

五島市における浮体式洋上風力発電商用化の実現可能性に関する予備的考察

迫田智沙・佐々木啓輔・山崎裕司・コン・ジョンヒ・濱崎宏則

A preliminary consideration on the feasibility of the commercialization of floating type offshore wind power generation in Goto City

Chisa SAKODA¹⁾, Keisuke SASAKI¹⁾, Yuji YAMAZAKI¹⁾, Junghee KWON¹⁾, and Hironori HAMASAKI²⁾

Abstract

This article preliminarily considers whether commercializing floating type offshore wind power generation can be realized in Goto City in Nagasaki Prefecture, or not. As a background of this study, Goto City is an island municipality and suffering from depopulation because of low birth rate and longevity, and also, due to economic slide and decrease in employment. Goto City started the pilot project of floating type offshore wind power generation in 2009, supported by the Ministry of Environment. Since the result of the project was successful, they have been expecting they can take advantage of it for local revitalization.

This paper, first of all, overviews recent trends and surroundings about offshore wind power generation in both Japan and the rest of the world. This survey reveals significance and potential of this offshore project for Japan and Goto City, and finds out some challenges for the future. Next, out of several issues, this study focuses on the initial cost and considers how they can collect investment for expanding floating type offshore wind power generation. This article also refers to the possibility of communal investment as one of the ways to contribute to local revitalization. Finally, this study brings up several policy proposals for the project expansion in a way to benefit locality.

Key Words : floating type offshore wind power generation, Goto Island, FIT, community-owned wind power, local revitalization

1. はじめに

1.1. 背景：五島市の命運を握る再生可能エネルギー

五島市は長崎県の西方およそ 100kmに位置し、大小 152 の島々からなる（五島市、2016: 1）。奈良・平安時代には遣唐使船最後の寄港地、中世以降は海外貿易の拠点として栄えた、歴史的に由緒のある地域であるⁱ⁾。

その五島市がいま、“存続の危機”に陥っている。1955 年におよそ 92,000 人だった人口は減少の一端をたどり(図 1)、2015 年 3 月末時点では、半分以下

の約 39,000 人となった（五島市、2016: 4）。この人口減少の大きな要因として、少子高齢化による人口の自然減および産業の衰退と雇用の縮小にともなう島を離れる人が増えることによる社会減が挙げられるⁱⁱ⁾。五島市にとっては人口減少を食い止めることが喫緊の課題であり、そのためにも、産業を興して雇用に創出する具体的な地域活性化策が求められている。

このような状況のなかで、環境省による浮体式の洋上風力発電の実証事業が、2012 年 4 月からスタートした。日本初の取り組みとなる本事業では、

1) 長崎大学環境科学部

2) 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

受領年月日：2016 年 6 月 1 日

受理年月日：2016 年 8 月 22 日

2,000kW 級の浮体式洋上風力発電実証機 1 基を長崎県五島市杵島周辺に設置し(図 2)、風車の建造に係る技術や魚類・鳥類などの環境や生態系への影響を確認することが主な目的だった。今回杵島沖が選ばれたのは、平均風速 7.5m/s (海上 60m) という安定した風力が見込める一方、高さ 1m 以下の波の出現頻度が年間約 89% という穏やかな環境が洋上風力発電に適しているというのが、大きな理由である。

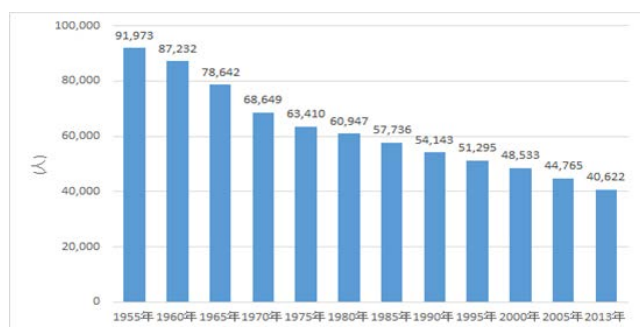


図1 五島市の人口推移
出所:五島市 (2015: 4)

環境省による実証事業は 2016 年 3 月に終了した。本事業の成果については、最終報告書の刊行を待たなければならないが、筆者らが行ったインタビューによれば、技術的には台風が接近した際の高波や強風にも耐えることができ、環境面においても漁業や生態系、騒音などにおいて目立った影響は観測されなかったというⁱⁱⁱ。このことは、洋上風力発電が進んでいる欧州における環境影響評価の結果に関する報告(中尾、2011)とも符合するものである。

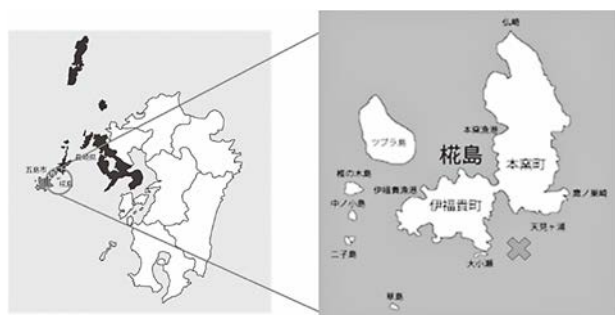


図2 浮体式洋上風力発電実証事業の実証海域
出所:佐藤・牛上 (2013: 383)

実証事業を終えた風車は崎山沖に移設され、2016 年 4 月より国内初の実用化が始まった。浮体式洋上風力発電所の開所式での野口市太郎・五島市長の「海には無限の可能性がある。事業発展で雇用創出などにもつなげていかなければ」という挨拶にも表

れているように^{iv}、今後は、この浮体式洋上風力発電を事業としてどう拡大していくか、そして地域の活性化にどのように結びつけていくかが重要になってくる。奈留瀬戸および田ノ浦瀬戸にて始まった潮流発電技術の実証事業とあわせ、海洋における再生可能エネルギーの活用が、五島市の将来の命運を握っていると言っても過言ではない。

