システムに求められる機能要件

＜予備力提供のイメージ＞

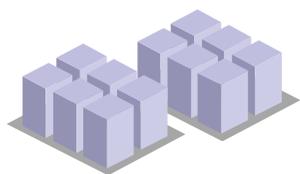


出典：ENTSO-E's supporting document to the submitted Network Code on Load-Frequency Control and Reserves

＜各予備力の機能要件＞

予備力	出力	応答速度	出力継続時間
一次予備力 (FCR)	6MW	30秒以内	15分
二次予備力 (FRR)	6MW	15分以内	15分
三次予備力 (RR)	5MW	15分以内	2時間

蓄電池システムに求められる要件・性能・機能



LiB : 1MW-0.47MWh
LAB : 5MW-26.9MWh

- 応答性 ⇒ 要求機能に適した変化率での指令追従
 - 長寿命 ⇒ 複数電池の最適配分による寿命延長
 - タフネス性 ⇒ 部分故障でも規定時間動作継続
 - 電池容量管理 ⇒ SOCアンバランスを自動解消
 - 出力・容量 ⇒ アンシラリーサービスの提供
- ・ 出力：ポーランドの揚水相当RRの最小単位5MWを鉛で、欧州で一般的なFCR/FRRの最小単位の1MWをLiで対応できる出力とした。
 - ・ 容量：劣化を考慮したうえで、全体の容量を設定した。

LFC: Load Frequency Control
FCR: Frequency Containment Reserves
FRR: Frequency Restoration Reserves
RR: Replacement Reserves
LiB: Lithium ion battery
LAB: Lead-acid battery

SOC: State of Charge (蓄電池の充電状態)

実証目標③～⑧ ハイブリッドBESSの実証

送電事業者向けのアンシラリーサービス機能(実証目標③～⑥)、

再エネ事業者向けのローカル機能(実証目標⑦⑧)の機能性・性能を検証・確認した。

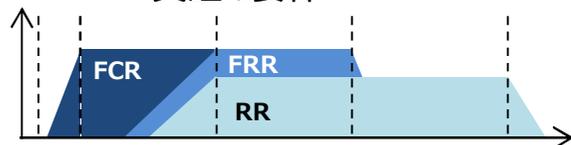
アンシラリーサービス機能

送電事業者(TSO)からの指令値に従い充放電を行う。

調整力の提供 (実証目標④～⑥)

✓BESSによる1次(FCR)、2次(FRR)、3次(RR:揚水相当)予備力の提供

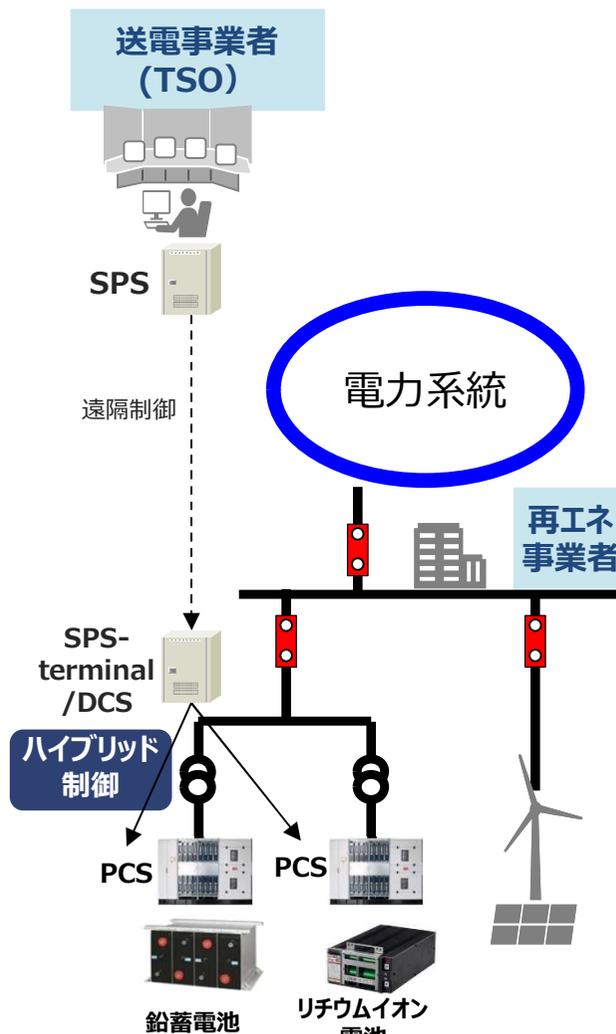
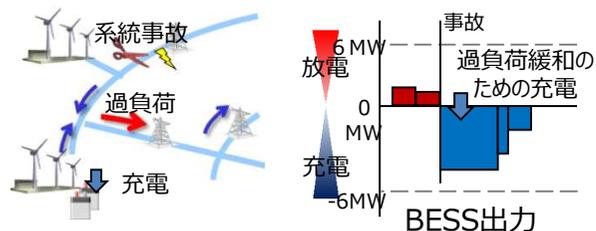
<実証の要件>



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

SPSの過負荷対策(実証目標③)

✓システム事故による過負荷発生時に、SPSからの受信値に従い、充電する。

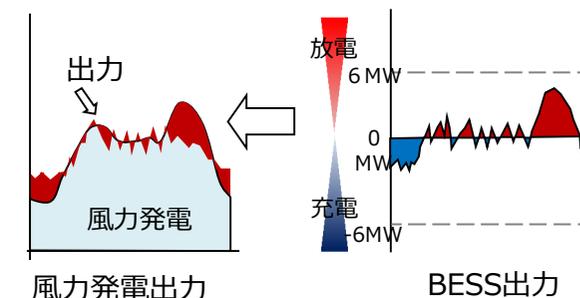


ローカル機能

再エネ事業者側が現地ローカルで操作する。

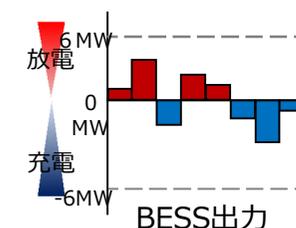
風力発電出力変動抑制(実証目標⑦)

✓系統に出力される風力発電出力の変動を**10%以内に抑制する**。



電力需要シフト(実証目標⑧)

✓電力需要シフトの運用のため、スケジュール運用を行う。



実証目標④ ハイブリッド型BESSによる6MWのFCRサービス提供

アンシラリーサービス(FCR)の機能性・応答性を確認

目的	BESSが6MWのFCRサービス要件を満たすことを確認する。
分析/評価内容	<ul style="list-style-type: none"> SPSからの要求出力値に対して, BESSの応答速度および出力継続時間を検証する。 BESSが30秒以内にSPSの要求出力値となることを確認する(FCR相当の応答速度を満たすことを確認)。 BESSの出力が最大15分間継続することを確認する。

