

【事業名】 離島・漁村における直流技術による自立分散エネルギーシステム技術の実証研究

【代表者】 神戸大学 玉置 久

【実施年度】 平成24～26年度

(1)技術開発概要

①【技術開発の概要・目的】

地球温暖化や自然災害に対応する自立・分散エネルギーシステムの確立のため、本申請では、総合特別区域指定を受けた「あわじ環境未来島構想」でエネルギー自立島を目指す離島「沼島」をフィールドとし、直交流電力変換ロスを最小化する直流給電方式を基本に、汎用型モバイルバッテリーとダイナミックプライシングを組み入れることにより蓄電池投入量を抑制し、自然エネルギーを有効に活用しつつ全体の投資コストを抑制するエネルギー自立島を構築するための実証を行う。

期待されるCO2削減効果

○2020年時点の削減効果

(試算方法パターン B-a, I)

- ・2020年に全国の第1種漁港の1割の200か所導入を目標。
 - ・現状の1か所当たりのCO2排出量は約2,300t-CO2
 - ・太陽光発電を直流給電とし高効率変換器を導入することによる削減効果(0.15)
 - ・蓄電池による太陽光発電の余剰の有効利用(効果0.05)
 - ・ダイナミックプライシングによる消費行動の抑制(効果0.10)
- ・年間CO2削減量は、
 $2,300 \times [1 - (1 - 0.15) \times (1 - 0.05) \times (1 - 0.1)] \times 200 = 12.6 \text{万t-CO}_2$

②【技術開発の詳細】

(1)直流マイクログリッドの開発

高性能半導体による電力変換効率を大幅に向上する直流マイクログリッドを開発する。交流システムとは異なる保護制御技術が必要となり、直流系統の設計、機器の保護方式、機器間の絶縁方式の開発を行う。また、DC/DCコンバータ、AC/DCコンバータ、DC/ACインバータの開発が必要であり、試作機による基礎検証を行った後、高密度実装化したプロトタイプを使用してフィールド評価試験を行う。

(2)高効率な固定・モバイルバッテリーの開発

高効率充放電方式を導入した大容量の固定型バッテリー、多目的使用可能なモバイル型バッテリーおよびShip-to-Grid(S2G)を開発する。モバイルバッテリーは、フレキシブルなエネルギー源として使用可能であり、例えばハイブリッド漁船に搭載することにより、災害時にハイブリッド漁船が電源(S2G)の機能を発揮できるようになる。また、過充電及び過放電を避けることのできる間歇制御充電手法を用いることにより、バッテリーの高寿命化を達成する。

