

しよ 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実現の推進～

2019年2月28日・3月1日



会社概要



太陽光電気エネルギーを **制御技術** で整える

エリアグリゲーション事業

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

エネルギー供給事業

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）

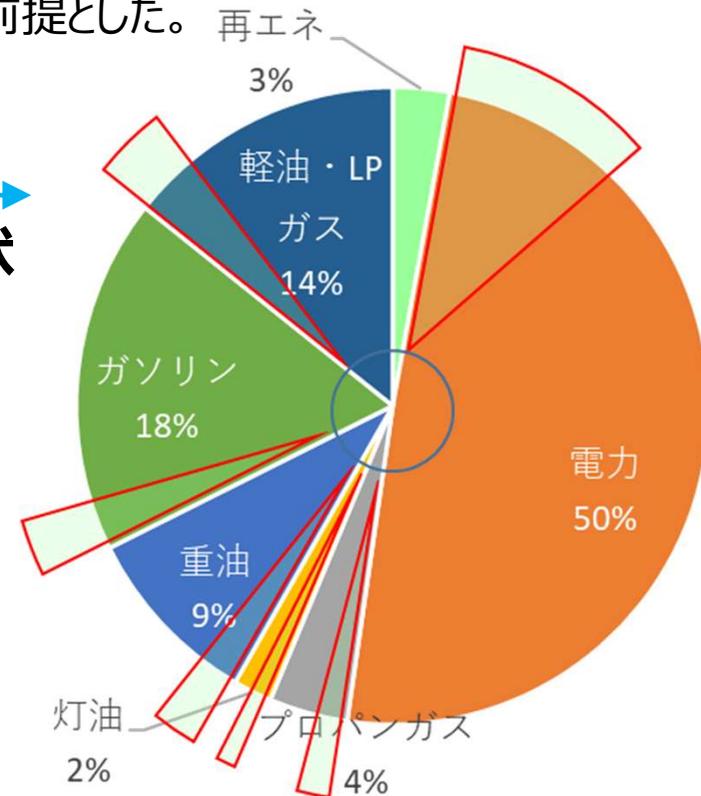
2030年目標：2.88%

2050年目標：22.05%

2050年目標：48.85%

	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%

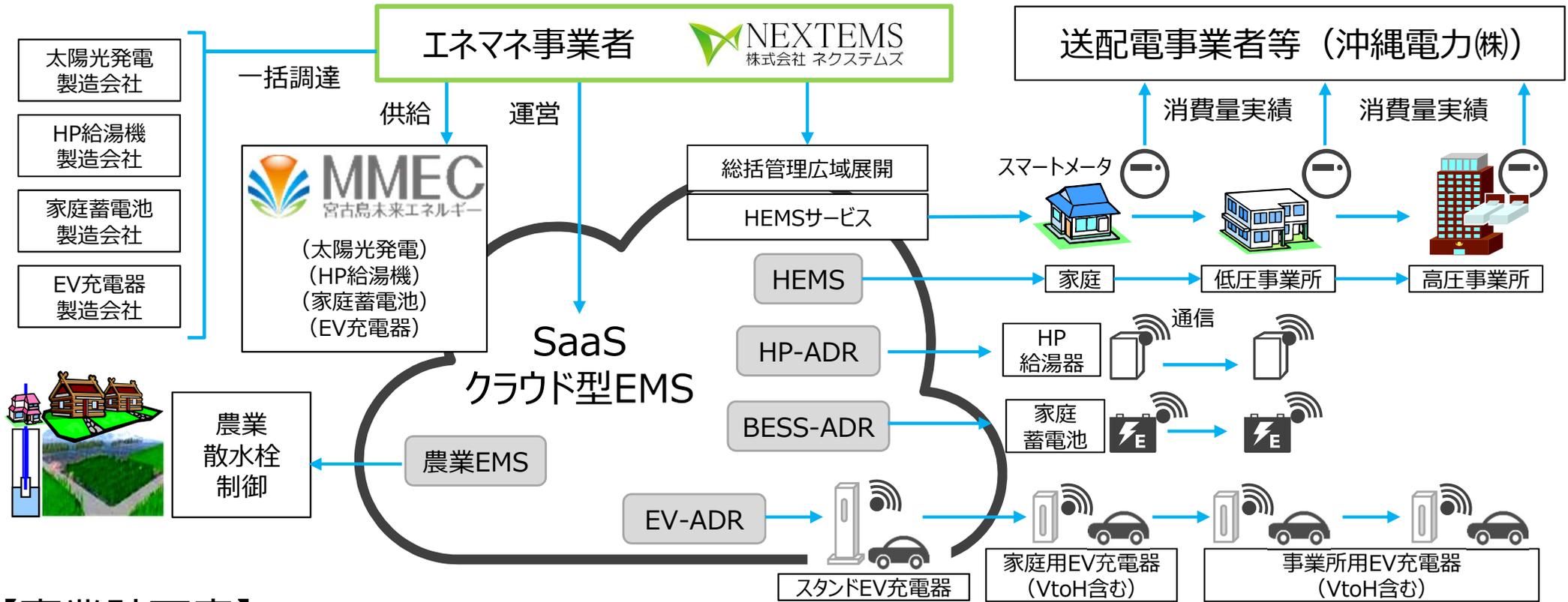
現状



△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。

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			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		フィールド実証・新システム改良		
			来間EMS : 再エネ100%化の検証			旧システムの廃止		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

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

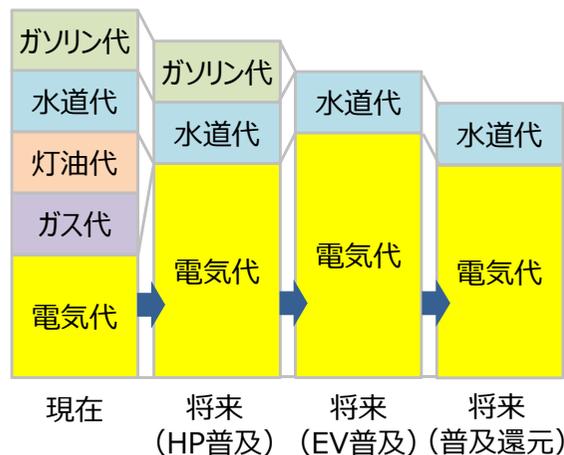
長期的・経済的に安定したエネルギー構造や社会システムを目指す。

- 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。

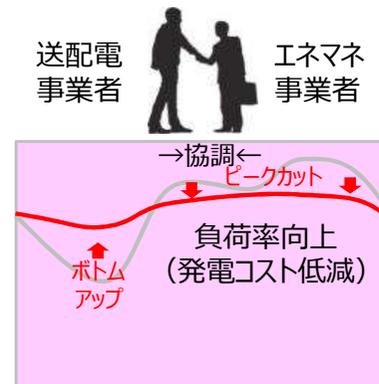
需要家メリット最大化

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

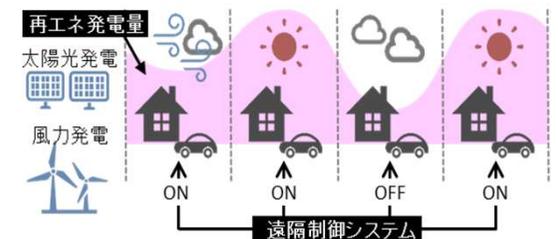
系統負荷率向上で、単位電力量 [kWh] の発電コストを低減できる。(共存共栄型電力システム)



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、エネマネの制度の確立及び適用を見据えて、モデルの成熟・検証を実施すべきと考える。

