




世界初！ ブローホール波力発電システム実証研究 (候補地：越前町海岸)



東京大学 先端科学技術研究センター
説明者：宮崎武晃・飯田 誠
平成24年9月2日


 RCAST, The Univ. of Tokyo



はじめに



東京大学先端科学技術研究センターは環境省
の地球温暖化対策技術開発・実証研究事業の
委託先に選定され、世界初ブローホール方式
波力発電システム実証研究をおこなうことにな
りました

 RCAST, The Univ. of Tokyo





ブローホール波力発電システムとは



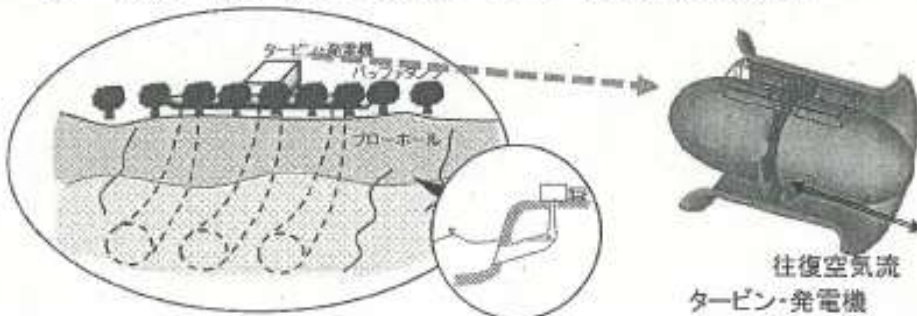
●ブローホール(潮吹穴)とは

海岸の岩が波の浸食でできた穴で、波の力で海水が地上に吹き出すもの



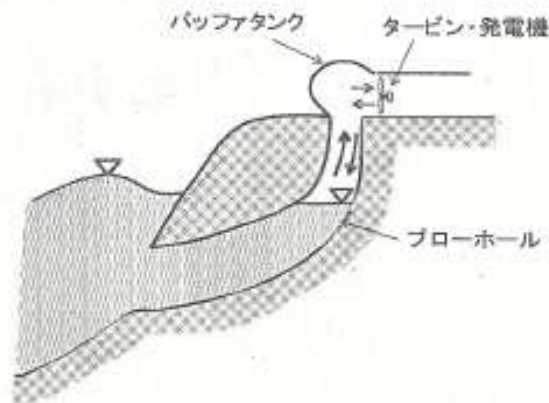
●ブローホール波力発電システム

人工的にブローホールを作り(岩盤掘削など)、システムを実現。ブローホール、パuffアタンク、タービン・発電機で構成



●発電のしくみ

1. 波が流れ込む
2. 空気が押し出される
3. タービンが回り発電する

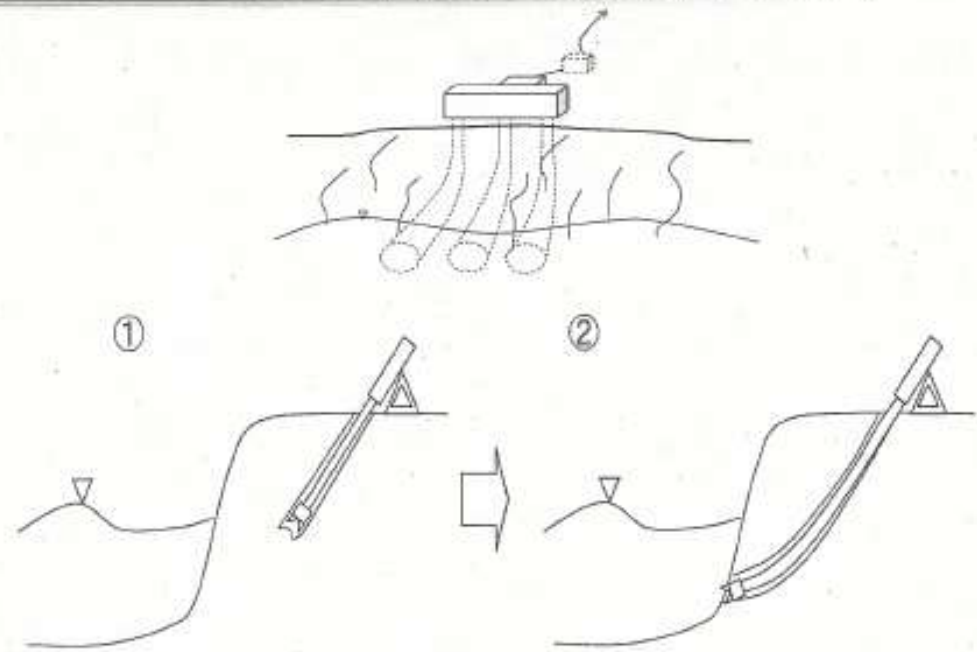


●特長

- 海岸の自然環境に調和した固定式波力発電システム
- 大きな波に強い装置
- 漁業への影響が少ない
- 低コストのシステム



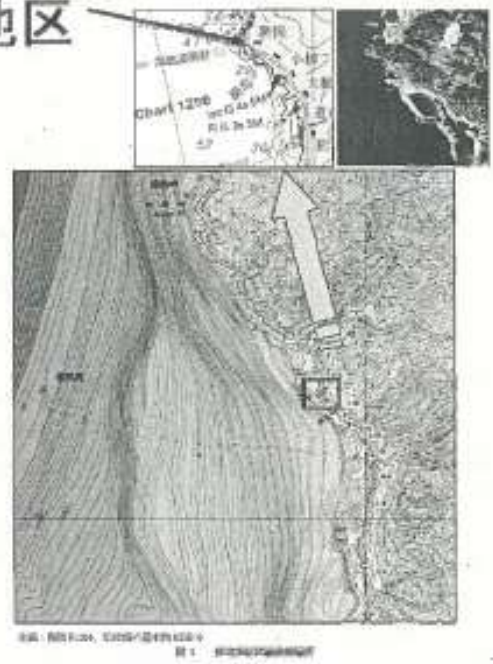
黒崎地区における ブローホール空気室の掘削方法(案)



