

**令和4年度
分散型エネルギーリソースの更なる活用に向けた
実証事業成果報告**

【関西電力株式会社】

関西VPPプロジェクトの概要

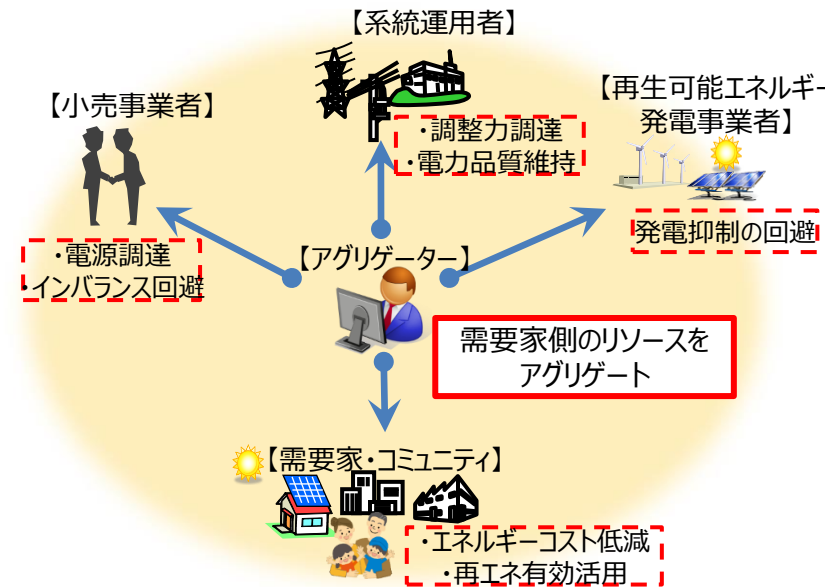
<実証の概要>

- 調整力公募やネガワット取引の開始、需給調整市場・容量市場の創設など、各種制度の議論・検討状況を踏まえたビジネスチャンスの活用を念頭に、需要家設備をアグリゲートするシステム・事業スキームを構築する。
- 実証を通じて、蓄電池等の各種リソースを既設・新設共に拡大する。

<事業の概要>

- 需要家側リソースを遠隔監視制御によりアグリゲートすることで、下記のサービス提供を目指す。

| サービス提供先 | サービス内容 |
|---------|---|
| 小売事業者 | ・DRによる電源調達、インバランス回避サービス |
| 系統運用者 | ・調整力（一次～三次②） 供出サービス ・需給調整市場、容量市場向けサービス |
| 再エネ事業者 | ・再エネ出力抑制発動エリアでの 上げDRによる出力抑制回避サービス |
| 需要家 | ・需要家内エネマネサービス（ピークカット・シフト等） |

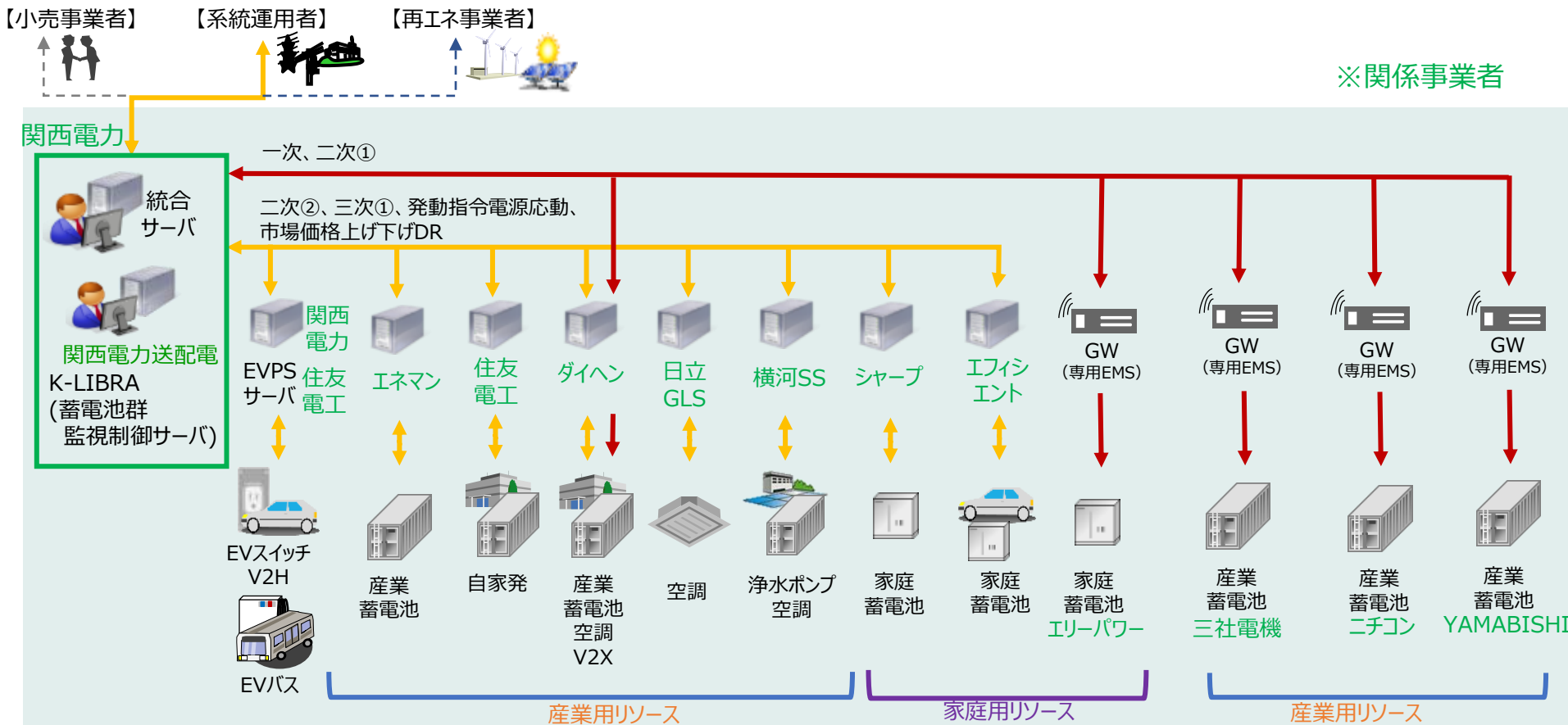


<過年度の実証成果と今年度の取組み>

- ◆ 2016年度以降、VPP実証では各種制度の改定や事業環境等を鑑みながらリソース制御の精度向上に取り組み、その成果も踏まえ、ビジネスとして2021年度より需給調整市場（三次②）に参入している。
- ◆ 2022年度は、より高速制御が求められる需給調整市場メニューへの参入を目指し、これまでに取り組んできた基準値やリソース制御の更なる精度向上に向けた取組みを実施した。

令和4年度 関西VPPプロジェクト 全体構成

- 関西電力を中心に実証協力者を含む、合計13社によるコンソーシアム体制にてDERアグリゲーション実証を推進。実証協力者である山洋電気が実証を辞退された以外は、申請時より変更なし。
- 市場要件、既存のレギュレーション等を加味しながら、調整力実証（一次調整力、二次調整力、発動指令電源）、供給力実証（市場価格上げ・下げDR）、EVを活用した実証や三次調整力①を想定した独自実証を通じて、リソースの制御精度向上に関する取組みを実施。
- 基準値予測の精度向上に向けた取組みは、過年度から継続して実施。



