系統安定化ソリューションと
電力系統解析サービス

株式会社 日立製作所
制御プラットフォーム統括本部　エネルギーソリューション本部

佐藤 康生、相原 孝志、多田 泰之、丹宗 浩志

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

本日お伝えしたいこと

電力系統で発生する電気現象をPC上で予測および再現して対策/予防/保全を提案する系統解析サービスを紹介します

系統信頼性維持とCO2削減を両立するオンライン電圧プロファイル最適化手法：OPENVQ(実証中)を紹介します

ポーランドで実施した
スマートグリッド実証事業について紹介します

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

Contents

１.IT/OTデータを活用した日立のデジタルソリューション

２.電力系統解析サービスのご紹介

３.オンライン電圧プロファイル最適化制御(OPENVQ)

４.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

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1. IT/OTデータを活用した日立のデジタルソリューション

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

プロフィール

佐藤 康生

株式会社 日立製作所
制御プラットフォーム統括本部
エネルギーソリューション本部
主管技師

現在、エネルギーシステム全般の計画・運用に関する研究開発戦略の立案に従事

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1-1 エネルギー業界を取り巻く課題

HITACHI
Inspire the Next

S+3Eの原則

Safety 安全性

安全性が大前提

Energy Security 自給率

20%　11.8%　25%

東日本大震災前　現在　2030年度

Economic Efficiency 電力コスト

2013年度　9.7兆円

2030年度　9.2～9.5兆円

Environment 温室効果ガス排出量

2013年度比 -50%　2030年度

新たな削減目標
CO_2 46%削減、
さらに50%へ挑戦

温室効果ガス ゼロ　2050年度

カーボンニュートラル
脱炭素社会の実現

出典：日本のエネルギー 2020年度版 「エネルギーの今を知る10の質問」(経済産業省 資源エネルギー庁)より日立作成
https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2020/005/

