

脱炭素経営EXPO【官民連携】地域脱炭素推進セミナー  
REGIONAL DECARBONISATION IMPLEMENTATION APPROACHES SEMINAR

宮古島市における  
再エネ主力電源化の取組について

2022年09月02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

# ネクステムズ事業概要のご紹介



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

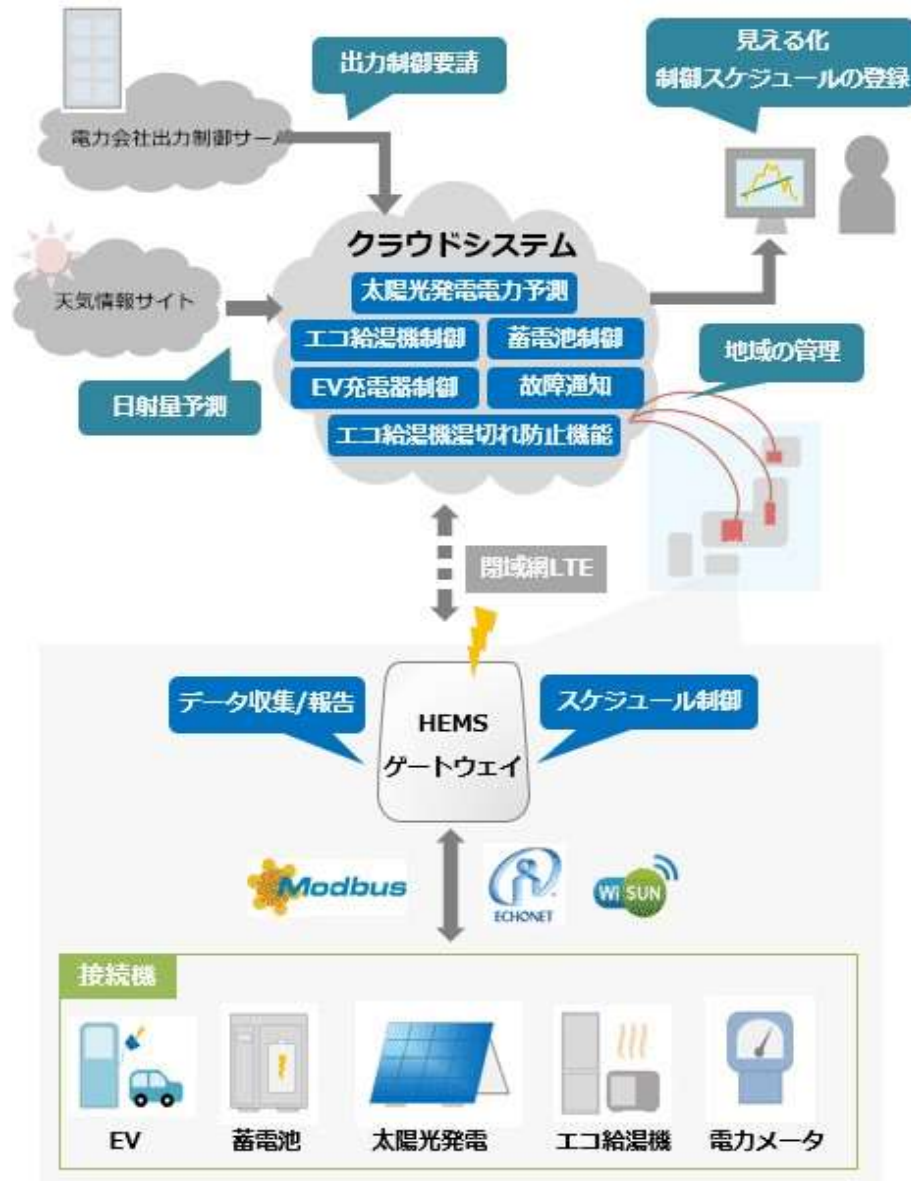
1995年3月 琉球大学工学部卒業

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実施。エネルギー管理士。(株)ネクステムズ 代表取締役  
(株)宮古島未来エネルギー、(株)久米島未来エネルギー (株)石垣島未来エネルギー 代表取締役

## エリアアグリゲーション事業 Area Aggregation



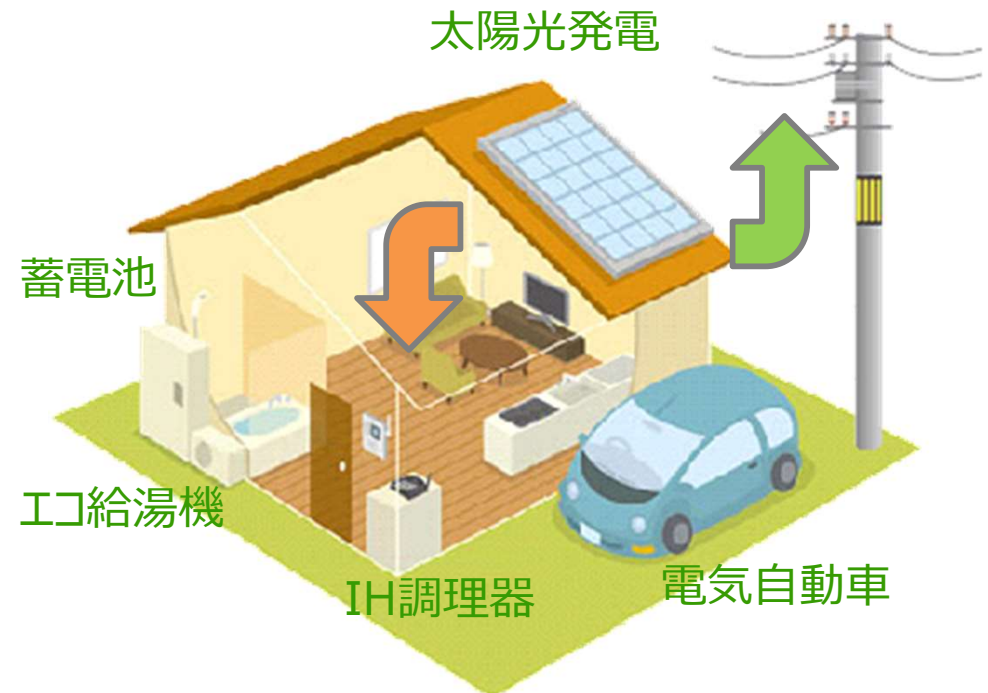
## 再エネサービスプロバイダ事業 Renewable Energy Service Provider

### オンサイトPPA

On-site Power Purchase Agreement

太陽光発電と蓄電池等の無料設置  
事業者による設備保守メンテナンス

自家消費売電 + 余剰電力売電



## 沖縄全域への普及体制



## 2018年度 市営住宅**40**棟

太陽光発電 : 1,217kW  
 PV-PCS : 858kW  
 エコキュート : 120台



## 2019年度 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年度 来間島

太陽光発電 : 303kW  
 蓄電池PCS : 44台 237kW  
 エコキュート : 19台



## 2021年度～2022年度 (コロナ影響で延長)

### <戸建住宅**600**戸>

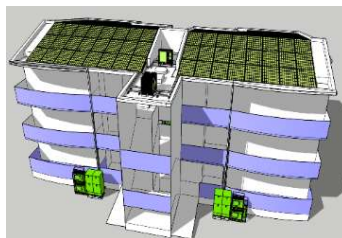
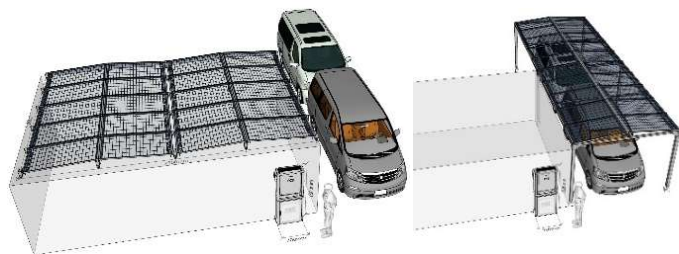
太陽光発電 : 4,000kW  
 蓄電池PCS : 3,300kW

