

洋上風力発電の拡大と地域活性化 —英国ハル・ハンバー地域の事例と日本の現状—

株式会社 H&S エナジー・コンサルタンツ
パートナー

いし まる み な
石 丸 美 奈

アブストラクト

洋上風力発電先進地域の欧州では、近年、プロジェクトの大規模化とコスト低下が進み、同分野は競争期に突入している。こうした中で、長年、失業と人口減による低迷が続いていた英国の港湾都市ハルとハンバー地域は、大手風車メーカーの工場新設による拠点港としての整備を契機に、官民学のパートナーシップによる洋上風力産業のエコシステム構築が進み、活気を取り戻した。

欧州からは2周回遅れと言われている日本の洋上風力発電事業は端緒についたばかりである。充実した港湾インフラと産業集積の素地があり、アジア圏への市場拡大を見据える北九州市、地域振興を目指し、港湾整備やサプライチェーンの構築から始める秋田県、世界の最先端をゆく浮体式の洋上風力発電を地域のローテックで実現し、離島での低炭素エネルギー循環型社会モデルを提供する長崎県五島市など、各地で様々な取組みが進展している。

(キーワード) 再生可能エネルギー 洋上風力 ハル

目次

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. はじめに | 5. 福岡県北九州市と洋上風力発電 |
| 2. 洋上風力発電の仕組み | 6. 秋田県と洋上風力発電 |
| 3. 日本および世界の洋上風力発電の現状 | 7. 長崎県五島市と洋上風力発電 |
| 4. 英国ハル市とハンバー地域の事例 | 8. おわりに |

1. はじめに

2018年7月、日本政府はの2050年に向けたエネルギー政策の中長期的な方向性を示す「第5次エネルギー基本計画」を閣議決定した。低炭素であり、国産エネルギーとして日本のエネルギー安全保障に貢献する再生可能エネルギー（再エネ）を「主力電源化」する方針が初めて明確に打ち出されたが、中でも洋上風力発電の導入拡大は喫緊の課題となっている。

世界第6位の排他的経済水域を有する我が国での洋上風力発電は、大きなポテンシャルがありながらも、これまで日本の海域に特有な地形や海象条件、様々な既存の制度や規制、電力系統接続そして漁業権の制約などで、欧州先進各国の趨勢から取り残されてきていた。

しかし、2016年7月1日には改正港湾法¹が施行となり、地方自治体が管理する港湾内での洋上風力発電事業に関して、次いで2019年4月1日からは「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」（洋上新法）²が施行され、それぞれ一般海域（領海・内水のうち、漁港、港湾区域などを除く海域）での事業に関して、一定のルールが導入された。さらに7月末には、地域での合意形成などが進んでいるとし

て、秋田県ののしろし能代市、みたねちやう三種町およびおがし男鹿市沖とゆりほんじやうし由利本荘市沖、千葉県銚子沖、長崎県五島沖の4海域が、国から促進区域に指定される特に有望な候補として公表されている³。今後は2030年のエネルギーミックス⁴における洋上風力発電の導入目標である82万kW（820MW）⁵の早期達成に向けて、開発が加速する。

そこで本稿では、脱炭素化と地域振興を同時に達成し、持続可能なコミュニティづくりの実現に貢献しう洋上風力発電分野で、世界のトップを行く英国において、近年、地域クラスターの成功事例として世界的な注目を集めるハル市とハンバー地域の取組みを紹介し、次いで福岡県北九州市、秋田県、並びに長崎県五島市における洋上風力事業の現状を、地域振興の視点から考察する。

2. 洋上風力発電の仕組み

低炭素であり発電に燃料コストがかからず、発電設備の大型化や、プロジェクトの大規模化が比較的容易な風力発電は、世界で導入が急速に拡大しており、再エネの中では太陽光発電と並んで設備導入量が多い。

風車の受ける風力エネルギーは風車の羽根（ブレード）が回転してできる受風面積、つまりブレードの長さの2乗、そして風力の3乗に比例する。また、風速は上空に行くほど

1 従来、港湾の水域利用者への占用許可は最長3年で、事業を継続する場合は更新手続きが必要であった。しかし、改正港湾法により創設された占用公募制度では、20年間の占用が法的に担保され、洋上風力発電の事業リスクが低減した。

2 政府が指定する一般海域内の促進区域で発電事業者を公募する制度を創設し、落札者には最長で30年間の海域占有許可を与える。発電事業者の事業予見性を高め、新規参入を促す。

3 これ以外に地元で受け入れ準備の進んでいる7海域（青森県沖日本海（北側）、同（南側）、青森県陸奥湾、秋田県ほっぽう八幡町および能代市沖、秋田県かたがみし湯上市沖、新潟県村上市たいないし胎内市沖、長崎県さいかいし西海市江島沖）も公表されている。

4 2030年度の電源構成に占める再エネ比率は22～24%で、うち風力発電全体の目標は1,000万kW（10GW）。

5 風力発電業界団体である一般社団法人日本風力発電協会（JWPA）は2030年の目標累積導入量として10GWを提言している。JWPAウェブサイトhttp://jwpa.jp/k5u8z6e6/gfif4vk/180222_offshore_proposal_s.pdf

大きくなる。従って、風力発電設備は年間を通じて安定した風が吹き、平均風速が大きい所に、より大きなブレードでより高く建設するのが発電効率上望ましい。

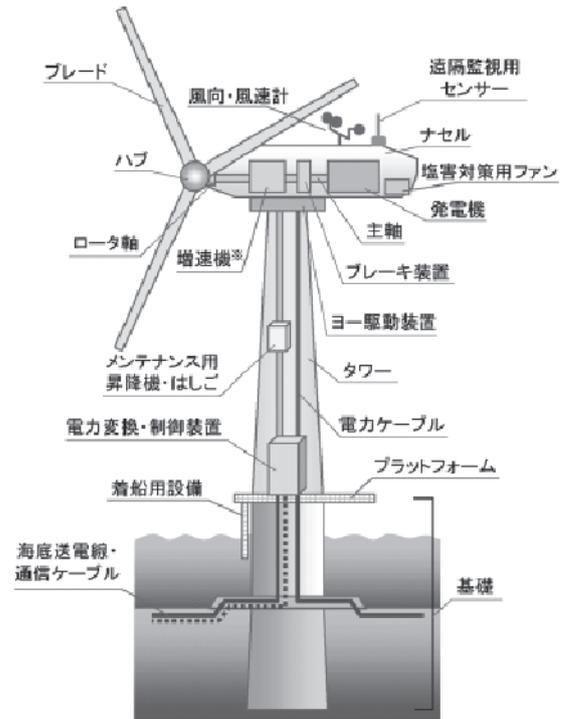
当初、陸上から始まった風力発電であるが、開発が進むにつれて風況がよく、物理的に設置し易い用地が少なくなった。また、技術の進歩に伴い、風車が大型化したこともあり、環境への影響、騒音、景観などの面から地元住民による建設反対などが頻発するようになった。そのため、問題が比較的少なくな、陸上に比べて風況もよく、大型風車を多数設置した、大規模なウィンドファーム（風力発電所）の開発が可能となる洋上での事業が拡大している。

水深が50m程度までの海域の場合、着床式と呼ばれる方式が採用されている。基礎を海底に設置し、その上に支柱であるタワーを固定し、タワー上に伝達軸（ローター軸）、増速機、発電機等を収納するナセルを載せ、最後に風車の羽（ブレード）をナセルのローター軸にハブで連結すれば風車が完成する（図表1）。水深が50mを超えるようになると、主としてコストの面の制約から、浮体式と呼ばれる方法を採用する。浮体式の場合は風車を海洋に浮かせ、係留チェーンとアンカーで海底に固定する（図表2）。

