

宮古島市
再生可能エネルギー
最大限導入計画策定業務
(令和5年度)

報告書

令和6年1月

本事業及び成果報告書は、(一社)地域循環共生社会連携協会から交付された環境省補助事業である令和4年度(第2次補正予算)二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(地域脱炭素実現に向けた再エネの最大限導入のための計画づくり支援事業)により作成されたものです。

目次

第1章	業務の概要	1
1.1.	本委託業務実施に向けた背景認識	1
1.1.1.	宮古島の概要	1
1.1.2.	本事業実施の目的となる課題認識	2
1.2.	業務内容および業務スケジュール	4
1.2.1.	3か年における本事業の基本構想	4
1.2.2.	1年目事業の内容	5
1.2.3.	2年目事業の内容	5
1.2.4.	3年目事業の内容	6
第2章	基礎情報の収集と現状分析	7
2.1.	エネルギー消費の現状	7
2.2.	発電設備の導入状況	8
2.2.1.	沖縄電力(株)の発電設備	8
2.2.2.	再エネの導入状況	9
2.3.	再生可能エネルギー発電の導入ポテンシャル	10
2.3.1.	調査対象とする再生可能エネルギー	10
2.3.2.	太陽光発電の導入ポテンシャル	11
2.3.3.	風力発電の導入ポテンシャル	14
2.4.	送配電網運用について	16
2.4.1.	送配電網空き容量の現状	16
2.4.2.	送配電網の運用に必要な調整力について	16
2.5.	ローカルファイナンス手法の整理と、島内の再エネ投資に占める域内金融機関の融資規模	19
第3章	離島に適した再エネ技術および再エネ型事業の調査	22
3.1.	風力発電	22
3.1.1.	本市への導入に適した風力発電技術開発状況	22
3.1.2.	風力発電設備の導入状況・導入見通し	23
3.1.3.	風力発電設備の価格動向	24
3.2.	太陽光発電	25
3.2.1.	今後の普及が見込まれる太陽光発電技術	25
3.3.	バイオマスエネルギーを活用した再エネ技術	27
3.3.1.	バイオマスエネルギーの概要	27
3.3.2.	バイオマス利用技術の動向	28
3.4.	電気以外の再生可能エネルギー及びエネルギー貯蔵の技術	32
3.4.1.	蓄電池	32

3.4.2.	水素.....	33
3.4.3.	アンモニア.....	34
3.4.4.	バイオメタン.....	35
第4章	再エネ導入目標の設定.....	37
4.1.	バックキャストによる再生可能エネルギー導入量の検討.....	37
4.1.1.	2050年の目標とその実現イメージ.....	37
4.1.2.	2050年の目標実現に必要な再生可能エネルギー導入量.....	38
4.2.	目標実現に向けた再生可能エネルギー導入目標.....	40
4.2.1.	太陽光発電.....	40
4.2.2.	風力発電.....	42
4.2.3.	本事業で対象とする調整力.....	44
4.2.4.	調整力の導入目標.....	45
4.2.5.	調整力としての活用技術および導入目標.....	48
4.2.6.	調整力導入目標まとめ.....	51
4.3.	再生可能エネルギー導入目標まとめ.....	52
第5章	将来ビジョンシナリオ及び再エネ等導入目標を実現するシナリオの検討.....	54
5.1.	将来ビジョンシナリオ構築の考え方.....	54
5.1.1.	「千年先に豊かな地域社会の実現」という目的とそのために必要な3つの目標.....	54
5.1.2.	3つの目標の関係性.....	55
5.1.3.	再エネ最大限導入の地域における位置づけ.....	56
5.1.4.	再エネ最大限導入と地域課題解決をつなぐもの.....	56
5.1.5.	3つのメインシナリオと実現に向けたステップ.....	58
5.2.	メインシナリオ1 再生可能エネルギーの最大限の導入.....	59
5.2.1.	メインシナリオ1の基本的な考え方.....	59
5.2.2.	太陽光発電の導入.....	61
5.2.3.	風力発電の導入.....	65
5.2.4.	調整機能の拡充.....	68
5.3.	メインシナリオ2 再エネ活用型の地域課題解決.....	70
5.3.1.	M2ステップ1 地域内シェアリングモデルの構築.....	71
5.3.2.	M2ステップ2 地域内一次産業の高度化.....	75
5.4.	メインシナリオ3 地域課題を解決する主体の育成.....	78
5.4.1.	M3ステップ1 地域内事業主体の育成.....	78
5.4.2.	M3ステップ2 地域内電力流通モデルの構築.....	81
5.4.3.	地域内再エネファンドや課題解決のプラットフォーム構築.....	85
5.5.	再エネ導入シナリオがもたらす効果～離島型再エネ導入モデルとは～.....	88

5.5.1.	離島型エネルギーコストモデルと経済循環モデル	88
5.5.2.	再エネ導入シナリオと地域における波及効果	90
第 6 章	温室効果ガス排出量の将来推計	92
6.1.	温室効果ガス排出量推計における基準年・目標年と推計対象	92
6.1.1.	基準年・目標年	92
6.1.2.	推計対象	92
6.2.	温室効果ガス排出量の将来推計	93
6.2.1.	温室効果ガス排出量推計の前提となる目標設定	93
6.3.	将来の温室効果ガス排出量の推計結果	95
第 7 章	再エネ最大限導入に向けた具体的な施策の検討	98
7.1.	支援施策の検討方針	98
7.1.1.	今後必要となる施策内容と検討論点	99
7.1.2.	中期的な施策実施のスケジュール感	121
7.2.	モデル事業の実施	122
7.2.1.	脱炭素先行地域を中心に短期的に実施するモデル事業	122
7.2.2.	中期的に実施するモデル事業	125

第1章 業務の概要

1.1. 本委託業務実施に向けた背景認識

1.1.1. 宮古島の概要

宮古島市(以下、「本市」という。)は、沖縄県の離島に位置するという地理的特性があり、隆起珊瑚礁による土壌に伴う河川のない地形は、陸上の土砂を海に放出しにくいことから、海岸のビーチは日本有数の美観を誇り、近年島を訪れる観光客数は増加し続けている。

その一方で、水不足の問題が歴史的に重要な課題であり、特に観光客の増大等を含む経済規模の拡大に伴って、水質を含む自然環境が悪化していくことに対する懸念は大きい。

観光客の増加とそれを受け入れるホテル等の増加に伴って生じる水資源や電力の利用増加や、交通インフラ等を含む利用増は、島の経済発展にもかかわらず住民の生活満足度や自然環境が悪化するという結果をもたらしかねない。

こうした背景をもとに、本市では、過去の水資源の悪化等を歴史的背景として、平成 20 年 3 月にエコアイランド宮古島宣言(以下、「エコ宣言」という。)を行い、持続可能な島づくりを目指して、環境保全、資源循環、産業振興を基本的な課題として位置づけ、様々な取り組みを進めてきた。エコ宣言の翌年、平成 21 年 1 月には内閣総理大臣より環境モデル都市の認定を受け、低炭素社会システムの構築を進めてきた。さらに、平成 30 年には、エコアイランド宣言 2.0 を行い、大幅な観光客数の増加等を踏まえ、千年先の未来においても持続可能な環境と社会の実現に向けた具体的な活動を実施していくことを目指すこととした。さらに、平成 31 年 3 月には、エコアイランド宣言 2.0 の発表後 1 年間の検討を踏まえ、本市が目指す将来像を明確化するため、2030 年、2050 年に目指すべき 5 つのゴールを設定した。5 つのゴールはそれぞれ①地下水水質、②家庭系ごみ排出量、③エネルギー自給率、④サンゴ被度、⑤固有種保全を指標としており、各ゴールの達成に向けて、エコアイランド宮古島推進計画(以下、「エコ推進計画」という。)を具体的アクションプランとして、取り組みを展開していくこととしている。これらのゴール設定は、本事業における再エネ最大限導入検討の際の基礎事情であるといえる。本事業においても、これらのゴールについての理解に基づく検討が必要となってくる。このうち、エネルギー自給率に関しては、2016 年度にて 2.88%であるところ、2030 年には約 22%、2050 年には約 49%とすることを目指しており、CO₂ 排出量としては、2003 年を基準として、2030 年に約 37%、2050 年には約 69%削減する目標を立てており、実現に向けては、エコアイランド宣言 2.0 の中で、各種数値目標を明示している。

その上で本市では、令和 5 年度にエコアイランド宣言 2.0 における 2030 年の CO₂ 排出量削減目標を 37%から 50%に引き上げた上で、本市域の 15%当たる下地地区と狩俣地区について脱炭素先行地域計画を策定し、2030 年までに当該地区において民生部門の電力消

費に伴うCO₂排出を実質ゼロにすることを目指した取り組みをスタートさせた。当該計画は環境省の第4回脱炭素先行地域¹に選定されている。

こうした目標は、相当に挑戦的な目標であり、本市の再生可能エネルギー発電資源ポテンシャル等に照らせば論理的には実現可能といえるものの、現実にはどのような戦略によってそれを実現させていくべきかについては、今後さらに具体的な戦略シナリオを作成していく必要がある。

本事業においては、本市における今後の意欲的目標の現実の達成に向けた具体的な戦略シナリオの構築が大きなテーマとなっている。さらに、単純に再エネを導入すればよいというものではなく、再エネ導入と宮古島市民の生活環境や所得水準の向上といった社会的課題との調和を図り、市民の幸福度を向上させながら実現させていくかということが、本市にとって今後最も重要な政策テーマであると考えられる。

1.1.2. 本事業実施の目的となる課題認識

本市を取り巻く環境変化に適切に対応しつつ、その一方で変化に振り回されることなく、地域社会において市民生活の真の豊かさを拡大しながら地域の持続可能性を確保していくためには、本市にとっての最大の資源の一つである自然環境を保全しながら、新たな離島モデルともいべき持続可能な地域社会経済モデルを構築していく必要がある。そして、特に離島である本市においては、市民の豊かさを高めながら持続可能な社会を構築していくために、独立したエネルギーの確保が不可欠である。構造的に送配電系統が脆弱になりがちな離島においては、特に台風などの自然災害の際に停電となるリスクなどが市民生活に影響を落としており、再エネを中心とする独立電源を持った地域内敷設は地域の安心安全を確保するためにも重要な意味を持つ。再生可能エネルギー電力の拡大は、多くの地域において重要視され、CO₂削減等の地球環境改善の観点からうたわれることが多いが、本市のような離島においては、安定した電力の確保という社会経済的側面からも、この急拡大が急務といえる。

こうした問題意識から、本市における、2030年、2050年の目標を含めたエコ推進計画の実現に向けては、以下のように複数の重要な課題が存在している。

課題1 送配電系統に負荷をかけない独立型電源モデルの構築

エコアイランド宮古島宣言2.0及びエコ推進計画の目標を現実のものとしていくためには、送配電系統に負荷をかけない独立型電源モデルの構築が不可欠となる。離島である本市においては送配電網の増強に限界があり、かつ台風等の際に送配電網に損傷が生じるリスクは大きい。そのため、すべての再エネ電力を既存の送配電系統で流していくことは困難である。送配電網容量を再エネ導入のボトルネックとしないためには、宮古島市内の各地域で必要とする

¹ 2050年カーボンニュートラルに向けて、民生部門(家庭部門及び業務その他部門)の電力消費に伴うCO₂排出の実質ゼロを実現し、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、我が国全体の2030年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域のこと。

電力の一部を発電し地域内で消費する独立型電源モデルの構築が意欲的な目標達成のために不可欠である。

課題 2 再エネ活用型地域事業の育成

送配電系統に負荷をかけない電力利用モデルを検討する場合には、一般家庭を中心とする電力消費と発電場所を適切に組み合わせることと同時に、地域内の事業における電力の消費と生産をたとえ部分的であっても一致させることが有力な手段と考えられる。これは、再エネ電源の効率的な拡大という側面だけではなく、環境配慮型の地域内事業の育成という側面をも持つことになる。

今後、本市が、市民の真の豊かさという点でも千年先の未来に向けた持続可能性を確保していこうとすれば、地域内における住民が主体的に行う地域事業が活発に実現する必要がある。そして、それが拡大する観光需要と結合することで、域外の人々にも価値を認められ、十分な収益機会を生むものに育っていくことになる。

課題 3 台風に強い太陽光、風力発電の技術開発に応じた拡大シナリオ

今後、再エネ最大限導入を図ろうとする場合に、特に離島における課題は、送配電網の脆弱性と同時に、台風への対応である。そのため、耐風力の強い風車の技術開発や、既存の風車型風力発電とは異なる仕組みの風力発電設備の開発、吹き飛ばされにくい太陽光パネルの施工方法の開発など、一定の技術開発が必要となってくる。これらの技術は、2030年、2050年という相当程度長期の目標年度を念頭に置いた場合、決して開発不可能なものではないが、今後の開発ステージを適切に予測しながら具体的な導入促進シナリオに組み込んでいく必要があり、また、有力な技術手法について、実証段階から関与することで本格展開の際の導入コストを下げるといった取り組みを含め、技術開発に応じた戦略構築が必要となる。

課題 4 再エネ導入の効果を的確に把握するための地域経済循環モデルの検討

地域を挙げて再エネの最大限導入を図ろうとする場合、その導入効果等を市民との間で共有し、目的意識を行政と市民、民間事業者が共有しながら一つひとつの施策をとっていくことが必要となる。そのため、こうした効果検証のモデルについても一定の検討が行われるべきである。

課題 5 持続的再エネ投資を実現するためのローカルファイナンスの仕組み構築

地域内で再エネ最大限導入を実現するためには、市の推進努力に加え、民間投資による発電設備の導入等が不可欠である。再生可能エネルギーが、地域に賦存する自然エネルギーによって生み出されるという本質に照らせば、その資源が賦存する地域の市民や事業者がより主体的にこうした再エネ発電投資の出資主体となることが望まれる。

そこで、地域住民や地域事業者が、投資リスクを適切にコントロールしながら地域内発電事業に一定のオーナーシップを握ることができる金融的な仕組みや発電事業会社等の資本構成等に関する仕組み設計についても検討を加えるべきである。

課題 6 地域再エネ電力事業の受け皿となる主体の育成

地域内に再エネ電力事業を大幅に拡大していくプロセスにおいては、市民が主体的に電力供給やその他エネルギー供給を行う事業主体に参加し、市民社会全体でこの取り組みをサポートしていく仕組みが必要となると考えられる。

2050年までの野心的な再エネ最大限導入を実現するためには、島内における各地域が営む一次産業の高度化を可能とする設備等を含む社会インフラを市民が共同管理し、さらに住民サービスの領域等も協働できる仕組みを整えて、これを主体的に運営していくための新たな仕組みや事業主体についても検討していくべきであろう。

1.2. 業務内容および業務スケジュール

1.2.1. 3か年における本事業の基本構想

本事業は、3か年をかけて実施した。これは、本市における「1.1.2 本事業実施の目的となる課題認識」で挙げた課題に正面から向き合っていく場合、単純な再エネ導入目標の検討に留まらない多面的な検討やシナリオ策定が必要となるためである。

1年目は、再エネポテンシャル等の基礎情報の収集と、離島地域において活用可能な技術調査を実施すると同時に、再エネ最大限導入に向けた仮説シナリオ構築を実施した。最初に数値ありきではなく、地域としてのビジョンや戦略シナリオを初期段階にしっかりと固めていくことにより、2年目以降の本格的な数値目標設定をより実現性の高いものにすることを企図し、事業を実施した。

2年目は、1年目に収集した基礎情報をアップデートした上で、これを元に本市にとって野心的な再エネ導入目標等を策定した。そしてその野心的な再エネ導入目標等の達成に至るまでのシナリオについて、1年目に構築した仮説シナリオを元に練り直しを行った。また、再エネ導入目標等に基づき、将来の温室効果ガス排出量の推計を行った。その上で、再エネ導入に向けた具体的な施策の検討について、来年度の施策検討をより効率的・効果的に進めるため、導入課題を踏まえた施策検討方針について整理を行った。

そして最終年度に当たる3年目は、2年目に整理を行った施策検討方針に基づき、施策を立案するに当たって重要となる論点について整理した上で、具体的な施策パッケージへの落とし込みを行った。

このように、本事業では、再エネの導入と地域における豊かさの拡大を両立させていくために最も有意義な形で施策に落とし込んでいくために、初年度のシナリオ構築と地域主体の巻き込み、2年目の目標設定と施策検討方針の整理、3年目の施策パッケージへの落とし込みという一つひとつのステップを着実に達成し、真に実効的な再エネ導入計画を組み上げていくことを構想し、3年間に渡り実施した。

1.2.2. 1年目事業の内容

1年目事業では、以下の業務を実施した。

- ① 基礎情報の収集と現状分析
- ② 再生可能エネルギー技術開発ステージのヒアリング調査
- ③ 将来ビジョンシナリオの構築
- ④ 進捗会議等の実施及び検討委員会運営支援
- ⑤ 中間報告書(1年目の成果報告書として)作成

以下に実施内容について詳述する。

①基礎情報の収集と現状分析については、本市において複数実施されてきた過年度調査事業等を踏まえ、現状把握可能な情報を整理しシナリオ構築の材料となりうる形にまとめた。

②再生可能エネルギー技術開発ステージのヒアリング調査については、特に本市において重大な課題となる台風への対応を可能とする太陽光発電の架台や風車技術その他再エネ電源の技術動向等について、基礎的な調査を行った。

③将来ビジョンシナリオの構築については、現状において実施されてきた施策の延長線上で実現可能な通常再エネ導入シナリオを整理するとともに、野心的な将来ビジョンを設定し検討を行った。

④進捗会議等の実施及び検討委員会運営支援については、まず、進捗会議として、全5回の進捗会議を実施した。当初オンラインミーティングを想定していたが、シナリオ検討がかなり野心的なものとなり深い議論が必要となったことから、面談型の打ち合わせを行うことになった。

さらに、シナリオ検討等の実際の検討にあたっては、その後の本市における地域主導型の再エネ事業の拡大を実際に担っていくことが期待される民間主体や地域主体にも参加してもらう形で意見交換会を実施した。

⑤中間報告書の作成については、上記の検討内容のうち、現在のエコ推進計画で規定された2050年の目標を実現させるための将来ビジョンシナリオについて、一定の仮説シナリオとして報告書に盛り込む形で作成した。

1.2.3. 2年目事業の内容

2年目事業では、以下の業務を実施した。

- ① 再生可能エネルギー導入目標の設定
- ② 再エネ等導入目標を実現するシナリオの検討
- ③ 温室効果ガス排出量の将来推計
- ④ 再エネ導入に向けた具体的な施策の検討
- ⑤ 中間報告書2の作成

以下に実施内容について詳述する。

①再生可能エネルギー導入目標の設定については、まず、再生可能エネルギー発電導入ポテンシャルの見直しを行った。その上で、2050年の目標を実現するために必要な再生可

能エネルギー導入量についてバックキャストで検討し、太陽光発電、風力発電、並びに調整力の導入目標を設定した。

②再エネ等導入目標を実現するシナリオの検討については、ビジョンシナリオについて前提となる自然・社会・文化的状況と基本方針、位置づけを整理した上で、昨年度事業で検討した3つのメインシナリオについて、再生可能エネルギー導入目標との整合性を踏まえながら一部修正や再検討を行った。

③温室効果ガス排出量の将来推計については、推計における基準年・目標年と推計対象を整理した上で、①で設定した再生可能エネルギー導入目標等に基づき、将来の温室効果ガス排出量の推計を行った。

④再エネ導入に向けた具体的な施策の検討については、来年度の施策検討をより効率的・効果的に進めるため、導入課題を踏まえた施策検討方針について整理を行った。

1.2.4. 3年目事業の内容

3年目事業においては、過去2年間に作成し、更に3年目事業において積み増した再エネ導入目標や、ビジョンシナリオ、CO₂削減や省エネ効果等を実現するため、今後必要となる再エネ導入施策を検討し、短期の施策については必要な条例の骨子等を含めた具体的な施策を提言した。また、中期、長期の施策についても、実現すべき方向性と今後の論点について整理した。

まずは今後必要な施策について、以下の3つの方向性を整理した。

- ① 再エネ設備、蓄電設備の導入支援施策
- ② 地域主体育成や先行事業者との公正な競争を実現するためのソフト支援施策
- ③ エコアイランド実現に向けた財源確保を含めた誘導施策

その上で、それぞれの中で具体的に検討が必要な施策内容や実施に向けた論点を整理し、中期的な施策実施のスケジュール感を検討した。

また、これらの施策を実施するに際して、特定の地域で先行的に施策をテストするモデル事業を実施することが考えられるため、「脱炭素先行地域を中心に短期的に実施するモデル事業」と「中期的に実施するモデル事業」について、具体的な検討を行った。

第2章 基礎情報の収集と現状分析

2.1. エネルギー消費の現状

本市におけるエネルギー消費の現状として、ガソリン等の石油製品および電力の使用状況について調査した。

石油製品については、「離島関係資料²⁾」(沖縄県企画部)の「石油製品輸送等補助事業島別輸送実績」を利用し、本市での使用状況を推計した。ただし、LPG と C 重油については、当資料に情報が無いため、LPG については、経済産業省の「都道府県別エネルギー消費統計」を利用し、沖縄県全体の LPG 消費量を県と本市との人口で按分することで本市の使用量とした。C 重油については、沖縄電力(株)による発電に利用されているが、それ以外はほとんど利用されていないため、利用無しと整理した。また、発電に利用されている C 重油については、電力の利用量として「離島関係資料」を参照し、整理した。

上記により得られた本市における石油製品および電力の利用状況を[表 2-1]に示す。

表 2-1. 本市におけるエネルギー利用量

	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
揮発油等*(kℓ)	49,551	50,446	49,727	48,824	52,608	58,462	55,861
LPG(t)	6,264	5,719	7,005	4,277	3,033	2,933	2,835
電力(MWh)	245,484	253,135	253,566	257,122	264,555	271,502	270,483

※ 揮発油、灯油、軽油、A 重油

エネルギーの利用状況を、一次エネルギーが持つエネルギー量の視点、つまり熱量ベースで整理したグラフを[図 2-1]に示す。本市におけるエネルギー利用の状況を熱量ベースで見ると、7 割程度が石油製品の利用によるものであることが分かる。

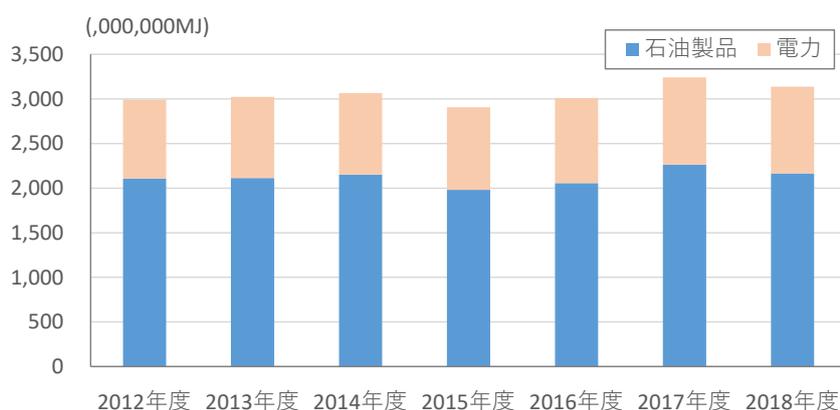


図 2-1. 熱量ベースでみたエネルギー利用量

²⁾ https://www.pref.okinawa.jp/site/kikaku/chiikirito/ritoukankeisiryu_kako.html

次にエネルギーの利用状況を CO₂ 排出量の視点で整理したグラフを[図 2-2]に示す。ここからは、熱量ベースでは 3 割程度であった電力の使用量が、CO₂ 排出量の視点では、6 割近くを占めるようになる事が分かる。

これは、他の旧一般電気事業者に比べ、石油火力等への依存度の高い沖縄電力(株)の炭素排出係数が高いことによるもので、全国平均の排出係数を用いれば、5 割以下となる³。

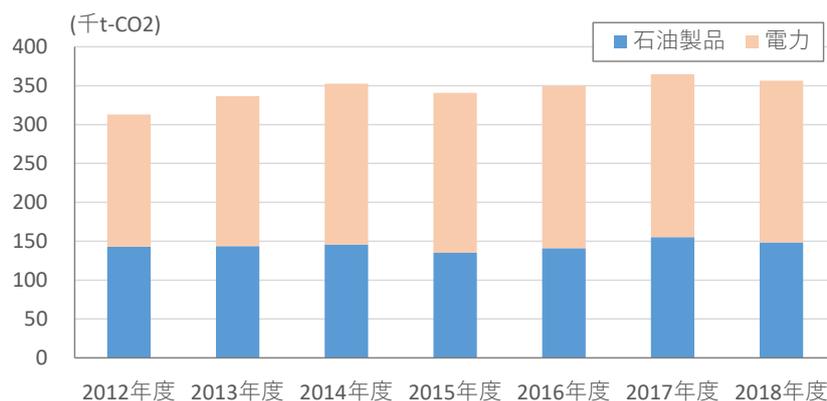


図 2-2. エネルギー利用による CO₂ 排出量

なお、試算において、石油製品と電力の発熱量および石油製品の炭素排出係数は経済産業省の「標準発熱量・炭素排出係数(総合エネルギー統計)⁴」を用い、電力の炭素排出係数については、沖縄電力(株)の調整後排出係数を用いている。

2.2. 発電設備の導入状況

2.2.1. 沖縄電力(株)の発電設備

電力の小売自由化が始まる以前、本市の電力供給を一手に担ってきた旧一般電気事業者である沖縄電力(株)の主要な発電設備である石油火力発電機の一覧を[表 2-2]に示す。沖縄電力(株)が所有する石油火力発電設備は、最大で 75,500kW である。

³ 2019 年度の炭素排出係数は、沖縄電力(株)が 0.787kg-CO₂/kWh、全国平均が 0.445kg-CO₂/kWh

⁴ https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html

表 2-2. 本市における沖縄電力(株)の発電所

発電方式	認可最大出力	内訳		使用燃料
		1号	2号	
宮古発電所	15,000kW	1号	5,000kW	重油
		2号	5,000kW	重油
		3号	5,000kW	重油
内燃力	5,500kW	1基	5,500kW	重油
宮古第二発電所	55,000kW	5基	15,000kW	重油
合計		75,500kW		

2.2.2. 再エネの導入状況

本市に導入されている再エネ発電設備について、固定価格買取制度(以下、「FIT」という。)を利用して導入された発電所については経済産業省の再生可能エネルギー事業計画認定情報を、FIT を利用していない非 FIT 分については、市内で PPA 事業(再エネ発電設備を設置する事業者が設置場所の所有者と異なる事業モデル)を展開する(株)宮古島市未来エネルギーの 2020 年度までの太陽光発電所導入計画⁵やその他ウェブサイトの情報を整理した。

以上により整理した本市における再エネ発電の発電容量および発電量、そして域内の消費電力量を[図 2-3][表 2-3]に示す。

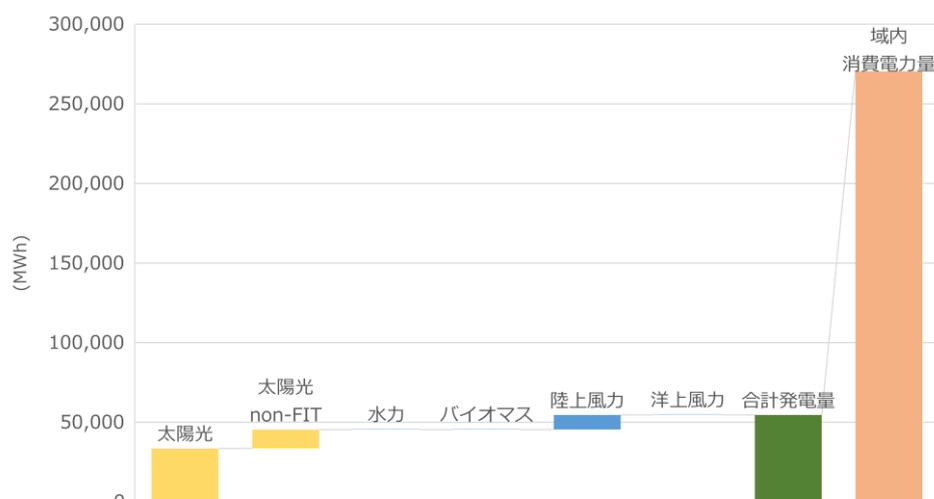


図 2-3. 再生可能エネルギーによる発電量と市内電力消費量

⁵ <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/bunsan/miyakojima.pdf>

表 2-3. 再生可能エネルギーによる発電容量と発電量

	発電容量(kW)	発電量(MWh/年)
太陽光	26,123	33,635
太陽光 non-FIT	11,950	14,341
水力	0	0
バイオマス	5,850	11,188
陸上風力	3,600	9,124
洋上風力	0	0
合計	47,773	68,288

調査の結果、市内の再エネ発電設備の導入量は、容量ベースで約 48MW、発電量ベースで 68,000MWh 以上であることが分かった。容量ベースでは宮古島の最大需要 55MW⁶ の 80%を超えている。

導入されているのは、太陽光発電や風力発電の他、本市で盛んなサトウキビによる製糖過程で発生するバガスを用いたバイオマス発電も多い。再生可能エネルギーによる発電量は 68,288MWh で、市内の消費電力量の約 25%を占めている。2020 年度の全国の再エネ比率が平均 21%ということ踏まえると、大規模水力発電を持たない本市としては、それと同等以上の再生エネルギーの導入は、比較的多いといえるだろう。

2.3. 再生可能エネルギー発電の導入ポテンシャル

2.3.1. 調査対象とする再生可能エネルギー

再エネは主として電力もしくは熱として利用される。本事業においては、利用用途の大きい電力としての導入ポテンシャルについて調査する。

再エネを用いた発電については、主に次の 6 つの発電方法がある。

- 太陽光発電
- 風力発電
- 水力発電
- 地熱発電
- 木質バイオマス発電(バガスによる発電も含む)
- バイオガス発電(メタン発酵技術を用いた発電)

本事業では、以上の発電方法の内、本市の再生可能エネルギー発電の導入ポテンシャルの大半を占めると考えられる太陽光発電および風力発電について、その量を確認することとした。また、木質バイオマス発電およびバイオガス発電(以下、「バイオマス発電」という。)については、本市で盛んなサトウキビによる製糖過程で発生するバガスを用いたバイオマス発

⁶ 沖縄電力(株)のホームページなどで確認。正式な公表データは無い。
参考 URL: https://www.okiden.co.jp/active/r_and_d/miyako/

電を対象とした。ただし、本市で発生するバガスは既に全量有効活用されていると考えられるため、現状の発電量を本市のバイオマス資源を利用した発電ポテンシャルとして整理した。

他の発電技術について、水力発電と地熱発電は本市における導入ポテンシャルはほとんどないことから調査の対象外とした。

2.3.2. 太陽光発電の導入ポテンシャル

(1) 太陽光発電導入ポテンシャル推計方法

本市における太陽光発電の導入ポテンシャルの推計には、環境省の再生可能エネルギー情報提供システム(以下、「REPOS」という。)を用いた。ここで、REPOS におけるポテンシャルの推計式は、以下の通り。

$$\begin{aligned} \text{発電容量のポテンシャル(kW)} &= \text{GISデータ等の建物・土地面積(m}^2\text{)} \\ &\quad \times \text{設置可能面積係数(}\%\text{)} \times \text{設置密度(W/m}^2\text{)} \\ \text{発電量のポテンシャル(kWh)} &= \text{発電容量のポテンシャル(kW)} \\ &\quad \times \text{傾斜角に基づく地域別発電量係数(kWh/年)} \end{aligned}$$

上述の推計式におけるそれぞれの係数を[表 2-4]に示す。

表 2-4. REPOS の太陽光発電ポテンシャル推計式における係数

分類	面積	設置可能面積 算定係数	設置密度	設置 傾斜角	発電量係数	
建物系	戸建住宅等	建物面積	48%	184.1W/m ²	30度	1,217kWh/kW/年
	官公庁	建物面積	49.9% (86%×58%) 屋根における設置不可能面(14%)、屋根における保安スペース等のパネル以外に必要となる面積(42%)	111.1W/m ²	20度	1,241kWh/kW/年
	病院	建物面積				
	学校	建物面積				
	集合住宅	建物面積				
	工場・倉庫	建物面積				
	その他建物	建物面積				
土地系	最終処分場	埋立面積	100%			
	田	土地面積	土地の四方5m内側の面積			
	畑	土地面積				
	荒廃農地(再生利用可能)	土地面積	61.1%			

分類		面積	設置可能面積 算定係数	設置密度	設置 傾斜角	発電量係数
	荒廃農地(再生利用困難)	土地面積	100%	111.1W/m ²		

上記の推計式における各項目について以下説明する。

◆設置可能面積算定係数

設置可能面積算定係数とは、対象面積のうちどの程度の範囲に太陽光パネルが設置できるかを表した係数である。

◆設置密度

設置密度は、戸建住宅等は主要メーカーの住宅用途太陽光パネルの仕様、戸建住宅等以外の建物および土地系については事業用太陽光主要メーカーの製品仕様などから算出されている。

ただし、営農型を想定している、田・畑・荒廃農地(再生利用可能)については、遮光率として30%を考慮している。(太陽光の70%が農地に届くようにする想定としている。)

◆発電量係数

発電量係数については、地域別に、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の年間月別日射量データベース「MONSOLA」を用いて、都道府県別の1kWあたりの年間発電量が推計されている。なお、沖縄県における地域別発電量係数は戸建住宅等が1,217kWh/kW/年、その他が1,241kWh/kW/年とされている。

(2) 太陽光発電の導入ポテンシャル

本市の太陽光発電導入ポテンシャルを[図 2-4][表 2-5]に示す。

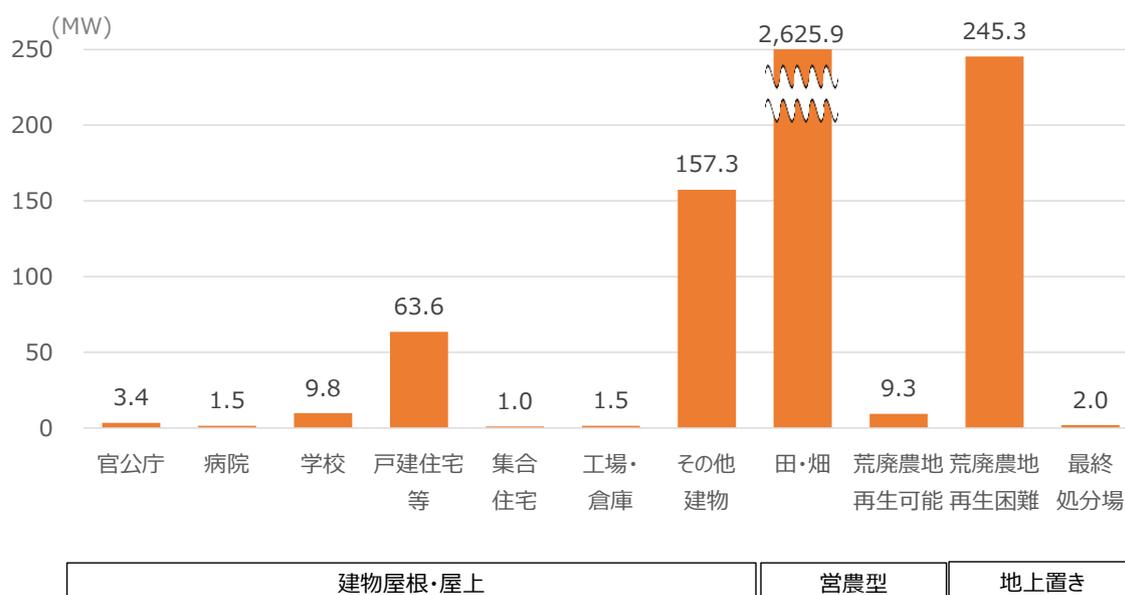


図 2-4. 太陽光発電導入ポテンシャル

表 2-5. 太陽光発電導入ポテンシャル

分類		容量(MW)	発電量(MWh/年)
建物屋根・屋上 (建物系)	官公庁	3.4	3,885
	病院	1.5	1,724
	学校	9.8	11,129
	戸建住宅等	63.6	72,377
	集合住宅	1.0	1,191
	工場・倉庫	1.5	1,741
	その他建物	157.3	179,178
営農型 (土地系)	田・畑	2625.9	3,370,963
	荒廃農地再生利用可能	9.3	11,922
地上置き (土地系)	荒廃農地再生利用困難	245.3	314,917
	最終処分場	2.0	2,510

本市の太陽光発電の導入ポテンシャルは、畑や荒廃農地に多いが、本市の畑の大半はサトウキビ畑であり、サトウキビ畑を前提とした営農型太陽光発電事業は考えにくく、また、荒廃農地は太陽光発電設備設置に適していない可能性が高い。太陽光発電の導入にあたっては、まずは、自家消費により経済メリットが出やすい建物への設置を中心に検討することが適当と考えられる。

なお、[図 2-4][表 2-5]は基本的に REPOS の値を利用しているが、荒廃農地については REPOS では県単位の土地面積データから推計されているため、本市のデータを用いて修正した。また発電量については、土地系については REPOS の値を採用したが、本市で建物への太陽光発電の設置を行っている事業者から、建物系の太陽光発電の設備利用率は 13%とすることがより実態に適しているとの意見があったため、設備利用率を 13%として推計している。

2.3.3. 風力発電の導入ポテンシャル

(1) 風力発電導入ポテンシャル推計方法

本事業の風力発電導入ポテンシャルについては REPOS の値を参照している。ここで、REPOS におけるポテンシャルの推計式は、以下の通り。

$$\begin{aligned} \text{発電容量のポテンシャル(kW)} &= \text{設置可能面積(km}^2\text{)} \\ &\quad \times \text{単位面積当たりの設備容量(kW/km}^2\text{)} \\ \text{発電量のポテンシャル(kWh)} &= \text{発電容量のポテンシャル(kW)} \\ &\quad \times \text{理論設備利用率} \times \text{利用可能率} \times \text{出力補正係数} \\ &\quad \times \text{年間時間(h)} \end{aligned}$$

上記の推計式における各項目について以下説明する。

◆設置可能面積

設置可能面積については、以下の方法で算出する。

まず、全国を 500m メッシュ単位で区切り、高度 90m における風速が 5.5m/s 未満のメッシュを除く。次に残った 500m メッシュを更に 100m メッシュ単位に細分化し、国立公園等の推定除外条件と重なるメッシュを除いて算出する。

◆単位面積当たりの設備容量

10,000kW/km²とされている。

◆理論設備利用率

理論設備利用率については、各風力発電機メーカーの設計値から推定したパワーカーブを元に、平均風速 0.1m/s 毎に下表の通り算定されている。

表 2-5. 平均風速 0.1m/s ピッチの理論設備利用率(4,000kW)

平均風速	理論設備利用率	平均風速	理論設備利用率	平均風速	理論設備利用率
5.5 m/s	21.6	7.1 m/s	36.7	8.6 m/s	49.1
5.6 m/s	22.6	7.2 m/s	37.6	8.7 m/s	49.8
5.7 m/s	23.5	7.3 m/s	38.5	8.8 m/s	50.5
5.8 m/s	24.5	7.4 m/s	39.4	8.9 m/s	51.3
5.9 m/s	25.4	7.5 m/s	40.3	9.0 m/s	51.9
6.0 m/s	26.4	7.6 m/s	41.1	9.1 m/s	52.6
6.1 m/s	27.4	7.7 m/s	42.0	9.2 m/s	53.3
6.2 m/s	28.3	7.8 m/s	42.8	9.3 m/s	54.0
6.3 m/s	29.3	7.9 m/s	43.6	9.4 m/s	54.6
6.4 m/s	30.2	8.0 m/s	44.5	9.5 m/s	55.2
6.5 m/s	31.2	8.1 m/s	45.3	9.6 m/s	55.9
6.6 m/s	32.1	8.2 m/s	46.0	9.7 m/s	56.5
6.7 m/s	33.1	8.3 m/s	46.8	9.8 m/s	57.1
6.8 m/s	34.0	8.4 m/s	47.6	9.9 m/s	57.7
6.9 m/s	34.9	8.5 m/s	48.3	10.0 m/s	58.2
7.0 m/s	35.8				

◆利用可能率

NEDO 風力発電導入ガイドブック(2008)から 0.95 とされている。

◆出力補正係数

NEDO 風力発電導入ガイドブック(2008)から 0.90 とされている。

(2) 風力発電の導入ポテンシャル

本市の風力発電導入ポテンシャルを [表 2-6] に示す。洋上風力については本市のみのポテンシャルは REPOS では推計されておらず、旧一般電気事業者単位の供給エリアでの推計値しかないため、本市のポテンシャルは陸上風力のポテンシャル推計値を用いた按分により算出し、(具体的には、沖縄電力管内の洋上風力のポテンシャルを、沖縄県の陸上風力のポテンシャルと本市の陸上風力のポテンシャルを用いて按分することで、本市の導入ポテンシャルを推計)これを参考値とした。

表 2-6. 風力発電導入ポテンシャル

分類		容量(MW)	発電量(MWh/年)
陸上風力		176	527,969
洋上風力 (参考値)	着床式	551	1,748,359
	浮体式	892	2,902,396

2.4. 送配電網運用について

2.4.1. 送配電網空き容量の現状

本市には 22kV の特別高圧の送電線は 8 系統あるが、その運用容量は宮古島と伊良部島を結ぶ伊良部線を除きすべて 18MW 以上あり、それらすべての送電線に空き容量がある。また、配電用変電所も一か所(更竹配電塔)を除き空きがあり、本土でみられるような送電線空き容量不足による再エネ発電の普及阻害という問題は生じていない。

一方、本市の最大電力需要が 55MW 程度⁷であるなか、既に[表 2-3]の通り 48MW 近い再エネ発電が導入されているため、本市での再生可能エネルギー発電設備の導入においては、送電線空き容量不足よりも、多くの再エネ発電を行っても、それを使い切れない、あるいは必要な時に再エネ電源だけでは需要を満たせないことが課題となってくると想定される。

2.4.2. 送配電網の運用に必要な調整力について

(1) 調整力の必要性

離島であるため、電力系統が独立し、規模が小さい本市においては、太陽光発電や風力発電など天候の変化によってその出力が変化する再エネ電源(以下、「自然変動電源」という。)の普及を進めるためには、その出力変動を吸収し、電力の供給量を電力需要と一致させるための調整力が必要となる。

現在、本市における自然変動電源の調整を担っているのは、[表 2-2]にあげた沖縄電力(株)の石油火力発電機であるが、本市が脱炭素を目指す上においては、当然ながら温室効果ガス排出量の多い石油火力発電の利用は望ましいとは言えず、また、経済的な側面でも、石油火力発電は発電単価が 26 円/kWh 以上と非常に高い⁸ため、よりコストが安い低炭素な電源で代替できることが望ましい。