FCRサービスの動作

SPSからBESSへの充放電指令値



BESSの充放電出力結果



SPSからの要求指令値に対する応答速度

BESSの出力応答評価結果

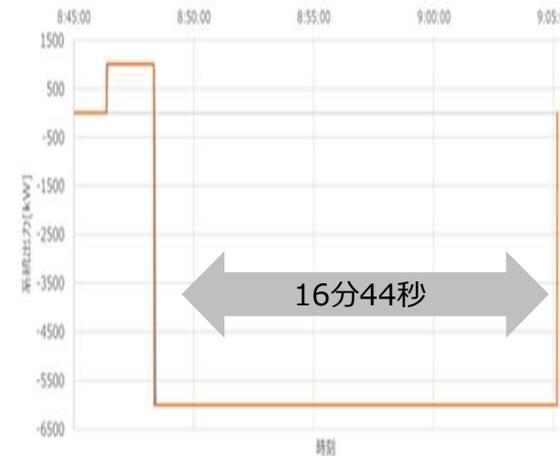


指令値 [kW]	指令値 受信時刻	出力到達 時刻	応答時間
5,000	10:45:49	10:45:53	4秒

目標 30秒以内 ⇒ 結果 4秒

出力継続時間

BESSの出力継続時間評価結果



指令値 [kW]	指令到達 時刻	出力終了 時刻	継続時間
-6,000	8:48:25	9:05:09	16分44秒

目標15分以上 ⇒ 結果 16分44秒

実証目標⑤ ハイブリッド型BESSによる6MWのFRRサービス提供

アンシラリーサービス(FRR)の機能性・応答性を確認

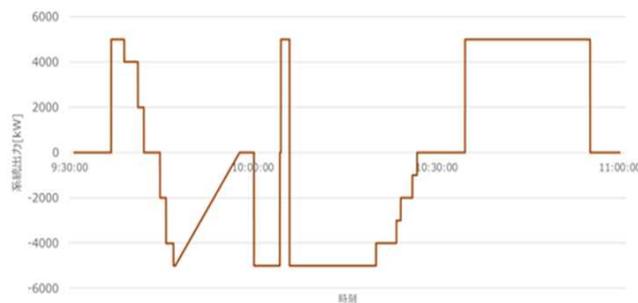
目的	BESSが6MWのFRRサービス要件を満たすことを検証する。
分析/評価内容	<ul style="list-style-type: none"> SPSからの出力指令値に対して、BESSの応答速度および出力継続時間を検証する。 BESSが15分以内にSPSの要求出力値となることを確認する(FRR要件を満たしていることの確認)。 BESSの出力が最大15分間継続することを確認する。

FRRサービスの動作

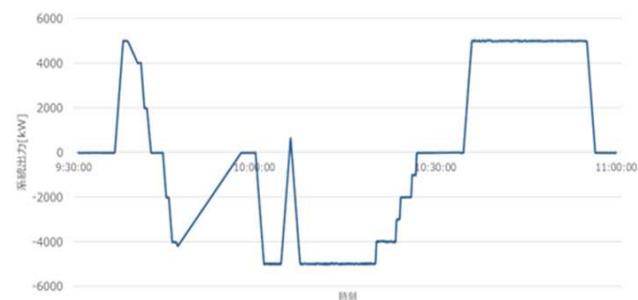
SPSからの要求指令値に対する応答速度

出力継続時間

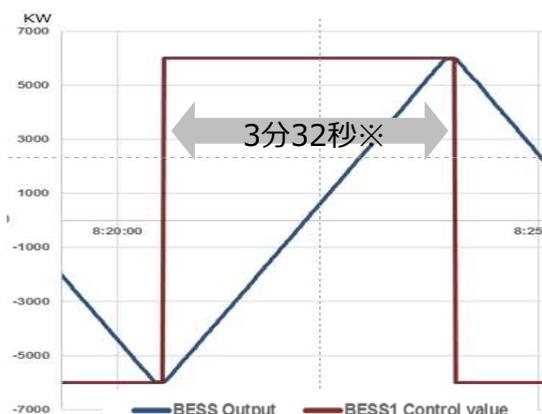
SPSからBESSへの充放電指令値



BESSの充放電出力結果



BESSの出力応答評価結果



指令値 [kW]	指令値 受信時刻	出力到達 時刻	応答時間
6,000	8:24:02	8:27:33	3分32秒

目標15分以内 ⇒ 結果 3分32秒

※出力応答速度は設定可能

BESSの出力継続時間評価結果



指令値 [kW]	指令到達 時刻	出力終了 時刻	継続時間
5,000	10:36:11	10:55:09	18分58秒

目標15分以上 ⇒ 結果 18分58秒

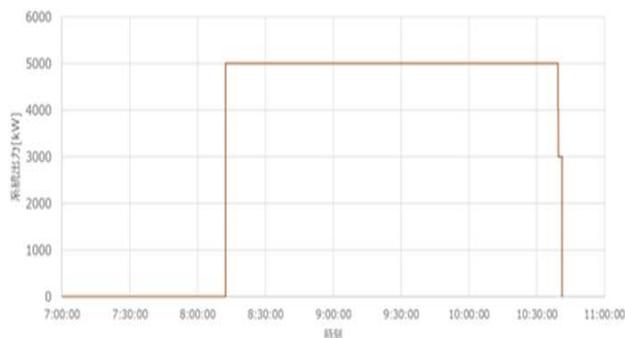
実証目標⑥ ハイブリッド型BESSによる5MW、10MWhの揚水発電相当アンシラリーサービス提供

アンシラリーサービス(RR)の機能性・応答性を確認

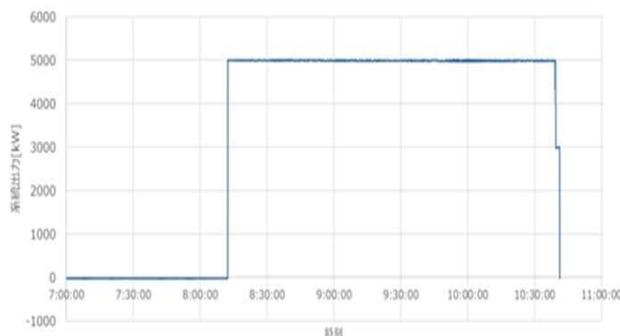
目的	BESSが5MW、10MWhの揚水発電相当アンシラリーサービス機能を満たすことを確認する。
分析/評価内容	<ul style="list-style-type: none"> SPSからの要求出力値に対して、BESSの応答速度(15分以内)および出力継続時間を検証する。 BESSの出力が2時間継続することを確認する。