### <市営住宅**500**戸>

太陽光発電 : 1,200kW  
 蓄電池PCS : 850kW

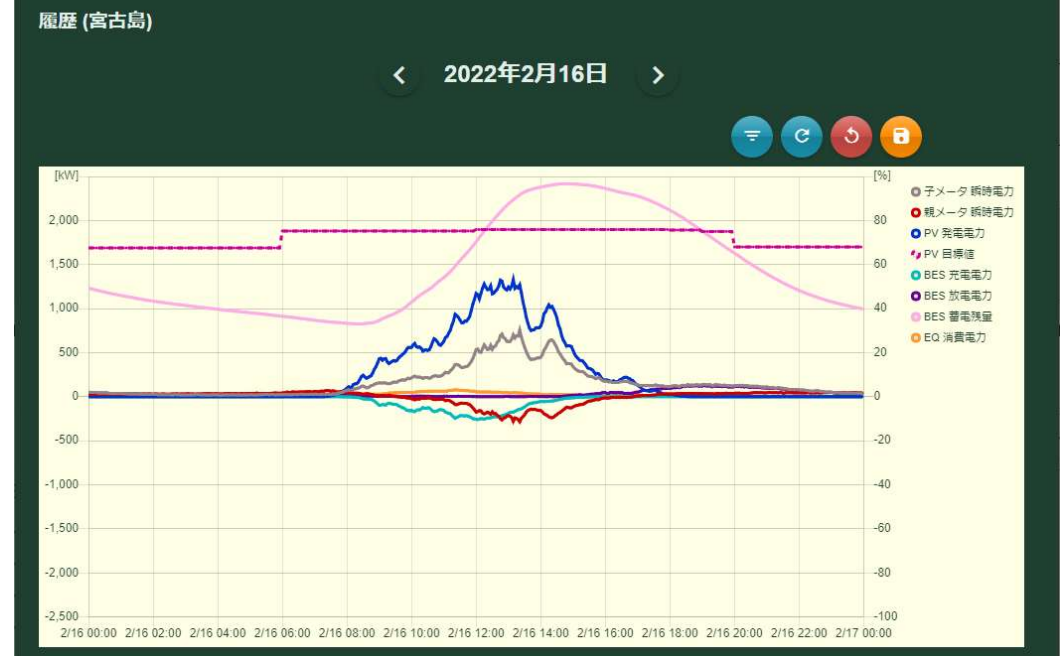
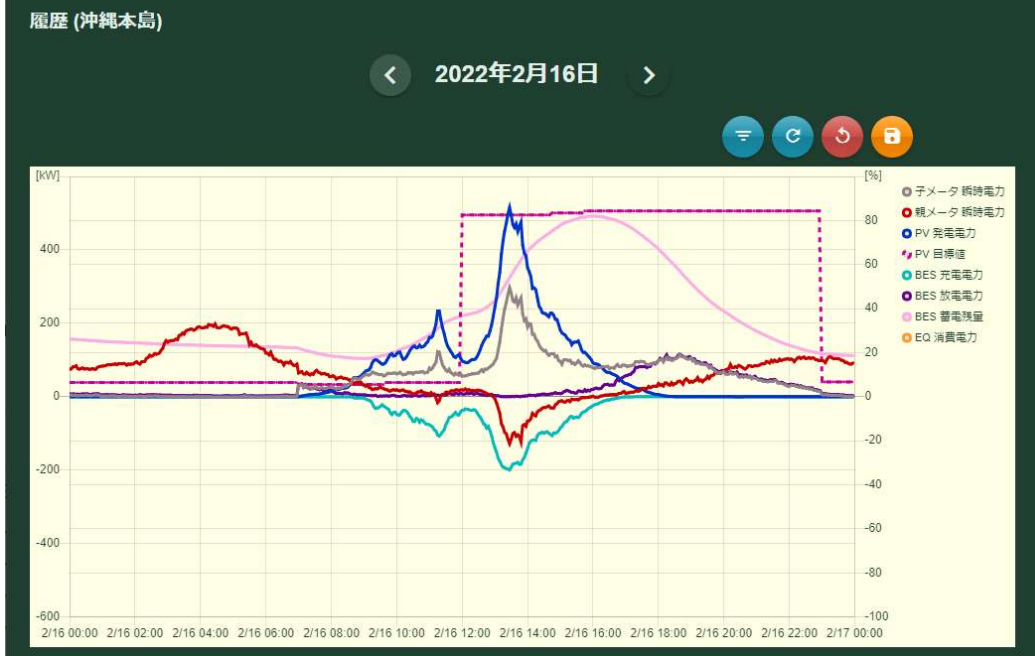
### <事業所**20**箇所>

太陽光発電 : 300kW  
 蓄電池PCS : 100kW  
 エコキュート : 50台



現在稼働台数 約150箇所

現在稼働台数 約700箇所



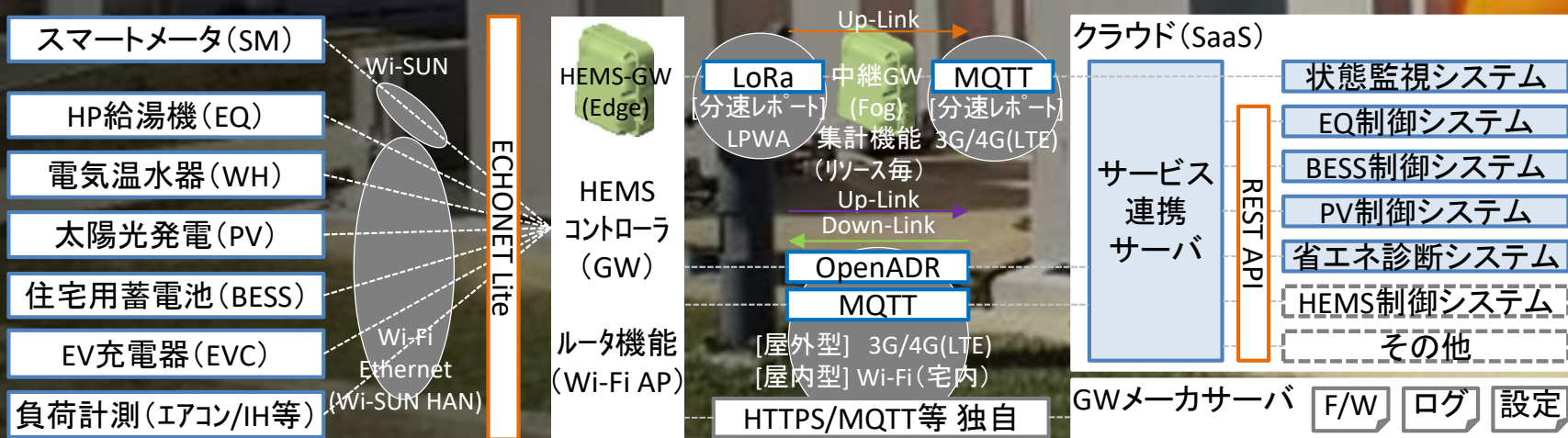
# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

2016年度～2018年度

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た。

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った。



# 普及対象設備の工夫 (成功と困難克服事例)

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

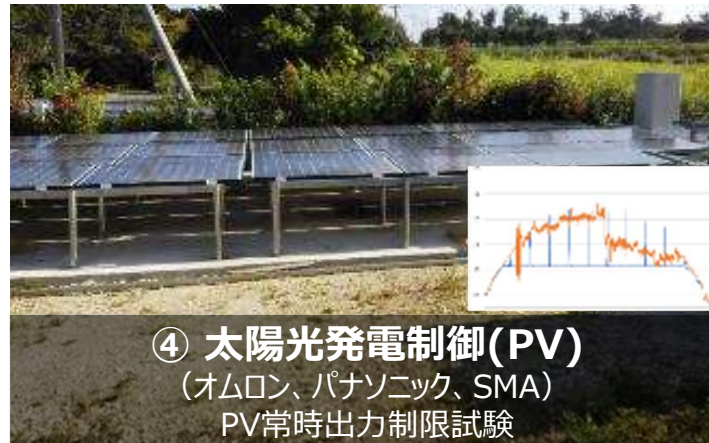
- ① HEMS-GWコントローラ
- ② エコキュート制御(EQ)
- ③ 電気温水器制御(WH)
- ④ 太陽光発電制御(PV)
- ⑤ 住宅用蓄電池制御(BESS)
- ⑥ IoTネットワーク実証
- ⑦ クラウド制御システム開発
- ⑧ 農業散水栓制御
- ⑨ その他の関連試験
  - ・JET相当広義PCS試験
  - ・PV常時出力制限試験
  - ・接着剤劣化寿命試験
  - ・EQ搬送カート開発
  - ・水質硬度対策試験
  - ・高所EQ給湯試験
  - ・200V回路スイッチ開発
  - ・市営住宅エネルギー計測
  - ・家庭エネルギー消費調査
  - ・e.t.c



① HEMS-GWコントローラ (屋外型)  
(日新システムズ、富士通、東芝、安川情報、IO)



② エコキュート制御 (EQ)  
(パナソニック、東芝、三菱、コロナ)  
③ 電気温水器制御 (WH)  
(パナソニック、コロナ、九電テクノシステムズ)



④ 太陽光発電制御(PV)  
(オムロン、パナソニック、SMA)  
PV常時出力制限試験



④ 太陽光発電制御(PV-PCS)  
(オムロン)  
JET相当広義PCS試験



⑤ 住宅用蓄電池制御(BESS)  
(オムロン、パナソニック、東芝、カネカ)

