

運用資産としての洋上風力発電

目次

- I. はじめに
- II. 洋上風力発電の概要
- III. 各国の導入状況
- IV. 洋上風力発電のリスク評価
- V. 他の再生可能エネルギー発電とのリスク比較
- VI. まとめ

オルタナティブアセット運用部 顧問 荒澤 一之
インフラ運用課 渡邊 舜作

I. はじめに

地球温暖化問題への対応として、再生可能エネルギーの導入が各国で進められている。風力は太陽光と共に化石燃料に代わる電源として期待されているが、洋上風力発電は、陸上風力発電と異なり未だ欧州以外での導入実績はそれほど積み上がっていない。

最近になり、G7他各国が2050年までのカーボンニュートラル実現に向け温暖化対策の目標を引き上げ、電力システムの脱炭素化を更に進めようとしているところ、洋上風力発電の導入拡大方針が相次いで表明されている。洋上風力発電は、設備の改良・大型化が進み、広大な面積での設置も可能なことから、ひとつのプロジェクトが大規模となり、特にESG投資に重点を置く投資家にとって有力な投資対象となっていくことが予想される。

本稿では、ESG投資の運用資産としての洋上風力発電をとりあげ、その概要、導入見通しを概説するとともに、リスク評価上の留意点を整理する。

II. 洋上風力発電の概要

1. 基礎知識

風力発電は、風の運動エネルギーを風車(風力タービン)によって電気エネルギーに変換するものである。より強い風をより大きい面積の翼(ブレード)で受けることによって、より大きな電気エネルギーを得ることが可能となる。したがって、風の強い場所に大型の風車を設置することが重要となる。風力発電の風車は、普段は直接目にする機会は少ないものの、様々なメディア等で外観も含め紹介されるようになってきた。風車といっても伝統的なオランダの風車よりもずいぶんスリムで数十メートルから百メートルを超える高さのタワーに、これまたスリムな3枚程度のブレードが据え付けられたものである。ブレードの中心の軸は、

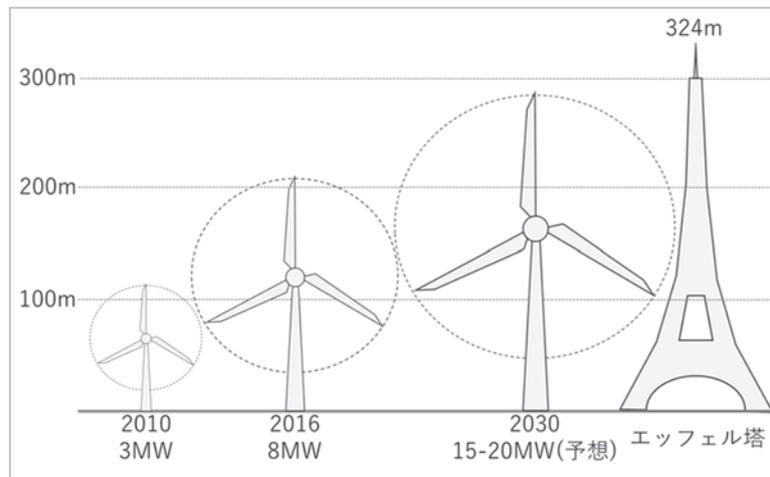
タワーの最上部に取り付けられたナセルと呼ばれる容器に格納された発電機に接続されている。多くの場合、ブレードやタワーを含め全体が真っ白であることも伝統的な風車とは異なる点である。

風力タービンは近年大型化しているものの、1基あたりの出力は、大型のガス火力タービンの10分の1にも満たない。ひとつの発電所は複数基の風車から構成されるのが通常であり、数十基になることもめずらしくなく、火力発電所等と比べてより広い面積の敷地が必要となる。

風力発電所の設置場所は陸上(Onshore)と洋上(Offshore)に大別されるが、比較的設置が容易な陸上での導入が先行して進められてきた。直近時点においても、後述のとおり、世界の風力発電の設備容量の9割以上は陸上風力発電とみられている。一般的に、洋上は陸上に比し、(i) 障害物が少なく風が強く乱れも少ない(風況が良い)、(ii) 景観や騒音等の環境問題も少ない、(iii) 道路等の制約がないため大型の風車の運搬・設置が容易、(iv) 敷地の制限が少なく発電所の大型化が可能、というメリットがある。他方、洋上はより厳しい自然環境であるため、建設や操業・保守(Operation and Maintenance: O&M)作業の負担が大きく、専用の港湾設備、洋上変電所や海底ケーブル等の追加的な設備が必要となることから、全体としてのコストが高くなるというデメリットがある。しかしながら、陸上での適地が減少している国々もあり、次第に洋上が注目されるようになってきている。