RRサービスの動作

SPSからBESSへの充放電指令値

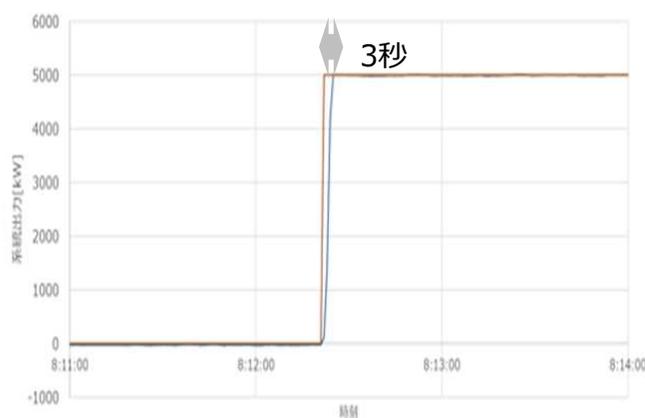


BESSの充放電出力結果



SPSからの要求指令値に対する応答速度

BESSの出力応答評価結果

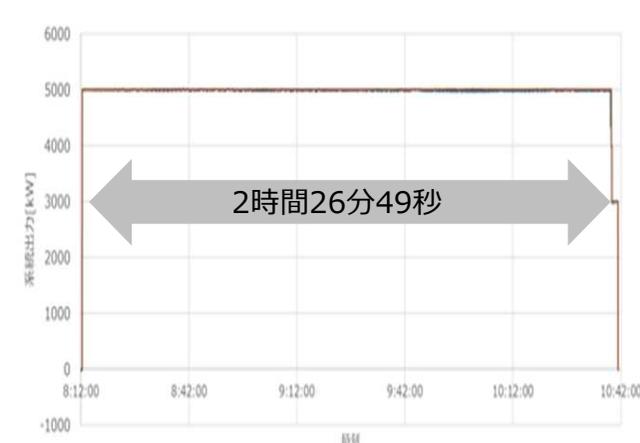


指令値 [kW]	指令値 受信時刻	出力到達 時刻	応答時間
5,000	8:12:22	8:12:25	3秒

目標 15分以内 ⇒ 結果 3秒

出力継続時間

BESSの出力継続時間評価結果



指令値 [kW]	指令到達 時刻	出力終了 時刻	継続時間
5,000	8:12:25	10:39:14	2時間26分49秒

目標2時間以上⇒結果2時間26分49秒

3. 実証事業成果 (1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義



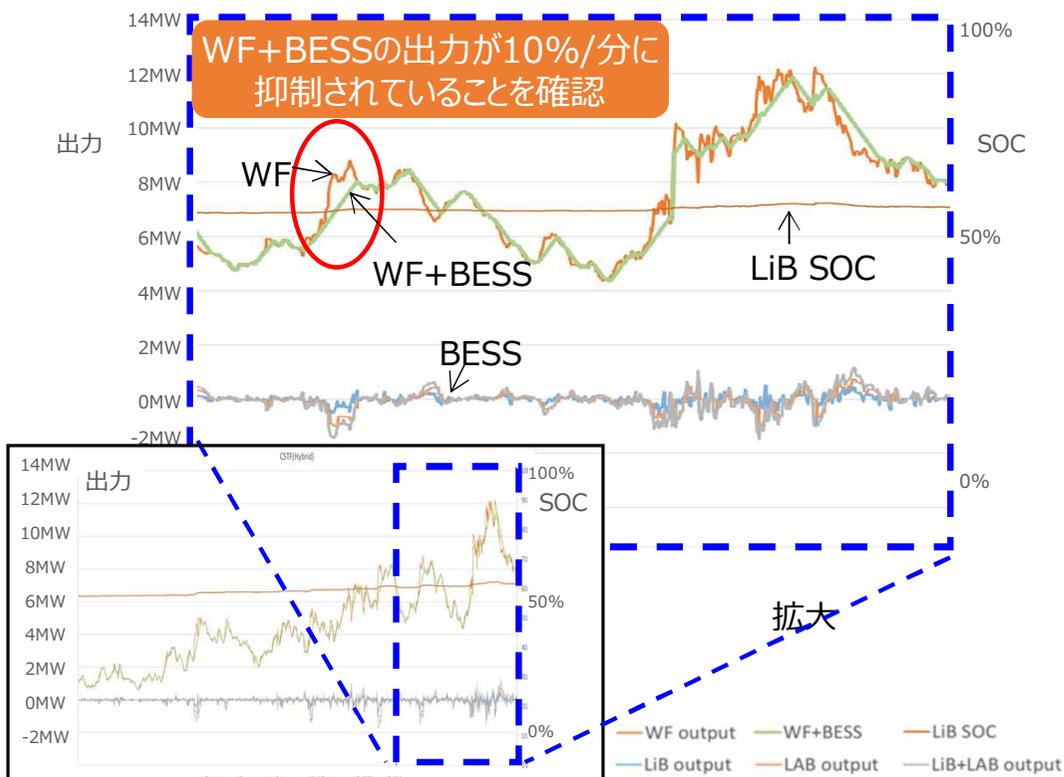
実証目標⑦ ハイブリッド型BESSによる風力発電の出力変動率を定格出力の10%/分以下に抑制

実証目標⑧ ハイブリッドBESSによる5MW, 10MWhの電力需要シフトサービスを提供

ローカル機能(風力発電出力変動抑制、電力需要シフト)の機能性・応答性を確認

実証目標⑦ 風力発電出力変動抑制

目的	BESSの短周期変動抑制機能が風力発電の出力変動率を定格出力の10%/分以下に抑えるのに有効であることを検証する。
分析/評価内容	<ul style="list-style-type: none"> BESSの短周期変動抑制機能により、風力発電の出力変動率が定格出力の10%/分以下になることを確認し、制御による効果を分析する。



風力発電が定格の10%/分(2,400kW)以上の変化している時間帯において、BESSを充放電させることにより、合計出力が10%/分以内に抑制。

WF: 風力発電 SOC: State of Charge (蓄電池の充電状態)

実証目標⑧ 電力需要シフトサービス機能

目的	BESSの5MW, 10MWhの電力需要シフトサービス機能を検証する。
分析/評価内容	<ul style="list-style-type: none"> 予め決められた充放電スケジュールに従って、BESSが応答するか確認する。

