

B-1事業：VPPアグリゲーター事業

多彩なエネルギーリソースをAutoDR™システムにより 統合制御するVPP構築実証事業 成果報告書 (公開版)

アグリゲーションコーディネーター・リソースアグリゲーター：アズビル株式会社

リソースアグリゲーター：日本工営株式会社

実証協力者：東京電力エナジーパートナー株式会社、JXTGエネルギー株式会社

2020/3/9

The logo for Azbil Corporation, featuring the word "azbil" in a bold, lowercase, sans-serif font. The letters are red with a white outline, and the "a" and "b" are connected.

© 2020 Azbil Corporation. All rights reserved.

目次

1. 事業名称／目的・概要
2. 実勢体制／実施場所／実施管区
3. 実証結果
 1. 実証メニュー
 2. システム全体構成
 3. DR対象リソース
 4. 通信規格
 5. 今後の課題と対策案
4. 将来展開とビジネスモデル
5. 事業に関するその他情報

1.事業名称／目的・概要

azbil

事業名称／目的・概要

事業名称：多彩なエネルギーリソースをAutoDR™システムにより統合制御するVPP構築実証事業

本事業の目的

- **バーチャルパワープラント**構築実証の目的は、従来の大型発電所ではない各地に分散している創エネ・蓄エネ・省エネリソースを、**AI**や**IoT**を活用した高度な**エネルギーマネジメント**技術により遠隔・**統合制御**し、あたかも一つの発電所のように機能させることで、電力の**需給調整**に活用する実証を行うことである。
- 本事業では、主として民生業務部門（**業務ビル、地域冷暖房施設等**）に存在するエネルギーリソースを束ねてVPPリソース化する。また、実ビジネスを見据え、精油プラントなど**産業部門のエネルギーリソース**も有効活用できるよう検討をしていく。
- 「VPPアグリゲーター事業」の中で、需給調整市場ならびに容量市場に対応可能なVPPシステム構築をさらに進め、需要家を集めてVPP実証を行うとともに、**リソースの専門家、電力会社**と連携し市場制度における**課題の洗い出し**も行う。
- 主に**蓄電池**を用いた、**海外で実ビジネスの実績がある周波数調整システム**の日本での活用検討、充放電器の性能評価を含めた**電気自動車：EVの一次調整力**への検証、などを実施する。

事業名称／目的・概要

主として**民生業務部門（業務ビル、地域冷暖房施設等）**に存在するエネルギーリソースを束ねてVPPリソース化する。**実証4年目**の今年度は、特に実事業化を見据えて以下の4つの実証を行う。

1. VPP基盤整備事業者と共同で実施する共通実証

- 共通実証においては、構築中の**AutoDRシステム**に、ネガワット量創出可能な**精度向上**や**1分単位の指令値変更**に対応する機能追加をし、三次調整力①および三次調整力②の調整力実証を行う。**リソースアグリゲータである日本工営**に対して、DR発動により需要家へDR制御を実施する。
- 実証協力者である**東京電力エナジーパートナー**ならびに**JXTGエネルギー**と協力し、東京電力管内の**地域冷暖房施設**の蓄熱槽需要家取りまとめだけでなく**工場市場**へ展開を検討する。
- **蓄熱システム**の専門家である**ヒートポンプ蓄熱センター**、**DHC**の設計シェアの高い**三菱地所設計**等の専門的知見を活かして、VPPリソース化のための技術的課題、制度的課題の洗い出しを行う。

2. 市場価格連動上げ下げDR実証

- 東京電力エナジーパートナーやJXTGエネルギーなど**小売電気事業者**の知見を活かしながら要件を設定して、その要件における**経済DR**の活用性を検証する。

3. 周波数（秒単位）制御実証

- 蓄電池を活用した**SoCマネジメント**（満充電／放電時における対応）の検討を行う。**EV**における充放電器の性能評価を含めた**一次調整力**相当での検証を行う。

4. その他実証

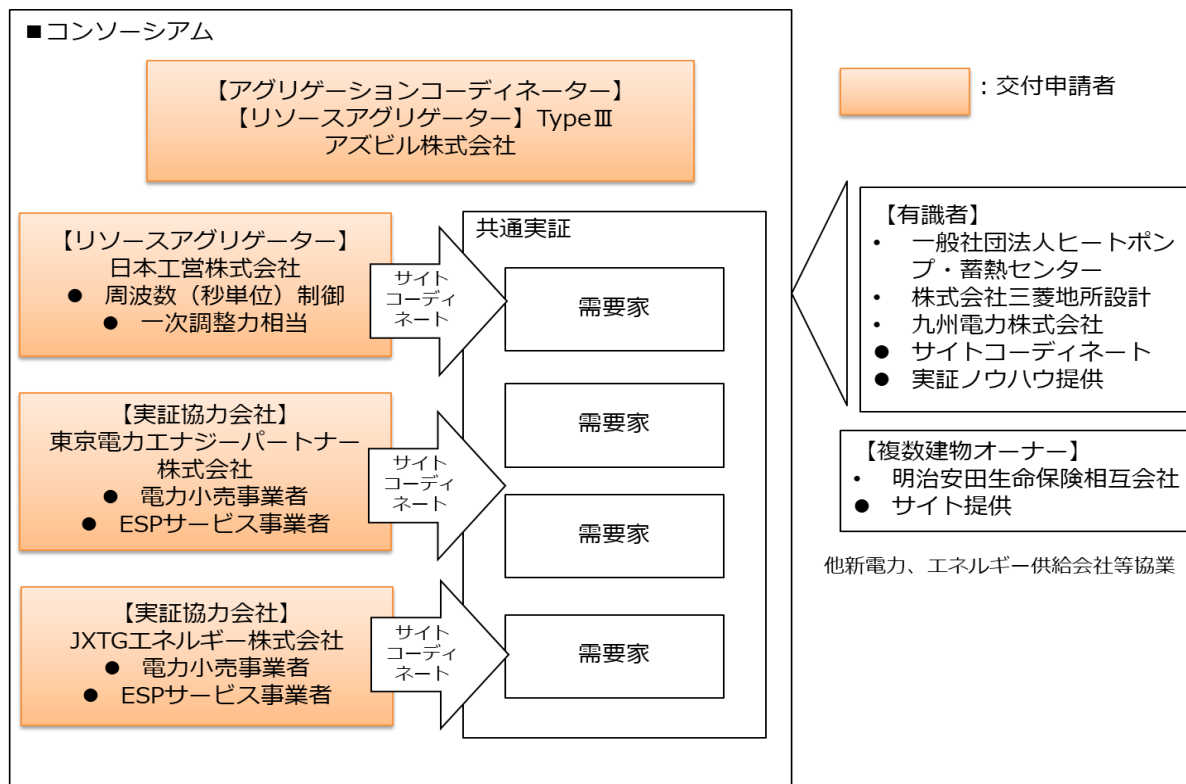
- オフィスビルを想定した**EV複数台制御**および**クラウド活用**検証、複数管内での実証、複数棟の**エネルギーマネジメント**を行う。

2. 実施体制 / 実施場所 / 実施管区

azbil

実施体制

- **アズビル**は、**アグリゲーションコーディネーター**として全体をとりまとめる。AutoDRシステムの機能追加、ならびに需要家集めや**リソースアグリゲーター**の役割を担う。
- **日本工営**は、**リソースアグリゲーター**として、アズビルからのDR発動信号を受けて、需要家へDR制御を実施する。
- **東京電力エナジーパートナー**は、東京電力管内の**地域冷暖房施設**の蓄熱槽需要家を取りまとめる。
- **JXTGエネルギー**は、需要家の**サイトコーディネーター**をする一方で、ビル市場におけるDRの知見を**工場市場**へ展開を行う。
- **ヒートポンプ蓄熱センター**、**三菱地所設計**、**明治安田生命**、**九州電力**他といった設備の専門家、設備設計者、需要家、電力会社等、**ERAB**検討会や**デマンドリスpons推進協議会（DRC）**といった業界団体等の様々なステイクホルダーと連携しノウハウおよび意見を交換を通し、実効性のある技術的および制度的課題の洗い出しを行う。



実施場所／実施管区

- 以下の**実施場所**ならびに**実施管区**において、2019年度の共通実証メニューを全て実施した。

実施管区	実証メニュー	実施場所
東京電力管内地区	三次調整力②（下げDR）	東京都、神奈川県、 山梨県、茨城県
	三次調整力①（下げDR）	
	市場価格連動下げDR	
九州電力管内地区	市場価格連動上げDR	福岡県、鹿児島県

3.1.1 三次調整力実証メニュー

azbil

三次調整力 共通実証メニュー

- 三次調整力メニューについて、AutoDRシステムの機能追加を行い、指令値変更の精度を向上させ、追従性を検証する。

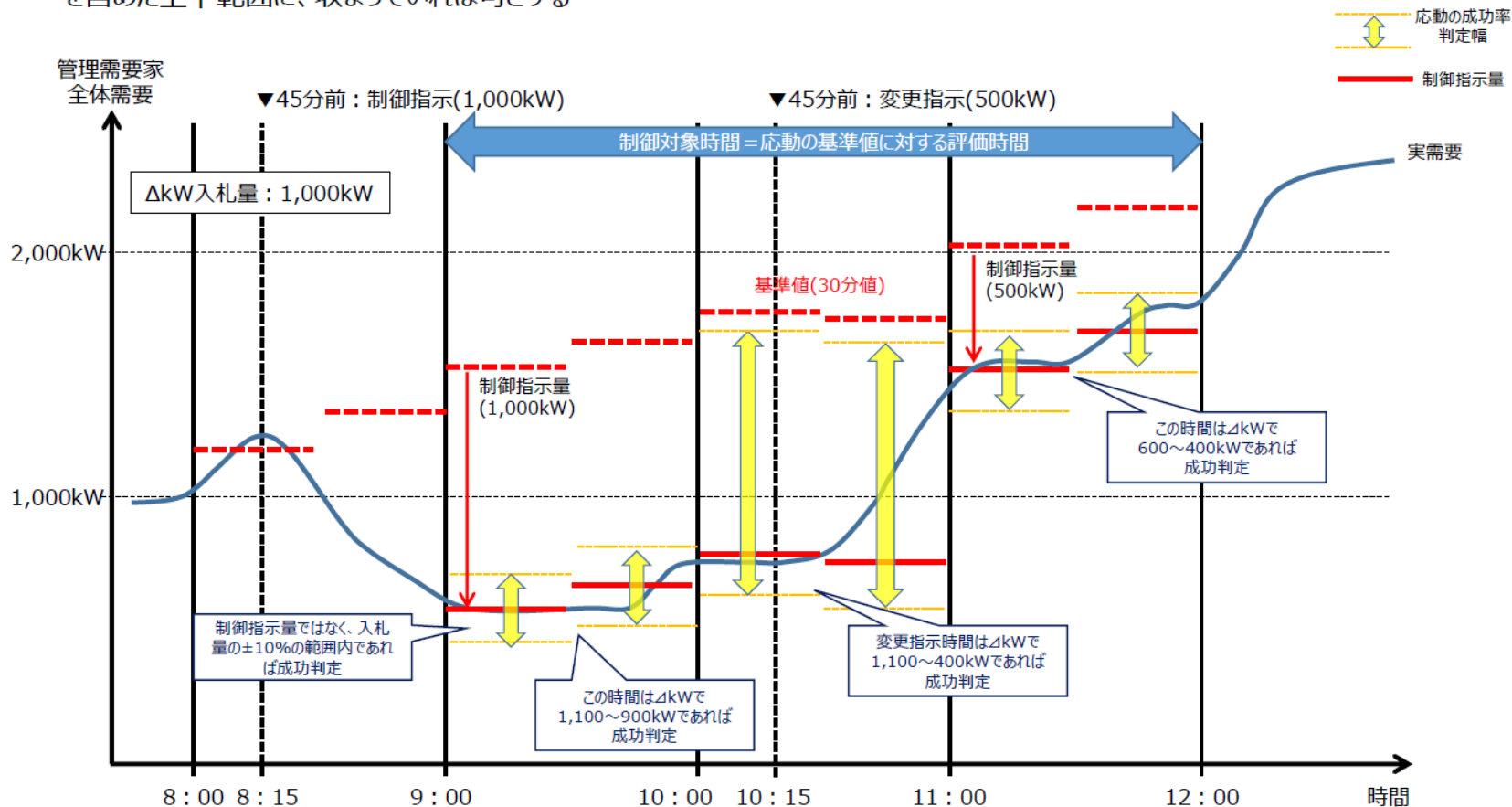
三次調整力①と②をDRAS信号からの共通実証とする。 ※VPP基盤整備事業者と共同で実施する共通実証 公募要領P.23 ①

項目	三次調整力① (下げDR)	三次調整力② (下げDR)
指令値変更の有無	指令値変更あり	指令値変更あり
応動時間	15分	45分
指令値変更間隔	1分	30分
持続時間	3時間	
応動の基準値	アグリゲータが設定：1分値	アグリゲータが設定：30分値
応動の成功率判定	入札量に対して±10%以内に滞在すること (1分値)	入札量に対して±10%以内に滞在すること (30分値) (注1)
制御量の評価	応動の基準値と実需要値の差分を制御量 (kW) として評価	
実証対象地域	全電力管内 ※制御リソースはエリア間を跨がないこととする	
制御量計測	Bルートの1分データ (CTセンサー等による計測でも可)	Bルートの30分データ (CTセンサー等による計測でも可)
最低容量	可能な限り1,000kW以上を目指す	
実施期間	2019年8月～2020年1月	
制御指令	DRASより発信	
実証参加日数	三次①4回以上、三次②4回以上、合計12回以上	
制御可能量の報告 (入札)	前週までに、所定の方式で制御可能量を報告すること。 ※エリア毎、3時間単位で報告	前日までに、所定の方式で制御可能量を報告すること。 ※エリア毎、3時間単位で報告
制御不参加の報告 (OPT-OUT)	何らかの理由で報告 (入札) した制御可能量に対応できない場合は、応動の基準値の報告前までに、所定の方式で報告を行うこと。(OPT-OUT)	
応動の基準値の報告	制御開始0.5h前に、所定の方法で応動の基準値を報告すること エリア毎、制御前0.5h + 制御時間3hの計3.5hで報告	制御開始1.0h前に、所定の方法で応動の基準値を報告すること エリア毎、制御前1.0h + 制御時間3.0hの計4.0hで報告
指令への応答 (OPT-IN)	DRASからの制御指令に対して応答する (実証に参加する) 場合は、アグリゲーションコーディネーターのVENからOPT-IN信号を返すこと。	
制御実績の報告	制御開始15分前 (注2) から、制御終了まで1分間隔でDRASへ報告すること	制御開始60分前 (注2) から、制御終了まで30分間隔でDRASへ報告すること
参加対象	全コンソーシアム	

出典：
平成31年度VPP事業共通実証仕様書 (2019年4月8日SII)

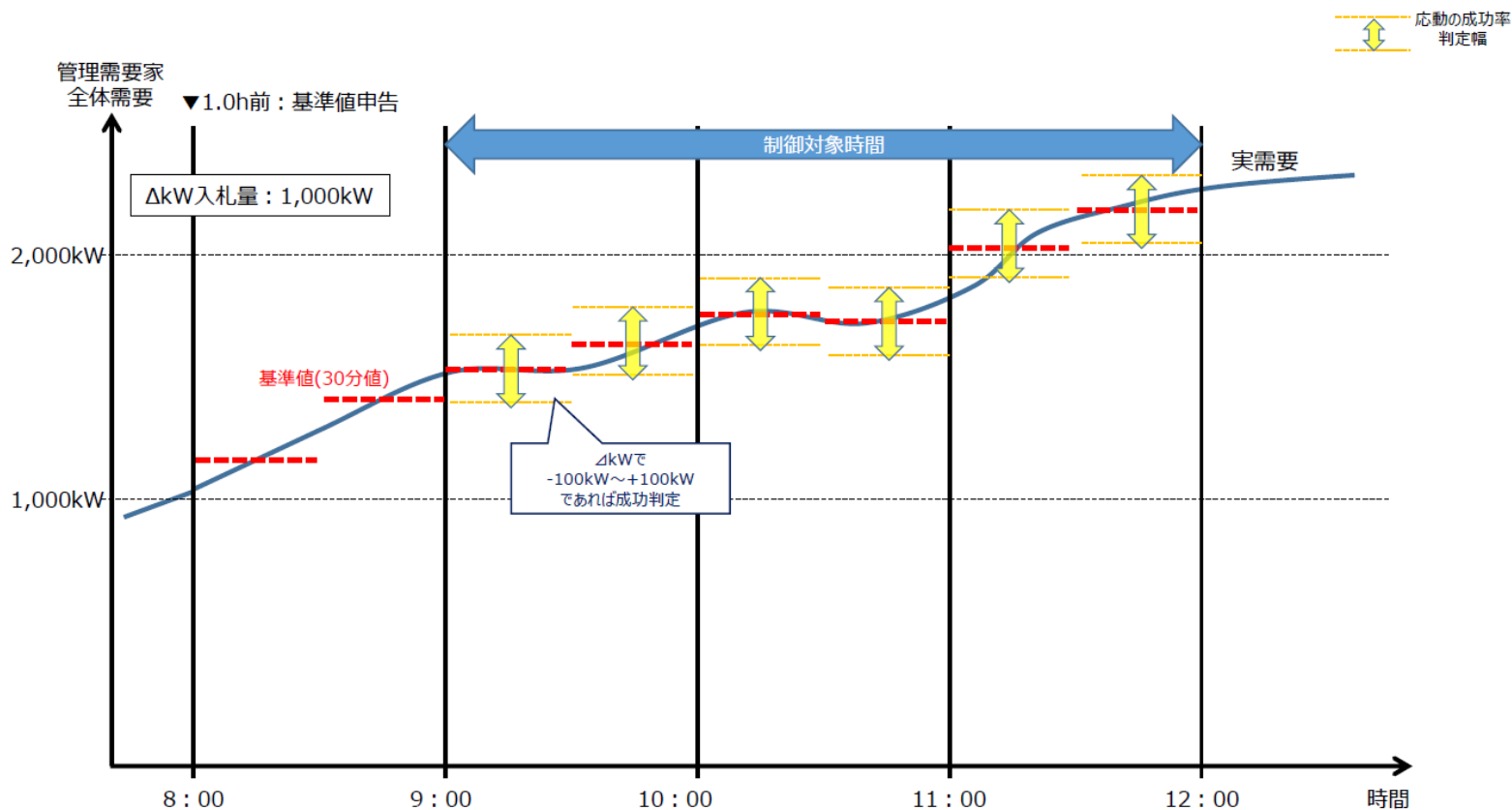
三次調整力 指令値変更

- 三次調整力②および①は、1回の発動時間内（3時間内）で**指令値が変更**し、これに伴う対応がACには求められた。**需給調整市場**において、この指令値変更が求められるため、アズビルは**成功判定率を100%**にするべく対応を行った。
- 以下は、**三次調整力②**における**制御指示・変更・応動（kW）** 評価例である。
 - 三次調整力②の場合、制御時間45分前に実際の制御量の指示有
 - 応動評価は、30分平均値kWが指令値に対して入札量の±10%以内の幅に収まっていれば可とする
 - 制御対象時間内に変更指示があった場合は、変更指示時間から変更対象時間までは、30分平均値kWが入札量の±10%を含めた上下範囲に、収まっていれば可とする



三次調整力 制御指示量0kW対応

- 三次調整力②および①における指令値変更の特徴として、**制御指示量0kW**に伴う対応がACに求められた。需給調整市場において、制御指示量が0kWの場合もあり、これを考慮に入れてアズビルが**成功判定率を100%**にするべく対応を行った。
- 以下は、**三次調整力②**における**制御指示・変更・応動 (kW)** 評価例である。
 - ①と同じく②でも落札した状態で制御指示量が0kWだった場合、基準値から±10%以内で実需が取まることが求められる
 - 制御指示量が0kWでも成功率判定が要求されることに注意



三次調整力 実証スケジュール

- 実証スケジュールは以下の通りである。
- 実証①期間（以降、**夏季**とする。）および実証②期間（以降、**冬季**とする。）と期間が分かれていたため、本結果・考察等も夏季ならびに冬季として述べる。

7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
実証スケジュール						
試験スケジュール						
				<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> 実証①期間、実証②期間ともに 3次①、②市場を開設し、B-1事業者 からの入札に対応する。 </div>		

三次調整力②夏季 需要家・リソース

- DRリソース構成（三次調整力②）

- 参加需要家：8需要家

需要家	DRリソース	制御
TT	蓄熱槽	手動DR
MY	蓄熱槽／吸収式冷凍機	AutoDR
OA	空調機	AutoDR
KM	空調機	AutoDR
FTC	空調機・CGS	Auto／手動DR
NY	空調機・ファン	AutoDR
KS	空調	AutoDR
NK	蓄電池	AutoDR

