

## 蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験 および独自検証の取り組み結果について

2020年3月25日  
関西電力株式会社  
エリーパワー株式会社  
株式会社三社電機製作所  
山洋電気株式会社  
住友電気工業株式会社  
株式会社ダイヘン  
ニチコン株式会社  
株式会社日本ベネックス  
富士電機株式会社  
株式会社YAMABISHI  
デルタ電子株式会社  
パナソニック株式会社

関西電力株式会社（以下、「関西電力」）を含む10社<sup>※1</sup>は、2019年12月2日～2020年1月31日にわたり、需要家が保有する家庭用蓄電池および産業用蓄電池をエネルギーリソースとして活用し、電力系統における周期の短い負荷変動に合わせて即時充放電させる実証試験を実施しました。（2019年11月29日お知らせ済み）

本実証試験は、資源エネルギー庁の補助事業である「平成31年度需要側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業費補助金<sup>※2</sup>」の交付を受け実施したものです。関西電力が日本電気株式会社（NEC）と構築した蓄電池を一括制御するための蓄電池群監視制御システム「K-LIBRA<sup>※3</sup>」を用いて、メーカーの異なる蓄電池であっても、遠隔から秒単位で一括制御できることを確認しました。

また、「K-LIBRA」に実装した新しい機能の確認も行いました。

実証試験の結果は以下のとおりで、期待した成果が確認できています。

- ①遠隔から秒単位で充放電可能なメーカーの異なる複数の蓄電池において、「K-LIBRA」の指令に基づき、秒単位程度の周期が短い負荷変動に対して応動できることを確認しました。
- ②周波数制御が需要家の実施するエネルギーマネジメントを阻害することなく、蓄電池の出力を周波数制御とエネルギーマネジメントの目的別に切り分ける技術を、国内で初めて確認しました。
- ③需要家の蓄電池の使用状況を考慮し、周波数制御に使用可能な調整力を計画する機能を、「K-LIBRA」に新しく実装したことにより、使用可能な調整力が去年の約4倍に増加し、蓄電池を効率よく最大限に活用できることを確認しました。
- ④周波数制御を実施する一部の蓄電池が通信不可能になった場合、速やかに他の健全な蓄電池に出力を指令することで、周波数制御を継続できることを確認しました。

また、上記補助金交付の対象外ではありますが、デルタ電子(株)、パナソニック(株)等の協力を得て、蓄電池2台と、EVの充放電器1台を追加した検証も同時期に行っており、同様の結果が得られています。

関西電力は2020年度以降も引き続き、蓄電池やEV等のエネルギーリソースを用いた周波数制御技術の実用化に向けた技術の確立を目指し、電力の安全・安定供給および再生可能エネルギーのさらなる導入拡大による低炭素化社会の実現に貢献してまいります。

以 上

- ※1 関西電力株式会社、エリーパワー株式会社、株式会社三社電機製作所、山洋電気株式会社、住友電気工業株式会社、株式会社ダイヘン、ニチコン株式会社、株式会社日本ベネックス、富士電機株式会社、株式会社YAMABISHIの10社。
- ※2 経済産業省資源エネルギー庁が、バーチャルパワープラントの構築にかかる実証事業を行う経費に対して、当該費用の一部を助成するもの。
- ※3 Kansai electric power company' s Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)の略。

別 紙：蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験および独自検証の  
取り組み結果について

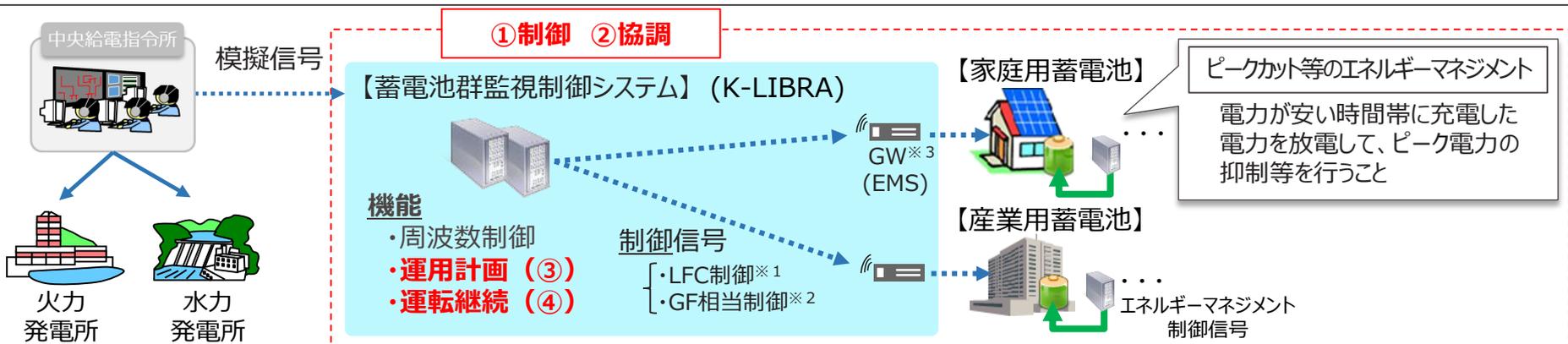
# 蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験 および独自検証の取り組み結果について

2020年3月25日

( 1 ) 蓄電池を活用した周波数制御技術に関する  
実証試験の取り組み結果について

## 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



※ 1：（Load Frequency Controlの略）電力系統の周波数および連系線の電力潮流を規定値に維持するために、中央給電指令所からの信号を監視制御サーバーが受信し、各蓄電池へ信号を送信することで、出力制御を実施すること  
 ※ 2：（Governor Free の略）蓄電池側で周波数を計測し、監視制御サーバーからの制御情報を基に出力制御を実施すること  
 ※ 3：（Gate Wayの略）監視制御サーバー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

## 結果

- 蓄電池メーカーによらず、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)
  - 国内で初めて、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。

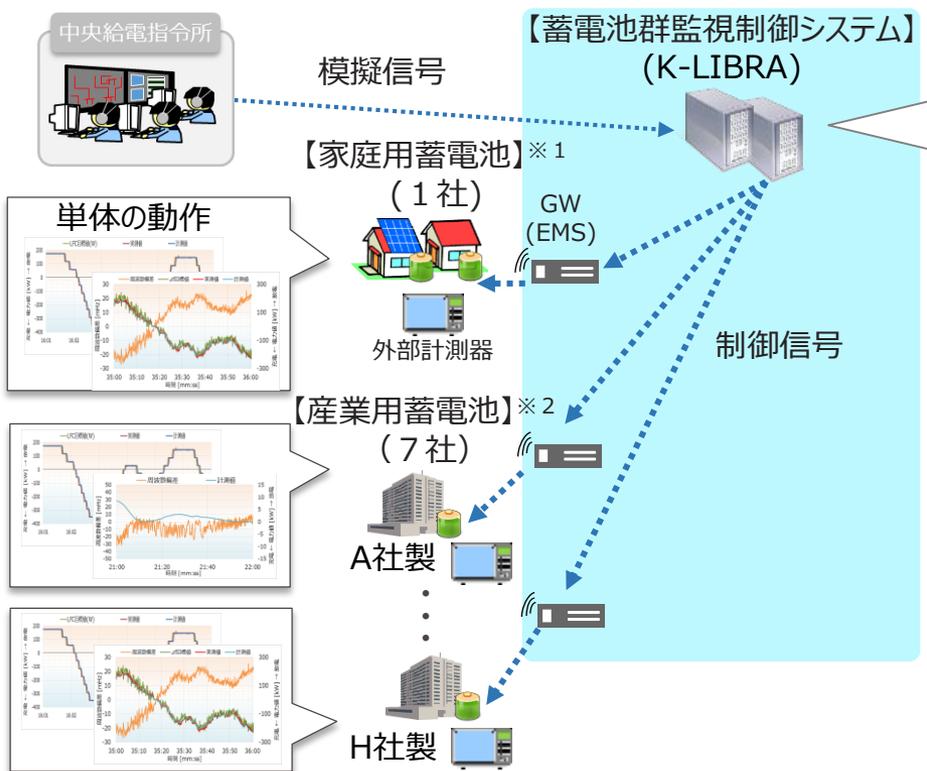
## ① マルチベンダーの需要家蓄電池を用いた蓄電池群の応動評価

(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)