登録された充放電スケジュール



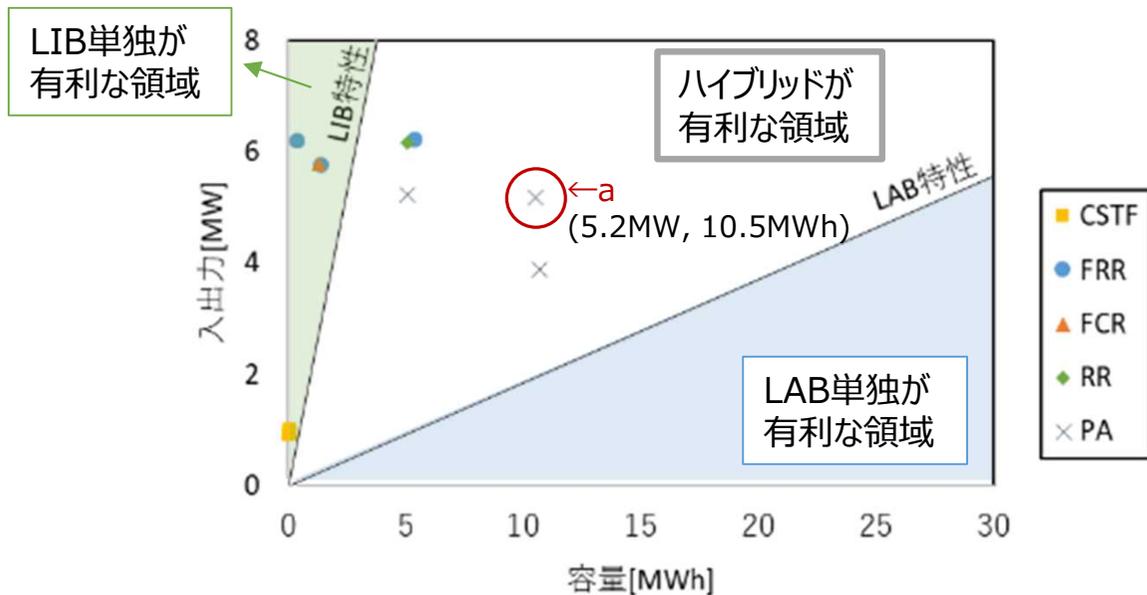
BESS充放電出力実績



予め決められた充放電スケジュールに従い、BESSが応答。

実証目標⑨ ③～⑧に適用可能なハイブリッド型BESSの経済性を検証

導入コストの観点から、各運転モードに対し最適な電池構成を検討した結果、CSTF*¹、FCR、FRRはLIB単独が有利であり、RRおよびPA*²はハイブリッドが有利であることが分かった



各運転における入出力と容量の関係

点aのPA運転に対する電池構成とコスト比較

構成	特徴	入出力 [MW]	容量 [MWh]	コスト [M¥]
LIB単独	容量に合わせて入出力が過剰	21.1	10.5	1926
LAB単独	入出力に合わせて容量が過剰	5.2	25.9	1055
ハイブリッド	最適比	5.2	10.5	613

Hybrid details: LIB 3.4, LAB 1.8 (for 5.2 MW); LIB 1.7, LAB 8.8 (for 10.5 MWh)

【計算条件】

- 入出力：充電/放電電力の最大値
- 容量：定格容量×SOC変化量
- 最適比：各運転で必要な入出力および容量を満たす構成のうち、コストが最小となる構成比
- Wh単価*³：LIB 100M¥/MWh
LAB 50M¥/MWh

【分析結果】

- 本実証ではLAB単独が有利な運転はなかった。
- CSTF、FCR、FRRはLIB単独が有利
- RRおよびPAはハイブリッドが有利
⇒例えば、図中点aのPA運転の場合、ハイブリッド化によるコスト低減効果はLIB単独に対し53%減、LIB単独に対し42%減



*1 CSTF: 短周期変動抑制機能
*2 PA: 電力需要シフトサービス
*3 経産省「蓄電池戦略」2012年

1. 事業の位置付け・必要性（NEDO）
 - （1）事業の意義
 - （2）政策的必要性
 - （3）NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント（NEDO）
 - （1）相手国との関係構築の妥当性
 - （2）実施体制の妥当性
 - （3）事業内容・計画の妥当性
3. 実証事業成果（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）
 - （1）事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. **事業成果の普及可能性（日立製作所、昭和電エマテリアルズ、三井住友銀行）**
 - （1）事業成果の競争力**
 - （2）普及体制**
 - （3）ビジネスモデル**
 - （4）政策形成・支援措置**
 - （5）対象国・地域又は日本への波及効果の可能性**

4. 事業成果の普及可能性 (1) 事業成果の競争力(SPS)

■ SPS:技術動向・ベンチマーク

- 日本独自の技術であり、欧州での適用事例がない「オンライン事前演算型SPS」を採用。
- また海外の競合他社も「オンライン事前演算型SPS」の開発事例はない。

	オフライン整定型SPS (従来手法)	オンライン事前演算型SPS (実証で採用)
概要	<p>システム事故時にシステム安定化制御を自動実行する。制御内容は、オフライン解析により予め決定されたもの。</p>	<p>システム事故時にシステム安定化制御を自動実行する。制御内容は、オンラインのシステム情報を用いたリアルタイムの解析により決定されたもの。</p>
模式図	<p>オフライン解析で制御を決定</p> <p>制御内容は固定</p> <p>子局装置</p> <p>システム状態によらず決まった制御</p> <p>事故検出</p> <p>端局装置</p>	<p>RAS-Engine</p> <p>自動的に制御立案</p> <p>制御内容をリアルタイムに更新</p> <p>RAS-Agent</p> <p>システム状態に合わせた制御</p> <p>事故検出</p> <p>SPS-Terminal</p>
再エネ出力変動対応	<p>季節単位、年単位に運用者が実施最過酷状況を想定して運用する必要があるため、マージンが必要</p>	<p>分単位で自動的に更新リアルタイムの状況なので、マージンは最小限にできる</p>

オフライン整定型SPS(従来手法)とオンライン事前演算型SPS(実証で採用)の比較

4. 事業成果の普及可能性 (1) 事業成果の競争力(SPS)

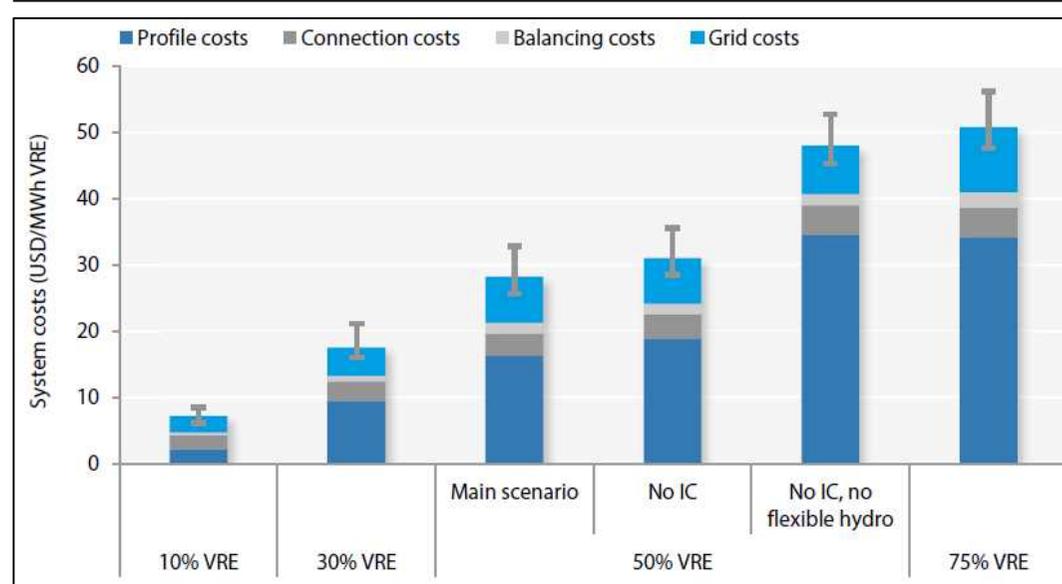


検証の結果、SPSにより系統増強無しで拡大可能な風力設備容量は2地域で約114MWで、339GWh程度に相当する。OECDレポートの均等化原価 (Levelized Cost) を用いると、仮に変動性再エネ比率が3割程度の国にSPSを導入した場合、回避可能なコストは年間 170百万円程度/2地域となる (右下図参照。339GWh×0.50円/kWh)。SPSの導入効果はTSOの管区全域に渡るため特定地域に留まらない。仮にSPSを導入するTSOの管区内に今回の実証地と同程度の ような効果が表れる地域が5か所あると想定すると、回避可能なコストは年間425百万円/地域となり、SPSを10年間継続利用した場合、10年累計の便益は42.5億円と試算される。

