

# 洋上風力発電施設が沿岸生態系に及ぼす影響と漁礁効果について

山 本 緑 相 澤 章 仁  
金 井 貴 弘 大 島 義 徳

## Influence of Offshore Wind Power Facilities on Coastal Ecosystems and Fishing Reef Effects

Yukari Yamamoto Akihito Aizawa  
Takahiro Kanai Yoshinori Oshima

### Abstract

The government is advocating for offshore wind power to expand renewable energy focusing on facilities that can coexist with fisheries. However, domestic research on the effects of these facilities on fisheries is limited, particularly regarding floating offshore wind power. In this study, environmental DNA surveys were conducted around “Skirt Suction<sup>®</sup>” fixed-bottom and TLP-type floating offshore wind power facilities. The results showed that fixed-bottom structures attracted fish species, such as sea bream, hokke, and black sea bream, suggesting they may function as artificial reefs. In contrast, no significant differences in fish populations were observed near the floating facilities, irrespective of installation. These findings indicate that floating offshore wind power facilities do not adversely affect fish populations and may be suitable for sustainable marine development.

### 概 要

政府は再生可能エネルギーの拡大を目指し、洋上風力発電の導入を進めている。洋上風力施設の建設・運営においては、地域漁業との協調が不可欠であるが、国内では設備の設置が漁業に及ぼす影響に関する報告事例は少なく、浮体式洋上風力施設に関する調査も端緒についたばかりである。本報告では、着床式洋上風力発電の「スカートサクシオン<sup>®</sup>」と浮体式洋上風力発電の TLP 係留型浮体の実証施設の 2 カ所で周辺に生息する魚類について環境 DNA による調査を行った。その結果、着床式洋上風力の基礎部周辺にはマダイやホッケ、クロダイなど、水産対象となる魚が集まっていることを確認した。海外の報告で洋上風力発電施設が底魚の人工漁礁として機能することが示唆されており、本調査でもその可能性が確認された。これに対し、浮体式洋上風力の係留部周辺では実証機設置の前後で魚類の生息に差が見られず、浮体式の設置による魚類相の変化は確認されなかった。

### 1. はじめに

政府は、大規模集中型エネルギーシステムから、再生可能エネルギーを導入した分散型エネルギーシステムへの転換を進めている。再生可能エネルギーの中では、洋上風力発電は、低コストで大規模発電が可能であり、国民負担の低減効果や経済波及効果が大きく、その導入拡大が期待されている<sup>1)</sup>。欧州では、1990 年代以降に洋上風力発電の大量導入が先行し、風車製造のサプライチェーンが形成された。我が国においても洋上風力発電の導入に向け、2030 年までに 1,000 万 kW、2040 年までに浮体式を含む 3,000 万 kW～4,500 万 kW の達成を目指している<sup>1)</sup>。これらのことから、洋上における風力発電施設の導入が今後大きくなると予測される。洋上風力発電施設には、大きく分けると Fig. 1 に示すように、着床式と浮体式の 2 種類に大別できる。洋上風力発電施設の建設・運営においては、対象海域における漁業との協調が不可欠であるが<sup>2)</sup>、国内では設備の設置が漁業に及ぼす影響

に関する報告事例は少なく、浮体式洋上風力施設に関する調査も端緒についたばかりである<sup>3)</sup>。日本周辺の海域はヨーロッパに比べ水深が深く、浮体式洋上風力発電施設の設置が今後進むと予想される。そこで、本報告では、着床式洋上風力発電として「スカートサクシオン<sup>®</sup>」の実証機および、浮体式洋上風力発電として緊張係留式プラットフォーム（Tension Leg Platform、以下浮体式 TLP と称する）の実証機の 2 カ所を調査対象として、周辺に生息する魚類調査を行った。

生息魚類の調査手法として、目視による観察や捕獲による調査が一般的であるが、これらの手法は、魚種の同定に専門的な知識が必要となり、観察に時間がかかることに加え、観察者の能力に依存するなど、労力と費用を要する調査法である。そこで、効率良く調査する手法として、近年、環境 DNA 分析によるモニタリング調査が注目されている<sup>4)</sup>。この分析は、目視による観察に頼らず、環境中に浮遊する生物由来の DNA を分析することにより、生息する生物の有無や分布が推測できる手法で

