

「日本海沿岸における今後の洋上風力発電の展望」

うし やま いずみ
牛 山 泉 氏

足利大学理事 名誉教授

と き：令和4年11月10日(木)

ところ：ザ・キャピトルホテル東急 1階「鳳凰の間」

講師のご紹介

1 略歴

- 1942年 長野県生まれ
- 1971年 上智大学大学院理工学研究科機械工学専攻博士課程単位取得後退学
足利工業大学機械工学科専任講師
- 1974年 足利工業大学機械工学科助教授
- 1985年 足利工業大学機械工学科教授
- 1989年 放送大学客員教授
- 1998年 足利工業大学総合研究センター・センター長
中国・浙江工業大学客員教授
- 2002年 日本風力エネルギー学会会長
- 2003年 足利工業大学大学院教授
- 2006年 足利工業大学副学長
日本太陽エネルギー学会会長
- 2008年 足利工業大学学長
- 2014年 学校法人足利工業大学理事長
- 2019年 学校法人足利大学理事長
- 2022年 学校法人足利大学理事長 退任

2 公職等

主な審議会委員：経済産業省 洋上風力発電施設検討委員会 委員長
国土交通省 港湾における洋上風力発電施設検討委員会 委員長
日本風力エネルギー協会 会長、新エネルギー財団 新エネルギー産業
会議委員長等を歴任

3 研究分野

総合工学、機械工学、環境学、エネルギー学、技術史

1. 自己紹介

ご紹介ありがとうございました。牛山でございます。

本日は、「日本海沿岸における今後の洋上風力発電の展望」ということでお話しさせていただくのですが、江戸時代の北前船から始まって、日本の経済と文化を支えてきたのは日本海側だと私は思っています。今までちょっと太平洋側に日が当たりましたが、実は日本海側こそが本当にこれから日本を動かしていく、そして発展していく基になるのだと考えております。私自身も山形県の鶴岡高専で10年ほど毎年ずっと特別講演をやっておりましたものですから、日本海側には非常に思い入れもあります。それから、酒田などに行っても「いや、すごいところだな」と思っていました。

今までの講師の方々を拝見しますと、風力はもちろん、洋上風力をやった方は一人もおられないので、ちょうどいいタイミングかなと思いました。最初に講演をされた方が私の高校の2年先輩で中嶋嶺雄さんでした。当時、東京外語大の学長をされておられて、その後、秋田に国際大学をつくるという素晴らしい仕事をされたのですが、そういう方をはじめ、何人も知っている方たちが講師をされているものですから、これは私もやらねばということでございます。

早速本論に入りたいのですが、文字どおり、これからは洋上風力、そして日本海ルネサンス到来と私は考えております。

最初に少し簡単な自己紹介をさせていただきます。

こちらが私の学部、大学院を通じたの恩師なのですが、この田中敬吉先生は36歳で東京帝国大学教授になられた超優秀な方で、戦前、東京帝国大学に航空研究所という組織があり、そこの原動機部長をされておりました。そこで航空機の研究をしていた方々は、終戦と同時にGHQにより航空関係の研究者は公職追放になり、航空産業は廃止させられてしまいます。そして、昭和24年に新制大学ができたときに、田中先生は、千葉工業大学の初代の学長になります。千葉工大は今、ロボットの研究で有名ですが、当時は興亜航専、アジアを興す航空専

門学校だったのですが、それが新しい大学制度で千葉工業大学になりました。その後、上智大学の理工学部設置の時の初代理工学部長になられ、私は第1期生としてこの先生の指導を受けたわけです。たまたま、その後の高度成長期に、足利に工業大学をつくることになり、学会に人脈のある田中先生は足利工業大学の顧問もされておられ、その縁で私は足利工業大学に勤務することになったわけです。

戦後の高度成長期を支えた「日本のものづくり」、これを学術的に支えてきたのが日本機械学会です。日本機械学会はいわゆる学会として3万人以上の会員を擁する一番大きい学会です。大学や研究所とか企業の代表が持ち回りで会長をするのですが、田中先生はこの学会の会長も務められました。ご存じの方もおられると思いますが、企業の方では三菱重工の社長をされた相川賢太郎さんなども、会長を務められております。

田中先生の業績の一つは、航研長距離機のエンジンを担当されたことです。1938年に無着陸で62時間ですから2日半、藤田雄蔵操縦士は眠らずに操縦し、航続距離と平均速度の世界記録を作りました。これは日本が持っている唯一の航空関係の世界記録であります。この航研機の実物大模型が、青森県立三沢航空科学館にあり、本当に迫力があります。