実証地で検証した拡大可能風力設備容量

エリア1	90.75 MW
エリア2、3	23.0 MW
合計	113.75 MW

回避可能コスト (再エネ1MWhあたりに必要な系統増強費)



OECDとNuclear Energy Agencyが作成したレポート「The cost of decarbonization」において、再エネ拡大に必要なコストを分析している。変動性の再エネ比率が上昇するにつれて、変動性再エネ1MWhあたりに必要となるシステムコストは上昇する。例えば、変動性再エネ比率が30%の国においては**1MWh再エネを追加するのに20USD弱のシステムコストが必要となり、うち5USD程度 (≒0.5円/kWh) は系統増強費用 (上図のGrid Costs) となる。**

(2) 普及体制, (3) ビジネスモデル (SPS)

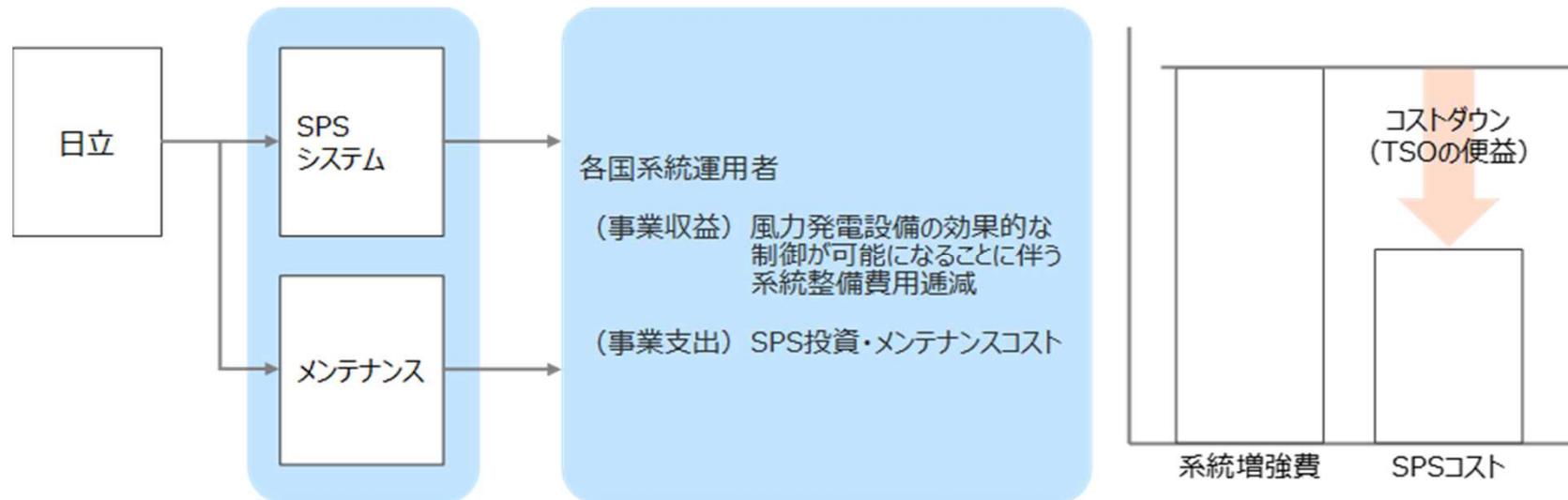
- ビジネスモデル：

系統安定化の機能を有するSPSをTSOに販売するという以下に示すモデルとなる。特に再エネ大量導入によって生じる系統増強費用を抑えられる点がTSOにとっての便益となる。

- 普及体制：

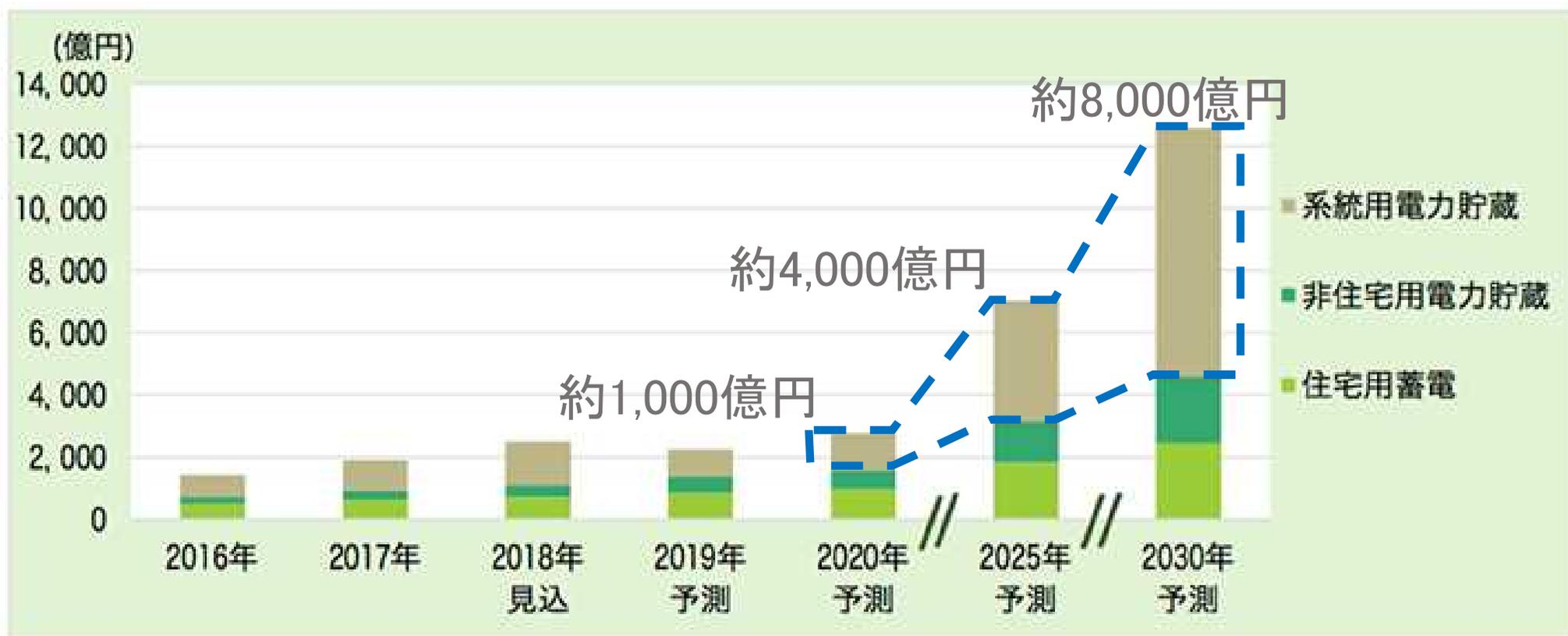
日立（ベンダー）からSPSシステムおよびメンテナンスをTSOに提供する。

SPSのビジネスモデルとTSOの便益



(1) 事業成果の競争力 (BESS需要見込み)

