

いちき串木野市洋上風力発電調査研究協議会・勉強会

# 洋上風力発電と 漁業協調・地域共生 について考える

2022(令和4)年 9月 30日(金)  
(於：いちき串木野市役所 会議室)

神奈川大学 海とみなと研究所 上席研究員  
一般社団法人海洋産業研究・振興協会顧問

中原 裕 幸

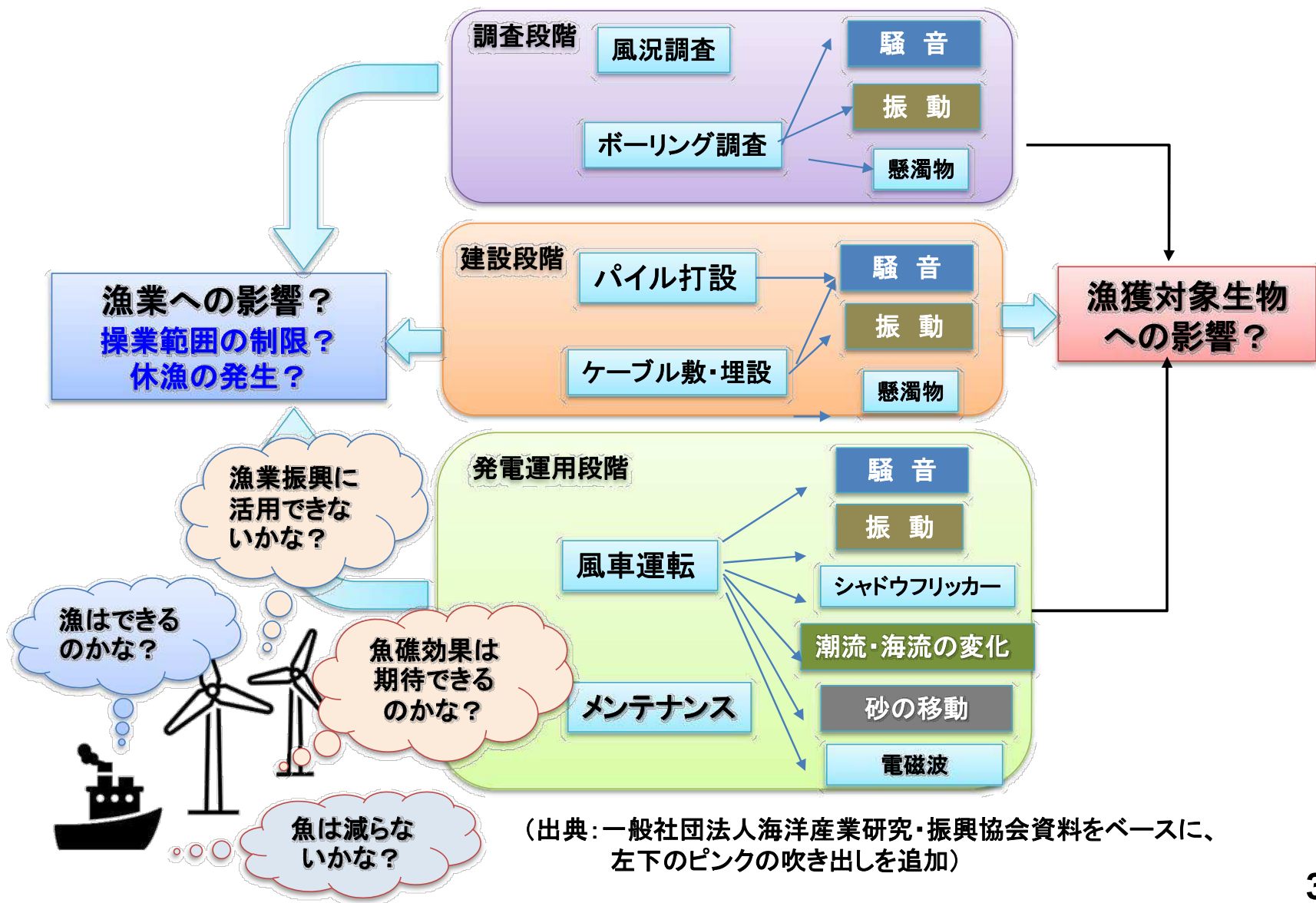
e-mailアドレス：[nakahara@kanagawa-u.ac.jp](mailto:nakahara@kanagawa-u.ac.jp)

# 本日お話しさせていただく内容

## <目次>

1. 洋上風力発電が生態系や漁業に与える影響
2. 洋上風力発電等と漁業協調の例
3. 「再エネ海域利用法」と漁業協調・地域共生
4. 海産研の提言：漁業協調型ウィンドファーム
5. 洋上風力発電と地域共生・地域振興
6. むすび

# 1. 洋上風力発電が生態系や漁業に与える影響

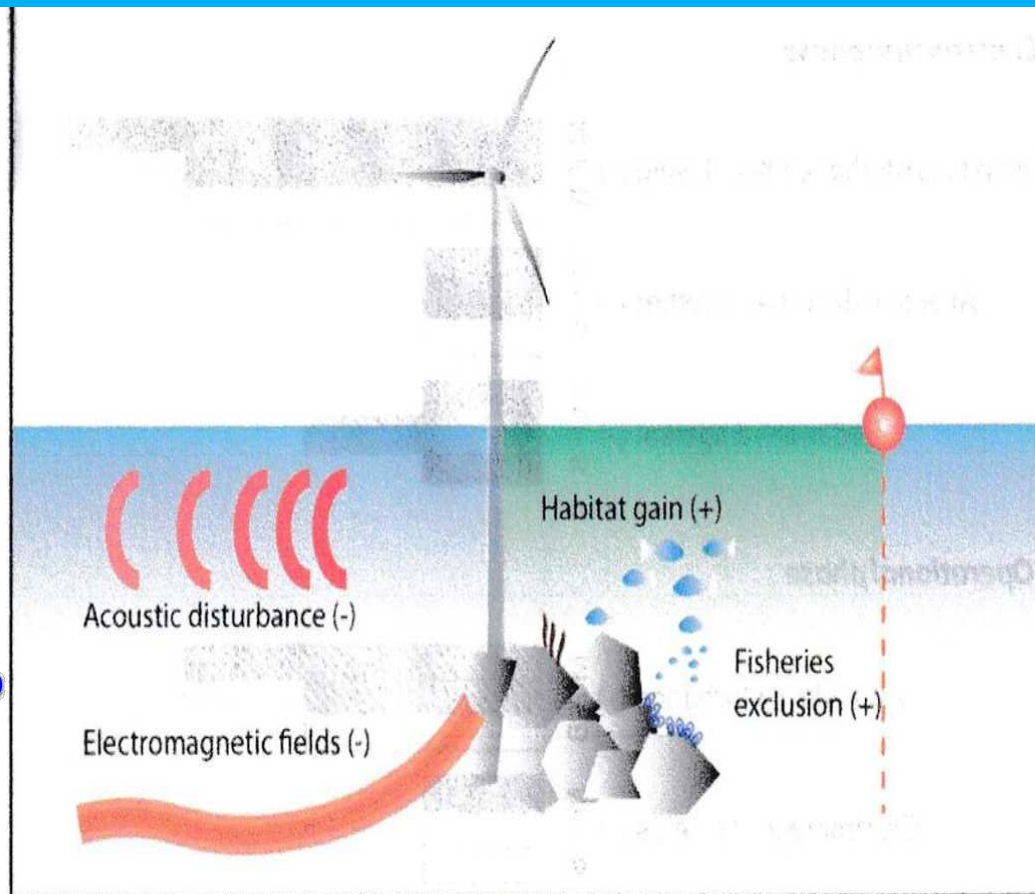


# 海外における漁業・生態系に与える影響 の受け止め方の例

水中音  
(-)

(送電ケーブル)

電磁界  
(-)



生物相の  
増大 (+)

漁業操業の  
排除 (+)

→資源保護(+)?  
→漁場喪失(-)?