私は上智大学ではエンジンの研究室にいましたから、当然エンジンの研究をやっていたのですが、私はガスタービン・エンジンの研究でした。飛行機に付けますとジェットエンジン、地上に置きますとガスタービン発電になるのですが、私は、大学院の博士課程の時から、ガスタービン学会の会長も務めておられ、日本機械学会の会長もされた慶應義塾大学の佐藤豪先生のゼミに参加させていただき博士論文も副査として指導いただきました。

その後、足利工業大学に勤めて2年後に、短期間でしたが、ガスタービンの世界では神様といわれるマサチューセッツ工科大学ガスタービン研究所長のデイビッド・ウィルソン教授の研究室に参ります。この

研究室には、私が行ったときも三菱重工から派遣された方がおられましたし、その後も、現在、日本風力発電協会の国際部長をされている、かつて三菱重工にいた上田悦紀さんも、やはり同じ研究室におられたとお聞きしました。

こうして私はガスタービンの研究をやっていました。ところが1973年、それから1978年にオイルショックがありました。今でも覚えているのは、ガソリンが当時55円/1Lでした。それが一気に180円に上がったのです。もう日本経済は駄目かなと本当に思いました。その後、沈静化しましたが、100円を切ることはない状況でした。当時、ジャンボジェットB-747は翼の中に燃料タンクが入っているのですが、ドラム缶でジェット燃料が960本入る。これがニューヨークに着くときには空っぽになってしまうのです。私は「こんなに大量のエネルギーを使う研究をいつまでもしていいのかな」と考えていました。そこで、ウィルソン先生に話しますと、「実は私も同じようなことを考えているのだけど、私はガスタービン研究所の所長だから、私が風力なんていう訳にいかないよ。君が日本に帰ったら、それを頑張ってやりなさい」ということで、私は表向きはガスタービンの研究をしながら、密かに風力の研究を始めていました。大学というのは、はっきり言うとテーマを変えるというのは非常に難しいのです。講座制の大学ですと、教授がおられ、その下に助教授、そして助手となっていますから、なかなかテーマを変えられません。幸いなことに足利工業大学は研究室制度で一人一研究室で、一国一城でやっていけましたので、テーマをガスタービンからウィンドタービンへと変えたわけです。

そして、1977年に35歳のとき、今から45年前になりますが、日本風力エネルギー学会JWEAを立ち上げました。その後1988年の世界再生可能エネルギー会議WRECのフィレンツェ大会で、日本で最初に風力の研究開発をしたということでパイオニア賞を戴きました。

それから、2003年には風力発電の普及啓発に貢献したということで、文部科学大臣賞をいただきました。このときの文科大臣は遠山敦子さ

んで、女性初の文科大臣だったと思います。

それから、毎年、各国持ち回りで国際風力エネルギー会議WWEAが開催されており、2016年には日本で初めて東大の安田講堂で開かれたのですが、私を若い頃からかわいがって下さいましたWWEAの初代会長デンマーク人のプレーベン・メゴード博士から日本人初の栄誉賞を頂き大変光栄なことと感謝しております。

それから、つい最近なのですが、実はこの講演を依頼された直後に、今年が日本港湾協会創立100周年で「特別功労者の一人に内定した」と言う連絡があり、受賞させていただきました。何とこのときに岸田総理が祝辞を述べに来られて驚きました。

以上、私はガスタービンの研究からスタートし、ウィンドタービンに研究テーマを変え、今は再エネ全般、特に洋上風力発電を一生懸命やっていますということです。

2. 再生可能エネルギー導入の動き

最近、世の中の動きを見ますと、気象災害が頻発し世界中が大変な状況になっております。例えば、以前、気象庁の方にお聞きしたのですが、「線状降雨帯」という言葉は昔からあったようですけども、今はそのような専門用語が頻繁にニュース報道にも出てくるのです。自然災害が頻発し激甚化している大変な時代になってきました。毎年暮れに京都の清水寺で、その年の特徴を一文字で表す行事がありますが、2018年の文字は「災」でした。こんな状況が世界各地で起こっています。

ここで2013年の例を二つ挙げますが、一つは、オーストラリアで史上最も暑かったのがこの年でした。オーストラリアは雨も少ないところですから、カリフォルニアとかオーストラリアは、一度火がつくと、もう山火事はどうしようもない。止められないのです。