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1-2 日立が考える「注力すべき２つの技術課題」

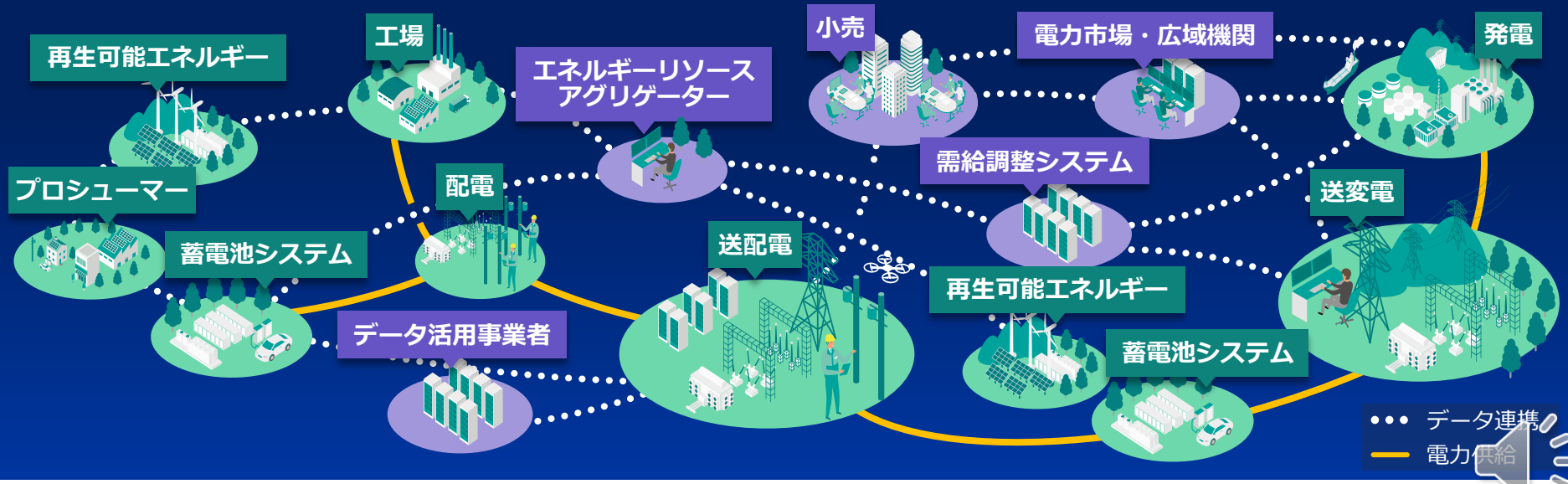
HITACHI
Inspire the Next

A. 再生可能エネルギー大量導入(脱炭素)への対応

- 系統の安定運用維持と温室効果ガス(CO2)削減の両立
- 設備の有効活用による対策コスト増の抑制

B. 系統レジリエンス強化に貢献する基礎技術の深化

- 分散電源が導入されるグリッドエッジのレジリエンス強化
- ベースとなる設備の健全性を確保



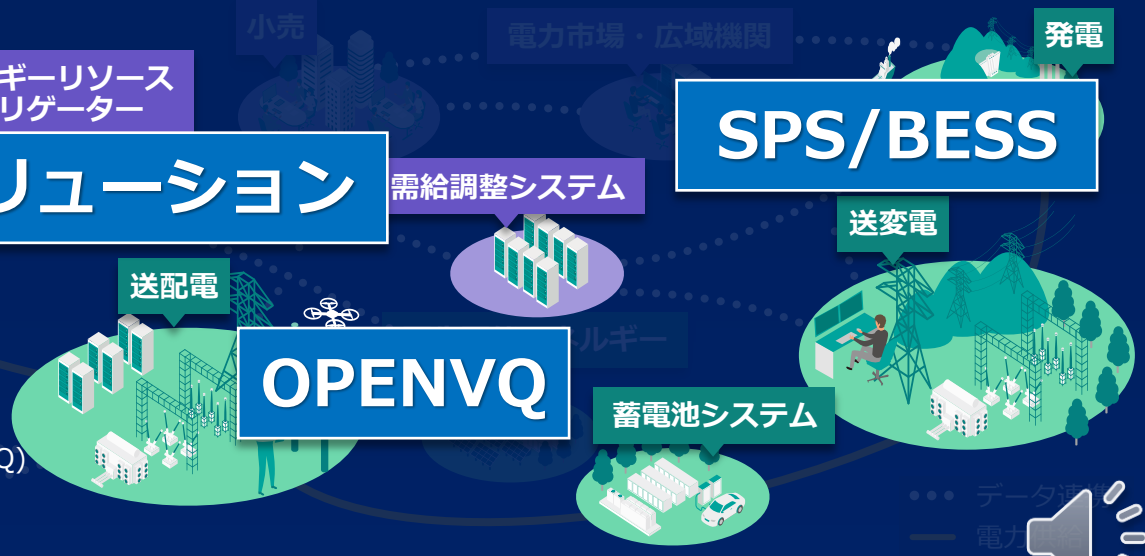
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1-3 日立が考える「注力すべき２つの技術課題」

HITACHI
Inspire the Next

A. 再生可能エネルギー大量導入(脱炭素)への対応

- 系統の安定運用維持と温室効果ガス(CO2)削減の両立
- 設備の有効活用による対策コスト増の抑制



説明
VPP：Virtual Power Plant
OPENVQ :オンライン電圧プロファイル最適化制御
Optimized Performance Enabling Network for Volt/var(Q)
SPS: Special Protection Scheme
BESS: Battery Energy Storage System

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

1-4 日立が考える「注力すべき２つの技術課題」

HITACHI
Inspire the Next

B. 系統レジリエンス強化に貢献する基礎技術の深化

- 分散電源が導入されるグリッドエッジのレジリエンス強化
- ベースとなる設備の健全性を確保

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

紹介ソリューションの展示について

HITACHI
Inspire the Next

引き続き、下記コンテンツをご視聴ください。

A. 再生可能エネルギー大量導入(脱炭素)への対応

オンライン電圧プロファイル最適化制御(OPENVQ)	3章
系統安定化システム(SPS)/蓄電池システム(BESS)	4章
VPPソリューション	バーチャル展示

B. 電力系統のレジリエンス強化に向けた基礎技術の深化

電力系統解析サービス	次章より
設備点検診断システム	別セミナー

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2. 電力系統解析サービスのご紹介

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

プロフィール

相原 孝志

株式会社 日立製作所
エネルギーソリューション本部
送変電制御システム設計部
主任技師

現在、電力系統の解析業務および制御システム開発に従事

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

■電力設備を取り巻く課題
■日立の系統解析サービス
■系統解析サービスの実績
■まとめ

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-1 電力設備にまつわるお困りごと

HITACHI
Inspire the Next

電力設備を効果的に管理・運用することは、企業活動を円滑に行うための要です

経営

電力系統が停電しても
重要な設備は止めたくない！

新たに設備を導入予定。
安定した電力供給は
可能だろうか？

設備運用

長期休暇明け、設備を
再稼働させようしとたけど、
再稼働が上手くいかない。
なぜだろう？

設備の定検期間中
どのような運転パターンを
すればいいだろう？

設備管理

設備を導入するけど
事前に設備の検証は
できないだろうか？

設備を導入するけど
もう少し早く導入(運開)
できないだろうか？

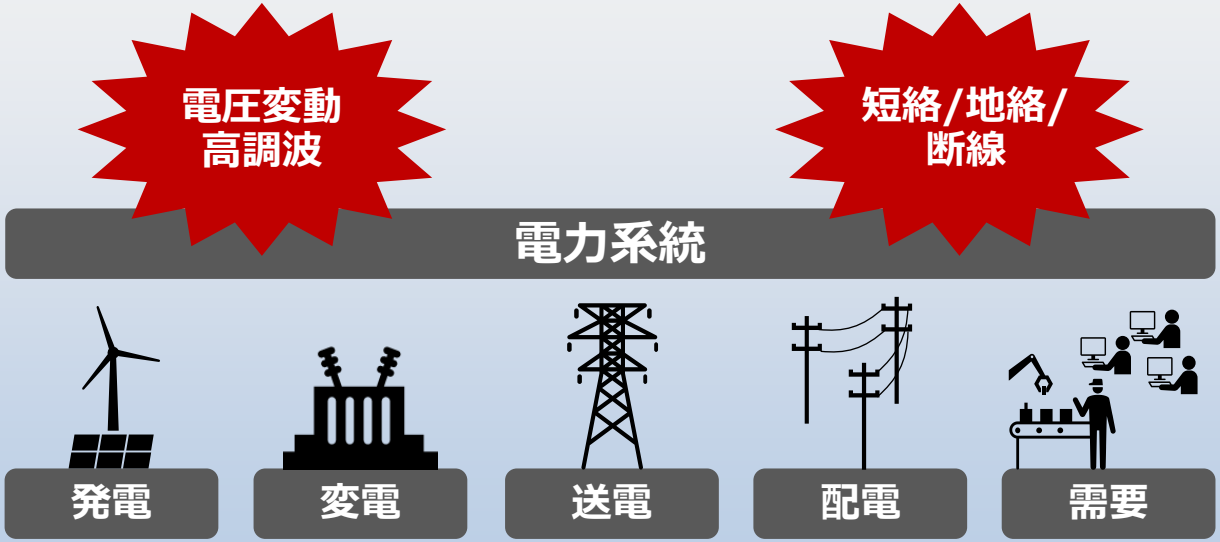
© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-2 電気現象によるリスク

HITACHI
Inspire the Next

電力系統は多種多様な要素が複雑に絡み合って構成されている大規模なシステムです

電気現象は、設備へ悪影響を与えてしまい最悪の場合は
設備の故障(破損)や運転停止にまで発展する可能性があります。



電力系統を安定して効率よく運用するには、高度な専門知識とノウハウが必要です。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-3 系統解析による電力設備運用の強じん化