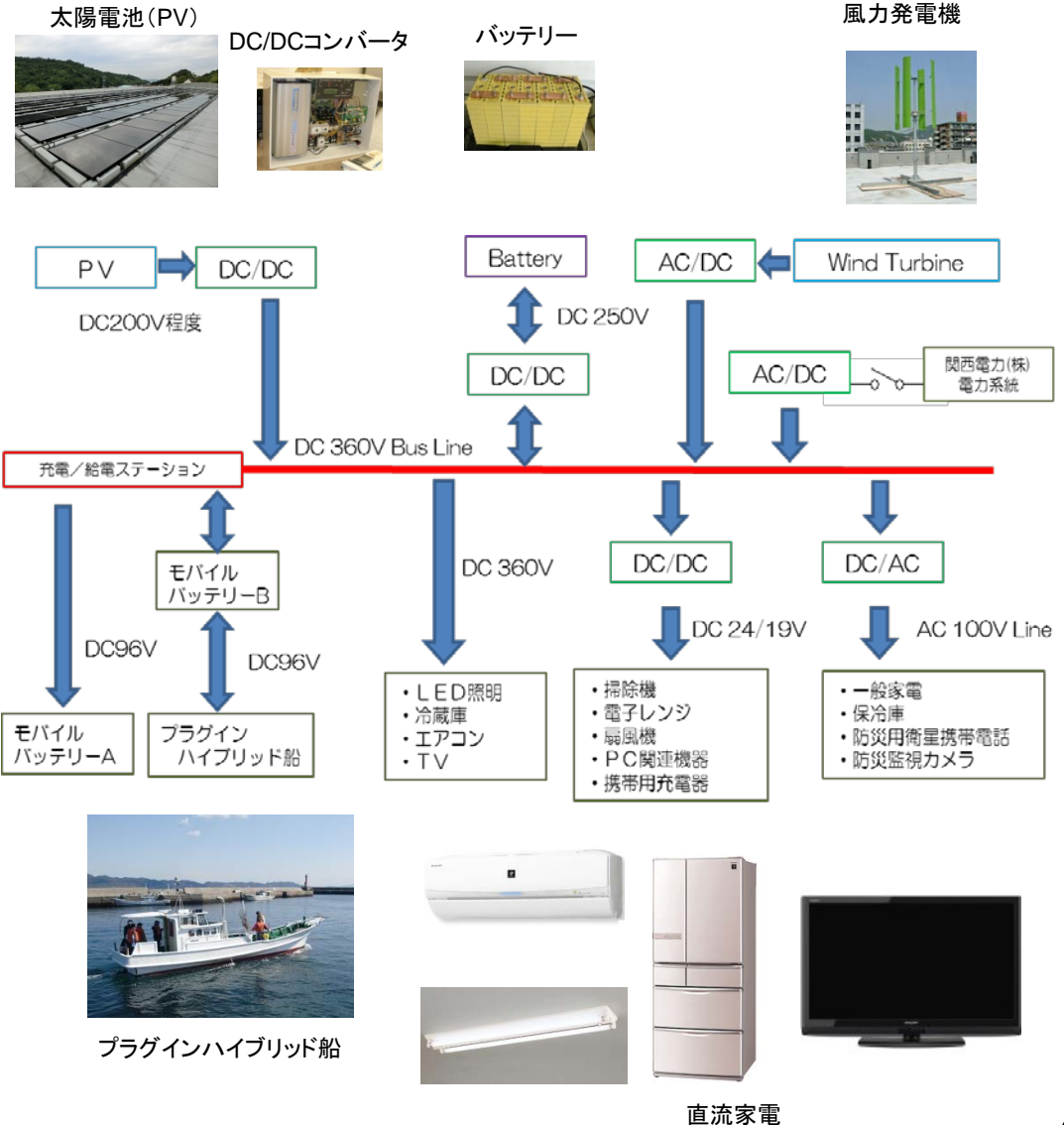
(3)ダイナミックプライシングによる電力消費抑制行動を促進する手法の開発

自然エネルギーの発電量に応じて、時間帯別に電力価格を変動させ電力需要管理を行うことにより、ピーク時の電力消費抑制を行う。

(4)全体システムの最適化

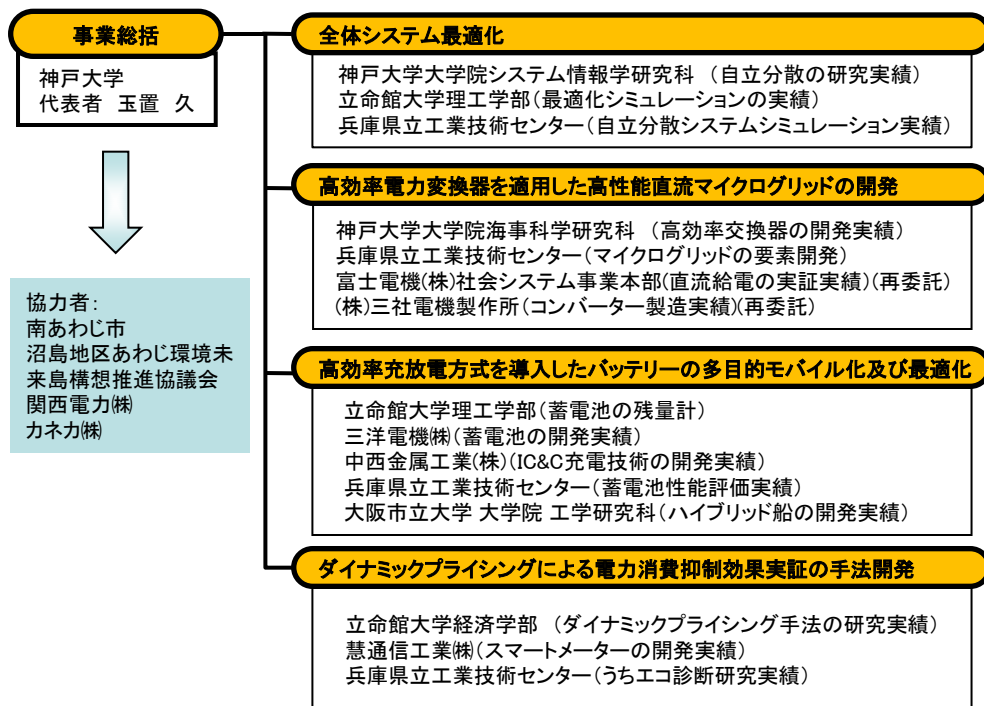
電力設備の投入量を最小化するため発電量及び消費電力の実測に基づき、電力インフラが導入された場合の効率についてシミュレーションベースで試算し、需給システムの最適化を行う。

③【システム構成】



(2)技術開発計画

①【実施体制】



②【実施計画】

	H24年度	H25年度	H26年度
事業総括及び全体システムの最適化	9,210千円	29,831千円	36,754千円
高効率電力変換器を適用した高性能直流マイクログリッドの開発	72,834千円	162,206千円	34,005千円
高効率充放電方式を導入したバッテリーの多目的モバイル化及び最適化の開発	75,490千円	63,460千円	14,136千円
ダイナミックプライシングによる電力消費抑制効果実証の手法開発	15,863千円	20,463千円	19,364千円
合計	173,397千円	275,960千円	104,259千円

③【目標設定・達成可能性】

○過去の実績

- ・各種電力変換器の高周波化による小型・軽量化、また高効率化（神戸大学 三島）
- ・直流給電システム構築（富士電機(株)）
- ・組電池化可能な小型リチウムイオン電池モジュール（三洋電機(株)）
