

『関西VPPプロジェクト』 H31年度実証結果と今後の取組み

2020年3月24日
関西電力株式会社
地域エネルギー本部

関西VPPプロジェクトの概要

■ 申請者名 (全25社)

VPPアグリゲーションコーディネーター	関西電力株式会社 【アグリゲーションコーディネーター+リソースアグリゲータ】 (TypeⅢ)
VPP実証協力事業者 (11社)	住友電気工業(株)、富士電機(株)、日本ユニシス(株)、横河ソリューションサービス(株)、エリーパワー(株) (株)三社電機製作所、山洋電機(株)、(株)ダイヘン、ニチコン(株)、(株)日本ベネックス、(株)YAMABISHI
VPPリソースアグリゲータ (17社)	(株)NTTスマイルエナジー、(株)エネゲート、エリーパワー(株)、京セラ(株)、(株)きんでん、シャープ(株) 住友電気工業(株)、(株)ダイヘン、パナソニック(株)、フクシマガリレイ(株)、三菱商事(株) 横河ソリューションサービス(株)、(株)Loop、エネルエックス・ジャパン(株)、(株)日立製作所 四国電力(株)、北陸電力(株)

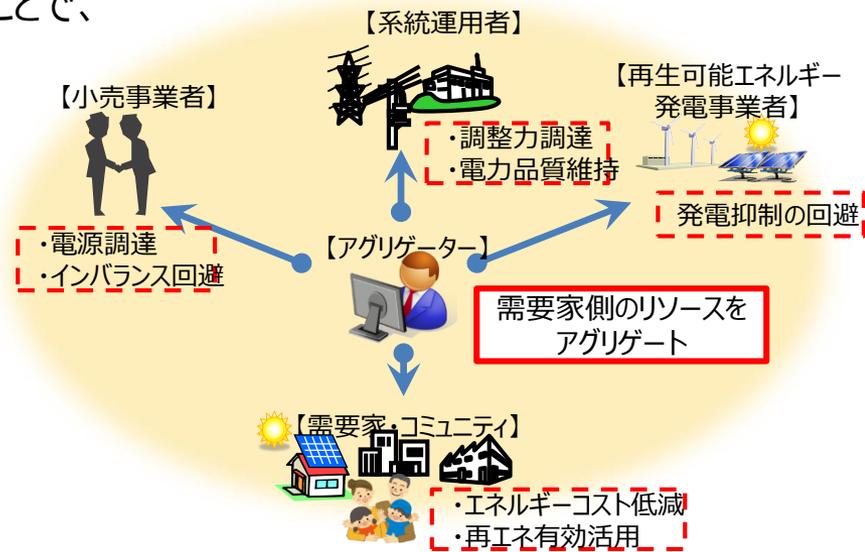
■ 目的

- 調整力公募やネガワット取引の開始、需給調整市場・容量市場創設など、国やERAB検討会の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。
- VPP構築実証期間を活用し、蓄電池等の各種リソースを既設・新設共に拡大。

■ 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、上げ下げDRを行い、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	・インバランス回避サービス ・DRによる電源調達サービス (経済DR)
系統運用者	・調整力 (I', I-b等) 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	・PV自家消費サービス ・需要家内エネマネサービス (ピークカット・シフト等)

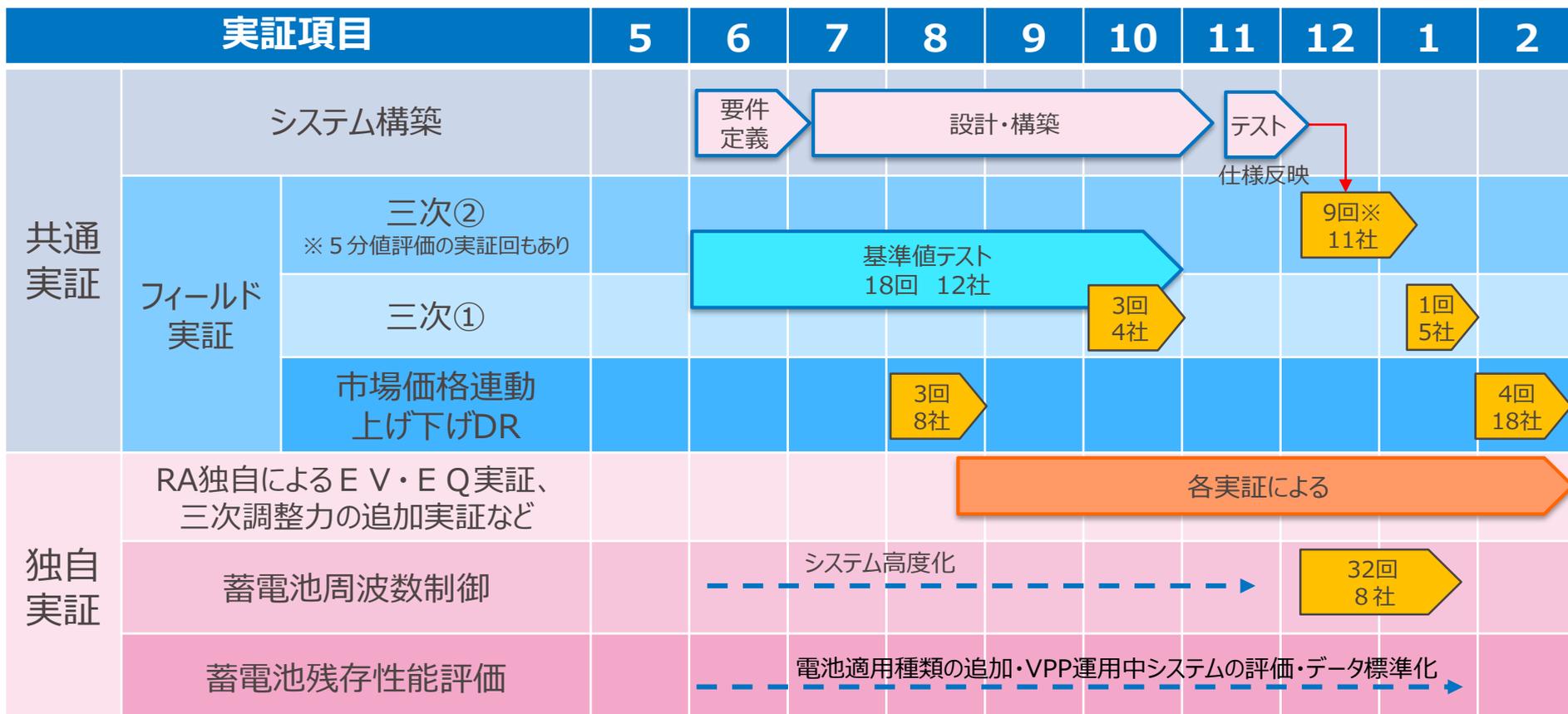


2019年度 実証の実施スケジュール

- 共通実証として「三次調整力①②」と「市場価格連動上げ下げDR」、独自実証として「蓄電池周波数制御」と「蓄電池の残存性能評価」などを実施
- 統合サーバは**フィードバック制御（以下、FB制御）の仕様を見直し**制御精度の向上を図る
また三次②では市場要件となった、**事前審査（5分値で評価）への対応**も実施
- 蓄電池サーバは運用計画機能の追加や異常発生時の運転継続性の強化として、システムの高度化を図る