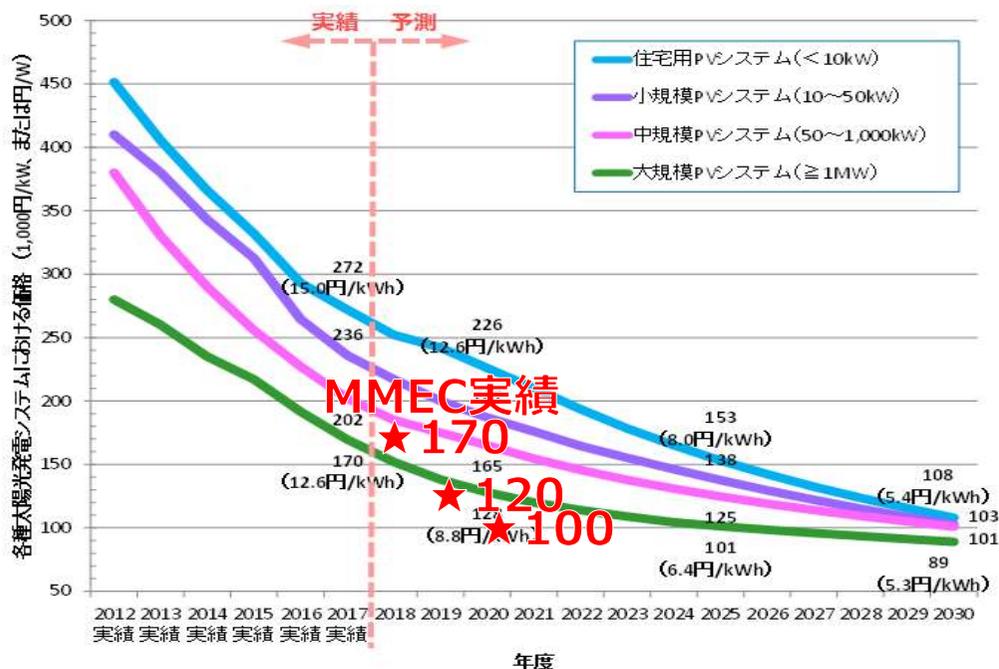
グリッドパリティとストレージパリティ

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。



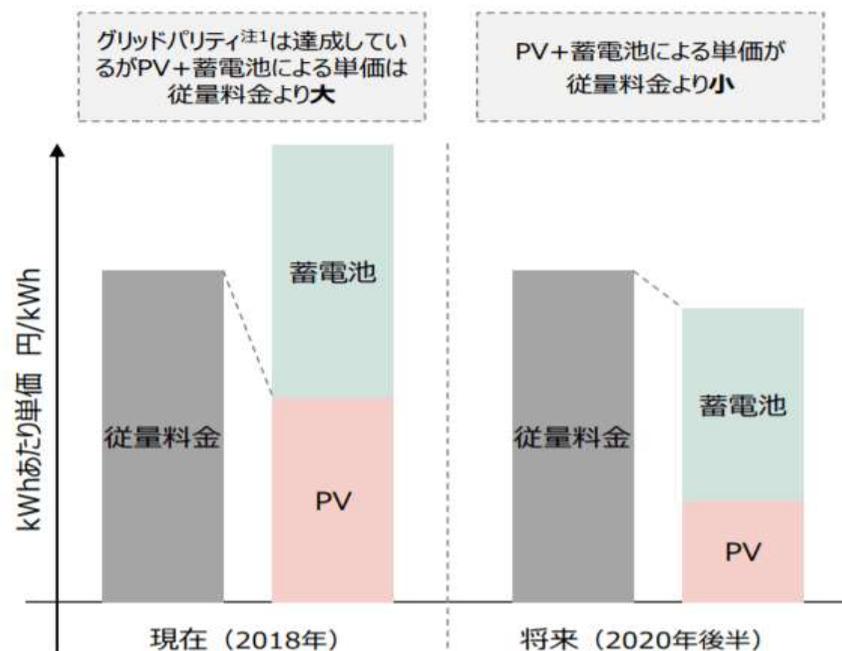
住宅用太陽光発電コスト動向

(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。



小売電気料金とのストレージパリティ

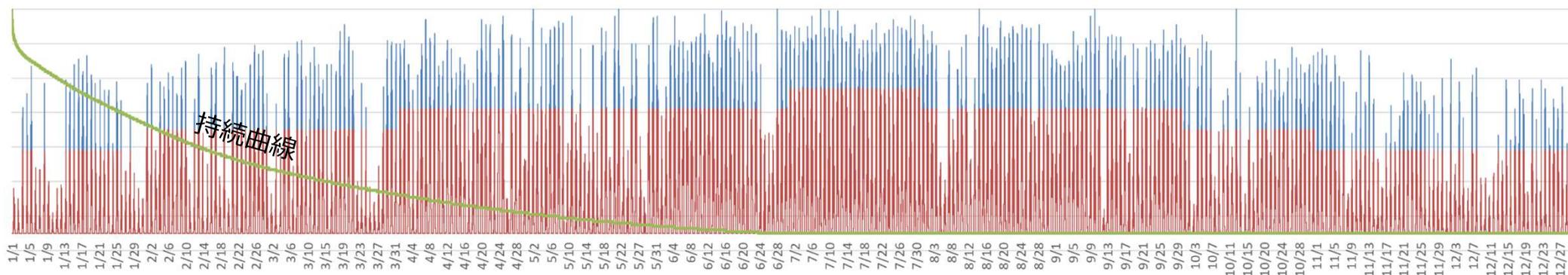
(出展：経産省 新エネルギー等導入促進基礎調査)

太陽光発電の安定電源化

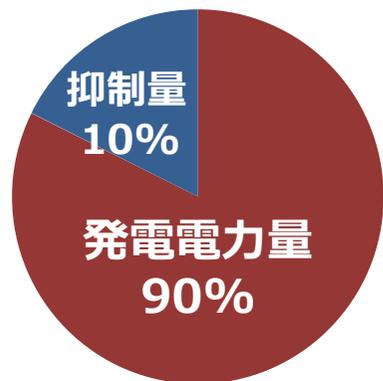
太陽光発電の **主力電源化** のためには、まずは変動性電源から安定性電源にすることが必要。確実に安価になる太陽電池パネルを前提として、日射による変動成分が多い高位出力帯を **常時出力制限** で取り除いた太陽光発電PVでの普及を目指す。

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。

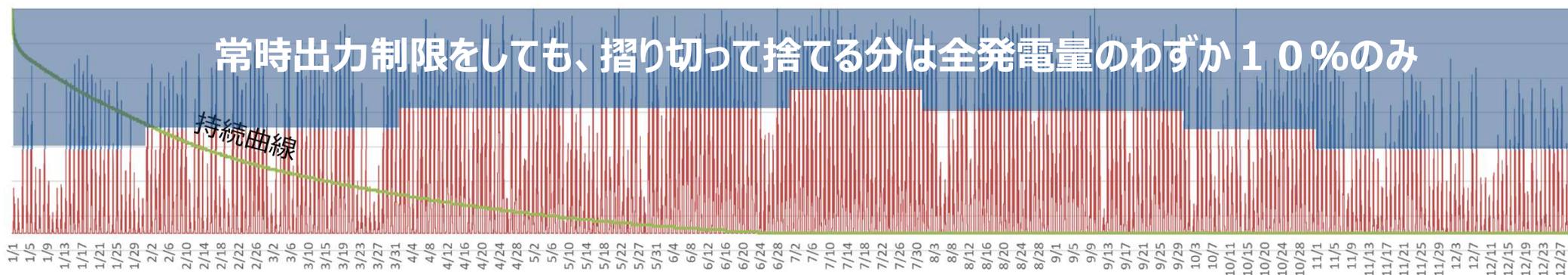
PV出力 制限率	PV 月別発電量割合												計	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
100%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
90%	100.0%	100.0%	99.9%	99.8%	99.7%	99.8%	99.6%	99.8%	99.9%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.8%
80%	100.0%	99.9%	99.3%	98.7%	98.7%	98.3%	97.5%	98.4%	99.1%	99.9%	100.0%	100.0%	99.9%	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%	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%	

太陽光発電の安定電源化

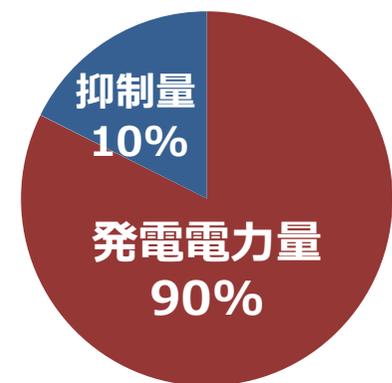
太陽光発電の **主力電源化** のためには、まずは変動性電源から安定性電源にすることが必要。確実に安価になる太陽電池パネルを前提として、日射による変動成分が多い高位出力帯を **常時出力制限** で取り除いた太陽光発電PVでの普及を目指す。

