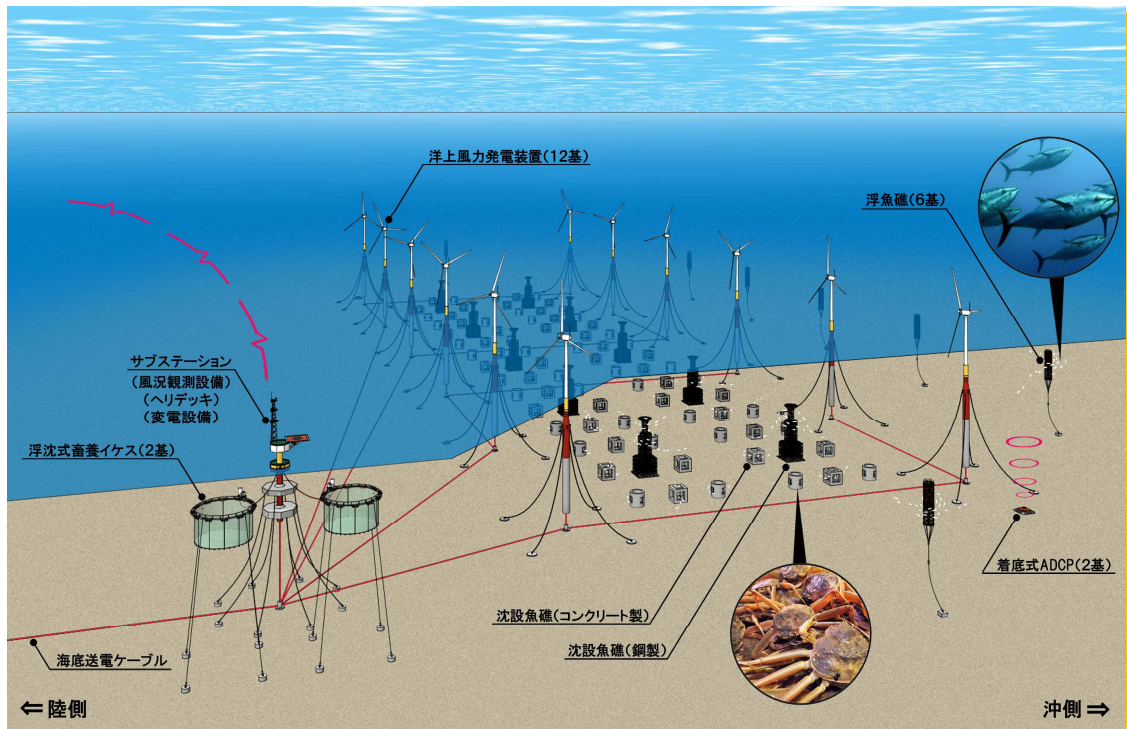




洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言 《第2版》

—着床式および浮体式洋上windファームの漁業協調メニュー—



(浮体式洋上windファームにおける漁業協調メニューの概念図)

平成 27 (2015) 年 6 月

一般社団法人 海洋産業研究会

はじめに

本提言は、当会が平成 25（2013）年 5 月に発表した『洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言』（以下、提言〈第 1 版〉）に続く『提言〈第 2 版〉』である。

浮体式ウィンドファームの漁業協調メニューを新規提案、着床式メニューも一部改訂

提言〈第 1 版〉では、「着床式 100MW 仮想ウィンドファームにおける漁業協調メニュー案」として、沖合 2-3km、水深 20-30m での 100MW 級（3.6MW/基、14 基×2 列）のウィンドファームを想定して取りまとめを行った。提言〈第 2 版〉では、「着床式洋上風力発電」漁業協調メニューを一部改訂したほか、新たに同じ 100MW 級の規模（8MW/基、6 基×2 列）、沖合 20km、水深約 130m を想定した「浮体式洋上風力発電の漁業協調メニュー案」を加え、提言〈第 2 版〉として発表するものである。

岩手県洋野町沖ケーススタディ、本邦初の水中音のサケに対する影響調査も

「Ⅰ. 基本的考え方」は不変で、「Ⅱ. 検討条件」では浮体式のケースを加えた。「Ⅲ. 漁業協調メニュー」では、一部改訂した着床式メニューと、新たに検討した浮体式メニューを対比的に図示して表示した。さらに、「Ⅳ. 実現化にむけた取り組み」では、提言〈第 1 版〉発表後に取り組んだ“漁業協調メニューの活用例”で岩手県洋野町沖ウィンドファーム構想におけるケーススタディ、“漁業への影響に関する調査の例”では、シロザケの聴覚と風車の水中音の影響に関する実験内容も収録した。後者はわが国でも先駆的な研究成果と言ってよい。

総括的に選択肢を提示、地域ニーズに合わせて抽出・適用

提言〈第 1 版〉の冒頭でも記したが、ここに示す漁業協調メニューは、特定の海域を想定したものではなく、また、一般的に考えられる漁業協調メニューの選択肢をできるだけ総括的に整理して提示したものである。したがって、地域によって適用可能なものと不適なものがある。また、すぐ着手可能なものと、中長期の取り組みが必要なものがある。

そこで、ここに示した漁業協調メニューの選択肢の中から、地域のニーズにあった漁業協調の在り方を抽出することが、合意形成のための協議を始める上での第一歩となる。

本提言を活用し、全国で海洋利用に関する活発な議論を

本提言が、わが国の洋上ウィンドファームの導入促進ならびに沿岸漁業・地域振興の一助になることを願ってやまない。そのために当会は、事業者、漁業関係者ほか地方自治体等への協力を惜しまない所存である。

最後に、本提言を取りまとめた当会有志会員によるワーキンググループを代表し、ご指導をいただいた松山優治委員長をはじめとする有識者委員ならびにオブザーバーとしてご参加いただいた関係省庁、関係機関の皆様方に、厚くお礼申し上げる次第である。

平成 27 年 6 月

一般社団法人 海洋産業研究会

洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言《第2版》

=== 目 次 ===

はじめに

I. 洋上風力発電等の漁業協調に関する基本的考え方	1
1. 背景	1
2. 基本的考え方	3
3. 漁業協調型の実現に向けたプロセス	4
II. 検討条件	5
1. 着床式洋上ウィンドファーム	5
2. 浮体式洋上ウィンドファーム	7
III. 洋上ウィンドファームの漁業協調メニュー	9
1. リアルタイムでの海況情報の提供	11
2. 風車基礎部の人工魚礁化利用	16
2-1. 風車基礎部の人工魚礁化利用（資源保護育成目的）	16
2-2. 風車基礎部の人工魚礁化利用（周辺での漁業操業目的）	18
3. 魚介類・藻類の養殖施設の併設	24
4. 漁業現場への電力供給	29
5. レジャー施設の併用	32
5-1. 海釣り公園	32
5-2. ダイビングスポット	35
6. 漁業者の事業参加	36
6-1. 洋上発電施設の関連調査、建設・保守点検における漁船利用	36
6-2. 洋上発電事業への出資・参画	37
IV. 実現化にむけた取り組み	38
1. 漁業協調メニューの活用例	38
2. 漁業への影響に関する調査の例	41
3. 漁業協調に関する経費負担の考え方	43
4. 漁業協調による地域振興への貢献に向けて	44
おわりに	47
<付属資料>	
1. 「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言研究」に関する 講演・発表一覧(平成26年度)	51
2. 「漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）・目次」水産庁 (平成26年3月)	55
3. 「洋上風力発電事業と漁業実態等に関する相談窓口を設けました」 －大日本水産会・全漁連・水産庁－(平成25年12月)	57
4. 漁業管理の仕組み－全漁連－	59
5. 再生可能エネルギー（風力発電施設）の導入について－水産庁－ (平成24年9月)	61
6. 「水産業協同組合法における洋上風力発電事業の位置付けについて (照会)」および回答－全漁連／水産庁－(平成24年10月)	63
7. 港湾における風力発電について<抜粋>－国土交通省港湾局・環境省 地球環境局－(平成24年6月)	69
8. 平成26年度委員名簿	85

I. 洋上風力発電等の漁業協調に関する基本的考え方

1. 背景

<洋上風力発電は大規模事業化段階へ>

海洋再生可能エネルギーの中で事業化がもっとも進んでいるのが、洋上風力発電である。洋上は陸上に比べ建設費用が高いが、陸上よりも強く安定した風が吹くことから発電量が多く期待できる。欧州で1990年代に開発が進み、現在では多数の風車が林立する“洋上ウィンドファーム”がデンマーク、イギリス、ドイツ、ノルウェーなどに建設されている。

わが国でも、2005年に北海道瀬棚町（現せたな町）の瀬棚港や、山形県の酒田港といった海象条件の穏やかな港湾内において洋上風力発電が稼働していた。より海象条件の厳しい外洋においては、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）により、千葉県銚子市沖において重力式基礎、福岡県北九州市沖でハイブリッド重力式基礎の洋上風車の実証実験が行われている。これらの実証に先立ち、モノパイル式基礎の洋上風車については、民間事業者により、茨城県神栖市の鹿島港内で商用運転を開始している。

また、浮体式洋上風車についても研究開発が進んでおり、環境省が長崎県五島市沖で、資源エネルギー庁が福島県沖で、それぞれ実証実験に取り組んでいる。

[国内の着床式洋上風車※]

基礎形式	運転開始年	場所	開発段階 (実施主体)	風車出力
モノパイル式基礎	2010年	茨城県神栖市	商用運転 (民間事業者)	2.0 MW
重力式基礎	2013年	千葉県銚子市	実証実験 (NEDO)	2.4 MW
ハイブリッド重力式基礎	2013年	福岡県北九州市	実証実験 (NEDO)	2.0 MW

※外洋に面するもの

[国内の浮体式洋上風車]

基礎形式	運転開始年	場所	開発段階 (実施主体)	風車出力
スパー式基礎	2013年	長崎県五島市	実証実験 (環境省)	2.0 MW
コンパクトセミサブ式基礎	2013年	福島県	実証実験 (経産省)	2.0 MW
V字型セミサブ式基礎	2015年 (予定)	福島県	実証実験 (経産省)	7.0 MW
アドバンストスパー式基礎	2015年 (予定)	福島県	実証実験 (経産省)	7.0 MW

<制度的な支援>

2014年3月に国の再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) に新たな区分として「洋上風力」が設定され、買取価格は36円/kWh、買取期間は20年とされた。また、NEDOは「着床式洋上ウィンドファーム開発支援」事業を行っており、洋上風力発電の設置を計画している民間事業者に対して設計や環境調査に対する補助を行っている。

このように、制度的な支援も整備されたこともあり、今後、洋上ウィンドファームの建設構想は増加することが予想されている。

<沿岸漁業との関係>

洋上ウインドファームの建設構想が立ち上がったとき、海面の利用について先行海域利用者との利用調整が必要となるが、世界有数の水産国であるわが国では、とりわけ漁業者との協議並びに合意形成が不可欠となる。

着床式の洋上ウインドファームの事業化に当たっては、風況が良く、水深 50m より浅い海域で一定の面積が確保できることが条件となるが、わが国沿岸のこの水深の海域では、ほとんどの海域に漁業権が設定されている。

漁業法において漁業権は「一定の水面において特定の漁業を一定の期間排他的に営む権利」とされている。漁業権区域内で洋上風車のような工作物を設置することは、漁業者の理解を得られなければ風車の建設は難しい。また、漁業権区域以外の海域でも、許可漁業や自由漁業が営まれており、それらも生活のための権利があると考えられているので、漁業権区域と同様に、漁業者の理解と同意が必要である。

<漁業補償から漁業協調へ>

高度経済成長期には、大都市沿岸で海面の埋め立てが進められ、漁場を失う漁業者に補償が行われた。一方、洋上ウインドファームが建設される場合は、埋め立てとは異なり、海面が失われるわけではない。デンマークの事例では洋上風車の基礎部が占有する海面の面積はウインドファーム全体の 0.2% とされている。

生物生産の場が大きく消失することはないものの、海面に新たな構造物が出現することで漁業操業や漁船の航行に影響が出てくることになる。この点にのみ注目すれば、洋上風車は漁業者にとって迷惑施設となるため、建設に対し合意を得るのは容易ではないだろう。

ここで、提案したいのが「漁業協調型洋上ウインドファーム」である。これは、洋上ウインドファームが建設されることで、再生可能エネルギー利用が促進されるだけでなく、沿岸漁業の活性化や新たな漁場の造成、関連産業等の創出により漁村や地域の活性化を図るもので、発電事業者と漁業者がともに利益を享受できる事業形態とする概念である。

本提案は、洋上発電事業を実施する場合に、どのような漁業協調の可能性があるかについてメニューを示すとともに、そのメニューに関する技術の現状や関連実績、必要とされるコストや課題は何かについて併せて提示して、発電事業者はもちろんのこと、漁業関係者や自治体等、地域の関係者の議論の参考にしていただくことが本提言の目的である。

2. 基本的考え方

本提言における基本的考え方は次のようである。

- 1) 発電事業者も漁業者も共に潤う Win-Win 方式
……両者が対立的な関係ではなく、発電事業者もメリットを得るとともに、漁業者も同時にメリットを享受できるような、「メリット共有方式」であること。
- 2) 地域社会全体の活性化に貢献
……発電事業者と漁業者はもちろんのこと、それ以外の地域の住民・市民、来訪者・観光客ひいては地場産業などを含め、地域社会全体の活性化に貢献すること。
- 3) 透明性を確保した合意形成
……計画の当初から事業者側は情報を開示して先行海域利用者たる漁業者の意見も取り入れるなど、透明性を常に確保し、関係者が一つのテーブルについて協議を進め、合意形成を図りながら洋上発電プロジェクトを推進すること。

そしてさらに、事業者サイドおよび漁業者サイドに対して、次の諸点をその姿勢として持つよう提案したい。

〔事業者側に求められる姿勢〕

- A. 漁業とりわけ漁業権に関する正しい知識をもち（付属資料4参照）、敬意を持って先行海域利用者たる漁業者との調整と合意形成にあたる。
- B. 積極的に漁業協調システムの導入を図り、沿岸漁業の振興ひいては地域振興にも寄与しうよう取り組む。

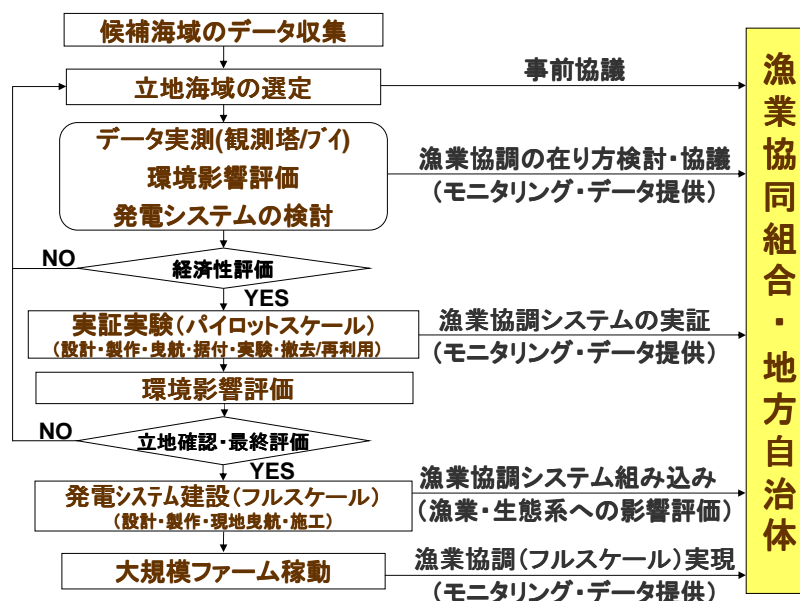
〔漁業者側に求められる姿勢〕

- a. 海洋再生可能エネルギー利用の意義を理解して、海域の多目的利用、海域の総合利用の観点から、洋上発電立地について協力する。
- b. 洋上ウィンドファームの建設を活用して、これを持続的な漁業および漁村の発展に結びつけていくよう考える。

3. 漁業協調型の実現に向けたプロセス

次に、漁業協調型洋上風力発電を実現化するまでのプロセスの一例を以下の図にまとめた。事業者側は地元の自治体や漁業協同組合と協議しながら立地海域を選定し、データ実測段階、実証実験段階、大規模ファームの建設段階など、段階を経ながら漁業協調システムを組み込んでいくことが望ましい。

海洋エネルギー利用事業化プロセスと漁業協調



洋上風力発電の導入について、国土交通省および環境省は「港湾における風力発電について - 港湾の管理運営との共生のためのマニュアル」（付属資料7）を公表している。また、水産庁も「再生可能エネルギー（風力発電施設）の導入について」（付属資料5）を公表している。

これらには、洋上風力発電事業を進めるに当たっては、協議会を設置し、地元関係者と協議しながらプロジェクトを進めるべきとの指針が示されている。漁業への影響や、漁業協調方策についても協議会の中で、検討されることになる。協議会（あるいは協議会に設置された部会等）では、漁業関係者と発電事業者が風車のレイアウトや、漁業協調方策について意見を交わし、地域にとって最適なウィンドファームの在り方を検討することになる。その際に、本提言に示したメニューが役立つものとする。実際に、本漁業協調メニューを活用した事例は「IV. 実現化に向けた取り組み」において記した。

なお、ある海域で洋上風力発電事業を計画した場合、その海域で行われている漁業の実態について相談する窓口が大日本水産会・全漁連・水産庁の連名で設けられている（付属資料3：同資料には「漁業協調に関しては(一社)海洋産業研究会も参照」との記載もある）。洋上風力発電事業を計画する事業者サイドはもとより、洋上風力発電の計画をもちかけられた漁業者サイドも、まずはこの相談窓口を積極的に活用することを推奨したい。