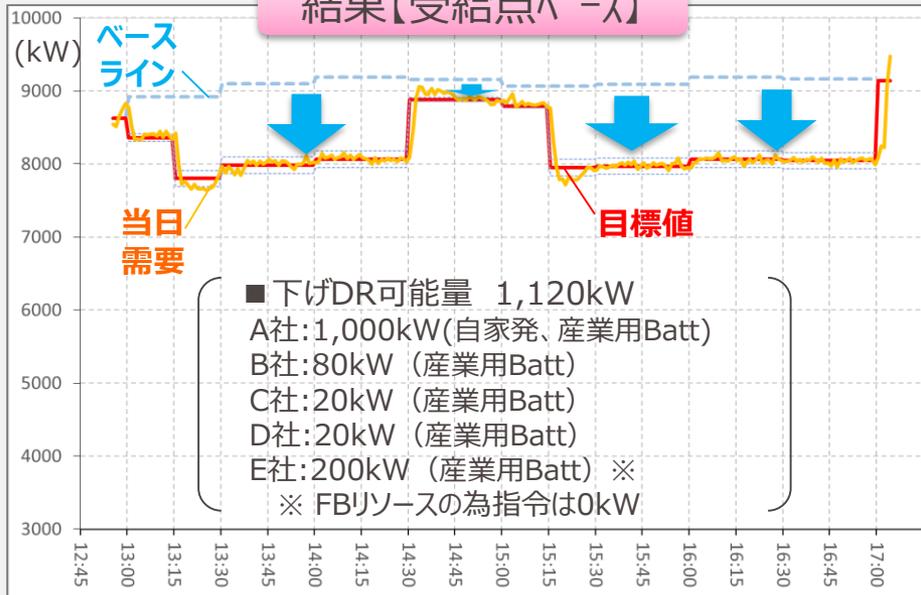
凡例：

実証回数
参加RA数

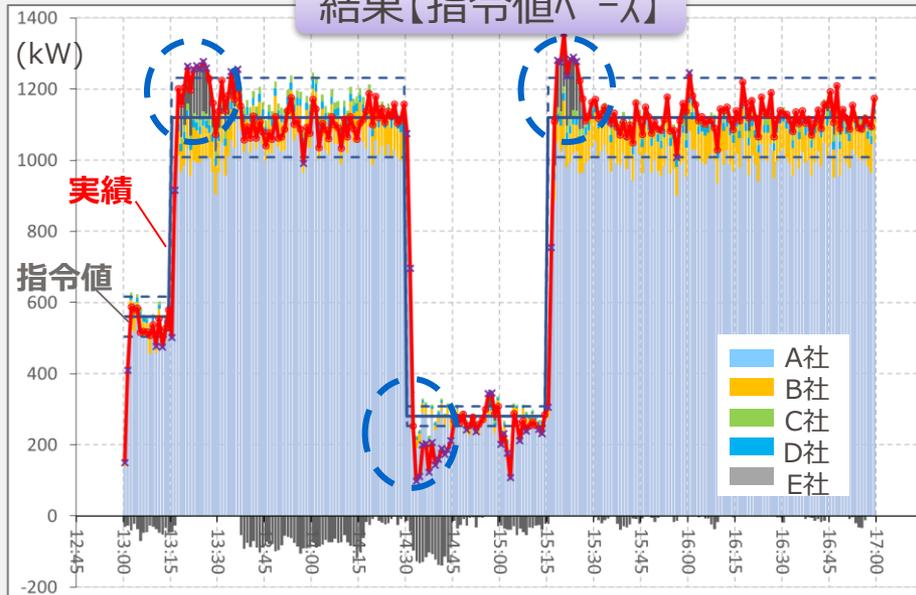


2018年度実証結果

結果【受給点ベース】



結果【指令値ベース】



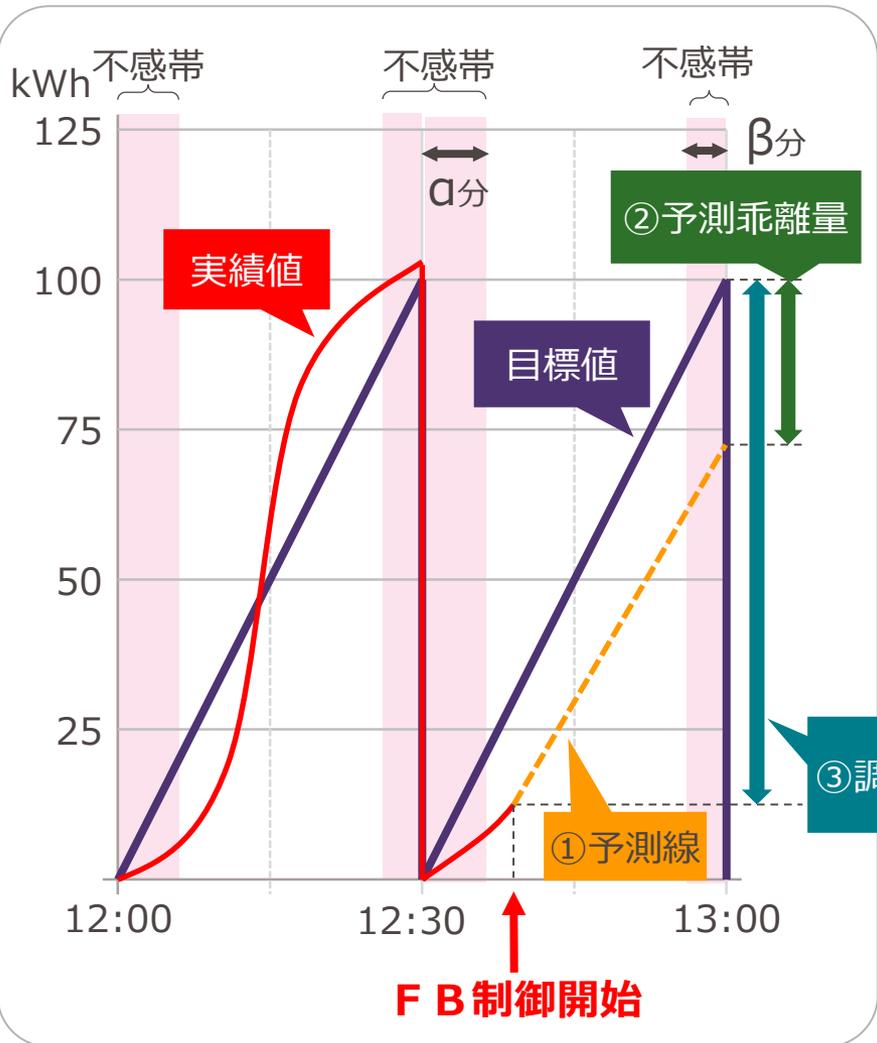
結果考察と課題

FB制御により変更量が多い場合の応答遅れを改善し、最も良い結果として82%の成功判定を達成するも、FB制御のチューニング不足により制御後に過剰制御となる時間帯が発生

解決策（2019年度実証での取り組み）

過剰制御とならないよう、また三次②の市場要件に合わせ30分値および5分値で制御するようFB制御仕様を見直す、またポートフォリオ（リソース組み合わせ）に合わせた最適なチューニングを行い、制御精度の向上を図る

ACによるFB制御について仕様を見直し。また新仕様において制御のチューニングを実施。



(参考) 昨年度のFB制御

すべての実証が1分値での評価のため、
1分ごとの乖離を次の1分で取り戻すように制御



FB制御の考え方・不感帯の設定など

(今年度、三次②は30分値で評価)

- ① 1分毎の制御結果を数点使い、**予測線**を引く
- ② コマの最終時点の予測線と目標値の差 (**予測乖離量**) が、設定した閾値以上か判定する
⇒ **乖離判定により、FB制御を開始**
- ③ 残り時間で必要な調整量をRAに割り振る
- ④ 30分コマの最初や最後、またFB制御直後は不感帯 (RAに制御を任せる) とし、FBによる過剰制御を防止

チューニングの実施

- ・RAやリソースにより指令値変更やFB制御への対応是非また反応時間が異なることから、不感帯幅や調整量の割り振り先・量をチューニングし、実証ごとに最適な制御を追求

需給調整市場の制度設計を踏まえ、共通実証メニュー三次②への対応として、
受電点制御に向けた基準値設定の精度向上に取り組み (実証発動とは別に複数回のテストで確認)

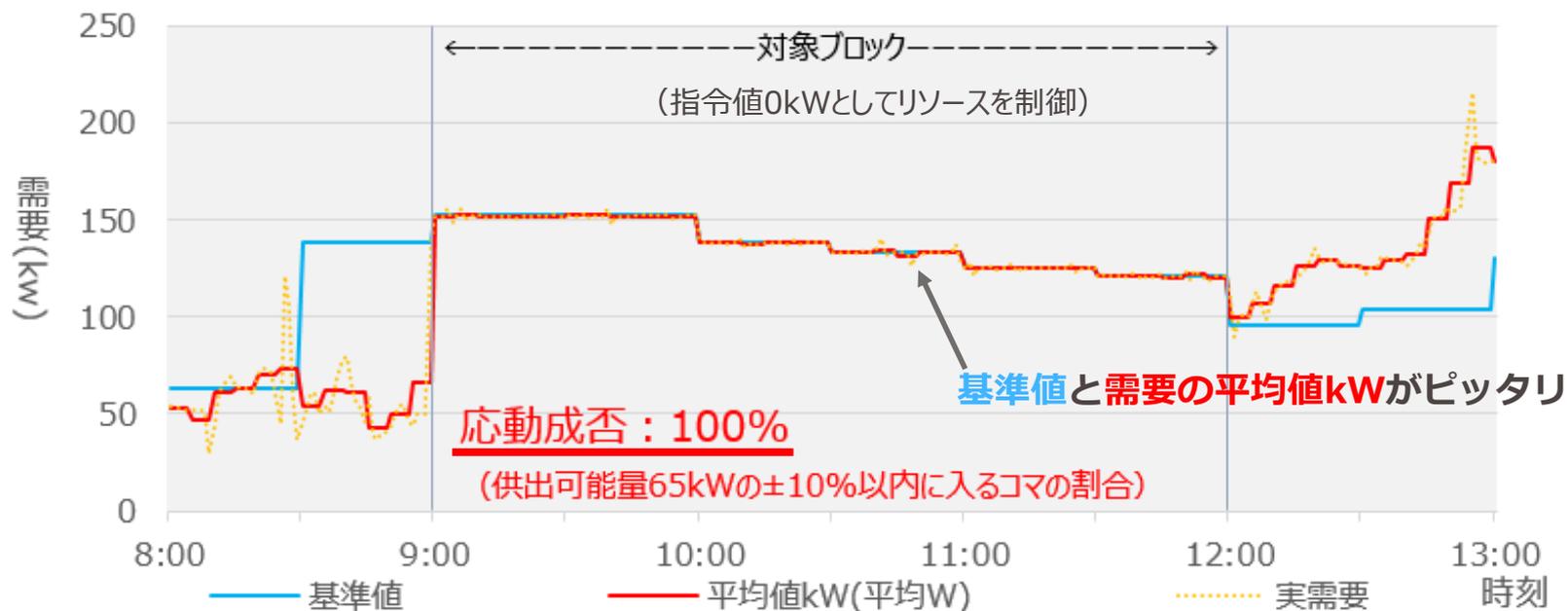
実証結果

取組①：BLと比べ基準値の設定精度が上がるか？

→精度の上がるRA・リソースは一部、またテスト実施日でも精度にバラつきあり

取組②：基準値と実需要の乖離をリソース自身の供出可能量で制御できるか？ (指令値0kW想定)

→基準値のとおり制御 (下グラフ) できたのは全リソースの1割程度 (VPP実効出力ベース)



分析・考察

- ・工場の生産・稼働計画といった需要の変動など、細かな点まで予測ができていない
- ・ただ、精度向上への取り組みにも限度があり、受電点での制御ではなく機器点計測への取り組みも必要