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】



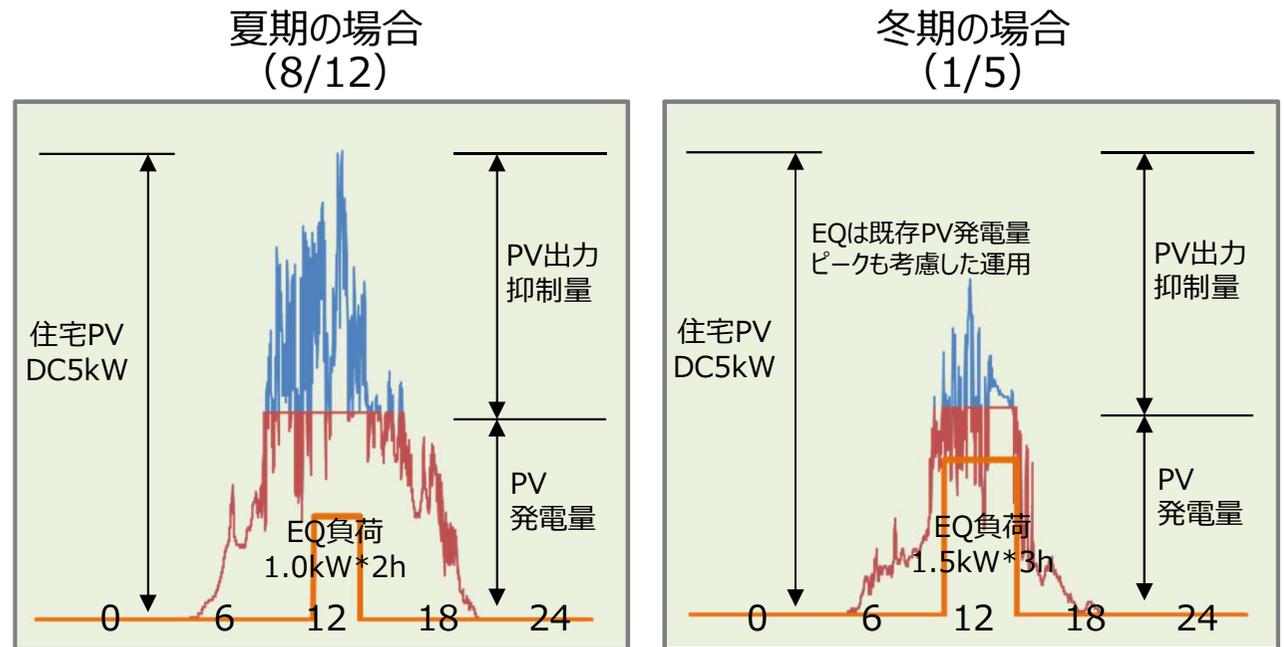
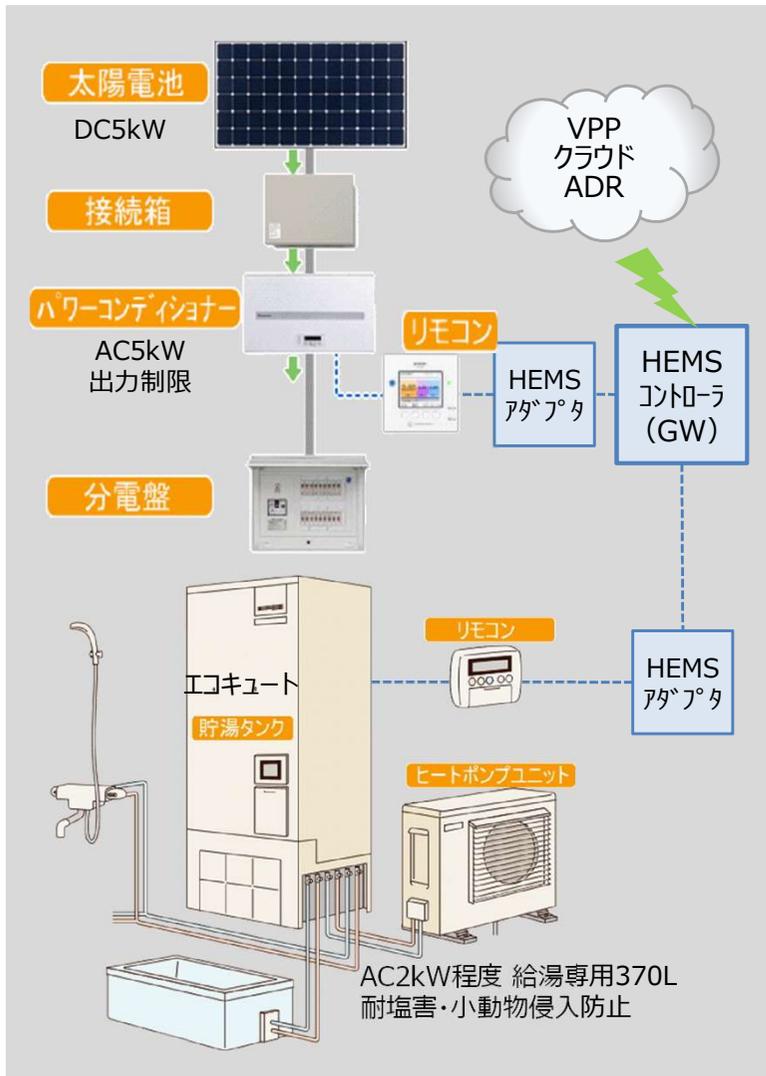
夏期60~70%、冬期40~50%に kW出力制限を 月間固定で行っても 年間発電量は **90%確保** できる。

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%	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%	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%	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%	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%	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%	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%	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%	47.1%	29.8%
0%	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、充放電シフト運用を行う。将来的には受電点逆潮流制御を行う。

【基本システム構成】PV+EQの場合

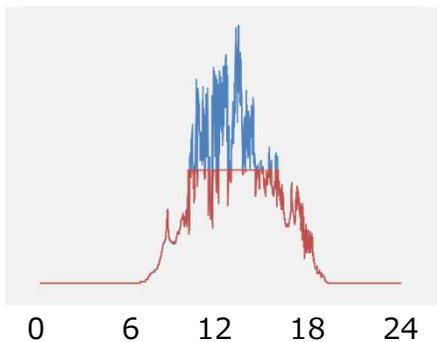


PV常時出力制限運転：当面は期間固定運用
EQ沸き上げシフト：PV余剰電力が多い時間帯

将来は受電点逆潮流が極力一定になるよう制御を行う。

電力系統での太陽光発電の使い方

PV常時出力制限



低位出力帯のみ発電
(常時出力制限)

低位出力帯は変動性が低く
分散平滑化効果が高い

安定した出力の
PV発電が実現できる

オンサイト

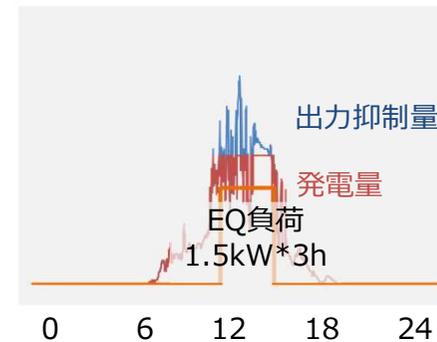
エリア内

電力系統大

可制御負荷による調整力提供

PV出力が高い時間帯に
積極的に自家消費する

地域面的に台数制御して
既存PV余剰電力吸収に活用
負荷平準による系統負荷率向上



PV出力分速レポート

変動性が緩慢になれば計測と分速レポートでも十分な監視
分速であれば低廉通信で可能

系統大PV出力
常時監視

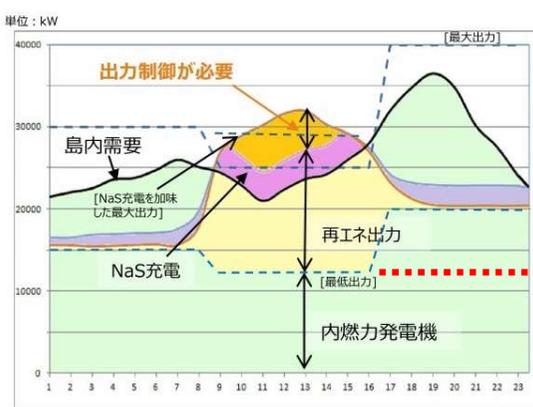
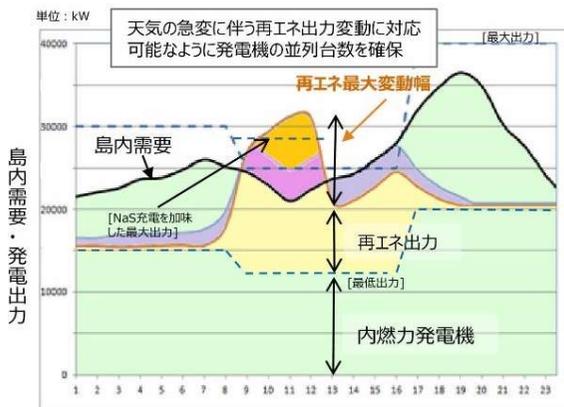
+

