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組み結果について

２０２１年３月２２日
関西電力送配電株式会社
ＥＮＥＯＳ株式会社
エリーパワー株式会社
関西電力株式会社
株式会社三社電機製作所
住友商事株式会社
住友電気工業株式会社
株式会社ダイヘン
デルタ電子株式会社
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
山洋電気株式会社
パナソニック株式会社

関西電力送配電株式会社（以下、関西送配電）を含む１３社※1は、２０２０年１２月１日～２０２１年１月２９日の期間にわたり、需要家が保有する家庭用蓄電池、産業用蓄電池および電気自動車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。

（２０２０年１１月３０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「令和２年度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費補助金※2」の交付を受け実施したものです。関西送配電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※3」を用いて、リソースアグリゲーター※4の保有する複数の蓄電池を一括制御するためのシステム（以下、ＲＡシステム）を経由した周波数制御や一般家庭などで広く普及するインターネット回線を活用した周波数制御の実証を行いました。

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おります。

① Ｋ－ＬＩＢＲＡからＲＡシステムを経由して蓄電池を制御した場合においても、ＲＡシステムを経由せずに直接制御した場合（昨年度実証相当）と同等の精度で秒単位の周波数制御ができることを確認しました。
② インターネット回線を利用して制御した場合においても、専用回線（ＬＴＥ回線）を利用した場合（昨年度実証相当）と同等の精度で秒単位の周波数制御ができることを確認しました。
③ 一般需要家宅の既設の蓄電池を改造して、秒単位の周波数制御ができることを確認しました。

また、上記補助事業の対象外ではありますが、２社※5の協力を得て、蓄電池各１台ずつの計２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。

関西送配電は、引き続き蓄電池や電気自動車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。

※１　関西電力送配電株式会社、ＥＮＥＯＳ株式会社、エリーパワー株式会社、関西電力株式会社、株式会社三社電機製作所、住友商事株式会社、住友電気工業株式会社、株式会社ダイヘン、デルタ電子株式会社、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１３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 transmission and distribution's Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)の略。
※４　需要家と契約を直接締結して需要家側エネルギーリソースや分散型エネルギーリソースを統合制御し、バーチャルパワープラントやデマンドレスポンスからエネルギーサービスを提供する事業者のこと。
※５　山洋電気株式会社、パナソニック株式会社の２社。

以　上

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組み結果について

別 紙

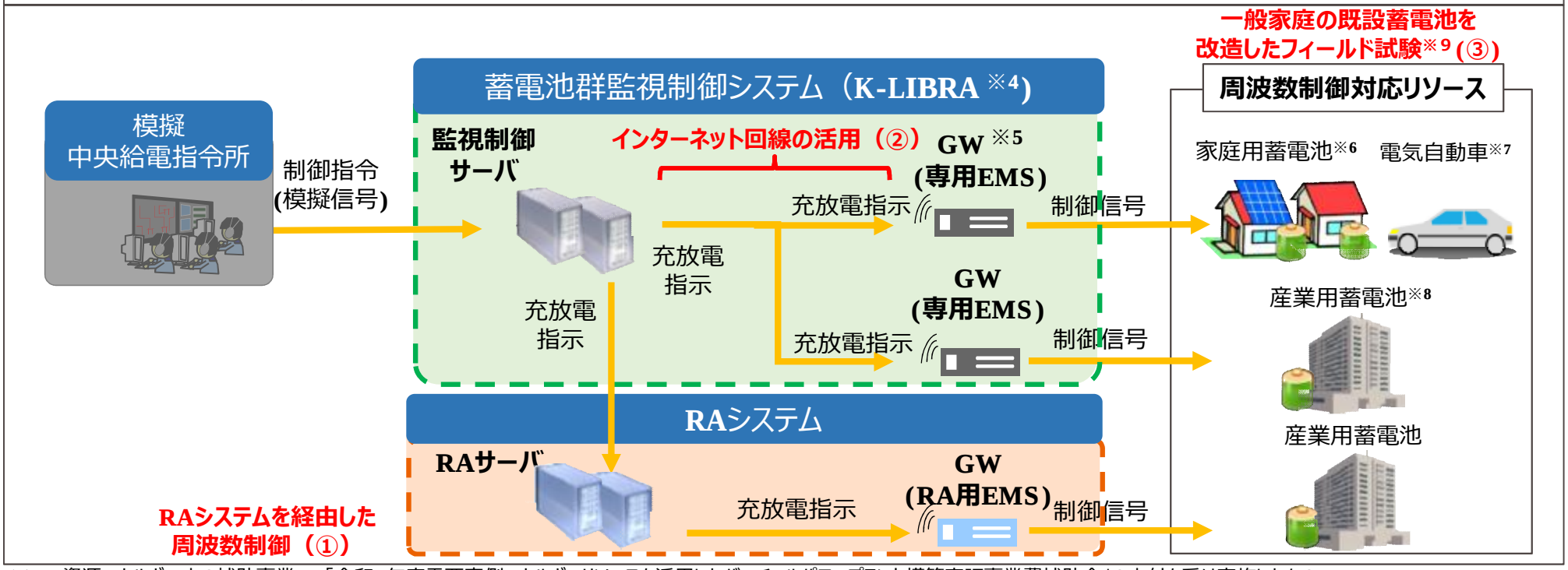
蓄電池を活用した周波数制御技術に関する
実証試験および独自検証の取組み結果について

２０２１年3月２２日

２０２０年度　VPP実証の概要(周波数制御実証)