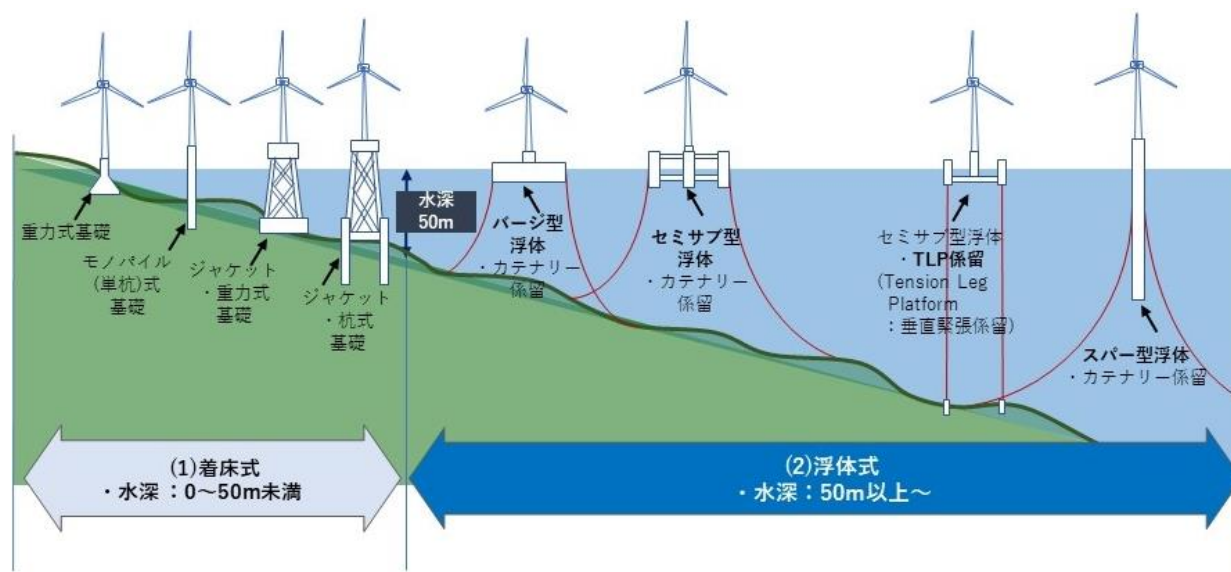


Fig. 1 洋上風力発電の形式と水深の関係<sup>5)</sup>

Relationship between Offshore Wind Farm Configuration and Water Depth

ある。本報では、環境 DNA 分析による生息魚類の調査について報告する。

## 2. 着床式基礎実証機の調査

### 2.1 調査概要

**2.1.1 調査地点と調査項目** 着床式洋上風力発電施設として「スカートサクション」の実証機を対象に 2021 年 5 月に調査を実施した。Fig. 2 に着床式洋上風力基礎実証機（以下、着床式基礎実証機と称する）「スカートサクション」の概要図を示す<sup>6)</sup>。一般的なモノパイル基礎は、海底面から海面上までほぼ同じ径（6~8 m 程度）で立ち上がっているが、スカートサクションは、基礎部径 12m（海底面上 2.8m まで）、タワー部径 2.5m（海底面上 2.8m から海面まで）で、基礎部とタワー部の接合部には三角形リブが 45°間隔で配置されており、一般的なモノパイル基礎に比べて複雑な構造である。設置場所の海底地盤は N 値 5~50 程度の砂地盤であり、基礎が岩礁の役割をしている。調査地点を Fig. 3 に示す。秋田県男鹿市沖（汀線より 1.7 km 沖）に設置した着床式基礎実証区（基礎部近傍北側 St. 1 と南側 St. 2 の 2 地点）及び、対照区として上記構造物から北東に 500 m 離れた地点 St. 3 と南西に 1 km 離れた地点 St. 4 で、生息魚類の比較調査を行った。Table 1 に各地点の調査項目を示す。

**2.1.2 環境 DNA 分析の調査概要** 調査に供試した海水は、Fig. 4 に示すように船上からバンドーン型採水器を用いて表層 2 m 及び下層（海底から 1 m 上）から、試料を各 10 L 採取した。環境 DNA 分析は、環境 DNA 学会から公開されている環境 DNA 調査・マニュアルに準拠した<sup>4)</sup>。なお、魚の検出に用いたプライマーは、MiFish-U, U2, Ev2 の混合プライマーで分析した。プライマーを用いて、PCR により塩基配列を増幅させ、海水

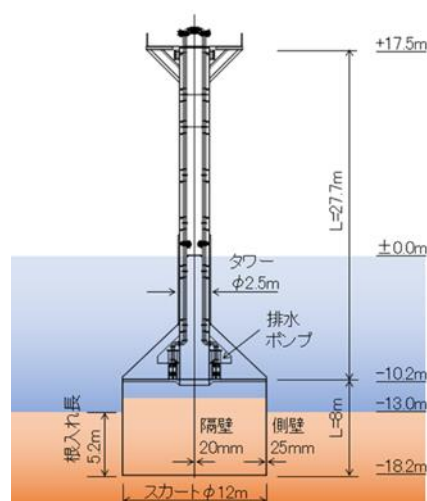


Fig. 2 着床式基礎実証機「スカートサクション」  
Skirt Suction Foundation for Fixed Offshore Wind Turbine



Fig. 3 着床式基礎実証機周辺の調査地点  
Location of Survey Points

から魚由来の DNA の検出を行った。得られた塩基配列をデータベースと照らし合わせて、生物相を解析することで調査地点に生息する魚類を調査した。

**2.1.3 水中カメラによる観察** 水中点検ロボット「ディアグ®」の外観をFig.5 に示す。本装置は、潜水士による近接目視の代替技術として大林組で開発した水中点検ロボットである。ジャイロ効果を利用することで姿勢制御ができる特長を持つ<sup>8)</sup>。「ディアグ」により、着床式基礎実証機の周辺を複数回にわたり撮影し、目視で観察できる魚について調査した。