⁷ 沖縄電力(株)のホームページ等による情報。本市の電力需要に関する沖縄電力(株)からの公式な発表はない。

⁸ 資源エネルギー庁「第 7 回発電コスト検証ワーキンググループ(2021 年 7 月 21 日)」における試算によれば、モデルプラントによる 2020 年の石油火力発電所の発電コストは 26 円/kWh 台後半となっている。本市における石油火力発電設備は規模も小さく、また、燃料輸送のコストもかかるため、26 円/kWh よりも相当に高いことが想定される。

石油火力発電設備に変わる低炭素な調整電源として期待されるのは、

- ▶ 定置型蓄電池
- ▶ 電気自動車
- ▶ バイオマス発電
- ▶ デマンドレスポンス

などがある。

このうちデマンドレスポンスは、電源ではなく、電力需要を制御することによって需給を調整しようとする技術で、本市においても、家庭用蓄電池や HP 給湯器を利用した実証事業⁹が進められている。

(2) 本市で必要となる調整力の規模

本市で必要となる調整力として必要な容量等を推計するためには、30 分ごとの電力需要データや、太陽光発電や風力発電などの発電実績データ、将来的な電力需給構造の変化予測などを用いた分析が必要となるが、以下では、比較的容易に得られる情報から、大まかな規模感について述べる。

必要な調整力のイメージ

仮に本市の電力が全て自然変動電源である太陽光発電と風力発電で賄われる状態となっていたとする。その場合、通常時には、全体的に発電力が余り、余った分は、電気自動車（以下、「EV」という。）や蓄電池に供給されたり、太陽光発電などからの発電が抑制されたりしている状態と想定される。

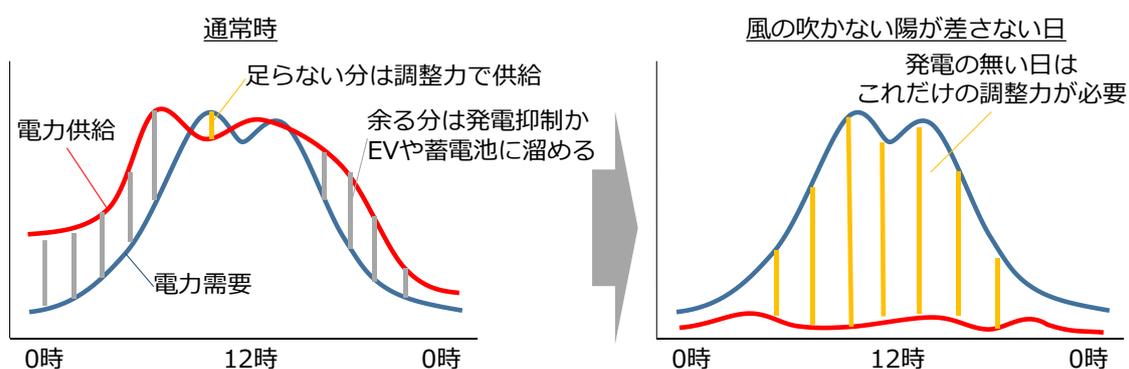


図 2-6. 再エネで電力が賄われている状態のイメージ

これが、風が吹かずに太陽が照らない日、つまり、自然変動電源が発電しない日には、不足する供給力を調整力で補うことになる。仮に調整力をすべて EV で賄う場合のイメージを [図 2-7] に示す。

⁹ 宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業
(<https://www.city.miyakojima.lg.jp/gyosei/ecoisland/modeltoshi/tousyo/>)

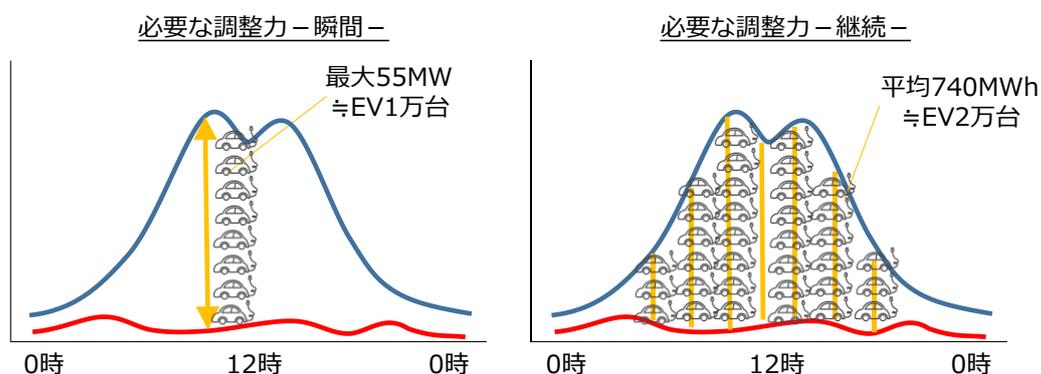


図 2-7. 必要な調整力のイメージ

自然変動電源が全く発電しない場合には、瞬間的には、本市の最大電力需要の 55MW の供給力が必要となる。これは、V2H システムなどの放電システムにより、EV の蓄電池からの放電により賄おうとすれば、一時的に、約 1 万台の EV と放電システムが必要になる (EV の放電システムの放電能力を 6kW として試算)。また、仮に自然変動電源が全く発電しない状態が丸 1 日間続いたとすると、満充電にした EV が約 2 万台必要になり¹⁰、同様の状態が 1 週間続けば 13 万台必要になる。なお、本市の保有車両数が 5 万台程度である。

もちろん、太陽光発電と風力発電が、ともに全く発電しないという状態が、長時間に渡って続く可能性は低いと考えられる。とはいえ、いざというときのバックアップ電力の整備は地域にとって無視できない課題である。その観点から、火力発電所等を全て除却してしまうことはできないと考えられる。しかしながら、2 万台規模の EV を蓄電池として利用な形で地域内に配備することで、丸一日の間、島内の電力を支えられるのであれば、定常的に運転を予定する火力発電設備を持つことはやめ、あくまで例外的な事情が生じた際のバックアップ電源として火力発電を位置付けることは、十分に検討の余地があると考えられる。

本市の自動車の多くが EV に変わってくれば、それら EV を充電するための電気も必要となり、今とは電力需要も変わってくるため単純な計算はできないが、本市において必要となる電力需給の調整力の大きな規模感は以上の通りである。また、EV を調整力に使う場合には、EV だけでなく、EV の電力を系統に供給するためのインフラや、その充放電を制御するシステムも必要になる。

本市における、化石燃料を使わない調整力については先に述べた通りだが、上で例に挙げた EV の活用の他に、既に実証事業で導入が進んでいる家庭用の定置型蓄電池、バガスなどを用いたバイオマス発電、そしてデマンドレスポンスなど様々な技術が考えられる。

¹⁰ 本市の消費電力量 270,483MWh/年 ≒ 740MWh/日を蓄電池容量が 40kWh の車両で賄った場合、18,526 台必要となる。

2.5. ローカルファイナンス手法の整理と、島内の再エネ投資に占める域内金融機関の融資規模

地域におけるファイナンスの手法には、地域金融機関からの融資や、地域内事業者による共同出資、市民出資など、いくつかの方法が考えられる。

しかし、本事業で実施した地域金融機関に対するメール調査及び電話ヒアリングによれば、地域内の再エネ事業投資に対する融資は、特に FIT が終焉を迎えようとする近年減少傾向にあり、(株)宮古島未来エネルギーが実施している屋根上太陽光発電事業などの一部事業以外は、地域内の再エネ事業に対する事業融資は余り行われていないのが実態であった。

今後、地域内で本格的な再エネ事業投資を起こしていこうとする場合、金融機関からの融資を得ることは当然に必要となるが、現時点における地域金融機関の再エネ事業に対するスタンスに鑑みると、一定以上の自己資本相当の資金が無ければ融資が受けられない可能性も高い。

そのため、ここでは自己資本相当の資金調達的手法として市民ファンドについて整理しておく。

(1) 市民ファンドの類型

市民ファンドとは、市民の資金を原資に社会的な課題に取り組む事業に対して支援する新しいお金の流れの仕組みである。市民ファンドはまだ明確な定義があるわけではなく、人によって意味する内容が違う場合も多くある。そこで、まずは市民ファンドの 3 つの類型について整理しておく。

① 助成型市民ファンド

助成型市民ファンドとは、先駆性、運動性が強く、採算性がとりにくい事業に対して、資金を提供し経済的な返済を求めないタイプの市民ファンドである。助成対象は、まちづくりや福祉、環境、震災支援、マイノリティ問題などの様々な課題が対象となり、市民ファンドのミッションによって、課題全般か特定課題かに分類される。助成のための原資は、主に寄付金で、寄付者へのリターンは社会的な成果で金銭的なリターンはない。

② 融資型市民ファンド

融資型市民ファンドとは、融資を行うタイプの市民ファンドで、多くは一般金融機関が資金を提供しにくい環境、社会事業、地域振興などの活動を行っている NPO や、金融弱者などへお金を貸し出している。一般的に NPO バンクと言われ、市民による新しい非営利金融の動きとして全国に広がりつつある。助成のための原資は出資金(保障なし)で行われ、融資者へのリターンは低金利の利息であるが、現在は商品取引法の関係で支払われていない。融資額は 1 件につき数 10 万円～数 100 万円程度と少額であることが特徴である。

③ 投資型市民ファンド

投資型市民ファンドとは、環境や福祉などの採算性が確保できる社会事業に投資を行い、ある程度の利益配当と社会的配当の両方を目指している市民ファンドであり、増加傾向にある。例えば風車を建てるために市民からお金を集める「市民風力発電」などが挙げられる。投資のための原資は出資金(保障なし)で行われるのが一般的であり、出資者へのリターンは社会的な成果と一定程度の配当金となる。

表 2-7. 投資型市民ファンドの類型

	助成型	融資型	投資型
主なファンド原資	寄付	匿名組合出資等	匿名組合出資等
投資収益性	なし	少ないがあり	あり
相手先の事業性	なし～淡い	中	濃い

(2) 風力発電事業における市民ファンドの事例－北海道石狩市厚田区・市民風力発電－

北海道石狩市厚田区で 2004 年より運転が開始されている市民風力発電事業。事業主体は日本で初めての市民出資型風力発電所を北海道頓別町で建設した、株式会社市民風力発電が中心となり設立された特別目的会社(SPC)である株式会社厚田市民風力発電。発電規模は 2000kW の風車を 2 基、合計 4000kW で、年間発電量は約 1000 万 kWh、およそ 2800 世帯分の年間電力消費量に相当する。

この事業では事業資金の一部を調達するために、「市民風車ファンド 2014 石狩厚田」を募集し、9900 万円(20 万円× 495 口)の出資を得ている。さらに、環境省の「地域低炭素投資促進ファンド事業」によって設置された官民ファンドである一般社団法人グリーンファイナンス推進機構より 1 億円、北海道銀行や北都銀行など金融機関から 13 億円の調達を行い、総事業費は 15 億円である。

表 2-8. 風力発電における市民ファンドの事例

ファンド名	市民風車ファンド 2014 石狩厚田
規模	風力発電 4000kW(2,000×2 基)
一口金額	20 万円(1 人上限 45 口)(15 年)
利回り	2.5%
調達方法	匿名組合方式
総事業費	15 億円
市民出資	9900 万円
補助金	1 億円 ※環境省施策による官民ファンドグリーンファイナンス推進機構より出資として
募集期間	2014 年 3 月 28 日～2014 年 6 月 15 日

再生可能エネルギー事業ではしばしば都市部の大規模事業者が、地方での事業開発を行い、そこで得た利益の大部分が都市部へ流れるというスキームも多々見受けられるが、この市民風力発電事業では再生可能エネルギー事業の地域内循環、地産地消の仕組みとして、2つの施策を実行している。

一つ目は、石狩市との連携により、条例に基づく基金を設置して、1kWhあたり0.5円、毎年500万円から600万円を基金へ寄付し、植林等の森づくり活動など地域の環境保全に活用されるという仕組みである。これによって、20年間の売電で、合計1億円から1億2千万円の寄付が予定されている。

もう一つは、市民ファンドの利益の一部(市民ファンドの融資金利の1%)を設置場所である厚田区の地域振興団体に還元するという仕組みである。これまでにこの資金を活用して、地域の資料館の運営や水彩画展など、厚田地域を活性化する取り組みを支援している。このようにして、発電事業で得られた利益を適切に地域に還元していくスキームを行政と連携して構築し、発電が出資者に限らない地域にとっての公共財としての価値を創出した例と言える。

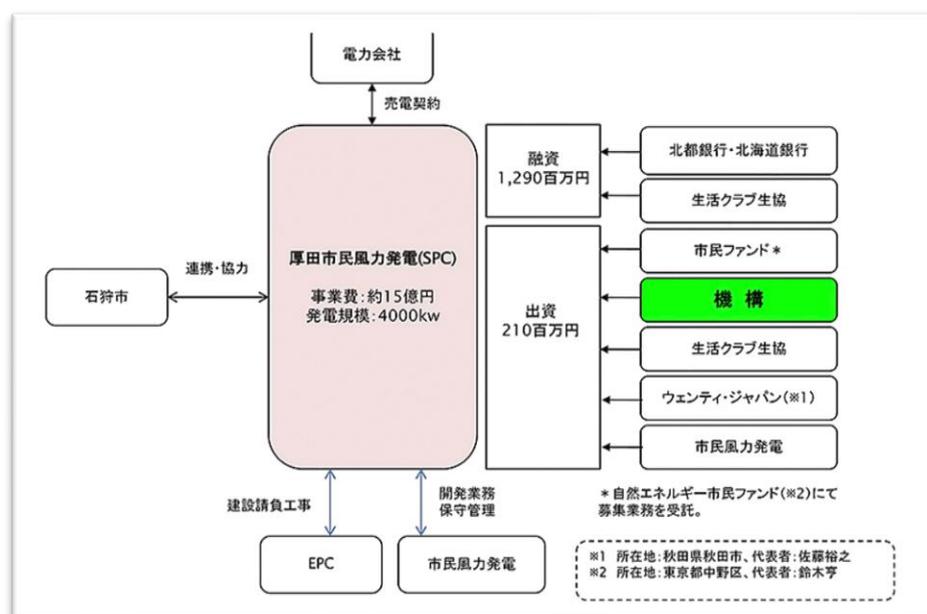


図 2-8.石狩市の厚田市民風力発電事業関係図¹¹

¹¹ 出典:資源エネルギー庁「再生可能エネルギー事業事例集」
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/guide/pdf/jirei_22.pdf

第3章 離島に適した再エネ技術および再エネ型事業の調査

3.1. 風力発電

3.1.1. 本市への導入に適した風力発電技術開発状況

(1) 耐台風性能に関する規格(クラス T)

沖縄地方は台風の主要進路に当たり、その接近数が多く、かつ最盛期に発達した台風がよく襲来する。本市も例外ではなく、風速の強い台風が多く襲来する。このため、本市に設置する風力発電設備は、耐台風性能を有することが必須の条件である。

商用風車は、IEC(国際電気標準会議)において、欧米の風条件をベースとして、国際規格が定められており、風速に応じてⅠ～Ⅲの3段階で風車のクラスが設定されていた。ここで、本規格の最速のクラスⅠの10分平均基準風速は50メートル/秒以下であったため、太平洋の沿岸部や離島、沖縄県の島々で10分平均基準風速が50メートル/秒を超える我が国の設置環境と適合しないことが問題となっていた。そこで、経済産業省は、2017年、風力発電に関するJIS規格を改正し、これまで国際規格と同様に3段階の風速に対して規定していた風車のクラス(Ⅰ～Ⅲ)に新しい区分を設けて、極限の平均風速が50メートル/秒を超える場所を対象に安全性の規定を追加した。さらに、IECへの標準化の提案を行い、2019年、年平均風速はクラスⅠ～Ⅲと同様とするが、基準風速は台風などの強風に対応するクラスT(基準風速57m/s)が国際規格として採用された。

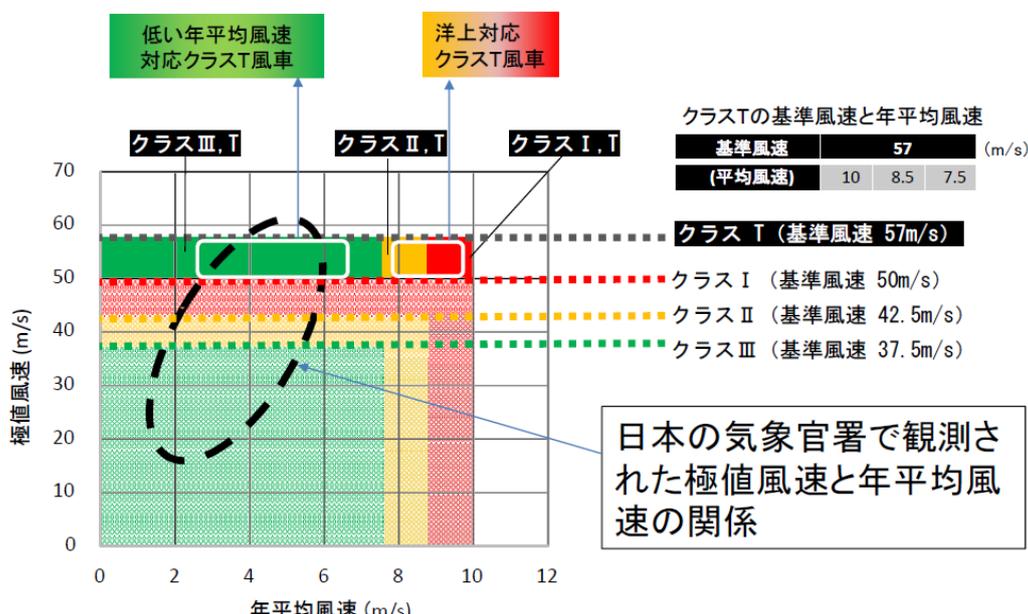


図 3-1. JIS の風車設計規格¹²

¹² 出典: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成 30 年度第1回『NEDO TSC Foresight』セミナー資料

(2) 耐台風性能を備えた風車の開発

新たな規格の制定もあり、大手風車メーカーの耐台風性能を備えた風車の開発が進み、「クラス T」の認証を受けたとする大型風車が相次いで発表されている。

クラス T を満たす風車は、台湾などでの導入も進んでおり、今後もベトナムやフィリピンなど東南アジアの市場向けに、今後も開発が進むものと期待されている。

そのほか、沖縄電力(株)では、2009年12月18日の波照間島での営業運転開始を皮切りに、沖縄県の離島で可倒式風車の設置を進め、設置・運転のノウハウの蓄積を進めている。

可倒式風車の製造はフランスのベルニエ社 1社であり、導入件数も多くはないが、台風などによる猛烈な風への対応が必要であり、またエネルギー供給コストの高い離島においては、有効なソリューションの一つであると考えられ、今後のコスト削減等による普及が期待される。

表 3-1. 沖縄電力(株)の可倒式風車¹³

	設備容量×基数	運転開始日
波照間島	245kW×2 基	2009年12月18日
南大東島	245kW×2 基	2011年2月28日
粟国島	245kW×1 基	2014年6月30日
多良間島	245kW×2 基	2015年10月30日

3.1.2. 風力発電設備の導入状況・導入見通し

日本における風力発電は、2003年のRPS制度およびその後のFITを通じて少しずつ導入が進んできた。しかしながら、現在の導入量は4.5GW(2020年12月末)と、多くはない。

しかしながら、(一社)日本風力発電協会によれば、「現時点では、陸上風力:13.0GW(191件)、洋上風力:18.2GW(41件)が2031年度までに運転開始する予定で開発を進めている状況。」とのことであり、日本においても急速に風力発電の導入が進む可能性がある。

¹³ 沖縄電力(株)のウェブサイトの公表情報から Socio Forward(株)作成

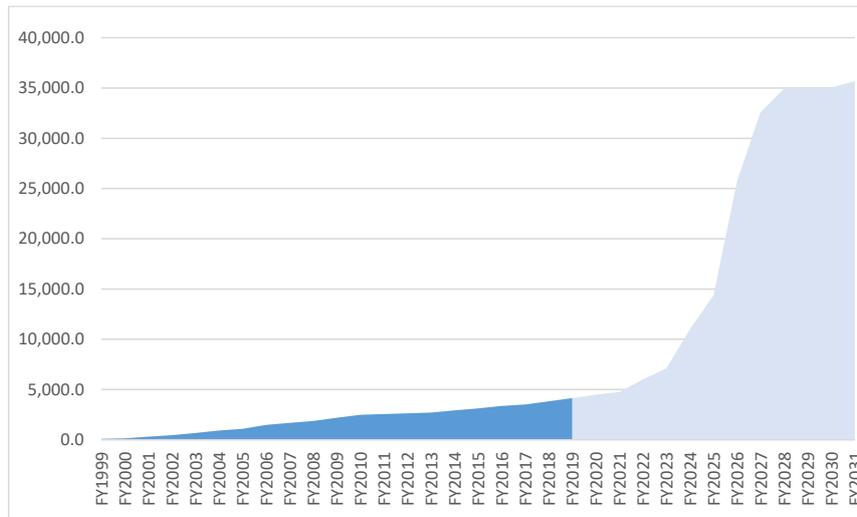


図 3-2. 日本における風力発電の導入量と今後の見込み

3.1.3. 風力発電設備の価格動向

風車の大型化や市場拡大に伴う量産効果などにより、グローバルでみた風力発電の発電コストは年々低下してきており、世界に比べると高いものの、日本の風力発電の発電コストも相当に低下してきている。(図 3-3)

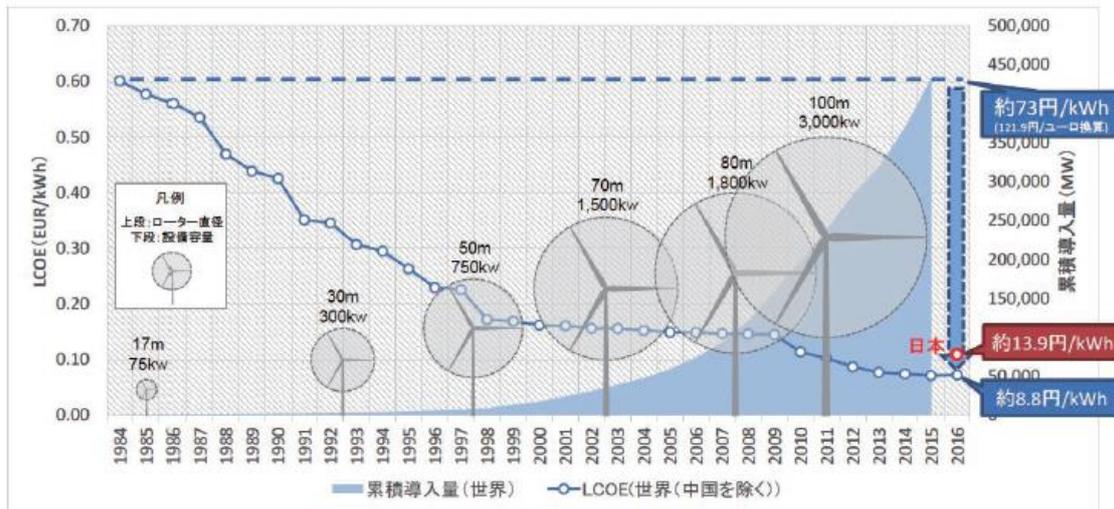


図 3-3. 世界と日本の風力発電の発電コスト¹⁴

また、(一社)日本風力発電協会によれば、2050年カーボンニュートラルに向けた風力発電導入促進により、日本において26GWまで導入可能な見込みが立つことで、発電コスト8～9円/kWh達成も可能となるとしている¹⁵。

¹⁴ 出典:NEDO(2018)「技術戦略研究センターレポート TSC Foresight Vol.27」

¹⁵ 経済産業省「第28回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(2021年3月15日)」

3.2. 太陽光発電

3.2.1. 今後の普及が見込まれる太陽光発電技術

これまで、FIT のもと、日本における太陽光発電は、立地条件のよい場所(日射、造成コスト、系統接続コスト(系統空き容量)など)での地面置き太陽光発電を中心に普及が進んできた。しかしながら、FIT の買取価格が低下し系統の空き容量も少なくなる中、FIT で採算が取れるような条件の土地が少なくなっている。一方で、太陽光発電の設置コストは下がったため、自家消費におけるグリッドパリティが実現し始めており、今後は FIT 売電ではなく自家消費型の太陽光発電の普及が見込まれている。特に、離島という条件上、系統電力が比較的高い本市においては、グリッドパリティが実現する建物・施設が多く、実際に、本市では非常に多くの PPA 事業が実現している。

以下では、今後の普及が見込まれる建物への太陽光発電の設置技術について、カーポートソーラーおよびペロブスカイト太陽電池について紹介する。

(1) カーポートソーラー

カーポートソーラーとは、駐車場の屋根に太陽光パネルを設置するもので、日本ではあまり普及が進んでいないが、太陽光で発電しつつ、車を日射から守るという目的を果たせることから、米国では、カリフォルニア州など温暖な気候の州を中心に普及が進み、近年では年間 300MW 近いカーポートソーラーが導入されている。

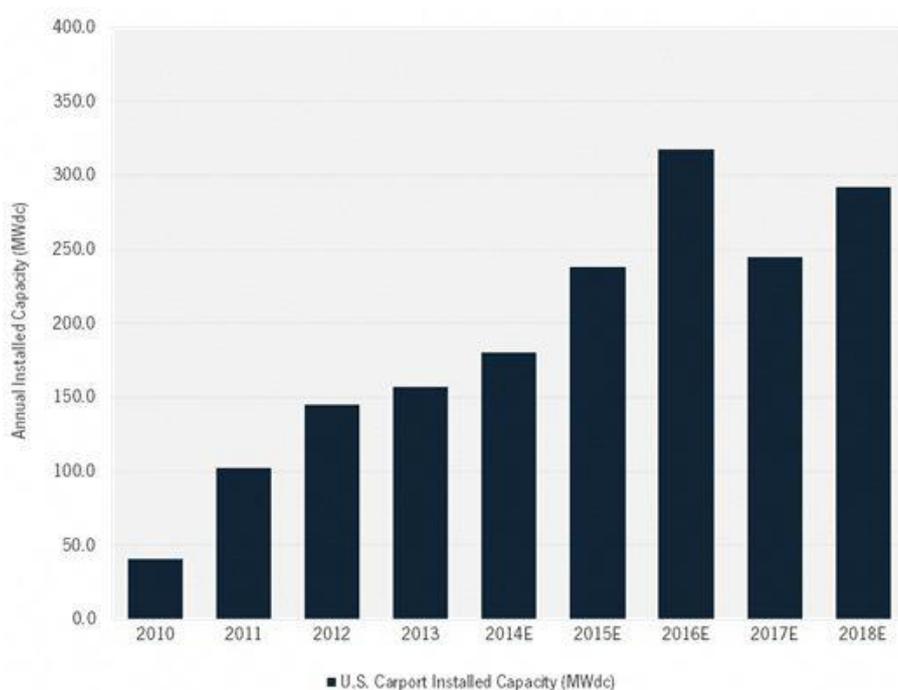


図 3-4. 米国におけるカーポートソーラーの導入¹⁶

米国でカーポートソーラーが進む背景には、日本と違い米国には FIT 制度がなく、早くから電気料金削減を目的とした PPA 事業による太陽光発電が進んできたことが挙げられる。PPA 事業では、消費施設に隣接する形で太陽光パネルの設置が必要になるため、駐車場への設置が進んできた。

日本においては、日本の建築基準法、都市計画法等の規制に適合する設計が必要で、米国で普及が進み価格が低廉化しているシステムをそのままの形で輸入し、利用することはできないが、昨今は日本の規制に適合したパッケージ商品も増え始めており、今後の普及が進むにつれ、米国同様、メーカー間での価格競争による価格低廉が期待される。

(2) ペロブスカイト太陽電池

ペロブスカイト太陽電池は、次世代の太陽電池として近年注目されるようになり、急速に開発が進められている。ペロブスカイト太陽電池は、2008 年に桐蔭横浜大学で初めて開発された後、近年、研究開発が急速に進み、変換効率は 25%を超えてきた(最も普及の進むシリコン系太陽電池の世界最高効率は 26.7%)。

従来のシリコン太陽電池に代わる安価で高効率な太陽電池となることが期待されている。

また、シリコン系に対して約 300 分の 1 という、薄膜で発電できることから、軽量化も容易で、建物の壁面や耐荷重の小さい工場の屋根など、これまで設置できなかった場所への設置が可能になり、太陽電池の新たな用途拡大への期待もある。

¹⁶ 出典: Greentech Media (<https://www.greentechmedia.com/articles/read/us-solar-carport-market-poised-for-record-year-continued-growth>)

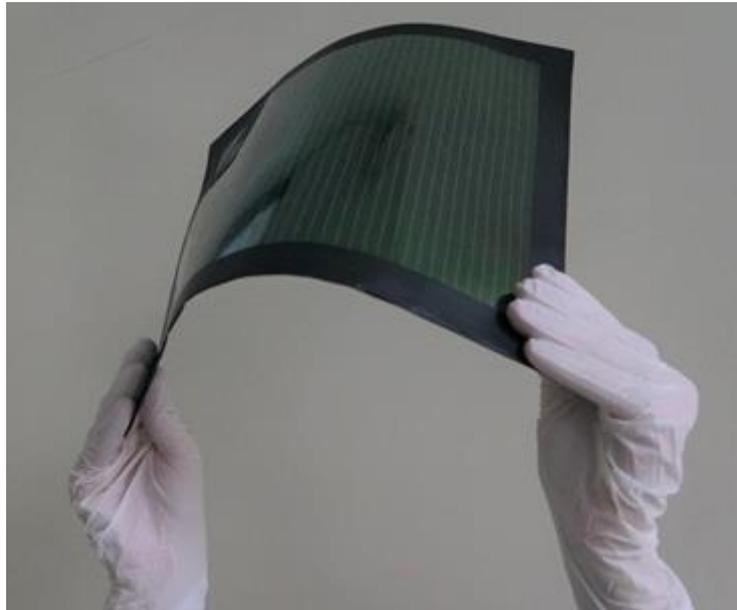


図 3-5. ペロブスカイト太陽電池¹⁷

本市の住宅用等太陽光のポテンシャル(73,568MWh/年)は、現状の本市の消費電力量(270,483MWh/年(2018年度))の3割近くあり、住宅の壁面まで含めた太陽光発電の設置が進み、省エネによる消費電力量の削減が進めば、住宅用の太陽光だけで本市の需要の相当分を補えることが期待できる。

3.3. バイオマスエネルギーを活用した再エネ技術

3.3.1. バイオマスエネルギーの概要

バイオマスとは、動植物に由来する資源のうち化石燃料を除いたものであり、これらを用いたエネルギーは大気中のCO₂を増加させないカーボンニュートラルであるとみなされ、再生可能エネルギーとして位置づけられる。バイオマスをエネルギー利用する際の流れを[図3-6]に示す。本図では、左から、原料として使用するバイオマス資源、その資源を変換することによって得られる燃料、そして、その燃料の利用形態を示している。

¹⁷ 出典: (株)東芝 2021年9月10日ニュースリリース
(<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/21/2109-01.html>)

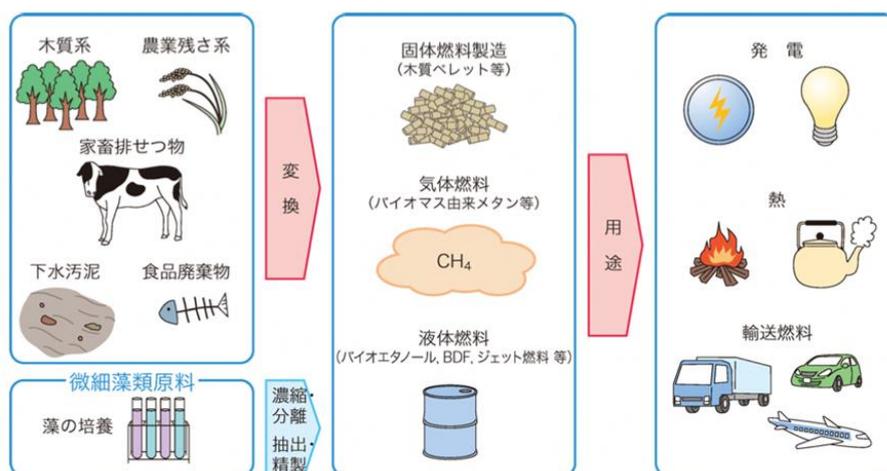


図 3-6. バイオマス資源のエネルギー利用の流れ¹⁸

我が国では、2009 年 6 月にバイオマス活用推進基本法が制定された。本法により、関係する 7 府省(内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省)の政務で構成される「バイオマス活用推進会議」が設置され、連携してバイオマスの活用に資する施策が推進されることとなった。本法に基づき、2010 年 12 月にバイオマス活用推進基本計画、2012 年 9 月にバイオマス事業化戦略、2016 年 9 月に新たなバイオマス活用推進計画が策定され、国として目標を掲げ、バイオマス資源の利用が促進されている。

バイオマス資源を利用するためには、その種類毎に異なる技術が求められることが多く、資源の種類毎に利用方法を検討する必要がある。

3.3.2. バイオマス利用技術の動向

バイオマスを利用する技術は多岐に渡り、技術レベルも実用化の段階にあるものから、研究・実証段階のものまで様々である。バイオマス利用技術の詳細については農林水産省が策定している「バイオマス利用技術の現状とロードマップについて(令和 4 年 8 月)」¹⁹を参照されたい。

ここでは、本市において類似の事業を実施できる可能性のあるバイオマス利用技術に関して、先行例を示す。

(1) ソルガムの燃焼による発電事業

新潟県北蒲原郡聖籠町において、イーレックス株式会社と ENEOS 株式会社が共同で発電容量 300MW のバイオマス発電所の運転開始を目指している。本発電所は海外で製造された木質燃料のほか、ソルガムを燃料として利用するものである。

¹⁸ 出典:NEDO(2014)「再生可能エネルギー技術白書」

¹⁹ 農林水産省のバイオマス活用推進会議で取りまとめている資料
参考 URL:<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/>



図 3-7. ソルガムを利用した発電施設の完成位予想図(新潟県北蒲原郡聖籠町)²⁰

ソルガムはイネ科の熱帯、亜熱帯の 1 年生作物で、非常に生長が早く、品種によっては 5m にも達する。資源作物として注目を集めており、休耕地で栽培することで、農家の方の収入を増やししながら、本市独自のエネルギーを製造できる可能性がある。

なお、ソルガムを栽培する過程で CO₂を大気中より吸収するが、燃料として利用することで吸収した分の CO₂とほぼ同量が大气中へ放出されることになる。エネルギーとして利用することにより、従来利用していた化石燃料を減らすことができれば、その分の温室効果ガスの削減には寄与するが、ソルガムを栽培したからといって、その吸収分も温室効果ガス削減効果として加味することはできない点には注意が必要である。

(2) バガスの燃焼による発電事業

沖縄製糖(株)宮古工場や宮古製糖(株)城辺工場、伊良部工場では、製糖過程において発生したバガスをボイラーの燃料として利用している。ボイラーで発生した蒸気は発電機に送られ、発電が行われている。また、発電機の排熱は熱源として利用するコージェネレーションシステムとなっている。

²⁰ 出典:イーレックス株式会社 web サイト

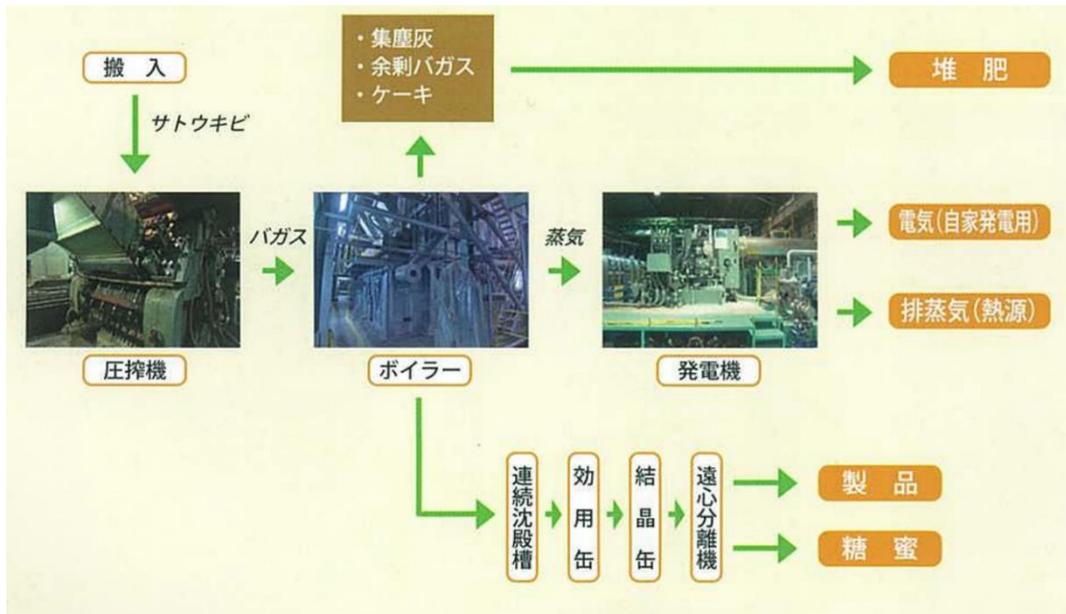


図 3-8. 宮古製糖(株)城辺工場におけるバガスの利用フロー²¹

上記の例のようにバガスは発電設備の燃料として利用できるが、本市において発生するバガスのすべてが燃料として利用されているわけではない。2020 年度においては発生したバガスのうち、燃料用に用いられているバガスは 82%であり、残りの 18%は堆肥の原料等に利用されている。

仮に 2020 年度に燃料に利用されなかったバガス 18,887t/年を発電用燃料として用いた場合、約 550 万 kWh/年の電力を得られる可能性がある。

²¹ 出典:宮古島市(2010)「宮古島次世代エネルギーパーク」

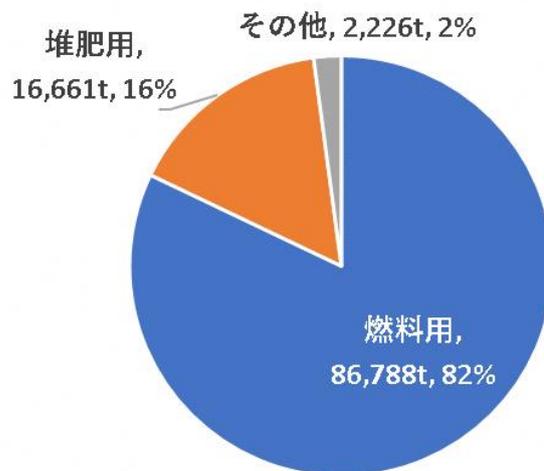


図 3-9.2020 年度における宮古島市のバガスの利用方法²²

FIT の小型木質バイオマス発電所のモデルとなっている「いづなお山の第 2 発電所」は 1,500kW の蒸気タービンによる発電設備であり、建設費は 924 百万円とされている。燃料の種類の違いはあるものの、燃料をボイラーで燃焼し、蒸気タービンで発電する仕組みは同じであるため、バガスを利用した発電設備の建設費の参考となるものと思われる。なお、上記のバガスによる発電量 550 万 kWh/年は、1500kW の発電機を稼働率 40%で運用した場合の発電量に相当する。

なお、バガスの発生量はサトウキビの収穫量に左右されるため、年によって得られる資源が変動することに留意が必要である。

また、サトウキビを栽培する過程で吸収した CO₂ を温室効果ガス削減効果として計上することができない点は「3.3.2.(1)ソルガムの燃焼による発電事業」と同様である。

(3) 生ごみを活用したバイオガス事業

人口 1 万 4000 人程度の福岡県大木町では、有機性廃棄物をメタン発酵させることで、都市ガスの主成分であるメタンガスを 60%程度含むバイオガスを得るバイオガス事業を行っている。原料としては、し尿・浄化槽汚泥のほか、分別回収した家庭系生ごみを投入しており、得られたバイオガスは発電機の燃料として利用している。また、メタン発酵後の残渣は地域内の耕作地に液肥として利用され、循環型社会の形成に役立っている。

²² 出典：沖縄県(2021)「令和2/3 年期さとうきび及び甘しゅ糖生産実績」を基に作成



図 3-10. おおき循環センター「くるるん」の外観(福岡県大木町)²³

生ごみをメタン発酵の原料として活用することで、再エネを得ることができるだけでなく、本市において課題となっている廃棄物の減量化にもつながる。

3.4. 電気以外の再生可能エネルギー及びエネルギー貯蔵の技術

2050年脱炭素化の実現にあたってはエネルギー利用によるCO₂排出量の約60%を占める電力だけでなく、残りの40%の石油製品由来排出量も削減する必要がある。

また、本市は外部と送電系統が接続されているわけではないため、市内で電力の需給調整を行う必要がある一方、ポテンシャルの大きい太陽光発電や風力発電等の再エネ発電はその発電量が天候に左右される。そのため、再エネ電力を余すことなく、利用するためにはエネルギーの貯蔵が必要となる。

本節においては、電気以外の再エネを生み出す技術や生み出した再エネ電気を貯蔵する技術を事例と合わせて整理する。

3.4.1. 蓄電池

電気エネルギーを化学エネルギーに変換して貯蔵するものが蓄電池であり、定置用蓄電池の種類としては、[表 3-2]のようなものがある。

²³ 出典:福岡県大木町 web サイト

表 3-2. 定置用蓄電池の種類と特徴²⁴

電池の種類	鉛	ニッケル水素	リチウムイオン	NAS (ナトリウム硫黄)	レドックスフロー	熔融塩
コンパクト化 (エネルギー密度: Wh/kg)	×	△	◎	○	×	◎
	35	60	200	130	10	290
コスト(円/kWh)	5万円	10万円	20万円	4万円	評価中	評価中
大容量化	○ ~Mw級	○ ~Mw級	○ 通常1Mw級 まで	◎ Mw級以上	◎ Mw級以上	評価中
充電状態の正確な計測・監視	△	△	△	△	◎	△
安全性	○	○	△	△	◎	◎
資源	○	△	○	◎	△	◎
運転時における加温の必要性	なし	なし	なし	有り (≥300℃)	なし	有り (≥50℃)
寿命 (サイクル数)	17年 3,150回	5~7年 2,000回	6~10年 3,500回	15年 4,500回	6~10年 制限無し	評価中

