

蓄電池裝置輸出之頻率控制技術實驗及其驗證成果

2020年3月25日

關西電力株式會社

ELIYI Power株式會社

株式會社三社電機製作所

山洋電氣株式會社

住友電氣工業株式會社

株式會社DAIHEN

Nichicon株式會社

株式會社日本BENEX

富士電機株式會社

株式會社YAMABISHI

台達電子日本分公司

Panasonic株式會社

於2019年12月2日至2020年1月31日間，包含關西電力株式會社（以下簡稱（「關西電力」）的10家公司※1，對採用蓄電池作儲能之各式家庭與產業用設備，進行了一項可根據電力系統中所發生之短暫負載變動，及時控制設備充放電行為之驗證實驗。

本驗證實驗在獲得日本經濟產業省資源能源廳之補助業務「2019年度：利用電力用戶端能源建構虛擬電廠之驗證事業補助金※2」下進行。為了能夠同時控制關西電力與日本電氣株式會社（NEC）合作構建的蓄電池，採用了蓄電池群監視控制系統「K-LIBRA※3」，驗證即使採用不同廠牌的蓄電池之電池群亦能在遠端以秒為單位來進行集體控制。

另外，亦進行了「K-LIBRA」新功能之驗證。

由實驗結果（如下）中確認到預期之成效。

- ① 驗證不同廠牌的多個蓄電池能夠依據「K-LIBRA」之指令針對以秒單位變動之負載採取相對應之充放電行為控制。
- ② 此控制技術為了不妨礙電力用戶端本來的電力管理功能，把蓄電池的電力輸出按照目的切分為「頻率控制」和「電力管理」，分別對其進行調控。該項技術首次在日本國內得到驗證。
- ③ 藉由在「K-LIBRA」中新安裝之功能「依照電力用戶端蓄電池使用狀況進行頻率控制之程度調節」，可用之調節能力與去年之成果相比增加了四倍，令蓄電池可得到最大程度之利用。
- ④ 當欲執行頻率控制之某些蓄電池處於無法通訊狀態時，隨即下達指令要求其他通訊正常之空閒蓄電池配合輸出，以達成頻率控制要求之功能獲得驗證。

此外，雖然並未在補助範圍內，但在台達電子日本分公司、Panasonic等協助下，同時進行了追加2台蓄電池及1台EV充放電器之驗證，並得到相同之結果。

關西電力在2020年度以後亦會繼續致力於建立利用諸如蓄電池和電動汽車等能

源的頻率控制之實用技術。通過提供安全穩定的電力供應並擴大可再生能源的使用，為實現低碳社會做出貢獻。

以 上

※ 1 關西電力株式會社, ELIIY Power株式會社 ,株式會社三社電機製作所, 山洋電氣株式會社, 住友電氣工業株式會社, 株式會社DAIHEN, Nichicon株式會社, 株式會社日本BENEX, 富士電機株式會社, 株式會社YAMABISHI等10家公司。

※ 2 來自經濟產業省資源能源廳建構虛擬電廠試驗事業之經費。

※ 3 Kansai electric power company' s Liberty to manage the power grid Integrated Batteries and energy Resource Aggregator(s)的簡稱。

附錄：蓄電池裝置輸出之頻率控制技術實驗及其驗證成果

蓄電池裝置輸出之頻率控制技術實驗及其驗證成果

2020年3月25日

(1) 蓄電池裝置輸出之頻率控制技術之驗證結果

概要

名稱：電力用戶端『以下簡稱用戶端』蓄電池裝置（家庭用蓄電池及產業用蓄電池）輸出之頻率控制技術之驗證

測試期間：2019年12月2日至2020年1月31日

實 施 者：關西電力、ELIYU Power、三社電機製作所、山洋電氣、住友電氣工業

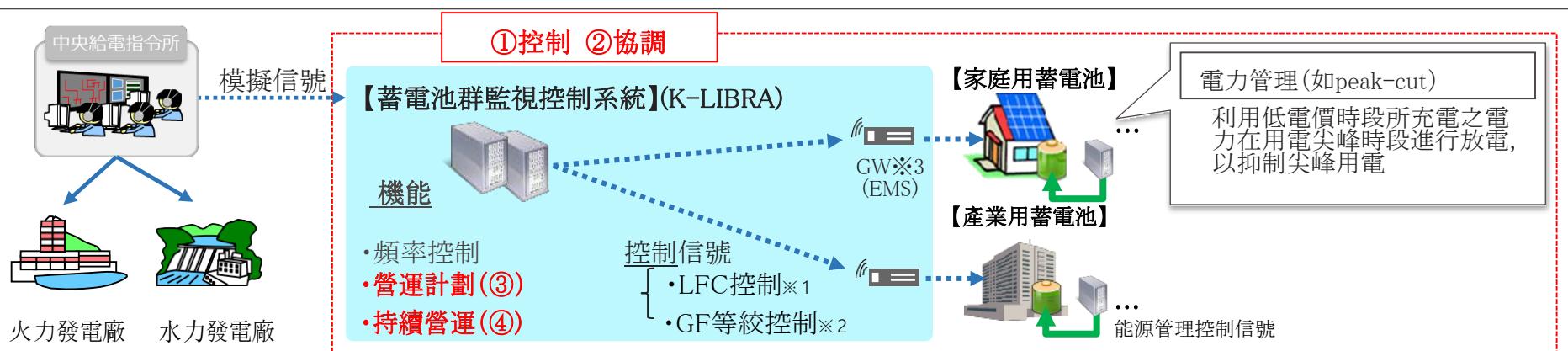
DAIHEN, Nichicon, 日本BENEX, 富士電機, YAMABISHI

實驗項目：① 對於採用不同廠牌之用戶端蓄電池群之動作響應評估

② 同時操控電力管理(例如peak-cut)與頻率控制功能之實地驗證

③ 依據用戶端蓄電池使用狀況進行運行計畫之功能驗證

④ 當部分用戶端蓄電池發生通訊異常時，頻率控制功能依舊能夠如預期運作之檢測。



※ 1 : (簡稱為Load Frequency Control) 為維持電力系統頻率以及電網之電力潮流在既定範圍，由中央配電調整所發送控制輸出電力之指令給監控伺服器再轉送給各蓄電池執行指令動作。

※2：(簡稱為 Governor Free) 以蓄電池所量測之頻率，配合監控伺服器要求進行輸出控制。

*3：(簡稱為Gate Way)為實現監控子母機與蓄電池間之通訊，在用戶端所架設之終端裝置，稱之為EMS (Energy Management System)。

結果

- 確認到能對不限定廠牌之蓄電池由遠端進行秒單位之控制，且其內建之測量功能與外部測量裝置性能相當 (①)
 - 在已進行電力管理的狀態下，依舊能夠運行由遠端以秒單位所下達之控制 (②)
 - 此控制技術為了不妨礙電力用戶端本來的電力管理功能，把蓄電池的電力輸出按照目的切分為「頻率控制」和「電力管理」，分別對其進行調控。該項技術首次在日本國內得到驗證 (②)
 - 依據電力用戶端的電力管理蓄電池曲線進行控制，以增加頻率控制可調節之範圍 (③)
 - 確認到當發生與蓄電池間之通訊異常而導致頻率控制之輸出不足時，能夠調派其他蓄電池以補不足 (④)