世界市場では、系統用蓄電池(需給調整、事業用太陽光・風力発電システム併設用途など)市場は拡大見込み



4. 事業成果の普及可能性 (1) 事業成果の競争力(BESS)



需要側BESSは再エネ自家消費やピークカットに用いるだけでなく、アグリゲーターを通じ、調整力を提供することも可能である。系統用BESSの調整力供給に関する知見は、需要側BESSにおいても活用可能である。

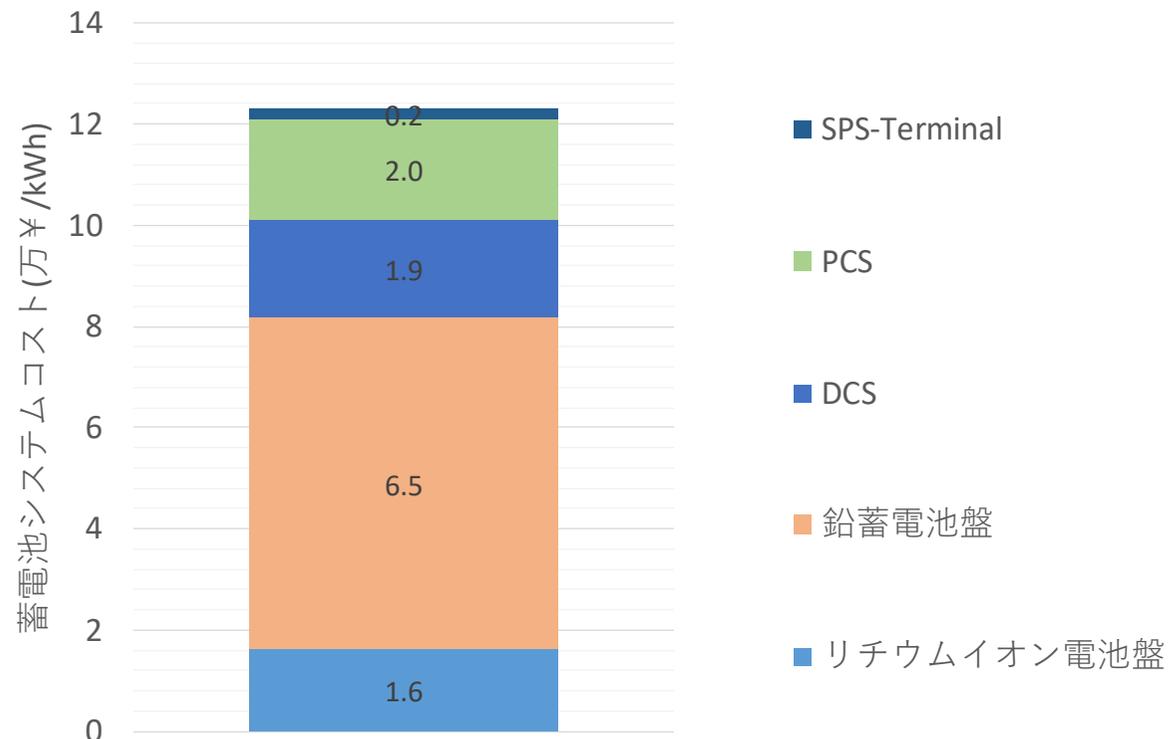
BESSが普及しているドイツにおける産業用BESSコストは10～29 万円/kWh、大規模BESSは5.2～20.8 万円/kWh。

本実証で用いたBESSは設置コスト含め12.3 万円/kWhであり、同水準のコストである。

ドイツにおけるBESSコスト

- 住宅用: 14.2 万円/kWh
- 産業用: 10～28.6 万円/kWh
- 大規模: 5.2～20.8万円/kWh

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X1930944>



4. 事業成果の普及可能性

(1) 事業成果の競争力 (BESS競争力)

ハイブリッド蓄電池システムは、日本の優れた蓄電池技術に支えられており、競合に対し高い性能、信頼性を有する優位性の高いハイブリッド蓄電池システムを提供できる。

	韓国・中国 リチウムイオン 電池専門メーカー	鉛専門メーカー	ハイブリッド1	ハイブリッド2	昭和電工マ テリアルズ
蓄電池	リチウム イオン単独	鉛単独	リチウムイオン, Redox Flow or NaS	リチウムイオン, 鉛蓄電池	リチウムイオン, 鉛蓄電池
出力仕様 (6MW)	出力過多 (>10MW)	適切	適切	適切	適切
容量仕様 (5MW, 2時間)	適切	容量過多 (2.4時間)	容量過多 (6時間)	適切 (2時間)	適切 (2時間)
鉛蓄電池性能	—	低い (サイクル数 2400回)	—	低い (サイクル数 2400回)	高い (サイクル数 4500回)
コスト比	>250%	110%	>200%	105%	100%
ハイブリッド蓄電池 制御システム	—	—	蓄電池毎に 独立インターフェース	蓄電池毎に 独立インターフェース	共通インターフェース, SPS連携