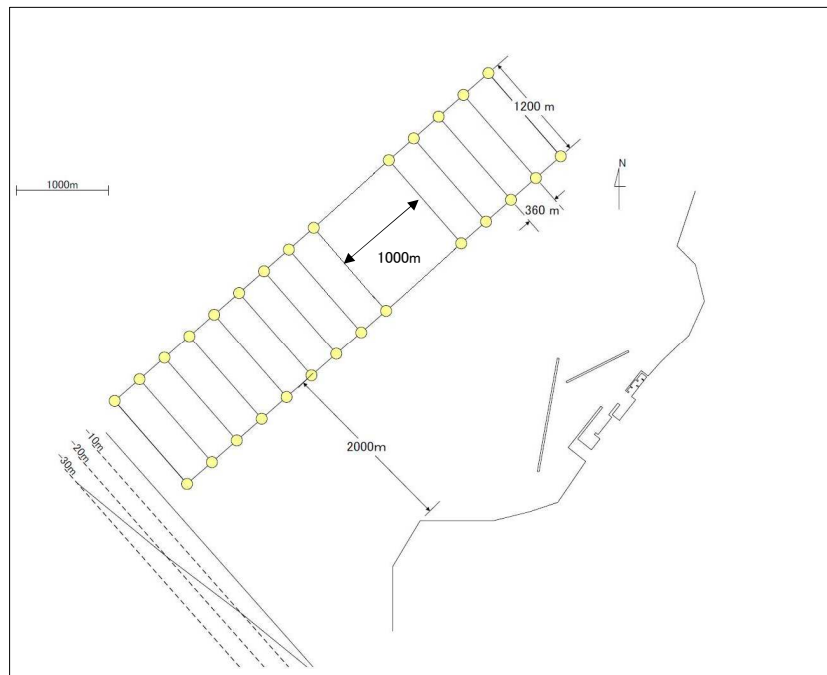
Ⅱ．検討条件

1．着床式洋上ウィンドファーム

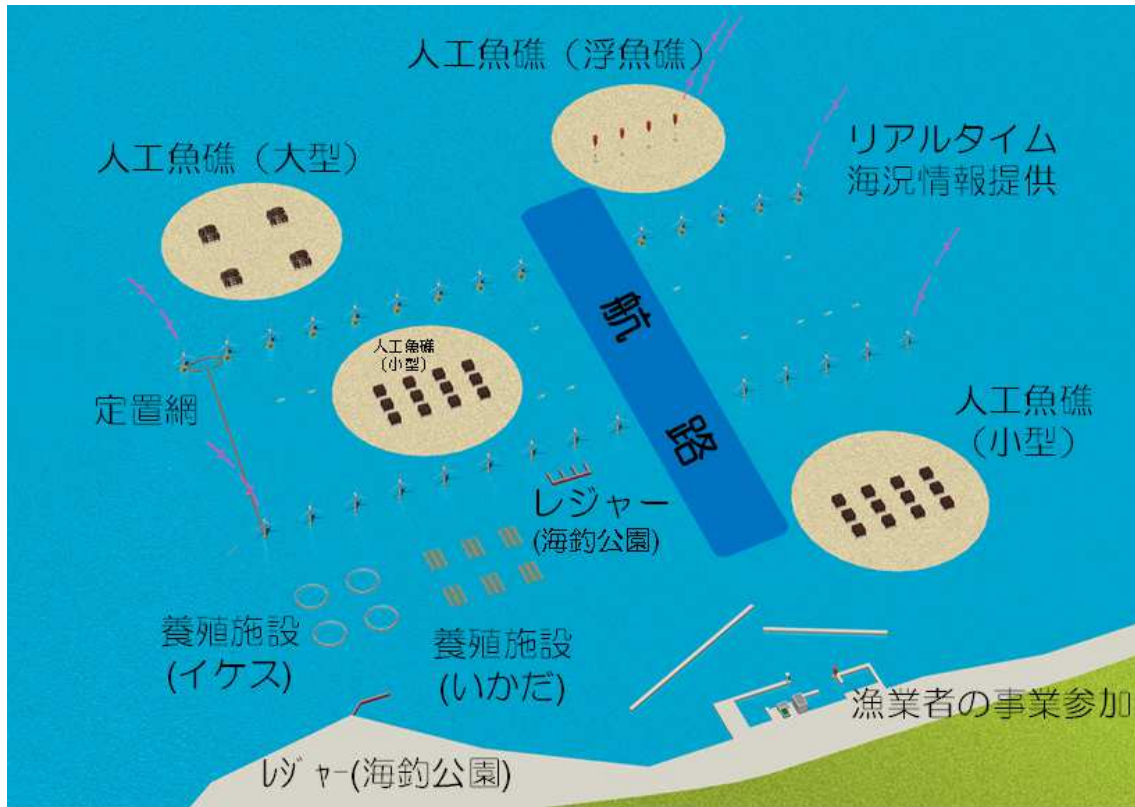
着床式ウィンドファームに関する漁業協調メニューに関する検討は、平成 25 年 12 月段階で、以下のような規模で想定した。それは、1 シーズンに施工可能な基数や、年間発電量など、発電事業の採算性を考慮し、現時点で標準的な規模と考えられる 100MW とした。想定したウィンドファームの諸元は以下のとおりである。

<諸元>

- 発電容量 : 約 100MW (3.6MW 風車×28 基) *
 - 配置 : 28 基を 14 基×2 列に設置
 - 離岸距離 : 岸側の列で 2km、沖側の列で 3km
 - 水深 : 岸側の列で 20m、沖側の列で 30m
 - 風車間距離 : 同列の風車間は 360m、岸側と沖側の列と列の間は 1,200m
 - 基礎構造 : 岸側の列はモノパイル式、沖側の列はジャケット式
 - 事業費規模 : 約 500 億円
 - その他 : 風車群を 2 ブロックに分けて、その間に幅 1,000m の航路を設定
- * 陸上の風力発電に例えると**約 7 万世帯 (25 万人) の電力消費量。洋上であれば、さらに多くの発電量が見込まれる。
- ** 参考 : (一社) 日本風力発電協会ホームページ



着床式洋上ウィンドファーム (全体図)



着床式洋上windファームの漁業協調メニュー
 <全体イメージ図>

2. 浮体式洋上ウィンドファーム

今回の提言で前提条件として想定する浮体式洋上ウィンドファームの規模は、1シーズンに施工可能な基数や、年間発電量など、発電事業の採算性を考慮し、現時点で標準的な規模と考えられる 100MW とした。想定した浮体式洋上ウィンドファームの諸元は以下のとおりである。

<諸元>

発電容量： 約 100MW (8MW 風車×12 基)

配置： 12 基を 6 基×2 列に設置、ファーム手前に浮体式サブステーションを設置

水深： 約 130m*

離岸距離： 約 20km*

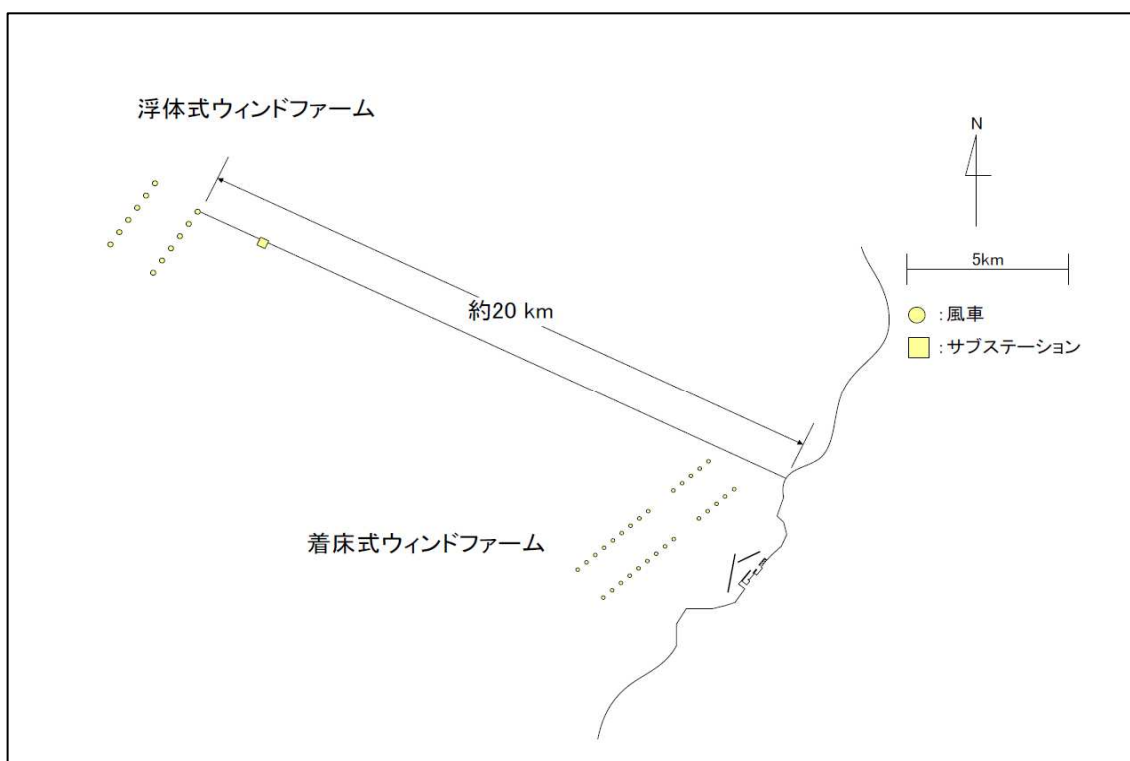
風車間距離： 同列の風車間は 480m、岸側と沖側の列と列の間は 1,600m

構造形式： スパー型、緩係留 (一部、セミサブ式構造等)

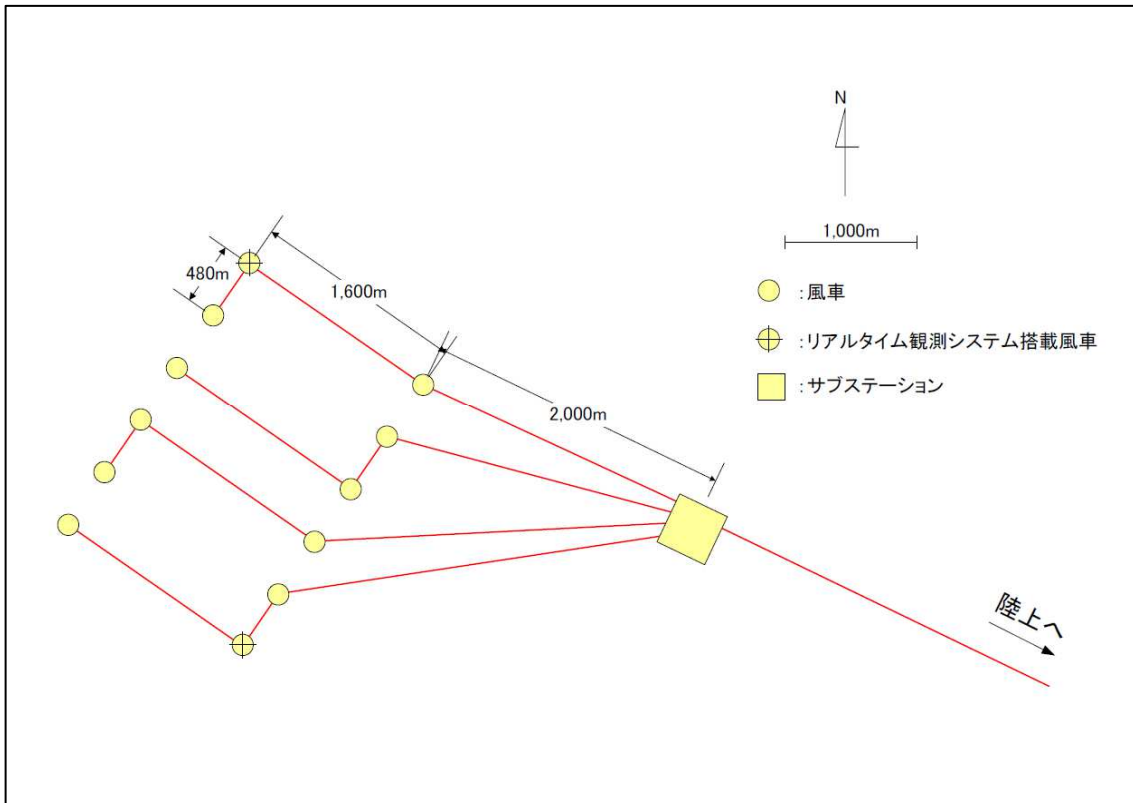
事業規模： 未定

その他： ここでは、着床式ウィンドファームの沖合に、浮体式ウィンドファームを建設するイメージとした。

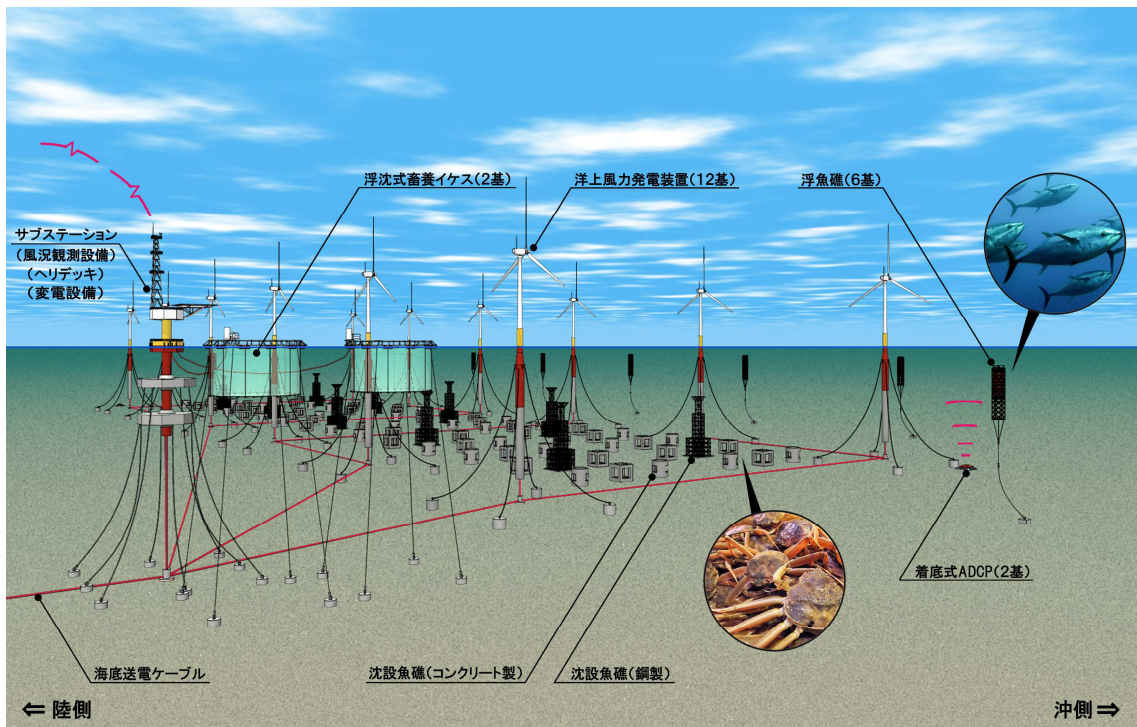
* 浮体式洋上風車の設置には一定の水深が必要となる。ここでは既設の事例を参照して水深 130m と設定した。この水深を確保できる海域までの距離が洋上風車の離岸距離となる。ここでは 20km と仮定した。



浮体式洋上ウィンドファーム (全体図)



浮体式洋上ウインドファームの拡大図（浮体式風車群+サブステーション）

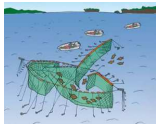
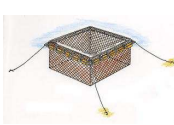
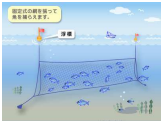
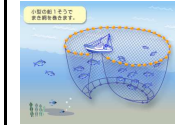
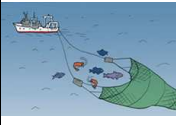
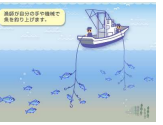
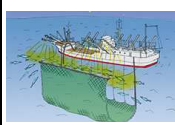


浮体式洋上ウインドファームの漁業協調メニュー
 <全体イメージ図>

Ⅲ. 洋上ウィンドファームの漁業協調メニュー

1. リアルタイムでの海況情報の提供
2. 風車基礎部の人工魚礁化利用
 - 2-1. 資源保護育成目的
 - 2-2. 周辺での漁業操業目的
3. 魚介類・藻類の養殖施設の併設
4. 漁業現場への電力供給
5. レジャー施設の併用
 - 5-1. 海釣り公園
 - 5-2. ダイビングスポット
6. 漁業者の事業参加
 - 6-1. 洋上発電施設の関連調査、建設・保守点検における漁船利用
 - 6-2. 洋上発電事業への出資・参画

本提言の検討における漁業協調メニューと漁法(沿岸～沖合)との相互関係

メニュー	沿岸	沿岸	沿岸～沖合	沿岸～沖合	沿岸～沖合	沿岸～沖合	沖合
	定置網	養殖	刺網	巻網	曳網	釣り漁業	敷網
							
1. リアルタイムでの海況情報の提供	○	○	○	○	○	○	○
2. 風車基礎部の人工魚礁化利用							
2-1. 資源保護育成目的	○	—	○	○	○	○	○
2-2. 周辺での漁業操業目的							
3. 魚介類・藻類の養殖施設の併設	—	○	—	—	—	—	—
4. 漁業現場への電力供給	○	○	—	—	—	—	—
5. レジャー施設の併用	漁業者の事業参加 (漁船の活用)						
5-1. 海釣り公園							
5-2. ダイビングスポット							
6. 漁業者の事業参加	漁業者の事業参加 (漁船の活用)						
6-1. 洋上発電施設の関連調査、 建設・保守点検における漁船利用							
6-2. 洋上発電事業への出資・参画							

(図の出典：定置網・敷網・曳網／全国漁業就業者確保育成センター、刺網・小型巻網・釣り漁業／長崎県庁、養殖／神奈川県庁)

1. リアルタイムでの海況情報の提供

1. 概要

現在、様々な方法で漁海況情報が取得・公開されているように、水温、流向・流速、波高、あるいは海上の風向・風速といった情報は漁業に役立てることができる。特に携帯電話やスマートフォンなどで、リアルタイムで得られる水温や流況については操業に役立つ情報であることから、漁業者の要望が高い項目であることが漁業者へのアンケート結果からも読み取れる。

ここでは、着床式洋上風車の基礎部や、浮体式洋上風車の浮体部、あるいは浮体式サブステーションを観測プラットフォームとして活用したリアルタイム漁海況情報の取得・公開について提案する。

また、周辺海域に観測ブイを設置すればウィンドファーム内に限らず、漁業者の要望の高い海域での漁海況情報の取得ができる。漁業者と協議の上、地域にとって最適の漁海況情報の取得・公開を目指すものである。

2. 特長

・漁業者・漁協へのメリット

携帯電話やスマートフォンなどで得られるリアルタイムの実測データを、漁業の効率化、省力化に役立てることができる。

(例) 水深別の流向・流速データを活用した漁具の投入位置の決定、水温データを活用した漁場形成の推定、風速・波浪データを活用した出漁の判断など

・事業者へのメリット

メンテナンスの計画や、損傷時の原因分析に実測データを役立てることができる。

・地元・地域社会へのメリット

海水浴やサーフィン、遊漁など、海洋レジャーにも海洋データは役立てることができる。また、地域の抱える課題（密漁防止、水質汚濁防止など）の解決に役立つセンサーやカメラなどの設置が可能となる。