- ・負担別環境配慮行動の直接的・間接的要因に関する探索的研究（立命館大学 島田）
- ・電力設備の最適配置と電力融通による効果のシミュレーション（富山県立大学 榊原）

○最終的な目標

- ・高効率変換器を用いた直流給電によるエネルギー使用削減率：15%
- ・自然エネルギーの蓄電による系統電力使用抑制によるエネルギー使用削減率：5%
- ・ダイナミックプライシングによる消費行動抑制によるエネルギー使用削減率：10%
- ・沼島（人口564人）のCO2削減量：314t/年

④【事業化・普及の見込み】

高性能直流マイクログリッドは富士電機(株)が製造販売化を行う。高効率充放電方式を導入したモバイルバッテリーは中西金属工業(株)が製品化していく。高精度蓄電残量計および間歇制御充電手法は中西金属工業(株)が製造販売する。

○事業化計画

- ・2016年を目処として、1号システムを沼島に導入する。
- ・2018年までに総合特別区域指定を受けた「あわじ環境未来島構想」の重点地区7地区へ導入。
- ・2020年に全国の第1種漁港の概ね1割の200か所に導入。

○事業展開における普及の見込み（～2020年）

実用化段階コスト（イニシャル＋ランニング30年）目標：17億円
（平均的な第1種漁港1か所あたり）

年度	2016	2017	2018	2019	2020
目標販売台数(台)	1	7	50	100	200
目標販売価格(百万円/台)	900	1,300	1,300	1,200	1,000
CO2削減量(t-CO2/年)	314	4,400	31,400	62,800	126,000