- 蓄電池メーカーによらず、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》

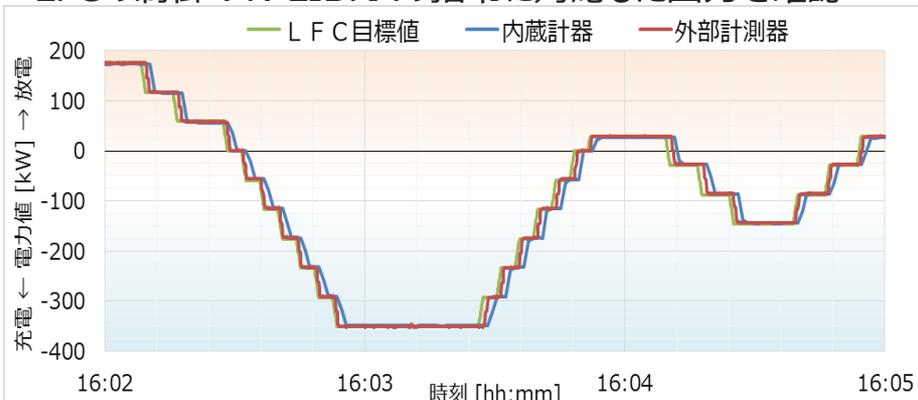
#### 【 実証の概要 】



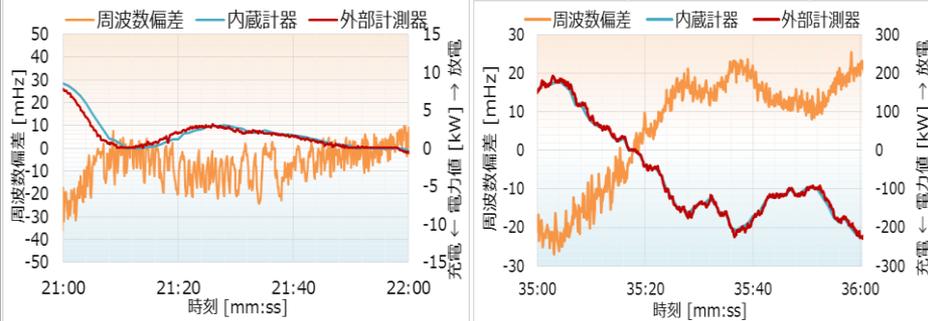
遠隔から秒単位で充放電可能な蓄電池であれば、蓄電池メーカーによらず制御可能なのを確認

#### 【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



・ $\Delta f$  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) (60Hzエリア)



**メーカーを問わず、多くの蓄電池を制御可能**

※ 1 : エリパー(株)

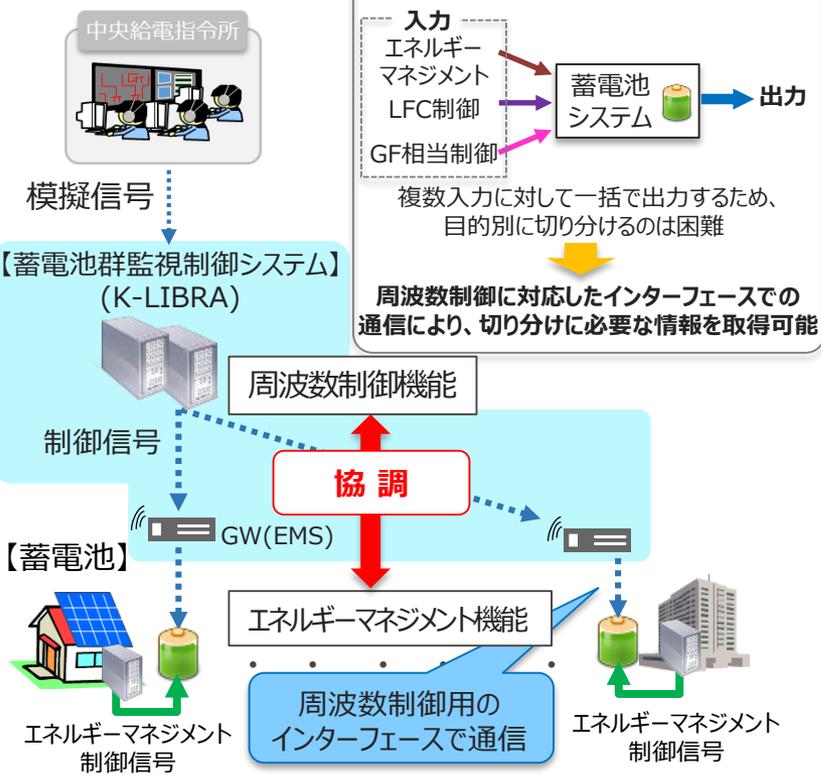
※ 2 : (株)三社電機製作所、山洋電気(株)、住友電気工業(株)、(株)ダイヘン、ニチコン(株)、富士電機(株) ( (株)日本ベネックスが保有する蓄電池 )、(株)YAMABISHI

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
- **蓄電池の出力を周波数制御とエネルギーマネジメントの目的別に切り分ける技術を、国内で初めて実現**

