

漁村・漁港地域における  
自然エネルギーを利用した振興策の検討(Ⅱ)

－ 平成 26 年度 報告書 －

平成 27 年 3 月

一般財団法人 東京水産振興会



## まえがき

当会では東日本大震災を受けて、漁港や漁村における再生可能エネルギーの利用に注目しながら、平成 25 年度より調査研究「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」事業に取り組んできました。

平成 25 年度においては、利用可能な再生可能エネルギーの概要、国の政策動向、漁村・漁港におけるエネルギー需要やエネルギー利用策、地域振興と自然エネルギー利用について検討を行いました。

平成 26 年度は、具体的な漁港モデル地域を設定したうえで、エネルギーミックスの検討、漁港モデル地域周辺の自然エネルギー供給の可能性と今後の課題について検討を行いました。

平成 27 年度は、エネルギー利用の実現化に向けたフィージビリティスタディ（実現可能性調査）を行うことを計画しています。

本調査研究では、本テーマに関する各方面の専門家メンバーからなる委員会を設置し、そのとりまとめを一般社団法人海洋産業研究会にお願いしました。

報告書が関係方面のご理解をいただくとともに、大いにお役に立つことを期待しています。

本事業の実施に際しましては、委員としてご尽力いただいた各位、並びに海洋産業研究会に厚くお礼を申し上げます。

平成 27 年 3 月

一般財団法人 東京水産振興会  
会 長 井 上 恒 夫



# 目次

はじめに

第1章 本調査の基本的な考え方.....	1
1. 本調査の出発点.....	1
2. エネルギー種類の複合利用と種別のメリット・デメリット.....	3
3. 函館市における利用可能な自然エネルギー源の検討.....	4
4. 函館におけるベストミックスの考え方.....	6
第2章 釜谷漁港及び戸井漁港におけるエネルギーミックスの検討.....	8
1. 釜谷漁港・戸井漁港におけるエネルギー需要の検討.....	8
2. 各自然エネルギーの導入検討.....	19
3. 釜谷漁港・戸井漁港におけるエネルギーネットワークの検討.....	25
第3章 周辺地域の自然エネルギー供給の可能性と今後の課題について.....	32
1. 函館市域における自然エネルギー.....	32
2. 事業主体の検討.....	35
3. 環境アセスメントについて.....	43
4. 合意形成について.....	45
5. 補助金について.....	47
むすび.....	50
巻末資料.....	51
活動報告.....	53
(地独) 北海道立総合研究気候環境地質研究本部地質調査所に対する質問・回答.....	72
戸井漁業協同組合に対するアンケート用紙.....	75
参考文献リスト.....	78



## はじめに

本報告書は、平成 25 年度から始まった（一財）東京水産振興会からの委託調査事業「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」の 2 年度目の成果をとりまとめたものである。

初年度においては、わが国の沿岸域に点在する漁村を中核として、小規模・分散型エネルギーの複合利用、得られたエネルギーの地産地消、さらにその周辺地域の振興を企図して取り組み、利用可能な再生可能エネルギー、関連する政策動向、振興方策等について検討を行った。

今年度においては、新たな委員も迎え、北海道函館市の戸井漁業協同組合における釜谷漁港・戸井漁港をモデル漁港として、利用が期待できる小規模・分散型の自然エネルギーの組み合わせの検討、電力需給のシミュレーションを行った。さらに、その他函館市域における利用可能な自然エネルギーをとりまとめるとともに、事業主体、環境アセス、地域の合意形成、再生可能エネルギーに関連する補助金等についてもとりまとめた。これらによって本事業の実現化に向けた端緒を切り開くことができたものとする。

最後に、本調査事業に多大なご協力をいただいた、函館市及び（一財）函館国際水産・海洋都市推進機構並びに戸井漁業協同組合の皆様へ、深くお礼を申し上げますところである。特に戸井漁業協同組合からご提供をいただいたデータにより、本年度の漁港電力需給分析が実り多いものとなった。

本事業が目指す、漁港及びその周辺地域の活性化のため、本プロジェクトの実現化に繋がるよう、引き続き関係各位のご協力とご支援をお願いする次第である。

平成 27 年 3 月

一般社団法人 海洋産業研究会



## 第1章 本調査の基本的な考え方

### 1. 本調査の出発点

平成25年度報告書の「はじめに」でも書かれているように、洋上風力発電の大規模化の追求（ウィンドファーム化）実現まで10年単位の長期的取組が必要であるが、他方で、沿岸漁業者など再生可能エネルギーの恩恵をいつになったら享受できるのかとの危惧が重なってしまい、再生可能エネルギーに対する期待と親近感が喪失してしまっかねない。

そこで小規模・分散型でエネルギー種類の複合利用、エネルギーの地産地消の実現を、たとえば5年単位で実現化していくことが、同時に求められているとあってよい。本調査の出発点は、そこにある。本調査研究における作業フローを図1を示す。

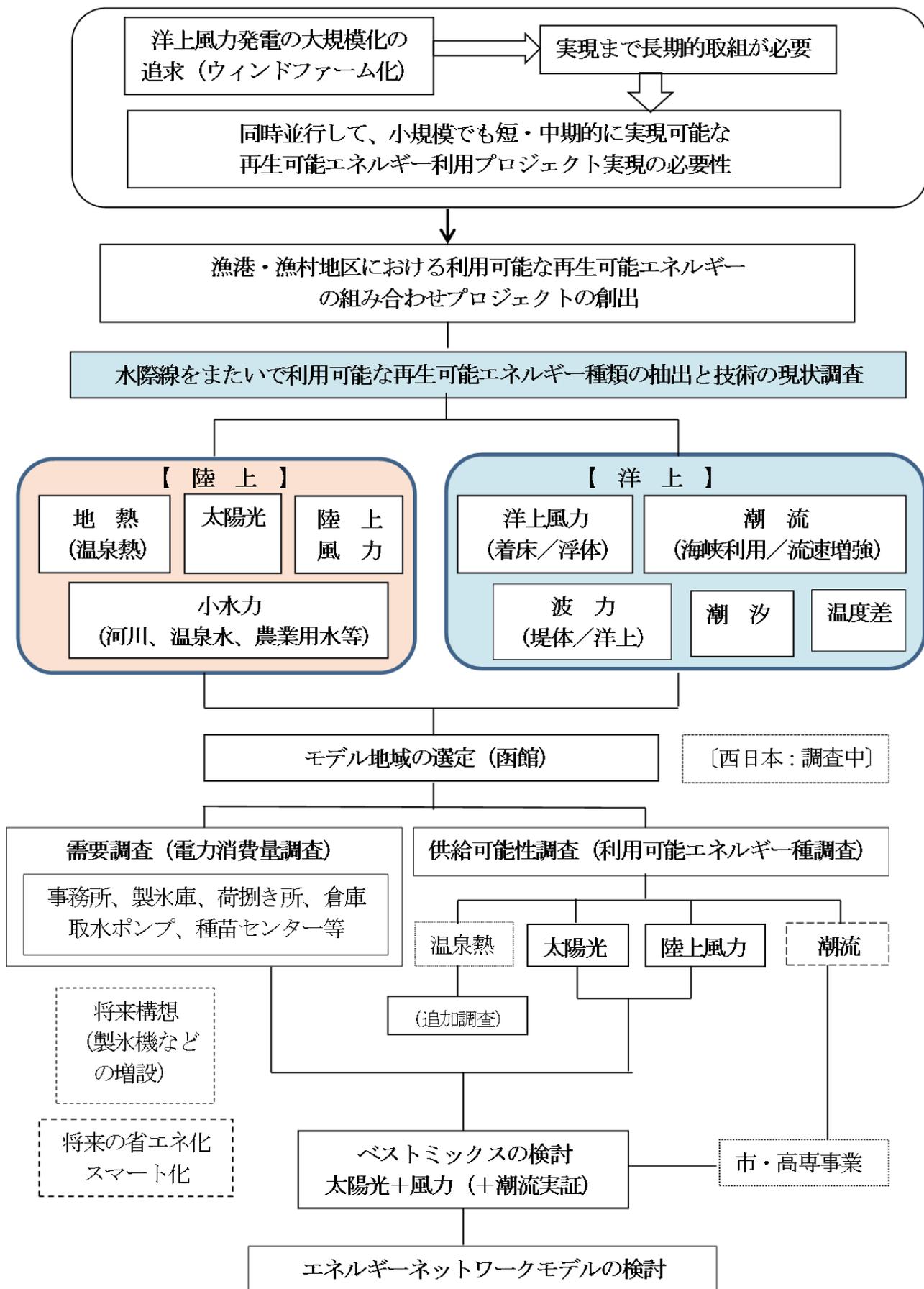


図 1 本調査事業の作業フロー

## 2. エネルギー種類の複合利用と種別のメリット・デメリット

上記のような出発点に立って、漁港・漁村単位の地域スケールでの実現を目指して、利用可能な再生可能エネルギーの種類を、昨年度報告書では、水際線をまたいで陸側と海側の両方から抽出した。下表縦軸に列挙したものがそれである。ここではさらに一步進めて、それぞれのメリット・デメリットを整理すると次のようになる。

表 1 利用可能な自然エネルギーの種類とそのメリット・デメリット

	エネルギー種類	メリット	デメリット
陸上	太陽光	<ul style="list-style-type: none"> <li>実績がある</li> <li>経済性検討が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>夜間、曇天や雨天では×で変動大</li> </ul>
〃	陸上風力	<ul style="list-style-type: none"> <li>実績がある</li> <li>経済性検討が可能</li> <li>小型風車の開発進展中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>変動大</li> </ul>
〃	地 熱 (温泉熱)	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電容量が大きい</li> <li>安定性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備投資が大きい</li> </ul>
〃	小水力 〔河川、温泉水、農業用水〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>R&amp;D が急ピッチ</li> <li>人工的に落差形成可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電容量が小さい</li> </ul>
海洋	洋上風力〔着床式〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業化段階が近い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸上よりコスト大</li> </ul>
	洋上風力〔浮体式〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来の可能性大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>まだ実証段階</li> </ul>
〃	潮 流〔自然界潮流利用式〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>まだ研究開発段階</li> <li>コスト大</li> </ul>
	潮 流 〔流速増強式／人工水路式〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電容量大きく見込める</li> <li>海外で R&amp;D 急ピッチ</li> </ul>	
〃	波 力〔堤体利用式〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>もともと R&amp;D が進んでいる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 基当たりの発電容量が小さい</li> </ul>
	波 力〔洋上式 (ブイ／浮体)〕		<ul style="list-style-type: none"> <li>基数多く必要</li> </ul>
〃	潮 汐	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電容量大きく見込める</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海岸線の環境改編</li> </ul>
〃	海洋温度差	<ul style="list-style-type: none"> <li>R&amp;D 急ピッチ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト大</li> </ul>

これらの利用可能な自然エネルギーによる電力供給と、漁港関連施設への提供を概念的にとりまとめたものが図 2 のようになる。

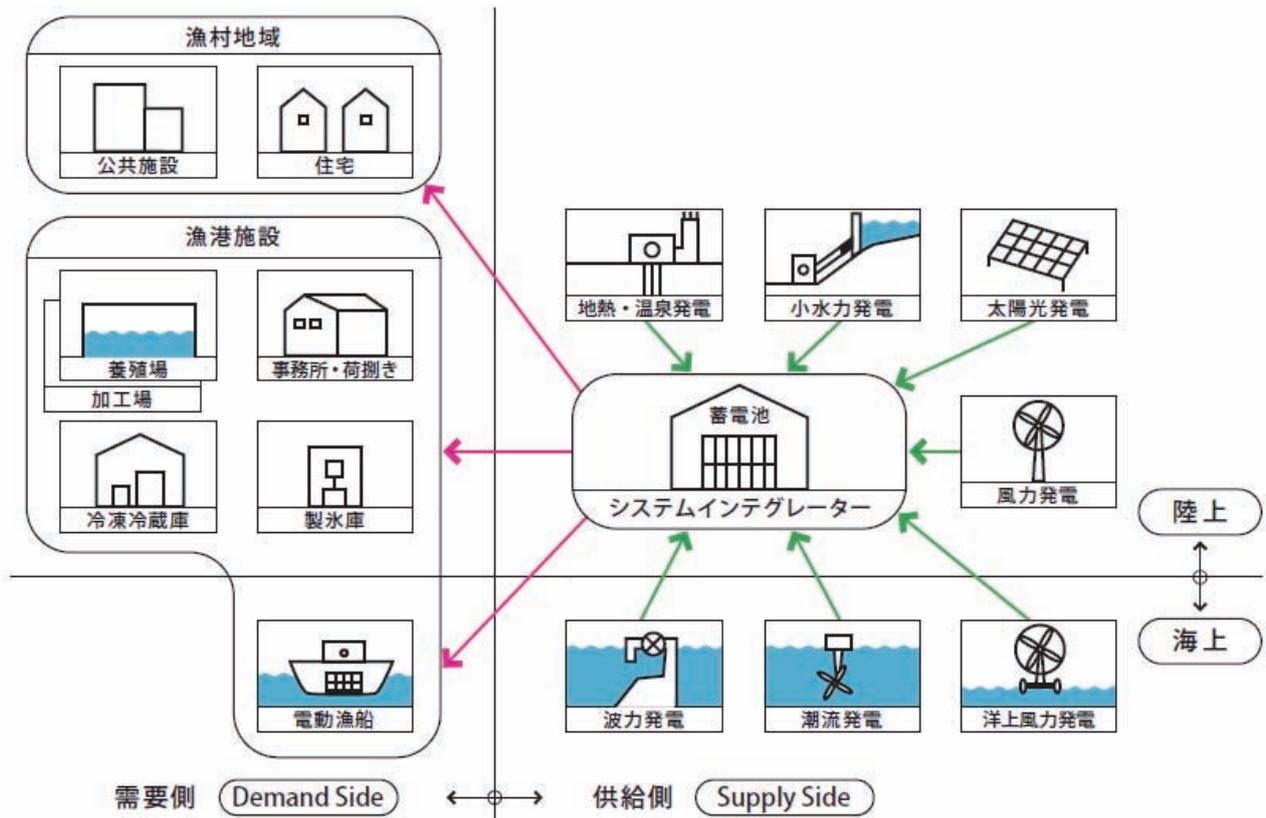


図 2 漁港における小規模・分散型エネルギーシステムのモデル

### 3. 函館市における利用可能な自然エネルギー源の検討

本調査研究の事例対象となった釜谷漁港・戸井漁港の周辺地域としては、概ね函館市を想定することができる。ここでは、表 1 に取り上げたエネルギー種類について、本調査研究当初の利用可能性に関する想定をまとめる。

#### 3.1. 太陽光

全国的に実績もあり、漁港における建物の屋根等で実施可能である。したがって、エネルギー源（種）のベストミックスでは候補の一つになる。ただし、夜間や曇天・雨天では発電せず、変動が大きい欠点がある。

#### 3.2. 陸上風力

全国に実績があるが、一般に、風車の大型化傾向に拍車がかかり、1 基当たりの発電量が 5MW (5,000KW) 級となっている。しかしながら、小型風車の開発が進展中で、特にここでは、九州大学の 大屋教授が取り組んでいる「風レンズ風車」(小型で風切音がない。レンズ効果により風速がやや弱めでも風速を増幅) の採用を想定する。支柱 1 本に 1 基の方式のほか、最近では、支柱 1 基に五輪マークのように台形に複数基を設置する設計もある。したがって、太陽光とともに、漁港域内に設置することを考えれば、函館でのベストミックスの構成エネルギー源（種）となりうるものである。

### 3.3. 地熱（温泉熱）

函館をモデル地域に選定した理由の一つが、この温泉熱の利用可能性である。そこで、戸井・釜谷漁港周辺での温泉源を調べた結果、両漁港から 6-7Km 離れた旧戸井町泉源である「ふれあい湯遊館」における 38.8℃の温泉水しか存在しないことが分かった。これでは、湯の川温泉地区のようにどこでも掘れば当たるといった訳にはかないことが判明し、当初の期待がそがれた結果となった。温泉熱は、利用可能であれば安定して比較的大きな発電容量を創出することができるとともに、熱エネルギーを利用後に温泉水を落差のある水路で流下させれば、その位置エネルギーを活用して小水力発電の一種としての利用も可能という、一石二鳥の特徴があるだけに、少々悔やまれる。

追加調査として、（地独）北海道立総合研究機構の環境地質研究本部地質調査所（旧・道立地質調査所）へ問い合わせを行い、可能性について追加調査を行った。「質問」と、それに対する「回答」は参考資料に掲載する別紙のとおりである。これによれば、地質構造的に見て、泉源の可能性は低く、仮に 1500m 掘削しても 59℃と見積もられている。また、事前調査・試掘・利用開始まで、1 年数か月を要すること、並びに掘削コストは 8-10 万円/m とされるので、1500m の掘削と想定すれば、1.2～1.5 億円と想定されることが判った。それだけのコストをかけて経済的に利用可能な地熱発電が可能かどうかは、さらなる調査が必要であるが、上述のように、小水力発電とのカスケード利用からも評価する必要があり、完全に切り捨てるのは早計のように思われる<sup>1</sup>。もう一つの可能性は、湯の川温泉周辺で温泉熱発電をして送電線で漁港地区に送電してもらうか、もしくは、温泉水をパイプラインで輸送して漁港地区で熱利用発電と小水力発電のカスケード利用することが考えられる、経済性の検討が必要であることは多言を要しない。

### 3.4. 小水力

全国各地で中小河川を利用した小水力発電が実施されてきているので、これも、ベストミックスの構成エネルギー源（種）と捉えたいところであるが、戸井・釜谷漁港には中小の河川も存在せず、少々残念な結果となった。上述の温泉水の熱エネルギー利用と位置エネルギー利用の可能性が追求できれば非常に好ましいと言えるのだが、現段階では可能性の域を出ない。

### 3.5. 洋上風力（着床式／浮体式）

着床式洋上風力は、全国各地の港湾区域や浅海域で着々と取組が進められてきているものであるが、経済性については今なお疑問視する向きがある。平成 26 年度から FIT の対象になり、36 円/kWh となっている。浮体式もまだ実証実験段階である。函館では、津軽海峡に面するので、海域空間の確保の面からして、まず選択肢にはなりにくい。加えて、潮流が速いために、支柱部の強度と安全性の面がコストに跳ね返ってくる可能性が大である。

---

<sup>1</sup> 柴田ほか、函館平野の熱水流動系、北海道立地質調査所報告、第 80 号、27-29、2009 を参照。

### 3.6. 潮流

津軽海峡では、有力な選択肢であり、実際、函館市および函館工業高等専門学校の手によって、実測調査や潮流発電システムの検討が進められている。ただし、実測ポイントでの流速は、必ずしも十分なものとは言えない結果が出ている。この点については、複数の発電機の設置あるいは、風レンズ風車の応用による流速増幅型の適用可能性が十分ありうる。ただし、まだ実証実験段階にあるため、ベストミックスの選択肢にすぐさま組み込むことはできにくい。

### 3.7. 波力

昨年度報告書でも詳細にとりまとめたように、海洋エネルギー利用では最も多数のシステムが長い年月の間に取組まれている、実績のある程度ある発電方式である。函館では、波力発電ブイを並べたり、浮体構造物による波力発電は、海洋空間の利用可能性の制約から行っても、ベストミックスの選択肢には組み込みにくい。それに対して、堤体利用型は実績も多く、函館の漁港においても活用可能性はありうるが、波力エネルギーのポテンシャルの問題からして、取り上げたとしても補助的な電源の域をでないものと想定される。

### 3.8. 潮汐

潮汐発電はフランスと韓国で商用規模の発電所が稼働中であるが、潮汐発電の原理は、いわば、海岸線におけるダム構造を利用した水力発電と言って良い。発電容量は大きなものが期待できるが、海岸線の環境を大幅に変更するものであり、海洋再生可能エネルギーの種類としてまな板の上ののっても、実際の選択肢にはなりにくいと言って良い。

### 3.9. 海洋温度差

これは温度の高い表層水と海底部近くの温度の低い低層水を活用して、間にアンモニア等の沸点の低い媒体を入れて、蒸発気体を使ってタービンを回すものである。一般に、亜熱帯から熱帯地方の表層と低層の温度差（ $\Delta T$ ）が  $20^{\circ}\text{C}$  あれば発電可能とされる。日本では、自然界の海洋温度差利用方式では沖縄地方しか立地可能性がない。ただ、高温水と低温水を混ぜ合わすわけではなく、熱交換するだけであるので、自然界の海水でなければならないということではなく、要は  $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$  さえあれば発電は可能である。したがって、工場などからの陸上排水と低温の海水との組み合わせでも原理的には発電可能である。それでもなお、函館においては、そうした温度差のある大量の水を確保することは難しい。加えて、温度差発電システムのコストが現段階では非常に高いので、ここでのベストミックスの選択肢にはなりにくい。

## 4. 函館におけるベストミックスの考え方

以上のことから、まず第2章では、釜谷漁港及び戸井漁港の電力消費量を推計した上で、両漁港区域の陸上における「太陽光+小型風力発電」を主軸にしながら、現地で取組まれている潮流発電等をプラス $\alpha$ に加えたシステムとして検討を進めていく。第3章ではその周辺地域、主に函館市域に賦存する潮流、地熱、小水力の電力供給量を検討しつつ、事業主体、環境アセスメント、地域の合意形成、利用が

検討される補助金についてとりまとめた。

太陽光発電、小型風力発電、潮流発電そして地熱（温泉水）発電や小水力発電が利用可能としたケースにおける漁港周辺への配置を仮想的に示したものが図 3 になる。

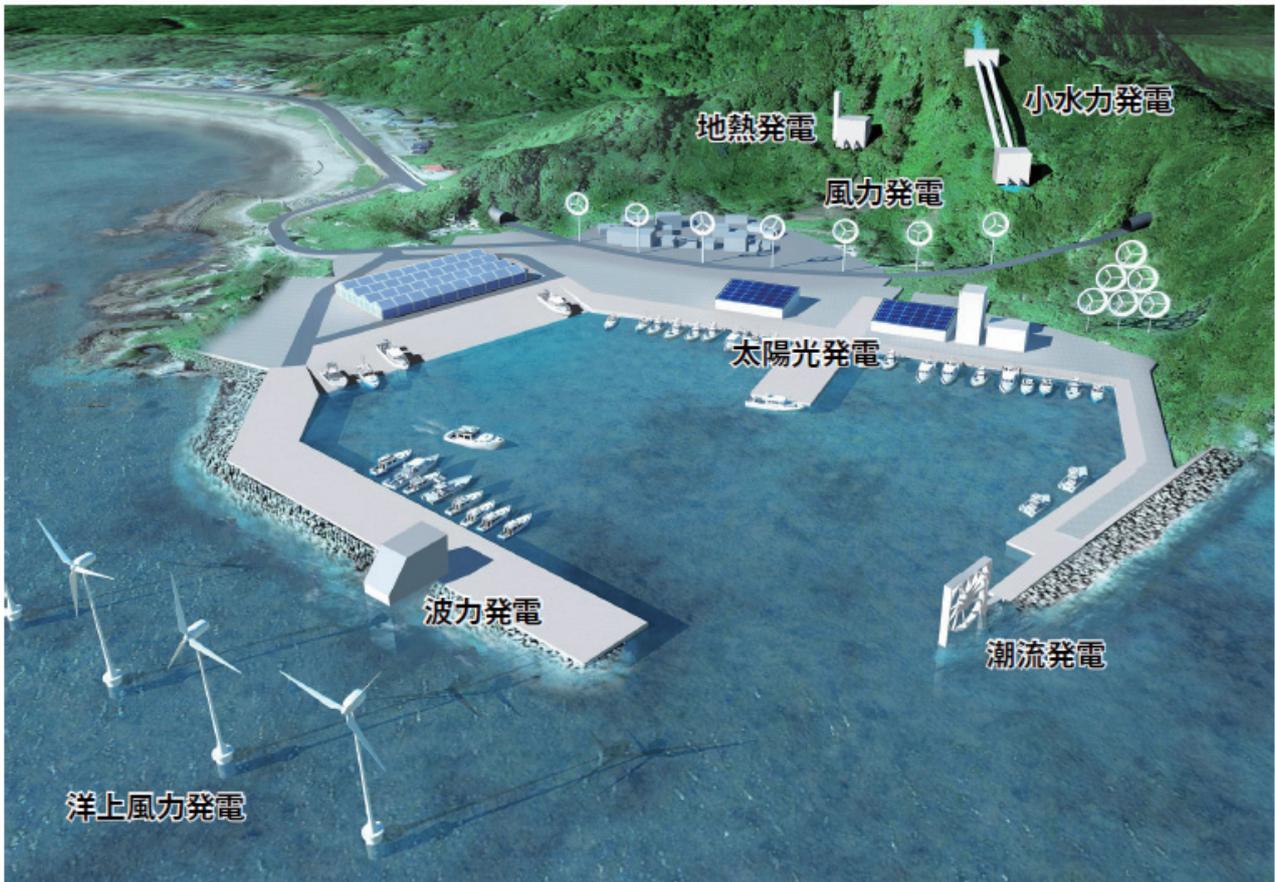


図 3 小規模・分散型エネルギーをミックスした漁港モデルのイメージ図

## 第2章 釜谷漁港及び戸井漁港におけるエネルギーミックスの検討

### 1. 釜谷漁港・戸井漁港におけるエネルギー需要の検討

#### 1.1. 釜谷漁港・戸井漁港の位置

北海道函館市は、2005年に亀田郡戸井町、恵山町、榎法華村、茅部郡南茅部町が同市に編入する形で現在の姿となった。

本調査研究で事例対象となった釜谷漁港・戸井漁港はともに旧戸井町にあたる。両漁港は、ともに戸井漁業協同組合に属する。同漁協には両漁港の他に、小安漁港と汐首漁港があり、計4つの漁港からなる。このうち釜谷漁港に漁協事務所が設置されている。函館市の中心部、釜谷漁港、戸井漁港の位置については、図4に示す。



図4 釜谷漁港・戸井漁港の位置

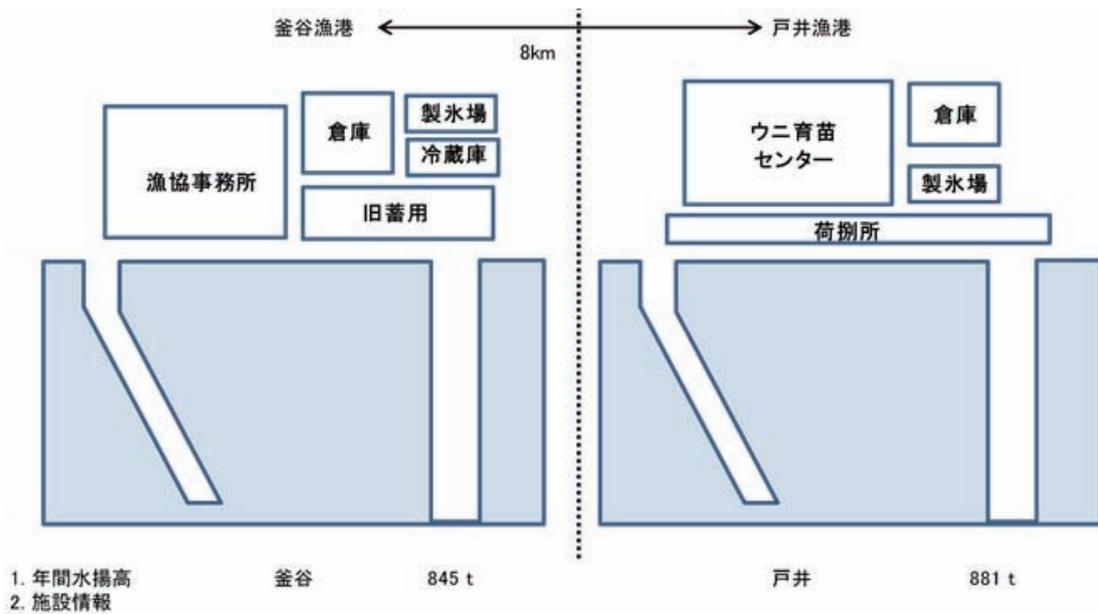
(グーグルマップより。事務局補足)