北半球でも、イギリスに巨大な台風がやって来て、白鳥がロンドンの町の中を泳いでいるのです。もうこういう時代になったのです。先

ごろ亡くなられたエリザベス女王は当時、何とおっしゃったでしょうかね。

そして、地球の温度上昇と二酸化炭素は、このような良く知られた関係があります。トランプさんは「いや、そんなことはない」と言うのですけれども、これはもうほぼ間違いないだろうと思います。つまり、地球の温暖化はCO₂が原因になっている。だから、これを減らさないことには地球の温暖化は止められないということです。

これが世界のエネルギー起源のCO₂の排出量ですけれども、ワーストワンが中国です。中国は日本の10倍の人口で、しかも工業が今どんどん発展していますから、これはある程度やむを得ない。それから、アメリカがワーストツー。その次、ドイツなどEU諸国があるのですが、ひとまとめにして、ほぼ8%は。その後インド、ロシア、そして、わが日本が国としてはワーストファイブになります。

日本は人口では世界のわずか2%、国土面積でいったら0.2%に過ぎません。こんな小さな国がCO₂の排出量が世界のワーストファイブ。これは恥ずかしいことです。環境相だった小泉進次郎さんが環境問題の会議で不名誉な化石賞を頂いてしまい、その後も日本は化石賞の常連になっており、世界からは軽蔑の対象となっていることを認識する必要があります。日本はとにかくCO₂を出さないようにしなければいけないのです。原子力もありますけれども、安全性の問題や使用済燃料の問題は依然として解決しておりません。全く安全なのは日本海側の洋上風力と私は思っています。

こうして、温暖化防止には再エネの導入が必須なのですが、左側の図にありますようにエネルギー転換部門、いわゆる発電部門でほぼ40%です。火力発電については、他の先進国は全部やめたり、あるいはロシアのウクライナ侵攻があってドイツ、イタリアあたりでは火力を少し継続しようと言っていますけれども、新設はないのです。日本は残念ながら新設をしている。なお、発生する二酸化炭素を吸収して、それを海の中に埋めてしまうような技術CCSもあります。技術的に

はできても効率が悪く、非常にコストもかかるし、原発の廃棄物と同様に、それを「はい、結構ですよ。それをうちで受けましょう」というところはないのです。これをやるとまた国が分断してしまうことになりますので、その意味でも全く安全なのは再エネだけと言えます。

そして、運輸部門は今17%ぐらいなのですが、これがEV化の動きがあり電気自動車に変わると、さらに電気が必要になります。こんなことで、日本はエネルギー転換部門・発電部門と、それから産業部門がほぼ30%ですけれども、これも大量に熱を使っています。ですから、それをどうするかということです。

そこで、国が3年に1回ずつエネルギー基本計画というものを練り直していますが、左側が第5次のもので2018年、右側が2021年のもので第6次ということですが、ここで再エネを国としても一応主力電源にするという言い方をされました。再エネ36~38%ということなのですが、残念ながら、これからご覧いただきますように、風力が一番ポテンシャルがあるのに導入が一番遅れているのです。

これをご覧いただきますと分かりますように、欧州諸国の2030年までの再エネ導入目標は、例えばデンマークは90~95%ぐらいを全部再エネにしよう言っているのに、日本は36~38%ですから、いわゆる先進国の中では一番低い、遅れた国になるのです。デンマークは本当に100%近く再エネにしてしまうのはすごいことです。

それから、ドイツと日本は経済レベルも工業レベルもほぼ同じなのですが、ドイツの場合は80%を再エネにしようとしています。ただ、今年はショルツ首相も言っておりますが、ロシアのウクライナ侵攻問題があることから、本来、原発は今年2022年末で閉鎖するはずだったのですが、取りあえず来年4月までは運転を継続しようとしています。ドイツの場合は、日本より質の悪い自国の石炭を使っていますからCO₂が出るのですけれども、これはもう、ある程度しょうがないと割り切っています。

これをご覧いただくと分かりますように、日本のエネルギーミック

スを実現するためには、導入の進捗率を見ると、もう太陽光は56%、中小水力は94%、確か今日から京都で水力の会議があるのですけれども、ここはそれほど頑張らなくてもというか、もう限界がある。ところが風力は一番ポテンシャルがありながら、わずかまだ20%なのです。これを日本海側でやると、急速に上がると思っています。

3. 風力発電の現況

それでは、風力発電が今どうなっているか。世界の状況から見ていきますが、風力を含め他の再エネは全て、環境保全、エネルギーセキュリティ、経済効果、いずれにも大きく貢献し得るものだといえます。特に今回のロシアのウクライナ侵攻があったりして、エネルギーを多様化していかなければならない、しかも国産エネルギー、つまり再エネでしたら全部国産のエネルギーですので、これが重要だと思います。