(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

- ・高性能直流マイクログリッドシステムの構築
システム全体の電力変換効率 90% の達成。
電力消費量 20% 削減＝CO2排出量20%削減効果を確認。
- ・ダイナミックプライシングによる電力消費抑制手法の開発
可視化とダイナミックプライシングにより、10%強の電力需要削減を確認。
夏季と冬季の分析結果を比較すると、夏季は可視化による効果が大きく、冬季はダイナミックプライシング効果が大きいことを確認。
- ・全体システム最適化のためのシミュレーションモデルの開発
沼島全体に高性能マイクログリッドシステムを構築するのに必要な設備等の試算（高効率沼島モデル）。一例として、沼島全体に再生可能エネルギーを有効利用した直流電力供給システムを構築し、太陽光発電のみでエネルギー自立島とするには、17.8億円の設備投資が必要。20年での償却を仮定すると8,900万円。設備費に2/3の国庫補助金等が入るとすると、現状に近い電気料金での自立が可能。本シミュレーションモデルは、他地域の電力設備最適投入量等算出にも応用可能。

②【CO2削減効果】

○2020年時点の削減効果（試算方法パターン B-a, I）

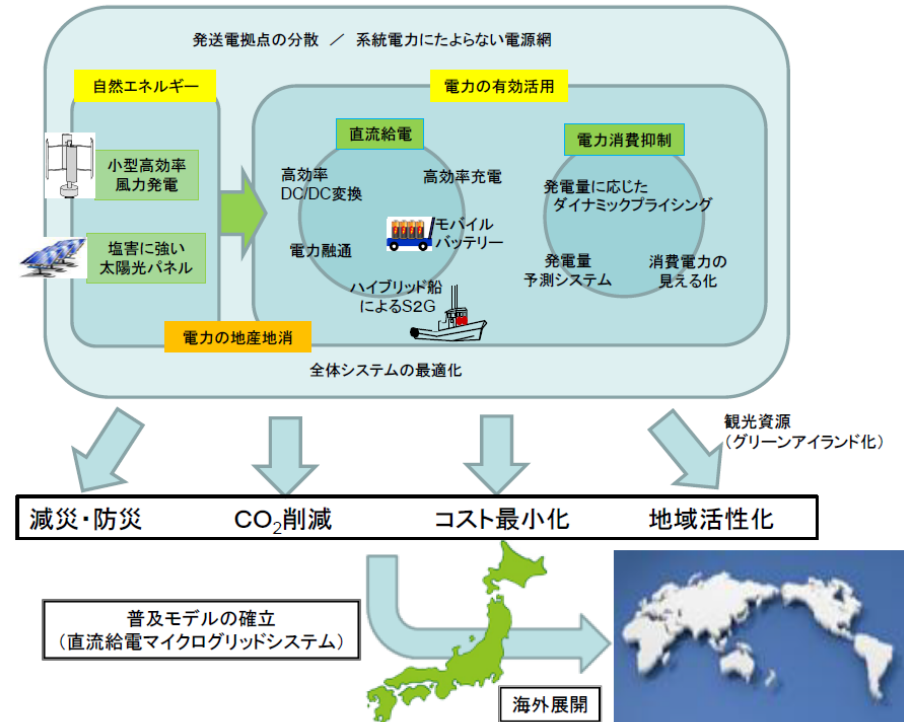
- ・2020年に全国の第1種漁港の1割の200か所導入を想定。
- ・現状の1か所当たりのCO2排出量は約2,300t-CO2。
- ・太陽光発電を直流給電とし高性能マイクログリッドシステムを導入することによる削減（効果0.20）。
- ・ダイナミックプライシングによる消費行動の抑制（効果0.10）。
- ・年間CO2削減量： $2,300 \times \{1 - (1 - 0.20) \times (1 - 0.10)\} \times 200 = 12.8 \text{万t-CO2}$

