

2. 「エネルギーをシェアするまちづくり」実証事業計画の詳細検討¹

2.1 背景

(1) 背景の概要

本検討に係る背景は以下のとおりである。

(背景 1) 離島には解決が急がれるエネルギー問題が多く存在する

- ・ 系統が小規模で独立している離島では、エネルギーに関する問題が顕在化しやすい。実際に多くの離島において技術面（下げ代不足、調整力不足、慣性力不足等）・社会経済面・環境面での問題に直面している。
- ・ 鹿児島は離島県。知事は離島のエネルギー問題解決の取組を重要政策に位置づけている。
- ・ 諸条件の厳しい離島において、再エネ拡大の障壁や課題の具体的な解決策を見だし、これを本土の再エネ出力抑制の低減をはじめとする導入拡大の加速につなげていくことが期待される。

(背景 2) 空港脱炭素化の動きが全国に広がっている

- ・ 政府の 2050 カーボンニュートラル宣言を受け、空港分野での脱炭素化の動きが全国に広がっている。
- ・ 国による支援のもと、空港内の建物屋根や未利用地等を活用した太陽光発電、建物省エネ化、GSE 車両（空港地上支援車両）の EV/FCV 化等が全国大で進み始めている。

(背景 3) 沖永良部島が県内初の脱炭素先行地域認定を受ける

- ・ 電力由来 CO₂ のゼロ化などの取組を盛り込んだ行動計画が国から認定され、2030 年度までの間、国による手厚い支援のもとで再エネ地産地消の取組などが進められる。
- ・ 技術的な特徴は、脆弱な系統を抱える小規模離島において再エネ導入を進めるための新たな安定化技術である DGR（デジタルグリッドルーター）の導入。今後、公共施設等を中心に再エネ導入が段階的に進められる予定。

¹ 県民健康プラザ健康増進センターにおけるエネシェア検討については、先方都合により本年度の詳細検討を見送ることとなった。なお、取組内容等については参考資料 9 に示す。

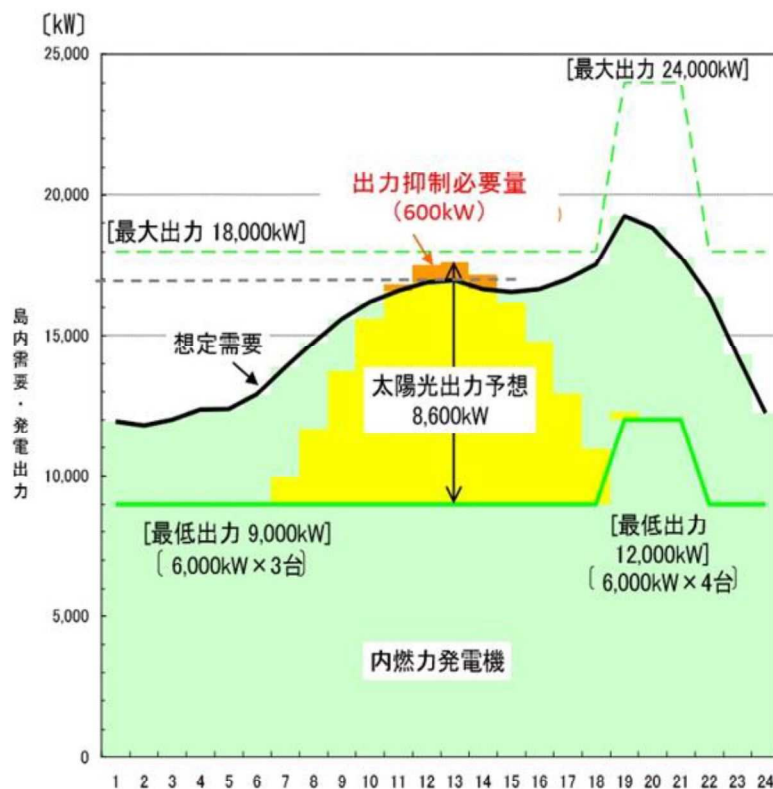
(2) 背景の詳細

1) 背景 1：内燃力機関の最低出力制約等による下げ代の不足

離島に配備された内燃力機関の最低出力（定格出力の 50%ほど）を維持しながら系統運用を継続する必要がある。昨今、離島において太陽光発電が拡大していることで、内燃力機関の出力抑制の余地（=下げ代）が不足しつつある。適正な下げ代の確保のために必要なこととしては、系統経由の電力需要の確保であり、すなわち①再エネの出力抑制、②再エネ自家消費の抑制 が求められるようになっている。

なお、出力抑制の手続きは、アナログ的・手動によるパワコン操作が実態。既存再エネ電源は旧ルールの低圧 PV が多数で、出力抑制は反発を招く可能性が高い。

これらを踏まえ、主要な再エネ電源側が“自発的”に出力抑制を行う仕組みが望まれる。



出典) 電力広域的運営推進機関

図 2-1 種子島の最過酷日（5月4日）における需給予測例

2) 背景 1 : 離島平均燃料価格の高騰

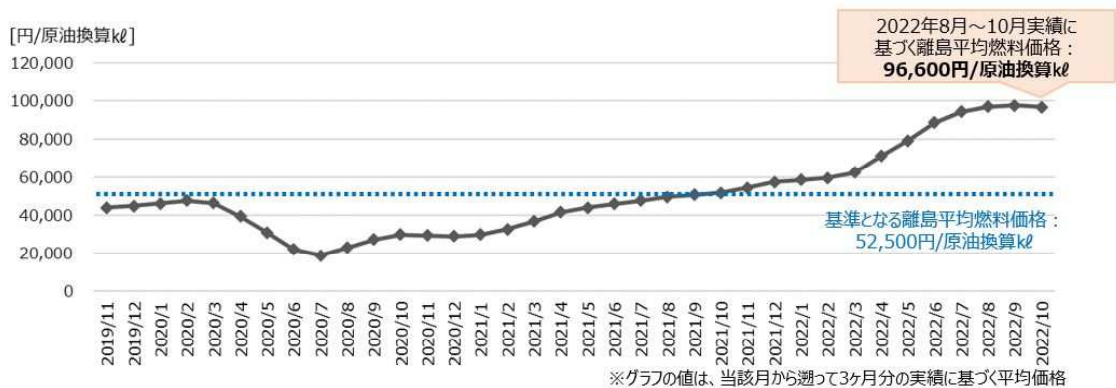
2021年以降、離島平均燃料価格[※]は上昇傾向にあるが、昨今のウクライナ情勢の影響を受け、2022年度は大幅に上昇し、直近では原油換算 1 kℓあたり 96,600 円と、基準となる価格の約 1.8 倍まで高騰している。

さらに、小規模離島においては小型の内航船による輸送となるため、重油の輸送コストについても割高となる。

離島における再エネ導入は前述のとおり厳しい条件下にはあるものの、再生可能エネルギーの発電コストについては年々低下しており、本土と比較して厳しい燃料調達条件にある離島においては、グリッドパリティの早期実現が期待される。

これらを踏まえると、現行の制度面での課題はあるが、島全体としてのエネルギーコスト削減を需要家側での自家消費の取組に還元し得るような再エネ導入スキームの構築により、地産地消型のエネルギー事業の実現が期待できる。

※離島平均燃料価格：原油・LNG・石炭の 3 ヶ月分の貿易統計価格（貿易統計にて公表される円建ての輸入価格）をもとに算定される燃料価格であり、離島ユニバーサルサービス調整単価の算定に用いられる



出典)「離島ユニバーサルサービス調整単価」(九州電力送配電 HP) に基づき作成

図 2-2 直近 3 年の離島平均燃料価格 (原油換算 1 kℓあたり)

3) 背景 1：離島において実施可能なビジネスモデルへの制度的制約

離島における小売電気事業及び配電事業は実質的に一般送配電事業者に限定されるという課題を有している。

離島の電源は「離島ユニバーサルサービス制度」のもと、本土の需要家が負担する託送料金に含まれる形によって支えられており、その主旨を踏まえると、特定の小売電気事業者や配電事業者への電力供給（卸供給、部分供給）は行われず。今後島内で設立される予定の地域エネルギー会社は、小売供給や配電事業（非常時は除く）を行うことが現在の制度運用下では実質的に不可能と理解される。

この対応策として、自家消費型供給スキーム（オンサイト PPA）の構築が考えられる。

PV を空港内に設置し、その発電電力を空港施設で自家消費する事業モデルが基本となる。PV 等の設備は地域エネルギー会社が設置し、自家消費分の電力収入によって投資額を回収する、いわゆるオンサイト PPA スキームである。自家消費しきれず余剰する電力は、一般送配電事業者に対して売電するか、あるいは自己託送で空港外の特定需要家に供給する。

なお、空港内には複数の需要家（国、県、空港ビル等）が存在することから、自家消費モデルの構築手法としては次の 2 通りが考えられる。

- 1) 受電を一括化し、より効率的な自家消費モデルを構築する
- 2) 需要家単位でそれぞれ自家消費モデルを構築する

4) 背景 2：空港脱炭素化の動き

国は、空港の再エネ拠点化及び空港施設・車両の CO2 削減を通じた「空港の脱炭素化」を目指している。

鹿児島県では、県が管理する空港を対象に、脱炭素化推進協議会を設置し、空港脱炭素化推進計画の策定に順次取り組んでいる（奄美空港、種子島空港、徳之島空港）。



出典) 国交省航空局

図 2-3 空港の脱炭素化イメージ図

5) 背景 3 : 沖永良部島における脱炭素先行地域の取組

沖永良部島は 2022 年 4 月に脱炭素先行地域に選定され、公共施設等への再エネ導入に取り組む予定となっている。具体的には、全体計画の半分 (2.6MW) に GFM を導入し、厳しい系統制約下でのグリッドフォーミング機能の実装を目指す予定である。