#### 1.2. 釜谷漁港・戸井漁港の施設情報

釜谷漁港及び戸井漁港の施設配置図、年間水揚高、施設の基本情報を図5にまとめる。

釜谷漁港は第一種漁港に該当し、年間漁獲量は後述するようにイカやコンブを中心に、900トンに満たない。その主な施設は漁協事務所、倉庫、製氷場、冷蔵庫、旧蓄養施設からなる。

戸井漁港も第一種漁港である。年間漁獲量は、こちらも後述するようにコンブが中心で、900トンに満たない。その主な施設はウニ種苗センター、荷捌き所、倉庫、製氷場からなる。



場所	施設	延床面積	建築面積	階数	構造	暖房	冷房
		m	m				
釜谷	漁協事務所	807	280	地上3階	RC造	ボイラー(灯油)	
釜谷	倉庫	165	165	平屋	木造、モルタル造		
釜谷	冷蔵庫	44	44	平屋	木造、モルタル造		
釜谷	製氷施設	102	43	地上3階	S造		
釜谷	旧蓄用ほか	206	206	平屋	S造、モルタル造		
戸井	倉庫	181	138	地上2階	S造		
戸井	ウニ種苗センター	2297	673	地上2階	S造、木造、ブロック造	灯油ストーブ	冷凍機
戸井	製氷施設	195	65	地上3階	S造		冷凍機
戸井	荷捌き所	391	391	平屋	RC造	暖房器(灯油)	

図 5 釜谷・戸井漁港の施設情報

### 1.3. 釜谷漁港・戸井漁港のエネルギー消費量の推計

函館市及び戸井漁業協同組合の協力<sup>2</sup>によって得られた月毎のエネルギー料金について、釜谷漁港は表 2 及び図 6 に、戸井漁港は表 3 及び図 7 にまとめた。

釜谷漁港は冬期に料金が大きく、戸井漁港は秋期に料金が大きい。両漁港合せると年間のエネルギー料金は約 1686 万円であった。そのうちウニ種苗センターの電気代が約 487 万円、ポンプ電気が約 267 万円(両漁港合計) と大きな割合を占めていた。

釜谷漁港は、年間のエネルギー料金は約 655 万円、その大部分が施設の電気料金の約 328 万円が占め、次に灯油の 190 万円が続いている。月別のエネルギー料金額の推移から、灯油は主に冬期の暖房に利用されていることがわかる。

戸井漁港は、年間のエネルギー料金は約 1031 万円、その大部分がウニ種苗センターの約 487 万円が占め、施設の電気料金が 257 万円、次にポンプ電気の 196 万円が続いている。月別のエネルギー料金額の推移から、灯油は主に冬期の暖房に利用されていることがわかる。

<sup>2</sup> アンケート用紙を配布の上、函館市及び戸井漁業協同組合から併せて回答を得た。アンケート用紙は別紙参照

表 2 釜谷漁港の月毎エネルギー料金額 (単位: 千円)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
電気	323	272	247	228	222	163	214	343	354	299	317	294	3,276
ポンプ電気	75	63	84	54	77	71	67	51	31	26	54	52	705
外灯電気	28	24	23	23	22	20	19	22	23	22	25	24	275
プロパン		4				4							8
上水	30	20	22	22	19	18	31	46	52	37	47	42	386
灯油	524	329	318	232	216		33				101	148	1,901
													6,551

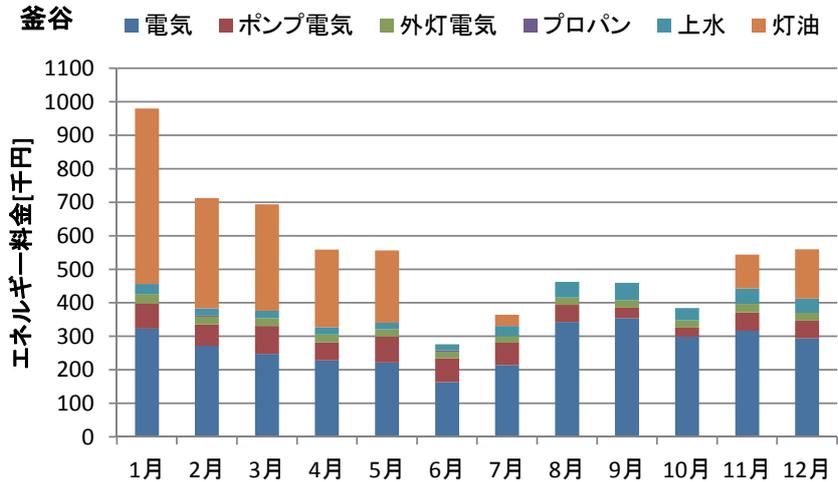


図 6 釜谷漁港のエネルギー料金

表 3 戸井漁港の月毎エネルギー料金額 (単位: 千円)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
電気	188	263	206	154	142	151	179	251	325	323	211	177	2,570
ポンプ電気	154	122	114	107	132	151	184	213	222	208	202	155	1,964
外灯電気	25	21	20	18	18	17	17	18	19	21	22	22	238
ウニ電気	403	439	400	475	399	464	411	351	384	355	402	383	4,867
上水	81	25	15	9	8	10	15	28	49	57	19	15	331
ウニ上水	3	1	1	1	11	9	29	28	27	17	10	3	138
灯油	37	36	34	31							32	36	206
													10,313

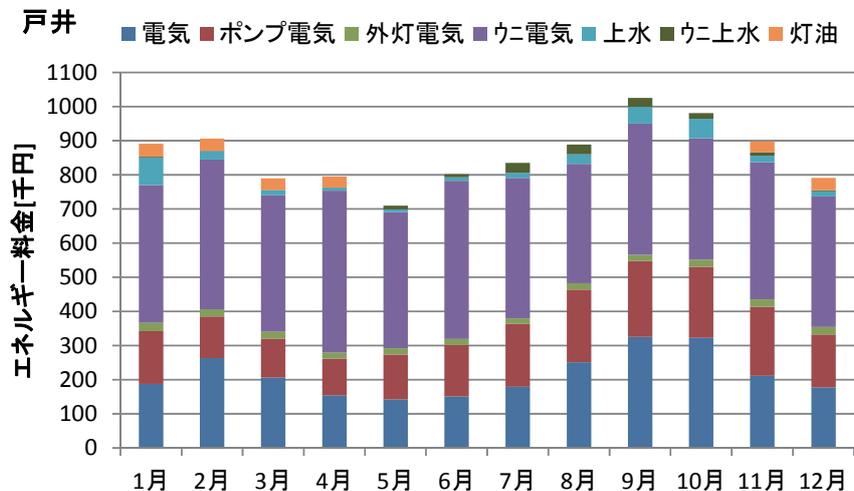


図 7 戸井漁港のエネルギー料金

上述の月別エネルギー料金を基に表 4 に示す電気料金<sup>3</sup>、上水<sup>4</sup>、灯油<sup>5</sup>、プロパン<sup>6</sup>といったエネルギー単価、及びエネルギー消費原単位料金から、両漁港の月別一次エネルギー消費量を示したのが表 5、これに漁獲量を加えたのが図 8（釜谷）、図 9（戸井）である。

両港とも、特に漁獲量との相関はみられない。北海道という地理的特性からか、特に釜谷漁港では、事務所の暖房源である灯油のエネルギー消費が大きな影響を持っていることがうかがえる。

表 4 エネルギー単価及びエネルギー消費原単位

(a) エネルギー単価

電気	基本料金	1836 円
	従量料金	20.56 円/kW（昼間） 14.45 円/kW（夜間）
上水		146 円/m <sup>3</sup>
灯油		105.2 円/ℓ
プロパン	基本料金	1943 円
	従量料金	716 円/m <sup>3</sup>

(b) エネルギー消費原単位(1)

	一次換算
電気	9.76GJ/MWh

(c) エネルギー消費原単位(2)

	発熱量
LGP	50.8GJ/t
灯油	36.7GJ/kℓ

表 5 釜谷漁港・戸井漁港の月毎一次エネルギー消費量

単位：GJ

釜谷漁港													
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
電気	183.5	154.7	156.1	131.9	141.8	114.4	131.5	174.6	168.3	143.5	167.8	157.1	1,825.0
プロパン	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
灯油	182.8	114.8	110.9	80.9	75.4	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	35.2	51.6	663.2
戸井漁港													
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
電気	330.6	353.7	311.3	315.0	294.9	333.7	342.4	363.6	411.1	392.5	364.1	317.3	4,130.1
灯油	12.9	12.6	11.7	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	12.6	71.7
両漁港の合計	709.8	636.0	590.0	538.7	512.1	448.3	485.4	538.2	579.3	535.9	578.3	538.6	6,690.6

<sup>3</sup> 北海道電力 HP 電力契約標準約款（高圧）、<http://www.hepco.co.jp/userate/price/unitprice/unitprice04.html>。

<sup>4</sup> 全国市町村水道料金単価一覧表 HP：<http://homepage2.nifty.com/dorukun/>。

<sup>5</sup> 経済産業省 北海道経済産業局 HP：<http://www.hkd.meti.go.jp/hokno/touyu/index.htm?date=20120328>。

<sup>6</sup> プロパンガス協会 HP：<http://www.propane-gas.jp/area47/Zentodofuken/hokkaido.html>。

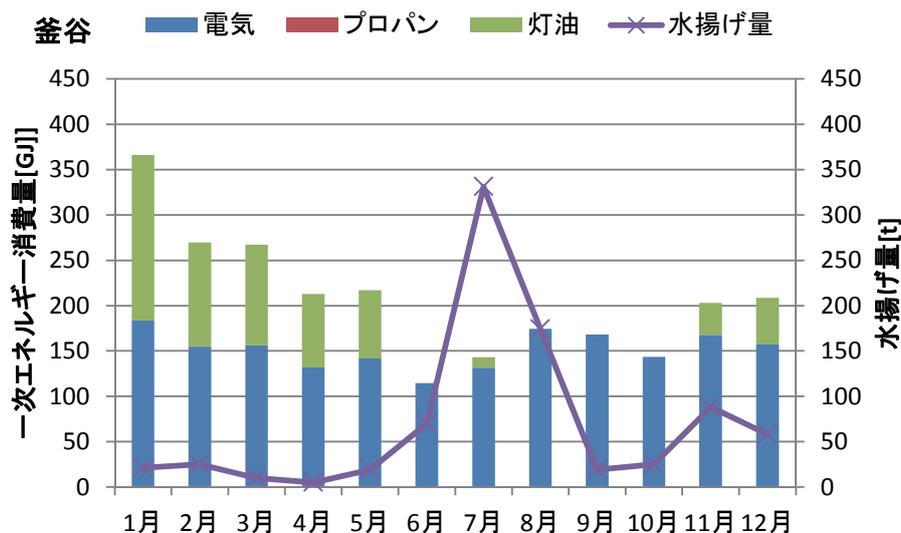


図 8 釜谷漁港における月別一次エネルギー消費量

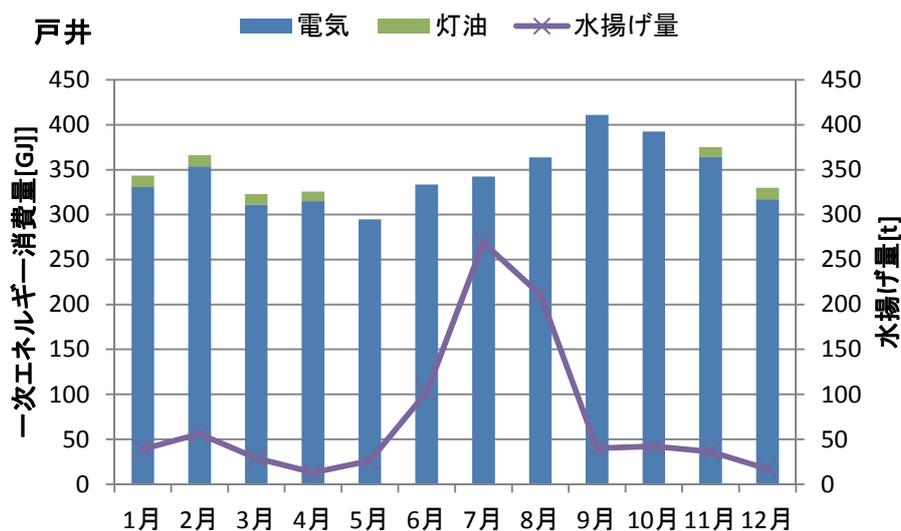


図 9 戸井漁港における月別一次エネルギー消費量

#### 1.4. 釜谷漁港・戸井漁港の電力消費量の推計

上述のエネルギー料金より推定した月別電力消費量を表 6 (釜谷)、表 7 (戸井) に示す。これによれば、年間電力消費量は釜谷漁港で 18 万 7,000kWh、戸井漁港で 42 万 3,000kWh となった。

表 6 (釜谷)、表 7 (戸井) に示す電力消費量をさらに詳細に推定分析する。表 8 に示す各施設の照明、コンセント、その他設備のエネルギー消費原単位 (推定値) と建物の使用時間の設定に基づき、表 9 (釜谷)、表 10 (戸井)、図 10 (釜谷)、図 11 (戸井) に、電力消費量を推定した。釜谷漁港では事務所が全体の 27%、ポンプ 22% と大きな割合を占めていた。戸井漁港ではウニ育苗センターが全体の 46%、ポンプ 27%、製氷庫が 11% と大きな割合を占めていた。

表 6 釜谷漁港の月別電力消費量 (推定値、単位: kWh)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
電気	12,916	10,877	9,877	9,117	8,877	6,518	8,558	13,716	14,156	11,957	12,676	11,757	131,003
ポンプ	4,284	3,599	4,799	3,085	4,399	4,056	3,827	2,913	1,771	1,485	3,085	2,971	40,274
外灯	1,600	1,371	1,314	1,314	1,257	1,143	1,085	1,257	1,314	1,257	1,428	1,371	15,710
													186,987

表 7 戸井漁港の月別電力消費量（推定値、単位：kWh）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
電気	7,518	10,517	8,238	6,158	5,678	6,038	7,158	10,037	12,996	12,916	8,438	7,078	102,771
ポンプ	8,797	6,969	6,512	6,113	7,541	8,626	10,511	12,168	12,682	11,882	11,540	8,855	112,197
外灯	1,428	1,200	1,143	1,028	1,028	971	971	1,028	1,085	1,200	1,257	1,257	13,596
ウニ電気	16,130	17,556	16,003	18,979	15,965	18,550	16,440	14,023	15,353	14,215	16,070	15,322	194,606
													423,169

表 8 各施設の設備における使用時間とエネルギー原単位の設定

施設	設備	仕様の想定
漁業 事務所	空調	灯油ボイラー（10～5月、24時間、設定 25℃）
	照明	15W/m <sup>2</sup> （8-17時）
	コンセント	10W/m <sup>2</sup> （8-17時）、3W/m <sup>2</sup> （17-8時）
	その他	2W/m <sup>2</sup> （24時）※昇降機等
製氷庫	空調	電動冷凍機（効率 1.2）、総エネルギー消費量原単位：66.7kWh/t <sup>†</sup> 算出条件：24h 同じ電力消費、月別の水揚量（コンブ除く）に応じて消費量を 按分
倉庫・ 旧蓄養	照明	5W/m <sup>2</sup> （8-17時）
	コンセント	2W/m <sup>2</sup> （24時間）
	その他	1W/m <sup>2</sup> （24時間）※トランスなど
海水 ポンプ		1年中同じ電力を想定
荷捌き所	空調	灯油暖房機（10～5月、4-17時、設定 25℃）
	照明	8W/m <sup>2</sup> （4-17時）
ウニ種苗 センター	空調	冷房：冷凍機（6～10月、24時間、絶対 18℃） 暖房：灯油暖房機（11～4月、8-17時、設定 20℃）
	照明	10W/m <sup>2</sup> （8-17時）
	コンセント	3W/m <sup>2</sup> （8-17時）、1W/m <sup>2</sup> （17-8時）
	ポンプ	7.5kW、1年中同じ電力を想定
	その他	1W/m <sup>2</sup> （24時間）※トランスなど

表 9 釜谷漁港における各施設の電力消費量（推定値、単位：kWh）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
事務所	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	4,261	51,132
倉庫	488	488	488	488	488	488	488	488	488	488	488	488	5,861
旧蓄用	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	7,317
製氷庫	1,112	403	479	192	96	364	594	3,988	1,304	173	479	1,687	10,872
ポンプ	4,284	3,599	4,799	3,085	4,399	4,056	3,827	2,913	1,771	1,485	3,085	2,971	40,274
外灯	1,600	1,371	1,314	1,314	1,257	1,143	1,085	1,257	1,314	1,257	1,428	1,371	15,710
その他	6,445	5,115	4,039	3,567	3,422	795	2,604	4,368	7,493	6,425	6,838	4,710	55,821
													186,987

表 10 戸井漁港における各施設の電力消費量（推定値、単位：kWh）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
荷捌き所	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,006
製氷庫	5,891	8,459	4,380	1,964	3,927	3,172	3,323	755	1,964	6,344	5,438	2,568	48,185
ウニ種苗	16,130	17,556	16,003	18,979	15,965	18,550	16,440	14,023	15,353	14,215	16,070	15,322	194,606
倉庫	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	6,429
ポンプ	8,797	6,969	6,512	6,113	7,541	8,626	10,511	12,168	12,682	11,882	11,540	8,855	112,197
外灯	1,428	1,200	1,143	1,028	1,028	971	971	1,028	1,085	1,200	1,257	1,257	13,596
その他	591	1,022	2,821	3,158	715	1,830	2,799	8,246	9,996	5,536	1,964	3,474	42,151
													423,169

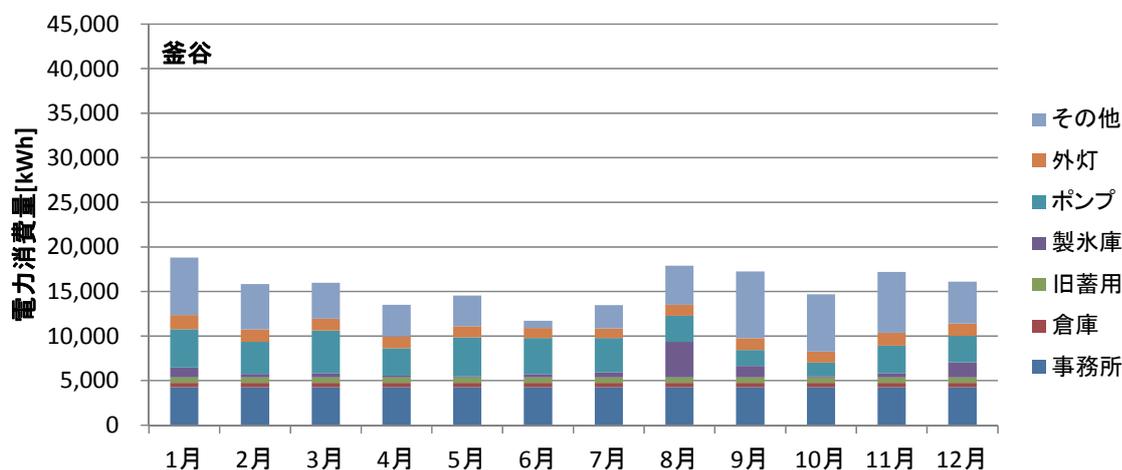


図 10 釜谷漁港における各施設の電力消費量（推定値、単位：kWh）

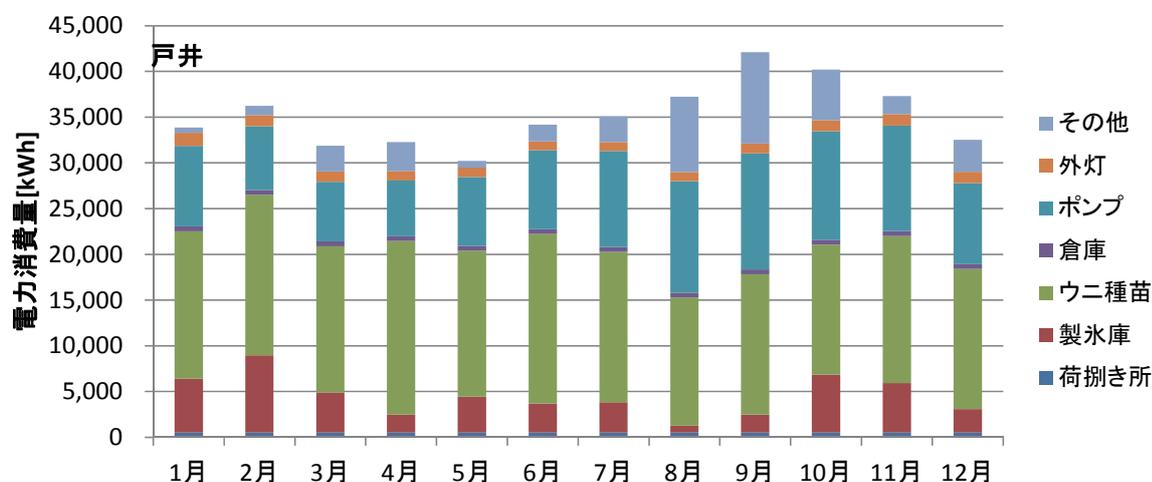


図 11 戸井漁港における各施設の電力消費量（推定値、単位：kWh）

## 1.5 省エネルギーの検討

釜谷漁港、戸井漁港について、表 11 に示す設定ケースに基づき、現状に対する省エネルギー案を検討する。省エネ案は漁港のエコ化方針<sup>6)</sup>の省エネルギーのための対策、釜谷漁港及び戸井漁港に向く項目を抽出し、導入効果を試算する。詳細については以下で述べる。

表 11 漁港の省エネルギー化案の設定

Case	現状	省エネ案	初期費用 (参考値)
ソフト対策		事務所の不要照明の消灯	-
		事務所空調温度の適正化(25→23℃)	-
		ウニセンターの不要照明の消灯	-
ハード対策		製氷機を最新機種に更新	2,000,000～円/台
		事務所に人感センサ設置	1,000～10,000円/台
		事務所照明をLEDに更新	1,000～20,000円/台
		事務所空調機器更新(灯油ボイラ→GHP)	6,000,000～円/台
		倉庫・旧蓄用照明をLEDに更新	1,000～20,000円/台
		海水ポンプにインバータ設置(50→40Hz)	50,000～200,000円/台
		荷捌き所照明をLEDに更新	1,000～20,000円/台
		ウニセンターの海水ポンプにインバータ設置(50→40Hz)	50,000～200,000円/台
		ウニセンター人感センサ設置	1,000～10,000円/台
	ウニセンター照明をLEDに更新	1,000～20,000円/台	

※初期費用はあくまでも参考値であり、数字を保証するものではない

表 12 に各施設の具体的な省エネ化の具体案を示す。事務所の空調設備は灯油ボイラからガスヒートポンプ空調に更新する案とした。照明設備はハード対策の場合、LEDに変更し、人感センサを設置する。製氷庫の冷凍機は最新式のものに交換することで効率向上を見込んだ。また、エネルギー消費量が大きい海水ポンプにはインバータを設置する。

表 12 省エネルギー化の具体案

	現状	省エネ案
漁協事務所	空調	灯油ボイラ(10～5月 24時間、設定25℃)
	照明	15W/m <sup>2</sup> (8-17時)
	コンセント	10W/m <sup>2</sup> (8-17時)、3W/m <sup>2</sup> (17-8時)
	その他	2W/m <sup>2</sup> (24h)※昇降機、トランスなど
製氷庫	空調	電動冷凍機(効率1.2)、総エネルギー消費量原単位: 66.7kWh/t年(別海資料より) 算出条件:24h同じ電力消費量、月別の水揚量(こんぶ抜き)に応じて消費量按分
倉庫・旧蓄用	照明	5W/m <sup>2</sup> (8-17時)
	コンセント	2W/m <sup>2</sup> (24h)
	その他	1W/m <sup>2</sup> (24h)※トランスなど
海水ポンプ		1年中同じ電力を想定
荷捌き所	空調	灯油暖房器(10～5月 4-17時、設定25℃)
	照明	8W/m <sup>2</sup> (4-17時)
ウニ種苗センター	空調	冷房:冷凍機(6～10月 24時間、設定18℃) 暖房:灯油暖房器(11～4月 8-17時、設定20℃)
	照明	10W/m <sup>2</sup> (8-17時)
	コンセント	3W/m <sup>2</sup> (8-17時)、1W/m <sup>2</sup> (17-8時)
	ポンプ	7.5kW 1年中同じ電力を想定
	その他	1W/m <sup>2</sup> (24h)※トランスなど

省エネ化の検討の結果、得られた年間電力消費量を表 13（釜谷）、表 14（戸井）に示す。また、省エネ化前・後の比較を示した各月年間消費量を図 12（釜谷）、図 13（戸井）に、両漁港合計の年間消費量について省エネ化前・後を比較したものを図 14 に示す。

事務所は空調機をガスヒートポンプ空調に変更したため、室内機のファン動力などに電気を使い、空調のエネルギー消費量が増加していた<sup>7</sup>。海水ポンプはインバータ設置により、定格周波数 50Hz から 40Hz に変更することで流量は 4/5 になるが、消費エネルギーが現状の 49%削減になり、省エネ効果が大きい（ユニセンターの海水ポンプも同様）。製氷庫の機器を最新の高効率機に更新することでエネルギー消費量は 33%削減、年間の電気消費量は 27%削減が見込まれた。

表 13 釜谷漁港における省エネ化後の電力消費量（推定値、単位：kWh）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
事務所	5,112	4,709	4,841	4,673	4,704	2,905	3,449	2,905	2,905	2,905	3,527	3,607	46,241
倉庫	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409	4,910
旧蓄用	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	6,131
製氷庫	741	268	320	128	64	243	396	2,659	869	115	320	1,125	7,248
ポンプ	2,194	1,843	2,457	1,579	2,252	2,077	1,960	1,492	907	760	1,579	1,521	20,620
外灯	533	457	438	438	419	381	362	419	438	419	476	457	5,237
その他	6,445	5,115	4,039	3,567	3,422	795	2,604	4,368	7,493	6,425	6,838	4,710	55,821
	15,945	13,312	13,014	11,305	11,781	7,320	9,690	12,763	13,532	11,545	13,660	12,340	146,208

