

Interview:

洋上風力発電の現在と未来

—エネルギーのベストミックスを目指して—

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)
洋上風力発電等技術研究開発プロジェクトリーダー
東京大学大学院工学系研究科教授

石原 孟 Takeshi ISHIHARA

聞き手・企画・文責
清水建設

古宇田剛史 (広報委員)

企画・文責
関西国際空港熱供給

奥田 豊 (広報委員会副幹事長)

Offshore
Wind
Power
The Present and the Future

世界中で脱炭素に向けた取り組みが加速する中、2021年10月「第6次エネルギー基本計画」が閣議決定されました。電源構成において、再生可能エネルギーの比率が2019年度18%だったものを2030年度には36~38%へと倍にする野心的な目標が掲げられています。再生可能エネルギーの中で特に市場拡大を期待されているのが「洋上風力発電」です。ここでは、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)洋上風力発電等技術研究開発プロジェクトリーダーをされている東京大学大学院工学系研究科 石原 孟教授に、洋上風力発電の現状や課題、再生可能エネルギー活用の未来像について語っていただきました。

日本の洋上風力導入は、
欧州と比べて10年遅れている

—世界の洋上風力導入状況について教えてください。

石原 洋上風力の研究開発は1990年代に始められました。その後、2000年にデンマークの首都コペンハーゲンの沖合に世界で初となる商業用ウィンドファーム(集合型風力発電所)が建設され、当時では世界最大となる2MWの風車が20基建てられました。日本では、「太陽光より風力の方が安いし、これからどんどん陸上風力を導入しよう」といった時代です。その頃に欧州では既に、洋上風力をやるかやらないかではなく、洋上風力を積極的に導入していくことを前提に、どうやって実現していくかを議論していました。

世界的に見ると、昨年一年間で陸上風力と洋上風力をあわせて8,700万kWの風力発電設備が導入されました。日本全体の発電設備容量が年

間で約2億kWですので、半分近くを風力発電だけでまかなえる規模です。そのうち、洋上風力は600万kW程度で、まだ10分の1に達していませんが、過去からの累積では3,500万kW(原子力発電所35基分程度)が建設されました。国別のシェアでは、イギリスが最も多く1,000万kW程度で、次いで2位が中国で同程度、その後はドイツ、オランダ、ベルギーと続きます。

—日本の現状はどうなっていますか。

石原 日本の風力累積導入量は世界の0.6%で20位と後れを取っています。ただし、2020年度の陸上風力の導入量は51.6万kWに達し、過去最高になりました。今後は年間200万kWにまで伸びると想定されていま

す。また、2020年には「洋上風力産業ビジョン(第1次)」が政府から発表され、2050年のカーボンニュートラルに向けて、2030年までに1,000万kW、2040年までに3,000~4,500万kWの案件を形成することを目標としています。これは非常にインパクトのある数字ですが、これが実現できれば日本は世界有数の洋上風力発電市場となるでしょう。日本の国土面積は世界61位ですが、領海と排他的経済水域(EEZ)を合わせた面積は6位ですから、洋上風力のポテンシャル



世界最大級の洋上風力発電所 London Array (イギリス)

ルはあります。今こそ本気で洋上風力発電を導入する時期だと思えます。

世界初のウィンドファームが建設されたのが2000年なので、日本は欧州に比べると20年遅れていると言われるが、実際は10年程度。なぜなら、2007年から新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の研究プロジェクトを立ち上げ、2010年頃には北九州や銚子で実証研究をやったりしていたからです。その頃に、欧州では30万kW程度のウィンドファームを作っていました。いま日本でやろうとしているのが30万kWとか35万kWというレベルなので、10年程度遅れていると言えます。

洋上風力の発電単価を下げるには、維持管理を計画的にやること

——「洋上風力産業ビジョン(第1次)」に掲げられた導入目標を達成するための課題は何でしょうか。

石原 目標とする洋上風力の案件が形成できて事業が進み始めると、恐らくびっくりするほど発電単価が下がると思いますが、それでも国が将来的に目指している1kWh当たり10

