

洋上風力発電の導入拡大に向けた土木技術者の役割

The role of civil engineers in the introduction of offshore wind power

【語り手】石原 孟氏 フェロー会員 東京大学大学院工学系研究科教授

【聞き手】福島 雅人氏 正会員 電源開発(株)

小原 隆志 土木学会誌編集委員

2022年5月18日(水) オンラインにて



石原 孟氏
ISHIHARA Takeshi

1992年3月に東京工業大学理工学研究科土木工学専攻博士課程修了、同年4月に清水建設(株)技術研究所に入社、2000年4月に東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻助教授として採用、2008年4月に教授、現在に至る。

日本の再生可能エネルギー比率向上の切り札として期待される洋上風力発電。土木の新しい分野としても注目を集めている。洋上風力に関する世界の最新動向とともに、導入目標達成に向けた土木技術者の使命、これからの技術開発において重要な視点、次世代を担う若手に向けて新しい分野を切り開く重要性について、石原孟氏に聞いた。

日本の洋上風力の導入目標 その意味とは？

——まずは洋上風力発電の世界的な最新動向について教えてください。

石原——陸上・洋上風力発電ともに、新規導入量の記録が毎年更新されており、世界的に風力発電の導入が加速しています(表1)。洋上風力については、

本格的に導入が始まった2000年から20年間で世界の累積導入量が20GWを超えたのに対し、2021年単年の新規導入量は21GWと驚異的な記録でした。

2021年の導入量は、中国において洋上風力発電の固定価格買取制度(FIT)が最終年度だったために、駆け込みで新規建設が行われたことも関

係しています。これまでは、発電した電気を国が全て買い取るFIT制度でしたが、今後は発電事業者が卸市場などで売電したとき、その売電価格に対して一定のプレミアムを上乘せするFITP(フィードインプレミアム)制度に移行します。風力発電は、その導入量の増加とともに、徐々に補助金から独立した電源に成長してきています。

——日本の洋上風力の導入目標について見解をお伺いできますか。

石原——日本では、第6次エネルギー基本計画において、「2030年までに洋上風力で5・7GW、陸上風力で17・9GW、合計23・6GW」の導入目標が掲げられました。また、洋上風力産業ビジョンにおいて、「2030年までに10GW、2040年までに30

45GW」という目標も掲げられています。実際に、2021年には、洋上風力で1・72GW、陸上風力は0・92GWの入れがありました。今後、年間2〜3GWの導入が見込まれます。洋上風力は原

表1 世界の風力発電導入量

単位：GW	陸上		洋上		陸上+洋上	
	新規	累積	新規	累積	新規	累積
2019年	54.6	621.0	6.2	29.2	60.9	650.2
2020年	88.4	708.9	6.9	36.1	95.3	745.0
2021年	72.5	780.3	21.1	57.2	93.6	837.5

世界風力会議：GWEC GLOBAL WIND REPORT 2022, 2021を基に作成

ABSTRACT

The number of wind power plants grows rapidly all over the world. The government of Japan announced an ambitious target of offshore wind power to reach carbon neutrality by 2050. Civil engineers need to lead the offshore wind development with a challenging spirit, as their predecessors did for hydro, thermal, and nuclear power systems. Although the natural environment conditions in Japan, such as typhoons and earthquakes, are severe, the technology developed to cope with the conditions will be globally applicable. Cost reduction is an important perspective for building sustainable infrastructure. The creation of opportunities to challenge attracts young engineers to the new field.

子力のように巨大プロジェクトなので、入札から運転開始までリードタイムが長くなります。したがって、今は案件形成を確実にやっていくことが重要です。

一方で、世界でも高い目標を掲げているイギリスでは、既に約40GWの入札が行われ、さらに2022年4月に「2030年までに50GW」という新たな目標が発表されました。

カーボンニュートラルの実現には、全発電量の35%を風力発電で賄う必要があるとされています。欧州では、既

に15%を超えており、2040年までに最大の電力源となる40%まで成長すると予測されています。一方で、日本の2030年の導入目標を達成した際の割合はわずか5・4%です。したがって、日本の導入目標は最終ゴールでは決してなく、2050年カーボンニュートラル実現のための通過点にすぎないのです。

要 エネルギーシステムの転換には土木技術者の挑戦が必要

——これから日本が導入目標を実現していくために大切なことは何でしょうか？

石原——エネルギーシステムの転換は非常に大きな目標ですが、その実現は決して易いことではないと思っています。歴史を振り返ると、日本の水力開発は土木技術者が命がけで取り組んできたものです。日本初の水力発電所は、1891年に運転を開始した琵琶湖疏水を利用した蹴上発電所ですが、田辺朔郎が主任技師として、この大土木事業をリードしました。黒部ダムでは、多くの殉職者を出しながら、最難関の大町トンネルを完成させまし

た。その後の火力発電、原子力発電の開発でも、先輩方の血のじむような努力があったことは言うまでもありません。

風力発電の開発も、これまでの電源開発と同様に、土木技術者がけん引し、本気で取り組む必要があると考えています。洋上環境は危険を伴うことを考えても、目標を掲げたから達成できるというような生易しいことではありません。先人たちと同じように、洋上風力の実現が、土木に携わるわれわれがやり遂げる責務であるという覚悟が必要です。

