「ＪＷＰＡ」第14号（2018年10月）

目　次

■ ご挨拶

代表理事のご挨拶（加藤　仁）・・・ 1
副代表理事のご挨拶（鈴木和夫）・・・ 2
副代表理事のご挨拶（安　茂）・・・ 3
副代表理事のご挨拶（祓川清）・・・ 4
副代表理事のご挨拶（梅崎邦男）・・・ 5
専務理事のご挨拶（中村成人）・・・ 6
理事・監事のご挨拶（理事・監事）・・・ 7

■ 特集　エネルギー変革の時代の風力発電

再生可能エネルギーの主力電源化に向けて（山崎琢矢）・・・ 24
風力発電のスマートメンテナンス・運用改善技術　（飯田　誠）・・・ 28
電力品質維持にも貢献する風力発電　（斉藤哲夫、荻本和彦、鈴木和夫、本庄暢之）・・・ 35
再生可能エネルギー事業の主力電源化に向けて（小早川智明）・・・ 45
洋上風力発電のファイナンス手法（江口直明）・・・ 50

■ 総会 Report

第13回定時社員総会等報告（千葉　登）・・・ 55
理事・監事・職員一覧・・・ 57

■ 理事会 Report

理事会報告（千葉　登）・・・ 58

■ 専門部会・専門委員会等 Report

政策部会の活動紹介（松島　聡）・・・ 59
環境部会の活動紹介（山形秀紀）・・・ 60
技術部会の活動紹介（松信　隆）・・・ 62
系統部会の活動紹介（本庄暢之）・・・ 64
国際部会の活動紹介（内田行宣）・・・ 65
人材育成推進タスクフォースの活動紹介（角田雅幸）・・・ 67
系統連会制約緩和策検討タスクフォースの活動紹介（本庄暢之）・・・ 68
洋上風力導入推進タスクフォースの活動紹介（佐藤　郁）・・・ 69
コスト競争力強化タスクフォースの活動紹介（西浦　寛）・・・ 70

■ ウィンドウズ オブ Wind(風の窓)

洋上風力発電の事業費について（海津信廣） ･････････････････････････････････････ 71
送電線空容量問題の本質を探る －問題は、技術論ではなく制度設計－（安田　陽）･･･ 75
スペイン洋上風力視察ツアー（2018 年）の報告（高橋浩明） ･････････････････････ 85

■ ＪＷＰＡ News

ウインドデイ 2018 開催報告（安　茂） ･･･ 97
WIND EXPO2018、第 2 回関西風力発電展、RE2018 出展報告（千葉　登） ･････････････ 121
AWEA Windpower2017&2018 の参加報告（上田悦紀） ･････････････････････････････ 123
WindEurope Summit 2018/WindEnergy Hamburg の報告（上田悦紀） ･････････････････ 125
GWEC 理事会他の報告（上田悦紀） ･･･ 126
FloatGen 浮体式風車と FOWT2018 の参加報告（上田悦紀） ･････････････････････････ 127
2017 年フォトコンテスト審査結果（柏木由美） ･････････････････････････････････ 129

■ ウインド　Etc.(風のエトセトラ)

中国のシリコンバレー、深圳の足音（朝比奈忠） ･････････････････････････････････ 132

■ 会員 Now

ベーカー&マッケンジー法律事務所･･･ 133
オリック・ヘリントン・アンド・サトクリフ外国法事務弁護士事務所･････････････････ 134
東電設計株式会社 ･･ 136
インター・ドメイン株式会社 ･･ 137
株式会社特殊高所技術 ･･ 139
ウィンドコネクト株式会社 ･･ 141

■ 会員 List

風の達人・風の仲間 ･･ 142

■ インフォメーション

『風力発電に係る包括補償制度』 のご案内 ･･････････････････････････････････････ 149

広告

リード エグジビション ジャパン株式会社
株式会社特殊高所技術
株式会社日立パワーソリューションズ
五洋建設株式会社
Sif Group
一般財団法人　日本海事協会