蓄電池については近年急速に低価格化が進んでいる。国際再生可能エネルギー機関のIRENAは2017年10月に公表した「電力貯蔵技術と再生可能エネルギー:2030年に向けたコストと市場」においては、定置型蓄電池のコストが2030年までに最大で66%低下するという見通しを示した。また、経済産業省定置用蓄電池システム普及拡大検討会においては、2030年の蓄電池の目標価格は家庭用7万円/kWh、業務・産業用6万円/kWhとされている。

今後、より技術革新が進むことで、経済合理性を持ち、蓄電池の導入が促進されることが期待される。

3.4.2. 水素

水素は使用してもCO₂を排出しないエネルギー源であり、燃料電池等により電気に変えたり、燃料電池自動車の燃料にしたりすることができる。

その水素の製造方法としては、主に水を電気分解する方法と化石燃料から合成する方法の2つがある。他にも木質バイオマスを高温で熱分解や、製鉄の過程で副産物として発生する水素などもあるが、水素を製造することを目的とした技術としては一般的でないため、本調査では対象外とする。また、化石燃料から合成した水素はグレー水素と呼ばれ、製造過程でCO₂が排出されるため、脱炭素化を目指すための技術として適切とはいえない。

残るは水を電気分解する方法であるが、需要を超えて発電した太陽光発電や風力発電の電力を利用して水素を製造する方法が考えられる。

再生可能エネルギーを利用した世界最大級となる10MWの水素製造装置を備えた水素製造施設「福島水素エネルギー研究フィールド」が2020年2月に福島県浪江町に建設さ

²⁴ 出典: 経済産業省(2012)「蓄電池戦略」

れた。本施設では敷地内に設置した 20MW の太陽光発電の電力を用いて、世界最大級となる 10MW の水素製造装置で水の電気分解を行い、1,200Nm³/h (定格運転時) の水素を製造・貯蔵・供給する。



図 3-11. 福島水素エネルギー研究フィールドの外観²⁵

水素の製造に際してはそのコストが課題となる。現状において、水素製造コストは数百円/Nm³となっているが、既存のエネルギーコストと同等²⁶とするには、13.3 円/Nm³程度とする必要がある。

さらに、宮古島においては、福島水素エネルギー研究フィールドのような大規模水素製造装置の設置は困難であることが想定されるため、小型化した場合でも一定水準以下となるような低コスト化が求められる。

製造過程で CO₂ を排出しない水素については、炭素化に向けた重要な技術として、今後の技術革新が期待される。

3.4.3. アンモニア

アンモニアはこれまで肥料や工業原料として使われてきたものだが、近年燃料としての利用に注目されている。アンモニアは水素同様、燃焼させても CO₂ を排出しないエネルギー源であり、石炭火力発電所で混焼させたり、燃料電池の燃料として利用したりすることができる。

従来、アンモニアは天然ガスを原料として製造されていたが、再エネで製造された水素と空気中の窒素を反応させることで製造することが検討されている。これまでは主にハーバー・

²⁵ 出典: 東芝エネルギーシステムズ株式会社 2020 年 3 月 7 日プレスリリース

²⁶ 出典: 水素・燃料電池戦略協議会(2019)「水素・燃料電池戦略ロードマップ」

LNG 価格が 10 ドル/MMBtu (CIF 価格) である場合の熱量等価換算。発電単価に換算すると 8.7 円/kWh。

ボッシュ法という、高温高圧化での製造が行われてきたが、太陽光発電の電力を使ってアンモニアを製造する場合には天候により電力が変わるため、アンモニアの製造も柔軟に行うことが求められる。国立研究開発法人産業技術総合研究所は、低温・低圧条件下でアンモニア製造量を柔軟に調整できる方法を開発し、日揮株式会社と共同でアンモニア合成装置の実証実験を実施している。



図 3-12. アンモニア合成実証試験装置外観²⁷

アンモニアの利用に際しては、現状、技術的な課題により、主な利用方法が石炭発電所へ20%程度混焼させることに限られている点と、製造過程でCO₂を排出しないためには再エネを利用した水素を製造する必要がある、水素の直接利用との棲み分けに注意する必要がある。

3.4.4. バイオメタン

メタン発酵により得られたバイオガスをそのまま発電機の燃料として利用するのではなく、精製することでバイオメタンとする技術がある。得られたバイオメタンの性状は都市ガスの主成分であるメタンガスと同等とすることができるため、一般的なガス発電機や自動車の燃料として利用することが可能である。

兵庫県神戸市では、下水処理場で発生する下水汚泥をメタン発酵させ、得られたバイオガスを精製し、ボイラーの燃料として利用しているほか、バスの燃料として利用し、都市ガス導管への注入も行っている。

²⁷ 出典: 国立研究開発法人産業技術総合研究所 web サイト
<https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2018/pr20180528/pr20180528.html>

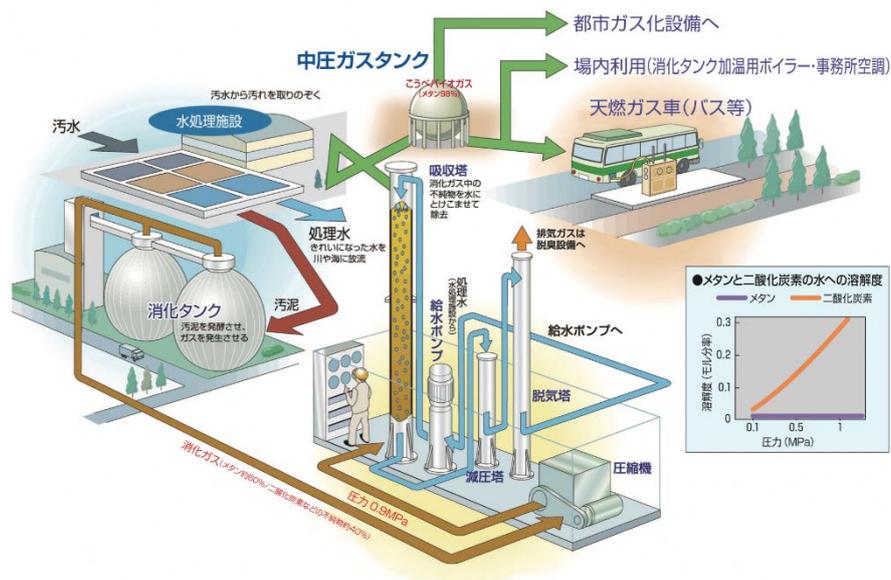


図 3-13. 神戸市におけるバイオガスの精製フロー²⁸

なお、バイオガスを精製することでメタンガスを得る方法の他、水素からメタンを合成するメタネーションという技術もある。しかし、メタネーションにはそもそも水素を製造する必要があり、水素をより扱い易いメタンガスとすることが主目的であるため、メタンを製造する技術というよりも水素を利用するための技術という側面が強いと思われる。

本市においては、ガスは都市ガスではなく、プロパンガスが普及しているため、ガスを代替する用途としてバイオメタンを利用することは想定しづらい。また、発電機の燃料とする場合にはバイオガスをそのまま使うことも可能であり、必ずしもバイオメタンとする必要はない。よって、本市においてはバイオメタンを利用する場合、自動車燃料が主な利用方法と考えられる。

²⁸ 出典:神戸市「循環型エネルギーこうべバイオガス パンフレット」

第4章 再エネ導入目標の設定

本章においては、2050年度における目標からバックキャスト型で検討した再生可能エネルギー導入量と、導入可能性から積み上げた再生可能エネルギー導入量をすり合わせ、野心的な再生可能エネルギー導入目標を設定した。

4.1. バックキャストによる再生可能エネルギー導入量の検討

4.1.1. 2050年の目標とその実現イメージ

本市は、令和4年3月議会の施政方針演説において、「国が掲げる脱炭素社会の構築を見据え、エコアイランド宮古島として『2050年ゼロカーボンシティ』を目指します。」として、2050年ゼロカーボンシティを表明した。

また、それに先立つ平成21年、本市は環境モデル都市として、「2050年におけるCO₂削減目標値は、2003年度比70%削減とする」という高い目標を掲げ、その目標達成に向け各種の施策に取り組んできた。

令和4年3月のゼロカーボンシティの表明は、環境モデル都市としての目標から更に一段高い目標を設定し、抜本的なCO₂削減に向けた野心的目標を設定し、これまで以上に努力していくことを宣言したものと位置付けられる。さらに、本報告書で設定した再エネ最大限導入目標は、このゼロカーボンシティの目標を更に前進させるものとなっている。

このように、本市では、脱炭素化への取組みの継続とともに、目標値も段階的に引き上げながら、脱炭素社会のフロントランナーとなるべく、不断の取組みを継続しているところであり、今回の再エネ最大限目標の設定により、こうした取組みを更に加速化させる。

再エネ最大限目標を達成し、真のゼロカーボンシティを実現するためには、まずはエネルギーの消費量を減らす省エネの取組みを行ったうえで、残ったエネルギー消費によるCO₂の排出量をゼロとしなければならない。エネルギー消費によるCO₂排出量をゼロとするには、大きく以下の方法が挙げられる。

- ① 利用する一次エネルギーを全て脱炭素化する
- ② 最大限の再エネ化を図ったうえで、尚も化石燃料の利用が残る場合、排出したCO₂を森林等による吸収で相殺する。あるいは、地域外に再生可能エネルギーを輸出することで相殺する。

以上の方法の内、②については、本市の森林面積を考えた場合、森林吸収はあまり期待できず、また離島であるため再生可能エネルギーの域外への輸出も難しい。したがって、基本的に本市でのゼロカーボン化は①を中心として考えることになる。

ここで、「①利用する一次エネルギーを全て脱炭素化する」について考える。脱炭素化された一次エネルギーとは、石油や天然ガス、石炭などの化石燃料などではないエネルギー、つまり太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーやそれらで作られた水素やアンモニ

アといったエネルギーを指す。他には原子力発電や、化石燃料による発電で CCS²⁹などにより CO₂ が取り除かれたエネルギーも対象となるが、原子力発電はもとより、CCS についても宮古島は石灰岩の層が広がっているなど地質的にも CCS に向かない上、大規模な貯留施設を構築するほどの排出量もないことから、本市での検討対象とはならない。

以上から、本市では、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーと、それらで作られた水素、アンモニアなどのエネルギーにより、ゼロカーボンを目指す。このとき、水素やアンモニアなどのエネルギーについては、市内で作られた再生可能エネルギーにより生産する他に、域外から輸入するという事も考えられる。「エコアイランド宮古島宣言」からエネルギー自給率の向上を目標に掲げる本市としては、現時点では、それらのエネルギーも市内で生産することを前提とする。ただ、水素やアンモニアに関しては、現時点において生産・貯留技術や流通の仕組みが確立されたとまでは言えず、将来的な技術動向や価格動向により、適宜戦略の見直しは必要になると考える。

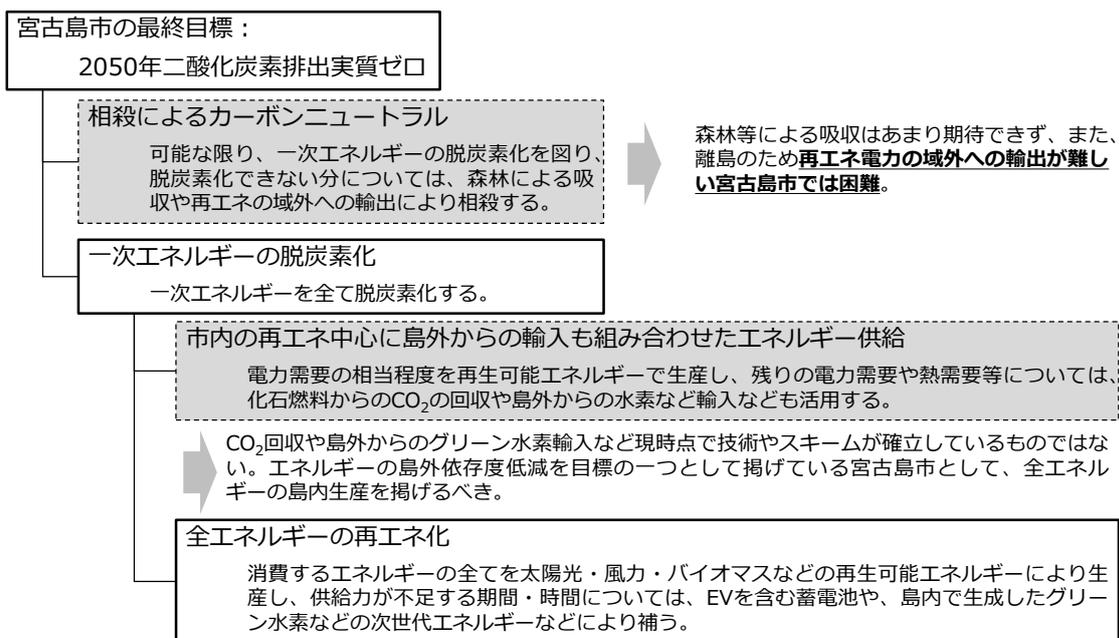


図 4-1. 2050 年の目標とその実現イメージ

4.1.2. 2050 年の目標実現に必要な再生可能エネルギー導入量

「2.1 エネルギー消費の現状」で整理したように、本市における現状(2018 年度)のエネルギー利用量は[表 4-1]の通りである。

²⁹ “Carbon dioxide Capture and Storage”の略。日本語では、「二酸化炭素回収・貯留」技術と呼ばれる。発電所や化学工場などから排出された CO₂ を、他の気体から分離して回収し、地中深くに貯留・圧入する技術のこと。

表 4-1. 本市におけるエネルギー利用量

	2018 年度
揮発油等*(kℓ)	55,861
LPG(t)	2,835
電力(MWh)	270,483

※ 揮発油、灯油、軽油、A 重油

ここでまず、2050 年におけるエネルギー需要を推計する。仮に、本市における全てのエネルギー利用機器が電化されており、電化前と電化後のエネルギー利用効率は原油換算で変化が無いと仮定する。すると、全て電力換算した場合の 2018 年のエネルギー利用量は 495,149MWh³⁰となる。2050 年においては、省エネの推進によりエネルギー利用量が 3 割減少していると仮定する³¹と、2050 年の消費電力量は 495,149MWh の 7 割の約 350,000MWhとなる。

一方、国の「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(令和 3 年 6 月 18 日)によれば、「専門機関(公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE))による、シナリオ分析では、2050 年にカーボンニュートラルを実現する上では、電化の進展により約 3~4 割電力需要が増加することが見込まれる」との見立てがある。

グリーン成長戦略の見立てに準じれば、2050 年における本市の電力需要は 2018 年の電力需要(270,483MWh)の 1.4 倍の、約 380,000MWhとなる。グリーン成長戦略は 2050 年に全てのエネルギー利用機器が電化されている想定では無いことを踏まえると、2050 年における本市のエネルギー供給量は 380,000MWh 以上である必要がある。

以上から、2050 年においては、少なくとも 380,000MWh のエネルギー供給が必要であり、本市においてはそれらを全て再生可能エネルギーにより供給することを目指す。

再生可能エネルギー導入目標：380,000MWh 以上

³⁰ 電力以外([表 4-1])における揮発油等および LPG)が全て電化されていると仮定した場合の消費電力量は 224,666MWhとなる。これに電力消費量の 270,483MWhを加えた値。

³¹ 「エネルギー基本計画」(2021 年 10 月)(資源エネルギー庁)では、省エネにより 2030 年に 2013 年度比 18% (6,200 万 kL/35,000 万 kL)の省エネを目標としている。この目標に準じれば、2030 年の 20 年後の 2050 年には 30%程度の省エネは期待できると想定した。

4.2. 目標実現に向けた再生可能エネルギー導入目標

4.2.1. 太陽光発電

2050年のゼロカーボン実現に向けた太陽光発電設備の導入目標を[表 4-2]に示す。表に示した通り、本市は2050年に向けて約180MWの太陽光発電設備の導入を目指す。

表 4-2. 太陽光発電導入目標サマリー

		導入ポテンシャル (MW)	2050年目標	
			目標値(MW)	ポテンシャルに 対する導入比率
建物屋根 ・屋上 (建物系)	官公庁・病院・学校	14.7	13.2	90%
	戸建・集合住宅等	64.6	51.7	80%
	工場・倉庫	1.5	0.8	50%
	その他建物	157.3	78.7	50%
営農型 (土地系)	田・畑	2,625.9	0.0	0%
	荒廃農地再生利用可能	9.3	0.0	0%
地上置き (土地系)	荒廃農地再生利用困難	245.3	12.3	5%
	最終処分場	2.0	0.0	0%
	未利用地・REPOS 対象外*	—	22.6	—
合計		3,120.6	179.2	

※ 既に導入済みの地上置き太陽光発電設備の導入量を目標値としてある。つまり新規導入目標量はゼロ。

以下に[表 4-2]に示した太陽光発電の導入目標設定についての考え方を示す。

(1) 建物屋根・屋上－官公庁・病院・学校

市庁舎や学校など、公共施設に関しては、市自らが太陽光発電設備の設置を進められる施設であり、市としても積極的に導入を進める。

(2) 建物屋根・屋上－戸建・集合住宅等

本市は、離島であり、本土に比べて電気料金が高いこともあり、戸建・集合住宅への太陽光発電設備の設置については、民間ベースで PPA 方式で採算性が見込まれる形での導入が進んでいる。現時点においては、屋根面積が 35m² 満の建物や、設置コストがかさみやすい 3 階建て以上の建物については PPA 方式では採算がとりにくいようだが、統計データを用いた試算によれば、戸建・集合住宅の 8 割以上が 2 階建て以下かつ 35m² 以上の屋根面積を持つと考えられる。また、将来的に太陽光パネルが軽くなるなどすれば、3 階建て以上の屋

根への設置コストも下がり、PPA 等で採算の取れる建物も増えることが予想されることから、戸建・集合住宅等への太陽光発電設備導入は、ポテンシャルとして見込まれる容量の 80% の導入を目指す。

(3) 建物屋根・屋上－工場・倉庫

昨今の脱炭素化の流れは、企業による事業活動においても重要なものとなっており、可能な限りの再生可能エネルギーの導入は必然となってくると考えられる。市としても、企業等への働きかけを行い、設置可能な全ての屋根において太陽光発電設備を設置することを目指す。ただし、倉庫の屋根などはその構造や耐荷重性能において設置できないケースも考えられることから、導入目標は、ポテンシャルとして見込まれる容量の 50% とする。

(4) 建物屋根・屋上－その他建物

REPOS において、建物への太陽光発電設備設置のポテンシャルは、GIS 情報³²を利用して算出されているが、「その他建物」という分類は以下のものを指す。

- ・ 「普通建物」と分類されているもののうち、100 m² 以上の建物
- ・ GIS 情報の属性として以下が付与されている建物
「その他ビル」、「宿泊施設」、「娯楽・商業施設」、「駅ビル」、「市場」

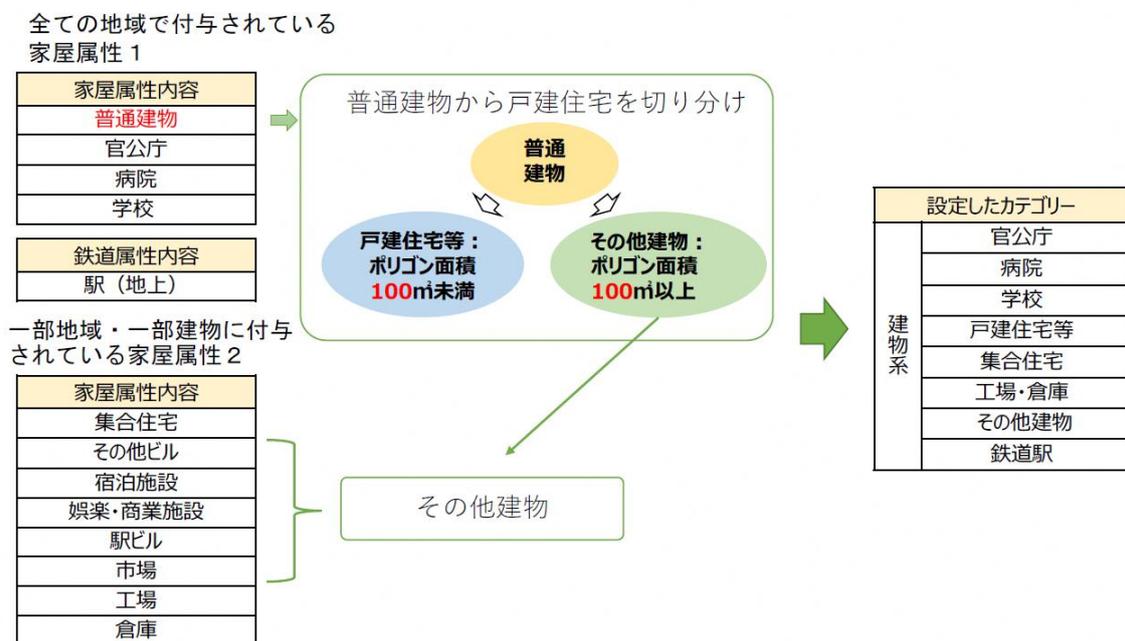


図 4-2. REPOS における建物系カテゴリーの区分

³² 「GEOSPACE 電子地図」NTT インフラネット(株)

本市における「その他建物」の内訳や、それらの建物の広さ、高さなどの情報は十分ではなく、太陽光発電設備導入の容易性については判断が難しいところである。しかしながら、2050年に向けて、建物への太陽光発電の設置は積極的に進める必要があることや、将来的には太陽光パネルの軽量化や壁面ソーラーなど新しい技術開発などにより、現状では採算性が悪い場所への設置も進むと想定し、ポテンシャルとして見込まれる容量の50%の導入を目指す。

(5) 営農型一田・畑、荒廃農地(再生利用可能)

REPOSでは、現状栽培がおこなわれている田・畑と、荒廃農地の内、農地としての再生が可能とされている用地については、営農型の太陽光発電を前提とした導入ポテンシャルの推計がなされている。

しかしながら、本市における農業は、日射量が重要なサトウキビ栽培が中心となっており、営農型太陽光は適さない。したがって、田・畑においては太陽光発電設備の導入推進は行わない。また、再生利用可能な荒廃農地についても、再生利用する場合は単に農地として活用し、営農型太陽光は推進しない。

(6) 地上置き一荒廃農地(再生利用困難)

本市には、農地としての再生が困難とされる荒廃農地が約221ヘクタールある(令和4年3月時点)。ここで、農地としての再生が困難とされる荒廃農地とは、森林の様相を呈しているなど、農地に復元するための物理的条件整備が著しく困難なもの、又は周囲の状況から見て、その土地を農地として復元しても継続して利用することができないと見込まれるものであり、太陽光発電設備の設置も容易でないことが予想される。したがって、当該用地は、ポテンシャルの5%程度が太陽光発電所として開発される想定とした。

(7) 地上置き一最終処分場、未利用地等の土地

現時点では、最終処分場への設置は考えない。

また、REPOSにおいては、田畑や荒廃農地以外の未利用地への導入ポテンシャルがほとんど計上されていない。本市には、既に地上置きの太陽光発電が22.6MW導入されているが、今後においても現状から変化が無いものと想定する。なお、新規の地上置きについては、先の「地上置き一荒廃農地(再生利用困難)」において設定した目標の実現を目指す。

4.2.2. 風力発電

2050年のゼロカーボン実現に向けた風力発電設備の導入目標を[表4-3]に示す。表に示した通り、本市は2050年に向けて90MWの陸上風力発電設備の導入を目指す。

表 4-3. 風力発電導入目標サマリー

	1機あたりの規模	導入ポテンシャル (MW)	2050年目標	
			目標値(MW)	ポテンシャルに 対する導入比率
洋上大型	8～12MW	1,443(参考値)	0	0%
陸上中型	0.3～5MW	175.7	90	51%
陸上小型	0.3MW未滿	—	0	—
合計		1,618.7	90	

導入目標の検討に当たっては、規模によって 8～12MW クラスの大型の洋上風力発電、0.3～5MWクラスの中型の陸上風力発電、0.3MW未滿の小型の陸上風力発電に分けて検討を行った。以下に[表 4-3]に示した導入目標設定についての考え方を示す。

(1) 中型の陸上風力発電

中型の陸上風力発電については、現在、900kW が 4 基、合計 3.6MW の風力発電機が設置されている。導入ポテンシャルは 175.7MW あり、今後も導入が進むと考えられるが、本市内で地域マイクログリッド構築事業を進めている事業者へのヒアリングにより、系統運用上、太陽光発電と風力発電の導入量は、設備容量で太陽光 2:風力 1 の割合が適切であるという意見があったため、太陽光発電の導入目標量 179.2MW に対して、風力発電の導入目標量を 90MW とした。なお、後述するように、大型の洋上風力発電と小型の陸上風力発電については導入目標を定めないこととしたため、90MW は中型の陸上風力発電の導入目標となる。

(2) 大型の洋上風力発電

洋上風力発電については、陸上より更に厳しい耐風性能が求められること、洋上に風力発電設備を建設することによる島の漁業や観光業への影響が大きく、島内の合意形成が困難であることが想定されること、REPOS でポテンシャルが確認できないことなどから、現状では導入目標を定めないこととした。なお、今後については、技術動向や社会情勢を見極めながら、導入目標の設定について検討していく。

(3) 小型の陸上風力発電

小型の風力発電は、費用対効果に優れた機器がなく、導入は進まないことが想定されることから、現状では導入目標を定めないこととした。なお、今後については、技術動向や社会情勢を見極めながら、導入目標の設定について検討していく。

4.2.3. 本事業で対象とする調整力

(1) 調整力の種類

電力広域運営推進機関によれば、電力の流通にかかる調整力とは、「一般送配電事業者が、供給区域における周波数制御、需給バランス調整その他の系統安定化業務に必要なとなる発電機、蓄電池、デマンドレスポンスその他の電力需給を制御するシステム その他これに準ずるもの(但し、流通設備は除く。)の能力」と定義されている³³。

ここで定義された調整力についても、電力の実際の供給時の周波数を調整するための能力から、需給計画立案時に再生可能エネルギー(主に VRE³⁴)の供給カーブと需要カーブのギャップを調整するための能力まで、文脈によって意味合いが大きく異なる。この調整力の種類および本事業での検討対象範囲を以下に整理する。

調整力の種類

I. 実需給のタイミングで需給を合わせるための調整力

電力の実需給のタイミングで需給を合わせるための「調整力」としては、大きく、実需給のタイミングでぶれる需給の差を埋め、周波数を安定させる「周波数調整力」と、実需給時の需要・供給量と事前の計画値とのずれを埋めるための「予測誤差調整力」の2つに整理した。

I-① 周波数調整力

数秒から数分、数分から20分程度の需給のブレを調整するための調整力。

出力の増加・減少の双方に対応し、全体としては、電力量の補給を伴わない調整力となる。

GFやLFCといった、周波数調整のために必要な機能を有した電源が必要となる。

I-② 予測誤差調整力

前日あるいは実需給の数時間前までの電力需給予測と実需給のズレを調整するための調整力。

数分での起動や、GFなどの機能は求められないが、系統運用者がリアルタイムに制御できるリソースである必要がある。

II. 需給計画立案時に再生可能エネルギーによる発電と需要を合わせるための調整力

³³ (電力広域運営推進機関)第6回調整力等に関する委員会「調整力の定義及び調整力確保計画の対象について(平成27年12月17日)」

³⁴ VREとは風力発電や太陽光発電など、自然状況により出力が変動する「変動性再生可能エネルギー」のことで、Variable Renewable Energyの略。

需給計画立案時における「調整力」については、実需給の前日までの需給計画立案時に、再生可能エネルギー(主に VRE)による発電と需要のギャップを埋めるための供給力あるいは需要シフト力として、その対象とする期間に分けて整理した。

Ⅱ－① 短期調整力

1日～数日の需給バランスを調整するための供給力あるいは需要シフト力。

例えば、日中の太陽光発電の余剰を夜間にシフトする蓄電池や、日中の高負荷時間の電力需要を抑制し、他の時間にシフトするエネルギーマネジメントなど、比較的短期間の需給のギャップを調整するための能力など。

再生可能エネルギー(主に VRE)の供給力不足を補う供給力という側面の他、再生可能エネルギーの出力抑制をできる限り減らす(余すところなく使うようにする)目的としても利用される。

Ⅱ－② 長期調整力

年間を通した需給バランスを調整するための供給力あるいは需要シフト力。

例えば、太陽光の発電量が少なく供給力が不足する冬期に、太陽光発電の発電量不足を補うための供給力など。

「調整力」という表現より、そもそもの電力需要を満たすために必要な「供給力」という表現の方が実態に近い。

(2) 本事業で対象とする調整力の種類

上の「(1)調整力の種類」であげた調整力のうち、「Ⅰ. 実需給のタイミングで需給を合わせるための調整力」については、電力システムの運用上は必須の調整力であり、発電所の建設時には、系統運用者から、発電所設置にかかる技術要件として求められることがあるが、本事業では、必要となる調整力の「電力量」の確保について検討する。つまりは、「Ⅱ. 需給計画立案時に再生可能エネルギーによる発電と需要を合わせるための調整力」、中でも「Ⅱ－① 短期調整力」を念頭に検討を進める。

「電力量」を確保した結果としての調整に利用する機器(蓄電池など)が、「Ⅰ. 実需給のタイミングで需給を合わせるための調整力」として活用でき、また量として十分かについては、今後の技術開発も踏まえた上での将来の検討対象とする。

4.2.4. 調整力の導入目標

(1) 短期調整力の導入目標

本市において再生可能エネルギーによるエネルギー供給比率をできるだけ高めることを考えた場合、本市の電力需要に対して十分に多い再生可能エネルギー発電設備(ここでは主に太陽光や風力といった VRE による発電設備を指す。以下では「VRE 設備」という。)が導入されれば、必要な調整力は少なく済むが、VRE 設備の稼働率が下がり、経済性が悪くな

り、設備導入のインセンティブが減少する。一方、VRE設備の設備稼働率を下げないために蓄電池等を導入する場合も、当然に蓄電池等の導入コストがかかる。VRE設備による供給比率をできるだけ高めるためには、VRE設備の導入量と蓄電池等の調整力の導入量のバランスをとる必要がある。

脱炭素化に向けた世界的な動きがある中、電化の進展やデマンドレスポンスなどの需要側の変化や、蓄電池価格の低下やEVの普及及びその調整力としての活用技術の進化、さらには水素やアンモニアといった次世代エネルギー技術の普及など、将来的な不確定要素が多く、再生可能エネルギー発電設備と調整力の導入量バランスの在り方について現時点で確定的な結論を出すことは極めて難しい。

そこで、本事業においては、次に挙げる事例を参考に、調整力として想定する電力量は、導入するVRE設備の最大出力の3時間分を目標とする。

調整力導入目標：

導入する再生可能エネルギー発電設備(VRE設備)の最大出力の3時間分

また、調整力として利用する技術は、最大出力の2時間分については、定置型の蓄電池を基本として考え、残りの1時間分については、EVの活用や、水素やアンモニアといった次世代エネルギーの活用などを視野に入れて考える。

事例：小規模離島における再生可能エネルギー最大導入事業委託業務

平成26年度、沖縄県の「小規模離島における再生可能エネルギー最大導入事業」において、「小規模離島における再生可能エネルギー最大導入事業委託業務(平成27年3月)」が実施された。

当該業務においては、沖縄県の小規模離島である北大東島、多良間島、波照間島において、再生可能エネルギー最大導入事業(電力消費量の50~70%)に向けた太陽光発電設備、風力発電設備、蓄電池設備の導入シナリオが検討された。

	風力発電			太陽光発電			合計		蓄電池	
	導入量 (kW)	発電量 (MWh)	設備 利用率	導入量 (kW)	発電量 (MWh)	設備 利用率	発電量 (MWh)	再エネ 比率	導入量 (kWh)	蓄電池 ／再エネ
北大東島	490	983	23%	2,100	2,024	11%	3,007	65%	7,500	2.9
多良間島	980	2,438	28%	1,750	1,533	10%	3,971	70%	7,500	2.7
波照間島	490	1,120	26%	1,500	1,314	10%	2,434	76%	6,000	3.0

本調査事業では、想定する太陽光発電、風力発電の導入量に対し、最大出力の約 3 時間分相当の蓄電池を導入する想定でシミュレーションが実施されている。その結果、導入する再エネ発電設備に設備利用率を一定以上に維持しながら(風力発電 25%前後、太陽光発電 10%以上)、島の総需要の 65%～76%の再エネ供給が実現されるという結果となっている。

上記の調査事業の対象となっている小規模離島(年間電力需要 3,200～5,700MWh)と本市(年間電力需要:270,843MWh)では、系統規模が 50 倍以上も違い、電力の需要特性も大きく異なるものと想像される。また、実現された再エネ供給比率は総需要の 7 割前後であり、本事業が 2050 年に目指すゼロカーボンに比べ低い供給率となっているなどの違いがある。しかし、先に述べた通り、将来的な需要特性の変化や技術の進化が見通せない中において、一旦は上記調査にならった調整力の確保を目指し、長期的には、再生可能エネルギー導入と調整力のバランスに関する実績の検証を行いながら、適宜調整していく事とする。

(2) 長期調整力の導入目標

まず結論から述べると、本事業において長期調整力の導入目標は定めないこととする。

長期調整力の必要量は、短期調整力以上に、電源構成、需要カーブなどによる違いが極めて大きく出る。また、例えば、稀にしか起こらない、全く風が吹かない無風期間と呼ばれるような気象現象にどのように対応するかによっても、準備する調整力の種類や量が大きく変わる。このような理由により、本事業においては、まずは、VRE 設備の設備利用率が一定程度確保され、需要に対する再生可能エネルギー比率ができるだけ高くなるような量の調整力を短期調整力の目標として設定し、長期調整力については、水素発電などの最新の技術動向や国の動きなどを見ながら、今後の課題として扱う。

【長期調整力検討の課題】

調整力の必要量については、電源構成、需要カーブなどによって極めて大きな差が生じる。例えば、需要に対して十分に多い VRE 設備が導入され、常に出力抑制が発生しているような状態であれば、仮に再生可能エネルギー100%を実現していても調整力はあまり必要

ではない。一方で、VRE 設備の導入量が、できる限り出力抑制がかからない程度に抑制されていれば、VRE 設備が発電しないときの不足分を補うために多くの供給力が必要となる。

需要については、VRE 設備の発電傾向と親和性の高い需要(例えば日射の良い夏季に増加し、悪い冬期に減少する空調需要など)の比率が高ければ調整力は少なく済むが、逆に親和性の低い需要の比率が高ければ必要な調整力は多くなる。

長期調整力の必要量については、稀頻度の事象への対応方針が重要な要素となる。1年を通した調整力を検討する上では、無風期間(“Dark doldrums”)と呼ばれる、1年に1度か2度、曇/雨天・無風状態が数日以上継続する稀頻度の気象現象への対応を考える必要がある。さらに言えば、電力供給の安定性を論じるためには、数十年に1度起こるような状況も考慮する必要がある。

これらの稀頻度リスクに対応するための調整力を蓄電池などで確保しようとするれば、当該蓄電池の稼働率が低くなり、極めて経済性が悪くなる。

以上から、必要な調整力を求めるには、将来の電源構成および電力需要を予測/仮定し、詳細かつ現実的なシミュレーションを行う必要がある。また、そうして算出された調整力をどのような技術で創出するかについては、各技術の将来コストも織り込んだ検証が必要となる。

4.2.5. 調整力としての活用技術および導入目標

本市において、「4.2.4 調整力の導入目標」で目標設定した調整力を担う技術・方策として期待されるのは、「定置型蓄電池」「バイオマス発電」「地下ダム揚水」「電気自動車」「冷凍冷蔵倉庫」などが挙げられる。本節では、それら技術の特徴と本市での導入目標および導入推進の方向性を整理する。

(1) 定置型蓄電池

【技術概要】

蓄電池は、電気エネルギーを化学エネルギーに変換し、貯蔵する技術。

種類としては、「鉛」「ニッケル水素」「リチウムイオン」「NAS」「レドックスフロー」「熔融塩」などがある。

供給力不足時に放電して電力を供給するだけでなく、VRE 設備による電力供給が余剰となる時間帯にそれを充電し、電力供給が不足する時間帯に放電するなど、調整力として非常に使い勝手の良い技術である。

【導入ポテンシャルとポテンシャルの推計方法】

導入ポテンシャル: ∞

費用を考慮しなければ、基本的にはいくらでも導入可能である。

【導入目標および導入推進の方向性】

導入目標量：

540MWh

導入推進の方向性：

揚水発電などの水力発電設備設置のポテンシャルが無い本市で、水素などによるエネルギー貯蔵の技術も確立されていない中、短期的には蓄電池(EV含む)が最も実現性の高い調整力である。

現在、本市でPPA事業を進めている事業者の戸建て住宅向けサービスでは、6kWの太陽光パネルに対して6kWhの蓄電池を導入するサービスを提供している。これはVRE設備の1時間分であり、本市が目標とする3時間分には満たない。

そこで本事業では、太陽光発電設備および風力発電設備の導入量1kWあたり2kWhの蓄電池導入を目指す。そのために必要であれば、適宜補助金などによる政策誘導についても検討する。

(2) 地下ダム揚水

【技術概要】

本市には、農業用水を確保するための地下ダムがある。そして地下ダムに貯水された水は電動ポンプで山上の農業用水用貯水タンクに揚水され、そこから各畑に送られている。

この電動ポンプの稼働タイミングを調整することでVRE設備の発電余剰を吸収するなどの効果が期待される。

【導入ポテンシャルとポテンシャルの推計方法】

導入ポテンシャル：4.8MW

電動ポンプの負荷は最大4.8MW。本市の最大需要のおおよそ10%を占める規模である。

【導入目標および導入推進の方向性】

導入目標量：－

本事業で電動ポンプの導入を進めるものではない。

今後、当負荷が柔軟に活用できるようなEMSの開発を期待する。

(3) 電気自動車(EV)

【技術概要】

次世代自動車としては、「ハイブリッド自動車」「電気自動車(EV)」「燃料電池車」「天然ガス自動車」の4種類が挙げられるが、ここでは電気自動車(EV)を対象とする。

今後の普及拡大が見込まれる EV には、1 台あたり 20kWh 以上の蓄電池が搭載されている。この蓄電池の能力を需給調整に活用することを想定する。

【導入ポテンシャルとポテンシャルの推計方法】

導入ポテンシャル: 230~460MWh

本市は 1 周約 100km であるため、例えば走行距離 200km の能力を持つ EV であれば、その半分程度は需給調整に使える可能性がある。

本市の車両保有台数は、登録自動車 18,813 台、軽自動車 31,511 台(令和 3 年度)であり、2050 年までの間に、登録自動車は蓄電池容量 40kWh、軽自動車は 20kWh の EV に置き換えられ、その容量の 3 分の 1 が調整力として利用可能であると想定すれば、460MWh の容量が調整力として活用できることが期待される。

一方で、自動車については、今後シェアリングエコノミー発展の中核の一つとなる分野であり、本事業のメインシナリオ 2 ステップ 1 でも、地域内シェアリングモデルの構築を想定している。また、需給調整ための制御においても、各家庭で EV を所有しているよりは、ある程度まとまった単位で制御できる方が有利であると考えられる。

EV シェアの進展により、本市の自動車の台数が現状の半分程度にまで減る事も想定し、導入ポテンシャルとしては 230~460MWh とする。

【導入目標および導入推進の方向性】

導入目標量: 230~460MWh

2050 年までに、すべての車両を EV 化し、その容量の 3 分の 1 以上を調整力として利用できる仕組みを整える。

(4) 冷凍冷蔵倉庫

【技術概要】

冷凍冷蔵倉庫は倉庫内をある温度以下に調整する必要があるが、電力不足が見込まれるような場合、事前に目標温度よりも低い温度に調節し、電力の不足時には冷却を停止することで電力需要をシフトすることができる。

この能力を使った需給調整が期待できる。

【導入ポテンシャルとポテンシャルの推計方法】

導入ポテンシャル：－

【導入目標および導入推進の方向性】

導入目標量：－

本技術では、「量」としての調整力はあまり期待できないため、導入目標量は特に定めな
い。

一方で、地下ダム揚水などを含めた地域の調整可能な需要をアグリゲートする際の一つ
のリソースとなる他、再エネを使った地域課題解決としても期待される。ここでは、地域課題
解決の視点で導入について検討する。

(5) その他(P2G³⁵等)

VRE 設備だけでは電力の安定供給に不安が残るなか、化石燃料を用いた発電に変わる
脱炭素(低炭素)電源として、水素やアンモニアを用いた発電技術や、CCS の技術など、
新技術に対する研究が盛んにおこなわれている。

また、これらの新技術は、政府の脱炭素化に向けた方針の中でも、一定量を導入すること
が織り込まれており、これまでの化石燃料に代わり、平時の安定電源としての利用や需給
調整(P2G)への活用も期待されている。

本市としても、それら技術の普及状況等を注視しながら、将来の導入目標についての検
討を続ける。特に水素への P2G などは VRE 設備の調整力の他、最後まで電化できない
エネルギー需要への対応も含め、技術の発展状況を注視していく。

4.2.6. 調整力導入目標まとめ

2050 年のゼロカーボンに向けた調整力の活用技術別導入目標量について[表 4-4]に示
す。

本事業では、導入する VRE 設備の設備容量の 3 時間分、つまり、約 270MW の VRE 設
備導入目標に対して 810MWh 以上の調整力導入を目指す。

表 4-4. 調整力導入目標サマリー

活用技術	ポテンシャル	導入目標量	導入推進の方向性
蓄電池	∞	540MWh	太陽光発電および風力発電の設備導入と同時に導入する。
地下ダム揚水	4.8MW	追加なし	今後、電動ポンプの負荷が柔軟に活用できるような EMS の開発を期待する。

³⁵ P2G とは、“Power to Gas”の略称で、余剰電力を水素などの気体燃料に変換(気体変換)して貯蔵・利用する
方法。

活用技術	ポテンシャル	導入目標量	導入推進の方向性
電気自動車	230～ 460MWh	230～ 460MWh	2050年までに、すべての車両をEV化し、その容量の3分の1以上を調整力として利用できる仕組みを整える。ただし、EVシェアの進展により、自動車の総数が減少する可能性も考慮。
冷凍冷蔵倉庫	—	—	地域課題解決の手法の一つとして導入を検討するが、導入量目標は特に定めない。
その他 (P2G等)	—	—	導入目標量については、技術の普及状況等を鑑みながら、適宜設定していく。 現時点では、水素(P2G)について、調整力としての役割の他、電化できない分野へのエネルギー供給としての役割も期待する。
合計	>810MWh		