1. 2. 本稿の目的と構成

以上に述べてきたように、浮体式洋上風力発電は五島市の持続可能な将来の行方を左右する重要な役割を担うと期待される一方で、今後事業を拡大し地域の活性化へと繋げていくうえで、さまざまな課題に直面することが考えられる。それらの課題については次章で詳しく整理することとするが、本稿ではそのうちもっとも重要だと思われる事業収支に着目し、浮体式洋上風力発電の拡大を地域の活性化という視点と結びつけながら方策を検討することを目的とする。

具体的には、以下の構成で論じていくこととする。まず次章では、洋上風力発電を取り巻く世界および国内の現状を整理し、日本および五島市がこの事業に取り組む意義およびポテンシャルを明らかにすると同時に、今後の課題について整理する。次に、整理した課題のうち、事業収支を取り上げてその問題点を分析するとともに、地域に資する投資の募り方として市民出資の可能性についても検討する。そして最後に、地域にとって恩恵のある事業拡大に向けて、求められる政策を提言する。

2. 洋上風力発電事業の動向

2. 1. 世界の洋上風力発電導入実績と日本の動向

海津(2015)によれば、世界の風力発電導入実績は、2014 年末の時点で 3.7 億 kW である。洋上風力発電だけで見てみると、世界全体の導入実績はおよそ 876 万 kW となっており、陸上・洋上を合わせた導入量に対する割合は約 2.4% である(表 1)。

現在はまだ少ない洋上風力発電ではあるが、図 3 に示すとおり、その導入量は着実に増えてきている。2013 年、2014 年の単年の導入量は 150 万 kW を超えるほどになってきた。なお、現在実用化され商用利用段階にあるのは着床式であり、浮体式は実証研究段階となっている(海津、2015)。

一方で、日本における風力発電の導入実績は 279 万 kW であり、世界で第 19 位にとどまっている。洋上風力発電に限ってみれば、その導入量はわずか

5 万 kW でしかない。日本風力発電協会(JWPA)(2014)によれば、国では2010年度までに300万kWの導入を目標としていたものの、達成することはできなかった。その要因として、2007年度に建築基準法が改正されて風車の建設が長期化し、またコストが上がってしまったこと、さらに2010年度に新規風車向けの建設費助成制度が廃止されたことが指摘されている。

表1 世界の風力発電の導入実績(2014年)

(単位: 万kW)

国	洋上	陸上 +洋上	国	洋上	陸上 +洋上
イギリス	449.4	1,244	フィンランド	2.6	63
デンマーク	127.1	485	アイルランド	2.5	227
ドイツ	104.9	3,917	韓国	0.5	61
ベルギー	71.3	196	スペイン	0.5	2,299
中国	65.8	11,461	ノルウェー	0.2	82
オランダ	24.7	281	ポルトガル	0.2	491
スウェーデン	21.2	542	米国	0.02	6,588
日本	5.0	279	世界	875.9	36,960

出所: 海津 (2015)

このように、諸外国と比較して大幅に後れをとっている日本の現状について、日本風力発電協会(2014)は、2050年度の推定需要電力量に対して、風力発電から20%以上を供給することを導入目標として公表した。そのロードマップは表2に示されたとおりであり、2010年時点で248万kWにとどまっている風力発電導入量を、2030年にはおよそ15倍の3,620万kWに、2050年には最終的に7,500万kWにしようという、野心的な目標となっている。また、洋上風力発電については、2010年ではほとんど導入されていなかったものの、2030年までに960万kW、2050年までには3,700万kWの導入を目指している。

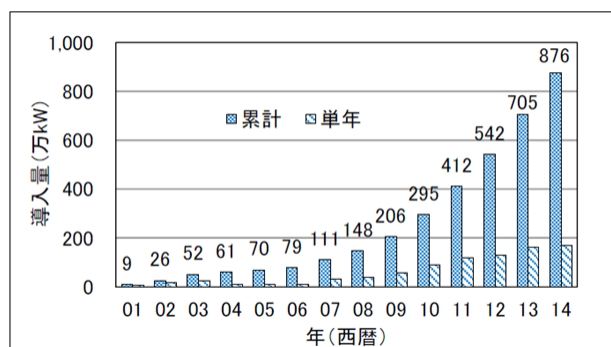


図3 世界の洋上風力発電の導入実績の推移

出所: 海津 (2015)

そのなかでも注目すべきなのが浮体式の発電導入目標で、2020～2030年では着床式と比べて差があるものの、2050年には目標値の半分ほどを占めている。この理由として、日本近海の海域特性として、着床式よりも浮体式のほうが適していることが挙げられる。日本の地形は、陸地から海に入ると急に海底が深くなる急峻な海域が多いため、諸外国と比較して、水深が浅い海域に適した着床式よりも、より深い海域に対応する浮体式のほうがポテンシャルが高いのである。

表2 2050年までの風力発電導入のロードマップ

年度	風力発電導入実績と 導入目標値[万kW]				発電 電力量 [億kWh]
	合計	陸上	着床	浮体	
2010	248	245	3	0	43
2020	1,090	1,020	60	10	230
2030	3,620	2,660	580	380	840
2040	6,590	3,800	1,500	1,290	1,620
2050	7,500	3,800	1,900	1,800	1,880

出所: 日本風力発電協会(2014)

では、その浮体式洋上風力発電のポテンシャルとはいかほどなのか。環境省(2011: 100)における洋上風力発電のポテンシャル調査結果によれば、北海道と九州を中心に風速 6.5m/s 以上の安定的な風が吹く地域が多いことがわかる。またとくに九州では、着床式よりも浮体式のほうがポテンシャルが高いと見込まれていることも明らかである(図4)。実際、地域別の洋上風力発電の導入ポテンシャルを見ると、九州地方が全国でもっとも高いことがわかる(図5)。

