

宮古島における 島嶼型スマートコミュニティの取り組み

＜宮古島市 島嶼型スマートコミュニティ実証事業＞
～エリアアグリゲーションの実現～
～再エネサービスプロバイダ事業の推進～

2020年9月24日



令和元年度
新エネ大賞
経済産業大臣賞
(金賞)



宮古島における
「再エネサービスプロバイダ事業」の推進

株式会社宮古島未来エネルギー、宮古島市、
株式会社ネクステムズ、三菱UFリース株式会社



太陽光電気エネルギーを **制御技術** で整える

エリアアグリゲーション事業

Area Aggregation
(AA事業)

宮古島
実証事業
推進

エネルギー
コンサル
ティング事業

制御システム
開発事業



太陽光電気エネルギーを **無料設置** で届ける

再エネサービスプロバイダ事業

Renewable Energy Service Provider
(RESP事業)

住宅等向け
PV自家消費
電力販売

住宅等向け
EQ温水熱
販売

系統向け
PV余剰電力
販売



比嘉 直人（ヒガ ナオト） 略歴

1995年3月 琉球大学工学部卒業

1995年4月 沖縄電力グループの(株)沖縄エネテックに入社

宮古島メガソーラー実証設備のシステム設計責任者、国内初の可倒式風車導入のシステム設計責任者、国内最大級の廃材由来の木質燃料ペレット製造設備の調査設計などを歴任し、JICA事業等でアジア・大洋州への再エネ等技術調査・導入などのプロジェクトを経験。

宮古島スマートコミュニティ実証事業を推進中。エネルギー管理士。

エコアイランド宮古島宣言2.0（宮古島SDGs）



宮古島市
千年先の未来へ。
ECO-ISLAND
MIYAKOJIMA

エコアイランド宮古島宣言2.0 「千年先の未来へ。」 ～持続可能な島づくりの取り組み～

5つの主なゴール（素案） H30.3公表→H31.3決定

指標①地下水水質・窒素濃度（硝酸態窒素濃度）

基準年：平成28年度（2016）	5.05mg/L
2030年目標：	4.64mg/L
2050年目標：	2.17mg/L

指標②1人1日当たり家庭系ごみ排出量

基準年：平成28年度（2016）	542g/人・日
2030年目標：	488g/人・日(10%減)
2050年目標：	434g/人・日(20%減)

指標③エネルギー自給率

基準年：平成28年度（2016）	2.88%
2030年目標：	22.05%
2050年目標：	48.85%

指標④サンゴ礁被度

ハマサンゴ優占群集	2030年40%以上	2050年40%以上
ミドリイシ優占群集	2030年70%以上	2050年70%以上

指標⑤固有種の保全

2030年目標：	伊良部島・宮古島北半島のクジャク個体群を根絶
2050年目標：	市全域のクジャクを根絶



10年、100年、1000年後
島の暮らしはどうなっているだろう。
海のサンゴや魚たち、木々に休む鳥たち、夜空の星たちは
私たちと共に生きているだろうか。

地下に美しい水。
環境を汚さないための営み。
自然からのエネルギー。

この美しい海、大地、空と共に生きてゆくために。

エコアイランド宮古島2.0
千年続く共生の島を、みんなで創ろう。

宮古島市が目指すエネルギー供給のビジョン



持続可能な島づくりのため、
より**安定的**で、より**持続的**で、**低コスト**な
エネルギーの供給により、エネルギー自給率向上を目指している。

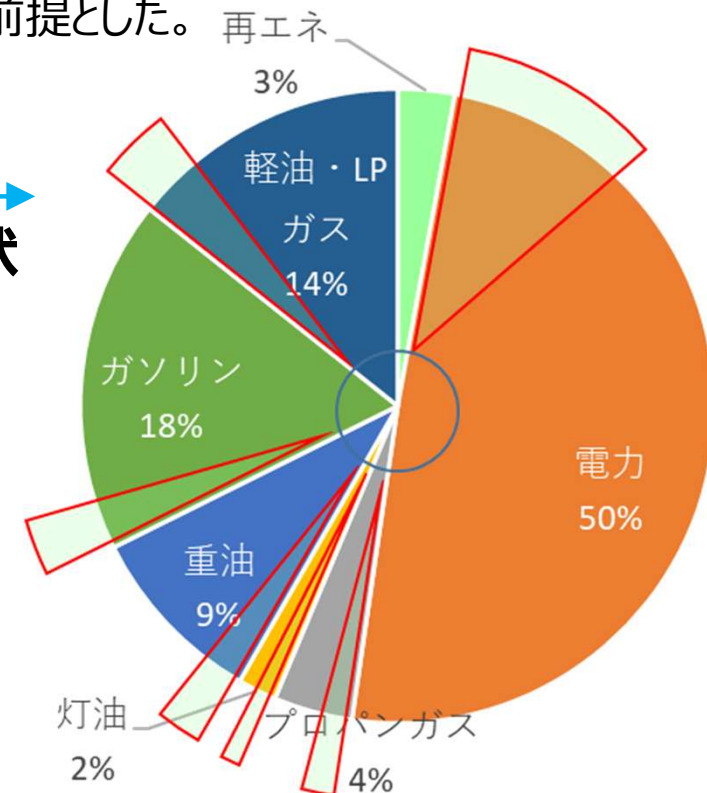
- 宮古島市において必要な一次エネルギー量に占める地産エネルギーの割合とした。
- 基準年に対して、省エネ対策が進み、技術的な対策により再生可能エネルギーの利用を拡大することを想定。
- 環境モデル都市行動計画におけるCO2排出削減目標を達成することを前提とした。

指標③エネルギー自給率

基準年：平成28年度（2016）

2030年目標： 2.88%
2050年目標： 22.05%
48.85%

現状

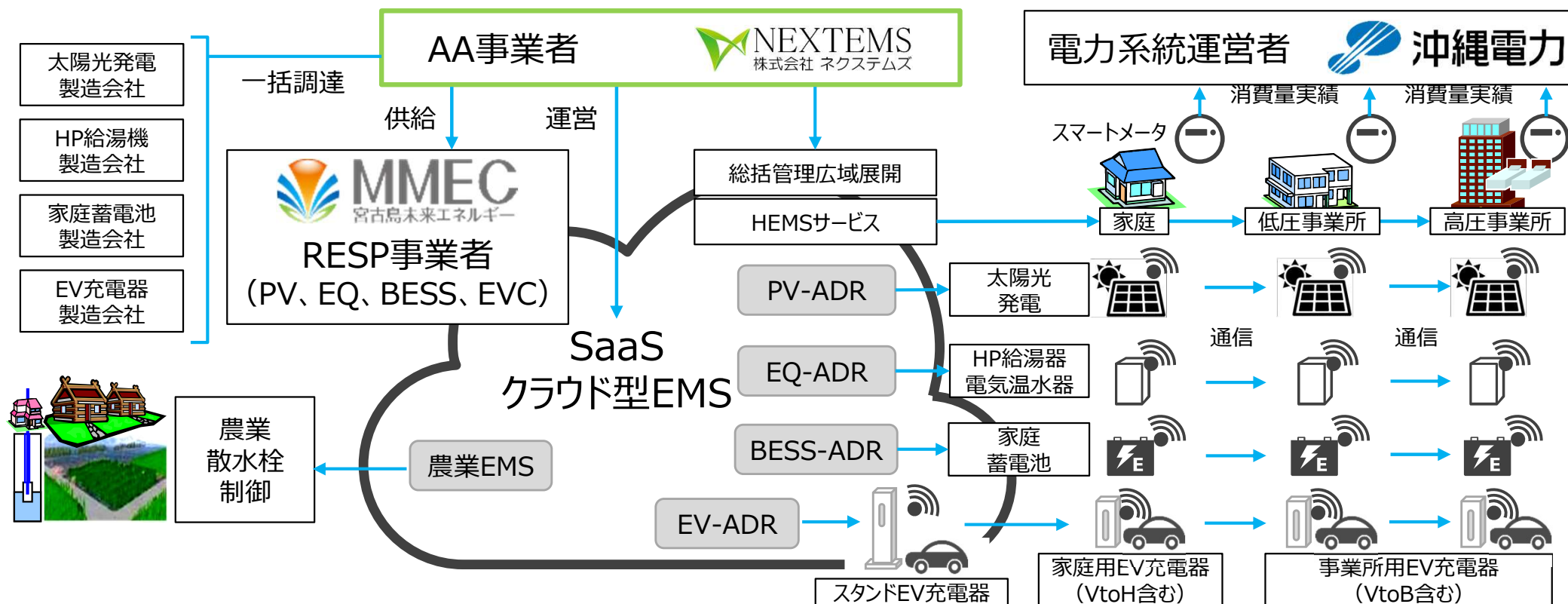


△再エネ拡大ポテンシャル
調整力を得ることによって、拡大可能となり、かつ電力系統運用も向上する。

	2016年	2030年	2050年
省エネ(電力)(%)	—	20.6	24.0
省エネ(燃料)(%)	—	17.5	20.8
E V(万台)	0	1.3	3.0
太陽光(MW)	22	128	208
風力(MW)	4.8	6.9	36.9
CO2排出量(万t-CO2)	33.3	20.1	9.9
CO2削減率(%)	-	37.3%	69.1%
再エネ電力比率(%)	12.0%	55.1%	91.9%
エネルギー自給率(%)	2.88%	22.05%	48.85%

宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業

【事業概念図】 需要家メリットがあり、地域に普及した可制御負荷（主に蓄エネ装置）を面的群制御することで、系統負荷率向上と再エネ余剰電力吸収を行う。



【事業計画案】

	2011 (H23)	2012 (H26)	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (H31)	2020 (H32)
主要 工程	実証事業の立ち上げ 各EMSシステム設計 各EMSシステム開発		家庭EMS：電力消費見える化 事業所EMS：見える化、ピークカット 農業EMS：見える化、ピークカット 来間EMS：再エネ100%化の検証			可制御負荷の検証 屋外コントローラ開発 クラウド制御システム開発 旧システムの廃止		フィールド実証・新システム改良		
								第三者所有設備普及		
								市営住宅	戸建住宅／事業所	

コンセプト(2016-2020年)

将来望まれるエネルギー供給モデルのコンセプトは以下の通りと考える。

- ① 一過性の制度や補助金に頼らず、社会コストを最小化したエネルギー構造を目指す。
- ② 電力を含むエネルギー供給コスト全体を低減して、需要家メリットを最大化する。
- ③ 電気事業者とエネマネ事業者が協調することで、実質的な発電コスト低減を図る。

社会コスト低減

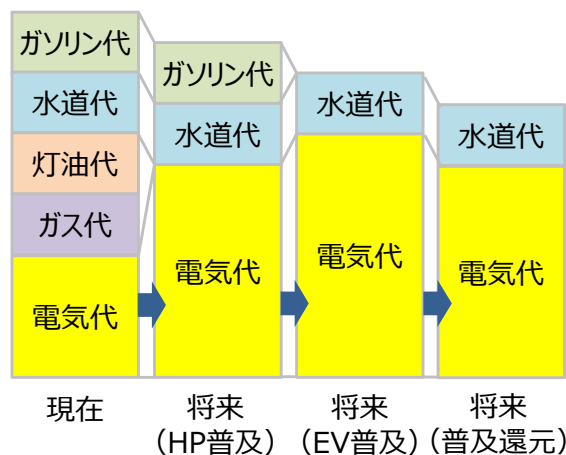
長期的・経済的に安定したエネルギー構造や社会システムを目指す。

- F I T 利用しない
- 公金を利用しない
- 民間事業で推進
- 需要家負担で普及

但し、普及段階は補助金を最大限利用。

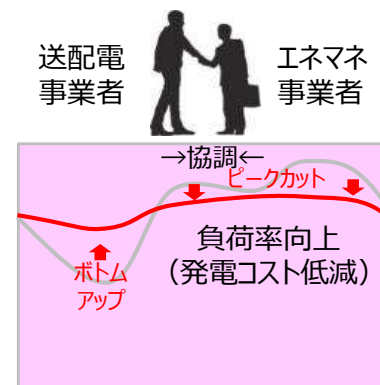
需要家メリット最大化

電化によるエネルギー効率向上を実現し、メリット最大化を図る。



電力供給コスト低減

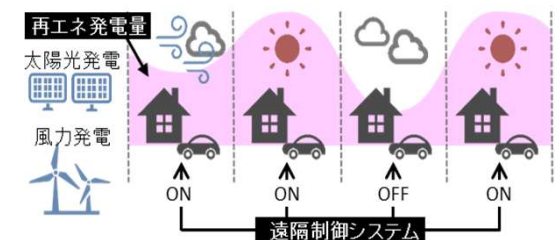
系統負荷率向上で、単位電力量[kWh]の発電コストを低減できる。
(共存共栄型電力システム)



