



Title	島嶼地域の視座から討究するエネルギー自立に関する実践研究
Author(s)	松村, 悠子
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69288
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

博士学位論文

島嶼地域の視座から討究する
エネルギー自立に関する実践研究

松村 悠子

大阪大学大学院 人間科学研究科 人間科学専攻
人間行動学講座 環境行動学分野

目次

第一章	序章	7
第一節	本研究の視角と目的	8
第二節	本論文の構成	14
第二章	先行研究にみられるエネルギー自立に関する論点	19
第一節	エネルギーシステムに代表される島嶼地域の外部依存の構造的課題	20
第二節	エネルギー自給の実現の技術的課題	37
第三節	地域社会におけるエネルギー自立の理論と実践普及への課題	41
第三章	日本の離島におけるエネルギートランジションに取り組む地域事例の再考	46
第一節	先端技術の実装段階で生じるステークホルダー間の連携課題－新潟県佐渡市におけるデジタルグリッドルーター活用事業－	50
1.	佐渡市におけるエネルギー開発の沿革	50
1-1.	佐渡市の概要	50
1-2.	佐渡市のこれまでのエネルギー転換の取り組み	51

2.	離島における系統容量問題とデジタルグリッド	
	ルーターの持つ可能性	55
	2-1. デジタルグリッドルーターの優位性	55
	2-2. 佐渡島におけるデジタルグリッドルーターを 用いた再エネ・分散エネ面的活用事業可能性調査 の概要	58
	2-3. 調査概要	59
3.	結果 調査から見えてきた最先端事業の立案・事業 検討課程における課題	63
	3-1. 現地視察	63
	3-2. 佐渡市における DGR 活用事業可能性調査の 検討結果	64
4.	考察－検討委員会のステークホルダー間の視点 の齟齬とコミュニケーションの課題－	65
5.	考察 ーステークホルダー間の視点の齟齬と コミュニケーションにおける課題ー	70
6.	小括	72
第二節	主体的なエネルギー事業経営に関する課題－長崎 県対馬市におけるエネルギー自立に向けた取組－	73
	1. 対馬市におけるエネルギー開発の沿革	73
	1-1. 長崎県対馬市の概況	73
	1-2. 対馬市のエネルギーシステムの概況	74
	2. 対馬市におけるエネルギー自立にむけた取組み	75
	3. 対馬市の導入事例から見えてくる地域主体の エネルギー事業に関する課題と展望	84
	4. 小括	87

第三節 導入プロセスと住民の意識構造からの再考	
—東京都八丈島における地熱拡大検討委員会を事例に—	88
1. 近年高まる地熱発電開発への期待	88
2. 日本の地熱開発をめぐる同行並びに八丈島地熱 開発の経緯と問題の所在	89
2-1. 日本の地熱開発に関する動向	89
2-2. 国内で特徴的な八丈島地熱発電所	91
2-3. 八丈島地熱発電利用拡大検討事業の停滞と 臭気問題の発端	92
2-4. 八丈島地熱発電所に対する臭気問題の検証 の必要性	97
3. 調査方法	99
a) 中之郷での質問紙調査	
b) 聞き取り調査	
4. 結果-地熱発電所にたいする住民の期待と不安-	100
4-1. 地熱発電所周辺の地域住民の日常的な 被害実態	100
4-2. 八丈島地熱発電所への住民の認識	102
5. 地域に根ざした地熱利用のあり方	
—当事者性と新エネルギーとしての地熱発電—	109
5-1. 局所的に発生し続けた臭気問題とその対応 への不信	110
5-2. 新エネルギーとしての地熱利用と伝統文化	112
5-3. 地熱理解促進事業における当事者性	114
6. 小括：地域の生活の視座を重視したエネルギー 開発に向けて	117

第四章 閉鎖系として捉え直す地域の エネルギー自立実現のためのアプローチ	121
第一節 世界的な再生可能エネルギー開発の注目	123
1. 再生可能エネルギー注目が集まる背景	123
1-1. 気候変動対策への注力	123
1-2. 公正なエネルギーシステム構築の必要性	125
2. 再生可能エネルギー開発の先進地： ドイツとデンマークのエネルギー開発	126
第二節 国際的な地域主体の100%自然エネルギー イニシアチブの潮流	128
第三節 100%自然エネルギー政策にみられる活動分野	130
1. 調査・分析方法	130
1-1. 世界各地の取組に関する調査	130
1-2. 日本の取組に関する調査	132
2. 結果	133
2-1. 世界の100%自然エネルギーイニシアチブ の動向	133
2-2. 世界各地の100%自然エネルギー政策 の事例	134
a.オスナブリュック市（ドイツ）	
b.フレドリクスハウン市（デンマーク）	
c.サンフランシスコ市（米国）	
d.バンクーバー（カナダ）	
2-3. 世界における100%自然エネルギー イニシアチブの概観と課題	142

3.日本における自然エネルギーイニシアチブの展開	143
a.福島県	
b.その他の地域	
第四節 100%自然エネルギーの島における エネルギー自立の意義	148
1. サムソ島（デンマーク）	
2. ペルボルム島（ドイツ）	
3. 屋久島（日本・鹿児島県）	
4. 来間島（日本・沖縄県）	
第五節 小括：地域特性を重視したエネルギー政策の立案 と実装、事業の継続にむけて	161
第五章 結章	165
第一節 島嶼地域の特徴とエネルギートランジション 実装にむけた課題	166
第二節 日本のさらなる自然エネルギー開発の 進展のための必要要件	169
第三節 日本の離島地域におけるエネルギー自立 の課題と展望	171
第四節 地域と共同で取り組むエネルギー トランジションの試行と社会実装	174

第五節 エネルギーの自立から捉えなおす住民主体 の地域振興の展望	180
引用文献	188
謝辞	199
補足資料	200

第一章

序章

第一節 本研究の視座と目的

近年、国際的に議論されている環境問題のひとつに地球温暖化が挙げられる。この地球温暖化の人為的責任に関しては、賛否が分かれるものの、一つの結論を示唆した IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) の第 5 次報告書において、第一次作業部会「自然科学的根拠」では、気候システムの温暖化は疑う余地がないと指摘している。さらに、20 世紀半ば以降に観測された人間活動が主要原因であった可能性が極めて高いと結論付けている。つまり、地球の温暖化は確実に進んでおり、その人為的な責任について強調されているのである。したがって、エネルギー生産・消費活動は、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの主要排出源であるため、全世界的なシステムの改善が要求されていることは間違いない。

気候変動の有効な対策として、近年注目が集まっているのが再生可能エネルギー技術である。よって、世界各地における再生可能エネルギーの成長は目覚ましいものがあり、世界全体の再生可能エネルギーへの投資は従来の化石燃料や原子力エネルギーへのそれよりも上回り、エネルギー市場における再生可能エネルギーセクターの存在感は年々強まってきている (REN21 2017)。

こうした国際的潮流に付随して、日本においてもエネルギーシステムの改善は急務であり、再生可能エネルギー等の代替エネルギーの開発はエネルギー戦略でも優先事項とみなされているものの (経済産業省資源エネルギー庁 2014)、日本のエネルギー政策は長期的な見通しが欠落した状態に留まっている。その原因のひとつには、日本国内における資源量の不足、つまり一次エネルギー資源の外部依存性の高さとエネルギー自給率の低さ、それに起因するエネルギーセキュリティの脆弱性をどのように担保していくかという議論が十分になされていないことが挙げられる。2012 年の固定価格買取制度 (Feed In Tariff、以下、FIT 制度と表記) の導入¹に伴い、再

¹ 固定価格買取制度 (Feed In Tariff; FIT 制度) とは、再生可能エネルギー源 (太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス) を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者調達を義務づけることを定めた制度である。FIT 制度は、再生可能エネルギーの買い取りを電力事業者に義務付け

再生可能エネルギーの導入は進みつつあるが、日本における気候変動対策のこれまでの実績は十分とはいえない。他方、再生可能エネルギー導入に際し、地域社会における意見の相違や利害の衝突も生じており、現場でのコンフリクトマネジメント並びに課題解決が求められている。

したがって、再生可能エネルギーによる地域コンフリクトを未然に防ぐために、再生可能エネルギー等技術を導入する際には地域住民や地域の社会的・文化的背景を重視しながら、事業を進めていくアプローチに注目が集まっている。それに連動して、地域や市民がどのように再生可能エネルギーを捉え、受け入れるかという「社会的受容(Public Acceptance もしくは Social Acceptance)」に配慮したエネルギー開発に関する研究の重要性が高まっており(丸山 2014)、特に、欧米を中心に開発が活発化した風力発電を中心に研究の蓄積がある (Gordon and Brittan 2001, Sodernhol et al. 2005, Schweitzer-ries2008, Johansson and Laike2007, Pedersen and Larsman2008, Pierpont2009)。しかし、太陽光・風力発電を中心として再生可能エネルギー開発が行われてきた欧州と比し、その他にも地熱、水力、バイオマスと利用資源が豊富な日本においては、十分にエネルギー資源ごとの検証が行われたとはいえない²。

他方で、日本の地域コミュニティは、農村・漁村を基盤とした分散型集落形成が行われてきた特徴から、地域ごとに特色が異なるとともに、閉鎖的で地域内での議論が表面化しにくいという特徴がある (地域社会学会 2011)。さらに、昭和・平成期の市町村合併と産業近代化は地域社会の社会構造を変化させたために、自治体の枠組みで地域の事象を再解釈することも難しくなっている。したがって、地域受容に注目していくことの重要性は明白であったとしても、その視点を抽出しながら、市民の生活に配慮した再生可能エネルギーの導入を行うことは容易でない。それゆえに、すでに先行研究では、海外の法制度の分析、日独の比較研究、再生可能エネルギー

るとともに、20年間一定の買取価格を設定し、現状の高額な投資価格に対し、投資回収を可能にし、投資と開発導入の促進を目的としたものになっている。日本では、2012年7月から開始された。

² 日本での代表的な研究として、本巢(2016)による風力発電立地地域の地域受容についての質問紙調査がある。

ギーの導入による市民主体のエネルギー自給を達成した成功事例の紹介、地域がイニシアチブを持って政策決定を行っていく便益等について、様々な角度から議論がなされている（飯田 2011, 古屋 2013, 諸富 2016）。しかしながら、日本において地域が主導的に再生可能エネルギー開発を行っている研究は相対的には少数派であり、事例も限定的である（茅野 2016, 山本 2016）。つまり、成功事例の論評するに留まらず、具体的な失敗事例を元にした詳細な検討の必要性、また成功事例であると賛美されている事例の中にも経時的観察を加えながら、さらなる評価・分析を行うとともに、開発による影響・変化にも着目しながら、地域開発政策についても同時に言及していく必要があると考えられる。

そこで、本研究では、日本が世界で二番目に多くの島嶼を保有する世界有数の島嶼国であるという特徴に着目しつつ、島嶼研究の視座から地域主体のエネルギー開発の課題と展望を描き出し、具体的な実践への展開も試みるものである。すなわち日本のエネルギー転換が進まない現状について、地域への導入事例を元にした経年的な調査を遂行することにより具体化し、またそれぞれが持つ複雑な地域性がエネルギー転換においてどのような阻害要因になりうるのかを明らかにしながら、今後の展望につなげていく。

日本は、6800あまりの島嶼を国土として計上しているが、そのうちの420島前後は市民が居住している有人離島として位置づけられている。ただし、これら有人離島地域は、戦後からの開発が他地域に比べて遅れてきた「後進性を有する地域」として定義され、独自の開発支援政策が継続的に実施されてきた経緯を持つ。その原因は、島嶼のもつ「環海性」、「隔絶性」、「狭小性」に起因すると考えられており（図 1-1）、交通、教育、医療、生活における水準を本土地域並に引き上げるために、公的資金を財源として、様々な支援事業が行われてきた。特に、エネルギー供給の文脈においては、本土から重油やガソリンなどのエネルギー源を輸送するために、住民は日々の生活の中で高額なエネルギーコスト、低いエネルギーセキュリティといった課題に直面しており、日本のエネルギー問題を凝縮した現象が観察されている。他方で、既存の化石燃料を基盤としたエネルギーシステムが本土地域よりも採算性が低く、高コストな構造であることから、再生可能エ

エネルギー等の新たなエネルギーシステムを導入するメリットが大きいと評価されており、様々な実証研究が離島地域を舞台に行われてきた。つまり、離島地域においては、エネルギー自立への高い希求が存在するだけでなく、最先端の解決策もすでに多く導入されており、地域のエネルギー自立に関連する研究蓄積が豊富にある点を注視したい。

その理由は、下図（図 1-1）に示したように、まず環海性によって、自然エネルギーの持つ気候影響や出力変動要素は最大化される。次に、狭小性によって自然エネルギーと地域間のコンフリクトは観察されやすいため、島嶼地域に注目することで、既出の地域受容の側面の課題をより明確に描き出すことができると考えられる。最後に隔絶性の特性により、地域のエネルギーシステムを閉じたシステム、いわゆる閉鎖系としてモデル化しやすく、持続可能性と自立の両面から計算・推計が行いやすいと推察される。

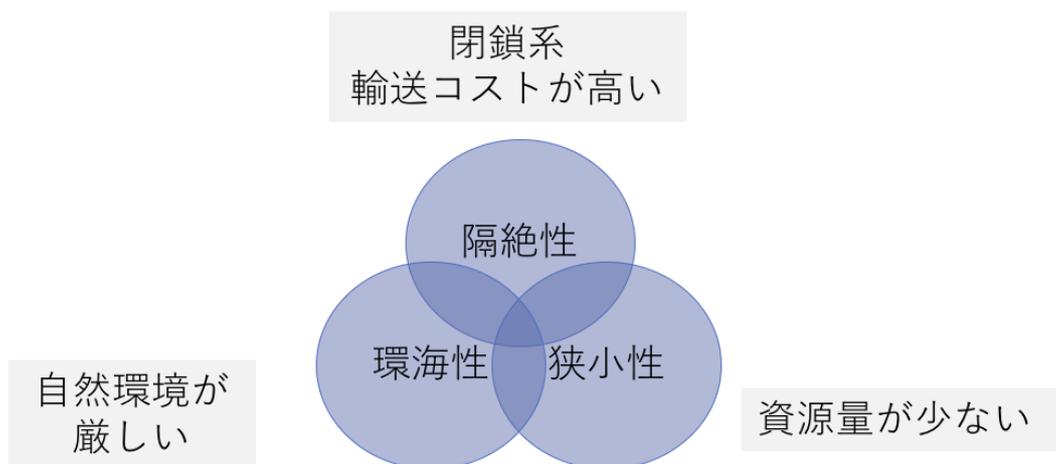


図 1-1 島嶼地域の特徴と既存のエネルギー運用で見られる問題の関連性

しかしながら、これまで離島地域における導入事例を検討してみるとエネルギー発電事業が必ずしも成功してきたわけではない。その原因としては、これまで一般に再生可能エネルギーが批判を受けてきた経済性（不採算性）ではなく、もっと別の側面、すなわち社会的受容やひいては地域におけるエネルギービジネスのマネジメントに起因する課題であることが分かってきた（松村，三好 2014）。そこで本研究では、複数の離島地域のエ

エネルギー開発事例について、それぞれの地域の視座から社会的要因等を再検討することによって、「エネルギー自立」への需要が大きいにも関わらず、先行研究ではこれまで明らかにされてこなかった事柄の本質を突き詰めていく。その中には、これまで成功事例とされながら後に反対運動が生じた地域の実情にも目を向け、いかにして地域が再生可能エネルギーに反対するに至ったのかを掘り下げて検討し、開発に際して考慮すべき諸点を示していきたい。

さらにここで強調したい点として、本研究の究極の目的として掲げるのは、再生可能エネルギーの地域への導入によって、地域における社会的・経済的自立を促進できるという展望を具体的な道筋として描き出すことである。この点に関する既出の論点として、地域主体のエネルギー開発の意義が強調されている動向に関して指摘したが、例えば、藻谷・NHK広島取材班（2014）はマネーに依存しないサブシステムの構築を模索する「里山資本主義」を提唱し、話題を呼んだ。ここでは地域が大都市に繋がれ、吸い取られる対象としての「地域」と決別し、地域内でエネルギーや資源を循環・完結させる地域開発のアプローチを示している。また、飯田、環境エネルギー政策研究所（2014）は、「エネルギー植民地から地域資本主義へ」と銘打ち、地域主体のエネルギー開発は地域が当事者となることで、コミュニティを取り戻し、地域から民主主義を実践するための第一歩になると論じた。

ただし本研究の視角は、それぞれの地域が自身が主体となる経済を有する可能性にも着眼している点にある。離島地域の場合、特にこれまで後進性を中心にした開発議論が繰り返されており、実に60余年に渡り自立の動機を与えられてこなかった現実性に注視したい。つまりそれゆえに、中央一周辺の比較軸の延長線にある「資本主義的地域経済発展」を懐疑的眼差しで見つめつつ、離島地域における地域主体のエネルギー自立の事例研究を集積することによって、地域社会におけるより現実的な発展のあり方と、自由で自発的な地域振興の展望を描きだすことを目指していきたい。上述の藻谷、NHK広島取材班（2014）は、広島県庄原市の住民の声を引用しつつ、里山資本主義に取り組む地域住民の都市部への従属性が、地域住民に抱

かせていき「敗北」感情を以下のように表現している。

「行政が補助金を県や国からもらうとき、広島や東京にどう言うかと言うと『うちの町はいい町だから、何かください』ではなく、『うちの街はこんなに困っている』と言うのです。本心だったかどうかは別として、自分の町を貶めることによって、補助金をもらってくる。補助金で造るのは東京や広島、都市部にあるものの二番煎じ三番煎じばかり。わたしはこれではいつまでたってもビリだと思いました。」（藻谷，NHK 広島取材班 2014；55）

したがって、地域における社会的・経済的自立に向けて、離島地域に長きにわたり根を張ってきたこの構図を組み換えることから始める必要があると考える。

最後に、本研究テーマへと駆り立てる個人的動機として、筆者自身が離島である長崎県対馬市の出身であり、離島振興法における様々な支援事業、中央からの資金分配によって成り立つ経済の中で育ってきたため、「離島」という環境において抱いてきた都市地域への罪悪感と劣等感が原点となっているように思う。しかし島嶼で生を得た者の動力源として、技術的なエネルギー転換に留まらず、萎縮しつつある地域社会の再建と人々の生活に根付く地域文化やそれぞれの地域が有する尊厳の遵守を実現するための方策として、エネルギー利活用の新たな展開に光を見だし、それを具体的に提示していきたいと考えるに至った。これら動機を踏まえ、筆者は、日本の島嶼地域を中心に再生可能エネルギー開発事例とそれに付随する社会課題に関する研究を 2011 年から 2017 年までの約 6 年間行ってきた。加えて、ドイツの NGO の World Future Council にて 6 ヶ月間訪問研究員として Global 100% Renewable Campaign の業務に携わり、共同研究を行うと同時に国内の関連研究機関での研究員の経験など、再生可能エネルギーを取り巻く国内外の最先端の研究・実践環境に身をおく機会にも恵まれた。したがって本研究では、これら研究ネットワークと資源を最大限に活かしながら、加速度的な動向変革が生じているエネルギー開発事例を追従する実践

志向型の学際研究としてまとめ上げるものである（図 1-2）。

なお、本論文では、都市－地方の対立構造を超えた、自立した地域社会の創造と島嶼の視座から地域のエネルギー自立を目指す観点から、自律と自立を区別して論じていくこととする。

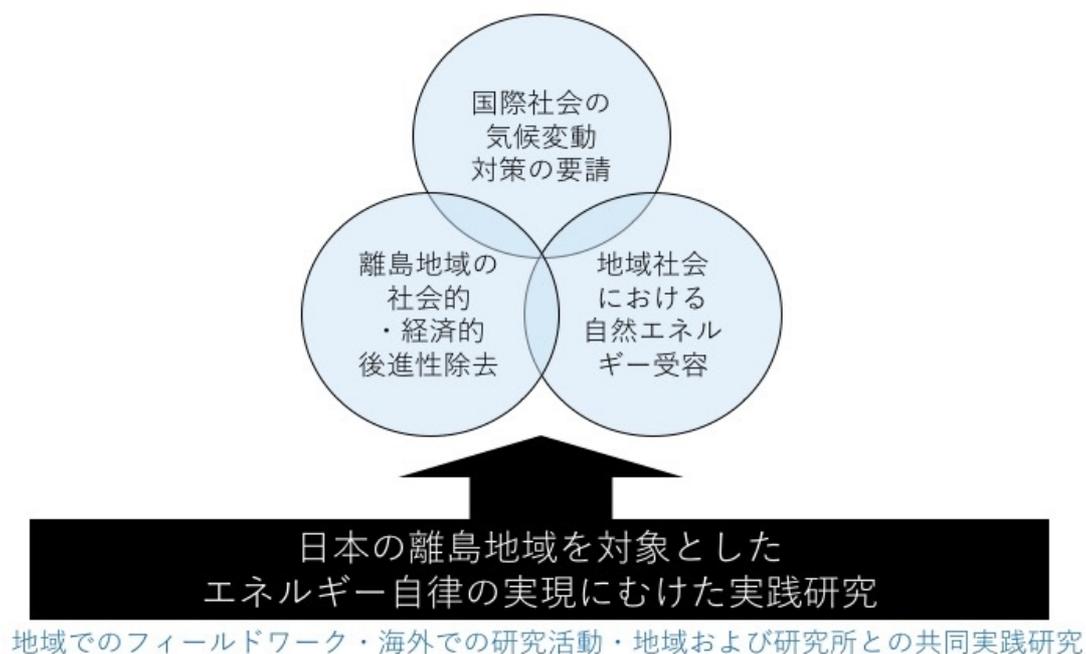


図 1-2 本研究の目的と視座

第二節 本論文の構成

本論文は、序章に続き、第二章では関連分野の先行研究を精査し、本研究の位置づけを確認する。そして第三章は事例研究を行った各論を展開し、第四章は筆者自身がドイツやデンマークなどで自然エネルギーに関する先端的な研究ネットワークに参画することにより可能となった実践活動や現地調査により抽出した政策と実装の課題を明確化する。結章では、本論文の結論として、日本が更にエネルギー・トランジションを進めていくための課題、島嶼性から捉え直したローカルガバナンスを基軸とした地域主体のエ

エネルギー開発の展望と課題を総括していく（図 1-3）。各章の具体的な論点は以下の通りである。

本研究に通底する視座として、上述のようにこれまで後進的地域として、社会的・政策的に遅れてきた離島地域の自立を促していくために、エネルギーの自立に着目しつつ、それへの課題を明らかにしながら実践可能なアプローチを描き出すことを目指している。そこで第二章の第一節では、根源的問題として、離島地域がこれまで向き合ってきた社会課題を整理しつつ、特に地域開発と国土開発政策の歴史的経緯を分析・再評価する。さらに、離島が本土地域と交流機会が増加するにしたがって、通統的に直面してきたエネルギーコストに関する課題とこれまでの対策の実効性について議論する。

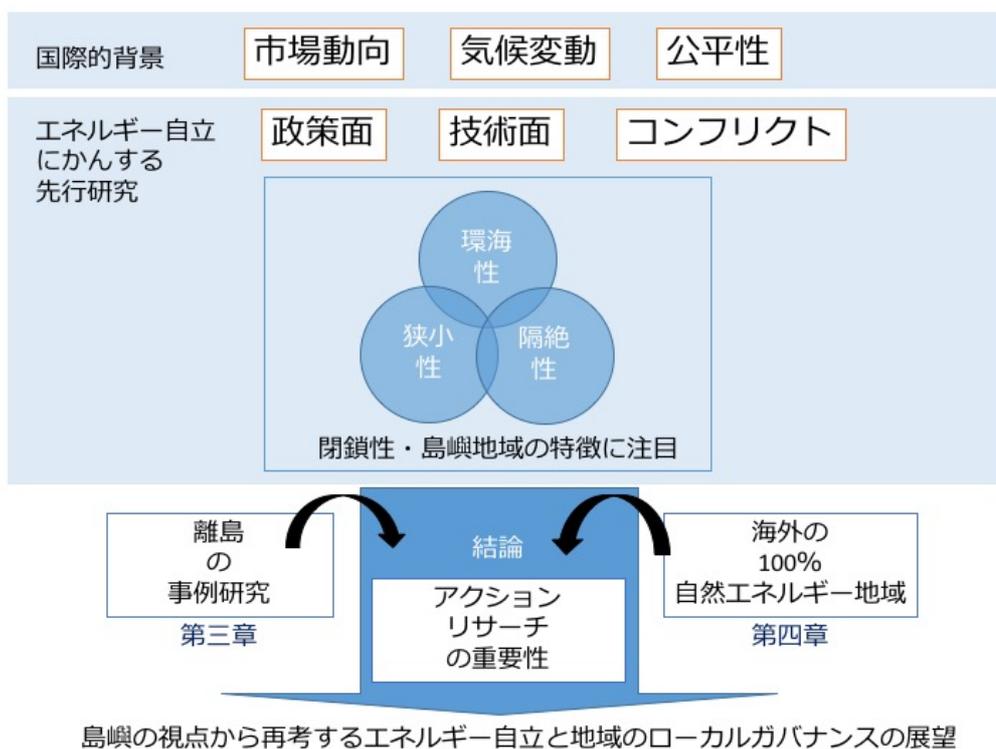


図 1-3 本論文の構成

第二章第二節では、離島地域に限らずエネルギー自立に関する論点を概観するために関連する主要概念と先行研究を整理・分析してゆく。エネルギーの自立に関しては、工学分野を中心にこれまで多くの研究蓄積があり、

特に本研究が扱う島嶼地域では、その地理的隔絶性から系統の安定供給、再生可能エネルギー導入による影響やスマートグリッド等の IT 技術と組み合わせた実証研究などがある。これらの技術的課題を整理しつつ、技術研究を後押しする政策についても分析してゆく。他方で、再生可能エネルギーを地域がどのように受け入れる／反対するのかについて考察した再生可能エネルギーの社会的受容に関する先行研究（既出）についても言及しながら、再生可能エネルギー導入による既知の便益や青写真に対する現実の導入事例との齟齬についても言及しつつ、その解決のために、現場の事例を掘り下げて分析してゆく。特に、成功事例だけでなく、これまで導入が滞っており、最もエネルギー転換が難しい離島地域の導入事例の検討の必要性と他地域への応用の可能性といった意義を示してゆく。

第三章では、離島地域において再生可能エネルギー等の新エネルギーが導入された際に生じる課題について、各節ごとに「先端技術の実装段階で生じるステークホルダー間の連携課題－新潟県佐渡市におけるデジタルグリッドルーター活用事業－」、「主体的なエネルギー事業経営に関する課題－長崎県対馬市における風力発電事業を事例に」、「導入プロセスと住民の意識構造からの再考－東京都八丈島における地熱拡大検討委員会を事例に－」の3つのテーマを分析し、離島地域における再生可能エネルギー導入の際に重要な視点を論じる。第一節では、筆者が2012年から継続して調査を行ってきた新潟県佐渡市事業を対象として、同市によって作成されたエネルギー計画と実施状況との差、その原因を分析する。特に、上述のように系統の小さい離島地域で解決策として期待される本系統と非連系でのエネルギー自立を可能にする技術－デジタルグリッドルーター－の導入と利用に関する検討事業を扱いながら、持続可能なエネルギーシステムの導入と開発に関して、ステークホルダー間での議論から、多様な参画主体の議論を抽出する。さらに計画事業の議論の収斂にどのような支援が必要かを考察してゆく。

第二節では、筆者が2011年から継続的に調査を行ってきた長崎県対馬市を対象として、現状のエネルギーシステムの課題と現在の計画について分析を行う。長崎県対馬市の事例では、バイオマス、バイオディーゼル、風

力発電、太陽光発電が導入されている。成功事例として各分野から評されていた同市の取り組みのうち、停止した風力発電事業の停止要因に触れながら、地域主体のエネルギー事業における経営とマネジメントの課題について考察を行っていく。

第三節では、東京都八丈島における地熱利用拡大検討事業を対象として、地域受容の課題について分析を行う。八丈島では、日本の離島で初めて地域に資する地熱発電の実現を目指したプロジェクトが行われており、地域再生可能エネルギー条例の策定をはじめ、化石燃料の使用量を削減、地熱を利用した温室利用など一般的に優良事例として評価されてきた。一方で、稼働から15年後の2014年地熱利用拡大事業の検討開始に際して、生じた地熱の臭気を原因とする市民の反対姿勢が観察されたために、その原因と市民の再生可能エネルギーへの眼差しについて分析を行っていく。

第四章では、前章で議論してきた課題を克服し、島嶼地域のエネルギーシステムを転換してゆくための解決策を分析してゆく。第一節では、島嶼地域における成功事例は限られているために、世界の再生可能エネルギー開発の動向を概観しながら、特に100%自然エネルギー政策を立ち上げた地域に着目し、エネルギー転換を着実に勧めていくための政策と実装にむけた段階で生じうる課題を整理してゆく。さらに、国内外の100%自然エネルギーの島の事例から、その開発の特徴と地域特性について分析を行い、日本の離島への応用可能な視点、今後の日本における100%自然エネルギーイニシアチブの展開の展望を論じていく。

第五章では、総括として、本研究結果から導かれた日本のエネルギートランジションの課題と展望をまとめていく。また、本研究成果の一つであり、筆者の実践活動の事例として、対馬市の非営利活動法人らと行っている共同研究である「対馬市におけるしいたけホダ木廃材を利用した小型バイオマスボイラーの導入可能性にかんする実証研究」から、研究者自身の目線からアクションリサーチの重要性も論じていく。最後に、これまで島嶼地域やその他の農村がこれまで抱えてきた社会的、経済的、政策的課題を再考し、また地域開発政策とローカルガバナンスの視点を統合しながら、エネルギートランジションが提供しうる日本の地域社会が自立した経済・

社会構造に近づくための展望も提示してゆく。

第二章

先行研究にみられるエネルギー自立に関する論点

島嶼地域のエネルギー問題および地域のエネルギー自律と自立について論じられてきた先行研究の論点は、概して3つに大分される。すなわち、一点目は離島振興における社会的外部依存問題と国家支援構造であり、二点目にエネルギー自立の技術的課題に注目した実証研究の課題、そして三点目に地域のエネルギー自立に関する既存研究の課題と優良事例の限界が挙げられる。本章では、それぞれの論点を以下の小節に分けながら説明してゆくが、特に第一節は、本研究の意義を明確化することにつながる根底の問題設定でもあるため、紙幅を割いて論じていくこととする。

第一節 エネルギーシステムに代表される島嶼地域の外部依存の構造的課題

本節では、本論文において根源的課題と捉える島嶼地域の抱えるエネルギー問題、またそれに加えて島嶼地域と政府への支援依存の構造的課題について考察してゆく。

最初に、本研究が扱う日本の島嶼地域に関する定義と意味合いについて、先行研究から検討してみる。まず、国際社会で規定されている定義を確認してゆく。国際連合海洋法条約の定義では「自然に形成された陸地であって、水に囲まれ、満潮時においても水面上にあるオーストラリア大陸より小さい陸地」を「島 (island)」として定義しており、これが最もよく用いられている国際的な定義である(嘉数 2017)。

その他、日本人の研究者、特に日本の離島研究の第一人者らの定義を検討してみる。例えば、大島(1959)は、「島嶼(とうしょ)とは水圏を以って周囲を海に囲まれ、かつ相対的に面積の狭小なる陸がい」と認識している。宮本(1970)は、「島とは自然的客観的条件により、認められ Mainland-水圏-島地という一連の秩序的な関係について把握されなければならない。一方で、離島は Mainland に二次的に結びつくしまである。」としている。ここで留意しなくてはならないのが、日本の島嶼研究について議論する上で重要な用語として、島とは区別された「離島」という言葉の存在である。たとえば、河地(1968)の定義では、島とは区別しながら離島という単語を用

いて「離島とは四周を海にめぐらされて、地域的にある独立性を保ち、社会経済的には本土への何らかの形で従属的に結びつかなければならない運命を持った世界である。島とは、自然的概念であり、離島：本土に対する概念であって、資本を有するのが本土である。本土に従属するのが離島であり、両者は海によって隔絶される」と説明している。

これら研究者の定義からみえてくる注視すべき事柄は、主として二点あると考えられる。一点目は「島嶼」と「離島」の差異である。次に客観的概念としての「離島」、特に後進性（後進的であること）をどうやって評価するかという論点である。つまり島嶼地域の場合は、自然的概念として位置付けられ、研究対象として物理的・地理的な島を安易に示しているのに対し、離島では「後進的」で支援すべき地域である、「狭小性」、「隔絶性」、「環海性」を有する地域と定義されてきた（離島振興法より）とまとめることができよう³。

ここで、上述のように河地(1968)が言及した島嶼地域の従属性に着目しつつ端的に議論を進めていく。この「島」、とくに「離島」と認識された島に対しての隔絶性と従属性に関する学術的議論については、島嶼研究的視座からの先行研究の蓄積がある。たとえば、前畑（2014）は島嶼地域の架橋化をひとつの隔絶性を除去するための政策として着目し、その政策が地域社会にもたらした影響について検討し、特に沖縄の島嶼地域で架橋化の後の社会的変容を分析している。架橋化は、経済的支援策でありながらも、架橋化によって人口のストロー現象や経済基盤の衰退化が観察されており、地域の経済的自立性及びコミュニティの機能の低下といった現代的変質をもたらしたと考察している。つまり、主要振興政策である架橋化は島民の生活の質のそれ自体を向上させる可能性があるものの、一方で島嶼地域の自立には貢献していないことが見えてくる。次に、山田ら（2006）は、これまで沖縄を中心として、島嶼研究は「中心一周辺」的な政治性を強く包摂した議論により、経済的資本を有する本土と対抗する地域といった沖縄

³ 発展途上国の開発論について、北島（1998）は基本的な衣食住等の目標が達成された後では、開発は産業形成へ移行し、その後福祉水準の向上へと目標が転換していくことと述べている。

地域の政治性が強く議論されてきたことを述べた上で、奄美地域における離島政策にも同様の社会構造が当てはまると指摘している。

その他離島研究に関する定義をみてみると政策の側面としては、日本においては島嶼という用語よりも離島という単語が使用される場合が多い。そこで、「離島」という言葉が政策用語として使用されてきた経緯を明らかにするために、以下、離島振興政策の背景と現状の政策を分析してゆく。

まず、離島振興政策の発端は第二次世界大戦直後の国土開発計画にまで遡る。戦後、日本の国土は、都市部を中心として甚大な被害に見舞われていたため、経済的・社会的にも全土的な整備を行っていく必要があった。よって戦後の荒廃した国土を復興してゆくために、1950年に開発政策「国土総合開発法」が施行された。ただし、同法案中には、特段に援助が必要だと指定された特定地域の選定がなされたものの、離島地域の多くは特定地域として認定されなかった(鈴木 2012)。しかしながら、その当時の離島地域は生活水準が低く、貧しい生活をしており、教育、医療、生活のライフラインの設備が本土に比べて明らかに低かったのである(宮本 1970)。これらの状況を後進的状況と判断し、その後進性を排除するために設立された法律が離島振興法だったのである。離島振興法は、1953年に10年間の時限立法として成立して以降、これまで更新が続いている。しかしながら、離島振興法においても、明確な離島の定義、具体的な対象地域の限定はなされないままに、委員会の議論によって対象地域を審議する形式が現在も採用されている⁴。例えば、法案審議過程での離島の定義をさかのぼってみると「当初の想定は新潟県の佐渡島、島根県の隠岐島、長崎県の対馬・壱岐・五島列島、鹿児島県の甬島、南西諸島、東京都の伊豆諸島、小笠原諸島などを予定していたが、・・・(中略)・・・熊本県の天草、山口県の見島も非常に隔絶している」や「時間的距離的な決め方は今のところない、社会的通念に従って決定願いたい」との記載があり、具体的な定義を先延ばしにしながら、個別事例の検討に留まっていたこと(鈴木 2006)が読み取

⁴ 離島振興法の対象地域は「3省(国土交通・総務・農林水産)大臣は国土審議会の意見を聞いて・・・(中略)・・・離島地域の全部または一部を離島振興対策実施地域として指定する」(離島振興法第二条)と定められている。

れる。このように、6度目の改正を経ても、離島振興法の対象地域は客観的な基準から選定されているとは言い難いのである。

他方、離島に関する振興政策は、離島振興法のみではない。2016年、「有人国境離島法」が公布され、2017年に10年間の時限立法として施行された（白川 2016）。この法律は、小笠原諸島周辺のサンゴの密漁や尖閣諸島周辺の中国船の領海侵入等への対策を主な国家的懸念事項として、国境に位置する離島地域の保全・地域社会維持の必要性が議論されたことが背景にある⁵。つまり、現在の離島研究、島嶼研究の動向ともに、近年開発の視点や生活改善の視点よりも政治的思惑や国防等の外交利用に重きが置かれつつあるといえよう。他方、これまでの離島振興においては、開発状況の遅れた離島地域に配慮し、社会的インフラストラクチャーの整備を中心として、生活水準等の格差是正を目的に、投資・開発が行われてきた経緯がある⁶（鈴木 2012, 前畑 2013）。よって、離島振興による地域開発は、それまで技術や設備の不足のために行えなかった地域資源の活用を可能にした。例えば、民俗学者の宮本（1970）は離島振興法施行以前の状況について「良い船を持たなかったために本土の漁船に支配された漁業資源、島の商売は本土の商人に支配されがちであった」と述べている。一方、河地（1968）は本土との交流機会の増加によって「住民の生活環境は、離島地域の自給的な暮らしから、本土に依存せざるえない暮らしへと変化した。そして、島民のなかには『本土の従属地としての離島民としての意識』が芽生え、また『自ら本土依存の離島という精神構造』が生まれた」と分析している（河地 1968, 佐藤 2007）。つまり、支援により島内に技術や設備がもたら

⁵ 有人国境離島法の前年、「特定国境離島保全・振興特措法案」が議員立法で提出されたが、廃案となった。当時の法律の支援対象の条文の規定から読み取ると、法案の目的と具体的な条文、具体的な予算使途との間には矛盾が見られた。すなわち条文においては、国防の費用に関して記述は多くないにもかかわらず、具体的な使途の記載部分には、港湾・道路整備等の支援金額割合が記述されている。その反面、新法である有人国境離島法では、有人国境離島の定住人口の維持に重点が置かれ、特に地域社会維持の視点の支援が充実している。

⁶ なお、これまでの離島振興法の予算実績は港湾、漁港、空港が約2兆748億円、全体の47.0%、道路整備が7904億円（約18%）、治水治山が5682億円13%、農業関連が4903億円11.1%であり、こちらも道路港湾等の整備の費用割合が65%と極めて大きい。

された一方で、これらの漁港や空港等の港湾設備および道路の拡充によって、資本主義化と本土依存の構造が強まったとも捉えることができる。このように、離島振興法の功罪は先行研究においても既に言及されており、離島振興は必ずしも促進することが最善ではなく、振興事業の目的や規模を検討する必要があることが読み取れる。

しかしながら、施政の現場では離島振興政策の検証が十分に行われてはこなかった。離島に位置する自治体の首長らは、離島振興法が延長・改正が近づくと離島の首長らで決起集会が開催する(全離島事務局 2012)など、離島振興の当事者としてのさらなる優遇政策を求めている。国会においても、離島振興においては賛成派が多数を占めている⁷。他方、研究者間でも離島振興の成果に関する評価は分かれている。佐藤(2006)は、島嶼地域においては、本土比べて人口当たりの設備の密度が高いなど、隔絶性によって住みやすい住環境が整備されていると指摘しているが、前畑(2013)は、離島地域の格差の是正はいまだ不十分だと指摘している。以上のように、離島振興に関しての評価はそれぞれの立場によって異なっている⁸。

ただし、2003年における離島振興法の5度目の更新に際し、上述した港湾整備等ハード事業に偏った開発支援の開発方針は修正された。本土、特に都市を意識した資本主義的な開発を目指すのみではなく、離島の資源や従来島の資源利用・暮らし・文化に注目し、離島独自の開発を目指す必要があると考えられるようになったのである。それぞれの島において戦略的なしまづくりを推進するために、地理的、資源的、自然的条件を有効かつ積極的に活用し、他地域との差異を持って発展する「価値ある差異の創出」が求められた(1993年の改正での記述を参照)。一方で、離島振興法の目的、支援対象、支援の対象となる事業は抽象化され、不明瞭になった

⁷ 有人国境離島法の参議院本会議での採決において、総投票数 228 のうち賛成が 227、反対が 1 であった。

⁸ 特に、沖縄や奄美地域に関しては、(皆村 2003, 西川ら 2010, 青木 2012) など地域の内発的発展を検討した先行研究が多い。これは、特に奄美・沖縄等は振興法が、日本復帰後に制定されたこと、本土との距離も遠く、歴史や文化における大陸との関係性や米軍基地等の特殊な経済構造であることが理由と考えられる。いずれの論稿も、奄美・沖縄の振興は不十分であると主張している。

ともいえる。この 2003 年から 10 年以上を経て、具体的な島の独自性に注目した開発は見られるようになったものの、メディアで成功事例としてとりあげられる島根県海士町など、限られたものとなっている。依然として本土への依存を強めながら、本土に吸収されていく方向に確実に傾倒している。たとえば、有人国境離島振興法の制定により、有人国境離島は多くの支援メニューを利用可能になったが、そのメニューは 71 にも及ぶ（表 2-1）。また島民の視点に鑑みると、離島振興法による整備事業に加えて、近年の情報通信技術の発達によって本土との交流や情報交換が盛んとなってきている。そこで、都市部を基準とした「暮らしやすさ」の評価基準から、己の後進性を自覚し、外部の目からも評価されることを経験する機会が多くなった。このように、島嶼性の再評価と離島振興の位置付けの差別化について喫緊に検討する必要があると考える。

表 2-1 有人国境離島が利用可能な支援事業メニュー
（国土交通省ウェブページより筆者作成）

内閣府		
事業名	担当	課・室
特定有人国境離島地域社会維持推進交付金	総合海洋政策推進事務局	有人国境離島政策推進室
特定有人国境離島地域事業活動支援利子補給金	総合海洋政策推進事務局	有人国境離島政策推進室
特定有人国境離島地域プロジェクト推進アドバイザー制度	総合海洋政策推進事務局	有人国境離島政策推進室
地方創生推進交付金	地方創生推進事務局	
地域活性化伝道師派遣制度	地方創生推進事務局	
プロフェッショナル人材事業	内閣府	地方創生推進室
子供のための教育・保育給付費負担金	子ども・子育て本部	参事官（子ども・子育て支援担当）付番号制度担当室

マイナンバーカードを活用した国境島民航 路・航空路利用料金低廉化に係る各種支援施 策	内閣府（大臣官房）、 総務省（自治行政局）	住民制度課 地域情報政策室
総務省		
携帯電話等エリア整備事業	総合通信基盤局電波 部	移動通信課
情報通信基盤整備推進事業	総合通信基盤局電気 通信事業部	事業政策課
地域ケーブルテレビネットワーク整備事業	情報流通行政局	衛生・地域放送課地域放 送推進室
ケーブルテレビネットワーク光化促進事業	情報流通行政局	衛生・地域放送課地域放 送推進室
公衆無線 LAN 環境整備支援事業	情報流通行政局	地域通信振興課
文部科学省・文化庁・厚生労働省		
離島における効率の高等学校等の教職員数 の加算	初等中等教育局	財務課
離島高校生修学支援事業	初等中等教育局	財務課
公立学校施設整備費	大臣官房文教施設企 画部	施設助成課
文化庁		
国宝重要文化財等保存整備費補助金	文化庁・文化財部	伝統文化課・文化財保護 調整室
文化遺産総合活用推進事業	文化庁文化財部	伝統文化課
文化芸術による子どもの育成事業	文化庁文化部	芸術文化課文化活動振 興室
危機的な状況にある言語・方言の活性化・調 査研究事業	文化部	国語課
厚生労働省		

地域雇用開発助成金	職業安定局 雇用開発部	地域雇用対策課
実践型地域雇用創造事業	職業安定局 雇用開発部	地域雇用対策課
多様な民間機関を活用した高度・多様な職業 訓練機会の確保	人材開発統括官	訓練企画室
農林水産省		
産地ブランド発掘事業	生産局	技術普及課 農業環境対策課
6次産業化ネットワーク活動交付金	食料産業局	産業連携課
米活用畜産物等ブランド化推進事業	政策統括官	穀物課米麦流通加工対 策室
畜産・酪農収益力強化整備等特別対策事業	生産局	畜産企画課
畜産・酪農生産力強化対策事業	生産局畜産部	畜産振興課
6次産業化サポート事業	食料産業局	産業連携課
農業経営基盤強化資金利子助成金等交付事 業 (スーパーL資金の金利負担軽減措置)	経営局	金融調整課
農業人材力強化総合支援事業	経営局	就農・女性課
農山漁村振興交付金	農村振興局	[1]都市農村交流課 (都市農村共生・対流及 び農泊推進対策) [2]農村計画課 (地域活性化対策) [3]地域整備課 (農山漁村活性化整備 対策)

強い農業づくり交付金	生産局 食料産業局	総務課生産推進室 食品流通課卸売市場室
鳥獣被害防止総合対策交付金	農村振興局	農村環境課鳥獣対策室
経営体育成支援事業	経営局	農村環境課鳥獣対策室
農林漁業成長産業化ファンド (農林漁業成長産業化支援機構 (A-FIVE))	食料産業局	産業連携課 ファンド室
農業法人投資育成事業	経営局	金融調整課
産地パワーアップ事業	生産局	総務課生産推進室
中山間地域等直接支払交付金	農村振興局	地域振興課
多面的機能支払交付金	農村振興局	農地資源課・多面的機能 支払推進室
荒廃農地等利活用促進交付金	農村振興局	地域振興課
特定野菜等供給産地育成価格差補給事業	生産局	園芸作物課
中山間地域活性化資金	農村振興局	地域振興課
林野庁		
森林・山林多面的機能発揮対策交付金	林野庁森林整備部	森林利用課山村振興・緑 化推進室
森林整備地域活動支援交付金	林野庁森林整備部	森林利用課
水産庁		
離島漁業再生支援交付金	水産庁漁港漁場整備 部	防災漁村課
特定有人国境離島漁村支援交付金	水産庁漁港漁場整備 部	防災漁村課
離島漁業新規就業者特別対策交付金	水産庁漁港漁場整備 部	防災漁村課
浜の活力再生交付金	水産庁漁港漁場整備 部	防災漁村課
新規漁業就業者総合支援事業	水産庁	企画課