また、浮体式洋上風力発電の導入促進は、社会経済的にも大きなインパクトがあると期待される。既述のとおり、着床式の洋上風力発電については既に商用利用段階にあるが、浮体式は世界的に見ても実用化された例がない。他方で五島市では、周辺海域に273機の浮体式洋上風力発電機を設置することができるという試算を出している(五島市、2014: 35)。五島市において実用化が実現され、風力発電機が順調に普及して商用利用化が進めば、日本がこの分野において世界をリードしていく、ということも夢で

はない。

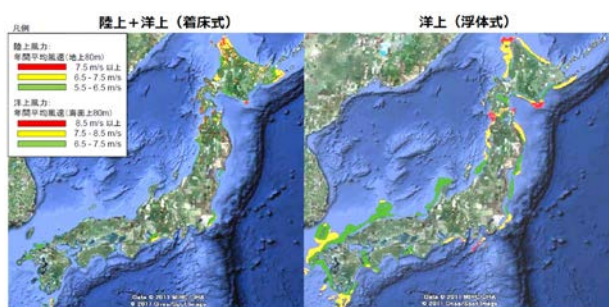


図4 我が国の風力発電のポテンシャル
出所:国土交通省(公表年未記載)

また、経済的な観点では、日本風力発電協会(2014)を参考にして筆者らが雇用創出効果の試算を行ったところ、2,000kW級風車1基あたり118人の雇用、5,000kW級風車1基あたり293人の雇用が得られることが分かった。このことは、五島市の活性化という視点からも望ましいことであるといえるだろう。

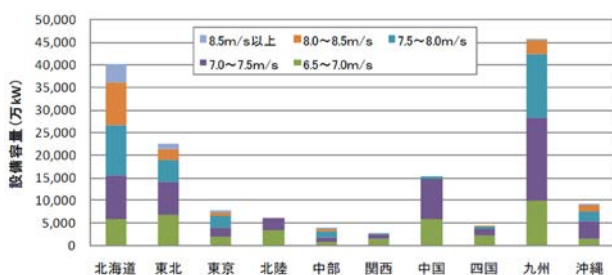


図5 洋上風力の地域別導入ポテンシャル分布状況
出所:環境省(2011: 109)

2.2. 日本における洋上風力発電普及の際の課題

以上のように、洋上風力発電は将来的な普及・拡大のポテンシャルと社会経済的な効果が期待されていることがわかった。それでは、今後洋上風力発電の導入を拡大していくうえでの課題として、どのような点が考えられるのだろうか。

2016年3月に終了した環境省による実証事業で実際に起こった問題を例にすると、プロジェクトの開始当初に実証機を設置する海域を選定する過程で、何度も漁業者の反対にあったという⁹⁾。つまり、社会的に洋上風力発電が受け入れられるかどうかという、社会受容性の問題である。洋上風力発電の場合は、名前の通り海域に建設される風力発電所であるため、漁業との関係が問題となってくる。

漁業権が存在する中で、洋上風力発電の商用化を

目指すためには漁業関係者との調整が必要になる。海洋産業研究会(2012)によると、従来、漁業関係者との調整が必要となった場合、漁業補償金を渡すという方法をとってきたが、このような従来の調整方式では電力事業者と漁業関係者双方が利益を得ることは困難である。そこで、近年では両者が互いに利益を得ることができる方式「漁業協調」の必要性が認識されるようになり、この方式は洋上風力発電関係者の間に浸透してきた。しかしながら現状は、「漁業協調」という言葉だけが浸透する一方で、その基本的な考え方は理解されていないため、実現可能な具体的な協調内容が提案されていない。

こうした背景から、商用化を行うためには、言葉だけが先行するといった状況を打破し、関係者が「漁業協調」という言葉だけでなく基本的な考えを理解した上で、双方が利益を得る調整を図ることができるような具体的な策を提案することが求められると言える。

洋上風力発電を拡大していく際の課題について、海津(2015)において、以下のような点が網羅的に指摘されている。

- ① 中長期目標の設定
- ② マスタープランの策定
- ③ 送電線の整備
- ④ 一般海域の利用を促進する環境整備
- ⑤ 港湾インフラ等の整備
- ⑥ 日本の自然条件に適した風車の技術開発支援
- ⑦ ウィンドファームの実証事業
- ⑧ 債務保証などファイナンスに関する支援
- ⑨ 規制の緩和
- ⑩ 発電コストの将来見通し

上記10項目にわたる課題は、洋上風力発電の普及を促進する制度的・政策的環境の整備(①・②・④・⑧・⑨)やインフラの整備(③・⑤)、技術開発(⑥・⑦)に関するもので、いずれも重要な指摘である。例えば⑤に関して、海津(2015)ではSEP船等特殊作業船の整備が課題であることを指摘している。この点に関して、日本船舶技術研究協会(2013)によると、洋上風力発電事業は大きく分けて、事前調査、設置、試運転、運用、撤去の5つの段階に分けられていて、それぞれの段階で複数の種類の作業船が必要となるのだという。それらの作業船には汎用的なものだけでなく、洋上風車関連作業特有の機能や性能が求められるものもあり、したがって、洋上風力発電事業では、作業船を事業の一連の作業に応じて速やかに活用できるよう整備して

おくことが必要となる。

しかし、今のところ起重機船等は充実しているのだが、メンテナンス作業員を輸送し安全に風車に乗り移らせるアクセス船や浮体式風車の係留索敷設用のアンカーハンドリング船などはまだ数が少ない。また、風車の設置船については国内最大の自己昇降式作業台船「SEP くろしお」が2011年9月に竣工しているが、設置工事の需要増大を考慮すると十分であるとはいえない。以上から分かるように、商用化を可能にするためには、作業船の製造や漁船の活用などの作業船不足を解消するための対応が必要である。