HITACHI
Inspire the Next

系統解析を行うことで、電力設備に起こり得るリスクや負荷を予測することができ、トラブルに強く効率的な運用が可能になります

電力系統が停電しても重要な設備は止めたくない！

新たに設備を導入予定。安定した電力供給は可能だろうか？

長期休暇明け、設備を再稼働させようとしたけど、上手くいかない。なぜだろう？

設備の定検期間中どのような運転パターンをすればいいだろう？

設備を導入するけどもう少し早く導入(運開)できないだろうか？

設備を導入するけど事前に設備の検証はできないだろうか？

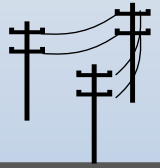
安定化　**効率化**

電力系統

発電

変電

送電



配電

需要

系統解析

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

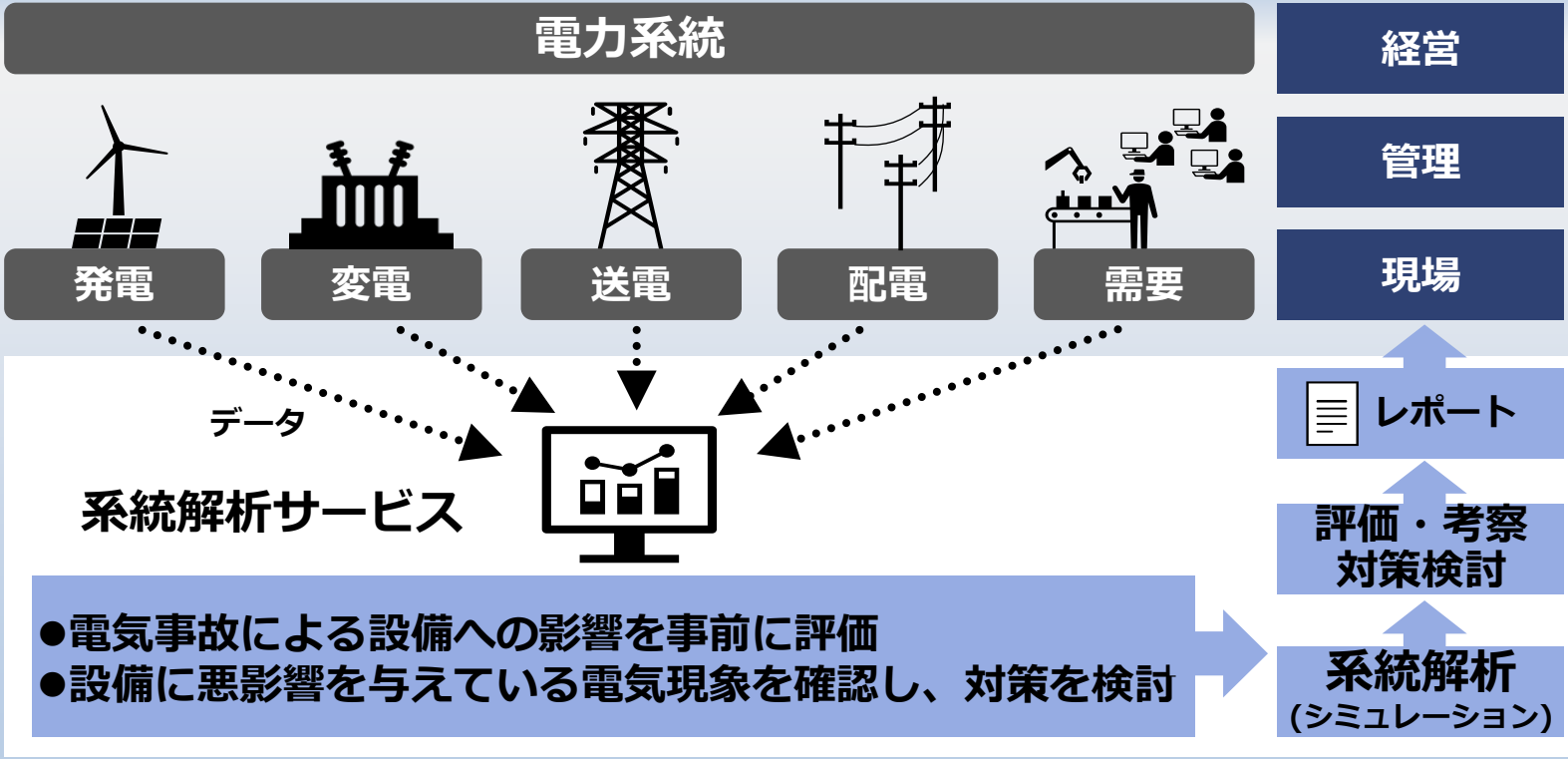
■電力設備を取り巻く課題
■日立の系統解析サービス
■系統解析サービスの実績
■まとめ

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-4 系統解析サービスの概要

HITACHI
Inspire the Next

電力系統で発生する電気事故や電気現象をPC上で再現し、対策/予防/保全を検討し、お客さまにご提案するサービスです



© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-5 系統解析サービス導入による効果

HITACHI
Inspire the Next

電力設備に関わるコストの最適化に加え、現場の生産性や人財育成にも効果が見込めます

設備管理部門 **財務部門**

設備導入/コスト削減

過大仕様の設備の導入を回避し、お客さまのニーズにあった適切な設備の選択ができます。適切な設備の選択は、過剰な設備導入コストの削減へとつながります。

設備管理部門 **製造部門**

生産性向上

実設備の検証を系統解析で代替えすることにより検証のための設備停止＝損失時間を削減し、単位労働時間あたりの生産性向上につながります。

設備運用部門 **総務部門**

新人教育/若年層スキルアップ

実際の運転や過去に発生した事故事例などを系統解析を通して再現することで疑似体験し、**新人/若年層が実際の事故などに遭遇した場合にも、事象の把握や対応を可能とするノウハウを学べます。**