令和4年度実証の実証事業スケジュール

- 共通実証として「一次調整力」「二次調整力①、②」、「発動指令電源」、「市場価格上げ下げDR」を実施。
独自実証として「三次調整力①」、「EV実証」、「基準値予測の精度向上」、「RA独自取組み」を実施。
- 「ERABに関するセキュリティガイドラインVer2.0」に基づく対策検討の実施。

| 実証項目 | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
|--------------|-------------|----------------|---|-----------------|---|-----------------|----------|-----------------|----------|---|---|
| 共通 実証 | フィールド 実証 | 一次調整力 | | | | | | 2回 5社 | | | |
| | | 二次調整力① | | | | | | 2回 5社 | | | |
| | | 二次調整力② | | | | | | 4回 3社 | | | |
| | | 発動指令電源 | | | | | 4回 6社 | | | | |
| | | 市場価格 上げ下げDR | | | | 2回 4社 | | | 3回 8社 | | |
| 独自 実証 | 三次調整力① | | | | | 3回 3社 | | | | | |
| | EV実証 | | | | | 各実証メニューによる | | | | | |
| | 基準値予測の精度向上 | | | | | 基準値テスト 2回、4社 | | 基準値テスト 1回、3社 | | | |
| | RA独自 | | | | | | | 各RA | | | |
| サイバーセキュリティ対策 | | | | 各社詳細対策 要件の策定 | | | 対策実施 | | | | |

共通実証

(調整力実証)

一次調整力、二次調整力①

実証概要

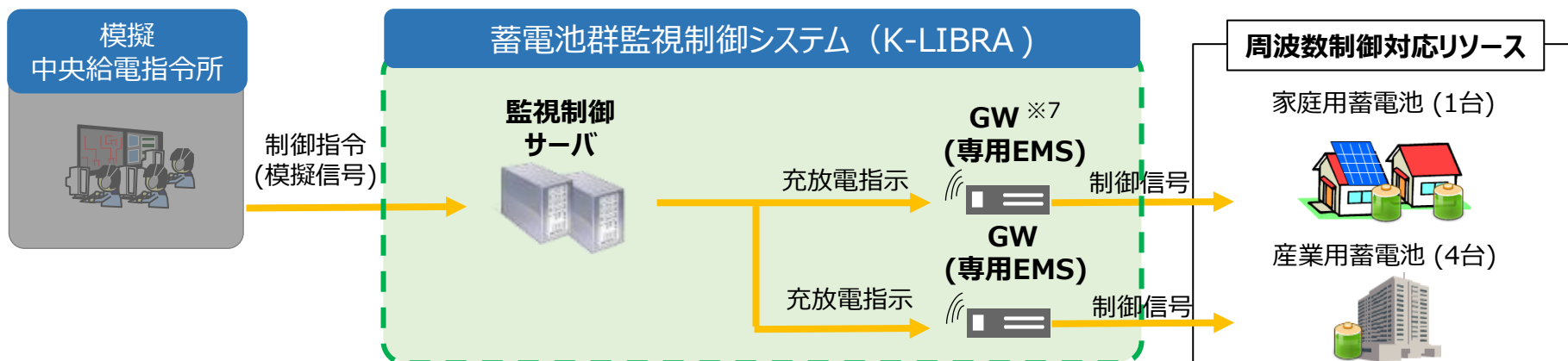
試験名称：蓄電池を活用した周波数制御技術(一次調整力および二次調整力①)に関する実証試験

試験期間：2022年11月29日～12月14日

実施者：関西電力送配電(株)、エリーパワー(株)、(株)三社電機製作所、(株)ダイヘン、ニチコン(株)、(株)YAMABISHI 計6社

確認項目：

- ✓ GF相当制御※¹およびLFC制御※²において、蓄電池がピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメントとして制御されている時間帯でも、蓄電池のエネルギーマネジメントを阻害することなく、約定量を踏まえ蓄電池毎に出力割当を行った上、約定した調整力を供出できることを確認。
- ✓ 具体的には、蓄電池の応動実績値が、需給調整市場の一次調整力および二次調整力①の要件※³を満たすことを確認。また、市場のゲートクローズ前までに需給調整市場システム※⁴に提出した基準値※⁵と総出力の内の基準値分の出力としてK-LIBRA ※⁶が指示した値を一致させる制御ができることを確認。



※¹：発電機等の回転速度を一定に保つように、動力である蒸気および水量を自動的に調整する装置である调速機（ガバナ）により、系統周波数の変化に追従して出力を調整させる制御。

（Governor Free の略）。本試験においては、蓄電池にて計測した系統周波数を基に、蓄電池が発電機と同等の充放電制御を実施している。

※²：需要予測が困難な負荷変動（数分から十数分程度の周期）に対して、検出した系統周波数に基づく中央給電指令所からの指令に応じて、電源等の出力制御をすること（Load Frequency Controlの略）。本試験においては、中央給電指令所[模擬]からのLFC信号を監視制御サーバが受信し、各蓄電池へ信号を送信することで、各蓄電池が充放電制御を実施している。

※³：第26回 需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

※⁴：需給調整市場から調整力の ΔkW を調達するためのシステム。

※⁵：発電計画値を持たない需要家エネルギーリソース（DSR）が、調整力を供出しなかった場合に想定される需要値。

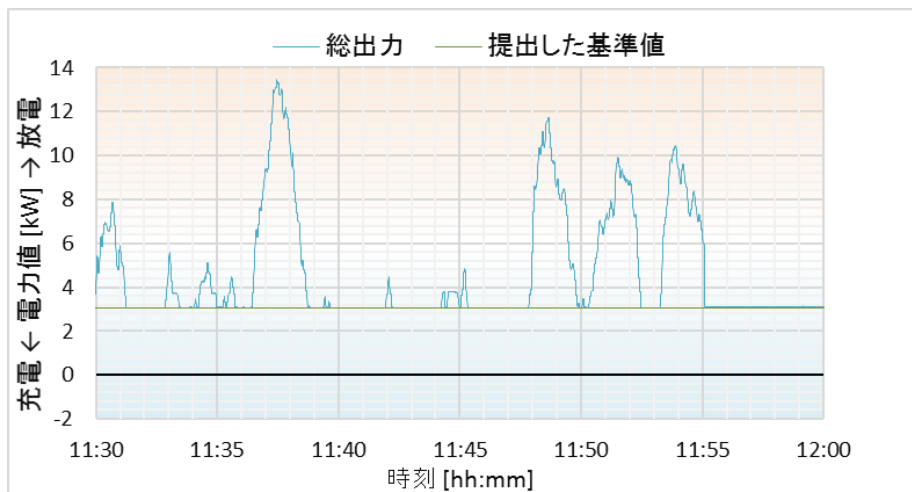
※⁶：Kansai transmission and distribution's Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)の略。
なお、K-LIBRAは1万台規模の蓄電池を用いた周波数制御技術を確立している。

※⁷：Gate Wayの略。監視制御サーバと蓄電池の通信を実現するために、需要家側に設置する端末であり、EMS（Energy Management System）とも呼ぶ。

