



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 成果報告書(公開版)

交付決定番号: SII-BVA220-02-220527200101-A (株式会社エナリス)

事業名称: 低圧リソースの活用をはじめとしたアグリゲーションビジネス拡大のための実証事業
令和5年3月

AC: 株式会社エナリス

RA: 株式会社エナリス、auエネルギー&ライフ株式会社、東邦ガス株式会社、株式会社スマートテック、自然電力株式会社、株式会社Sassor、株式会社NTTスマイルエナジー、大阪ガス株式会社、エフィシエント株式会社、グリッドシェアジャパン株式会社、株式会社シェアリングエネルギー、中央電力株式会社、NextDrive株式会社

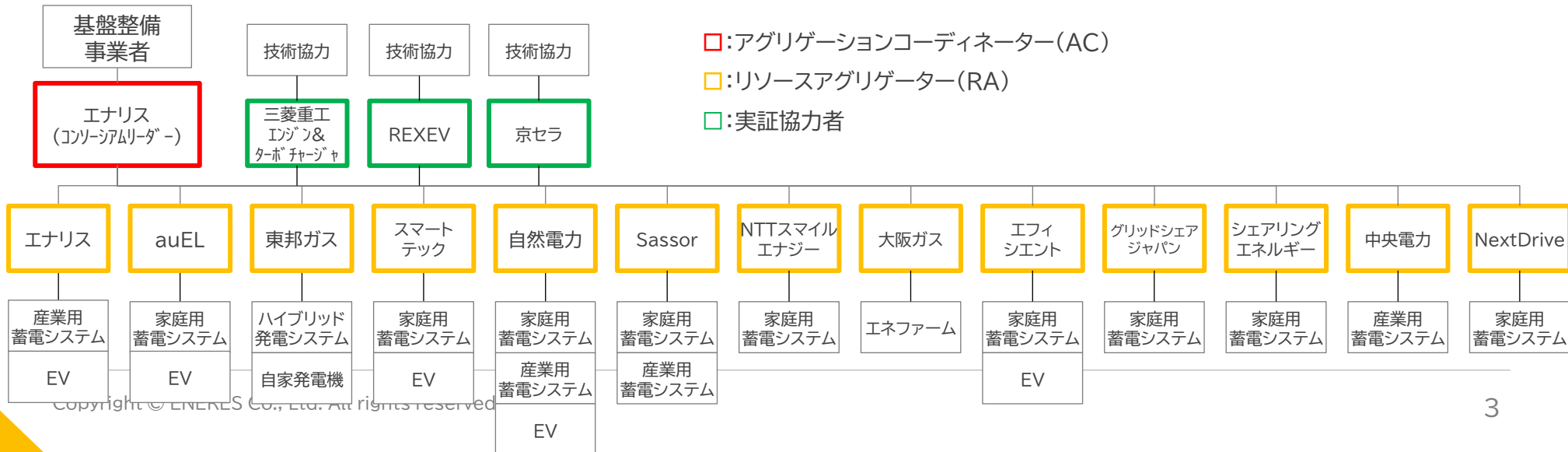
実証協力事業者: 三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社、株式会社REXEV、京セラ株式会社

1. 事業概要

1-1. 全体計画概要

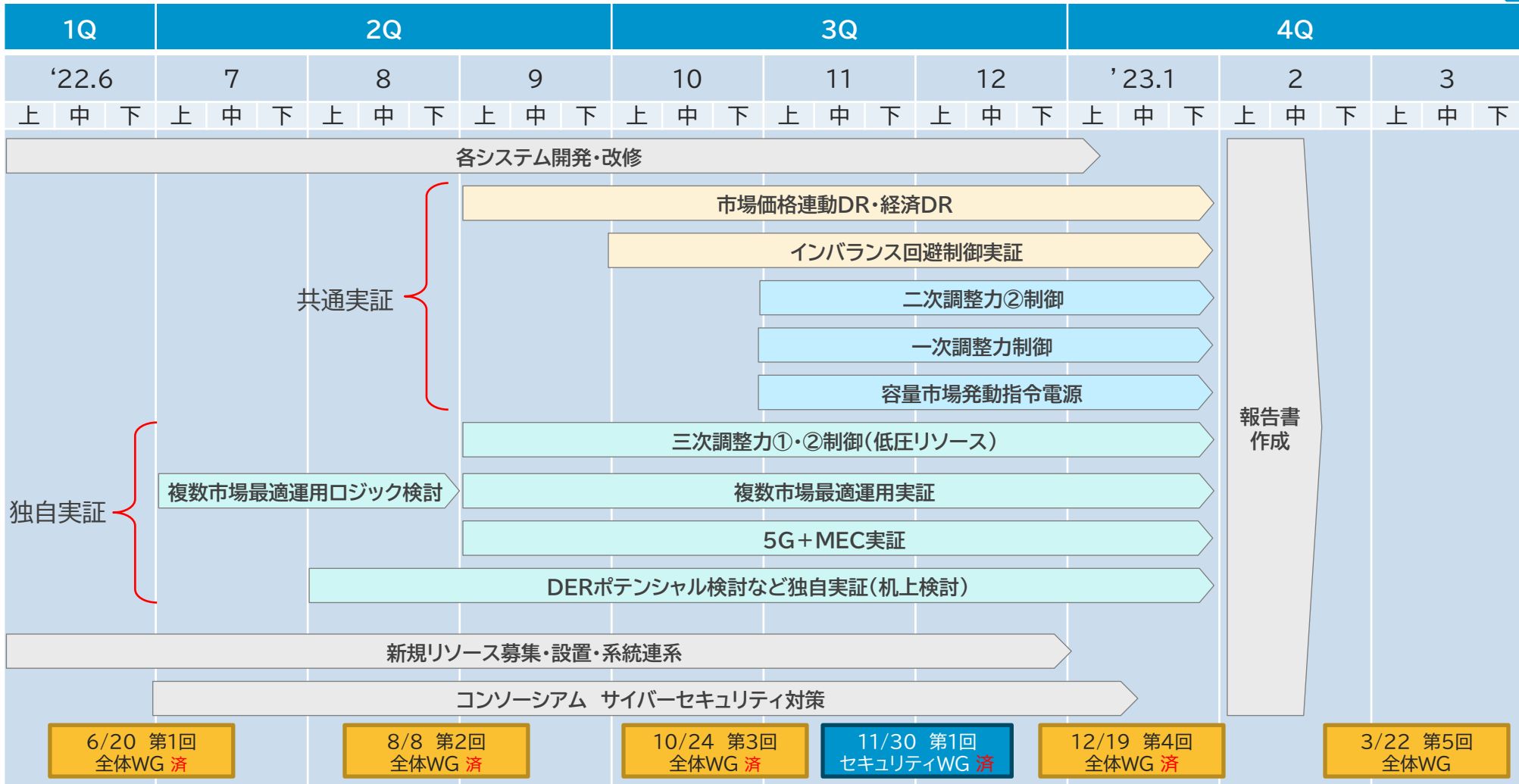
事業名	低圧リソースの活用をはじめとしたアグリゲーションビジネス拡大のための実証事業
AC	株式会社エナリス(コンソーシアムリーダー)
RA(13社)	株式会社エナリス、auエネルギー&ライフ株式会社(auEL)、東邦ガス株式会社、株式会社スマートテック、自然電力株式会社、株式会社Sassor、株式会社NTTスマイルエナジー、大阪ガス株式会社、エフィシエント株式会社、グリッドシェアジャパン株式会社、株式会社シェアリングエネルギー、中央電力株式会社、NextDrive株式会社
実証協力者(3社)	三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社(MHIET)、株式会社REXEV、京セラ株式会社
制御対象リソース	家庭用蓄電システム、産業用蓄電システム、エネファーム、自家発電機、EV(V2H他)
実証内容	■ 供給力検証: 市場価格連動DR、経済DR制御、インバランス回避DR
	■ 調整力検証: 二次調整力②、一次調整力、容量市場発動指令電源
	■ 独自検証: 三次調整力①及び②(低圧リソース)、各市場への複合対応検討、5G+MEC技術検証、需給逼迫時のDERポテンシャル検討

■ 実施体制



1-2. スケジュール

おおよそ当初の計画通りに実証を実施



1-3. リソース導入計画・確保結果

エリア	家庭用蓄電池			産業用蓄電池			エネファーム			自家発電機			EV(V2H他)			ハイブリッド発電システム			合計		
	台	設備出力kW	制御見込出力kW	台	設備出力kW	制御見込出力kW	台	設備出力kW	制御見込出力kW	台	設備出力kW	制御見込出力kW	台	設備出力kW	制御見込出力kW	台	設備出力kW	制御見込出力kW	台	設備出力kW	制御見込出力kW
北海道	175 (320)	847 (1,218)	668 (878)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (0)	24 (0)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	179 (320)	871 (1,218)	670 (878)
東北	197 (519)	1,023 (1,943)	915 (1,447)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	11 (30)	66 (170)	11 (70)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	208 (549)	1,089 (2,113)	926 (1,517)
東京	1,554 (5,773)	7,463 (21,840)	6,469 (19,036)	4 (11)	69 (898)	69 (609)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (105)	21 (576)	21 (546)	1 (1)	500 (500)	500 (500)	1,563 (5,890)	8,052 (23,814)	7,059 (20,691)
中部	797 (2,679)	3,841 (10,055)	3,475 (9,267)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (10)	0 (7)	0 (3)	1 (1)	450 (450)	300 (450)	0 (15)	0 (80)	0 (55)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	798 (2,705)	4,291 (10,592)	3,775 (9,775)
北陸	57 (319)	277 (1,045)	183 (294)	1 (0)	414 (0)	150 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (5)	0 (30)	0 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	58 (324)	691 (1,075)	333 (299)
関西	413 (1,571)	1,935 (6,089)	1,871 (5,201)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	618 (500)	433 (350)	185 (150)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (5)	0 (30)	0 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,031 (2,076)	2,367 (6,469)	2,056 (5,356)
中国	758 (2,471)	3,989 (9,758)	3,851 (9,302)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (5)	0 (4)	0 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (15)	0 (80)	0 (55)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	758 (2,491)	3,989 (9,842)	3,851 (9,359)
四国	286 (766)	1,683 (3,022)	1,630 (2,739)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (5)	0 (30)	0 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	286 (771)	1,683 (3,052)	1,630 (2,744)
九州	576 (1,714)	3,154 (6,666)	2,816 (5,817)	1 (1)	100 (100)	50 (50)	1 (10)	1 (7)	0 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (15)	0 (80)	0 (55)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	578 (1,740)	3,255 (6,853)	2,867 (5,925)
合計	4,813 (16,132)	24,210 (61,637)	21,879 (53,978)	6 (12)	583 (998)	269 (659)	619 (525)	433 (368)	186 (158)	1 (1)	450 (450)	300 (450)	19 (195)	111 (1,076)	34 (796)	1 (1)	500 (500)	500 (500)	5,459 (16,866)	26,287 (65,029)	23,168 (56,540)

()内は計画時

2. 共通実証

2. 共通実証の目的、実施概要等

共通実証の目的と実施内容・実施回数・リソース・供出可能量

実証項目	実施目的・内容	実施回数・期間	リソース	供出可能量 台数 ※最大値
【供給力実証】				
市場価格連動DR	市場価格値差を活用した経済性検証	12月～2月	家庭用蓄電池、産業用蓄電池、EV	-
経済DR		10月～2月	エネファーム、自家発	-
IB回避DR	DRによるインバランス削減効果検証	12月～1月	産業用蓄電池、EV	-
【調整力実証】				
二次調整力②	需給調整市場への参入可能性検証	38回 (うちA事業者からの発動21回)	家庭用蓄電池、EV、エネファーム、産業用蓄電池	494kW 1,114台
一次調整力	技術要件・アセスメントの確認	10月～2月	家庭用蓄電池、ハイブリッド発電システム	-
容量市場 発動指令電源	発動指令電源対応検証 供出可能量・時間帯の制約などの確認	17回 (うちA事業者からの指令13回)	家庭用蓄電池、EV、エネファーム	200kW 2,815台
三次調整力①	需給調整市場への参入可能性検証	33回 (うちA事業者からの指令26回)	家庭用蓄電池、EV、エネファーム、産業用蓄電池	538kW 1,299台
三次調整力②	需給調整市場への参入可能性検証	52回 (うちA事業者からの指令29回)	家庭用蓄電池、EV、エネファーム、産業用蓄電池	1,654kW 4,627台

2. 共通実証

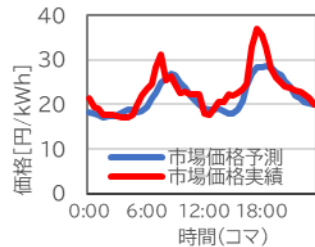
2-1. 供給力実証

2-1. 供給力実証(市場価格連動DR) 実証結果

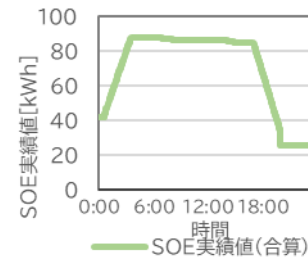
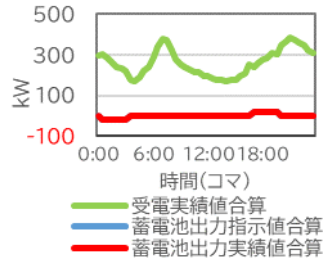
- エナリスRAシステムの市場価格連動DR機能を活用し、スポット市場価格値差による収益最大化を図る。
- 市場価格連動DR機能の概要
 - ・ 市場価格予測と需要予測・リソース上げ下げ可能量予測を基に、収益最大化となるような需要計画・蓄電池充放電計画を前日6時に作成
- 収益評価軸：「蓄電池の充放電実績ベース」で算出
- 検証期間：2023年1月25日(水)～1月27日(木)

実証結果抜粋(2023年1月26日(木))

市場価格予測・実績(円/kWh)



受電実績値・蓄電池充放電計画・実績(kW) 蓄電池残量(kWh)



2023年1月26日(水)

	充電 (kWh)	放電 (kWh)	収益 (円)
計画	-60.0	60.0	620
実績	-55.4	61.6	955

- ・ 市場価格予測は実績の傾向を捉えており、市場価格の安いコマで充電、高いコマで放電の計画が作成されている。
- ・ その結果、この日は955円の値差収益を獲得できた。

■ 結果まとめ:

- ・ 検証期間3日間において、市場価格予測の値差に基づいた市場価格連動DRを行うことで、収益見込み・実績ともにプラスとなった。
- ・ 計画通りに動作することで収益を得られることがわかったので、引き続き各予測精度の向上を図るとともにサービスの安定提供についても改善が必要。(その他の実証日において計画が作成されない日も存在)
- ・ 蓄電池スペックは約10kW/70kWh×2台であり、3日間での収益を年間に拡張すると蓄電池1kWhあたり約3,000円/年の収益を見込める。

実施日	収益見込み(円)	収益実績(円)
2023/1/25(水)	191	1,625
2023/1/26(木)	620	955
2023/1/27(金)	520	895
3日間合計	1,331	3,475

2. 共通実証

2-2. 調整力実証

二次調整力②

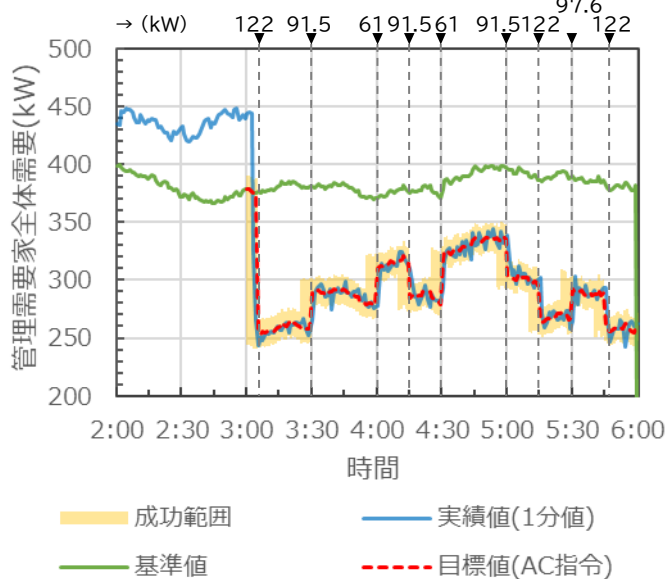
二次調整力② 実証概要

概要	<ul style="list-style-type: none">➤ 二次調整力②への参入可能性検証のため、各事業者にて実証を実施。➤ 各事業者での実証実施の他、複数事業者共同での実証も実施。
参加事業者	<ul style="list-style-type: none">➤ auEL、スマートテック、自然電力、Sassor、大阪ガス、エフィシエント、グリッドシェアジャパン、中央電力、NextDrive
実証実施回数	<ul style="list-style-type: none">➤ 38回(2022/11/9~2023/2/14) ※うちA事業者からの発動21回
実施エリア	<ul style="list-style-type: none">➤ 東北エリア ※全ての低圧リソースが東北エリアにあると模擬
リソース種別	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池、EV(V2H)、エネファーム、産業用蓄電池
最大同時制御リソース数	<ul style="list-style-type: none">➤ 1,114台
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none">➤ 494kW

二次調整力② リソース別制御結果検証

家庭用蓄電池

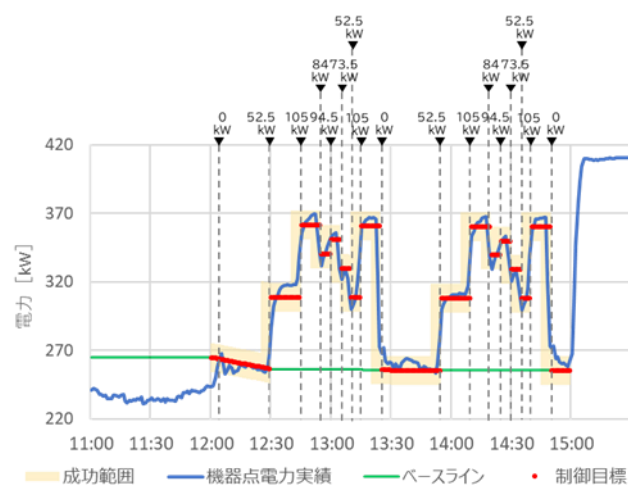
(195台 供出可能量:122kW)



コマ	30コマ成功判定	成功範囲滞在率
1	○(27/30)	90.00%
2	○(28/30)	93.33%
3	○(27/30)	90.00%
4	○(28/30)	93.33%
5	○(27/30)	90.00%
6	×(25/30)	83.33%
計	(162/180)	90.00%

エネファーム

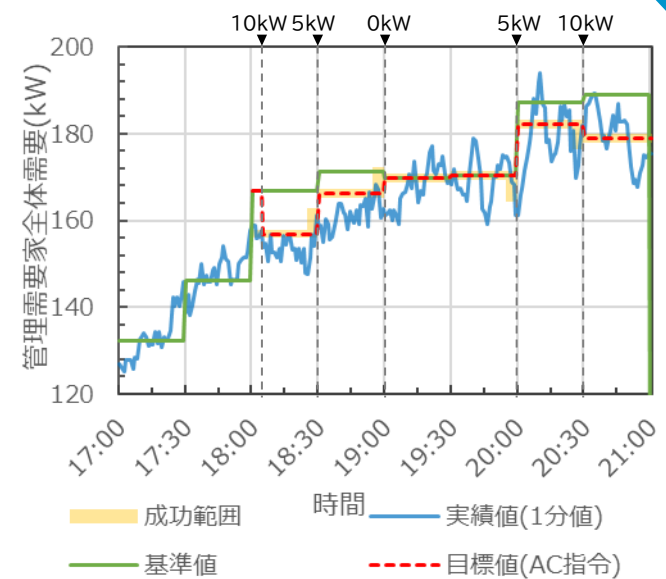
(597台 供出可能量:105kW)



コマ	30コマ成功判定	成功範囲滞在率
1	○(27/30)	90.0%
2	○(29/30)	96.7%
3	○(28/30)	93.3%
4	○(30/30)	100.0%
5	○(30/30)	100.0%
6	○(28/30)	93.3%
計	(172/180)	95.6%

産業用蓄電池

(2台 供出可能量:10kW)



コマ	30コマ成功判定	成功範囲滞在率
1	×(7/30)	23.33%
2	×(4/30)	13.33%
3	×(5/30)	16.67%
4	×(6/30)	20.00%
5	×(4/30)	13.33%
6	×(4/30)	13.33%
計	(30/180)	16.67%

- 家庭用蓄電池・エネファームは、指令値変更に対する追従性もよく、二次調整力②への事前審査要件達成の可能性を示せた。
- 産業用蓄電池での実証は、蓄電池出力に対して需要の変動が大きかったため失敗。需要に対する蓄電池出力の割合の精査が必要。

2. 共通実証

2-2. 調整力実証

一次調整力

一次調整力 実証内容 全体概要

概要

2022年11月25日に公開された取引規程(案)および取引ガイド(案)に則り、一次調整力の技術要件などへの適合可能性を検証した。一次調整力の技術要件は受電点計測ではあるため、今年度は各社受電点計測での実証を実施。(シェアリングエネルギーは周波数計測のみ実施)

社名	実施期間		エリア	規模(kW)	DSR種類	模擬信号(周波数)での実施有無	事前審査の確認	
							平時	異常時
auEL	12/7-1/31	期間中18回	全国 ※沖縄以外	184kW	家庭用ESS	○	○	○
MHIET, 東邦ガス	10/6-11/11	期間中9回	東京	500kw	ハイブリッド 発電システム	無	○	×
Sassor	1/23~1/24	期間中2回	関西	2kW	家庭用ESS	○	○	○
シェアリング エネルギー	2/9	期間中1回	東京・ 中部	2kW	家庭用ESS	×(周波数の計測のみ)	×	×

技術要件対応状況

社名	計測間隔	計測誤差	不感帯	調定率	遅れ時間	計測地点
技術要件	0.1s以下	±0.02Hz以下	±0.01Hz以内(50Hz) ±0.012Hz以内(60Hz)	5%以下	2s以内	受電点
auEL	0.1s	±0.02Hz以下	±0.01Hz	0.5~2%	2s以内	受電点
MHIET, 東邦ガス	0.1s以下	±0.02Hz以下	0Hz	0.4%	2s以内	模擬受電点
Sassor	1s	±0.02Hz以下	±0.01Hz	5%	平均8.5秒	受電点
シェアリング エネルギー	60s	±0.02Hz以下	×(周波数の計測のみ)	×(周波数の計測のみ)	×(周波数の計測のみ)	機器点