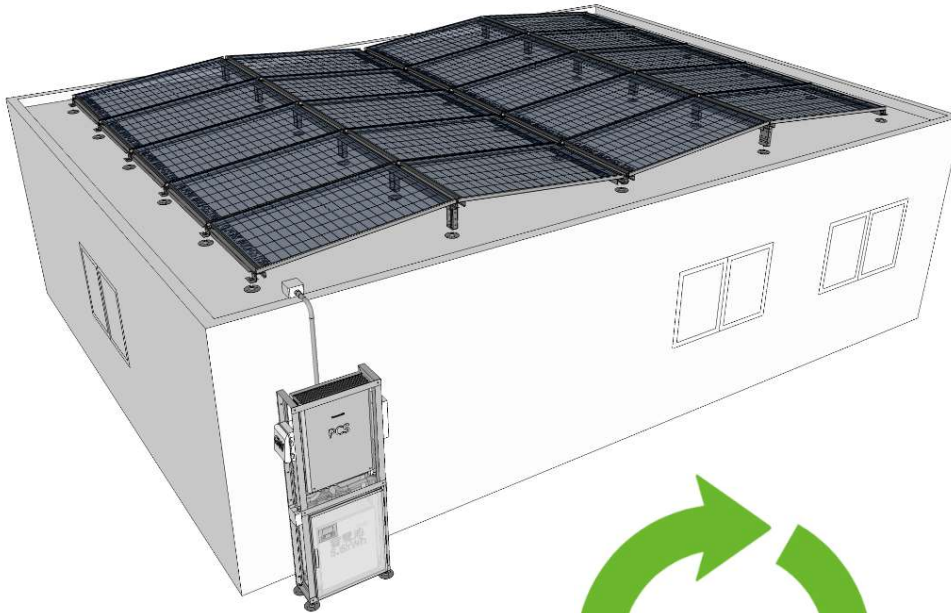
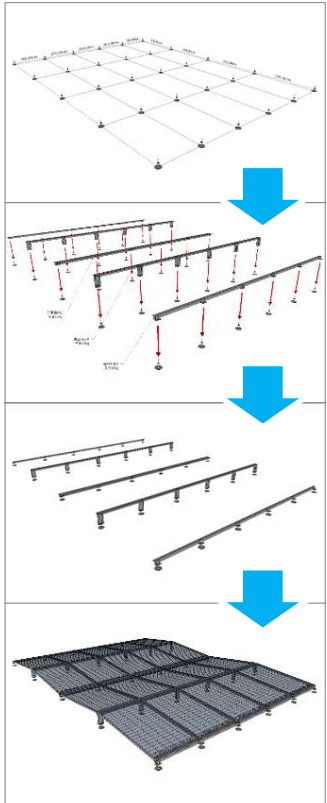


⑥ IoTネットワーク実証  
(4G・LTE/LoRa/PLC/地域BWA)

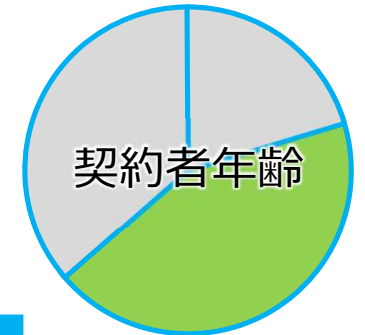
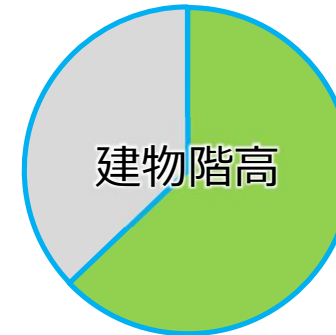
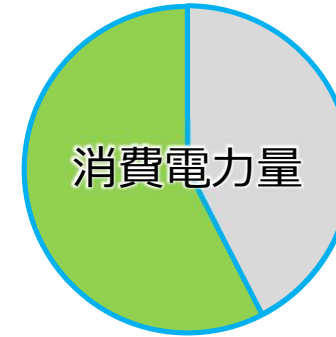


# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

ストレージパリティモデルの内容



サービス対象住宅のペルソナ設定を行う。  
（より多くの利用者に当てはまるように）



別メニューの検討

事業関係者の役割を調整する。

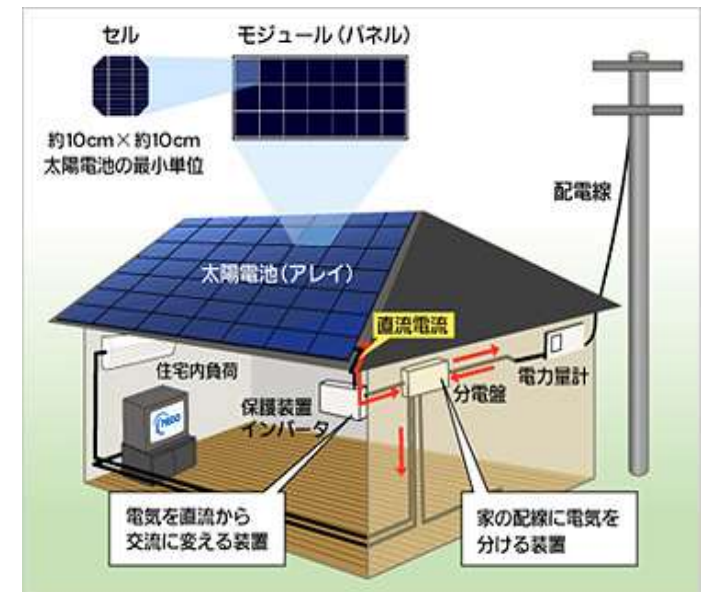
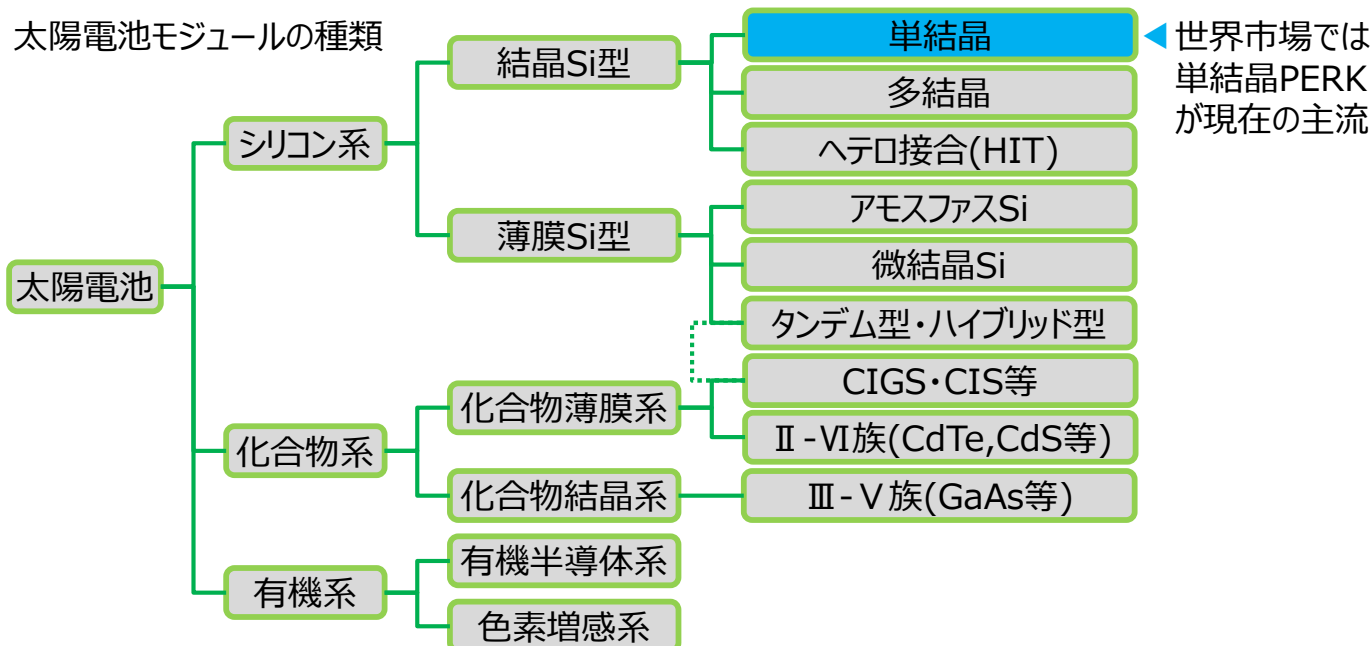
	役割		
事業会社	構成機器最少化	大量一括調達	調達計画(フォーキャスト)
機器メーカー	計画生産	納期遵守	荷姿・輸送効率化 製品保証
施工会社	施工効率化(品質確保/時間短縮)		計画的な施工

# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

## 検討結果 ストレージパリティモデル（戸建住宅PV蓄電池）

機器	区分	検討項目	選択結果・理由（沖縄の場合）
太陽光発電	モジュール (パネル)	価格	安価なもの（製品保証10年以上、出力保証25年）
		セル種類	単結晶ハーフカット・PERK（発電効率良、日射障害良、パネル温度上昇良）
		変換効率	20%以上（設置面積効率化・架台コスト/施工コスト低減）
		産業用	390W品（2018～20年：325W～335W品）
		動作電圧	40V前後（モジュール直並設計の柔軟性）
		耐風圧強度	4000Pa以上（一般地なら2400Pa以上）
		耐塩害保証	離岸距離0m（重塩害地域でもメーカー保証可）
		MBB (AR)	マルチバスバー 表面防眩加工