○ 30分全6コマで、入札量に対する乖離幅を±10%以内に抑えることができた。

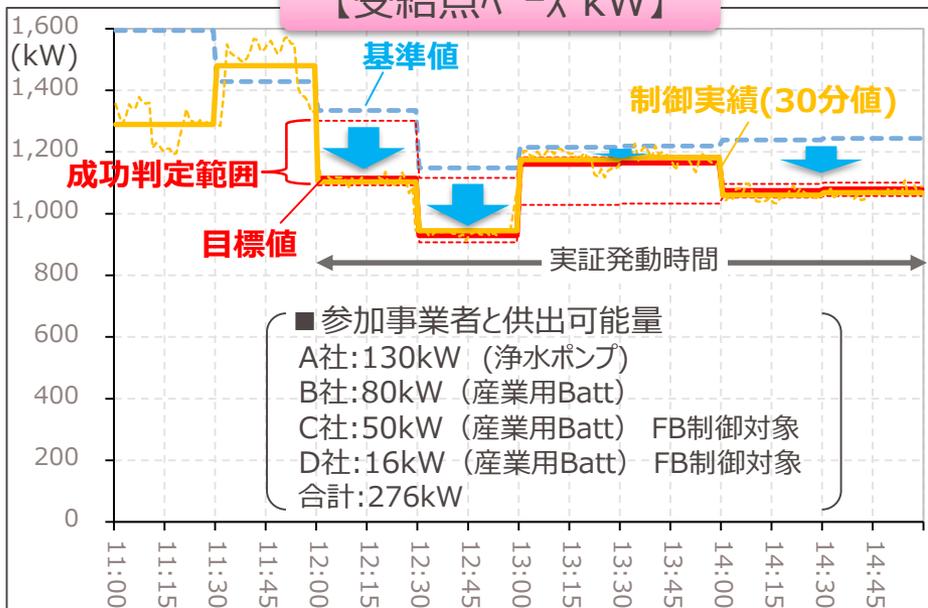
実証条件

- 実証メニュー 三次調整力② (下げDR)
- 日時 1/17(金)12:00~15:00
- エリア 関西

- 入札量 220kW
- 指令値 55~220kW (指令値変更は2回)
- 条件 RAは選抜4事業者、ACでのFB制御あり

実証結果

【受給点へ入 kW】



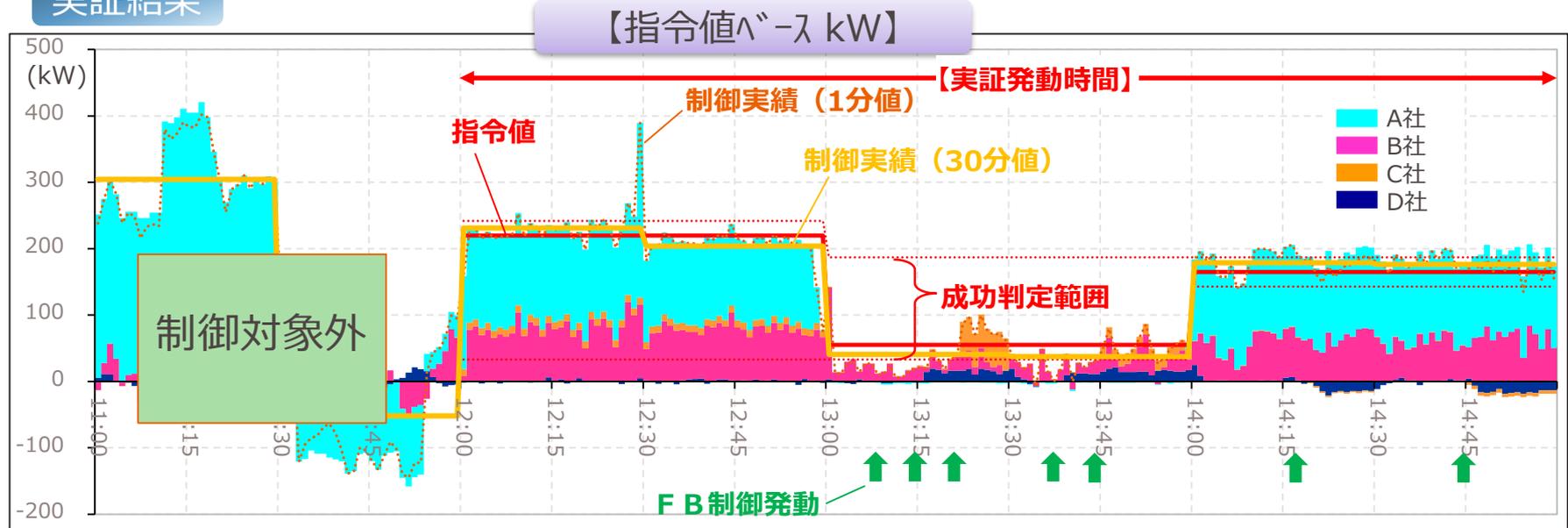
【指令値へ入 kWh】



■ 応動の成功率 **6/6コマ → 100%** (指令値を基準に入札量の±10%に入った30分値のコマ数)

	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00
指令値	220kW		55kW		165kW	
制御実績 (30分値)	231.3kW	204.0kW	40.8kW	37.2kW	178.8 kW	176.1kW
入札量に対する乖離幅	5%	▲7%	▲6%	▲8%	6%	5%
応動の成功判定	○	○	○	○	○	○

実証結果



分析・考察

■ FB制御

下の各時間帯の分析のとおり、指令値への細やかな対応（0か100%以外への指令値）が困難な浄水ポンプも含め、RA全体の応動状況を踏まえて、適宜・最適なFB制御をかけることができた

■ 12時～13時の応動 指令値220kW

各RAそれぞれがACからの配分指令値に適切に応動

■ 13時～14時の応動 指令値55kW

A社が指令変更（25%指令）に対し、浄水ポンプを稼働（0%制御）したことで不足制御となったため、D社、C社の順に不足分に対するFB制御をかけ、適正な応動結果を得ることができた

■ 14時～15時の応動 指令値165kW

A社が指令変更（75%指令）に対し、浄水ポンプを停止（100%制御）したことで過剰制御となったため、C社・D社に上げDR（蓄電池充電）のFB制御をかけ、適正な応動結果を得ることができた

今年度取組他	課題と取り組み、要望事項
基準値	<p>(技) BL(High4of5)より格段の精度向上は見られない、三次①で1分値の設定ができていない →「精度向上」及び「三次①での1分粒度の確度の高い設定」を検討</p> <p>(制) 多くのリソース（需要家）は受電点での制御が困難 →機器点計測への取り組みが必要</p>
実証仕様や市場要件に合わせた制御 （30分値、5分値、1分値）	<p>(技) 浄水ポンプのような負荷系DRリソースを含め、三次②（30分kW値）の評価基準をクリア</p> <p>(技) 三次①の1分kW値制御、また三次②市場要件の事前審査（5分kW値）をクリアできず またACでのFB制御では5分値での制御ずれをフォローすることが困難 →RAやリソースレベルでの制御精度向上が必要</p>
ACのFB制御等	<p>(技) 三次②（30分kW値）において狙い通りの制御ができており、問題なし</p>
その他	<p>(技) 一部RAは実証後半でもシステム不具合等で実証精度が高まらず →RAシステムの早期構築・改修、またACシステムとの連携・テストの早期実施</p>

■ 全101台のEVで実証。拠点毎での群制御や、V2H等のデューティ(充電電流可変)制御も組合せ制御精度向上を図った。

実証概要

- 市場価格連動上げ下げDRを想定した実証を実施
- EVスイッチ93台・V2H6台・Mode3充電器2台を活用し、EVサーバより制御
- VPPにおけるEVの活用可能性について検討。