■ご挨拶

風力発電が基幹電力となるために

日本風力発電協会　代表理事　**加藤　仁**
日本風力開発株式会社　副会長

はじめに

今年度から、日本風力発電協会（JWPA）の代表理事を務めさせていただくことになりました日本風力開発株式会社の加藤です。

高本前代表理事が4年間風力発電普及促進にリーダーシップを発揮されご尽力いただいたお陰で、再エネの中でも風力発電が将来的に基幹電源となる道筋がついたこと心より感謝申し上げます。これから、この道筋にそって風力発電の本格的な導入を実現していくというのが私の責務であり、その重責を感じておりますが、皆様と共に風力発電が基幹電力となることを目指して頑張って行きたいと思います。

今年度の活動方針について

今年は、2015年に発表されたエネルギー基本計画の改定年となっています。
先に発表された原案では、2030年時の目標とするエネルギーミックスは3年前と変わらないものですが、世の中を取り巻く環境は、脱炭素、再エネの大幅導入へと大きく舵が切られています。

欧州の大手投資会社が日本の石炭焚き火力の投資を引き揚げる、日本でもRE100に参加する企業が140社に増加しているなど、再エネシフトが大きな動きとなってきています。

そんな中で、風力発電はエネルギー密度の高さから、再エネの中でも基幹電源として期待が高まっています。

特に、洋上風力は一般海域では、500MW以上の大規模発電所の建設が可能なこと、欧州では6円/kWhという在来火力より安い発電原価を実現しており、日本で欧州並みに周辺環境が整えば、8-9円/kWhは達成可能です。まさに、在来火力にとって代わる基幹電源になるのです。

再エネの導入のネックとなっているのが、一つは政府による明確な導入目標が無いということです。明確な導入目標が出来れば、それを実現する法制度の整備、産業界の新規投資などが進んでいくことになるでしょう。二つ目は系統です。既存系統の容量と発電所から系統接続をするまで距離と2つの側面がありますが、国としての方針が明確になり、再エネは「地産地消＋広域消費」という大方針が決まれば、おのずと解決していくでしょう。

JWPAとしては、これらを実現させるための課題、解決の方策、ステップなどを積極的に提案していく事としたいと思います。

環境に優しい社会の実現にむけて

今年の夏は、世界各地を記録的な猛暑に襲われました。熊谷市では観測史上最高の41.1℃を記録し、平年値より3度以上高い日が続いています。米国・カリフォルニア州で52℃、北極圏に位置するノルウェーで33.7℃と異常な高温を記録しました。これらが「CO2を排出する人間活動」に起因するとか議論がありますが、直接・間接的に影響を与えていることは確実です。

2015年にCOP21で気候変動に関するパリ協定が合意され、各国は再エネの導入に力を入れています。IRENA（国際再生エネルギー機関）のレポートによると、再エネのコストが急激に競争力のあるレベルに達しているとあります。それは、「固定価格買い取り制度（FIT）などの支援策により、導入・普及が促進され、導入が進むにつれてコストが下がり、コストが下がることによりさらに普及が進む」というサイクルが回り始めたからです。

日本でもこのようなサイクルが回るように環境整備するのは「待ったなし」の状況です。

環境に優しい風力発電、エネルギーセキュリティ（エネルギー自給率）の向上をもたらす風力発電、大規模発電が可能で主要電源となりうる洋上風力発電、未来の日本：環境に優しい持続可能な社会の実現に必須の風力発電の普及こそJWPAの活動の原点です。

現在、JWPAの会員数は350社を超えました。風力発電事業を通じて、社会の発展に寄与していく事が我々の使命です。この自覚をもって協会活動を推進して行く所存ですので、皆様の更なるご協力とご支援をお願い致します。

