



令和2年度 需要家側エネルギーリソースを活用した バーチャルパワープラント構築実証事業【B事業】 成果報告書(公開版)

交付決定番号：SII-VB-20200529-d-01501 (株式会社エナリス)
SII-VB-20200529-d-01502 (KDDI株式会社)

事業名称：アグリゲーションビジネス実現のためのVPP実証事業

令和3年3月

AC：株式会社エナリス、KDDI株式会社

RA：株式会社エナリス、中国電力株式会社、東邦ガス株式会社、西部ガス株式会社、ENEOS株式会社
MULユーティリティイノベーション株式会社、戸田建設株式会社、株式会社ナンワエナジー
株式会社スマートテック、株式会社Sassor、京セラ株式会社、株式会社グリムスソーラー

実証協力事業者：三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社

JREオペレーションズ株式会社、株式会社レノバ、会津電力株式会社

1. 実施体制

1-1. AC及びRAの体制 (コンソーシアム構成：17社体制)

事業名	アグリゲーションビジネス実現へ向けたVPP実証事業
アグリゲーションコーディネーター	株式会社エナリス (幹事社), KDDI株式会社
リソースアグリゲーター	株式会社エナリス, 中国電力株式会社, 東邦ガス株式会社, 戸田建設株式会社, 西部ガス株式会社, ENEOS株式会社, 株式会社ナンワエナジー, 株式会社スマートテック, 株式会社Sassor, MULユーティティーイノベーション株式会社, 京セラ株式会社, 株式会社グリムソーラー
実証協力事業者	三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社, JREオペレーションズ株式会社, 株式会社レノバ, 会津電力株式会社
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, 中国電力エリア, 九州電力エリア, 沖縄エリア
制御対象リソース	産業用蓄電システム, 家庭用蓄電システム, 自家発電機, CHP, 電気温水器, 車載用リユース蓄電池, エネファーム, エコキュート, EV充電器, 空調機, 冷凍機, 太陽光・風力発電所(需給一体調整検証用)
実証内容	<ul style="list-style-type: none"> 共通実証: 三次調整力①, 三次調整力②, 市場価格連動DR 独自実証: 一次調整力制御, 車載用リユース蓄電池, 電気温水器, エネファーム制御, 家庭用蓄電池からの逆潮流制御, 需給一体調整(需要家リソースを活用した再エネバランシング検証)

■ 主な実証事業目的

【調整力供給】

- 需給調整市場(三次調整力②)参加へ向けた技術検証 (基準値精度、最適なリスト/パターンでの制御)
- 三次調整力①および一次調整力に対応した制御技術の検証
- 車載用リユース蓄電池、電気温水器、エネファーム制御等の独自実証

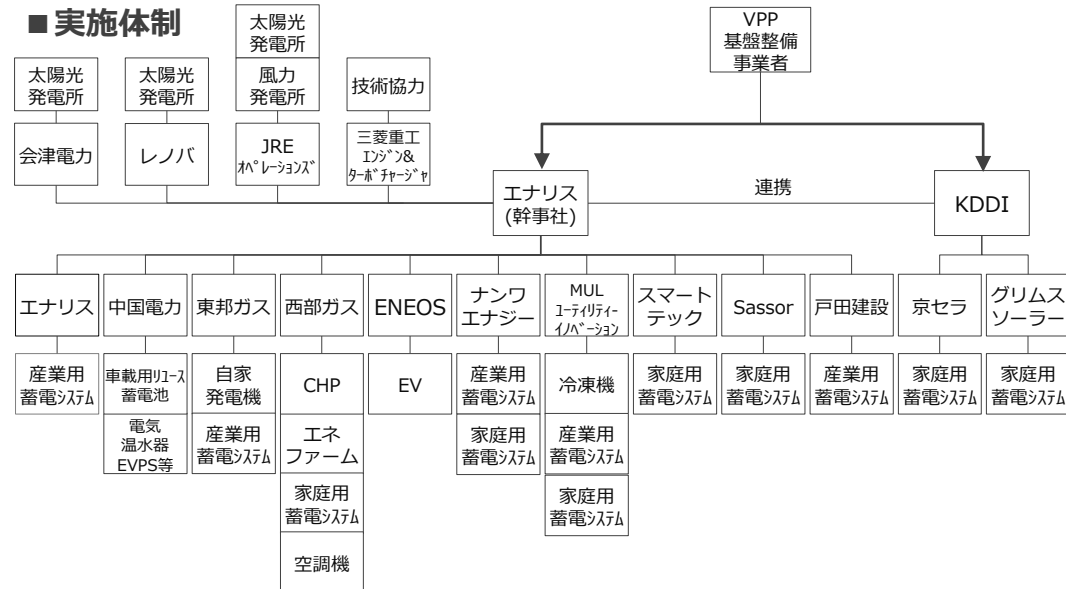
【需給調整】

- 市場価格連動DR (小売電気事業者向け経済DR) の実施 (経済メリット検証)
- 需要家リソースを活用した再エネバランシング (発電計画値と実績値の誤差およびBG組成効果の検証、需要BGと発電BGを連携した需給調整可能性の検証)

■ 実証スケジュール

- 2020年5月 : 事業者採択
- 2020年6月～10月中旬 : 需要家募集、システム開発等
- 2020年8月中旬～2021年2月 : 2020年度実証

■ 実施体制



1-2. 制御対象リソース

■ 本年度の制御リソース（エリア、台数、出力）は以下の通り。

実施 エリア	産業用 蓄電池		発電機 (CGS含む)		EVリース 蓄電池		冷凍機		EV 充電器		家庭用 蓄電池		電気 温水器		V2H		エネ ファーム		エコ キュート		空調		合計			
	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW	台	設備 出力 kW		
東北	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	48
東京	172	1,551	4	8,750	0	0	0	0	33	198	601	1,695	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	810	12,194
中部	8	79	1	450	0	0	0	0	0	0	527	1,516	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	536	2,045
関西	44	435	0	0	0	0	0	0	0	0	45	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	564
中国	8	79	0	0	1	400	0	0	0	0	1	6	9	30	1	6	0	0	2	1	1	1	1	1	23	523
四国	3	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	29
九州	2	109	0	0	0	0	0	0	1	6	257	753	0	0	0	0	1	1	1	435	1	7	263	1,310		
沖縄	0	0	0	0	0	0	1	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	500	
合計	237	2,282	5	9,200	1	400	1	500	34	204	1,447	4,146	9	30	1	6	1	1	3	436	2	8	1,741	17,212		

制御kW 三次調整力①②：約8MW、市場価格連動DR：約2.1MW、独自実証：約0.7MW

2. 実証概要(共通実証)

2-1. 実証の目的、実施概要

■ 2020年度実証の概要は以下の通りである。※共通実証は実証仕様書に準拠

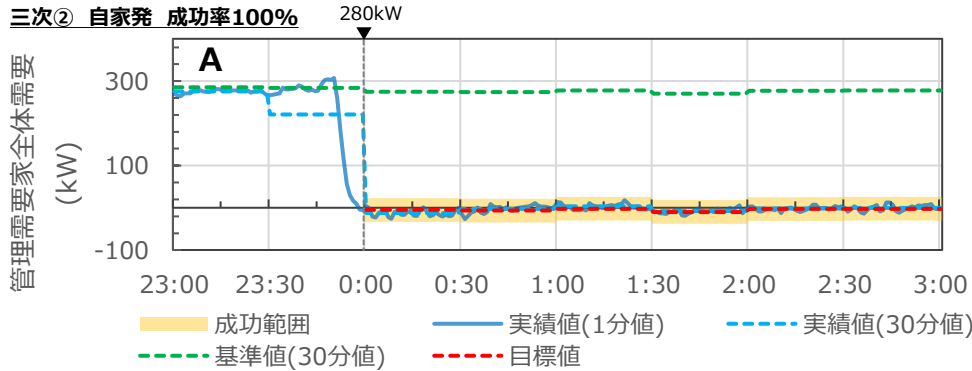
共通実証の目的と実施内容

実証項目		目的	実施内容	主要実施者
共通 実証	三次調整力①、②	需給調整市場参入	<ul style="list-style-type: none"> パターン（需要家事前組み合わせ）制御検証 基準値精度の向上等による成功率向上 多種多様なリソースの活用可能性検証 	コンソーシアム
	市場価格連動DR	需給管理高度化	<ul style="list-style-type: none"> スポット/時間前市場取引の経済性検証 	コンソーシアム