三次調整力②夏季 発動スケジュール・約定時間帯・指令値変更

- 発動スケジュール、約定時間帯および指令値変更は以下の通り。

約定時間帯	9:00-9:30	9:30-10:00	10:00-10:30	10:30-11:00	11:00-11:30	11:30-12:00
9月26日 (木)	100%		25%		75%	
約定時間帯	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00
10月2日 (水)	0%					
10月4日 (金)	100%				50%	
10月8日 (火)	0%		100%			

三次調整力②夏季 結果

- **結果**は以下の通り。
- 滞在率が**最大**は9月26日（木）で**67%**であり、滞在率の**最小**は10月2日（水）の**0%**となった。

■ 実証結果

発動日	総指令値 (kW)	総制御量 (kW)	誤差 (kW)	成功コマ数 (最大6)	滞在率 (%)
9月26日（木）	3,500	4,257	757	4	67
10月2日（水）	0	5,674	5,674	0	0
10月4日（金）	4,375	3,698	677	3	50
10月8日（火）	3,500	1,599	1,901	2	33

総指令値：指令値の全時間帯の合計
総制御量：（基準値－実績）の全時間帯・全需要家の合計
誤差：（総指令値－総制御量）の値
成功コマ数：入札量の±10%の範囲内だったコマの数
滞在率：成功コマ数／最大コマ数

三次調整力①夏季 需要家・リソース

- DRリソース構成（三次調整力①）

- 参加需要家：8需要家

需要家	DRリソース	制御
TT	蓄熱槽	手動DR
MY	蓄熱槽／吸収式冷凍機	AutoDR
OA	空調機	AutoDR
KM	空調機	AutoDR
FTC	空調機・CGS	Auto／手動DR
NY	空調機・ファン	AutoDR
KS	空調	AutoDR
NK	蓄電池	AutoDR

三次調整力①夏季 発動スケジュール・約定時間帯・指令値変更

- 発動スケジュール、約定時間帯とそれに伴う指令値変更は以下の通り。

約定時間帯	9:00-9:45			9:45-10:00		
10月10日 (木)	100%			50%		
	10:00-10:25	10:25-10:30	10:30-10:53		10:53-	
	100%	25%	75%		25%	
	-11:30		11:30-11:35	11:35-11:55		11:55-12:00
	25%		75%	25%		0%

約定時間帯	12:00-15:00	
10月16日 (水)	0%	

三次調整力①夏季 結果

- **結果**は以下の通り。
- 滞在率が**最大**は10月10日（木）で**27%**であり、滞在率の**最小**は10月16日（水）の**22%**となった。

■ 実証結果

発動日	総指令値 (kW)	総制御量 (kW)	誤差 (kW)	成功コマ数 (最大180)	滞在率 (%)
10月10日（木）	3,325	4,293	968	48	27
10月16日（水）	0	267	267	40	22

総指令値：指令値の全時間帯の合計
総制御量：（基準値－実績）の全時間帯・全需要家の合計
誤差：（総指令値－総制御量）の値
成功コマ数：入札量の±10%の範囲内だったコマの数
滞在率：成功コマ数／最大コマ数

三次調整力②冬季 需要家・リソース

- DRリソース構成（三次調整力②）

- 参加需要家：7需要家

需要家	DRリソース	制御
TT	蓄熱槽	手動DR
MY	吸収式冷凍機	AutoDR
OA	空調機	AutoDR
KM	空調機	AutoDR
FTC	空調機・CGS	Auto／手動DR
NY	空調機・ファン	AutoDR
KS	空調	AutoDR

三次調整力②冬季 発動スケジュール・約定時間帯・指令値変更

- 発動スケジュール、約定時間帯とそれに伴う指令値変更は以下の通り。

約定時間帯	15:00-15:30	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30	17:30-18:00
1月9日 (木)	100%		0%		50%	
約定時間帯	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00
1月17日 (金)	100%				25%	
1月21日 (火)	0%				100%	
1月23日 (木)	100%		25%		75%	

三次調整力②冬季 結果

- **結果**は以下の通り。
- 滞在率が**最大**は1月23日（木）で**100%**であり、滞在率の**最小**は1月17日（金）の**33%**となった。

■ 実証結果

発動日	総指令値 (kW)	総制御量 (kW)	誤差 (kW)	成功コマ数 (最大6)	滞在率 (%)
1月9日（木）	1,425	1,417	8	3	50
1月17日（金）	4,860	6,596	1,736	2	33
1月21日（火）	2,160	1,465	695	3	50
1月23日（木）	4,320	5,049	729	6	100

総指令値：指令値の全時間帯の合計
総制御量：（基準値－実績）の全時間帯・全需要家の合計
誤差：（総指令値－総制御量）の値
成功コマ数：入札量の±10%の範囲内だったコマの数
滞在率：成功コマ数／最大コマ数

三次調整力①冬季 需要家・リソース

- DRリソース構成（三次調整力①）

- 参加需要家：7需要家

需要家	DRリソース	制御
TT	蓄熱槽	手動DR
MY	吸収式冷凍機	AutoDR
OA	空調機	AutoDR
KM	空調機	AutoDR
FTC	空調機・CGS	Auto／手動DR
NY	空調機・ファン	AutoDR
KS	空調	AutoDR

三次調整力①冬季 発動スケジュール・約定時間帯・指令値変更

- 約定時間帯とそれに伴う指令値変更は以下の通り。
- 1月29日（水）のDR発動は、**暗黙的0kW指令値**の発動でした。

約定時間帯	12:00-15:00
1月29日（水）	0%

約定時間帯	9:00-10:00			
1月31日（金）	0%			
	10:00-10:45		10:45-11:00	
	100%		50%	
	11:00-11:25	11:25-11:30	11:30-11:53	11:53-12:00
	100%	25%	75%	25%

三次調整力①冬季 ディスパッチグループ

- **結果**は以下の通り。
- 滞在率が**最大**は1月29日（水）で**17%**であり、滞在率の**最小**は1月31日（金）の**13%**となった。

■ 実証結果

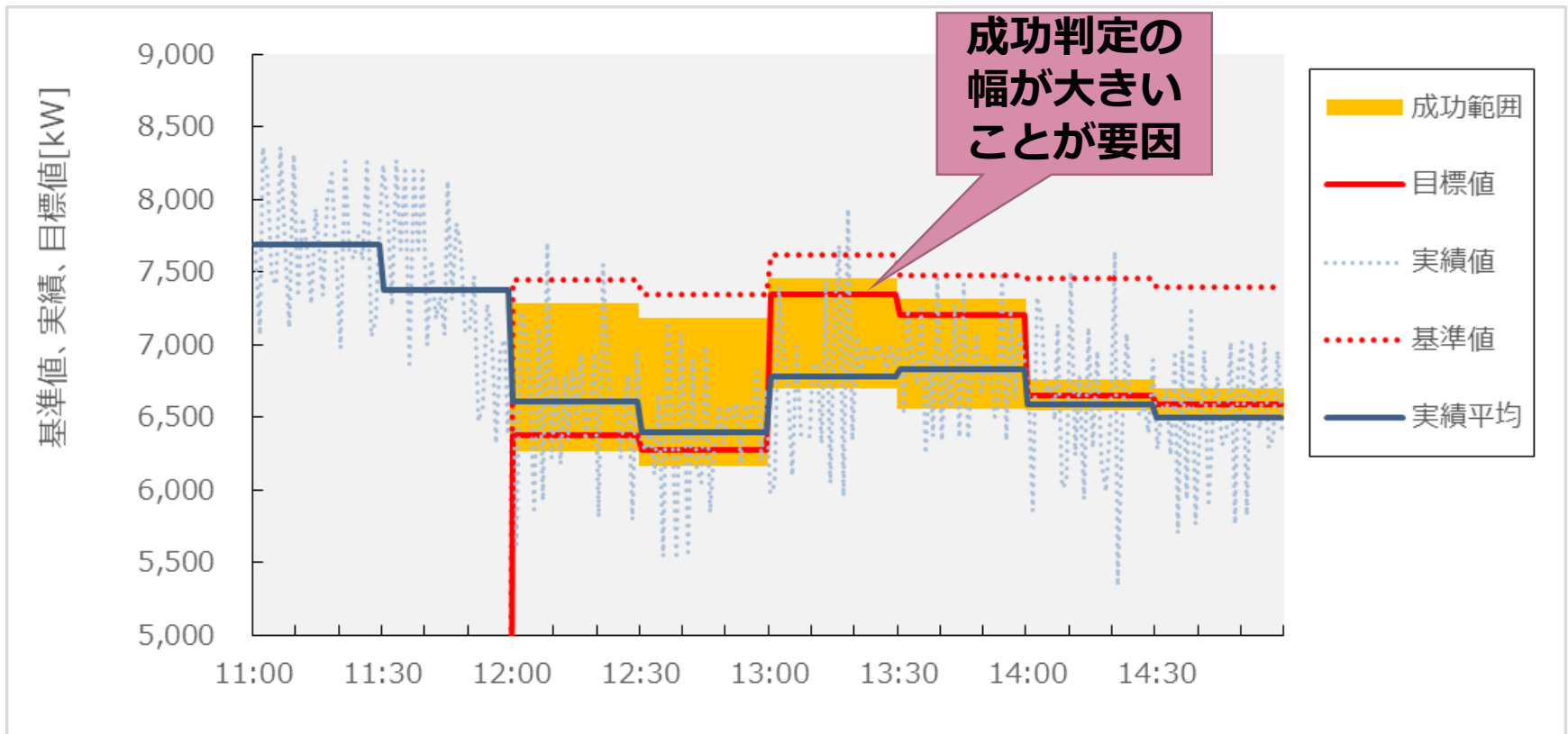
発動日	総指令値 (kW)	総制御量 (kW)	誤差 (kW)	成功コマ数 (最大180)	滞在率 (%)
1月29日（水）	0	139	139	30	17
1月31日（金）	1,499	3,849	2,350	24	13

総指令値：指令値の全時間帯の合計
総制御量：（基準値－実績）の全時間帯・全需要家の合計
誤差：（総指令値－総制御量）の値
成功コマ数：入札量の±10%の範囲内だったコマの数
滞在率：成功コマ数／最大コマ数

三次調整力 考察 応動の成功判定率100%について

- 三次調整力②において、1月23日（木）12:00-15:00は**6コマ中6コマ成功**している。これは、指令値変更が**2回**あったからと考えられる。
- 「**制御対象時間内に変更指示があった場合、変更指示時間から変更対象時間までは、30分平均値kWが入札量の±10%を含めた上下範囲に収まっていれば可**」という条件がある。**成功判定の幅が大きくなるため、成功につながった**と考えられる。

■ 1月23日のグラフ実績



三次調整力 考察 制御指示量0kWについて

- 約定時間帯の全時間帯において、制御指示量0kW対応があった三次調整力②ならびに三次調整力①について検証した。
- 三次調整力②：2019年10月2日（水）は、一部の需要家への制御指示ミスがあり制御を実施したため滞在率が0%となった。
- 三次調整力①：2019年10月16日（水）ならびに2020年1月29日（水）の結果は以下の通り。

■実証結果

発動日	総指令値 (kW)	総制御量 (kW)	誤差 (kW)	成功コマ数 (最大180)	滞在率 (%)
10月16日（水）	0	267	267	40	22
1月29日（水）	0	139	139	30	17

総指令値：指令値の全時間帯の合計
総制御量：（基準値－実績）の全時間帯・全需要家の合計
誤差：（総指令値－総制御量）の値
成功コマ数：入札量の±10%の範囲内だったコマの数
滞在率：成功コマ数／最大コマ数

- 制御指示量0kWの時は、「**基準値から±10%以内に実需で収まること**」が条件となっている。基準値により**成功コマ数**ならびに**滞在率**を向上させる事ができると考える。
- 今後は、**基準値の精度**を高めていく事を検討する。

三次調整力 考察 瞬時電力計測（アナログ値）の滞在率

- FTCに導入済みのBEMS（ビル用中央監視装置）から1分積算値と1分瞬時電力計測（アナログ値）を使い、三次調整力①において**成功コマ数と滞在率の変化**を検証した。

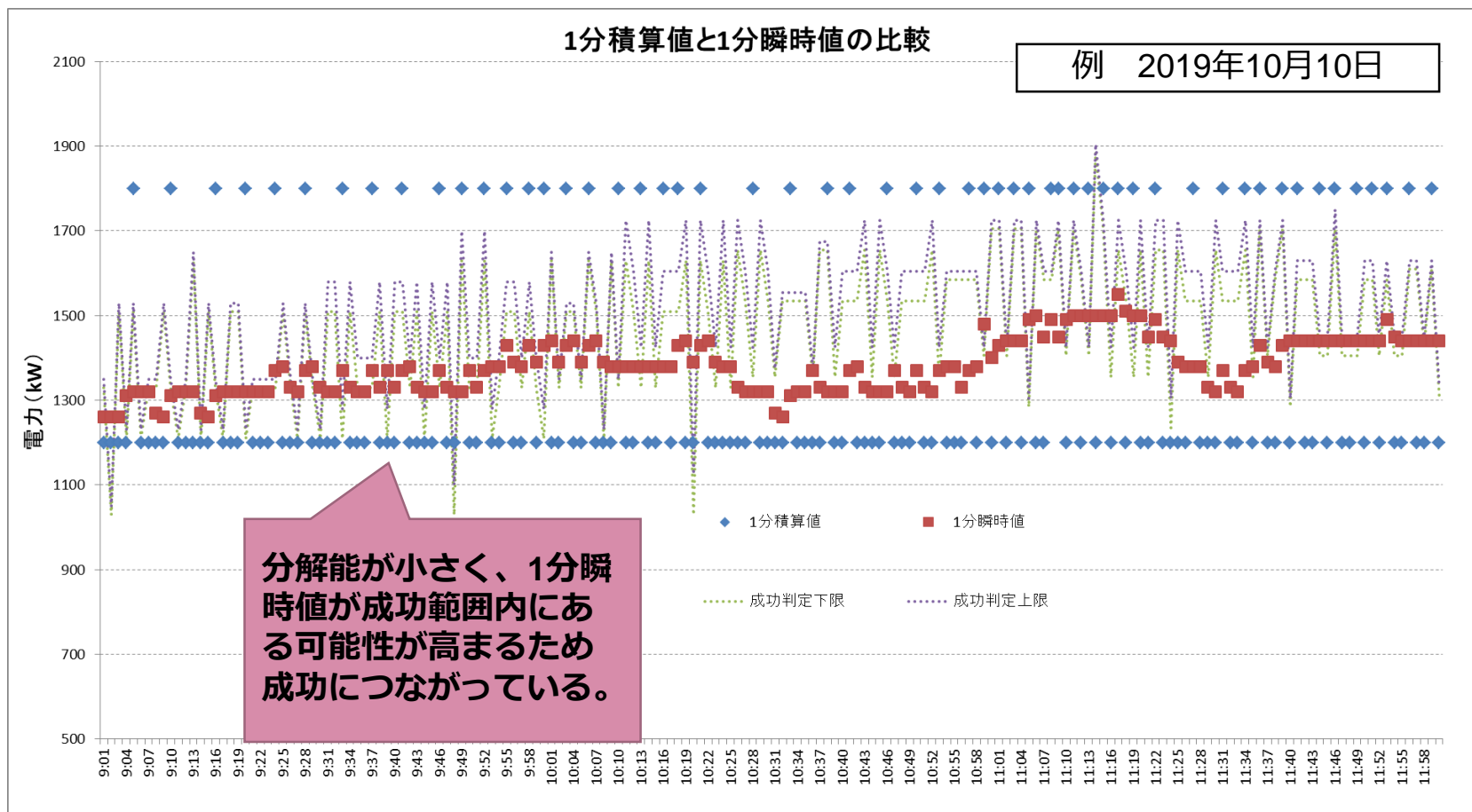
■ 比較評価結果

日付	データ	成功コマ数 (最大180コマ)	滞在率 (%)
2019年10月10日（木） 9:00-12:00	1分積算値	0	0
	1分瞬時値	18	10
2020年1月31日（金） 9:00-12:00	1分積算値	15	8
	1分瞬時値	25	14

- 1分積算値は、スマートメーターからの受電電力量を使用しており、**10kWh/pulse**のため1分値にするために**60倍**でぶれている。1分瞬時値は、瞬時電力を**そのまま**活用している。そのため、**分解能の差**が**滞在率に影響**を及ぼしていると考えられる。
- 次のスライドで、1分積算値と1分瞬時値との比較をグラフで表す。

三次調整力 考察 瞬時電力計測（アナログ値）の滞在率

- FTCのデータ1分積算値と1分瞬時値とを比較した。



瞬時値は成功判定に寄与する**可能性が高い**。現在、1分積算値を成功判定に使用しているため、成功判定を向上させるためには、**1分瞬時値**を使用すべきと考える。

三次調整力 今後の展望

- 三次調整力における**成功判定率を向上**させるため、以下について次年度の展望とする。
- 基準値について
 - アグリゲーターとして需要家の実需要をより正確に反映した**基準値の作成**が最も**重要**と考えている。
 - 今後は、アズビルオリジナルの**電力需要予測技術**の活用、ならびに**BEMS**から取得できる**機器運転スケジュール**を考慮した電力需要予測による基準値を作成し、成功判定率に寄与できるかを検証していく。
- 需要家ポートフォリオについて
 - 多くの需要家を束ねることができると、**ポートフォリオの組み合わせ**が多数考えれる。その組み合わせを活用することで**成功判定率が向上**できると考えられる。
 - 今後は、需要家の**契約件数を増加**させて、ポートフォリオの組み合わせで成功判定率に寄与できるかを検証していく。

3.1.2 価格連動上げ下げDR

azbil

市場価格連動上げ下げDR メニュー

- 市場価格連動上げ下げDRにおけるメニューは以下の通り。
- 市場価格に連動した**下げDRの想定発動条件**ならびに**上げDRの想定発動条件**を定めて、実証をした。

※市場価格連動上げ下げDR（スポット市場、時間前市場等での供給力取引を想定した実証） 公募要領P.23 ②

- スポット市場、時間前市場等での供給力取引を想定した実証（上げ・下げDR）も共通実証として実施を求める
- ただし、DRASからの信号は用いず、AC単位で実施すること

<共通要件>

- ベースライン：High4of5を用いること（必要に応じてAC独自のベースラインも可とするがHigh4of5は必ず用いること）
- 制御量の評価：ベースラインと実需要値の差分を制御量（kWh）として評価すること
- 実証回数：上げDR1回以上、下げDR1回以上実施し、合計3回以上実施すること

<ACが設定する要件> ※設定した内容の報告を求める

- 指令値変更の有無
- 応動時間
- 持続時間
- 成功判定基準

参考：
平成31年度VPP事業共通実証仕様書（2019年4月8日SII）

市場価格連動上げ下げDR 概要

- 下げDR：東京電力管内の需要家**1**件に対して実施した。調整力としては**250**[kW]となった。
- 上げDR：九州電力管内の需要家**3**件に対して実施した。調整力としては**1,200**[kW]となった。

■発動内容

発動日時	下げDR	12月26日（木）
	上げDR	11月22日（金）、11月29日（金）
DR発動予告	前日の10:30過ぎ頃	
DR制御時間	3時間	
成功判定基準	調整力の100%以上	
ベースライン	High4of5（当日調整あり（1-4h前））	

■需要家情報

メニュー	エリア	需要家	リソース名	調整力[kW]	備考
下げ	東京電力	MY	蓄熱槽	250	AutoDR
上げ	九州電力	FE	蓄熱槽	600	手動DR
		DH	蓄熱槽	500	AutoDR
		DS	蓄熱槽	100	AutoDR

市場価格連動上げ下げDR 下げDR結果

- 12月26日は「小売事業者はJEPXから調達する費用より、需要家へDR報奨金を支払うほうが安価な状態となる（JEPX価格＞DR報奨金）」という「下げDR条件」を満たすタイミングが存在しなかったが、1日のうち価格が高かった時間帯に発動を行った（価格は下図の「JEPX価格[円/kWh]（参考）」を参照）。
- この日は下げDR条件を満たさないため、小売電気事業者が得られる利益の計算を行うことが出来ない。代わりに、下げDR条件を満たす日のJEPX価格を用いて小売電気事業者が節約できる額を計算する。
 - 2019年8月8日の15:00～18:00にてすべてのコマにおいてJEPX価格が2019年度の最高価格である**60[円/kWh]**を記録しており、この日のデータを利用することとする。
 - DR報奨金[円/kWh]は、**需要家分が32[円/kWh]、アグリゲーター分が10[円/kWh]**である。
- **小売節約額[円] = (JEPX価格[円/kWh] - DR報奨金[円/kWh]) × 下げDR量[kWh]**で表される。
- **需要家利益[円] = 下げDR量[kWh] × 32[円/kWh]**で表される。
- **アグリゲーター利益[円] = 下げDR量[kWh] × 10[円/kWh]**で表される。