宮古島モデル

再エネ主力電源化

太陽光発電のパラダイムシフト。
分散型エネルギーシステムへの移行に向けた新たな利用形態で、再エネ主力電源化を目指す。

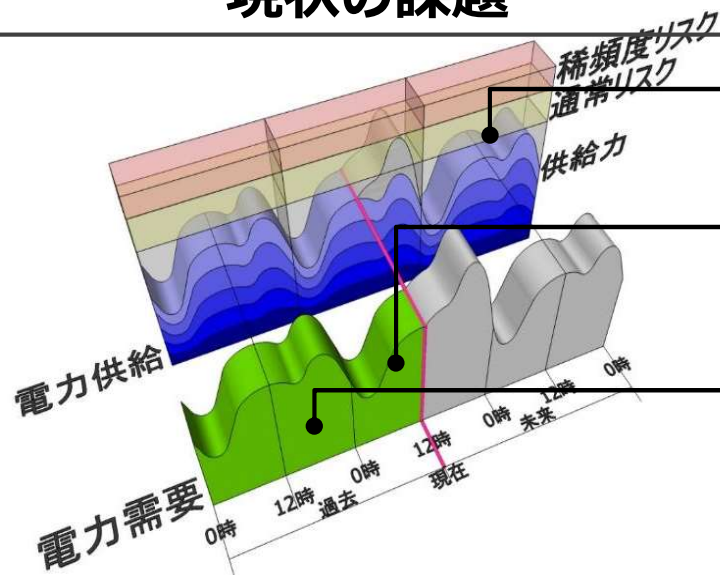


なお、本モデルを用いて実質的価値を創出するためには、エリアアグリゲーションの制度の確立及び適用を見据えて、モデルの成熟・検証を実施すべきである。



エリアアグリゲーション(AA事業)の意義

現状の課題



メルिटオーダー

小売自由化による
需要変動の拡大

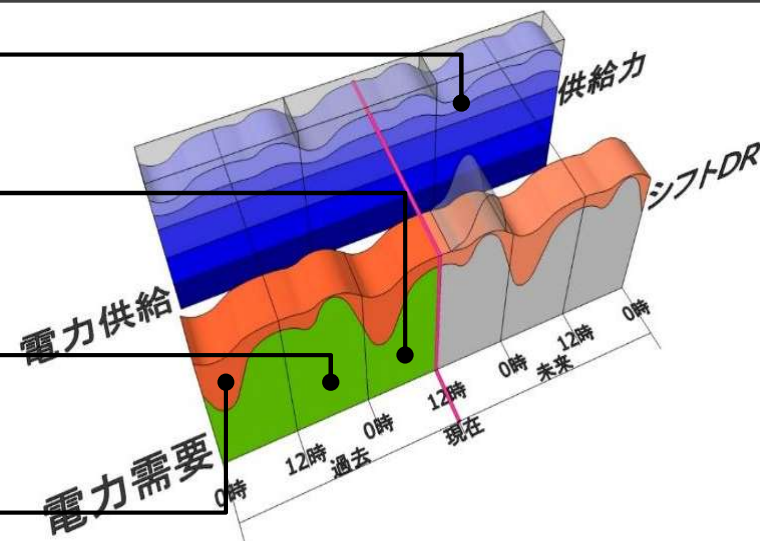
再エネ普及による
需要変動の拡大

需要負荷をシフトする
(面的群制御)

託送料金上昇の懸念
発電設備利用率低下の懸念

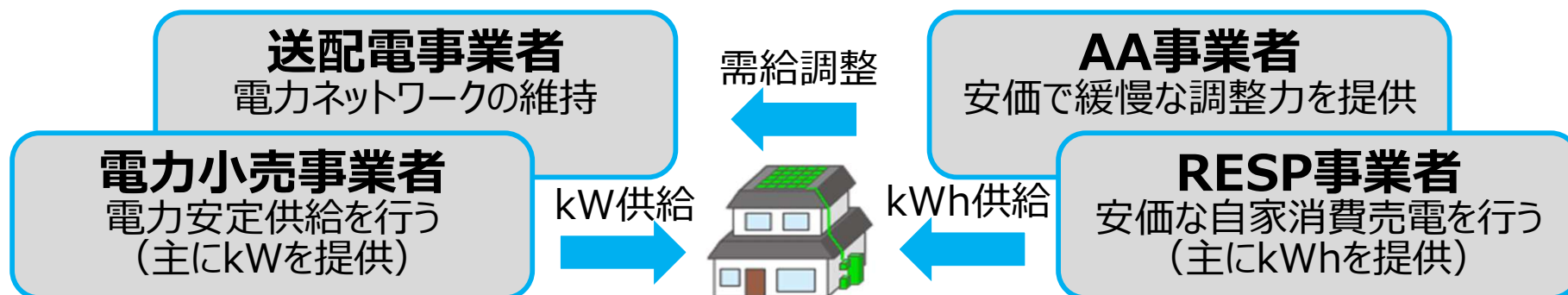
電気料金上昇の懸念

AA事業活用による効果



需要負荷形成で供給リスクを低減
発電設備利用率も向上
稀頻度リスクにも余力で対応可能

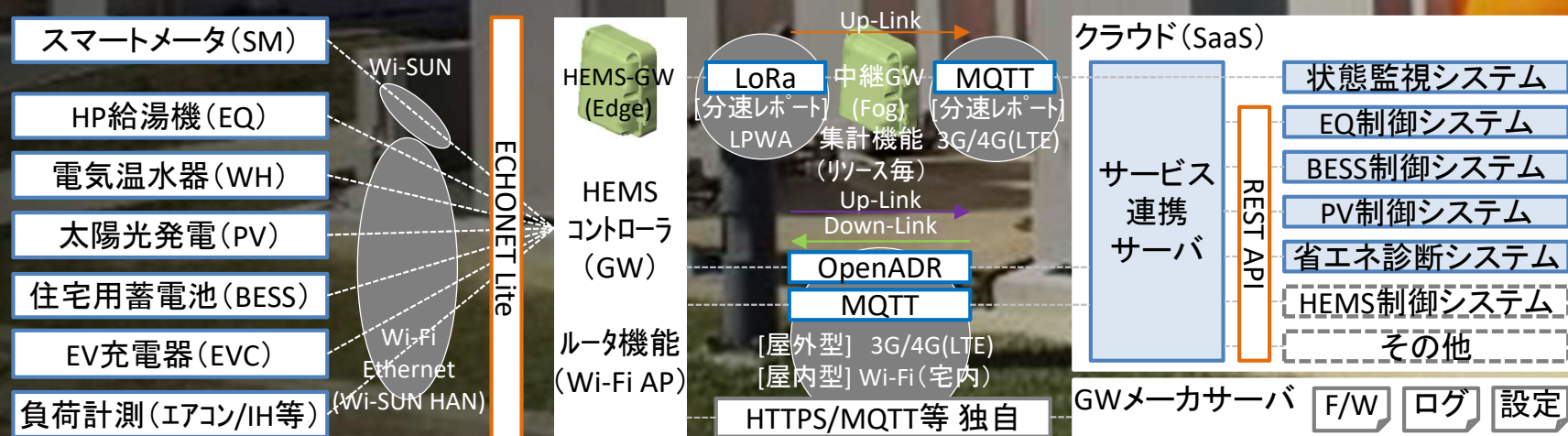
電気料金低下の期待



電力システムに対する社会的役割

エコパーク宮古実証サイトでは模擬負荷等を用いて、対象機器の動作検証等を実施している。
対象機器となる蓄エネ家電は、市販品を用いており、改造品はない。
標準プロトコルのECHONET Liteを用いて、マルチベンダーでの制御実現を図る。

制御の中核となるコントローラーは屋外型を本事業で開発。
その他、健全に動作するための各種試験を実施。

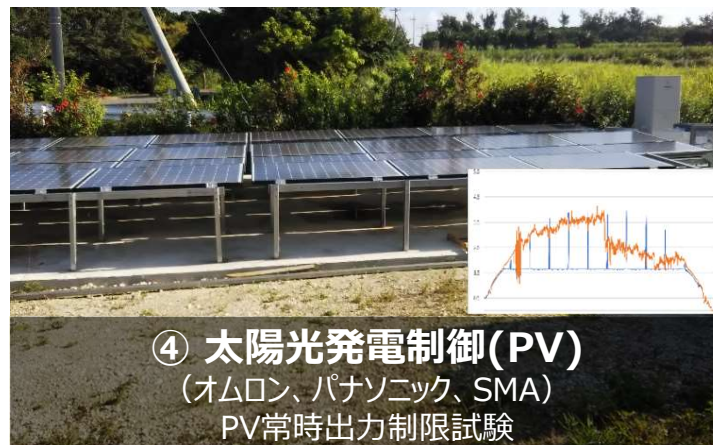


実証事業成果概要①

2016年度～2018年度

対象機器の { 制御性能確立
普及容易性
コスト低廉化

- ① HEMS-GWコントローラ
- ② エコキュート制御(EQ)
- ③ 電気温水器制御(WH)
- ④ 太陽光発電制御(PV)
- ⑤ 住宅用蓄電池制御(BESS)
- ⑥ IoTネットワーク実証
- ⑦ クラウド制御システム開発
- ⑧ 農業散水栓制御
- ⑨ その他の関連試験
 - ・JET相当広義PCS試験
 - ・PV常時出力制限試験
 - ・接着剤劣化寿命試験
 - ・EQ搬送カート開発
 - ・水質硬度対策試験
 - ・高所EQ給湯試験
 - ・200V回路スイッチ開発
 - ・市営住宅エネルギー計測
 - ・家庭エネルギー消費調査
 - ・e.t.c



実証事業成果概要②

2016年度～2018年度

対象機器の { 制御性能確立
普及容易性
コスト低廉化

- ① HEMS-GWコントローラ
- ② エコキュート制御(EQ)
- ③ 電気温水器制御(WH)
- ④ 太陽光発電制御(PV)
- ⑤ 住宅用蓄電池制御(BESS)
- ⑥ IoTネットワーク実証
- ⑦ クラウド制御システム開発
- ⑧ 農業散水栓制御
- ⑨ その他の関連試験

- ・JET相当広義PCS試験
- ・PV常時出力制限試験
- ・接着剤劣化寿命試験
- ・EQ搬送カート開発
- ・水質硬度対策試験
- ・高所EQ給湯試験
- ・200V回路スイッチ開発
- ・市営住宅エネルギー計測
- ・家庭エネルギー消費調査
- ・e.t.c



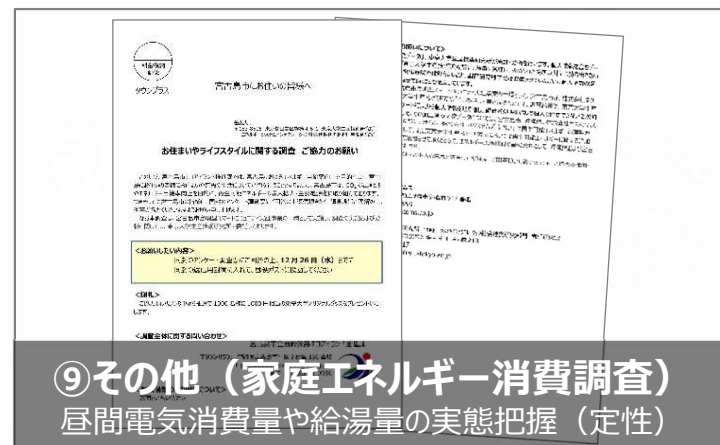
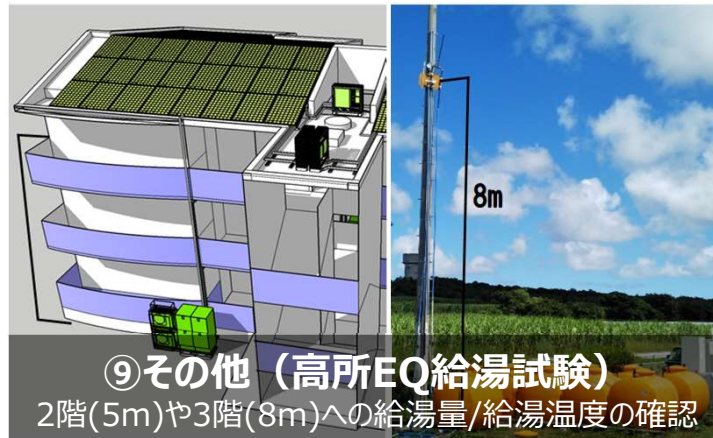
実証事業成果概要③

2016年度～2018年度

対象機器の { 制御性能確立
普及容易性
コスト低廉化

- ①HEMS-GWコントローラ
- ②エコキュート制御(EQ)
- ③電気温水器制御(WH)
- ④太陽光発電制御(PV)
- ⑤住宅用蓄電池制御(BESS)
- ⑥IoTネットワーク実証
- ⑦クラウド制御システム開発
- ⑧農業散水栓制御
- ⑨その他の関連試験

- ・JET相当広義PCS試験
- ・PV常時出力制限試験
- ・接着剤劣化寿命試験
- ・EQ搬送カート開発
- ・水質硬度対策試験
- ・高所EQ給湯試験
- ・200V回路スイッチ開発
- ・市営住宅エネルギー計測
- ・家庭エネルギー消費調査
- ・e.t.c.