知名町：ゼロカーボンアイランドおきのえらぶ

環境省

脱炭素先行地域の対象：知名町及び和泊町の公共施設群

主なエネルギー需要家：公共施設26施設
共同提案者：和泊町、リコージャパン、一般社団法人サステナブル経営推進機構

取組の全体像

離島特有のエネルギーの災害脆弱性や内燃力機関の下げ代制約、慣性力不足も踏まえ、系統と協議の上、太陽光発電設備・蓄電池を設置し、沖永良部島最大負荷(約12MW)の半分弱の再エネ(5,200kW)を導入する。再エネ導入量の半分の高圧施設に**グリッドフォーミングインバータを活用**し、慣性力不足を解消するとともに、**EMSDで需要家側のインバータ群と内燃力機関を協調制御**することで、内燃力機関最低出力を維持する。これにより、従来型インバータによる低圧需要家への再エネ導入を拡大する。非常時は一部エリアで**地域マイクログリッド**を運用し、系統停電時においても公共施設周辺の一般需要家にも電力供給する。

1. 民生部門電力の脱炭素化に関する主な取組

① **【知名町及び和泊町の公共施設群】**
公共施設26施設の屋根や駐車場、遊休地に太陽光発電(5,200kW)・蓄電池を導入し、慣性力不足への対策として、系統周波数が急激に変動した際、擬似的な慣性を供給し、配電系統内の系統周波数を維持するグリッドフォーミングインバータであるDGRを導入するとともに、内燃機関の下げ代制約対策として、需要家側の機器を制御するEMSDでインバータ群と内燃力機関を協調制御する

② **【知名町新庁舎周辺、知名中学校周辺、和泊小学校周辺】**
公共施設に設置した太陽光発電・DGR・蓄電池を活用し、非常時に一般送配電事業者と連携して知名町新庁舎周辺、知名中学校周辺、和泊小学校周辺で地域マイクログリッドを発動し、公共施設を核として周辺の一般需要家にも非常時の電力を供給

3. 取組により期待される主な効果

① 再エネ・蓄電池、グリッドフォーミングインバータ、マイクログリッドを導入して自律分散型電源を確保することにより、本土と系統連系がされず島外からの化石燃料に依存し、台風時の停電などの大きなリスクを抱える離島特有のエネルギー供給の課題解決に貢献
② 島内においてエネルギーを自給することにより、**エネルギーコストの抑制と循環型経済の基礎を構築**

2. 民生部門電力以外の脱炭素化に関する主な取組

① 両町の公用車を2030年までに順次EV化 (2026年度までにマイクロバス4台、普通自動車40台、軽自動車20台)
② 公共交通機関の路線(6路線、67.8km)についてバス(11台)の電動化を実施し、車を持たない高齢者や子供など交通弱者の移動を脱炭素化
③ EV軽トラック(年間30台)・通学用EVバイク(年間70台)の購入補助

4. 主な取組のスケジュール

| 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 | 2025年度 | 2026年度 | 2027年度 | ... | 2030年度 |
|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|--------|-----|-------------|
| | | | | 公共施設への省エネ、太陽光・蓄電池・DGRとPCSによるオンサイトPPA | | | 全島展開に向けた協議等 |
| | | | | ソーラーシェアリング | | | |
| | | | | 公用車EV整備事業 | | | |
| | | | | 公共交通機関EVシフト事業 | | | |
| | | | | EV軽トラ、通学バイクEV支援事業 | | | |

出典) 環境省

図 2-4 脱炭素先行地域の取り組み (知名町)

<参考> GFMとPCSの比較

| | DGR+内蔵BT | PCS+BT |
|------|---|--|
| 慣性力 | ○ GFM機能により再エネ電源に慣性力を付与することが可能であり、主力電源化には必須 | × 再エネ主力電源化時は系統の慣性力を悪化させる |
| 拡張性 | ○ 内燃力発電機代替により下げ代制約を緩和し、再エネ供給力を増加できれば、PCSよりも再エネ供給量を増やせる | × 再エネ供給量が増えたと出力抑制が頻発する |
| コスト | × 現時点で高い PV: 20万円/kW ^{*1} DGR/BT: 80万円/kW ^{*1} | ○ 量産化済み PV/PCS: 30万円/kW ^{*2} BT: 20万円/kW ^{*3} |
| 位置づけ | DGRは同期発電機なので、下げ代制約緩和効果があり、将来の沖永良部島全体の脱炭素の道筋を示すために必要 | 下げ代と慣性力の制約を意識しつつ、低コストで着実な脱炭素推進に活用 |

*1 2023/2現地調査を踏まえた見積価格
*2 DGR向けPVは、比較的安価な野立てPVを設置可能な大規模高圧需要家へ設置する一方、PCS向けPVは、ソーラーカーポートやソーラーシェアリング等、比較的高価になると見込んでいる。コスト詳細は対象施設の再選定含めて本年度中に確認する
*3 想定値。コスト詳細は対象施設の再選定含めて本年度中に確認する

出典) ゼロカーボンおきのえらぶ計画提案書 (2023年7月24日改定)

図 2-5 GFMとPCSの比較

2.2 沖永良部空港再エネ拠点化の構想

(1) 取組課題と解決の考え方

前述までの背景等を踏まえると、鹿児島県のエネルギー政策、空港政策及び沖永良部島において、脱炭素分野に関連する課題がそれぞれ存在する。

これを踏まえ、沖永良部空港において再エネの拠点を形成し、再エネの自家消費と地域への余剰供給を効率的に行う事業を進める。この取組によって、下記の課題解決に繋がられることを想定する。

- 「空港の脱炭素化」と「地域の脱炭素化への貢献」の同時達成
- 離島のエネルギー問題の解決に資する新たな再エネ導入拡大モデルの構築

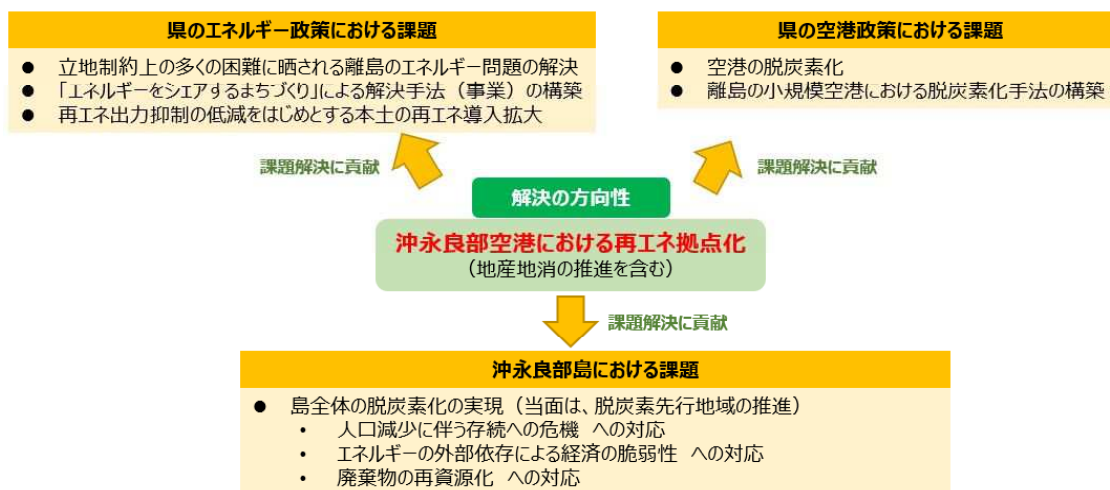


図 2-6 取組課題と解決の考え方

(2) 沖永良部空港再エネ拠点化の方向性（実装段階）

沖永良部空港再エネ拠点化の実装段階における方向性としては、「空港の脱炭素化と、空港による地域脱炭素化への貢献」を掲げている。（R4 年度実証事業計画書 p.13 に記載）



図 2-7 沖永良部空港再エネ拠点化の方向性（実装段階）

具体的な方向性の内容を以下に示す。

- ・ 空港内に再エネ（太陽光発電を想定）を導入し、あわせて導入するインバータは系統安定化のための新技術であるグリッドフォーミング（GFM）※¹の導入を目指す※²
- ・ 再エネの効率的な利用のため現在の低圧受電を高圧受電にまとめるほか、空港に関連する車両（空港業務用車両、バス、レンタカー、職員通勤車等）の電動化及び充放電を念頭に入れ、空港内での再エネ自家消費をできるだけ高めることを目指す
- ・ 脱炭素先行地域の取り組みと連携し、技術課題の解決や効率的な事業運営等を実現する