実証結果（GF相当制御およびLFC制御の応動実績）

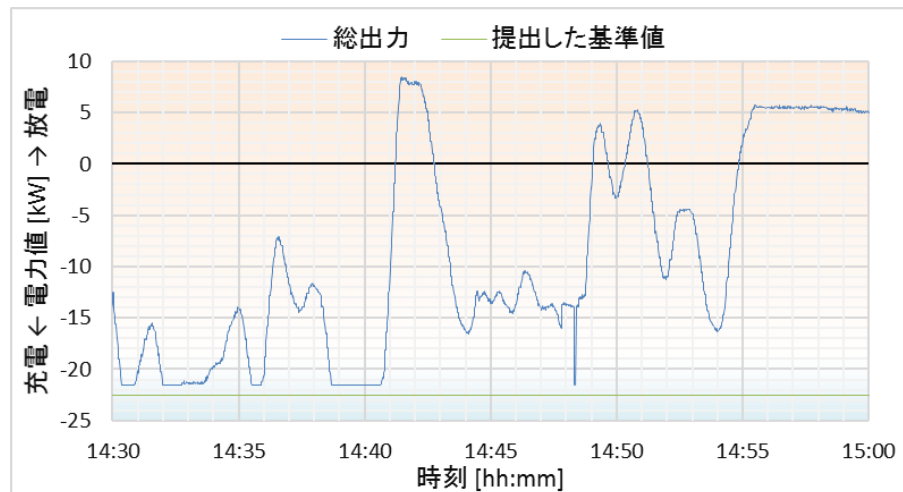
- 蓄電池がピークシフト等の宅内のエネルギーマネジメントとして制御されている時間帯において、GF相当制御として、60Hzエリアにおける2台の蓄電池にてそれぞれ周波数偏差(Δf)※1を検出し、 Δf を打消す方向の充放電を実施。
- また、LFC制御として、K-LIBRAサーバから3台の蓄電池へLFC制御指令を行い、それぞれの蓄電池にて充放電を実施。

- GF相当制御時における蓄電池の総出力と基準値（12/14 11:30~12:00）



- ✓ 基準値を守りつつGF相当制御を行い、一次調整力を供出

- LFC制御時における蓄電池の総出力と基準値（12/7 14:30~15:00）



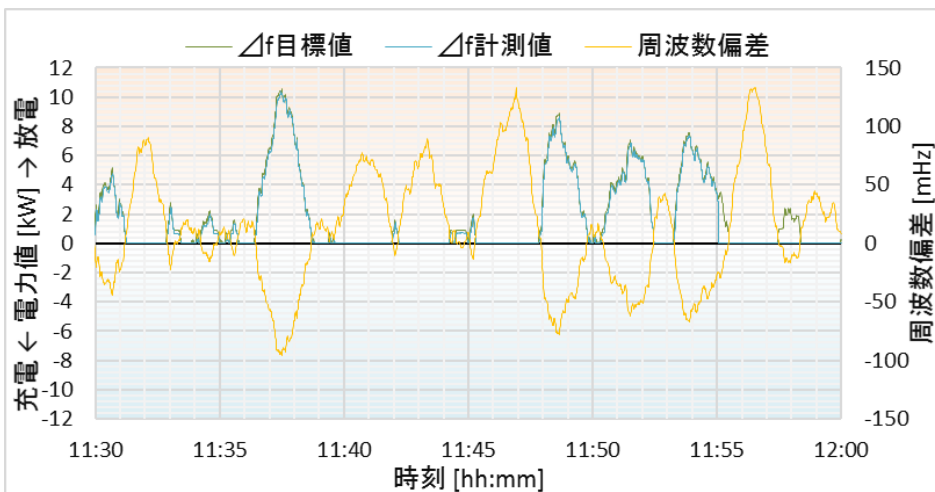
- ✓ 基準値を守りつつLFC制御を行い、二次調整力①を供出

※1：各エリアにおける電力システムの周波数（50Hz/60Hz）からのずれ。

実証結果（GF相当制御のアセスメントⅡ相当評価）

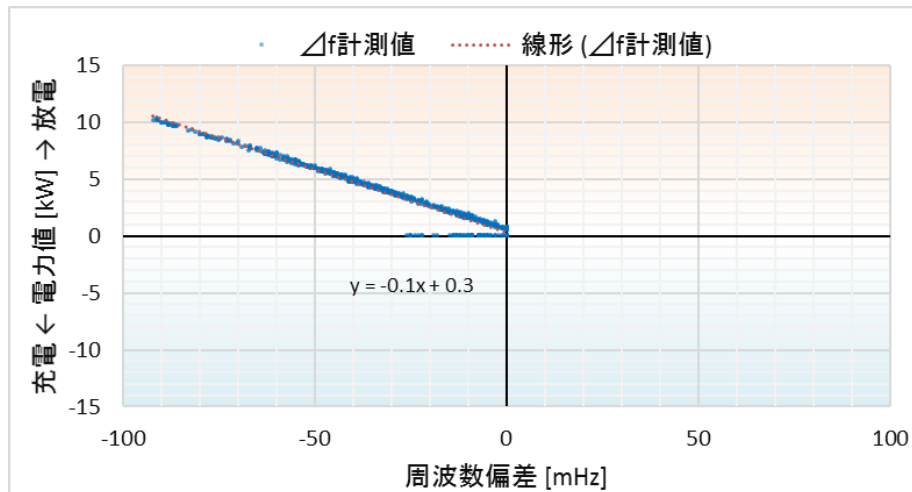
- GF相当制御の応動実績において、蓄電池端で検出した周波数偏差に対する一次調整力の応動実績値の近似線の傾きが、本試験で設定した周波数偏差に対する出力(調定率)の傾きと同方向であり、需給調整市場の一次調整力の平常時のアセスメント要件※1を満たしていることを確認。

- GF相当制御の時間変化
(12/14 11:30~12:00)



- ✓ 周波数偏差に対応して動作していることを確認

- 周波数偏差に対する応動実績値（近似線）
(12/14 11:30~12:00)



- ✓ 実績値と周波数偏差の近似線の傾きが調定率の傾きと同方向であることを確認

《一次調整力アセスメントⅡ相当評価》※1

- ✓ 蓄電池の総出力からゲートクローズ前までに需給調整市場システムに提出した基準値を差し引いた値を一次調整力の応動実績値として評価している。
- ✓ 計測値は蓄電池端における機器個別計測による出力結果である。

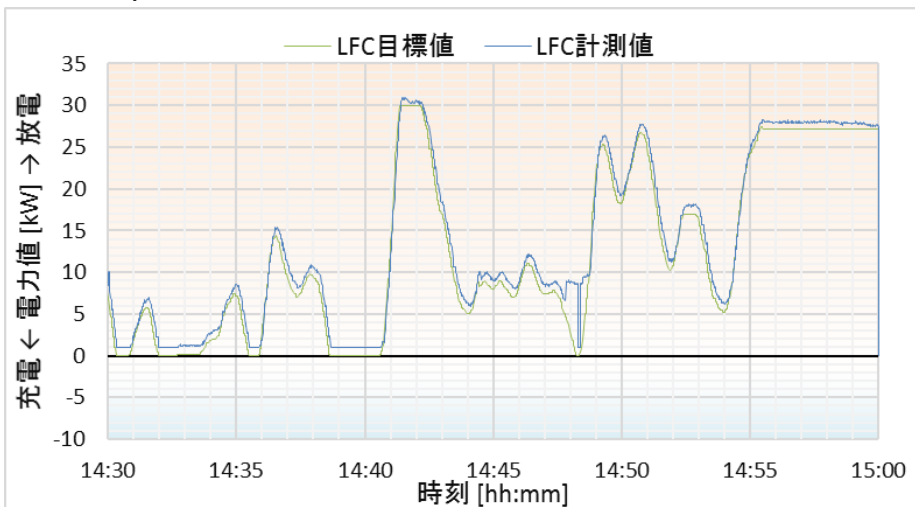
| | 傾き(kW/mHz) |
|----------|------------|
| 設定値（調定率） | -0.1 |
| 実測値（近似線） | -0.1 |