水産多面的機能発揮対策	水産庁	計画課
韓国・中国等外国漁船操業対策事業	水産庁	漁業調整課
資源エネルギー庁		
離島のガソリン流通コスト対策事業費	資源エネルギー庁	石油流通課
離島への石油製品の安定・効率的な供給体制の構築支援事業費	資源エネルギー庁	石油流通課
国土交通省		
離島活性化交付金	国土政策局	離島振興課
離島における割増償却制度	国土政策局	離島振興課
全国の島々が集まる祭典「アイランダー」	国土政策局	離島振興課
離島と企業をつなぐ「しまっちんぐ」	国土政策局	離島振興課
官民連携基盤整備推進調査費	国土政策局	広域地方政策課調整室
観光庁		
観光地域ブランド確立支援事業	観光庁	観光地域振興課
テーマ別観光による地方誘客事業	観光庁	観光資源課
地域資源を活用した観光地魅力創造事業	観光庁	観光地域振興課
訪日外国人旅行者受入環境整備緊急対策事業	観光庁	外客受入担当参事官室
通訳ガイド制度	観光庁	観光資源課
東北地方へのインバウンド推進による観光復興事業（東北観光復興対策交付金）	観光庁	観光地域振興課
広域観光周遊ルート形成促進事業	観光庁	観光地域振興課
環境省		
指定管理鳥獣捕獲等事業交付金事業	自然環境局	野生生物課鳥獣保護管理室
海岸漂着物等地域対策推進事業	水・大気環境局	水環境課海洋環境室
再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業	地球環境局	地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室

災害等廃棄物処理事業

大臣官房廃棄物・リ 廃棄物対策課
サイクル対策部

生物多様性保全推進交付金

自然環境局 国立公園課

(エコツーリズム地域活性化支援事業)

国立公園利用推進室

国土交通省ウェブページより筆者作成

しかしながら、地域振興等の課題を抱えているのは離島地域だけに限らない。離島振興以外にも中山間地域等異なる枠組みで地域振興を支援する法制度が存在している（表 2-2）。これらの法制度は離島振興法よりも後に策定されたものであるが、支援枠組みが縮小されるもしくは起債措置によりその事業の実行を可能にする法制度もあるなど、離島振興法とは枠組みが異なっている。離島振興法が全額公費負担による事業であることを踏まえると、他の過疎地域に比較して優遇措置がなされていることがわかる。さらに、日本の国全体の少子高齢化が予測される中で、離島地域としての枠組みにより地域振興を行っていくことの意義とその効果を検証してゆく必要があるとも考えられる。つまり、離島の特性と離島振興の意図する本質について検討する必要がある。

表 2-2 異なる地域振興法の概要

法律名	過疎地域自立促進特別措置法	辺地に係る公共的施設の総合整備のための財政上の特別措置等に関する法律	山村振興法	離島振興法	半島振興法
共通理念	国土形成・地域格差の是正をもって国民生活と福祉の向上を図ること				
成立	昭和 45 (1970) 年	昭和 37 (1962) 年	昭和 45 (1970) 年	昭和 28(1953 年)	昭和 55 年 (1980) 年

期間	10年	-	10年	10年	10年
改正	平成24 (2012)年8 月	平成25 (2013)年6 月	平成23 (2011)年8 月	平成24 (2012)年8 月	平成24 (2012)年
指定されている市町村	776市町村	—	734市町村	140市町村	196市町村
計画実施主体	都道府県 市町村	都道府県市 町村	都道府県・市 町村	都道県 市町村	都道府県 市町村
対象地域	<ul style="list-style-type: none"> ・過疎地域：人口減少による地域社会の活力低下人口減少率17%以上（国勢調査人口） ・全域過疎、一部過疎地域、みなし過疎地域等の指定がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・辺地：いちじるしく辺疆な地域 ・人口50人以上の地区集落等の地域での整備であること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・山村地域 ・都道府県等による地域からの申請により対象地域に指定される 	<ul style="list-style-type: none"> ・離島地域 ・有人離島 ・都道府県等による地域からの申請により対象地域に指定される 	<ul style="list-style-type: none"> ・半島地域 ・都道府県等による地域からの申請により対象地域に指定される。
主な事業	過疎債などの起債措置があり、ハード・ソフト事業への起債措置がある。交付税による後年度負	へん地債などの起債措置に該当する施設が法律上で決められている。交付税による後年度負	農林水産省等による中山間地域の振興事業を活用しての市町村の振興にあたる。	国土交通省をはじめとする所管7省による公共事業及びソフト事業が対象であり、県と市町村	国土交通省等による半島地域振興の公共事業および振興事業を活用する。

	担が 7 割	担が 8 割。		を窓口として毎年度事業が実施される。	
--	--------	---------	--	--------------------	--

(小澤 2017 より引用)

離島における本質を探るべく、ここでは、現状の後進性について、長崎県離島振興計画にある「離島の現状」⁹と 1965 年に制定された山村振興法の対象地域である振興山村の統計資料「山村の現状」を比較してみる。「離島の現状」および「山村の現状」において共通している傾向は、人口減少と高齢化、就業人口の減少道路整備・状況、教育機関や医療機関の施設状況がある。離島地域独自の課題としては、輸送コストが挙げられる。つまり、輸送コスト以外の事業に関しては、他地域と共通の課題であるものの、離島の持つ特性が事態をより深刻にしていると分析されている。

よって、離島振興法以前から港湾整備に加え、航路、運輸、エネルギーというインフラストラクチャーの仕組みづくりは重点的に支援されてきたことが分かる。つまり、離島における交通アクセス、輸送・輸送コスト、インフラストラクチャー構築は、一貫して離島振興の重要対策であったといえる¹⁰。

そして、島外のアクセスの向上により、経済的・社会的本土依存の構造が益々高まった。そうした変化により顕在化してきたのが、島での生活における潜在的輸送コストの増大である。食料、生活必需品、そして照明や炊事、島内移動にいたるまで、本土製の製品が普及したからである。そこで、それぞれの商品において、輸送コストが内包されている。赤松(2008)は、海上輸送が離島地域の産業に与える影響について、離島地域で産業を営む島民は、二重、四重のコスト構造に悩んでいると説明している。たと

⁹ 日本の都道府県のうち、最も多くの島嶼を抱える長崎県の振興計画では離島の後進性と離島の特性を示す資料が公表され、離島振興計画の末尾に添付されている。

¹⁰ 佐藤(2006)は、国や県の離島の振興関連事業に対する補助率は事業によって差があり、たとえば、重点の置かれている道路・港湾の産業整備は 90%近いのに対し、住民福祉に関する事業では 50%以下であると分析している。

例えば、水産加工業では、加工に必要な資材を本土から調達する際の海上輸送コスト、さらに商品を本土に出荷する際の海上輸送コストが必要となる。離島地域の製造業者は、本土では必要のない海上輸送コストを商品価格に上乗せしてしまうと価格競争力が弱まり、価格に転嫁せず経費に吸収すると利益率が低下するという板挟みの構造になっている。そこで、日本の離島地域で実施されてきたエネルギー開発支援について整理し、その課題を抽出してゆく。

前畑（2014）は、2013年の改正離島振興法に再生可能エネルギーの利活用に関する文言が加えられたことを契機に、これまでの国内島嶼のエネルギー支援、現状の開発状況を次のようにまとめている。まず、電力導入事業と流通コスト支援事業が主に行われてきており、島にとってエネルギーは1.「遠方より送られてくるもの」であり、2.必然的に高コストであって、3.エネルギーの供給において不安定性・脆弱性・依存性が強い、としている。このように化石燃料に依存している現在のエネルギーシステムでは、化石燃料の産出がない離島において、エネルギー自給率は低くなる。さらに、原油産出国から輸入した化石燃料は、本土を經由した後で離島に輸送せねばならず、島外依存による不利益は本土との距離に比例して、その分本土より大きくなってしまう¹¹。

このような理由に加え、離島地域におけるインフラストラクチャーの整備が進んだことにより、輸送コストの低廉化は、近年の離島地域における支援事業のうちで最も深刻で重要であると考えられるようになった。国・都道府県もまた、航路支援・輸送燃料等支援事業等を度々行い、補助を拡充していった（表 2-3）。

例えば、2011年には離島地域の燃料価格低廉化を促す補助事業である「離島ガソリン流通コスト支援事業」が開始された。これは、本土に比べて割高な離島のガソリン小売価格を実質的に下げることを目的とした補助事業である。具体的には、対象離島地域において、ガソリン販売店がガソリンを値引きした際、その値引き分を国が販売店に補助する仕組みであり、

¹¹ 一方で、長崎県五島などは、五島周辺に原油備蓄基地があり、この構造はあてはまらない。

ガソリン等燃料の輸送手段ごとに離島を類型化し補助額を決定している
 (図 2-1)。

表 2-3 離島を対象として行われてきた主な航路・燃料等の支援事業

年	内容	補助対象事業
1952	離島航路整備法	航路の維持・価格の低廉化に関する事業 港湾整備事業および離島航路運賃補助
1953	離島振興法	
2011	地域公共交通確保 維持補助金事業(離 島航路運営費等補 助金など)	唯一の航路であり、かつ赤字の航路における 欠損見込み額の補助。島内交通(バス)の運 賃引き下げ額の補助。
2011	離島ガソリン流通 コスト支援事業	販売店のガソリン値引き分を補助 事業の周知活動・問い合わせに関する補助 離島のガソリンスタンドの設備の補修費用 や備品購入費を補助する。
2014	離島石油製品流通 合理化・安定供給支 援事業に係る補助 事業	地域におけるコンソーシアムに関する経費 の補助

(国土交通省ウェブページ、離島における新エネルギー導入のグラウンド
 デザインを元に筆者作成)

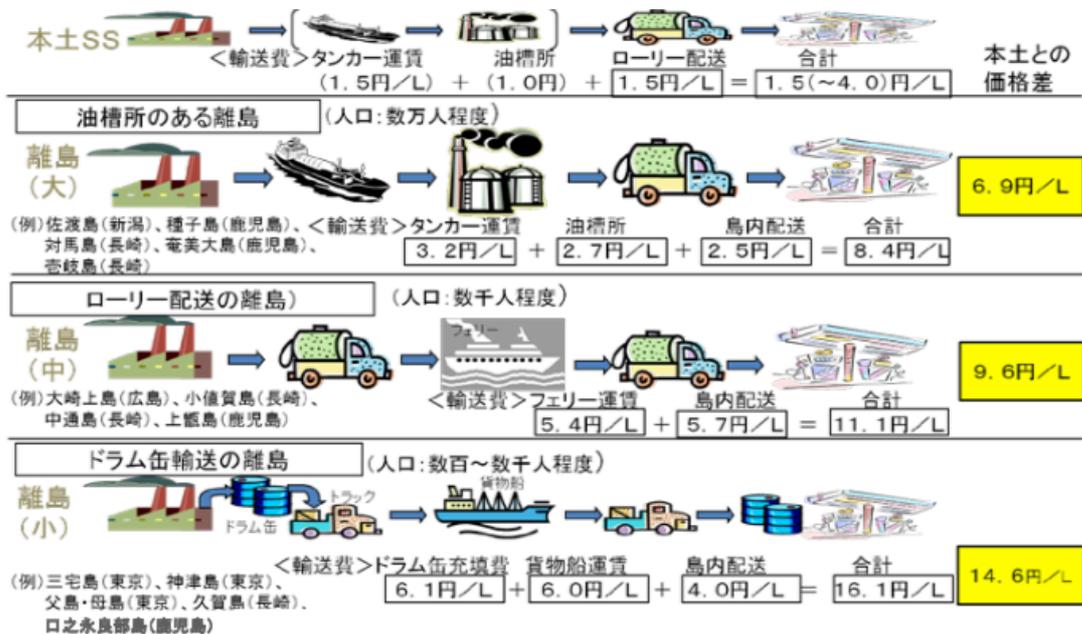


図 2-1 離島ガソリン流通コスト支援事業における各離島の補助額の違い
(資源エネルギー庁 2016 より引用)

しかしながら、この事業の効果は十分には確認できていない。長崎県が離島振興計画において、2003年、2006年、2009年、2012年のガソリン、軽油、灯油の離島と本土の価格を比較した結果、2012年にも、本土と離島地域の平均価格には20円以上の差があった。つまり、2011年に補助事業、「離島ガソリン流通コスト支援事業」が開始された後も、燃料価格の格差解消は果たされていないことがわかる（長崎県離島振興計画 2012）¹²。さらにこの現象と同様の事象が、航空運賃やフェリー、高速船等の運賃補助事例でも引き起こされており、むしろ離島航路の運賃は補助事業開始以前よりも定価が上がる事例もある。さらに、2015年に施行された有人国境離島振興法に基づいて、2017年には、海上・航空輸送にかかる運賃補助が強化された¹³。運賃の低廉化によって、島民が消費活動を島外で行うように

¹² この要因に関しては、補助金によるコスト支援事業が開始するにあたり、ガソリン等を販売する事業者が単価を引き上げたことによるものだと考えられている。

¹³ 交通部門だけでなく、島内の産業振興に関する補助金も強化された。この補助事業は、離島住民の定住を促進するための法案であったが、その効果に

なったために、島内の小売業の採算が悪化したという地域の声もある。予算に関しては、運賃低廉化、物資費用負担の軽減、雇用機会の拡充、滞在型観光の促進地域社会維持推進交付金等の支援も検討されている。さらに、この支援事業が離島の地域社会に与える影響についても慎重に検討してゆく必要があり、その一例を挙げる。

朝一番のジェットfoilで巖原港を出発すると、博多で終日、買い物などをして夜には対馬に帰れる。ジェットfoilの運賃が安くなって以降、「買い物や美容院にかかるために福岡に行く島民が増え、対馬の商店の売上げが下がってきた」(巖原の商店主)というのだ。地元地方議員も「本土の人が気軽に対馬に来られるような制度ではないから、島の繁栄にはつながらない。今のままでは過疎化は防げないし、対馬の経済復興もままならない」と、新法の“弊害”を訴える。タクシー運転手も「皆さんに補助して、交通費が安くなれば本土からも人が来るとですよ。日本人が大勢来られるようになれば対馬も進展があるうばってん、韓国人じゃ相手にならん」と話す¹⁴。

上記のように、運賃補助政策が一概に地域振興につながらないことも見えてきた。離島地域における燃料等エネルギーの高コスト構造の問題は、深刻な課題であるにもかかわらず、抜本的な解決はなされていないことから、それらを講じる必要性が生じてきた。さらに、この燃料費等の高コスト構造の要因から、地域のエネルギーやその他の自立を実現することは、島民・日本の国家財政・地球環境の三者において便益が大きいと考えられ、エネルギー、食料、物品の地産地消を推進してゆく大きな動機となっている。

そこで、2013年の離島振興法の改正時には、災害時に対応できる自立した生活基盤の整備に加え、再生可能エネルギーについての記載が明記され、

関しても疑問視されている。

¹⁴ 産経新聞 2017年10月30日の記事より引用。

離島振興計画（都道府県作成）においても、燃料の高コスト問題の対策立案が推奨されている。前畑（2014）の分析によれば、都道府県の離島振興計画を参考にすると、254島の本土近接島（離島振興法対象）のうち、再生可能エネルギーに関する記載があったのは156島で、目的設定を見てみるとその多くは、本土地域の傾向同様、災害対策、産業化、環境対策、地域資源の活用に分類できるとしている。しかし、これらの評価において、現地での取り組みに関する詳細な分析はなされておらず、都道府県の離島振興計画には再生可能エネルギーの数値は記載されているものの、実際の事例検討はなされていない。上述のように、日本の離島地域はその環海性という特徴と高額なエネルギーコストという課題を中心として、経済・社会的活動を阻まれてきたと言わざるをえない。この課題の解決策と位置づけられる離島地域におけるエネルギー自立は、最も地域住民の生活にメリットがあるもので、転換の需要も大きいことがわかってきた。そこで、次節では、地域のエネルギーの自立の技術的方策について先行研究を分析し、課題の検討を行っていく。

第二節 エネルギー自給の実現の技術的課題

本節では、地域社会のエネルギーシステムを検討してゆくための技術的要件と政策課題について論じてゆく。序章で触れたように、気候変動対策の観点から、再生可能エネルギーを中心とする持続可能なエネルギーシステム開発が加速化している。つまり、前章の離島振興の文脈に限らず、エネルギーシステムを自立させていくことは日本ひいては世界のエネルギーシステムを再構築してゆく上で優先的課題と考えられている。

下田（2014）は、現在のエネルギーシステムに関する考え方は、「ハード・エネルギーパス」¹⁵と「ソフトエネルギー・パス¹⁶」を融合させた「ホロニックパスエネルギーアプローチ」（図 2-2）にあるとし、分散型電源の普及

¹⁵ ハードエネルギーパスとはブラックボックス化した需要に対し巨大な供給システムによって供給を行う考え方。

¹⁶ 需要に応じて分散型のエネルギー源によって需要と供給を組み合わせるエネルギー供給を行う考え方。

と需要に応じたエネルギー源の選択、エネルギーのスマート化が重要になると述べている。

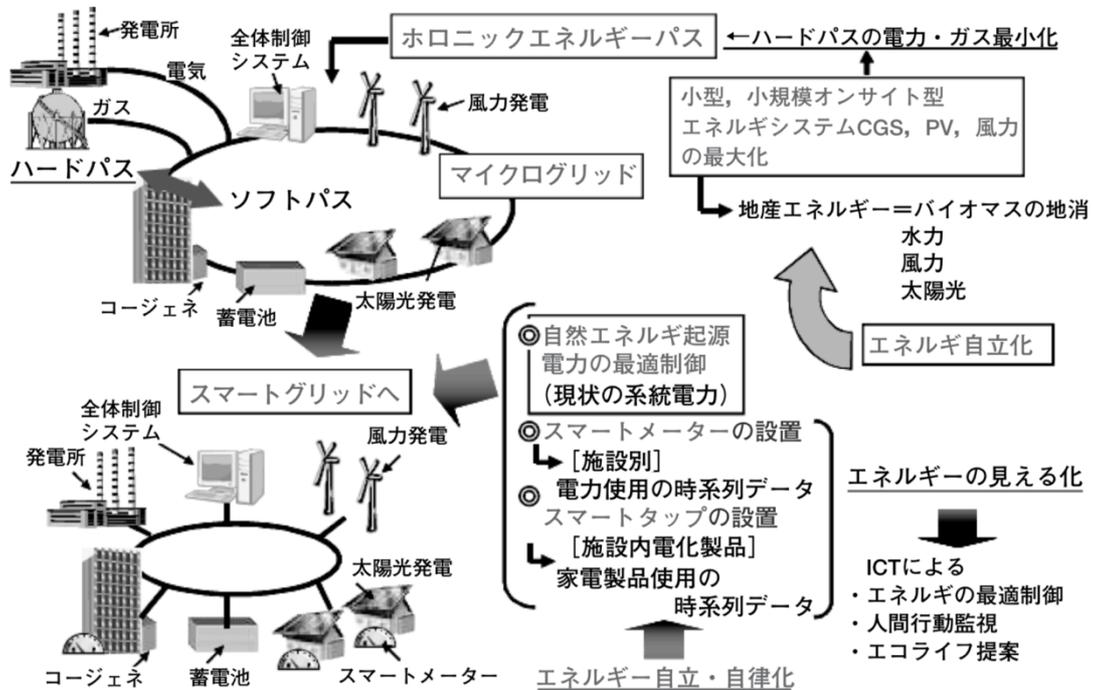


図 2-2 ホロニックエネルギーパス 千田 (2011) より引用

この、ホロニックパスで重要となるのが「エネルギー自立」の概念であり、離島地域はその隔絶性という特性から、エネルギー自立に関する研究の対象地として理論研究、実証研究が豊富に行われてきた。そもそも、離島地域におけるエネルギーシステムは、既に序章で説明したように化石燃料への依存性の高さ、他地域に比較して高額なエネルギーコストと低いエネルギーセキュリティ等多くの課題を抱えてきた。そのため、再生可能エネルギー等の新しいエネルギー技術を導入するメリットが他地域に比べ大きく評価され、普及が期待されてきた（離島における新エネルギー導入のあり方に関する検討会 2009）。しかしながら、離島地域におけるこれまでのエネルギー開発研究の中心は、離島の隔絶性、つまり電力システムの閉鎖性に注目した理論的、電気工学的なエネルギー開発システムの検証（大澤ら 2005, 千住ら 2006, 山田 2011, 伊藤ら 2006）にあまりにも偏っていたように思われる。

ここでは、これまで離島地域を対象としてきたエネルギー自立に関する近年における実証研究を概観してみる。たとえば、日本のメーカーがハワイ島において独立系統¹⁷の運用実証実験を行うことで、再生可能エネルギーが閉鎖系エネルギーシステム¹⁸であることを実証している。また、離島地域に再生可能エネルギーを導入する際に、生じうる課題については、伊藤ら(2006)による理論研究が提示しており、離島地域におけるエネルギーシステムの脆弱性について論じられている。千住ら(2011)は、宮古島における大規模離島マイクログリッド実証事業として、電池の出力変動抑制効果、NAS電池がどれだけ急峻な出力変動を平滑化できるか、NAS電池の周波数変動抑制効果の検証と最適な蓄電池容量、配電線路における最適制御階層の検証を行った。

このように、これらの実証研究では、変動性の再生可能エネルギーを導入した際のマネジメントに関して、電力安定供給の質を保ちながら、いかに対策をしていけるかという検討が行われている。そして上述の研究アプローチは、工学分野、電力会社、メーカーの開発部門から盛んに行われている他、経済産業省・環境省等の公的機関も注力しつつある。また、近年のICTいわゆる Information Communication Technology の進展によって、エネルギーと情報のやりとりを利用した技術も注目されている。

また系統への影響を最適化する試みとしては、スマートグリッド(Smart Grid)も注目されている。具体的には、需要に応じて供給を自動調整する「デマンドレスポンス」やピーク需要の価格を調節する「ピークロードプライシング」を自動的に行うなど、エネルギーシステムおよび市場の管理を自動調節することが可能になると期待されている。スマートグリッドの導入により、不要な投資が省かれるため、電力価格も最適化され安価に

¹⁷ 林ら(2010)は、電力システムを「電気エネルギーを発生してから消費するまでの一連のプロセス、すなわち燃料などのエネルギー資源から電気エネルギーを発生し、輸送し、分配し、かつそれを需要家で消費するまでの流れを司るシステム」と定義している。

¹⁸ 本研究では、東ら(2001)が取り扱ったように地域内で閉じたエネルギーシステム、閉鎖系環境におけるエネルギーシステムを仮定し、閉鎖系エネルギーシステムという概念を用いる。ここでの「閉鎖系エネルギーシステム」は、一般的に物理学のエネルギー系で定義される単純にエネルギーの出入りが全く想定されていない環境を示している訳ではない。

なると想定されている。さらに、スマートグリッド¹⁹が適用された都市はスマートシティとして、新たなサービスや快適な都市間の創出が期待されている。ここでグリッドとは、一般的に送電線や配電線と解釈されることもあるため、スマートグリッドと呼ばれることもある。ICTの発展を考えれば、インターネットが情報伝達の通信設備だけでなく、インターネットに繋がる。例えば、情報通信端末が携帯電話やスマートフォン、タブレット端末といった携帯端末を含んで成り立っているように、今後スマートグリッドでは、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーによる発電設備や電気自動車、リチウムイオン電池といったような次世代型の需要家設備も含まれることになると言及している。

スマートグリッドでは再生可能エネルギーを大量に導入した際に、発電側と需要家両方の調整・対応を複合的に行うことができるために、その導入が期待されているのである。ただし、これまでは、発電側のコントロールを中心に中央給電指令所が管理を行っていたために、双方向に配電ネットワークを制御するための技術的課題に加え、管理の高度化も求められる（林ら 2010）。そこで再生可能エネルギー大量導入に対応するべく、スマートグリッドの開発に加え、マネジメントの実証研究が求められている。スマートグリッドにおいても、すでに、横浜市、豊田市、関西文化学術研究都市（愛称はけいはんな学研都市）、北九州市等で実証実験が行われており、大学、民間での開発投資も進んでいる。一方で現在の政府の戦略は不十分だとしてスマートグリッドにおける国際標準化の世界動向の日進月歩にも触れ、日本のスマートグリッド開発の事業戦略化と国際標準化への対応、海外市場への開拓の必要性を指摘している（林ら 2010, 黒岩 2011）。

しかしながら、このような技術論に偏った開発視点には、いくつかの批判も生じうる。たとえば、変動性再生可能エネルギーをどの程度導入できるのかと言った点に関して、蓄電池やディーゼル発電機などのバックアップ電源の運用を変化させる既存の電力会社の判断に委ねられており、ブラックボックス化しているのである。また、近年の再生可能エネルギー電源

¹⁹林ら（2010）によるとスマートグリッドとは、「情報通信技術（ICT）を利用し、高度化されたグリッド（Grid）」と端的に定義できる。

の本系統への接続保留、拒否が問題となっているが、いかなる理由で系統連系の許容量が計算されているのか、十分に開示されていない（自然エネルギー財団 2014）。系統連系の問題は連系可能量の問題といわゆる接続拒否問題に分けられているが、系統可能量の概念のもつ不透明性と接続拒否判断の独断性といった課題があり、系統連系の課題は技術的な視点だけではなく、政策や情報公開の視点からも議論されており、技術的問題、制度設計の問題、情報の透明性の問題とも分類されている（安田 2017）。これらの課題に関しては、国が基準を設けるなど、対策を行っていく必要があると考えられる²⁰。

上述のように、技術的課題に関しては、既存のエネルギー技術の課題解決にむけて研究が進められている。しかし、電力の系統運営に関しては技術的課題だけに着目して課題解決をめざすのではなく、国家の政策や制度、社会システム全体から検討を行う必要があると考えられる。

第三節 地域社会におけるエネルギー自立の理論と実践普及への課題

本節では、前節で指摘したエネルギーの持つ社会性を包摂したエネルギー開発のあり方を検討するための概念、すなわち再生可能エネルギーの社会的受容とその解決策であるローカルガバナンスについて、先行研究を整理してゆく。それにより、次章以降において扱う本研究の地域実践に対する学術的背景からの必要性として位置づけてゆきたい。

前節で述べたように技術的にも再生可能エネルギーを中心とする「エネルギー自立」に関する研究が注目されている。すでに、社会学的文脈からは、地域社会におけるエネルギー自立による地域経済や地域コミュニティに対する意義が評価されてきた経緯がある。特に東日本大震災後、地域におけるエネルギー自給を行うことで地域社会のレジリエンスを高めることができることとみなされ、加速度的に注目度が高まってきている。つまり、離

²⁰ 系統接続に関しても、需要予測を高めていくことによって、部分的な解決は可能であると考えられている（安田 2017）。

島地域だけではなく、地域社会一般においてもエネルギー自立に対する研究が盛んになりつつある。既に分散型再生可能エネルギーシステム導入が地域振興に貢献した成功例として、岡山県真庭市、長野県飯田市、岩手県葛巻町、高知県梶原町等、地域経済の活性化、資源循環などのメリットが議論されている（和田ら 2011, 高橋 2012, 上園 2013, 古屋 2013, 室田ら 2013）。加えて、特筆すべきことは、市民参加型の市民風車や中小水力及びバイオマス利用にみられる、市民や地域企業といった地域主体の参画の視点がある（室田ら 2013）。

地域主体のエネルギー開発に関しては、世界風力エネルギー協会（World Wind Energy Association:WWEA）が「コミュニティパワー」という概念を提唱し、現在地域主体のエネルギー開発を規定する重要な指針と認識されている。このコミュニティパワーの概念によると、地域主体とは、つまり「地域が事業の主体者である」、「地域が事業の意思決定者である」、「利益は地域に分配されている」という特徴から構成されることがわかる（図 2-3）。

以下 3 つの基準のうち 2 つを満たす事業をコミュニティパワーとして定義される。

1.地域のステークホルダーが事業の全体あるいは大部分を担っている

地域の個人、あるいは地域のステークホルダーから成る団体（農場経営者、協同組合、独立系発電事業者、金融機関、自治体、学校等）が、事業全体、あるいは大部分を直接的、あるいは結果的に担っている。

2.地域社会に基づく団体が事業の議決権を持っている

地域のステークホルダーから成る団体が、事業の意思決定に関わる議決権の大部分を所有している。

3.社会的、経済的利益の大部分が地域に分配される

社会的、経済的利益の全て、あるいは大部分が、その地域社会に分配される。

図 2-3 コミュニティパワーの定義

ICLEI ウェブページ²¹より筆者作成

一方で、近年の再生可能エネルギーの大量導入によって地域社会に生じるさまざまな課題も明らかになってきた。よって、地域と再生可能エネルギーのより良い関係性の醸成を目指して構築されてきた概念に、「再生可能エネルギーの社会的受容性」がある。丸山(2014)は再生可能エネルギーが望ましい商品やサービスの提供だけにとどまらず、社会的存在でもあると言及した上で、再生可能エネルギーで生じうる負の影響やリスク(表 2-4)に関して、望まないのにもかかわらず受け入れなければならない地域の人々の視点の重要性を指摘した。そのなかで、単に長所と短所を比較するのではなく、だれにそれらが配分されているのか、実現する利益や要求の配分先を問いながら、多様な価値基準を踏まえて技術を評価する考え方を社会的受容性と評している。つまり、社会的受容性という視点によって、これまで技術的な解決を模索されてきた地域における再生可能エネルギー技術の普及事業には、社会的な解決策も必要不可欠だという認識が高まりつつあるのである。

表 2-4 再生可能エネルギー導入で生じうる課題とその対処方法

課題	該当する再生可能エネルギー資源	対処方法
経済性	すべて (風力発電は家庭の電気料金とほぼ同程度、 海外では太陽光も割安に)	エネルギー転換効率 普及による製造の効率化 普及による維持管理の効率化
発電の安定性・負荷追従性	太陽光 風力	蓄電 発電量予測(需要予測)
(出力調整)		

²¹ ICLEI 持続可能性を目指す自治体協議会ウェブページ
<http://archive.iclei.org/?id=12216> 最終アクセス日 2017 年 12 月 15 日

環境影響	太陽光（景観）	環境影響評価に基づく立
	風力（生態系・騒音）	地や
	中小水力（生態系）	規模の適正化
	バイオマス（森林生態系）	
資源利用の競合	地熱（温泉・自然公園）	適切な社会コミュニケーション
	中小水力（水利権）	ション
	太陽光・風力（農地・自然公園）	事業主体構成の工夫

丸山(2014)より引用

したがって、再生可能エネルギーの技術的利点のみならず、それらが導入された地域社会への影響やその複雑性を明らかにし、課題解決へと結びつける必要があることは明白である。

さらに、八木（2015）は、枯渇性エネルギーと再生可能エネルギーを対比させながら、エネルギーシステムの生み出す社会的価値について言及している（表 2-5）。原子力発電では、安全や環境といった社会的価値の損失がみられたほか、従来の枯渇性エネルギーにおいては社会的価値の創出は見いだせなかったが、再生可能エネルギーには「地域間交流」、地域再生への貢献、エネルギーという社会課題解決のために異なるアクターが価値の啓発や共有のコミュニケーションを進めていく事例が見られる。また、社会費用論の観点からは、社会的損失の発生や回避だけでなく、社会的価値の創造にまで及んでいると結論づけ、長野県飯田市の事例から、公民館が社会的価値の認識を促すために学習とガバナンスをつなぐ役割を果たし、多様な住民の参与を実現し、地域のエネルギー会社と公民館の連携といった地域ガバナンスの新たな展開が実践されつつあることを示唆した。

表 2-5 再生可能エネルギーと枯渇性エネルギーの比較

項目	再生可能エネルギー	枯渇性エネルギー
資源の持続可能性	自然環境の範囲でほぼ無限	有限
資源の賦存量	少量・分散	大量・集中

資源調達コスト	無料、もしくは安定的に低 価	不安定（投機マナー・地政学的リス ク）
技術開発・設備設置コスト	現時点では総じて高い	現時点では相対的に安い
環境コスト	総じて小さい	採取時と排出時を中心に大きい
生産形態	小規模分散型	大規模集中型
アクター	住民・地元企業・NPO・自治 体	国・電力会社を始めとした大企業

八木（2015）より引用

さらに八木は、エネルギーの自律的運営をエネルギー自治と呼称し、地域のエネルギー自治としての「自律」と分散型エネルギー自給地としての「自立」について使い分けて指摘している点に留意したい。

山本（2016）は、地域に対して、「中心」と「周辺」のそれぞれの持つ差異に着目し、地域社会にとって財政的な観点での「自立」ではなく、他地域からの人材の流入など多様な依存先の存在があつてこそ成り立つものであり、地域社会の自律とは農山村住民の主体的意思決定・自己決定を行うことにあると指摘している。よつて本論文では、都市一過疎、中央と地方との対立構造を超えた、あらたな自律した地域社会の創造という側面と離島の視座から地域のエネルギー自立を目指す観点というように、これらを区別して論じていく。

ただし上記のような地域主体のエネルギートランジションの取組は注目されつつあるものの、現状では、日本における地域主体の取組は少数派である。茅野（2014）はFIT制度導入直後の岩手県における大規模太陽光発電所のうちほとんどが地域外企業によつて開発されていたことから、本来期待されている地域経済効果が十分に発揮されていないと指摘している。既出のように、エコロジー的近代化²²の実現手段である地域主体型の再生

²² 平林（2008）は、再生可能エネルギーについての社会科学研究は、環境負荷の少なく持続可能性の高い政策の社会的受け入れと普及のための条件の解明に資することに加えて、経済と環境の両立を目指した「エコロジー的近代化論」に代表される日本の環境社会学ではあまり取り入れられてこなかった「ポジティブ」な環境問題を扱う社会学研究の蓄積の重要性について論じた。

可能エネルギー開発には現実の厳しさがある。更に、環境エネルギー政策研究所(2017)によると、2016年における日本の太陽光発電の累積設備容量は、ドイツを追い越して世界第2位となり、日本の電源構成に占める太陽光発電の発電量の割合は4.4%まで高まった(2012年には0.4%)と指摘した上で、そのうち、地域所有(ご当地エネルギー)の太陽光発電は45MW(2016年末時点)に留まっていると述べている。つまり、日本における再生可能エネルギーを普及させていくには、制度改革とともに、導入の停滞している現場での状況にも着眼し、地域主体の再生可能エネルギー開発普及の阻害要因を詳細に記述してゆく必要があると考えられる。

第三章

日本の離島におけるエネルギートランジション に取り組む地域事例の再考

前章では、離島地域が対峙してきたエネルギーの外部依存性という根源的な課題とそれらを扱う先行研究に関して整理することにより、地域主体のエネルギー開発の意義並びに再生可能エネルギーの持つ社会性を確認した。それを踏まえ、地域社会が地域の意思決定や開発を他者に委ねるのではなく、自ら行ってゆく「自立」の論点を示しつつ、地域主体の再生可能エネルギー開発を促進してゆくために、さらなる事例研究の詳細な検討と具体的な現場での実践の必要性を提示した。

本章では、本研究が着目している離島地域の各種事例を多角的に検討することで、地域社会の文脈の具体化とエネルギートランジション実装にむけた課題を抽出しつつ、続く四章で論じる課題解決策の布石を提示してゆきたい。なお、本章で研究対象とする地域は、国境離島であり、外海大規模離島²³に分類され、電力系統は独立である。具体的には、それぞれに特徴的な課題がみえてくる新潟県佐渡市、長崎県対馬市、東京都八丈町の3つの地域（自治体）（図 3-1）の事例を各節に分けて論じていく。



図 3-1 第三章の各節の調査地の位置
（国土地理院ウェブページより筆者作成）

²³ 人口が1万人以上といったように多く経済基盤が島内である程度完結しており、外海に浮かぶ本土と架橋で繋がっていない離島を示す。

研究対象とする上記の島々は、人口が多く、本土との距離も離れているために、内燃力火力による発電が行われている²⁴。長崎県対馬市、新潟県佐渡市、東京都八丈島では、それぞれ、内燃力発電（図 3-2）が行われているが、そのうち対馬はディーゼル発電装置で発電が行われている。ディーゼル発電装置の最も明確な特徴は、火力発電に比べて小規模であるということであり、始動や停止といった操作が容易にできる点があるため（図 3-3）、離島地域を中心に日本では導入が行われてきた経緯がある²⁵（櫛間 2002）。

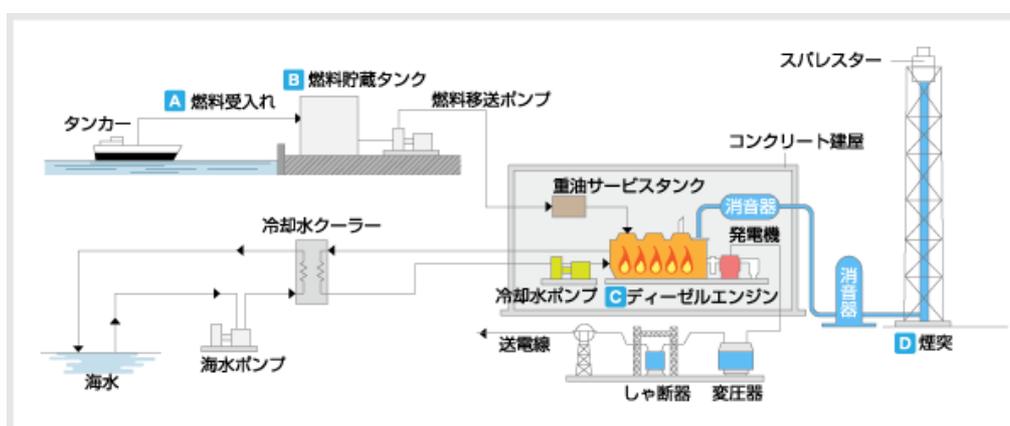


図 3-2 内燃力火力発電所のしくみ
（九州電力ウェブページより引用）

- ・ 取扱が容易で始動・停止が迅速
- ・ 負荷追従性に優れ、効率的な運転と安定した電力確保が可能
- ・ 建設機関が短く、段階的な増設が可能
- ・ 熱効率が高く、経済的
- ・ 燃料（重油）の取扱が容易

図 3-3 ディーゼル発電装置の特徴
（九州電力ウェブページより筆者作成）

²⁴ 内燃力発電には、ディーゼルエンジンやガスタービン、ディーゼル発電装置等による発電方式がある。

²⁵ 例えば、日本の内燃力発電所は島嶼数の多い地方に偏在しており、特に九州・沖縄に日本全体の内燃力発電所の7割超が立地している。離島の内燃力発電の設備容量は、島の電力需要によるが100kW～数万kW、単機容量は数十kW～1万kWと幅広い（櫛間 2002）。

このように内燃力火力発電所は離島地域に適した発電方式であると言えるものの、離島における内燃力火力発電所は発電コストが単位あたり 15 円～30 円、つまり本土地域のそれのおおよそ 3～5 倍に匹敵するとされている(岡本ら 2007)。さらに、本土から燃料である原油を輸送する分、温室効果ガス等の環境負荷は大きくなると考えられ、地球温暖化防止の観点からも、内燃力火力中心の既存のエネルギーシステムからエネルギー転換を行っていく必要があることは間違いない。

すでに前章で指摘したように、これまで、離島地域はその狭小性、隔絶性、環海性からエネルギーマネジメント、技術的課題も表出しやすいと考えられてきた。そこで再生可能エネルギー等の新たなエネルギー源により、エネルギーシステムを転換してゆくためには、新規のエネルギー技術を導入していくとともに、地域社会と向き合いながらその実現にむけた議論を確実に進めていく必要性があると考えられる。

そこで、本章では、経年的な質的調査を遂行することにより、多様な離島地域の再生可能エネルギー開発を追跡してゆく。第一節の佐渡市の事例は、主として離島地域の再生可能エネルギーの導入を阻んできた系統連系の課題を改善すべく活用が試みられてきた新技術に対する地域の議論に着目するものであり、また第二節の対馬市の事例は、離島の方が本土よりも経済性が見込まれるとして導入された種々の再生可能エネルギー事業の運営状況を確認したものである。よってこれら事例に顕在する課題や持続性を持たせるためにはどのように地域と親和性を持たせていくべきかの検討を地域の視座からそれぞれの節で行った。これに対し、第三節は、既に導入から 10 数年が経過し、一般には優良事例として評価されてきた八丈町の地熱発電所を取り上げるものであり、通常では表面化されにくい地域の潜在的課題が見えてきたため、特にこの節の論証は紙幅を割いて実証していきたい。

第一節 先端技術の実装段階で生じるステークホルダー間の連携 課題 —新潟県佐渡市におけるデジタルグリッドルーター —を活用した分散エネ・再エネ導入可能性検討事業を事例に—

本節では、新潟県佐渡市の事例を対象にして、再生可能エネルギー事業開始の前段階である事業計画時点でのローカルガバナンスの課題を、離島の系統連系の技術的課題解決に関する調査研究事業を元に抽出してゆく。

ここで対象とする地域事例については、2012年12月から2017年2月の間での現地調査²⁶並びに新潟県佐渡市環境課の紹介と依頼を受け、デジタルグリッドルーター活用検討委員会のオブザーバーとして参画した際に得た内実を包括して分析していって行く。

3-1. 佐渡市におけるエネルギー開発の沿革

3-1-1. 佐渡市の概要

新潟県佐渡島は、新潟県の西部に位置し、新潟港から約67kmの海上にあり、面積は本土と沖縄本島を除くと日本最大の離島である（図3-4）。佐渡島は、北東から南西方向に伸びる大佐渡産地と中央の国仲平野をはさむ小佐渡丘陵からなる。大佐渡山地は、標高概ね1,000mで延長は約40km、小佐渡丘陵は、標高概ね600mで延長は約40kmである。総面積は855km²で278kmの海岸線を有している。佐渡の平年値における年間降水量は新潟に比べ少量で、降雪量も地域によって異なるもの、全体的に少なく、本土に比べ気温は夏が本土に比べて低く、冬は本土に比べて高い傾向にある。

人口は約5万7千人(平成29年9月1日現在)であるが、佐渡金山の最盛期には多くの人々が佐渡島で働いていて、ピークである昭和25年には約12万6千人の人口が記録されている。現在、人口は減少し続けている。

²⁶ 詳細は巻末の補足資料を参照。



図 3-4 新潟県佐渡市の位置

(国土地理院ウェブページより筆者作成)

3-1-2. 佐渡市におけるこれまでのエネルギー転換の取り組み

佐渡市は、北陸地域に属しているが、北陸電力株式会社ではなく、東北電力株式会社の管轄域である。佐渡市の電力システムの概要を表 3-1 に示した²⁷。

表 3-1 佐渡市の内燃力発電設備容量

発電所	出力(kW)	番号	運転開始	出力
両津火力 発電所	53,000	1	昭和 41 年 6 月 (平成 21 年 2 月取替)	3,000
		3	昭和 45 年 6 月	5,000
		4	昭和 47 年 5 月	5,000
		5	昭和 49 年 5 月	7,500
		6	昭和 50 年 6 月	7,500

²⁷ 佐渡島で電力事業を開始したのは、1910 (明治 43) 年当時旧両津町の資産家らが設立した佐渡水力電気株式会社による水力発電事業であった。その後、複数の民間電力事業社の新興がみられたが、1940 (昭和 15) 年に吉井村の村営電力事業を除く会社は佐渡電灯株式会社に統合された。さらに、1943 (昭和 18) 年の戦時下の配電統制令によって佐渡島の全ての民営電気事業は東北配電株式会社に統合された。戦後の 1951 (昭和 26) 年には、現在の東北電力株式会社となり、現在まで運営されている (佐渡の電気編集委員会 1995)。

		7	昭和 53 年 6 月	7,500
		8	昭和 56 年 6 月	7,500
		9	昭和 63 年 6 月	10,000
相川火力 発電所	27,500	1	平成 4 年 6 月	10,000
		2	平成 6 年 6 月	10,000
		3	平成 23 年 12 月	7,500
合計	80,500			

東北電力提供資料より筆者作成

佐渡市では、他の離島同様に、主にディーゼルエンジンを利用した内燃
力火力発電所が運用されている。これまで水力発電 1,652kW は運用されて
いたものの 2017 年に閉鎖され、現在はほとんど活用されていない²⁸。

ただし佐渡市は、佐渡市新エネルギービジョンを 2006 年に策定し、エコ
アイランドを目指し、再生可能エネルギーの導入に積極的に取り組んでき
た（表 3-2）。

表 3-2 佐渡市が策定しているエネルギー利活用に関する計画

エネルギーに関連する政策	策定年月
地域新エネルギービジョン	2006 年 2 月
バイオマスタウン構想	2007 年 3 月
地域新エネルギー導入促進計画	2012 年 6 月

筆者作成

またそのほかにも、地球環境関連分野では、「エコアイランド」のキャッ

²⁸ 東北電力は、水力発電所の閉鎖理由を需要の低下とメンテナンスに関する
費用が大きな経済的負担となっていることを指摘している。佐渡市は、標高
が高く、積雪量も豊富であるために 2011 年に策定された新エネルギービジョ
ンでは水力発電の活用が期待されていた。

チフリーズのもと、ユネスコ日本ジオパーク²⁹の認定、世界農業遺産³⁰に登録されていることからわかるように、佐渡市は国内外から高い評価を受けている。

しかしながら、エネルギー計画の実装という面では多くの課題に直面しており、新エネルギービジョンでも、「エネルギーの自立」を目指していながら、エネルギー自立の戦略の策定とその実装には至っていない。この背景には、佐渡市には上述の通り豊かな自然環境があるがゆえに、再生可能エネルギーの導入計画を計画どおりに履行できていない経験があった（松村，三好 2014）。例えば、佐渡市は、2006年に新エネルギービジョンを策定以後、再生可能エネルギーの導入を継続して検討しており、当初の計画では、波力発電、潮力発電といった海のエネルギーを活用しつつ、太陽光や風力発電の導入を目指した多様なエネルギー源を活用した計画を立案していた。しかしながら、1990年代に導入した風力発電設備は、2005年に落雷による故障が原因で運転を停止してしまった（図 3-5）。さらに今後の修繕の見通しも立たなかったことから、系統連系も停止せざるを得なくなり、最終的に 2008年に解体・撤去するに至っている。新たなエネルギー計画の作成に際し、市民委員会が開かれたものの、市民からバードストライクの懸念が表明された。つまり、佐渡の重要な環境資源であるトキへの影響を心配し、風力発電の実装は実現しなかった。国指定特別天然記念物のトキは佐渡市にとどまらず、新潟県全域の環境アイコン³¹として認知されており、今後も佐渡市への風力発電導入は難しいことが予想される（松村，三