発電された電力は海底に埋設された送電線により、陸上変電所経由で電力系統に送られる。また、同時に埋設される通信ケーブルにより発電施設は監視施設や変電所

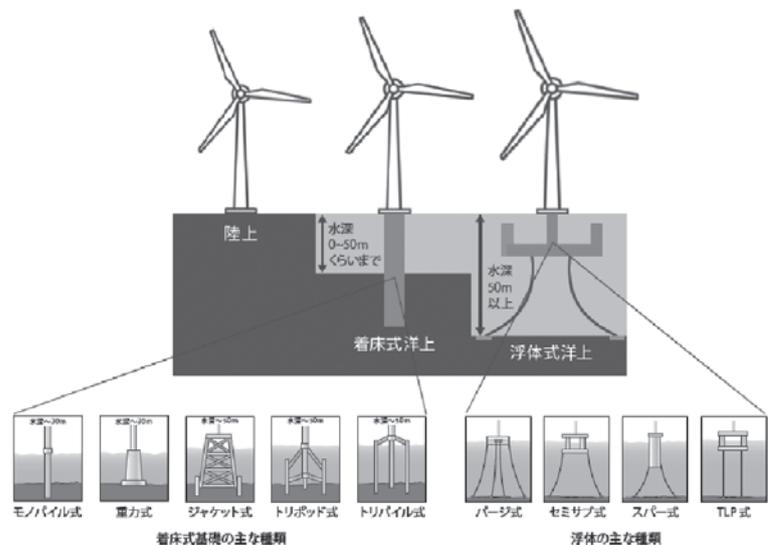
と結ばれており、リアルタイムの様々なデータ通信により遠隔監視や制御が可能になっている。

（図表1）洋上風力発電設備の主な構成部品



（出所）NEDO「再生可能エネルギー技術白書」第2版、2014年2月

（図表2）着床式基礎と浮体の種類



（出所）「風力発電分野の技術戦略策定に向けて」技術戦略研究センターレポートTSC Foresight No.27, 2018年7月

部品点数2万点と言われ、自動車産業に匹敵するサプライチェーンの構築が不可欠とされる風力産業には製造業の集積と様々な技術・ノウハウが必須となる。とりわけ洋上での事業には通常、拠点港となる大規模な港湾整備が必要で、陸上での建設スキルに加えて、海洋工事のノウハウや特別な船舶、IoT（モノのインターネット）、ビッグデータやAI（人工知能）など最新のIT技術を駆使した遠隔操作・監視、海象のデータ分析・予測などが必要となる。発電所の完成後も、長期にわたる運営・保守管理（O&M）に携わる専門技術者や作業船が不可欠で、風車の耐用年数が過ぎる20～25年後にはリパワリング（更新・増強）や撤廃作業が行われ、一連の工程が繰り返される。事業活動の全工程において、労働の安全性や衛生問題、環境問題（Health, Security, Environment, HSE）への適切な対応も必須である。

近年の計画は大規模化しており、費用が数千億円に上る場合もある。そのため、初期の計画段階から、最小限のリスクで効率的かつ低コストで事業を実現するための専門的なプロジェクト・マネジメントの手腕が不可欠となる。ハードなインフラに加えて、制度・

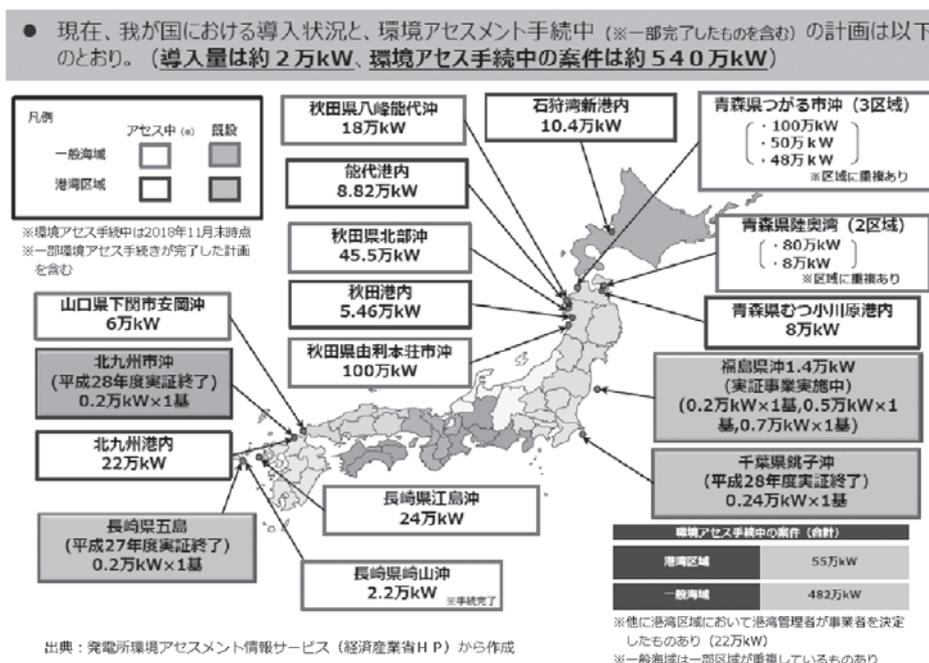
基準、技術・運用ノウハウ、人材育成等のソフトインフラが欠かせない総合的な一大プロジェクトである。

3. 日本および世界の洋上風力発電の現状

日本における2019年7月末時点の洋上風力発電設備の累積導入容量は、

- ・長崎県五島沖 2,000kW × 1基（浮体式）
- ・福岡県北九州市沖
2,000kW × 1基（着床式）
- ・千葉県銚子沖 2,400kW × 1基（着床式）
- ・福島県沖 2,000kW × 1基（浮体式）
- 同 5,000kW × 1基（浮体式）
- 同 7,000kW × 1基（浮体式）
- ・福岡県北九州市沖
3,000kW × 1基（浮体式）

（図表3）洋上風力発電の導入状況と計画⁶



（出所）経済産業省資源エネルギー庁資料（2018年11月末現在）を一部改変

6 環境アセスメント（環境アセス）については脚注24を参照。

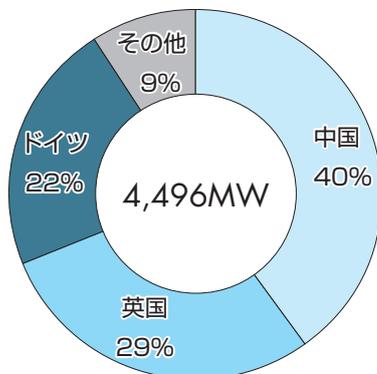
(図表4) 主要各国の洋上風力発電設備導入の推移【2017年と2018年、MW (1 MW=1,000kW)】

洋上風力 (MW)	新規導入容量		累積導入容量	
	2017年	2017年	2018年	2018年
欧州	3,196	15,630	2,661	18,278
英国	1,715	6,651	1,312	7,963
ドイツ	1,253	5,411	969	6,380
アジア・太平洋	1,276	2,998	1,835	4,832
中国	1,161	2,788	1,800	4,588
南北アメリカ大陸	0	30	0	30
米国	0	30	0	30
総計	4,472	18,658	4,496	23,140

(出所) GWEC “Global Wind Report 2018” ,April 2019から筆者作成

の合計2万3,400kW (23.4MW) に過ぎない。しかも、福島県沖の7,000kW機については、商用運転の実現は困難で、早急に発電停止の上、撤去すべきとの報告書が2018年8月に福島沖プロジェクトの総括委員会から提出されている。その一方で、計画段階の洋上風力発電プロジェクトは、2018年11月末時点でおおよそ540万kW (5.4GW) であり (前頁図表3)、それ以降に把握できている秋田県での大型プロジェクト3件 (150.1万kW、50万kW、54万kW) を加えると約790万kW (7.9GW) となる。これは世界トップの洋上風力先進国で

(図表5) 2018年の新規洋上風力発電設備容量 (国別、%)



(出所) GWEC “Global Wind Report 2018” , April 2019から筆者作成

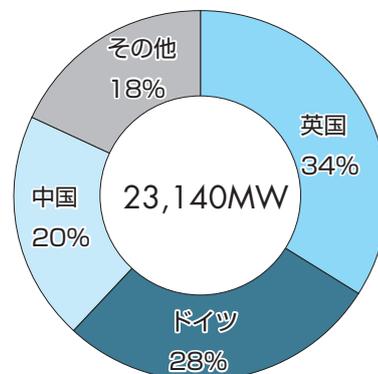
ある英国の2018年までの累積導入量 (8 GW弱) に匹敵し、過熱感は否めない。