⇒今後將會繼續朝向建立快速且同時控制大量儲能設備之技術並令其實用化之目標邁進。

實證檢驗結果(1/4) 對使用不同廠牌蓄電池之電池群之動作響應評估

① 用以確認採用不同廠牌蓄電池時蓄電池群之動作響應評估

(評估值：「蓄電池系統之內建量測功能」及「高精度外部測量器」之測量值)

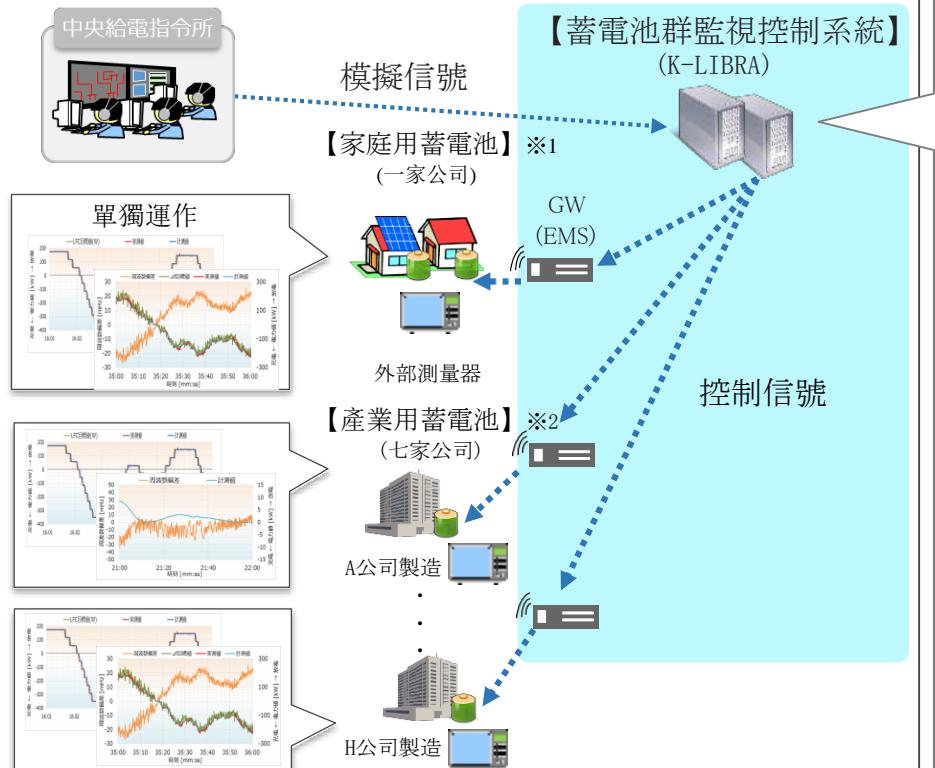
- 確認不會因為蓄電池之品牌不同，而影響以頻率控制進行下述動作：

依據K-LIBRA指令所執行之LFC運作、依據蓄電池端頻率偏差所運行之GF等級運作：

- 確認「蓄電池系統之內建量測功能」能得到等校於「高精度外部測量器」之測量結果

《證實結果》

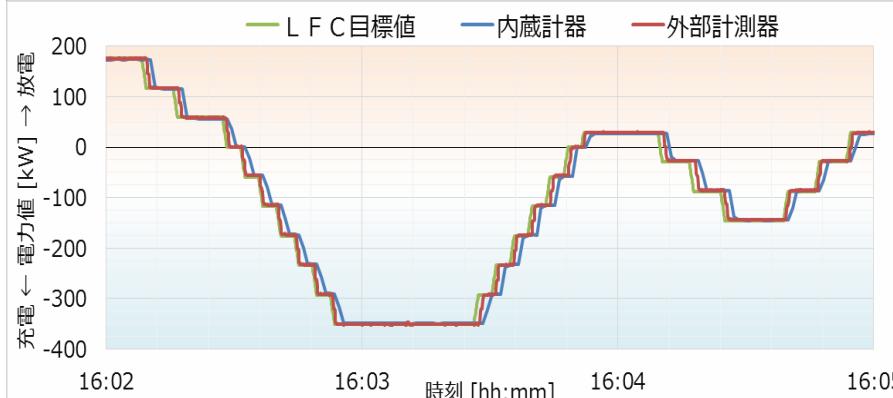
【驗證概要】



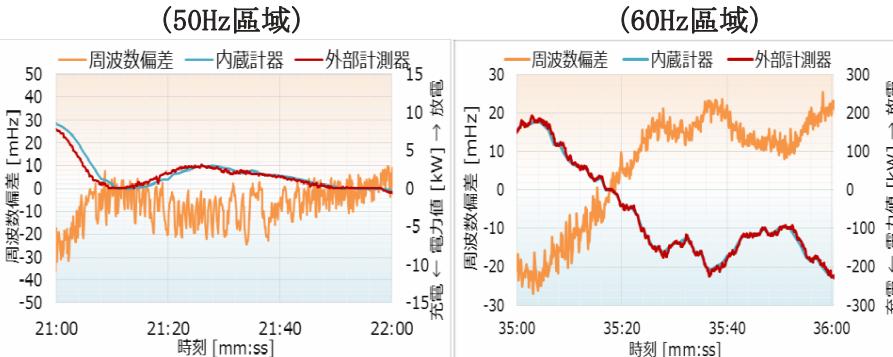
若能由遠端對蓄電池以秒單位進行充放電之操作，
便繼續驗證是否可對不同廠牌之蓄電池進行控制

【確認整體運作】

- LFC控制：確認依據K-LIBRA指令所產生之輸出電力



- Δf 控制：確認用以抵消頻率偏差之輸出變動



即使內含不同廠牌，依舊能對眾多之蓄電池進行控制

※1 : ELIIY Power株式會社

※2 : 株式會社三社電機製作所, 山洋電氣株式會社, 住友電氣工業株式會社, 株式會社DAIHEN, Nichicon株式會社, 富士電氣株式會社(株式會社日本BENEX持有的蓄電池), 株式會社YAMABISHI