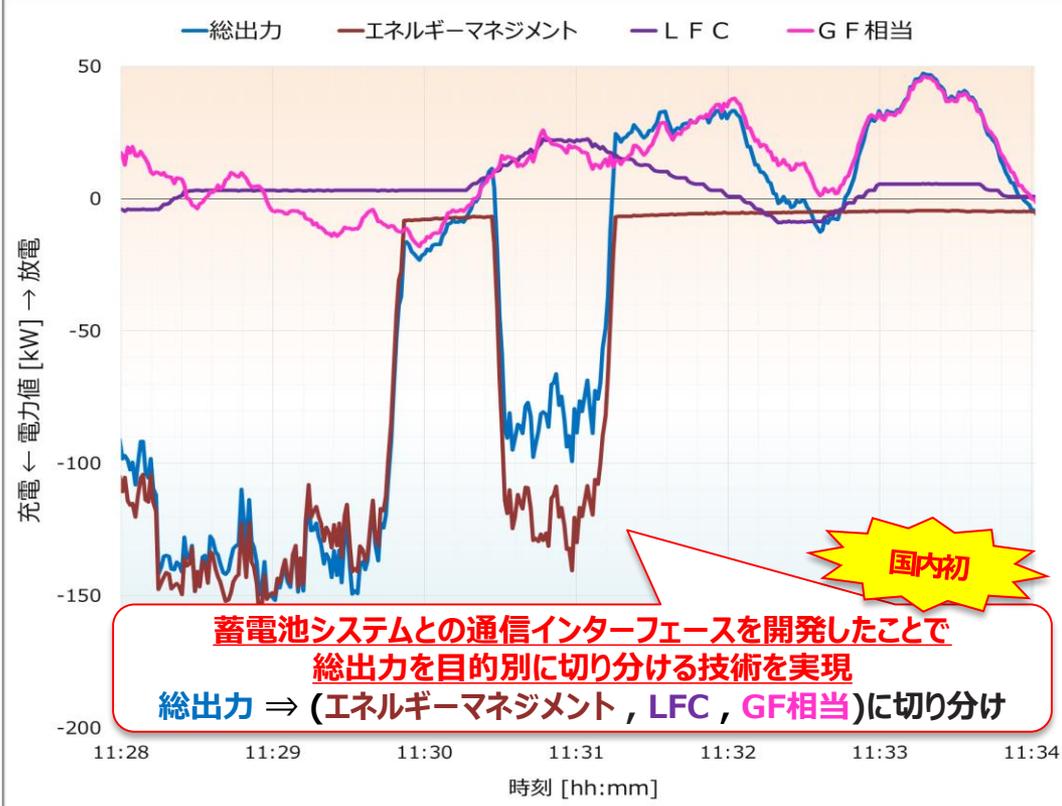
《実証結果》

【 実証の概要 】



需要家のエネルギーマネジメントを阻害しないように「K-LIBRA」から蓄電池に周波数制御指令を送り、同時に制御できるかを検証

【全体としての動作を確認】



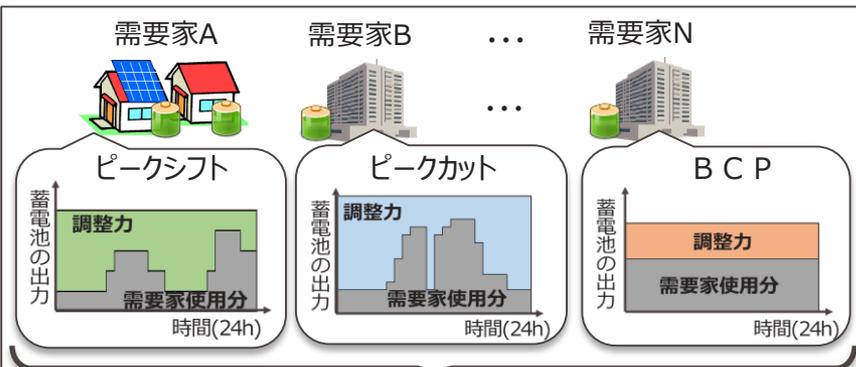
周波数制御に対応したインターフェースでの通信により、周波数制御とあらゆる蓄電池の使用用途の共存を実現

## 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

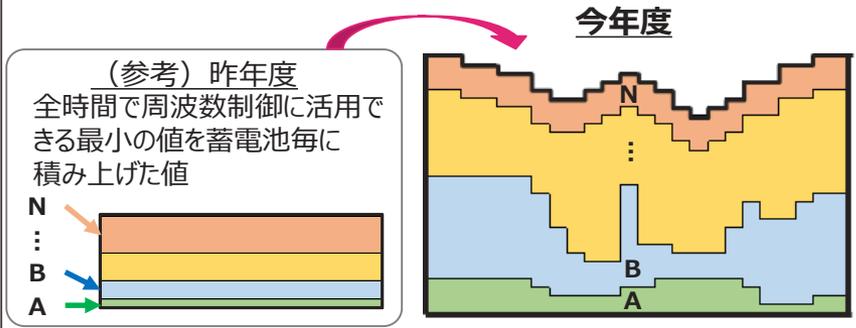
ピークカット・ピークシフト等の需要家のエネルギーマネジメントを踏まえた蓄電池使用カーブを考慮することで、昨年度に比べ、周波数制御に供出可能な調整力が**約4倍に増加**したことを確認

### 《実証結果》

#### 【 実証の概要 】



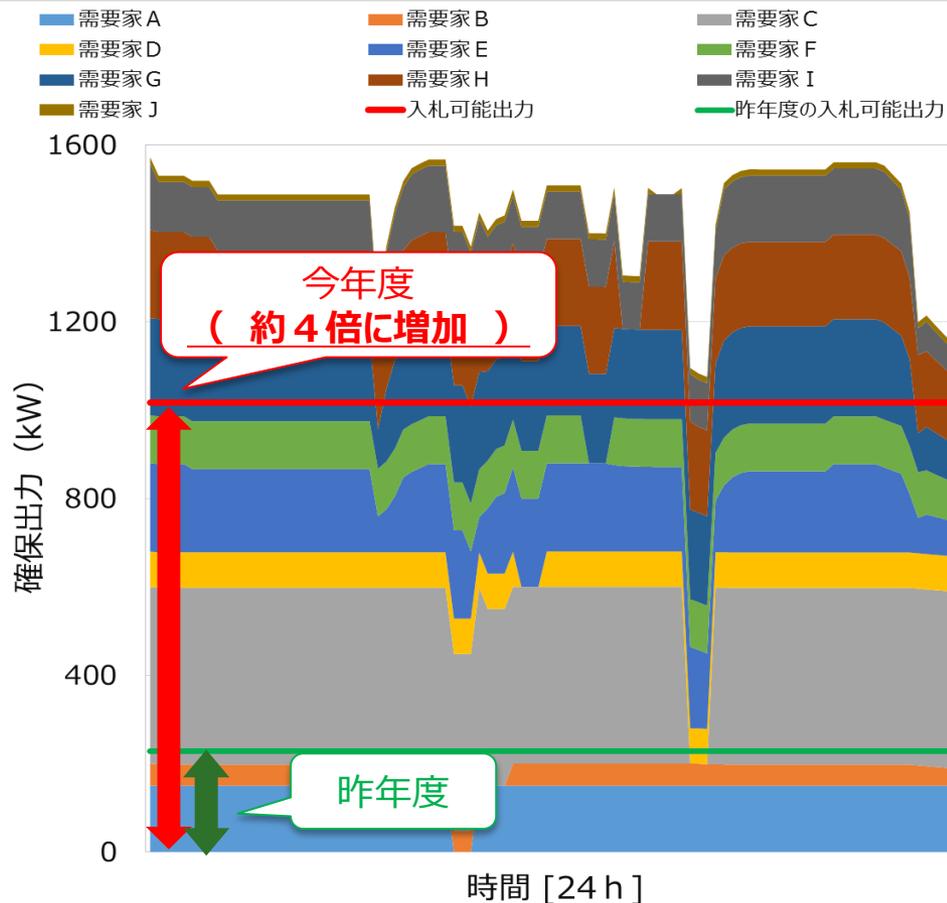
#### 蓄電池群としての調整力



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)



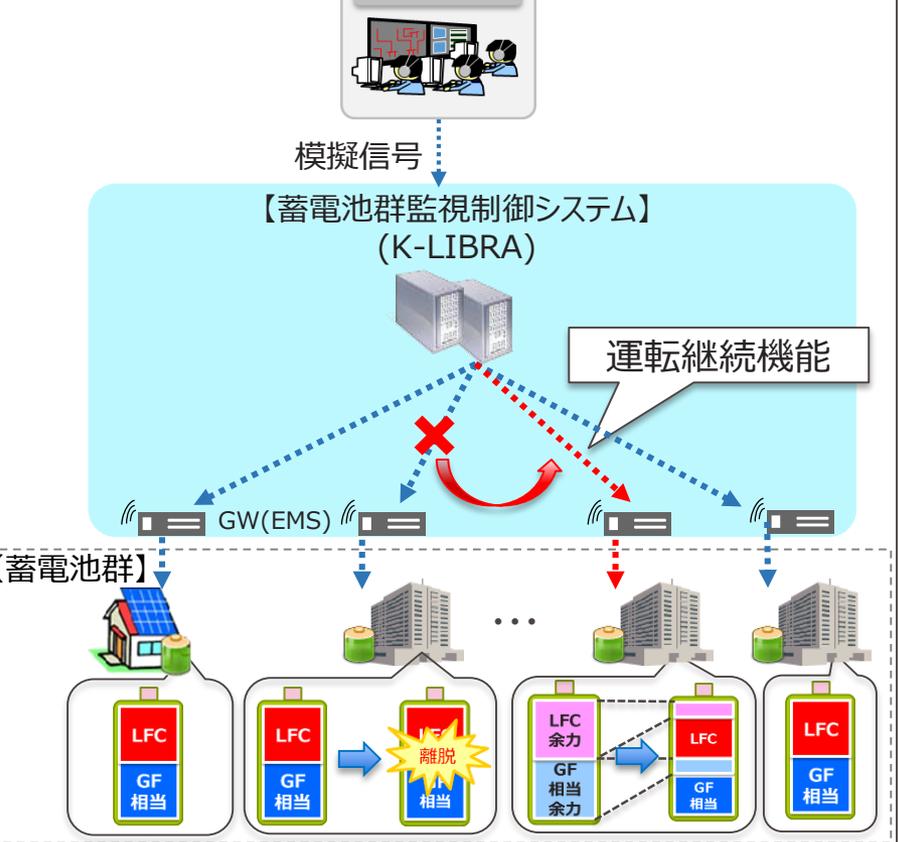
**需給調整市場の要件にある  
1週間前から効率的な調整力計画の立案が可能**