※¹ グリッドフォーミングインバータ：同期発電機が持つ慣性・電圧維持能力等と同等の能力を備えた次世代のインバータ。周波数維持や系統安定化に資する。

※² 新技術の実装の見直しに応じ、通常タイプのPCSの一部または全部の導入も念頭においておく。

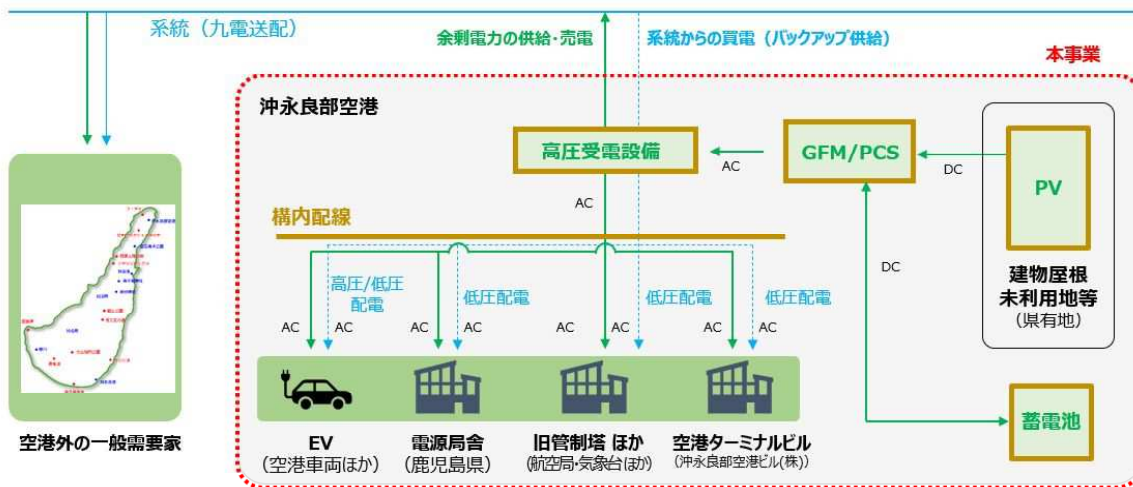


図 2-8 沖永良部空港再エネ拠点化の方向性（実装段階）イメージ図

(3) 取組体制（実装段階）

現時点での想定として、実装段階の取組体制を以下に示す。

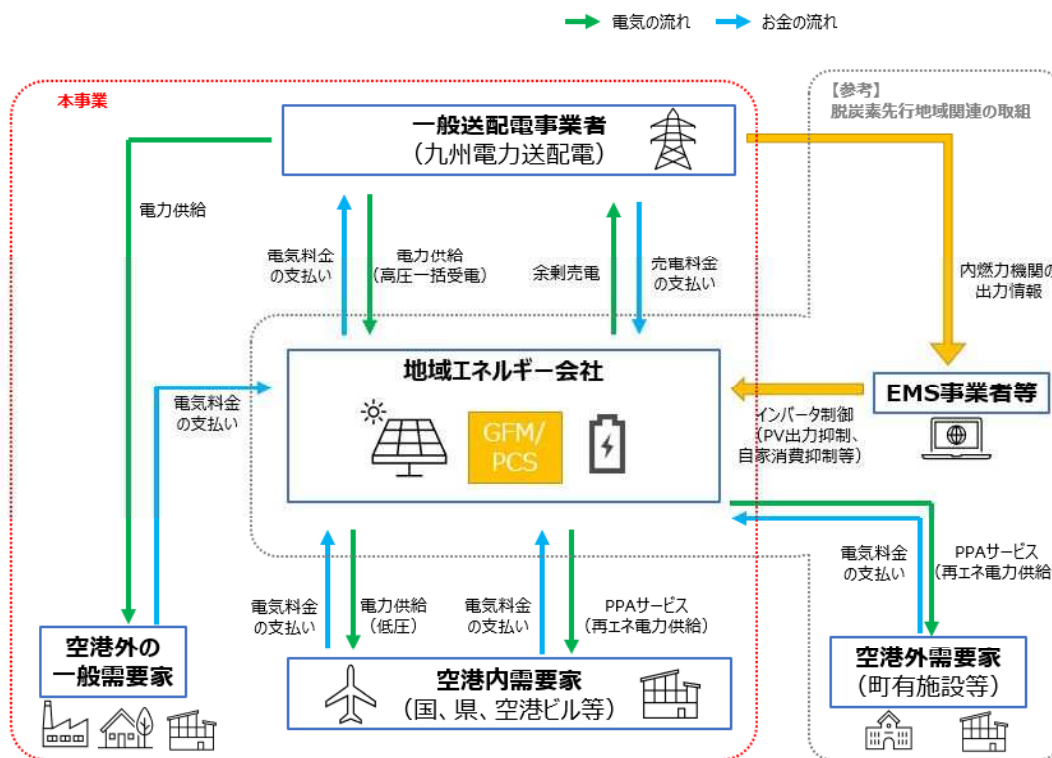


図 2-9 取組体制（実装段階）イメージ図

表 2-1 取組体制（実証段階～実装段階）

| 関係主体 | | 【Step1】実証事業 | 【Step2】実装事業 |
|---------|------------------------|--|--|
| 鹿児島県 | | <ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業の実施（建物屋根等の提供を含む） ● 実装事業化に向けた関係者調整（航空局、気象台、和泊町、空港ビル、関連エネルギー事業者、九電送配等） ● 他の離島等への適用を見据えた知見の蓄積 ● エネシエアの取組の普及啓発、理解促進 | <ul style="list-style-type: none"> ● 空港再エネ拠点化事業への協力（空港内未利用地の提供等）を通じた空港脱炭素化の推進 ● 関係者調整 ● 調整会議の運営 |
| 空港内需要家 | 大阪航空局 福岡管区気象台 | <ul style="list-style-type: none"> ● 空港内関係者調整への協力 ● 本実証事業に関する情報収集 | <ul style="list-style-type: none"> ● 空港再エネ拠点化事業への参画（PPA契約の締結） ● 調整会議への参画 |
| | 沖永良部空港ビル(株) 空港運営事業者 | <ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業への参画または協力（GFM・蓄電池の導入等） | <ul style="list-style-type: none"> ● 空港再エネ拠点化事業への参画（PPA契約の締結） ● 調整会議への参画 |
| 空港外需要家等 | 和泊町 知名町 | <ul style="list-style-type: none"> ● GFM関連事業の推進（知名町新庁舎周辺におけるGFM実証の成果・課題等の展開） ● 空港内関係者調整への協力 | <ul style="list-style-type: none"> ● 地域脱炭素移行・再エネ推進交付金活用による地域エネルギー会社の取組支援 ● GFM関連事業の推進（GFMの全島展開の取組との連携） ● 空港内のPV余剰電力の調達（組合参加、自己託送による余剰電力の調達） |
| | 地域エネルギー会社 | <ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業への参画、協力 | <ul style="list-style-type: none"> ● 空港再エネ拠点化事業の推進（系統協調運転、PPA事業、空港需要家への電力供給） |
| 九州電力送配電 | | <ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業への協力（協議対応等） ● GFMに関する技術的知見の蓄積 | 同左 |

(4) 取組スケジュール（実証段階～実装段階）

現時点の想定として、実証段階～実装段階の取組スケジュールを以下に示す。

- ・ 実証によって技術的・社会的課題を解決した後、空港再エネ拠点化事業を商用ベースの取組として実施する。
- ・ 本事業に関連する下記の取組と緊密な連携を図りながら進める。
 - ① 先行 100 地域の取組におけるシステム導入の進捗と、それに関連する九電送配との技術的協議の状況
 - ② 空港管理者（鹿児島県港湾空港課）サイドで今後進められる「空港脱炭素化」の取組