全体的にコストが高くなるという洋上風力発電のデメリットを克服するため、洋上向け風力タービンの大型化が進められてきている。以下の図表1のとおり、10年ほど前、タワーの高さ(地上から回転するブレードの中心までの高さであり、ブレードの最上端は更に高くなる)は最大のものでも100メートル(m)未満で一基あたりの出力も3メガワット(MW)程度であったが、最近では高さ150m、出力12MW程度になっている。大型化はさらに進められており、2030年頃には高さ160~170m、出力15~20MW程度になるとの見方もある。

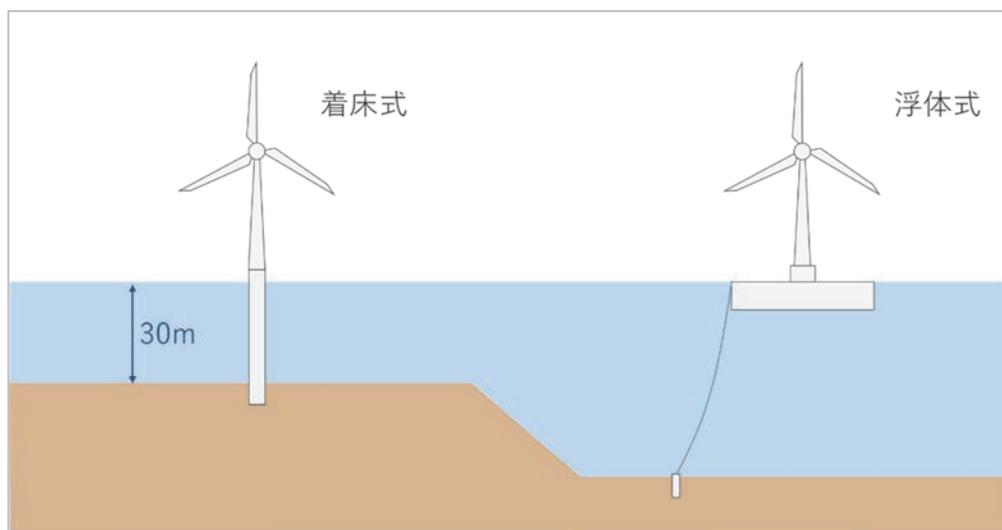
図表 1 : 風力タービンの大きさ比較



出所：三菱 UFJ 信託銀行作成

洋上風力発電には、以下の図表 2 のとおり、風車の基礎を海底に固定する着床式と洋上に浮揚させる浮体式の 2 つの方式がある。着床式の基礎の設置は、水深が深くなると技術的にもコスト的にも難しくなることから水深 50~60m 程度が限界で、それより深くなると浮体式にする必要が生じるとされている。浮体式は、沿岸に近くて浅いという限りある海域を必要とする着床式と異なり、より沿岸から離れることが可能で立地面での制約は少ないが、洋上で動揺する浮体を制御する必要があり高度な技術が要求される。着床式の開発が進行し遠浅の海域が減少している英国、海底の地形が急峻な我が国等において注目されているが、未だに実証実験ベースの設備がほとんどであり、商業ベースの本格的な開発が始まるのは少し先とみられている。

図表 2 : 着床式と浮体式の違い



出所：三菱 UFJ 信託銀行作成

2. 資源量

風力発電の資源量は、特定地点における年間平均風速で示すことができる。地球全体の陸上において、年間平均風速が高く、風力発電の資源量が大きい地域としては、米国中央部、中国西部、英国、アルゼンチン南部等が挙げられる。洋上は一般的に陸上に比し風速が高く資源量も大きい。特に大きいのが太平洋の北部、大西洋の北部、南氷洋であり、より具体的な地域としては、米国東海岸、欧州の北海、バルト海、日本の沿岸、オーストラリア南沿岸、南アフリカ、アルゼンチン南部等が挙げられる。欧州においては、それらの海域を領海、排他的経済水域とする英国、ドイツ、オランダ、ベルギー等が大きな資源量を有している。