■ご挨拶

風力発電設備の制御機能活用を推進！

日本風力発電協会 副代表理事　**鈴木 和夫**
株式会社 日立パワーソリューションズ

１．はじめに

2017 年末の国内風力導入量は、約 340 万 kW に留まり、単年でも約 17 万 kW しか建設されていない。風力先進国のドイツ 5,613 万 kW、同じ島国のイギリス 1,887 万 kW、原子力中心のフランス 1,376 万 kW との単純比較でもいかに進んでいないか明確である。また、国のエネルギー基本計画も、既存水力を除く再エネの 2030 年目標は、kWh ベースで 12～14％程度でしかなく、主力電源化というのは言葉だけの様に写る。また、省エネを進め、経済成長を目指す国内電力需要は、2030 年も現在とほぼ同じ 1 兆 kWh 程度で、これ以上の再エネ導入の環境整備は、電力供給を担う現利害関係者に大きな変革を迫るため、国も大胆な施策を打てない様に見える。

しかし、状況は大きく変わりつつある。温暖化対策、原子力安全対策と使用済燃料処理課題、安定供給を維持しつつも低廉な電力コストの実現という難しい局面に対し、国も、関係団体、民間も、かなりの労力を払いながら再エネ導入の対応策を議論し、電力システム改革の一貫として、その具体化を進めている。

２．風力発電設備の系統連系課題

変動電力発生電源の系統連系課題は、連系する地域電力会社が保有する火力発電所調整力、連系送電線熱容量で連系可能量が決まるとしている点である。この課題に対し、資源エネルギー庁では、系統ワーキング Gr、次世代ネットワーク小委等で議論を重ね、連系可能量の見直し、送電線の潮流合理化、事故時安定供給を考慮した基幹送電線新増設の対応策を進め、同時に再エネの電力コスト低減を進めている。

一方、電力 9 社（現在は 10 社）の地域電力会社体制は、1951 年に始まり、戦前の国営事業を中止し、地域電力事情を勘案した一社運営にする事で、経済合理性のある発送配電運用と安定供給を実現し、災害時停電や供給不足時の早期解消を可能にし、経済成長を支えてきた。しかし、1990 年以降にイギリスで始まった電力自由化の流れは、世界的にかなりの速さで進み、日本も電力会社間の活発な電力融通を実現しつつ、再エネ電源の電力コスト低廉化と地域特性に合わせた分散電源の活用を進めねばならない状況になっている。当協会も、この流れの中で、風力発電コスト低減と系統制約克服の対策を如何に進めるか、関係省庁、関係団体と協力しながら対応策を検討している。

３．風力発電設備の制御機能

再エネ導入先進国では、2010 年代初頭から電力品質維持を目的に、再エネの有効電力・周波数及び無効電力・電圧制御機能の活用が進められている。但し、日本は、再エネ電力は調整不可能な外乱扱いのまま出力抑制や蓄電池システム導入が進められている。

このため、当協会では、調整力向上の一手段として、風力発電設備が有する制御機能の活用を推進し、電力品質の維持・向上を図る活動をしている。昨年度から大学・メーカーの協力を得て、国内の既設風車による下記実証試験を行い、簡易シミュレーションによる大量導入時の制御特性を検討している（2,000kW クラス機）。

No	風車制御機能	実証確認試験
1	出力変化率制御	8kW/秒追従確認済
2	最大出力制御	変化率制御組合せ確認済
3	周波数調停率制御	調停率 0.5％確認済
4	イナーシャ制御	110％-10 秒確認済
5	ストーム制御	変化率制御組合せ確認済
6	力率制御	電圧制御機能確認済

本件詳細は、No.6 を除いて本誌に別掲載

４．自己紹介

私は、㈱日立パワーソリューションズに勤務し、22 年前よりドイツ ENERCON 社代理店として、EPC 事業、保守サービスを行っています。また、太陽光発電連系枠活用風力発電、蓄電池・ガスエンジン等と組み合わせた防災電源、廃止再エネの地域活性化事業への利活用など、地方公共団体、地域事業者のニーズに合わせた地域エネルギー供給システムを提案しています。