(出典:Lena Bergström et.al, Effects of offshore wind farms on marine wildlife—a generalized impact assessment. 2014

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/3/034012/pdf>

# (続)同漁業・生態系に与える影響度合いの評価

## <建設段階>

Construction phase

Acoustic disturbance/pile driving (-)  
(水中音・杭打音：-)

Acoustic disturbance/other (-)  
(その他水中音：-)

Sediment dispersal (-)  
(堆積物の拡散：-)

## <運用段階>

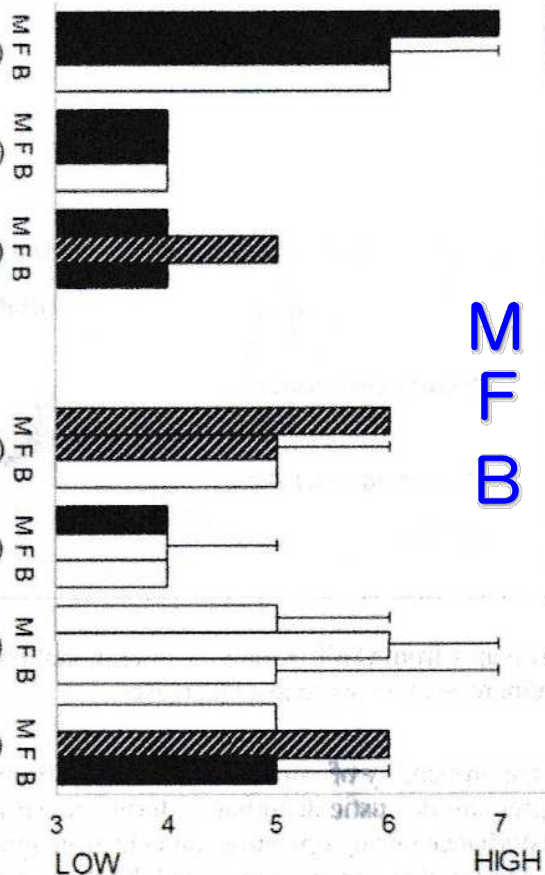
Operational phase

Acoustic disturbance (-)  
(水中音：-)

Electromagnetic fields (-)  
(電磁界：-)

Fisheries exclusion (+)  
(漁業操業の排除：+)

Habitat gain (+)  
(生物相の増大：+)



M : 海棲哺乳類  
F : 魚類  
B : 底生生物

**Figure 3.** Summary of the generalized impact assessment. Probable impacts on marine mammals (M), Fish (F) and Benthos (B) are shown from LOW to HIGH for the main pressures associated with OWF construction and operation. Bars show median scores for all subareas. Error bars show maximum score in any subarea (for details see tables 2-4) A minus (-) sign indicates negative impact, a plus (+) sign predominantly positive impact. Level of certainty in the assessment is indicated by the colour of each bar; black = high, striped = moderate, grey = low certainty, based on criteria shown in table 1. (出典: 同前)

# (続)洋上風力発電が生態系や漁業に与える影響

## <海外レポート紹介>デンマーク政府の見解(着床式)

	HORNS REV OFFSHORE WIND FARM	NYSTED OFFSHORE WIND FARM
Fauna and vegetation	<ul style="list-style-type: none"> <li>The artificial reef effects from the wind turbine foundations and accretion of mussels are changing the benthic communities from hard bottom communities to low salinity and a lack of predators abundance of species and biomass.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monocultures of common mussels have developed at the turbine structures, due to low salinity and a lack of predators.</li> </ul>
Fish	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction of new artificial habitats with positive effects on fish communities after full development of artificial reef communities.</li> <li>No linkage between the strength of the electromagnetic field and the migration of selected fish species.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction of new artificial habitats with positive effects on fish communities after full development of artificial reef communities.</li> </ul>
Marine mammals	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seals were only affected by pile driving operations. No general change in the behaviour of seals was linked to the construction or operation of the wind farm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seals were only affected by pile driving operations. No general change in the behaviour of seals was linked to the construction or operation of the wind farm.</li> </ul>
Birds	<ul style="list-style-type: none"> <li>The harlequin spoonwing population increased slightly during construction and only a temporary decrease was observed after two years of operation.</li> <li>Some species are displaced from their feeding areas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The harlequin spoonwing population increased slightly during construction and only a temporary decrease was observed after two years of operation.</li> <li>Some species are displaced from their feeding areas.</li> </ul>
Attitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>More than 80% of the respondents from the local areas were "positive" or "very positive" about the wind farm.</li> <li>The prevailing perception is that the impact on birds and marine life is neutral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>More than 80% of the respondents from the local areas were "positive" or "very positive" about the wind farm.</li> <li>The prevailing perception is that the impact on birds and marine life is neutral.</li> </ul>

### <底生生物>

・風車基礎部および洗掘防止工(盛り石)による大幅な変化が見られ、生物相(種類数、バイオマス)は増大している。

### <魚類>

・風車基礎部(人工魚礁群)の完成後は、魚群に良い影響をもたらす新しい生態系が導出されている。  
 ・電磁界の強さと魚類の挙動の間に関連はない。(海底送電ケーブルの影響はない)

### <海産哺乳類>

・アザラシは、騒音が大きい杭打設作業時に影響あるものの、それ以外、挙動に影響は見られない。  
 ・ネズミイルカはHORNS REVでは、施工工事期間中は減少したが、運転期間中は再び増加した。  
 ・NYSTEDでは、施工工事期間中大幅に減少し、運転開始後2年でも若干の回復しかみられなかった