一次調整力 実証内容 全体概要

アセスメント評価

社名	アセスメントⅡ				異常時の応動確認
	評価対象	評価間隔	評価方法および許容範囲	評価頻度	確認結果
アセスメント要件	出力変化量	1秒	評価点における出力変化量をもとに30分コマ単位で近似線を算出し、近似線の傾きが調定率の傾きと同方向にあること	一般送配電事業者が任意に指定する期間を抜き打ちで確認(1暦月内で属地TSOが指定した任意8コマを対象)	10秒以内に Δ kW約定量許容範囲内に到達しその状態が5分間継続
auEL	出力変化量	1秒	評価点における出力変化量をもとに30分コマ単位で近似線を算出し、近似線の傾きが調定率の傾きと同方向にあること	本実証では未実施	約10~35秒で Δ kW約定量許容範囲内に到達しその状態が5分間継続
MHIET, 東邦ガス	出力変化量	1秒	評価点における出力変化量をもとに30分コマ単位で近似線を算出し、近似線の傾きが調定率の傾きと同方向にあること	一般送配電事業者が任意に指定する期間を抜き打ちで確認(1暦月内で属地TSOが指定した任意8コマを対象)	-
Sassor	出力変化量	1秒	本実証で確認済み	本実証では未実施	約26秒後に Δ kW約定量許容範囲内に到達しその状態が5分以上継続
シェアリング エネルギー	出力変化量	60秒	×(周波数の計測のみ)	×(周波数の計測のみ)	×(周波数の計測のみ)

一次調整力 実証内容 RA:東邦ガス/実証協力:MHIET 概要

概要

自家用エンジン発電設備と蓄電池を用いて周波数変動に応じた発電制御を行う。模擬負荷を用いて需要家設備の電力需要変化がある状況で一次調整力応動が可能なのか確認する。

イベント実施期間

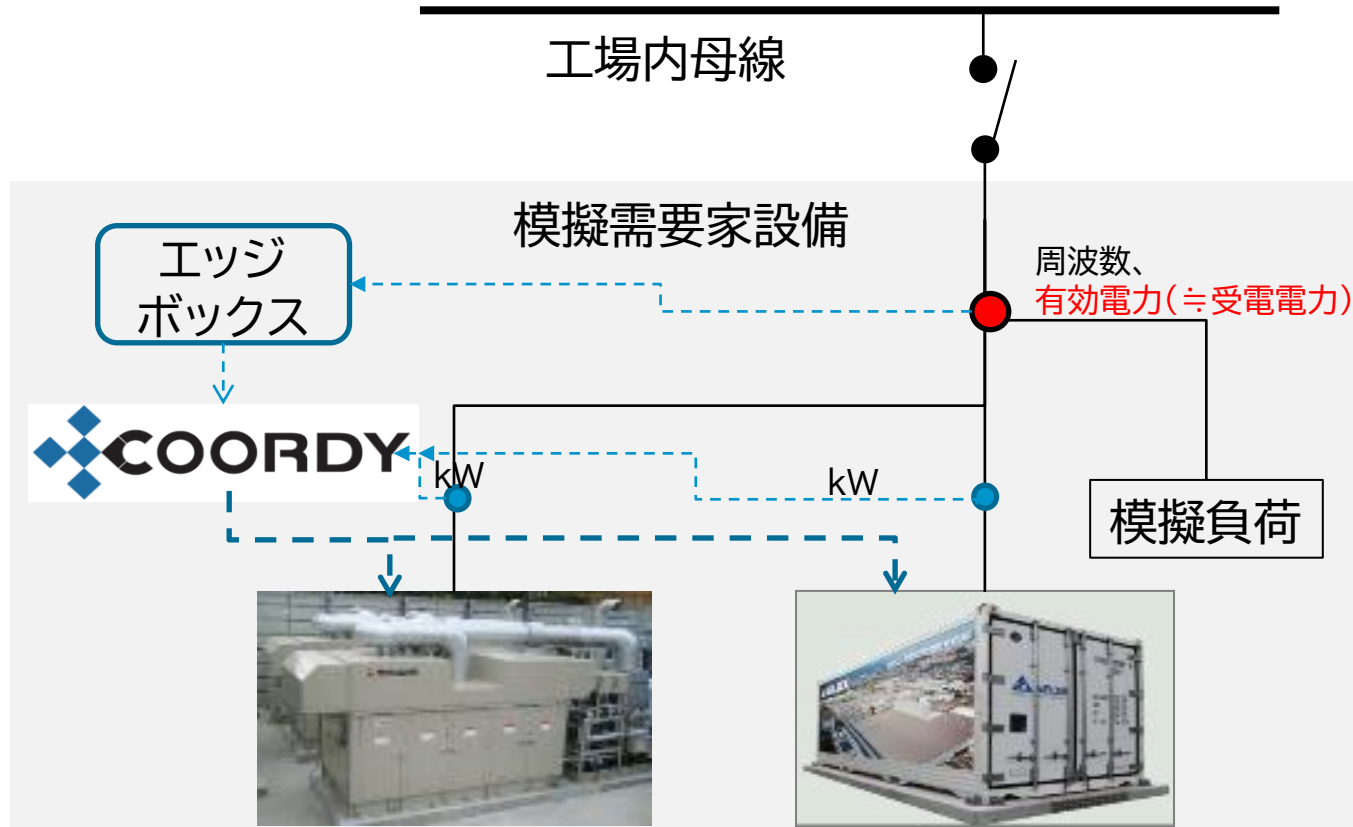
10/6~11/11 うち9回実施

参加リソース・台数・最大供出量(kW)

1台(最大)	500 kW -GE 500kW -BESS 500kW /331kWh
--------	---

実証条件

計測地点受電点	模擬受電点
模擬信号入力	未実施
事故時評価	未実施



本実証において特筆すべき点、制約条件など

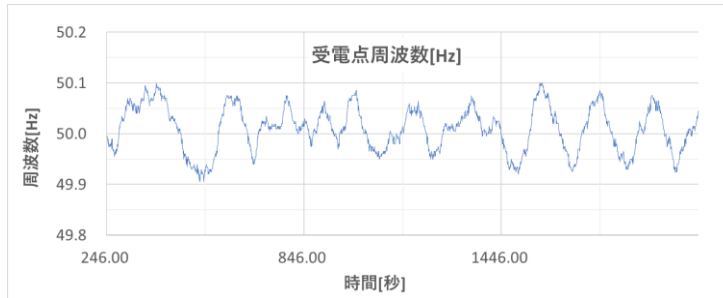
- 工場内の一区画に電源および模擬負荷を設置し、一つの需要家設備を模擬。受電点に相当する位置に計器を設置し模擬受電点とした
- 模擬負荷を用いて、需要家設備の電力需要パターンを模擬しつつ調整力供出試験を実施した
- 需要家設備の電力需要については時間単位の大きな需要変動に加えて1秒当たり10kW程度の細かい需要変動も模擬した

一次調整力 自家発電機での実証結果(平常時)(2022年10月21日 7:30~10:30)

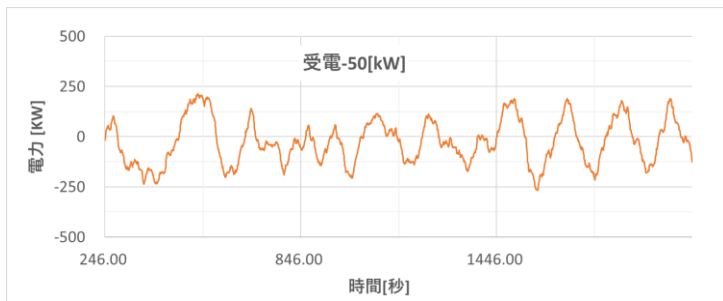
エリア:神奈川 対象リソース:ハイブリッド発電システム 供出可能量:500kW 調定率:0.4% 集計時間:7:30~8:00

時間(秒)	周波数(Hz)	偏差(Hz)
246	49.995	-0.005
306	50.055	0.055
366	50.09	0.09
426	50.07	0.07
486	49.955	-0.045
546	49.925	-0.075
606	50.055	0.055
666	50.015	0.015
726	50.02	0.02
786	50.055	0.055
846	50.02	0.02
906	50.055	0.055
966	50.015	0.015
1026	50.01	0.01
1086	49.96	-0.04
1146	50.01	0.01
1206	50.035	0.035
1266	49.995	-0.005
1326	50.025	0.025
1386	50.005	0.005
1446	50	0
1506	49.945	-0.055
1566	50.1	0.1
1626	50	0
1686	49.99	-0.01
1746	50.08	0.08
1806	49.945	-0.055
1866	50.025	0.025
1926	50.055	0.055
1986	49.945	-0.055

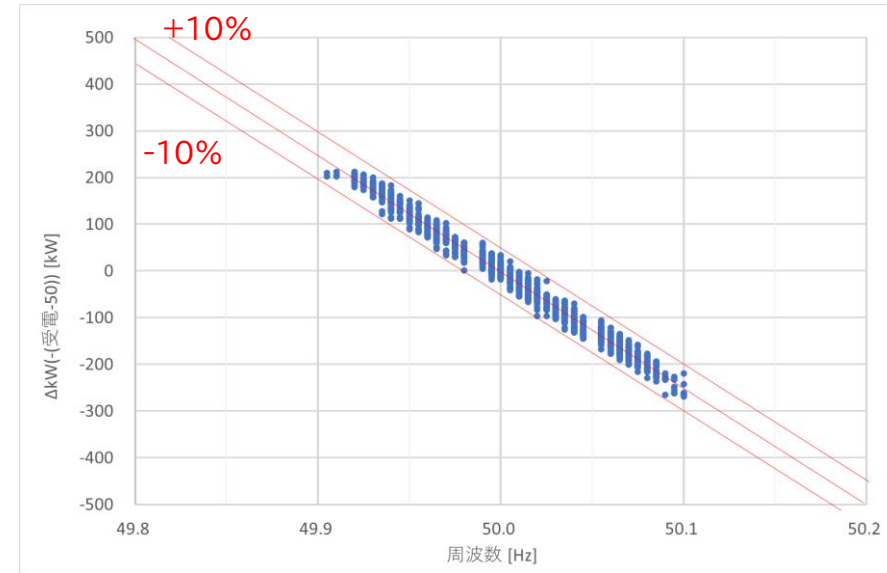
■周波数の変動



■出力の変動



■調定率に応じた応動状況



※許容範囲は電力需給調整力取引所発行の「需給調整市場の取引規定の制定および改訂について」に基づき設定

■考察サマリ

- 今年度提示された技術要件に対しての適合性を確認した。
- 制御結果と課題
アセスメントⅡで求められる、周波数変動に対する調定率に基づく応動はできており、近似線の傾きが調定率の傾きと同方向にあることが確認できた。
- 許容範囲(供出可能量±10%以内)に90%以上入っていることを確認出来た
- 技術要件がさらに明確になり、必要になれば対応方法を検討していく

偏差(Hz)	データ数	割合
X=0	82	5%
-0.1<X<0	1711	95%
0<X<0.1		
X≤-0.1	7	0%
0.1≤X		

一次調整力 実証内容 auエネルギー & ライフ株式会社 概要

概要

昨年度実証で課題となっていた技術要件および受電点計測での事前審査・アセスメント適合状況を確認

イベント実施期間

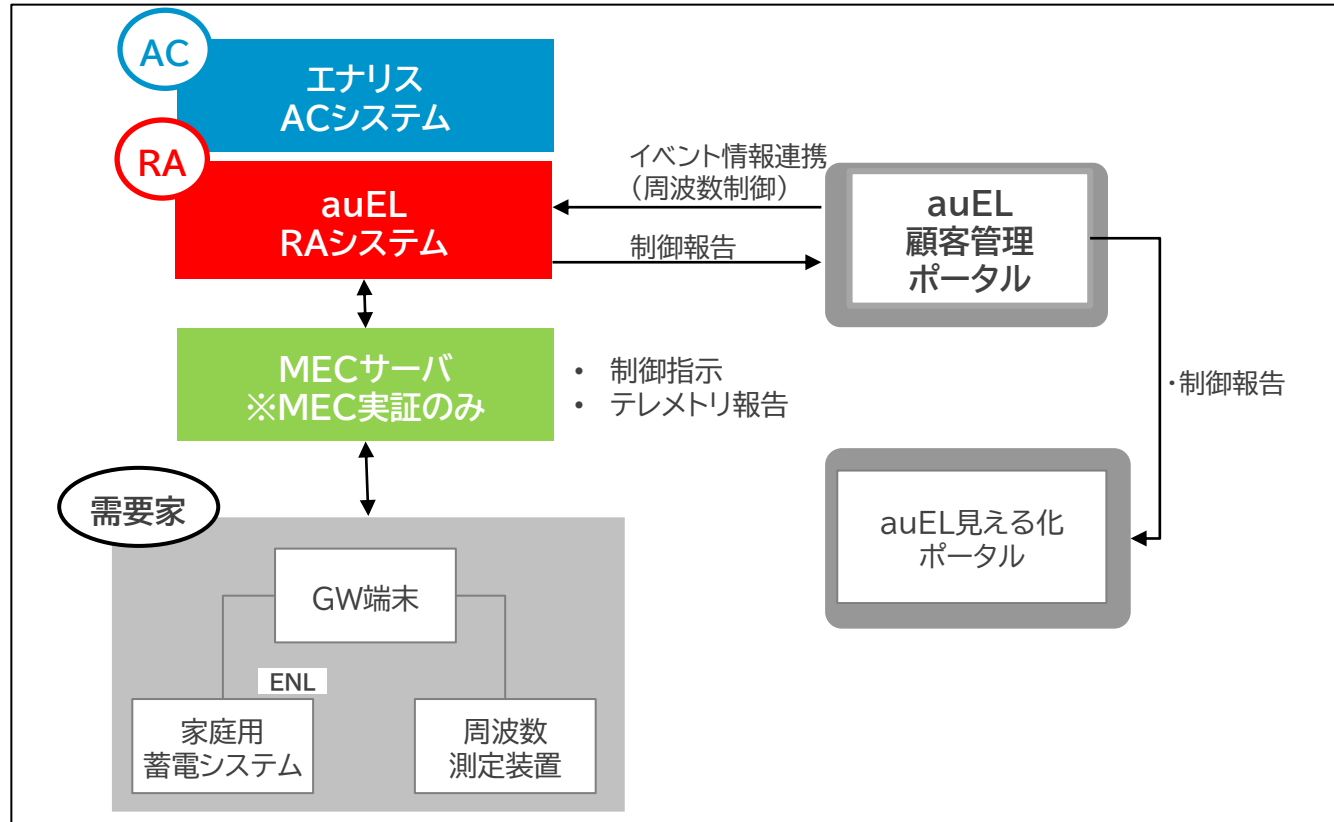
12/14~2/3 うち9回実施

参加リソース・台数・最大供出量(kW)

184台(最大) 184 kW

実証条件

計測地点受電点	受電点
模擬信号入力	実施
事故時評価	実施



本実証において特筆すべき点、制約条件など

- 機器点計測から受電点計測での制御に変更した他、制御精度向上を目指しMECでの実証を行った。
- 模擬信号にて事前審査および異常時の応動評価を行った。

実証結果(平常時) 2022年1月31日 05:00~06:00 受電点計測※事前審査想定

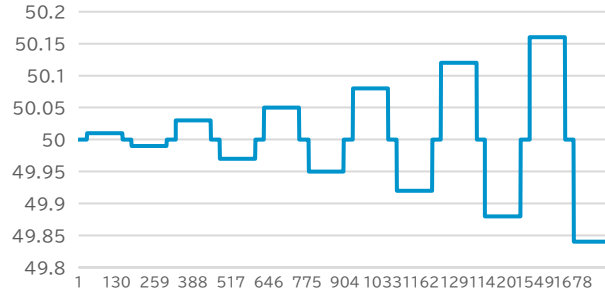
エリア:東京 対象リソース:家庭用蓄電池(85台) 約定量:42.5kW 調定率:2.0% 集計時間:05:00~05:30

入力周波数

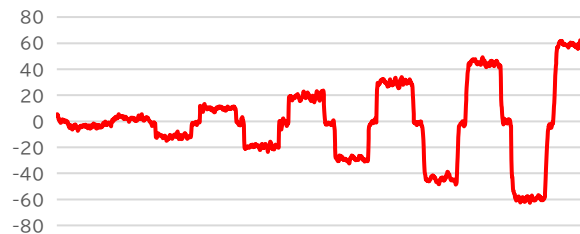
時間(秒)	周波数(Hz)	偏差(Hz)
0	50.00	0.00
30	50.01	0.01
150	50.00	0.00
180	49.99	-0.01
300	50	0
330	50.03	0.03
450	50	0
480	49.97	-0.03
600	50	0
630	50.05	0.05
750	50	0
780	50	0
900	50	0
930	50	0
1050	50.08	0.08
1080	49.92	-0.08
1200	50	0
1230	50.12	0.12
1350	50.12	0.12
1380	49.88	-0.12
1500	50	0
1530	50	0
1650	50.16	0.16
1680	49.84	-0.16
1800	49.84	-0.16

偏差(Hz):x	データ数	割合
x=0	359	20%
-0.1<x<0	958	53%
0<x<0.1	483	27%

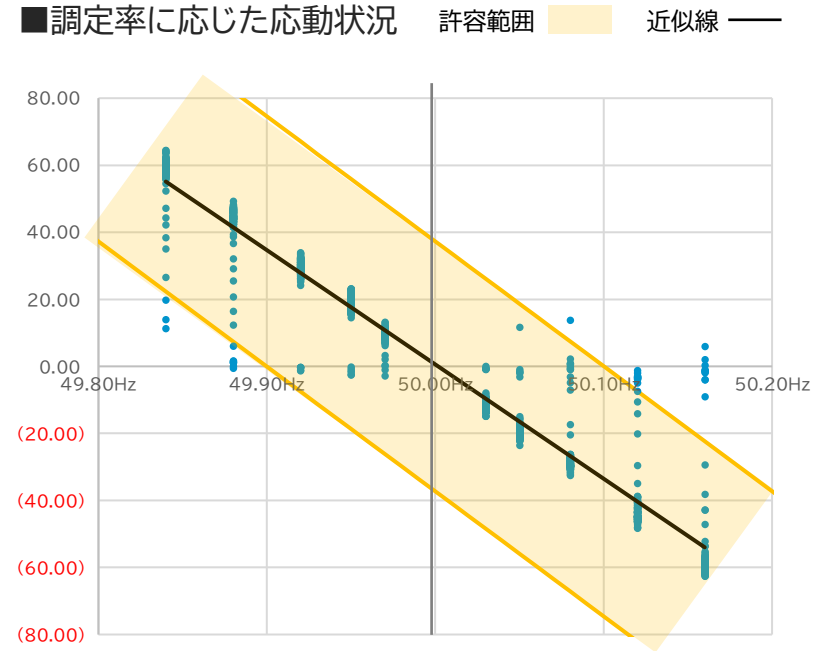
■周波数の変動



■出力の変動



■調定率に応じた応動状況



■考察サマリ

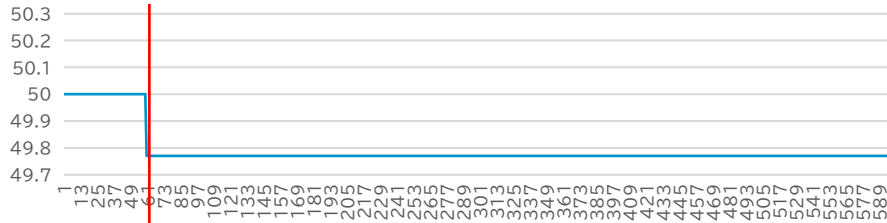
- 事前審査を想定した模擬信号に対する応動は、周波数変動に対する出力変動の観点では良好(追従できている)であった。
→代表点での周波数計測およびMECを活用した制御精度の向上によるもの。
- 調定率に応じた応動の設定誤りにより、プロットされた実績の傾きが急になっているが、設定を修正することで、90%以上が許容範囲内に滞在する見通し。
- 負荷追従のみの場合、日中は太陽光発電の影響を受けるため、朝方or夕方・夜間帯での運用が想定される。

実証結果(異常時) 2023年1月26日 / 1月31日 受電点計測※事前審査想定

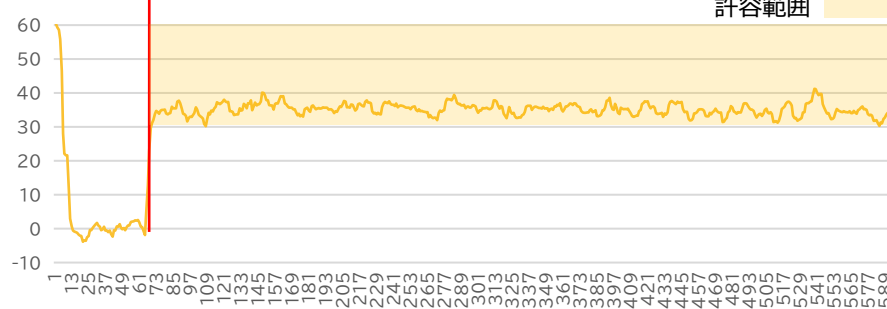
エリア:東京 対象リソース:家庭用蓄電池(85台) 約定量:29kW / 42.5kW 調定率:1% / 2%

■1月26日

周波数変動

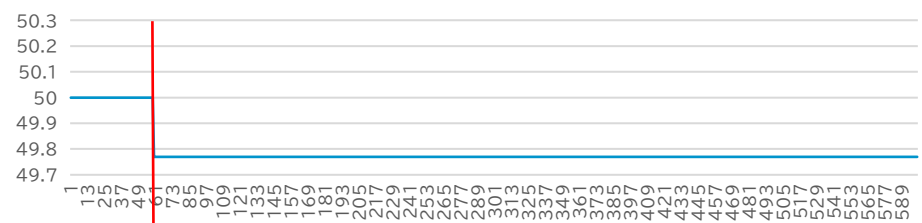


出力変化

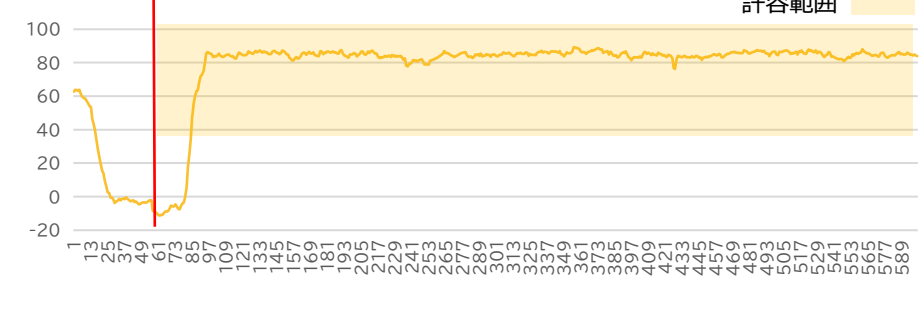


■1月31日

周波数変動



出力変化



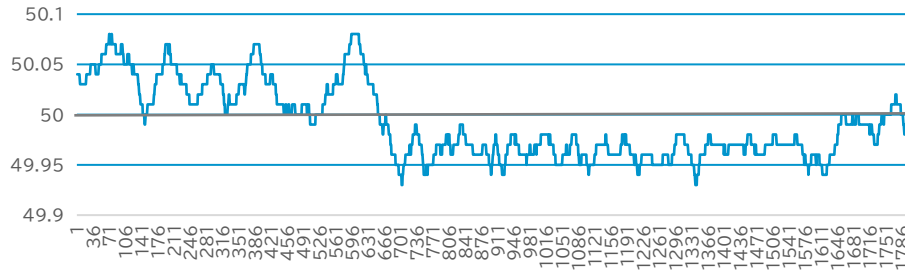
■考察サマリ

- 異常時を想定した模擬信号試験では、異常(-0.2Hz以上の周波数低下)を検知してから供出可能量まで出力が上がり切るまでの時間にばらつきがあった。よって、安定的に10秒以内に応動を行うことが今後の課題となる。
→1月26日は10秒以内に到達、1月31日は26秒ほどで到達。
- 到達後は要件である「供出可能量(約定量)の90%以上の出力を5分以上継続すること」をクリアしている。