一方で⑩と関連して、商用化に向けては、洋上風力発電機の建設・設置コスト、いわゆる初期投資や、操業後に固定価格買取制度(FIT)を利用して売電収入によって投資を回収していく際の、事業としての採算性など、経営的な面も慎重に考慮する必要がある。とりわけ、このコストの問題が浮体式洋上風力発電の商用化を阻む大きな障壁となると思われる。なぜなら、浮体式洋上風力発電は陸上風力発電や着床式と比べた場合に費用がより大きくなる要素が多いからである。

まず、風車の建設コストに関して、岩谷(2012)によると、陸上風力発電の建設コストは約30万円/kWである。しかし、着床式洋上風力発電であれば1.5~2倍の40~60万円/kW、浮体式洋上風力発電であれば2倍以上の70万円/kW程度はかかると考えられている。MW級の風車を建設すると仮定した場合、陸上風力では約20億円、着床式では約30~40億円、浮体式では約50億円かかる計算になる。

加えて浮体式洋上風力発電の場合、メンテナンスに関するコストも多額となる。石原(2013)によれば、メンテナンスコストには部品交換などメンテナンス自体にかかる費用だけでなく、風車の停止に伴う発電の損失による費用も含まれる。したがって陸上風力発電と比較して、メンテナンス作業員が現場にアクセスすることが困難であるといわれる洋上風力発電はメンテナンスコストがかさむのである。さらに浮体式洋上風力発電のメンテナンスには、風や波によって生じる動揺下での作業性の確保が求められるため、浮体式は着床式よりメンテナンス費が高くなる。

また、送電設備の増新設にも多大な費用を要する。中野(2014)によると、風況が良い風力発電適地では消費電力量が少ないため、電力会社は積極的な送電設備の整備を行っていない。そのため、商用化に

より風力発電施設が増加した場合、現行の送電設備のみでは対応しきれなくなる。このような背景から、一般社団法人日本風力発電協会(2014)は、送電設備の増新設は不可欠であると指摘しているが、それには多くの費用がかかる。

以上の点を考慮してみると、洋上風力発電事業による採算性が気になるところである。小柳津(2013)は、洋上風力発電を対象に、東京電力の供給区域の周辺海域に洋上風車が大規模に導入された場合、火力のみで発電する場合よりも純便益が発生するかどうかを、費用便益分析を用いて検討している。その分析結果によれば、着床式・浮体式ともに、プラントの規模を15万kW、設備利用率30%、稼働年数20年、建設費を着床式が50万円/kW、浮体式が70万円/kWとした場合、どの導入本数でも純便益は正にならない。仮に風車の各コストを30%削減し、稼働年数を25年に引き上げた場合で、導入本数が82本から1,495本の間にある時はじめて便益が正の値をとる。五島市の場合、環境省による実証実験が終わって、その際に使用した1基の実用化がようやく始まったばかりであり、上記のような風車の本数を設置することができるようになるまでには何十年という月日を要することになってしまう。

これまで述べてきたように、浮体式洋上風力発電はさまざまな面でコストがかさみ、事業の採算がとれるようになるまでにはかなりの資金が必要となることがわかった。したがって、今後も風車を増やし続け、浮体式洋上風力発電事業を軌道に乗せていくためには、コスト削減や資金調達について検討することが重要なのである。

これまでの議論から、洋上風力発電の導入が新たな雇用を生み出し、地域の活性化において重要なポテンシャルをもつということがいえる。しかしながら、本稿で対象とした五島市における浮体式洋上風力発電は日本初の試みであり、この点で既に比較的普及していると言える太陽光発電や陸上風力発電、これまで一般的であった着床式の洋上風力発電など他の再生可能エネルギー事業とは異なる。加えて、浮体式洋上風車の導入にあたっては、技術的な研究はいくつか存在するものの、ほとんどの研究においてコスト面での課題を残している点で商用化に際して十分なものとはいえない。したがって、既に述べたが、商用化実現のためには、再度五島市の浮体式洋上風力発電事業に着目し、経済面での検討をすることが必要であると考えられる。

よって本稿では、長崎県五島市の浮体式洋上風力

発電に関連した再生可能エネルギー事業を対象に、「固定価格買取制度を利用した売電収入、および市民共同出資による市民風車運営によって、五島市浮体式洋上風力発電を商用化できるほどの費用収集は可能か」ということに関して実際に計算を行い、想定される風車コストと比較の上、どれほどの利益が得られるのか、シミュレーション的に計算を行うこととする。そしてさらに、得られた結果を踏まえた上で、五島市における浮体式洋上風力発電の商用化実現に向けた政策提言を行うものとする。

3. 事業収支の実現可能性に関する試算

前章でも述べたように、これより、「五島市における浮体式洋上風力発電商用化の可能性」について、コスト面からのアプローチを行う。まず初めに固定価格買取制度(以下、FIT)を活用した資金収集、次に、市民共同出資による市民風車という操業形態を活用した資金収集に関して、シミュレーション的に検証していく。

3.1. FIT による売電収入

仮に五島市において浮体式洋上風力発電を商用化する場合、FIT による売電収入はいくら見込めるのか。また、風車1基あたりの建設費、維持管理費と比較し、その収入は純便益を生み出すことが可能であるのか、について計算を行う。