### <鳥類>

・鳥類の衝突リスクは低い。  
 ・全体として鳥類の生息数に対する影響はほとんどない。

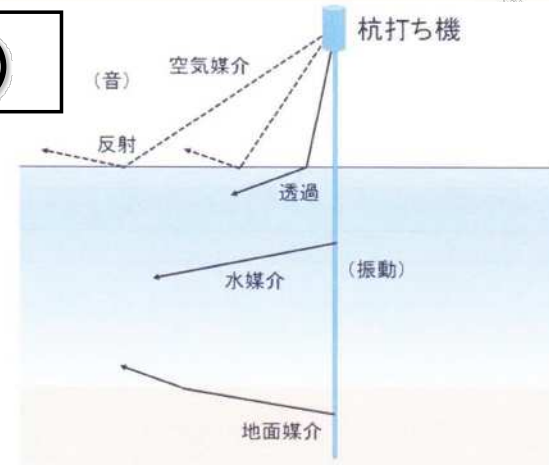
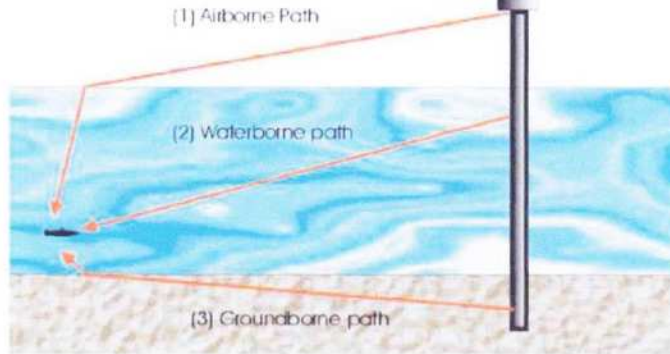


Figure 2: Impacts on marine mammals and birds from Horns Rev and Nysted offshore wind farms.

# モノパイル式洋上風車からの騒音・振動 (空中音は水中には伝搬しない)

『モノパイルの打設時の騒音経路』

**(杭打ち工事時)**



- ・施設からの音・振動は、空中、水、地面を介して伝達。
- ・空中の騒音は、施設直近直下を除き水面で反射される。

(出典: 明田定満、(国研)水産研究・教育機構 水産工学研究所水産業システム研究センター長、洋上風力発電と漁業協調、西海市風力発電等に係るゾーニング計画勉強会、平成29年12月21日)

**(発電運用時)**

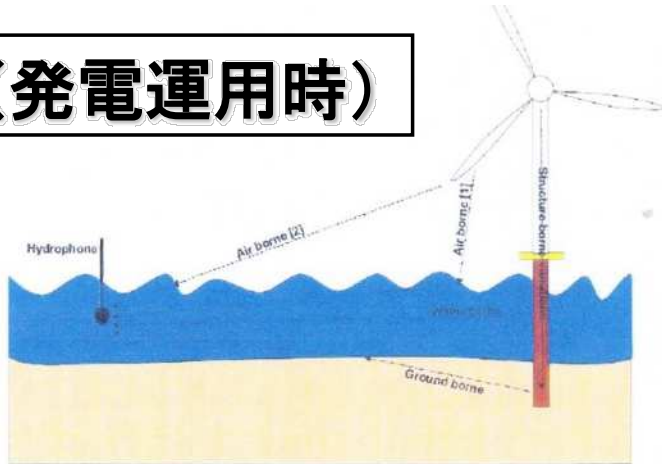


図 3. 5. 2-2 洋上風力発電の水中騒音の伝播経路 (Nedwell and Howell, 2004)

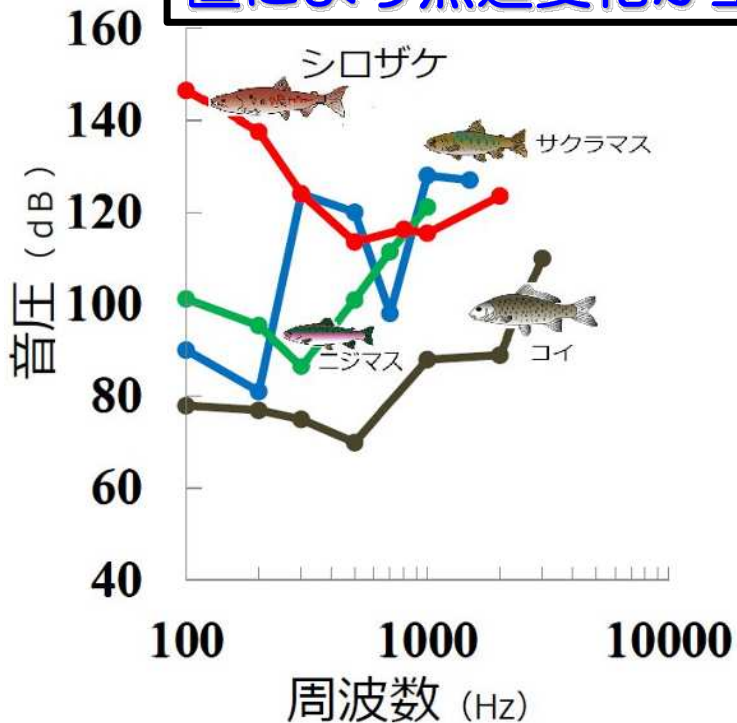
- ・水中伝搬 (Waterborne Path): 杭打時の打設音、運転稼働時のナセル内発電機等の振動音が、タワーを通じて水中に伝搬
- ・空中伝搬 (Airborne Path): 運転稼働時のブレードの風切音等の空中音は水面で反射し、水中には伝搬しない(透過率は1/1,000)

(上下出典: NEDO資料)

# <国内レポート> (海棲哺乳類、魚類、イカ・タコ類等で聴覚が異なる)

## サケの聴覚および風車音への反応実験 (我が国初!)

東北太平洋岸のサケの定置網漁業者が、洋上風車群の設置により魚道変化が生じて漁獲減少を心配しているため



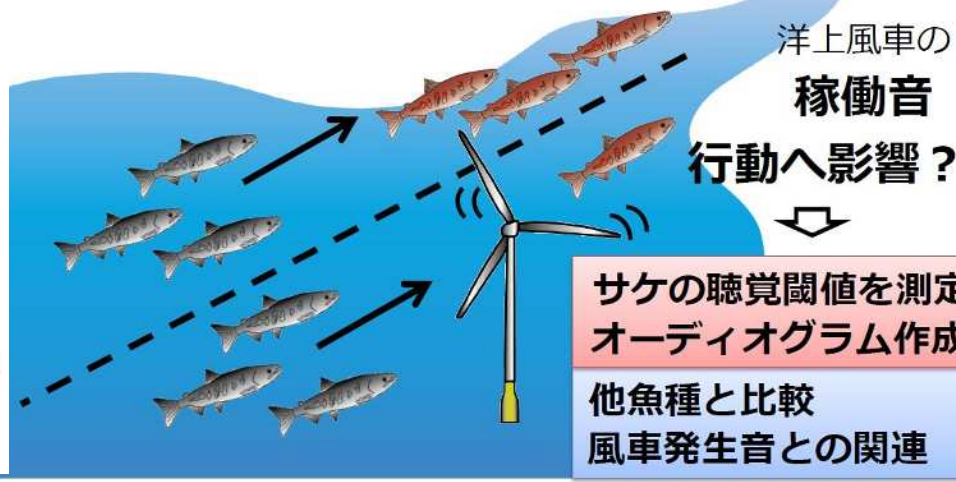
魚種別の聴覚能力

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)