■ご挨拶

再エネの真の主力電源化に向けて

日本風力発電協会　副代表理事　安　　茂
ジャパン・リニューアブル・エナジー㈱　会長

はじめに

ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社の安でございます。このたび、日本風力発電協会の副代表理事を拝命いたしました。重責ではありますが、わが国における更なる風力発電の普及、それを支える風力発電業界の成長、そして協会の発展のために微力ながら邁進する所存ですので、どうかよろしくお願いいたします。

再生可能エネルギーの主力電源化

皆様もご承知のとおり、先般のエネルギー基本計画の見直しにより、再生可能エネルギーが初めてわが国の「主力電源」として位置づけられました。私のように長くこの世界に携わっている人間からすると隔世の感があります。とはいえ、現状、再生可能エネルギーの発電量は水力を含めてもわが国の全電力需要の 15%程度であり、2030 年の 20-22%という目標も「主力電源」という観点では物足りない、かつ、2050 年のパリ協定に基づくわが国の国際約束である CO_2 排出量 80%削減を前提とすればほぼすべての発電をカーボンフリーとする必要があり、今後、再生可能エネルギーの導入を加速していく必要があると認識しています。

また、CO_2 削減の観点に加え、再生可能エネルギーは輸入燃料を要しないという点において緊張感を増す世界情勢の中でわが国のエネルギー安全保障に資することは言を俟たないところですし、従来の原子力や大型火力と比べて相対的に小規模であるため、頻発する自然災害への耐性という観点でもマクロでみれば強固となる利点もありますので、一刻も早く名実ともに「主力電源」となるよう政官業横串で取り組んでいく必要があると思っています。

Post FIT へ向けた挑戦

いよいよ、資源エネルギー庁でも固定買取制度（FIT）の抜本的見直しに向けた議論に着手しました。いかに再生可能エネルギー電源が既存電源と比して様々な利点を有するとはいえ、発電費用が高止まりするようでは国民経済的には導入の加速を許容できません。費用削減のため、系統問題への対応、規制緩和など政府サイドでリーダーシップを発揮して取り組んでいただく必要のあることもございますが、事業者サイドでも取り組めることは多々有ると思いますので、この両輪で既存電力並みの発電費用にまで早期に下げるべく努力を続ける必要があります。もちろん、簡単なことだとは思っていませんが、発電費用が安ければ、質的に優れる電源を導入しない理由はありませんので、業界内で切磋琢磨しつつ取り組み、誰もが喜んで導入する電源へと成長させることができればと考えています。

洋上風力の可能性

再生可能エネルギーの「主力電源」化を大きく後押しするポテンシャルを有するのが洋上風力発電です。わが国での開発可能なエリアは、陸域と比べて海域はほぼ無制限と言えるほどに広いこと、大規模な開発が可能なことから将来的な費用削減の可能性も大きいことがその論拠となっています。わが国における本格導入にはまだ様々な課題がありますが、その一つである海域占有のルール化について、秋に予定される臨時国会で再度法案が上程される予定と聞いています。一日も早い成立を期待しておりますが、協会としても、まずは着床式の普及、その後の浮体式の普及も見据え、ステークホルダーへの働きかけ、欧州等の先行優良事例の分析などを引き続き進めていく所存ですので、よろしくお願い申し上げます。

■ご挨拶

副代表理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　副代表理事　**祓川　清**
イオスエンジニアリング＆サービス株式会社　最高顧問

はじめに

2018 年 5 月 30 日の総会及び臨時理事会において、副代表理事を務めさせて頂くことになりました祓川 清（はらいかわ きよし）でございます。引き続き風力業界の先輩各位並びに会員の皆様のご指導をあおぎ、加藤代表理事のもとに、一致団結し、風力業界の発展のために邁進して参りますので、何卒よろしくお願い申し上げます。

