

# 科学の 峰々

70

名古屋大学大学院 環境学研究科教授

安田 公昭 先生 に聞く

## “洋上風力発電”の現状と 今後の可能性 下

聞き手：柴田 眞利 日本科学機器協会 監事／広報副委員長  
 南 明則 同 広報委員  
 佐藤 文俊 同 広報委員  
 藏満 邦弘 同 専務理事  
 岡田 康弘 同 事務局長

(取材・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

と き：2012年7月31日

と ころ：東京科学機器協会会議室



### 安田 公昭先生のプロフィール

1969年 宮崎大学農学部水産増殖学科入学  
 1973年 宮崎大学大学院農学系研究科水産学専攻修士課程入学  
 1976年 東京大学大学院農学系研究科水産学専攻博士課程入学  
 1979年 同 修了 農学博士

#### 〈職歴〉

1982年 (株)グランドレジャー 伊豆農場次長  
 1984年 (株)アグロ・システムズ設立 代表取締役  
 1986年 酒伊エンジニアリング(株) 取締役  
 1992年 (株)バイオマテリアル 代表取締役  
 2004年 (株)協和エクシオ 顧問  
 2005年 (株)バイオキャリアテクノロジー 専務取締役  
 2006年 CO2CORAL(株) 代表取締役

#### 〈公職〉

1994年 福井大学工学部 客員教授  
 1996年 国土審議会 委員(総理大臣任命)  
 1998年 国際科学振興財団 評議員  
 2009年 名古屋大学大学院 環境学研究科寄附講座教授

#### 〈現在の専門分野/研究テーマ〉

洋上ウィンドファームの事業化における  
 Stakeholder Management



## 年間3000億円を生み出す 一大産業を目指す

— これまでのお話では、日本で風力発電が広まっていけば、将来的には原子力発電15基分ほどの発電が可能になるということでしたが、現在、安田先生が携わっておられる北海道のプロジェクトの内容をもう少し詳しくお聞かせいただけますか。

**安田** 北海道での洋上風力発電のプロジェクトでは、年間の発電量5メガワットの風車を600本建てる計画になっています。この計画を5年後をゴールとして話を進めています。

1メガワットの電力は1億円ほどで売電できるので、プロジェクト全体では1億円×5メガワット×600本、つまり約3000億円の収入が見込め、巨大な産業になるものと思います。その収入の一部を地元に戻元するので、その地域は油田の町のように潤っていかずはです。

— 洋上風力発電は設置するのに、どのくらいの費用がかかるものなのでしょうか。

**安田** 洋上風力発電の設置費用は1基25億円ほどです。風車は通常20年ぐらい使えますが、少しずつ部品を交換すれば約50年はもちます。5メガワットを発電する風車なら10年で50億円を

稼げますし、20年動かせば投資した資金は十分に回収できるでしょう。

洋上風力発電の成功の鍵の1つは漁業者が利益を実感できることで、この北海道のプロジェクトが成功すれば、やがては青森、秋田、山形などにも広がっていくと思います。日本海側がうまくいけば、太平洋側でも手を上げる地域が出てくるでしょう。

例えば太平洋側では、浜岡原発が近くにある遠州灘は風力発電に向いたいい風が吹いているところです。風が強いのでかつては船が遭難することも多かったのですが、そこに洋上風力発電を建て、発電した電気は浜岡原発の大きなグリッドにつながることができます。私は中部電力と割と親しくしているのですが、浜岡原発の再稼働が難しいのであれば、そういう方向も考えられます。

同じ理由で、石川県の志賀原発のある辺りも風が強く、洋上風力発電を作り、そこで発電し

た電気を志賀原発のグリッドにつなぐことが可能になります。

前にも触れたように、こうして日本全国の風力発電で原発15基分ぐらいの電力が作り出せると考えています。

逆に、沖縄などは九州へ電気を送ることが難しいため、風の問題というよりも系統連系ができないという点で、洋上風力発電のプロジェクトは進めにくいでしょう。

## 風力の発電コストは 将来、原発よりも安くなる

— 自然エネルギーによって作られた電気はコストが高いと言われることも多いようですが、風力発電のコストはどのくらいになるのでしょうか。

**安田** 洋上風力発電が進んでいるヨーロッパでは、発電コストは10円/kWhを割っています。場所によっては7円/kWhを割っているところもあります。

## 風力発電の本格導入に伴う経済効果

### 風力発電コストは国内で還流可能

再生可能エネルギー導入を語る際によく指摘される課題として、発電コストが高いことが挙げられる。火力の発電コストが10円/kWh未満であるのに対し、風力は10～14円/kWhとされている。しかしその内訳を見ると、火力は燃料を輸入に頼っていることからコストの大部分を占める燃料費のほぼ全てが海外の資源国に流出する構図になっているのに対し、風力は仮に風車設備を国内生産で調達できれば、発電に要するコストを全て国内還流させることも不可能ではない。