概　要

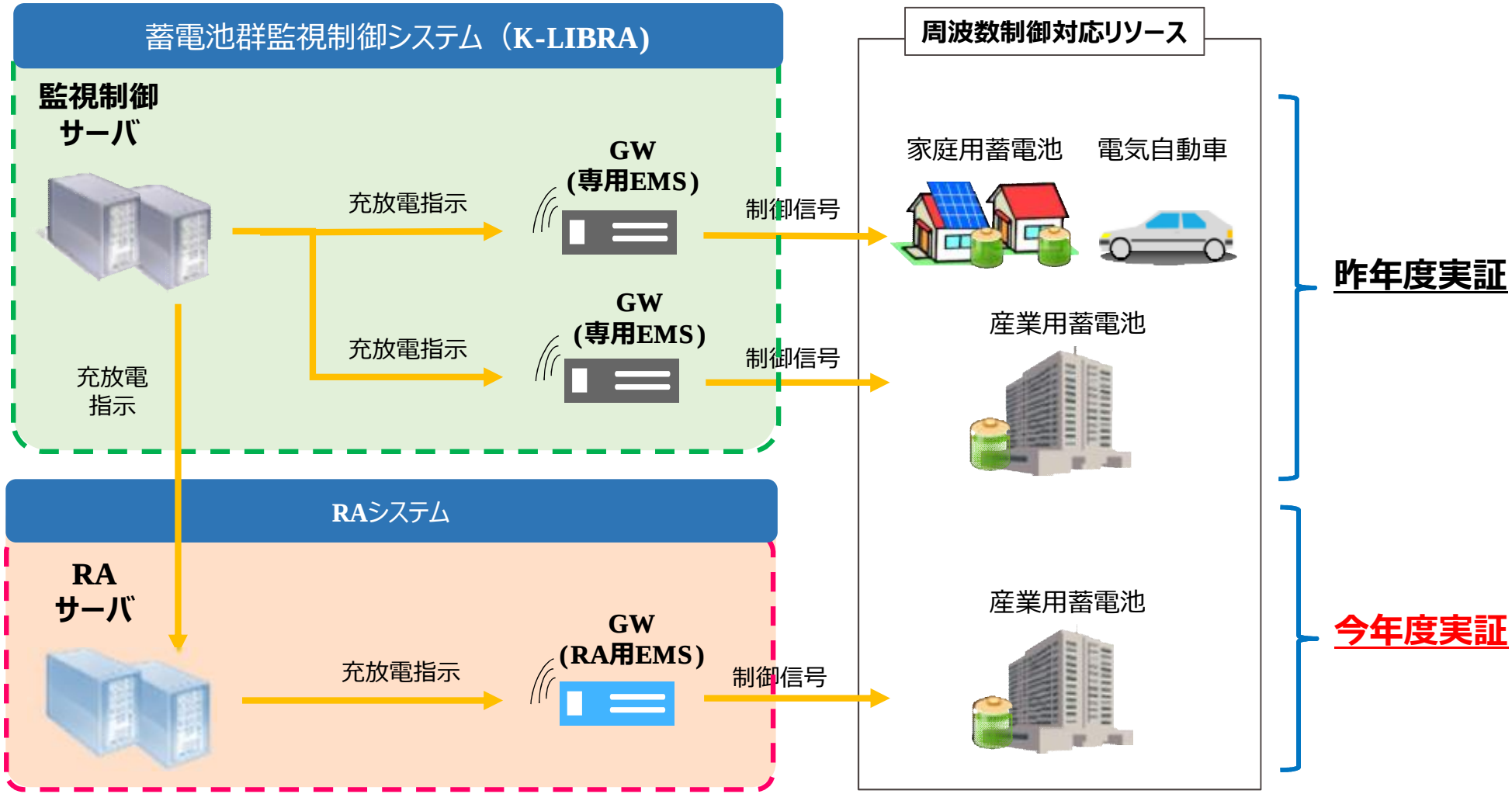
名　　称：需要家蓄電池を活用した周波数制御技術に関する実証試験および独自検証
実証期間：**2020**年**12**月**1**日～**2021**年**1**月**29**日
実 施 者：（補助事業※1）関西電力送配電㈱、**ENEOS**㈱、エリーパワー㈱、関西電力㈱、㈱三社電機製作所、住友商事㈱、住友電気工業㈱、㈱ダイヘン、デルタ電子㈱、ニチコン㈱、㈱日本ベネックス、富士電機㈱、㈱**YAMABISHI**
（独自検証※2）山洋電気㈱、パナソニック㈱
実験項目：①**RA**システム※3を経由した周波数制御の検証、② インターネット回線を活用した周波数制御が可能かを検証
③一般家庭の既設蓄電池を改造したフィールド試験



※**1**：資源エネルギー庁の補助事業で、「令和**2**年度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費補助金」の交付を受け実施したもの。
※**2**：補助事業（※**1**）以外の独自の取組み。
※**3**：リソースアグリゲーターが保有するシステム、今回のリソースアグリゲーターは**ENEOS**(株)。
※**4**：**Kansai transmission and distribution's Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)**の略。
※**5**：（**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。
※**6**：蓄電池メーカーが自社保有するリソースで、実証参加している企業は、エリーパワー(株) とパナソニック(株)。
※**7**：**EV**充放電器の保有者は関西電力(株)。**EV**充放電器のメーカーはデルタ電子(株)。
※**8**：蓄電池メーカーが自社保有するリソースで、実証参加している企業は、(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) **YAMABISHI**。
蓄電池保有者と蓄電池メーカが異なる企業として、住友商事(株)、(株)日本ベネックスが実証に参加しており、蓄電池は**EV**リユースバッテリを使用し、制御システムは富士電機(株)製。
※**9**：一般家庭に設置されているエリーパワー製の蓄電池を周波数制御対応に改造し、周波数制御試験を実施。

RAシステムを経由した周波数制御(1/2)

n 蓄電池監群監視制御システム(K-LIBRA)からRAシステムを経由して制御した場合に、K-LIBRAから直接リソースを制御した場合と比較して、秒単位の周波数制御に遜色がないことを確認することが目的（GF相当制御※1 、LFC制御※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の試験を実施）



※1：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行う出力制御。
※2：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 へ信号を送信して行う出力制御。

RAシステムを経由した周波数制御(2/2)

- RAシステムを含む蓄電池群で、周波数偏差に対応した応動、LFC信号に追従した応動を確認
- RAシステムを経由した同時マルチユース試験も良好な結果を確認
- RAシステムを制御対象に含めても、群としての秒単位制御の制御精度に影響がない事を確認