■ 各コマによる節約額・利益

データ	日時	1コマ (15:00)	2コマ (15:30)	3コマ (16:00)	4コマ (16:30)	5コマ (17:00)	6コマ (17:30)	合計
下げDR量[kWh]	2019年12月26日	214	144	196	234	166	249	1,203
JEPX価格[円/kWh]（参考）	2019年12月26日	12.34	12.95	8.8	9.67	10.81	10.18	-
JEPX価格[円/kWh]	2019年8月8日	60	60	60	60	60	60	-
DR報奨金[円/kWh]	-	42	42	42	42	42	42	-
小売節約額[円]	-	3,852	2,592	3,528	4,212	2,988	4,482	21,654
需要家利益[円]	-	6,848	4,608	6,272	7,488	5,312	7,968	38,496
アグリゲーター利益[円]	-	2,140	1,440	1,960	2,340	1,660	2,490	12,030

市場価格連動上げ下げDR 上げDR結果

- 上げDR増益[円] = 上げDR量合計[kWh] × (小売⇔需要家相対価格[円/kWh] - JEPX価格[円/kWh]) で求められる。
- 各プレイヤー利益[円] = 上げDR増益[円] で求められる (プレイヤー3者で3等分するため) 。
- 小売⇔需要家相対価格[円/kWh]は、東京電力 法人向け従量料金が15~17[円/kWh]のため、**16[円/kWh]**と仮置きした。

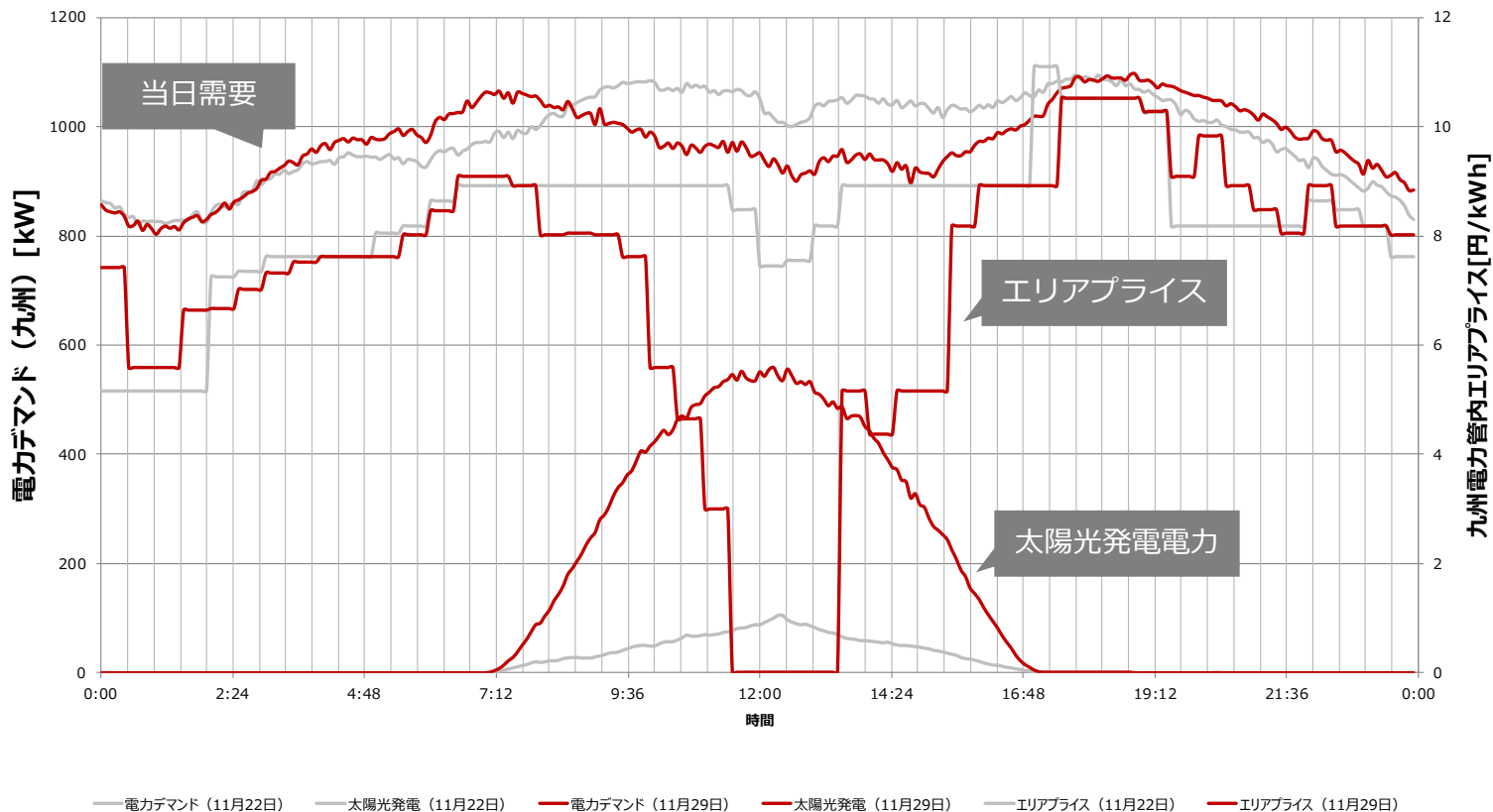
■各コマによる利益

	データ		1コマ (12:00)	2コマ (12:30)	3コマ (13:00)	4コマ (13:30)	5コマ (14:00)	6コマ (14:30)	合計	
	11月22日	上げDR量[kWh]	需要家							
FE			-215	-235	-246	-382	-392	-383	-1853	
DH			-162	-87	123	128	158	-87	73	
		DS	-80	-80	-87	-80	-85	-62	-474	
上げDR量合計[kWh]			-457	-402	-210	-334	-319	-532	-2254	
JEPX価格[円/kWh]			7.45	7.55	8.18	8.92	8.92	8.92	-	
小売⇔需要家相対価格[円/kWh]			16	16	16	16	16	16	-	
上げDR増益[円]			3,907	3,397	1,642	2,365	2,259	3,767	17,336	
各プレイヤー利益[円]			1,302	1,132	547	788	753	1,256	5,779	
	データ		1コマ (11:30)	2コマ (12:00)	3コマ (12:30)	4コマ (13:00)	5コマ (13:30)	6コマ (14:00)	合計	
	上げDR量[kWh]	需要家								
FE		-282	-280	-290	-344	-347	-353	-1896		
DH		-242	-260	-215	-272	-280	-252	-1521		
	DS	-83	-83	-81	-63	-86	-76	-472		
上げDR量合計[kWh]			-607	-623	-586	-679	-713	-681	-3889	
JEPX価格[円/kWh]			0.01	0.01	0.01	0.01	5.16	4.37	-	
小売⇔需要家相対価格[円/kWh]			16	16	16	16	16	16	-	
上げDR増益[円]			9,706	9,962	9,370	10,857	7,729	7,920	55,544	
各プレイヤー利益[円]			3,235	3,321	3,123	3,619	2,576	2,640	18,515	

市場価格連動上げ下げDR 上げDR結果における価格

- JEPX価格は11月22日に比べ、11月29日が安価となっている。原因としては、太陽光発電の発電量が29日のほうが多い事が挙げられる。
- 22日に比べ、29日は太陽光発電量が多く、電力があまり気味なためJEPX価格が最低の**0.01[円/kWh]**となったと考えられる。

	データ	1コマ	2コマ	3コマ	4コマ	5コマ	6コマ
11月22日	JEPX価格[円/kWh]	7.45	7.55	8.18	8.92	8.92	8.92
11月29日	JEPX価格[円/kWh]	0.01	0.01	0.01	0.01	5.16	4.37



市場価格連動上げ下げDR 下げDR考察

- エリアや時期にとらわれず、過去5年間において価格連動下げDRの効果が一番大きく出る数値を用いてポテンシャルを評価する。
- 東京エリアとは異なるが、四国エリアでは最高値は**2018年11月17日の15:30～18:30にて99.99～100.2**[円/kWh]であるため、この値を使うと下記の表の値となる。

データ	日時	1コマ (15:00)	2コマ (15:30)	3コマ (16:00)	4コマ (16:30)	5コマ (17:00)	6コマ (17:30)	合計
下げDR量[kWh]	2019年12月26日	214	144	196	234	166	249	1,203
JEPX価格[円/kWh]	2018年11月17日 (四国エリア)	99.99	99.99	100	100.2	99.99	99.99	—
DR報奨金[円/kWh]	—	42	42	42	42	42	42	—
小売節約額[円]	—	12410	8351	11368	13619	9626	14440	69,813
需要家利益[円]	—	6848	4608	6272	7488	5312	7968	38,496
アグリゲーター利益[円]	—	2140	1440	1960	2340	1660	2490	12,030

- 当該日に仮に**100**需要家にて同kWhの下げDRを行えば、各プレイヤーの潜在的なメリットは下記の通り。
 - 小売節約額（1社あたり）： $69,813 \times 100 = \mathbf{6,981,300円}$
 - 需要家利益（1社あたり）： $\mathbf{38,496円}$ （需要家は増えても1件あたりの取り分は変化しないため）
 - アグリゲーター利益（1社あたり）： $12,030 \times 100 = \mathbf{1,203,000円}$
- 電源 I' や容量市場の発動上限である年12回の発動を参考にすれば、最大下記のとおり。
 - 小売節約額（1社あたり）： $6,981,300 \times 12 = \mathbf{83,775,600円}$
 - 需要家利益（1社あたり）： $3,849,6 \times 12 = \mathbf{461,952円}$
 - アグリゲーター利益（1社あたり）： $1,203,000 \times 12 = \mathbf{14,436,000円}$

市場価格連動上げ下げDR 上げDR考察（国内）

- エリアや時期にとらわれず、過去5年間に於いて価格連動下げDRの効果が一番大きく出る数値を用いてポテンシャルを評価する。
- 同じ九州エリアではあるが、2020年1月1日のJEPX価格は**10:30～13:00**にて**最低の0.01円**を記録している。この値を用いると下記の表のようになる。

11月22日	データ	1コマ (12:00)	2コマ (12:30)	3コマ (13:00)	4コマ (13:30)	5コマ (14:00)	6コマ (14:30)	合計
	上げDR量合計[kWh]	-457	-402	-210	-334	-319	-532	-2,254
	JEPX価格[円/kWh] (2020年1月1日 10:30～13:00)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
	小売⇔需要家相対価格[円/kWh]	16	16	16	16	16	16	-
	上げDR増益[円]	7,307	6,428	3,358	5,341	5,101	8,507	36,041
	各プレイヤー利益[円]	2,436	2,143	1,119	1,780	1,700	2,836	12,014
11月29日	データ	1コマ (11:30)	2コマ (12:00)	3コマ (12:30)	4コマ (13:00)	5コマ (13:30)	6コマ (14:00)	合計
	上げDR量合計[kWh]	-607	-623	-586	-679	-713	-681	-3,889
	JEPX価格[円/kWh] (2020年1月1日10:30～13:00)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
	小売⇔需要家相対価格[円/kWh]	16	16	16	16	16	16	-
	上げDR増益[円]	9,706	9,962	9,370	10,857	11,401	10,889	62,185
	各プレイヤー利益[円]	3,235	3,321	3,123	3,619	3,800	3,630	20,728

- 上げDRにおいて、2日分の上げDR増益合計の平均値は**49,113円**（需要家1件あたり**16,371円**）である。
- 同様の需要家が100件いるとすると、上げDRによる増益： $16,371 \times 100 = 1,637,110$ 円（各プレイヤー利益：**545,703円**）である。
- 電源Ⅰ'や容量市場の発動上限である年12回の発動を参考にすれば、 $1,637,110 \times 12 = 19,645,314$ 円（各プレイヤー利益：**6,548,438円**）となる。

市場価格連動上げ下げDR まとめと今後の展望

● まとめ

- JEPXの価格に連動した**上げ下げDRのシナリオ**を作成した。
- 想定した上げまたは下げシナリオについて、実際に下記のサイトで実施し、**上げ下げ量、価格規模**を検証または試算した。
 - ◆ 東京エリアにて1建物で1回実施
 - ◆ 九州エリアにて3建物で2回実施
 - ◆ 価格は「小売電気事業者」、「アグリゲーター」、「需要家」の3者を考慮した。
- DR実施日におけるJEPX価格と太陽光発電量の関係について考察を行った。

● 課題

- 現状、JEPXにおいて既に約定された価格を用いた試算を行っているが、実ビジネスでは価格は事前に分からないため、**価格を予測する**必要がある。
- 下げDRにおいて、JEPX価格が一定以上となった際にDRが発動することを想定したが、2019年度はあまり価格上昇が見られず、上げDRに最適な中間期でも**最大50～60円程度**であったため、値差が**8～18円程度**となりあまりメリットが少ない。
- 上げDRにおいて、JEPX価格の下限値が**0.01円**であるため最大の値差が**15円程度**にとどまりビジネスとしてのメリットが少ない。

● 今後の展望

- 実取引を見据え、**JEPX価格の予測**を行うことでメリットを最大限にする推計を行う。
- 電源 I'（容量市場）で落札できなかった電源を対象とした**ポテンシャル**の推計を行う。
- **ネガワット調整金**を考慮した推計を行う。

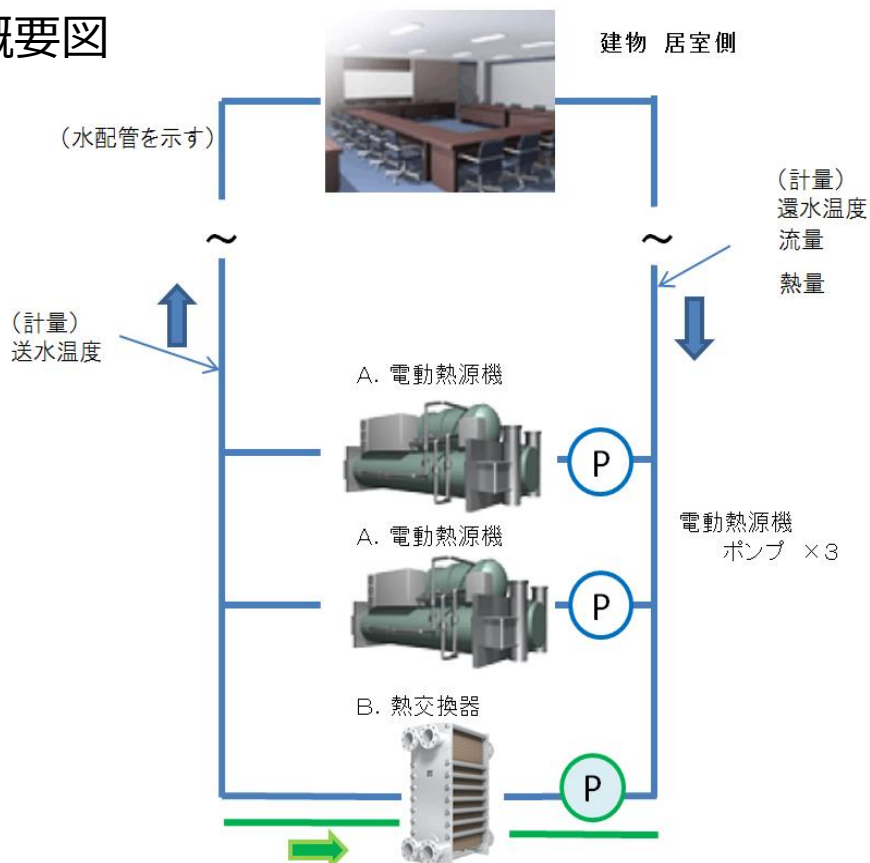
3.1.3 熱源水蓄熱

azbil

熱源水蓄熱を活用したDR 概要

- **集中熱源方式の配管内部**は年間を通じて、**5℃～50℃**の範囲内で一般の用水（**冷温水**）が充填されており、**ポンプ**によって**循環**している。
- この循環水の管路が系全体で5℃の温度差がつくのが一定の時間（例 30分）を要する。したがって**熱源機の停止後**、**一定時間は居室の空調に影響なく空調を継続**できる。
- この蓄熱量を利用し、**熱源水蓄熱による空調の維持をDR**に活用し、検証する。

■ 概要図



■ 需要家情報

用途：大学
規模：27,760m²（延床面積）
方式：集中熱源方式
モジュールチラー他

■ 実施日

- 夏期：9月26日、10月10日、10月2日、10月17日
- 冬期：1月15日、1月17日、1月21日、1月24日

熱源水蓄熱を活用したDR 夏季

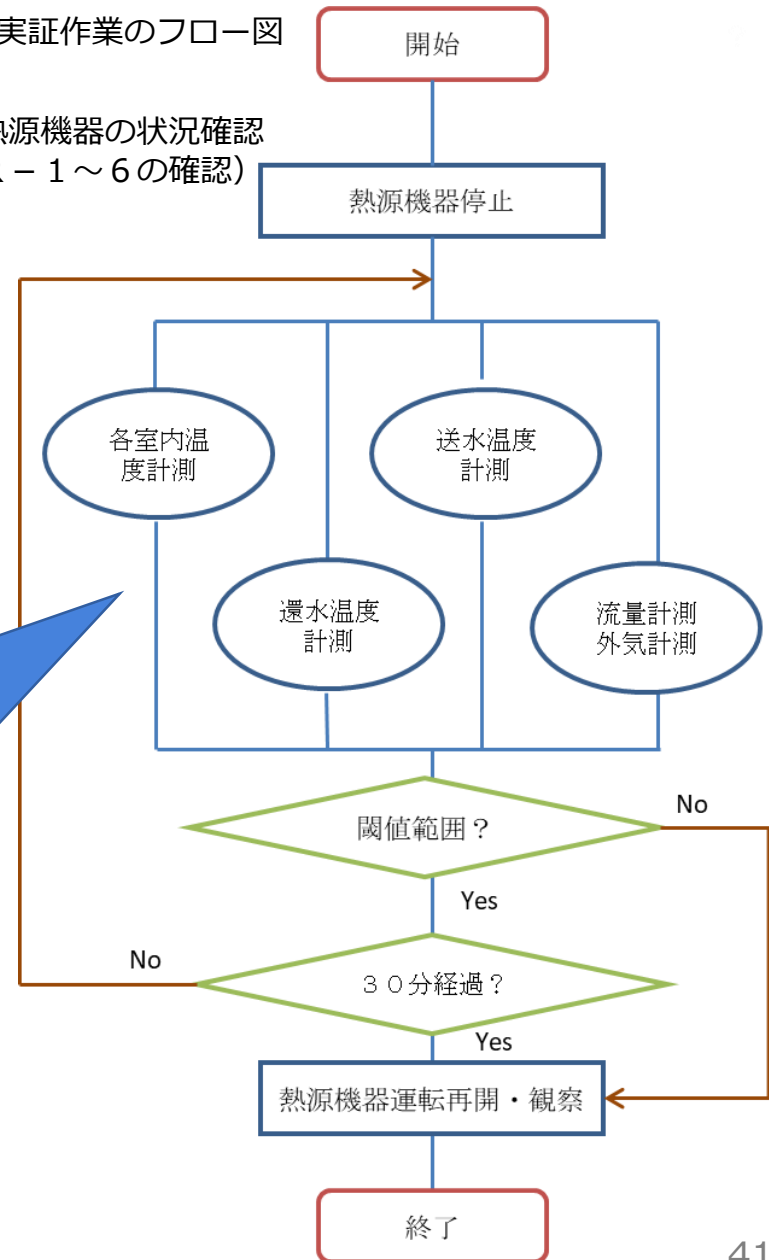
- 室内環境に影響を**与えない**ことを最優先に、需要家に了解頂いた計画と閾値によって作業を実施した。
- 夏の計画は、デマンドリスポンスのソースとして集中熱源方式の熱源水蓄熱の熱量が**30分間程度利用できること（持続すること）**を検証した。