3. 関連する実績

洋上風車の基礎を活用した事例は現在のところないが、観測ブイを使った海況データの取得、公開は各方面で実績がある。

- ・土佐黒潮牧場（沖合ブイネットワーク。数基は領海外に設置）
- ・静岡マリンロボシステム（駿河湾ブイネットワーク）
- ・城ヶ島沖観測ブイおよび“浮き相模”（浮き魚礁）による観測
- ・鳥取県（小型ブイによる観測）
- ・神津島沖（小型ブイによる観測）（洋上発電実証実験のための実測で情報提供実施中）
- ・釜石沖（小型ブイによる観測）（同上）

4. 諸元

着床式洋上風車の基礎部、あるいは浮体式洋上風車/サブステーションの浮体部に、表層、

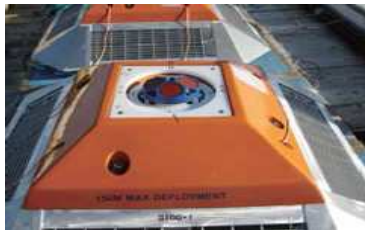
中層、低層など所要の水深別の水温、流向、流速などを測定するセンサーを設置し、通信電話回線や衛星電話回線などにより、海況データを送信する。データはリアルタイムでインターネットに公開する。

(1) 小型ブイの事例

- ・ 浮体直径：1.1m 高さ 3.9m 重さ 470kg (索荷重 10kg 含む)

(2) 洋上風車浮体部またはサブステーションを利用する想定例 (必要機材等)

- ・ 風向・風速：プラットフォームに設置した風向・風速計による
 - ・ 波高：柱部に設置した波高計による
 - ・ 水温測定：プラットフォームからの CTD 自動昇降による
 - ・ 流況測定：海底に設置したドップラー式流速計 (ADCP) による
- 海底設置型の場合は底曳網漁業等に影響がないよう、TRBM 型を用いる。



TRBM とは、トロール・レジスタント・ボトム・マウントの略で、主に底曳網漁業区域に流速計を設置する際に使用する土台です。台形型の土台は底曳網に引っ掛かることなく、転倒や流出のリスクが軽減されます。回収時には船上からの音響装置によって切り離し装置が作動し、内蔵されたロープとともに流速計が浮上します。流速計回収後は、ロープをたぐって TRBM を引き上げます。空中重量は 400kg 程度ですので、投入と回収の際にはウィンチとデリックを装備した船舶が必要です。標準設置深度は最大 200m です (出典：沿岸海洋調査 (株) HP)。

5. コスト

(1) 初期コスト

観測用小型ブイを設置する場合は、1 基約 2,000 万円～3,000 万円。

(2) ランニングコスト

インターネットの既存のサービスを活用すれば、5 万円/月程度。この他、ブイのメンテナンスの費用が必要。

6. 課題

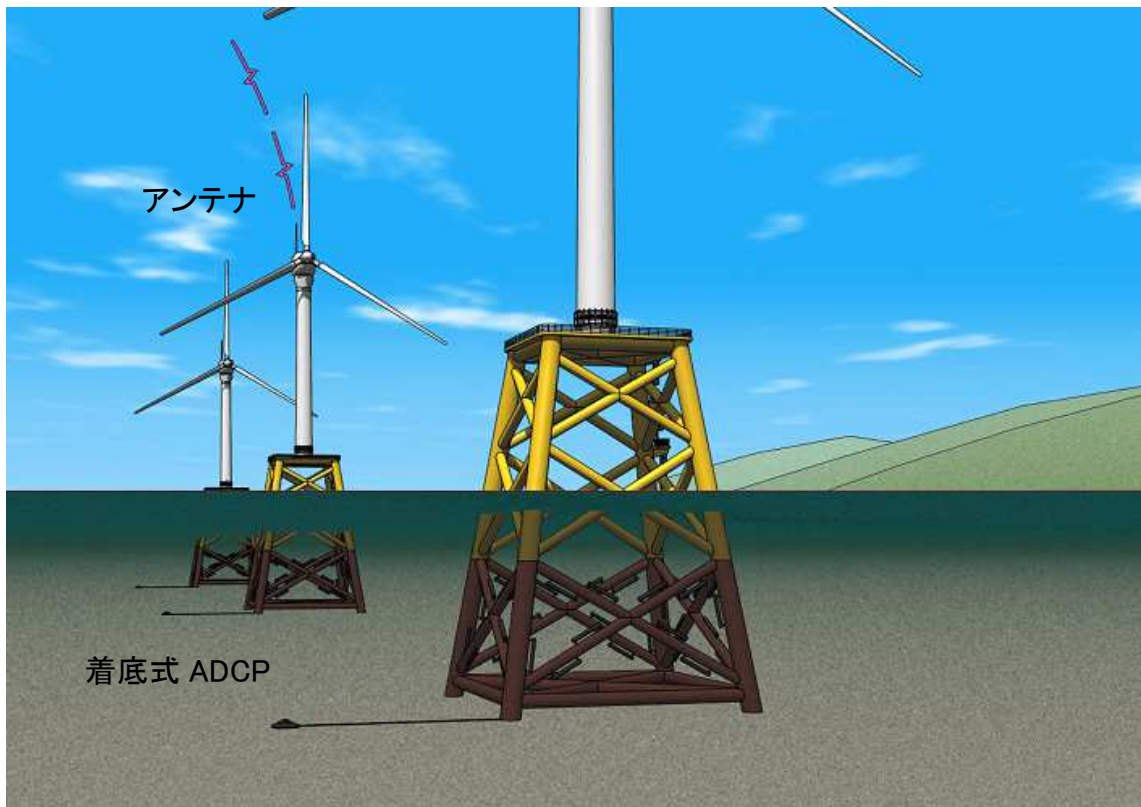
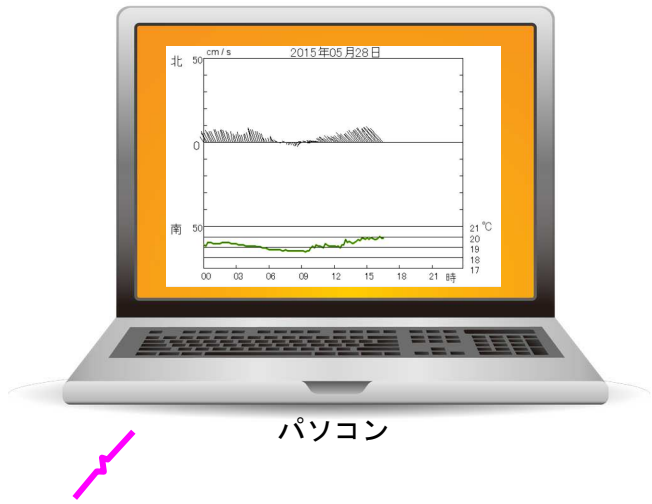
現有技術で十分実現可能と考えられるが、洋上風車基礎へのセンサー取り付けは実績がないため、実証実験によるシステムの開発が望まれる。特に、荒天時の観測機器保全および付着生物に対するメンテナンス方策は課題である。

また、ここでは洋上サブステーションの情報収集発信基地としての利活用を提案しているが、海域総合利用の拠点としてさらに多様な利用が検討されるべきと考える。

<参考資料>

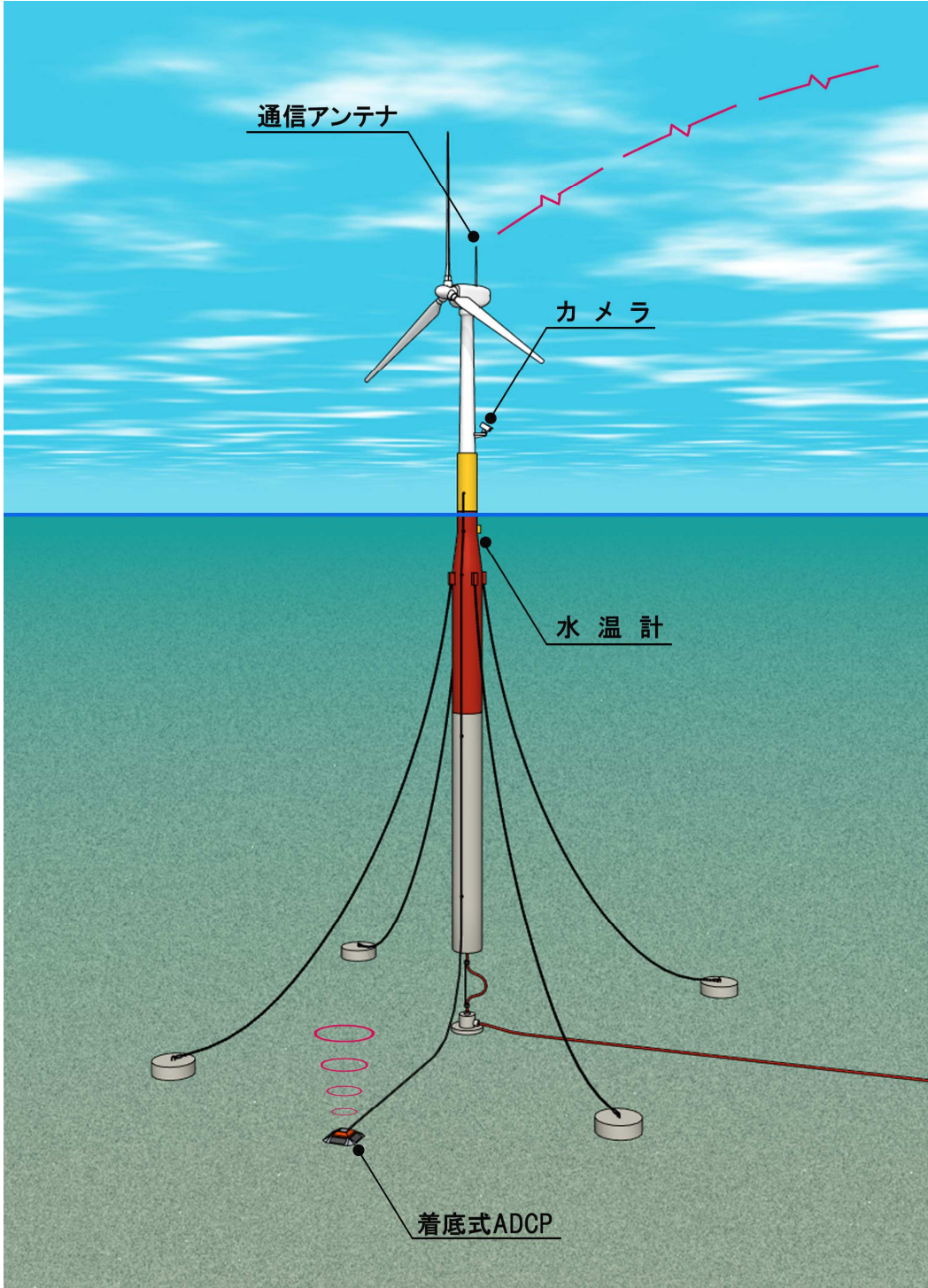
平成 22 年度環境省委託事業「波力エネルギーの地域特性評価と係留システムの研究」成果報告書、東京大学生産技術研究所

着床式



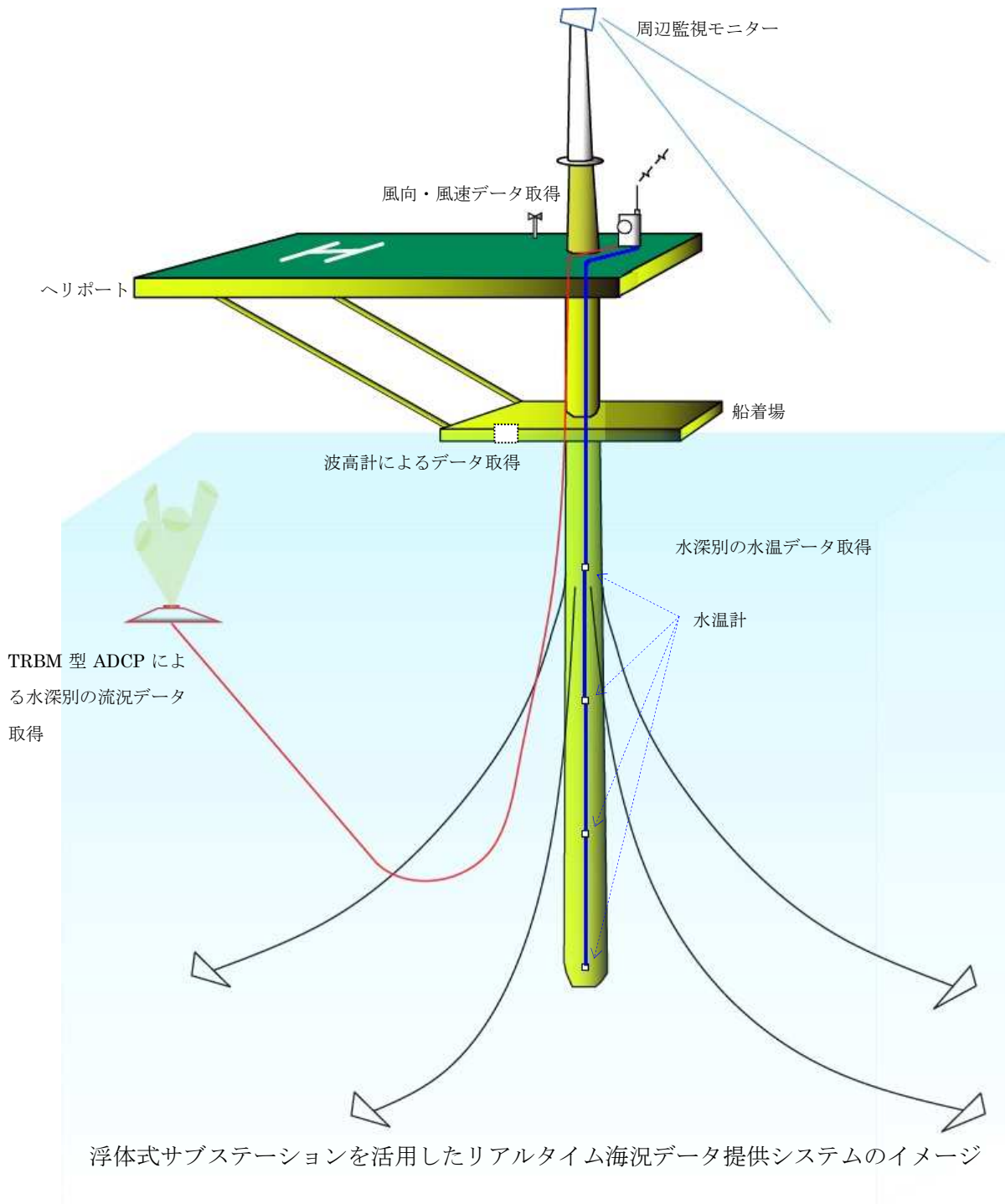
着床洋上風車のリアルタイム海況データ提供システムのイメージ

浮体式



浮体式洋上風車のリアルタイム海況データ提供システムのイメージ

浮体式



2. 風車基礎部の人工魚礁化利用

2-1. 風車基礎部の人工魚礁化利用（資源保護育成目的）

1. 概要

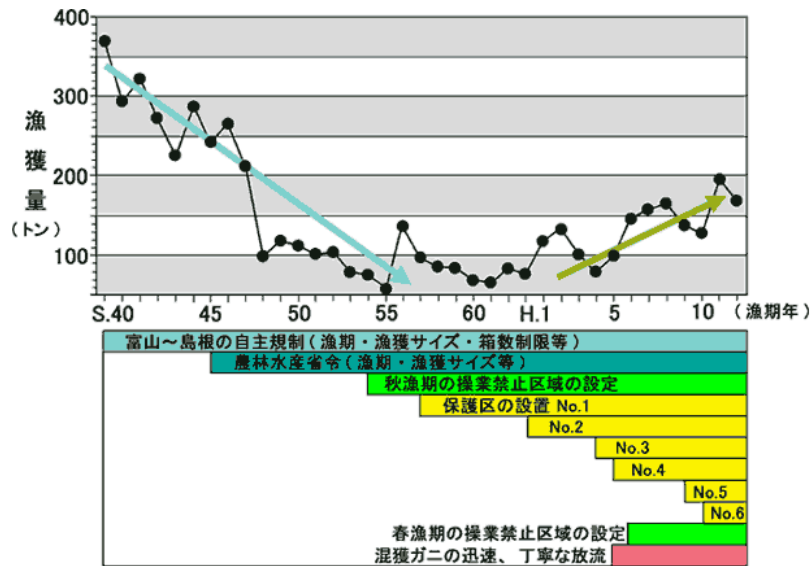
ウィンドファーム内を積極的に漁業操業制限区域（水産資源の保護水面、禁漁区）として設定する。この場合、ウィンドファーム内において漁業はできなくなるが、区域内を水産資源の育成のための海域と位置づけ、人工魚礁等の設置により資源培養効果の向上を図る。

2. 特長

- ・ 漁業操業制限区域内で増殖した水産資源が周辺海域に湧きだしていき、「しみだし効果」（スピルオーバー効果）により、ウィンドファームの外縁海域での漁場形成、漁獲量増加が期待できる。
- ・ 増殖目的である魚種の種苗放流を併用することにより、一層効率的な資源培養を図ることが期待できる。

3. 関連する実績

- ・ 人工魚礁を設置目的によって区分すると、「産卵保護魚礁」、「幼稚魚保護魚礁」、「漁獲管理魚礁」等に大別できる。さらに、設置形態別では、「沈設魚礁」、「浮魚礁」、「中層魚礁」等に分けられる。
- ・ 浮体式ウィンドファームの場合には、大水深であるがゆえに、区域内に山陰沖などで設置しているのと同様の「沈設型・高層魚礁」を配置することも考えられる。
- ・ 人工魚礁の材料としてコンクリート製や鋼製の魚礁が一般的であるが、自然石や廃船、廃タイヤ等が用いられる場合もある。貝殻をリサイクル活用して生物親和性を向上させた人工魚礁もある。
- ・ 関西国際空港島周辺を採捕禁漁区域にしたことによる水産資源のしみだし効果が出ている。
⇒空港島周辺を緩傾斜護岸構造にして藻場を造成し、そこを Safety Zone を兼ねて採捕禁止区域とすることで、大阪湾への水産資源のしみだし効果が報告されてきている。
- ・ 保護礁設置および底曳網漁業禁止区域設置によるズワイガニ資源の保護効果。
⇒京都府および兵庫県の日本海側ではズワイガニ資源保護を目的とした保護礁設置および設置区域における底曳網漁業の制限（禁止区域および禁止期間）を設けることによる保護育成効果が認められている。