＜代表ケース(GF相当制御)＞

＜代表ケース(LFC制御)＞

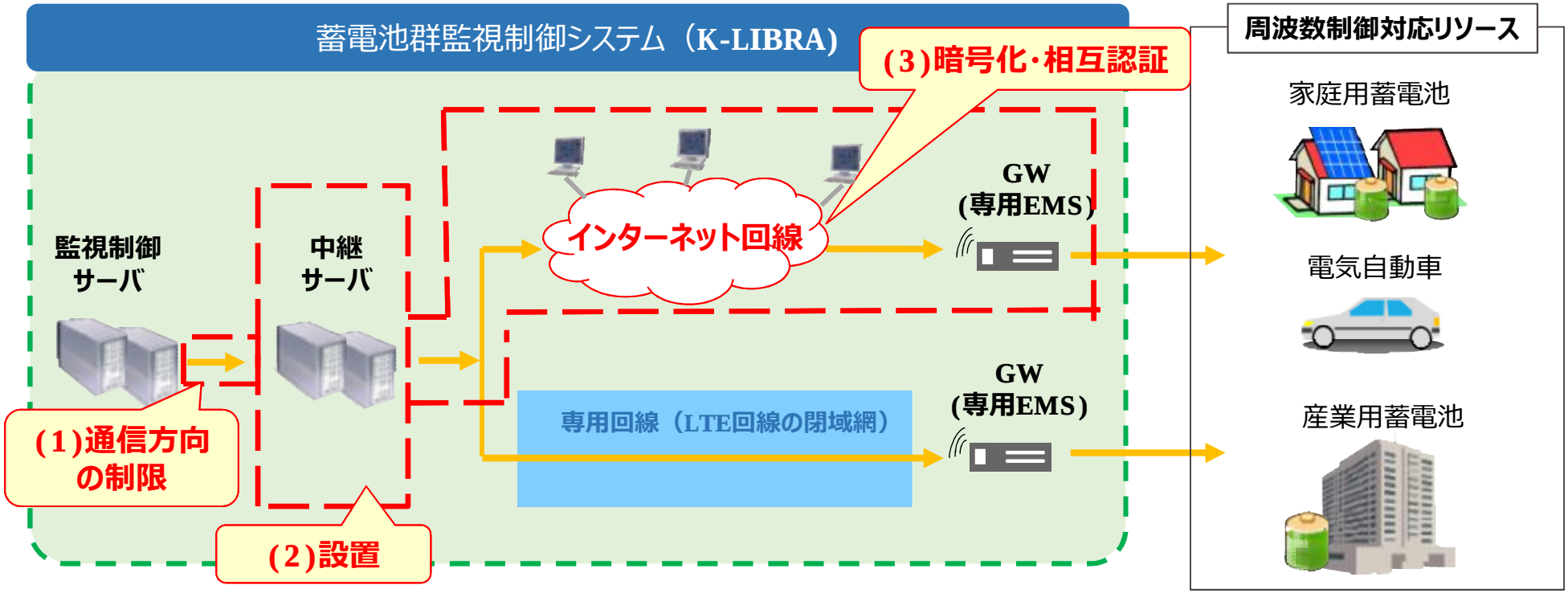
RAシステムのみ

直接制御分のみ

インターネット回線を活用した周波数制御(1/2)

- 一般家庭に広く普及したインターネット回線を活用して、周波数制御を実施できるか確認
- インターネット回線の活用にあたっては、セキュリティ対策の高度化を実装

※セキュリティ要件の検討については、「ERAB※に関するサーバーセキュリティガイドライン」、「制御系システムへの接続に伴うセキュリティ要件」を準拠



No	項目	目的
(1)	通信方向の制限	電力制御システムセキュリティガイドラインにおける「外部ネットワークとの分離」として、外部ネットワーク（インターネット）から制御系システムである中央給電指令所間を分離（間接的な接続）するため。
(2)	中継サーバの設置	
(3)	暗号化	メッセージを第三者に参照されることを防止
	相互認証	なりすましの防止

※：エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス（Energy Resource Aggregation Business）の略。

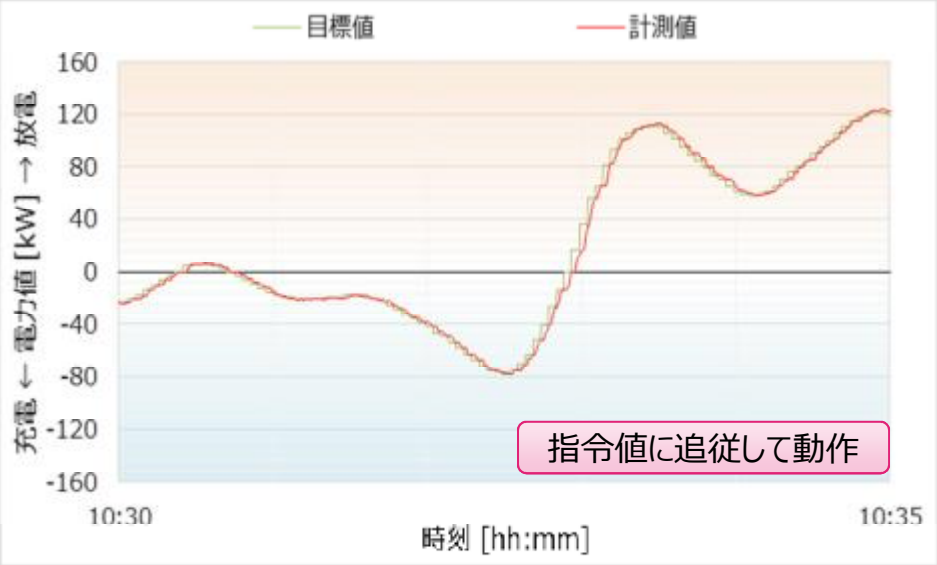
インターネット回線を活用した周波数制御(2/2)

- GF相当制御は自端の周波数偏差に対応して応動するため、インターネット回線の影響を受けない
- LFC制御は、インターネット回線とLTE回線において時間遅れ・制御精度は同等の結果を確認