日本では今のところ20~25円/kWhですが、普及が進めばコストも下がり、10円/kWhを切るようになるでしょう。一方、原発の発電コストはヨーロッパでは12~13円/kWh、日本では政府などの援助を入れて7~8円/kWhと言っています。ですので、やがては風力発電の方が原子力発電より発電コストが安くなるものと思います。

これに対して、太陽光による発電コストは23~24円/kWhの壁をなかなか超えられないと言われています。

— 自然エネルギーは不安定であるとしてよく指摘されますが、電気を安定的に利用するためには、どのような対応が考えられるのでしょうか。

**安田** 火力発電の中でもガスタービンは反応が速く、5分ほどで立ち上がります。それに比べ、原子力発電や水力発電はレスポンスはあまり良くはありませんので、自然エネルギーの不安定さは火力で補います。そして今は天気予報が発達しており、風力や日射量をかなり正確に予測することができるので、それを計算してガスタービンを動かせばよいわけです。

ちなみに、ドイツでは火力発電の約80%を石炭が占めており、自然エネルギーとの兼ね合いで、それを柔軟に動かしています。

— 日本の場合、自然エネルギーとして地熱の利用も有効ではないかという意見がありますが、これに関してはどうでしょうか。

**安田** 地熱を利用する場合、日本では近くに温泉があり、旅館などからの反対が考えられます。地熱発電はやってみないと分からないところがありますが、温泉の出が悪くなると、賠償の問題が発生するかもしれません。

私はステークホルダーマネジメントという言い方をして洋上風力発電の事業化に取り組んでいます。事業化を進めるには周辺住民を含め、プロジェクトに関連する多くの人々の理解が重要になってくるのです。

### 陸上風力発電と比べたときの洋上のメリット

— 先生は洋上風力発電のプロジェクトに取り組んでおられますが、陸上と洋上の風力発電の違いはどの辺りにあるのでしょうか。

**安田** 陸上の風力発電に比べたときの洋上発電のメリットは、海のほうが風速が強く、風の乱れが少ないこと、騒音や景観の問題が指摘される陸上の風力発電に比べて建設に伴う制約が少ないことなどです。

風車の発電量は、羽の長さの2乗、風速の3乗に比例します。羽を大きくするほど効率がよく、風速が強いほど発電量も大きく

なります。2メガワットを発電する風力発電のブレードの長さは42mぐらい、5メガワットになるとブレードの長さは70mほどになります。

70mぐらいの大きさになると、日本の道路では輸送が難しくなります。また、よい風が吹いているところでも山の上などに大型の風車を設置しようとするれば、その分コストがかかります。

そうした点から風車を効率よく設置していくには、海岸がよいということになります。海は陸の倍近く風がよく、大型の構造物といっても、洋上ではそれほど大きく感じることはありません。

ただし、北海道には陸にも風力発電を設置しやすく、よい風が吹いている場所があります。しかし、そういう所には農地法などがあり、やはり設置に壁があることが多いのです。

— 日本では台風や津波など自然災害のリスクも考えられるかと思いますが、この点では何か対策がとられているのでしょうか。

**安田** 風力発電の風車にはアップウィンド型とダウンウィンド型の2つのタイプがあります。アップウィンド型はタワーと呼ばれる支柱の前にブレードがあるもの、ダウンウィンド型はタワーの後ろにブレードがついているものです。アップウィンド型はコンピューター制御によって方向を変え、風に対して真正

面を向くように作られています。

もともと風車は風速15~20mの風を最適としていますが、アップウィンド型は風が強いときは、ブレードのピッチを変えて風を受け流します。台風などのときにはブレードを直角にし、強風の影響を受けないように作られています。

津波については、風車は海面よりかなり高い所にあるので影響を受けることはありません。

風力発電に関して特に日本で問題になるのは、雷が多いことです。北陸は冬季雷が沿岸部で多発します。この冬季雷は電撃電流の継続時間が長く、いわゆる長波尾雷が多くみられ、冬季雷の雷継続時間は夏季雷の100倍以上となる場合もあります。この冬季雷が風車のブレードに損傷を与えます。