我が国は、国土面積は小さいものの、風速の高い太平洋北部の海に囲まれていることから、国の面積の割に洋上風力発電の資源量は大きい。その資源量を潜在的な発電設備容量に換算すると、全国の電力需要の数倍になるともみられている(同比率は欧州の方が高く、米国はかなり低くなるが全電力需要の2倍程度の資源量が存在するとみられている)。ただし、遠浅の海域が少ない我が国の場合は、水深の深い海域での資源量が比較的大きいという特徴がある。

3. コスト

再生可能エネルギー発電のコストの動向については、国際再生可能エネルギー機関(International Renewable Energy Agency: IRENA)が、毎年報告書を公表している。発電コストを比較するための一つの指標として、発電所の建設から運転を経た廃棄までの全期間の総コストを総発電電力量で除して求められる均等化発電原価(Levelized Cost of Electricity: LCOE)というものがあるが、国際再生可能エネルギー機関(IRENA)は再生可能エネルギーの種類毎に全世界の加重平均ベースの均等化発電原価(LCOE)を試算している。直近の報告書において、エネルギー種類別にここ10年間の均等化発電原価(LCOE)の変化が示されているが、その概要は以下の図表3のとおりである(金額単位はインフレの影響を排除した2020年時点での米ドルで統一されている)。

図表3：再生可能エネルギーの均等化発電原価(LCOE)の推移

(単位: 2020年米ドル/kWh)

エネルギー種類	均等化発電原価		
	2010年	2020年	変化率
バイオエネルギー	0.076	0.076	±0%
地熱	0.049	0.071	+45%
水力	0.038	0.044	+18%
太陽光	0.381	0.057	▲85%
太陽熱	0.340	0.108	▲65%
陸上風力	0.089	0.038	▲56%
洋上風力	0.162	0.084	▲48%

出所：IRENA (2021), Renewable Power Generation Costs in 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.より三菱UFJ信託銀行作成

太陽光は、2010年の0.381ドル(以下、均等化発電原価(LCOE)については全てkWhあたりの数値)が2020年には0.057ドルと85%低下し、低下率が最大となった。次いで低下率が大きいのは、太陽熱、陸上風力および洋上風力の順である。その結果、2020年において陸上風力は0.038ドルとなり、0.044ドルの水力を下回って最も低くなった。再生可能エネルギーの中でみると、太陽光、陸上風力、洋上風力が、従前からコストが低かった水力、地熱等に追い付くようになったということである。また、同報告書によれば2020年における化石燃料の均等化発電原価(LCOE)は0.05~0.15ドルという範囲にあるとのことであり、再生可能エネルギーが化石燃料に匹敵するレベルになりつつあるといえる。なお、ここでの議論は全世界の加重平均ベースのものであり、個別プロジェクト単位でみていくと、均等化発電原価(LCOE)は同種のエネルギーであっても立地、規模、技術等の具体的な条件次第でかなりの幅があることには留意が必要である。

洋上風力の均等化発電原価(LCOE)の低下の要因としては、前述のタービンやブレードの大型化等の技術の改良に加え、沿岸からより遠くの豊富な資源へのアクセスが可能になったことにより設備利用率¹が改善したことが指摘されている。また、デベロッパーの経験の蓄積、資材等の製品標準化の進展、地域の関連製造業やサービス産業の発展、規模の経済(開発規模の大型化)により建設コストが低下していることも寄与している。

¹ 設備利用率(Capacity Factor)は、[対象期間の総発電電力量(kWh)]を、[対象期間の総時間(h)と発電設備容量(kW)の積]で、除して求められる比率であり、設備がどれくらい有効に利用されたかを示す指標。なお、類似のもので稼働率(Availability Factor)というものがあるが、これは対象期間における総稼働時間を総時間で除して求められる比率であり、設備が一定期間のうちどの程度の時間稼働していたかを示す指標。稼働率には、発電の効率性は反映されないため、例えば風力発電の場合には、稼働率が同じであっても風の強さが異なれば設備利用率が異なるということになる。

Ⅲ. 各国の導入状況

1. 導入実績

洋上風力発電は、1990年代には欧州で実証試験が行われていたが、事業化が始まったのは2000年以降である。その後、欧州を中心に急速に導入が進んだが、それは、洋上の風力資源が豊富であることに加え、北海油田開発で蓄積された洋上建設等の経験があったためといわれている。なお、陸上風力発電は、1990年代には事業化が開始され、陸上資源が豊富な米国を含め多くの国でより早い段階から導入されてきた。規模はともかく、アフリカ地域を含め、既に100カ国以上の国々で稼働している。