表 14 戸井漁港における省エネ化後の電力消費量（推定値、単位：kWh）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
荷捌き所	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	2,252
製氷庫	3,927	5,639	2,920	1,309	2,618	2,115	2,215	503	1,309	4,229	3,625	1,712	32,123
ウニ種苗	13,022	14,711	12,895	15,958	12,857	15,529	13,332	10,915	12,332	11,107	13,049	12,214	157,919
倉庫	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449	5,387
ポンプ	4,504	3,568	3,334	3,130	3,861	4,417	5,382	6,230	6,493	6,084	5,908	4,534	57,445
外灯	476	400	381	343	343	324	324	343	362	400	419	419	4,532
その他	591	1,022	2,821	3,158	715	1,830	2,799	8,246	9,996	5,536	1,964	3,474	42,151
	23,156	25,977	22,988	24,535	21,030	24,851	24,688	26,873	31,129	27,992	25,602	22,988	301,809

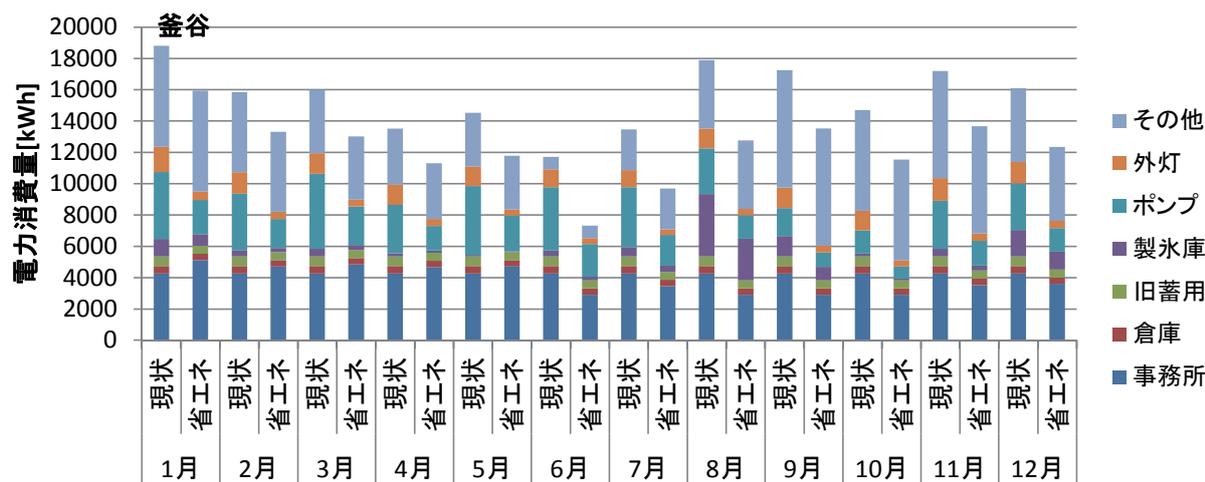


図 12 釜谷漁港における省エネ化前・後の電力消費量の比較（推定値）

<sup>7</sup> LCEM Ver3.03（ライフサイクルエネルギーマネジメント）により計算。国土交通省 大臣官房 官庁営繕部 設備・環境課。

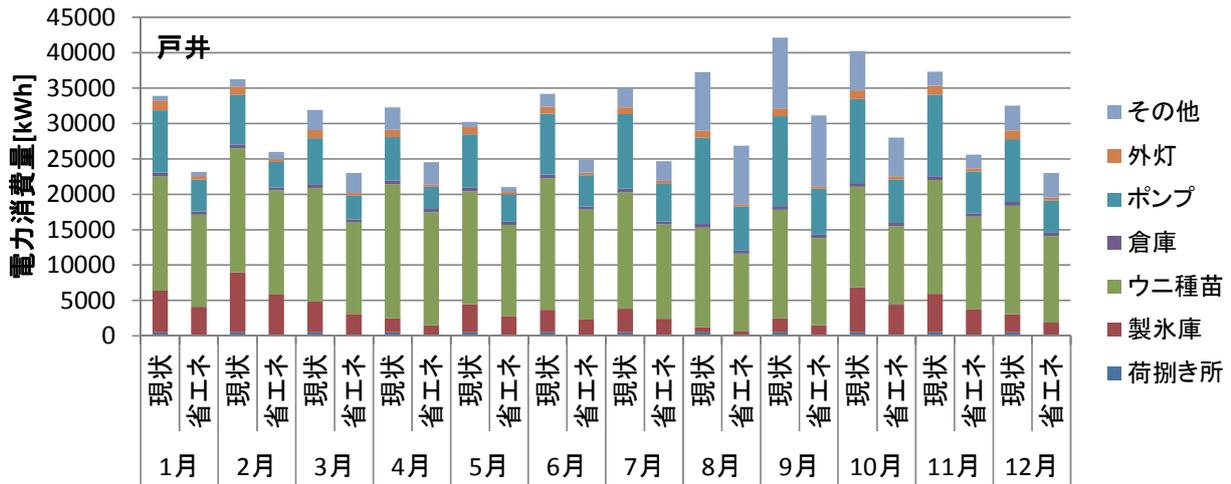


図 13 戸井漁港における省エネ化前・後の電力消費量の比較 (推定値)

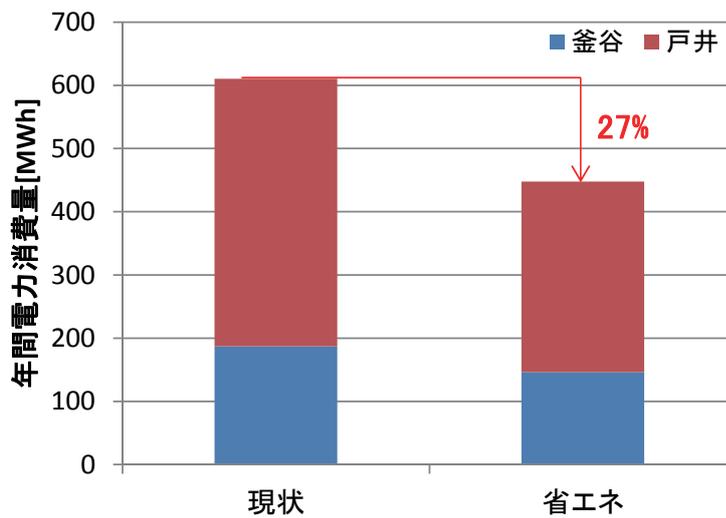
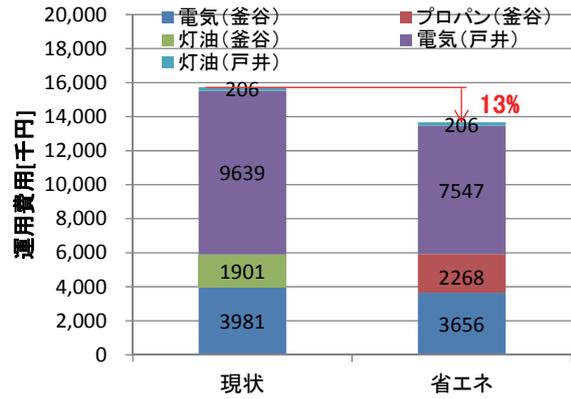
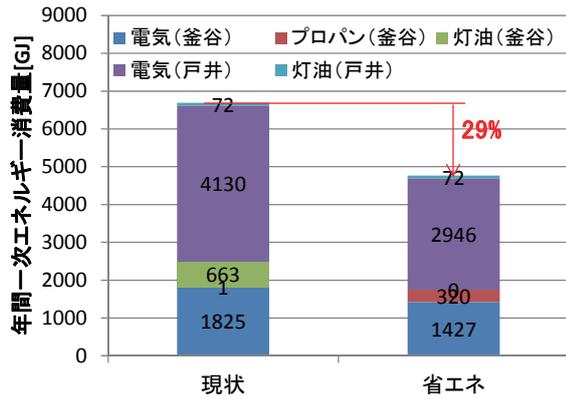


図 14 省エネ化前・後における年間電力消費量の比較

省エネ化後の両漁港における年間一次エネルギー消費量及び運用費を図 15 に示す。省エネ化後の一次エネルギー消費量及び運用費はそれぞれ 29%減、13%減という結果を得られた。運用費は 1573 万円から 1368 万円に抑えられ、削減費用としておよそ 200 万円程度が見込まれる。



(a) 一次エネルギー消費量

(b) 運用費

図 15 省エネ化前・後における一次エネルギー・運用費の比較

釜谷漁港及び戸井漁港を対象に行った現状のエネルギー需要（消費量）の分析、および省エネ化の検討をおこなった結果、年間の消費電気量は、現状及び省エネ化によって、下記のように算出された。

表 15 電力消費量の比較

	現状	省エネ化
釜谷漁港	186,987kWh	146,208kWh
戸井漁港	423,170kWh	301,809kWh

## 2. 各自然エネルギーの導入検討

漁港及びその周辺地域において利用可能性のある自然エネルギーは、図 2 に示したとおり、陸域では地熱・温泉、小水力、太陽光、風力等が、海域では波力、潮流、洋上風力等が考えられる。このように漁港及びその周辺地域における利用可能性のある自然エネルギーの特徴は、水際線をまたいで、陸海両方について選択肢が存在することにある。

ここでは函館市における釜谷・戸井漁港を対象に、利用が可能であると想定される小規模・分散型の自然エネルギーについて検討を行うために、同地で開発の取組が行われている潮流、当初に資源利用の可能性としてあげられた地熱・温泉と小水力、そして現状として利用が進んでいる太陽光と風力を取り上げ、電力供給のコストと発電量について検討する。

### 2.1. 潮流発電

潮流発電のコストについては、NEDO（2014）に、波力・潮流発電の発電コストの試算例として 3 時点のものが示されている。まずプレ実証プロジェクトが 59～70 円/kWh、次に実証プロジェクトが 23～32 円/kWh、そして 2020 年の想定として 23～26 円/kWh である<sup>8</sup>。

潮流発電のポテンシャルとして、NEDO（2011）には、津軽海峡における海流の導入ポテンシャルが 157MW、同じく潮流の導入ポテンシャルは 3361 MW とされている。これに基づき、海流・潮流それぞれの単位面積当たりのエネルギーポテンシャルは、海流が約 400W/m<sup>2</sup>、潮流が約 1,000W/m<sup>2</sup>となる。したがって、両エネルギーのポテンシャルの合計は、1,400W/m<sup>2</sup>=1.4kW/m<sup>2</sup>となる。

なお、函館市が 2013 年度に実施した津軽海峡における海流・潮流の実測調査の結果<sup>9</sup>では、年間平均エネルギーが約 600/m<sup>2</sup>、冬期・春期のピーク時には約 2,000W/m<sup>2</sup>、夏期・秋期は約 4,000W/m<sup>2</sup>であった。現在、函館市は、函館工業高等専門学校と小規模潮流発電装置の研究開発を行っている。同装置のデバイスは、約 1m<sup>2</sup>のタービン部を対にしたもので、その断面積は約 2m<sup>2</sup>である。

ただし、この装置は実験用のデバイスであり、商業レベルの潮流発電装置が実現した場合、出力の定格は大型化することが予想される。現段階では、実用化の設計検討がなされていないため、ここでは便宜的に上記の実験用デバイスを前提に試算を行う<sup>10</sup>。

施設利用率については、木下（2011）に基づき、60%とする<sup>11</sup>。

以上から、函館市と函館工業高専が研究開発を行っている小規模な潮流発電装置である約 1 m<sup>2</sup>程度のタービン部を対にもつデバイスを想定し、これを 10 基設置した場合の年間電力発電量は以下のとおりである。

$$1.4\text{kW/m}^2 \times 2 \text{ m}^2 \times 10 \text{ 基} \times 365 \text{ 日} \times 24\text{h} \times 60\% = 147,168 \rightarrow 15 \text{ 万 kWh/年}$$

<sup>8</sup> 1 ポンド=130 円、実証プロジェクトは 10MW プロジェクトで試算。また設置水域によって価格が変わる点が明記されている。

<sup>9</sup> 津軽海峡における潮流・海流のエネルギー・ポテンシャルを把握するために、年間の流向・流速の実測調査及びそのデータ解析がなされた。実測値点は、釜谷漁港沖 800m、水深 25m、期間は平成 25 年 6 月 11 日～平成 26 年 2 月 28 日である。なお、春季のデータは北海道が実施したものを利用している。また、潮流発電のデバイスの実証実験を 2014 年から開始している。

<sup>10</sup> 例えば、NEDO の海洋エネルギー発電システム実証研究に採用された川崎重工業の着定式潮流発電は、大規模潮流発電装置で定格 1000kW 級を目指している。ここでは、漁港を中心とし、小規模の発電装置を検討の前提としているため、基本的な考え方が異なる。

<sup>11</sup> 同資料では、海流・潮流の設備利用率を 40～70%という例が紹介されている。



(a) 川崎重工業



出典：EMEC ホームページ

(b) オープンハイドロ

写真 1 潮流発電の例

## 2.2. 小水力発電

小水力発電のコストとして、コスト等検証委員会報告書（2011）（以下「コスト報告書」）の参考資料 16 頁における試算は、19.0～22.0 円/kWh になる。コスト試算のための条件は以下のとおりである。

- ・ 規模：200kW
- ・ 利用率：60%
- ・ 稼働年数：30 年，40 年
- ・ 建設費：80~100 万円/kW
- ・ 廃棄費：5%×建設費
- ・ 人件費（a）：700 万円/年
- ・ 修繕費（b）：1%×建設費
- ・ 諸費（c）：2%×建設費
- ・ 業務分担費（一般管理費）（d）：14%×（a+b+c）

上記の例を参考に、ここでは 20kW の小水力発電を想定し、コストと年間の電力発電量を試算する。なお、試算において利用した製品は、山梨県都留市の水車（元気くん 1 号）20kW、建設費 4,337 万円である。コスト試算は以下のとおりである。

- ・ 規模：20kW
  - ・ 利用率：60%
  - ・ 年間発電量：20kW×365 日×24h×60%=105,120kWh/年→10.5 万 kWh/年
  - ・ 稼働年数：30 年
  - ・ 建設費：1kW あたり 200 円と想定し 4,000 万円（380 円/kWh）
  - ・ 廃棄費：5%×建設費=200 万円
  - ・ 人件費（a）：5 万円/月×12 月=60 万円/年
  - ・ 修繕費+諸費（b）：3%×建設費=120 万円/年
  - ・ 一般管理費（c）：14%×（a+b）=25 万円/年
- } a+b+c=205 万円/年（19.5 円/kWh）

- ・稼働年数 30 年として、発電コストは  $\frac{4,200 \text{ 万} + 205 \text{ 万} \times 30 \text{ 年}}{105,120 \text{ kW} \times 30 \text{ 年}} = 32.3 \text{ 円/kWh}$



- ・落差：2m ・流量：2m<sup>3</sup>/s ・出力：20kW
- ・水車：開放下掛け水車
- ・用途：市役所で使用。（市役所の電気の6分の1）  
系統連系、逆潮流あり。
- ・場所：山梨県都留市
- ・主体：都留市役所

写真 2 元気くん 1 号

出典：H25 JIAM 研修資料「中津川市の小水力発電の取組と小水力発電の基礎知識」

### 2.3. 地熱発電

地熱発電のコストとして、「コスト報告書」における試算は 9.2～11.6 円/kWh になる。コスト試算のための条件は以下のとおりである。

- ・規模：3 万 kW
- ・利用率：80%
- ・稼働年数：40 年
- ・建設費：70~90 万円/kW
- ・設備の廃棄費：5%×建設費
- ・人件費 (a)：1.2 億円/年
- ・修繕費 (b)：2.2%×建設費/年
- ・諸費 (c)：0.8%×建設費/年
- ・業務分担費(一般管理費) (d)  
：16.1%×(a+b+c)

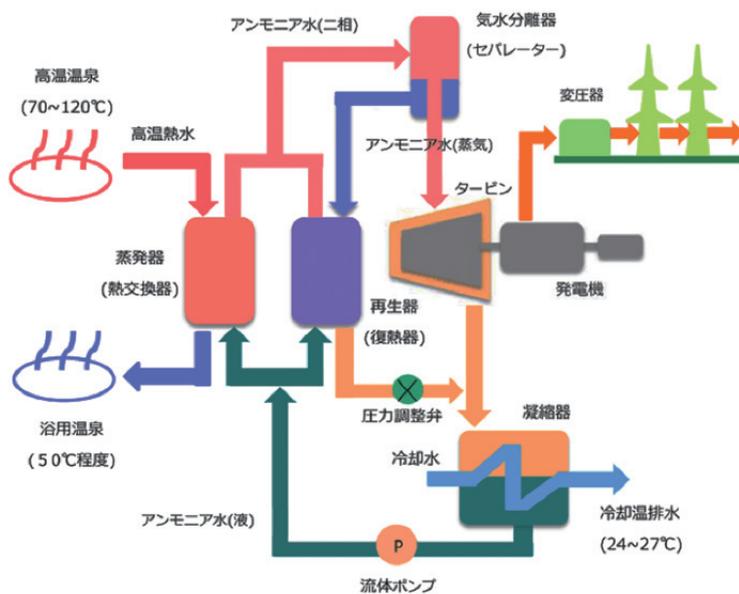


図 16 バイナリー発電方式（カーリーナサイクル、温泉水利用例）模式図

出典：自然エネルギー財団ホームページ

上記の例を参考に、ここでは 45kW のマイクロバイナリー発電システムを想定する。瀬戸内自然エナジー社が大分県別府市において、神戸製鋼の設備を用いて発電している例を参考とした<sup>12</sup>。コスト試算は以下のとおりである。

<sup>12</sup> 「平成 25 年度小規模地熱発電のうち温泉発電導入促進のための手引書」

- ・ 規模：45kW
  - ・ 利用率：80%
  - ・ 年間発電量：45kW×365日×24h×80%=315,360kWh/年 → 31万kWh/年
  - ・ 稼働年数：40年
  - ・ 建設費：8,000万円（253.7円/kWh）
  - ・ 廃棄費：5%×建設費
  - ・ 人件費（a）：20万円/月×12月=240万円/年
  - ・ 修繕費（b）：2.2%×建設費=176万円/年
  - ・ 諸費（c）：0.8%×建設費=64万円/年
  - ・ 一般管理費（d）：16%×（a+b+c）=76.8万円/年
  - ・ 冷却水水道料金（e）：150万円/年
- $$\left. \begin{array}{l} \text{a+b+c+d+e} = 706.8 \text{ 万円/年} \\ \text{(22.4 円/kWh)} \end{array} \right\}$$
- $$\cdot \text{ 発電コスト} = \frac{8400 \text{ 万円} + 706.8 \text{ 万円} \times 40 \text{ 年}}{315,360 \text{ kWh} \times 40 \text{ 年}} = \frac{3 \text{ 億 } 6,672 \text{ 万円}}{12,614,400 \text{ kWh}} = 29.1 \text{ 円/kWh}$$

ただし、上記のバイナリー発電が成立するためには、以下の条件が必要となる。

- ・ 高温（80℃以上）で十分な熱水の量（300ℓ/min以上）、十分な冷却水、送電線の近接

先に上げた瀬戸内自然エナジー社の発電事業では、熱水温度が95℃、湧出量が1250ℓ/min、冷却水については温度が15～20℃、湧出量が2000ℓ/minという条件において稼働している。

## 2.4. 太陽光発電

太陽光発電のコストとして、「コスト報告書」における試算は33.4～38円/kWhである。コスト試算のための条件は以下のとおりである。

- ・ 規模：4kW
- ・ 利用率：12%
- ・ 年間発電量：4kW×365日×24h×12%=4,204.8kWh/年
- ・ 稼働年数：20年
- ・ 建設費：48～55万円/kW
- ・ 廃棄費：5%×建設費
- ・ 人件費（a）：ゼロ
- ・ 修繕費（b）：1.5%×建設費/年

上記の例を参考にしつつ、まずここではパネル面積あたりの発電量等を試算する。

- ・ 例1. シャープ NQ210AD 1枚当り12万円 1.0×1,165mで210W→180W/m<sup>2</sup>、57万円/kW
- ・ 例2. 京セラ KJ175P 1枚当り9万円 0.99×1,168mで175W→152W/m<sup>2</sup>、51.4万円/kW

これらの2例より、150W/m<sup>2</sup>、60万円/kW、6.7m<sup>2</sup>/kW、9万円/m<sup>2</sup>とする。太陽光パネルを設置面積をS m<sup>2</sup>とすると、0.15kW/m<sup>2</sup>である。例えばパネル面積200 m<sup>2</sup>とすると30kWhとなり、発電量は以下のとおりとなる。

$$30\text{kW} \times 365 \text{ 日} \times 24\text{h} \times 12\% = 31,536\text{kWh/年} \rightarrow 3 \text{ 万 kWh/年}$$

これを踏まえて、太陽光パネル面積を  $S \text{ m}^2$  としてコストの試算を行う。

- ・ 規模：0.15SkW
- ・ 利用率：12%
- ・ 年間発電量：0.15SkW×365 日×24h×12%=157.68SkWh/年
- ・ 稼働年数：20 年
- ・ 建設費：60 万円/kW×0.15S=9S 万円（→570.8 円/kWh）
- ・ 廃棄費：5%×建設費=0.45S 万円
- ・ 人件費（a）：ゼロ
- ・ 修繕費（b）：1.5%×建設費=0.135S 万円（→8.6 円/kWh）
- ・ 発電コスト =  $\frac{9S+0.45S+0.135S \times 20 \text{ 年}}{157.68S \times 20 \text{ 年}} = \frac{12.15S \text{ 万円}}{3153.6S\text{kWh}} = 38.5 \text{ 円/kWh}$

## 2.5. 風力発電

風力光発電のコストとして、「コスト報告書」における試算は 9.9~17.3 円//kWh である。コスト試算のための条件は以下のとおりである。

- ・ 規模：2 万 kW
- ・ 設備利用率：20%
- ・ 稼働年数：20 年
- ・ 建設費：20~30 万円/kW
- ・ 廃棄費：5%×建設費
- ・ 人件費+修繕費（a）：1.4%×建設費/年
- ・ 諸費（b）：0.6%×建設費/年
- ・ 一般管理費（c）：1.4%×（a+b）

上記の例を参考に、ここでは小規模の風レンズ風車（5kW）を想定し、コストと年間の電力発電量を試算する。コスト試算は以下のとおりである。

- ・ 規模：1 本当たり 5kW×12 本設置とする → 60kW
  - ・ 設備利用率：20%
  - ・ 年間発電量：60kW×365 日×24h×20%=10 万 5,120kWh/年
  - ・ 稼働年数：20 年
  - ・ 建設費：1 本当たり 300~400 万円→400 万円とする。4,800 万円（→456.6 円/kWh）
  - ・ 廃棄費：5%×建設費 240 万円
  - ・ 人件費+修繕費（a）：1.4%×建設費/年=67 万 2,000 円
  - ・ 諸費（b）：0.6%×建設費/年=28 万 8,000 円
  - ・ 一般管理費（c）：1.4%×（a+b）=13 万 4,400 円
- $$\left. \begin{array}{l} \text{人件費+修繕費 (a)} \\ \text{諸費 (b)} \\ \text{一般管理費 (c)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} a+b+c=109 \text{ 万 } 4,400 \text{ 円} \\ (\rightarrow 10.4 \text{ 円/kWh}) \end{array}$$

$$\bullet \text{ 発電コスト} = \frac{4,800 \text{ 万} + 240 \text{ 万} + 109 \text{ 万} \times 4,400 \times 20}{10 \text{ 万} \times 5,120 \text{ kWh} \times 20 \text{ 年}} = \frac{7,228 \text{ 万} \times 8,000 \text{ 円}}{2,102,400 \text{ kWh}} = 34.4 \text{ 円/kWh}$$



現在九州大学伊都キャンパスに設置されている「風レンズ風車」。高さは13.4メートル、風車本体の直径は3.4メートル、定格出力は5キロワット

写真 3 風レンズ風車

出典：日経ビジネスオンライン 2012年2月20日

## 2.6. まとめ

これまでの検討結果をまとめると表 16 のとおりである。

表 16 小規模・分散型エネルギーのまとめ

	規模	利用率	年間 発電量	稼働年数	イニシャル コスト *1	ランニング コスト *2	コスト
潮流	28kw	60%	14.9万kwh	-	-	-	-
小水力	20kw	60%	10.5万kwh	30年	4,000万円 380円/kwh	205万円/年 19.5円/kwh	32.3円/kwh
地熱	45kw	80%	31.5万kwh	40年	8,000万円 253.7円/kwh	707万円/年 22.4円/kwh	29.1円/kwh
太陽光	30kw (200m <sup>2</sup> )	12%	3.1万kwh	20年	1,800万円 570.8円/kwh	27万円/年 8.6円/kwh	38.5円/kwh
風力	60kw (5kw × 12本)	20%	10.5万kwh	20年	4,800万円 456.6円/kwh	109万円/年 10.4円/kwh	34.4円/kwh

\*1 イニシャルコストは建設費を示す

\*2 ランニングコストは年間の人件費、修繕費、諸費、一般管理費等の合計を示す

なお、上記のコストは、参照した個々の事例から算出したあくまで参考的な計算である。

### 3. 釜谷漁港・戸井漁港におけるエネルギーネットワークの検討

釜谷漁港及び戸井漁港を対象として、小規模・分散型の自然エネルギーを活用したスマート漁港のモデルを検討する。

#### 3.1. 両漁港の電力需要

釜谷漁港及び戸井漁港における年間の電力需要量を下記のように設定する。

- ・ 省エネルギー化の対策をおこなったものとして、釜谷漁港を 15 万 kWh/年、戸井漁港を 30 万 kWh/年と設定する。
- ・ 釜谷漁港の年間水揚量は 845 トンであり、電力消費量は水揚 1 トンあたり年間 177.5kWh/ton となる。
- ・ 戸井漁港の年間水揚量は 880 トンであり、電力消費量は水揚 1 トンあたり年間 340.9kWh/ton となる。これは、戸井漁港にあるウニ種苗センターに使用する電気量が大きいためである。
- ・ 漁港における水揚あたりの年間の電気消費量は、過去の報告書における実例から参照すると、100~600kWh/トンと開きがあるが、その範囲内に、釜谷・戸井両漁港ともおさまっている。

表 17 漁港規模毎の年間電気消費量及び水揚量データ

	年間電気消費量 kwh・年	年間水揚量 ton	kwh/ton	参考文献
① 白糠	65万kwh	6,707ton	97.6kwh/ton	*1
② 波崎	-	21,668ton	-	*1
③ 名立	8.6万kwh	179ton	479.9kwh/ton	*1
④ 阿翁	70万kwh	1,166ton	598.6kwh/ton	*1
⑤ 門川	38万kwh	1,336ton	283.6kwh/ton	*1
⑥ 古仁屋	62万kwh	1,282ton	485.0kwh/ton	*1
⑦ 別海	52万kwh	2,026ton	255.0kwh/ton	*2
⑧ 田ノ浦	155万kwh	12,931ton	120.0kwh/ton	*2
⑨ 枕崎	992万kwh	93,805ton	106.0kwh/ton	*2