太陽電池モジュールの種類

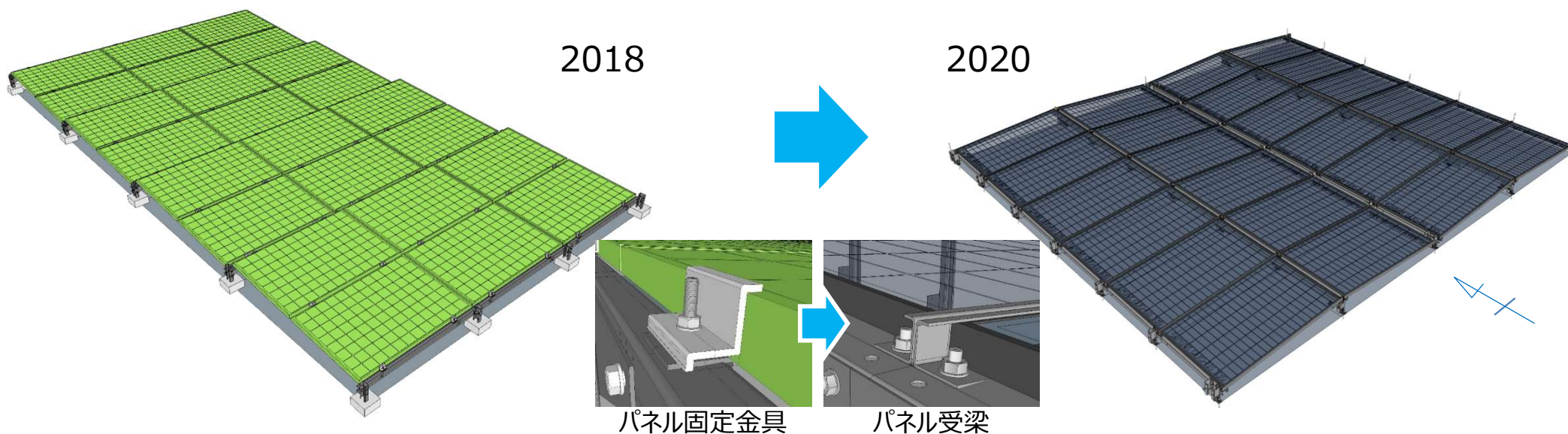


出展：NEDO

# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

## 検討結果 ストレージパリティモデル（戸建住宅PV蓄電池）

機器	区分	検討項目	選択結果・理由（沖縄の場合）
太陽光発電	架台構造	価格	安価なもの
		標準形状	東西波型（陸屋根多。自家消費長時間。シンプル構造化）
		傾斜角	標準傾斜角5度（方位性依存低。沖縄最適傾斜角18度）
		法規制準拠	JIS C 8955（用途係数や安全率などは事業性で判断）
		地組可	シンプル構造で地組を容易とし、現場施工時間を短縮する。天候リスク対応。
		溶接無	ボルト固定で万一の部分交換を確保。溶接箇所を無くすことで耐久性を向上。
	架台部材	軽量	高耐食性めっき鋼板（ZAM、KOBEMAG、スーパーダイマなど）K35相当品
		耐食性	Zn-Al-Mg系めっき。溶融亜鉛メッキと異なり鋼板厚を薄くでき、錆に強い。
		規格形状	主要部品(長尺もの)は極力規格形状とすることでコストを抑える
		特殊形状	付属部品は特殊形状も考慮することで部材点数を抑える



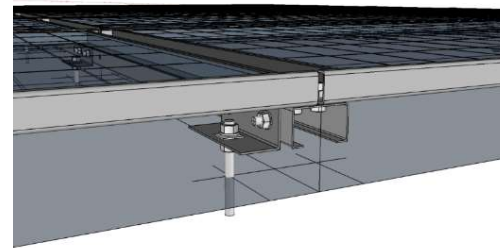
# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

## 検討結果 ストレージパリティモデル（戸建住宅PV蓄電池）

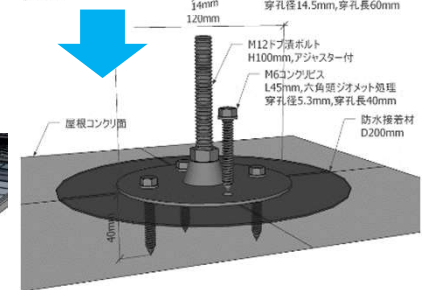
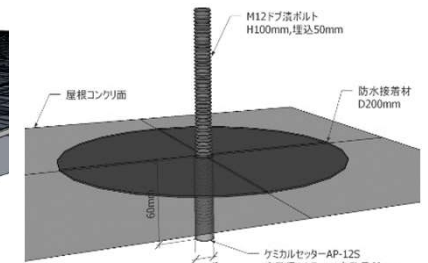
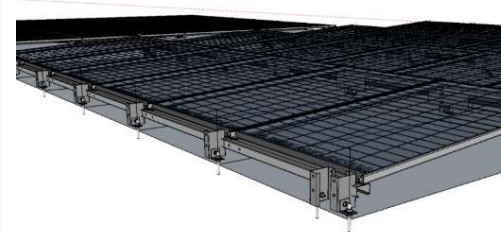
機器	区分	検討項目	選択結果・理由（沖縄の場合）
太陽光発電	固定金具	価格	安価なもの
		材質	SS400めっき仕上げ (SUS品は締付不良多い。電食恐れ。弛留強化)
		めっき	特殊めっき加工 (Zn-Al-Mg系めっき)
		施工性	ボルトセット組 (各地域の就労継続支援B型事業所に委託)
	基礎金具	構造	特殊アジャスター (不陸調整。耐風圧強度確保。ビス固定可)
		耐食性	特殊めっき加工 (Zn-Al-Mg系めっき)
		屋根固定	プラグレスアンカー (荷重分散。強度向上。コンクリ面ストレス軽減)
		防水処理	防水接着剤 (アジャスター底面を防水接着。ビスパッキン仕様)



2018  
2019



2020



築50年住宅での強度試験良

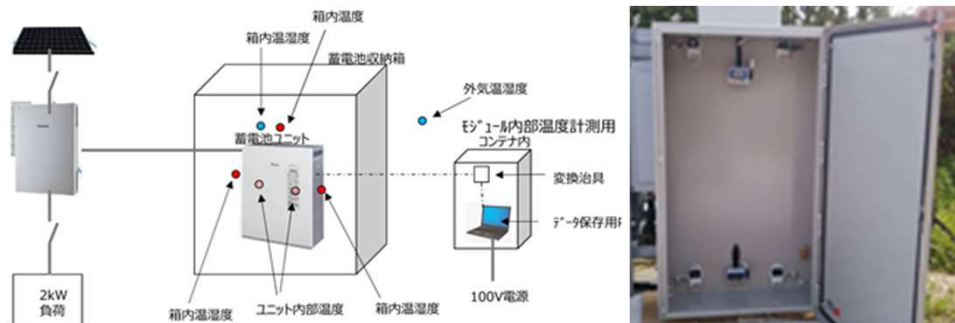
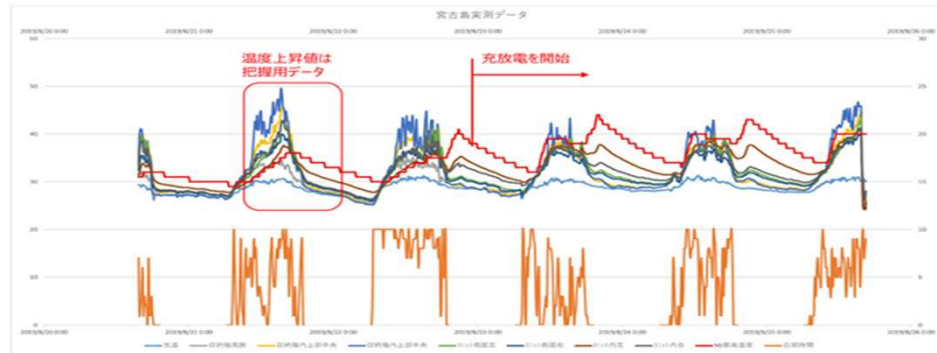
# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

## 検討結果 ストレージパリティモデル（戸建住宅PV蓄電池）

機器	区分	検討項目	選択結果・理由（沖縄の場合）
住宅蓄電池	蓄電池	価格	安価なもの（10年保証）
		定格容量	5.6kWh（5～10kWh程度、消費電力量による）
		設置場所	屋外筐体内設置（屋内はコスト増、試験実施してメーカー承諾）
		設置架台	屋外一体型架台（現場施工時間の短縮。天候リスク対応）

※蓄電池容量について、常に悩ましい。既にある実績から推察すると・・・  
 2名世帯(月300kWh)で5kWh、4名世帯(月450kWh)で10kWh、6名世帯(月600kWh)で15kWh  
 で容量バランスは最適になると考えられる。  
 ※状況に応じて蓄電池容量を増減できるものが望ましい。  
 ※最新機種の情報収集を行って、常に構成検討を行う必要がある。