＜代表ケース(GF相当制御)＞　　＜代表ケース(LFC制御)＞

インターネット

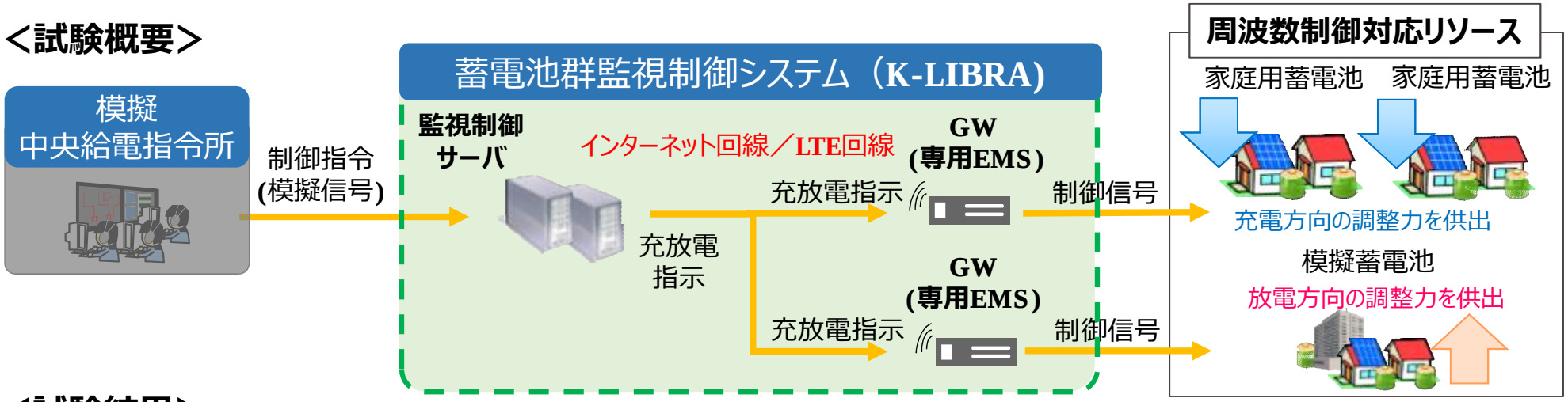
LTE



一般家庭の既設の蓄電池を改造したフィールド試験

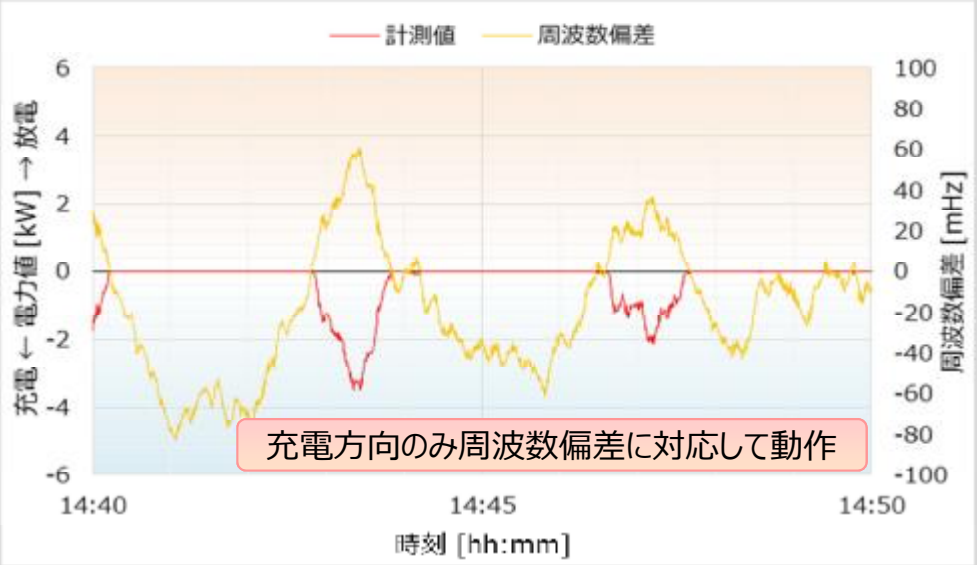
- すでに一般需要家宅に設置された蓄電池を周波数制御に活用可能か確認することが目的
- 周波数制御対応に改造することで、下げ（充電）方向のみの周波数制御（GF相当制御・LFC制御）が実施できることを確認