※1：第26回 需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

実証結果（LFC制御のアセスメントⅡ相当評価）

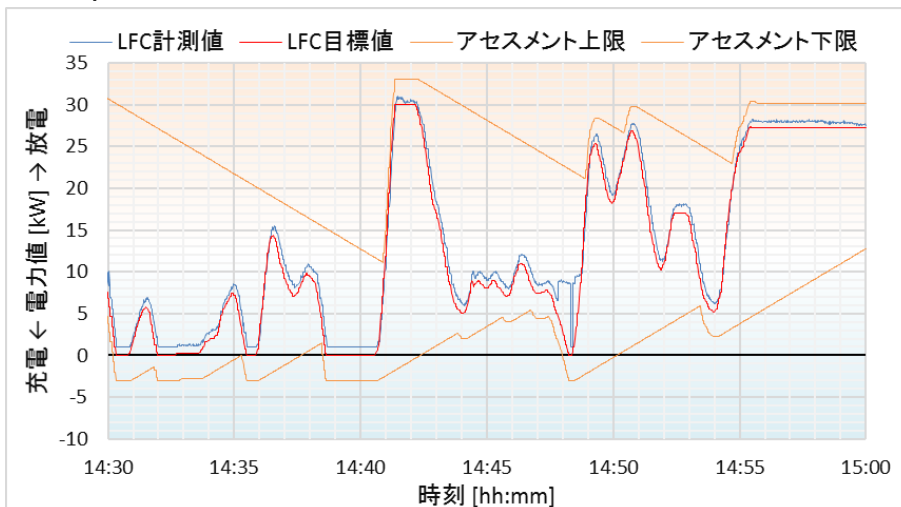
- LFC制御の応動実績において、試験時間30分間で、1秒間隔の実測値が許容範囲内に100% ※¹(1,800点/1,800点)滞在しており、需給調整市場の二次調整力①のアセスメント要件※²を満たしていることを確認。

- LFC制御の時間変化
(12/7 14:30~15:00)



- ✓ LFC目標値に概ね追従して動作していることを確認
- ✓ LFC計測値とLFC目標値のずれの原因は、ある蓄電池で1kW分制御がずれたため

- 二次調整力①のアセスメントⅡ相当評価※²
(12/7 14:30~15:00)



- ✓ アセスメント許容範囲内で動作していることを確認
- ✓ 1秒間隔の実績値1,800点が許容範囲内に100%※¹滞在していることを確認

- ✓ 蓄電池の総出力からゲートクローズ前までに需給調整市場システムに提出した基準値を差し引いた値を二次調整力①の応動実績値として評価している。
- ✓ 計測値は蓄電池端における機器個別計測による出力結果である。

※¹：需給調整市場における要件は90%以上。

※²：第26回 需給調整市場検討小委員会で示されたアセスメントの要件。

共通実証

(調整力実証)

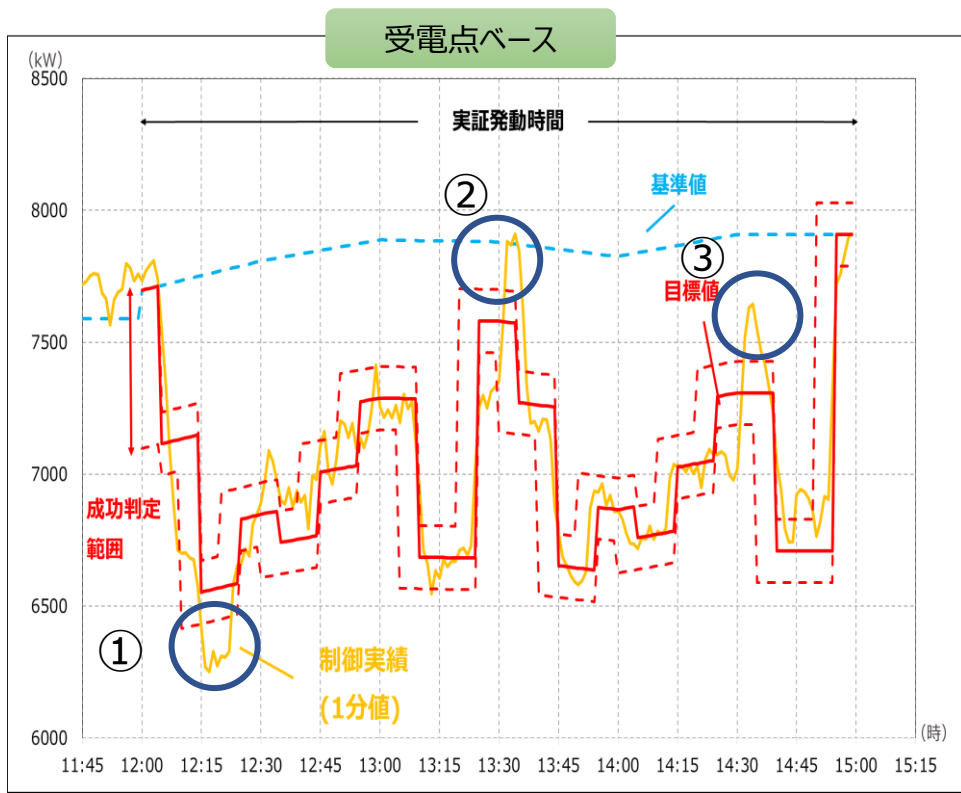
二次調整力②・発動指令電源

(供給力実証)

市場上げ下げDR

実証結果 (二次調整力②)

■ 受電点制御のため、負荷変動の影響を受け、全コマ目標未達となっているが、成功判定範囲を大きく逸脱した時間帯以外は、概ね追従できている。



【実証条件】

- 日時 11/15(火) 12:00~15:00
- エリア 東京
- 指令値 0~1200kW
- 参加リソース 自家発 (1200kW)