3.1.1. FIT 概要

検証にあたり、まず、FIT の大まかな概要について説明する。FIT とは、再生可能エネルギー事業者が発電した電力をある価格で一定期間買い取るように法律等によって義務付ける、というものである。従来の再生可能エネルギー買取の方法として、固定枠制や競争入札制などが挙げられるが、FIT は、買取価格が市場を通じて決定されるのではなく、あらかじめ政府によって発電費用を任意の水準に決められるという点、また、化石燃料や原子力から得られた電力や、他の再生可能電力発電業者との間で価格競争を行わずに済む、という点において、これらの方法とは異なる。以下の表3が、エネルギーごとの調達価格と調達期間である。

3.1.2. FIT による売電収入試算

まず、表3からも分かるように、洋上風力発電によるエネルギーの調達価格は36円、調達期間は20年間である。さらに、現在五島市枕島沖で稼働中の

実証実験機の出力は2,000kWであるので、この出力を採用する。また、商用化に伴っては5,000kW級の風車が導入されることも考えられるため、定格出力5,000kWでも計算を行う。これらの2,000kW、5,000kWという出力は、風車設置海域においてブレードがフル回転する風速で風が吹き続けた場合のものであり、実際の運用時には常に望ましい風速が得られるわけではない。そこで、五島市の風車メンテナンス会社へのヒアリングや、風力発電に関する諸資料の吟味を行った結果、風車の設備利用率は20~30%程度であることが分かった。よって、今回のケースにおいては出力を、定格出力数(kWh)×0.3として計算を行う。

表3 2015年度におけるFIT 調達価格と調達期間

電源	調達区分	1kW当たりの調達価格	調達期間
太陽光	10kW以上 (利潤配慮期間平成27年4/1~6/30)	29円(+税)	20年
	10kW以上(平成27年7/1~)	27円(+税)	
	10kW未満(余剰買取)	33円	10年
	10kW未満(ダブル発電・余剰買取)	27円	
風力	20kW以上	22円(+税)	20年
	20kW未満	55円(+税)	
洋上風力	20年	36円(+税)	
地熱	1.5万kW以上	26円(+税)	地熱
	1.5万kW未満	40円(+税)	
水力	1,000kW以上30,000kW未満	24円(+税)	20年
	200kW以上1,000kW未満	29円(+税)	
	200kW未満	34円(+税)	
既設導水路活用中小水力	1,000kW以上30,000kW未満	14円(+税)	
	200kW以上1,000kW未満	21円(+税)	
	200kW未満	25円(+税)	
バイオマス	メタン発酵ガス(バイオマス由来)	39円(+税)	
	間伐材等由来の木質バイオマス	2,000kW未満 2,000kW以上	
	建設資材廃棄物	113円(+税)	
	一般廃棄物その他のバイオマス	25円(+税)	

出典:経済産業省ホームページ

(<http://www.meti.go.jp/press/2014/03/20150319002/20150319002.html>)を参照して筆者らがまとめた。

以上のことを考慮して売電収入を試算すると、以下のとおりとなる。

(2,000kW 級風車)

1年間: $2,000(\text{kWh}) \times 0.3 \times 24(\text{h}) \times 365(\text{d}) \times 36(\text{円}) = 189,216,000(\text{円})$

20年間: 3,784,320,000(円)

(5,000kW 級風車)

1年間: $5,000(\text{kWh}) \times 0.3 \times 24(\text{h}) \times 365(\text{d}) \times 36(\text{円}) = 473,040,000(\text{円})$

20年間: 9,460,800,000(円)

3.1.3. FIT による売電収入と風車コストとの比較

次に、FIT による売電収入と比較するため、風車1基あたりにかかる建設費、維持管理費等の風車コ

ストを設定する。まず初めにことわっておくと、日本においては、浮体式洋上風力発電に関しては五島市で行われている実証実験が初の試みであり、前例がない。そのため、機体に関する建設費用や維持管理費、安全管理費など諸々を含めたコストの詳細は公表されておらず、浮体式洋上風力発電に限定した明確なコストを提示することができない。そこで本論文においては、日本国内においても比較的普及している着床式洋上風力発電のコストを想定して作られたであろう資料をもとに、建設費+維持管理費(20年間分)+設備廃棄費用の総コストで妥当であると思われる数値を設定する。

風車コスト設定には、表4に示すように、資源エネルギー庁(2015)、国際エネルギー機関(IEA) (2010)、日本風力発電協会 (2014)を参考とした。また、将来的には、技術進歩による建設費の削減や事業拡大に伴う一括管理による維持管理費の削減などにより、総コストの低下が見込まれるが、ここでは現状においては言及しないこととする。

以上より、想定される風車コストと第2項より得られたFITによる売電収入とを比較すると、事業主は2,000kW級風車の場合、およそ8年間の操業で元が取れ、20年間で22億4026万円、1年間では1億1201万3000円の利益が見込める、という計算になる。また、5,000kW級風車の場合は、およそ9年間の操業で元が取れ、20年間で52億3355万円、1年間では2億6167万7500円の利益が見込める、ということが分かった。

表4 洋上風力発電のコスト試算(単位:円/20年間)

	建設費	維持管理費	設備廃棄費用	総コスト
2000kW級	9億1924万	4億8900万	5千150万	14億5974万
5000kW級	23億9750万	17億100万	1億2875万	42億2725万

出典:経済産業省資料、IEA 資料より筆者ら作成

3.1.4. 結果の考察

試算結果により、FITによる売電収入は風車の建設・設置コストを上回り、事業者に多くの利益をもたらすことが分かった。しかし、実際に民間企業が参入して商用利用を開始することを考えると、例えば、法人税等の税金の支払いや年数経過にともなう機体の劣化による発電効率の低下、発電した電気を陸上へと送るための海底ケーブルを整備するため

