

公開版

令和5年度
分散型エネルギーリソースの更なる活用実証事業
成果報告

【株式会社エナリス】

事業概要

事業概要

1. 全体計画概要（1）3か年の計画概要



主な目的		<ul style="list-style-type: none"> ■ 小売事業者・需要家向けDR制御技術の確立とメリットの最大化を目指す ■ ACとしてのアグリゲーション技術の高度化と更なる制御精度向上による市場参入機会の拡大を図り、低圧リソースの活用も含めたアグリゲーションビジネスの実現を目指す。 			
課題		実ビジネス化のための収益拡大・低コスト化 制御精度向上およびEV等のリソース特性把握・活用 など			
実施概要	供給力実証	市場価格連動DR等	市場価格連動DR(経済DR含)	<ul style="list-style-type: none"> ・市場価格連動DR(経済DR含) ・インバランス回避DR 	<ul style="list-style-type: none"> ・市場価格連動DR(三次①複合) ・BGとしてのデマンド最適化検討
	調整力実証	一次調整力	<ul style="list-style-type: none"> ・自端制御 →アセスメント	<ul style="list-style-type: none"> ・自端制御 ・周波数代表点計測/仮想自端制御 →アセスメント/事前審査	<ul style="list-style-type: none"> ・自端制御 ・代表点計測/仮想自端制御 →アセスメント/事前審査
		二次調整力②	－：未実施	簡易指令システムによる 1分周期制御(協調制御含)	簡易指令システムによる <ul style="list-style-type: none"> ・従来(1分周期)制御 ・高速FB制御(制御精度向上) ・高圧/低圧等 多様なリソースへの対応
		三次調整力①②	簡易指令システムによる 1分周期制御	独自実証として実施	
		容量市場発動指令		簡易指令システムによる 1分周期制御(協調制御含)	
独自実証		<ul style="list-style-type: none"> ・群制御(5G+MEC：検証室) ・低圧実証(配電網制約を考慮した低圧リソース活用検討) ・需給逼迫時のDERポテンシャル検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・群制御(5G+MEC：実環境) ・低圧実証(三次①②) ・各市場への複合対応検討 ・需給逼迫時のDERポテンシャル検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・群制御(5G+MEC：実環境)ロジック改良 ・低圧実証(群管理、逆潮流、EV他) ・ACリバランス実証 ・収益最適化ロジックモデル ・需給調整市場での複合約定 ・機器点個別計測 不正防止 	

事業概要

1. 全体計画概要（2）今年度の計画概要

本実証事業では、以下の通り16社でコンソーシアムを組成し、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の更なる事業拡大を目的として各実証を実施する。

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（16社）	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、株式会社ShizenConnect、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、レジル株式会社、NextDrive株式会社、高砂熱学工業株式会社、株式会社豊田自動織機、ハンファジャパン株式会社
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、株式会社パワーエックス
実証地域	東北電力エリア、東京電力エリア、中部電力エリア、関西電力エリア、九州電力エリア他
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充電器、ハイブリッド発電システム、水電解装置・燃料電池
実証内容	<ul style="list-style-type: none">■ 供給力検証：<ul style="list-style-type: none">・ 市場価格連動DR、BGとしてのデマンド最適化検討■ 調整力検証：<ul style="list-style-type: none">・ 一次調整力（需要側リソース）・ 二次調整力②（簡易指令システム相当）・ 三次調整力①②・ 容量市場発動指令電源■ 独自検証：<ul style="list-style-type: none">・ 分散型リソースの稼働予測や精度向上、基準値予測の精度向上、各種分散型リソースの応動特性(秒単位、分単位)の把握と分析 など<ul style="list-style-type: none">- 低圧リソース実証（調整力等）- ACリバランス機能検討- 5G+MEC技術検証- 収益最適化ロジックモデルの構築- 需給調整市場での複合約定の対応検証・ 機器点個別計測検証
目的	<ul style="list-style-type: none">■ 小売事業者・需要家向けDR制御技術の確立とメリットの最大化を目指す■ ACとしてのアグリゲーション技術の高度化と更なる制御精度向上による市場参加機会の拡大を図り、低圧リソースの活用も含めたアグリゲーションビジネスの実現を目指す。

事業概要

2. コンソーシアム計画・実績 (1) 実証項目、実施内容、目的

■ 共通実証

実証項目	実施内容	目的	継続	新規
共通実証：①供給力実証（上げDRおよび下げDRの両方の実施が必要）：実ビジネス化のための収益拡大に向けた次の検証を実施				
市場価格連動DR	➢ アービトラージ制御における更なる収益改善に資する制御方法の検討（収益拡大）	ネガワット取引の経済性向上 供給力提供サービスの充実化	●	
BGとしてのデマンド最適化検討	➢ BG全体でのデマンドによる最適化検討（収益拡大）			
共通実証：②調整力実証（一次調整力制御実証か二次調整力のいずれか1つ以上実施が必要）：実ビジネス化のための低コスト化や収益拡大に向けた次の検証を実施				
一次調整力制御	一次調整力： ➢ 事前審査における判定規準（異常時応動10秒以内等）への成功率向上を検証(収益拡大) ➢ 2024年度市場開設に向けた実運用上の課題抽出（低コスト化：データ保管/規格検討等） 各商品共通： ➢ 低圧・高圧リソースにおける成功率向上を検証(収益拡大) （低圧・高圧リソースにおける二次調整力②(簡易指令システム相当)の対応可能性の検証含む） ➢ 低圧リソースを含めた実際の入札プロセスに沿った実証/収益検証と課題抽出(収益拡大)	各種リソースの市場参加機会確保による収益拡大	●	
二次調整力②制御			●	
三次調整力①②制御			●	
容量市場発動指令電源			➢ 低圧リソースでの容量市場発動指令電源対応検証（収益拡大）	●

事業概要

2. コンソーシアム計画・実績 (1) 実証項目、実施内容、目的

■ 独自実証

実証項目	実施内容	目的	継続	新規
独自実証（任意実証） ： 公募要領3-2 補助対象となる事業（2）独自実証の①～⑥のうち、次の項目を本実証にて実施 ① 基準値予測の精度向上に係る実証、② 分散型リソースの稼働予測や制御精度向上に係る実証（電力需要データの取得粒度向上等）、 ③ 各種の分散型リソースの応動特性（秒単位、分単位等）の把握と分析に係る実証、④ EVの電力システムにおける活用の検証、 ⑥ 本実証に関連してS I Iが認める実証（個別機器点計測の評価）				
低圧リソース実証 （調整力等） 「①、②、③、④」に該当	<ul style="list-style-type: none"> 低圧リソース群管理/群制御、逆潮流に関する実証 ※ 1 および制度課題の検討（EV含む） MEC技術活用による調整力制御最適化・協調制御精度の更なる向上 	低圧リソースによる アグリゲーション ビジネス実現	●	
ACリバランス機能検討 「①、②、③」に該当	<ul style="list-style-type: none"> ACとしてのアグリゲーション技術高度化検討、RA間での運用検証（各RA可能量共有 等） 		●	
5G+MEC技術検証 「①、②、③」に該当	<ul style="list-style-type: none"> 各種調整力制御の精度向上、実運用に必要なMECエッジ機能の開発検証 周波数代表点計測における計測不良時の対応機能（広域相互冗長機能）開発検証 基盤および通信コスト低減に向けた開発検証（送信項目/周期の可変最適化、お客さま回線併用） 	DERポテンシャル最大化	●	
収益最適化ロジックモデルの構築による実証 「②」に該当	<ul style="list-style-type: none"> 供給力（市場価格連動DR）や各種市場におけるリソースの収益を最適化するための判断項目の整理、ロジックの開発。供給力における価格予測精度による収益影響評価。 	小売り電気事業者・ アグリゲータ・需要家の 収益性向上		●
需給調整市場での複 合約定検証 「②」に該当	<ul style="list-style-type: none"> 需給調整市場において複合約定した際の複数DR制御機能の対応検証 		●	
機器点個別計測評価 「⑥」に該当	<ul style="list-style-type: none"> ゲーミング分析を活用した高圧における不正検出手法の検討 		●	

事業概要

2. コンソーシアム計画・実績 (2) 制御リソース (実証項目別)

実証には、高圧および低圧の様々なリソースを適用した。概要は次のとおり。

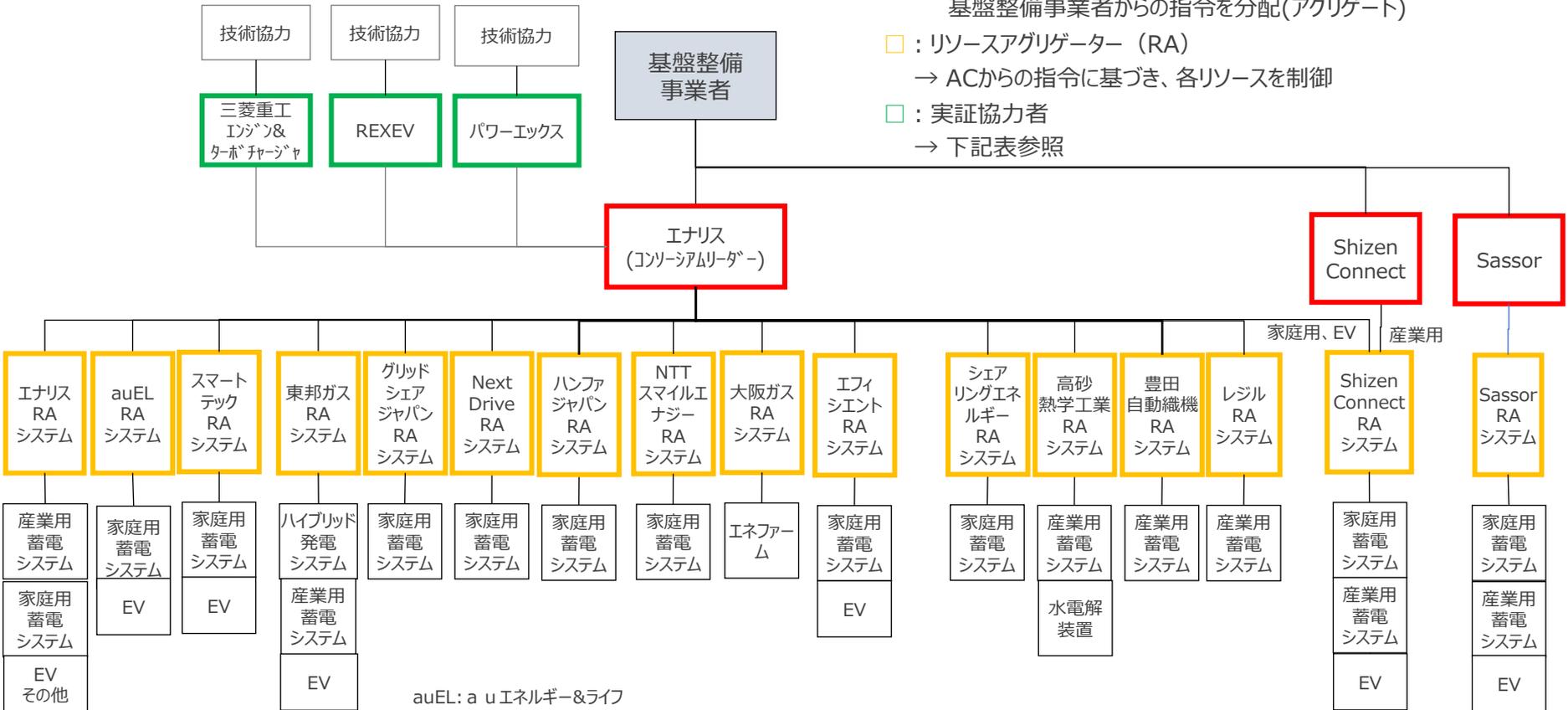
実証項目		制御リソース							
		家庭用蓄電池	産業用蓄電池	エネファーム	自家発電機	EV充電器	ハイブリッド発電システム	水電解装置 燃料電池	シミュレーター
供給力	市場価格連動DR	○	○	○		○		○	
	BGとしての デマンド最適化検討	○	○			○			
調整力	一次調整力	○				○	○		
	二次調整力②	○	○			○	○		
	三次調整力①・②	○	○	○		○			
	容量市場発動指令電源	○	○	○		○			
独自 実証	低圧リソース実証 (調整力等)	○				○			
	ACリバランス機能検討	○		○		○			
	5G+MEC技術検証	○				○			
	収益最適化ロジックモデル の構築による実証	○							○
	需給調整市場での 複合約定検証	○					○		
	機器点個別計測評価	○							○

実証実施の体制図

実証実施の体制図

1. 実施体制図

- : アグリゲーションコーディネーター (AC)
 - 全体計画管理。各RAのリソース状況に応じて基盤整備事業者からの指令を分配(アグリゲート)
- : リソースアグリゲーター (RA)
 - ACからの指令に基づき、各リソースを制御
- : 実証協力者
 - 下記表参照

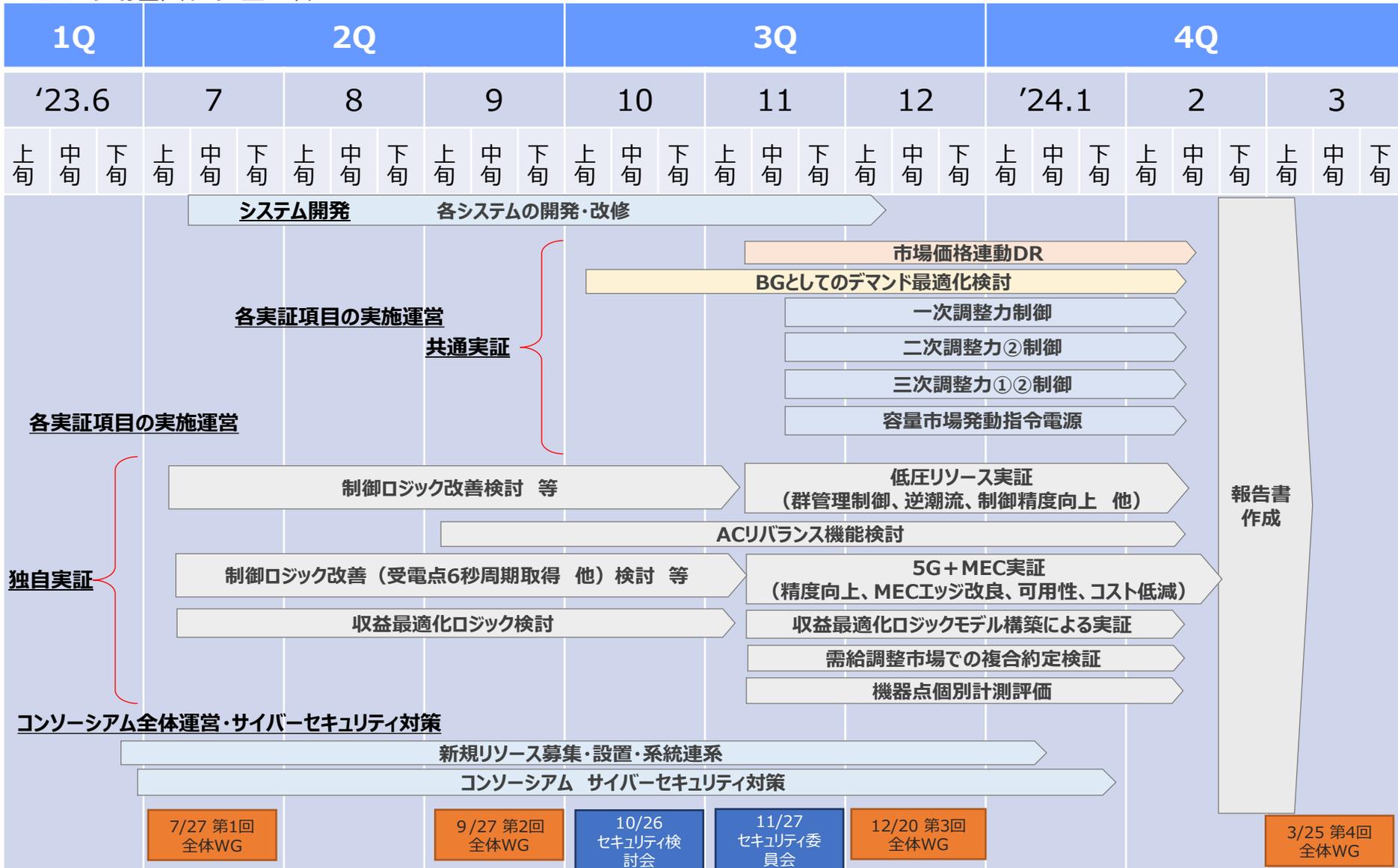


事業者名	役割(実証協力者)
三菱重工エンジン&ターボチャージャー(MHIET)	東邦ガスと共に、自家発電機+産業用蓄電池のハイブリッド発電システムをリソースとして、主に、一次調整力と二次調整力②の複合約定の実証試験を実施する
REXEV	REXEVの保有するEV(カーシェアリング事業)をエナリスRAシステムと接続し、市場価格連動DR等を実施し、現状のEVのポテンシャルを確認する
パワーエックス	パワーエックスの保有するEV急速充電制御やESS制御等に関する実証協力を行う。配電系統混雑緩和を見据えた充電シフト遠隔制御や需給調整市場を想定したESS制御検討を実施する。

実証スケジュール

実証スケジュール

1. 実証スケジュール



リソース導入・確保結果

リソース導入・確保結果

1. リソース確保実績について（今年度実績/3カ年実績）

凡例： ○○黒色/○○赤色 …「R5年度新規リソース確保実績値/R3～R5で新たに確保したリソース実績値（朱記）」

リソース 供給区域	家庭用蓄電池		産業用蓄電池		エネファーム		自家発電機		EV充電器		ハイブリッド発電システム		水電解装置 燃料電池	
	台数	設備合計 出力 (kW)	台数	設備合計 出力 (kW)	台数	設備合計 出力 (kW)	台数	設備合計 出力 (kW)	台数	設備合計 出力 (kW)	台数	設備合計 出力 (kW)	台数	設備合計 出力 (kW)
北海道	0/129	0/497	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2/3	12/18	0/0	0/0	0/0	0/0
東北	23/174	92/676	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	21/21	125/125	0/0	0/0	0/0	0/0
東京	37/1068	164.3 /4178	4/9	865/1740	0/0	0/0	0/0	0/0	135 /166	801.2 /860	0/1	0/500	1/1	1/5
中部	146/720	560/2802	2/4	520/570	0/0	0/0	0/0	0/0	59/59	348/348	0/0	0/0	0/0	0/0
北陸	2/35	8/130	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1	6/6	0/0	0/0	0/0	0/0
関西	84/425	344.9 /1702	0/0	0/0	1890 /2320	1323 /1624	0/0	0/0	20/20	118/118	0/0	0/0	0/0	0/0
中国	59/815	236/3248	1/1	750/750	2/2	1/1	0/0	0/0	13/14	77/83	0/0	0/0	0/0	0/0
四国	27/269	108/1076	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	11/11	65/65	0/0	0/0	0/0	0/0
九州	32/485	103.9 /1939	0/1	0/100	0/0	0/0	0/0	0/0	54/55	300/304	0/0	0/0	0/0	0/0
沖縄	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
合計	410 /4120	1617.1 /16247	7/15	2135 /3160	1892 /2322	1324.4 /1625	0/0	0/0	316 /350	1852.2 /1927	0/1	0/500	1/1	1/5

リソース導入・確保結果

2. リソース確保の計画および実績について（今年度実証参加）

（1）制御リソース（種類・台数・出力・エリア）

- 計画時と比べ、主に家庭用蓄電池のリソース導入数が減少したが、**総リソース数6,927台（設備出力20MW 超）**を確保しており、実証事業は問題なく実施。
- 特に低圧リソースについては、**家庭用蓄電池4,239台、エネファーム2,322台、EV充電器350台**を確保した。

以下に、今年度実証のリソース確保実績を示す。

エリア	区分	家庭用蓄電池			産業用蓄電池			エネファーム			自家発電機			EV充電器			ハイブリッド発電システム			水電解装置・燃料電池			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	台	設備出力kW	制御見込出力kW			
北海道	開始後	129	497	456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18	15	0	0	0	0	0	0	0	0	132	515	471
	計画時	205	785	607	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	62	62	0	0	0	0	0	0	0	0	219	847	669
東北	開始後	174	676	622	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	125	85	0	0	0	0	0	0	0	0	195	801	707
	計画時	249	904	683	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	240	90	0	0	0	0	0	0	0	0	289	1,144	773
東京	開始後	1,187	4,536	4,241	8	925	342	0	0	0	0	0	0	0	166	860	573	1	500	500	1	5	5	1,363	6,825	5,660		
	計画時	3,857	16,424	15,092	9	2,083	2,016	0	0	0	0	0	0	0	43	258	70	1	500	500	1	5	5	3,913	19,280	17,693		
中部	開始後	720	2,802	2,607	4	570	270	0	0	0	0	0	0	0	59	336	287	0	0	0	0	0	0	0	0	783	3,708	3,163
	計画時	2,172	8,521	8,086	4	526	424	10	7	3	0	0	0	0	14	82	82	0	0	0	0	0	0	0	0	2,200	9,136	8,595
北陸	開始後	35	130	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	36	136	116
	計画時	62	225	168	1	414	200	0	0	0	0	0	0	0	10	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	73	699	428
関西	開始後	425	1,702	1,672	0	0	0	2,320	1,624	696	0	0	0	0	20	115	99	0	0	0	0	0	0	0	0	2,765	3,441	2,467
	計画時	200	800	745	0	0	0	2,000	1,400	600	0	0	0	0	10	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	2,211	2,266	1,411
中国	開始後	815	3,248	3,228	1	750	50	2	1	1	0	0	0	0	14	83	78	0	0	0	0	0	0	0	0	832	4,082	3,356
	計画時	912	3,623	3,551	0	0	0	5	4	2	0	0	0	0	10	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	930	3,702	3,628
四国	開始後	269	1,076	1,058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	65	65	0	0	0	0	0	0	0	0	280	1,141	1,123
	計画時	213	851	802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	223	911	862
九州	開始後	485	1,939	1,857	1	100	50	0	0	0	0	0	0	0	55	304	140	0	0	0	0	0	0	0	0	541	2,343	2,047
	計画時	553	2,090	1,752	4	760	710	10	7	3	0	0	0	0	10	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	577	2,917	2,525
沖縄	開始後	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	計画時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	開始後	4,239	16,605	15,850	14	2,345	712	2,322	1,625	697	0	0	0	0	350	1,912	1,346	1	500	500	1	5	5	6,927	22,992	19,110		
	計画時	8,423	34,223	31,487	18	3,783	3,350	2,025	1,418	608	0	0	0	0	167	973	635	1	500	500	1	5	5	10,635	40,902	36,585		

家庭用蓄電池は著しい減少となったが、4000台※を超えるリソースを確保できており、実証実施に影響なし

※ 昨年度の3710台にて類似の実証を実施、更に300台程度以上の追加にて今年度必要な実証項目を実施可能

リソース導入・確保結果

2. リソース確保の計画および実績について（今年度実証参加） （2）実証項目ごとの制御リソース（まとめ）

実施項目	区分	家庭用蓄電池			産業用蓄電池			エネファーム			自家発電機			EV充電器			ハイブリッド発電システム			水電解装置・燃料電池			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	台	設備 出力kW	制御見込 出力kW
供給力	開始後	3,919	15,441	15,290	11	1,715	716	2,322	1,625	697	0	0	0	186	1,098	1,099	0	0	0	1	5	5	6,439	19,069	17,602
	計画時	7,925	32,393	30,935	18	3,783	3,348	2,025	1,418	608	0	0	0	36	211	61	0	0	0	1	5	5	10,005	37,810	34,957
一次調整力	開始後	111	452	111	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	1	500	500	0	0	0	113	956	615	
	計画時	197	607	603	0	0	0	0	0	0	0	0	98	564	564	1	500	500	0	0	0	296	1,671	1,667	
二次調整力 ②	開始後	365	1,193	430	11	1,345	406	0	0	0	0	0	121	571	200	1	500	500	0	0	0	498	3,609	1,640	
	計画時	1,213	3,973	1,456	13	2,770	2,335	0	0	0	0	0	128	744	594	1	500	500	0	0	0	1,355	7,987	4,885	
三次調整力 ①②	開始後	4,098	16,132	15,368	6	1,715	310	2,322	1,625	697	0	0	0	306	1,665	1,295	0	0	0	0	0	6,732	21,137	17,669	
	計画時	8,280	33,797	31,364	5	1,115	1,061	2,025	1,418	608	0	0	0	133	771	621	0	0	0	0	0	10,443	37,101	33,654	
発動指令電源	開始後	4,064	16,018	15,302	3	1,645	250	2,322	1,625	232	0	0	0	73	399	145	0	0	0	0	0	6,505	19,816	15,980	
	計画時	4,740	18,077	15,474	5	1,205	1,105	2,025	1,418	203	0	0	0	97	560	560	0	0	0	0	0	6,867	21,260	17,342	
低圧リソース 実証	開始後	124	372	143	0	0	0	0	0	0	0	0	85	355	164	0	0	0	0	0	0	209	727	307	
	計画時	712	2,167	1,070	0	0	0	0	0	0	0	0	98	564	564	0	0	0	0	0	0	810	2,731	1,634	
AC リバランス	開始後	3,392	13,568	13,568	0	0	0	2,322	1,625	697	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,714	15,193	14,265	
	計画時	3,500	14,000	14,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,500	14,000	14,000	
5G+MEC	開始後	329	329	374	0	0	0	0	0	0	0	0	84	351	160	0	0	0	0	0	0	413	680	534	
	計画時	1,090	1,090	1,262	0	0	0	0	0	0	0	0	97	560	560	0	0	0	0	0	0	1,187	1,650	1,822	
収益最適化 ロジックモデル	開始後	95	285	114	2	20	16	0	0	0	0	0	51	153	61	0	0	0	0	0	0	148	458	191	
	計画時	592	1,776	710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	592	1,776	710	
複合約定	開始後	234	792	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	500	500	0	0	0	235	1,292	760	
	計画時	1,090	3,566	1,262	3	120	66	0	0	0	0	0	97	560	560	1	500	500	0	0	0	1,191	4,746	2,388	
機器点 個別計測	開始後	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	
	計画時	592	1,776	710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	592	1,776	710	

実証概要（共通・独自実証）

実証概要（共通・独自実証）

共通実証および独自実証の共通事項は次のとおり。

■今年度の実証運営、データ取得方法、機器の制御方法

項目	概要															
今年度の実証運営	次の事前調整を進めつつ、各実証項目の約定等の運用期限に基づく運営を行った。 数か月前： イベントカレンダーでの事前日程調整、各実証参加者の参加イベントの把握（全体WG開催等） 2週間前： 各社でのイベントおよび可能量など 概要を事前調整															
データ取得方法	分析データ(アセスメントⅡ他)については、次のとおり取得。 外部RA： 調整力は、オフライン報告書での共有を基本としつつ、速報での把握にはオンラインデータも活用。 供給力は、各RAにて取得し分析。 内部RA： SaaS提供するエナリスUIにてAC、各RAともに取得可能とし活用。 注) 内部RA： エナリスが提供するRAシステムを利用、外部RA： エナリスが提供するRAシステム以外を利用															
機器の制御方法	機器の制御方式については、次の構成 1～4 のとおり。 <table border="1" data-bbox="312 782 1821 986"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>項目</th> <th>概要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>構成 1</td> <td>エナリスSaaS利用（一気通貫型）</td> <td>当社ACシステム～当社RAシステム～当社GW端末</td> </tr> <tr> <td>構成 2</td> <td>エナリスSaaS利用（WEB-API型）</td> <td>当社ACシステム～当社RAシステム～（API接続）～他社サーバ～他社GW 端末</td> </tr> <tr> <td>構成 3</td> <td>エナリスACシステムへOPENADR接続</td> <td>当社ACシステム～他社RAシステム～他社GW 端末</td> </tr> <tr> <td>構成 4</td> <td>他社システム</td> <td>他社ACシステム～他社RAシステム～他社GW 端末</td> </tr> </tbody> </table>	区分	項目	概要	構成 1	エナリスSaaS利用（一気通貫型）	当社ACシステム～当社RAシステム～当社GW端末	構成 2	エナリスSaaS利用（WEB-API型）	当社ACシステム～当社RAシステム～（API接続）～他社サーバ～他社GW 端末	構成 3	エナリスACシステムへOPENADR接続	当社ACシステム～他社RAシステム～他社GW 端末	構成 4	他社システム	他社ACシステム～他社RAシステム～他社GW 端末
区分	項目	概要														
構成 1	エナリスSaaS利用（一気通貫型）	当社ACシステム～当社RAシステム～当社GW端末														
構成 2	エナリスSaaS利用（WEB-API型）	当社ACシステム～当社RAシステム～（API接続）～他社サーバ～他社GW 端末														
構成 3	エナリスACシステムへOPENADR接続	当社ACシステム～他社RAシステム～他社GW 端末														
構成 4	他社システム	他社ACシステム～他社RAシステム～他社GW 端末														
実証項目およびシステム構成図	<p>各社の実証項目およびシステム構成図は、別スライドにて説明。</p>															

実証概要（共通・独自実証）

共通実証および独自実証の共通事項は次のとおり。

■ 実証遂行にあたってのA事業者との連携、各実証項目ごとの実施概要

項目	概要
A事業者との連携	<p>A事業者との連携にあたり、次のような対応を進めた。</p> <ul style="list-style-type: none">■ システム連携の確実な実施<ul style="list-style-type: none">・今年度 新たにエナリスACシステムを経由して接続するRA事業者との接続に際して、情報共有し接続検証試験を実施。・証明書等の更新時は、A事業者側および各社と調整の上、更新および実証再開を実施。■ 新規試験項目への対応<ul style="list-style-type: none">・今年度新規に 複合約定実証を実施するにあたり、A事業者と次の意識合わせを実施。 複合時のインタフェースおよび制御指令の考え方 等■ オフライン報告、基準値、可能量連絡などの運用対応<ul style="list-style-type: none">・AC側の運用体制等を共有するなど、連絡を密にし、確実に実証を実施。
各実証項目ごとの実証概要	各実証項目、RA事業者単位にて、別スライドにて説明。

実証概要（共通実証）

実証概要（共通実証）

■ 共通実証まとめ（実ビジネス化のための低コスト化や収益拡大の観点にて取り組んだ内容と結果等）

区分	①課題や取組内容		②取組結果・評価／③得られた知見	④今後の課題／対応方針等
共通実証① 供給力実証	アービトラージ制御における更なる収益改善に資する制御方法の検討（収益拡大）		次の点で収益拡大を期待 ・各リソースにて値差取引での収益拡大見込み ・ 値差取引に調整力を組合せ収益拡大 見込み	運用と収益最大化のバランスを考慮した最適化ロジックモデル化が必要。
	BG全体でのデマンドによる最適化検討（収益拡大）		次の点で収益拡大を期待 ・TSO公開データでのピーク需要予測に一定の精度があること（各社の 自律的ピークカットによりエリアとしてデマンド最適化 の可能性）	機械学習などによる更なる予測精度向上検討および各社の 自律的ピークカット を促す動機付けが必要。
共通実証② 調整力実証	一次調整力制御：	・事前審査における判定基準への成功率向上（収益拡大）	次の点で収益拡大を期待 ・ロジック改善にて 制御精度向上 を達成（物理リソース120台程度/仮想リソース必要） ・ハイブリッド発電システム、複数機種EV充電器など 対象リソースを拡大	あくまでも特定機種の本実証環境での知見であり、商用化に向け更に検討を深める。
		・市場開設に向けた実運用上の課題抽出（低コスト化） データ保管、規格化	次の点で低コスト化を期待 ・一次の データ保管量の低減 に向けた提言 ・ 周波数測定装置の適用規格・仕様化 を提言	ハードウェアコスト低減 が期待できるが、実現に向け、例えば周波数測定装置では、移動平均サイクル数など検討が必要。
	二次、三次調整力制御：	・低圧・高圧リソースにおける成功率向上（収益拡大）	次の点で収益拡大を期待 ・ 高速FB制御により制御精度向上 を達成 低圧：MECサーバ高速FB制御改善 高圧：GW端末高速FB制御改善	あくまでも特定機種の本実証環境の知見であり、商用化に向け、更に検討を深める。
		・入札プロセスに沿った実証/収益検証と課題抽出（収益拡大）	次の知見で収益拡大を期待 ・可能量判断には蓄電池残容量制御が重要（ SoCコントロールとリソース容量把握 ）	効率的なSoCコントロールを実現できるよう自動化または半自動化の検討が必要。
容量市場発動指令電源：	低圧リソース等での容量市場発動指令電源対応検討（収益拡大）	次の知見で収益拡大を期待 ・一次二次三次への供出が難しいリソースでも供出可能	あくまでも特定機種の本実証環境の知見であり、商用化に向け、更に検討を深める。	

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（1）供給力実証

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（1）供給力実証 a. 市場価格連動DR

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (1) 供給力実証 a. 市場価格連動DR

参加事業者	DR実施の前提条件			概要	対象リソース	実証結果・成果など
	下げ	上げ	値差			
エナリス	○	○	予測	市場価格連動DRに加え、更なる収益拡大のために需給調整市場への供出を実証	家庭用蓄電池×77台、60kW	良：制御成功。経済メリット有 (調整力供出組合せで収益増)
東邦ガス	○	○	予測 (実績)	市場価格予測を基に、業務用蓄電池を充放電し、小売事業者の電力調達量の削減を行い、収益を得ることを実証	産業用蓄電池×1台、20kW	良：制御実施。経済メリット有 (機器点ベース)
スマートテック	○	○	予測	市場価格予測を基に、リソースを充放電することで収益確保できることを実証	家庭用蓄電池×83台、66kW	良：制御実施。経済メリット有
Shizen Connect	○	○	予測	市場価格予測を基に、リソースを充放電することで市場調達コストの低減効果を確認	EV充電器×最大186台、30kW	良：制御成功。経済メリット有
NTTSE	○	○	予測	市場価格に基づき蓄電池の充放電制御を行うことによる経済メリットを検証実施	家庭用蓄電池×3,393台、6901kW	良：制御成功。経済メリット有 (同規模で電力量昨年度より増)
大阪ガス	○	○	予測	市場価格から落札時間帯を設定し上げDR、下げDRの制御実証を実施	エネファーム×2,322台、最大500kW	良：制御成功。経済メリット有 (30分コマでの制御誤差を縮小)
グリッドシェア ジャパン	○	○	予測	実施内容および結果は非公開		
Sassor	○	○	予測	市場価格予測を基にした充放電計画を作成、蓄電池を制御し経済メリットを実証 (独自ロジックの予測値による)	産業用蓄電池×2台、5kW	良：制御成功。経済メリット有 (昼間時間帯の予測に課題有)
シェアリング エネルギー	○	○			家庭用蓄電池×5台、10kW	
レジル	○	○			産業用蓄電池×2台、10kW	
高砂熱学工業	○	○	予測	市場価格予測を基にした充放電計画を作成、リソースを制御し経済メリットを実証 (値差が大きい日の電力価格を適用)	産業用蓄電池×1台、200kW (NAS電池) 水電解装置 + 燃料電池、5kW	良：制御成功。経済メリット有 (単一コマで相異もトレンド追従)
豊田自動織機	○	○	予測	市場価格連動DRに参入の可能性を検証。 (RAシステムと連携して試験実施)	産業用蓄電池×1台、20kW (産業用コンテナ蓄電池)	否：制御失敗。(リソース側制御不 具合有。要ロジック改修)
ハンファ ジャパン	○	○	予測	上げDRおよび下げDRを行い、その効果を検証	家庭用蓄電池×4台、11kW	否：制御失敗。 (RAシステムと制御システム間の接 続異常が原因。要ロジック改修)

下げ： 卸電力市場価格の上昇や電力需給ひっ迫の状況を踏まえて下げDRを行い、その効果を検証する実証
上げ： 卸電力市場価格の下落や再エネ発電の余剰の状況を踏まえて上げDRを行い、その効果を検証する実証

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 a. 市場価格連動DR（a）事前検討

■事前検討（バックテスト）および実機実証の概要

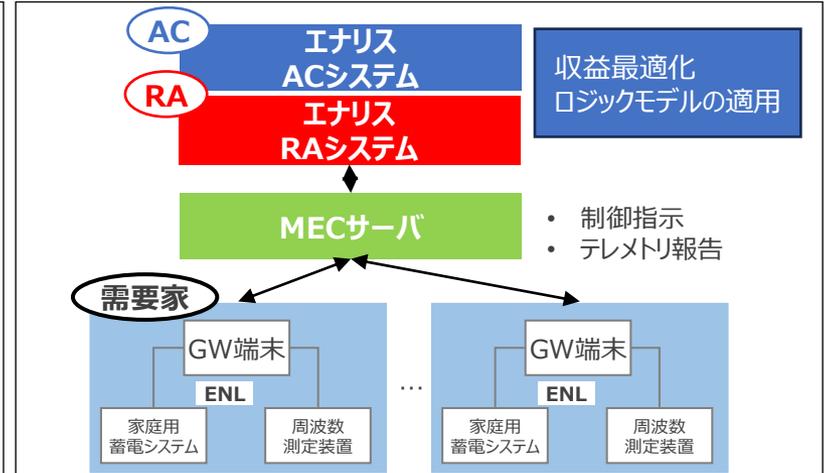
概要	低圧需要家のリソースを対象に、三次調整力の応動と、応動期間外での市場価格の値差を利用した収益最大化を目指した需要計画・蓄電池充放電計画を作成。計画に基づき市場入札・リソース制御を実施し、三次調整力応動が可能かどうか・収益性を確認した。 （収益最適化ロジックモデルによる充放電計画の適用実証）
事前検討	事前検討として、供給力実証に用いる計画策定方法のアービトラージ収益の確認、アービトラージに三次調整力を組み合わせることの収益性、MECサーバによる群制御を用いた集約制御による演算リソース低減を過去データを用いたバックテストにより検証した。

機能概要

- 三次調整力①の入札を模擬し、約定したと仮定
- 三次調整力①の入札情報と、市場価格・需要・PV発電等の予測情報を基に、蓄電池充放電計画計画を実需給2日前に作成
- 実断面1日前にスポット市場の入札約定処理を実施
- 時間前の取引は行わず予測誤差はインバランスとして清算

実機実証詳細

- 実施エリア：北海道
- 実施日：2/2（金）
- 77件の低圧リソースを仮想拠点1件に集約、1台のMECサーバで制御
 - 発電出力容量（AC）：304 kW
 - 蓄電池AC容量：585 kWh
 - 蓄電池最大充電/放電電力：60 kW/60 kW



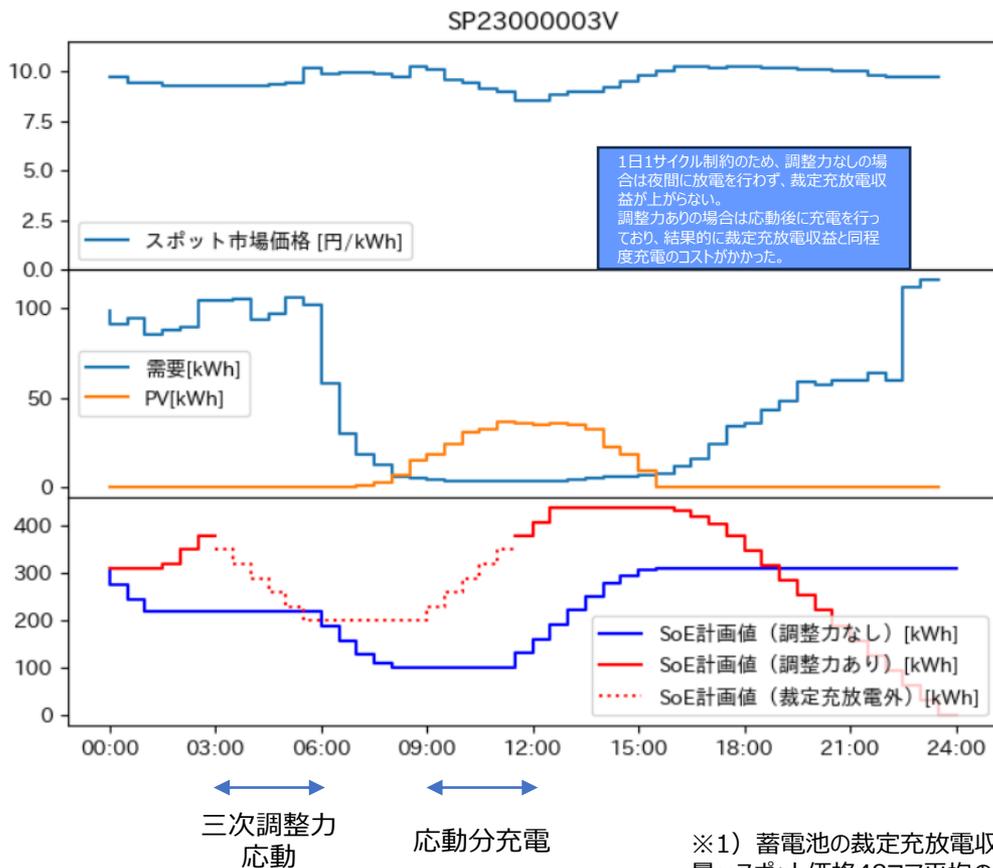
実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (1) 供給力実証 a. 市場価格連動DR (b) 制御実証

■ 実機実証の結果

概要

事前検討の結果を踏まえ、1日1サイクル制約を課した計画策定方法を用い、三次調整力を活用することで収益性が高くなるかの実証を行った。**（収益最適化ロジックモデルによる充放電計画の適用実証）**



収益[円] (見込み)	裁定充放電 収益※1	三次調整力①分		総収益
		充電コスト ※2	調整力収益	
三次調整力① あり	2,919	-2,865	10,800	10,854
三次調整力① なし	1,748	-	-	1,748

考察

- 三次調整力①なしの場合において、蓄電池を用いた裁定充放電により利益を得られることを確認
- **三次調整力①を活用することにより、全体の収益の向上が見込まれることを確認**
- 6:00-9:00では調整力なしの場合でも放電による値差収益獲得の動きがみられるが、**総合的な見込み収益は調整力ありの場合の方が高い**
- 15時以降の蓄電池挙動について、1日1サイクルの制約から調整力なしの場合は充電を行っていない。1日1サイクルの制約を撤廃することで収益の向上が見込めるものの、今回は最終コマにおける蓄電残量分をスポット価格平均値で清算しているため、大きな影響はないと想定される

※1) 蓄電池の裁定充放電収益 $(\sum\{(放電量-充電量) \times (\text{スポット単価} - \text{託送料金単価})\})$ と最終コマ蓄電残量 \times スポット価格48コマ平均の和。第2項は最終コマにおけるSoEの差分を評価するため導入した

※2) 応動後2ブロック目の充電にかかる、インバランス料金+託送料金

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
(1) 供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■ 実証概要

区分	概要
昨年度実証	需要家エリアにおけるH1ピーク需要を予測できるとした場合に、 <u>高圧蓄電池リソースによるピークカット制御によって容量拠出金の削減効果</u> が得られることを示し、需要家エリアにおいて、ピークカットを行うモチベーションがあることを明示した。
今年度実証	下記の取り組みを実施。
	机上検証 1： 低圧リソース群のピークカット効果検証 <u>低圧リソース群</u> においてもH1ピーク需要を予測できるとした場合に <u>高圧蓄電池リソースと同様の効果</u> が期待できることを机上検証した。 （低圧はPVとの組み合わせが多いなどの特徴あり）
	机上検証 2： H1ピーク需要の予測精度検証 机上検討 1 の前提となる <u>H1ピーク需要の予測</u> について、一般送配電事業者が公開する情報にて、 <u>一定精度の予測が可能</u> であることを机上検証した。 （各アグリゲータが対応することによってBGとしてのデマンド最適化へつながる）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■ 机上検証1： 低圧リソース群のピークカット効果検証（概要）

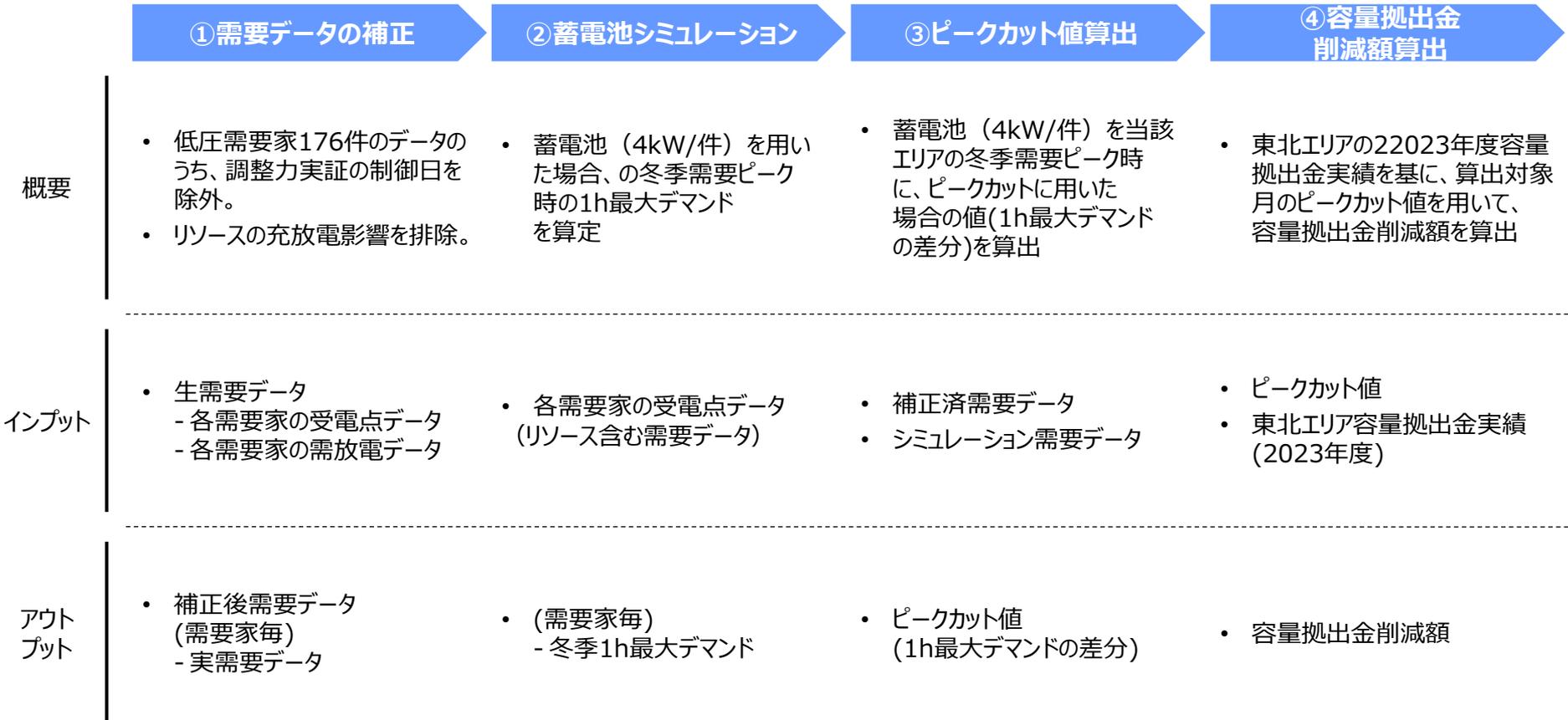
低圧リソース群においても、H1ピーク需要を予測できるとした場合に、高圧蓄電池リソースと同様の効果が期待できることを示す。

目的	2024年度から始まる、小売事業者への容量拠出金負担について、家庭用蓄電池の導入による最大デマンドピークカットへの貢献を検証
検証概要	<ul style="list-style-type: none">・ 実証期間と重なる冬季ピーク想定時に、1h最大デマンドが、低圧リソースの制御によってどれだけピークカットできるかを評価・ 当該需要家エリア（東北）の容量市場落札結果(2023年度)より、家庭用蓄電導入による容量拠出金削減額を算出
実証日時	2023年1月分データを対象に検証
使用リソース	176件の需要家の4kW/10kWhの蓄電池
実施エリア	東北エリア

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■ 机上検証1： 低圧リソース群のピークカット効果検証（実証方法）



実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■ 机上検証1： 低圧リソース群のピークカット効果検証（実証結果）

- 2022年度実績から、東北エリアの1月需要ピークを1月25日AM9:00と想定して検証。
- 上記断面において、遠隔制御をしない蓄電池は充電しているため、1件当たり容量拠出金を3千円程度増加させる傾向。
言い換えると、既存の家庭用蓄電池は、充電を停止する制御を発動するだけでも、
1件当たり容量拠出金を3千円程度削減させる効果がある。

	実需要（PV + 需要） 冬(1月25日AM9:00)	蓄電池使用時 冬(1月25日AM9:00)	算出方法
① 冬季エリア 需要ピーク時の需要 (kWh)	-80.7 ※逆潮	-13.6 ※逆潮	低圧需要群の想ピーク時刻の需要
②年間負担額 (千円/年)	631	106	①ピークデマンド × 中部エリア小売り負担拠出金額 ÷ 東北H3需要想定（1月）
容量拠出金 削減額 (千円/年)	-525		②年間負担額 実績値 - ②年間負担額 シミュレーション値
蓄電池 導入効果 (円/kW)	-746		容量拠出金削減額 ÷ 蓄電池容量(対象需要家合計)

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■ 机上検証2： H1ピーク需要の予測精度検証

■ 背景および課題

・机上検討1に示したとおり、需要が大きい日（H1ピーク需要日等）が事前に把握できれば、ピークカットを行うことで、容量拠出金の負担を軽減することができる。

このことは、エリア単位での需要のピークを引き下げるモチベーションの1つとなり得る。

エリア全体への効果を高めるためにも、BG全体でのデマンドを最適化することは有効である。

・単独事業者だけでピークカットを行っても、エリア全体への効果は限定的なものに留まる。
多数の事業者が需要の大きい日（H1ピーク需要日等）にてピークカットを行うことがエリア全体として需要ピークを低減させ平準化を図るといふ本来の目的につながる。

・各社が自律的に需要の大きい日を予測してピークカットを行うことで、結果として多数の事業者での協調したピークカットとなることがエリア全体としての効果を発揮するためには望ましい。

・需要が大きい日（H1ピーク需要日等）は当月終了後に事後確定とするので予測が不可欠

・現在、H1ピーク需要の予測結果を公開するインセンティブはないことから公開されていない

■ 検証の概要

本実証では、H1需要日を予測する簡易手法を提案し、その予測精度を検証する。

本手法は全ての事業者が実施可能な手法とする。

（公開データのみを用い、かつExcelベースで計算可能とする）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■使用データおよび簡易予測手法

使用データ：

TSOが公開する1時間毎のエリア需要実績および需要予測値とする。（ここでは東京管区で試算）

簡易予測手法：

1. 前年同月の、各日の最大需要を求める
2. 各日の最大需要の平均値と標準偏差を求める（※1）
3. TSOの公開する翌日の需要予測値（前日18時に公開）（※2）をもとに、上記で求めた平均値と標準偏差から累積確率を求める（※3）
 - ・Excel関数：
NORM.DIST(需要予測値、前年同月の最大需要の平均値、前年同月の最大需要の標準偏差、TRUE)
4. 累積確率が予め決めたしきい値（※4）以上であれば、H1需要日の候補日とし、BG単位でのピークカットを実施する

※1 ※4: 各事業者で値を補正して用いてもよい ※2: 独自の需要予測があればそれを使ってもよい
※3: 各日の最大需要がガウス分布に従うと近似

■検証結果

上記の予測手法にて、2022年夏、2022/23年冬、2023年夏、2023/24年冬(1月まで)を対象に、累積確率のしきい値80%、90%の2種類での予測精度検証を実施。

結果： 本手法での 一定の有効性 が確認できた（精度は80%程度）

夏季： しきい値90%でほぼ補足可能
冬季： しきい値80%でほぼ補足可能

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （1）供給力実証 b. BGとしてのデマンド最適化検討

■ 留意事項および今後に向けた提言

留意事項：

本予測手法は、TSOが公開する情報である でんき予報（前日18時公開）をもとにしているため、スポット市場の入札には間に合わない。そのためDRを実施するとその分がインバランスとなるリスクがある。

今後に向けた提言：

原理的には機械学習などにて「より精緻な予測」が可能である。
将来的には第三者機関が予測を公開するような仕組みとする、または、複数事業者によるコンソーシアムを形成して予測を共有することが望ましい。

「参考」エクセルでの当該予測精度検証結果の概要：

しきい値80%	H1日的中		H1でない 日的中	見逃し	精度	適合率	再現性	F値
	TP	FP						
2022夏	3	27	62	0	0.71	0.10	1.00	0.18
2022/23冬	3	7	80	0	0.92	0.30	1.00	0.46
2023夏	3	31	58	0	0.66	0.09	1.00	0.16
2023/24冬（1月まで）	2	3	57	0	0.95	0.40	1.00	0.57

しきい値90%	H1日的中		H1でない 日的中	見逃し	精度	適合率	再現性	F値
	TP	FP						
2022夏	3	19	70	0	0.79	0.14	1.00	0.24
2022/23冬	2	1	86	1	0.98	0.67	0.67	0.67
2023夏	3	17	72	0	0.82	0.15	1.00	0.26
2023/24冬（1月まで）	0	1	59	2	0.95	0.00	0.00	

黄色の行にて
冬はしきい値80%
（90%の場合、再現性は1未満）
夏はしきい値90%
とした。再現性はいずれも1以上。

空振りについても考慮必要。

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証

実証概要（共通実証） 2. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

（auエネルギー&ライフ、東邦ガス、エナリス）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御

実施概要

一次調整力に関する 実証実施結果の概要は つぎのとおり。

実施項目	実施概要	実施者	良否	備考
成功率向上に向けた検証	各社にて事前審査模擬試験およびアセスメントⅡ 模擬試験を実施 (収益拡大)	auEL 東邦ガス・MHIET 東邦ガス	良	各社実施
	MECサーバによるリソース群の応動性能改善開発を実施 (収益拡大)	エナリス(auEL)	良	詳細は独自実証の5G+MEC実証に記載
市場開設に向けた実運用上の課題抽出	データ保管に関する課題および改善策の検討 (コスト低減)	エナリス	良	改善策作成
	周波数測定装置等の適用規格・仕様の統一化検討 (コスト低減)	エナリス	良	仕様案作成

実証概要（共通実証） 2. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

（auエネルギー&ライフ、東邦ガス、エナリス）

実証概要（共通実証）

■概要

2023年12月1日に公開された取引ガイドに則り、一次調整力の技術要件などへの適合可能性を検証した。

社名	実施期間		実証方式	エリア	規模 (kW)	リソース種別	事前審査の実施有無		アセスメントⅡ 実施有無
							平常時	異常時	
auEL	2024年12月8日-2月7日	期間中15回	MEC方式2	全国 ※沖縄以外	184 kW	家庭用蓄電池	実施	実施	実施
東邦ガス MHIET	2024年1月10日-22日	期間中4回	MEC方式1	東京	500 kW	ハイブリッド発電システム	実施	実施	実施
東邦ガス	2024年1月12日、15日	期間中2回	従来方式	中部	5 kW	EV充電器	実施	実施	実施

参考:MECサーバを用いた周波数代表点計測について

次の実証方式にて実証を実施した。詳細は、5G+MECのスライドにて説明。

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
従来方式	自端計測	GW端末	GW端末 (自端制御)	GW端末⇒PCS
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
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

実証概要（共通実証）

■技術要件適合状況および計測地点

要件	技術要件					計測地点要件
	計測間隔	計測誤差	不感帯	調定率	遅れ時間	
	0.1 s 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