【 蓄電池筐体内部温度計測試験 】



【 蓄電池筐体架台 】



# 普及対象設備の工夫（成功と困難克服事例）

## 検討結果 ストレージパリティモデル（戸建住宅PV蓄電池）

- ・PVモジュール : 335W~390W×20枚 = 6.7kW~7.8kW
- ・PV-PCS : 5.5kW ハイブリッド蓄電池PCS
- ・蓄電池 : 5.6kWh

} **165万円前後**  
(施工費込)

### サービス内容

基本料金	<b>なし</b>
従量料金	<b>29.7円/kWh</b> (税込)
契約期間	<b>15年間</b>
設置費用	<b>無料</b>
余剰売電	<b>非FIT契約</b> (単価非公開)

**IRR 約5.5%**

### ペルソナ設定

電気使用量	<b>月400kWh以上</b>
屋根面積	<b>40m<sup>2</sup>以上</b>
建物階層	<b>3階建以下</b>
契約者年齢	<b>65歳未満</b>
建物築年数	<b>35年未満</b>

**全ての条件を満たすのは20%程度**

- ①パネル数調整 ②カーポート対応
  - ③代理人契約 ④補助金利用
- などの別メニューで残りを対応中

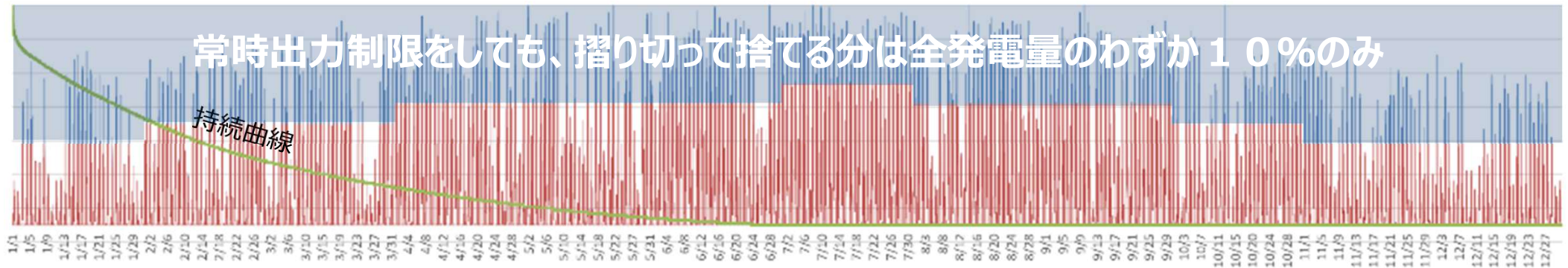
# 様々なエリアアグリゲーション制御手法

## 太陽光発電の安定電源化

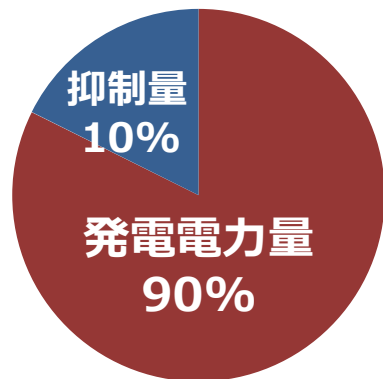
太陽光発電の **主力電源化** のためには、まずは変動性電源から安定性電源にすることが必要。  
 確実に安価になる太陽電池パネルを前提として、日射による変動成分が多い高位出力帯を **常時出力制限** で取り除いた太陽光発電(PV)での普及を目指す。

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。

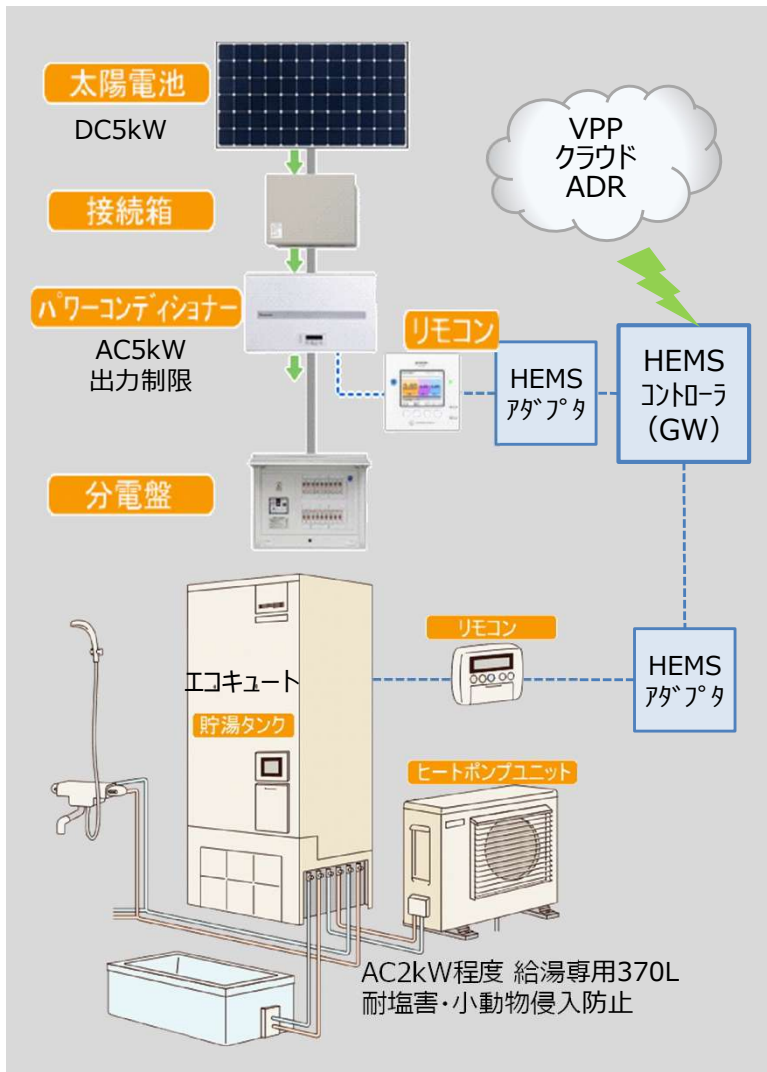
PV出力 制限率	PV 月別発電量割合												計	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
100%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
90%	100.0%	100.0%	99.9%	99.8%	99.7%	99.8%	99.6%	99.8%	99.9%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.8%
80%	100.0%	99.9%	99.3%	98.7%	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%	

# 様々なエリアアグリゲーション制御手法

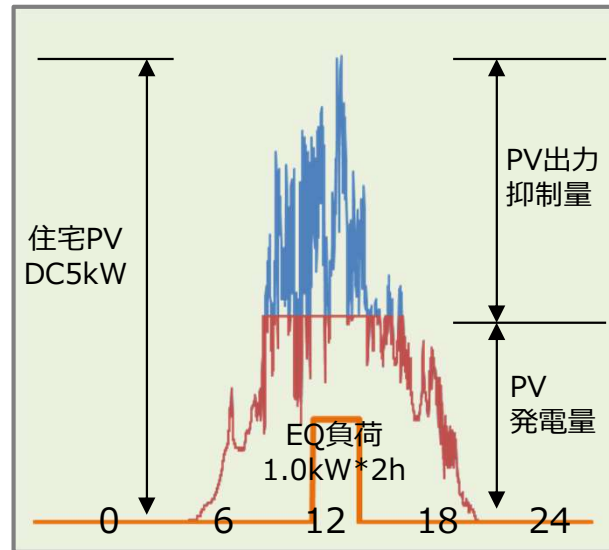
## 需給一体型

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。

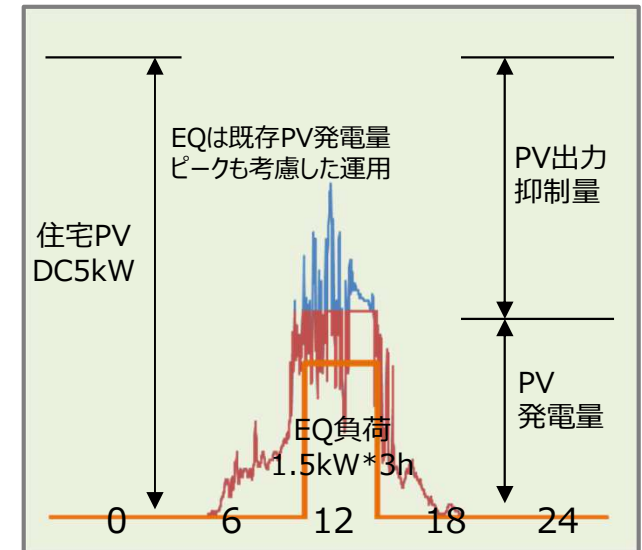
【基本システム構成】PV+EQの場合



夏期の場合  
(8/12)



冬期の場合  
(1/5)