※R4年度成果（実証事業計画書）p.15を一部修正

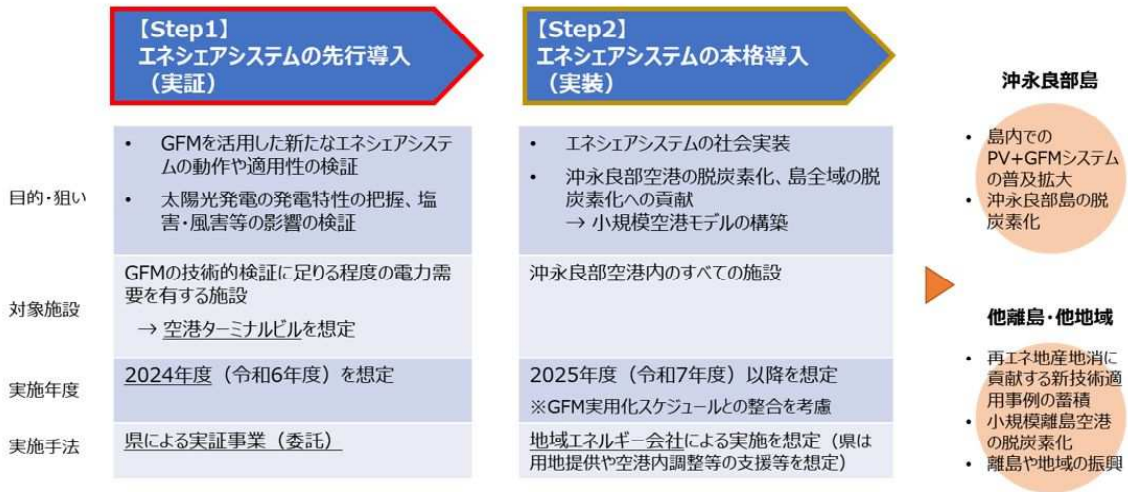


図 2-10 取組スケジュール検討の流れ

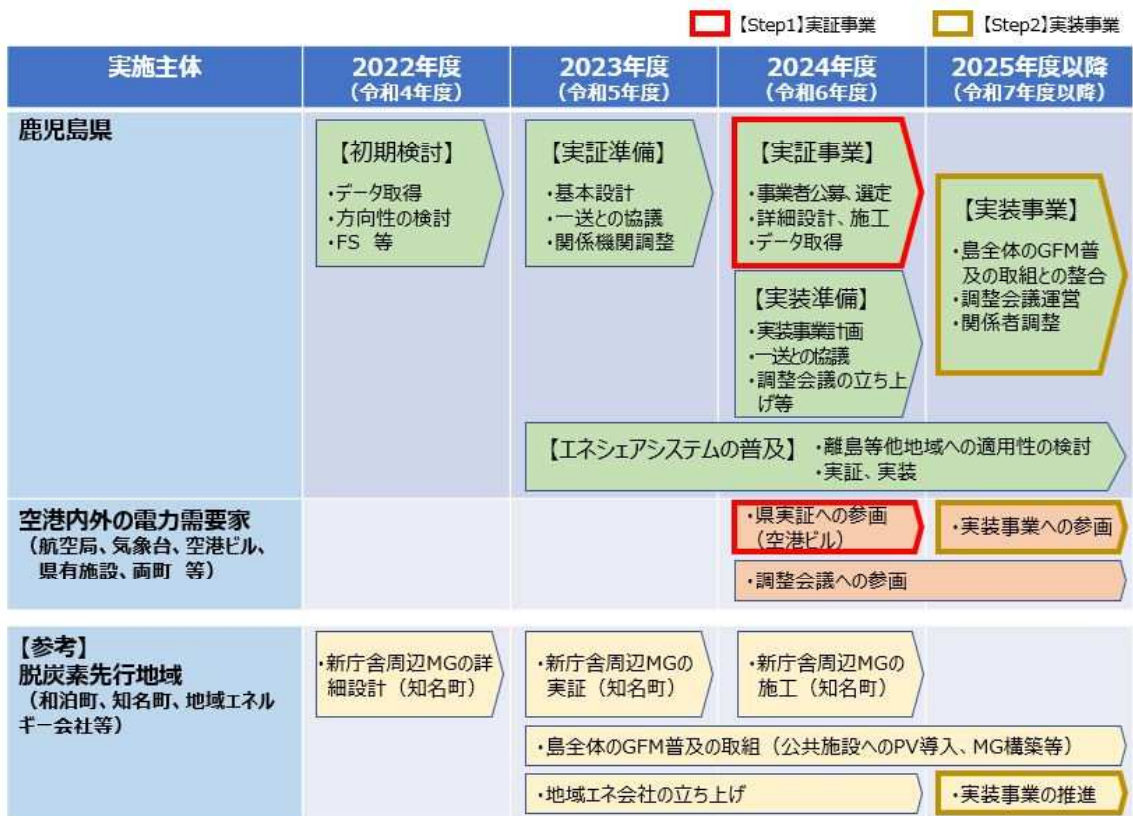


図 2-11 取組スケジュール（実証段階～実装段階）

(5) 空港再エネ拠点化の実現に向けた課題

島内において当面実施可能な事業モデルは、「オンサイト PPA + 余剰売電」に当面限られる。PPA 事業の採算性向上には、【課題①】自家消費率の向上（余剰電力量の最小化）が必要。

さらに、再エネ供給拠点化の形成に向け、【課題②】再エネ外部供給に適した次世代インバータの実装が必要。系統の安定運用に資する次世代技術である GFM（グリッドフォーミング）インバータの導入が有効
すべての前提として、空港における取組に関し、【課題③】島民や来訪者等の理解向上が必要。

課題① 自家消費率の向上

- ・ 日中に余剰する PV 電力について、空港内のエネルギーリソース（蓄電池への充電、EV への充電等）を活用し、自家消費量をできる限り増やす必要がある。
- ・ 一方、PV 電力が不足する場合はエネルギーリソース（蓄電池からの放電、EV からの放電等）を活用し、空港内再エネ由来の電力供給量をできる限り増やす必要がある。

課題② 再エネ外部供給に適した次世代インバータの実装

- ・ 系統に再エネを導入すると系統電圧が上昇、EV 充電器を導入すると系統電圧が下降するという、いわゆる「配電系統電圧問題」が発生する。これらの対策としては、電圧調整装置の設置/柱上変圧器の分割設置といった新規設備投資が必要となり、社会コストが増加してしまう。
- ・ そのため系統電圧を安定化させる次世代インバータの実用化に貢献し、空港内での実装を目指す必要がある。

課題③ 島民や来訪者等の理解向上

- ・ 沖永良部島の玄関口である空港において先進的な脱炭素の取組を明示的に展開することで、来訪者の再エネに対する理解向上につなげる必要がある。
- ・ あわせて PR を効果的に展開することで、空港関係者や島民の意識醸成につなげる必要がある。

2.3 実証実施計画

(1) 実証の目的

本実証の目的は、課題解決の方向性に照らして以下の3点とする。

電力需給マネジメントの高度化

- 実証① ・ 空港内の他の電力需要（他施設、空港車両、EV等）でのPV余剰電力のシェア
 - ・ 自家消費率や自給率の向上効果を検証
 - ※課題① 自家消費率の向上への対応

GFMインバータの技術確立への貢献

- 実証② ・ 次世代技術であるGFMインバータを利用した再エネ供給システムを空港内に試行的に構築
 - ・ 急激な負荷変動を含むさまざまな状況下において、安定的な電力品質（電圧、周波数）のAC出力性能を検証
 - ※課題② 再エネ外部供給に適した次世代インバータの実装への対応

島の玄関口における再エネ取組の見える化（余剰再エネを活用したEV走行）

- 実証③ ・ 分かりやすくPR効果の高いシェアカーEV（空港拠点）でのPV余剰電力のシェア
 - ・ 島民や来訪者等の意識向上効果を検証
 - ※課題③ 島民や来訪者等の理解向上への対応

(2) 実証内容

1) 全体概要

以下の内容で実証を行う。

- 【実証①】 模擬負荷を用いて、空港周辺で短中期的に想定される多様なEV1, EV2（空港管理車、その他車両等）の充放電の状況を再現。EV充電による自家消費率向上効果を検証するとともに、上げDRによる押し上げ効果を検証する。
- 【実証②】 模擬負荷で再現するEV充電等の急激な負荷変動下（例えばEV2による急速充電）においても安定的な品質（電圧、周波数）のAC出力を達成できているかどうかを確認する。
- 【実証③】 町が保有する超小型BEV（EV3）を一定期間借用し、空港を貸し出し/返却の拠点とするカーシェア運行を期間限定のイベントとして実施。PV電力は蓄電池経由での夜間充電を基本的パターンとして想定。島民や来訪者、空港管理者等の意識向上効果の検証を中心にを行う。

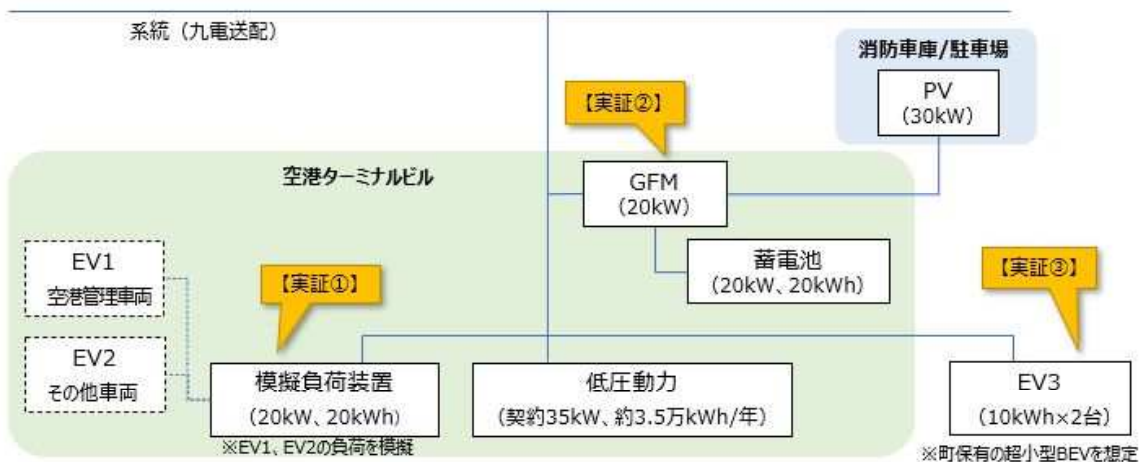


図 2-12 全体概要

<GFM の導入が技術的に困難となる場合の代替案>

【実証①】 模擬負荷を用いて、空港周辺で短中期的に想定される多様な EV1, EV2（空港管理車、その他車両等）の充放電の状況を再現。EV 充電による自家消費率向上効果を検証するとともに、上げ DR による押し上げ効果を検証する。

【実証③】 町が保有する超小型 BEV（EV3）を一定期間借用し、空港を貸し出し/返却の拠点とするカーシェア運行を期間限定のイベントとして実施。PV 電力は蓄電池経由での夜間充電を基本的パターンとして想定。島民や来訪者、空港管理者等の意識向上効果の検証を中心に行う。

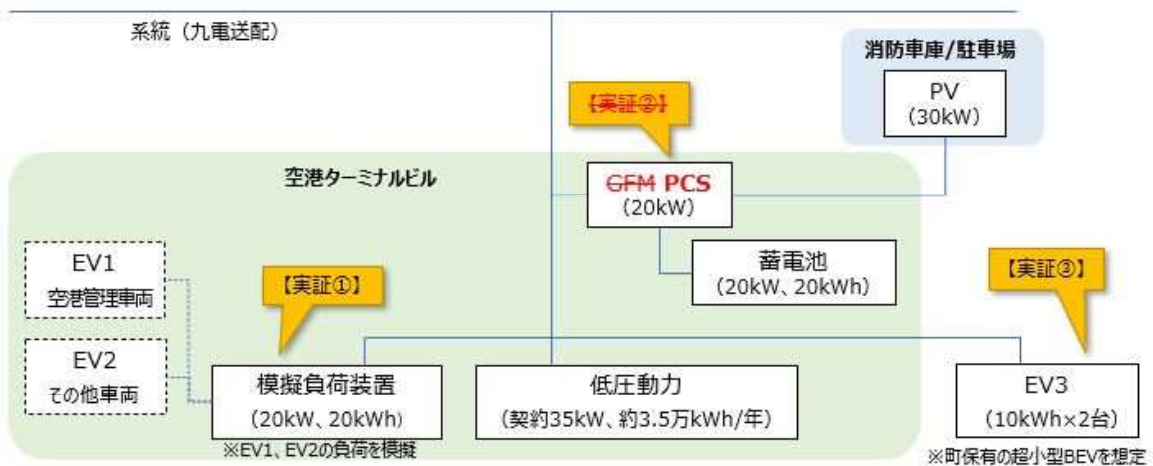


図 2-13 GFM の導入が技術的に困難となる場合の代替案

2) データ計測

実証①～③の実施期間中、下表に主に示す項目を適切な間隔で計測を実施する。

収集したデータはクラウドに保存し、遠隔で取得したうえで、リアルタイムで評価に活用する。 ※一部のデータ項目は現場計器に保存し、一定期間ごとにデータ取り出しを実施

表 2-2 データ計測項目

| 実証 | 計測項目 | 計測方法 | 評価方法 |
|-----|---|---|--|
| 実証① | 1. PVの発電量 2. GFMの出力 3. 蓄電池の充放電量 4. 蓄電池のSOC 5. 空港ビルの電力消費量 6. EV1の充放電量（模擬） 7. EV2の充電量（模擬） 8. EV1のSOC（模擬） 9. 買電量 | <ul style="list-style-type: none"> 1～8はGFMの監視・計測機能を利用 9は九電送配HPからスマートメーターのデータを取得 | 下記2つの指標を用いて、エネマネの効果を経営的に評価 <ul style="list-style-type: none"> PV有効利用率 PVによる自給率 |
| 実証② | 1. GFM出力の電圧 2. GFM出力の周波数 | 売電メーターの手前（需要家側）に計器を設置し、データを取得 | 模擬負荷装置で作出した急激な負荷変動下（例：EVの急速充電）でもGFM出力電圧が九電送配が定める所定の範囲に収まっているかどうかで成否を評価 |
| 実証③ | 1. 再エネへの理解度 2. 1にあわせ、EVやカーシェアの利便性向上策も | 利用者向けのWEBアンケート | アンケート分析により、認知度や利用者評価等を把握 |