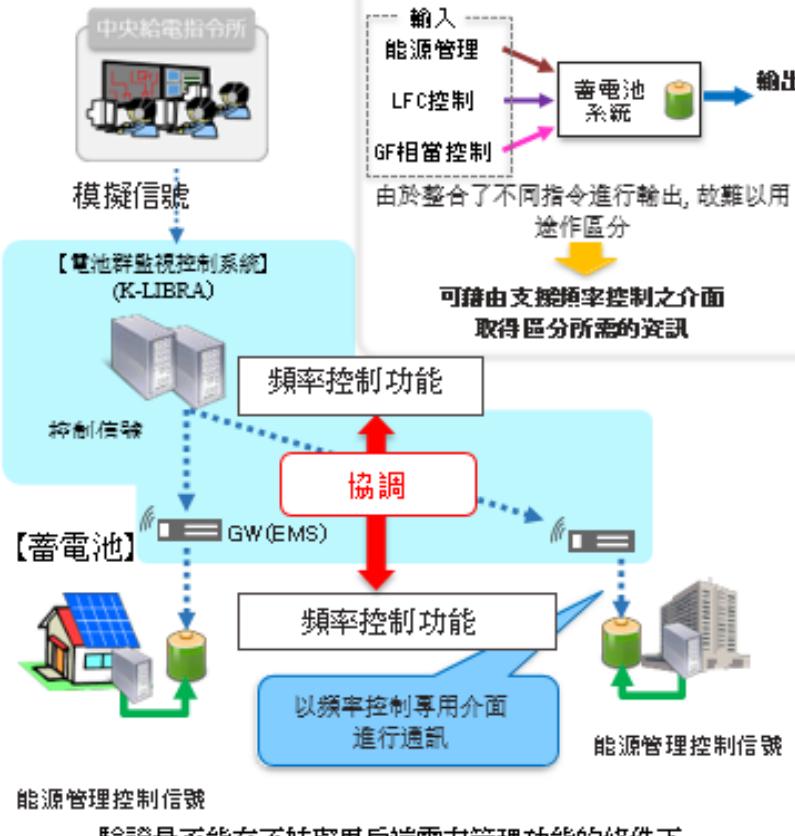
② 同時操控電力管理及頻率控制(例如peak-cut)功能之實地驗證

■在實施電力管理的狀態下，確認能同時對K-LIBRA所下達之指令進行LFC動作，
以及對蓄電池端之頻率偏差進行相對應之GF等級動作

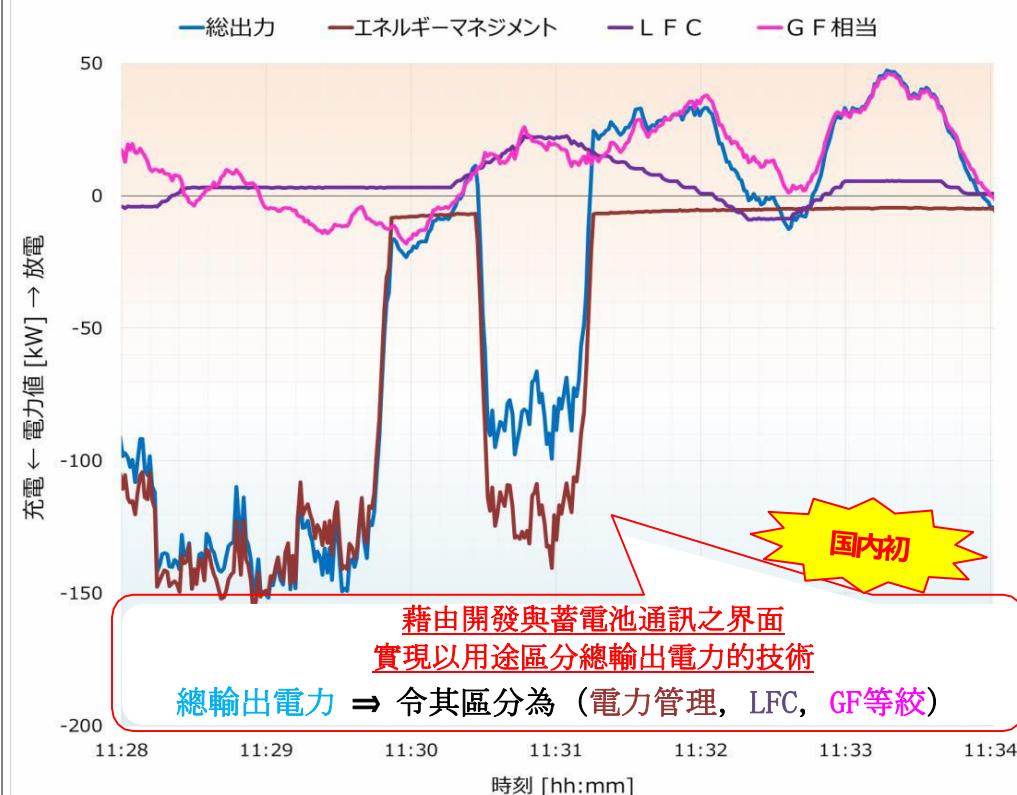
■在日本國內首次實現把蓄電池之電力輸出按照目的切分為「頻率控制」和「電力管理」並對其分別調控之技術

《證實結果》

【驗證概要】



【整體運作之確認】



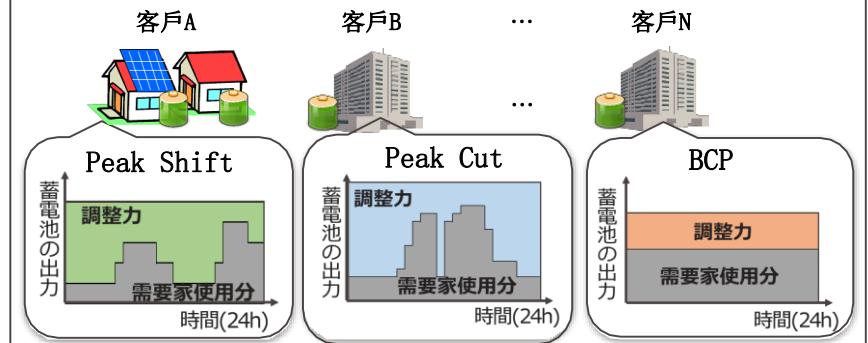
藉由支援頻率控制之通訊介面，
令頻率控制功能與各種蓄電池應用之共存得以實現

③依據用戶端蓄電池使用狀況進行運行計畫之功能驗證

確認若依照用戶端電池管理 (peak-cut & peak-shift 等) 之特性曲線進行頻率控制程度節，
並可增加之年商山而位之調節能力。

《證實結果》

【驗證概要】



作為蓄電池群的調整能力
今年度

(參考) 去年度
將所有時段中可用於頻率控制的最
小值作為蓄電池每次之累計值



由於用戶端蓄電池之使用情況並非一致，根據蓄電池之操
作曲線，以能夠得到最高效率之方式訂定用戶端調節能
力之運作計畫進行驗證

*依據用戶端蓄電池以頻率控制所可能提供之輸出電力總值，令頻率控制在
一天內之調節能力達到最大化

【使用功能的計劃】（模擬）

需要家 A	需要家 B	需要家 C
需要家 D	需要家 E	需要家 F
需要家 G	需要家 H	需要家 I
需要家 J	入札可能出力	昨年度の入札可能出力

1600

1200

800

400

0

今年度
(約增加4倍)

去年度

時間 [24 h]