## 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

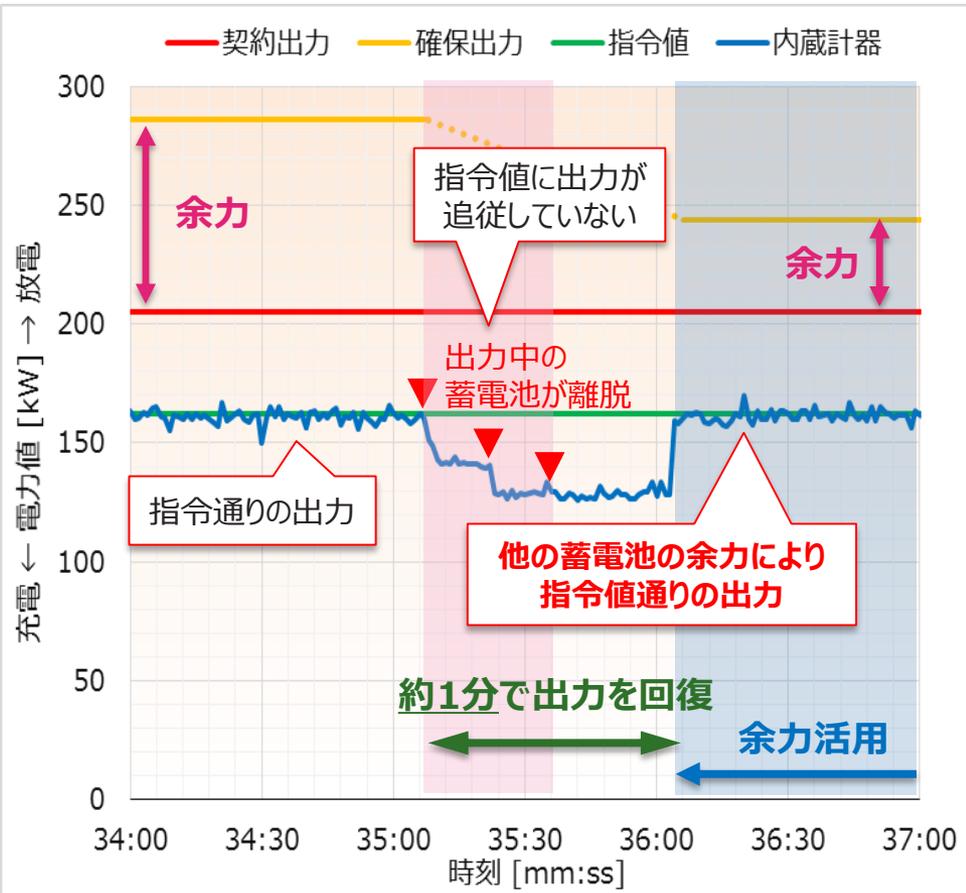
### 《実証結果》

#### 【 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】

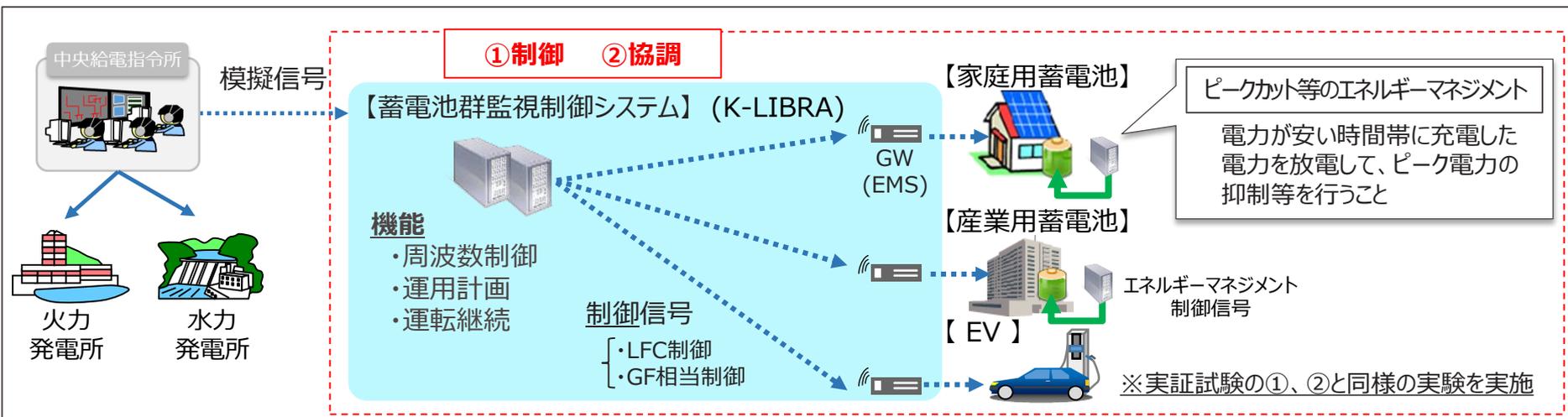


継続して安定した調整力の供出が可能であり、需給調整市場要件を常に満足できる可能性

## (2) 独自検証の取り組み結果について

**位置づけ** 更なるリソースの拡大に向け、蓄電池群監視制御システム「K-LIBRA」の汎用性を確認することを目的とし、デルタ電子(株)、パナソニック(株)等の協力を得て、蓄電池2台、EV1台を追加し、独自で検証を行ったもの

**概要** 名称：更なるリソースの拡大・確保に向けた、蓄電池群監視制御システム（K-LIBRA）の独自検証  
実証期間：2019年12月2日～2020年1月31日  
実施者：関西電力(株)、デルタ電子(株)、パナソニック(株)等  
実験項目：① マルチベンダーのリソース（家庭用蓄電池とEV）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（家庭用蓄電池と産業用蓄電池）



## 結果

- EVと家庭用蓄電池の周波数制御に基づく応動を確認（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）