実証実験候補海域



黒崎地区





実証実験候補地



実験候補地



RCast RCAST, The Univ. of Tokyo



タービン発電機設置候補地



RCast RCAST, The Univ. of Tokyo





ブローホール掘削候補海域周辺



スケジュール



研究期間：H24～26年度

1年度目：

- ・候補地点の選定と調査（地形、水質、藻生育調査など）

2年度目：

- ・発電システム設置にかかる工事（掘削工事など）

3年度目：

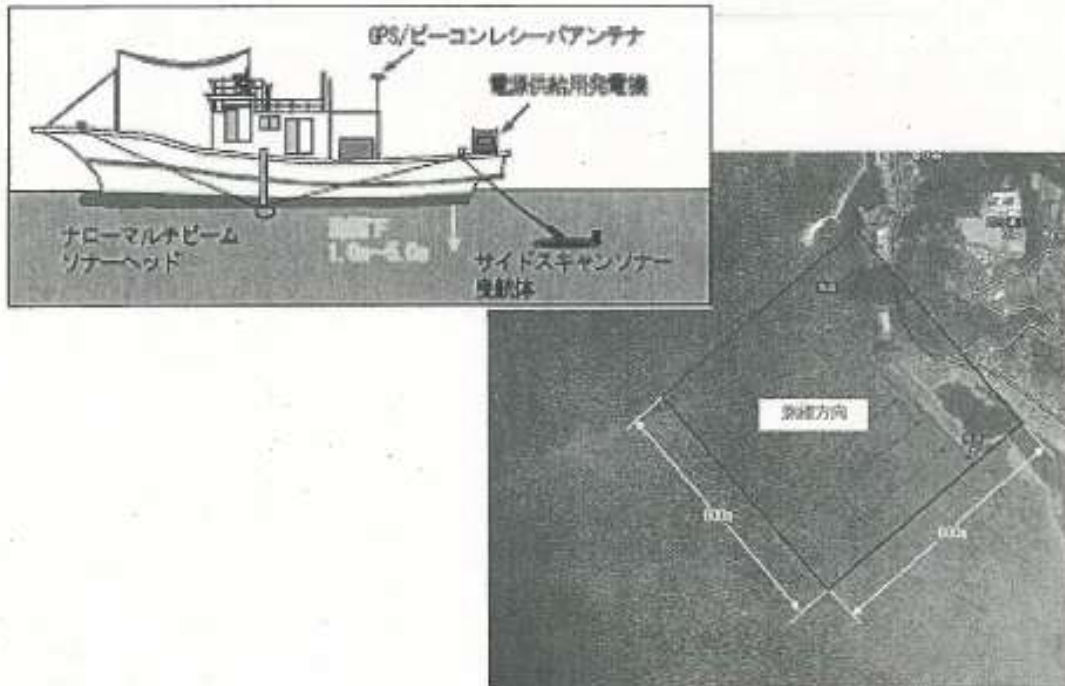
- ・発電システム設置と稼働

※これらは予定で有り、状況により変更の可能性があります。

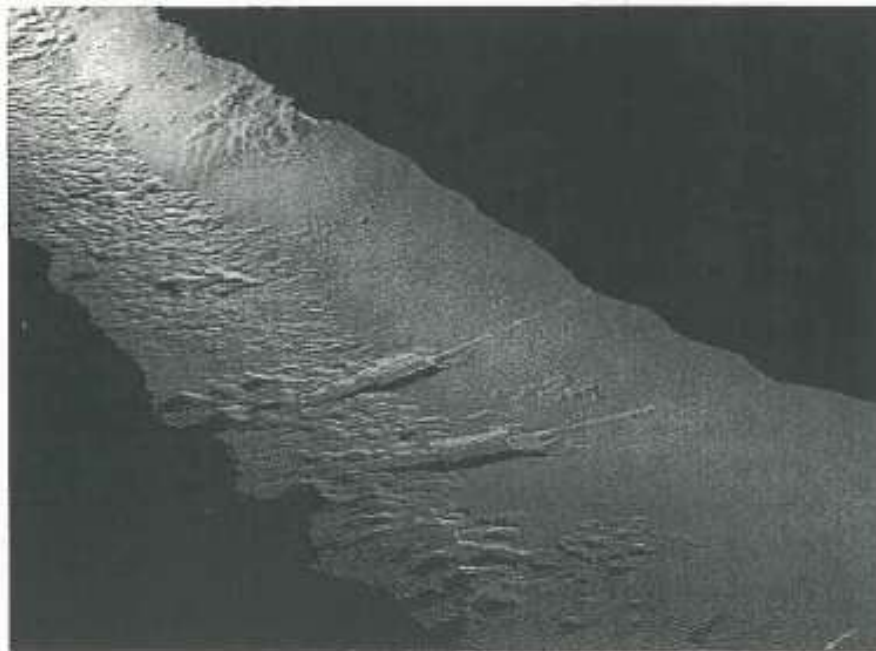




海域調査海域・調査方法(案)




海底調査(マルチビーム)の例



✧ 海底調査(サイドスキャンソナー)の例



 RCAST, The Univ. of Tokyo

13



連絡先



- ◆飯田 誠 特任准教授(プロジェクトリーダー)
- ◆宮崎 武晃 特任研究員

東京大学 先端科学技術研究センター
〒153-8904
東京都目黒区駒場4-6-1
TEL&FAX:03-5452-5098

 RCAST, The Univ. of Tokyo

14



関門海峡における潮流発電について

1 潮流発電を巡る国内外の状況

潮流発電とは、潮の流れをプロペラ等で受け、風力発電と同じ原理で発電するもので、自然エネルギーの一つだが、国内では個人補助などの支援制度もないため、実用化されたものはなく、大学等の研究機関や一部の企業で開発が続けられている。