世界風力会議 (GWEC) の発表によると、2018年における世界の洋上風力発電設備導入量は新規が約450万kW (4.5GW)、2018年末の累積導入量は

約2,310万kW (23.1GW) に達した (図表4)。2018年の新規導入量が1位となった中国の伸びは特筆すべきであるが (図表5)、依然として累積導入量で世界の34%を占める英国の地位は揺らいでいない (図表6)。

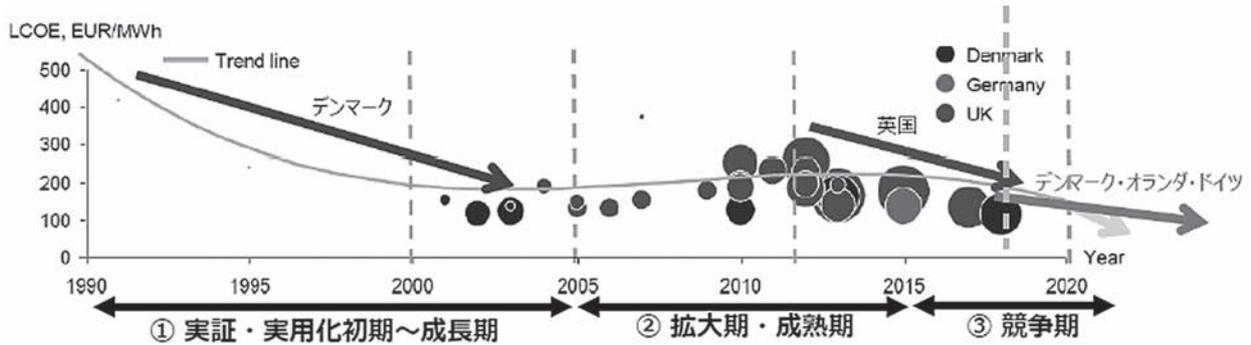
欧州では1990年代初めから同分野での開発が進められており、既に30年近い歴史がある。2005年頃までの初期～成長段階を過ぎた後は成長拡大期に入り、2012年からは毎年100万kW (1GW) 以上が導入されるようになった。そして、2015年には新規導入量が300万kW (3GW) に飛躍し、累積導入量も

(図表6) 2018年末現在の累積洋上風力発電設備容量 (国別、%)

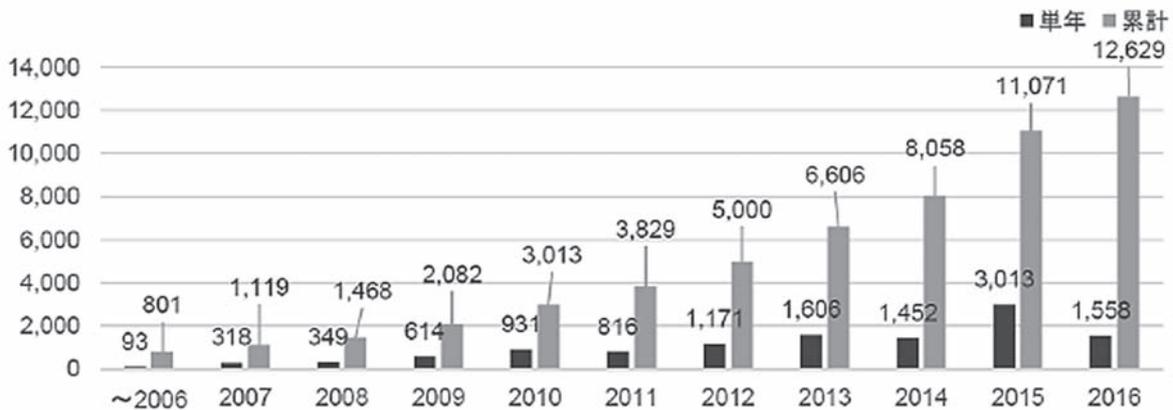


(出所) GWEC “Global Wind Report 2018” , April 2019から筆者作成

(図表7) 欧州における洋上風力発電導入の状況
 欧州における洋上風力発電のコスト低減のトレンド



洋上風力発電導入状況 (②拡大期・成熟期以降)



(出所) 資源エネルギー庁「再エネ海域利用法の運用について」2019年7月

1,000万kW (10GW) を越えて、本格的な競争入札が始まった(図表7)。こうした中で、事業化における最大の懸案事項となっていた洋上風力の発電コストは、評価方法として標準的な指標であるLCOE (Levelized Cost of Electricity、均等化発電原価)⁷ベースで10円/kWhを切る水準にまで低下しており、入札では補助金なしの(卸市場価格での)落札も相次いでいる。

こうした背景には、2020年以降の気候変動問題に対する世界的枠組みとなるパリ協定がある。同協定では、世界の平均気温上昇を産

業革命以前に比べて2度未満(できれば1.5度)に抑えるために、今世紀後半までには温室効果ガスの排出を実質ゼロにするということが設定されている。そのため、とりわけ欧州では各国政府が、洋上風力分野を脱炭素社会構築に向けてのエネルギーパラダイムシフトの鍵と捉え、同分野に注力することとなった。

また、洋上風力発電の劇的な市場拡大とコスト低下の具体的な要因には、①同分野を成長産業と捉えた各国政府が、長期的な大規模導入の明確な数値目標を掲げ、事業者や投資

7 発電所の建設から廃棄まで、発電に必要な全てのコストの合計を、発電所の生涯発電量の想定値で割ったもの。

家の事業開発リスクを低減することで、新規の市場参入と競争を促すような入札制度を整えたこと（制度的要因）、②プロジェクト規模の大型化とともに技術革新が起こり、機器の信頼性向上、建設工程の合理化と効率化、ICT、IoT、AI等によるO&M技術の進歩などが生じたこと（技術的要因）、③規模の経済と学習効果により、洋上風力産業のサプライチェーンが成熟したこと（経済的要因）、④脱炭素化と持続可能な発展の理念が次第に浸透し、地球環境や社会環境に配慮しない投資行動はリスクが高く、経済合理性がないと考えられるようになり、再エネセクターに資金が集まりやすくなってきたこと（理念的要因）、などが考えられる。

英国など欧州の洋上風力先進国と日本が決定的に異なるのは、海洋石油・ガス開発に関連する産業の有無である。海底油田・ガス田がほとんど存在しない日本では、海洋作業のノウハウの取得や、作業に必要となる各種船舶の調達には困難が伴う。また、制度・政策面での違いとして、英国では沿岸から12海里（約22メートル）の海域の海底と海底資源は王室の所有財産であり、これを管理するクラウン・エステートの経済的活動により、洋上風力発電のための海域設定が円滑に行われるという特殊事情がある。欧州での漁業権をめぐる課題については、利害関係者間の協議の手順を明確に定めたり、補償の基準を定めたりと、ある程度、制度的な枠組みが定まっている。同様に系統への接続についても、欧州では発送電分離⁸が進み、電力市場が発達し

ているため、低コストの電力から調達されるという市場原理が働く。さらに、系統接続の明確なルールを設定し、柔軟に運用するなどして、再エネ普及を主眼とする各国のエネルギー・環境政策に適合する体制づくりが長年にわたり進められてきた。ようやく再エネが主力電源化されたことで、日本でも遅まきながらこうした体制づくりに向けた動きが始まっているが、今後、さらに政策当局が取り組んでゆかなければならない課題は山積している。

4. 英国ハル市とハンバー地域の事例

洋上風力発電産業の拡大が、急速な地域再生の原動力になっていることで注目を集めているのが英国イングランド北東部、北海に注ぐハンバー（Humber）川河口近くの北岸に