PV由来
短周期変動の緩和

= PV発電出力の
予見性向上



天候急変に伴う影響度が小さくなり、軽負荷時のディーゼル発電機の並列台数を減数可能 (要検証)

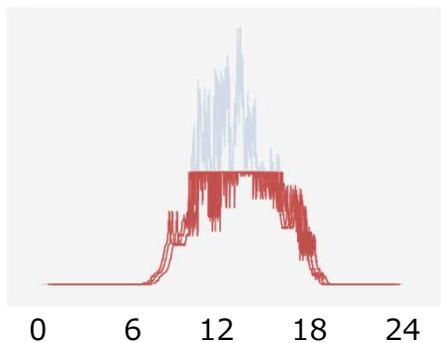


GOAL
PV出力制御 (抑制) を回避
内燃力発電機の瞬動予備力を抑えられる

出展：沖縄離島系統における再生可能エネルギーの出力制御の実施方法についてH29.12.15沖縄電力

電力系統での太陽光発電の使い方

PV常時出力制限



低位出力帯のみ発電
(常時出力制限)

低位出力帯は変動性が低く
分散平滑化効果が高い

安定した出力の
PV発電が実現できる

オンサイト

エリア内

電力系統大

PV出力分速レポート

変動性が緩慢になれば計測と分速レポートでも十分な監視
分速であれば低廉通信で可能

系統大PV出力
常時監視

+

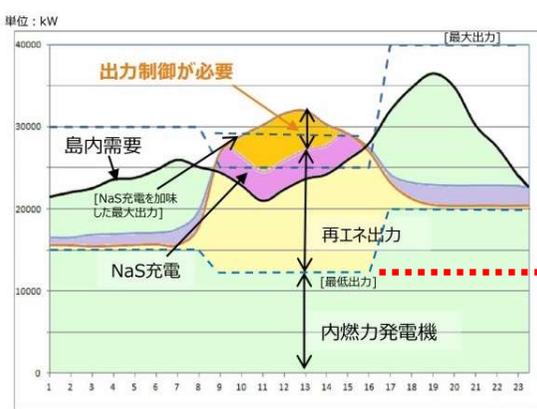
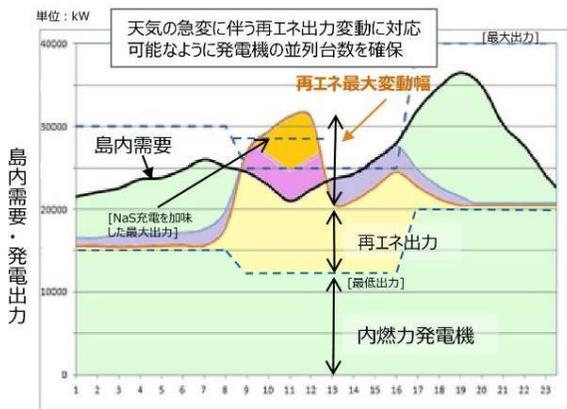
PV由来
短周期変動の緩和

=

PV発電出力の
予見性向上



天候急変に伴う影響度が小さくなり、軽負荷時のディーゼル発電機の並列台数を減数可能 (要検証)

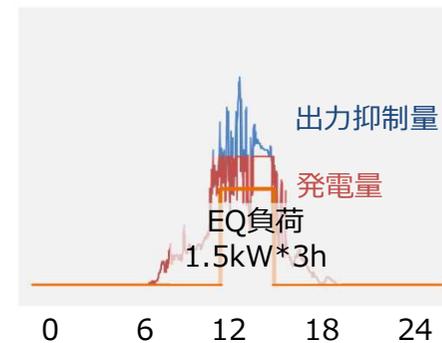


出展：沖縄離島系統における再生可能エネルギーの出力制御の実施方法についてH29.12.15沖縄電力

可制御負荷による調整力提供

PV出力が高い時間帯に
積極的に自家消費する

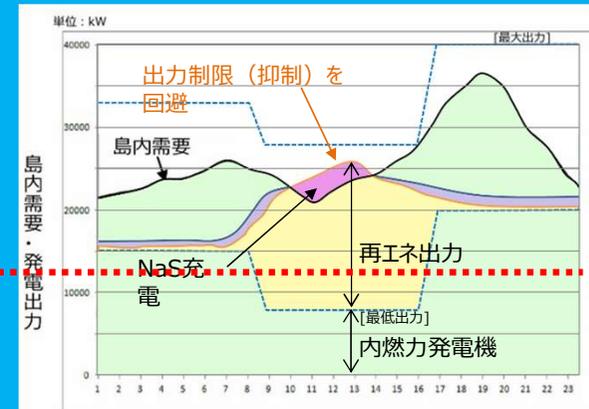
地域面的に台数制御して
既存PV余剰電力吸収に活用
負荷平準による系統負荷率向上



PV余剰電力を吸収

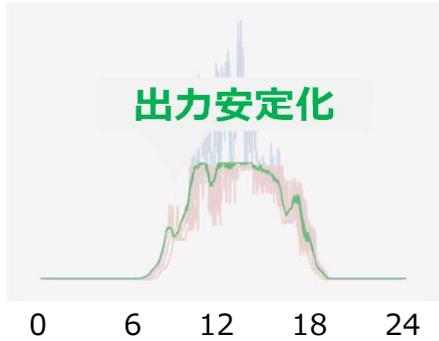


GOAL
PV出力制御（抑制）を回避
内燃力発電機の瞬動予備力を抑えられる



電力系統での太陽光発電の使い方

PV常時出力制限



低位出力帯のみ発電
(常時出力制限)

低位出力帯は変動性が低く
分散平滑化効果が高い

安定した出力の
PV発電が実現できる

オンサイト

エリア内

電力系統大

PV出力分速レポート

変動性が緩慢になれば計測と分速レポートでも十分な監視
分速であれば低廉通信で可能

系統大PV出力
常時監視

+

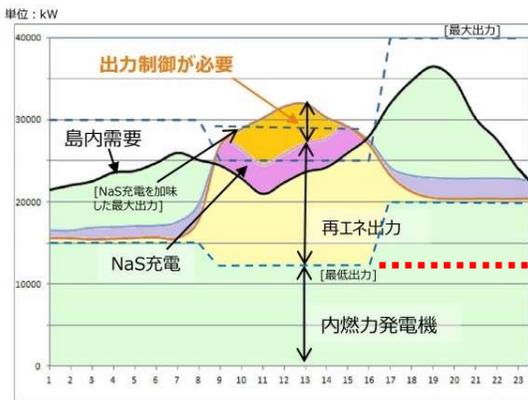
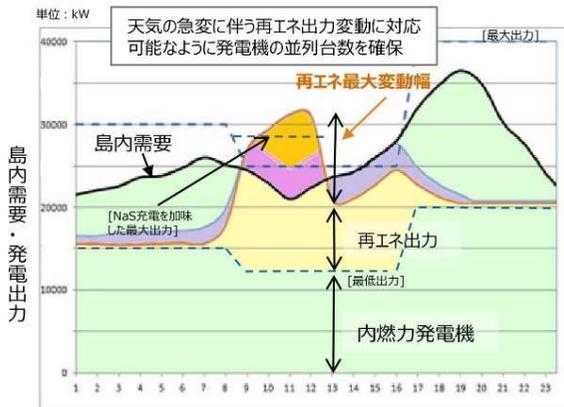
PV由来
短周期変動の緩和