【結果詳細】

・リソースは自家発3台であり、特に発電が伴う制御の際に反応時間を要し、目標値から大きく逸脱する結果となった。

①一度発電機に起動を掛けると、一定の出力に達するまで停止する事ができないという特性より、出力過多となっている。

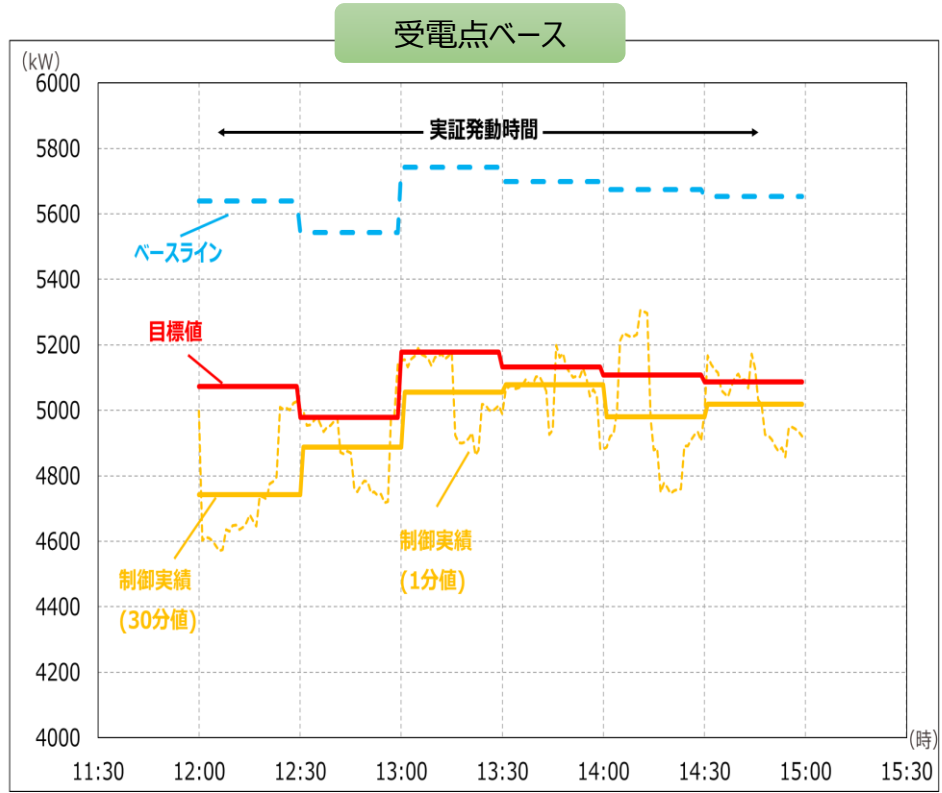
②③指令値変更時に、発電停止が伴い反応が大きく遅れている。

【応動の成功率】**0/6コマ** (1分間隔の評価で、指令値を基準に入札量の±10%への滞在率が90%以上になった30分コマの数)

| | 12:00-12:30 | 12:30-13:00 | 13:00-13:30 | 13:30-14:00 | 14:00-14:30 | 14:30-15:00 |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 達成率 | 37% | 57% | 77% | 80% | 83% | 50% |
| 成功判定 | × | × | × | × | × | × |

実証結果（発動指令電源）

■ RA1社が目標値を超える制御量を出した為、全コマ成功となった。
 ■ 個々のRAではベースラインと実需要の乖離が大きく、目標未達となっているところもあった。



【実証条件】

- 日時 10/28(金) 12:00~15:00
- エリア 関西
- 指令値 566kW（発動途中で変更なし）
- 参加リソース
 家庭用蓄電池（0.2kW）、EV（5kW）
 産業用蓄電池（36kW）、空調（25kW）
 浄水ポンプ（500kW）

【結果・考察】

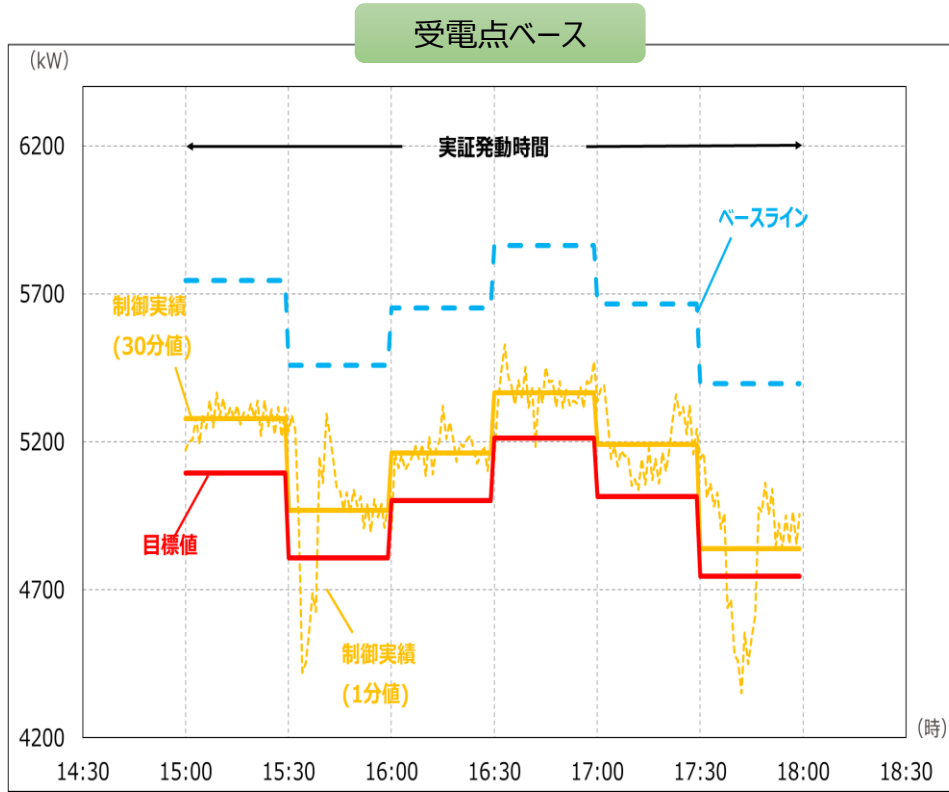
- ・リソース割合の大半を占める浄水ポンプの供出可能量に余裕があり、指令値を超える制御量を供出し、全コマ（6/6）成功 となった。
- ・それ以外のRAについては、以下のような結果であった。
 - ベースラインに追従するよう制御ができています。
 - ベースラインと実績値との乖離が大きく、目標値未達。

【成功判定】 **6/6コマ**（指令値以上の制御量を供出することができたコマ数）

| kWh/30min | 12:00-12:30 | 12:30-13:00 | 13:00-13:30 | 13:30-14:00 | 14:00-14:30 | 14:30-15:00 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 指令値 | 283 | | | | | |
| 制御量 | 448 | 331 | 340.5 | 312 | 347.5 | 317 |
| 達成率 | 158% | 117% | 120% | 110% | 123% | 112% |
| 応動の成功判定 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

実証結果（市場価格下げDR）

■ ベースラインと実需要の乖離が大きく、全コマ不成功となった。



【実証条件】

- 日時 1/6(金) 15:00~18:00
- エリア 関西
- 指令値 651 kW（発動途中で変更なし）
- 参加リソース
 空調（12kW）、産業用蓄電池（56kW）
 EV（83kW）、浄水ポンプ（500kW）

【結果詳細】

- 未達となった大きな要因は以下の2点である。
- ・制御拠点の需要変動の影響が大きく受けた。
 - ・年末年始の休業の影響によりベースラインと実需要の乖離が大きくなってしまった。

【成功判定】 **0/6コマ**（指令値に対し90-110%に入ったコマ数）

| kWh/30min | 15:00-15:30 | 15:30-16:00 | 16:00-16:30 | 16:30-17:00 | 17:00-17:30 | 17:30-18:00 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 指令値 | 326 | | | | | |
| 制御量 | 234 | 246 | 244 | 249 | 237 | 279 |
| 達成率 | 72% | 76% | 75% | 76% | 73% | 86% |
| 応動の成功判定 | × | × | × | × | × | × |

独自実証

**基準値テスト
EV実証**

実証概要及び結果

■ 需給調整市場の制度設計を踏まえ、受電点における基準値設定精度向上に向けて下記テストを実施。

基準値予測テスト (リソース制御なし)