○計測箇所について
棟冷水往ヘッド、還ヘッド 温度確認

- ・ 10F事務室他の室温
- ・ AHUの開度
- ・ 流量
- ・ 各フロア温度
- ・ 外気温度
- ・ フィーダー電力

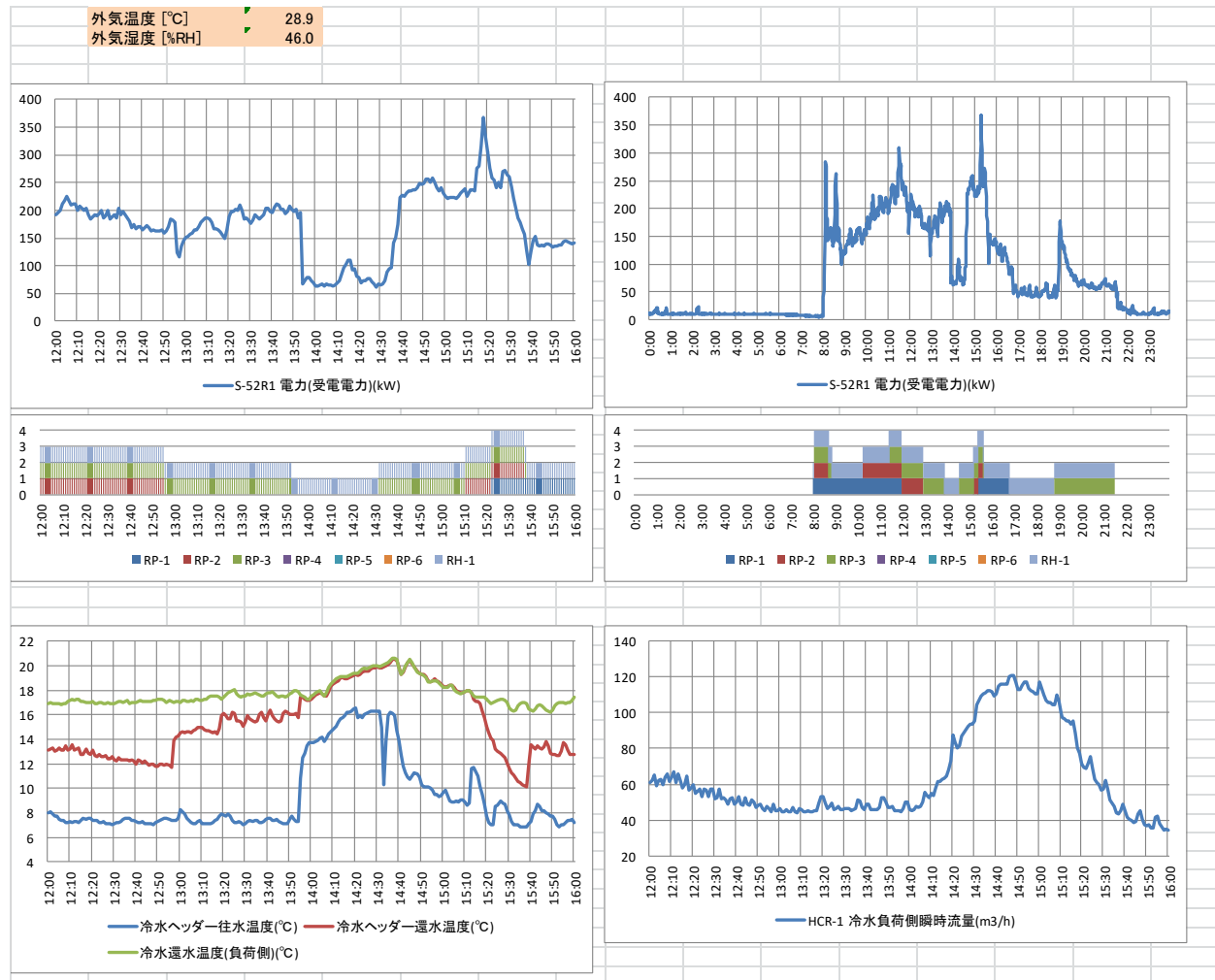
■夏の実証作業のフロー図

稼働熱源機器の状況確認
(RR-1~6の確認)



熱源水蓄熱を活用したDR 夏季 結果

- 夏の事例として10月2日の結果を示す。同じ定格の**モジュールチラー**を一台**停止**することで**30分間のネガワット**を創出した。室内環境変化は10階の事務室を基準として計測した。計画通り**室内温度の変化**は当該の30分の中では**発生しなかった**。
- 以下に**瞬時値**としての受電電力と**1日スパン**における受電電力のグラフを示す。また**配管**における**温度変化の様子**（往きと帰りの温度）、また増加する**流量の様子**（**負荷側での流量計測**）を各グラフによって示す。



熱源水蓄熱を活用したDR 冬季

- 9月と10月の実証内容が順調に推移したため冬の実証内容について、同様の内容を行いつつ、追加として新たに**同じ1日の中で複数回のDR 動作**を試行した。
- この場合継続時間は30分ではなく10分とした。理由は2回目以降のデマンドリスポンスの動作を実施するにあたりベースラインの確保が必要となるためである。

○計測箇所について
棟冷水往ヘッド、還ヘッド 温度確認

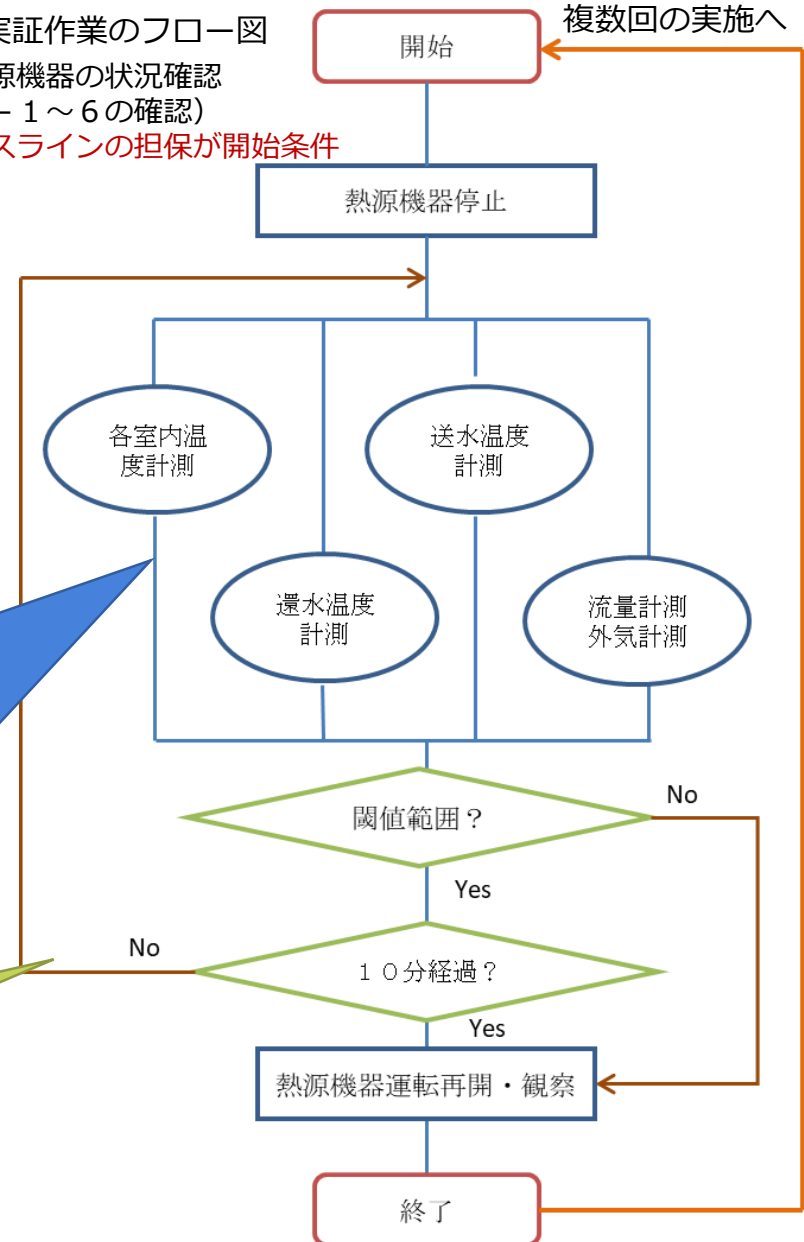
- ・ 10F事務室他の室温
- ・ AHUの開度
- ・ 流量
- ・ 各フロア温度
- ・ 外気温度
- ・ フィーダー電力

夏と同様の動作を2回
同日の複数回動作を2回

■冬の実証作業のフロー図

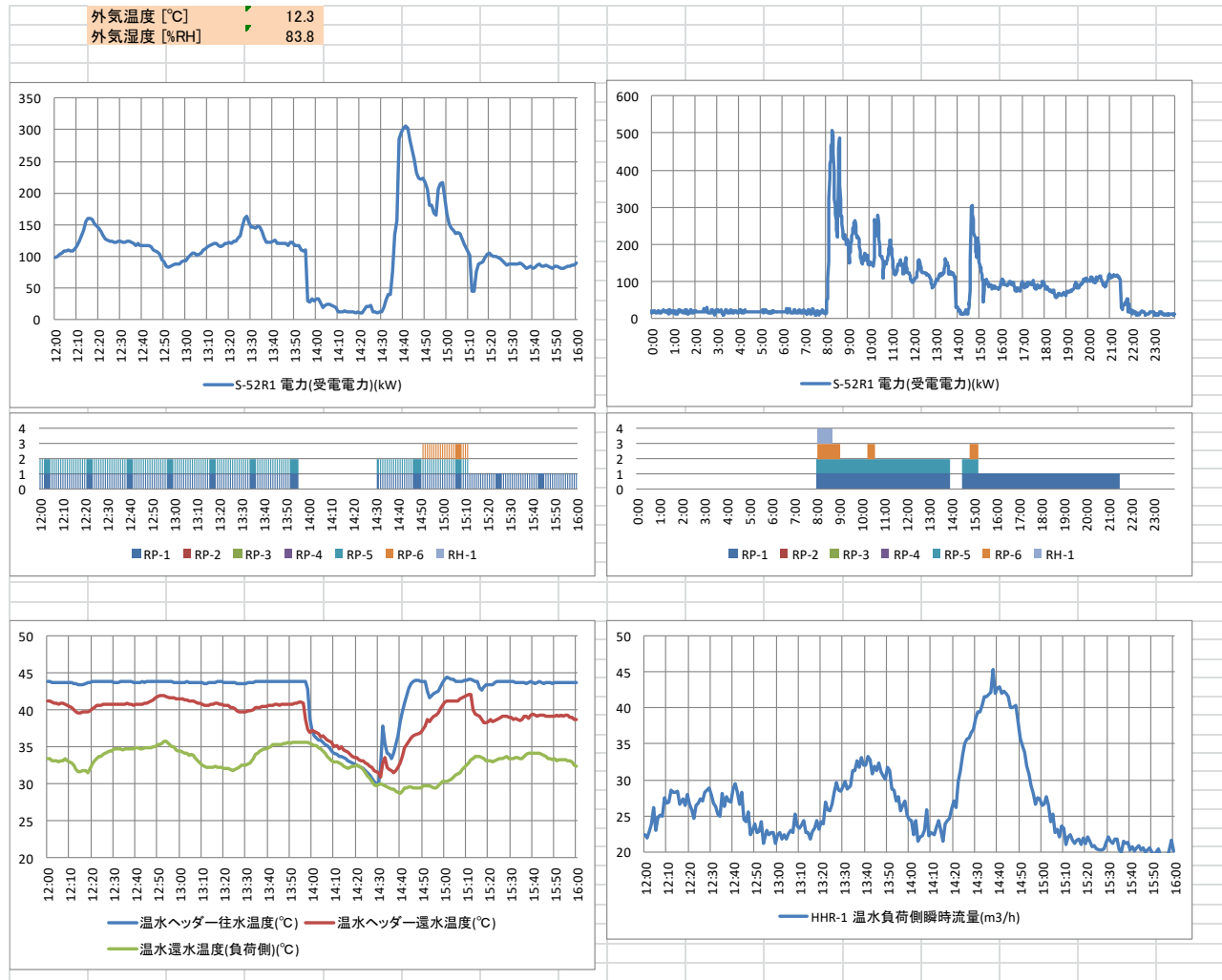
稼働熱源機器の状況確認
(RR-1~6の確認)

※ベースラインの担保が開始条件



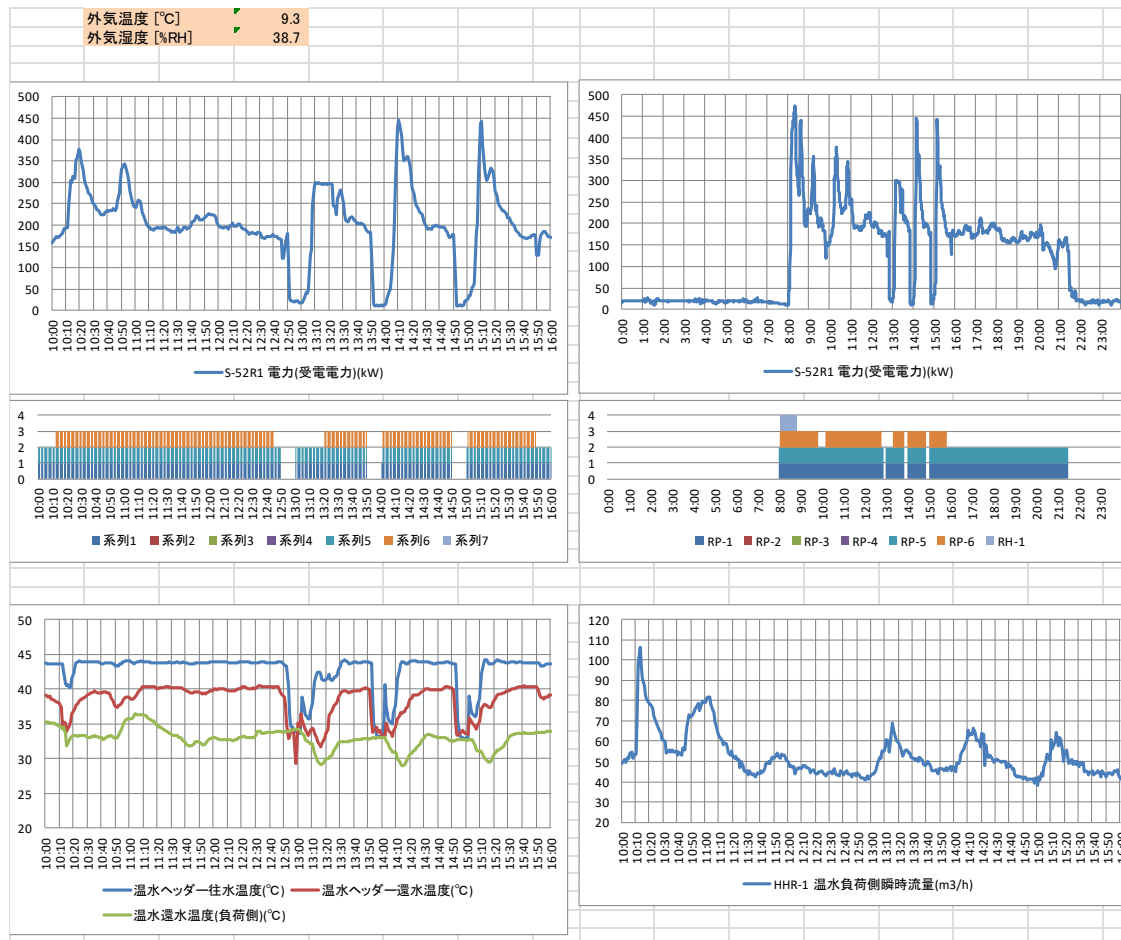
熱源水蓄熱を活用したDR 冬季 結果

- 冬事例として1月24日の結果を示す。同じ定格の**モジュールチラーを2台停止**することで30分間の**ネガワット**を創出した。室内環境変化は10階の事務室を基準として計測した。計画通り**室内温度の変化は当該の30分の中では発生しなかった**。13:50頃に10Fの別の負荷上昇があり、大きい弁開度が記録されているが、実証とは関係していない。
- 以下に**瞬時値としての受電電力と1日スパンにおける受電電力のグラフ**を示す。また**配管における温度変化の様子（往きと帰りの温度）**、また増加する流量の様子（**負荷側での流量計測**）を各グラフによって示す。冬期のため温度のグラフは夏と反転した関係にある。



熱源水蓄熱を活用したDR 冬季 複数回実証 結果

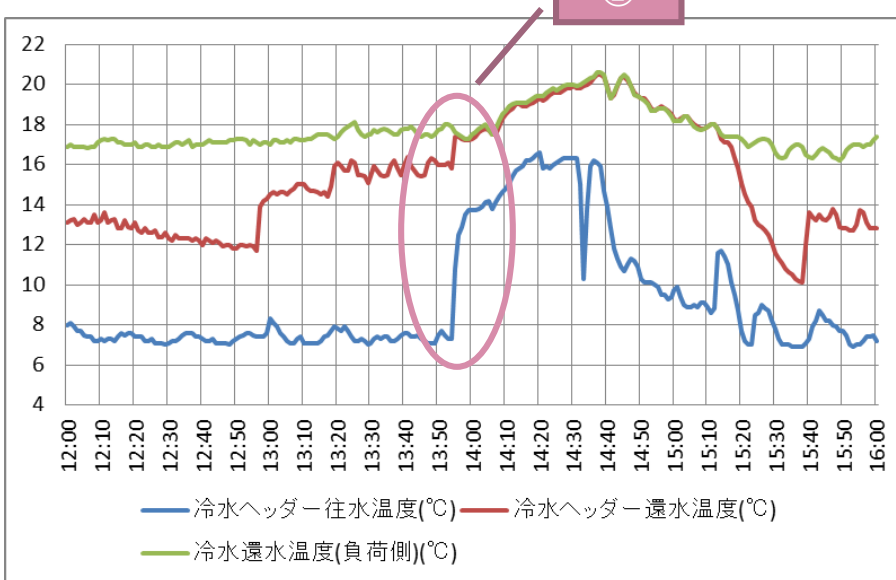
- 1日の中において**複数回の停止動作**の検証を行った。その特徴は (1) 1回あたりの停止時間を**10分間**に限定した (2) アグリゲータとしては需給調整市場の**三次調整力②**を意識し、その実証の約定時間 (21日**12:00-15:00**) において**ネガワット**を創出し、他現場での**ネガワットとの連携・重ね合わせ**を意識した、という2点があげられる。
- ベースラインの回復を意識しつつ**複数回動作**を実施した。室内環境、配管内環境を監視しつつ**約1時間につき1回の動作**であれば**ネガワット動作**は可能と予想し検証を進めた。今回、ネガワット直後に現れる**リバウンド**に対する対応を準備したが、実証での実装には至らなかった。
- 以下に**瞬時値**としての受電電力と**1日スパン**における電電力のグラフを示す。また**配管**における**温度変化**、増加する**流量**の様子を各グラフによって示す。



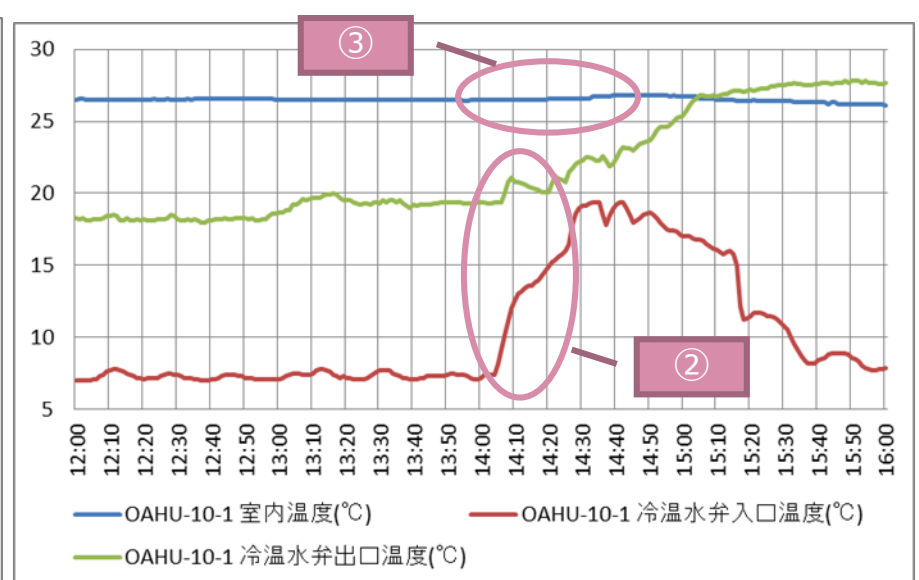
熱源水蓄熱を活用したDR 考察（基本的可用性）

- 10月2日（水）の実証試験結果から熱源水蓄熱DRの**基本的可用性**について考察する。
 - 14:00～14:30にモジュールチラー1台を停止してDRを実行
 - 基準値は事前計測（12:00～13:00）により作成
 - 14:00～14:30コマに107kWの電力削減を実現
- 13:55頃に**モジュールチラー停止後**、直接往水に流れ込む還水の分量が増加するため、**冷水ヘッダー往水温度**は徐々に**上昇**する（①）。環境モニタリングしている10F事務室では、配管を流れてきた冷水の温度（**空調機冷温水弁入り口温度**）が10分程遅れて**上昇**を開始する。その後、DR時間帯が終了してモジュールチラーが再起動し、配管を流れる冷水が元の状態に復帰するまでの間、往水と還水はある程度の**温度差**を維持し、必要な熱量を**継続的に供給**できている（②）。
- 環境モニタリングしている10F事務室の**室内温度**の変化を見ると、DR時間帯およびその前後でほとんど**変化しておらず**（③）、本施策が室内環境に**悪影響を及ぼしていない**ことがわかる。このことは、実証試験実施中に居住者からのクレームが全く発生しなかったことから裏付けられる。
- 本実証により、室内環境を犠牲にすることなくDRを実施する**熱源水蓄熱DR**の手法が、実システムにおいて**有用に機能**することを確認できた。
- なお、**冬の実証試験**においても、熱源水は冷水から温水に代わるが、同様に本施策の**有用性を確認**できている。