風力と共に 20 年

私は、1998 年にインドネシアから帰国後、直ちに国内における風力の開発に着手し、以来 20 年間、風力の開発・建設・操業に専念して参りました。我が国の風力を取り巻く環境は、20 年前は余剰電力購入メニューしか存在しておりませんでした。1998 年に、初めて事業用風力購入メ　ニューとなる長期固定価格買取制度が施行されたことにより、本格的な風力の開発が進むことになりました。本格導入・普及拡大の目途が立ったものの、たちまち入札制度や抽選制度が導入され、更に、RPS 法に基づく制度になったことなどで、その普及拡大の芽が摘まれ、業界全体が長期間にわたり厳しい経営環境にさらされて来たと理解しおります。

その後、3.11 東日本大震災の影響下、制度の抜本的な見直しが政府により実施され、2012 年にFIT制度が導入され今日に至ったのがこの20年の歴史でした。私の帰国前の我が国の風力の導入量は 1.7 万 kW と記憶していますが、今日では 340 万 kW となっております。この 20 年で 200 倍の規模となったのは、皆様の知恵と努力と苦労の賜物であると認識しております。

FIT 制度について

2012 年より開始された FIT 制度は、当初、新規設備のみが対象となる予定でしたが、上述の瀕死の状況にあった風力業界の再興のため、数年にわたり政府に何度も働きかけ頂いた結果として、既存設備への FIT 制度の導入が決定したものです。数年にわたる交渉・陳情を実施するもその勝算は ZERO に近いものであったと、私は当時認識しておりました。

今日、風力業界が立ち直ったのは、中心となって交渉・陳情を行ってきた風力発電推進市町村全国協議会の森会長（当時）と日本風力発電協会の塚脇副代表（当時）によるものであったと言っても過言ではないと思っており、その多大な貢献にこの場をお借りして感謝する次第です。2012 年に実施された FIT 制度も既に 6 年を経過したことで、いつまでもこの制度が継続し続けると楽観はできないと強く認識する次第であります。

風力の拡大に向けて

我が国の風力は、世界各国と比較しても導入量及び導入率共に低すぎる状況にあると認識しております。洋上風力の動きが今後本格化することに大きな期待を寄せるも、現下の 340 万 kW は一桁小さい数値であり、我が国の主電源とは言えない状況にあることは言を俟たないところであります。

少なくとも、日本風力発電協会の 2030 年の目標 3,620 万 kW を前倒しして風力を導入することが風力業界のみならず、我が国にとっても意義あるものであると思量しおります。

その実現のためには、皆様のお力をお借りし政府、省庁などへの働きかけが重要と考えおります。

我が国で、本格的な風力を開始した初心に戻り、会員の皆様のご指導の下に、日本の風力発電業界の発展のために努力してまいります。

皆様よりの倍旧のご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

■ご挨拶

変化の中、発展を目指して

日本風力発電協会　副代表理事　**梅崎 邦男**
株式会社 ユーラスエナジーホールディングス 副社長

本年5月の総会及び臨時理事会にて副代表理事に就任致しましたユーラスエナジーホールディングスの梅崎でございます。当協会が先輩諸兄、会員の皆さまの弛まぬご努力により、風力発電業界の発展に、大きな役割を果たしてこられたことに、心より敬意を表します。引き続き協会が業界を支え、さらなる発展の中核となりますよう、私も微力を尽くしてまいりたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

これまで再エネの導入拡大を支えてきたFIT制度は大きな転換点を迎えています。7月に再エネの主力電源化が謳われた『第5次エネルギー基本計画』が公表され、8月29日に再開された経産省再エネ大量導入小委において、FIT後の再エネの方向性を定めるべく議論が始まりました。そこでは、「コストダウンの加速」「入札制」「トップランナー方式」「系統制約の克服」「洋上風力」などのキーワードが並ぶとともに、大規模事業者の参入が示唆されています。

大きな流れとしては、2030 年の価格目標8～9 円/kWh を前提として、2020 年以降は、これまでとは全く異なる事業環境に向け、急速な変化が進んでいくものと思います。