目的 | 溯上するシロザケへの風車の影響

三陸沿岸沖合域 { 震災復興 洋上風車の導入を検討  
シロザケの重要な漁場



(出典:平成25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」  
小島隆人教授プレゼン資料より引用)(発注:岩手県、受託:一般社団  
法人海洋産業研究会、共同研究:日本大学生物資源学部)



# 洋上風車のシロサケへの影響調査：水中音と聴覚

## 洋上風車の水中音にいるシロサケの遊泳への影響調査

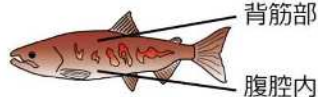
—山形県の酒田市の水路内に建つ洋上風車の音を録音し、海外文献とともに参考にして合成音を岩手県洋野町の定置網で漁獲されたシロザケに聴かせ、音源からの距離や遊泳速度の変化を実験。

—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、これは風車基部から6mの距離と予想された。つまり、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。

—逆に言えば、シロサケには風車の水中音はそれほど影響を与えるとは考えにくいことを示唆している。しかし、さらなる実験研究が必要。

### ABR技法 測定手順

魚体の不動化  
筋弛緩剤 (Gallamine triethiodide)

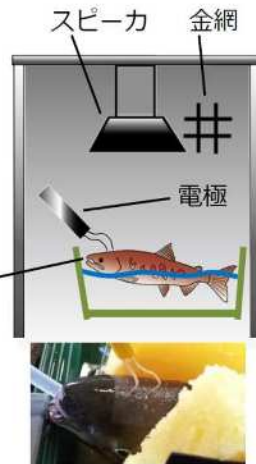


体重1 kg当り9.3 mg注入  
水中音 = 圧力波 + 水粒子変位  
頭部を露出した状態で固定

約6時間生存 実験使用可

電極装着位置

両眼中央部・その前方約15mmの位置



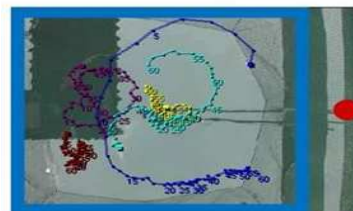
(出典：平成25年度「海洋再生可能エネルギー導入による漁業海域影響調査」小島隆人教授プレゼン資料より)

発注：岩手県、

受託：一般社団法人海洋産業研究会、

共同研究：日本大学生物資源学部

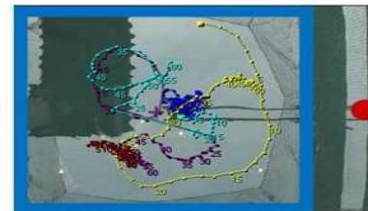
●：水中スピーカー



放音前



放音中

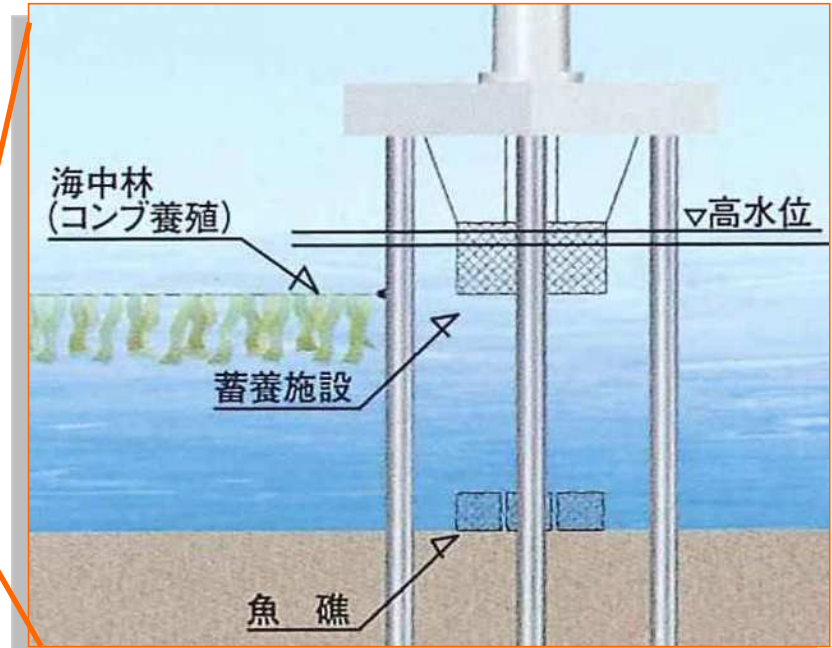
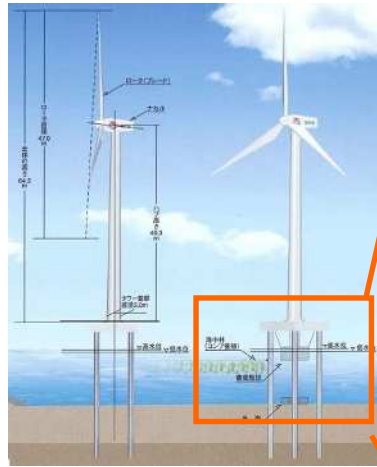


放音後

(出典：海洋産業研究会、洋上風力発電の漁業協調の在り方に関する提言研究《第2版》)