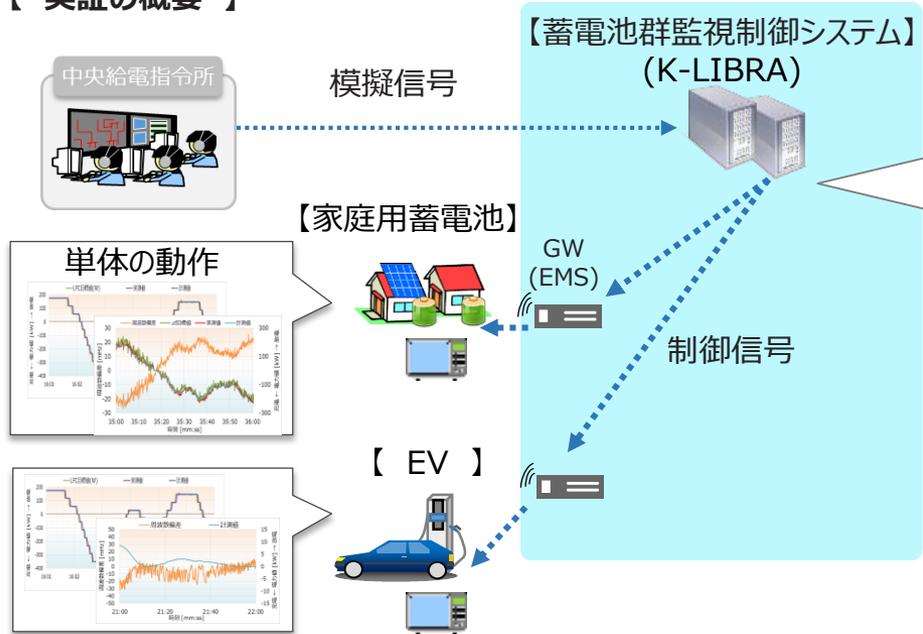
## ①マルチベンダーのリソース（蓄電池とEV）を用いた蓄電池群の応動評価

### ■ 家庭用蓄電池とEVにおいて、以下の応動ができることを確認

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

## 《実証結果（EVと家庭用蓄電池）》

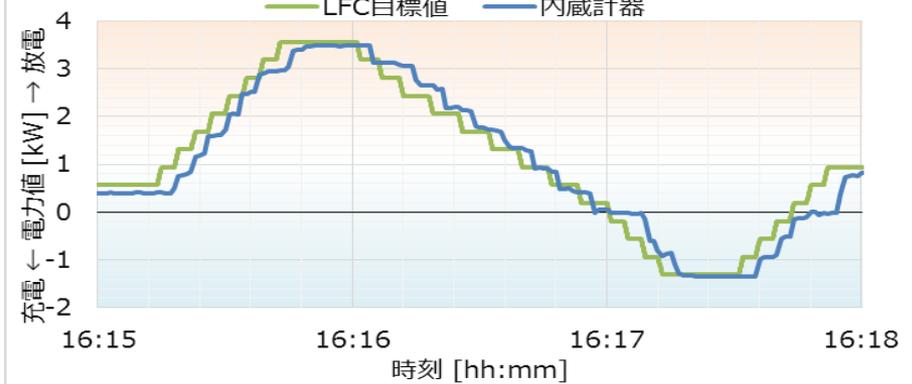
### 【 実証の概要 】



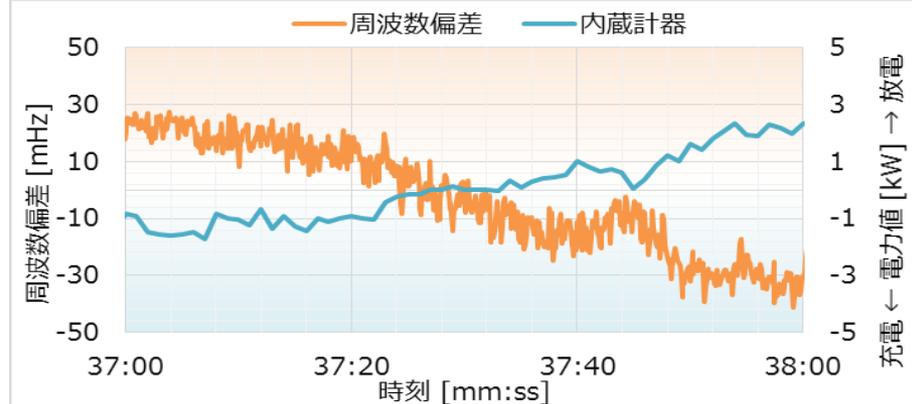
遠隔から秒単位で充放電可能な蓄電池およびEVの充放電器であれば、制御可能なのかを確認

### 【全体としての動作を確認】

#### ・LFC制御



#### ・GF相当制御

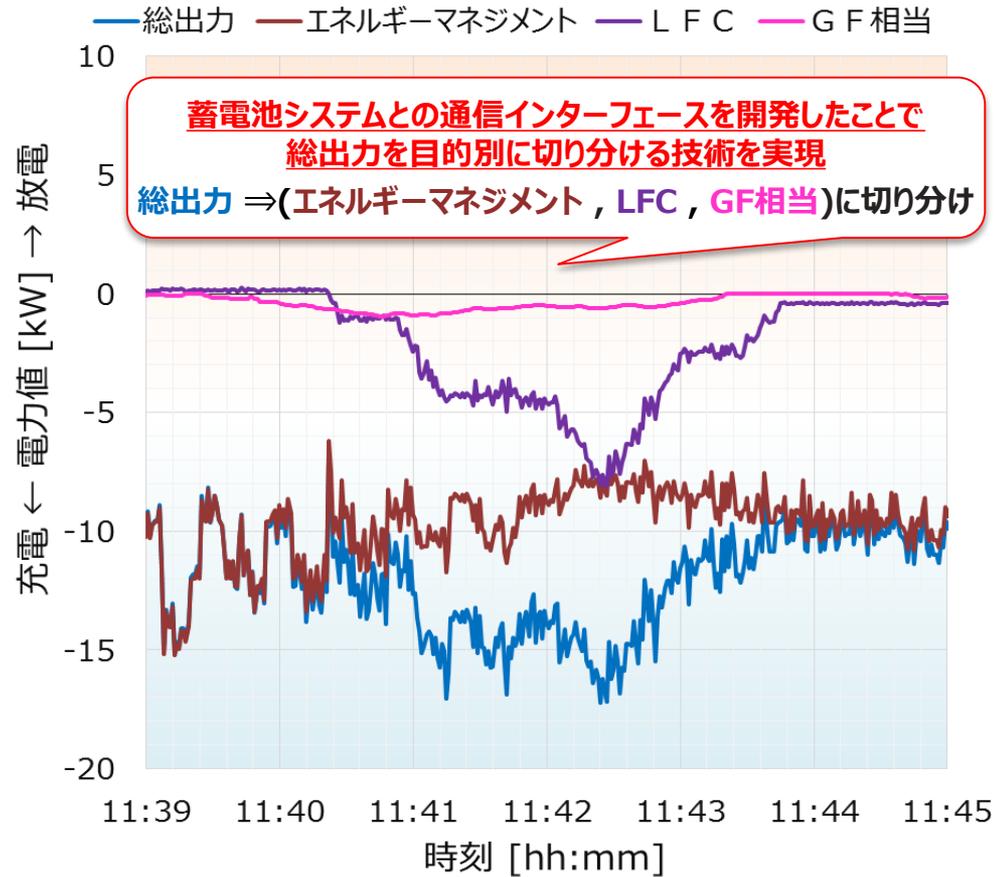
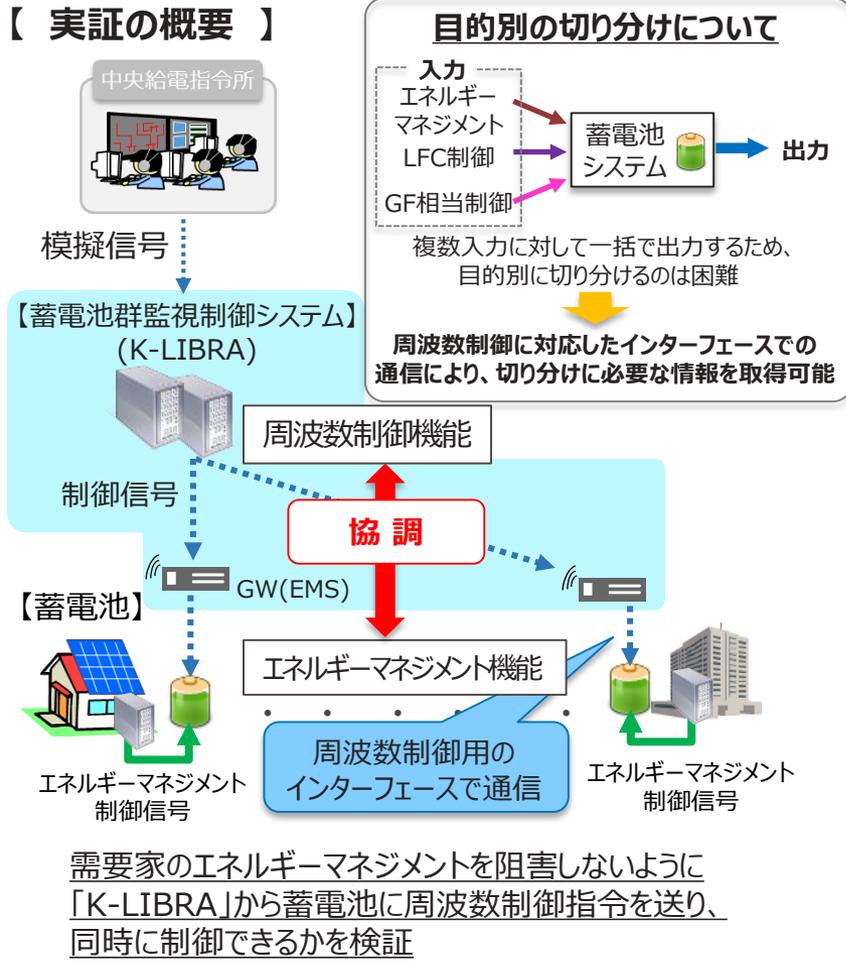