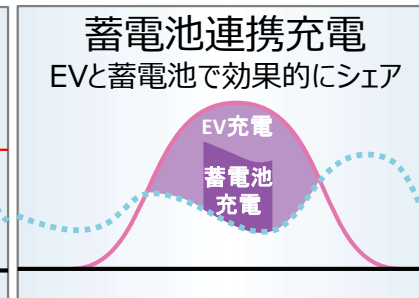
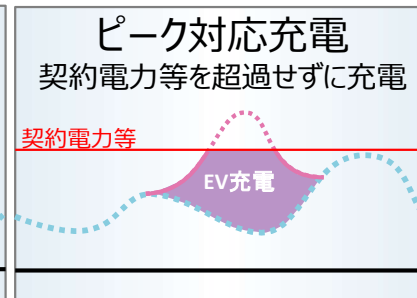
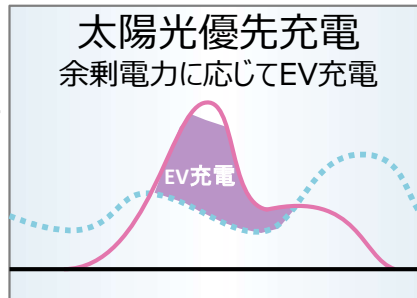


新型EV充電器制御試験

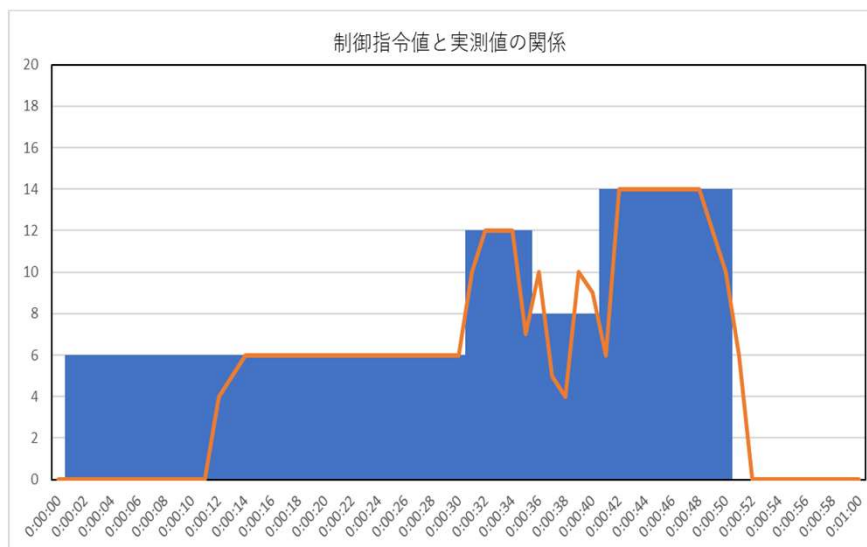
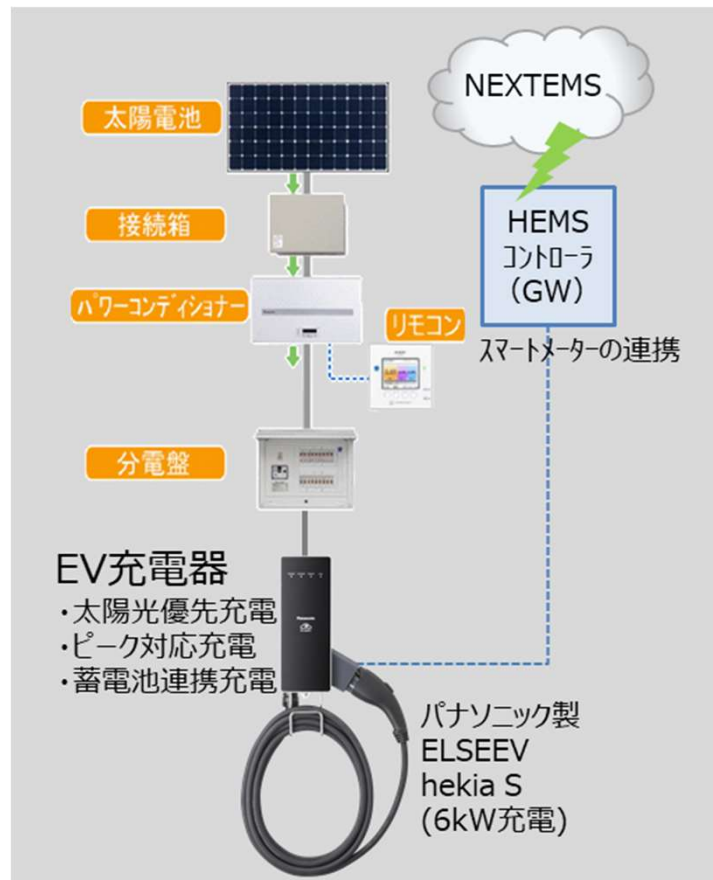
充電電力制御が可能なパナソニック製の新型EV充電器を用いて、制御性能を把握する。



制御方法



試験準備は整っているため、EVをレンタルして、疎通・動作検証を実施した。制御指令値に対する実測値をオレンジの折れ線で示す。EV充電器の反応時間は12～15秒程度の時間差があり、実際に充電開始までに2～3秒の時間差がある。充電時間5秒保持の場合は電流値が不安定になる。制御電流のオーバーシュートやEV側の応答性なども考慮すると10秒未満での短周期制御は困難と思われる。応答性の確認を更に詳細に行うことで、制御に必要な時間差などを明確にすることができる。



蓄電池の屋外設置方法検討

制御試験済みのオムロン製蓄電池システムとパナソニック製ハイブリッド蓄電池システム（前項の新型含む）の普及容易性を確保するため、屋外設置方法を検証する。

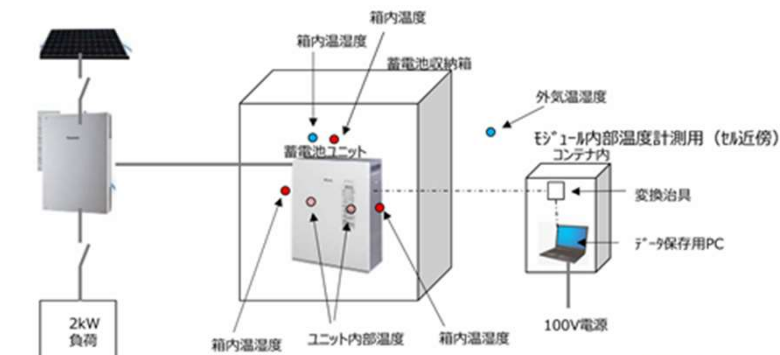
国内流通の蓄電池の内、重塩害地域である宮古島等に設置可能で廉価な蓄電池システムは当該2機種であるが、蓄電池部は屋内設置仕様である。蓄電池部が屋内設置であると宅内スペース確保や施工費高額となるため普及障壁となる可能性が高い。そこで当該メーカーと協議しつつ、屋外設置方法を検証する。

所定の設置方法で設置して、直射日光に当てながら約2週間の内部温度変化試験を実施した。その結果を各メーカーに報告し、評価を依頼した結果、パナソニック社、オムロン社ともに、10年保証の範囲であるとの結論に至った。



パナソニック創蓄連携システム
パワーステーション S
5.5kW-5.6kWh

ラック型屋外設置方式の3D設計モデル

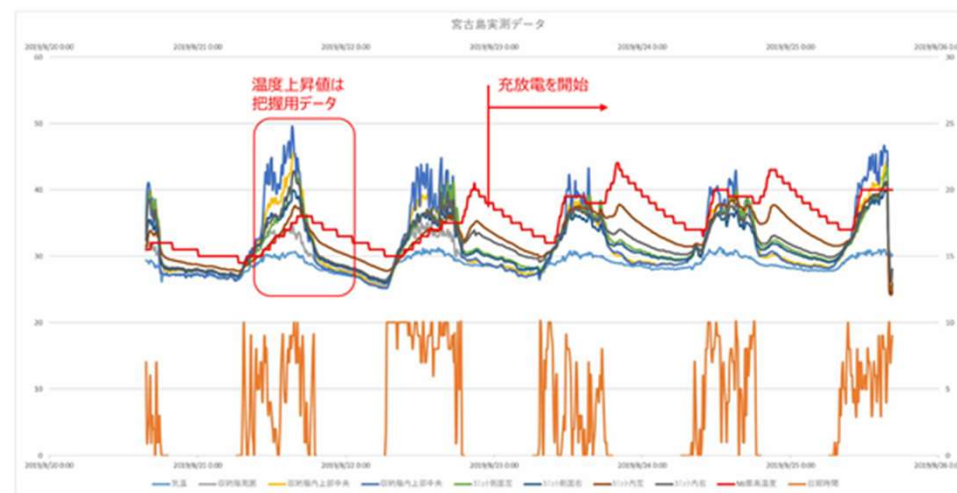


設置場所	動作	計測日程
コンテナ内	充放電なし状態	8/6~8
コンテナ外 (西面)	充放電なし状態	8/20~22
	放電2k (放電下限10%) 充電1.5k	8/22 (PM) ~ 8/23~

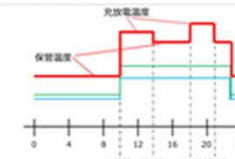
25日まで実施



蓄電池内部温度試験状況



	8月21日	8月22日	8月23日	8月24日	8月25日	8月26日
日射時間 h	6.2	11	4.6	6.4	7.2	10.6
日射量 MJ/m ²	20.46	26.05	18.87	19.81	22.19	24.56
平均風速 m/s	3.4	3.8	5.9	6.7	5	3.2
平均気温 °C	28.3	28.8	28.9	29.1	28.9	28.8

