

contents

再生可能エネルギー経済学講座とは

講座メンバーと運営体制

講座の活動・成果

研究報告

イベント

コラム連載「再エネを語る。
未来を語る。」

ディスカッション・ペーパー

関連リンク

 2015.12.21
 再生可能エネルギー経済学講座
 シンポジウム

 エントリーはこちらから
 ▶ Click

コラム連載 洋上風力のコストが大幅低下 (その1)

洋上風力のコストが大幅低下 (その1)

－洋上風力発電の特徴と期待－

2016年10月6日 山家公雄 京都大学大学院経済学研究科特任教授

1. 高まる洋上風力への期待

洋上風力への期待が高まっている。周囲を海に囲まれ、排他的経済水域第6位を誇る日本は、地理的に恵まれている。陸上風力は、経済性に優れポテンシャルは大きいものの、立地制約や系統制約により開発に時間を要している。一般に、陸上よりも風況がよく、沖合では景観・騒音等の問題が生じにくいことも魅力である。大規模開発が可能で、インフラ建設コストを吸収する可能性もある。

日本の洋上風力開発は、まだ陸上から設置できる事業、港湾内等海洋浅部（ニアショア）での立地に限定されるが、港湾区域や一般海域に立地する大規模計画が続々と登場してきている。青森、秋田、新潟、鹿島、北九州等である。水面下では他に複数の大規模構想が進んでいる。

その間、高コストであるはず洋上風力は、開発量の増加に伴い、急激にコストを下げている。洋上風力導入量の9割を占める欧州で特に顕著である。日本のFIT価格はkWh当たり36円であるが、欧州では10ユーロセントを切る事例が出てきた。日本は、遅れている陸上と同時に洋上の開発も現実性を帯びてきた。欧州の洋上ノウハウは確立されつつあり、これを参考にできるからだ。

2. 月に人を送る覚悟での取組み

洋上風力の建設は難しい。建設や修理・メンテナンスを遠い沖合で行う。作業に危険を伴い熟練を要する。作業員の往復にコストがかかる。荒れる日は作業できない、専用船の備船料が高い、機材が塩分で錆びる、海底ケーブルや変電所の建設が必要等の課題をクリアしなければならない。水深50m程度までは海底に基礎を構築して風車を据え付ける「着床式」、50m程度以上は浮体を係留して風車を据え付ける「浮体式」が適する。前者は陸上の2倍、後者は3倍程度のコストがかかるとされる。コストを下げるには大規模化、大量設置が不可欠となる。膨大な資金需要も生じる。着床式は既に商業化されている。

沖合の一般海域は、港湾区域、漁港区域等のように管理主体が必ずしも明確ではない。また事業区域の設定が不可欠である（いわゆるゾーニング）。管理主体を明確にし、長期に構造物・設備を設置でき、事業を行える裏付けを整備する必要がある。また、作業船の停泊、基礎や資・機材の設置・保管、組み立てや検査の実施等を行うことのできる堅固で広大なスペースが陸側に必要である。これが母港であるが、この整備は国や自治体が責任を持って実施する必要がある（資料1）。

(資料1) ホーンズリーフ洋上風力事業対岸の港湾(デンマーク)



(出所) 筆者撮影(9/13/2016)

このように、洋上風力は、経済性を伴って普及していくためには、産官学が一体となって、母港を中心に巨大産業を興す気構えで取り組む必要がある。母港とその周辺への経済波及効果は大きい。数年前までは「月に人を送る」困難性を伴うとも言われた。ここ数年の進歩は著しく、月に人を送れるようになった。

3. 急増する発電所、巨大化する風車

世界では、再生エネは大幅にコストが下がっている。最近の主役は欧州の洋上風力だ。欧州は、EU共通政策として温室効果ガス削減、再生可能エネルギー普及を積極的に進めている。ポテンシャル、経済性の観点から、陸上風力で弾みをつけ太陽光が続きそして洋上風力に繋げる、との戦略を取っている。その洋上のコストが下がっている。