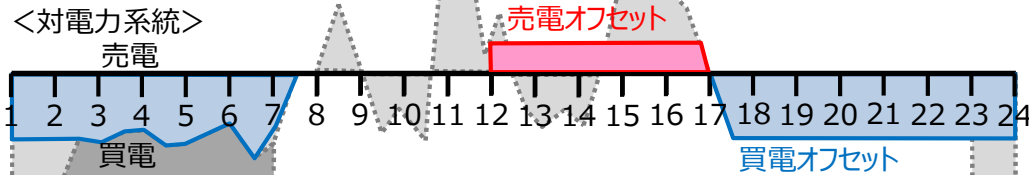
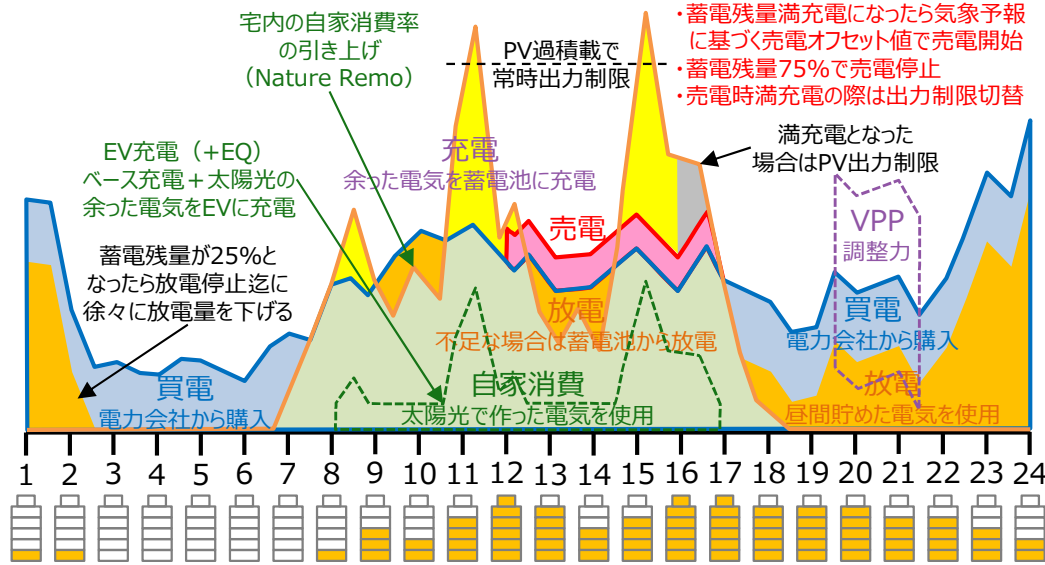
PV常時出力制限運転：当面は期間固定運用  
EQ沸き上げシフト：PV余剰電力が多い時間帯

将来は受電点逆潮流が極力一定になるよう制御を行う。



# 様々なエリアアグリゲーション制御手法 住宅用蓄電池の活用

自家消費型PVの大量普及を考慮した需給一体型モデル。  
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

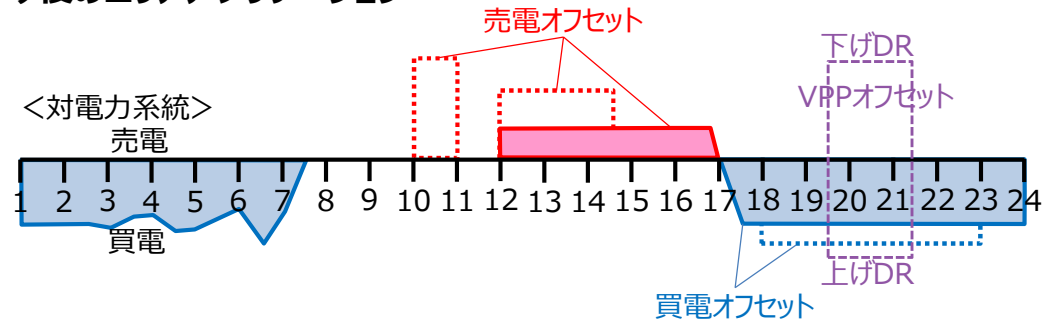
## クラウド制御システム指令の概念図

電力系統制御：出力抑制、力率制御、整定値、周波数制御

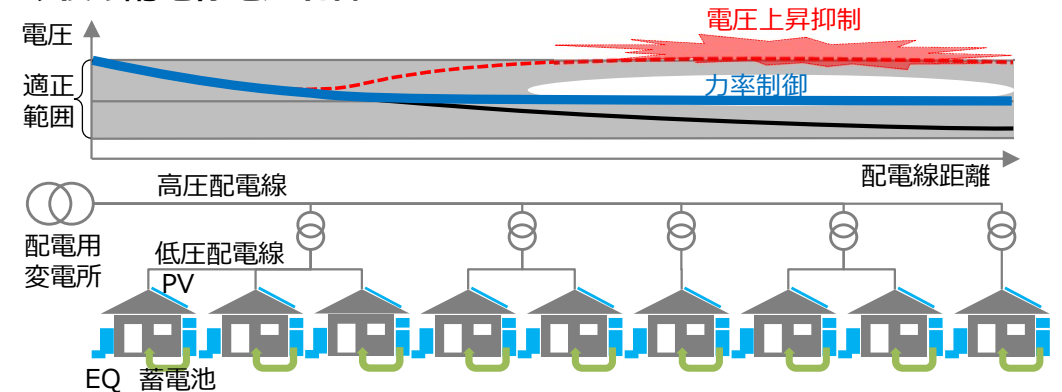


機器運転制御：運転計画、モード切替、オフセット量 (売電、買電、VPP)

## 今後のエリアアグリゲーション



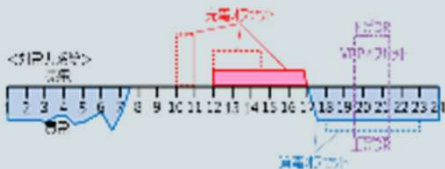
## 今後の配電線電圧制御



# 様々なエリアグリゲーション制御手法 スマートインバーター機能の実装

## 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)



## 2023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)

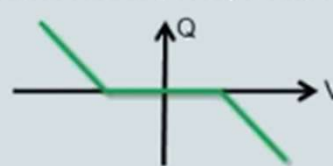


電圧サポート機能  
Voltage Support

・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

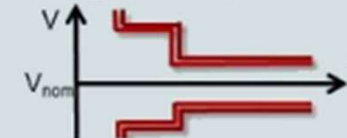
系統保護機能

Grid Protection  
(Response to Disturbances)

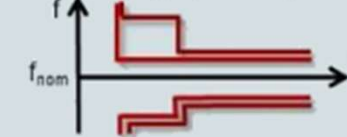
・接続/解列  
Connect/Disconnect (INV1)



・瞬時電圧低下(上昇)  
時運転継続機能  
Low and High Voltage Ride Through (LHVRT)



・瞬時周波数低下(上昇)  
時運転継続機能  
Low and High Frequency Ride Through (LHFRT)\*

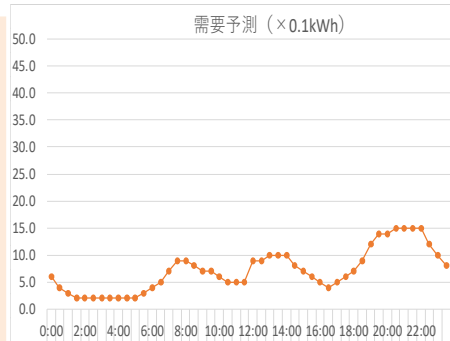


・温度制御  
Temperature mode Behavior (TMP)