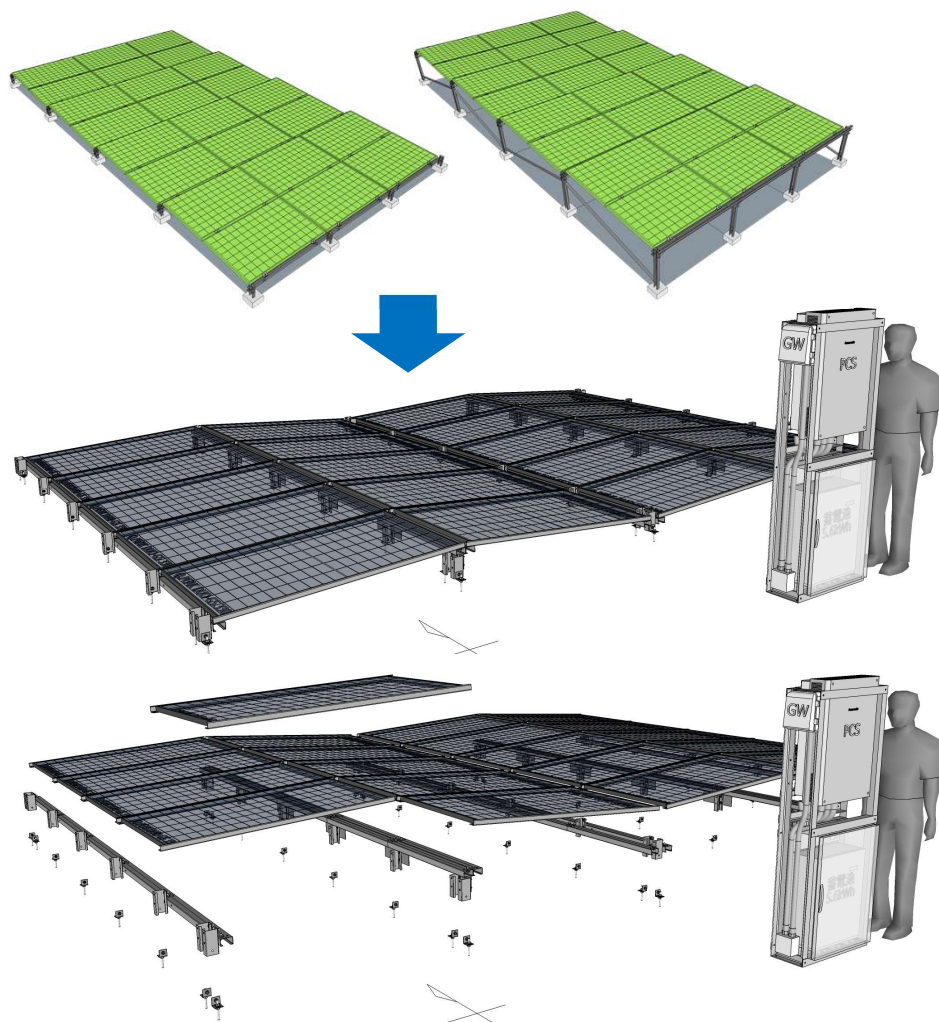


蓄電池内部温度計測結果

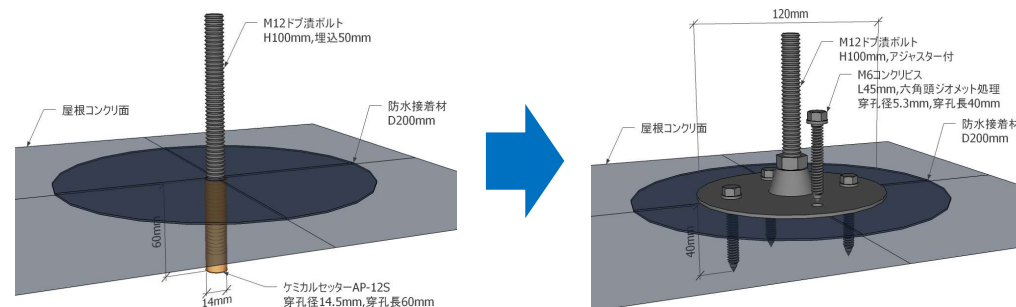
今後の普及モデル 2018年版から2020年版への進化

- 細波型を標準採用し、出力制限を実行してもkWh（直接利用時間）をより得られる構造とした。
- 強度を満足しながら鋼材量を極限まで低減させた。（設置又は移設の容易性を確保）
- 併設する蓄電池はラック方式とした。（設置又は移設の容易性を確保）
- 屋根ストレス軽減でビス式アンカーやPVカーポートを採用可能とした。

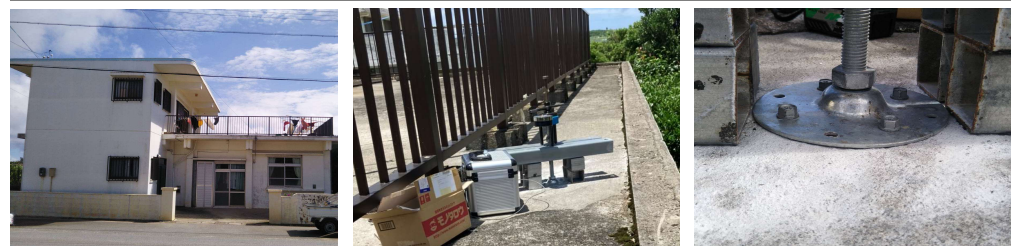
PV架台構造の変更、蓄電池ラック採用



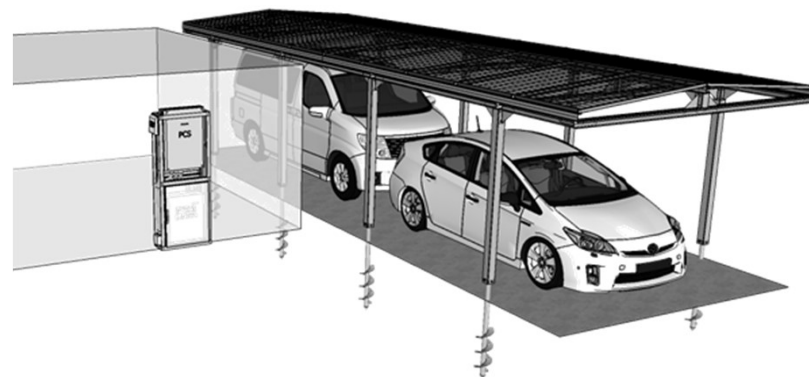
屋根ストレス軽減 ビス式アンカー



築50年のコンクリ住宅（引張試験6kN×2時間＝良好）



屋根ストレス軽減 PVカーポート



電源制御の沖縄電力と需要制御のNEXTEMSで、需給バランス最適化を図る。

実証事業の実施にあたり、相互に協力することで、宮古島をはじめとする沖縄離島地域における第三者所有設備を活用した調整力制御（エリアアグリゲーション）の技術的成熟及び実現を目指し、離島電力系統での負荷率向上及び再エネ普及拡大を図ることを目的とする。

RESP事業

補助事業

環境省・経産省

設備普及事業者
(再エネサービスプロバイダ事業)



需要家



遠隔
制御

宮古島実証事業

100%委託事業

沖縄県

宮古島市

H28～H29年度
動作検証・低コスト化検証

H30～H32年度
宮古島フィールド実証事業
需給バランス/調整力効果検証



＜実証事業協力に関する協定書＞
沖縄電力(株)-(株)ネクステムズ
2018.10.10締結

実証
協力



RESP普及計画（宮古島）

2019年度まではPV+EQであったが、2020年度以降はPV+BESSが中心。+EQ+EVCとする。

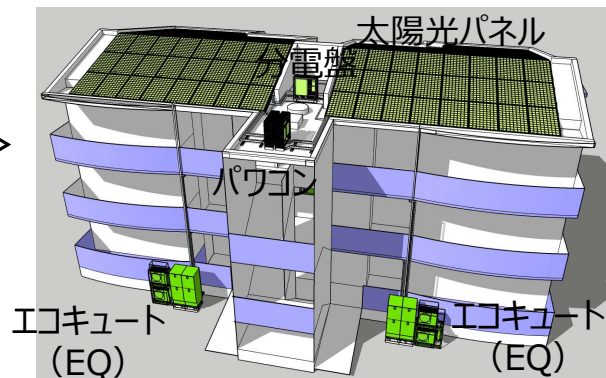
2018年度実績

＜市営住宅**40棟202戸**＞

太陽光発電：1,217kW

PV-PCS：858kW

エコキュート：120台



2019年度計画

＜福祉施設**10箇所**＞

太陽光発電：420kW

PV-PCS：317kW

エコキュート：38台

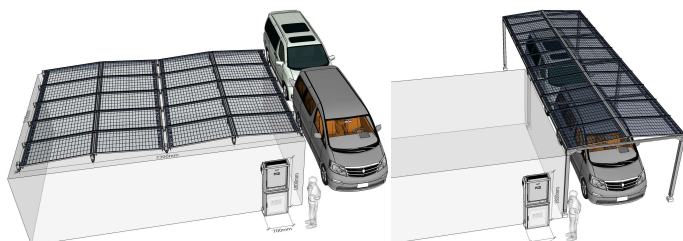


2020-2021年度計画

＜戸建住宅**600戸**＞

太陽光発電：4,000kW

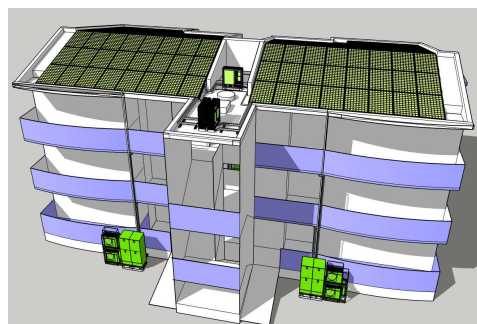
蓄電池PCS：3,300kW



＜市営住宅**500戸**＞

太陽光発電：1,200kW

蓄電池PCS：850kW



＜事業所**20箇所**＞

太陽光発電：300kW

蓄電池PCS：100kW

エコキュート：50台



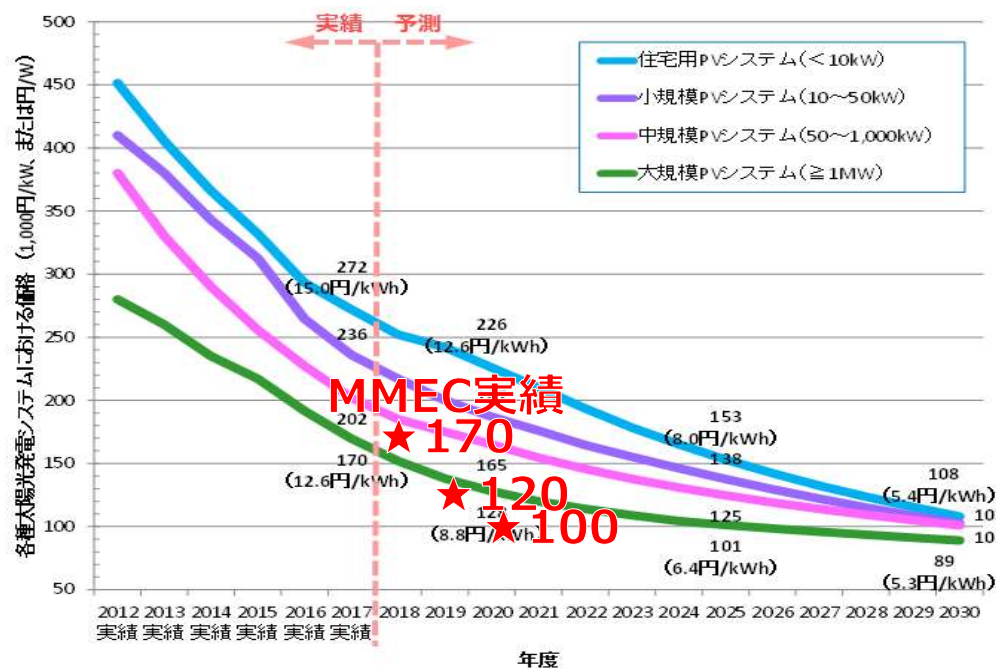
グリッドパリティとストレージパリティ

第5次エネルギー基本計画では **再エネ主力電源化** が明文化された。
今後、新たな形態で再エネ導入が進むことが見込まれ、どう受け入れるかが重要である。

グリッドパリティ

再エネ発電コストが既存電力コストと同等か、それ以下になる

太陽光発電のシステム価格（設置費）は確実に安価となっており、家庭用小売電気は実質的にグリッドパリティに到達していると見られ、今後もさらにコスト削減が続く見通しである。



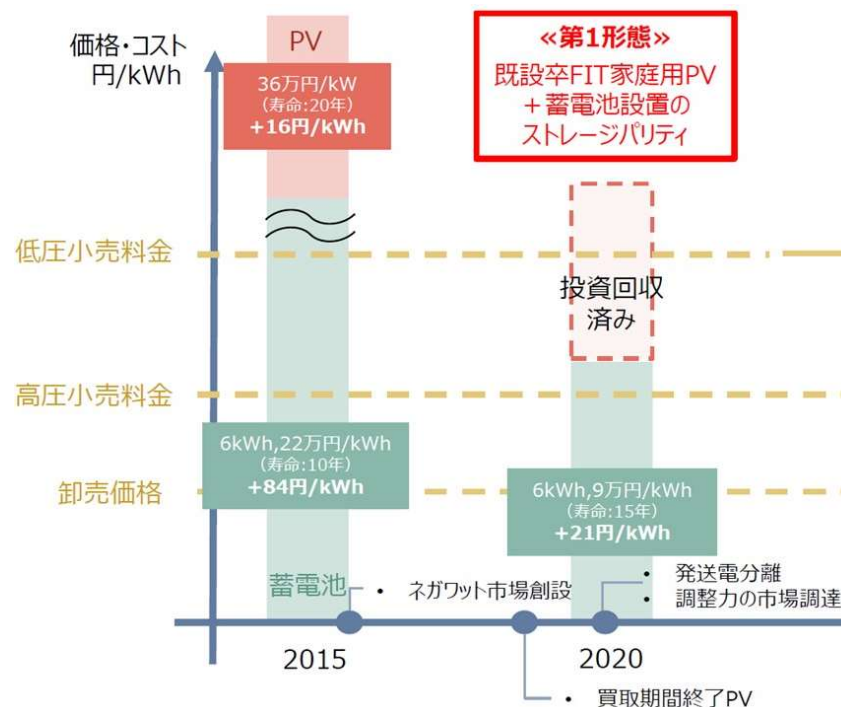
住宅用太陽光発電コスト動向

(出展：2018年度 調達価格等算定委員会 資料)