# 2. 洋上風力発電等と漁業協調の例

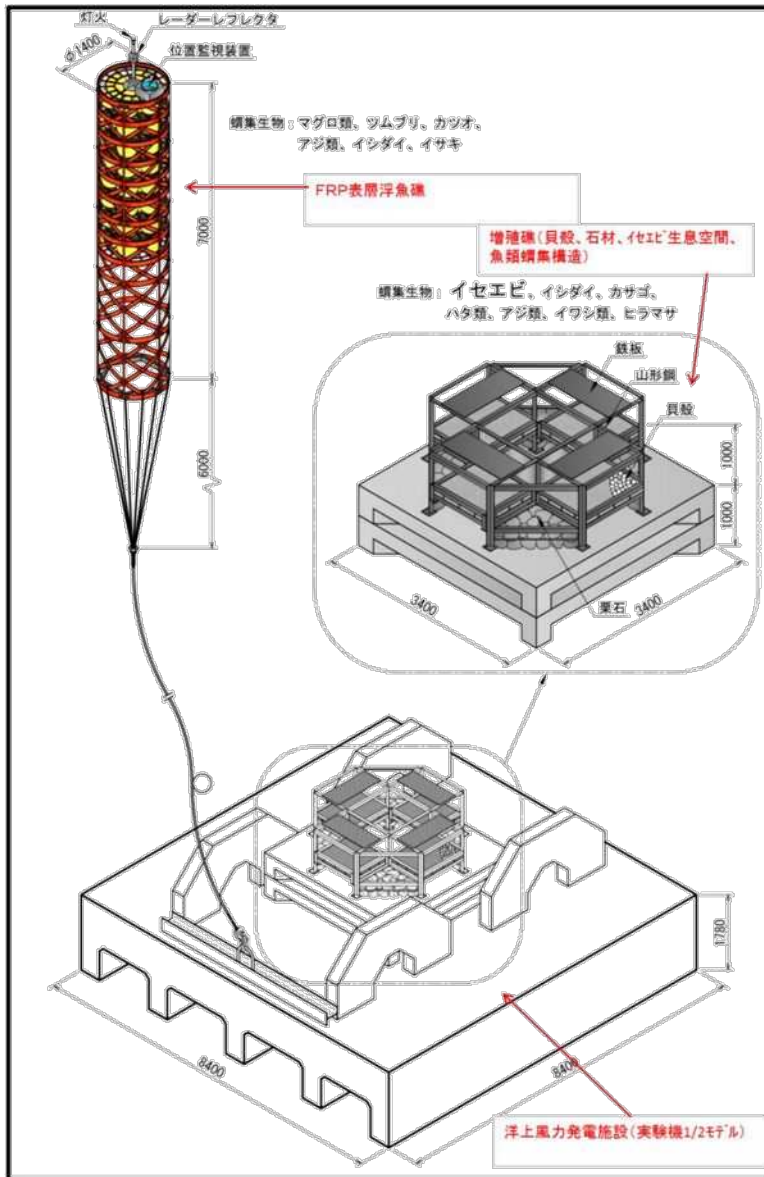
## 漁業協調事例① 北海道瀬棚港



(出典:平成14(2002)年度 瀬棚町洋上風力発電普及啓発業務より。北海道瀬棚町から海洋産業研究会が受託)

もともと、防波堤内の設置ポイントで、漁業者がアワビ、ウニ等の蓄養をしていたので、洋上風車の計画段階から検討委員会に参加いただき、上記の事情を考慮して、風車建設後は、写真にあるように、風車間の空間を使って種系をはり、ウニ等の餌としてのコンブの養殖を行った。(当時。漁業協調の先駆的事例)

# 漁業協調事例②長崎県五島沖



浮体式洋上風力発電施設の実証機(1/2モデル)は本来、廃棄予定だったが、基礎部については、それを他の浮魚礁の基礎部に転用したもの。

基礎部は底魚類用の魚礁、海面部の浮魚礁は浮魚類の集魚用。  
(写真、図提供: (株)岡部)

# 漁業協調事例③ 福島県沖

## 漁業との共存策

浮体式洋上ウインドファーム 実証研究事業 海洋観測データ配信システム

### 海洋観測データ配信システム

トップ画面	最新観測データ	過去データ	グラフデータ	水中映像
-------	---------	-------	--------	------

福島復興・浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業において、漁業との共存に向けたとして、水温、塩分濃度などの海洋観測データの配信を行っているものです。

福島県檜葉町沖約18km地点の洋上風力発電施設にて観測を行っています。



(沖合約20Km  
水深約130m)

ふくしま未来 2MW



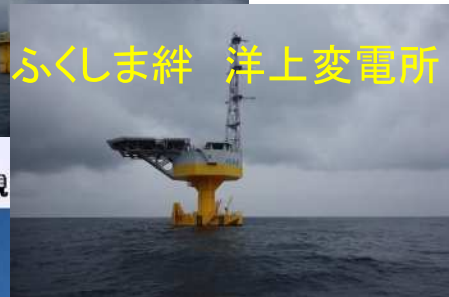
ふくしま浜風 5MW



ふくしま新風 7MW



ふくしま絆 洋上変電所



(出典: <http://www.fukushima-wind-kaiyou.jp/web/camera.php>) (右下図出典: 浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業パンフレット)

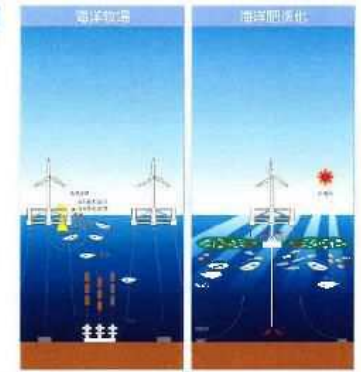
### 環境影響評価

本実証研究事業において、浮体式洋上風力発電施設の海中風車及び塔体タワーが設置される周辺海域の環境影響評価を行う。具体的には、水温・塩分・溶存酸素・透明度・溶解性有機物・浮遊性動物プランクトン等の観測を行い、観測結果に基づき環境影響が判別されます。

観測項目	観測内容	観測頻度
水温	風車・タワー周辺海域の水温を多点観測し、水温の分布を把握する。	毎日
塩分濃度	風車・タワー周辺海域の塩分濃度を多点観測し、塩分濃度の分布を把握する。	毎日
溶存酸素	風車・タワー周辺海域の溶存酸素量を多点観測し、溶存酸素量の分布を把握する。	毎日
透明度	風車・タワー周辺海域の透明度を多点観測し、透明度の分布を把握する。	毎日
溶解性有機物	風車・タワー周辺海域の溶解性有機物濃度を多点観測し、濃度の分布を把握する。	毎日
浮遊性動物プランクトン	風車・タワー周辺海域の浮遊性動物プランクトン数を多点観測し、数値の分布を把握する。	毎日
水中映像	風車・タワー周辺海域の水中映像を多点観測し、水中の様子を把握する。	毎日

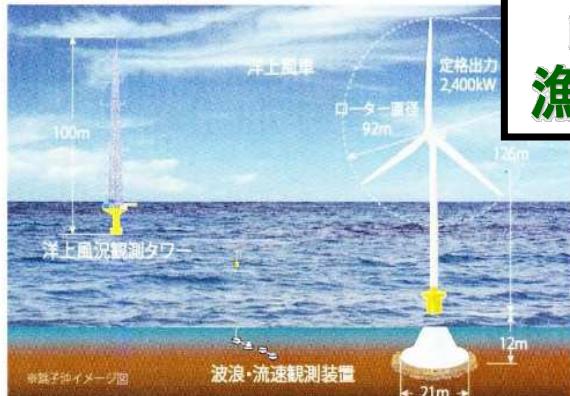
### 漁業との共存

本実証研究事業において、風力発電事業者、漁業関係者から協議される協議会を設立し、漁業関係の専門家のアドバイスを受けて、同じ海域は漁業関係者への影響、風力発電施設の設置方法について協議を行います。これにより、漁業関係、海域利用化と関係が定まる結果、漁業関係の代表者から意見を伺い、



# 漁業協調事例④ 銚子沖

## NEDO補助事業による東京電力の洋上風力実証事業 漁業協調方策について海洋産業研究会が協力



房総半島南部から流れてくるイセエビの稚エビの着床が銚子沖でもしばしば見られていたことから、それらを確実に定着させて漁獲につなげたいとの地元漁業者からの要望に応じて、イセエビ用の魚礁の配置を提案。(稚エビの回遊時期を逃してしまい、実施に至らず。)