=

PV発電出力の
予見性向上



天候急変に伴う影響度が小さくなり、軽負荷時のディーゼル発電機の並列台数を減数可能 (要検証)



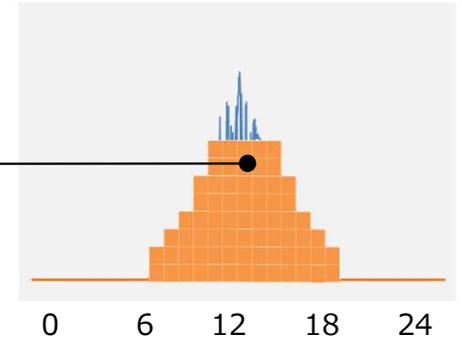
出展: 沖縄離島系統における再生可能エネルギーの出力制御の実施方法についてH29.12.15沖縄電力

可制御負荷による調整力提供

PV出力が高い時間帯に
積極的に自家消費する

EQ負荷
1.5kW*3h*5000台
=7.5MW*3h

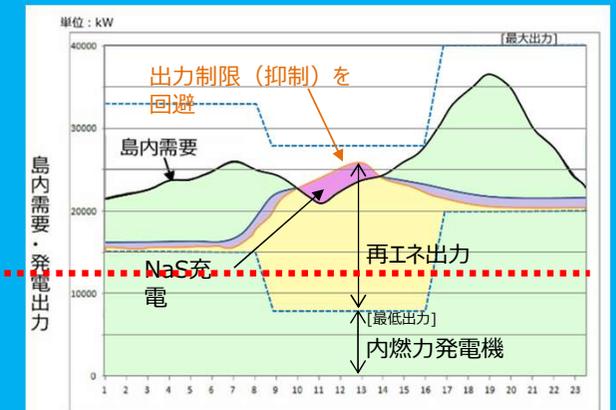
地域面的に台数制御して
既存PV余剰電力吸収に活用
負荷平準による系統負荷率向上



PV余剰電力を吸収



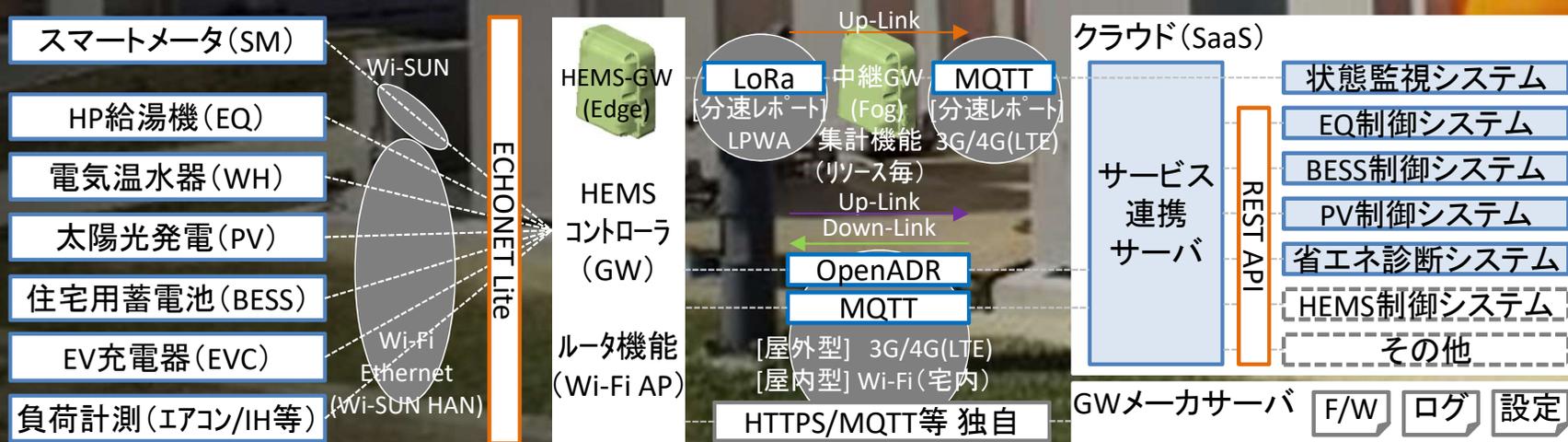
GOAL
PV出力制御 (抑制) を回避
内燃力発電機の瞬動予備力を抑えられる



エコパーク宮古実証サイト

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



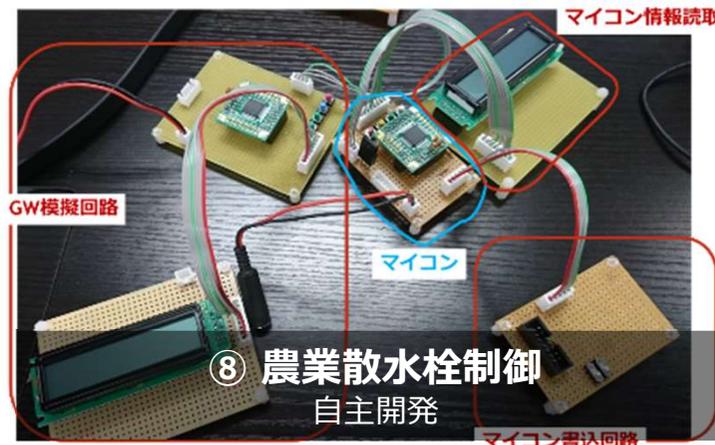
実証事業成果概要②

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

- 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

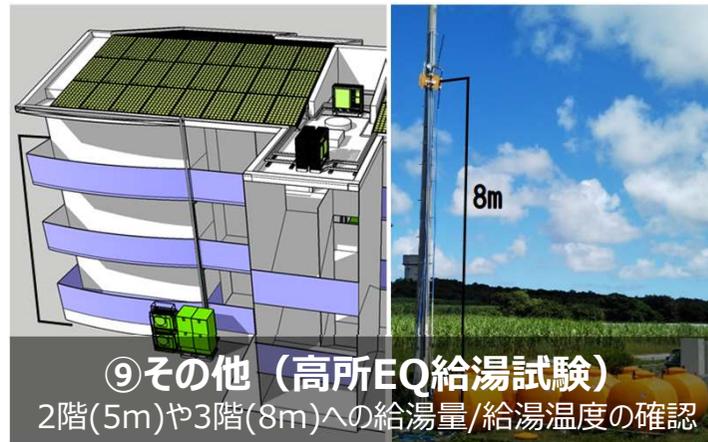
- ・JET相当広義PCS試験
- ・PV常時出力制限試験
- ・接着剤劣化寿命試験
- ・EQ搬送カート開発
- ・水質硬度対策試験
- ・高所EQ給湯試験
- ・200V回路スイッチ開発
- ・市営住宅エネルギー計測
- ・家庭エネルギー消費調査
- ・e.t.c.



⑨その他 (EQ搬送カート開発)
重量80kgのEQ貯湯ユニットの搬送効率化



⑨その他 (水質硬度対策試験)
EQの石灰詰まり(スケール閉塞)の対策



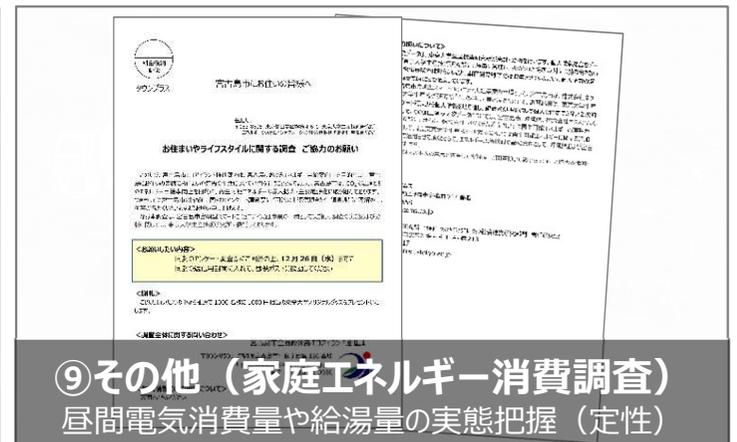
⑨その他 (高所EQ給湯試験)
2階(5m)や3階(8m)への給湯量/給湯温度の確認