ストレージパリティ

グリッドパリティを前提に蓄電池導入した方が経済的である状態

2020年後半にはストレージパリティに到達すると見込まれているが、その場合は、家庭用小売電気の供給形態に大きな影響があると予想される。



ストレージパリティの形態進行

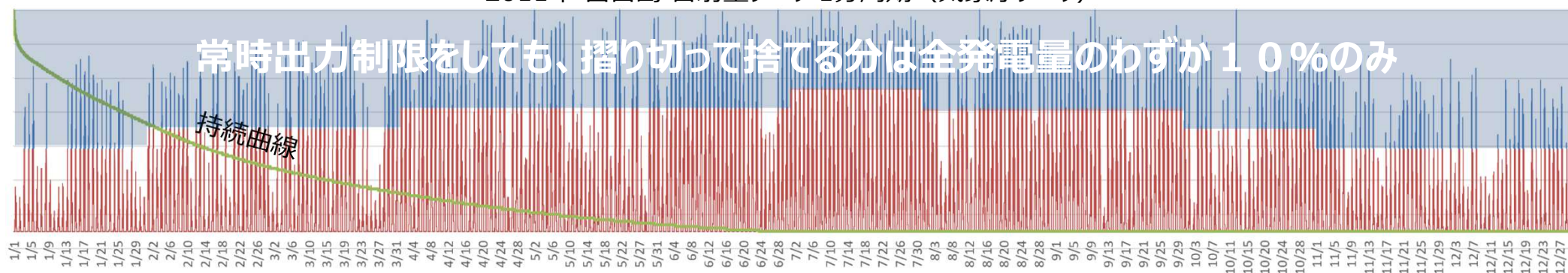
(出展：経産省 新エネルギー等導入促進基礎調査)

太陽光発電の安定電源化

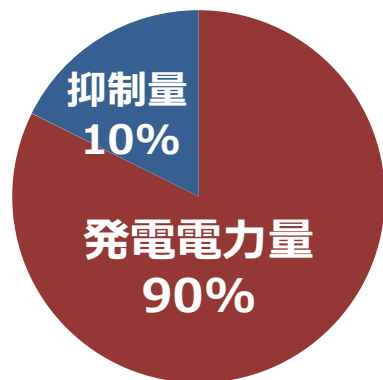
太陽光発電の **主力電源化** のためには、まずは変動性電源から安定性電源にすることが必要。
 確実に安価になる太陽電池パネルを前提として、日射による変動成分が多い高位出力帯を
常時出力制限 で取り除いた太陽光発電(PV)での普及を目指す。

高位出力帯は変動性が高く、下記例のような常時出力制限運用を行っても年間発電電力量に及ぼす影響は限定的。

2011年 宮古島 日射量データ 1分周期 (気象庁データ)



【月別PV出力抑制率と発電量割合】



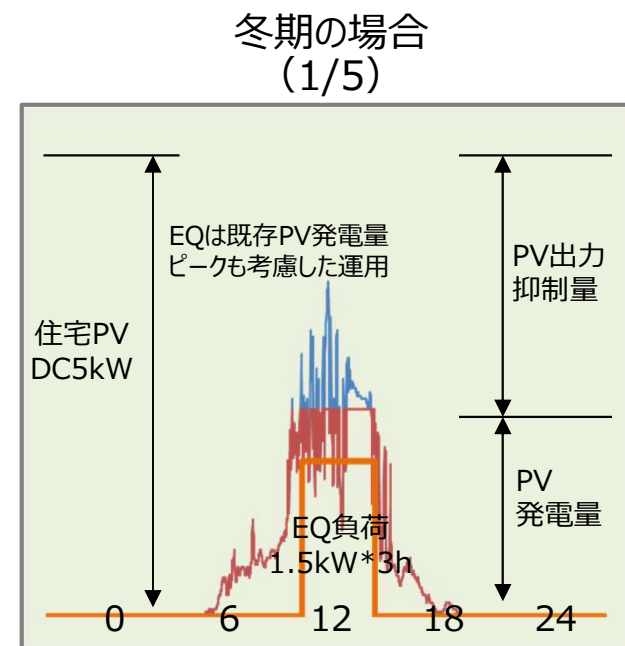
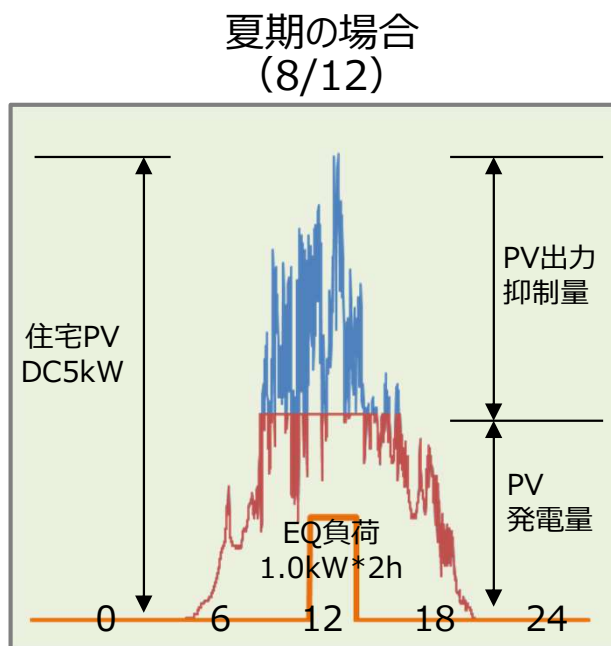
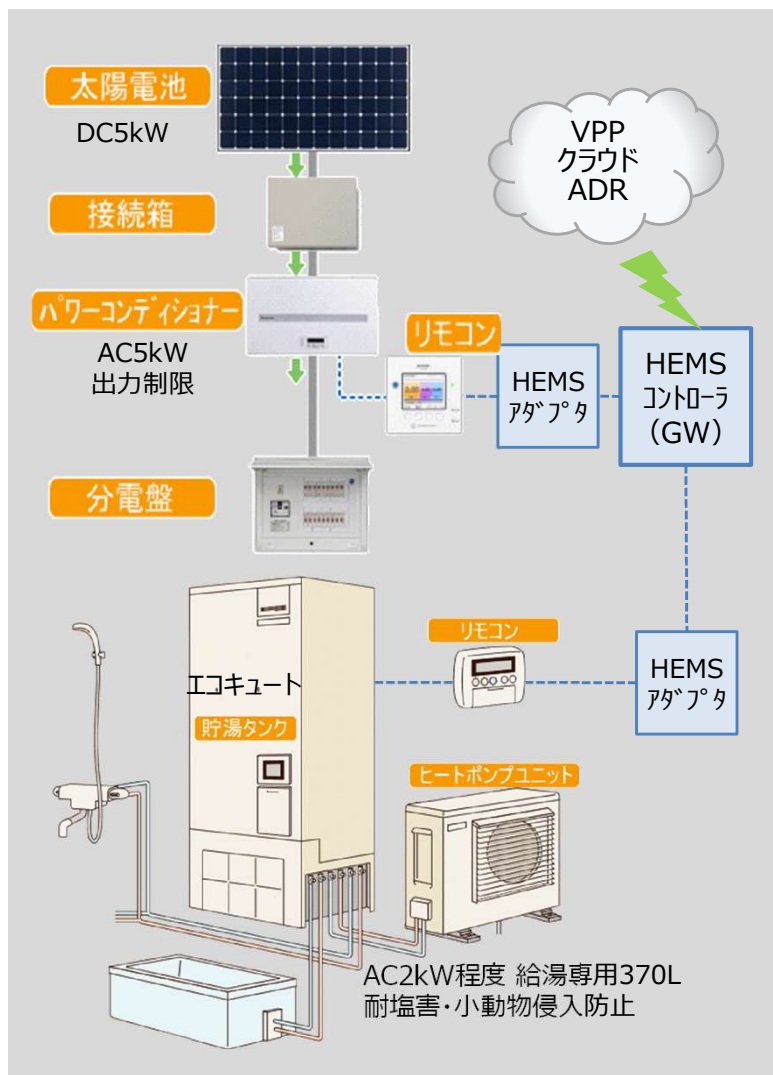
夏期60~70%、
 冬期40~50%に
 kW出力制限を
 月間固定で行っても
 年間発電量は
90%確保できる。

PV出力 制限率	PV 月別発電量割合												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
100%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
90%	100.0%	100.0%	99.9%	99.8%	99.7%	99.8%	99.6%	99.8%	99.9%	100.0%	100.0%	100.0%	99.8%
80%	100.0%	99.9%	99.3%	98.7%	98.7%	98.3%	97.5%	98.4%	99.1%	99.9%	100.0%	100.0%	98.9%
70%	99.8%	98.9%	97.7%	95.6%	96.5%	95.2%	93.2%	95.0%	96.2%	99.2%	99.6%	99.9%	96.4%
60%	98.7%	95.8%	94.6%	90.4%	92.9%	90.2%	87.1%	89.9%	91.0%	96.2%	98.3%	99.4%	92.3%
50%	95.4%	90.2%	89.7%	83.1%	87.7%	83.0%	79.0%	83.1%	83.8%	90.9%	95.0%	97.1%	86.1%
40%	90.6%	82.3%	82.6%	73.7%	80.2%	73.4%	69.1%	74.2%	74.0%	83.1%	89.4%	92.7%	77.7%
30%	83.3%	71.3%	72.1%	61.6%	69.4%	60.9%	56.7%	62.8%	61.4%	71.9%	80.1%	85.3%	66.4%
20%	70.5%	55.3%	56.6%	45.9%	53.6%	45.1%	41.6%	47.3%	45.3%	55.5%	65.3%	72.2%	51.0%
10%	47.7%	32.8%	34.9%	25.9%	31.3%	25.0%	22.9%	26.7%	25.2%	32.4%	40.9%	47.1%	29.8%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

オンサイトでの太陽光発電の使い方

太陽光発電はPV常時出力制限運転を行い、ヒートポンプ給湯機(EQ)は沸き上げシフトを行う。
住宅用蓄電池(BESS)は充放電シフト運用、EC充電器(EVC)は充電シフトを行う。

【基本システム構成】PV+EQの場合



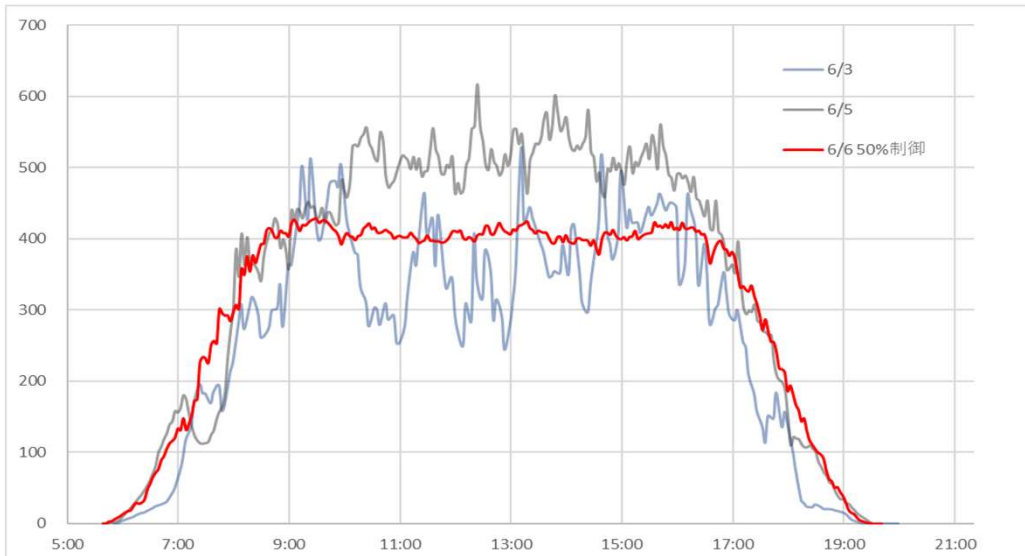
PV常時出力制限運転：当面は期間固定運用
EQ沸き上げシフト：PV余剰電力が多い時間帯