共通実証実施概要

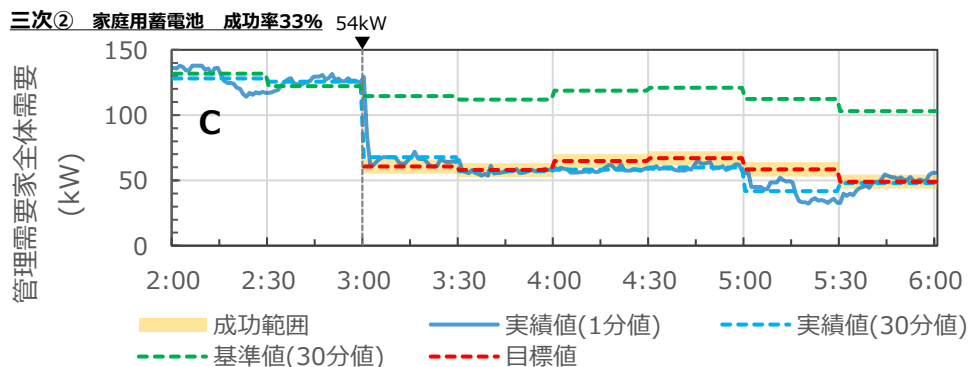
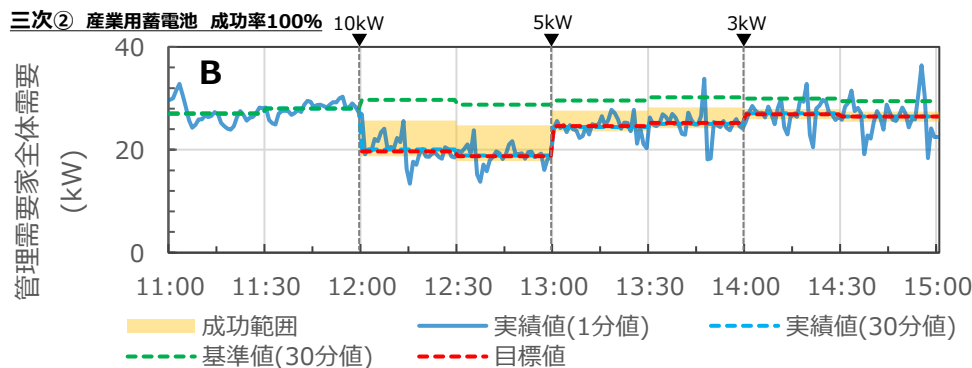
実証項目	実施概要
三次調整力①、②	<ul style="list-style-type: none"> ・三次②33回、三次①12回実施(2020年8月～2021年2月) ・実施エリア：東北、東京、中部、関西、中国、九州、沖縄エリア ・実施リソース：産業用蓄電池、家庭用蓄電池、自家発電機、コジェネ、冷凍機、EVPS、電気温水器、車載用リユース蓄電池、V2H、トライブリッド、エネファーム、空調機 ・基準値算出手法 High X of Y(当日補正あり)モデル：昨年度より継続してHigh 8 of 10を採用（エナリス） 独自モデル：過去10日間の同時刻の上位20%～80%の順位の平均値を採用（KDDI） 独自モデル：各家庭の過去30日(最低2日)を学習データ期間として、気象予報から宅内消費量やPV発電量を予測するモデル(家庭用需要家向け)（Sassor）
市場価格連動DR (スポット市場)	<ul style="list-style-type: none"> ・スポット市場価格予測を基に充放電計画を作成して蓄電池を制御し、経済メリットを検証。自社小売と他社小売需要家を分け、ネガワット調整金を加味した経済性検証を実施 ・2020/8/24～9/4、11/9～11/13、2021/1/4～1/8の3期間で実施（エナリス） ・2021/1/7～2021/1/28の期間で実施（KDDI） ・実施エリア：東京、中部、関西、中国、四国、九州エリア ・実施リソース：産業用蓄電池、家庭用蓄電池 ・ベースライン：High 4 of 5(当日補正あり)（エナリス） High 4 of 5（当日補正無し）（KDDI）

2-2. 実証成果 各リソースの活用方法(調整力と供給力)



グラフA : 2021/1/22 自家発電機1台 定格450kW、可能量280kW
 グラフB : 2020/10/14 産業用蓄電池1台 定格60kW、可能量10kW

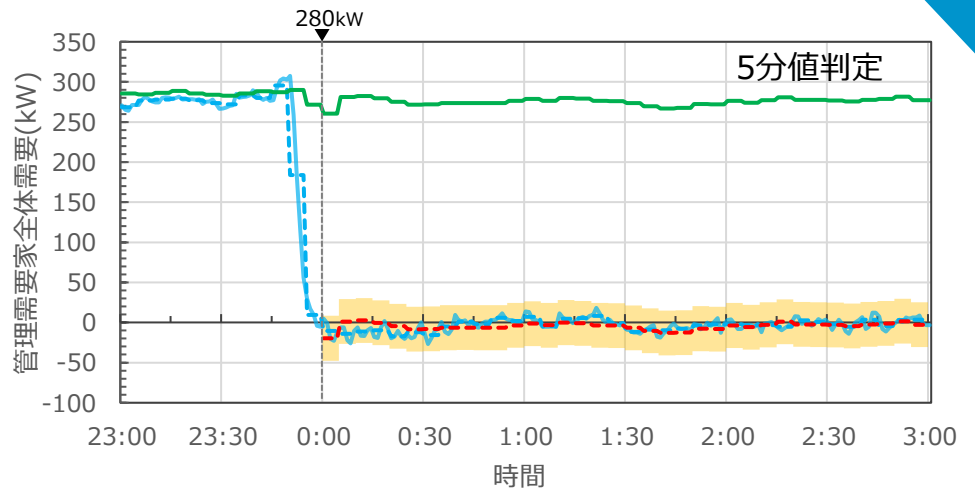
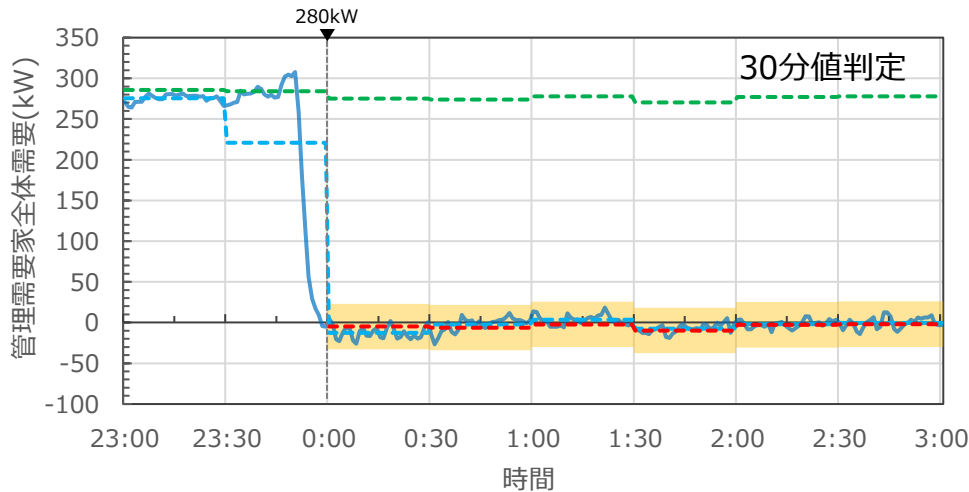
- 自家発電機と産業用蓄電池については、需給調整市場三次調整力②の要件をクリアできること確認した。
- ただし、需要家の負荷変動が安定していることや、需要に対してある程度の可能量を確保できていることなど、要件をクリアするための需要家に対しての条件があり、全ての自家発電機や産業用蓄電池が要件を満たすとは言いえない。
- 上記より、30分値判定はクリアするものの、5分値で判定する事前審査への合格が難しい需要家がほとんどである。
- 自家発電機については、最低運転出力の問題があり、これ以下の指令値では細かな制御は難しいため、これについては、別途、蓄天地等他のリソースと合わせてアグリゲートすることをACにて検討する。



- グラフC : 2021/2/5 家庭用蓄電池52台 定格3kW/台、可能量54kW
- 家庭用蓄電池では、三次調整力②の要件を満たすことはできなかったが、左記グラフの結果から、供給力としては十分に利用可能と考える。
 - 家庭用蓄電池は通常、PV発電している時間帯は停止しており、出力が低下する夕方から放電を開始(経済モード)するため、その制御パターンを加味した基準値となり、夕方に追加で調整力を供出できる可能性は低い。
 - 一方で通常では放電していない朝の市場価格上昇時などに、経済DRとして利用できる可能性はある。

2-2. 実証成果 共通実証三次調整力②(自家発電機)

2021年1月22日 0:00~3:00 中部エリア 三次調整力② 対象リソース：自家発電機(450kW) 供出可能量：280kW



成功範囲
 実績値(1分値)
 実績値(30分値)
 基準値(30分値)
 目標値

成功範囲
 実績値(1分値)
 実績値(5分値)
 基準値(5分値)
 目標値

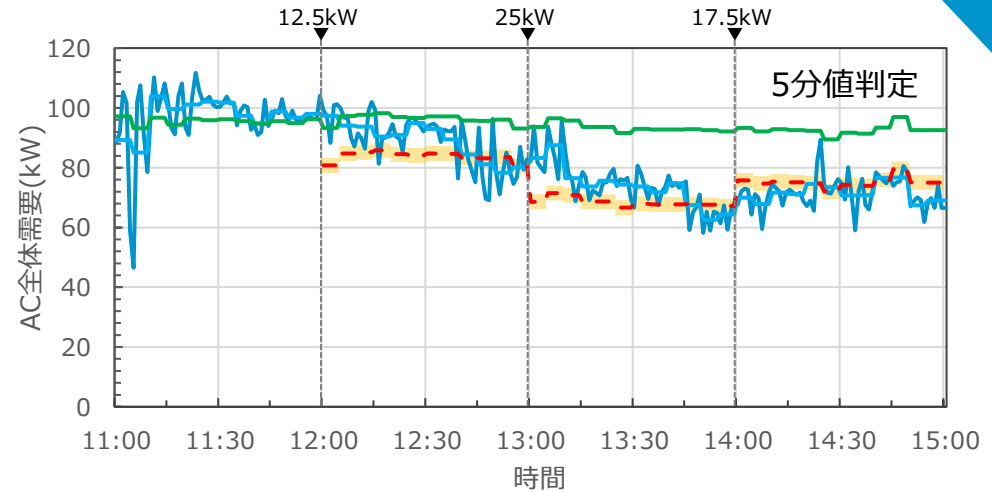
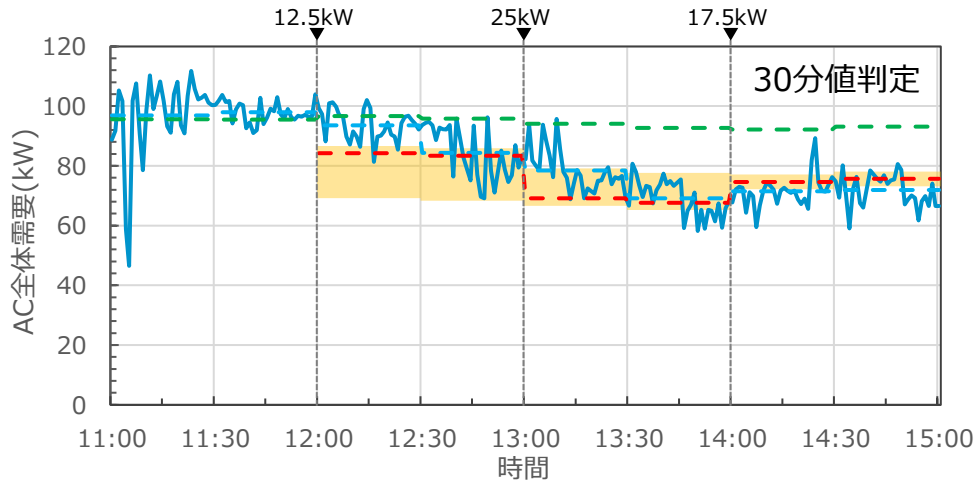
- 100%3時間継続指令であり、目標値に沿って制御が行われている(当該設備は逆潮流可能であるため、目標値が負値のコマもあり)
- 今年度より、自家発(コジェネ含む)制御は受電一定制御としたことで制御が安定。30分値に加えて、5分値もクリアした。
- ただし、100%3時間継続指令には耐え得るものの、自家発には最低運転出力があるため、これ以下の指令や基準値が乖離した場合の0kW指令等には対応できない課題あり。
- 今後、蓄電池等の他のリソースと合わせて制御し、指令値変更や0kW指令への対応を確認する。