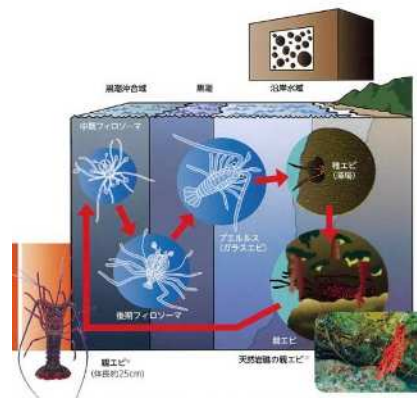
証研究設備の設置場所 (千葉県銚子市沖3.1km)

### ＜実証研究設備の設置位置＞

※海上保安庁発行の水路図誌を使用しています。

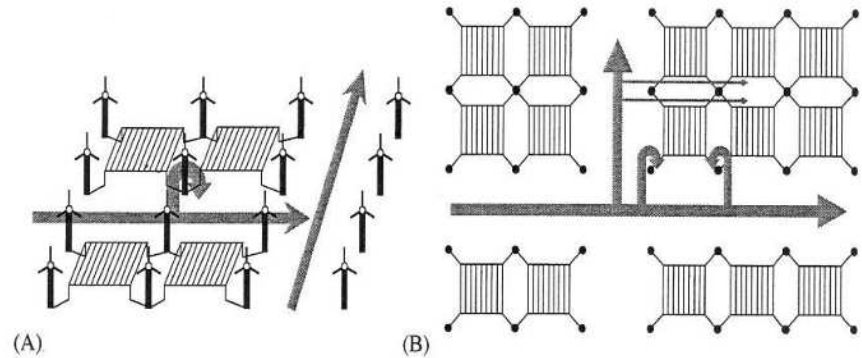
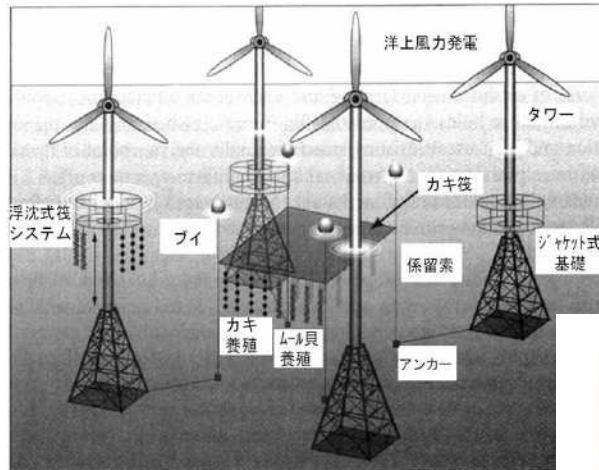
(出典:NEDOホームページより)

### ＜参考＞イセエビ天然種苗等の定着を目指した魚礁 (エビクルハウス)



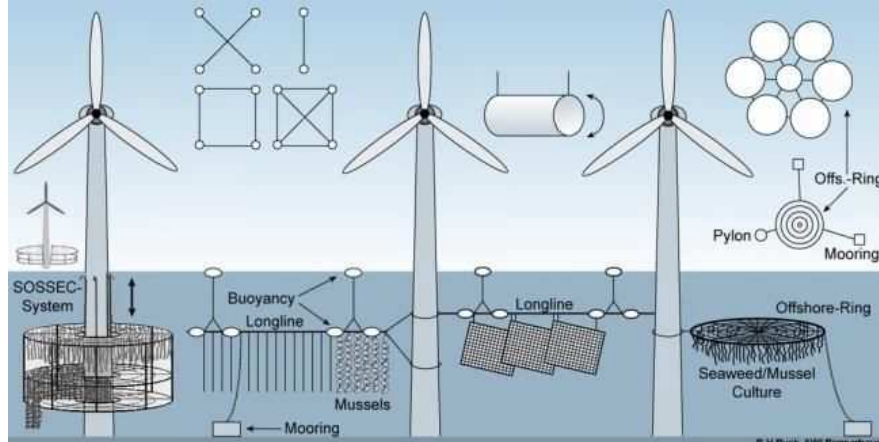
(出典:浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業パンフレット)

# 海外における漁業協調の検討例(1)



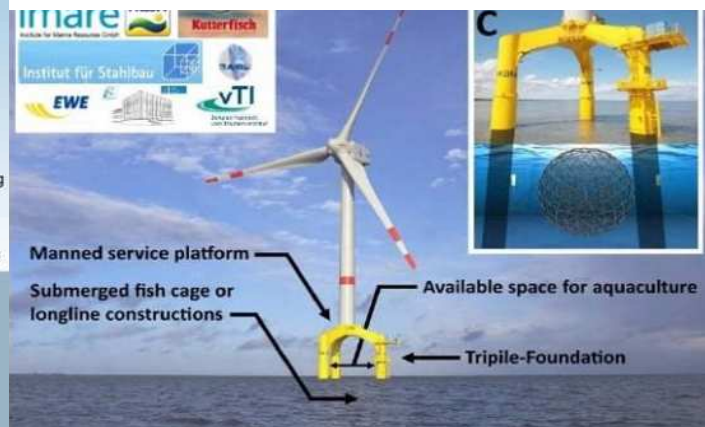
洋上風車群のレイアウトを工夫して、船舶航行や漁業操業を含む海域多目的利用を可能にする。

着底式風車基礎部を、魚礁構造にする。



風車間の海中空間に立体的に養殖いけすを設置する。(支柱に固着は大丈夫か?)

(原典: Bela Hieronymus Buck, Gesche Krause Harold Rosenthal, 2004)



風車のトラス構造基礎部に養殖いけすを設置する。(この構造なら固着はOKかも)

(原典: Bela H.Buck, International Marine Spatial Planning Public Symposium, Providence, Rhode island, 2012)

# 海外における漁業協調の検討例(2)

## 洋上ウィンドファームと環境創造 (漁業協調; 海域多目的利用)



### 1. Multi-Functional Space Use in Offshore Wind Farms

(出典: TKI Wind op Zee Program 2019-2020、28 March 2019)

(<https://www.topsectorenergie.nl/en/program-line-offshore-wind-and-environment>)

# 3. 「再エネ海域利用法」と漁業協調・地域共生

## 再エネ海域利用法の施行等の概要 (2021年度区域指定等を踏まえたもの)

- 2019年7月、以下の①～④の4区域を「有望な区域」として整理。その後、「促進区域」に指定（①2019年12月、その他は2020年7月）。さらに、①は2020年12月に公募を終了し、公募占用計画の審査を経て、2021年6月に事業者を選定。②～④は、2021年5月に公募を終了し、公募占用計画の審査を経て、2021年12月に事業者を選定。
- 2020年7月、以下の⑤～⑧の4区域を「有望な区域」として整理。その後、各区域における協議会の進捗、促進区域指定基準への適合状況や都道府県からの情報提供を踏まえ、**2021年9月13日**、⑤を「促進区域」に指定するとともに、⑨～⑫の4区域を新たに「有望な区域」として追加・整理。