京都府沖合での資源管理の取組みとズワイガニ漁獲量の関係
(出典：京都府ホームページより)

4. 諸元

- 資源保護育成目的として設置する魚礁として、周辺海域への餌料供給効果が高いとされる貝殻をリサイクル利用した魚礁（鋼製の枠に貝殻を充填した基質を取り付けたもの）を設置する場合の例を示す。
- 小型魚礁（3.4×3.4×2.2m）30基（5×6）を海底部に約10m間隔で設置
- 大型魚礁（7.7×7.7×6.9m）8基（2×4）を海底部に約50m間隔で設置

5. コスト

- 初期コスト（金額は部材、設置費用の概算）
 - 小型魚礁：約150万円／基
 - 大型魚礁：約700万円／基
 - 高層魚礁：約3000万円／基
- ランニングコスト
 - 基本的に不要

6. 課題

- 地域の漁業実態やニーズを把握し、それらに応じた魚礁の種類選定や配置の検討が重要であり、地元漁業者との十分な事前調整が必要。

2-2. 風車基礎部の人工魚礁化利用（周辺での漁業操業目的）

1. 概要

着床式洋上風車の支柱や基礎部に集魚効果のある部材を取り付けたり、周辺に人工魚礁等を配置したりすることにより、水産資源の蛸集による漁獲量の増加を図る。

浮体式洋上風車の浮体部自体が浮魚礁としての効果があるが、より集魚効果のある部材を浮体に取り付けることも考える。さらに、浮体式風車群＝浮魚礁群として捉え、その外側にさらに人為的に浮魚礁群を配置し、当該海域全体として集魚効果を発揮、増大できるようにして、ウィンドファームの周辺海域に漁業操業用の漁場を形成させ、水産資源の増殖や漁獲量の増加を図る。

2. 特長

これまで漁場として良好とは言えなかった海域にウィンドファームを立地することにより、ウィンドファーム海域内やその周辺海域の比較的近い海域が新たな漁場となる可能性があり、漁船の燃費節減や漁業操業パターンの向上、安定化などに寄与できる。

3. 関連する実績

魚礁設置効果について具体的に漁獲量の増産効果が示されたものは必ずしも多くなく、また、海域による差も大きいと考えられる。例としては、並型魚礁で年平均 20kg/m²、大型魚礁で年平均 16kg/m²増産したとの報告がある（日本水産資源保護協会 水産増殖叢書 26「人工魚礁の理論と実際」昭和 51 年）。

一方、長崎県五島市に設置された浮体式洋上風力発電実証機の周辺海域では、メジナやカンパチなどの高付加価値魚種が蛸集していることが環境省の調査で報告されている。

4. 諸元

- ・ 水深が比較的浅い着床式ウィンドファームについて、鋼製の枠に貝殻を充填した基質を取り付けた「パネル型魚礁」と小型魚礁を設置したイメージを 19 ページに示した。
- ・ パネル型魚礁 (2.2×1.0×0.3m) を洋上風車の支柱や基礎部に設置
- ・ 小型魚礁 (3.4×3.4×2.2m) 30 基 (5×6) を周辺の海底に約 10m 間隔で設置
- ・ 水深が比較的深い浮体式ウィンドファームについて、浮魚礁を併設したイメージを 18 ページに示した。水深が深い海域での沈設魚礁については、対象魚種や既往事例などを参考にして検討のうえ、最適配置を行うことが求められる。

5. コスト

(1) 沈設魚礁

- ・ 初期コスト（金額は部材、設置費用の概算）
 - パネル型魚礁：部材費 15 万円/基、設置費 100 万円/日
 - 小型魚礁 30 基：約 5,000 万円
- ・ ランニングコスト
 - 基本的に不要

(2) 浮魚礁

- ・ 初期コスト（金額は部材、設置費用の概算）

中層型浮魚礁 12 基：6.36 億円（5,300 万円／1 基あたり（内閣府本府平成 24 年行政事業レビューシート事業 No. 0110「水産基盤整備に必要な経費」））

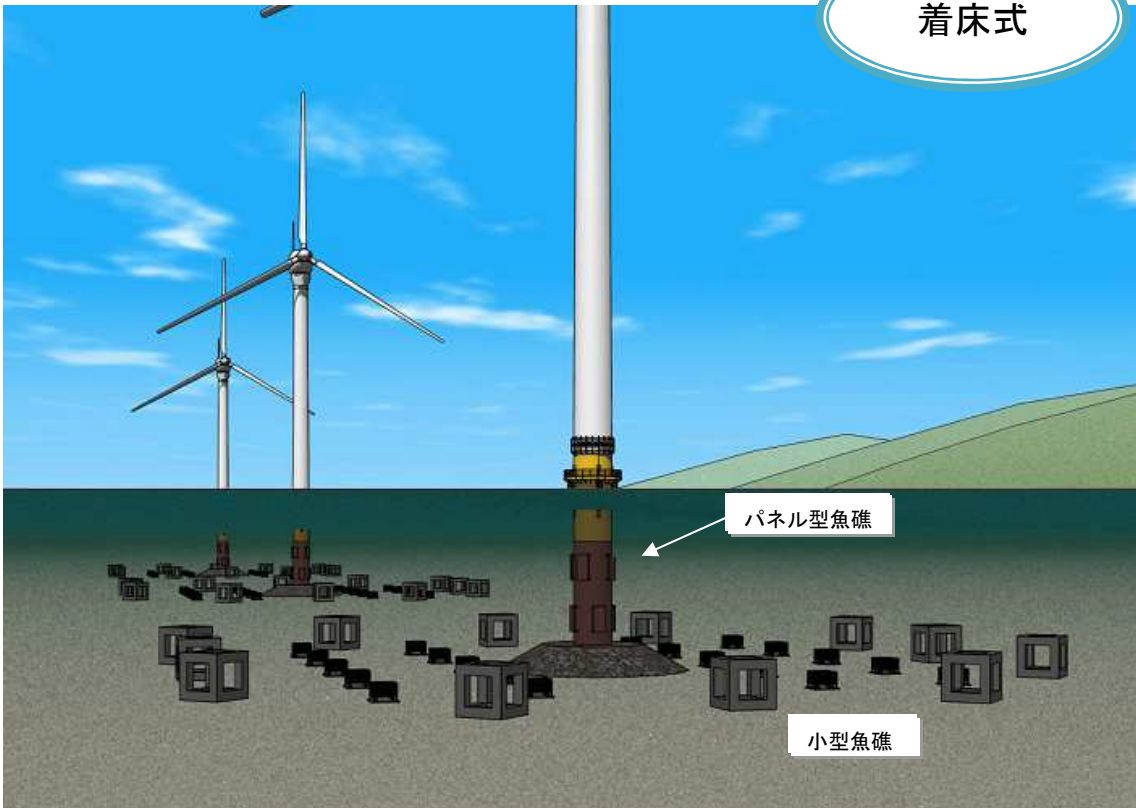
- ・ ランニングコスト

設置する海域の環境にもよるが、生物の付着による重量増加で浮力が維持できなくなることから定期的に交換が必要（5～10 年での交換を想定）。

6. 課題

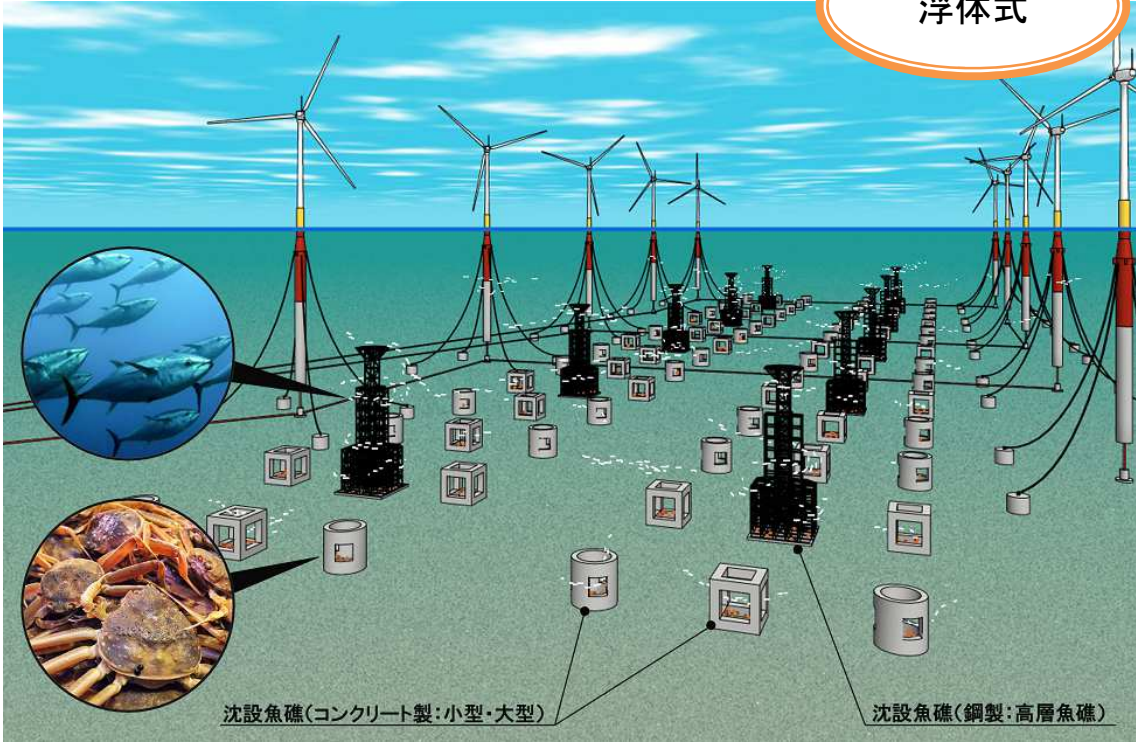
- ・ 風車施設と漁具・漁船が接触する事故が発生しないように、魚礁を設置する位置には十分配慮する。
- ・ 洋上風車の基礎構造物に魚礁効果のある部材を直接取り付ける場合は、施設への影響（流体力や安定性、防蝕など）を検討する必要がある。
- ・ 地域の漁業実態やニーズを把握し、それらに応じた魚礁の種類選定や配置の検討が重要であり、地元漁業者との十分な事前調整が必要。
- ・ 地域の漁業実態やニーズを把握し、それらに応じた魚礁の種類選定や配置の検討が重要であり、地元漁業者との十分な事前調整が必要。
- ・ 周辺に設置の浮魚礁以外に洋上風車の浮体部に魚礁効果のある部材（網等）を直接取り付けてコストの低減化を図る方法もあるが、この場合、浮体への影響（流体力や安定性、防蝕など）に留意する必要がある。

着床式



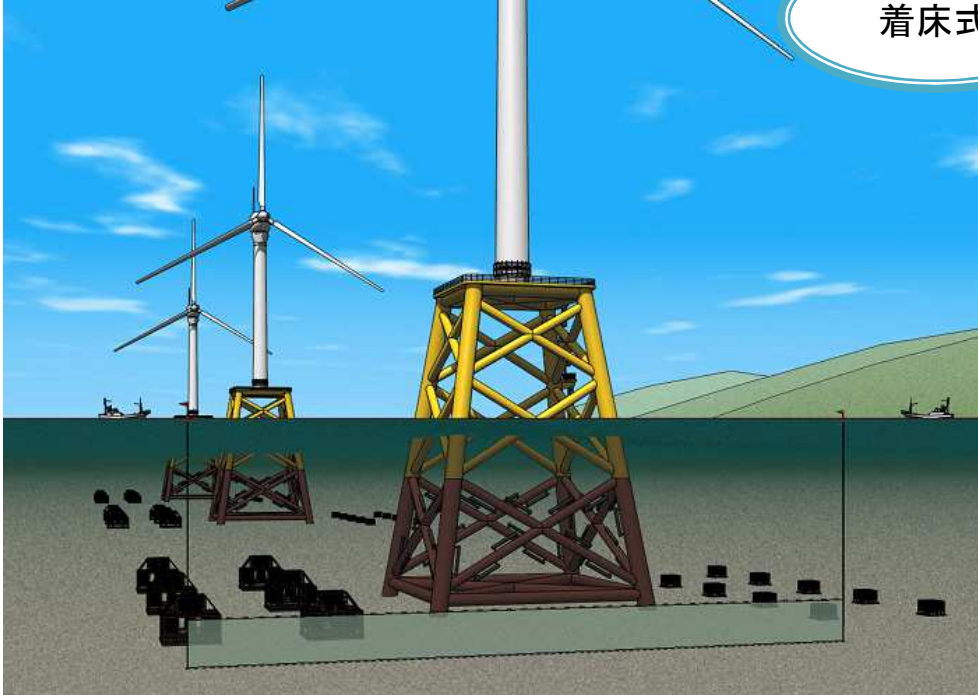
着床式洋上ウィンドファーム内での資源育成用魚礁設置のイメージ

浮体式



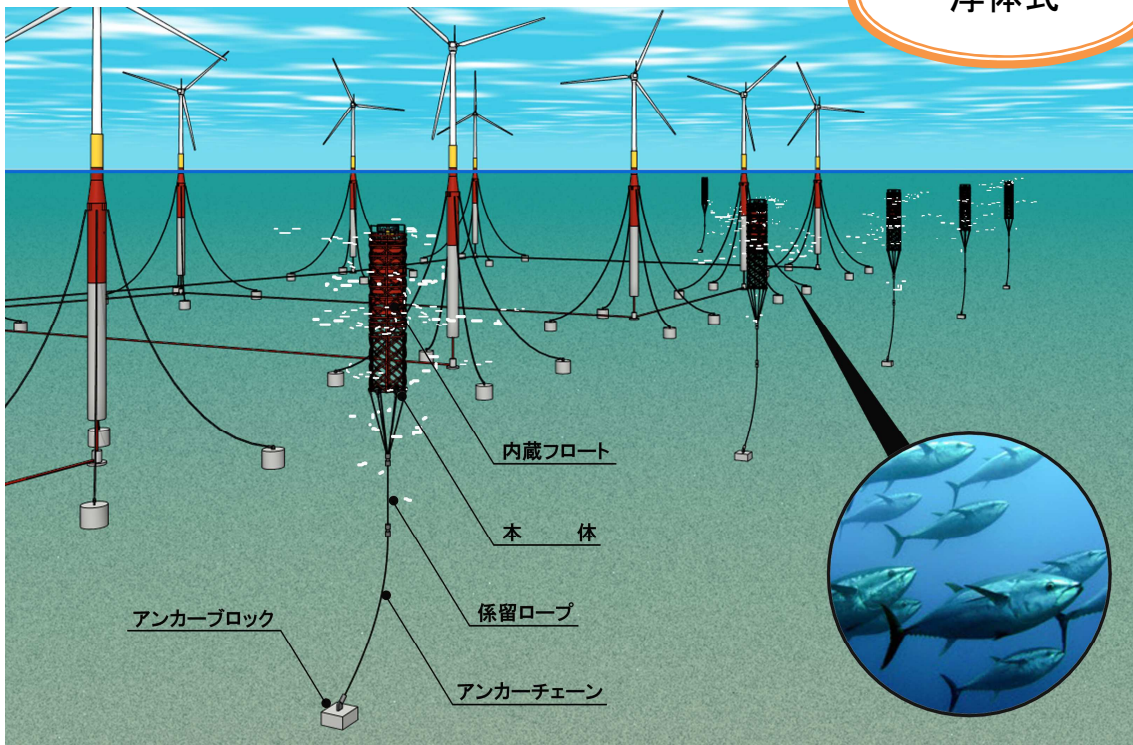
浮体式洋上ウィンドファーム内での資源育成用大水深魚礁設置のイメージ

着床式



着床式洋上ウィンドファーム周辺で漁業操業用の魚礁を設置するイメージ

浮体式

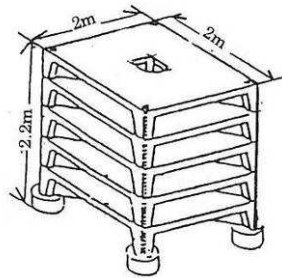


浮体式洋上ウィンドファームの外側の周辺海域に漁業操業用の浮魚礁を設置するイメージ

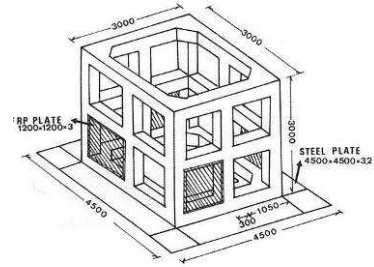
< 参考資料 【人工魚礁の種類】 >

(1) 目的による分類

(産卵保護礁) 水産資源の増殖を目的とした魚礁の例



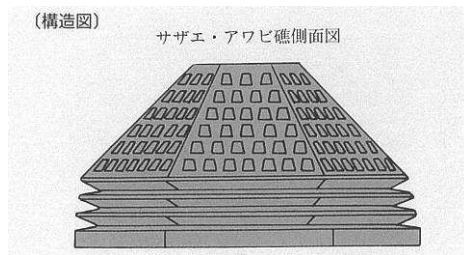
ヤリイカ産卵礁



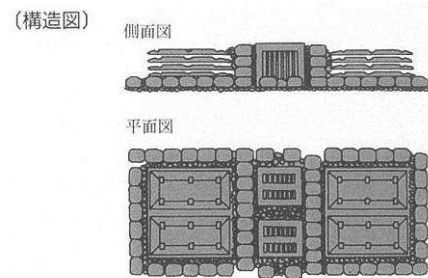
ホッコクアカエビ保護礁

(出典：(財) 漁港漁場漁村技術研究会発行 「人工魚礁」(2004年) より)