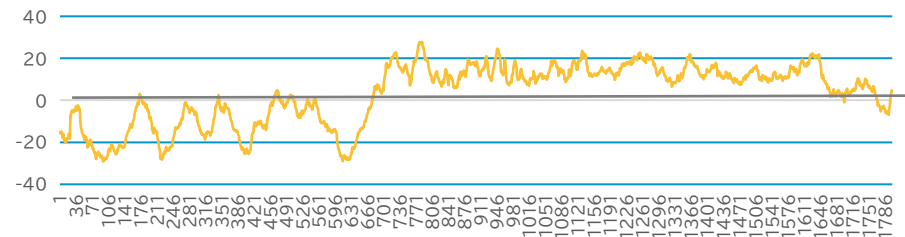
実証結果(平常時) 2022年1月25日 18:00~21:00 受電点計測※アセスメントⅡ想定

エリア:東京 対象リソース:家庭用蓄電池(85台) 約定量:29kW 調定率:2.0% 集計時間:19:30~20:00

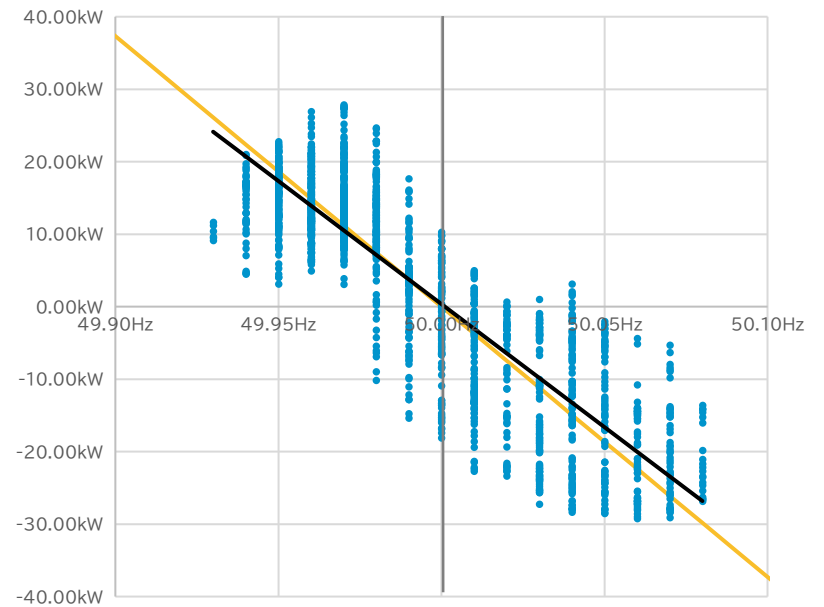
■周波数の変動



■出力の変動



■調定率に応じた応動状況 近似線 — 調定率 —



■考察サマリ

- 実系統周波数を代表計測点で収集し、MEC経由で蓄電池に充放電動作を指示。
- 周波数の変動に対し安定して応動ができており、調定率の傾きとも同方向の傾きとなった。
- 当該時間帯は宅内負荷が変動する中、蓄電池側で受電点を見ながらスムーズに周波数の調整を行うことができた。
- 日中の負荷が少なく太陽光発電がおこなわれているような、蓄電池からの放電量が限定される時間帯では、夜間帯と比較し応動が安定しないことから、負荷追従モデルにおいては特定の時間帯での活用が期待される。

2. 独自実証

2-2. 調整力実証

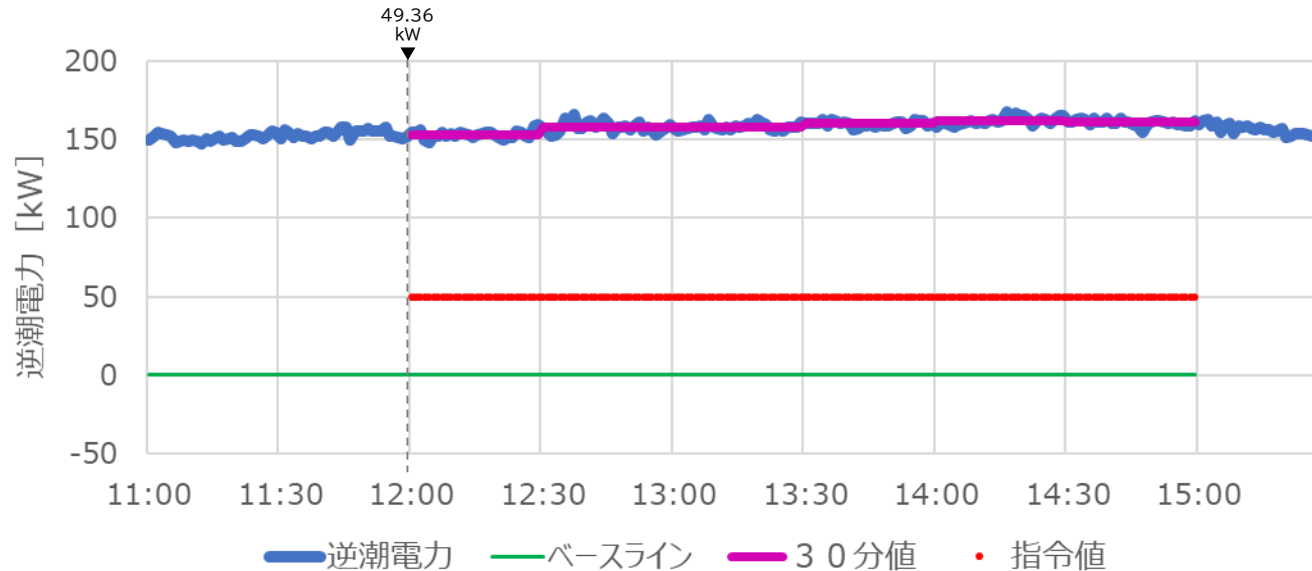
容量市場発動指令電源

容量市場発動指令電源 実証内容 概要

概要	<ul style="list-style-type: none">➤ 低圧リソースを中心に容量市場発動指令電源への対応を検証した。➤ 供出可能量・時間帯の制約などの確認を実施
参加事業者	<ul style="list-style-type: none">➤ エナリス、auEL、スマートテック、自然電力、Sassor、NTTスマイルエナジー、大阪ガス、エフィシエント、グリッドシェアジャパン、シェアリングエネルギー
実証実施回数	<ul style="list-style-type: none">➤ 17回(2022/11/29～2022/2/13) ※うちA事業者からの発動13回
実施エリア	<ul style="list-style-type: none">➤ 東北エリア ※全ての低圧リソースが東北エリアにあると模擬
リソース種別	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池、EV(V2H)、エネファーム、産業用蓄電池
リソース台数	<ul style="list-style-type: none">➤ 2,815台(最大同時参加台数)
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none">➤ 200kW

容量市場発動指令電源 実証結果(エネファーム)(2023年1月16日 12:00~15:00)

エリア:東北 対象リソース:エネファーム 617台 発動量:49.36kW



コマ	時間	ベースライン (kW)	逆潮電力 (kW)	供出量 (kW)	AC→RA指令 (kW)	供出率(%) (供出量/AC指令)
		①	②	③ = ② - ①	④	⑤ = ③ / ④
1	12:00-12:30	0	153.37	153.37	49.36	310.7%
2	12:30-13:00	0	158.17	158.17	49.36	320.4%
3	13:00-13:30	0	158.15	158.15	49.36	320.4%
4	13:30-14:00	0	160.05	160.05	49.36	324.2%
5	14:00-14:30	0	162.10	162.10	49.36	328.4%
6	14:30-15:00	0	160.95	160.95	49.36	326.1%

- ・供出可能量が大きい時間帯の発動であったため、全コマで指令の3倍以上の供出ができた。
- ・供出量は、夏季冬季の厳しい時間帯でも供出できると想定される量を設定している。

3. 独自実証

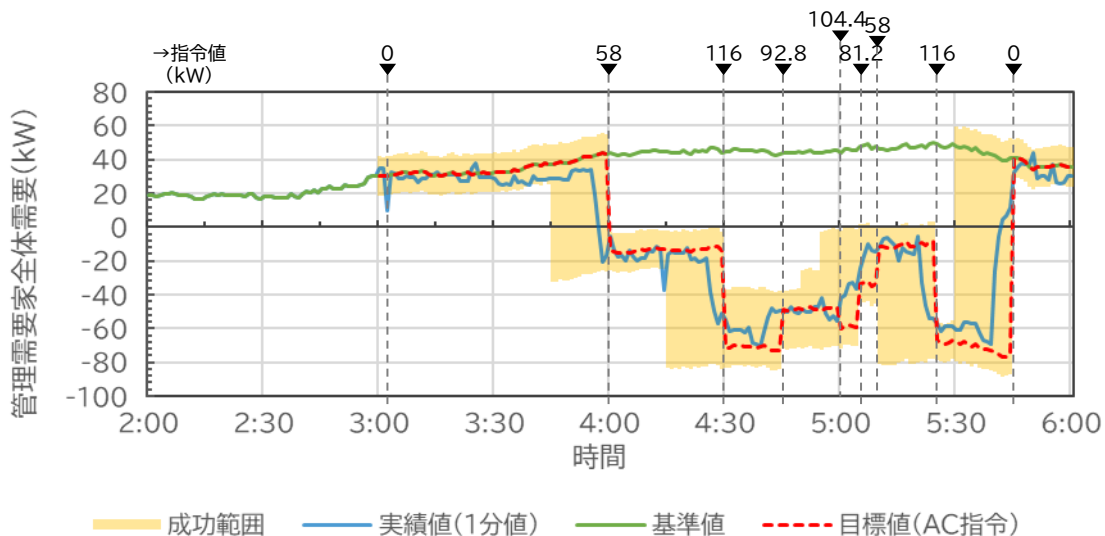
3-1. 三次調整力①及び②

三次調整力①

三次調整力① 実証概要

概要	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 下記リソースにおける三次調整力①実証を実施 ➤ ACリバランシング機能の検証
参加事業者	<ul style="list-style-type: none"> ➤ エナリス、auEL、スマートテック、自然電力、Sassor、大阪ガス、エフィシエント、グリッドシェアジャパン
実証実施回数	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 低圧リソースでの実証:28回(2022/11/15~2023/2/6) ※うちA事業者からの発動24回 ➤ 高圧リソース含む実証:5回(2022/11/15~2023/2/6) ※うちA事業者からの発動2回
実施エリア	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 東北エリア ※全ての低圧リソースが東北エリアにあると模擬
リソース種別	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 家庭用蓄電池、EV(V2H)、エネファーム、産業用蓄電池
最大同時制御リソース数	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1,299台
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 538kW

RA:大阪ガス、エフィシエント 対象リソース:家庭用蓄電池、エネファーム 供出可能量:116kW

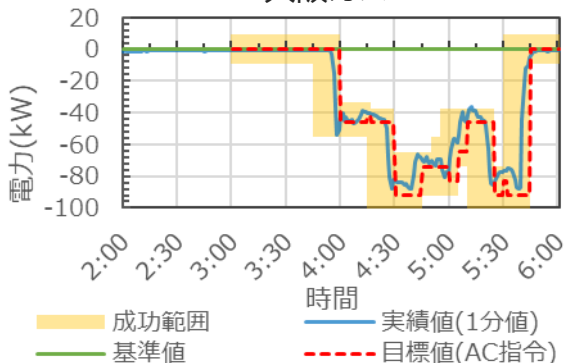


参加RA	参加リソース種	台数	供出量 kW
大阪ガス エフィシエント	合計	381	116
	家庭用蓄電池	26	26
	エネファーム	355	90
コマ	30コマ成功判定	成功範囲滞在率	
1	○(29/30)	96.67%	
2	○(30/30)	100.00%	
3	○(29/30)	96.67%	
4	○(30/30)	100.00%	
5	○(30/30)	100.00%	
6	○(30/30)	100.00%	
平均	(178/180)	98.89%	

- RA2社、低圧リソース2種類合計381台をアグリゲートし、ブロック2・供出可能量116kWにて実証した結果、指令値変更で成功範囲が広がった影響もあるが、全コマにて成功範囲滞在率90%以上を達成。(178/180コマ)
- RA毎に見ると失敗しているRAもいるが、束ねることでACレベルでは成功範囲に収まった。(一部ACリバランシング機能が動作)

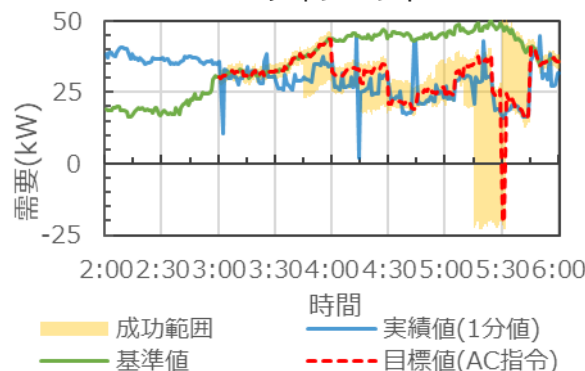
以下、各RAの制御結果

大阪ガス



コマ	30コマ成功判定	滞在率
1	○(30/30)	100%
2	○(30/30)	100%
3	○(30/30)	100%
4	○(30/30)	100%
5	○(29/30)	97%
6	○(30/30)	100%
平均	(179/180)	99%

エフィシエント



コマ	30コマ成功判定	滞在率
1	×(21/30)	70%
2	×(15/30)	50%
3	×(26/30)	87%
4	×(21/30)	70%
5	×(27/30)	90%
6	×(15/30)	50%
平均	(125/180)	69%

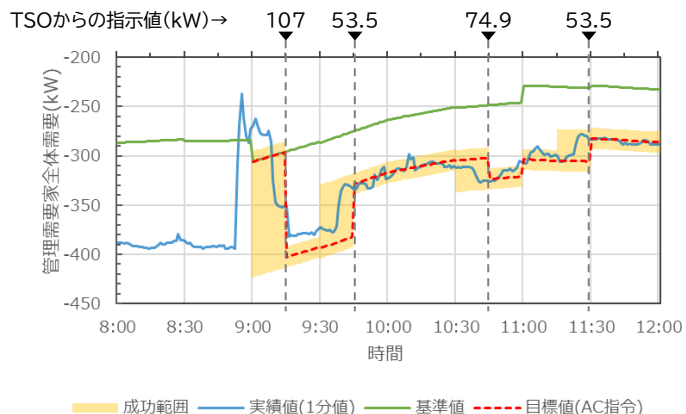
【目的】複数RAを束ねて供給力を供出する際のACレベルでの成功率向上

【機能概要】一定周期毎に目標値と実績値の乖離量を計算し、各RAの供出可能量を考慮したうえで、ACからRAへの指示値を修正(リバランシング)

今回は乖離量の計算周期を15分毎と設定し、また各RAの供出可能最大量は、入札量を上限としリバランシング制御を実施。

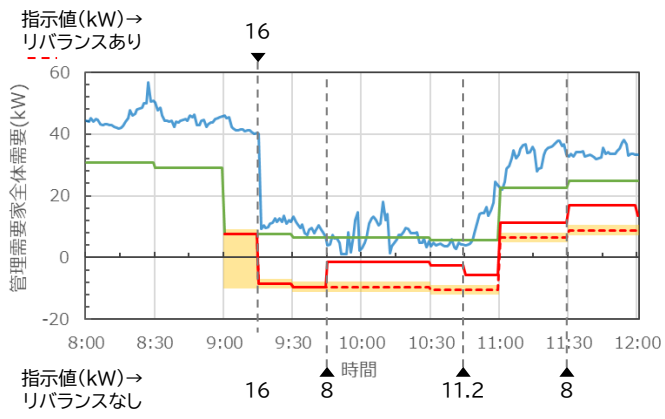
【結果】各RAの入札量を上限としたリバランシング制御により、あるRA(エナリス)の供出量不足(9時30分以降)を把握し、ACから各RAへの指示値を再計算し、増やしたことで、ACレベルでの滞在率の向上を確認。(本来であれば2コマ目以降も失敗)
 今後は、各RAから連携されるオンライン可能量の活用や、リバランシング制御周期等のパラメーター調整を行い、更なる精度制御向上を図る。また、補填したRAに対する報酬についての検討も実施予定。

合計
(供出量
107kW)

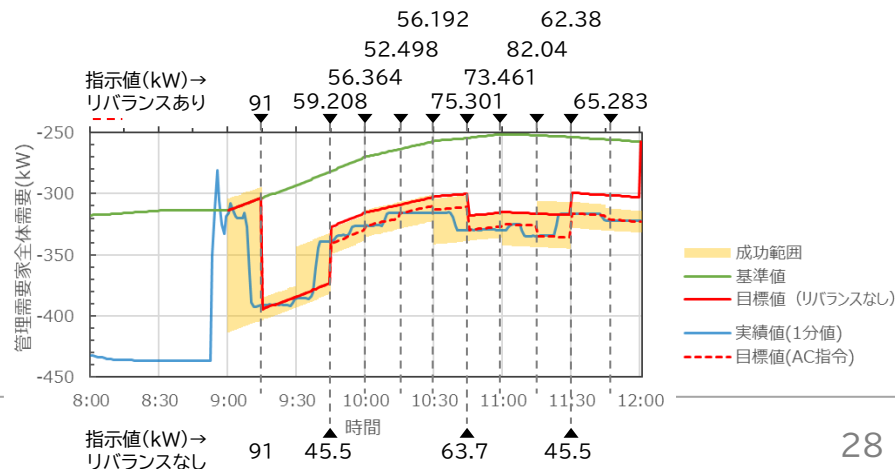


コマ	30コマ成功判定	滞在率
1	×(6/30)	20.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(28/30)	93.33%
4	○(28/30)	93.33%
5	○(27/30)	90.00%
6	○(30/30)	100.00%
平均	×(149/180)	82.78%

エナリス
(供出量
16kW)



大阪ガス
(供出量
91kW)



3. 独自実証

3-1. 三次調整力①及び②

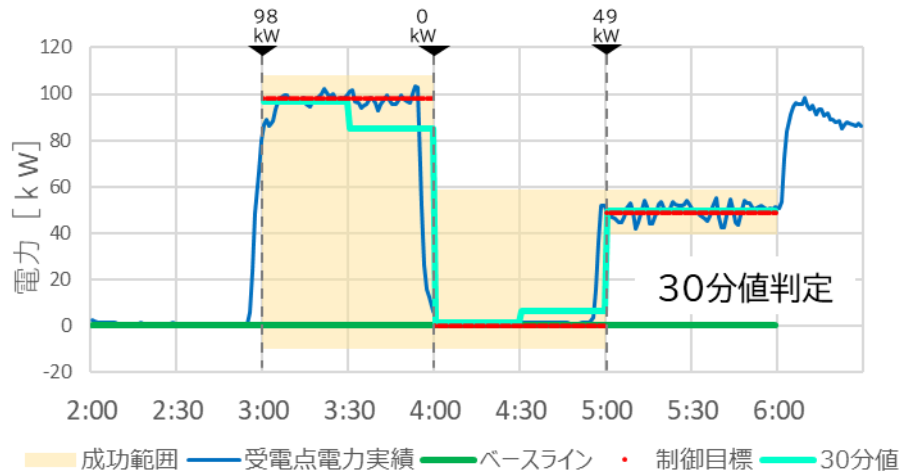
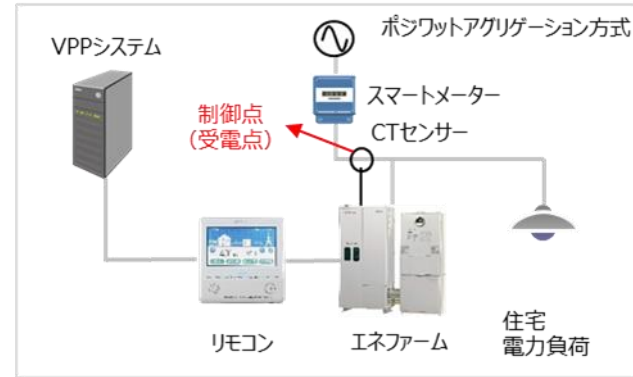
三次調整力②

三次調整力② 実証概要

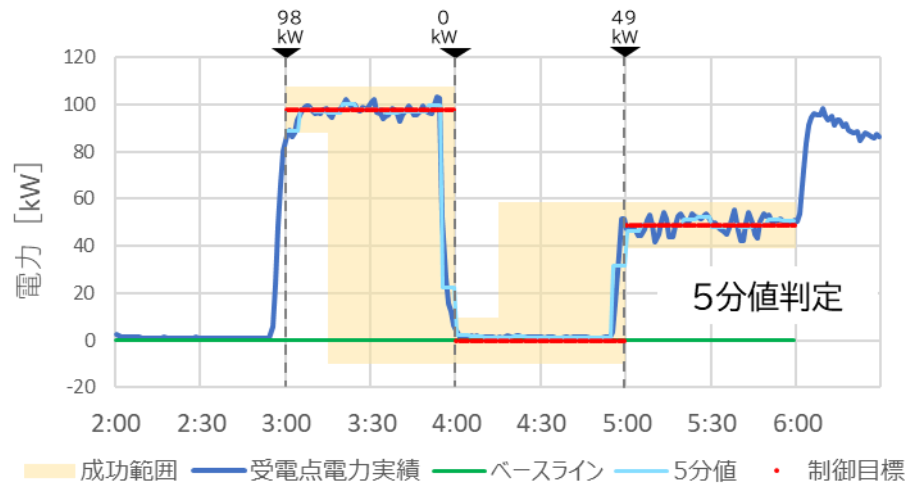
概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 低圧リソースによる三次調整力②への参入可能性検証のため、低圧リソースを扱う各事業者にて実証を実施。(一部高圧リソースによる検証も実施)
参加事業者	<ul style="list-style-type: none"> ▶ auEL、スマートテック、自然電力、Sassor、NTTスマイルエナジー、大阪ガス、エフィシエント、グリッドシェアジャパン、シェアリングエネルギー、NextDrive
実証実施回数	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 低圧リソースでの実証:48回(2022/10/27~2023/2/14) ※うちA事業者からの発動28回 ▶ 高圧リソース含む実証:4回(2022/11/8~2023/1/13) ※うちA事業者からの発動1回
実施エリア	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 東北エリア ※全ての低圧リソースが東北エリアにあると模擬
リソース種別	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 家庭用蓄電池、EV(V2H)、エネファーム、産業用蓄電池
最大同時制御リソース数	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 4,627台
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 1,654kW