社名		技術要件適合状況					計測地点
		計測間隔	計測誤差	不感帯	調定率	遅れ時間	
auEL	結果/設定	0.1s	±0.02Hz以下	±0.01Hz	0.4%	2s以内	受電点
	適否	○	○	○	○	○※	○
東邦ガス MHIET	結果/設定	0.1 s 以下	±0.02Hz以下	0Hz	0.4%、1%	2s以内	受電点/模擬受電点
	適否	○	○	○	○	○	○
東邦ガス	結果/設定	0.1 s	±0.01Hz以下	±0.01Hz	0.4%	1 s 程度	受電点
	適否	○	○	○	○	○	○

※メーカー工場検環境での計測結果であり、詳細は5G + MECのスライドを参照

実証概要（共通実証）

■事前審査模擬試験およびアセスメントⅡ模擬試験の実証結果

要件	試験条件		事前審査 模擬試験		アセスメントⅡ 模擬試験
	評価対象	評価間隔	平常時	異常時	
	出力変化量	1秒	模擬入力周波数を印加し、30分コマで評価を行う。調定率曲線を基準に供出可能量の±10%を許容範囲とし、その範囲内に90%が滞在すること	模擬入力周波数を印加し、10秒以内にΔkW約定量許容範囲内に到達しその状態が5分間継続すること	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

社名	試験条件への対応状況		事前審査 模擬試験 結果		アセスメントⅡ 模擬試験 結果
	評価対象	評価間隔	平常時	異常時	
auEL	○：良	○：良	○：良 但し、30分コマ×4（2時間）にて評価	○：良 課題：10秒以内応動不合格の試験日有	○：良 但し、30分コマ×4（2時間）にて評価
東邦ガス MHIET	○：良	○：良	○：良（模擬受電点） 課題：実受電点では否	○：良	○：良
東邦ガス	○：良	○：良	○：良 但し、30分コマ×4（2時間）にて評価	○：良	○：良 但し、30分コマ×4（2時間）にて評価

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御
（auエネルギー&ライフ（エナリス））

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御 制御リソースのグルーピング化について

今年度は、下記の仮想リソース群（電力エリア・計測地点・リソース種別・ポジネガ種別でグループ化）を構成し、実証を実施した。

■リソースグループ一覧

仮想リソースID (末尾記号の未記載)	仮想リソース概要	対象台数	備考
7V	C社家庭用蓄電池（北海道）順潮流	7台	一次調整力実証
8V	C社家庭用蓄電池（東日本）順潮流	58台	一次調整力実証
9V	C社家庭用蓄電池（西日本）順潮流	49台	一次調整力実証

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

概要

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

12/8～2/7 うち15回実施

参加リソース・台数・最大供出量(kW)

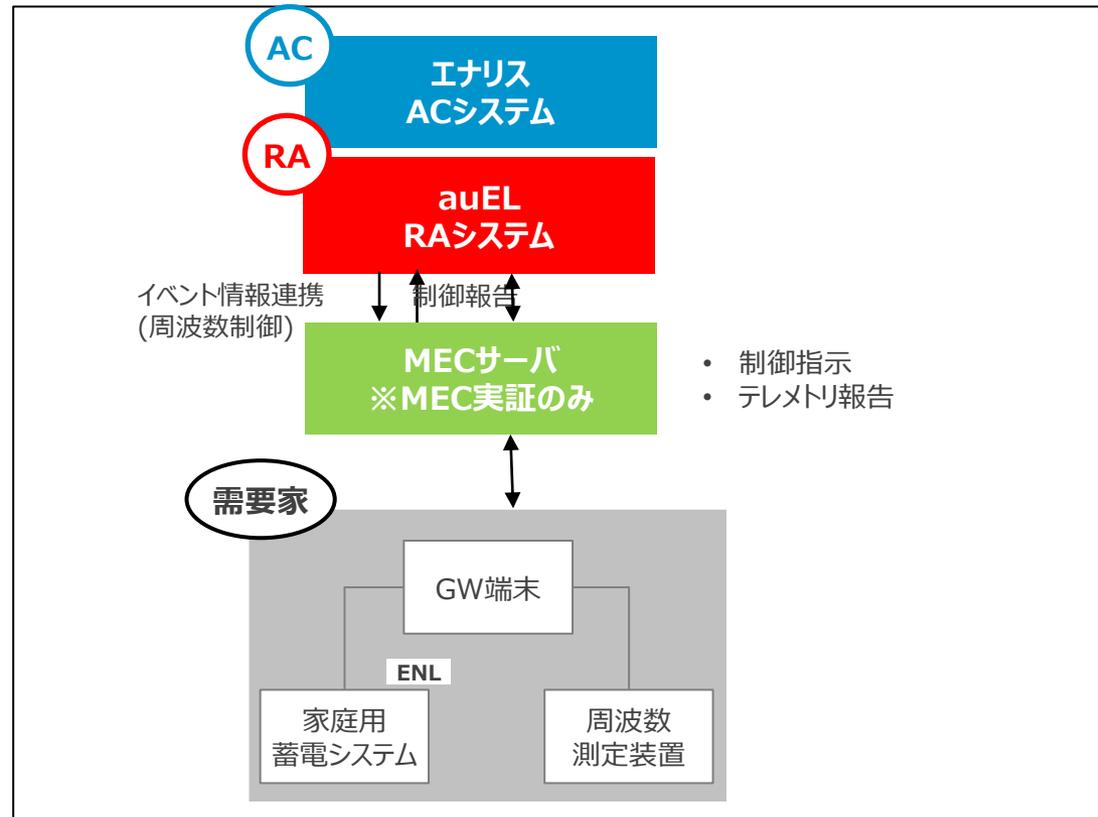
111台（最大） 130 kW

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

- 受電点計測での制御精度向上を目指しMECでの実証を行った。



実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御

実証結果（平常時） 2024年1月15日 03:00~03:30 受電点計測※事前審査想定

【平常時の模擬周波数入力、出力変化量を検証】

エリア：東日本 対象リソース：仮想リソース1台（8V） 供出可能量：60kW 不感帯：±0.01Hz 調定率：0.4%

計測方法：周波数代表点計測・MEC方式

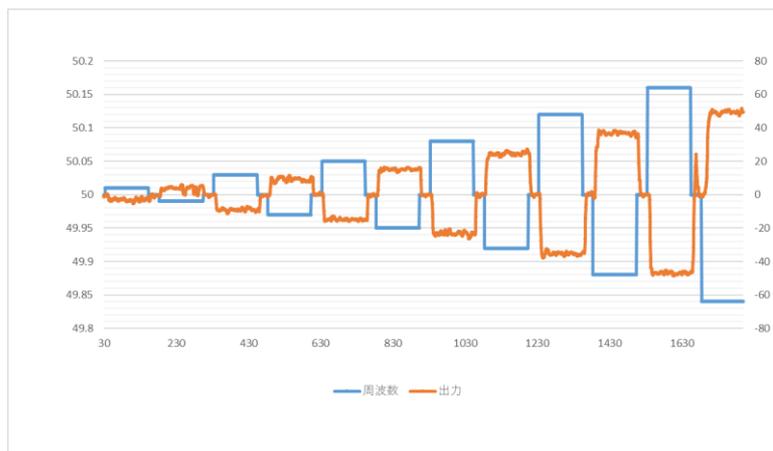
■ 平常時の模擬入力周波数

■ 周波数/出力の変動

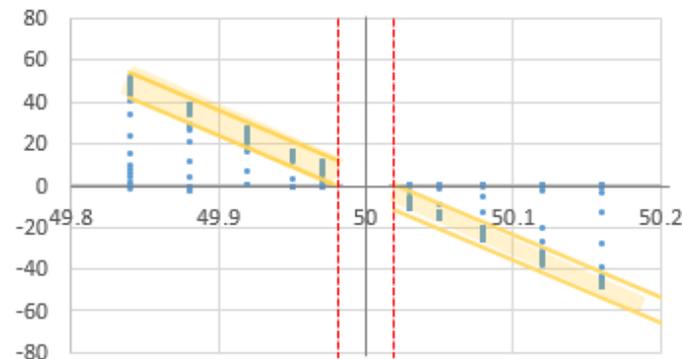
■ 調定率に応じた応動状況

時間 (秒)	周波数(Hz)	偏差(Hz)
0	50	0
30	50	0
150	50.01	0.01
180	50	0
300	49.99	-0.01
330	50	0
450	50.03	0.03
480	50	0
600	49.97	-0.03
630	50	0
750	50.05	0.05
780	50	0
900	49.95	-0.05
930	50	0
1050	50.08	0.08
1080	50	0
1200	49.92	-0.08
1230	50	0
1350	50.12	0.12
1380	50	0
1500	49.88	-0.12
1530	50	0
1650	50.16	0.16
1680	50	0
1800	49.84	-0.16

平常時の模擬入力周波数を入力
平常時の模擬入力周波数を入力



データの90%以上が許容範囲内であること：→
データの92.5%が許容値内



■ 考察サマリ

- ・平日3:00から30分間で±0.2Hz以内で模擬的に周波数を変動。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期待通りの結果を得られた。
- ・また不感帯設定（±0.01Hz）ありの状態、1秒毎の全計測点を評価。許容範囲への滞在率（右上図）が92.5%と評価基準をクリアできている。
→この結果は、昨年度からの改善として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。

偏差	データ数	割合
0	355	20%
-0.1~0.1	967	54%
±0.1以上	478	27%

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御

実証結果（異常時） 2024年1月15日 03:30~04:00 受電点計測※事前審査想定

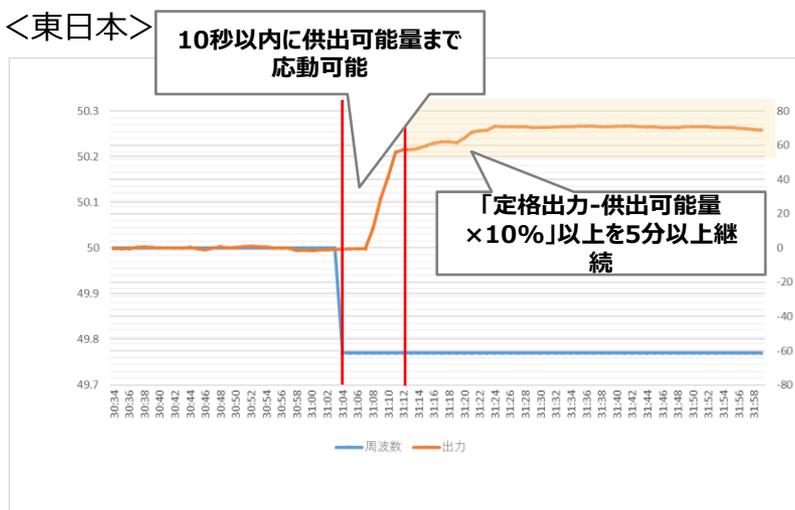
【異常時：周波数0.2Hz超の場合の変動試験】

エリア：東日本 対象リソース：仮想リソース1台（8V） / エリア：西日本 対象リソース：仮想リソース1台（9V）

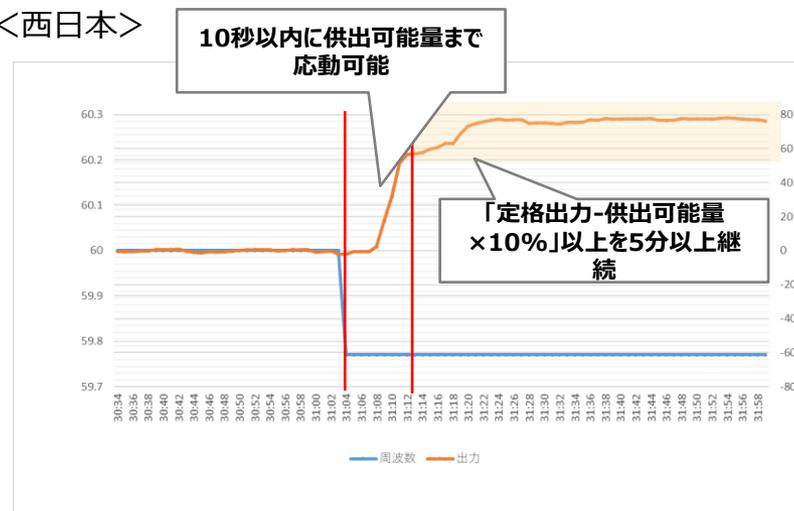
供出可能量：60kW 調定率：0.4% 不感帯：±0.01Hz 計測方法：周波数代表点計測・MEC方式

■ 周波数/出力の変動 ● 周波数 ● 出力

＜東日本＞



＜西日本＞



■ 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はばらつきがあった（東日本は9秒、西日本は10秒ほどで到達したケースもあり）。よって、安定的に10秒以内に応動できることが今後の課題となる。
- 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」をクリアできている。

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御

実証結果（異常時） 2024年1月15日 4:00～4:30 受電点計測※アセスメントⅡ想定

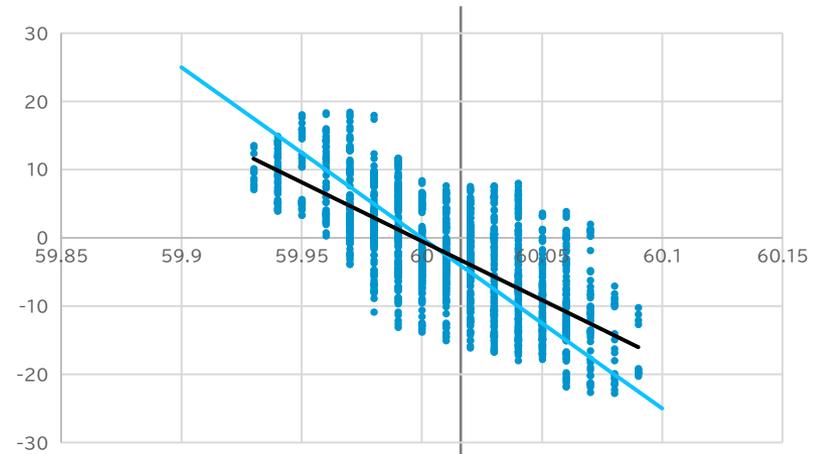
エリア：西日本 対象リソース：仮想リソース1台（8V） 供出可能量：60kW 調定率：0.4% 不感帯設定：±0.01Hz
計測方法：周波数代表点計測・MEC方式

■ 周波数/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。
- アセスメントⅡを想定した系統周波数に対する応動については周波数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。

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

（東邦ガス・MHIET）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御

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。正規の受電点評価では実際の工場負荷を利用し、模擬の受電点評価では模擬負荷を用いて電力需要変化がある状況で一次調整力応動が可能か確認する。

イベント実施期間

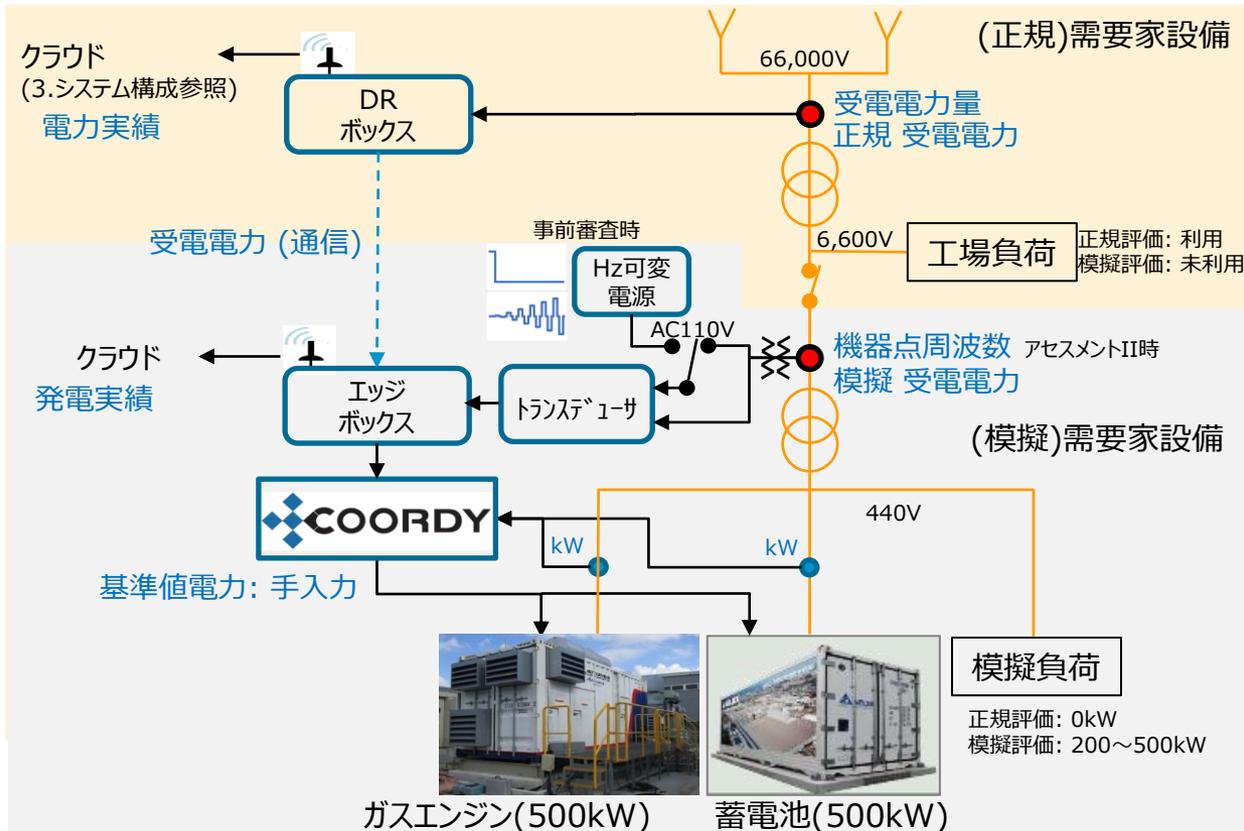
1/11～1/22 うち4回実施

参加リソース・台数・最大供出力(kW)

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

実証条件

計測地点受電点	受電点（正規・模擬）
模擬信号入力	周波数可変電源
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

- 発電容量に対して工場負荷によるデマンド変動が最大2000kWあり、平日の他に変動量の比較的小さい休日や模擬点での評価も実施。
- 受電電力一定制御フィードバック用のアナログ受電電力信号を敷設してない為、通信にて発電設備側に伝送。
- 模擬需要家設備でのアセスメントIIは模擬負荷で電力需要パターンを作成して、調整力供出試験を実施した

実証概要（共通実証）

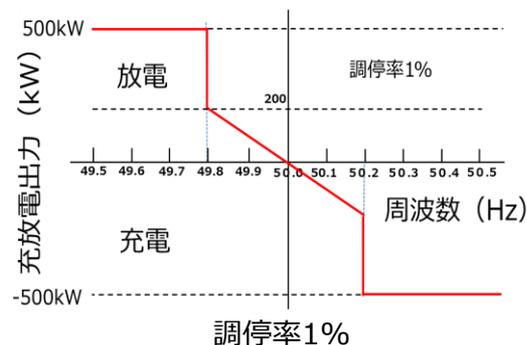
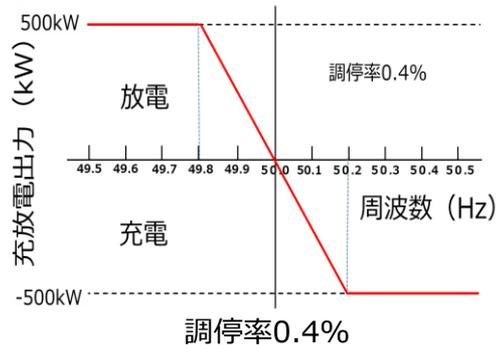
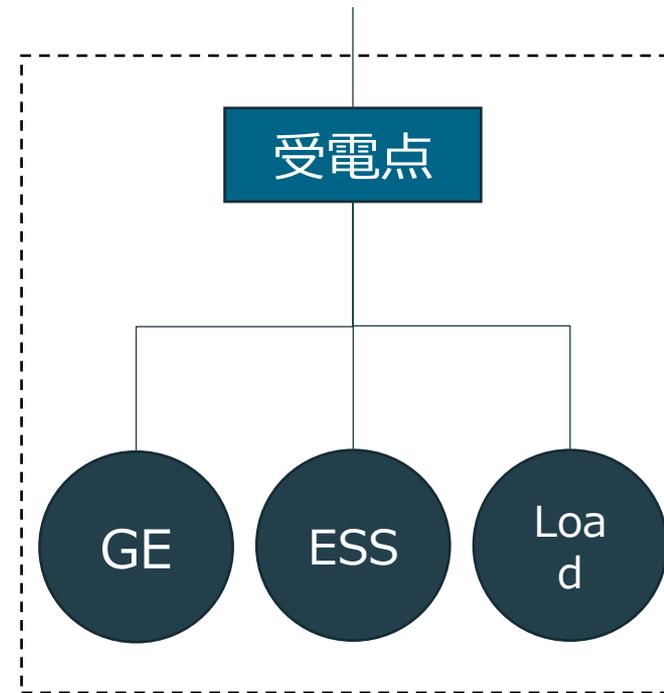
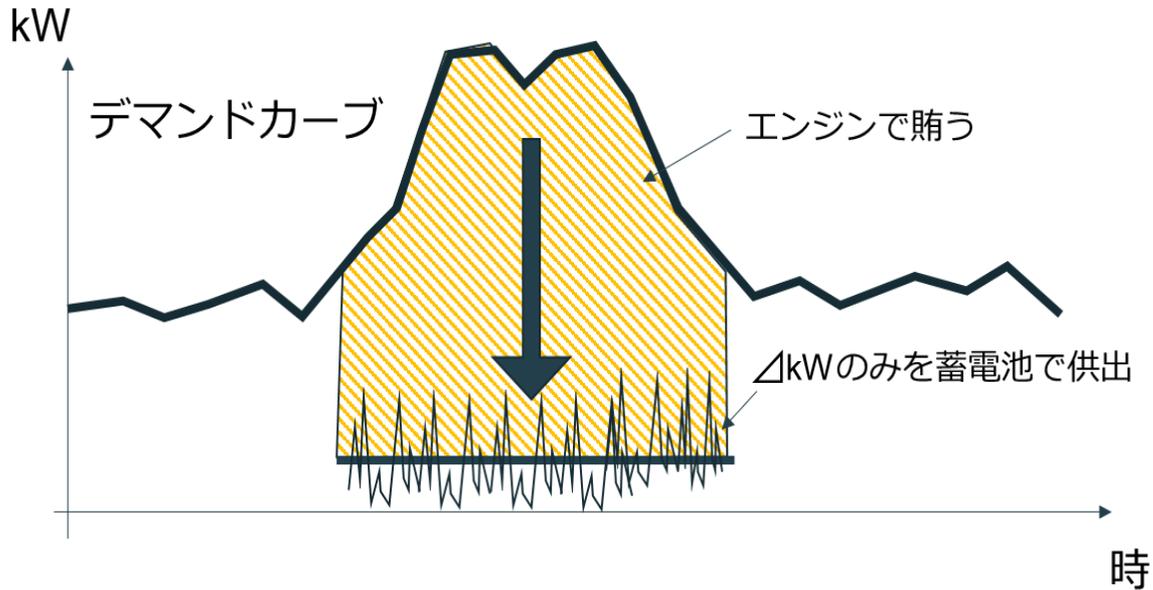
1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御

No.	実施日	実施時間	基準値電力 (kW)	エリア発動量 (kW)	受電点	調停率	備考
1	2024/1/11	10:30~13:30	50	東京 500kW	模擬	0.4%	アセスメントII
2	2024/1/14	PM	3,300/ 3,400	東京 500kW	正規	1%	事前審査 (平常時/異常時)
3	2024/1/21	12:35~15:35	3,600	東京 500kW	正規	1%	アセスメントII
4	2024/1/22	PM	50/0	東京 500kW	模擬	0.4%	事前審査 (平常時/異常時)

実証概要 (共通実証)

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御

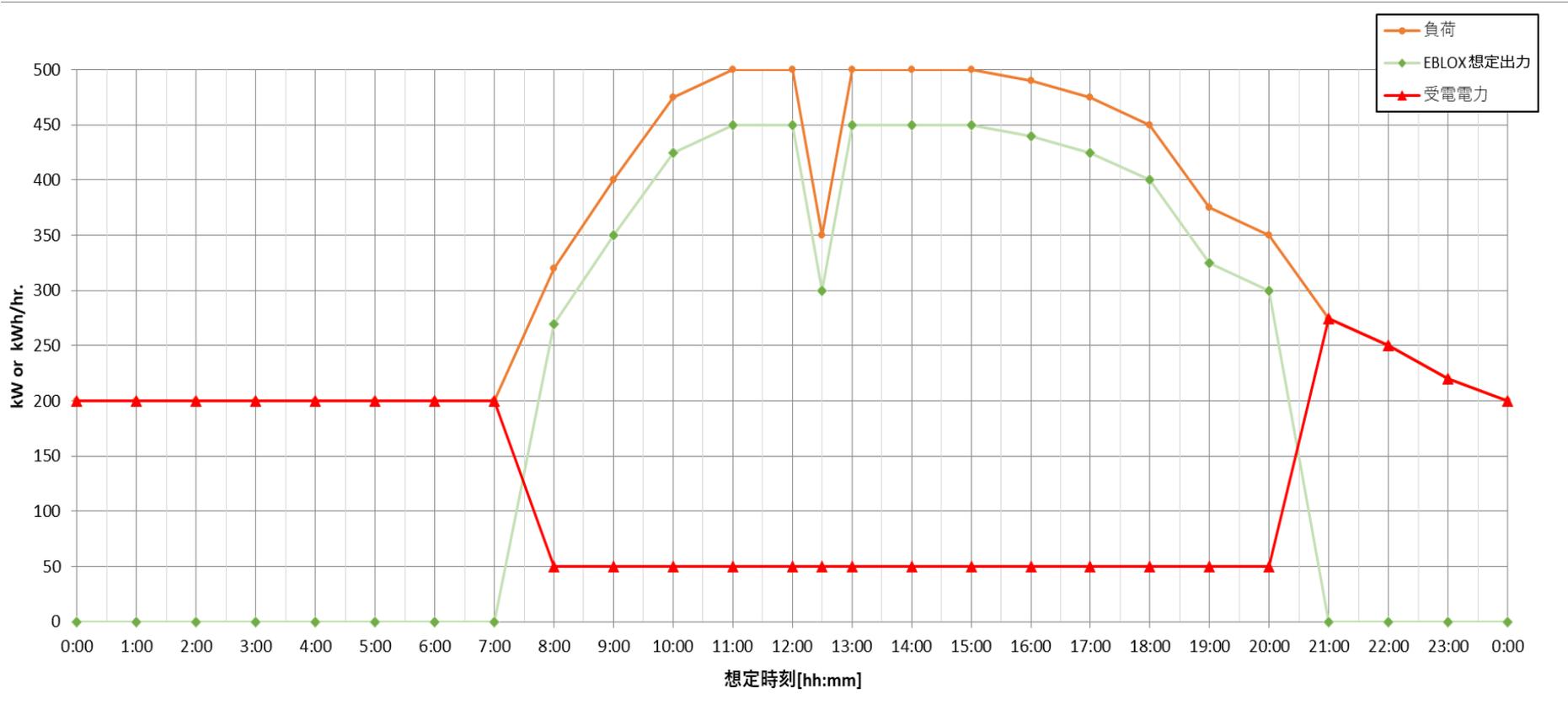
需要家設備内の電力需要をコントロール可能なエンジンと蓄電池を組み合わせ、電力需要変動による受電電力の変動についてはエンジンで、調整力については蓄電池で主に対応するというロジックである



実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御

- 正規受電点評価では実際の工場負荷にて評価した。
 - 模擬受電点評価では模擬負荷を使用して、需要家設備の需要変動を以下のとおり変化させながら評価した。
- 尚、図は24時間相当であるが試験時は3時間分に圧縮して変化させた。



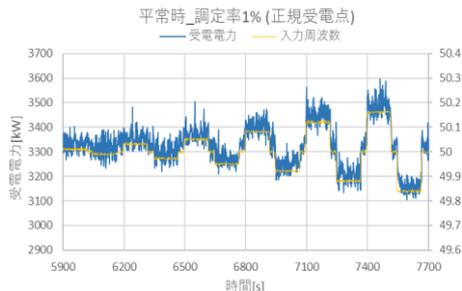
負荷とEBLOX出力の時間推移

実証概要 (共通実証)

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御 実証結果 2024年1月14日 PM 事前審査 正規 受電点計測 (休日)

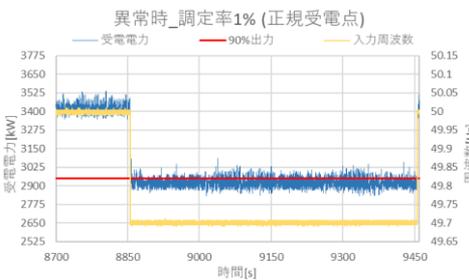
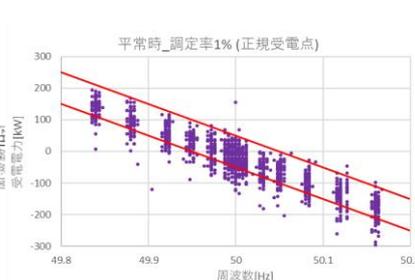
エリア：東京 対象リソース：ハイブリッド発電システム 供出可能量：500kW 調定率：1%

■ 平常時

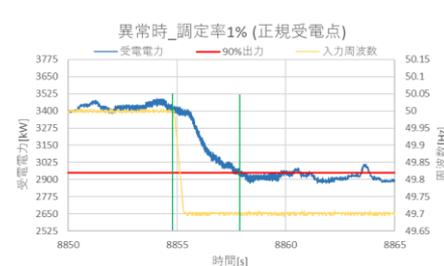


基準値電力 3300kW

■ 異常時



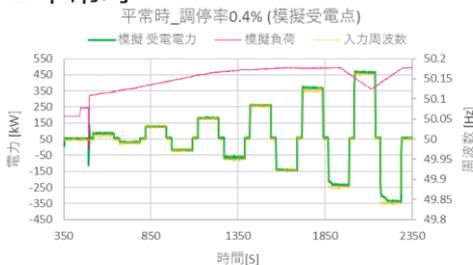
基準値電力 3400kW



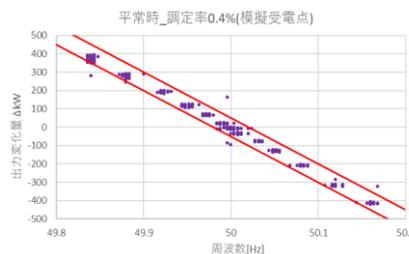
実証結果 2024年1月22日 PM 事前審査 模擬 受電点計測

エリア：東京 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%

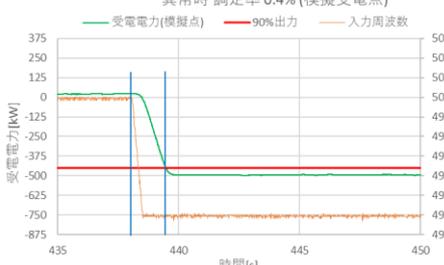
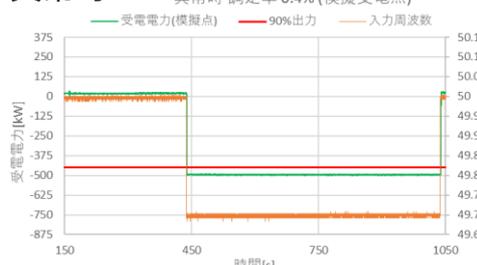
■ 平常時



基準値電力 0kW



■ 異常時



■ 考察サマリ

- 正規受電点計測の平常時評価は、 $\Delta P/\Delta f$ グラフにおける計測点の滞在率は79%で評価はNG。デマンド変動に対して受電電力を基準値に保てない事が原因。異常時評価は異常発生後3秒で90%出力を達成し、問題なし。
- 模擬受電点計測の平常時評価は滞在率99%、異常時評価は異常発生後2秒で問題なし。

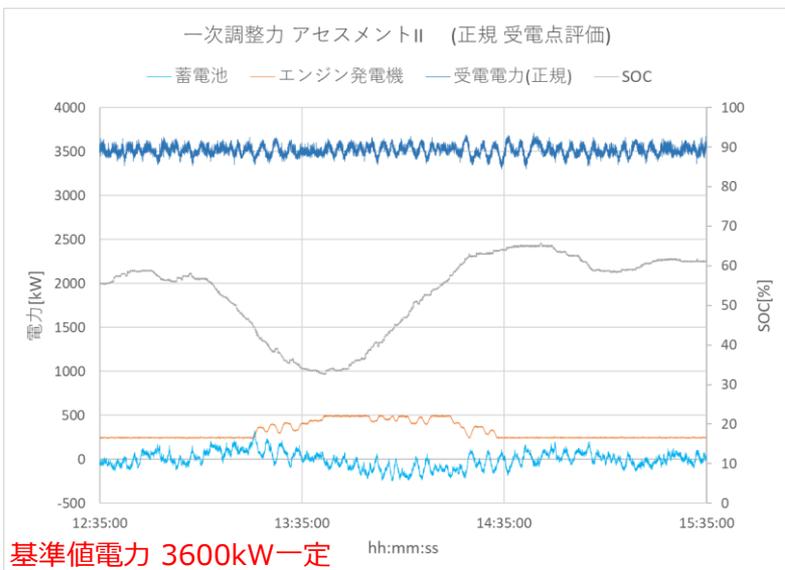
実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御

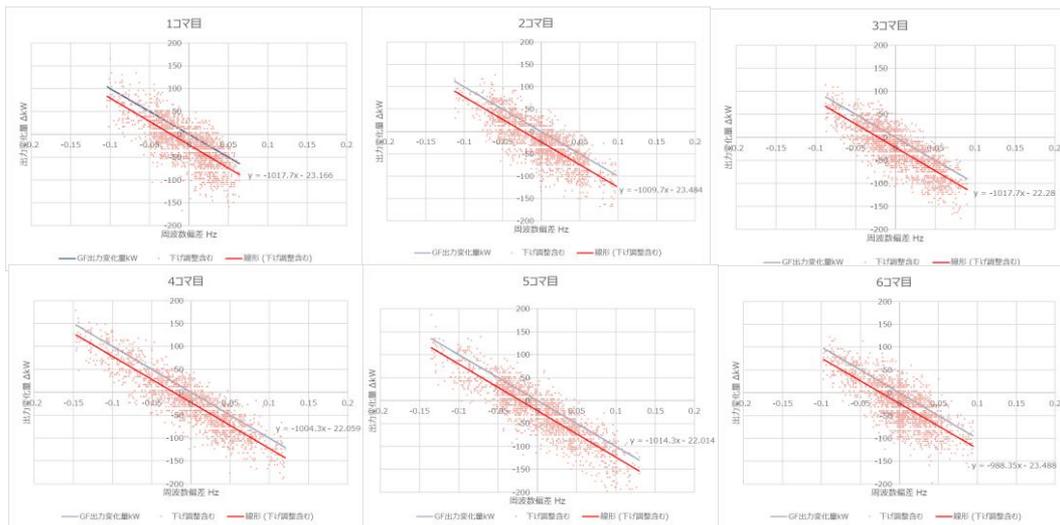
実証結果 2024年1月21日 12:35~15:35 アセスメントII 正規受電点計測 (休日)

エリア：東京 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：1%

■ 一次調整中の全体グラフ



■ 調定率に応じた応動評価



調整開始時のデマンドから基準値電力を決定し、自端制御で機器点周波数変動に対応した一次調整力試験を実施した。
工場負荷の変動が小さく、エンジン発電機の発電可能範囲にデマンドが入ったため、全コマ近似式と理論式の傾きが一致する結果を得た。

コマ	時刻	調定率の傾き	実績値の傾き	実績値の傾き (下げ調整を除く)	成功判定
1	12:35 - 13:05	-1.000E-03	-5.348E-04	-3.382E-04	○
2	13:05 - 13:35	-1.000E-03	-6.432E-04	-3.821E-04	○
3	13:35 - 14:05	-1.000E-03	-6.225E-04	-3.409E-04	○
4	14:05 - 14:35	-1.000E-03	-7.882E-04	-6.080E-04	○
5	14:35 - 15:05	-1.000E-03	-7.531E-04	-5.208E-04	○
6	15:05 - 15:35	-1.000E-03	-5.679E-04	-3.904E-04	○

■ 考察サマリ

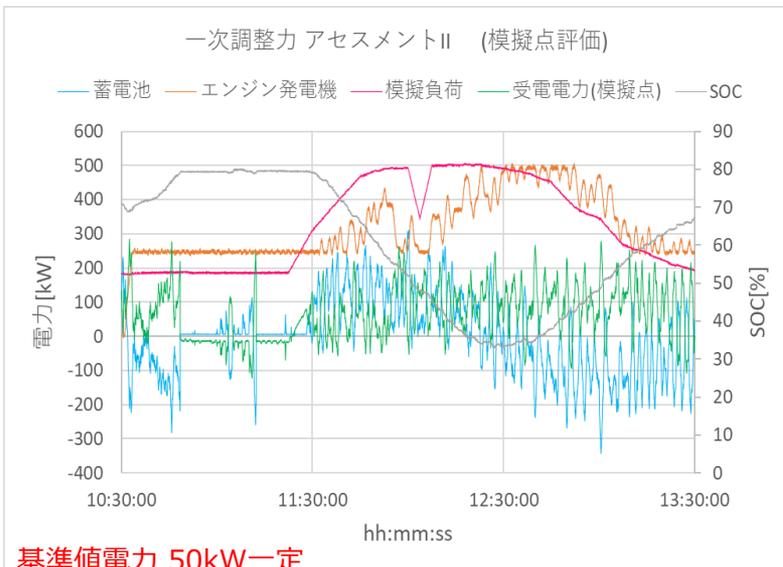
- 工場の負荷変動が小さければ、基準値電力で受電電力を一定に保ちつつ、周波数調整に対応できる事を確認した。

実証概要（共通実証）

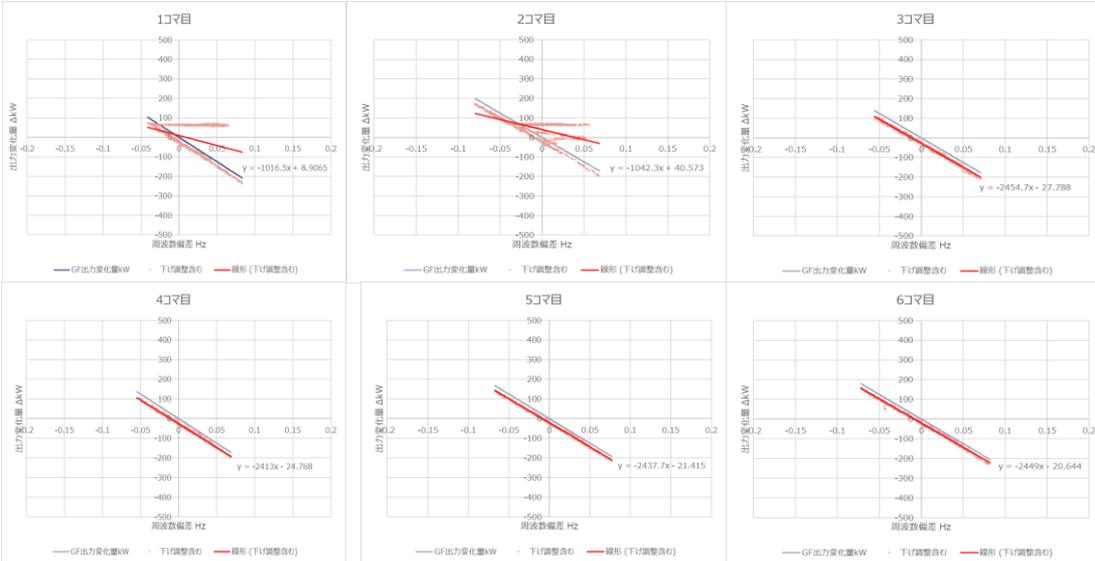
1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御 実証結果 2024年1月11日 10:30~13:30 アセスメントII 模擬受電点計測

エリア：東京 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%

■ 一次調整中の全体グラフ



■ 調定率に応じた応動評価



1コマ目、2コマ目は50Hz時の基準値電力を50kW、模擬負荷を200kWと設定したため、開始冒頭でエンジン発電機50%定格の250kW、蓄電池が-100kWの発電量となったが、10:50頃SOCが80%となったため、蓄電池が充電を停止した。その関係で基準値電力を保てず、応動評価のグラフに水平方向の計測点が表れている。3コマ目以降はエンジン発電機の発電可能範囲に入ったため、ほぼ理論値通りの結果を得た。

コマ	時刻	調定率の傾き	実績値の傾き	実績値の傾き (下げ調整を除く)	成功判定
1	10:30 - 11:00	-4.000E-04	-1.455E-04	-2.704E-04	○
2	11:00 - 11:30	-4.000E-04	-3.478E-04	-4.570E-04	○
3	11:30 - 12:00	-4.000E-04	-4.056E-04	-4.118E-04	○
4	12:00 - 12:30	-4.000E-04	-4.124E-04	-4.148E-04	○
5	12:30 - 13:00	-4.000E-04	-4.087E-04	-4.147E-04	○
6	13:00 - 13:30	-4.000E-04	-4.068E-04	-4.102E-04	○

■ 考察サマリ

- 3コマ目以降はアセスメント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。
- 受電点評価のため、エンジン発電機の発電可能範囲に負荷変動が入らないと基準値電力を維持できず、周波数調整の応動評価を悪化させる。需要家のデマンド変動量に対して十分に大きい容量の発電設備を選定する事が重要である。

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

（東邦ガス（エナリス））
EV充電器

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御

実証結果：事前審査模擬試験 2024年1月12日 03:00~04:00 受電点電力制御（エナリス制御ロジック）

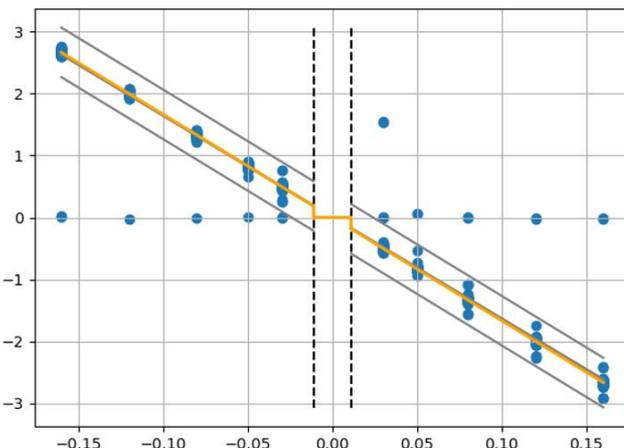
エリア：中部 対象リソース：EV(1台) 供出可能量：4kW 調定率：0.4% 集計時間：03:00~04:00

平常時の模擬入力周波数

時間 (秒)	周波数 (Hz)	偏差 (Hz)
0	60	0
30	60.01	0.01
150	60	0
180	59.99	-0.01
300	60	0
330	60.03	0.03
450	60	0
480	59.97	-0.03
600	60	0
630	60.05	0.05
750	60	0
780	59.95	-0.05
900	60	0
930	60.08	0.08
1050	60	0
1080	59.92	-0.08
1200	60	0
1230	60.12	0.12
1350	60	0
1380	59.88	-0.12
1500	60	0
1530	60.16	0.16
1650	60	0
1680	59.84	-0.16
1800	60	0

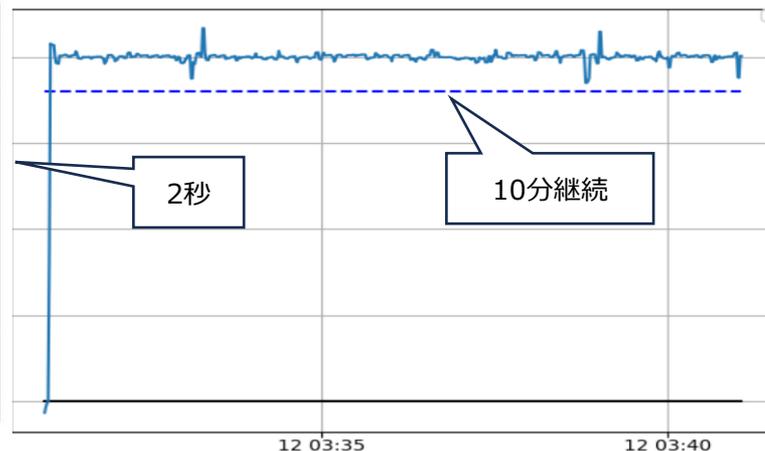
■ 平常時 (03:00~03:30)

左記の平常時の模擬入力周波数を入力



■ 異常時 (03:30~04:00)

0.2Hz超の周波数低下の模擬入力周波数を10分間入力



■ 考察：

- ・事前審査を想定した模擬信号に対する応動は、平常時、異常時ともに 良好であった。
平常時：98.25%、 異常時：2秒応動/10分継続

→ 主な要因

- ・当該V2H機器の制御応答性が極めて高いこと、
- ・負荷変動が比較的穏やかであること
- ・逆潮流可能であることから負荷に関する制約が無いこと

実証概要（共通実証）

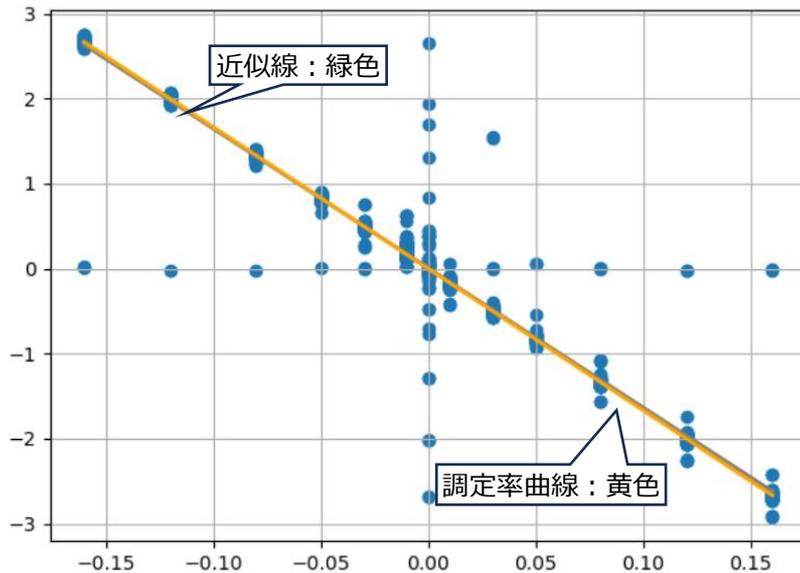
1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御

実証結果: アセスメントⅡ 模擬試験 2024年1月12日 04:00~06:00 受電点電力制御（エナリス制御ロジック）

エリア：中部 対象リソース：EV(1台) 供出可能量：4kW 調定率：0.4% 集計時間：04:00~06:00

■ 平常時（04:00~06:00）

周波数測定装置にて、計測した系統周波数を入力し制御実施。



■ 考察：

・アセスメントⅡを想定した系統周波数に対する応動は良好であった。

平常時： 近似線と調定率曲線の傾きが同方向

→ 主な要因

- ・当該V2H機器の制御応答性が極めて高いこと、
- ・負荷変動が比較的穏やかであること
- ・逆潮流可能であることから負荷に関する制約が無いこと

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

（エナリス）

データ保存に関する課題および改善策の検討

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御 （a）データ保存に関する課題および改善策の検討

検討結果の概要は つぎのとおり。改善策の策定を実施。

検討項目	対象データ	検討結果
<p>データ保管に関する課題および改善策の検討</p> <p>（コスト低減） 一次調整力に関する保管データ低減によりコストダウンを図る</p>	<p>周波数測定データ</p>	<p>現状の課題： データ量が多い。1日あたり60MB程度／箇所となる。</p> <p>条件： 取得周期 0.1秒（1／50、60の場合 0.02秒、0.016秒となり300MB程度となる） 約定期間以外でも常時計測し保管</p> <p>影響： 例えば、保管期間が3ヶ月 すると 5.4GB/箇所となる。 全箇所時計測し保存する場合5.4GB×N箇所となる。</p> <p>改善策： コスト低減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保管期間の短期間化（例：1か月程度など） ・保管対象は、約定期間のみに制限 ・計測を MECサーバによる 周波数代表点計測 とし、計測箇所を制限
	<p>アセスメントⅡ用の受電点電力データ等</p>	<p>現状の課題： データ量が多い。1約定ブロックあたり2MB程度／箇所となる。</p> <p>条件： 取得周期 1秒 約定期間の制御結果として保管</p> <p>影響： 例えば、保管期間が3ヶ月で1か月20回約定とすると120MB/箇所となる。 全箇所時計測し保存する場合120MB×N箇所となる。</p> <p>改善策： コスト低減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保管期間の短期間化（例：1か月程度など） ・制御結果を MECサーバによる 仮想リソースのみとし、対象箇所数を制限

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 a. 一次調整力制御

（エナリス）

周波数測定装置等の適用規格・仕様の統一化検討

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御 (b) 周波数測定装置等の規格の統一化検討

検討結果の概要はつぎのとおり。主な適用規格・仕様案の策定を実施。（機能仕様の詳細は別途）

検討項目	仕様区分	検討結果(適用規格・仕様案)
周波数測定装置等の適用規格・仕様の統一化検討 (コスト低減) 周波数測定装置の要求仕様等の明確化によりコストダウンを図る	イミュニティ (雑音耐性等)	<ul style="list-style-type: none"> ・IEC61000-6-2に定める判定基準に基づき、IEC61000-4-2～4-6、4-8、4-11 に準ずる性能を具備 ※1 ・JIS C 1111 6.11、6.20、 および、 電力用規格B-402 6.1.7 に準ずる性能を具備
	エミッション (雑音放射等)	<ul style="list-style-type: none"> ・VCCIクラスBに定める判定基準に基づく性能を具備
	電気的性能 (絶縁、耐電圧、許容過入力)	<ul style="list-style-type: none"> ・電力用規格D-208および電気学会技術報告第70号に記載の絶縁抵抗、耐電圧仕様に準ずる性能を具備 ・JIS C 1111 6.18 許容過入力仕様に準ずる性能を具備 ・その他AC100Vにて計測を兼ねる電源構成とし、高電圧には対応せずコスト低減を図る
	周波数測定に係る性能 (取引ガイドに記載の周波数計測間隔、周波数計測誤差他)	<ul style="list-style-type: none"> ・周波数計測間隔は、取引ガイドに記載のとおり、0.1秒間隔以下とし、その際の計測誤差は、JIS C 1111 4.2 の0.2級 に準ずる性能を具備 ・移動平均については、5～25サイクルから決定とする（各エリアのTSOと協議にて決定） （応答速度：0.01Hz変動を0.1秒以内に完全検知するためには移動平均は5サイクル） <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>異常周波数検出精度に直結することから、移動平均サイクル数の違いによる異常周波数検出性能に関するフィールド検証を実施。（検出開始0.1秒であれば9サイクルである）</p> </div>
	運用事項	<p>イミュニティ、エミッション、電気的性能については、 製造初品の代表機器にて、公の機関の校正済み計測機器にて、性能試験を実施とする</p> <p>周波数計測に係る性能については、 製造初品の代表機器にて、公の機関にて、校正証明を実施とする</p>

※1 IEC61000-4シリーズにも判定基準は存在するが、ここでは、IEC61000-6-2の判定基準に基づくこととする

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 a. 一次調整力制御 (b) 周波数測定装置等の規格の統一化検討

周波数測定における移動平均サイクル数による異常周波数測定性能に関するフィールド検証

項目	フィールド検証の実施概要
試験条件	<p>日時： 2023年12月8日（金）9:30～17:00 計測：12:40～15:40の3時間 対象： エナリス、および、協力会社 場所： エナリス 九州地区駐在デスク</p> <p>概要： つぎの3台の装置を設置し、測定結果を比較し検証を行った。 周波数を同時測定し、移動平均サイクル数の設定による異常周波数検出を評価。</p> <p>装置 1： エナリス製周波数測定装置SFQ1 25サイクル設定（230007：B4FL22020109） 装置 2： エナリス製周波数測定装置SFQ1 5サイクル設定（230008：B4FL22020116） 装置 3： 第一エレクトロニクス製周波数測定装置SFQ1 25サイクル固定（230007：B4FL22020109）</p> <p>※ 第一エレクトロニクス製周波数測定装置は、需給調整市場検討小委員会（2021年6月23日資料2にて、 （参考）技術要件に適合するトランスデューサの例 として例示されたもの（型式QT2-500） 当該装置の移動平均サイクル数は25サイクル固定とのことであった。</p>
実証結果： 異常周波数 検出性能	<p>異常時を示す周波数である中心周波数から0.2Hz超の低下の検出回数を比較した。</p> <p>装置 1（25サイクル設定）： 0回 装置 2（05サイクル設定）： 322回 装置 3（25サイクル固定）： 0回</p>
考察	<p>周波数測定装置の移動平均サイクル数の違いにより、異常時の周波数とされる中心周波数の0.2Hz超低下の検出回数 異なることが分かった。移動平均サイクル数が少ないほどより検出感度が高くなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・25サイクルでは 3時間中 検出は0回 ・5サイクルでは 3時間中 検出は300回程度であった
今後の課題	<p>各TSOの運用要件にて、移動平均サイクル数を仕様化頂くことが望ましい。 検出感度と検出遅延はトレードオフだからである。（案：9サイクル程度。理由は下記参考を参照） （参考） 0.1秒周期の検出であり、0.1秒での検出を行うことを課す場合、 完全検出：0.1秒 →設定：5サイクル（0.02秒/サイクル×5サイクル=0.1秒） 検出開始：0.1秒 →設定：9サイクル（5サイクル以降で周波数変化が支配的となる。検出開始0.1秒）</p>

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 a. 一次調整力制御 (b) 周波数測定装置等の規格の統一化検討

(参考) エナリスによる周波数測定装置開発の概要

開発目標：

より低コストにて、取引ガイドに記載の各技術要件を満足できる周波数測定装置を開発・導入する。

適用技術：

実証試験を通じて、次の技術を適用し、低コストで技術要件を満たす周波数測定装置の開発を行った。

・適用計測方式：「計測周期を維持しつつ、より精度を高める」

高精度な水晶振動子を用いた ゼロクロスコンパレータによる「電圧でのゼロクロスポイント計測」での周波数計測方法の採用

・適用演算方式：「より安定化を図る」

- ・複数ゼロクロスポイント計測値の移動平均算定による演算方式の採用
- ・計測結果における しきい値 設定によるエラー値除外による演算方式の採用

項目	仕様	備考
周波数計測間隔	1/50、1/60秒	取引ガイド記載の技術要件：0.1秒以下
周波数計測誤差	±0.01Hz以下	取引ガイド記載の技術要件：±0.02Hz以内
計測範囲	50±5Hz、60±5Hz	周波数計測誤差JISC1111の0.5級、規定値10Hz
応答速度	0.01Hz変動を0.1秒以内に検知	ゼロクロスコンパレータ移動平均設定による
中心周波判定	起動時自動判定機能実装	
データ出力IF	UART3.3VまたはRS485	テキストデータ出力
動作電源	AC100V（計測を兼ねる）	AC100±10%
外形寸法	80×80×40mm	樹脂筐体、電源ケーブル等除く
環境性能	JISC1111、IEC61000等準拠	詳細は別紙による（公の機関にて計測検証済）

周波数測定装置(試作機器)
小型化、低コスト化を実現
(比較のためのペンも撮影)