可以根據供需市場的需求，
從一周前開始就製定有效的調整計劃

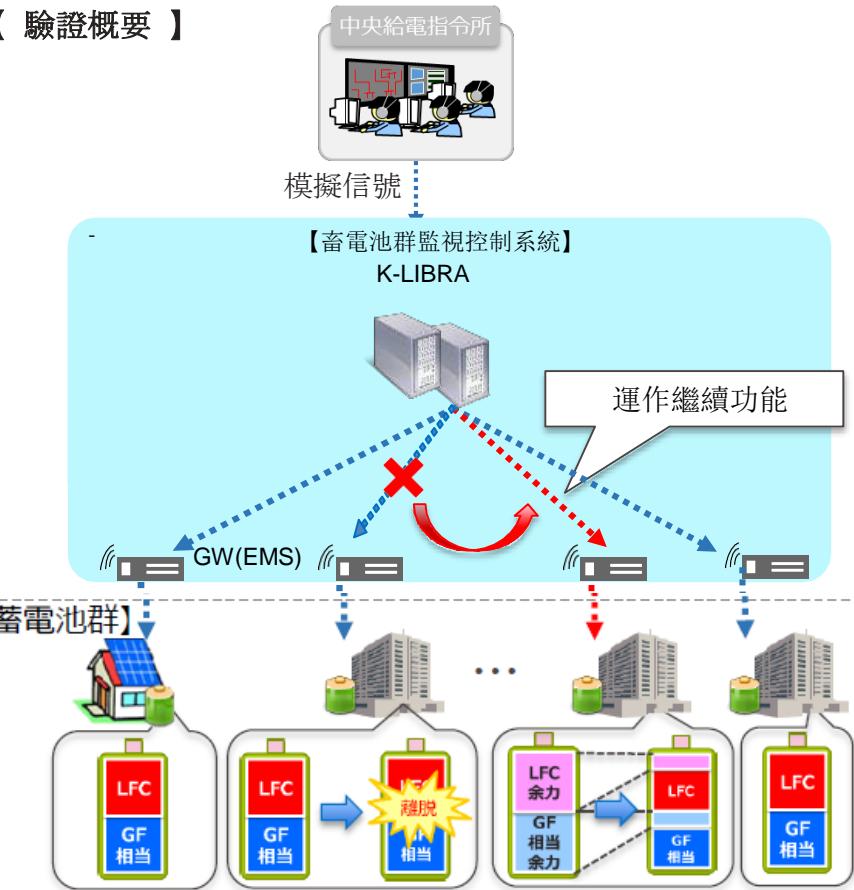
④當部分用戶端蓄電池發生通訊異常時，頻率控制依舊能夠如預期運作之功能檢測

確認當發生因與蓄電池間通訊異常或蓄電池本體故障，而導致作為頻率控制用之輸出電力不足時，

系統仍能繼續運作並依循指令值進行頻率調節。

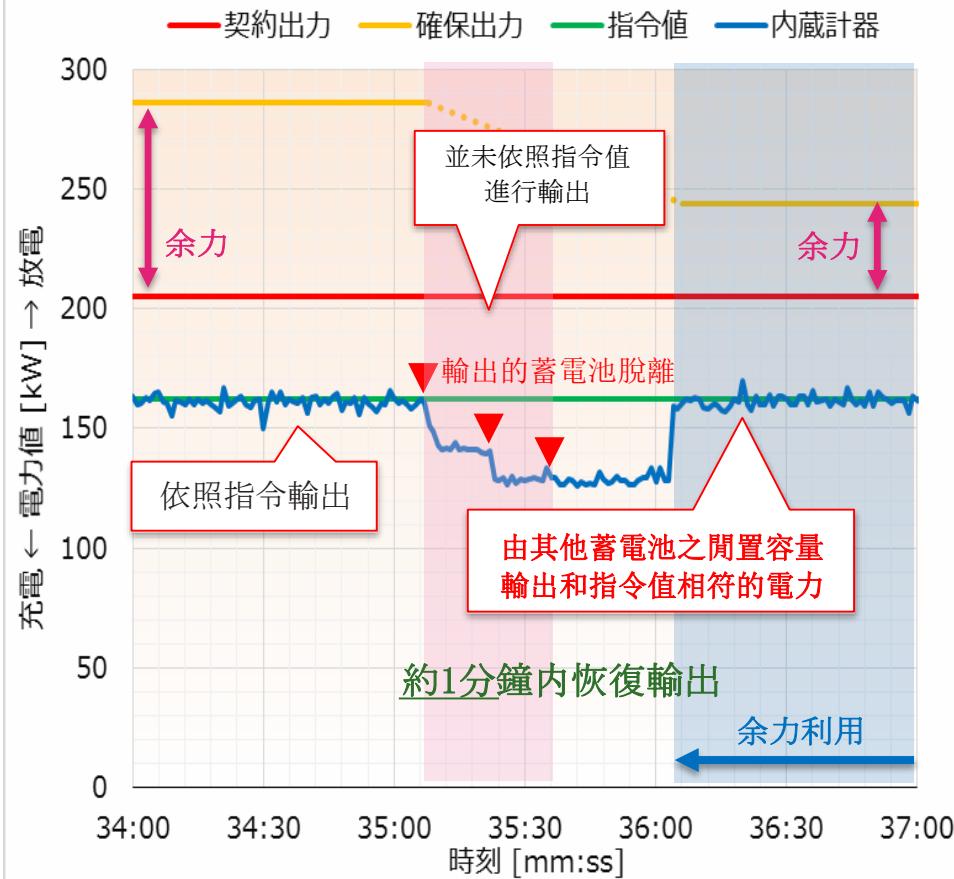
《證實結果》

【驗證概要】



若無法與某些蓄電池傳達信號之情況下
「K-LIBRA」立即指令他蓄電池
持續營運功能之檢測

【營運功能之檢測】



能夠持續且平穩地調節輸出、
始終能夠滿足供需調節市場需求之可能性

(2) 自行驗證之成效

自行驗證之蓋要與成果

定位

為進一步拓展資源而目的，在檢討「K-LIBRA」蓄電池群監控系統的汎用性，台達電子日本分公司、Panasonic等公司的合作下，追加2台蓄電池，1台EV之後獨立檢測

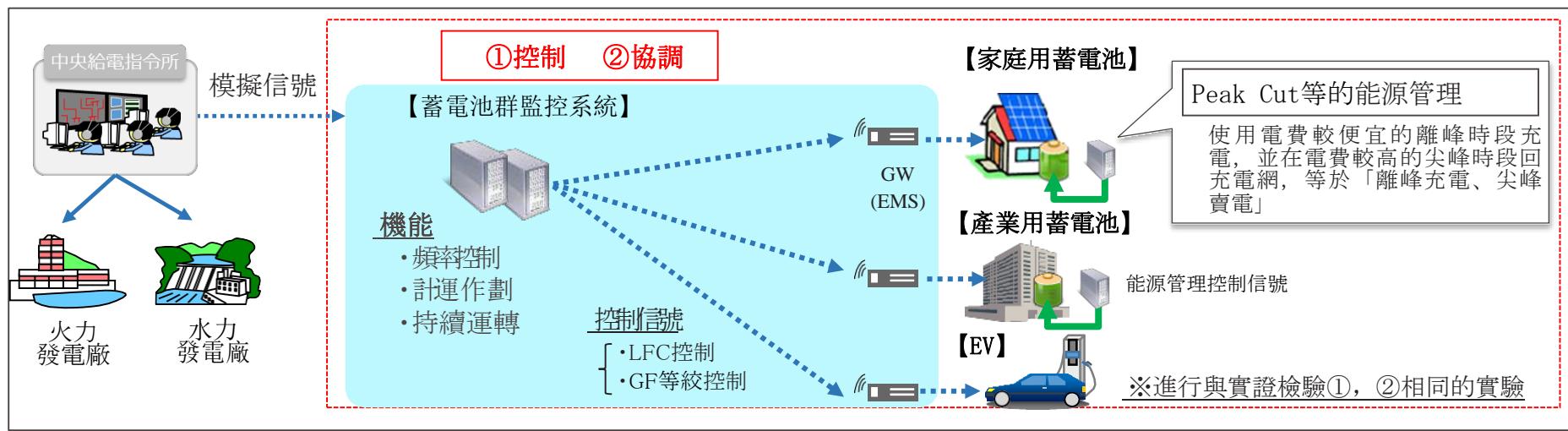
概要

名稱：自行驗證蓄電池群監控系統「K-LIBRA」，以進一步擴展及確保資源

測試期間：2019年12月2日至2020年1月31日

實施者：關西電力、台達電子日本分公司、Panasonic等

實驗項目：
 ①採用不同廠牌的資源（家用蓄電池、電動車）之動作響應評估
 ②能量管理（如peak-cut）與頻率控制功能之同時運作之實機驗證



結果

- 電動車與家用蓄電池對頻率控制功能之動作響應驗證 (①)
- 即便在已實施電力監控之狀態下，依然能由遠端進行秒單位之輸出控制之功能驗證 (②)