＜試験概要＞

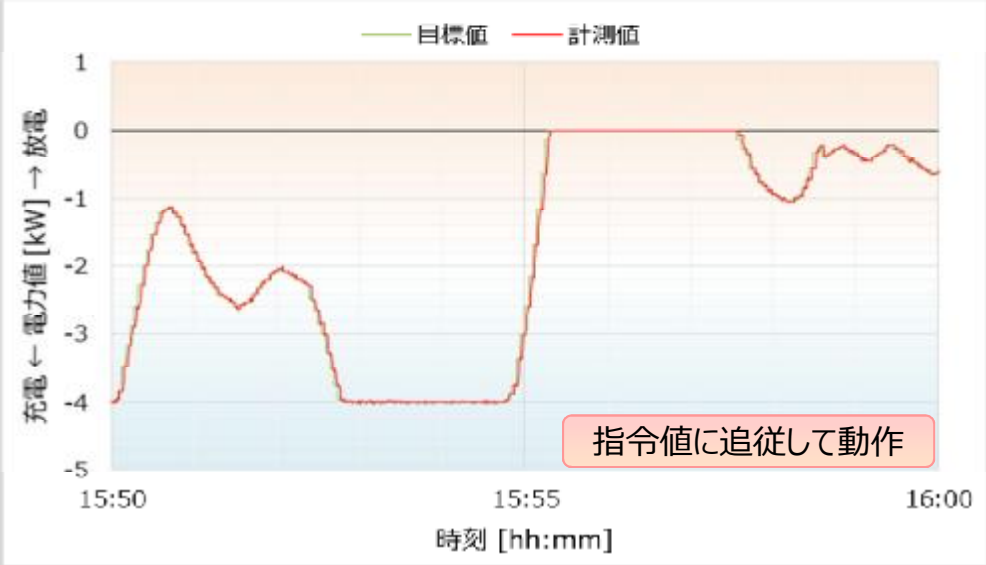


＜試験結果＞

（GF相当制御：LTE回線）



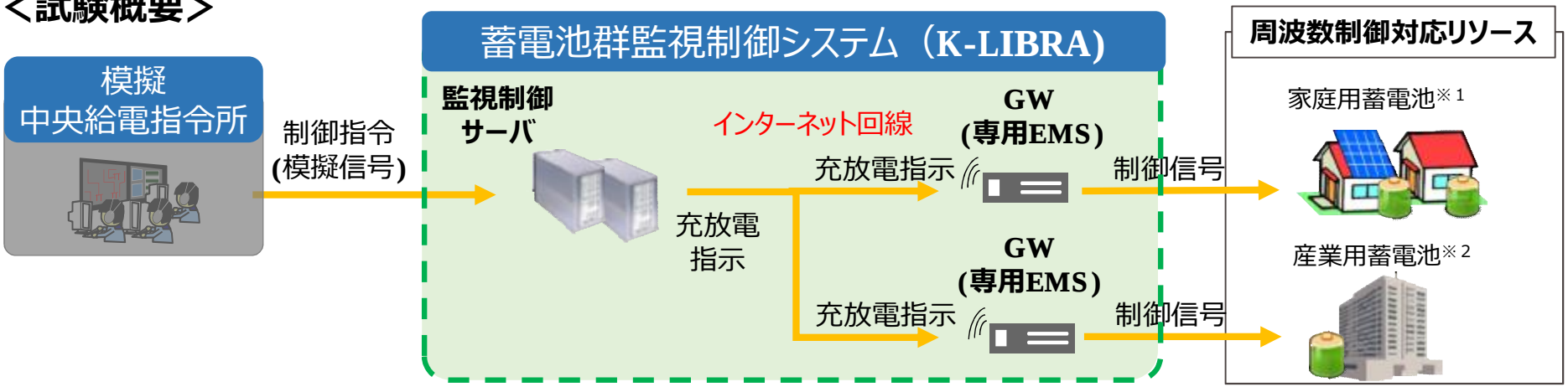
（LFC制御：インターネット回線）



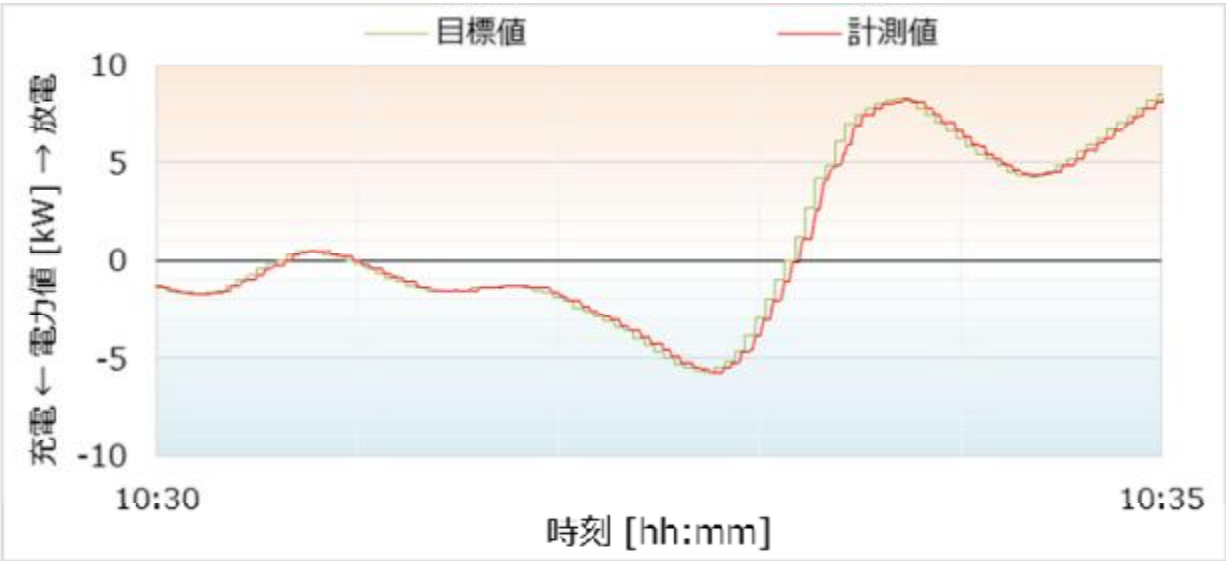
独自検証結果

■独自検証は、より多くのリソースにて秒単位の周波数制御が可能であるか確認することが目的
■独自検証においてもインターネット回線を活用して秒単位の周波数制御が実施できることを確認