前述のように、コスト低下の要諦は大型化、大量生産・設置、産官学連携である。大型風車・基礎等の開発、港湾整備、海域の管理、普及に向けた長期スケジュール策定等を関係者の緊密な連携の下で着実に進めてきた。

大規模洋上風力ファーム第1号がデンマークの「ホーンズリーフ1」である。同国西岸から北海へ14～20km沖合にて、ベスタス製2 MW風車を80基、20kmにわたり展開する。水深は6～14m、平均風速は9.7m/s、総出力は160MWである。運転開始時期が2002年で15年前である。洋上の難しさから失敗するとの見方も多くあったが、現在も順調に稼働している。正にランドマーク事業であり、その後の進歩の礎となっている(資料2)。

(資料2)ホーンズリーフ1洋上発電所

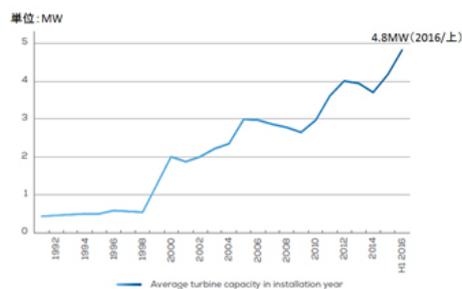


(出所) 筆者撮影(9/13/2016)

洋上風力関連データを見てみる。累計設置量は、2011年の約400万kWから2015年は約1200万kWへと4年間で3倍増となった。2015年累計を見ると、EUの割合は91%と圧倒的である。風力全体に占める比率は2.8%とまだ小さいが、EUは7.8%を占める。洋上の国別シェアは上位から英国42%、ドイツ27%、デンマーク11%、中国8%となっている。欧州上位3国で8割のシェアを占める。国内で洋上の割合が高い国は英国37%、デンマーク25%、ドイツ7%である。

2016年上期時点の欧州のデータを見てみる。11か国にて、ウィンドファーム82箇所、タービン総数3344本が展開し、総出力1150万kWである。効率性向上のメルクマールとなる風車の出力は着実に上昇(巨大化)してきている。1999年は、1基当たり平均出力は1MWであったが、2000年に2MW、2005年に3MW、2012年に4MWを超え、2016年上期では4.8MWに達した(資料3)。累計平均の数値なので、最近設置された風車の巨大化が窺い知れる。

(資料3)1基当たり平均洋上風車容量の推移(累計、欧州)



(出所) Wind Europe

現在建設中の風車の大きさを見てみる。2016年6月末時点で欧州では13事業が進んでいる。3事業が3MWクラスを採用しているが、2事業が4MWクラス、7事業が6MWクラスそして1事業が8MWクラスを採用する。8MW採用の事業は始めてであるが、メーカーの受注状況からして、今後はスタンダードになっていくと予想される。もちろん、風車の大型化は、それを支える基礎、運ぶ船、保管・作業する港等あらゆる箇所での革新を伴う。

今回は、熱気を帯びる洋上風力の概況を、欧州を主に解説した。[次回\(10月13日掲載予定\)](#)は、具体的なプロジェクト入札状況を紹介し、コストが大幅に低下している状況と要因について解説する。

[インデックスに戻る](#)

contents

再生可能エネルギー経済学講座とは

講座メンバーと運営体制

講座の活動・成果

研究報告

イベント

コラム連載「再エネを語る。未来を語る。」

ディスカッション・ペーパー

関連リンク

2015.12.21
再生可能エネルギー経済学講座
シンポジウム

エントリーはこちらから
▶ Click

コラム連載 洋上風力のコストが大幅低下 (その2)