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-6 系統解析サービス全体メニュー

HITACHI
Inspire the Next

全体メニューを以下に示します

サービスメニュー	サービス内容
事前検討	① 系統解析実施項目の検討
	② 解析に必要なデータの収集
系統解析（シミュレーション）	③ 解析モデルの作成
	④ 系統解析の実施
評価・提案	⑤ 解析結果の評価、考察
	⑥ 解析結果からの報告書作成

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-7 サービス詳細とスケジュールの目安

HITACHI
Inspire the Next

最短3カ月＊で、事前準備からレポート提出までを実施いたします

期間	サービスメニュー		サービス内容
0.5カ月～	事前検討	項目検討	① 知見から、系統解析の項目検討や項目にあった解析ツールの選定や作成すべき解析モデルを決定する。
		データ収集整理、精査	② 必要となる解析データの提案。収集データの整理、精査および必要に応じたデータの変換作業。
1.5カ月～	系統解析（シミュレーション）	解析モデル作成	③ 解析モデルの作成。モデル規模によって、作成期間は変動します。
		解析実施	④ 解析の実施。実施ケースによって、検討期間は変動します。
1カ月～	評価・考察提案・報告	解析結果確認	⑤ 解析結果から検討項目に対する影響や評価を実施する。
		レポート作成	⑥ 解析結果の内容について報告および検討項目に対する提案の実施

＊検討期間は、あくまで目安となります。作成する解析モデルの規模(模擬する設備の数)や、実施する解析ケース数などによって変動いたします。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-8 系統解析導入の課題

HITACHI
Inspire the Next

日立の系統解析サービスは、下記のような手間や面倒も無く スムーズかつスピーディーな導入が可能です

関係部署との調整など事務作業が大変。省けないかな？

設備が大規模になり机上で検討するには複雑すぎる。どうすれば出来るだろう？

系統解析導入は決めたけれど

課題1

検討で時間がかかる

系統解析ツールは、大規模送電網向けのため専門性が高すぎ、導入するにあたり使用方法の習得に時間を必要とし、事前の準備で多くの時間を有する可能性があります。

課題２

どんな系統解析ツールを選べばよいか分からない

さまざまな系統解析ツールが存在します。ツールにも一長一短があります。検討が複数の場合では、１つの解析ツールでは検討ができず、複数の解析ツールが必要な場合もあります。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

■電力設備を取り巻く課題
■日立の系統解析サービス
■系統解析サービスの実績
■まとめ

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-9 系統解析案件の実績例

HITACHI
Inspire the Next

化学、鉄道、ビルオーナーなど、さまざまな分野のお客さまにご活用いただいております

No	案　件	主要システム	検討内容
1	**化学プラントにおける 自励式変換器の導入検討**	自励式変換器 発電機、誘導機負荷	• 電力品質の確保 • 系統信頼度向上
2	**化学プラントにおける 電力系統安定度に関する検討**	同期発電機(火力、水力)、 自励式変換器、電力制限システム	• 制御の高度化による系統安定化向上 • 対策の最適化による設備投資の抑制
3	**鉄道在来線(交流区間)き電系統に 関する検討**	き電系統	• 各解析による仕様準拠の確認結果 • 合理的な変電設備仕様の決定
4	**系統安定度に関する検討 (お客さまの声1)**	火力発電所、水力発電所 同期調相機	• 電力品質の確保 • 発電機故障防止
5	**大規模太陽光発電システム (お客さまの声1、2)**	太陽光発電システム	• 制御の高度化による系統安定化向上 • 対策の最適化による設備投資の抑制
6	**洋上風力ウインドファーム**	洋上風力、洋上SS、 海底ケーブル	• 系統信頼度向上 • ケーブル設計の合理化
7	**高層ビル電力系統 自立運転に関する検討**	同期発電機 (ガスタービン、ガスエンジン) DCSシステム、誘導機負荷	• 運用効果の事前評価とリスクヘッジによる事業判定
8	**石油プラントにおける電圧安定度 に関する検討(お客さまの声3)**	発電機、誘導機、調相設備	• 適切な運転パターンの提案 • プラント内の電圧安定度向上