⇒ 三次②における30分単位および5分単位(事前審査相当)、および三次①、二次②における1分値の基準値予測精度の検証

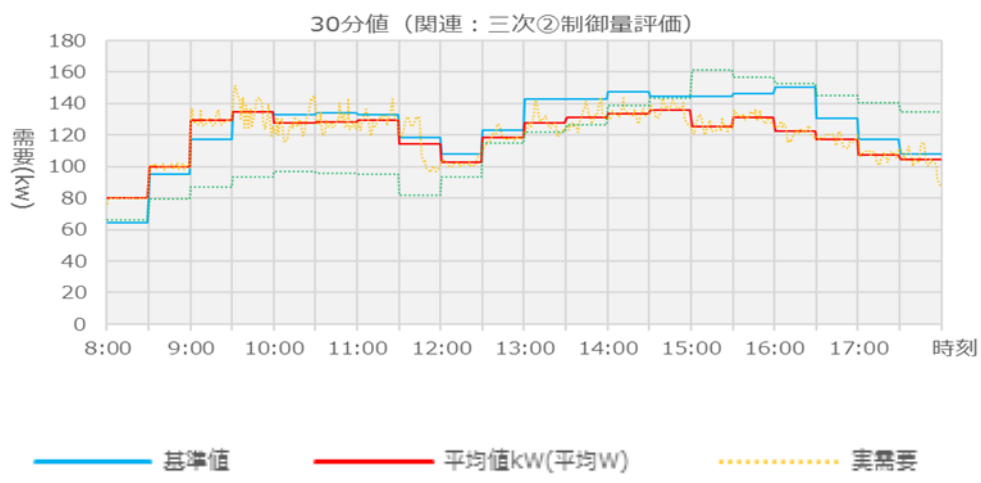
【※ 基準値向上に資する算定ロジック改良例】

需要家の消費電力やPV発電量のAI予測による基準値の算定のアルゴリズム改良、直前の電力需要による基準値の補正など。

テスト結果代表(i)

実証日：10/17 リソース：蓄電池 可能量：30kW

high4of5



【基準値がBLより精度が高い (平均値kW) 割合 72%】

過去実績を元に統計的に算出する需要予測、太陽光予測情報それぞれに当日の実績を元にした調整により算出。

昨年度は当日調整をどの程度行うかの比例ゲインを考慮を入れていなかったが、今年度は比例ゲインの調整により予測精度向上を目指した。

【総評】

いくつかの事業者でBLより良好な結果も出ているが、前年度の取組みに改良を加えても予測精度は上がっていない状況。より精度の高い基準値予測に向けては、天候に左右されるPVの発電量予測や、需要家個別の操業予定等の個々の事情や、その他需要に影響する要素をより多くを考慮した予測モデルの構築が必要と思われるが、基準値予測にも限界があるため、予測の為にどこまでコストをかけるべきか費用対効果を踏まえた検討が必要。

実証概要

- EVリソースを活用した遠隔制御実証として下記をテーマに (i)、(ii) を実施。
 - ・EVサーバー以下でのフィードバック制御を活用し、高精度な制御の実現を目指す。
 - ・V2Hを活用し、下げ供出可能量の拡大を目指す。
 - ・受電点制御と機器点制御の比較検証を行う。