※EV充電端で評価



三菱自動車
京都製作所



ニチコン亀岡



黒部eバス

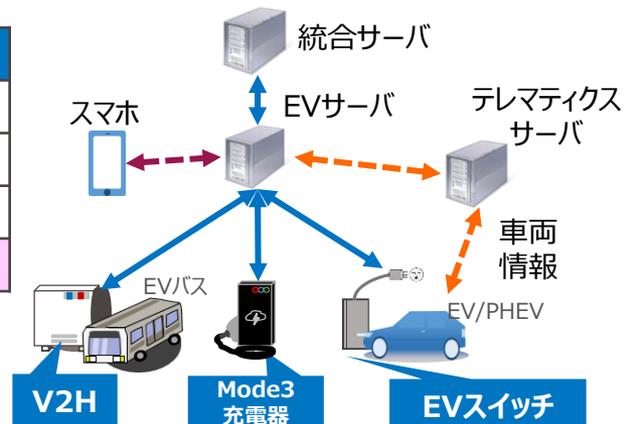


一般家庭

EV/PHEV内訳

使用用途	台数
通勤用	30台
業務用	52台
家庭用	19台
合計	101台

システムイメージ

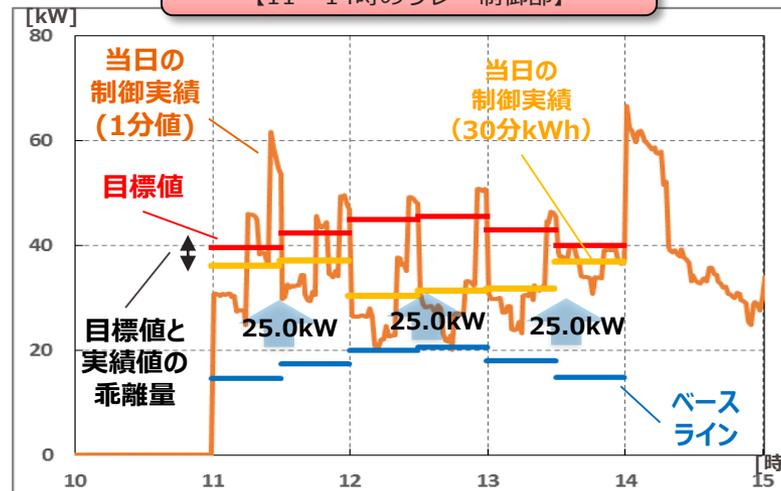


実証結果

2/7 上げDR結果全体波形
【EV 93台】



2/7 上げDR詳細波形
【11 - 14時のリレー制御部】

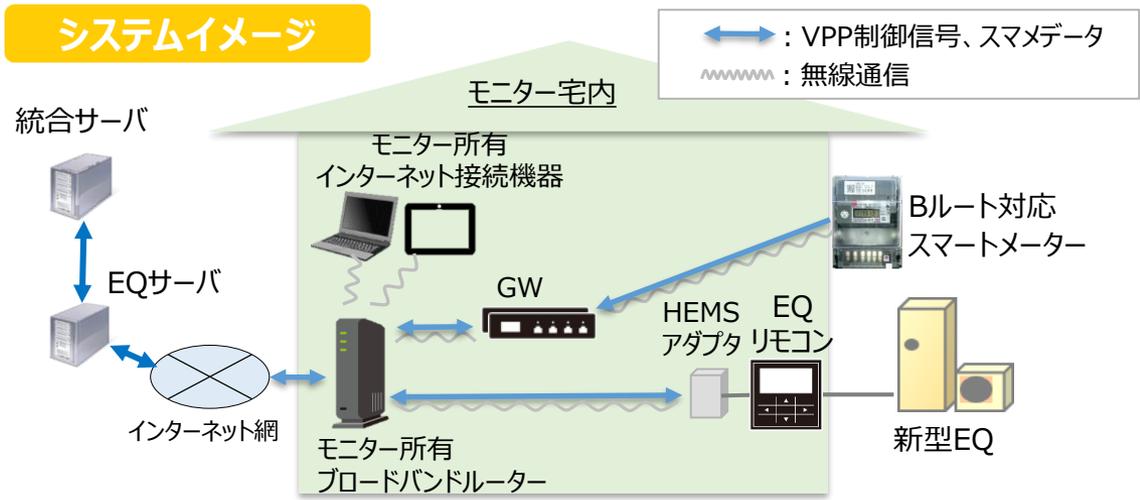


EVスイッチ85台・V2H6台・Mode3充電器2台が参加
平均16.4kWの上げDRを3時間維持

■ 新型エコキュート(以下、EQ)を計16台接続し、群制御を実施。

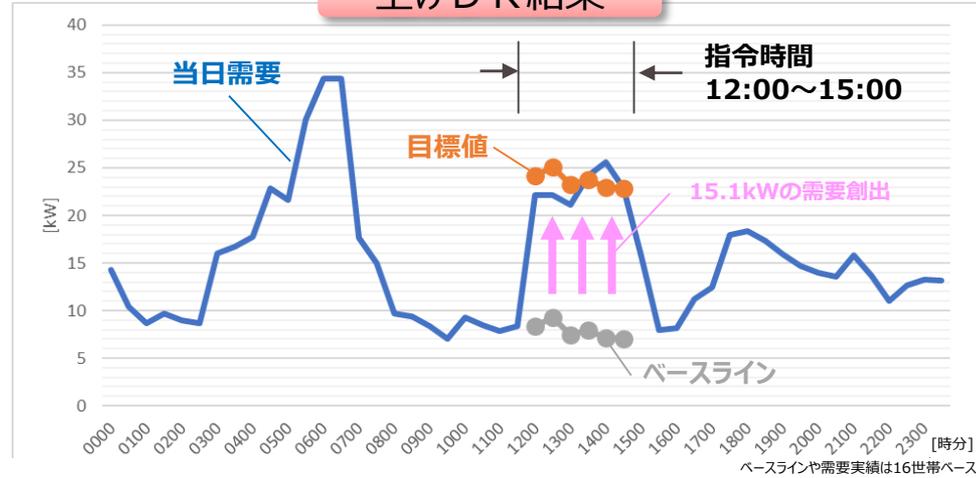
実証内容

- EQの夜間沸き上げの一部を昼間にシフトさせる遠隔制御
- 指令の継続時間を満たすため、EQ複数台でリレー制御を実施 (通信不良やリレー条件に適合しない3台を除外し、13台でリレー制御を実施)
- 今年度よりEQ自体が計算するEQ消費電力量の予測値(kWh)をサーバ側で補正する機能を追加



実証結果

上げDR結果



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
制御量	-6.9	-6.4	-6.8	-8.2	-9.2	-7.9
指令値	-7.9					
達成率	87%	82%	86%	103%	117%	100%

市場価格連動上げDR成功判定基準：90~100%

EQ13台を応動させ、上げDR 3時間で平均15.1kWの需要を創出

当面の目標

参画市場

- ・ 電源 I'等のDRの“容量市場（発動回数制約電源）”へのスムーズな移行
- ・ V P P実証リリースを中心とした“需給調整市場（三次②等）”への参入

市場設計

- ・ DRの参画しやすい市場設計への関与（評価点・計量・アセスメント方法等）
- ・ 上げDR活用に関する制度設計への関与

次年度以降の取組み

A C

- ・ 基準値の設定精度の向上
（基準値テストの実施、また設定に関わる知見をコンソ内で共有）
- ・ 三次調整力②（5分kW値 事前審査相当）や三次調整力①（1分kW値）への対応
（A CでのF B制御の是非、制御方法の検討）
- ・ 受電点制御の困難なリソースへの対応
（機器点計測の是非、制度設計に資する知見の獲得）
- ・ 市場参入を見据えた実証の仕上げ
（最適なポートフォリオの形成、それに合わせたF B制御のチューニング）

R A以下

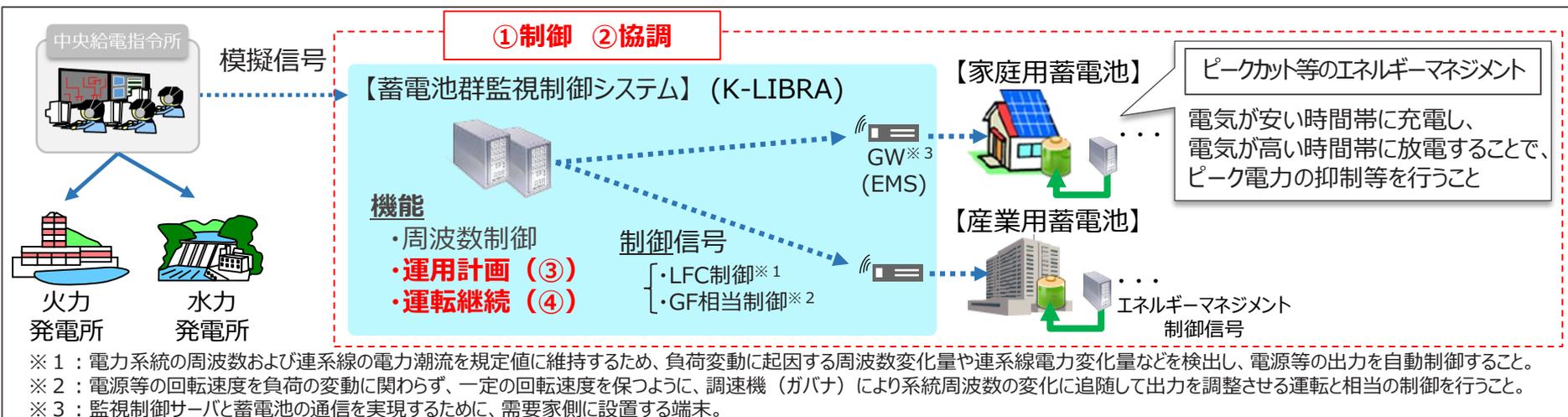
- ・ アグリゲート規模（DR、蓄電池、V 2 X他）とR A事業者の拡大
- ・ 各R Aサーバ配下での制御の正確性向上

実証試験の概要と結果

概要

名称：需要家蓄電池（家庭用蓄電池および産業用蓄電池）を活用した周波数制御技術に関する実証
 実証期間：2019年12月2日～2020年1月31日
 実施者：関西電力(株)、エーパワー(株)、(株)三社電機製作所、山洋電気(株)、住友電気工業(株)、(株)ダイヘン、ニチコン(株)、(株)日本ベネックス、富士電機(株)、(株)YAMABISHI

- 実験項目：① マルチベンダーの需要家蓄電池を用いた蓄電池群の応動評価
 ② ピークカット等のエネルギーマネジメントと周波数制御を同時に行う同時マルチユース機能の実フィールド検証
 ③ 需要家蓄電池の使用状況を考慮した運用計画機能の検証
 ④ 一部需要家蓄電池と通信異常が発生した場合の運転継続機能の検証



結果

- どのメーカーの蓄電池でも遠隔から秒単位に制御可能で、内蔵計器で外部計測器と同程度の測定ができることを確認 (①)
 - エネルギーマネジメントを実施した状態でも、遠隔から秒単位で制御できることを確認 (②)
 - 周波数制御とエネルギーマネジメントの目的別に、蓄電池の出力を切り分ける技術を実現 (②)
 - 需要家のエネルギーマネジメントを踏まえた蓄電池使用カーブを考慮することで、周波数制御に供出可能な調整力の増加を実現 (③)
 - 蓄電池との通信異常等により周波数制御用の出力が不足した場合、他の蓄電池の余力を活用して運転を継続することを確認 (④)
- ⇒ 引き続き、実用化に向けて、多数のエネルギーリソースを高速で一括制御する技術の確立を目指していきます。

① マルチベンダーの需要家蓄電池を用いた蓄電池群の応動評価

(評価に使用する値：“蓄電池システムの制御用内蔵計器”と“高精度な外部計測器”の計測値)