将来は受電点逆潮流が極力一定になるよう制御を行う。

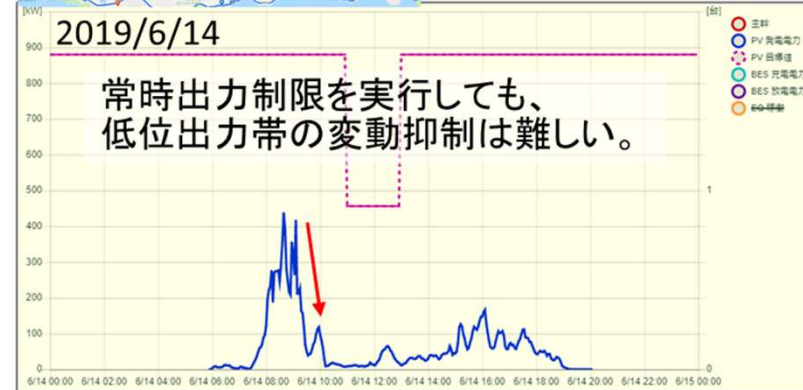
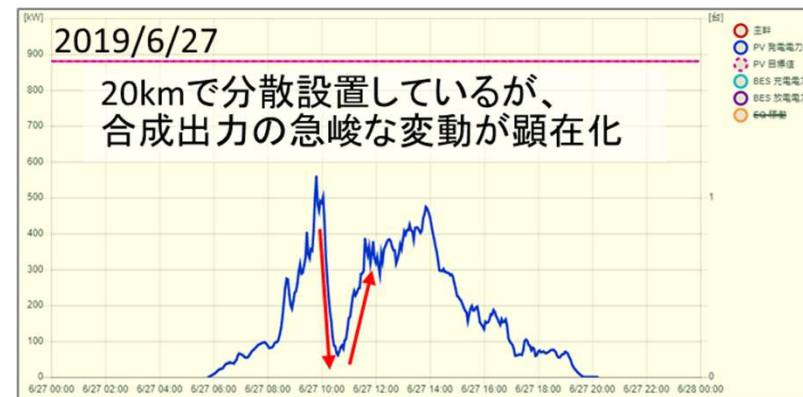
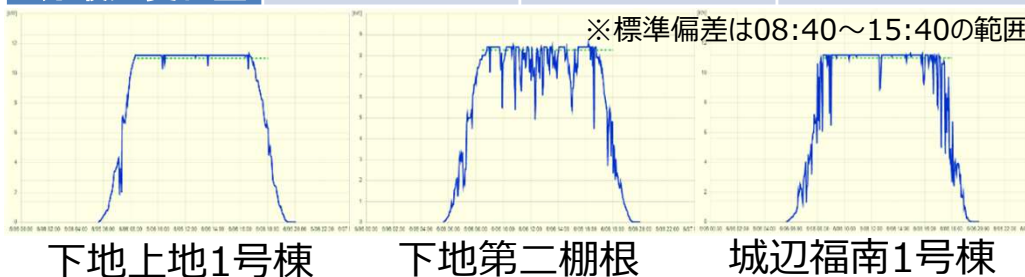
常時出力制限による効果と課題

クラウド制御システム運用及び制御性能の評価

- ・常時出力制限については、好条件可であれば、想定通りの効果を発揮することが分かった。標準偏差も向上する。
- ・但し、一部日射変動以外に前述した電圧上昇抑制による変動が重畳していると考えられる。
- ・稀頻度の天候急変時には出力制限は安定化効果が低減し、制限値を下回る出力帯での事象は全く効果がない。



	6/3	6/5	6/6 50%制御
最下位値	244.3kW	358.4kW	378.3kW
最上位値	527.9kW	616.5kW	428.5kW
平均	377.1kW	501.0kW	407.5kW
標準偏差σ	69.5kW	45.9kW	9.5kW
3分最大変化量	130.5 kW	80.9 kW	10.8 kW



PV大量普及に向けた大きな課題

運用データ収集・評価

- ・6月からのフィールド実証機器の運用開始に伴いデータの収集を開始。
- ・サイト電源断によるデータ欠測等が見られ、PV設備の漏電ブレーカー取替により不要動作を抑えた。
- ・PV設置容量が同じでありながら、発電出力が極端に少ない箇所が見られた（下図参照）。
- ・全設置場所の電圧測定を実施した結果、設置場所により電圧上昇抑制がかかっていることが判明した。
- ・電圧上昇抑制で出力制限による安定化が図れず、日射と電圧の双方の変動を受けるため、より変動が増す。
- ・沖縄電力とも協議したが、特に再エネ起因の個別の電圧上昇対策については、これまでの実績がないとのこと。
- ・この事象について、大量普及を想定する弊事業側でも解決の糸口を探る必要があり、デバイス側での対策を検討。
- ・低圧機器であっても高圧線路に対する無効電力注入を目的に力率制御が実装可能な見込み。
- ・電中研殿でも当該対策は以前から提唱しており、後述するシミュレーションでも次年度に掛けて効果検証を行う。



番号	地区名	PCS	W-9電波 赤電波	W-9電波 赤電波	W-9電波 赤電波	W-9電波 赤電波	地上系電波 赤電波	地上系電波 赤電波	P-9電波 赤電波	P-9電波 赤電波	P-9電波 赤電波	P-9電波 赤電波	A-A 赤電波	B-B 赤電波
46	福岡市南区南台1号棟	3.16.5	103.0	103.7	104.7	104.6	0.0	145.3 34.32	102.0	101.7	106.0	106.2	1.3	1.6
47	福岡市南区南台2号棟	3.16.5	102.3	103.0	106.6	107.6	0.0	125.9 22.323 196	101.8	101.7	108.1	109.1	1.5	1.5
48	福岡市南区南台3号棟	3.16.5	103.4	101.6	106.7	105.0	0.0	177.2 115.72 190	102.6	101.1	108.0	106.5	1.3	1.5
49	福岡市南区南台4号棟	3.16.5	105.0	104.2	106.2	106.1	0.0	188.2 113.7 165	104.4	104.2	106.4	105.6	0.2	-0.5
50	福岡市南区南台5号棟	3.16.5	103.7	104.6	106.0	106.7	0.0	230.3 30.7 262	103.6	104.1	107.1	107.8	1.1	1.1
51	福岡市南区南台6号棟	3.16.5	104.0	104.2	105.3	105.5	0.0	245.2 32.32 196	103.3	103.0	106.3	106.6	1.0	1.1
52	福岡市南区南台7号棟	3.16.5	102.1	101.9	105.7	105.8	0.0	182.4 143.397	101.0	101.4	106.9	106.7	1.2	0.5
53	福岡市南区南台8号棟	3.16.5	101.7	101.9	105.3	105.0	0.0	194.3 106.3 150	100.7	101.1	106.9	105.8	1.6	0.8
54	福岡市南区南台9号棟	3.16.5	102.4	102.9	105.0	105.7	0.0	250.2 36.36 242	101.9	101.6	106.1	106.2	1.1	0.5
55	福岡市南区南台10号棟	3.16.5	102.1	101.8	106.0	106.3	0.0	262.2 26.73 292	102.6	102.9	106.9	106.2	2.9	2.9
56	福岡市南区南台11号棟	4.22.0	102.4	101.1	104.4	104.8	0.0	188.2 118.3 104.6 166	102.0	102.5	106.4	106.4	2.0	1.6
57	福岡市南区南台12号棟	4.22.0	102.4	102.9	105.5	105.8	0.0	163.4 194.3 113.4 155	103.3	101.4	106.8	106.9	1.3	1.1
58	福岡市南区南台13号棟	3.16.5	102.1	104.9	102.9	105.1	0.0	272.2 28.83 238 (724.16)	101.8	104.4	106.6	105.3	1.7	0.2
59	福岡市南区南台14号棟	3.16.5	102.3	103.2	103.7	104.6	0.0	271.2 26.99 254	101.8	102.2	105.9	105.8	0.2	1.2
60	福岡市南区南台15号棟	3.16.5	102.1	102.1	104.1	104.4	0.0	306.3 34.93 365	102.5	102.9	105.4	105.7	1.3	1.3
61	福岡市南区南台16号棟	4.22.0	104.0	103.2	103.7	104.6	0.0	186.2 112.1 145.4 191	103.3	103.0	106.4	106.2	2.7	1.6
62	福岡市南区南台17号棟	4.22.0	102.3	103.2	107.9	107.8	0.0	250.2 30.63 305.4 277	101.9	102.5	106.4	106.2	0.5	0.4
63	福岡市南区南台18号棟	4.22.0	104.5	104.3	106.8	107.6	0.0	300.2 31.43 272.4 291.7	103.5	103.4	109.1	107.2	0.3	-0.4
64	福岡市南区南台19号棟	4.22.0	103.7	102.6	107.7	110.0	0.0	307.2 56.73 530.4 532.7	102.6	101.4	107.5	110.8	-0.2	0.8
65	福岡市南区南台20号棟	3.16.5	101.3	101.0	102.5	102.1	0.0	144.2 123.3 191	100.3	100.5	106.6	104.0	2.1	1.5
66	福岡市南区南台21号棟	3.16.5	105.5	101.0	102.7	102.3	0.0	23.2 36.3 39	100.7	100.4	103.1	103.1	0.4	0.8
67	福岡市南区南台22号棟	4.22.0	104.2	103.1	107.8	108.9	0.0	167.2 24.03 180.2 307	104.0	102.9	106.6	107.8	0.8	0.5
68	福岡市南区南台23号棟	4.22.0	102.9	101.4	100.1	107.9	0.0	317.2 36.68 330.4 294	103.1	102.3	109.7	109.4	0.6	1.5
69	福岡市南区南台24号棟	4.22.0	104.5	103.0	110.1	108.5	0.0	254.2 26.27 261.4 253	104.2	102.6	110.5	109.0	0.4	0.5
70	福岡市南区南台25号棟	4.22.0	103.6	102.7	108.3	106.7	0.0	275.2 22.18 236.2 305	104.6	102.8	110.5	108.8	2.2	2.1
71	福岡市南区南台26号棟	4.22.0	105.0	102.2	106.0	107.1	0.0	143.1 193.1 145.4 264	104.2	103.0	110.0	109.2	2.0	2.1
72	福岡市南区南台27号棟	4.22.0	103.4	104.3	104.6	105.6	0.0	215.2 24.22 232.4 195	101.8	103.4	104.1	109.1	-0.5	-0.4
73	福岡市南区南台28号棟	3.16.5	103.1	102.8	105.6	105.5	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
74	福岡市南区南台29号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
75	福岡市南区南台30号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
76	福岡市南区南台31号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
77	福岡市南区南台32号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
78	福岡市南区南台33号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
79	福岡市南区南台34号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
80	福岡市南区南台35号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
81	福岡市南区南台36号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
82	福岡市南区南台37号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
83	福岡市南区南台38号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
84	福岡市南区南台39号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
85	福岡市南区南台40号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
86	福岡市南区南台41号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
87	福岡市南区南台42号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
88	福岡市南区南台43号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
89	福岡市南区南台44号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
90	福岡市南区南台45号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
91	福岡市南区南台46号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
92	福岡市南区南台47号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
93	福岡市南区南台48号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
94	福岡市南区南台49号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
95	福岡市南区南台50号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
96	福岡市南区南台51号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
97	福岡市南区南台52号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
98	福岡市南区南台53号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
99	福岡市南区南台54号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
100	福岡市南区南台55号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
101	福岡市南区南台56号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
102	福岡市南区南台57号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
103	福岡市南区南台58号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
104	福岡市南区南台59号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
105	福岡市南区南台60号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
106	福岡市南区南台61号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
107	福岡市南区南台62号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
108	福岡市南区南台63号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
109	福岡市南区南台64号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
110	福岡市南区南台65号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
111	福岡市南区南台66号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
112	福岡市南区南台67号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
113	福岡市南区南台68号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
114	福岡市南区南台69号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
115	福岡市南区南台70号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
116	福岡市南区南台71号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
117	福岡市南区南台72号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
118	福岡市南区南台73号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0.7	0.7
119	福岡市南区南台74号棟	3.16.5	102.9	102.7	106.6	106.6	0.0	207.2 35.17 191.3 193	103.3	103.0	106.4	107.1	0	

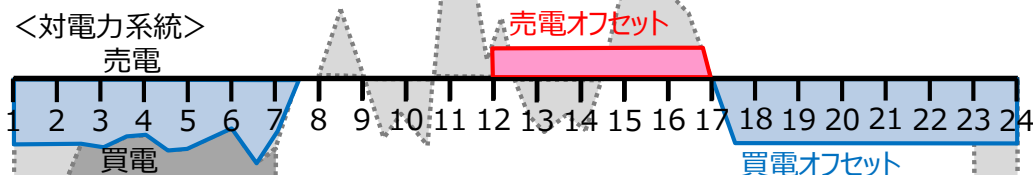
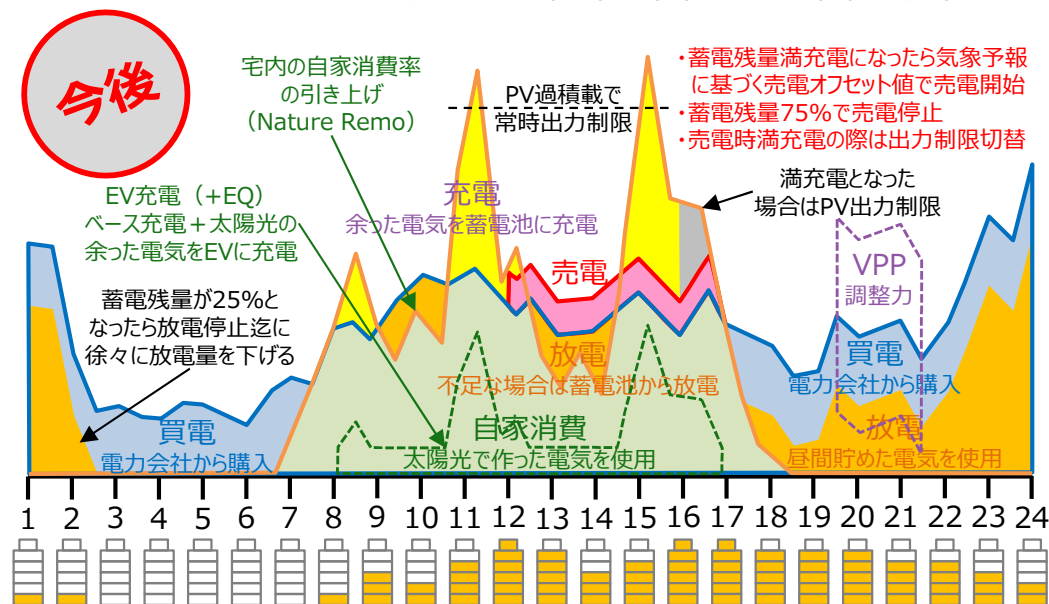
今後の普及モデルの説明