⑨その他 (200V回路スイッチ開発)
電気温水器制御用、EV充電器制御用
(九電テクノシステムズ)



⑨その他 (市営住宅エネルギー計測)
昼間電気消費量や給湯量の実態把握 (定量)



⑨その他 (家庭エネルギー消費調査)
昼間電気消費量や給湯量の実態把握 (定性)

宮古島フィールド実証の体制

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。

第三者所有普及事業

2 / 3 補助事業

環境省

日本環境協会

設備普及事業者
(オンサイトエネルギー供給事業)



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

エリアアグリゲータ事業者
NEXTEMS
株式会社 ネクステムズ

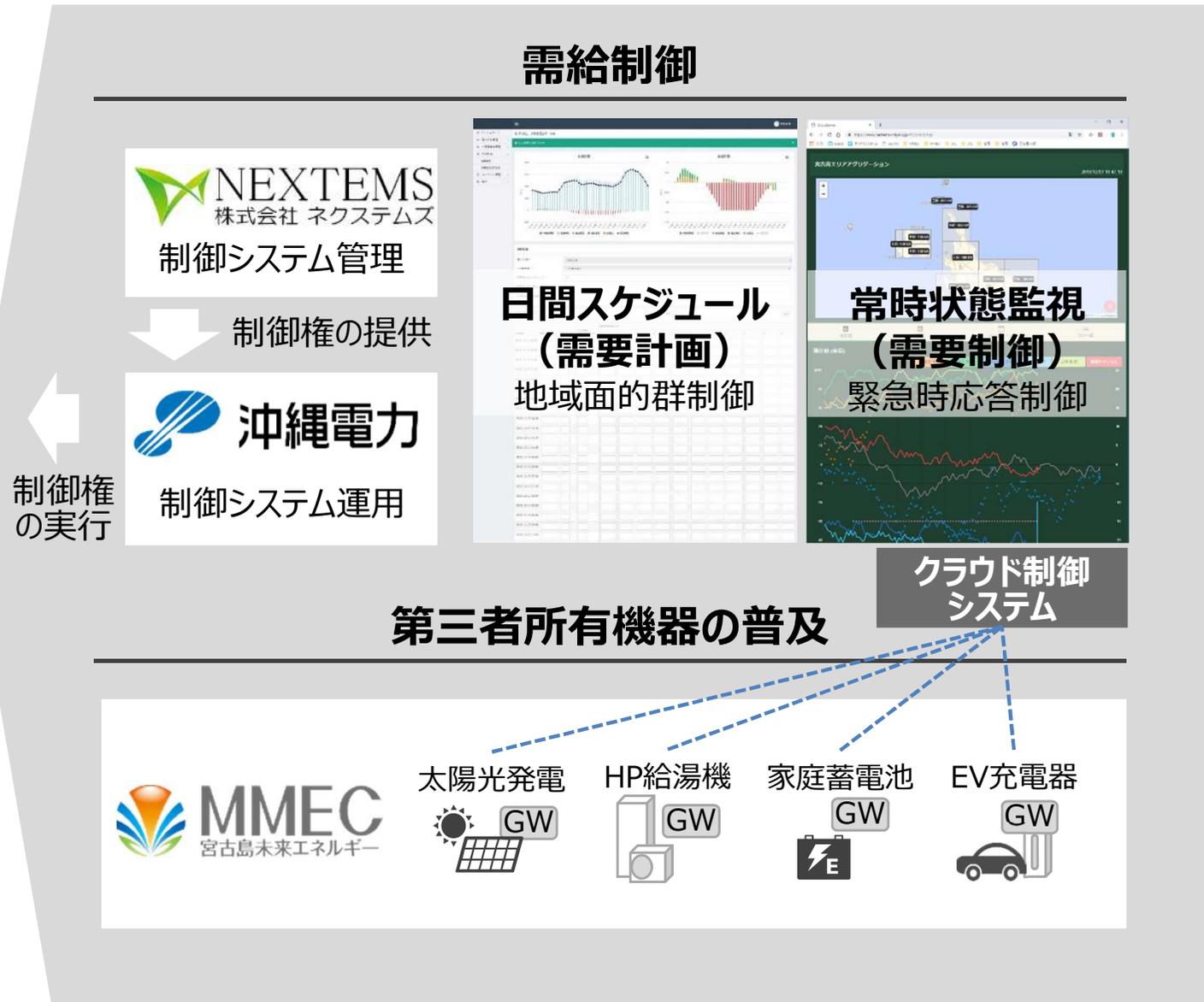
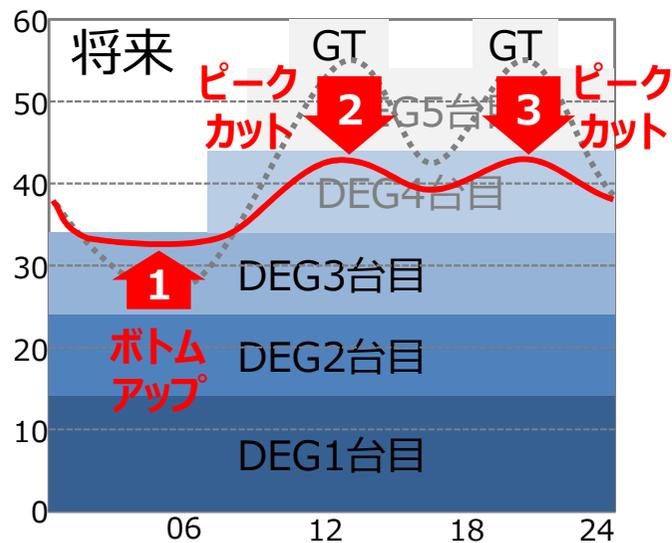
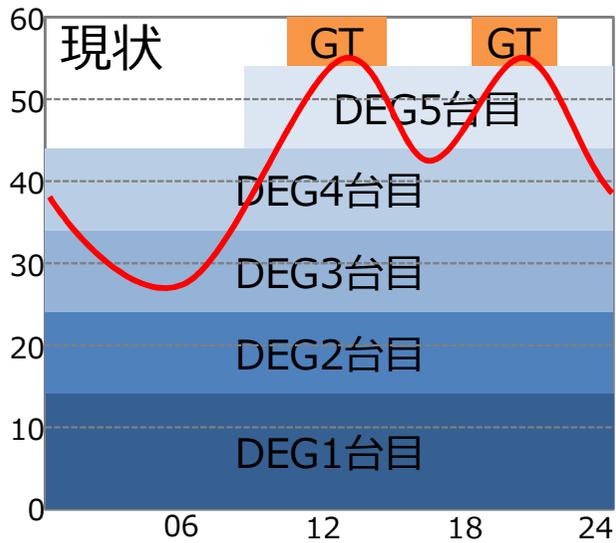
<実証事業協力に関する協定書>
沖縄電力(株)-(株)ネクステムズ
2018.10.10締結

実証
協力

送配電事業者
沖縄電力

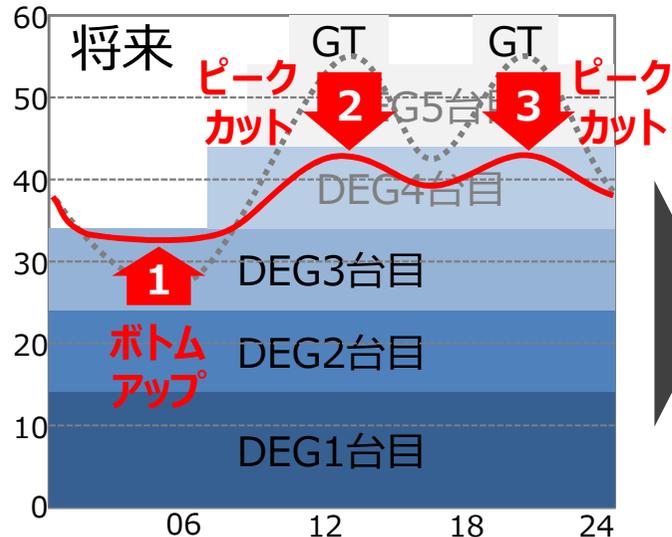
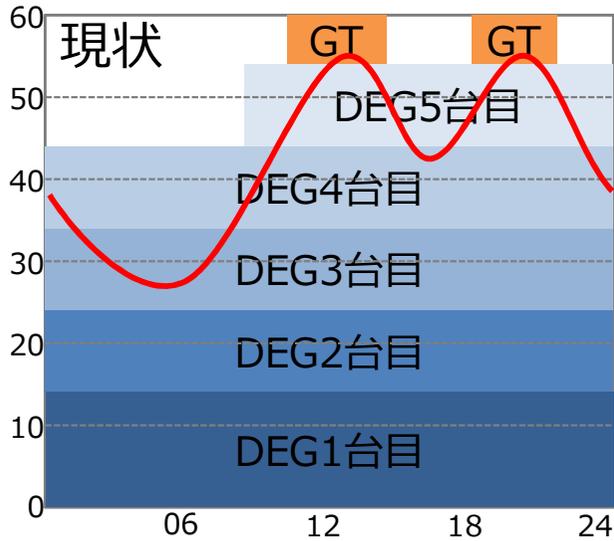
宮古島フィールド実証の概要