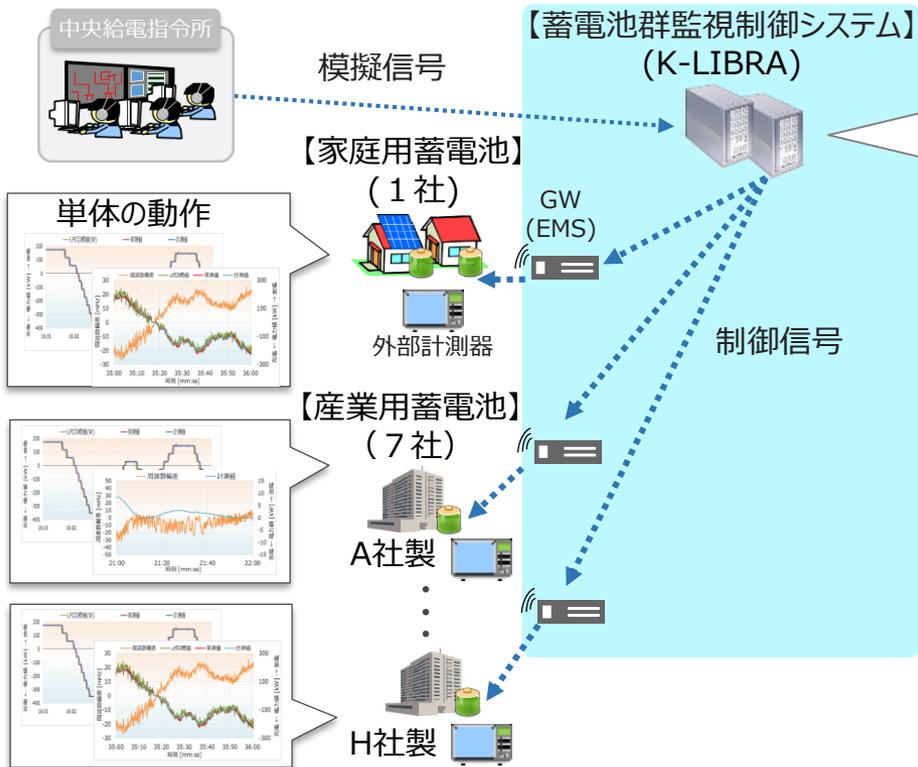
■ どのメーカーの蓄電池でも、周波数制御に基づいた以下の応動ができていることを確認

K-LIBRAからの指令に対応したLFC動作、蓄電池端の周波数偏差に対応したGF相当動作

■ “蓄電池システムの制御用内蔵計器”と“高精度な外部計測器”は同程度の計測結果と確認

《実証結果》

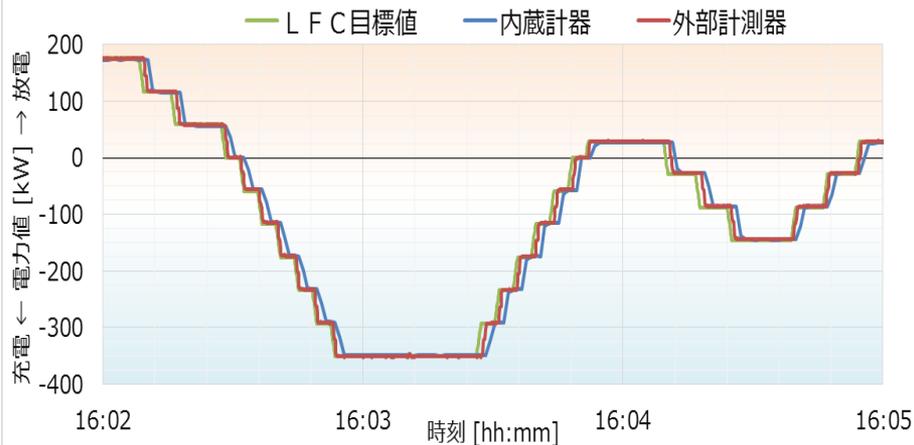
【 実証の概要 】



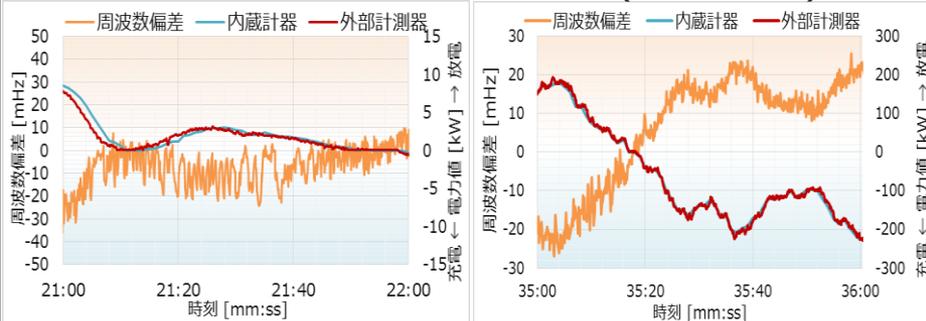
遠隔から秒単位で充放電可能な蓄電池であれば、どのメーカーの蓄電池でも制御可能なのを確認

【全体としての動作を確認】

・LFCの制御：K-LIBRAの指令に対応した出力を確認



・ Δf の制御：周波数偏差を打ち消すような出力を確認 (50Hzエリア)

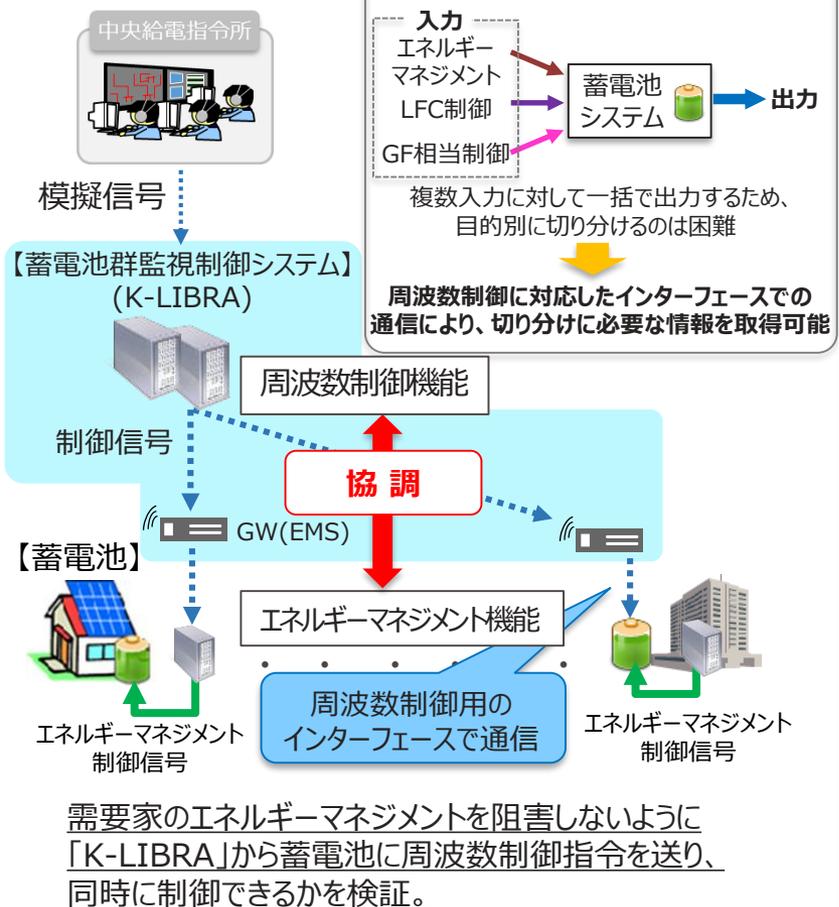


②ピークカット等のエネルギーマネジメントと周波数制御を同時に行う同時マルチユース機能の実フィールド検証

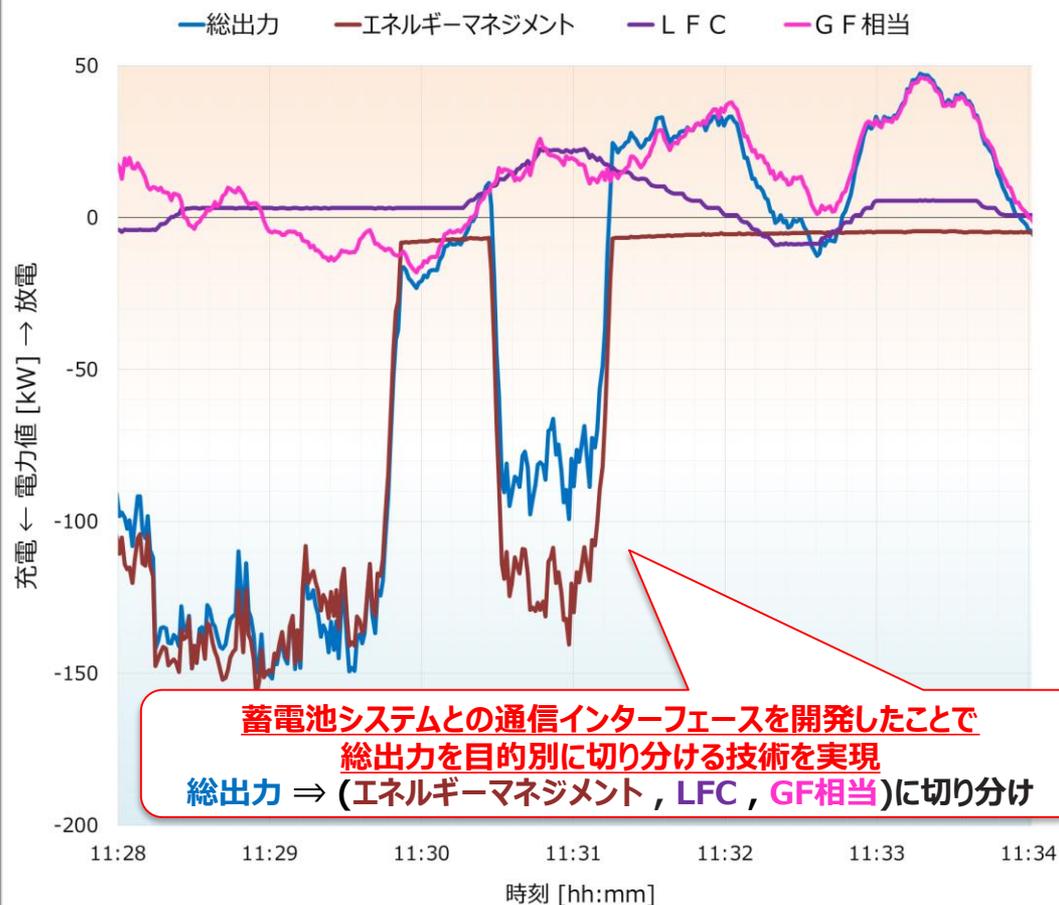
- エネルギーマネジメントを実施した状態で、K-LIBRAからの指令に対応したLFC動作、蓄電池端の周波数偏差に対応したGF相当動作を同時に制御できていることを確認
- 周波数制御とエネルギーマネジメントの目的別に、蓄電池の出力を切り分ける技術を確認