一方、海外では、イギリスで世界初の商用潮流発電が開始されたほか、アメリカや韓国などで、国家プロジェクトとして計画が進められている。

2 関門海峡のポテンシャル

潮流発電は、潮流のスピードと流れる水量（海峡の断面積）によって、どれくらい発電が可能なのか等がわかる。関門海峡は、潮流のスピードが最大で毎秒4.8メートル程あり、国内でも有数の潮流が速い海峡である。



関門海峡

3 平成22年度に行った関門海峡における潮流ふ存量等の調査について

(1) エネルギーふ存量調査

文献調査、ヒアリング等により、理論上のエネルギーふ存量^(a)等を推計した。

※ある程度、理論的に推定は出された数量。実際を利用するにはあつたての制約などは考慮に入れないため、一般にその数値の利用可能量を上回ることになる。

《結果》

- ・ 航路等の制約を考慮しない理想的な状態を想定したときに、直径5mの水車を設置した場合、関門海峡の調査区域全域で理論上得ることのできる年間ふ存量は、およそ22億5,000万kWh（一般家庭約66万世帯相当）である。
- ・ 上記調査区域のうち、航路及び漁業権撤廃除外区域（港湾活動等のため漁業ができない区域）を除いた北九州市側の海域に100の新面積のダリウス型水車を設置した場合、理論上得られる年間のエネルギー量を年間利用可能量とすると、年間利用可能量は、およそ5,500万kWh（一般家庭約1万6,000世帯相当）である。
- ・ 実際には、航路以外の海域でも小型船の航行、港湾活動、漁業、レジャーなど様々な利用がなされており、設置については詳細な検討が必要となる。