#### 2.1.4 プランクトンの採取および評価方法

(1) 植物プランクトン 着床式基礎実証機の北側 St.1 と対照区の北東に500 m 離れた地点St.3と、南西に1 km 離れた地点St.4 の計3地点において、環境DNA分析用の採水と同様、バンドーン型採水器にて表層2 m 下の海水を採取した(Fig. 4)。

採取した海水は、いったんバケツに移し、攪拌後サンプル瓶へ分取し、最終濃度が3 %になるよう中性ホルマリン液で固定後、顕微鏡観察にて出現数を評価した。

(2) 動物プランクトン 調査は植物プランクトンと同様、着床式基礎実証機の北側 St.1 と対照区の北東500 m の地点 St.3 と、南西1 km の地点 St.4 の計3地点で実施した。北原式定量ネットを用いて、下層（海底1 m 上）から表層まで垂直曳きで動物プランクトンを採集した(Fig. 4)。

採集した動物プランクトンは、500 mL サンプル瓶へ移し、最終濃度が3 %になるよう中性ホルマリン液で固定後、顕微鏡観察にて出現数を評価した。

**2.1.5 水質調査項目** 水質調査は現地での水質観測と採水による調査の2種類で実施した。このうち現地水質観測は、多項目水質計を用い、水温、塩分、溶存酸素、濁度、pHを鉛直方向に計測した。また、採水調査は、現地で採水した試料を持ち帰り、室内にてT-N、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、T-P、PO<sub>4</sub>-P、SiO<sub>2</sub>-Si、TOC及びクロロフィルaを分析した。

現地水質観測は全調査地点の4地点で実施し、採水は着床式基礎実証機1地点(St.1)と対照区2地点(St.3とSt.4)の計3地点で実施した。それぞれ表層2 m 下と下層（海底から1 m 上）で実施した。

## 2.2 調査結果

**2.2.1 環境DNA分析による調査結果** 環境DNA分析による調査結果をTable 2 に示す。MiFish の混合プライマーにより検出した魚種は26種であった。このうち、マイワシは、全測定地点、全層で検出された。ここでは示していないが、リード数(同定されたDNA配列の数)も最も大きかった魚種である。この結果は、秋田県の4～6月にマイワシの漁獲量が多いことと一致し、調査時に周辺海域を回遊していたと考えられる。

着床式基礎実証機の St.1 及び、St.2 は、対照区の St.3 や St.4 と比べ、下層で多くの魚類を検出した。このう

Table 1 調査地点ごとの調査項目  
Survey Items for Each Survey Sites

	採水地点	水深	環境DNA	プランクトン		水質	
				植物	動物	観測	採水
St.1	表層	2m	○	○	○	○	○
着床式基礎実証機(N)	下層	12m	○		○	○	○
St.2	表層	2m	○		○	○	
着床式基礎実証機(S)	下層	12m	○		○	○	
St.3	表層	2m	○	○	○	○	○
対照区(N)	下層	11.5m	○		○	○	○
St.4	表層	2m	○	○	○	○	○
対照区(S)	下層	13.9m	○		○	○	○

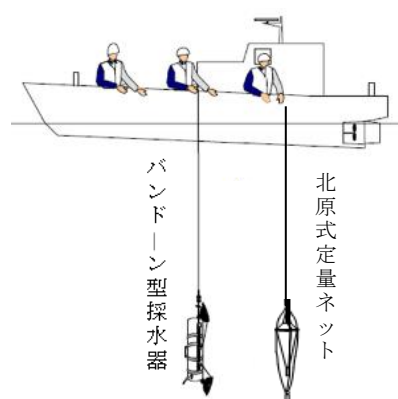


Fig. 4 環境DNA及びプランクトンのサンプリング方法  
Sampling Methods

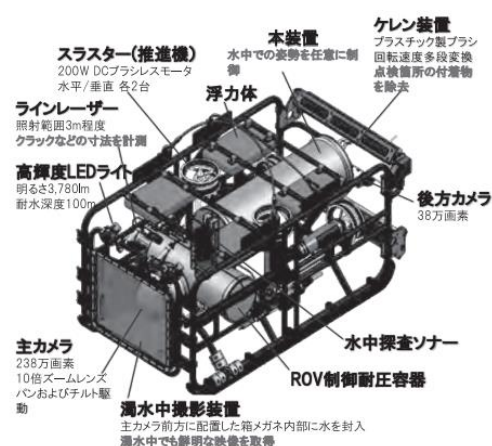


Fig. 5 水中点検ロボット「ディアグ」<sup>8)</sup>

Underwater Infrastructure Inspection Robot DIA

Table 2 環境DNA分析による魚類の検出結果  
 Results of Fish Detection Using Environmental DNA Analysis