利用する技術やそれぞれの導入量の目標値については、蓄電池の価格動向、EVの普及やP2Gの技術の進化も注視しながら、適宜調整していく。

4.3. 再生可能エネルギー導入目標まとめ

本市における再生可能エネルギーの導入目標を[表4-5]にまとめる。

表4-5. 再生可能エネルギー導入目標サマリー

		導入 ポテンシャル (MW)	2050年目標	
			(MW)	(MWh)
太陽光発電	建物屋根上	238	144	164,378
	営農型・地上置き	2,882	35	39,731
	小計	3,121	179	204,109
風力発電	陸上	176	90	269,267
	洋上	1,443 (参考値)	0	0
	合計	1,649	90	269,267
合計		4,739	269	473,376
導入必要量				>380,000

[表 4-5]の通り、本市の再生可能エネルギー導入目標量は、「4.1.2 2050年の目標実現に必要な再生可能エネルギー導入量」で本市の脱炭素化に必要と推計した 380,000MWh を超える。

ただし、完全なゼロカーボンを目指すにあたっては、需給調整や電力以外のエネルギーとしての利用のため、再生可能エネルギーで発電された電力を蓄電したり他エネルギーに変換したりする必要が生じ、その際にロスが生じる。

仮に発電量の 10%が水素等に変換され、その変換効率が 70%であると想定すると、最終的な導入エネルギー量は発電量ベースで、

$$473,376 \text{ MWh} - 473,376 \times 10\% \times (1 - 70\%) = 459,175 \text{ MWh}$$

となる。

上記の仮定では、エネルギー変換による一定のロスが生じたとしても、今回の導入目標量は十分に導入必要量より多い。ただし、今後のエネルギーの利用形態や利用する需給調整技術次第では更なる再生可能エネルギーの導入が必要になる可能性もある。今後も、エネルギー利用形態の変化や需給調整技術の技術進化・導入状況を注視しながら、適宜導入目標の見直しをしていく必要がある。

第5章 将来ビジョンシナリオ及び再エネ等導入目標を実現するシナリオの検討

第5章では、前章までの検討を踏まえ将来ビジョンシナリオ及び再エネ等導入目標を実現するシナリオについて検討する。ここでは、本市の地域課題や地域住民の意識を踏まえうえで、再エネ最大限導入と持続可能な地域の実現を目指すためのシナリオを検討する。

また、本章の後段では、こうしたビジョンシナリオを構築し実施することによってもたらされることが期待される効果について検討する。その際、離島向けのエネルギー循環モデルの考え方についても一定の考察を行う。

5.1. 将来ビジョンシナリオ構築の考え方

5.1.1. 「千年先に豊かな地域社会の実現」という目的とそのために必要な3つの目標

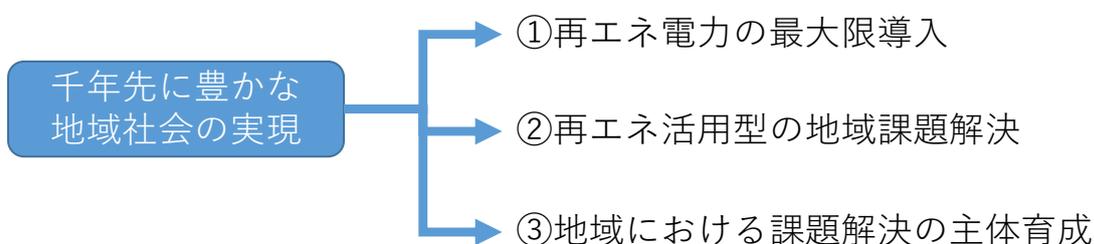


図 5-1. 「千年先に豊かな地域社会の実現」に必要な3つの目標

今後のシナリオ構築に当たっては、持続可能な地域社会の実現という目的を明確にしたうえで、「再エネ最大限導入」とそれを活用した「地域課題解決」、さらにその主体となる地域主体の育成という3つの目標の達成を目指す。

本市においては、エコアイランド宮古島宣言の中で、「千年先の、未来へ。」というスローガンを掲げ、世代を超えた地域環境の視座から持続可能性を捉えようという思想が既に議論され始めている。

そのため、本市における持続可能な地域社会とは、「千年先に豊かな地域社会」と言い換えることができるだろう。

このような、より広く長い視野からの「豊かさ」の再定義は、地域の合意形成という観点から決して容易ではないが、宮古島のような離島では、こうした視点の重要性がコミュニティにおいて比較的受け入れやすい土壌があると考えられる。

すなわち、宮古島のような離島においては、他の地域以上に、環境負荷を垂れ流しながら社会・経済的利益を蓄積しつづけることは困難であり、比較的短期間で地域内の環境が悪化し、総合的に豊かな社会生活を行うことはできなくなるため、地域の持続可能性が担保されなければ、結局のところ、地域の豊かさは実現できない。たとえば、宮古島において乱開発をすれば数十年の単位で地下水の水質が大幅に悪化し、人が住み続けることが困難な島

となってしまう。そのため、持続可能な地域社会の実現は、それ自体が地域における目的となるリアリティを持ちえる。

これは、外部不経済を生じさせ、自然資本を消費しながら、複数世代にわたって繁栄を続けられる地域とは、住民の意識の点で決定的に異なるものであり、本市においては、島民が生きていくために必要不可欠なものとして、持続可能な地域の実現が掲げられ、地域における政策目的として共通認識としやすい。

5.1.2. 3つの目標の関係性

千年先の豊かさの実現という目的を達成するため、今回のシナリオ策定においては、「①再エネ電力の最大限導入」「②再エネ活用型の地域課題解決」「③地域における課題解決の主体育成」という3つの目標を設定する。

この3つの目標は、相互に関連しあって目的達成に寄与するものとなる。

第一に、宮古島のような離島において、一定以上の豊かさを維持しながら千年続く地域を実現させるためには、豊かな生活の源泉たるエネルギーを、外部の化石燃料に頼るのではなく、域内の再エネ由来のものに切り替えていくことが不可欠である。同時に電気エネルギーの供給という地域に不可欠なサービスを地域内に実装することで、地域経済圏の自立性が高まり、外部環境の変化に左右されにくい地域社会を目指すことができる。

また、地域住民が千年先の未来のために再エネへのエネルギーシフトを協力して目指すためには、その活動が地域の社会課題解決との間で矛盾しない、むしろ積極的にプラスに作用する必要がある。地域住民にとって中長期的なエネルギーシフトと短中期的な地域課題解決がトレードオフの関係にあるのでは、どうしても再エネの最大限導入に向けた地域の熱量が高まらない。

さらに、こうした再エネ導入とそれによる地域課題の解決は、地域主体が担うべきである。行政の側が一方的に住民サービスとして再エネ事業を実施したり地域課題に関する事業を事務事業として実施しようとしても結局は地域に根差した取り組みとはならない。

中長期的に地域の持続可能性に責任を持ちうるのは、まさに今後もその地域で生活を営み続けようとする地域コミュニティを形成する市民自身であって行政はそのサポートができるにすぎない。なぜなら、彼らが主体としてかかわらない取り組みでは、その持続性は脆弱なものに過ぎないからである。

以上より、本シナリオ構築においては、この3つの目標を同時に達成するために3つの目標達成シナリオを組み合わせた戦略を立案していくことになる。

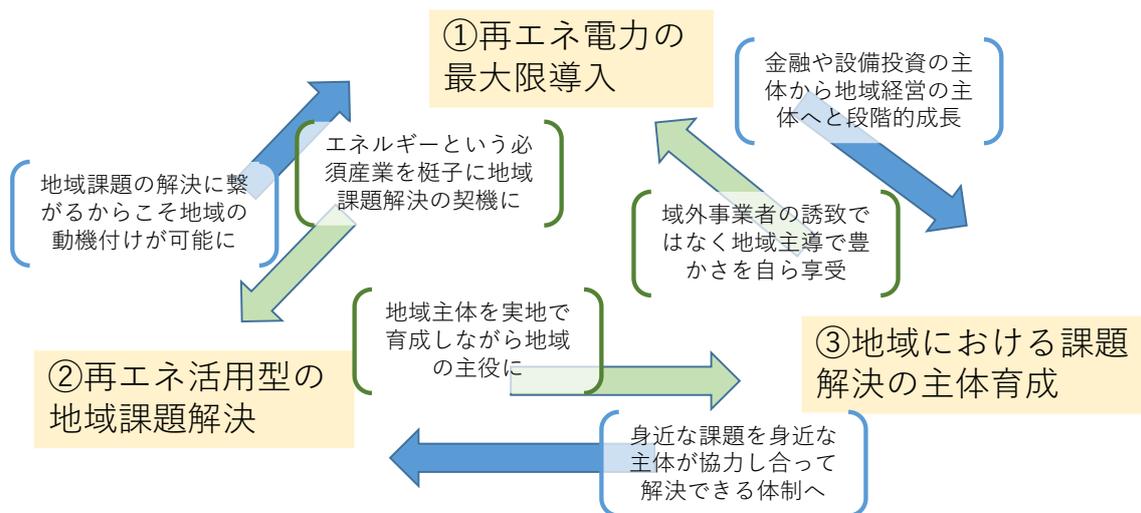


図 5-2. 3つの目標の関係性

5.1.3. 再エネ最大限導入の地域における位置づけ

再生可能エネルギー電気の最大限導入は、本来的には手段であるが、本プロジェクトにおいては単なる手段にとどまらない。すなわち、再エネ電源を従来の延長線上の自然な導入規模を超えて最大限に導入することは、CO₂ 排出量の削減にとどまらず、地域における市民生活の向上や、地域内の所得拡大、自然資源の持続可能性を高めるためのサイクル実現などの契機となり、それ自体が地域の持続可能性を高めるために不可欠であるという点で、手段であると同時に目標であるといえるのである。

その一方で、再エネ最大限導入が、それ自体単一の目標となってしまうのでは、本来地域の持続可能性を高め地域主体をより輝かせるはずの再エネ事業が、本来の目的を失いかねない。地域外の大資本を単に誘致し、地域に賦存する再エネ資本(太陽光や風力、バイオマスなど)を地域外の利益のために利用させるだけでは、再エネは拡大しても地域は幸せにならないという不本意な状況を生じさせてしまう。

そのため、地域における様々な地域課題の解決、具体的には市民の総合的な豊かさの実現や地域の持続可能性の強化という真の目的を常に掲げながら、同時にそのための重要な契機を生む手段である再エネ最大限導入を、一つの手段を超えた目標として位置付けていく。

5.1.4. 再エネ最大限導入と地域課題解決をつなぐもの

本市では、地域循環共生圏プラットフォーム事業の一環として、本市を構成する複数の市民とのワークショップを通じて、本市の地域課題を整理し、地域循環モデルという形でまとめ上げた。

この地域ビジョンにおいては、大切にしたい価値観として、「①自然、文化、史跡の独自性を誇りに思う気風」と「②地域、世代を超え、身内のように接する気風」の二つが上げられ、さ

らに 3 つのビジョンとして、＜未来像ビジョン①：農村・漁村に活力が溢れ、宮古島の魅力の中心となる＞＜未来像ビジョン②：観光客が単なる消費者でなく、共に宮古島の魅力を高め合う友人となる＞＜未来像ビジョン③：島中に子供の笑顔と笑い声があり人も自然もより魅力的に再生産される＞が取り纏められた。

今回検討した再エネ最大限導入シナリオも、当然こうした地域ビジョンとの間で矛盾の無いものとしなければならない。そして、これらビジョンとその取り纏め経緯を整理すると、本事業で策定した33のメインシナリオと宮古島の地域内の課題認識は、十分に整合性が高いものと考えられる。

というのも、本市においては、市民の中に世代を超えて持続可能な地域社会を残していくことに対する意欲が強く、水資源などの自然資産の有限性に対して地域的に意識が高い。地域の中で子供を育てていくという地域コミュニティの意識は他の地域に比べ強く、地域内で主体的に地域の課題を解決していきたいという意欲も強く、自然や文化を含め世代を超えた豊かさを求める価値観が共有されている。産業的にも、農業や漁業といった第一産業に従事する島民への敬意が地域内で失われておらず、観光業を否定するものではないが、それに頼り切るのではなく、地域コミュニティの大切にしている価値と共存できる観光の在り方への質的転換を模索している。

このように、本市では、地域の持続可能性と住民の幸福を両立するために、自然環境を守り、第一次産業の付加価値を高めながら、地域と共存できる形での観光業を実現していく社会システムの構築が望まれている。そして、今回取り纏めた仮説シナリオは、こうした地域の意識を背景に検討されたものとなっている。

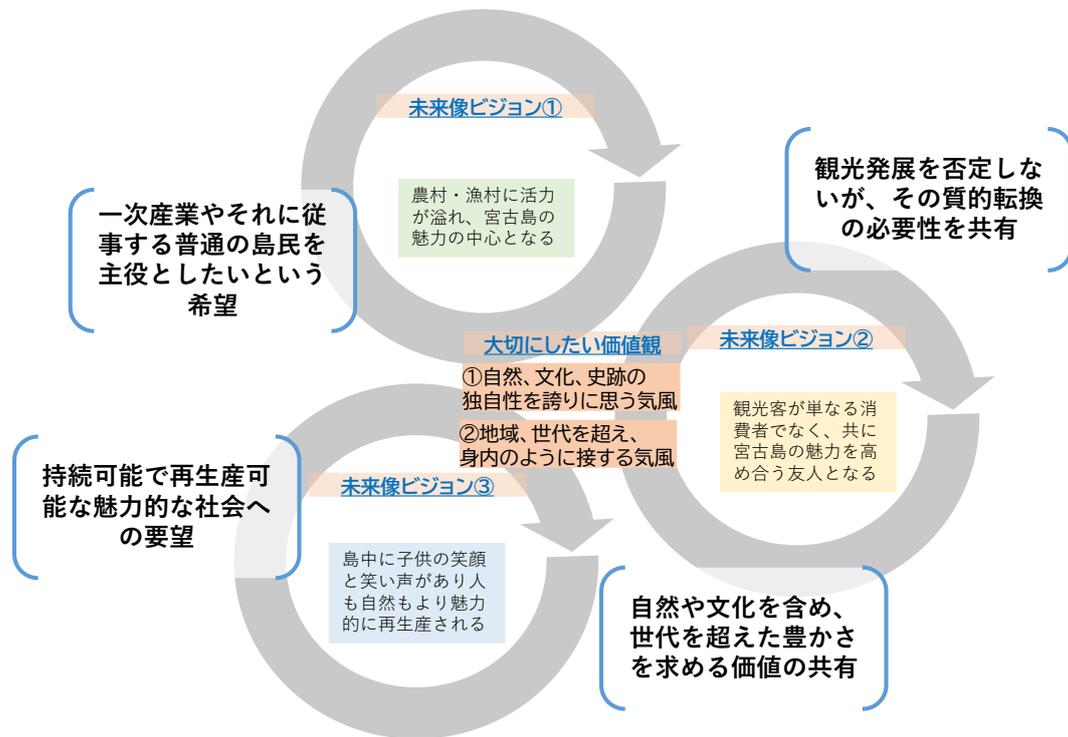


図 5-3. 3つの未来像ビジョン

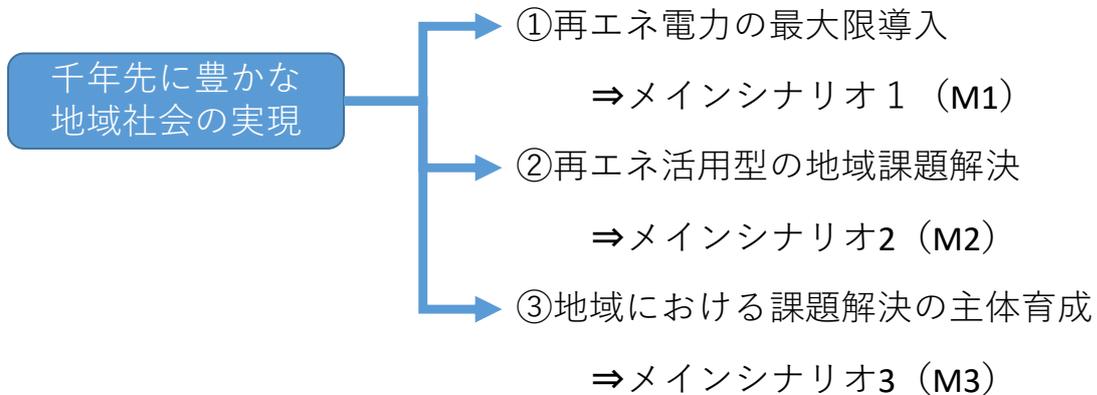


図 5-4. 「千年先に豊かな地域社会の実現」に必要な3つの目標と3つのメインシナリオの関係

5.1.5. 3つのメインシナリオと実現に向けたステップ

本事業での仮説シナリオの構築においては、2050年までの長期的なシナリオを構築するという趣旨から、3つのメインシナリオについてそれぞれ、いくつかのステップを設定し、ステップごとに具体的なプランを検討することとした。

この3つのメインシナリオは、相互に影響を与えながら、全体として本市のコミュニティーパワーを高めていくという性質を持つ。そのため、以下では一つひとつのシナリオについて個

別の検討を加えるが、各シナリオは単独でうまくいくものではなく、3つのシナリオが連動して実施されて初めて真の価値を発揮するという性質を持つことになる。

5.2. メインシナリオ 1 再生可能エネルギーの最大限の導入

5.2.1. メインシナリオ 1 の基本的な考え方

本市は 2050 年のゼロカーボン化に向けて、太陽光発電および風力発電を中心に、その他再生可能のエネルギー源を組み合わせ再生可能エネルギーの最大限の導入を目指す。また、それを実現させるために、同時に調整力としての蓄電機能を最大限向上させる。

2050 年に向けては、電力を巡る経済環境の変化として、第一に、太陽光パネルや風車などの発電設備等のコストが低減し、その一方で化石燃料のコストが上昇することで、再生可能エネルギーによる独立電源の発電コストが現在の電力系統に流れている火力発電による電気のコストを下回る「グリッドパリティ」が実現する。特に本市に関しては、発電場所や手法によっては既にグリッドパリティが実現しており、さらに今後、系統電源のコストを維持していくことが困難となることから、長期的にも太陽光パネルによる再エネ独立電源のコスト優位は拡大していくと考えられる。

第二に、蓄電池等の蓄電コストが持続的に低減することで、蓄電池の導入が経済合理性を持つ「ストレージパリティ」についても実現する。現時点においても、送電線系統に流す電力量を安定させるために、系統に接続させる電力量以上に発電し余剰分を廃棄する過積載と呼ばれる方法は存在しているが、蓄電池等の蓄電設備がより低コストで導入できるようになれば、送電系統を不安定化させる電気を蓄電しておいて、後から利用したり系統に流したりするといった方法が大規模に実施可能となる。

特に、本市においては、系統電源の価格が高く、相対的にグリッドパリティやストレージパリティは実現しやすい。もちろん、同じく屋根上太陽光でも、建物の構造や発電需要の大きさによってその費用対効果は異なるから、一律にグリッドパリティやストレージパリティを語ることはできないが、少なくとも、系統電源のコストが高い本市では、相対的に再エネ電源のコスト優位性が高いことは間違いない。

実際に、現状において島内で積極的に展開されている(株)宮古島未来エネルギーのサービスでは、月間電気使用量 400kWh の平均的戸建て家庭の想定で、系統電源のみを利用するよりも太陽光発電を併用する方が電気料金が低くなるというシミュレーションを提示している(<https://www.mmec.co.jp/>参照)。

(株)宮古島未来エネルギーのサービスは、屋根上に設置する太陽光発電における発電設備を同社が導入し、屋根の所有者はその初期費用を負担することなく、その後その発電設備で発電された電気を同社から購入することで同社の設備投資が回収される仕組みである。

このような、太陽光発電等の電気の利用者が、その施設の屋根上等に、発電事業者が設置した発電設備から電気を購入する「オンサイト PPA」による自立的普及により、太陽光発電の導入拡大が進んでいく。屋根上太陽光の PPA モデルは、本市による政策的な加速策が

無くても一定の規模で拡大していくことが予測されるが、さらに以下でも検討するような政策的支援を重ねることで、その普及が加速すると考えられる。特に、本市では、系統接続量の限界から、蓄電機能と組み合わせた方法でなければ太陽光発電の拡大は難しいことから、蓄電設備の支援を含めた政策支援の導入が必須となる。

次に、風力発電については、全国的には 2030 年代以降に急速な導入拡大が予想されている。一般社団法人日本風力発電協会の中長期導入目標を見ると、2030 年には 28GW～36GW、2040 年には 65GW～80GW、2050 年には 130GW の風力発電の導入目標が掲げられており、これは現状に比べて 30 倍程度にもなる。

一方、本市においては、他の地域とは異なる重大な技術的課題がある。耐風性能の問題である。

本市は、風況という点では、離島であるため安定的に風は強く、風が吹かないという問題は生じない。島内の多くは安定した風力発電が可能な 6.0m/s 以上の風速の地域となっており、風力発電の導入ポテンシャル自体は非常に大きい。しかしながら、逆に、特に台風の際などに、極めて強い風が吹きつけるため、風車はその強風に耐えられず壊れてしまうという問題が存在する。この耐風性能の問題が本市における大きな技術的課題である。

現状において、本市には、4 本の風車が現実に稼働しており、夜間を含む電源として一定の貢献を果たしているが、一方で、平成 28 年に国の風力発電設備建設に係る審査基準が厳格化したことで、沖縄県における建設基準となる極値風速は 90m/s となり、現状技術では大型風車の新規導入が事実上困難な状況となった。これにより、現状の耐風性能を前提にすると、現在稼働している風車についてもリプレース等を行うことは困難であり、当該風車の所有者はメーカーと導入可能な風車の製作について調整を続けているものの、このままではむしろ風力発電は無くなってしまふ恐れがある。

しかし、本市のエネルギーを脱炭素化し、電気のほぼすべてを再生可能エネルギーで賄おうとすれば、太陽光発電のみに頼った推進には限界があり、何らかの方法で風力発電の拡大を今後も目指していかなければならない。そのため、風力発電については、本市が主体的に他の地域とも連携しながら、耐風性能の向上した風車の開発を誘発・促進する方法論についても検討しなければならない。2050 年という長期目標設定の観点からは、このような政策的な誘導を含め、風力発電の拡大についても野心的な目標と実現シナリオを構築していく。

一方、耐風性能の向上した風車については、現時点で開発の見通しが立っているものではない。このため、本市の 2050 年の目標達成を確実なものにするためには、耐風性能の向上した風車が開発されなかった場合を想定したバックアップシナリオを検討しておく必要がある。

さらに、こうした変動の大きな再生可能エネルギーによる発電設備の普及が進むためには、生産された電力が無駄なく利用されるための基盤の整備が欠かせない。その「基盤」とは、蓄電池などの普及が最も重要となるが、これだけでなく、将来的なエネルギーとして精力的

に研究が進められている水素やアンモニアなどを用いた技術、さらには各家庭における電力の使い方の変容に至るまで、様々な要素を取り入れたものとなる。

蓄電池については、系統用の蓄電池や太陽光発電の発電所に併設された蓄電池に加え、EV や冷凍冷蔵庫などのその他の蓄電能力を有する設備を併用することが重要となる。蓄電池のコストが十分に低減し、また供給量が十分に増えてくれば、蓄電池を発電設備の増強に連動して導入することが可能となるが、世界的な再生可能エネルギーの利用拡大の中で蓄電池の需給はひっ迫することが予想されることや、地域課題の解決との連携という観点から、EV の積極的な蓄電池としての活用や、冷凍冷蔵庫などの併用が検討されていくことになる。

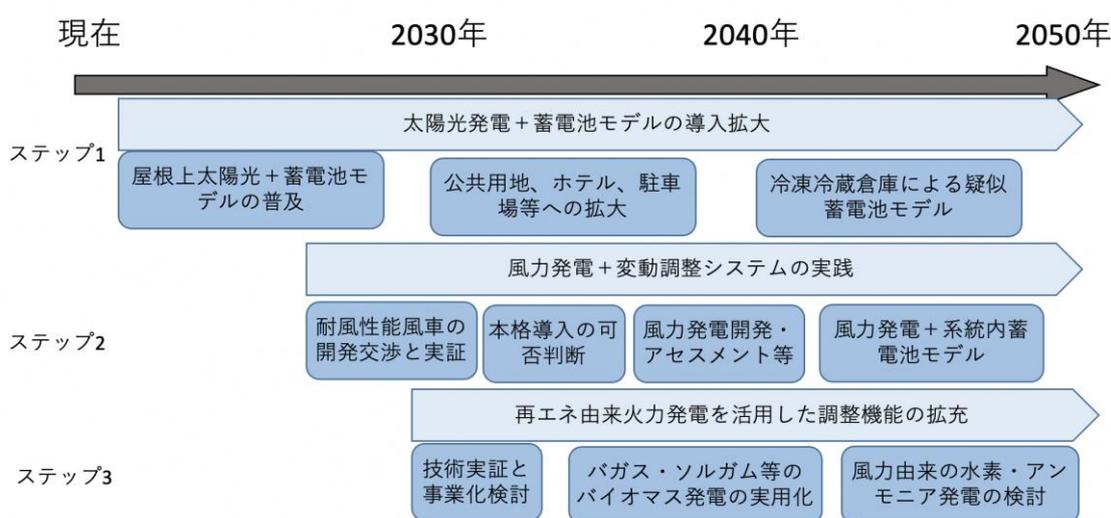


図 5-5. メインシナリオ 1：再エネ最大限導入

5.2.2. 太陽光発電の導入

(1) 自家消費中心の自立的普及

本市では、上述のように、一般家庭への屋根置き太陽光発電による電気を使う方が、系統電力を買うより経済的メリットが出るという太陽光発電のグリッドパリティが既に実現している。

このため、オンサイト PPA という事業形態（例えば住宅の屋根上を発電事業者が借り、そこに自社で太陽光パネルを設置して発電した電気を居住者に売電するといった方法）で事業者が一般家庭に太陽光発電を設置する形で、太陽光発電の普及が進んでいる。既に太陽光発電の設置に経済的メリットがある状態となっているため、今後も、これまでと同様、あるいはこれまで以上に、自立的に戸建住宅や集合住宅の屋根を中心とした太陽光発電の普及が進むものと想定している。

現状ベースでも、かなりの太陽光発電設備が戸建て・集合住宅に導入されていくことが想定されるが、本計画で立案している野心的な導入目標からすれば、さらなる導入の加速化が

必要となる。また、自家消費を中心とする太陽光発電の普及に際しては、太陽光パネル単体ではなく、蓄電池等の蓄電設備を併設して普及拡大を図ることが必須である。さらに、島内における太陽光発電事業者の健全な育成という観点からは、(株)宮古島未来エネルギー以外にも太陽光発電設備の導入を目指す事業者が適切に育成されていくことが望ましい。

そこで、特に地域主体が先行事業者とも連携しながら積極的に自家消費型の太陽光発電を蓄電設備と組み合わせて拡大させる事業モデルに対して、本市の政策的な支援を含めた加速化方策を検討していく。具体的には、地域主体が地域内の普及促進や営業機能を担う手法や、地域内の主体が太陽光パネルや蓄電設備を共同で導入する地域内 PPA のような取り組みが考えられる。

なお、本市が保有・管理する公共施設等については、先行的に殆どの施設の屋根上に太陽光発電設備と蓄電池を導入する。こうした公共施設の太陽光発電導入については、市がより主体的に関与できることから、この機会を利用して、地域内の発電事業者や PPA 事業者等の育成機会としても活用していく。この点も「第 7 章再エネ最大限導入に向けた具体的な施策の検討」で再度検討を加える。

(2) 地域内における EV 等の蓄電設備の共同利用

地域主体が地域内の営業や事務手続きなどの普及促進機能を担うことは、担い手となる人材の育成支援等を行うことで可能となると考えられるが、地域主体が固定資産の形成自体に関与する地域内 PPA のような取り組みは、初期投資を必要とするモデルとなるだけに、より高いハードルがあることは確かである。

地域主体による固定資産の導入とその共同での利用という手法は、太陽光パネルのような発電設備においてももちろん可能だが、むしろ、EV などの蓄電設備においても実現できる可能性がある。

本市北部の集落である狩俣地域では、集落内の集落センターにおいて、(株)宮古島未来エネルギーによる PPA 方式での太陽光パネルを設置し、さらに地域内で EV を導入し、共有の蓄電池として活用すると同時に、地域住民のための移動手段として高齢者や高校生の送り迎え等に共同利用している。このような仕組みは、太陽光パネル部分について、既存先行事業者の PPA モデルを活用すると同時に、蓄電設備について、特に EV を利用することで地域内共有し、共同利用によって地域全体の利益を図るといった事業モデルとなりうる。狩俣地域では、地域内で一定の利用料をとって EV の運用を行うことで、初期投資を適切に回収しながら地域内の移動手段確保という地域課題の解決に資する活動につなげている。

蓄電設備としては、通常の EV に加え、EV 軽トラックのような車種を地域内に共同利用でできる形で拡大することが現在検討されており、また、観光客に貸し出し可能な小型 EV 等も有力な選択肢となる。このような蓄電設備としても利用可能な EV は、電気を貯めるという機能だけでなく、地域内の移動手段や観光用モビリティとしても収益化できる可能性があるため、地域主体が地域内のニーズや観光面での活用可能性を検討しながら導入する事業モデルの構築が可能と考えられる。

このような蓄電設備としては、EV が最も有力であることは間違いないが、それ以外の選択肢として、冷凍冷蔵倉庫などの蓄電池以外の実質蓄電設備の導入についても積極的に検討していく。本市では、農業や漁業などの一次産業が主力産業の一つであるが、特に観光需要等を適切に活かすためには、高付加価値な産品を新鮮な形で観光客に販売できるかがカギとなる。たとえば、マンゴーのような高付加価値果物や、沿岸でとれた魚などは、鮮度を保った形で冷凍することができればその市場価値を相当程度維持できる。このような冷凍冷蔵設備は、島内の多くの集落においては共同利用のニーズが相当程度見込まれている。太陽光発電の導入と同時に蓄電設備としてこのような地域内での共同利用ニーズの高い設備を地域主体が導入する仕組みを整えることで、その蓄電機能に加え、地域内における太陽光発電の積極導入に向けた機運を高めるという効果が期待できる。

(3) さらなる設置場所の拡大

戸建・集合住宅以外の建物等への太陽光発電設置については、現状では導入スキームが確立されておらず、戸建・集合住宅等に比べると普及が進んでいない。しかし、階数が低く設置が容易かつ電力需要が多い建物などは、自家消費による経済的メリットを受けやすいため、オンサイト PPA 事業等で採算が取れることが見込まれる。したがって、こうした建物から順次導入が進むことが想定される。また、ホテルや商業施設、その駐車場等も、一定の電力需要が見込まれ、相当の設置面積を確保できることから導入が進んでいくと考えられる。

また、現時点で採算が取れない建物についても、太陽光発電の部材等の価格低下や設置工事技術の進化によるコスト低減などにより、順次採算がとれるケースが増えることが期待される。太陽光発電設備や蓄電池の価格は中長期的には低減していくと考えられるため、特に系統電源の価格が高い本市においては、一定の速度で普及は進んでいくと考えられる。

2050年という長期的な視点でいえば、政策的な後押しをしなくても一定の速度では普及は進むと考えられるものの、特に風力発電の普及拡大には一定の期間がかかることが想定されるため、太陽光発電については、より早期に大規模な普及促進を図るための積極的な施策が必要となる。特に商業施設やホテルなどについては、政策的な後押しを含めて検討を図る。商業施設への導入施策としては、補助金のような支援施策と規制的な対応を組み合わせた方法が市の政策予算が有限であることとの関係から望ましいと考えられる。

また、特にホテルについては、EV レンタカーを蓄電設備として活用するモデルも有力である。これまでも、観光客がホテルでレンタカーを借りるケースや、レンタカー事業者から借りた車で移動しながらホテルに宿泊するケースは数多く存在している。ホテル自身が EV レンタルの主体となる方法に加え、地域内のレンタカー事業者と連携する方法を含め、EV を蓄電設備として利用すると同時にレンタルすることで収益機会とすることにより、観光需要を取り込みながら効率的に蓄電設備の設備投資を実現しながら導入を加速することが期待できる。

(4) 余剰再エネ電力の相互融通

上記の通り、当面太陽光発電は経済的メリットが出やすい自家消費中心に進む。しかし、自家消費を中心とした普及は、1つの建物に閉じた局所最適解の増加であり、必ずしも本市全体の全体最適とはならない。

たとえば、オンサイト PPA のスキームで最も経済性が高いのが 4kW の太陽光発電を建物屋根に設置し、自家消費にのみ電力供給することであるとすれば、事業者は当然に 4kW 以上の発電機の設置は行わない。しかし、当該建物の屋根が面積的には 12kW の発電機が設置できるスペースがあるのであれば、2050 年ゼロカーボン実現のため最大限の再エネ導入を目指す本市としては 12kW の設置が望ましい。つまり、12kW と 4kW の差し引き 8kW のポテンシャルが無駄にならないような仕組みをつくり、太陽光発電を推進していく必要があるのである。そのためには、地域内で電力を融通しながら地域内最適を図る仕組みを構築していく必要がある。

そのためには、地域内の電力調整能力(本市では「脱炭素グリッド」という概念で検討している)が高まり、同時に地域内全体でのグリッドパリティが実現する必要がある。

脱炭素グリッドの導入については、本市で実施されてきた地域マイクログリッド実証事業の成果を活かしながら、導入される太陽光パネル蓄電池、EV 等の各設備を一定規模の地域単位で連携させながら潮流計測を行い、平常時はエリア内の再エネで CO₂ 排出の実質ゼロを目指して運用する。こうした運用は、実証事業を主体的に本市において実施してきた(株)ネクstemズなどに一定のノウハウが蓄積されていることから、いくつかのモデル地域を設定して実証を行い、それを本市全体に広げていくことで拡大を目指す。

また、地域単位での太陽光発電のグリッドパリティについても、今後早急を実現させていく必要がある。地域単位のグリッドパリティとは、導入した太陽光発電設備によって生み出された電気が、自家消費分だけでなく外部に売電する場合においても、発電コスト以上の収益をもたらすことを意味する。これが実現すれば、建物単位の局所最適解に陥ることなく、太陽光発電の導入ポテンシャルを十分に活かした設備の普及が進む。しかし、外部への売電価格が、競争原理が働かないため低位に固定化してしまったり、逆に市場原理にさらされてしまったりして価格変動リスクが高くなりすぎてしまったりするなど、構造的な要因で、外部売電を含めた太陽光発電の普及が進まないような場合、それらの要因を解析し、必要な施策を打っていく必要がある。

本市は離島であることから、域外の再エネ電力供給が大きく増減することで電力の市場価格が乱高下するリスクは無いが、地域内の日照量の増減により太陽光発電による電気に余剰が生じたり、また足りなくなったりする状況はしばしば起こりうる。このような地域内の電力量の増減を調整する方法は、価格による方法や地域内の蓄電池の運用ルールの中で吸収する方法などが考えられ、今後最適な方法を深掘していく必要がある。価格によって調整する方法は、地域内の電力需要が大都市のように大きくないことから、その変動が大きくなりすぎる懸念がある。むしろ、地域内での最適調整を考える場合、余った電力は何らかの蓄電設備

に貯めておく他は無いのであるから、地域内で一定の蓄電設備が共同利用されている状況を構築する方が合理的とも考えられる。

具体的な方法論については、今後さらなる検討が必要であるが、例えば 2050 年 CO₂ 排出ネットゼロを目指す沖縄電力(株)に太陽光発電による電力の買取価格の引き上げの交渉や、環境意識の高い企業などによる長期のオフサイト PPA による買取の推進など、様々な手法を組み合わせることが重要であろう。

5.2.3. 風力発電の導入

(1) 技術的課題

本市のような系統電源の高額になりやすい地域にとって、風力発電は十分なコストメリットが生じる電源となる可能性が高い。しかし、風力発電設備に高い耐風性能が求められることが、技術的な大きな課題となっている。

平成 28 年に国の風力発電設備建設に関する審査基準が厳格化し、本市における極値風速は毎秒 90m となった。一方、風力発電機等の国際規格における最も耐風性能の高い規格であるクラス T の極値風速は毎秒 57m である。つまり本市に設置が可能な国際規格に適合した商用の風力発電機は存在しない。島内には 900kW の風力発電設備が 4 機設置されており、2033 年までの稼働が予定されている。当該風力発電設備所有者には更新の意向があり、風力発電設備のメーカーとの協議を続けながら、導入可能な風力発電設備の製作を調整しているが、現時点では導入できる風力発電設備は見つかっていないのが現状である(ヒアリング調査より)。

(2) 解決の方向性

しかし、世界的な脱炭素に向けた潮流と、今後も続くことが見込まれるエネルギー価格の高騰を受け、風力発電の普及はより加速していくと考えられる。その中で、毎秒 90m の極値風速に耐えられるような経済性のある風力発電設備も開発されていく可能性がある。現状においても、特注品であれば本市に設置できる風力発電設備を開発してくれるメーカーも存在するようである。ただし、数百 MW という本市のポテンシャルを超えるような大量の発注が必要であり、本市単独で取り組むことは不可能である。

クラス T を超える風力発電機の開発を促進するためには、1 つの自治体や 1 つの企業といった枠に捉われず、複数の自治体・企業が連携し、更に国レベルでそれを後押ししながら、こうした風力発電機の必要性とその需要の大きさを市場に訴えていくことが必要である。そのために本市ができることは、離島振興協議会等で耐風性能のある風力発電設備の必要性を訴えいくことや、同様の状況に置かれている国内外の離島地域と情報交換を進めるといったことと考えられる。

(3) 風力発電の最大限導入シナリオ

以上のような技術的課題とその解決の方向性を踏まえ、風力発電の最大限導入シナリオを次のように想定した。

準備フェイズ：現在から 2030 年まで

耐風性能のある風力発電設備の普及を目指し、市では離島振興協議会等で耐風性能のある風力発電設備の必要性を訴え、また本市と同様の状況に置かれている国内外の離島地域と情報交換を進める。

風力発電の普及が進み、本市にとって十分な耐風性能のある風力発電設備が市場に登場する見込みが出てくる。

本市内で太陽光発電設備の導入が進み、これと合わせて系統内蓄電池モデルや擬似蓄電池モデル、再エネ発電による地下水汲み上げモデルの普及が進む。

市では、10年後、20年後の風力発電の導入に向けて、風力発電に関する促進区域を設定する。これに合わせて、促進区域内で行われる風力発電事業が地域に裨益するものになるよう、地域住民との検討を進め、ガイドラインの作成や条例の制定を行う。例えば、岩手県久慈市では、ガイドラインを設定し、再エネ事業者に対して、以下のような配慮・実施すべき事項を定めている。

- 市内企業又は個人による出資の受け入れ
- 建設及び維持管理業務の発注先となり得るしない事業所の育成
- 地域課題解決のための活用可能な資金提供(売電収入の1%程度)
- 地域新電力と連携したエネルギー地産地消に向けた連携

事業進行フェイズ：2030 年から 2040 年まで

本市にとって十分な耐風性能があり、経済性がある風力発電設備が市場に登場し始める。

本市内における太陽光発電設備の導入が完了に近づき、これと合わせて系統内蓄電池モデルや擬似蓄電池モデル、再エネ発電による地下水汲み上げモデルの普及が進む。

準備フェイズで設定された促進区域において風力発電事業を行おうとする事業者が出てきて、事業検討を開始する。市は準備フェイズで作成されたガイドラインや制定された条例を事業者が遵守するよう指導するとともに、事業者と地域住民の間を取りもち、地域の合意のもとに事業が進行するように調整する。

導入フェイズ：2040 年から 2050 年まで

1機あたり4MWとして、2～3機/年のペースで導入が進む。

これと合わせて系統内蓄電池モデルや擬似蓄電池モデル、再エネ発電による地下水汲み上げモデルの普及が進む。

市は引き続き、準備フェイズで作成されたガイドラインや制定された条例を事業者が遵守するよう指導する。

(4) 2030年以降のバックアップシナリオ

本市にとって十分な耐風性能があり、経済性がある風力発電設備は、現時点では存在しない。「5.2.3.(3)風力発電の最大限導入シナリオ」では、2030年までにそのような風力発電設備が市場に登場する見込みが立つことを想定しているが、本市の2050年の目標達成を確実なものにするためには、そのような見込みが立たなかった場合の、2030年以降のバックアップシナリオについても検討しておく必要がある。

「4.3 再生可能エネルギー導入目標まとめ」で整理した通り、2050年の再生可能エネルギーの導入必要量380,000MWhに対して、太陽光発電の導入目標量はその53%当たる204,109MWhである。残り175,891MWhについてのバックアップシナリオが必要である。

以下に、バックアップシナリオの2つの方向性を検討した。どちらのシナリオについても、現時点では経済性・実現性に問題を抱えたシナリオになるが、このようなシナリオを想定しながら、各技術の開発・普及状況を注視し、2030年時点でシナリオの見直しを行うこととする。

バックアップシナリオ 1: 太陽光発電の積み増し

バックアップシナリオの1つの方向性は、太陽光発電の導入目標量を更に積み増すことである。175,891MWhを発電するためには、155MWの太陽光発電が必要となる。本市の太陽光発電のポテンシャルは大きいものの、既存の導入目標量を達成するために、実現性の高いポテンシャルは使い尽くしており、後は「人が容易に立ち入りできない森のようなもの」である再生利用困難な荒廃農地などの、経済性が低く、よって実現性も低いポテンシャルしか残されていない。また、発電時間帯によって太陽光発電を棲み分けができる風力発電がなくなることにより、昼間に発電した電力を夜間に使用するために更に多くの蓄電池等を導入する必要が発生する。

バックアップシナリオ 2: 島外からの域内輸入

バックアップシナリオのもう1つの方向性は、島外から再生可能エネルギー由来の水素やアンモニア、もしくはバイオマス燃料等を域内輸入することである。本市では、島外からのこれらのエネルギー源の域内輸入は、現時点では経済合理性を持ちにくい。しかし、例えば水素であれば、国は「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2020年12月)の中で、国際輸送を含めた輸送技術について、2030年代の自立商用化を目標としており、また、水素発電のコストについても2050年には化石燃料に対して十分な競争力を有するまで低減することを目標として掲げている。このように、島外からの域内輸入についても、長期的に見れば経済的に見合うようになる可能性はある。

5.2.4. 調整機能の拡充

(1) 調整機能の検討方針について

2050年のゼロカーボンに向けた電力の需給調整機能については、蓄電池など、調整に必要なリソースの確保の他、それらの調整力リソースの活用方法などのルールを整備も必要である。また、誰が調整力リソースを確保するのかなどの制度設計も重要になる。