実際に、オンサイト型エネルギー供給機器（太陽光発電やエコキュート、家庭用蓄電池等）を第三者所有で普及しながら、遠隔制御にて対象機器を地域面的に群制御して需要を制御する。



宮古島フィールド実証の概要

実際に、オンサイト型エネルギー供給機器（太陽光発電やエコキュート、家庭用蓄電池等）を第三者所有で普及しながら、遠隔制御にて対象機器を地域面的に群制御して需要を制御する。



	1 夜間時間帯 ボトムアップ	2 昼間時間帯 ピークカット	3 夜間時間帯 ピークカット
	エコキュート稼働で 需要アップ	安定化した PV発電の普及	蓄電池放電で 需要カット
	EVや蓄電池 充電で需要アップ	エコキュートで PV余剰吸収	家電省エネ転換で 需要シフト
	農業散水栓制御で 需要アップ	EVや蓄電池充電で PV余剰吸収	農業散水栓制御で 需要シフト
期待する効果			
需要家	光熱費の削減		沖縄電力
	太陽光発電の自家消費		
	機器の無料設置		
	再エネ主力電源化		
	負荷平準化で効率運用		
	ガスタービンの不稼働		
	PV電力購入によるコスト削減		
	電化率向上		

宮古島フィールド実証の普及計画

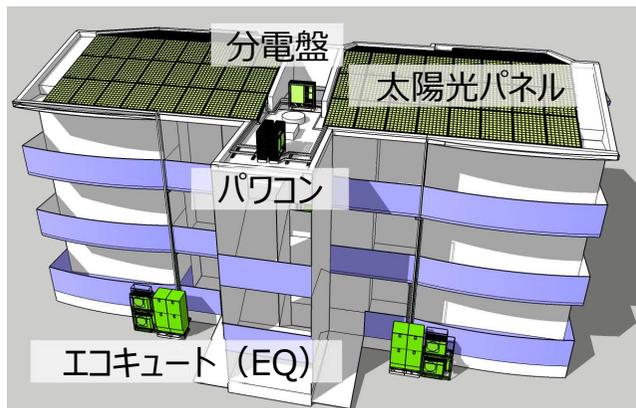
オンサイト型エネルギー供給機器（太陽光発電やエコキュート、家庭用蓄電池等）を第三者所有で普及する。