の費用等も考慮しなければならない。また、洋上風力発電は塩害や台風、落雷等の自然現象による影響を受けやすいため、破損が起きやすい。万一破損した場合、多額の修理費や対策費を支払わなければならないことも想定しておく必要がある。商用化のためには民間企業の参入が必須となるが、上述のとおりかなりのリスクを背負うことになるため、試算した年間2億6000万円ほどの利益では事業参入は難しいと見込まれる。

FITにおける各エネルギーの買取価格設定にあたり、事業参入のリスクの大小まで考慮されているかどうかは定かではないが、洋上風力発電においては、FITを活用しての収入による事業参入のインセンティブはそれほど見込めないだろう。こうした部分に、FITの限界を感じることは否めない。

3.2. 市民風車の可能性

次に、浮体式洋上風力発電商用化のための費用収集の手法として、NPOや地元の生協等の団体が中心となって市民出資を募り、風車を運営する、市民風車を検討する。

市民風車の具体的な説明と洋上風力発電への応用可能性について論じる前に、ここでなぜ市民風車に着目し取り上げるのかについて言及しておきたい。その際の重要な論点は地域活性化である。近年、地域の活性化に再生可能エネルギーを活用する動きが目立ってきている。木質バイオマスや太陽光、水力など、その土地その土地で特に豊富に活用することができる資源を使ってエネルギーを生み出し、それを化石燃料に代えて使ったり地域外に売ったりして、地域の活性化につなげているのである。

例えば福岡県大木町では、バイオプラントを導入してメタンガスや消化液を生成し、活用している。大木町のバイオプラントでは、集められた生ごみ・浄化槽汚泥は破砕・分別などの前処理後、メタン発酵を促進するために、2日間55度の高温可溶化槽で一次発酵させる。その後中温メタン発酵を行い、メタン発酵で発生したメタンガスと消化液を回収する。消化液は水処理せず、水稻や麦などの土地利用型作物の肥料として活用する。また、メタンガスはプラントが消費する、電気・熱の供給に使用し、余剰分は液肥栽培実験ハウスや地域の関連施設内で活用している(畑中他、2014)。

石丸(2014)は、福岡県の大木町や北海道の木質バイオマスを事例として取り上げながら、このような地域における動きについて、再生可能エネルギー

の「地産地貢」という表現を用いて、地域を活性化させる手法の1つとしての有効性を指摘している。そこでの結論の1つとして、事業からの利益の大半が、地域に貢献する形で還元または再投資されることが挙げられており、地域での雇用を増加させることが地域活性化のひとつの要素として考えられている。

五島市における洋上風力発電においても、この地域の活性化に資する、もしくは生まれた利益を地域に還元する、という考え方を前提とするならば、市民による出資の形態を選択肢の1つとすべきと考えた。なぜなら、コストが高いからといって、島外あるいは県外の出資家による出資に依存すれば、風力発電によって得た収益のほとんどは、そうした域外の出資者に還ってしまうからである。

このような考え方から本稿では、地域に収益を還元する方法の1つとして市民風車という考え方を紹介するとともに、五島市における洋上風力発電事業への展開可能性を探っていく。

3.2.1. 市民風車という考え方

近年、エネルギー政策における市民参加の一形態として注目を浴びている市民風車であるが、ここでは特に、北海道浜頓別町における「グリーンファンド」という視点から行われている市民風車運営の事例に注目したい。

鈴木(2012)によると、北海道浜頓別町の市民風車に導入されているグリーン電気料金制度は、これまで金融機関を通して電力会社に支払ってきた電気料金を、生協やNPOが代行徴収するというものである。電気料金に5%の環境コスト(グリーンファンド)を上乗せした額を徴収することで、そのグリーンファンド分を自然エネルギー普及のための基金に充てることを目的としている。

グリーンファンドが電気代の5%であるのは、グリーンファンド分を節電で相殺すれば、今まで払ってきた電気料金と変わらない金額にすることが可能であるからだ。電気使用量の10~15%を待機電力が占めると言われる中で、5%であれば誰もがさほど無理なく節電、つまり環境負荷の軽減が可能である、という考えに基づく。

3.2.2. 五島市におけるグリーンファンド活用による資金収集

では、仮に五島市において電気料金+グリーンファンドの支払いが実施され、そのグリーンファンド分

の料金が市民発電所建設を主な事業とするような団体の活動へと使われるようになった場合、どれほどの風車コストをまかなうことができるのだろうか。

まず、北海道の事例に則り、グリーンファンドの額は、月々に支払う電気料金の5%とする。さらに、ここではあくまでそのポテンシャルを示すため、五島市の世帯数18,382世帯全てがグリーンファンドを支払うこととする。電気料金に関しては、九州電力が公表している「標準家庭やモデル家庭における一般的な電気料金」を参考にし、1世帯あたり月々7,500円とする。以上の条件下において、得られる月々のグリーンファンドの合計金額を算出する。

1ヶ月間： $7,500(\text{円}) \times 0.05 \times 18,382(\text{世帯})$

$=6,893,250(\text{円})$

1年間： $82,719,000(\text{円})$

3.2.1.において求めた風車コストは、年に換算すると2,000kW級で72,987,000(円)、5,000kW級で211,362,500(円)である。よって、グリーンファンド収入により、単純計算で2,000kW風車の場合はその全コストを、5,000kW風車の場合、そのコストの約40%をまかなうことが可能となる、ということが分かった。

4. 政策提言—おわりに代えて

4.1. 政策提言の方針

以上の試算において、FITによる売電収入のみを利用して商用化のためのコストを回収することは難しい、と分かった。そこで、この政策提言では、FITによる売電収入+ α として、市民風車の導入を提案し、導入のための政策を提言する。市民風車の導入を成功させるには、いくつか留意すべき点がある。