円を切るというところまでは届かないと思えます。いま日本では国の入札の上限金額が29円で、単位発電量(=1kWh)あたり大体20円ぐらいですが、それを半減して10円弱にするためには幾つかの課題があります。

ひとつは建設コストを下げることで、これが一番大きな課題です。例えば、風車が大型化するなかで、それに対応した大型SEP船を造らないと、そこがボトルネックになります。洋上風力事業が順調に進んでいけば、確実に必要になります。日本の造船技術は世界と競争できるレベルに立っているのです、その投資を大胆にやる必要があると思っています。さらに、港の整備も重要です。大規模なウィンドファームを建設すると、風車のブレード(羽根)、ナセル(発電機等の格納部)、タワーに加え、基礎構造物も相当な量になり、それらを並べておくための港が必要になります。試算すると、単価を半減させる要因として、作業船や港とかの建設関連で半分くらいを占め、残りは風車側。例えば、10MWの風車を15MWにするだけで1円安くなります。

もう一つは維持管理費用です。欧州では、海況の厳しい冬を除いて船が常に洋上に出ていて、予防保全をやっており、故障する前に補修をします。日本とは考え方が違い、とにかく風車は100%回して発電して、発電できない期間を全部ロスと考えます。日本では、「定期メンテナンスだからしょうがない」と発電可能な時間を約3%ロスしています。そこを改善することで、維持管理費用を圧縮し、発電単価を3円程度下げることが可能になります。建設時は、風車数基を一度に洋上に持って行って施工するなど、計画的に効率よく行うことに目が行きがちですが、維持管理も同様に行わなければいけません。突発的な故障に都度対応するのではなく、予防保全的に計画して補修する。もう1年稼働できそうだからと、部品交換を1年延ばす「もったいない」根性も場当たり的です。洋上の場合、1年延ばした風車のためだけに船を持ってきて部品交換していたら非常にお金がかかり、万が一それが壊れたら船の調達などでなかなか直せない、長期間止まってしまう。事後保全というのは無計画と考えるべきです。維持管理も量産と同じように、同時に何基も実施する「大量維持管理」、「計画的維持管理」をする必要があります。

——更に発電単価を下げる方策はありますか。

石原 風車の寿命を延ばすことです。欧州ではいま25年ですが、日本ではまだ20年で計画されています。発電単価というのは「(建設・撤去費+維持管理費)÷発電量」ですので、風車寿命を延ばして全体の発電量を増やすことで、発電単価を下げることができます。もし風車を25年また

子力は有力な電源として見直しており、例えば、フランスでは比率を上げるにしても、廃止するつもりはないし、小型原子炉も2030年には実現すると言っています。イギリスも原子力をやめるとは言っておらず、欧州中には原子力をそのまま使おうという国もあります。

ただ、原子力は自然エネルギーと同様に調整電源が必要なんです。需要が落ちる夜間は、発電し過ぎるので、揚水発電所で貯めて、需要が増える昼に発電している。原子力を計画する際は、調整電源との組み合わせを一緒に考えています。

再生可能エネルギーも同様の側面があり、一方のエネルギーだけを進めるというのは間違いです。電気というのは、送る量と買う量は基本的に決まっているので、「余ったから送る」ということはできません。余剰の際の調整や不足する際に代替をどうするかという計画が必要です。

世界で一番風力の割合が多い国がデンマークで、2020年国内の46%の電力を陸上と洋上風力で供給しています。もう間もなく、50%に達するところですが、いつも十分に風が吹くわけではない。では、どうやって調整しているかというと、バイオマスによるCHP(Combined Heat and Power: 熱電併給システム)を使っています。要するにコジェネです。デンマークは寒いので熱をたくさん使います。また農業先進国ですから、そこから発生する麦わらやバイオガス、さらに木質バイオマスなどをCHPの燃料としています。風が吹いているときは発電をやめ、お湯をつくって熱として貯蔵する。風がやんだら、熱生産をやめて発電する。デンマークでは、CHPが風力の調整電