三次調整力②実証結果(大阪ガス株式会社) 2022年11月24日 3:00~6:00 【受電点制御】

エリア:東北 対象リソース:エネファーム355台 供出可能量:98kW



コマ	30分値成功判定(入札量±%)	5分値成功率(x/6成功)
1	○(-1.52%)	100%(6/6成功)
2	○(-13.19%)	100%(6/6成功)
3	○(1.53%)	100%(6/6成功)
4	○(6.37%)	100%(6/6成功)
5	○(0.34%)	100%(6/6成功)
6	○(0.31%)	100%(6/6成功)
計	100%(6/6コマ成功)	100%(36/36成功)
発動前(1時間)基準値絶対誤差平均		-



- 30分値、5分値評価共に100%成功となり、安定した制御ができた。
- 成功範囲内であるが、一部ハンチングが発生している。指令値の出し方の改善を行い、制御精度の更なる向上を検討する(継続検討中)。

3. 独自実証

3-2. 各市場への複合対応検討

各市場への複合対応検討 実証概要・結果

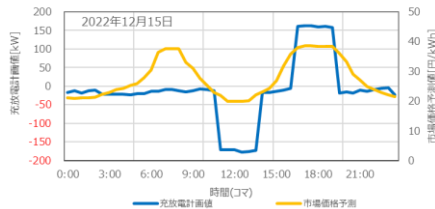
概要	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供給力(市場価格連動DR)や調整力(需給調整市場等)を組合わせた最適運用における利益最大化検討 ➤ 上記を実現するために、入札時間帯毎の電力価値を予測・算定した上で、蓄電池SOCマネジメント(ΔkW供出かkWh供出か)を検討する。
参加事業者	➤ auEL
実施手順	<ul style="list-style-type: none"> ➤ スポット市場開場前の前日6時に市場価格連動DRを加味した需要計画を作成 ➤ スポット市場の約定処理終了後、翌日の供出可能量を算出し、三次②へ入札

実施日	メニュー	実施時間	家庭用蓄電池参加台数
2022/12/15(木)	アービトラージ	0:00~23:59	65台
	三次②	3:00~6:00	

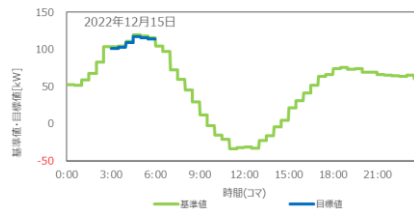
結果

計画

市場価格予測と充放電計画



基準値(需要予測)と目標値



アービトラージ
計画・実績

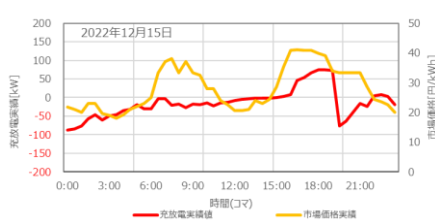
	計画	実績
充電量 [kWh]	480.1	208.6
放電量 [kWh]	-781.1	-543.9
収益[円]	727	-5.625

三次②
計画・実績

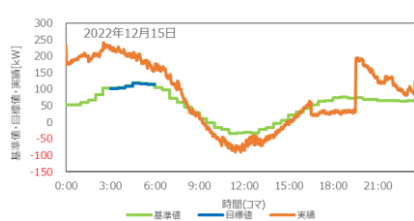
	計画	実績
供出量 [kW]	2	0

実績

市場価格実績と充放電実績



基準値と需要実績



- 計画では収益はプラスだったが、実績では昼間の市場価格が安い時間帯にSOCが100%だったため、充電が行われず、また夕方の放電量が計画より少なかったため収益はマイナス。
- リソース制御可能量・基準値予測精度の向上を図る。

各市場への複合対応検討 まとめ

家庭用蓄電池を活用した複合対応検討(アービトラージと三次調整力実証)のまとめと課題

まとめ

- 家庭用蓄電池(太陽光併設)を用いて、アービトラージと三次調整力②を同日に実施。
- 前日のアービトラージ計画では、市場価格の安い昼間に充電・市場価格の高い夕方に放電の計画が作成され、市場価格予測の精度も高いため、これは問題ないが、充放電計画作成後に算出したブロック2(3時~6時)の供出可能量が実態よりも非常に低く出ておりロジックの改善が必要。(蓄電池残量は十分に残っており、機会損失となった。)
- 実断面においては、昼間の充電フェーズで蓄電容量が満タンとなってしまう計画通り充電ができなかった。また、夕方の放電フェーズでは、需要が少なく計画通り市場価格の高いコマで放電を行えなかったことで収益が減少した。
- またブロック2の三次②では、基準値と実績値の乖離が大きいため予測精度の改善が必要。放電すべき時間帯なのだが、一部のリソースが充電を行っていたため全体としては充電が行われていた。

課題

- 主に下記の予測精度
 下記予測精度を向上し蓄電池残量(SoC)マネジメントを精度良く行うことで、2点目の収益最大化ロジックでの予想収益の確度を高める
 - 基準値予測
 - 需要予測
 - PV発電量予測
- 調整力落札価格予測値を考慮した収益最大化ロジックの検討・実装

3. 独自実証

3-3.5G+MEC技術検証

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証)

【実証概要】

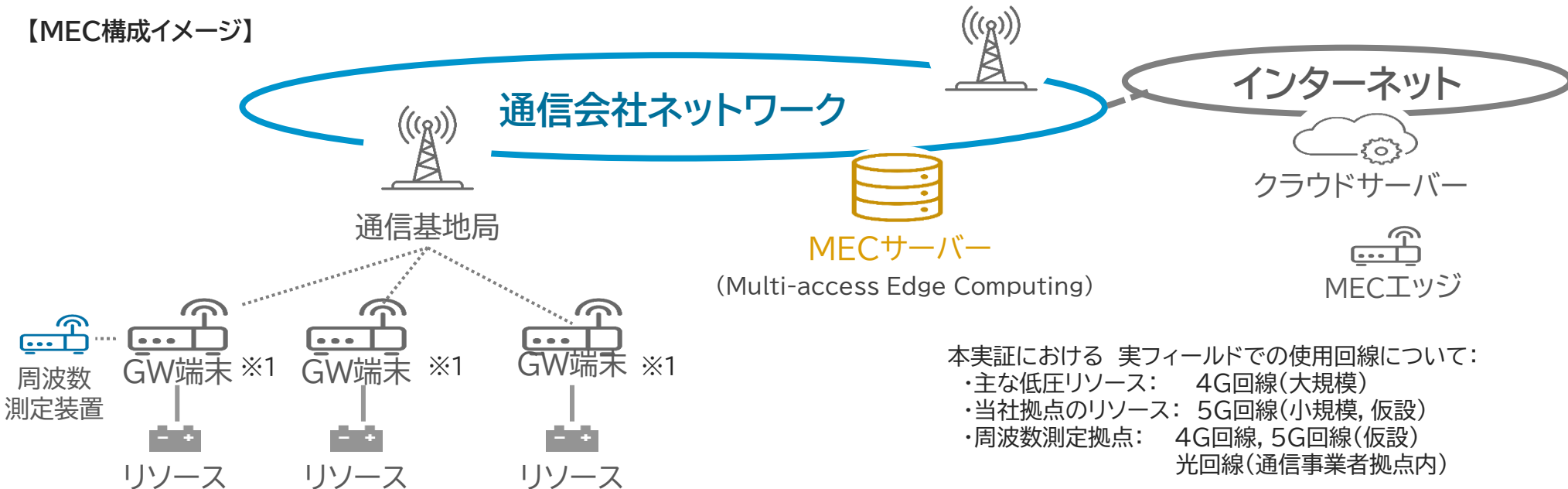
従来RAシステムやGW端末に搭載していた演算機能の一部を、通信会社ネットワークに設置されるMECサーバに集約することによるGW端末の低コスト化、またMECサーバとリソース間を高速大容量・低遅延の5G回線で通信することによる高速できめ細かいフィードバック制御と、GW端末だけでは実現が難しい高度な制御処理を実現することで、DERリソースのVPPビジネスへの適用可能性を検証する。

具体的には、以下の項目の検証を実施する。

	実証項目	目的・実施概要など	備考(要素技術)
(1)	一次調整力への応用検証	仮想リソース化(群制御化)による 技術要件への適合(周波数測定装置開発含む) ※1	仮想自端制御(仮想リソース化)ダイナミックレイティング 等
(2)	三次調整力①②(二次②含む)の更なる精度向上に向けた検証	仮想リソース化(群制御化)による 高速FB制御を用いた制御精度向上 ※1	高速FB制御, 仮想リソース化ダイナミックレイティング 等
(3)	低コストGW端末の開発・検証	低コスト化(産業用GW端末との共用から低圧専用化, CPUレス化試作)	仮想GW端末 MECエッジエミュレーション等

※1 その他, MECサーバ活用によるスケーラビリティ向上(上位システムの負荷軽減)および制御最適化 の検討

【MEC構成イメージ】



本実証における 実フィールドでの使用回線について：
 ・主な低圧リソース： 4G回線(大規模)
 ・当社拠点のリソース： 5G回線(小規模, 仮設)
 ・周波数測定拠点： 4G回線, 5G回線(仮設)
 光回線(通信事業者拠点内)

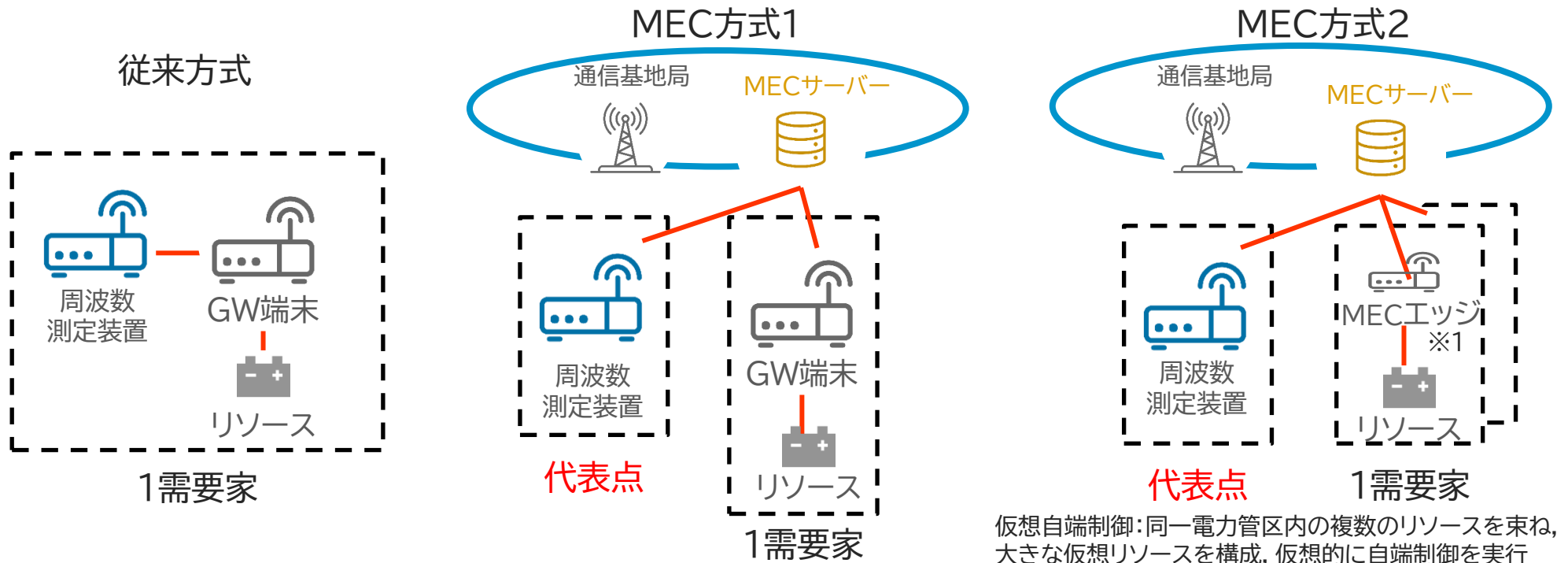
3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【実証構成および実証方式】

低コストでの技術要件適合を目指し、以下の3パターンにて制御精度の検証を実施。(制御はPCSから取得した受電点電力ベース)

実証方式	周波数計測	計測結果集約	制御指示演算	制御指示指令	課題
従来方式 (比較対象)	自端計測	GW端末	GW端末 (自端制御)	GW端末⇒PCS	<ul style="list-style-type: none"> 各需要家に周波数計測装置が必要 各需要家に演算機能を搭載したGW端末が必要
新方式 MEC方式1	代表点計測	MECサーバ (計測値分配のみ)	GW端末 (自端制御)	GW端末⇒PCS	<ul style="list-style-type: none"> 各需要家に演算機能を搭載したGW端末が必要 代表点計測の妥当性評価が必要
新方式 MEC方式2		MECサーバ	MECサーバ (仮想自端制御)	MECサーバ⇒PCS	<ul style="list-style-type: none"> 代表点計測の妥当性評価が必要

3動作(周波数情報取得(周波数測定装置):1秒周期, PCS情報取得(受電点電力含む(SMからは最短6秒周期のため不可)):1秒周期, 制御:1秒周期(変動100W以下は対象外))を並行



仮想自端制御:同一電力管内の複数のリソースを束ね、大きな仮想リソースを構成、仮想的に自端制御を実行

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

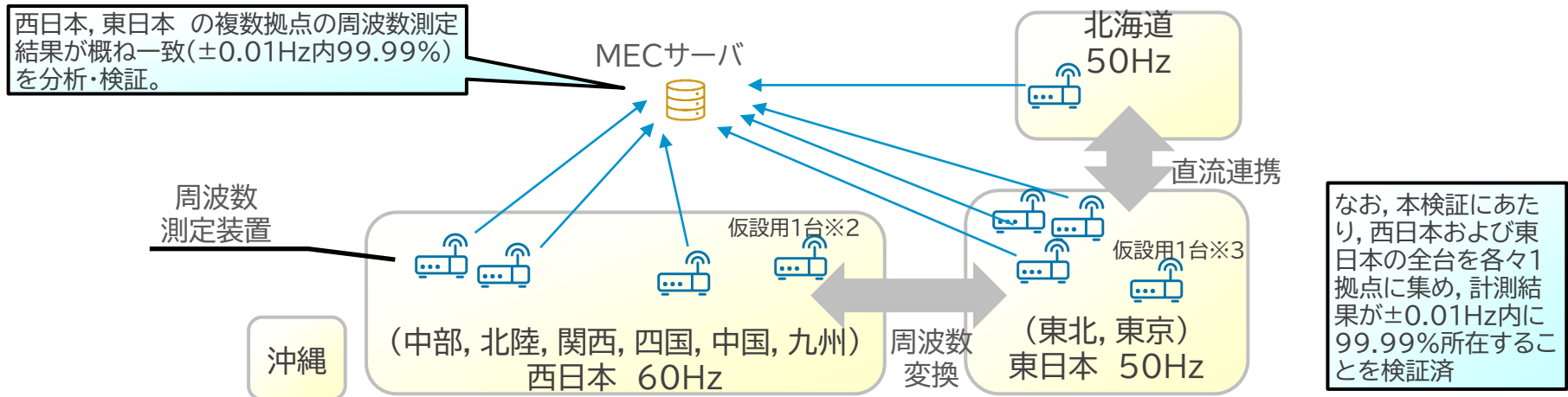
【周波数計測に関する事前検証(代表点計測の妥当性検証:1/2)】

本実証の 新方式(MEC方式)1および2 では、代表点計測方式(代表点での周波数計測値を同一仮想リソースを構成する全拠点の制御に用いる方式)を適用することから、その妥当性を検証する必要がある。

事前検証として、同一周波数系統となる3つの系統(北海道, 東日本, 西日本)での周波数測定結果が同一系統内では概ね一致することを示し、代表点計測方式の妥当性を検証する。

検証場所	検証項目	検証方法
実フィールド	代表点計測の妥当性検証 ・同一系統内での一致性確認 (西日本内, 東日本内) ・参考:異系統間の不一致確認 (東日本, 北海道間)	低コストGW端末とともに開発した周波数測定装置をGW端末とともに実フィールドに設置し、同一系統内の異なる地点で計測値が一致することを検証した。 検証方法は、つぎのとおり。 北海道(1か所), 東日本(3か所+仮設1か所), 西日本(3か所+仮設1か所)の3系統に設置。 東日本と西日本で検証を行い、同一時刻での計測 ※1 にて ±0.01Hz以内に99.99%所在することを検証。 (観点) 設置区分(市町村, 都道府県, 電力エリア, 系統)での評価 設置環境(戸建住宅, 集合住宅, オフィス, 工場など)での評価

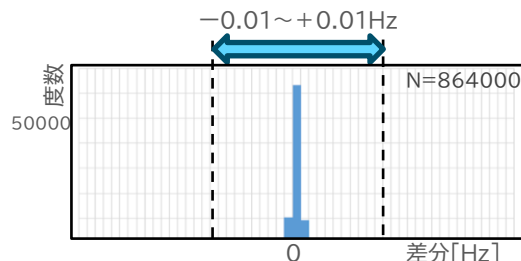
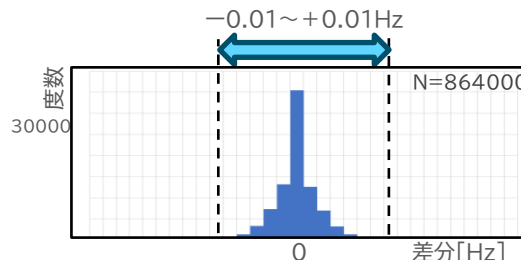
※1 計測にあたっては、時刻同期の調整上0.1秒周期に平均化実施。また、全台の個体差が仕様(誤差±0.02Hz以下)以下であることを工場にて事前検証済



3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【周波数計測に関する事前検証(代表点計測の妥当性検証2/2)】

結果は次のとおり。

検証結果	
同一系統間での 一致性の評価	<p>結果: 東日本 99.99%(0.01Hz以内) 一致 [計測期間: 2022年12月3日0時~23時59分59秒の24時間]</p> <p>都内3か所: オフィス2か所(エナリス本社, メーカー拠点), 集合住宅1か所(エナリス社員宅)</p> <p>→ 同一電力エリア(都内)にて, 設置環境(オフィス, 集合住宅)によらず計測値が一致することを示した</p>
	 <p>図. 都内2か所の一致性(例)</p>
	<p>結果: 西日本 99.99%(0.01Hz以内) 一致 [計測期間: 2022年12月14日0時~23時59分59秒の24時間]</p> <p>福岡市内2か所: オフィス1か所(メーカー拠点), 戸建住宅1か所(エナリス社員宅)</p> <p>神戸市内1か所: 集合住宅(エナリス社員宅)</p> <p>→ 同一系統(同一市内, 異電力エリア)にて, 設置環境(オフィス, 集合/戸建住宅)によらず計測値が一致することを示した</p>
	 <p>図. 福岡市内1か所と神戸市内1か所の一致性(例)</p>
	<p>(追加実証) 同一電力エリア内の異なる県での検証 [計測期間: 2022年11月15日0時~23時59分59秒の24時間]</p> <p>福岡市内1か所: 上記のオフィス1か所(メーカー拠点), 熊本県内1か所: 工場(メーカー拠点)</p> <p>→ 結果: 99.99%(0.01Hz以内) 一致。 同一電力エリア(異なる県間)にて, 計測値が一致することを示した</p>
(参考) 異系統間での 一致性評価 他	<p>北海道, 東日本間: 38%(0.01Hz以内)であり, 異系統間では不一致を検証</p> <p>北海道1か所: オフィス(エナリス拠点), 東日本1か所(メーカー拠点) [計測期間: 2022年11月9日0時~23時59分59秒の24時間]</p> <p>その他: 電線路が長く細い等の懸念のある雑居ビル等 では周波数変動が系統よりも大きい等の課題を確認。</p>

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【実フィールドにおける実証(実施項目および評価基準)】

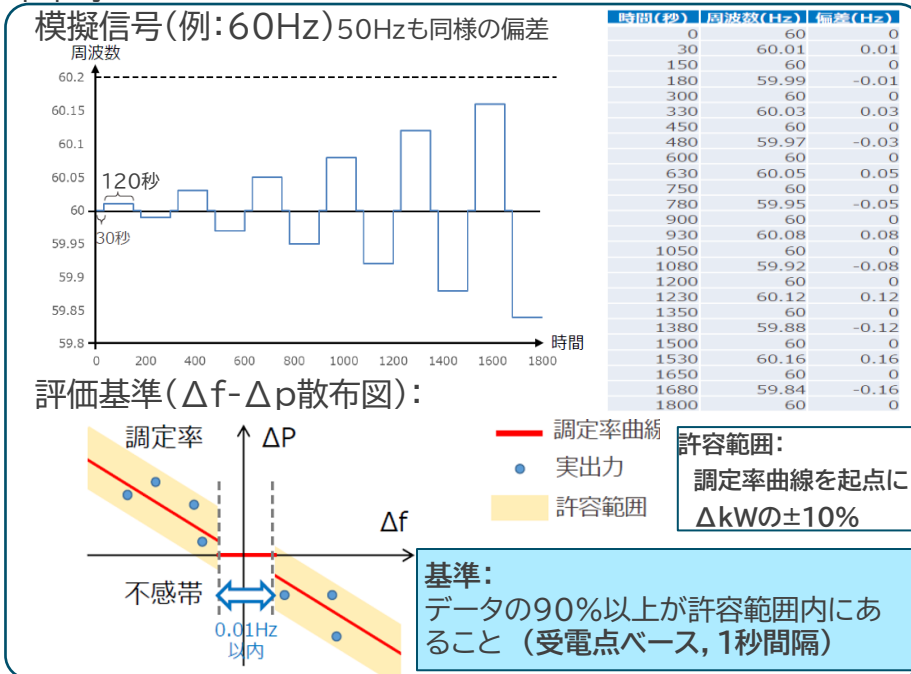
一次調整力の実フィールドでの実証は、①通信性能試験、②模擬周波数信号による事前審査模擬試験(以下、事前審査模擬試験)、③系統周波数による実周波数適用試験(以下、実周波数適用試験)の3つを実施。(ここで Δf は周波数偏差、 Δp は出力変化量を示す)