《実証結果》

【 実証の概要 】



【全体としての動作を確認】

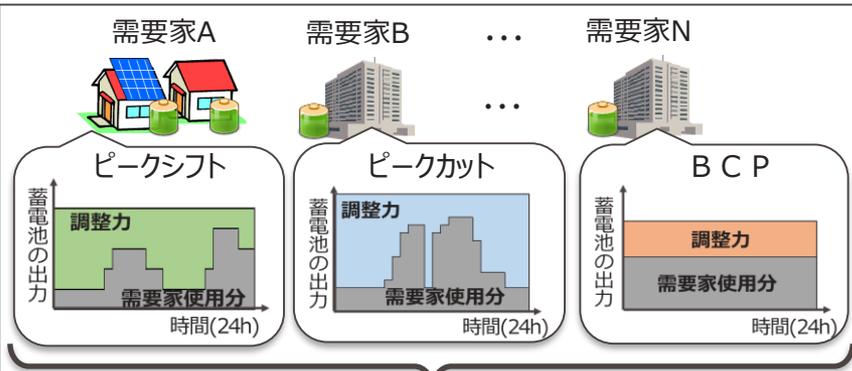


③ 需要家蓄電池の使用状況を考慮した運用計画機能の検証

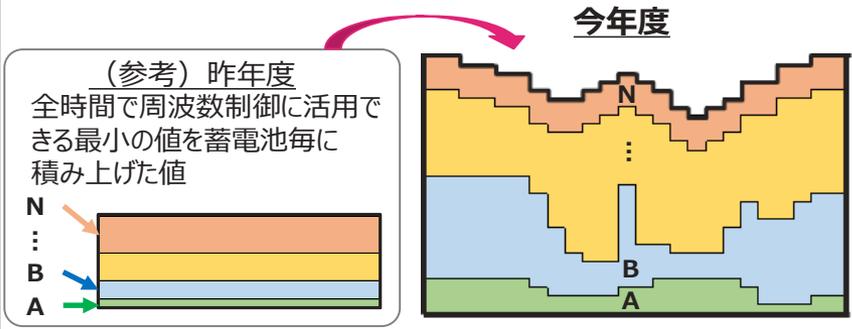
ピークカット・ピークシフト等の需要家のエネルギーマネジメントを踏まえた蓄電池使用カーブを考慮することで、昨年度に比べ、周波数制御に供出可能な調整力が789kW増加したことを確認
 (昨年度の運用計画機能なしの場合の供出kWは228kW)

《実証結果》

【 実証の概要 】



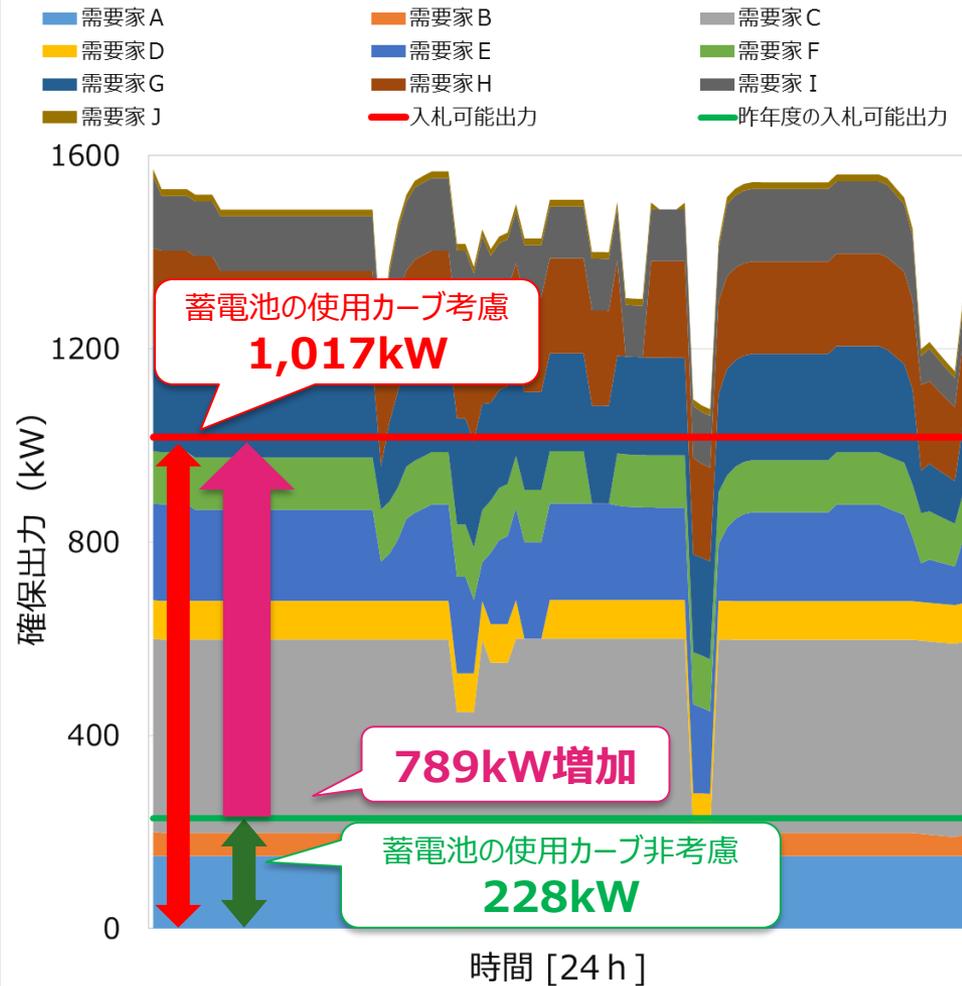
蓄電池群としての調整力



需要家によって蓄電池の使用状況が異なるため、蓄電池の使用カーブを考慮し、最も効率が良くなる※ように、需要家の調整力の運用計画を立てられることを検証。

※ 需要家蓄電池の周波数制御に供出可能な出力の合計値を考慮し周波数制御に活用できる調整力を24時間を通じて最大化すること。

【運用計画機能の確認】 (シミュレーション)

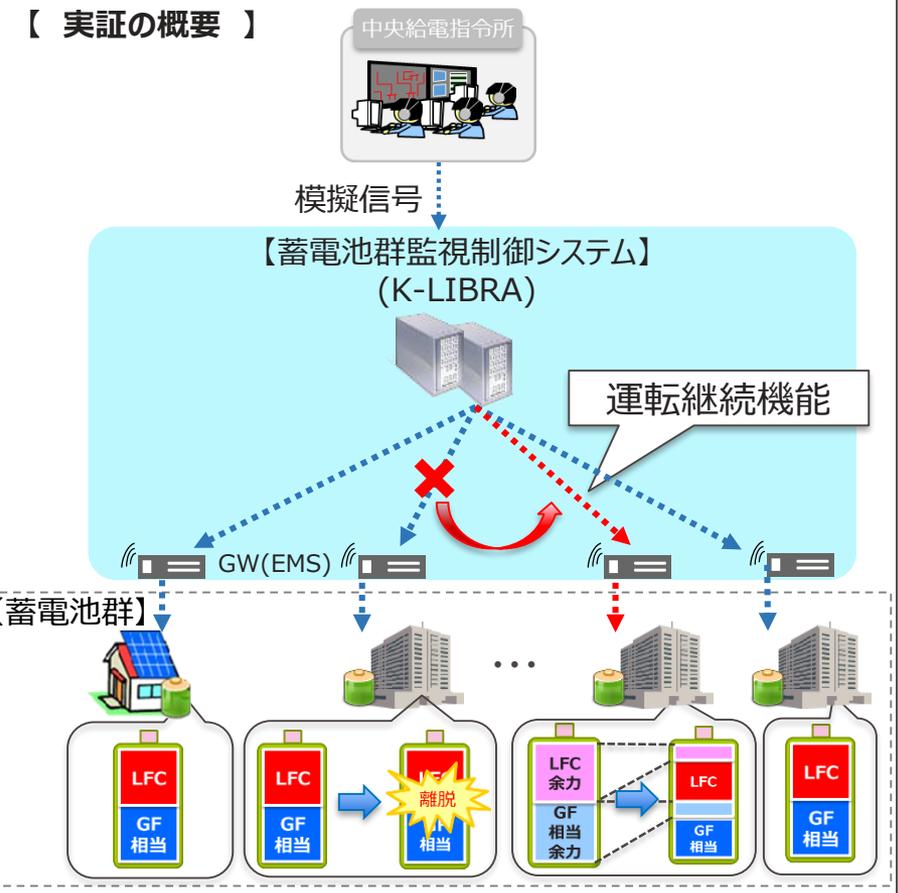


実証試験の結果 (4 / 4) 運転継続機能の確認

④ 一部需要家蓄電池と通信異常が発生した場合の運転継続機能の検証
蓄電池との通信異常や蓄電池本体の故障等により、周波数制御用の出力が不足した場合、指令値や契約出力を維持するために、運用計画機能と連携し、周波数制御に未使用な各蓄電池の余力を活用して運転を継続することを確認