²⁹ 文部科学省によると、ユネスコ世界ジオパークは「地層、岩石、地形、火山、断層など、地質学的な遺産を保護し、研究に活用するとともに、自然と人間とのかかわりを理解する場所として整備し、科学教育や防災教育の場とするほか、新たな観光資源として地域の振興に生かすことを目的」としており、日本ジオパークは世界ジオパーク地域への推薦などを行っている。文部科学省ウェブページ <http://www.mext.go.jp/unesco/005/004.htm>（最終アクセス日 2017年 11月 30日）

³⁰ 世界農業遺産を正式名称は、“Globally Important Agricultural Heritage Systems”。世界農業遺産は、世界的に重要かつ伝統的な農林水産業を営む地域（農林水産業システム）を、国際連合食糧農業機関（FAO）が認定する制度。農林水産省ウェブページ http://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/giahs_1_1.html（最終アクセス日 2017年 11月 30日）

³¹ 佐藤（2008）は環境アイコンを「地域の特徴的な自然環境を象徴する野生生物や生態系」と位置付けている。

好 2013)。

1997年 稼働開始 (225kW 1基)

2006年 新エネルギービジョン策定
運用計画：風力発電2基の新規導入

設備利用率低下の原因：
冬場の道路閉鎖による復旧の遅れ

事業停止の理由：
落雷が原因の故障による運転停止



2006年 解体・撤去 松村(2014)
トキ繁殖、保護活動への影響
バードストライク懸念
(市民委員会からの反対)

図 3-5 佐渡市に立地していた風力発電所の解体への経緯

さらに、これまで佐渡市のエネルギー開発において、風力発電の場合、第三セクターである株式会社佐渡自然エネルギー研究所が運営を担っていた点にみられるように、行政が指針を主導してきたため、計画策定における地域主体の欠如が観察されている。また、地域振興の重要な概念として、近年地域力に関する議論も行われているが、佐渡市は市町村合併により、従来の地域が有していたその連帯と行政区分が再編されたことにより、政策の履行における地域の機動力や結束力が十分ではないと考えられる。

ただし、これら補助金や第三セクターに依存した開発の危険性と地域の主体性の欠如にかんする論点は再生可能エネルギーだけではなく、地域振興全体における公的並びに民間セクターの役割と実践に関する研究領域や実践家の間でも議論されている(木下 2016)。一方で、これらの行政のエネルギー政策イニシアチブは必ずしも批判されるべきではないとも考えられる。行政の指針や政策支援が地域において方向性を示す重要な役割があるからである。よって、地域のインフラストラクチャーを、既存の社会システムの中で管理してゆくためには、自治体のイニシアチブが必要不可欠

であるとも考えられる。

すでに、第二章で指摘したように、離島地域のエネルギー自立の技術的課題のうち、最も注目度が高く、議論も豊富な系統容量の課題であるが、これらは地域住民のみでの解決は極めて難しい。離島地域においてはその隔絶性から、送電線が本土と繋がっていないことが多く、特に大規模独立型の離島では、内燃力火力発電に依存し、環境負荷およびその採算性の課題³²も存在している。また東日本大震災後、災害時等の緊急事態にそなえ、島内の電力自立にかんする需要はますます高まっている³³。そこで次節以降では、従来の離島地域の抱える系統容量の問題を解決しうると推定されている「デジタルグリッド」技術に焦点を当て、この技術を用いた佐渡島における活用事業可能性調査を対象として、離島の課題を解決しうる最新技術導入の可能性と、事業検討時に生じた議論における論点を明らかにし、離島のエネルギー転換を実現してゆくための方向性を提示していきたい。

2. 離島における系統容量問題とデジタルグリッドルーターの持つ可能性

2-1. 離島における系統容量問題とデジタルグリッドルーターのもつ優位性

上述のように系統連系の課題は離島地域の再生可能エネルギーの導入を阻んできたため、これは、もはや小規模・末端の電力系統に繋がる小規模農村全体の課題とも考えられ、経済産業省をはじめ研究支援を充実させてきた。その事業の一つとして、一般社団法人新エネルギー導入促進協議会の「地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業費補助金」がある。2016年の事業には、佐渡市とコンサルタント会社らの共同検討事業として、佐渡島におけるデジタルグリッドルーターを用いた再エネ・分散エネ面的活用事業可能性調査（以降、佐渡市における DGR 活用事業可能性調査と表記する）が採択された。

³² 本土地域に比べ発電コストが高い一方で、離島の電力料金はユニバーサルサービス料として一般均等に負担されている。

³³ 詳細は離島振興法参照。

デジタルグリッドとは、「情報と、情報によりアクティブに電力制御を行う半導体素子とを組み合わせる新しい電力システムであり、電力潮流を複数の電力系統に流すデジタルグリッドルーターや、同期系統の中で電力機器に外部信号を加えてルーターと連携制御をさせるデジタルグリッドコントローラーなどがキーデバイス」と説明されている³⁴。Abe R.ら（2011）は、多端子のデジタルグリッドの応用の可能性を欧州や新興国と日本の送電網インフラストラクチャーの差異を分析しながら言及している。つまり、DGRを用いた電子情報とグリッドの統合による今後のグリッドマネジメントの可能性を指摘しているのである。

第二章で触れたように、変動性再生可能エネルギー（太陽光や風力など気象条件によって急激な出力変動が起こりうる再生可能エネルギー）のマネジメントは、蓄電池やバックアップ電源による補助が主要な解決策とみなされている。しかしながら、デジタルグリッドルーター技術を用いて、各需要元と各供給元に IP アドレスを割り振り、系統に接続しない「セル」内で制御すれば、系統に負荷をかけずに、エネルギーの需給マネジメントすることが可能となるのである（図 3-6）。

³⁴東京大学阿部研究室ウェブページより引用。

アドレスによるルーティングで電気識別が可能になる。

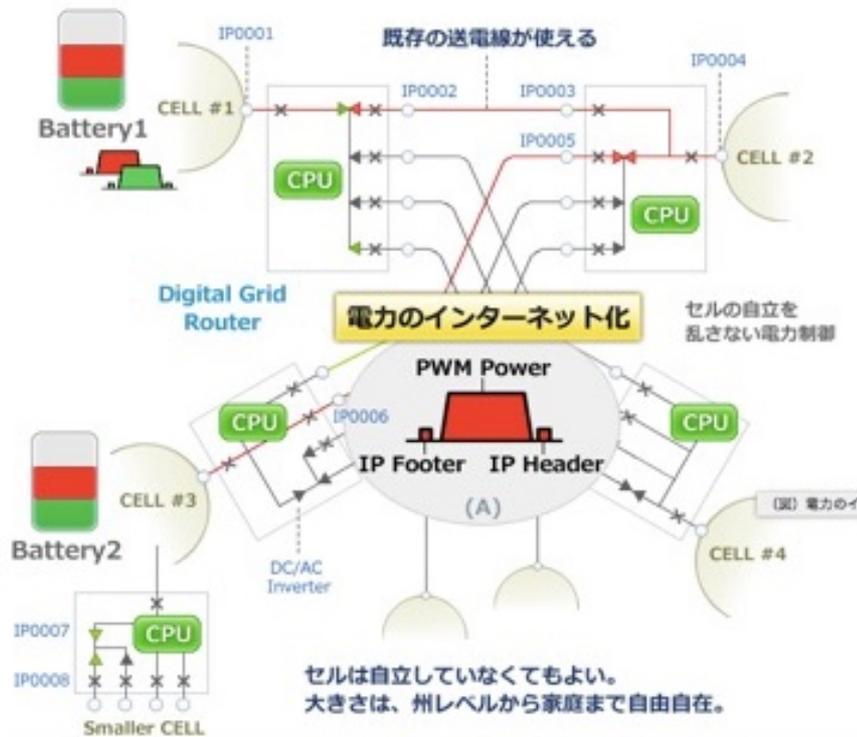


図 3-6 デジタルグリッドルーターの概念図
(東京大学阿部研究室ウェブページより引用)

既出のマイクログリッドと非常に似た概念のように見えるが、マイクログリッドが既存の電力系統と従来どおり接続するゆえに周波数制約を受ける点と比較すると、このデジタルグリッドルーターの場合は、非同期連系を行うことによって、周波数制約を抑えることができる点が差別化される。デジタルグリッドルーターでは、インバーターを用いて交流から直流に電力を送るが、そのインバーターを複数³⁵組み合わせることで直流から交流をつくるバック・トゥ・バック (BTB) システムを構成し、一旦直流を介することで、周波数制約から開放されるのである。つまり、交流と交流をつなぐ際に直流を介して接続するのが BTB という非同期連系技術である。

³⁵ 3 点以上のインバーターを組み合わせる点が阿部氏のデジタルグリッドルーターの特徴である)

この BTB では電力損失が発生する点に注意する必要があるものの、離島地域では、従来の発電コストが高コストであることから、デジタルグリッドルーターの設備投資と電力の損失分を考慮しても既存のシステムより優位である可能性がある（阿部 2016）。つまり、デジタルグリッドルーターの導入が進むことによって、離島地域の自然エネルギー導入の障害と考えられてきた、周波数変動の問題や、発電量の増減のコントロールに関する問題のセンシティブリティが小さくなることが示唆されている³⁶。

2-2. 佐渡島におけるデジタルグリッドルーターを用いた再エネ・分散エネ面的活用事業可能性調査

佐渡市における DGR 活用事業可能性調査では、主にデジタルグリッドルーターを活用した系統負荷を最小限に抑えながら再エネを活用してゆく方式について、技術的可能性・ビジネスモデルの可能性を検討することを目的としている。計画段階では、以下に概説するように a. 市街地モデルと b. コミュニティモデルの 2 案が想定されており³⁷、本調査においてもそれぞれについて考察しておく。

a. 市街地モデル

市街地モデルでは、佐渡市役所、佐渡総合病院や佐渡博物館の位置する佐和田地区（図 3-7）を対象地として市街部の各家庭に太陽光発電を設置したと仮定し、自家消費できない住宅用の太陽光発電の出力を市内の公共施設や電気自動車の需要に供給するモデルである。

b. コミュニティモデル

コミュニティモデルでは、佐渡市の北端の鷺崎集落（図 3-7）を対象地

³⁶ デジタルグリッドルーターの技術はすでに開発されている。現在は既存の部品を集めて作った試作機が運用されている。低廉化と大量生産を見込んだデジタルグリッドルーターの完全な製品化には、約 2 年を要すると推測されており、実質的な市場への導入は 2020 年以降になる予定である。

³⁷ 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会ウェブページより引用
http://www.nepc.or.jp/topics/pdf/170329/170329_39.pdf 最終アクセス日 2017 年 12 月 1 日

として、既存の島内のエネルギー事業者が事業者となり、休耕地に太陽光発電を設置し、集落内の公共施設に温浴設備の整備を新設し、主要な需要家としてそこに電力を販売するモデルである。



図 3-7 候補地である佐和田地区および鷺崎集落の位置
(国土地理院ウェブページより筆者作成)

2-3. 調査概要

新潟県佐渡市環境課の紹介と依頼を受け、検討委員会のオブザーバーとして参画し、種々の参与観察の機会を得た³⁸。調査日程を表 3-3 に、検討委員会の参加者の人数と所属を表 3-4 に示す。

表 3-3 調査スケジュール

日時	スケジュール	内容
平成 28 年 11 月 18 日 10:00-12:00	事前視察	太陽光発電の設置場所候補地である耕作放棄地とデジタルグリッドルーターを設置する需要家のある集落の視察
平成 28 年 11 月 18 日	第 1 回検討委員会	デジタルグリッドルーター

³⁸ 筆者は毎回検討委員会の議論の後、オブザーバーとして、意見を呈した。

13:00-14:50		ーに関する理解促進、委員・オブザーバー自己紹介、検討委員会の趣旨確認
平成 28 年 12 月 28 日 13:00-15:00	第 2 回検討委員会	ビジネスモデルの方向性の提案、既存の自立型デジタルグリッドルーターの運用実績の確認作業、検討事項の追加
平成 29 年 2 月 2 日 13:00-15:00	第 3 回検討委員会	具体的なビジネスモデル検討、最終報告書案の検討、総括

表 3-4 第三回検討委員会の参加者の概要

所属・職業	検討委員会の役割	人数（合計 29 人）
大学・教員	委員長	1
大学・教員	委員	3
大学・学生	オブザーバー	2
大学・教員	オブザーバー	2
佐渡市内・民間企業	オブザーバー	2
佐渡市内・自治体職員	事務局	2
大学・教員	事務局	1
東京都・民間企業	事務局	6
東京都・民間企業	事務局	3
東京都・民間企業	事務局	3
佐渡市内・民間企業	事務局	4

（参加者資料より筆者作成）

表 3-3 から分かるように、事業の検討期間及び検討委員会の議論時間は

限定されており、また参画した関係者は多いために（表 3-4）、ひとりひとりの議論の時間は限られていた。出席者の多くは記録者として出席していたと考えられる。以下、事前視察と各回の検討委員会での議論内容を簡潔に述べる。まず、事前視察は検討委員会の公的な活動内容には含まれていなかったため、オブザーバーや事務局を含む検討委員会の参加者のうち希望者のみが参加した。事前視察では、時間が限られていたために特に既存の送電線の敷設状況や発電設備等設備状況を確認する必要性のあった鷺崎集落を現地視察した。太陽光発電設置候補地と海辺側の集落を散策し、内陸側の集落に関しては車両での移動時に観察するに留まった。

第一回検討委員会は、佐渡市市役所内の会議室で行われた。初回として、検討委員会の趣旨の説明、規約等の確認作業が行われた後、事務局、検討委員、オブザーバーの自己紹介が行われ、具体的な検討議論に移った³⁹。まず、DGR 技術の概要と本検討委員会で期待される論点（分散型再生可能エネルギーの自給モデルの事業可能性の検討、DGR を用いた電子情報を用いたビジネスモデルの検討、市街地モデルとコミュニティモデル2つのモデルを検討する意義）が説明され（図 3-8）、検討委員会が有する地域貢献の視点も提示された。第一回の検討委員会内の議論では、技術的論点に留まらず、魅力的なビジネスモデルの検討、住民を巻き込んでいくためのインセンティブ、補助金等の活用可能性など「マルチなアプローチ」によって議論を進めていく姿勢が強調された。検討委員メンバーとオブザーバー間で DGR と検討委員会にかんして質疑応答が行われ、今後の検討すべき論点も追加された。第二回検討委員会⁴⁰以降は、日本海側で荒天が起こりやすい冬季であったことから本土と佐渡島間の航路の欠航の可能性を考慮し、新潟市内で実施された。第二回検討委員会は、検討委員全員が参加した初めての場であったため、検討委員、オブザーバー、事務局の自己紹介が再度行われた。さらに、事務局が行った各種調査の結果⁴¹が報告された。

³⁹ なお、委嘱を受けた検討委員 4名のうち、欠席者がいたため、第一回検討委員会は検討委員 3名とオブザーバー、事務局という体制で検討を行った。

⁴⁰ 第二回検討委員会以降は第一回検討委員会を欠席していた検討委員を含め全検討委員が参加した。

⁴¹ 事務局が第二回検討委員会までに行った調査として、市街地モデル検討のた

<p>1. 家庭での余剰電力の集積を売買できるか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 系統を介した DGR で取引記録を電力の取引記録として認定されうるか ・ 太陽光発電設備の余剰出力は集積したとして、夜間や雨天時は発電しない不安定な出力カーブとなることが予測される。需要家は不安定な電力を購入するか。 <p>2. 集落向けの太陽光発電設備のあり方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 耕作放棄地は存在するものの集落からは遠い。設置した太陽光発電設備と集落との間の距離が数百メートル離れている場合、自営線の設置コストは採算の範囲内か。 ・ 上記自営線の設置が厳しい場合、コミュニティモデルの場合でも、太陽光発電設備は屋根借り設置が望ましいか。 <p>3. 燃料電池の設置・運用方法について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料電池を熱利用主体で運用した場合、集落の電力の自立性向上に寄与するか。 ・ 燃料電池を定格運転させた場合、余剰の熱が発生してしまう。有効利用するには、共有貯湯槽が必要になるが、そのための投資はエネルギー損失分で回収可能か。 <p>4. 地域エネルギー事業のサービスのあり方について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 集落の自治会長への事前ヒアリングでは、エネルギーサービス価格のほかに、集落への生活サービス（生活必需品の調達など）の重要性が認識させられた。どのようなサービスを提供してゆくべきか。

図 3-8 第一回検討委員会で配布された検討上の論点・課題
(第一回検討委員会での配付資料を元に筆者作成)

さらに、DGR 技術関連の理解を深めるために、類似の実証実験である石川県和倉温泉地区での DGR を使用した BEMS 実証事業⁴²の運用状況が報告

めの島内需要家（需要の多い病院および博物館）へ行った需要調査、佐和田地区の住民らへの太陽光発電設備設置意向にかんする質問紙調査がある。
⁴² 石川県和倉温泉での実証事業は、立山化学工業株式会社が「環境省一自立・分散型低炭素エネルギー社会構築推進事業」の採択を受けて行っているものである。詳細は、立山科学工業ウェブページを参照。

された。したがって、より具体的なビジネスモデルの採算性と実現可能性の議論が中心に行われたことになる。第三回検討委員会では、最終の検討委員会として、事業報告書の目次や内容が事務局によって提出され、事業可能性に関する表現や結論の確認、来年度以降の事業検討に向けた総括が行われた。

3-3. 結果 調査から見えてきた最先端事業の立案・事業検討課程における課題

以下、佐渡市における DGR 活用事業可能性調査の検討委員会での参与観察結果を 2 つに分けて報告する。

3-1. 現地視察

現地視察は、第一回検討委員会当日の午前中に行われた。市街地モデルとコミュニティモデルの両方の土地を見学することはできなかったため、コミュニティモデルの候補地である鷺崎集落（図 3-9, 3-10）のみの現地視察を行った。コミュニティモデルでは、太陽発電設備をコミュニティ内の空き地もしくは集落内の住宅に設置し、コミュニティ内で自給を検討する事例である。そのため、太陽光発電設備の設置予定地近くの住宅を観察し、太陽光発電を設置可能かどうか、また太陽光発電設備設置箇所と集落との距離の確認⁴³を行った。鷺崎集落の現地視察を行った結果、視察地と集落が予想より離れており、数キロメートルの自営線を敷設する必要性が指摘された。現地視察は、オブザーバーを中心とした島外の専門家を中心に行い、検討委員の参加は 1 名に留まっていた。

https://www.tateyama.jp/product/dev_dgr.html 最終アクセス日 2017 年 12 月 15 日

⁴³自営線の距離および敷設に必要な要件を現地で確認する必要がある。

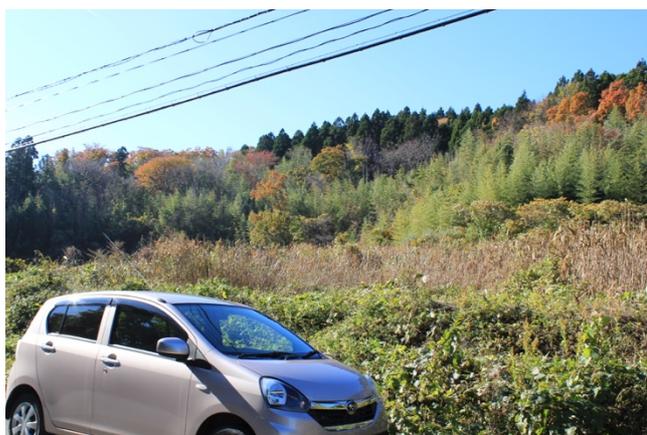


図 3-9 コミュニティモデルの太陽光発電設置候補地
2016年筆者撮影



図 3-10 コミュニティモデルの候補地鷺崎集落の写真
2016年筆者撮影

3-2. 佐渡市における DGR 活用事業可能性調査の検討結果

佐渡市における DGR 活用事業可能性調査では、最終的にデジタルグリッドルーターおよび太陽光発電の設備投資は回収可能であるとの結論が出されたが、当初の予想とは異なり、採算性が低く見積もられた。つまり太陽光発電の予想発電量の低減による売電収入予想額の低下に加え、託送料金、自営線敷設経費等の追加的な支出が計上されたためであり、以下、モデルごとに概要を要約する⁴⁴。

⁴⁴ 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会ウェブページでは、最終的な各

a. 市街地モデル

補助事業と地域電力会社の協力を前提とすれば、事業の収入が支出を上回るようになった。しかしながら、支出において、減価償却に次いで託送料金が大きな割合を占めており、地産地消型のエネルギー事業において、需要点と供給点の距離に関係ない料金体系となっている託送料金の仕組みが障害となることが明らかになった。

b. コミュニティモデル

既存のエネルギー会社が会社の一部事業として運営した場合、人件費の削減と燃料費を自社事業のための仕入れ値として設定したという仮定条件に加え、温浴施設の設備投資に3分の2の補助が適用された場合には収入が支出を上回る想定ができた。しかしながら、事業成立のためには一般的な熱供給単価の6倍程度に単価を設定する必要がある、温浴施設の収入が安定している必要がある。

5. 考察 — ステークホルダー間の視点の齟齬とコミュニケーションにおける課題 —

以下、佐渡市における DGR 活用事業可能性調査における議論の内容を適宜抽出しながら、佐渡市における DGR 活用事業可能性調査の検討段階で見られたステークホルダー間の議論の不一致の実情を整理することで、地域主体のエネルギー自立に関する事業計画策定段階における課題を明らかにしてゆく。

佐渡市における DGR 活用事業可能性調査の目的は、既に触れたように同市が約 99% を内燃力火力発電に依存しており、また電力系統が本土から独立していることから、より多くの再生可能エネルギーを活用できるよう、系統負荷によらない開発計画を実施することが目的であった。さらに、

モデルの推計結果を閲覧することができる。

http://www.nepc.or.jp/topics/pdf/170329/170329_39.pdf, 最終アクセス日 2017年12月1日

DGRの先進性に着目した技術的議論に留まらず、電子決済システムやその他の地域貢献事業を盛り込んだ「マルチなアプローチ」を含むビジネスモデルの提案を目指していたはずであった。しかしながら、議論の過程を観察していると、必ずしも、この目的に沿った議論がなされていた訳ではなかった。特に参加者間の視点の差異が大きかった⁴⁵（図3-11）。

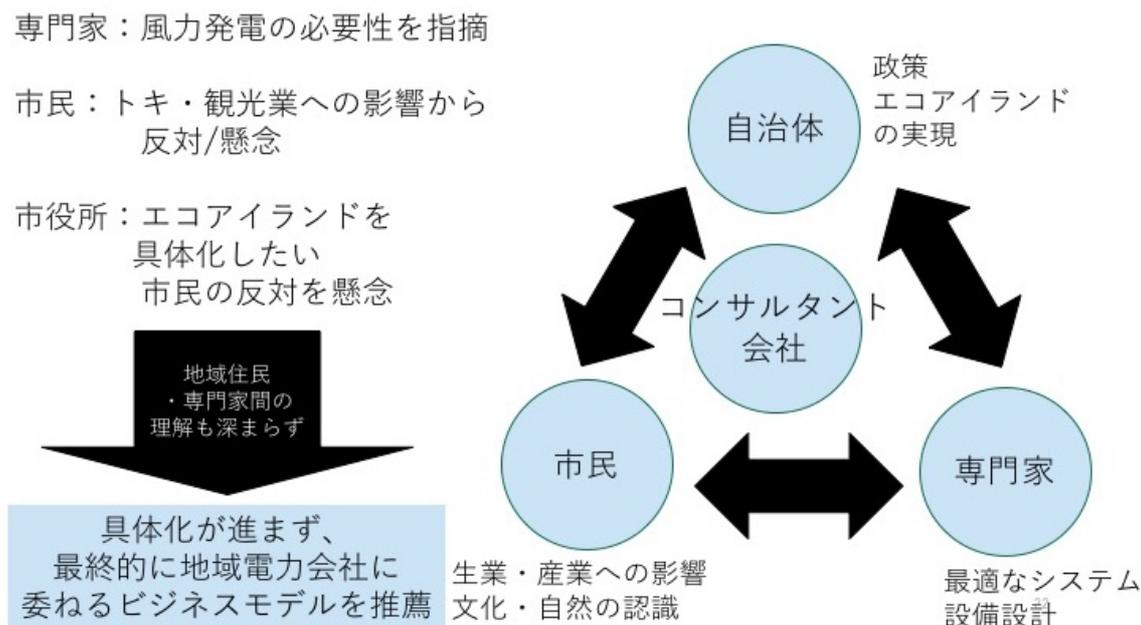


図 3-11 佐渡市における DGR 活用事業可能性調査における議論の概観

たとえば、第一回の検討委員会における議事録にも残されているように、専門家である委員（大学教員）とオブザーバー（地元企業）、事務局（自治体）が「デジタルグリッドルーター」の特性や検討委員会の目的を確認していたのに対し、第二回目以降は、専門家の技術論や実施可能性による意見に終始してしまっていた。

第一回の検討委員会での議論を一部引用しながら状況を記述してゆく。

「デジタルグリッドルーターは技術的に分かり易いが欧米や日本の電力

⁴⁵議論が十分深まらなかった原因のひとつには、参加者の視点の差異だけにとどまらず、1.第一回検討委員会に検討委員の欠席があったことと、2.議論の方向性の統一が十分でなかったこと、3.検討時間が少なかったことなど、複数の要因が影響していると考えられる。

会社などで今まで実施されたことがなかったのか。」（検討委員）

「バック・トゥ・バック技術はいたるところで使用されている。ただし、多端子の技術はこれまで確立されてこなかったものであり、今回のデジタルグリッドルーターには3端子以上をコンパクトにまとめたものが特徴であり、特許性があるものとなっている。」（事務局）

「デジタルグリッドルーターにより系統の接続制限を解消できるという話であったが、あらゆるケースで解消できるのか。」（検討委員）

「デジタルグリッドでは、電力系統をある程度小さな系統（セル）に区分し、各セルは再生可能エネルギーなどを導入することにより自立可能な単位になる。セルの中で自らの需要を自らで供給することになるために、需要の範囲ないで接続する限りは問題ない。」（事務局）

また第一回目の検討委員会の終盤では、オブザーバーである地域企業の代表者らが以下のような提言を述べている。

「佐渡は雷が多いのでこの技術は雷に強いのだろうか。」

「安定供給という意味でシステムのメンテナンスはどうなるのか。」

つまり、デジタルグリッドルーターの技術の本質と本事業の特徴に関する論点が検討委員、事務局、地元住民らで共有されつつ議論がなされていた。よって、この時点では、検討委員会の趣旨に沿って、議論が進んでいたように感じられた。

しかしながら、第二回目以降は、コンセプトやビジネスモデルの構想ではなく、技術の信頼性や考えられるビジネスモデルの採算性に関する議論に収斂していった。たとえば、委員らの質問は事務局提供資料の数値の信頼性に関する内容があった。

「市街地モデルで太陽光発電を設置する需要家（住民）は質問表の回答率だけでなく、回収率も合わせて検討すべきである。」（検討委員）

さらに、開発のイニシアチブの主体に関して、自治体と問答する様子も観察された。

「佐渡市が電力系統を工夫することで高い再生可能エネルギー比率を設定するという目標を立てるべきではないか？」（検討委員）

「佐渡市としては、将来的には電力会社から自立してエネルギーを得られる仕組みを作りたいと考えているが政策に組み込めていない。」（事務局・自治体）

続く第三回の検討委員会では、検討の基盤となっている太陽光発電がなぜ前提なのか、風力発電を検討する必要性についても地域と専門家である委員の間で議論が紛糾していた。島外の専門家の多くは風力発電のポテンシャルを評価していた一方、事務局である地元自治体は、トキの懸念から検討はできないと回答している。

「なぜ最初から 太陽光発電と佐渡という組み合わせで検討を始めたのか。」
（東京都・オブザーバー）

「太陽光発電だけではなく、風力発電も組み合わせるべきである。」（東京都・オブザーバー）

「賦存量のポテンシャルとして最大だったのが太陽光発電である。また風力発電は、トキの被害への懸念があり導入の検討はできない。」（事務局）

上記のような、それぞれの立場から佐渡市における DGR 活用事業可能性調査でみられた異なる議論をみつめる状況について、a.自治体の視点、地域事業者の視点、c.専門家の視点の三点に分けて、以下整理してみる。

a.自治体の視点

自治体である佐渡市は、推進の意欲を示したものの、事業者にはなれないという制約がある。現在、具体的な政策がないために、佐渡市における

DGR 活用事業可能性調査には期待している。市民感情・意見を重視する必要性が大きいため、風力発電の導入は検討できないと回答していた。

b. 地域事業者の視点

地域の事業者は、デジタルグリッドルーターのシステムに関する具体的な議論は避けつつも、管理運営の立場から、雷といった自然環境や導入後のメンテナンスといった実務的な意見を述べている。DGR を用いたビジネスモデルにも期待している。

c. 専門家の視点

本検討委員会では、経済学、工学といった分野の専門家で構成されていた。各専門からは、実現可能性、モデルの機能性に関する具体的な提言を行っていたが、専門側からの関心は、ビジネスモデルの正確性、実現可能性、採算性にあった。そこで、風力発電の導入可能性調査の必要性や、太陽光発電導入意向調査の調査デザイン等の意見が提出された⁴⁶。

佐渡市における DGR 活用事業可能性調査は、あくまで DGR の実証可能性を検討することが目的であり、合意形成や具体的な事業化のスケジュール作成等を行わないという前提があった。また、DGR 等の先進的なスマートグリッド技術を導入してゆくためには、託送料金や自営線の敷設コストが障害となりうる点や DGR 自体の技術的課題も明らかにした点において、学術的な意義は高いと考えられる。しかしながら、検討委員会の議論を観察してみると、それぞれのステークホルダー間には、本事業における理解、モチベーション、視座において少なからず齟齬があり、それによって議論の多様性を生みつつも、その視点の不一致が具体的な成果物の最終的な成果の提案内容に影響を与えていたことを見逃してならないように感じる。例えば、最終成果で公表された市街地モデル・コミュニティモデルの双方においては、本来は系統負荷に依存しないモデルと地域に貢献しうる新たな

⁴⁶ 一方で、検討委員会での専門家の役割は助言であり、実際の提案内容に関連するデータの収集及び分析、モデル構築に関連する計算は、事務局が行っていた点に留意する必要がある。

なビジネスモデルを検討するはずだったにもかかわらず、系統への負荷の配慮がなされていた点において DGR の特性を十分に活かしきれていたとはいえない。また、ビジネスモデルの採算性に関しても、島嶼地域が持つ本土より発電コストが高額であるという特徴が十分に勘案されていなかった。また事業主体に関しても、本来は新たな地域主体の電力会社の設立が検討されていたが、報告書では既存の電力会社や既存の地域エネルギー会社が運営主体と仮定されてまとめられていた。

6. 小括

佐渡市における DGR 活用事業可能性調査には、上述したような 1. 本来の検討委員会の目的と結果との矛盾、2. 検討委員会の参加者間の視点の差異、3. DGR と離島の特長の未活用といった課題が観察された。検討委員会の議事には、地域主体のエネルギー事業を志向し、地域のエネルギー会社を立ち上げる案も提出されたが、最終結論は、ビジネスモデルの不採算性から、既存の電力会社の運営主体としての参画が必要不可欠であるという結論に至ってしまった。しかしながら、現在の本土との発電コストを基準として検討する妥当性は再検証する余地があると考えられる。なぜならば、前述のように離島地域における発電コスト費用は本土地域よりも 3-5 倍も高額であるため、本来の発電コストおよび将来の離島での発電コストと比較すれば採算性は悪くない可能性があるからである。つまり、内燃力火力発電所は本土の火力発電所や太陽光発電・風力発電に比較して高額であることに加えて、今後の原油価格の上昇も見込む必要があるのである。デジタルグリッドルーターを導入後の、採算性は既存のエネルギーシステムのみで検討すべきではなく、長期的な視点で再計算する必要があると考えられる。長期的視点で見た場合、現在、離島の高額な発電コストが、一般市民にユニバーサル料金⁴⁷として負担されていることを考慮すれば、佐

⁴⁷ 既出の通り、離島地域における内燃力火力発電は本土地域に比べて高額である。一般送配電事業者は 2016 年 4 月以降、離島ユニバーサル料金制度により、需要家保護の観点から離島地域においても本土並みの料金水準で電力供給を行うこと（ユニバーサルサービス）が義務付けられている。離島地域と本土地域との差額は、託送料金に反映され全需要家から回収されている。

渡島内で完結したエネルギーシステムを構築することは経済性が高く、日本の国民全体の便益につながると推測される。

他方で、佐渡市は、長年トキという環境アイコンへの配慮のため、風力発電の導入を検討しにくい要因に繋がっていた。ただし、1990年代に導入された佐渡市の風力発電の実績をみると採算性は悪くはなかったと推察されるため、佐渡市において風力発電の開発における環境影響について、議論を進めつつ、ガイドラインを作成するなど対応をとることが有効だと考えられる。バードストライクに関しては、既往研究も多く存在しているが、解決策として畦地ら（2014）はゾーニングによる解決を提案している他、公益財団法人日本野鳥の会、環境省らが具体的な指針等を示している。⁴⁸つまり、議論を停止させるのではなく、客観的な基礎調査とモニタリングを継続的に行っていくことで、風力発電の導入可能性を検討することは可能になると示唆される。

さらに、本事例からも、地域主体のエネルギー開発、つまり地域コミュニティパワーの実現は簡単ではないことが明らかとなった。まず、自治体が指針を示すことは第一歩だと考えられるが、自治体は開発主体になることはできない⁴⁹ことは一つのネックになる。さらに、地域のエネルギー会社を立ち上げるとしても、自治体や外部の企業主導の検討委員会では、その主体の構成要員を動員することが難しい。

近年、地域主体のエネルギー事業、つまりご当地エネルギー会社は、日本でも確実に広まりつつある。ご当地エネルギー協会を支援する特定非営利活動法人（ISEP）はコミュニティパワー立ち上げの教訓とノウハウをい

⁴⁸ 環境省の資料によると、風力発電の影響は鳥類別に分かれており、鳥類、その他の野生生物およびその生息地に対する弊害を最小化するためには、「客観的な基礎調査を十分に行ない、影響を受けやすい地域の特定に役立つ情報を収集する必要があるのは明らかである。また、影響を受けやすい地域の開発が認可された場合には、建設後にモニタリング調査を行なう必要があることは言うまでもない。当然のことではあるが、影響は短期的なものとは長期のものに分けて考えなければならない。影響が生じる可能性のある空間的規模（例えば、建設地、建設地周辺、地域全体、全国、複数の国にまたがる）を特定にするために、潜在的な影響を客観的に捉える必要もある。」と指摘している。

⁴⁹ 第四章で取り扱う米国のサンフランシスコ市等、自治体が電力会社を保有することのできる地域は世界には存在する。

くつかの書籍にまとめているが、ノウハウを用いた地域への介入は部分的な活動に留まらざるをえない。こうした現状に鑑みれば、今後のさらなるネットワーク拡大とノウハウを直接的に教示してゆくことが必要だと考える。例えば一般社団法人徳島地域エネルギーは、バイオマスボイラーの導入について、徳島県内での成功事例をパッケージ化し、導入の可能性調査を一連の研修システムとして構築し、日本各地の希望者に教育・研修活動を実施している。この教育研修の取り組みは、今回の新エネルギー技術導入で発生するような、地域のナレッジ（知識・経験・スキル）と導入される新エネルギー技術の技術力の差異を埋めることができると考えられる。このように地域の技術力を向上させ、具体的なシステムで導入する取り組みも同時に行っていく必要が示唆される。すなわち、地域のエネルギー計画の策定主体、技術の管理主体、地元での受け入れ基盤の整備、そして持続可能なフォロー体制があってこそ地域主体のエネルギー開発は実体化できるものと考えられる。特に、東日本大震災以後の日本のエネルギー開発は、再生可能エネルギーや地域主体、住民との対話といったキーワードが並ぶものの、現実の事業を見てみると、エネルギーの最新システムと地域住民との参画、地域住民との関心とは隔たりがあることが明らかとなった。2017年11月に佐渡市で自然エネルギー勉強会が開催され、地域の自治体職員、学生、専門家等が参加し、議論を行われた⁵⁰。佐渡市においても地域主体のエネルギー開発に関する新たなプロジェクトが動いていることから、日本初の離島にあるご当地電力佐渡電力の設立を期待しつつ、今後も注目しつつ調査を続けて行く予定である。

第二節 主体的なエネルギー事業運営に関する課題

－長崎県対馬市における風力発電事業－

本節では、対馬市における風力発電事業の具体的な事例をもとに、離島地域における地域主体のエネルギー開発の利点と課題及び今後の展望を分析する。ここで対象とする地域事例については、2011年10月から2016

⁵⁰ おらってにいがた市民エネルギー協議会ウェブページより引用。

年 12 月間での現地調査並びに特定非営利活動法人対馬次世代協議会における実践活動なども加味しつつ比較検討してゆく。

概して、離島地域はエネルギー、特に燃料の高コスト構造からエネルギー自給の必要性（ニーズ）大きく、再生可能エネルギー等、本土では比較的费用対効果の小さいと考えられてきた事業も、離島地域の場合は経済的であると考えられてきた。ここでは、この点に着目しながら対馬市の取組の一部の事例を取り上げ、また、エネルギーを燃料（輸送）、燃料（熱利用）、電力に分類して考察を深めていく。

1. 対馬市におけるエネルギー開発の沿革

1-1. 長崎県対馬市の概況

対馬は、南北約 82km、東西 18km の細長い島と周辺の約 100 の小島と 6 つの有人島から成り立つ（図 3-12）。属島除く対馬島は、北海道、本州、四国、九州、沖縄本島、北方領土を除くと日本で 3 番目に大きな島である。万関橋を境に島北部は上島、島南部は下島と呼ばれている。最高標高 649 メートル、周囲は 800km を超える。2004 年に、6 つの町が合併し、対馬市が誕生し、125 の集落が存在している。対馬市は、人口約 3 万 3 千人で、長崎県に属している。第一次産業においては、急峻で山がちな地形であるため農業は振るわないが、漁業や林業は盛んである。近年、年間 20 万人を超える韓国人観光客が訪れるようになり、韓国人観光客を対象とした観光業も盛んになりつつある。



図 3-12 長崎県対馬市の位置

(国土地理院ウェブページより筆者作成)

1-2. 対馬市のエネルギーシステムの概況

対馬市の電力事業は、対馬配電株式会社と漁協・農協の発電事業から始まり、昭和 26 年電気の日、再編されて九州電力管轄となった。バックアップに 2 万 2000 ボルトの送電線で佐須奈発電所と繋がっている。主に使用されているのは豊玉発電所であり、島内電力の 95% は豊玉発電所で発電されている。さらに、夏場など需要が多くなると一部厳原発電所を稼働させている(表 3-5)。

表 3-5 対馬市の内燃力発電設備

内燃力 発電所名	認可出力 (kW)	施設 番号	運用開始年月日	発電機定 格出力
厳原	86,000	1	昭和 37 年 12 月 8 日	1,000
		2	昭和 40 年 7 月 15 日	1,000
		6	昭和 42 年 11 月 22 日	3,000
		7	昭和 44 年 5 月 8 日	3,600

豊玉	42,000	1	昭和 53 年 6 月 20 日	6,000
		2	昭和 56 年 6 月 19 日	6,000
		3	昭和 57 年 6 月 25 日	10,000
		4	平成 4 年 7 月 10 日	10,000
		5	平成 12 年 6 月 23 日	10,000
佐須奈	5,100	1	昭和 41 年 4 月 28 日	1,500
		6	昭和 46 年 5 月 28 日	3,600
合計	55,700			

九州電力提供資料より筆者作成

2. 対馬市におけるエネルギー自立にむけた取り組み

対馬市は、2006年に市内のエネルギー開発計画である新エネルギービジョン、同年にバイオマスタウン構想、さらに2015年対馬市エネルギー・マスタープランを策定している。さらに、各種実証実験を積極的に受け入れており、エネルギー転換に意欲的に取り組んでいる。以下、具体的な地域の取り組みに関する本調査結果から個々に検討してゆく。

a. 燃料（食料廃油を利用したバイオディーゼル燃料事業）

2006年より対馬市では、食料廃油を利用したバイオディーゼル燃料が島内の民間事業者により製造されている。運営を始めた事業者は、もともと廃棄物処理事業を行っていたが、企業のさらなる事業の拡大を検討していたときに、これまで活用されていなかった島内の廃食用油を利用したバイオディーゼル燃料製造を思いついたという⁵¹。そこで独自に研究開発を行い、設備も自ら開発し、化学反応を利用したバイオディーゼル燃料の製造

⁵¹筆者による現地調査での2011年10月のインタビュー結果による。

に成功した。島内では、林業、建設業者が多く的大型車両を使用している。前述したように、燃料類（ガソリン、軽油、灯油）の価格が高い。対馬の事業者が製造しているディーゼル燃料は、市販のディーゼル燃料（軽油）より、10円ほど安く、問い合わせが殺到している。事業開始後8年が経過しているが、廃油の提供者も増え、事業は順調に拡大している。事業者は、採算性について、2011年の調査時に以下のように説明してくれた。

「現在の軽油価格が約167円/lであるのに対し、バイオディーゼルの一般価格は135円/lと約30円も安い。事業を開始した2006年度から回収量は増加傾向にあり、1リットル1円という有価買取制度も確立され、今後も島内各地で回収を進めていく方針だ。現在、回収は、食品関連産業、外食産業、給食センターなどから行っており、需要が多いため、今後は廃食用油の回収を増やし対馬におけるバイオディーゼルの生産量を最大限増やしていきたい。現在は給食センターの運搬車（図3-13）やゴミ回収業者に使われているが、軽油の価格が高止まりする中で、工事用車両等からも使用したいという声がある。」

一方で、今後の課題として事業の拡大に限界があることがわかった。バイオマスディーゼルの事業を拡大してゆくためには、さらに廃食用油の確保が必要であるが、島内の飲食店からの回収は限界に達しており、現状において事業の拡大は困難である。事業者は、今後、ディーゼルの製造で発生する副産物、グリセリンを再利用できないか検討を進めている。また、対馬市の海岸に多く漂着している漂着物ゴミに注目し、廃プラスチックの燃料化も検討している。



図 3-13 廃食用油から製造したディーゼル燃料を利用した給食の配送車
筆者撮影

以上のように、対馬市のバイオディーゼル燃料製造は、島内の事業者の企業努力により独自開発されたものであり、事業者の工夫によって安価な製造が可能になっていることがわかった。さらに、生産者と消費者の両者にとって利益構造が成り立っている。また、島外輸送に着目すると、離島のもつ環海性という特徴から、本来廃棄物となっていた廃食用油を島外へ搬出する際のエネルギー利用を削減している。今後事業拡大を行う際、他地域への資源回収を行うと、海上・空上輸送に費用を要してしまうため、本ディーゼル燃料の生産システムは島内でのみ運用できる利益構造と考えられる。こうして島内の廃棄物から燃料を製造する仕組みは、生産者・消費者の利益構造の改善、島外由来の化石燃料の使用削減ひいては島内の自然環境の保護に重要な役割を果たしている点を重視したい。

b. 燃料（熱利用）

次に、木質チップ製造事業について検討してゆく。対馬市には対馬市や独立行政法人が提供している温泉が3カ所存在する。しかし、湧水ではなく、深層から源泉をくみ上げ、ボイラーで温め、温泉として市民に提供している。地下深層からくみ上げる源泉の温度は低く、ボイラーで温めなければ温泉としてサービスを提供できない状況であった。そのため、対馬に3箇所ある温泉施設では、通年の間で灯油ボイラーを利用し、その灯油の代金が市や独立行政法人の財務状況を圧迫していた。その課題を解決する

ため、対馬市は 2006 年以降、公営の温泉施設に木質チップを活用している。島内の温泉施設である「湯多里ランドつしま」では、灯油から木質チップへ燃料を転換したために、4 年半で燃料代約 7,026 万円を節約できたと報告している⁵²。

木質チップ事業は、対馬のバイオマス事業の先駆けである。ここで、対馬における木質チップボイラー事業の特徴を整理・分析する。まず、対馬は離島で、運送費がかさむため、化石燃料は本土よりも 1 リットルあたり約 20 円高い現状があった（2006 年導入当時）。木質チップの原料は、放置された間伐材の曲がった部分や間伐材を加工した残りの木屑（未利用バイオマス）を細かく粉砕したものでゴミとなるはずの未利用資源を利用している。そのため、切り出し等の費用が削減されている。しかし、切り出し以外の運搬についても多くの費用がかかる点は、島外も木質チップと同様である。そこで、対馬では木質チップの生産工場（図 3-14）から木質チップボイラーを使用する温泉までを 5km 圏内におさえ、対馬島内 2 箇所に工場を建設した。また、木質チップの工場の運営は社会福祉団体が行っており、工場はその社会福祉団体の授産施設となっている。そのため、人件費を抑えることが可能になっているほか、社会的弱者の雇用創出と安価な木質チップ製造の 2 つのメリットを持っている。以上のような工夫により、対馬市は他地域に比べ比較的安価に木質チップ生産を行っている（表 3-6、表 3-7）。

⁵² 対馬市「広報つしま」2010 年 9 号を参照。

http://www.city.tsushima.nagasaki.jp/live/kouhou/images/201009/kouhou_201009_02.pdf, 最終アクセス日 2017 年 12 月 1 日