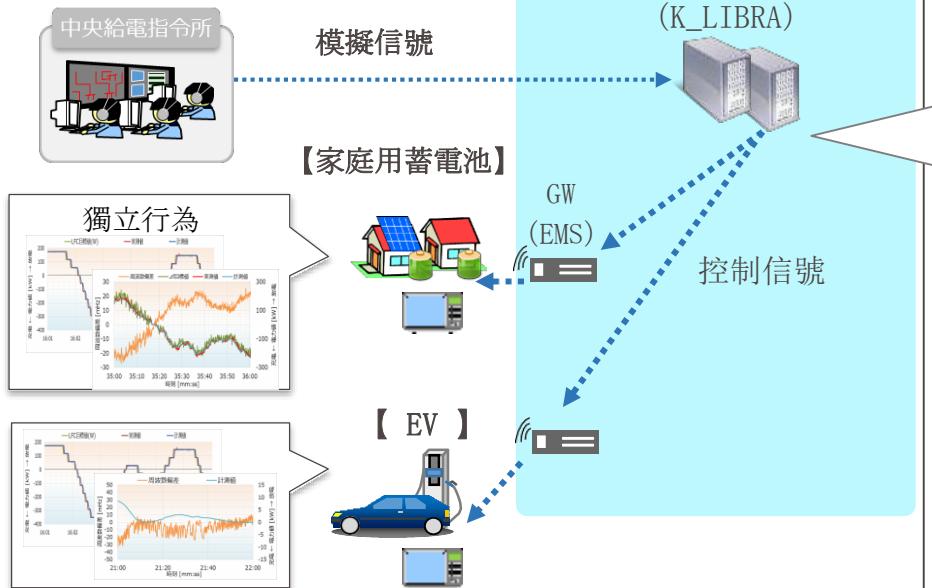
① 蓄電池群內含不同廠牌資源(蓄電池&電動車)時之動作響應評估

■ 確認家用蓄電池和電動車可達成以下動作要求：

依據K-LIBRA指令所執行之LFC運作、依據蓄電池端頻率偏差所運行之GF等絞運作

《證實結果(EV及家庭用蓄電池)》

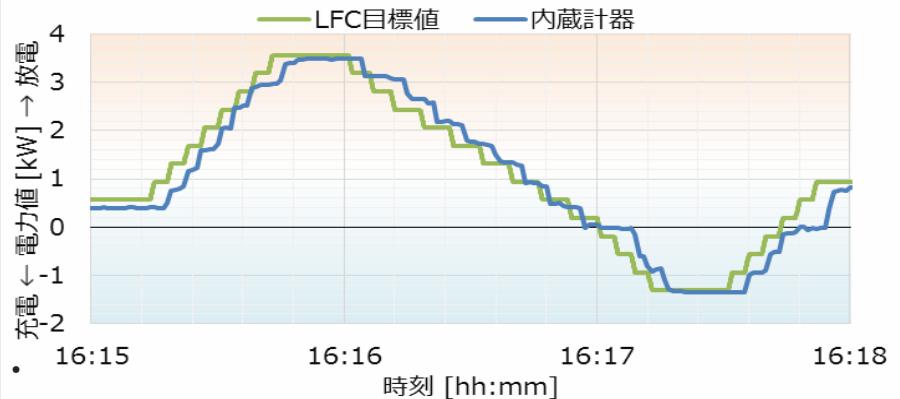
【證實概要】



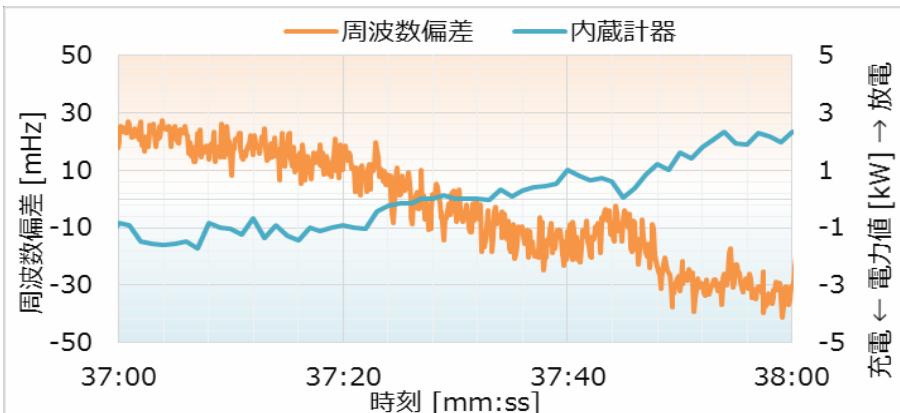
若能夠在遠端以秒單位對蓄電池&電動車進行充放電之操作，便進行動作響應之驗證

【確認整體運作】

• LFC控制



• GF等絞控制



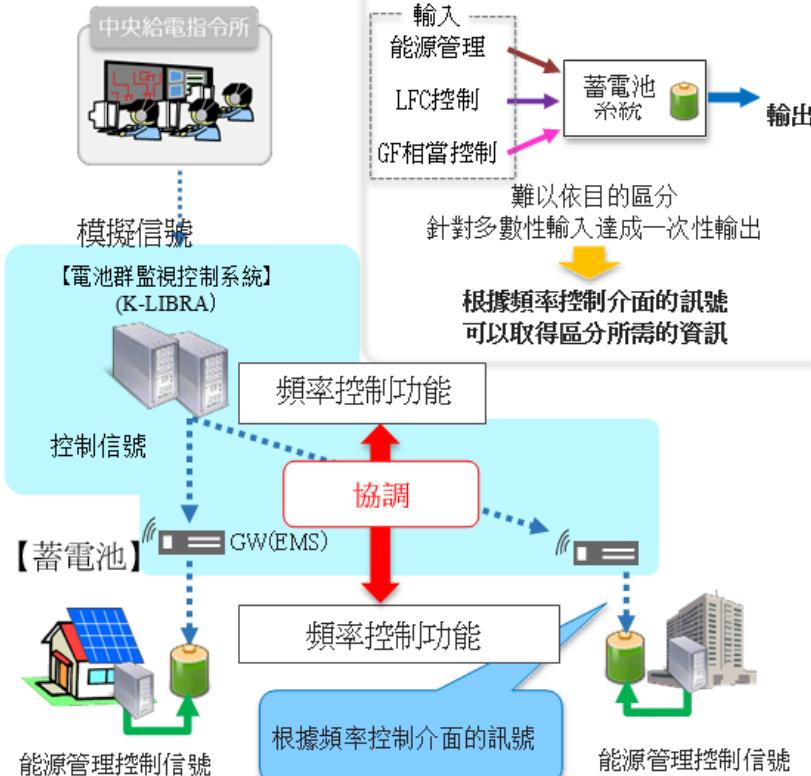