(2) 場所選定調査

実際の設置を想定し、流速計での測定等、選地の調査を行った。

《結果》

- ・ めかり地区は、航路・安全性の面から現状では設置できない。
- ・ 門司港レトロ地区は、発電できるだけの流速がない。
- ・ 大里地区にあるニッカウキスキー門司工場の残骸が流連、物理的設置可能性とも高い。

(3) 発電（水車）方式検討

プロペラ型、ダリウス型など、関門海峡に適した水車の方式の技術検討を行った。

《結果》

- ・ 地元九州工業大学が研究開発中のダリウス型水車が、立地条件等から最適である。



九州工業大学のダリウス式水車



ニッカウキスキー門司工場様

浮体式洋上風力発電実証事業

Floating Offshore Wind Turbine Demonstration Project

我が国初となる浮体式洋上風力発電施設を長崎県五島市栴島沖に設置・運転し、各種の検証を行う。2012年度に小規模試験機を設置。2013年度にはフルスケール（2MW）の実証機を設置する予定。

MOE (Ministry of the Environment) is demonstrating the first full-scale (2MW) floating offshore wind turbine in Japan. An experimental half-scale model was installed in FY2012. A full-scale model will be installed in FY 2013, near Kabashima Island, Goto City, Nagasaki.

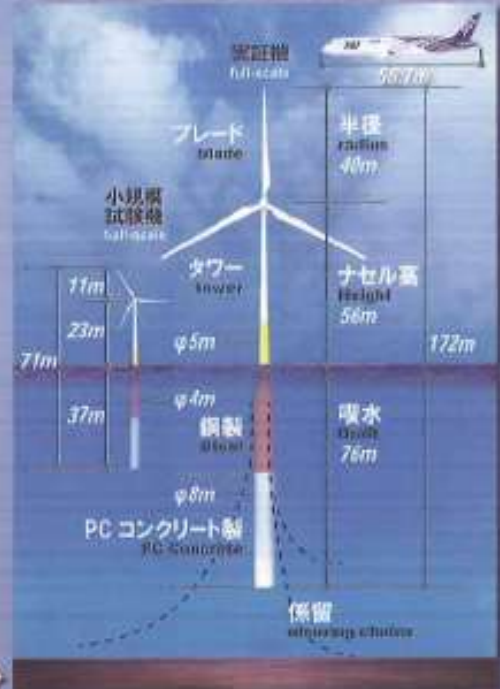
自然条件 Environmental conditions

- 水深 99m (LSWL) - 99m (HWSL)
Water depth
- 陸岸距離 10m
Distance from the nearest shore
- 年平均風速 7.5m/sec@50m
Annual average Wind speed

実証海域 Demonstration Site



実証モデル Full-scale and Half-scale Model



事業計画 Project Plan

事業年度 / Fiscal year	2010	2011	2012	2013	2014	2015
環境調査 Environmental study	[Progress bar from 2010 to 2015]					
小規模試験機（1/2モデル） 100kW half-scale model			[Progress bar from 2012 to 2013]	2012.5 設置 2012.9 運転開始 Installation operation start		
実証機（2MW） 2MW full-scale model		成案を反映（設置、制御等） Reflect the result (installation, control)		[Progress bar from 2013 to 2015]		
事業性評価 Economic feasibility study						[Progress bar from 2014 to 2015]

環境省地球環境院、戸田建設（株）、京都大学、（株）日立製作所、長崎県海洋開発（株）、（株）海上風力開発研究所
Environment: Toyo Corp., Kyoto Univ., Hitachi Ltd., Toyo Ocean Development & Engineering, National Institute for Research in Inertial Technology