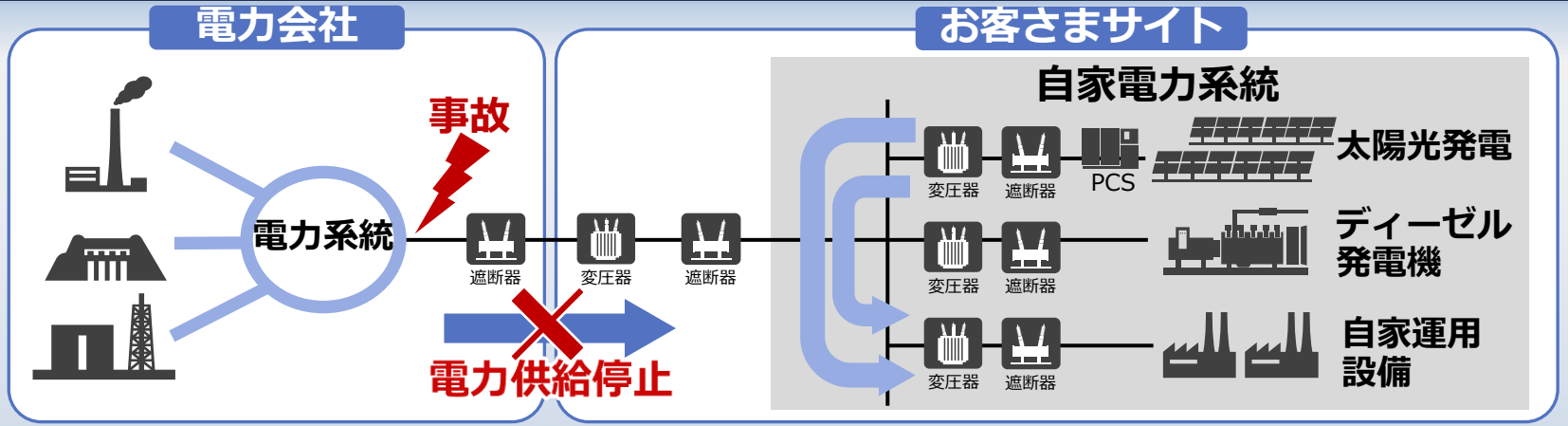
DCS：Distributed Control System

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-10 お客さまの声1 ～やって良かった系統解析～

HITACHI
Inspire the Next

自家発電設備の導入を系統解析で検討



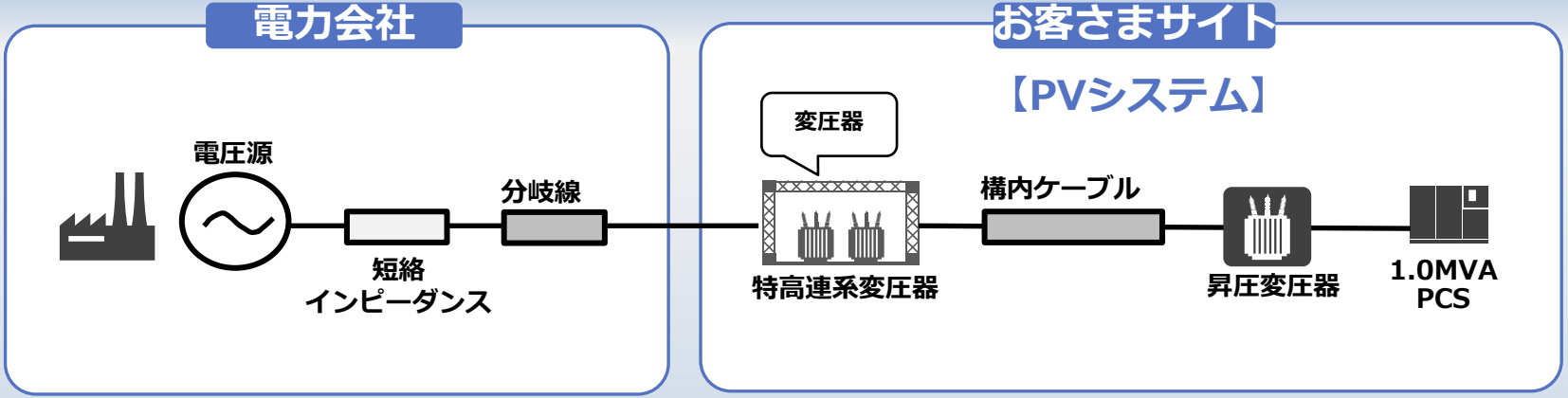
お客さまの問題 ▶	✓ 電力系統が停電した場合、お客さまの事業継続性が危ぶまれた
系統解析 実施内容 ▶	✓ 発電機の安定運転の検討/状態変化時の系統における過渡現象の検討 ✓ ディーゼル発電機や太陽光発電を用いた自立運転制御の検討
日立の提案 ▶	✓ 想定される過渡現象の検証結果から、適切な自立運転システムの提案
お客さまの声 ▶	✓ 自立運転システムを構築し、事業継続計画(BCP)が確保できた

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-11 お客さまの声2 ～やって良かった系統解析～

HITACHI
Inspire the Next

大規模太陽光発電(PV)システムの導入を系統解析で検討



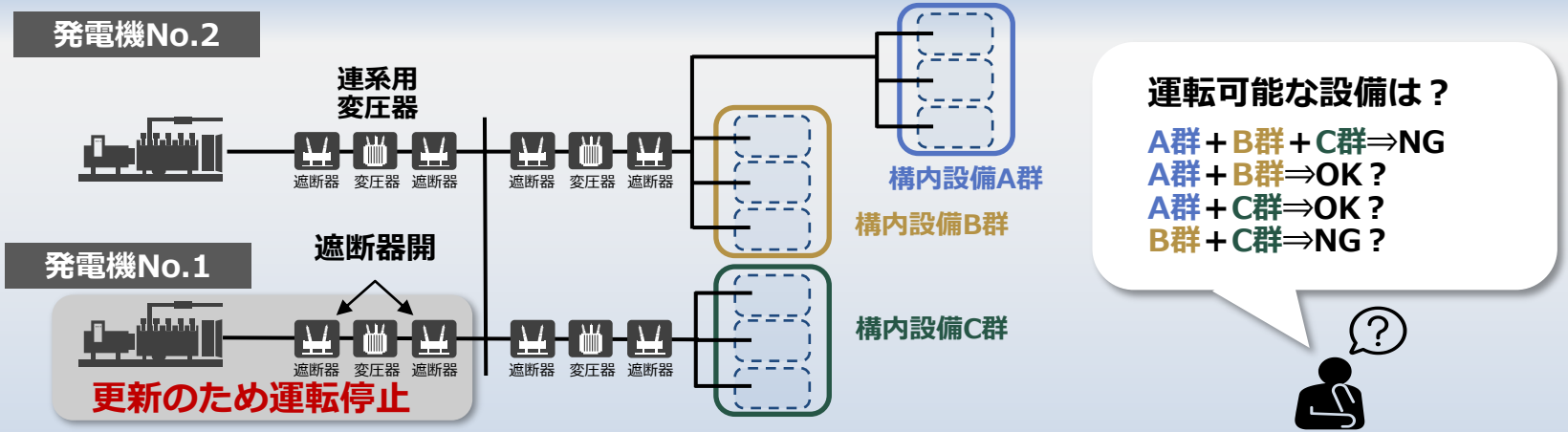
お客さまの問題▶	✓ PVシステムが連系された場合、出力変動に伴う電圧変動が予想された
系統解析 実施内容 ▶	✓ 系統連系時における電圧変動/瞬時電圧低下の検討 ✓ パワーコンディショナーによる電圧変動抑制制御の検討
日立の提案 ▶	✓ 予想されるリスクを事前に回避したPVシステムの提案
お客さまの声 ▶	✓ 安定した電力供給が可能なPVシステムを構築できた