ドイツの場合は天然ガスを55%ぐらいロシアから入っていますが、日本はさほどではなく11%ぐらいですが、それでも、エネルギーをロシアや中東など海外に頼ってはいけません。それを武器にされていますから。しかも、天然ガス輸送船が日本海側を通ってきますから、とにかく何とかしたい。国産の再エネにしよう。しかもエネルギーも石炭、石油だけではなく、エネルギーを多様化していかなければいけないということです。それでも経済効果はあるのかと言われたら、これからご覧いただきますように、十分あるのです。日本の産業転換にも大きく貢献するということです。

ここで、少し数式が出るのはこれだけですので、ご心配なく。これは風車に係る一番重要な式です。 ρ （ロー）というのは空気の密度なのですが、これは一定と考えていますが、冬はちょっと気温が低いので少し ρ が大きくなります。でも、これはほとんど一定でいいでしょう。Aというのは風車が回ってできる面積、受風面積といっていますけれども、今は直径が200m~250mものとてもなく大きな風車ができています。そして設置場所が決まったらこれを大きくするのがよい

のですが、陸上では限界がありますが海の上はやろうと思えばかなり大きなものもできるということです。一番大事なのは風速V、風速の3乗に比例するという事です。ですから、風速が2倍になりますと、風車の仕事率、いわゆるパワーが2の3乗ですから8倍になる。これが最も効くわけです。ですから、風力発電事業者の人たちは、どこにいい風が吹いているかというのを血眼になって探すのです。その一番いい場所が、これからご覧いただきますように、日本海の北側、山形、秋田、青森、さらには北海道ということになります。

世界の風力発電は文字通り右肩上がりです。どんどん増えておりまして、トータルで825GW。1GWというのは100万kWで、大体原発1基あるいは大型火力1基と考えてください。風力だけで世界に原発800基以上の発電所がある。これは多分皆さんあまりご存じないと思います。

そして、国ごとのトレンドを見ますと中国の伸びがものすごいです。圧倒的に多いです。それからアメリカ、そしてドイツ。ドイツと日本は、国の大きさはほぼ同じ、経済レベルも大体同じです。どうですか、この違い。日本は、はっきり言って今まで眠りこけていたのです。ドイツはどんどん伸びています。それから意外に多いのはスペインです。あと、島国のイギリス、それからデンマークがあるのですが、デンマークは日本でいったら九州と同じぐらいです。北海道より小さい国です。それでも日本よりたくさん風力を入れてます。風力発電を最初に実用化し、しかも歴史的にずっと継続してきた国がデンマークです。日本はデンマークとは農業協同組合とかいろいろな意味でつながりがある、いい国であります。

残念ながら日本は、わずかですけれども右肩上がりですが、ここが2011年、震災のあった年です。本当はその後、大きく増えてくれればよかったのですが、この年は民主党政権の時代で、当時の菅直人首相が「再エネの固定価格買い取り制度をやらないと、私は辞めないよ」ということで、太陽光は急速に増えたのです。風力の方はなぜこんなに少ないかということ、環境アセスメントが義務付けられ、これを実施

すると最低でも2年、長ければ3年ぐらいかかるのです。ですから、固定価格買い取り制度をつかってアクセルを踏んだのですが、環境アセス不要の太陽光だけが急速に伸びて、風力はアクセルと同時に環境アセスによるブレーキの方がかなり効いたのです。現在は、環境アセスが済んで風車の導入も少しずつ増えているという状況です。

まず、日本の陸上風力についてですが、電力会社が電力を供給する範囲を管内といいます。ですから、北海道電力管内、東京電力管内というのですが、これは、それぞれの電力会社の管内ごとに風力発電導入の最大可能量はどのくらいあるかという、環境省が調べた結果なのですが、多いのはやはり北海道、東北なのです。海の方もすごいのですが、陸も多い。例えば北海道電力管内には、風力の可能量は約6500万kW、北海道電力の設備容量は、泊の原発を入れてもトータルで600万kWです。ですから、風力だけで北電の設備容量の10倍もあるのです。ところが、なぜ風車が建たないのでしょうか。それは、北海道は人口も少なく工業地帯もないものですから送電線がないのです。風車をいくら建てても、発電した電力を送る送電線がないので困っているという状況です。それから、東北電力管内には、風力の可能量は約4000万kWです。東北地方には比較的工業もあるものですから、東北電力の設備容量はほぼ1600万kW。したがって、風力だけで東北電力の設備容量の2.5倍あるのです。この二つの管内が突出していますが、その次は九州電力管内になります。陸上にも風力発電の導入可能量はこんなにあります。この後、今日の本番である洋上にいくわけです。