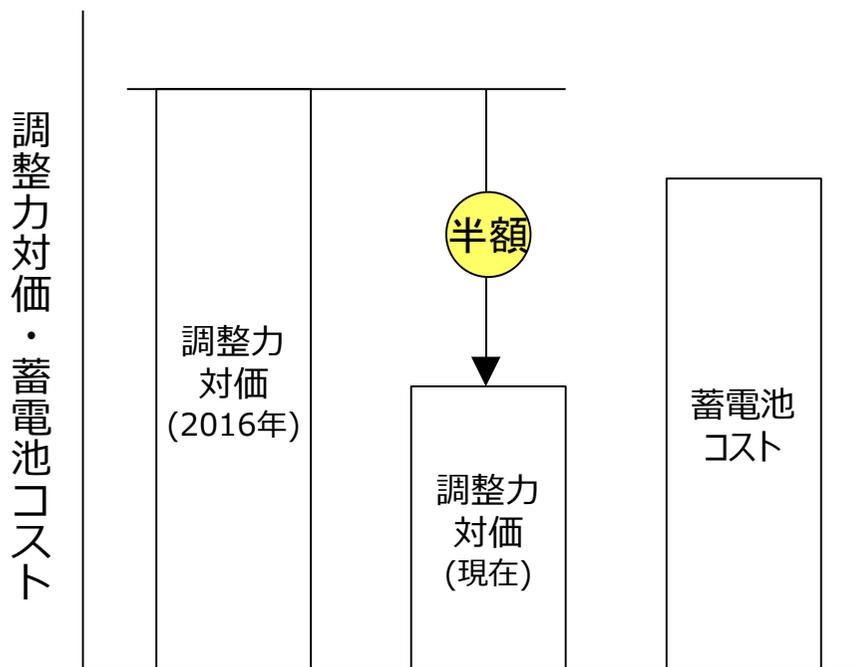
4. 事業成果の普及可能性

(3) ビジネスモデル

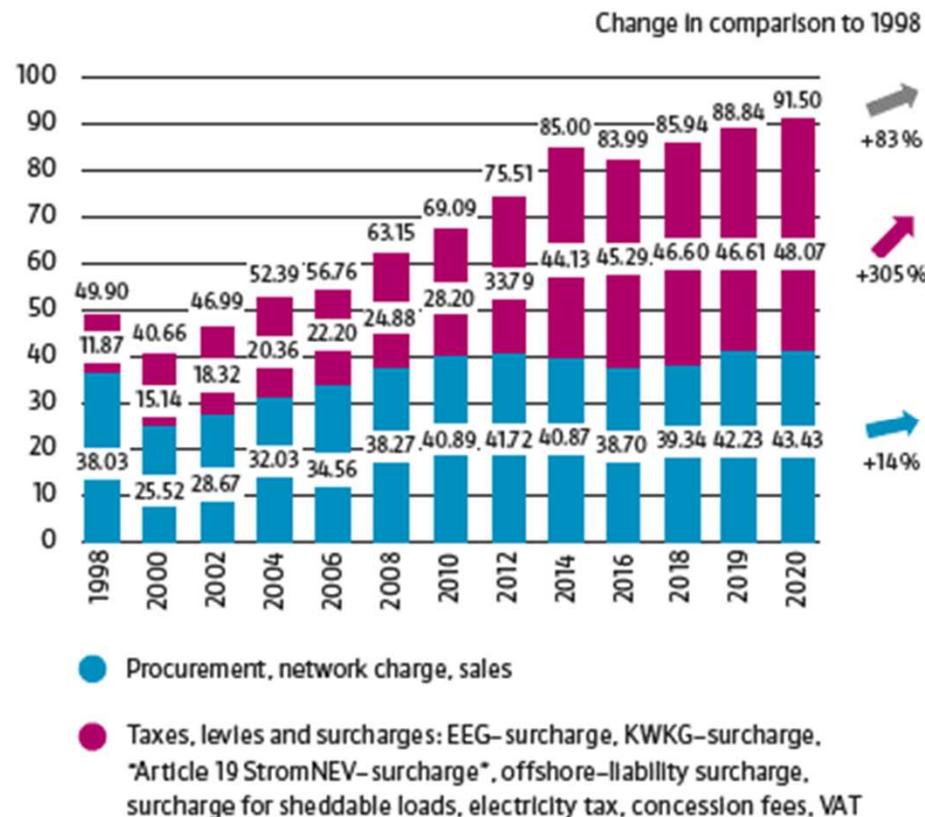
2016年頃には蓄電池を調整力単一の用途に用いても採算がとれる水準だったが、この5年で、調整力対価は半額程度の水準まで落ち込んでいる。一方、電力小売料金については上昇を続けており、PV自家消費用途を始めとした需要側BESSの競争力は高まっている。

→マルチユース用途へBESS展開

調整力対価・蓄電池コスト (イメージ ドイツ参考)



電気代の上昇 (ドイツの事例, 3,500 kWh/year)



2016年頃には2,000円/kW/時程度あった調整力対価は現在当時の半額程度まで下がっており、蓄電池を調整力の単独用途に用いる場合、蓄電池の大幅なコストダウンが必要となる。

4. 事業成果の普及可能性（4）政策形成・支援措置

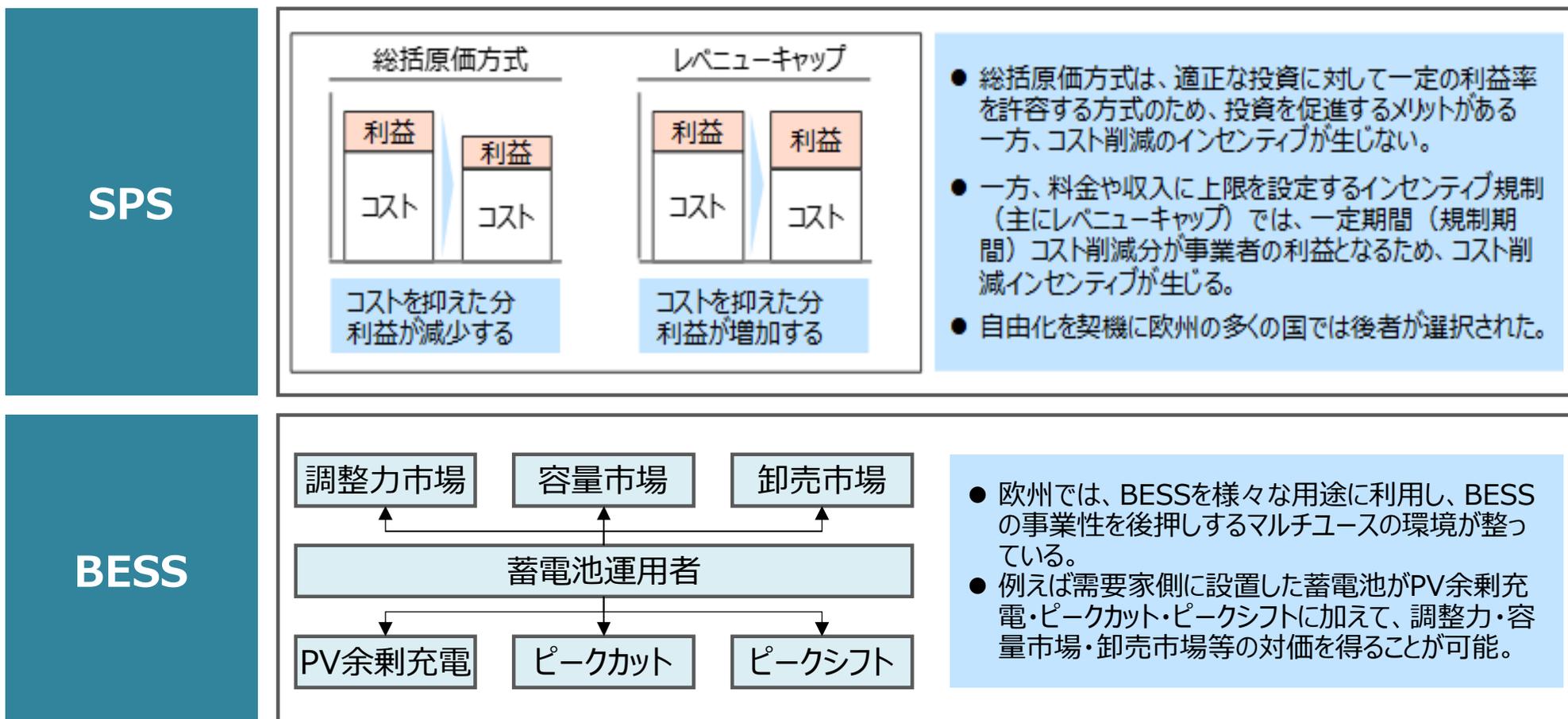
- SPS+BESSのセット販売を前提に検討をスタートし、その実現に向けて各国送電会社や規制機関と検討を行ってきたが、環境変化により送電会社へのBESS販売は断念。
- SPSを送電会社に、BESSを送電会社以外に販売するビジネスモデルを追求することとした。