No	科	和名	St. 1 着床式基礎実証機(N)		St. 2 着床式基礎実証機(S)		St. 3 対照区 1 (N)		St. 4 対照区 2 (S)		着床式基礎実証機周辺での水中カメラ撮影魚種
			表層	下層	表層	下層	表層	下層	表層	下層	
1	ニシン科	マイワシ	●	●	●	●	●	●	●	●	
2		コノシロ	△	△		△	●	●	●	△	
3	カタクチイワシ科	カタクチイワシ		●		●			●	●	
4	コイ科	カワムツ			●						
5		ニゴイ属						●			
6	タラ科	マダラ		△		●					
7	ボラ科	ボラ	●			△	△				
8	サヨリ科	サヨリ							●		
9	ホウボウ科	ホウボウ								△	
10	アジ科	ブリ					●		●	●	
11		マアジ		●		●					●
12	タイ科	クロダイ				●					
13		マダイ		●		●				●	●
	イシダイ科	イシダイ									●
14	キス科	シロギス				●					
15	アイナメ科	ホッケ		●		●					
16		アイナメ		●							
17	ニシキギンボ科	ギンボ		●		●					
18		タケギンボ		●		●					●
19	イソギンボ科	イソギンボ				●					
20	ネズツボ科	ネズツボ科						△			
21	ハゼ科	コモチジャコ								●	
23		アカオビシマハゼ		●							
22		チチブ属						△			
24	カレイ科	ヌマガレイ							●		
25	ササウシノシタ科	ササウシノシタ						●			
26	フグ科	トラフグ属					●				
	カワハギ科	カワハギ									●
		ウマズラハギ									●
種類数 (●のみ)			2	9	2	11	4	4	6	5	6

●：リード数100以上の検出 △：リード数100未満の検出

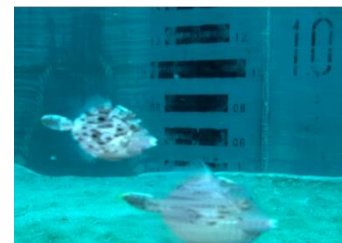
ち、St. 1 及び、St. 2 の下層でのみ検出した魚種は、マアジ、クロダイ、シロギス、ホッケ、アイナメ、ギンボ類及びアカオビシマハゼであった。これらの魚は、岩礁域に生息する底魚である。海底が砂地盤の海域に着床式基礎を設置することで、岩礁域に生息する魚の棲みかになったと推察される。また着床式基礎実証機の St. 1、St. 2 と対照区 St. 3、St. 4 の両方で検出した魚種は、マイワシやカタクチイワシなどの回遊魚と岩礁や砂地の両方を生息地としているマダイであった。対照区の St. 3、St. 4 のみで検出した魚種は、サヨリ、ブリ、トラフグ、コモチジャコ、ヌマガレイであった。これらの魚は、海砂利、砂地等に生息する魚や回遊魚であった。

以上のことから、着床式基礎実証機を設置したことにより、岩礁域に生育する魚の棲みかとなり、マアジ、クロダイ、ホッケ、アイナメなど、水産対象となる魚が集まってくることがわかった。

**2.2.2 水中カメラによる観察結果** 環境 DNA 調査とは別に、着床式基礎実証機では、水中点検ロボット「ディアグ」による撮影を複数回にわたり実施した。現地での観測により、種レベルまで同定できた魚は、マアジ、



イシダイ



カワハギ

Fig. 6 着床式基礎実証機周辺で水中カメラにより観察された魚の例

Examples of fish observed near the fixed-bottom foundation demonstration unit

マダイ、イシダイ、ギンポ、カワハギ、ウマヅラハギの6種であった(Table 2)。このうち、イシダイ、カワハギ、ウマヅラハギは、環境 DNA による分析では、検出されなかった魚である(Fig. 6)。試料を採水する際、たまたまこれらの魚に由来する DNA を捕集できなかった可能性も考えられるが、多くの頻度で観察されている魚であることから、これらの魚は、検出しにくい魚種である可能性が考えられる。

ディアグは、水中で明瞭に撮影できることから、魚の観察に大いに有効であることが分かった。

### 2.2.3 プランクトンの調査結果

(1) 植物プランクトン 調査結果をFig. 7に示す。植物プランクトンの出現種は全34種確認された。着床式基礎実証区と対照区に顕著な差は見られなかった。出現組成は、ほとんどが珪藻綱であった。このうち、5割以上