調整力リソースを確保する主体について、需給調整に協力することでインセンティブが支払われる制度にする場合、その受益者が調整力リソースを確保することになる。この場合、需給調整に協力するという事業を行い、それにより支払いを受ける事業者が蓄電池等を設置することになる。一方で、系統運用者が系統運用にかかる費用として電力の需要家から広く徴収するという制度にする場合、系統運用者が調整力リソースを確保する、つまり沖縄電力(株)等が蓄電池を保有することになるだろう。つまり、蓄電池を活用することで収益が生まれるのであれば経済原理によって蓄電池を準備するものが現れるし、蓄電池は直接の金銭的利益を生み出さないが、市内の需給安定のために利用されるのであれば沖縄電力(株)か、もしくは発電設備を設置する事業者が系統接続要件として沖縄電力(株)に求められて蓄電池を導入することになる。

需給調整機能については、さまざまな要素が絡む非常に複雑な機能であるため、本市で再エネ事業を営む事業者や、系統運用者たる沖縄電力(株)、数ある調整力リソースを取りまとめるアグリゲーター、電力の需要家、そして行政が協力し、その在り方を整理していく必要がある。その際、国の制度についても参考にしていく必要があるが、本市は離島であるため、市場が小さく競争が働きにくいなどの事情もあり、国の制度、特に市場原理を用いた制度などは本市にはなじまない可能性が極めて高い、つまり、市場原理の活用が難しい。以上のとおり、本市で需給調整機能の在り方を整理するためには、ステークホルダー間での綿密な利害調整が極めて重要であることから、行政主導でそのための協議の場を持つようにする。

以上の前提を念頭に置きつつ、以下では需給調整用のリソースの導入推進の在り方について整理する。

(2) 自家消費拡大を目的とした調整力の普及

先に述べた通り、本市では、オンサイト PPA という事業形態で一般家庭への太陽光発電の普及が進んでいる。この PPA 事業を進めている事業者が、太陽光発電の導入と同時に、太陽光発電 1kW あたり 1kWh の容量の定置型蓄電池を設置するというメニューを提供しているため、太陽光発電の普及と同時に定置型蓄電池の普及も進んでいる。そして、今後も、同様の形で一般家庭への太陽光発電普及に合わせて定置型蓄電池の導入も進むものと想定される。

ただし、当該事業者へのヒアリングによれば、PPA 事業の採算性という観点だけでみれば、蓄電池の同時設置は事業採算性の悪化につながる部分もあるという。つまり、今後、蓄電池

導入に今以上の経済的インセンティブがつかなければ、この蓄電池の自立的増加はおぼつかなくなる。

系統運用者にとっても、これらの蓄電池を系統運用に利用することにはメリットがあるものと想定され、今後はこれらの蓄電池の調整力リソースとしての提供になんらかのインセンティブがつくものと考えられるが、仮に適切なインセンティブ設計がなされず、蓄電池の普及が進まなくなる状況があれば、系統運用者との協議や、蓄電池導入に対する行政としての財政補助なども検討する必要があるだろう。

(3) 系統全体の短期需給調整ニーズに合わせた調整力の導入

本市における太陽光発電の導入が、オンサイト PPA などの自家消費を中心とした形で進んでいる段階においては、太陽光発電 1kW あたり 1kWh の定置型蓄電池が導入されていれば対応可能かもしれない。しかし、段階が進み、自家消費以上の発電能力を持つ太陽光発電設備が増え、さらには、風力発電設備の導入が始まれば、VRE 設備の設備容量の 1 時間分程度の蓄電池では、発電量が多すぎて利用できずに捨ててしまわざるを得ないケースが多く発生する。つまり、VRE 設備の経済性が下がり、普及のブレーキとなってしまう。もちろん、蓄電池の量を増やすことはコスト増につながるため、単純に蓄電池を増やせばよいわけでもない。

蓄電池の調整力リソースとしての活用に適切な経済的インセンティブが付き、自立的に蓄電池の普及が進むように関係者の調整が進むことが望ましいが、そのように進まない場合、2050 年ゼロカーボンを目指す本市としては、補助金などによる政策誘導なども含め、十分な量の蓄電池(現時点では VRE 設備容量の 2 時間分相当を想定)が導入されるように進めていく。

定置型蓄電池以外については、まず第一に、EV に搭載された蓄電池の活用を想定している。離島である本市は、島外からコストをかけて輸送されるガソリン等ではなく、地域資源である再生エネルギーで作られた電気で走る EV との相性が良く、今後は多くの EV の普及が期待される。また、本市では長距離の移動がないことから、本土での利用を前提に設計された EV に搭載された蓄電池は、本市での利用には過剰な部分もあり、調整力のリソースとしての活用が大いに期待できる。一方、EV の蓄電池の調整力としての利用については、EV の所有者個人々人との調整が複雑になることが予見される。その点については、後述するシェアリングエコノミーの推進による EV のシェアリングが進めば、調整相手が少なくなり、ルール作りが容易になることが期待できる。

その他、本市には、蓄電の機能は無いが、電力需要をシフトさせることができる調整力リソースとして、地下ダム揚水がある。地下ダム揚水の電力需要は 4.8MW と、本市の最大需要の 10% 近くあり、当電力需要のシフトは日中の需給調整においてかなりの効果を持ちうる。調整力に適切な経済的インセンティブがつけば、地下ダム揚水の調整力としての利用についても、自然と進むと考えられる。

調整力に適切な経済インセンティブが付くようになれば、冷凍冷蔵庫の調整力利用も進む可能性がある。冷凍冷蔵庫は地域産品の高付加価値化に資する設備として地域のニーズが高いが、投資効率の観点から普及が進んでいない。冷凍冷蔵庫に新たな経済価値が加われば、投資効果が上がり、普及が進み、地域経済の発展に寄与することが期待される。

(4) 長期調整力の導入

以上までは、短期調整力についてのリソースについて整理したが、ゼロカーボンを実現するためには、風が吹かず日照の少ない日が数日にわたり続くような状況への対応、つまりは長期調整力についても検討する必要がある。

数日間にわたる電力供給を蓄電池だけで対応しようとする場合、準備しなければならない蓄電池の容量が膨大になり、年間を通した稼働率が極めて低くなり、経済性が悪く、現実的ではない。とはいえ、現状の石油火力発電機を 2050 年まで維持することも考えにくい。

なお、「2.2.2 再エネの導入状況」並びに「2.3.1 調査対象とする再生可能エネルギー」の通り、本市のバイオマス資源を活用した発電量並びに発電ポテンシャルは 11,188MWh/年と推計され、この電力の活用も大いに期待されるが、この技術の導入が進むには、技術面や費用面その他でまだ課題がある。今後は、政府でも積極的に検討が進められている水素やアンモニアを使った発電など開発・普及状況を注視しながら、本市の長期調整力として適当な技術を見極め、導入を進めていく。

5.3. メインシナリオ 2 再エネ活用型の地域課題解決

メインシナリオ 1 においては、主に再エネ電源を拡大するための必要手段として、多様な蓄電設備の並行導入による系統負荷の軽減策について論じた。この裏表にあるシナリオが、メインシナリオ 2 地域における課題解決シナリオである。

再エネ最大限導入を 2050 年に向けて実現するためには、再エネ電源の拡大と同時に蓄電池による系統負荷の軽減を行うことが極めて重要であり、そのために、蓄電池だけでなく EV やその他の蓄電設備、さらには冷凍冷蔵庫やエコキュート等の多様な実質的な蓄電機能を有する設備を併設していくことが不可欠である。

しかし、こうした蓄電設備を、再エネを導入するための手段としてだけとらえた場合には、これは、再エネ実現のためのコスト要素としてのみ捉えられることになる。発電設備に加えて蓄電設備を加えた総費用が系統電源に比べて経済合理的かという視点は、蓄電設備をコストのみ捉えている。

一方、EV やエコキュート、冷凍冷蔵庫などの蓄電設備は、それ自体が、地域内で共用されることで地域課題の解決に資する可能性がある。これにより地域内に新たな収益源をもたらすことも考えられるのである。

今後、再エネをさらに大規模に導入し、メインシナリオ 1 を現実のものとしていくためには、地域の住民にとって、再エネを導入することが地域や自分たちが抱える生活や事業上の課題を解決するために役立つという実感を持つ必要があり、この実感を高めるという効果は単

純に発電設備の付属設備として蓄電池を導入するモデルよりも、地域のために役立つ再エネ電源活用設備を新しい付加価値として定義づけることが重要な意味を持つ。

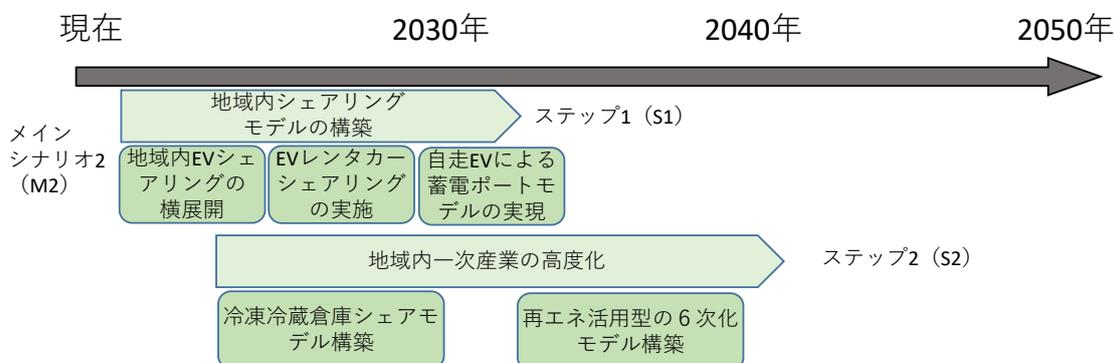


図 5-6. メインシナリオ1 (M2) のステップ

5.3.1. M2 ステップ1 地域内シェアリングモデルの構築

地域内で再エネ電源活用設備をシェアするモデルとしては、上述した EV の地域内シェアリングに加え、データセンターなどの IT 機器や植物工場（高付加価値型ビニールハウスを含む）、養殖工場などを共同利用するモデルなど、様々な方法が考えられる。

中でも EV は、現状において、蓄電池としてみた場合の蓄電容量当たりのコストが低く、また国内有数の観光地である本市ではレンタカーの保有割合が高く、これらを EV に転換していけば、比較的短期間に大規模な EV の導入が可能となると考えられる。

(1) M2 ステップ1-1 地域内 EV シェアリングの横展開

狩俣地区における EV の共同利用の取り組みや、今後のさらなる拡大の可能性については、メインシナリオ 1 の中でも紹介したが、こうした取り組みを他地域に横展開していく仕組みを構築する。

EV の共同利用には、蓄電設備としての共同利用と自動車としての共同利用の二つの側面がある。蓄電設備としての共同利用は、地域内で発電した電力を融通しあえる地域内脱炭素グリッドが実現することで、大きな拡大が期待される。

例えば、地域内の集落センターなどに EV の充電ポートと駐車スペースを設定する。そこに複数の地域内共有の EV を設置し、太陽光などの再エネ発電量が多い場合には、近隣の太陽光パネル設置住居の余剰発電電力から EV に蓄電を行う。蓄電された電気は、EV の運転に使用すると同時に、夜間などは自動車としての使用に合理的に必要な量を残して逆に各家庭に提供する。このようにして、地域内で共有された EV を利用して、発電電力量と消費電力量の時間的ギャップを埋める調整を行うのである。

こうした仕組みを実現するためには、地域内グリッド調整機能を実装する必要があるが、これについては、過年度の実証事業の成果をもとに、今後狩俣地区や来間島などのいくつかの先行地域で実証を重ねれば本格実施可能な状況となるものと想定する。

地域内グリッドでの電力融通を運用する場合に、その電力料金をどのように設定し、いかなる方法で料金のやり取り等を行うかも、電力自体の調整と同様に設計が必要となるだろう。詳細な料金設定等は今後の実証検討の中で決定していくことになるが、基本的な考え方としては、地域内発電設備の余剰電力について、一定の固定価格で EV 内に蓄電し、蓄電した電気を逆に地域内施設等に提供する際には、地域内の当該時刻における電気料金をベースにする方法が考えられる。適切な料金設定が行えれば、この電気のやり取りによって EV の所有主体に一定の利ザヤが生じることになるため、これを EV の投資原資の回収の一部に充てるのである。

また、EV については、蓄電池としてだけでなく、地域内の移動手段としても利用することができるから、地域内の交通弱者対策や、地域内カーシェアによる燃料代の節約等に活用可能である。

地域内のコミュニティカーとしての活用については、その料金の設定の仕方などによっては、いわゆる白タク規制(一般旅客自動車運送事業としての許可を得なければならない)に抵触して違法となる可能性等もあるために注意が必要である。そのため、過年度に行われた地域内コミュニティカーの実証事業では、利用に応じた料金ではなく、月額一定料金の会費を徴収する方法が有力視された。しかし、地域内に病院に行く際の高齢者の送り迎えや高校生の通学など、相当程度のニーズが見込まれた一方で、世帯ごとにニーズの強さに差があるため、固定料金では不公平感が生じかねないといった課題も提起された。地域内コミュニティカーとしての利用は、単純なカーシェアとはことなり、地域内福祉の増進(交通弱者対策)という機能も期待されていることから、受益者負担を貫くだけではうまくいかず、一定程度は受益者から費用を徴収する一方、基本的には地域内のお互い様の精神による運用を行う必要がある。

先行して実施した地域における運用ノウハウや料金設定等の知見は、他の地域にも応用可能であるから、蓄積された経験値のマニュアル化等を積極的に進め、地域内 EV シェアリングの横展開を実現させるためのソフト支援から始めていく。

(2) M2 ステップ1-2 EV レンタカーの導入と非常時の蓄電池活用

本市において、今後急ピッチで太陽光発電を導入していくにあたっては、太陽光パネルの設置場所に隣接させた蓄電池の併設に加え、相当数の EV を導入することが送電系統の安定上も必要となる。

そのための方策としては、特に住宅用太陽光発電の普及との関係では、上述した地域内における EV の共同利用モデルが有力であるが、普及台数という点ではこれだけでは限界がある。

そのため、地域内のレンタカーを EV に転換しこれを地域内の潜在的な蓄電池として配備する方法は、やはり本格的に検討を進めるべきである。

本市に存在するレンタカーのうち、7割程度が EV 化すると、5,000 台程度の EV が島内に存在することになる。再エネ導入目標の数値を前提にすると、宮古島島内にあるレンタカーのうち、約 5,000 台が EV となれば、2050 年度時点における、宮古島内の太陽光発電及び風力発電という変動電源による総発電量の約 0.5 時間分の発電量に匹敵する蓄電用量を持つことになるから、これは決して小さくない規模である。また当然のことであるが、これは域内の CO₂ 排出量の削減にも同時に寄与することになる。

M2 ステップ1の地域内の EV シェアが進めば、本市内の各集落に EV レンタカーの充電ポートが設置されることになるから、観光客等が利用した EV レンタカーは、そうした島内の各集落施設で充電を行うことが可能となる。観光客が地域の集落施設に駐車して充電をすれば、その地域に一定時間滞在することになるから、その周辺に観光客向けの飲食施設や物販施設等を展開することで、各地域が主体的に観光需要を取り込む契機となりうる。本市にとって観光需要は極めて大きな地域収益源であるが、観光消費が必ずしも地域主体の収益に直結してこなかったことが地域の課題ともなっている現状では、EV の充電を契機とした新たな観光滞在機会の創出は重要な意味を持つ

EV レンタカーは、地域のホテルや空港等とのアクセスをよくすることで、EV の導入コストをレンタカーの利用料金に効果的に転嫁することが可能となると考えられる。例えば、EV レンタカーについては空港に隣接した充電ポート付き駐車場に駐車してスマートフォン等で一定の手続きをとることで、返却を行うことができるようにする。これにより、当該 EV レンタカーの利用者は、実質飛行場で車両を返却することが可能となり、利便性が大きく高まる。また、返却前に給油する必要もなくなれば、相当程度レンタカーの利用料金を上乗せしても、観光客であれば利便性を優先して当該レンタカーを選択する者が一定以上現れると考えられる。

このように、比較的成本に敏感でない観光客をうまく取り込むことで、地域内の EV 投資の費用を効率的に回収することが可能となる。

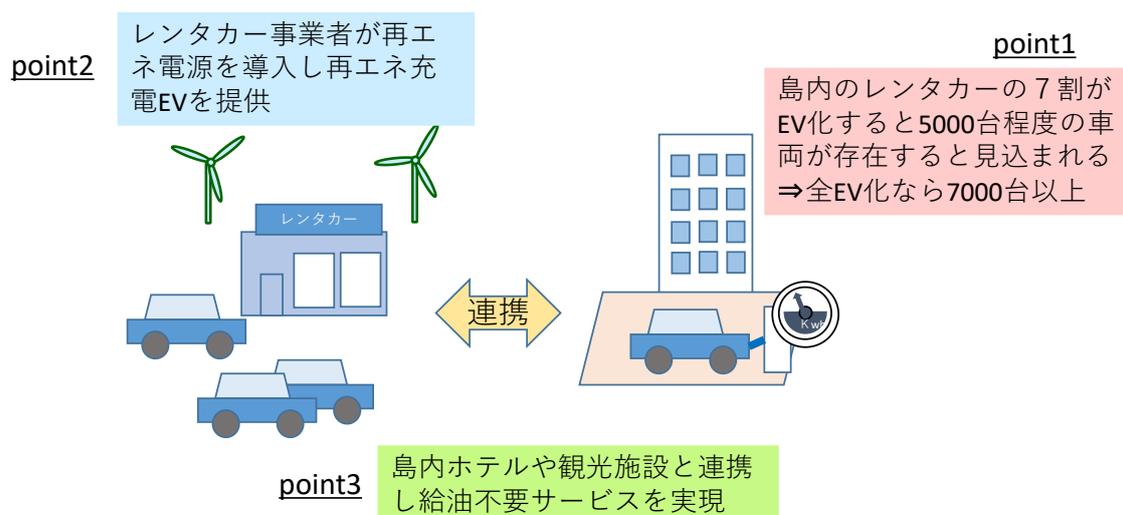


図 5-7. EV レンタカー活用イメージ

(3) M2 ステップ1-3 自走EVによる蓄電ポートモデルの実現

レンタカーを戦略的にEVに転換すると同時に、島内の社用車や個人利用車についても積極的にEVへの転換を呼びかけ、本市内に相当規模のEVが配備されると、中期的な展望として、こうしたEVを自走する蓄電池として地域内で活用する手法が実現可能となると考えられる。

すでに、地域内の脱炭素グリッドの運用については、早急に整備していくことが必要と述べたが、さらに、蓄電池自体が移動することで、その地域内の電力調整能力はもう一段高まることが期待される。

表 5-1. 自動運転レベル

段階	名称	主体	走行領域
レベル0	運転自動化なし	人	-
レベル1	運転支援	人	限定的
レベル2	部分運転自動化	人	限定的
レベル3	条件付き運転自動化	車	限定的
レベル4	高度運転自動化	車	限定的
レベル5	完全運転自動化	車	限定なし

自動運転技術がレベル3からレベル4に達すると、今のような移動式蓄電池としてのEVの運用が現実に行えるようになると考えられる。現在、日本においては、道路交通法と道路運送車両法の改正で、2020年4月にレベル3が解禁された状況にある。法改正でレベル3のシステムを市販化モデルに搭載できることとなり、まずは高速道路などでの走行に限定

した自動運転レベル 3 のシステムを各社が開発するとみられている。本市における活用は、高速道路に限ったものではないが、たとえば、一定の指定された道路のみを利用し、かつ時速 30km 以下で一定の駐車スペースから蓄電ポートの間を移動するといった方法をとることで、完全自動化技術までが社会実装される前に、本市のプロジェクトにとって必要なレベルの自動運転 EV を実装することが可能となると考えられる。

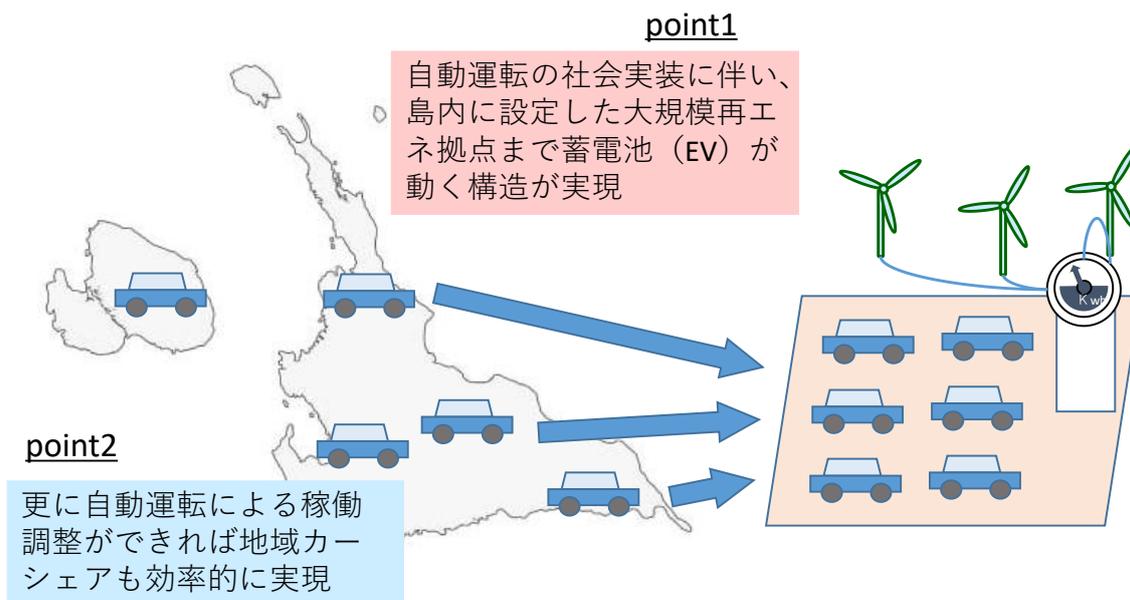


図 5-8. EV による蓄電ポートモデルのイメージ

5.3.2. M2 ステップ2 地域内一次産業の高度化

M2 ステップ1では、特に EV を中心に、地域内の蓄電設備をうまく観光需要当とも結びつけながら収益化していくシナリオについて検討した。さらに、ステップ2では、本市において観光と並び最も重要な産業の一つである地域内一次産業の高度化を実現させることを目指す。農業や漁業などの第一次産業は、就業者数が多い一方で、当該産業の所得水準が伸び悩んでおり、これは本市の大きな課題となっている。そこで、再生可能エネルギーの導入と同時に、地域内の第 1 次産業をより高付加価値化する設備投資を行う方策が考えられる。

(1) M2 ステップ2—1 冷凍冷蔵倉庫シェアモデル構築

一つの方向性は、地域内の第一次産業の高度化に資する施設を、実質的な蓄電設備として再生可能エネルギーと併設させて普及させるシナリオである。

冷凍冷蔵倉庫の電力調整力は必ずしも大きくない。純粹に地域内の調整力を向上させることが目的であれば、系統内に相当容量の蓄電池を設置したり、蓄電容量が大きい EV を大量に導入させる方がその効果は高いと思われる。一方で、再生可能エネルギー投資に

対する地域の合意形成という観点からは、冷凍冷蔵倉庫の共同利用のような第1次産業の支援政策は大きな意味を持つと考えられる。多くの住民にとっては、農業や漁業が地域内の主力産業であるという意識が強く、再生可能エネルギー設備を地域に導入することで、同時に冷凍冷蔵設備が共同利用できるのであれば、それに賛同し協力しやすくなるという効果は期待できる。

農作物であれば、観光客に対して高い値段で販売することが可能なマンゴー等の高級果物などが有力であるし、漁業では釣果の魚の価格が不安定であることが大きな課題であることから、鮮度を維持して冷凍することで収益性は大きく安定すると考えられる。

特に、現状においては蓄電池やEVの世界的な需要増や供給能力の制限から、短期的に蓄電池を大規模導入する場合の費用対効果は決して良くないため、蓄電池等のコストや生産量が安定してくるまでの間は特に、冷凍冷蔵設備等の実質蓄電設備を併用する形で普及促進を図ることが必要である。

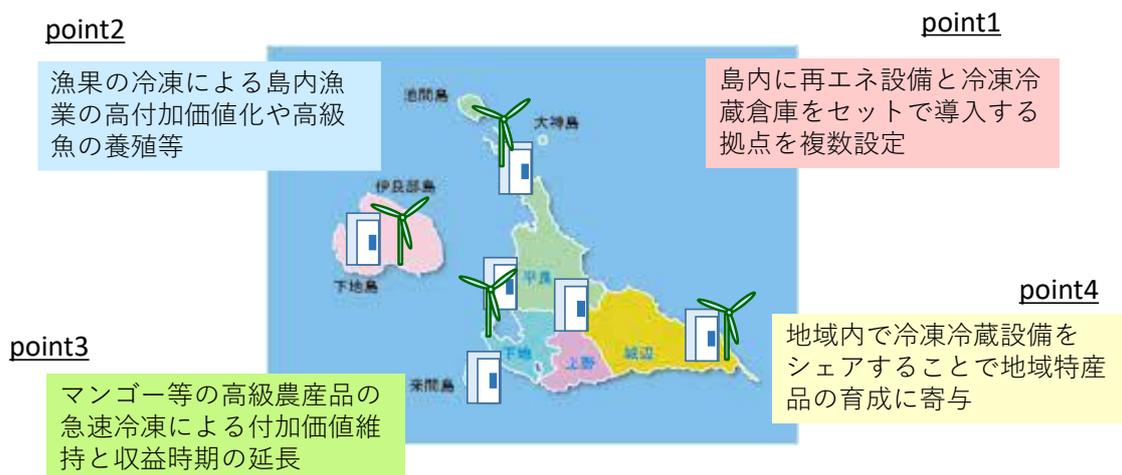


図 5-9. 冷凍冷蔵倉庫シェアモデルのイメージ

(2) M2 ステップ2—2 再エネ活用型の6次化モデル構築

再エネ事業と組み合わせた第一次産業の高度化については、いくつかの地域で複数のプロジェクトが実際に検討され始めている。

現状、太陽光発電の早急な拡大について先行して検討が進んでいる来間島や狩俣地域においては、当該地域の主力産業である農業・漁業をより高付加価値化し、島内の観光需要とも結びつけることが可能となる新たな取り組みとして、ゼロエミッション植物工場や養殖工場の整備も検討し始められている。

来間島の現在は閉鎖されている葉タバコの乾燥倉庫を活用して太陽光発電とその電気を活用したゼロエミッション植物工場を運用する計画では、レタス等の葉物野菜を季節や

天候に左右されずに栽培し、これを島内のリゾートホテル等に比較的高単価で提供することが検討されている。

また、伝統的に漁業が盛んな狩俣地区では、地域内の民間車海老養殖場のゼロエミッション化や、海業センターにおけるトラフグやバナメイエビ等の養殖に再生可能エネルギーを活用する方法も検討され始めている。

こうした地域内のゼロエミッション施設は、再エネ電源の効果的な需要先となるとともに、地域内の一次産品の高付加価値化を実現できる点で大きな意味がある。再生エネルギー事業は、本市のような離島においては底堅い収益事業に中期的にはなることが期待されるが、地域に大きな利益をもたらす高付加価値ビジネスにはなりにくい。そこで、再エネ電力を一種の梃子として、地域内の一次産業を高度化することによって、より大きな付加価値を生み出し地域内所得の向上を積極的に図っていく。



図 5-10. 来間、狩俣での事業イメージ

(3) サトウキビバガスやソルガムを活用したバイオマス発電と農業の付加価値化

サトウキビやソルガムのバガスを活用したバイオマス発電等は、地域内の調整電源という効果を生むと同時に、農業の収益機会の拡大に寄与する効果が期待される。

サトウキビについても、黒糖等の原料として利用した後の廃蜜を燃料電池の原料とすることができれば収益機会が向上するし、さらには、サトウキビの裏作としてソルガムを生産するモデルを構築できれば、単位耕作地当たりの収益性が大きく向上することが見込まれる。サトウキビは、約 1 年半の栽培期間を必要とするため、3 年程度の栽培サイクルのはざまにおいて、半年程度農地が寝かされたままの状態となる時期が生じる。すなわち 3 年に半年程度、ただ農地が寝かされている状態になるのである。この休眠期間を利用して栽培期間が短いソルガ

ムを栽培することで、農地の稼働率を向上させることができれば、農業従事者にとっては新たな収益機会が創出されることになるのである。

5.4. メインシナリオ 3 地域課題を解決する主体の育成

本市の再エネ最大限目標は、決して不可能なものではないと考えるが、とはいえ相当に野心的なものである。今後の短期的な状況を見ても、2030年までに、毎年平均16MW以上の太陽光発電設備と調整力となる蓄電池を導入しようというのは、現時点で先行して本市内で太陽光発電事業を実施している事業者のみで実現できるものではない。そのためメインシナリオ1及び2を担っていく実施主体を育成することは、極めて重要である。

メインシナリオ1や2を実現する主体を域外にのみ頼ってしまったのでは、地域内の経済循環への寄与も小さく、域内所得の向上にもつながらないからである。再生可能エネルギー事業の実施主体に加え、その関連事業となる地域課題解決の主体をも同時に育成していく必要がある。

特にメインシナリオ2で検討したような、地域内のEV共同利用モデルや第1次産業の高度化モデルといった地域内の実業を実現しようとする主体を育成することは、その重要性が大きいだけでなく、実現に向けたハードルも決して低くない。

そのため、地域内で意欲ある主体と早期に連携を深めながら、ノウハウ面や事業実績におけるステップを踏みながら、着実に育成を図っていくべきである。

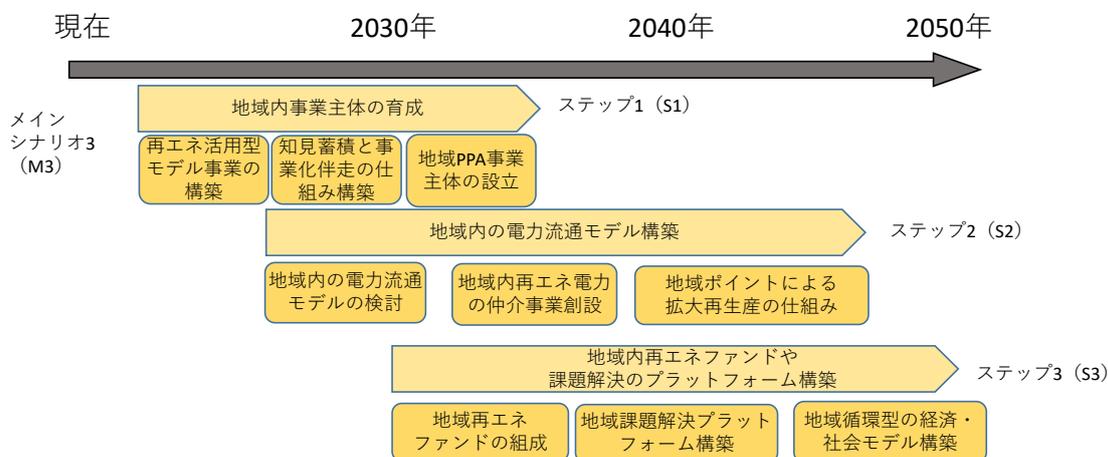


図 5-11. メインシナリオ 3: 地域課題を解決する主体の育成

5.4.1. M3ステップ1 地域内事業主体の育成

本市における自家消費を中心とする再生可能エネルギー発電事業は、他の地域に比べれば、系統電源に対する優位性を保ちやすいことは確かである。しかし、FIT が実質的に終了した状況下において、民間主体が自家消費等を目的とする再エネ発電・蓄電設備の投資を持続的に拡大することは決して容易ではない。

電力使用者が初期投資を必要としないオンサイト PPA のようなモデルは、もちろん有望であるし、先行事業者である(株)宮古島未来エネルギーは一定の事業拡大を確かに果たしている。しかし、PPA の事業モデルは、発電事業者が初期の設備投資を行い、電力需要者からの電力使用量に応じて投資回収を行う仕組みであるから、発電事業者に多額の資金需要が生じる。しかし、発電事業者は無限に資金調達が行えるわけではないし、本市のような台風等の自然災害リスクがある地域において、狭い地域に多額の設備投資を一社で行うことは事業リスクが大きくなりすぎる。

そのため、本市内に複数 PPA 事業を実施可能な主体を育成し、多層的な資金調達や設備投資を実現できる体制を整えていくべきである。

具体的には、本市自身が主導的に実施可能な公共施設の屋根上太陽光発電事業の実施を通じてこうした事業主体を育てていく手法や、地域主体に地域 PPA 事業者を設立させ、その主体への資金調達を積極的に実施する方法などが考えられる。

地域内 PPA 事業者の設備投資に対する資金調達を後押しする方法としては、本市が余剰電力の買取価格について保証する方法や補助金交付等によって必要調達資金を減らす方法などが考えられる。さらに、単純な補助ではなく、補助金を受けて設置した設備から中長期的に収益が上がった際に、その収益の一部を納付する収益納付型補助金の仕組みも検討すべきである。

(1) M3ステップ1—1 再エネ活用型モデル事業の構築

最初の手法としては、本市自身が主導権を持って発電設備の導入が可能な地域内の公共施設の屋根上の太陽光発電事業について、オンサイト PPA モデルにより実施することとし、事業の実施主体を募集する。その際に、地域内で継続的に再生可能エネルギー事業を実施することを企図する事業者については、専門家による事業構築支援を行う。また、先行事業者と事業経験はないが今後の担い手となることが期待される地域事業者に共同で実施してもらうことでノウハウの共有等を図る。

導入設備の内容としては、既に島内で拡大している屋根上太陽光発電と蓄電池の組み合わせが最も実現性が高いと考えられる。既に本市内で実現している事業モデルであるため、実現は比較的容易と考えられる。

具体的には、本市内の市所有施設を地域ごとにいくつかのグループに分け、その単位でまず地域内事業者候補を募集する。地域内事業者候補とは事前面談や勉強会を行い、先行事業者とのマッチング等も行っておく。このようにしてある程度のノウハウ提供等を行ったうえで、改めて企画提案等をしてもらい、事業者に指定し、市の屋根上を使用する許可等を与えとともに電力の売電契約を行う。売電契約については、相当期間(設備投資回収期間を考慮し 15 年から 20 年程度)の長期契約とし、それにより将来の収益性を一定程度確保する。

(2) M3ステップ1-2 知見蓄積と事業化伴走の仕組み構築

ステップ1-1で開始した本市が主導する設備でのオンサイト PPA モデルで得られた事業経験を地域内の主体に蓄積するとともに、横展開可能な形でマニュアル化し、さらなる担い手候補の拡大を図っていく。

ここでは、地域内の担い手事業者の深化(提供機能の拡大)と、すそ野の拡大(地域内事業者数の拡大)の二つを目指していく。

提供機能の拡大では、個別施設の太陽光発電の PPA 事業の運営から、電力会社との調整、建物所有者への営業、事業収支モデルの作成、金融機関との交渉など、地域事業者が行える機能を拡大していくことを目指す。ここでは、専門家による助言を得られる支援プログラムを実施すると同時に、同じような立場にある地域事業者同士をコミュニティとしてつなげ、相互に切磋琢磨できる環境を整える。

地域内事業者数の拡大のためには、特に本市保有建物への太陽光パネル設置事業について、その実績や収益性、必要ノウハウや将来性などを蓄積したマニュアルを公表するとともに、各地域で担い手育成のための勉強会等を実施し、地域密着型の事業主体を積極的に育成する。

(3) M3ステップ1-3 地域 PPA 事業者の設立

いくつかの公共施設の屋根上太陽光事業など先行モデル事業について、オンサイト PPA 型の事業経験を積んだ地域内主体を生み出した先に、地域内に再エネ発電設備を継続的に導入していく地域 PPA 事業者の設立を目指す。

本市においては、今後、太陽光発電だけで、今後 120MW の大規模な設備投資が行われることになる。もちろん、系統電源の費用が極めて高い離島である本市においては、太陽光発電に蓄電池を含めても、投資金額がその後の収益で十分に回収可能な状況となることは間違いない(グリッドパリティ、ストレージパリティ)。しかし、収益で中長期的には投資回収が可能であるとしても尚、地域主体が、巨額の投資を立てて地域内の再エネ電源設備、蓄電設備のオーナーとなることは決して容易ではない。

しかしながら、こうした発電設備、蓄電設備の大半を、島外の大企業に投資させる方法では、結局のところ、本市の再エネ事業は島外資本によって開発され、その収益の大半も島外に流出してしまうことになる。

そこで、地域内に、固定資産の投資主体となりうる地域 PPA 事業者を育成し、島内の金融機関や市民ファンド等を中心とした資金調達を実現することで、地域内の経済循環をしっかりと果たしていくことを目指す。ある意味で、公共施設の屋根上太陽光で敢えて PPA 方式を選択し、地域事業者を育成することは、最終的に本格的な地域 PPA 事業者を地域内に実現させるための布石なのである。

地域PPA事業者の提供機能



図 5-12. 地域 PPA 事業者の提供機能

地域 PPA 事業者には担わせるべき事業としては、以下のようなものが考えられ、段階的に事業対象を拡大させていくべきである。

- ① 住宅屋根上太陽光発電＋蓄電池モデル事業への参画（先行事業者との共同実施）
- ② ホテルや商業施設の屋根上及び駐車場太陽光発電モデルへの参画
- ③ 地域集落単位での太陽光発電＋冷凍冷蔵庫モデルへの参画
- ④ 風力発電＋系統内蓄電池事業への参画

住宅屋根上太陽光＋蓄電池モデルを地域 PPA 事業者として担うことができた地域主体には、再エネ事業の事業開発に関する基礎的知見、すなわち建物所有者や金融機関との交渉技術や事業計画の立案能力、資金管理等の経験等が蓄積される。

こうした事業経験をもとに、公共施設やホテル、商業施設等を対象とした事業に事業対象を拡大させていくことを目指す。さらに、メインシナリオ 2 でも検討した地域内の冷凍冷蔵庫と再エネ発電設備を組み合わせた第一次産業の高度化モデルや、2030 年代以降に本格拡大を予定する風力発電と系統内蓄電池を組み合わせた事業についても事業化を目指していくことになる。

もちろん、多額の設備投資を要する地域 PPA 事業者を地域内に育成していくためには、本市としての政策的支援も欠かせないことから、この点は第 5 章で詳述する。

5.4.2. M3ステップ2 地域内電力流通モデルの構築

本市において、再生可能エネルギー発電と蓄電池によって、地域内の電力を賄おうとした場合、地域内に発生した余剰電力の相互融通機能が極めて重要となる。

こうした「地域内脱炭素グリッド」を本格的に構築し、電力の相互融通に伴う送配電調整を着実に行う機能を確立し、同時に、こうした電力の相互融通を地域内ビジネスとして公平・公正な形で実現させることが極めて重要となる。

(1) M3ステップ2—1 地域内の電力融通モデルの検討

来間島などの本市内先行地域においては、既に地域内において発電された再エネ電気を相互に融通しあう脱炭素グリッドの実証が始まっている。

こうした地域内融通を実現するためには、まず、電力配電網を通じて電力を相互にやり取りしながら、停電等が発生しないように電圧等の調整を行う地域内電力調整機能が必要となる。こうした調整機能を各地域の事業主体が独自に担うことは現実的ではないから、沖縄電力(株)や来間島の実証を行っている先行事業者等と連携することが必要となる。調整に失敗すれば、停電のリスク等も生じることからすれば、既に実証事業等で一定の調整ノウハウを蓄積している事業者に、この機能は委託してしまった方が現実的であろう。

一方、地域内で電力を相互に融通しあった場合に、その対価をどのように設定し、公平で公正な電力の相互取引を実現するかという点は、むしろ本市が積極的に間に入りながら、地域主体に積極的に担わせたい機能である。

地域内の電力融通において、その地域の電力供給事業者がすべて同一であれば、相互に取引を行う必要はない。例えば、A集落の地域内電力は、すべてA集落内の地域事業者がPPA方式で提供しているといった場合には、同一事業者内の電気を内部融通しているだけであるから、特に金銭のやり取りは必要ない。

一方、地域内に複数の発電事業者がいる場合や、発電設備と蓄電設備の所有者が異なる場合、隣接地域間で電力の融通を行う場合などには、そこに一定の取引を観念しなければならぬ。とはいえ、本市のような規模では、いわゆる電力取引市場のようなものを作っても、おそらくは費用倒れになることが想定される。

そのため、相対での取引を前提に、相互に余剰電力を提供しあい、その提供量に差が生じた場合に、差額について一定の対価を支払うといった仕組みが必要になるだろう。

こうした、電力量の調整モデルと、地域内の電力相互融通モデルの二つを早期に確立することが、地域内電力流通モデルを構築するために必要である。電力量調整モデルの実証は既に始まっているから、電力相互流通モデルを遅滞なく作り上げることで、早期に展開可能なモデルを構築する。

(2) M3ステップ2—2 地域再エネ電力の仲介事業創設

比較的狭い地域内で再エネ電力を相互融通している限りは、ある程度の取引ルールさえ整理されていれば、顔の見える関係の中で相互融通が進んでいくと考えられる。一方、本市内の再エネ事業が順調に拡大し、相互にやり取りされる再エネ電力の量が増加していくと、単純な相対での相互取引モデルだけでは十分な電力融通ができなくなってくる。再エネ電気を専ら買い入れる主体と余剰電気を売電することで収益を得たいと考える主体が存在することになるだろうし、同一集落単位を超えた電力融通が必要となる場合も生じる。

このような場合に、地域内の発電事業者と電力使用者を仲介する事業者が必要となる。

たとえば、集落内の複数の空き家の屋根上に太陽光パネルを設置し蓄電設備を併設し、それらで発電した電力を近隣のリゾートホテルに提供するといった事業モデルが今後考えら

れるが、こうした電力使用場所以外からの電力提供を一對一の相対取引としてだけでなく、複数対複数の主体で実現しようとするれば、その仲介を行う事業主体が不可欠となる。

太陽光発電や風力発電のような変動電源では、比較的面積が小さい本市のような場合でも、内部の地域ごとに発電状況が異なることがしばしばある。島の東部と西部で天候が異なることは現実にはよくあることである。そのため、一對一の相対取引では、安定的に電力を確保することが難しいため、その時点で発電量の多い発電サイトから効率的に電力の供給を受ける仕組みが必要なのである。

一方、本市においていわゆる小売り電力会社を設立することは相当に難しいと考えられる。電力の供給責任を持つ形で小売り電力事業者を運営することは、相当大きな事業リスクを抱えることになるからである。多くの地域で、自治体新電力は設立されており、電力販売量も着実に増えているが、近年の電力仕入れ価格の高騰に伴い、十分な発電設備を保有していない電力小売り事業者は、電力の販売収入よりも仕入れ費用が高くなる逆ザヤ状況に陥り、その経営状況は悪化している。特に、離島である本市においては、卸電力市場は存在していないから、市場から電力を仕入れてくることは実際にはできない。