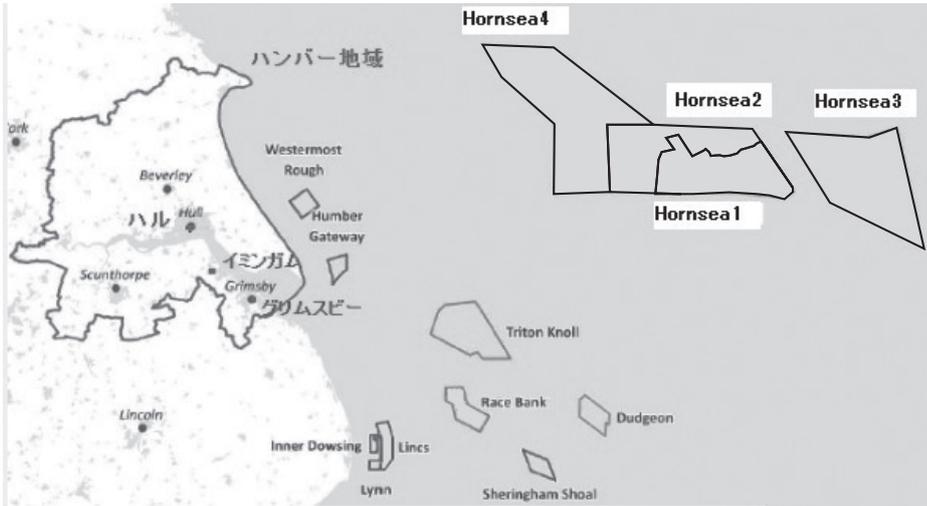
（図表8）キングストン・アポン・ハル市の位置



（出所）Aura/University of Hull プレゼンテーション資料、2019年6月6日

8 欧州では2003年にEU指令による発送電の法的分離が行われ、2009年には一歩進んだ、所有権分離を含むEU指令が出ている。現在、英国、スペイン、イタリア、北欧諸国などで所有権分離が導入されている。

(図表9) ハル、グリムズビー、イミンガムとハンバー地域、並びに同地域沖の洋上風力発電プロジェクト



(出所) DONG Energy “Impact of DONG Energy Investments in the Humber Area” Nov.2015を筆者加工

(図表10) 英国港湾の取扱高トップ5

(単位: 百万トン)

	2016		2017		
	Million Tonnes	Rank	Million Tonnes	Rank	
Grimsby & Immingham	54.4	1	54.0	1	Grimsby & Immingham
London	50.4	2	49.9	2	London
Southampton	36.0	3	34.5	3	Southampton
Milford Haven	34.8	4	32.5	5	Liverpool
Liverpool	31.9	5	32.0	4	Milford Haven

(出所) Department of Transport “Annual Port Freight Statistics 2017”, 22 Aug. 2018

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/762200/port-freight-statistics-2017.pdf

位置する港湾都市キングストン・アポン・ハル (Kingston upon Hull、以下、ハル (図表8)) とハンバー川河口地域一帯である。同地域には2000年以降、英国で貨物の取扱高が最大 (トンベース) の港湾であるグリムズビー (Grimsby) とイミンガム (Immingham) の2港が含まれる (図表9)。両港を合わせ

た2017年の取扱高は約54万トンで、英国全体の11%強を占めている (図表10)。10年前であれば、今や洋上風力産業による地域再生の代名詞ともなっているドイツの港湾都市ブレーマーハーフェン (人口およそ115万人、2016年)⁹に学べと関係者が視察に列をなしたが、今やハルとハンバー地域に倣えと、訪問者が絶えない。

人口約26万人のハル市 (2016年) は、かつてトロール船漁業の漁港として栄えた町で、1969年は水揚高 (約22万トン) で首位を占め、ハルを含むハンバー地域 (人口約92万人、2016年) では英国名物のフィッシュ・アンド・チップス用のタラを始めとする水産加工や造船・修繕、化学・精油などの産業が発達していた。しかし、1950年代後半から20年にわたり英国とアイスランドは漁業権や領海拡大をめぐって対立し、最終的に英国が大きな譲歩を余儀なくされた結果、漁業が劇的に衰退した。さらに合理化の波に洗われ、関連する造船業も廃れた。同地域はその後低迷の時期を迎え、ハルは高い失業率と犯罪率、低所得、

9 ブレーマーハーフェンはブレーメンとともに「自由ハンザ都市ブレーメン」(ブレーメン州)を構成しており、ブレーメン州の人口は約54.8万人 (2016年)。主力産業の造船業を1980年代後半から、次いで東西冷戦の終結により在留米軍を失い経済が急激に悪化したが、2000年代初頭から洋上風力発電による復興をめざし、奇跡の回復を遂げた。

人口減等で長期にわたり英国の最貧都市のひとつに名を連ねてきた。

こうした中で2010年代半ばから、急拡大する北海の洋上風力発電事業の拠点港として最適なロケーションにあるハンバー地域は、既存の北海油田・ガス田開発関連のサプライチェーンが洋上風力発電に転用できることもあり、未来志向で低炭素型産業の恩恵を受けることとなった。

2014年3月、洋上風力分野における最大手の風車メーカーであるSiemens（当時）が1億6,000万ポンド（216億円）を投じて、ハル港のアレクサンドラ・ドックに風車のタービン（ナセル）製造・組立工場の建設を、また、同社のパートナーとして、1983年の英国港湾民営化後にハンバー地域の港湾の管理運営を引き継いでいたAssociated British Ports Holdings（ABP）が1億5,000万ポンド（203億円）を投資し、拠点港として必要となる港湾の整備を行うことが最終決定した。その後、Siemensの工場は風車のブレード製造用に変更となったものの、2016年末に完成した。

このような大規模投資により、地域には1,000名を超える直接雇用が創出され¹⁰、長期的な建設、O&Mサービスへの需要が生まれ、洋上風力産業へのサプライチェーンが構築されてゆくこととなった。

ハンバー地域沖合に大型プロジェクトを抱え、同じくハンバー地域の港を拠点港のひとつとして使用するデンマークの国営電力会社であり、最大手の洋上風力開発事業者でもあ

るOrsted（IHDONG Energy）は、2015年11月の調査レポートで、同社の既存の事業サイト開発に関連して2013年から2019年の間に10億ポンド（1,350億円）がハンバー地域のビジネスと雇用のために投じられることになり、さらに、同社が新たに獲得した事業サイトへの投資も続くため、2030年までの同地域への投資は、12億1,000万ポンド（1,634億円）の付加価値を生み、2015年から2020年の間は平均して年間1,600名の雇用が、その後はO&Mに携わる500名の長期雇用が確保される、などと推定している¹¹。

しかし、Siemensが投資決定に至るまでには紆余曲折があり、2010年に基本合意書（MOU）が交わされてから調印まで4年もの歳月が流れた。この間ハンバー地域では、基本合意後すぐに、市議会（ハル市議会とヨークシャー東ライディング市議会）やABP、ハル大学などの関係者による連携組織であるグリーンポート・ハル（Green Port Hull、GPH）が正式に発足（2010年）し、誘致に向けて積極的に基盤づくりを行った。

GPHはハンバー地域を、洋上風力のみならず、その他の再エネをも含む世界的な再エネセンターとして確立するという目標のもと、政府の地域成長基金（Regional Growth Fund）などを受け、長期間、低迷を続けていた同地域に欠けていたビジネス環境整備の一環として、技能訓練、スキルアップ、サプライチェーン構築のための企業支援、研究開

10 University of Hull Webサイト “Impact of Green Port Hull boosts Growth of the Local Economy” , 1 Dec. 2017
<https://www.hull.ac.uk/work-with-us/more/media-centre/news/2017/impact-of-green-port-hull-boosts-growth-of-local-economy.aspx>