\*1 H25 年度「漁港のエコ化推進事業・業務報告書」

\*2 H25 年度「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」

釜谷漁港及び戸井漁港の位置づけだが、日本の漁港 2909 港のうち、今回のモデルとした両漁港のような第一種漁港は 2179 港と全体の約 75%を占める。水揚量でいえば、全体の 3,438,000 トンに対して 780,000 トンと 22.7%である。

第一種漁港の 1 漁港あたりの平均水揚量は 355 トンであり、今回のモデル漁港となった釜谷漁港及び戸井漁港の半分以下となっている。

### 3.2. 釜谷漁港及び戸井漁港への電力供給のための自然エネルギーの検討

釜谷漁港及び戸井漁港において、選択対象の可能性を持つ自然エネルギーについて、まずポテンシャル、実用性と適用可能性の観点から整理する。

#### (1) 潮流発電：

釜谷漁港より 800m 沖合のポイントで、津軽海峡の潮流エネルギーのポテンシャルが調査され、また潮流発電のデバイスの実証実験を 2014 年から開始されているが、現時点での実用性は低い。

#### (2) 小水力発電：

釜谷漁港のそばに運賀川等、戸井漁港のそばに原木川等があるものの、発電のポテンシャルおよび発電のための制約条件等については未調査である。

#### (3) 地熱発電：

函館市の釜谷・戸井漁港における検討の当初は、地熱発電のポテンシャルの高さが期待されていた。戸井漁港より約 800m 北東にある温泉施設の戸井ウォーターパーク（ふれあい湯遊館）があるが、その温泉の条件は、地熱発電としての温泉を活用した低温排熱回収発電技術としてのバイナリー発電の条件を満たすものではなかった。

#### (4) 太陽光発電：

建屋の屋上への設置が可能と考えられる。釜谷漁港については、漁協事務所の屋上、戸井漁港については、ウニ種苗センターの屋根への設置を検討する。

#### (5) 風力発電：

ポテンシャルに関して、2002 年の戸井町の汐首における風況調査において、平均 9m/s の風速を観測している。これは発電事業の採算上必要といわれる平均 5m/s を上回っており、高いポテンシャルをもつと考えられる。今回は、漁港に隣接した国道沿いに小型風車の設置を検討する。

以上をまとめると、表 18 のようになる。

表 18 釜谷漁港・戸井漁港における自然エネルギーの利用可能性

自然エネルギー	当地における	
	ポテンシャル	実用性と適用可能性
潮流	◎	△
小水力	△	○
地熱	△	△
太陽光	○	◎
風力	○	◎

また、各自然エネルギーにおいて、供給量の大小が異なる。太陽光や風力は発電の単位が小さいために、極端に言えば、パネル1枚から、風車1本から暫増的に増加できる。それに対して、たとえ小規模とはいえ、地熱発電は、プラントの建設が必要となり、最低10万kW以上の供給単位となる。また、小水力発電については、プラントの建設が必要になる場合が多いものの、地理的特性によって選択可能な発電機及びその出力が大きく異なる。

また、太陽光や風力は自然による変動を受けやすいが、それに比べると、プラントとして設置する小水力や地熱は供給の安定性が高いといえる。

### 3.3. 電力供給量の設定

釜谷漁港及び戸井漁港を対象とした小規模・分散型の自然エネルギーシステムを活用したモデルとして、太陽光及び風力のエネルギーの組み合わせによる検討を行う。理由としては、以下のとおりである。

- ・ 現時点での実用性の高い自然エネルギーであること。
- ・ 実際の釜谷漁港、戸井漁港の漁港内施設に設置可能と思われる供給のタイプとしたこと。すなわち、風力は漁港に近接する道路沿いに設置を想定し、太陽光パネルは既存建物の屋上への設置を想定した。
- ・ 電力供給量は、年間消費量と同程度とすること。これは、経済性や過剰な投資を避けるという意味から、まずシミュレーションにより、どの程度の需要とのズレが生ずるかのスタディを行うことを目的としたためである。

#### (1) 釜谷漁港

省エネ化後の同漁港の電力需要である約14万6,200kWh/年に対して、太陽光3万kWh、風力12万kWhの供給を行う。

- ・ 太陽光発電：漁協事務所屋上に200㎡の太陽光パネルを設定する。  
 $200\text{ m}^2 : 30\text{ kW} \quad 30\text{ kW} \times 365\text{ 日} \times 24\text{ h} \times 12\% = 31,536\text{ kWh/年} \rightarrow 3\text{ 万 kWh/年}$
- ・ 風力発電：風レンズ風車(1本5kW)を道路沿い400mにわたって30m間隔で14本設置する。  
 $5\text{ kW} \times 14\text{ 本} \times 365\text{ 日} \times 24\text{ h} \times 20\% = 122,640\text{ kWh/年} \rightarrow 12\text{ 万 kWh/年}$

#### (2) 戸井漁港

省エネ化後の同漁港の電力需要である約30万1,800kWh/年に対して、太陽光3万kWh、風力12万kWhの供給を行う。

- ・ 太陽光発電：ウニ種苗センターの屋根に1,300㎡の太陽光パネルを設定する。  
 $1,300\text{ m}^2 : 195\text{ kW} \quad 195\text{ kW} \times 365\text{ 日} \times 24\text{ h} \times 12\% = 204,984\text{ kWh/年} \rightarrow 20\text{ 万 kWh/年}$
- ・ 風力発電：風レンズ風車(1本5kW)を道路沿い360mにわたって30m間隔で12本設置する。  
 $5\text{ kW} \times 12\text{ 本} \times 365\text{ 日} \times 24\text{ h} \times 20\% = 105,120\text{ kWh/年} \rightarrow 10\text{ 万 kWh/年}$

以上のように、モデルのスタディにあたり、釜谷漁港は風力主体型、戸井漁港は太陽光主体型という設定とした。

### 3.4. エネルギーネットワークモデルの検討

#### (1) エネルギーの需要・供給バランスの検討

これまで想定した条件に基づき、釜谷漁港及び戸井漁港における需要と供給のバランスの検討を行う。

##### (a) 釜谷漁港

これまで試算した年間の発電量について、時刻別の日射量と風速の気象データ<sup>13</sup>を利用して、時間毎に按分した。

その結果として月別電力量の収支を、表 19、図 17 に示す。消費電力量は省エネ化後の数値を採用している。年間を通じて、再生可能エネルギーによって生産される電力量が消費電力量を上回った。

表 19 釜谷漁港における月別電力収支

釜谷	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
消費電力	-15.9	-13.3	-13.0	-11.3	-11.8	-7.3	-9.7	-12.8	-13.5	-11.5	-13.7	-12.3	-146.2
風力発電	11.2	9.7	10.5	11.5	10.7	8.1	8.6	8.8	11.3	10.6	10.6	11.0	122.6
太陽光発電	2.0	2.3	3.0	3.1	3.2	3.3	3.1	2.4	2.7	2.8	2.0	1.7	31.5
収支	-2.7	-1.3	0.5	3.3	2.1	4.1	1.9	-1.5	0.5	1.9	-1.1	0.3	8.0

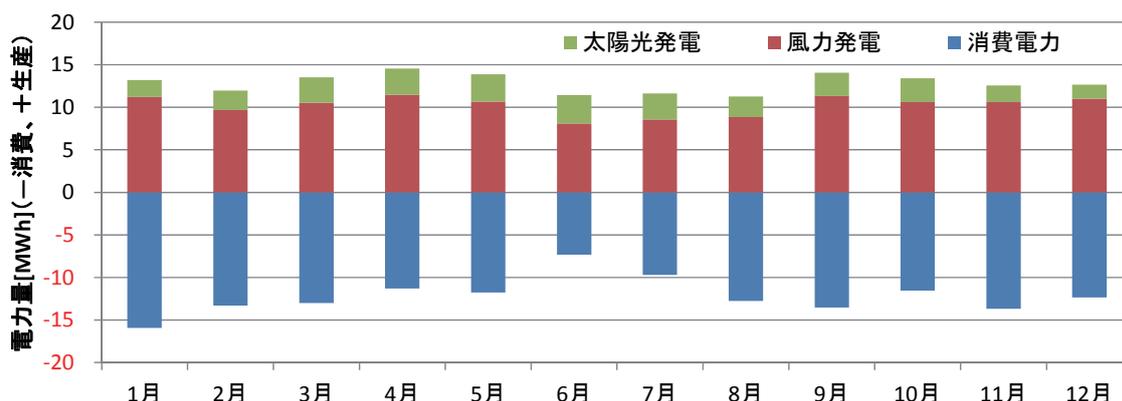
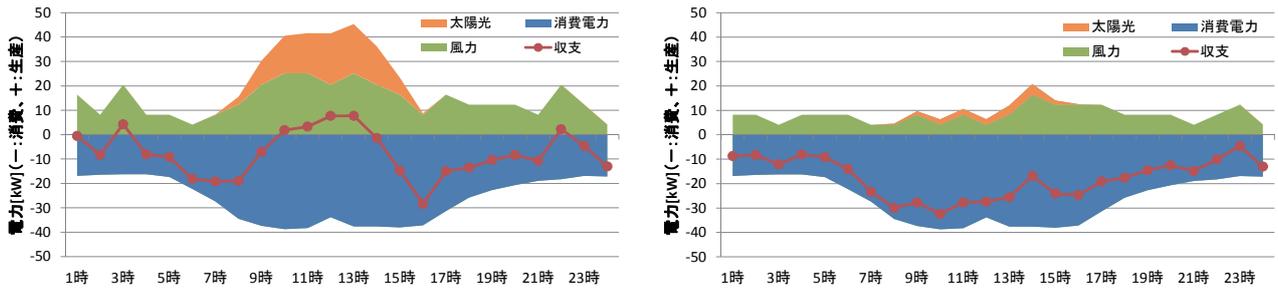


図 17 釜谷漁港における月別電力収支

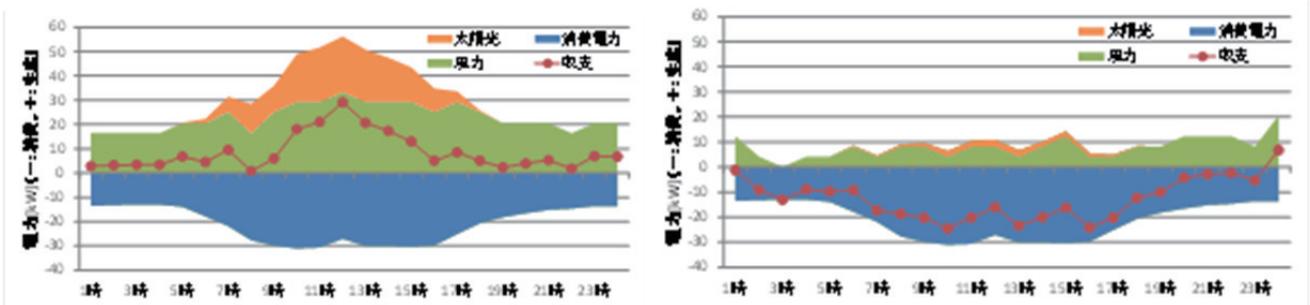
さらに、1月の晴天及び風速の強い日・曇天及び風速の弱い日における時間毎の電力収支を分析したものが図 18、8月の晴天及び風速の強い日・曇天及び風速の弱い日における時間毎の電力収支を分析したものが図 19 である。1月の晴天日は収支がマイナスになる時間帯が若干みられた。8月の晴天日は1日中、生産電力が消費電力を上回った。しかし、曇天日はいずれの月においても消費電力が生産電力を上回った。といはいえ、釜谷漁港では風力発電の割合が太陽光発電より大きく、比較的1日中安定した電力が得られるため、蓄電池の必要性はあまりないと考えられる。

<sup>13</sup> 建築学会編纂『拡張アメダス気象データ』を用いて、北海道函館市の標準年気象データ（1981年～2000年まで）を利用した。



1月（左：晴天で風速が強い日、右：曇天で風速が弱い日）

図 18 時間毎の電力収支（釜谷・1月）



8月（左：晴天で風速が強い日、右：曇天で風速が弱い日）

図 19 時間毎の電力収支（釜谷・8月）

(b) 戸井漁港

これまで試算した年間の発電量について、釜谷漁港と同じ手順で、時間毎のデータに按分する。

その結果として、月別電力量の収支を表 20、図 20 に示す。消費電力量は省エネ化後の数値を採用している。年間を通じて、再生可能エネルギーによって生産される電力量が消費電力量を上回った。

表 20 戸井漁港における月別電力収支

戸井	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	単位：MWh
消費電力	-23.2	-26.0	-23.0	-24.5	-21.0	-24.9	-24.7	-26.9	-31.1	-26.0	-25.6	-23.0	-301.8	
風力発電	9.6	8.3	9.0	9.8	9.2	8.9	7.4	7.6	9.7	9.1	9.1	9.4	105.1	
太陽光発電	12.9	15.0	19.3	20.2	20.8	21.8	19.8	15.8	17.7	18.3	12.7	10.7	205.0	
収支	-0.7	-2.7	5.4	5.4	8.9	3.9	2.5	-3.5	-3.7	-0.6	-3.8	-2.8	8.3	

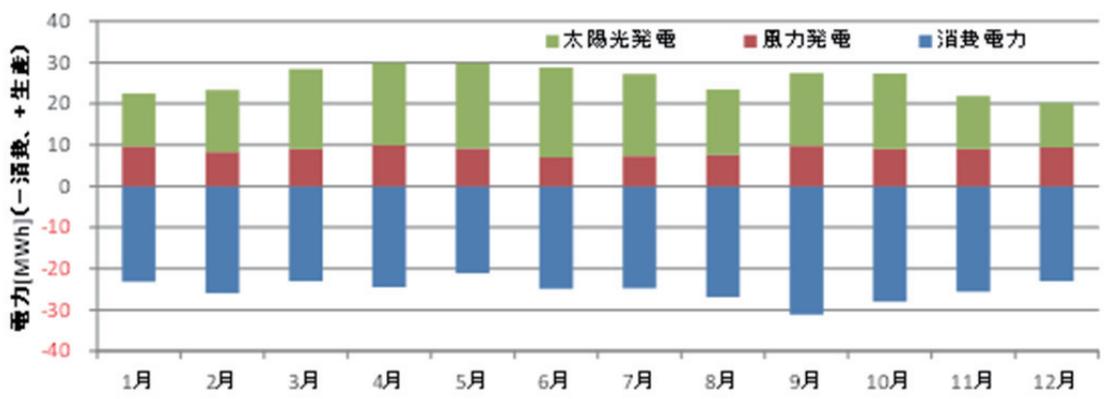
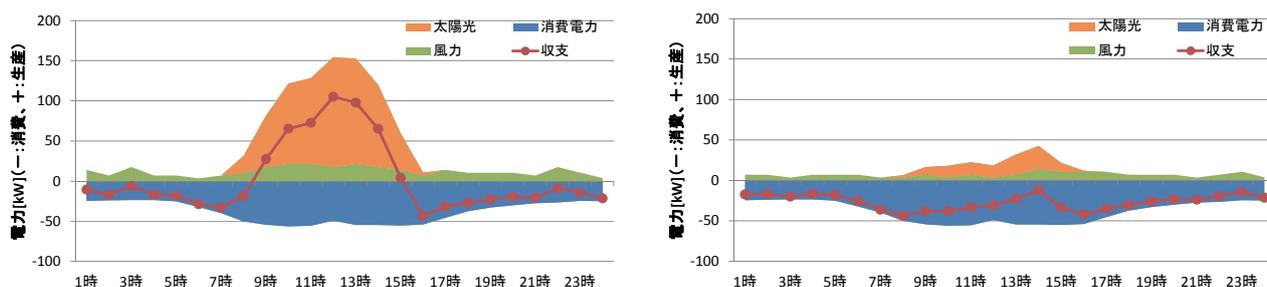


図 20 戸井漁港における月別電力収支

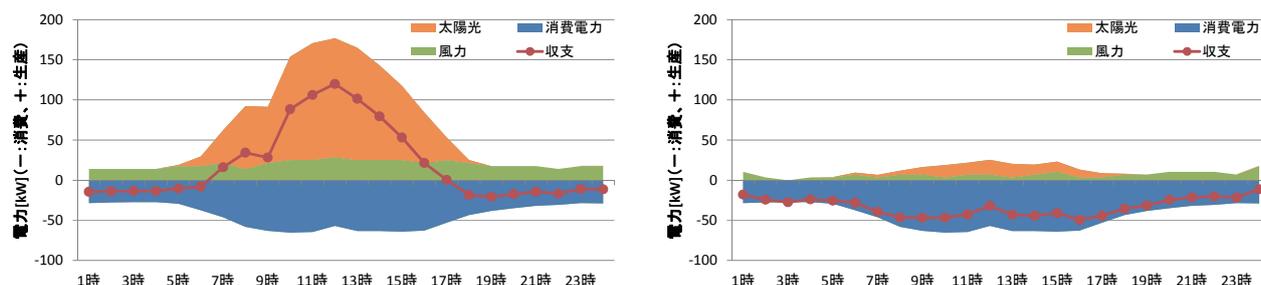
さらに1月の晴天及び風速の強い日・曇天及び風速の弱い日における時間毎の電力収支を分析したものが図21、8月の晴天及び風速の強い日・曇天及び風速の弱い日における時間毎の電力収支を分析したものが図22である。

戸井漁港は太陽光発電が主体のため、1・8月の晴天日共に日中に収支がマイナスになり、夜間に収支がプラスになる。一方、曇天日はいずれの月も消費電力が生産電力を上回った。戸井漁港では太陽光発電の割合が風力発電より大きいため、晴天日には上記で述べた特徴がはっきりとみられる。このため、戸井漁協では、蓄電池を導入することにより、日中の発電を夜間に利用できると思われる。



1月（左：晴天で風速が強い日、右：曇天で風速が弱い日）

図21 時間毎の電力収支（戸井・1月）



8月（左：晴天で風速が強い日、右：曇天で風速が弱い日）

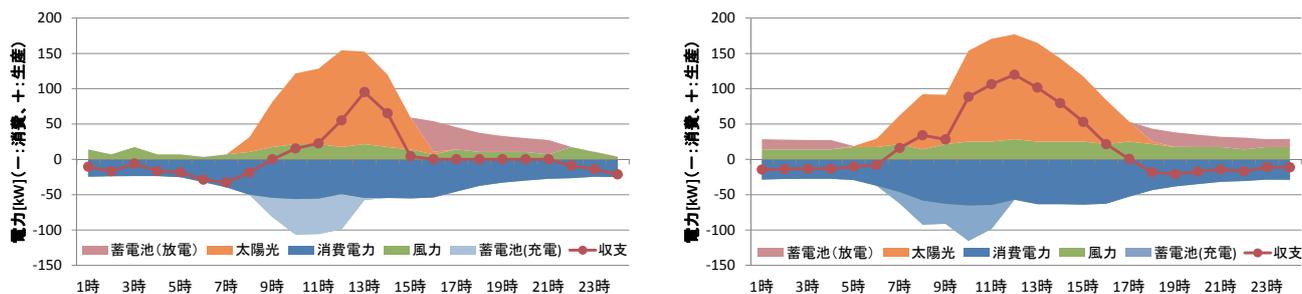
図22 時間毎の電力収支（戸井）

戸井漁港に蓄電池を導入した場合について、日中の電力の動きについて検討する。

ここでは、1月と8月の晴天日の電力収支から蓄電池容量257kWhと設計した。蓄電池の放電深さは70%を想定したため、実際使用できる容量は180kWhである。充放電に必要なパワーコンディショナーの容量は50kW、変換効率90%とした（一度に充放電できる最大容量）。上記設備でのインシヤルコストは設置工事費込みで約1億円とする。

その結果を示したものが図23である。電力収支より蓄電池は日中の余った電気で充電し、夕方から夜間にかけて放電することで電力収支を0に抑えていることがわかる。1月は夜間の風力発電量が少ないため、蓄電池は22時頃に放電しきっていた。一方、8月は夜間の風力発電も安定して得られたため、蓄電池は明け方まで放電することができた。

採算性を考慮して、両漁港には年間消費量にほぼ等しい供給量を設定したが、太陽光や風力という自然変動の大きなエネルギーのために、日単位、時間単位での過不足の結果が得られた。



(左：1月 晴天日、右：8月 晴天日)

図 23 時間毎の電力収支 (戸井・蓄電池設定有)

(2) コストについて

これまでにまとめた試算を踏まえ、両漁港の自然エネルギー導入のための費用を表 21 に示す。kWh あたりのコストは、表 16 に示したとおりである。

表 21 釜谷漁港及び戸井漁港における年間発電量と導入費用の推定

	年間発電量	イニシャルコスト	ランニングコスト
釜谷漁港: 太陽光発電 30kw(200㎡パネル)	31,536kwh	1,800万円	27万1,210円/年
風力発電 70kw(5kw×14本)	122,640kwh	5,600万円	127万6,800円/年
計	154,176kwh	7,400万円	154万8,010円/年
戸井漁港: 太陽光発電 195kw(1,300㎡パネル)	204,984kwh	1億1,700万円	176万2,860円/年
風力発電 60kw(5kw×12本)	105,120kwh	4,800万円	109万3,250円/年
計	310,104kwh	1億6,500万円 (+蓄電池 1億円)	285万6,110円/年

(3) まとめ

今回、釜谷漁港及び戸井漁港において、実際のエネルギー需要に対して、省エネ化の検討をおこなったのちに、現時点での実用・設置可能性のある太陽光及び風力という自然エネルギーの組み合わせによるシミュレーションスタディを実施した。

イニシャルコストを別にすれば、小規模な漁港において十分に運用可能性のあるモデルと考えられる。

今後、漁港における自然エネルギーの活用をさらに考えていくにあたっては、小水力発電や地熱・温泉発電が可能な立地の漁港、実用段階の潮流発電が利用可能な漁港におけるスタディならびに、より大規模な漁港におけるエネルギーネットワークの組み合わせの検討が必要となってくると考えられる。

さらに、地熱発電において温熱水の利用が可能であれば、漁港の蓄養・養殖施設への活用も考慮できる。

### 第3章 周辺地域の自然エネルギー供給の可能性と今後の課題について

#### 1. 函館市域における自然エネルギー

##### 1.1. 地熱のエネルギーポテンシャルと発電可能量

当初、釜谷漁港及び戸井漁港の近辺においては温泉水が噴出する可能性が高いと想定していた。しかし、実際の所、有望な地熱源はないことがわかった。しかし、釜谷漁港から約 17km 離れた函館市中心街には、利用の可能性のある地熱源があった。図 24 に示すうち、3-036 地点は湧出量が 339ℓ/min、泉温が 79.3℃、利用状況は未利用となっている<sup>14</sup>。

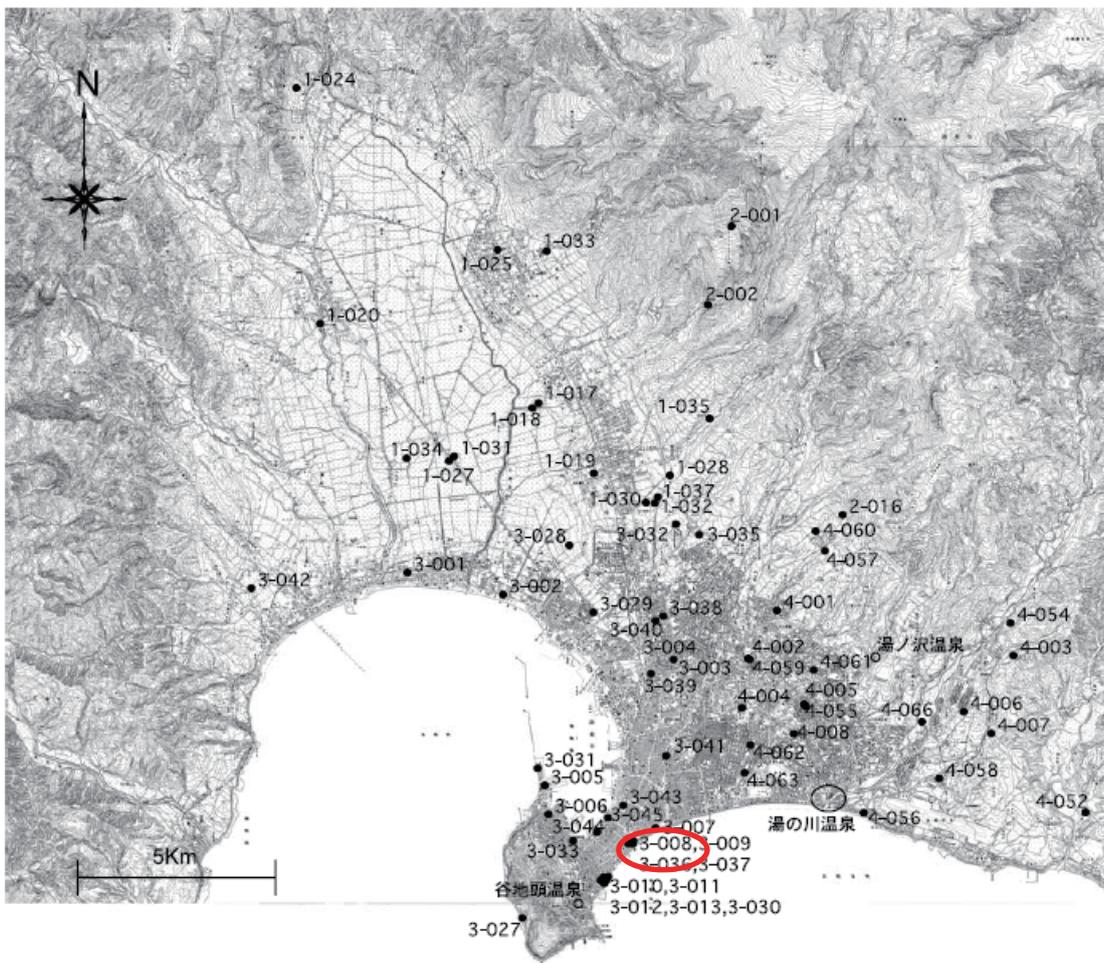


図 24 函館市における泉源

(出典：柴田智郎・他 (2009)。赤丸は筆者挿入)

第 2 章で想定した地熱発電の装置は、バイナリー発電であった。これについて、80℃以上の高温、300ℓ/min 以上の熱水量、十分な冷却水、送電線の近接等が必要条件としてあげた。本事例では、泉温が 80℃をわずかに下回るものの、湧出量は条件をクリアしている。ここでは、十分発電可能なものすると、表 16 で得られた年間発電量 31.5 万 kWh の数値は現実味を帯びる。