コマ	30分値成功判定 (入札量±%)	5分値成功率 (x/6成功)
1	○ (-2.71%)	100% (6/6成功)
2	○ (+1.38%)	100% (6/6成功)
3	○ (+1.98%)	100% (6/6成功)
4	○ (+0.86%)	100% (6/6成功)
5	○ (+0.33%)	100% (6/6成功)
6	○ (+0.61%)	100% (6/6成功)
平均	100%(6/6コマ成功)	100%(36/36成功)

発動前(1時間)基準値絶対誤差平均 3.5% ※
 ※発動前10分間を除く(コジェネ事前起動)

2-2. 実証成果 共通実証三次調整力②(コジェネ+産業用蓄電池)

2020年12月10日 12:00~15:00 九州エリア 三次調整力② 対象リソース：コジェネ+産業用蓄電池 供出可能量：25kW

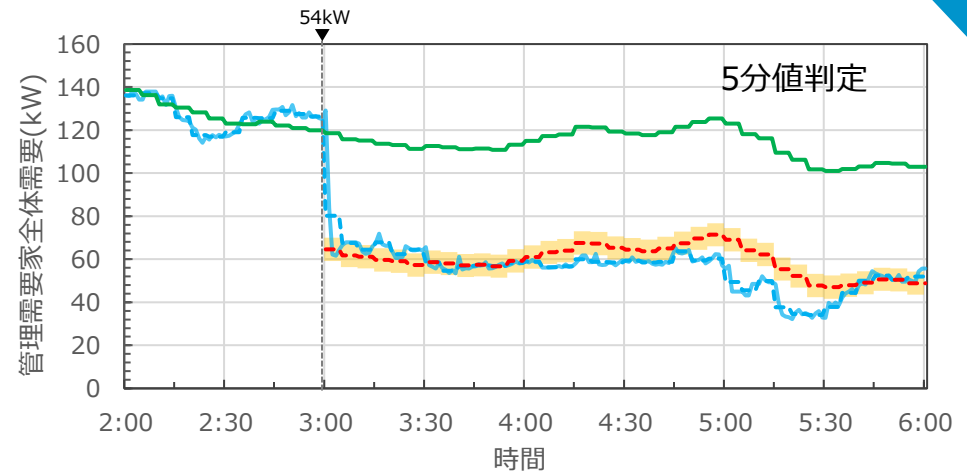
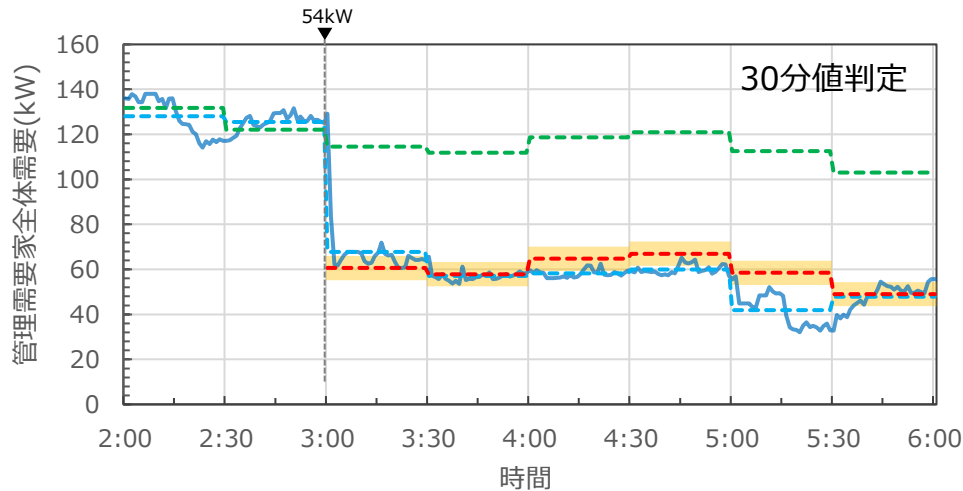


- コジェネと産業用蓄電池を組み合わせる参加。
- ACからは、前半がコジェネ、後半が産業用蓄電池で制御するよう指示を自動振分けしたが、コジェネの可能量が10kWに対して、A事業者からの指令全量をコジェネへ負担させる指示となり、対応できず。
- 産業用蓄電池側でカバーするリバランスの機能も動作せず、複数種のリソースでのアグリゲートに課題が残った。
- 今後、ACからの指示振分け部分を含めて、アグリゲート手法を確認し、最適な制御手法を確立する。

コマ	30分値成功判定 (入札量±%)	5分値成功率 (x/6成功)
1	× (+37.57%)	0% (0/6成功)
2	○ (+4.20%)	50.0% (3/6成功)
3	○ (+37.43%)	0% (0/6成功)
4	○ (+5.78%)	16.7% (1/6成功)
5	× (-12.68%)	33.3% (2/6成功)
6	× (-14.85%)	16.7% (1/6成功)
平均	50%(3/6コマ成功)	19.4% (7/36成功)
発動前(1時間)基準値絶対誤差平均		7.78%

2-2. 実証成果 共通実証三次調整力②(家庭用蓄電池)

2021年2月5日 3:00~6:00 東京エリア 三次調整力②相当 対象リソース：家庭用蓄電池(52台) 供出可能量：54kW

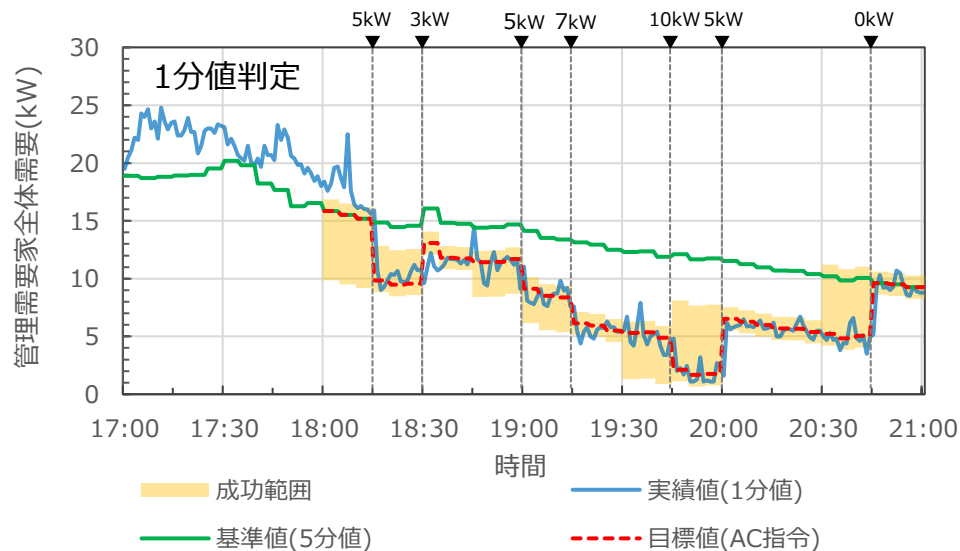


- 家庭用蓄電池52台のアグリゲート。
- 3時間100%継続指令で、全体の成功率自体は33%であるが、失敗コマでも、5コマ目以外は入札量±15%以内に収められており、さらに精度向上していけば、調整力供出リソースとしての活用可能性は十分にあると考えられる。
- 失敗コマに関しては、蓄電池設置後間もない需要家がいたことで、実績値取得期間が短く、基準値や供出可能量を正確に把握できていなかったリソースがあったことが要因と思われる。
- 但し、家庭用蓄電池の場合、PV出力時間帯、PV出力していなくても、経済モードなど需要家側でローカル制御している時間帯もあり、確実に制御できる時間帯は限られる。今回は、特に制約のない3:00~6:00の時間帯で実施したもの。

コマ	30分値成功判定 (入札量±%)	5分値成功率 (x/6成功)
1	× (+13.31%)	33.33% (2/6成功)
2	○ (-1.47%)	100.00% (6/6成功)
3	× (-12.08%)	16.67% (1/6成功)
4	× (-12.87%)	50.00% (3/6成功)
5	× (-30.69%)	0.00% (0/6成功)
6	○ (-2.12%)	83.33% (5/6成功)
平均	33.33%(2/6コマ成功)	41.67% (15/36成功)
発動前(1時間)基準値絶対誤差平均		4.02%

2-2. 実証成果 共通実証三次調整力①(産業用蓄電池)