実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 b. 二次調整力②制御

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 b. 二次調整力②制御

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。➤ 各事業者社での実証実施の他、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">➤ エナリス、auEL、東邦ガス、スマートテック、Sassor、エフィシエント、レジル、高砂熱学工業、豊田自動織機、ハンファジャパン
実証実施期間	<ul style="list-style-type: none">➤ 2023/9/6～2024/2/7
実施エリア	<ul style="list-style-type: none">➤ 東北エリア、中部エリア
リソース種別	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池、産業用蓄電池、EV充電器、ハイブリッド発電システム
最大同時制御リソース数	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池123台、産業用蓄電池2台、EV充電器43台、ハイブリッド発電システム1台
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池150kW、産業用蓄電池100kW、EV充電器25kW、ハイブリッド発電システム540kW

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 b.二次調整力②制御

参加事業者	対象リソース	潮流	リソース区分	実証結果・成果など	備考
エナリス	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	追従性良好 SoCコントロールが必要
auEL	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	
	EV充電器	順潮流	群管理	○	
		逆潮流	群管理	○	独自実証項目に記載
東邦ガス	産業用蓄電池	順潮流	単独	○	
	ハイブリッド発電システム	順潮流	単独	△	
	EV充電器	逆潮流	単独	○	
スマートテック	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	
	EV充電器	順潮流	群管理	○	独自実証項目に記載
Sassor	産業用蓄電池	順潮流	単独	×	
エフィシエント	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
	EV充電器	順潮流	単独	×	
シェアリング エネルギー	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
レジル	産業用蓄電池	順潮流	単独	×	
高砂熱学工業	産業用蓄電池	順潮流	単独	○	
豊田自動織機	産業用蓄電池	順潮流	単独	×	
ハンファ ジャパン	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	

実証概要（共通実証）

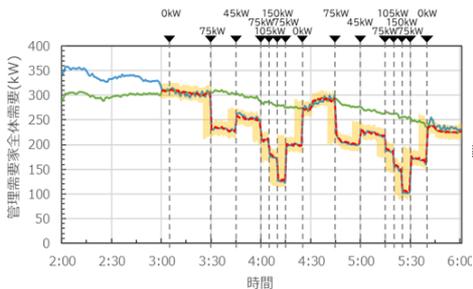
1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 b.二次調整力②制御

二次調整力② リソース別制御結果検証

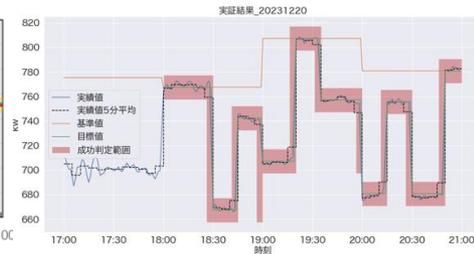
家庭用蓄電池、産業用蓄電池、ハイブリッド発電システム、EV充電器の実証結果を例示する。

- ▶ 家庭用蓄電池、産業用蓄電池、EV充電器においては、各々指令値変更等に対する追従性もよく、二次調整力②の事前審査要件を達成。実運用に十分な応答性を確保した。
- ▶ ハイブリッド発電システムについても、蓄電池残量低下等の要因にて事前審査要件を達成するには至らなかったものの、十分な追従性を確認することができた。更なる精度向上に向けては、例えば、蓄電池残量の制御（SoCコントロール）を行う等の対策が考えられる。

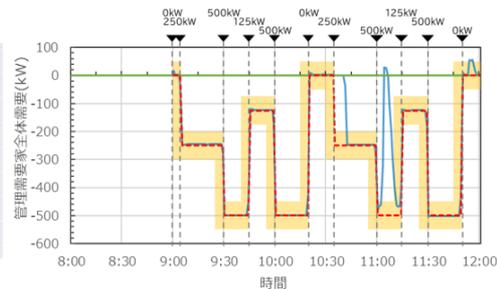
家庭用蓄電池
(87台 供出可能量：150kW)



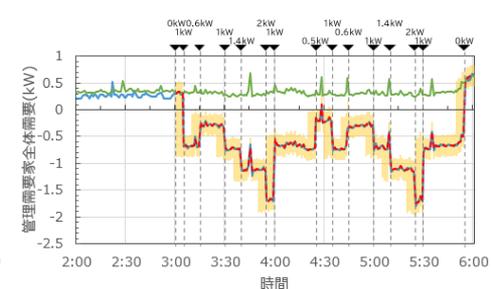
産業用蓄電池
(1台 供出可能量：100kW)



ハイブリッド発電システム
(1台 供出可能量：500kW)



EV充電器
(1台 供出可能量：2kW)



コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(29/30)	96.67%

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	×(23/30)	76.66%
5	×(23/30)	76.66%
6	○(27/30)	90.00%

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%

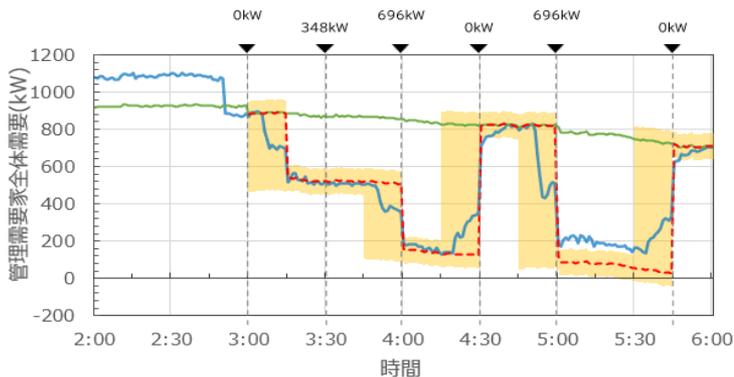
実証概要（共通実証） 2. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 c. 三次調整力①制御（統一実証）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 c. 三次調整力①制御 (統一実証)

複数RA合同での実証結果 2024年1月30日 三次調整力① 3:00~6:00

RA : auEL、スマートテック、大阪ガス 対象リソース : 家庭用蓄電池、EV充電器、エネファーム 供出可能量 : 696kW



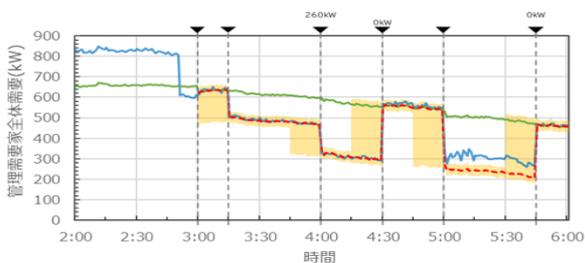
コマ	30コマ成功判定	成功範囲滞在率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(28/30)	93.33%
5	×(0/30)	0.00%
6	○(27/30)	90.00%
平均	(145/180)	80.56%

参加RA	参加リソース種	台数	供出量kW
auEL スマートテック 大阪ガス	合計	2,722	696
	家庭用蓄電池	328	336
	EV充電器	72	
	エネファーム	2322	360

- RA3社、低圧リソース3種類合計2722台をアグリゲートし、ブロック2・供出可能量696kWにて実証した結果、5コマ目で不足となったが、それ以外のコマでは成功範囲滞在率90%以上を達成。イベントクリアの可能性を示した。
- アグリゲートすることでACレベルでは追従性が改善した。

成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

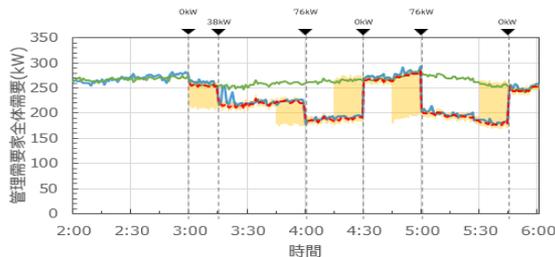
auEL



成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

コマ	30コマ成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	×(0/30)	0.00%
6	○(30/30)	100.00%
平均	×(150/180)	83.33%

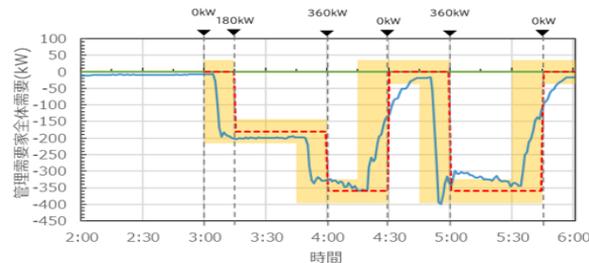
スマートテック



成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

コマ	30コマ成功判定	成功率
1	×(20/30)	66.67%
2	○(28/30)	93.33%
3	○(29/30)	96.67%
4	×(23/30)	76.67%
5	×(25/30)	83.33%
6	○(29/30)	96.67%
平均	×(154/180)	85.56%

大阪ガス



成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

コマ	30コマ成功判定	成功率
1	×(20/30)	66.67%
2	○(28/30)	93.33%
3	○(29/30)	96.67%
4	×(23/30)	76.67%
5	×(25/30)	83.33%
6	○(29/30)	96.67%
平均	×(154/180)	85.56%

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 c. 三次調整力①制御

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 c.三次調整力①制御

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、東邦ガス、スマートテック、大阪ガス、エフィシエント、シェアリングエネルギー、NextDrive、豊田自動織機、ハンファジャパン
実証実施期間	<ul style="list-style-type: none">➤ 2023/12/5～2024/2/7
実施エリア	<ul style="list-style-type: none">➤ 東北エリア
リソース種別	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池、産業用蓄電池、エネファーム、EV充電器
最大同時制御リソース数	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池163台、産業用蓄電池1台、エネファーム2322台、EV充電器43台
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none">➤ 家庭用蓄電池245kW、産業用蓄電池100kW、エネファーム470kW、EV充電器25kW

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 c.三次調整力①制御

参加事業者	対象リソース	潮流	リソース区分	実証結果・成果など	備考
エナリス	産業用蓄電池	順潮流	単独	○	
auEL	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	独自実証項目に記載
		逆潮流	群管理	○	
	EV充電器	順潮流	群管理	○	
東邦ガス	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	追従性良好 SoCコントロール対応要
	EV充電器	逆潮流	単独	○	
スマートテック	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	EV, 蓄電池を合わせて制御
	EV充電器	順潮流	群管理	○	
大阪ガス	エネファーム	逆潮流	群管理	○	
エフィシエント	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	EV, 蓄電池を合わせて制御
	EV充電器	順潮流	単独	×	
シェアリングエネルギー	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
NextDrive	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
	EV充電器	順潮流	単独	×	
豊田自動織機	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	
ハンファジャパン	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	

凡例 ○：イベント成功 △：概ね追従 ×：イベント失敗

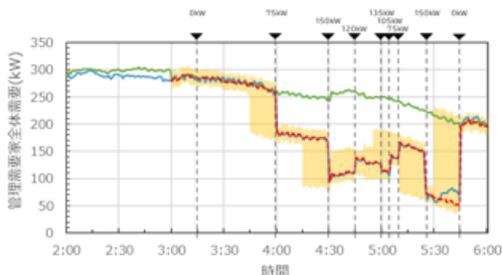
実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 c.三次調整力①制御

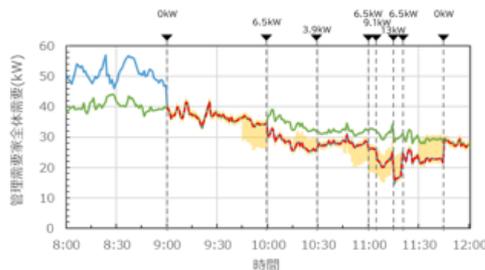
三次調整力① リソース別制御結果検証

- 家庭用蓄電池・産業用蓄電池・エネファーム・EV充電器の結果を例示する。各々指令値変更等に対する追従性もよく、三次調整力①の事前審査要件を達成。実運用に十分な応答性能を確保した。

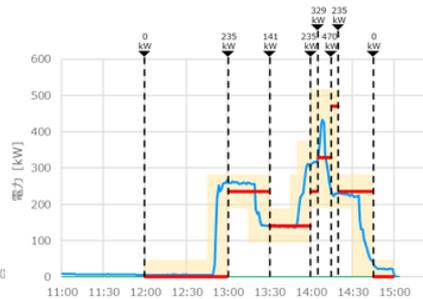
家庭用蓄電池
(123台 供出可能量：150kW)



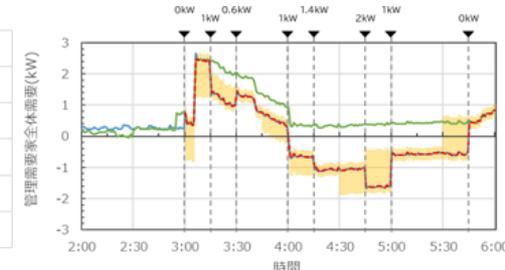
産業用蓄電池
(1台 供出可能量：13kW)



エネファーム
(2,302台 供出可能量：470kW)



EV充電器
(1台 供出可能量：2kW)



コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(29/30)	96.67%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%

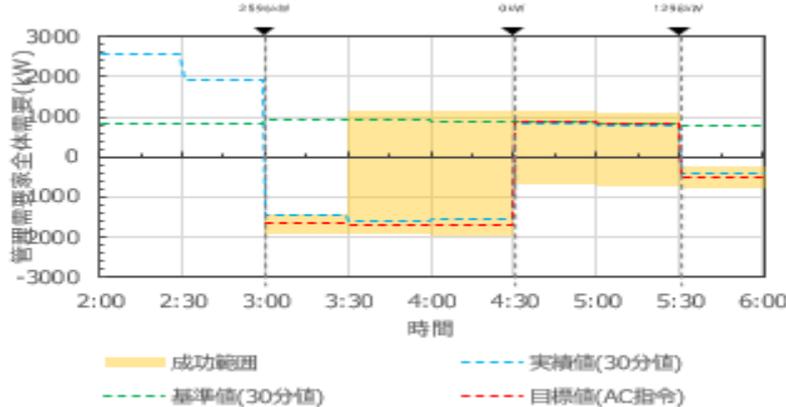
参考： auEL、エナリス、大阪ガス、東邦ガス

実証概要（共通実証） 2. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 d. 三次調整力②制御（統一実証）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 d.三次調整力②制御 (統一実証) 複数RA合同での実証結果 2024年1月25日 三次調整力② 3:00~6:00 30分値 1/2

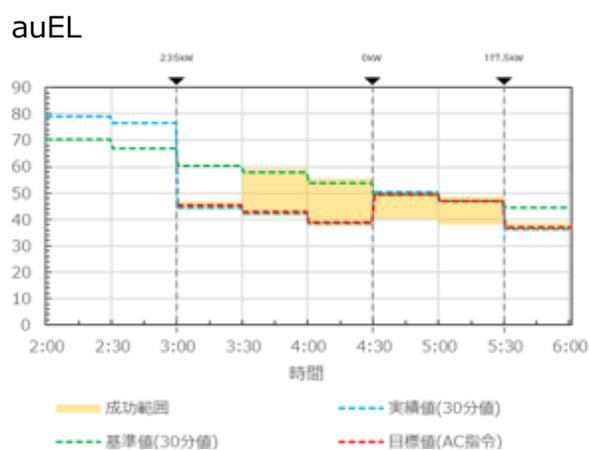
RA6社：auEL、スマートテック、NTTSE、大阪ガス、エフィシエント、ハンファジャパンに参加頂き、
 対象リソース：家庭用蓄電池、EV充電器、エネファーム 供出可能量：2596kW をまとめ、三次調整力②の事前審査要件を達成。



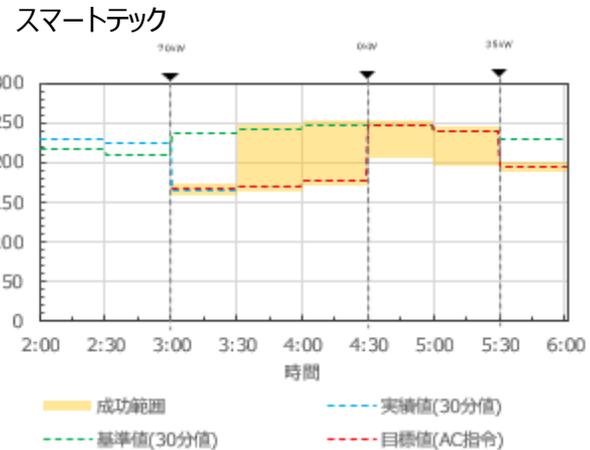
コマ	30分値成功判定
1	○(7.25%)
2	○(2.78%)
3	○(5.72%)
4	○(-1.55%)
5	○(-1.11%)
6	○(2.76%)
平均	(6/6コマ成功)

参加RA	参加リソース種	台数	供出量kW
auEL	合計	5,110	2,596
スマートテック	家庭用蓄電池	2,788	2,236
NTTSE			
大阪ガス	エネファーム	2,322	360
エフィシエント			
ハンファジャパン			

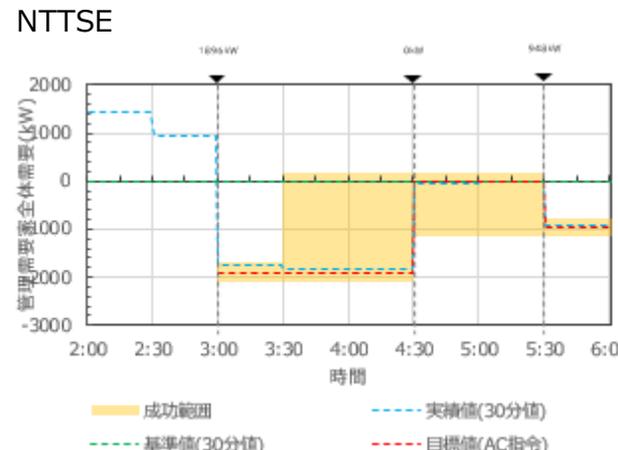
- RA6社、低圧リソース2種類合計5110台をアグリゲートし、ブロック2・供出可能量2596kWにて実証した結果、全てのコマで成功範囲滞在率90%以上を達成。
- RA毎に見ると失敗しているRAもあるが、アグリゲートことでACレベルでは成功範囲に収まった。



コマ	30分値成功判定
1	○(7.25%)
2	○(2.78%)
3	○(5.72%)
4	○(-1.55%)
5	○(-1.11%)
6	○(2.76%)
平均	○(6/6コマ成功)



コマ	30分値成功判定
1	○(-1.71%)
2	○(-1.65%)
3	○(-0.56%)
4	○(1.18%)
5	○(-0.48%)
6	○(-1.21%)
平均	○(6/6コマ成功)

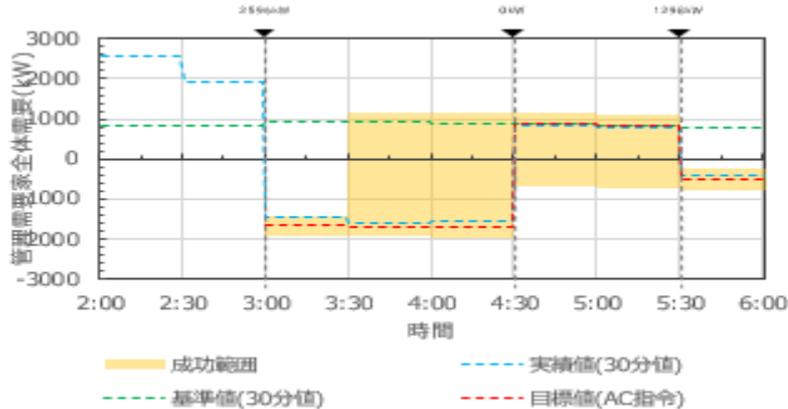


コマ	30分値成功判定
1	○(7.14%)
2	○(2.9%)
3	○(3.44%)
4	○(-2.68%)
5	○(-1.11%)
6	○(1.58%)
平均	○(6/6コマ成功)

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 d.三次調整力②制御 (統一実証) 複数RA合同での実証結果 2024年1月25日 三次調整力② 3:00~6:00 30分値 2/2

RA6社：auEL、スマートテック、NTTSE、大阪ガス、エフィシエント、ハンファジャパンに参加頂き、
対象リソース：家庭用蓄電池、EV充電器、エネファーム 供出可能量：2596kW をまとめ、三次調整力②の事前審査要件を達成。

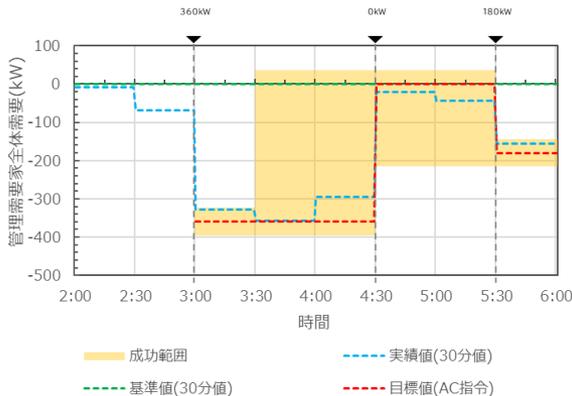


コマ	30分値成功判定
1	○(7.25%)
2	○(2.78%)
3	○(5.72%)
4	○(-1.55%)
5	○(-1.11%)
6	○(2.76%)
平均	(6/6コマ成功)

参加RA	参加リソース種	台数	供出量kW
auEL スマートテック NTTSE 大阪ガス エフィシエント ハンファジャパン	合計	5,110	2,596
	家庭用蓄電池	2,788	2,236
	エネファーム	2,322	360

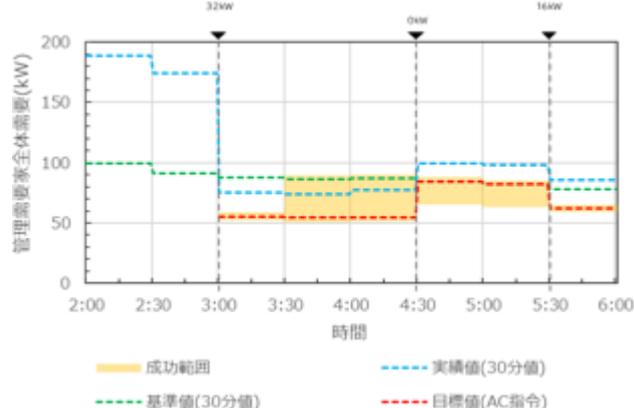
- RA6社、低圧リソース2種類合計5110台をアグリゲートし、ブロック2・供出可能量2596kWにて実証した結果、全てのコマで成功範囲滞在率90%以上を達成。
- RA毎に見ると失敗しているRAもあるが、アグリゲートことでACレベルでは成功範囲に収まった。

大阪ガス



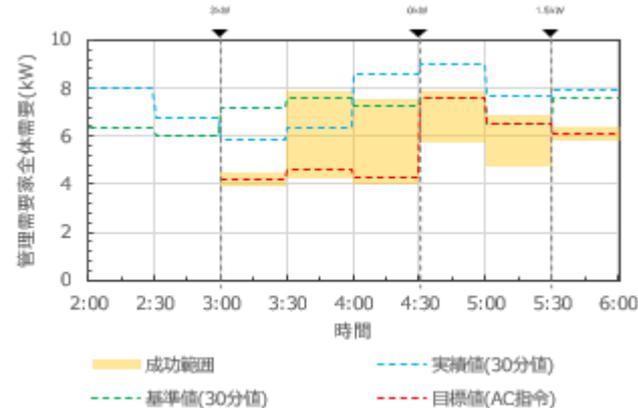
コマ	30分値成功判定
1	○(8.66%)
2	○(0.61%)
3	○(17.88%)
4	○(-6.06%)
5	○(-12.23%)
6	○(6.49%)
平均	○(6/6コマ成功)

エフィシエント



コマ	30分値成功判定
1	×(62.78%)
2	○(61.42%)
3	○(70.14%)
4	×(47.66%)
5	×(50.16%)
6	×(74.97%)
平均	×(2/6コマ成功)

ハンファジャパン

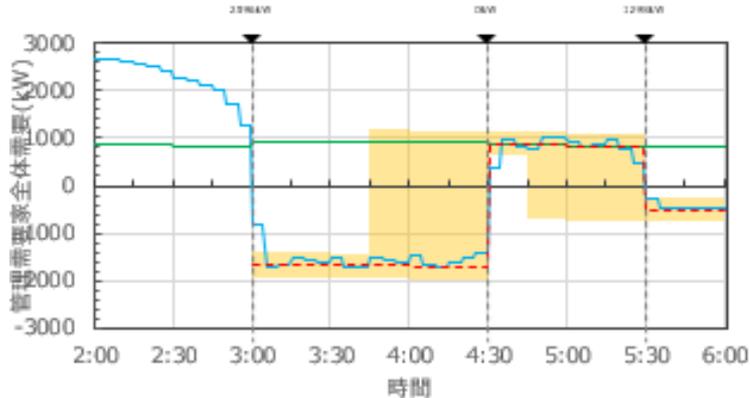


コマ	30分値成功判定
1	×(55.92%)
2	○(59.02%)
3	×(144.57%)
4	×(46.96%)
5	×(37.63%)
6	×(61.54%)
平均	×(1/6コマ成功)

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 d.三次調整力②制御 (統一実証) 複数RA合同での実証結果 2024年1月25日 三次調整力② 3:00~6:00 5分値 1/2

RA6社：auEL、スマートテック、NTTSE、大阪ガス、エフィシエント、ハンファジャパンに参加頂き、
 対象リソース：家庭用蓄電池、EV充電器、エネファーム 供出可能量：2596kW をまとめ、三次調整力②の事前審査要件を達成。

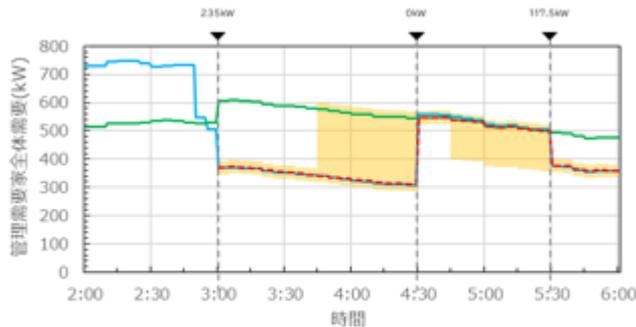


コマ	5分値成功判定
1	83.33%
2	100.00%
3	100.00%
4	83.33%
5	100.00%
6	100.00%
平均	94.44%

参加RA	参加リソース種	台数	供出量kW
auEL	合計	5,110	2,596
スマートテック			
NTTSE	家庭用蓄電池	2,788	2,236
大阪ガス			
エフィシエント	エネファーム	2,322	360
ハンファジャパン			

- RA6社、低圧リソース2種類合計5110台をアグリゲートし、ブロック2・供出可能量2596kWにて実証した結果、全てのコマで成功範囲滞在率90%以上を達成。
- RA毎に見ると失敗しているRAもあるが、アグリゲートことでACレベルでは成功範囲に収まった。

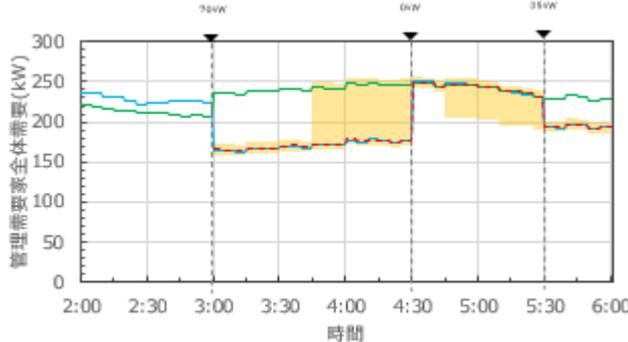
auEL



成功範囲 (黄色) 実績値(5分値) (青線) 基準値(5分値) (緑線) 目標値(AC指令) (赤点線)

コマ	5分値成功判定
1	100.00%
2	100.00%
3	100.00%
4	100.00%
5	100.00%
6	100.00%
平均	100.00%

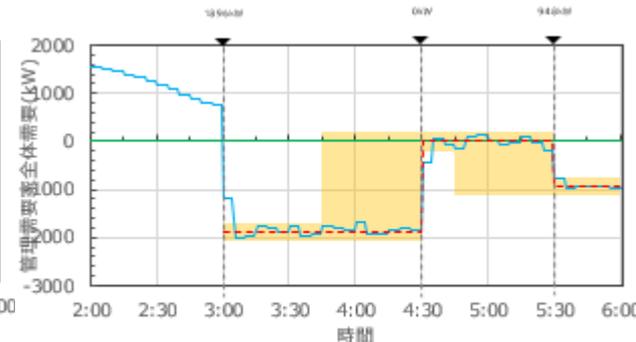
スマートテック



成功範囲 (黄色) 実績値(5分値) (青線) 基準値(5分値) (緑線) 目標値(AC指令) (赤点線)

コマ	5分値成功判定
1	100.00%
2	100.00%
3	100.00%
4	100.00%
5	100.00%
6	100.00%
平均	100.00%

NTTSE



成功範囲 (黄色) 実績値(5分値) (青線) 基準値(5分値) (緑線) 目標値(AC指令) (赤点線)

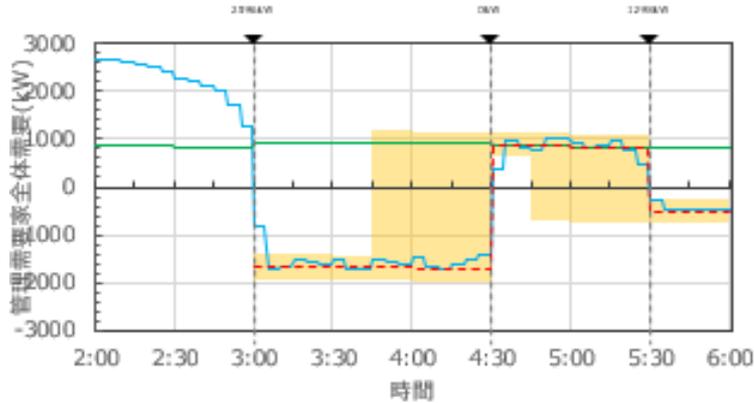
コマ	5分値成功判定
1	83.33%
2	100.00%
3	100.00%
4	83.33%
5	100.00%
6	100.00%
平均	94.44%

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 d.三次調整力②制御 (統一実証)

複数RA合同での実証結果 2024年1月25日 三次調整力② 3:00~6:00 5分値 2/2

RA6社：auEL、スマートテック、NTTSE、大阪ガス、エフィシエント、ハンファジャパンに参加頂き、
 対象リソース：家庭用蓄電池、EV充電器、エネファーム 供出可能量：2596kW をまとめ、三次調整力②の事前審査要件を達成。

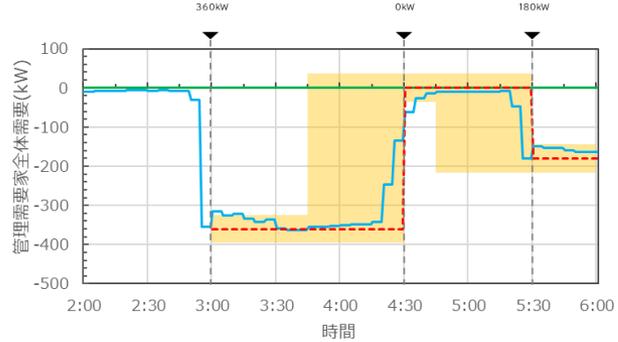


コマ	5分値成功判定
1	83.33%
2	100.00%
3	100.00%
4	83.33%
5	100.00%
6	100.00%
平均	94.44%

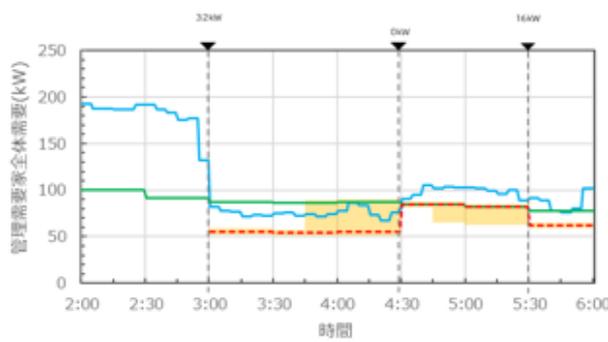
参加RA	参加リソース種	台数	供出量kW
auEL	合計	5,110	2,596
スマートテック			
NTTSE	家庭用蓄電池	2,788	2,236
大阪ガス			
エフィシエント	エネファーム	2,322	360
ハンファジャパン			

- RA6社、低圧リソース2種類合計5110台をアグリゲートし、ブロック2・供出可能量2596kWにて実証した結果、4コマで成功範囲滞在率90%以上を達成。
- RA毎に見ると失敗しているRAもあるが、アグリゲートことでACLレベルでは成功範囲に収まった。

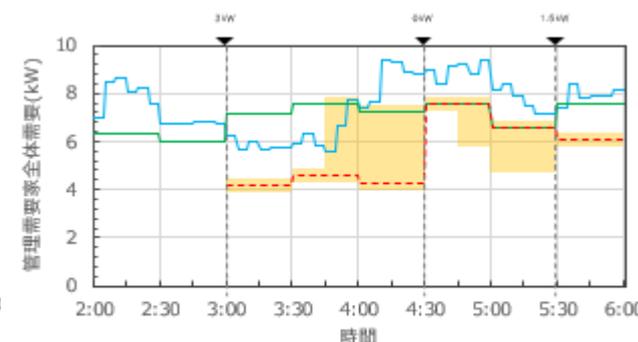
大阪ガス



エフィシエント



ハンファジャパン



成功範囲 (Yellow shaded area)
 実績値(5分値) (Blue solid line)
 基準値(5分値) (Green solid line)
 目標値(AC指令) (Red dashed line)

コマ	5分値成功判定
1	66.66%
2	100.00%
3	100.00%
4	83.33%
5	100.00%
6	100.00%
平均	91.66%

成功範囲 (Yellow shaded area)
 実績値(5分値) (Blue solid line)
 基準値(5分値) (Green solid line)
 目標値(AC指令) (Red dashed line)

コマ	5分値成功判定
1	0.00%
2	50.00%
3	100.00%
4	0.00%
5	0.00%
6	0.00%
平均	25.00%

成功範囲 (Yellow shaded area)
 実績値(5分値) (Blue solid line)
 基準値(5分値) (Green solid line)
 目標値(AC指令) (Red dashed line)

コマ	5分値成功判定
1	0.00%
2	50.00%
3	16.66%
4	0.00%
5	0.00%
6	0.00%
平均	11.11%

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 d. 三次調整力②制御

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 d.三次調整力②制御

概要	➤ 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	➤ auEL、東邦ガス、東邦ガス、スマートテック、ShizenConnect、NTTスマイルエナジー、大阪ガス、エフシエント、シェアリングエネルギー、レジル、NextDrive、高砂熱学工業、豊田自動織機、ハンファジャパン、パワーエックス
実証実施期間	➤ 2023/12/7～2024/2/7
実施エリア	➤ 東北エリア
リソース種別	➤ 家庭用蓄電池、産業用蓄電池、エネファーム、EV充電器
最大同時制御リソース数	➤ 家庭用蓄電池234台、産業用蓄電池2台、エネファーム2322台、EV充電器33台
最大制御可能量	➤ 家庭用蓄電池235kW、産業用蓄電池100kW、エネファーム433kW、EV充電器12kW

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 d.三次調整力②制御

参加事業者	対象リソース	潮流	リソース区分	実証結果・成果など	備考
auEL	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	
		逆潮流	群管理	○	独自実証項目に記載
	EV充電器	順潮流	群管理	○	
東邦ガス	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	追従良好 SoCコントロール対応要
	EV充電器	逆潮流	単独	○	独自実証項目に記載
スマートテック	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	
	EV充電器	順潮流	群管理	△	SoCコントロール対応要
ShizenConnect	産業用蓄電池	順潮流	単独	○	
	EV充電器	順潮流	単独	△	
NTTスマイルエナジー	家庭用蓄電池	順潮流	単独	○	
大阪ガス	エネファーム	逆潮流	群管理	○	
エフィシエント	家庭用蓄電池	順潮流	単独	△	
	EV充電器	順潮流	単独	△	
シェアリングエネルギー	家庭用蓄電池	順潮流	単独	△	
レジル	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	
NextDrive	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
	EV充電器	順潮流	単独	×	
高砂熱学工業	産業用蓄電池	順潮流	単独	○	
豊田自動織機	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	
ハンファジャパン	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
パワーエックス	産業用蓄電池	順潮流	単独	-	システム間連携のみ

凡例 ○：イベント成功 △：概ね追従 ×：イベント失敗

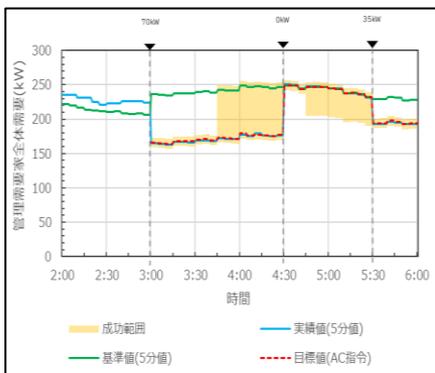
実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 d. 三次調整力②制御 5分値

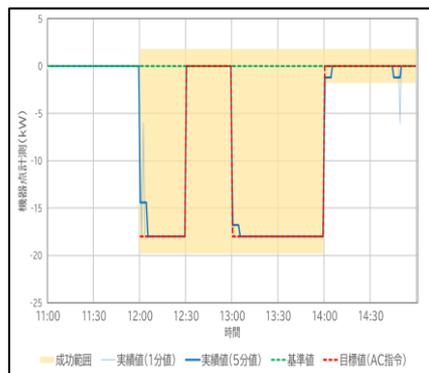
三次調整力② リソース別制御結果検証

➤ 家庭用蓄電池・産業用蓄電池・エネファーム・EV充電器の結果を例示する。各々指令値変更等に対する追従性もよく、三次調整力②のアセスメントⅡ要件を達成。実運用に十分な応答性能を確保した。

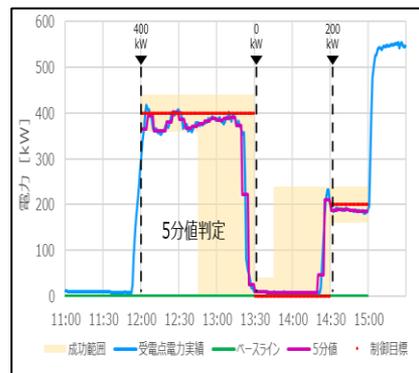
家庭用蓄電池
(92台 供出可能量：70kW)



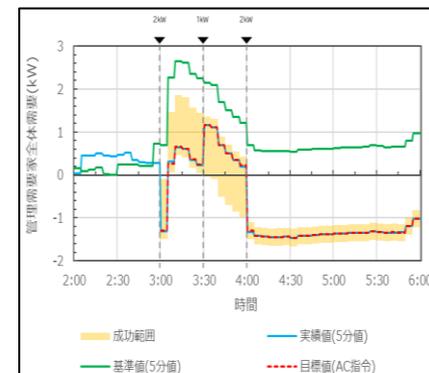
産業用蓄電池
(1台 供出可能量：18kW)



エネファーム
(2322台 供出可能量：400kW)



EV充電器 (逆潮)
(1台 供出可能量：2kW)



コマ	5分値成功判定	成功率
1	○(6/6)	100.00%
2	○(6/6)	100.00%
3	○(6/6)	100.00%
4	○(6/6)	100.00%
5	○(6/6)	100.00%
6	○(6/6)	100.00%

コマ	5分値成功判定	成功率
1	○(6/6)	100.00%
2	○(6/6)	100.00%
3	○(6/6)	100.00%
4	○(6/6)	100.00%
5	○(6/6)	100.00%
6	○(6/6)	100.00%

コマ	5分値成功判定	成功率
1	○(6/6)	100.00%
2	○(6/6)	100.00%
3	○(6/6)	100.00%
4	○(6/6)	100.00%
5	○(6/6)	100.00%
6	○(6/6)	100.00%

コマ	5分値成功判定	成功率
1	○(6/6)	100.00%
2	○(6/6)	100.00%
3	○(6/6)	100.00%
4	○(6/6)	100.00%
5	○(6/6)	100.00%
6	○(6/6)	100.00%

参考： スマートテック、ShizenConnect、大阪ガス、東邦ガス

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 d. 三次調整力②制御 30分値

三次調整力② リソース別制御結果検証

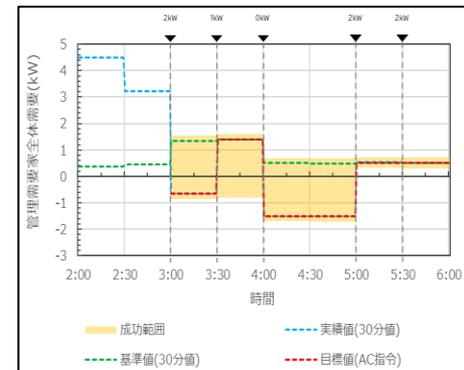
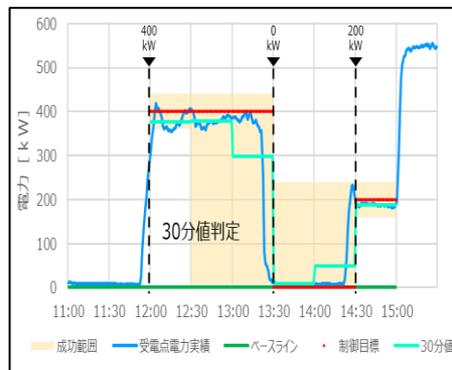
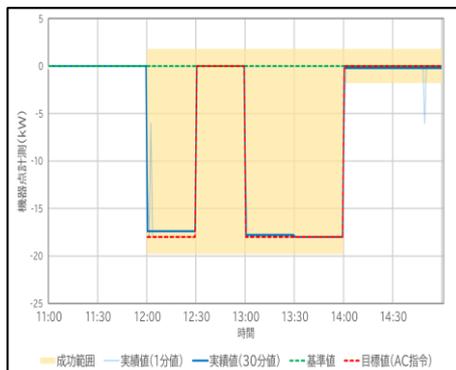
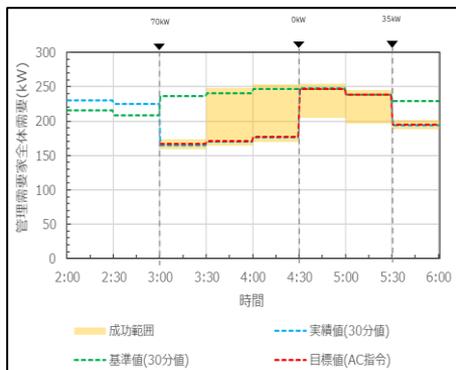
➤ 家庭用蓄電池・産業用蓄電池・エネファーム・EV充電器の結果を例示する。各々指令値変更等に対する追従性もよく、三次調整力②の事前審査要件を達成。実運用に十分な応答性を確保した。

家庭用蓄電池
(92台 供出可能量：70kW)

産業用蓄電池
(1台 供出可能量：18kW)

エネファーム
(2322台 供出可能量：400kW)

EV充電器(逆潮)
(1台 供出可能量：2kW)



コマ	30分値成功判定	成功率
1	○(1/1)	100.00%
2	○(1/1)	100.00%
3	○(1/1)	100.00%
4	○(1/1)	100.00%
5	○(1/1)	100.00%
6	○(1/1)	100.00%

コマ	30分値成功判定	成功率
1	○(1/1)	100.00%
2	○(1/1)	100.00%
3	○(1/1)	100.00%
4	○(1/1)	100.00%
5	○(1/1)	100.00%
6	○(1/1)	100.00%

コマ	30分値成功判定	成功率
1	○(1/1)	100.00%
2	○(1/1)	100.00%
3	○(1/1)	100.00%
4	○(1/1)	100.00%
5	○(1/1)	100.00%
6	○(1/1)	100.00%

コマ	30分値成功判定	成功率
1	○(1/1)	100.00%
2	○(1/1)	100.00%
3	○(1/1)	100.00%
4	○(1/1)	100.00%
5	○(1/1)	100.00%
6	○(1/1)	100.00%

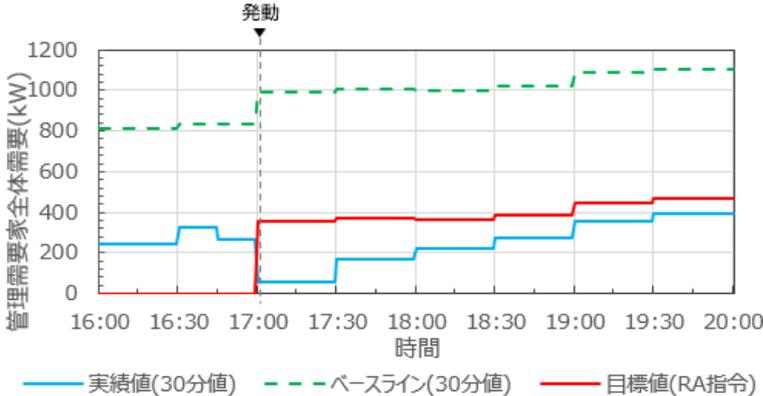
参考： スマートテック、ShizenConnect、大阪ガス、東邦ガス

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 e. 容量市場発動指令電源（統一実証）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 e. 容量市場発動指令電源制御 (統一実証) 複数RA合同での実証結果 2024年1月22日 発動指令電源 17:00~20:00

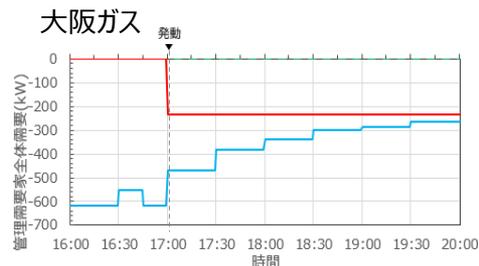
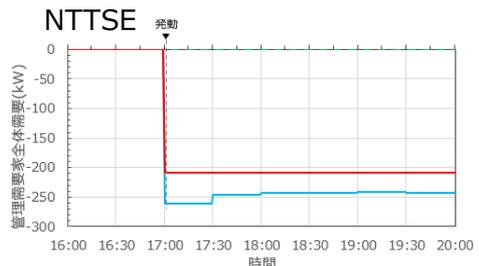
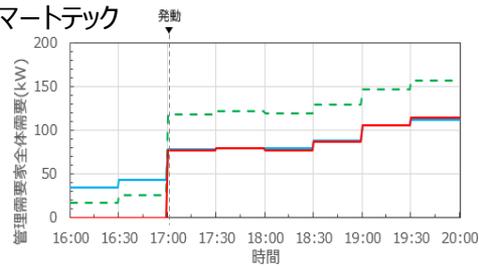
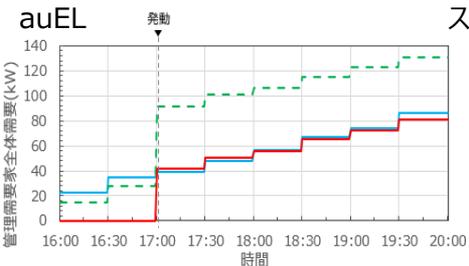
RA : auEL、スマートテック、NTTSE、大阪ガス、シェアリングエネルギー、高砂熱学工業、ハンファジャパン
対象リソース : 家庭用蓄電池、産業用蓄電池、エネファーム 供出可能量 : 638kW



コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	995	60	935	638	147
4	17:30	1007	170	837	638	131
5	18:00	1002	221	781	638	122
6	18:30	1022	276	746	638	117
7	19:00	1087	357	730	638	114
8	19:30	1106	395	712	638	112

参加RA	参加リソース種	台数	供出kW
auEL	合計	5,205	638
スマートテック	家庭用蓄電池	2,882	306
NTTSE			
大阪ガス	産業用蓄電池	1	100
シェアリングエネルギー			
エネルギー	エネファーム	2,322	232
高砂熱学工業			
ハンファジャパン			

- RA7社、低圧リソース3種類合計5205台をアグリゲートし、供出可能量638kWにて実証した結果、全コマで十分に供出することができた。
- RA毎に見ると不参加RAや供出可能量が小さく全体に影響を及ぼすまでに至っていないRAもいるが、アグリゲートことでACLレベルでは達成。



コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	92	39	53	50.0	105.97
4	17:30	101	47	53	50.0	106.62
5	18:00	106	57	50	50.0	99.10
6	18:30	115	67	48	50.0	96.63
7	19:00	122	74	49	50.0	97.45
8	19:30	131	86	44	50.0	88.74

コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	118	78	40	42.0	96.07
4	17:30	122	79	43	42.0	101.47
5	18:00	119	79	40	42.0	95.86
6	18:30	129	88	41	42.0	97.61
7	19:00	147	105	42	42.0	99.86
8	19:30	156	112	45	42.0	106.20

コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	0	-261	261	209	125
4	17:30	0	-246	246	209	118
5	18:00	0	-243	243	209	116
6	18:30	0	-243	243	209	116
7	19:00	0	-241	241	209	115
8	19:30	0	-244	244	209	117

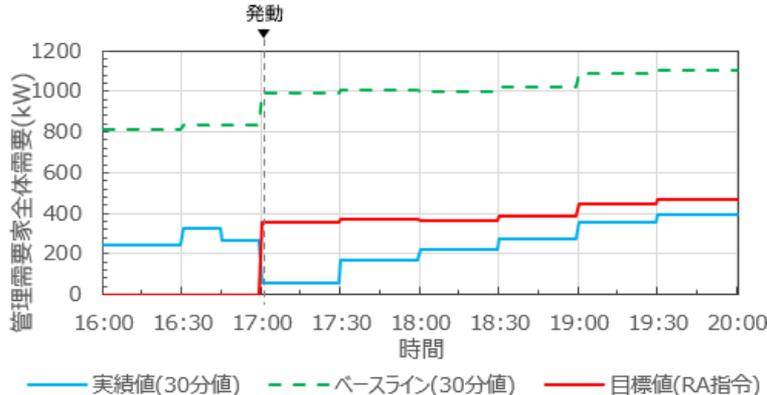
コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	0	-469	469	232	202
4	17:30	0	-384	384	232	166
5	18:00	0	-338	338	232	146
6	18:30	0	-299	299	232	129
7	19:00	0	-284	284	232	123
8	19:30	0	-266	266	232	115

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 e.容量市場発動指令電源制御（統一実証）

複数RA合同での実証結果 2024年1月22日 発動指令電源 17:00~20:00

RA：auEL、スマートテック、NTTSE、大阪ガス、シェアリングエネルギー、高砂熱学工業、ハンファジャパン
 対象リソース：家庭用蓄電池、産業用蓄電池、エネファーム 供出可能量：638kW

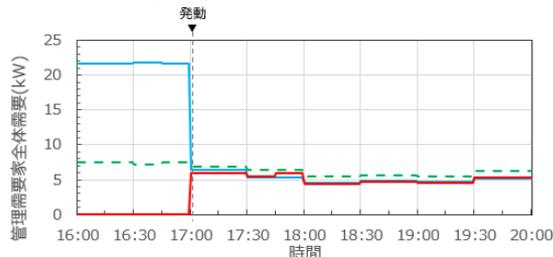


コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	995	60	935	638	147
4	17:30	1007	170	837	638	131
5	18:00	1002	221	781	638	122
6	18:30	1022	276	746	638	117
7	19:00	1087	357	730	638	114
8	19:30	1106	395	712	638	112

参加RA	参加リソース種	台数	供出量kW
auEL	合計	5,205	638
スマートテック	家庭用蓄電池	2,882	306
NTTSE			
大阪ガス	産業用蓄電池	1	100
シェアリング			
エネルギー	エネファーム	2,322	232
高砂熱学工業			
ハンファジャパン			

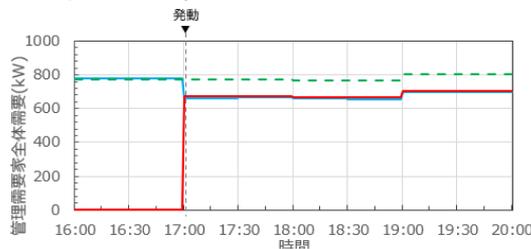
- RA7社、低圧リソース3種類合計5205台をアグリゲートし、供出可能量638kWにて実証した結果、全コマで十分に供出することができた。
- RA毎に見ると不参加RAや供出可能量が小さく全体に影響を及ぼすまでに至っていないRAもいるが、アグリゲートことでACLレベルでは達成。

シェアリングエネルギー



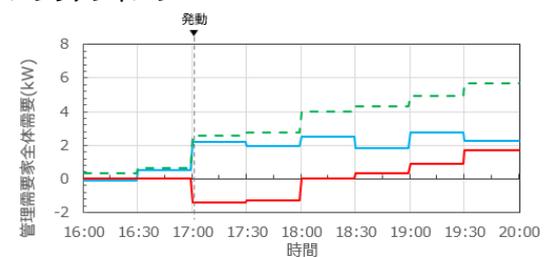
コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	7	6	1	1	57
4	17:30	6	5	1	1	104
5	18:00	5	5	1	1	87
6	18:30	6	5	1	1	85
7	19:00	6	5	1	1	84
8	19:30	6	5	1	1	106

高砂熱学工業



コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	775	664	112	100	112
4	17:30	775	666	110	100	110
5	18:00	768	659	109	100	109
6	18:30	768	656	111	100	111
7	19:00	807	697	111	100	111
8	19:30	807	698	109	100	109

ハンファジャパン



コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	3	2	0	4.0	10.05
4	17:30	3	2	1	4.0	20.00
5	18:00	4	2	2	4.0	37.93
6	18:30	4	2	3	4.0	62.87
7	19:00	5	3	2	4.0	54.58
8	19:30	6	2	3	4.0	85.30

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 e. 容量市場発動指令電源

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 e. 容量市場発動指令電源

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対応検証➢ 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">➢ auEL、スマートテック、NTTスマイルエナジー、大阪ガス、グリッドシェアジャパン、シェアリングエネルギー、高砂熱学工業、豊田自動織機、ハンファジャパン、REXEV、パワーエックス
実証実施期間	<ul style="list-style-type: none">➢ 2023/12/4～2024/2/7
実施エリア	<ul style="list-style-type: none">➢ 東北エリア
リソース種別	<ul style="list-style-type: none">➢ 家庭用蓄電池、産業用蓄電池、エネファーム、EV充電器
最大同時制御リソース数	<ul style="list-style-type: none">➢ 家庭用蓄電池3393台、産業用蓄電池1台、エネファーム2322台、EV充電器88台
最大制御可能量	<ul style="list-style-type: none">➢ 家庭用蓄電池1170kW、産業用蓄電池100kW、エネファーム232kW、EV充電器13kW

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 e. 容量市場発動指令電源

参加事業者	対象リソース	潮流	リソース区分	実証結果・成果など	備考
auEL	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	
	EV充電器	順潮流	群管理	○	
スマートテック	家庭用蓄電池	順潮流	群管理	○	
	EV充電器	順潮流	群管理	○	
NTTスマイルエナジー	家庭用蓄電池	順潮流	単独	○	
大阪ガス	エネファーム	逆潮流	群管理	○	
グリッドシェアジャパン	家庭用蓄電池	順潮流	単独	×	
シェアリング エネルギー	家庭用蓄電池	順潮流	単独	△	
高砂熱学工業	産業用蓄電池	順潮流	単独	○	
豊田自動織機	産業用蓄電池	順潮流	単独	△	
ハンファ ジャパン	家庭用蓄電池	順潮流	単独	△	
REXEV	EV充電器	順潮流	単独	△	
パワーエックス	産業用蓄電池台	順潮流	単独	-	システム間連携のみ