家庭用蓄電池・EV充放電器を用いて周波数制御可能なリソースの選択肢を拡大

- 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

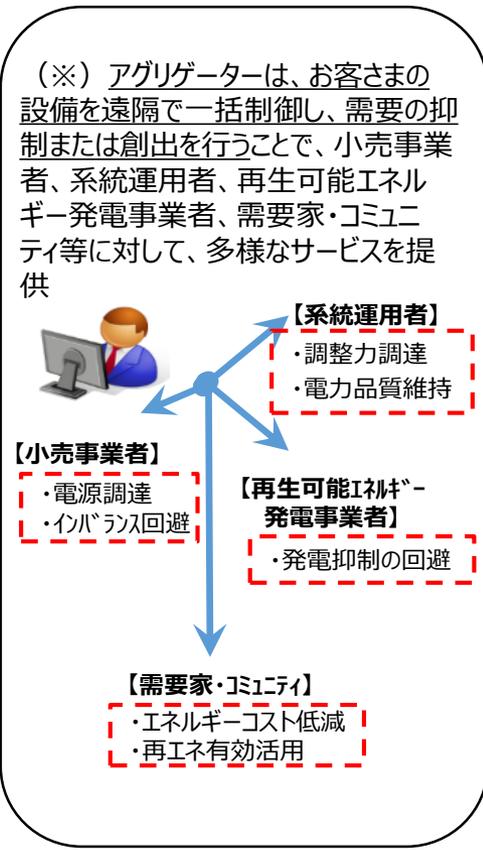
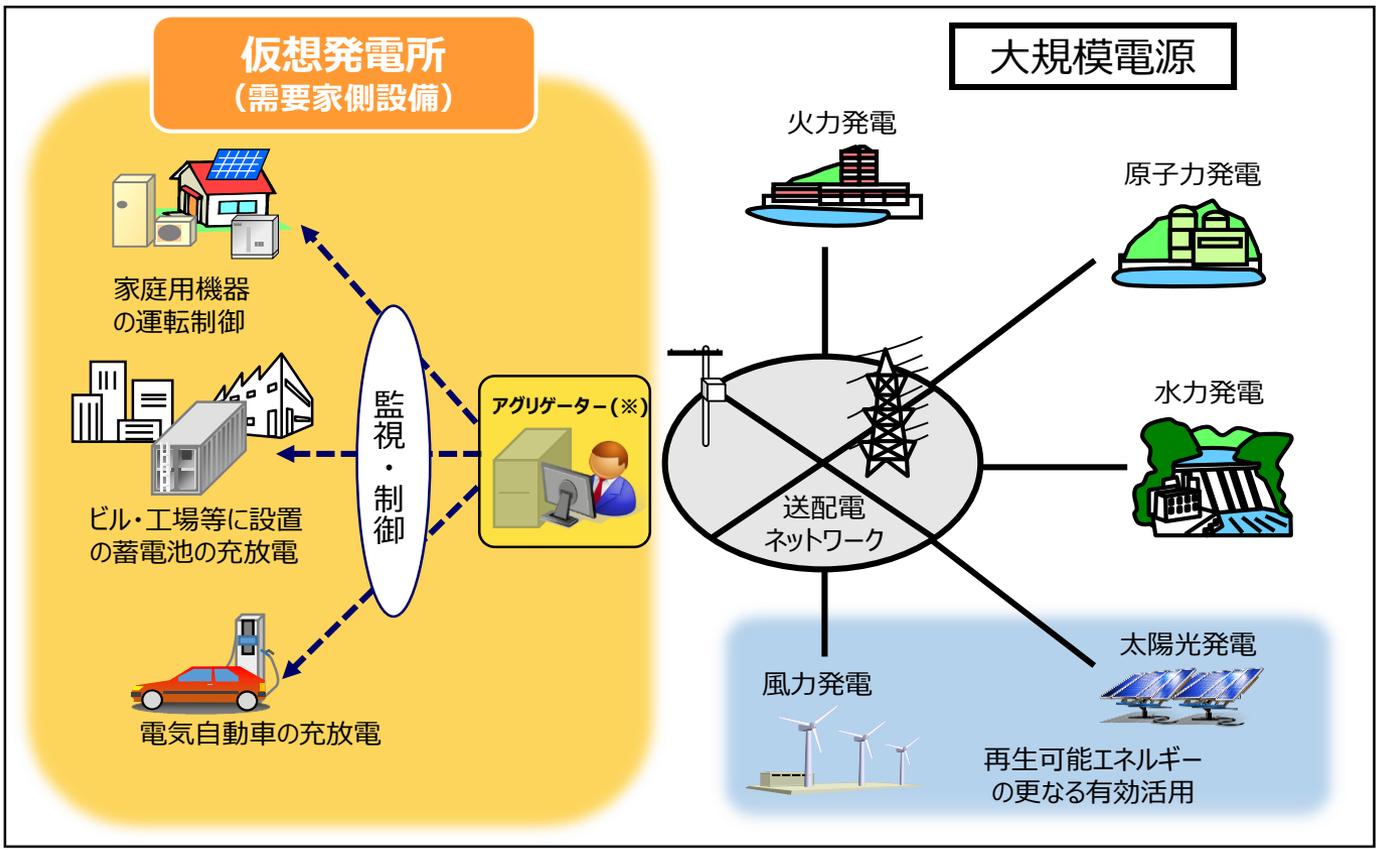
## 《実証結果 (家庭用蓄電池と産業用蓄電池)》