①いかにして地域の人々の歓心を買ひ、プロジェクトに巻き込んでいくか。

②いかにして安定した事業母体をつくるか。

③いかにして地域に恩恵をもたらすか。

この3点に留意して、以下の3つの政策を提案する。
政策提言Ⅰ：合意形成の場としての、協議会や会議、フォーラム等の開催

政策提言Ⅱ：NPOの性質をもつ事業会社の設立

政策提言Ⅲ：地域による、出資に対する還元率の操作

4.2. 政策提言Ⅰ

まず1つめの政策提言として、合意形成の場としての協議会や会議、フォーラム等の積極的な開催を提案する。市民風車に対する出資は基本的に、市民による環境配慮プロジェクトへの賛同によって得られる。純粋に利益を得ようとしての市民風車への投資は、その利益還元率の低さなどから見ても現実的ではない。実際に、先に述べた北海道グリーンファンドが主体となって行っている、市民風車の運営の事例においても、その理念は、「原発も地球温暖化もない未来を選択する市民の実践的な意思表示」とされている。

この場合、ここで重要となってくるのは、純粋な活動の意義にどれだけの人々の共感を得ることができるか、である。そして事業主側は、そうした市民の共感を得るための場として、合意形成を積極的に行う必要がある。

五島市では、現在 23,887MWh/年もの電気が風力発電によって生み出されている。それらの風車の建設やメンテナンスに携わる高度な専門知識をもった人々も少なからずいるだろう。また、逆に、周囲の環境への影響に対する懸念などから、風車建設に反対する人々もいるだろう。基本的に合意形成のための場は、事業主側がセッティングすることになるだろうが、後ろめたさのない公平な議論を行い、市民の信頼性を失わないためにも、反対派の人々も含め様々な立場の人にも主催者メンバーとして参加してもらい、忌憚のない意見を交わすことが一番の近道になるだろう、と考える。

4.3. 政策提言Ⅱ

次に2つめの政策提言として、NPOの性質をもつ事業会社の設立を提案する。つまり、市民が安心してお金を任せることのできる事業母体を作ることが必要である、と考える。利益を追求しないしっかりとした理念をもつNPOが事業主となることが最上なのかもしれないが、NPOのままではやれることに限界がある。例えば、NPOでは、銀行の融資が受けられない、などと言った事である。風車を建設し、運営するには莫大な費用がかかるため、多くの場合、銀行より融資を借り受けることとなる。さらに、その銀行が地方銀行だった場合、お金を地域内で循環させることも可能である。

考えられるものとしては、五島市には、現在およそ20のNPOが活動しているので、そのいずれかに事業母体としての活動を依頼する、新しくNPO法

人を立ち上げる、北海道グリーンファンドの例のように生協から団体を派生させる、などがある。また、プロジェクト初期の段階では、五島市役所が仲介役として積極的に活動し、骨組みを作っていくことも良いかもしれない。

4.4. 政策提言Ⅲ

最後に3つめの政策提言として、出資者が居住している地域によって還元率を上下させる政策を提案する。市民風車の仕組みを用いて商用化を目指す場合、市民からの協力が必要不可欠であることは先に述べた通りである。そのためには、風車を運営している地域内にて資金を循環させ、市民に市民風車運営によって地域経済が潤っていることを実感してもらうことが最も有効であろう。

確かに、地域の外にまで手を伸ばし、全国規模で出資を募ることも必要であることは間違いない。しかし、それによって、市民風車運営による恩恵が地域の外に拡散してしまえば、地域住民の風車に対する関心は希薄なものになってしまうだろう。ここで提案するものは、こうした現象を防ぐためのものであると言える。

具体的には、五島市の場合、五島市内における出資者には投資に対して3%の還元率を、五島市以外、長崎県内における出資者に対しては2%、それ以外、出資者に対しては1.5%の還元率を設定する、などである。いま述べた数値の実現可能性は定かではないが、実施と反省、フィードバックを通じて還元率を変動させ、うまく地域内により多くの利益をもたらすように運用することは可能である、と考える。

ⁱ 長崎県五島市観光ポータルサイト「五島市ナビ」(<http://navi.gotoshi.net/contents/what/>)を参照(最終閲覧2016年5月16日)。

ⁱⁱ 平成26年度五島市統計書による。

ⁱⁱⁱ 五島市役所再生可能エネルギー推進室の担当者に対して、筆者らが2015年8月に行ったものである。

^{iv} 五島市ホームページ「ごとう地コラム：再生可能エネルギーあれこれ通信—その5：浮体式洋上風力発電実用化」2016年5月6日付(http://www.city.goto.nagasaki.jp/contents/sightseeing/column_detail.php?column_id=463、最終閲覧2016年5月29日)。