もちろん、仲介という手法をとるにせよ、沖縄電力(株)との交渉や調整等は必要となってくるが、それについては、本市も間に立ちながら、地域内の相互電力融通の仕組みが公平・公正で効率的なものとなるように、ルール作りを積極的に推し進めていく。



図 5-13. 自治体新電力の販売電力量

(3) M3ステップ2-3 地域ポイントによる拡大再生産の仕組み

野心的な再エネ最大限目標を実現するためには、地域再エネ事業者の収益を下支えし、投資回収見込みを高めることで地域内投資を促すため、本市として最大限の推進政策をとっていく必要があることは既に述べた通りであるが、そのための方法の一つとして、本事業では、地域ポイント(地域通貨)を活用した拡大再生産のための仕組みを検討する。

このような地域ポイント(地域通貨)を活用する優位性は、大きく3つある。

一つ目は、地域内の電力融通の際に、物々交換のような取引が可能となる点である。地域内の電力融通に際しては、いわゆる電力の売り手と買い手という関係というよりは、その時々で余剰電力が生じた者が足りないものに電力を分け、また別の時には関係性が逆になると

いったお互い様の関係が生じることになる。このような場合に、その交換を全て通貨で行うと、税務申告等の問題が生じるほか、住民感情としてもお互い様のやりとりを無理にビジネス化するような息苦しさが生じることになる。そこで、地域ポイントを相互にやり取りすることで、地域内の循環的な電力融通を実現しやすくする効果が期待できる。

二つ目に、地域内ポイントであれば、省エネ価値についてもポイント提供という形で価値化できる。本市の野心的な目標を達成するためには、再エネ導入だけでなく、30%程度の省エネを同時に進める必要があるが、省エネ努力をした者に対して、金銭的な対価を支払うことは実際には困難である。一方、地域内ポイントであれば、一定の省エネ努力をした者（例えば電力使用量を減らした者）に対して、その成果に応じてポイントを付与するといった手法が可能となる。このようにして、電力と異なり金銭的な動機付けを行いにくい省エネについても、市民の行動変容を促す手段となりうる。

三つ目に、本市が今後実施する政策的支援と組み合わせることで、その効果を大きくすることができる。例えば、今後本市において、再エネ発電設備や蓄電設備を導入する際に、初期投資に一定割合の補助を行い、その後、無事に投資回収が進んだ場合に、収益の一定割合を納付してもらい「収益納付型補助金」を検討するが、この収益納付を、一部地域内ポイントで行うことができるようにすれば、地域事業者は現金支出を行うことなく収益納付が行える。これにより地域内で地域ポイントをたくさん得られるような活動や省エネ努力を展開した事業者は、資金繰りが改善することになる。

さらに今後、必要となる再エネ投資推進の政策予算を捻出するために導入を検討する「水利用税」やその他の地方税の一部について、この地域内ポイントで支払うことができるようにすれば、地域内ポイントの価値を本市が保証することになり、一種の信用創造効果（この地域ポイントの価値を皆が信じられるという効果）が生まれ、地域内の利用が一層促進される。

また、地域内事業者から本市が電気を買う際に、地域内ポイントで支払う場合には、一定のプレミアムを付けたポイントで買い取るといった方法も考えられる。例えば、現金で電気を買う場合には、1kWhあたり15円であるところ、地域内ポイントであれば20M（ここでは1円に相当する地域通貨を1M（ミヤーク）と仮にしている）で購入するといった方法が考えられる。このようにして、本市の財政の悪化を防ぎながら、地域内の再エネ投資を促進させる。なお、地域内ポイントを納税等で使用することができるのは、実際には地域事業者に限られるから、このような手法は、地域事業者をより有利な形で支援する方法となりうる。

今後、まずは地域内での脱炭素グリッドを実証する際に、こうした地域内ポイントの活用についても同時に実証検討を行う。その上で、省エネ活動へのポイント付与や、地域内相互取引への活用、収益納付補助金の納付手段への適用など、実現性の高い方策から順に実行し、効果を検証しながら適用場面を拡大していく。

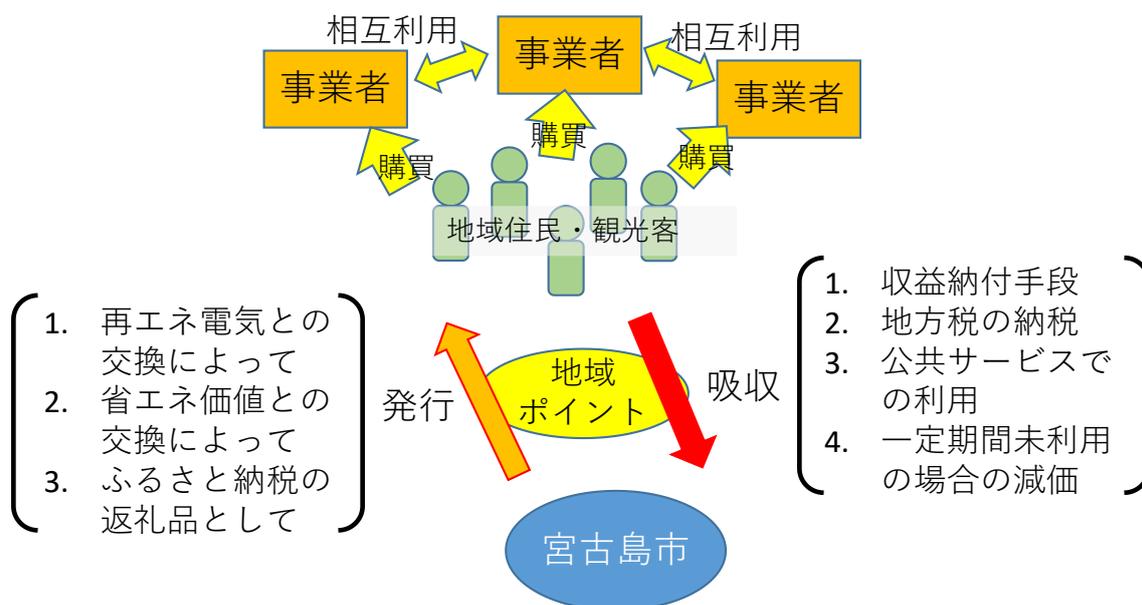


図 5-14. 地域通貨による再エネ金融モデルイメージ

5.4.3. 地域内再エネファンドや課題解決のプラットフォーム構築

再エネ最大限目標の達成に向けて、地域内の実施主体を順調に育成し、本市の各地域に再エネ電源や蓄電設備が順調に導入されていった時点で、本格的に、再エネを活用した地域課題の解決というより高次の目的に本格的に着手していく。

地域内の再エネファンドにより、再エネ事業の利益を地域で循環する仕組みや、再エネ事業の枠にとどまらない地域課題解決のためのプラットフォーム実現により、再エネ最大限導入を梃子にした「地域循環型の経済・社会モデルの構築」を目指していく。

(1) M3ステップ3-1 地域再エネファンドの組成

地域内に再エネ発電設備を導入していく場合の資金を調達する方法は、複数考えられるが、当該資金調達が地域主体以外のみによって行われてしまうと、地域内再エネ事業の収益が地域内に残らず、域外に流出してしまうことになる。

もちろん、本市や本市の住民が現時点において多額の投資資金を有しているわけではないから、今後の再エネ設備の投資の大半を市民ファンドで賄うといった方法は現実的ではない。とはいえ、地域住民の資金を少しでも多くこのプロジェクトに投資し、還流させることで、地域内の資金循環を活発化させ、同時に地域における再エネ最大限導入プロジェクトを市民にとって自分事プロジェクトとしていくことが必要である。

市民ファンドには融資型・投資型などの種類があり、現実的に地域における再エネ発電設備の導入プロジェクトに活用されている。

表 5-2. 風力発電における市民ファンドの事例(再掲)

ファンド名	市民風車ファンド 2014 石狩厚田
規模	風力発電 4000kW(2,000×2 基)
一口金額	20 万円(1 人上限 45 口)(15 年)
利回り	2.5%
調達方法	匿名組合方式
総事業費	15 億円
市民出資	9900 万円
補助金	1 億円 ※環境省施策による官民ファンドグリーンファイナンス推進機構より出資として
募集期間	平成 26 年 3 月 28 日～平成 26 年 6 月 15 日

また、最初から市民ファンドで多額の資金を調達することは実際には困難であることから、プロジェクトの開発初期段階では、公共的な投資資金に出資をしてもらい、これを段階的に市民出資に切り替えていくといった方法も考えられる。

例えば、株式会社脱炭素化支援機構では、地域脱炭素投資促進ファンドを引き継ぐ形で、財投の資金を使って地域の再生可能エネルギー事業に投資可能なスキームを構築している。こうした公的側面を持った投資主体から初期の資金調達を行い、事業実績を上げながら、地域内の出資に広げていく。また、地域内の出資収益を、新たな地域内プロジェクトへの出資につなげていくことで、地域内出資を拡大再生産していく仕組みも構築していく。

地域内の市民出資を受けた事業で収益が上がった場合に、これを地域出資者に金銭配当すると、その 1 サイクルで投資回収が終了することになるが、配当収益で出資規模を増やしていく方法を推奨することで、長期的に地域内出資の割合を高めていくことが期待できる。

(2) M3ステップ3-2 地域課題解決プラットフォームの構築

地域内で再エネ事業や地域課題解決型の事業を実現する第一歩となるモデル事業の創出、地域内投資が持続的に行われる土台となる仕組みの構築、地域内投資を牽引する主体や地域の電力事業等を担う主体の育成、こうしたステップを一つずつクリアしていった先に、中長期的に目指す姿として、地域が主体的に地域課題を解決していくためのプラットフォームともいえる場が考えられる。

本市の各地域が抱える課題は、当該地域固有のものもあれば、各地域共通の課題も存在する。

たとえば、地域の一次産業の付加価値を高めることや、観光需要を地域内できちんと収益化するという課題は本市の多くの地域が抱える共通課題であるといえる。こうした地域課題は、再エネ最大限導入と比較的親和性が高い。再エネを活用した一次産業の高度化や冷凍保存設備等の整備により、地域内の一次産品をより高い価値で提供できるようになる。また、EV レンタカーの充電ポートを接点とした観光客の地域滞在時間確保といった方策も積極的に検討すべきである。

一方、交通弱者の問題や、高齢者の孤立や食事の問題、子育て支援の問題などは、複数の地域で共通に抱えている課題であるものの、こうした課題は、一見すると再生可能エネルギーの普及促進とは無関係のように見える。

しかし、再エネ最大限導入の取組みによって、地域内に一定の収益力を持った事業主体が設立され、地域住民が主体的に地域内の事業を担う経験を蓄積すれば、そこから幅広い地域課題解決のための主体が育っていくための土壌となる。

地域内における課題解決のために、自律的に財やサービスを循環させ、それを公共が適切に後押しすることで解決に近づくという基本的な構造は、再生可能エネルギーもその他の地域課題も変わるところがない。

そうした地域における真の豊かさの向上を目指し、複数の地域が知恵を出し合い、協力し合うためのプラットフォームを積極的に構築していく。

(3) M3 ステップ3—3 地域循環型経済・社会モデル構築

地域課題解決のプラットフォームでは、地域の中で、市民生活に不可欠な事業、具体的には電力や水道、ガス、地域交通事業などの地域インフラ事業や、介護や教育、子育て支援などのソフト的な生活支援事業を、再エネ事業や再エネ事業を活用した地域事業と適切に地域事業に組み合わせていくことを目指す。

地域内に必要な多様なサービスを地域住民が消費者であると同時に提供者として担っていく場を作っていくことが、長期的に大きな意味を持つと考える。これは、地域内の脱炭素グリッドを構想する際に、電力の提供者と受益者が、時に入れ替わりながらお互い様的に相互に電力を融通し合うというモデルを構想したことに共通する考え方である。

地域内の生活を支える多様なサービスを確実に維持していくためには、比較的黒字化しやすい事業と収益を上げることが難しい事業を組み合わせることで全体として事業が成立する枠組みを作ることが必要である。

このように地域内で複数の社会インフラ事業を組み合わせ、事業ポートフォリオ(収益性の異なる事業の組み合わせ)を構築することによって地域課題をバランスよく解決していく主体として、ドイツにはシュタットベルケ(Stadtwerke)と呼ばれる事業体が存在する(シュタットベルケはドイツ語で直訳すると"町の事業"を意味する)。多くのシュタットベルケは持株会社制をとっており、子会社には黒字の会社と赤字の会社が存在する。一般に黒字部門はインフラの運営、エネルギー(電力、ガス、地域熱)の小売りと発電などのエネルギー供給事業、赤字部門は公共交通や公営温水プール、図書館などがある。

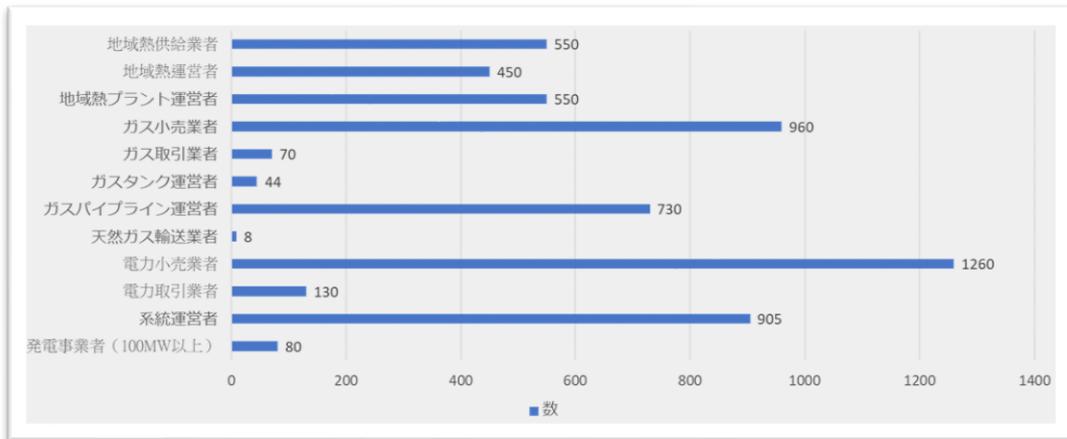


図 5-15. シュタットベルケの手掛ける事業(出典:Statista)

地域内で必要な生活必需サービスについて、収益化が容易な事業と困難な事業を組み合わせながら、全体として地域の生活水準向上のために主体的に事業を展開する主体を地域内に持つことは、特に本市において、比較的理解を得やすいと考えられる。「もやい」のような取り組みは地域内で必要なサービスの共同実施の仕組みと捉えられるし、狩俣マッチャーズのような事業体は地域内で必要なサービスを共同実施するための仕組みと評価できるからである。

本市が旧来から市民レベルで実現してきた「もやい」のような取り組みを、再生可能エネルギー事業を梃子に再評価し、再び地域が主体的に、お互い様的な経済・社会を実現することで、環境への負荷を極小化し、社会の持続可能性を高めていくことを目指す。

市民が地域社会の中で助け合いながら幸福を感じることができ、一定の経済規模を維持しながら、自然や社会の持続可能性を長期的に確信できる状態、これこそが、再エネ最大限導入により、本市が目指す姿なのであり、今後の 2050 年に向けた真の到達目標なのである。

5.5. 再エネ導入シナリオがもたらす効果～離島型再エネ導入モデルとは～

ここまで検討してきた再エネ導入シナリオが、宮古島の経済や CO₂ 削減等の環境影響にとつてどのような効果を持つかという点について、離島型エネルギーコストモデルや経済循環モデルの考え方について、若干の検討と分析を加えておく。

5.5.1. 離島型エネルギーコストモデルと経済循環モデル

経済循環モデルやエネルギーコストモデルには、いくつかの考え方があるが、多くの地域で比較的一般的に行われている分析手法として、産業連関分析がある。産業連関分析は、沖縄県の産業連関表や経済センサス、市町村所得統計等のデータをもとに、各産業がどの

程度の付加価値を生み出し、またこの付加価値が他の産業にどのように波及しているかを分析することができる。

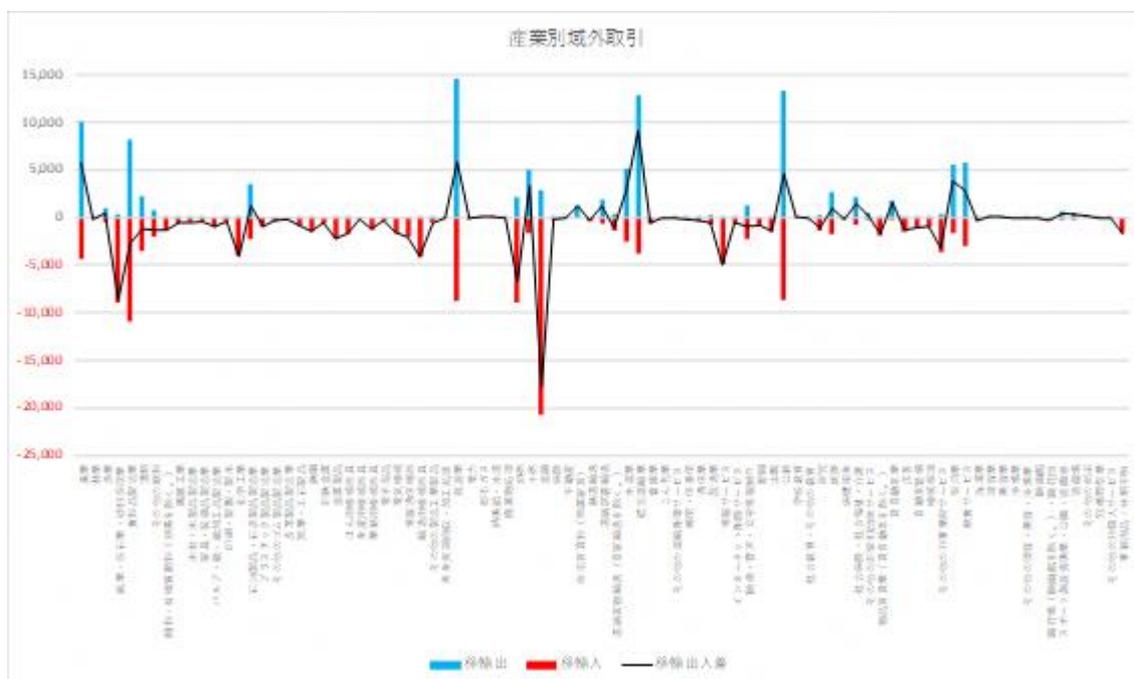


図 5-16. 産業別域外取引

産業連関表を見ると、対外取引(移輸出と移輸入の差)は、第一次産業が移輸出入超だが、第2次産業、第三次産業ともに移輸入超過となっている。

代表的な移輸出超過産業は、農業、小売業、航空運輸業、宿泊業、飲食サービスなどであり、代表的な移輸入超過産業は、鉱業・採石業・砂利採取業、化学工業(※医薬品など)、金融、情報サービスなどである。

特に、金融業の移輸入超過額は極めて大きく、地域内の事業が、地域外の金融によって実施され、結果事業の主導権が地域外に握られてしまっていることが見て取れる。

本報告書における検討でも、ローカルファイナンスの重要性や、地域主体が再エネ事業や地域課題解決型事業の事業オーナーとなり、その主導権を握ることの重要性は述べてきたところであるが、まさに産業連関表分析からも、現状の宮古島が、金融的に自立できておらず、その結果、地域主体が事業投資のオーナーシップを採れていないことが課題として明確になっているのである。

一方、電力等については、離島であるため、域外からの送電は想定されず、産業連関表上は地域内で賄われているように見えるが、地域内の再エネ事業が金融的に地域外資本による事業であり、火力発電が地域外からの化石燃料によるものであると考えると、地域内で経済循環できているとは言い難い状況にある。

以上より、今後、地域内でエネルギーを賄った場合の地域資金の域外流出の状況や、地域内で再エネ事業等を含む金融投資を行う比率を高めることができた場合の地域における効果について、今後さらに検討を加えていくべきものと考えられる。

5.5.2. 再エネ導入シナリオと地域における波及効果

地域主体による再エネ事業や、地域金融による再エネ事業は、上記のように、産業連関表上の金融セクターの移輸入状況を改善し、地域内での資金循環を活性化するものと考えられるが、さらに、地域内再エネ事業と連動して、第一次産業の高度化をもたらすことができれば、地域住民の所得向上等の波及効果が期待できると考えられる。

産業連関表を用いた経済波及効果の分析には、ある特定の産業に需要が生じた場合に、それが地域内における調達行為や、地域における雇用創出、賃金支払い等を通じてどの程度波及していくかをモデル分析することになる。

これは、一定の仮定の下でのモデル分析ではあるが、他地域と比較することで、地域における当該産業の特徴について一定の示唆をもたらすものとなりうる。

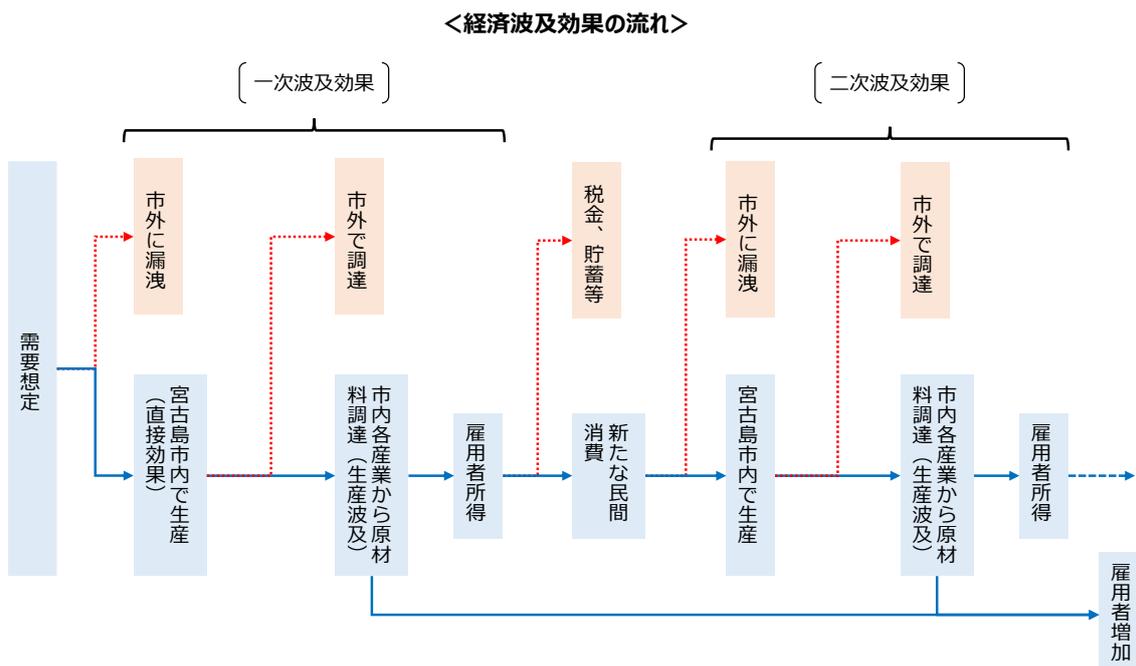


図 5-17. 経済波及効果の流れ

ここでは宮古島の中でも成長著しく、稼ぎ頭ともいえる観光業について検討を加えてみる。例えば、本市(と沖縄県)に、それぞれ 10 億円の宿泊需要が発生したと想定する。この場合、宿泊は地元で行なわれるため、需要想定額 10 億円は、そのまま本市(または沖縄県)の直接効果となる。10 億円の直接効果は、原材料調達や雇用者の新たな消費などの経済活動

を通じて、5億2,100万円の波及効果が生じる。うち、粗付加価値波及効果は2億7,900万円、雇用者所得波及効果は1億2,500万円となる。

その結果、直接効果と生産波及効果を合わせた総合効果は15億2,100万円となり、波及倍率は1.52倍となる。また、これらの経済活動を通じて、161人の雇用が発生する。

しかし、生産波及効果や雇用効果は、いずれも沖縄県全体と比較すると、宮古島は低い水準に留まっている。すなわち生産過程での他地域への漏洩は本市の方が大きいということになる。

今後、再エネ事業と連動して、地域内の第一次産業の高度化が進み、生産品の島内での冷凍保存や葉物野菜等の栽培と保存が可能となれば、ホテルの食材調達における地域産品の割合が向上し、経済波及効果が改善することが期待できる。

また、再エネ事業の投資を通じて、地域内のローカルファイナンスの仕組みなどが整備され、観光業についても地域内金融の規模が拡大すれば、金融面での波及効果も改善すると考えられる。

このように産業連関表上において、大きく移輸入となっている産業や、他地域に比べて賃金水準が低い産業について、その状況が改善すれば、結果として観光業の経済波及効果も改善することになるのである。

表 5-3. 宿泊の経済波及効果

＜宿泊の波及効果＞	単位：百万円、倍、人		
	宮古島市	沖縄県	乖離 (宮古島市-沖縄県)
①需要想定	1,000	1,000	0
②直接効果	1,000	1,000	0
③生産波及効果	521	805	-285
④うち粗付加価値波及効果	279	433	-155
⑤うち雇用者所得波及効果	125	201	-76
⑥総合効果 (②+③)	1,521	1,805	-285
⑦波及倍率 (⑥÷①)	1.52	1.81	-0.28
⑧雇用効果	161	180	-19

第6章 温室効果ガス排出量の将来推計

6.1. 温室効果ガス排出量推計における基準年・目標年と推計対象

6.1.1. 基準年・目標年

本市は、平成 20 年 3 月に「エコアイランド宣言」により、地球環境にやさしい島をつくることを宣言した。翌平成 21 年 1 月には、内閣総理大臣より「環境モデル都市」の認定を受け、地球温暖化防止に向けた行動計画を立案し、推進している。環境モデル都市行動計画においては、CO₂ 排出量削減の目標として、2003 年を基準年とし、2030 年を中期目標、2050 年の長期目標の目標年と位置付けている。

これまでの本市における他の計画と歩調をあわせ、本事業においても、基準年を 2003 年、中間目標年を 2030 年、最終目標年を 2050 年に設定し、計画を立案する。

基準年:	2003 年
中間目標年:	2030 年
最終目標年:	2050 年

6.1.2. 推計対象

本事業においては、エネルギー起源の CO₂ を温室効果ガス排出量の推計対象とする。

地球温暖化対策推進法においては、温室効果ガスとして 7 種類のガス³⁶が定義されているが、データ取得の容易性や、データを把握した時に有効な対策・施策を講じられるかどうかを勘案し、エネルギー起源の CO₂ のみを対象とすることにした。

参考までに、都道府県及び市町村が、温室効果ガスの排出の量の削減等を行うための施策に関する事項を定める計画(いわゆる地方公共団体実行計画(区域施策編))を策定する際に、環境省が中核都市未満の市町村に対して「特に把握が望まれる」とされている部門・分野を[表 6-1]に示す。

表 6-1. 温室効果ガス排出量の推計対象

ガス種	部門・分野		環境省推奨	本事業対象
エネルギー起源 CO ₂	産業部門	製造業	●	●
		建設業・鉱業	●	●
		農林水産業	●	●
	業務その他部門		●	●
	家庭部門		●	●

³⁶ 二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六ふっ化硫黄(SF₆)、三ふっ化窒素(NF₃)

ガス種	部門・分野		環境省推奨	本事業対象	
	運輸部門	自動車(貨物)	●	●	
		自動車(旅客)	●	●	
		鉄道	対象外	対象外	
		船舶	対象外	対象外	
		航空	対象外	対象外	
	エネルギー転換部門		対象外	●	
エネルギー起源 CO ₂ 以外のガス	燃料の燃焼分野	燃料の燃焼	対象外	対象外	
		自動車の走行	対象外	対象外	
	工業プロセス分野		対象外	対象外	
	農業分野	耕作	対象外	対象外	
		畜産	対象外	対象外	
		農業廃棄物	対象外	対象外	
	廃棄物分野	焼却処分	一般廃棄物	●	対象外
			産業廃棄物	対象外	対象外
		埋立処分	一般廃棄物	対象外	対象外
			産業廃棄物	対象外	対象外
		排水処理	工場廃水処理施設	対象外	対象外
			終末処理場	対象外	対象外
			し尿処理施設	対象外	対象外
			生活排水処理施設	対象外	対象外
		原燃料使用等	対象外	対象外	
代替フロン等 4 ガス分野		対象外	対象外		

なお、環境省が「特に把握が望まれている」としていない「エネルギー転換部門」について、本市では、電力消費量に一定の送電ロスに乗じて推計することとした。一方、一般廃棄物の焼却に伴う温室効果ガスの排出については、本事業の目的である「再エネ最大限導入」により直接的に削減することが困難な分野であるため対象外とした。

6.2. 温室効果ガス排出量の将来推計

6.2.1. 温室効果ガス排出量推計の前提となる目標設定

(1) 2050年カーボンゼロに向けた再エネ導入および省エネ推進目標

「4.1 バックキャストによる再生可能エネルギー導入量の検討」で述べた通り、本市は『2050年ゼロカーボンシティ』を宣言し、その実現のために再エネの最大限導入を目指し、「4.2 目標実現に向けた再生可能エネルギー導入目標」で以下の再エネ導入目標を掲げた。

2050年太陽光発電導入目標： 179MW

2050年風力発電導入目標： 90MW

また、上記の再エネ導入量でゼロカーボンを達成するためには、市全体で3割の省エネ実現が前提の一つとなっており、温室効果ガス推計の前提としても、3割の省エネ実現を目標として設定する。

2050年省エネ推進目標： 30%削減

(2) 再エネ導入・省エネ推進シナリオおよび2030年(中間目標年)の目標設定

2050年の目標実現に向けたそれぞれの再エネの導入シナリオおよび省エネ推進シナリオ、そしてそれらのシナリオに沿った2030年(中間目標年)の目標を以下に示す。

◆ 太陽光発電の導入シナリオ

「5.2.2 太陽光発電の導入」の通り、太陽光発電については、すでにコストメリットが出ている自家消費を中心に2030年にかけて平均16MW/年以上のペースで導入が進むと想定する。

その後は、部材価格や施工コストの低下により、現時点では採算性の悪い建物などへ導入されていくことから、導入ペースは鈍化し、2050年にかけて合計で179MWの太陽光発電設備が導入されると想定する。

◆ 風力発電の導入シナリオ

「5.2.3 風力発電の導入」の通り、特に大型の風力発電機については、2030年までに本市で導入可能な風車の商品化が実現されていない可能性が高い。したがって、2030年までは新設の風力発電の設置は進まず、本市で導入可能な設備の普及が進んだ2040年以降一気に導入が進み、2050年までに90MWの風力発電設備が導入されると想定する。

◆ 省エネの推進シナリオ

省エネについては、2003年基準ではなく、直近の2021年以降のからの省エネ率を目標として設定する。

国は「エネルギー基本計画」(2021年10月)において、省エネで2030年に2013年度比18%の省エネを目標としており、本事業においては、2030年に2020年度比で国と同等の18%、2050年に30%の省エネが実現されるものと想定する。

◆ BAU の考え方

温室効果ガス排出量の将来推計を行うためには、再エネ導入や省エネ推進による排出量の削減を反映させる元となる現状趨勢ケースの温室効果ガス排出量の推計が必要となる。現状趨勢(Business As Usual。以下、「BAU」という。)ケースの温室効果ガス排出量(以下、「BAU 排出量」という。)とは、今後追加的な対策を見込まないまま推移した場合の将来の温室効果ガス排出量を指す。BAU 排出量を推計することで、「将来の見通しを踏まえた計画目標の設定」を行うことができる。

本事業では、環境省が「地方公共団体実行計画(区域施策編)」の策定マニュアルに、「BAU 排出量の簡易な推計手法」として紹介されている、人口の変動を用いた手法により BAU 排出量を推計する。つまり、本市の温室効果ガスの排出量が、本市の人口に比例して増減するという仮定のもと、BAU 排出量を推計する。このとき、本市の将来人口については、本市の人口ビジョン³⁷に沿って推移するものとした。

◆ その他温室効果ガス排出量推計の前提

ゼロカーボンの実現のためには、現状のエネルギー利用の相当分を電化していく必要がある。2050年の時点においてどれだけのエネルギー利用機器・設備が電化されているのか、そして電化されていないエネルギー利用としてどのような種類の一次エネルギーが利用されているのかを現時点で想定することは難しいが、温室効果ガス排出量の将来推計に当たっては、2050年にすべてのエネルギー利用機器・設備が電化されていると仮定する。

また、導入された再生可能エネルギーによる発電は、蓄電池等の十分な調整力によりすべて利用され、また、蓄電池等を利用することによるエネルギーロスについては考慮しない(電力システムを利用した場合の送電ロスの推計値に包含されるものとする)。

6.3. 将来の温室効果ガス排出量の推計結果

前節までの前提に基づき、温室効果ガスの排出量を推計した結果を以下に示す。

³⁷ 「第2期 宮古島市人口ビジョン 宮古島市まち・ひと・しごと創生 総合戦略」(令和2年3月)

表 6-2. 将来の温室効果ガス排出量の推計結果

	2003 年度 (基準年) t-CO ₂	2021 年度 (直近) t-CO ₂	2030 年度 (中間年) t-CO ₂	2050 年度 (目標年度) t-CO ₂
排出量	314,361	342,674 (+9%)	156,672 (▲50%)	0 (▲100%)
産業部門	60,038	67,287	34,016	0
業務部門	69,106	90,959	29,543	0
家庭部門	80,329	95,528	27,218	0
運輸部門	86,414	72,709	60,303	0
エネルギー転換部門	18,474	16,191	5,592	0

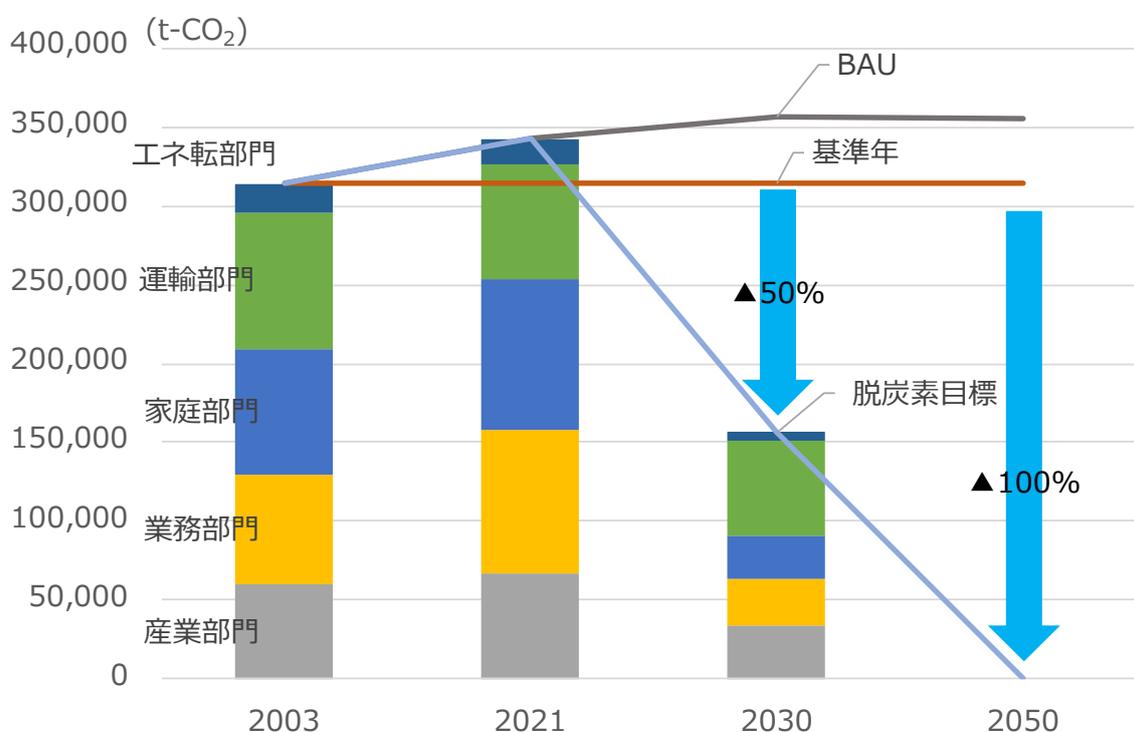


図 6-1.温室効果ガス排出量の推移

基準年である 2003 年から 2019 年までにかけては、灯油や LPG は減少しているものの、電力、重油、ガソリン、軽油などのエネルギー利用は軒並み増えてきた。新型コロナの影響があった 2020 年、2021 年はガソリンなどの一部のエネルギーの利用がそれまでに比べ大幅に減少したが、それでも本市の 2021 年の CO₂ 排出量は 2013 年と比較して 10%以上多くなっている。一方、排出量削減のための対策を取らない BAU 排出量の推計にあたっては、本市の人口推移を参照し推計するが、本市の人口ビジョンは「2060(令和 42)年において約

55,000 人を目指す「～将来にわたって現状の人口を維持する～」を掲げており、本市の人口は、2050 年にかけてほとんど減らない前提である。

以上を踏まえ、2022 年以降は、新型コロナによる観光客の減少などの影響も収束し、エネルギー需要の回復が想定されることから、排出量削減のための対策を取らない BAU 排出量は 2050 年にむけてやや増加していくと推計されている。

一方で、本市はゼロカーボンシティ実現に向け、最大限の再エネ導入目標を掲げ、太陽光発電および風力発電の積極的な導入を進めていくと同時に、省エネの取り組みを進める。これらの取り組みを着実に進め、2030 年に 18%の省エネを実現させたいと、前節で示したシナリオに沿って、2030 年までに新たに 110MW の太陽光発電を導入すれば、2003 年比で約 50%の CO₂ 排出量削減が実現される。

2050 年に省エネが 30%まで進み、累計で 179MW の太陽光発電、90MW の風力発電が導入されれば、計算上は総エネルギー需要の 123%の再生可能エネルギーによる発電が可能となる、つまり、ゼロカーボンが実現されることが確認できた。

なお、本市で最大限の導入を目指す再生可能エネルギーは、基本的には電力として供給されることになるため、エネルギー利用機器・設備が電化されていかなければ、再エネで作った電力が利用されず、CO₂ 排出量も削減されない。本推計では、エネルギー利用機器・設備の電化が順次進んでいき、2050 年にはすべての機器・設備が電化される想定としている。

第7章 再エネ最大限導入に向けた具体的な施策の検討

第4章にて設定した再エネ導入目標や第5章で検討したビジョンシナリオ、第6章で試算したCO₂削減や省エネ効果等を実現するため、本市では、今後様々な施策を実施していく必要がある。2050年までの長期的な再エネ最大限導入シナリオの実現に向けては、短期、中期、長期において必要な施策が存在するが、特に、2030年度までの短期の打ち手については、具体的な施策内容を詰めておく必要がある。

そこで、本章においては、今後必要となる再エネ導入施策を検討し、短期の施策については必要な条例の骨子等を含めた具体的な施策を提言する。また、中期、長期の施策についても、実現すべき方向性と今後の論点について整理する。

7.1. 施策の検討方針

今後必要な施策は多岐にわたるが、大きくは以下の3つの方向性に従ったものとなる。また、それぞれの中で、具体的に検討が必要な施策内容や実施に向けた論点が存在する。

- ① 再エネ設備、蓄電設備の導入支援施策
- ② 地域主体育成や先行事業者との公正な競争を実現するためのソフト支援施策
- ③ エコアイランド実現に向けた財源確保を含めた誘導施策

まず、①で挙げた設備導入支援は、いわゆる設備費の割合的補助金交付が一般的であり有力であるが、本市が独自にこのような補助政策を実施し続けることは、政策予算の有限性からも実際には難易度が高い。そこで、単純な交付型の補助金以外の補助の仕組みや、地域の再エネ事業者等が、再エネ設備の導入を行いやすくなるような補助金交付以外の手法についても積極的に検討すべきである。

次に、②で挙げた地域主体育成や先行事業者との公正な競争環境の実現支援は、補助金交付や経済的メリットの拡大等だけでなく、ノウハウ共有や地域人材の育成、ネットワーク化などの支援が必要となる。また、本市が先行事業者との間に立つことで、競争環境を公平なものとし、適切な競争と同時に地域内の役割分担をも実現することで、相互共栄を図るための調整も必要となってくる。

補助金等の導入支援施策だけでは、地域内に存在する潜在的な担い手主体を引き上げることは困難であるから、競争環境の整備や事業主体の育成支援は早急に必要な必要がある。現時点では再エネ事業や当該分野の公的支援申請等の経験はないが、今後地域の中で主体的にその役割を担おうとする者に対して、他地域の事業者や先行事業者の協力も仰ぎながら、ノウハウやスキルの支援を行う。今後地域内において重要な役割を担う事業者は、単純な再生可能エネルギーの発電事業者だけでなく、それと同時に地域課題の解決を目指す地域事業主体であるから、こうした再エネと地域課題解決の融合という方向性を共有できる主体を育成していく必要がある。

さらに③で挙げた施策推進に向けた原資の構築や市民や事業者の誘導施策については、規制施策や税を含めた補助に限られない誘導施策を検討する。特に、地域内で大規模な

再エネ発電設備や蓄電設備の導入を促していく場合、国等の支援制度を積極的に活用していくことに加え、地域内に推進のための独自財源を設定し、また税等の方法で政策誘導を図る方向性も検討し、すべての政策を総動員してその実現を目指さなければならない。そのために、本市として主導権を握ることができる地方税等をも駆使しながら、政策総動員で再エネ最大限導入目標を実現するための方向性を打ち出す必要がある。

7.1.1. 今後必要となる施策内容と検討論点

上記①から③に挙げた基本的な方向性に対応して、3年目の事業検討において具体的な施策の検討を行ってきた。施策実現に向けた具体的なポイントや更に検討が必要な論点について以下に整理を行う。

特に、2023年度に本市が環境省より脱炭素先行地域に選定されたこととの関係で、本市内の先行地域である下地地区(来間島を含む)と狩俣地区について、先行的に急速な屋根上太陽光の普及を行うことが計画されている。そこで、脱炭素先行地域の取組みを起爆剤としながらも、この取組みを先行地域にとどめることなく本市全体に広げていくための施策の設計が重要となる。

そこで、以下では、短期的には脱炭素先行地域の事業実施に向けた取組みと連携させながら、中長期的な本市全体における再エネ最大限導入を実現するための施策実現に向けて、必要な施策内容や重視すべきポイントを詳述する。

(1) 再エネ設備、蓄電設備の導入支援施策

設備導入の支援として、最も一般的な手法は補助金の交付である。国の事業でも、特に離島などにおける独立型電源について補助する仕組みやオンサイト PPA 事業を支援する仕組みなどがこれまで導入されており、今後も何らかの補助政策が継続されると思われるから、これらを積極的に活用することはもちろん重要である。