図 3-14 木質チップ加工工場（左）と、製造された木質チップ（筆者撮影）

表 3-6 一般的な木質チップと化石燃料の燃焼効率比較

	単位価格	単位発熱量	単位熱量 1000kcal あたりの価格
チップ（生）	9.9 円/生 kg	1,890kcal	5.24 円
A 重油	68.8 円/l	9,345kcal	7.36 円
灯油	84 円/l	8,771kcal	9.58 円

農林水産省（2010）より筆者作成¹²⁾

表 3-7 対馬市における木質チップと化石燃料の燃焼効率比較

	単位価格	単位発熱量	単位熱量 1000kcal あたりの価格
チップ （50%含水）	15 円/m ³	2,700kcal	5.56 円
A 重油	87 円/l	9,345kcal	9.30 円

対馬市（2006）より筆者作成

対馬市における木質バイオマスの今後の目標はこの生産形態を維持したままの事業拡大である。しかし、未利用木質資源の賦存量も限られている。新たに間伐をするとコストがかさみ、利益が出なくなってしまう可能性が

あるため、事業の拡大には慎重な姿勢が必要だと考えられる。一方で、熱需要という視点で島内の需要を見直せば、さらに利用の機会は増やすことができる可能性があるといえる。

c. 電力事業（風力発電事業）

対馬市には、2016年8月現在稼働している風力発電が1基ある(図3-15)。2013年度策定の振興計画においては、2003年に導入され故障した旧対馬市(上県町)風力発電所の情報が記載されている。2016年8月現在稼働している風力発電所は、2003年に導入された風力発電所と全く同じ立地であるが、風車本体も事業者も異なっている(表3-8)。



図 3-15 対馬市の旧・対馬市風力発電所(左)と新・対馬風力発電所(右)

2016年調査時に筆者撮影

表 3-8 対馬市の新・旧 2 つの風力発電所の概要

対馬市風力発電所（旧）	対馬風力発電所（新）
2003年4月 運転開始	2015年4月 運転開始
定格出力：1,200kW （600kW 2基）	定格電力：1,500kW （1800kW 1基）
対馬市が運営	対馬市の企業が運営

（筆者作成）

以下に、千俵巻山に設置された風力発電事業のこれまでの経緯を見ていく。まず、対馬市の運営による対馬市（上県町）風力発電所は、2003年4月に運転を開始した。しかし、2008年度以降、故障回数と停止期間が増え、採算性が一気に悪化した。風力発電施設の稼働に関して、導入5年間で故障や不具合が頻発することは近年では一般的に知られており、現在では製造メーカーから5年程度の設備保障が行われている。しかし、対馬市が風力発電を導入した2003年度当時は、5年間のメーカーによる保障は付帯していなかった。旧風力発電施設において、2011年以後、風力発電装置内部の故障により稼働できない状況が続いた。対馬市の見積もりでは、修理に係る財政支出は1億円ほどかかると推測された⁵³。導入時の初期投資も回収できていなかったが、対馬市は検討の末、修繕を行わなかった。2014年、対馬市は風力発電所の売却を決定し、事業者を公募した。対馬市による入札が行われ、島内の建設関連企業（H社）が最低落札価格1,000円で落札した⁵⁴。H社は、旧風車の撤去・整地後、新規風車を竣工・建設し、2015年4月に運用を開始した。運営会社の資本は90%を地元の建設関連企業、10%を東京の自然エネルギー発電を行う会社（以下、I社）に所有されている。対馬での設備管理はH社の職員が行っているが、発電設備の設計、管理、運営、メンテナンスはI社の担当となっている。

ここで、旧風力発電設備の運用状況と故障の原因について言及しておく。

⁵³建設時の契約で、保証期間外となってしまったことが原因である。この故障が、2010年前後に契約・設置した風力発電施設であれば、一般的な風力発電設備の保障期間は10年間となっているため問題なかったであろう。

⁵⁴筆者による2014年のインタビュー結果による。

対馬市風力発電所の風力発電所の稼働状況を概観してみる。発電コスト試算と関連する係数の算出には、化学工学会 SCE・NET（2011；pp105-106）の計算式を使用した（表 3-9,3-10）。風力発電の発電コストの算出式は（1）で示される。

$$C[\text{円/kWh}] = \frac{K \cdot [(1-\alpha)\beta + \gamma]}{0.876p} \quad (1)$$

K：建設単価[万円/kw] α：補助金交付率 β：年間経費率
 γ：年間運転保守単価率 [%] p：年間設備利用率

また、対馬市風力発電所の稼働状況と発電単価を表 3-10 に、化学工学会 SCE・NET（2011）で示されている一般的な風力発電の値を表 3-11 に示した。

表 3-9 対馬市風力発電所の各係数の値

K	27.55
α	0.427
β	7

対馬市提供資料より筆者計算

表 3-10 上県風力発電所の発電コスト試算結果

年度	発電量 (kwh)	p(%)	γ (%)	C (¥/kwh)
2003	2,846,930	27.1	4.86	14.8
2004	2,681,350	25.5	6.91	10.4
2005	2,719,770	25.9	7.70	8.7
2006	2,706,280	25.7	7.21	8.9
2007	2,329,800	22.2	6.66	12.8
2008	2,220,070	21.1	6.24	19.1
2009	2,143,880	20.4	6.19	20.8
2010	1,622,290	15.4	5.54	18.1

対馬市風力発電事業部提供のデータにより筆者作成

表 3-11 風力発電の典型的な発電コストと関連する係数

係数	風力発電
K : 建設単価[万円/kw]	20
α : 補助金交付率	0.3
β : 年間経費率	7
γ : 年間運転保守単価率 [%]	0
p : 年間設備利用率	20
発電コスト C[円/Kwh]	9

化学工学会 SCE・NET (2011) より引用

対馬市風力発電所は、年間平均風速が 8m/s、RPS 法に基づく売電価格約 12 円であったことから、2004 年度から 2006 年度の 3 年間は、順調に稼働していたと考えられる⁵⁵。旧風力発電設備の故障の原因は、落雷や複雑な季節風による部品の磨耗、主な原因であった。加えて海上に近い立地により、他地域より塩害の影響が大きかったとも考えられている。つまり、離

⁵⁵ 対馬市における内燃力火力発電の発電コストが 30 円/kwhであることを考えれば、対馬市風力発電所の経済性は全体として悪くない。

島のもつ環海性と厳しい自然状況が影響していると考えられる。風力発電に関しては、初期投資が莫大であり、運用可能年数にも基準があることを考えれば、可能な限り故障を防ぎ、故障した場合は即時修繕を行い、なるべく稼働時間を長くする必要がある。旧対馬市風力発電所では、厳しい自然環境により、他地域に比べ、高度なメンテナンス技術が必要だった可能性がある。さらに、事業の運営を外部委託しており、システムの調整・メンテナンスを現場で迅速に行うことができていなかった点も、採算性が悪化した要因であると考えられる。

新対馬風力発電所は、資本は現地の企業、H社が所有しているが、実際のメンテナンスは、東京に職員が常駐するI社が行う予定である。今後H社とI社が連携して運用を行なっていくことで、持続可能な運用を行なっていくことが期待される。また、H社の代表は、自社の営業用車両に電気自動車を活用している。人口減少により、電力需要の縮小も懸念されている。H社では、島内の電力需要の創出にも関心を示しており、島内2箇所には電気自動車の充電スポットを整備している。電力は、汎用性の高いエネルギーであるため、今後島内での輸送を電化してゆくことで、電力需要を大きくし、再生可能エネルギー等の導入量を増加させることができる。今後、市町村の都市計画等と連携することで、対馬市の再生可能エネルギーの導入が進展する可能性がある。

しかしながら新対馬風力発電所においても設備の輸送が大きな懸念材料である。対馬は島嶼地域であり、メンテナンスに必要な部品を海上輸送しなければならない。離島地域共通の海上輸送の課題に加えて、対馬市はその山がちな地形から、特に風力発電施設周辺が林道のように複雑で、狭幅となっており、風力発電設備を運搬するために林道整備を行う必要もあった。林道整備では、道路沿いの草木の伐採だけでなく、既存の電柱や架線の整備も行ったという。例えば、巨大な風力発電のブレードを安全に運搬するために、道路の両側に分散していた電柱を一方に統一し、さらに、どうしても道路をまたぐ必要性がある場合は架線を地中に埋める工事も行っ

たのだという（図 3-16）⁵⁶。



図 3-16 新・対馬風力発電所に向かう林道⁵⁷

2016 年筆者撮影

3. 対馬市の導入事例から見えてくる課題と展望

前節で検討した対馬市の地域企業の取組の事例から、離島における地域での燃料製造・電力事業には、多くのメリットがあることがわかってきた。さらに、地域企業の現地での取り組みには、環海性という離島の特性と向き合いながら、島内での資源循環に目を向け、少ない資源を有効活用しようとする姿勢も見られた。従来、離島におけるエネルギー利活用は多くの支援事業によって支えられてきた。ただし、本調査から、そのシステムは、島の資源をより利用する形に転換し、地域の企業が運用することで、島内の産業活性化、環境負荷の低減、エネルギー事業の持続的な経営に繋がっていく可能性があることがわかってきた。

一般的に、離島に関わらず、再生可能エネルギー電源の開発事例では、

⁵⁶ 筆者の 2016 年インタビュー結果による。

⁵⁷ 地中に電線を埋める工事を行った箇所の写真である。

様々な開発主体の関与がみられる。例えば、i) 発送電・配電の責任を持つ電力会社に取り組むもしくは地域外の企業に取り組む場合、ii) 自治体に取り組む場合、iii) 地域の企業に取り組む場合等が挙げられるが、それぞれの開発主体の利点・欠点をまとめると以下のようなになる。

i) 電力会社が開発主体の場合

電力会社に取り組む事例では、電力会社が高い技術力を持つゆえに責任を持って取り組むことが可能である。一方で、電力会社は地域に対し安定供給責任を持つため、再生可能エネルギー電源の持つ不安定性、変動性を優先して、慎重に検討する傾向がある。

ii) 自治体が開発主体の場合

自治体に取り組む事例では、自治体の考えるエネルギーシステム像の実現のために、社会インフラや都市計画と合わせてエネルギー開発を進めることができる。その反面、電力事業に関するノウハウを持たないため、事業の運営を他地域の会社に委託してしまいがちになり、故障等が起こった際には、対応に時間がかかってしまう可能性がある（旧対馬市風力発電の事例など）。

iii) 地域の企業が開発主体の場合

地域の企業に取り組む場合では、資金確保の課題があり、導入する技術の規模は小さくなってしまいがちである。他方で、故障等のトラブルに対し、最も迅速に対応できるほか、自治体のエネルギービジョン等との連携も取りやすい。

本論文での最も重要な論点である、離島地域の特性、そして地域および技術の持続性を考慮すると、iii) の地域の企業が運用することが重要だと考えられる。以下にその根拠を具体化してゆく。まず、対馬市風力発電所の事例に見られたように、再生可能エネルギーの利活用においては、故障時にすぐに対応することが重要な鍵を握る。それゆえに地域外（特に離島

地域に対して本土)の企業は、現地まで距離があり、独立型の離島の場合には運搬に海上交通を必要とするために、迅速に対応することは難しい。また、厳しい海洋環境から塩害・高潮等の発生頻度が大きい。技術が高度になればなるほど、運用には高度な技術が求められ故障する可能性も高くなる。つまり島内におけるエネルギー生産の効率が低下してしまう可能性が浮上する。一般に電力システムの規模の小さい独立電力システムの離島では、大規模な投資は必要ない。よって、環海性という特徴を持つ離島地域では、本土や地域外の企業が運用する利点はむしろ小さくなることを押さえておきたい。この点において、離島では、地域の企業のエネルギー自給に役割は大きいだけでなく、開発主体としても最適であると考えられるのである。

今後の課題として、輸送を利用する必要性のないエネルギー開発、例えば、島内で完結した再生可能エネルギー等の発電と島内でのエネルギー需要を組み合わせ、さらに開発を推進してゆく必要がある。この点において、それぞれの島独自の特色を生かしてゆく視点が求められる。例えば、八丈島における地熱発電事業や五島市の浮体式洋上風力発電事業、久米島の海洋深層水発電等は、地域の資源を活用した個性的な取り組みである。さらに、近年では、潮流発電、波力発電、電気漁船などの新たな研究開発が離島地域においてもみられている。開発段階の多くの技術は実証試験が行われている段階にあり、数十年以内には実用化段階になると考えられている。これらの技術が実用化されれば、離島地域のエネルギー転換における有用な選択肢となりうる。ここで、実証実験から、持続可能なエネルギーシステムに移行してゆく際に地域のエネルギー企業の関わり方が必要となってくる。実証期間終了後、厳しい自然状況に対峙し、長期間において技術運用を持続可能にしてゆく現場での取り組みが必要不可欠だと考えられる。

他方、海外では海上輸送においてもエネルギー転換が図られている。第四章でも言及するサムソ島では、ハイブリッド式および天然ガスを燃料にした船舶を活用することで、将来バイオガスを燃料として、船舶を運用す

る計画がある⁵⁸。離島地域の深刻な課題は、疲弊した経済により、自己での投資ができなくなっている点にある。つまり、現状のニーズや新しい技術の普及、システムの包括的な転換を行うことが難しい現状にあるのである。輸送においては、近年様々な工夫が行われてきたが、サムソ島のように島外の燃料等への補助だけではなく島内のエネルギー市場の形成についての支援も行っていく必要がある。

4. 小括

以上の事例分析により、島内の企業がエネルギー事業に取り組むことで、1) 地域の企業による産業振興のみならず、2) 安価な燃料の提供による消費者の利益の増大、3) 地域資源の循環利用の促進、4) 支援に頼らないエネルギーシステム構築への貢献があると考えられる。一方で、再生可能エネルギーの実証研究や導入事業は多く行われているが、そのほとんどが本土の企業や電力会社が資本を有しており、島内の企業が取り組む事例は、まだ多くはない。本稿で考察してきたように、離島の特性の中でも特に重要な「環海性」という視点を重視し、厳しい自然条件へ適応する技術開発支援と、海上・空上輸送コスト支援に変わる新たなシステム作りが、離島地域の自立のためには必要だと考えられる。その点において、高度な技術や資本力が必要になる場合があることは明白な事実である。また、離島地域においてエネルギーシステムのマネジメントは、環海性という特性から他地域よりも慎重になる必要があり、細かな管理が必要とされる。しかし、ここで扱った対馬のような外海の孤立型離島では、必ずしも大規模で高度な技術ではなく、むしろ地域で管理可能となる簡便で分散型の技術こそ、細やかな運用を可能にするのである。つまり、簡便で分散型の技術を、地域の企業による自己努力や技術開発によって、「環海性」という離島の特性に合った運用を目指してゆく事が求められる。筆者はここにこそ、離島地域におけるエネルギー自立の可能性があると考えている。

⁵⁸筆者のサムソ島での現地調査 2016年 11月 22日のインタビュー結果による。

第三節 導入プロセスと住民の意識構造からの再考 —東京都八丈島における地熱拡大検討委員会を事例に—

本節では、再生可能エネルギーのうち、高い優先順位が置かれ、日本の今後の開発が期待されている地熱発電の離島地域での開発事例を検討する。本節で扱う八丈島の地熱発電は、地熱温室利用、発電施設の再開発に伴う出力拡大計画とともに成功事例として注目されている。

この地域事例については、2014年8月から2014年12月の間での現地調査(詳細は後述)、また東京都再生可能エネルギー拡大検討会プロジェクトのメンバーとしての調査時に独自の調査を並行して行った結果も踏まえ総合的に判断しつつ分析を行っていく。

1. 近年高まる地熱発電開発への期待

既出の通り、特に東日本大震災後再生可能エネルギーを中心としたエネルギー転換を促す法整備が進んでいる。しかしながら、2013年の固定価格買取制度による急激な再生可能エネルギーの普及に伴い、電力の安定供給確保の観点から、再生可能エネルギーの系統接続に制限が設けられる形になった。そうした動向の中で安定供給が可能だと考えられてきた地熱・水力発電⁵⁹に関して、認可を容易にし、系統接続も優先的に行われる方針がある。

ただし地熱発電は、日本は世界で有数の地熱資源を持つものの、これからも開発の余地が残っている。さらに、地熱発電の特徴的な点は、発電に限らずその他、生活の様々なエネルギー需要に利用できることである。たとえば、温泉による浴用利用、蒸気を利用した農業乾燥棚への応用、温水を巡回させる地熱温室利用などが見られる。このような特徴から、地熱発電の開発の際に地域との調和と地域貢献が特に期待されている(経済産業省2015)。

本研究では具体的な事例として、八丈島の地熱利用拡大検討事業(一連の

⁵⁹水力発電は、すでに大規模水力発電が可能な立地は少なく、中小規模の小水力の技術開発・導入が盛んである。

事業を八丈島地熱発電利用拡大検討事業とここでは呼ぶこととする)を取り上げる。

本事業は、八丈島地熱発電所の出力を3倍に拡張し、単に規模だけでなく、社会的にも地域に資する再生可能エネルギー開発の実現を目的としたものである。後述するように八丈島地熱発電所は、概して日本に数ある地熱発電所の中でも、優良事例として評価されてきたものである。ただし東京都の重要な事業として位置付けられ⁶⁰、2014年度に事業開始が計画されていたものの、事業の停滞が観察された⁶¹。その停滞の主な理由は、一部の島民に見られる拒否姿勢と地熱発電による臭気対策技術および地域貢献策の具体化がなされていないことが原因であることが本研究を進めるうちに明らかとなってきた。

そこで本研究では、それらの要因の詳細を明らかにするとともに、ステークホルダー間でそれぞれ、地熱がどのように捉えられているのかを把握しつつ、また地域の伝統文化や価値観とも照らし合わせながら、再開発段階で、地域社会と良好な関係構築に求められる事柄を明らかにしてゆく。さらには、事業で行われている再生可能エネルギーにおける社会的受容によるアプローチと地域住民の認識の差異を比較しながら、今後の展望も含めて包括的に論じていく。

2.日本の地熱開発をめぐる動向並びに八丈島地熱開発の経緯と問題の所在

2-1. 日本の地熱開発に関する動向

上述のように日本は世界で有数の地熱資源を持つにもかかわらず、なぜこれまで地熱発電が十分に開発されてこなかったかについて、ここでは歴史の変遷から辿ってみる。

日本の地熱発電の歴史は比較的短く、1966年に日本最初の地熱発電所が運転を開始した。日本には、東北地方と九州地方を中心に地熱発電所が建

⁶⁰東京都は前年、「東京都再生可能エネルギー戦略」を策定し、再生可能エネルギーを2020年20%という高い目標を設定している。

⁶¹2016年4月時点では、公募段階に留まっており、最終的な事業者が決定したのは2016年5月であった。

設されており、2015年6月現在設備容量は合計約52万kWで、諸外国と比較すると世界第9位の導入量を誇る（日本地熱協会2015）。資源量では世界第3位の位置にあるにも関わらず、地熱発電の開発が行われていないことには、いくつか原因がある。地熱開発にもっともブレーキをかけていたのは、日本の地熱資源の約8割が国立公園内に位置し、景観保全に配慮した開発規制がかけられていたことである。またその他の要因として、地熱開発の計画策定段階、現在の調査技術を用いても地下深部の地熱系モデルを構築することは難しく、また開発の結果として計画通りの熱量が確保できない可能性もあるなど、開発上のリスクが多い点があげられる。さらに、技術的開発が成功したとしても、近隣の地元温泉事業者との合意形成等、地域社会との連携も課題となる。地域社会の認識は科学技術的な見解とは必ずしも一致しないために、地域社会との合意を難しくしている側面がある。例えば、地熱資源分布の一般的な理解では、温泉に使用している地熱の貯留層と地熱発電で使用する貯留層は異なる。つまり、地熱発電開発を行ったとしても、温泉事業に影響がある可能性は低いと考えられている。しかしながら、現実では、地熱開発において反対運動が生じている場合の多くは温泉事業組合等の地域住民と地熱発電事業者間で生じているのである（丸山他2015, 近藤2015）。

加えて、地熱発電には開発のリードタイムが通常10年以上と長く、長期間の人件費や金利等が必要になること、調査開発段階で多数の坑井を掘削する必要があることなどから開発コストが大規模になりやすいという課題もある。

このような背景から、地熱発電所の新設計画は八丈島地熱発電所開発事例以後、約20年間見られなかった。2009年、再生可能エネルギーの注目度の向上によって、新たな地熱発電所の計画が持ち上がったほか（化学工学会2010）、国立公園の開発規制緩和およびFIT制度の後押しもあり、近年地熱開発計画も複数計画されるようになった。また、バイナリー発電や湯けむり発電など小規模な設備投資で可能な発電方法の開発計画も盛んに策定されるようになった（近藤2015）。

2000年代後半からは、初期に開発された地熱発電の更新時期となり、地

熱資源を取りまく技術発展も相まって、最新の技術への転換も検討されている。更新時における再開発の事例においては、持続的な事業運営を行うために、これまでの事業運営を省みて、地域社会との合意形成や事業性の検討に再度慎重に取り組む必要があると考えられる。

2-2. 国内で特徴的な八丈島地熱発電所

八丈島は、東京都伊豆諸島に属し、東京南方海上 287 km に浮かぶ、面積 69.09 平方キロメートルの島である。地形は、三原山と八丈富士の 2 つの火山によって形作られたひょうたん型の島となっており、5 つの集落(三根、大賀郷、榎立、中之郷、末吉)に約 8000 人が暮らしている(図 3-17)。



図 3-17 八丈島の各集落と地熱発電所の位置

Google Map より筆者作成

現在、八丈島の電源構成は、75% を重油による内燃力火力(ディーゼル)発電、25%を地熱発電によりまかなっている。さらに、豊かな地下の地熱資源を有効活用し、地熱発電と同時期に開発された温泉施設を島内 7 箇所

に持つ。

八丈島地熱発電所は、1984年度に電力会社による地熱調査を開始し、1993年に稼働を開始した。前章で述べた様に、八丈島地熱発電所は日本国内では比較的新しい地熱発電所であり、1960年台から1980年台の日本の地熱開発が盛んに行われ始めた時期の最後に完成した地熱発電所⁶²である。1999年の完成以後、16年間の稼働を経て、設備更新の時期が近づいている。

この設備更新に際して、近年の再生可能エネルギー開発の要請に呼応し、2013年年始の定例会見にて、当時の東京都知事が、八丈島地熱発電所の設備拡大を提言した⁶³。この発言が八丈島地熱発電利用拡大検討事業の発端である。

2-3. 八丈島地熱発電利用拡大検討事業の停滞と臭気問題の発端

以下、八丈島地熱発電利用拡大検討事業の経過を概説してゆく。2013年、東京都環境局は、再生可能エネルギー利用を拡大するために、八丈島地熱発電所の出力を既存の2,000kWから6,000kWに拡大することを主な柱として、八丈島の再生可能エネルギー利用の拡大検討事業を発表した。具体的な事業検討に際して、東京都の強い要望の元、専門家、地元八丈町、八丈町の若手住民等を巻き込んだ八丈島再生可能エネルギー利用検討委員会が設置された⁶⁴。本委員会では定期的に会合が開催され、並行して調査・研究を行い、結果を共有しながら具体的な検討が行われた。八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の経緯と主な活動を以下に示す(表 3-12)。

⁶² その後、再生可能エネルギー開発を促進する政策転換とそれによる要請により国立公園法の改訂が行われるまで、20年間にわたり新規の地熱発電所開発案件は出てきていなかった。

⁶³ ここで、地熱発電利用拡大検討事業とは、前都知事のイニシアチブによって始まった八丈島の地熱発電の拡大を検討する事業全般を指す。この事業の周辺には、まず東京都環境局内部の東京都内全体の「島しょ地域の再生可能エネルギー利用拡大」という枠組みがある。そして、その中に八丈島に特化し、東京都と専門家を中心に構成される八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会がある。また、具体的な検討のための島内中心のワーキンググループである八丈島地熱発電利用拡大検討協議会も存在する。

⁶⁴ 東京都は1月18日に「2020年の東京へのアクションプログラム 2013」の中で重点事業として位置付けている。この時点では、都が強力なイニシアチブをとっていることがわかる。

表 3-12 八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の経緯

年	月	できごと	議論内容
		日	
2013年	1月	東京都都知事が定例会見において八丈島で地熱発電等の再生可能エネルギー利用の大幅拡大に向けた検討を開始すると発表	
	1月	八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会 設置	
	15日		
	2月	第1回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会 開催	(専門家、八丈町、地域住民の視点の共有)
	1日		
	3月	住民説明会 開催	
	15日		
	5月	第2回八丈島八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会開催	(論点の提示、委員会内ワーキンググループの構築)
	17日		
	6月	住民説明会 開催	
	27日		
	10月	住民説明会 開催	
	28日		
2014年	1月	第3回八丈島八丈島再生可能エネルギー条例、地熱	

年	23	能エネルギー利用拡大検討 委員会開催	理解促進事業（地熱発電利用拡大 検討協議会の発足）の報告、 臭気問題対策と事業の実現可能 性の関係
	9月 22 日	住民説明会開催	
	12 月 25 日	第4回八丈島八丈島再生可 能エネルギー利用拡大検討 委員会開催	臭気実態調査の報告と事業公募 要件への解釈の説明
2015 年	3月 25 日	第5回八丈島八丈島再生可 能エネルギー利用拡大検討 委員会開催	臭気対策における調査結果、地 熱理解促進事業の結果および公 募要件案の提示と今後の計画の 報告

（東京都環境局ウェブページより筆者作成）

第1回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会⁶⁵では、地域のニーズの把握が行われ、参加者からは検討に必要な項目や地熱開発への期待が述べられた。ここで、初めて地熱発電所の臭気問題の事実が議事に登場した。第2回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会⁶⁶では、第1回で町長から指摘された臭気問題、発電の出力拡大のための具体的な技術

⁶⁵ 第1回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会では、女性座談会や高校生を巻き込んだワークショップ、アンケート調査により、地域のニーズの把握調査の実施報告が行われ、地域との共生する地熱発電の実現を目指し、地域の意向や住民の意思決定を重視する方向性が強調された。

⁶⁶ 第2回では、専門家がそれぞれの見地から、多角的な再生可能エネルギー開発の課題を提示した。社会的な側面では、八丈島地熱発電所のあるべき姿として地域の資源や地域の未来という視点からの再生可能エネルギー開発論が示された。また、技術的側面では具体的な地熱発電事業の規模や多様な地熱発電技術の検討の必要性が報告された。さらに、八丈町と八丈町商工会が申請し地域住民の理解促進事業では、地熱の有効利用策を検討していくことが報告された。

的課題、開発コストの検証等が課題として提示された。開発に要するコストは、大まかに 70 億円から 90 億円前後と予測され、地域主体のエネルギー開発事例では、異例の規模であることが再認識された。さらにそれぞれの課題に対して各ワーキンググループが設置され、続く第 3 回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会⁶⁷は第 2 回で設置されたワーキンググループごとの結果が報告された。まず、資源量は十分にあり、技術的に開発可能であるという指摘がなされた。次に、設備投資等を含めた事業に係る費用は、73 億円から 90 億円規模になると見積もられた。この費用には臭気対策が含まれていないため、臭気の実態を調査する必要性が出てきた。ここで臭気対策費用は、事業の実現可能性・採算性に大きく影響してゆくることから、臭気状況を確認するだけでなく、求められる対策を明確にする必要があった。必要な対策はその後、事業者の公募要件に盛り込まれ、事業者によって遵守される方向性も提案された。つまり、臭気対策が、事業の採算性を最も大きく左右するということが明らかになったのである。さらに、八丈町では、八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の活動とは区別し、資源エネルギー庁の予算を利用して理解促進事業地熱理解促進事業は経済産業省資源エネルギー庁による支援事業であり、地熱発電の拡大のために、地域住民の理解の促進、副次産業や地熱利用に関する研究開発、啓蒙活動に対して助成を行う補助金交付事業⁶⁸を行う旨も報告された。理解促進事業では、主に地域住民へ本事業の情報提供や、臭気対策についての検討、地域で利用できる熱利用産業の検討や試行計画が発表さ

⁶⁷ 第 3 回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会では、事業主体を考える前提として、地域に存在する再生可能エネルギーは地域と地域住民のためのものとして、地域貢献のためのガイドラインを作成すること。再生可能エネルギー条例が平成 25 年 12 月 4 日の町議会で可決されたことが報告される一方で、地域住民が臭気対策を重視しており、事業の実現可能性と臭気問題の対策費用が強い相関関係があることから、臭気問題対策のありかたを検討する必要性が出てきた。この時点では、臭気問題は漠然とした課題として定義されており、被害実態に関する報告資料もほぼ議論で提供されない状況であった。

⁶⁸ 地熱理解促進事業は経済産業省資源エネルギー庁による支援事業であり、地熱発電の拡大のために、地域住民の理解を促進する、副次産業や、地熱利用に関する研究開発、啓蒙活動に対して助成を行う補助金交付事業である。

れた。第4回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会⁶⁹では、臭気に関する調査の進捗や地熱利用に関する検討状況、および住民説明会等の活動報告が行われた。最終回となる第5回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会⁷⁰では、具体的な地熱発電の公募要件の方向性が示された。特に臭気対策においては、臭気拡散シミュレーション調査の結果と国際的臭気の認知基準に合わせ、排出口の硫化水素濃度を0.6ppmに設定し、事業の条件とすることが提示された。

現在は、八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会は活動を終えている。東京都と八丈町、そして現在の地熱発電事業者であり、島内の電力供給の責任をもつ電力会社の三者による協議が行われており、さらに公募要件を地域に資するエネルギーの視座から精査している段階にある。これら検討過程に鑑みると、第2回拡大検討委員会から第4回拡大検討委員会まで、当初の計画⁷¹と実際の検討作業の間には2年以上の遅れがみられることが分かる(図3-18)。この遅延は、度重なる住民説明会で、一部の八丈町民から地熱発電所への懸念と反対の意見が提出され⁷²、住民の理解が深まらなかったことに起因すると考えられる。

⁶⁹ 第4回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の資料は簡潔な報告資料に留まっている。

⁷⁰ 第5回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会では、臭気対策と事業公募要件や被害を出さないための条件は排出口で0.6PPM以下なら居住域で0.006PPM以下となるとシミュレーション結果から結論付けた。一方で、今後とも動向を確認していく必要性が報告された。また、地熱発電の特性から具体的な事業内容は実際に実行してみなければわからない部分も大きいとされ、地熱の臭気対策技術の絞り込み等はなされなかった。

⁷¹ 当初、東京都は「2012年度中に地元関係者や学識経験者を集めて検討委員会を発足させ、事業の進め方などを検討する。2013年度には実現可能性の調査やコスト計算を実施し、事業の進め方を確定させる予定だ。その後2014年度に整備事業という形で事業開始を目指す。」と説明している。

⁷² この状態を社会的受容のSchweizer-riesの4分類では、拒否と分類される(Schweizer-ries2008, 丸山2014)。

町民においても臭気に対する感受性が異なっていることが第5回八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会でも指摘されたものの、これまで臭気被害の実情、歴史的経緯、島内で生じていた議論については明らかにされてこなかった。また、昨今の日本におけるエネルギー供給・開発における信頼の醸成と地域社会における包摂という視点に配慮すれば、東京都のイニシアチブによって始まった八丈島地熱発電利用拡大検討事業において八丈町民がどのように主体的に関与できていたのか、その責任や事業推進体制についても、検討されるべきである⁷³。

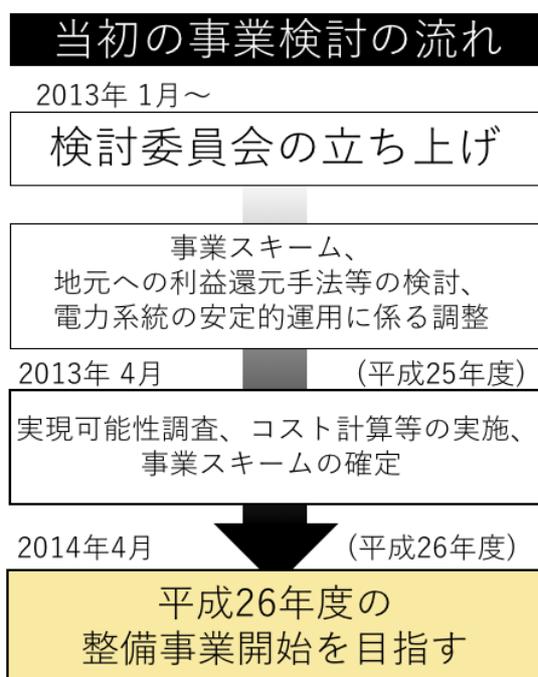


図 3-18 東京都が当初計画していた事業検討のながれ
東京都環境局ウェブページより筆者作成

2-4. 八丈島地熱発電所に対する臭気問題の検証の必要性

以上のように、臭気問題は八丈島地熱発電所の地熱発電利用拡大検討事業において、重要な論点となっていたことがわかってきた。そこでここで

⁷³ 一連の八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の議事録を見ると、本委員会の議論や取り組みに対して、参加者から、「前例がなく挑戦的なこと」を評価しながら、それゆえに慎重に議論を進る姿勢が観察される。

は、八丈島地熱発電所に関する既存の先行研究を引用しつつ、臭気問題検討の必要性を論じていく。

先行研究の多くにおいて、八丈島地熱発電所は、日本に数ある地熱発電所の中でも、優良事例として評価されている。例えば、八丈島地熱発電所は次のように述べられている。

「八丈島における地熱開発は、地産地消の地熱エネルギーを発電、浴用および農業等の多目的利用に当初から取り組み、成功している事例である。」
(松山他 2011)

また評価されている特徴には、主に以下の3点が挙げられている(高柳 2014, 日本地熱調査会 2000, 松山他 2010, 松山他 2011, 八丈町観光協会 2015)。

1) 日本で唯一離島に立地する地熱発電所：

開発規制の厳しい離島に立地しており、また、電力の安定化へのニーズも高いが実現していること。

2) 地域社会の福利への貢献：

地熱資源調査結果を踏まえて、地熱発電所の建設と同時期に、温泉開発が始まり、それまで地域住民には利用する機会の少なかった温泉という福利施設を提供した。さらに、近隣の農業従事者の希望者には温室を提供することで、農業の高付加価値化にも貢献した。

3) 八丈島の環境負荷低減：

エネルギーの資源に乏しい日本の縮図として、八丈島は外部からの輸送によりエネルギー源である石油を運搬しているが、地熱発電所の普及によって、島内のエネルギー供給に必要な原油量を削減し、環境負荷の低減を実現した。

このように概して、技術的に難易度の高い技術を運用し、地域の福利向上や環境負荷低減など重要な役割を果たしていると考えられてきた。

また、上述の再生可能エネルギー利用拡大検討委員会は、さまざまな制

度や社会的な枠組みを導入することによって、地域に資する再生可能エネルギーの実現を目的としながら検討を重ねている。再生可能エネルギーのうち、特に事業規模の大きい地熱発電で、地域主体の開発を目指す、挑戦的で先進的な取り組みであると議論されている。

しかしながら、これらの評価は客観的に技術的、導入成果を評価したものであり、当事者である地域社会の視点においても同様かどうか検証する必要がある。さらに、八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会で提言された臭気問題に関しては、硫化水素の回収に関してどのような技術が導入されているか記述されているものはある(環境省 2013, 日本地熱調査会 2000)ものの、実際の臭気被害の実態について言及したものや、住民が被害に対してどのように向き合ってきたのか論じたものは見あたらない。

3.調査方法

そこで本研究では、上記に提起した課題を踏まえて、質問紙調査と非構造化インタビューを実施した(以下 a),b)に詳細を記載)。

なお、調査に先立ち、東京都の八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の関係者から事前に事業について説明を受け、事業の関係者の紹介を受けた。さらに、事業の臭気実態調査、拡散シミュレーション調査にも立会いながら、被害状況を観察した。

a) 中之郷での質問紙調査

2014年10月26日、28日、29日、11月1日の4日間、檜立地区のスーパー富次郎商店前において、スーパーの利用客(10代～80代の利用者計81名)に対して、臭気の認知状況や生活の臭気状況について質問紙調査を行った。中之郷・檜立地域の住民には、被害状況に関して、自宅の地区名を答えてもらい、日常的な被害状況を回答してもらった。なお本調査は、八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会の実施した調査のうち臭気実態調査、拡散シミュレーション調査と同時同場所にて実施した。

b) 聞き取り調査

研究手法として、非構造化インタビューを採用した。調査日程は、2014年8月28日から11月19日にわたって八丈町の地熱拡大検討委員会の関係者、地域の主産業の担い手、臭気被害地域の住民を中心に計60名を対象に実施した。

本聞き取り調査によって、島民の地熱開発に対する意見の構造を整理し、特に課題とみなされながら、地域社会への影響が表面化されてこなかった臭気問題の被害実態も明らかにする。

他方、聞き取り調査の結果を裏付けるために八丈町役場や地域に密接な地方紙である南海タイムス紙の協力を得て、地熱開発の歴史的経緯と初期開発時期の資料を収集し、当時の対応に関する分析を行った。

4. 地熱発電所に対する住民の期待と不安

ここでは、質問紙調査と聞き取り調査の結果を示しつつ、地熱発電所の臭気問題の被害状況を分析する。

4-1. 地熱発電周辺の地域住民の日常的な被害実態

定点での、質問紙調査の結果を以下に示す。

表 3-13 インフォーマントの属性

地区名	人数
檜立	25
中之郷	39
末吉	7
大賀郷	2
三根	5
島内不明	1
島外	1

(アンケート調査結果より筆者作成)

表 3-14 臭気に対する自宅・その他の地域での日常での経験

臭気に対する経験の違い	人数
1 自宅周辺で継続的に経験している	38
2 自宅では経験しないが経験したことがある	34
3 全くわからない（経験したことがない）	5

（インタビュー結果より筆者作成）

(1)自宅周辺で継続的に経験している人の意見：

- ・家では常に感じる。ひどい時は窓も開けられない。
- ・夏がすごかった。窓を開けて寝ていたら、臭いで頭が痛くなって目が覚めた。
- ・体調は問題ないが、臭いがひどいときがある。
- ・室内だと臭わない。外だと臭う。3日前に臭ったばかり。

(2) 自宅ではないが経験したことがある人の意見

- ・うちの方ではしない。
- ・家では臭いはしたことがない。

(3) 全くわからない（経験したことがない）人の意見

- ・特に家でも臭わない。通るときにも特に感じない。
- ・今まで感じたことない。
- ・気にしたこともない、奥さんも気にならない。
- ・いままで臭ったことがない。
- ・いつも感じない。

主に地熱発電所周辺で臭気を感じている人もいるのは事実だが、被害の及ぶ中之郷・檜立地区でも日常的に臭気を感じており体調崩す人と、全く感じたことがない人まで、日常の経験に大きな差があることが明らかになった。

4-2. 八丈島地熱発電所へ住民の認識

調査の結果から、地熱発電について、地域活性化の大きな可能性と期待が寄せられている反面、臭気被害の拡大とその臭気問題に対する対応に関する不安の声が聞かれたほか、地域内に、地熱開発における地域内で構造的な意識差が生まれていることが明らかになった。そこで、1)地域発展への期待、2)臭気問題への対応と地熱開発への不安、3)現在の地熱発電利用拡大検討事業に対する疑心の3つに分類しつつ、以下、八丈島地熱発電所に対する島民の意識構造を整理してみる。

1)地域発展への期待

住民の主たる意見として、地熱発電による直接的・間接的な経済効果に期待する声が挙げられる。

例えば、熱利用拡大検討事業の説明会等にも参加している自営業を営む40代の男性Aさんは、現状に対する危機感を以下のように語り、市民投資型の投資ビジネスとして関心も示していた。

「地熱のある八丈島だからこそできることだ。若い人にとっては仕事が第一だ。500年先を考え、真剣に取り組みたい。」

おなじく、説明会等に参加している自営業の40代の男性Bさんは、八丈島の地熱利用拡大検討事業を好機として捉えており、事業の緊急性を以下のように述べている。

「東京都で一番にやることが大事だ。三宅（島）がやってしまうと二番煎じではやることができない。結果を出すしかない。お前の父ちゃんすげえなって言われるように・・・(中略)・・・今、波が次々と来ている。レールに乗っけないと。(他の住民も)気を引き締めてチャンスに気づいて欲しい。」

以上のように、八丈町民の意識啓発の必要性を感じていることが分かる。

一方で、地熱発電の今後のさらなる発展に期待しているのは若い世代だけではないこともわかってきた。

「現状でも風力発電や島チャリ⁷⁴などを行っている若い人がいると聞く。地熱も本当にできるか心配だが、現状の取り組みは応援したい。」

上記のように、自営業の70代の男性Cさんは、少しばかりの不安はありながらも、地熱発電に関与する若い世代の取り組みを評価し、今後の期待を述べている。さらに、地熱開発の直接的な恩恵だけではなく、間接的な効果に期待する声もある。地熱発電の波及効果には、次世代の雇用の創出や、若者のUターンの促進につながるのではないかという考え方が広がりにつつある。

「地熱の熱利用をしたいという若者がいる。八丈島の農業を盛り上げていくためにも、どうにか形にしたい。私たちは（地熱温室を）やりたい若い人たちにさせる責任がある。」（農業を営むCさん）

「八丈島は経済規模が小さいので観光の地域経済への影響は大きい。そこで、地熱は観光に魅力的な要素だ。現在の地熱関係で視察に来る人もバカにできない。島のエネルギーだけでまかなえるようになれば、また違うと思う。地熱発電利用拡大検討協議会には、基本的に賛成だ。もちろん、中之郷の硫化水素の問題はあるが、やることによるデメリットはない。期待している。また、八丈島が自然エネルギー100%の島を達成すれば、地域が誇りを持てる。」（観光協会働くDさん）

八丈島の小さな経済では、地熱視察も主要な観光資源になりうると考えられており、温熱利用も含めて有効活用することで、島の主要な観光資源に育っていく可能性がある。特に、近年世界各地で再生可能エネルギーを中心としたエネルギー転換の動きは大きくなりつつある。しかしながら八

⁷⁴島チャリとは島内の風力発電によって充電した電動自転車のことを示す。

丈島のように、電力独立連携の島において島内需要を再生可能エネルギーで全て供給する島はほとんどみられない⁷⁵。特に、地熱発電による自給は例がなく、八丈島は世界においてもまれな環境にある。今回の事業で、発電規模が拡大すれば、夜間電力はすべて地熱発電により供給可能なため注目を浴びる可能性が高い。さらに、八丈島の地熱発電は、開発の余地があることから地熱発電所の規模を拡大することで、余剰電力を生かした副産物の利用、開発が期待できる。

2) 臭気問題への対応と地熱開発の経緯への不安

前節で述べたように八丈島地熱発電所は、現状でも観光産業や農業で重要な役割を果たしており、今後さらなる地域発展への貢献が期待されていることがわかった。しかし、地熱発電をとりまく地域の意見は期待だけではなかった。これまでの地熱開発の歩みを見届け、15年間の運用を注視してきた地域住民たちは、それぞれの立場によって不満や不安を抱えていることが、本調査により明らかになってきた。特に、八丈島地熱発電所から排出されている臭気とその原因成分である硫化水素による健康被害への関心は高い。特に地熱発電の悪影響に対する懸念が強いのは、地熱発電に近い中之郷・檜立地域である。

「(地熱発電は)すごくよいけど、マイナス面もある。再生可能エネルギーには悪いところもある。(八丈島の地熱拡大事業は)絵に書いた餅だ。...(中略) ...関わっている人たちにも不信感がある。行ってもしょうがない。」(自営業を営む70代の女性Eさん)

こうした不信感には、これまでの地熱発電所の経営主体である電力会社、温泉・地熱発電所を誘致してきた八丈町、そして今回の地熱利用拡大を検討している委員に対する信頼が難しいことが関係している。特に、下記のEさんの語りが見えるように、これまでの先行研究では明確にされなかった

⁷⁵ 電力独立連系の島のうち、100%自然エネルギーによる発電を達成した島にはスペインのカナリア諸島のエルヒエロ島、太平洋の島国トケラウがある。

「硫化水素による臭気被害」に関して、今後の対策と行政や企業の対応に関して、これまで同様に対応されないのではないか、という不信感があることも見えてきた。

「これまで、(電力会社・八丈町)は濃度に関しても、きちんと知らせてこなかった。これからもみなさんの意見を聞きますって言うておいて、勝手にやっちゃうんだろな。」

また、自営業の男性 F さんの以下の語りからも、八丈町にとって、地熱発電利用拡大検討事業は重要だと感じながらも、臭気問題が気になっていることがわかる。

「エネルギーの地産地消は大賛成だ。匂いが出なければ(地熱発電所を)作って欲しい。しかし電力会社に関わり、匂いがあるということ自体が良くない。当初、受付窓口にもとめて文句を言ったり、島の町会議員に頼んだりしてきた。個人で行っても効果がなかった。」

F さんの居住地区は特に、川沿いで臭気が溜まりやすいのだという。F さん自身には具体的な身体症状はないが、E さんの家族には頭痛を訴え、外出がはばかれる人がいるという。次に化学物質過敏症だという自営業の G さんは、地熱の硫化水素やその他の重金属被害への懸念から、中之郷地域から坂下の三根地域に引っ越したという。

「中之郷に 7 年間住んでいた。3 年前に医師の診断を受けて三根に引っ越した。本土の病院の先生に「日本国内で住居にこんなに近い地熱発電所は(中之郷の発電所以外)ない。」と言われた。地熱と病気の関連が表に出てきていない。(地熱発電所の周囲に住む)地熱ができた後亡くなった人の奥さんは、「地域の中で、地熱のせいだと伝えたくても、言ったら変な人だと思われてしまうので言えない」と言っていた。自前でエネルギーを作り出すことは大事だと思うけれども、人間の命とどちらが大切か考えると人間

の命だと言いたい。説明会も出ている。はがゆい思いをしている。誰に伝えたらよいかわからない。」(Gさん)

Gさんは、個人の身体的な影響以外にも地域内の人間関係にも言及した。また、地域内で、体調不良を訴えにくい現状があったことを被害者同士で共有しているという。一方、地熱発電の副産物である臭気によって被害を受けてきた人もいれば、利益を享受してきた人もいる。