藉由家用蓄電池和EV充放電器，擴展可對應頻率控制之資源選項

②Peak-Cut等的同時進行能源管理及頻率控制的多用功能的現場驗證

■ 在實施能源管理的情況下，確保能夠同時控制應對K-LIBRA指令LFC運作及GF等絞的對應蓄電池端的頻率控制等的偏差運作。

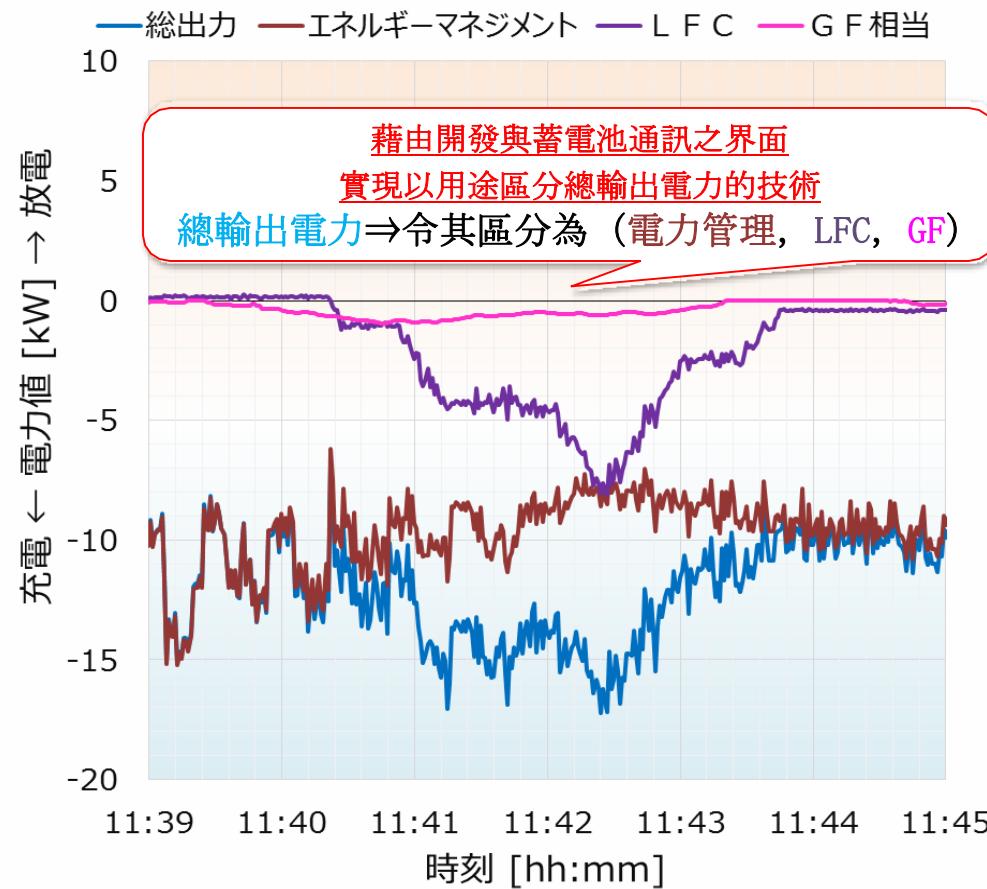
《實證結果（家庭用蓄電池與產業用蓄電池）》

【驗證概要】

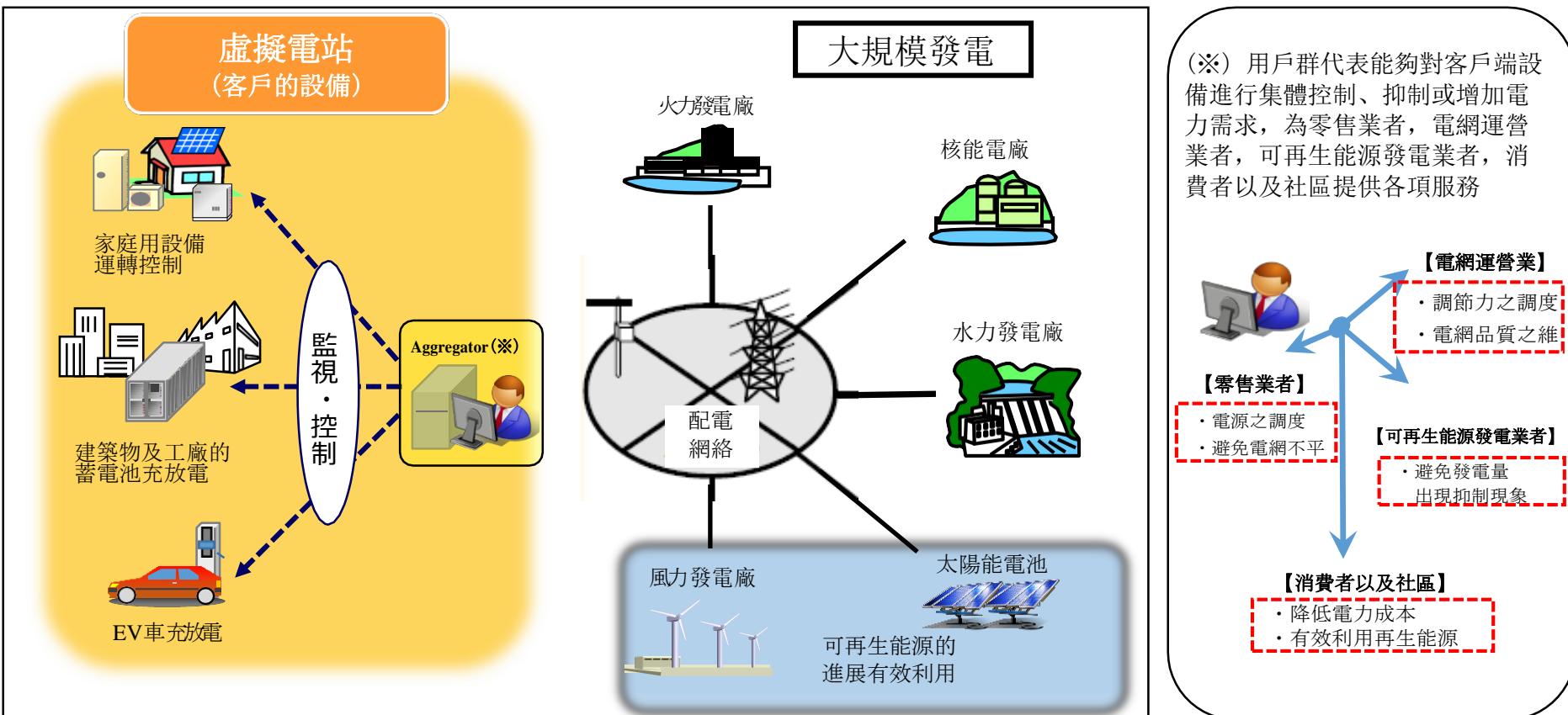


不妨礙消費者的能源管理；
由「K-LIBRA」向蓄電池發出頻率控制指令，
檢測是否可同時控制；

【確認整體運作】

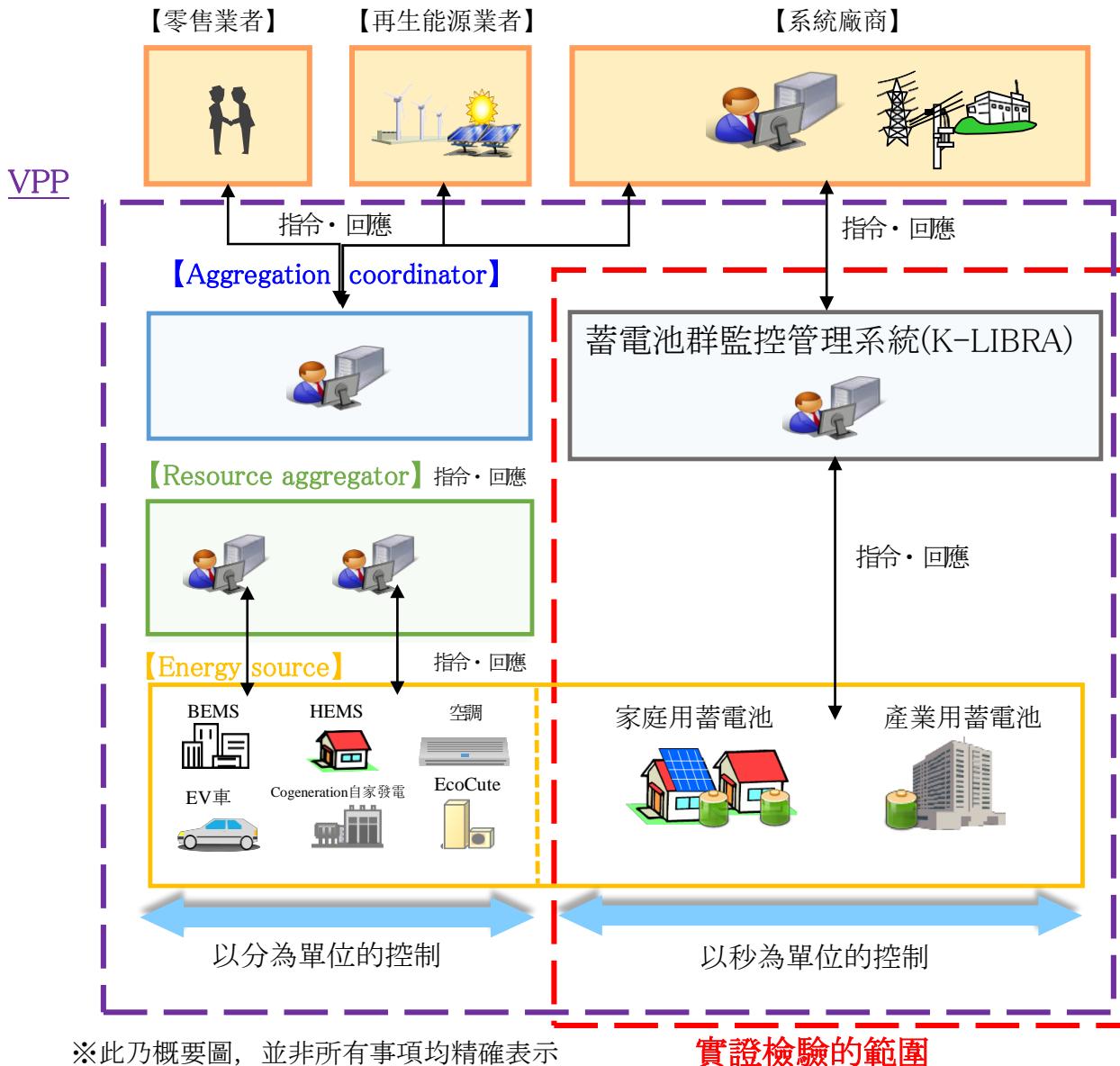