＜試験概要＞



＜試験結果　代表ケース(LFC制御)＞

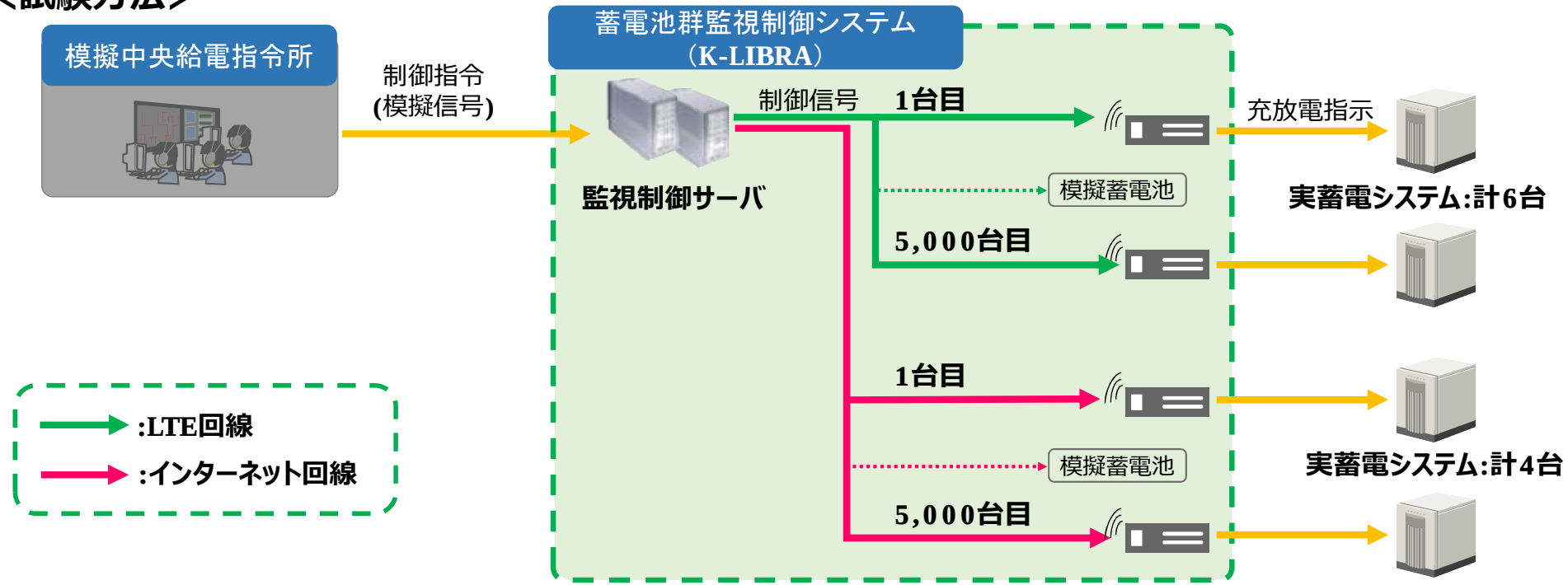


※１：蓄電池メーカーが自社保有するリソースで、パナソニック(株)。
※２：蓄電池メーカーが自社保有するリソースで、山洋電気(株)。

補足:従来機能の確認（1万台の同時制御、発動時間2秒以内）

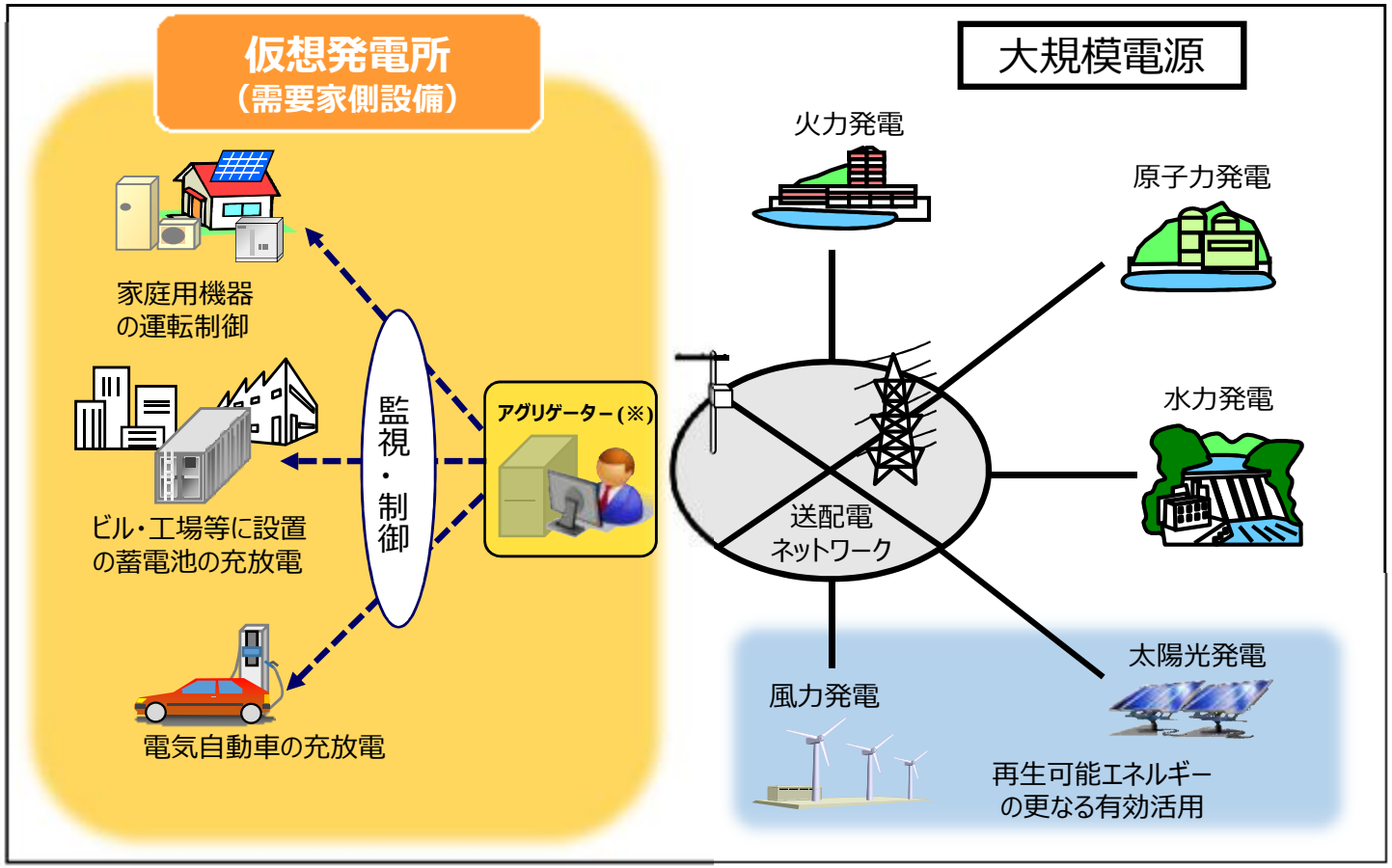
- 高度化したK-LIBRAで、1万台規模の蓄電池を遠隔から秒単位で制御できることを確認
  (LTE回線:5000台、インターネット回線:5000台にて試験)
- 最初の1台目には2秒以内に指令が届くことを確認
- 発動時間：インターネット回線 ≒ LTE回線
  発動時間を（サーバ内での時間）と（通信経路での時間）に分割した場合の比較
  - ・サーバ内：インターネット回線＞LTE回線　※暗号化処理に伴う
  - ・通信経路：インターネット回線＜LTE回線

＜試験方法＞

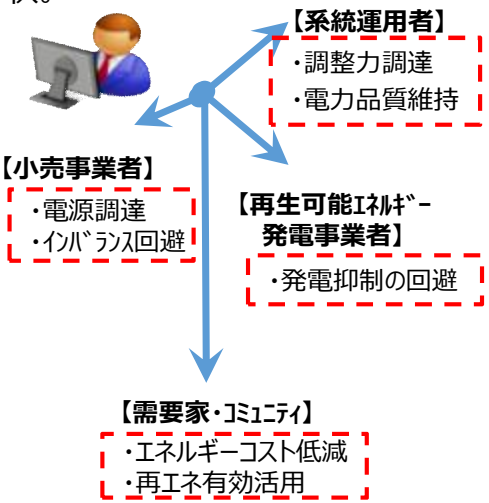


＜参考＞バーチャルパワープラント構築実証とは

ü バーチャルパワープラント（以下、ＶＰＰ）構築実証とは、Ｉｏ Ｔ技術を活用し、電力系統に点在するお客さま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。