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-12 お客さまの声3 ～やって良かった系統解析～

HITACHI
Inspire the Next

定期点検や事故を想定した設備の運転方式を系統解析で検討



お客さまの問題 ▶	✓ 発電機1台が停止した場合、運転可能な設備の台数が不明
系統解析 実施内容 ▶	✓ 発電機1台で運転可能となる設備台数(適切な運転パターン)の検討 ✓ 更新後、発電機の効率的な復帰手順の検討
日立の提案 ▶	✓ 適切な運転パターンや万が一の事故時の復帰方法の提案
お客さまの声 ▶	✓ 適切な運転パターンの決定と更新後速やかな復帰で損失削減ができた

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

■電力設備を取り巻く課題
■日立の系統解析サービス
■系統解析サービスの実績
■まとめ

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-13 日立の系統解析サービスの強み

HITACHI
Inspire the Next

日立は、「技術力」、「知見」、「ユーザー視点」という３つのノウハウを備えています。

高度で幅広い技術力

国内外で多数の系統解析の実績を持ち、
お客さまのニーズに合った解析の提案から
解析⇒結果⇒考察を実施します。

機器の設計・耐量などに関する知見

発電・送電・配電の機器メーカーとしての
モノづくりの知見を元に系統解析の
結果に対して適切な判断を行います。

ユーザー視点

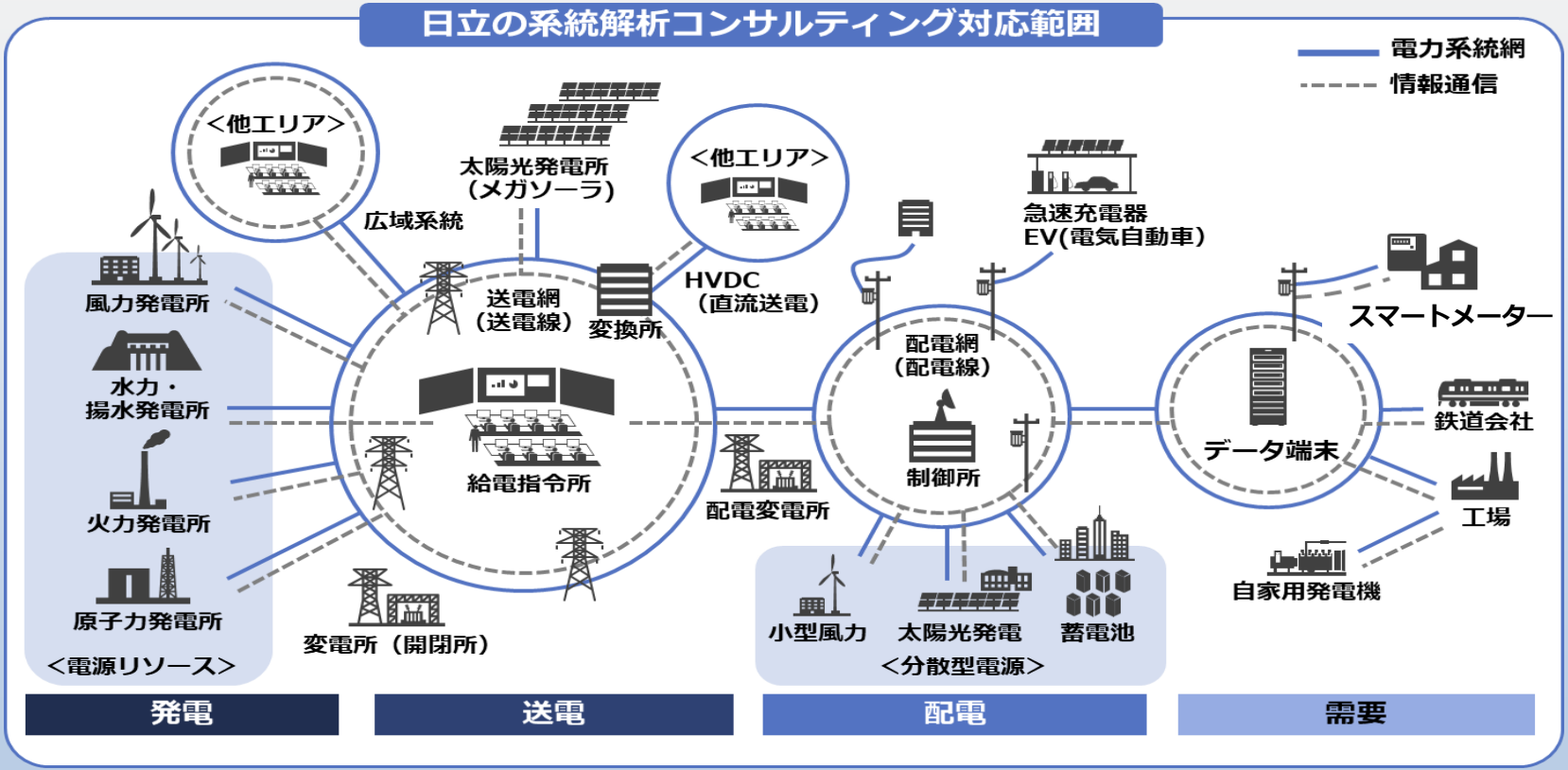
国内外のエネルギー事業者やお客さまとともに
培った長年にわたる事業から得られた経験から、
お客さまにとって適切な検討の提案や
結果に対する考察をご提示します。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-14 日立の系統解析サービスの強み