### 【全体としての動作を確認】

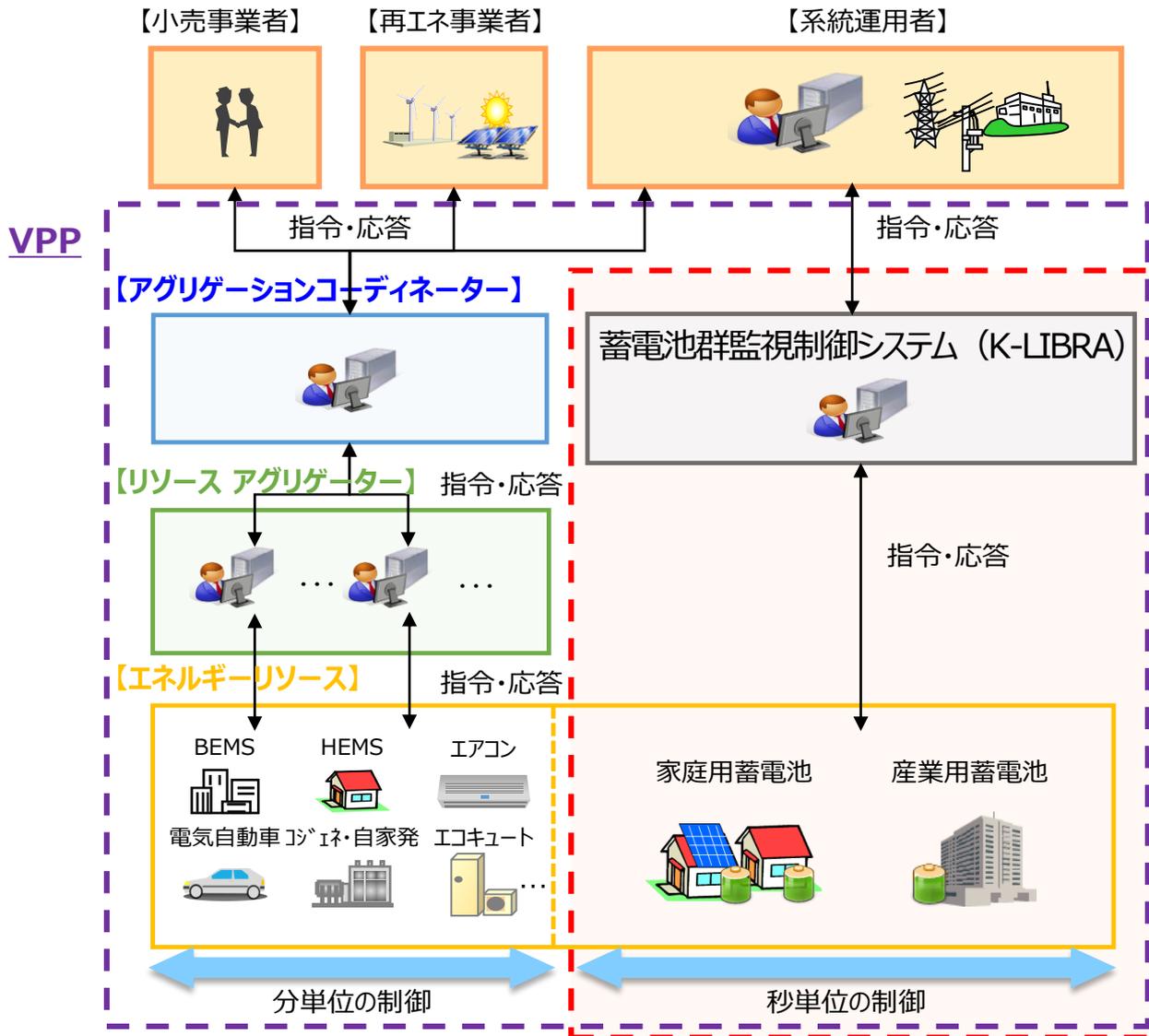


**周波数制御と  
多様なエネルギーマネジメントの共存が可能**

✓ バーチャルパワープラント（以下、VPP）構築実証とは、IoT技術を活用し、電力系統に点在するお客様の機器を一括制御することにより、お客さま設備から供出いただいた需給調整力を有効活用し、あたかも一つの発電所（仮想発電所）のように機能させる仕組みの構築を目指すもの



○ 参画実証事業：需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業  
 《VPP構築実証事業全体像》



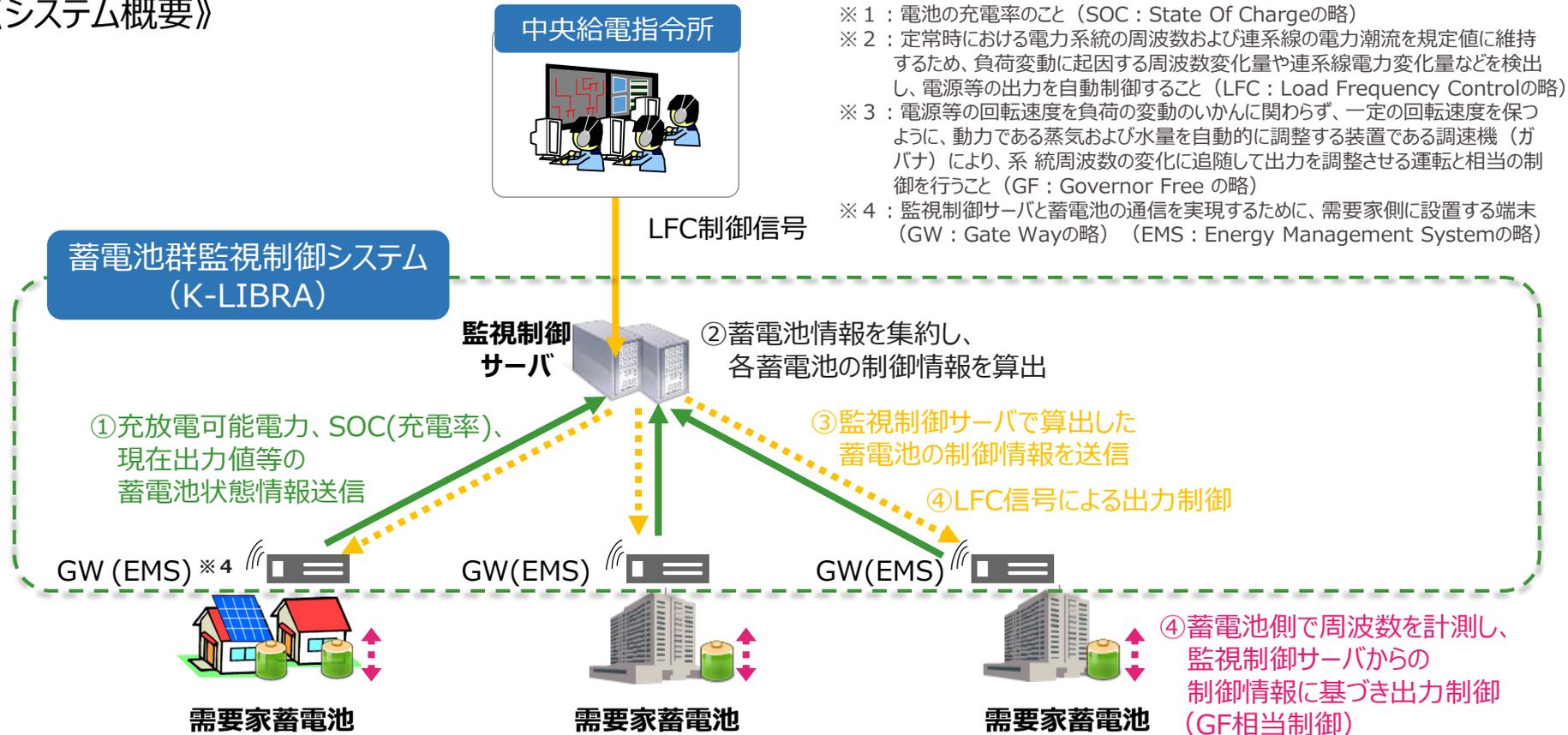
- 当社は2016年度から、各種エネルギーリソースを活用し、VPPの取組みを実施。これらの実証の成果を踏まえ、電力の安定供給における活用の可能性を検証し、新たなVPPサービスを検討している。
- 本実証試験では、電力系統における周期の短い負荷変動に合わせて需要家蓄電池を即時充放電させる。そのため、秒単位での充放電制御を実証する。
- 本実証試験は、遠隔から秒単位で充放電制御可能なマルチベンダーの需要家蓄電池を用いた蓄電池群の応動評価、需要家蓄電池の使用状況を考慮した運用計画機能等を検証する取組み。