<促進区域、有望な区域等の指定・整理状況 (2021年9月13日) >

区域名	万kW	
促進区域	①長崎県五島市沖	1.7
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	47.88
	③秋田県由利本荘市沖 (北側・南側)	81.9
	④千葉県銚子市沖	39.06
	⑤秋田県八峰町・能代市沖	36
有望な区域	⑥長崎県西海市江島沖	30
	⑦青森県沖日本海 (南側)	60
	⑧青森県沖日本海 (北側)	30
	⑨秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖	21
	⑩山形県遊佐町沖	45
	⑪新潟県村上市・胎内市沖	35,70
	⑫千葉県いすみ市沖	41

⑬北海道檜山沖

⑭北海道岩宇・南後志地区沖

⑮青森県陸奥湾

⑯北海道島牧沖

⑰北海道松前沖

⑱北海道石狩市沖

⑲岩手県久慈市沖 (浮体)

⑳福井県あわら市沖

㉑福岡県豊津沖

㉒佐賀県唐津市沖

【凡例】

- 促進区域
- 有望な区域
- 一定の準備段階に進んでいる区域

※下線は2021年度新たに追加した区域





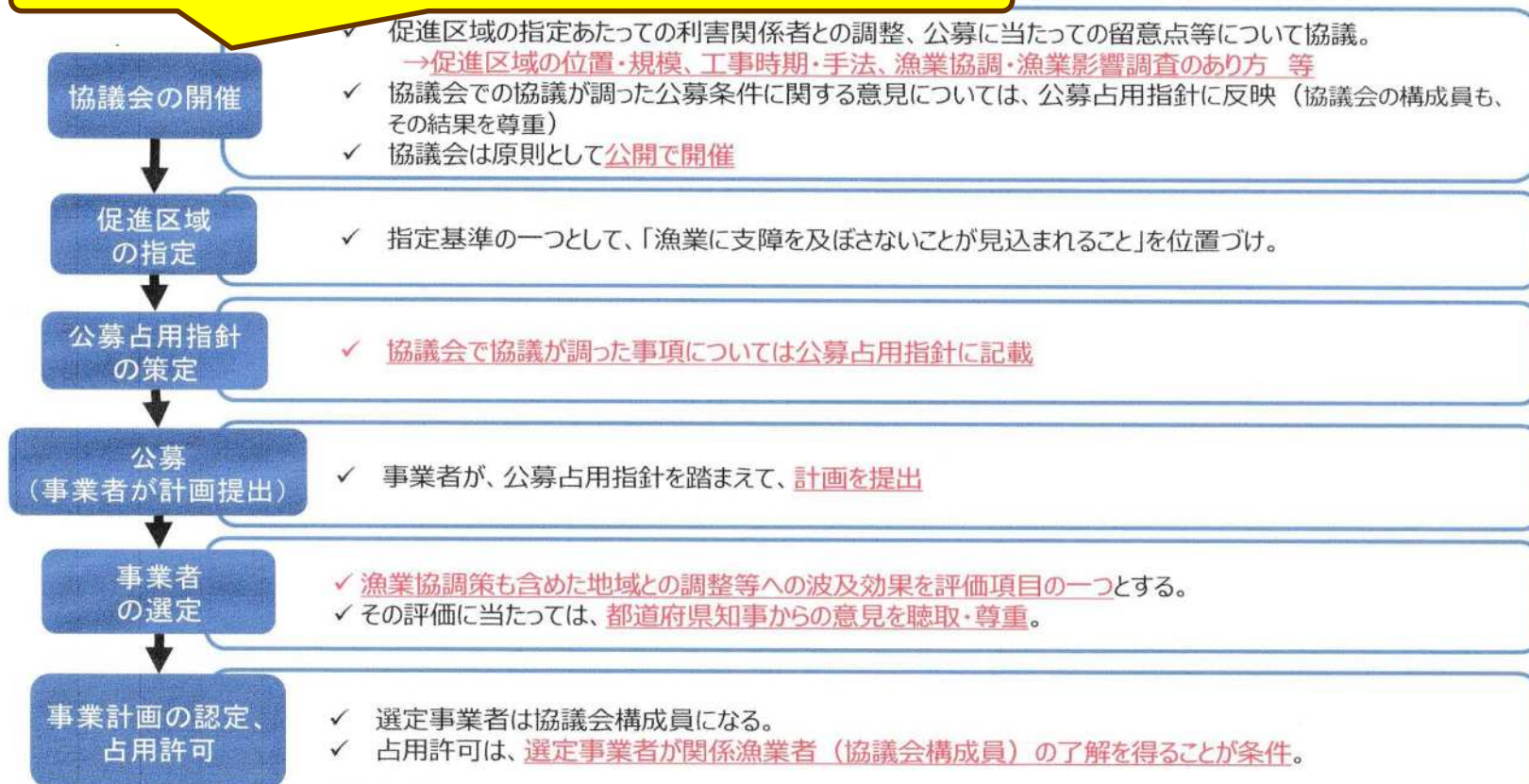
# 「再エネ海域利用法」による漁業協調・地域共生の流れ

## 漁業等との協調・共生について

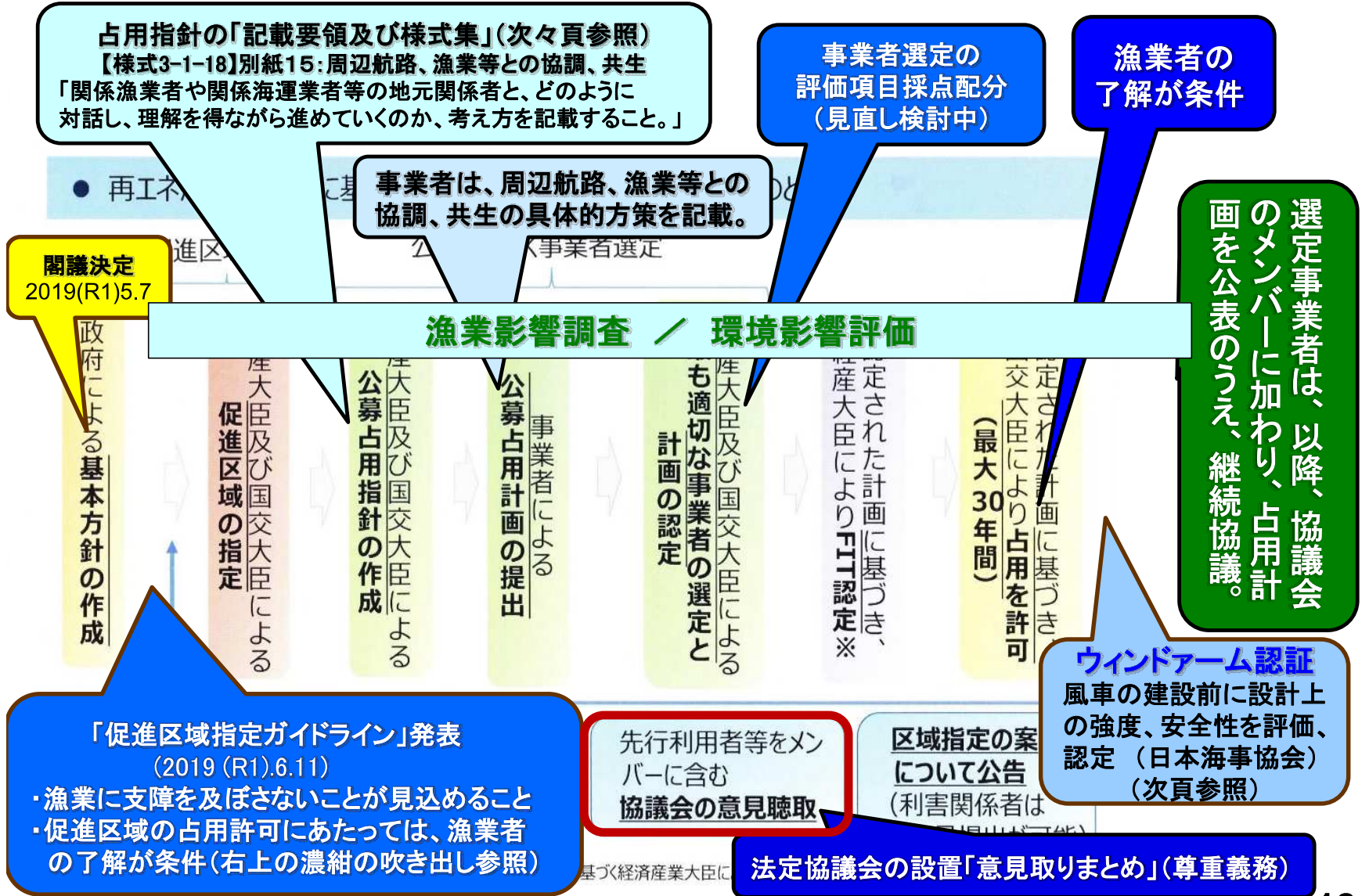
21

- 漁業等との協調・共生のあり方については、基本方針で定める「公平性・公正性・透明性の確保による適切な競争性の確保」、「漁業等との共存共栄」、「長期的、安定的かつ効率的な発電事業の実現」等の原則を踏まえつつ、以下の流れで検討が進められることとなっている。

法定協議会。自治体が「協議会」という同じ名称で独自に別途、設置する場合も多い。



# 「再エネ海域利用法」による洋上風力発電事業の流れと漁業との関係



(注:上下の吹き出し、及び右端の緑の箱は中原が追加挿入)

# ClassNK（日本海事協会）による ウィンドファーム認証・登録簿

ClassNK

ウィンドファーム認証 登録簿 <洋上>  
【2022/06/30 現在】

[RE-081-02]  
一般財団法人 日本海事協会  
東京都千代田区紀尾井町4番7号

管理番号	風力発電所名称	風車型式	風車基数	認証対象		発行日	有効期限	
				評価項目	証明書No.			
SSDA-0002	秋田港洋上風力発電所/能代港洋上風力発電所 <b>着床式</b>	V117-4.2MW	33	SC	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0002-SC-19RE0443-05	2019/12/13	-
				DB	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0002-DB-19RE0444-04	2021/01/29	-
				ILA	<input checked="" type="checkbox"/>			
				RNA	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0002-RNA-19RE0787-03	2019/03/18	-
				SS	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0002-SS-19RE0445-05	2021/01/29	-
				ウィンドファーム認証書		SSDA-0002-WFC-19RE0442-05	2021/03/31	-
SSDA-0038	五島市沖洋上風力発電所 <b>浮体式</b>	HTW2.1-80A	8	SC	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0038-SC-22RE0279	2022/05/31	-
				DB	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0038-DB-22RE0280	2022/05/31	-
				ILA	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0038-ILA-22RE0281	2022/05/31	-