(幼稚魚保護礁) 水産資源の生息・育成を目的とした魚礁の例



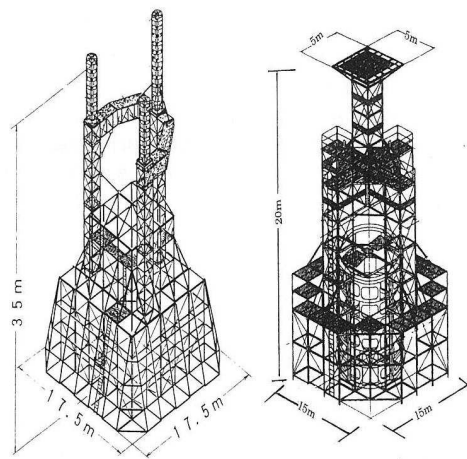
サザエ・アワビ礁



イセエビ礁

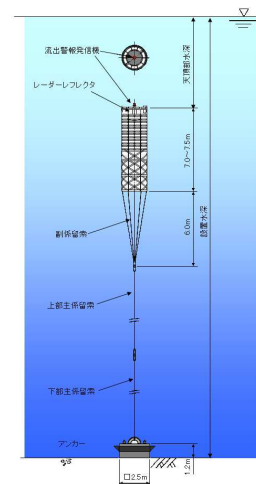
(出典：図鑑海藻の生態と藻礁 (1991年) 緑書房より)

(漁獲管理魚礁) 水産資源を誘致し、漁獲することを目的とした魚礁の例



高層魚礁 (沈設型)

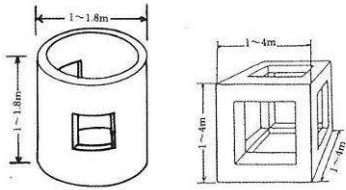
(出典：(財) 漁港漁場漁村技術研究会発行 「人工魚礁」(2004年) より)



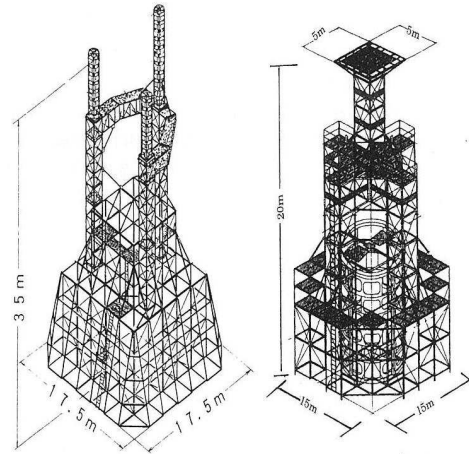
浮魚礁 (浮体型)

(出典：岡部(株)ホームページより)

(2) 材料による分類



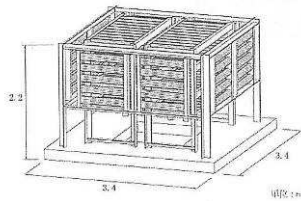
コンクリート製魚礁



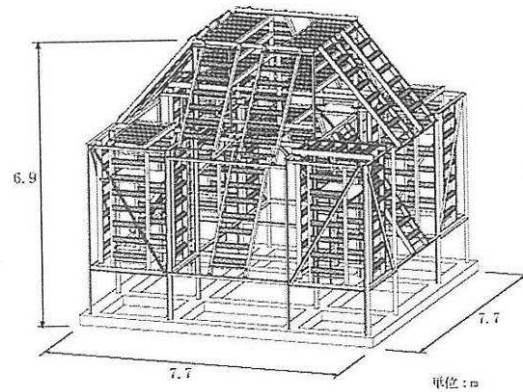
鋼製魚礁

(出典：(財) 漁港漁場漁村技術研究会発行 「人工魚礁」(2004年)より)

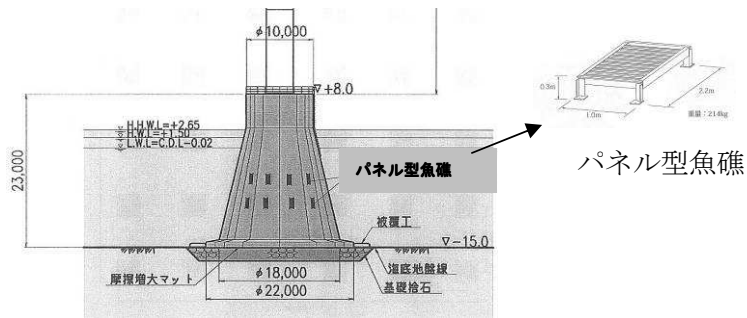
(3) 貝殻魚礁の例



小型魚礁



大型魚礁



風車基礎部へのパネル型魚礁取付けイメージ

(出典：海洋建設㈱の提案より)

3. 魚介類・藻類の養殖施設の併設

1. 概要

着床式洋上風車の支柱等への養殖生簀の設置および洋上風車基礎構造物間の海域に養殖施設を設置することにより、漁業生産の場として活用する。

浮体式洋上風車が沖合に設置されることで周辺に電力の供給が可能となることから、従来養殖に適さない場所で浮沈式生簀等を用いることで漁業生産の場として活用が可能となる。

セミサブ型、六角・三角フレーム型浮体式洋上風車の構造物間へ養殖施設を設置することにより、浮体式洋上風車自体を漁業生産の場として活用する。

2. 特長

- ・ ウィンドファームや周辺海域を新たな沖合養殖場とすることが可能となり、海域の有効利用を図ることができる。
- ・ 海藻（ワカメ、コンブ）や貝類（カキ、ホタテ等）の垂下式養殖だけでなく、将来的には浮沈式生簀を活用した魚類の養殖も考えられる。

3. 関連する実績

北海道せたな町の洋上風力発電所では、基礎構造物間に複数のロープを張り、コンブなどの海藻を養殖し、風車基礎部に連結したアワビやウニの蓄養生簀で使用する餌料として利用した事例がある（参考資料参照）。

高知県大月町では波浪・潮流の厳しい海域で大規模かつ安定的にクロマグロ養殖を可能とする大型浮沈式生簀の試験が水産庁の補助金（マリノフォーラム21）で実施され、良好な成績を示している。

4. 諸元

- ・ 養殖筏：格子状に組んだ筏をフロートで浮かせる構造。（10m×20m）
- ・ 養殖生簀：大型円形生簀（直径 30～50m）
鋼管製などの枠をフロートで浮かし、それに立方体あるいは円筒体の囲い網を吊り下げる方式と、フロートのみで網を吊り下げるフロート式がある。また、波浪が大きな外洋域でも対応可能な浮沈式生簀も開発されている。

5. コスト

(1) 初期コスト

設置費（例）養殖筏：約 60 万円/基、養殖生簀：規模により異なる

(2) ランニングコスト

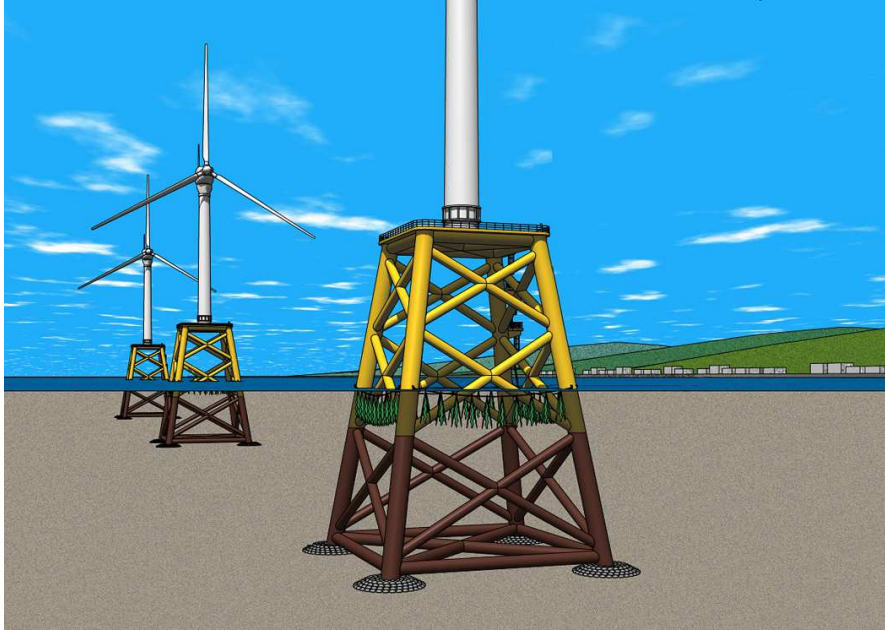
種苗購入費、餌料費、漁船燃料費、人件費、消耗品費等

（魚種や規模により異なるが、一般的には餌料費の占める割合が大きい）

6. 課題

- 新たに養殖を行う場合は区画漁業権が必要となり、都道府県知事の免許が必要。
- 養殖施設は、洋上風車のメンテナンス作業等に支障をきたさない配置が必要。
- 養殖筏の材質は、閉鎖性の静穏海域では孟宗竹などを利用したものが多いが、沖合海域では耐久性の観点から材質の改善が課題。
- 養殖対象種は、地域の海域環境やニーズを把握して選定することが重要。
- 日常管理（給餌、魚体観察、盗難監視）の効率化のため、自動給餌機の設置、水中カメラや盗難監視カメラによる遠隔管理も検討。
- 養殖施設管理用電源の確保および停電時のバックアップ方策の検討。
- 沖合・大水深での養殖の実績が必ずしも十分に蓄積されていないこともあって、過酷な海象条件に耐えうるシステムが必要であるほか、給餌、収穫、メンテナンスなどの作業上の困難性の克服方策の検討。

着床式

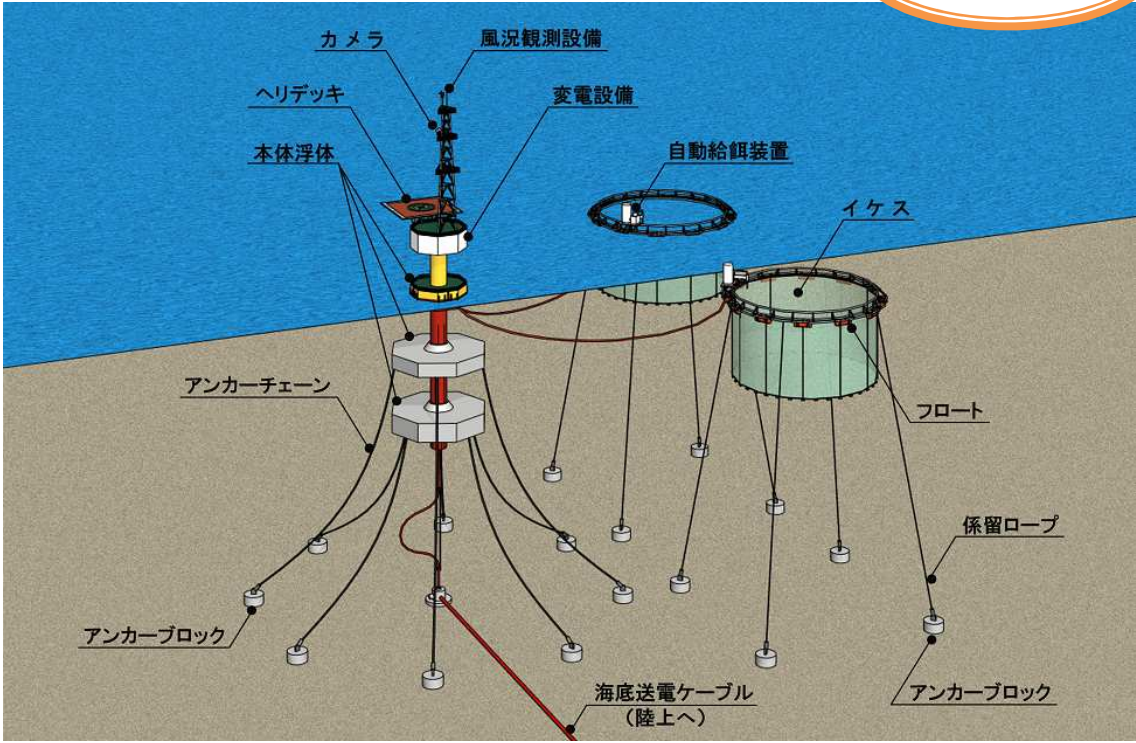


着床式洋上風車の基礎を利用して藻類の養殖を行うイメージ
(ウニ・アワビの餌料用)

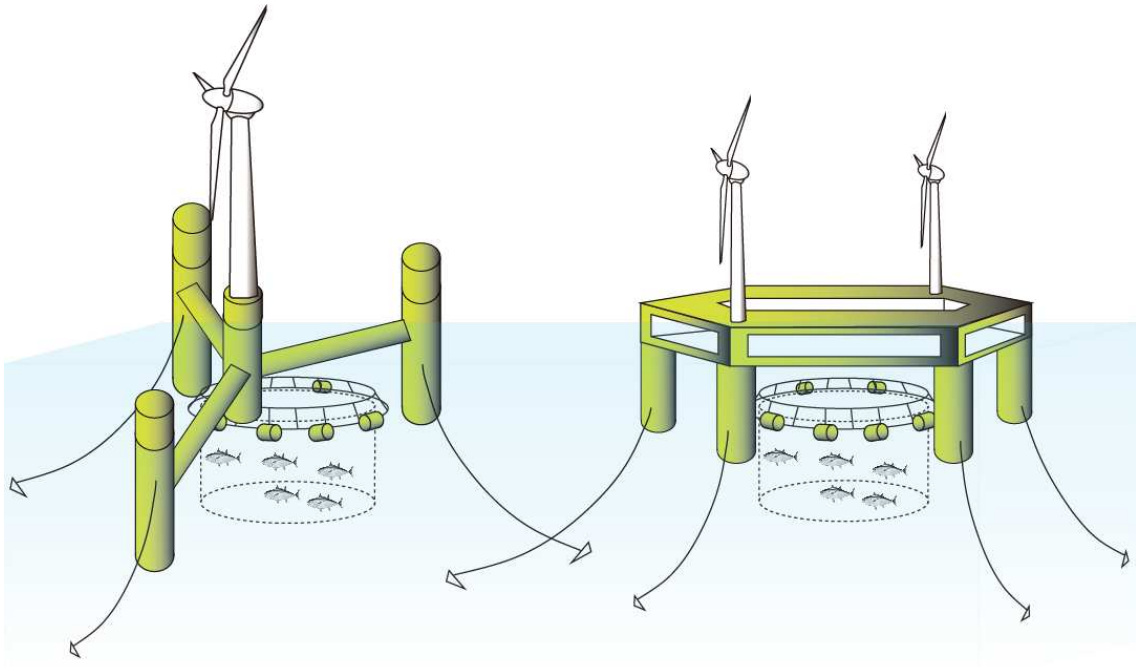


着床式洋上風車の基礎を利用して貝類の養殖を行うイメージ

浮体式

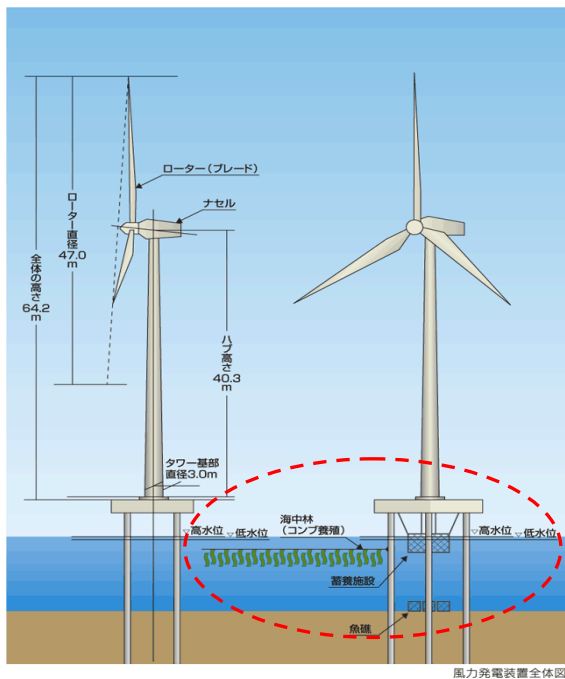


浮体式サブステーションの周辺海域で浮沈式生簀を設置するイメージ

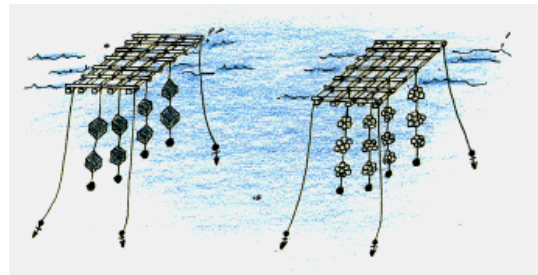


浮体式洋上風車（セミサブ式）の構造空間を利用した養殖生簀設置のイメージ

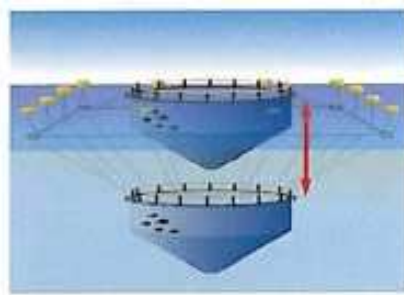
<参考資料>



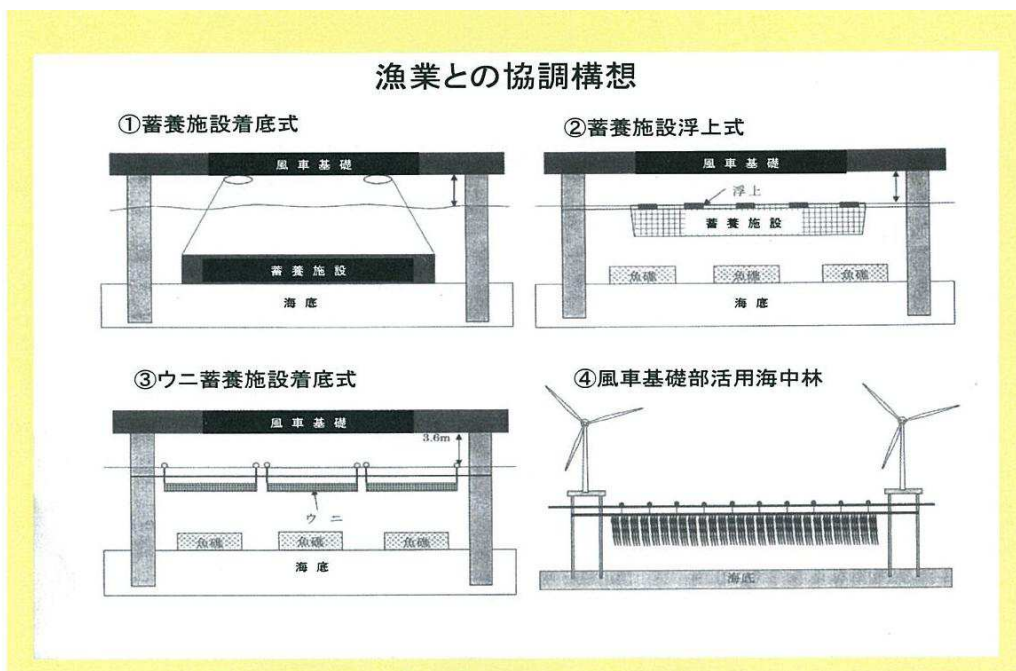
基礎構造物間でロープ垂下養殖 (北海道瀬棚港)
(出典 NEDO ホームページより)