世界各地での再生可能エネルギーの導入実績は、国際再生可能エネルギー機関(IRENA)の年次統計でみることができる。2011年末から2020年末にかけての洋上風力発電の設備容量の推移は、以下の図表4のとおりである。全世界の再生可能エネルギーによる発電設備容量は、この期間で約2倍となっている。陸上と洋上を合わせた風力発電全体は約3倍、洋上風力は、風力全体の中でまだ5%程度のシェアであるが約9倍と急増している。

2020年末時点での洋上風力発電の設備容量を国別にみると、英国を筆頭に中国が2011年末比約43倍に増加し英国に次いで第2位となっている。次いで、ドイツ等の欧州勢が上位を占めた後に韓国、台湾、ベトナム等のアジア勢で、日本はその下、米国はそのさらに下となっている。さらに米国より小さい規模の5カ国が存在するが、これらを合わせても導入している国は未だ合計20カ国に満たない。洋上での風力資源を有している国が限られていることが背景にあるが、比較的資源が豊富な我が国や米国も本格的な導入には至っていない。

図表 4 : 国別洋上風力発電の導入実績

(単位: MW)

エネルギー種類	発電設備容量		
	2011 年末	2020 年末	増加率(倍)
再生可能エネルギー合計	1, 329, 886	2, 799, 094	2. 1
風力(陸上+洋上)	220, 019	733, 276	3. 3
陸上風力	216, 243	698, 909	3. 2
洋上風力	3, 776	34, 367	9. 1
英国	1, 838	10, 383	5. 6
中国	210	8, 990	42. 8
ドイツ	188	7, 747	41. 2
オランダ	228	2, 500	11. 0
ベルギー	197	2, 254	11. 4
デンマーク	871	1, 701	2. 0
スウェーデン	163	203	1. 2
韓国	-	136	-
台湾	-	128	-
ベトナム	-	99	-
フィンランド	26	73	2. 8
日本	25	65	2. 6
米国	-	29	-

出所：IRENA (2021), Renewable Capacity Statistics 2021 International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.より三菱UFJ 信託銀行作成

※ 再生可能エネルギー：風力のほかのカテゴリーは、水力、潮力、太陽光、バイオエネルギー、地熱

※ 洋上風力の導入実績国は、2020 年末時点の設備容量降順で列挙。米国よりも規模の小さい導入国として資料に記載されているのは、同様に降順で、アイルランド、ポルトガル、スペイン、フランスおよびノルウェー

なお、全世界の再生可能エネルギーによる発電設備容量は、2018 年末時点で、総発電設備容量の約 3 分の 1 である旨、国際再生可能エネルギー機関 (IRENA) が発表しているが²、その後の各国の温暖化対策への取り組みに鑑み、その比率は徐々に上昇しているものと推察される。

² IRENA. (2019), Press Release. *Renewable Energy Now Accounts for a Third of Global Power Capacity* (April 2) Retrieved on July 21, 2021 from <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2019/Apr/Renewable-Energy-Now-Accounts-for-a-Third-of-Global-Power-Capacity>.

2. 導入見通し

2020年から運用が開始された気候変動問題に関する国際的な枠組みであるパリ協定に基づき、各国が2050年までのカーボンニュートラル実現を表明している中、2021年4月、米国政府主催により、気候変動問題に関する首脳会議(サミット)が開催された。会議においては、米国が、2030年までに温室効果ガスを2005年比50~52%削減するとしたほか、我が国を含め、英国等が従前の目標に上積みする形で、具体的な削減目標を表明した。

発電セクターにおける再生可能エネルギーによる化石燃料の代替は、省エネ等と共に、温室効果ガス削減策の中で重要な位置を占めている。既に各国において太陽光や陸上風力の導入が進められてきているが、ここにきて更なる再生可能エネルギー発電積み上げのため、洋上風力が注目されるようになっている。

我が国においては、2018年7月3日閣議決定のエネルギー基本計画の中で、2030年に向けた政策対応として太陽光、風力等の再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取り組みが記されており、風力については陸上風力の適地が限定的であるため洋上風力の導入拡大が不可欠と指摘されている。2020年7月、経済産業省および国土交通省は、洋上風力発電の導入拡大とこれに必要な関連産業の競争力強化と国内産業集積及びインフラ環境整備等を官民が一体となる形で進めていくために、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」を設置、民間企業代表や有識者等からなる委員により議論が開始された。2020年12月にとりまとめられた洋上風力産業ビジョンにおいて、政府は、国内外の投資の呼び水とすべく、2030年までに累計10GW、2040年までに30~45GWの洋上風力発電案件を形成するという目標を示した。