11 DONG Energy “Impact of DONG Energy Investments in the Humber Area” Nov.2015

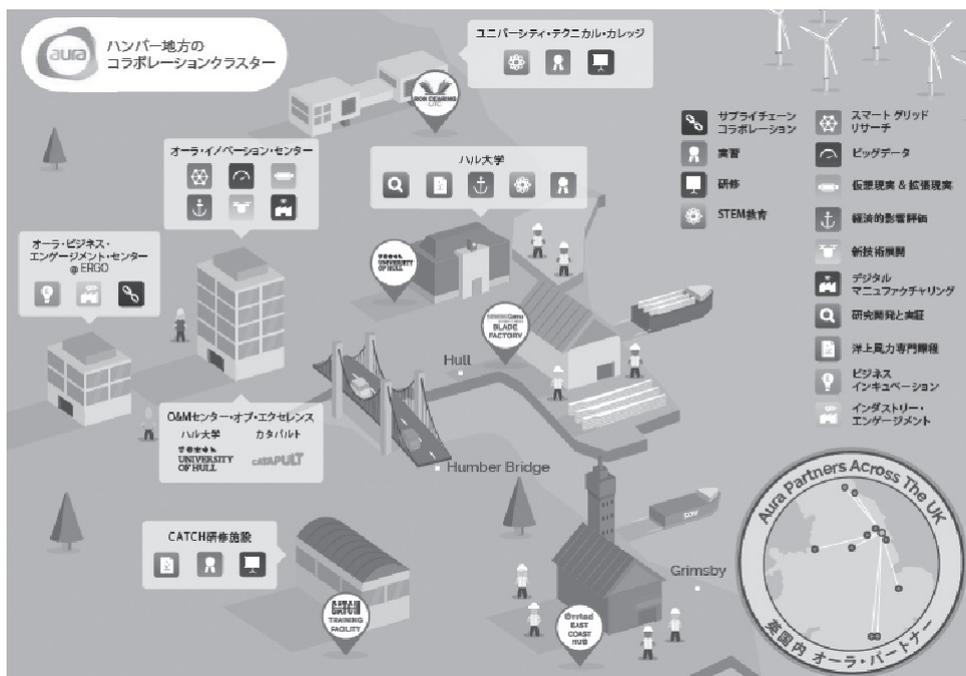
発などを行い、Siemensによる大規模投資の機会を確実なものとする原動力となった¹²。

2016年になると、地域クラスター並びに英国が、今後も洋上風力分野において優位性を維持し続けることを目指し、Auraプロジェクトが立ち上がった。Auraは、ハル大学が推進する官民学のコンソーシアムで、地域クラスターの競争力維持・向上のために、低炭素エネルギー分野における①企業へのビジネス支援、②将来に向けての人材育成、③研究開発とイノベーション¹³、に注力する。メンバーとして準公的機関である地方企業パートナーシップ¹⁴（ハンバー地方企業パートナー

シップ）、風車メーカー（Siemens Gamesa¹⁵）、事業開発者（Orsted、Engie）、大学（ダーラム大学、シェフィールド大学）、研究所（OREカタパルト¹⁶、国立海洋研究所）、GPH、研修プロバイダー（CATCH）、などが連携し、精力的な活動を行っている（図表11）。

ハンバー地域が一体となった取り組みの成果のひとつとして米国への進出がある。本年5月には、Auraおよび同地域で海洋事業に携わる200超の地元企業からなるチーム・ハンバー・マリーナ・アライアンス（Team Humber Marine Alliance、THMA）が、洋

（図表11）ハンバー地域の地域クラスター



（出所）英国政府「産業政策 洋上風力産業政略」2019年3月

12 University of Hull “The History of the Siemens-ABP Investment in Hull”

13 スマートグリッド、ビッグデータ、仮想現実（仮想世界に現実を反映させる技術）や拡張現実（現実を仮想世界を反映させる技術）、デジタルマニュファクチャリング（製造工程のデジタル化）などを含む。

14 地方自治体と地域経済の優先事項を決定し、経済成長と雇用創出を促進するため、2011年に創設された自治体と私企業との自主的なパートナーシップ。

15 Siemensは2017年4月にスペインの大手風車メーカー Gamesaと合併した。

16 2013年に設立された非営利の政府系機関で、洋上風力と海洋エネルギー分野における技術開発、応用研究および国内のサプライチェーンの発展に取り組む。

上風力としては米国初であり、唯一、商用運転をおこなっているロードアイランド島沖「ブロック島風力発電所」(30MW、6 MW×5基、GE製風車)の地で、地域経済支援や活性化に携わる準公的機関のロードアイランド・コマース・コーポレーション(Rhode Island Commerce Corporation、RICC)とコンサルティング契約を結んだ。今後数年にわたり、AuraとTHMAはRICCのために洋上風力戦略を立案し、調査分析をおこない、地域クラスターやサプライチェーン構築のノウハウを伝授する。

THMAは米国市場が今後ハンバー地域の企業にとって極めて有望な輸出先になることを見越して、3年前から米国の各地域と地域間交流を深めていた。今回、地道な活動が実を結び、Aura/THMAはRICCの入札で契約を勝ち取ることになった。このような成果は、地域に単なる経済的な利益をもたらすのみならず、ハンバー地域クラスターの知見が世界的に認知された証しともなっている。

5. 福岡県北九州市と洋上風力発電

日本で洋上風力発電産業の拠点となるべく計画的な準備を行っている自治体の筆頭に挙げられるのは北九州市である。同市は1963年に5市(門司、小倉、若松、八幡、戸畑)の対等合併によって誕生し、488km²に人口約96万人を擁する政令指定都市で、福岡県の北部に位置し、北と東を海に囲まれ、九州の玄関口として栄えた歴史を持つ。1901年(明治34年)には官営製鉄所(のちの八幡製鉄所)が設置され、日本最大の鉄鋼供給地となり工業化が進んだ。戦後は鉄鋼・金属などの重工業を中心に発展し、高度経済成長の原動力となった。

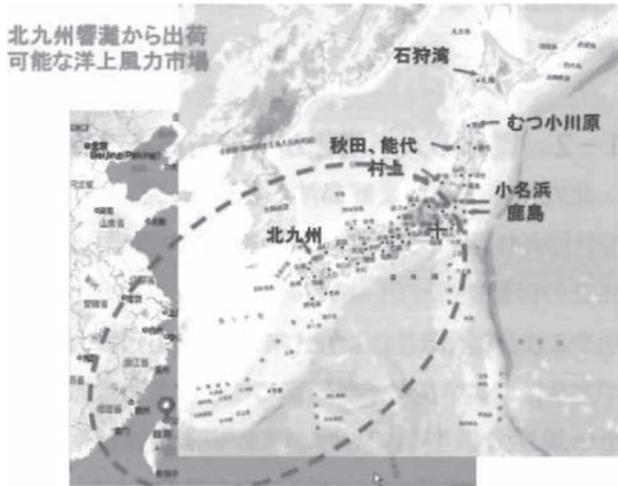
主要産業は製鉄所、化学、セメント、陶器、自動車などであるが、2000年代には製造業からサービス業への産業構造の転換が進んでいる。1950~60年代に深刻な環境汚染を住民、企業、行政が一体となって克服した歴史があり、こうした経験から地域に環境関連技術が蓄積されている。現在は国から承認をうけた

(図表12) 洋上風力発電の基地港を目指す響灘地区



(出所) 北九州市Webサイト
<https://www.city.kitakyushu.lg.jp/page/dayori/170401/special/special.html>

(図表13) 響灘港から集荷が可能となる洋上風力市場



(出所) 岩本 晃一「北九州市響灘地区洋上風力産業拠点の形成による地域振興・雇用創出」九州経済調査月報 2018年10月号

第一号の「エコタウン」¹⁷のひとつとして、エコビジネスの集積が進んでおり、地域住民も環境意識が高い。

北九州市の海に面した響灘地区には広大な未利用地が存在し、充実した港湾インフラがある(図表12)。加えて、響灘港からは西日本のみならず、朝鮮半島や台湾まで出荷可能な市場となる(図表13)。そこで、こうした地域特性と地の利を生かし、今後、大きな成長が見込まれる風力発電関連産業の総合拠点の形成を進めることになった。

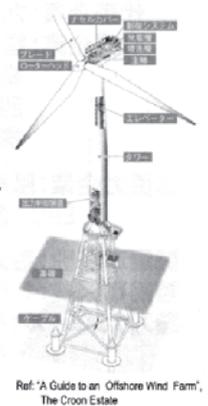
「グリーンエネルギーポートひびき」と名付けられた2,000ヘクタールに及ぶ響灘地区の拠点には18基、合計で約3万5,000kW(35MW)の風車が設置されており、16基は陸上風力、1基は着床式洋上風力発電

(2,000kW)、もう1基は浮体式洋上風力発電設備(3,000kW)である。加えて、響灘海域に洋上ウィンドファーム設置予定エリアを設け、2016年8月に公募による誘致を開始し、翌2017年2月に事業者として「ひびきウィンドエネルギー株式会社」(代表企業：九電みらいエネルギー、構成企業：電源開発、北拓、西部瓦斯及び九電工)を占用予定者として選定した。プロジェクト規模は最大で22万kW(5,000kW風車で44基)、総事業費1,750億円程度で、2022年の着工を予定している。

