

洋上風力発電に見る英国の気候変動対策

(公財) 笹川平和財団海洋政策研究所 研究員 吉岡渚

1. はじめに

2019年6月、英国は2050年までに二酸化炭素排出をゼロにする「ネットゼロ」を法制化し、大きな話題となった。2020年には気候変動枠組条約締約国会議(COP26)の議長国を務めることから、英国における気候変動への取り組みに関心が集まる中、海に囲まれた英国の低炭素エネルギーとして、洋上風力発電に一層の期待が寄せられている。世界最大の洋上風力発電導入量を誇る英国は、どのように促進を進めてきたのか？本稿では、英国における洋上風力発電の最新動向について整理するとともに、その背景にある制度・政策について紹介する。とりわけ、再生可能エネルギー促進策として進められている差額決済方式(Contract for Difference Feed-in Tariff: CfD-FIT)に着目し、導入後の英国洋上風力発電市場を振り返る。浮体式洋上風力発電の胎動や、EU離脱(ブレグジット)成立を受け、英国における洋上風力発電を取り巻く状況がどのように変化するのかについて考察する。



英国Hornsea One洋上風力発電所
(出典：同発電所のWeb Site)

2. 英国における洋上風力発電の現況

2019年、英国では史上初めて再生可能エネルギーと化石燃料の発電量が逆転し、エネルギーミックスに占める再生可能エネルギーの割合は40%に拡大した¹。洋上風力発電は再生可能エネルギー発電量における24%を占める²など、海洋国家である英国において次世代低炭素エネルギーの要であるといえる。欧州風力エネルギー協会(WindEurope)の統計によると、2019年の欧州における洋上風力発電の導入量は3.6GWを超えた³。英国はそのうちの5割近くの1.7GWを新たに導入し、二番目のドイツ(1.1 GW)を上回り、三番目のデンマーク(374 MW)に大きく差をつけた⁴。英国における現在稼働中の洋上メガプロジェクトの数は世界最多の7か所であり、設備容量600MWを超えるLondon ArrayウィンドファームやWalney Extensionウィンドファームに加え、2019年2月には1.2GWの設備容量で世界最大級のオフショア風力発電所となるHornsea Project Oneが電力供給を開始した。また、これを拡張したHornsea Project Twoは2022年に完成予定である。さらに2020年1月には世界最大となるDogger Bankウィンドファームの建設が始まった。2023年に供給開始予定のDogger Bankの設備容量

¹ GOV.UK, UK Energy Statistics, Q3 2019, Retrieve from

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/853580/Press_Notice_Q3_2019.pdf

² GOV. UK, Digest of UK Energy Statistics(DUKES) 2019 Chapter 6: Renewable sources of energy, Retrieve from

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/840014/Chapter_6.pdf

³ Wind Europe, Offshore wind in Europe – key trends and statistics 2019, Retrieve from <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Offshore-Statistics-2019.pdf>

⁴ International Energy Agency, Offshore Wind Outlook 2019, published 25 October 2019.