「臭気は慣れてしまっていて臭わなくなった。地熱温室のお陰で寒さに弱い植物を育てることができた。体調が悪いという人が周りに2~3人いる。我々は地熱温水を利用してきたので迷惑をかけてしまったという思いがある。臭気問題は解決してもらわないと困る。」(農家のHさん)

八丈島地熱発電所の開発時に、希望した農家12名のハウスに、八丈島地熱発電所の排熱を利用した地熱温室は提供されていた。しかし、15年経った今では、「15年も経つとさび被害が酷くなる。電動カーテンが動かなくなった。」「地熱温水の温度が思ったより低かった」という人がいるように、地熱温室もうまくいっていないという。

「15年間利用してきた。冬がダメな植物なので、地熱温室を利用して育ててきた。高付加価値ではあるが、近年輸入物が安く採算がとれない。結局、最後まで残ったのは1~2人だ。今後は採算の行き先がわからないので。今の段階では排熱はスッポンや温水プールの利用にしたほうが良いと思う」(地熱温室を利用してきたIさん)

Iさんのように地熱温室を継続する人が少なくなった背景には、(1)地熱温室と同様の背が高く鉄骨製の最新温室設備が地熱温室以外にも広がり、他の農家と差別化する要因が少なくなったこと、(2)地熱発電所に近いため、硫黄分ですぐ錆びてしまうこと、(3)地熱温室の機器が精密で、一度故障すると修理に費用がかかり、修繕することが難しくなることという3つ

の理由が考えられる。

このように、時が経ち、地熱温室の恩恵は薄れている。さらに、地熱利用の恩恵を受けてきた人と受けていない人で、同じ地域内でも地熱に関する温度差、地域内の関係性に変化が生じている。

「おじいちゃん、おばあちゃんたちはあんまり考えてない。地熱は総論賛成だ。できればよいが匂い、臭気が懸念材料だ。坂下の人は関係ないという。坂上の人は硫化水素が出る公害だと思っている。漁師にはお金がいかない。お金が行くのは百姓だけだ。」（中之郷地区の男性 J さん）

J さんは、農業だけが地熱利用の恩恵を受け、採算に乗らない事業が支援されてきたことに疑問を呈していた。一方三根地区で、小学生の子ども、中学生の子どもをもつ女性 K さんは、

「説明会もいつも同じ人がでてしていると聞いているし、私の住んでいる地区には温泉もないし、地熱のことはあまり関心がない。」

と語るように、地域内の温度差は、きわめて大きい。よって、臭気に敏感で健康被害を実感してきた地熱発電所周辺の住民を精神的に孤立させてきた可能性があるのではないかと推察された。

3) 現在の地熱利用拡大検討委員会への疑心

地熱発電利用拡大検討協議会について事業主体がわかりにくく、進捗が見えないことも事業の確実性を疑う要因となっていることが明らかとなった。さらに、上述した地熱発電事業の技術的特性から、「地熱採掘など、事業の不確実性も考えられることから、期待しすぎてはいけない」という冷静な指摘も存在する。つまり、現状の地熱発電利用拡大検討協議会に対して、期待や不安といった感情的な側面に加え、事実や情報の開示を求める意見も多く、事業の不透明さが課題であると考えられる。

「検討委員会が信頼できない。(硫化水素の)除去率を高める費用の二億円も高い。地熱は街場に近すぎる。地中のガス入りの蒸気をきっちり地下に戻すべきだ。最初の環境基準に適合しているから臭わないということではない。説明会が行われたが、根拠のない、数字がない上での説明会だ。結局は調査をした後行われている。坂下の方は「地熱は良いもの」だと思っている人が多い。体に異常がでると思う人は、島内全体では少ない。個人としては、このまま地熱を（やめて）元どおりに直して欲しいと思っている。特に空気の美味しい中之郷になって欲しい。」(Jさん)

と、事業の調査結果と住民の被害の実態に差があるということを指摘していた。さらに、事業の主体が不明確である事、町がイニシアチブをとっていない事で信頼できずにいた。

「(今回の地熱利用拡大検討に関わっている)いろいろなひとたちもね。話し合いに参加すると、場所は役場だったけれど、実際に話し合いに来ていたのはNPOとか大学だった。都とか八丈町がきちんとやっているわけでもなかった。町がやっていると聞いたアンケートの時も、実際町は関わっていない。町はお金も出していないって言う。前の都知事が関わった後、主導は彼だったけど、今はどう？違うでしょう。」(Eさん)

さらに事業主体に関わらず、地熱発電という高度な技術を地域主体で運用できるのかといった不安の声も聞かれた。

「地熱発電が効率的にいくのか、メンテナンスを出来るのかに疑問がある。現在運用中の地熱の開発当時も、地熱(の坑井)も3本掘って1本しか使わなかった。」(Kさん)

一方、現状の地熱利用拡大検討事業に参画している関係者Lさんは次のように語った。

「地熱を拡大する、発電所を作るというが出力が 2,000kW に落ちている中でできるのか、不安はある。なくすという考えはない。ただ、現在の事業者は継続の意思を示していない。東京都から推進して欲しいと、町と連名で始まったところが、都知事が退任。なんで、こんなに進まないのかわからない。」

当事者としても事業規模や事業の遅れに対する戸惑いがあるのも事実だ。八丈町役場の職員の次の語りから、公共インフラとしての特性から、町が東京都や電力事業者に変わって、強く推進することの難しさがわかる。

「町の立場は電力会社と住民との間だ。町は誘致した立場であり、開発当時、電力会社に対してどこまで強くでることができたかは疑問だ。温泉では(町に)メリットがあり、複雑な立場だったはず。(新たな事業者は)町としては、地域の団体に参画してほしいが、島内には知見や経験がないので、その点は不安だ。町全体のインフラに関わる責任のある事業、その点も考えて事業者を選ばなくてはいけない。」(町職員)

つまり、エネルギー事業は、生活に必要不可欠なインフラストラクチャーであり、町としても無責任な発言はできない。地域主体のエネルギー開発はエネルギー供給の質も併せて議論する必要があると考えられる。

5. 地域に根ざした地熱利用のあり方ー当事者性と新エネルギーとしての地熱発電ー

4.では、聞き取り調査から地熱開発に「関与している/関与していない」の両立場の住民らが、さまざまな角度から地熱発電利用拡大検討事業を捉えていることが明らかになってきた。そこでここでは、このような住民の意見が醸成された背景を地熱開発の経緯と照らし合わせながら整理し、また地域の伝統的産業における資源利用と地熱資源利用を比較することにより、地熱利用拡大検討事業における当事者性を考察してゆく。

5-1. 局所的に発生し続けた臭気問題とその対応への不信

聞き取り調査からも垣間見られるように、地熱自体の利用拡大には肯定的な意見を呈する住民は多い。しかしながら、地熱発電時に発生する臭気に対する住民の不安の声は少なくない。この不安が稼働後 15 年たっても収まらない原因は、地熱発電の臭気そのものに対する不安よりも、臭気問題に対する不安を十分に取り上げ、議論されてこなかったことが関係していると考えられる。そこで、不満・不信の要因である地熱発電のこれまでの経緯を整理しつつ（表 3-15）、住民と地熱発電所とのコミュニケーションと実際の臭気問題の対処について、再評価していきたい⁷⁶。

表 3-15 八丈島地熱発電における臭気問題とその対応

年月	開発工程	臭気問題関連	対応
1992 年 10 月	電力会社による精密調査 ⁷⁷		
1993 年 6 月	地熱発電に関する説明会（中之郷） ⁷⁸		
1994 年 11 月	敷地造成開始	騒音、有毒ガスに対する住民の不安の声 ⁷⁹ 。	文書での回答：噴気試験では硫化水素がそのまま排出される旨。周囲への影響調査を行い、特に農業へ影響がある場合は事業を再検討する。
1995 年 5 月	調査掘削	周辺の広い地域で硫黄臭。住民から不安の声 ⁸⁰ 。	回答：測定値から人体には影響のない範囲と考え、試験は継続する。
1996 年 2 月	噴気試験開始		

⁷⁶ この再検証にあたり、2016 年 3 月に地元の新聞社である南海タイムス社と八丈町の協力を得て、当時の資料を収集した。

⁷⁷ 『南海タイムス』1992 年 7 月 19 日

⁷⁸ 『南海タイムス』1993 年 6 月 27 日

⁷⁹ 『南海タイムス』1993 年 11 月 6 日

⁸⁰ 『南海タイムス』1995 年 10 月 29 日

1997年11月	噴気試験	岩噴流出。 広範囲にわたり硫 黄臭が確認された ⁸¹ 。	1998年5月18日噴気試験の住民 説明会
2001年 3月		文書での説明。 ⁸²	硫化水素臭の現状と対応策につ いての説明。100%除去は難しい と説明。
2003年		自治総会にて臭気 問題への対処の要 望が中之郷地区か ら提出される ⁸³ 。	悪臭源は冷却水部分が原因と説 明、苦情は少なくなってきたこと が報告された。具体的な解決策は 提示されず。
2010年		町民からの苦情、 町議会で取り上げ られた ⁸⁴ 。	これまでの対応策、抜本的な解 決策はないことを説明。臭気を退 官時の連絡カード配布。
2013年	八丈島の地熱発電利用 拡大が公言される(東京 都知事)	住民説明会等が開 催される。	

(『南海タイムス』紙提供資料およびインタビュー結果より筆者作成)

表 3-15 より分かることは、既に精密調査後の地熱発電に関する説明会の時点で騒音、有毒ガスに対する住民の不安が述べられていたことである。その後の調査切削、噴気試験、稼働開始後と地熱発電所の位置する中之郷、隣接する檜立地区の臭気被害は深刻なものとなっていく。一方、稼働後 3 年を経て、事業主体である電力会社も対策を講じ、硫化水素の排出量の削減に取り組んできた。その他にも説明会を開催し、直接民家への訪問を繰り返していたことも分かる。しかしながら最終的には、臭気問題の抜本的な解決は望まれていたにもかかわらず、実現できないままであった。

⁸¹ 『南海タイムス』1997年11月30日

⁸² 『南海タイムス』1997年11月30日

⁸³ 八丈町役場での聞き取り調査および資料説明による。

⁸⁴ 『南海タイムス』2010年5月28日

筆者が現地調査を行った2014年秋時点においても、檜立地区において臭気を感じた時があった。しかし、数時間後には同じ地点でも臭気を感じられないなど、変化が大きかった(図3-19)。



図3-19 八丈島地熱発電所の上記排出量の変化の写真
2014年筆者撮影

これまで、臭気の実態調査は、年間を通じて数回の定期的な計測とシミュレーションに基づいて計画されてきた。しかしながら、臭気の拡散状況は、天候、湿度、風向き等のさまざまな条件によって変化することが聞き取り調査からも述べられ、さらに、年数回の地熱発電のメンテナンス時期には、通常よりも臭気を感じる人が増えることから、一時的に濃度の濃い臭気が発せられていることもわかってきた。

5-2. 新エネルギーとしての地熱利用と伝統文化

前節では、反対意見の主な理由と考えられる臭気問題について述べてきたが、八丈島よりも硫化水素の排出量が多いとされる地域は世界的にも日本全国でも存在しており、またその他にも硫黄臭がする温泉地が数多く存在している。他地域において、臭気問題が地熱開発の是非を疑うほど懸念されていないことを鑑みれば、八丈島地熱の特性そして、八丈島に暮らす人々の視点をより深く捉え直す必要があると考えた。

1) 八丈島の硫化水素の異質性

硫化水素を排出している他の地域として、福島県の柳津西川山があげら

れる。一方で、八丈島地熱の硫化水素の濃度は、他地域に比べて圧倒的に濃いこともわかっている。さらに、八丈島はひょうたん型の島であり、山の中腹にある地熱発電所と海岸から山の中腹にかけて集落が広がっている中之郷集落との距離が圧倒的に近いことがある。さらに、他の温泉地と異なるのは、地熱発電と同時に開発された温泉は塩分の多い泉源で、硫黄分の多い地熱発電所の熱水源とは全く性質が異なっている。そのため、他の温泉地域にみられる「温泉のにおい」という硫化水素の匂いに対する反応は、八丈島の住民にはみられない。そのために、地熱発電と同時並行で開発が行われてきた温泉という福利にと地熱発電を結びつける機会が少なくなっている。つまり、他地域に比較して地熱発電に対する好感を持つ機会が少ないと考えられる。

2)八丈島の伝統的環境・文化資源

上述したように、八丈島が地熱を利用してきた歴史は他地域に比べ短く、温泉・地熱発電ともに 20 年に満たない。NEDO による地熱の資源量調査が行われる以前は、地熱資源が生活の上で活用されるという習慣はなかった。一方で、八丈島の地熱が伝統的な価値観と合っていないのではないかと推察された。聞き取り調査をみていくと昔の「八丈島のきれいな空気」「水のきれいな八丈島」というように、八丈島を代表とする自然に関する証言も見られた。八丈島は、所属する多摩・伊豆諸島地域の伊豆諸島の中で御蔵島と並んで水の豊かな島であり、唯一稲作に取り組んできた地域でもある(東京島嶼町村一部事務組合 1993)。また地域の伝統産業である黄八丈は、地域の植物や地元池の泥水を染色に利用し、30 回程度染色とすすぎを繰り返す必要があり、水資源をふんだんに使い、工程が多いという特徴がある(図 3-20)。



図 3-20 黄八丈の媒染の様子
筆者撮影

また、伊豆諸島全体で共通して見られる保存食のくさやは、八丈島のみすぎと真水での浸水課程が加えられており、他地域に比べて食べやすいことで知られている⁸⁵。

つまり、「豊かな水源」は周辺の島嶼地域と八丈島とを区別する重要な特性であり、豊かで清らかな水資源を維持し、活用してゆくことが地域の伝統文化、人々にとって重要な価値観であると考えられる。エネルギーの分野においても、八丈島に最初に導入された発電所は水力発電所であることが記録されている（八丈町教育委員会 2000）。

したがって、地熱発電における臭気は、地熱が導入される以前の地域の自然を利用した伝統文化の維持や質への懸念するものとも考えられる。こうした状況から、地域のエネルギー開発において、生活に密接した産業との関わりについても考慮し、理解促進を行っていく必要性が再確認された。

⁸⁵ 2014年11月16日の筆者の水産加工業従事者への聞き取り調査の結果による。この過程に関する説明は、八丈島のくさや事業者のウェブページでも確認することができる。例えば藍ヶ江水産、おさだ商店など。

5-3. 地熱理解促進事業における当事者性

以上の結果を踏まえつつ、ここでは、これまで開発の分野で注目されてきた地域の主体性および地域住民の参画過程から本事例を再確認する。

地熱発電利用拡大検討事業は、地域主体の開発計画を促進することを目的としているために、それを運営する組織は、八丈島商工会、地域おこしを目的として活動している地元 NPO 法人と企業を研究グループ、コンサルティング会社が協働し、行政である八丈町と東京都が支援する形になっている（図 3-21）。地熱発電利用拡大検討協議会は、地域主導で地熱利用拡大を目指して形作られたゆえ、形式的には八丈町の住民の意思決定を大学やコンサルティング会社が支援し、地域主導で地熱利用拡大を検討する枠組みになっている。しかしながら、実際には協議会に参加していない住民の不安を助長するような状況を生み出している。

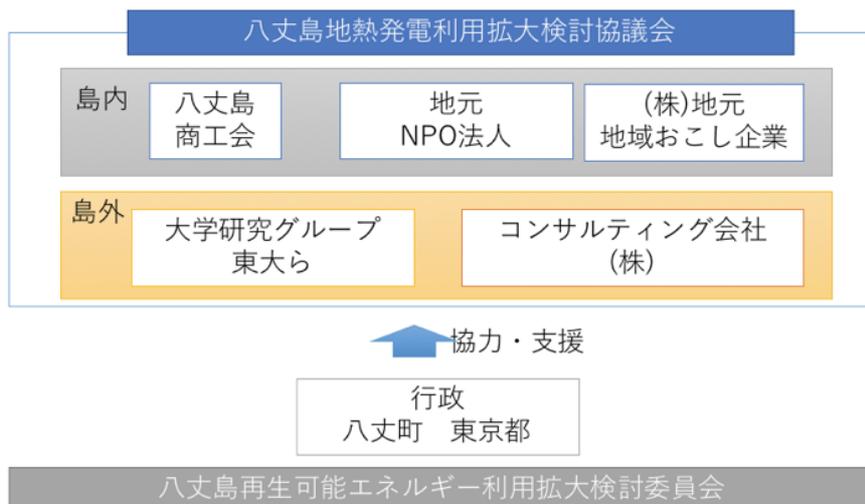


図 3-21 八丈島地熱発電利用拡大検討協議会の構造
東京都環境局ウェブページより筆者作成

すなわち、一つ目として、当初のイニシアチブは東京都にあること、二つ目として、八丈町住民で協議会の議論に参加しているメンバーが限定されていること、三つ目として、八丈町も支援という形で積極的に関わっていない体制であることが、その要因と考えられる。聞き取り調査からもそれを暗示する結果が得られている。本利用拡大検討事業は、東京都の前都知事のリーダーシップにより計画が立ち上がったが、2014年の都知事交代

後、その熱は冷めつつあった。さらに、八丈町はこれまでの臭気問題の実情を認識しつつも、温泉開発を実現してきたという経緯から、東京都へは強く意見できないという背景があり、後手に回っていたようであった。

さらに、地域主体の実情を見てみると、本拡大検討事業に携わっているのは、商工会の代表者と地域おこし団体の数名であった。協議会においては、地域主体のエネルギー転換の意義を他地域への訪問や講師による勉強会等、八丈島に適した開発を意識して研究、計画の策定を行っている。そのため、事業に参加しているメンバーは、大学教員等の専門家による勉強会や講習会に参加している。しかし、その他の島民が事業に参画する機会は限られており、島民のうち事業の検討内容や事業の進捗を深く理解している人は、ごく一部である。また、商工会、NPO 法人ともに八丈町でも、地熱発電所の臭気被害が及んでいない坂下の大賀郷、三根地域の住民が中心となっており、臭気被害の議論が活発化しない原因となっている（図 3-22）。



図 3-22 臭気の被害地域および各集落の位置関係
グーグルマップより筆者作成

もともと、檜立・中之郷地区は、島の産業・経済・政治の中心である三根や大賀郷地域と比較して人口が少なく、島全体としての検討事項では、取り上げられにくい状態にあったが(表 3-16)、それに加えて事業検討のなかで八丈町、商工会といったいわゆる坂下地域を中心に議論が展開されていた。それゆえに、坂上の中之郷・檜立・末吉地区の住民は「各々の意見がしかと受け止められている」といった感覚や「十分に適切な対応が行われた」と納得できない原因になっていると考えられる。

表 3-16 調査時の八丈島の人口と世帯数 (2014年9月1日現在)

	三根	大賀郷	檜立	中之郷	末吉	全島
総人口	3,719	2,626	524	725	340	7,944
世帯数	2,091	1,512	292	388	208	4,491

広報はちじょうより筆者作成

6. 小括 : 地域の生活の延長線上にあるエネルギー開発に向けて

本研究では、今後なお一層、拡大が期待される地熱発電事業のうち、再開が計画されている八丈島地熱発電所と地域社会との関係性について検討を行ってきた。以下に、本研究によって示唆された八丈島の地熱発電拡大検討事業については島嶼地域の持続的な再生可能エネルギーの利活用に必要な視点を再確認してゆく。

調査結果から、概ねほとんどの住民が地熱発電利用拡大検討事業には賛同し、地域開発において利益をもたらすと考えていたことが明らかとなった。しかしながら、今後事業を行っていく上で、配慮すべき住民の視点も示唆された。本研究で明らかになった地熱発電に対する八丈島の住民の論点は以下のとおりである。

1.八丈島臭気の特異性と被害に部分性があった点、2.被害が最終的に解決されなかった点、3.地域内で意識に大きな差が生まれており、中之郷や檜立地域、八丈島全体でも一枚岩ではなかった点である。これらの状況は、これまで臭気被害に苦しんできた中之郷、檜立地域の住民の苦しみを助長し、地熱発電利用拡大検討事業への拒否姿勢の原因になっていると考えら

れた。

さらに、はじめに述べた社会受容性という考え方については、地域の利益を最大化する中で、システムによって解決策を模索する方針がある。例えば、風力発電に関する社会的受容の議論では、利益分配として、風力発電の株主である住民に分配されることで、積極的に住民が関与できる点が指摘されている(丸山 2014)。本事業は、経済規模の小さい八丈島という立地で、地熱発電という莫大な予算規模の再生可能エネルギー事業を、地域主体で実行を試みるという挑戦的な取り組みと評価されてきた。しかしながら、計画が具体化してゆく過程で、八丈島地熱発電利用拡大検討事業には、事業に関連するさまざまなステークホルダーが存在することが明らかとなってきた⁸⁶。地域には、様々な立ち位置の住民がいる一方、事業に関与できる場は限られていた。さらに、上述の風力発電にみられたような、市民出資という方策は事業規模が大きい地熱発電においては、島民には想像が付きづらく、決断が難しいことも推察される。利益分配という地域貢献を考えてみても、これまでの八丈島温室利用同様に、地域内で利益を得る住民と得られない住民との差が生まれてしまうことから、公平で平等な利益分配を行うことは難しいと考えられる。したがって、地域に資する再生可能エネルギーの実現は、システムだけで解決できるほど単純ではないことが示唆される。

八丈町は、2016年6月から事業者の公募を実施し、2017年1月に事業者を選定、同年3月には島外の企業と地熱利用発電事業に関する協定を締結した。本事業は2017年に事業者の選定と協定の締結をもって一つの区切りを迎えた⁸⁷。事業者の公募に際しては、中之郷の住民らを含む地域団体も企画書を提出していたが、最終的には総合的な判断によって島外の事業者による運営が選択された。島外の事業者らによる事業経営が行われるとし

⁸⁶論文で明らかにしてきた事業に対する立場ごとのステークホルダーは以下のように分類できる①立地地域としての地域住民の総体、②現事業者③公募によって選定される次期事業者④八丈町⑤協議会で議論に関与している島民⑥臭気健康被害者⑦温室利用者⑧その他の中之郷檜立に住む住民

⁸⁷詳細は八丈町ウェブページ「八丈島地熱発電利用事業 協定の締結について」を参照。http://www.town.hachijo.tokyo.jp/info/?page_id=2338 最終アクセス日 2017年12月15日

ても、八丈町の再生可能エネルギー条例によって、地域貢献が図られていくことは間違いない。この点において、本事業は先進的な取り組みであることは明確である。しかしながら、住民の意識と事業の成果報告との間には、温度差があることを指摘してきた。最終報告において、八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会は、新たな地熱発電所は現状の臭気被害を発生させる地熱発電所を転換する解決策でもあることを指摘している。住民の一部は、新たな地熱発電とこれまでの地熱発電を同質化し不安を述べていることから、この視点が十分に住民に浸透しているとはいえない。加えて、地熱発電のもつ不確実性「掘ってみなければわからない」というリスクも存在し、懸念する住民もいる。不安や懸念を抱えた住民に対して、継続的に説明を行っていく姿勢も求められている。

当事者性の視点から考えると、住民は地熱発電のもつリスクと臭気被害を軽減する可能性について、今後もより島内の議論を活発にし、住民間で納得してゆく必要がある。地域がより関心をもち主体的に関わりたくなる事業のあり方を検討してゆくためには、島民も受動的な姿勢に終始せず、住民主体のエネルギー自給の課題を見つめ直し、新たなエネルギー事業の構築に注力してゆく必要があるのではないかと考えられる。

そのために、今後事業の開始にあたって、関係者はこれまで本論が明らかにしてきた地熱発電によって発生してきた臭気問題の経緯を認め、近隣住民の経験を理解する姿勢は、地域の主体的な議論の基盤となる信頼関係を醸成してゆく上で必要不可欠だと考えられる。今後、開発計画が進んでいく中で、地域が望み、信頼できる地熱発電の運営のあり方を模索し、実践してゆくことが期待される。

本研究で論じてきたように、再生可能エネルギーを有効に活用してゆくためには、地域の感受性に配慮しながら事業を進めることが事業の持続可能性の鍵を握ると考えられる。特に、事業の影響をより強く受ける住民やより強い関心を持つ住民に配慮する必要がある。すなわち再生可能エネルギー条例、地域貢献を確約する事業者の公募要件設定、自治体との協定の締結など、先進的な取り組みを導入する一方で、地域の人々の文化や伝統、生活習慣を害せず、平穏な生活を維持するという視点も考慮しなければな

らない。

第四章

閉鎖系として捉え直す地域の
エネルギー自立実現のためのアプローチ

本章では、国際社会が各国のエネルギー政策策定に与える影響にも着目し、マクロな観点から国際社会におけるエネルギー政策の動向を提示してゆく。筆者は、序章でも述べたようにドイツの NGO の World Future Council(以下、WFC)にて8ヶ月間訪問研究員として Global 100% Renewable Campaign(図4-1)⁸⁸の業務に携わり、共同研究を行うのと同時に国内の関連研究機関での研究員の経験など、再生可能エネルギーを取りまく国内外の最先端研究並びに実践環境に身をおく機会にも恵まれた。よって、その貴重な研究ネットワークと資源を最大限に活かしながら、最新の再生可能エネルギー政策とそれを取り巻く国際的動向を本章にて論じていく。

ここで留意すべき事柄として、島嶼地域のエネルギートランジションを進めていくための動機づけとそのアプローチをバックキャスト的視点から考察してゆくために、島嶼地域のエネルギーシステムの特徴を「閉鎖系」と捉え直し、それと同様な視点からある地域のエネルギー需要をすべて再生可能エネルギーでまかなうことを目指す「100%自然エネルギー」⁸⁹イニシアチブに着目しつつ分析を進めていく。ここで扱う事例研究として、まず100%自然エネルギー地域および各種取組みの全世界的な傾向を概観したうえで、地域ごとの取組みの詳細についてもその特徴を具体化しつつ分析を進めていく。さらに、国内外の100%自然エネルギーの島と呼称されている地域社会の状況等を加味しながら考察を加え、それぞれの地域がエネルギー自立を達成できた背景とそれによる便益、今後の地域社会の発展とエネルギートランジションの展開についても論じてゆく。

⁸⁸ 100%自然エネルギーに関するイニシアチブでは、国、地域、州、郡、市町村といった自治体の政目標、市民団体によるキャンペーン、企業のエネルギー調達目標等、さまざまな主体が関わりうる。本研究では、自治体の事例を扱っていく。

⁸⁹ ここでは既存の取組みでの呼称を尊重し、再生可能エネルギーを自然エネルギーとして使用する。ただし、再生可能エネルギーと「自然エネルギー」とを同義のものとみなしていることに留意されたい。

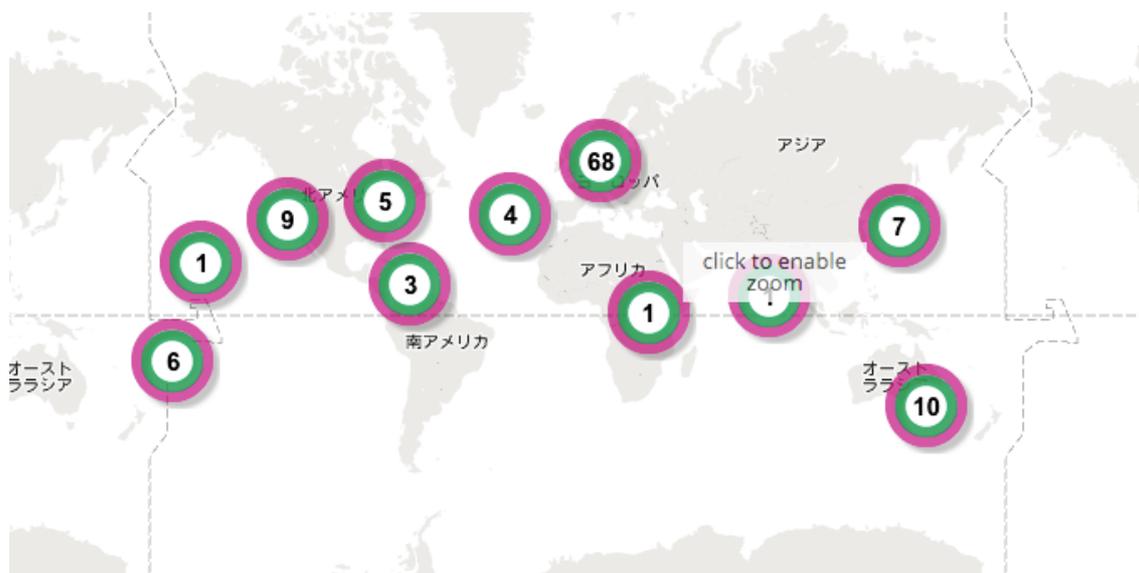


図 4-1. 100%自然エネルギー世界キャンペーンのウェブページで公開されている 100%自然エネルギー地域マップ (2016年4月付のウェブページ画面を引用)

第一節 世界的な自然エネルギー開発への注目

2016年の時点で、世界全体のエネルギー消費量の19.3%は再生可能エネルギーによって供給されており、その発電量の割合は24.5%を記録した(REN2017)。こうした状況を反映し、International Energy Agency (IEA) による2016年の年次報告書において、再生可能エネルギーの存在感が強調され、これまで以上に再生可能エネルギーに関する記述・分析が紙幅を占めていた(IEA 2017)。ここでは、今後の傾向において自然エネルギーとエネルギー効率化がエネルギー開発の主要な傾向になると指摘されている(松村, 三好 2017a)。このように、国際社会において再生可能エネルギーへの開発が進む背景について、以下、分析を行っていく。

1. 国際社会において再生可能エネルギーに関心が高まる背景

1-1. 気候変動対策への注力

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development 経済協力開発機構) の下部組織である International Energy Agency (以下、IEA) は、

報告書『Energy perspective 2014』において、全世界のエネルギー消費の動向と今後の展望をまとめた（IEA2014）。そこではエネルギーの安定供給、気候変動対策を重要な課題として位置づけ、それらの解決に向けた国際協調を強く促した。エネルギー安定供給上の課題とは、すなわち、化石燃料という枯渇性資源の依存度の高さや、最も重要な一次エネルギー資源産出地域のひとつ、中東地域が不安定な情勢にあることである。よって、エネルギー安定供給のレジリエンスを高めるために、1.化石燃料等からの段階的な脱却、2.利用するエネルギー資源の多様化と 3.既存の産出国および新たな産出国への投資の必要性を指摘している。

また最も深刻な地球規模の環境問題である気候変動対策が十分ではないことにも焦点を当てている。二酸化炭素排出削減⁹⁰の実績値がまったくもって基準値に到達していないことを指摘しながら、具体的対策として再生可能エネルギーとエネルギー効率の更なる取り組みの強化、原子力発電の慎重な導入、カーボンストレージ（CCS）の開発を紹介している。さらに、エネルギー消費が中国、米国に集中していることから、エネルギーセキュリティの向上に寄与する技術開発を国の強い政策のイニシアチブによって推進するよう各国政府に強く要求している。また、原子力発電に関しては、ドイツやベルギー等脱原発を決定した政府の事例にも触れつつ、高度な管理技術および放射生廃棄物の議論を含め、これらの課題は各国の判断にまかせると締めくくっている。

結論として、IEA が肯定し、積極的に推進するエネルギーシステムの構造変革は、「再生可能エネルギー」によるエネルギー源の多様化と「エネルギーの効率化」によるエネルギー利用の最適化であることが分かる。さらに、2015年12月のCOP21で採択されたパリ協定後、気候変動対策にかんする国際社会の注目は益々高まり、エネルギー転換に対する取り組みは加速化している。この取り組みの範囲は自然エネルギーによる発電およびエ

⁹⁰ 2014年に発表された気候変動に関する世界的な学術見解であるIPCC(気候変動に関する政府間パネル)第五次報告書によると、気候変動は人為的な影響による可能性が極めて高いと結論づけ、産業革命以前と比較し地球の気温上昇を2度以内に抑えるためには、大幅な二酸化炭素排出量の削減を行う必要があると指摘している。

エネルギー効率化の促進にとどまらず、新たな政策・規制にもつながりつつある。特に、交通分野では、中長期的なディーゼル車の販売禁止が、オランダ、イギリス、EU、中国などの国や地域で検討されているなど、この1年間で激的な転換をみせている⁹¹。

1-2. 公正なエネルギーシステムの必要性

IEAは2014年、サブサハラ・アフリカを中心にエネルギーシステムの動向を取りまとめた『Africa Energy Outlook』を出版し、エネルギーアクセスがない等、先進国と発展途上国ではエネルギーを使用する技術や使用環境に大きなギャップがあることを示した(IEA2014)。また、現在のエネルギー開発は大手石油メジャーによる外部的で搾取的な開発だとして、地域に富の再配分を行う必要性を明らかにした。

このように再生可能エネルギーはどの地域においても開発の余地のあるエネルギー源であるものの、地域への利益還元が可能であり、今後さらなる開発が期待されている。さらに、国際的なエネルギー政策のもう一つの重要な視点として、エネルギー開発の「公正」性⁹²が言及されていることも注視すべきである。現在の枯渇性資源は、偏在性、有限性という特徴からエネルギー資源を持つ地域への投資が集中的に行われ、また世界市場においてエネルギー使用で得た利益は不公平に分配されている。よって再生可能エネルギーは、資源量に差こそあれ、すべての地域において小規模分散型の活用が期待され、従来使用されてきたエネルギー源の資源量が少ないと評価されていた地域においても、一定の資源量が見込まれるのと同時に、地域の資源を地域で活用し利益を行き渡らせるので、地域発展に重要

⁹¹ 2017年7月27日付の日本経済新聞記事によるとオランダ、ノルウェーで2025年付でガソリン車・ディーゼル車の生産・販売を禁止するほか、ドイツでは2030年、フランスと英国が2040年までにガソリン車、ディーゼル車の販売を禁止する政策を打ちたてている。2017年9月11日付の日本経済新聞記事によると中国は一定量のEVといった新エネルギー自動車の生産義務付ける。中長期的視点で、ガソリン車およびディーゼル車の生産販売禁止を検討する。具体的な時期は未定である。

⁹² この公正という視点は、環境社会学の分野における環境正義論の文脈で議論されてきた。多くの研究蓄積がある。例えば、西城戸、船戸(2012)「環境と社会」第5章公正と正義など。

な役割を果たすと考えられている。一方で、もう一つの脱化石燃料化の解決策として紹介されてきた原子力発電に関しては、ウランもしくはプルトニウムという燃料が必要であり、これらの資源の偏在性、有限性という枯渇性資源の特性を持っているため、公正で平等なエネルギー社会の構築の視点からは評価されていない。

一方、日本のエネルギー政策のビジョン策定にむけた議論では、市場原理の全体最適、つまり日本国土全体の経済性が最も優先されてきた。しかしながら全世界の経済規模や世界の技術の普及状況に目を向けてみると、市場原理が適用されず、開発に取り残される地域が存在している。また、持続可能で望ましい世界のエネルギーシステムの実現には、市場から排除される「持続的な環境保全」といった市場の外部性を丁寧に制度に組み込んでゆく必要がある。そうした中で再生可能エネルギーは、これまでの開発、市場によるエネルギー管理から見逃されてきた倫理性、公正なエネルギーという視点を提起し、地域や主体間の不平等を是正しうる。つまり、経済的な富の分配という点以上の、より多くのメリットが存在すると考えられているのである。

2. 再生可能エネルギー開発の先進地：ドイツとデンマークのエネルギー政策

前述のように、国際社会の観点から望ましいエネルギーは再生可能エネルギーとエネルギー効率化であることが明らかとなった。そこで具体的な事例を論じる前提として、日本とは異なり、大規模な再生可能エネルギー導入目標値およびエネルギー効率の政策をエネルギー政策の中心として推進してきたデンマークとドイツに触れることで、その成果から日本における課題を見つめ直してみたい。

2011年、デンマークは、2050年までに自国の全エネルギー消費（*電力、冷熱、輸送含む）を再生可能エネルギー100%で賄う計画「エネルギー戦略2050」を発表している（Danish Government 2011）。この計画が策定された視座は、デンマークとその他の世界各国において、持続可能で環境に優しい社会を構築することであり、化石燃料の依存度を減らし、再生可能エネル

ギー比率を段階的に増加させ、エネルギー効率を向上させることで達成することを目指している。具体的には、これまで積極的に導入が行われてきた陸上・洋上風力発電、バイオガス、バイオ燃料等の再生可能エネルギー源を活用し、2050年までに国内のエネルギー消費を50%以上削減する。こうして再生可能エネルギーによるエネルギー供給量を増加させ、エネルギー消費を大幅に削減することによって、需要と供給のバランスをとり、安定供給を実現する。これらの化石燃料利用からの脱却に向かう取り組みによって、①エネルギーセキュリティを高く保ちながらエネルギーを供給し、②気候変動を鈍化させ、③環境に優しい技術における雇用と経済成長を実現する展望を描きだしている(Danish Government 2011)⁹³。

また、ドイツは、2011年の東日本大震災後、脱原発を加速化させ、代替エネルギーとして再生可能エネルギーを大幅に導入する目標を設定している。2012年、ドイツ経済エネルギー省はドイツ新エネルギー政策を公表し、2050年のエネルギーミックスとエネルギーシステムを展望している。特に、2050年において、再生可能エネルギーによる80%エネルギーの供給を目指しており、政策の5本柱として①再生可能エネルギーの大幅導入と送電線の整備を前提に、②化石燃料由来の発電方式の維持、③費用対効果の高い再生可能エネルギー開発、④エネルギー効率の改善、⑤エネルギー研究と技術開発の促進(German Federal Ministry of Economics and Technology 2012)を示している。

他方、日本におけるエネルギー政策については、エネルギー基本計画(経済産業省 2014)および長期エネルギー供給予測(エネルギーミックス)から概観してみる。エネルギー基本計画では、エネルギー開発における優先事項を3E+S(安全性、安定供給性、経済性、環境保全)と定めている。また、エネルギー基本計画、長期エネルギー供給予測も既存の安定供給状況や、現状の化石燃料の経済的・社会的不安定さ、現状の再生可能エネルギーの技術的な課題を考慮しながら現在から過去までの課題を前提にエネ

⁹³ ③に関して、デンマークは現在ではEUを代表する環境配慮技術の輸出国家に成長している。2009年時点で、デンマークの輸出品目における環境配慮技術の割合は12%。

ルギー政策を策定している。その結果、東日本震災前のエネルギー基本計画同様にバックキャスト的に政策を策定し、原子力等をベースロード電源として規定した。しかしながら、日本の望ましい姿や将来発生するリスクに関しては前提条件として検討されておらず、政府の分析が十分とはいえない。

以上を踏まえ、デンマーク、ドイツ両国の政策が日本の政策とどう異なるか簡潔にまとめてみる。まず気候変動対策への貢献意識と目標設定に大きな違いが見られる。ドイツとデンマークは、2050年という長期スパンにおいて、全世界的な規模でエネルギー消費、温室効果ガスの排出が増加すると予測される中で、自国の果たす役割はエネルギー消費、温室効果ガスの削減だと規定している。また、両者ともエネルギー削減目標を設定しながら、環境配慮技術、再生可能エネルギー技術における経済発展を展望している。つまり、ドイツとデンマークにとって再生可能エネルギーとエネルギー効率の向上は、温室効果ガスの削減、全世界の気候変動への適応への強調、経済振興政策という3つの目的を実現するための手段と位置づけられている。よって、分散型という特徴をもつ再生可能エネルギー普及に重要な役割を果たしているのかについて、ドイツとデンマークの地域の取り組みを引き続き分析してゆく。特にバックキャスト的なエネルギー政策の代表例である100%再生可能エネルギー地域プロジェクトについて、以下、具体的な地域の事例分析をもとに議論を深めてゆく。

第二節 世界における地域主体の100%自然エネルギーイニシアチブの潮流

既に触れているように、再生可能エネルギーのもつ分散型であるという特徴から、地域社会との関連性や環境影響等が評価されるようになった。つまり、再生可能エネルギーを社会的な存在として捉えなおしながら、地域社会ごとの文脈で再評価される必要性が出てきたのである(丸山2014)。また、地域社会は単なる、開発を受け入れる受け身の立場ではなく、主体にもなりうるため、地域によるイニシアチブや合意形成にも注目が集まっ

ている。その一例として、2016年11月には、第一回世界ご当地エネルギー国際会議が開催され、世界30カ国以上から600名を超える参加者が一堂に会した⁹⁴。他方、地域社会の再生可能エネルギーに対する姿勢を分析する研究も関心を集めており、海外で導入実績・研究実績の多い風力発電を中心に「地域受容」に関する研究の蓄積がまとまりつつある（IEA Wind Task28 2012）。

このように、それぞれの地域では社会的・文化的状況は異なっているため、今後再生可能エネルギー事業と地域社会との関係性を改善し、より多くの再生可能エネルギーを導入してゆくための促進政策を構築してゆく上で、経済水準、資源量、産業の異なる国・地域・自治体ごとに違ったアプローチで進める必要があることは明らかである。もちろん、REN21といった国際機関による包括的な統計資料の整備や動向の把握も重要であるが、より地域重視の視点で、エネルギー政策の推進要因を検討してゆく必要性が高まっているといえる。

この地域の主体性を重視する政策動向については、再生可能エネルギーだけではなく、他の国際的な枠組みからもその働きかけ方により観察することができる。例えば、2015年に国連に提示された持続可能な開発目標では、義務的な数値目標を定め、その達成を各国に求めるのではなく、数値目標の設定は地域に対してそのイニシアチブが大きく譲渡される形となった。持続可能な開発目標では、目標の設定だけでなく、具体的な数値的指標や計測、モニタリング、目標値の設定まで各国・各地域に委ねられている⁹⁵。また、2015年にCOP21で提示・採択されたパリ合意においては、具体的な数値目標を設定しないことが気候変動に関する合意の形成に寄与したと考えられている。つまり、社会が多様化、複雑化してゆくなかで、国際社会が提示した望ましい世界の未来像の実現にむかってゆくために、そ

⁹⁴ 参加者数は会津電力株式会社ウェブページより引用。会津電力ウェブページ「第一回世界ご当地エネルギー会議」, <http://aipower.co.jp/archives/1166> 最終アクセス日 2018年1月31日

⁹⁵ 筆者は2017年夏、日独ヤングリーダーズフォーラムに参加し、国連の持続可能な開発目標について、日独の専門家と若手幹部候補生らと議論を行った。そのフォーラムにおいて焦点が当てられていた課題の一つが、SDGsの実効性、民間セクターの役割、市民の役割である。

それぞれの国や地域が、その未来像を地域単位で再解釈し、社会的文脈を尊重しながら、自らの政策や取り組みに落としこむ必要があるのである。それゆえに、まずそれぞれの国や地域が自らの現状を詳細に検討し、それぞれの特性を分析した上で、政策目標を設定する必要がある。また政策を履行する段階においても、多様なステークホルダーとの連携や、国際的に共通の基準を用いながら客観的に評価してゆくことが求められており、従来よりも極めて高い濃度での各国・地域の能動的な参画が重要だと考えられる。したがって、ここでは地域主体の政策イニシアチブ、特に地域主体の100%自然エネルギー政策の重要性が高まっていることを再確認しつつ、引き続き分析につなげる。

第三節 100%自然エネルギー政策にみられる活動分野

1.調査・分析方法

1-1. 世界各地の取組みに関する調査

筆者は2015年4月から2015年11月まで、100%自然エネルギー世界キャンペーンのネットワーク上にいる研究者・自治体関係者の協力⁹⁶を経て質問表を用いてデータを収集した。

さらに、それぞれの地域が100%自然エネルギー政策として設定したエネルギーセクター、予算見込みも含めた事業計画、地域コミュニティや地域企業との連携等について、さらに9つの具体的な項目と質問群を作成し(図4-2)、国際会議⁹⁷の場で4つの地域に対してインタビューを行った(表4-1)。

⁹⁶ 100%自然エネルギー世界キャンペーンには、ドイツの100%自然エネルギー地域ネットワーク、オーストリアの100%自然エネルギー地域ネットワークをはじめ、100%自然エネルギー政策を持つ世界各地の首長や自治体職員、関連する研究者が参与し、定期的に情報共有を行い、年に数回の会議等で交流を図っている。

⁹⁷ Kassel International Dialogue on 100% renewable Energy Congress Palais, Kassel Germany 10-11 November 2015 については、以下のリンクより報告書を読むことができる。https://go100re.net/wp-content/uploads/2014/01/KasselFinalreport_160303.pdf, 最終アクセス日 2017年12月1日

- ① 100%自然エネルギーに関連する計画と目標設定
 - これまで実行されてきた自然エネルギーを含む長期計画。
 - 計画の目的、到達点、マイルストーンは詳細な段階を含む青写真か、もしくは概念的な長期ビジョンか。
- ② 自然エネルギーとその他のセクターとの統合
 - 自然エネルギーと電力、冷熱供給、輸送がどのように提示されているか。
 - 水道、公衆衛生や公共交通といった公的サービスとの相互連携の有無。
- ③ 自治体の役割
 - コミュニティは、長期的な100%自然エネルギーへの転換を実現するために特別に創設したスタッフの役割、オフィスもしくは部署。
 - 自治体の役割と責任。
- ④ 結果と達成度
 - 現在までの具体的な成果や結果。
 - 現在の自然エネルギー容量。
 - エネルギー消費における自然エネルギーの割合。
 - 自然エネルギーが熱供給や輸送エネルギー部門での供給に占める割合。
 - 太陽光発電の単位あたりの容量。
 - 長期的な計画とマイルストーンの達成度合い。
- ⑤ 新たに導入された技術と変化の度合い
 - エネルギー生産、供給-分配、ダイヤモンドマネジメントインフラといった技術的な変化は生み出されたか。(例：スマートグリッド技術、自然エネルギーの熱供給および電気自動車充電インフラストラクチャーとの接続、コミュニティ規模の太陽光発電所や公共施設の暖房)
- ⑥ ファイナンスとビジネスモデル
 - エネルギー生産、エネルギーサービスエネルギー需要について革新的なビジネスモデルやファイナンスモデルが開発されたか。(例えば、協同組合や、エネルギー生産に関する促進策、コミュニティ所有、クラウドファンディング、マイクロユーティリティ、エネルギーサービス事業者、地域認証のグリーンパワーリテイリング、ダイヤモンドマネジメントスキーム、エネルギー効率モデル、投資モデル)
- ⑦ 政策の立案とその効果
 - 100%自然エネルギーに向けて、地域レベルの指示をしてゆくために、導入された政策。その政策が及ぼしたインパクト。
- ⑧ 地域社会の参加と社会的ネットワーク
 - 活動や、計画の策定、プロセスの実行をより参加型で包括的にするためにコミュニティに生み出された社会的ネットワークや構造。社会的ネットワークや構造の創成を牽引した人物。創設された組織、教育プログラムや教育センター。
- ⑨ リーダーシップと歴史的な背景
 - 100%自然エネルギーへの長期的なエネルギー目標や計画、コミットメントについてコミュニティを発展させてきた経緯。支持者や憧れの対象となるような特定の個人。ビジネスセクターの参加の有無。市長や議会は重要な役割を担っていたか。地域主体の目標の実現や地域の自律性への要望の有無。