実施区分	対象リソース	適用周波数信号	評価基準
①通信性能試験	実フィールド	周波数測定装置で計測した系統周波数	遅れ時間2秒以内にて評価
②事前審査模擬試験	実フィールドの 低圧リソース	模擬周波数信号(下記参照) 平常時, 異常時を模擬したもの	平常時: Δf - Δp 散布図(1秒間隔, 受電点ベース)にて評価 異常時:時刻- Δp (受電点ベース)グラフにて評価(下記参照)
③実周波数適用試験	実フィールドの 低圧リソース	周波数測定装置で計測した系統周波数	Δf - Δp 散布図(受電点ベース, 1秒間隔)にて評価 (平常時:近似線と調定率の傾きが同方向であること) ※1

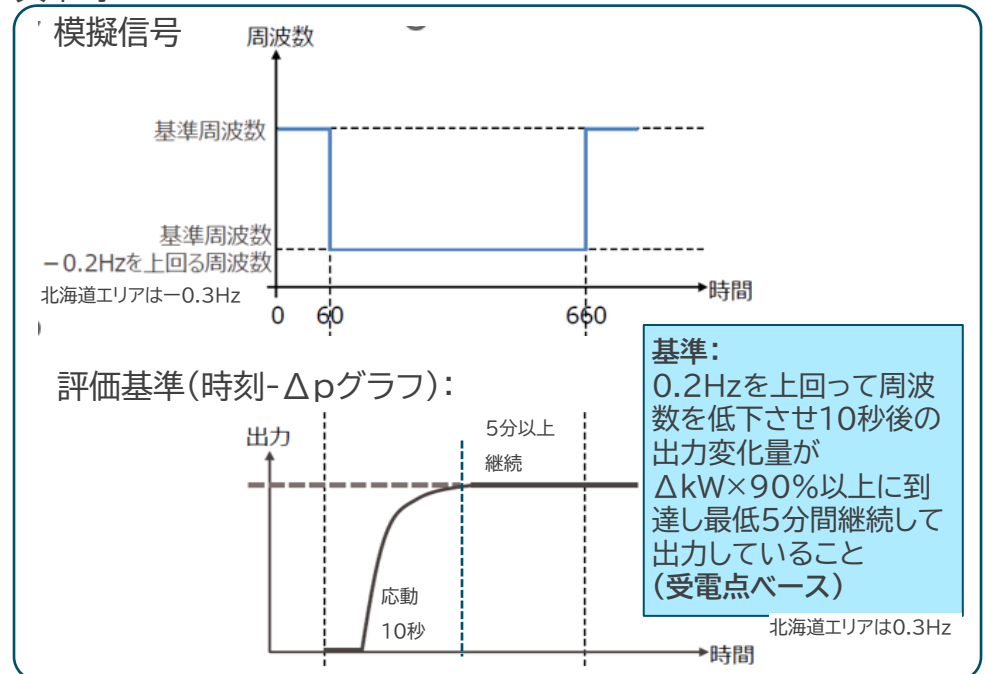
※1 取引ガイド(全商品)2023年4月1日初版 改定案(2022年11月25日付, 送配電網協議会)のアセスメントII関連記載を参考に作成

(参考) 事前審査模擬試験における 模擬周波数信号 および 評価基準 ※2

平常時:



異常時:



※2 取引ガイド(全商品)2023年4月1日初版 改定案(2022年11月25日付, 送配電網協議会)の事前審査関連記載を参考に作成

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【実フィールドにおける実証(結果概要1/2)】

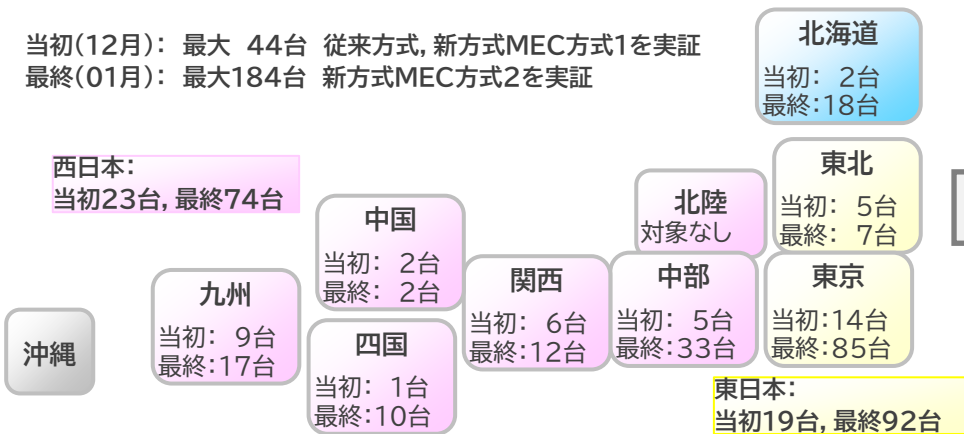
試験結果の概要は、次のとおり。(なお ①通信性能試験結果の概要は、遅れ時間での評価として後述する)

実証方式	①事前審査模擬試験	②実周波数適用試験	参加リソース合算規模	備考
従来方式 (比較対象)	未実施 多拠点への模擬周波数 信号適用が困難なため	○ 成功	台数 最大44台 定格電力 最大132kW 約定量 最大22kW	2022年12月実施 制御: 物理リソース単位(自端制御) 評価: 物理リソース単位およびRA単位
新方式 MEC方式1	失敗 ※1 平常時: ×失敗 異常時: ○成功	○ 成功		2022年12月実施 制御: 物理リソース単位(自端制御) 評価: 物理リソース単位およびRA単位
新方式 MEC方式2	成功 平常時: ○成功 異常時: ○成功	○ 成功	台数 最大184台 定格電力 最大770kW 約定量 最大61kW	2023年1月実施 制御: 仮想リソース単位で制御(仮想自端制御) 評価: 仮想リソース単位およびRA単位

※1 正常時の実証は、物理デバイス単位でも5%程度しか成功せず仮想リソースでも失敗。異常時の実証は、物理デバイスでは22%程度の成功に留まるが仮想リソースでは成功

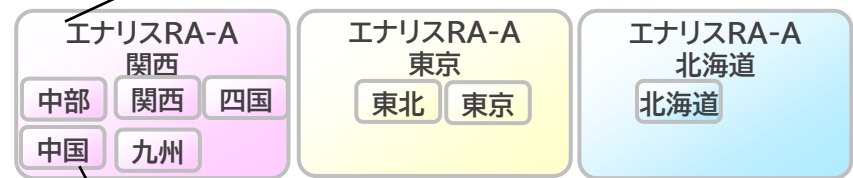
実証参加リソースの設置イメージ

当初(12月): 最大 44台 従来方式, 新方式MEC方式1を実証
最終(01月): 最大184台 新方式MEC方式2を実証



新方式 MEC方式2における仮想リソースイメージおよび制御精度向上

本実証における便宜上の3周波数システムのRA登録:
同一周波数システムとなる3つのシステムに分けて
便宜上のエナリスRA-A 関西, 東北, 北海道を構成し約定する。



仮想リソース:
基準値を気象情報により予測していることから,
MECサーバにて電力エリア単位で仮想リソースを構成

ダイナミックレイティングによる制御精度の向上:

MECサーバにて、仮想リソースへの制御指示を行う際、
仮想リソースを構成する物理デバイスに対して、
負荷状態、蓄電池残量、定格出力等の状況を把握し、
各々に動的順位付け(ダイナミックレイティング)を行う。
その結果に基づき最適制御を行うことで、**制御精度を向上**できる。

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【実フィールドにおける実証(結果概要2/2)】

技術要件に対する適合結果は、次のとおり。

項目	技術要件	適合状況	検証方法 等
周波数計測間隔	0.1秒以下	○ : 適合(1/50または1/60秒) ※1	メーカー検証環境および実フィールドでの実証により検証
周波数計測誤差	±0.02Hz以内	○ : 適合(±0.01Hz以内) ※1	メーカー検証環境での実証により検証
不感帯	±0.01Hz以内※2	○ : 適合(±0.01で設定)	実フィールドでの実証により検証
調定率	5%以下	○ : 適合(0.5/1/2%で設定)	実フィールドでの実証により検証
遅れ時間	2秒以内	△ : 適合(条件付き:平均2秒以下)	メーカー検証環境(平均1.9秒)+実フィールド実証 ※3 を合わせ検証

※1 JISC1111準拠。JEMIC校正対応。 ※2 50Hz地域を記載、60Hz地域は±0.012Hz。なお設定値内の-0.01, +0.01, 0Hzは $\Delta p=0$ となる将来実装を想定し集計除外

※3 メーカー検証環境での最大値は2.8秒。 ①通信性能試験を実フィールドにて実施、メーカー検証環境での事前試験結果平均1.9秒と合せて、遅れ時間を検証

(参考)不感帯について : ±0.01Hz, ヒステリシスなしとする

理由: ・上限: 技術要件上±0.01以内であることから、上限は0.01Hzとする。

・下限: 適用した周波数測定装置の計測精度(粒度)である0.01Hzより小さくできないことから-0.01Hzとする。

※ なお、ヒステリシスなしとし、制御復帰幅についても、±0.01Hzとしている。(0.01Hzよりも粗くすることは精度を落とすことになる)

(参考)調定率について : 本実証では、昨年度同様、制御ロジックは定格kWに対する調定率設定にて実施しており、換算が必要。

例: 定格5.6kW 調定率0.5%の場合(0.01Hz変動で0.224kW)
50Hzの0.5%(×0.005)変動である0.25Hzの変動に対して、
定格kWの100%である5.6kWを出力するという線形特性となる。

周波数の計測分解能が0.01Hzなので、
 $5.6\text{kW} \div 25 = 0.224\text{kW}/0.01\text{Hz}$ であり、
0.01Hzの変化に対して、充放電がどの程度となるか(傾き)は、0.224kWとなる。

→ 定格出力ではなく、実際には、負荷などを加味し、約定量を設定する必要があるので、
定格5.6kW、調定率0.5%での $\Delta f - \Delta p$ の正常時の制御結果は、
異常時に出力できる ΔkW が0.56kWだとすると
約定量 0.56kW、調定率0.05%としての試験となる。(調定率を0.1倍、Y座標を0.1倍に変換した試験に相当)

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

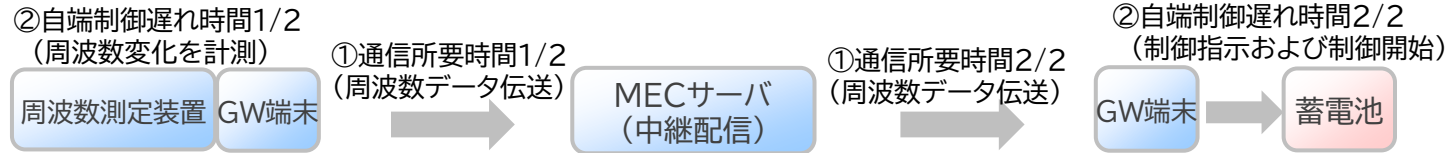
【実フィールドにおける実証(結果詳細)】 ①通信性能試験および遅れ時間検証, 実施年月:2023年2月

遅れ時間2秒以内について: メーカー検証環境(結果: 平均1.9秒) + 実フィールド実証 を組合せて検証する必要があり下記を実施。

■ 通信性能試験結果に, メーカー検証環境での結果を組合せた 遅れ時間(技術要件:2秒以内)に関する検証結果は, 次のとおり。

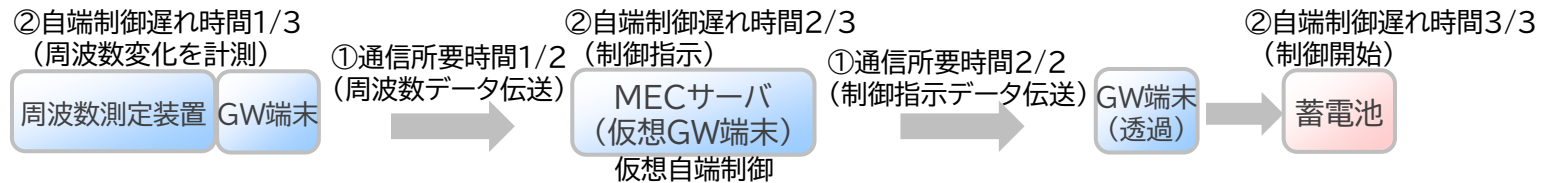
・ 新方式 MEC方式1での検証結果: 平均にて2秒以下を達成

適用回線	①通信回線所要時間(平均): 周波数データ伝送		②自端制御遅れ時間(平均)制御開始まで	計①+②所要時間遅れ時間	備考
	測定装置→MECサーバ	MECサーバ→リソース			
4G回線	30.0ms	30.0ms	1900ms	○: 1960ms	①に最大値適用×:2070ms
5G回線	17.5ms	17.5ms	1900ms	○: 1935ms	①に最大値適用○:1980ms
光回線+5G回線	6.5ms	17.5ms	1900ms	○: 1924ms	①に最大値適用○:1949ms



・ 新方式 MEC方式2での検証結果: 平均にて2秒以下を達成

適用回線	①通信回線所要時間(平均)		②自端制御遅れ時間(平均)制御開始まで	計①+②所要時間遅れ時間	備考
	周波数データ伝送 測定装置→MECサーバ	制御データ伝送 MECサーバ→リソース			
4G回線	30.0ms	30.0ms	1900ms	○: 1960ms	①に最大値適用×:2070ms
5G回線	17.5ms	17.5ms	1900ms	○: 1935ms	①に最大値適用○:1980ms
光回線+5G回線	6.5ms	17.5ms	1900ms	○: 1924ms	①に最大値適用○:1949ms



メーカー検証環境にて従来方式(自端制御)の遅れ時間は平均1.9秒を確認。MEC方式1, 2は実証結果との組合せで平均2秒以下を検証

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【実フィールドにおける実証(結果詳細)】 ①事前審査模擬試験(平常時) 新方式MEC方式2: 2023年01月26日 20:00~20:30

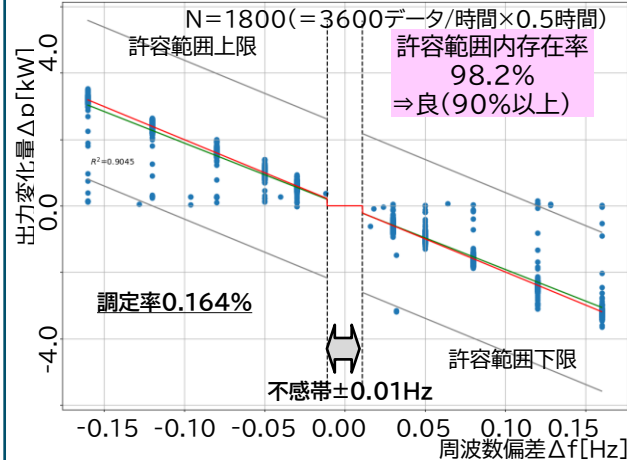
評価単位: RA単位にて評価, 約定量:61kW, 調定率:下記参照(2%にて各定格kW※1 に対して制御実施し約定量にて換算)

RAエナリス関西:約定量24kW,仮想5台(物理74台)

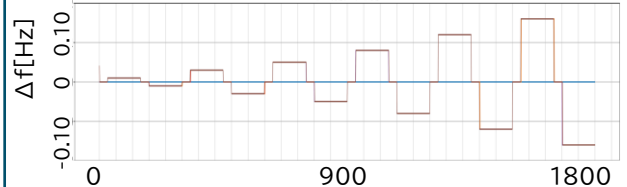
RAエナリス東京:約定量33KW,仮想2台(物理92台)

RAエナリス北海道:約定量4kW,仮想1台(物理18台)

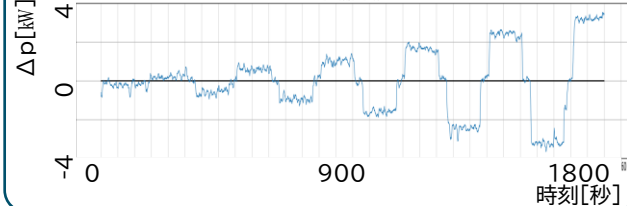
Δf-Δp散布図(応動状況):



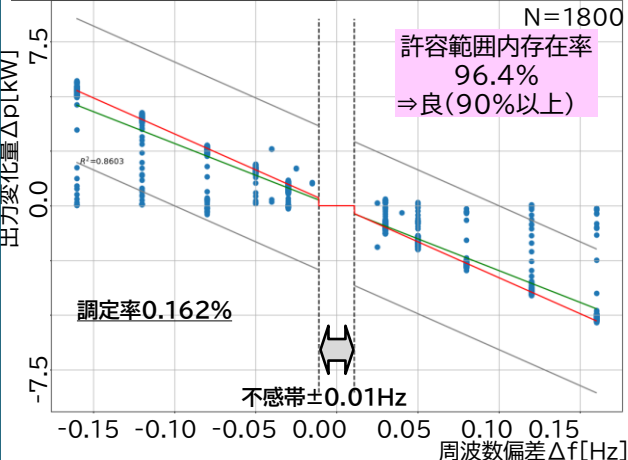
時刻-Δfグラフ(模擬周波数信号の推移):



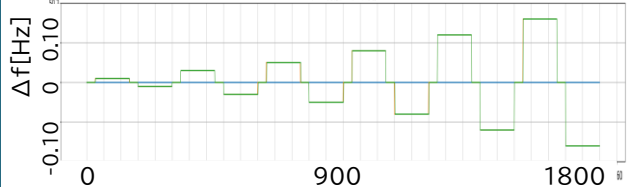
時刻-Δpグラフ(出力変化量の推移):



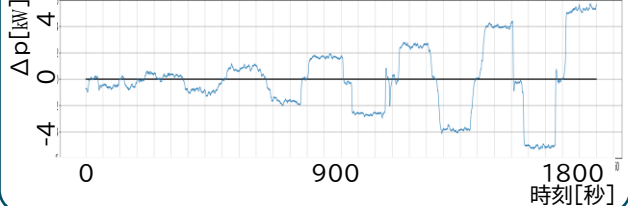
Δf-Δp散布図(応動状況):



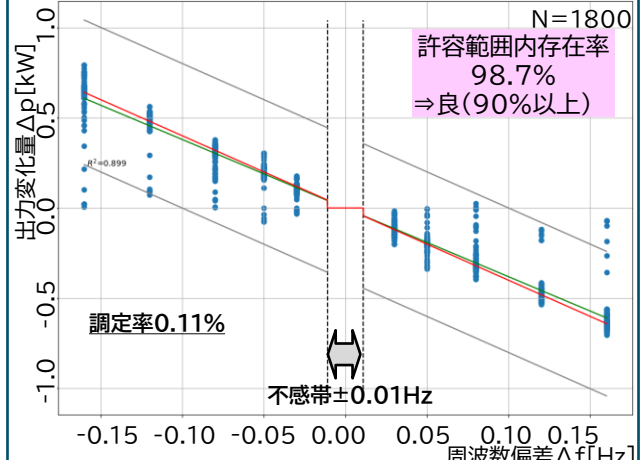
時刻-Δfグラフ(模擬周波数信号の推移):



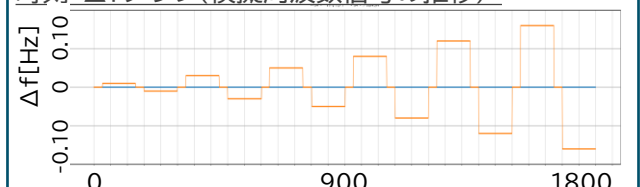
時刻-Δpグラフ(出力変化量の推移):



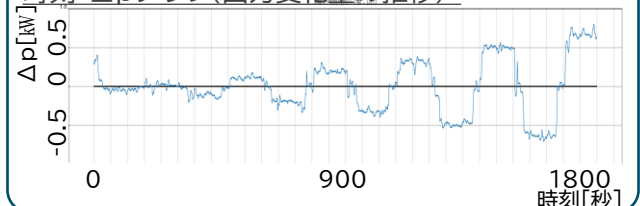
Δf-Δp散布図(応動状況):



時刻-Δfグラフ(模擬周波数信号の推移):



時刻-Δpグラフ(出力変化量の推移):



事前審査試験における平常時の評価基準をいずれも満足した。(MECサーバでのダイナミックレイティングによる精度向上が寄与)

※1 なお,各定格値は,RAエナリス関西:291kW,RAエナリス東京,406kW,RAエナリス北海道73kWとなる。

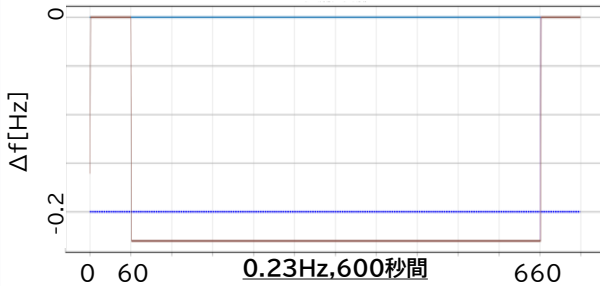
3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

【実フィールドにおける実証(結果詳細)】 ①事前審査模擬試験(異常時) 新方式MEC方式2: 2023年1月23日 20:30~20:45

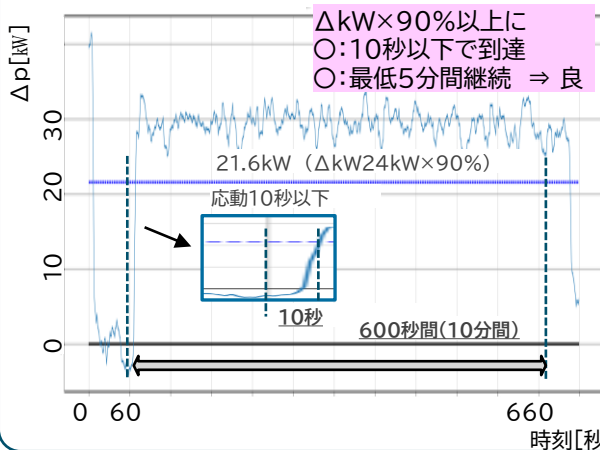
評価単位: RA単位にて評価, 約定量:61kW(24kW+33kW+4kW)