は3.6GWに達し、450万世帯もの電力を賄うことが可能である。これらの実績から英国は欧州のみならず世界の洋上風力発電を牽引する存在であるといえる。

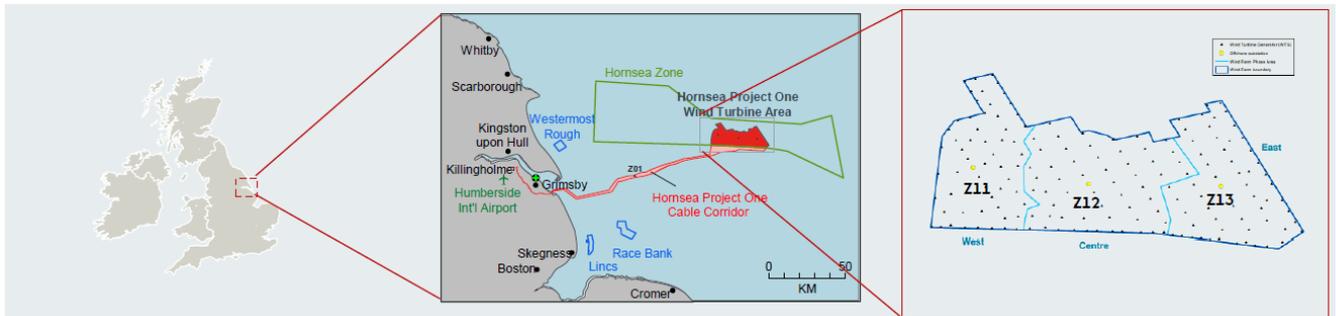


図1：Hornsea Project Oneの計画海域（Orsted資料より）

3. 英国の洋上風力発電に関する政策

2019年3月、英国政府は「洋上風力セクターディール（Offshore wind: Sector Deal）」⁵を公表し、洋上風力のサプライチェーン構築のために最大2億5000万ポンドを投じることや、競争力強化のための洋上風力発電成長パートナーシップの設立、さらには2022年までに技術開発費を70億ポンドまで引き上げることなどを掲げ、産業支援の強化を表明している。さらに2019年12月に行われた英国総選挙では、与党・保守党が2030年までに従来の30GWから40GW導入への目標引き上げを公約に掲げ、総選挙終了後に政府は正式に目標の引き上げを決定した。2019年の累積導入量は9.9GW⁶であることから、達成のためには現状から約4倍にする必要がある。

英国の洋上風力発電制度については、かつてのエネルギー・気候変動省(DECC)が管轄していたが、現在は2016年にビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)に統合している。また、洋上風力産業委員会 (Offshore Wind Industry Council)が政府・産業界の連携を担っており、各産業セクターの戦略策定や予算承認などを行っている。英国領海内の海底のリース権は英国王室領の管理法人であるクラウン・エステートが担っており、洋上風力発電施設等を建設するためには、クラウン・エステートよりリースを受ける必要がある。こうした体制のもと、2000年代から洋上風力発電の普及推進のための政策基盤が整備され、段階的に導入容量が拡大されてきた。クラウン・エステートはこれまでに合計3回洋上風力開発用地の入札を行っており、2019年10月には新たなリース権に係る4回目の入札ラウンドの募集を開始している。

2002年以降、英国政府はRenewables Obligation (RO) 制度と呼ばれる再生可能エネルギー導入義務制度によって再生可能エネルギー導入を進めてきた。2010年からは小規模発電設備（5MW以下）について固定価格買取（FIT）制度を併用してきたが、2019年3月をもって終了している。一方で、2013年のエネルギー法改正に基づいて2015年より差額決済方式(CfD-FIT)への移行を進め、2018年9月にはRO制度からの移行が完了した。CfD-FITは、賦課金による消費者負担の増大や、2008年に策定された気候変動法(Climate Change Act)などを背景に、2010年の電力市場改革（Electricity Market Reform）で提案された施策である。

⁵ GOV.UK, Industrial Strategy Offshore Wind Sector Deal, published 7 March 2019.

⁶ Ibid.

4. 市場型再生可能エネルギー促進制度 (CfD-FIT)

英国のCfD-FIT制度は、入札⁷を通じて政府が決定する買取最低価格（ストライク・プライスと呼ばれる）と実際に落札された卸電力価格との差額を補助金によって発電事業者に補填する（すなわち、ストライク・プライスが卸電力価格を上回っている場合に補助金が上乗せされ、下回っている場合には発電事業者が差分を払い戻す。）という点においてフィード・イン・プレミアム(FIP)型の再生可能エネルギー促進制度であるといえる。FIP制度とは、市場での卸電力価格にプレミアムとして補助金⁸の上乗せを行う仕組みであり、従来のFIT制度に代わる再生可能エネルギー促進策として近年欧州を中心に導入が進んでいる。英国に次いで洋上風力発電を導入しているドイツは、2012年よりFIP制度を採用している⁹。こうした市場型の再生可能エネルギー促進制度は、事業者に価格に応じた販売量の調整を促し、電力需給に合わせた再生可能エネルギー導入が期待できる。また、市場競争の促進や補助金の削減といったメリットがある¹⁰。英国のCfD-FIT制度は果たして洋上風力発電市場にどのような影響をもたらしたのだろうか。CfD-FITの入札公募（アロケーションラウンド）は政府が任命した系統運用者であるNational Grid社によって2年おきに実施されているが、過去の入札結果ではストライク・プライスが卸電力価格を下回る傾向にある。2019年9月に発表された第三回入札公募の結果¹¹では、いくつかの洋上風力発電事業で過去最低価格を記録し、英国では初めていわゆる補助金ゼロ事業が成立した。補助金ゼロ事業が意味するのは、卸電力価格での売電のみで収益性を成立させるとのことである。こうした補助金ゼロ事業の増加は、発電事業者間での競争の活性化と洋上風力の発電コストの低下を象徴している。