凡例 ○：イベント成功 △：概ね追従 ×：イベント失敗

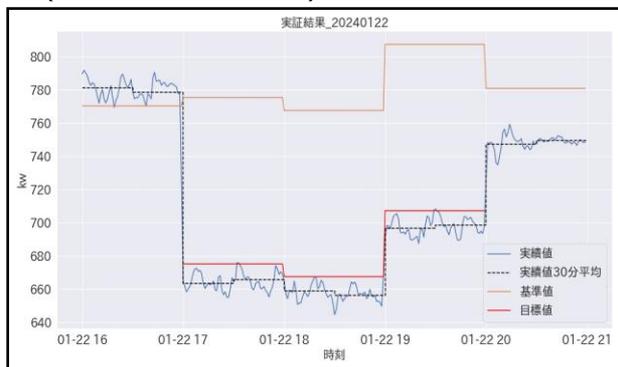
実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 (2) 調整力実証 e. 容量市場発動指令電源

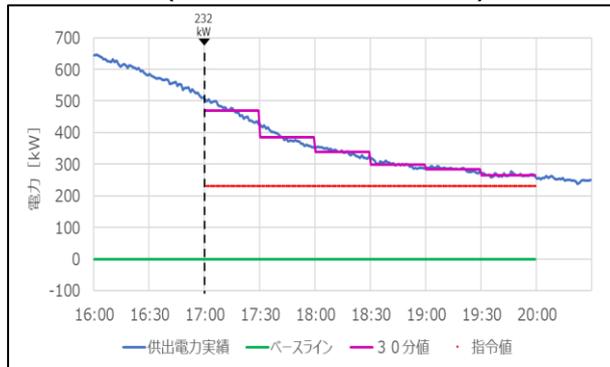
容量市場発動指令電源 リソース別制御結果検証

➤ 産業用蓄電池、エネファーム、家庭用蓄電池の結果を例示する。各々指令値に対する追従性もよく、十分な供出実績が得られた。実効性テスト等への対応も可能な見込みが得られ、実運用に必要な応答性能を具備することを確認できた。

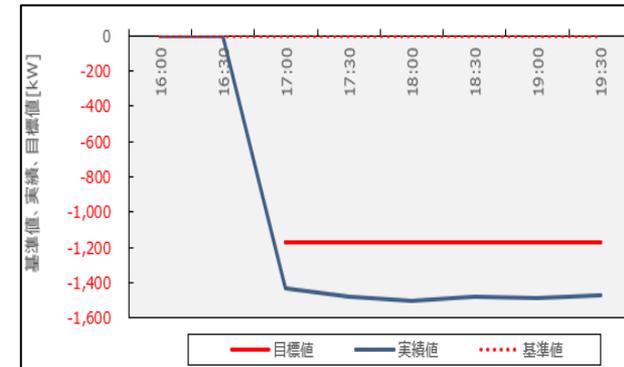
産業用蓄電池
(1台 発動量：100kW)



エネファーム
(2322台 発動量：232kW)



家庭用蓄電池
(3393台 発動量：1170kW)



コマ	時間	ベースライン (kW)	受電実績 (kW)	供出量 (kW)	TSO→AC 指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/TSO 指令)
		①	②	③=①-②	④	⑤=③/④
1	16:00					
2	16:30					
3	17:00	775	664	112	100	112
4	17:30	775	666	110	100	110
5	18:00	768	659	109	100	109
6	18:30	768	656	111	100	111
7	19:00	807	697	111	100	111
8	19:30	807	698	109	100	109

コマ	時間	ベースライン (kW)	供出量 (kW)	AC→RA 指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/AC 指令)	ベースライン (kW)
		①	②	③=②-①	④	⑤=③/④
1	17:00	0	468.5	468.5	232.0	202.0%
2	17:30	0	384.0	384.0	232.0	165.5%
3	18:00	0	337.8	337.8	232.0	145.6%
4	18:30	0	299.2	299.2	232.0	129.0%
5	19:00	0	284.3	284.3	232.0	122.5%
6	19:30	0	265.7	265.7	232.0	114.5%

コマ	時間	ベースライン (kW)	供出量 (kW)	AC→RA 指令 (kW)	供出率 (%) (供出量/AC 指令)
		①	②	③	④=②/③
1	16:00	0			
2	16:30	0			
3	17:00	0	1432.1	1170.0	122.4
4	17:30	0	1477.5	1170.0	126.3
5	18:00	0	1506.3	1170.0	128.7
6	18:30	0	1477.2	1170.0	126.3
7	19:00	0	1489.6	1170.0	127.3
8	19:30	0	1468.1	1170.0	125.5

実証概要（共通実証） 1. 共通実証の内容と結果
（2）調整力実証 e. 容量市場発動指令電源

（REXEV）

実証概要（共通実証）

1. 共通実証の内容と結果 （2）調整力実証 e. 容量市場発動指令電源

■ EVを活用した電源 I'・容量市場（発動指令電源）における需要抑制の評価

- ・前年度実施したEV充放電器の需要抑制に加え、今年度は普通充電器の需要抑制を追加。
- ・全体（充電器+充放電器）では概ね達成。
- ・一方、充電の抑制のみの場合は、未達の時間帯も発生。

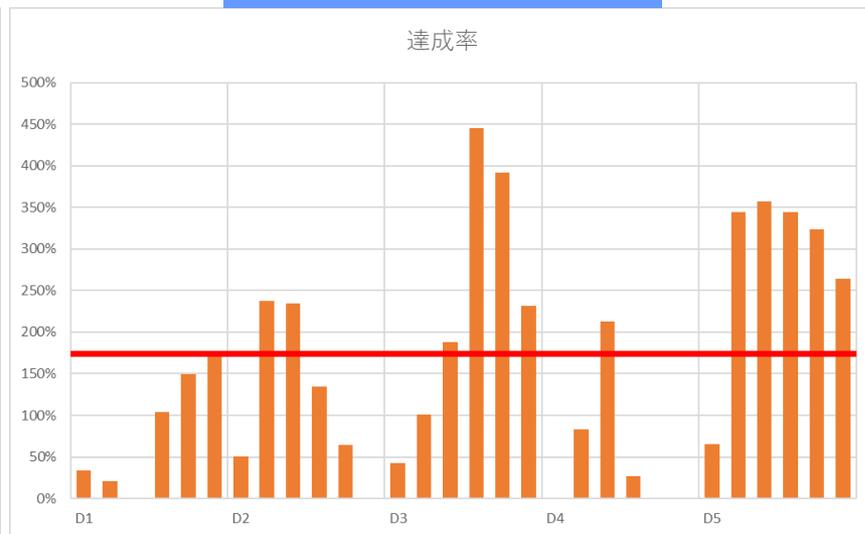
台数が少ないことから、車両利用のために必要な充電を1拠点でも実施してしまうと全体への影響が大きい。
より多くの台数を制御することで安定した需要抑制を行うことができる見込み。

全体（充電器+充放電器）



参加リソース	台数
EV充放電器	4
EV充電器	29台

充電器のみの場合



参加リソース	台数
EV充放電器	-
EV充電器	27台

実証概要（独自実証）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果

【共通実証と独自実証の関連性】

本事業における独自実証は、各共通実証とそれぞれ関連しており、DERの更なる活用に向けて各リソースの活用可能性検証や制御技術の高度化を図り、実ビジネス化への検証を行った。

共通実証						
供給力	調整力					
市場価格連動DR	発動指令電源	一次調整力	二次調整力②	三次調整力①	三次調整力②	
産業用リソース、 家庭用リソース 他						
独自実証	独自実証 1 : (①、②、③、④)		低圧リソース実証（調整力等）			
				独自実証 2 : (①、②、③) ACリバランシング機能検討		
	独自実証 3 : (①、②、③)		5G+MEC技術検証			
	独自実証 4 : (②)		収益最適化ロジックモデルの構築による実証			
			独自実証 5 : (②) 需給調整市場での複合約定検証			
				独自実証 6 機器点個別計測評価（不正検知） (⑥)		
公募要領3-2 補助対象となる事業（2）独自実証の①～⑥のうち、次の項目を本実証にて実施 ① 基準値予測の精度向上に係る実証、 ② 分散型リソースの稼働予測や制御精度向上に係る実証（電力需要データの取得粒度向上等）、 ③ 各種の分散型リソースの応動特性（秒単位、分単位等）の把握と分析に係る実証、④ EVの電力システムにおける活用の検証 ⑥ 本実証に関連してS I Iが認める実証（個別機器点計測の評価）						

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（1）低圧リソース実証 a. 低圧リソース群管理/群制御
（auエネルギー&ライフ、スマートテック）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （1）低圧リソース実証 a. 低圧リソース群管理/群制御

低圧リソースへの群管理導入にあたり、「導入前のリストパターン区分項目」、「導入後のリソース群区分項目」、「制御精度向上に必要な区分項目」について、次のとおり、整理した。

■リソース群の区分項目および概要

区分項目		概要
低圧群管理導入前 (リストパターン単位)	①取引会員	RA事業者単位： auEL、スマートテック・・・
	②エリア	9電力エリア単位： 北海道、東北・・・
	③リストパターン種別	需要家、発電リストパターン
	④商品区分	一次、二次①、②、三次①、② 等
	⑤基準値設定方法	直前計測型、事前予測型
低圧群管理導入後 (低圧リソース群)	⑥計量点	低圧では、受電点と機器点を分ける
	⑦小売事業者	各種計画提出単位の区分に必要： 東電EP、auでんき・・・
制御精度向上に必要な区分 (応動性能、可能量等のリソース特性) ※	⑧機器種別	リソース種別： 蓄電池、V2H・・・など
	⑨製造者	リソース種別： A社、B社、C社・・・等
	⑩潮流	順潮流、逆潮流
	⑪その他	装置タイプ、型式等 ※

次世代の分散型電力システムに関する検討会(2023年8月22日)、需給調整市場検討小委員会(2023年6月14日)を参照し作成
※ その他、商品ブロック、曜日等も、区分項目となる可能性があることから 引き続き、検討を進める。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 a. 低圧リソース群管理/群制御

本実証における群管理/群制御にあたっては、次の区分を行った。

制御対象管理には、仮想リソースIDの末尾の2V～13Vの通番を使用した。

仮想リソースIDの末尾	①取引会員 (RA事業者名) ※1	②エリア	③リストパターン 種別 ⑤基準値設定 ⑥計測点 ※2	⑧機器 種別	⑨製造者	⑩潮流	⑪その他 型式等 (MEC 制御方式)	備考 (リソース制御方式含む)
2V	スマートテック	東北	需要家 事前予測型 受電点	2024/1/31まで 家庭用蓄電池	C社	順潮流	量制御 単機能	量制御
		東北		2024/2/1以降 EV充電器	C社	順潮流	量制御 単機能	量制御 V2X系
3V		東北		家庭用蓄電池	E社	順潮流	台数制御 単機能	充電：量制御 放電：ON/OFF制御
4V		東北		EV充電器	B社	順潮流	台数制御 単機能	量制御（最小充電制約有） VCG系
5V		東北		EV充電器	B社	順潮流	量制御 単機能	量制御 ES系
6V		東北		家庭用蓄電池	B社	順潮流	量制御 複数機能	量制御 2024/2/1以降C社蓄電池追加 ESS系
7V	auEL	北海道	需要家 (ネガボジ含む) 事前予測型 受電点	家庭用蓄電池	C社	順潮流	量制御 単機能	量制御 一次調整力可能
8V		東京		家庭用蓄電池	C社	順潮流	量制御 単機能	量制御 一次調整力可能
9V		関西		家庭用蓄電池	C社	順潮流	量制御 単機能	量制御 一次調整力可能
10V		東北		家庭用蓄電池	D社	順潮流	台数制御 単機能	ON/OFF制御
11V		東北		家庭用蓄電池	D社	逆潮流	台数制御 単機能	ON/OFF制御
12V		東北		EV充電器	B社	順潮流	台数制御 単機能	量制御（最小充電制約有） VCG系
13V		東北		家庭用蓄電池	C社	順潮流	量制御 単機能	量制御 一次調整力可能 7V+8V+9V

※1 ⑦小売事業者は便宜上、同一区分として簡素化、 ※2 ④商品区分は便宜上、区分せず簡素化、
A社T社、B社N社、C社O社、D社K社、E社NF社

実証概要（独自実証）

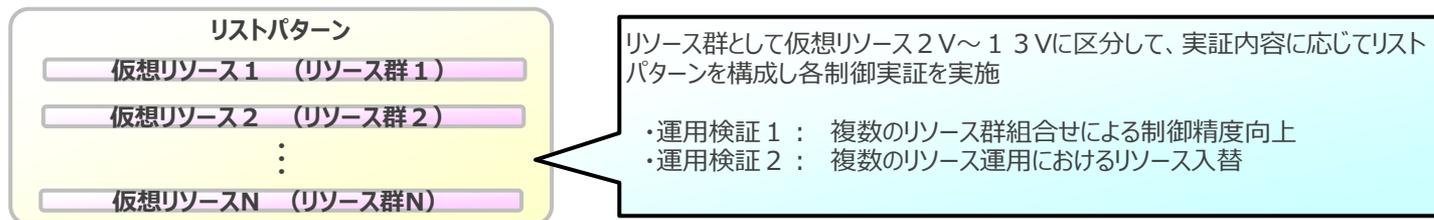
1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 a. 低圧リソース群管理/群制御

本実証では、MECサーバにより 多数の低圧リソースを 1つの仮想リソースとして「群制御」した。
群制御の対象として、「群管理」を行うことで、リストパターンなどへの収容等の管理を行うこととした。

区分	概要	実証結果
群管理 における リソース群 の区分	前述の リソース群の区分表 に示したとおり ①～⑤に示した従来のリストパターンで区分された項目 ⑥～⑦に示した低圧群管理により区分される項目 ⑧～⑪に示した 群制御の精度向上に必要な機器種別などの項目 にて、低圧リソースを区分し、 群管理すること により、 リソース特性に応じた制御を実現 し、高い制御精度を保つことが出来る。	結果：良 本実証では、 ①～⑪の区分に基づき、 仮想リソースID：2V～13Vを定め、 その区分に基づき低圧リソースでの各実証を実施。
群管理 における リソース群 の運用	運用検証1： 複数リソース群を組合せることで、リストパターンとして、二次調整力②などのイベントクリアが可能となることを実証。	結果：良 単独のリソース群としては、安定的なイベントクリアに課題の残る EVリソースのリソース群(12V) に、 蓄電池リソース群(10V) を組合せることで、 リストパターン全体として二次調整力②等にてイベントクリア できることを実証実施。
	運用検証2： 複数のリソース群を組合せたリストパターン運用において、供出可能量の10%以下のリソース入替・追加であれば、事前審査後の入替・追加が許容されることから、制御精度の低下したリソース群の入替を想定した実証実施	結果：良 複数のリソース群を組合せたリストパターンで制御を実証。 制御精度の低いリソース群の入替を想定、対象リソース群を除外して二次調整力②等にてイベントクリア できることを検証。

次世代の分散型電力システムに関する検討会(2023年8月22日)、需給調整市場検討小委員会(2023年6月14日)を参照し作成

群管理/群制御に関する実証イメージ：



実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 a. 低圧リソース群管理/群制御 運用検証1（詳細）

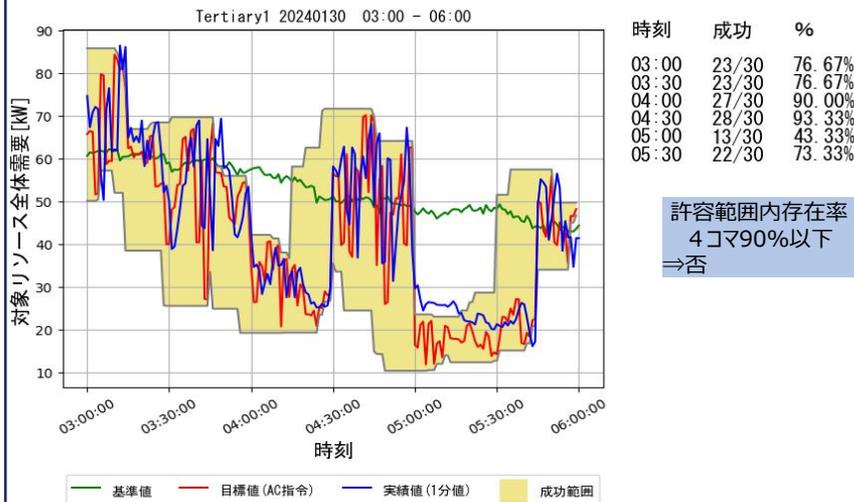
区分	概要	実証結果
群管理におけるリソース群の運用	運用検証1： 複数リソース群を組合せることで、リストパターンとして、二次調整力②などのイベントクリアが可能となることを実証。	結果：良 単独のリソース群としては、安定的なイベントクリアに課題の残るEVリソースのリソース群(12V)に、蓄電池リソース群(10V)を組合せることで、 <u>リストパターン全体として二次調整力②をイベントクリア</u> できた。

EV充電器：仮想リソース1台

制御指示に追従するが安定的なイベントクリアには課題有
→ 下記実証では、イベントクリアできず

実施日時：2024年1月30日 三次① 3:00~6:00

エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 12V
仮想リソース：1台（物理リソース33台） 供出可能量：15kW

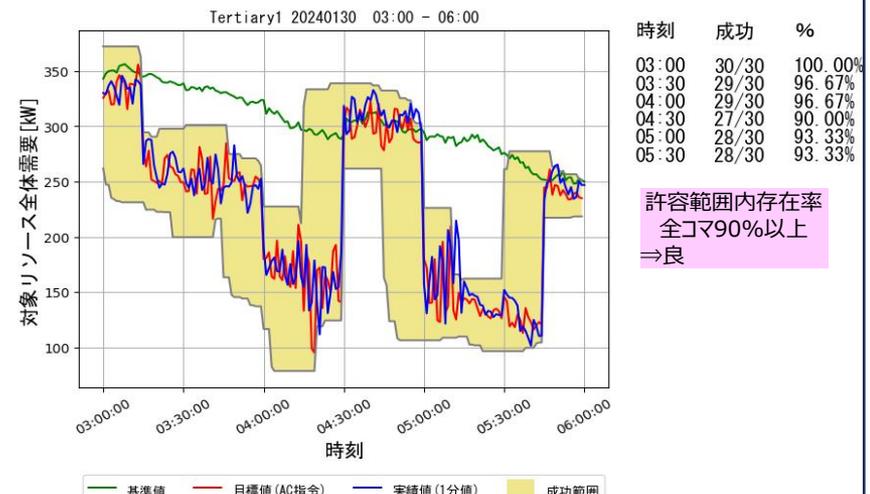


EV充電器：仮想リソース1台+家庭用蓄電池：仮想リソース1台

制御指示に追従し安定的にイベントクリア可能
→ 下記実証でも、イベントクリア

実施日時：2024年1月30日 三次① 3:00~6:00

エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 10V + 12V
仮想リソース：2台（物理リソース120台） 供出可能量：165kW



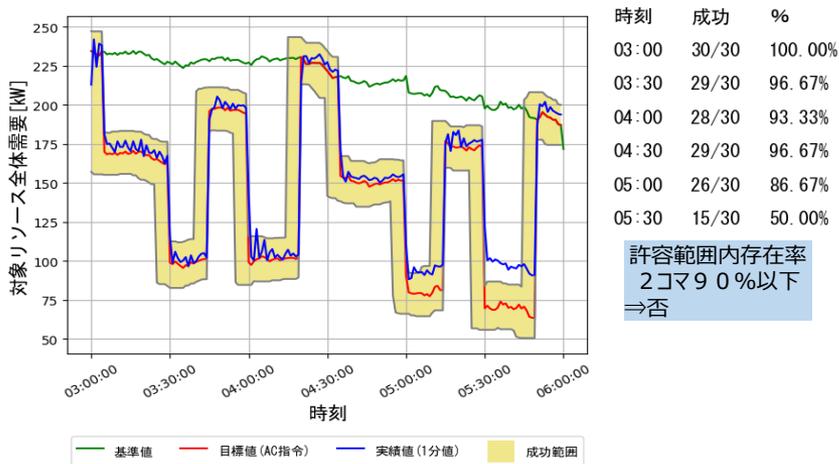
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 a. 低圧リソース群管理/群制御 運用検証2（詳細）

区分	概要	実証結果
群管理におけるリソース群の運用	運用検証2：複数のリソース群を組合せたリストパターン運用において、供出可能量の10%以下のリソース入替・追加であれば、事前審査後の入替・追加が許容されることから、制御精度の低下したリソース群の入替を想定した実証実施	結果：良 複数のリソース群を組合せたリストパターンで制御を実証。 制御精度の低いリソース群7Vの入替を想定、対象リソース群7Vを除外して二次調整力②等にてイベントクリア できることを検証。

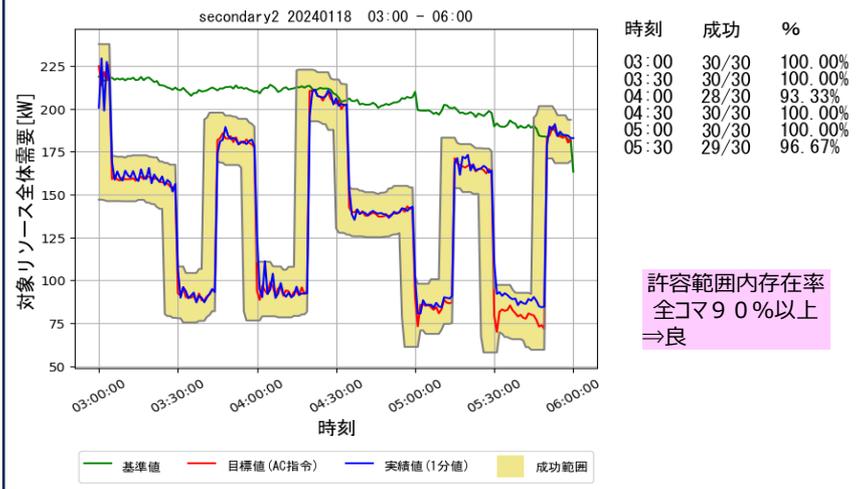
家庭用蓄電池：仮想リソース3台（7V+8V+9V）
 制御指示に追従するが安定的なイベントクリアには課題有
 （7Vの構成台数が減少し制御精度が下がったシナリオ）
 → 下記実証では、イベントクリアできず

実施日時：2024年1月18日 二次② 3:00~6:00
 エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 7V+8V+9V
 仮想リソース：1台（物理リソース115台） 供出可能量：128kW



家庭用蓄電池：仮想リソース2台（8V+9V）
 制御指示に追従し安定的にイベントクリア可能
 （7Vのリソース入替を想定しつつ7Vのリストパターン除外）
 → 下記の検証にて、イベントクリア

実施日時：2024年1月18日 二次② 3:00~6:00
 エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 8V + 9V
 仮想リソース：1台（物理リソース107台） 供出可能量：120kW



実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（1）低圧リソース実証 b. 逆潮流に関する実証

（auエネルギー&ライフ、東邦ガス）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 b. 逆潮流に関する実証

次のとおり、低圧リソースにおける 逆潮流実証を実施。

一次についても制御精度向上が容易であること、二次②等についてはブロック5等のPV発電時間帯での供出を実証。

RA	概要	実証区分	実証結果
auEL	家庭用蓄電池をMECサーバにて仮想リソースを構成することで 群管理/群制御 を実施し、次の実証を実施。 ・逆潮流により、 ブロック5などのPV発電時間帯 でも 二次②などが供出可能であること	二次② ブロック5	○：良（イベントクリア）
		三次① ブロック5	○：良（イベントクリア）
東邦ガス	単独リソースにてEV充電器1台にて、次の実証を実施。 逆潮流により、 ・一次調整力の制御精度が向上できたこと ・二次②が ブロック5などのPV発電時間帯 でも 供出可能であること	一次 ブロック2	○：良（イベントクリア）
		二次② ブロック5	○：良（イベントクリア）

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（1）低圧リソース実証 b. 逆潮流に関する実証

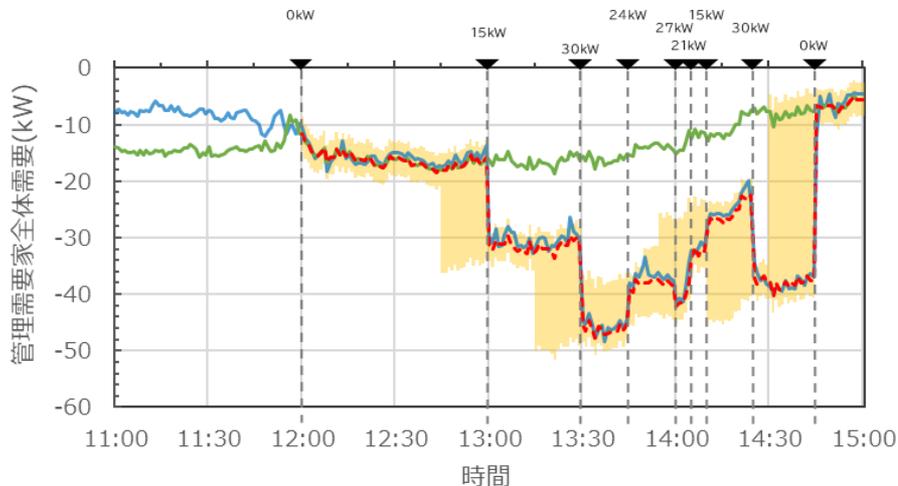
（auエネルギー&ライフ）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 b. 逆潮流に関する実証

実証データまとめ 2024年2月2日 三次① 12:00~15:00

エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 仮想リソース：1台（11V） 供出可能量：30kW



成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(29/30)	96.67%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(29/30)	96.67%
6	○(29/30)	96.67%
発動前(1時間)基準値絶対誤差平均		90.34%

※発動前15分間を除く

- 全コマ成功
- 逆潮流可能な家庭用蓄電池で制御をおこなった結果、PV発電時間帯においても制御が有効であることを確認

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（1）低圧リソース実証 c. EV実証

（auエネルギー&ライフ、東邦ガス、スマートテック）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 c. EV実証

次のとおり、低圧リソースにおける EV実証を実施。主に在車が期待できるブロック2にて実証。

RA	概要	実証区分	実証結果
auEL	EV充電器をMECサーバにて仮想リソースを構成することで 群管理/群制御 を実施し、次の実証を実施。 ・EVの滞在率が高い ブロック2などの深夜時間帯にて 二次②などが供出可能であること	二次② ブロック2	○:良(イベントクリア)
		三次① ブロック2	○:良(イベントクリア)
		三次② ブロック2	○:良(イベントクリア)
東邦ガス	単独リソースにてEV充電器1台にて、次の実証を実施。 EV充電器により、 ・二次②にて ブロック7など高需要時間帯 でも 供出可能であること	二次② ブロック7	○:良(イベントクリア)
スマート テック	EV受電器をMECサーバにて仮想リソースを構成することで 群管理/群制御 を実施し、次の実証を実施。 ・EVの滞在率が高い ブロック2などの深夜時間帯にて 二次②などが供出可能であること	二次② ブロック2	○:良(イベントクリア)

(参考) 中間報告会での要確認事項を踏まえた EV実証での実証実施の前提 および 実証後の考察

区分	項目	内容（前提・考察）	備考
実証実施 の前提	どのような情報を用いて実証を実施しているか。 など	在不在等のオンライン情報は取得できないことから ユーザーアンケートを実施 し、基礎充電場所での 滞在率の高い時間帯 を事前把握 → 滞在率の高い時間帯での調整力実証等を実施	
実証後 の考察	実証の結果得られた次の点について考察する。 ・定置用蓄電池にないアグリゲーションの難しさ ・実運用に向けて必要となる情報	EVは、充電器との接続が無い等、 不在状態があること から、定置用蓄電池のように 常時制御対象としてオンライン連携されている訳ではない 。 リソースの各種情報(充放電状態、運転状態、残量等) 取得や制御が不能となることがあり、アグリゲーションが困難であることが分かった。	可能量試算や 制御精度確保 が困難

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果

（1）低圧リソース実証 c. EV実証

（auエネルギー&ライフ）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 c. EV実証

独自実証の実施状況（V2H実証）

実証期間	2023年12月～2024年2月
目的	<ul style="list-style-type: none"> EVリソースの調整力としての活用可否検討（二次調整力②、三次調整力①・②） EVリソース実運用時の課題把握
対象	実証参加（約30台）
参加車両	日産：リーフ/アリア、スバル：ソルテラ、三菱ekクロス/アウトランダーPHEV、ホンダeなど
取得情報	VPP-GWを通じ、主幹電力量、V2H運転状態、SOC、制御指示量、瞬時電力量などを取得。
計量計測点	受電点計量
制御時間帯	ユーザアンケートを事前取得の上、基礎充電場所に滞在している確率の高い時間帯に制御イベントを発動（深夜～早朝帯）

・ ユーザアンケートによる基礎充電場所在宅予定時間

車を利用していない時間帯	日	月	火	水	木	金	土
0:00-3:00	28	28	28	28	28	28	28
3:00-6:00	27	27	27	27	27	27	27
6:00-9:00	15	12	11	11	11	12	11
9:00-12:00	7	6	9	8	8	7	6
12:00-15:00	4	5	8	8	8	6	4
15:00-18:00	4	5	8	9	10	6	5
18:00-21:00	11	10	12	12	14	11	11
21:00-24:00	20	19	21	20	22	20	21

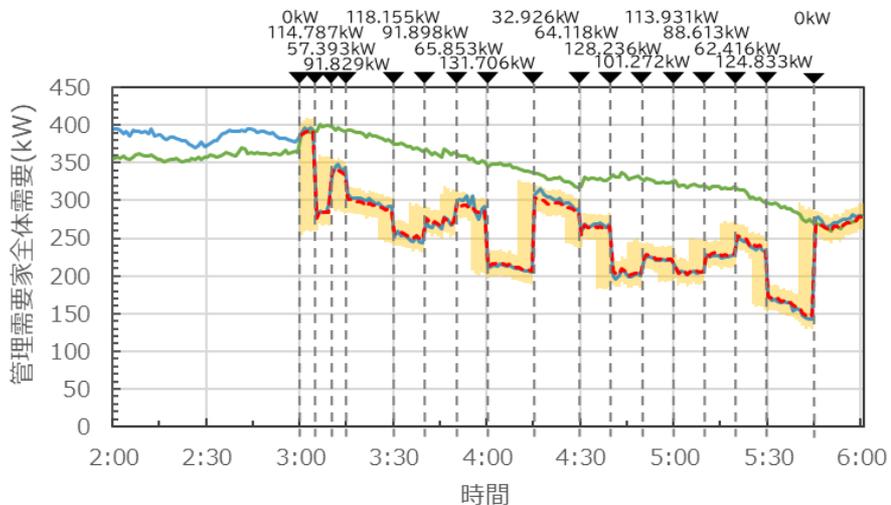
EVの滞在が高いと想定される時間帯に制御発動（決め打ち）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 c. EV実証

実証データまとめ 2024年2月6日 二次調整力② 3:00~6:00

エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池/EV充電器 仮想リソース：2台（10V/12V） 供出可能量：170kW



成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%
発動前(1時間)基準値絶対誤差平均		7.21%

※発動前15分間を除く

➤ 全コマ成功

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（1）低圧リソース実証 c. EV実証

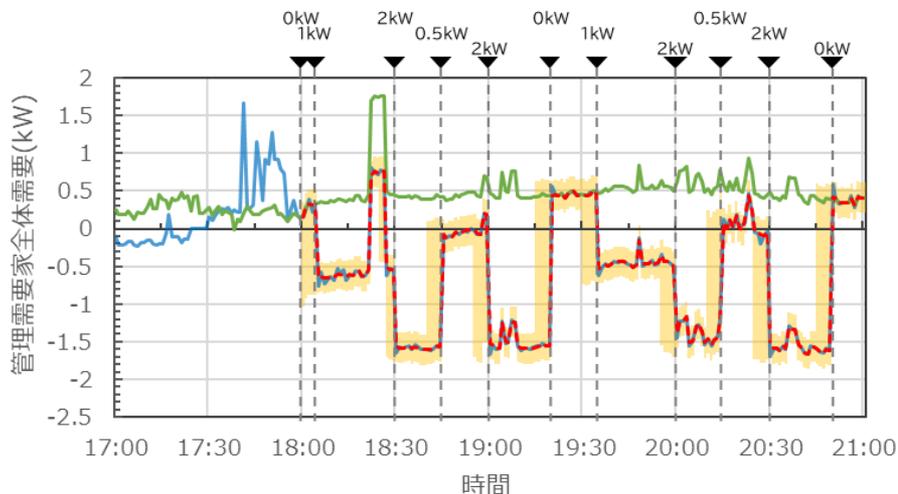
（東邦ガス）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (1) 低圧リソース実証 c. EV実証

実証データまとめ 2024年1月25日 二次② 18:00~21:00

エリア：中部 対象リソース：EV充電器（逆潮） 供出可能量：2kW 適応ロジック：高速FB制御（エナリス）



成功範囲 実績値(1分値) 基準値 目標値(AC指令)

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%
平均	○(180/180)	100.00%
発動前(1時間)基準値絶対誤差平均		193.18%

※発動前15分間を除く

- 全コマ成功
- 制御時間全般にわたり高い精度での制御が実現できた

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（2）ACリバランス実証

実証概要（独自実証）

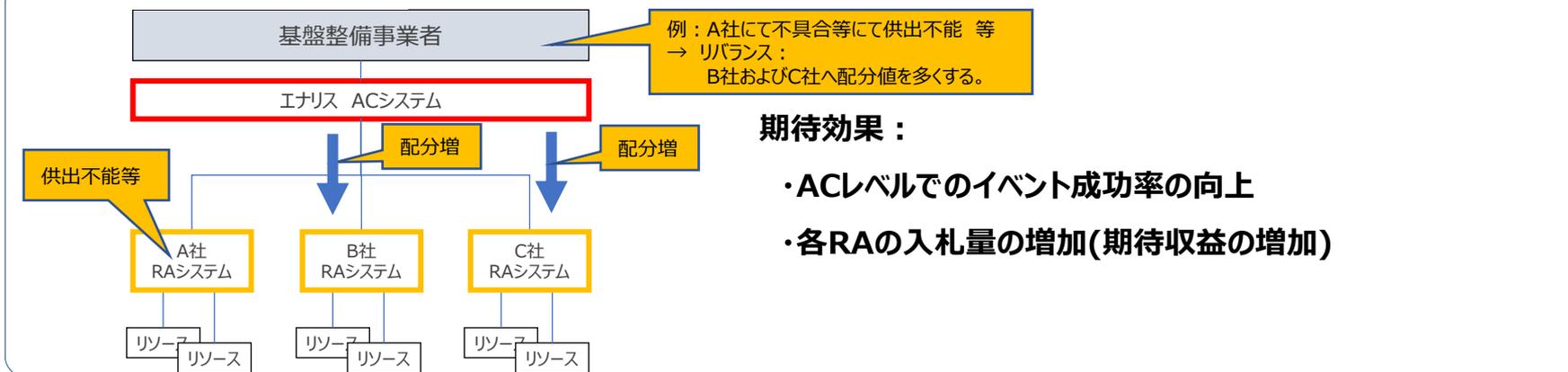
1. 独自実証の内容と結果 （2）ACリバランス実証

ACリバランスとは、

AC（アグリゲーションコーディネータ）にて、参加する各RAの供出状況およびその余力を把握し、供出が不足するRAの供出分担を 供出余力があるRAに再分担するようACから指令すること（ACによる各RAの供出量の再分担指令： ACによるリバランス）をいう。

→ RAにとっては期待収益の増加（イベント成功率が向上）、各エリアにおいては 供出実績の増加 につながる。

ACリバランス機能のイメージ



本実証では、次の机上検証および実機による制御実証を行った。

区分	概要	実証結果
机上検証	ACリバランスを導入することによって、 期待収益の増加が可能となり、供出実績の増加につながる ことを机上検証した。	○：良 期待収益増
実機による制御実証	昨年度実証においては、 オフライン型制御実証 （事前に供出余力を情報共有しその値に基づいたRA単位の約定量の比率にて供出余力を共有する方式）を実施し、ACリバランス制御を実現できることを示した。	○：良 参考：昨年度実績
	今年度実証では、 オンライン型制御実証 （オンラインにて供出余力を情報共有する方式）を実施し、 ACリバランス制御を実現 できることを示した。 ACとしてのアグリゲーション技術高度化検討： オンライン型制御実証を実施制御精度の向上を実証 RA間での運用検証： 各RAの可能量を事前共有し実運用に向けた約定量の決定方法を検証	○：良 リバランスにてイベントクリア

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （2）ACリバランス実証 a. ACリバランスの有益性検討

ACリバランスを実施することで、つぎのとおり、期待収益の増加が可能となり、供出実績の増加につながることに繋がる。

机上検証の前提条件：

- ・各RAはいずれも同程度の供出を可能とし、**AC配下にはN社のRAが構成されるものとする。（N社：パラメータ1）**
- ・各RAの**単独での供出成功確率はP**とし、各RAが供出失敗する際の供出量は0とする。（ $0 < P \leq 1$ ：パラメータ2）

評価方法：

次の2つの方法を期待収益にて比較する。

- ・**方法A：ACリバランスを適用する。適用にあたっては1社失敗してもカバーできる供出余力を保持する方法。**
- ・**方法B：ACリバランスは適用しない。各社の供出可能量の総和を供出する方法。**

なお、検証を単純化するために次のとおりとする。

- ・RA単独での最大供出量：100kW、1kWあたりの収益10円、各RAの供出成功確率は同値P
- ・AC配下全体で供出に失敗した場合、供出した量に関わらず収益はゼロとする

区分	結果																																																																												
机上検証の結果	<p>ACリバランスを導入することによって、期待収益の増加が可能となり、供出実績の増加につながることを確認できた。</p> <p>→ 表の「○印」はACリバランス効果有を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・RA数がN = 3社以上の場合、ACリバランスの効果がある ・各RAの供出成功確率P = 95%以下の場合、N = 5~3社でACリバランスの効果がある <p>例：P = 80%の場合、N = 3社で、ACリバランスの効果は 方法A：1792円、方法B：1536円 256円の期待収益増</p> <p>例：P = 80%の場合、N = 5社で、ACリバランスの効果は 方法A：2949円、方法B：1638円 1311円の期待収益増</p> <p>→ RA N = 3社での 制御実証を実施することとした。</p>																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">RA数(N)</th> <th colspan="5">単独RA成功確率(p)</th> </tr> <tr> <th>0.99</th> <th>0.97</th> <th>0.95</th> <th>0.9</th> <th>0.8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td></tr> <tr><td>3</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td><td>○</td></tr> <tr><td>4</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>5</td><td>×</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>6</td><td>×</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>7</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>8</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>9</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>10</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>15</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>20</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> </tbody> </table>	RA数(N)	単独RA成功確率(p)					0.99	0.97	0.95	0.9	0.8	2	×	×	×	×	×	3	×	×	×	×	○	4	×	×	×	○	○	5	×	×	○	○	○	6	×	×	○	○	○	7	×	○	○	○	○	8	×	○	○	○	○	9	×	○	○	○	○	10	×	○	○	○	○	15	○	○	○	○	○	20	○	○	○	○
RA数(N)	単独RA成功確率(p)																																																																												
	0.99	0.97	0.95	0.9	0.8																																																																								
2	×	×	×	×	×																																																																								
3	×	×	×	×	○																																																																								
4	×	×	×	○	○																																																																								
5	×	×	○	○	○																																																																								
6	×	×	○	○	○																																																																								
7	×	○	○	○	○																																																																								
8	×	○	○	○	○																																																																								
9	×	○	○	○	○																																																																								
10	×	○	○	○	○																																																																								
15	○	○	○	○	○																																																																								
20	○	○	○	○	○																																																																								

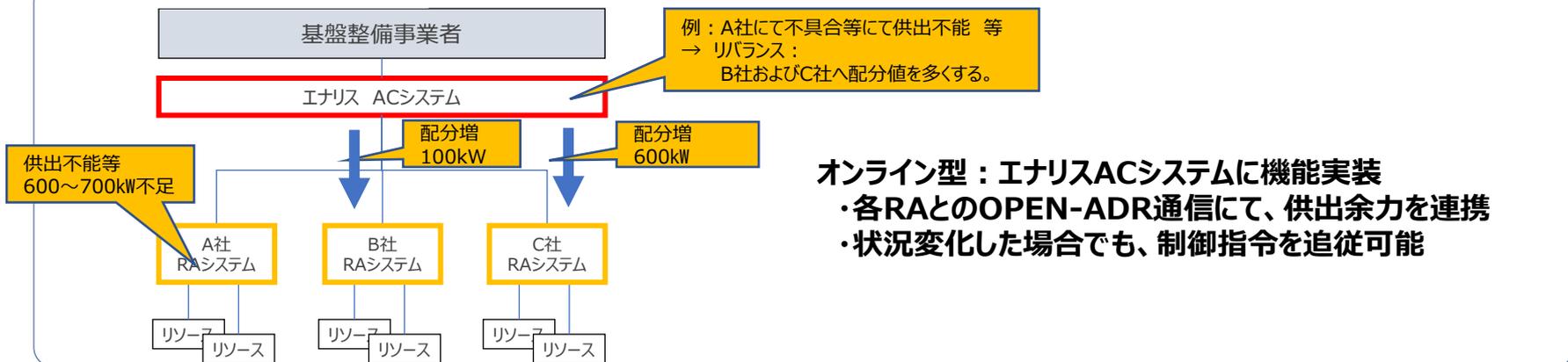
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （2）ACリバランス実証 b. 実機による制御実証

下記のシナリオにて制御実証を行った。

区分	概要
実機試験のシナリオ	<p>参加社： 次の3社にて実証 A社：auEL社、B社：大阪ガス社、C社：NTTスマイルエナジー社</p> <p>約定量： 計2000kWとし、次の内訳にて実証。()内は潜在可能量。 A社：500kW、B社：300kW（潜在可能量400kW）、C社1200kW（潜在可能量2000kW）</p> <p>約定メニュー： 三次調整力②</p> <p>ACリバランスタイプ： <u>オンライン型（オンラインにて供出余力を情報共有する方式）</u></p> <p>試験シナリオ： ・イベント開始時点から、A社のGW端末（MECサーバ内仮想GW端末）の制御設定をOFFにし不具合を模擬 ・A社の不具合状態から三次調整力②実証を開始 → B社、C社へのリバランス制御指示がACシステムから送信される</p>

ACリバランス機能のイメージ



実証概要（独自実証）

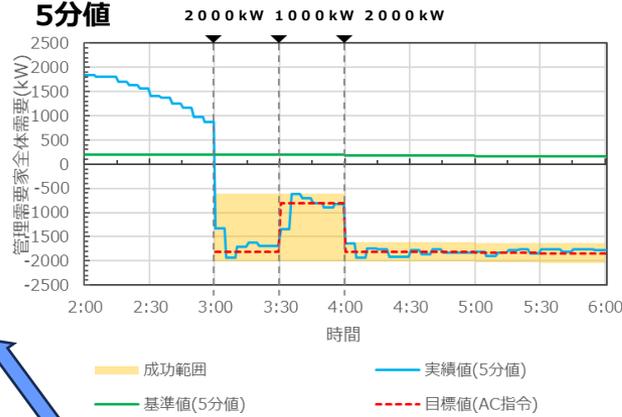
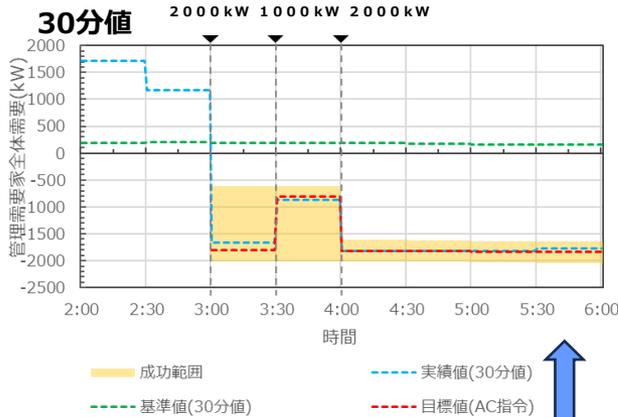
1. 独自実証の内容と結果 (2) ACリバランス実証 b. 実機による制御実証

試験結果はつぎのとおり。リバランスに成功し、イベントクリアできた。

2023年12月26日 ブロック2 3:00~6:00、 三次調整力②

エリア：東北 対象リソース：A社家庭用蓄電池、B社エネファーム2322台、C社：家庭用蓄電池3393台、総供出可能量：2000kW

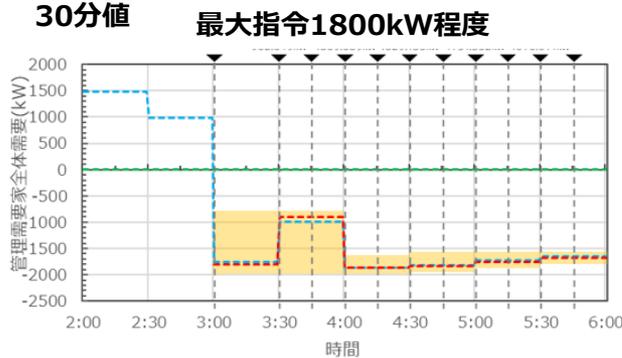
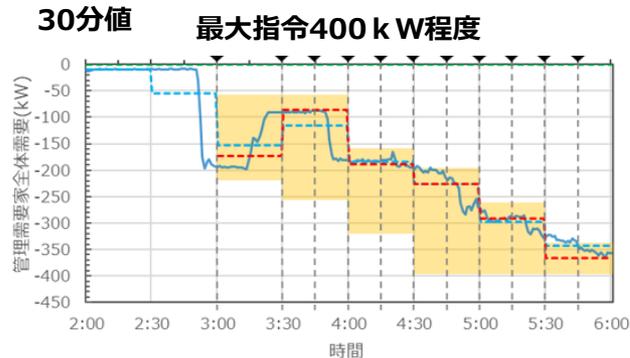
RA 3社によるACとしての供出結果：成功 (2000kWを重複配分：A社：500kW→0kW、B社：300kW→400kW、C社：1200kW→1800kW)



コマ	30分値成功判定	5分値成功判定
1	○(7.17%)	100%(6/6成功)
2	○(-2.89%)	100%(6/6成功)
3	○(-0.06%)	100%(6/6成功)
4	○(0.19%)	100%(6/6成功)
5	○(0.83%)	100%(6/6成功)
6	○(3.43%)	100%(6/6成功)
平均	○(6/6コマ成功)	100%(36/36成功)

B社：大阪ガス社：300→最大指令400kW程度

C社：NTTスマイルエナジー社1200→最大指令1800kW程度



A社auEL社の制御不具合をイベント開始時から模擬した結果、基準値との差異含め600~700kW程度の不足となった。

B社大阪ガス社への制御指示は、ACリバランス処理により最大400kW程度の放電とし+100kW確保

C社NTTスマイルエナジー社への制御指示は、ACリバランス処理により最大1800kW程度の放電とし+600kW確保

A社の 供出不足600~700kWを B社最大100kWの追加指令 および C社最大600kW追加指令 にて補うことができた。

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（3）5G+MEC技術検証

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証

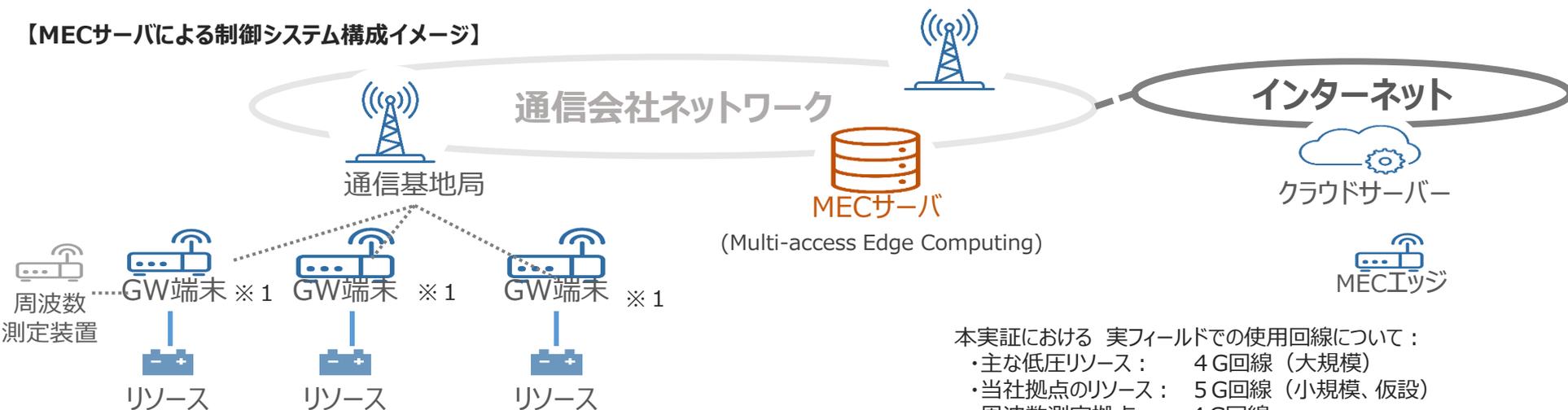
【実証概要】

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）
(a)	各種調整力制御における精度向上	一次： 仮想リソース化（群制御化）による 技術要件への適合 二次： 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	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 高速FB制御、仮想リソース化 等
(b)	実運用に必要なMECエッジ機能開発	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） 運用機能のMECサーバからのリモート提供に向けた検討	仮想GW端末、リモートDHCP MECエッジエミュレーション等
(c)	周波数代表点計測における計測不良時の対応機能開発検証	周波数代表点計測の妥当性の更なる検証（全エリアでの計測・評価） 可用性向上に向けた広域相互冗長機能開発・検証	移動平均パラメータ MECサーバ周波数受信切替等
(d)	基盤および通信コスト低減に向けた開発検証	送信項目および送信周期の可変最適化 お客さま回線の併用検討	

【MECサーバによる制御システム構成イメージ】

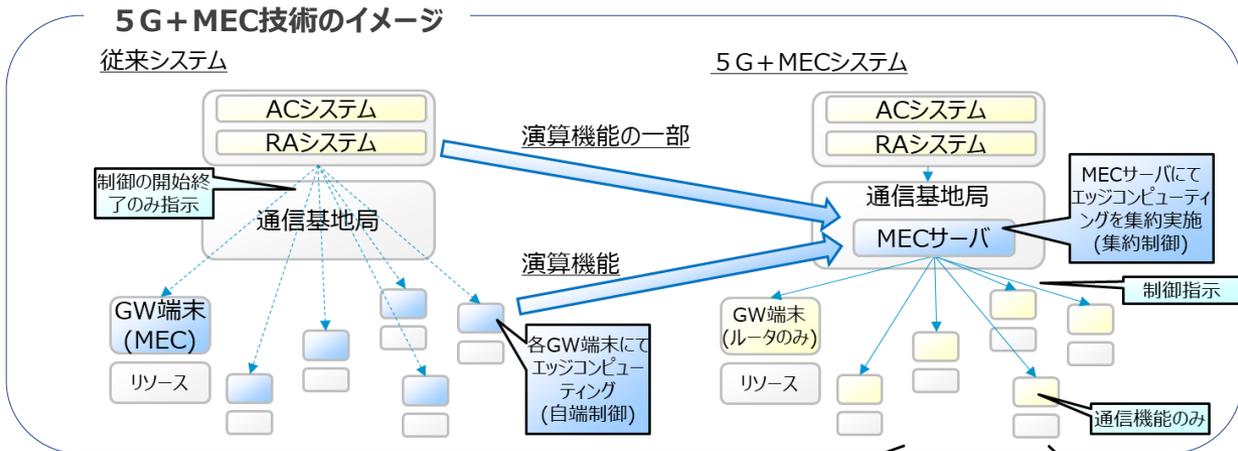


※1 以降、MECエッジと表現。MECエッジ：本実証では、GW端末のソフトウェアを切替し、通信機能のみを実装した低コストIoT機器を模擬

実証概要 (独自実証)

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証

【各調整力への応用イメージ】



5G+MEC技術を、各調整力実証へ応用し、DERの更なる活用に向け改善を図る。

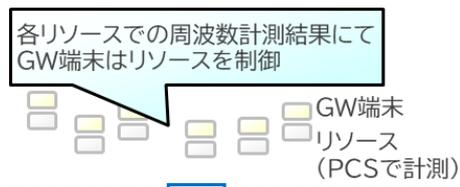
本実証における主な改善点：

- ・各調整力制御における精度向上
→受電点電力短周期取得等による精度向上
- ・実運用に必要なMECツール機能開発
→リモートDHCP、リモートルーティング
- ・周波数代表点計測不良時の対応機能開発
→広域相互冗長機能によるリスク低減
- ・基盤/通信コスト低減に向けた開発検証
→送信項目/周期の可変最適化、お客さま回線併用

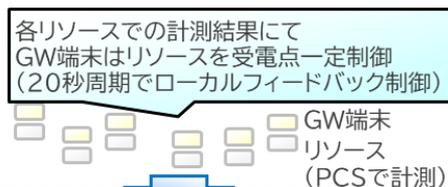
一次調整力への応用

二次調整力②および三次調整力①②への応用

従来

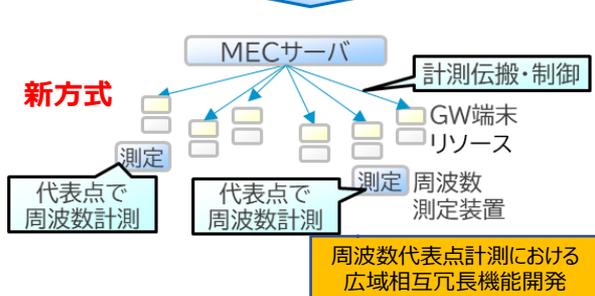


← 自端でGW端末から要求しPCSで制御するが、PCSの周波数計測には限界あり

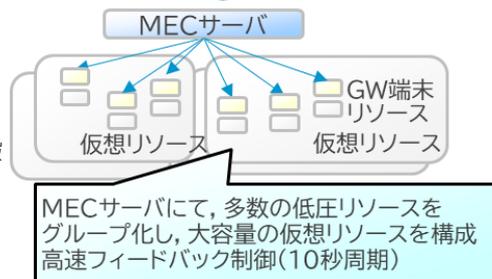


←各リソースが自端でローカルフィードバック制御(小規模リソースには向かない)

新方式



← 代表点に周波数測定装置を設置・計測
MECサーバを活用：
方式1：各GW端末へ計測値伝搬 (周波数代表点計測)
方式2：各リソースへ制御指示 (仮想自端制御)



← 多数のリソースをMECサーバで束ねて高速フィードバック制御(協調制御の発展型)

受電点電力短周期取得等による精度向上

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（3）5G+MEC技術検証 a. 各種調整力制御の精度向上

実証概要 (独自実証)