養殖筏 (カキ垂下式養殖)
(出典 三重県農林水産部ホームページより)



養殖生簀 (大型円形生簀 (浮沈式))
(出典 (一社) マリノフォーム 21 ホームページより)



基礎構造物間に中層／底層養殖生簀を設置
(出典：(一社) 海洋産業研究会)

4. 漁業現場への電力供給

1. 概要

洋上風車は送電ケーブルにより陸上の系統に接続されていることから、風車近傍であれば陸上の電力を漁業に活用することが可能となる。ここでは洋上風車を電力供給プラットフォームとして活用する例として、定置網への活用案を示した。

2. 特長

風車の制御用の電力を活用して、センサーやビデオカメラで箱網の内の魚群の入網状況を陸上に送り、漁業の効率化を図る。将来的には揚網作業の一部電化も考えられる。

3. 関連する実績

2002年に、東京水産大学が箱網のさらに奥に設置されているキンコの水中映像を撮影し、陸上に無線で伝送するシステムを開発している。これにはバッテリーを使用していたため、4日ごとに交換が必要であった。

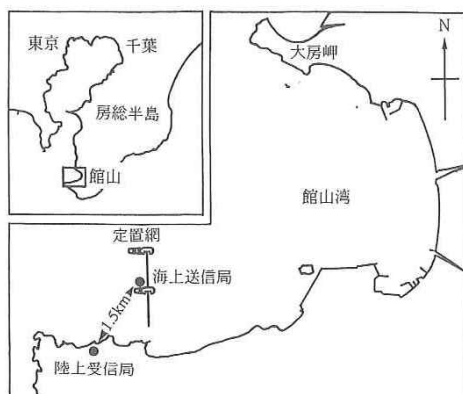


図-2 定置網と海上送信局および陸上受信局の位置関係

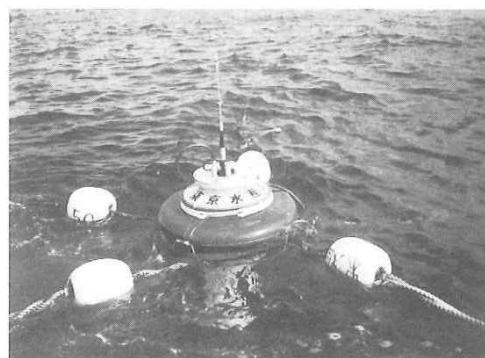


写真-1 海上送信局の外観と設置状況

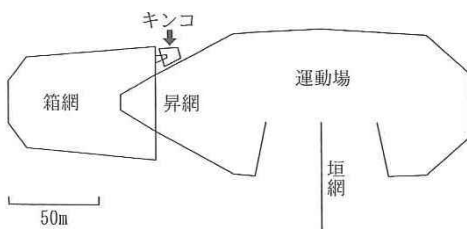


図-3 定置網の形状



(出典：「水中映像無線伝送システムによる定置網漁業の操業合理化」、秋山清二、2006)

4. 諸元

- ・ 参考：水中映像無線伝送システムの緒元
- ・ 海上送信局：水中テレビカメラ、送信機、送信アンテナ、バッテリー
- ・ 陸上受信局：受信アンテナ、受信アンプ、受信機、モニター
- ・ 伝送速度：30fps
- ・ 水平解像度：300TV 本以上
- ・ 伝送距離：5km

5. コスト

(システム構成による)

6. 課題

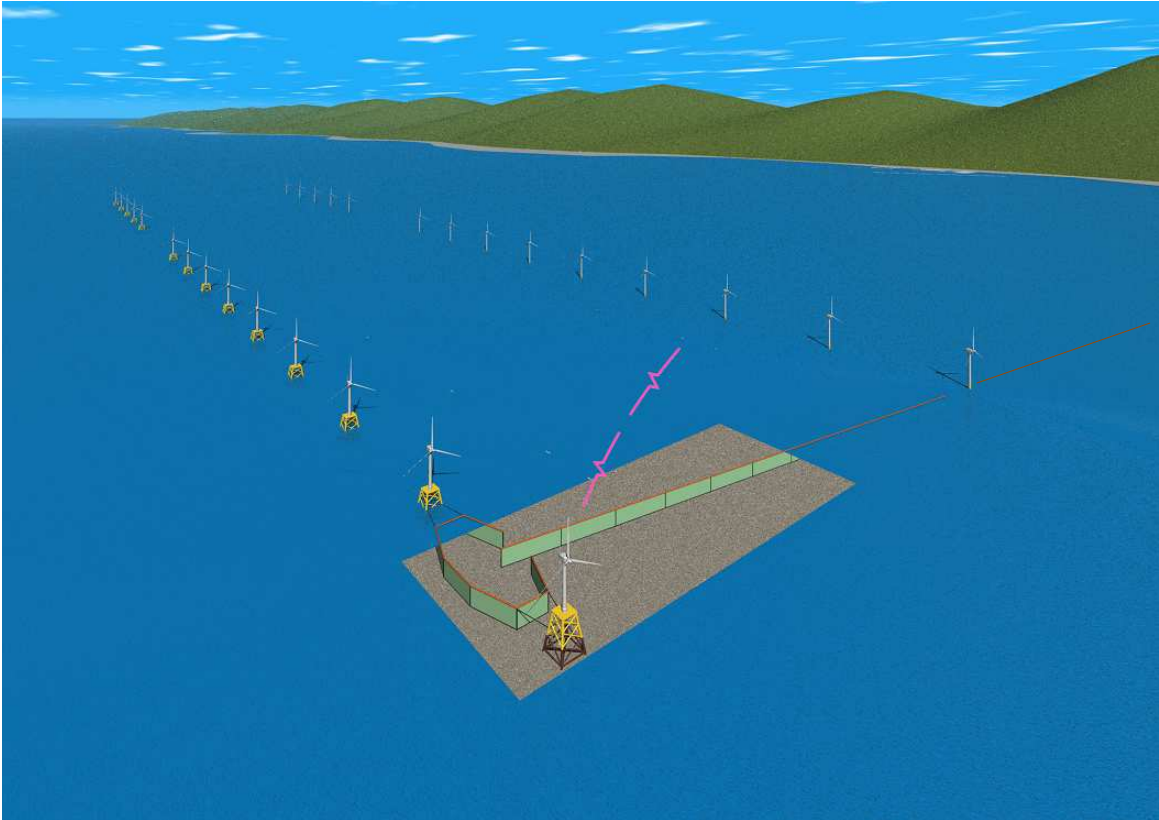
- ・ 風車基礎が、垣網や身網を直接支える場合には、網が受ける荷重を考慮して、風車の基礎を設計する必要がある。これが風車の建設費の増大につながる可能性がある。なお、直接外力が掛からないように、間接ブイを媒介させて繋げる方策もありえよう。
- ・ ここでは小型定置網を想定しているが、新たに小型定置網の操業を行う場合は共同漁業権が必要となり、都道府県知事の免許が必要となる。ただし、そうした共同漁業権の知事免許取得は困難ではないと考えられる。

<参考資料>

「魚群行動モニタリング実験」(一社)日本定置網漁業協会

「漁業研究における水中映像の技術とその利用事例」東海正、秋山清二

着床式



定置網への活用のイメージ

5. レジャー施設の併用

5-1. 海釣り公園

1. 概要

- ・ 着床式風車群の設置海域を、遊漁を行う海域とする。また、同海域の一角に洋上デッキを併設して海釣り公園を整備することも考えられる。沿岸部にも海釣り公園を設置することは当然考えられる。
- ・ さらに、同海域における風車群の風景を含めた海洋景観を楽しむ遊覧船や、沿岸部に設置した展望台等により観光・レクリエーション利用を行う。これらを事業者と漁業者が協調して行う。
- ・ 浮体式ウィンドファームの場合は、沖合数 10km の海域に海釣り公園を設置することは考えにくいですが、サブステーションを活用して、安全確保をしたうえで、瀬渡し式の海釣り、ならびに、周辺海域をボートフィッシングの場として活用することが考えられるが、ここではそれ以上の検討は今後の課題としたい。

2. 特長

- ・ 地元漁業者とメリット共有関係を築くことで円滑に事業を推進できる。
- ・ 海洋観光のスポット（例：遊覧船などによるエコツアーリズム等）として地域社会の活性化に貢献できる。

3. 関連する実績

- ・ 海浜公園は全国に多数整備されており、遊覧船や遊漁船も各地で利用されている。海釣り公園は全国で 20 箇所程度整備されており、利用料金を徴収するところもある。



【海釣り公園の整備例】

4. 諸元

- ・ 海釣り公園は、既存の防波堤や護岸を利用したもの他、栈橋を整備したものも多く、延長は渡り栈橋を含め 300m～400m のものが多く、幅員は 10m 前後が多い。

5. コスト

(1) 初期コスト

栈橋設置コスト試算結果（栈橋、付帯設備、経費含）

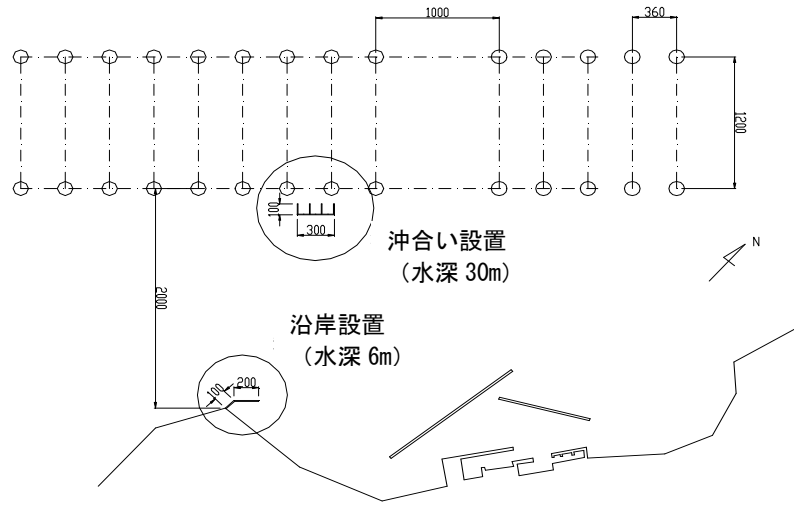
- ・ 沖合（風車近傍）に設置した場合 40～50 万円/m²、沖合い海釣り栈橋の船着場整備の費用は 1 億円程度となる。
- ・ 沿岸部に設置した場合 25～30 万円/m²

(2) ランニングコスト

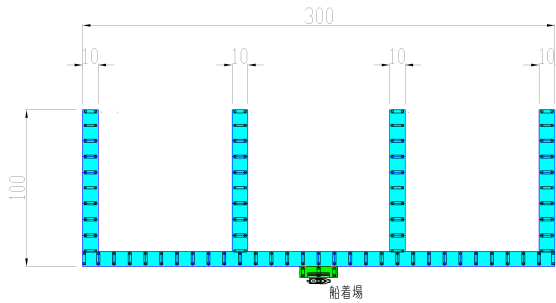
人件費、栈橋維持・補修費、交通船運転費、その他

6. 課題

- ・ 沖合設置の場合は漁船による瀬渡しなど、アクセス方法の確保が課題である。
 - ・ 荒天時の使用禁止等、安全対策や事故防止対策が課題である。
 - ・ 風車基礎や魚礁へアクセスする場合は、係船設備が必要となる。
- なお、整備費用は下図のような配置の海釣り栈橋を想定して算出した。

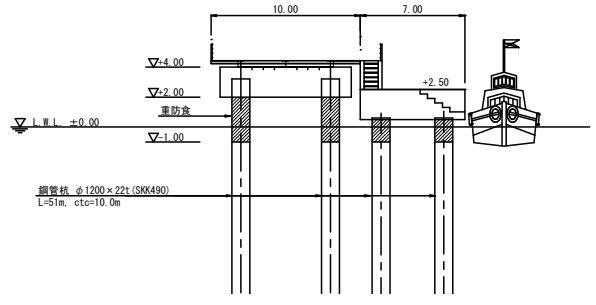


【WF 全体平面図】

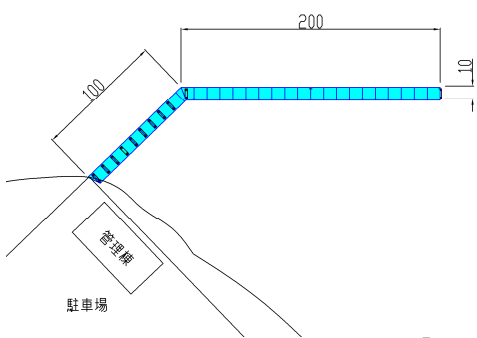


(平面図)

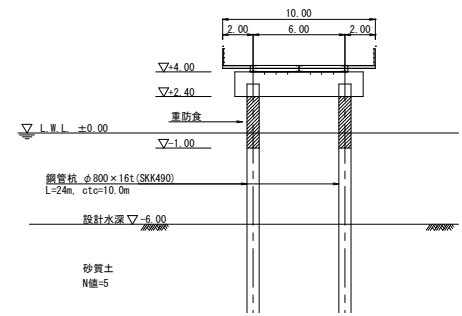
【沖合設置(総延長 700m)】



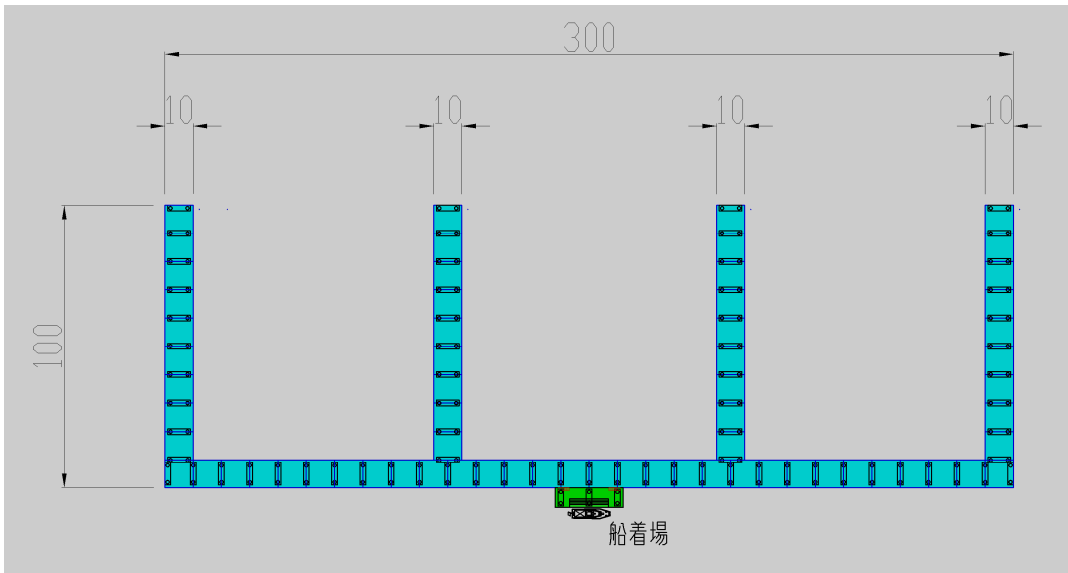
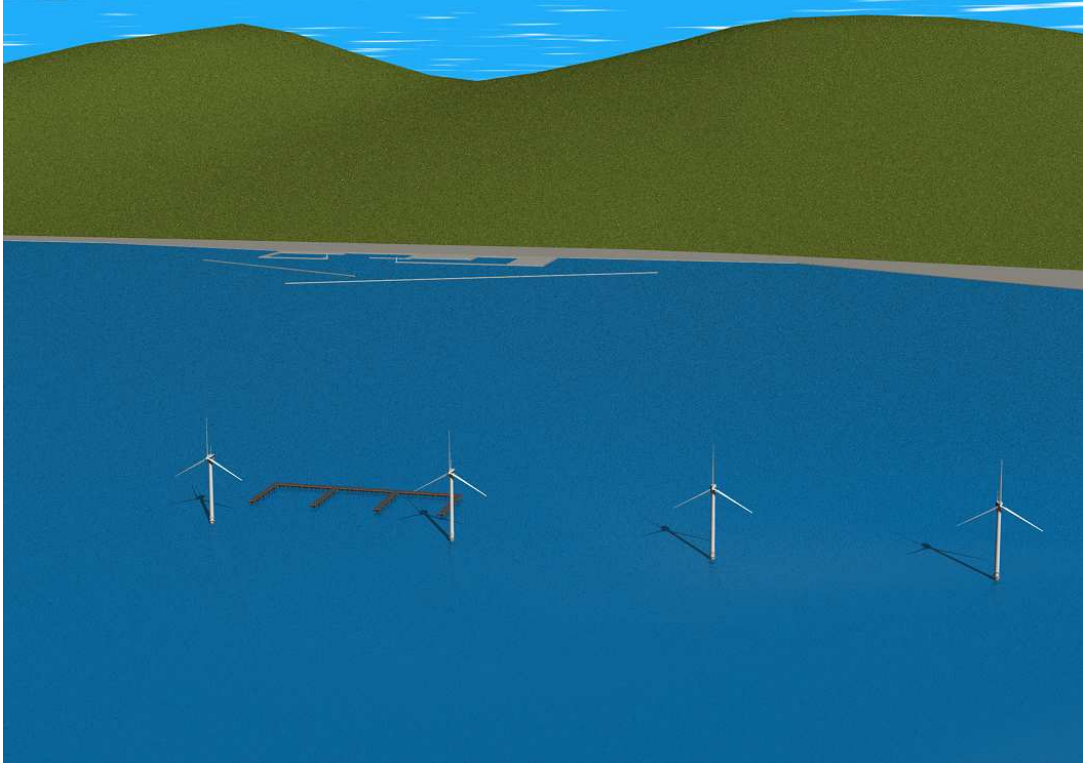
(断面図)



【沿岸設置(総延長 300m)】



着床式



着床式ウィンドファームの風車群のそばに沖合設置する
洋上デッキ式海釣り公園のイメージ

5-2. ダイビングスポット

1. 概要

着床式風車群の設置海域をダイビングスポットとして、基礎構造物や人工魚礁群、その周辺の魚介藻類などの海中景観を楽しむ場として利用する。ダイビングショップや宿泊施設の管理運営、ダイバーの案内や管理等を漁業者が行う。