ここに「かつての」とありますけれども、かつては日本にもMW級風車を製造する風車メーカーが三菱重工、日立製作所、日本製鋼所があり、300kWを製造する駒井ハルテックとあり、駒井は今でもやっていますけれども、大手3社が全部撤退してしまったのです。どうしてかという、日本は国内の風車マーケットが小さ過ぎたのです。要するに目標値が小さ過ぎたことから、いなくなってしまったのです。

三菱の2MW級風車はアメリカに大量に出していたのですが、GE

にクレームをつけられ、アメリカはすぐ訴訟に持ち込むものですから、結果的に三菱が勝訴したのですが、係争中の2年半、全く営業ができなかったことからアメリカから撤退せざるを得なかったのです。また、デンマークにVestasという有名な会社があり、元は農業機械からスタートした企業ですので、海上での風車について経験がないことから、洋上風力を建てたら1年で止まってしまったのです。それを三菱が提携して救ったのです。MHI Vestasという三菱重工とVestasが組んで世界最大の会社を立ち上げたのですが、三菱は会社の方針として、やはり国内のマーケットがないということで、風車事業から撤退せざるを得なかったわけです。

一方、軸受などは世界最高のものを日本がいくらでもつくれる上に、これまでの風車製造の経験があることから、いわゆる洋上風力発電産業のサプライチェーンの中に入っていくと思うのですが、部品メーカーとしてやっても価値がないのです。単なる下請けになってしまうので、重要な要素を一緒になってつくっていくメーカーを育てないといけないと思います。

4. 進展する海外の洋上風力発電

今まで陸上の話を主にしましたけれども、これから本論の洋上にしましょう。これはポルトガルの一番西の端、ロカ岬です。この碑にはある言葉が刻まれています。これはポルトガルで一番尊敬されている詩人、カモンイスという人が書いた叙事詩「ウズ・ルジアダス」の冒頭で「此処に陸終わり、海始まる」。つまり、ここまではヨーロッパ大陸、この先は大西洋、海です。当時、海は魔物が住んでいるとかいわれていたのですが、コロンブス、バスコ・ダ・ガマ、マゼランというふうに風の力で大航海時代が始まったわけです。ここから出発してインド航路を開いた、バスコ・ダ・ガマの偉業を称えた詩の冒頭がこれなのです。

当時はエンジンはありません。もちろん蒸気タービンなどないので

すが、風の力で世界がつながったわけです。グローバル化は風で始まった。ただ、これは500年ほど前の話ですけれども、21世紀の今、風の力で世界がつながる。エネルギーでつながるのです。そして、日本海の沿岸地域がルネサンスを起こすのだと。かつての北前船のあの時代を、もう一回起こしてくれるのだと私は考えています。

ご覧ください。これが最近のイギリスの風車の林立する海上の例ですけれども、この洋上ウィンドファームは港から、あるいは陸地から30～40km離れていますから、肉眼ではもちろん見えないのです。風力発電が陸上でトラブルを起こしたりするのは、景観の問題と騒音の問題がありますが、これだけ離岸距離があると、音は当然聞こえませんが、景観といっても見えないのですから、景観も何もないわけです。ということで、洋上風力はそういう点でも非常にいいと思います。もちろん、航路をどうするかとか、漁業者との対応などいろいろな問題がなくはないのですけれども、それは今、両方とも非常にいいコミュニケーションができております。

洋上風力発電も、大変な勢いで伸びておりまして、先ほど世界全体の陸上の風力が850GWぐらいと言いましたが、これは洋上で35GWです。ですから、北海の洋上に原子力発電所が35基並んでいると考えてください。

では、国別ではどうでしょう、イギリスが42%、ドイツが30%。ここでもう7割以上です。その後がオランダ、ベルギー、デンマーク、これらは小さな国ですけれども頑張っているのです。いずれも北海です。それからアイルランド、バルト海ということで、いずれにしても北海でイギリス、ドイツが頑張っているというのがお分かりいただけると思います。

では、どういうメーカーがあるのかですが、まず、Siemensですね。Siemensという会社をお聞きになったと思いますけれども、ドイツであるいは欧州で最大の重電メーカーです。Siemensは徹底しており、かつては原子力にかなり力を入れていましたが、原子力を完全に

やめたのです。原子力をやめて、洋上風力に注力しています。しかも、Gamesaというスペインの会社を買収して、Gamesaの持っていたシェアも獲得してしまったのです。