図 4-2 質問カテゴリと下位の質問群

(WFC : Global 100% Renewable Campaign Global Progress Panel : GPP レ

ポートの質問項目を筆者翻訳⁹⁸⁾)

表 4-1 調査の概要

調査日	2015年12月10日、11日
調査方法	構造化インタビュー
場所	ドイツカッセル市、国際会議「International Dialogue for 100% Renewable」
インタビュイー	ドイツ・オスナブリュック市環境・気候変動部署職員、アメリカ合衆国・サンフランシスコ市環境部署職員、カナダ・バンクーバー環境部署職員、デンマーク・フレデリクスハウン市長

1-2. 日本の取組に関する調査

日本での事例については、2015年に筆者がWFCでの研究活動中に、研究ネットワークを通じて収集した情報に加えて、2016年、2017年の福島県への現地調査による参与観察、自治体関係者、ご当地エネルギーの事業者らへのインタビューの結果を用いた(表4-2)。

表 4-2 日本での調査の概要

調査日	2016年11月6日	2017年1月16日
調査方法	参与観察、非構造化インタビュー	参与観察、非構造化インタビュー
場所	福島県福島市土湯温泉	福島県喜多方市会津電力株式会社、福島県飯舘村、
インタビュイー	株式会社元気アップつちゅバイナリー発電担当者	会津電力株式会社担当者、福島県福島市飯舘電力株式会社、飯舘村商工会議所職員

⁹⁸⁾ GPPは世界自然エネルギー100%イニシアチブが取り組んでいるプロジェクトの一つで、世界中の地域の質的な情報を定期的に収集し、報告書としてまとめようとするイニシアチブである。

2.結果

2-1. 100%自然エネルギーイニシアチブにおける世界の動向

まず、100%自然エネルギーイニシアチブの全体的な傾向を簡単にまとめてみる。2015年12月1日時点⁹⁹の100%自然エネルギーキャンペーン上で紹介されている地域は78事例である（表4-3）。

表 4-3 大陸別分類による事例数

大陸分類	地域の数
アフリカ	3
アジア	6
ヨーロッパ	51
北アメリカ	11
南アメリカ	0
オセアニア	7

WFC : Global100% renewable campaign のウェブページを元に筆者作成

これらは欧州を中心とした地域の事例が収集されているが、南アメリカ大陸については、2015年当時、1件も報告されていなかった¹⁰⁰。これは、当時100%自然エネルギー世界キャンペーンの事務局をつとめていたWFCがドイツに位置していることが影響していると考えられる¹⁰¹。その他にも、ヨーロッパ以外の地域、すなわちアジア、オセアニア、アフリカに関して、より調査を進めていく必要があると考えられた。

次に、100%自然エネルギーの目標の内容を、電力、冷暖房、輸送の3セクターに分けて分析してみた（表4-4）。ここからも分かるように、電力

⁹⁹ 筆者がWFCに訪問研究員として従事していた2015年11月時点では78の事例が紹介されていた。

¹⁰⁰ 2017年9月現在、南アメリカ大陸では、ベネズエラのボネール島とアルバ島が紹介されている。

¹⁰¹ 現在は、ドイツボン市に拠点をもつ世界風力エネルギー協会が事務局を務めている。

のみの目標設定をしている地域が最も多い。しかしながら、電力、冷暖房、輸送のすべてのセクターに目標を設けている地域、電力と冷暖房のセクターにおいて目標を設定している地域も同程度存在している。よって、100%自然エネルギー目標は電力を中心にしながらも、輸送や冷暖房といったより解決策の少ないセクターにも対象が広がっていることがわかる。また、それぞれの目標設定においては、中長期的な計画を含む政府の政策的な枠組みであるもの(例ケープ・ベルデ、福島県、韓国の済州島、インドネシアのズンバ島、デンマークのフレドリクスハウゼン市)や、100%自然エネルギー宣言といった首長のスピーチも含まれている¹⁰²。

表 4-4 目標に含まれるエネルギーセクターごとの 100%自然エネルギー地域の分類

目標に含まれるセクターの種類	地域の数
電力	25
電力、冷暖房	22
電力、輸送	6
電力、冷暖房、輸送	24
輸送	1

WFC : Global 100% Renewable Campaign のウェブページを元に筆者作成

2-2. 世界各地の 100%自然エネルギー政策の事例

以下、閉鎖系として捉え直すそれぞれの地域ごとの取り組みについては、現地での観察・聞き取り調査の結果を基盤としながら分析してゆく。

a. オスナブリュック市 (ドイツ)

オスナブリュック市は 16 万 8 千人(2017 年 8 月現在)の人口を有するドイツの都市である(表 4-5)。オスナブリュック市は、2030 年までに 100% 自

¹⁰² 100%自然エネルギー世界キャンペーンの目的が 100%自然エネルギーイニシアチブの啓蒙という目的のため、政策イニシアチブは提示されていないが、すでに自然エネルギー100%を達成している地域も含まれている。

然エネルギーで電力を供給する政策目標を設定している。またエネルギー効率の目標も設定している。オスナブリュックは、電力、冷暖房、輸送の3セクターにおいて、包括的に自然エネルギー100%供給目標を設定している（松村・三好 2017a）。特徴的な点として、都市地域であるゆえに、市内だけでは自然エネルギーの利用可能料が少ないため、広域のオスナブリュック郡と協力して、自然エネルギー転換を進めている点である（松村，三好 2017a）。オスナブリュック市は、自然エネルギーへの転換を進めるために、50以上のプログラムを動かしている。

表 4-5 オスナブリュック市の 100% 自然エネルギー計画

	人口（単位：人） (2017年9月)	年間エネルギー需要 (セクター)	目標値(目標年)	実績
オスナブリュック市	168,000	904,396MWh (電力)	100 % (2030年)	49 MWh (電力)
オスナブリュック郡（資源利用）	358,000	184,920 MWh (電力)		1099 MWh (電力)

地域再生可能エネルギー国際会議 2017 の資料を元に筆者作成¹⁰³

例えば、市民の太陽光パネル設置や、断熱等の住宅の省エネルギー化を進めるために、空中写真を用いて、各住宅の太陽光発電量やエネルギーの損失量等を可視化したソーラーマップを同市のウェブページ上で公開してきた。これまでの取り組みによって、その有効性が提示されたことから(松

¹⁰³ 2017年9月に長野市で行われた自然エネルギー国際会議での内容による。情報は以下のリンク先のウェブページで公開されている。
http://local-renewables-conference.org/fileadmin/repository/LR_Nagano/PPTs/LR_2017_2A_Gerds.pdf, 最終アクセス日 2017年12月1日

村, 三好 2017a)、同市と交流のある長野県上田市をはじめ、他地域でもソーラーマップの導入が進んでいる¹⁰⁴ (図 4-3)。さらに 2017 年に更新された最新のウェブサイトでは、太陽光発電の推定発電量、洗濯と暖房に使用可能な温水の製造ポテンシャルも照会できる仕様となっており、さらに提供する情報の種類を増やしている。オスナブリュック市内の道路では、自転車用の道路も整備され、交通に関しても、エネルギー転換を進めている (図 4-4)。



図 4-3 太陽光発電の発電ポテンシャルを示した“Solardachpotenzial”のウェブ画面

(オスナブリュック市ウェブページより筆者作成)

¹⁰⁴ 2017 年 9 月に長野県で行われた地域再生可能エネルギー国際会議 2017 中の長野県上田市報告内容に基づく。国際会議の内容については、以下のリンクより利用可能。<http://japan.iclei.org/news-and-events/events-details/article/2017-8.html>, 最終アクセス日 2017 年 12 月 1 日



図 4-4 オスナブリュック市内の自転車用道路
(2017年2月28日筆者撮影)

これまでの実績として、オスナブリュック市内では 48.5MWh、オスナブリュック郡全体では、1098.9MWh の自然エネルギーが導入されている（表 4-5）。同郡の数同流量が、同市の電力需要を超えているため、オスナブリュック市は 100% 自然エネルギー電力の都市と認識されている。今後、オスナブリュック郡内において電力だけでなく交通や冷暖房のエネルギー転換が加速化してゆくと予測されている。

b. フレドリクスハウン（デンマーク）

フレドリクスハウン市は、人口約 10 万 2 千人のユトランドの北部に位置する都市で、2014 年に「2030 年自然エネルギーのためのマスタープラン」を提出した。この計画において、2030 年までに、戦略的に電力、暖冷房、輸送のセクターで 100% 自然エネルギーの達成を目標に掲げている（表 4-6）。

表 4-6 フレドリクスハウンの 100% 自然エネルギー計画

人口（単位：人）	年間エネルギー 需要 （セクター）	エネルギー需要 目標値（目標年）
102,717		n.d.（2030）

フレドリクスハウンの質問表の結果¹⁴⁾より筆者作成

そこで同市は 100% 自然エネルギー目標を達成するために、再生可能エネルギー 2030 のためのマスタープランを策定した。まず、10 箇所での公有・私有の風力発電所を導入することによって、風力発電により 51% まで自然エネルギーのシェアを増加させる計画をしている。

現在までの成果として、自然エネルギーの割合は 18%にとどまっている。なお、デンマークの北部に位置する立地の特徴上、そのうち 21%が風力、45%がバイオマスとなっている。

このフレドリクスハウンのエネルギー政策の背景には、デンマークの国家的な再生可能エネルギー戦略がある。デンマークは国家として 2050 年に 100% 自然エネルギー目標を設定している。そのさきがけとして、2030 年には地域暖房である（地域熱供給）の原料から石炭を排除する予定であり、このような計画的な国策がフレドリクスハウンの 100% 自然エネルギー政策策定の大きな原動力となっている。フレドリクスハウンの目標設定につながった地域社会の背景として、地域経済の衰退への危機感と現用を改善したいという市の要望がある。フレドリクスハウンの主な産業は、造船業と観光業である。しかし、近年失業率が 6.6%とデンマーク国内で二番目に高く、地域経済の活性化が重要な課題となっている。100% 自然エネルギー目標は地域の経済活動を復興させ、地域経済への化石燃料の価格影響を下げることに繋がると考えられている。

c. サンフランシスコ（アメリカ）

サンフランシスコ市は、アメリカ西海岸に位置する人口約 80 万人の都市である。サンフランシスコ市は“Climate Action Strategy”の中で、エネルギー

一部門の温室効果ガス削減の目標の指標のひとつとして 2020 年までに市内の電力を 100%自然エネルギーで生産する目標を設定した（表 4-7）。自然エネルギー100%政策には、エネルギーの効率の目標も掲げている。この取り組みには、120 人の環境部署の職員が関わっている。例えば、サンフランシスコ市の環境部が主要な責任を担っている分野には交通や、環境土木、エネルギー、廃棄物などといった異なる小部門があるが、それぞれの職員が協力して業務を行っている。つまり、目標設定においても温室効果ガスといった取り組みだけでなく、より広域の下水道、公衆衛生、公共交通、省エネルギー分野も含まれており、気候変動対策のキャッチフレーズのもと、統合的な内容となっている。

表 4-7 サンフランシスコ市の 100%自然エネルギー計画

人口（単位：人）	年間エネルギー 需要 （セクター）	エネルギー需要 目標値（目標年）
805,000(2010年)	(温室効果ガスの量)	2020

サンフランシスコ市の“Climate Action Strategy”より引用

サンフランシスコ市で特徴的な点は、2020年に向けた100%自然エネルギーの取り組みを進展させていくべきだとして、2010年に25万米ドルの財源がシドニーフランク財団より賞与されたことにある。また、サンフランシスコ市で最も規模の大きい水力発電所はサンフランシスコ市が有している。自治体がエネルギー生産設備の所有・管理を行っている稀有な事例である。

目標達成のために、サンフランシスコ市は省エネルギーにも力を注いでいる。一方で、最も温室効果ガスの影響が大きいのは交通部門であり、この点は電気自動車(EV)を長期的に推進してゆくことで解決しようとしている。もちろん、アメリカ有数の都市であるサンフランシスコだけでは自

然エネルギーの資源量に限界があるため、近隣の地域との連携も計画されている。

この 100% 自然エネルギー政策の取り組みの背景には市長の強いイニシアチブがあるが、それとともに、サンフランシスコ市民の過去の経験も関係している、とインタビューを受けた環境部署の職員は説明した。サンフランシスコ市は海に囲まれており、気候は温暖ではあるが、歴史的には、海が近いゆえに大水害の被害を受けた経験がある。この経験は、気候変動のリスクを評価し、気候変動の原因と考えられる温室効果ガス削減への動力に繋がっている。そのため、気候変動という枠組みで電力の自然エネルギー100%政策目標だけでなく、交通部門・電力・ガスの温室効果ガスを半減させ、廃棄物の削減といった目標も同時に設定していることもサンフランシスコの取り組みの特徴となっている。

これまでの実績として 2011 年時点でのエネルギーミックスは 16%が大規模水力以外の自然エネルギー、30%が大規模水力、36%が化石燃料由来のエネルギー源で、18%は原子力発電である¹⁰⁵。

d. バンクーバー（カナダ）

バンクーバー市は人口 60 万人（2015 年現在）のカナダ国内で最も人口密集している、ブリティッシュコロンビア州最大の都市である。同市は世界で先進的な環境都市を目指しており、2015 年 12 月に、2050 年までに電力・冷暖房・輸送の 3 セクターにおいて 100% 自然エネルギーを達成する政策を掲げた（表 4-8）。

¹⁰⁵ 2015 年調査時に質問紙にて収集。

表 4-8 バンクーバー市の 100%自然エネルギー計画

人口（単位：人）	年間エネルギー 需要 （セクター）	エネルギー需要 目標値（セクター 目標年）
603,500	5930 万 GJ（全セ クター） 4510 万 GJ（民 生・業務） 1420 万 GJ（輸送）	3930 万 GJ（全セ クター2050） 2830 万 GJ（民 生・業務 2050） 1100 万 GJ（輸送 2050）

バンクーバー市への質問調査結果¹⁵⁾をもとに筆者作成

バンクーバー市の議会の承認によって、2015年から2050年の再生可能エネルギー都市戦略を開始しているが、目標は大きく2つある：①2050年までにバンクーバーで使用されるエネルギーをすべて再生可能エネルギー資源にすること、②温室効果ガスを2007年のレベルと比べ、2050年には少なくとも80%削減することである。また、これら目標値には、建築を中心とする民生・業務分野と輸送分野のエネルギー需要を下げるエネルギー効率化の目標も含まれている。また、交通システム全体として、オンサイトの発電設備の設置を進めつつ、カーシェアリングの比率を高めるといったように、インフラの整備を含みながら輸送システムと電力分野といったように異なる分野のプロジェクトが統合され、都市計画の中で運用されている。さらにバンクーバー市は炭素税も導入し、経済的なインセンティブの創出にも取り組んでいる。

他方、トップダウンのプロジェクトだけでなく市民の議論を促すために、環境・気候部門の職員がそれを先導する役割を担い、ボトムアップの取り組みにも自治体が役割を果たしている。さらに市民の議論を取り入れるだけでなく、専門家との連携も深めている。たとえば、目標達成のためのコンサルティンググループとして、市内の輸送企業、環境・持続可能性の関

連団体、環境計画や環境工学、再生可能エネルギーの専門家らを招聘し、協働している。コンサルティンググループ以外にも、エネルギーに関する外部専門家から構成されたアドバイザーチームが立ち上がっている。このチームは、法律家、環境系 NGO、産業部門、市民の代表者等が含まれており、議長である市長のリーダーシップのもと、多角的な視座からエネルギー転換の取り組みを定期的に監視し、進捗管理を行っている。

これらの 2050 年までのエネルギー計画は、2011 年に、「2020 年の環境に最も優しい都市行動計画」の延長版として捉えられている。つまり、バンクーバーの長年の取り組みが基盤となっているのである。

現在までの取組の成果として、バンクーバー市ではエネルギー需要の 31% が自然エネルギーで賄われている。またその内訳は、1% が輸送に関連するバイオ燃料、3% がバイオマス、1% が太陽光及び風力、25% が大規模水力となっている¹⁰⁶。

2-3. 世界における 100% 自然エネルギーイニシアチブの概観と課題

国際的な政策イニシアチブは抜本的に変わりつつある。特に 100% 自然エネルギー政策イニシアチブ、電力化、エネルギーの効率化といった時勢はさらに勢いを増している（松村，三好 2017a）。また、既出の地域事例の計画では、人口規模、都市の機能、特徴が異なっていたとしても、選択肢の多様性を確保することで計画が策定可能になることがわかる。例えば、バンクーバー市やサンフランシスコ市という世界的な都市地域においても、長期的な 100% 自然エネルギー政策目標を掲げている。さらにそれぞれの地域において、その背景には市民による委員会、議論、市民イニシアチブ、財団による寄附といった多様な動機もみられた。100% 自然エネルギー政策は、トップダウンのアプローチと捉えられがちであるが、社会的な背景について分析してみると、市民の要望や声を取り入れられている事も明らかとなってきた。これらの市民活動が長期的な 100% 自然エネルギー社会に向けた活動を支えていく基盤となりうると考えられる。最終的な 100% 自然エネルギー社会の実現のためには、中長期的な計画の実施が必要であり、

¹⁰⁶ 2015 年調査時に質問紙にて収集。

目標設定は始点でしかない。つまり、計画を策定するだけでなく、その後の社会情勢や動向をふまえながら、計画を見直し続け、着実に実施してゆく必要がある。そのために、オスナブリュック、バンクーバー、サンフランシスコの各都市では、地域社会と連携して、外部委員やオブザーバーによるモニタリングを実施していた。これら地域の取組から、さまざまなステークホルダーの意見を取り込む場の設置と市民の参加が長期的な目標の達成には肝要だとみなされていることがわかる。

一方で、今回の調査結果では新たな課題も見えてきた。各地域に共通する課題としては、①.持続可能なビジネスモデルの創出、②.政策を支える金銭的資源の確保、③.送電線等インフラストラクチャーの整備がある。特にビジネスモデルの創出は、地域の制度的な差異が大きく影響しており、それぞれの国の地域が模倣することの難しさがある。バンクーバー市が炭素税を導入するといったようなことは、他国の中核都市では実現が難しい可能性が高い。一方で、プロジェクト単位で考えればオスナブリュック市のソーラーマッピングが長野県上田市で取り入れられるなど、情報交換と交流を継続することで解決策の波及が可能な事例もあった。つまり、都市同士の交流も今後重要になってくると考えられる。

3.日本における自然エネルギーイニシアチブの展開

上記のように世界における自然エネルギー100%イニシアチブのインパクトと海外における事例を取りあげ、その政策の多様性と効果について検討を行ってきたが、ここでは既に日本で実行されているイニシアチブの特徴を分析してゆく。それにより今後日本における気候変動対策としての100%自然エネルギーイニシアチブが協働可能となりうる分野について検討していきたい。

a. 福島県

福島県は、人口約2百万人を抱える農業県である。2011年3月11日、マグニチュード9.0の地震に見舞われ、地震による直接被害と津波による

被害によって甚大な影響を受けた。地域再生の柱として、再生可能エネルギーによるエネルギーの地産地消を掲げている。福島県の目標では、2040年に100%自然エネルギーで県内のエネルギー需要を賄うと計画している（表4-9）。

表4-9 福島県の100%自然エネルギー計画

人口（単位：人）	エネルギー需要 （セクター）	エネルギー需要 目標値（目標年）
2000,000	9,087,228kJ（1次 エネルギー需要）	8,219,734kJ(1次 エネルギー需 要：中間目標 2030) n.d.（最終目標 2040)

「再生可能エネルギー先駆けの地アクションプラン」より筆者作成

福島県の目標は、「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン（改訂版）」に依拠している。同推進ビジョンは東日本大震災が起こった2011年3月に策定されたものであるが、東日本大震災後の2012年に改定され、100%自然エネルギーの目標値が加筆された。さらに、2012年12月には「ふくしま新生プラン」において、再生可能エネルギーを復興の重点プロジェクトに掲げている。また、自然エネルギー目標達成のために、2013年2月には、「再生可能エネルギー先駆けの地アクションプラン」が公表され、2012年から2015年までを第一期、2015年から2018年を第二期として、それぞれに中間目標値を設定している。

具体的な福島県の取組の成果を、石田（2016）は以下のように統括している。2011年では21.9%だった自然エネルギー比率は、年計画策定後3年間で、26.6%を達成しており、2015年の中間目標値である25%を上回っている。また、アクションプランの第二期は2018年まで続くが、太陽光とバ

イオマスを中心に拡大する方針がある。なお、風力発電も陸上風力だけでなく、洋上風力の開発プロジェクトも立ち上がっている。地熱利用量は少ないものの先進的な取り組みが行われている。福島県は東日本大震災後の関心の高さから、再生可能エネルギーの開発と地域社会への影響に関して異なる角度から研究が行われてきた。

例えば、山口(2014)は、福島県の再生可能エネルギーの取り組みは大きく2つに分けられると分析している。一つめは、研究拠点の整備である。産業総合研究所の新しい拠点である福島再生可能エネルギー研究所が福島県郡山市に設置され、浮体式洋上風力や次世代の不技術開発等が行われている。次に、重層的な再生可能エネルギー促進政策がある。国が講じている再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度に加え、復興対策・復興支援事業としての再生可能エネルギー設備の導入促進支援事業、福島県の市民交流施設の導入促進事業等がある。白井(2016)は、市民は再生可能エネルギーによる地域の構造的再生を期待しており、地域が主体となるエネルギー事業が増えた、と実感しているとアンケート調査の結果から結論づけた。三森(2015)は、土湯温泉の事例では、バイナリー発電の売電収入を元手にした地域活性化プログラムにより、コミュニティが活性化され、体験プログラムを通じて市民の再生可能エネルギーへの理解が深まるといったプログラムの妥当性と有用性を示している。

このように先行研究では、震災後、地域を主体とする再生可能エネルギーの取り組みが福島県内で活性化し、地域社会に良い影響を与えたと評されている。筆者も、福島県を訪問し、地域の利益還元を目的とするご当地電力が福島市で多くの発電所の建設を進めてきたことを観察した。例えば、会津電力、飯舘電力といった事業者が起業している(図 4-5, 4-6)。しかしながら、東日本大震災後、いまだ被災地の厳しい現実が確実に地域に残っており、エネルギー転換によって払拭されているわけではない。そこで、筆者の現地調査の結果から得られた地域社会のエネルギー開発に含まれる複雑な社会的文脈について、以下に概説したい。



図 4-5 会津電力雄国太陽光発電所
(2017年筆者撮影)

たとえば、福島県飯舘村では、震災後から避難指示解除準備区域、居住制限区域および帰還困難区域に設定された。震災から5年以上経った今も飯舘村内の一部は帰還困難区域に設定されている¹⁰⁷。帰還困難区域である飯舘村には日中に短時間の滞在はできたとしても、一般には居住することは認められていない¹⁰⁸。また、放射能の計測値から飯舘村では、2017年の時点で未だに農業で生計を立てることは難しいままである。したがって、これまで農地として使用されてきた土地は、農地の太陽光発電所への移転が進んでいる¹⁰⁹。しかしながら、震災復興の一貫として、企業による買収・

¹⁰⁷ 2017年3月31日に避難指示解除準備区域および居住制限区域は全域解除されたが、帰還困難区域は飯舘村内の一部にまだ残っている。福島県ウェブページ「12. 飯舘村の状況」<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/26-13.html>, 最終アクセス日 2018年1月31日

¹⁰⁸ しかし、例外として飯舘村の老人ホームの利用者は老人ホームの滞在を許されていた。しかしながら、放射線レベルが高いゆえに老人ホーム利用者は建物の外から出ることができなかった。健康への被害を考えれば、政府は老人ホームに滞在し続けたい住民の飯舘村への居住を許可すべきではなかったはず、と飯舘電力の社員は語る。放射能と地域の生活は、生存権の遵守と実際の解決策とで矛盾があることも現地調査により明らかになった。この事実については、調査時に同行していたジャーナリストがフランス語で記事を執筆している。

¹⁰⁹ 農地に再生可能エネルギー設備を設置するためには、農地全体と転用して設置する方式と農地に支柱を立てて営農を継続しながら発電する方式（営農

説得がなされ大規模太陽光発電所が飯舘村の田園風景を埋め立てている。地域外の事業者による大規模太陽光発電所が美しい黄金色の草原を黒光する鏡面へと埋め立ててしまい、帰村した人々が心を痛めている事例もあると、飯舘電力の社員は語っていた。一方で、再生可能エネルギーが住民を励ます事例も見受けられる。農家と協力した営農型太陽光発電所設置の取り組みも進み、農業従事者の収入源になりつつある。再生可能エネルギーはその導入の方法によって、地域住民の追い風にも精神的な支えにもなりうる。エネルギー開発を行っていくうえで、景観や地域住民の心象に配慮した開発も求められている。原子力発電というエネルギーによって、今もなお影響を受けている被災地にこそ人々の暮らしによりそい、地域に寄与する再生可能エネルギーによるビジネスや取り組みが重要となってくると考えられる。



図 4-6 飯舘電力の飯舘村内にある営農型太陽光発電所
(2017年筆者撮影)

b. その他の地域

日本で 100%自然エネルギー政策を立てているその他の地域に、長野県

型発電設備)がある。農地全体を転用する場合は、農地転用許可申請をせねばならず、本来は慎重な対応が必要である。

と宝塚市があげられる。長野県では、日本の自治体で最も具体的で多様な再生可能エネルギー政策を展開している。豊富に存在する水力発電を生かし、電力部門では、100%自然エネルギーを本年度中にも達成する勢いである。また、産業誘致にも積極的に取り組んでおり、再生可能エネルギーを利用した地域経済振興も目指している。宝塚市は、大阪府のベットタウンであり、有数の人口密度がある。しかしながら、このような住宅街であったとしても再生可能エネルギー100%政策目標は達成可能であるということを示している。さらに、すでに100%再生可能エネルギーを達成した地域として、屋久島町が挙げられる。屋久島は、鹿児島県の島で、世界自然遺産に登録されている。その豊富な水源を生かし、水力発電によって、島のほとんどの電力が賄われている。同時に、鹿児島県・日産株式会社と連携して、電気自動車の普及や、市民の省エネルギーの普及啓発にも積極的に取り組んでいる¹¹⁰。

第四節 100%自然エネルギーの島に着目したエネルギー自立の意義

前節まで、世界各地の100%自然エネルギーイニシアチブに取り組む地域事例を検討してきたが、本節では再び「島嶼」の視点に立ち返り、100%自然エネルギーイニシアチブに取り組む国内外の島嶼地域の事例に焦点を当てることとする。そしてそれぞれの島が100%自然エネルギーイニシアチブに取り組む背景、その成果と意義を提示するとともに島嶼地域ならではの課題について掘り下げていく。本節では100%を達成した島嶼地域の事例として、デンマークサムソ島、ドイツのペルボルム島、日本の事例として、鹿児島県屋久島町、沖縄県宮古島の事例を取り上げるが、各地域の概要は以下の表に示す。またそれぞれの調査期間は表4-10に示す。

¹¹⁰ 2013年筆者の調査結果による。

表 4-10 100%自然エネルギーを達成したとみなされている島々

地域	人口	面積	本土との連系 送電線の有無	調査期間
サムソ島 (サムソ村)	3726 人 ¹¹¹	114 km ²	連系有	2016 年 11 月 22 日～23 日、 2017 年 6 月 1 日～8 日
ペルボルム島 (フーズム 市)	約 1180 人 ¹¹²	37km ²	連系有	2017 年 2 月 18 日～21 日
屋久島 (屋久島町)	12913 人 ¹¹³	155km ²	連系無	2013 年 1 月 2 1 日～25 日
来間島 (宮古 島市)	約 200 人	2.84 km ² ¹¹⁴	連系有 (宮古 島本島へ)	2013 年 9 月 5 日～12 日

筆者作成

1.デンマークサムソ島

サムソ島 (図 4-7) は、デンマークの国のほぼ中央に位置し、20 年を超えるプロジェクトマネジメントにより、100%再生可能エネルギーによる電力供給を達成している。3 箇所の麦わらボイラー、太陽光発電所、11 箇所の陸上風力発電所 (1MW)、10 箇所の洋上風力発電所 (2.3MW) の設備がある。

¹¹¹ サムソ島ウェブページより引用

<https://www.visitsamsoe.dk/en/inspiration/facts-about-samsoe/>, 最終アクセス日 2017 年 12 月 10 日

¹¹² ペルボルム島ウェブページより引用

<http://www.pellworm.de/pellworm-infos/service/englisch-version/facts-and-figures.html>, 最終アクセス日 2017 年 12 月 10 日

¹¹³ 屋久島町『統計やくしま平成 28 年度版』より引用

¹¹⁴ 人口、面積ともに沖縄県ウェブページより引用

<http://www.pref.okinawa.jp/site/kikaku/tochitai/tousho.html>, 最終アクセス日 2017 年 12 月 10 日

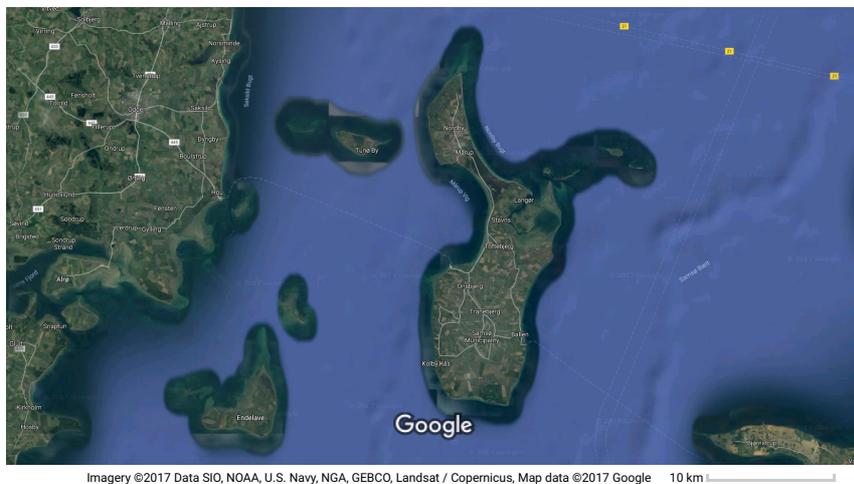


図 4-7 サムソ島（デンマーク）の地図

グーグルマップより筆者作成

1998年、デンマーク政府のエネルギーアイランドプロジェクトに選ばれたサムソ島は、エネルギーアカデミーを設立した。エネルギーアカデミーでは、研究調査だけでなく、島民に対して新エネルギーの普及啓発活動が行なわれている。サムソ島は人口 3,700 人の小さな島であるが、島民がプロシューマーとして、エネルギー自給に貢献しているのである。例えば、筆者が調査したところとして、農家や芸術家の事例がある。それぞれのライフスタイルに合わせて、生産者となることが仕事であり、生活の一部となっているのである。

現在、サムソ島では、電力だけではなく、島のエネルギーを 100% 自給するために様々な事業が実施、計画されている。例えば、電気自動車の普及が挙げられる。サムソ島の庁舎では、電気自動車が公用車として利用されているほか、電気自動車の利用促進、島民への普及にも注力している（図 4-8）。



図 4-8 サムソ島の公共電気自動車
(2015 年筆者撮影)

サムソエネルギーアカデミーの研究者は以下のように語った¹¹⁵。

「サムソ島では発電された電力のほとんどは、島外に輸出されている。そこで、島内の人は「もったいない」と考えるようになり、島内の電気需要を増やしてゆく必要があると考えるようになった」

さらに、島と本島を結ぶフェリーをハイブリッドに変更するよう、フェリー運営会社と交渉した。このハイブリッドフェリーは天然ガスと電力による運転が可能である。将来的にバイオガスで再生可能エネルギー由来のものに転換できるよう、ハイブリッドフェリーの導入を決定している（図 4-9）。さらに、サムソ島では、島内の需要家が自宅のエネルギー需要を可視化し、オンラインでモニタリングできるアプリケーションを配布している（図 4-10）。これはナudging効果もあり、エネルギーの節約を促す効果が期待されている。デンマークでは、新築の住宅はゼロエネルギー住宅でなければならないという法規があり、新築であれば、高气密で断熱効率が高い住宅を建築している。このように省エネルギーにも注力していることが観察できた。

¹¹⁵ 筆者の 2015 年 11 月の調査結果による。

さらに、サムソ島は 2017 年にサムソ 100 という新たなコンセプトを発表し、島の持続可能性を高めるために、教育・芸術・エネルギーの多角的な取り組みを今後も拡大してゆくビジョンを描いている。



図 4-9 サムソ島ハイブリッドフェリー
(2015 年筆者撮影)

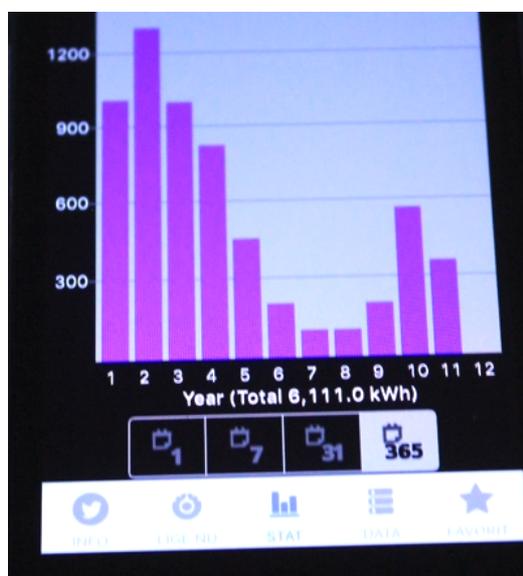


図 4-10 サムソ島の島民が使用している家庭のエネルギー需要をモニタリングできるスマートフォンアプリケーションの画面
(2015 年筆者撮影)

2. ペルボルム島

ペルボルム島はドイツのシュレスヴィヒ・ホルシュタイン（Schleswig-Holstein）州フーズム（Husum）市に属し、北海に浮かぶ島である（図 4-11）。人口は 1180 人であり、主な産業は農業と観光業である。本土とはフェリーが就航している。この島はドイツで最初に自然エネルギー100%目標を設定した地域としても知られ、前述のサムソ島と同じく、島内需要を上回る電力を島内の風力発電（図 4-12）でまかない、バイオガスを利用した熱供給（図 4-13）も行っている。

ペルボルム島は、他の北海の島々と同様に標高が低い。気候変動に対して脆弱という特徴がある。こうしたペルボルム島における再生可能エネルギー自給を地域で行おうという意思決定に繋がった背景として、北海の他の島々に比べて観光の目玉となる特徴が少ない点がある¹¹⁶。

ペルボルム島は送電線が本土と繋がっており、協同組合で運営されている風車 7 基と太陽光発電による電力は島外に運び出されている。島民は、島外にいく電力を「もったいない」と感じており、島内でよりエネルギーを消費するために、電気自動車の普及、マイクログリッドを活用したエネルギー計画の導入を検討している。

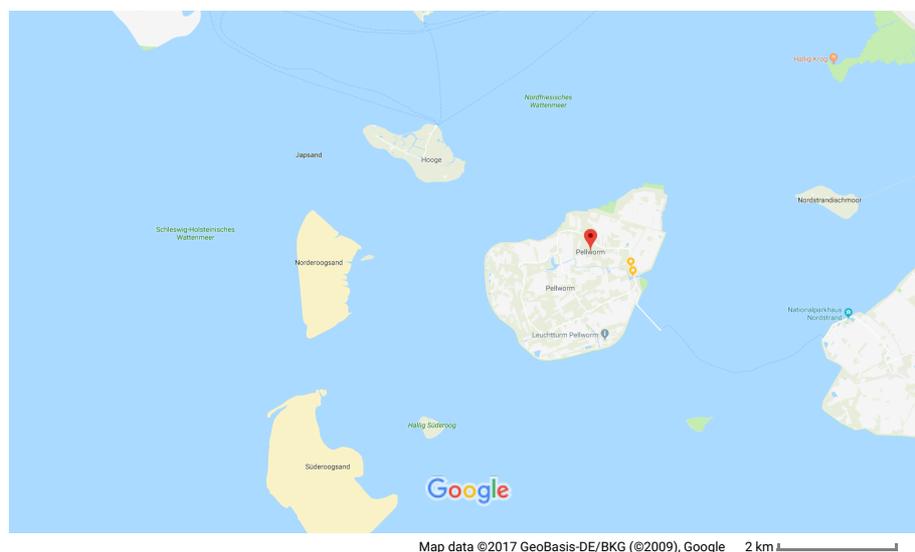


図 4-11 ペルボルム島の地図（グーグルマップより筆者作成）

¹¹⁶ 筆者の 2017 年 2 月 26 日のインタビュー結果による。



図 4-12 ペルボルム島の協働組合で運営されている風車
(2017年筆者撮影)



図 4-13 島のバイオガス熱供給プラント
(2017年筆者撮影)

ペルボルム島の主要産業は農業であるが、農産物は本土に比べ価格競争力がなく、採算が難しい。他方、近年、民家の多くが夏場に休暇を楽しむ観光客のためのゲストハウスへの転用が進んでおり、冬季の空き家問題と収入不足が課題となっている。再生可能エネルギー設備を視察に訪れる「グリーンツーリズム」は季節による顧客変動が少ないため、島民は今後の再

生可能エネルギー開発を活用した島内経済の活性化に期待をしている¹¹⁷。

ペルボルム島においても、住民の省エネルギーへの取組が進みつつある。畜産廃棄部物を利用したバイオガスプラントは、島内の温水プールに活用されている（図 4-14）。



図 4-14 バイオガスによって熱供給されている温水プール
(2017年筆者撮影)

ペルボルム島は自然環境に対して脆弱な立場に置かれてきた。既出の海拔以下の低地が島内のほとんどの敷地を占めることから、ペルボルム島は周囲を堤防に囲まれている。これまでの大規模な堤防工事にもかかわらず、気候変動の影響は甚大で、今後も堤防工事の拡大が予定されている。さらに、島内の生活状況は、その地形により厳しい状況に置かれている。島内の水源は塩分が多く利用できないために、ドイツ本土から飲用水・農業用水も供給を受けている。

図 4-15 に示したように、歴史を遡ってみると、ペルボルム島周辺は 17 世紀には、本土と繋がっていたものの、大水害によって、本土側の土地が削られ、孤立することになったのである。そのため、遠浅の海域が本土との間に広がっており、船舶等海上輸送の航路が限られている。この本土

¹¹⁷ 筆者の 2017 年の聞き取り調査の結果による。

と近接していながらも、隔絶された状況により、地域振興や基盤の維持が懸念されているのである。ペルボルム島のこの危機感が、新たなスマートグリッドプロジェクトやエネルギー協同組合立ち上げの強い動機になっていると考えられる。

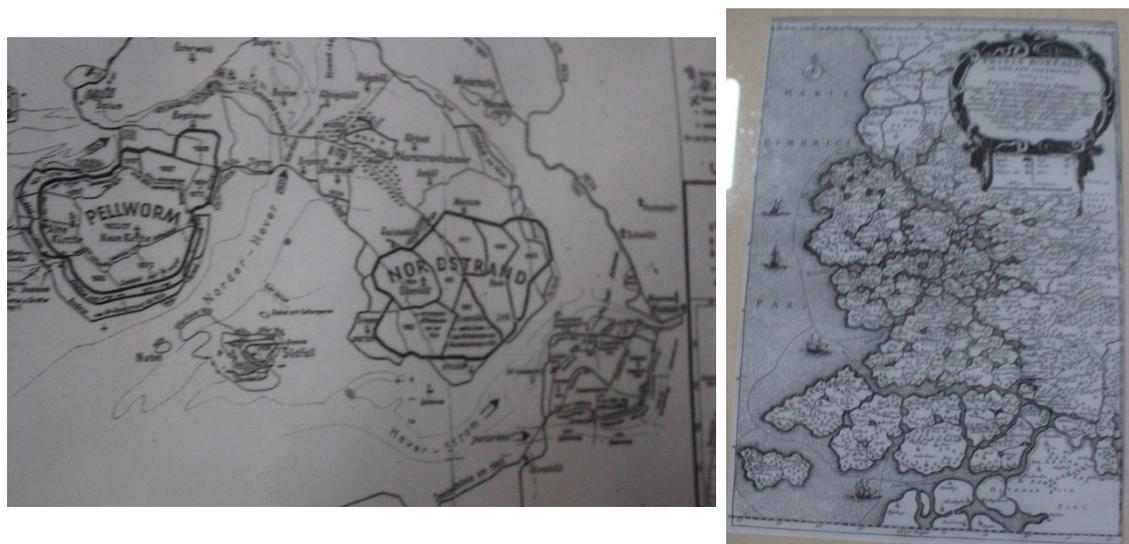


図 4-15 16 世紀から残る教会にある 17 世紀のペルボルム島周辺の地図¹¹⁸
(2017 年筆者撮影)

3. 屋久島（日本・鹿児島県）

屋久島では鹿児島県屋久島町に属する地域である（図 4-16）。屋久島町には口永良部島も含まれるが、ここでは、屋久島のみを取り扱う。自動車メーカー企業らとの連携によって、2009 年より、屋久島町「CO₂フリーの島」にとりくんできた。電気自動車の利用促進や市民の節電の取り組みも行われている。節電の取組としては、電力消費は殆ど水力発電（図 4-17）によって賄われている。

屋久島の自然エネルギー躍進の背景には、特有の自然環境があり、年間

¹¹⁸ 当時はペルボルム島もドイツ本土と繋がっていたことがわかる。

雨量 4,500mm、山岳部では 8,000mm あまりを記録する。これは日本の平均雨量の 2 倍に相当し、日本で最も雨量の多い地域である（高原ら 2002）。



図 4-16 屋久島の地図

(国土地理院ウェブページより筆者作成)



図 4-17 屋久島の水力発電所の一部（千尋ダム）

(2013 年筆者撮影)

さらに、円形の地形の中央に位置する 1900m 超の標高の急峻な地形は独特の生態系を生み出している。そのため、固有種を多く抱え、また植生の多様性見られることから、霧島屋久国立公園に登録され、1993 年より世界自然遺産にも登録されている。

屋久島が電力供給において、ほぼ 100% 自然エネルギーで自給している背景は 1950 年代の民間企業の取組に遡る。豊富な水量を活用した水力発電が、1970 年代の国有電力会社の離島地域への電力事業算入より以前に始まっているからである。1953 年に最初の水力発電千尋発電所（発電規模 1,000kWh）以降、島内電力は水力発電によって賄われている。千尋発電所は現在では、1,300kWh に、安房発電所は 32,000Kwh の規模に更新され、変動調整・バックアップ用の内燃力発電設備を除けば、現在の島内電力の 99.5% が水力発電によって導入されている。豊富な水力発電設備を使用し、炭化ケイ素を精算しており、屋久島の水力発電は主に産業用で使用されている。他の離島地域と異なり、送電線が島外と繋がっていないにもかかわらず、電力が再生可能エネルギーで持久されていることから、島内の輸送部門のエネルギー転換も進み、エネルギー自給がさらに進むことが期待されている。

4. 来間島（宮古島市）

来間島は宮古島本島と架橋で繋がった島嶼であり、宮古島市に属する（図 4-18）。沖縄県宮古島市は、宮古島本島と池間島、来間島、伊良部島、下地島、大神島の属島 5 島を含む 6 島から構成される。沖縄本島から南西に約 300km、東京から約 2,000km に位置し、人口約 5 万 5 千人が生活している。その亜熱帯気候と豊かな近海を活かした農林水産業と観光業が産業の中心である。比較的長期である夏季を中心として、観光客はのべ 40 万人超が来島する。

宮古島市では、再生可能エネルギー開発に積極的に取り組んでいる。その活動の基盤は、2008 年に指定された宮古島エコアイランド宣言（図 4-19）にある。

さらに、宮古島は再生可能エネルギーの活用と島内の資源循環を目指して、多くの実証研究を誘致してきた。その結果として、島嶼型低炭素社会システム及び次世代エネルギーパークとしても認定、島嶼地域で初めての「環境モデル都市」に選出されている。

このような大規模な取り組みのなかで、東京の大学や企業、電機メーカー技術者等学識者との交流を深め、地域の自主的な活動につなげる基盤づくりを行ってきた。また、宮古島エコアイランド宣言に共感した島民がこれらの設備を観光資源として、観光ツアーを行っており¹¹⁹それぞれの事業について自主的に学習し、ツアーコンダクターの育成にも務めている。また、平成26年に始まった来間島の実証研究では島内200世帯全ての屋根に太陽光パネルが導入され、電力の需給システムの調整が行われている。ここで、来間島の太陽光発電設備と既に導入されている7機の風力発電（図4-20）と4MWのメガソーラー設備と合わせると、宮古島の消費電力の約22%をまかなう計算となり、離島として画期的な設備をもちあわせている¹²⁰。

この宮古島の取組には、地域振興に対する危機感も関係している。沖縄県は、県外からの移住世帯数が多いが、県内の市では宮古島市のみが人口減少しており（沖縄県内の町村では人口減少している地域は多く見られる。）他の県内離島との差別化を意識し、環境政策の推進やスポーツイベントの誘致など独自の地域活性化の方策を模索している。地理的な特徴として、平坦で低い土地に山岳部や河川が少なく、生活用水の殆どを地下水に頼っている。現在の水資源を支えるのは、地下ダムと称する島の土壤内に構築された人工ダムとそれを地中に汲み出すポンプ等関連システムである。これらの設備は、宮古島の生活・農業用水の利便性を格段に向上させた。