<sup>14</sup>柴田智郎・他 (2009)「函館平野の熱水流動系」『北海道率地質研究所報告』第 80 号、27-37 頁。

## 1.2. 小水力のエネルギーポテンシャルと発電可能量

釜谷漁港・戸井漁港の近辺に、小水力の対象となりうる候補をみたと、釜谷漁港近辺に運賀川・高屋敷川（いずれも普通河川）等が、戸井漁港の近辺に原木川・熊別川（いずれも普通河川・2級河川）等の河川がある。また、釜谷漁港から函館市中心部に向かっていく途中に、汐泊川（2級河川）、松倉川（2級河川）等が流れている。特に汐泊川の上流には矢別ダムがあり、流量の調整が一定可能である。これらの位置関係を図 25 に示す。ただし、それぞれの発電ポテンシャルおよび発電のための制約条件等については未調査である。

漁港近辺での発電を前提に、高低差が小さくとも発電が可能な流水式マイクロ水力発電機<sup>15</sup>を想定し、出力を 20kW とすると、小水力発電 1 基につき、表 16 で得られた年間発電量 10.5 万 kWh の数値を見込める。

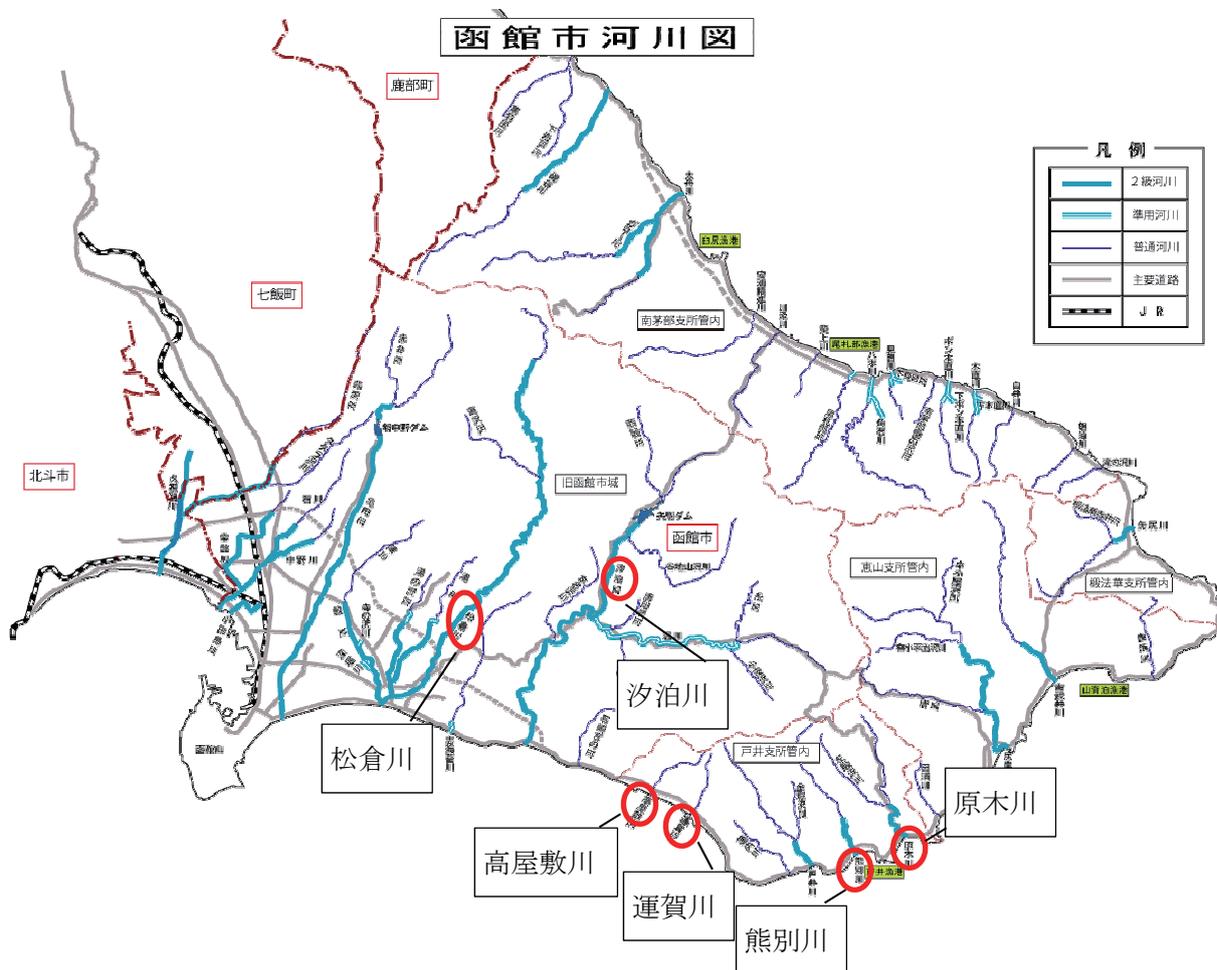


図 25 函館市の河川図

(出典： <http://WWW.city.hakodate.hokkaido.jp/docs/2014030500308/>、筆者補足)

<sup>15</sup>例えば、シーベルインターナショナル社の流水式小水力発電装置スモールハイドロストリームは、1m 以下の落差でも対応し、0.4kW から 44kW の発電が可能としている。( <http://www.seabell-i.com/stream-2/>)

### 1.3. 函館市域におけるエネルギー供給量に関するまとめ

新たに見直した地熱発電及び小水力発電に、潮流発電の実現化も想定し、年間の発電量を再度整理し、釜谷漁港と戸井漁港の電力消費量を賄うのに必要な基数を表 22 にまとめた。ここでは、いずれの発電種類も 1 基あたりの出力を示した。潮流発電及び小水力発電は、地理的条件等が許す範囲で発電機を増設できるメリットがある。

高い施設利用率を見込める潮流、小水力、地熱は、いわゆるベース電源に位置付けられ、一定の安定した発電量も見込むことができる。設定した発電出力を前提とするが、地熱が 1 基あれば、電力消費量が多い戸井漁港においても約 75%を賄うことができ、比較的多量の電力を供給できることを見込める。地熱を大規模とすると、小水力は中規模、潮流は、実験段階のままでの扱いとしたために小規模の電源とみることができる。

表 22 釜谷漁港及び戸井漁港周辺の再生可能エネルギーの発電ポテンシャル

発電種類	出力	施設利用率	1 基あたりの年間発電量	釜谷漁港の電力消費量を満たすのに必要な基数	戸井漁港の電力消費量を満たすのに必要な基数	備考
潮流	2.8kW	60%	14,717kWh	12.6	28.6	実験段階*
地熱	45kW	80%	315,360kWh	0.6	1.3	泉源が函館市街地
小水力	20kW	60%	105,120kWh	1.8	4.0	ポテンシャル未調査

\*実用化へ進むにしたがって出力は大きくなり、地熱と同様に主たる供給源になりうる可能性がある。

## 2. 事業主体の検討

### 2.1. 事業主体のあり方

漁村・漁港地域に賦存する小規模かつ分散型の自然エネルギーの導入にあたり、その受け皿となる事業主体のあり方について検討する。

寺林（2014）によれば、地域主導の再生可能エネルギー事業における組織主体の選択においては、①構成員・出資者の事業運営への関わり方、②出資者が有限責任であること、③利益分配の方法、の3点が特に重要であることを指摘している。これに加えて、再生可能エネルギーの種類によっても、事業組織の形態が異なることを述べている。例えば太陽光であれば運営やメンテナンスが比較的簡略でシンプルな運営可能としつつ、バイオマスであれば原料調達や副産物販売等といった比較的複雑な事業計画の立案・原料供給者との調整等が必要となり、信用力の高い事業組織が求められる、としている。

ここでは、検討対象とした11の組織形態について、先に上げた組織主体の選択における3点を参考に、出資者の地位、議決権、責任、課税、利益配分の点から表23にまとめた。

表23 事業主体の組織形態別の特徴

事業主体	法人格	責任	出資者の地位	議決権	利益分配	課税
株式会社	○	有限	株主	株式比例	株式比例	法人課税
合同会社：LLC	○	有限	社員	原則平等 <sup>2</sup>	定款による	法人課税 構成員課税
一般社団法人	○	有限	拠出者	原則平等 <sup>2</sup>	○ <sup>3</sup>	収益事業に 法人課税
協同組合	○	有限	組合員	平等	○ <sup>4</sup>	法人課税
NPO法人	○	有限	会員	原則平等 <sup>2</sup>	不可	収益事業に 法人課税
合名・合資会社	○	無限	社員	原則平等 <sup>2</sup>	自由	法人課税
認可地縁団体	○	—	—	平等	原則不可	—
有限責任事業組合：LLP	×	有限	組合員	原則平等 <sup>2</sup>	自由	構成員課税
匿名組合	×	有限	組合員	—	自由	構成員課税
任意組合	×	無限	組合員	原則平等 <sup>2</sup>	自由	構成員課税
投資事業有限責任組合：LPS	×	無限 <sup>1</sup>	組合員	—	自由	構成員課税

（寺林（2013 a）、福岡県飯塚市（2013）から事務局作成）

注

- 1 業務を執行する無限責任組合員と、出資のみの有限責任組合員に分かれる。
- 2 定款で変更可能。
- 3 社員には不可。非営利の場合、利益分配は不可。
- 4 利用分配配当。出資配当の制限有り。

まず、法人格について、取り上げた11の組織形態のうち、有限責任事業組織（以下、LLP）、匿名組合、任意組合、投資事業有限責任組合（以下、LPS）はこれを持つことができないので、事業組織として許認可事業の許可や免許を取得することができない。よって、これらの組織形態で事業を取り組む場

合、許認可事業については別組織を設ける必要がある。

議決権の観点からは、株式会社において株式の保有比率であること以外は、他の 10 組織形態において出資者の議決権は平等である。ただし、合同会社（以下、LLC）、一般社団法人、NPO 法人、合名・合資会社、LLP、LPS については定款での変更が可能となっている。

責任の観点では、合名・合資会社、任意組合、LPS は無限責任となっている。そのため、事業の責任に限りがなく、リスクが過大になる恐れがある。

課税の観点では、LLC の場合、事業に対する法人課税に加えて、出資者個別にも構成員課税の対象となる。いわゆる二重課税となり、他の事業形態と比べて事業の収益性の点で厳しい条件となる。

利益配分の観点では、NPO 法人や認可地縁団体ではほぼ不可能とされており、また一般社団法人や協同組合においても一定の制限が課せられている。

以上のことから、単独での事業組織の運営を念頭に置いた場合、法人格、利益分配、課税の観点から、株式会社と比べると、その他の事業組織は何らかの形で制約を受けたり、相対的に不利な条件となったりする。具体的には、LLP、匿名組合、任意組合、LPS は法人格がない。合名・合資会社、任意組合、LPS は無限責任となる。NPO 法人と認可地縁団体は利益分配が不可能であり、一般社団法人と協同組合はこれに一部制約を受ける。LLC は二重課税となる。

ただし、後述するように、事業組織の組み合わせにより、それぞれの相対的な不利な条件をカバーしつつ、利点を享受できる可能性はある。

## 2.2. 事業スキーム

本調査研究における事業主体の検討に資するものとして、まず寺林（2014）による地域主導の再生可能エネルギー導入のための事業スキームの整理について取り上げつつ、適宜環境省(2012)のまとめを添える。これは、基本事業スキーム、LLP による事業スキーム、匿名組合による事業スキーム、各種協同組合（企業組合）による事業スキームとしてとりまとめられている。

基本事業スキームは、図 26(a)にあるように、事業組織は、金融機関ないしは出資者から資金を集め、これを基に発電事業に取り組み、電力会社等に発電した電気を売電することで収入を確保し、借入金の返済や出資者に対する配当を行う。事業主体の例として、株式会社や合同会社等があげられている。

次に、LLP による事業スキームは、図 26(b)にあるように、組合員同士の契約に基づき共同運営の形で発電事業を運営する。ただし、LLP は組織の存続期間を定める必要があり、参画の仕方についても組合員は単なる出資にとどまらず、事業への従事が求められる。また、発電装置を含む事業の所有物は組合員全体の含有財産であり、分割が不可能な共有財産である。さらに法人格がなく、監査機関の設置も義務付けられていないことから、外部からの資金調達には一定のハードルがあると言えよう。

匿名組合による事業スキームは、図 26(c)にあるように、事業組織は、商法の匿名組合契約に基づき出資を募り、発電事業を運営する。この場合、出資者は匿名組合契約により有限責任となる。一方で出資者は匿名組合員と位置付けられ、事業主体の裁量によって運営が行われる。さらに税務条件を満たせば、法人税がかからず、二重課税を免れることができる。ただし、このスキームの場合、金融商品取引法により、事業組織は、第二種金融商品取扱業者として登録、ないしは第二種金融商品取扱業者に登録された事業者に募集業務を委託する必要がある。この事業スキームは、出資者と匿名組合契約（TK）を

結び、事業主体に合名会社（GK）を設立する組み合わせから、TK-GK スキームとも呼ばれる。

この事業スキームは、環境省（2012）により、以下のように詳細な整理が行われている。

- イ) 事業者自己調達型（基本スキーム）：事業者が営業者となり、出資者より資金を募集すると共に、自社事業に投資する基本的なスキーム
- ロ) 事業者自己調達変形型：営業者が自社事業のみならず、他者事業にも投資するスキーム
- ハ) 貸金業者出資募集型：営業者が他者事業に融資する事業に、匿名組合員が出資するスキーム
- ニ) 出資募集取扱型：営業者が、金融商品取引業者（募集・勧誘業務を取扱う業者）に出資の募集・勧誘を委託するスキーム。

匿名組合による事業スキームは、自社事業だけでなく、出資比率を 50%以下に押さえた他者事業にも関与できる形や、自社事業は持たず他者事業への投資という形も取ることができる。また、匿名組合契約に基づく出資募集についても、事業主体が免許を取得する他に、外部に委託する形を選択することができる。

最後に、各種協同組合による事業スキームは、図 26(d)にあるように、行政から認可を受けた各種協同組合（生活協同組合・農業協同組合・企業組合等）が発電事業を運営する。本調査研究では、漁村・漁港地域を念頭に置いていることから、漁協協同組合が検討対象となる。そのため、表 24 に示す水産庁「水産業協同組合法（水協法）における洋上風力発電事業の位置付け」<sup>16</sup>も踏まえて整理を行う。

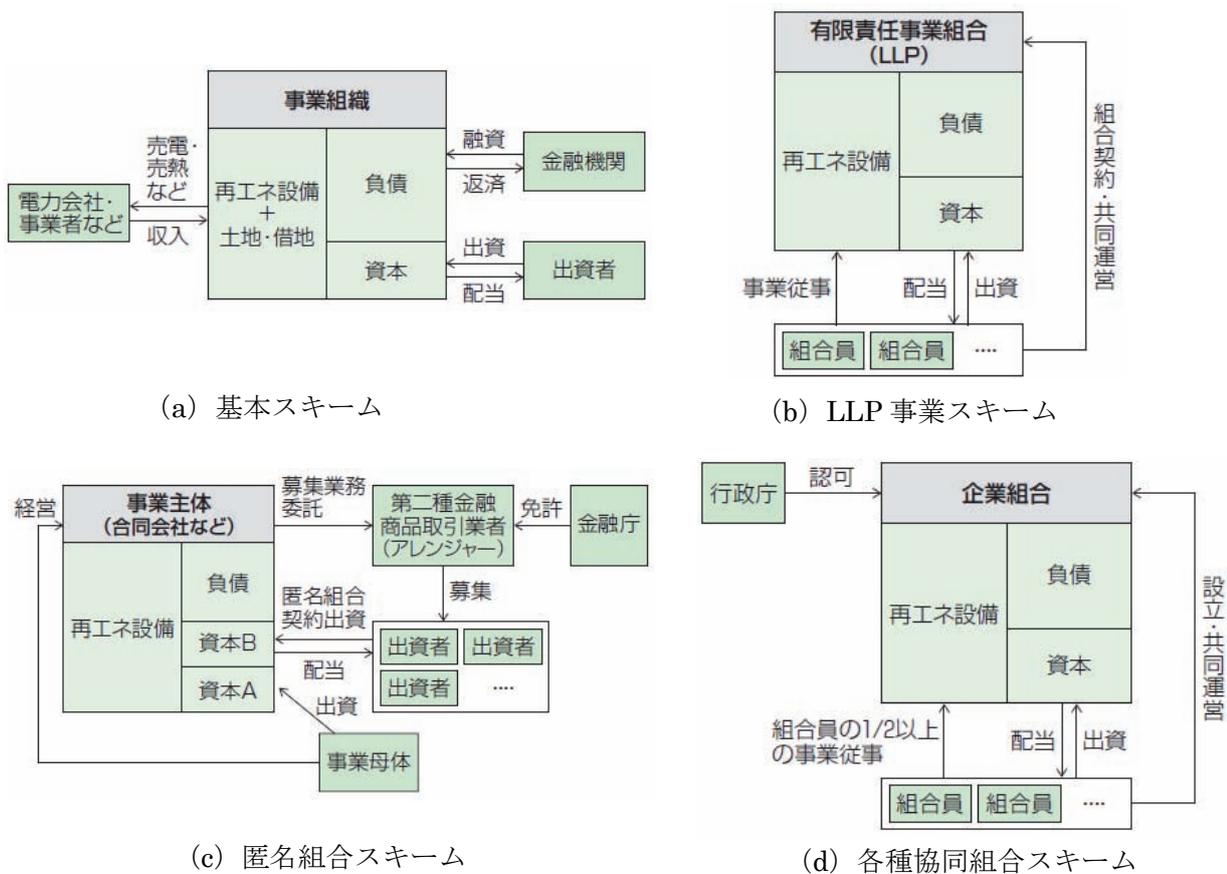


図 26 事業スキーム

出典：寺林（2014）より

<sup>16</sup> 例えば <http://www.rioe.or.jp/0510fuzoku.pdf> で入手可能。

これによれば、漁協自らが発電事業に取り組む場合と、発電事業主体への出資の場合の2つに分けられている。まず前者の漁協自ら（洋上風力）発電事業に取り組む場合、定款に「風力発電事業」を追加するとともに、以下の3点の条件を満たす必要がある。まず、漁場の安定的な利用関係の確保である。ここでは、漁業者の合意を得て、風力発電事業と漁業の共存を求めている。次に、組合員の労働力を利用して行うことである。具体的には、風力発電事業の関連業務について、漁業者の労働力が利用可能な場合、漁協は雇用契約を締結する者の半数以上を組合員とする必要がある。最後に、風力発電事業が漁場の総合的な利用を促進すること、とある。

後者の漁協による発電事業主体への出資の場合、水協法第11条及び第87条に限定列举された事業<sup>17</sup>に必要な範囲内であれば可能としている。なお、組合員への利益配当のみを目的とした売電事業は「協同組合としての性格を逸脱するもの」と明記している。

**表 24 水産業協同組合法（水協法）における洋上風力発電事業の位置付け**

<p>漁業協同組合等が洋上風力発電事業を実施する場合は、以下のようなものが想定される。</p> <p>(1)漁協等自ら発電事業を実施する場合          漁協等自らが発電事業体となって実施する場合、水産業協同組合法に定める漁場利用事業により次の①～③を満たせば、洋上風力発電事業が可能。</p> <p>①漁場の安定的な利用関係の確保          地域の自然環境や漁業形態を勘案し、漁業者の合意を得て、風力発電事業が漁業と共存が可能な形で実施されること。</p> <p>②組合員の労働力を利用して行う          風力発電事業に係る雇用のうち発電施設に日常巡視や保守点検等の漁業者の労働力が利用可能な業務について、漁協等と雇用契約を締結する者の1/2以上が組合員であること。</p> <p>③漁場の総合的な利用を促進する          当該漁場の漁業生産力と風力発電の公益性、収益性等を総合的に勘案し、風力発電事業が漁場の総合的な利用を促進すること。          なお、この場合には、定款を改正し「風力発電事業」を追記することが必要。</p> <p>(2)漁協が発電事業会社（SPC）等に出資する場合          漁協等が発電事業体に出資（参加）する場合、漁協等が自ら行う水協法第11条、又は第87条、に限定列举された事業に必要な範囲内で可能。          具体的には、上記の①から③の要件を満たす必要はなく、少なくとも漁協等及びその組合員が管理、利用する漁場において行われる発電事業体への出資であれば「漁場利用事業」に必要な範囲内で可能。          なお、漁協は協同組合としての性格上、組合員への単なる利益配当のみを目的として売電事業を行うことは、協同組合としての性格を逸脱すると考えられることから上記のように水協法上の事業として実施される場合は漁協が事業主体となることが可能。</p>
---

<sup>17</sup>具体的には、以下16の事業種類があげられている。水産資源の管理及び水産動植物の増殖、水産に関する経営及び技術の向上に関する指導、組合員の事業又は生活に必要な資金の貸付け、組合員の貯金又は定期積金の受入れ、組合員の事業又は生活に必要な物資の供給、組合員の事業又は生活に必要な共同利用施設の設置、組合員の漁獲物その他の生産物の運搬・加工・保管又は販売、漁場の利用に関する事業（漁場の安定的な利用関係の確保のための組合員の労働力を利用して行う漁場の総合的な利用を促進するものを含む。）、船だまり・船揚場・漁礁その他組合員の漁業に必要な設備の設置、組合員の遭難防止又は遭難救済に関する事業、組合員の共済に関する事業、組合員の福利厚生に関する事業、組合事業に関する組合員の知識の向上を図るための教育及び組合員に対する一般的情報の提供、組合員の経済的地位の改善のためにする団体協約の締結、漁船保険組合が行う保険又は漁業共済組合若しくは漁業共済組合連合会が行う共済のあっせん、前各号の事業に附帯する事業。

### 2.3. 取組事例のまとめ

本調査研究の参考として、エネコープ、おひさまエネルギー、波崎漁業協同組合の3点の取組事例を以下で取り上げる。

#### (a) エネコープ株式会社

事業主体	エネコープ株式会社
組織概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>生活協同組合のコープさっぽろが100%出資でエネコープ（株）を設立。</li> <li>同社事業としては、灯油事業、住宅設備（暖房機器）事業、LPG事業、太陽光発電事業（販売施工）、発電事業、バイオ事業、省エネ事業がある。そのうち、自然エネルギーによる発電事業は、発電事業、バイオ事業になる。</li> </ul>
事業費等	<p>1) 太陽光発電事業 総額：7.5億円強 （内訳）組合債（1口10万円、計3,000口）による調達・・・3億円 コープさっぽろからの融資・・・4.5億円</p> <p>2) バイオガスプラント（バイオ事業） 総額：5億円 （内訳）自己資金・・・1/3 NEDOからの補助金・・・2/3</p>
発電種類／出力	<p>1) 太陽光発電事業 設備容量  <ul style="list-style-type: none"> <li>とちか川西発電所（帯広市）：752.6kW</li> <li>とちか南町発電所（帯広市）：1,210 kW</li> </ul>           発電実績（2014年実績）  <ul style="list-style-type: none"> <li>とちか川西発電所（帯広市）：約102.3万kWh</li> <li>とちか南町発電所（帯広市）：約162.7万kWh</li> </ul> </p> <p>2) バイオガスプラント（バイオ事業）<sup>18</sup> 設備容量  <ul style="list-style-type: none"> <li>50KW（252MJ/h）<sup>19</sup></li> </ul>           発電実績  <ul style="list-style-type: none"> <li>不明</li> </ul> </p>
その他	2016年度に電力事業会社を設立、組合員を対象とした電力小売事業を開始予定

<sup>18</sup> [http://133.163.205.27/news/press/AA5\\_100161.html](http://133.163.205.27/news/press/AA5_100161.html)

<sup>19</sup> [http://regional-policy.com/project\\_data/chousa/projectchousa004\\_140310\\_2.pdf](http://regional-policy.com/project_data/chousa/projectchousa004_140310_2.pdf)

(b) おひさま進歩エネルギー株式会社

事業主体	おひさま進歩エネルギー株式会社 <sup>20</sup>
組織概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NPO 法人南信州おひさま進歩が母体・大株主として、おひさまエネルギーファンド株式会社を設立、主に太陽光発電事業に対する出資者を募集。おひさま進歩エネルギー株式会社が事業を運営（図 27 参照）</li> <li>・ 創エネルギー事業、省エネ事業を展開</li> <li>・ 太陽光発電事業を中心に 8 事業を個別に展開。特に初期の 2 事業を以下に詳述する。             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 南信州おひさまファンドプロジェクト                 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 営業者「おひさま進歩エネルギー株式会社」：イ) 事業者自己調達型に該当</li> </ul> </li> <li>2) 温暖化防止おひさまファンド                 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 営業者「おひさまエネルギーファンド株式会社」：ロ) 事業者自己調達変形型に該当</li> </ul> </li> <li>4) その他                 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ おひさまファンド7、地域 MEGA おひさまファンド、信州・結いの国おひさまファンドⅡ、4.立山アルプス小水力発電事業、信州・結いの国おひさまファンド、おひさまファンドの 6 事業を展開</li> </ul> </li> </ol> </li> </ul>
事業費等	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 南信州おひさまファンドプロジェクト<sup>21</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電事業費：1.4 億円（3 施設、208kWh）</li> <li>・ 出資実績：2 億 150 万円</li> <li>・ 環境省「環境と経済の好循環のまちモデル事業（平成のまほろばまちづくり事業）」採択事業</li> </ul> </li> <li>2) 温暖化防止おひさまファンド<sup>22</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電事業費：5 億 100 万円（89 施設、740kWh）</li> <li>・ 出資実績：4 億 3430 万円</li> </ul> </li> </ol>
発電種類／出力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ おひさま進歩エネルギー株式会社全体として、設置箇所は 307 ヶ所、設置容量合計 3659.81kW（2014 年 10 月現在）</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 証券取引等監視委員会より、おひさまエネルギーファンド株式会社に対して、分別管理の状況と当局への虚偽報告のため、行政処分の勧告がなされた<sup>23</sup>。</li> </ul>

<sup>20</sup> [https://www.env.go.jp/policy/community\\_fund/pdf/houkokusyo3.pdf](https://www.env.go.jp/policy/community_fund/pdf/houkokusyo3.pdf)

<sup>21</sup> 省エネルギー事業も合わせて実施されている。

<sup>22</sup> 省エネルギー事業、グリーン熱供給事業費、他の自然エネルギー事業者への投資も行っている。

<sup>23</sup> [http://www.fsa.go.jp/sesc/news/c\\_2014/2014/20140516-1.htm](http://www.fsa.go.jp/sesc/news/c_2014/2014/20140516-1.htm)