欧州制度および本実証事業の推移		政策に合わせた事業モデル検討
1996年	第3次EU指令にてアンバンドリング（送電部門と発電部門・小売部門の分離）を義務付け	
2015年	本実証事業の実証前調査開始（この時点では送電部門の蓄電池所有の可否は曖昧）	送電部門による蓄電池所有がグレーな状況の中、送電会社がSPS+BESSを導入できるスキームの構築を目指し、現地調査を含めた検討・調査を実施
2017年	実証事業開始	
2019年	EU指令改正案 Article 54にて、一部例外を除き、送配電部門の蓄電池所有を禁止	
2019年	実証運転開始	現地規制機関へのヒアリングを含めた調査を通じて、EU指令改正案Article 54における例外項目の範囲での送電会社蓄電池保有の方法を検討。 ⇒ 送電会社の蓄電池保有は困難との結論に達し、SPSを送電会社に、BESSを送電会社以外に販売するビジネスモデルを追求
現在	事後評価	

4. 事業成果の普及可能性 (4) 政策形成・支援措置

- SPSおよびBESSの単体での普及を考えた場合、SPSについては系統増強抑制が送電会社のメリットに繋がる政策、BESSについては収益機会を増やすマルチユースが可能な政策が、それぞれ重要と考えられる。
- 前者については欧州のレベニューキャップ制度が、後者については需給調整市場・卸売市場等幅広い領域に需要家側設置を含むBESSが参入可能となっている点が、SPS・BESSの普及を後押しするものと考えられる。

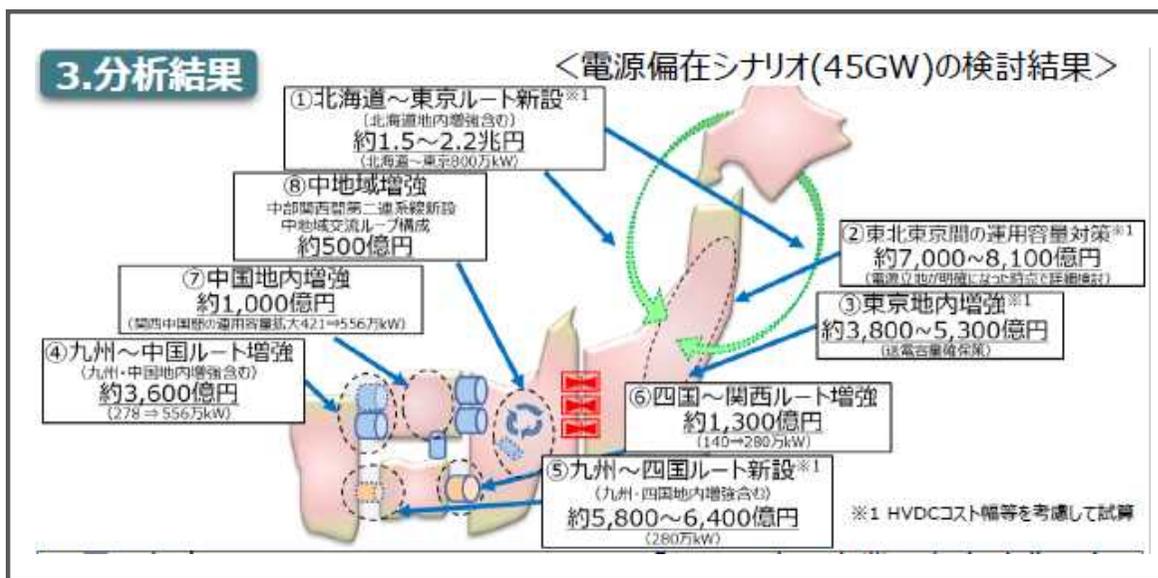
本実証に用いられた技術の普及促進を後押しする政策形成・支援措置の状況



4. 事業成果の普及可能性 (5) 日本への波及

- 欧州で先行する再エネ大量導入時の課題は、日本でも今後顕在化することとなる。
- 系統増強コストを最小化しながらの再エネ大量導入や、需給調整市場への蓄電池参入の検討が進められており、欧州で確立した技術の逆輸入により、日本の再エネ大量導入を支えることが可能になると考えられる。

再エネ大量導入
時代に向けた
合理的な系統増強



SPSの波及
可能性

BESSの波及
可能性

BESSの
需給調整市場
国内参入検討
(METI資料転載)

- 需給調整市場（一次～二次②）*が開設されることで、2024年度以降は全ての商品において市場が開設されることとなり、DSRや蓄電池等の新たなリソースがその応動特性を活用して市場へ参入することが期待されている。
- 他方、こうしたDSRや蓄電池等の新しいリソースが調整力を供出する場合、需要家の生産設備や蓄電容量から調整力を供出することとなり、発電機等のリソースとは異なる応動特性を有することが考えられる。
- 今後、需給調整市場（一次～二次②）*の事前審査、アセスメント等の検討にあたっては、こうしたリソース毎の応動特性等も考慮するとともに、新たなリソースの積極的かつ継続的な参入は、再エネ主力電源化における調整力の確保および需給調整市場の活性化にも繋がることも踏まえ、これらのリソース向けの規定やオフライン枠の活用等について、必要に応じて国とも連携しつつ、今後検討することとしてはどうか。

* 国内の需給調整市場は応答性や持続時間から、「一次調整力・二次調整力①・二次調整力②・三次調整力①・三次調整力②」の5つに区分されて導入が進められており、ここでいう「一次調整力～二次調整力②」とは、5区分のうちの最初の3つを総称している。いずれも先に市場が開設される3次調整力よりも高い応答性が求められ、蓄電池にとって比較的有望な市場とされる。