洋上風力のコストが大幅低下 (その2)
- 10ユーロセント/kWh割れが現実になる -

2016年10月13日 山家公雄 京都大学大学院経済学研究科特任教授

今回は、[前回](#)に続き、欧州の洋上風力を取り上げる。

1. 350万kW開発に着手し洋上トップに躍り出たオランダ

【ボルセラ沖事業でkWh当たり7.3ユーロセント】

7月5日にオランダのボルセラ沖プロジェクトの入札結果が発表された。結果は、7.27ユーロセント/kWh (以下、セント/kWhと表示する) にてデンマークのドンエナジーが落札した。最高指定価格9.4セント/kWhを大幅に下回り、38者が入札する中、ドンエナジーが圧勝した。10セント/kWhを切る洋上風力事業は初めてである。系統接続費用は1.4セント/kWhであり、これを含めても9セント/kWhを下回る。同事業は総出力70万kW (35万kW×2) で、沖合22km、水深14~38mに位置する。業界挙げてコスト低下を目指している中で、関係者も驚く数値である。風車メーカーは未定だが、8MWクラスと想定される(資料1)。

(資料1) ボルセラ沖プロジェクト位置図



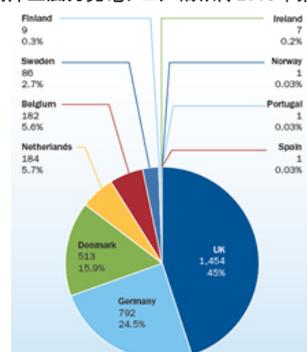
(出所) Dong Energy

いくつかの要因が指摘されている。大型化等風車の技術革新、鉄等材料費の低下、備船価格の低下、低金利等である。しかし、最大の要因は、オランダ政府が長年にわたり続けてきた研究にある。事業の予見可能性を徹底的に追求した。毎年70万kWの募集を5年間継続 (今回が第1回)、落札価格の15年間保証、環境評価・地理評価の一括事前実施、標準化された系統の整備等である。事業リスクをオランダ政府がテイクしたとも言える。事業者は低価格入札でオランダ政府の努力に応えたのだ。

【5年間の産官学研究成果】

オランダは、洋上風力の適地として脚光を浴びる北海に面している。「北海リーグ」の一角を成す訳だが、デンマーク、イギリス、ドイツに比べて、開発状況は見劣りしていた(資料2)。2010年以降産官学 (NGO) 連携のチームにより、徹底的な調査を行い、低コストで実現できる手法を考察した。当調査事業はFLOW (Far and Large Offshore Wind energy) と称される。洋上建設、メンテナンス、風車設置、事前組み立て、港湾整備、風車・基礎等の技術開発、ファイナンス、行政手続き等それぞれ革新手法を生み出すだけでなく、相互の影響をも考慮に入れた全体効率を追求した。

(資料2) 国別洋上風力発電シェア (欧州、2015年累計、単位MW)



また、行政が立地やスケジュールをお膳立てし、事業者は直ちに着工できる“Shovel Ready Project”とした。こうした手法はデンマークで開発されたものだが、オランダはより精緻に進めたと考えられる。10年間で4割のコスト削減が可能で、2030年までには平均コストが7セント/kWhを切ると予想する。

本件の出力70万kWは、事業規模としては最大であり、総出力は5年間で350万kWまで積み上がる。一気に洋上をリードする国に躍り出た。

2. パイオニアのデンマークはニアショアながら6セント/kWh実現

先行していたデンマークも黙ってはいない。北海浅部における事業の入札結果が9月1日に発表された。スウェーデンのバッテンフォールが約6セント/kWhにて、「Vesterhav Syd」および「Vesterhav Nord」を落札した。総出力は35万kWである。沖合5kmと好条件ではあるが、驚異的な低価格である。

【15年の運転実績でノウハウ蓄積】

デンマークは、前回紹介したように、2002年に最初の大規模洋上風力「ホーンズリーフ1」16万kWを開発した実績を持つ。当事業は、現在でも高稼働を維持しており、同国は（欧州は）これで洋上風力のノウハウを確立したといえる。デンマーク政府は、15年も前に巨大新技術リスクにチャレンジしたのである。