				RNA	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0038-RNA-22RE0282	2022/05/31	-
				SS	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0038-SS-22RE0283	2022/05/31	-
				ウィンドファーム認証書		SSDA-0038-WFC-22RE0278	2022/05/31	-
SSDA-0068	石狩湾新港洋上風力発電所 <b>ジャケット式</b>	SG8.0-167-DD	14	SC	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0068-SC-22RE0105	2022/02/24	-
				DB	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0068-DB-22RE0106	2022/02/24	-
				ILA	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0068-ILA-22RE0107	2022/02/24	-
				RNA	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0068-RNA-22RE0108	2022/02/24	-
				SS	<input checked="" type="checkbox"/>	SSDA-0068-SS-22RE0109	2022/02/24	-
				ウィンドファーム認証書		SSDA-0068-WFC-22RE0103	2022/02/24	-

(注: 着床式等のカコミ書きは中原。2022年9月25日検索)

(出典: [https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/ja/windfarm/RE-081-02\\_offshore\\_j.pdf](https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/ja/windfarm/RE-081-02_offshore_j.pdf))

# 「公募占用指針」、「記載要領及び様式集」の概要

(2021.12.24 経産省・国交省共同発表資料より作成)

## 「公募占用指針」(関係部目次、各区域共通)

### 第2章 公募対象とする事業の要件

#### (5) その他留意すべき事項

#### 2) 本促進区域に係る漁業・地域との協調の在り方等について

(出典: 能代、三種、男鹿市沖の場合、<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001374743.pdf>)

## 記載要領及び様式集 (各区域共通)

【様式3-1-18】別紙15：周辺航路、漁業等との協調、共生

別紙15：周辺航路、漁業等との協調、共生

本様式ページ番号/ページ数

周辺航路、漁業等との協調、共生について、下記事項を含めて具体的に記載すること。

：関係漁業者や関係海運業者等の地元関係者と、どのように対話し、理解を得ながら進めていくのか、考え方を記載すること。

：公募占用指針第2章(5)2)に記載された事項への対応方針を記載すること。

(出典: 同上、

<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mlit.go.jp%2Fkowan%2Fcontent%2F001374745.docx&wdOrigin=BROWSELINK>)

# 促進区域の法定協議会 「意見とりまとめ」の目次構成

(1)全体理念

(2)地域や漁業との共存及び漁業影響調査について

→多くは「基金」創設、そこへの事業者の出捐を謳っている。

(3)洋上風力発電設備等の設置位置等についての留意点

(4)洋上風力発電設備等の建設に当たっての留意点

(5)発電事業の実施に当たっての留意点

(6)環境配慮事項について

(7)その他

※千葉県銚子沖では、(6)発電事業の終了時における設備等の扱いに係る留意点、  
が挿入されている。

「意見取りまとめ」の内容は、以降ずっと尊重義務が課せられる。選定された事業者は協議会のメンバーに加わるので、数10年の事業期間中、協議会内で地域共生および漁業協調に関する協議が行われ、要すれば軌道修正を促すことも可能。(PDCAサイクル)