■PV+BESS（標準容量）・・・+EVC+EQ+ 宅内制御(利便性向上)

自家消費型PVの大量普及を考慮した需給一体型モデル。

電力系統への変動要因を低減。系統制御も可能な機能を実装予定。

アグリゲータが日々のオフセット量×時間帯の制御やVPP制御を実行。



格段に系統影響を軽減でき、大量普及に耐えられる
各オフセット値は需要予測と日射予測で決定される
前日レポートすることで、系統全体の需要予測精度が向上
その他、VPP対応や電圧制御対応などに備える

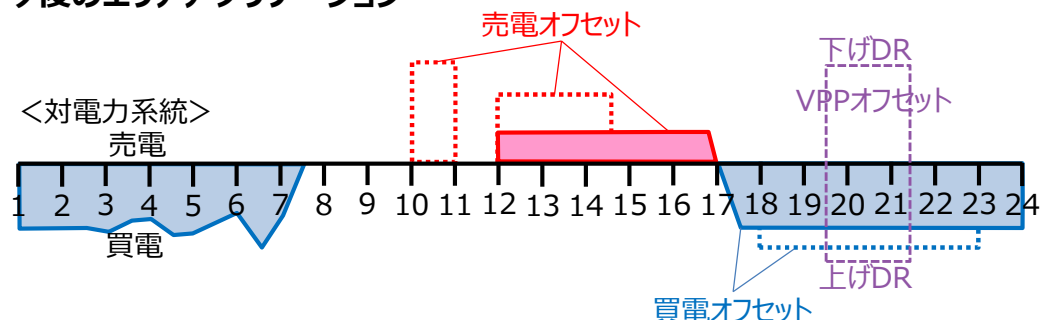
クラウド制御システム指令の概念図

電力系統制御：出力抑制、力率制御、整定値、周波数制御

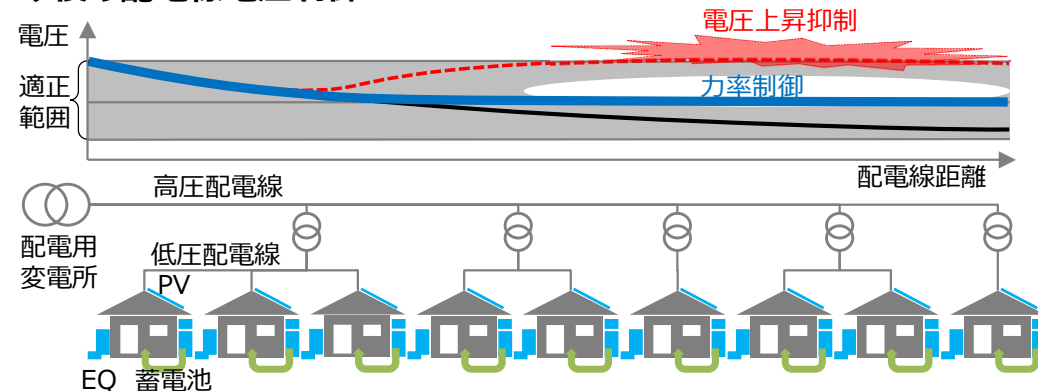


機器運転制御：運転計画、モード切替、オフセット量（売電、買電、VPP）

今後のエリアアグリゲーション

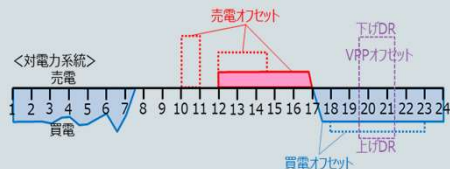


今後の配電線電圧制御



2020年度実装

・有効電力オフセット制御 (宮古島独自制御方式)



・力率調整

Adjust Power Factor (INV3)



・電圧-無効電力制御

Volt-Var Mode (VV11, VV12, VV13)



2022年度実装

周波数サポート機能

Frequency Support

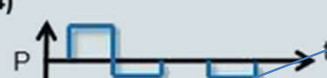
・最大有効電力制御

Adjust Maximum Active Power (INV2)



・電力貯蔵制御

Request Active Power from Storage (INV4)



・充放電信号制御

Signal for Charge/Discharge (INV5)



・周波数-有効電力制御

Frequency-Watt Mode (FW21, FW22)



・有効電力-力率制御

Watt-Power Factor (WP41, WP42)



電圧サポート機能

Voltage Support

・力率調整

Adjust Power Factor (INV3)



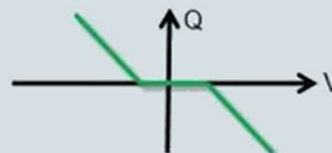
・電圧-無効電力制御

Volt-Var Mode (VV11, VV12, VV13)



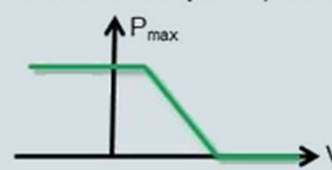
・動的無効電力制御

Dynamic Reactive Power (TV31)



・電圧-有効電力制御

Volt-Watt Mode (VW51; VW52)



IEC 61850-90-7

系統保護機能

Grid Protection
(Response to Disturbances)

・接続／解列

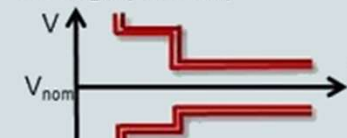
Connect/Disconnect (INV1)



・瞬時電圧低下(上昇)

時運転継続機能

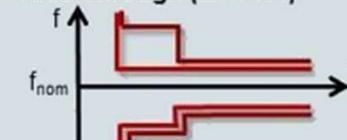
Low and High Voltage Ride Through (L/HVRT)



・瞬時周波数低下(上昇)

時運転継続機能

Low and High Frequency Ride Through (L/HFRT)*



・温度制御

Temperature mode Behavior (TMP)



地域マイクログリッド構築（来間島）

【地域マイクログリッド(MG)概要図】

来間島は宮古島系統の末端で橋梁添架ケーブルで電力供給を受けており、台風停電時の復電が他地域よりも遅延傾向にある。そこで、住宅用の太陽光発電(PV)+蓄電池+エコキュート(EQ)、エネルギー管理システム(EMS)機器などを住宅建物等に設置して需要側EMSで制御し、併せて島内にMG蓄電池と補充電用ディーゼル発電機(DG)を設置してMG-EMSで制御しつつ、それらを統合制御することにより、台風停電等の非常時にも自立的な電源活用が可能な地域MGを構築する。

MG対象区域は2カ所の指定避難場所を含む来間島の住宅エリア全体(開閉器P1-P2の範囲)とする。主に自家消費型PVを再エネ電源として、平常時は、再エネ自給率向上及び経済性向上を優先して、MG対象区域と他系統との潮流制御を実施し、非常時は、停電時間最小化を優先して、MG運用の監視制御を実施する。

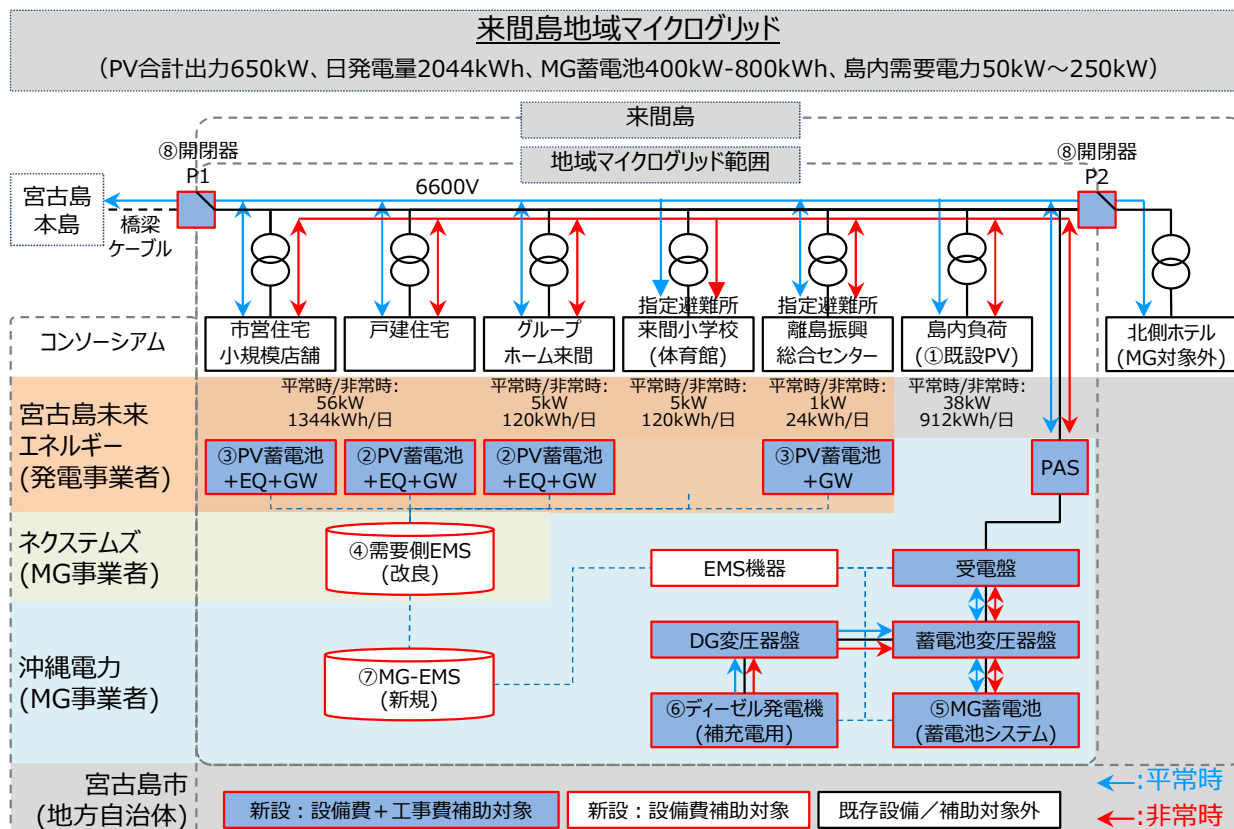


- ②戸建住宅PV蓄電池(+EQ) : 5.5kW-5.6kWh×38台
- ③店舗団地PV蓄電池(+EQ) : 5.5kW-13.5kWh×11台

④需要側EMS (改良)

- ⑤MG蓄電池 : 400kW-800kWh
- ⑥ディーゼル発電機 : 100kW (燃料タンク1950L)
- ⑦MG-EMS(新規)
- ⑧解列用遠隔開閉器