**本実証試験の範囲**

※イメージ図であり、全てを正確に表しているものではありません。

- 各蓄電池の状態情報（充放電可能電力、SOC※<sup>1</sup>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※<sup>2</sup>：中央給電指令所からの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、出力制御を実施
- GF相当制御※<sup>3</sup>：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

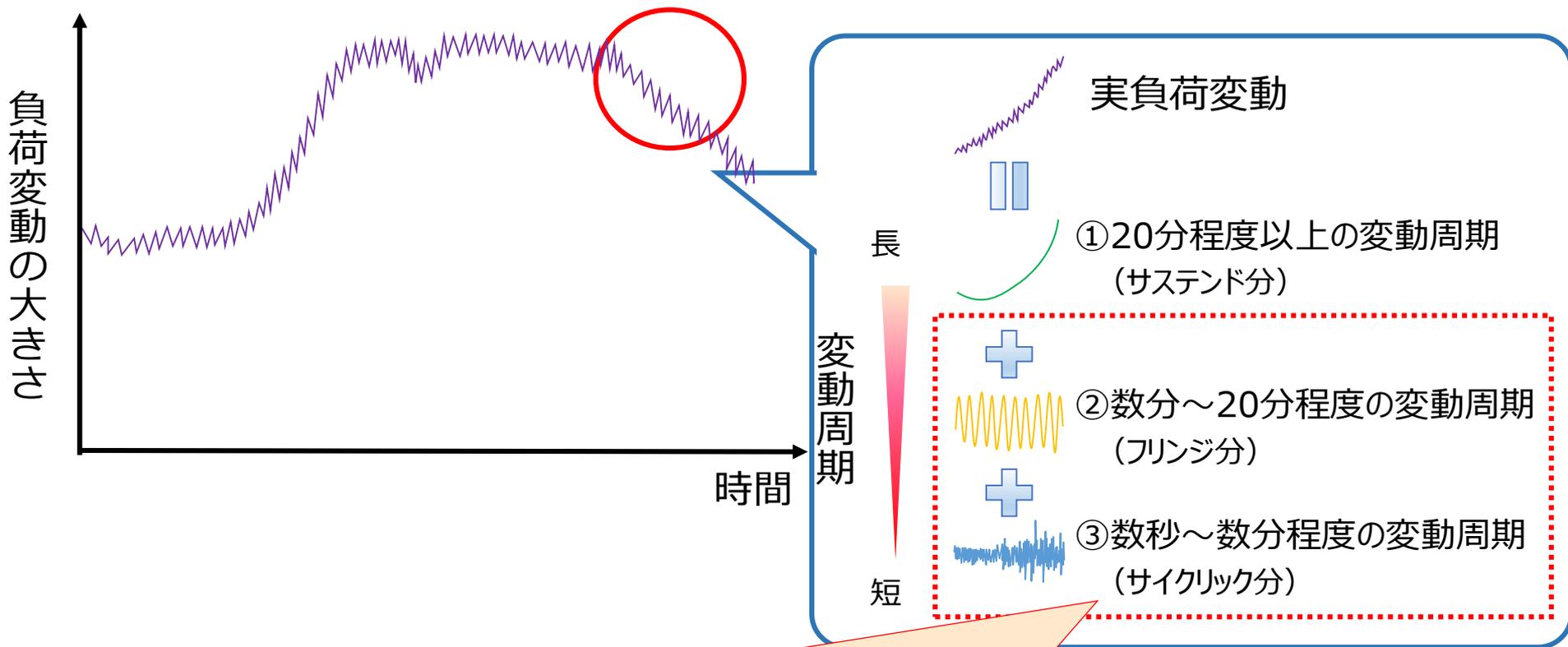
## 《システム概要》



《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

# <参考> 送配電カンパニーのV P Pに係るこれまでの主な取組み実績

No.	実証時期	件名	関連企業	概要	公表日	その後の進捗(成果)
1	2017.7~2018.2	平成29年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力(株) 富士電機(株) 他 計5社	・2016年度は、アグリゲーターがエネルギーリソースを制御するために必要なシステムを構築。2018年度は、実フィールドでの実証を行う。	2017.7.14	V P Pシステムの改良(制御精度向上)、実フィールド実証
2	2017.8~2018.2	家庭用蓄電池を活用した周波数制御技術に関する取組みの開始について	関西電力(株)	・家庭用蓄電池を活用した電力システムの安定化に活用する取組みを実施。これまで系統全体の周波数を一定に保つための需給調整力として用いていた火力発電や水力発電に加え、家庭用蓄電池を束ねて新たに需給調整力として活用するためのもので、国内では初めての取組み。多数の家庭用蓄電池を高速制御することで、需給調整力の多様化を実現するもの。	2017.7.14	蓄電池制御システム検討
3	2018.5~2019.2	平成30年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力(株)	・2016年度から本実証事業に参画。これまでに、アグリゲーターが様々なエネルギーリソースを需給調整力として活用するために必要な分単位の制御システムの開発や、実フィールドでの基礎的な制御の確認を行った。2017年度からは、新たに周波数制御を行うためにエネルギーリソースをより速く制御する取組みを開始。2018年度は、分単位の制御について、更なるリソースの拡大や精度向上のためシステムを改良し、より高度な実証を行う。	2018.5.30	実フィールドのリソース拡大を図りつつ、構築したシステム性能を実証で評価
4	2019.1	蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験の実施について	関西電力(株) エリーパワー(株) (株)三社電機製作所	・関西電力が日本電気株式会社と構築した蓄電池を一括制御するためのシステム「K-LIBRA」と、遠隔から秒単位で充放電制御可能な蓄電池として三社電機が開発した産業用蓄電池およびエリーパワーが開発した家庭用蓄電池を連携させ、システムからの指令に対する蓄電池の応動時間や制御精度を検証することにより、電力系統における周期の短い負荷変動に対する蓄電池の応答性能を確認する。なお、2台の実機に加え、多数の模擬蓄電池を合わせて制御。この結果を踏まえ、2019年度以降、実用化に向けた技術の確立を目指す。	2018.12.17	実機の蓄電池(2台)と模擬の蓄電池(9998台)を用い、約1万台規模の蓄電池を秒単位で制御する技術を確認
5	2019.5~2020.2	2019年度バーチャルパワープラント構築実証事業への参画について	関西電力(株)	・本実証事業に2016年度から参画しており、2019年度は、前年度までに構築したシステムのさらなる高度化や多様なリソースへ対応し得るよう、V P Pの事業化を見据えた実証を行う。	2019.5.31	システムの高度化や多様なリソースへの対応を図りつつ、実証で評価
6	2019.12~2020.2	蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験の実施について	関西電力(株) 他 計9社	・メーカーの異なる8台の蓄電池においても遠隔から一括制御可能なのか、また、「K-LIBRA」からの指令に対する蓄電池群の応動時間や制御精度を検証することにより、電力系統における周期の短い負荷変動に対する蓄電池群としての応答性能を確認する。他にも、「K-LIBRA」に需要家の蓄電池の使用状況を考慮したうえで、周波数調整力の最大化を図る運用計画機能を追加し、その効果を確認する検証等を行う。	2019.11.29	実機の蓄電池(8台)と模擬蓄電池を用い、秒単位で制御する技術、周波数調整力の最大化し、運用計画を立てる技術を確認