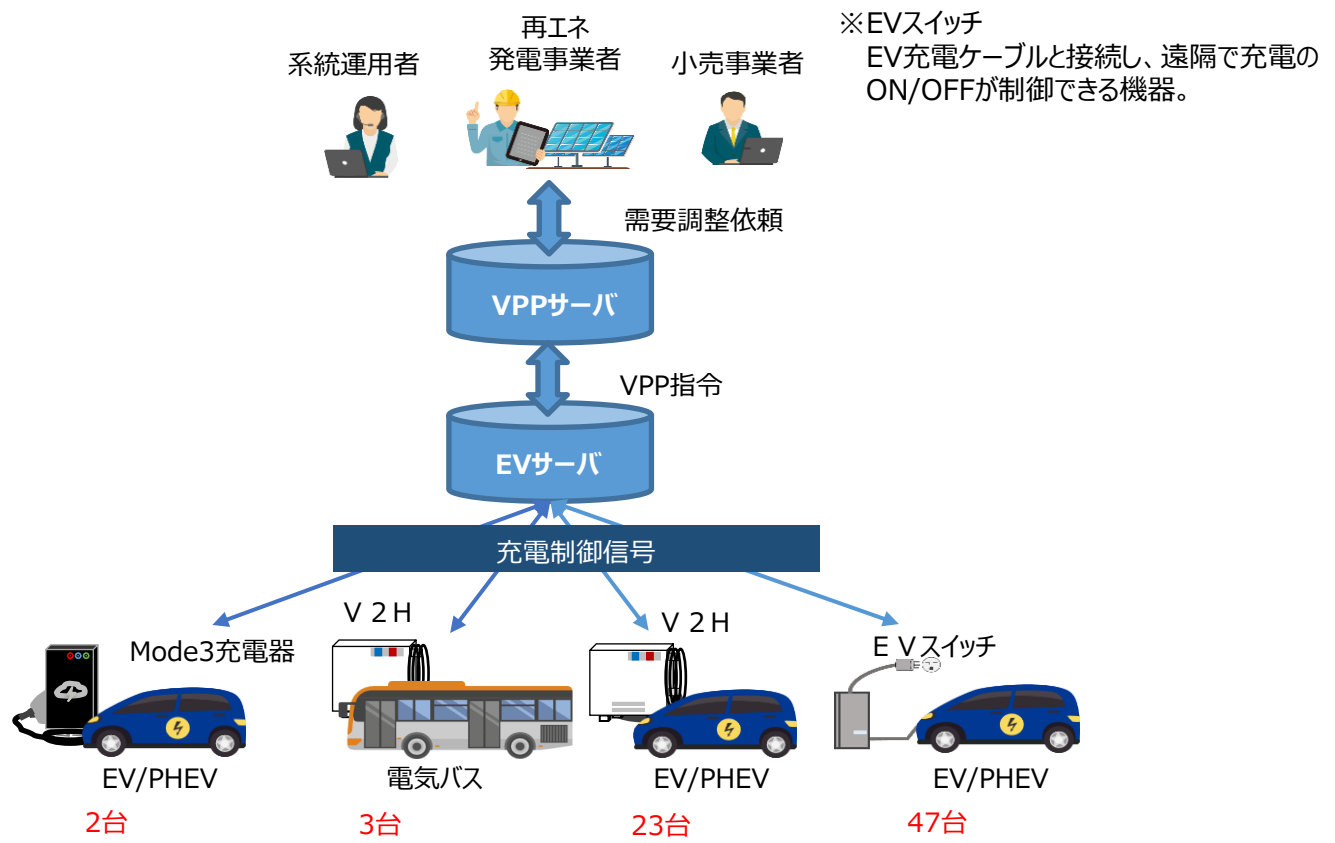
(i) 市場価格上げ下げDR実証

(ii) 二次調整力②

- システム構成は下図に示す通り。

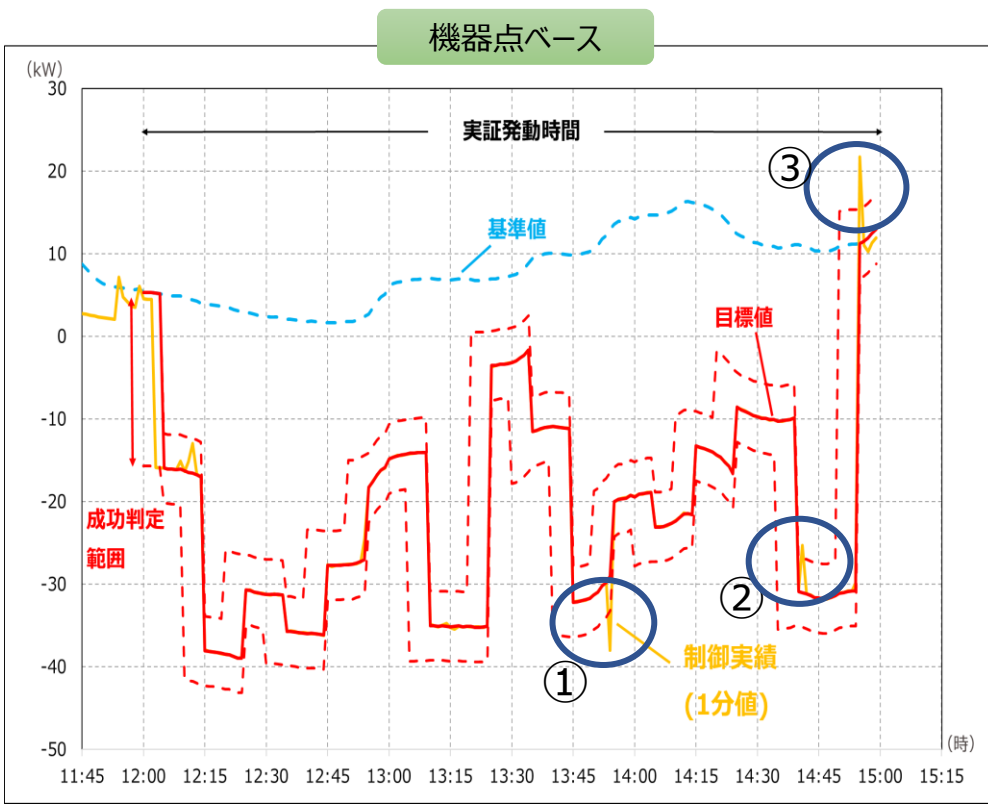
EVスイッチ47台・V2H26台・Mode3充電器2台を活用し、EVサーバーにより制御。

| | |
|---------|--------|
| 【車両内訳】 | |
| EV/PHEV | : 72 台 |
| 電気バス | : 3 台 |
| <hr/> | |
| 合計 | : 75 台 |



実証結果（二次調整力②）

- 機器点制御において、高い精度でEV（V2H）をリソースとして制御することができた。
- 一部成功判定から逸脱するところもあり、制御ロジックについてはまだ改善の余地がある。



【実証条件】

- 日時：11/15（火） 15:00～18:00
- エリア：関西
- DR参加EV台数
72台（V2H 23台、EVSW 47台、EVPS2台）
- 供出可能量：42kW
- 指令値変更：0～42kW

【結果詳細】

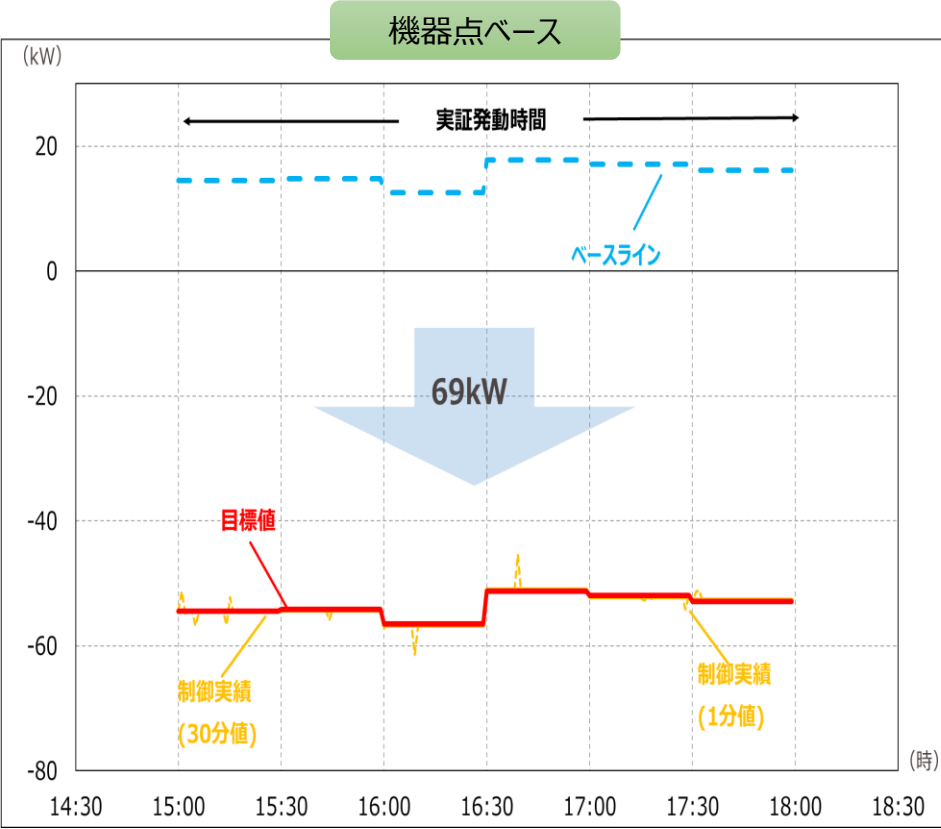
- 一部目標未達箇所について下記の通り考察。
- ① データ収集時に欠測が発生し、1分間のみ放電過多の制御を実施。
 - ② V2H1台が充電を開始したことにより目標未達。
 - ③ 制御ロジック上、対応できずに目標未達。

【成功判定】 **6/6コマ**（1分間隔の評価で、指令値を基準に入札量の±10%への滞在率が90%以上になった30分コマの数）

| | 12:00-12:30 | 12:30-13:00 | 13:00-13:30 | 13:30-14:00 | 14:00-14:30 | 14:30-15:00 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 成功判定範囲への滞在率 | 93% | 100% | 100% | 97% | 100% | 93% |
| 応動の成功判定 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

実証結果（市場価格下げDR）

- 機器点制御において、二次調整力②と同様高い精度でEV（V2H）をリソースとして制御することができた。
- V2Hの多大導入により、昨年度より下げDR量を大幅に拡大することができた。



【実証条件】

- 日時：12/23（金） 15:00～18:00
- エリア：関西
- DR参加EV台数
66台（V2H 23台、EVSW 41台、EVPS2台）
- 指令値：69kW

【結果詳細】

- ・ V2Hの制御は以下の通りで、実証期間を通して放電余力が10kW程度あった。
 - 常に5kWで放電を実施。
 - 0～5kWで放電量を調整。
 - 一度も放電の実施なし。

【成功判定】**6/6コマ**（指令値に対し90%～110%に入ったコマ数）

| kWh/30min | 15:00-15:30 | 15:30-16:00 | 16:00-16:30 | 16:30-17:00 | 17:00-17:30 | 17:30-18:00 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 指令値 | 34.5 | | | | | |
| 制御量 | 34.5 | 34.5 | 34.6 | 34.4 | 34.6 | 34.4 |
| 達成率 | 100.0% | 100.0% | 100.3% | 99.7% | 100.3% | 99.7% |
| 応動の成功判定 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