✓ 虛擬電廠（以下簡稱VPP）之建構乃是透過IoT技術，統轄分散在電力系統中之用戶端設備，並靈活調配用戶端設備所能提供之電力。目標為令其能具備如同一座發電廠（虛擬發電廠）般之運作能力。



〈參考〉此驗證實驗對整體虛擬電廠建構之意義

○ 參與驗證：有效利用用戶端儲能裝置以建構虛擬電廠之驗證 《VPP建構檢驗事業全貌》



○弊社於2016年度開始進行以各種儲能設備建構虛擬電廠。並以此成果驗證以其提供穩定電力之可行性，並嘗試提供全新的虛擬電廠服務。

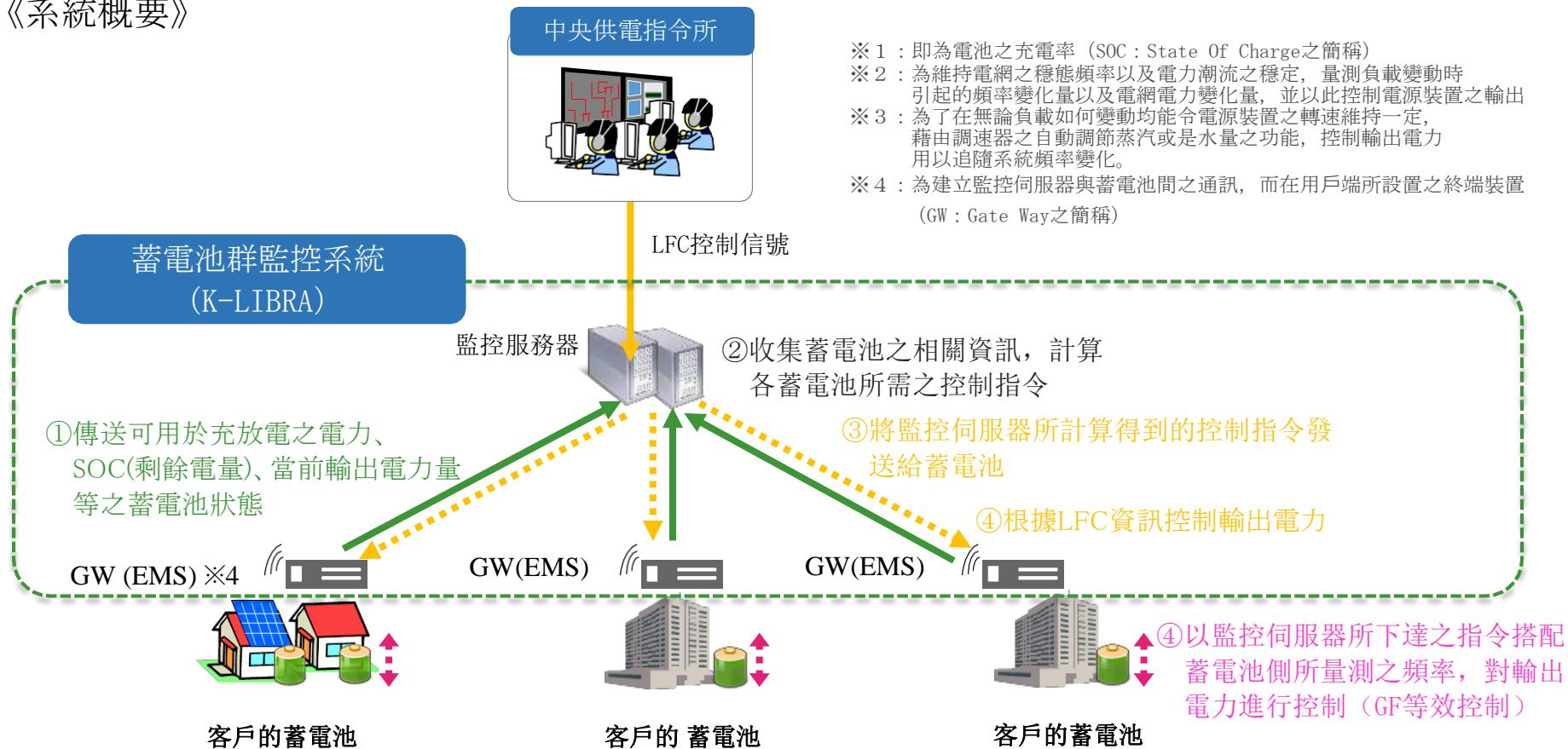
○在此驗證實驗中，需配合電力系統中短暫發生之負載變動令用戶端蓄電池進行充放電。對此，需要對以秒為單位之充放電控制進行驗證。