対策としてはレセプターを使って、雷をうまく海に逃がすようにしており、現在ではその問題も解決しています。

### 世界の風力発電の主要部品は日本メーカーが提供

— 産業の面から見た風力発電についてもお聞きしたいのですが、風力発電産業における日本メーカーの国際的な位置はどの辺りにあるのでしょうか。また、北海道で進められているプロジェクトでは国産の風車が使われるのでしょうか。

安田 北海道のプロジェクトで

は、グローバルに見てコストの安いところの風力発電を持つてくることになります。特に洋上風力発電では、海の強い風や塩分に対する対策ができていくことが求められます。

そういう経験を持っているメーカーとなると、やはり、ヨーロッパが中心となります。イギリスの洋上風力発電でも、風車は全ヨーロッパから持ってきています。

しかし、部品という点から見ると、日本のメーカーは世界的にも高いシェアを持っています。1基の風力発電に使われる部品は1万5000~2万点ほど。多少ばらつきはありますが、風車の主要部品の8割は日本のメーカーが提供しています。

今の日本にとって大切なのは、当面はヨーロッパの風車を持つてくることになりますが、洋上風力

発電のプロジェクトに日本のメーカーを入れて経験を積んでもらうことです。いくつかのプロジェクトを経験すれば、純国産の優れた風力発電も出てくるでしょう。

— 日本では部品だけでなく、風力発電の風車自体を製造しているメーカーはほとんどないのでしょうか。

安田 日本における大型風車のメーカーは3つありますが、世界シェアはいずれも低く、トップのメーカーでも世界では11位や12位ぐらいです。

世界的に高いシェアを持つ欧米の風車メーカーは、自国市場の成長とともに事業規模を拡大し、量産によって低コスト化を実現し、自国および周辺の国々に製品を提供して成長してきました。

## 風力発電の産業構造

### 風車産業は自動車に匹敵する裾野の広さ

2,000kW級の大型風車はブレードの直径約80m、タワーの高さ約60mにも上る大型構造物である。ナセルの中には発電機のほかブレードの回転を伝える主軸、軸受、回転数を変換する増速機等の主要部品が収められ、まさに電気機器、制御装置、パワーエレクトロニクス等、多様な部品・機器の集合体である。部品点数は分類の仕方にも拠るが1~2万点に上るといわれ、風車産業は、風車メーカーから部品、及び部品を形成する素材に至るまでのサプライチェーンが構築されるという点において、自動車産業にも似た産業構造になっている。ガソリン自動車の部品点数は約3万点、電気自動車では約1万点といわれるため、部品点数だけ見れば、自動車産業に匹敵する裾野の広さとの見方もできる。2010年時点における世界の風力発電関連雇用者数は50万人と推定されている。

風車は重量物ですので本来は現地生産が望ましく、日本国内で十分な規模の風車市場が立ち上がれば、日本でも部品から素材に至るサプライチェーンが構成され、それが大きな産業に育つことは十分に考えられます。

### プルトニウムを消費できるトリウム原発

— 日本では今、自然エネルギーへの関心が高まっていますが、将来的に日本の電気の何割ぐらいを自然エネルギーによって賄えるとお考えでしょうか。また、今後、日本のエネルギー政策はどのような方向へ向かうのか、先生のお考えをお聞かせいただけますでしょうか。

**安田** 自然エネルギーが賄える電気の割合については、電力会社の在り方をはじめいろいろな問題をクリアしないとはいけませんが、おそらく最大で15%ほどではないかと思います。

それと福島第一原発の事故以降、脱原発を求める声が高まっていますが、日本では廃炉の問題もありますし、原子力発電もある程度は残していかなければならないと思います。

原発の廃炉は50年、ひょっとすると100年がかかります。そして排出されたプルトニウムは2万年～10万年は影響を残します。しかし、このプルトニウムを助燃剤として消費することが

できるトリウム原発というものがあります。

トリウム原発は、現在の原発とは違い、熱伝達に水を介在させないので、水素爆発や水蒸気爆発など甚大な事故を起こす恐れはありません。熱伝達に塩を使い、発電するときは450度～550度ぐらいの溶融塩の状態で行い、温度が低くなると固体化するので、放射性物質が飛び散る心配もありません。

日本ではトリウム原発の開発に国をあげて研究が進められていない状態ですが、海外では研究が進んでいるので、日本もこれを取り入れてはどうかと思います。これまでに溜まっている日本のプルトニウムをトリウム原発によって使うと、100～200年で使い切れると言われていています。しかし、このトリウム原発を進めるにしても、今の日本の電力会社の体制のままでは難しいと思います。原発のようにリスクの高い事業は民間企業の手には負えません。原発事業は本来、国営企業にするべきです。