引き続き大規模な導入拡大が見込まれる英国、EUおよび上述のサミット開催を含め政権交代により温暖化対策を本格化しつつある米国、ならびに我が国について、公表されている洋上風力発電の導入目標を示すと、以下の図表5のとおりである。英国およびEUは、既に導入が進んでいるが、2030年にかけてそれぞれ40GW、60GWとさらに積み増す目標となっている。米国は、我が国同様2020年末時点では1GWに満たないが、2030年には英国に近づく見通しである(英国、EUおよび我が国においては、将来的な技術として前述の浮体式洋上風力発電への言及もみられる)。投資規模について、それぞれ基準や対象期間が異なるが、図表5の備考欄のとおり、2050年までに設定した目標値達成に向けて、英国・EU・米国を中心に大規模な投資が行われる見込みである。

各国等とも、その目標実現のためには、発電設備を中心とした製造関連産業の育成、建設・操業に不可欠な港湾設備や送電網等のインフラ整備が重要である。それぞれ、そのために必要となる投資を行うと共に、規制・制度の整備を講ずるとしている(またこれらに伴う

雇用創出の効果についても言及している)。我が国を含め、これから導入が本格化する国・地域においては、それらの関連インフラや規制・制度等の環境整備に注目が必要である。

図表5：英国、EU、米国、日本の洋上風力発電導入目標

国等	年 (末時点)	設備容量 (GW)	備考	出所
英国	2020	10	—	※1
	2030	40	浮体式洋上風力発電について2030年までに1GWという導入目標が記載されている。政府は、関連する港湾・インフラ整備向けに1.6億ポンドを投資する方針を表明。	※2
EU	2020	25	—	※1
	2030	60	2050年までの目標として浮体式洋上風力等の新技術の導入も加えられている。2050年までの必要投資額の合計が8,000億ユーロ近くになるとし、EUは法整備等の支援策を策定していく方針。	※3
	2050	300		
米国	2020	0	設備容量は1GW未満の29MW。	※1
	2030	30	風力発電プロジェクトに関し、2030年まで毎年120億ドルの投資を想定。エネルギー省の融資プログラムオフィスによる洋上風力関連産業向け30億ドルの融資保証プログラム等の政府支援を表明。	※4
	2050	110	—	
日本	2020	0	備考：設備容量は1GW未満の65MW。	※1
	2030	10	2040年の目標値は「浮体式洋上浮力も含め」とされている。	※5
	2040	30~45		

出所： 各種資料より三菱UFJ信託銀行作成

※1： IRENA (2021), Renewable Capacity Statistics 2021

※2： UK Government. (2020). Press Release. *New plans to make UK world leader in green energy* (October 6). Retrieved on July 21, 2021 from <https://www.gov.uk/government/news/new-plans-to-make-uk-world-leader-in-green-energy>

※3： European Union. (2020). Press Release. *Boosting Offshore Renewable Energy for a Climate Neutral Europe* (November 19). Retrieved on July 21, 2021 from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_2096

※4： The White House. (2021). Fact Sheet: *Biden Administration Jumpstarts Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs*. (March 29), Retrieved on July 21, 2021 from <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/29/fact-sheet-biden-administration-jumpstarts-offshore-wind-energy-projects-to-create-jobs/>.

※5： 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会(2020)「洋上風力産業ビジョン(第1次)」『経済産業省ホームページ』2021年7月21日アクセス
<https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/vojo_furyoku/pdf/002_02_02_01.pdf>

IV. 洋上風力発電のリスク評価

実際に洋上風力発電への投資を検討する際に注意すべきリスクについて解説する。下記の図表6は洋上風力発電における各種リスクをまとめたものだが、中でも建設リスク、原料リスク、操業リスク、販売リスクは投資判断において特に重要なポイントである。

図表6：洋上風力発電の主なリスク

リスク項目	概要	期間
建設	建設遅延・許認可等の取消し	建設期間
原料	風況変動	操業期間
操業	稼働率低下	
販売	販売条件・販売先の信用リスク	
カントリー	制度変更、支援停止	全期間
環境	許認可取消し	
自然災害	自然災害	
スポンサー	事業遂行、出資履行	