港湾や道路、工業団地、人材教育施設、研究所などの様々なインフラ整備が必要となる洋上風力発電事業の推進には、地元で一定の産業集積があり、かつ、自治体が地域活性化を強く主導することが不可欠となるが、同地域にはこうした素地もあり(図表14)、事業が拡大してゆけばサプライチェーンの確立に

(図表14) 北九州市内の企業が参画可能と考えられる洋上風力発電産業に関わる業種

風車	ナセル	発電機、インバータ、増速機、主軸、ベアリング
	ブレード	組立て、塗装
	タワー	組立て、防錆処理、塗装
	基礎	組立て、防錆処理、塗装
	変電設備	製造(電気設備他)
	ケーブル	製造
工事	調査	調査船、航空機
	設置	設置船、作業船、敷設船、水中ロボット
	撤去	作業船、警戒船
O&M	維持管理	作業船、交通船、ヘリコプター
	研修	O&M研修、洋上サバイバル訓練
物流	海運	運送、積卸し、積み込み、積装、積出し
	陸運	運送、積卸し、積み込み、積装、積出し
	保管	ヤード保管、倉庫保管、通関、検数



(出所) 北九州市環境局資料「北九州市のエネルギー政策」2019年2月20日を加工

17 地域の廃棄物を様々な利活用することで最終的にこれをゼロとする循環型社会の構築と環境調和型のまちづくりを目指す地方自治体の「エコタウンプラン」を国が承認し支援する制度で、北九州エコタウンは1997年に川崎市、長野県飯田市、岐阜県とともに第1号の承認を受けた。

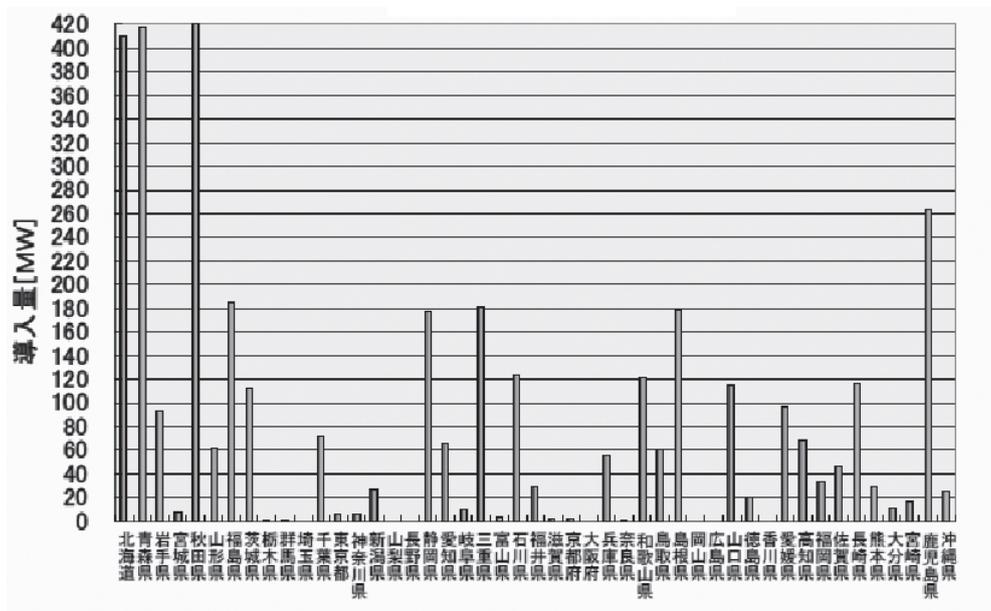
あたっの大きなアドバンテージとなる。

北九州市が目指すのは、ブレーマーハーフェンのような拠点港であるが、後発のハルヤハンバー地域が、ソフトインフラに力点を置きつつ、欧州地域の新たなハブとして成長している手法には見習うべきものがある。すでにアジアでは中国、台湾、韓国など、製造業に強い東アジア各国が我が国より一足先に洋上風力産業へ本格参入し、そのプレゼンスを高めつつある。また、競争力をもった欧州企業が、ブルーオーシャンを求めてアジア洋上風力市場への進出を加速させている。こうした中で、今後はハードインフラの整備のみならず、ソフトパワーの蓄積がますます重要性を増してゆくと予想される。

6. 秋田県と洋上風力発電

インフラ整備では北九州市に遅れをとるものの、目下、洋上風力発電の開発に、県内外の関係者が殺到しているのが秋田県である。再エネ資源に恵まれる同県内では、様々な分野のプロジェクトが数多く進行しており、県は秋田を国内最大級の再エネ供給基地とし、関連産業集積による地域経済活性化と雇用創出を目指している。とりわけ風況に恵まれていることもあり、近年は陸上風力発電の導入が目覚ましく、2018年末の累積導入量は42万kW(420MW)と昨年の35万5,000kW(355MW)から約18%(65MW)増加し、2017年に首位であった青森県を抜いて全国1位となった¹⁸(図表15)。

(図表15) 日本の風力発電都道府県別導入量 (2018年末現在)



(出所) 一般社団法人日本風力発電協会「日本の風力発電導入量 (2018年末時点:速報)」
2019年2月4日

18 2018年末で2位の青森県は418MW、3位の北海道は409MW。

秋田県の行政や地元企業を突き動かしているのは強い危機感だ。同県では日本一の速度で人口減少が進んでおり、100万人を切るのは目前となっている¹⁹。過去に地域を支えてきた非鉄鉱業や石油産業が縮小し、県内総生産（GDP）²⁰は東北6件中最低で、全国47都道府県中でも和歌山県に続く40位に沈んでいる。

こうした地域の地盤沈下を憂い、警鐘を鳴らした人たち²¹の信念とリーダーシップの下、

(図表16) 秋田県で環境アセスメント手続中の洋上風力発電事業（2019年7月22日現在）

事業名	規模 (万kW)	事業者	
(仮称) 秋田港 洋上風力発電事業	5.46	丸紅など	①
(仮称) 能代港 洋上風力発電事業	8.82	丸紅など	②
(仮称) 秋田県北部 洋上風力発電事業	45.50	大林組	③
(仮称) 秋田県由利本荘市沖 洋上風力発電事業	100.00	レノバなど	④
(仮称) 八峰能代沖 洋上風力発電事業	18.00	ジャパン・リニュー アブル・エナジー	⑤
(仮称) 秋田中央海域 洋上風力発電事業	50.00	ウエンティ・ ジャパンなど	⑥
(仮称) 秋田 洋上風力発電事業	150.10	日本風力開発	⑦
(仮称) 能代・三種・男鹿沖 洋上風力発電事業	54.00	住友商事	⑧
合計	431.88		

(出所) 秋田県Webページから筆者作成

(注) ①～⑦に関しては、図表17の①～⑦に対応

風力を地域再生の鍵とするため、秋田の地元資本で風力発電事業者を作るという目標に向けての努力が、2012年に株式会社ウエンティ・ジャパンの創設として結実し²²、また、地元の北都銀行を、地域企業のリスクを引き受けプロジェクトファイナンス（プロファイ）²³を手掛ける、小規模な地方銀行としては異色の存在に変えた。

県内では、秋田港湾内と能代港湾内、そして一般海域で6件と、合計で8件の環境アセスメント（以下、環境アセス²⁴）手続きがおこなわれている（図表16）。

秋田港・能代港の港湾区域（次頁図表17の①、②）での洋上風力発電事業は、県が海域を指定の上で事業者を公募し、2015年2月5日に丸紅が選定された²⁵。着床式洋上風力発電所で運転開始予定は2022年末となっている。

2016年7月には丸紅に加えて、大林組、東北電力の完全子会社で再エネを手掛ける東北自然エネルギー、風力発電専門会社のエコ・パワー²⁶、秋田銀行、関西電力、中部電力、さらに地元企業の大森建設、秋木製鋼、加藤

19 秋田県で人口が最多の市は秋田市（約31万人）で、能代市は約5万3,000人で6位、潟上市は約3万2,000人で8位となっている（2019年1月1日現在）。

20 2015年度における秋田県のGDPは前年度比0.5%増の3兆3,669億円で、日本のGDPの0.62%。内閣府「平成27年度県民経済計算」、2018年8月31日公表