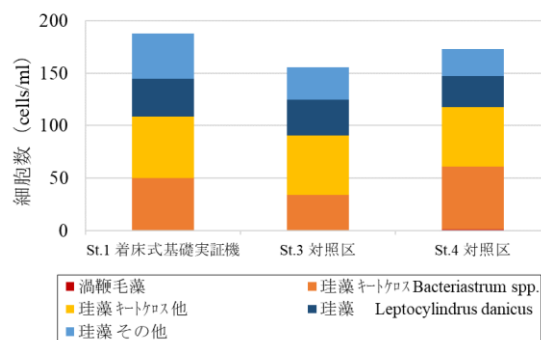
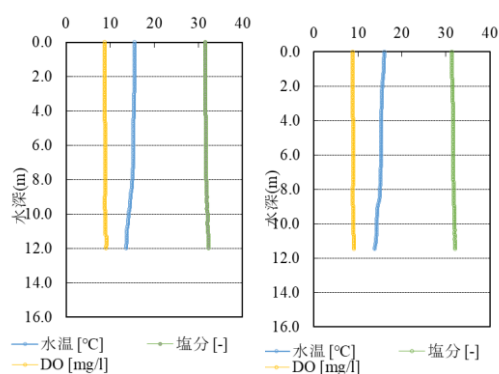
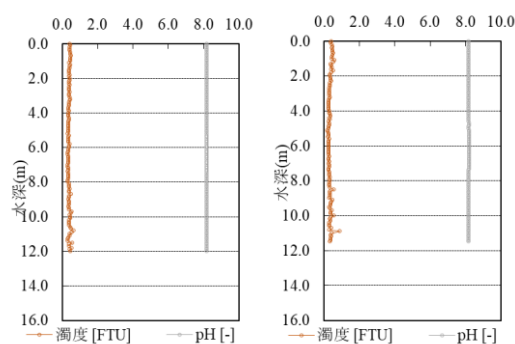


Fig. 7 植物プランクトンの出現組成  
Occurrence Composition of Phytoplankton



St. 1 着床式基礎実証機

St. 3 対照区



St. 1 着床式基礎実証機

St. 3 対照区

Fig. 9 水質観測結果

Water Quality Monitoring Results

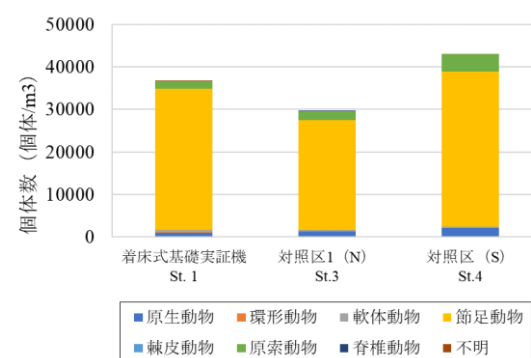


Fig. 8 動物プランクトン出現組成  
Occurrence Composition of Zooplankton

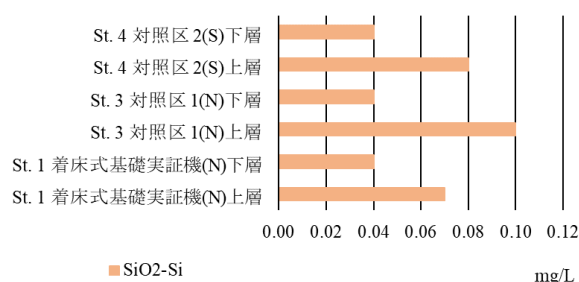


Fig. 10 ケイ酸塩の分析結果  
Silicate Analysis Results

Table 3 水質調査結果 (採水調査)

Water Quality Survey Results (Water Sampling Survey)

試料名	項目	全窒素 mg/L	全リン mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	NO <sub>2</sub> -N mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	PO <sub>4</sub> -P mg/L	SiO <sub>2</sub> -Si	TOC mg/L	クロロフィルa μg/L
St. 1 着床式基礎実証機(N)上層		0.12	0.010	<0.01	<0.001	<0.01	<0.003	0.07	1.20	0.4
St. 1 着床式基礎実証機(N)下層		0.12	0.009	<0.01	<0.001	<0.01	<0.003	0.04	1.16	0.6
St. 3 対照区 1(N)上層		0.12	0.007	<0.01	<0.001	0.01	<0.003	0.10	1.20	0.5
St. 3 対照区 1(N)下層		0.11	0.008	<0.01	<0.001	0.01	<0.003	0.04	1.22	0.4
St. 4 対照区 2(S)上層		0.13	0.009	<0.01	<0.001	<0.01	<0.003	0.08	1.21	0.4
St. 4 対照区 2(S)下層		0.14	0.008	<0.01	<0.001	<0.01	<0.003	0.04	1.24	0.2



をキートケロス科(Chaetoceraceae)が占めており, *Bacteriastrium* spp.と*Leptocerids danicus*が多く出現した。両種ともに沿岸域で一般的に出現する種である。

(2) 動物プランクトン 調査結果をFig. 8に示す。動物プランクトンの出現種は、全39種確認された。着床式基礎実証区と対照区に顕著な差は見られなかった。全3地点で節足動物の割合が大きかった。

**2.2.4 水質調査結果** 現地で多項目水質計を用いて観測した鉛直方向の計測結果をFig. 9に示す。温度は、下層が若干低い傾向を示したが、pH、塩分濃度、溶存酸素、濁度は、表層から下層まで、変化がなく均一な水質であった。着床式基礎実証区と対照区に顕著な差は見られず、着床式基礎実証機の設置による水質の変化は見られなかった。

採水による水質結果をTable 3に示す。窒素、リン、TOC 及びクロロフィルaは、着床式基礎実証区と対照区及び上層、下層で顕著な差はみられなかった。ケイ酸塩は上層で高い傾向がみられた(Fig. 10)。前述の2.2.3の項で植物プランクトンの組成は珪藻綱が占めていたことから、高い傾向が見られた要因の1つと考えられる。