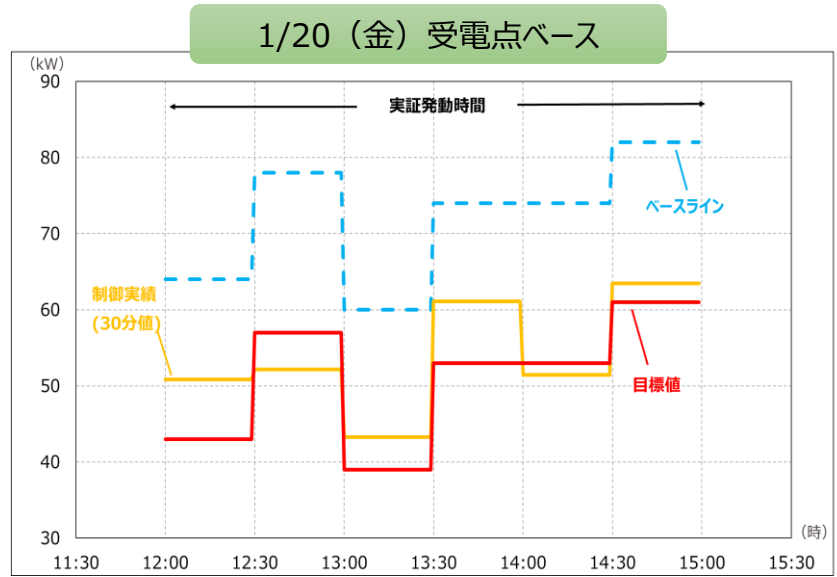
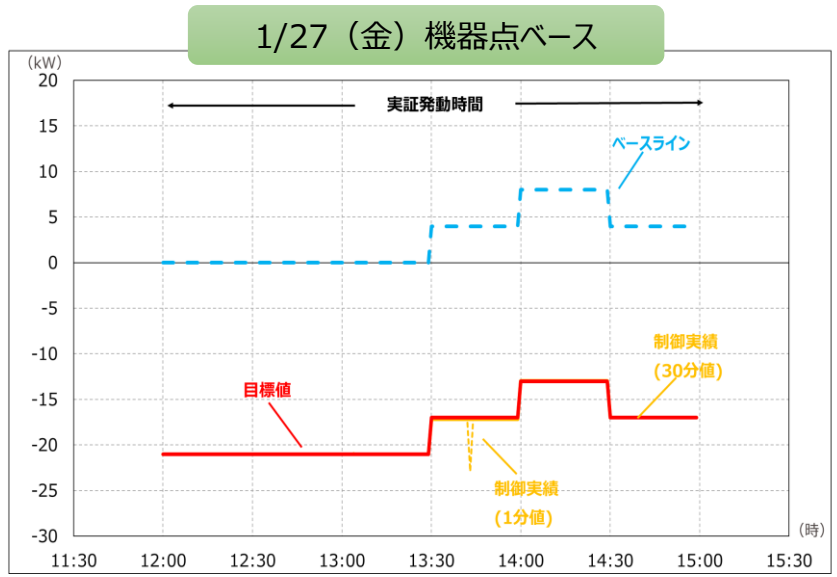
実証結果 (機器点・受電点比較 市場価格下げDR)

■ Bルートデータ (受電点電力) の取得可能箇所にて機器点・受電点制御比較を検証。
 ■ 受電点制御では、高圧メーターの計量粒度の荒さや負荷変動の影響から1コマのみの成功に留まった。

【実証条件】

- Bルート取得可能箇所にて受電点、機器点制御でのDRを実施。
- 実証時間 12:00~15:00

- エリア 関西
- 指令値 21kW (発動途中で変更なし)
- 参加EV台数 7台 (V2H)



■ 成功判定 **6/6コマ** (指令値に対し90%~110%に入ったコマ数)

| kWh/30min | 12:00-12:30 | 12:30-13:00 | 13:00-13:30 | 13:30-14:00 | 14:00-14:30 | 14:30-15:00 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 指令値 | 10.5 | | | | | |
| 制御量 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.6 | 10.5 | 10.5 |
| 達成率 | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 101.0% | 100.0% | 100.0% |
| 成功判定 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

■ 成功判定 **1/6コマ** (指令値に対し90%~110%に入ったコマ数)

| kWh/30min | 12:00-12:30 | 12:30-13:00 | 13:00-13:30 | 13:30-14:00 | 14:00-14:30 | 14:30-15:00 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 指令値 | 10.5 | | | | | |
| 制御量 | 6.6 | 12.9 | 8.4 | 6.5 | 11.3 | 9.3 |
| 達成率 | 62.9% | 122.9% | 80.0% | 61.9% | 107.6% | 88.6% |
| 成功判定 | × | × | × | × | ○ | × |

**これまでの実証全体を通して得られた
知見と課題について**

| | 知見 | 残る課題 |
|------|--|--|
| 制度面 | <ul style="list-style-type: none"> ・需要家における制御対象外の負荷等の変動に左右されるため受電点でのDSR制御は難易度が高い ・高圧、特別高圧の託送メーターは計測粒度が粗く、制御に悪影響を及ぼす (契約電力によって乗率がかかり、計測粒度が粗くなる) | <ul style="list-style-type: none"> ・機器個別計測の仕様（運用ルール）の明確化 ・機器個別計測における計測要件の緩和 ・需給調整市場における低圧リソースの活用 (機器個別計測、蓄電池からの逆潮流等) |
| コスト面 | <ul style="list-style-type: none"> ・VPPシステムの開発や改修等に加え、通信、セキュリティ対策等のコストも発生（リソースの増大に応じて） ・エネマネ等を目的とするDSRを受電点で高速高精度に制御する場合、より高コストのシステム構築が必要 | <ul style="list-style-type: none"> ・システム開発および運用、通信、セキュリティ対策等全体的なコストのスリム化（小規模リソース活用のハードルの解消） ・専用線接続コストのスリム化 |
| 技術面 | <ul style="list-style-type: none"> ・独自実証(EV実証)において、FB制御の有用性を確認 ・EVをリソースとした二次②相当の制御技術の確立 ・基準値の設定精度はPV発電、需要家の設備稼働、気温等の不確定要素に大きく左右される | <ul style="list-style-type: none"> ・機器の組み合わせ運用についての更なる知見獲得 ・EVを制御フォローリソースとして活用することによる他リソースの精度向上 ・基準値（事前予測）の設定精度向上 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none"> ・産業用/家庭用蓄電池、自家発、EV、ポンプ等の負荷系設備といった幅広いラインナップのDSRをアグリゲートし、リソースの特性や制御精度の知見獲得 ・一般的に機器類の導入に要する期間が長くなったため、新規導入や故障対応（交換部品購入）はある程度長期スパンで考える必要がある | <ul style="list-style-type: none"> ・市場要件への適合が期待できるリソースの確保・拡大 (同エリア内で1,000kW以上の規模) ・供出可能量の最適化 (時間帯別での設定、入札量の調整等) ・未利用リソースの特性把握 |

今後のビジネス展望

今後のビジネス展望

- 関西電力はこれまでの実証を通じて獲得した技術、知見を基に、VPPシステム「K-VIPs」を開発・運用し、ビジネスとして電源 I 'や需給調整市場(三次②)において実績を積んできました。
- 来年度より、VPP事業、系統用蓄電池事業、再エネアグリ事業を核とした新会社「E-Flow」を設立し、様々なVPPリソースを“つなぎ”、“めぐらせ”、必要とする誰かへ“とどける”役割を果たしていきます。

E-Flowは全国に広がる様々なエネルギーリソースの活用にと特化した日本初の会社。
分散型サービスプラットフォームを通じ、ゼロカーボンや電力需給の安定化に貢献します。



※1 PPA… Power Purchase Agreement の略称 ※2 VPP… Virtual Power Plant の略称 ※3 再エネアグリ… 再生可能エネルギーアグリゲーションの略称