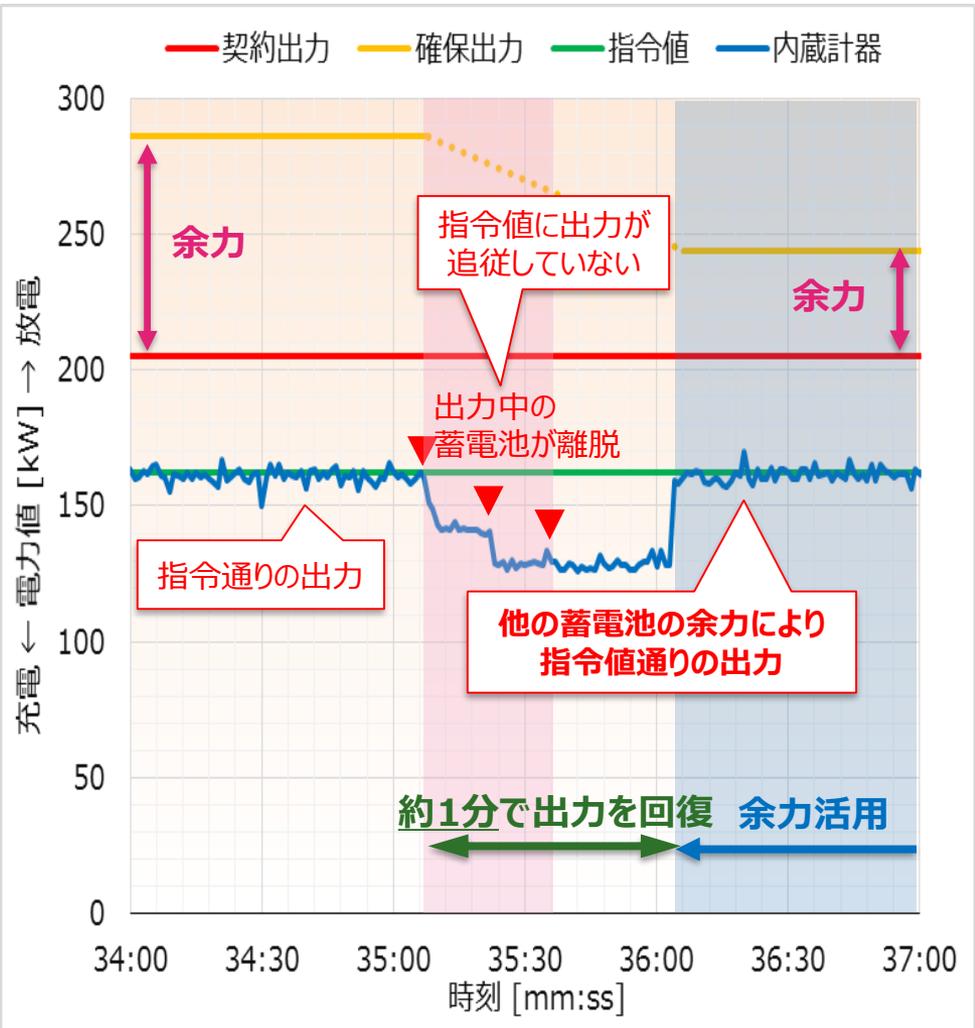
《実証結果》

【 実証の概要 】



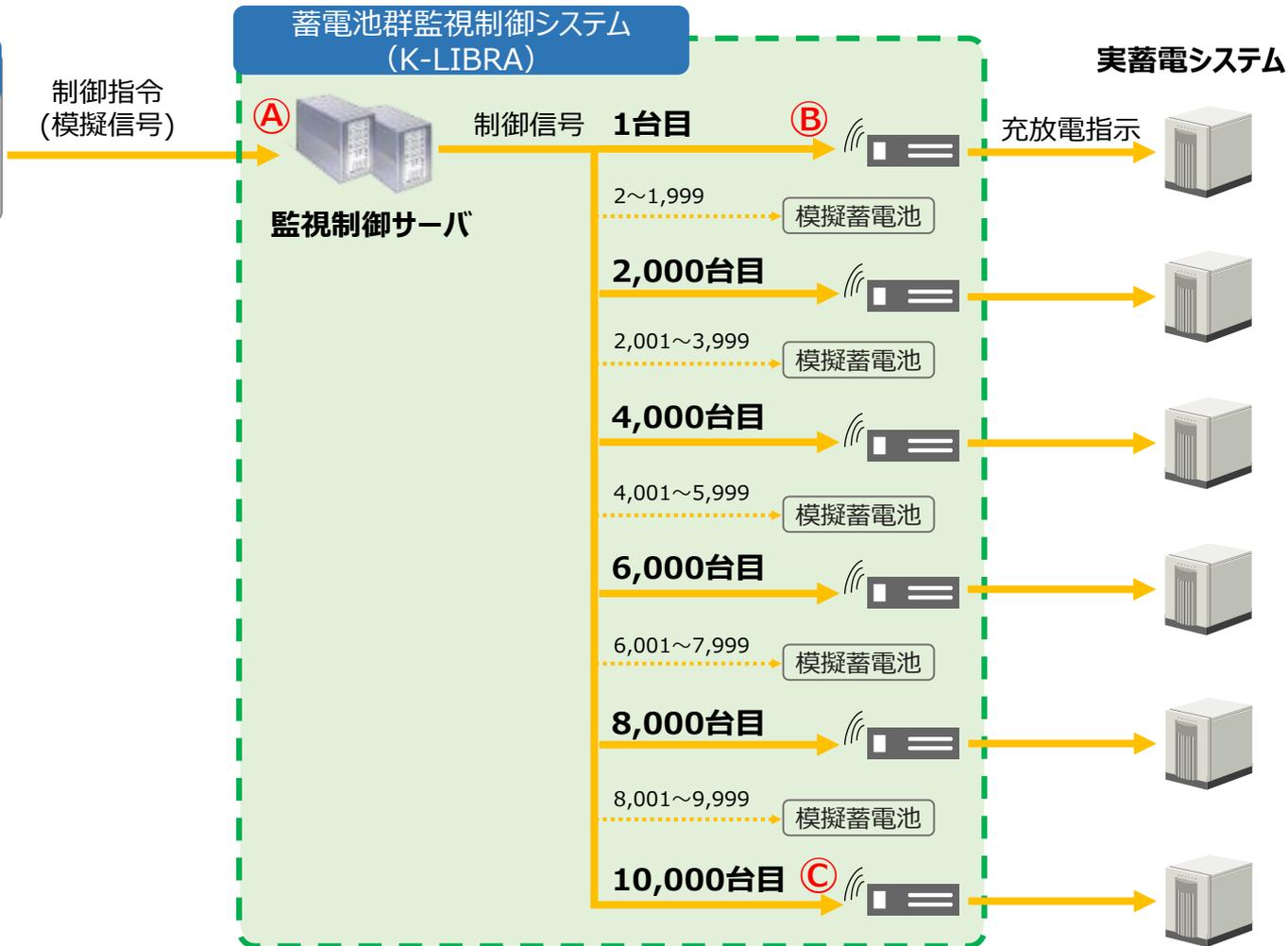
一部の蓄電池との通信が不可能になった場合、「K-LIBRA」が速やかに他の蓄電池に出力を指示することで運転継続できるかを検証

【運転継続機能の確認】



■ 実蓄電システム6台と模擬蓄電池9,994台の合計1万台の蓄電池を制御し、模擬中央給電指令所からの制御指令（模擬信号）を監視制御サーバが受信してから、最初の1台目（**Ⓐ** - **Ⓐ**）への指令が2秒以内、最後の1万台目（**Ⓒ** - **Ⓐ**）への指令が3秒以内に到達していることを確認