2020年11月16日 18:15～21:00 九州エリア 三次調整力① 対象リソース：産業用蓄電池(1台) 供出可能量：10kW



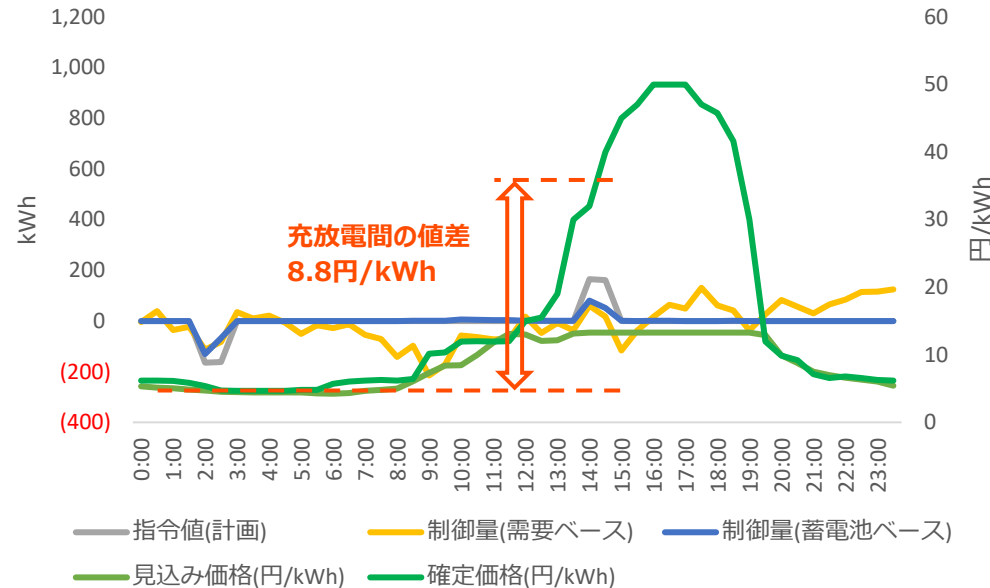
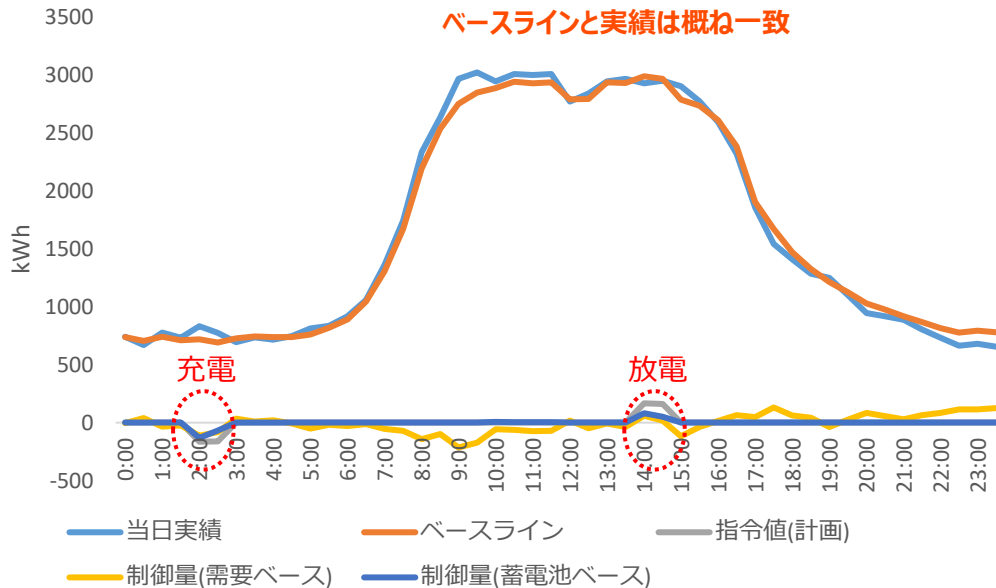
コマ	1分値成功判定 (x/30成功)
1	93.33% (14/30成功)
2	83.33% (25/30成功)
3	83.33% (25/30成功)
4	93.33% (28/30成功)
5	93.33% (28/30成功)
6	86.67% (26/30成功)
平均	88.48% (146/165成功)
発動前(1時間) 基準値絶対誤差平均	14.17%

- 基準値が若干乖離していたが、指令値変更にも対応し、目標値に沿う形で制御を行っている。
- 平均の成功率としては88%、各コマでも90%を超える成功率もあり、確実に精度向上していることを確認。
- ただし、現状のシステム制約上、リソースは1分周期で制御しているが、1分値評価に対応するには秒単位での制御が必要と思われる。今回は、需要が安定している時間帯で実施したため、ある程度成功率は高くなったが、昼間帯など、需要家によっては突発的に需要変動する場合もあり、この場合が対応が難しく、DRリソースでの三次調整力①への参入にはまだ課題あり。

2-2. 実証成果 市場価格連動DR（株式会社エナリス）

- 夏期冬期は、充放電間の値差が大きくなりやすいため、ベースラインと実績の乖離が大きくなければ、ネガワット調整金を考慮しても収益は黒字化しやすくなる。
- 端境期である秋期は、充放電間の値差が小さくなりやすいため、ベースラインの精度が良かったとしても、収益は期待できない。

2020年8月28日 東京エリア（参加需要家33件、蓄電池設備kW:330kW） 他社小売需要家



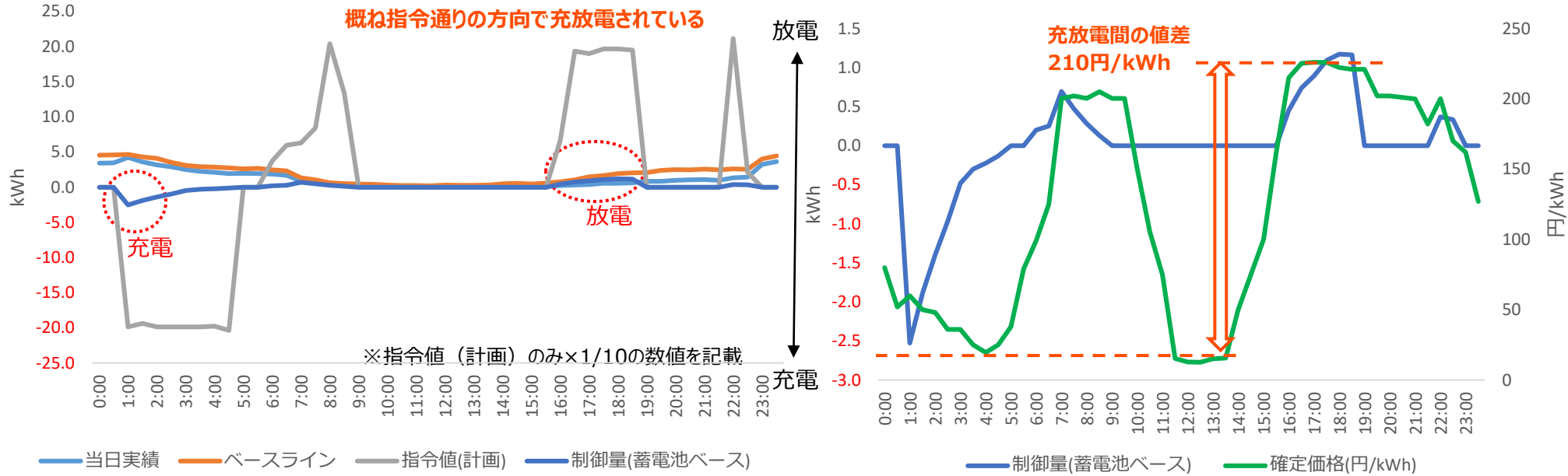
経済性評価指標（円/日）					制御精度評価指標				
期待収益	実績値 【制御量 （蓄電池ベース）】	実績値【制御量（需要ベース）】		（参考） 対象需要の 調達費用	ベースライン 予測精度	蓄電池 制御精度	スポット価格 予測精度	制御量（需要ベース）	
		ネガワット 調整金なし	ネガワット 調整金あり					充電量	放電量
2,837 【+1.3%】	3,574 【+1.6%】	1,606 【+0.7%】	436 【0.2%】	219,812	4.4%	50%	67.0%	▲195	77

- 収益実績の計算方法
 - 自社小売の場合、（ベースライン-当日実績需要）×スポット実績単価
 - 他社小売の場合、（ベースライン-当日実績需要）×スポット実績単価 - （ベースライン-当日実績需要）×ネガワット調整金単価 ※下げDR時のみ加算
 - 比率はすべて調達費用（当日実績×スポット実績単価）に対する割合を示す
- ベースライン精度は、ベースライン予測値に対する、指令値が発動していないコマの実績とベースラインとの乖離度合いを示す
- 蓄電池制御精度は、指令値に対する、指令値が発動したコマの制御実績（蓄電池ベース）と指令値との乖離度合いを示す
- スポット予測精度は、スポット予測価格に対する、予測価格と実績価格との乖離度合いを示す

2-2. 実証成果 市場価格連動DR (KDDI株式会社)

■ 指令の方向通り蓄電池の制御が行われていること、需給ひっ迫期で充放電間の値差が大きかったことから、ネガワット調整金を考慮しても収益は黒字化する結果となった。

2021年1月14日 中電PGエリア



経済性評価指標 (円/日)				制御精度評価指標				
期待収益	実績値 【制御量 (需要量ベース)】	実績値【制御量 (蓄電池ベース)】		(参考) 対象需要の 調達費用	ベースライン 予測精度	蓄電池 制御精度	制御量 (蓄電池ベース)	
		ネガワット 調整金なし	ネガワット 調整金あり				充電量	放電量
327,463	+3,319 【+117%】	+1,350 【+47.7%】	+1,224 【+43.3%】	2,829	155.3%	99%	▲8	8