### 3. 浮体式 TLP 実証機の調査

#### 3.1 調査概要

**3.1.1 調査地点と調査項目** 青森県岩屋沖に 2024 年 7 月に設置した浮体式 TLP 実証機の設置場所の St. 1 及び対照区の St. 2～St. 4 の調査地点を Fig. 11 に示す。現地採水調査は、実証機設置前の 2022 年 8 月から設置後の 2024 年 11 月まで計 7 回実施した。2022 年度は、実証機設置予定地の St. 1 と、その 500 m 沖の対照区 St.2 の 2 カ所を調査地点とした。採水深度は、3 深度（表層、中層、下層）とし、計 6 地点で調査した。また、2023 年度と 2024 年度は、St. 1 と St. 2 に加え、St. 1 及び St. 2 から北東方向へ約 1,200 m 離れた対照区 St. 3 と St. 4 の 4 カ所を調査地点とした。St. 3 と St. 4 の採水深度は、1 深度（表層）とし、合計 8 カ所で調査した。Table 4 に各調査地点の調査項目を示す。

**3.1.2 環境DNA分析の調査概要** 調査に供試した海水は、前述した着床式基礎実証機での調査と同様、船上からバンドーン型採水器を用いて採水した。St. 1 と St. 2 は、表層2 m 下、中層13 m、下層（海底から1 m 上）から採水し、St. 3 と St. 4 は、表層2 m 下の 1 深度から、各10 L 採取した。分析は着床式で測定した手法と同様、環境DNA調査・マニュアル<sup>7)</sup>に準拠した。

#### 3.1.3 プランクトンの採取方法および評価方法

(1) 植物プランクトン 前述の着床式基礎実証機での調査と同様、バンドーン型採水器にて表層 2 m 下の海水を採取した。採取した試料は、最終濃度が 3 % になるよう中性ホルマリン液で固定後、顕微鏡観察にて出現数を評価した。

(2) 動物プランクトン 前述の着床式基礎実証機

と同様、北原式定量ネットを用いて下層（海底から 1 m 上）から表層まで垂直曳きで採集し、500 mL サンプル瓶へ移し、最終濃度が 3 % になるよう中性ホルマリン液で固定した。その後、顕微鏡観察にて出現数を評価した。

**3.1.4 水質調査項目** 水質調査は現地での水質観測と採水による調査の 2 種類で実施した。このうち現地水質観測は、多項目水質計を用い、水温、塩分、溶存酸素、濁度、pH を鉛直方向に計測した。また採水調査は、現地で採水した試料を持ち帰り、室内にて T-N、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、T-P、PO<sub>4</sub>-P、SiO<sub>2</sub>-Si、TOC 及びクロロフィル a を分析した。

#### 3.2 調査結果

**3.2.1 環境 DNA 分析による調査結果** 浮体式 TLP 実証機の設置は、2024 年 7 月に行われた。環境 DNA 調査は、実証機設置前の 2022 年 8 月から設置後の 2024 年 11 月までの計 7 回実施した。環境 DNA 分析により検出した主な魚を Table 5 に示す。

2022 年 8 月に検出した魚種は St. 1 が 29 種、St. 2 が 46 種であった。これに対し、2023 年 8 月は St. 1 が 7 種、St. 2 が 2 種、2024 年 8 月は St. 1 が 5 種、St. 2 が 3 種であり、検出した魚類が少なく、DNA 量も極端に少なかった。2022 年 8 月は、淡水魚も検出されていることから河川水

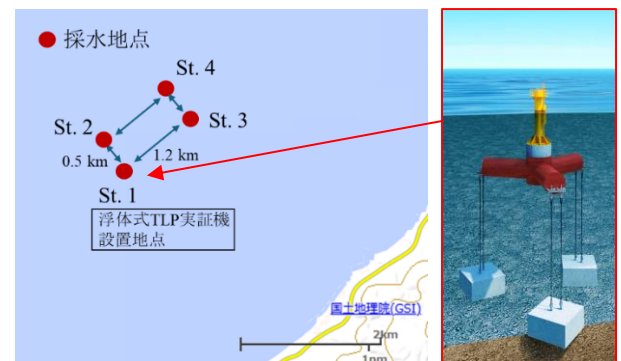


Fig. 11 浮体式TLP実証機周辺の調査地点  
Location of Survey Points

Table 4 調査項目  
Survey Items for Survey Sites

	採水 地点	水深	環境 DN A	プラン クトン		水質 調査	
				植 物	動 物	観 測	採 水
St.1 浮体式TLP実証機	表層	2m	○	○		○	○
	中層	13m	○		○	○	○
	下層	30m	○			○	○
St.2 対照区	表層	2m	○	○		○	○
	中層	13m	○		○	○	○
	下層	30m	○			○	○
St.3 対照区	表層	2m	○	○		○	○
St.4 対照区	表層	2m	○	○		○	○

Table 5 環境DNA分析による魚類の種類と検出地点  
Results of Fish Species and Detection Locations by Environmental DNA