詳しくは、お墨のホームページをご覧ください。
URL: <http://goto-fawt.go.jp/>

環境省
Ministry of the Environment

日本初！ 浮体式洋上風力発電実証事業 ～合意形成成功事例～

五島市商工振興課

1

なぜ浮体式洋上風力発電なのか

- ・我が国は、排他的経済水域（EEZ）世界第6位の海洋国であり、洋上には、陸上に比べて大きな導入ポテンシャル
- ・とりわけ、水深が浅い海域が少ない我が国では、深い海域（50m以深）に適用可能な浮体式に期待
- ・洋上は、風速が高く、その変動が少ないため、安定かつ効率的な発電が見込まれる



平成15～21年度
国立環境研究所等に委託して、
浮体式洋上風力に関する技術開発を継続的に実施

平成22～27年度「洋上風力発電実証事業」
我が国初となるフルスケール（2MW）の
浮体式洋上風力発電実証機の
建造・運転・環境影響評価等を実施



風力発電の導入ポテンシャル	
陸上	2.8億KW
着床式（水深50m未満）	3.1億KW
浮体式（水深50m以上）	12.6億KW

2

環境省の実証事業の特徴

①実証事業の実施について、地元漁業関係者及び住民の同意が得られている

地元との十分な対話を通じて、周辺漁協・住民の賛同・同意を得、平成22年12月に実施候補海域を長崎県五島市花島沖に選定済み。



[海域の特徴]

- ◆共同漁業権が設定
漁業関係者には、漁獲量調査、環境調査、メンテナンス等に協力いただく
- ◆陸から約1Km(送電コスト減)、水深約100m、風況約7~8m⇒浮体式の適地

②厳しい日本の気象・海象にも対応できる発電システム

フルスケールの浮体式洋上風力は、ノルウェーでスパー型が1基試験運転されているのみ。

本事業でも同形式を採用するが、欧州より厳しい環境でも安全性を確保する風車・浮体等を建造する。



環境省の実証事業の特徴

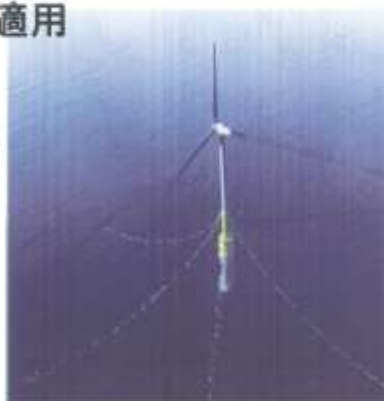
③浮体式洋上風力のための環境影響評価手法の検討

浮体式洋上風力発電施設を対象とした環境影響評価のケーススタディー。方法書案の策定・調査・予測・評価・環境配慮検討、事後調査及び予測評価結果の検証等を実施。これらのプロセスの中で出てくる課題等を抽出・整理し、評価項目の選定、環境配慮等の検討を行い、将来の事業化に向けた基礎資料を整備。(なお、風力発電所は、本年10月から環境影響評価法の対象となる。)

④各種要素技術の適用

浮体式に適していると考えられるダウンウインド方式(風を後ろから受けて発電)の風車

動揺のある付帯に接続しても耐久性が確保された海底送電ケーブル(環境省の技術開発事業において実証)



コストダウンを図るための
スチールとコンクリートの
ハイブリッド浮体

事業計画

- ・浮体式洋上風力発電実証事業検討会を開催し、有識者とともに関係省庁や電力会社も参加して、進捗管理・情報共有
- ・平成24年度に、100KW風車を搭載した小規模試験機を設置・運転
- ・試験機の施工方法や制御システムは、25年度設置の2MW実証機に反映
- ・運転実績等から事業性評価も行い、28年度以降の実用化に貢献

	H22年度				H23年度				H24年度				H25年度				H26年度				H27年度			
	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1
候補地選定																								
小規模試験機 (1/2モデル)																								
実証機 (2MW)																								
気象・海象調査																								
環境調査																								

【今後の検討課題】実証実験後は撤去の予定だが、自治体が受け入れるのであれば無償譲渡できる可能性がある。実証事業の結果に基づき安全性や事業採算性、地元住民や漁業者の理解など総合的に判断し事業継続を検討。

5

環境省実証海域の決定経過

①水深・風況

水深が約100mで安定した風(7~8m/s)があった。

②離岸距離

水深が約100m地点が約200mであった。(インシャルコスト軽減)