No.	分類	項目	成果や課題、今後の解決策等
1	【共通実証】 三次調整力 ①②	成功率の推移	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ACとしての成功率は、三次②で100%、三次①で88%程度が最大であった。三次②においては、30分値、5分値共に100%達成したリソースもあったが、特に5分値評価については、安定して結果を出せておらず、今後引続き精度向上のための検討を行う。 ➤ 三次②で成功した例はリソース単体で実施したケースが多く、複数リソースを組み合わせた場合のアグリゲート手法には課題あり。また、三次②の要件をクリアするリソースについては、需要が安定していること、需要に対してある程度(20%程度か)の供出可能量があることなど、一定の条件をクリアしなければ達成は難しい。また、 ➤ 3時間継続して供出が難しくても1時間などの短時間では活用できるリソースもあると考えられ、アグリゲート手法を継続して検討する。 ➤ 自家発電機については、制御手法を今年度より受電一定制御へ統一したことで、成功率が向上し、安定した制御を実施できた。但し、自家発電機には最低運転出力が存在するため、0kW指令や指令値変更への対応が難しい課題あり。蓄電池等他のリソースと組み合わせたアグリゲートが必要。 ➤ 三次①については、昨年度よりも成功率は向上しているものの、DRリソースでの調整力供出評価に需要変動という外乱がある以上、1分値評価は厳しい条件。
2		基準値精度	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 今年度もHigh 8 of 10(当日補正あり)を採用。実績データが蓄積されているRAについては基準値精度は安定していた。当日補正の効果も確認でき、1時間前の基準値平均絶対誤差率が5%を切るRAも存在。10%前後の乖離であれば、リソースの制御（三次調整力の要件クリア）にはほとんど影響を与えないことを確認した。 ➤ また、この手法では、可能量提出(入札)時点(前日)と、発動1時間前(基準値提出時)で、当日補正による変化はあるものの、基準値自体が大きく変わることはほぼないため、可能量(入札量)算定の観点からも、現状はこの手法が適切と考える。
3		事前審査対応	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 実証データの事前審査活用については、対象リソースの故障等もあり、一通りは実施できず。今後正規の手順で事前審査申請→実働試験を実施予定 ➤ 自家発電にて5分値評価100%達成した事例あり。上記の通り、受電一定制御により精度安定。

No.	分類	項目	成果や課題、今後の解決策等
4	【共通実証】 市場価格連動DR	経済性評価	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 自社小売、他社小売の需要家についてそれぞれで市場価格連動DRを実施。ネガワット調整金による影響を確認した。 ➤ 市場価格の値差がネガワット調整金を超えなければ、収益は期待できないが、ネガワット調整金の有無に関係なく、充放電間の値差の大きい需給ひっ迫期（夏期/冬期）で収益が黒字化する可能性が高い一方で、値差が小さい端境期では収益を黒字化することが難しいことを確認した。
5		ベースライン設定とDR評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 収益が黒字化しているイベントでは、概ねベースラインの精度はよく、ベースラインの精度が良いことが経済性を担保する上で必須条件となると考えられる。 ➤ 他方、本DRについては、民-民での取引と考えられ、評価についてはベースラインではなく、正味の充放電量による評価でも良いのではないかと。実際に蓄電池ベース(正味の充放電量)での経済性評価では、大小あるものの、ほぼ全ての場で収益を上げられている(貢献している)ことを確認しており、リソースの制御については問題ないことを確認。

3. 実証概要(独自実証)

需給一体調整モデル検証(株式会社エナリス)

3-1. 実証の目的 需給一体調整モデル検証

【背景と目的】

現状FIT再エネ発電事業者は、計画値同時同量制度におけるインバランスコスト負担を免除されているが、FIT制度見直しに伴い、今後再エネ発電事業者もインバランスコスト負担の対象となる。そして、再エネを含めた発電の計画値同時同量達成のためには、発電量予測精度向上や発電バランスンググループ組成効果に加え、アグリゲータによる需給一体調整(需要家側リソースと再エネ発電設備の連携)等のバランスング機能の活用が期待される。

本独自実証では、エナリスと実証協力事業者(JREオペレーションズ(JRE-OPS)、レノバ、会津電力)が共同で需給一体調整に向けた技術検証を行い、実用可能性や技術的・制度的課題を抽出することを目的とする。

【実証エリアと発電種別・規模(予定)】

- エリア : 東北、東京、九州
- 発電種別 : 太陽光発電、風力発電
- 規模 : 合計設備出力約289MW(AC) ※内訳は次スライド参照
- 参加事業者 : アグリゲーションコーディネーター : エナリス
実証協力事業者 : JRE-OPS、レノバ、会津電力、他1社

【実証内容】

以下の3ステップで実証を実施

1. 発電計画(発電予測)と発電実績値の比較、予測誤差の検証
(発電所単体、複数拠点を組合せた場合(模擬発電BG)のならし効果等の検証)
2. 複数電源種により再エネ発電BG(模擬)を組成した場合の予測誤差の検証
3. 再エネ発電BGの予測誤差を考慮した需要BG(需要家側リソース)の活用可能性の検証や技術的、制度的課題の抽出

※再エネ発電予測事業者は3社(太陽光予測2社。太陽光+風力1社)を採用。

実運用を考慮し、前日8時点予測と当日8時時点予測を提供頂き、その効果確認や各予測事業者の予測手法の違いによる活用方法等も検証。

各事業者の役割

【エナリス】

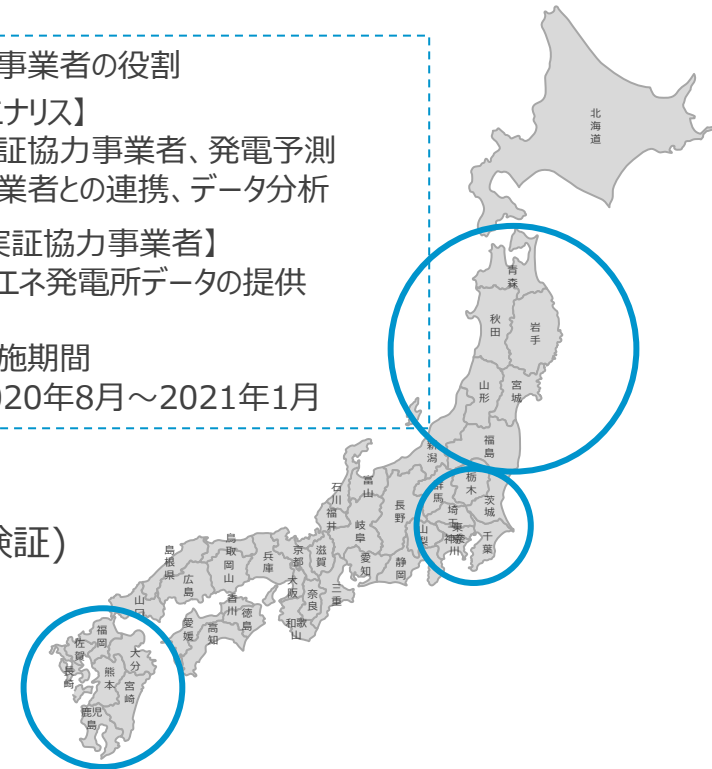
実証協力事業者、発電予測事業者との連携、データ分析

【実証協力事業者】

再エネ発電所データの提供

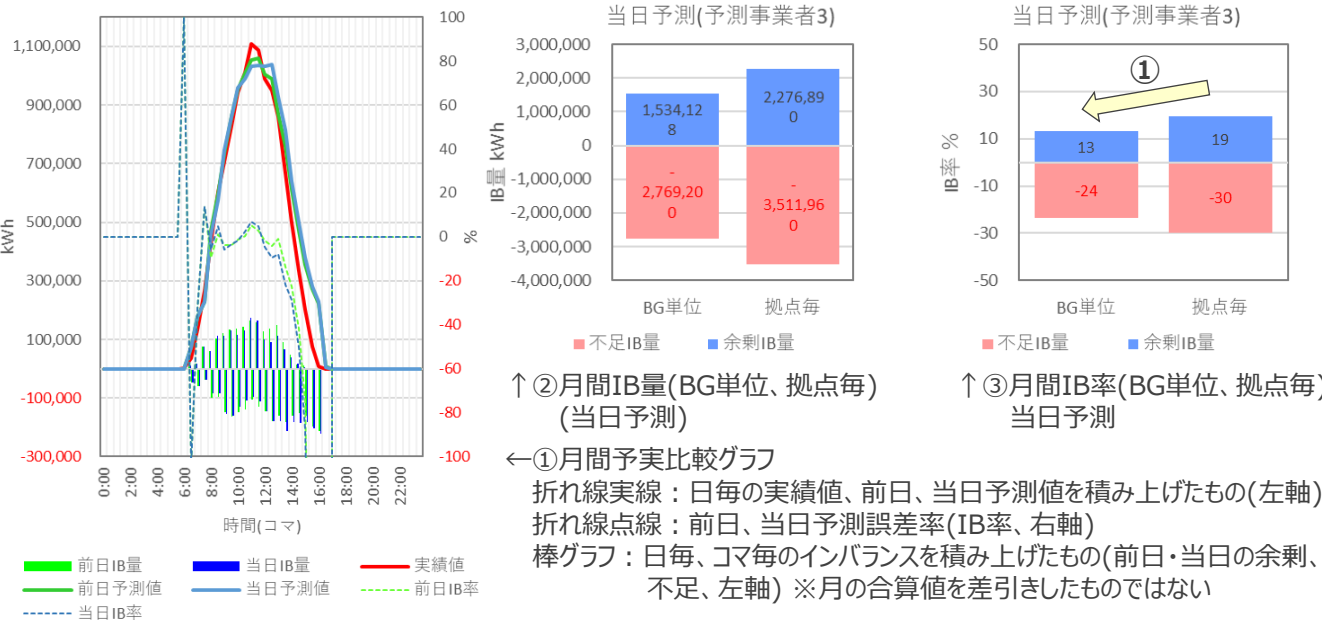
実施期間

2020年8月～2021年1月



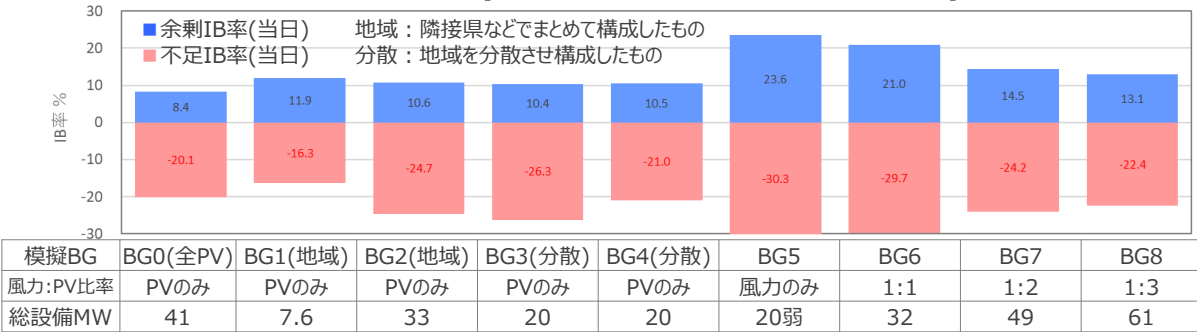
3-2. 実証成果 需給一体調整モデル検証

1. 再エネ発電量予実比較、BG組成のならし効果(2020年11月東北エリアBG0、太陽光9拠点、設備出力135MW(AC))