③【成果発表状況】

- ・ISCIE/ASME 2014 International Symposium on Flexible Automation (ISFA2014), オーガナイズドセッション:「Nushima Project -- An Experimental Study on a Self-Sustainable Decentralized Energy System for an Isolated Island」(発表5件)
- ・Innovations in Information and Communication Science and Technology (IICST 2014), オーガナイズドセッション:「An Experimental Study on a Self-Sustainable Decentralized Energy System」(発表5件)
- ・平成26年4月1日, 日刊工業新聞,「直流電力供給実証スタート」, 神戸大学など産学グループ
- ・平成26年4月7日, 日経BP社サイト「メガソーラービジネス」, 「兵庫県の沼島で『直流マイクログリッド』の実証開始, 太陽光と蓄電池で」
- ・招待講演: 玉置久, 「Nushima Project -- An Experimental Study on a Self-Sustainable Decentralized Energy System for an Isolated Island」, Aalborg 2015 Symposium on Microgrids

④【技術開発終了後の事業展開】

実証研究のイメージ図と波及効果

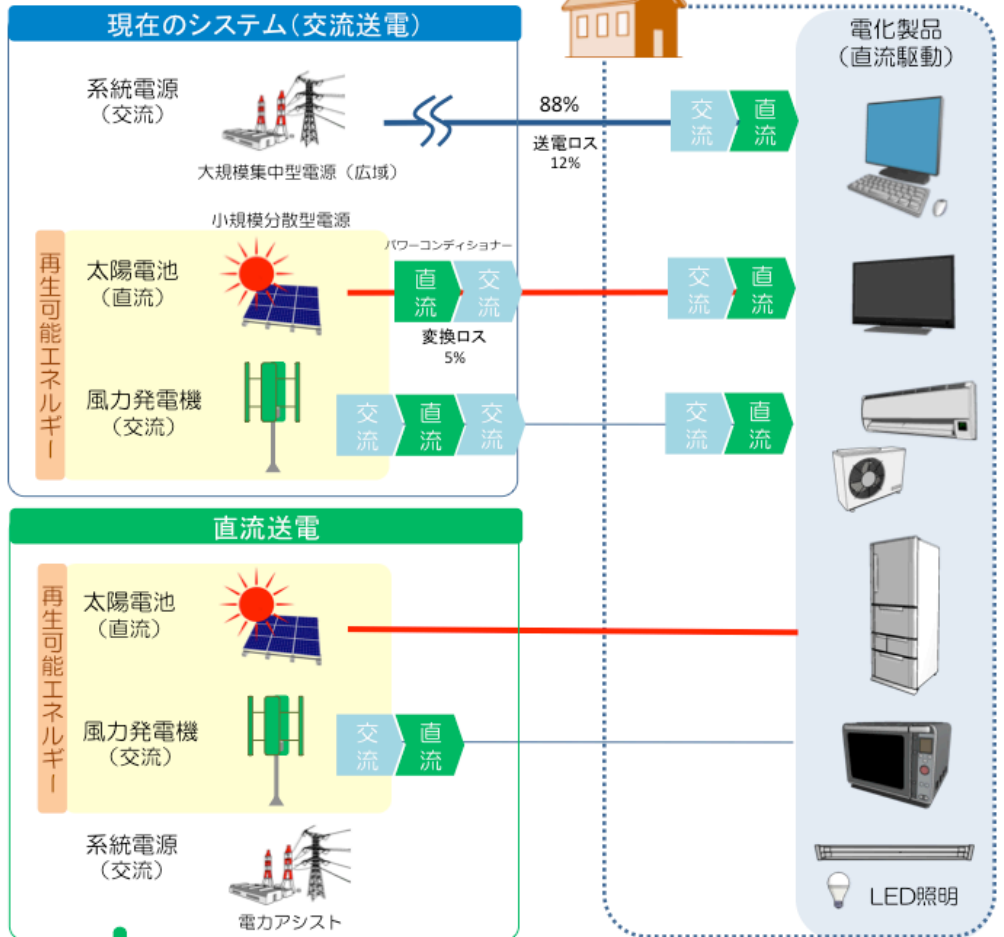


○再生可能エネルギーを最大限導入した自立分散エネルギーシステムの確立という社会的ニーズに対する一つのモデルを示すために、本実証試験では、既存の電力系統と地域資源である再生可能エネルギーを電源とする高性能直流マイクログリッドシステムを開発したもので、離島・漁村を対象に実証研究を行った。開発成果は広く国内外で活用できるものである。