(3) 実証導入設備

1) 全体構成

実証導入設備の全体構成を以下に示す。

PV パネル等導入設備の導入方法は、国マニュアルを踏まえ、空港業務に支障を来すことのないよう十分留意する。対象需要は、空港内で比較的まとまった規模の需要を有する空港ターミナルビルの低圧動力（主に業務用エアコン用、年間約 3.5 万 kWh）とし、これを実証設備の容量設定の基礎的条件とする。需給マネジメントの高度化に向けた実証に必要な“余剰のシェア先”については、さまざまなパターンや強度等を自由に与えることのできる模擬負荷の使用のほか、期間限定で町から借用するカーシェア用途のEVを想定する。

表 2-3 実証導入設備の全体構成

| 実証設備 | | 設備容量 | 設置場所 | 調達方法 | 備考 |
|-------------|--------------|---|--|--------------|---|
| 太陽光パネル | | 【A案】15kW 【B案】17kW 【C案】32kW ※最大 | 【A案】消防車庫の屋上 【B案】職員用駐車場（北） 【C案】駐車場南側の空地 | 購入 or リース | ・ 設置場所の検討に応じ設備容量を変更する可能性あり ・ 複数の建物（需要地点）に配線がまたがるA案での低圧連系は契約上問題ないと九電送配から回答あり（2023.10.4） |
| インバータ | | 20kW | 空港ターミナルビルの入口付近（屋外） | レンタル | ・ GFMを第一に想定 ・ PCSのケースも想定（この場合は実証①③のみを実施） |
| 蓄電池 | | 20kW、 20kWh | 同上 | レンタル | ・ GFM内蔵型を想定 |
| 余剰のシェア先（EV） | 模擬負荷装置 | 20kW 1台 | 空港ターミナルビルの入口付近（屋外） | レンタル | ・ GFMによる代用を想定 ・ さまざまなパターンや強度等のEV充電負荷（空港車両、その他車両）を設定 |
| | 超小型BEV（期間限定） | 10kWh 2台 | 充電設備はGFM近辺への設置を想定 | 借用（期間限定） | ・ PV余剰電力を活用したEVカーシェアを空港拠点で運行 ・ 知名町、和泊町、両町観光協会、運行事業者等と今後協議 |

2) 太陽光パネルの配置案

PV パネルの設置場所は、消防車庫の屋上に加え、職員用駐車場（北）と駐車場南側の空地の2箇所を候補地として配置案を検討中であり、下記問題点への対応を含め、空港管理者（県港湾空港課）の確認結果を踏まえ、本年度中に決定予定である。

■ 想定される問題点

- 【A】消防車庫の屋上：構造計算書や竣工図の収集が困難なため、構造面の影響検討を厳密に行えない可能性あり
- 【B】職員用駐車場（北）：売店・食堂に勤務する従業員の駐車場として利用実態あり
- 【C】駐車場南側の空地：特になし



図 2-14 太陽光パネルの配置案

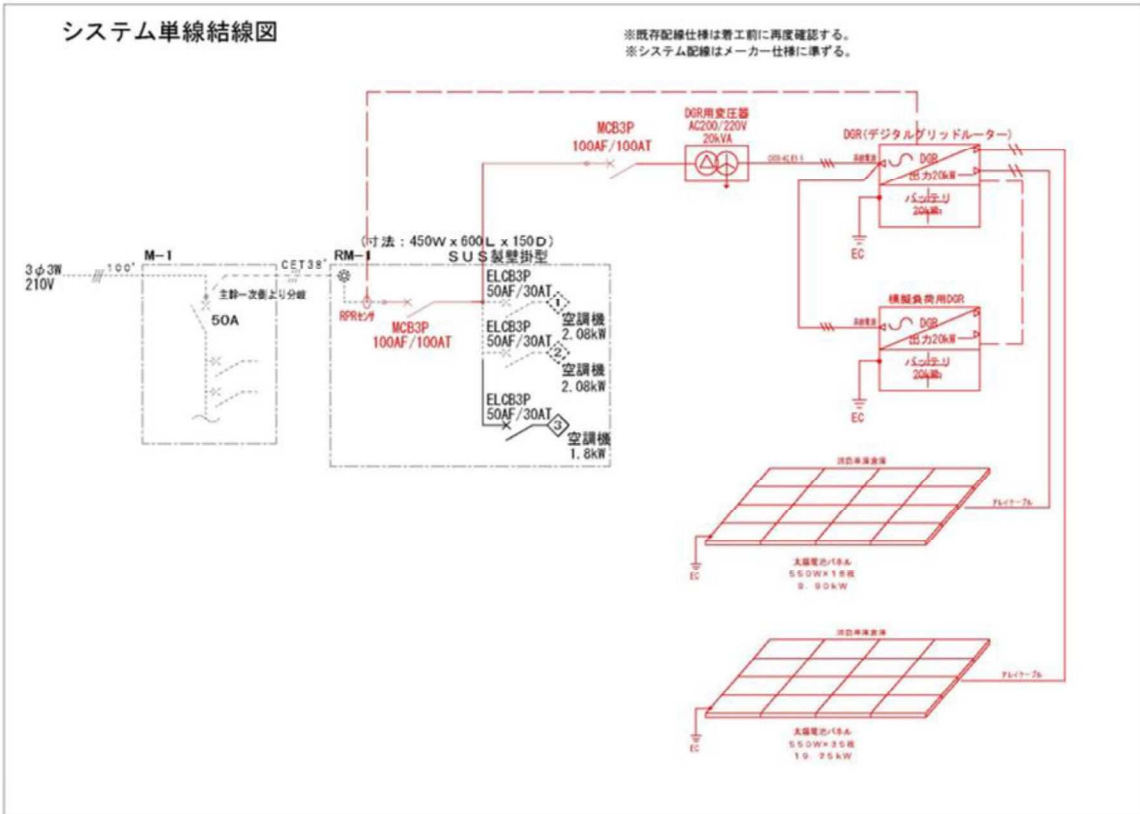
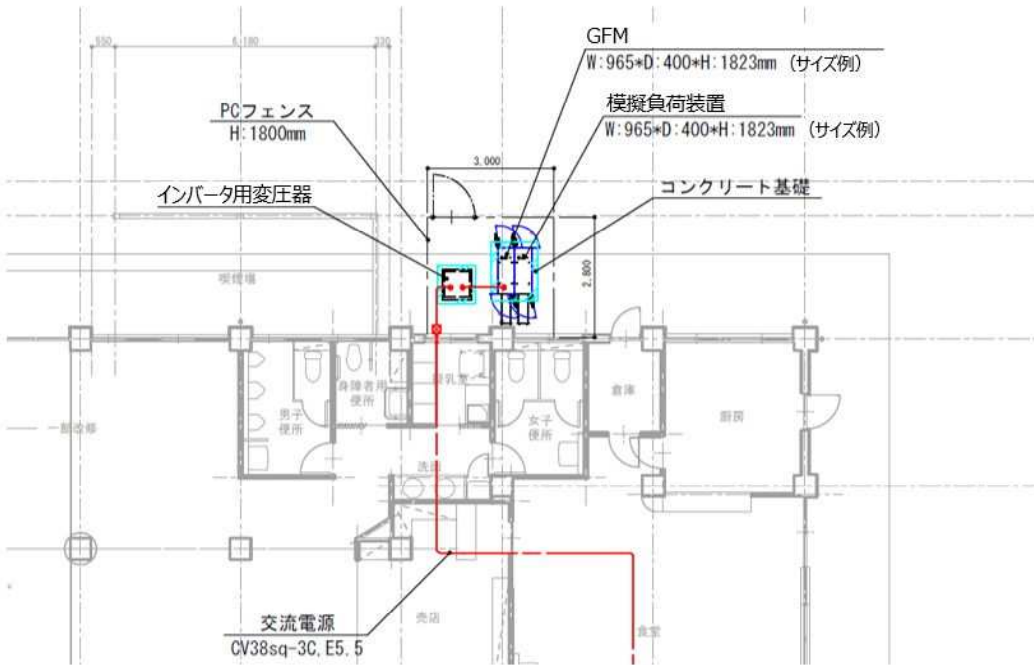


図 2-15 システム単線結線図



※次年度以降における空港管理者等との協議の結果、太陽光パネルやGFMの設置箇所、設置方法を変更する場合があります

図 2-16 GFMの配置計画

(4) 実証効果の想定 ～電力需給マネジメントの高度化（実証①）による効果シミュレーション～

1) 電力需給シミュレーションの分析ケース設定

実運用において目標となる対策効果（PV 電力の自家消費率及び自給率の向上）の期待量をあらかじめ把握するため、実証範囲の実績データに基づく電力需給シミュレーションを実施した。

検討ケースとしては、空港ターミナルビルと空港管理車（EV1）によって PV 電力を消費する場合（＝対策前ケース）と、EV2（職員自家用車）の充電による上げ DR 及び空港ビル需要への放電によって PV 電力の自家消費率及び自給率の向上を目指す場合（＝対策ケース）とした。