協会としても、風力発電が自立した主力電源として益々発展していくためには、自ら具体的なコストダウン方策を積み上げ、上記の価格目標を実現していくことが必要です。

ただその一方で、自助努力が及びにくい系統への接続コストは増加傾向にあります。風力導入量が増加するにつれ接続点から遠隔化していく傾向にありますし、一部、風力発電に適した風況の良い地域では、系統安定のために必要な追加コストや、基幹系統増強コストの負担が求められています。発電＋系統のトータルで最経済的、最効率的な設備導入を図るべきことに異論はありませんが、どのような仕組みでこれを実現していくのか、最適な費用負担のあり方を含めて、JWPA としてもしっかりと考えていかなくてはなりません。

また、洋上風力については、まさに導入の基盤となる新法の成立が、目前の状況となりました。我が国では本格的な商用事業の経験がありませんし、先進地域であるヨーロッパと比較しても、海域や海象条件の違い、インフラやプレーヤーの成熟度の違いから、まだまだ事業リスクについて慎重に整理検討が必要です。

従って、事業の予見性向上と健全な競争の促進を両立するために如何なる制度が必要か、JWPA からの意見発信が非常に重要であると思います。

洋上風力を一つの契機として、経験を積んだ欧州事業者等、国内外様々な新たなプレーヤーが、我が国の風力発電事業への参入に興味を示しています。一層の業界の発展のため、会員各位が時に競う切磋琢磨の場、時に連係し協働する場を提供することも、JWPA が果たすべきこれからの重要な役割になると思います。

急速な環境変化の中、多くの解決すべき課題が待ち受けていますが、逆にこれらを成長のためのチャンスと捉え、会員の皆さまと一緒に、一つ一つ乗り越えていきたいと思います。

皆さまには、ご支援ご指導ご協力の程、よろしくお願いいたします。

■ご挨拶

パラダイムシフトの時代を迎えて

日本風力発電協会　専務理事　**中村 成人**

１．はじめに

今年度も理事に再任いただき、引き続き当協会の専務理事を務めさせて頂くことになりました。

今年７月に政府が決定した「エネルギー基本計画」において、初めて再生可能エネルギーを日本の主力電源とすることを目指す方針が明確にうたわれました。まさに世の中は全てのことが従来の発想が通用しないパライダイムシフトの時代が到来しているように思われます。

２．電力にも変革の時代が到来

いまから約 50 年前の 1969 年に経営学の神様と言われるドラッカーが「断絶の時代」を発刊し、世界的なベストセラーとなりました。「断絶の時代」はいわば「激動＝変革の時代」を意味しており、激動は数十年続くことをドラッカーは予見していました。

現在我々が直面している「変革の時代」は電力を含めたエネルギーの世界でも確実に進行しています。地球温暖化抑制の観点からだけではなく、急速に脱炭素化に向けた動きが加速しており、取りわけ 2015 年暮れのパリ協定採択後の潮目の変化は明らかであり、今や変わることのない大きな流れとなっています。

再生可能エネルギーもこの流れの中にあります。経済産業省においても、今年７月に新しくとりまとめた「エネルギー基本計画」が 2030 年を越えて 2050 年を見据えたものになっていることを受けて、８月には「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」を再開し、持続的な再生可能エネルギーの導入拡大と将来の電力ネットワークのあるべき姿の方向性に関する議論が開始されました。

３．JWPA も変革の時代に

同時に、JWPA 自体も変革の時代を迎えています。

1)会員数の増大：小職が着任した 2014 年６月の会員数は 248 社・団体でした。これが今年８月の理事会終了時点では 359 社・団体へと５割近い大幅な増加となっており、現在も毎月新規に入会される会員がおられます。日本における風力発電に対する注目の高さと期待の表れであり、JWPA の責任の大きさを痛感しています。

2)会員構成の変化：同時にここ２年ほど、新規に入会される会員の構成で目立つのが、海外特に洋上風力発電での実績が豊富な欧州系の企業の増加です。また、日本の大手電力会社あるいは電力会社の関連企業も入会される状況となっています。いずれも近い将来の本格的導入が視野に入りつつある洋上風力発電への期待の大きさの表れと捉えることができます。