このときに、直面する課題をポジティブに考えて、チャレンジしていくことがとても重要だと思えます。日本では「課題」という言葉の訳語に「Problem」を使います。ところが、国会議議の場では、「Challenge」と表現されます。「Problem」と捉えると、ネガティブな思考になりやすく、できないならこのまま誰もやらない方がよいという発想になってしまいます。一方、「Challenge」と捉えると、挑戦すべき新しい領域となります。これまで洋上風力に関連する技術や法律の壁を一つ一つクリアしてきました。課題があ

るからこそチャレンジでき、前進できます。エネルギーシステムの転換には、土木技術者の「チャレンジ」精神が不可欠であると考えています。

日本の自然環境を制した者が洋上風力を制する

——日本に洋上風力を導入するにあたって、どんな技術的なチャレンジがあったのでしょうか。

石原——これまで国際電気標準会議のIEC規格で規定された設計風速は50m/sでしたが、台風が襲来する日本では、風速57m/sまで対応できないと風車が設置できる海域が大きく制限されます。そこで、約10年をかけて、台風に耐えられる新規規格クラスTを作りました。余談ですが、クラスTの名称も私がIECに提案したのですが、最初は通りませんでした。アメリカはハリケーン、インドはサイクロンなので、台風のTはJAPANクラスになるので駄目だとのことでした。どうしたかというところ、Tropical CycloneのTとしました。それ以来、世界中の風車メーカーからクラスTの風車が提供されるようになりました。自然と技術を調和していくことは

土木の醍醐味^{だいごみ}です。国際基準を作った結果、台湾電力のプロジェクト第1号につながりました。この台湾の国家的プロジェクトは、当時日本メーカーと一緒に企画を作って、日本製の風車を輸出することに成功しました。

もう一つは、IEC規格に地震に関する基準を作ったことです。欧州は今耐震設計技術を学ぼうとしています。これから北米やアジアの市場が成長していくので、一番進んでいる日本の耐震設計を学んでいるのです。他のインフラもそうですが、地震荷重は最大荷重になることが多いです。台風と地震を制する者は世界の洋上風力を制すると私は思っています。風車は年々大きくなつていて、風車ローターの直径は200mを超えて250mまで達しようとしています。日本の非常に厳しい自然環境下において、このような大型風車を設置できれば、どこの国でも仕事をすることができます。日本の基準は必ず世界で通用します。

コスト削減は 技術者の使命

——エネルギーインフラとしての風力発電の特徴は何でしょうか？

石原——風力は非常にコスト競争が厳しい世界です。実は、2011年から2015年の間の風力発電に対する投資額は一切変わっていませんが、この間に発電量が33%増えました。風力の分野が大きく成長している要因は、このような大幅なコスト低減にあります。

日本の高度経済成長期には、良いものを作るのが是とされてきました。しかし、少子高齢化の時代においてインフラを維持していくためには、良いものを安く作る必要があります。コスト低減の努力こそがエネルギーインフラを維持していく秘訣^{ひけつ}ですが、このような経済性の観点が土木にも必要だと思えます。

洋上風力の発電コストで重要なのは、建設と維持管理コストです。建設コストは土木の仕事のやり方そのものが反映されますから、そこを根本的に変える必要があります。安く作るために重要なのは、インフラを早く、大量に作ることです。入札においても、分散するのではなく大規模にして、大量生産できる環境を作ることが必要です。

風車は20〜30年たつとリプレースさ

れます。低コストで運用し更新していくことで、産業として持続可能となります。また、風力発電は、自動車と同様に多様な技術が組み込まれているため、情報化、自動化といった新しい技術を一つの発電設備の中に取り入れることができます。次世代のインフラに新しい技術を適用し、他分野にもつなげていくことができるチャンスです。その際、技術開発においても、コストをいかに低減するかという観点が非常に重要です。

若い人が活躍する場を作る

——洋上風力など海洋土木を担っていく人材の育成も大事になってきますね。

石原——人材育成も非常に重要だと思えます。学生たちは、民間企業の新しいチャレンジをよく見えています。洋上風力のような未来につながる仕事をしっかりして、その実績をアピールすることが、学生を引きつけるために重要だと思えます。大学教育というのは、実は民間の実績や取り組み姿勢に影響される部分があると感じています。

また、自分の創意工夫、独創性を最大限発揮するために、技術者としての能力を証明する資格が必要だと思えます。例えば、イギリスでは、資格を持つエンジニアが重視されます。危険を伴う海洋土木の分野だからこそ、プロジェクト全体をマネジメントできる能力が必要です。その意味で、技術士の建設部門の中に、「海洋開発」や「洋上風力」といったキーワードが入っても良いのではないのでしょうか。若い人がどこに向かっていけばよいのか、何を努力すればよいのかが分かるように、ビジョンを示し、プレーする場を提供することが最大の教育ではないかと思えます。若い人に夢を与えるには、成長する分野を切り開いていくことが重要です。