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上

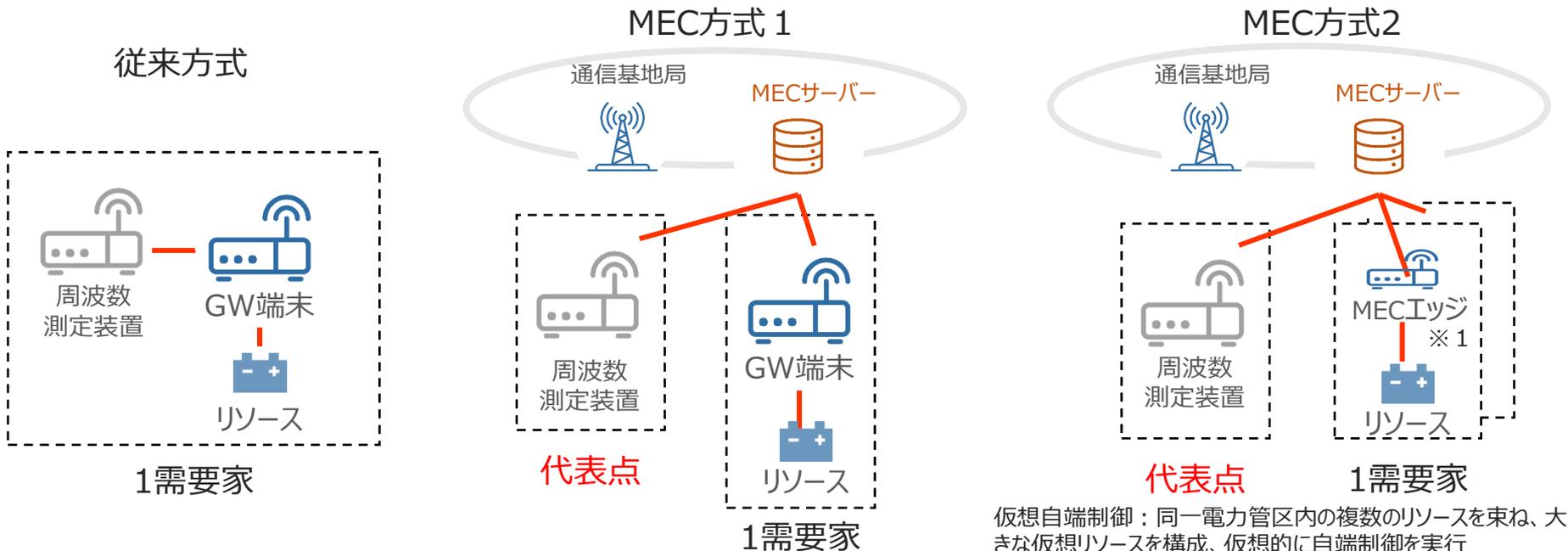
【実証構成および実証方式】

低コストでの技術要件適合を目指し、以下の3パターンのうち、MECサーバを活用した新方式1、2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	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・可用性向上が必要
新方式 MEC方式2		MECサーバ	MECサーバ (仮想自端制)	MECサーバ⇒PCS	<ul style="list-style-type: none"> 代表点計測の妥当性評価・可用性向上が必要

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：同一電力管区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

※1 MECエッジ：本実証では、GW端末のソフトウェアを切替し、通信機能のみを実装した低コストIoT機器を模擬

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上

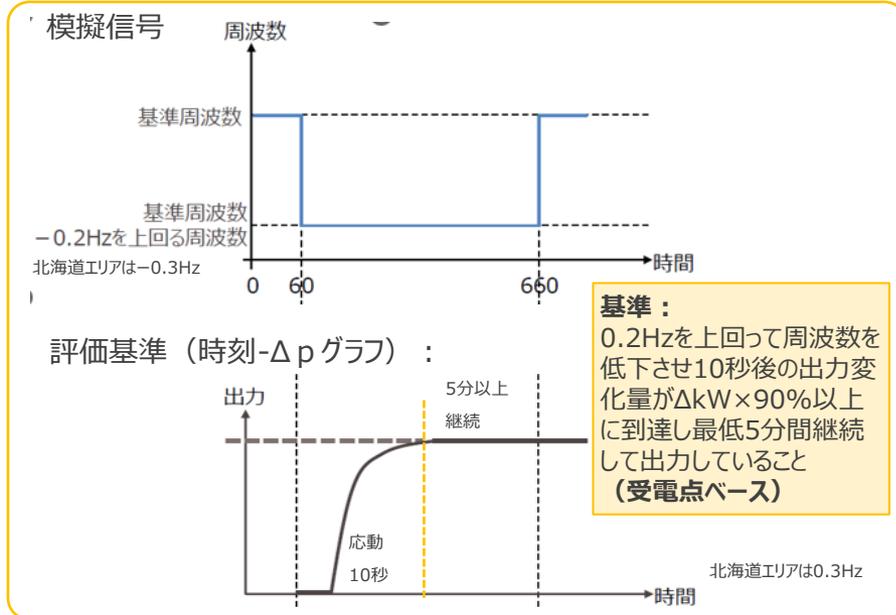
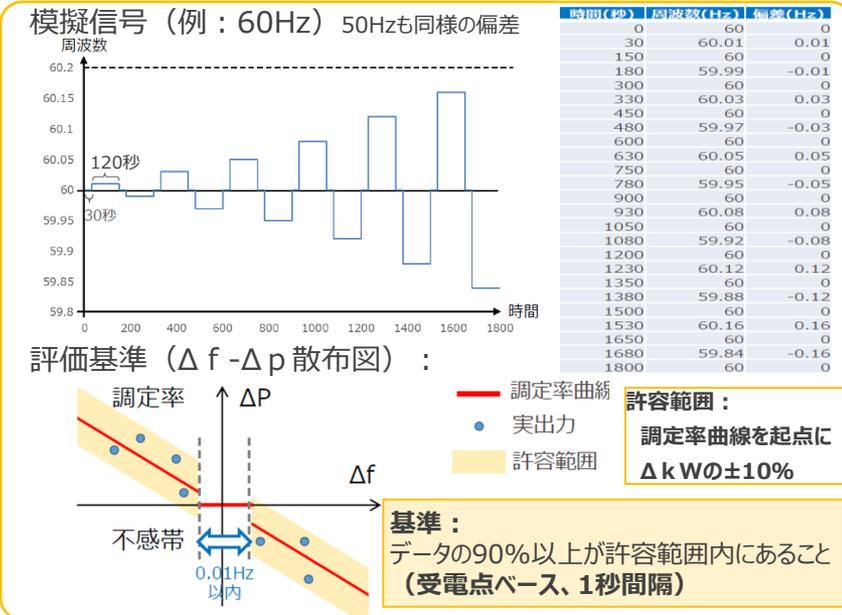
【実フィールドにおける実証（実施項目および評価基準）】

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）、②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： $\Delta f - \Delta p$ 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）
②実周波数適用試験 (アセスメントⅡ相当)	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 アセスメントⅡ試験相当	$\Delta f - \Delta p$ 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12月1日版、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12月1日版、送配電網協議会）の事前審査関連記載を参考に作成

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上

■ 実証にあたっての課題およびその対応状況

次のとおり、各課題への対策を開発・実装し実証に臨んだ。

対応年度	課題	課題への対策の開発・実装
2022年度 対策実施	低圧リソースの場合、 1台1台の環境の違いにより、成功失敗が混在 し、リソース群全体としてのイベントクリアが難しい	対策： <u>ダイナミックレイトイングによる制御精度の向上</u> 対策の概要： 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 動的に順位付け（ダイナミックレイトイング） を行う。 その順位付けに基づき最適制御を行うことで、制御精度を向上できる。
2023年度 対策実施	事前審査模擬試験において、 異常時の応動要件（約定量の90%以上に10秒以内に到達）を満足できない場合 （1台1台の環境の違いによる応動性能のばらつき）がある	対策： <u>異常時応動ロジック改修による制御精度の向上</u> 対策の概要： MECサーバにて、仮想リソースへの制御指示を行う際、二次調整力等の調整力では、これまで、約定量100%に合わせこむ制御処理を行っており、一次調整力でも同様であった。 本対策では、 異常検出直後150%出力を目指すことで応動速度を高め 、到達後、10秒周期で105%程度まで目標を段階的に低下させる。 上記の対策にて、応動性能を高めつつ、安定後に出力を適正化できる。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 （a）一次調整力制御の精度向上

【実フィールドにおける実証（結果概要1／2）】

実証結果：良。概要は、次のとおり。

（十分な台数のリソース群をMECサーバにて群制御することで制御成功）

実証方式	実証結果		参加リソース合算規模	備考
	①事前審査模擬試験	②実周波数適用試験		
新方式 MEC方式2	成功 平常時：○良 異常時：○良	○良	中部：仮想リソース1台 台数 最大49台 約定量 最大60kW	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 台数 最大115台 約定量 最大130kW 2022年度18台にて成功実績があるが安定的ではなかった。8台では現環境では難しい。
	成功 平常時：○良 異常時：○良	○良	東京：仮想リソース1台 台数 最大58台 約定量 最大60kW	
	参考) 台数が少ない事例 平常時：×否 異常時：○良	○良	北海道：仮想リソース1台 台数 最大8台 約定量 最大10kW	
(参考) 新方式 MEC方式1	2022年度実績：低圧リソース 最大44台（制御は1台単位） 結果：リソース群全体では失敗（平常時）。 1台1台は成功失敗混在。		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 →大規模なアグリゲートには物理リソース間での レイティングによる協調制御（MEC方式2）が不可欠	
	2023年度実績：低圧リソース 1台のみで試験実施（詳細：東邦ガススライド記載） 結果：成功。好条件（比較的負荷変動が少ない等）			

新方式 MEC方式2における仮想リソースイメージ

エナリスRA-A
中部：仮想リソース1台
(物理リソース49台)

中部 関西 四国
中国 九州

エナリスRA-A
東京：仮想リソース1台
(物理リソース58台)

東北 東京

エナリスRA-A
北海道：仮想リソース1台
(物理リソース8台)

北海道

本実証における便宜上の3周波数系統のRA登録：

同一周波数系統となる3つの系統に分けて
便宜上のエナリスRA-A 中部、東京、北海道を構成し約定する。

2022年度は 計184台（74+92+18台）であり、
最小18台/仮想リソースを確保

2023年度は 計115台（49+58+8台）であり、
最小8台/仮想リソースとなり、**イベントクリア難易度が高い**

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上

【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。メーカー検証は2023年12月実施。

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	○ 1 : 適合(1/50または1/60秒) ※	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(0.4%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 を組合せ検証

※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。2022年度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）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上

【実フィールドにおける実証（結果概要） 参考・補足説明】

遅れ時間2秒以下について： メーカー試験環境（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った。

理由（概要）： 遅れ時間の定義は、周波数変化からリソースが出力変化を開始するまでに要する時間であり、リモートでは実測できず、蓄電池PCSでの実測が必要なため。

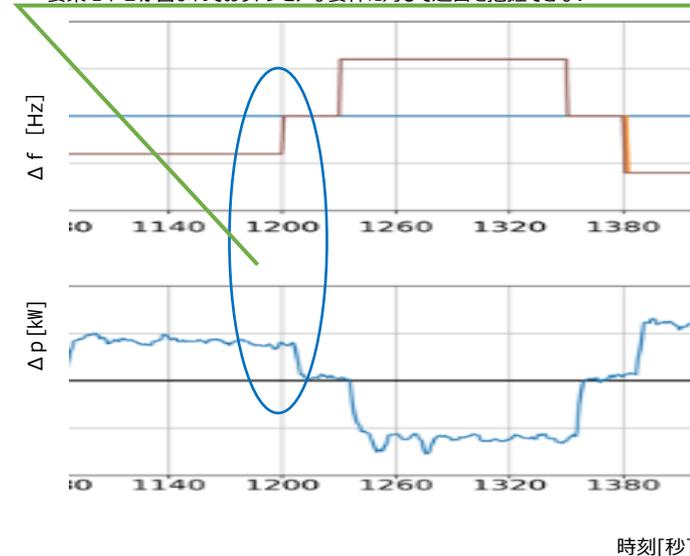
詳細： リモートにて、

時刻に対する 周波数偏差 Δf 、時刻に対する 出力変化量 Δp を求め、比較をすることで遅れ時間を 概ね 把握することは可能だが、2秒以内というシビアな要件に対し、下記の無視できない要素がある。

- ・要素1： 周波数データは1秒周期にて即時取得されるのに対して蓄電池PCSからの充放電データは1秒周期ではあるものの周波数データに対し最大1秒程度の遅れが生じる場合がある。
(出力変化の開始タイミングもリモートでは正確に検知できない)
- ・要素2： 低圧リソースの場合、応動開始から応動終了までに、1~10秒程度の遅れが生じる。

リモートでの把握イメージ：

要素1、2が含まれており、シビアな要件に対して適合を把握できない



→ そこで、メーカー検証環境において、周波数を変動させ、その際の電流値の変化を電流計で現地確認することで、リソースが出力変化を開始までの時間を計測し、正確な遅れ時間を計測した。

上記の計測結果に、実フィールド実証での通信所要時間等を組合せ、遅れ時間の検証を行うこととなった。

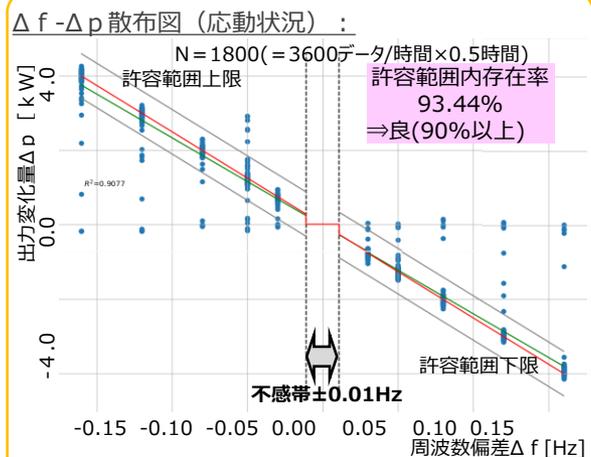
実証概要 (独自実証)

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上 : 事前審査模擬試験 (平常時)

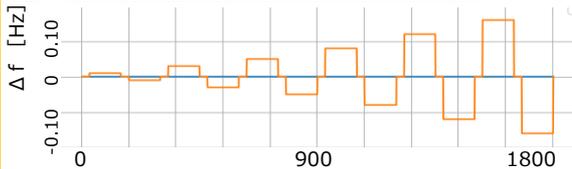
【実フィールドにおける実証 (結果詳細)】 新方式MEC方式2 : 2024年1月15日 03:00~03:30

評価単位 : RA単位にて評価、約定量 : 130 kW、調定率 : 0.4%

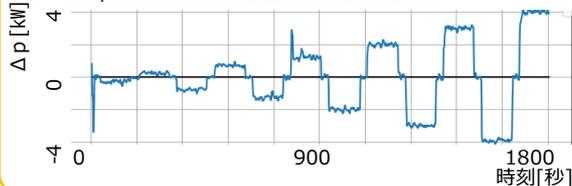
RAIナリス関西 : 約定量60kW、仮想1台 (物理49台)



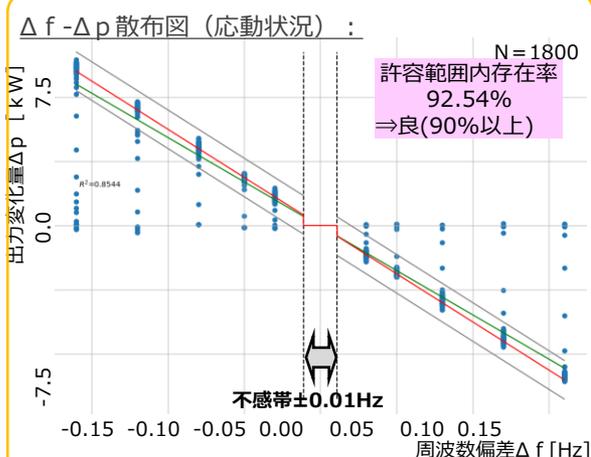
時刻-Δf グラフ (模擬周波数信号の推移) :



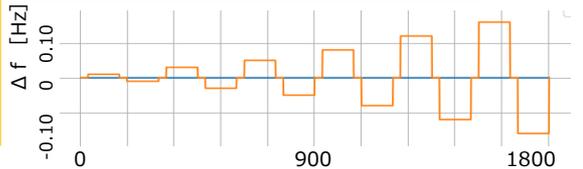
時刻-Δp グラフ (出力変化量の推移) :



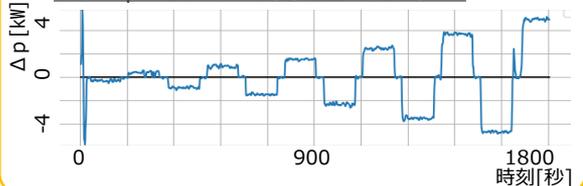
RAIナリス東京 : 約定量60kW、仮想1台 (物理58台)



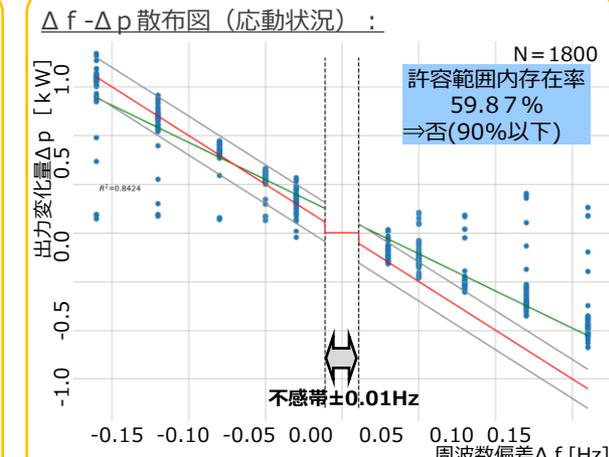
時刻-Δf グラフ (模擬周波数信号の推移) :



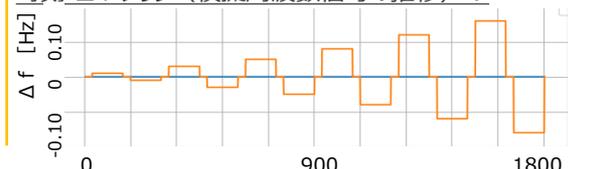
時刻-Δp グラフ (出力変化量の推移) :



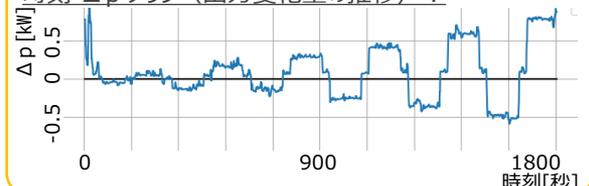
RAIナリス北海道 : 約定量10kW、仮想1台 (物理8台)



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平常時の評価基準を物理台数の多い関西、東京は満足した。但し、物理リソースが7台である北海道は未達。

(いずれも 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効果を発揮したが物理台数が少ない仮想リソースは未達)

実証概要（独自実証）

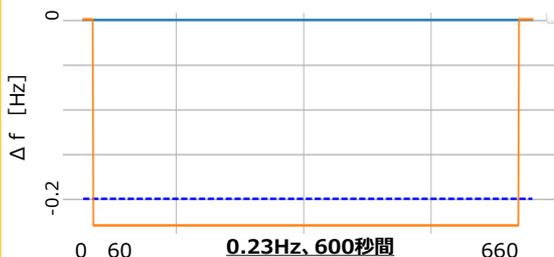
1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上 : 事前審査模擬試験（異常時）

【実フィールドにおける実証（結果詳細）】 ①新方式MEC方式2 : 2024年1月15日 3:31~3:41

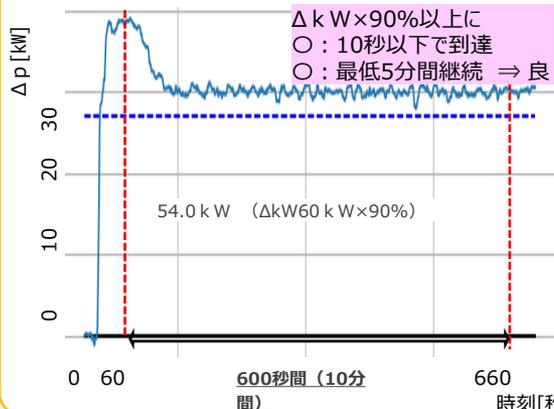
評価単位 : RA単位にて評価、約定量 : 130kW(60kW+60kW+10kW)

RAIナリス関西 : 約定量60kW、仮想1台(物理49台)

時刻- Δf グラフ (模擬周波数信号の推移) :

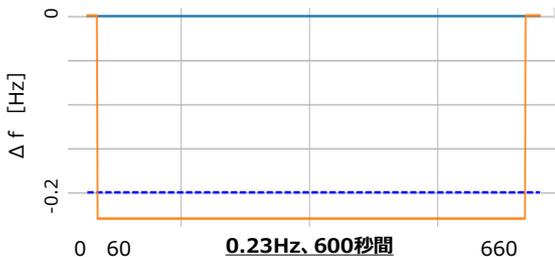


時刻- Δp グラフ (出力変化量の推移) :

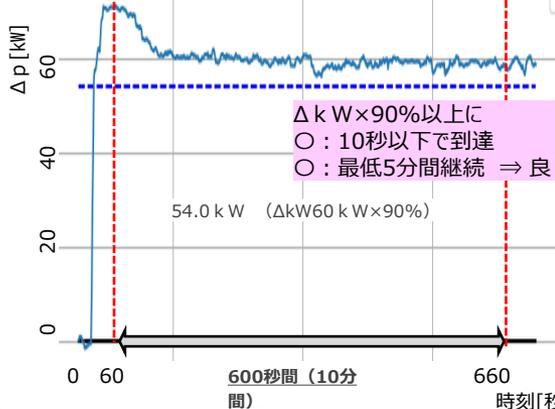


RAIナリス東京 : 約定量60kW、仮想1台(物理58台)

時刻- Δf グラフ (模擬周波数信号の推移) :

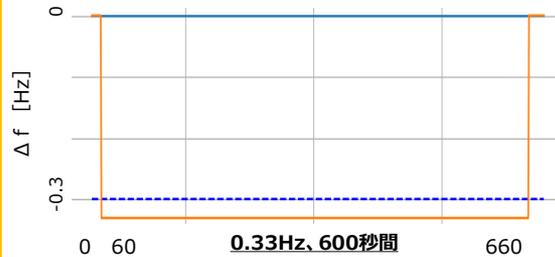


時刻- Δp グラフ (出力変化量の推移) :

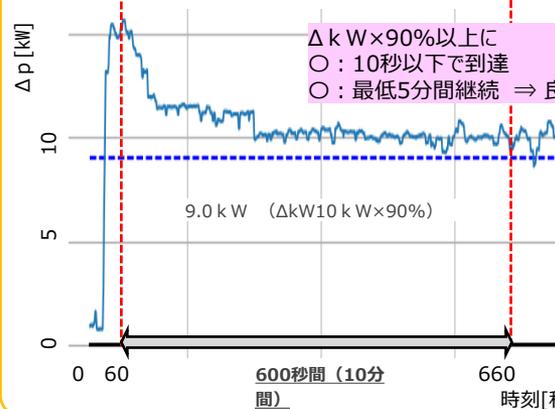


RAIナリス北海道 : 約定量10kW、仮想1台(物理8台)

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。

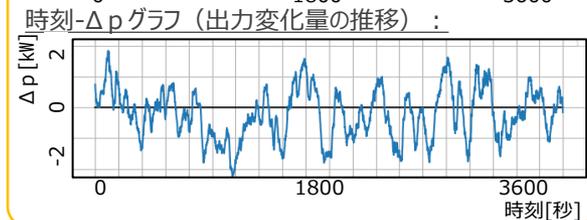
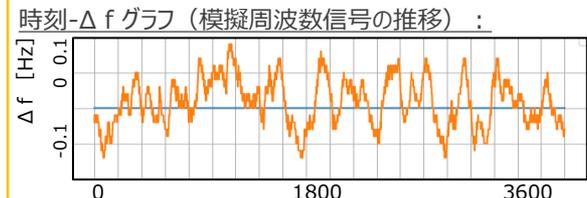
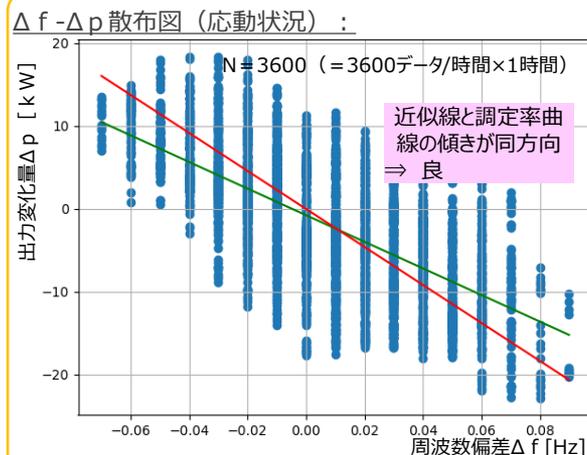
実証概要 (独自実証)

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (a) 一次調整力制御の精度向上 : 実周波数適用試験 (平常時)

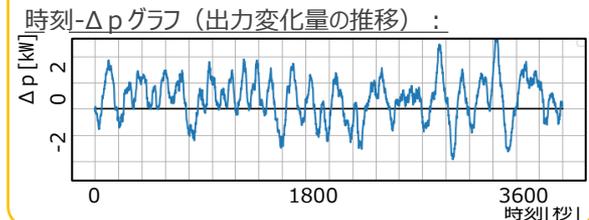
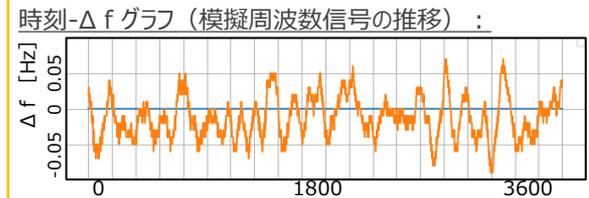
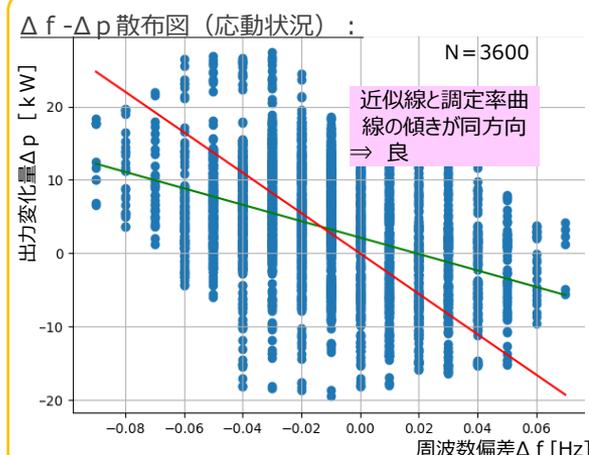
【実フィールドにおける実証 (結果詳細)】 新方式MEC方式2 : 2024年1月15日 4:00~5:00

評価単位 : RA単位にて評価、約定量 : 60kW、調定率 : 0.4%

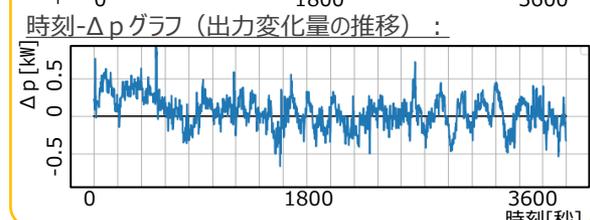
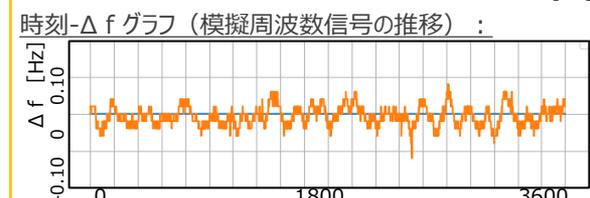
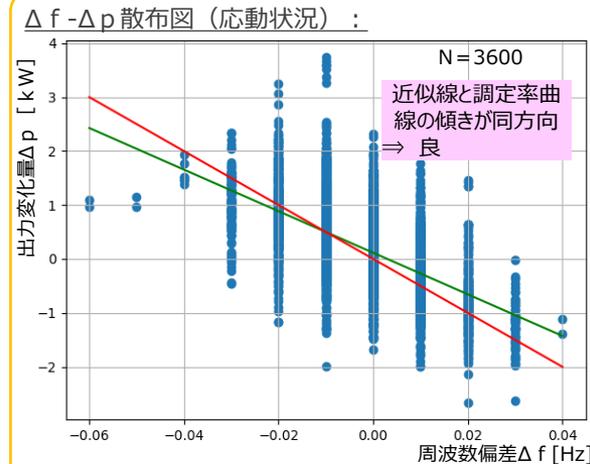
RAエリア関西 : 約定量60.0kW、仮想1台 (物理49台)



RAエリア東京 : 約定量60.0kW、仮想1台 (物理58台)



RAエリア北海道 : 約定量10.0 kW、仮想1台 (物理8台)



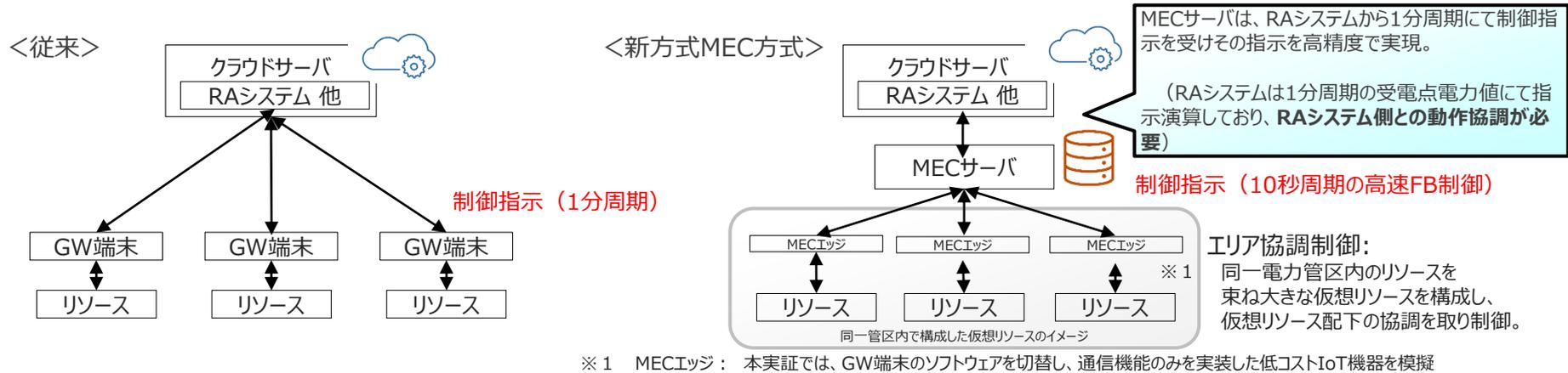
実周波数でのアセスメントIIの評価基準を満足した。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (b) 二次調整力②他 制御の精度向上

【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



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および高速FB（フィードバック）制御方式

MECサーバによるリソースの動的順位付け、および、その順位付けに基づく再帰的制御を実施し精度向上を図る。

※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

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 （b）二次調整力②他 制御の精度向上

■ 実証にあたっての課題およびその対応状況

次のとおり、各課題への対策を開発・実装し実証に臨んだ。

対応年度	課題	課題への対策の開発・実装
2022年度 対策実施	低圧リソースの場合、 1台1台の環境の違いにより、成功失敗が混在 し、リソース群全体としてのイベントクリアが難しい	<p>対策： <u>ダイナミックレイティングおよび高速FB制御による制御精度向上</u></p> <p>対策の概要： <u>ダイナミックレイティング（動的順位付け）</u>： MECサーバにて仮想リソースへの制御指示を行う際、<u>仮想リソースを構成する物理デバイス</u>に対して、<u>負荷状態、蓄電池残量、定格出力等</u>を把握、各々に<u>動的に最適な順位付け</u>を行う。 <u>高速FB（フィードバック）制御</u>： 60秒での電力kW制御に対し、10秒周期などの短周期で制御処理を行うことにより複数回での再帰的処理を行う。 ※ 1</p>
2023年度 対策実施	<p>低圧リソースに対し、前述の対策を講じ制御精度の改善がみられたが、イベントクリアには至らず、更なる制御精度の改善が求められた。</p> <p>AC/RAシステムからのkW制御指示を受け動作しており制御応動性能に課題があった ※ 2</p> <p>低圧リソースに対し、前述の対策を講じ制御精度の改善がみられたが、イベントクリアには至らず、更なる制御精度の改善が求められた。</p> <p>各動作スレッドに応じた可変パラメータ調整不足やONOFF制御しかできないリソースに対する台数制御方式での制御粒度の課題があった。</p>	<p>対策： <u>上位系システムAC/RAシステムから受電点電力目標値を受信し制御応動を向上</u></p> <p>対策の概要： 受電点電力目標値に基づく制御に対して高速FB制御が適合できるようロジック改修を実施する。</p> <p>対策： <u>6秒周期での受電点電力取得結果に基づく制御処理への改修</u></p> <p>対策の概要： 受電点電力目標値に基づく制御に連動して受電点電力取得値を6秒周期で取得し制御処理に反映する制御ロジック改修を行う。</p> <p>対策： <u>各動作スレッドに応じた可変パラメータ調整</u></p> <p>対策の概要： 制御スレッド周期（秒数）、高速FB制御収束回数などの各パラメータの調整</p> <p>対策： <u>台数制御方式での基準値と実負荷変動乖離を利用した制御ロジック改善</u></p> <p>対策の概要： 基準値と実負荷変動による乖離の連続的変動特性を利用し本来最大充放電電力kWが制御粒度となる台数制御方式の制御粒度の改善を図る。</p>

※ 1 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）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 受電点電力を6秒周期で取得していたが、2022年度実証では、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）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 （b）二次調整力②他 制御の精度向上

【実証結果（概要）】

MECサーバからの各充放電制御方式に対する実証結果および改善技術・対策等は、次のとおり。

高速FB制御など 記載の改善技術・対策等 にて、二次②、三次①②にて、イベントクリアを実現。

MECサーバからの 充放電制御方式	実証結果 各商品メニューのイベントクリア実績			改善技術・対策等
	二次②	三次①	三次②	
量制御方式	○ 良	○ 良	○ 良	共通： ・ダイナミックレイティングおよび高速FB制御による制御精度向上 ・上位系システムAC/RAシステムから受電点電力目標値を受信し制御応動を向上 ・6秒周期での受電点電力取得結果に基づく制御処理への改修 ・各動作スレッドに応じた可変パラメータ調整 台数制御方式のみ： ・台数制御方式での基準値と実負荷変動乖離を利用した制御ロジック改善
台数制御方式	○ 良	○ 良	○ 良	

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (b) 二次調整力②他 制御の精度向上 (概要)

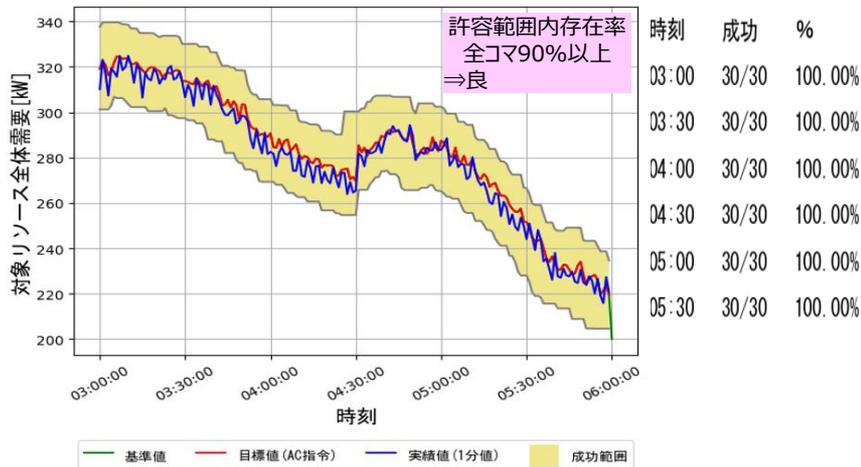
台数制御方式、量制御方式の両方式にて 家庭用蓄電池へのMECサーバでの高速FB制御

結果： 二次②にて イベントクリア → MECサーバによる制御精度の向上を達成。

台数制御方式 家庭用蓄電池への
MECサーバによる高速FB制御
結果： 二次②にてイベントクリア

実施日時：2024年1月10日 二次② 3:00~6:00

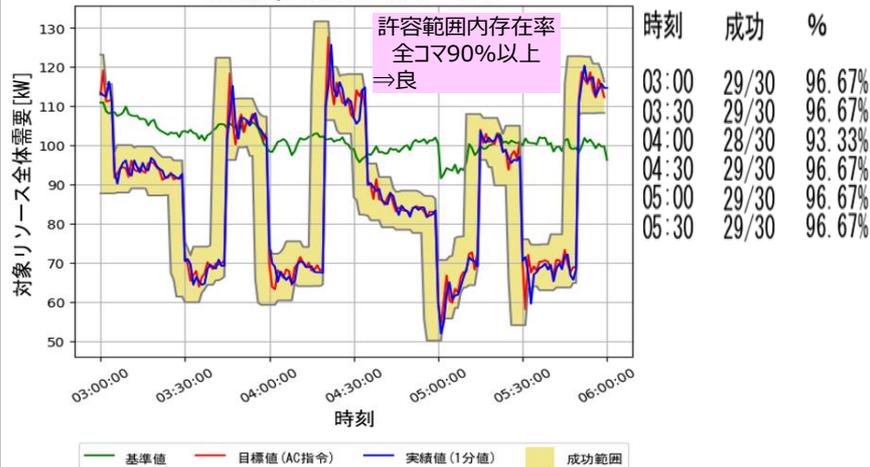
エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 10V
仮想リソース：1台（物理リソース85台） 供出可能量：150kW



量制御方式 家庭用蓄電池への
MECサーバによる高速FB制御
結果： 二次②にてイベントクリア

実施日時：2024年1月10日 二次② 3:00~6:00

エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 9V
仮想リソース：1台（物理リソース52台） 供出可能量：40kW



実証概要 (独自実証)

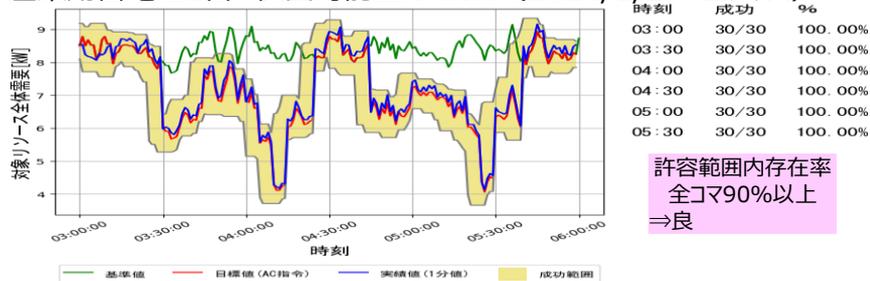
1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (c) リソース群制御技術と単独リソース制御技術の相互適用による改良

リソース群 (MECサーバ集約) 制御技術の開発、および、単独リソース制御技術の開発に関する相互適用の状況は、次のとおり。

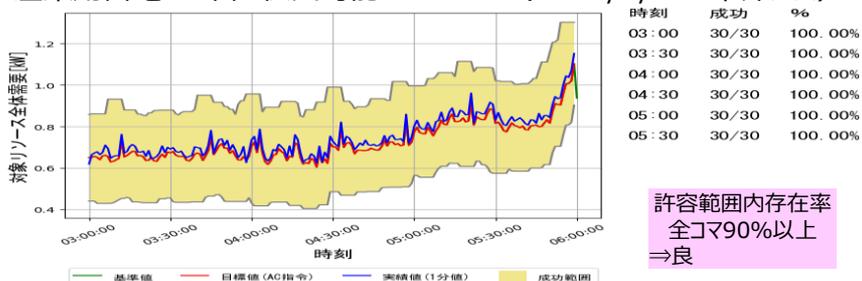
相互適用事例	適用技術	成果	備考
① 2022年度のリソース群 (MECサーバ集約) 制御技術を <u>単独リソース(GW端末)制御へ適用</u> し開発	高速FB制御の適用 →更に次の技術を開発 ・受電点電力目標値制御 ・6秒周期制御化 ・可変調整パラメータ	産業用蓄電池での制御精度の向上 ・オフィス設置リソースへ適用 ・一括受電模擬負荷でのリソースへ適用	対象：二次②、三次①②
② 上記①の単独リソース (GW端末) 制御技術を <u>リソース群 (MECサーバ集約) 制御へ適用</u> し開発	前述の開発結果を適用 →更に次の技術を開発 ・台数制御での高精度化	家庭用蓄電池などの低圧リソースでの制御精度の向上	対象：二次②、三次①②

①単独リソース (GW端末) 制御への高速FB制御 適用

産業用蓄電池1台 供出可能量：4kW (2024/1/29 エナリス)

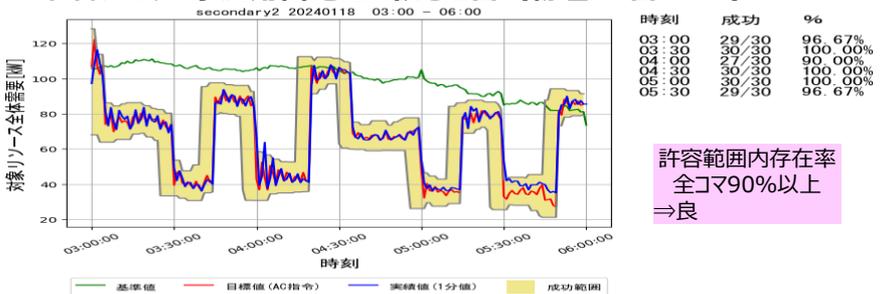


産業用蓄電池1台 供出可能量：2kW (2024/1/10 東邦ガス)

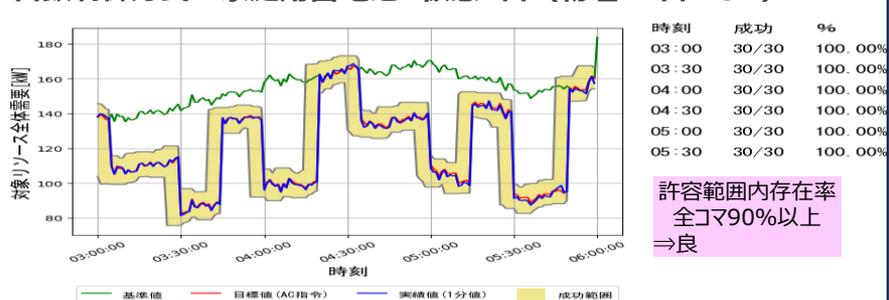


②左記①のリソース群 (MECサーバ集約) への更なる適用

量制御方式：家庭用蓄電池 仮想1台 (物理58台：8V)



台数制御方式：家庭用蓄電池 仮想1台 (物理77台：3V)



実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (d) 仮想リソースを構成する物理リソース台数によるイベント成功に関する知見

本実証においては、次のとおり。

- ・一次調整力： 120台程度／仮想リソース1台 で安定的にイベント成功の見込み。
(60台程度では安定的ではなく、120台程度にて安定的という実績)
- ・二次調整力②他： 50台程度/仮想リソース1台 で安定的にイベント成功の見込み。
(10台程度では常に失敗、50台程度にて安定的にイベント成功という実績)

仮想リソースを構成する物理リソースの台数によるイベント成功・不成功の実績は、次のとおり。

対象商品	製品	仮想リソース1台を構成する物理リソースの構成台数	イベント成功・失敗	考察など
一次調整力	C社製蓄電池	8台	×：失敗	常に失敗。7V
		49台	○：成功	但し、成功確率は低い見込み。9V
		58台	○：成功	但し、成功確率は低い見込み。8V
		118台	○：成功	安定的に成功の見込み（詳細分析による知見）。13V
二次調整力 ②他	C社製蓄電池 (量制御)	8台	×：失敗	常に失敗。7V
		49台	○：成功	安定的に成功の見込み。9V
		58台	○：成功	安定的に成功の見込み。8V
		110台	○：成功	安定的に成功の見込み。13V
	D社製蓄電池 (台数制御)	87台	○：成功	安定的に成功の見込み。10V
E社製蓄電池 (台数制御)	77台	○：成功	安定的に成功の見込み。3V	

(注) MECサーバへの仮想リソースの収容台数上限は、サーバのサイジングによるものであり、一般に、数千台レベルの収容が可能

実証概要 (独自実証)

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (d) 仮想リソースを構成する物理リソース台数によるイベント成功に関する知見 (一次)

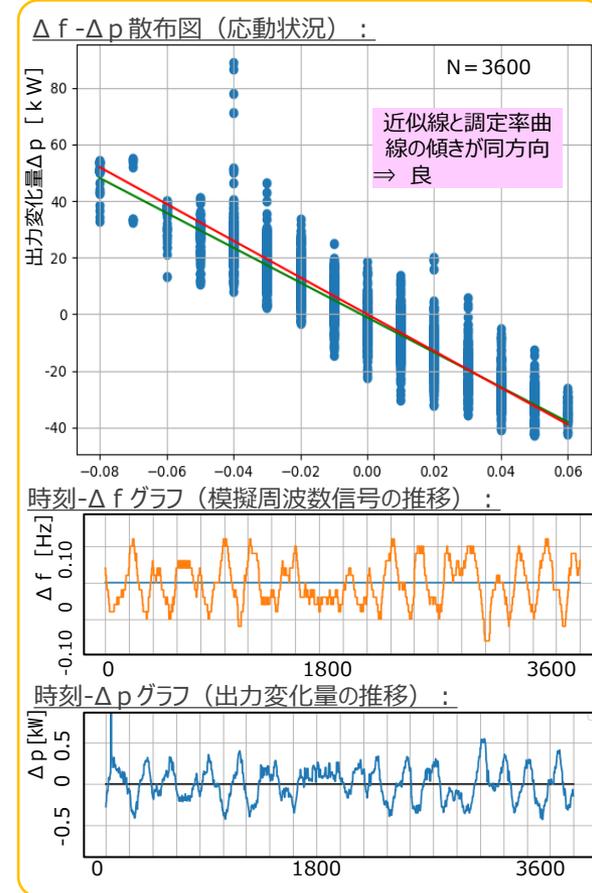
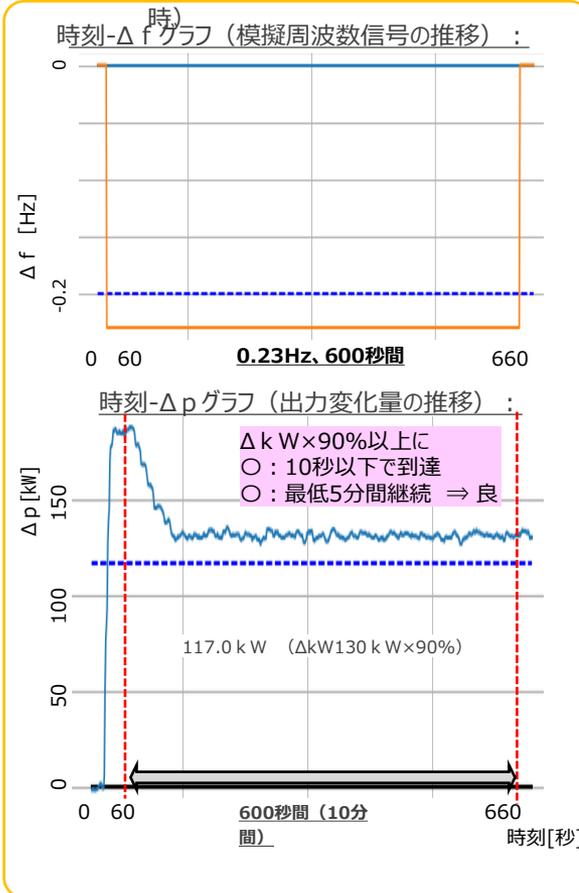
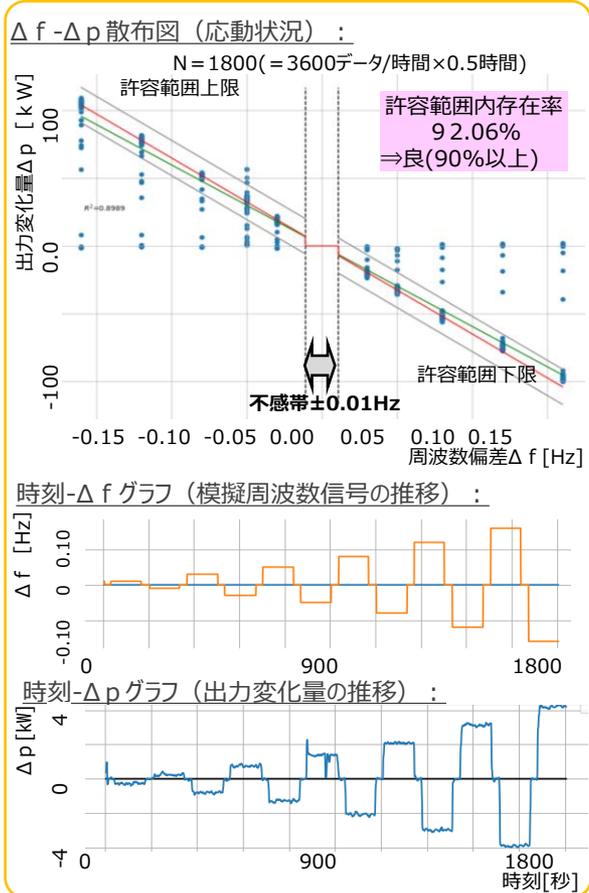
【実フィールドにおける実証 (結果詳細)】 新方式MEC方式2 : 2024年2月7日 03:00~05:00

評価単位 : RA単位にて評価、約定量 : 130kW、調定率 : 0.4%、便宜上 東北エリア とし、周波数は中心周波数からの偏差にて実証
仮想リソース1台に全エリア118台の物理リソースを収容。 模擬的に最大規模の仮想リソースを構成し一次調整力実証を実施

事前審査模擬試験 (平常時)

事前審査模擬試験 (異常)

実周波数適用試験 (平常時)



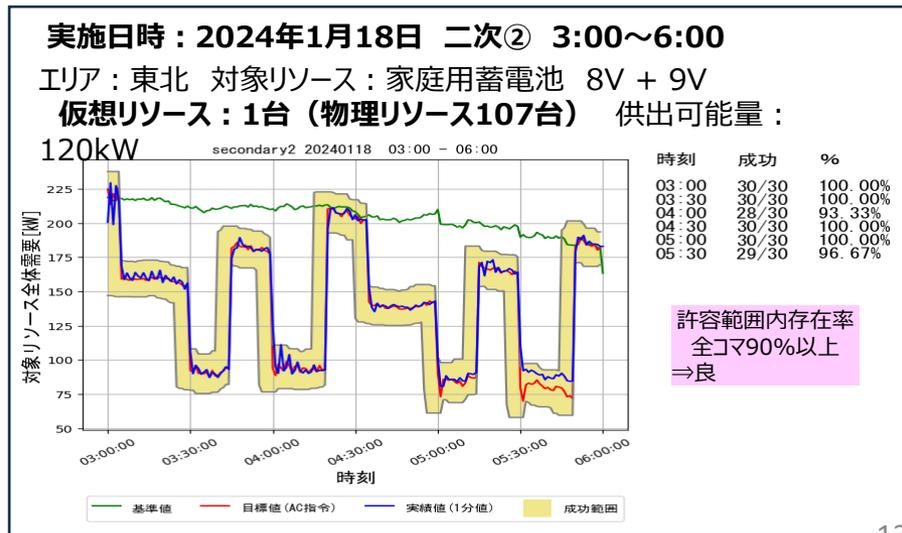
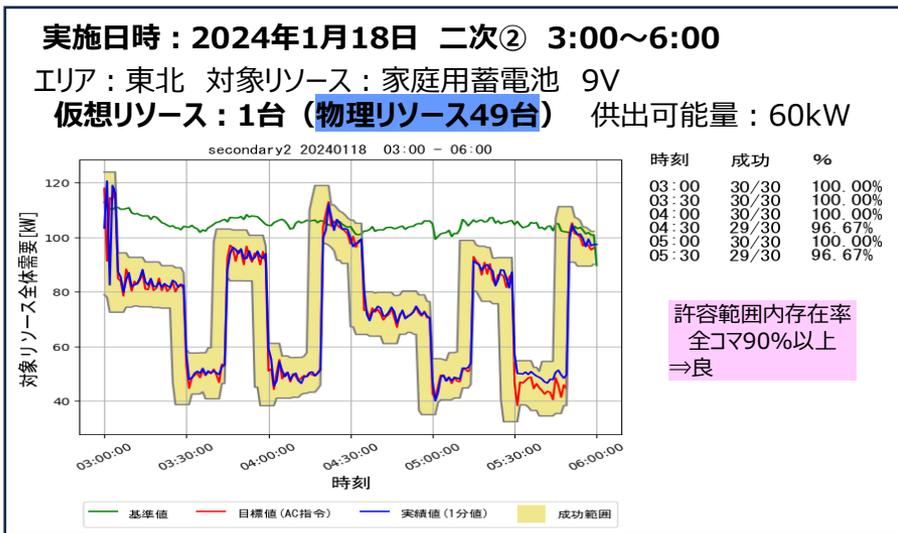
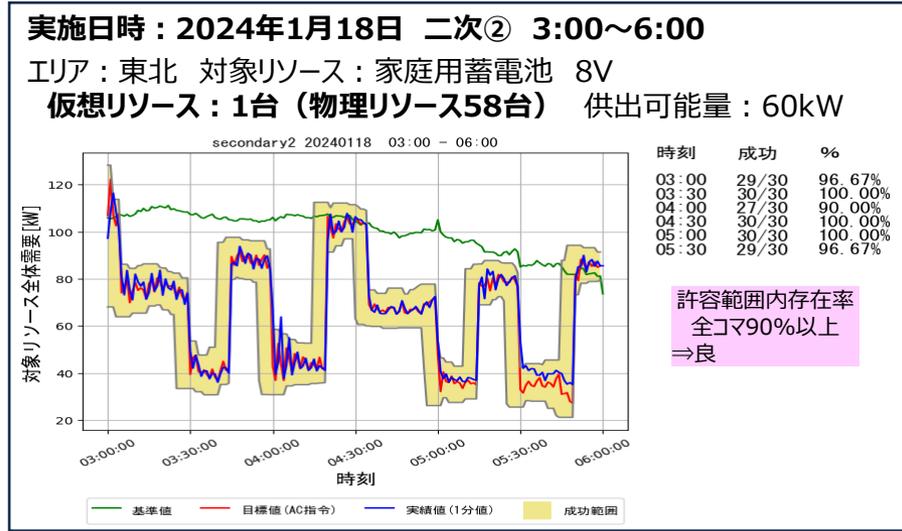
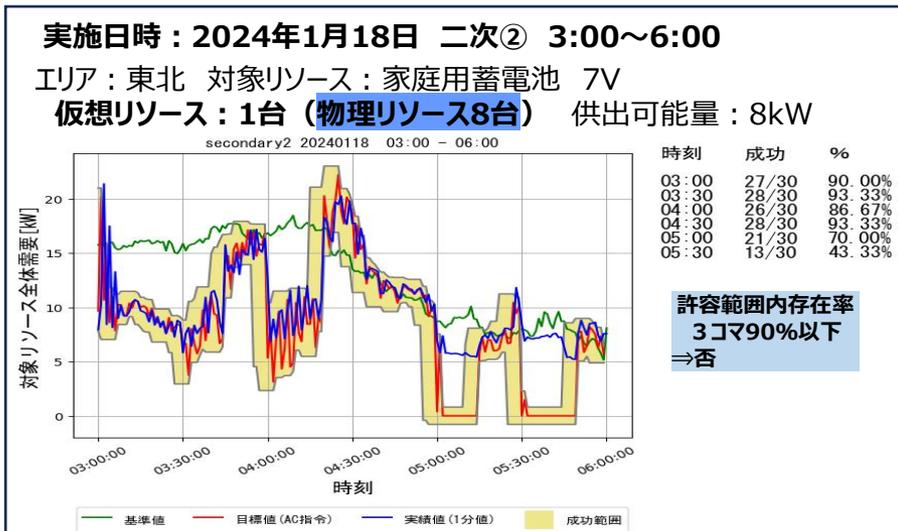
一次調整力において、60台程度の物理リソースを収容したMECサーバ仮想リソースでは安定的にはイベントクリアできないが