■ 10月2日（水） 冷水往還温度



■ 10月2日（水） 10F事務室 環境モニタリング



熱源水蓄熱を活用したDR 考察（ディスパッチ活用の可能性）

- 1月21日（火）の実証試験結果から熱源水蓄熱DRのディスパッチ活用の可能性について考察する。
 - 12:50~13:00, 13:50~14:00, 14:50~15:00にモジュールチラー3台を停止してDRを実行
 - 基準値は事前計測（10:00~11:00）により作成
 - 12:30~13:00コマに135kW, 13:30~14:00コマに108kW, 14:30~15:00コマに119kWの電力削減を実現
- 1月21日（火）は12:00~15:00に三次調整力②の実証試験を実施している。結果は下表の通りで、**6コマ中3コマのみ成功した**。この結果に、同日同時時間帯に実施していた熱源水蓄熱DRの結果を**仮想的に合わせ込む**ことで、熱源水蓄熱DRのディスパッチ活用の可能性を検討する。
- 13:30~14:00コマでは、熱源水蓄熱DRにより108kWの電力削減を実現している。この結果を合わせ込むと、仮想の実績値7,308kW/誤差 33kWとなり、失敗コマから成功コマに変えることができる（①）。
- 14:30~15:00コマでは、熱源水蓄熱DRにより119kWの電力削減を実現している。この結果を合わせ込むと、仮想の実績値6,255kW/誤差 140kWとなるが、まだ±10%以内に入っておらず失敗コマのままである（②）。ここで同レベルの熱源水蓄熱DRを実行できる需要家がもう1件確保できれば、成功コマへ変えることができる。
- 本実証により、熱源水蓄熱DRの手法が、**30分コマ単位**で削減電力を調整する手法として**有用である**ことを確認できた。今回は熱源水蓄熱DRを実行する需要家を1件しか準備できなかったが、複数の需要家を準備しておくことで、**アグリゲータ**は様々な状況に対応して**ディスパッチの調整を実施**することができるようにすると期待できる。

■1月21日（火） 三次調整力② 実証試験結果

	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00
指令値 (kW)	0	0	0	0	1,080	1,080
実績値 (kW)	7,311	7,236	7,443	7,416	6,505	6,374
基準値 (kW)	7,294	7,210	7,479	7,275	7,296	7,195
誤差 (kW)	17	26	-36	141	289	259
成功/失敗	○	○	○	×	×	×

①

②

熱源水蓄熱を活用したDR 今後の検証と取り扱いデータの検討

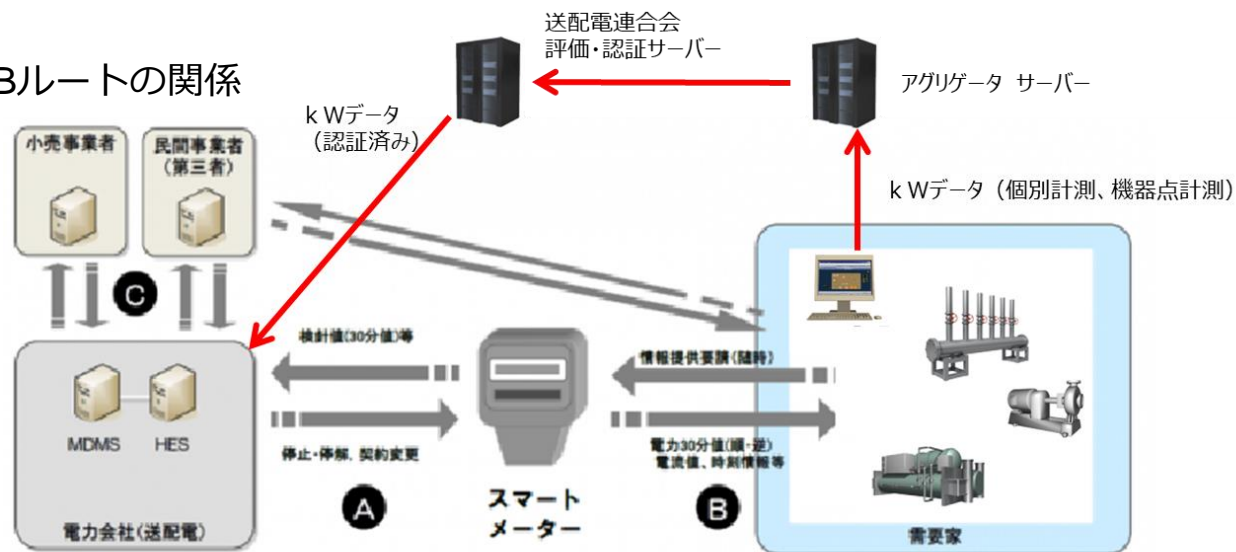
● 今後の検証

- 熱源水蓄熱の実証は、全国の**集中熱源方式**の建物とその設備が、**バーチャルパワープラント**に参加できる可能性を示す基本的な検討である。
- しかし、今回の現場特性を考えると、比較検証は多くの評価軸を加えて検証し、**データを集める必要がある**。**建物用途、熱源設備種別、床面積大小、地域差**などが考えられる。
- 熱源水蓄熱を実ビジネスで活用するには**リレー方式**の採用などの検討が必要である。

● 取り扱いデータの検討

- 熱源水蓄熱で扱うネガワットは市場から見て相対的に**小さな kW** を集積する作業であり、スマートメーターで扱う受電点での **kWh 計量 (Aルート)** だけでは他の負荷によるノイズが多いので利用が困難がある。
- **Bルート**のデータをアグリゲーターが集積し、何らかの認証を受けて実施したネガワットの集計結果を送配電会社にBルートを通じて送信することが考えられる。

■ 熱源水活用DRとAルート、Bルートの関係



出典：経済産業省 スマートメーター制度検討回(第15回)配布資料
「資料3 スマートメーターの導入促進に伴う課題と対応について」

(イラスト変更・追加あり)

3.1.4 EV実証

azbil

EV実証 概要

- 今後業務用ビルにおいては、**SDGsやESG投資等を鑑みたCO2削減のトレンド**を踏まえ、ガソリン車に対して**電気自動車（以下、EV）が増加**していくことが想定される。またそれに従い、**EV用の充放電器の導入も増えていく**と予想される。
- EVとそれに付随する充放電器の導入は、**ビルの需要電力に多大な影響を与える**可能性がある。ビルの需要電力はビルの中央監視装置（以下、BEMS）の監視下になっていることが多いため、**BEMSによるエネルギーマネジメントの必要性**が高まっている。
- また、EVは蓄電池としての側面も存在する。コストが高く、蓄電池を多量に入れることに抵抗のあるビルオーナー等にとって、**EVをテナントが持ち込んでくる**という点において非常に魅力的なリソースとなり得る。
- ビルの中の蓄電池は、「ピークカット」と「デマンドリスポンスを用いた調整力」等に用いることができる。
- その中で「EVを調整力として利用すること（以下、EV調整力）」のためには、EVはそもそも乗り物であり、利用される（駐車場からいなくなる）タイミングが不明であるという特性を考慮し、EVの利用者に利用時間の予約を入れてもらう等の工夫を行うことで**各EVがどの時間帯でどの程度供出可能量が存在するか**を把握する必要がある。
- EV調整力の実運用を想定し、「今後数百台オーダーで導入され得るEVと充放電器の管理」・「供出可能量と調整力に参加できる時間帯の算出」を手動で行うことは現実的ではなく、**EV管理システムを製作し自動管理することが適切**である。
- 以上のことから、本実証では、①まずBEMSの配下に充放電器が存在することを想定し、**複数台のEVと複数台の異なるメーカーの充放電器をBEMSへ接続、制御が行えることを実証**する。②また、前日に供出可能量を提出する必要がある「三次調整力②」を前提とし、EV利用者が入力した「予約情報」とEVを充放電器に接続した際に取得できる「電池残量（以下、SoC）」を用いて翌日の「調整力に参加可能な時間帯」と「供出可能量」を算出する「EV管理システム」の機能を製作、実証する。

- 本実証では、★マークを付けた機能を下記の2実証内に位置づけ、実施した。

1. 複数台EVを活用した調整力相当制御実証

- ◆ 電源 I '相当制御
- ◆ 三次調整力②相当制御
- ◆ 三次調整力①相当制御

2. クラウドシステムを活用した充放電器・EV複数台管理実証

- ◆ EV予約機能
- ◆ 調整力EVポテンシャル計算機能

- 使用した電気自動車の蓄電池容量と充放電電力は下記となる。

1. 日産リーフ（M社充放電器接続）

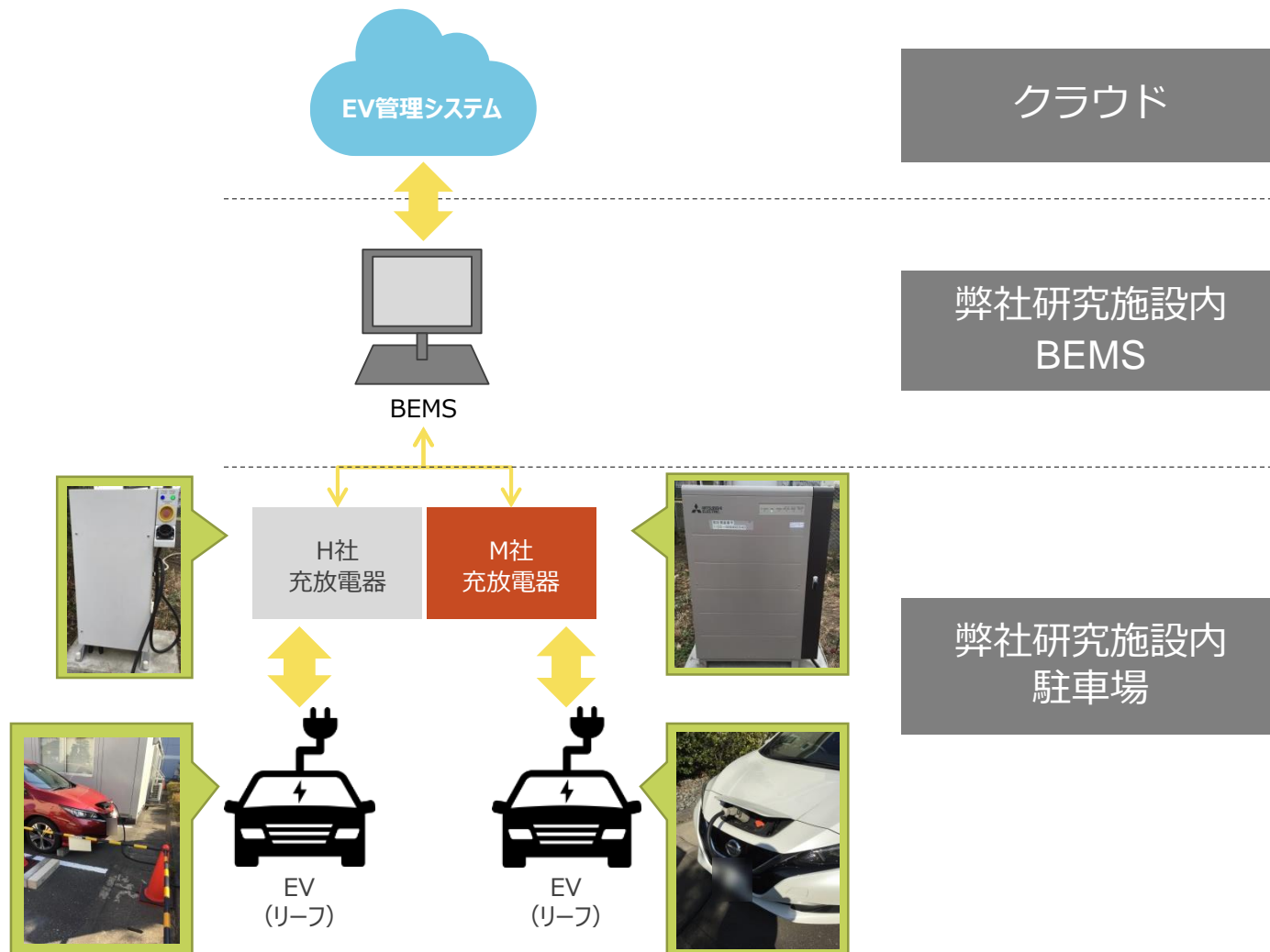
- ◆ 蓄電容量：40kWh
- ◆ 充放電電力：1kW

2. 日産リーフ（H社充放電器接続）

- ◆ 蓄電容量：40kWh
- ◆ 充放電電力：5kW

EV実証 システム構成

- 弊社研究施設内において、EVを2台、充放電器を2台用意し接続した。
- 2台の充放電器は弊社研究施設内のBEMSへ接続されている。
- BEMSはBEMSを遠隔で操作できるクラウド上のEV管理機能と接続され、制御される。



EV実証 複数台EVを活用した調整力相当制御実証

● 実証準備

➤ M社充放電器

- ◆ 運転状態切り替えポイントをAutoDRシステムに登録。
- ◆ 制御時は充電／放電／待機をそれぞれ設定（今回実証では1kW固定）。

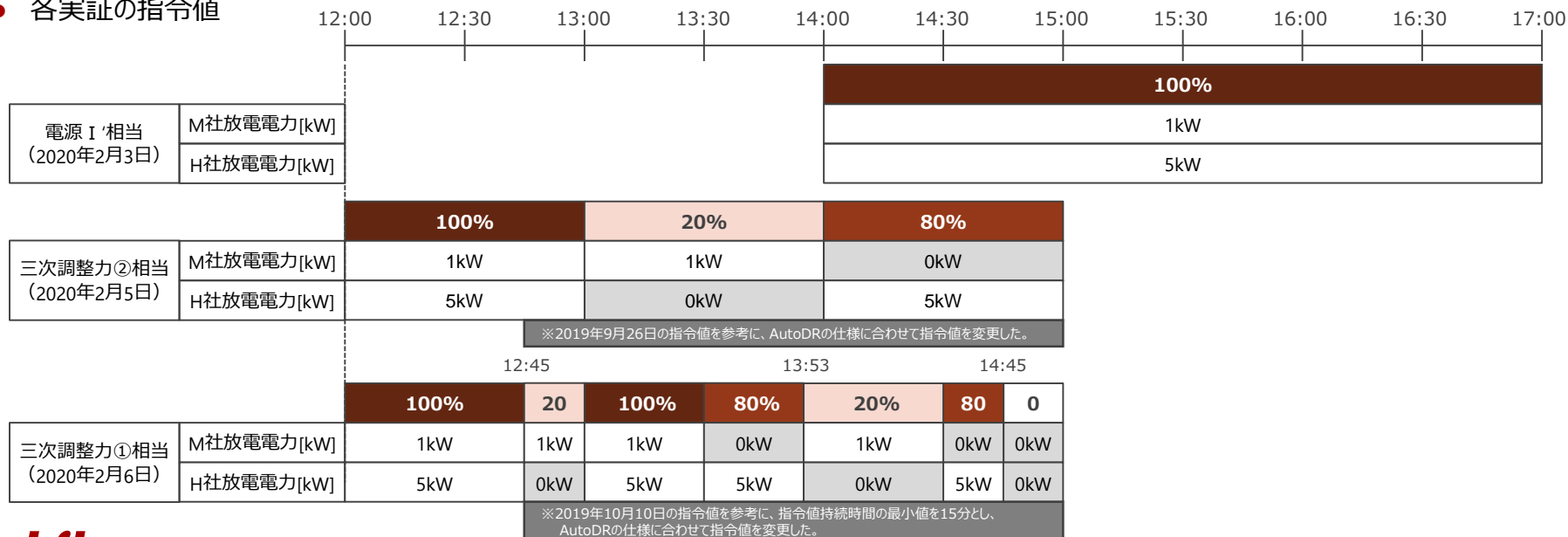
➤ H社充放電器

- ◆ 充放電電力設定ポイントをAutoDRシステムに登録。
- ◆ 制御時は充電：0～-5kW、放電：0～5kWを設定（ON/OFFポイントはなく、数字をセットしたら充放電される）。

● 実証内容

- 発動が開始したら、**自動で制御**を開始する。
- 指令値に応じ、M社充放電器の放電をON/OFF、H社充放電器の放電電力を自動で変更する。
- 発動が終了したら、自動で制御を停止する。

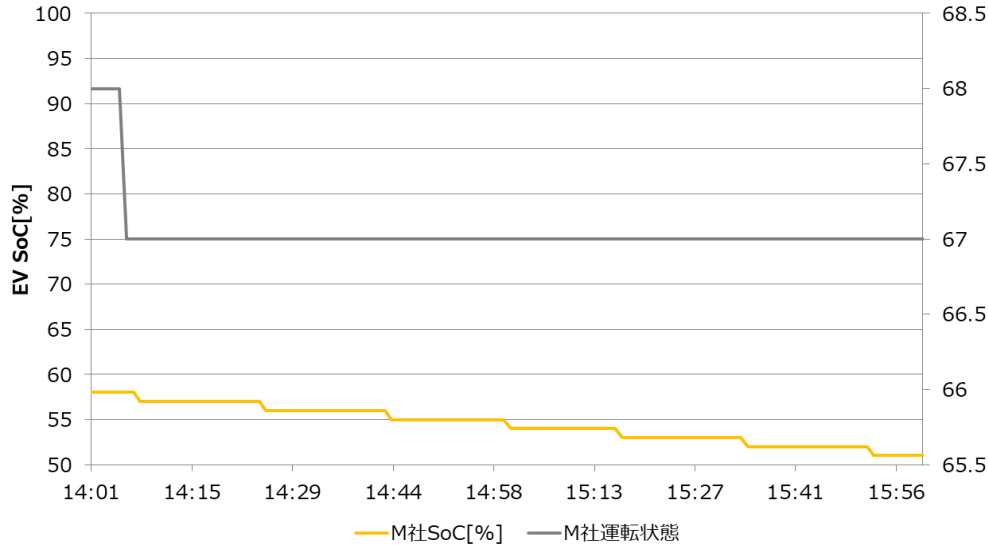
● 各実証の指令値



EV実証 複数台EVを活用した調整力相当制御実証 結果

● 電源 I '相当制御

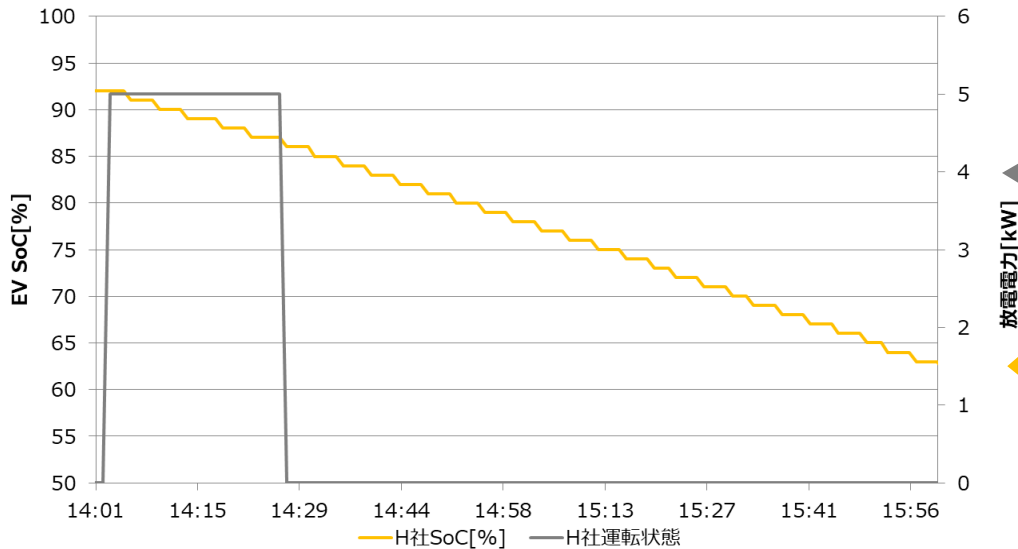
M社
充放電器



■ 運転状態について
67 (放電状態) となっており、
制御が行われていることがわかる

■ SoCについて
計算上 $1[\text{kW}] \times 3[\text{h}] = 3[\text{kWh}]$ が
減っているはずである。
SoCは $58[\%] \rightarrow 48[\%]$ と減少しており、
 $4[\text{kWh}]$ 程度放電されている事がわかる。
概ね所望の放電電力量が得られている。