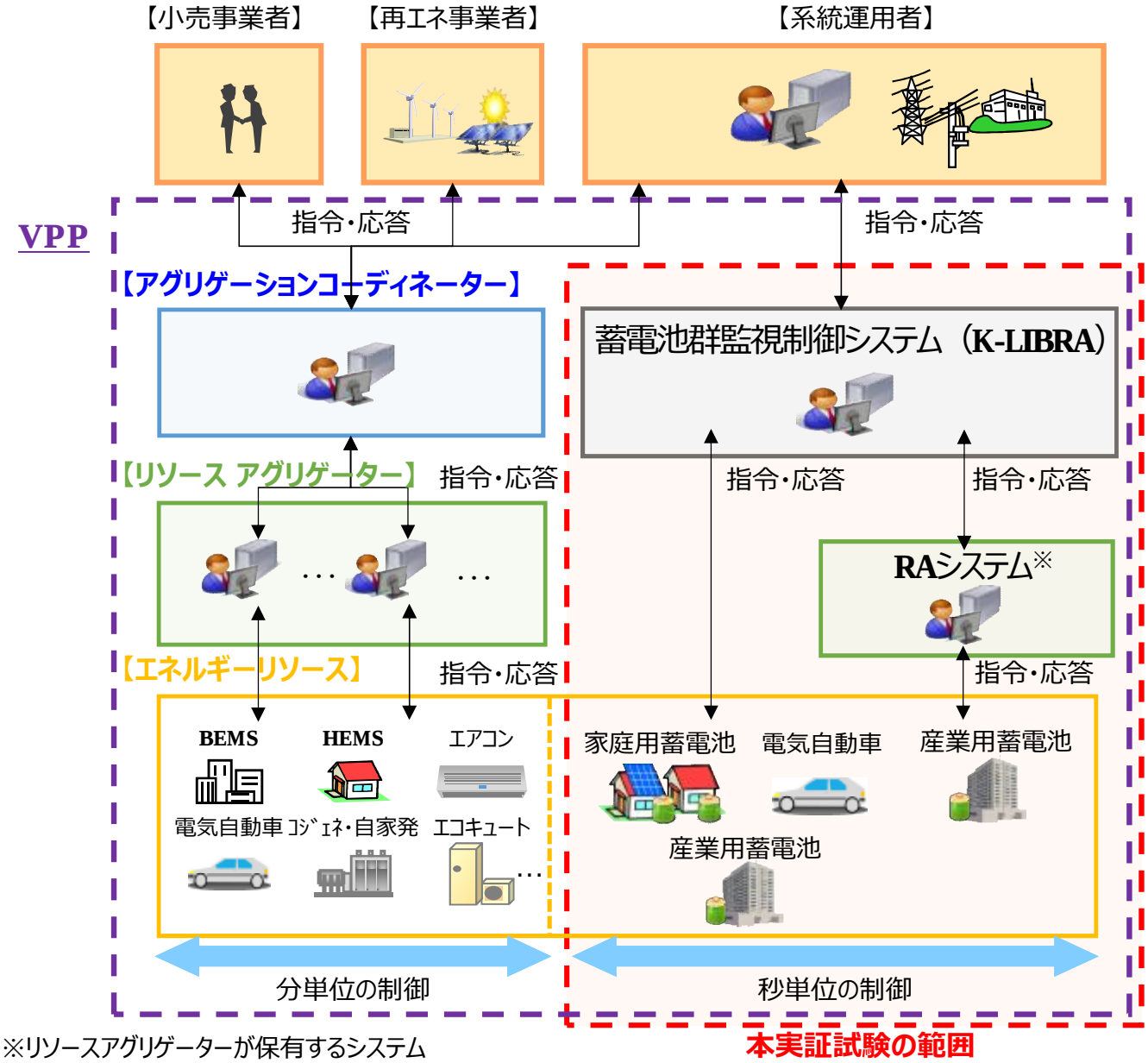
（※）アグリゲーターは、お客さまの設備を遠隔で一括制御し、需要の抑制または創出を行うことで、小売事業者、系統運用者、再生可能エネルギー発電事業者、需要家・コミュニティ等に対して、多様なサービスを提供。



＜参考＞ＶＰＰ構築実証事業全体における実証試験の位置づけ

○ 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》



※リソースアグリゲーターが保有するシステム

○関西電力グループは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。

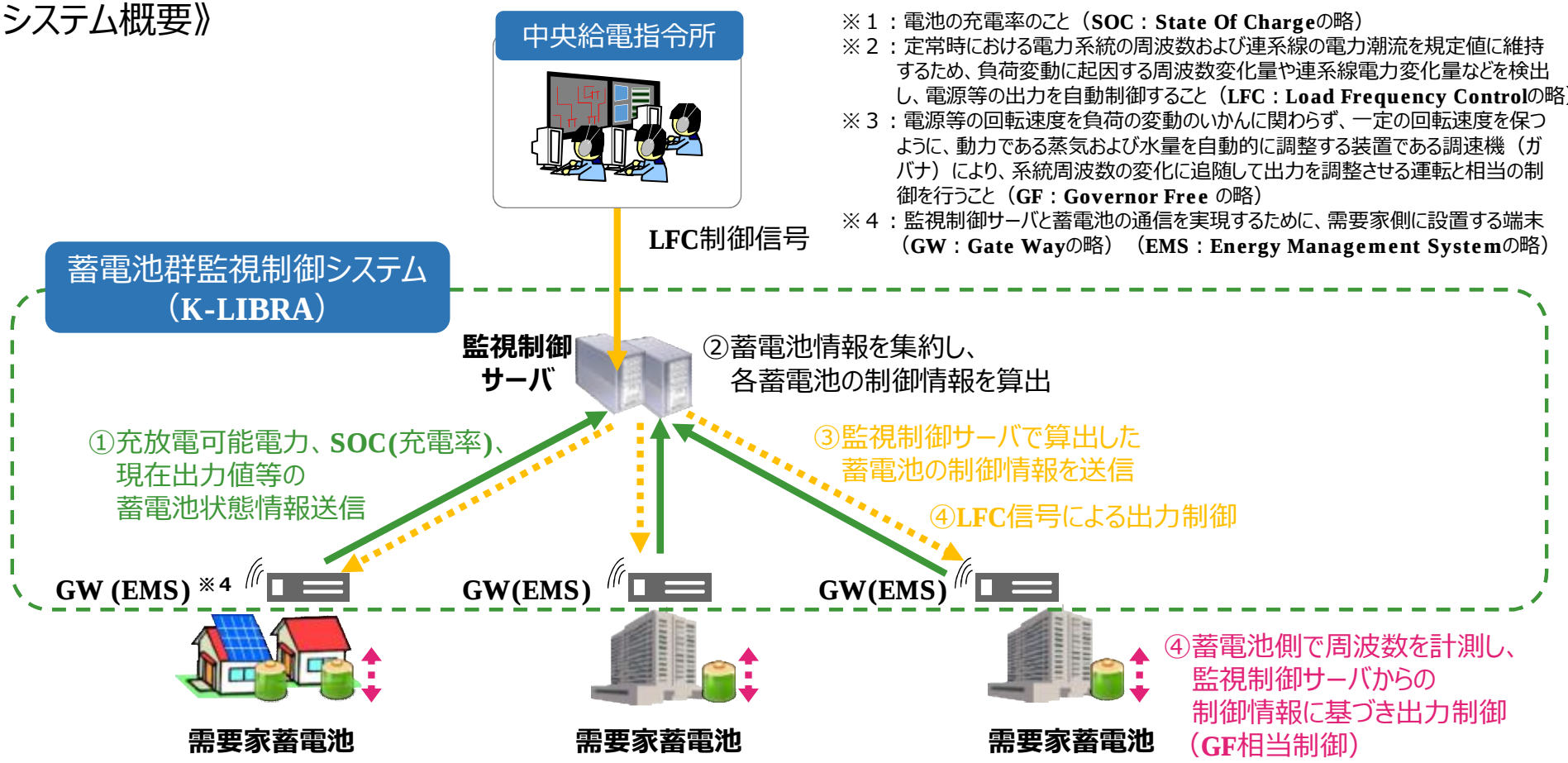
○本実証試験では、電力系統における周期の短い負荷変動に合わせて需要家蓄電池を即時充放電させる。
そのため、秒単位での充放電制御を実証する。