21 東京からのUターン組である、現ウエンティ・ジャパン社長の佐藤裕之氏や北都銀行の故町田睿会長など。

22 2013年には地域の風資源を地元で有効活用するために、100社を超える企業等による秋田風力発電コンソーシアム「秋田風作戦」も立ち上げた。

23 担保を取って融資を行う通常のコーポレートファイナンスではなく、事業からの収益のみを融資返済の原資とするプロファイは、案件に対する専門的な知識が必要となり、大手地銀でも手掛けるところは少ない。

24 環境アセスは大規模な開発事業の実施において、適切に環境配慮がなされるよう行われる一連の手続き（環境への影響の予測・評価、住民や関係自治体などからの意見聴取、専門家による内容審査等）。現在のところ、風力発電では1万kW以上の案件で実施が義務付けられており、7500kW以上の場合には必要か否が個別に判断される。風力発電拡大における障害のひとつとなっており、アセスにかかる期間（通常4年程度）の短縮や規模要件の緩和が議論されている。

25 港湾区域内【港湾管理者（地方公共団体など）の権限が及ぶ水域】については、洋上風力発電設備の導入を円滑に行えるよう港湾法が改正され、公募により管理者の選定した事業者が最長20年間、指定された海域を占有することが可能になった（2016年7月施行）。

26 エコ・パワー株式会社は2019年4月1日にコスモエネルギーホールディングスの完全子会社となり、7月1日付で社名をコスモエコパワー株式会社に変更した。

(図表17) 秋田県内で計画される洋上風力発電の概要
 (「丸紅など」は港湾内、その他は一般海域)



(出所) 秋田魁新報 (2019年6月1日) を参考に筆者作成

建設、寒風（石材・建設会社）、協和石油、沢木組、三共（風力発電の修理、保守管理）の合計14社が、同年4月に丸紅が設立した特別目的会社（SPC）である「秋田洋上風力発電株式会社」に出資し、共同で開発可能性調査を行うことになった。本事業は東北電力（ただし子会社経由）、関西電力、中部電力の大手電力会社3社がともに出資するという珍しいプロジェクトで、再エネには消極的という感のあった既存の電力会社も、将来を見据えて、事業方針を転換していかなければならない状況の表れとなっている。

2018年2月7日には環境アセスの最終段階

である準備書が提出され、地域住民への住民説明会等も始まったが、当初は2019年3月に予定されていた事業化決定の判断を、今秋まで延期することになった。「事業の許認可など国内でまだルールが作られていない部分」があることなどが理由とされている²⁷。

一般海域については、洋上新法の施行により、今後、さらに計画が増える可能性もあるが、2018年末までに3事業、2019年に入ってから3事業が環境アセスを開始している。計画は大規模化しており、設備導入予定量は合計で432万kW（4.32GW）と、同県のこれまでの陸上風力累積導入量の10倍を超える。

能代市、三種町、男鹿市の沖合（秋田県北部沖）では大林組が45万5,000kW（455MW）、120基規模を（③）、由利本荘市の沖合ではレノバがエコ・パワー及びJ R東日本エネルギー開発と共に100万kW（1GW）、140基規模を（④）、能代市・八峰町の沖合ではジャパン・リニューアブル・エナジーが18万kW（180MW）規模を（⑤）計画している。由利本荘市沖の案件には今年3月に入って東北電力が出資を表明したが、これは同社として初めての風力発電開発への参画となる。

本年2月にはウェンティ・ジャパン、エコ・パワー、三菱商事パワーの3社が50万kW（500MW）規模を秋田市、潟上市沖合で（⑥）、また日本風力開発株式会社が150.1万kW（1.501GW）、158基規模を八峰町、能代市、三種町、男鹿市の沿岸域および沖合で（⑦）申請しているが、5月末には住友商事が、大林組と日本風力開発が参画を表明している海

27 秋田魁新報記事、2019年3月22日

域で、54万kW（540MW）、50基の事業を計画していることが明らかになった（⑧）。日本風力開発および住友商事の案件は、実現すれば現状では最新の10MW級風車の導入となる。

日本国内での県外資本との競争のみならず、確立した技術とノウハウの販路を拡大しようとアジア市場に攻勢をかけてくる欧米企業との競争の中で、現状では洋上風力発電に関連する産業集積がほとんどなく、港湾整備もこれからの状況で、今後、どこまで地元主導の体制作りが出来るかは大きなチャレンジとなる。

陸上風力案件では、目下、潟上市の沿岸部を中心に、地元企業主導で2つの大規模風力発電所の建設が進む。出戸浜海水浴場の南北には県の保安林が続いている。この南側のエリアに整備される「秋田潟上ウインドファーム発電所」（65.99MW、約3,000kW×22基、総事業費およそ190億円）は地元のウェンティ・ジャパン及び県外の三菱商事パワー（三菱商事の100%子会社）とシーテック（中部電力グループ会社）の3社による事業²⁸で、北側に整備される「A-WINDかたがみ風力発電所」（39.95MW、2,300kW×17基、総事業費およそ156億円）は地元企業を中心となって設立したA-WIND ENERGY²⁹によるプロジェクトである（図表18）。前者は米GE製、後者は独ENERCON製の風車を採用する。

本来であれば作業効率やコスト、将来にわたっての保守管理等の面から見て、地元主導かつ広域連携による大規模開発が望ましいと

（図表18）秋田県有の保安林に建設中の風力発電所の位置



（出所）秋田魁新報社（2017年10月6日）を参考に筆者作成

考えられていた事業だが、最終的には地域内の利害調整や確執もあり、2つの別個の事業に分割されてしまったと言われている。そのため選定された風車メーカーも別々になっているようだが、こうした状況は地域にとって好ましくない。ハルやハンバー地域の経験からみても、広く県内の多様な分野のプレーヤーと柔軟に連携してゆくことが、成功の秘訣だ。

28 3社による合同会社への出資比率はウェンティ・ジャパン51.0%、三菱商事パワー 43.9%、シーテック5.1%。
29 大館製作所、タプロス、千代田興業、千代田電気工業、日本電機興業、秋田銀行が中心となり設立。

7. 長崎県五島市と洋上風力発電

製造業の基盤はほとんどない小さな離島であるにも関わらず、長崎県五島市では2016年から日本で初めて、洋上風力分野の次世代を行く浮体式の発電設備（2,000kW×1基）が商用運転されている。浮体式は世界で開発競争が進んでいるが、運転を開始しているプロジェクトは10に満たず、複数基の規模で商用運転を行っているのは北欧最大のエネルギー会社であるノルウェーのEquinor（旧Statoil）が英国スコットランド沖で手掛けるHywind Scotland（6,000kW×5基で30MW、2017年）のみである。

長崎県五島市は、県の西方海上約100kmに位置し、大小152の島々からなる五島列島の南西部にあり、総面積は420.10km²、11の有人島と52の無人島で構成されている（図表19）。気候は対馬海流の影響をうけて比較的温暖だが、台風が頻発し年間降雨量も多い。人口は3万6,814人（2019年5月末現在、世帯数2万弱）となっており、1955年の9万2,000人弱をピークに減少の一途をたどっている。主要な産業である農業と漁業は、若者の都会への流失により担い手が減少する一方で、高齢化が進む。

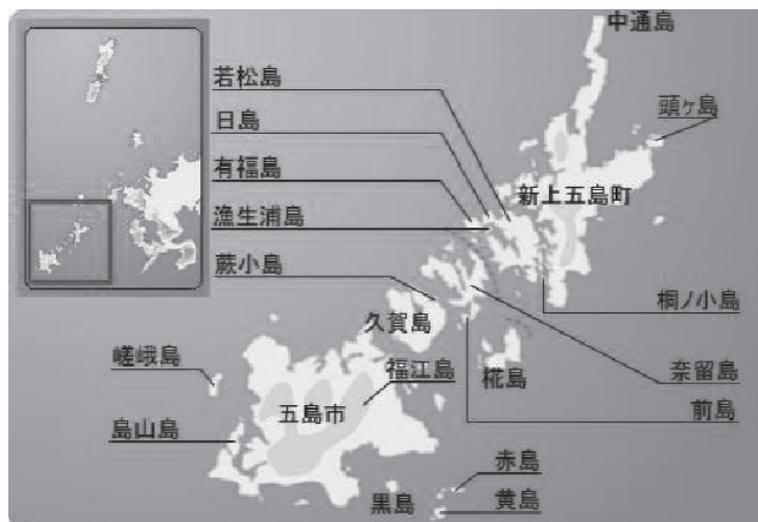
危機感を募らせていた五島市では、海に囲まれ、年間を通して強い風が吹く島の特性を活かした自然エネルギー開発による島の活性化を模索していた。一方、欧州などと違って遠浅の海域は少ないが、風力のポ