出所：三菱UFJ信託銀行作成。

<建設リスク>

建設リスクは完工前のプロジェクトに投資をする際に注意を要するリスクである。洋上風力発電は、陸上風力発電と比較して建設の期間が長く、コストも高い。投資家として注意すべきポイントは、建設および機材設置等の請負業者の能力・経験に加え、建設計画の実現性および時間の余裕、そしてスポンサーの実績・体力である。

一般的に、再生可能エネルギー発電事業では政策的なバックアップが前提となるが、この適用を受けるためには、通常は運転開始時期の期限があり、これを遵守することが最低限求められる。例えば、世界一の洋上風力発電設備容量を誇る英国では、補助制度の適用を受けるためには上記期限までに当初計画の85%の設備容量を稼働させなければ補助受給資格を失ってしまう。プロジェクトの規模にもよるが、この最終期限まで少なくとも1年間以上の余裕がある建設計画が望ましい。

また、洋上風力の設計・資材調達・建設の各契約は複数の請負業者と個別に結ばれることが一般的である。大手業者との一括の包括契約、いわゆるフルターンキー契約の場合と比較すると、工程管理等においてスポンサーのプロジェクトマネジメント能力に依拠する部分が大きく、洋上風力発電事業で建設リスクを分析する際は、各請負業者のみならずスポンサーの実績・体力にもより深く注意を払う必要がある。

<原料リスク>

風力発電における原料とはすなわち風のことである。火力発電等とは異なり、風の調達コストは無償だが、供給は必ずしも安定していない。一般的に、風況リスクはプロジェクトが負うことになるため、計画とおりの発電に必要なだけの風量が生じるかどうかという点は非常に重要である。

投資家が自ら風況予測をすることは困難なため、実務上は専門家による風況予測をチェックすることになるが、この際プロジェクトと同地域・同条件で、十分な期間のテストが行われていること等がポイントとなる。

前述のとおり、洋上の風況は障害物が少ない分だけ陸上より安定している。また、近年では洋上風力発電プロジェクトが増加し、データや知見が蓄積されてきたことで、風況の予測精度が上がっている。一方で、風況は太陽光発電における日照状況よりも不安定で予測が難しいといわれている。最終的な風況リスクの判断は、近隣の先行プロジェクトの状況調査等も合わせて行うことで、総合的に行うことが望ましい。

<操業リスク>

沖合で操業する洋上風力発電は、建設基地や定期的メンテナンスに必要な港湾の整備に加え、輸送船の手配等、陸上風力発電には無い操業プロセスが存在する。また、洋上の風力タービンから陸上までは海底部分を含む長距離の送電ケーブルを敷設しており、送電ケーブルに不具合が発生した場合には電力を供給できなくなることがある。実際、海底ケーブルの事故は、相当件数が報告されており、欧州における洋上風力発電の事故要因でもっとも多い。以上より、陸上風力よりも操業リスクは高いといえる。もっとも、風力発電機メーカーが完工後も長期にわたって操業・保守および性能保証契約を結ぶ等、操業リスクを軽減するための措置がさまざま講じられていることや、業界内に知見が蓄積してきたこともあり、現在では操業リスクは限定的になってきている。

投資家の立場からは、操業・保守を請け負う業者に十分な経験があること、各種機材の性能保証や保険の内容が操業プロセスにおいて想定されるリスクを十分にカバーしていること、等がポイントとなる。

<販売リスク>

販売リスクは、電力の供給過多が生じた際に、売電価格が下落したり、規制当局から出力抑制を命じられたりするリスクである。ただし、プロジェクトがこのリスクを全て負うことは一般的ではなく、国によって違いはあるものの、価格・需給リスクを抑制するための制度や仕組みが講じられている。

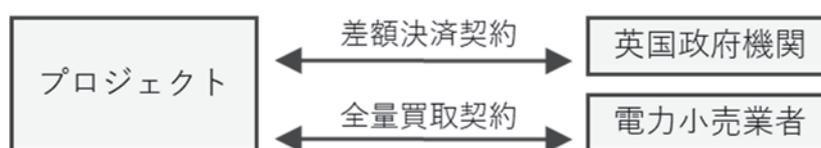
我が国でも洋上風力発電に対して固定価格買取制度が導入されている³が実績は多くない。一方で実績の多い英国では CfD 制度 (Contract for Difference) と呼ばれる差額決済の