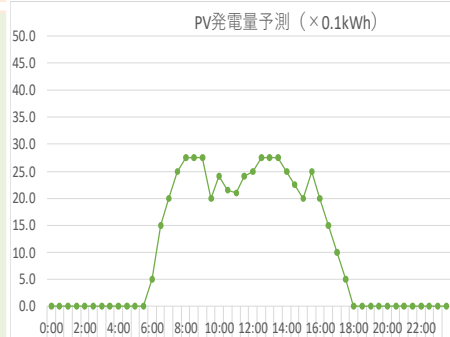


# 様々なエリアアグリゲーション制御手法

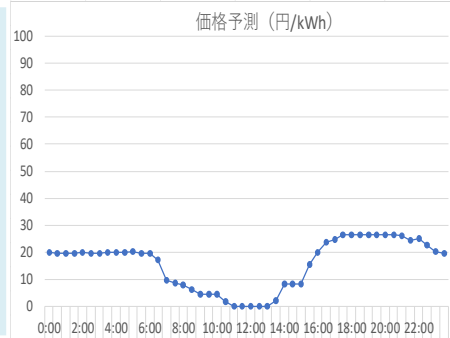
## 【需要予測】



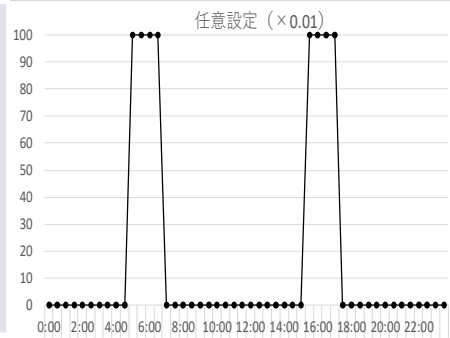
## 【PV発電予測】



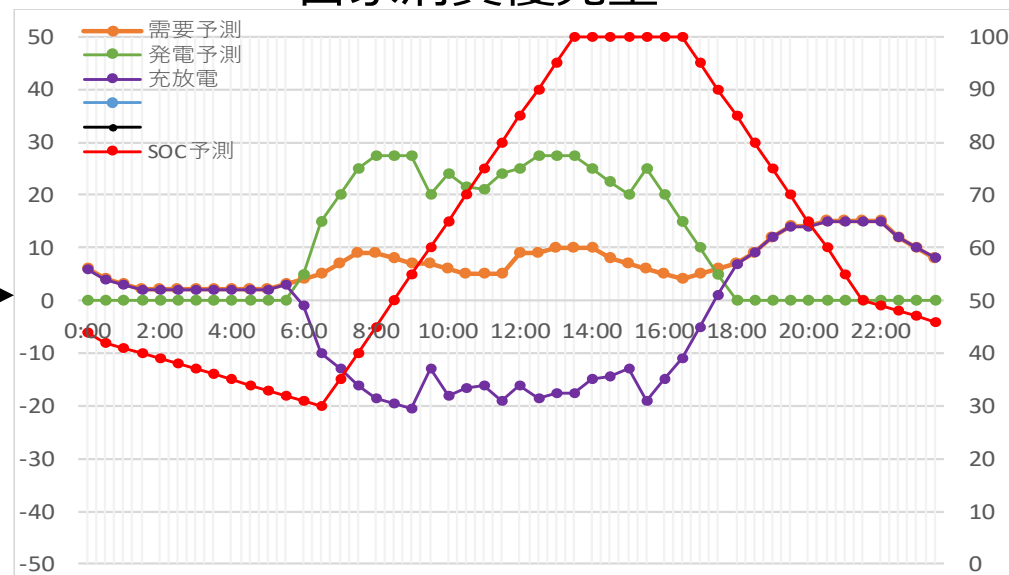
## 【価格予測】



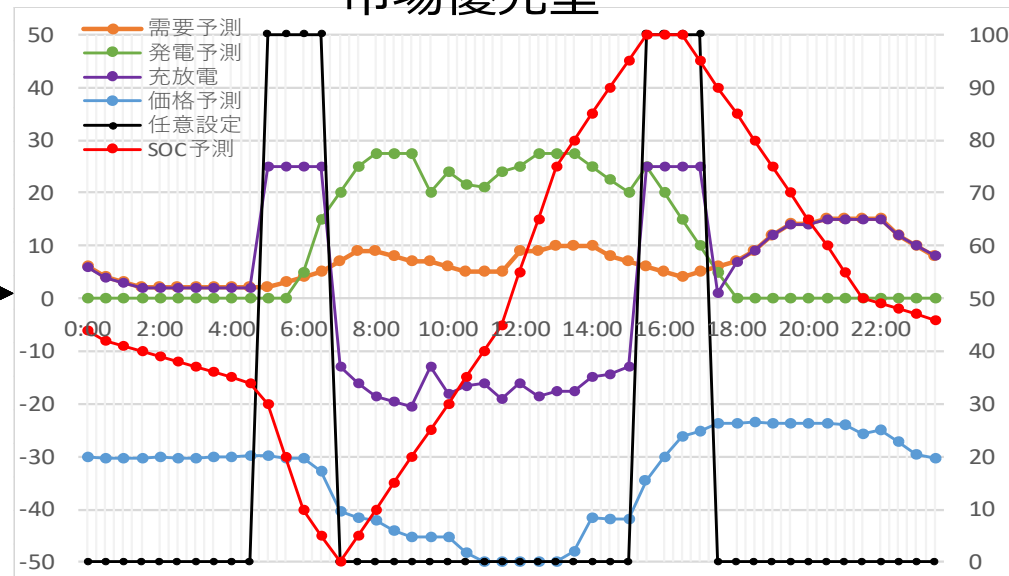
## 【任意設定】



## 自家消費優先型



## 市場優先型





# 地域マイクログリッドの取組

## 地域マイクログリッドの概要図（全体地図）



# 地域マイクログリッドの取組

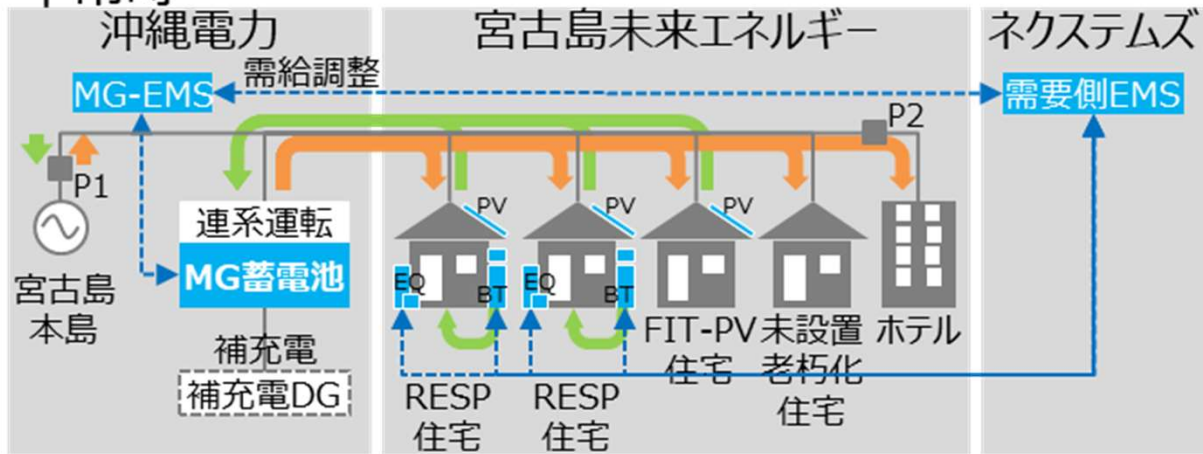
## MG蓄電池 設置状況



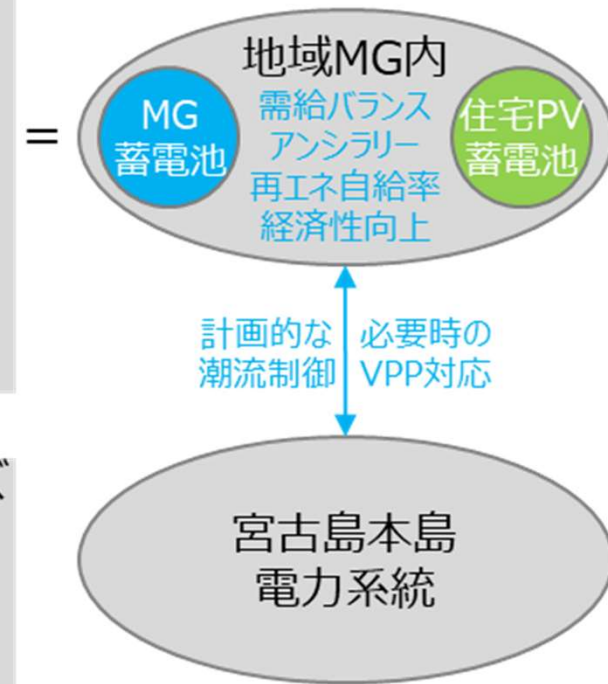
# 地域マイクログリッドの取組

目的	実施者	役割
マイクログリッド	宮古島市	住民への周知
	沖縄電力	MG蓄電池によるエリア全体の需給制御
	ネクステムズ	住宅蓄電池の制御連携
	宮古島未来エネルギー	オンサイトPPA (再エネサービスプロバイダ)