表 2-4 電力需給シミュレーションの分析ケース設定

| 構成要素 | | 対策前ケース | 対策ケース |
|-----------------|------------|--------|-------|
| 電力供給源 | PV電力 | ● | ● |
| | 商用電力 | ● | ● |
| 電力供給先 (電力需要) | 空港ビル（低圧動力） | ● | ● |
| | 【EV1】空港管理車 | ● | ● |
| | 【EV2】職員通勤車 | — | ● |
| 電力需給 制御ロジック | 通常運用 | ● | ● |
| | 追加マネジメント | — | ● |

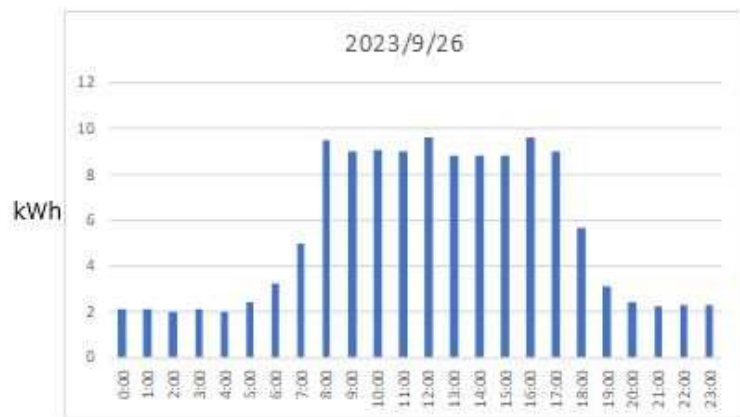
[参考] 電力需要の設定方法

表 2-5 電力需要の設定方法

| 電力需要 | 収集データ | 設定手順 |
|------------|---|--|
| 空港ターミナルビル | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 月間電力消費量 (2019年5月～2023年4月) ✓ スマートメータデータ (2023年 9/25、9/26、11/11、11/12) | <ol style="list-style-type: none"> 1) 月間電力消費量から月別の日平均電力消費量を計算 <ul style="list-style-type: none"> ・2022年度データを使用し、各月の1日あたりの平均電力消費量を算出 ・月間電力消費量÷日数 2) 月別・時刻別電力消費量の按分 <ul style="list-style-type: none"> ・冷房期（5-11月）と非冷房期（12-4月）に分類 ・冷房期ではスマメータ（9/26）で時刻別に按分 ・非冷房期では日中（稼働）を夜間（非稼働）の2倍として按分 <p>※日中：スマメータ（9/26）において最大電力消費量の半分以上の時間帯</p> |
| 【EV1】空港管理車 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 月間走行量・ガソリン給油量 (2022年11月～2023年10月) ✓ 1日の使用パターン (11/8、6/3) | <ol style="list-style-type: none"> 1) 月間走行量から月別の日平均走行量を計算 2) 月別・時刻別走行量を計算 <ul style="list-style-type: none"> ・日平均走行量の平均値を基準に走行量が多い月と少ない月に分類 ・1日の使用パターンのうち、11/8を走行量が多い月、6/3を少ない月に分類し、各月の走行量を時刻別に按分 3) 想定車種に合わせ、各月の時刻別電力需要を計算 |

[参考] 電力需要の設定値

空港ターミナルビル（低圧動力）



【EV1】空港管理車

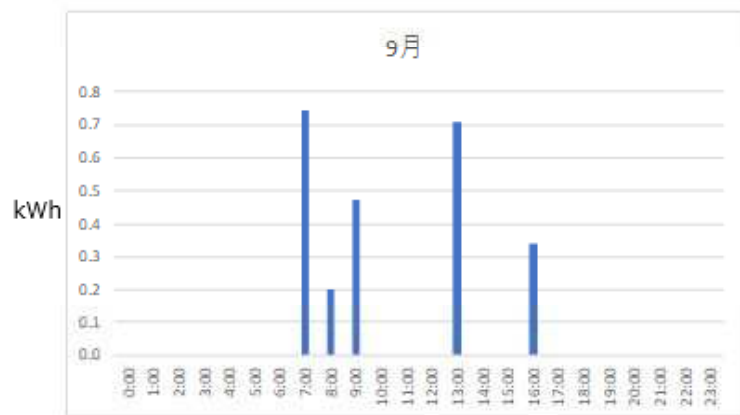


図 2-17 電力需要の設定値

[参考] 通常運用時の電力需給制御ロジック（対策前ケース）

- ・ PV が空港ターミナルビルの需要を上回る時は，【BT】定置式蓄電池への 20kW 充電，【EV1】空港管理車への 6kW 充電，系統への売電の順に対応する
- ・ PV のみで空港ターミナルビルへの供給が不足する時は，BT からの 20kW 放電，EV1 からの 6kW 放電，買電の順に対応する
- ・ EV1 への 6kW 充電は，PV から，BT から，買電の順に対応する
- ・ EV1→BT への充電は考慮しない（一つ上の通り，逆の BT→EV1 はある）
- ・ 空港業務終了後の夜間の間（例：0 時から）に EV1 を満充電にしておく（基本 BT から）

EV1 の利用条件

- ・ EV1 をエネマネに活用できる時間帯は空港管理業務外の時間帯とし，具体的に 9 月では 10-13 時，14-16 時，17-24 時までとする。
- ・ EV1 のエネマネ領域は 15kWh に限定する（5kWh は必ず残す）

2) 電力需給シミュレーション結果（対策前ケース）

1年間の設備運用の結果としては、自給率63.8%、PV有効利用率71.6%となった。

参考までに、EV1によるエネマネ効果を抜き出すと、自給率及びPV有効利用率の向上への貢献は僅少であった。EV1をエネマネに活用できる時間帯が限られることが主な原因と考えられる。

表 2-6 電力需給シミュレーション結果（対策前ケース）

| | 対策前ケース | （参考）対策前ケースにおいてEV1を含まない場合 | |
|---------|--------|--------------------------|--------------|
| | | | EV1による指標改善効果 |
| 自給率 | 63.8% | 62.9% | +0.9% |
| PV有効利用率 | 71.6% | 69.9% | +1.7% |

（参考）シミュレーション結果の月別集計値

表 2-7 シミュレーション結果の月別集計値

| 月別集計 | 電力需要 | | PV発電 | | 蓄電池 | | EV充電 | | 自給率 | PV有効利用率 | EV1による電力削減率 | EV1による電力削減率 | EV1による電力削減率 | |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | [kWh] | [kW] | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [kWh] | | | | | | |
| 年間集計 | 30,250 | 22,080 | 18,184 | 15,211 | 2,378 | 173 | 103 | 12,877 | 63.8% | 71.6% | 14.717 | 55.8% | 0.411 | 71.6% |
| 1月 | 5,507 | 11,007 | 4,661 | 2,782 | 1,863 | 87 | 583 | 1,086 | 84.8% | 84.8% | 8.346 | 34.8% | 6.031 | 46.8% |
| 2月 | 1,007 | 2,811 | 994 | 576 | 34 | 1 | 78 | 30 | 98.8% | 2.2% | 2.236 | 30.4% | 1.721 | 28.5% |
| 3月 | 1,586 | 2,967 | 1,518 | 1,086 | 36 | 24 | 39 | 110 | 95.8% | 1.5% | 1,579 | 42.8% | 1,074 | 69.7% |
| 4月 | 1,947 | 3,893 | 1,683 | 1,215 | 39 | 20 | 38 | 111 | 86.4% | 1.5% | 1,546 | 44.9% | 1,053 | 62.4% |
| 5月 | 5,436 | 3,833 | 3,586 | 3,125 | 40 | 26 | 4 | 2,034 | 65.7% | 1.0% | 1,08 | 81.5% | 1.7% | 98.3% |
| 6月 | 7,682 | 3,802 | 3,776 | 3,663 | 11 | 1 | 1 | 4,051 | 49.2% | 1.0% | 1.0 | 96.4% | 0 | 100.0% |
| 7月 | 6,774 | 3,579 | 3,525 | 3,292 | 23 | 0 | 0 | 3,400 | 52.0% | 0.0% | 287 | 92.0% | 0 | 100.0% |
| 8月 | 4,895 | 3,017 | 2,674 | 2,273 | 34 | 53 | 5 | 2,387 | 54.6% | 7.4% | 744 | 75.3% | 250 | 91.7% |
| 9月 | 1,939 | 2,373 | 1,423 | 1,009 | 34 | 38 | 28 | 607 | 73.4% | 1.3% | 1,364 | 42.5% | 858 | 63.8% |
| 10月 | 1,333 | 1,833 | 988 | 594 | 35 | 23 | 20 | 422 | 74.7% | 1.2% | 1,229 | 32.6% | 757 | 58.5% |
| 11月 | 1,199 | 1,784 | 928 | 584 | 39 | 16 | 19 | 354 | 77.4% | 1.2% | 1,241 | 30.9% | 776 | 65.9% |
| 12月 | 1,084 | 1,906 | 897 | 536 | 32 | 17 | 19 | 240 | 82.8% | 1.3% | 1,370 | 28.1% | 931 | 51.1% |
| 3月 | 884 | 2,263 | 853 | 401 | 30 | 6 | 51 | 51 | 96.5% | 2.2% | 2,272 | 17.8% | 1,821 | 33.8% |

EV1 は日中の走行距離が極めて少なく、SoCの減少がほとんどみられない。需要が旺盛となる夏期における空港ターミナルビルへの供給において比較的大きなエネマネ効果を発揮している。