H社
充放電器



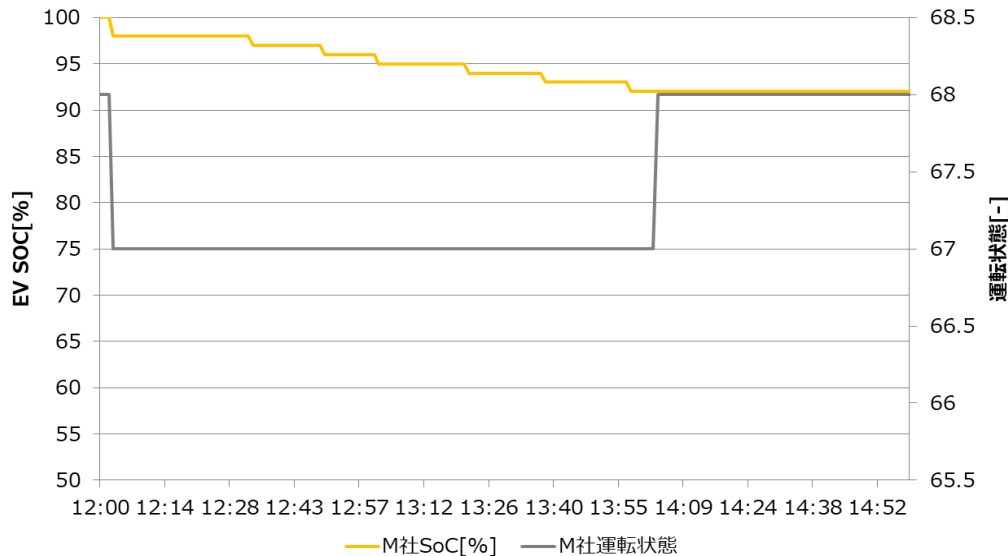
■ 運転状態について
5[kW]での放電を行っていたが、
放電停止を行っていないが、
途中で放電電力表示が0[kW]となった。
SoCは減り続けているため
所望の放電は成功している。

■ SoCについて
5[kW]で3時間の放電のため、計算上は
 $15[\text{kWh}]$ の放電量となるはずである。
SoCは $92[\%] \rightarrow 47[\%]$ となっており、
kWh換算すれば $18[\text{kWh}]$ となっており、
概ね所望の放電電力量が得られている。

EV実証 複数台EVを活用した調整力相当制御実証 結果

● 三次調整力②相当制御

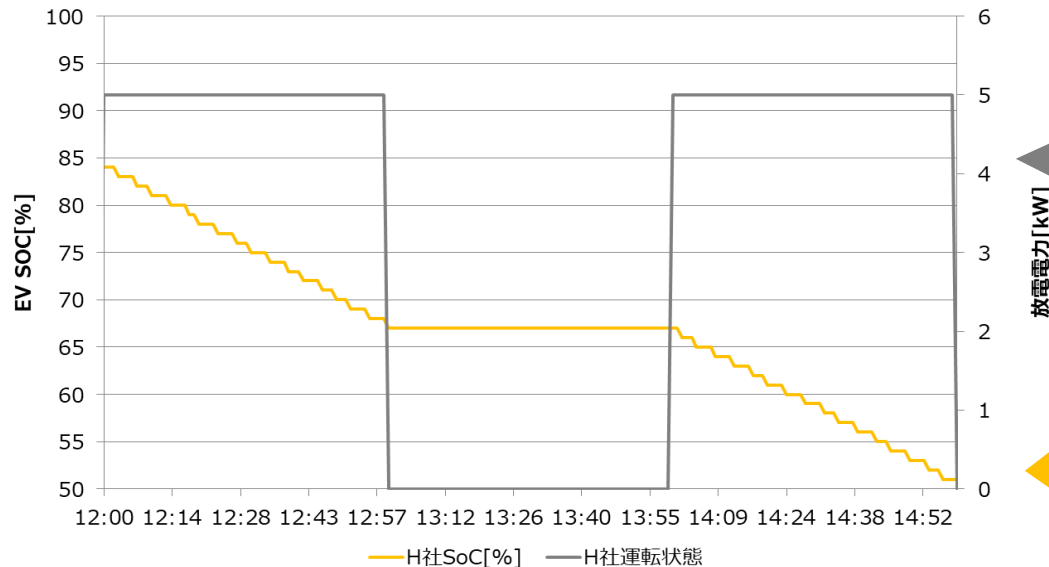
M社
充放電器



■ 運転状態について
最初の2コマにおいて、**67（放電状態）**となっており、
所望の制御が行われていることがわかる。

■ SoCについて
計算上 $1[\text{kW}] \times 3[\text{h}] = 2[\text{kWh}]$ が
減っているはずである。
SoCは**100 [%] → 92 [%]**と減少しており、
3.2kWh程度放電されている事がわかる。
概ね所望の放電電力が得られている。

H社
充放電器



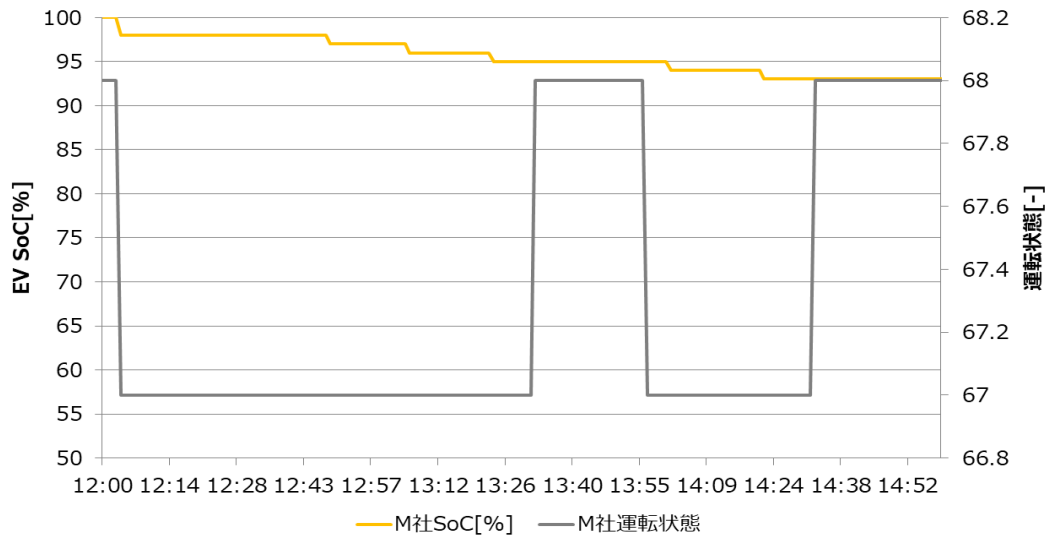
■ 充放電電力について
1コマ、3コマ目において**5[kW]**放電と
なっており、制御が行われていない
13:00～14:00の間は**0[kW]**となっている
ことから所望の制御が行われていることが
わかる。

■ SoCについて
バッテリーは2時間の放電において
計算上**10[kWh]**放電されるはずだが、
12:00～13:00の間では
6.8[kWh]程度放電している。
また、14:00～15:00においても
6.4[kWh]程度放電しており、
概ね計算通りの放電が出来ている。

EV実証 複数台EVを活用した調整力相当制御実証 結果

● 三次調整力①相当制御

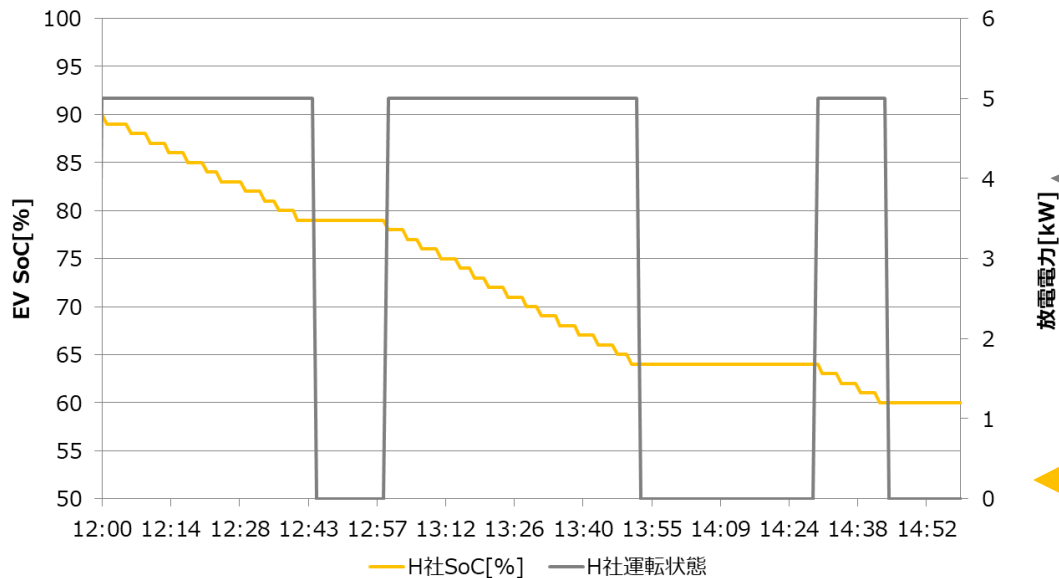
M社
充放電器



■ 運転状態について
概ね三次調整力①相当の指令値変更
通りに変更できていることがわかる。

■ SoCについて
計算上1[kW]×2.13[h]=2.13[kWh]
が減っているはずである。
SoCは**100%→93%**と減少しており、
2.8[kWh]程度放電されている事がわかる。
概ね所望の放電電力量が得られている。

H社
充放電器

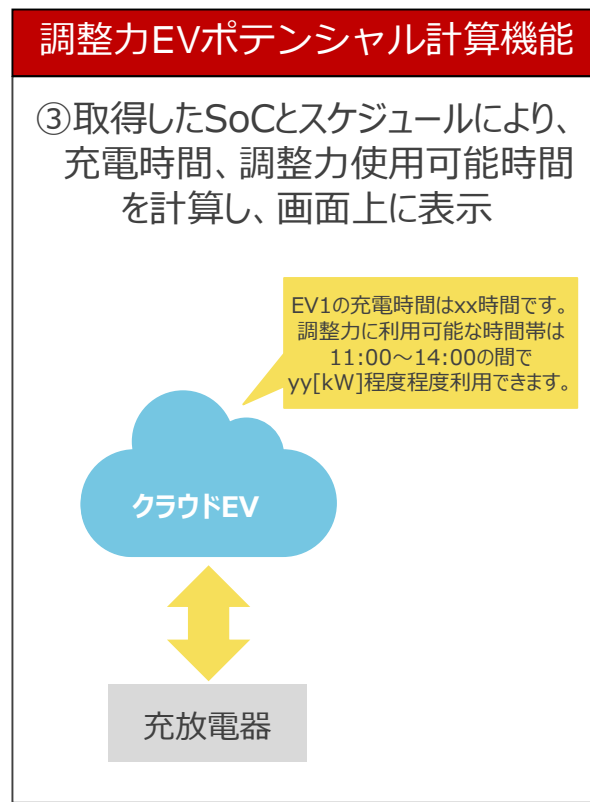
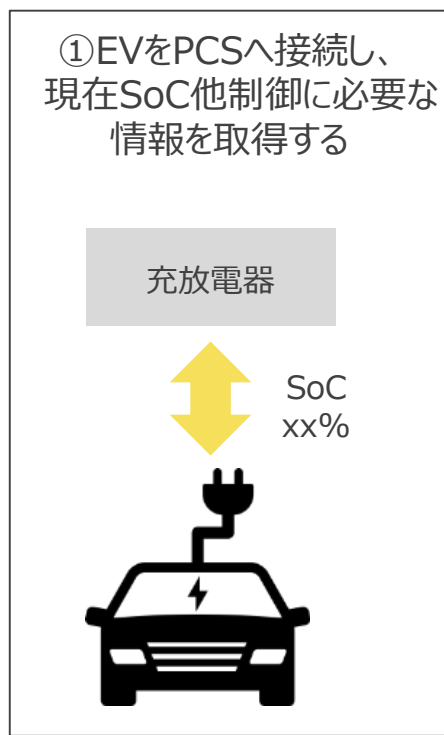


■ 放電電力について
概ね三次調整力①として想定した
指令値変更通りに変更できていることが
わかる。

■ SoCについて
今回は3時間中1.88時間放電している。
つまり、**9.4167[kWh]**の放電となるはず。
SoCは**90[%]から60[%]**へ減少している。
計算すると**12[kWh]**減少しており、
概ね所望の放電電力量が得られている。

EV実証 クラウドシステムを活用した充放電器・EV複数台管理実証 概要

- 「EV管理システム」について、下記の2機能を作成し、実証を行う。
 - EV予約機能
 - 調整力EVポテンシャル計算機能
- 上記、2機能の作成を実施した。



EV実証 まとめと今後の展望

● まとめ

- 複数台EVを活用した調整力相当制御実証
 - ◆ 複数台のEVを、異なるメーカーの**充放電器**に**接続**、**管理**し、さらにその**充放電器**を**BEMS**へ**接続**した。
 - ◆ BEMSで管理された充放電器を**クラウドシステム**から**制御**し、**電源 I'相当**、**三次調整力②相当**、**三次調整力①相当**の制御を行うことができることを実証した。
- クラウドシステムを活用した充放電器・EV複数台管理実証
 - ◆ 「**EV予約画面機能**」、「**調整力EVポテンシャル計算機能**」を作成し、複数台のEVの稼働状況管理、調整力市場に対する入札検討について実証を行った。

● 課題

- 現在導入している充放電器からは、**車の個体識別番号 (ID)**を含めた細かい**EVの状態パラメータ**を取得することができず、大まかな管理しかできていない。
- M社充放電器において、充放電電力の情報を取得できるはずだが、できていない。**2回のプロトコル変換**の中でミスが起きていると推測される。
- H社充放電器において、BACnetでは充放電器とEV間の**通信確立**を行うことができず、現地で直接操作し接続する必要がある。
- 充放電器が今後増えていくことを想定すると、建物の**電力設備の増強**が必要になる可能性があり、想定以上の**コスト増**に繋がる可能性がある。

● 今後の展望

- 更に**多くのEVと充放電器**を**管理・制御**する。
- 三次調整力②以外のメニューの「**調整力EVポテンシャル計算**」を検討する。
- ビルの需要電力を**モニタリング**しながら、EVの**充電計画**を修正する等、**電力マネジメント**を行う等のシステムを作成する。

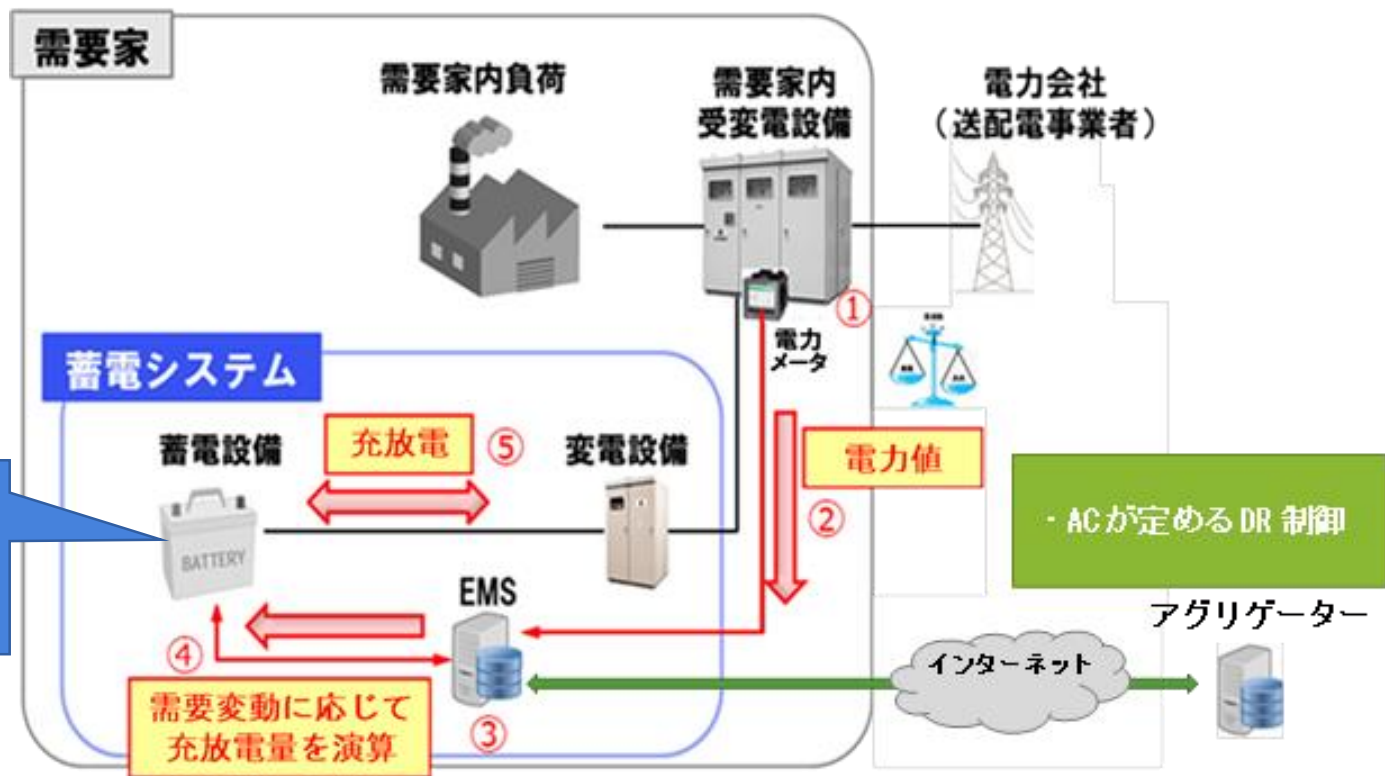
3.1.5 AC-RA実証

azbil

AC-RA実証 概要

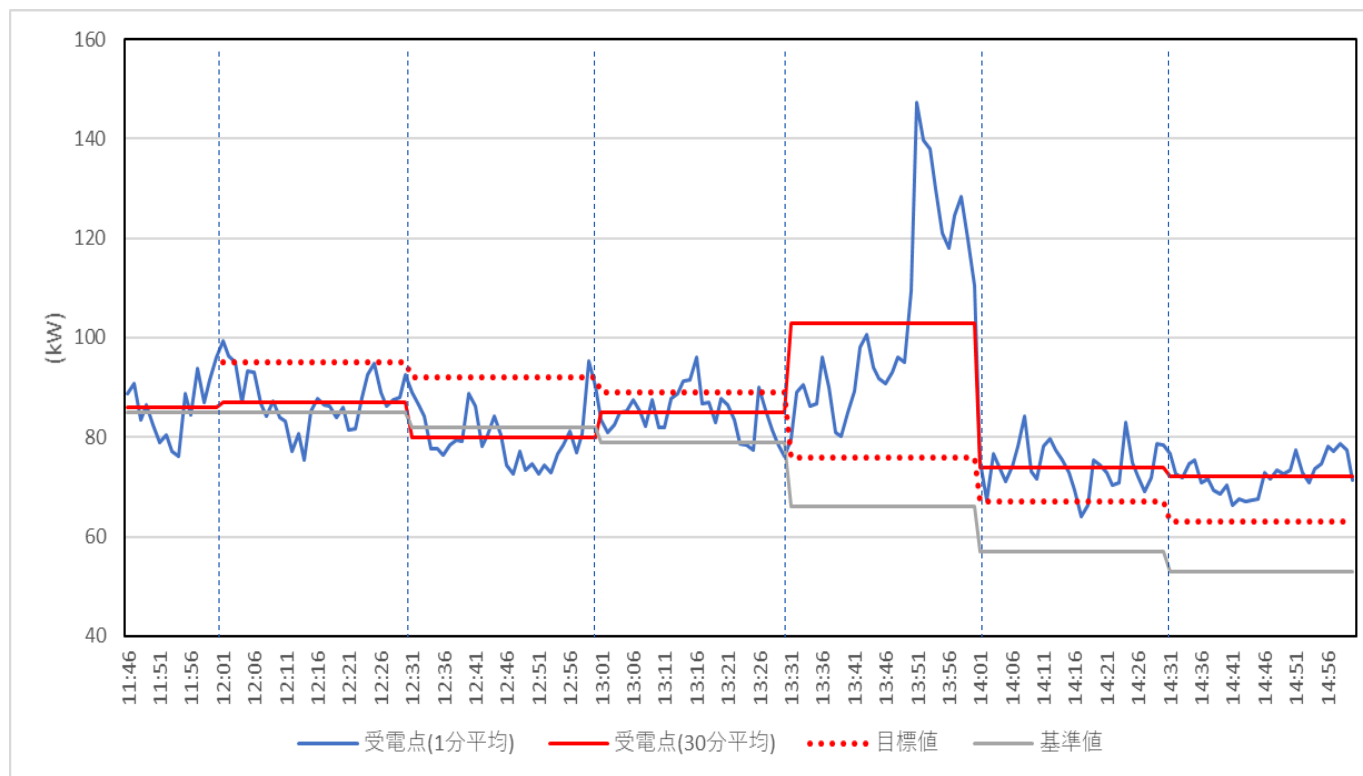
- AC（アズビル）－RA（日本工営）－需要家（JXTGエネルギー）のスキームにて、JXTGエネルギーが導入した蓄電池を活用して市場価格連動ならびに三次調整力に応じた制御を実施した。
- 導入した蓄電池は九州電力管内のため上げDRを実施した。