- 全エリア、各模擬BGの予実結果を比較し、平均して約20%前後のインバランスが発生していた。
- 拠点毎よりも、BG単位で束ねた方が、インバランスを低減できており、ならし効果を確認した(①)。これはどの模擬BGにおいても共通であり、平均5%の低減。
- 予測事業者については3社採用したが、予測事業者によっては、全体的に精度が高い事業者もいれば、エリアによって精度が低い事業者もあり、予測手法の違いによって差が出ることを確認。
- 予測は不足気味に出ているが、秋から冬にかけては、東北地方は曇りの日が多く、これが影響している可能性あり。晴れの場合は、どの予測事業者も曇りや雨に比べて精度は高く、余剰気味の傾向。

2. BGの規模、地域性による違い(2020年11月九州エリア BG数9)



- 今回構成した模擬BGの規模や地域性による違いはほとんど見られなかった(他月も同様)。
- 今回検証では風力に比べ太陽光の予測精度の方が高かった(風力は件数が少なかった)

3. 需要家側リソースの活用可能性検証

- 再エネBG組成によるインバランス率から、現状、再エネ発電量(最大コマ)の約20%程度の調整可能リソース確保が必要(全てDERで賄う場合)と考えられ、予測精度向上や需給管理業務との連携等による必要リソースの低減が必要。
- 月によっては、IB量と金額の傾向は一致せず、IB回避のための価格の予測、これに伴うオペレーションが重要。また、蓄電池等による発電時間シフトは収益向上に寄与することを確認。
- 発電量実績あたりのインバランス金額を算定した所、前日・当日計画でそれぞれで約2.4円kWh、約1.3円kWhとなり、想定されるバランシングコスト1円kWhの水準を上回った。

※その他グラフ補足

IB：インバランス、IB率=(実績値-予測)/実績値×100(%) (+:余剰、-:不足)、表示の予測値は今回最も精度が安定していた予測事業者の予測値を使用。
 BG単位IB：BG所属の発電所の実績値、予測値を日毎・コマ毎にそれぞれ合算し、BG単位でIB量を算出したもの
 拠点毎IB：各発電所(拠点)の実績値と予測値から拠点単位でIBを算出し、日毎・コマ毎・拠点毎に合算したもの

検証項目	実証結果・課題等
① 予測値、実績値の比較	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 再エネ予測精度については、月単位のインバランス率でみると、凡そ20%前後(余剰、不足共)の精度であり、エリアによっては5%を切るなど、地域による違いがみられた。 ➢ 前日予測(前日8時までの予測を計画反映)→当日予測(当日8時までの予測を計画反映)では、確実に予測が改善されたが、劇的な精度向上は見られなかった。今後はGCまでのリアルタイム予測とその計画反映も検討していく。
② BG組成時のならし効果	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 各エリア、どのBGにおいても、拠点毎よりもBGを組成した方がインバランスを低減できることを確認した。平均すると不足、余剰共に月単位で5%前後低減、最大で10%程度インバランスを低減できているBGも確認した。
③ BG構成による規模や地域性の差異	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 本実証においては、BG構成による規模や地域性(拠点集中、分散)の違いはあまり見られなかった。(欧州の例から、更に規模を大きくした場合の検証が必要と思われる。) ➢ ②や④と並行して、今後もBG構成による違いについて検証を行う。
④ 複数電源種でBG組成した場合の効果	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 今回の検証では風力に比べ太陽光の予測精度の方が高かったこともあり、風力+PVのBGでは、風力単体よりもインバランスが低減されるような傾向が若干見られた。今回、風力拠点は、東北、九州に1拠点ずつであり、エリアや時季によってバラつきも見られた。今後さらに風力やPVの拠点数を増やした場合の検証を行い電源間の補完関係の有無を確認していく予定。
⑤ 需要家側リソース活用の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ①～④の結果から、再エネ電源をアグリゲータが束ねるにあたっては、現状、再エネ発電量の20%程度の調整可能リソースの確保が必要だが、当該量のリソースを確保するのは現状難しく、今後の課題。リアルタイム予測を活用した予測誤差低減と時間前市場活用でリソース確保量は低減できると考えるが、時間前市場の流動性向上が必要。 ➢ 実証結果に基づき、特定BG/月の発電量実績あたりのインバランス金額を算定した所、前日計画・当日計画でそれぞれで約2.4円/kWh、1.3円/kWhとなり、現在想定されるバランシングコスト1円/kWhの水準を上回った。 ➢ 月によっては、インバランス量と金額の傾向は一致せず、インバランス回避のための価格予測、これに伴うオペレーションが重要となる。また、蓄電池等による発電時間シフトは収益向上を寄与することを確認。 ➢ 現状は、リソース確保や制度面の課題から、火力等を組み合わせて発電BG単体でバランシングすることが妥当だが、今後、発電事業者や小売事業者と連携して、各課題解決を図り、継続して再エネバランシングの最適化について検討する。

3. 実証概要(独自実証)

周波数制御検証(KDDI株式会社)

3-1. 実証の目的 周波数制御検証

【実施目的】

- ・ 家庭用蓄電池を用い、需給調整市場の2024年商品化予定の一次調整力（周波数制御）の検証をおこなう。
- ・ 昨年度の実証結果をもとに、制御精度の向上を図る事で実績を積み上げ、技術検証を通じて実用可能性ならびに技術課題・制度課題を抽出し、制度設計への提言を図る。

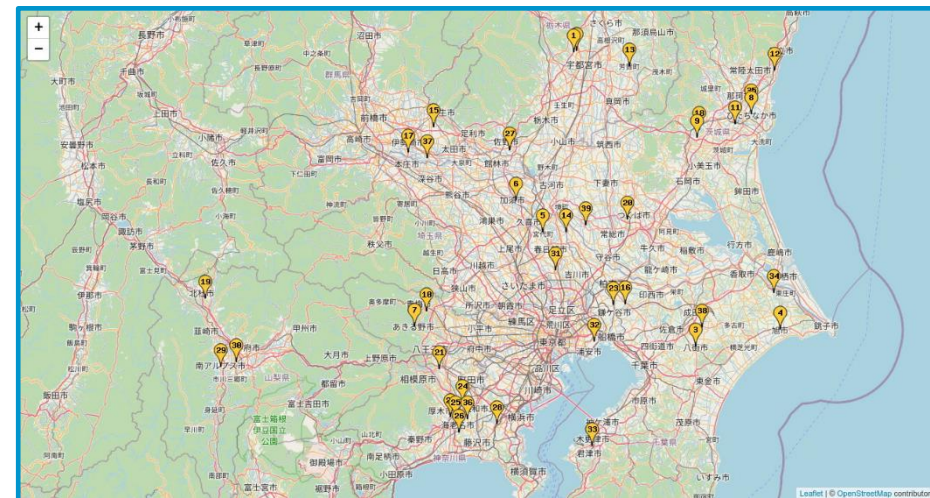
【実証エリアと発電種別・規模(予定)】

- エリア : 東京電力エリア
- 実証内容 : 周波数の上昇抑止に特化した検証を予定
- 規模 : 合計設備出力100kW 程度（参加需要家 39世帯）
- 参加事業者 : KDDI (AC)、グリムスソーラー (RA)
- 制御リソース : 家庭用蓄電池（オムロン製）
(6.5kWh/2.5kW, 9.8kWh/4kW)

【主な実施事項】

- ・ 短周期でのデータ取得精度の向上（昨年度からの改善）
- ・ 一次調整力制御効果の検証
- ・ 技術課題・制度課題の洗い出し

参加需要家の位置関係図 ※

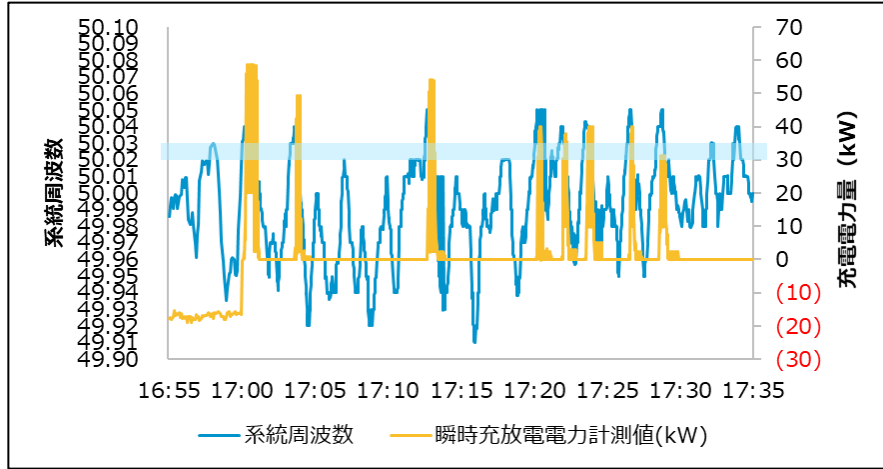


※機器端（蓄電池）で系統周波数を取得し、制御

3-2. 実証成果 周波数制御検証

- ACより疑似イベント（周波数制御開始）を発生させ、イベント中の不感帯幅を逸脱した際に5秒以内に正確に応動できる結果を得られた。(グラフ表示例は1/22制御実施の結果)