③共同漁業権区域内

共同漁業権が五島ふくえ漁協となり、該当する関係漁協が少ない。利権者が少ない方が漁業者への理解が得られやすい。

開発不可条件

自然条件

- ・風速: 6.5 m/s 未満
- ・離岸距離: 30 km 以上
- ・水深: 200 m 以上

社会条件

- ・法規制区分: 国立・国定公園
(海域公園)

6

漁業者との調整・経緯

- ◎事業者・市が行った関係権利者などへの説明等
- 平成22年9月7日(事業者が)五島ふくえ漁協、関係機関へ説明
- 平成22年9月10日:漁協組合員(柁島地区)説明
- 平成22年9月27日:関係者打合せ
- 平成22年10月13日:柁島住民・漁民説明
- 平成22年11月30日:郷民評議会へ説明
- 平成22年12月1日:海上保安署長へ説明
- 平成22年12月8日:郷民評議会へ説明
- 平成22年12月14日:海上保安署長へ経過説明

7

洋上風力発電に対する地元の反応

- ・地元へのメリット(漁業補償、電気の提供、観光、雇用、産業振興等)
- ・漁業権を放棄する場合の漁業補償
- ・漁業(漁穫量、魚の生態、漁具)への影響の有無、生じた場合の補償
- ※プラスの影響としての漁礁効果への期待もあり
- ・環境・健康への影響の有無、生じた場合の対応
- ・地元関係者の十全な合意形成(漁協、漁民、郷・町内会、住民等)
- ・バランス・公平性の確保(利益配分、合意形成の進む方)

8

主なステークホルダー

- ・県は再生可能エネルギーの推進に積極的であり、事業の円滑な実施に対して協力的で検討会にもオブザーバとして参加。また、新上五島漁協(14団体)との調整役。建築基準法届出や海域占有許可の助言・指導。
- ・市も、市長以下協力的であり、地元説明会への同席・関係者との調整役として尽力。
- ・地元住民(島民2地区8町内会)については、両地区で説明会を行い、両郷長名で実証事業期間中の事業実施に関する賛同書を受領。
- ・漁協については、実施予定地点の漁業権を管理する支所の組合員に説明会を行い、組合長名で実証事業に関する海域占用についての同意書を受領。

9

地元へのお願い

- ・安全確保の観点から、発電施設の係留策展張領域(約0.5 km²)においては、漁業の操業を自粛していただく、(遊漁船についても、立ち入りの自粛をお願いする予定)
- ・漁船保有者には、漁獲量調査や、海洋環境調査、工事の警戒船等のための備船にご協力いただく
- ・緊急時の協力と、それに備えた準備のお願い(関係行政機関や地元関係者を構成員とした危機管理連絡会を設置し、危機管理マニュアルを平成24年6月に策定。8月には危機管理訓練を実施)

10

地元からのお願いへの対応

・調査の実施に当たっては、調査時期や内容について地元の説明をしてほしい。

⇒事前説明を実施済み。今後も、随時報告する機会を設ける予定。

・地元の産業にもメリットがほしい。

⇒物品や燃料等は可能な範囲で地元で調達する。

・漁業補償や海面利用料としての支出は行わない。

・公共性の高い施設や漁業関係施設・機器への電力の供給については、要望があれば今後検討。

⇒浮き漁礁の検討(漁協からの要望あり)

◆**柁島地区活性化策として見学センター「カバカフェ」開設。**地元の方を雇用し運営。地域のコミュニティーの場として活用。

11

柁島と実証事業実施海域

五島市柁島 天見ヶ浦沖合い1 kmの地点を選定

・自然条件

水深:約96 m

年平均風速: 6.95 m/s (高度60 m)

極値風速: 53.1 m/s (50年)

有義波高: 7.7 m (50年)

潮流:最大流速 1.05 kt

・社会的条件

共同漁業権:五島ふくえ漁協

地元自治会:柁島自治会

景観:海域付近に美観地区なし

航路:定期船の航路なし

航空路:空港の制限区域に該当せず



基本仕様

スパー型2MW級

浮体形式:

スパー型

- ・単純円筒形状で、水線面積小
- ・PCコンクリートと鋼のハイブリッド構造

風車方式:

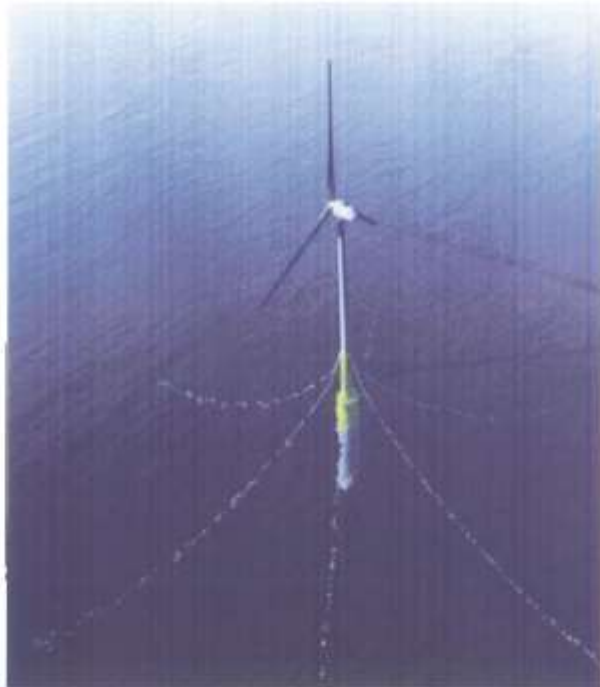
2MWダウンウインド風車

- ・水平軸3枚翼プロペラ式
- ・タワー:モノポール型

係留方式:

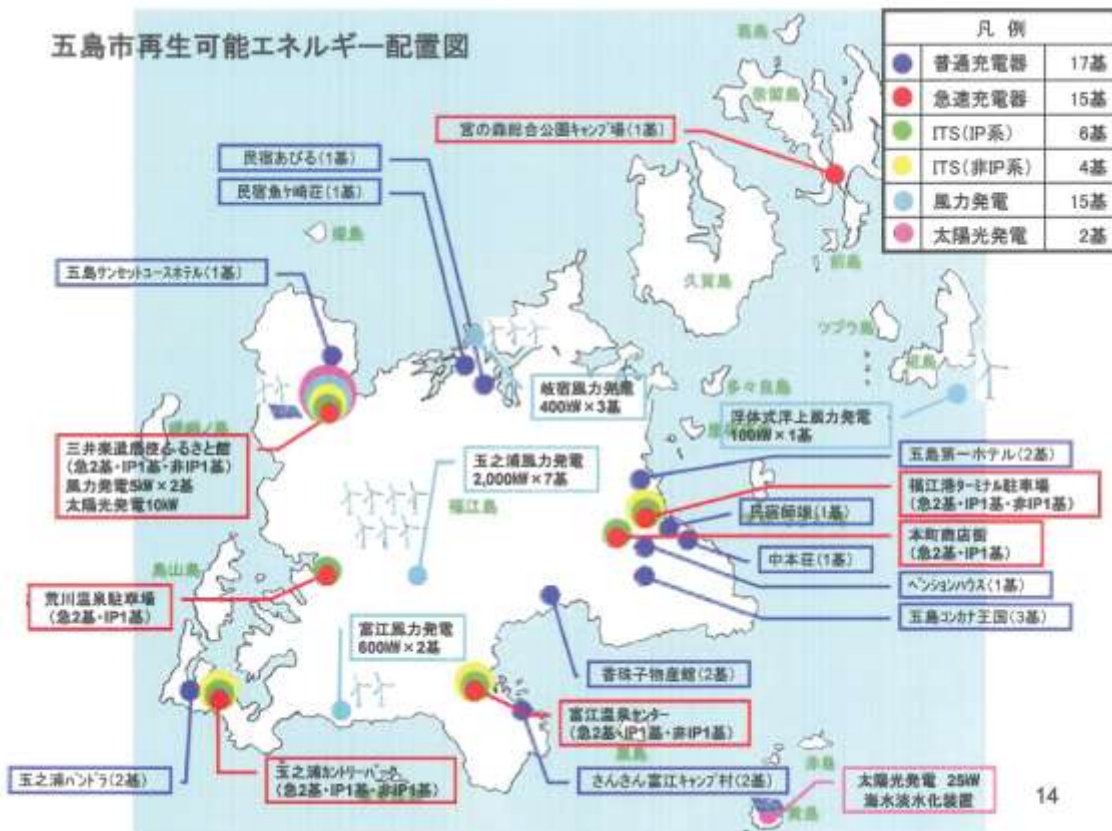
カテナリー係留方式

- ・アンカーチェーン
- ・アンカー: Drag Anchor方式



13

五島市再生可能エネルギー配置図



14

再生可能エネルギーの今後の取組計画

すでに五島市には電気自動車が導入され、また、我が国初の浮体式洋上風力発電の実証実験も行われております。

五島市には、風力、太陽光、潮流など再生可能エネルギーの宝庫であり、国、大学、研究機関などに五島市を実証実験の研究フィールドとして活用していただくよう要請し、その成果によって、恒久的施設の整備に繋げるなど、再生可能エネルギーの島を目指すこととしております。