テンシャルには恵まれている島国である日本に適した、水深100m以上の海域用の浮体式洋上風力発電設備の可能性を実地で試したい、と適地を探していた戸田建設グループとの思いが一致した。

洋上風力発電事業では最大の課題となる漁業従事者の理解だが、五島市の場合、戸田建設グループから打診があった当時の市議会議長は市議会の議長は、10か所ある漁業協同組合を代表する五島漁業協同組合の会長でもあり、衰退してゆく五島の漁業を憂い、漁業と共栄できる新たな事業モデルを思考していた。そうした中で、五島市が日本初の浮体式洋上風力発電事業に参画することを大きなチャンスと受け止め、漁業関係者のとりまとめ役を担った。

こうした出会いと3者の強い信頼関係の下で、長い時間をかけた地域住民や漁業関係者との地道な対話と説明の積み重ねにより、大方の理解が得られ、五島市の椀島沖海域での実証事業が実現し（2010～15年環境省補助

（図表19）長崎県五島市椀島と福江島の位置



（出所）長崎県Webサイト「ながさきのしま」

(図表20)

実証実験時の風車の位置（星印）と
終了後の移設先（丸印）

風車全景（撮影：西山芳一氏）



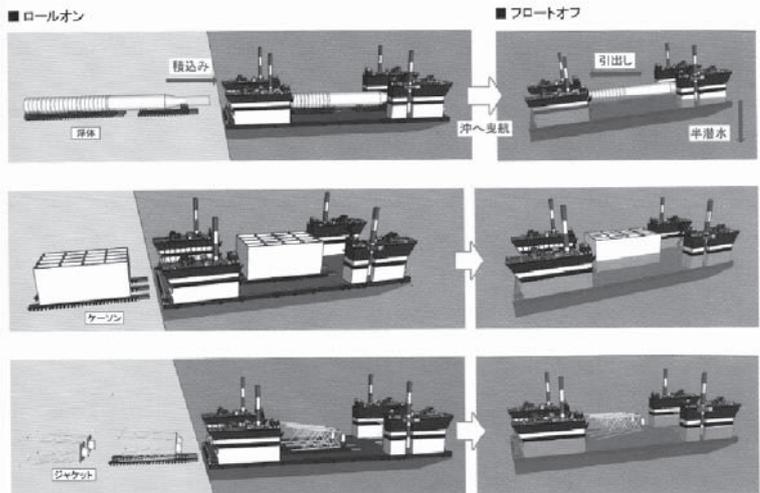
(出所) 戸田建設株式会社プレスリリース、2016年4月5日

事業)、2,000kW級の風車（日立製）を搭載した商用規模の浮体式洋上風力発電施設の設置と実証運転に成功した（図表20）。

(図表21) フロートレイザーでの「積み込み（ロールオン）」と「浮上・進水（フロートオフ）」の手順

この浮体はハイブリッドスパー型³⁰と呼ばれる細長い円筒形のもので、上部は鋼、下部はコンクリートから出来ている。水圧や海水・錆に強く、鋼に比べて安価で成形も容易なコンクリートを使用することでコストダウンを図った。土木工事の現場で普通につかわれている下水道の管や地下鉄のトンネルと同じような中が空洞の構造物なので、耐久性は実証済みであり、ローテクのため地元で製造できる。

着床式とは異なり、浮体式の浮体部分は進水させれば自然に浮いて立ち上がる。そこで



(出所) オフショア ウィンドファーム コンストラクション株式会社資料

戸田建設グループは、比較的ローテクかつ安価な台船（半潜水型スパット台船「フロートレイザー（FLOAT RAISER）」³¹）を開発し（図表21）、全国のどこにでもあるタグボートや作業船を、必要なときにだけ調達してき

30 九州大学・戸田建設のグループが開発。

31 戸田建設と吉田組の共同出資会社であるオフショアウィンドファームコンストラクション合同会社が、環境省の「低炭素型浮体式洋上風力発電低コスト化・普及促進事業」（事業期間2016年～2018年度）の補助を受けて建造。

て使えばよい建造方式も考案した。出来る限りの仕事は陸で済ませ、洋上での作業時間を極力短縮し、コスト削減を図る工夫の一環だ。

この方式での浮体式施設建設では、特別に大規模な拠点港の整備などを必要とせず、通常の岸壁でも多少の改修工事などをおこなうだけで建設拠点として使用することができ、地元の建設業者らに様々な仕事を創出できるという。

「はえんかせ³²」と名付けられた同施設は実証事業終了後、撤去解体される予定であったが、地元からは風車を残せ、と反対の声が上がった。そのため、五島市が所有し、戸田建設が全額出資子会社の五島フローティングウインドパワーを通じて管理・運転を行っていくこととなり、発電設備は2016年に、杵島沖サイトから福江島崎山漁港の沖合5kmの海上に曳航された。現在、発電電力は海底ケーブルから福江島内の変電所を経由して九州電力の系統に連系され、福江島の住民に供給されており、同島の電力需要のおよそ10%を賄う規模となっている³³。

戸田建設は、福江島の沖合で最大10基・2万2,000kW（22MW）の浮体式洋上風力発電拡張事業を進めており、既に建設資金の一部として150億円をグリーンボンド（環境債）で調達している³⁴。100億円の企業枠も50億円の個人枠も、ほぼ瞬時に売り切れたという。環境アセスは2018年10月で終了しており、2020年の着工を予定している。工事にあたっ

て、浮体の鋼の部分は長崎県内の工場で、コンクリート部分は五島市の建設会社が製造する計画で、可能な限り地域経済への貢献に努める。一方、風車に関しては、2019年1月に日立製作所が風力発電機の製造中止を発表したため、発注済の2,000kW風車はそのまま日立製の使用を予定としているが、実証実験用のより大型風車については検討中となっている。

8. おわりに

日本にとって洋上風力発電は、これまでその開発に制約が大きかった分、今後に期待が持てる分野である。

洋上風力発電により活力を取り戻したハルとハンバー地域からの教訓は、様々な分野のプレーヤー間での柔軟なパートナーシップを通じて、次世代に向けた人材育成とイノベーションを可能にする洋上風力発電のエコシステム形成の重要性だ。

北九州市は広くアジア市場を見据え、拠点づくりに着々と布石を打っている。秋田県では陸海双方からの風力発電大量導入で、サプライチェーン構築による地域振興を見目指す。そして五島市は、小さな島から世界の最先端分野である浮体式洋上風力発電にローテクで挑みながら、低炭素エネルギーの地産地消によるエネルギー自立と漁業再生を模索している。

洋上風力発電は燃料費とCO₂ゼロで大量の電力供給を可能にできるところに大きな利点

32 地元の言葉で南風を意味する。

33 2,000kW級の風車の発電量はおよそ1,800世帯分。

34 企業向け100億円は2017年12月、個人向け50億円は2018年12月に募集された。

がある。五島市では島で使い切れない余剰電力で水を電気分解して水素を取り出し、島民の足を確保するための小型水素燃料電池船(図表22)で活用する脱炭素エネルギーの循環型社会システム実現にむけての実験も行った³⁵。今後は、様々な地域でその要請に応じた風力発電活用のアイデアが生まれてくるだろう。

(図表22) 五島市の水素燃料電池船「長吉丸」



(出所) 五島市Webページ「五島市の再生可能エネルギー情報」、2015年10月2日
<https://www.city.goto.nagasaki.jp/energy/020/010/020/20190122130314.html>

35 五島市杵島での実証実験時に設置した水素製造設備を、実験終了後、福江島に移転する予算がなかったため、現在のところ燃料電池船としては使われていない。