120台程度の物理リソースを収容したMECサーバ仮想リソースでは安定的にイベントクリアできる見込みが得られた。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (d) 仮想リソースを構成する物理リソース台数によるイベント成功に関する知見 (二次②)

量制御方式 家庭用蓄電池へのMECサーバでの高速FB制御 結果：50台程度以上で 安定的に イベントクリア実現



実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証 a.各種調整力制御の精度向上 (e) 対象リソース拡大に向けた対応

本実証において、次のとおり対象リソース拡大に向けた実証への適用を実施。

- ・一次調整力： EV充電器 1社1機種
家庭用蓄電池 1社1機種
- ・二次調整力②他： EV充電器 3社4機種
家庭用蓄電池 4社4機種

対象リソース拡大に向けたMECサーバ仮想リソース化の適用状況は、次のとおり。

リソース種別	リソース情報			特記すべき条件	一次調整力 イベント成功実績	二次②三次①② イベント成功実績	MECサーバ 仮想リソース化 適用状況
EV充電器 (3社4機種)	A社	単機能	物理リソース	単独・逆潮流	○	○	○：対応済
	B社	単機能	12、4V	30台程度・順潮流	－	○	○：対応済
	B社	複合機能	5V	数台・順潮流	－	×：台数不足	○：対応済
	C社	複合機能	2V	数台・順潮流	－	×：台数不足	○：対応済
家庭用蓄電池 (4社4機種)	C社	単機能	8V (7、8、9V)	60台程度・順潮流	○	○	○：対応済
	D社		10V	90台程度・順潮流	－	○	○：対応済
	D社		11V	30台程度・逆潮流	－	○	○：対応済
	E社		3V	80台程度・順潮流	－	○	○：対応済
	A社		6V	10台程度・順潮流	－	△：台数不足	○：対応済

A社T社、B社N社、C社O社、D社K社、E社NF社

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（3） 5G+MEC技術検証 b. 実運用に必要なMECエッジ検証

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （3）5G+MEC技術検証 b.実運用に必要なMECエッジ検証

【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・検証結果について、2022年度までの検証結果 および **2023年度の実施項目**は次のとおり。

検証項目		検証場所	2022年度の検証結果および2023年度の実施項目
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	<p>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</p> <p>・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）※</p> <p>・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</p>
		実フィールド	<p>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</p>
	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	<p>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</p> <p>→ 2023年度にて運用機能の開発検討を実施</p>
	5G回線検証端末	実フィールド	<p>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</p>
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	<p>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</p> <p>→ 2023年度にて可用性向上検討を実施</p>



※ 1 2021年度は産業用GW端末を低圧実証に共用したが、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

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （3）5G+MEC技術検証 b.実運用に必要なMECエッジ検証 2022年度の検討状況：

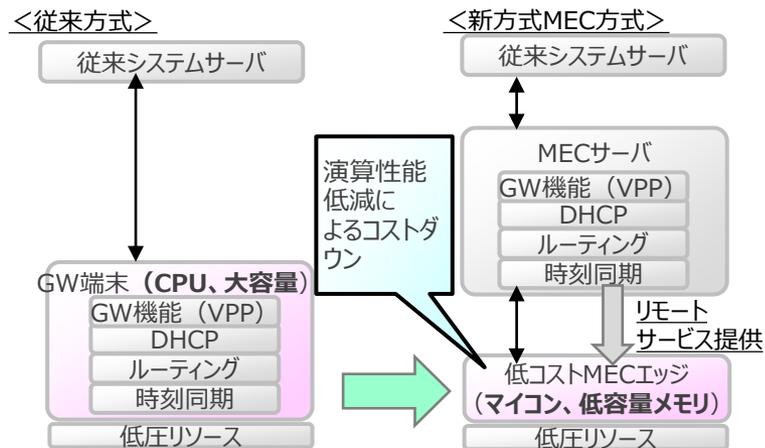
低コストMECエッジ（F02-UltraLite）開発によるコストダウン：従来機器（F02）対比△40%減と試算し、試作開発を実施 ※ 1

IoT機器からMECサーバへ演算機能を移し、MECサーバにて演算処理を実施することによるコストダウンを図る。
具体的には、昨年度（2021年度）実証での検討結果に基づく、次の内容を実現し低コスト化する。

- ・携帯電話回線機能のみを残し、演算性能の低減（CPUレス化：マイコン化）
- ・ソースコードを極限（通信機能のみ）まで低減（メモリ低容量化）

状況：本実証にて、低コストMECエッジの試作機器を4G回線に対して開発し、メーカー試験環境にて実証。

今後、現地エンジニアリング支援機能（DHCP(アドレス払出し)、ルーティング、時刻同期等）をMECサーバからリモートサービス提供する等の検討必要



※ 1 5Gモジュールは現時点では高額であり、今後の普及期において4Gモジュール相当まで低コスト化が進んだ前提での試算である。
なお、従来機器、低圧向けGW端末、低コストMECエッジは、各々F02、F02-Lite、F02-UltraLiteという製品型式である。

2023年度の検証結果： 実運用に必要なMECエッジ検証を次のとおり実施。

検証課題	対象サービス	検証概要	検証結果
現地エンジニアリング支援機能のリモートサービス提供	仮想GW端末機能（VPPエミュレーション）	MECサーバ内部にて仮想GW端末を構成、仮想リソースと接続しVPPエミュレーションを実機検証 課題： 特になし	○： 実機検証
	DHCP機能	DHCPサーバおよびクライアント機能をMECサーバ側転送管理することでリモート実証が可能であることを机上検証 課題： レスポンス遅延、回線遅延などの影響把握	○： 机上検証
	ルーティング機能	TCP/IPレベルでのバイナリでの処理が必要であり、その実施にあたっての課題などを机上検証 課題： マイコンであるためOSの機能が使えず開発課題有	○： 机上検証
	時刻同期機能	MECエッジ側にはMECサーバ側の仮想GW端末機能にて提供可能であることを机上検証 課題： リソース側への提供はルーティング機能が必要	○： 机上検証

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果

(3) 5G+MEC技術検証 c.周波数代表点計測広域相互冗長機能

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証

c. 周波数代表点計測における計測不良時の対応機能 開発検証（妥当性の事前検証）

【周波数計測に関する事前検証（周波数代表点計測の妥当性検証）】

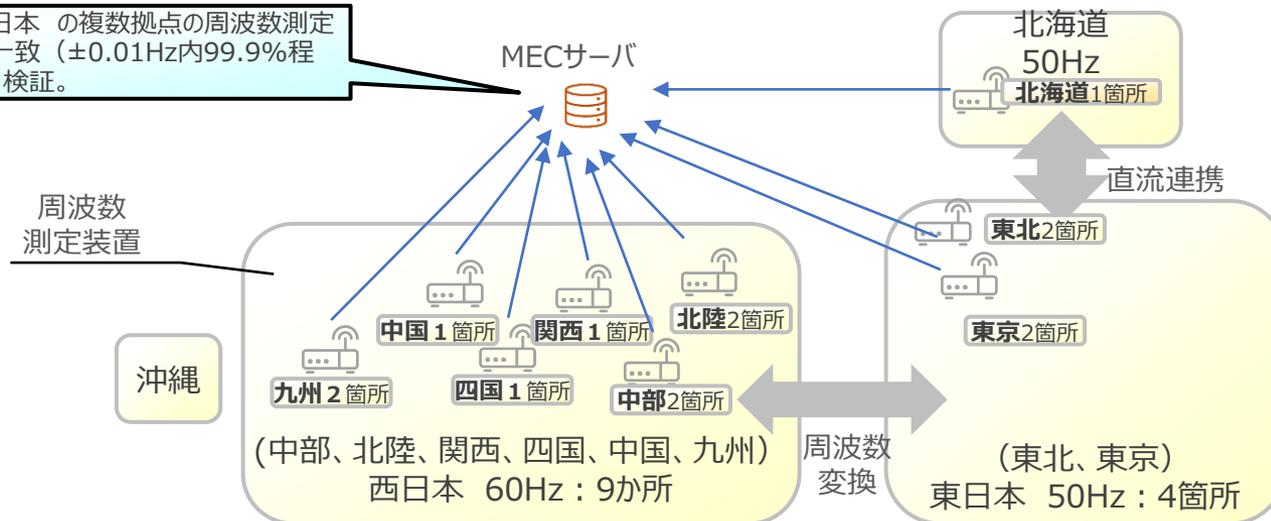
本実証の **新方式（MEC方式）1および2** では、**周波数代表点計測方式**（代表点での周波数計測値を同一仮想リソースを構成する全拠点の制御に用いる方式）を適用することから、その妥当性を検証する必要がある。

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、周波数代表点計測方式の妥当性を検証。

検証場所	検証項目	検証結果
実フィールド	周波数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。 2022年度：全国5エリアにて検証： 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。 東日本と西日本の各々同一系統で周波数の一致性を検証。 2023年度：全国9エリア14拠点拡大し検証：更になる妥当性の把握を実施 北海道（1か所）、東日本4箇所（東北2箇所、東京2箇所）、西日本9か所（中部2箇所、北陸2箇所、関西1か所、四国1か所、中国1か所、九州2箇所）の3系統に設置。 東日本と西日本の各々同一系統で周波数の一致性を検証。結果：99.9%程度 一致（±0.01Hz内）。24時間

※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

西日本、東日本 の複数拠点の周波数測定結果が概ね一致（±0.01Hz内99.9%程度）を分析・検証。



なお、本検証にあたり、西日本および東日本の全台を各々1拠点に集め、計測結果が±0.01Hz内に99.99%所在することを検証済

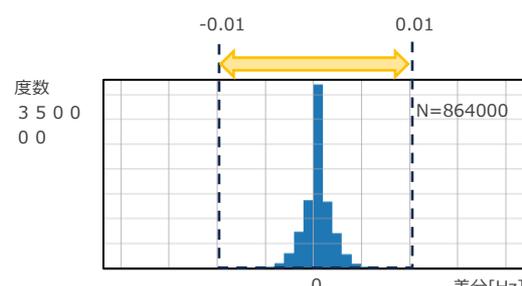
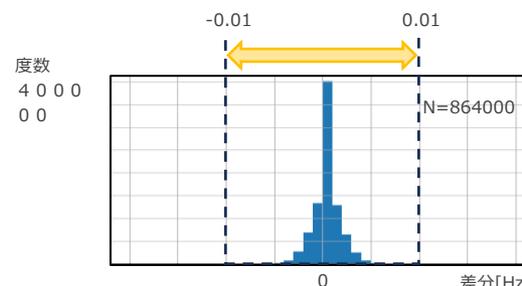
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証

c. 周波数代表点計測における計測不良時の対応機能 開発検証（妥当性の事前検証）

2023年度の検証結果

周波数一致性の確認試験を東日本／西日本の計8電力エリア、13拠点にて実施し、周波数代表点計測の妥当性を示した。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 99.9% (0.01Hz以内) 一致 [計測期間：2024年1月27日0時～23時59分59秒の24時間]</p> <p>福島県内1か所： 発電所1か所（発電事業者拠点） 青森県内1か所： オフィス1か所（メーカ拠点） 都内2か所： オフィス1か所（エナリス本社） 集合住宅1か所（エナリス社員宅）</p> <p>→ 同一系統(同一電力エリア、異電力エリア)にて、 設置環境（発電所、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. 青森県内1か所とエナリス本社の一致性 (例)</p>
	<p>結果： 西日本 99.9% (0.01Hz以内) 一致 [計測期間：2024年1月27日0時～23時59分59秒の24時間]</p> <p>静岡県内1か所： 工場構内1か所（RA事業者拠点） 愛知県内1か所： オフィス1か所（RA事業者拠点） 富山県内1か所： 戸建住宅（エナリス社員宅） 福井県内1か所： 戸建住宅（エナリス社員宅） 兵庫県内1か所： 集合住宅（エナリス社員宅） 愛媛県内1か所： オフィス1か所（発電事業者拠点） 広島県内1か所： 工場構内1か所（発電事業者拠点） 福岡県内1か所： オフィス1か所（メーカ拠点） 福岡県内1か所： 戸建住宅（エナリス社員宅）</p> <p>→ 同一系統(同一電力エリア、異電力エリア)にて、 設置環境（工場構内、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. 広島県内1か所と福島県内1か所の一致性 (例)</p>

(参考) 長期 (0.5か月程度：2024年2月1日～13日) の計測結果分析を実施し、99%超の一致を確認済

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 (3) 5G+MEC技術検証

c. 周波数代表点計測における計測不良時の対応機能 開発検証（広域相互冗長機能）

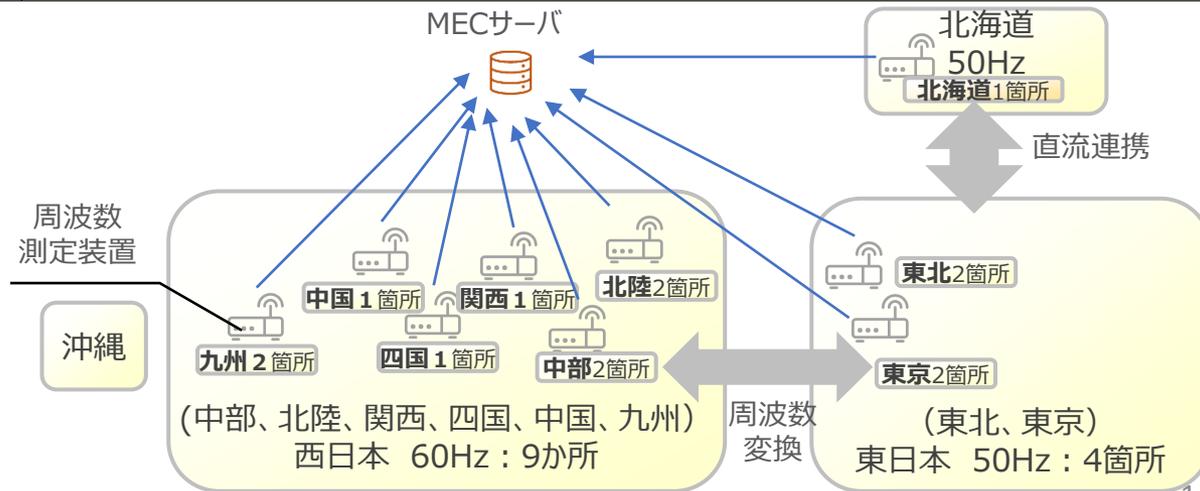
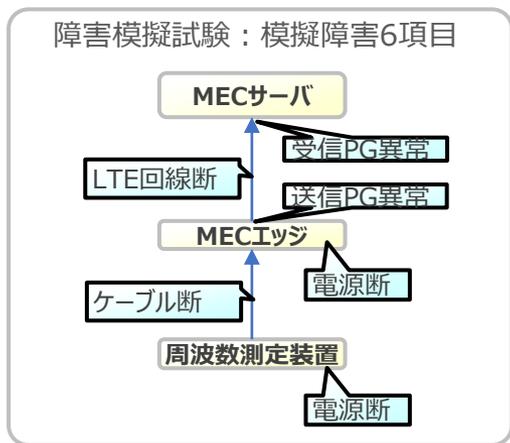
【周波数計測に関する検証（周波数代表点計測の可用性検証）】

本実証の **新方式（MEC方式）1および2** では、周波数代表点計測方式（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**可用性を確保**する必要がある。

可用性確保方策として、本実証にて**広域相互冗長機能を開発**した。計測箇所で障害が発生した際にも、計測途絶が500ms以下にて、事前に設定した測定箇所に切替できることを機能確認。（**同一エリア、同一系統（西日本系統内など）で広域かつ相互に冗長化可能**）

検証場所	検証項目	検証結果
実フィールド	周波数代表点計測の可用性検証 広域相互冗長機能検証試験 ・模擬障害を発生させる。 ・同一エリア、同一系統内の他の周波数測定箇所に自動切替実施 (計測途絶：500ms以下)	実施日時： 2024年2月16日（金）17時30分～19時30分 対象箇所： 全国9エリア14拠点のうち8エリア13か所（西日本、東日本の全測定箇所） 障害発生： 電源断など6項目から選択実施 検証手順： 同一エリア内での冗長切替試験（北陸エリアにて実施）：全6項目実施 西/東日本の全拠点での冗長切替試験（西日本9か所間、東日本4箇所間）：送信PG異常にて実施 1拠点→その他全拠点への切替試験、全拠点での連続障害試験 検証結果1： 同一エリア内での冗長切替試験 結果 良 全試験項目において、 400ms以下にて切替完了 し 測定断は400ms以下であることを確認 検証結果2： 西/東日本の全拠点での冗長切替試験 結果 良 全試験項目において、 500ms以下にて切替完了 し 測定断は500ms以下であることを確認 ・西日本系： 九州1からその他：500ms以下、連続障害試験：500ms以下 ・東日本系： 東北1からその他：400ms以下、連続障害試験：400ms以下

■ 広域相互冗長機能検証試験イメージ



実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果

(3) 5G+MEC技術検証 d.通信コスト低減に向けた開発検証

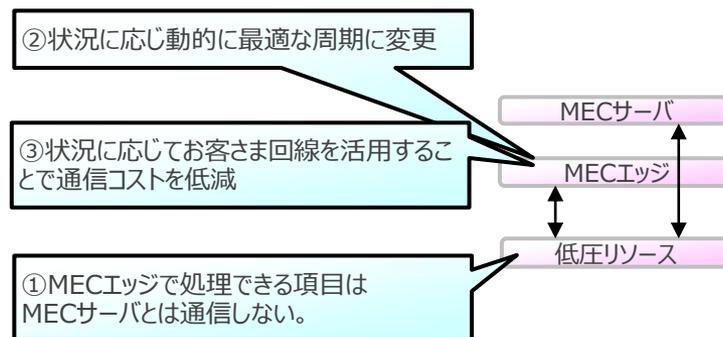
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（3）5G+MEC技術検証

d. 通信コスト低減に向けた開発検証

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を下記の3つの観点で検討

観点	検証項目	検証結果
通信コストの低減	①送信項目低減に関する検証	通信項目低減：データ伝送項目の最適化の検討 検証結果： <ul style="list-style-type: none"> ・低コストMECエッジのマイコンにて可能な処理については、MECサーバ～低圧リソース間の処理とせず、当該MECエッジ～対象リソース間にて終端することで、通信項目を低減する ・その他、テキスト形式データをバイナリ化するなどの送信低減方法が考えられる。（開発時はデバック用に必要だが運用段階ではバイナリ化可能）
	②送信周期の最適化に関する検証	通信頻度低減：計測/制御周期の可変最適化機能の検討 検証結果： <ul style="list-style-type: none"> ・可変最適化機能は、①期間におけるイベント約定の有無、②イベント種別、③制御状況（評価値）などにて、計測/制御周期を最適化することで、通信頻度を低減する。 イベントが無いとき：1分周期、イベント期間：一次は1秒、二次三次は6秒周期で情報取得
	③お客さま回線併用に関する検証	通信効率化：お客さま回線の併用による通信効率化の検討 検証結果： <ul style="list-style-type: none"> ・制御イベントが無い際には、お客さまの別目途で契約した回線にて、情報取得を実施 ・制御イベントがある際には、LTEなどの携帯電話回線にて、情報取得および制御を実施 ・セキュリティリスクに考慮して、制御イベント実施の1時間前からは携帯電話回線とする。 ・想定データ量：1時間あたり1.8MB程度（1秒あたり0.5kB程度）



実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（4）最適化ロジックモデルの構築による実証
（エナリス（スマートテック）、レジル）

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（4）最適化ロジックモデルの構築による実証
（エナリス（スマートテック））

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

■ 実証概要

収益最適化ロジックおよびその活用イメージ

受益対象者およびその条件

- ・需要家
- ・小売事業者
- ・アグリゲータ など

運用制約などの運用条件

- ・優先する市場・商品など
- ・運用タイムスケジュール
(運用体制、市場ルール) など

商品・市場 等：

- ・調整力：需給調整市場 [入札]
- ・供給力：スポット市場 [入札]
- ・発動指令電源：容量市場 [発動]
- ・その他：ピークカット、BCP [発動] など

収益最適化ロジック
による判断情報の演算および出力

予測結果活用：
気象、市場価格、インバランス価格

市場価格等の予測も演算に活用
→予測精度も収益に影響か

演算結果として出力された判断情報をもとにして運用判断し、スケジュールに沿って運用対応(入札など)

収益最適化ロジックに関する実証

・EVを用いたアービトラージ最適計画策定実証

・蓄電池リソースによる三次調整力入札に関する最適計画策定実証

→ 得られた知見を基に、供給力実証として、「蓄電池リソースを用いた アービトラージと三次調整力の最適化の制御実証」を実施
(供給力実証として別スライドに記載)

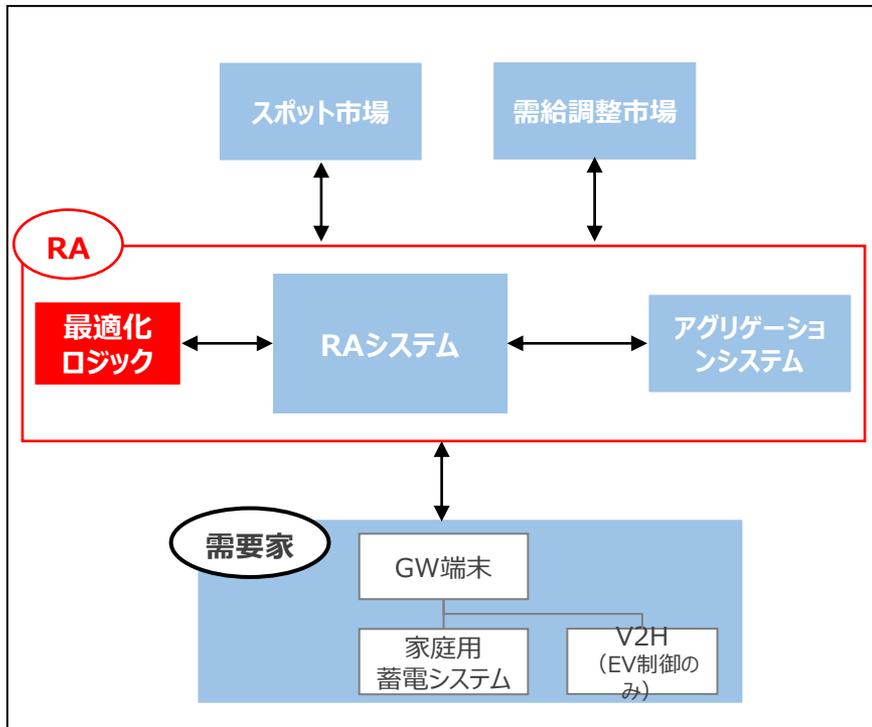
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

■ オフライン実証：概要

概要	数理最適化手法を用いた 需要家のEVを用いたアービトラージの計画策定方法の検討、および、蓄電池リソースによる三次調整力の入札価格・入札量・入札ブロック決定方法の検討 を行った。
制約条件	過去データを用いて事前の計画策定を模擬した。

EV制御/三次調整力計画のシステム構成（想定）



最適計画策定方法の概要

■ EVを用いたアービトラージ最適計画策定

- EV在宅予測・SoE予測を用い、外出期間と当該期間でのSoE利用量（予測）を取得
- アービトラージの計画策定を数理最適化手法を用いて定式化
 - EVの外出中の蓄電利用を制約として課す。つぎの条件となる。
 - 外出中のEVは充電不可、外出利用(車両走行)以外の放電は不可
 - 在宅中のEVの充放電について可能量や定格等に基づく上下限を制約として課す
 - EVとして常に確保するSoCの下限値を設定し、可能な限りそのSoCを下回らないように誘導
 - 上記の制約の下で、スポット市場取引による電力調達コストを最小化する

■ 蓄電池リソースによる三次調整力入札に関する最適計画策定

- 入札候補となるブロックに対し、約定価格の最大値（約定閾値）を予測する
- 入札候補となるブロックに対し、裁定取引にリソースを利用した場合と利用せずに三次調整力応動に用いた場合とで収益が等しくなるような入札価格（損益閾値）を算定する
- 各ブロックの損益閾値・約定閾値と、可能量から決まる入札量を鑑みて期待される利益が大きいブロックへの入札を決定する

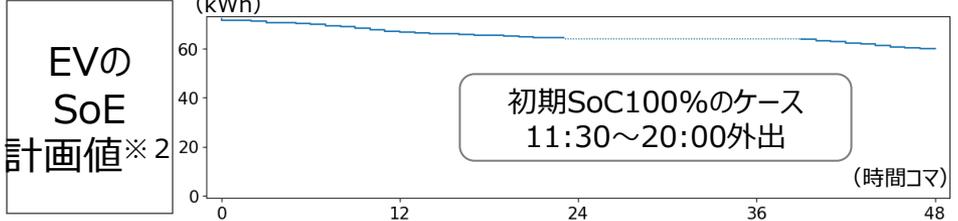
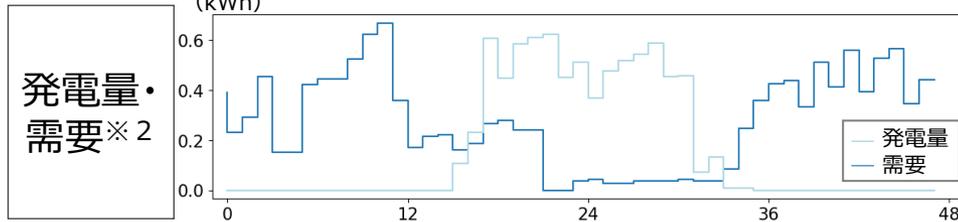
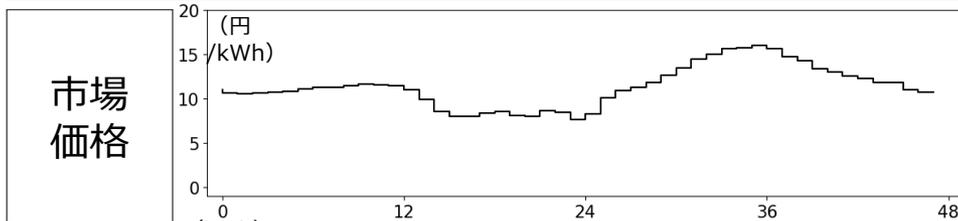
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

■ オフライン実証 1：EVを用いたアービトラージ最適計画実証

実験シナリオ詳細

- 実施想定エリア：中部、実験対象日：2023/10/3
- 拠点：2拠点（A拠点、B拠点）
 - 発電リソースの発電容量は各5kW
 - 各拠点EVについて、拠点にV2Hチャージャー有、定格入出力6kW、定格容量72kWh、初期蓄電残量一律100%または一律50%
 - EVとして常に確保するSoCの下限値を50%に設定
 - EVの外出期間は予測モデルを利用（外出期間の予測は外れない条件にて実施）



初期SoC	拠点	EVアービトラージ収益
50%	A	8.5円
	B	13.1円
100%	A	120.7円
	B	162.9円

考察

- 需要が大きく、市場価格が高い時間帯にEVが放電
→ **アービトラージによる収益確保を確認**
- 初期SoC50%の場合はSoC下限の制約が厳しいため利益が上がりにくい
- V2Hチャージャーはリソース逆潮を行わないため、充放電の幅が小さい

※1 収益 = アービトラージ収益 - アービトラージ託送料金 - 需要コスト - 蓄電残量清算コスト
 需要コスト = $\sum((\text{需要} - \text{発電量}) * \text{市場価格})$
 蓄電残量清算コスト = 初期蓄電残量 * 市場価格（1日平均） - 終了時蓄電残量 * 市場価格（1日平均）
 ※2 図示している発電量・需要、EVのSoE計画値は1拠点のみ

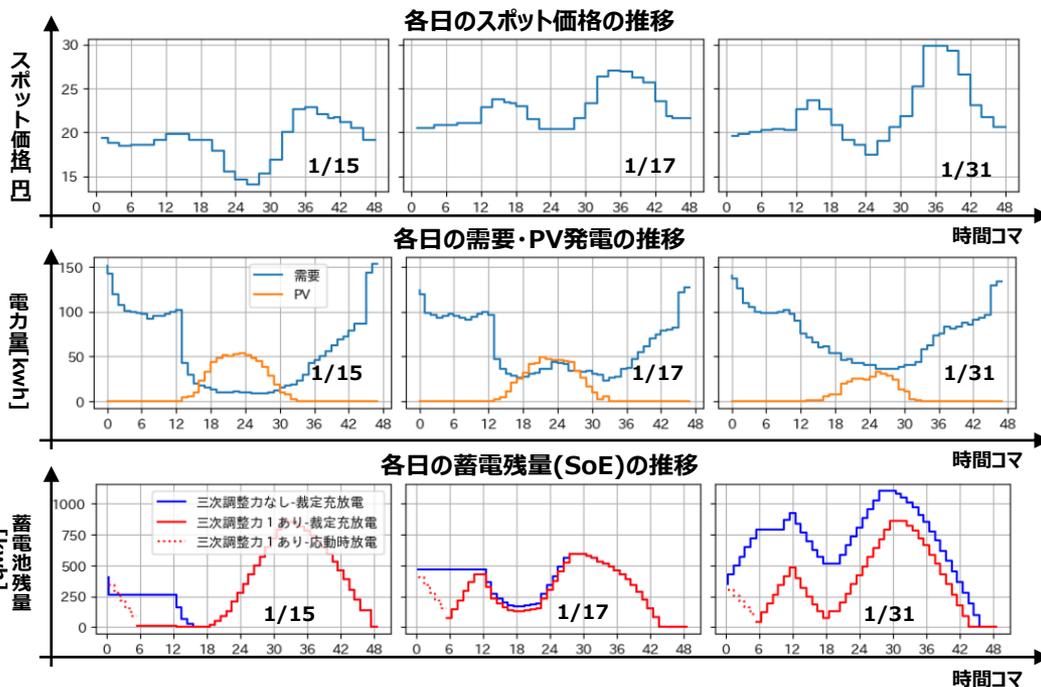
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

■ オフライン実証2：蓄電池リソースによる三次調整力入札に関する最適計画実証

実験シナリオ詳細

- 実施想定エリア：北海道、実断面の日にち：2023/1/15、1/17、1/31
- 拠点数：106
 - 各拠点PVあり、発電容量計106kW、各拠点蓄電池あり、定格入力計294kW、定格出力計658kW、定格容量計1170kWh、充放電効率0.95
 - 初期蓄電残量：予測値を使用、30%~40%
- 調整力商品：三次調整力①
- スポット市場価格、需要・PVの量、初期蓄電残量は1日前予測を暫定的に利用



三次調整力あり・なしの収益比較
(上段：三次調整力あり、下段：三次調整力なし)

日にち	裁定充放電収益※1	調整力収益	総収益	増加率※2
1/15 (日)	3,962円 11,370円	39,089円 0円	43,051円 11,370円	279%
1/17 (火)	3,891円 12,196円	39,301円 0円	43,193円 12,196円	254%
1/31 (火)	7,304円 13,930円	30,580円 0円	37,885円 13,930円	172%

考察

- すべての実験シナリオで数理最適化を用いた三次調整力応動による収益性の向上を確認。
- 蓄電池活用による利益が生まれづらい時間帯に調整力応動することにより収益を得ることができる。最適化ロジックはそのような時間帯を捉え適切に入札計画を策定できている。

※1) 蓄電池の裁定充放電収益 ($\sum\{(放電量-充電量) \times \text{スポット価格}\}$) と最終コマ蓄電残量 \times スポット価格48コマ平均の和。2項目は最終コマにおけるSoEの差分を評価するため導入した。

※2) 調整力ありとなしの場合の総収益の差 / 調整力なしの場合の総収益 \times 100。

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（4）最適化ロジックモデルの構築による実証

（レジル）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

独自実証の実施状況（収益最適化ロジックモデルの構築）

【実証概要】

本実証では、需給調整市場（三次②①、二次②）・JEPXスポット市場での値差取引（アービトラージ）を対象とした、複数市場における収益最適化となる入札組み合わせを算出し、制御時の挙動を踏まえた落札後の経済性について、シミュレーターを用いて試算する。

【収益最適化となる入札組み合わせを算出】

対象期間における、施設需要・JEPXスポット価格・三次②①ΔkW価格・二次②ΔkW価格のデータをインプットし、数理最適化により経済性が最も大きくなる入札の組み合わせ（市場メニュー・ブロック・入札量）を算出。

※二次②ΔkW価格はメニュー開設前で価格データが存在しないため、3次②ΔkW価格から乱数で2倍or0.5倍した値として作成

【シミュレーション設定】

■ 対象期間

2023年12月19日～2024年1月22日

■ 対象エリア

東京

■ 蓄電池のスペック情報

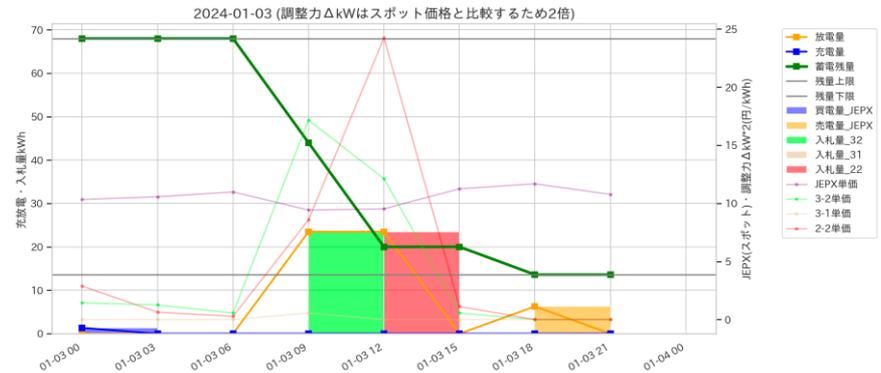
AC実効容量：68kWh

AC定格入出力：10kW

充放電効率：0.98

■ 設定

需給調整市場の事前制御として制御開始時点で蓄電池SOC80%となるよう設定



	1	2	3	4	5	6	7	8
3-2への入札量(kW)	0.0	0.0	0.0	7.824	0.000	0.0	0.0	0.0
3-1への入札量(kW)	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
2-2への入札量(kW)	0.0	0.0	0.0	0.000	7.824	0.0	0.0	0.0

2024年1月3日の場合、三次②はブロック4に7.824kWの入札、二次②はブロック5に7.824kWの入札を行い、JEPXスポット価格の高い18時に放電することが、経済性が高くなる組み合わせとして算出されていることが確認できる。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証 独自実証の実施状況（収益最適化ロジックモデルの構築）

対象期間における試算の結果、需給調整市場に参加するブロックは以下の6回のみとなった。

対象市場	イベント対象開始間	イベント対象開終了	入札量kW
二次②	2023/12/27 15:00	2023/12/27 18:00	7.824
二次②	2023/12/28 9:00	2023/12/28 12:00	7.824
三次②	2024/1/3 9:00	2024/1/3 12:00	7.824
二次②	2024/1/3 12:00	2024/1/3 15:00	7.824
二次②	2024/1/11 15:00	2024/1/11 18:00	7.824
三次②	2024/1/22 15:00	2024/1/22 18:00	7.824

要因として、需給調整市場の Δ kW価格がJEPXの値差より低い日が多く、ほとんどの日でアービトラージ取引を行うことが、収益性を高める組み合わせとなったためだと考えられる。

実証概要（独自実証）

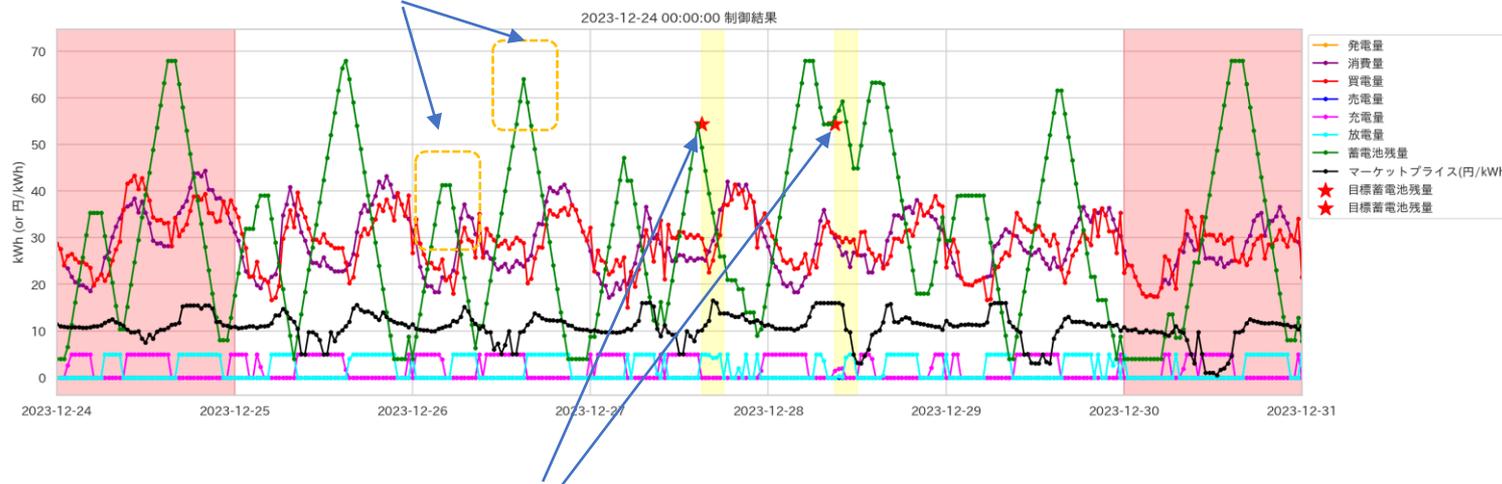
1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

独自実証の実施状況（収益最適化ロジックモデルの構築）

【制御時の挙動を踏まえた落札後の経済性】

対象期間において入札した6回の需給調整市場のイベントも含め、制御時の挙動を踏まえた落札後の経済性を試算する。以下は1週間分の制御シミュレーション結果を表しており、需給調整市場に参加しない日は、1日2サイクルでアービトラージ取引を行っていることが確認できる。

1日2サイクルで充放電を繰り返していることが蓄電残量の推移から確認できる。



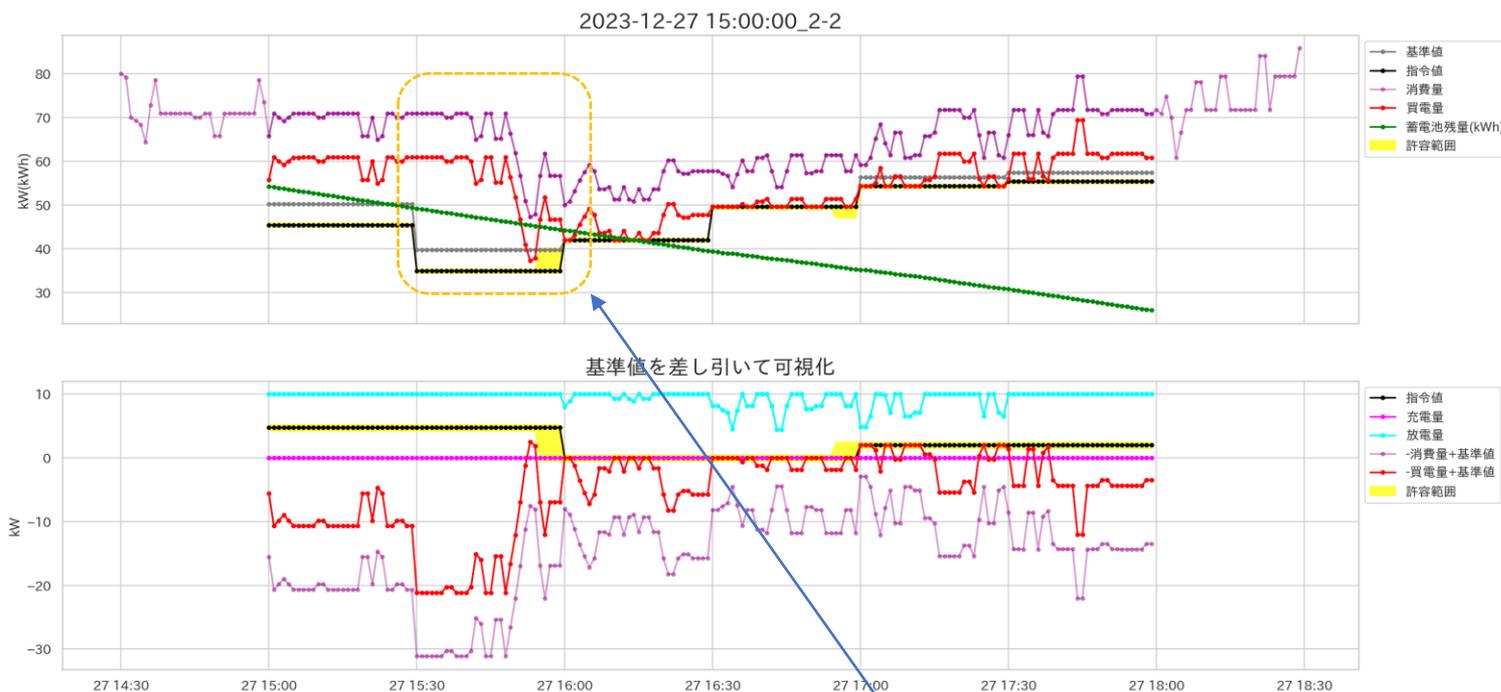
また、グラフ内の★印は需給調整市場の目標蓄電残量を意味しており、アービトラージを行いながら、イベント開始前に意図した残量になっていることも確認できる。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （4）最適化ロジックモデルの構築による実証

独自実証の実施状況（収益最適化ロジックモデルの構築）

需給調整市場のイベント時の挙動の代表的な例として、以下に12月27日の二次②のブロックの挙動を示す。



High4of5で算出した基準値に対して、当日の消費電力が高いため、定格出力で放電しても買電量が許容範囲内に収まらない結果となっている。基準値と当日の消費に乖離が生じた要因として、High4of5による予測誤差の影響に加え、ほとんどの日でアービトラージを行っているため、JEPX価格の高くなる15時以降は放電していることが多く、買電量が減った状態でHigh4of5を算出することで、普段の消費電力より基準値が低く出るためである。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（4）最適化ロジックモデルの構築による実証

独自実証の実施状況（収益最適化ロジックモデルの構築）

対象期間における経済性を試算した結果を以下に示す。

[イベント毎の経済性を集計]

2023-12-27 15:00:00_2-2

期間: 2023-12-27 15:00:00 ~ 2023-12-27

18:00:00

落札量: 4.75 kW

成功コマ数: 0 / 6

利益: -185 円

2023-12-28 09:00:00_2-2

期間: 2023-12-28 09:00:00 ~ 2023-12-28

12:00:00

落札量: 4.75 kW

成功コマ数: 3 / 6

利益: 66円

2024-01-03 09:00:00_3-2

期間: 2024-01-03 09:00:00 ~ 2024-01-03

12:00:00

落札量: 4.75 kW

成功コマ数: 0 / 6

利益: -122 円

2024-01-22 15:00:00_2-2

期間: 2024-01-22 15:00:00 ~ 2024-01-22

18:00:00

落札量: 4.75 kW

成功コマ数: 3 / 6

利益: 36 円

[シミュレーション期間全体の経済性を集計]

総買電金額: 543,936 円

総売電金額: 0 円

1日あたり買電金額: 15,541 円/日

1日あたり売電金額: 0 円/日

総充放電アービトラージ収益: **10,401円**

1日あたり充放電アービトラージ収益: 297 円/日

イベント参加報酬: 1,030 円

イベントペナルティ: 1,234 円

イベント利益: **-204 円**

イベント要件不適合回数: 4 / 4

蓄電池充放電による合計収益: **10,197 円**

1日あたり蓄電池充放電による合計収益: 291 円

前述の基準値と当日消費のズレにより、需給調整市場のイベントは多くのコマで失敗しており、ほとんどの日をアービトラージ制御する場合の収益最適化ロジックについては、今後の検討が必要である。

一方、アービトラージ制御においては期間中に約10,401円の収益があり、需給調整市場で失敗したペナルティ約204円を差し引いても、**約10,197円の収益**となることが確認できる。

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（5）需給調整市場での複合約定検証

（auエネルギー&ライフ, 東邦ガス・MHIET）

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（5）需給調整市場での複合約定検証

（auエネルギー&ライフ）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

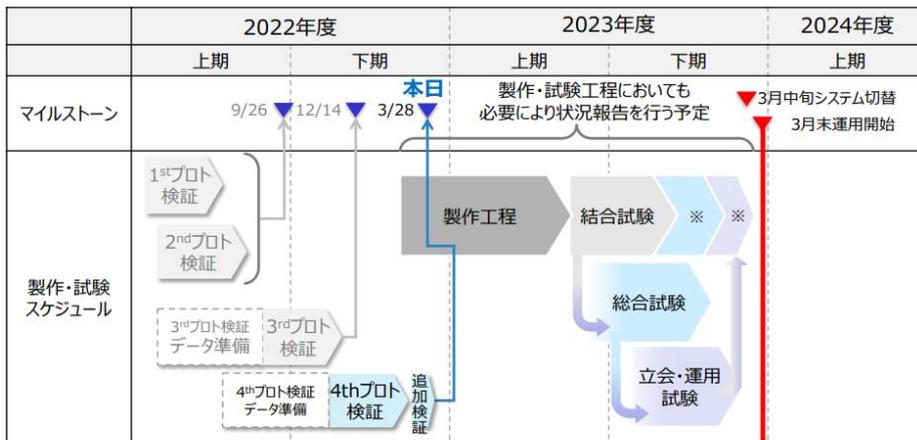
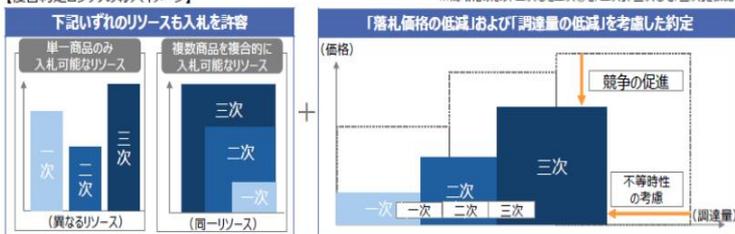
■ 実証概要

需給調整市場における複合約定の検討状況（需給調整市場検討小委員会（2023年3月28日）資料4-1を参照）

- 複合約定のための並列化処理などは、2023年度末運用開始とされている。
- 単一リソースで複数商品に入札可能なリソースは、「単一商品への入札」「複数商品への入札」の2つから選択可だが、後者が優先される可能性が大きいとされている。複合約定の対象となる商品は、一次、二次①②、三次① とされている。

- 前述の通り、単一のリソースで複数商品に入札可能なリソースについては、複合的な入札を許容することで、不等時性を考慮した調達が可能となり、調達量合計の低減、ひいては調達コストの低減に寄与することが考えられる。
- 他方、単一商品にのみ入札可能なリソースは、当該商品のみを落札となり商品の合成による調達量合計の低減とはならないが、商品毎の競争がより一層促進されることから、商品の細分化に関する考え方も合致する。
- このことから、商品毎の必要量および不等時性を考慮した必要量を充足させることを前提に、**単一商品での入札および複数商品の複合入札の双方を許容し、落札価格が最も安価となるように、それら入札を最適に組み合わせる考え方を「複合約定ロジック」として整理し、これを前提とした調達を実施することとしてはどうか。**

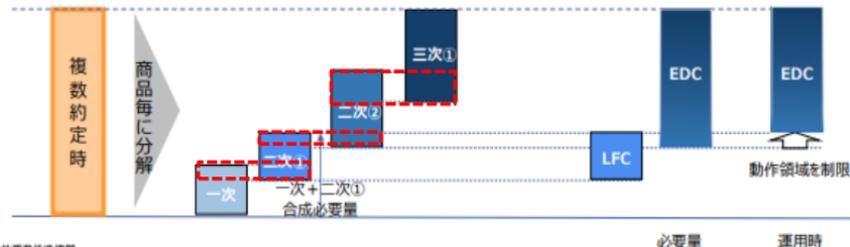
【複合約定ロジックの導入イメージ】



凡例：需給調整市場検討小委員会 ▼

複合約定に関する検証案（一例）

- ・複数の商品に供出可能なリソースの抽出およびその検証
例：商品間重複量 なし：一次と二次②での複合約定
あり：二次②と三次①での複合約定
- ・想定される基盤整備事業者からの指令値およびその制御検証
例：複合約定内容による指令値の検証
指令値に対する各制御機能への対応課題の抽出 など



実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

■ 実証対象商品

複合約定の対象となる単一商品： 週間市場商品 かつ A事業者対応可能な 一次、二次②、三次①の複合

単一商品名	本実証対象	A事業者対応	週間市場 /前日市場	位置づけ
一次	○：対象	－：不要(オフライン)	週間市場商品	GF(ガバナフリー)相当。 FCR(Frequency Containment Reserve)
二次①	×：対象外	×：不可(専用線オンライン)	週間市場商品	LFC(負荷周波数制御)相当。 S-FRR(Synchronized Frequency Restoration Reserve)
二次②	○：対象	○；可能(簡易指令)	週間市場商品	EDC(経済負荷配分制御) FRR(Frequency Restoration Reserve)
三次①	○：対象	○；可能(簡易指令)	週間市場商品	EDC(経済負荷配分制御) RR(Replacement Reserve)
三次②	×：対象外	○；可能(簡易指令)	前日商品	FIT等における前日からGCまでの予測誤差に対応 RRF(Replacement Reserve for FIT)

実証を実施する複合商品： 次のとおり（一次＋三次①については、一次＋二次②の要件低下版であり実施しない）

実証対象の複合商品	概要	備考
二次②＋三次①	二次②のインタフェースにて簡易指令される。 なお、EDC同士の複合商品であり、TSO側からは、より制御要求が厳しい二次②の応動性能をベースとした指令となる。	二次②の基準をベースとしつつ、 制御要求への三次①考慮を確認必要
一次＋二次②	二次②のインタフェースにて簡易指令される。 GFとEDCの複合商品であり、GFである一次は自端制御となるが、制御にあたっては、簡易指令である二次②との複合動作が求められる。	複合動作の難易度が高い
一次＋二次②＋三次①	二次②のインタフェースにて簡易指令される。 GFとEDCの複合商品であり、GFである一次は自端制御となるが、制御にあたっては、簡易指令である二次②との複合動作が求められる。	複合動作の難易度が高い

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証

■ 実施項目および判定基準の概要

試験実施項目およびその概要：次のとおり。

区分	試験実施項目	概要	実施
事前審査 (実働試験)	① 応札予定の各商品の事前審査	一次～三次①の各単一商品における事前審査に準ずる	— 単一商品として実施済
	② 応札予定の複合商品に係る合成した指令信号への追従性能審査	<ul style="list-style-type: none"> ・模擬信号等により中給からの指令信号に対する応動性を確認（簡易指令も含むと解釈） ・周波数偏差に対する制御機能の使用状況を確認 	○ 実施対象 (共通実施)
アセスメントⅡ	事前審査②と同様	事前審査②と同様	

取引ガイド（全商品）2023年12月1日版 改定案 を参考に作成

判定基準の概要（具体的な方法およびイメージ含む）

事前審査(実働試験)およびアセスメントⅡの概要

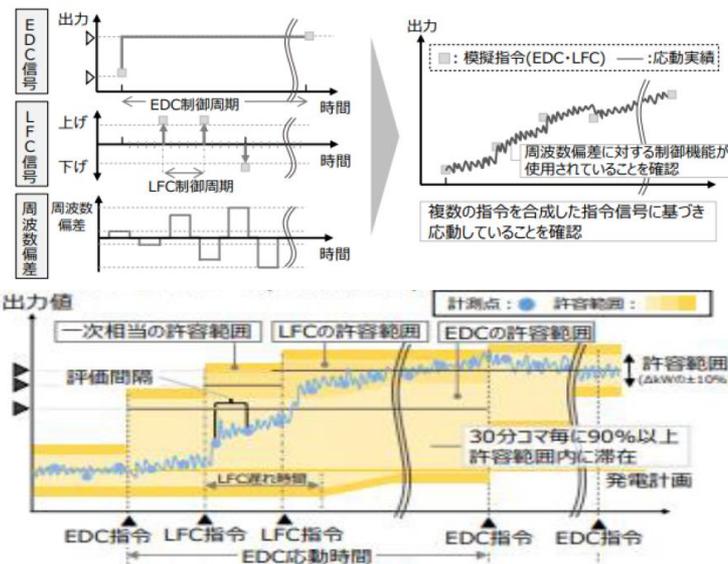
項目	実施内容
評価対象	実出力(需要実績)と基準の差※1 [発電端値を送電端値に換算し確認]
評価間隔	内包される単一商品のうち最も評価間隔の短い商品に準じた間隔
許容範囲	一体的な指令信号※2に対して単一商品で整理した許容範囲および一次の ΔkW 落札量※3を足し合わせた範囲
評価方法	計測点を30分コマ単位で評価し、許容範囲への滞在率が90%以上となっていること※4

- ※1：評価間隔と同間隔で基準を作成
- ※2：出力変化量での指令（DSR等への実出力指令を含む）については、中給システムの改修が必要
- ※3：異常時は一次相当の許容範囲の上限は定めない
- ※4：必要に応じて一般送配電事業者は制御機能の使用状態を確認する

特記事項：

上記の許容範囲に記載のとおり、一次の ΔkW 落札量を足し合わせた範囲としつつも、※3のとおり、異常時は一次相当の許容範囲の上限は定めないこととする。

事前審査(実働試験)およびアセスメントⅡのイメージ



取引ガイド（全商品）2023年12月1日版 改定案 を参考に作成

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証

■ 本実証における評価方法および実証結果の概要

本実証における複合約定イベントクリアに関する評価方法の考え方：

- ・内包される単一商品のうち最も評価間隔の短い商品に準じた間隔を評価間隔とする。
但し、本実証においては、分析の簡素化を図るため一律1分間での評価間隔とする。（一次調整力を含む場合も1分間隔で評価）
- ・二次②、三次①の一体的な指令信号に対して単一商品で整理した許容範囲および一次の ΔkW 落札量を足し合わせた範囲とする。
なお、一次における異常時は一次相当の許容範囲の上限は定めないこととする。
- ・計測点を30分コマ単位で評価し、許容範囲への滞在率が90%以上となっていることが複合約定イベントクリアの条件となる。



実証対象の複合商品	最短評価間隔	評価方法	実証結果	備考
二次②+三次①	1分間	評価間隔は1分間とし、各30分コマ単位で三次①約定 ΔkW に基づく二次②許容範囲内に90%以上滞在	○：良 (イベントクリア)	
一次+二次②	1秒間	評価間隔は1分間とし、各30分コマ単位で二次②単独許容範囲に一次の ΔkW を足し合わせた許容範囲内に90%以上滞在	○：良 (イベントクリア)	評価間隔は1秒周期だが分析簡素化のため1分周期化
一次+二次②+三次①	1秒間	評価間隔は1分間とし、各30分コマ単位で三次②約定 ΔkW に基づく二次②許容範囲に一次の ΔkW を足し合わせた許容範囲内に90%以上滞在	○：良 (イベントクリア)	評価間隔は1秒周期だが分析簡素化のため1分周期化