このようなことから、再生可能エネルギーの推進に向け、その推進体制(仮称:再生可能エネルギー推進協議会)を構築するため、平成24年11月から設立に向けた取組みを県の緊急雇用創出事業を活用しながら進めることとしております。

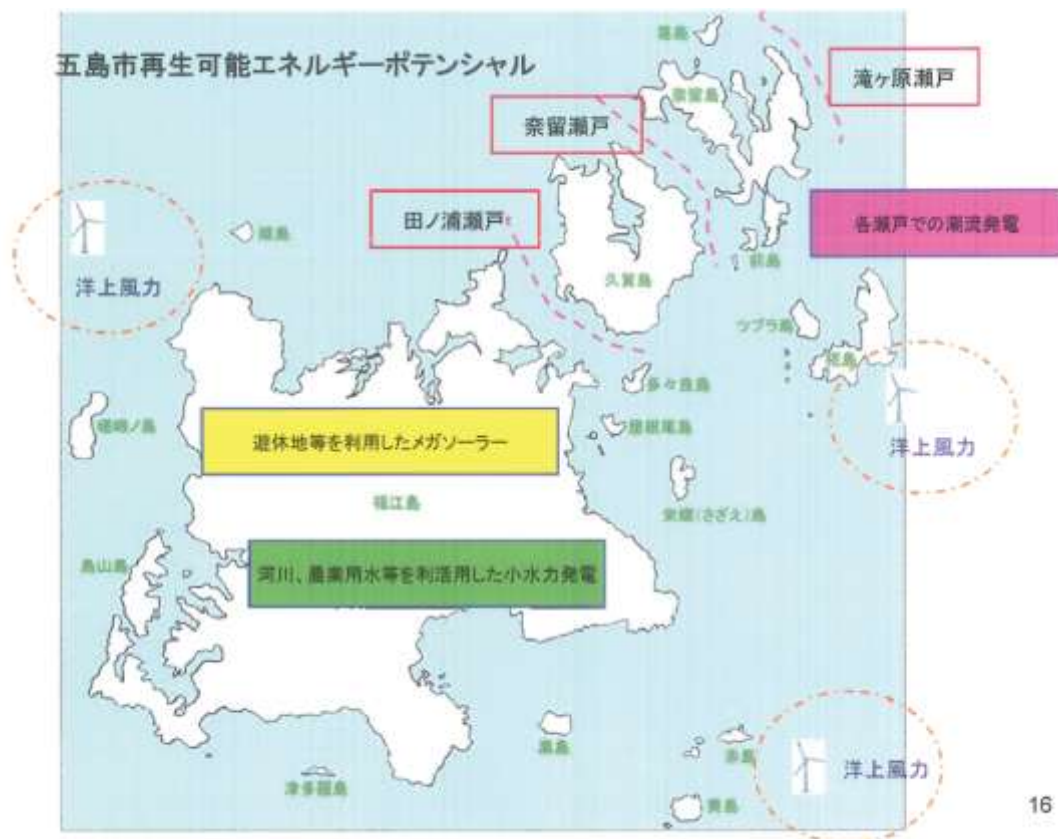
その内容といたしましては、国・県・大学等との連携のもと、市内の関係団体や企業で構成する再生可能エネルギーの推進協議会を平成25年度中に設立するため、その準備作業に要する経費今後、設立いたします推進協議会の中で、地域特性や関連技術の調査研究・情報収集を行いながら、五島市におけるエコアイランド構想を策定し、推進していくこととしております。

構想の策定期間につきましては、対象地域が海域も含めた五島市全域になるため、相当の時間を要すると思われませんが、なるべく早期に策定したいと考えております。

また、現在、想定されます「五島モデル」といたしましては、再生可能エネルギーの利活用によるエネルギーの地産地消を図り、市民生活のインフラ整備が充実するとともに企業や研究機関の進出による定住人口や交流人口の拡大などが考えられます。

なお、市は日本版EMECに応募することとしております。

15



16