そのあとがVestas wind、これがデンマークの会社で、三菱が救った会社と言っていいと思います。この二つ、SiemensとVestas、あとはGE RenewableがGeneral Electricで、これが、東芝と組んで今度日本に入ってきています。横浜の東芝の工場で作ることになります。

さらに、風力発電事業者という企業の方々がいるのですが、これはオーステッドと読むのですが、われわれは大学時代はエルステッドという電磁気の単位で勉強しましたがけれども、これはデンマークの誇りなのだということで、世界最大の風力発電事業者です。このような企業がたくさんあります。これらの会社が日本市場を虎視眈々と狙っています。

風車の規模は、年々大きくなっていて、これはエッフェル塔ですけれども、これに匹敵するようなものが次々に出てきました。風車そのものも大きくなり、これが林立するウィンドファームの規模も大きくなり1.4GWとか1.2GWということで、一つのウィンドファームが原発1基分に相当するぐらいの容量で、風車の本数も160本とか100本ぐらいです。それをSiemensとかMHI-Vestas、GEが供給しているわけです。

とにかく、コスト低減に効果のある量産効果と規模の経済で、風車が大型化し、洋上ウィンドファームそのもの本数も増えていることから、発電コストも急速に低下してきております。

現在、欧州では発電コストが10円/kWhを切るケースも出てきて、これは通常の発電装置として十分にやっつけていける。石炭火力などと十分競合できる段階にきています。日本の場合はまだ少し高いのですが、昨年、洋上風力の事業者の公募の結果、三菱商事グループが予想を大きく下回る低い価格で応札したことから、これは良い突破口を開いてくれたと思います。日本は誰かがやると、すぐに続きますので、今後

に期待しています。

洋上風車のように巨大なものをつくるには、やはり港の整備が必要なのです。日本でもこれに必要な拠点港を整備していかなければいけません。海外では、これは英国のウェールズの場合。それから、重量はさほどなくてもかなり大きい羽根があります。一方、風車そのもの、発電機とか増速機とか心臓部分を全部やるとものすごく重くなりますから、港の岸壁を強化しないと大型クレーンが使えないのです。

有名なのは、ドイツのプレーマーハーフェンです。ここはかつて軍港だったのです。有名な映画「サウンド・オブ・ミュージック」の中にも出てきます。それから、クックスハーフェン。ハーフェンというのはハーバーのドイツ語です。

そこから、こういう風車設置用の専用船が出てきます。SEP船、Self Elevating Platformといいまして、ここに今、足が4本見えていますけれども、港にあるときはこれは上に突き出しています、これで必要な場所まで航行して行って、足を出してプラットフォームをつくって工事をやるわけです。残念ながら海底油田がなかった日本には、このSEP船がなかったのですが、現在、清水建設や鹿島建設、五洋建設などが、一生懸命これを造っています。ただ、船の隻数がちょっと足りないのではないかと思うのですが、いずれにしても日本も頑張っているということです。

これが港の状況ですけれども、経済波及効果も非常に大きくて、部品点数がとにかく多い。つまり、事業規模が数千億円になるということで、関連産業への波及効果が極めて大きい。そして地域も当然活性化するということです。

ヨーロッパ全体の様子を見ますと、洋上ウィンドファームは、風車のサイズそのものが大きくなり、ウィンドファームの規模そのものも大きくなっていく。その結果、離岸距離が次第に陸から離れていって、水深も深い所に行くという傾向があります。

陸上の風車は、これからだんだん良い場所が少なくなってくるか

ら、そろそろ新設の陸上風車は減ってくるでしょう。その後は洋上になります。最初は水深50m以浅の浅い海域でやる。これを着床式とって海の底から建てるわけですが、ヨーロッパの場合、特に北海は遠浅がずっと続くのですが、日本の場合は遠浅の部分が少なく、いきなり深くなりますので、深い海域では、海の上に浮かべる浮体の上に風車を載せる浮体式になります。この方式は日本が世界をリードしてきたのですが、最近では追い付かれつつあるような感じです。

5. 急進展が見込まれる日本の洋上風力発電

ここで、これから日本の話になりますが、着床式は海の水深が50mより浅い所、それから、水深が50mより深くなってきますと海の上に浮かべてしまうことになります。澤地久枝さんの本を読むと、ミッドウェー海戦で死んだ人たちが上がってこない。あの海域は水深5000mもあるのです。あのような深い海域では、浮体を係留するために鎖でつないでおかねばなりませんから、それが長くなり過ぎたら技術的にも難しく経済性もないわけです。