RAエナリス関西:約定量24kW,仮想5台(物理74台)

時刻- Δf グラフ(模擬周波数信号の推移):

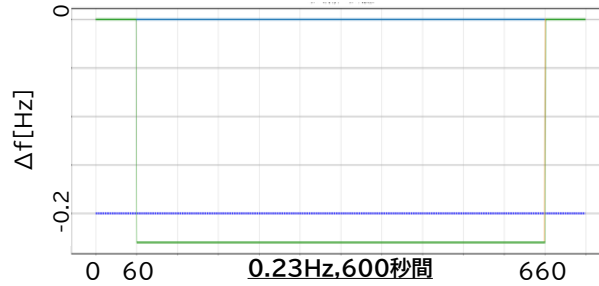


時刻- Δp グラフ(出力変化量の推移):

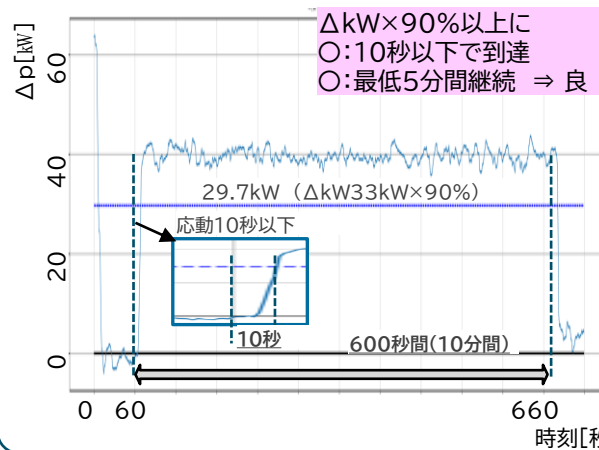


RAエナリス東京:約定量33kW,仮想2台(物理92台)

時刻- Δf グラフ(模擬周波数信号の推移):

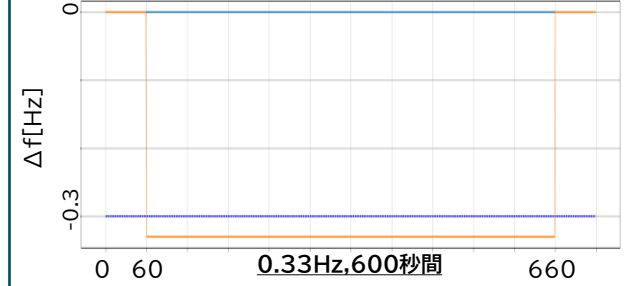


時刻- Δp グラフ(出力変化量の推移):

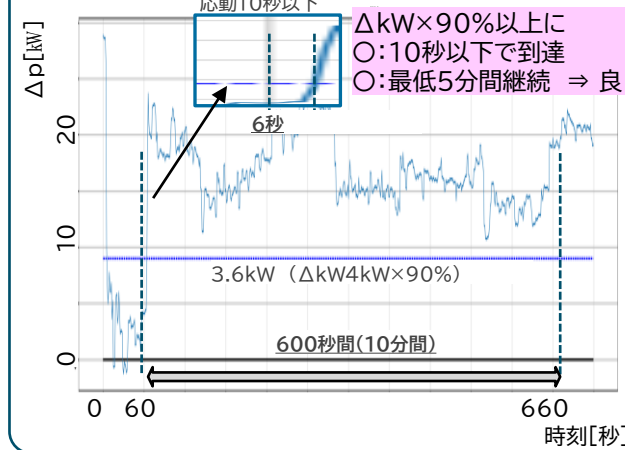


RAエナリス北海道:約定量4kW,仮想1台(物理16台)

時刻- Δf グラフ(模擬周波数信号の推移):



時刻- Δp グラフ(出力変化量の推移):



事前審査試験における異常時の評価基準をいずれも満足した。

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (1)一次調整力への応用検証

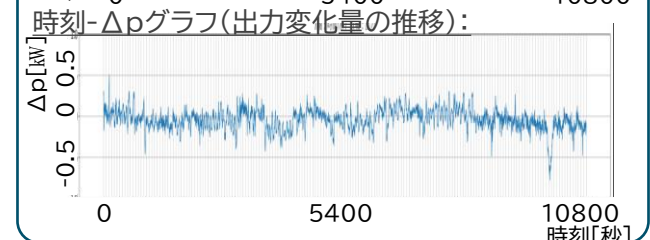
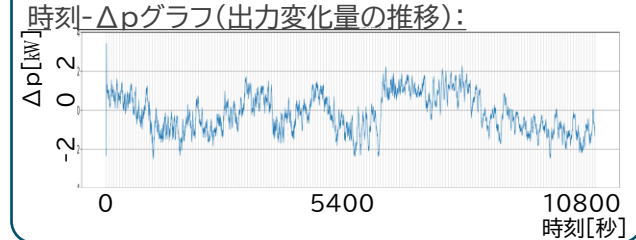
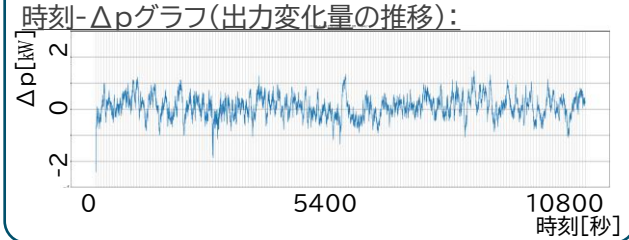
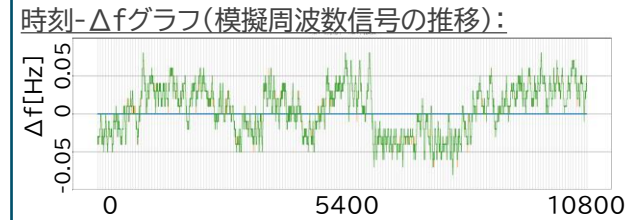
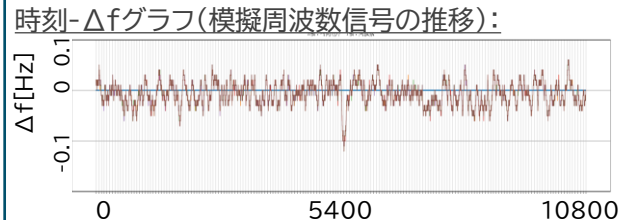
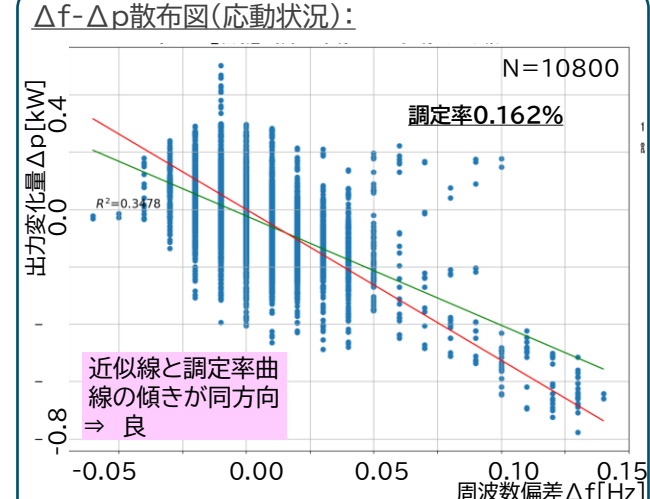
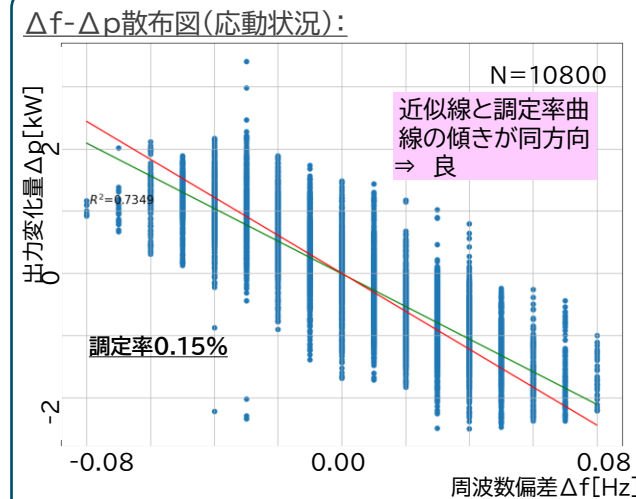
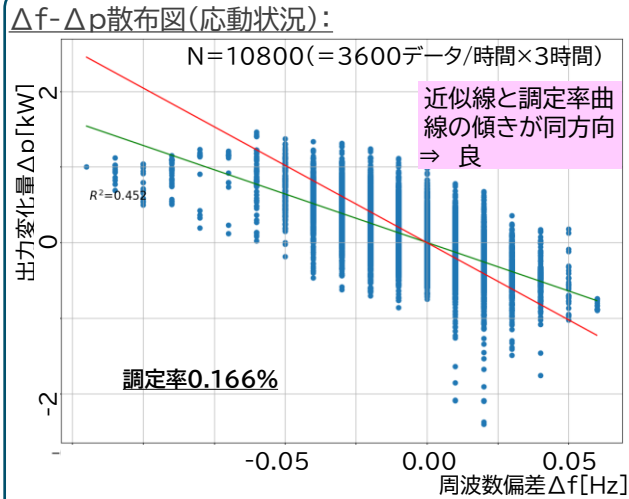
【実フィールドにおける実証(結果詳細)】 ②実周波数適用試験(平常時) 新方式MEC方式2: 2023年1月25日 18:00~21:00

評価単位: RA単位にて評価, 約定量:60kW, 調定率:下記参照(2%にて各定格kWに対して制御実施し約定量にて換算)

RAエナリス関西:約定量24.4kW, 仮想5台(物理74台)

RAエナリス東京:約定量30.3kW, 仮想2台(物理92台)

RAエナリス北海道:約定量5.3kW, 仮想1台(物理16台)



実周波数でのアセスメントⅡの評価基準を満足した。

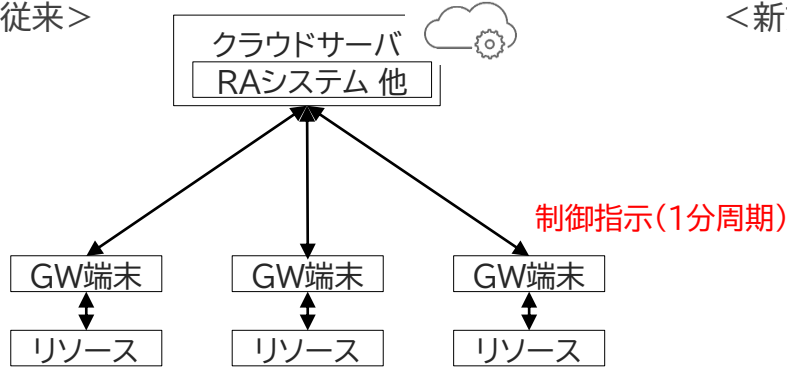
3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (2)三次①②(二次②含む)の更なる精度向上に向けた検証

【実証構成 他】

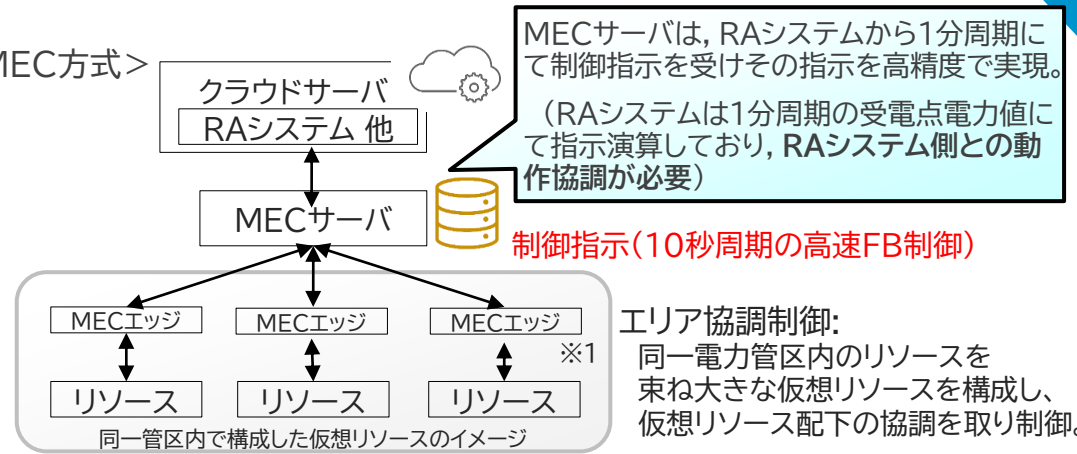
制御精度向上と低コスト化を目指し、MECサーバ単位で多数台の低圧リソースへの高速FB/エリア協調制御を行い、

制御精度の検証を実施

<従来>



<新方式MEC方式>



新方式 MEC方式における 制御方式について

■対象リソースの制御方式に応じたMECサーバからの制御方式 (対象リソース(蓄電池)の仕様に依存)

区分	対象リソースの充放電の外部制御仕様	制御単位 (仮想リソース)	課題	備考
量制御方式	充電/放電を電力値(kW)指定にて制御可能	0.001kW (最低制御値0.1kW)	特に無し	※2
台数制御方式	充電/放電を電力値(kW)指定にて制御不能 (充電/放電(最大kW), 待機(0kW))	台数 (最大充放電kW×台数)	仮想リソースを構成する物理リソース台数が少ない場合、粒度が粗く制御精度が低下	※2

仮想リソース化(群制御化)により、約定量を増やし、1台1台の物理リソースでの制御粒度を 相対的に精細化する。
(例:約定量10kWで1kW×10台:1台あたり粒度10%, 約定量100kWで1kW×100台:1台あたり粒度1%)

■ダイナミックレイティングによる高速FB制御 (制御精度の向上)

- ・情報取得および制御は、①PCSからの情報取得(充放電電力等:1秒周期), ②低圧スマートメータからの情報取得(受電点電力等:6秒周期) ※3, ③PCSへの制御指示(充放電制御:6秒周期)が独立動作し、仮想リソースを構成する物理リソースに対して 10秒周期の高速FB制御を行う。
- ・高速FB制御にあたっては、①, ②の取得データをもとに、物理リソースの各々へ動的順位付け(ダイナミックレイティング)を行い、最適割当を実施。

※2 逆潮流が出来ない環境では負荷の状況に依存する等,方式によらない共通課題はある。またメーカー固有仕様への対応も課題

※3 受電点電力を6秒周期で取得しているが、本実証では、RAシステムとのシステム間協調のために1分周期に間引いて

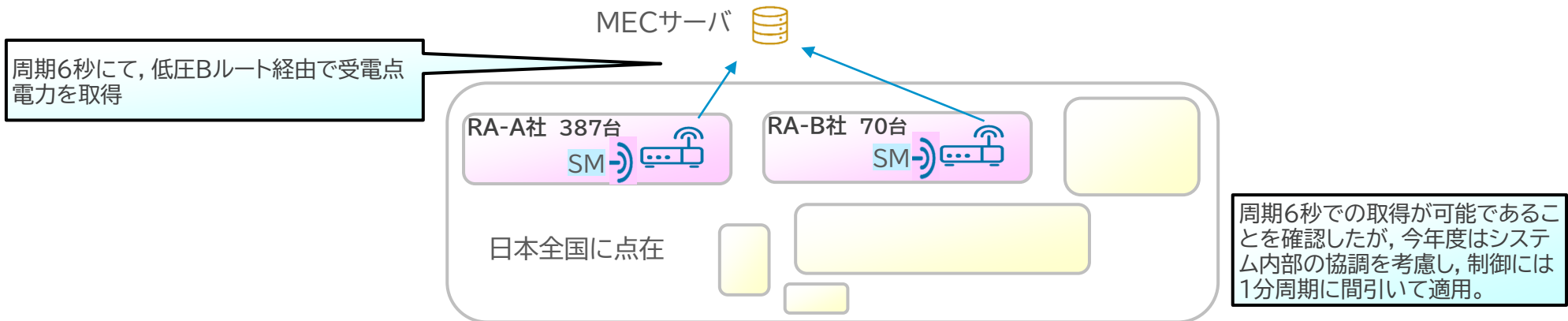
RAシステムへ伝送しRAシステムは制御指示を算定(制御への受電点電力変化反映が遅れ精度低下に繋がる)

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (2)三次①②(二次②含む)の更なる精度向上に向けた検証

【低圧Bルートに関する事前検証(性能確認試験)】

10秒周期での高速FB制御を実現にあたり、低圧Bルートでの受電点電力取得に関する性能評価(取得周期6秒以下)が必要である。事前検証として、MECサーバより、実証対象低圧リソース設置箇所の低圧スマートメータに対して、低圧Bルートにて受電点電力を取得し、①連続要求に対する応答性能 および ②要件達成可能となる周期(6秒)での取得成功率を確認する。

検証場所	検証項目	検証方法および結果
実フィールド	低圧Bルートに関する事前検証	① 連続要求性能試験 (抜き打ち, 最短周期) [実施日:2022年12月14日] 検証方法: ・対象: 抜き打ちにて、実証対象の低圧スマートメータ2台を無作為に選定。 ・方法: MECサーバ内部に構成した仮想GW端末から低圧Bルート経由で受電点電力を取得。連続要求に対する応答性能(100%取得できる最短周期)を実証・評価。 検証結果: 良 (最短取得周期6秒以下: 対象1 周期3秒, 対象2 周期4秒 (実施回数:各10回))
		② 取得成功率確認試験 (全数, 要件達成可能周期6秒) [実施日:2022年12月, 2023年2月] 検証方法: ・対象: 実証対象の低圧スマートメータ457台(全国に所在, RA-A社分387台, RA-S社分70台) ・方法: MECサーバ内部に構成した仮想GW端末から低圧Bルート経由で受電点電力を取得。6秒周期での取得成功率を実証・評価。 検証結果: 良 (取得成功率:98.5% (A社分10時間, B社分22時間))



3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (2)三次①②(二次②含む)の更なる精度向上に向けた検証

【実フィールドにおける実証(結果概要)】 ◎:MECサーバ追従かつRAシステム制御指示も不良ではない, ○:MECサーバ追従だがRAシステム制御指示不良, ×:否

実証対象	仮想リソース構成			実証結果: RAシステム制御指示へのMECサーバ制御の追従性能			参加リソース合算規模	
	地域での分割	MECサーバからの充放電制御方式	仮想リソース数	二次②	三次①	三次②		
RA-A のリソース	有: 電力エリア単位 (9リソース)	量制御方式	9	○ 良 但しRAシステム 制御指示が 過大で後半追従不可	○ 良	○ 良 但しRAシステム 制御指示が 過大で後半追従不可	台数 最大184台 定格電力 最大765kW 約定量 最大 95kW	
	基準値, 可能量予測 における気象情報 を 考慮し分割	台数制御方式	9	× 否(追従できず) RAシステム 制御指示が 過大で追従不可	× 否(追従できず) RAシステム 制御指示が 過大で追従不可	× 否(追従できず) RAシステム 制御指示が 過大で追従不可	台数 最大218台 定格電力 最大574kW 約定量 最大160kW	
RA-S のリソース	無: 全国単位 (1リソース)	量制御方式	1	◎ 良	— 未実施	— 未実施	台数 最大 47台 定格電力 最大212kW 約定量 最大 45kW	
	基準値, 可能量予測 における気象情報 を考慮せず	台数制御方式	1	— 未実施	— 未実施	◎ 良	台数 最大 24台 定格電力 最大 66kW 約定量 最大 23kW	

新方式 MEC方式 における仮想リソースイメージおよび制御精度向上

本実証における便宜上の2制御方式でのRA登録(気象考慮):
同一制御方式となる2つに分けて
便宜上のエナリスRA-A東北1, 東北2を構成し約定する。

本実証における便宜上の2制御方式でのRA登録(気象考慮せず):
同一制御方式となる2つに分けて
便宜上のエナリスRA-S東北1, 東北2を構成し約定する。

エナリスRA-A 東北1 (量制御方式)

北海道18台 関西12台
東北 7台 四国10台
東京85台 中国 2台
中部33台 九州17台
北陸 0台

エナリスRA-A 東北2 (台数制御方式)

北海道47台 関西 3台
東北16台 四国 0台
東京16台 中国 24台
中部88台 九州 1台
北陸23台

エナリスRA-S 東北1 (量制御方式)

全国47台

エナリスRA-S 東北2 (台数制御方式)

全国24台

ダイナミックレイティング高速FB制御による制御精度の向上:

MECサーバにて, 仮想リソースへの制御指示を行う際,
仮想リソースを構成する物理デバイスに対して,
負荷状態, 蓄電池残量, 定格出力等の状況を把握し,
各々に動的順位付け(ダイナミックレイティング)を行う。
その結果に基づき6秒周期で1分間に10回で制御指示追従可能
となるよう最適制御を行いことで, 制御精度を向上できる。

仮想リソース(気象考慮):
基準値を気象情報により予測していることから,
MECサーバにて電力エリア単位で仮想リソースを構成

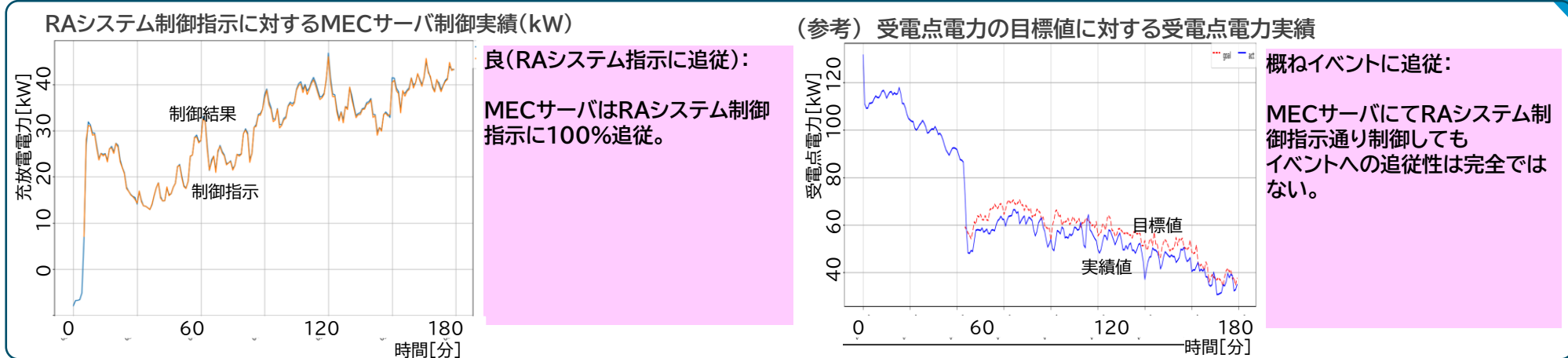
仮想リソース(気象考慮せず):
基準値を気象情報により予測を考慮せず
仮想リソースを構成