項目\調査時期		2022年 夏季(8月)	2022年 秋季(11月)	2023年 春季(5月)	2023年 夏季(8月)	2024年 春季(5月)	2024年 夏季(8月)	2024年 秋季(11月)
実証試験箇所 St.1 (上層、中層、下層)	種類数	29	14	5	7	11	5	16
	主な検出種	カタクチイワシ ギンアナゴ マダイ ブリ ヒラメ	カタクチイワシ アイナメ ウミタナゴ属 ホッケ トラフグ属	マイワシ カタクチイワシ アイナメ ウミタナゴ属 ホシザメ	カツオ アサヒアナハゼ メダマギンボ属 ヒラメ マダイ	マイワシ カタクチイワシ マダイ セトカジカ ババカレイ	カタクチイワシ ブリ ヒラメ サケ ウグイ	サバ マアジ マイワシ ブリ ウマズラハギ
対照区 St.2 (上層、中層、下層)	種類数	46	6	11	2	11	3	14
	主な検出種	カタクチイワシ ブリ コイ科 マダイ サバ属	カタクチイワシ トラフグ属 マサバ メカジキ メバル属	マイワシ カタクチイワシ イワナ属 マグロ属 サンマ	キュウセン ウグイ	マイワシ カタクチイワシ サバ	ウグイ カタクチイワシ ブリ	サバ マダイ ヒラメ マイワシ ブリ
対照区 St.3 (上層のみ)	種類数			5	2	8	3	8
	主な検出種	未実施	未実施	マイワシ サクラマス ウマヅラハギ属 カタクチイワシ トラザメ	カタクチイワシ ウグイ	マイワシ カタクチイワシ ホッケ マグロ	マイワシ キリンアナハゼ ブリ	カタクチイワシ サバ ヒラメ ウマヅラハギ メダマギンボ属
対照区 St.4 (上層のみ)	種類数			2	1	8	4	7
	主な検出種	未実施	未実施	マイワシ ホシザメ	ウグイ	マイワシ ババカレイ メバル ニシン サクラマス	ブリ ウミアナゴ サバ ニシン	サバ カタクチイワシ ブリ マイワシ マダイ

の流入により魚種が増えた可能性もあるが、2023年8月と2024年8月は、他の季節のDNA量と比較してかなり少なかった。Fig. 12 に気象庁が発表している実証機周辺の海面水温をグラフにしたものである。これによると、2023年と2024年の8月～9月の水温は2022年と比較して平均2～3℃高く、近隣漁師からもここ2年は魚が獲れないとのコメントもあり、海面水温の上昇が魚の減少の要因と考えられる。

**3.2.2 生物群集解析結果** 浮体式 TLP 実証機の設置が海域にどのような影響を与えるかについて、実証機設置前と設置後の魚類生息状況の変化の把握を目的に各測定地点の魚類群集の類似性の比較として、環境DNAで検出した魚類について nMDS (非計量多次元尺度法) を用いた生物群集解析を行った。nMDS は、多変量データの類似性を視覚化するための統計手法で、多種類の要素を総合的に要約し、2次元に可視化した図である。各測定地点の魚類生息状況の類似性は、プロット点が近くにあるほど類似性が高いことを示している。解析はリード数100未満の種と淡水魚と検出サンプル数が1以下の種を除外し、2種類以上検出されたサンプルのみを用いて R ver.4.3.1 にて行った。

解析結果を Fig. 13 に示す。結果より、調査時期に類似性のまとまりが見られることが分かった。浮体式 TLP 実

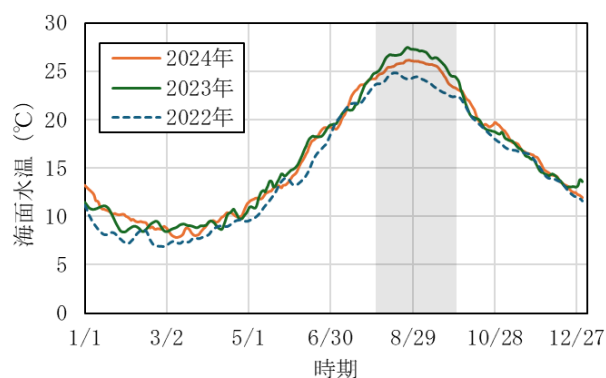


Fig. 12 津軽海峡東側の海面水温 (気象庁Dataから作成)  
Sea Surface Temperature on the Eastern Side  
of the Tsugaru Strait

証機は2024年7月に地点 St. 1 に設置されたため、実証機を設置した後の調査は、2024年8月 (図中青丸で示す) と11月 (図中赤丸で示す) の2回である。浮体式 TLP 実証機が魚類群集の組成に影響を与える場合はこれらの点が他から独立することになるが、そのような傾向は見られなかった。これにより、浮体式 TLP 実証機の設置の前後で生息魚類に違いが見られず、魚類に対して悪影響になる事項も見当たらないことがわかった。