³ <https://www.meti.go.jp/press/2020/03/20210324004/20210324004.html>

制度があり、実質的に固定価格での販売が可能となっている。また、需給リスクについては、電力小売業者と買電契約(Power Purchase Agreement : PPA)を結び、需給状況にかかわらず全量を買ってもらうようにすることが一般的である(以下の図表7参照)。

このような制度・仕組みの下で、実際に投資家が注意すべきポイントは買電契約の相手方である電力小売業者の信用力である。どのような契約を結んでいても相手が破綻しては意味が無く、相手方に義務履行能力があるか、万が一に備えて信用補完があるか、等をチェックすることが重要である。

図表7：英国 CfD 制度、PPA 契約のイメージ図



出所：三菱UFJ信託銀行作成

<その他リスク>

カントリーリスクやスポンサーリスク、環境リスク、自然災害リスク等、その他のリスクについても当然ながら注意が必要である。現在の洋上風力発電は、案件が先進国に集中していること、大手企業がスポンサーとなっていること、プロジェクトの初期段階で環境アセスメントを行うことが一般的であること、災害に対する保険契約が付保されていることが一般的であることから、これらのリスクが顕在化するケースは現時点では限られている。ただし、今後、洋上風力発電が世界中に広く普及していくにつれて注意を要するポイントとなる可能性がある。

V. 他の再生可能エネルギー発電とのリスク比較

次に、洋上風力発電と他の再生可能エネルギー発電(太陽光発電、陸上風力発電)との違いをみてみたい。案件ごとに個別性はあるが、一般的には以下の図表8のような特徴がある。

図表8：再生可能エネルギーのリスク比較

	太陽光発電	陸上風力発電	洋上風力発電
建設リスク	<ul style="list-style-type: none"> 単純な構造であり、リスクは低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ブレードや発電機等多くの部品で構成されており、太陽光よりリスク高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 港湾整備や船舶手配等、建設範囲が広範囲に及び、高度な建設技術を要するため、陸上より建設リスク高い。
原料リスク	<ul style="list-style-type: none"> 日照状況は風況と比較して変動が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 風況の予測は困難。 地形の影響を受けるため、変動が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 地形の影響を受けにくい分、陸上風力よりは変動が小さいが、太陽光よりは変動が大きい。
操業リスク	<ul style="list-style-type: none"> 駆動部分が無く、操業リスクは比較的低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 巨大な構造物を回転させるため操業リスクは比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 海上での操業であることや、大型化により、陸上より操業リスク高い。
販売リスク	<ul style="list-style-type: none"> 各国の制度や商慣習によるため、画一的な基準は無い。 価格保証や全量買取保証等により、低減を図ることが一般的。 		

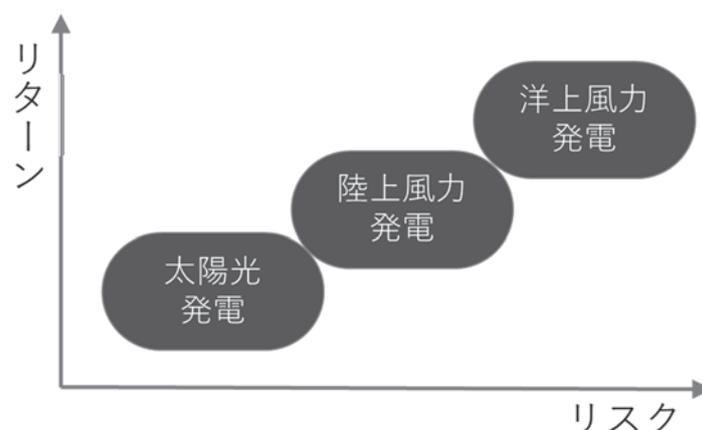
出所：三菱UFJ信託銀行作成

設置場所によるが一般的には、建設・操業リスクは「陸上風力発電 < 洋上風力発電」となり、原料リスクは「陸上風力発電 > 洋上風力発電」となる。また、太陽光発電はいずれのリスクも比較的低い⁴。

なお、現在の投資環境において市場が洋上風力発電に求める期待リターンを用いることで、各資産の総リスク量を逆算的に把握することが可能であるが、以下の図表9のとおり、洋上風力発電は比較的期待リターンが高い、すなわち太陽光発電・陸上風力発電よりもリスクが高いと認識されていることがうかがえる。