但し仮想リソース間での補完処理はRAシステムに委ねられている。
→ 1つのRAあたり1つの仮想リソースに集約することでMEC方式
による制御精度向上効果が発揮される。(エナリスRA-Sで検証)

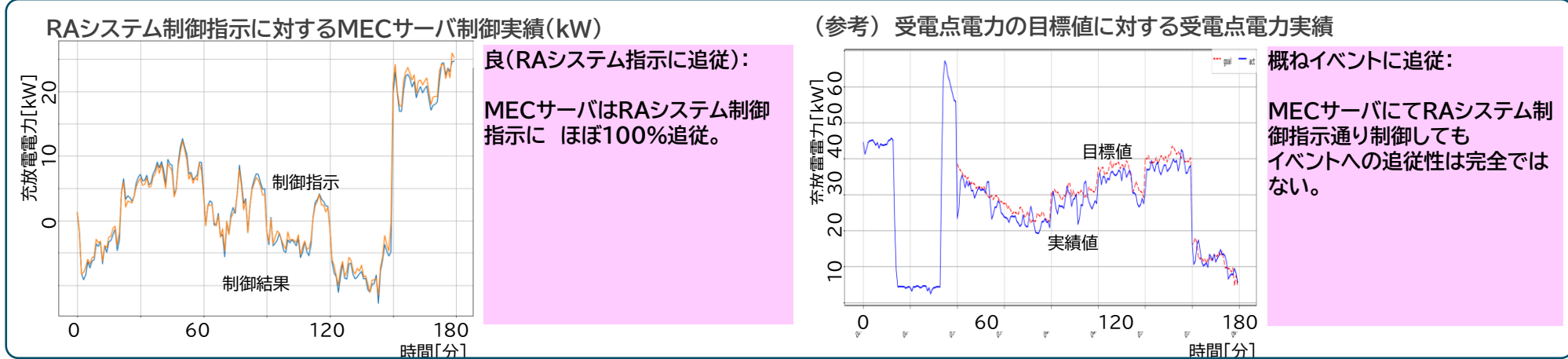
3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (2)三次①②(二次②含む)の更なる精度向上に向けた検証

【実フィールドにおける実証(結果詳細)】 2023年2月14日 B2 03:00~06:00, RA-Sのリソース

二次② 量制御方式: 仮想リソース1台(構成物理リソース47台), 定格電力212kW, 約定量45kW



三次② 台数制御方式: 仮想リソース1台(構成物理リソース24台), 定格電力66kW, 約定量23kW





両制御方式ともにRAシステムからの充放電制御指示に100%追従している。また受電点電力も目標に概ね追従している。
→ RAシステム制御指示に100%追従してもイベント追従性は完全ではない。RAシステムを含め制御処理改善が必要(制御動作協調が必要)

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) (3)低コストGW端末の開発・検証

【開発および検証結果】 実証対応機材の開発・検証

低コストGW端末の開発・検証結果は、次のとおり。

検証項目	検証場所	検証結果	
低コストGW端末の開発	低圧向けGW端末の開発 (F02-Lite) ・4G回線用 ・CPU実装	IoT端末メーカーの試験環境 低圧リソースでの実証向けにて低コスト化を進めた低コストGW端末を開発 ・低圧向けGW端末の開発 結果: 開発完了(2021年度:産業用共用→2022年度:低圧専用)※1 ・後述のマイコン型MECエッジ搭載用ソフトウェアを 上記GW端末にエミュレート実装・切替して実証する機能を開発 結果: 次の2方式を切替し正常動作を確認 従来方式(CPU利用)／新方式(MECサーバ演算のみ、マイコン型)ソフトウェア	
	実フィールド	実フィールドの低圧リソースにて前述の2方式を切替し実証実施 結果: 2方式ともに正常動作にて実証完了	
	低コストMECエッジの開発 (F02-UltraLite) ・4G回線用 ・マイコン実装	IoT端末メーカーの試験環境	将来の更なる低コスト化(CPUレス化)を見据えたマイコン型MECエッジ試作開発 ハードウェアおよびソフトウェア試作開発 結果: 試作開発および動作検証完了 (次年度, 実フィールドでの検証も検討)
5G回線検証端末	実フィールド	上記の2種類のIoT機器に5G回線を用いた場合のソフトウェア試作を開発 結果: 通信性能試験を完了	
周波数測定装置の開発	周波数測定装置メーカーの試験環境	技術要件(計測周期0.1秒以下、計測誤差±0.02Hz以下)を実現できる周波数測定装置の開発 結果: 開発完了、技術要件を満たすことを検証完了	

Copy ※1 2021年度は産業用GW端末を低圧実証に共用したが、今回、低圧専用として開発することでインタフェースや使用部材を減らし、コストダウンを図った

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) まとめおよび今後の課題

【まとめおよび今後の課題:5G+MEC技術検証 1/2】

昨年度のシミュレータ実証での実績を踏まえ、本実証にて、実フィールドでの実証を実現した。以下、実績および今後の課題を示す。

(1) 一次調整力への応用検証 について

- ・実績1: 各技術要件へ適合(遅れ時間については条件付き)出来ることを確認。周波数計測伝送では通信事業者拠点の光回線も検証。実現にあたっては、低コスト化と技術要件適合の両立を図り、周波数測定装置を開発、実証に適用した。
→ 今後の課題: 遅れ時間については、平均値にて評価したものの蓄電池の応答性能向上が望まれる。
- ・実績2: 実フィールドにて、従来方式(自端計測/自端制御), MEC方式1(代表点計測/自端制御), MEC方式2(代表点計測/仮想自端制御)の各方式に対して、①事前審査模擬試験(模擬周波数信号を適用), ②実周波数適用試験を実施し, 次の結果が得られた。
MEC方式2にて、上記の①②の判定基準を満足した (従来方式, MEC方式1では、①の判定基準を満足できなかった)
→ 今後の課題: より確実に 判定基準を満たせるよう 制御ロジックを改良することで安定性の向上を図る必要がある。※1
- ・実績3: MEC方式1, 2では、代表点計測を前提としていることから、その妥当性を検証にて示した。
北海道/東日本/西日本の3つの周波数系統にて、同一周波数系統内(東/西日本)の複数計測地点の周波数一致が99.99%(±0.01Hz以内)を確認
→ 今後の課題: 計測地点を各電力エリア(最大9エリア)とするとともに各種設定(移動平均パラメータ等)の最適化等より厳密な検討。

※1 適合する蓄電池メーカー等の把握も課題である。

(2) 三次調整力①②(二次調整力②を含む)の更なる精度向上に向けた検証 について

- ・実績1: 実フィールドにて、MEC方式での二次②, 三次①②を想定した実証を実施し, 次の結果が得られた。
実証実施にあたっては、蓄電池仕様に合わせた量制御方式, 台数制御方式の2つの制御方式を開発、実証に適用した。
二次②実証にて量制御方式適用時, 三次②実証にて台数制御方式適用時, RAシステムからの制御指示にほぼ100%追従を確認
但し・二次②, 三次①②ともに、RAシステムでのリバランスが必要な試験条件時や可能量/基準値乖離が大きい際は追従不可
・RAシステムからの制御指示に100%追従しても 受電点電力目標値 には完全には追従不可 (RAシステムの課題有)
- ・実績2: MEC方式での受電点電力目標値への追従に必要な6秒周期での受電点電力の取得試験を実施し, 次の結果が得られた。
実フィールドの457台のスマートメータにて98.5%の取得成功率を実現(10時間超実施)
→ 今後の課題: RAシステムとの動作協調を改善する必要がある。(改善には6秒周期の受電点電力値を制御へ反映等※2 が必要) 量制御方式および台数制御方式を混在させることおよび台数制御対象数を増やすことによる制御精度の改善検討。

※2 その他、RAシステムの制御ロジック改善が必要。また、約定期間開始時の応動期間での基準値までの応動対応(暗黙の0kW対応)が必要。

3-3. 独自実証の実施状況(5G+MEC技術検証) まとめおよび今後の課題

【まとめおよび今後の課題:5G+MEC技術検証 2/2】

昨年度のシミュレータ実証での実績を踏まえ、本実証にて、実フィールドでの実証を実現した。以下、実績および今後の課題を示す。

(3) 低コストGW端末の開発・検証（およびその他）について

- ・実績1: 低圧向けGW端末を開発, 実フィールドの低圧リソース実証に適用した。
適用にあたっては, マイコン型(CPUレス型)MECエッジをエミュレートできるソフトウェアを開発し実証対応した。
また, 5G回線用検証端末を別途試作し, 実フィールドで5G回線での検証を実施した。
- ・実績2: マイコン型MECエッジの試作機器を開発, メーカーの試験環境にて動作検証を実施した。
→ 今後の課題: マイコン型MECエッジ試作機器での実フィールド実証(小規模)の実施。
現地エンジニアリング試験機能のMECサーバから当該MECエッジへのリモートサービス提供機能の開発検証が必要。
- ・実績3: MECサーバによる計測/制御を実現するとともに, 通信量低減に向け, 計測/制御周期の可変最適化機能 などを検討した。
また当該周期の可変設定機能を開発・実装した。
→ 今後の課題: 検討した計測/制御周期の可変最適化機能の開発および実証が必要である。
その他の通信量削減方法として, データ伝送項目の最適化検討を更に進める必要がある。
- ・実績4: MECサーバによるスケーラビリティ向上および制御最適化を検討した。
検討にあたっては, MECサーバによる仮想リソースへの集約および高速FB制御実証での課題把握・整理を行った。
→ 今後の課題: 更なるスケーラビリティ向上に向けMECサーバの適用通信プロトコル実装変更検討等, より低負荷な処理検討が必要。
制御最適化に向け MECサーバ, および 既存システムサーバの機能分担, 可用性対応等 を検討する必要がある。

3. 独自実証

3-4. 需給逼迫時のDERポテンシャル検討

需給逼迫時のDERポテンシャル検討 概要

➤ 背景

昨今のエネルギー情勢の影響等を受け、電力需給は予断を許さない状況が続いている。今冬においても予備率3%以上を確保しているものの節電の協力依頼が出されている状況である。こうした中、分散型エネルギーリソース(DER)によるDR活用の期待がより一層高まっており、VPP技術を活用したDRや小売事業者によるDRサービス(需要家への節電還元メニュー)の導入がこれまで以上に重要となっている。

DRを実施するためのリソースや手段は多種多様ではあるが、それぞれに特性があり、活用可能な場面(時間帯)が限られているため、DERを最大限活用していくためには、各リソースの時間帯ごとの活用可能量を把握することが重要と考える。



➤ 昨年度実証の成果

昨年度は、自家発(民生用・産業用)、蓄電池(家庭用・産業用等)、EVの機器スペックを仮定し、ブロック毎の供出可能量(上げ調整力・供給力)の可視化を行った。その結果、1MWを出せるリソースを束ねたとしても、供給力においては昼間帯ではスペックの50%程度しか供出できず、調整力においては、供出量はさらにその50%程度に減少することがわかった。

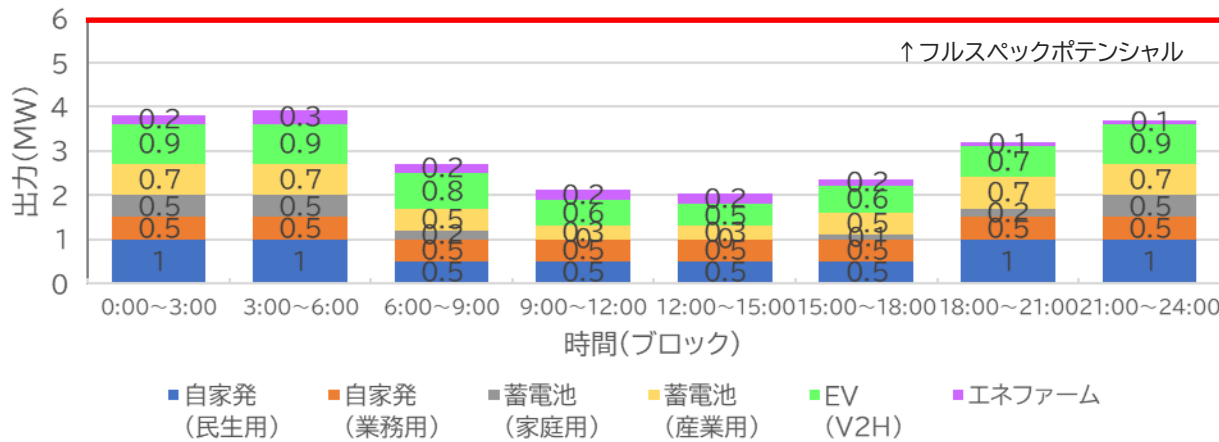
➤ 今年度の検証事項

- 昨年度検証した上げ調整力・供給力のポテンシャルに加え、下げ調整力・供給力のポテンシャルも検討。
- リソースとしてエネファームを追加

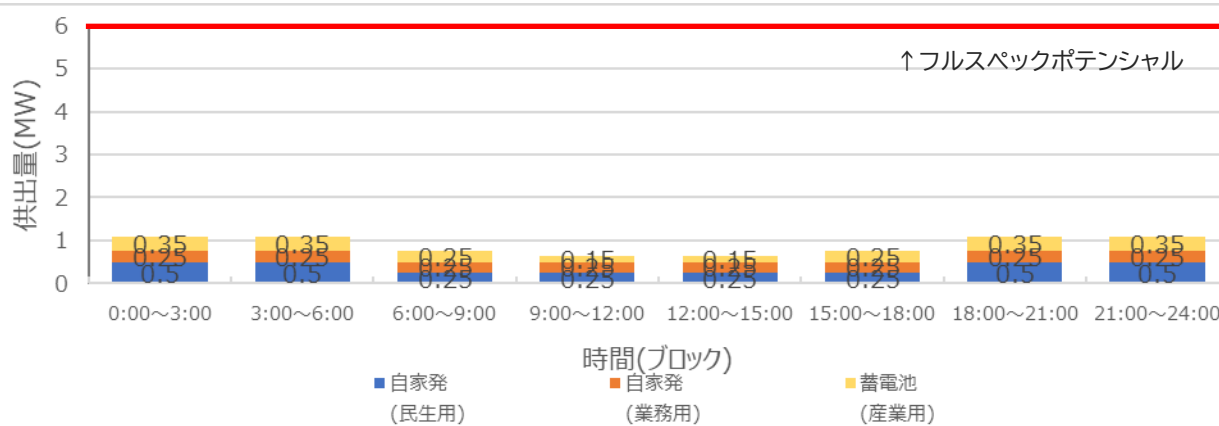
需給逼迫時のDERポテンシャル検討 リソース可能量の可視化結果(上げ調整力・供給力)

厳気象月を対象に、上げ供給力(kWh)、上げ調整力(Δ kW)としてどの程度供出できるかを可視化。

供給力(kWh)



調整力(Δ kW)



【供給力】

- フルスペック想定では6MW供出可能であるが、実際の供出量は昼間は半分以下まで減少
- エネファームは宅内需要が少ない明け方・昼間において上げ供給力としての供出可能量が多い。

【調整力】

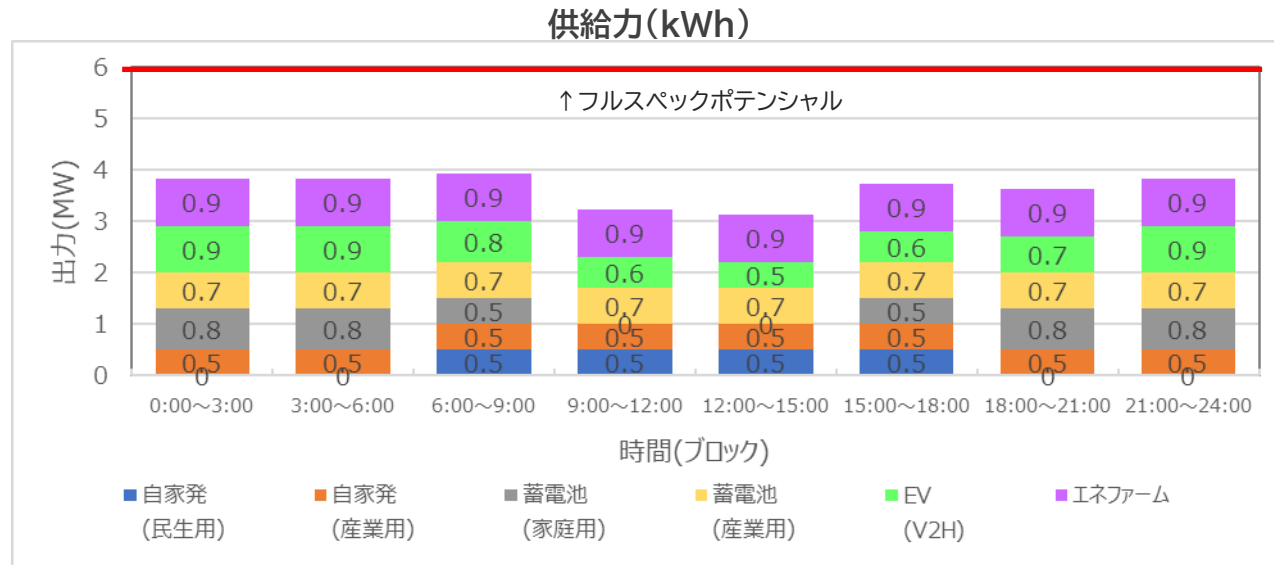
- 昨年度と同様、現状需給調整市場への参入が認められていない低圧リソース(家庭用蓄電池、エネファーム)と、活用が難しいEVについては、供出量は0(除外)とした。
- 基準値の予測精度や供出可能量の予測精度、技術要件(アセスメントII)等を加味すると供給力のポテンシャルの50%程度(安全率)となり、フルスペックの台数でも供出量は著しく低下する。
- 低圧リソースの参入や、逆潮流アグリゲーション(2023年度~高圧、低圧は未定)が認められれば、調整力としての供出ポテンシャルは大きく伸びると考える。

※産業用蓄電池は、単体ブロックのみでの供出量(連続ブロックは考慮していない)

※エネファームのポテンシャルはコロナ初期の宅内需要が多い年度のデータで試算したため小さめに
出ている

需給逼迫時のDERポテンシャル検討 リソース可能量の可視化結果(下げ供給力)

厳気象月を対象に、下げ供給力(kWh)としてどの程度供出できるかを可視化。



【供給力】

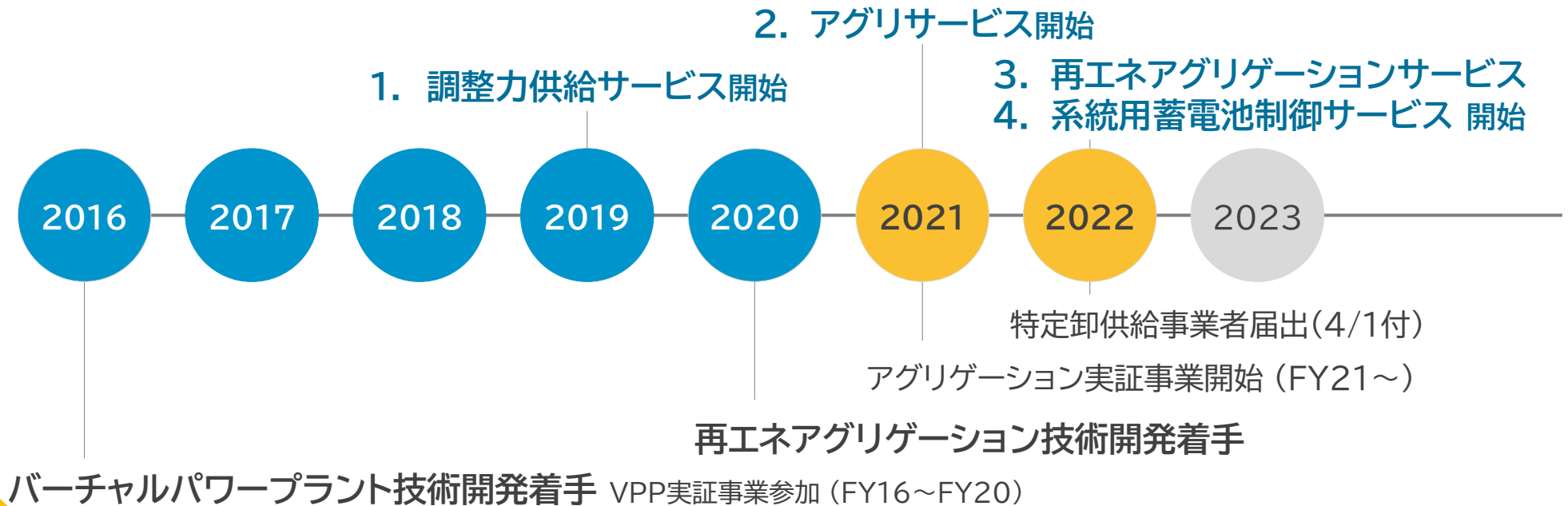
- 全6リソース(フルスペック想定)が供出できる下げ供給力は6MWだが、実際には自家消費運転の停止分や充電余力分のみが下げ供給力として供出可能であり、昼間の時間帯においては半分程度となる。
- エネファームについては、通常定格運転を行っている出力を下げる事で、ブロックによらず安定した下げ供給力の供出が可能
- 全体を通して低圧リソースであっても、下げ供給力としてはポテンシャルが期待できると考えられる。
(需給調整市場では下げ調整力のメニューはないため、供給力のみ算出)

4. 今後のビジネス展望

アグリゲーションビジネスの展開に向けた取り組み(株式会社エナリス)

■ 実証事業の成果を活用し、事業化を推進

	サービス名	サービス内容	サービス提供先
1	調整力供給	需要家設備をアグリゲートし、調整力公募(電源I')および容量市場へ入札	送配電事業者
2	アグリゲーションシステム	アグリゲータや小売電気事業者向けにアグリゲーションシステムをSaaS提供 ・ 調整力公募・容量市場、需給調整市場、経済DR(小売電気事業者)	アグリゲーター 小売電気事業者
3	再エネアグリゲーション	再エネ発電事業者の発電バランス業務および電力販売を代行 ・ 発電予測、バランスグループ運営、卸市場取引・相対取引	発電事業者
4	系統用蓄電池制御	系統用蓄電池制御システムおよびオペレーションを提供 ・ 取引要件に基づく制御(卸市場取引、需給調整市場、容量市場)、 発電計画提出・電力取引、蓄電池充電用小売電気供給	蓄電所事業者