なお、浮体式ウィンドファームの場合は、沖合数 10km で水深が 100m 以上であるため、一般に水深数十mで楽しむレジャーダイビングの場とはなりえないので、ここでは検討外とする。

2. 特長

- ・ 地元漁業者とメリット共有関係を築くことで円滑に事業を推進できる。
- ・ 海洋観光のスポットとして地域社会の活性化に貢献できる。

3. 関連する実績

- ・ ダイビングスポットは北海道から沖縄まで全国に点在している。水温・透明度が適当で、見られる生物・水中の景観等に特徴があればダイビングスポットとしてダイバーが訪れる。
- ・ 水中へのアクセス場所や駐車場等の整備を行えば、ある程度ダイバーは集まるものと考えられる。ダイビングショップ、ダイビングスクール、宿泊施設が併設されると集客力は大きくなると考えられる。

4. 諸元

- ・ 規模により異なる。

5. コスト

(1) 初期コスト

規模により異なる。

(2) ランニングコスト

人件費、交通船運航、その他

6. 課題

- ・ 沿岸部におけるダイビングは既往事例と同様と考えられる。岸側の風車基礎周辺は水深 20m 程度であるため、ダイビングスポットには適しているが、沖合側の風車基礎付近を対象とする場合は水深が大きいため、海中デッキやダイビング範囲の規制などの安全対策が必要となる。
- ・ アクセス方法の確保、荒天時の禁止措置等の安全対策、事故防止対策が課題である。
- ・ ウニ、アワビといった磯根資源の資源管理を行っている海域でのダイビングの実施は十分な配慮が必要となる。

6. 漁業者の事業参加

6-1. 洋上発電施設の関連調査、建設・保守点検における漁船利用

1. 概要

洋上風車建設工事時の警戒船や、運転時の保守点検作業における洋上風車への連絡船に漁船を活用する。また、定期的な保守点検作業の一部を漁業者・漁船を活用するかたちで漁協に委託するなどして、恒常的な漁協の事業の一つとする。

2. 特長

- ・ 漁業者・漁協側へのメリット
現有船舶を活用するため、大きな設備投資は必要ない。
- ・ 事業者側へのメリット
専用船を保有、または専門会社（海洋工事会社、海洋調査会社）へ外注するより、コストを抑えられる可能性がある。漁業者の地先の海に関する知識と経験にもとづいた海洋環境の変化や付着生物の異常の把握など保守点検上の効果を期待できる。地元との結びつきを保てる。
- ・ 地元・地域社会へのメリット
漁業者を中心とし、保守点検を行う新会社を設立するなど、地域の雇用が創出される可能性がある。

3. 関連する実績

通船や計測等の関連軽作業に漁船を活用する事例はすでに各地である。

4. コスト

(1) 初期コスト

作業船として登録する場合は、関連装備の設備費。

(2) ランニングコスト（年間需要）

陸上風車の場合、以下のような保守点検作業が発生する。

目視点検 4回／年 （4基／日）

給脂点検 2回／年 （2基／日）

機械点検 1回／年 （2基／日）

電機点検 1回／年 （2基／日）

ウィンドファーム（28基）の場合、目視点検 28日、給脂点検 28日、機械点検 14日、電機点検 14日の年間合計で最低 84日の点検作業が発生する。備船料を仮に5万円／日（1隻）と仮定した場合、420万円／年の備船料となる。

5. 課題

- ・ 漁船を作業船として活用する場合は作業船登録が必要。また、本来の用途が異なるため、作業は限定的になる。
- ・ 風車本体の本格的なメンテナンスまで行う場合には電気管理士の資格が必要になる。

6-2. 洋上発電事業への出資・参画

1. 概要

洋上発電等における事業に対して、漁業協同組合や漁業協同組合連合会（以下、漁協等）が参画・出資し、その割合に応じた事業を担うとともに配当等を受け取る。

2. 特長

- ・ 海域に設置する風車等に付加する特別な装置・設備が不要。
- ・ 発電事業者と漁協等が利害関係、情報、意思決定過程を共有することにより、発電事業における利益を得るだけでなく、発電事業に対するチェック機能の強化が見込める。

3. 関連する実績

漁協等が洋上風力発電施設を建設した事例は2013年3月現在で見当たらない。漁協等が陸上の風力発電事業を実施している例としては、茨城県の波崎漁業協同組合が1,000kWの風車を漁港内に設置している例などがある。しかし、この事業は売電が目的ではなく、製氷施設への電力供給の目的で行われている。つまり、製氷施設の利用電力の買電を、風力発電による発電電力の売電で相殺することが目的であり、発電による売電金額が、製氷施設の買電金額を上回った場合、その利益は漁協等の収入となっている。

水産業の発展を目的に設立された漁協が、風力発電事業に関与することについて、平成24年10月に全国漁業協同組合連合会が水産庁に問い合わせている。これによると、漁協等自ら発電事業体となって実施する場合には、「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。）」（水協法第11条第1項第8号）の要件を満たせば可能であること、および漁協等が発電事業体に出資する場合は、漁協等が自ら行う「漁場利用事業」に必要な範囲内で可能であることが示された（付属資料6参照）。

このように、漁協等が洋上風力発電事業を行うことは可能ではあるが、専門的なノウハウをもたない漁協等が発電事業の主体となることは考えにくい。ここで、考えられるのは、ウィンドファーム内の何基かを漁協の所有とするという事業形態である。ユーラスエナジー（株）が建設した北海道の浜頓別ウィンドファームでは、4基の風車のうち1基は市民が出資して建設した「市民風車」である。このように、同一ウィンドファーム内で複数の所有者が存在するという事業形態は存在しており、建設やメンテナンスを共同で行うことで数のメリットによりコストをおさえることができる。

4. コスト

(1) 初期コスト

出資比率による。

(2) ランニングコスト

出資につき無関係。

5. 課題

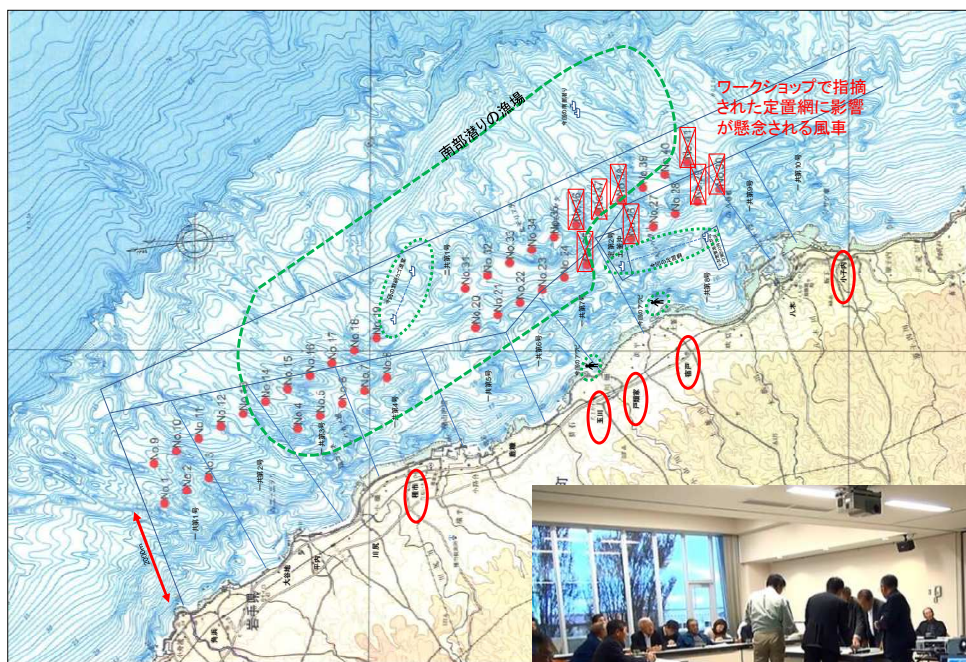
発電事業の採算性次第では、出資比率に応じた損益を被るリスクがありうる。

IV. 実現化にむけた取り組み

1. 漁業協調メニューの活用例：岩手県洋野町

前述の漁業協調メニューは海域を特定しない一般的な検討であるため、実際の海域で活用する場合にすべてのメニューが有効であるとは限らない。また、地域特有の課題や条件が存在する可能性もある。実際の実効性やニーズを確認するには、海域を特定したケーススタディを実施することが有効である。

岩手県では、2012年度より「いわて沿岸北部海洋再生可能エネルギー研究会」が開催され、同県の洋野町を中心に洋上風力発電の導入の検討が行われている。海産研は2013年度に岩手県より委託を受け、洋上風力発電の導入にともなう漁業影響の調査を実施した。この中で漁業協調型洋上ウィンドファームのケーススタディを実施したので、その内容を紹介する。



漁業関係者を交えたワークショップの風景
(机上でウィンドファームの図面を見ながら定置網漁業との兼ね合いで風車群のレイアウトの変更や、風車構造物への密漁監視カメラ設置などを協議)

地元のニーズを反映させた漁業協調型洋上ウィンドファームのケーススタディを行うため、地元の漁協関係者を招いたワークショップを洋野町で3回開催した。

第1回目のワークショップで、海産研の漁業協調メニューを紹介し、フリーディスカッションの中から漁業者のニーズを抽出した。また、洋野町沖合における風車レイアウト案を示し、風車の漁業操業への影響について意見を聴取した。第2回目のワークショップで洋野町沖漁業協調型洋上ウィンドファームの素案について意見交換を行い、第3回目のワ

ークショップで最終案を示した。以下に、漁業協調メニューに対する要望と、洋野町における検討内容、漁業協調型洋上ウィンドファームのイメージ図を示した。

漁業協調メニューに対する洋野町のニーズ

メニュー (略記)	洋野町の ニーズ	漁業者コメント等
1. リアルタイム情報	◎	波高のデータに対する要望あり。漁業者から密漁監視カメラの提案。
2-1. 魚礁／資源保護	○	ナマコの幼生が留まるような魚礁が有用。
2-2. 魚礁／漁業操業	○	ホヤが付きやすいような基質（天然石など）が有用。
3. 養殖施設の併設	◎	ウニの餌用の藻類養殖。
4. 定置網等の併設	×	定置網漁業者は風車設置を望んでいない。
5-1. 海釣り公園	?	(コメントなし)
5-2. ダイビングスポット	×	当該地域はアワビ・ウニの生産地であり、漁業者以外のダイバーは敬遠される。
6-1. 漁船利用	○	どのような頻度でどのような装備が必要か。
6-2. 出資・参画	?	(コメントなし)

<洋野町漁業協調型洋上ウィンドファームの内容>

(1) 発電風車施設のレイアウト

初期の計画案は、NEDOの実施した平成23年度「洋上風力発電等技術研究開発洋上ウィンドファームFS岩手県洋野町沖報告書」を参考に、出力2MWの発電風車41基をレイアウトした。漁業者から定置網への風車の影響が指摘されたことから、定置網周辺の風車の配置を取りやめて風車数を28基に減らし、代わりに1基当たりの出力を3.6MWにアップする再検討案を作成した。

(2) 密漁監視カメラの設置

三陸沿岸ではアワビやウニの密漁が深刻化しており、現状では陸上からの監視を行っている。第2回のワークショップにおいて、漁業者から洋上風車の基礎をプラットフォームとして監視カメラを設置できないかというアイデアが出された。そこで、(1)で検討した風車レイアウトにおける監視カメラ設置のシステム案および概略のコスト等を検討した。

(3) 発電施設の人工魚礁化

発電風車施設の支柱や基礎部に集魚効果のある部材を取り付けたり、周辺に人工魚礁等を配置したりすることにより、水産資源の増殖や漁獲量の増加を図る。洋上風車の基礎部に天然石を敷き詰めた洗掘防止構造物を設置した事例では、一定の魚礁効果があるとされており、当該海域においても効果的な対策になる可能性は高い。三陸沿岸で重要な水産資源となっているホヤ・ナマコ資源の増殖に向けた天然石を使用した人工魚礁の設置イメージを示した。

(4) ウニ・アワビの餌料用コンブの養殖

三陸沿岸南部では、リアス式海岸の静穏な湾奥で、コンブやワカメの養殖が盛んである

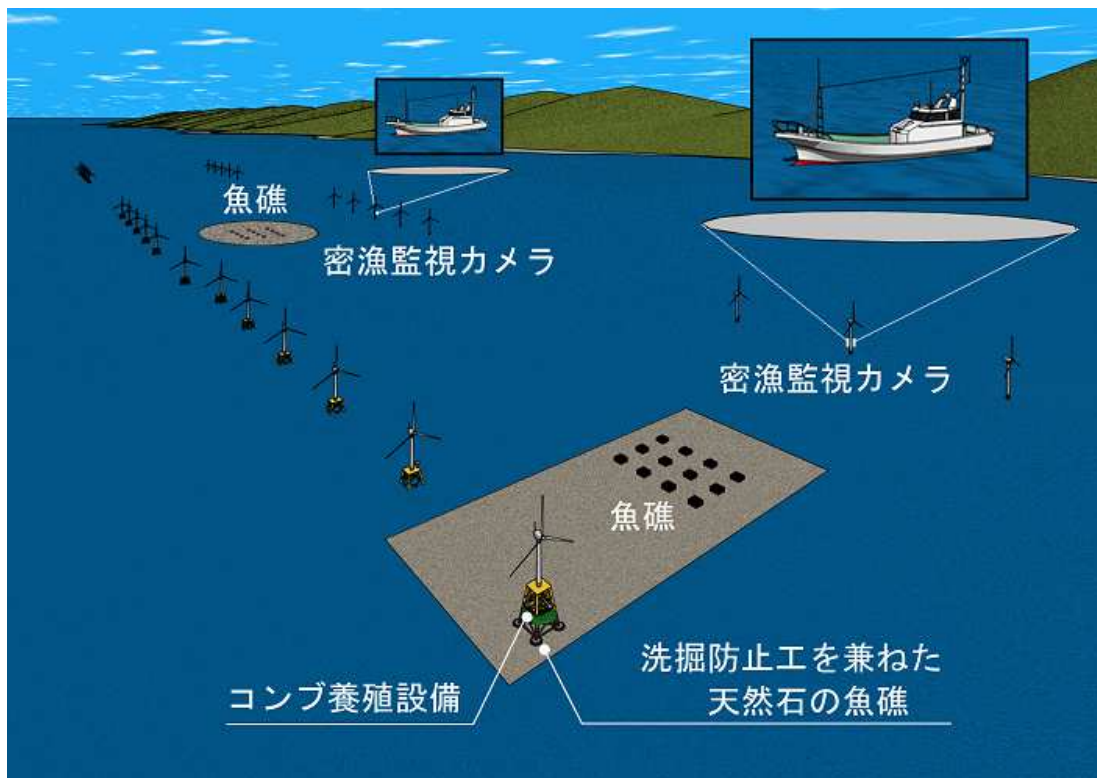
が、洋野町は外洋に面していることから波浪条件が厳しく、本格的なコンブ養殖を行うには適していない。一方、アワビ・ウニは重要な磯根資源であり、コンブはその餌料として有効である。洋野町沖における風車レイアウト案の沖側17基をジャケット式として、ジャケットを利用してアワビ・ウニの餌用の小規模なコンブ養殖を行った場合のイメージと、概算費用、アワビの増産効果の試算を行った。

(5) 発電電力の利用

洋上風力発電の電力を漁協の施設で活用できれば、送電ロスの少ないエネルギーの地産地消を実現できる。しかし、不安定な風車電力を安定的に供給することは困難であり、当面は売電益から電気代を相殺する、いわゆる「みなし供給」が有効と考えられる。例えば、発電事業者がウィンドファームの売電益の一部を漁協施設の電気代の一部として支払うことで、再生可能エネルギーの地産地消を、バーチャルな形で実施することができると考えられる。

(6) 漁船の活用

洋上風車建設工事時の警戒船として漁船を活用するように事業者に働きかける。仮に当該海域に、風車28基が建設された場合には、発電事業者は自前の点検用の船舶を保有するものと考えられる。その際に、船の船長、機関長、甲板員として、地元の海に詳しい漁業者の優先的な採用を促すことも、漁業協調および地元振興方策の一つとなると考えられる。



洋野町沖漁業協調型ウィンドファームのイメージ

2. 漁業への影響に関する調査の例

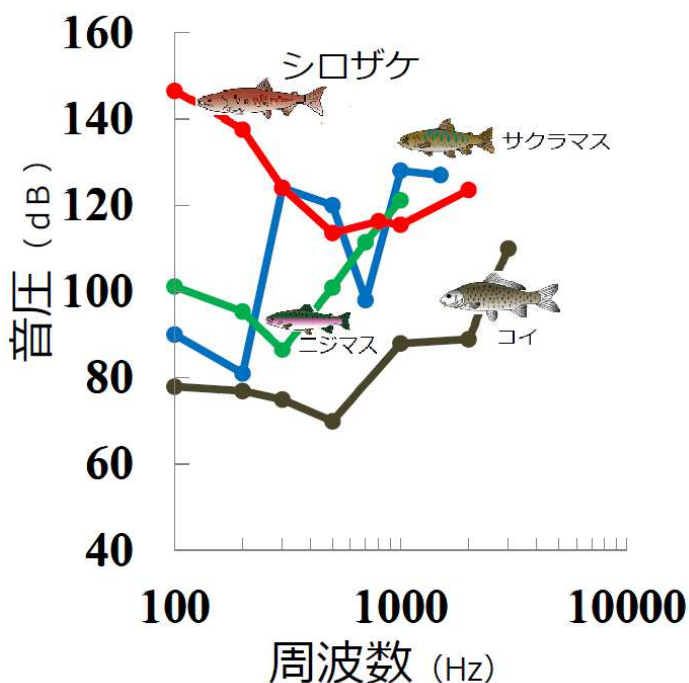
前出の洋野町では漁業者から、洋上風車が建設されることで、岩手県漁業の主要な生産物であるシロザケが沿岸に寄り付かなくなるのではないかと懸念が出された。当会は平成 25 年度に岩手県より委託を受け洋上風車建設に伴う漁業影響の調査を行っていたが、この調査の中で、日本大学生物資源科学部の小島隆人教授に調査を依頼し、シロザケの聴覚を電気生理学的な手法で解析していただいた。

シロザケの成魚に、様々な周波数の音を、様々な音圧で聴かせて、それぞれの脳波（聴性脳幹反応, ABR）を記録した。脳波の波形から、知覚できる最小の音圧（閾値）を求め、オーディオグラム（聴力図）を作成した。作成したオーディオグラムと、海外の文献から得た洋上風車の発生する水中音の周波数特性とを比較して、洋上風車の発生する音が聞こえているかどうかを推定した。