■システム構成



AC-RA実証 シナリオ1 結果

- JEPX価格連動DR : 1月24日 (金) 12:00~15:00
- 下図において、**受電点電力値(実線 : 赤)**が**目標値 (点線 : 赤)**より**上回る事**で**成功判定**としている。
- システムや機器間において正常にDR制御信号は通信されていたが、充電制御は行われなかった。結果的に需要家の需要電力が増加したことから成功率50%となったが、リソース制御の観点では失敗となる。
- 後に判明した事だが、アズビルと日本工営のシステム間にて**指令値に関する仕様**について**認識の違い**があり、受信した指令値が**正負逆**となったことから、システム的に下げDRの認識となったことが原因である。上げDRを前提としている為、蓄電池SoCも低い値であったことから、制御不可の状態となった。



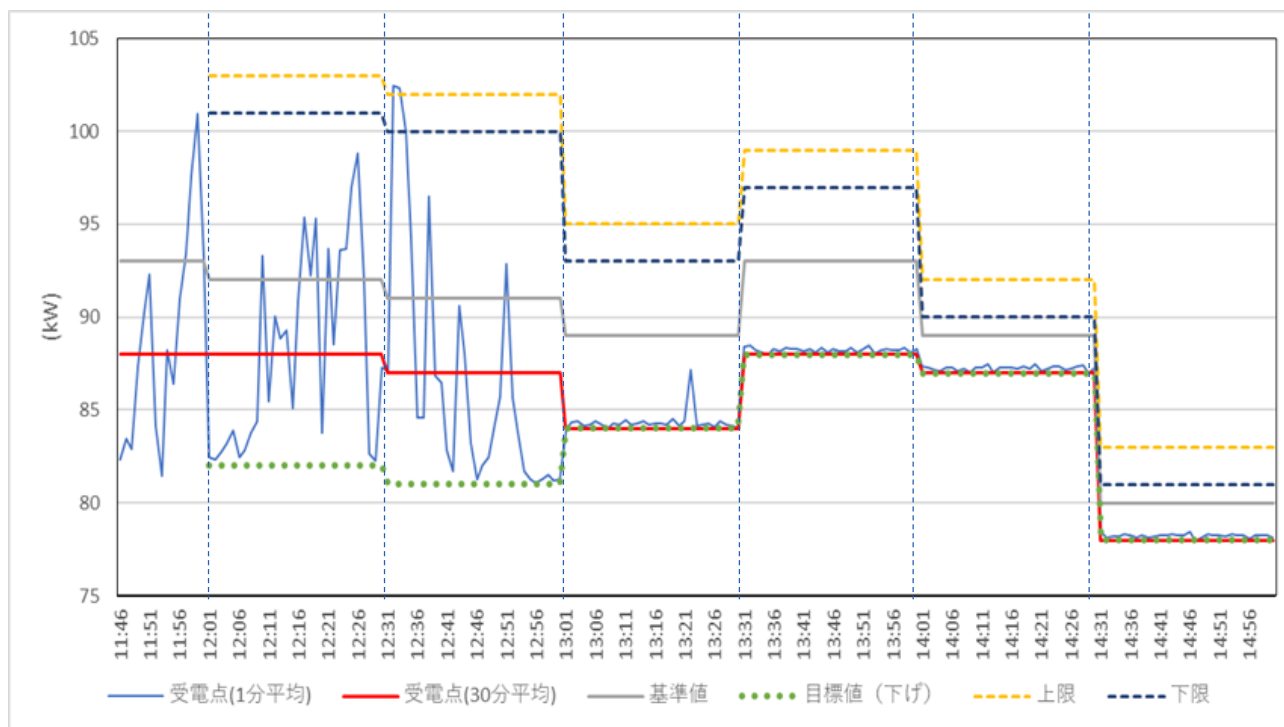
AC-RA実証 シナリオ2 結果

- 三次調整力②：1月27日（月）12:00-15:00

指令値変更は右図の通り。

時間帯	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00
1月27日（月）	100%		50%		25%	

- 下図において、受電点電力値(実線：赤)が目標値上限(点線：黄)および目標値下限(点線：青)の間に推移していることで**成功**判定としている。
- アズビルと日本工営システム間の**認識の違い**によって、同様に充電制御が行われず**成功率0%**となった。
- しかし、結果としては下げDRの挙動となっているものの、13時頃より需要の減少および指令値変更によるDR容量低下によって一時的に充電が行われ、制御を行う余地が生まれたことから制御を実施している。
- この結果によってDR容量に関する齟齬がある事が判明した。図中に仮として挿入した下げDR時の目標値(点線：緑)に沿って電力値が推移していることから、**制御そのもの**については**問題ない**ことを確認した。



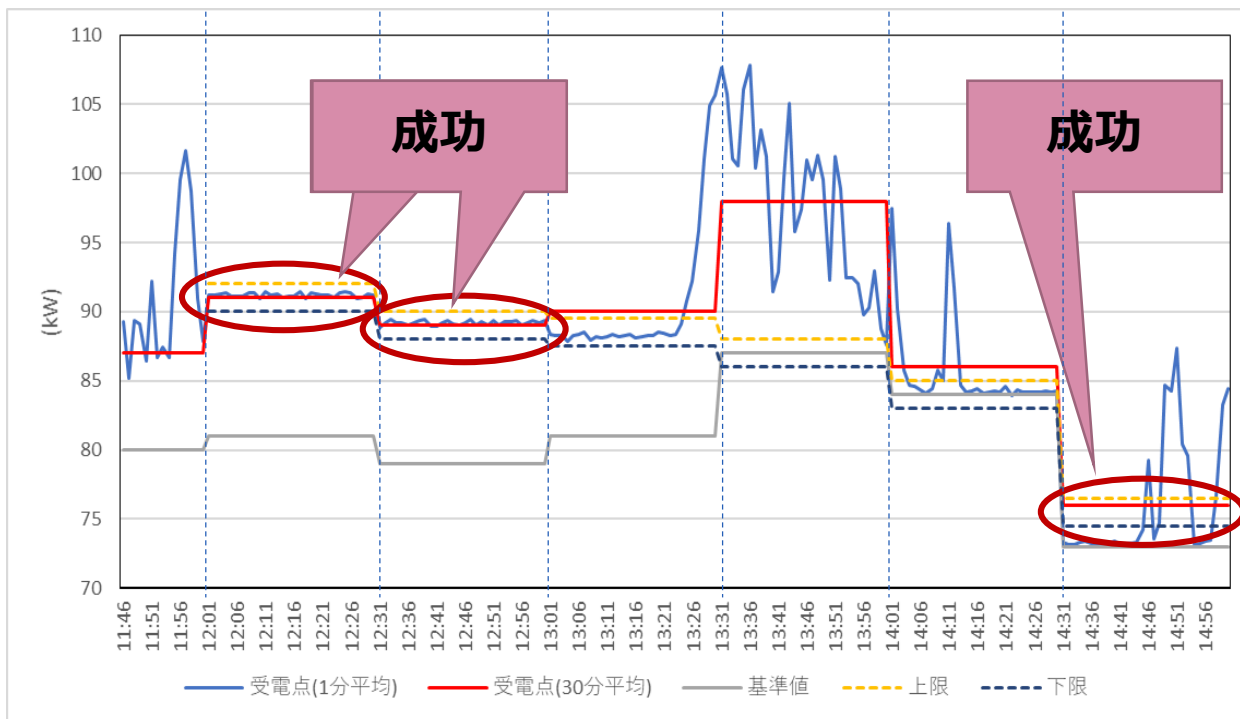
AC-RA実証 シナリオ2 結果

- 三次調整力②：1月30日（木）12:00-15:00

指令値変更は右図の通り。

時間帯	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00
1月30日（木）	100%		75%	0%		25%

- アズビルと日本工営との認識違いとなっていた部分を**修正・解消**し、1月30日に実証を行った。結果は**6コマ中3コマ成功し成功率50%**となった（12時～12時30分、12時30分～13時、14時30分～15時）。
- 途中、需要家の需要電力が過大となり、成功判定基準内に収めるため、放電を多く行ったことから蓄電池SoCが下限に達し、制御不可の状態となったことから、残りの3コマについては制御失敗となった。
- また、成功している14時30分～15時についても、指令値が2.5kWであるにもかかわらず基準値（0kW）への制御となっており、結果的に成功している形となっている。これは、当社RAシステムのリソース側制御に関する仕様起因しており、指令値がEMSに反映されずに制御された結果である。こちらについては一部**改善が必要**と認識した。



AC-RA実証 今後の展望と課題

- 本実証によって、今年度、日本工営が開発した**RAシステム**の機能的な要件や**ACとの接続**について**問題ない事**を確認できた。合わせて**リソース制御**についても一定の需要に収める制御にも**問題はない**ことを確認できた。
- 一方、**蓄電池SoCを低い値**にて制御を開始したことから、**目標値**に対して需要電力が**過大**となった場合の**放電動作**により、**制御不可の状態**となってしまうことが分かった。
- そのため、需要家の需要電力の推移や、それを基に定められる**基準値**と**実際の需要電力**との比較等を勘案して**蓄電池SoC**や**供出可能量**を定める必要があると考えられる。

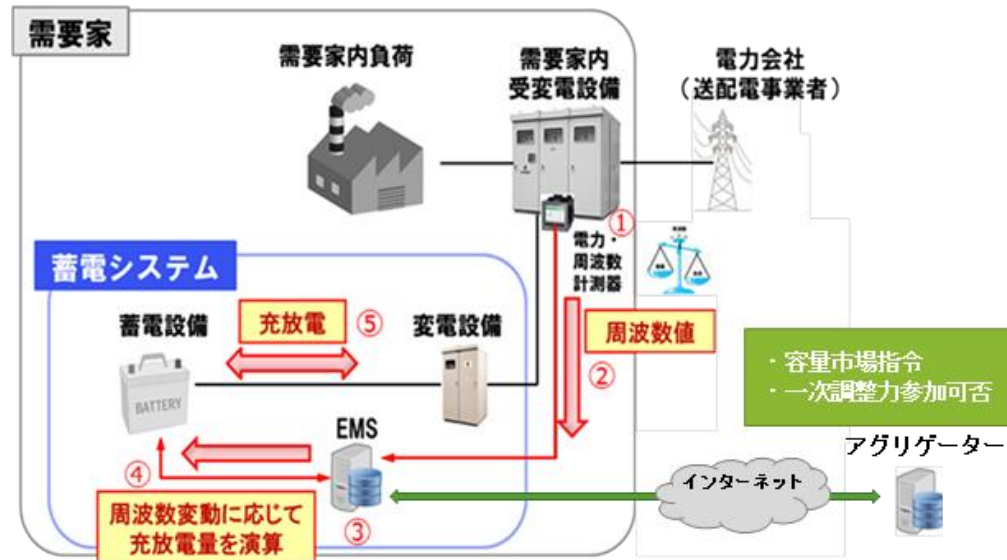
3.1.6 周波数（秒単位）制御実証

azbil

周波数（秒単位）制御実証 概要

- RAである日本工営は、昨年度、福島事業所に設置している蓄電池(300[kW]/100[kWh])を活用し、一次調整力制御について実施・評価した。
- 今年度は上記に加え、一次調整力と容量市場（発動指令電源）の双方に参加した場合の制御および一次調整力サービス中にSoCが偏った場合の制御について実証・評価した。
- 周波数調整に係る制御の流れについては以下に記載する。

■ システム構成



【周波数調整制御の流れ】

周波数値を計測し、周波数変動に応じて蓄電池の充放電を高速に行い、周波数の安定化を図る。

- ①高速収集が可能な計測器にて電力・周波数などを計測
- ②計測した周波数値などを高速通信でEMSへ送信
- ③EMSにて周波数偏差から充放電量を算出
- ④算出した充放電量の蓄電池への送信
- ⑤EMSより受信した充放電量に従い、蓄電池にて充放電

周波数（秒単位）制御実証 実証項目

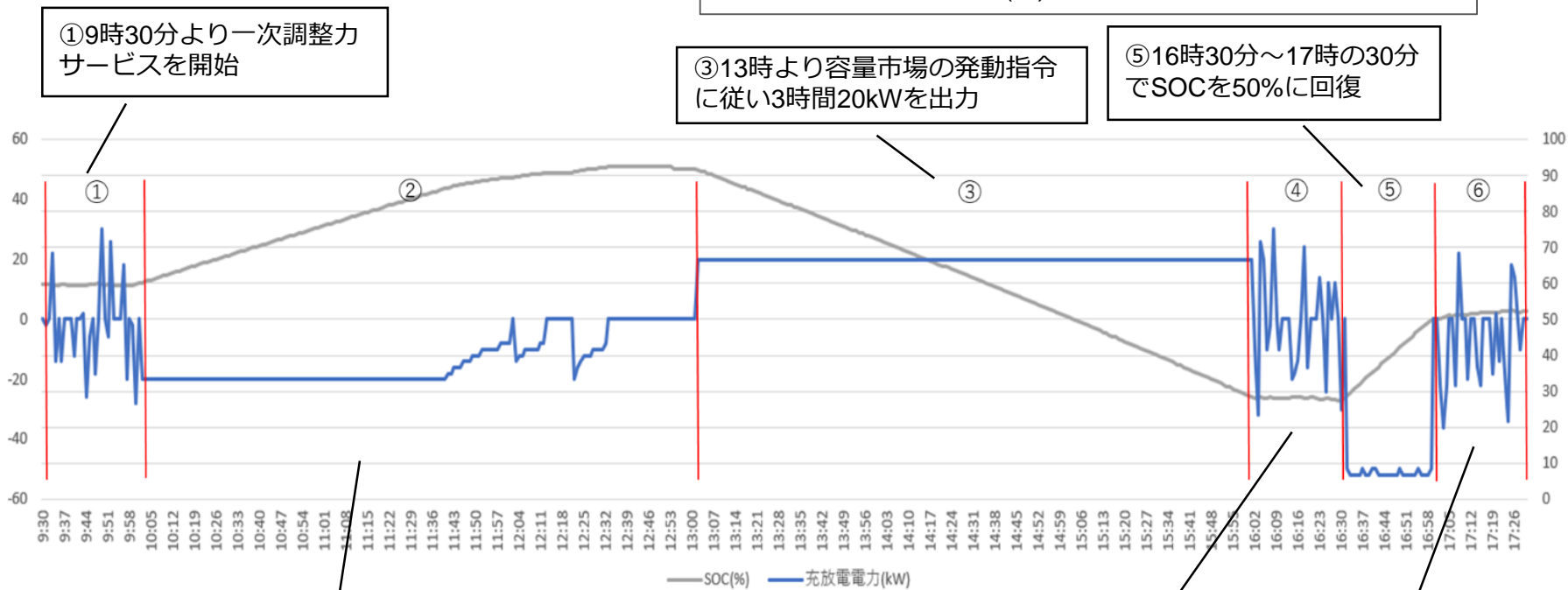
- 本実証における実証項目を以下に示す。
 1. 一次調整力の提供
 2. 一次調整力提供中に容量市場の発動指令を受信
 3. SoCが偏った際のSoC回復制御

周波数（秒単位）制御実証 実証結果

- ある一日の実施結果について報告する。

■ 実証グラフ（9:30-17:30）1分計測値

横軸 : 時間 1分計測値
縦軸（左軸） : 充放電電力(kW) + : 放電 - : 充電
縦軸（右軸） : SoC (%)



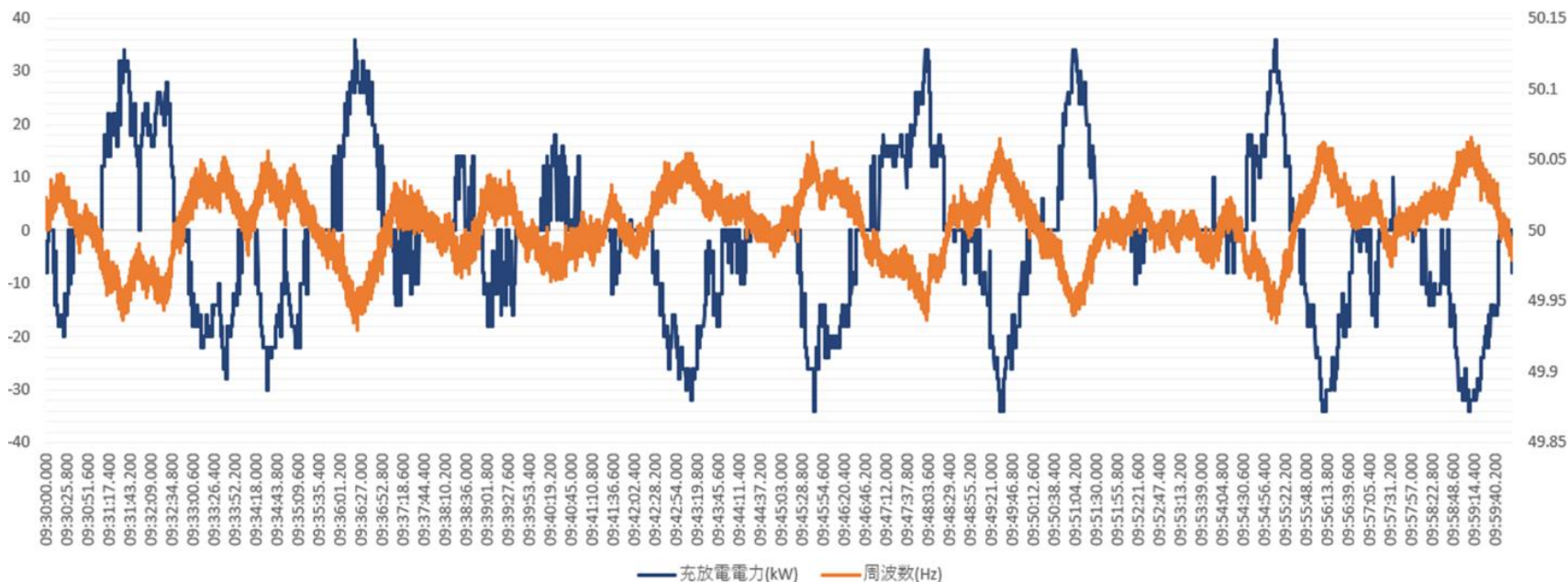
- 各番号の制御詳細については、次頁から示す。

周波数（秒単位）制御実証 実証結果詳細

- ①一次調整力サービス（※⑥も同様の制御）
- 一次調整力の実証内容に基づき、一次調整力サービスにおける充放電を実施した。

横軸 : 時間 100ミリ秒計算
縦軸（左軸） : 充放電電力(kW) + : 放電 - : 充電
縦軸（右軸） : 周波数(Hz)

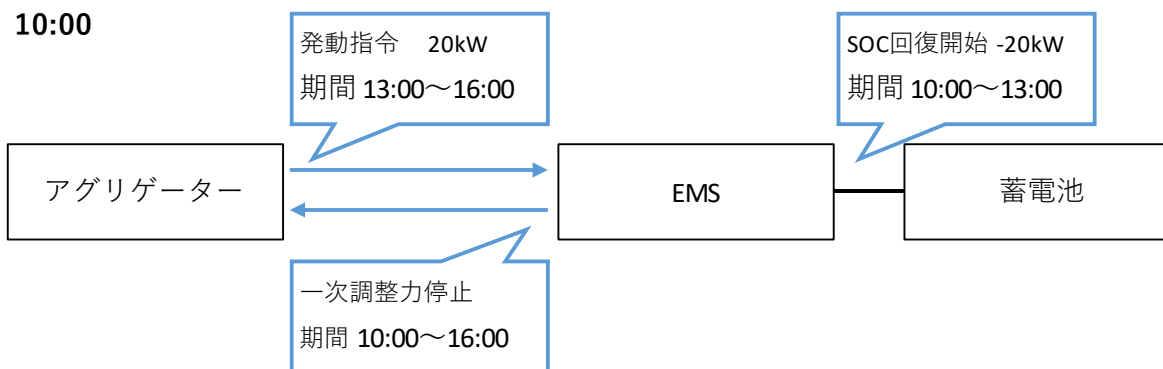
■ 周波数制御グラフ（9:30-10:00）100ミリ秒計算値



周波数（秒単位）制御実証 実証結果詳細

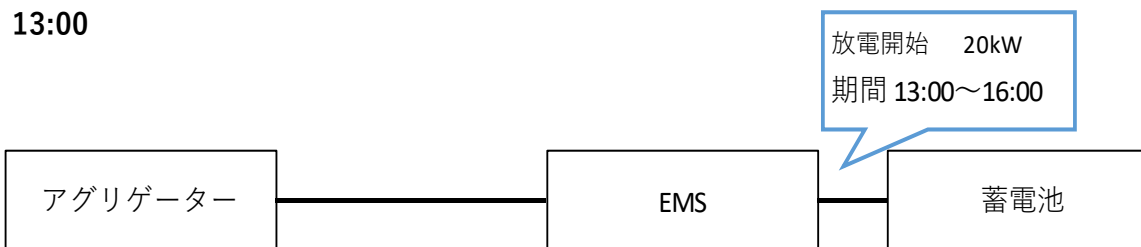
- ②容量市場発動指令受信
- 10時に13時開始の容量市場の発動指令の受信を模擬。13時からの放電に備えて充電を行った。