制御日： 1/22 17:00-17:30（東京エリア） 充電開始周波数：50Hz+0.03Hz 充電終了周波数：50Hz+0.02Hz



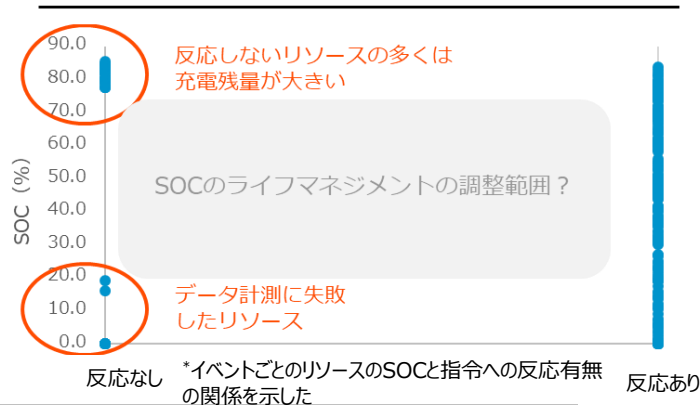
*系統周波数は、全リソースの実周波数の平均値

**瞬時充放電電力計測値は全リソースの充放電量の合計値を表す

No.	不感帯幅逸脱開始時間	応動速度*
1	17:00:10	0:00:01
2	17:03:35	0:00:05
3	17:12:37	0:00:03
4	17:20:05	0:00:05
5	17:21:50	0:00:05
6	17:23:26	0:00:04
7	17:26:25	0:00:05
8	17:28:26	0:00:04

*不感帯幅からの逸脱を検知してから蓄電池からの充電を検知するまでの時間

指令への反応状況とSOCの関係



- データ計測に失敗したリソースを除くと、指令に反応しなかったリソースの大半がSOCが80%以上であり、充電余力がなかったことが原因ではないかと思われる。
- 反応しなかったリソースのSOCは総じて80%を超えており、SOCのライフマネジメントにおいて今後、上限・下限値の設定によるチューニングも必要と思われる。

3-2. 実証成果 周波数制御検証

結論として、1次調整力制御向けに蓄電池でも対応可能であることを確認出来た。

確認目的（大項目）	確認事項（中項目）	現行レギュレーション	判定	確認結果	備考
一次調整力レギュレーション適合確認	応動時間	10秒以内の応動	○	2秒程度で応動する事を確認するも、制御台数増加時の処理遅延等は今後検証予定。	制御発動（DRAS）→HEMSコントローラ→蓄電池動作発動→HEMS→DRAS区間で10秒以内
	継続時間	5分以上の継続	○	30分の継続を確認	今年度実証では継続時間設定は30分固定
	監視	オンライン （一部オフラインも可能）	○	蓄電池の内部計測で5秒周期で周波数を検出を確認（5秒はパラメータ値のため、変更可能）	定期取得
	指令制御	系統周波数偏差の検出とGF調定率に基づく自端制御	○	周波数の変動に応じ、HEMS側で自端制御をおこなえること（蓄電池の充放電動作） →（結果）30分の制御持続が可能なことを確認	蓄電池のSOCにより動作（振る舞い）が異なる事を確認
	監視間隔	1～数秒	○	1秒～数秒での監視が可能なこと →監視間隔は5秒で設定動作確認	
	供出可能量	周波数変動に即応し、10秒以内で規定値に到達	○	10秒以内に出力変化すること →蓄電池1台当たり最大定格の充放電が5秒の監視間隔で可能なことを確認	2秒で蓄電池の充放電が可能で、1台当たり最大定格で動作

3-3. 課題と解決策・提言内容 周波数制御検証

・独自実証として実施した一次調整力相当の制御については家庭用蓄電池でも商品対応可能なポテンシャルであることを確認。発電機ベースの制度ではなく、産業用・家庭用蓄電池問わず、必要な制度要件の整理・議論が必要。

検証項目	実証結果・課題等
①計測間隔	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 今回計測間隔を5秒に設定し実証を実施し、リソース単位では一部データ欠損を確認したものの、アグリゲートすれば問題なく制御できることを確認した。 ▶ 今後の制度設計により計測間隔が5秒より短くなったとしても理論上は対応可能であると考えており、今後レギュレーションに応じた対応を検討する。
②調定率	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 発電機に比べ速やかに定格出力にまで到達できる（速度調定率が小さい）ことを実証を通じて改めて確認した。 ▶ リソース単位では定格出力での制御しかできないことを踏まえ、リソースをグループ群に分けての制御等、調定率の維持に向けた検討を進めていく必要がある。
③不感帯幅	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 本実証では0.01～0.05Hzの幅で不感帯幅を設定し実証を実施し、いずれの設定においても機能することを確認した。
④遅れ時間	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 今回の計測間隔（5秒）で範囲内であれば不感帯幅の逸脱に速やかに反応したことを確認した。
⑤計測誤差	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 一次調整力の技術要件に盛り込まれる検出精度に関連して、どのように計測誤差を評価するのかについては今後検討する必要がある。
⑥一次調整力の評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実周波数に対する変動に対し、制御の正確性を確認する方法をお示し頂きたい。
⑦蓄電池の統合制御について	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 家庭用の小規模リソースの場合、数千・数万オーダーの蓄電池を束ねる必要があるが個々のリソース管理は可能。（ACの責任において管理するスキームが現実的ではないか。）

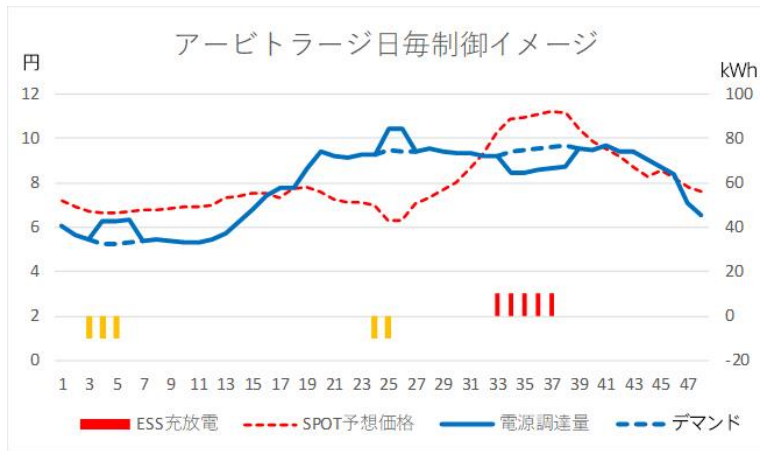
4. 実ビジネスへの展開に向けた取り組み

4-1. 需給調整市場への参画に向けた状況（株式会社エナリス）

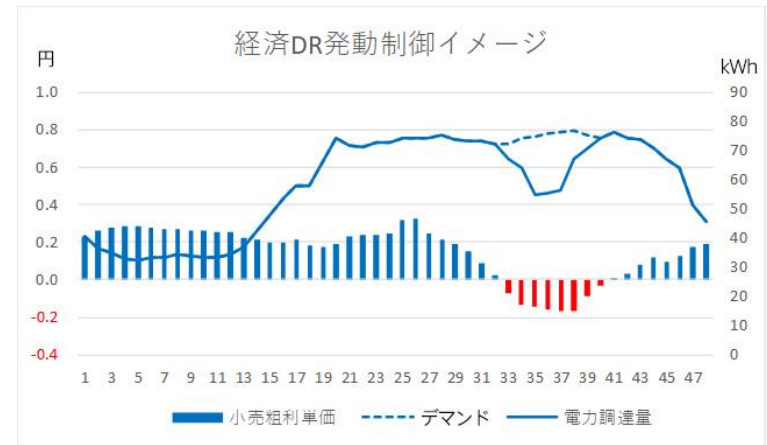
- 需給調整市場取引会員登録完了（2020年5月8日, 取引会員番号: D0002）
- 簡易指令システムとの接続
 - 接続済み: 東京（2021年2月）
 - 2021年9月予定: 東北, 中部, 関西, 北陸, 中国, 四国, 九州
 - ※ 各一般送配電事業者に接続サイクルがあるため、9月まで接続不可
- 2021年4月, VPPサービス開始（2020年8月6日発表）
 - エナリスが需要家リソースをアグリゲートし市場に入札
 - 需要家に向けた提案を開始済み
- 需給調整市場参加のための事前審査
 - 市場価格が見えない現時点で参加意思を固める需要家がないため事前審査は未実施
 - 令和2年度実証事業で、事前審査要件を達成するリソースあり

4-2. 需給調整市場以外のアグリゲーションビジネスの展開に向けた状況（エナリス）

- 2021年4月、VPPプラットフォームサービスを開始
 - アグリゲーターにRAシステムを提供
 - 小売電気事業者向けにアービトラージおよび経済DR機能を提供



アービトラージ機能：市場価格に合わせて蓄電池を充放電
 市場価格低落時に蓄電池を充電し、高騰時に放電します。
 市場価格の高低差によって収益を得られます。



経済DR機能：市場高騰時はコジェネからの調達に切り替え
 市場価格高騰時にコジェネレーションシステムを稼働し、
 市場からの調達量を抑えられます。

- 再エネアグリゲーション事業化検討に着手
 - 本実証にて太陽光・風力発電の計画値と実績値の比較評価およびBG平滑化効果を検証
 - 来年度以降、実証事業を通じ、再エネアグリゲーションの事業化を推進