2018年度実績

① 市営住宅 **40棟 202戸**

太陽光発電：1,217kW

エコキュート：120台



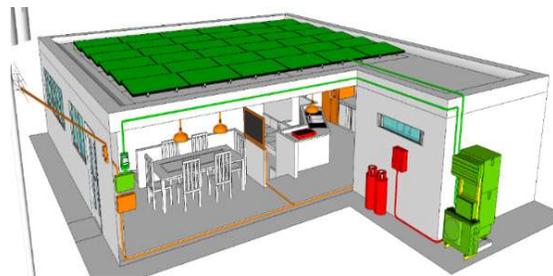
2019年度計画

① 戸建住宅 **500戸**

太陽光発電：4,000kW

エコキュート：400台

家庭用蓄電池：300台



② 事業所 **50カ所**

太陽光発電：3,000kW

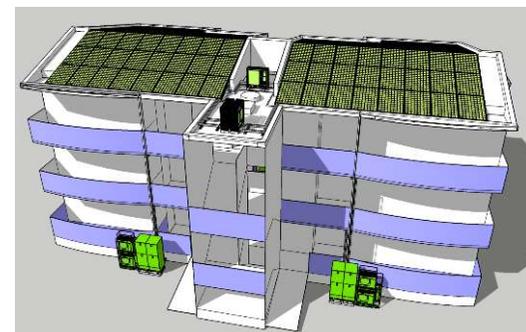
EV充電器：400台（EVは事業所が所有）



③ 市営住宅 **100棟 600戸**

太陽光発電：3,000kW

エコキュート：400台



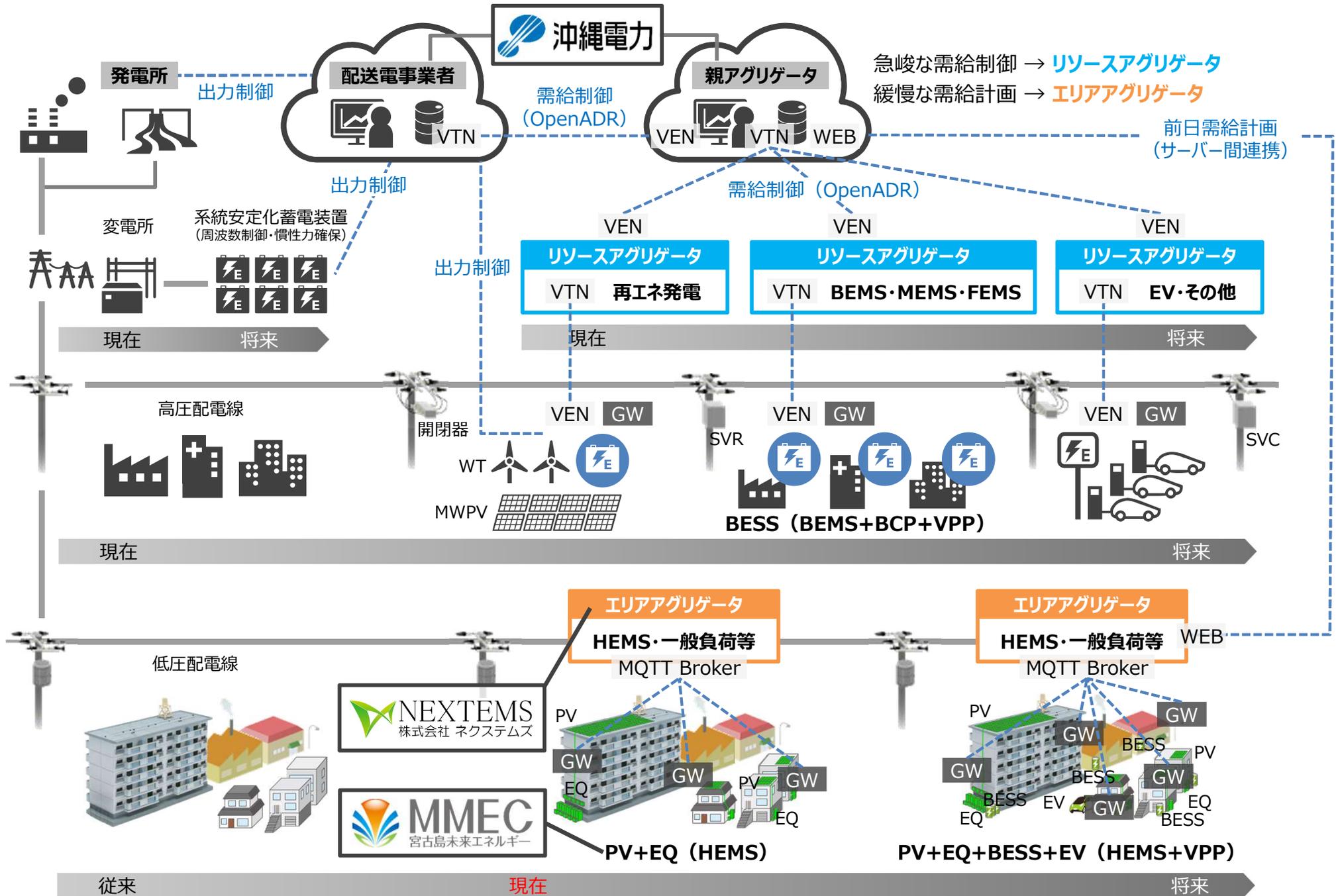
2020年度計画

① 戸建住宅 **1000戸**

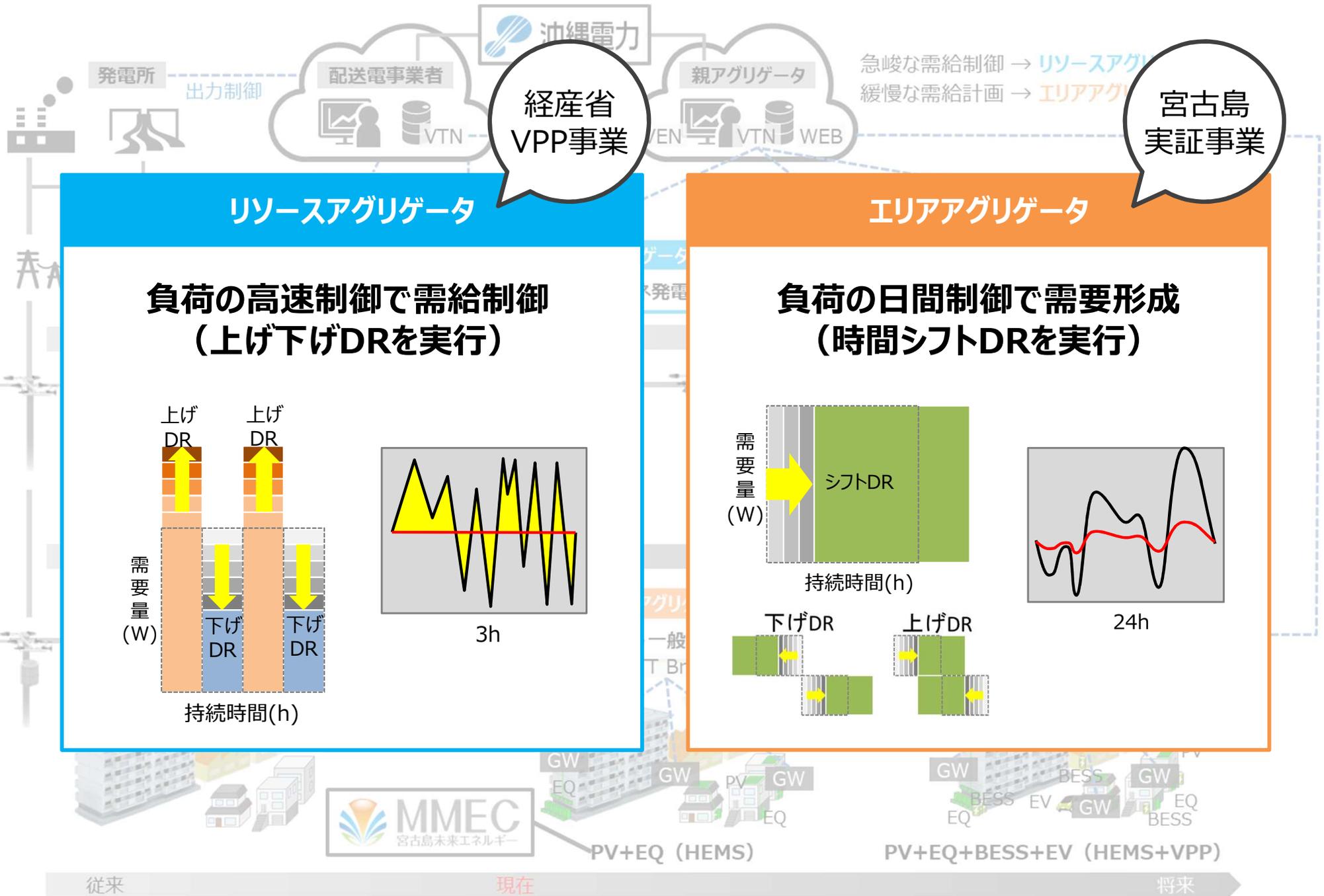
② 事業所 **50カ所**

③ その他

エリアアグリゲーションの将来概念図

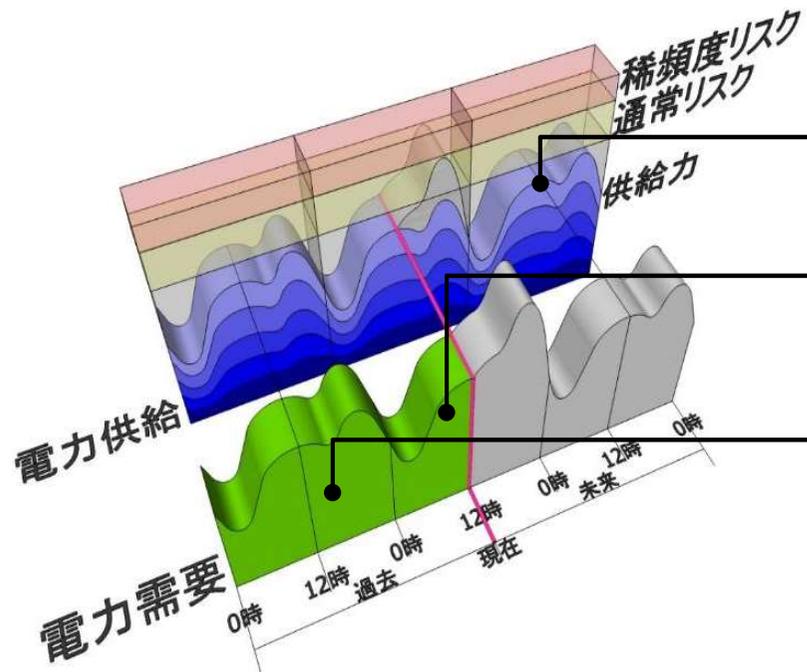


エリアアグリゲーションの将来概念図



エリアアグリゲーションの意義

現状の課題



ミットオーダー

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

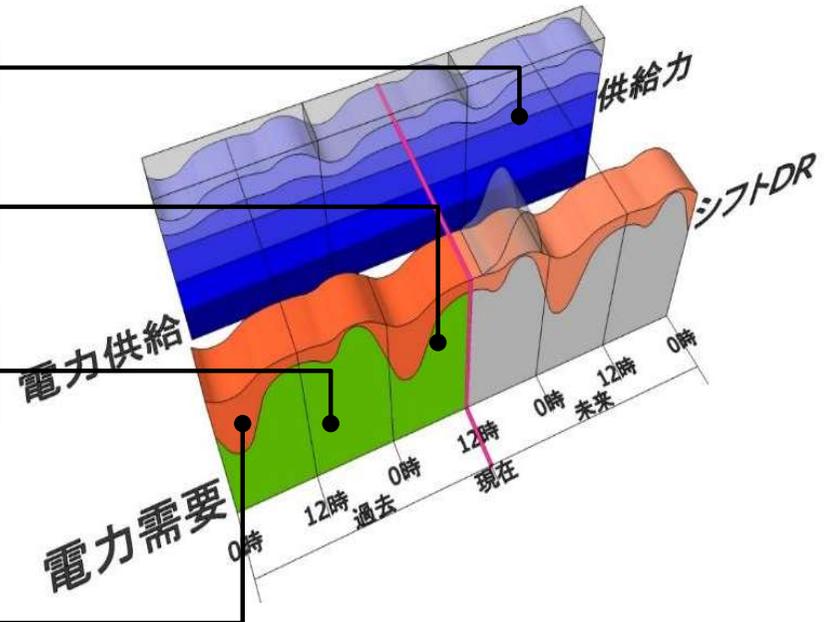
需要負荷をシフトする
(面的群制御)

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

VPP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



NEXTEMS

株式会社 ネクステムズ

www.nextems.co.jp