取組を推進する上で、社内他部門、グループ会社、他社との連携状況(株式会社エナリス)

■ 取り組みを推進するための社内外連携状況は下記の通り。

	サービス名	社内	グループ会社	社外
1	調整力供給	<ul style="list-style-type: none"> 専門営業担当を設置し、顧客提案を展開 実証を通じて制御機能を向上 	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業を共同で実施 auエネルギー&ライフ 	<ul style="list-style-type: none"> 設備所有者と連携 DERアグリゲーション実証事業を実施 送配電事業者と連携
2	アグリゲーションシステム	<ul style="list-style-type: none"> 実証を通じて制御機能を向上 	<ul style="list-style-type: none"> auエネルギー&ライフおよびJ-Powerでシステムを活用 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーターおよび小売電気事業者へシステム提供
3	再エネアグリゲーション	<ul style="list-style-type: none"> 需給管理部門と連携しサービス提供 専門営業担当を設置し、顧客提案を開始 	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業を共同で実施 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネアグリゲーション実証事業を実施
4	系統用蓄電池制御	<ul style="list-style-type: none"> 需給管理部門と連携しサービス提供 		<ul style="list-style-type: none"> 蓄電所事業者と連携 送配電事業者と連携

5. 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言①

今年度実証の結果を受けての制度設計や実ビジネスにおける課題等について整理。

No.	分類	項目	内容
1	低圧リソースの 活用に向けた課題 について (調整力活用)	ポジワットアグリゲーション	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 昨年度からの継続となるが、既に導入済みのリソースから安定的な供出量を確保するためには、ポジワットアグリゲーションが必要。(FIT PV併設の家庭用蓄電池は、原則宅内の電力需要＝ネガワット制御における上限となる)
2		機器個別計測	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 現在、次世代の分散型電力システムに関する検討会にて需給調整市場における機器個別計測の適用に向けた検討がなされているところではあるが、今年度実証においても、機器個別計測にて実施した低圧リソースでの調整力実証(二次調整力②・三次調整力①・②)で要件達成が確認されたため、低圧リソースでの参入方法の検討と併せて、低圧リソースでの機器個別計測についても特定計量制度に対応した機器の普及および公差基準の確認方法など、より具体的な検討が加速することを期待する。 また、検討会にて提示されている「調整力契約」についても、低圧リソースを数千、数万件と契約していくことから、容易に契約締結が可能となるように配慮いただきたい。

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言②

今年度実証の結果を受けての制度設計や実ビジネスにおける課題等について整理。

No.	分類	項目	内容
3	低圧リソースの活用に向けた課題について (三次調整力②)	需要家リスト・パターンの群管理	<p>【課題】</p> <p>現状の需給調整市場へDRで参加する場合、リスト・パターンの登録が必要であり、そのリスト・パターンには、需要家1件毎の情報を登録する必要がある。低圧リソースで参加する場合は、数千から数万台単位で束ねることが想定され、その情報を1件ずつ登録することや、多少のリソースの増減などは頻繁に発生すると思われるが、このたびにリストパターンの変更申請・再度の事前審査(審査に最大6か月)を実施することは、送配電事業者側、アグリゲータ側双方にとって非効率であり、現実的ではないと考える。</p> <p>【解決に向けて】</p> <p>リストパターン内に「リソース群」を新設し、TSOは群として事前審査。実運用時においては、ACは群としての基準値を提出し、群内のリソースはACが当日の状況を把握しながら制御し、落札した供出量を提供する運用が望ましい。また、リソースの新設等による追加時は、あらかじめTSOへ機器構成(例:アグリゲータシステム→GW→受電点計量、リソース型式)を提出し、承認された機器構成パターンの場合は、承認された機器構成パターンであることの申請のみで速やかに需要家リスト・パターンに追加登録可能とする運用が望ましい。</p> <p>加えて、承認された機器パターンのみで構成された需要家群の場合は、追加・削除登録時も台数比例で供出可能量の増減も可能とする運用が望ましい。</p> <p>また、通信途絶や引越、スイッチング等で制御不可となるリソースが発生する可能性があるため、GC前に追加・除外登録可能な運用が望ましい。</p> <p>【残課題】</p> <p>→ 次ページに記載</p>

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言③

今年度実証の結果を受けての制度設計や実ビジネスにおける課題等について整理。

No.	分類	項目	内容
3	低圧リソースの活用に向けた課題について (三次調整力②)	需要家リスト・パターンの群管理	<p>【残課題】</p> <p>現状の運用または低圧需要家群とする運用のどちらにおいても、TSO-AC間の調整力精算(ΔkW、kWh)はアグリゲートした基準値・実績値での評価となるが、数千件以上の低圧需要家をアグリゲートする場合、アグリゲータと需要家間のkWh精算には課題が残っている。</p> <p>アグリゲータ側で1件1件の基準値(ベースライン)を作成し精算するにしても精度は低く、各需要家に対してのkWh精算が正確性に欠き、需要家側の納得感を得られない可能性がある。また、需要家によっては逆ザヤとなる場合やアグリゲータ側が逆ザヤになる場合もあると考えられ、各需要家に対するkWh精算のあり方については引き続き検討する必要がある。</p>
4	運用	複数RAを束ねた際の精算	<p>▶ 「送配電エリアごとに1,000kW」の供出量を確保するため、自社のみでは容量が不足する場合は他RAと併せた入札が考えられる。RA毎に制御精度は異なるため、あるRAによる失敗の補償方法についての取り決めが事前に必要であり、各RAの顧客との合意条件等を参考にしながら検討を進めたい。</p>
5		導入済みリソースの利活用	<p>▶ 現状では、既に系統連系されている分散型エネルギーリソースの情報を一元管理するプラットフォームはなく、機器としては存在するがアグリゲーターが利活用出来ないリソースが多数存在すると思料。</p> <p>▶ 今後EVも含めDERの導入量はさらに拡大することが予想されるため、系統への活用可否も含めた設備登録PFのようなものがあることが望ましい。</p>

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言④

今年度実証の結果を受けての制度設計や実ビジネスにおける課題等について整理。

No.	分類	項目	内容
6	一次調整力	アセスメントII実施時のデータ	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 現在取引ガイドには、「(平常時)1暦月内で属地TSOが指定した任意8コマの瞬時供出電力(1秒)」とあるが、最大86400秒×30日のデータを保持する負荷が大きいため、例えばアセス実施日を事前指定制にするなどが望ましい。
7		周波数計測装置	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 事前審査の技術要件として周波数計測装置に関する要件が定義されているが、周波数計測装置そのものについての規定がないため、提示されることが望ましい。(JIS C 1111にトランスデューサーについての記載があることは確認済み。)
8		代表点計測	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 各リソース設置箇所(自端)で計測した周波数と、同一周波数エリアの代表点で計測した周波数では、計測精度上の課題は概ねないことを確認しており、また、代表点計測方式にて一次調整力実証を実施した結果ではアセスメントIIの評価基準を満足した。本結果より、周波数計測の方法として代表点計測での一次調整力への参加可能性があるのではないか。

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言⑤

今年度実証の結果を受けての制度設計や実ビジネスにおける課題等について整理。

No.	分類	項目	内容
9	二次調整力②	簡易指令システムの遅延時間	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実証においては、簡易指令システムの伝送遅延時間(約1分30秒)も踏まえ、実質的な応動時間は5分ではなく約3分30秒として実証を実施。実質的な応動時間が短いことで、供出可能量をさらに少なくする必要があるため、可能な限り簡易指令システムの遅延時間が短縮されることが望ましい。 ▶ または、簡易指令システムを採用する場合は、伝送遅延時間+5分の応動時間とする商品要件にさせていただくことが望ましい。
10		商品要件の「継続時間が30分以上」	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 商品要件が「継続時間が30分以上」となっていることで休止時間の設定が可能となっている。 ▶ 一方でリソースによっては、継続時間30分の制約はないケースがありうる。 ▶ 「継続時間30分以上」と「継続時間3時間以上」は別商品区分として扱い、継続時間3時間以上の商品価値を適切に評価できる制度としていただくことが望ましい。(現状の大型発電機の要件を考慮した商品要件設計になっているが、その他のリソースの要件も総合的に考慮した商品設計が望ましいのではないか。)

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言⑥

今年度実証の結果を受けての制度設計や実ビジネスにおける課題等について整理。

No.	分類	項目	内容
11	三次調整力②	実働試験 5分値評価の 計測器要件	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 三次調整力②は、アセスメントでは30分値で行われるが、参入のための事前審査実働試験においては、5分値(kW)評価が必須で、且つこの5分値を計測する計測器に関しては、TSOが指定する仕様を満たす必要があるという認識。 ➢ 蓄電池やエネファーム等には独自の計測器が付属しており、5分値の制御については、このリソース付属の計測器からの計測値に基づき制御・実績取得が可能となっている。一方でTSOが指定する計測器の計測値としては、例えばスマメBルートデータの取得が考えられ、そのためにはGW端末の追加設置が必要となる。 ➢ 三次調整力②の事前審査のみを目的に、スマメBルートデータを取得するためのGW端末設置を行うことは費用対効果が低いと考えられるため、事前審査の5分値判定に関しては、リソースに付属している計測器(計量法を満たしていないもの)等により測定した受電点計測値データ(5分値×6点)とスマメの30分値(Cルート)で判断するということができず、また、一部のリソースにGW端末を設置してスマメBルートデータを取得し、リソース付属の計測器との比較をサンプル的に抽出し、整合性を確認することとしてはどうか。 ➢ なお、次世代スマートメーター制度検討会では、Aルートで5分値を取得する仕様が提唱されている。次世代スマートメーター採用時には、事前審査の5分値は、Aルートデータ(Cルートデータとして事業者にも提供)での取得とすることで、GW端末の設置を不要とすることが望ましい。

6. 全体総括

6. 全体総括(1) ~各実証における成果や課題 供給力実証~

コンソーシアムとしての全体総括は以下の通り。

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	市場価格連動DR	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 市場価格連動DR(上げ下げ)は、どの事業者においても、リソースが計画通り動作した場合、収益が向上することを確認。産業用蓄電池での実証結果では、8.3円/kWh・日程度収益拡大が見込まれる結果となった。 ➢ 家庭用蓄電池を活用した市場価格連動DRでは、充電時においては太陽光発電予測誤差・蓄電池充電余力の予測誤差、また放電時においては逆潮流ができないという制約(環境)による需要予測誤差等により、完全に計画通りの動作とはならない。 ➢ エナリスSaaSRAの実証結果では、システム側で市場価格連動DR実証以外も含む計画が動いているため全体での計算負荷が大きくなったことで、計画配信の遅れ・欠損が一部発生。安定したサービス提供に向けたシステム増強も課題。
2	経済DR	<p>【自家発電機】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 市場価格が高いと予測される時間帯に、小売事業者の調達価格低減を目的として自家発電機による下げDRを実施した結果、燃料費も加味した上で経済メリットが出ることを確認した。 <p>【エネファーム】(大阪ガス)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ エネファームの逆潮流量の買取単価よりも安い価格で前日スポット市場に買い入札を実施し、約定結果を反映した翌日計画に基づき、エネファームの発電(逆潮流量)を制御することで市場の安い電力に差し替える実証を実施した。 ➢ 約定した時間帯について、一定の精度で制御を実施でき、~1147.1円/30分コマ(619台換算)の電力調達合理化を実現することができた。 ➢ 落札コマ以外のコマに影響を与えないようにするために、落札開始コマと落札終了コマは大きな応動時間が入り、落札量によっては制御不能領域に入る可能性がある。入札量の決定方法等を検討していきたい。 <p>【蓄電池を用いた最大デマンドピークカットによる容量拠出金負担削減可能性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 最大デマンド時に蓄電池によるピークカットを行うことで、容量拠出金削減効果を確認できた。(中部エリア・2020年1月~12月での試算結果)
3	インバランス回避DR	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 蓄電池を発電BGのインバランス回避に用いることで、平均42.3%のインバランスを抑制できた。(自然電力) ➢ 一方、エナリスが実施した市場価格連動DRとIB回避DRを同時実施する実証においては、機能としての検証は出来たが、需要BGの規模が小さいことから計画と実績の差が大きく、またIB価格予測と実績の乖離も大きかったため、必ずしも調達コスト削減という結果にはならなかった。今後予測精度・ロジックの改善を実施。

6. 全体総括(2) ～各実証における成果や課題 調整力(二次調整力②・一次調整力)～

コンソーシアムとしての全体総括は以下の通り。

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	【共通実証】 二次調整力 ②	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 家庭用蓄電池では6コマ平均滞在率90%以上を達成し、エネファームにおいては全コマにおいて90%以上の滞在率となり、二次調整力②の要件もクリアできる可能性を示した。 ➢ また、機器個別計測で実施した事業者(自然電力)もあり、家庭用蓄電池160台・EV4台にて3時間全コマで成功範囲滞在率90%以上を達成した。 <p>【エネファーム】(大阪ガス)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 指令値の変動量が少なく、需要変動の影響が少ないケースでは一定の成功率を残すことはできたが、簡易指令システムの遅延時間を踏まえた実質的な応動時間である約3分20秒での応動は、現状のシステムでは難易度が高い状況。 ➢ 実質的な応動時間が短いことで供出可能量を少なくせざるを得ないが、そうすることで成功範囲が狭まることで成功率が低下してしまう面がある。 ➢ 更なる制御精度の向上は検討するものの、簡易指令システムの遅延時間を少しでも短縮できれば、供出可能量の増加や制御精度向上につながる可能性があると考えられる(2月1日12:00～の実証では、簡易指令システムの遅延時間なしの実証であったため、応動特性が向上した。)
2	一次 調整力	<ul style="list-style-type: none"> ➢ エンジン発電設備と蓄電池設備をうまく組み合わせて制御することで、需要家設備の受電点(模擬)で需要変動にも対応した一次調整力の供出出来る現実的なソリューションの目途が立てられた。 ➢ 需要家のデマンド、デマンド変動が発電設備の定格を超える場合は対応出来ない(ため設備計画が重要) ➢ 今後複合案件についての対応を検証していきたい <p>家庭用蓄電池</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 家庭用蓄電池での実証結果では、リソース側仕様によっては遅れ時間2秒以内という要件を達成できないケースもあるため、蓄電池側の試用も含め今後検討していく必要がある。 ➢ 異常時の応動については、応動時間10秒以内を達成できるケースもあった一方で、安定して成功することはできなかったため、精度向上が課題となる。 ➢ 調定率に基づいた応動は比較的良好であり、アセスメントの要件適合については大きな課題は見られなかった。しかし宅内負荷や併設の太陽光発電量を考慮する必要があることから、実運用を想定した場合には①需要量予測精度の向上 ②逆潮流への対応 ③前述の①②を踏まえた入札時間帯の選定が必要になる。

6. 全体総括(3) ～各実証における成果や課題 調整力(容量市場発動指令電源)～

コンソーシアムとしての全体総括は以下の通り。

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	容量市場 発動指令 電源	<p>【エネファーム(大阪ガス)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ポジワットでの供出であり、全ての実証日で、常に指令以上の供出を確認でき、容量市場発動指令電源として活用できることを確認した。 <p>【家庭用蓄電池(NTTスマイルエナジー)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 多様な家庭用蓄電池を束ねて発動制御を行うことで全体を制御しながら、所定の供出が可能であることが確認できた。 ➤ システム開発の面で家庭用蓄電池を束ねて発動制御を行う際の課題の抽出とその解決を実施することができた。 ➤ 発動指令時の制御方法に関しては、指令値以上の供出を行うため充電方向への制御を抑制するなど、今後の改善の余地がある。 ➤ 家庭用蓄電池は宅内需要がネガワット制御における上限となるが、需要変動があり安定的な供出量の調整が難しい。逆潮流アグリゲーションを行うことで、安定的な供出量の調整や、供出量増大が実現できると考えられる。 ➤ 家庭用蓄電池と太陽光(非FIT)との組み合わせにおいては、ネガポジ型であれば昼間の時間帯はPV出力により供出が可能だが、朝・夕の時間帯においては需要(ネガ)もPV出力(ポジ)も少ないため、対応が困難。蓄電池からの逆潮流アグリを採用することで発動指令電源へより安定的に対応可能と思われる。

6. 全体総括(4) ~各実証における成果や課題 調整力(三次調整力①・②)~

コンソーシアムとしての全体総括は以下の通り。

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	【独自実証】 三次調整力 ①	<p>成果や課題、今後の解決策等</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ ある程度の規模の需要家を集め供出可能量を確保しなければ、要件の達成が難しい。今回、RA単位での結果では失敗していたが、複数RAを束ねた単位では成功範囲に収まった事例もあったことから、個々のRA単位での成功率を高めるのはもちろん、AC単位での成功範囲滞在率向上についても検討をしていくことが重要と考える。 ➢ 今年度開発したACリバランシング機能で実証した結果、TSOからの指令に対しAC単位での成功範囲滞在率の向上を確認出来たため、今後も引き続き各RA事業者と協議をしながら機能向上を進めていく。 <p>【エネファーム】(大阪ガス)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 受電点制御については、2022年度発売の新製品に搭載の「発電電力=家庭内消費電力+α」制御を活用することで、家庭内消費電力の変動の影響を緩和でき、一定の制御精度を実現することができた。 ➢ 機器点制御については、家庭内消費電力に関係なく、発電出力を指定することで買電になるケースがある。その対策として買電抑制制御を搭載すると、結局家庭内消費電力の影響を受けることになり、機器点制御のメリットが低下し、制御精度も低下するケースが見られた。買電を抑制しながら制御精度を向上させることは、現状では難易度が高かった。一方で買電抑制制御を無しにすれば、家庭内消費電力の影響を受けず、非常に安定した制御を実現できた。
2	【独自実証】 三次調整力 ②	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 調整力の供出においては、基準値精度・供出可能量予測の精度向上が重要であり、特に今後低圧需要家において蓄電池でネガワットで参加する場合、供出可能量を正確に把握するための需要予測の精度向上が重要となるため、今後も継続して精度向上に取り組んでいく。 ➢ エナリスが今年度取り組んでいるMEC構成での高速FB制御を実施することで、RAシステムからの指示値に対する制御精度が向上することを確認。(詳細は5G+MEC検証ページに記載) <p>【エネファーム】(大阪ガス)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 受電点制御については、2022年度発売の新製品に搭載の「発電電力=家庭内消費電力+α」制御を活用することで、家庭内消費電力の変動の影響を緩和でき、30分値評価及び5分値評価共に一定の制御精度を実現することができた。 ➢ 機器点制御については、家庭内消費電力に関係なく、発電出力を指定することで買電になるケースがある。その対策として買電抑制制御を搭載すると、結局家庭内消費電力の影響を受けることになり、機器点制御のメリットが低下し、制御精度も低下するケースが見られた。買電を抑制しながら制御精度を向上させることは、現状では難易度が高かった。一方で買電抑制制御を無しにすれば、家庭内消費電力の影響を受けず、非常に安定した制御を実現できた。

6. 全体総括(5) ～各実証における成果や課題 その他独自実証1～

コンソーシアムとしての全体総括は以下の通り。

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	各市場への複合対応検討	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 家庭用蓄電池(太陽光併設)を用いて、アービトラージと三次調整力②を同日に実施。 ➢ 前日のアービトラージ計画では、市場価格の安い昼間に充電・市場価格の高い夕方に放電の計画が作成され、市場価格予測の精度も高いため、これは問題ない。 ➢ 一方、充放電計画作成後に算出したブロック2(3時～6時)の供出可能量が実態よりも非常に低く出ておりロジックの改善が必要。(蓄電池残量は十分に残っていた。) ➢ 実断面においては、昼間の充電フェーズで蓄電容量が満タンとなってしまう計画通り充電ができなかった。また、夕方の放電フェーズでは、需要が少なく計画通り市場価格の高いコマで放電を行えなかったことで収益が減少した。 ➢ またブロック2の三次②では、基準値と実績値の乖離が大きいため予測精度の改善が必要。放電すべき時間帯なのだが、一部のリソースが充電を行っていたため全体としては充電が行われていた。
2	5G+MEC技術検証	<p>【一次調整力への応用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 各技術要件への適合(遅れ時間については条件付き)を確認。 ⇒ 遅れ時間については、蓄電池側の応答性向上が望まれる。 ➢ 実機を用いて3種類の制御方式にて一次調整力実証を実施した結果、MEC方式2(代表点計測/仮想自端制御)にて①事前審査模擬試験(模擬周波数信号を適用)、②実周波数適用試験の判定基準を満足。 ⇒ 制御ロジックの改良による安定性向上を図るとともに、本方式での実施妥当性について関係者を含め検討を行いたい。 <p>【三次①②・二次②の更なる精度向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ リソース⇄MEC間での高速FB制御(10秒周期)を行うことで、RAシステムからの制御指示に対してほぼ100%の追従を確認。 <p>【低コストGW端末の開発・検証】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 低圧向けGW端末(CPUレス型)を開発し、メーカー試験環境にて動作検証を実施。 ⇒ 今後は低圧向けGW端末の実フィールド実証の実施などを実施予定。 ➢ 通信量低減に向けた計測/制御周期の可変最適化機能などを検討し一部開発・実装を実施。 ⇒ その他通信量低減方法として、データ伝送項目の最適化検討を今後実施予定。 ➢ また、スケラビリティ向上に向けた検討を行った結果、MECサーバの適用通信プロトコル実装変更検討やより低負荷な処理の検討が必要だとわかった。 ⇒ 制御最適化に向け「MECサーバ」「既存システムサーバ」の機能分担や可用性対応等を検討予定

6. 全体総括(5) ～各実証における成果や課題 その他独自実証2～

コンソーシアムとしての全体総括は以下の通り。

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
3	需給逼迫時のDERポテンシャル検討	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 昨年度に引き続き、DERを最大限活用するための時間帯ごとの各リソースの活用可能量の可視化を実施。 ➤ 今度は、下げ調整力・供給量のポテンシャルについても検討したほか、検討対象のリソースとしてエネファームを追加。 ➤ 下げ供給量の検証結果をより、全6リソース(フルスペック想定)が供出できる下げ供給力は6MWだが、実際には自家消費運転の停止分や充電余力分のみが下げ供給力として供出可能であり、昼間の時間帯においては半分程度となることがわかる。 ➤ エネファームについては、通常定格運転を行っている出力を下げる事で、ブロックによらず安定した下げ供給力の供出が可能であり、全体を通して低圧リソースであっても、下げ供給力としてはポテンシャルが期待できる結果となった。



株式会社エナリス

〒101-0062

東京都千代田区神田駿河台2-5-1 御茶ノ水ファーストビル 14F

Tel:03-6657-5453