大幅なコスト低下は、補助金制度を含めた英国政府の細やかな制度整備の成果であるともいえるが、背景として建設コストの低下や、風車の大型化による工数の減少など、コストダウンを可能にする英国政府の継続的な技術支援やインフラ整備があったといえる。これら無しにコストの大幅な低下は実現しなかったといえるが、CfD-FITの導入によって従来を上回る急速なコストダウンが達成されたことには留意すべきである。

現在の入札にかかっている事業の操業開始は2023年頃と見込まれているが、その時点での市況によって最終的な投資判断が下される。補助金ゼロ事業はすなわち電力の市場リスクに直面することを意味し、発電事業者は補助金の代わりに電力販売契約(PPA)などを活用して自身のリスクを低減しなければならない。一方で、セクターディールを通じた産業界と政府の連携によって、ある程度の事業リスクは回避されるものと考えられる。発電事業者が最終投資判断に乗り出すのか、今後の注目が高まる。

⁷ 英国では電源別ではなく、再生可能エネルギー全体を2つのポット（ポット1：確立した技術、ポット2：未確立の技術）に分けて入札を行う。洋上風力はポット2に属する。

⁸ 買取総額から回避可能費用（再生可能エネルギー促進制度によって、買取義務者である電気事業者が支払いを免れた支出）分を減じたものを指し、消費者が電気事業者に対して支払う賦課金などが含まれる。英国では賦課金調整フレームワーク（Levy Control Framework）の下で、原子力を含む低炭素電源に対する補助総額の上限が設定されている。

⁹ FIP制度にはプレミアムの付加方法によって三つの種類（プレミアム変動型、プレミアム固定型、プレミアム固定型上下限付き）があるが、ドイツのFIP制度におけるプレミアムは、再生可能エネルギー電源毎の月平均市場価格を基に算定されるため、月単位で固定されたプレミアム変動型FIP制度ということになる。

¹⁰ 従来の固定価格買い取り制度(FIT)とFIP制度の違いについては、「総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会（第1回）資料4」が図解しているため、そちらを参照されたい。

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/saiene_shuryoku/001/pdf/001_008.pdf

¹¹ GOV.UK, Contracts for Difference (CfD) Allocation Round 3: results - revised 11 October, Retrieve from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/838914/cfd-ar3-results-corrected-111019.pdf

表1：英国の再生可能エネルギー促進制度と洋上風力発電

| 制度 | 導入年 | 買取期間 | 新規洋上風力発電プロジェクトの入札状況 |
|---------|-------|------|---|
| CfD-FIT | 2015年 | 15年 | <ul style="list-style-type: none"> ・2019年9月の入札で12個の再生可能エネルギー事業が決定。うち6つが洋上風力発電事業。 ・洋上風力発電事業の最低ストライク・プライスは（2012年の価格で）39.650£/MWh(52.48€/MWh)、最高ストライク・プライスは41.611£/MWh(55.08€/MWh)。 ・卸電力価格は政府試算で48.13£/MWh～51.23£/MWhになる見込。 |

5. 浮体式洋上風力発電への期待

既存の洋上風力発電所のほとんどが「着床式^{1 2}」であるが、水深の深い海域では設置が困難であるなど適地が限られてしまう。これに対し、新たに注目を集めているのが浮体構造物を利用する「浮体式」洋上風力発電機であり、我が国においても商業化のための実証実験が実施されている。浮体式洋上風力発電の商用化が本格化すれば、水深の深い海域においても発電が可能となり、洋上風力発電導入は格段に拡大すると考えられる。