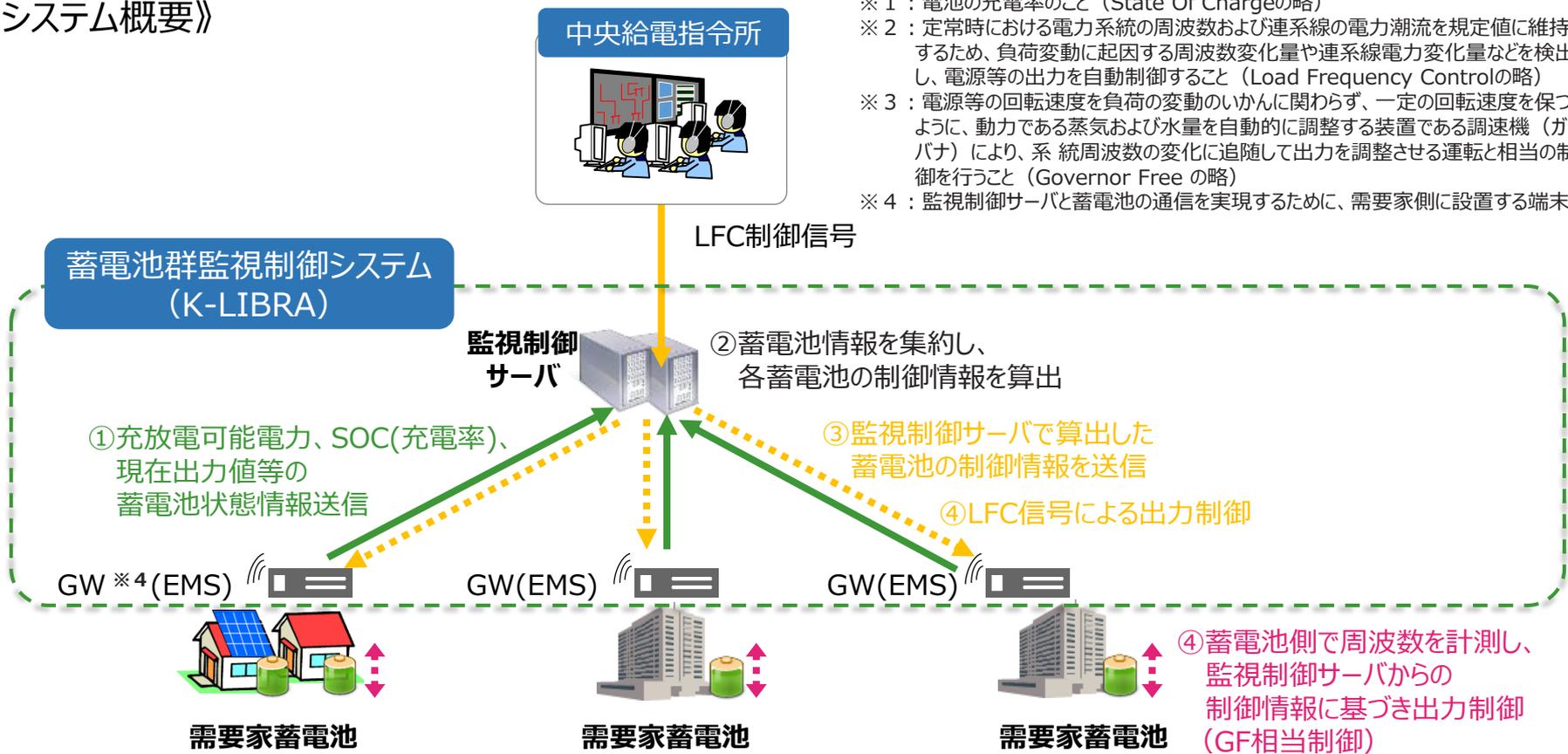
<試験方法>



<参考> 蓄電池群監視制御システム(K-LIBRA)の概要

- 各蓄電池の状態情報（充放電可能電力、SOC※¹等）を監視制御サーバが集約
- 集約した情報を基に各蓄電池の制御情報を算出し、各蓄電池へ送信
- LFC制御※²：中央給電指令所から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、各蓄電池は事前の制御情報を基に出力制御を実施
- GF相当制御※³：蓄電池側で周波数を計測し、監視制御サーバからの制御情報を基に蓄電池側で出力制御を実施

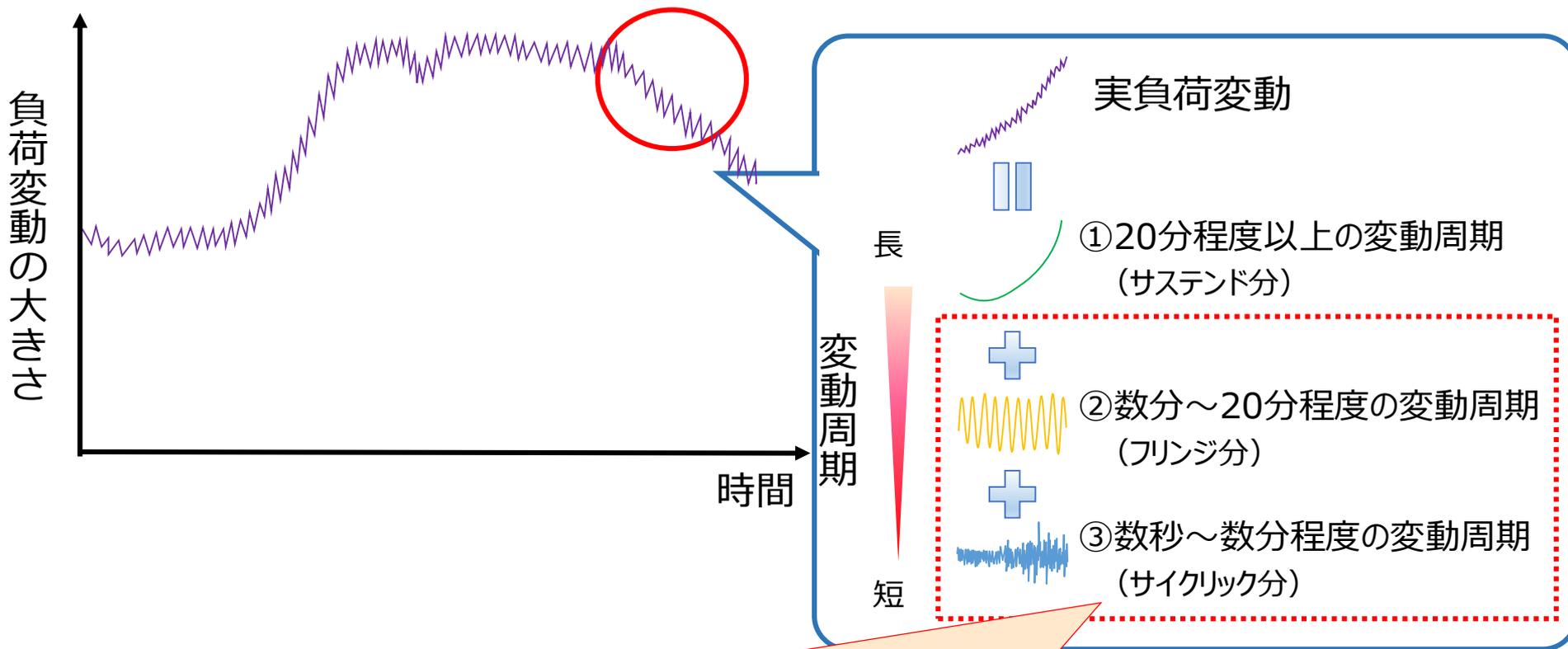
《システム概要》



《周波数制御のイメージ》

時々刻々と変化する電力需要に合わせて蓄電池の出力を調整することで、周波数を60Hz/50Hzに保つ。

● 電力系統の負荷変動イメージ



蓄電池は、高い応答性能を活かし、
周期が短い負荷変動（②および③）に対応した調整力として活用

【要旨】

- ピークシフトや需給インバランス回避等に使用される家庭用蓄電池、および業務用蓄電池の劣化度合いに応じた、残存容量、出力、最大蓄電能力（実効容量）指標化を確立し、リソースの適切な運用をはかる。

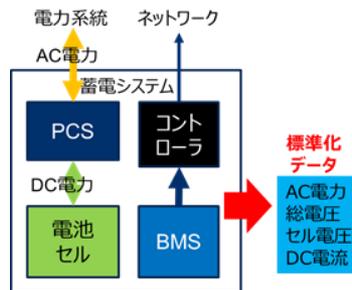
【詳細】

昨年度はリン酸鉄系蓄電池システムの評価を行い、

- ・ 劣化による**最大容量**の減少が正確にわからないこと
 - ・ ある時点での**残存容量**が正確に表示されないこと
- が課題であることを明確化した。

また、リン酸鉄系電池の指標化手法を確立した。

要求事項	実装性 /コスト	残存容量	最大容量	寿命予測
一般手法 クローンカウンティング	○	△	△	不可能
アルゴリズム 一般手法 統計的手法	○	×	△	△
横河 微分曲線解析法	△	○	○	○
東芝 充電曲線解析法	△	○	○	○
早稲田 矩形波インピーダンス法	×	×	△	○

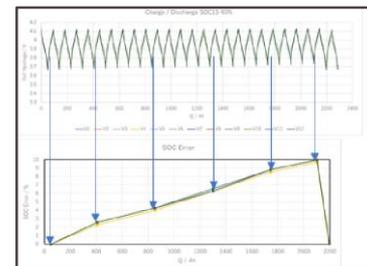


本年度は、

- 指標化できる電池の適応種類拡大を図った。
- 実運用中システムでの指標化に向け、蓄電池システムの構築を行った。
- 解析のための標準化に向けた活動を行った。

【H31年度 実証結果・課題】

- 適用種類拡大
マンガン系電池での最大容量、残存容量の課題を明確にした。電池種別に応じた手法の見直しが必要だが、指標化が可能と確認した。



- システム構築
BMSデータを取得するシステムの構築を行った。情報開示に向けセルメーカーの了解を取ることが課題。



- 標準化活動
産業分野向けの標準化をIEC/TC65に働きかけ、FEMS標準化規格がスタート。蓄電池指標化のための標準化は活動中。

【来年度の取り組み】

- 三元系電池でSOCずれ、最大容量の変化を確認し、検証を行う。
- 情報開示に関しセルメーカーの了解をとり、運用中システムでの指標化検証を行い、バッテリー診断サービスを開始する。
- データ（フォーマット）と評価手法（第三者認証）の標準化を目指す。（継続）

将来展開とビジネスモデル

- ① 電源 I'レベルの資源は、経済的活用や容量市場への移行を推進。
- ② I'や実証で高い制御性を確認しているリソースを中心に、2021年度の3次②対応を推進。
- ③ 周波数制御実証は、1次・2次①参入を目標として、実証を進めつつ、参入条件を整備。
- ④ 実証で取扱う小規模リソースは、市場でのマネタイズは厳しい為、上げDRやその他活用の方策を模索。
- ⑤ VPP起点でのPV自家消費やエネマネサービスは順次展開。