- 取り組みを推進するための社内外連携状況は下記の通り。

	需給調整市場	VPPプラットフォームサービス	再エネアグリゲーション
社内	<ul style="list-style-type: none"> • 需要家に対するリソース供出提案の営業チームを設置 • 需給管理部門にて市場入札および経済DRに関するオペレーションを整理 		<ul style="list-style-type: none"> • 需給管理部門と連携し、再エネ予測およびBG組成効果を評価中
グループ内	<ul style="list-style-type: none"> • グループ企業が当社アグリゲーターシステムを利用して需給調整市場への入札を計画 		<ul style="list-style-type: none"> • グループ企業所有の発電設備での実証を計画中
他社	<ul style="list-style-type: none"> • 法人需要家所有のリソースで需給調整市場に入札予定 	<ul style="list-style-type: none"> • アグリゲーターおよび小売電気事業者に対して、当社アグリゲーターシステムを商用提供 • （実証事業では提供中） 	<ul style="list-style-type: none"> • 再エネ発電事業者と連携し実証事業を実施中 • 複数の発電予測事業者の予測精度を評価中 • 令和3年度実証事業実施に向けコンソーシアム組成を準備中

4-4. 低圧リソースを活用したビジネス検討の状況（KDDI）

- 需給調整市場取引においては、2021年4月断面で低圧リソースの参入は認められていない状況
- KDDIとしては、5か年の実証事業の知見を元に、継続して低圧リソースの活用検討をおこなう。
具体的には下記事項を検討し、提言をおこなうことでVPP技術を活用したアグリゲーションビジネスの展開を目指す。
 - 蓄電池等の分散エネルギーリソースの実利用ユースケースの整理
 - ポジワットアグリゲーションを活用した宅内負荷変動を考慮した安定供出の実現と一次調整力制御の評価方法の確立
 - 低圧リソースのインバランス精算方法の取り扱い整理と運用フローの確立

5. 全体を通じて得た知見、及び残る課題①

- 技術的課題については、これまでの実証で得られた成果や課題をリソース種別毎に整理。制度面については、各実証において出た課題を以下の通り整理した。

リソース種別毎の知見や課題(三次調整力②を中心に記載)

No.	分類	成果や課題、今後の解決策等
1	産業用蓄電池 (車載用含む)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 需要に対して20%程度の出力を3時間継続できる容量を持っていれば、三次調整力②のリソースとしては十分に活用できると思われるが、需要が安定していることが条件。需要が変動しても30分値要件は何とかクリアできるものの、5分値要件クリアは難しい。 ➢ 可変出力が不可能な仕様の蓄電池もあり、この場合は細かな制御が難しい課題あり。 ➢ 3時間継続が難しい場合でも、1時間であればある程度の出力で充放電可能な蓄電池もあるため、ACとしてアグリゲート手法を再検討する。
2	自家発電機 コジェネ	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 本実証において、三次調整力②の要件をクリアした唯一のリソース(30分値、5分値共)。ただし、蓄電池同様、需要が安定していることが条件となる。 ➢ また、最低運転出力の問題があり、自家発単体では、最低運転出力以下の指令や基準値が乖離した場合の0kW指令などには対応できないため、他のリソースと合わせてアグリゲートすることで三次調整力へ活用可能。
3	冷凍機	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 三次調整力②の要件はクリアできていないが、供給力(kWh)の供出リソースとしては十分に活用可能。 ➢ 冷凍機停止による下げDRであるが、冷凍室の製品に影響を与えない停止時間の算出方法(可能量計算)に課題あり。
4	EV関連 (充電器等)	<p>EV関連の実証については、以下の①②を実施。</p> <p>①カーシェアリングのEV充放電スケジュールを加味した上げ下げDR</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 放電可能な充電器は限られるため下げDRはまだ難しい面があるが、上げDRに関しては活用できることを確認した。充電器の仕様や、システムの制約上15分単位での制御となったため、三次調整力での活用は難しいが供給力の供出リソースとして活用可能。 ➢ EV充放電スケジュールを基準値として、受電点ではなく機器個別計測のような形で実施した。今後機器個別計測が認められれば、今回の手法でDRリソースとして活用可能であることを確認した。 <p>②EVの充放電電力量を制御することでBGインバランス回避</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 普通充電器とVtoB充電器の組合せによる充放電制御により、インバランス回避のための上げ下げDRを実施できた。 ➢ 充電器の最低出力の加味やEV脱落時の挙動には課題が残ったため、今後改善方法を検討する。

5. 全体を通じて得た知見、及び残る課題②

- 技術的課題については、これまでの実証で得られたリソース種別毎に成果や課題を整理。制度面については、各実証において出た課題を以下の通り整理した。

リソース種別毎の知見や課題(三次調整力②を中心に記載)

No.	分類	成果や課題、今後の解決策等
5	家庭用蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 三次調整力②では失敗したものの、50台をアグリゲートした結果では、ほぼ入札量±15%以内に収められた。今後、調整力活用の可能性も十分にあると考えられる。現状では、供給力(kWh)供出リソースとして活用可能。 ➢ ただし、以下のようにDR実施時間帯の制約があり、今回良い結果を得られたのは、3:00～6:00で実施したものの。 <ul style="list-style-type: none"> ①PV出力がある時間帯は、自家消費分をPV分で賄えるため下げDRができない。逆潮流アグリゲーションが必要。 ②経済モードの場合、PV出力が低下する夕方以降にローカル制御で放電を行うため、夕方以降でもDRに活用できる残容量が少ない(可能量が少ない)場合あり。 ➢ 独自実証として実施した一次調整力相当の制御については家庭用蓄電池でも商品対応可能なポテンシャルであることを確認。発電機ベースの制度ではなく、産業用・家庭用蓄電池問わず、必要な制度要件の整理・議論が必要。 ➢ 蓄電池リソースを活用した調整市場の参入に向けて必要な対応（アセスメントや事前審査など）を協議していきたい。
6	エネファーム	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 定格700kWに対して、350kW運転状態からの上げ下げDRを実施。制御システムの関係で、上げDRには課題が残ったが、下げDRは実施できることを確認した。ただし、今回は需要を模擬負荷としたこともあり、需要パターンが固定されていたため、今後実需要の変動にどれだけ対応できるかが課題。 ➢ ECHONET Liteに対応していない機種や、対応していても情報開示頂けないメーカーもあり、VPPシステムとの接続には費用面で課題あり。
7	空調	<ul style="list-style-type: none"> ➢ リソース出力の直接制御ではなく、室内温度設定変更による間接的な制御であるため、可能量の算定が難しい課題あり。また、外気温との関係もあり、温度設定を変更しても効果が薄い場合があり、今後制御ご方法を再検討する必要あり。
8	電気温水器	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 温水器の沸き上げ、沸き上げ停止による上げ下げDRを実施。温水器の仕様上、ON/OFF制御しかできないことや、3時間継続が難しい面もあるが、1時間程度の短時間のDRであれば活用可能であり、ON/OFF制御の利点としては、確実なkWhの供出を期待できる。

5. 全体を通じて得た知見、及び残る課題③

- 技術的課題については、これまでの実証で得られたリソース種別毎に成果や課題を整理。制度面については、各実証において出た課題を以下の通り整理した。

制度面での課題

分類	項目	制度設計に関する課題等
【共通実証】 三次調整力②	事前審査5分値判定	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 30分値では安定して市場要件をクリアできるリソースはあるものの、事前審査要件である5分値では、100%の達成が難しい状況。DRリソースは受電点での評価であり、需要変動の外乱があることが原因であり、突発的に生じる変動については対応しようがない。現状ほとんどのDRリソースが需給調整市場には参加できないと考えられる。 ➢ ポジワットリソースとネガワット(DR)リソースでは特性が異なることから、これを踏まえた市場要件が望ましい。現状の事前審査基準については、100%達成することが望ましいが、100%に満たない場合に挙動を見て判断することや、特にDRリソースの場合は、事前審査の審査基準を緩やかにした上で、リソースの特性を踏まえて個別に判断するなど、DRリソースが市場参入しやすくするための柔軟な対応の検討をお願いしたい。 ➢ もちろん事業者(アグリゲータ)側でも精度向上のための技術検討は引き続き行う。
	低圧リソースの活用課題について	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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り、基準値は太陽光発電量もしくは、宅内需要となり、ネガワット制御において時間帯によっては調整が難しい。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。 ➢ 受電点計測の場合はスマートメーターの桁落ちの課題があり、機器個別計測による計測が現時点では有効。 ➢ 分散型電源の普及には、受電点計測ではなく、機器端での計測方法の検討をあらためてお願いしたい。
【共通実証】 三次調整力①	1分値評価への対応	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 上記三次調整力②の事前審査5分値判定について記載と同様。

5. 全体を通じて得た知見、及び残る課題④

- 技術的課題については、これまでの実証で得られたリソース種別毎に成果や課題を整理。制度面については、各実証において出た課題を以下の通り整理した。

制度面での課題

分類	項目	制度設計に関する課題等
【独自実証】 再エネ需給一体 調整モデル	FIP制度について	<ul style="list-style-type: none"> ➢ FIPプレミアムに関しては、現段階で制度設計中ではあるが、今年度の独自実証で得られた結果から、FITと同様の考え方である変動型プレミアムよりも、固定型プレミアムに近い考えの方が、アグリゲータの活躍の場は広がると考えられる。
	発電BGと需要BG の連携	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 現状の計画値同時同量制度では、実需給断面の1時間前のゲートクローズ(GC)以降、発電BGと需要BGの連携は難しく、その後は発電BG、需要BGがそれぞれ単独でバランスすることとなる。アグリゲータの技術を活かし、需要家側リソースの活用可能性を広げるためには、できる限り実需給断面に近い時間まで発電BGと需要BGを連携できるような制度も今後必要となってくるのではないかと考えられる。
【独自実証】 家庭用蓄電池に よる一次調整力 制御	周波数調整効果 の検討	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 需給調整検討小委員会で検討されている一次調整力の制度検討においては発電機主体の制度検討となっており、蓄電池の特性・一次調整力として活用した場合の検討が進んでいない。 ➢ 欧州では蓄電池の周波数制御も実ビジネスとして運用しているため、これらの評価スキームを取り入れたルール整備が望まれる。 ➢ 一次調整力についてはkWh精算をおこなわないルール整備をお願いしたい。kWh精算をおこなうと託送料金やインバランス精算など制度が複雑になると想定され、分散型電源の普及に寄与しないと思われる。