一方で非冷房期（下図では1月）の特に晴天時においてはエネマネの効果が限定的である。

グラフ説明

- 面グラフ：PV発電
- 棒グラフ：需要（空港ビル、蓄電池&EV充電）
- 線グラフ：充電残量（蓄電池、EV）

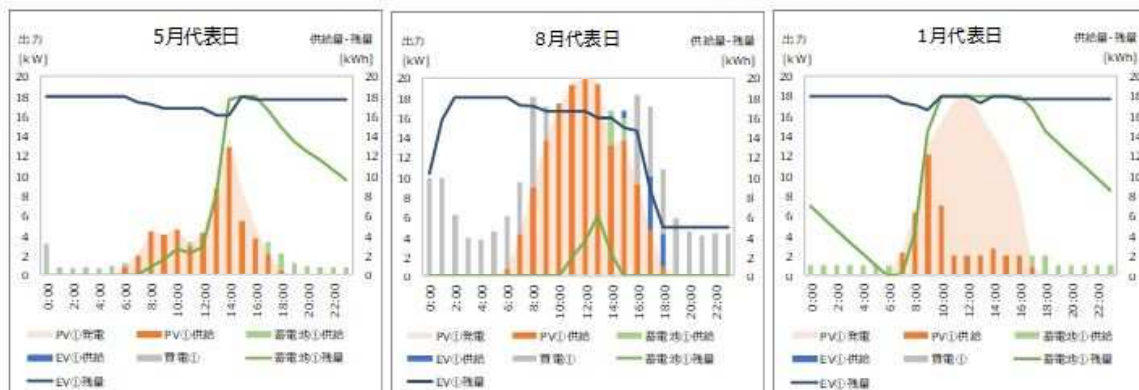


図 2-18 電力需給シミュレーション結果（グラフ）

3) 実証における検証課題の抽出

対策前ケースのシミュレーションの結果、非冷房期の日中（蓄電池への充電完了後）に PV 余剰電力が多く発生し、これらの空港内消費を進める必要があることが判明した。

上げ DR などのエネルギーリソースとして空港内において将来的に想定できるのは電気自動車の充放電である。本検討では【EV2】職員の通勤車（EV を想定）をエネマネ運用に追加することとした。制御ロジック及び EV2 の利用条件の詳細を以下に示す。

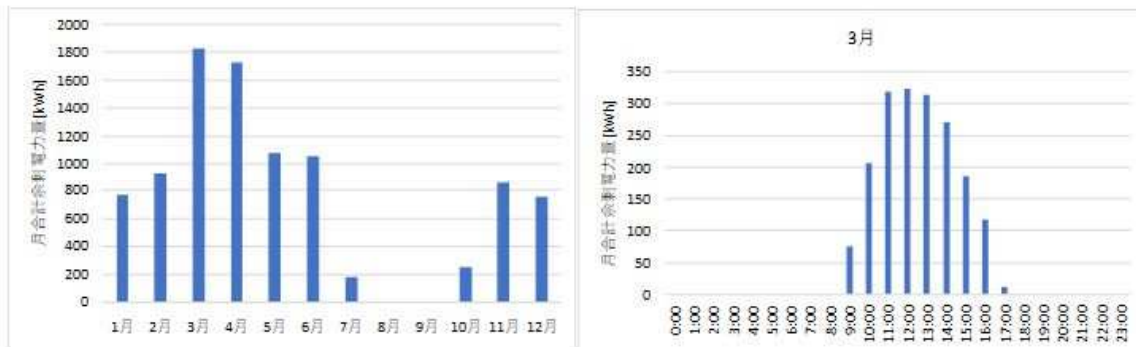


図 2-19 PV 余剰電力の発生状況（対策前ケース）

[参考] 追加マネジメント実施時の電力需給制御ロジック（対策ケース） ～課題への対応～

下線部：マネジメント強化に伴う追加対策

- ・ PV が空港ターミナルビルの需要を上回る時は、【BT】定置式蓄電池への 20kW 充電，【EV1】空港管理車への 6kW 充電，【EV2】職員自家用車への 6kW 充電，系統への売電の順に対応する
- ・ PV のみで空港ターミナルビルへの供給が不足する時は，BT からの 20kW 放電，EV1 からの 6kW 放電，EV2 からの 6kW 放電，買電の順に対応する
- ・ EV1 への 6kW 充電は，PV から，BT から，買電の順に対応する
- ・ EV1，EV2→BT への充電は考慮しない（一つ上の通り，逆の BT→EV1 はある）
- ・ EV2 への 6kW 充電は，PV からのみ行う
- ・ EV2 からの放電は PV からの充電分のみを対象とする
- ・ 空港業務終了後の夜間の間（例：0 時から）に EV1 を満充電にしておく（基本 BT から）
- ・ EV2 は毎日出社時（8 時）の SoC が 50% であると仮定する

EV1, EV2 (40kWh) の利用条件 ※EV1 は 20kWh

- ・ EV1 をエネマネに活用できる時間帯は空港管理業務外の時間帯とし，具体的に 9 月では 10-13 時，14-16 時，17-24 時までとする。
- ・ EV1 のエネマネ領域は 15kWh に限定する（5kWh は必ず残す）
- ・ EV2 のエネマネに活用できる時間帯は職員の勤務時間帯とし，具体的には 8-18 時までとする。
- ・ EV2 のエネマネ領域はバッテリー使用可能容量の 50% 以上に限定する

[参考] 電力需給シミュレーション結果（対策ケース）

非冷房期において、余剰電力がEV2の充電に回されたことでPV有効利用率が増加した。

EV2の充放電の優先順位が低く、日没以降に放電可能な時間帯が少ないことからEV2の放電機会が少ないため、自給率はほとんど変化しない。

EV2は需要の少ない非冷房期（下図では5月、1月）において充電され、余剰電力の低減に寄与した。

表 2-8 電力需給シミュレーション結果（対策ケース）

| | 対策ケース | | 対策前ケース | (参考) 対策前ケースにおいてEV1を含まない場合 |
|---------|-------|--------------|--------|---------------------------|
| | 自給率 | EV2による指標改善効果 | | |
| 自給率 | 63.9% | +0.1% | 63.8% | 62.9% |
| PV有効利用率 | 81.7% | +10.1% | 71.6% | 69.9% |

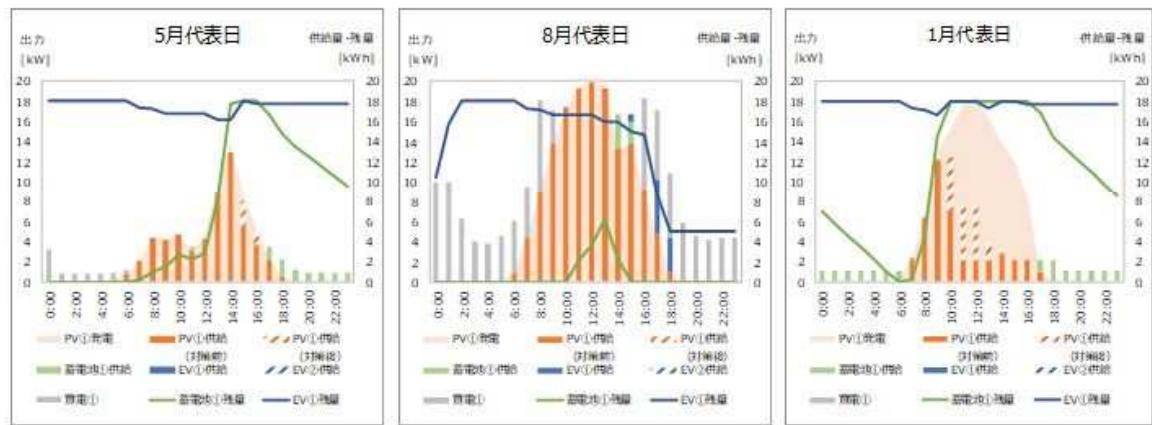


図 2-20 電力需給シミュレーション結果（グラフ）

(5) 実証の効果的な実施手法 ～島の玄関口における再エネ取組の見える化（実証③）～

空港の余剰再エネで充電した CO2 フリーの EV をレンタカー/シェアカーとして来島者に利用してもらい、沖永良部島での再エネや脱炭素の取組に対する理解向上にどの程度つながったか、またどの程度の価値が認められるかを計測する方法が考えられる。

また、EV 移動の脱炭素化だけでは訴求効果が低いと思われることから、意義を認められやすくするための仕掛けづくりが必要と考えられる。

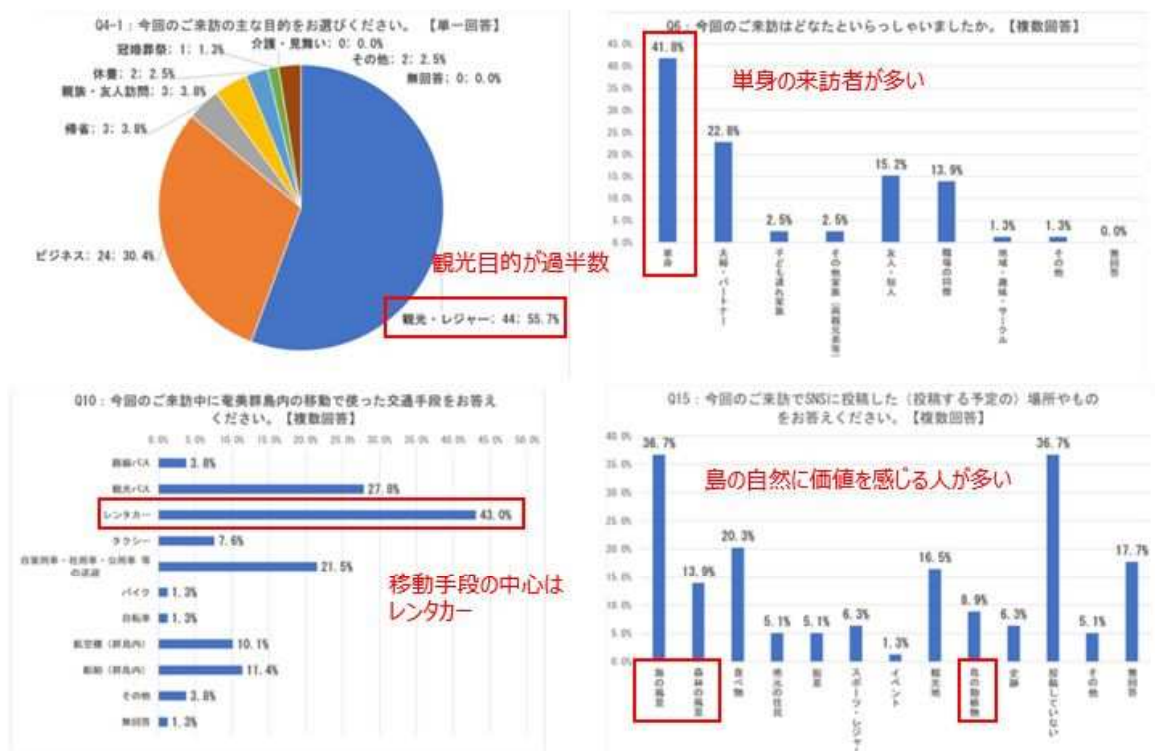
地域の協力のもとで実証③の理解促進効果を向上させるための方策として、以下の3例を挙げる。