結果として、シロザケの聴覚は他の魚種に比べて低いものの、洋上風車の発する水中音は一定の距離に近づけば知覚可能であることが示された。



シロザケの頭部に置いた
ABR 導出用の電極



魚種別の聴覚能力（ラインが下の方が小さな音でも聞こえる＝聴覚は優れる）
（出典：小島隆人教授作成資料）

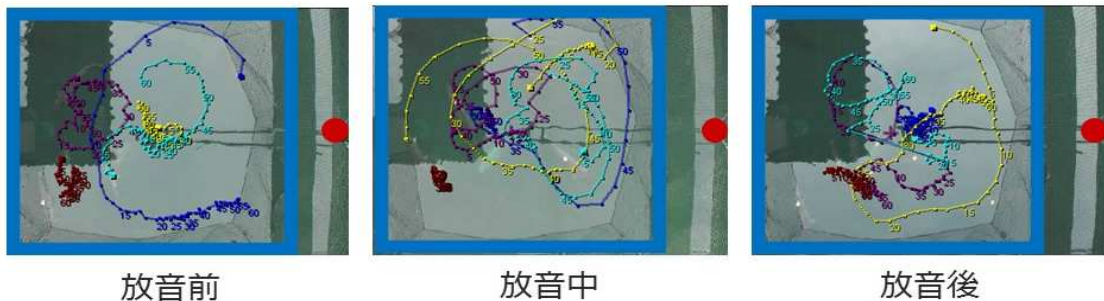
次の実験として、平成 26 年度は、その音が聞こえた場合にシロザケはどんな行動をするのかを確認することになった。山形県の酒田市の洋上で稼働している洋上風車の音を録音し、その音を洋野町の定置網で漁獲されたシロザケに聴かせ、音源からの距離や、遊泳速度がどのように変化するかを実験で確認することとした。サンプリングした音は思いのほか小さく、洋上風車の水中音そのものでは実験できなかったものの、洋上風車の水中音の成分分析の結果や海外の文献を参考に洋上風車の水中音（周波数 180Hz）を合成して実験に用いた。

結果としては、洋上風車の合成音を聴いたシロザケの遊泳速度は速くなっていた。シロザケがこの音を可聴する音の大きさは 140dB であり、これは風車基部から 6m の距離と予想された。つまり、通常、洋上風車は数百 m 離して設置されるが、洋上風車に極めて接近（6m 以内）した場合には、シロザケは何らかの忌避反応を示す可能性があることが示唆された。今回の検討のみならず、魚類への風車水中音の評価するためには、さらなる実験研究が必要と思われる。

ところで、この検討に用いた洋上風車の水中音は海外の文献を参考にしている。現在、国の機関で洋上風車の実証実験が行われており、水中音のモニタリングも行われている。実際に洋上風車がどのくらいの音を出しているのかを公表することが、漁業への影響を考慮するうえで重要になる。

いずれにしても、水産有用魚種に対する洋上風車の影響調査は非常に貴重な知見であり、調査結果は特に洋上風力発電の立地を検討している地域に注目されている。

● : 水中スピーカー



放音に対するシロザケの遊泳行動記録

画像解析ソフトによる 1 秒毎の各供試魚の位置座標を求めた。

(出典：平成 26 年度「海洋再生可能エネルギー導入による漁業海域影響調査及び事業化検討業務」報告書)

3. 漁業協調に関する経費負担の考え方

漁業協調の実現に向けて、重要なポイントの一つに経費負担の問題がある。発電事業者が、漁業関係者、地方自治体等を含めた「協議会」を設置して、計画当初からオープンな議論を行うことが重要であることは繰り返し述べてきた。協議会の中で協議を重ね、ニーズの高い漁業協調のメニューが絞られてくる段階で、費用についてもラフな試算が可能となってくる。その試算で求められた経費（コスト）の負担はどのようにするのが重要な論点となってくる。

ここでは、基本的な考え方である win-win の関係構築、メリット共有方式の構築という基本的考え方を念頭に置きつつ、いくつか想定しうる考え方を整理して問題提起していくこととしたい。

<発電事業者負担の考え方>

漁業協調に関するメニューの実施については、漁業補償に代わるものとして行われるものであることから、その費用は、基本的には発電事業者が負担すべきものであろう。そこで、発電事業者が、漁業協調に関する施設の設置費等の初期コストを負担した上で、漁業者に維持管理費や運営費を負担してもらう方法や、漁業協調のための施設そのものを漁業者に譲渡するなどの方法が考えられる。

<国や地方自治体の支援を活用した考え方>

国として、海洋再生可能エネルギー利用の推進を基本政策として掲げ、海域の有効利用、総合的利用を推進する政策に立脚するのであるから、漁業協調に関するメニューの実施については、発電事業者に全ての負担を強いるのではなく、エネルギー政策のなかで財政的支援をしていくことが肝要と思われる。

その場合、国の各種の補助・助成事業として実施することが積極的に考えられてよい。

また、漁業協調メニューのなかでも、地域振興に貢献する度合いが高いもの（レジャー施設の併用等）については、一定の地方税収の増加が見込まれることもあり、地方自治体による経費の一部負担が図られることが望ましい。

さらに、陸上の釣堀や遊覧船事業で第3セクターを含む民間事業として営まれている例があることを考慮すれば、海釣り公園や遊覧船等のメニューは民間事業として実施するという選択肢もありえよう。

4. 漁業協調による地域振興への貢献に向けて

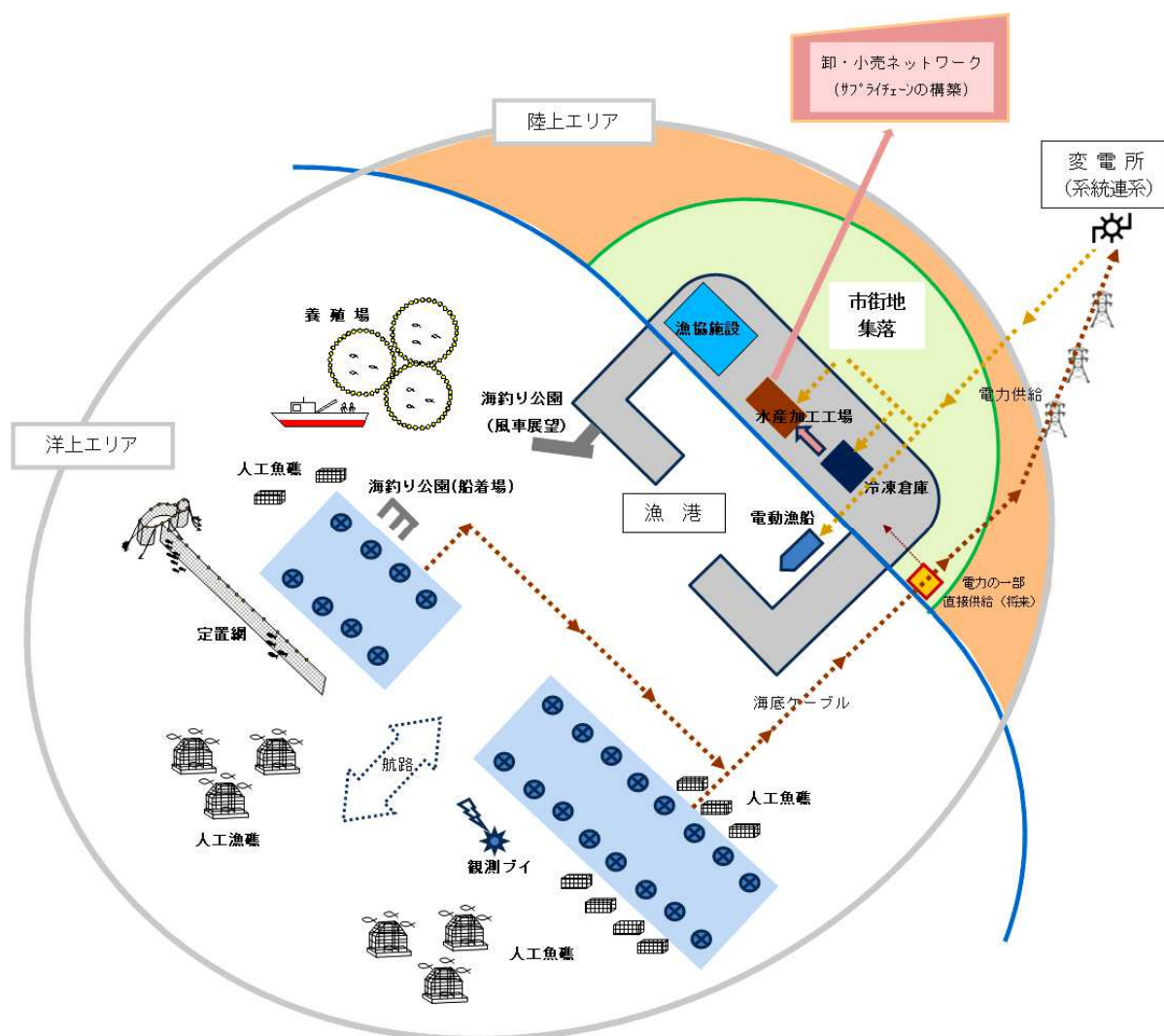
(1) 着床式洋上ウィンドファーム

陸域の地域振興を含めた漁業協調コンセプトを下図に示した。漁業協調型ウィンドファームで漁獲された水産物が常に安定的な魚価で買入れられるよう、卸・小売業界とのネットワーク形成を図り、沿岸漁業の持続的な発展に不可欠なシステムの導入もメニューの中に取り込むことを想定している。

陸域における地域振興も視野に入れた漁業協調メニューのコンセプト

【全体コンセプト案】

1. 陸上、洋上、沿岸を一体化した広域的エコロジー、エコノミカルなウォーターフロント開発モデルの構築
2. エネルギー、海洋資源、観光資源の相乗作用による地域・海域の活性化
3. 関係者への均等な利益還元と受益者負担（透明性、コンプライアンスの確保）
4. 地元資源と企業資本の有効利用（地産地消+企業努力）
5. 世代継承への布石（サスティナブルで洗練された次世代漁村の実現）



また、地域振興や活性化という観点では、洋上風力発電で発電した電力を地域社会の諸活動に活かすという考え方がある。現行の電力固定買い取り制度や、電気事業関連の法規制の中で、洋上風力発電の発電電力を分電して直接活用することは難しいが、一方でスマートグリッドなどを活用したエネルギーの地産地消という考え方は着実に進展している。さらには、洋上風車で発電した電力で水素を生産するという実証実験も始まっている。

このような制度を含めた社会基盤が整えば、洋上風力発電で発電した電力を直接地域で役立てることも可能となると考えられる。その際には、電力を冷蔵庫などの漁業施設に供給するといった協力の方法も検討の遡上に乗るものと思われる。

また、過去何度か、漁業の存続が危ぶまれるほどの燃油価格の高騰が生じている。この対策のため電動漁船の研究開発が進められている。

社会的なニーズを鑑みれば、洋上風車を地域で消費したり、漁船を動かしたり、あるいは災害時の電源として活用したり、という時代の到来も十分想定できる。参考として、漁協が関連する風力発電事業の例や、電動漁船の実証研究の例を示した。

<参考：漁協が関連する風力発電事業の例>

地域で活動する漁協が、風力発電により、地域の資源である「風エネルギー」を自らの施設のエネルギーとして活用する「新エネルギーの地産地消」の取り組みを以下に示した。現状では、発電した電力は一旦電力会社へ全量売電し、漁港施設の電力費用と相殺する形となっている。将来的には独立系統と蓄電池を併設することで、文字通りのエネルギーの地産地消型として、あるいはその前段階での地震・津波の際のバックアップ電源としての活用も期待される。

- ・平成 10 年度：北海道上ノ国町 500kW の風力発電機を 2 基設置、アワビの種苗中間育成施設への電力供給を目的。(NEDO の補助事業)
- ・平成 11 年度：熊本県天草市 300kW の風力発電で漁業集落排水処理施設への電力供給を目的。(水産庁の補助事業)
- ・平成 14 年度：長崎県松浦市 550kW の風力発電を、鷹島阿翁漁協が主体で設置。(NEDO の補助事業)
- ・平成 15 年度：新潟県名立町 600kW の風力発電施設を整備し、交流施設、漁港施設へ電力供給を目的(水産庁漁村コミュニティ基盤整備事業)
- ・平成 16 年度：茨城県神栖市 1,000kW の風力発電施設を整備し、製氷施設、荷捌き施設、岸壁照明等へ電力供給を目的。(水産庁_漁村コミュニティ基盤整備事業)

<参考：電動漁船の事例>

長崎県対馬市豆酩漁港における「漁港のエコ化実証実験」では、太陽光発電の電力を陸上蓄電システムに蓄電し、急速充電器で電動漁船等に充電するという実証実験が行われた(実証期間：平成 23 年 7 月 15 日～9 月 30 日)。



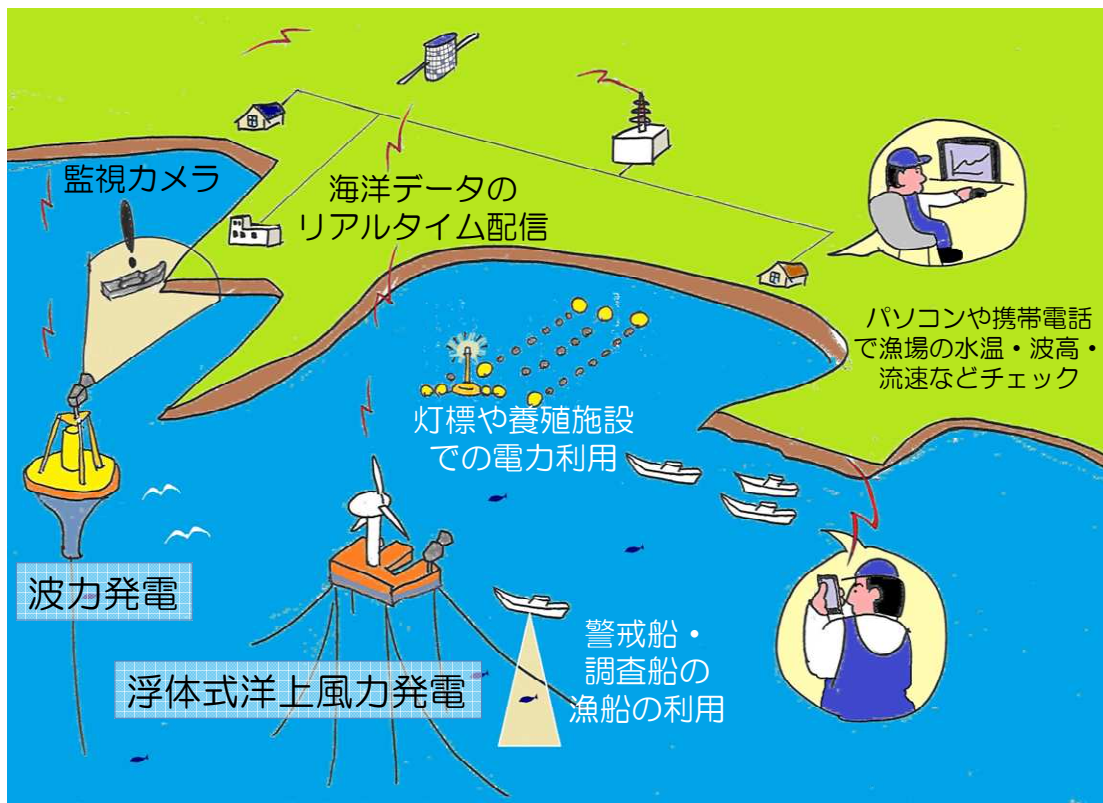
漁港のエコ化実証実験（長崎県対馬市豆酩漁港）
 （出典：東京海洋大学ホームページ）

(2) 浮体式洋上ウィンドファーム

浮体式洋上ウィンドファームにおける漁業協調の総括的なイメージは、表紙ほか本文の各所に記してあるが、そのイメージイラストを下に示す。

<参考>

浮体式の海洋エネルギー利用と漁業協調のイメージ



おわりに

本提言《第2版》では、着床式および浮体式の洋上風力発電に関する漁業協調メニューを、地域を特定せず一般的な形で示した。日本沿岸の海域の自然条件は地域ごとに異なり、洋上風車の構造や配置なども異なったものとなってくる。さらに、各地域にはその地域における漁業が行われていることも考え合わせると、適合する洋上風力発電の漁業協調メニューもそれぞれ異なってくるものと予想される。その意味で、今後も各地で地域別のケーススタディを実施し、具体的な検討を行いながら、知見を深めて行く必要があると考えている。

本提言メニューが、洋上ウィンドファームの導入を検討している発電事業者や自治体に参考になれば幸いである。また、漁業者からみても洋上発電プロジェクトを沿岸漁業の振興、漁家の経営安定等に資する機会と捉えて前向きに検討していただきたいと考える。

自治体あるいは事業者など、洋上発電プロジェクトの関連機関等からの作業協力、助言要請等がある場合は遠慮なくご連絡をいただければ、積極的に対応していく所存である。

(了)

< 付属資料 >

1. 「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言研究」に関する講演・発表一覧(平成 26 年度)
2. 「漁港のエコ化方針 (再生可能エネルギー導入編)・目次」水産庁 (平成 26 年 3 月)
3. 「洋上風力発電事業と漁業実態等に関する相談窓口を設けました」
—大日本水産会・全漁連・水産庁—(平成 25 年 12 月)
4. 漁業管理の仕組み—全漁連—
5. 再生可能エネルギー (風力発電施設) の導入について—水産庁—
(平成 24 年 9 月)
6. 「水産業協同組合法における洋上風力発電事業の位置付けについて (照会)」および回答—全漁連／水産庁— (平成 24 年 10 月)
7. 港湾における風力発電について< 抜粋 >—国土交通省港湾局・環境省地球環境局— (平成 24 年 6 月)
8. 平成 26 年度委員名簿

[参加会員企業]

株式会社環境総合テクノス

国際航業株式会社

五洋建設株式会社

新日鉄住金エンジニアリング株式会社

日立造船株式会社

深田サルベージ建設株式会社

三井造船株式会社

禁無断転載

洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言

《第2版》

平成27（2015）年6月



一般社団法人 海洋産業研究会

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-19-4、難波ビル7階

Tel : 03-3581-8777、Fax : 03 - 3581 - 8787

e-mail : rioe@rioe.or.jp、Website : www.rioe.or.jp