同時に、本市の独自の支援政策として、再エネ発電設備や蓄電設備等の設備投資に対して、初期投資負担を軽減する支援を行うことが必要と考えられる。一方で、本市が独自に大規模な補助金交付を行うとすれば、本市の政策予算上の制約が生じることになる。また、特に国の支援と本市独自の支援を同時に申請するような形になる場合には、重複補助の問題も生じる。そこで、本市としては、再エネ発電・蓄電設備の導入を加速するための支援を渡し切りの補助金以外の方法でも検討しなければならない。

以下では、もっとも有力かつ短期的に実現が必要な設備導入補助の方法として、基金等を活用した収益納付型補助金について検討し、更に中長期的な方法として地域ポイントによる再エネ電力や蓄電電力の価値把握や特にバイオマス発電における再エネ原料の調達価格保証等についても検討する。

①収益納付型補助金

再エネ設備導入補助事業のうち、極めて有力な方法の一つとして、収益納付型補助金の仕組みが考えられる。この仕組みは、補助適正化法の中で既に位置付けられており、法改

正等は特に行わなくても実現可能である(補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律、第7条第2項、「各省各庁の長は、補助事業等の完了により当該補助事業者等に相当の収益が生ずると認められる場合においては、当該補助金等の交付の目的に反しない場合に限り、その交付した補助金等の全部又は一部に相当する金額を国に納付すべき旨の条件を附することができる。)。実際に、長野県では既に同種の補助金の仕組みを実現させている(長野県 自然エネルギー地域発電推進事業補助金)。

収益納付型補助金は、対象の設備投資に対して、一旦補助金として必要資金の一定割合(例えば設備投資額の1/2~2/3など)を交付するが、その後、その設備投資から事業者が収益を受けた場合に、その収益を納付してもらう仕組みである。つまり、収益が上がったら返してもらう補助金である。

したがって、これは公的融資に性質上類似しているが、融資とは違いもあり、融資よりも事業者にとって有利な仕組みとなっている。すなわち、収益納付型補助金は、無事に設備投資が功を奏し、収益が生み出されて初めて納付義務が生じる仕組みとなっているのである。

本市においては、特に太陽光発電においては既にグリッドパリティ(設備投資から生じる収益が経済合理性をもつ状況)が実現しつつあるから、中期的には発電設備の事業投資は収益を生む可能性が高いが、確実とまで言えるものではない。特に送電システムの安定化のために、なるべく多くの蓄電池を併設するように求める場合には、収益性は低下することになるから一定の補助が必要である。また台風等の自然災害で収入が一時的に途絶えてしまう可能性などもある(設備自体には保険をかけることになるが、修理期間中の収入減の全ては補償されない)。収益納付型補助金では、このような事業リスクを軽減することができるので、事業者としては通常の公的な融資よりも、安心して設備投資を行うことができる。

また、事業者に融資を行う金融機関としても、自らの融資に返済上劣後する収益納付型補助金によって設備投資の一部の資金が賄われていることは、融資決定を大きく後押しする事情となる。つまり、収益納付型補助金は、事業者にとって事業リスクを大幅に軽減し、資金調達を後押しし、一部保険機能を有するのである。

本市としても、再生可能エネルギーの最大限導入を重要な政策目標に置くとは言え、政策資源は有限であることから、一定の収益が上がれば返納される補助金は、財政負担の点から選択しやすい。特に、今後において、事業収益性が確保される見込みのある事業に補助金を交付する必要性や公正さがあるかという問題が生じるところ、収益納付型補助金であれば、このような問題が生じない。すなわち、補助金を制度化する場合、どの程度の補助を行うかは悩ましい問題となる。適切な補助を与えることは政策目的に資する事業を後押しする成果を生む一方で、必要以上の補助金を事業者に与えることは、不公平な超過利益を補助金対象者にもたらすことになりかねないからである。収益納付型補助金の仕組みであれば、事業の実現に向けた初期投資のハードルを大幅に下げられる一方で、実際に収益化をした場合には、その収益の一部を納付させることで、補助対象者が過剰な収益を上

げることができる。収益の納付条件を適切に設定することで、ある程度の収益機会は確保させたい一方で、“もうけ過ぎ”を防止するといった設計も可能である。

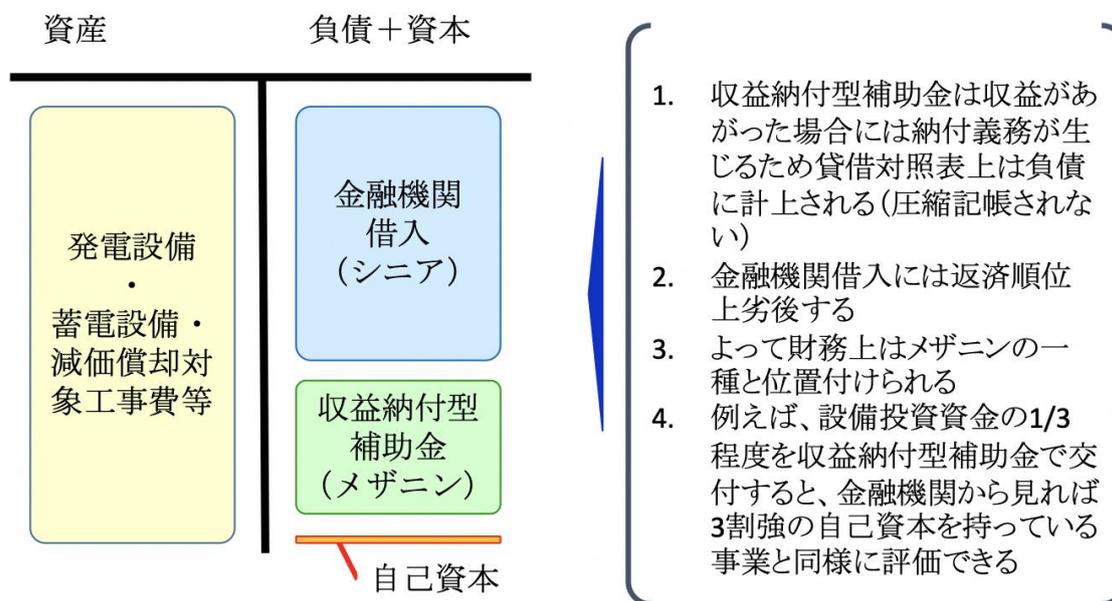


図 7-1.収益納付型補助金のイメージ

本市における再エネ最大限導入に向けた収益納付型補助事業の内容案

本市においては、2050年までに域内電力の100%を再エネで賄うことを目指す野心的な目標を掲げている。この目標達成のためには、本市自身の政策的支援により、地域事業者を育成し、その事業リスクを軽減しながら急速な事業拡大を促すことが不可欠である。一方、単に多額の補助金を支給するという方法では、本市の政策資金が枯渇するうえ、補助を受ける特定の事業者のみが利益を受けることになり、地域全体の持続可能性向上につながらない。

そこで、地域内でPPA事業を行う事業者に対して、地域内の再エネ最大限導入促進のための一定の要件を課し、それを備えた場合に補助金を給付する。当該補助金は、予め提出された事業計画に従い、一定の収益率を確保することを許容したうえで、それを超える収益が出た場合には、当該収益を納付させるという仕組みである。

まず、地域内を再エネで満たすためには、太陽光パネルに比較してより大きな容量の蓄電池を併設させる必要があるため、それを要件とする。また、蓄電した電気を地域内の系統安定のためにアグリゲーターの指示に基づいて逆潮流してもらう必要があることから、この点も補助要件に含める。こうした蓄電池の設置や逆潮流の承諾は、PPA事業者にとっては、収益減ともなる判断であるが、補助金の交付と引き換えにその負担を受け入れてもらう。

地域送電システムの安定にも協力的なPPA事業者は、収益納付型補助金の恩恵を受ける資格を有することになるから、一旦、設備費の2/3を上限として補助金を交付する。このよう

な高率の補助金を渡し切り型で補助すると、補助を受けた事業者が、過大な収益を上げることになりかねないため、予め、補助対象事業者には収益計画を提出してもらい、一定の収益率(設備投資に対する投資採算性で 6%程度の利回りを想定)を超える場合には、超過収益について、本市又は本市が設置した基金に対して、収益納付してもらおう。このような仕組みにより、本市の送電システムの安定化を図る投資を促しながら、PPA 事業者の事業リスクを軽減し、一方で補助金対象者の補助のもらい過ぎも防ぎながら、適切な再エネ事業の推進を図っていくべきである。

蓄電池の設置

1. 補助金の交付を受けるPPA事業者が設置すべき太陽光パネルの発電容量当たりの蓄電池容量を定める。
2. 蓄電池の設置場所等は、本市と協議のうえでの指示に従う。

設置容量の協議

1. 設置する太陽光パネルの容量は、当該建物の構造上設置可能な上限となる容量とする。
2. 余剰電力の逆潮流価格については、本市と関係事業者との協定にて定める

充放電指令の受け入れ

1. PPA事業者は、余剰電力及び蓄電電気の逆潮流についてアグリゲーターの指示に従う。
2. これらの逆潮流電力の価格についても、本市と沖縄電力との三者間協定にて定める。

補助金の交付

1. PPA事業者が上記の本市からの要請に従うことを条件として、太陽光パネル及び蓄電池の導入費用の2/3(普及状況等に応じて補助率は調整)を補助する。
2. この補助金は、収益納付義務付補助金とし、PPA事業者が、本市との間で予め定めた金額を超える粗利益を挙げた場合には、その一定割合を本市に納入する義務を負う。ただし、この納入義務は、本市が設置した基金への寄付に代えることができる。

公共屋根上PPAの売電金額

1. PPA事業者が公共施設屋根上等の事業で本市に売電する価格も予め定める。
2. 公共施設屋根上太陽光のPPA事業者が、地域内の電力調整のために蓄電池からの逆潮流を行った場合に、補助金、地域ポイントその他の方法で、その蓄電電力への対価を支払う。

図 7-2.本市における収益納付型補助金の制度案

先行事例となる長野県条例

先行事例の一つである、長野県の自然エネルギー地域発電推進事業補助金の交付要領を見ると、「補助事業者は、補助対象施設の整備が完了し、電気事業者との契約が締結された段階で、事業売電収支計画書を提出し、収益納付すべき額は、補助金額に一定率を乗じた額とする。ただし、毎年度の売電収入を上限とする」とある。予め提出した収支計画に従い、分割で収益納付をさせる形をとっていることがわかる。太陽光の場合には、補助金の納付は概ね事業開始 3 年目から一定の期間(例えば FIT の太陽光発電では 15 年間など)に行い、納付額の累計が補助金相当額に達した時点で納付は終了する。

また、「補助事業者は、自然災害その他発電事業者の責に帰せない事由により売電収支計画書による納付が困難となった場合は、その状況を知事に報告し、免除や減額等の指示を受ける」と規定され、一定の場合に収益納付の減免を認める規定がある。

このような建付けで、当初計画通りの収益が実現した場合には、補助金相当分の納付を求める一方で、収益が下振れした場合には、補助金の返還を免除することにより、事業リスクを軽減している。

当該補助制度は、もともとは FIT を前提にしていたが、現在は、地域と調和的な自家消費型の太陽光発電も対象とし、そうした案件では 4 割の補助率となっている。また、長野県の補助制度では、原則として補助を受けた金額の全額を納付することを想定しており、一定の場合に例外規定が定められている。

本市の制度では、再エネ最大限導入の趣旨に照らせば、事業者に一定の収益を上げさせることにも意義があるから、必ずしも補助した金額の全額を納付させる仕組みにする必要はない。予め提出させた収益計画に従い、事業者に対して、一定の投資採算性を確保させたうえで、事業者がそれを超えて得た超過利潤に対して、相当割合の納付を求める方法が現実的であると考え³⁸。

その他の補助水準適正化手法との比較と併用

事業実現を後押しする一方で、補助金対象事業者が過剰な利益を受けることを排除し、当該補助制度の適正を図るための手法は、収益納付型補助金の方法以外にも存在する。

一つの手法は、補助金を必ず電力消費者の価格に転嫁しなければならないという規定を補助を与える要件として設定する方法(価格転嫁型)である。本市が 2023 年度に採択された脱炭素先行地域の交付対象事業による補助金はこのような方法である。具体的には、PPA(発電設備を事業者が導入し自家消費電力の売電によって設備投資を回収するビジネスモデル)の交付対象事業者は、交付された補助金の全部または相当割合(県内事業者であれば交付金額の 9/10 の割合の金額)をサービス価格の引き下げに充てなければならない。そして、本市は、当該対象事業者のサービス価格の適正さを確保するために、設備導入に要した経費やその他の経費を確認することになる。そもそものサービス価格が補助を受ける事業者によって割高に操作される場合には、事業者の超過利潤を適切に価格に転嫁させきれない恐れがあるが、補助金を実際に交付する地方自治体が補助対象事業者のコスト構造を確認した上で、同一地域に存在する PPA 型の事業と比較して適正さを検証することができる場合には、事業経費の大幅な恣意的操作は難しいものと考えられる。

脱炭素先行地域の実施要領を見ると、PPA の場合、以下のような形で価格への転嫁が義務付けられている。①PPA 事業者に対して交付金が交付された上で、交付金額相当分がサービス料金から控除されるものであること(PPA 事業者が本事業により導入する再エネ発電設備と同一都道府県内に本社を有する企業の場合は、控除額を交付金額相当分の

³⁸ 参照：<https://www.pref.nagano.lg.jp/zerocarbon/documents/youryou2.pdf>

9/10 とすることができる。)。②サービス料金から交付金額相当分が控除されていること及び本事業により導入した設備等について法定耐用年数期間満了まで継続的に使用するために必要な措置等を証明できる書類を具備することが規定されている。もちろん、脱炭素先行地域においては、他地域と異なり、脱炭素グリッド等の実現に向けた追加投資が必要となるから、これらの費用を加味した価格設定を行うことは合理的に認められる。しかし、先行地域以外でも既に事業が展開され、価格形成がされていることから、それ以上の設備費を計上することは難しいため、事業者が過大な超過利潤を得ることは難しい。

二つ目の手法は、補助金対象事業者や受益者の得た受益の相当分について寄付してくれることを採択条件とする方法(寄付合意型)である。具体的には、交付対象者やその他の受益者から寄付を合意してもらい、その合意を採択の際の条件又は加点要素とする方式である。寄付を制度上義務付けられるかは問題だが、採択の際の加点要素とすることができれば、実質的には寄付を要請できる。例えば、国の補助制度が単純な交付型の制度である場合に、補助対象事業者が補助金を受けることで過剰な収益を挙げることを是正するために、市が対象事業に共同申請者として入ることで事業の信頼性を高める代わりに、超過利潤を市の基金等に寄付してもらい「合意」をってもらうといった方法が考えられる。

このような手法を駆使することで、補助金財源を基金等に吸収し、それを更なる補助事業の原資とすることができれば、補助金を一方通行的に配るのではなく、資金循環を実現することで継続的に補助を行うことが可能となる。このようにして、再エネ推進のための補助原資を安定的に確保することが、2050年までの長期的な再エネ最大限導入には重要となる。

収益納付型補助金の対象としやすい設備

制度設計上は、収益納付型補助金は、収益化が予定される設備投資に対して広く対象とすることが可能と考えられる。中でも、発電設備やそれと同時に導入される蓄電池については、補助を受けた事業者が中期的に黒字化することが予測でき、かつその収益の把握が比較的容易であるから、収益納付型補助金の対象にしやすい。一方、地域内のEVや、発電設備と独立に設置される蓄電設備(冷凍冷蔵倉庫等を含む)については、設備の運用自体に人件費等が生じることが想定されることから、適切に設備投資の収益性を把握する方法について、予め明確化しておかなければならない。

例えば、EVを地域内で蓄電池としても活用しながら、地域住民と観光客との間でシェアカーとして活用するという場合、太陽光発電事業等と異なり、サービスの運営費や人件費が事業費となり、それを除いた収益を把握する必要がある。こうした事業については、予め、対象事業者に本市が関与する形で事業計画を立案してもらい、そこでの収益計画をもとに、標準的な収益納付額を設定し、実際の収益の変動に合わせて実際の納付額を調整することが想定される。

②再エネ促進基金の設置

収益納付型補助金や寄付と組み合わせた補助金の制度を本市において実装した場合に、集まった寄付金や納付金を更なる再エネ推進の原資にしていくためには、受け皿となる基金を設置しておくことが有益である。

条例により基金を設置し、寄付金や納付金を基金に組み入れる形に設計しておけば、安定した再エネ推進原資を設定することが可能となるため、本市としての安定的な再エネ推進支援原資のプール先となる。

また、このような基金を条例で設置しておくこと、企業からの寄付（企業版ふるさと納税）の受け皿ともなりうる。地方自治体が条例により設置した基金への寄付は、税務上の費用計上可能な寄付となる可能性があり、寄付した事業者が税務上のメリットを享受することができる。企業版ふるさと納税が活用できる場合には、企業の税制メリットはさらに大きくなる。

現在、企業版ふるさと納税の活用は多くの自治体ですでに始まっており、本市においても一部実績があるところだが、企業版ふるさと納税に上乘せする寄付の仕組みとして、このような条例設置基金への寄付の仕組みを準備しておくことは有力である。

参考：霧島市再生可能エネルギー寄附金等による環境まちづくり基金条例より抜粋

再エネ立地による寄附金その他の収入金等を良好な住環境の整備及び自然環境の保全を図る事業等の経費に充てるため、霧島市再生可能エネルギー寄附金等による環境まちづくり基金を設置する。

基金として積み立てる額は、次の各号に掲げるものとし、一般会計歳入歳出予算で定める額とする。

- (1) 再生可能エネルギー発電施設の立地による寄附金その他の収入金
- (2) 鹿児島県再生可能エネルギー等導入推進基金事業を活用して設置した発電設備を用いて再生可能エネルギー源を変換して得られる電力の売電に伴う収入金
- (3) 基金の運用から生ずる収益金

基金は、次の各号の区分に応じ、当該各号に定める場合に限り処分することができるものとする。

- (1) 良好な住環境の整備及び自然環境の保全を図るための事業の経費に充てる場合
- (2) 市が公共施設等に設置した発電設備、蓄電池設備等の維持管理及び更新に係る事業の経費に充てる場合

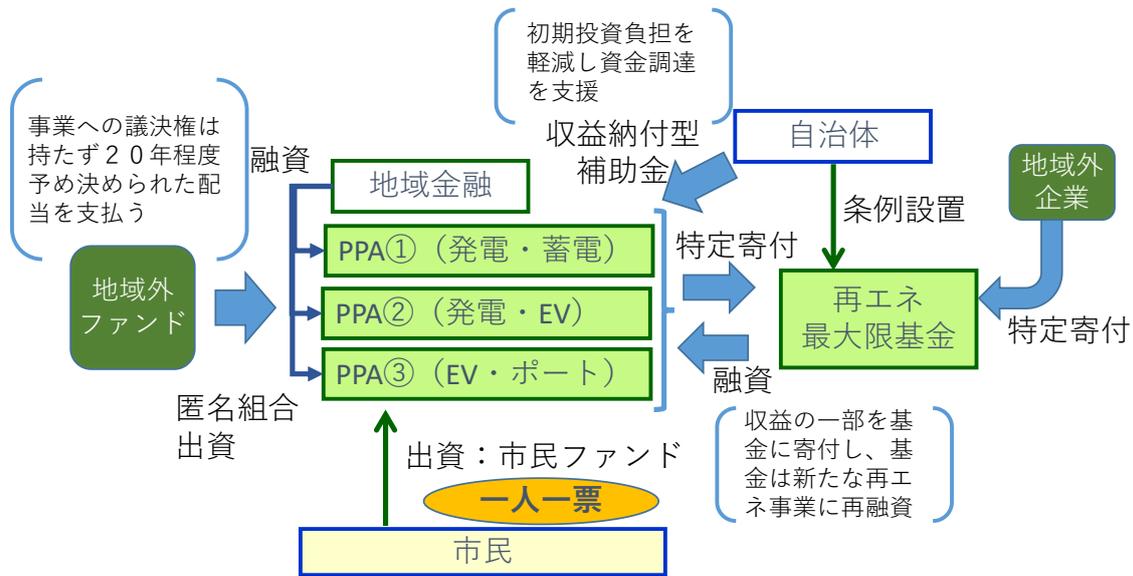


図 7-3. 再エネ促進基金の設置

③地域ポイント制度

今後、民間事業者の事業化努力に加え収益納付補助制度や基金からの支援制度などの後押しにより、ある程度の再エネ設備投資が進み始めると、地域内の電力の相互融通や、蓄電設備の共同利用に伴う電力融通が活発に行われるようになる。

この段階になると、相互に融通し合った電力の対価をどのように設定するかが大きな課題となる。市場規模が一定以上大きな地域では、いわゆるマーケットメカニズムに任せた電力融通や調整が実現できると考えられるが、本市のような離島地域では市場規模が限られているため必ずしも市場取引が効率的に行われない。

そのため、本市が一定の主導権を握って、合理的かつ安定的な対価で電力を相互融通できるようにする仕組みを構築することが必要となる。電力そのものの相互調整については、相当の技術力を有するアグリゲーター(電力の需給調整や相互融通の調整を行う者)に任せることになると考えられるが、その取引ルールや対価の設定については、本市として一定の主導権を握るべきと考える。なぜなら、相互融通のルールや対価の設定権は、脱炭素グリッドの運用において極めて強力な権限となるため、これを特定のアグリゲーターが全て握ってしまうことは、一種の独占状態を生じさせかねないためである。

本市のような離島において、市場メカニズムのみに任せることは必ずしも公正な電力システムを実現しない。この問題が最も顕著にあらわれるのは災害等の時である。台風その他の事情で一部停電が生じている場合や、本市全体の電力供給量が需要に対して逼迫している場合などに、通常市場メカニズムに任せていると、電力融通の対価が大幅に高騰し必要な場所に電気が融通されない恐れがある。病院や避難場所など電力使用の優先順位

が高い場所に確実に電力を融通するためには、市場メカニズムとは異なる電力融通のルールが必要となるのである。

まず、本市のような離島において、地域事業者を確実に育成しながら再エネ最大限導入を実現するためには、電力の調整コスト等が事業者ごとに不均衡にならないよう、一定の調整が必要となる。先行事業者は地域内で施工業者との関係性構築などにおいても確固たる基盤を有していることが想定されるうえ、一般送配電事業者やアグリゲーターとの取引条件でも、地域内の実績等を背景に、有利な条件を確立しうると考えられるが、これは、大きな参入障壁となり、地域内の新規事業者の参入を阻害しかねないからである。

本市が主導権を握り、本市全体の電力使用が公平かつ公正なものとなるように、一定の取引ルールや融通の優先順位等を設定する場合には、先行事業者や一般送配電事業者を含む地域内の事業協定により取引条件の公平性を相当程度確保することが求められるが、それに加え、この電力融通取引には地域内ポイントを活用することにより、柔軟な調整が可能となると考えられる。

この場合の電力の調整自体は、地域内の電力使用の優先順位に沿って最も公平な形でアグリゲーターが行い、電力を融通した側が電力を提供された側から受け取る対価や、電力の融通を受けることを我慢した者に対して本市が与える褒賞を地域内ポイントで行う方法が有力である。

脱炭素グリッドによる調整は、発電主体が自らの蓄電池に貯めた、「この先自らで使うかもしれない」蓄電電力を、地域全体の公共的利益のために、一時的に電力需給が逼迫した場所に融通し、あるいは病院等の優先施設のために自らが電力の融通を受けることをあきらめるといった行為が求められる可能性があるため、これらをすべて市場取引に任せることは困難である。市場取引に任せた場合、価格の変動幅が大きくなりすぎてしまう恐れが大きいからである。

そこで、地域を再エネ電源で満たしながら送電線系統の安定を図るための、蓄電電力の融通行為を柔軟に評価し、蓄電電力の適切な逆潮流にインセンティブを与えるためには、本市自身が発行できる地域ポイントや地域通貨のような手段を導入することが有力である。

一例として、以下のような方法が考えられる。①地域再エネ電気の余剰電力については、アグリゲーターにより地域内の電力融通に活用されるほか(有償取引)、本市が収益納付型補助金を交付した蓄電設備に貯められる、②電力需要が再エネ電力の供給を上回り、蓄電設備から放電される際には、蓄電設備保有者は、本市から地域ポイントの発行を受け、発行されるポイントの単価は予め固定され約束されている、③最終的に蓄電設備の設置事業者は、収益納付の代わりに地域ポイントを本市に納付できる。

一旦蓄電池に貯められた電気を系統調整のために逆潮流させる場合に、その対価をどのように設定するかは必ずしも定まっておらず、必ずしも適正に価値評価できるとは限らないため、地域ポイントによって、一定の価値を保証するのである。

こうした地域ポイントの仕組みは、設計の仕方によって、余剰電力だけでなく、省エネ効果のように通常は価値把握が難しい行動も価値化することが可能となる。市場取引が存在しなくても、地域の持続可能性向上に価値が認められる行為については、本市として一定の行為認定の上でポイントを交付することが可能となるからである。地域ポイントの利用を収益納付型補助金だけでなく、後述する税制度の納付等にも行えるようにすることで、地域ポイントの信用力を確保し、当該地域ポイントを付与されるインセンティブが生じる。

なお、地域ポイントについては、上述のような蓄電価値、省エネ価値の価値把握という文脈だけでなく、地域経済の活性化や地域住民の変容を企図したインセンティブ制度としての活用等も重要な政策目的となりうる。そのため、地域ポイントの検討は、幅広い庁内関係部署や専門家を含めたコンセプト構築の議論を早急に進めていくべきである。2024年1月に、外部有識者を含めた第一回の検討会を実施したところであり、今後も密度の高い検討を行っていく。

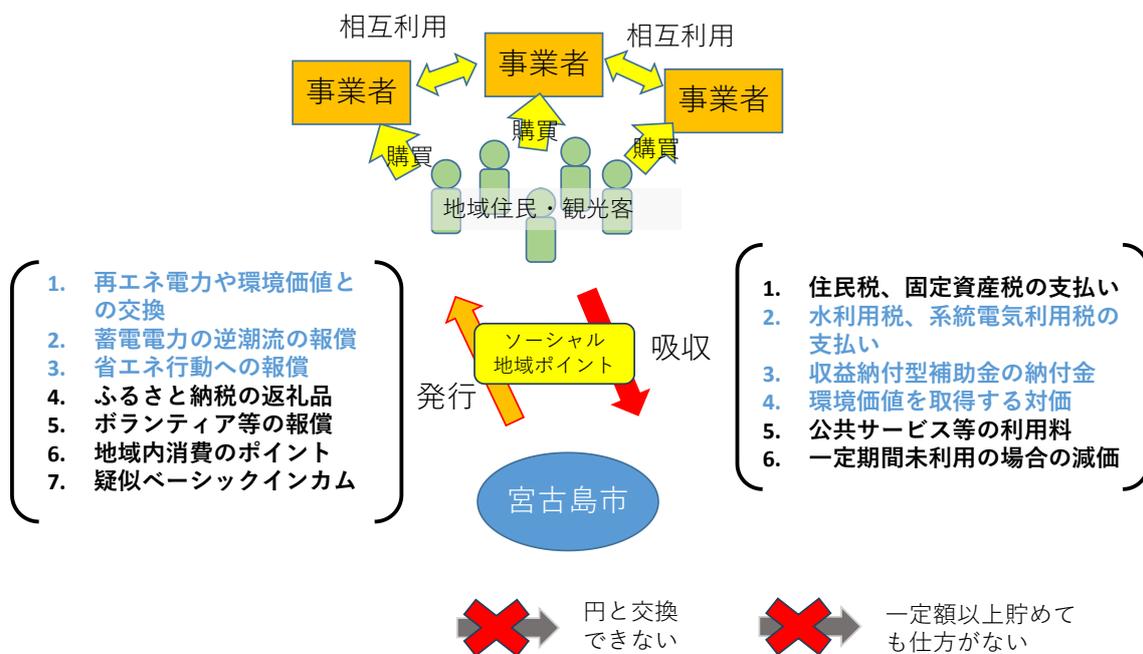


図 7-4.地域ポイント制度

④再エネ原料の固定調達制度

本再エネ最大限導入計画では、太陽光発電を中心に、風力発電を加えることで地域内の再エネ最大化を実現することを企図している。今後において、耐風性能が高い風車が現実開発され、かつ順調に蓄電池のコストが低減していく場合には、太陽光と風力に大量の蓄電池を組み合わせる形で地域内の再エネ最大限目標を達成することも十分に可能であると考える。

しかし、中長期的な風車の技術開発動向や蓄電池のコスト低減動向は現状確定してはいないことから、同時並行的に、特に調整電源として、本市内で生産されるバイオマス原料によるバイオマス発電の活用等が検討されていくことになる。2050年までに確実に本市の目標を達成するためには、多様な発電方法の検討は継続する必要がある。

具体的には、サトウキビバガスや、ソルガム等を活用した発電が検討されることになる。これらの発電手法は、他地域においては既に実用段階となっている。サトウキビバガスについては、既に本市で生産されているサトウキビのバガスであるため、その産出は確実であるが、バイオマス発電以外の用途もあるため発電用途として確保できるかは未知数である。また、ソルガム等をサトウキビの裏作に栽培する方法は、有力な方法であるものの、現時点では行われていないため、農業従事者が、この生産を魅力的と考え現実的に生産し始めてもらう必要がある。

したがって、これらバイオマス原料の確保については、今後実現を目指すことになる場合でも、少なくとも事業が現実的に採算性のあるものとして回り始めるまで一定の政策的支援が必要となる。

これについても収益納付型補助金の仕組みを導入することはもちろん有力であるが、それ以外の方法として、バイオマス原料に関して、本市自身が固定価格での買取を保証する方法が考えられる。こうした仕組みがあれば、農業従事者は安心してサトウキビバガスをバイオマス原料に提供でき、またソルガムの栽培を開始することができる。

本市にとっては、こうした買取保証は大きな負担となるようにもみえるが、本市自身が再エネ最大限導入計画を立案し、それを主導的に実現していく以上、調整電源の確保は必ず必要であり、蓄電池によって調整力を賄うことができない場合には、バイオマス発電事業の実現が不可欠となる。買い取ったサトウキビバガスのバイオマス発電事業への提供は収益化させることができる可能性が高く、そうなれば、固定価格で原材料を買い取っても、それ自体に利ザヤが生じることになるから、市として損失を計上することにはならない。

(2) 地域主体育成のためのソフト支援施策

地域主体を再エネ最大限導入シナリオのプレーヤーとして参入させ育成するためのソフト支援は、新規参入事業者が先行参入事業者と共存し事業を継続できるようにするための調整施策、再エネ事業のノウハウを地域内に蓄積し地域事業者候補が活用できるようにする支援施策、先行的にノウハウ等を得た事業者と育成対象事業者を共同でモデル事業に関与させることによってノウハウを移転するための施策、複数地域の事業主体が相互に連携することで事業ノウハウを効率的に得られる事業について、そうした連携を支援する施策などが考えられる。

①新規事業参入を可能とする事業環境の調整

本再エネ最大限導入計画においては、2030年代までは太陽光発電を中心に大規模な導入を計画し、その後風力発電と合わせて本市の電力消費の100%を再エネに転換しよう

と企図している。したがって、特に太陽光発電事業を行う事業者について、短期的に担い手を育成することが急務である。本市内には既に先行事業者たる PPA 事業者が存在しているが、今後の導入計画に照らせば、複数の事業主体が共存しながら事業を成長させていく方法がより望ましい。

一方で、先行事業者と新規参入事業者との間で、事業を実現するためのコスト構造が大きく異なり、特に新規事業者が先行事業者と対等な費用構造を確立できない場合には、新規参入者の事業継続が困難となってしまう。

本市が、政策的に急速な再エネ電源の導入を企図し、かつその事業を地域主体を含む地域内の事業者に担わせたいと考える以上、新規事業参入者の事業継続が可能となる一定の調整の間に立つことが必要となる。一方で、本市が必要以上に民間事業者の事業内容や契約関係に介入することは、一種の民業圧迫ともなりかねない。そのため、先行事業者にも一定の配慮をしながら、対等な協議による調整を図ることで、新規事業者にとって持続可能な事業環境を整備することが必要となる。

一般送配電事業者やアグリゲーターとの取引条件

本市において、新規で屋根上太陽光発電事業を PPA 事業方式にて行う場合、新規参入者は発電事業者の立場となる。FIT による全量売電を活用しない自家消費型の事業の場合、通常の PPA 事業者は、事業者の負担で太陽光パネルや蓄電池などの設備を屋根上に設置し、建物所有者に発電した電気を売電する。

設置建物の需要以上に発電がなされた際には、一時的に蓄電池に電気をため、夜間等に当該設備にて消費する。蓄電池の容量もいっぱいになった場合には、系統に逆潮流させる。建物所有者の電力需要の全てを屋根上太陽光で賄いきれない場合には、系統から一般送配電事業者の電気を建物所有者が別途購入することになる。

すなわち、建物所有者は、PPA 事業者と一般送配電事業者の二社と契約を結び、屋根上太陽光発電の電力を最大限活用しつつ、不足する分は一般送配電事業者からの電力供給を受けるとで、自らの需要を満たすことになる。

このとき、PPA 事業者は、余った電力を系統に逆潮流させる場合に、その電気をいくらで売電できるか、また、アグリゲーターによる電力の調整を受ける場合に、その調整手数料がいくらになるかが問題となる。屋根上の電気を、建物所有者に対して完全に自家消費させる場合には、逆潮流による調整は生じないが、地域全体を再エネで満たすことを企図した場合には、個別建物の単位で完全に自家消費により需給をバランスさせることはできないため、地域内の需給調整が必要となる。

そのため、本市の野心的な再エネ最大限導入目標を達成させ、地域の電力を再エネで完全に賄うことを目指すためには、PPA 事業者に対して、従来よりも多くの太陽光パネルや蓄電池を、当該場所の電力需要に対して設置するよう求める必要がある。そのため、PPA 事業者にとって、逆潮流電力が、自家消費される電気ほどではないにせよ、合理的な価格

で売電できなければ、事業が成り立たなくなってしまう。地域内における再エネ普及率が一定以上に高まると、逆潮流により地域内の調整電力として使われる電力が増えていくため、この部分が収益化できなければ、PPA 事業の収益性が低下していつてしまうのである。

そのため、本市における電力の需給調整責任を負っている一般送配電事業者やアグリゲーターが、新規 PPA 事業者による逆潮流電力を有償で評価し、適切な対価を設定する必要がある。また、その際に、PPA 事業者ごとに逆潮流電力の取引条件に差があると、不利な取引条件を甘受せざるを得ない事業者は事業を継続できない。

したがって、本市が間に立つ形で、逆潮流電力の取引条件を先行事業者と新規事業者との間で公平なものにする必要がある。

ただし、ここでの取引条件の公平性は、必ずしも逆潮流電力の価格や調整手数料を完全に一致させることを意味するとは限らない。先行事業者が、出力抑制の引き受けなど、地域送配電の安定性確保に対して一定の負担を負っている場合には、そうした負担への適正対価等をも踏まえた実質的公平性を追求する必要がある。その一方で、新規の PPA 事業者に先行事業者と同等の負担を求めることが、事業規模の小さな新規事業者にとって対応困難な場合には、地域内事業者育成の観点から、新規 PPA 事業者が一定の事業規模を確立するまでの間は系統安定化に向けた負担を軽減するという調整も必要となる。

そのため、実際の取引条件の調整に当たっては、先行事業者や送配電事業者とも対話を重ねながら、各主体が納得できる範囲で地域事業者の参入を促すことが可能な水準の取引条件を定めていくことが重要となる。

本市としては、逆潮流電力の売電価格と、その他の取引条件について、先行事業者や送配電事業者、新規事業者候補らとの協議に基づいて整理し、それをガイドラインとして設定することを目指す(ただし、取引条件は営業上の秘密に該当する可能性があるため、このガイドラインを広く公表することは難しい場合も考えられる)。

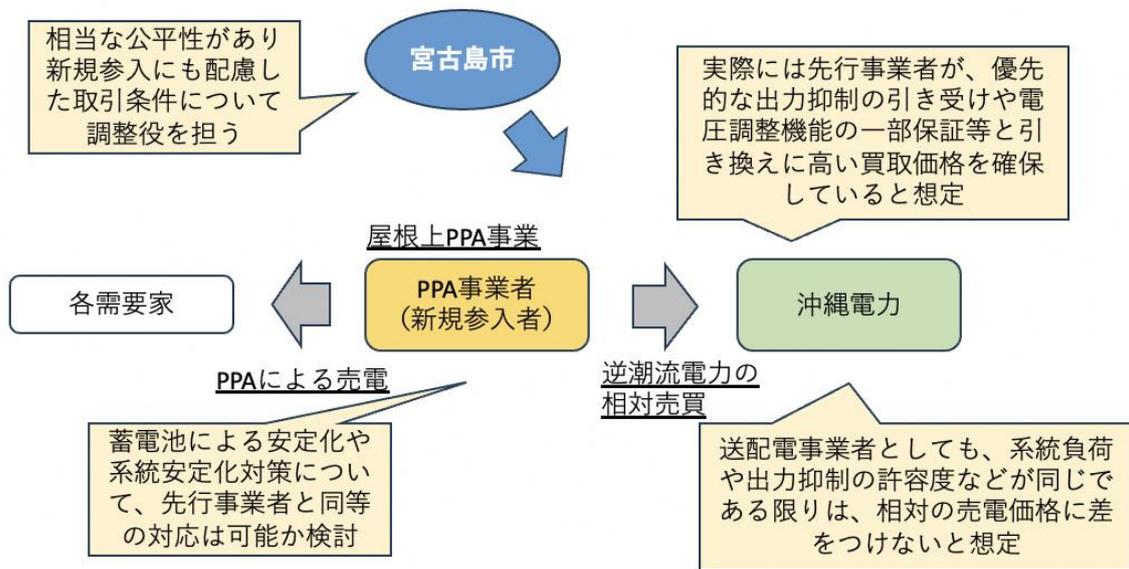


図 7-5.逆潮流電力の取引条件について

対施工業者との交渉力確保

新規 PPA 事業者にとっては、地域内のアグリゲーターや送配電事業者だけでなく、パネルメーカーや施工業者との間の取引条件も事業の持続可能性確保のために重要な要素である。今後、本市において急速に屋根上太陽光事業が拡大する場合、パネルの需給がひっ迫し、また施工業者の稼働率が上昇し、新規 PPA との取引を拒否したり、大幅に高額なパネル代金や施工費用が求められることになる。新規 PPA 事業者としては事業が立ち行かなくなってしまう。

一方で、パネル代金や施工事業者の施工代金などの取引条件を、本市が一方的に定めるわけにはいかないから、民業の圧迫とならない範囲で必要な新規 PPA 事業者支援を行う必要がある。

具体的には、新規 PPA 事業者の発注規模が大きくなるように、共同購入等の方法を仲介する方法や、市の公共施設のような一定規模の契約を一括発注させるよう支援する方法などが考えられる。先行事業者や島外の資本力や実績がある事業者との共同事業などにより交渉力を高める方法も考えられる。

顧客からの信頼性の確保

地域内で新たな PPA 事業者が参入する際には、顧客からの信頼をどのように確保するかも大きな問題となる。本市が間に立つ形で取引条件を公平化しても、顧客からの信頼が得られなければ、営業が立ち行かなくなってしまうからである。

地域内で、地域活性化等の目的を掲げ、地域住民が応援できるストーリーを持つことに加え、本市が一定のお墨付きを与えるといった対応が必要となる。具体的には、本市によ

る新規 PPA の育成プログラムを準備し、その終了認証を与える。できれば地域金融機関と合同で行えるとよい。さらに、認証事業者については、万一事業継続が困難となった場合に、地域内の先行事業者が事業承継を保証するといった合意ができると更に信頼性は高まる。

それに加え、先行事業者を含めた地域共通ブランドの構築や、地域内事業者間の連携の仕組みを整えることにより、地域内事業者全体の信頼性が高まることになる。これは、先行事業者にとってもメリットがある仕組みになりうると考えられるため、早急に調整を進めるべきである。

②公共施設 PPA 共同実施事業

本市の公共施設における屋根上太陽光設備及び蓄電設備の導入は、本市自身が主導権を持ちながら、最も短期的に一定規模で展開される再エネ設備の導入事業である。この事業は、もちろん本市が責任をもって進めていくものであるが、せつかく本市が主導権を握ってこのような事業を実施するのであるから、これを利用して、今後の再エネ設備等導入の担い手を育成するための手段としても活用していきたい。

そこで、今後本市で本格的に拡大させていくことを目指す PPA 事業を、この公共施設屋根上太陽光事業においてモデル的に実施させ、さらに、それに対して、今後の担い手候補事業者を、経験のある先行事業者と共同で関与させることで、適切なノウハウの移転を図り、担い手事業者の選別と育成の第一歩とする。

その意味で、本事業は、今後の本市内におけるオンサイト PPA 事業のモデル事業としても機能させるから、「7.2.1 脱炭素先行地域を中心に短期的に実施するモデル事業」において詳述する。

また、公共施設の共同実施事業に応募してきた新規事業者を中心に、地域内の担い手候補や地域の中核メンバー等を含めて、今後の本市の再エネ最大限導入計画の理解を深め、その中でどのような機能を担い、事業化を進めていくかを検討するための育成プログラムを実施する。

このプログラムの実施内容は、同時に動画コンテンツやテキスト化し、プログラムに参加しなかった将来の事業者候補も活用できるように一種の地域再エネ担い手マニュアルとして整備していく。

③脱炭素グリッド支援事業

太陽光を中心とする再エネ発電設備や EV を含む蓄電設備がある程度地域内に普及してくると、地域内で相互に電力を融通し合って電力流通を調整する脱炭素グリッドの機能が必要となる。

脱炭素グリッドを実現するには、地域内に十分な規模の太陽光、風力等の発電設備があることに加え、地域内電力調整のための蓄電器が必要である。地域内で相互に電力を融通するためには、太陽光発電併設型の蓄電池だけでなく、EV 等の多様な蓄電設備を活

用しなければならない。そして、この多様な蓄電設備を活用して、現実に地域内の電力需給を調整するアグリゲーターの機能を担う者が必要である。アグリゲーター機能の提供には、高い知識や技術が必要となることから、本市のような離島において、地域内に複数のアグリゲーターを誘致するハードルは相当に高い。そのため、アグリゲーターは少数のノウハウや実績を持つ事業者任せにすることになると考えられる。この場合でも、地域内の電力調整を全てアグリゲーター任せにしておけばよいわけではなく、地域の発電事業者や蓄電設備の所有者、電力需要者の側が、アグリゲーターによる地域内の電力調整を受け入れ、それを活用するための一定のリテラシーを持つことが必要となる。