- 例 1) 貸し出し時に EV バッテリー内の再エネ比率を見える化する。島内の充電器マップ（CO2 フリー型を含む）を配付する。
- 例 2) 脱炭素型の自動車選択が島内各所で経済的メリットが得られるようにする。
- 例 3) 島内の宿泊や飲食等と連携し完全脱炭素型のツアーを企画し、その移動を再エネ生電力で動く EV が担う形とする。

表 2-9 参考：実証③の実施条件

| | |
|---------|--|
| 実証③のねらい | <ul style="list-style-type: none"> ・ 再エネや沖永良部空港における脱炭素の取組に対する理解向上 ・ 沖永良部島のブランド価値向上への貢献 |
| 実施時期・期間 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 実証設備を本格運用する2025年4月以降 ・ 余剰再エネが発生しやすい非冷房期（12-4月）において実証③に係る実施期間を2,3週間程度設ける |
| EVの調達方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 両町やレンタカー事業者からのEV貸与等を模索する 例1：公用車兼シェアカーとして導入された「C+POD」（2022年6月からカーシェア運用中） 例2：空港周辺のレンタカー事業者が導入するEV ・ レンタカー/カーシェアの運行管理については、島内で実績のあるレンタカー関連事業者に委託 |
| 充電方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・ GFMの近くに200V充電器を設け、余剰PV直接または蓄電池経由で再エネを充電 ・ 返却前に通常の電源にて経路充電及び目的地充電を行った場合はその報告を利用者に求める |

[参考] 沖永良部島への訪問者に対するアンケート調査（抜粋）



出典) 一般社団法人奄美群島観光物産協会「奄美群島観光振興基礎調査回答票の集計及び分析 業務報告書」(R3.3)に加筆

図 2-21 沖永良部島への訪問者に対するアンケート調査（抜粋）

[参考] 超小型 BEV のイメージ

- ・ 乗車定員2 名
- ・ 蓄電池容量9.06kWh
- ・ 充電方法200V 充電で満充電まで約 5 時間（急速充電は非対応）



出典) 一般社団法人おきのえらぶ島観光協会 WEB サイト

図 2-22 知名町, 和泊町に導入された超小型 BEV (TOYOTA C+Pod)

(6) 実証事業の実施体制

現時点の想定として、実証はエネルギー課題解決に向けた県の調査事業（委託）として行うものとする。

実証受託機関においては、必要な手続きや関係者調整、実証管理及びデータ評価のほか、実証設備の設計、調達、工事、保守を担う。

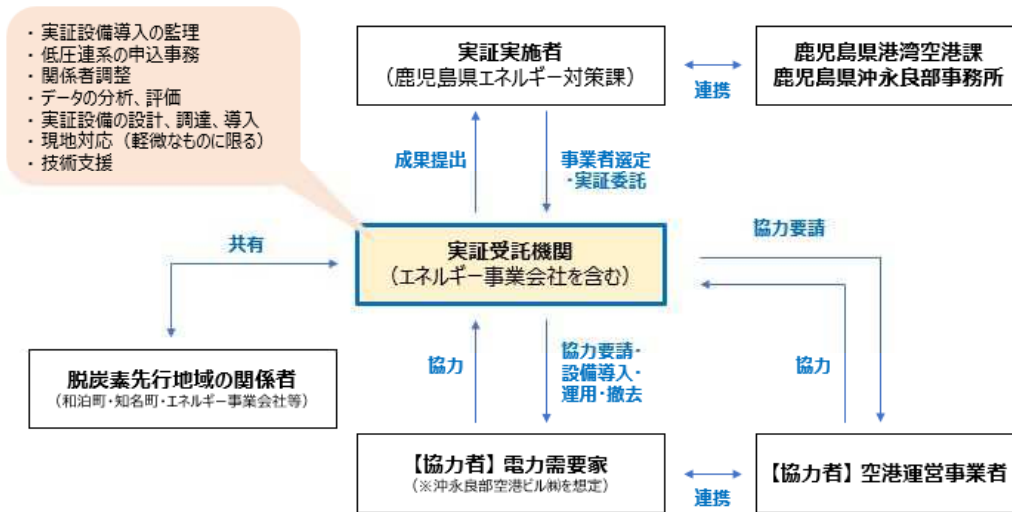


図 2-23 実証事業の実施体制

(7) 実施スケジュール（実証）

現時点の想定としては、令和 6 年度に実証設備を導入し、データ取得を開始する予定である。また、参考として、令和 7 年度以降については、データ取得、分析、有効性の評価と課題の抽出を行う予定である。

表 2-10 実施スケジュール（実証）

| 実施項目 | R6年度 (2024年度) | | | | R7年度以降 (2025年度以降) |
|-----------|---|----------------------|-----|----------------------|-------------------|
| | 6月 | 9月 | 12月 | 3月 | |
| 事業受託機関の選定 | 公募・選定・契約 | | | | |
| 実証設備の導入 | | 実証設備の設計、製作・調達、設置工事 | | | 保守 撤去/残置※ |
| 低圧連系の申込 | | 低圧連系の申込 九電送配との協議等 | | | |
| データの取得、分析 | | | | データの取得、分析 評価と課題抽出 | |
| 関係者調整 | 空港管理者、空港内需要家、空港ターミナルビル（実証）、知名町・和泊町ほかとの間で行う協議や調整 | | | | |

※ 現時点では未定

(8) 実証後の展開

現時点の想定としては、実証事業を2ヶ年程度（～R7年度）行った後、GFM等新技术の確立や空港内需要家の理解醸成の状況等を踏まえ、空港脱炭素化のための新たな実装事業として太陽光発電導入・利用事業（オンサイトPPAを想定）への展開につなげることとする。

本実証で導入する設備については、実装事業でも活用できるよう、できる限り残置する方法を模索する。

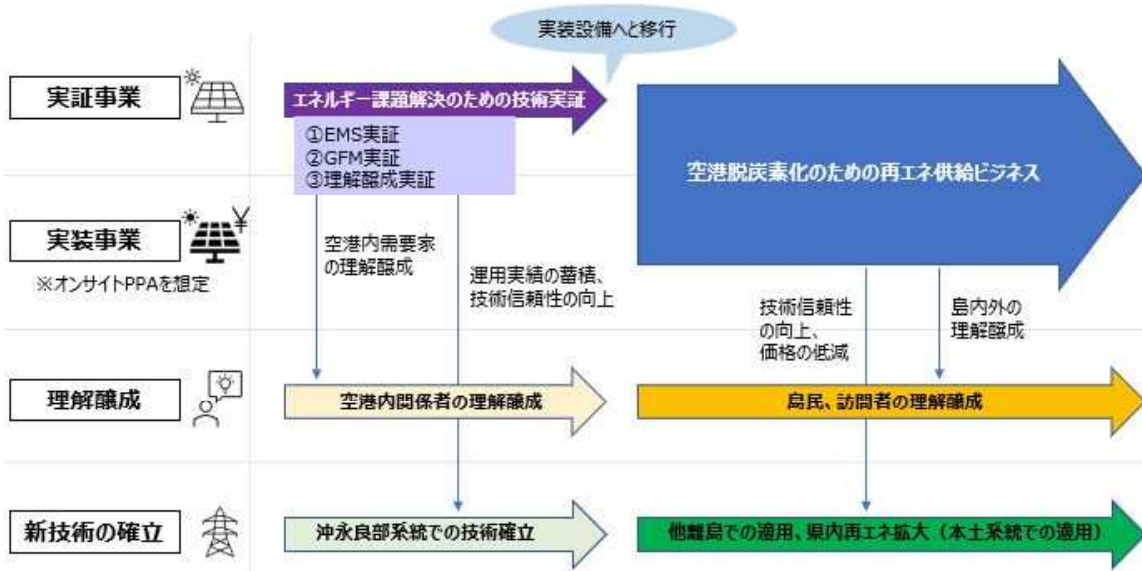


図 2-24 実証後の展開イメージ

2.4 今後の検討課題

次年度の検討課題としては、以下の点が挙げられる。

1) 実証内容の精査

- ・ 空港ビルのスマートメーターデータ（2023.9以降のデータ）の継続的な収集，対策効果の再検証
- ・ 電力マネジメント手法，実証実施の年間スケジュール等の作成
- ・ 設備実施設計，導入方策の検討
- ・ 普及啓発による理解促進手法の検討

2) 関係者協議

- ・ 空港管理者（実証実施全体計画等に関する詰めの協議，空港脱炭素の取組との連携等）
- ・ 沖永良部空港ビル株式会社（実証協力体制等に関する詰めの協議）
- ・ 九州電力送配電（系統連系に関する情報共有・協議）
- ・ 大阪航空局，航空会社等の空港関係者（実証・実装に関する情報共有）
- ・ 和泊町，知名町（先行100地域の取組との連携）