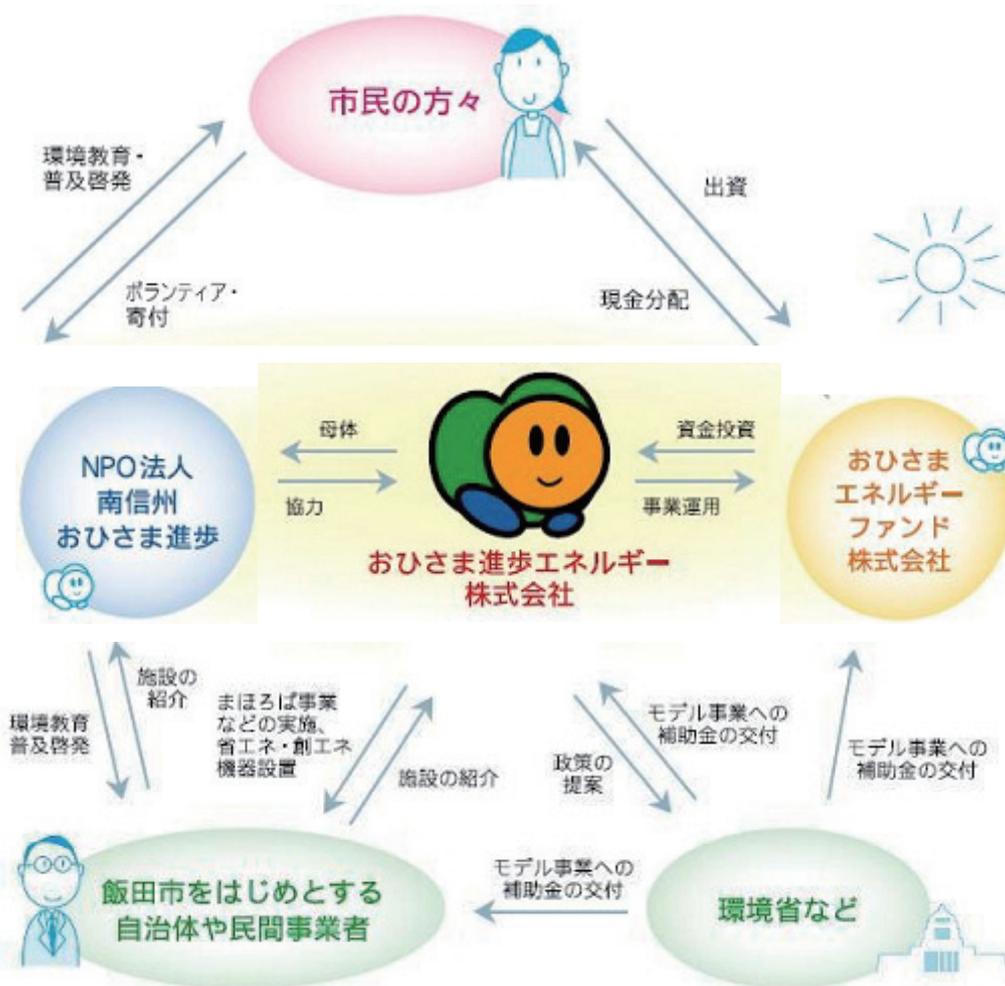


図 27 おひさま進歩エネルギー株式会社の事業スキーム

(出典 : <http://WWW.ohisama-energy.co.jp/cn30/pg156.html>)

(c) 波崎漁業協同組合

事業主体	波崎漁業協同組合 <sup>24</sup>
組織概要	・波崎漁港は第三種漁港の指定を受ける。 ・製氷工場を保有（風力発電事業による電力供給を実施）
事業費等	・風力発電事業 総額：2億6682.6万円 （内訳）水産庁補助事業・・・1億2706万円 自己調達・・・残額
発電種類／出力	設備容量 ・1MW 発電実績（2005年実績） ・270.2万kWh
その他	・2014年度における波崎漁協への聞取調査では、2本目の風車を設置したい意向は持つものの、電力需給の関係から設置できない現状が述べられた。

#### 2.4. 事業主体に関するまとめ

ここまで漁村・漁港地域における小規模・分散型の自然エネルギー導入にあたって、その受け皿となる事業主体、事業スキーム、類似導入事例についてまとめてきた。

事業主体の組織形態別の整理からは、特に法人格、責任、課税条件から、各組織形態の制約となる点についてまとめた。事業スキームでは、大枠として4スキームを示した上で、匿名組合の事業スキームではさらに4分類を示した。また企業組合の事業スキームでは、水産庁「水協法における洋上風力発電事業の位置付け」からさらなる検討を行った。最後に、類似の導入事例としてエネコープ株式会社、おひさま進歩エネルギー株式会社、波崎漁業協同組合の取組をまとめた。

これから、漁村・漁港地域における小規模・分散型の自然エネルギー導入にあたって、漁協が直接・間接的に関与するのであれば、水産庁が示した「水協法における洋上風力発電事業の位置付け」に示されたハードルをクリアすることが求められる。漁協が直接事業主体になる場合には、定款に「風力発電事業」を追加し、3条件を満たす必要がある。また、出資に留める場合、水協法第11条及び第87条に限定列挙された16事業に必要な範囲に制限される。このことは、波崎漁業協同組合が電力需給の関係から、風車の増設が困難担っている状況もあるように、一定の制約が生じることが予想される。

一方事業スキームの検討から、組織形態の組み合わせも考えられる。事例で紹介した、コープさっぽろとエネコープ株式会社、おひさまエネルギーファンド株式会社とおひさま進歩エネルギー株式会社が、これに該当する。特に、後者の事業では同じ太陽光発電事業でも別々のプロジェクトとして実施しており、事業の柔軟性が示された<sup>25</sup>。つまり、当調査研究事業においては、自然エネルギー種類毎にそれぞれ別プロジェクトとして、事業性、公的な支援の可能性等を勘案し、事業主体や事業スキームを選択することも考えられる。

<sup>24</sup> <http://www.portland.ne.jp/~hasaki/umimaru/press/summary.pdf>

<sup>25</sup> ただし、後者の事業スキームでは、行政処分の勧告を受けているように、出資の取扱にあたっては専門業者を用いることが望ましいと考える。

### 3. 環境アセスメントについて

以下に発電事業について、電気事業法を除く重要な法務関係について、環境省（2012）を参考に、太陽光発電、風力発電、小水力発電、地熱発電別にまとめる。

#### 3.1. 太陽光発電

○環境影響評価：不要。

○その他の法務関係の問題：

事業規模が太陽光パネルの設置面積に比例し、必要投資規模にも影響することから、敷地利用権の確保とファイナンスのための担保権設定について重要な法的課題があるとされている。敷地利用権に関連する項目としては以下をあげることができる。

- ・土地利用の契約期間
- ・土地賃貸借における対抗要件
- ・屋根借り
- ・屋根借りと借家
- ・屋根賃貸借権に対抗要件を具備できないことによる弊害

また、事業用の太陽光発電システムの導入にあたっては、以下のような法令が関係する。

例. 大規模太陽光発電システムの関連法令

- ・土地利用関連（国土利用計画法、都市計画法、農地法、農業振興地域の整備に関する法律、森林法、河川法、道路法、文化財保護法、土地収用法、航空法）
- ・環境関連（自然公園法、絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律、工場立地法）
- ・建築・消防法関連（建築基準法、消防法）
- ・その他（建築工事に係る資材の再資源化等に関する法律、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法、粉じんやガス等が存在する場合の設置時の関連法・基準）

#### 3.2. 風力発電

○環境影響評価：

2012年(平成24年)10月から、一定規模以上の風力発電所の設置が環境影響評価法の対象となった。対象となる事業は、出力が1万kW以上である風力発電所の設置工事（第一種事業）、出力が7,500kW以上1万kW未満である風力発電所の設置工事（第二種事業）となっている。

○その他の法務関係の問題：

電気事業法以外の主な関連法規制としては、自然公園法、森林法、自然環境保全法、砂防法、地滑り等防止法、文化財保護法、農地法、農業振興地域の整備に関する法律、国土利用法、都市計画法、国有林野法/会計法等があげられる。この他、公共物工事・環境関係の関係法として、設置関係、公共物工事・環境関係がある。

・設置関係法

建築基準法：・高さ15m以上の工作物（風車タワーに相当）の建設では建築確認申請、建築主事

の確認が必要。

- ・高さ 60mを超える工作物（ブレード最頂部で判断）は構造計算を行い、国交省の認定が必要。

- ・浮体式洋上風力については適用除外。（構造基準を船舶安全法と一本化したため）

道路法：建設する際の道路占有については管理者の許可が必要。

#### ・公共物工事・環境関係の法律

電波法：建設地が電波障害防止区域に指定され、風車の最後部が 31mを超える場合には総務大臣へ届出

航空法：風車のブレード先端が地表または水面から 60m以上の場合、原則として航空障害灯および昼間障害標識を設置、所定の届出の必要。

騒音規制法：騒音規制地域内に風車を設置する場合、都道府県知事に事前に届出。

振動規制法：振動規制地域内に風車を設置する場合、都道府県知事に事前に届出。

### 3.3. 小水力発電

○環境影響評価：不要。（環境影響評価法においては、2.25 万 kW 未満の水力発電所についてはアセスメントの義務を負っていない）

○その他の法務関係の問題：

電気事業法以外の主な関連法規制としては、河川法、自然公園法、鳥獣保護及び狩猟に関する法律、文化財保護法、農地法、森林法、国有林野法、砂防法、地滑り等防止法、建築基準法等があげられる。最も重要である河川法をみると以下のようなになる。

- ・河川水の利用に関するもの

- ・河川の土地利用に関するもの（許可：土地占用、工事、河川保全区域内での工事）

※河川法に関する手続きについては河川の種類別に許可申請窓口が異なる。（例．一級河川：国土交通省の各河川事務所、二級河川：都道府県または政令指定都市の土木事務所）

※水利権：河川法が規定する公法上の権利。河川の流水等を水力発電等のために排他的に取水し利用できる権利。許可水利権と慣行水利権がある。水利権交渉がまとまっていることが事業開始の前提条件ともいわれている。

### 3.4. 地熱発電

○環境影響評価：出力が 1 万 kW 以上（第一種事業）、出力が 7,500kW 以上 1 万 kW 未満である設置工事（第二種事業）となっている。

○その他の法務関係の問題：多くの法規制があるが、規制緩和が進んでいる項目は以下になる。

- ・自然公園法：自然公園の特別地域における掘削調査・地熱発電開発の解禁等。

- ・温泉法：温泉地域等における地熱発電の設置許可の早期化・柔軟化を促進等。

#### 4. 合意形成について

漁港及びその周辺地域で自然エネルギーを活用した発電事業を取り組む上で必要となる合意形成について、環境省（2012）を参考にして整理する。

まず、地域の合意形成に関与するステークホルダーを以下にあげる。

- ・ 地元自治体
- ・ 金融機関等
- ・ 地元企業
- ・ 農林水産業関係者
- ・ 経済団体
- ・ 市民団体
- ・ 他

次にその役割分担等の関係を図 28 に示す。これらのステークホルダーを構成員として、事業化についての検討または推進を行う「地域協議会」の設立、および事務局としての「環境エネルギー事務所」の設立が考えられる。また、各ステークホルダーに期待される機能としては、「地元自治体」には行政支援、場の提供の他、地元団体や事業関係者からなる地域協議会との連携、「金融機関等」については事業会社に対する融資等、「地元企業」には事業会社への参画や場の提供等をあげることができる。

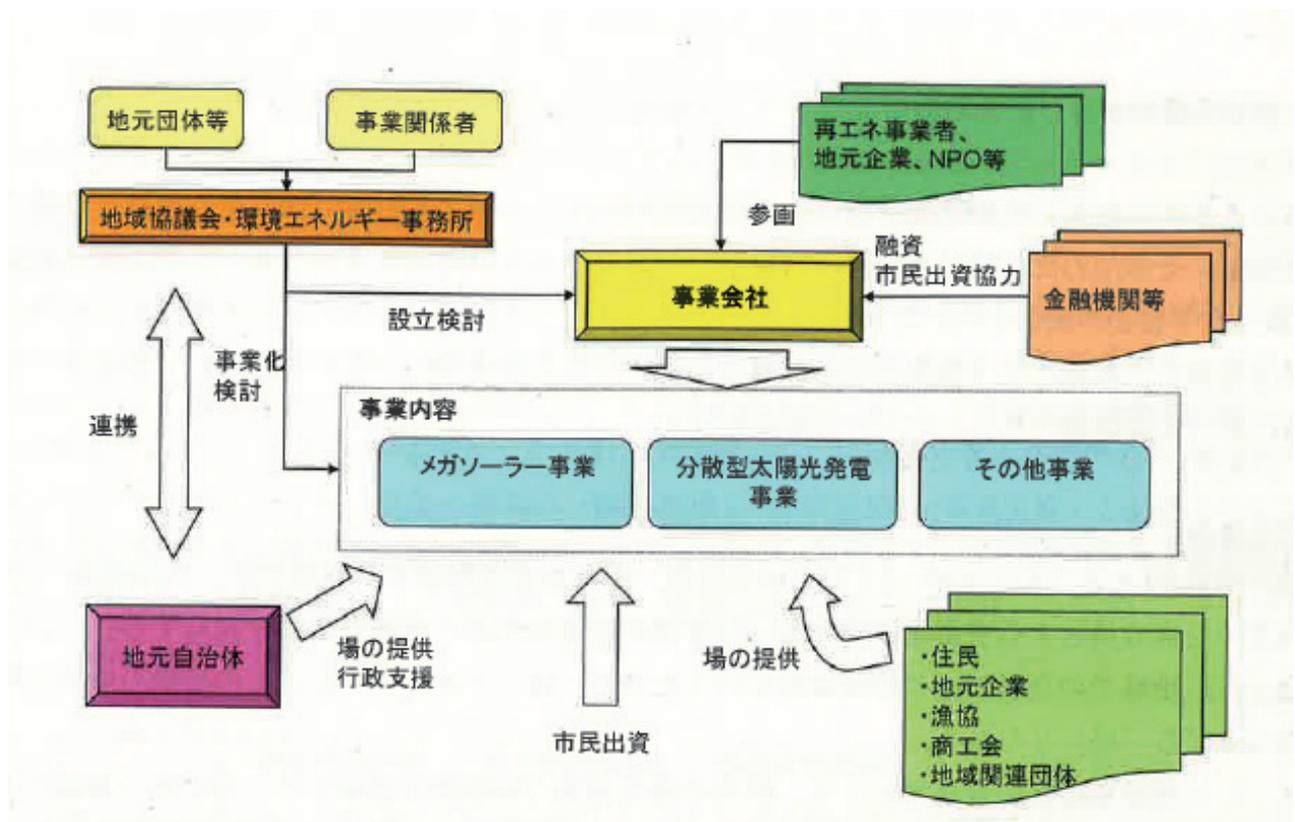


図 28 エネルギー事業のスキームにおけるステークホルダーの関係図

（出典：環境省（2012））

さらに、事業の取組を発展させていくために、地域を巻き込んでいくステップを表 25 に示す。

表 25 事業の開発・計画・実施のための 5 ステップ

	ステップ	具体的な内容	次のステップに進む条件
1	講演会等での一般的な知識の普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>講演会等の企画主体→関心のある人々への呼びかけ</li> <li>知識の普及とネットワーク探索に取り組む段階</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関心を共有する人たちが、継続的に知識を習得しようという姿勢を持ち、そのための企画をたてること。</li> </ul>
2	学習会またはワークショップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>参加する人々を増やすために、関心を有する人々を掘り起こすというネットワーク探索を継続</li> <li>連続市民講座等、学習会を通じた体系的な基礎知識の習得をコア集団が行う段階</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業を自らの地域でおこしてみたいという願望を有する人が少数でも出ること、それに共感する人々が一定数存在すること。</li> </ul>
3	事業化準備の集団による諸案形成期	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業化準備協議会というような形態で、自分の地域に再生可能エネルギー事業を起こすことを目指して、複数の案の形成に取り組む段階。</li> <li>技術面、資金面、組織面での具体的諸案が検討の対象になる。コア集団のまわりに、協力・支援志向を有する人々のネットワークが形成される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自ら中心になって事業を担うという決意をした人が少数でも出ること。</li> </ul>
4	事業化準備の集団による 1 案の選択決定期	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業化準備協議会というような形態で、実行可能な一つの案を選択していく段階。協力ネットワークの形成により、動員できる資源を確保していく段階。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コア集団のまわりに、具体的な協力を提供する諸主体がネットワーク化され、一つの案が実行可能なものになるほどに諸資源が確保されること。</li> </ul>
5	事業組織の立ち上げと運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>実際に、事業組織が設立され、技術的選択と場所の選択がなされ、資金が動員され、建設設置工事がなされ、設備が操業する段階。</li> <li>コア組織の周辺に、事業を維持するようなネットワークが形成され維持される。</li> </ul>	

(出典：環境省 (2012) を基に補足・作成)

## 5. 補助金について

ここでは、平成 27 年度各省庁の予算資料等から、利用検討対象となる補助金等を整理した。名称、省庁、平成 27 年度予算、申請主体を一覧として整理するとともに、それぞれの事業等の概要及び関連 URL を以下に示した。

表 26 利用検討対象の補助金リスト

名称	省庁	平成 27 年度予算等	申請主体
先導的エネルギーネットワーク等構築促進事業費補助金	経済産業省	30 億円 補助 1/2	民間団体等
海洋エネルギー技術研究開発事業	〃	15 億円 委託・補助 2/3	民間企業等
農山漁村活性化再生可能エネルギー総合推進事業（地域における活動への支援）	農林水産省	1 億 6,900 万円 1 件あたり 上限：600 万円 新規：300 万円 補助 定額	地方公共団体、民間団体等
農山漁村活性化再生可能エネルギー総合推進事業（ワンストップ窓口の設置及びワークショップの開催）	〃	3,100 百万円 補助 定額	民間団体等
農山漁村活性化再生可能エネルギー新課題対応調査委託事業	〃	1,100 万円	民間団体等
独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金	〃	2,500 万円	地方公共団体、民間事業者等
官民連携基盤整備推進調査費	国土交通省	3 億 9,700 万円 補助 1/2	地方公共団体
分散型エネルギーインフラプロジェクト	総務省	6 億 1,000 万円	地方公共団体
自立・分散型低炭素エネルギー社会構築推進事業	環境省	13 億 5,000 万円 補助 3/4	地方公共団体、民間事業者等

（関係省庁の HP 及び関連資料より作成）

### <先導的エネルギーネットワーク等構築促進事業費補助金>

○URL：[http://WWW.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene\\_shinene/sho\\_ene/pdf/004\\_04\\_00.pdf](http://WWW.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/pdf/004_04_00.pdf)

○概要：一定規模のコミュニティ等において大幅な省エネや非常時のエネルギー供給等の実現に向け、電気・熱・水素といった二次エネルギーのネットワークを構築する先導的な取組を支援する。

### <海洋エネルギー技術研究開発事業>

○URL：[http://WWW.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/sisaku/ichiran\\_h27.pdf](http://WWW.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/sisaku/ichiran_h27.pdf)

○概要：海洋エネルギー発電に係る国内における導入普及を推進するとともに、海外市場を見据えた技術開発を実施する。以下の 2 件を対象とする。

#### ①海洋エネルギー発電システム実証研究

水槽試験等の結果を踏まえ、有望な発電システムについて、実海域での実証研究を行い、発電性能の評価や運転保守技術等の検証を行う。

## ②次世代海洋エネルギー発電技術研究開発

大学等の先進的シーズと民間企業との連携により、発電コスト低減に資する要素技術を検討し、実際に小型スケールモデルによる水槽試験を行い、発電特性等の試験を行う。

### ＜農山漁村活性化再生可能エネルギー総合推進事業（地域における活動への支援）＞

○URL：[http://WWW.maff.go.jp/j/shokusan/reneWable/energy/pdf/h27\\_kettei\\_pr.pdf](http://WWW.maff.go.jp/j/shokusan/reneWable/energy/pdf/h27_kettei_pr.pdf)

○概要：発電事業に意欲を有する農林漁業者やその組織する団体（農業協同組合、森林組合、漁業協同組合、土地改良区等）が行う事業構想の作成、導入可能性調査、地域の合意形成、事業体の立ち上げ、資金計画の作成等の取組を支援する。

### ＜農山漁村活性化再生可能エネルギー総合推進事業（ワンストップ窓口の設置及びワークショップの開催）＞

○URL：[http://WWW.maff.go.jp/j/shokusan/reneWable/energy/pdf/h27\\_kettei\\_pr.pdf](http://WWW.maff.go.jp/j/shokusan/reneWable/energy/pdf/h27_kettei_pr.pdf)

○概要：発電技術・法令・制度等を習得するための研修会や個別相談の実施など事業構想から運転開始に至るまでに必要なサポート、課題の克服方法等の共有を図るためのワークショップの開催等を通じ、再生可能エネルギーを活用して農山漁村の活性化に取り組もうとする者にとっての共通のプラットフォームを構築する取組を支援する。

### ＜農山漁村活性化再生可能エネルギー新課題対応調査委託事業＞

○URL：[http://WWW.maff.go.jp/j/shokusan/reneWable/energy/pdf/h27\\_kettei\\_pr.pdf](http://WWW.maff.go.jp/j/shokusan/reneWable/energy/pdf/h27_kettei_pr.pdf)

○概要：農業用施設等での再生可能エネルギーの自家利用等の農山漁村における新たな再生可能エネルギーの取組について、農林漁業者の所得向上につなげるためのデータ収集や課題克服手法の検討を実施する。

### ＜独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金＞

○URL：<http://WWW.pref.shiga.lg.jp/f/eneshin/files/04yosangaisan-youkyuu.pdf>

○概要：蓄電池を含めた自家消費向けの太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、小水力発電、地熱発電等で、「固定価格買取制度」の設備認定を受けないものの導入補助を行う。

### ＜官民連携基盤整備推進調査費＞

○URL：<http://WWW.mlit.go.jp/common/001066574.pdf>

○概要：地方公共団体が民間の事業活動等と一体的に行うことにより、優れた効果の発現や効率性が期待できる国土交通省所管の基盤整備事業（道路、海岸、河川、港湾、都市公園、鉄道、空港等の公共土木施設）の事業化に向けた検討経費である。また、社会資本（市庁舎、公営住宅、学校、病院等の施設は除く）に再生可能エネルギーを導入する検討を行う場合には、その設置に必要な検討経費も支援対象となる。

<分散型エネルギーインフラプロジェクト>

○URL : [http://WWW.soumu.go.jp/main\\_content/000310782.pdf](http://WWW.soumu.go.jp/main_content/000310782.pdf)

○概要 : 電力の小売自由化で新たに生まれる 7.5 兆円の市場を地域経済の拡大の起爆剤にするため、「地域の特性を活かしたエネルギー事業導入計画（マスタープラン）」を策定する地方自治体を支援する。

<自立・分散型低炭素エネルギー社会構築推進事業>

○URL : <https://WWW.env.go.jp/guide/budget/h27/h27-gaiyo/051.pdf>

○概要 : 基幹系統からの電力供給が止まった場合でもエネルギーを供給できる防災性の高い地域づくりと再生可能エネルギーの最大限の導入拡大によるエネルギーの低炭素化を実現するため、コミュニティや住居レベルでエネルギーを「創り、蓄え、融通し合う」システムの本格実証を行う。これにより、世界最先端の自立・分散型低炭素エネルギーシステムの確立を目指す。

## むすび

本報告書では、まず今年度の本調査の出発点を明示した上で、調査研究の全体像と小規模・分散型エネルギーシステムのモデルを描いた。続いて、第2章では、函館市の釜谷漁港・戸井漁港をモデル漁港の仮想的事例とし、太陽光及び風力発電の組み合わせによる需給シミュレーションを実施した。さらに第3章では、函館市域における自然エネルギー、事業主体、環境アセス、合意形成、補助金について現状での整理を行い、フィージビリティ調査を見据えた整理を行った。

今後については、北海道函館市においては未着手となっている小水力等の自然エネルギーの利用可能性を検討する必要があるだろう。その上で、事業スキーム、収支計画、各種手続きといった事業企画についての検討及び精緻化が求められる。また、本調査事業は、漁港に小規模・分散型自然エネルギーを導入することのみならず、そこから漁港を中核としたその周辺地域の活性化に主眼がある。そのため、導入候補となる地域を設定した上で、その地域特性にあった活性化について、検討を行うことが最も肝要のことと考える。

# 付 属 資 料



活動報告

**(一社)海洋産業研究会**  
**平成 26 年度東京水産振興会調査研究事業**  
**「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」**

委員名簿（敬称略・順不同）

<座 長>

嵯峨 直恆弘前大学食料科学研究所長

<委 員>

橋本 牧（一社）漁港漁場新技術研究会会長

三浦 汀介北海道立工業技術センター長

宮崎 武晃（一社）海洋エネルギー利用推進機構（OEAJ）理事

山家 公雄エネルギー戦略研究所(株)取締役研究所長

和田 時夫（独）水産総合研究センター理事

中原 裕幸（一社）海洋産業研究会常務理事

<オブザーバー>

水産庁

<（一財）東京水産振興会事務局>

渥美 雅也（一財）東京水産振興会専務理事

栗原 修（一財）東京水産振興会次長

<事務局>

大西 学（一社）海洋産業研究会研究員

以 上

(一社)海洋産業研究会  
平成 26 年度東京水産振興会調査研究事業  
「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」  
第 1 回委員会議事要旨

1. 日時：平成 26 年 7 月 30 日（水）13：30－15：30
2. 場所：(一社)海洋産業研究会 会議室
3. 出席者：別紙参照
4. 配布資料

- 資料 1－1           ： 委員名簿
- " 1－2           ： 話題提供資料
- " 1－3①         ： 本年度・調査研究計画書（案）
- " 1－3②         ： 平成 25 年度 報告書（表紙・目次）
- " 1－4①         ： 水産庁「漁港のエコ化方針」（HP、表紙・目次・抜粋、事業性検討シート）の利用法（太陽光）
- " 1－4②         ： 水産庁「漁港漁場整備長期計画（平成 24～28 年度）の概要」
- " 1－4③         ： 電力システム専門委員会「電力システム改革の工程表」

(1) 話題提供

資料 1－2 を用いて、ミツイワ（株）小田嶋様から話題提供があり、その後大要として以下の議論があった。

**Q.**省エネだけでも相当の効果があるようだが、需要側をコントロールする研究は相当蓄積がある。一方で自然エネルギー・未利用エネルギーの利用についてはどうか。

**A.**現在、動き始めている。ゼファー社が小型風力（1kW）、シーベル社が小水力をしている。風力は加工場の上に設置しているが、6m 以上の風が必要で、必要な時に必要な量が取れない。作るタイミングと使うタイミングをリンクさせるのが難しい。

一方、太陽光であれば導入も進み、屋根への設置でパネルによる遮熱効果も期待できる。発電時と使用時が重なり、安定性を見込める。

水力は漁港の位置エネルギーが低く、河川も一級と二級で管理主体が異なり、許認可が得にくく、さらにメンテナンスの問題もあり、利用しにくい。ただ、今年から養魚場・孵化場等の水を利用する施設で、水力発電の実証研究を実施する予定。