日本の洋上風力は、この地図の色の濃い部分が風の強い所なのですが、五島列島は規模は小さいのですが非常にうまくいっています。それから、響灘はもう撤去しましたし、福島沖の3基も撤去しました。着床式の銚子は今でも回っています。このように、今までいわゆる実証試験はやってきましたが、まだ営業には入っていません。港湾内風力では、2022年末に秋田県の能代港で営業運転が開始されています。

こうして、洋上風力が次々に拡大していくということは、日本のエネルギーの自給率向上に貢献し、温暖化防止にとっても強力な手段になると言えます。そして洋上風力に関する新しい産業ができて、またこれが市場を拡大するという好循環が生まれ、これを積極的に進めて持続可能にしていくということが大切なのです。

さて、ここで国際エネルギー機関IEAの予測を明らかにしましょう。

先に述べた1970年代のオイルショックのときに有事の際に石油を融通しましょうと始まったのがIEA（International Energy Agency）なのですが、最近では石油や天然ガスや石炭など化石燃料ばかりでなく、再エネまでかなり力を入れて調査をしております。そして、2019年版には洋上風力発電に関する重大なレポートを出しました。この色の薄い部分が電力需要です。この色の濃い部分が洋上風力のポテンシャルです。なんと日本には電力需要の9倍も洋上風力ポテンシャルがある。しかも、それが日本海側に集中しているのです。

そこで、海洋の再エネ利用のために法整備をきちんとすべきだということで、港湾内から一般海域での「再エネ海域利用法」ができ、続いて洋上風力発電に関する法的な整備が次々に進められました。

そして、菅義偉総理が2020年8月の就任演説で2050年カーボンニュートラルの宣言をして、それ以降、洋上風力発電も大きく動き出したのですが、この年の12月に官民協議会という、私も学識経験者として委員を務めたのですが、政府は2030年までに1000万kW、それから2040年までに3000～4500万kWの洋上風力導入の案件形成をする目標を設定しました。基盤港湾の整備などは当然ですけれども、産業界は、洋上風力発電設備の部品調達率を2040年までに、日本国内で少なくとも60%まで達成しようではないか、発電コストを8～9円/kWhにしようと、画期的な目標を掲げました。

そして、導入目標が2040年までに3000～4500万kW、原価30～45基分ということなのですが、山形、秋田、青森、さらには北海道などの日本海北部に有望な海域が多いのです。

洋上風力発電はステップを踏んでやっていくのですが、青森、秋田、長崎、千葉が促進海域で、公募が2021年6月に開始されて、2021年12月に三菱商事グループが3カ所とも総取りしました。五島列島は規模は小さいものですが、これはもう既に戸田建設が応札して先行しております。これをご覧いただくと分かりますように、洋上風力はいずれも日本海側に有望海域が集中しています。

そして、とにかく洋上風力の有望海域では環境アセスメントをきちんとやっていますから、現在取り組んでいるのが26GW相当、原発26基分もの海域の調査をいろいろな業者が入ってやっているのです。本来であればヨーロッパのようにセントラル方式で国がアセスを行い「ここはいいよ」「ここは難しいよ」というのを先に決めてしまった方がよかったと思うのですが、日本の場合は民間が先行したためやや混乱しているところがあります。いずれにしても、これだけ活性化しているのだということです。

そして、これが日本に入ってくる東芝とGEが組む、直径が220m。この羽根が上に行ったときに下から測ると260mにもなる12MW風車Haliade-Xです。こんな巨大な風車が建つようになるということです。

そこで、産業の集積と雇用を考えると、いわゆる100万kWの風車について、陸上は1万5000人、洋上は2万2000人の雇用を生みます。部品点数はいろいろな部分があるのですが、大体2万点ぐらいです。そして、私が言いたいことはこちらです。

平和を生み出す産業は自動車産業から洋上風力産業へということです。国際分業を通じて各国が共に利益を享受できれば武力は必要ない。今、戦争になって、その前もちょっと冷戦的な感じで半導体が入らないというようなことで、世界の自動車産業が大変な状況になっています。ですから、国際分業で成り立っている、ある意味では巨大な平和産業。自動車はいろいろな部品があって、3万点超。それから必要な工程がたくさんあります。日本の自動車産業は、海外では事業展開において現地に低コストの単純作業を分担させるだけではなく、現地の発展段階に応じて加工分野を広げ、開発機能を分担し、現地事業の付加価値向上を目指してやってきました。これは、ヨーロッパのいわゆる昔からの植民地思想では、これは絶対にやっていません。はっきり言うと、現地の人をただ奴隷的に使うだけで、現地の人に知識は与えていません。