英国においては、2017年スコットランド沖に30MWの電力供給量を持つHywind Scotland浮体式洋上風力発電所が稼働開始している。そのほか挙げられる浮体式洋上風力発電所として、ポルトガル沿岸のWindfloat Atlanticプロジェクトが2020年1月から稼働開始、同じポルトガル沿岸のWindfloat Atlanticプロジェクトフェーズ2およびノルウェー北海のHywind Tampenプロジェクトが計画されている。アイルランド南方に広がるケルト海は、スコットランド沖と並んで英国における浮体式洋上風力発電大規模開発の適地であると見込まれているが、2020年1月末に英国の研究機関であるオフショア再生可能エネルギーカタパルト（Offshore Renewable Energy Catapult: OREC）が公表した報告書では、ケルト海における浮体式洋上風力発電の経済効果は6億8千万ポンド以上、3200人以上の雇用を創出すると推計されている。

沖へ出ていく浮体式洋上風力発電は従来の着床式よりもコスト面、技術面での課題が残り、現状ではHywind Scotlandのような補助金を前提とした導入や、海底油田・ガス生産設備への電力供給のような非売電市場においてようやく経済性が確保できている。しかしながら欧州各国では浮体式洋上風力発電のグリッドパリティ（発電コストが既存電力コストを下回る状態）を目指し、大手会社が参画をはじめほどに市場機会の発掘が競争化しつつあることから、浮体式洋上風力発電に対する期待は高まっている。2018年には英国政府が技術・イノベーション推進策としてORECに対して5カ年で7,350万ポンドの資金提供を公表している。英国の2050年ネットゼロ、2030年40GW導入目標達成の後押しとなりうるのか今後も注目される。



図2：Hywind Scotland浮体式洋上風力

^{1 2} 一般的に水深50m程度以下の浅い海域の海底に支持構造物を設置し、その上に風車を固定して発電する方式。

6. EU離脱（ブレグジット）が洋上風力発電にもたらすもの

2020年1月31日、英国は正式にEUを離脱し、約11か月間の移行期間に入った。EU離脱に際して、EU法の不履行などによって生じる瑕疵を修正するための関連法令の修正措置が行われた^{1 3}が、これによってCfD-FIT制度などの運用が影響を受けることはない。また、移行期間中はEU市場と関税同盟には残留し、EUのエネルギー関連法案への準拠は続ける方針となっている。しかしながら依然として移行期間後の見通しは不透明であり、とりわけ、EUとの貿易協定に関する交渉の行方に注目が集まっている。

2020年2月4日、欧州風力エネルギー協会は報告「Brexit and wind energy: the current state of play」を公表し、短い移行期間中に自由貿易が成立するのに対して消極的な見方を示している。また、従来の国境を越えた移動の自由が廃止されることからウインドファーム操業を支えるエンジニアなどの人的資源の確保も難しくなるなど、英国のEU離脱が市場の分離を招き、人材、物資の移動制限による非効率化が生じさせてしまうことは洋上風力発電のさらなる促進においても懸念である。

7. 2050年ネットゼロに向けて

2017年、英国は国家戦略としての「グリーン成長戦略」を掲げ、温室効果ガスの削減と経済の成長を同時に達成してきた。再生可能エネルギーの中でも主力となる洋上風力発電においても、世界最大級のウインドファームを次々と稼働、建設し、世界を牽引している。2019年1月に英国政府が公表した海洋産業の長期戦略であるMarine 2050では、風力を筆頭とする洋上エネルギー普及促進のため、オフショア・ポートなどのインフラ強化に向けた制度的支援などが表明されている^{1 4}。2020年には気候変動枠組条約（UNFCCC）の下でパリ協定がよいよ実施され、英国は締約国会議（COP26）の議長国を務める。今年公表される予定の新たなエネルギー白書では、英国の気候変動緩和への高い野心が期待されるほか、洋上風力発電に関しても浮体式洋上風力発電やAI・ロボットを活用した管理・修理コストの削減、水素製造などの技術的イノベーション推進への言及の有無なども注目されている。EU離脱という岐路に立った英国が、将来への見通しが不確かな中でも長期的なビジョンから逆算した着実な洋上風力発電の推進と加速を実現し、2050年ネットゼロを達成していくのか、今後の進展が注目される。

謝 辞

本論考の執筆に当たり、ヒアリングにご協力いただきました一般社団法人日本風力発電協会上田悦紀氏に深謝いたします。

^{1 3} The Feed-in Tariffs and Contracts for Difference (Amendment) (EU Exit) Regulations 2018 (SI.2018/1092)

^{1 4} GOV.UK, Maritime 2050 Navigating the future, published 24 January 2019, Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/773178/maritime-2050.pdf