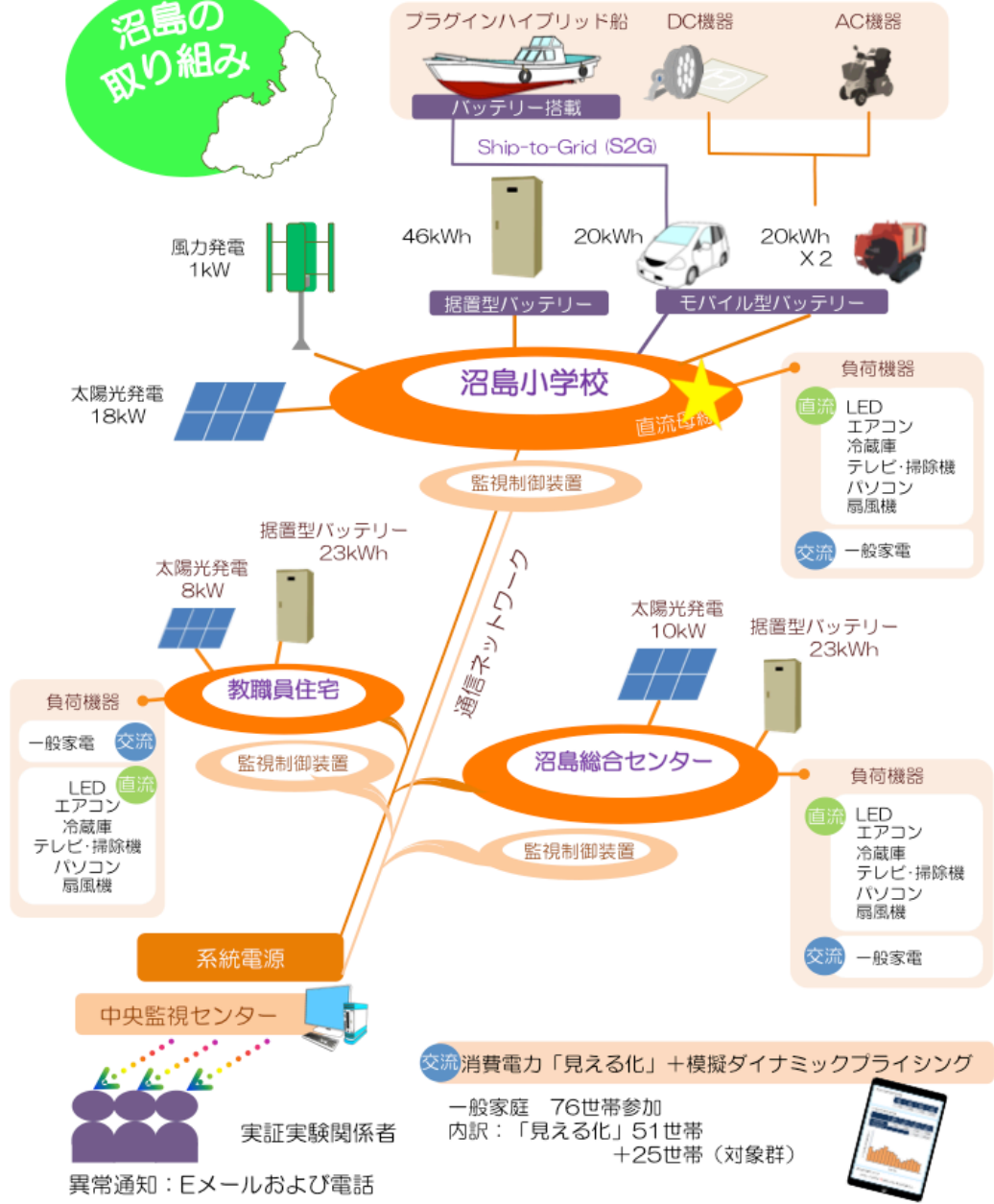
○マイクログリッドシステムは、2020年に全国の第1種漁港（その利用範囲が地元の漁業を主とするもの）の概ね1割の200か所導入を目標としており、それによるCO2排出の削減だけでなく、津波による陸路・系統電力の寸断が想定される漁村の災害時エネルギー自給が可能となり、限界集落化の傾向のある漁村の活性化にもつながることが期待される。