効率的な電力消費のための行動変容を伴わなければ、太陽光パネルや蓄電池の過大な設備投資が必要となってしまう非効率である。地域の発電及び蓄電ポテンシャルに合わせて電力使用量を調整したり省エネを進めるといった行為と組み合わせることで、地域内の脱炭素グリッドはより実効的なものとなる。

特に、PPA 事業者に対して、併設した蓄電池に貯まった電力を、余剰が生じていなくても地域の電力調整のための必要から逆潮流させる場合や、EV 所有者に対して同様に逆潮流を求める場合には、一定のインセンティブが必要となる。設備導入時に高率の補助を行う場合には、その補助の条件として、一定の逆潮流を許容することを入れ込むことが考えられる。一方、特に EV について導入時に高率の補助を出せない場合などには、蓄電電力の逆潮流に対して一定のインセンティブを与える必要がある。EV からの逆潮流を送電系統の安定化に利用する必要がある本格的な時期は、相当程度再エネ電源が普及した 2030 年代以降になると考えられるため、その間に、例えば、本市が発行する地域ポイントなどを EV の蓄電電力の逆潮流への対価とする方法などを検討すべきと考える。

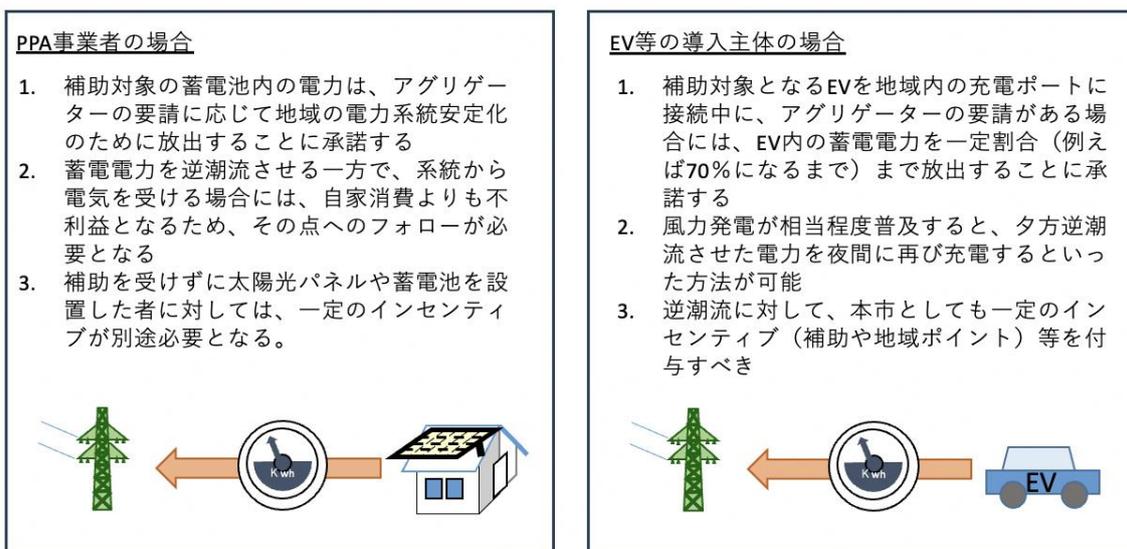


図 7-6.逆潮流電力へのインセンティブの考え方

④地域課題解決プラットフォーム支援事業

地域内において再エネ事業の収益機会が一定程度確保され、同時に担い手となる事業主体も育ってくると、これらの事業主体に再エネ事業だけを行わせるのではなく、地域内の課題解決の主体としても活躍を期待すべき段階に達する。

こうした地域内の課題解決は、それ自体が必ずしも高い収益をもたらすものではないが、地域内の信頼感の情勢や中心メンバーの確保に効果が見込まれる。

特に、地域の課題解決にあたっては、各地域が個別にその解決策を検討するのではなく、複数の地域の中心メンバーが、相互に意見を出し合いながら検討を深め、また、連携を行いながら解決策の実現を目指すことが望まれる。そこで、こうした課題解決のプラットフォームを本市が積極的に支援すべきと考える。

具体的な地域課題解決型の事業は、必ずしも再エネ事業に限らないが、従来において域外にエネルギー費用(主に化石燃料の費用)として資金が流出していた事情や、台風の際に停電の被害がしばしば起きていたことに鑑みれば、地域内の電力事業を一つの梃子としながら、多様な地域課題解決型事業を展開していくことが一つの有力な方向性を示すことになるだろう。

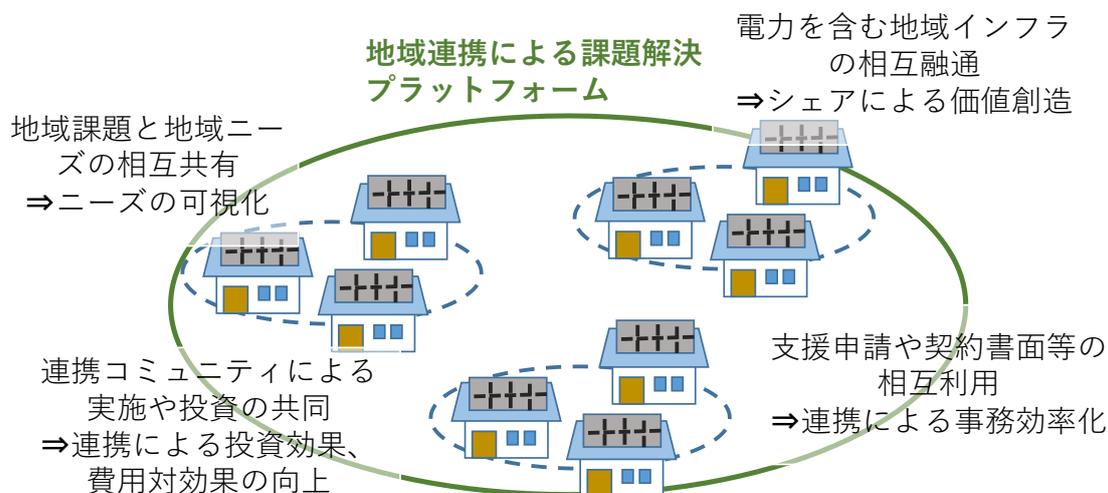


図 7-7. 地域課題解決プラットフォーム支援事業

地域課題解決型事業のイメージ

脱炭素先行地域に採択された下地地区、狩俣地区においては、先行的に地域課題解決型事業が検討されている。

今後の地域課題解決型事業の実現に向けては、地域内の事業主体との対話を通じて、地域ニーズの明確化を図ったうえで、地域住民の支持が得られ、同時に観光需要も巻き込みながら収益化していくことができるような事業スキームを検討していく。事業内容によって

は地域に一定の設備投資が必要になることから、資金計画、収益計画の立案にあたっては、本市としても地域と共に検討に参加し、実現に向けたソフト面での支援を行っていく。なお、以下のイメージ図は現状地域主体の中心メンバーと検討を始めている内容であり、今後の検討により内容は変更・精緻化される予定である。

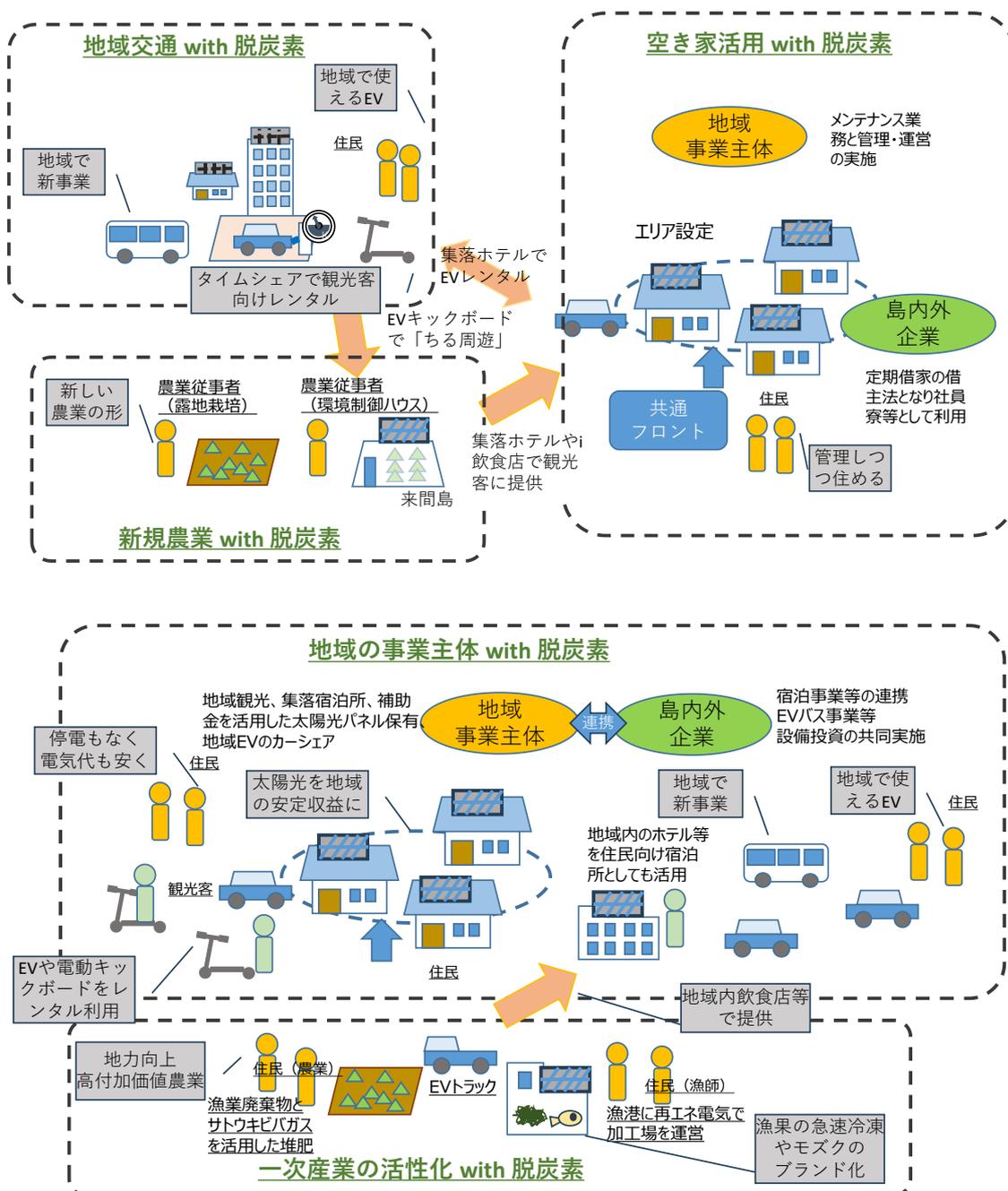


図 7-8. 下地・狩俣で検討中の地域課題解決型事業のイメージ

(3) エコアイランド実現に向けた財源確保を含めた誘導施策

上記(1)(2)のような支援施策は、再エネ最大限導入や地域の課題解決に向けて必要性が高いと思われる一方で、相当の政策経費がかかる。もちろん、本市として再エネ最大限導入を責任をもって主導する以上は、従来の一般予算等からも、一定の予算を確保していく努力は当然必要である。

しかしながら、本報告書でも検討してきた「極めて野心的な」再エネ最大限導入目標を実現していくためには、従来にはない新しい考え方に基づく財源の確保や誘導施策についても、その検討を排除するべきではない。

もちろん、税の導入等は、調整すべき要素も多く決して容易ではないが、最終的に税の仕組みを選択するか否かはともかく、その可能性を現時点で排除すべきではないという意味で、少なくともしっかりとした検討を進めていく必要がある。

①水利用税、火力発電による電力利用税等の設定による財源確保

地域の自然環境や歴史的建造物等の保全が極めて重要な意義を持っている地域では、観光税や離島への入島税に相当する税金を整備し、これをもって地域の自然環境や歴史資産の保全等に充てている自治体が存在する。本市でも、観光税の導入に向けて具体的な検討が始まっている。

特に本市において、水質の保全や水資源の確保は極めて重要な意味を持ち、地域の自然環境を保全するために重要な意味を持つ。

また、現状の系統電源は、その多くが化石燃料による火力発電によって供給されているから、これについても、自然環境の保全という観点から、再エネ等の脱炭素電源に切り替えていくことが重要な意味を持つ。

そこで、こうした水資源の保全や火力発電から再エネ独立電源への切り替えを税の仕組みを使って誘導する方法が考えられる。

たとえば、水利用税であれば、島内事業者等に対して、水の利用量が一定以上になる場合に、その利用量に応じた税を徴収する仕組みである。ホテル等は多くの水を利用することになるため、税を負担することになる一方、一般家庭は相対的に水の利用量が少ないため負担は小さくなるよう設計する。一定以下の利用は課税しないこととすれば一般家庭は課税対象としないことも可能となる。

なお、こうした税を導入する場合には、それと同時に、ホテル等への水リサイクル設備の補助制度を同時に実施することで負担感を緩和する。水のリサイクルには電力が必要となることから、再エネ設備や蓄電設備との同時導入についても補助制度の対象とする。このようにして、大量の水を消費する行為について課税対象とすると同時に、水のリサイクルやそのための電力確保を補助し、水を大切に使うための設備投資を、当該税収を活用しながら促していく。

現状の送配電系統を流れている火力発電(ディーゼル発電)の電気についても、利用量に応じた累進課税により一定の税負担を求めることが考えられる。徴税については沖縄電

力(株)を通じて行う方法が有力である。この税収については、地域内の再エネ独立電源を導入する際の補助制度に充当することで、再エネ独立電源への意向を政策的に加速化させることを目指す。

このように、水利用税や火力発電による電力利用税の導入を検討するにあたっては、単純な負担増とならないよう、適切な支援政策と組み合わせたパッケージ型の施策設計を検討する。

特に、本市においては、真水資源を地下ダム等による地下水に頼っており、地下水の水質汚濁が進めば地域の持続可能性を維持することが極めて困難となる。そのため、オーバーツーリズムにより地域の許容量を超えた水資源の利用がなされてしまう事態は何としても避けなければならない。水利用税の導入については市民の理解を得やすいものと考えられる。一方、火力発電による電力利用税は、相当程度再エネ電源の導入が進むことで、市民が再エネ電力の利用を選択できる状況が備えられていることが導入の前提となる。

いずれにせよ、税の導入は、様々な調整が必要となるため、現時点でその導入を決定することはできないが、あくまで可能性の深堀りという観点で次年度以降も検討を進める。

課税対象	ホテルや大規模観光施設などの水の利用量が典型的に多い施設に対して課税
累進課税	水の利用量が多くなるほど税率を高くする利用量累進制度を導入
免除規定	再エネを活用した水リサイクル施設の導入と水利用削減計画の継続的实施事業者については特別軽減税率を適用
税収使途	水リサイクル設備補助、当該設備に用いる電力の発電設備・蓄電設備、地下水揚水設備導入費等の支援

図 7-9.水利用税の財源確保

②固定資産税のエコランク設定

固定資産税は、現状においても地方税であり、本市の財源の一つとなっている。ここで、固定資産税の税率に、環境負荷に応じた段階を設定することで、より環境負荷の低い設備への更新等を誘導することも検討に値する。

具体的には、建物や設備等に、エコランクを設定し、そのエコランクに応じて固定資産税の税率に差異を求める方法が考えられる。例えば、一定の断熱改修を施した建物とそうでない建物の固定資産税率に差を設けたり、産業機械等の固定資産税率をいったん引き上げたうえで、省エネ認証を受けた設備については軽減措置を設定するのである。

特に省エネ施策については、収益納付型補助金を交付した場合の収益の把握が比較的に難しいことから、収益納付型補助金以外の誘導施策を同時に検討する必要性が高い。

このような税による誘導は、強力な手段であるが、単純な負担増を強いる形では市民の支持を得ることが難しい。そのため、2050年までの長期計画の実現に向けて、十分な議論と準備の下で導入を検討することになるのは当然である。

また、実際にこうした仕組みを検討するに際しては、一定の移行期間を経て、特にCO₂排出量が多くエコランクが低い設備については税率を引き上げたうえで、一方で省エネルギーに配慮した設備などエコランクの高い設備については大胆な軽減税率を設定するなど、負担増だけではない省エネ投資や再エネ投資へのインセンティブを付与する仕組みを検討する必要がある。さらに、設備改修費用等への支援政策を組み合わせることで、負担軽減を図りながら省エネに資する設備への変更を誘導していくことも検討に値する。

③調整電力の負担を賄う制度の検討

中期安定的に再エネ電源を普及させていくためのカギは、調整電力の確保である。調整電力の確保は、地域において高い公益的な意義を持つが、それ自体が独自の投資採算に乗るか否かは不透明な点も多く、どうしても公共的な支援によって導入を促進させざるを得ない。

一方、その受益は、電力の利用者全体が受けることになる。そこで、調整電力の規模が一定以上になった時点、具体的には2040年代に入った時点からは、この調整電力の確保のために用いた公共負担の一部を、将来の電力利用者から、調整電力負担金という形で徴収する方法をも検討すべきである。

これについては、相当規模の蓄電池が導入されて以降の施策となるため、中長期的な検討となる。また、その時点においては、国においても一定の施策が検討されていると考えられることから、本市としてもその動向を見極める必要がある。

ただし、本市のような外部送電系統から切り離された離島地域で再エネ100%を目指していこうとすれば、調整電力の負担についての議論は避けて通れないため、今から基本的な考え方については検討をし始めておくべきであろう。

(4) 再エネ最大導入による地域課題解決の促進を目指すための条例制定

本章で検討してきた各種の施策は、いずれも本市が再エネ電力の最大限導入を実現するとともに、地域の市民や事業者を主体とした地域の持続可能性向上策を実現するために必要なものとする。

これらの一連の施策を遺漏なく実現するためには、再生可能エネルギーの最大限導入という本市のエネルギー政策と、それを地域主体とともに取組み、地域の収益機会を拡大しながら地域が自ら地域課題を解決できる体制や仕組みを構築することを目指すという方向性を明確に打ち出す必要があると考える。

そのため、本章で検討した施策パッケージの実現に必要な基本的な考え方や、収益納付型補助金の納付金や寄付金の受け皿となる基金の設置、地域内の再エネ事業や地域課題解決型事業を支援の在り方について規定する条例の制定を検討する。

再エネ最大限と地域課題解決事業の促進を目指す条例の基本構造

本条例の基本的な構造は、本市内で事業化される再エネ事業のうち、特に地域への寄付が組み込まれている等の公益的価値が高い事業や、地域内で推進される再エネと地域課題解決を組み合わせた事業について本市が認証し、認証を受けた事業に対して、事業化に向けたノウハウ提供等のソフト的支援に加え、収益納付型補助金の交付や公共施設の使用許可、利子補給、金融機関への紹介等の支援を行うことをその内容とする。

地域の中で、地域住民の支持を受け、地域主体と調和的に行われる再エネ事業や、再エネ等の事業と連動しながら地域課題の解決を目指す事業については、特に本市が支援すべき公益性を備えるものとして、積極的な支援対象とする。その一方で、認証を受けた事業は、本市からの支援を受ける代わりに、地域主体との連携や基金への収益納付など、再エネ最大限導入の取組みの成果が、地域内で再投資され、取組みが拡大再生産されていくための責務を負うことになる。

この条例により、宮古島市民は、地域の持続可能性を高め市民の真の豊かさの実現を目指そうとする地域内の取組みに参加し、地域コミュニティにおける対話を通じて、「千年先の、未来へ」つながる宮古島の実現を目指す権利を有することを宣言する。

参考先進事例としての飯田市「地域環境権条例」

地域内の再エネ事業を認証し支援しながら、より地域主体と調和的で地域の公共的価値の高い事業を生み出していくことを目指す条例としては、飯田市の「地域環境権条例」（正式名称「飯田市再生可能エネルギーの導入による持続可能な地域づくりに関する条例」）が参考になる。

この条例では、まず、市民に対して、「地域環境権」という権利が規定されている（同条例第3条）。この権利は、所有権や債権の様に、他者に具体的な財産権を主張できる権利ではなく参加権という構成をとっている。すなわち、飯田市が市民と共に実現しようとする公共的な取り組みに対して、地域コミュニティの合議プロセスを通じて、適切に参加することができる権利という位置づけである。

（地域環境権）第3条

飯田市民は、自然環境及び地域住民の暮らしと調和する方法により、再生可能エネルギー資源を再生可能エネルギーとして利用し、当該利用による調和的な生活環境の下に生存する権利（以下、「地域環境権」という。）を有する。

たとえば、本市においてもこのような参加権を検討するとすれば、条例により、『宮古島市民が、地域の持続可能性を高め市民の真の豊かさの実現を目指そうとする地域内の取組みに参加し、地域コミュニティにおける対話を通じて、「千年先の、未来へ」つながる宮古島の実現を目指す権利を有することを宣言する』といった構成になる。

このように、市民に参加権があることを宣言したうえで、市としては、地域内の特に地域と調和的で公共性を有する再エネ事業を、その事業性や持続可能性をも加味したうえで地域公共再エネ事業と認証し、認証を受けた事業に対して公共施設の屋根の使用許可や、市の総合調整権を根拠としたさまざまなソフト的な支援、金融機関との調整等の支援を行うというものである。

地域内の再エネ事業に一定の認証を与えたうえで、その認証を得た事業に一定の支援を与える一方で、地域内における電力の安定化や地域課題解決に対して、一定の役割を担ってもらうという方法は、本市としても検討すべき有力な方法である。

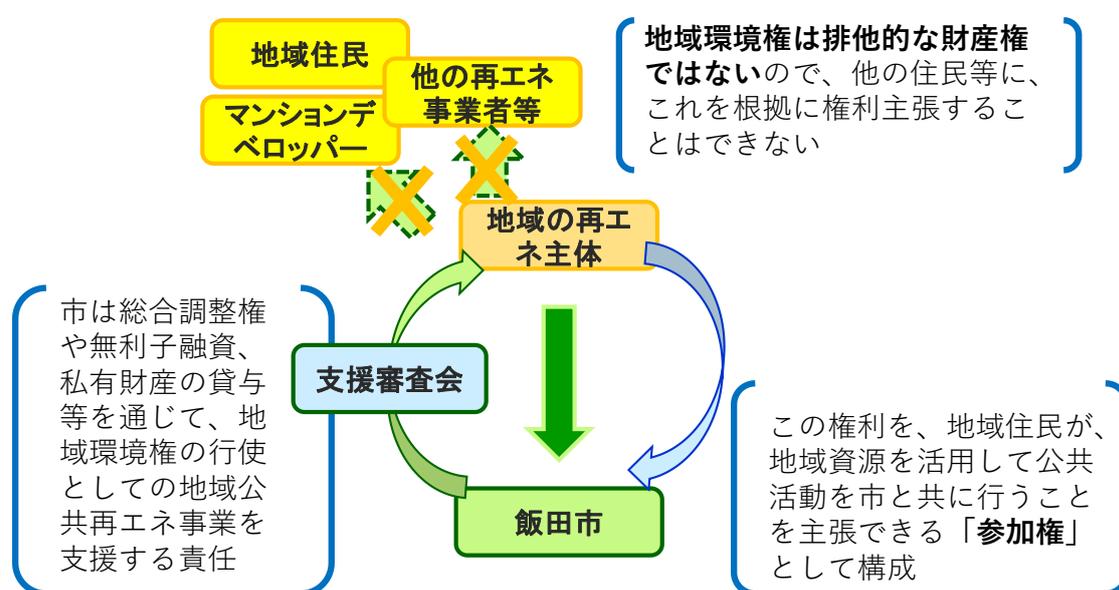


図 7-10.飯田市地域環境権条例における地域環境権

7.1.2. 中期的な施策実施のスケジュール感

上記に検討してきた各種の施策は、本市が今後推進する 2050 年までの再エネ最大限導入計画の中で、適切なタイミングで実施されなければならない。財源が必要となる施策や国との連携が必要な施策、地域内調整等が必要な施策等も存在することから、予め中期的な施策実施のスケジュール感を本市内で共有したうえで、計画的に施策の設計や予算化を行っていく必要がある。

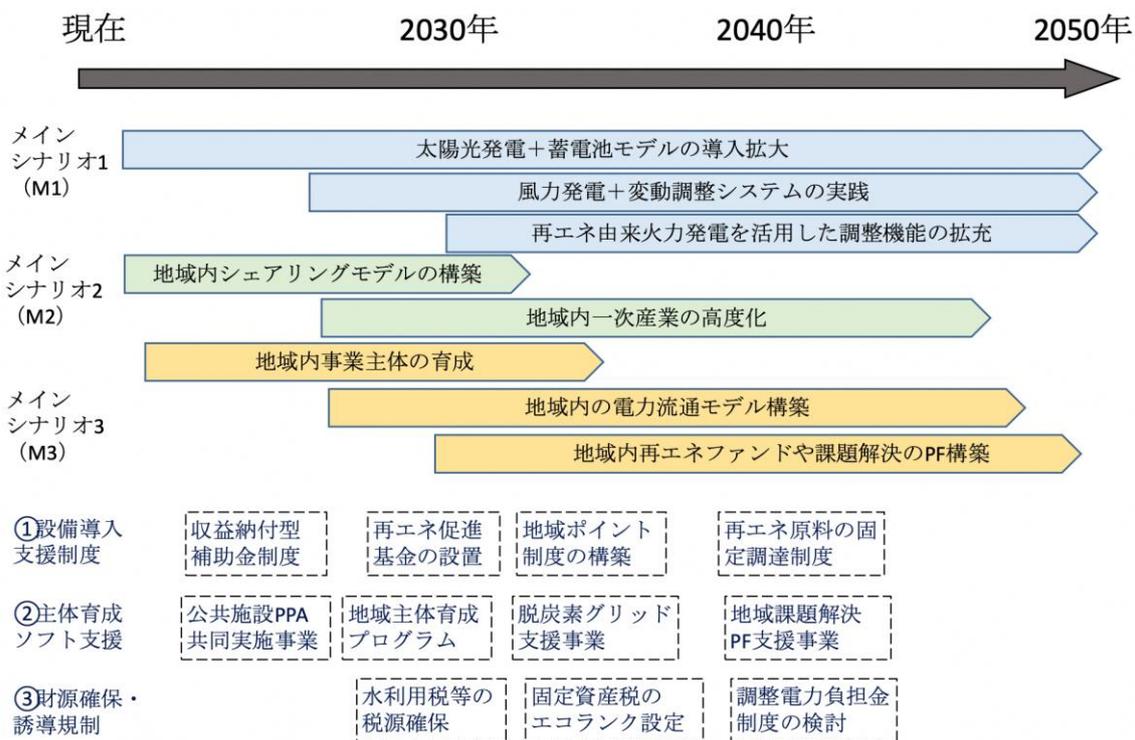


図 7-11.中期的な施策実施のスケジュール感

7.2. モデル事業の実施

7.1 で検討した施策を実施するに際して、特定の地域で先行的に施策をテストするモデル事業を実施することが考えられる。特に、脱炭素先行地域に認定された下地、狩俣の両地域においては、2030年までの間に、先行的な再エネ普及の取組みを行うことになるが、これは、本市全体のモデル事業としても位置付けられるものである。

さらに、中期的には、再エネ最大限導入にあたっては、普及段階に応じて、複数レベルのモデル事業を段階的に実施していくことを想定する。

7.2.1. 脱炭素先行地域を中心に短期的に実施するモデル事業

本市においては、上述の通り、2024年度から5年間にわたり、太陽光発電のPPA事業の大幅拡大や脱炭素グリッドの構築、更には再エネを梃子とした地域課題解決型事業の実現といった種々の取組みが行われることが予定されている。

これらの取組みは、先行地域内での実施に留まることなく、2050年までの本市全体の再エネ最大限導入に向けたモデル事業と位置付けられる。また、本市の再エネ最大限導入計画を実現するためには、2030年段階でも、脱炭素先行地域に留まらない太陽光発電事業の大幅導入が必要となることから、下地、狩俣以外の地域においても、本市独自のモデル事業の実現や施策の本格展開を急ぐ必要がある。

本市における公共施設の屋根上太陽光については、設置可能な施設については、2030年代前半までにその大半に太陽光発電設備と蓄電設備を導入することが本年度の目標を達成するために不可欠であることから、早急な対応が必要となる。中でも、脱炭素先行地域における実施計画においては、地域 PPA 事業者について、地域内での新規参入者の育成を目指すことも掲げていることから、公共施設の屋根上太陽光事業を活用して、地域内の PPA 事業者の育成をも目指すモデル事業を構築する。

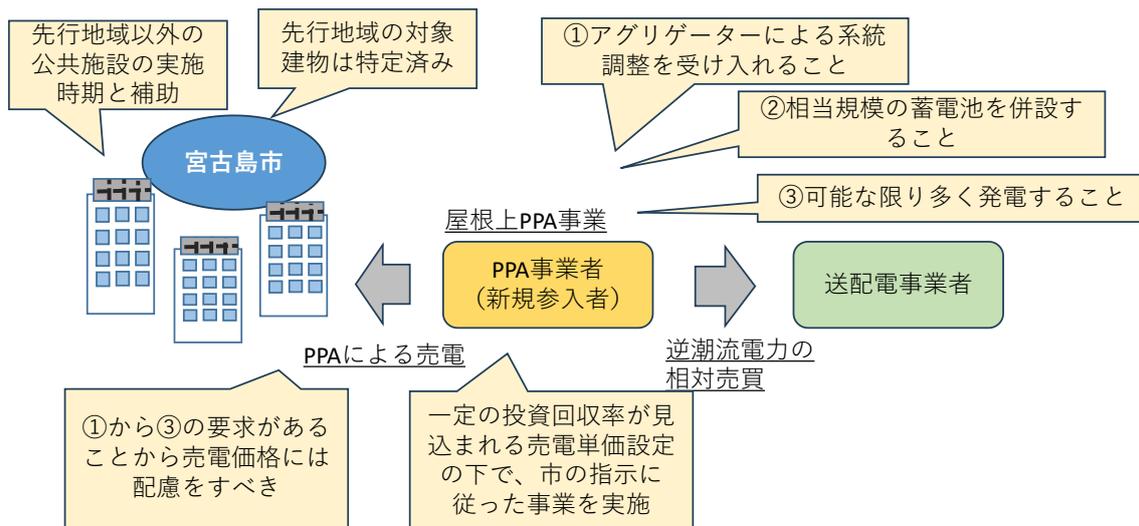


図 7-12.脱炭素先行地域における PPA 事業イメージ

具体的には、まずは、脱炭素先行地域内の本市の公共施設について、民間事業者に PPA 方式で電力を提供する者を募集する。事業者からは、予め設定した価格で一定期間にわたり指定した太陽光発電設備と蓄電設備から提供された電気の全量を購入することとし、足りない電気については系統から購入する方法をとる。この際の供給条件や買取価格等は、今後の本市内展開のモデルとなるような水準や仕組みについて、実施事業者と協議しながら決するが、以下のような条件付けを行うことを想定する。

- ① アグリゲーターによる調整を受け入れること
- ② 太陽光パネルの容量に応じて市が定めた容量の蓄電池を設置すること
- ③ 可能な限り多くの電力を発電すること

こうした条件は、PPA 事業者の収益を圧迫するものであるが、一方で補助金を事業者が受け取ることになるから、これらの条件は受け入れられると考えられる。予め提出を求める事業計画に従って、一定の収益率を超える収益が上がった場合には、その収益について市が設置した基金への納付を求める収益納付型補助金の形式をとることが望ましい。

また、事業者の選定にあたっては、地域内外で PPA 方式の事業経験がある事業者と、今後本市内の地域において主体的に PPA 方式の事業を展開しようと考えている地域事業者の共同申請について優先して採択するものとし、また、複数の公共施設について、当該施設

が存在する地域の事業者を優先しつつ、複数実施事業者間をネットワーク化し、ノウハウ等の相互活用や事業の切磋琢磨が進むコミュニティを創出し、地域事業主体に対する PPA 事業のノウハウの獲得を市としても支援しながら促進する。

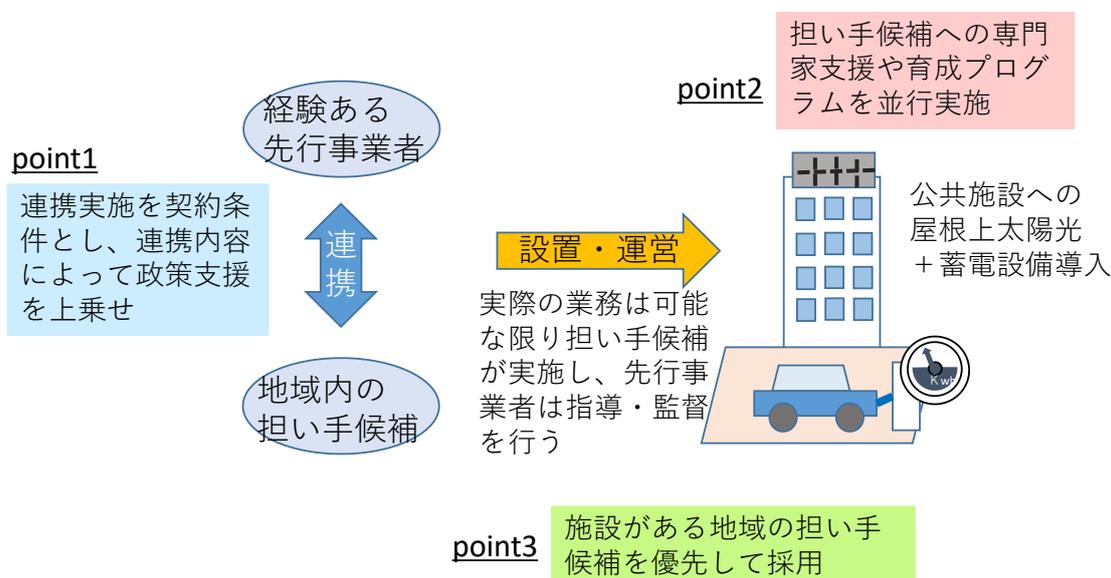


図 7-13. 公共施設屋根上太陽光を利用したモデル事業イメージ

2 段階のモデル事業要綱案

公共施設を活用した地域内太陽光発電 PPA 事業者の育成モデル事業は、地域の事業主体候補を育成することを目的とする第一段階と、育成された地域事業者に事業経験と実績を積ませる第二段階の二つのモデル事業を行うことを想定する。

第一段階では、既に PPA 事業の経験がある事業者に特定の地域公共施設の PPA 事業を任せる一方で、そのプロセスを通じて、地域内の PPA 事業者候補の育成プログラムを実施する。本事業を受託する経験ある事業者は、地域内事業者候補への育成を支援する役割を負うことになるが、その代わりに、経験事業者は、こうした負担があることを含め配慮された売電価格で、受託した施設の PPA 事業を担うことができる。PPA 事業実現に向けた技術的な核心部分や営業秘密に該当するようなノウハウまでの開示は求めず、事業開発のための一般的なノウハウを新規事業者候補に獲得させることを目的とする。

第二段階では、第一段階を経て一定のノウハウを蓄積した地域内の新規 PPA 事業者候補に対して、本市としても事業実現に向けた一定の支援をしながら、PPA 事業を実際に経験させる。経験ある先行事業者との共同事業の実施も推奨する。特に、先行事業者との共同申請ではない事業については、事業の実施に向けて、本市からも専門家派遣などの事業化支援を検討する。

こうしたモデル事業は、先行地域以外でも実施を目指す。先行地域以外では、可能な限り国や県の補助制度等も活用する。

1年目モデル事業（育成型モデル事業）	2年目モデル事業（実地型モデル事業）
<ol style="list-style-type: none"> 1. 受託者条件は、①過去に同種事業の実績を有し実施に必要な技術や経験を持つ者 ②市が指定する地域事業者候補にPPA事業の実施を通じた研修を行うこと 2. 地域候補者への研修内容は、以下を想定 <ol style="list-style-type: none"> 1. 電力売電契約の基本 2. 事業収益性の考え方と単価設定 3. 施工工事の留意点と瑕疵 4. 価格とサービス設計 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 受託者条件は、①電力PPA事業に新たに参入する者、②市の指示する実施プログラムを受講し事業設計を行うこと 2. 地域内外の先行事業者と共同して応募することを推奨する 3. 事業遂行力が見込まれる応募が複数あった場合には、共同実施とし、相互に得た知見を教え合いながら事業を実施 4. 事業の実施に向けて、専門家（先行事業者、税理士、弁護士、金融機関）の派遣指導を受ける

図 7-14.公共施設屋根上太陽光を利用したモデル事業の内容案

7.2.2. 中期的に実施するモデル事業

中期的な視点では、2050年までの適切なタイミングで、今後の再エネ最大限導入計画の鍵となる事業モデルが確実に実現していくように、当該事業モデルの先行的に実証できる場を計画的に用意していく。中長期的かつ計画的なモデル実証を予め計画しておくことで、実施主体の事業計画上の予見可能性を高めるとともに、本市としても財源確保や地域計画との連携などを遺漏なく行うことができる。

具体的には、第3章で検討したビジョンシナリオのステップに応じて、以下のようなモデル事業の実施が今後考えられる。具体的な中期的なモデル事業の設計については、具体的な計画の進捗を見ながら、適宜詳細を検討する。

(1) 蓄電設備の共同運用についてのモデル事業

蓄電設備の共同運用は、据え置き型の蓄電池を共同運用するモデルに加え、実質蓄電設備として機能するEVやその他設備の共同運用のモデルについてもいくつかのモデル実証を検討する。

具体的には、複数の太陽光パネルと蓄電池を併設して発電した電力を地域内で効率的に運用することを目指すモデル、蓄電池の代わりにEVを利用して電力融通を行うモデル、さらに冷凍冷蔵倉庫等の蓄電代用設備を利用するモデルなどについて、それぞれモデル事業を募集し支援を行うことが考えられる。

モデル事業の成果として、蓄電池や代替設備を使った電力調整の実績蓄積や、電力の融通にかかる経済的取引モデルの仮説検討、事業化に向けたボトルネックの整理などを行い、横展開を後押しするための支援施策の設計を行う。

横展開による本格的な蓄電池共同利用モデルの社会実装にあたっては、単純な補助金交付による支援だけでなく、地域内の設備投資を行いやすくするための信用補完の仕組みなどについても検討する。

(2) 風力発電の広域連携導入に向けたモデル事業

風力発電については、既述の通り、現状の国及び沖縄県における耐風性能の規格上、現在商用化されている風車では規格を満たさず、現時点で設置されている風車のリプレイスにも不安が残る状況にある。一方、本市における電力のほとんどを太陽光発電に頼る電力構成とすることは、天候等による変動吸収がしにくく夜間も発電が行えないなど問題も多い。

そのため、本市を含む複数の離島地域、南西地域が連携して、耐風性能の高い風車の開発をメーカーに対して促していくことが必要となる。具体的には、本市を含む複数の自治体が連携組織を結成し、そこでメーカーと協議しながら必要な風車の規格や発電容量等を相当程度統一し、当該風車を100基単位で発注できる仕組みを整えることで、風車メーカーの開発を促し、優先的に提供してもらえる仕組みを整える必要がある。逆に、このような仕組みを整えなければ、今後風力発電を維持すること自体が困難となってしまう。

それに向けた広域連携の交渉や風車メーカーとの協議は、今後の再エネ最大限導入計画実現に向け、早急に開始すべきである。風車の規格等についてある程度決定した時点で、テスト風車による実証試験等を行う必要があるため、こうしたモデル事業を複数自治体の広域連携の下で実施する必要がある。

(3) 脱炭素グリッドを活用した地域内電力流通モデル事業

本市の多くの地域で、屋根上太陽光発電設備の設置率が50%近くに高まると、地域内で電力を調整し、脱炭素グリッドを構築することが可能となり始める。

本市においては、2030年までに脱炭素先行地域において先行的に脱炭素グリッドを構築するため、下地、狩俣の二地域が、先行的に脱炭素グリッド内での電力融通や需給調整を行うことになるが、その後2050年までには、本市全域で脱炭素グリッドの構築を目指すこととなるため、電力融通や需給調整の手法やルールは、本市全域に必要なものとなる。

そこで、下地、狩俣両地域の脱炭素グリッドを着実に横展開するため、脱炭素グリッドを利用した具体的な地域内の電力融通のルールや対価支払いの方法、地域内電力融通を促進するための本市としての促進施策等について、その知見を着実に蓄積することで、脱炭素先行地域以外にも拡大するためのモデル事業として検討する。

(4) 企業版ふるさと納税や地域ポイントを活用した再エネ電力融通モデル事業

本格的に本市の全域で脱炭素グリッドを運用するにあたっては、発電設備や蓄電池の安定的な設備投資を実現するとともに、余剰発電量が生じる発電設備を別の場所の電力需要と適切にマッチングすることが極めて重要となる。

自家消費を前提とするオンサイトPPAの仕組みだけでは島内の電力生産量の地域的ギャップ(発電量は多いが消費電力が少ない地域とその逆の地域のギャップ)を埋めることは

できない。そこで、電力需要の発生する場所から離れた場所で発電された再エネ電力を予め購入するオフサイト PPA のモデルも必要となると考えられる。また、地域内で余った電力を融通しあう仕組みの構築も必要である。

オフサイト PPA や調整のための蓄電池の大幅導入を促進するためには、設備投資資金の確保や蓄電電力の価値把握が不可欠であり、ふるさと納税や地域ポイントの活用を行うことが考えられる。例えば、本市が再エネ発電設備や蓄電設備の支援を行うための基金を設置し、それに域外資本のホテル等がふるさと納税を行う。それに対する返礼品として、本市は、支援した発電設備で作られた電力の一部を提供する。さらに、発電事業者や蓄電池の所有者から当該電気を本市が取得する際には地域ポイントを付与し、その地域ポイントは固定資産税等の地方税の納税に活用できるといった仕組みである。

こうした仕組みが実現すれば、地域外のホテル事業者等が、企業版ふるさと納税を通じて本市内の再エネ投資の原資の一部を提供し、その一方で地域が発電した電力の安定的な需要者となる。域外の大資本が観光事業等を数多く手掛ける本市のような地域においては、有力な再エネ発電・蓄電設備の普及促進策として期待できる。

なお、地域ポイントのような仕組みは、本市において、再エネ電力や蓄電電力の対価とすることによる再エネ投資の促進という目的に加えて、地域内の観光消費を拡大し、市民の所得向上や地域経済の活性化を図るといった目的にも利用可能であるため、地域内の持続可能性向上と地域経済の活性化という観点から、部署横断的な検討を加える必要がある。

宮古島市
再生可能エネルギー最大限導入計画策定業務
報告書

令和6年1月

作成者 宮古島市 企画政策部 エコアイランド推進課

〒906-8501 沖縄県宮古島市平良字西里1140番地
0980-73-0950 ts.ecotown@city.miyakojima.lg.jp