浮体式 TLP 実証機周辺で検出した魚類は、カタクチイ

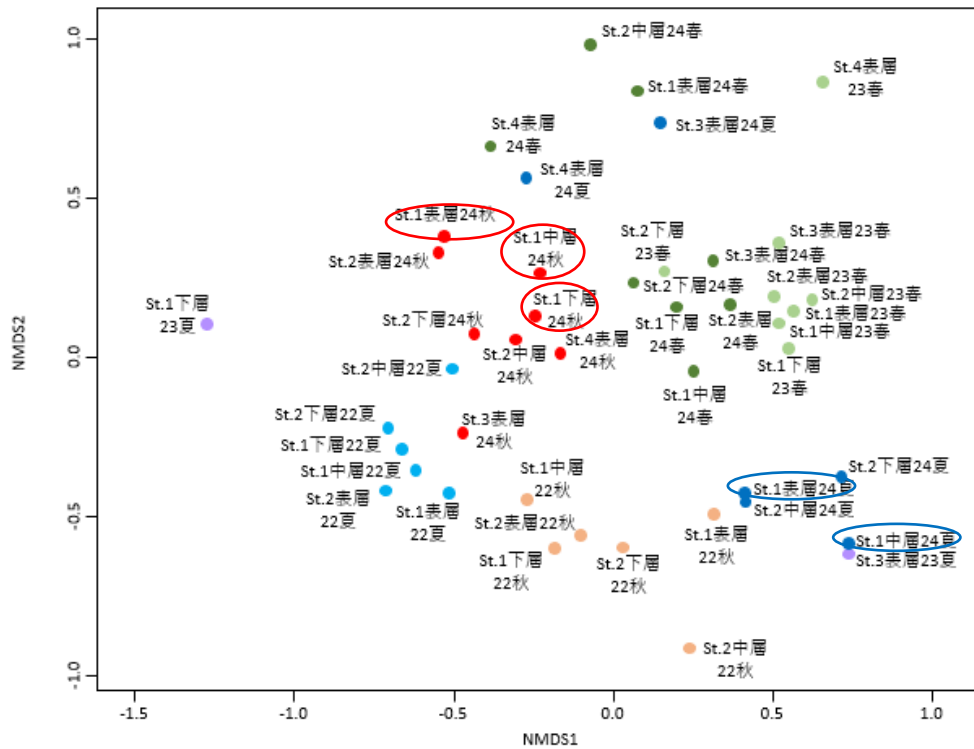


Fig. 13 生物群集解析による測定地点と魚類生息状況の類似性 (nMDS解析)

Similarity between Measurement Sites and Fish Habitat Conditions Based on Biocenosis Analysis (nMDS Analysis)

ワシ、ブリ、ヒラメ、サバ、マアジ、マイワシ等であった。実証機周辺で観察された回遊魚は、浮体施設がある無しに関わらず、自由に回遊していることがわかった。

**3.2.3 プランクトン及び水質調査結果** 水質調査結果及びプランクトン調査結果については、ここでは示さないが浮体式TLP実証機の設置の有無に関係なく、差が見られなかった。水質も同様に違いが見られなかった。

#### 4. まとめ

- ・着床式洋上風力基礎のスカートサクシオン実証機周辺の調査結果では、風車基礎下層部で多くの魚類を検出した。海外の報告で洋上風力発電施設が底魚の人工漁礁として機能することが示唆されており<sup>9)</sup>、本調査でも同様の現象が見られた。また、植物プランクトン出現数及び水質調査では、地点間で差がみられなかった。これらのことから、洋上風力基礎構造物の設置が、岩礁域に生息する魚を誘引したと考えられる。
- ・浮体式TLP実証機周辺の調査結果では、構造物の設置の有無に関係なく回遊魚を検出した。このことから、浮体式実証機の設置が魚類に影響を及ぼさないことが示唆された。

#### 参考文献

- 1) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会（経

済産業省）：洋上風力産業ビジョン（第1次），経済産業省，2020-12-15

- 2) 水産庁：漁業と協調する洋上風力発電について（平成25年5月1日）
- 3) S Tsuchida, R Kato, S Nishitsuji, S Anzai, SS Azmi, S Tanaka, S Masumi, J Uchida...: Floating Offshore Wind Farms Attract Japanese Horse Mackerel, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 2025
- 4) M. Miya, et. al. : MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species, The Royal Society, Vol.2, No.7, 2015
- 5) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：風力発電等技術研究開発，事業・プロジェクト概要漁業，2024. [https://www.nedo.go.jp/activities/FF\\_00383.html](https://www.nedo.go.jp/activities/FF_00383.html)（参照2025-06-01）
- 6) 松岡義博ら：洋上風力基礎スカートサクシオンの実海域実験（その1：実験概要），土木学会第77回年次学術講演会，III-236, 2022
- 7) 環境DNA学会：環境DNA調査・実験マニュアル（ver. 2.2），2020-04-03
- 8) 徳永篤：水深100mをロボ点検，建設機械施工, Vol.70, No.1, 2018.1
- 9) Wilhelmsson D., Malm T., Ohman, M.C., : The influence of offshore windpower on demersal fish, ICES Journal of Marine Science 63, 775-784. 2006