石原 孟 東京大学大学院工学系研究科教授

は30年使うとし、建設期間も含めれば、海域占用期間がいまの法律での30年では足りないの、法律を改正して占用期間を40年にしないとダメです。

先ほども言いましたが、「計画」というのは建設だけでなく、O&M(運転保守)も一緒に考える必要があります。実際に、風車寿命を20年と考えたときに、建設・撤去費が3分の2、残りの3分の1が維持管理費用となります。そのくらい維持管理費がかかっているの、建設が終わったら終わりではなく、維持管理も風車メーカーと発電事業者が協力して計画する。その中に、船をどうやって調達するかもきちんと計画していくことが重要になります。

再生可能エネルギーの利用を拡大するにはエネルギー全体のベストミックスを目指すべき

——欧州では、再生可能エネルギーをどのように活用していますか。

石原 最近の欧州の電力事情を見ると、風が弱く化石燃料に頼っている面もあり、電力供給が逼迫といった問題があります。そういった中で原

源となっているのです。そうすると風がやんでも困りません。風力とバイオマスのベストミックスだと私は思っています。

もう一つは、太陽光と風力の組み合わせ。欧州では夏は太陽光で、冬は風力が主力電源となっています。一番たくさん電気を使う夏は、風がないので太陽光。一方、冬になると天気が悪く太陽光の発電効率が落ちるので風力で賄っています。季節変動に対応した風力と太陽光の電力ベストミックスになっています。

一方、電気はエネルギー全体の20%程度であり、残りの80%は熱と交通の燃料なので、欧州では電力のベストミックスに加え、電気が余ったときはメタノール、バイオ燃料、水素を作ろうとしています。そうすることで、交通の燃料にもなるし、エネルギーを貯蔵することもできます。エネルギーのベストミックスを欧州は大々的にやろうとしています。

——日本における再生可能エネルギーの未来像について伺えますか。

石原 日本はこれまでエネルギーの安全保障・安定供給を考え、エネルギーのベストミックスをやってきましたが、これからは再生可能エネルギーも含めたベストミックスを目指すべきです。

洋上風力は大規模に展開できるので、熱と交通分野のエネルギー問題の解決に貢献できます。さらに余剰電力でエネルギー貯蔵や燃料を作ることができれば、エネルギーの安全保障・安定供給に貢献します。そのためには将来のあるべきエネルギーの姿を描き、洋上風力は「こういう方向に行くべき」という計画が作られることを期待しています。

導入目標

政府は、年間100万kW程度の区域指定を10年継続し、2030年までに1,000万kW、2040年までに浮体式も含む3,000万kW~4,500万kWの案件を形成する。

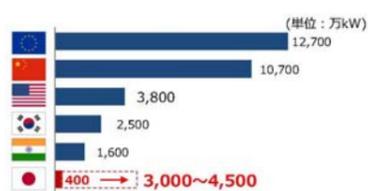
※2040年については、産業界が投資判断に必要とした4,500万kWを見据えて導入目標を引き上げ、世界第3位の市場を創出。※4,500万kW達成には、浮体式のコストが、技術開発や量産化を通じて、今後大幅に低減することが必要。

洋上風力発電の各国政府目標

地域/国	目標
EU	60GW (2030年) 300GW (2050年)
ドイツ	40GW (2040年)
アメリカ	22GW (2030年)
中国	5GW (2020年)
台湾	5.5GW (2025年) 15.5GW (2035年)
韓国	12GW (2030年)

(出所) IEA Offshore Wind Outlook 2019、各国政府公表情報を元に工ネ庁追記

IEAによる各国政府目標を踏まえた洋上風力発電の導入予測(2040年)



(出所) IEA Offshore Wind Outlook 2019(公表政策シナリオ)

洋上風力産業ビジョン(第1次) 政府による導入目標 (洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会 資料より抜粋)