■ 容量市場発動受信タイミングにおける指令および制御内容



- ③容量市場発動
- 13時開始の容量市場の発動指令に従い13時～16時までの3時間放電を行った。

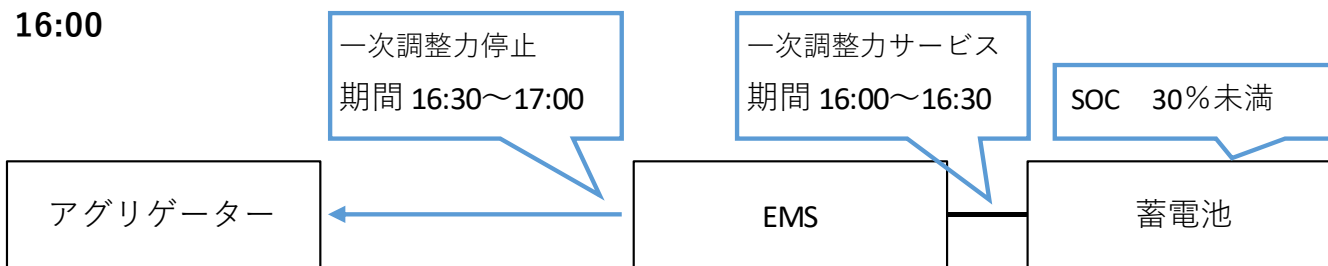
■ 容量市場発動タイミングにおける制御内容



周波数（秒単位）制御実証 実証結果詳細

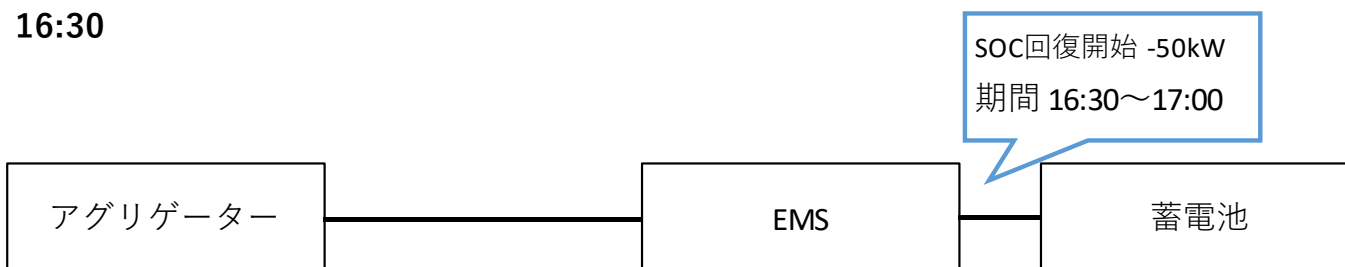
- ④SoC回復制御予告
- 容量市場における放電が終了し、一次調整力サービスに戻り制御を行っているが、SoCの閾値である30%を下回ったため、次のコマにおいてSoC回復制御を行うこととした。

■ SoC回復制御予告における制御内容



- ⑤SoC回復制御実施
- SoCを50%に回復させるため、16時30分から17時までの1コマにおいてSoC回復のための充電を行った。

■ SoC回復制御における制御内容



周波数（秒単位）制御実証 今後の展望と課題

● 容量市場との同時参加について

- 本実証により、蓄電池をリソースとして**一次調整力と容量市場(発動指令電源)**に参加した際の制御方法について、双方での**市場参入の可能性**を示すことができたと考えられる。
- **課題**として、容量市場指令受信時における蓄電池の**制御挙動**について挙げる。本実証では、指令受信時に**一次調整力サービスを停止し、低出力(20[kW]/3[h])にて充電を開始する設定**としたが、蓄電池はより急速な充電が可能であるため、蓄電池をリソースとする需要家としては容量市場発動に向けた**充電量や充電時間を高出力・短時間化**することで一次調整力サービスへの参加をより**長時間化**することが可能である。
- 一方、これを電力系統から見ると、電力が**逼迫**すると予想される時間帯に容量市場が発動されることから、直前の大容量充電による電力逼迫の助長や電力系統そのものが**不安定**となる等の懸念がある。現在の容量市場においては、**指令応動3時間**以外の細かな定めが無いいため、ルール上の取り扱いについて議論が必要であると考ええる。

● SoCマネジメントについて

- 本実証により、SoCが偏った際の回復制御となった場合の制御方法について、想定通り30分コマにて**50%への回復**ができた。本実証では回復充電電力を50kWとしているが、能力としては更に急速な**回復充電も可能**であるため、SoCの残量に合わせて**充放電出力値をリニア**に変化させる事は可能と考えられる。
- **課題**として、本実証のうちSoC回復制御については**リソース側の状態**を主体とした制御を行っている為、**アグリゲーター**としてはリソースの**運用管理が非常に重要**となる。調整力を最大限活用できるようにするためには、DR制御後の**状態（SoC減、故障など）**を**予測技術**などによる運用管理が必要になると考えられる。

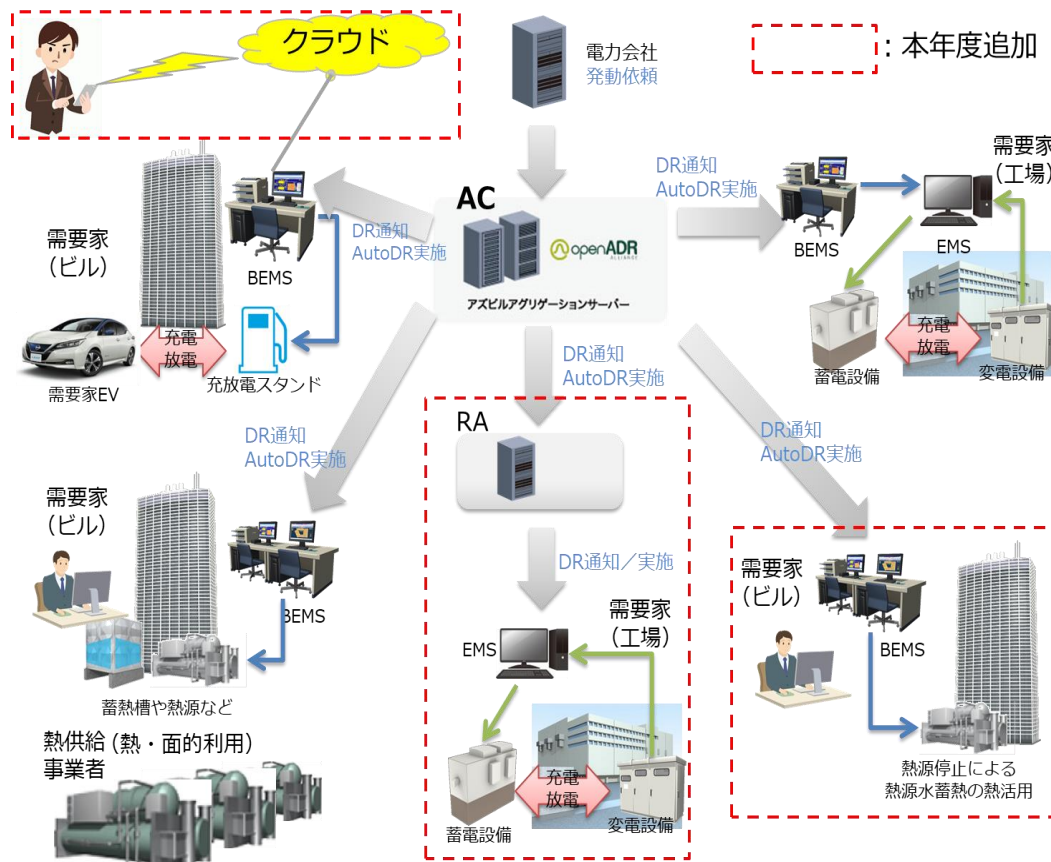
3.2 システム全体構成

azbil

システム全体構成

- 2015-2018年度DR実証で稼働済みのアズビルの**AutoDRシステム**では、DRに必要な基本機能が**全自動**で行われる。
 - 電力会社（実証ではVPP基盤整備事業者）から**OpenADR**プロトコルによるDR要請を通信で受け取る。
 - 要請を受け、**ディスパッチされた需要家に発動メール**を出す。
 - **BEMS**を用いたAutoDRを設定している需要家には、設定どおりの**DR制御**がかかる。

■ システム構成図



3.3 DR対象リソース

azbil

DR対象リソース

- 今年度実証における**DRリソース**は以下の通りです。

■DRリソースと調整力（kW）

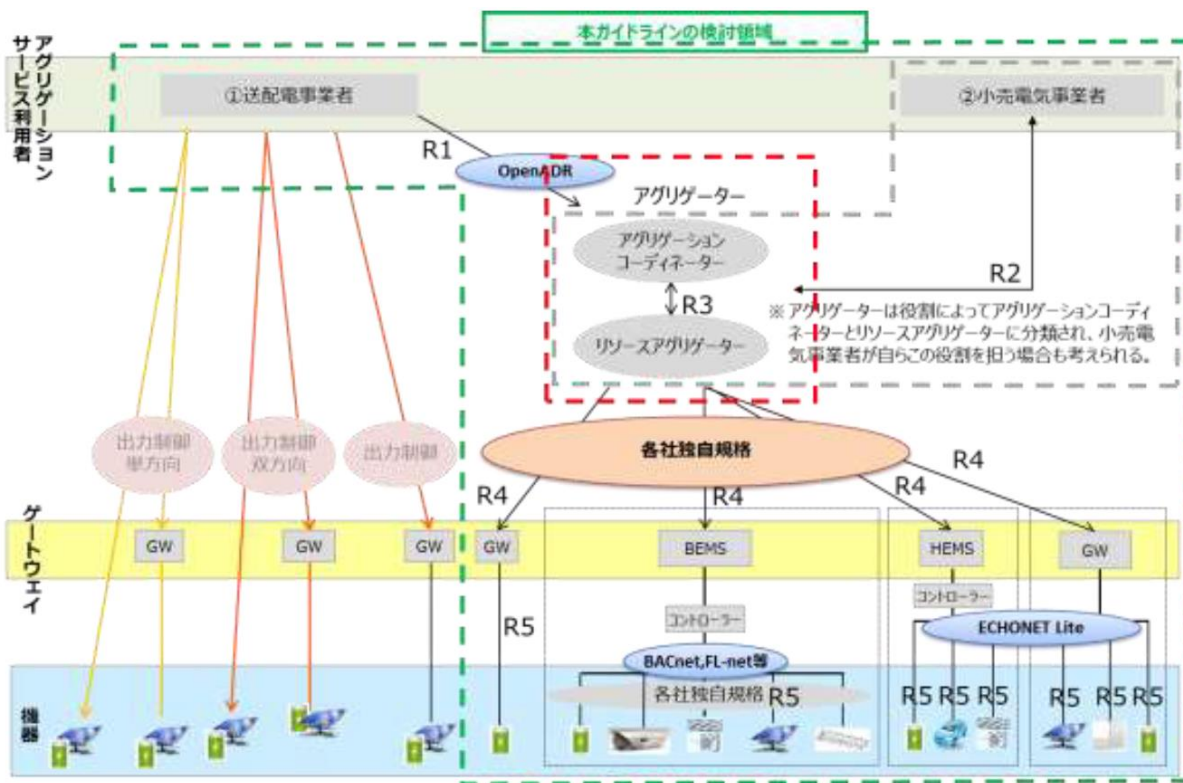
DRリソース	台数	調整力（kW）
蓄熱槽	6	2,460
熱源水蓄熱	1	30
産業用蓄電池	2	25
空調機・ファン	—	110
CGS	3	100
吸収式冷凍機	1	300
合計		2,995

3.4 通信規格

azbil

通信規格

- パブリッククラウドからサービス提供。（アグリゲーションサーバはクラウド上）
- クラウドサービスの第三者*による脆弱性診断を実施済み。
 - * IPA情報セキュリティサービス基準適合事業者
- クラウド運用センター及び商品サイバーセキュリティ審査室を4月より開設済み。



	通信プロトコル	セキュリティ対策
R1	OpenADR	クライアント証明書を利用して、HTTPSで暗号化通信
R2	該当なし	該当なし
R3	OpenADR	クライアント証明書を利用して、HTTPSで暗号化通信
R4	独自プロトコル Or OpenADR	IP-VPN +HTTPS
R5	通信ではなく、接点及びアナログ信号	該当なし

3.5 今後の課題と対策案

azbil

パルスレートについて

● 課題

- 昨年度から継続して、大きな課題の1つとしてパルスレートの問題がある。大規模な建物におけるスマートメーターからの受電電力量は、**10kWh/パルス**や**100kWh/パルス**の需要家がいるため、三次調整力における1分値データの使用時には**60倍**でぶれてしまう。

● 解決策

- 需給調整市場において、**CTセンサー等**による**アナログ値**を**成功判定率に寄与**できるデータとして扱えるようにすべきと考える。
- CTセンサー等を設置する際に留意することは、別途機器設置のため**コスト増**の要因であり、また**停電を伴う工事**が必要となる場合がある。

指令値変更：制御指示量0kWについて

● 課題

- 三次調整力の指令値変更時における**制御指示量が0kW**の場合、基準値から±10%以内に実受電電力を収めることが決められている。
- 場合により、制御指示量0kWの時に、**停止機器を起動**させることも想定される。

● 解決策

- 基準値から実受電電力との差を比較して、過不足時の際に**上げ/下げDRをリアルタイム制御**する。
- そのため事前に需要家との間で**自由に制御可能なリソース**を取り決めておく。

● 課題

- 基準値は、三次調整力②の場合では**入札対象日**の制御が始まる**1時間前**に通知が可能であり、その日ならびに**制御時間帯**における**受電電力**を予測した基準値の作成が最も重要と考えている。

● 解決策

- 需要家における**過去の受電電力データ**や**気象データ**を利用・学習するアズビルオリジナルの**電力需要予測技術**の活用して予測精度の高い基準値を作成する。
- また、**BEMS**から取得できる**機器運転スケジュール**を考慮して上記の電力需要予測技術に**プラスアルファ**した、**より予測精度の高い**基準値を作成する。

● 課題

- 現在の実証においては、**受電点**における計量を用いて**応動評価**がされている。しかし、受電配下における**DRリソース以外**の他設備の**電力需要変動**に影響され、正確な応動評価はできない。

● 解決策

- 応動評価において、**個別機器**に接続したメーターで**応動評価を可とする制度**にすべきと考える。

リソースリレー方式の適用

● 課題

- 平成29年度実証事業で実施したリソースリレー方式を三次調整力②に適用できると**需要家ポートフォリオの拡大**につながる。
- **熱源水蓄熱**の場合、**30分程度**の確実な**ネガワット創出**が可能のため、リレー方式が活用できれば全国にある**集中熱源方式**の建物が**ポートフォリオ**になる可能性がある。

● 解決策

- 三次調整力②に**リソースリレー方式の適用**すべきと考える。
- その際に、リレー方式を適用する**全需要家の基準値**は、**事前計測法（制御開始1h前）**をベースとするのが望ましい、と考える。

● 課題

- 現在導入している**充放電器**からは、**車体の個体識別番号（ID）**を含めた詳細なEVの**状態パラメータ**を取得することができない。そのため、大まかな**管理**しかできていない。
- 充放電器が今後増えていくことを想定すると、建物の**受電設備の増強**が必要になる可能性があり、想定以上の**コスト増**に繋がる可能性がある。

● 解決策

- 車体の個体識別番号（ID）やその他詳細パラメータを**BEMS**で**取得可能**にすべきと考える。
- BEMS機能の1つである**電力デマンド制御**や**ディマンドリスポンス**を活用して、建物のデマンドを**コントロール**することで受電設備の増強等は必要でなくなると考える。

4. 将来展開とビジネスモデル

azbil

将来展開とビジネスモデル

- 需給調整市場における**三次調整力②**が**2021年4月**、**三次調整力①**が**2022年4月**から開設予定で制度設計が進んでいる。また、**2020年**には**容量市場**の入札が始まる予定であり、いよいよ電力市場が活性化していく流れとなっている。
- アズビルは、上記市場はもちろん、**様々なニーズ**に対しVPPによる**予備力・調整力・供給力**を活用した**ソリューション**を展開していく。
- また、**九州エリア**に見られるような**PV余剰**による**解列を回避**するため、**価格シグナル**を考慮し、**需要創出**や**需要シフト**など、**出力抑制低減**に資するように分散型エネルギーリソースを制御する。

将来展開とビジネスモデル

- 世界的にEVへのシフトが加速している中、**業務用ビルにおけるEVについて市場ポテンシャル**があると考えている。業務用ビルでは駐車場が併設されるケースが一般的であり、営業用の車両やサービス用の社有車が月極駐車場として利用している。業務用ビルの月極駐車場に駐車している自動車が**EV化**されると、月極め駐車場には充放電器が必要となり、充放電器を通じてビルとEVは接続される。充放電器に接続されたEVは、次に使用する時間帯まで充電されていれば、EVの**蓄電池**はビル側で**自由に使用できる**可能性がある。
- アズビルの調査・試算によると、日本の業務用ビルにおける駐車場は**約38万台(公共施設を除く)**である。このうち月極駐車場として提供する割合を50%として、そのうちEV比率が50%とすると**約9.5万台**と推計できる。現在の放電（下げDR）は1台当り**6kW**が使用可能と考えると、**約57万kWのDRポテンシャル**があると推計できる。

将来展開とビジネスモデル

- アズビルの**BEMS**は日本全国で稼働中であり、毎年出荷しているため**DR機能搭載済**のBEMSは増加している。特にエネルギーなどに興味をもつ**総合エネルギーソリューション事業**を契約している需要家も**数多く**存在し、まずはその需要家を中心に**VPPビジネス**を展開していく。
- **EV**をエネルギーリソースとして活用を考える需要家を新たなターゲットとして捉え、DRのみならず、契約電力削減やBCPなど**複合的なソリューション**として提案展開を図る。
- また、事業領域の1つである**産業市場**におけるシステムも、日本全国で**同様の台数**が稼働中である。業務用ビルにおける実証経験を元に、産業市場においてもDRリソースを活用したVPP事業を創出していくと共に、業務用ビルのDRリソースと組み合わせ**需要家ポートフォリオを拡大しVPP事業化**を進めていく。

将来展開とビジネスモデル

- アズビルのVPPは、業務用ビルや産業用プラントを中心に**需要家側のエネルギーリソースを効果的に制御して調整用電力**を生み出し、**再生可能エネルギー**の特性を補完し、**電力システムの安定**に寄与していく。今後は、需要家側のエネルギーリソースは、従来の設備に加えて、**蓄電池**や**EV**の普及に伴い柔軟に制御可能な電力が増大していく見込みであり、上記のほか、様々な**バランシンググループ**の調整用にVPPを活用したり、**太陽光発電余剰時**の需要側の**需要創出制御**などでも電力システムの安定に寄与していく。
- 地域にある**再生可能エネルギー**や**自治体の資源**を活用した電源など、平常時のみならず災害等による**大規模停電時**には自立して電力を供給できる「**地域マイクログリッド**」に資する**ビジネスモデル**を検討し事業化する。

5.事業に関するその他情報

azbil

© 2020 Azbil Corporation. All rights reserved.

事業に関するその他情報

- **容量市場**の要件は明確化されてきている中で、業務用ビルの需要家を獲得するにあたり、「**4年後に対する入札**」などの要件は参入障壁となっている。調整力電源 I' と同様な「**1年前入札**」であれば需要家を獲得できる可能性が**高くなる**。
- 電力契約において**計画調整契約**や**ピーク調整契約**などがある需要家との契約期間中でのDRによる**ネガワット創出**は**困難**である。