直近の大規模沖合事業は「ホーンズリーフ3」である。同事業は、バッテンフォールが2015年2月にkWh当り10.3セントで落札した。当時の最低価格である。同事業の総出力は40.6万kWで、MHIベスタスの8MW風車が49基採用されている（最大8.3MW出力可能）。同国の西海岸から約34kmの北海洋上に位置する。MHIベスタスは、三菱重工とデンマークの世界的な風車メーカーベスタスが、2014年に合併で作った洋上風力発電メーカーである。洋上風車シェア6割を占めるシーメンスへの対抗馬が誕生した。

3. 最大シェアのイギリスは、場所確保後は事業者任せ

世界最大の洋上風力市場を誇るイギリスの事業はどうだろうか。大陸の最近のコスト低下に比べてやや見劣りする。最近の落札価格は約14.0セント/kWhである。接続費用を含むものの大きく見劣りする。

イギリスは、再エネは洋上風力に注力している。陸上風力は、建設反対も多いこと、デンマーク、ドイツ等大陸諸国に先行され技術的な優位性が見込めないこと等による。広大で風況の良い海域は「女王陛下」の管理下にあり、計画策定も比較的容易である。大規模な事業領域指定（ゾーニング）を積極的に行い、広大な市場を世界に提供してきた。洋上風力を軌道に乗せた功績は大きい。

コスト面で見劣りするのには、計画を提示し募集はするが、事業自体は、インフラ整備を含め、基本的に事業者任せである。自由放任の伝統が生きているということであろうが、国のリスクの取り方が少ないと言える。それでも入札が成り立つのは、買取価格が高めに設定されるからである。電力消費者が負担する。次第に事業がより遠くなってきていることも、価格が下がりにくい要因である。最近制度が変わりやすくなっているが、これも投資家にとり不安要因である。

4. 欧州の目標は2025年に8セント/kWh割れ

今回紹介した、オランダのボルセラ沖やデンマークのニアショア事業は、関係者でも驚愕する低価格である。大きなステップであるが、恵まれた立地条件が寄与している面もある。補助なしに成り立つには、更なるコスト低下が不可欠である。今後増えてくる遠隔地においてもコスト低下が継続していかなければならない。それには事業量の確保が不可欠であり、関係者が連携して取り組む必要がある。欧州風力発電協会は、長期見通しの中間シナリオにて、2030年までに6600万kWの導入目標を掲げている。

2016年6月6日、欧州洋上風力連合結成とも言える動きがあった。9か国のエネルギー担当大臣が、洋上風力に協力して取り組む覚書にサインした。また、11のエネルギー会社が共同歩調を取り、2025年までにkWh当たり8セントを切るとの声明にサインした（資料3）。年間400～700万kWの開発量を前提としている。ボルセラ沖事業の入札結果が発表されたのは6月5日である。欧州風力発電協会の会長は、「欧州は現在洋上風力市場の9割を占め世界をリードしているが、中国、アメリカが猛追してくる。事業量確保に全力を挙げなければならない。」と引き締めている。

(資料3) 欧州11エネルギー事業者の共同宣言



(出所) The joint statement of 11 energy companies (6/6/2016)

欧州卸市場の長期指標は6セント/kWh程度であるが、今後のコスト低下、風車の耐用年数25年を考慮に入れ

ると、市場価格に追いつく目は立ちつつある。

日本も、事業者や自治体が主導する形で、大規模洋上風力発電所建設構想が各地で出てきている。多くの解決すべき課題が存在するが、既に欧州に手本があり、やるべきことは分っている。港湾行政は、海域管理等で具体的な動きを見せている。今後の政府の積極的なアクションを期待したい。

[インデックスに戻る](#)

京都大学大学院 経済学研究科
再生可能エネルギー経済学講座

再生可能エネルギー経済学講座とは
再生可能エネルギー経済学講座メンバーと運営体制
再生可能エネルギー経済学講座の活動・成果
研究報告
イベント
コラム連載「再エネを語る。未来を語る。」
ディスカッション・ペーパー
再生可能エネルギー関連リンク

再生可能エネルギー経済学講座概要
プライバシーポリシー
お問い合わせ
HOME
京都大学公式サイト