しかしながら、そのような大規模な地下ダムが完成する以前は、夏の干ばつにより、大きな損害を被ってきた。沖縄地域は、一般的に毎年の台風の襲来により農業、漁業の安定経営は難しい。それに加え、宮古島の土壤は、沖縄県の他の島嶼とは異なり、サンゴを基板とした層が分厚く水をた

¹¹⁹ この観光ツアーは、実証事業主とは無関係で、独立した事業として行っている。

¹²⁰ 残りの78%は重油由来の内燃力火力発電による。

めにくい。そのために、島内の生産性は大きく低下し、産業振興も、生活水準の上昇も大きな課題を抱えていた。総工費 600 億円超という大規模な地下ダム建設事業は、この課題を克服し、島の物質的な豊かさだけではなく、今後の宮古島の未来をも明るく照らした。長年の乏しい水資源の利活用の歴史から、島民は島内の資源管理に意識が高く、課題と向き合ってきた背景がこれらの一連の取組に繋がっているのである。



図 4-20 宮古島の風力発電所

第五節 小括：地域特性を重視したエネルギー政策の立案と実装、事業の継続にむけて

本章では、再生可能エネルギーに関する世界地域の動向と「100%自然エネルギー政策」に関する地域事例、エネルギー自立に向かう島々の事例を分析してきた。以上のように、国際社会で地域の能動的な目標設定が重視されていること、再生可能エネルギー分野で地域主導の 100%自然エネルギー政策が多様さを包摂しながら拡大していることは明らかである。100%自然エネルギー政策目標に関して総括すると、今後の再生可能エネルギー

100%目標の動向は ①セクターを超えた目標設定、②エネルギー効率化目標設定、③地域のステークホルダーとの協働、④地域の歴史・社会的文脈の重視以下の4点を基準とした取組が期待されると考えられる。

エネルギー政策目標設定分野は「電力」、「輸送」、「冷暖房」に分けられる。しかし、それらのセクターを分断するのではなく、100%自然エネルギー目標政策の中で融合させている地域が複数見られる¹²¹。冒頭や1節でも既に述べたとおり、エネルギー効率化目標の設定は特筆すべき傾向となっている。住宅の気密化、省エネルギー化を含むエネルギー効率化目標は、国家や地域の住宅コードが重要になってくる。つまり、上位の国策との影響が大きいのである。さらに、地域のエネルギー計画は、単なるエネルギーの数値的な目標に留まらない。地域の自然環境や歴史等の社会的文脈を重視しながら、エネルギー政策を地域独自の物語の一部として記述する事例も見られている。前述の各国の自治体は、それぞれの歴史的背景や地域の状況を尊重しつつ、エネルギーシステム全体を包括的に再評価することによって独創性と実現性の高い100%自然エネルギー目標を作成していた。また、都市圏であっても、気候変動対策や地域振興、都市計画と融合させることによって、100%自然エネルギー政策の目標を立てることは可能であることも本章で扱った事例により示された。今後、さらに地域主体で中長期的な計画を実施してゆくために、多様なセクターの参画を求め、異なる角度から事業の評価を行っている事例も見られるなど、机上の目標設定だけでなく市民との連携の取り組みも重視されていることも明らかとなった。国・地域・自治体といった政策手動によるイニシアチブは、今後も増加してゆくと考えられることから、引き続き動向を追求し、分析を継続していきたい。

本章では、自治体の政策を中心に取りまとめてきたが、自然エネルギーによる100%供給目標を設定する動きは地域主体のイニシアチブにとどまらず、産業界においても観察されるようになっている。例えば、海外では

¹²¹ ウガンダのKasese、福島市、韓国済州島市、オーストラリアのシドニー、ドイツのオスナブリュック市、デンマークのフレドリクスハウズ市、デンマークのサムソ島などがある。

100%自然エネルギー供給目標を設定する企業が 111 社にもものぼる¹²²。特に大手 IT 関連産業では、莫大な電力を消費することから一般的には地球温暖化対策について批判を受けやすい。よって、100%自然エネルギー目標を提示することで、消費者の環境意識の高まりに配慮しながら、企業価値を向上させようと目論む動向である。他方、日本では 2017 年に株式会社リコーが国内企業として初めて 100%自然エネルギー目標を設定した¹²³。しかしながら、その他のビジネスセクターの動きは緩慢と言わざるを得ない。100%自然エネルギー目標を設定していなくてもエネルギー転換に積極的だと評価されている会社もあるが¹²⁴、100%自然エネルギー目標を掲げる企業が少ない背景には日本固有の社会状況も影響していると考えられる。まず、日本の電力市場が閉鎖的でまだ開発途上にあることが挙げられる。すでに、発電と小売の電力市場は自由化されているが、複数の事業者が料金メニューを提示しているのは一部の都市地域にとどまっている。特に工場や研究施設が立地する過疎地域には発電事業者の選択肢が拡大していないために、企業が 100%自然エネルギーを選択できない可能性がある。また、消費者の意識も影響していると考えられる。日本での新しいイニシアチブとして 2017 年 9 月、長野県で行われた地域再生可能エネルギー国際会議の開催と同時期に、100%自然エネルギーイニシアチブの日本のウェブページも立ち上がった。日本の自治体、市民、企業といったような多様な主体がエネルギー問題の解決と持続可能なエネルギー社会の実装に向けて、能動的に参加してゆくための情報提供、議論喚起や交流会の開催等が期待されている。

しかしながら、今後日本で再生可能エネルギーの導入を増加させていくためには、国による送電線の増強や蓄電池・揚水発電利用の抜本的な見直

¹²² 100%自然エネルギー目標を設定している会社は <http://there100.org/companies> から確認できる。例えば、Google、Apple、Facebook、H&M、IKEA、Adobe といったような誰もが聞いたことのあるブランドが 100%自然エネルギーの電力調達目標値を公表している。

¹²³ リコーは 2050 年までに電力を 100%自然エネルギーで供給する予定であり、また 2030 年までに少なくとも 30%の自然エネルギー目標を達成する計画を有している。

¹²⁴ パナソニックは 2015 年ザイード・フューチャーエネルギー賞 2015 を受賞するなど、省エネルギーや再生可能エネルギー、そして持続可能性の分野での貢献が国際的にも高く評価されている。

しが必要不可欠である（安田 2017）。2017年8月、日本の長期的なエネルギー基本計画のあり方を議論する「エネルギー情勢懇談会」が立ち上がり、定期的に審議が行われている。この懇談会の論点は、さまざまあるが、一つにエネルギーミックスや再生可能エネルギー比率の目標設、EV等の新しい技術システムの普及によるエネルギー市場の価格予測をどう評価するか、等の視点が考えられる（経済産業省資源エネルギー庁 2017）。特に、エネルギー資源に乏しく、化石燃料等の供給の多くを海外からの輸入に依存してきた日本が、国際社会の将来動向をどう評価し、自らの政策決定に落とし込んでいくべきか、検討してゆく必要性が指摘されている。2011年以降国民の世論調査では、原子力発電は一貫して支持されていないにも関わらず、現在の日本のエネルギー基本計画では、重要なベースロード電源として原子力発電が位置付けられている（経済産業省資源エネルギー庁 2017）。

本稿で扱った福島県にいまだに見られる原子力発電事故の影響と国民の意見を踏まえれば、自然エネルギーのさらなる開発がより重要となると推察される。しかしながら、これまで、日本、特に筆者が調査を行ってきた日本の島嶼地域においては、再生可能エネルギー導入に関して、電力の系統接続問題が重要な障害として認識され、再生可能エネルギー推進施策の議論が停止してきた。一方、本稿で扱ってきた地域事例からは、資源やプロジェクトを組み合わせ、自然エネルギーの自給目標を再評価することは可能であり、エネルギー自給率を向上させる解決策は多くの選択肢があることがわかってきた。日本のエネルギー政策において、複雑で多様な論点をまとめつつ、日本の国のイニシアチブによって、自然エネルギーの導入について積極的な目標設定されていくことが期待される。国家の戦略的なエネルギー開発と本研究が概観してきた市民・地域・企業主体のイニシアチブとの連携によって、日本がいかにパリ合意や持続可能な開発目標に貢献していけるのか、今後も構築してきた研究ネットワークに身を置くことで、引き続き注視し、検討を深めてゆきたい。

第五章

結章

本論文では、島嶼地域の視座に立脚し、日本の離島地域においてこれまで島民たちが経験してきた社会的背景を考慮しながら、エネルギートランジションのための方策をフィールドワークに基づいた事例研究を中心に検討してきた。具体的には各章において、次のように論じてきた。第二章では、地域のエネルギー自立に関する意義を明確化するために、離島地域が社会的に置かれてきた状況を俯瞰しながら、エネルギー自律の機運が高まっていることを指摘しつつ、その主な解決策となりうる再生可能エネルギーとそれが持つ技術的課題、そして再生可能エネルギーが包摂する社会性について議論した。第三章では、筆者の日本の離島地域における6年間のフィールドワークの経年的蓄積に基づいて、エネルギートランジションに向かう際に生じた社会的コンフリクトを明らかにしてきた。第四章では、筆者の国内外における研究ネットワークを活用したフィールドワーク及び質的調査の結果から、地域を「閉鎖系」として捉えながら、100%自然エネルギー政策の最新動向とその現状について分析し、さらに100%自然エネルギーを達成した離島地域の事例から今後の展望を描き出した。

以上の結果を踏まえ、本論文に通底し論じてきた「地域のエネルギー自立」を実現するために重要だと考えられる論点を5点に分けて、この結章にて総括してゆく。すなわち、国家および地域社会のガバナンスの視点から多角的に論じ、それらを包括的に検討してゆくことの重要性を提示したい。

第一節 島嶼地域の特徴とエネルギートランジション実装にむけた課題

ここでは、島嶼国日本の視座と、ドイツ、デンマークとのそのの、地政学的、政治状況について主に3つの点から比較してみる。

(1) 行政区分

まず、行政区分とそれに付随する予算分配の差異がある。独丁はともにヨーロッパ連合(以下、EU)に所属しており、EU、国、連邦制(州)、都市、

地区という複層の行政体制をもつという違いがある。州制度における地方分権体制、かつ広域地域連合（EU）という上位のエネルギー政策があることで、エネルギーの技術サポート、助成金・補助金システム、評価システムと多様なサービスが展開されている。連邦制はより地方の権限が大きくなっている。また EU という協同体組織による規制が上位にあり、その下に国、連邦制、市、地域社会という枠組みがある。一方で、ルールを連邦制度等に依存することで、地方自治体の裁量は最低限にとどまり、地域社会の独創的なアイデアが実現できる場合もある。

また人口や都市化の度合いは異なっている。一般に、成功事例として引用されることの多いドイツでさえ、可住地面積に対する人口密度が日本の3分の1程度である。さらに、地政学的にはヨーロッパは大陸であり、国の自給目標を立てつつもヨーロッパ大陸内で融通しあっている¹²⁵。つまり、政治的国境はあるけれども、送電網やパイプラインなどのライフラインは国境を超えている点を注視したい。

（2）送電網のインフラストラクチャーに関する差異

次に、技術的課題として送電システムの整備・統一等の必要性がある。日本では、東日本において、電力の周波数が異なっている点も地域間の連携をし難しくしている。地域独占電力会社間における電力融通に上限がある等、インフラストラクチャーの整備が必要な部分もある。送電システムにおいて、日本以外のほとんど先進国では周波数の統一が行われており、先進国で統一されていないのは日本のみとなっている（山本 2013）。また、再生可能エネルギーを導入するためには、より送電システムを強化する必要があり、太陽光や風力発電を送電線からつなぐ場合、ある一定程度の高圧の電力網に接続しなければならない。つまり、送電線の空容量が埋まってしまったために、大規模風力や太陽光を一般家庭のそばに流れている送電線に接続することは難しい。特に MW クラスなど大規模な発電所を接続するには、一定

¹²⁵ しかしながら、配電システムは必ずしも全ヨーロッパで統一されていない。エネルギー需給管理システムは、15分毎もしくは10分毎と各国で異なっている。（安田 2017）

程度の太い電線を整備する必要がある。そのため、分散型電源を導入する際には、電力事業者の協力のほか、送電線の設備も必要とされる。一方で、この送電網の整備はドイツのエネルギー政策が掲げているように、現在再生可能エネルギーの投資を積極的に行っている地域において、重要で喫緊の課題である。

(3) 地理的環境の差異:島嶼と大陸

最後に、地理的環境要因の差異がある。日本は、島嶼であり、自国のエネルギー資源量も少ない一方で、どの大陸ともパイプラインと接続していない。それはインフラを新たに敷設するコストが大陸地域に比べて大きいことが原因である。一方で、エネルギーの安全保障上は一国に依存することを避ける狙いもあり、最終的にロシアまでつながるパイプラインを有するドイツ、デンマークとは大きな差異がある。また、欧州にも、もちろん島嶼地域は存在しているが、欧州の島嶼地域の多くで、送電線が大陸と繋がっている中で、日本の島々は繋がっていない地域が多い。これは日本が火山性の列島で、縦に細長いという地理的特徴とも関係している。

さらに、地理的な制約（急峻な山脈と縦に細長い地形）と梅雨、大雨、台風といった四季と自然災害の影響も、特に日本においては軽視できない。火山帯に位置するため、火山、地震等のリスクも検討してゆく必要がある。東日本大震災では、事前に行われていた科学者の忠告、報告書を十分に反映できていなかったという反省がある。日本の島嶼国特有の厳しい自然環境を考えれば、世界標準に配慮するだけではなく日本標準を検討する必要性もあったのである。つまり、他国では現状でこのような基準で行っているので、それを適用しても問題ないという議論ではなく、日本で起こりうる種々のリスクに対して、最大限の研究と配慮を行いつつ、リスクが最小に抑えられる独自のシステムの構築が必要になる。また、そのリスクを検討する際に、気候変動における自然災害リスクの増大の可能性の幅についても、予測と検証を行っていく必要がある。気候変動に関する研究者の総意として、気候変動は、すでに起こっている疑いのない現実であり、これまでの社会活動と今後のそれにおいて、「異常気象」と呼ばれる自

然災害は、増えると予測されている（環境省 2014）。よって日本を取り巻く自然環境と地理的環境条件への注視は、エネルギーシステムの運用を検討する上で、非常に重要だと考えられる。

以上のように、日本は、国家制度の違いに加え、地政学的な特徴がインフラストラクチャー等の整備に影響を与えていると考えられる。そこで次節では、改めて日本のとエネルギー政策の課題について検討してゆく。

第二節 日本のさらなる自然エネルギー開発の進展のための必要要件

本論文では、国内外の地域事例からエネルギートランジションの事例研究を取り扱ってきた。そこで第四章で指摘したように、国家のイニシアチブや政策が地域のエネルギートランジションの実装に与える影響が甚大であることが明らかとなった。本論文におけるこれらの検討を踏まえ、日本のエネルギー政策に期待されるエネルギー政策転換をまとめてゆく。

上述してきたように、日本のガラパゴス的なエネルギー政策は、様々な課題を抱えており、さらに国民の総意とは異なっているだけでなく、国際的な傾向にも乗じていないことが分かってきた。また、気候変動の観点からも、目標設定が不十分である。特に、エネルギー消費の削減とエネルギー効率への言及の少なさ、再生可能エネルギーの割合の過小設定は、気候変動の世界協調の視点に欠けている。一方で、日本のエネルギー政策はさらに改善してゆける余地があると考えられる。つまり、ヨーロッパ大陸の先進事例を参考に、バックキャスト的なエネルギー政策目標を策定し、その上で島嶼国である日本の独自のエネルギー基準を策定してゆくことで、より堅固で日本の風土にあったエネルギーシステムを構築してゆけると示唆されるからである。そこで、本文中では深く議論しなかったものの、日本のエネルギー政策における課題を3つに整理しつつ、今後の展望としてまとめてみたい。

(1) エネルギー効率における規制

IEA は「エネルギー効率は、効用を損なうことなくエネルギー消費を削減でき、エネルギー消費者において多くの利益を生むものであり、再生可能エネルギー同様、再優先させてできる限りの検討を行うべき」だと指摘している (IEA2017)。ハイブリッド車の開発や、家電におけるトップランナー制度に見られるように、省エネルギー技術と法規制は日本のお家芸であった(橘川 2013)。そしてこのトップランナー方式における国主導のエネルギー効率により、白物家電のエネルギー効率は 20 年間で 50% 以上も向上したと評価されている。ここまでで十分に省エネルギーが進んでいると評価する研究者らもいるが、近年注目されている新たな概念として、ネガワットという考え方が登場し、また需要と供給のバランスを行うことでさらなる効率化を行ってゆくことは可能であると考えられる。エネルギー効率化をめざして、生活形態の見直しをすすめることでピーク電力の最大値を減らすことができれば、安定的なエネルギー供給がしやすくなる。これらの取り組みは、エネルギーの自給率が低い日本においては、特に効果的であるといえる。すなわち省エネルギーは、従来エネルギーの輸送コスト等も節約できるので、効率の目標値を具体的に設定することは、日本の経済発展にも寄与するのである。

(2) エネルギー統計資料の充実

日本のエネルギー政策において今後期待される点はもう一点あり、それは、エネルギー統計資料の充実である。日本政府の目標値と他の国内外研究所とのシミュレーションに差があり、正確なデータの提供がなされていないこともエネルギー政策の策定の遅延に影響している。これらの資料が充実して行けば、行動科学的な実証研究や日本の風土や社会制度に見合った活用が検討されていく可能性がある。特にこれまで産業・業務分野と比較して省エネルギー化が進んでいなかった民生分野において、省エネルギーを加速化するためには、国民の行動を把握する必要がある。そのため、エネルギーに関する統計情報の収集は国が主導して行う必要がある。

(3) エネルギーシステムと都市計画の視点

最後に、日本のエネルギー政策の課題として、住宅、都市とまちづくりとの関連の低さを挙げておく。都市における環境計画、そして都市と農村それぞれの都市計画とエネルギー政策が縦割り式で独立していることも課題である。よって、エネルギー政策単独ではなく、社会の構造変化も踏まえて計画を策定してゆく必要がある(下田 2014)。

日本の地域社会の場合、社会システムは比較的都市化している(地域社会学会 2011)が、土地利用計画とエネルギー計画が具体的に結びついていなかった。エネルギーという重要なインフラストラクチャーの管理運用は、少子高齢化が進めば、効率化せざるを得ない。しかしながら現状のエネルギーシステムは、コンパクトとは言えず、社会システム全体、都市計画と重ねたエネルギー政策の策定が必要である。一方で、これまで本稿で述べてきたように望ましい社会の姿の齟齬を是正し、国内の議論に止まらず、選択、投資する姿勢も必要である。バックキャスト的なエネルギー政策の元で、未来の確実性をふまえつつ、現在の延長線上にあり実現可能な政策を策定してゆく必要性がある。

日本は、先進国として国際強調の中で期待されるべき役割を果たし、貢献してゆく責務がある。これまでの実績と世界各国との連携、そして日本の島嶼国としての特性を理解して、政策の立案と実行を行うことによって、経済、市場、地域社会といった社会システム全体に最適で実効的なシステム構築が可能になるのである。なお、都市と農村のエネルギーシステムの差異および今後の地域振興のあり方に関しては4節・5節にて述べていく。

第三節 日本の離島地域におけるエネルギー自立の課題と展望

第二章において、離島振興法の背景と現状の分析を行い、離島振興における最大の課題は一貫して輸送エネルギーコストであったことは既に指摘した通りである。そして日本の離島振興においては、概して、施行当初から輸送エネルギー事業が課題と捉えられているものの、離島振興法の公布から63年を経ても、問題の解決は達成されていなかった。離島振興法をそ

の立ち上げ当初から追ってみると最初に叫ばれたキャッチフレーズは「離島に光と水を」であり、つまりこれは、インフラストラクチャーの整備を意味していた。離島振興法は、格差是正の大義名分のもと、わかりやすい公共事業への投資、港湾の整備、輸送コスト支援事業を行い、ハード面・ソフト面の両面で本土と島との交流を促進してきた。そこで、島民の生活における輸送コストが増大し、離島振興事業の規模も拡大していった。エネルギー分野における補助事業に関しては、コスト支援事業に特化していたが、この支援事業は地域の自立を促すものではなく、むしろ本土依存の構造を支えるためのものであることがわかってきた。他方、島内でのエネルギー自給の取り組みも着実に進められており、第三章の対馬市の地域企業によるエネルギー開発の取り組みにもみられるようにエネルギー自給のためには地域の企業による事業が重要であることを明らかにしてきた。離島地域の場合、地域主体の再生可能エネルギー事業が本土の同様の事業に比べると経済性は劣るものの、島内の従来の化石燃料由来のエネルギー源と比較し採算性が劣っているとは言えなかった。つまり、理論研究を中心とした先行研究でも指摘されていたように離島における再生可能エネルギー事業は本来、経済性が高いものと位置付けられる。しかしながら、既存の化石燃料を中心としたエネルギーシステムは、国家支援により他地域と同額のユニバーサル料金で提供されているために、本来発揮されるべき再生可能エネルギーの経済的優位性が十分に表出できない可能性が示唆された。したがって、今後離島地域において地域主体の再生可能エネルギー事業を推進してゆくためには、既存の離島地域におけるエネルギーサービスに内在化している経済補助を考慮し、本土地域とは異なる金額でFIT等の再生可能エネルギー導入支援を行っていくことも並行して検討してゆくべきである。さらに、第四章の100%自然エネルギーを目指す島々の事例より、ここで特筆すべきこととして、離島地域が新たなエネルギー技術開発に貢献しているという実態は、外部から視察者が訪れ、地域がそれらに対し説明を行う機会が生まれることになり、さらには地域内での新たな雇用や産業に繋がっていることが明らかになった。よって、日本においても、離島地域が今後もエネルギー開発の先進地域としてみなされていくことに連動

する地域の活性や副次的メリットは充分考えられるであろう。

ここで、エネルギーの自立をめざす沖縄県の事例を検証したい。沖縄は、日本最南端にあたり、亜熱帯気候で夏季には台風と、そして大潮の時期には、農地への塩害等、自然災害と向かい合ってきた。しかし、この厳しい自然環境におかれた沖縄県宮古島の台風被害が、後の風力発電における基準の見直しにつながったのである。2003年9月11日に沖縄県宮古島を通過した台風14号（マエミー）は、最低海面気圧912hPおよび最大瞬間風速74.1m/sを記録し、それにより宮古島に設置されていた風力発電機1基が倒壊し、2基がブレード損壊する事態に至った(高原ら2004)。日本に風力発電が導入された初期段階であった当時、この被害状況は所有者であった沖縄電力や共同研究者らによって原因の分析が行われたのだが、この被害を受け風力発電の基盤や対災害基準はより厳格に改善された。そして島の経験を活かした新たな厳格基準になったことが、ひいては日本に適したシステムへと開発されることに繋がったのである。このように島嶼性という特徴への原点回帰とそれらによるエネルギーと地域社会との融合は、原子力発電に代わる、公平なエネルギーシステムとして今後の普及の可能性はある。

前述したように、日本において爆弾低気圧といった異常気象は今後増加してゆく可能性は否めない。こうした気候変動への適応策としても再生可能エネルギーを推し進めていく必要があると考えられる。

他方で、日本の島嶼地域におけるエネルギー成功事例は少ない。先進技術の実証実験は行われているものの、パイロットプロジェクトで学習効果が起こりにくいこと、自然災害が多いこと、物資の輸送に費用がかかるといった問題がある。これらの複合要因によって、持続的な運営は高コストになりがちであり、一度故障するとメンテナンスが行われず放置される事例もあった¹²⁶。しかし、他のエネルギーシステムは、より大きな危険を含むと考えられる。たとえば、燃料が必要なエネルギーシステムは、その輸送

¹²⁶ 第三章述べたように長崎県対馬市や新潟県佐渡市は、日本国内の他地域と比較して早期に風力発電が導入したが、故障や社会的要因によって、風力発電所が運用停止という結果に至った経験がある。

によるリスクを抱えなければならないが、現地に技術の拠点があれば、それでエネルギー管理を行うことができる。

上記のような島嶼地域としての日本エネルギー基準は、他地域にも貢献できる。一方で、研究、開発を慎重に検討していき、研究成果を積み重ねてゆく必要性もある。日本のエネルギー政策のプロトタイプだけでなく、そこにおける管理者、財政、社会システムを巻き込んだ包括的なエネルギーシステムを構築することが現実的である。

第四節 地域と共同で取り組むエネルギートランジションの試行と社会実装

本研究で述べてきたように日本エネルギートランジションの課題として、他の国とは異なる法制度、地政学的状況、離島地域の人々が置かれてきた後進的社会状況、人的資源・実践ネットワークの不足が挙げられる。そこで、この実践研究の取組は単に現場の課題を分析、列挙するだけではなく、現地に研究成果を還元する視点から、域学連携・実践研究の必要性と今後の展望を描き出してゆく必要がある。

特に日本の離島地域においては、先行研究によるエネルギー技術の蓄積が豊富な一方で、地域の実践家・地域のリーダーシップ不足が、日本の地域主体のエネルギー開発実践の課題として指摘された。しかしながら、リーダーシップをいったい誰がとっていくのか、誰が働きかけていくのかという点に対しては、卵が先か鶏が先かといった議論の循環に陥ってしまう。

そこで、本研究の総括として、筆者が実際に手がけてきた実践、すなわち研究成果の一つとして取り組んできた、調査地とのアクションリサーチ¹²⁷の取組を、まだ途上である側面は否めないが、今後の展望の一端として提示したい。

¹²⁷ アクションリサーチとは、研究者が課題や問題を持つ人びととともに協働し（参加と民主的過程）、課題を改革していこうとする実践（社会改革）であり、知識創造にも貢献する研究形態と定義される（岩崎ら 2006；269）。

(1) 実践研究の背景

第三章で分析したように、長崎県対馬市、新潟県佐渡市といった大規模独立系統の地域では、再生可能エネルギーの導入が進みにくいとされている。

その背景として、系統容量不足の問題、輸送コストにより増大する設備投資、自然資源との競合、以上から生じる低い採算性の問題がある。特に、長崎県対馬市においては、系統容量不足の問題により、既存の設備容量以上に再生可能エネルギー由来の電力導入は認定されにくい状況にある。いわゆる（電力会社による接続拒否可能な状況の）問題が生じているのである。ここまでの状況に鑑みると、離島地域のエネルギー転換は現状では打つ手がなく、袋小路のように見える。島民は、エネルギートランジションの強い必要性と可能性を実感しながらも、解決策がないという絶望感と閉塞感を抱えていることがわかってきた。しかしながら、第四章で触れたように、地域のエネルギー転換を進めていくための方策は、電力に限らない。つまり、エネルギー効率化やエネルギー需要に応じてエネルギー転換を勧めていく必要があるのである。

本節では、筆者が試みている離島におけるエネルギートランジション事例の取組段階とその課題を明らかにすることで、島民主体のエネルギー転換を進めていくためのマイルストーンと明るい展望を示してゆく。

前章でみてきたように、離島地域におけるエネルギー自立には、政策的・技術的課題が確かに存在するが本章 3 節で分析した 100%自然エネルギー地域では、電力にとらわれないエネルギー転換の取組が豊富に観察された。島嶼地域において、系統の制御技術や蓄電技術の普及が進まない限り、エネルギー自立を実現することは難しい。しかしながら、需要端(下田 2015)でエネルギーが消費される用途とその使用用途に必要なエネルギー資源を地域資源から考察することで、エネルギーの地産地消を促進することは可能である。そこで本研究の実践展開では、長崎県対馬市の熱エネルギー需要の転換に着目する。

長崎県対馬市では、高額な化石燃料のコストが由来し、バイオマス燃料利用による採算性が高いことが示されている。他方、馬場(2016)は、この

対馬の木質バイオマスを成功事例と捉えた上で、ステークホルダー分析を行い、主要なステークホルダーの意見をまとめた結果、今後の事業展開の展望として、バイオマスボイラーの導入に適した需要家を明らかにする必要性があると指摘している。さらに、西岡（2015）は対馬市におけるバイオマス利用は促進すべきだとしているが、燃料である木質チップの安定供給の課題を解決しなければならないと指摘している。つまり、いくら環境負荷が低いとしても、海外のバイオマス燃料を輸入することによって、システムを構築しようとするすると輸送等や大規模開発による環境影響を防ぎ切れないためである。この対馬市の事例の拡大には、燃料となる木質チップの確保と需要家調査の2点が課題と認識されている。

さらに、対馬市のバイオマス関連産業と地域社会の現状を分析してみると、林業関係者が減り、同地域の重要産業である林業が衰退していることがわかってきた。

そこで、筆者は対馬市の重要産業である林業の再生や新たな雇用創出の可能性を持つ事業であり、森林管理の観点からも環境にやさしく自然環境と共存を目指す事業を行う必要性を認識し、その実践に取り組んだ。

（2）事業の内容

本研究では、長崎県対馬市の林業のうち原木しいたけ事業に着目する。対馬市では、高品質の原木しいたけの生産が行われている。品評会で高い評価を得ているほか、皇室献上などへ活用された経歴もある。しかし、対馬市の原木しいたけ事業は、少子高齢化により担い手不足に陥っており（図5-1）、主力となる生産者の高齢化によって原木の製造・運搬・使用済み原木の廃棄といった一連のシステムに課題を抱えている。そこで、しいたけ生産者の抱える課題の解決とエネルギー自給率の向上を展望し、しいたけ原木廃材を利用した給湯・暖房のためのバイオマスボイラーの導入可能性調査を行っている。現在、原木しいたけ生産家の約8割は、自ら山に入り、しいたけの原木となるアベマキ等の樹木を私有の森林にて伐採し、同じく自有の産地にあるしいたけ栽培箇所へ運び、生産を行っている。1人の生産家が伐採、運搬する原木の本数は、約1,500本にも及んでおり、使用済

みの原木は、肥料として活用されるか、産地にそのまま廃棄されている(図5-2)。本研究では使用済み原木をバイオマスボイラーの燃料へ活用し、その販売益をしいたけ原木の伐採費用に当てることで、しいたけ生産家の収入の安定化と原木の伐採の人手不足問題の解決を目指している。



図 5-1 対馬市のしいたけ事業の現状と課題

(3) 研究方法

対馬市における原木しいたけ生産家の調査を実施してきた対馬市に所属する特定非営利活動法人対馬次世代協議会、地域主体の小型バイオマスボイラーの事業展開・普及啓発事業を行っている一般社団法人徳島地域エネルギーの協力を受け、以下の情報を収集し、燃料製造コストと需要家の抽出を行った。

1. 原木しいたけ廃ホダ木の生産量
2. 廃ホダ木の廃棄場所
3. 島内の小型バイオマスボイラーの導入が可能な需要家（ビジネスホ

テル、病院、介護施設) のエネルギー需要の推計



図 5-2 原木椎茸の放置状況

(4) アクションリサーチの展開と今後の課題

しいたけ廃ホダ木の賦存量は多く、安定的な生産が予測された(図 5-3)。また、一般社団法人ご当地エネルギー協会との共同研究の結果、対馬市の福祉施設等で小型バイオマスボイラーの導入に十分なエネルギー需要ある施設が島内に複数存在すると推定される(図 5-4)。他方、具体的なビジネスモデルを検討してゆくためには、今後年間を通じた需要量の把握や運搬、燃料製造に関するコスト、ボイラー導入・設置に要するコスト等の推計と議論を進めていく必要がある。加えて、今回は比較的大規模な需要家のみ調査に留まっていることから、さらなる導入可能性を模索するために、中小規模の需要家の需要調査を独自に実施する必要がある。今後は、近年、島内の韓国人観光客の増加や高齢化による福祉施設の需要の高まりにも注目し、ビジネスホテルや介護老人ホーム等への調査を行っていきたい。また、しいたけ事業者の高齢化は明らかであり、今後 5 年で対馬市の原木しいたけ生産体制が不安定になる可能性が高いことが推測されることから、

課題の解決は急務であると考えられる¹²⁸。

本研究活動は、実践の途上ではあるものの、地域の課題解決とエネルギー自給率の向上を実現できる可能性が確認された。本研究が提示してきたようにエネルギー政策や、自治体主導の取組の限界があることは自明であるものの、地域における実践研究の重要性を認識しながら、今後の研究活動を深めていきたい。

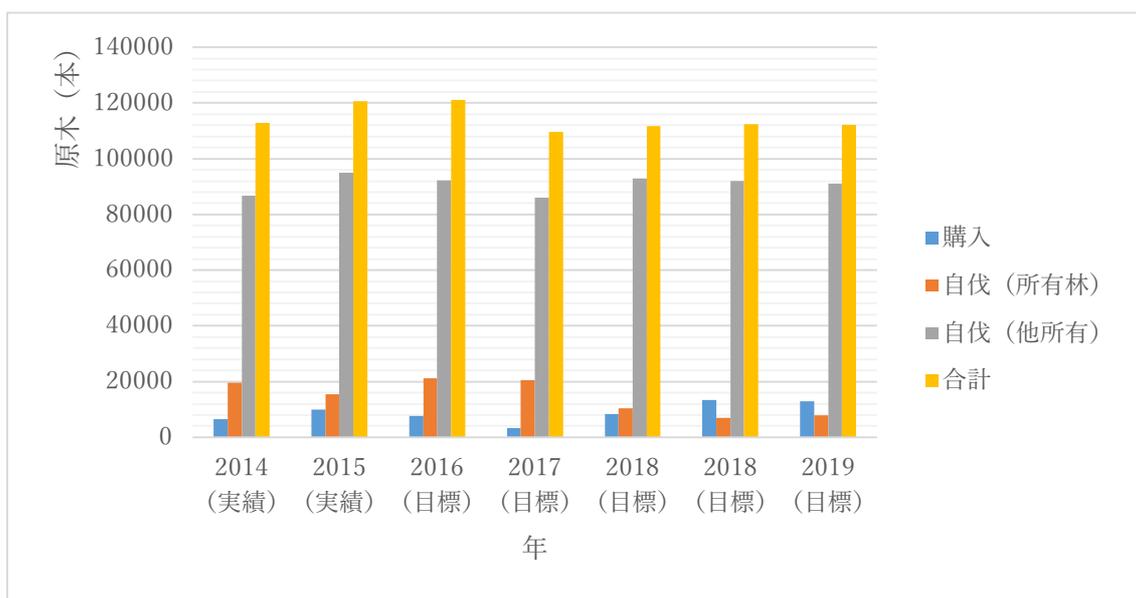


図 5-3 しいたけ原木の賦存量と生産予測¹²⁹

(対馬市林業組合しいたけ部会より提供資料)

¹²⁸ ただし、対馬市では定年後にサブシステムとして、しいたけ事業を受け継ぐ事例もあり、端的な担い手の高齢化とは言い切れない。

¹²⁹ 対馬市提供資料を引用。

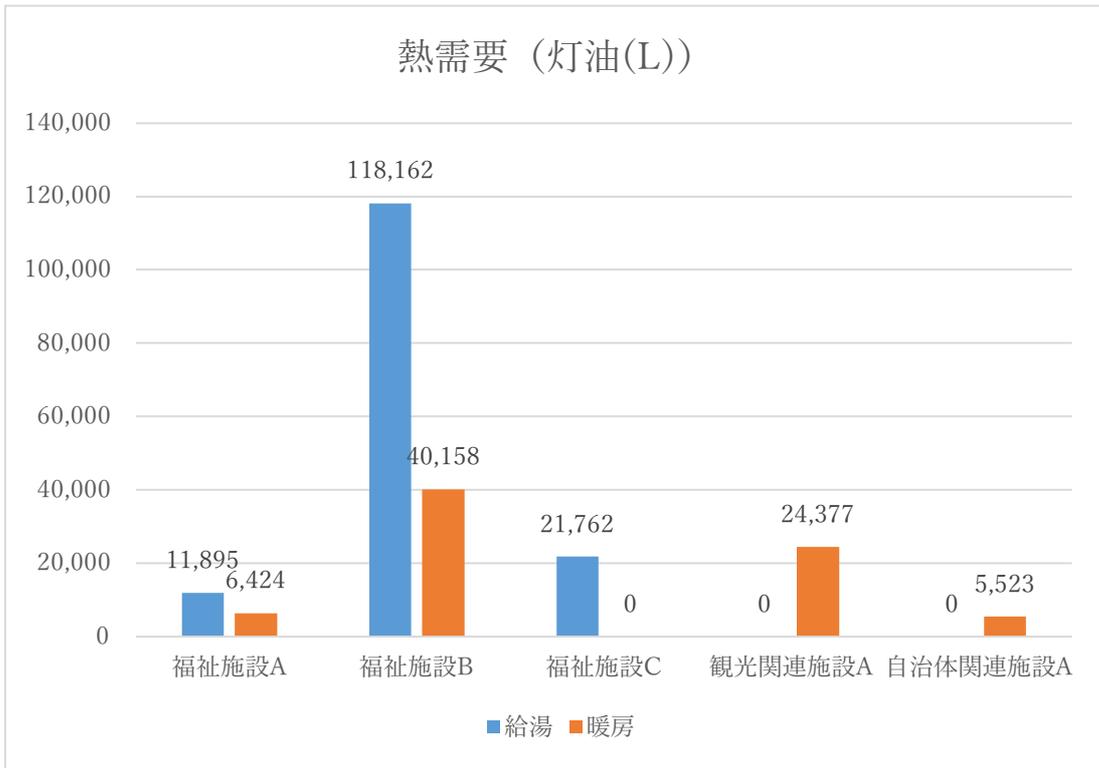


図 5-4 島内の中規模需要施設の年間熱需要¹³⁰
 (対馬市提供資料より筆者作成)

第五節 エネルギー自立から捉え直す住民主体の地域開発の展望

既に議論してきたように、日本の離島地域はその厳しい自然環境と向き合い、本土と比較され、社会的・経済的に後進的地域と位置付けられてきた。戦後から最も長期的に支援されてきたのは輸送コストとエネルギー事業であり、現在も離島地域において二重、四重のコストとして人々の日々の暮らしを圧迫している。この事業への対応は一貫した国家支援に依存していた。しかしながら、国家支援により島嶼地域のエネルギーシステムは自立するどころか、さらに外部依存体制になっていることも指摘されてきた。本研究では、エネルギー自立に向かう複数の離島地域の取り組みを分

¹³⁰ ご当地エネルギー協会の徳島県本土での採算ラインは年間灯油消費量が200リットル以上であり、図 5-4 の施設は採算性が十分にあると推察される。

析し、さらに、地域の 100% エネルギー自立に取り組む島嶼以外の地域事例も検討してきた。これらの地域には、地域の自然、歴史、社会構造に基づく動機があり、エネルギーシステムの課題解決に向けて検討している。つまり、地域の特徴を重視し、将来展望を描き、研究者や実践からと協働してゆくことで、エネルギーに関しては自立する方策を見出す事ができると考えられる。これまで扱ってきた事例では、地域の自立に関して、提言や意思決定を行う主体は、地域の政治家、自治体職員、地域の先駆者、外部の協力者等多様であった。しかしながら、具体的なエネルギー政策の実行には、地域の産業との関わりと地域社会の住民らの協力と実践が必要不可欠であることが、本論文において論証できたと考えられる（図 5-5）。

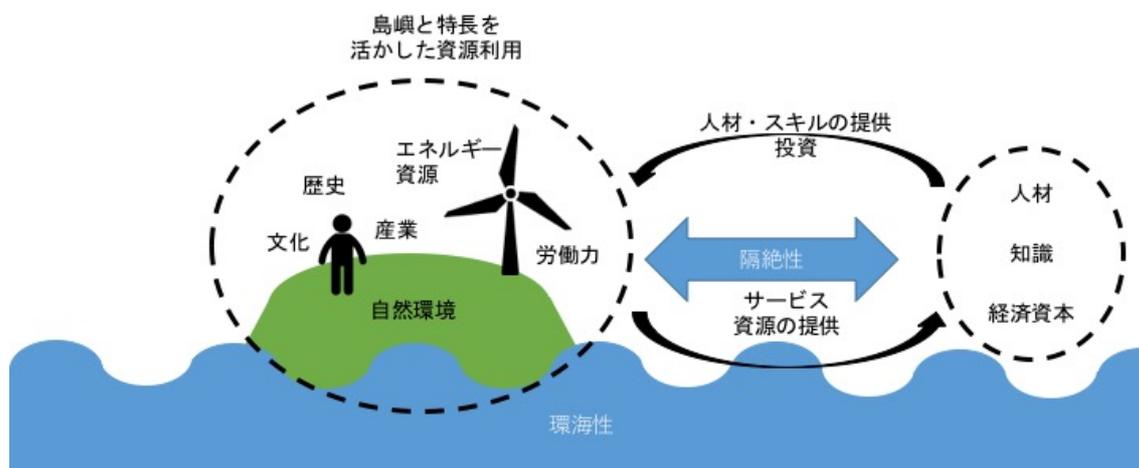


図 5-5 島嶼性を活かしたエネルギー転換の展望

離島振興の功労者である宮本常一は、その著書の中で、離島の振興において、『日本の離島の中で島民が島を客観的に見なければならぬ。』と述べている。つまり、離島地域の住民が支援に甘んじることなく、自発的に分析し、行動するように示唆して点は見逃してはならない。

宮本によって際限のない離島振興における規模拡大と離島振興の到達目的の喪失は、すでに予見されていたにもかかわらず、第 2 章で分析してきたように、これまでの離島振興では、これらの懸念事項に対して十分な検討がなされてきたとは言いがたい。離島振興計画で、それぞれの離島地域の特色を生かした開発計画は分析されてはいるものの、支援されるべき離

島としての位置付けは変わっていない点を見逃してはならない。根本的な課題である輸送コスト構造の是正は、総じて支援事業にとどまっており、自立発展への道筋は見えてこない。つまり、必要な支援を検討する際に、離島振興の目標を生活の質を本土と同等にするという視点が重視されてきたために、離島地域の住民による資源活用と自然との共存の実践を重視する視点が欠如していたと考えられる。本稿では、離島地域の民間企業の取り組みは、持続可能性の観点から離島地域の経済、社会、環境に寄与することを明らかにしてきた。そこで、離島振興において、離島の地域企業をはじめ、母なる海と対峙して暮らしてきた離島民の経験知を十分に生かすべきだと考えられる。輸送コスト問題の解決策となる新しいエネルギー技術の開発においても、本土の企業や電力会社が運用を行うのであれば、離島振興法前の「島の資源は島外の企業に搾取されていた」状態といまだ変わらない構造のままであることを指摘したい。

第四章の 100%自然エネルギーを目指す島々の取り組みでは、特に海外の成功事例として語られていたデンマークのサムソ島、ドイツのペルボルム島、沖縄県の宮古島の事例に共通する事項として、地域の人口減少と地域経済の衰退に対する強い危機感がエネルギー自立を目指す取り組みに繋がっていたことを指摘した。これらの島々先進的な取組が賞賛される一方で、本来それらの地域が目指していた地域振興という目標が達成されたわけではない点も留意すべきである。サムソ島、ペルボルム島および宮古島においてはいまだに人口減少と地域経済の衰退が観察されているからである。つまり、海外の島嶼においても日本の離島と同様に、後進的位置付けと国家的支援による社会構造は少なからず存在しているのである¹³¹。しかしながら、再生可能エネルギー事業の導入がなければ、これらの地域社会の衰退は比較にならないほど急速なものになっていたと考えられる。そして、人口増加や地域社会の根本的な課題解決には至っていないものの、地域所有のエネルギー事業の収入によって島民たちに新たな収入源が加わり、

¹³¹ デンマークおよびドイツの島々においても、日本同様に島嶼地域の輸送コストや社会基盤を支援する事業が行われていることが筆者の 2015 年、2017 年の聞き取り調査にて明らかになっている。海外の離島振興法に関する議論と分析は今後の研究課題としたい。

またエネルギー事業の観光ガイドといったグリーンツーリズム事業のように、当地の新規産業も創出されている。本章三節でも指摘したように、これら離島地域での新たな動きは、島嶼地域が最先端のエネルギートランジションを先導してゆく試金石となることが期待されることから、従来の後進的位置付けに留まらない、先進性を有した島嶼の発展の将来像を描きうるものであると筆者は考える。世界の再生可能エネルギーへの注目度の高さとエネルギートランジション実装の必要性から、第四章で取り扱った離島地域でのエネルギートランジションの事例は国内外の研究者・実践家からも注目されている。この「先進性」と「他地域から注目性」を包含した地域主体のエネルギー事業を成功させ、地域の力で発展させることで、島民のエンパワメントを高め、新たな行動を促進しうる可能性が示唆される。さらには、島内で「100%自然エネルギー」という共通目標を住民が共有することで、地域主体で未来志向型の実践活動を行っていくための地域社会の基盤が育っていくと考えたい。

日本の離島は日本全体の縮図である。また日本の離島は、日本の地域コミュニティのなかでも厳しい自然にさらされ、それでもなおコミュニティを維持してきたレジリエントな地域である。離島地域の自立発展は、少子高齢化、資源の枯渇、地球温暖化等の未曾有の社会課題に直面する社会の中で、国家の支援に依存しない地域開発の可能性を示している。持続性の視点を重視すれば、公的な支援による枠組みではなく地域の独自の視点が重要となることは明らかであり、離島地域に限らず、地域は都市と異なる開発志向で地域の方向性を意思決定し、行動を起こしてゆける可能性があると考えられる。

本研究の一連の成果から、離島の自立への一翼として、再生可能エネルギーによる離島のエネルギー自給率の向上こそが役割をはたすと改めて強調することができよう。こうしたエネルギーの自立がひいては地域の自立へとつながり、離島地域にとっては、長年置かれ続けてきた本土への従属的位置づけから脱出する足がかりとなり、さらには国家の支出削減や国際的な気候変動の低減へ貢献していけると考えられる。

一方、日本の離島に限らず、日本の地域コミュニティは転換点を迎えて

いると考えられる。すなわち、昭和、平成の社会構造改革と少子高齢化を経て、本来日本の地域社会が有していると考えられてきた地域の「組」や「寄り合い」と呼ばれた管理組織もその役割と影響が小さくなってきた。岩崎ら（2006）は現代の地域社会の状況を以下のように総括している。