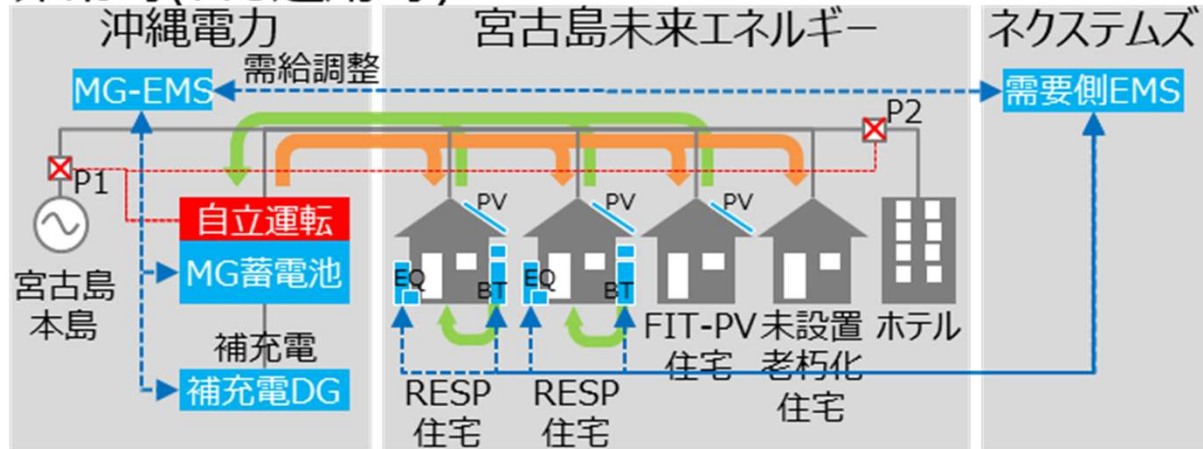
## 平常時



## 宮古島本島への貢献

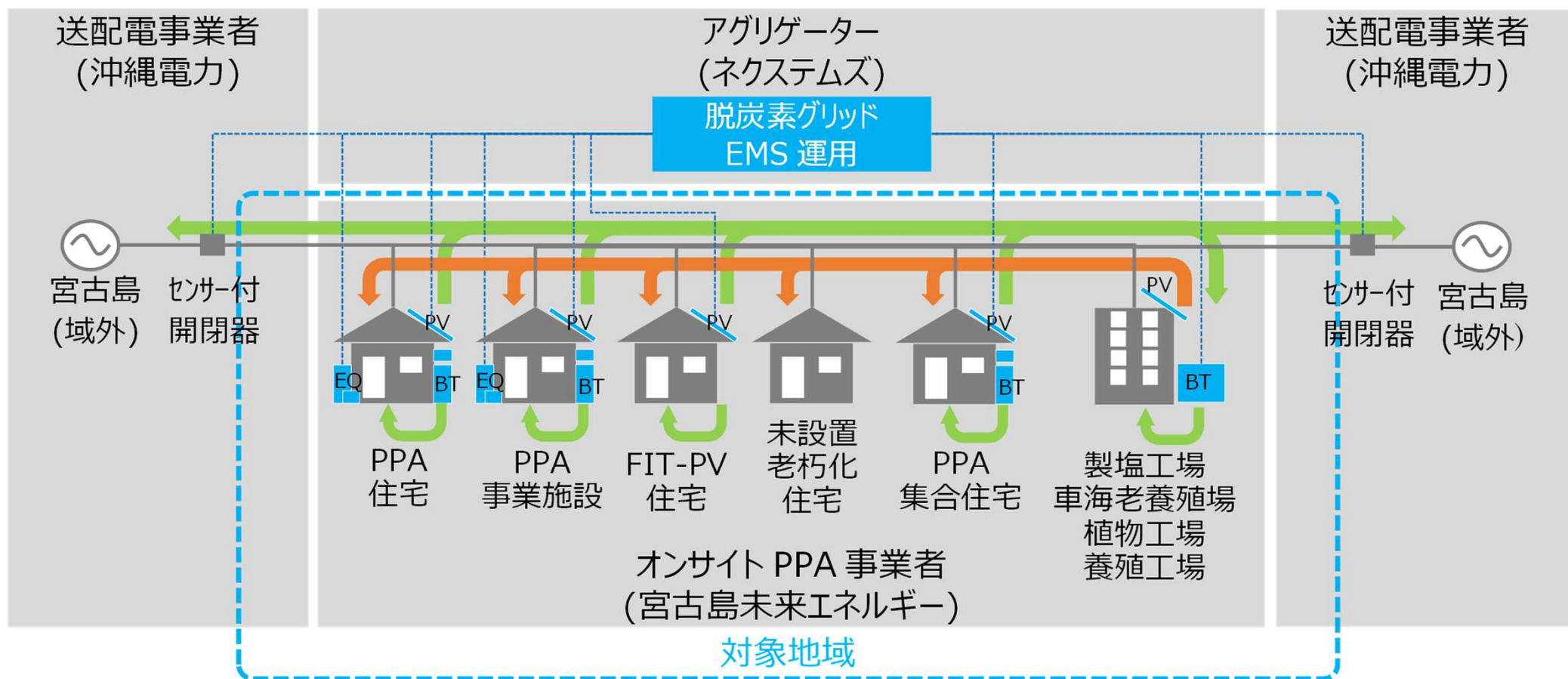


## 非常時(MG運用時)



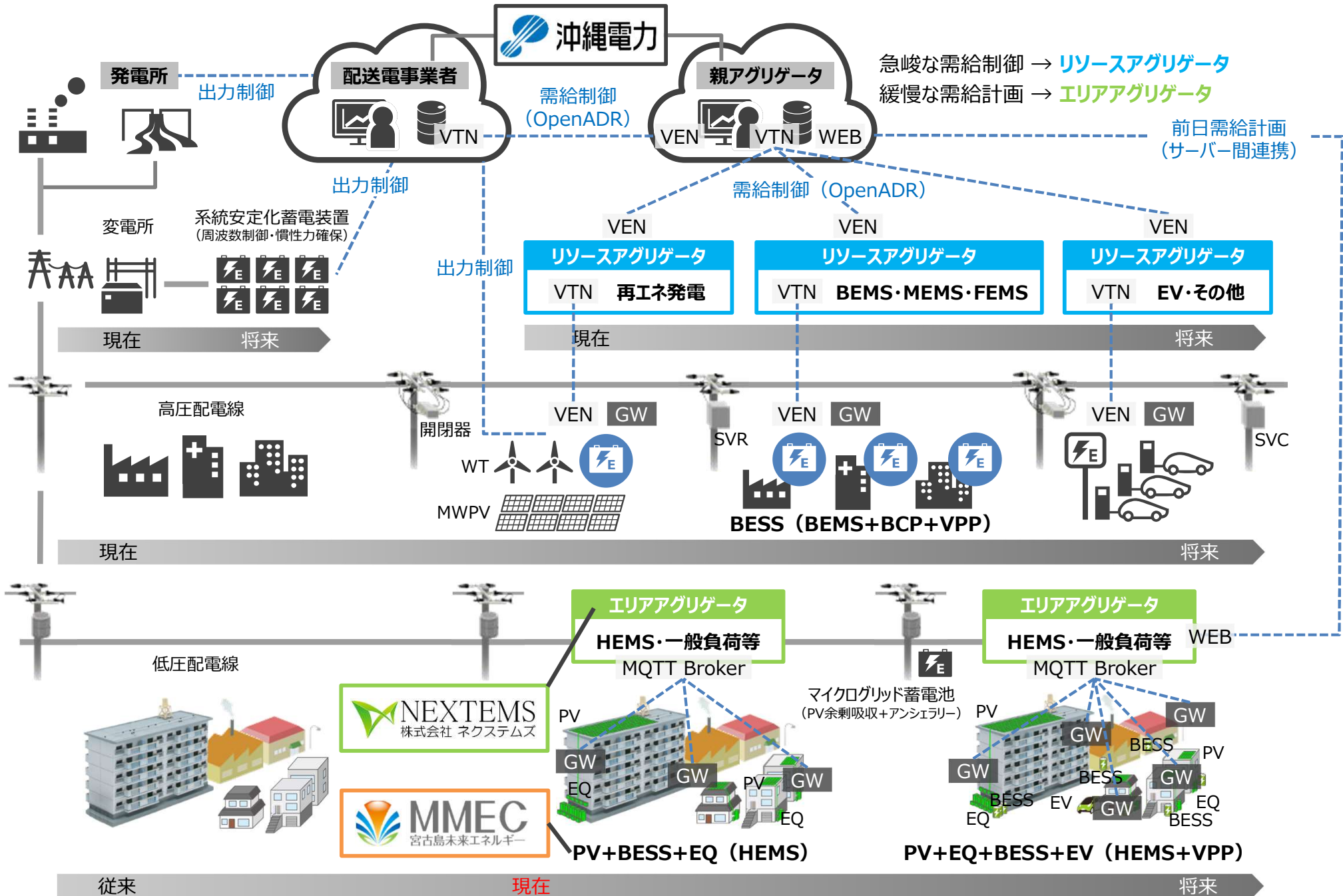
目的	実施者	役割
脱炭素グリッド	宮古島市	住民への周知
	沖縄電力	潮流データ提供ほか
	ネクステムズ	住宅蓄電池によるエリア全体の需給制御
	宮古島未来エネルギー	オンサイトPPA (再エネサービスプロバイダ)

## MG蓄電池を不要とするグリッド構成





# 再エネ主力電源化の将来像



- ✓ 再エネ主力電源化は大きなパラダイムシフトが生じる
- ✓ これまで地域のエネルギー供給を支えてきた  
ガソリン・LPG・石油などの事業者は疲弊することになる

行政機関としては公平性を保持する必要がある

- ✓ 地域特性に応じた緩やかな変化を必要とする
- ✓ 再エネ導入補助金などの直接的な支援は避けた方が良い
- ✓ 再エネ普及の民間事業者の育成を行う
- ✓ 計画的な再エネ普及のためにはオンサイトPPAが最も効果的

## 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



カーボンニュートラルの実現のため  
再生可能エネルギーの  
**主力化 × 分散化 × DX化**  
を推進して参ります



[www.nextems.co.jp](http://www.nextems.co.jp)