○今年度はリソースアグリゲーターが保有するシステムとの連携やインターネット回線を活用した周波数制御の実証を行う。

＜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※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出力制御を実施

《システム概要》



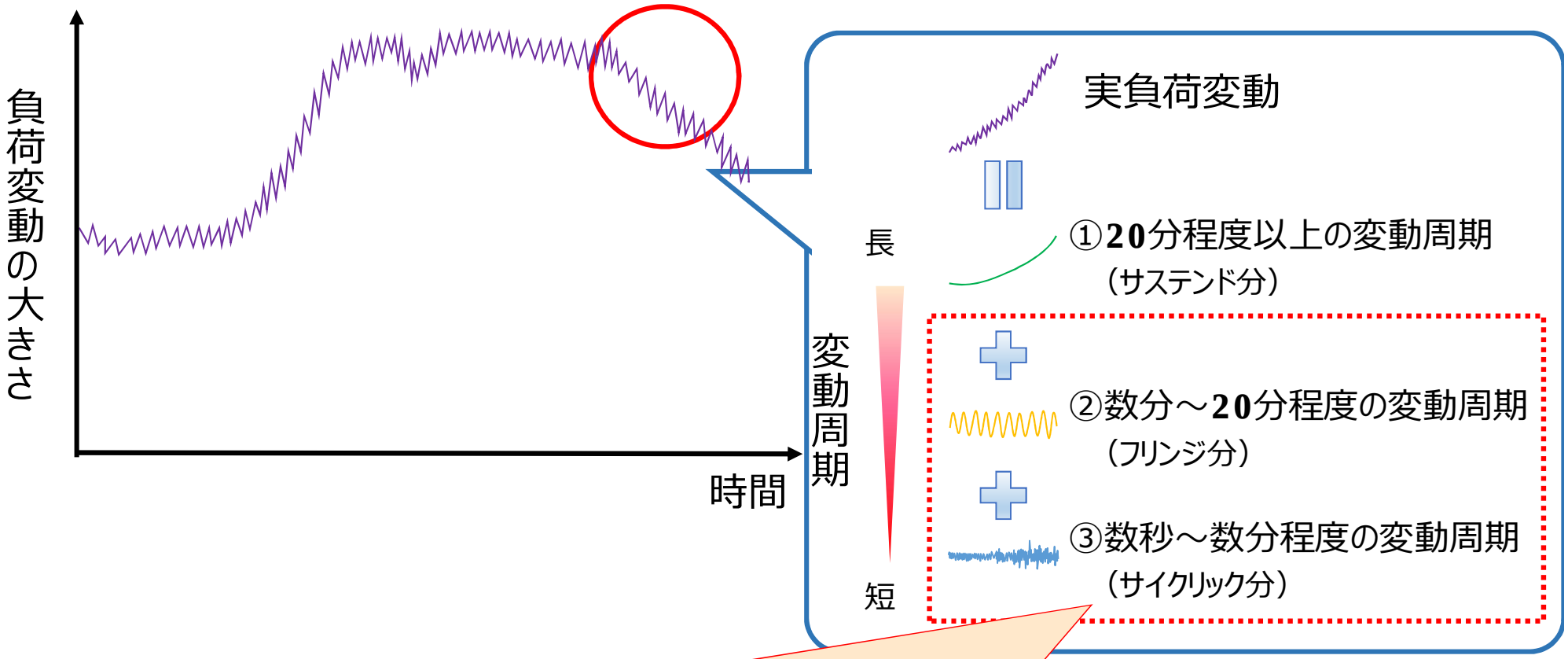
※１：電池の充電率のこと（SOC：State Of Chargeの略）
※２：定常時における電力系統の周波数および連系線の電力潮流を規定値に維持するため、負荷変動に起因する周波数変化量や連系線電力変化量などを検出し、電源等の出力を自動制御すること（LFC：Load Frequency Controlの略）
※３：電源等の回転速度を負荷の変動のいかんに関わらず、一定の回転速度を保つように、動力である蒸気および水量を自動的に調整する装置である調速機（ガバナ）により、系統周波数の変化に追随して出力を調整させる運転と相当の制御を行うこと（GF：Governor Free の略）
※４：監視制御サーバと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（GW：Gate Wayの略）（EMS：Energy Management Systemの略）

＜参考＞周波数制御のイメージ

《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＞関西電力送配電※のＶＰＰに係るこれまでの主な取組み実績（１／２）

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	ＶＰＰ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系統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、ＶＰＰの事業化を見据えた実証を行う。	2019.5.31	システムの高度化で構築した機能を実証で確認

＜参考＞関西電力送配電※のＶＰＰに係るこれまでの主な取組み実績（２／２）

No.	実証時期	件名	関連企業	概要	公表日	その後の進捗（成果）
6	2019.12 ～ 2020.1	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) 他９社	・メーカーの異なる８台の蓄電池においても制御可能なのか、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 ・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	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。
7	2020.5 ～ 2021.2	令和２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	関西電力送配電(株) 関西電力(株)	・２０２０年度は、リソースアグリゲーターとの連携や、インターネット回線を活用した周波数制御技術(セキュリティ対策を含む)の確立に向け取組みを実施。	2020. 6.1	システムの高度化で構築した機能を実証で確認
8	2020.12 ～ 2021.1	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実施について	関西電力送配電(株) 他１４社	・将来の再生可能エネルギーのさらなる普及拡大を見据え、リソースアグリゲーターの保有する複数の蓄電池を一括制御するためのシステム（以下、ＲＡシステム）の活用や、一般家庭などで使用されているインターネット回線を使用した周波数制御技術の確立に向けた実証試験を実施。	2020. 11.30	リソースアグリゲーターシステムを経由した周波数制御、インターネット回線を活用した周波数制御を実証で確認。

※2020年３月以前は、関西電力（送配電カンパニー）として発表。