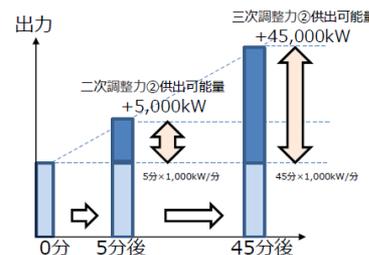
二次②と三次①複合指令の考え方（A事業者間取り結果）：

二次②・三次②を同一提供期間に約定した場合の簡易指令システムによる制御指令方法（取引ガイド2023年12月1日版）の記載内容を二次②と三次①の複合約定に読み替え

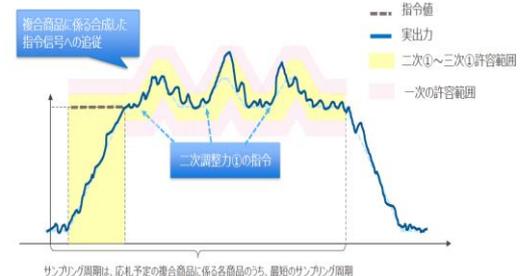
MAX[二次②供出可能量、三次①供出可能量の1/3] 以下に制限頂けるとの条件であった。

本実証でもそのように制御指令を受けていることを確認。

二次①と三次②を同一提供期間に約定した際の指令イメージ



一次を含む複合での許容範囲イメージ



実証概要（独自実証）

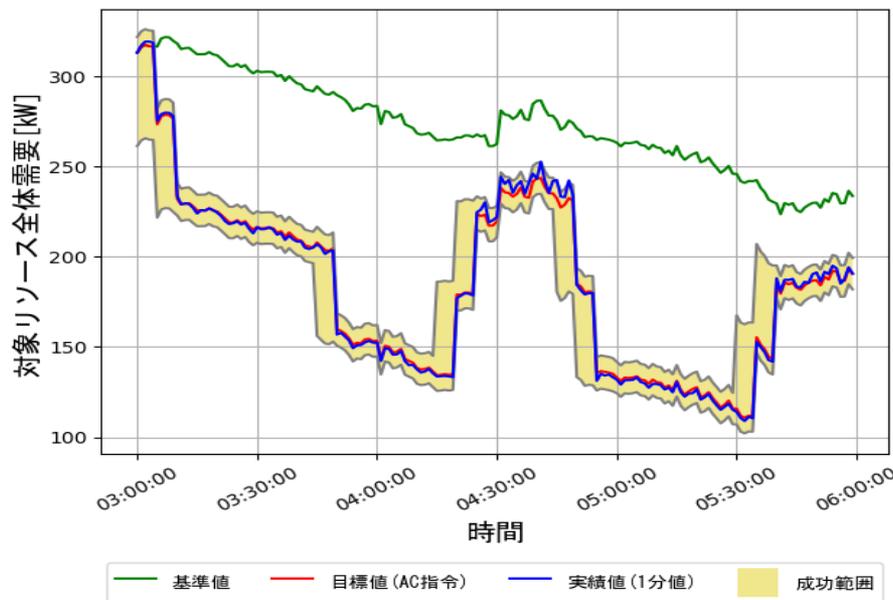
1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証

■実証結果1（二次②+三次①）

実証データまとめ 2024年1月24日 二次②+三次① 3:00~6:00

エリア：東北 対象リソース：家庭用蓄電池 仮想リソース：1台（10V） 供出可能量：二次② 43kW 三次① 87kW
 供出可能量合算：130 kW

二次調整力②/約定量130 kWの成功範囲による判定



コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(27/30)	90.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%
平均	○(177/180)	98.33%

指令値の変化量

時間	継続時間	指令値	変化量	比較値	指令値の変化量
03:00 - 03:05	5分	0	-	-	-
03:05 - 03:10	5分	43	43	43.33	○
03:10 - 03:15	5分	86	43	43.33	○
03:15 - 03:50	35分	86.5	0.5	43.33	○
03:50 - 03:55	5分	129.5	43	43.33	○
03:55 - 04:20	25分	130	0.5	43.33	○
04:20 - 04:25	5分	87	-43	43.33	○
04:25 - 04:30	5分	44	-43	43.33	○
04:30 - 04:50	20分	43	-1	43.33	○
04:50 - 04:55	5分	86	43	43.33	○
04:55 - 05:00	5分	129	43	43.33	○
05:00 - 05:35	35分	130	1	43.33	○
05:35 - 05:40	5分	87	-43	43.33	○
05:40 - 05:45	5分	44	-43	43.33	○
05:45 - 06:00	15分	43	-1	43.33	○

- 全コマ成功
- 約定量合算 130kWに対して、二次調整力②の成功判定を行った
- 指令値の変化量は二次調整力②の供出可能量と、供出可能量合算の三分の一の大きな方43.33kW以下であり、適切な指令であると判断できる

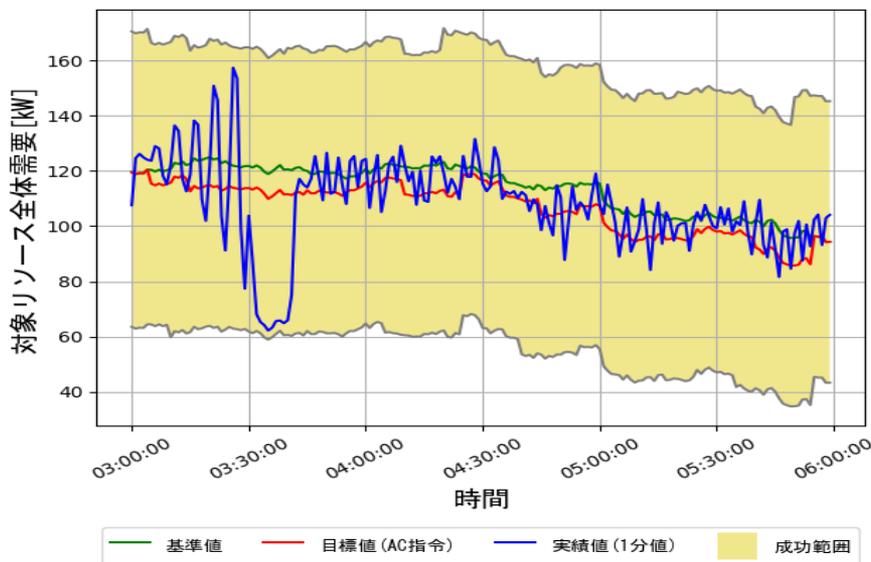
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

■実証結果2 （一次+二次②）

実証データまとめ 2024年1月12日 一次+二次② 3:00~6:00 <東京エリア>

エリア：東京 対象リソース：家庭用蓄電池 仮想リソース：1台（8V） 供出可能量：一次 50kW 二次② 10kW



一次調整力+二次調整力②の成功範囲による判定

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(30/30)	100.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%
平均	○(180/180)	100.00%

※ 異常時につき放電側出力に上限は設けなかったため合格

- 全コマ成功
- 複合約定としては全コマにおいて成功範囲内であり、正しく制御できているといえる

複合における事前審査を意識した一次調整力の模擬周波数信号投入：

- ・開始～開始後30分：平常時の模擬信号
- ・開始後30分～45分：異常時の模擬信号
- ・開始後45分以降：系統の計測周波数

実証概要（独自実証）

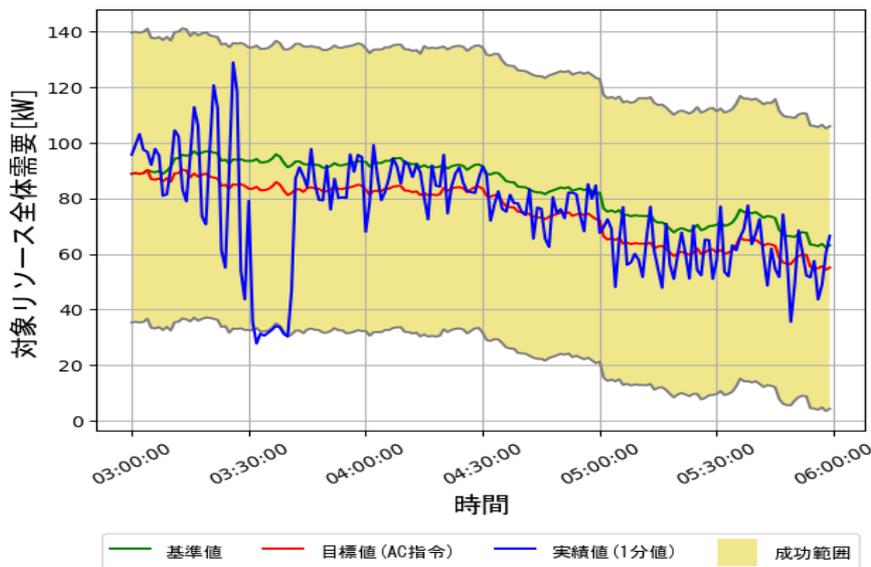
1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証

■実証結果3（一次+二次②+三次①）

実証データまとめ 2024年1月31日 一次+二次②+三次① 3:00~6:00 <東京エリア>

エリア：東京 対象リソース：家庭用蓄電池 仮想リソース：1台（8V）

供出可能量：一次 50kW 二次② 2kW 三次① 8kW 供出可能量合算：60kW



- 全コマ成功
- 二次調整力②と三次調整力①の約定量合算10kWに対して、二次調整力②の成功範囲に加え、一次の約定量に基づく成功範囲によって成功判定を行った
- 指令値の変化量は二次調整力②の供出可能量と、供出可能量合算の三分の一の大きな方3.33kW以下であり、適切な指令であると判断できる

一次調整力+二次調整力②/約定量10kWの成功範囲による判定

コマ	1分値成功判定	成功率
1	○(30/30)	100.00%
2	○(21/30)	70.00%
3	○(30/30)	100.00%
4	○(30/30)	100.00%
5	○(30/30)	100.00%
6	○(30/30)	100.00%
平均	○(171/180)	95.00%

※ 異常時につき放電側出力に上限は設けないため合格

指令値の変化量

時間	継続時間	指令値	変化量	比較値	指令値の変化量
03:00 - 03:05	5分	0	-	-	-
03:05 - 03:10	5分	2.67	2.67	3.33	○
03:10 - 03:15	5分	5.33	2.66	3.33	○
03:15 - 03:20	5分	8	2.67	3.33	○
03:20 - 03:30	10分	9	1	3.33	○
03:30 - 03:45	15分	10	1	3.33	○
03:45 - 04:00	15分	8.5	1.5	3.33	○
04:00 - 04:20	20分	10	1.5	3.33	○
04:20 - 04:35	15分	8	2	3.33	○
04:35 - 05:00	25分	9	1	3.33	○
05:00 - 05:15	15分	10	1	3.33	○
05:15 - 05:30	15分	8.5	1.5	3.33	○
05:30 - 05:50	20分	10	1.5	3.33	○
05:50 - 06:00	10分	8	2	3.33	○

複合における事前審査を意識した一次調整力の模擬周波数信号投入：

- ・開始～開始後30分：平常時の模擬信号
- ・開始後30分～45分：異常時の模擬信号
- ・開始後45分以降：システムの計測周波数

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（5）需給調整市場での複合約定検証

（東邦ガス・MHIET）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

概要

自家用エンジン発電設備と蓄電池を用いて二次調整力②と一次調整力の複合制御を行う。RA指示の二次調整力②の目標受電電力を一次調整力の基準値電力とし、周波数偏差に応じた Δ kWを合成する。3種類のベースラインを採用して需要家リソースへの適用性を確認する。

イベント実施期間

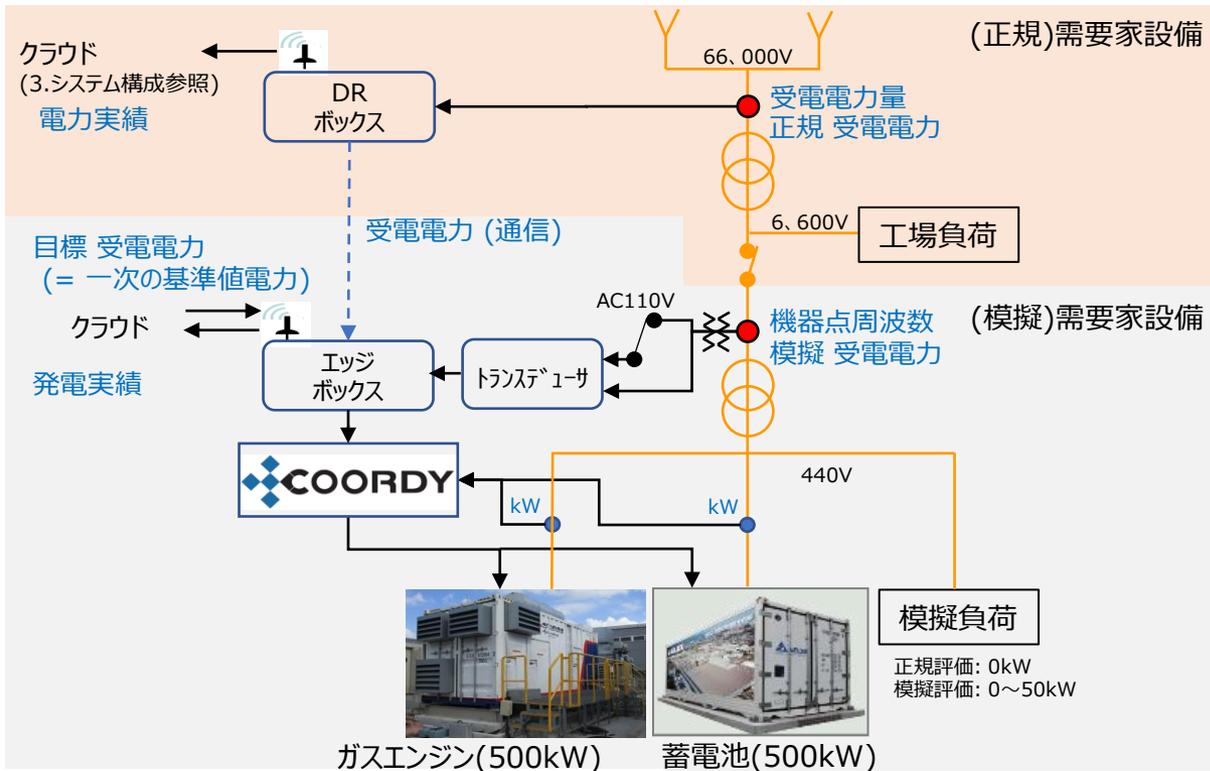
1/16～1/24 うち4回実施

参加リソース・台数・最大供出力(kW)

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

実証条件

計測地点受電点	受電点（正規・模擬）
ベースライン種類	・事前予測型(h4o5) ・直前計測型 ・0kW基準型



本実証において特筆すべき点、制約条件など

- ・ 発電容量に対して工場負荷によるデマンド変動が最大2000kWあり、平日の他に変動量の比較的小さい休日や模擬点での評価も実施。
- ・ 受電電力一定制御フィードバック用のアナログ受電電力信号を敷設してない為、通信にて発電設備側に伝送。
- ・ 事前予測型、直前計測型BL利用時は正規需要家評価とし、0kW基準型BLの際は模擬需要家設備にて評価を行った。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

項目	東邦ガス株式会社	三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社（MHIET）
実証の役割	リソースアグリゲーター （実証試験の評価）	実証協力事業者 （リソースの提供、実証試験の実施・評価）
実証目的	<ul style="list-style-type: none">調整力市場要件に対するDR通信システム（RAシステム、DR制御クラウド等）の技術的な課題抽出と対応策検討複合約定固有の課題抽出と対応策検討リソースの制御精度（成功率）評価基準値（ベースライン）の予測精度評価	
制御の種類	<ul style="list-style-type: none">一次調整力と二次調整力②の複合実証	
制御リソース	<ul style="list-style-type: none">500kWハイブリッド発電システム （500kWガスエンジン発電機 + 500kW産業用蓄電池）	
実証エリア	<ul style="list-style-type: none">東京電力管内	

本実証において特筆すべき点、制約条件など

- 発電容量500kWに対して工場負荷変動が最大2000kWあり、平日の他に変動量の比較的小さい休日や模擬受電点での評価も実施。
- 受電電力一定制御フィードバック用のアナログ受電電力信号を敷設して無く、通信にて発電設備側に伝送。

実証概要（独自実証）

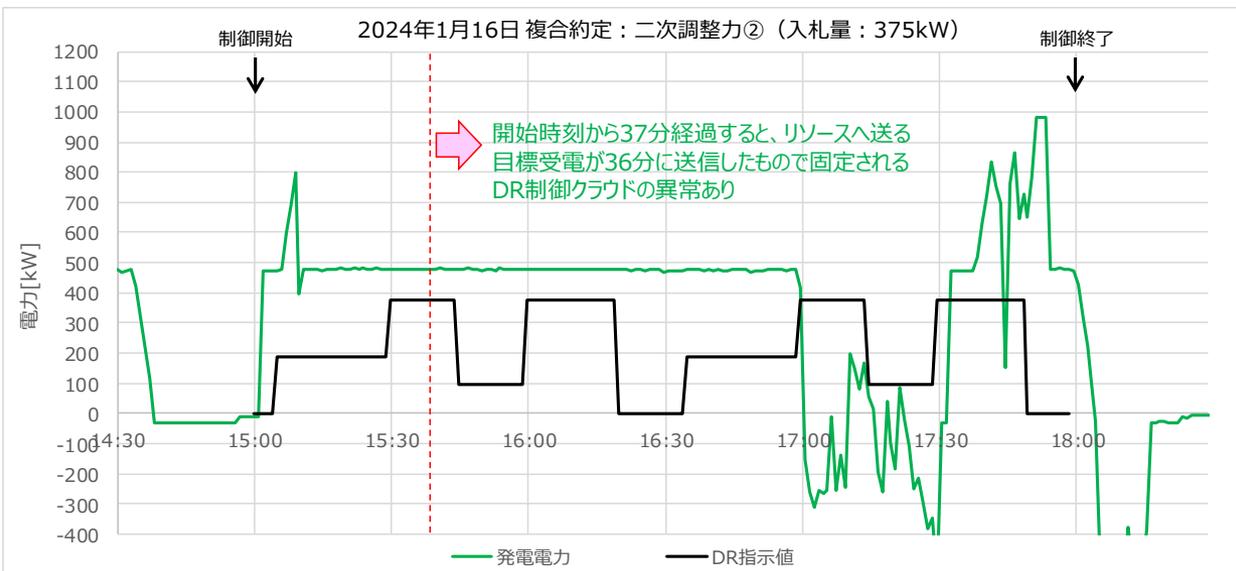
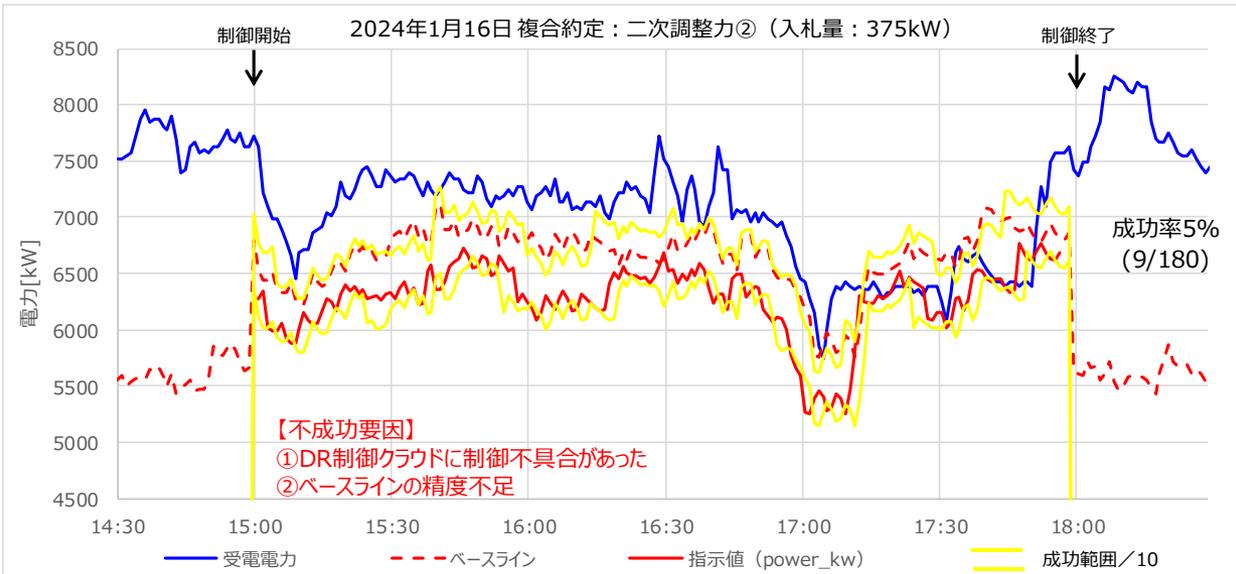
1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証

No.	実施日	実施時間	評価点（備考）	調整力	最大供出量	BL
1	2024/1/16	15:00～18:00	正規受電点	一次調整力	200kW	High 4 of 5 当日補正あり
				二次調整力②	375kW	
2	2024/1/18	15:00～18:00	正規受電点	一次調整力	200kW	直前計測型
				二次調整力②	375kW	
3	2024/1/21	9:00～12:00	正規受電点 (DR制御クラウド 単独実証、休日参 考)	一次調整力	200kW	直前計測型
				二次調整力②	375kW	
4	2024/1/24	15:00～18:00	模擬受電点	一次調整力	200kW	0 kW基準
				二次調整力②	375kW	

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

実証データまとめ 2024年1月16日 複合実証/二次調整力② 15:00~18:00 @東京電力管内



実施回数	1回目		
成功率	コマ	成功判定	滞在率
	1	×(0/30)	0%
	2	×(2/30)	7%
	3	×(0/30)	0%
	4	×(0/30)	0%
	5	×(16/30)	53%
	6	×(17/30)	57%
	平均	(35/180)	19%
BL平均誤差 ※	-27.8% (-2149kW)		
考察	<p>不成功コマ要因として以下が考えられる。</p> <p>①成功範囲±57.5kWに対するベースラインの精度不足</p> <p>②成功範囲±57.5kWに対し、受電変動が大きい</p> <p>※①、②は、そもそも、供出可能量に対して受電電力が大きすぎるのが影響している。</p> <p>③DR制御クラウドに制御不具合があった</p>		

※ハイブリッド発電システム始動直前30分間の受電値に対するベースライン平均誤差

※BL設定方法は、High 4 of 5（当日補正あり）

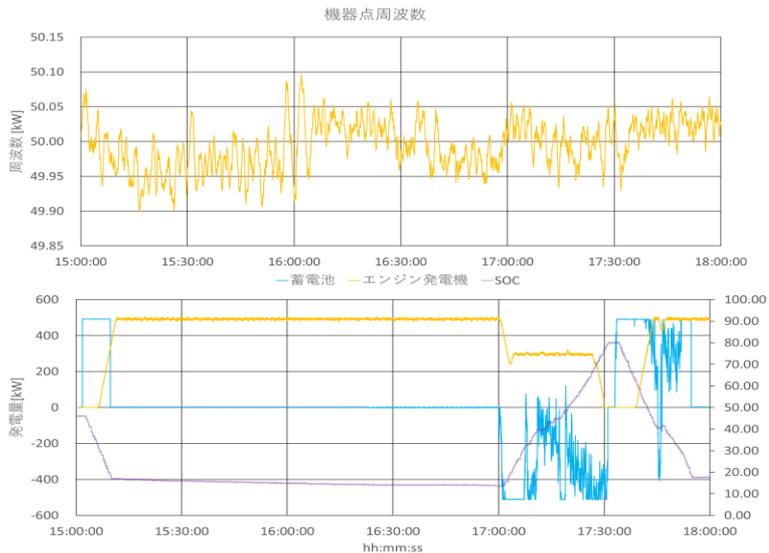
※成功範囲は、取引ガイドより、供出量である一次調整力：200kW/二次調整力②：375kWから計算される±237.5kWとした。

実証概要（独自実証）

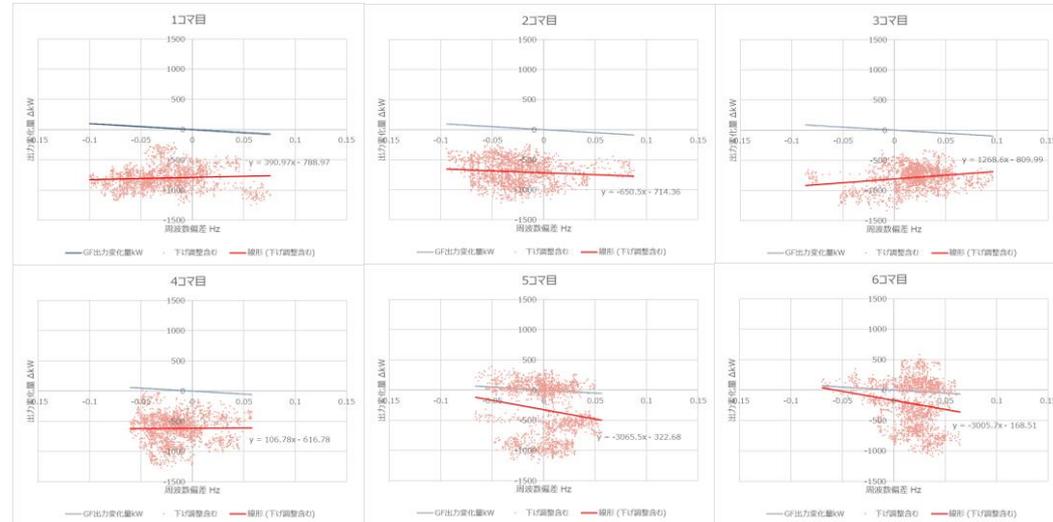
1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証 実証データまとめ 2024年1月16日 複合実証/一次調整力 15:00～18:00 @東京電力管内

エリア：東京 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：1%（二次②事前予測型）

■ 一次調整中の機器点周波数と各リソース動作



■ 調定率に応じた応動評価



- ・基準値電力は二次調整力②の指示値(power_kw)
- ・1～4コマ目までSOC低で蓄電池はほぼ0kW出力でエンジン発電機もほぼ定格出力で貼りついた。この間、周波数調整は実質行えてない。
- ・5、6コマ目は蓄電池が周波数調整として機能した部分もあった。

コマ	時刻	調定率の傾き	実績値の傾き	実績値の傾き (下げ調整を除く)	成功判定
1	15:00 - 15:30	-1.000E-03	1.476E-05	3.313E-05	×
2	15:30 - 16:00	-1.000E-03	-1.663E-05	-1.140E-05	○
3	16:00 - 16:30	-1.000E-03	3.356E-05	1.872E-05	×
4	16:30 - 17:00	-1.000E-03	1.212E-06	-3.746E-06	○
5	17:00 - 17:30	-1.000E-03	-1.017E-05	-2.346E-06	○
6	17:30 - 18:00	-1.000E-03	-9.768E-06	-2.684E-05	○

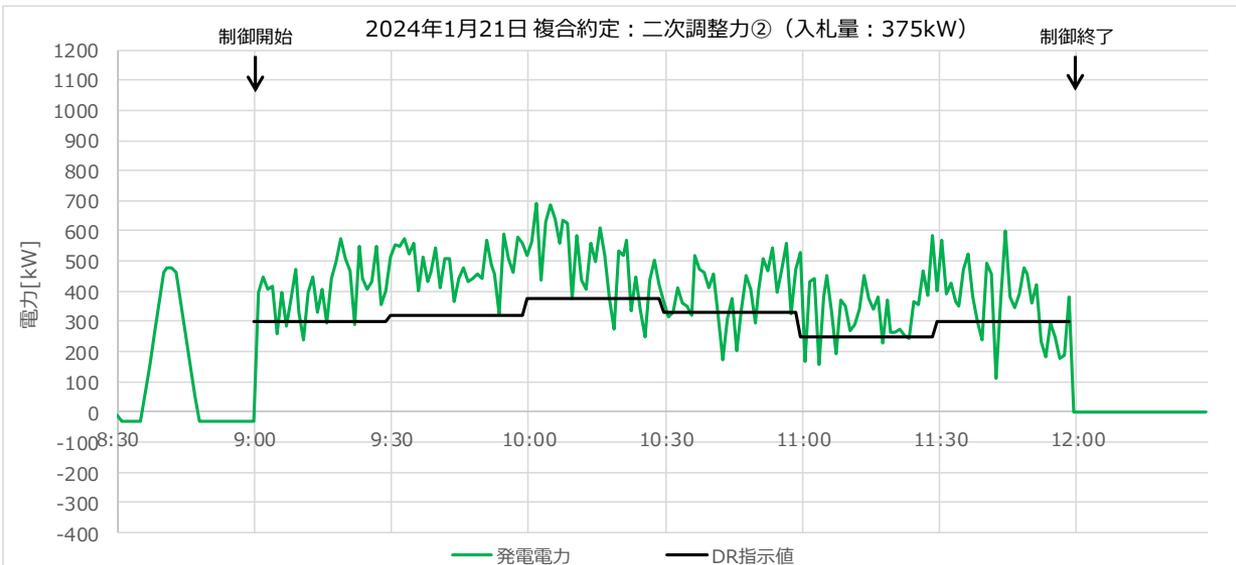
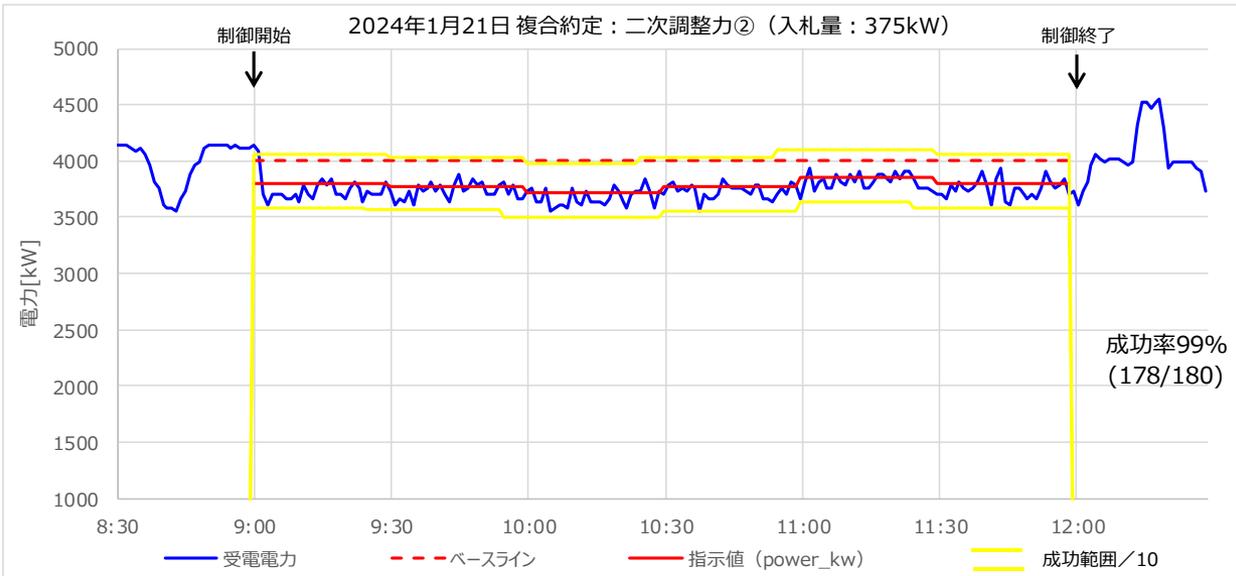
■ 考察サマリ

- ・ 基準値電力を目標に受電一定制御を掛けたが、ベースラインとデマンドの乖離で発電可能範囲に入らず、その影響でSOCが下がり、蓄電池が周波数調整に寄与しなくなったため応動評価はNG。成功判定のコマもあるが、たまたま傾きが一致したに過ぎない。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

実証データまとめ 2024年1月21日 複合実証/二次調整力② 9:00～12:00 @東京電力管内



実施回数	3回目		
成功率	コマ	成功判定	滞在率
	1	○(28/30)	93%
	2	○(30/30)	100%
	3	○(30/30)	100%
	4	○(30/30)	100%
	5	○(30/30)	100%
	6	○(30/30)	100%
	平均	(178/180)	99%
BL平均誤差 ※	7.1% (267kW)		
考察	<p>成功コマ要因として以下が考えられる。</p> <p>① 休日での試験のため、ベースライン精度が良く、受電変動幅も小さいことにより、DR時間帯全域でリソースの発電電力で対応可能な範囲におさまった。</p> <p>② 一次調整力との複合約定であり、成功範囲が±237.5kWと広がっている</p>		

※DR実施時間180分間の受電値に対するベースライン平均誤差

※BL設定方法は、直前計測型

※成功範囲は、取引ガイドより、供出量である一次調整力：200kW/二次調整力②：375kWから計算される±237.5kWとした。

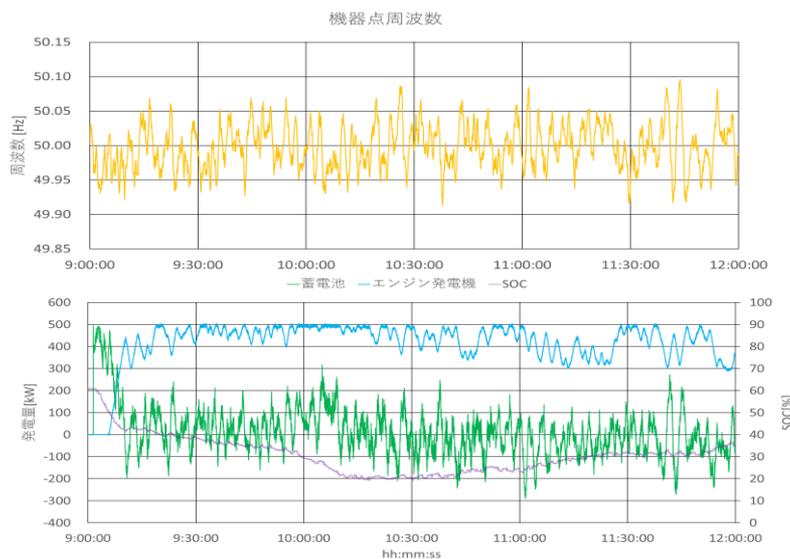
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

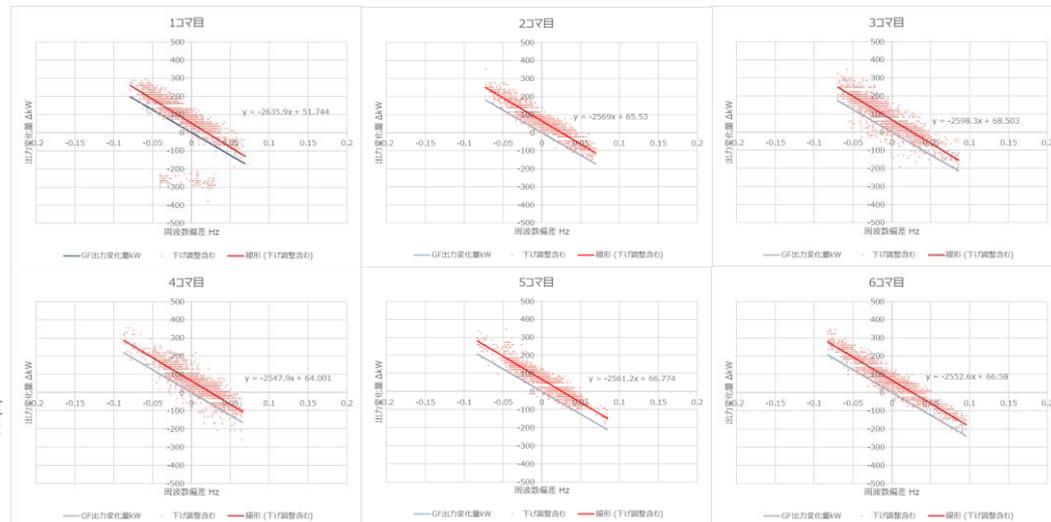
実証データまとめ 2024年1月21日 複合実証/一次調整力 9:00~12:00 @東京電力管内

エリア：東京 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%（二次②直前計測型・休日）

■ 一次調整中の機器点周波数と各リソース動作



■ 調定率に応じた応動評価



- 基準値電力はDR制御クラウドで予約した目標受電電力(30分粒度)。BLは直前計測型イメージであり、休日だったためデマンド変動範囲が狭く、全領域発電可能範囲に入った。

コマ	時刻	調定率の傾き	実績値の傾き	実績値の傾き (下げ調整を除く)	成功判定
1	9:00 - 9:30	-4.000E-04	-1.789E-04	-9.653E-05	○
2	9:30 - 10:00	-4.000E-04	-3.387E-04	-2.451E-04	○
3	10:00 - 10:30	-4.000E-04	-3.021E-04	-1.748E-04	○
4	10:30 - 11:00	-4.000E-04	-2.945E-04	-2.111E-04	○
5	11:00 - 11:30	-4.000E-04	-3.388E-04	-2.570E-04	○
6	11:30 - 12:00	-4.000E-04	-3.510E-04	-2.714E-04	○

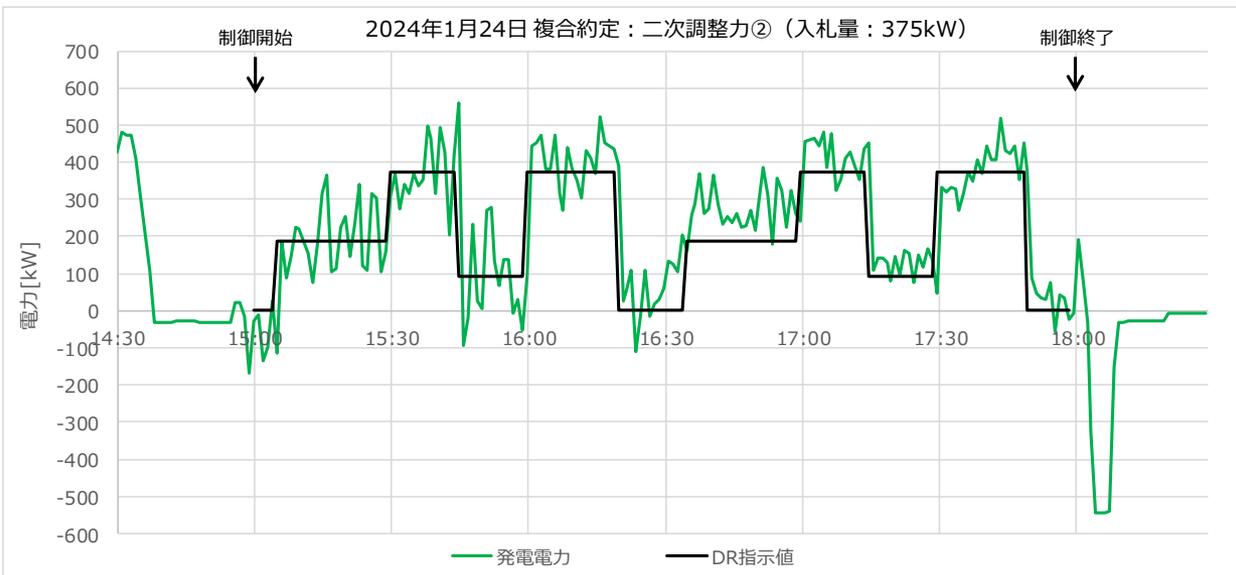
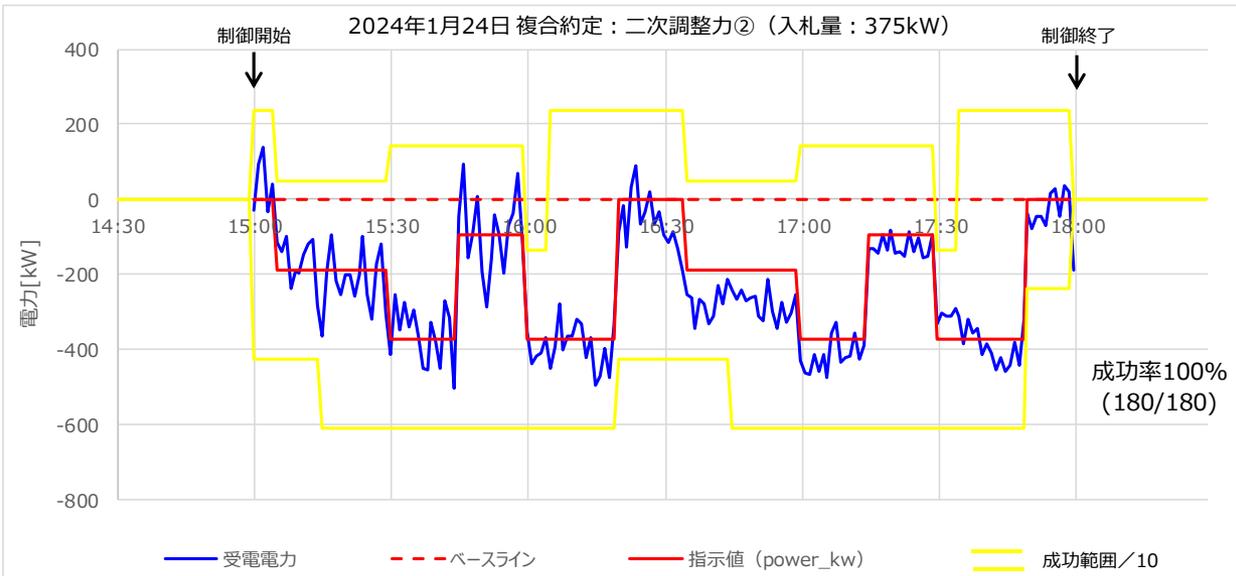
■ 考察サマリ

- 直前計測型のBLにより基準値電力が発電可能範囲に入り、休日のためデマンド変動が少なかった事により、蓄電池・エンジン発電機共に周波数調整ができた。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

実証データまとめ 2024年1月24日 複合実証/二次調整力② 15:00~18:00 @模擬受電点



実施回数	4回目		
成功率	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	○(30/30)	100%
	6	○(30/30)	100%
	平均	(180/180)	100%
BL平均誤差 ※	0kWベースのため未評価		
考察	<p>成功コマ要因として以下が考えられる。</p> <p>① 模擬受電点での試験のため、受電変動幅も小さいことにより、DR時間帯全域でリソースの発電電力で対応可能な範囲におさまった。</p> <p>② 一次調整力との複合約定であり、成功範囲が±237.5kWと広がっている</p>		

※ 模擬受電点での0kWベースラインによる実証試験

※ 成功範囲は、取引ガイドより、供出量である一次調整力：200kW／二次調整力②：375kWから計算される±237.5kWとした。

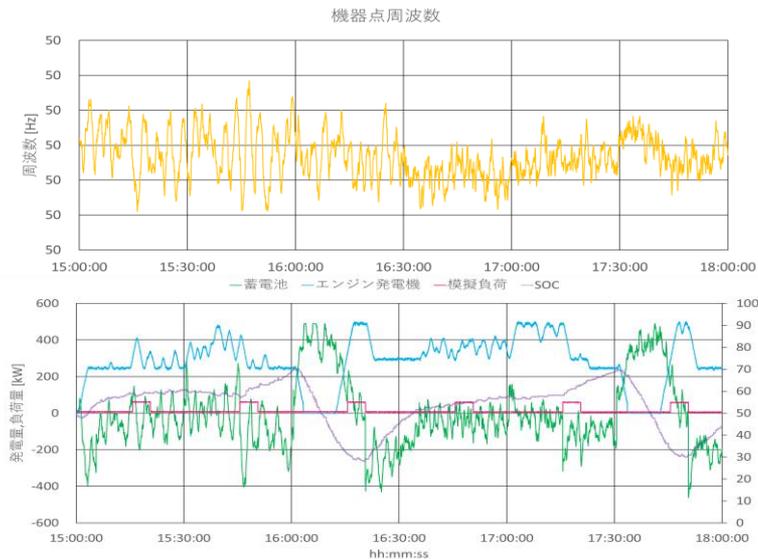
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

実証データまとめ 2024年1月24日 複合実証/一次調整力 15:00~18:00 @模擬受電点

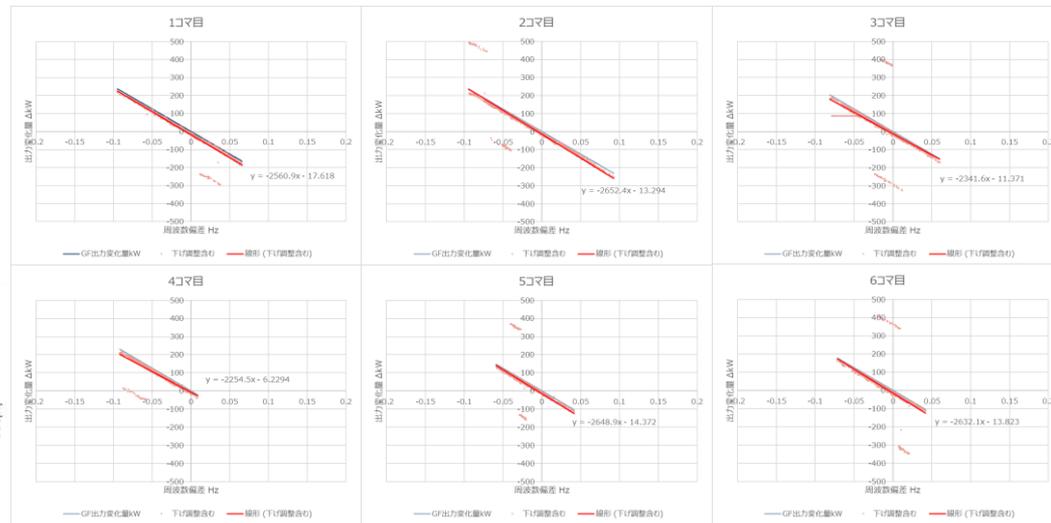
エリア：東京 対象リソース：ハイブリッド発電システム 供出可能量：500kW 調定率：0.4%（二次②ゼロベースライン）

■ 一次調整中の機器点周波数と各リソース動作



- 基準値電力は二次調整力②の指示値(power_kw)
- BLが0kWであり、模擬受電点評価のため全域発電可能範囲に入った。
- エンジンは50%定格と100%定格の範囲で動作しているが、16:00、17:30頃はSOC高でエンジンを一時停止して、蓄電池のみで発電している。この領域は蓄電池のみでの周波数調整を実施している。

■ 調定率に応じた応動評価



コマ	時刻	調定率の傾き	実績値の傾き	実績値の傾き (下げ調整を除く)	成功判定
1	15:00 - 15:30	-4.000E-04	-3.573E-04	-3.983E-04	○
2	15:30 - 16:00	-4.000E-04	-3.200E-04	-1.885E-04	○
3	16:00 - 16:30	-4.000E-04	-2.143E-04	-1.142E-04	○
4	16:30 - 17:00	-4.000E-04	-3.323E-04	-3.283E-04	○
5	17:00 - 17:30	-4.000E-04	-1.919E-04	-1.206E-04	○
6	17:30 - 18:00	-4.000E-04	-1.763E-04	-1.148E-04	○

■ 考察サマリ

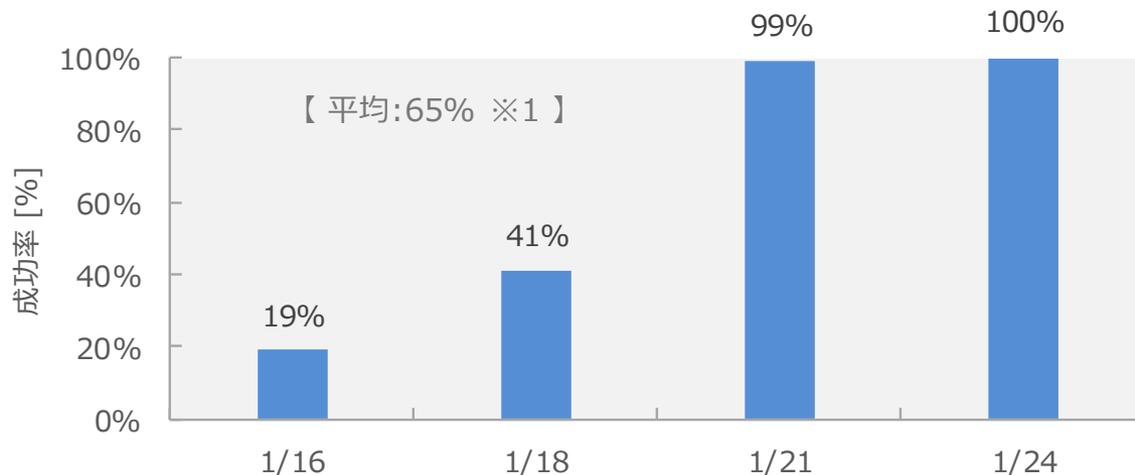
- 模擬点での評価であり、デマンド変動が少ないためもあり、全域で周波数調整ができています。但し、RAからの指示値に対して基準値電力を一致させていないため、ところどころ理論直線から外れたところに計測点が存在する。

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果（5）需給調整市場での複合約定検証

複合約定（二次調整力②） 実証試験結果

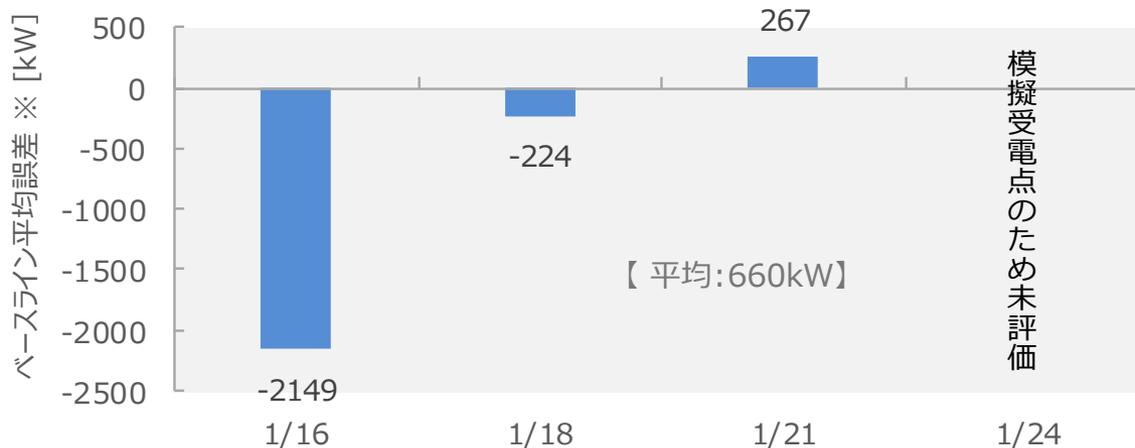
【二次調整力②の成功率】



リソースの供出可能量が約500kWに対し、BL誤差が大きすぎることで、成功率が低い主要因になっている

【二次調整力②のベースライン平均誤差】

※事前予測型：リソース始動直前30分間の受電値に対するBL平均誤差
※直前計測型：DR実施時間180分間の受電値に対するBL平均誤差

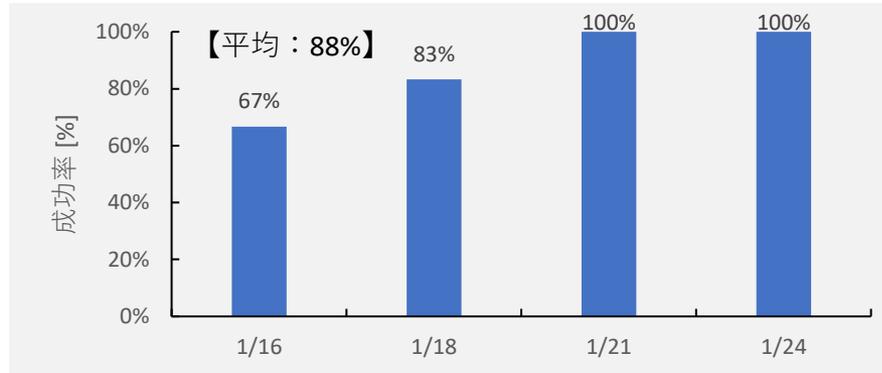


実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （5）需給調整市場での複合約定検証

複合約定（一次調整力） 実証試験結果

【一次調整力の成功率】



項目	要件	基準電力のBL		実証状況	評価	課題
評価方法 および 許容範囲	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	事前予測 High4of5	1/16	受電点	×	BLとデマンドの乖離
		直前計測	1/18	受電点	×	同上、但し1コマ目のBLとデマンドは一致
			1/21	受電点(休日)	○※	
		0kW基準	1/24	模擬受電点	○	

※正規受電点の事前審査(平常時)が×なので参考評価です。

実証概要（独自実証） 1. 独自実証の内容と結果
（6）機器点個別計測評価

（エナリス）

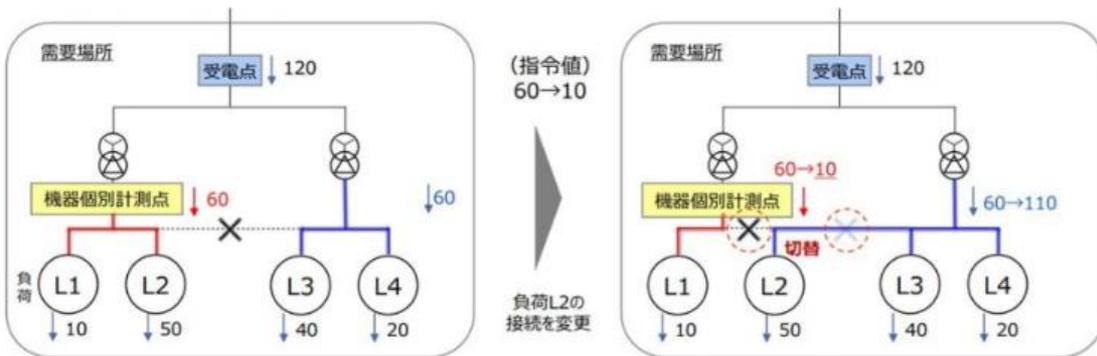
実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （6）機器点個別計測評価（ゲーミング分析を活用した不正検出）

■ 実証概要

機器点個別計測に関する精度課題への対応検討に向け、次のとおりオフラインデータ実証を計画。

個別計測とした場合に想定される不正事例（需給調整市場検討小委員会（2023年3月28日）資料3を参照）



計器の設置点によっては機器ごとに指令値と異なる出力となっていたとしても、見かけ上は指令値を満たしているといった不正が発生することもある。

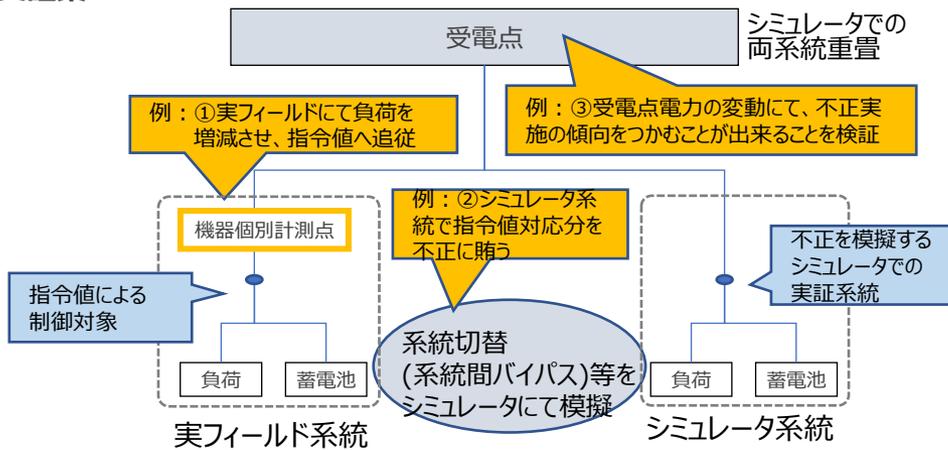
指令値60→10となった場合に、計測値では60→10と50需要を抑制したことになっているが、受電点は120のまま変化がなく、システムに対して貢献していない