なお、レアメタルを採取すると、その副産物としてトリウムが出てきます。中国ではこのトリウムをストックしており、いずれトリウム原発に使おうと技術開発を進めているようです。

### 国立大学を研究型と教育型に分ける方針も

— 話題は変わりますが、今の

日本の理科教育について思うこと、あるいは、子供たちに伝えたいことなどがあれば、お聞かせください。

**安田** よく言っているのは、人は物質世界だけでハッピーにな

### 洋上風力発電に関する実施あるいは計画中のプログラムのタイムテーブル

#### NEDOプロジェクト

- ①浮体式洋上風力発電実証研究  
基礎調査 H23年度内実施  
F/S H23・24年度実施
- ②洋上ウィンドファーム  
F/S H23年度に実施
- ③実証研究 H24年度以降に実施  
洋上風力発電システム実証実験  
H22～H26年度で実施
- ④超大型風力発電システム技術研究開発  
H23年～H26年度で実施

#### 経産省直轄プロジェクト

福島沖浮体式洋上風力発電実証実験  
H23～H27年度で実施

#### 民間主導プロジェクト

- ①茨城県神栖市  
ウィンド・パワーかみす  
ウィンド・パワーいばらき
- ②能登半島  
計画中 50MW
- ③福井県  
検討中 50MW

れるわけではないということですが、技術は物質社会を先導する重要なものですが、すべてではない。やはり、人々が豊かになるためには物質世界と精神世界を両輪としてやっていかなければならないと思います。

— 大学教育については、いかがでしょうか。大学でも様々な改革が進められていると思いますが。

**安田** 研究と教育ということだと、文部科学省ではこのところ、旧帝大は研究型を志向するように、その他の大学は教育を軸にするように、と言っています。こうした中、大学も変わろうとしており、北陸では富山、石川、福井にある3つの国立大学を1つにするとか、九州の大学を九州大学を中心にして統合するといった議論もあります。

### 大学内に広く利用できる分析センターを

— 最後に、科学機器業界に対するご意見やご要望、あるいは科学機器に関してお感じになっていることがあれば、お聞かせいただけますでしょうか。

**安田** 科学機器というと、昔は講座ごとに資金をプールして設備を整えていました。しかし今は大講座制ですから、先生方もバラバラになり、機器の購入もそれぞれが行っています。プロ

### ヨーロッパにおける洋上風車の計画

- ・洋上風車は2010年末で3GW設置
  - ・現在100GW洋上風車の計画があり、EUの10%の電力を賄うことができる
  - ・EUで2020年までに40GW、2030年までに150GWを計画
  - ・陸上における過去12年の32%の成長率を、これからの12年で洋上において実現する
  - ・洋上電力送電網を整備し、“Pan-European electricity super highway”を提案する
  - ・数10兆ユーロの規模
- 以上 EWEA

ジェクトが大きければそれなりに資金はあるでしょうが、多くの場合、高額な機器は買えなくなっています。

若手の先生は研究費といっても、数十万円から数百万円ですから、機器は買えず、分析は外注となります。その外注にしても、その前にいくつかのサンプルを試し、傾向が見えてきてから、最終的に確実なサンプルを本分析に出すことが多いようです。

また、昔の小講座制のもとでは機器をメンテナンスする者がいましたが、今はそれぞれの先生が独立してるので、機器を購入してもメンテナンスが難しくなっています。

こうした現状を見ると、ある程度の規模の大学であれば、分析センターなどを作って、そこをいつでも研究者が使えるようにしてはどうかと思います。特に数千万円、数億円するような機器は、その分析センターで使えれば便利でしょう。そして、その分析センターには機器のメンテナンスをするとともに、各

メーカーの機器の特徴を把握している専門家がいて、こういう試薬の分析にはこちらの機器がよい、とアドバイスしてくれると、なお良いと思います。

こうした分析センターには、他の大学の先生が来てよいし、大学以外にも様々な受注を受けて、業者の方に商売をしてもらってもよいのです。これまでは確かに、業者と大学の先生とのもたれ合いがあり、預け金などの問題もありました。そういう関係はいけません、分析センターを大学と民間企業が共同で運営することは、制度として不可能ではありません。

大学の医学部は病院を運営していますし、大学側も先生方と民間企業との協力を勧めています。しかし、そういう話はこれまでほとんど進展していません。民間企業1社では難しいでしょうから、団体として取り組んでもいいのではないのでしょうか。文部科学省と話をし、補助金を出してもらおうということも考えられるように思います。(完)