○実用化・普及拡大に向けては、実証研究用のプロトタイプから商品化に向けて性能アップ、コスト対応など商品化に向けた更なる開発が必要であり、各要素技術についても商品化に向けての完成度を高める必要がある。

1世帯、1か月あたりの電力消費量
300kWh程度（1日10kWh）

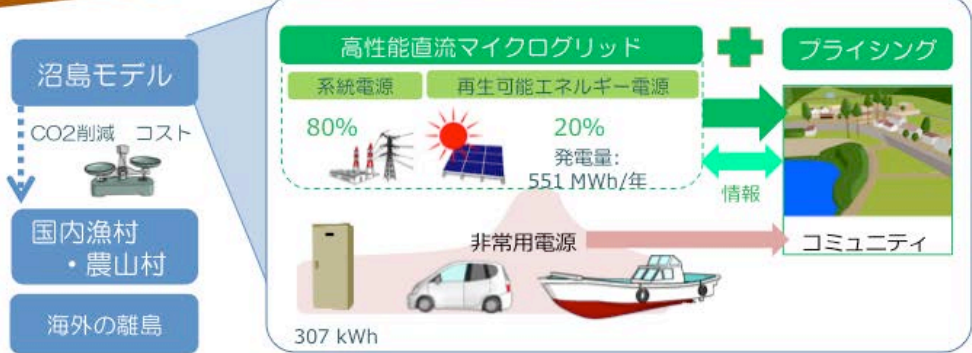


災害時に系統電力が途絶した場合を想定した検証も行ないました。

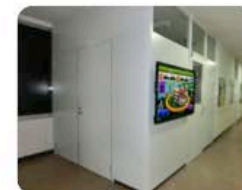




みらいのすがた



校庭: 風力発電機 1 kW



1 F バッテリー室:
・バッテリー 46 kWh
・系統連系 AC/DC コンバータ
・PV 用 DC/DC コンバータ
・バッテリー用 DC/DC コンバータ等



校舎横:
・モバイル型バッテリー用 充電ステーション
・S2G (Ship-to-Grid) 用 充放電ステーション



4 F 教材室:
・負荷用 DC/DC コンバータ
・直流分電盤



LED 照明 設置場所
・1F & 4F 廊下
・校長室・職員室
・災害時避難場所の 4F 多目的室



屋上: 太陽光パネル (PV) 1.8 kW



モバイル関連機器



CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.3点（10点満点中）

- 評価コメント

- 直流技術によるマイクログリッドは事例が少なく、これに関連したシミュレーションモデルや要素技術の開発によって様々な場所に適用可能となったことは評価できる。
- 交流ではなく直流にすることの優位性、全体システムの中での直流システムとダイナミックプライシング等の効果について検証が必要である。
- 本事業では風車の出力が小さく多様性に乏しいため、風力を始めとする多様なシステムとの実践的な応用を続けることを期待する。
- StoGを含めた直流給電システムが実際に動いている漁港を実現し、社会に強く訴求できるよう引き続き努めること。
- 今後、CO₂削減を目指したシステムとして実用化・事業化を進める上では、従来の方式に対し今回の実証で投資コストがどのように抑制されたかの比較検討を行うとともに、コスト低減に向けたより一層の取組を行うこと。