ゲーミング分析を活用した低圧および高圧における不正検出実証案

本実証における 主な検証項目（案）：

- ・上げ調整力（負荷を下げる、蓄電池放電 など）
調整力の指令に合わせた制御を実施する際、
・不正供出時（系統切替(系統間バイパス)等にてシミュレータ系統側で当該供出分を代替）
・正常供出時
における受電点での計測値を比較し、不正供出が検出可能かを実証する。
- ・下げ調整力（負荷を上げる、蓄電池充電 など）
ルール上対象外ではあるが、技術的観点から実証する。

低圧、高圧ともに想定し、シミュレータや実フィールドデータの換算にてオフラインデータ実証を行う（不正手法は負荷/蓄電池の各パターンを検討）



ゲーミング分析を活用した不正検出手法実証構成イメージ（一例）

実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （6）機器点個別計測評価（ゲーミング分析を活用した不正検出）

■実施した実証パターン

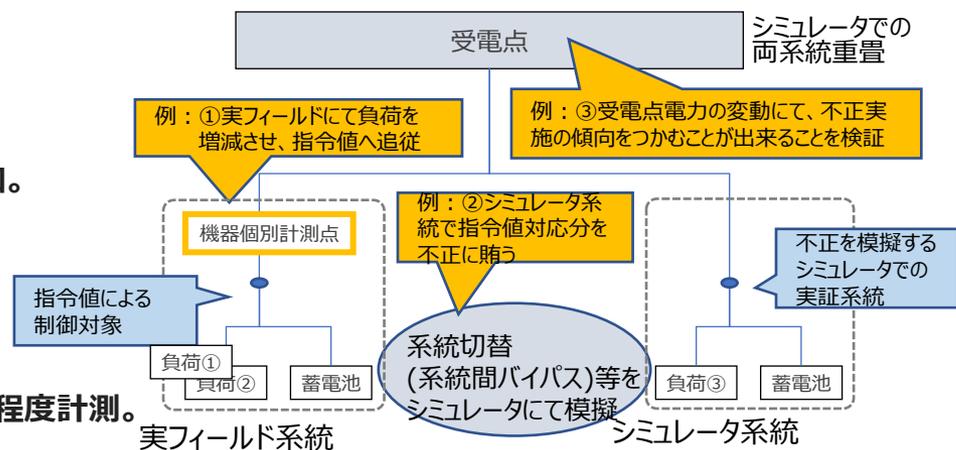
上げDR、下げDRなど、下記の4パターンにて実施。

区分	上げ/下げDR	制御対象(制御)	不正の概要	備考
パターン1	下げDR	負荷(下げる)	実フィールドシステム側の負荷を下げ 当該機器点で下げDR制御を装う ・下げた負荷はシミュレータシステム側からの給電に切り替える(不正) 負荷：実フィールドシステム△2.5kW、シミュレータシステム+2.5kW	受電点としては負荷は変動なし(負荷バイパス)
パターン2	下げDR	蓄電池(放電)	実フィールドシステム側の蓄電池を放電 当該機器点で下げDR制御を装う ・放電した分をシミュレータシステム側で充電する(不正) 蓄電池：実フィールドシステム△2kW(放電)、シミュレータシステム+2kW(充電)	受電点としては両蓄電池の充放電で相殺
パターン3	上げDR	負荷(上げる)	実フィールドシステム側の負荷を上げ 当該機器点で上げDR制御を装う ・上げた負荷分をシミュレータシステム側蓄電池からシステムに放電する(不正) 負荷：実フィールドシステム+2.5kW、シミュレータシステム△2.5kW	受電点としては負荷は変動なし(負荷バイパス)
パターン4	上げDR	蓄電池(充電)	実フィールドシステム側の蓄電池を充電 当該機器点で上げDR制御を装う ・充電した分をシミュレータシステム側で放電する(不正) 蓄電池：実フィールドシステム+2kW(放電)、シミュレータシステム△2kW(充電)	受電点としては両蓄電池の充放電で相殺

■実証環境

実フィールドシステムとシミュレータシステムのハイブリッド構成

- ・実フィールドシステムの定常負荷：
負荷①約0.5~1kW、負荷②2.5kWの実負荷とし
低圧を前提に +2~3kW（乱数）の模擬変動を印加。
- ・シミュレータシステムの定常負荷：
負荷③約1.2-1.3kWのシミュレータ負荷とし
低圧を前提に +1-2kW（乱数）の変動を印加。
- ・受電点電力、機器点電力の計測値は周期1分で100回程度計測。



実証概要（独自実証）

1. 独自実証の内容と結果 （6）機器点個別計測評価（ゲーミング分析を活用した不正検出）

次の方法にて、各パターンにおいて 不正の有無を検出できるか検証、不正を検出できることを示した。

■不正検出方法

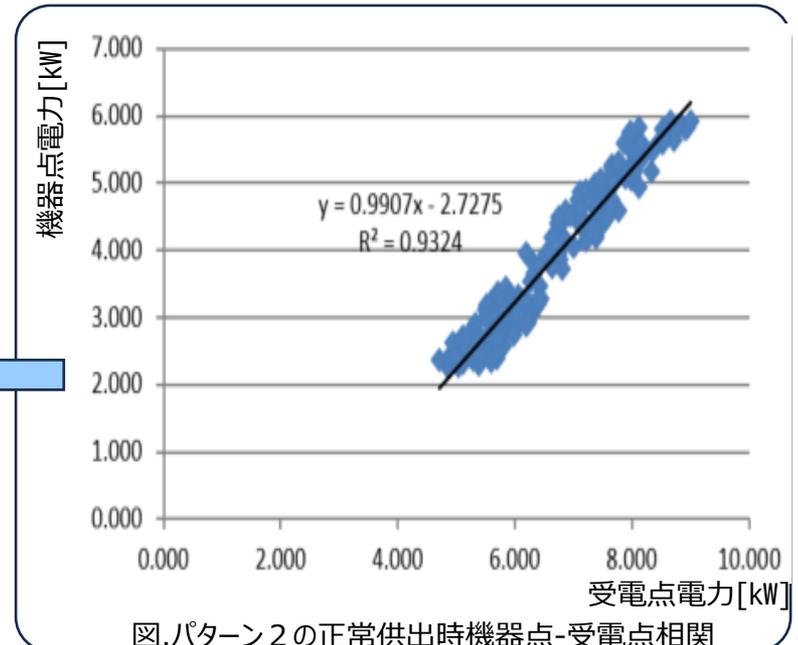
通常の制御実績把握は機器点計測とし、アセスメントなどでの抜き打ち実施において、受電点電力計測値を合わせて活用する。

- ①計測 1： 供出が無い期間の 機器点電力値、受電点電力値を計測。（事前に計測しておく）
- ②計測 2： 供出期間の 機器点電力値、受電点電力値を アセスメントの一環にて抜き打ち計測。
- ③分析： 計測 1と計測 2を機器点電力値－受電点電力値の散布図にプロット、相関係数を算定
→ 判定： 相関が低い場合、不正が疑われる →不正の可能性を検出

■不正検出の結果： 良（不正を検出）

区分	上げ/下げDR	制御対象 (制御)	相関係数R ²		実証結果
			不正 供出時	正常 供出時	
パターン1	下げDR	負荷 (下げる)	0.26	0.96	○：良 不正を検出
パターン2	下げDR	蓄電池 (放電)	0.00	0.93	○：良 不正を検出
パターン3	上げDR	負荷 (上げる)	0.06	0.96	○：良 不正を検出
パターン4	上げDR	蓄電池 (充電)	0.03	0.93	○：良 不正を検出

例) パターン2の正常供出時の相関分析イメージ



実証の総括

実証の総括

1. これまでの実証成果

	実証参加前の状態	実証の成果		
		R3年度	R4年度	R5年度
		① 低圧および高圧リソースによる調整力供出等の厳しい技術要件（応動時間等）への適応		
	供給力および調整力ともに次の状態 ・一定の制御技術および精度を具備 ・供出可能性の提示は不足	次の供給力/調整力供出可能性を提示 ・市場価格連動DR ・一次/三次①②/発動指令	次の供給力/調整力供出可能性を明示 ・市場価格連動/IB回避DR ・一次/二次②/三次①②/発動指令	次の供給力/調整力供出を 実用レベルで実現 ・市場価格連動DR(三次①複合実施)等 ・一次/二次②/三次①②/発動指令
技術面		② 低圧リソースの可能性を具現化する新しい技術/取組み（低圧群管理/群制御、周波数代表点計測等）の提案および実現		
	低圧リソース適用に向け新しい技術や取組み検討が必要な状況 ・制御精度向上やコスト低減 等	次の新技術/取組を提案・実証 ・群制御(5G+MEC：検証室内)	次の新技術/取組を提案・実証 ・群制御(5G+MEC：実フィールド) ・周波数代表点計測/仮想自端制御 ・1分周期での協調制御	次の実施にて精度/費用の改善可能性を明示 ・群制御(5G+MEC)/群管理/逆潮流等 ・代表点計測/仮想自端制御・高速FB制御 ・収益最適化ロジック/調整力複合約定
		③ 低圧リソース群制御(MECサーバ集約)と高圧リソース等 単独リソース制御(GW端末個別制御)の相互適用による精度向上		
	高圧リソース等の単独リソース向けの制御技術が 既存技術 として実装済であったが、制御精度には課題が残る状況	次のフィールド実証を実施 ・既存技術での高圧リソース実証 ・既存技術での低圧リソース実証	次のフィールド実証を実施 ・既存技術での高圧リソース実証 ・新技術での 低圧リソース精度改善	次のフィールド実証を実施 ・低圧新技術含む 高圧リソース精度改善 ・更なる 低圧リソース精度改善
採算性		① 低圧および高圧リソースによる供給力/調整力等の供出精度向上等による収益拡大（実ビジネス化のための収益拡大に向けた検証）		
	可能量の見積に基づく供出見込はあるが 対象増/精度(制御/予測)向上 が必要	・値差取引の収益拡大 ・精度向上による収益拡大	・値差取引の収益拡大 ・精度向上による収益拡大	・値差取引(供給力組合せ含む)の収益拡大 ・ 対象増/精度向上 による収益拡大
		② 市場開設に向けた実運用上の課題抽出およびコスト低減に向けた開発検討（実ビジネス化のためのコスト低減に向けた検証）		
	IoT機器や通信のコスト低減について、 品質やセキュリティリスクに配慮した検討 が必要な状況	・低コスト化MECエッジ設計検証	・ 低コスト化MECエッジ試作 検証 ・通信コスト低減検証(周期最適化 他)	・低コスト化MECエッジ 運用機能検証 ・ 通信コスト低減検証 (お客さま回線他) ・ 周波数測定装置 適用規格・仕様化

2. 実ビジネス化に向けての課題と今後の対策

評価軸	実ビジネス化に向けての課題	今後の対策
技術面	・調整力：EV充電器等の一部リソースの 更なる制御精度 向上 ・調整力：効率的な 蓄電池残量制御 （SoCコントロール）による可能量確保	高速FB制御 の更なる改善、 EV不在情報等活用検討 を進める SoCコントロールの自動化/半自動化 の検討を進める
制度面	・一次調整力：低圧での 周波数代表点計測/仮想自端制御 によるコスト低減が必要 ・一次調整力： 周波数測定装置の適用規格・仕様化 によるコスト低減が必要 ・逆潮流： ポジ/ネガポジワット適用 による安定的な供出可能量の確保が必要 ・ 機器点計測 ：供出可能量の更なる確保のために必要（ PCSデータ活用含む ） ・最低入札規模： 小規模送配電エリア等の考慮し1MWに要件緩和 が望ましい ・その他： 発動指令電源の需給調整市場約定重複時取扱いの取引ガイド明示 を希望	本実証で得られた 妥当性/可用性 を示し必要性を説明 本実証で検討した 適用規格・仕様化案 を提言 本実証で得られた有効性(PV発電ブロックでの供出実績)を説明 本実証で得られた 有効性および不正防止検証結果 を提言 小規模エリアの緩和 または西日本/東日本の 広域調達 を説明 第39回需給調整市場検討小委員会での方向性に沿った対応調整
採算性	・低コスト化MECエッジ：機器コストおよび通信コスト低減検討に基づく開発 ・収益最適化ロジック：より実運用を意識した 収益拡大検討 が必要 ・ACリバランス：複数RAをアグリゲートし過不足を補完した際の 補償条件等	本実証で検討した 運用機能の実装検討 を引き続き進める 本実証で得られた知見を実運用をより意識した検討を進める。 本実証による 収益性向上 の考え方にに基づき各社と検討

実証の総括（補足資料）

制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

実証の総括（補足資料）

■ 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

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）	機器個別計測	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 本実証にて、機器点個別計測では受電点計測と比較し、より多くのDR量供出が可能であり要件達成が実証できた。また、機器個別計測時における不正の検出手法について実証しその有効性を示した。今後の再エネ普及拡大にむけた調整力としての分散型電源の活用には、受電点計測のみではなく、機器端での計測方法の検討をあらためてお願いしたい（低圧リソースだけではなく、高圧リソースの更なる調整力としての活用にも貢献）。また2022年度より特定計量制度開始に伴い、機器点計測を効率的に実施すべく、例えば蓄電池PCS内蔵の充放電データを利用できる形も合わせて検討をお願いしたい。 ➢ 「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。 ➢ 特定計量制度に対応した機器の普及および交差基準の確認方法等、より具体的な検討が加速することを期待する。
		ポジワットアグリゲーション	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 一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） ➢ 卒FIT世帯の拡大、蓄電池価格の低下等により、今後、普及が拡大する低圧蓄電池リソースについては、需要家がPV併設のケースが殆どである。ただ低圧蓄電池は宅内需用がネガワット制御における上限となるため、安定的な供出量の調整が難しい。また時間帯によっては供出自体が困難となる。安定的な供出量の確保をおこなうためには、ポジワットアグリゲーションが必要。（卒FIT/非FIT需要家のみでは十分なリソースの確保が困難なため、FIT需要家においても蓄電池の押し上げ等によるポジワットを評価できる仕組みを検討いただきたい。）
		参入要件	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 需給調整市場、容量市場等の参入要件が「送配電エリアごとに1000kWのリソース供出」となっているが、現状は小規模な送配電のエリアでのリソース確保が困難。広域調達の観点から、東日本エリア・西日本エリア単位などの広域もしくは隣接エリアでの参入要件の設定や、小規模な送配電エリアでの要件緩和を検討いただきたい。（北海道・北陸・中国・四国など）

実証の総括（補足資料）

■ 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

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
2	低圧リソースの活用に向けた課題について（調整力活用）	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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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>

実証の総括（補足資料）

■ 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

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（調整力活用）	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/低圧需要家群とする運用のいずれでも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り数千件以上の低圧需要家をアグリゲートでは、アグリゲータと需要家間kWh精算に課題がある。</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> <p>第8回 『次世代の分散型電力システムに関する検討会』 <u>低圧小規模リソースの「群管理」</u>の課題と方向性 において、リスト・パターンの上限数を200件まで増加、既存のリスト・パターンについては、“一度 の入札につき、リスト・パターンの供出可能量の10%以内の範囲で、事前審査 後のリソース入替・追加を許容” の方向性を示して頂いた。取引ガイドラインに反映頂くべくご対応をお願いしたい。</p>
		発動指令電源が需給調整市場に応札した場合の対応	<p>➢ 第39回 『需給調整市場検討小委員会』 <u>発動指令電源が需給調整市場に応札した場合の対応について</u> において、“発動指令があり、かつ発動指令の時間帯において需給調整市場に約定している容量と発動指令容量に重複がある容量分に限り、容量市場のリクワイアメントを満たしているものとみなす方向性” を示して頂いた。需給調整市場はリスト・パターンのリソースごとに合算した合計発電容量により事前審査およびアセスメントを満足するものであり、リソースごとの発電電力を定めるものではないと理解している。</p> <p>➢ 前述の重複を判断するにあたり、需給調整市場に約定しているリスト・パターンの合計発電容量からリソース台数で割り戻した容量をリソースごとの発電容量として、重複の判断として頂く等、ご検討を頂きたい。</p> <p>➢ 当内容を取引ガイドラインに反映頂くべく、ご対応をお願いしたい。</p>

実証の総括（補足資料）

■ 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

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
4	運用	複数RAを束ねた際の精算	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 「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。
5		導入済みリソースの利活用	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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。 ➢ 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。
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。
		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の記載があることは確認済み） ➢ 本実証において、適用規格・仕様化案を取りまとめた。特に移動平均サイクル数については、計測遅延と検出精度に影響の大きい仕様値であることから、TSO含めた仕様化が求められる。
		周波数代表点計測方式 （仮想自端制御）	<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、計測精度上の課題がないことを確認した。 ➢ また可能性向上を目的に、装置故障対策を想定した同一エリア/同一周波数系統の異エリア等の計測切替機能（広域相互冗長機能）を実証した。 ➢ 周波数代表点計測方式にて一次調整力実証を実施した結果、事前審査／アセスメントIIの評価基準を満足した。低コスト化も期待できる。以上より代表点計測方式での一次調整力への参加可能性について検討を進めて頂きたい。

実証の総括（補足資料）

■ 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

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
7	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。
8		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。）

実証の総括（補足資料）

■ 制度設計や実ビジネスにおける課題と提言

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
10	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)	アセスメントⅡ 30分評価値の計測器要件	<p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none">➤ アセスメントⅡにおいて、30分単位で指令値から落札されたΔkWのうち$\pm 10\%$の範囲に応動を留めること、が要件として定められている。➤ TSOが指定する計量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が、事業性の成立が厳しくなる。➤ アセスメントⅡは料金精算に利用するため、計量法に準拠し小売事業者へ提供されるスマートメーターCルートデータの活用を前提に検討している。小売事業者へ送信されるCルートデータ（計量値）は、30分ごと、原則 $0.1kWh = 100Wh$ 単位となっている。➤ 他方で、低圧リソース1台あたりの最大調整力（＝落札できる最大ΔkW）は$10kW$未満に留まるため$100Wh$単位のCルートデータでは、アセスメントⅡにおける許容範囲の$\Delta kW \pm 10\%$に収まっていたかどうかの判定が難しい。 <p>【解決に向けて】</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 2026年の市場参加までに、送配電側で小数点以下2桁までの計量値を小売事業者へ送信頂くこと、そのデータを利用して低圧リソースのアセスメントⅡを実施することを認めて頂きたい。

実証の総括（補足資料）

各実証における成果や課題

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	【共通実証】 市場価格連動DR	<p>【実証全般】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 各RA事業者にて、上げ/下げDRを実施し価格予測等を基にした価格差による取引の検証を実施、制御実証および経済メリットの検証を実施した。制御の成功、経済メリットを確認することができた。 ➢ 対象リソースは、家庭用蓄電池、EV充電器、エネファーム、産業用蓄電池、水電解装置などであった。 ➢ 更に、エナリスでは、市場価格連動DRに調整力を組合せて収益を拡大する手法を実証した。 ➢ 課題や今後の解決策として、予測精度の更なる向上および運用に向けた対応が必要であり、改善検討を深めていく。 <p>【家庭用蓄電池蓄電池】（エナリス）</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事前検証として、①低圧リソースを活用したアービトラージでの収益性改善手法、②アービトラージに三次調整力を組合せることによる収益性改善手法、③MECサーバにて群制御を行うことによる演算リソース提言の3つを過去実績データを用いて分析した。いずれの項目でも、改善効果を確認できた。 ➢ 実機検証では、家庭用蓄電池を用い、アービトラージに三次調整力①を組合せることによる収益改善効果を検証した。アービトラージ単体でも収益を獲得できることを確認しつつ、三次調整力①とアービトラージを適切に組み合わせることにより、三次調整力①の指令に対し応動し、蓄電リソースを活用して全体での収益を向上させることに成功した。 ➢ アービトラージ計画策定について、実証本番では1日1サイクル制約としたが、事前検証ではサイクル数の制約ない方が収益性が高かった。サイクル制約のない条件でのアービトラージにより更なる収益向上が期待できる。 <p>【エネファーム】（大阪ガス） 1/2</p> <p>【上げDR】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 卸電力市場価格の下落や再エネ発電の余剰の状況を踏まえて『上げDR』を行い、その効果を検証する実証。 ➢ 約定した時間帯について、落札時間の最初の30分コマにて、応動速度の改善が課題として残ったが、一定の精度で多台数のエネファームが制御できることを示すことができた。 ➢ 経済性合理化額については、実証にて稼働させた時間帯の市場価格では必ずしもメリットが出る訳ではなかったものの、5円/ kWh（税抜）安価な状況で試算した場合、1,378円/30分コマ（2,322台）の電力調達合理化を実現することができた。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	【共通実証】 市場価格連動DR	<p>【エネファーム】（大阪ガス） 2/2</p> <p>【下げDR】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 卸電力市場価格の上昇や電力需給ひっ迫の状況を踏まえて『下げDR』を行い、その効果を検証する実証。 <ul style="list-style-type: none"> ・約定した時間帯について、落札時間の最初の30分コマにて、オーバーシュートや応動速度の改善が課題として残ったが、一定の精度で多台数のエネファームが制御できることを示すことができた。 ・経済性合理化額については、実証にて稼働させた時間帯の市場価格では必ずしもメリットが出る訳ではなかったものの、5円/ kWh（税抜）高価な状況で試算した場合、2,210円/30分コマ（2,322台）の電力調達合理化を実現することができた。 ➤ 『上げDR』『下げDR』共通の課題として、必要とされる電力量を維持する制御と、開始時、終了時の応動時間内に発生する過不足電力量を補う制御ロジックが必要である。今回の実証では、開始時のオーバーシュートや応動速度に課題があったものの、30分コマでの制御誤差が縮小されるよう制御することができた。制御誤差を縮小することは、経済性においても利益が増す方向であり、これらの点を改善し、商用化に耐えうる技術を構築したい。
2	BGとしての デマンド最適化検討	<ul style="list-style-type: none"> ➤ BGとしてのデマンド最適化の実現にむけ、2022年度実証にて示した高圧蓄電池リソースでのピークカットによる容量拠出金低減効果検証をもとに、本実証では、まず、低圧リソース群でのピークカットによる容量拠出金低減効果検証を実施し、ピーク予測が的中すれば低減効果が得られることを検証した。 ➤ また、T S Oの公開情報を用いた予測手法の提案およびその予測手法での精度検証を実施し、一定の有効性を確認した。 ➤ 予測精度は80%程度であり、冬季はしきい値80%、夏季はしきい値90%、再現性はいずれも1とした。 ➤ 課題としては、本予測手法はT S O公開情報であるでんき予報をもとにしており前日18時公開であることからスポット市場の入札には間に合わない。よって、DRによるインバンスリスクが生じる。また更なる精度向上も必要である。 ➤ 今後の解決策としては、第三者機関での予測公開の仕組み、機械学習などによる更なる精度向上に向けた検討等がある。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	一次調整力	<p>【実証全般】</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 成功率向上に向けた検証として、各社にて事前審査模擬試験およびアセスメントⅡ 模擬試験を実施し、制御精度向上を目指した実証を実施。制御精度の向上を確認できた。➤ エナリスの提供する機能により、MECサーバでのリソース群の応動性能改善開発を実施し、制御精度向上を確認できた。➤ また市場開設にむけた実運用上の課題抽出検証を実施し、データ保管コスト低減や周波数測定装置等の適用規格・仕様化に向けた案を作成できた。➤ 課題および今後の改善策としては、運用を踏まえた更なる制御精度の改善、周波数測定装置のTSOとの調整による仕様策定がある。特に周波数測定装置における移動平均サイクル仕様は重要となる。 また、代表点計測/仮想自端制御による低圧リソースのリソース群での協調制御が制御成功に不可欠であることから、それらの適用に向け妥当性や可用性を示していく必要がある。 <p>【家庭用蓄電池】（auEL）</p> <p>異常時の応動については、応動時間10秒以内を達成できていないケースもあり、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。</p> <p>調定率に基づいた応動は良好な結果が得られており、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い。しかし、実取引では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</p> <ol style="list-style-type: none">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。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	一次調整力	<p>【ハイブリッド発電システム】（東邦ガス・MHIET）</p> <p>ハイブリッド発電設備において本工場の受電点での評価を行うためには以下の制約課題があった。</p> <ul style="list-style-type: none">①ハイブリッド発電設備の容量(500kW)に対して工場のデマンド変動が大きい。(1000～2000kW)②市場機では受電電力一定制御フィードバック用の受電電力がアナログ信号で敷設されるが、その信号が無い。 <p>この課題に対して以下の対策にて実証に臨んだ。</p> <ul style="list-style-type: none">・デマンド変動が大きな平日での評価と併せて、デマンド変動が小さい休日や模擬受電点での評価も実施。・受電電力を通信にて発電設備側に伝送。 <p>アセスメントIIの応動評価、事前審査(異常時)の評価、模擬点での事前審査(平常時)の評価はクリアできた。しかし正規受電点での事前審査(平常時)の評価が達成できなかった。</p> <p>本実証では100%の成果を示せなかったが、以下の対策にてデマンド変動にも対応した一次調整力を供出出来る現実的なソリューションが立てられた。</p> <ul style="list-style-type: none">・市場入札する時間帯におけるデマンド変動量に対して1.5～2倍の出力容量を持つ発電設備・蓄電設備を適用する。・蓄電池での受電電力一定制御は反応速度よりも、デマンド変動の静定性能を重視してハード及び制御ロジックを構築する。 <p>市場制度として機器点評価の導入後は上記①②の対策が不要となり、現行のままでも対応できるので機器点評価を早期に導入して頂きたい。</p> <p>また、需要家リソースでの調整力供出はポジワット専用の発電所と異なり、受電点の電力を一定に保つといった、例えば需要家内の計画値同時同量といった周波数調整以外の価値も提供しているため、付加価値に応じた更なるインセンティブを期待したいところである。</p> <p>【EV充電器】（東邦ガス）</p> <p>➢ 事前審査及びアセスメントIIいずれも良好であった。今後の課題としては、家庭の負荷は小さく、家電類の一時的な使用でも負荷が急激に変動することもあるため複数のEVをアグリゲートするなどの対応が必要と考える。</p>

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
2	二次調整力②	<p>【実証全般】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 各RA事業者にて、制御実証を実施し制御精度の向上が図られていることを確認できた。 ➢ 特に低圧リソースは、2022年度では制御追従するもののイベントクリアには至らなかったが、本実証において、MECサーバによるリソース群の高速FB制御技術を改良したことによって大きく制御精度を向上しイベントクリアすることができた。 ➢ また、高圧産業用リソースについても前述の高速FB制御をGE端末に投入することにより、2022年度ではイベントクリアできなかった産業用蓄電池等でもイベントクリアを実現できた。 ➢ 対象リソースは、家庭用蓄電池、EV充電器、産業用蓄電池、ハイブリッド発電システムなどであった。 ➢ 課題や今後の解決策として、制御精度の更なる向上および運用に向けた対応が必要であり、改善検討を深めていく。 また、運用対応として、蓄電池残量を考慮した可能量算定や蓄電池残量制御（SoCコントロール）の効率化が必要である。 <p>【家庭用蓄電池・EV充電器】（auエネルギー & ライフ） 家庭用蓄電池でも実証結果から二次調整力②の要件もクリアできる結果を得ることができた。</p> <p>【家庭用蓄電池・EV充電器】（スマートテック） 高速FB制御によりEV充電器・家庭用蓄電池については 全コマ成功。</p> <p>【家庭用蓄電池・EV充電器】（ハンファジャパン） 全供出可能量が少なめに設定されているため、成功判定基準が厳しい傾向にある。</p> <p>【産業用蓄電池】（エナリス） 高速FB制御により追従性に優れるものの、満充電などで充電制約があり、追従ができないコマが発生した。 効率的なSoCコントロールが必要である。</p> <p>【産業用蓄電池】（東邦ガス） 業務用蓄電池にて実証を実施。指令値変更に対しては追従性良く反応していることを確認。 容量が24kWhと少なかったため、ブロックの後半で充電量低下による放電制限や、満充電による充電制限により失敗していることから、容量に余裕を持った入札などの対応が必要。</p>

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
2	二次調整力②	<p>【ハイブリッド発電システム】（東邦ガス・MHIET）</p> <p>ハイブリッド発電システムをリソースとした通信システム構成（RAシステム⇒DR制御クラウド⇒Edge box⇒リソース）で実証試験を実施し、通信システム上の不具合の抽出と改善を行った結果、二次調整力②を供出するためのDR制御に対応できる通信システムとして技術確立できた。</p> <p>合計9回の実証試験を実施した結果、成功率は平均19%と低い結果となった。この原因は、成功範囲に対するベースラインの精度不足(RAシステム側の改良が必要)や受電変動幅が大きいことに起因しており、そもそも、供出可能量に対してデマンド変動幅が大きすぎる需要家での試験であったことが影響している。一方で、模擬受電点では高い成功率が得られており、上記の原因に対応できれば、二次調整力②への市場参入は可能であることも判った。</p> <p>成功率を高めるためには、需要家の発電設備容量やデマンド変動幅を事前確認した上で、調整力を供出できる需要家であるかどうかを判断する必要があると考える。或いは機器点評価の早期導入などでどのような需要家でも参入できるようになることが期待される。</p> <p>【産業用蓄電池】（Sassor・レジル）</p> <p>エッジ端末（GW）で受電電力を監視し、蓄電池の高速制御を実施する仕組みを採用。応答速度は十分なことを確認したが、基準値の精度に課題があり、今後改善策の検討・検証が必要。</p> <p>【産業用蓄電池】（高砂熱学工業）</p> <p>Tesla蓄電池が具備する受電点追従制御機能を利用して制御を実施したが、応答速度が早く、高い精度での追従を確認できた。基準値の予測が外れて放電だけでなく、充電での追従も行っているがどちらも同様の精度で追従ができています。</p> <p>【産業用蓄電池】（豊田自動織機）</p> <p>指令値変更直後はオーバーシュートにより、数分間目標値よりも高い値が続くような傾向にあり、原因と対応策については検証が必要。</p>

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
3	三次調整力①	<p>【実証全般】</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 各RA事業者にて、制御を実施し制御精度の向上が図られていることを確認できた。➢ 特に低圧リソースは、本実証においてMECサーバによるリソース群の高速FB制御技術を改良したことによって大きく制御精度を向上しイベントクリアすることができた。➢ また、高圧産業用リソースについても前述の高速FB制御をGE端末に投入することにより、2022年度ではイベントクリアできなかった産業用蓄電池等でもイベントクリアを実現できた。➢ 追従しているがイベントクリアできないものもあり、それは、蓄電池残量を考慮した可能量算定や蓄電池残量制御（SoCコントロール）の調整に課題があったためである。➢ その他、低圧リソースを700kW程度集めた大規模実証を統一実施した。制御追従性は高く、イベントクリアの可能性を示すことができた。各RAにより制御精度のばらつきがあるため、各社の制御精度などを把握してうえで制御を行う必要がある。➢ 対象リソースは、家庭用蓄電池、EV充電器、産業用蓄電池、エネファームなどであった。➢ 課題や今後の解決策として、制御精度の更なる向上および運用に向けた対応が必要であり、改善検討を深めていく。また、運用対応として、蓄電池残量を考慮した可能量算定や蓄電池残量制御（SoCコントロール）の効率化が必要である。 <p>【家庭用蓄電池】（auエネルギー＆ライフ）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 受電点制御で実施し、チューニング実施した結果、三次調整力①の要件達成の見込みを立てる事ができた。➢ 一部充電不足などによって、放電可能量に制約が生じているため <p>【産業用蓄電池】（東邦ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 業務用蓄電池にて実証を実施。指令値変更に対しては追従性良く反応していることを確認。➢ 容量が24kWhと少なかったため、ブロックの後半で充電量低下による放電制限や、満充電による充電制限により失敗していることから、容量に余裕を持った入札などの対応が必要。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
3	三次調整力①	<p>【エネファーム】（大阪ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 指令値に対し時間内に応動し安定した制御ができ、30分コマ成功判定、及び、成功範囲滞在率にて全て成功という結果となった。➤ 2022年度から発売しているエネファームに搭載されている「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、高い制御精度での実証を実現することができた。➤ 成功率のみならず、制御精度向上の為、エネファーム群制御にPID制御を導入し、2,300台を超える台数を対象として、アンダーシュートが出やすいエネファームの特性を考慮した補正制御にてアンダーシュートを抑制し、且つ、立ち上げ速度を保ちながらオーバーシュートも抑制することができた。➤ 上記結果より、多数の低圧リソースの集合された制御群であっても、単体の発電機と同様に一般的に活用され汎用性の高いPID制御により、安定した目標値制御が可能であることを本実証で示すことができた。➤ 将来、需給調整市場への継続的な入札、エネファーム群による安定的な調整力kW確保を想定した場合、実証は期間が限定的であるため実機で確認できていない事象がある。具体的には、季節によるエネファーム群の調整力kWの変化（エネファームの調整力としている逆潮流は家庭内消費電力の変動に大きく影響を受けるため）、リソース台数の変化、リソースの通信途絶、サーバートラブル等の事象、その影響が考えられる。➤ エネファーム群による継続的な需給調整市場の活用に向けて、これら事象の影響に対してパラメータチューニング等による制御精度の確保・向上、さらにそれらの自動化などを視野に入れ引き続き検討を行う。また、低圧リソース群の実情を踏まえた政策・制度へのご対応を頂きたい。 <p>【EV充電器】（東邦ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 今回用いたV2Hでは指令値に対し応動性よく反応し、三次①において成功する結果を得た。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
4	三次調整力②	<p>【実証全般】</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 各RA事業者にて、制御を実施し制御精度の向上が図られていることを確認できた。➤ 特に低圧リソースは、本実証においてMECサーバによるリソース群の高速FB制御技術を改良したことによって大きく制御精度を向上しイベントクリアすることができた。➤ また、高圧産業用リソースについても前述の高速FB制御をGE端末に投入することにより、2022年度ではイベントクリアできなかった産業用蓄電池等でもイベントクリアを実現できた。➤ 追従しているがイベントクリアできないものもあり、それは、蓄電池残量を考慮した可能量算定や蓄電池残量制御（SoCコントロール）の調整に課題があったためである。なお、EVについては不在の影響や特有の制御精度課題がある。➤ その他、低圧リソースを2.6MW程度集めた大規模実証を統一実施した。制御追従性は高く、イベントクリアすることができた。1 MWを超える低圧統一での実証となった。➤ 対象リソースは、家庭用蓄電池、EV充電器、産業用蓄電池、エネファームなどであった。➤ 課題や今後の解決策として、制御精度の更なる向上および運用に向けた対応が必要であり、改善検討を深めていく。 また、運用対応として、蓄電池残量を考慮した可能量算定や蓄電池残量制御（SoCコントロール）の効率化が必要である <p>【家庭用蓄電池】（auエネルギー & ライフ）</p> <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。➤ 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。 <p>【産業用蓄電池】（東邦ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 業務用蓄電池にて実証を実施。指令値変更に対しては追従性良く反応していることを確認。➤ 容量が24kWhと少なかったため、ブロックの後半で充電量低下による放電制限や、満充電による充電制限により失敗していることから、容量に余裕を持った入札などの対応が必要。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
4	三次調整力②	<p>【エネファーム】（大阪ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 指令値に対し時間内に応動し安定した制御ができ、30分コマ成功判定、及び、5分コマ成功判定にて全て成功という結果となった。➤ 2022年度から発売されたエネファーム現行機器に搭載されている「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し、高い制御精度での実証を実現することを目指した。➤ 成功率のみならず、制御精度向上の為、エネファーム群制御にPID制御を導入し、2,300台を超える台数を対象として、アンダーシュートが出やすいエネファームの特性を考慮した補正制御にて抑制し、且つ、立ち上げ速度を保ちながらオーバーシュートも抑制することを目指した。➤ 特に三次調整力②は、事前審査に必要な5分値、アセスメントⅡに必要な30分値の精度を高めるため導入済みのロジックと、今回のPID制御ロジックのチューニングが必要であった。➤ 今回の実証結果により、エネファームの群制御においてPID制御導入により、安定した制御が実現できた。➤ 上記結果より、多数の低圧リソースの集合された制御群であっても、単体の発電機と同様に一般的に活用され汎用性の高いPID制御により、安定した目標値制御が可能であることを本実証で示すことができた。➤ 将来、需給調整市場への継続的な入札、エネファーム群による安定的な調整力kW確保を想定した場合、実証は期間が限定的であるため実機で確認できていない事象がある。具体的には、季節によるエネファーム群の調整力kWの変化（エネファームの調整力としている逆潮流は家庭内消費電力の変動に大きく影響を受けるため）、リソース台数の変化、リソースの通信途絶、サーバートラブル等の事象、その影響が考えられる。➤ エネファーム群による継続的な需給調整市場の活用に向けて、これら事象の影響に対してパラメータチューニング等による制御精度の確保・向上、さらにそれらの自動化などを視野に入れ引き続き検討を行う。また、低圧リソース群の実情を踏まえた政策・制度へのご対応を頂きたい。

実証の総括（補足資料）

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
5	容量市場 発動指令 電源	<p>【実証全般】</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 各RA事業者にて、制御を実施し制御精度の向上が図られていることを確認できた。➢ 特に低圧リソースは、本実証においてMECサーバによるリソース群の高速FB制御技術を改良したことによって大きく制御精度を向上しイベントクリアすることができた。➢ また、高圧産業用リソースについても前述の高速FB制御をGE端末に投入することにより、イベントクリアを実現できた。➢ その他、低圧リソースを700kW程度集めた大規模実証を統一実施した。制御追従性は高く、イベントクリアすることができた。➢ 対象リソースは、家庭用蓄電池、EV充電器、産業用蓄電池、エネファームなどであった。➢ 課題や今後の解決策として、制御精度の更なる向上および運用に向けた対応が必要であり、改善検討を深めていく。 <p>また、運用対応として、蓄電池残量を考慮した可能量算定や蓄電池残量制御（SoCコントロール）の効率化が必要である</p> <p>【家庭用蓄電池】（auエネルギー＆ライフ）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 複数の家庭用蓄電池を群管理し、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。➢ 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ため、需要変動があり安定的な供出量の調整が難しいが、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。 <p>【エネファーム】（大阪ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 多台数のエネファームを用いたポジワットでの供出を行う本実証により、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エネファームが活用できることを確認した。➢ 単体では定格出力0.7kWという比較的小容量のリソースであり、各々の家庭内消費電力の季節・時刻による変化により供出量は影響を受けるものであるが、多台数のエネファームを制御群として活用することにより、厳冬期での発動指令電源として活用が可能であることを示すことができた。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	【独自実証】 低圧リソース実証	<p>【群管理/群制御】（エナリス）</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 群管理の実証として、まず、需給調整市場検討小委員会資料などを参照し、リストパターン単位での区分、低圧リソース群定義に必要な区分、制御精度向上に必要な区分の3つの要素にて区分して実証を実施し群管理の知見を得た。 ➢ 制御対象管理には、仮想リソースIDでの管理が有効であることを実証した。 ➢ 2つの運用検証を実施し、①EVリソース群でイベント成功しない場合でも、家庭用蓄電池リソース群を合わせてリストパターンを構成することで二次②をイベントクリアすることができること、②複数リソース群のうちの1つが構成物理台数の減少などによる制御精度低下となった際に供出可能量の10%以下を想定した入替対応にてイベントクリアできることを示した。 <p>【逆潮流】</p> <p>家庭用蓄電池（auエネルギー＆ライフ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 低圧リソースの安定的な供出量確保の手段として逆潮流アグリゲーションが有用なことを確認した。 ➢ 他方、逆潮流対応を行う場合、系統連系接続に伴い発生する工事負担金のユーザ負担や逆潮流分の計量のため検定メーターの設置対応など、事前調整が多岐に渡った。 ➢ 属地TSO毎に系統接続に関する申し込み手続きに関して申込者の契約状態により差分計量器の設置対応が異なっていたり（FIT中：送配電手配、非FIT：申し込み者手配）、対応負担が大きい。属地TSOによっても手続きが異なるため、各社の手続き共通化を希望したい。 <p>EV充電器（東邦ガス）</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ EVを対象とした低圧リソースによる調整力実証試験を実施し、EVの応答性の評価を行った。 ➢ 家庭用などの低圧リソースは需要が低いいため、ネガワットリソースとして活用する場合は供出可能量の確保が難しい。逆潮流を発生させることでネガポジリソースとして活用できるので、供出可能量を多くすることが可能となる。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	【独自実証】 低圧リソース実証	<p>【群管理/群制御】（エナリス）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 群管理の実証として、まず、需給調整市場検討小委員会資料などを参照し、リストパターン単位での区分、低圧リソース群定義に必要な区分、制御精度向上に必要な区分の3つの要素にて区分して実証を実施し群管理の知見を得た。➢ 制御対象管理には、仮想リソースIDでの管理が有効であることを実証した。➢ 2つの運用検証を実施し、①EVリソース群でイベント成功しない場合でも、家庭用蓄電池リソース群を合わせてリストパターンを構成することで二次②をイベントクリアすることができること、②複数リソース群のうちの1つが構成物理台数の減少などによる制御精度低下となった際に供出可能量の10%以下を想定した入替対応にてイベントクリアできることを示した。 <p>【逆潮流】 家庭用蓄電池（auエネルギー＆ライフ）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 低圧リソースの安定的な供出量確保の手段として逆潮流アグリゲーションが有用なことを確認した。➢ 他方、逆潮流対応を行う場合、系統連系接続に伴い発生する工事負担金のユーザ負担や逆潮流分の計量のため検定メーターの設置対応など、事前調整が多岐に渡った。➢ 属地TSO毎に系統接続に関する申し込み手続きに関して申込者の契約状態により差分計量器の設置対応が異なっていたり（FIT中：送配電手配、非FIT：申し込み者手配）、対応負担が大きい。属地TSOによっても手続きが異なるため、各社の手続き共通化を希望したい。 <p>EV充電器（東邦ガス）</p> <ul style="list-style-type: none">➢ EVを対象とした低圧リソースによる調整力実証試験を実施し、EVの応答性の評価を行った。➢ 家庭用などの低圧リソースは需要が低いいため、ネガワットリソースとして活用する場合は供出可能量の確保が難しい。逆潮流を発生させることでネガポジリソースとして活用できるので、供出可能量を多くすることが可能となる。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
1	<p>【独自実証】</p> <p>低圧リソース実証</p>	<p>【EV】</p> <p>EV充電器 + 家庭用蓄電池 (auエネルギー & ライフ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ EVリソースについて、需給調整市場の各商品メニューへ対応可能（二次調整力②・三次調整力①・②など）なことが実証で確認が取れたため、供出リソースとしての活用選択肢としては◎ ➢ 事前アンケートをもとに基礎充電場所での滞在率の高い時間帯で制御発動したが、家庭用蓄電池と比較し、各制御ともにリソースの参加率が50～70%程度と低く、今後不在の可能性も含めた入札量（供出量）予測をおこなっていく必要がある。今回の制御では、制御可能量を絞っていたため、リソース内でカバー出来、良好な結果を得られているが、調整力リソースとしてフルに活用するためには課題がある。 ➢ また、家庭用蓄電池と同一グループで制御をおこなった結果、EV制御の制御精度を家庭用蓄電池で補完することも有効なことを確認することができた。 ➢ 複数メーカーのEVに対し同時制御をおこなったが、車種ごとに制御指示に対する応動に差が見られることを確認されているため、今後の精度改善に向けて車両メーカーへの確認、調整が必要。 <p>EV充電器（東邦ガス）</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ EVを対象とした低圧リソースによる調整力実証試験を実施し、EVの応答性の評価を行った ➢ 今回用いたV2Hでは指令値に対し応動性よく反応し、二次②、三次①②において成功する結果を得た。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
2	【独自実証】 AC リバランス 機能検討	<ul style="list-style-type: none">➢ ACリバランスを実施することで期待収益が増加することを机上にて検証することができた。➢ 机上検証にて、制御成功率80%程度においては、RA3社以上でのリバランスが期待収益増となることを確認できたことから、RA3社でのACリバランス実証を制御実証し、リバランス成功により、三次調整力②のイベントをクリア出来る子とを確認できた。➢ 今後の課題としては、各RAの制御ロジック特性に応じた対応検討が必要である。 更にシステム間連携インターフェースにてオンライン連携でのリバランスを実施したが、オフラインでのリバランス処理や坂RAを増やした際のリバランス対応も課題であり検討を進める必要がある。 また、補完処理を行った事業者間での負担に関するスキーム検討が必要である。➢ これらの検討を引き続き進め課題解決に向けた対応を進める。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
3	【独自実証】 5G+MEC 技術検証	<p>成果：</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 各種調整力制御の精度向上に向けたロジック改修をおこない、制御精度の向上を確認できた。➢ 一次調整力、二次三次調整力での制御応動について、各リソース種別に応じたい性能を把握できた。➢ 仮想リソースを構成する物理リソース台数による制御精度の知見を得ることができた。➢ 対象リソースを拡大すべく2022年度に実証対象となっていなかったリソースでのシステム適用を実現した。➢ 実運用に必要となるMECエッジ機能の開発検証を進め運用機能に関する知見を獲得した。➢ 周波数代表点計測の妥当性検証のために、全9エリア14か所での計測を進め、99.9%の一致を確認した。➢ 周波数代表点計測の可用性確保のために、東日本および西日本の全13か所での広域相互冗長機能切替機能の試験を実施し、全組合せでの計測障害模擬により、いずれも500ms以下で計測切替を完了し計測途絶時間は500ms以下であることを確認できた。➢ 通信コスト低減などの検討結果として、周期可変最適化、お客さま回線併用に関する課題抽出や設計検討を更に進めることができた。 <p>課題と今後の解決策：</p> <ul style="list-style-type: none">➢ EVなどの不在となるリソース把握が必要となるリソースへの対応や更なる制御精度向上が必要な個別リソースへの対応が必要である。制御ロジックの更なる改善を進めることで解決を目指す。➢ 更なるコスト低減のためにMECエッジの低コスト化および運用機能の実運用レベルでの実装が課題であり、引き続き設計検討に努める。➢ 低圧リソースでの一次調整力活用には、周波数代表点計測/仮想自端制御が欠かせないことから、商用利用が可能となるよう説明などの働きかけを進める必要がある。➢ 通信コスト低減に際しては、セキュリティリスク低減、品質低下防止が必要であり、バランスを確保しつつ、コストダウン検討を進める。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
4	【独自実証】 収益最適化ロジックモデルの構築による実証	<p>(エナリス)</p> <p>【EVを用いたアービトラージ最適計画実証】</p> <p>需要家のEVを用いたアービトラージの計画策定方法を検討。過去断面での予測データを用いて計画策定を模擬し、外出を考慮した計画策定が可能であることを確認。また、蓄電残量確保を考慮しつつEVの裁定充放電による収益性の向上を確認した。EVはアービトラージを通じた収益源として活用可能である。</p> <p>検証ではV2Hチャージャーを想定したが、システムへの放電も許容するV2Gチャージャーの運用が可能となれば収益のさらなる向上が見込める。</p> <p>EVの特性を踏まえたビジネス整理は今後の検討課題である。以下に例を示す。</p> <ul style="list-style-type: none">・小売配下外（勤務先等）・パブリックエリア（商業施設等）のチャージャーへの接続・充放電・ユーザによる在宅中の蓄電残量確保を意図した充電の取り扱い <p>また予測データについて、外出タイミングと外出中のSoE放電量を統合的に予測するためのモデル精緻化により、計画策定の精度向上が見込める。</p> <p>【蓄電池リソースによる三次調整力入札に関する最適計画実証】</p> <p>数理最適化手法を用いた三次調整力の入札価格・入札量・入札ブロック決定方法を検討。三次調整力①の過去実績データを用いて入札計画を模擬し、調整力入札による収益性の向上を確認した。</p> <p>特に、アービトラージでは蓄電池稼働による値差収益獲得が狙えない時間帯において三次調整力へ入札することで、大きな収益増加が見られた。最適化ロジックが、アービトラージによる収益と三次調整力による収益を適切に比較しながら入札計画を策定できることを確認した。</p> <p>本実証では単一リストパターンの入札計画のみに対応。複数リストパターンについて同一ブロックに重複入札をしない制約を考慮したロジック構築の余地がある。</p> <p>また、本実証では応動失敗によるペナルティの収益影響は特に考慮していないため、可能量やデバイス特性などを踏まえ応動失敗リスクを考慮したロジックもさらなる収益向上に寄与すると考えられる。</p>

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
5	【独自実証】 需給調整市場での複合約定検証	<p>(東邦ガス・MHIET)</p> <p>【一次調整力】</p> <p>リソースでの以下対策にてデマンド変動に対応した調整力を供出できる現実的なソリューションが立てられた。</p> <ul style="list-style-type: none">・市場入札する時間帯におけるデマンド変動量に対して1.5～2倍の出力容量を持つ発電設備を適用する。・蓄電池での受電電力一定制御は反応速度よりも、デマンド変動の静定性能を重視した制御ロジックを構築。 <p>市場制度として機器点評価の導入後は上記が不要となり、現行のままでも対応できる。</p> <p>【二次調整力②】</p> <p>ハイブリッド発電システムをリソースとした通信システム構成（RAシステム⇒DR制御クラウド⇒Edge box⇒リソース）で実証試験を実施し、通信システム上の不具合の抽出と改善を行った結果、複合約定における二次調整力②を供出するためのDR制御に対応できる通信システムとして技術確立できた。</p> <p>成功率が低い結果となった実証試験の原因は、成功範囲に対するベースラインの精度不足(RAシステム側の改良が必要)や受電変動幅が大きいに起因しており、そもそも、供出可能量に対してデマンド変動幅が大きすぎる需要家での試験であったことが影響している。</p> <p>一方で、上記の原因に対応できた実証試験では、高い成功率が得られており、二次調整力②への市場参入は可能であることも判った。</p> <p>成功率を高めるためには、需要家の発電設備容量やデマンド変動幅を事前確認した上で、調整力を供出できる需要家であるかどうかを判断する必要があると考える。或いは機器点評価の早期導入などどのような需要家でも参入できるようになることが期待される。</p> <p>【その他】</p> <p>需要家リソースでの調整力供出はポジワット専用の発電所と異なり、受電点の電力を一定に保つといった、</p> <p>例えば需要家内の計画値同時同量といった調整力以外の価値も提供しているため、付加価値に応じた更なるインセンティブを期待したいところである。</p>

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
5	【独自実証】 需給調整市場での複合約定検証	<p>【家庭用蓄電池】（エナリス）</p> <p>成果：</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 次の複合約定について制御実証を実施し全てイベントクリアできたことを確認。 二次② + 三次①：EDC、一次 + 二次②：GF + EDC、一次 + 二次② + 三次①：左記の複合➤ 評価方法について、取引ガイドに記載の内容をもとにA事業者の確認の上、実施を通じて知見を得た。➤ A事業者からの制御指令値について、二次② + 三次①を含む場合に下記の内容となることを制御指令実績から確認。 二次②供出可能量、三次①供出可能量の1/3の大きい方の値 以下 となること➤ 一次調整力を含むものについては、平常時および異常時の模擬周波数信号を入力しより厳密な評価を実施できた。 <p>課題および今後の解決策等：</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 本実証では、一次、二次②、三次①の3商品での複合であったが、商用においては、専用線オンラインの二次①も対象になることから、将来の適応を見据え、評価方法の検討を行う必要がある。

実証の総括

■ 各実証における成果や課題

No.	該当実証	成果や課題、今後の解決策等
6	機器点 個別計測 評価	<p>成果：</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 上げ／下げDRを実施し各々に対し負荷または蓄電池での供出を想定。4パターンの実証パターンを作成し各々において不正供出の有無を実機およびシミュレータのハイブリッド構成にて実証し、受電点電力と機器点電力を計測、相関係数が不正供出時には小さく不正検出可能であることが確認できた。 <p>課題および今後の解決策：</p> <ul style="list-style-type: none">➢ 負荷の変動パターンや蓄電池の動作状況など実運用でのいくつかの想定されるパターンでも同様の不正検出ができるのか実運用を想定した確認を進める必要がある。➢ 本実証では、機器点電力、受電点電力での不正検出および評価を行った。実運用上、TSOが保有するデータである制御指令値での検出ができれば、更なる不正検出対応の簡素化を図ることができることから、可能性について検討を進める。

今後の展望

今後の展望

アグリゲーションビジネス拡大に向けて

実証事業で得られた知見を各アグリゲーションサービスへフィードバック、充実化を図り、将来的には各事業・市場・サービスを融合し、再エネや低圧リソースを含めたDERアグリゲーションビジネスの更なる拡大を目指す。

再エネアグリゲーション実証事業

R5年度実証事業計画

- ・インバランス回避(時間前市場活用手法検討等)
- ・収益拡大に向けた検証(蓄電池活用)
- ・予測技術開発(アンサンブル予報、積雪を考慮したPV発電量予測技術)
- ・インバランス保険検討 等

DERアグリゲーション実証事業

R5年度実証事業計画

- ・市場価格連動DR(収益最大化)
- ・一次、二次②、三次①②調整力実証(技術検証と収益性評価)
- ・5G+MEC技術検証
- ・収益最適化ロジックモデルの構築 等

**実証結果を実サービスに
フィードバックし
提供内容の充実化**

主業務

- ・需給管理代行
- ・小売り電気事業

再エネアグリゲーションサービス

2022年4月～提供開始

再エネ発電事業者向けサービス

- ・発電量予測・発電計画提出業務代行
- ・インバランス費用リスクの請負

発電事業者

ENERES

将来的に各事業・市場
・サービスを融合
(需給一体調整)

発電
BG

スポット市
場

需要
BG

相対
契約

時間前
市場

容量
市場

需給調整
市場

VPPサービス

2021年4月～提供開始

RA・法人需要家向けサービス

- ・市場価格連動DR
- ・調整力公募
- ・需給調整市場 等への活用

小売電気事業者
需要家

今後の展望

2016年度～2020年度までコンソーシアム幹事社としてVPP実証事業へ参加、2021年度および2023年度は再エネアグリ実証とDERアグリ実証にコンソーシアムリーダーとして参加し、発電側・需要側双方におけるアグリゲーターの役割を検証。実証結果を基に、各サービスの展開を開始。

	サービス名	サービス内容	サービス提供先	サービス開始
1	調整力供給サービス	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	2019年度
2	アグリゲーションシステムサービス	アグリゲーター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、小売電気事業者 経済DR	アグリゲーター 小売電気事業者	2021年4月
3	再エネアグリゲーションサービス	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	2022年4月
4	系統用蓄電池制御サービス	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	2023年上期
5	需給調整市場サービス	・ 発電設備の三次調整力②への入札取引を代行 ・ 低圧リソースをアグリゲートしての市場への入札(2026年度～)	送配電事業者	2023年下期

【その他】需給調整市場取引会員登録完了(2020年5月8日、取引会員番号: D0002)
 特定卸供給事業届出(2022年4月1日、第1号登録)
 簡易指令システムとの接続(接続済み: 北海道・東北・東京・中部・関西・北陸・中国・四国・九州)

多種多様なリソースを最適制御し脱炭素化を加速

【既存サービス】
 需給管理・新電力支援
 電力卸
 小売供給
 Falcon (EMS)
 TPO (オンサイトPPA)
 再エネメニュー
 VPPサービス(電源I'、三次)
 自己託送、オフサイトPPA

【2024～2025】
 洋上風力需給管理
 FIP売電支援
 マイクログリッド支援
 再エネ電源供給支援
 EV充放電制御
 系統蓄電池充放電最適化
 発電所併設蓄電池 需給管理
 需給調整市場 全商品参入
 発電所スコアリング
 インバランス保険

【2026～2027】
 RT予測による時間前取引
 アンシラリーサービス
 再エネ認証P2P取引
 企業スコアリング
 需給調整市場への低圧参入
 電力デリバティブ

【2028～2030】
 ローカルフレキシビリティ対応
 BRP
 個人向け脱炭素サービス
 自動トレーディング

(最終スライド)