HITACHI
Inspire the Next

発電から需要までの幅広い範囲で系統解析の実績があります。
多くの電力関連設備、システムの構築・運用でグローバルに電力インフラを支えています。



© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

2-15 終わりに

HITACHI
Inspire the Next

幅広いIT、OT、プロダクトでお客さまの事業価値向上に貢献します

お客さま

経営	管理	現場
サステナブルな経営	生産性向上	運用コスト削減
脱炭素化/ゼロエミッション化	BCP	設備導入費用削減
	省エネ	電力品質向上

LUMADA

系統解析サービス

IT　OT　プロダクト

日立

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

次章以降の内容

HITACHI
Inspire the Next

A. 再生可能エネルギー大量導入(脱炭素)への対応

オンライン電圧プロファイル最適化制御(OPENVQ)	3章
系統安定化システム(SPS)/蓄電池システム(BESS)	4章

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

3. オンライン電圧プロファイル最適化制御(OPENVQ)

OPENVQ：Optimized Performance Enabling Network for Volt/var(Q)

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

プロフィール

多田 泰之

株式会社 日立製作所
エネルギーソリューション本部
電力システム設計部
主管技師

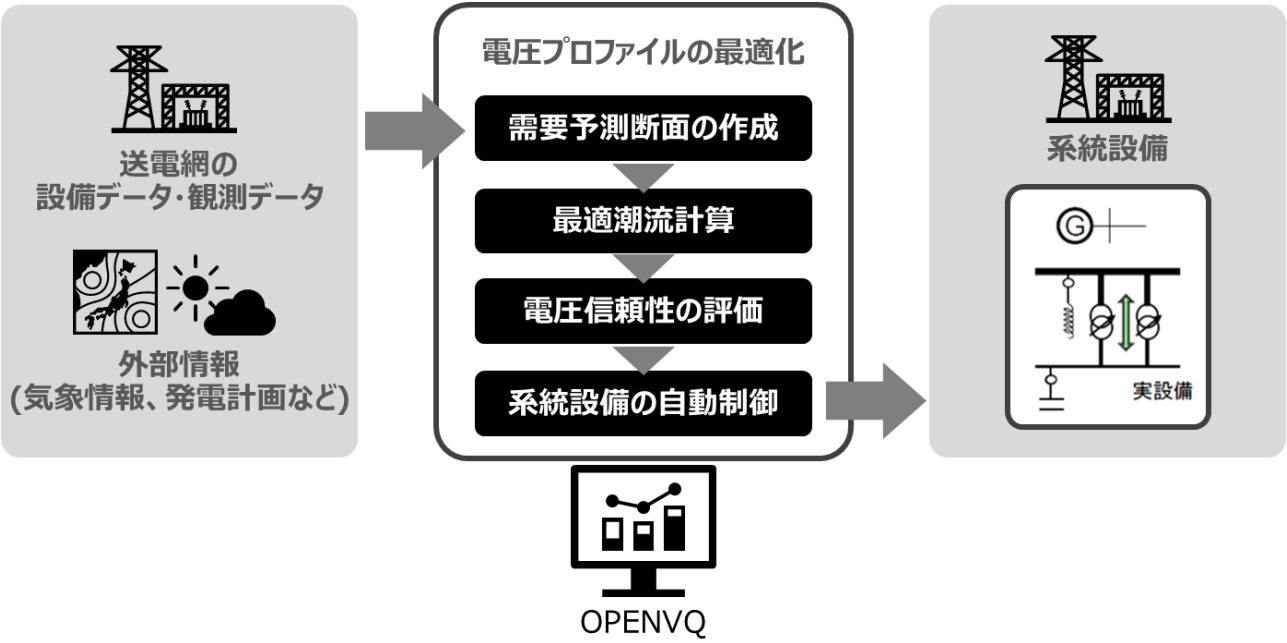
現在、電力系統の計画・運用に最適化技術の活用をめざす開発に従事

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

3-1 OPENVQとは?

HITACHI
Inspire the Next

オンライン電圧プロファイル最適化*1により、送電損失低減と再生可能エネルギー導入の円滑化の両立を図る電圧無効電力調整システム。



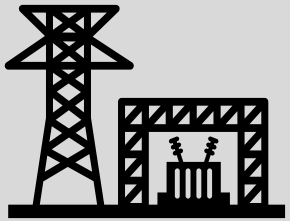
*1:電力系統の変電所電圧を送電損失最小化の観点でオンラインで自動調整する技術。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

3-2 OPENVQの経済的価値と環境価値

HITACHI
Inspire the Next

- 電力系統の特性上、OPENVQ導入前後の損失を直接比較はできませんが、環境負荷低減に資する技術円滑導入のために、日立はOPENVQによる送電損失低減効果を計算するJCM方法論を考案し、EGATの北東給電所での実証事業*1を進めています。



送電ロスの抑制

OPENVQ**導入後の観測量から導入前の損失を計算する方法**を開発し、IT導入による環境性向上効果を定量化

JCM方法論

CO2排出量の削減効果

JCM：Joint Credit Mechanism (二国間クレジット制度：パートナー国とCO2削減で協力し、成果を分け合う制度)

EGAT：Electricity Generating Authority of Thailand

*1：本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務です。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4. 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