バイオマスは、他の場所で食品残渣をメタン発酵させて発電しているところがあると聞いている。

再生可能エネルギーは、作る時間・タイミングが難しい。使う側の都合にあわせて作れるのか、それを考えると太陽光が一番良いと思っている。

**Q.**ドイツでは、冷凍庫で蓄熱している。需要側は、洋上風力発電の平準化のため、省エネの手法を取り入れる可能性は十分ある。そのような点でのチャレンジはどうか。

**A.**ゼファーとは契約が別のため、この枠組の中では難しい。また、陸上の風力もそれほど近くはない。ただ、連携のあり方は考えていきたい。

Q.太陽光パネルは、遮熱効果と、逆に熱を持つという指摘もあるが、どうか。

A.設置していないので分からない。データとしてはまだない。

C.太陽光発電は、安定的で、メンテナンス次第で長期間利用可能、さらに発電時と消費時がリンクしている。蓄電池との組み合わせも視野に入れると、一番魅力的。

Q.農林水産省からの「自然エネルギーを利用した漁村スマート・コミュニティ化技術実用化・実証研究」(H24～29年度)は、どういう体制で実施されているのか。

A.まず、大きな枠組として被災地の3県を対象とした「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」があり、その中の研究課題で、釜石市で実施している。他に、宮城県では、農業のビニールハウスに太陽光を設置し、電気自動車のi-Moveで蓄電し、農業者がどのように利用できるのか、という研究課題もある。

Q.太陽エネルギーの光や熱といった多段階的利用はどうか。

A.そういう研究はある。別の例だが、風雨を利用して室外機に冷風・冷水を吹きかけ、コンプレッサーの圧力を下げて、効率化を図っている手法もある。

C.水産業は水揚時にピークタイムが一定期間に集中している。そのため、電力量の平準化に潜在的ポテンシャルがあり、地域全体で平準が進められると思う。現在、岩手県とスマート・コミュニティの促進事業で連携し、経産省の補助事業で自治体が申請するものを検討している。場所は釜石になる。

Q.ミツイワ社で、その他の関連取組があればご紹介を。

A.三重の漁港で、振興協議会設置し、その一環で再生可能エネルギーの利用を検討した。現在は休止中。宮城県では、コンパクトスマート漁港を提唱し、電動設備として電動漁船の検討を行った。ただ、漁船自体の実用化が難しい。

資料1-3①及び②、資料1-4①～③を用いて、事務局より説明があり、その後大要として以下の議論があった。

C.当委員会では、自立分散型で蓄電池の活用も視野にいれたエネルギーミックスによる電力供給を目指している。蓄電池も今後は大幅に価格が低下すると見込まれる。

C.発電した電気を全て系統電源に回すより、自前で消費するのが地域振興の観点からも重要。自然エネルギーで発電した電力を水素に転換する仕組みを利用するのはどうか。燃料電池船なら、電動漁船よりも安定性も出てくる。ただ、規模は単一漁協レベルよりも地域レベルになる。また、水力と地熱にこだわりたい。水産総合研究センターは、北海道に水を使う孵化場を多数保有しているが、電気代があがって相当大変。

Q.孵化場の取水はどこからとっているのか。

A.一般河川や地下水、湧水等を利用している。千歳周辺では、川の流量で相当の発電ができると思う。

C.シーベル社の小水力発電は、流量1t/sで、10kWの発電が安定的に可能。水力は設備利用率が高いので、流量が高ければ検討価値あると思う。

C.孵化場は一年中水を必要とする。自前で利用する流量の1割でも利用できれば充分発電できるのではないかと思う。

C.やはり初期費用は高くとも、そこを公的部門等からの補助金も利用して賄い、ランニングコストで

ペイするようにシステムを作っていきたい。水素や蓄電池の役割もあると思う。蓄電池も普及すれば値段は下がるとメーカーは言っている。

C.白神地域はブナの木が多い。水温も 10 度あり、水源豊か。国立公園内は無理だが、その外で何かできると思う。深浦漁協や町も関心があるようだった。

C.今年度は、専門コンサルにある程度、地域、規模と条件を想定し、シミュレーション需給を実施、ベストミックスのあり方を提示してもらおう。

C.極端な話をすれば需要側は電力の請求書があればデマンドはわかる。

C.漁港施設であれば、製氷、冷凍・冷蔵が電力消費のメインになるのは明らか。コンデンサーと、省エネ・自然エネルギーを上手く組み合わせれば効果が生まれやすいのではないかと。港によっては冷水の利用もあり得る。熱を使うところが多いところに絞れば、需要と供給も把握しやすいと思う。

Q.水産庁からはどうか。

C.関心はあるので、決まればご提案いただきたい。

C.北海道の小野水産では、ホタテを乾燥させるエネルギーに MW 級の太陽光発電を導入した。このように、地域の特産物と連携する例もある。

C.今年度は少なくとも北は函館を想定し、具体的な再生可能エネルギーの組み合わせ、概念設計を行い、電力供給の可能性をラフな形でも実施する。これに需要サイドも検討を加えたい。

今年度のアウトプットでは、レポートの他、イメージイラストで漁業者に説明できるような小冊子の作成も加えたい。来年度はさらに踏み込み、FS に進めていきたい。当委員会で、昨年度報告書を共通認識として持ち、大綱方針を定めて、概念設計の叩き台を作って共有していきたい。

また、先日、水産庁の高吉部長に本委員会の取組の趣旨・内容をご説明した。平成 29 年度から始まる次期漁港漁場整備長期計画へのビルトインを検討していただくよう、あるいは補助事業等の代替方策のご助言をお願いした。継続的に行政からの助言を得ていきたい。また、多少時間差があるものの、別の地域でもう一箇所、異なる組み合わせに着手できればと考えている。

**(一社)海洋産業研究会**  
**平成 26 年度東京水産振興会調査研究事業**  
**「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」**

第 1 回委員会出席者名簿

(敬称略・順不同)

<委 員>

座 長	嵯峨 直恆	弘前大学食料科学研究所所長
	三浦 汀介	北海道立工業技術センター長
	山家 公雄	エネルギー戦略研究所(株)取締役研究所所長
	和田 時夫	(独) 水産総合研究センター理事
	中原 裕幸	(一社) 海洋産業研究会常務理事

<話題提供者>

	本多 隆史	ミツイワ株式会社事業研究室室長
	小田嶋俊和	ミツイワ株式会社事業研究室主任研究員

<オブザーバー>

	遠田 誠	水産庁漁港漁場整備部計画課
--	------	---------------

< (一財) 東京水産振興会 >

	渥美 雅也	(一財) 東京水産振興会専務理事
	栗原 修	(一財) 東京水産振興会次長
(事務局)	大西 学	(一社) 海洋産業研究会研究員

<欠 席>

	橋本 牧	(一社) 漁港漁場新技術研究会会長
	宮崎 武晃	(一社) 海洋エネルギー利用推進機構 (OEAJ) 理事

## 函館市現地調査

### (1) 参加者（敬称略）

以下 5 名

嵯峨 直恆 弘前大学食料科学研究所所長  
渥美 雅也 一般財団法人東京水産振興会専務理事  
大西 学 一般社団法人海洋産業研究会研究員  
瀬谷 啓二 (株)アバン アソシエイツ常務取締役  
草間 理彰 // 計画本部部長

### (2) 訪問スケジュール

○2014年10月3日（金）

10：30～11：30 函館市との打合せ

函館市出席者（5名）

企画部 谷口部長、本吉次長、山崎参事、溝江主査、高杉主事

11：30～12：00 函館市臨海研究所の視察

13：30～14：30 戸井漁協との打合せ

戸井漁協出席者（2名）

森組合長、高橋専務理事

函館市出席者（3名）

本吉次長、山崎参事、溝江主査

14：30～15：30 漁港及び関連施設、周辺施設への訪問

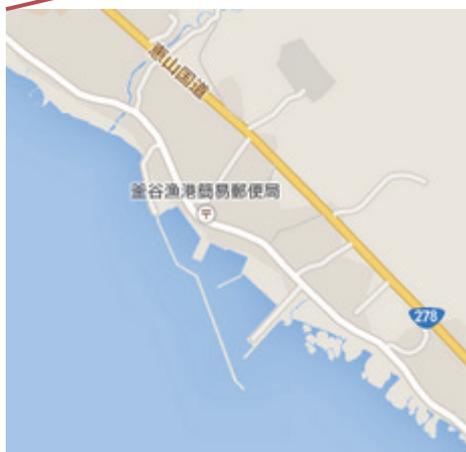
・戸井漁港（戸井ウニ種苗センター含む）

・ふれあい湯遊館

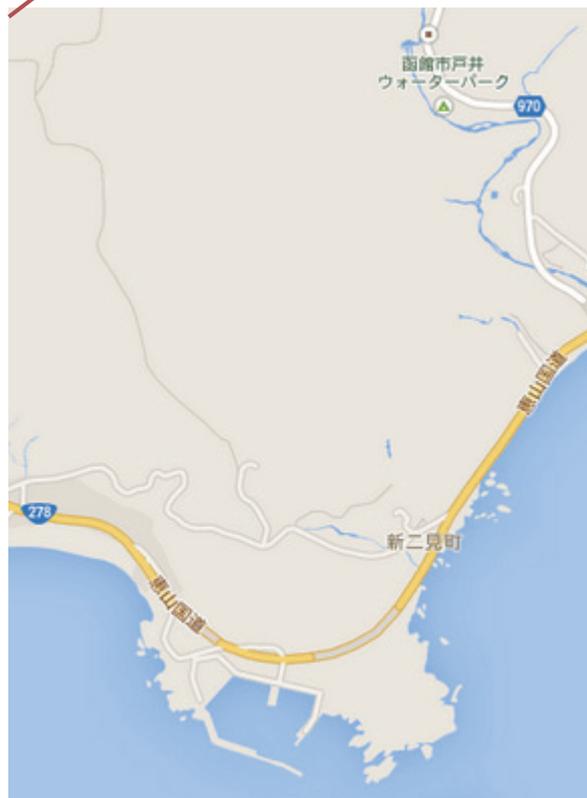
・釜谷漁港

18：00～19：00 函館市国際水産・海洋総合研究センターの見学

19：00～ 懇親会



釜谷漁港（戸井漁協所在地）



戸井漁港（東戸井支所所在地）

函館市及び戸井漁協の位置図



写真1 戸井漁協における打合せ



写真2 戸井漁港の遠景1



写真3 戸井漁港の遠景2



写真4 戸井漁港の主要施設



写真5 戸井漁港施設内



写真6 戸井ウニ種苗センター



写真7 センター内の設備



写真8 センター外の設備



写真9 放水先



写真10 釜谷漁港の主要施設



写真11 釜谷漁港のクレーン



写真 12 釜谷漁港の付随施設



写真 13 釜谷漁港における水揚げの様子



写真 14 釜谷漁港の荷捌き作業



写真 15 戸井漁港施設内

(一社)海洋産業研究会  
平成 26 年度東京水産振興会調査研究事業  
「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」  
第 2 回委員会議事要旨

1. 日時：平成 26 年 11 月 13 日（木）15：00－17：00
  2. 場所：(一社)海洋産業研究会 会議室
  3. 出席者：別紙参照
  4. 配布資料
    - 資料 2－1 : 前回議事要旨（案）
    - 〃 2－2 : 函館市戸井漁港・釜谷漁港におけるシステム概念設計  
（ベストミックス）の検討状況資料一式
    - 〃 2－3 : 函館市打合せのご報告
- 参考資料 1 : 戸井漁港及び釜谷漁港への問合せ結果
- 参考資料 2 : 省庁別分散型エネルギー補助事業関係資料（自由民主党・地域の活性化に資する分散型エネルギー会議の抜粋）

(1) 前回議事要旨の確認

資料 2－1 を用いて、事務局から説明があり、その後大要として以下の議論があった。

C.1 頁目の下、「ドイツの水産業では、冷凍庫で蓄熱」とあるが、水産業は削除する。

C. そのように訂正する。

(2) 話題提供

資料 2－2 等を用いて、(株)アバン アソシエイツから話題提供があり、その後大要として以下の議論があった。

1) 質疑

Q. ウニ種苗センターにおける排水の流量はどうか。

A. 確認する。(後日、函館市からデータをご提供。)

Q. 電気の年間使用量は、漁港関連施設以外にも含んでいるのか。

A. 本資料での電気代は、漁協からの回答になるので、漁協が負担している範囲。戸井漁港でいえば、倉庫、製氷施設、ウニ種苗センター、荷捌施設等があり、年間電気代金は 2,570 千円、これにポンプ電気の年間 1,964 千円を検討対象としている。

Q. 漁獲物の水揚について、魚種別の考慮はしないのか。

A. 漁獲物としてコンブが多いのは把握している。今回は規模想定として、水揚全体と電力消費全体の関係を確認した。魚種によってエネルギー消費も異なるので、魚種毎のエネルギーの使い方がわかるのであれば、その検討も選択肢になるかもしれない。

C. 基本的には、水揚ピークと電力消費ピークは一致するはずだが、戸井の 2 漁港はあまり連動していない。季節変動も、釜谷漁港は小さい。漁港の規模がもう少し大きければ、需要量も多くなり、工夫の余地が出てくるのではないか。

- Q.コンブは天日乾燥が基本だが、共同でエネルギーを使う可能性もあると思うがどうか。
- A.当該漁港では、コンブの乾燥等は漁協単位ではなく個別事業者単位で実施。また、乾燥のエネルギーは天日、足りなければ灯油で、電気は使わない。
- C.北海道のさらに大きな漁港では、漁協が乾燥等の加工に関わっている例はある。
- C.釜谷漁港の灯油代は事務所の暖房がメイン。北海道は、寒い冬にエネルギー消費のピークがくるので、これを考慮する必要がある。逆に夏はそれほどかからない。
- C.ウニは温度を下げる場合にエネルギーを使う。温度コントロールはボイラー利用がメイン。戸井の場合、ポンプアップ等のエネルギーが対象になるかもしれない。
- C.地元からはなかなか出てこないで、発電した電気の利用方策はこちらから提案していかないといけないだろう。

## 2) 各自然エネルギーについて

- Q.挙げられた自然エネルギーのうち、潮流発電は技術的にはまだまだ難しいのでは。
- A.潮流発電は実証段階だが、そのほとんどが大規模を想定している。ここでは、風レンズ風車の潮流版のような小規模潮流発電を念頭においているので、数年後の実用化を期待してもよいのではないかと。函館市の取組で、水槽・実海域実験に入るのなら積極的に取込む、というイメージを持っている。
- Q.ゆうゆう館の温水は温度低く、熱利用は難しいそうだがどうか。
- A.戸井では、地熱も小水力も非常に難しい。当初の想定では、温泉熱・温泉水とも利用が可能と思っていたが、そうでもなかった。
- Q.函館市の他の地域であればどうか。
- A.南茅部なら、民間事業者が地熱発電の調査をしている。湯の川は、掘ればどこでも温泉水が出る。戸井はピンポイントで出ない。
- C.南茅部の場合、漁業の規模は大きいと、漁業者の協力は難しいのではないかと。
- C.戸井は規模も小さく、新しいことを、という危機感があった。さらに潮流のポテンシャルも強く、当初の条件としては良かった。

## 3) 漁港・周辺地域の需要方策について

- Q.供給モデルは年間 50 万 kWh として仮定し、戸井における現状の消費は 20 万 kWh。残り 30 万 kWh をどのように使うか。
- C.魚種構成から、水揚にあわせて氷を大量に使わない。また地域内の加工もない。
- C.加工は、南茅部、もしくは函館市の中心に集中している
- C.電力需要は作れば良い。エネルギー供給で養殖・増殖を検討すればよいのではないかと。
- C.現在、戸井は漁協で冷凍庫等を持たず、個別事業者で持っている。再生可能エネルギーで電力が賄えるのであれば、合理化・漁協所有の冷凍庫を設置に、となるかもしれない。現状の数字には、個別事業者の電力需要は数字に出てきていない。
- C.タコ等の蓄養施設、出荷方法の工夫、サバが獲れるなら船上での機械化等はどうか。
- C.冷凍庫等の施設だけを作っても仕方ない。人が残る産業を起す必要がある。
- Q.種苗センターのウニはどこまでの範囲をまかなっているのか。外に売っているのか。
- A.元々は旧戸井町のセンターなので戸井管内。恵山にもウニ種苗センターがある。

- C.水の流量もたいしたことがないかもしれない。
- C.沿岸に集落が形成されているので、コンブ乾燥の集約化よりも、各乾燥場にエネルギーを送れば、送電コストはそれほどかからないかもしれない。
- C.潮流は汐首、漁港 2 港は太陽光等、周辺地では 60～80℃の温泉熱があるので、これを組み合わせて、系統連携に入れて利用することも考えられる。
- C.系統連携への接続は、安定性が重要。漁業協調だけでなく既存の電力会社にも協調的である必要がある。
- C.これらの案を提示すればよいのではないかと。陸上養殖は、エネルギー多消費で、都市型農業に近い都市型水産という形。そこで再生可能エネルギーを利用するのは重要だと思う。

#### 4)事業主体について

- C.誰が発電主体になるのか、を明確にする必要がある。漁協が主体であるなら、水協法によって限定的になる。地域の新事業に漁協がどこまで取り組めるのか。逆に、この点を水産庁への要望としても良い。水産庁の事業は、零細事業者を救済することがメインなので、これをもう少し広げて適用してもらうのはどうか。市町村が主体で漁協と協力して実施するならば、公共施設、上下水道、コンパクトビレッジ等、漁港に限らず周辺地域も視野に入る。

#### Q.事業主体という点ではどうか。

- A.総務省の補助金に、分散エネルギープロジェクトがある。これは、自治体と民間会社が連携（官民連携）して地域エネルギー（電気・熱）を供給するもので、現在 13 地域で展開中。いずれにしても事業主体を明確にする必要がある。

#### Q.自治体が事業主体になるほうが色々できるか。

- C.地方自治体が旗振り役をする必要はあるものの、事業主体にはならない。地元の企業を束ねて、受け皿を作れば回っていく。戸井の受け皿は漁協だけなのか。企業や加工業者はどうか。少なくとも漁業者をまとめていかないといけない。

- C.地方自治体の取組では、事業の受け皿として、〇〇協議会として作る例がよくある。知恵を出すのは大学。勉強会も催し、事業実施の折には補助金を持ってくることもある。戸井でも、我々のアイデア提示の次に、モデル事業の受け皿が必要。ただ、アイデアの内容で、受け皿の規模や種類も変わる。なにが出来て、なにが将来につながるのか、考えていかないといけない。

- C.参考までに福井県越前町のブローホール発電の事例を紹介すると、これは環境省事業のため、系統連系できず、自家消費せざるを得ない。発電に対する関心は高く、周囲自治体の住民・議員等の見学者がよく来る。事業主体は東大で、事業期間が終われば撤去する。地元は残して欲しいという要望もある。受け皿の主体や利用の仕方について、現在調整・検討中。どこかに予算を要求するのも一つ、という声もある。

#### Q.その予算規模はどれくらいか。

- A.6 億円ほど。20～30 kW の規模で発電している。安全面を重視にした発電をしている。
- C.函館市であれば、相当の受け皿を作れるのでは。水産系であれば、産業基盤、北大水産学部、はこだて未来大学等が揃っている。

## 5)まとめの方向性

C.今年度のまとめとしては、サプライサイドの各自然エネルギーから電力供給を通じて一定の供給量が想定可能と仮定し、これに技術的バックアップを添える。ダイヤモンドサイドでは、戸井漁協の2漁港のケースを提示する。結果は、供給量（50万kW）が需要量（20万kW）より大きいから、その分の電気使用の方策を検討する。例えば、共同施設の設置の他、某かの新事業が挙げられる。そこで事業主体や事業内容について課題がでてくるはず。このような検討プロセスを明記するのが有用ではないか。

具体的には、サプライサイドは、太陽光・風力・小水力・温泉熱・潮流が有望とした、という前提を明らかにする必要がある。これらの再生可能エネルギー源は、発電規模が異なり、特に地熱と潮流は桁違いに大きい。よって、発電量はそれぞれ1対1ではなく、大小が生まれるはず。また、発電種類や発電規模によって導入までに時間差は生まれるだろうから、組み合わせの発展も色々考えられる。ダイヤモンドサイドでは、函館市の水産加工場や、戸井地区や函館市の世帯も対象にすれば可能性と課題が出てくるだろうから、これを整理していく。

出力容量が大きい自然エネルギーを導入できれば、需要の大きい漁港もこの仕組みを発展的に適用できる。日本全国の漁港に当てはめられるのではないか。

C.また、イメージダイアグラムについては、場所は不特定、漁港区域を想定、水際線をまたぐ海と陸の再生可能エネルギーを並べた、ということ。そのため、現状に、波力・洋上風力も加え、可能性のあるものを一般論としてすべて提示するべき。

C.電力消費を、再生可能エネルギーで賄うだけに留まらず、商品の高価値化・販売戦略の一つとしても利用していかないと魅力は薄い。地域全体が自然エネルギーで漁業をやっているだけでも売りになる。地域住民・産業に還元する形があれば良い。

C.北海道には、水産総合研究センターのサケ・マスの孵化場が11ヶ所程展開し、北電の値上げだけで費用が2千万円増加する。北海道の場合、再生可能エネルギーの導入、省エネ・コスト削減というだけでも意味はあると思う。

C.漁港・漁村の場合、移動で消費するエネルギーが欠かせない。漁獲するにも、漁獲物の輸送にも関わる。そのため、電気を輸送エネルギーに変えていければよい。技術的なことなので、地元からの要望というより、こちらから示していくことが大事。

C.都市・街全体を対象とした場合、漁協だけでなく、産業育成・防災・その周辺のエリアマネージメントの観点から進めれば新しい考え方も出てくる。

C.戸井で、何らかの施設を設置した将来像込みの需要側のモデルを作る。数年後に実用化する潮流発電の出力の数値があれば、冷凍庫の設置、蓄電池の導入も含め、50万kWという最小単位のモデルの入口と出口は描けるのではないか。

C.今年度はそこまでやれば十分。受け皿については今年度でもう少し詰め、来年度に方向性を出していくことでどうか。

**(一社)海洋産業研究会**  
**平成 26 年度東京水産振興会調査研究事業**  
**「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」**

第 2 回委員会出席者名簿

(敬称略・順不同)

<委 員>

座 長	嵯峨 直恆	弘前大学食料科学研究所所長
委 員	橋本 牧	(一社) 漁港漁場新技術研究会会長
〃	三浦 汀介	北海道立工業技術センター長
〃	宮崎 武晃	(一社) 海洋エネルギー利用推進機構 (OEAJ) 理事
〃	和田 時夫	(独) 水産総合研究センター理事
〃	中原 裕幸	(一社) 海洋産業研究会常務理事

<オブザーバー>

	溝江 隆紀	函館市国際水産・海洋都市推進室主査
	高杉 吉子	〃 主事

< (一財) 東京水産振興会 >

	渥美 雅也	(一財) 東京水産振興会専務理事
--	-------	------------------

(事務局)

	大西 学	(一社) 海洋産業研究会研究員
--	------	-----------------

<同席者>

	瀬谷 啓二	(株)アバン アソシエイツ常務取締役
	江幡 修	〃 計画本部長

<欠 席>

	山家 公雄	エネルギー戦略研究所(株)取締役研究所長
	遠田 誠	水産庁漁港漁場整備部計画課

(一社)海洋産業研究会  
平成 26 年度東京水産振興会調査研究事業  
「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」  
第 3 回委員会議事要旨

1. 日時：平成 27 年 2 月 24 日（火）9：30－12：00
2. 場所：函館市国際水産・海洋総合研究センター 中会議室
3. 出席者：別紙参照
4. 配布資料

資料 3－1	： 前回議事要旨（案）
〃 3－2	： 報告書の流れ
〃 3－3	： 戸井漁港・釜谷漁港のシステム概念設計・検討資料一式
〃 3－4	： 再生可能エネルギーの導入事業主体と事例に関する整理

参考資料 1	： 徳島県の自然エネルギー導入推進に関する資料
参考資料 2	： 戸井漁港及び釜谷漁港への問合せ結果（再配布及び追加分）
参考資料 3	： 利用検討対象の補助金リスト（再配布及び追加分）

(1) 前回議事要旨の確認

資料 3－1 を用いて、事務局から説明があった。

(2) 今年度における報告書のまとめについて

資料 3－2 を用いて、事務局及び嵯峨座長から説明があり、大要として以下の議論があった。

Q.示された作業フローの時間的範囲は、どれくらいか。

A.主に、平成 26 年度を念頭に置いている。多少、バージョンアップが必要になるかもしれない。

C.重視したいのは、基盤が既にできている再生可能エネルギーを利用して、漁村・漁港の活性化につなげていくことにある。今年度とりまとめた報告書を基に、来年度には公的な補助金、事業ケース、選択可能な再生可能エネルギーの提示と組み合わせを整理し、導入のためのハンドブックとしてまとめたい。

C.今年度は函館市の戸井漁協をとりあげた。また、函館市による潮流発電の取組もある。これらを報告書の中に活かしていくのが良いと思う。

C.検討の中で、小型風車は「開発進展中」としつつ、「実績がある」との位置付けはミスマッチのように感じる。小型風車についてさらに具体的な記載や函館市において導入が適切である点をもっと強調したほうが良い。また、太陽光発電については、漁港区域だけでは利用できる土地が狭いので、周辺地域も考えてはどうか。

C.マーケティングの観点から、地域の自然エネルギーの利用で、その地域のビジネスもプラスになった、というストーリーが欲しい。例えば戸井の場合、地域の自然エネルギーとマグロを結びつけるような考えとかがあげられる。ビジネスモデルを提示しないといけない。

C.自然エネルギーの導入で水産業のどの部分をどのように変えていくのか、これを明確にしておくの

は大事。事例でいえば、自然エネルギーの導入で、戸井の何を変えていくのか。

- C.その点は来年度の大きなテーマだと思う。本調査研究も「振興策の検討」を掲げており、そこに落とし込んでいかないといけない。
- C.テクニカルな点だが、発電した電力は、地産地消なのか、系統連系に接続するのか。太陽光や風力といった変動が大きい自然エネルギーを用いる場合、需要の変化にどのように併せていくのか。コンセプトを明確にしておく必要がある。
- C.系統との連携も、電気を送り込む場合もあれば、逆に入れてもらう場合もある。
- C.現状では、風力・太陽光発電は実績があるので、系統に入れるのは容易。むしろ、海洋エネルギーのほうが実証段階なので、ハードルは高い。
- C.系統に電気を入れるとなるとハードルが高いが、不足分をもらうには簡単。自立・分散型と蓄電池導入を基本として検討を進めていきたい。イニシャルコストは、一定程度は補助金でカバーできるものと想定したい。ここを固めてから、系統への接続等については検討していきたい。
- C.系統接続については、自然エネルギーの変動の問題もあるので、足りない時は電気を回してもらう必要は出てくるのではないかと。