日本は、韓国にも台湾にもそうですけれども、国立台湾大学など、

要するに現地に大学をつくっているのです。これは本当に感謝されています。ちょっと韓国は微妙なところがあるのですが、台湾などに行くと本当に歓迎されます。ライバルの育成につながるこういう戦略は、欧米社会では理解できないでしょう。今までの植民地政策ではヨーロッパ人はこういうことは絶対にやらないのです。しかし、日本の方式というのは国際分業の自覚と責任感、そして、やる気のある現地企業を育成するというをやってきたわけです。

そうすると、生産拠点がお互いを頼りにするというで、世界の自動車産業は内燃機関からEVへ、内燃機関は日本が一番得意なところで、それがなくなるのです。EV化が急速に進展しつつある。日本の550万人の従業員からなる自動車産業も否応なく産業構造の転換を迫られており、洋上風力発電がその受け皿になるのです。しかも、洋上風力発電は着床式で2万点、浮体式となるとさらに多くの部品が必要になります。自動車の部品に比較しますと、風車の部品の規模は桁違いに大きいのです。重量も嵩むということで、車のように流れ作業ではできないのです。すると、組み立て作業も必然的に人が取り付けて作業しなければいけませんから、作業員も当然多くなって、先行する欧州人材との協調も必要になるでしょう。ですから、日本の自動車産業で培った、今まで世界に喜ばれてきた産業発展戦略を洋上風力発電に適用して、国際平和にも貢献できるのです。それもまた日本海側の港湾都市などが中心になると思います。

先ほど言いました五洋建設とか鹿島建設、清水建設が、SEP船、洋上風力の専用船をつくっています。当然、拠点港湾として能代、秋田は日本海側でしょう。鹿島は太平洋側ですけども、あとは北九州。現時点では、先進的なのは北九州なのですが、こちらはもう急ピッチで動きだしています。

秋田港も能代港も、実際にもう動いているのです。日本海側はまさにこういう状況です。ここにSEP船が入っています。

風車はこれからも大型化していますので、それに対応するように港

そのものも変えていかなければならず、岸壁の強化も必要になります。

これが北九州・響灘地区で、かつて八幡製鉄や日本製鉄があったところなのです。昔は工場のばい煙などで本当にブラックな都市だったのです。そこがきれいな都市に変わりました。本当にクリーン北九州ということで動いているわけです。

これからは、太平洋側ではなく、風況に恵まれた日本海側、特に今後は北海道の日本海側もすごく風況に恵まれ、基盤港湾でなくても補助港湾としても注目されておりますので、北前船の終着の港でもあった江差港あたりのエリアも発展するのではないのでしょうか。

そうすると今度は電力系統も必要になるのですが、現在、大きなプロジェクトとしては北海道から需要地に、日本海側を通して海底ケーブルをということで政府が動いています。ただ、もう少し早くできたらいいと思うのは、原発が廃炉になってしまったとか、そういう所があるのです。原発がある地域はかなり強力な送電線がありますので、そこに持ってくれば何とかつなげるだろうと思います。送電網のマスタープランは、このように動いているということです。

さらに、その先を考えると、今度は風力の電気だけではなくて水素を使ってという動きもありまして、風力水素は実際にヨーロッパではもう海の中に人工島をつくって、そこで変電所を設置し同時に水素製造の機能も持たせているようです。

最後に、これがIEAのエネルギーシェアの予測ですが、2030年以降、風力と太陽光の二つが突出して増えていくことがわかります。そして2050年にはこの二つで88%になると述べているのです。いずれにしても、この図からわかるように、CO₂を発生する石炭火力などは、わずかに存在するかもしれませんが、ほとんどなくなるはずですが日本の洋上風力も、まさにこれを担うのだということです。

まとめをしますと、温暖化防止には再生可能エネルギー、中でも洋上風力発電の活用が鍵になるということ。日本は洋上風力発電の導入促進の必要性は待たないで、ポテンシャルは電力需要の9倍もある

ということ。洋上風力では非常に多くの工程があって、さまざまな関連ビジネスがあり、持続的・大量の導入が実現すれば、経済効果も極めて大きく、これもかなり動きだしているということ。そして関連する法律や条例も次々に整備され動きだしているということです。

国内では現在、26GW以上の開発計画があり、これを早期に実現し、港湾施設の整備や関連産業の育成・誘致により、長期わたる地域振興につなげるべきであり、日本海沿岸が最有望地帯であるということです。この日本海エリアがこれからの日本を支える一番強力なエリアであり、洋上風力発電が最有力手段であるということをお話いたしました。ぜひ皆さんのお力をお借りして、日本海沿岸ルネッサンスを実現したいと願っております。

今日は誠にありがとうございました。