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

プロフィール

丹宗 浩志

株式会社 日立製作所
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

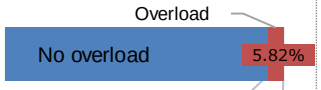
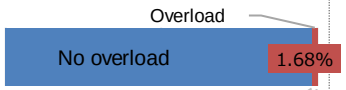
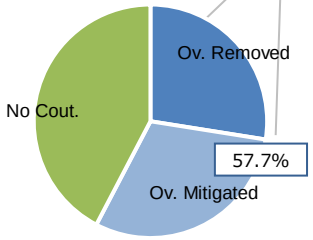
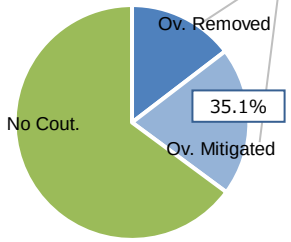
現在、電力系統安定化システムの設計開発に従事

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4-1 ポーランド実証成果の紹介－1

HITACHI
Inspire the Next

・ポーランド実証を通じて、系統安定化システム(SPS)による過負荷リスク・対策制御の見える化、風力発電の接続可能量の引き上げ効果を検証した。

	DSS (100%以上の過負荷)	自動制御 (120%以上の過負荷)
条件	• 想定事故ケース： 49 ケース • 過負荷閾値： >100% • ポーランド全土の発電所の手動制御 DSS: Decision Support System	• 想定事故ケース： 49 ケース • 過負荷閾値： >120% • 実証エリア内の風力発電への自動制御
結果① 想定事故演算結果	過負荷発生の割合： 5.82% 	過負荷発生の割合： 1.68% 
結果② 過負荷対策立案結果		

*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。

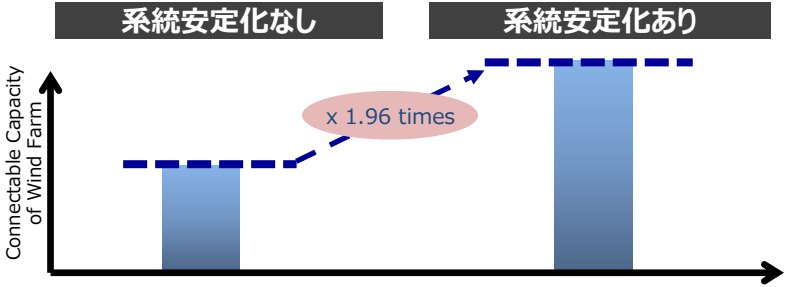
1. 過負荷リスク・対策制御の見える化

- 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。
- 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。

「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(NEDO)の委託業務の 結果得られたものです。」

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

4-2 ポーランド実証成果の紹介－2



2. 風力発電の接続可能量の引き上げ効果

- 風力発電が大量に導入されているエリアほど、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。
- 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

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

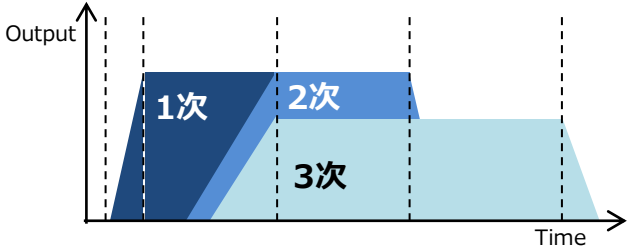
4-3 ポーランド実証成果の紹介－3

HITACHI
Inspire the Next

- **送電事業者向けの需給予備力の提供、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。**

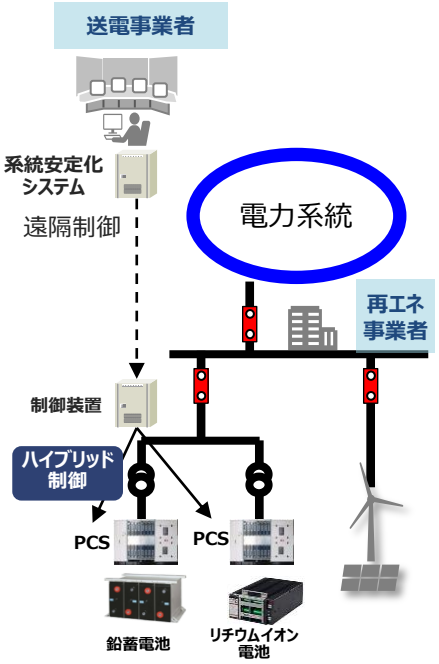
需給予備力の提供

✓BESSによる1次、2次、3次予備力の提供



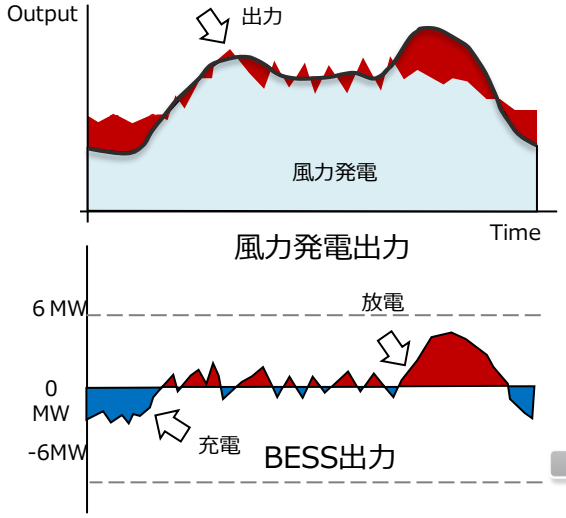
予備力	出力	反応速度	継続時間
1次*	6MW	30秒以下	15分以上
2次	6MW	15分以下	15分以上
3次	5MW	15分以下	2時間以上

*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



BESS：Battery Energy Storage System　PCS：Power Conditioning System

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

本日は、ご視聴いただき、ありがとうございました。
アンケートのご協力をお願いいたします。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

END

系統安定化ソリューションと
電力系統解析サービス

株式会社 日立製作所
制御プラットフォーム統括本部　エネルギーソリューション本部

佐藤 康生、相原 孝志、多田 泰之、丹宗 浩志

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

Hitachi Social Innovation is

POWERING GOOD

世界を輝かせよう。

HITACHI

Inspire the Next