### (3) 漁港の電力需給の検討結果について

資料3-3を用いて、アバン・アソシエイツ社から説明があり、大要として以下の議論があった。

- Q.潮流発電について、メンテナンスの方法や費用はどう考えているのか。メンテナンスを考えると、海面まで浮上させる必要があると思うが。
- A.その点については調査していない。
- C.イギリスの例だと、メンテナンス時をはじめ、必要に応じて浮上させる。東大の潮流発電も角度を変えて浮上させる。コストを掛けない工夫が必要。
- C.メンテナンスは、海洋の自然エネルギーの最大の課題。海面に浮上させても波浪が大きいと作業できない。
- C.韓国・欧州では、護岸から杭式構造物を伸ばして、その下に発電機を抱え込む事例がある。その場合立地上の制約が生じるが、メンテナンスは相当楽になる。また、国内の萌芽事例として北九州の関門海峡や東北の塩釜がある。
- Q.海洋再生可能エネルギーの耐久性はどうか。減価償却の観点からも重要だが。
- A.洋上風力は10〜15年程度だったと思う。発電機だけでも海上にすれば、さらに耐久性は高まる。
- C.函館市の取組である潮流発電の研究は基礎的段階。現在の焦点も形状による効率性向上という点にある。構造方式等は来年度以降の課題で、その流れで初期費用の検討等についてもあるかもしれない。この事業自体は来年度までであるので、コストも概算等の形で工夫が必要かもしれない。
- C.塩釜での実証レベルは函館でも実施可能なのではないと思う。
- C.これらの検討は重要なので、次年度も検討を続けたい。
- Q.19頁の各自然エネルギーのコストは、例えば地熱発電は大きいですが、人件費が効いているのか。
- A.こちらは、コスト等検討委員会の事例から類推して、今回の算定を出している。例えば、地熱発電の場合、出力45kWで規模が小さいが、人件費として一人20万円を計上し、このような結果となっている。
- C.図表では、供給がマイナス、消費がプラスとなるが、供給の観点からいえば、供給がプラス、消費

がマイナス表現のほうがよいのではないか。

- C.水揚量と電力消費の関係について、100～600kWh/トンを示しているが、統計的に有意であるかは不明。参考にとどめたほうが良い。
- C.今回の設定では、電力需要量に応じた発電設備を設定しているが、電力供給には余裕が求められる。そのため、系統連系が安定供給を担保するためにも必要になるのではないか。
- C.各委員からいただいたご意見を反映し、最終的にまとめていきたい。

#### (4) 事業主体の検討について

資料3～4を用いて、事務局より説明があり、大要として以下の議論があった。

- C.漁港区域での風力発電の取組として、波崎の事例も取り入れてはどうか。
- C.可能ならばコープさっぽろのような事例をいくつか並べてほしい。

#### (5) 今後の予定及び来年度について

参考資料1～3を用いて、事務局より説明があり、大要として以下の議論があった。

- C.徳島の取組については、視察や意見交換を行っていければ良いと思う。
- Q.徳島県の方の取組についての予算状況はどうか
- A.県が予算をつけて、風況調査を実施している。次年度以降は環境省のGPP（グリーンパートナーシップ）に基づいて行う模様。
- C.本委員会としては、参考的に取り上げつつ、一定の関与を行っていきたい。
- C.位置付けとしては、ハンドブック作成の中で、事例の一つの紹介という形でよいのではないか。今年度の戸井地区も同様に取り上げていく。さらに文献調査等で外国の事例もあれば良い。
- C.ハンドブック作成であれば、導入時の環境影響評価について、項目を起こして漁業協調というポイントも視野に整理しておくのはどうか。新潟県村上の洋上風力の事業についても環境影響評価について議論になっている。海洋再生可能エネルギーの他、海底鉱物資源でも同様だと思う。
- C.本調査研究のタイトルのように、振興策を検討する必要がある。省エネ・スマート化は、無駄の削減にとどまっている。ここから一歩踏み出して、再生可能エネルギーを利用してどのように地域を活性化していくのか、検討していく必要がある。
- C.来年度については、年3回程度の委員会の開催、及び必要に応じて視察を実施する。視察先は徳島、及び各委員からそれぞれの得意分野を活かして事例を紹介いただければと思う。理念としては、海洋再生可能エネルギーの実現化を願いつつ、自立・分散型の自然エネルギーの導入とそこから得られるエネルギーを利用した漁業振興を打ち出していきたい。

(一社)海洋産業研究会  
 平成 26 年度東京水産振興会委託調査研究事業  
 「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」  
 第 3 回委員会 出席者名簿

(敬称略・順不同)

<委 員>

座 長	嵯峨 直恆	弘前大学食料科学研究所長
委 員	橋本 牧	(一社) 漁港漁場新技術研究会会長
〃	三浦 汀介	北海道立工業技術センター長
〃	宮崎 武晃	(一社) 海洋エネルギー利用推進機構 (OEAJ) 理事
〃	和田 時夫	(独) 水産総合研究センター理事
〃	中原 裕幸	(一社) 海洋産業研究会常務理事

<オブザーバー>

	山崎 貴史	函館市国際水産・海洋都市推進室次長	
	溝江 隆紀	〃	主査
	高杉 吉子	〃	主事

< (一財) 東京水産振興会 >

	渥美 雅也	(一財) 東京水産振興会専務理事
--	-------	------------------

<事務局>

	大西 学	(一社) 海洋産業研究会研究員
--	------	-----------------

<同席者>

	瀬谷 啓二	(株)アバン アソシエイツ常務取締役
	江幡 修	〃 計画本部長

<欠 席>

	山家 公雄	エネルギー戦略研究所(株)取締役研究所長
	遠田 誠	水産庁漁港漁場整備部計画課



平成 27 年 2 月 6 日

北海道立総合研究機構  
地質研究所 地質情報グループ御中

一般社団法人海洋産業研究会  
常務理事 中原 裕 幸  
e-mail アドレス : h-nakahara@rioie.or.jp  
Tel : 03-3581-8777、Fax:03-3581-8787  
Website : www.rioie.or.jp

### 質問

拝啓、時下ますますご清栄のことと拝察申し上げます。

当会は、昭和 45 年設立の海洋関係に関する調査研究を主業務とする団体で、今年度で 45 周年を迎えます。鉱物資源、水産資源、環境、産業・地域振興、政策・法制など多面的な視点から活動していますが、平成 25 年度より(一社)東京水産振興会の委託により、「漁村・漁港地域における自然エネルギーを利用した振興策の検討」を実施しております。平成 25 年度の報告書の表紙、目次、はじめに、委員名簿を参照ください。

その「はじめに」にも書いてありますが、再生可能エネルギー利用の選択肢の一つに地熱(温泉熱)も俎上に乗せております。函館の戸井・釜谷漁港をモデル地域にして今年度の作業を進めているところですが、この地域では即利用可能な温泉源がないようです。少し離れたところに温泉センターがあるので、そこからパイプで引いてくる案もあるかもしれませんが温度が低いようです。

そこで、お尋ねいたしたいと思っておる点がございまして連絡申し上げます次第です。

- 1) 戸井・釜谷漁港の区域では温泉の可能性はないか?
- 2) あるとして、掘削深度および想定水温ほどの程度か?
- 3) 事前調査・試掘・利用開始までに、一般的には、何年かかり、コストはおおよそどれくらいかかるか?
- 4) この地域で温泉熱の利用に関して、その他留意事項があるか?

以上なのですが、ご教示いただければ幸いです。ご多忙中、誠に恐縮ですが、可能なら来週 13 日(金)をめどにお知らせいただければ誠に幸いです。

※北海道立地質研究所報告、第 80 号、27-37、2009 27、函館平野の熱水流動系、は拝読させていただきます。

※貴研究所の所報は毎号、頂戴しております。立派な研究活動に敬意を表します。それに、つくばの旧地質調査所が英文 GSJ でなくなったのに対して、貴所は GSH という素晴らしい由緒正しい名称にあることにも感じ入っております。

※森の地熱利用のトマト農園は昨年度に委員会として視察に行っていました。

草々

## 地質に関する質問への回答

### 概説

函館市戸井地区を含む亀田半島地域は、先第三系の戸井層を基盤岩として、中部中新世下部（川汲層・天狗沢層）、中部中新世上部（汐泊川層・八木沢層頁岩層）、上部中新世～鮮新世（松倉集塊岩層・三森山層・中の沢層・黒羽尻塊岩層・峠下火砕岩類・松倉川層・磯谷川火山砕屑岩類など）が分布する。

函館市恵山地区で深度 500～1000m 級の温泉ボーリングが多数実施されてきたが、函館市湯川～恵山地区では、1992 年に旧戸井町が原木地区で実施した深度 1500m の温泉ボーリング調査が行われただけである。このボーリング実施計画においては、硬質緻密な基盤岩を温泉採取対象層とするため、地層中の亀裂網の発達に期待しなければならないこと、掘削コストの費用が膨らむこと、地温勾配が他地域と比較して小さいことなども考慮して検討が進められた。

ボーリング調査の結果、当該地域の地質構造、地下温度状況（地温勾配）および温泉胚胎状況が明らかとなった。揚湯試験の結果、水中ポンプ揚湯で、毎分 300L で泉温が 38.8℃の単純温泉が得られ、現在は公営温泉施設「ふれあい湯遊館」で活用されている。

### 質問事項への回答

戸井・釜谷漁港と旧戸井町泉源は直線でも約 6～7km 離れているが、山超えとなるため、海岸付近に温泉配湯パイプラインの敷設が必要となり、現実的には難しいと判断される。

漁村・漁港での地域振興を計画される際には、活用方法により必要となる温泉資源量（必要な温度・湯量）の見積もりが重要と思われる。また、温泉資源の安定確保と供給に係るイニシャルおよびランニングコスト等の費用対効果の検討も重要な課題である。

#### 1) 戸井・釜谷漁港の区域での温泉の可能性はないか？

前述したように当該地域の地質は、浅い深度から基盤岩となることが想定される。旧戸井町泉源付近には、断層が存在し、坑井地質からは基盤岩に貫入岩が確認されており、断層やこの貫入岩により形成されている亀裂に温泉が胚胎していることが示唆される。

戸井・釜谷漁港地域の地表では貫入岩の痕跡は確認できないが、旧釜栄鉦山～旧釜谷鉦山付近には断層が存在し、この断層も含めた検討が必要である。地質状況からは、既存泉源の原木地区よりもリスクは高くなると判断される。

#### 2) 掘削深度および想定水温は？

当該地域の地温は、近くに火山活動がなく、浅い深度から基盤岩が続くため、地温勾配（100m 当たりの増温率）は小さい。これは、既存泉源のボーリング調査結果も確認されており、当該地域の地温勾配は 3.5～4.0℃/100m と見積もることができる。

一般的に、掘削深度は、開発対象となる地下地質構造と地温勾配から検討するが、温泉胚胎箇所は必ずしも坑底とは限らないことに留意する必要がある。つまり、温泉採取

のための井戸仕上げ状況と湧出量（湯量が少ないと地上上昇する過程でかなり冷却されてしまう）により、温度にも幅が生じる。

地下 100m 程度までは地下温度が恒温状態で地下水温度に相当し、仮に  $3.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  の地温勾配値で推定すると

1000m での坑底温度  $3.5 \times 9 + 10^{\circ}\text{C}$ （深度 100m までの地下水平平均温度） $41.5^{\circ}\text{C}$

1500m での坑底温度  $3.5 \times 14 + 10^{\circ}\text{C}$ （深度 100m までの地下水平平均温度） $59.0^{\circ}\text{C}$

既存泉源の湧出状況から推定すると、深度 1500m 級の掘削深度でも、 $40^{\circ}\text{C}$ 以上を超える温泉の確保は難しいと判断できる。

### 3) 事前調査・試掘・利用開始までに、一般的には何年かかり、コストは？

先にも述べたように、計画されて地域では地質図以外、ボーリング等のデータが無いため、温泉開発の可能性調査（地質情報等の事前文献調査、物理探査）を実施した上で、試掘を検討すべきである。これらの調査には数カ月要する。

試掘には、温泉法を含めて許可申請等の事務手続が必要であり、申請から試掘終了までには1年程度は必要である。

掘削コストは、試掘する土地の条件、掘削深度と地質条件で大きく変動するが、当該地域は道内でも屈指の硬質岩であり、単価は8~10万/m程度になると考えられる。

### 4) この地域での温泉熱の利用について

漁村・漁港地域では、温泉水に含まれる成分から、温泉利用後の排水に留意する必要がある。温泉排湯を下水処理する場合には問題は軽減されるが、下水道料金として跳ね返るため、十分な湯量を利用することが難しくなる。

旧戸井町泉源は、溶存成分量は少ないためスケール生成の問題も少なく、また有害重金属も含まれていない特徴がある。

一方、釜谷地区は旧鉦山が存在しており、重金属を含む温泉湧出の可能性について否定できないことから、温泉排水は留意すべき課題である。

道内では様々な市町村で温泉熱の水産利用の事例が多数あるので、是非参考にして頂きたい。

（地独）北海道立総合研究機構  
環境・地質研究本部 地質研究所  
資源環境部長 高橋 徹哉

釜谷漁港に関する戸井漁協、函館市への質問事項について

1. 漁船内の施設と構造（延べ面積、建築面積、構造）

施設	延べ面積	建築面積	階数	構造(鉄筋コンクリート造、木造など)
漁船事務所	807㎡	280㎡	地上3階、地下1階	鉄筋コンクリート造
その他事務所	㎡	㎡	地上、地下	造
倉庫	165㎡	165㎡	木造倉庫	木造モルタル造
冷蔵庫	44㎡	44㎡	使用していない	木造モルタル造
冷凍庫	㎡	㎡		
製氷施設	102㎡	43㎡	地上3階	鉄骨造
その他施設(旧番用ほか)	206㎡	206㎡		鉄骨造、モルタル造

(注) クレーン台数、規模

2. 将来予定(建設)する施設の名称、計画または予定規模

施設	延べ面積	建築面積	階数	構造(鉄筋コンクリート造、木造など)
事務所	㎡	㎡	地上、階、地下、階	
倉庫	㎡	㎡		
冷蔵庫	㎡	㎡		
冷凍庫	㎡	㎡		
その他施設(製氷施設)	195㎡	65㎡	地上3階	鉄骨造
その他施設( )	㎡	㎡		

3. 水揚げされる魚介等

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
水揚げ量(t)	21	25	10	5	19	70	531	174	19	25	88	58	845
主な魚介類	こんぶ					59	123	106	10				278
	いか				1	178	26	2	1	75	49		332
	まぐろ				19	26	1	5	1	1	1		51
	ぶり				9	17	5	9	1	0			42
うち冷蔵量(t)													
うち冷凍量(t)													

4. 各施設の年間エネルギー消費量・稼働時間など

①冷媒用の熱源機器(冷媒用)とエネルギー源(電気orガスor重油など)

施設	熱源機器		エネルギー源
	暖房	冷房	
漁船事務所	ボイラーほか		灯油
その他事務所			
倉庫			
冷蔵庫			
冷凍庫			
製氷施設			
その他( )			

②冷房期間、暖房期間(各室内設定温度と設定する施設面積)

施設	冷媒用対象範囲		冷媒用期間・設定温度		冷房期間使用時間	
	暖房	冷房	暖房	冷房	暖房	冷房
漁船事務所	530㎡	㎡	10月~5月(25℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
その他事務所	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
倉庫	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
冷蔵庫	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
冷凍庫	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
製氷施設	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
その他( )	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時

③月別のエネルギー、費用等の使用量(上水、海水)・・・上水・ガス・電気は各使用料金でも可

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
電気(千円)	323	272	247	228	222	163	214	343	354	399	317	394	3276
プロパン(千円)	4				4								8
上水(千円)	50	30	22	22	19	18	31	46	52	37	47	42	386
海水(ポンプ電気)	75	53	84	54	77	71	57	51	51	26	54	52	705
その他(灯油代金)	524	559	518	522	516	53				101	148	559	2990

(注) カッコ内には単位。

5. 函館市(旧戸井町)への質問事項

①釜谷地区の気象等データ

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温:最高	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
日照:最高	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
降雪:最高	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

(注) カッコ内には単位。

②釜谷地区の世帯数および公共施設、民間企業数(業種別)

住宅世帯	272 世帯
民間企業(事務所)	1 件(戸井漁組本部)
民間企業(工場)	0 件(業種: )
公共施設	件(用途: )

※上記企業の地下記事業所があります。

- 吉田電気商会(電気工事)
- 船山石油(ガソリンスタンド)
- 船山電気商会
- 特別養老老人ホーム、戸井船寄在

戸井漁港(東漁港)に関する戸井漁協、函館市への質問事項について

1. 漁港内の施設と構造(延べ面積、建築面積、構造)

施設	延べ面積	建築面積	階数	構造(鉄筋コンクリート造、木造など)
事務所	㎡	㎡	地上 階、地下 階	
倉庫	138 ㎡	181 ㎡	地上 2 階	鉄骨造
冷蔵庫	㎡	㎡		
冷凍庫	㎡	㎡		
ウニ種苗センター	2,297.45 ㎡	673.11 ㎡	一部 2 階建て	鉄骨造、木造、ブロック造
製氷施設	195 ㎡	65 ㎡	地上 3 階	鉄骨造
その他施設(仮設施設)	391 ㎡	391 ㎡		鉄筋コンクリート造

注) クレーン台敷、規模

2. 将来予定(増設)する施設の名称、計画または予定規模

施設	延べ面積	建築面積	階数	構造(鉄筋コンクリート造、木造など)
事務所	㎡	㎡	地上 階、地下 階	
倉庫	㎡	㎡		
冷蔵庫	㎡	㎡		
冷凍庫	㎡	㎡		
製氷施設	㎡	㎡		
その他施設( )	㎡	㎡		

3. 水揚げされる魚介等

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
水揚げ量(t)	29	56	29	13	26	103	269	211	40	42	36	17	881
主な魚介類						82	247	206	27	2	34	23	502
うち冷凍量(t)	10	4	4	5	4	0	20	4	5	3	5	2	41
うち冷蔵量(t)									1	1	1	1	32

4. 各施設の年間エネルギー消費量・稼働時間など

①冷房用の熱源機器(冷房用)とエネルギー源(電気orガスor重油など)

施設	熱源機器		エネルギー源
	暖房	冷房	
事務所			暖房
倉庫			暖房
冷蔵庫			電気(高圧)
冷凍庫			電気(高圧)
ウニ種苗センター	ストーブ	冷凍機	灯油
製氷施設			灯油
その他(仮設施設)			灯油

②冷房期間、暖房期間(各室内設定室温と設定する施設面積)

施設	冷房用対象範囲		冷房期間・設定温度		冷房期間使用時間	
	暖房	冷房	暖房	冷房	暖房	冷房
事務所	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
倉庫	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
冷蔵庫	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
冷凍庫	㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時
ウニ種苗センター	36.45 ㎡	99.9 ㎡	11月~4月(20℃)	5月~10月(18℃)	6時~17時	終日
製氷施設	㎡	㎡	10月~5月(25℃)	月~月(℃)	1時~17時	時~時
その他(仮設施設)	60 ㎡	㎡	月~月(℃)	月~月(℃)	時~時	時~時

③月別のエネルギー、家屋等の使用量(上水、排水) …上水・ガス・電気は各使用料金でも可

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
電気(千円)	188	263	206	154	142	151	179	251	325	323	211	177	2570
プロパン( )													
上水(千円)	25	15	9	8	10	15	28	49	57	49	15	15	331
海水(ポンプ電気)	154	122	114	107	132	151	184	213	222	208	202	155	1964
その他(灯油代金)	57	56	51								52	56	172

注) カッコ内には単位。

5. 函館市(旧戸井町)への質問事項

①ふれあい遊歩道における湧流量、温度(源泉)、掘削深度

毎分 400 L、湧流量 35.2 ℃、掘削深度 1,502.3 m

②戸井地区の気象データ

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
気温(場所)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
日照(場所)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
降雪(場所)	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

注) カッコ内には単位。

③戸井漁港管理地及び東漁地区の世帯数および公共施設、民間企業数(業種別)

住宅世帯	504世帯
民間企業(事務所)	2件 戸井漁協戸井支所・社会福祉協議会戸井支所
民間企業(工場)	3件(業種:木部加工場・縫製工場・造船所)
公共施設	1件(用途: )

※上記企業の他の下記事業所があります。

佐藤商店(ガソリンスタンド) 大和飯会

戸井郵便局

田崎商店(小売業・運搬業)

田中運送(運送業)

本間商店(小売業)

杉山タリニツク(病院)

レインポー薬師戸井店

戸井薬科診療所

戸井漁港(東漁港)・釜谷漁港調査に関する追加データ

1. 戸井漁港(東漁港)分 追加エネルギー・資源使用量(調査表4. ③関係)

(1) 漁港内外灯分電気使用料金

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
電気(千円)	25	21	20	18	18	17	17	18	19	21	22	22

(2) ウニ種苗センター分電気使用量(建物電灯, 水温調節用クーラー, 海水取水ポンプ(毎時100t)使用分など全て含む)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
電気(Kw)	16,130	17,556	16,003	18,979	15,965	18,550	16,440	14,023	15,353	14,215	16,070	15,322

(3) ウニ種苗センター分上水使用量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
上水(m <sup>3</sup> )	18	4	4	7	72	60	199	195	183	114	69	20

2. 釜谷漁港分 追加エネルギー・資源使用量(調査表4. ③関係)

(1) 漁港内外灯分電気使用料

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
電気(千円)	28	24	23	23	22	20	19	22	23	22	25	24

3. 【参考】戸井近郊地区の温泉データについて

戸井町に隣接する恵山町の恵山福祉センターで浴用として利用中の恵山6号井の代替井を今年度新規掘削(現在稼働準備中)

- ・函館市恵山町540番1 恵山7号井
- ・掘削年月日 H26.9.30
- ・湧出量 610L/分 水温 51.9℃(気温23.1℃時) 掘削深度 501.76m

## 参考文献リスト

- 1) 飯塚市環境整備課 (2013) 「民間活力の利用による飯塚市内の再生可能エネルギー発電設備導入の可能性調査」『平成25年度福岡県再生可能エネルギー発電設備導入促進事業』報告資料  
[http://WWW.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/132697\\_50407301\\_misc.pdf](http://WWW.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/132697_50407301_misc.pdf)
- 2) 環境省 (2012) 『地域主導による再生可能エネルギー事業化の手引き』
- 3) 環境省 (2014) 『地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価等に関する手引 (金融機関向け) 太陽光発電事業編 Ver.1.1』  
[http://WWW.env.go.jp/policy/kinyu/manual/photovoltaics/tebiki\\_ver1-1.pdf](http://WWW.env.go.jp/policy/kinyu/manual/photovoltaics/tebiki_ver1-1.pdf)
- 4) 環境省 (2014) 『地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価等に関する手引き (事業者向け) 太陽光発電事業編』 <http://WWW.env.go.jp/press/files/jp/24651.pdf>
- 5) 木下健 (2011) 『海洋再生エネルギー利用の技術動向』 第78回海洋フォーラム資料  
[http://WWW.sof.or.jp/jp/forum/pdf/78\\_01.pdf](http://WWW.sof.or.jp/jp/forum/pdf/78_01.pdf)
- 6) 漁港のエコ化推進のための技術検討会 (2012) 『漁港のエコ化方針 (中間とりまとめ)』  
<http://WWW.jfa.maff.go.jp/j/study/keikaku/pdf/ecotorimatome.pdf>
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局 (2008年3月) 『エリアマネジメント推進マニュアル』  
<http://tochi.mlit.go.jp/jitumu-jirei/areamanagement-manual>
- 8) 国土交通省水管理・国土保全局 (2013年5月) 『小水力発電設置のための手引 ver2』  
[http://WWW.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/syosuiryoku\\_tebiki2.pdf](http://WWW.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/syosuiryoku_tebiki2.pdf)
- 9) 柴田智郎・他 (2009) 「函館平野の熱水流動系」『北海道率地質研究所報告』第80号、27-37頁
- 10) 市民共同発電所全国フォーラム (2007) 『市民共同発電所全国調査報告書2007』
- 11) 市民共同発電所全国フォーラム (2013) 『市民共同発電所全国調査報告書2013』
- 12) 水産庁漁港漁場整備部計画課 (2014) 『漁港のエコ化方針 (再生可能エネルギー導入編)』  
<http://WWW.jfa.maff.go.jp/test/keikaku/pdf/gyokouekogaidorain.pdf>
- 13) 低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化研究会 (2012年3月) 『低炭素社会づくりのためのエネルギーの炭素化に向けた提言』  
[http://funtoshare.env.go.jp/roadmap/media/h24\\_3/01\\_full.pdf](http://funtoshare.env.go.jp/roadmap/media/h24_3/01_full.pdf)
- 14) 寺林暁良 (2013a) 「小規模分散型の再生可能エネルギーと地域金融－事業組織の形態と地域金融機関の役割に着目して－」『一橋経済学』7(1)、83-100頁  
<https://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/25806/1/keizai0070100830.pdf>
- 15) 寺林暁良 (2013b) 「再生可能エネルギーの導入を推進するコープさっぽろと (株) エネコープ」『農中総研 調査と情報』36号5月号、12-13頁  
<https://WWW.nochuri.co.jp/report/pdf/nri1305re5.pdf>
- 16) 寺林暁良 (2014) 「地域主導の再生可能エネルギー事業を担う組織づくり－事業組織形態に着目した事業スキームの検討－」『農林金融』第67巻10号、15-27頁  
<https://WWW.nochuri.co.jp/report/pdf/n1410re2.pdf>
- 17) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (2008年9月) 『新エネルギー等地域集中導入技術ガイドブック』(受託: 三菱総合研究所) <http://WWW.nedo.go.jp/content/100083461.pdf>

- 18) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (2011 年)『平成 22 年度成果報告書海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務』  
(NEDO 成果報告書データベース (<https://app5.infoc.nedo.go.jp/disclosure/Login>) より)
- 19) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (2014 年)『再生可能エネルギー技術白書』  
[http://WWW.nedo.go.jp/library/ne\\_hakusyo\\_index.html#pdfDL](http://WWW.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html#pdfDL)
- 20) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2013 年 2 月)『小規模地熱発電及び地熱水の多段階利用事業の導入課題調査』(受託:(一財)エンジニアリング協会)
- 21) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2014 年 2 月)『小規模地熱発電のうち温泉発電導入促進のための手引書』(受託:(一財)エンジニアリング協会)  
<http://geothermal.jogmec.go.jp/data/file/023.pdf>
- 22) 函館市
- 23) 函館市・函館工業高等専門学校 (2014)『函館市海洋エネルギー・ポテンシャル基礎調査事業 委託研究報告書』
- 24) パスポート (2011)『平成 22 年度 地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業 いちき串木野市地域新エネルギービジョン事業化フィージビリティ・スタディー調査報告書』  
<http://WWW.passport-net.co.jp/business/pdf/fs.pdf>
- 25) パスポート (2012)『平成 23 年度 スマートコミュニティ構想普及支援事業 いちき串木野市「西薩中核工業団地」を中心とするスマートコミュニティ構築事業フィージビリティ・スタディー調査報告書』  
<http://WWW.satsuma-ne.co.jp/pdf/201203fs1.pdf>
- 26) 北海道経済部環境・エネルギー室 (2013 年 3 月)『海洋再生可能エネルギー開発促進に向けた基礎調査業務』  
<http://WWW.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kke/sene/marine.html>
- 27) 北海道会開発局開発調査課 (2012 年 3 月)『平成 23 年度 離島における再生可能エネルギー導入に関する基礎調査 報告書』
- 28) 横浜グリーンパワー事業化検討委員会 (2013)『横浜グリーンパワー事業化検討委員会報告書』  
<http://WWW.city.yokohama.lg.jp/ondan/ygp/h21/ygp-committeesreport/ygp-committeesreport.pdf>  
<http://WWW.city.yokohama.lg.jp/ondan/ygp/h21/ygp-committeesreport/ygp-collectionofdocuments.pdf>(資料集)