○此實驗旨在使用不同廠牌蓄電池之客戶端電池群的動作響應評估，以及配合用戶端蓄電池之使用狀態制定運行規劃等功能之驗證。

<參考>蓄電池群監控系統 (K-LIBRA) 概要

- 由監控伺服器收集各蓄電池之狀態資訊（可進行充放電之電力、SOC※ 1 等）
- 以所收集之資訊計算並傳遞控制各蓄電池所需之指令
- LFC控制 ※ 2：監控伺服器藉由從中央送電調度所下達之指令，對其管轄之各蓄電池進行輸出電力抑制
- GF等效控制※ 3：量測蓄電池裝置側之市電頻率，並依照監控伺服器之控制指令控制輸出。

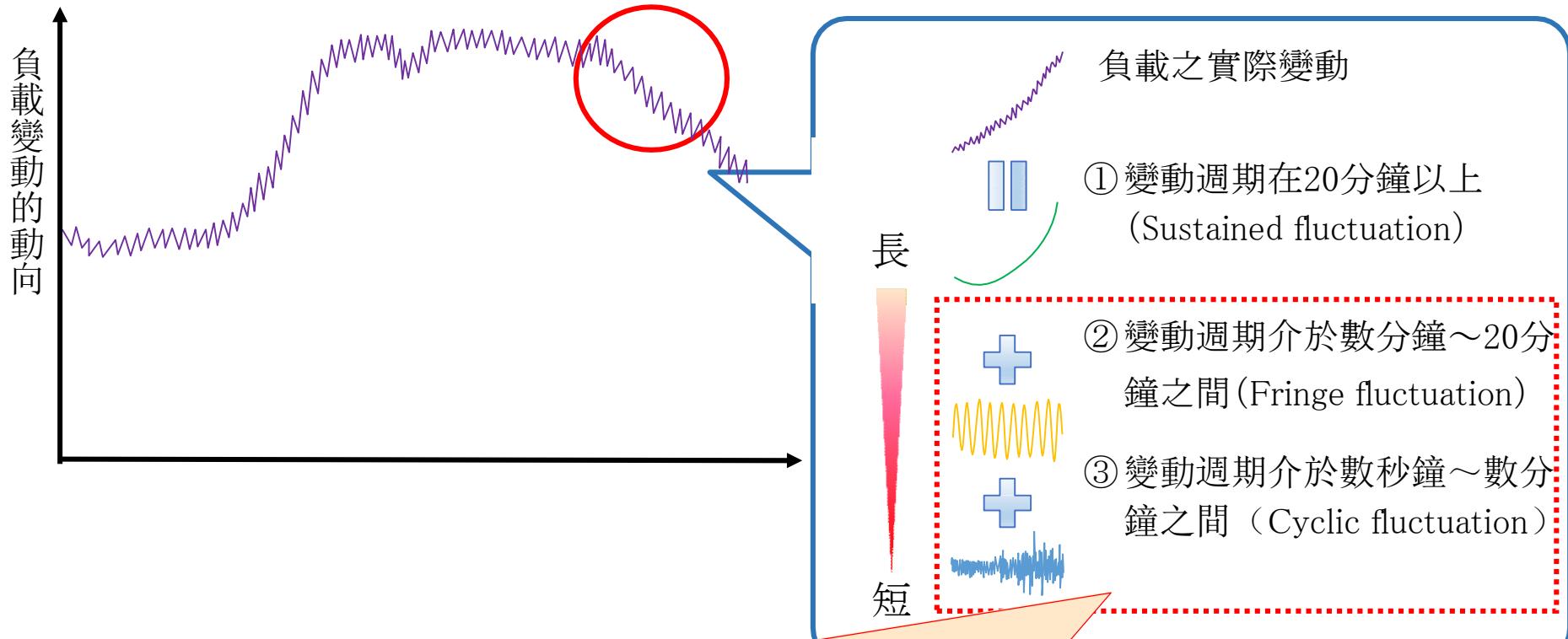
《系統概要》



《頻率控制形象》

配合市電頻率變化調控蓄電池輸出電力，以維持頻率之穩定（50/60Hz）

● 電力系統負載變動圖表



蓄電池憑藉著出眾的動作響應，
其調節能力足以應付短暫之負載變動（②和③）

〈參考〉截至目前為止各輸配電公司在VPP相關業務上所取得之關

No.	證據時間	主要事項	聯營公司	概要	公布日期	其後進度(業績)
1	2017. 7～2018. 2	2017年度VPP建構驗證之規劃與籌設	關西電力 富士電機 共5家公司	・用戶群代表於2016年度建構控制儲能設備所需之系統，於2018年度對其進行實地驗證	2017. 7. 14	VPP系統之改良（提高控制精度）並於實地驗證
2	2017. 8～2018. 2	於家用蓄電池裝置導入頻率控制技術之開端	關西電力	・將家用蓄電池裝置用於穩定電力系統。日本過去是採用火力發電與水力發電對電網頻率進行調節，這次為日本國內首次實施加入家用蓄電池協助穩定電力系統頻率。透過高速調控大量的家用蓄電池，來實現電力供需調節能力多元化。	2017. 7. 14	蓄電池控制系統研究
3	2018. 5～2019. 2	2018年度VPP建構驗證之規劃與籌設	關西電力	・本驗證項目是從2016年度開始規劃與籌設。到目前為止，用戶群代表開發了利用各種儲能設備作為電力供需調節功能所需之以分鐘為時間單位進行控制之系統。從2017年度起開始驗證能夠更加快速地控制儲能裝置的方法，藉以推行新型頻率控制技術。於2018年度將會改善系統，進一步地擴大可對應之逐分鐘控制技術之儲能設備與提昇精度，以進行更高等級之驗證。	2018. 5. 30	評估所建立的系統功能，同時擴展實場資源
4	2019. 1	蓄電池裝置頻率控制技術驗證實驗之施行	關西電力 Eliiy power 三社電機制作所	・整合關西電力與NEC所共同建構之蓄電池中央控制系統「K-LIBRA」，與具備可由遠端逐秒進行充放電控制之三社電機所開發之工業蓄電池以及ELIPOWER所開發之家用蓄電池，通過驗證蓄電池對系統命令的響應時間和控制精度，驗證蓄電池對電力系統中短期負載變化的響應時間。在實際架設的兩台裝置之外，且同時對多個虛擬蓄電池進行控制。在於2019年度將會以此成果朝向建立實用化技術邁進。	2018. 12. 17	對實際架設之蓄電池（2台）與虛擬蓄電池（9998台），實施一萬台規模蓄電池群之逐秒控制技術之驗證
5	2019. 5～2020. 2	2019年度VPP建構驗證之規劃與籌設	關西電力	・本驗證項目從2016年度開始規劃與籌設，在2019年度將會令先前所構築之系統能夠對應更加高等與多元化之儲能設備，以實現VPP之商用化。	2019. 5. 31	改善系統令其能與更加複雜與多元化之儲能設備搭配，並實際驗證
6	2019. 12～2020. 2	蓄電池裝置頻率控制技術驗證實驗之施行	關西電力 等共9家公 司	・以「驗證是否能 多對 不同廠牌蓄電池由遠端進行集中控制，並驗證蓄電池群對「K-LIBRA」所下達指令之響應時間與控制精度」之方式，確認蓄電池群對於電網中短暫發生之負載變動所引起之響應能力	2019. 11. 29	對實際架設之蓄電池（8台）以及虛擬蓄電池進行逐秒控制，以得到最佳之頻率調節能力，並藉以制定運作規劃之驗證