⁴ 日本国内の太陽光発電であっても、出力抑制が無制限にかかる可能性のある案件等は必ずしもリスクが低いとはいえない場合もあるが、建設・原料・操業リスクの観点からは一般に太陽光発電のリスクは比較的低いと考えられる。

図表9：各発電のリスク・リターンのイメージ



出所：三菱UFJ信託銀行作成

また、運用資産として考えた場合、デット投資とエクイティ投資が考えられる。

デット投資の場合、洋上風力発電のリターンがやや高い傾向があるが、太陽光発電・陸上風力発電・洋上風力発電のいずれも安定した運用資産であると考えられる。再生可能エネルギーは各国政府の力強いバックアップもあり、比較的新規性の高い洋上風力発電であっても、リスクを低減する仕組みが整っている。

一方、エクイティ投資の場合、一般的には太陽光発電より陸上風力発電、陸上風力発電より洋上風力発電の方がキャッシュフローの変動幅が大きく、リスクが高いと考えられる。もっともリスクの高さはリターンの高さの裏返しであり、洋上風力発電のエクイティ投資としての妙味は決して他に見劣りするものではない。むしろ、太陽光発電や陸上風力発電の拡大余地が限られる中で、北米を筆頭に広大な“ブルーオーシャン”が広がる洋上風力発電は、リスクを理解した上で、積極的に検討すべき領域であるとの見方もできよう。

VI. まとめ

運用資産としての洋上風力発電はまだまだ発展途上である。実績は太陽光発電や陸上風力発電と比較して少なく、かつ欧州の一部に偏っており、投資家にとっては特にエクイティ投資は相応のリスクテイクが必要である。しかし、これまでみてきたように、ここ十年間で世界の設備容量が約9倍に増加する等、存在感は日に日に増しており、投資マーケットの拡大が見込まれる。

洋上風力発電は他の再生可能エネルギー発電ではみられないコストやリスクを孕んでいる。港湾整備や送電ケーブルの断線等はその典型例だが、これらは決して許容できないリスクではない。性能保証や保険契約がどの程度カバーしているか等、丁寧に精査することで、投資に耐えうる案件か否かがみえてくるだろう。

洋上風力を取り巻く環境は目まぐるしく変化している。ほんの数年前に5～6MWだったタービンの性能は、今では10MW超が当たり前で、そう遠くない将来には20MWの出現が予測されている。今は洋上風力発電といえばもっぱら着床式だが、今後は浮体式の建設も進むだろう。これまで陸上向け風力タービン製造に注力してきたゼネラル・エレクトリックは、ついに洋上向けタービンに本格参入してきている。

これらの変化を正確に予想することは非常に困難である。しかし、洋上風力発電に力強い追い風が吹いていることは間違いないだろう。

(2021年8月23日 記)

※本稿中で述べた意見、考察等は、筆者の個人的な見解であり、筆者が所属する組織の公式見解ではない

本資料について

- 本資料は、お客さまに対する情報提供のみを目的としたものであり、弊社が特定の有価証券・取引や運用商品を推奨するものではありません。
- ここに記載されているデータ、意見等は弊社が公に入手可能な情報に基づき作成したのですが、その正確性、完全性、情報や意見の妥当性を保証するものではなく、また、当該データ、意見等を使用した結果についてもなんら保証するものではありません。
- 本資料に記載している見解等は本資料作成時における判断であり、経済環境の変化や相場変動、制度や税制等の変更によって予告なしに内容が変更されることがありますので、予めご了承下さい。
- 弊社はいかなる場合においても、本資料を提供した投資家ならびに直接間接を問わず本資料を当該投資家から受け取った第三者に対し、あらゆる直接的、特別な、または間接的な損害等について、賠償責任を負うものではなく、投資家の弊社に対する損害賠償請求権は明示的に放棄されていることを前提とします。
- 本資料の著作権は三菱 UFJ 信託銀行に属し、その目的を問わず無断で引用または複製することを禁じます。
- 本資料で紹介・引用している金融商品等につき弊社にてご投資いただく際には、各商品等に所定の手数料や諸経費等をご負担いただく場合があります。また、各商品等には相場変動等による損失を生じる恐れや解約に制限がある場合があります。なお、商品毎に手数料等およびリスクは異なりますので、当該商品の契約締結前交付書面や目論見書またはお客さま向け資料をよくお読み下さい。

編集発行：三菱UFJ信託銀行株式会社 アセットマネジメント事業部
東京都千代田区丸の内1丁目4番5号 Tel. 03-3212-1211（代表）