①太陽光発電(既設FIT-PV) : 合計380kW



地域マイクログリッド構築

【要旨】

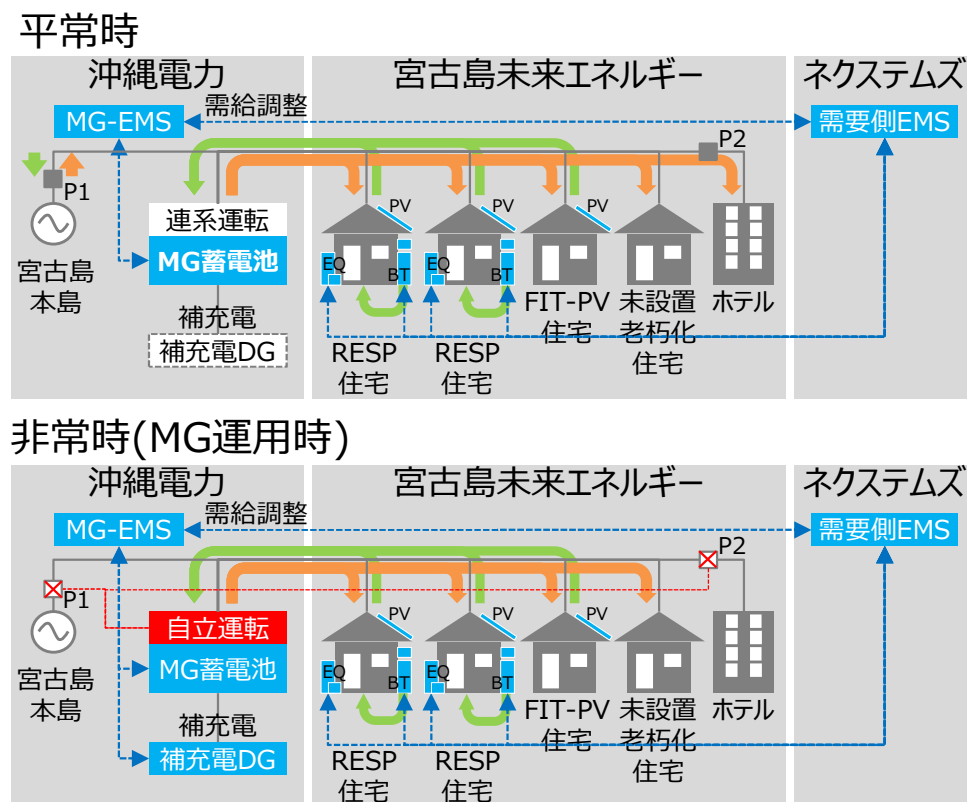
- 平常時は、再エネ自給率向上及び経済性向上を優先して、監視制御する。
- 平常時において、再エネ電気が来間島内で十分に活用できるよう制御する。
- 住宅等に設置した太陽光発電が、主な電源となる。
- 系統蓄電池は、宮古島全体の太陽光発電の変動なども抑制できる機能を活用して運用する。
- 非常時（主に台風停電時）は、来間島内にある太陽光発電で島内の電力需要を賄う。
- 電気が不足する場合には、一時的にディーゼル発電機を運転して補充電する。
- 住宅PV蓄電池にはスマートインバート機能を実装して、PV大量普及時の電圧制御方法を検証する。

【詳細】

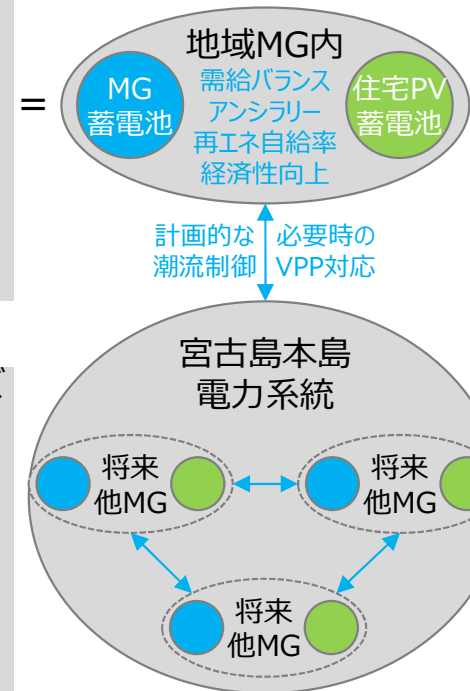
本事業において地域MGの経済合理性のある実現方法は、平常時の活用に重点を置いている。

基本的には地域MG内の需給バランスを制御しつつ、再エネ自給率向上及び経済性向上を図る。更に宮古島本島系統の需給運用にも貢献できる。

非常時(MG運用時)は制御目標は異なるものの基本的な運用方法は同じと考えている。



宮古島本島への貢献



地域マイクログリッド構築（来間島）

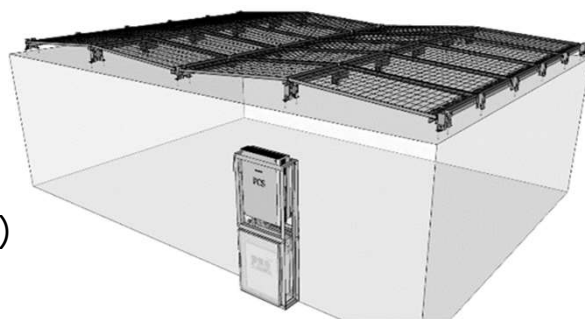
【要旨】

- 導入希望住宅との個別のエネルギー供給契約で、宮古島未来エネルギー(MMEC)が無料設置して管理する。
- 太陽光6.6kW、蓄電池5.6kWh(住宅用)、13.5kWh(店舗用)、その他設置方法を工夫している。
- 導入すると光熱費が従来比5%減(標準世帯の場合)、MMECが15年間(市営6年間)保守管理して供給する。

戸建住宅

(予定40戸)

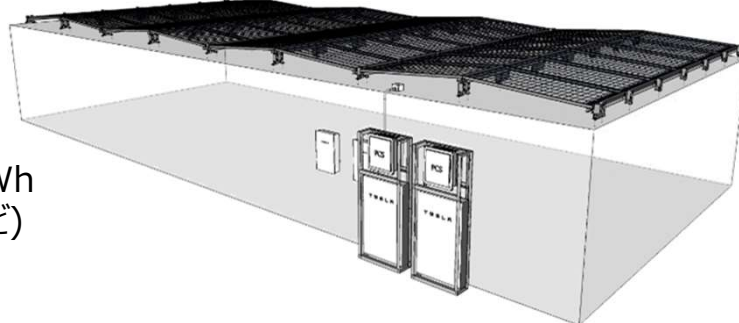
太陽光6.6kW
蓄電池5.6kWh
エコキュート(2名以上世帯)



店舗等

(予定6箇所)

太陽光7.9kW
蓄電池13.5kWh
(2セット設置など)
エコキュート



市営住宅

(島内2カ所)

太陽光7.9kW
蓄電池13.5kWh
(2セット設置)
エコキュート
低圧一括受電

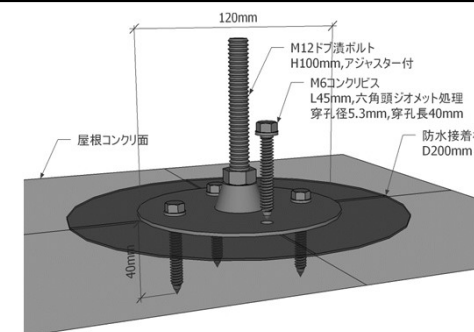


【パワーコンディショナ・蓄電池】

- ・ 一体型のハイブリッド蓄電池(住宅用)
- ・ メーカー(パナソニック等)と技術協議で屋外設置方式を実現
- ・ 場所を取らないラック方式
- ・ 距離制約 パネル間：30m以内
電力メータ間：20m以内
停電時コンセント間：20m以内

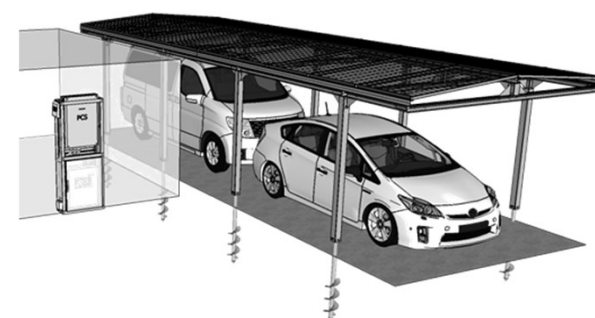
【太陽光パネル架台】

- ・ 特殊メッキ鋼板でサビ対策
- ・ ボルト固定方式で交換可
- ・ 東西波型の低傾斜架台で屋根へのストレスを軽減
- ・ さらに、コンクリス方式での屋根固定でストレスを軽減



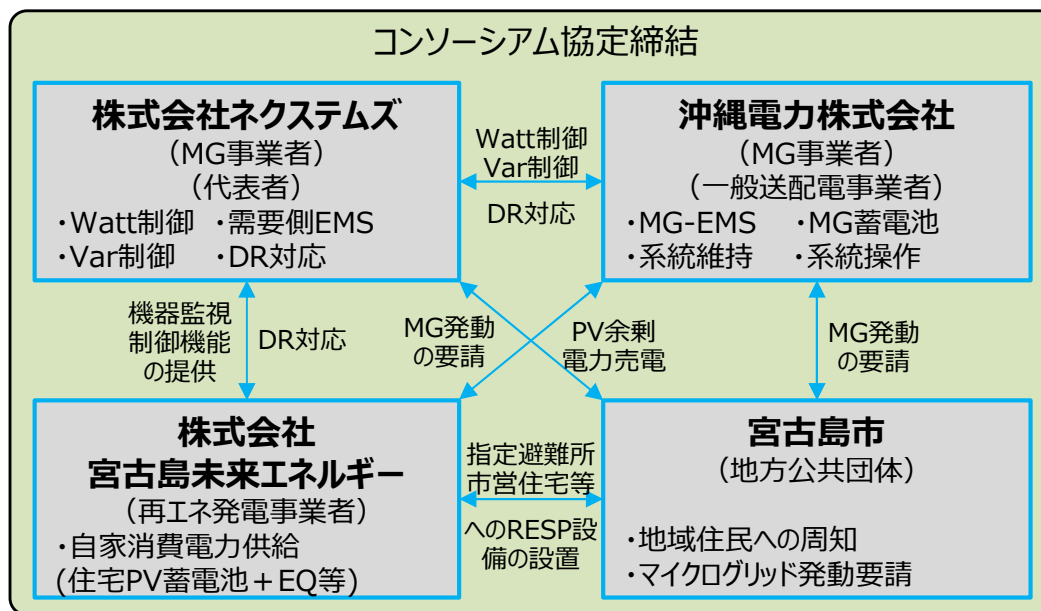
【屋根設置が不可の場合】

- ・ カーポート型で検討
- ・ 設置可否について、家主とMMECで協議
- ・ 耐風速46m/s
- ・ 建築確認が必要



地域マイクログリッド構築（来間島）

【実施体制】



その他事業者

【インバーターメーカー】

- ・MG蓄電池の設計、製造、設置、調整
- ・住宅PV蓄電池のスマートインバータ機能の開発

【システムベンダー】

- ・MG-EMS(新設)の開発、試験調整
- ・需要側EMS(既設)の改造、試験調整

【産業技術総合研究所】

- ・住宅PV蓄電池、PCSの機能性検証試験
(スマートインバータ機能)

【電力中央研究所】

- ・シミュレーション解析による設定値等の検討
(スマートインバータ機能)

【実施スケジュール】

担当事業者	対象予算	スケジュール項目	2020年度				2021年度			
			4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3
ネクステムズ	自己資金	S-IVT機能開発・実装	→			▽実装				
		S-IVT機能の最適化					→	▽実装	→	▽実装
	別事業費	シミュレーション解析(電中研)	→	→	→					
	本事業費	S-IVT機能検証試験(産総研/JET)			→					
沖縄電力	本事業費	需要側EMS(MG-EMS連携)の改良			→		→			
		MG-EMSの新規開発		→	→					
		配電線対策工事		→	→					
		MG蓄電池の設計開発		→	→					
		MG蓄電池土木設計工事					→			
		MG蓄電池設置工事					→	→		
		試運転調整					→	→		
宮古島未来エネルギー	本事業費	住宅PV蓄電池+EQの詳細設計		→						
		住宅PV蓄電池+EQの設置		→	→					
上記全員	自己資金	平常時運用(平常時最適化)								→
		災害対応訓練(非常時最適化)							▽訓練	

地域エネルギー事業

地域のニーズや、地域が抱えるエネルギーインフラ問題の解決策と合致した、エネルギー資源開発と電化を責任をもって促進する事業で、再エネ主力電源化を掲げ第三者所有や遠隔制御EMSで社会貢献を実践する。

従来型の再エネ普及(FIT電源の多く)

自然エネルギーで成り行き発電、逆潮流売電目的、長期利用に適さない低コスト化

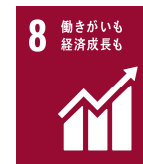


再エネサービス プロバイダ事業 (RESP事業)

||
責任ある
地域エネルギー事業
+
再エネ主力電源化
+
第三者所有モデル
+
遠隔制御EMS

地域経済活性化

責任ある保守管理で雇用創出、燃料不買で域内資金循環



住民サービス向上

機器一括調達や保守管理で低廉化した自家消費電源



地域レジリエンス強化

災害時、緊急時の電源(蓄電池)／水(貯湯槽)の確保



環境負荷低減

再エネ利用、適正な保守等による資産長期利用



社会コストの低減

低廉な需要機器制御の実現、最適電力制御への貢献



需給一体型制御で安定供給

すべての機器が監視でき、有効電力・無効電力の制御に貢献



宮古島市島しょ型スマートコミュニティ実証事業では、
昨今のエネルギー制度改革に注視しつつ、本モデル案の実現性を追究しています。
事業成果報告等は、他の地域でのビジネスモデルの参考にして頂くため、
可能な限り広く一般公開致します。
同様なビジネスが全国的に普及展開され、
装置や技術が標準化され低廉化されることを望みます。
それらを活用して、
エコアイランド宮古島の実現、沖縄県内エネルギー需給構造の最適化
を目指します。