^v 筆者らが2015年8月に行った、五島市役所再生可能エネルギー推進室および五島ふくえ漁業組合の担当者に対して行ったインタビュー調査による。

【参考文献】

- 石丸孟 (2013) 「洋上風力発電の現状と将来展望～福島沖に世界初の浮体式洋上ウィンドファーム」『JSSC: Journal of steel structures & construction』日本鋼構造協会、14: 2-5
- 石丸美奈 (2014) 「再生可能エネルギー事業は地域振興に役立っているのか」『共催総研レポート』JA 共催総合研究所、2014 年 12 月号、pp.30-36。
- 岩谷俊之 (2012) 「浮体式洋上風力発電の将来性を検証する—海洋国・日本が「風力エネルギー大国」になることは可能か?—」『経営センサー』東レ経営研究所、144: 22-27。
- 海津信寛 (2015) 「洋上風力発電の現状と今後の展望」(日本風力発電協会ウェブサイト、http://jwpa.jp/2015_pdf/88-33tokushu.pdf、最終閲覧 2016 年 3 月 8 日)。
- 海洋産業研究会 (2012) 「洋上風力発電等における漁業協調の在り方に関する提言(中間とりまとめ)」(http://www.rioe.or.jp/pdf/23/03rioe_pdf、最終閲覧 2015 年 10 月 24 日)
- 環境省 (2011) 「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(<https://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/>、最終閲覧 2016 年 8 月 19 日)。
- 環境省ウェブサイト「低周波音問題に関する Q&A」(<http://www.env.go.jp/air/teishuha/qa/>、最終閲覧 2015 年 10 月 18 日)。
- 環境省ウェブサイト「浮体式洋上風力発電実証事業実施候補海域の選定について」(<http://www.env.go.jp/press/13288.html>、最終閲覧 2015 年 10 月 21 日)。
- 環境省総合環境政策局環境影響評価課環境影響審査室 (2013) 「風力発電所の環境影響評価のポイントと参考事例」(https://www.env.go.jp/policy/assess/4-1report/file/h24_04-01.pdf、最終閲覧 2015 年 10 月 18 日)。
- 経済産業省ホームページ「再生可能エネルギーの平成 27 年度の買取価格・賦課金を決定」2015 年 3 月 19 日付ニュースリリース、(<http://www.meti.go.jp/press/2014/03/20150319002/20150319002.html>、最終閲覧 2016 年 8 月 15 日)。
- 国際エネルギー機関 (IEA) (2010) Energy Technology Perspectives 2010 – Scenarios & Strategies to 2050, available from IEA website ([https://www.iea.org/publications/freepublications/pub](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp2010.pdf)lication/etp2010.pdf、最終閲覧 2016 年 5 月 29 日)。
- 国土交通省 (公表年不詳) 「洋上風力発電の市場について」(国土交通省ウェブサイト、<http://www.mlit.go.jp/common/001000883.pdf>、最終閲覧 2016 年 5 月 21 日)。
- 五島市ホームページ「ごとう地コラム：日本初海に浮かぶ発電所 Part1」2012 年 6 月 11 日付 (http://www.city.goto.nagasaki.jp/contents/sightseeing/column_detail.php?column_id=96、最終閲覧 2015 年 9 月 19 日)。
- 五島市ホームページ「ごとう地コラム：再生可能エネルギーあれこれ通信—その 5：浮体式洋上風力発電実用化」2016 年 5 月 6 日付 (http://www.city.goto.nagasaki.jp/contents/sightseeing/column_detail.php?column_id=463、最終閲覧 2016 年 5 月 29 日)。
- 五島市 (2016) 「長崎県五島市市勢要覧 2016 年度版」(http://www.city.goto.nagasaki.jp/contents/city_ad/index835.php、最終閲覧 2016 年 8 月 20 日)。
- 五島市 (2015) 「長崎県五島市市勢要覧 2015 年度版」(http://www.city.goto.nagasaki.jp/contents/city_ad/pdf/2015siseiyouuran.pdf、最終閲覧 2016 年 8 月 20 日)
- 五島市 (2014) 「五島市再生可能エネルギー基本構想」(五島市ウェブサイト、http://www.city.goto.nagasaki.jp/contents/city_ad/pdf/saiene_kihonkousou.pdf、最終閲覧 2016 年 5 月 30 日)。
- 小柳津靖之 (2013) 「洋上風力発電導入の費用便益分析」2013 年度修士論文、東京大学大学院公共政策学教育部。
- 佐藤郁・牛上敬 (2013) 「環境省浮体式洋上風力発電実証事業について」『日本風力エネルギー学会誌』日本風力エネルギー学会、37 (3): 383-386。
- 資源エネルギー庁 (2015) 「各電源の諸元一覧」総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ参考資料 (http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/001/pdf/001_11.pdf、最終閲覧 2016 年 5 月 25 日)。
- 鈴木享 (2012) 「環境政策セミナー：再生可能エネルギーとグリーンエコノミー (Seminar on Environmental Policy : Renewable Energy & Green Economy)」2012 年 10 月 19 日。北海道大学学術交流会館講堂、札幌市。
- 中尾徹 (2011) 「風力発電の環境影響」『ウインドウ

-
- ズオブ Wind (風の窓)』2011 年 8 月号、pp.76-78。
 長崎県五島市観光ポータルサイト「五島市ナビ」
 (<http://navi.gotoshi.net/>)。
- 中野かおり (2014)「風力発電の導入拡大にむけて」
 『立法と調査』参議院事務局、350: 94-103。
- 西方正司 (2013)『環境とエネルギー 枯渇性エネルギーから再生可能エネルギーへ』理数工学社。
- 日本風力発電協会(JWPA) (2014)「風力発電の現状と今後の展望、洋上風力発電の動向など」(高知県林業振興・環境部新エネルギー推進課主催洋上風力発電に関する勉強会(第1回)発表資料)
 (<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030901/files/2014072900029/thema1yojyofuryoku.pdf>、最終閲覧 2015 年 10 月 18 日)。
- 日本船舶技術研究協会 (2013)「我が国における洋上風車設置船・作業船の在り方について基礎検討調査報告書」
 (http://www.jstra.jp/html/PDF/yojofusha_hokokusho_201306.pdf、最終閲覧 2015 年 10 月 19 日)
- 畑中直樹・遠藤はる奈・塩屋望美・中村修(2014)「バイオマス循環事業の多面的効果に関する研究—福岡県大木町・みやま市を事例に—」『九州地区国立大学教育系・文系研究論文集』、2(1): 1-13。
- 藤井亮二 (2007)「地方の構造変化—いま、地方で何が起きているのか—」『経済のプリズム』参議院調査室、47: 1-15。
 (http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/keizai_prism/backnumber/h19pdf/20074701.pdf、最終閲覧 2015 年 9 月 1 日)。
- NPO 法人北海道グリーンファンドウェブサイト
 (<http://www.h-greenfund.jp/index.html>、最終閲覧 2016 年 3 月 9 日)