「国家財政の逼迫による地方交付税や補助金の削減が現実化し、市町村合併によって当座の状況をしのぐ自治体が数多く見受けられる。しかし合併によって政府からの補助金や優遇措置があったとしても、それが地域産業の振興や人口の増加につながる保証はどこにもない。このような状況の下で従来型の地域政策に代わり、資源集中型の地域政策が行われつつある。地域社会間の競争は厳しくなる一方で、益々拡大する格差をくいとめる地域政策はもはや期待できないと考えられる。」

この全体的な動向を踏まえれば、農村・過疎地域一般に適用できる地域社会の振興政策は考えにくい。離島地域においては、比較的地域性が残っていると考えられてきた（離島センター2010）が、地域が有する特徴は文化・産業・歴史と非常に限られており、地域を律する機能は十分にその役割を果たせていないのである。

さらに、岩崎ら（2006）は、引き続いて地域政策のパラダイム・シフト転換の展望として、地域主体のローカルガバナンスの必要性を指摘している。しかしながら、第三章で見てきたように、地域主体のエネルギー開発を行いたいと思っても、知識や技術、ノウハウを地域外から導入する必要性がある。一方で、第四章の事例に見られるように、都市地域を中心として都市の周辺地域に投資することによって、自然エネルギー100%目標を達成しようとする地域も見られる。つまり、共通の大目的を共有することによって、都市と周辺地域の協働が今後求められているのである（図5-6）。

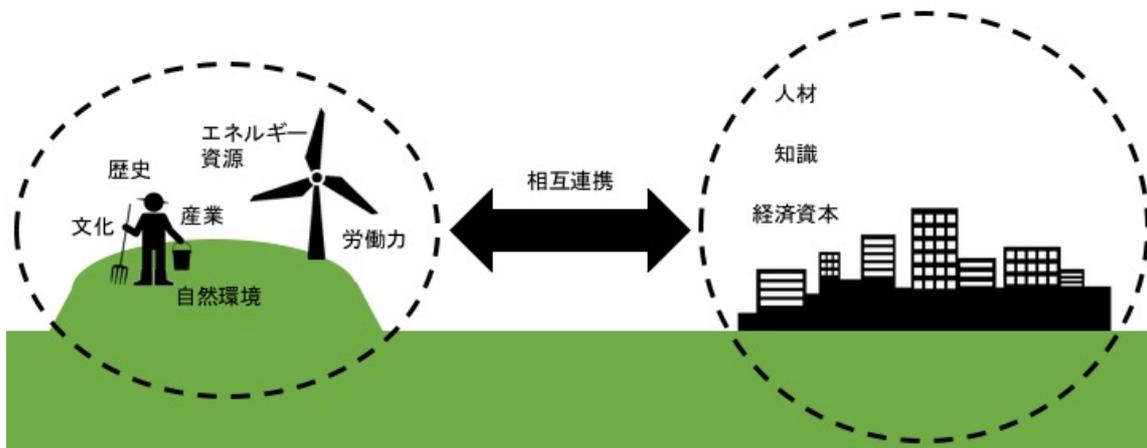


図 5-6 過疎地域と都市の連携の必要性

第四章で扱ってきた事例では、都市地域においてもエネルギー転換を進める必要性が高まっており、欧米の事例に見られるように都市部のエネルギー開発を周辺地域が投資を受け、その開発に応じることによって、地域全体でエネルギー自給を達成するアプローチが検討されている。つまり、これまでの離島地域や過疎地域が都市に「依存」する形ではなく、共に協力をしながら、資金と資源を提供しあい、共進してゆく展望を描き出すことができる。

上述のように、注目が高まる地域社会の自律の視点、つまりローカルガバナンス論では、その方法はローズによる国家を中心とした道具的アプローチ（Rhodes1997）と国家間や社会内関係も含めた水平的な相互行為を重視する社会中心アプローチの2つに分類される（辻中ら 2010）。国家中心のアプローチと社会中心のアプローチを組み合わせるガバナンスをしてゆく必要性があることは既に先行研究において指摘されている（辻中ら 2010, 鈴木 2015）。しかしながら、上述のコミュニティの地域の求心力が低下してゆくなかで、近年のローカルガバナンス論では、地域社会学的な視座、および地域政策学的な視座から、地域社会が所属する自治体の役割が大きくなりすぎているようにも感じられる。

本研究では、エネルギートランジションには、国家の政策転換と地域主体の実践の両者の必要性を既に論じてきた。エネルギー問題に限らず今後

の地域振興論において、国際社会が提示するビジョンを地域社会まで垂直的に伝達し、世界レベルでの持続可能な社会システムの構築を共通の目標として浸透させながら（道具論的に介入しながら）も、地域社会の水平的ガバナンスが求められている点を強調したい（図 5-7）。またここで、重要となるのは、知識伝達やガバナンスを行うファシリテーターの存在である。第三章で論じたように、日本においても離島地域のエネルギートランジションを進めようという取組は複数行われている。しかしながら、外部-内部、政府-民間、実証事業-自主的な起業のそれぞれにおいて、コミュニケーション上の課題がみられる。つまり、地域社会の生活において重要な視座とエネルギートランジションを実装するための方法論とをつなぐファシリテーターが不足している。今後、さらにローカルガバナンスを進めていくためには、国策の批判や地域の主体性に期待しすぎず、研究者や経験ある実践家が積極的に介入し、地域の議論の活性化とエネルギートランジションの実行を促す役割が期待されていることが示唆される。

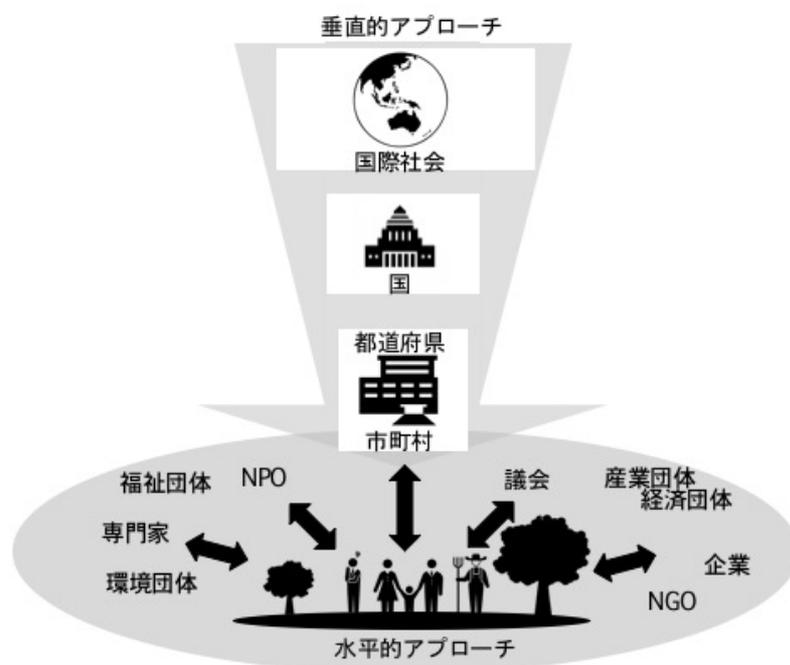


図 5-7 ローカルガバナンスにおける包括的なアプローチ

それゆえに、前節の実践にみられるように、今後の地域振興においても①研究者と地域住民のような異なるステークホルダーとの共同研究により、②地域の産業や自然資源を重視した③地域の課題解決に注目した地域振興に取り組んで行くことが重要であると考えられる。

最後に、本稿では分析できなかった 1) 離島地域の地域企業に対する産業支援に関する分析、2) 近接型離島のエネルギー構造と開発事例の分析、3) 海外離島における振興政策とエネルギー事業との関連性についての分析は、今後の研究課題としたい。

筆者は、離島地域の自立発展に貢献すべく、島嶼地域の視座を共有できる離島出身の研究者・実践家として、様々な離島における調査や実践を引き続き実施してゆく所存である。そしてそれら網羅的かつ体系的な研究成果を蓄積してゆくことで、時勢に適応する離島地域におけるエネルギー開発の最適解を常に模索しつつ、エネルギートランジションの実装に身を投じていきたい。

引用文献

邦文文献

青木康容(2012), 「沖縄の振興計画と地域開発(4)」, 佛教大学社会学部論集 54

赤松達也(2008), 「海上輸送と離島の産業－離島地域の小売・サービス業の実態を中心に－」, しま, 215, pp.112-119

畦地啓太, 錦澤滋雄, 原科幸彦(2014), 「風力発電事業の事業段階における紛争解決要因の実証分析」, 計画行政, 37(1), pp. 54-66

阿比留勝利(2012), 「海洋島嶼国日本を支える離島振興のあり方(特集 期限切れまで1年 これからの離島振興を考える)」, 市政 61, pp.10-12

阿部力也(2016), 『デジタルグリッド』, 株式会社エネルギーフォーラム
伊藤学, 細木訓(2006), 「調査研究報告 「離島における新エネルギー導入可能性調査」について」, 季報エネルギー総合工学, 29(3), 69-77

飯田哲也(2011), 『エネルギー進化論－「第4の革命」が日本を変える』, ちくま新書

飯田哲也, 環境エネルギー政策研究所(ISEP)編(2014), 『コミュニティパワーエネルギーで地域を豊かにする Community Power』, 学芸出版社

稲富智子(1997), 「何を求めて離島へ嫁ぐのかー都市に住む若い女性の離島に対する意識と大島村に嫁いだ女性達の意識に対する比較研究ー」, 北九州大学文学部人間関係学科, <http://www.apa-apa.net/~jinrui/soturon/paper/inatomi.pdf>, 最終アクセス日 2016年7月20日

岩崎信彦, 矢澤澄子監修, 玉野和志, 三本松政之編(2006), 『地域社会の政策とガバナンス』, 東信堂

上園昌武(2013), 『先進例から学ぶ再生可能エネルギーの普及政策』, 本の泉社

植田和弘, 山家公雄編(2017), 『再生可能エネルギー政策の国際比較』, 京都大学学術出版会

岡本洋平, 橋口拓平, 合田忠宏, 植田泰則,(2007) 「離島における電力供給最適化計画による経済効果の検討」, 木電気関係学会九州支部連合大会,

梗概集, 144

大澤弘敬, 竹内孝行, 小宮俊夫他(2005), 「実用化される波力発電システム : 離島における波力発電システムの活用(OS2 自然エネルギー)」, 日本機械学, 10, 51-54

大島肇(1959), 『島の地理—島嶼地理学序説—』, 大明堂

大平佳男(2014), 「福島県における再生可能エネルギーの関連産業政策と導入推進政策の展望」, サステナビリティ研究 4, pp.7-16

小澤卓(2017), 『離島振興法の変遷と離島振興の経済分析—制度・財政・産業からの接近—』, 中央大学大学院経済学研究科平成 28 年度博士論文

化学工学会 SCE・NET 編(2011), 『図解新エネルギーのすべて改訂 3 版』, 丸善出版

嘉数啓(2017), 『島嶼学への誘い—沖縄からみる「島」の社会経済学—』, 岩波書店

河地貫一(1968), 『うつりゆく島々』, 正文社

環境エネルギー政策研究所, 「メガソーラー開発に伴うトラブル事例と制度的対応策について (研究報告)」, <http://www.isep.or.jp/archives/library/9165>, 最終アクセス日 2017 年 9 月 30 日

環境エネルギー政策研究所「歴史的な流れに従ったエネルギー大転換を」2015 年 6 月 28 日, <http://www.isep.or.jp/library/7859>, 最終アクセス日 2017 年 12 月 15 日

環境省(2013), 『地熱発電事業に関する補足情報収集』, http://www.env.go.jp/nature/geothermal_power/conf/h2305/mat01.pdf, 最終アクセス日 2016 年 4 月 27 日

環境省(2014), 「IPCC 第 5 次評価報告書の概要 - 第 2 作業部会 (影響・適応・脆弱性)」, http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg2_overview_presentation.pdf, 最終アクセス日 2016 年 10 月 20 日

北島滋(1998), 『開発と地域変動—開発と内発的発展の相克』, 東信堂

鬼頭秀一, 福永真弓(2009), 『環境倫理学』, 東京大学出版会, 東京, 143-170

木下斉(2016), 「地方創生大全」, 東洋経済新報社

九州電力, 「内燃力発電について」,

http://www.kyuden.co.jp/company_outline_branch_kagoshima_initiative_institution_nainen.html, 最終アクセス日 2017年11月30日

櫛間良弘(2002), 『火力発電総論』, オーム社

黒岩祐治(2011), 『地産地消のエネルギー革命-もう原発には頼らない-』, 株式会社 PHP 研究所

経済産業省資源エネルギー庁(2007), 「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」, <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H09/H09HO037.html>, 最終アクセス日 2013年7月25日

経済産業省(2014), 「エネルギー基本計画」平成26年4月, <http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140411001/20140411001.html>, 最終アクセス日 2016年10月20日

経済産業省(2015), 「固定価格買取制度の運用見直し等について」, 資源エネルギー庁, <http://www.meti.go.jp/press/2014/01/20150122002/20150122002.html>, 最終アクセス日 2016年3月28日

経済産業省資源エネルギー庁(2016), 「離島ガソリン流通コスト支援事業」, http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2016/pr/e/e_enecho_nenryou_34.pdf, 最終アクセス日 2016年9月25日

経済産業省資源エネルギー庁(2017), 「エネルギー情勢懇談会第1回資料エネルギー情勢をめぐる情勢変化」, http://www.enecho.meti.go.jp/committee/studygroup/ene_situation/001/pdf/001_005.pdf, 最終アクセス日 2017年9月30日

国土交通省(2013), 「離島振興法」, <http://www.mlit.go.jp/crd/chirit/pdf/law/tokekomiban200618.pdf>, 最終アクセス日 2013年7月25日

小島武彦, 福屋義文(2011), 「離島向けマイクログリッドシステム」, 富士時報, 84, 3, pp.188-193

近藤かおり(2015), 「地熱発電の現状と課題」, 調査と情報, 837

近藤道雄(2016), 「福島県に於ける再生可能エネルギー開発の取り組み」, *TRENDS IN THE SCIENCE*, 21(4), pp.39-43

財団法人日本離島センター編(2004), 『離島振興ハンドブック』, 国

立印刷局

財団法人離島センター(2010),『日本の島々が果たす役割』,財団法人離島センター

佐藤哲(2008)「環境アイコンとしての野生生物と地域社会--アイコン化のプロセスと生態系サービスに関する科学の役割(特集「野生生物」との共存を考える)」環境社会学研究 14, pp.70-85

佐藤快信(2007),「6章 離島振興からみた離島地域の自立」,西川・吉田編『地域振興の制度構築に関する予備的考察 調査研究報告書』,アジア経済研究所

佐渡の電気編集委員会(1995),『佐渡の電気』,佐渡電友会

産経新聞(2017),「異聞防人の島・対馬(下)「日本海の要塞」対馬に中国の影 不動産爆買は時間の問題「韓国も中国も対馬欲しい」」2017年10月30日,<http://www.sankei.com/life/news/171030/lif1710300021-n6.html>,最終アクセス日 2017年11月21日

下田吉之(2014),『都市エネルギーシステム入門—住宅・建築・まちの省エネ—』,学芸出版社

白井信雄(2017),「被災地における再生可能エネルギーによる地域社会の構造的再生:行政政策と住民意識の状況を考える」,サステナビリティ研究, 7, pp. 45-58

白川博一(2016),「特集 1 有人国境離島振興法制定」,財団法人日本離島センター編集 季刊しま, pp.22-33

鈴木準(2015),「日本再生への道(49)人口動態から考える地方創生の方向性:求められる地域の「自立」と「自律」」,金融財政 Business, 10491, pp.10-14

鈴木勇次(2006),「離島振興の原点とその目標—離島振興対策実施地域の指定—」,長崎ウエスレヤン学現代社会学部紀要, 4巻1号, pp.61-68

鈴木勇次(2012),「離島振興に係る個人力-山階芳正氏の活躍と貢献-」,長崎ウエスレヤン大学現代社会学部紀要, 10巻1号, pp.9-22,

千住智信, 中路敏昭, 上里勝実, 船橋俊久(2001),「自然エネルギーを導入した離島の最適発電設備構成」,電気学会研究会資料. PE, 電力技術研究会, 63, pp.63-68

- 自然エネルギー財団(2014), 「自然エネルギーの系統連系問題と今後の方向性」, https://www.renewable-ei.org/images/pdf/20140131/140130_reports_final.pdf, 最終アクセス日 2017年 11月 14日
- 周卓敏, 前田哲彦, 石田政義(2013), 「離島用再生可能エネルギー電源システムの容量計画と経済性評価」, *IEEJ Transactions on Power and Energy* 133(1), pp.19-25
- 全離島事務局(2012), 「『離島振興法改正・延長実現総決起大会』開催」, しま pp.14-19
- 高橋真樹(2012), 『自然エネルギー革命をはじめよう 地域でつくるみんなの電力』, 大月書店, 東京
- 高原風滋, 銘苅壮宏, 新城文博他(2004), 「台風 14号(マエミー)による宮古島の風力発電設備倒壊等事故について」, *風力エネルギー*, 28. 4. pp40-47
- 高柳智彦(2014), 「近現代日本における温泉資源利用の歴史的展開—多目的利用の観点から—」 *一橋経済学* 7(2) pp.21-43
- 地域社会学会(2011), 『キーワード地域社会学』, ハーベスト社
- 茅野恒秀(2014), 「固定価格買取制度(FIT)導入後の再生可能エネルギー」, *サステイナビリティ研究* 4, pp. 21-36
- 茅野恒秀(2016), 「地域における再生可能エネルギー事業化の現状と課題: 「統合事業化モデル」再考 (特集 再生可能エネルギーによる地域再生: 戦略的になすべきこと)」, *サステイナビリティ研究* 6, pp.27-40
- 千葉大学倉坂研究室 永続地帯 Sustainable Zone, <http://sustainable-zone.org>, 最終アクセス日 2017年 12月 15日
- 辻中豊, 伊藤修一郎(2010), 『ローカル・ガバナンス: 地方政府と市民社会』, 木鐸社
- 対馬市(2006), 『木質バイオマスの熱利用及び廃食油の BDF 事業に係る詳細報告書』, 対馬市
- 寺西俊一, 石田信隆, 山下英俊(2013), 『ドイツに学ぶ 地域からのエネルギー転換 再生可能エネルギーと地域の自立』, 家の光協会
- 東京都環境局島しょ地域の再生可能エネルギー利用拡大検討委員会 Web ページ 「八丈島再生可能エネルギー利用拡大検討委員会」

http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/energy/renewable_energy/tousyo_renew/hatizyo1st.html, 最終アクセス日 2016 年 4 月 27 日

東京都島嶼町村一部事務組合(1993),『伊豆諸島・小笠原諸島民族誌』
西岡順平(2015),「エネルギー自立に向けた国境離島対馬プロジェクト」,
燃料電池 15(1), pp.59-63

西川潤, 松島泰勝, 本浜秀彦(2010), 『島嶼沖縄の内発的発展【経済・社会・文化】』, 藤原書店

西城戸誠, 船戸修一(2012), 『環境と社会』, 人文書院

日本地熱協会(2015),「日本の地熱発電所」, <http://www.chinetsukyokai.com/information/nihon.html>, 最終アクセス日 2016 年 3 月 28 日

日本地熱調査会 2000,『我が国の地熱発電所設備要覧』,東京,大和印刷
農林水産省(2010), 『平成 22 年度森林・林業白書』, 農林水産省
長崎県企画振興部 (2013)『長崎県離島振興計画』, https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/kenseijoho/kennokeikaku-project/rito_keikaku/, 最終アクセス日 2017 年 11 月 22 日

日本地熱協会 2015「日本の地熱発電所」, <http://www.chinetsukyokai.com/information/nihon.html>, 最終アクセス日 2016 年 3 月 28 日

八丈町観光協会「知る(エネルギー・産業)」, <http://www.hachijo.gr.jp/html/siru.html>, 最終アクセス日 2016 年 4 月 27 日

八丈町教育委員会編(2000),『八丈島誌』

林泰弘, 岡本寛, 林秀樹, 浜坂隆, 伊奈友子, 坂本紀代美『スマートグリッド学 戦略・技術・方法論』日本電気協会新聞部, 東京

馬場健司, 松浦正浩(2016),「木質バイオマス利用促進策検討に向けたステークホルダー分析」: 対馬のフィールドワークからの知見とその検証, 社会技術研究論文集 13, pp.66-76

東健太郎, 宮崎隆昌, 中野硫基(2001)「閉鎖系環境における自然エネルギー需給システムに関する研究(1): 三重県鳥羽市神島の事例調査」, 日本建築学会学術公園梗概集, E2 エコシステム, 農村計画, pp.681-682

平林佑子(2008)「再生可能エネルギー普及への環境社会学的分析視角」, 都留文科大学研究紀要 第 67 集, pp. 73-87

福島県エネルギー課, 「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン」, https://www.pref.fukushima.lg.jp/download/1/re_zenpen.pdf, 最終アクセス日 2017年9月30日

福島県エネルギー課, 「再生可能エネルギー先駆けの地アクションプラン(第1期)の主な成果」, <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/157807.pdf>, 最終アクセス日 2017年9月30日

古市徹, 西則雄(2012)『バイオマス地域循環－再生可能エネルギーのあるべき姿－』, 株式会社環境新聞社

古屋将太(2013), 『コミュニティ発電所 原発なくてもいいかもよ?』, ポプラ社, 東京

前畑明美(2013), 『沖縄島嶼の架橋化と社会変容－島嶼コミュニティの現代的変質－』, 御茶の水書房

前畑明美(2014), 「国内島嶼における再生可能エネルギー開発の動向」『再生可能エネルギーをめぐる諸相』, 国立国会図書館, pp.193-214

松村悠子, 三好恵真子(2014), 「離島の地域社会における新エネルギー導入の取り組みと普及に向けた課題: 壱岐・対馬・佐渡を事例に」, グローバル人間学紀要(6), pp.27-45

松原弘直(2016), 「再生可能エネルギー政策の変遷と地域における100%再生可能エネルギーへの展望(特集 再生可能エネルギーによる地域再生: 戦略的になすべきこと)」, サステナビリティ研究 6, pp.37-56

松村悠子, 三好恵真子(2016), 「導入プロセスと住民の意識構造から捉え直す離島のエネルギー転換のあり方: 八丈島地熱発電利用拡大検討事業を事例として」, 生活学論叢, 29, pp.1-14

松村悠子, 三好恵真子(2017a), 「日本のエネルギー再考: 再生可能エネルギー100%地域とエネルギー効率を中心とした世界強調の視点から」, *New Food Industry*, 59, (7), pp. 55-68

松村悠子, 三好恵真子(2017b), 「離島の自立発展の一翼－長崎県対馬市の地域企業によるエネルギー自給の取り組みを事例に－」, 大阪大学大学院人間科学研究科紀要 43, pp.23-44

松山一夫, 武田康人, 下田昌宏(2010), 「八丈島におけるローカルエネル

ギーとしての地熱開発について」地熱ニュース 665 pp.28-35

松山一夫, 武田康人, 下田昌宏他(2011), は「八丈島における地熱開発および利用について」応用地質 516 pp.273-279

丸山康司(2014),『再生可能エネルギーの社会化－社会的受容性から問い直す-』有斐閣

丸山康司, 西城戸誠, 本巢芽美(2015),『再生可能エネルギーのリスクとガバナンスー社会を持続していくための実践ー』, ミネルヴァ書房

丸山康司(2016), 「再生可能エネルギー導入に伴う「被害」と「利益」の社会的制御」, 宮内泰介編, 『どうすれば環境保全はうまくいくのかー現場から考える「順応的ガバナンス」の進め方ー』, 新泉社, PP.59-84

三森八重子(2015), 「再生可能エネルギーを使った地域活性化の分析」, *Proceedings of International Association of P2M*, 2015 Autumn, pp.185-197

宮本常一(1969),『日本の離島 第一集』未来社

宮本常一(1970),『日本の離島 第二集』未来社

室田武, 倉坂秀文, 小林久他(2013),『コミュニティ・エネルギー』, 農山漁村文化協会, 東京

藻谷浩介, NHK 広島取材班(2014), 『里山資本主義ー日本経済は「安心の原理」で動くー』, 株式会社 KADOKAWA

本巢芽美(2016),『風力発電の社会的受容』,ナカニシヤ出版

森祐樹, 町村尚, 松井孝典(2012), 「離島におけるエネルギー輸送による経済・環境負荷とバイオマスエネルギー利用による負荷削減ポテンシャル」, 環境システム研究論文発表会講演集 40, 417-422

諸富徹(2016),『再生可能エネルギーと地域再生』,日本評論社

八木信一(2015), 「再生可能エネルギーの地域ガバナンス：長野県飯田市を事例として」, 諸富徹編『再生可能エネルギーと地域再生』, 日本評論社, 東京

屋久島町(2017). 『統計やくしま平成 28 年度版』, http://www.town.yakushima.kagoshima.jp/t_yakushima/wp-content/uploads/2017/05/8cdd5d1db7c50ebd9731a6ef0fdddeb5.pdf, 最終アクセス日 2017 年 12 月 1 日

安田楊 (2017), 「第 6 章系統接続問題」植田和弘, 山家公雄編 2017『再

生可能エネルギー政策の国際比較』,

山下正義(2011),「離島における自然エネルギー導入検討」, 東京大学新領域創成科学研究科 環境システム学専攻 2011 年度修士論文要旨, <http://geelhome.k.u-tokyo.ac.jp/paper/yamashita.pdf> 最終アクセス日 2017 年 11 月 22 日

山田俊一(2011),「離島マイクログリッド実証試験について」,電気設備学会誌, 31(12), pp.907-911

山田誠(2005),『奄美の多層圏域と離島政策－島嶼圏市町村分析のフレームワーク－』,九州大学出版会

山本信次(2016),「自律と自立に基づく農山村の再生と再生可能エネルギー (特集 再生可能エネルギーによる地域再生 : 戦略的になすべきこと)」,サステナビリティ研究 6, pp. 71-85

山本東平(2013),『日本の省エネ活動から見た電力供給・需要システム改革』,風詠社

山口聡(2014),「福島県における再生可能エネルギーの取組と課題」,レファレンス 64, pp.111-130

山口博文(2009),「離島振興の現況と課題」,国立国会図書館 調査と情報, 635

離島における新エネルギー導入のあり方に関する検討会(2010),「離島における新エネルギー導入グランドデザイン」,しま 55(3), pp.124-135

和田武(2011),『脱原発,再生可能エネルギー中心の社会へ-福島原発を踏まえて日本の未来を考える-』,あけび書房,東京

和田武,新川達郎,田浦健朗他(2011),『地域資源を活かす温暖化対策－自立する地域を目指して－』,学芸出版社,東京

英文文献

Abe. R., Toka H., McQuilkin D., (2011) ,“Digital Grid: Communicative

Electrical Grids of the Future”, *IEEE transactions on smart grid* 2, (2)

- City of Vancouver, *Renewable City Strategy 2015-2050.*,
<http://vancouver.ca/files/cov/renewable-city-strategy-booklet-2015.pdf>, 最
 終アクセス日 2017 年 9 月 30 日
- Danish Government, 2011, “*Energy Strategy 2050*”, <http://www.efkm.dk/sites/kebmin.dk/files/news/from-coal-oil-and-gas-to-green-energy/Energy%20Strategy%202050%20web.pdf>,最終アクセス日 2016 年 10 月 20 日
- DeENeT, 100% RES rural communities, <http://www.deenet.org/index.php?id=4901>, 最終アクセス日 2017 年 9 月 30 日
- Energy City Denmark, *Energy City Frederikshavn.*, <http://energycity.dk/energy-city-frederikshavn>, 最終アクセス日 2017 年 9 月 30 日
- German Federal Ministry of Economics and Technology, "Germany' s new energy policy", <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/germanys-new-energy-policy>, 最終アクセス日 2016 年 10 月 10 日
- Global 100% RE Campaign(2015), *Global 100% RE campaign Map* ,<http://www.go100re.net/map/>, 最終アクセス日 2017 年 9 月 30 日
- Gordon, G., Brittan Jr., G. (2001), Wind, energy, landscape: reconciling nature and technology. *Philos. Geogr.*4(2), pp.169-184.
- Greenpeace(2011), *The advanced energy Revolution a sustainable energy outlook for Japan.*, http://www.greenpeace.org/japan/global/japan/pdf/er_report.pdf, 最終アクセス日 2017 年 9 月 30 日
- International Energy Agency(IEA) Wind Task28(2012),“Social Acceptance of wind energy projects: Winning hearts and minds”,
https://www.ieawind.org/index_page_postings/June%207%20posts/task%2028%20final%20report%202012.pdf, 最終アクセス日 2017 年 9 月 30 日
- International Energy Agency(IEA) (2014). *World Energy Outlook*. IEA.
- International Energy Agency(IEA) (2014). *Africa Energy Outlook*. , IEA
- International Energy Agency(IEA) (2017). *World Energy Outlook*. , IEA
- Johansson, M., Laike, T., (2007), Intention to respond to local wind turbines: the role of attitudes and visual perception. *WindEnergy* 10, pp.435–451.

- Pedersen, E., Larsman, P., 2008. The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. *J. Environ. Psychol.* 28(4), 379-389.
- Pierpont, N., (2009), Wind turbine syndrome: areport on a natural experiment. K Selected Books, Santafe, New Mexico.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st century(REN21) (2016) ,
Renewables 2016 GLOBAL STATUS REPORT,
<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>,最終アクセス日 2017年4月15日
- Rhodes R. A. W. (1997), "Understanding Governance: Policy Networks, Governance, Reflexivity andAccountability. Philadelphia, PA: Open University Press.
- San Francisco Department of the Environment, San Francisco Climate Action Strategy, https://sfenvironment.org/sites/default/files/fliers/files/sfe_cc_climateactionstrategyupdate2013.pdf最終アクセス日 2017年9月30日
- Schweizer-Ries, P., 2008. Energy sustainable communities: Environmental psychological investigations. *EnergyPolicy* 36(11), pp.4126–4135.
- World Wildlife Foundation (WWF), *THE ENERGY REPORT 100% RENEWABLE ENERGY BY 2050*,
https://www.wwf.or.jp/activities/data/WWF_EnergyVisionReport.pdf, 最終アクセス日 2017年9月30日

謝辞

本論文は、筆者が大阪大学大学院人間科学研究科人間科学専攻博士後期課程在学中に行った研究成果をまとめたものである。本学位論文の完成にあたり、多くの方々のご支援とご指導を頂いた。まず、本論文の執筆にあたり、学部の卒業研究から一貫してご指導いただいた同専攻三好恵真子教授のご指導に深謝申し上げる。三好先生には、単なる研究指導だけでなく真摯に研究に向き合う姿勢、研究生活を乗り越える術などこれからの研究生生活の幹を育てていただいた。三好先生の厳しいご指導がなければここに研究成果をまとめることはできなかった。同専攻小林清治准教授、河森正人教授には、副指導教員として、研究の視座や資料分析について多くの指導を頂いた。感謝申し上げます。共同研究および研究会でご指導頂いた名古屋大学丸山康司准教授、法政大学西城戸誠准教授に御礼申し上げます。国内外で研究にご協力いただいた認定 NPO 法人環境エネルギー政策研究所および World Future Council のみなさまにも謝意を表す。また、筆者の所属する環境行動学研究室の姉崎正治氏をはじめ卒業生・院生のみなさまには、在学中に多くの助言を頂いた。環境行動学研究室みなさまの激励と支援で執筆を乗り切ることができた。感謝申し上げます。

さらに、長崎県対馬市、新潟県佐渡市、東京都八丈町、沖縄県宮古島市、鹿児島県屋久島町、福島市、喜多方市、デンマークサムソ島、ドイツペルボルム島での現地調査にご協力いただいたみなさまにも、貴重な時間と資料を提供いただいた。皆様の温かいご協力に深謝申し上げます。

なお、本研究成果は大阪大学大学院リーディングプログラム超域イノベーション博士課程プログラム独創的教育研究活動費、日本生活学会平成 28 年度生活学プロジェクトの研究助成、財団法人日本離島センター平成 29 年離島人材育成研究助成を受けて行った。

最後に、十年間、私を温かく応援してくれた父昭彦と母敬子に感謝申し上げます。

2017 年 12 月

松村悠子

補足資料 1 筆者の現地調査および実践活動の記録

年月日	場所	活動内容
2011年9月 23日～28日	長崎県対馬市	長崎県対馬市への聞き取り調査（風力発電所の稼働状況、新エネルギー導入状況等）、湯多里ランドつしま・株式会社白松へのバイオマスボイラー導入状況の調査
2011年9月 29日	長崎県壱岐市	長崎県壱岐市役所への聞き取り調査（芦辺風力発電所の稼働状況、新エネルギー導入状況等の調査）
2011年10月 25日～27日	長崎県対馬市	有限会社対馬エコサービスへのバイオディーゼル燃料利用状況に関する調査、厳原火力発電所視察
2012年8月 29日	オーストラリア メルボルン (Melbourne) 市	<i>Australian Institute of Energy : Future Roles of Smart Meters in Industry</i> への参加
2012年 9月28日～10 月1日	長崎県対馬市	長崎県対馬市への新エネルギー導入状況の調査、対馬市林業組合への木材資源利用状況の調査
2012年12月 27日～29日	長崎県壱岐市	長崎県壱岐市におけるバイオディーゼル燃料導入状況に関する調査、株式会社なかはらへの風力発電稼働状況および太陽光発電設置計画に関する調査
2012年12月 15日～18日	新潟県佐渡市	佐渡市役所への聞き取り調査（新エネルギーの導入計画・計画の実施状況）、佐渡緑のリサイクル協同組合への木質チップ事業に関する聞き取り調査、JA佐渡金井支店・JA佐渡羽茂支店への太

		陽光発電設備設置状況についての聞き取り調査
2013年1月3日～6日	長崎県対馬市	対馬市役所への対馬市風力発電所設備売却および交通政策にかんする聞き取り調査
2013年1月21日～25日	鹿児島県屋久島町	屋久島電工株式会社への水力発電に関する聞き取り調査、屋久島町への自然資源の利活用に関する聞き取り調査
2013年2月4日～7日	鹿児島県名瀬市、瀬戸内町	名瀬市役所への新エネルギー導入状況に関する聞き取り調査、奄美大島風力発電所の現地視察
2013年2月24日～28日	ドイツ ・ブレマーハーフェン (Bremerhaven) ・ダルデスハイム (Dardesheim) ・ゲッティンゲン (Göttingen) ・フランクフルト (Frankfurt)	大阪大学グローバルコラボレーションセンターグローバル人材ゲートウェイプログラム ドイツ再生可能エネルギー研修参加（ブレマーハーフェン洋上風力発電視察、フラウンホファー研究機構訪問、ダルデスハイムエネルギー自給プロジェクト施策、ゲッティンゲン大学施策、フランクフルト市建設局エネルギーマネジメント課訪問）
2013年2月29日～3月1日	ドイツ フライブルク (Freiburg)市	環境首都フライブルク市のエネルギー転換に関する聞き取り調査・現地視察
2013年9月5日～12日	沖縄県宮古島市	宮古島市への新エネルギー導入状況に関する聞き取り調査、新エネルギーをテーマとしたグリーン・ツーリズム事業視察、沖縄電力株式会社による風力発電設備・太陽光発電設備、来間島

		100%再生可能エネルギー自活実証事業の視察
2014年8月28日	東京都八丈町	八丈島地熱利用拡大検討事業に関する事前視察、八丈町への同事業に関する聞き取り調査
2014年10月25日～11月19日	東京都八丈町	八丈島地熱利用拡大検討事業に関する事前視察、八丈町への同事業に関する聞き取り調査
2015年5月1日～11月30日	ドイツ ハンブルク (Hamburg)市	在ドイツ特定非営利活動法人 World Future Council における Global 100% Renewable Campaign に関する研究活動
2015年9月21日～22日	ドイツ ベルリン (Berlin) 市、	ベルリン市における送電網の公有化に関する現地調査
2015年9月23日	ドイツ ゲストハッハト (Geesthacht) 市	ゲストハッハト市庁舎への原子力発電所の廃炉計画および新エネルギー導入状況に関する聞き取り調査
2015年11月21日～23日	デンマーク コペンハーゲン (Copenhagen) 市、 サムソ(Samsø)島	・コペンハーゲン市の洋上風力発電、サムソ島のエネルギー自立の取組みに関する聞き取り調査
2016年2月9日～11日	長崎県対馬市	小宮建設株式会社への聞き取り調査(対馬風力発電所の事業内容・稼働状況に関する聞き取り調査)、対馬風力発電所の現地視察
2016年3月10日～13日	新潟県佐渡市	佐渡市における新エネルギー導入状況に関する調査、佐渡市における電力事業の歴史に関する文献収集、宿根木集落の自治運営に関する調査

2016年10月 18日～24日	中国 舟山群島経済特区	浙江大学海洋学部研究者らへの舟山市における新エネルギー導入状況（風力発電、海洋エネルギー開発）に関する聞き取り調査、現地視察
2016年11月 2日～4日	福島県福島市	世界ご当地エネルギー会議に参加
2016年11月 5日	福島県喜多方市	Workshop for Global Expansion of Sustainable Community Projects の運営
2016年11月 6日	福島県喜多方市	Global Expansion of Sustainable Community Projects: KR Foundation kick-off Meeting の運営
2016年11月 18日	新潟県佐渡市	佐渡市におけるデジタルグリッドルーターを活用した分散エネ・再エネ導入可能性検討事業の事前視察、第一回、
2016年12月 28日	新潟県佐渡市	第二回、第三回検討委員会への参加
2017年2月 2日	新潟県佐渡市	
2017年2月 18日～21日	ドイツペルボルム島	ペルボルム島におけるエネルギー自立に向けた取組
2017年5月 28日～6月1日	デンマークコペンハーゲン (Copenhagen)市、 オーフス (Aarhus)市、 オールボー (Aalborg)市	デンマーク国内における第四世代地域熱供給に関する現地研修の運営・参加
2017年6月4日 ～7日	デンマークサムソ島	サムソ島におけるエネルギー自立の取組サムソ 100 に関する聞き取り調査、KR Foundation TENTOU project

		Meeting への参加
2017 年 8 月 17 日～28 日	東京都港区	2017 年日独ヤングリーダーズフォーラムへの参加
2017 年 8 月 28 日～9 月 3 日	オーストリア ザルツブルグ (Salzburg)	2017 年 REFORM (Restructuring Energy Systems for Optimal Resource Management) Meeting 参加 (若手研究者枠)

補足資料 2 筆者の研究業績

学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文・著書

- 1) 松村悠子(2013),「離島における新エネルギー普及の可能性について」, 三好恵真子編『環境のあり方を考える－文理融合・学際研究の新たな可能性－』, 大阪大学人間科学研究科グローバル人間学専攻人間環境論, pp231-243(査読なし)
- 2)松村悠子(2014),「離島の地域社会における新エネルギー導入の取り組みと普及に向けた課題」, 『グローバル人間学紀要第6号』吹田市: 大阪大学人間科学研究科グローバル人間学専攻, 6, pp. 27-45 (査読あり)
- 3)松村悠子, 三好恵真子(2015),「新エネルギー開発を活かしたエネルギー振興の実現に向けて－沖縄県宮古島の事例からの一考察－」, OUFU ブックレット vol.6 東アジア“生命健康圏”構築に向けて－大気汚染と健康問題を考える日中国際会議の記録, 大阪大学出版, pp.174-185(査読なし)
- 4)松村悠子, 三好恵真子(2016),「導入プロセスと住民の意識構造から捉え直す離島のエネルギー転換のあり方－八丈島地熱発電利用拡大検討事業を事例として－」, 生活学論叢 29, pp. (査読あり)
- 5)松村悠子, 三好恵真子(2017) 「日本のエネルギー再考: 再生可能エネルギー100%地域とエネルギー効率を中心とした世界協調の視点から」, New Food Industry 59(7):2017, pp55-68 (アドバイザーボード付き)
- 6)松村悠子, 三好恵真子(2017),「離島の自立発展の一翼－長崎県対馬市の地域企業によるエネルギー自給の取り組みを事例に－」,大阪大学大学院人間科学研究科紀要 43, pp.23-44, (査読なし)
- 7)松村悠子(2018),「長崎県対馬市・韓国釜山市を対象とした国境離島ワールド・スタディ」, 大阪大学 CO*デザイン紀要, 3 (採録決定済み, 査読あり)
- 8)松村悠子, 三好恵真子(2018)「エネルギー自給に向かう地域の躍動－世界各地の100%自然エネルギーイニシアチブを事例として－」, 大阪大学大学院人間科学研究科紀要 44 (採録決定済み, 査読なし)
- 9)Yuko Matsumura, Emako Miyoshi(2018), “Forces in the Development of

Remote Islands in Japan - A Case Study of Local Energy Enterprises in Tsushima City -" Graduate School of Human Sciences, Osaka University, Bulletin of Graduate school of Human Sciences, Osaka University 43, 2018 (採録決定済み, 査読なし)

国際会議における発表

- 1)Yuko Matsumura, "The possibility of dissemination of new energy technologies in the isolated island: Case study Iki and Tsushima",Japan China Korea Graduate Student Forum, Tsukuba, Japan, September, 2012 (ポスター発表, 査読なし)
- 2)Yuko Matsumura, "An overall research about energy development in remote islands in Japan: case studies in islands without interconnection to main land", International Small Islands Studies Association; Island of the world IV, Penghu Archipelago, Taiwan (September, 2014) (口頭発表, 査読あり)
- 3) 松村悠子, 「新エネルギー開発を活かした地域振興の実現に向けて-沖縄県宮古島の事例からの一考察-」, 東アジア"生命健康圏"構築に向けて大気汚染と健康問題を考える日中国際会議, 21世紀課題群と中国(大阪大学未来研究イニシアティブ), 2014年10月24日(ポスター発表, 査読なし)

国内学会・シンポジウム等における発表

- 1) 松村悠子, 「対馬市におけるエネルギー問題と離島の地域発展に寄与するエネルギー開発に向けた展望」人工知能学会市民共創知研究会第二回 つしまみらいらば, 2017年7月
- 2)松村悠子「対馬発 離島と世界をつなぐ持続可能なエネルギー開発実践」対馬学フォーラム 2016 特別報告, 2016年12月(口頭発表, 査読なし)
- 3)松村悠子, 三好恵真子「地熱発電開発の社会的受容-八丈島地熱発電所を事例として-」, 第43回 日本生活学会研究発表大会, 2016年5月(口頭発表, 査読あり)
- 4)松村悠子, 「地域に還元できる新エネルギー開発に向けて-東京都八丈島

- の地熱利用拡大検討事業を事例に-」,「大阪大学人間科学部対象講義グローバル人間学専攻実験実習I」,大阪大学,2014年12月(講義でのゲストスピーカー,査読なし)
- 5)松村悠子,「離島における風力発電事業の導入事例から分析する課題と展望」,環境科学会 2014 年会,つくば,2014 年 9 月(ポスター発表,査読あり)
 - 6)松村悠子,「離島の地域力を活かす新エネルギー開発・実践とその展望」,環境社会学会,福島,2014 年 6 月(口頭発表,査読有り)
 - 7)松村悠子,三好恵真子「離島におけるエネルギー開発の現状と今後の展望-独立電力連系の大規模離島における事例検討から-」,日本生活学会,東京,2014 年 5 月(口頭発表,査読あり)
 - 8)松村悠子,「離島のエネルギー問題解決に向けた人々の取り組み」,「大阪大学人間科学部対象講義グローバル人間学専攻実験実習I」,大阪大学,2013 年 12 月(研究科内講義でのゲストスピーカー)
 - 9)松村悠子,「社会科学分野における超域的な研究とは?」,「大阪大学リーディング大学院第 11 回超域スクール」,大阪大学,2013 年 10 月(所属リーディングプログラムイベントのゲストスピーカー)
 - 10)松村悠子,三好恵真子「離島におけるエネルギー開発の現状と今後の展望」,環境科学会 2013 年会,静岡,2013 年 9 月(口頭発表及びポスター発表,査読あり)
 - 11)松村悠子,三好恵真子「離島における新エネルギー普及の可能性について第 2 報」,日本生活学会,横浜,2013 年 6 月(口頭発表,査読あり)
 - 12)松村悠子,三好恵真子「離島における新エネルギー普及の可能性について」,日本生活学会,大阪,2012 年 6 月(口頭発表,査読あり)

受賞歴

- 1)松村悠子,三好恵真子,環境科学会 2013 年会研究発表大会優秀発表賞(富士電機賞)
- 2)松村悠子人工知能学会市民共創知研究会第二回つしまみらいらば,ベストイシュー賞

研究資金の獲得

- 1) 松村悠子（研究代表）「長崎県対馬市におけるしいたけ原木廃棄物を利用したバイオマスボイラー導入に関する実践研究」，公益財団法人日本離島センター 離島人材育成基金助成事業，2017年4月採択
- 2) 三好恵真子（研究代表），胡毓瑜（共同分担者），松村悠子（共同分担者），西川優花（共同分担者）「実践志向型地域研究に立脚した地域社会に適合する新エネルギー開発のあり方と今後の展望－日本島嶼地域，中国浙江省，イラン・エスファハーン州の開発事例から討究する文理融合研究－」大阪大学平成28年度学術融合促進調査研究助成費 2016年12月採択
- 3) 松村悠子（研究代表），三好恵真子（共同研究者），胡毓瑜（共同研究者）「新エネルギー開発の当事者性と制度的な課題解決に関する日中比較研究」，日本生活学会生活学プロジェクト助成 2016年4月採択

他4報

事務局経験

- 1) 研究に関するワークショップの事務局：松村悠子，“Workshop for Global Expansion of Sustainable Community Projects”，環境エネルギー政策研究所・サムソエネルギーアカデミー，福島県喜多方市 2016年11月5日
- 2) 研究に関する研究会の事務局：松村悠子，“Global Expansion of Sustainable Community Projects: KR Foundation kick-off Meeting”，環境エネルギー政策研究所・サムソエネルギーアカデミー，福島県喜多方市 2016年11月6日

社会貢献活動

- 1) かたらんね市長室「対馬若者意見交換会」ファシリテーター 2015年対馬市豊玉公会堂
- 2) 松村悠子「対馬発 離島と世界をつなぐ持続可能なエネルギー開発実践」対馬学フォーラム 2016 特別報告，2016年12月11日