3)事業環境の変化：最近では風力発電を取り巻く事業環境が極めて早くかつ大きく変化しています。従って、協会活動も迅速な意思決定と対応が求められており、JWPA でも従来の部会に加えて、必要に応じて随時課題に対応するタスクフォース(TF)を設置して、専門性の高いチームによる的確な対応に努めている次第です。

4)社会との係わり：風力発電の主力電化を目指すことが示され、また洋上風力発電が脚光を浴びる中、直接の利害関係者やメディアのみならず、風力発電は一般市民の方々を含めた社会全体から注目される存在となりつつあります。かような状況下、JWPA では広報活動を強化するために新たに広報部会を立ち上げ、外部に対して積極的に各種の情報を発信することにより、風力発電に関する正しい理解と支援を得られるよう、10 月から活動を開始すべく現在準備中です。

以上の通り JWPA も「変革の時代」に適切に且つスピード感をもって対応していくためには、新しい部会や TF の設置だけでなく、理事会の運営方法や部会等活動組織の機動的な見直し等も実行していきたいと考えている次第です。会員各位による一層のご指導とご支援をお願い申し上げます。　　－ 了 －

■ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　　**三好　極**
J-POWER 電源開発株式会社　風力事業部 事業推進室長

はじめに

第 13 回定時社員総会にてご承認頂き、今回初めて当協会の理事に就任致しました。当業界全体の発展に少しでも貢献して参りたいと考えております。微力ではありますが、皆様にはご指導の程、何卒宜しくお願い申し上げます。

新たな組織体制の下で

昨年７月に環境エネルギー事業部（現在は風力事業部へ改組、詳細は後述）へ異動となりました。これまで会社人生約25年間の大半をコーポレート部門（財務部、経営企画部他）に従事してきた当方にとっては、最前線の事業部門への異動については不安もありましたが、経験の長いベテラン人財とやる気に溢れた若い人財に支えられこの1年間業務にあたってくることが出来ました。

１年が経過し本年6月27日を以って環境エネルギー事業部は、風力事業により注力すべく、風力事業以外の環境エネルギー関連事業を他部門へ移管し風力事業部へ発展的に改組しました。

当社は、純国産CO2 フリーエネルギーのトップランナーとして、再生可能エネルギーによる低炭素社会の実現への貢献に取組んでいますが、この取組みを強化・加速するため、「再生可能エネルギー本部」を新設し、その傘下に「水力発電部」と今回新しく設置した「風力事業部」を置くこととしました。

今後、風力事業を中心に再生可能エネルギーの規模拡大に取り組んで参ります。

洋上風力への取り組み

規模拡大にあたっては、陸上風力の新規開発や既設地点の着実なリプレースに加えて、洋上風力の推進が重要と考えています。

当社は、2016 年 7 月の改正港湾法施行に基づき福岡県北九州市が実施した港湾区域内の響灘洋上風力発電施設の設置・運営事業者の公募にて、2017 年 2 月に占用予定者として選定（設備出力　最大約 22 万 kW）を受けました。
現在、風況観測、海域調査、環境影響評価他の事業化に向けた調査を実施中です。国内初の大型商業洋上風力事業となるべく本案件を他のコンソーシアムメンバーと協力して成功させたいと考えております。

また、これを土台として続いて、2018 年 3 月閣議決定された「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律案」の法整備化を見据えて、一般海域での洋上風力についても取り組んで参ります。

陸上風力の新規地点の開発とこれら洋上風力等の取り組み等により、当社は 2025 年度目標として地熱や水力を含めた再生可能エネルギーで 100 万 kW 規模の新規開発を目指しています。

当該目標達成に向けては、一般海域での洋上風力に関する法整備は必要不可欠であり、早期の法案成立を目指して風力業界の一員として尽力していきたいと思います。

おわりに

再生可能エネルギーへの期待が現在ほど高まっている時代はないと思います。

一方で、今次のエネルギー基本計画では、“主力電源化に向けた取り組み”として、他の電源と比較して競争力ある水準までのコスト低減と FIT 制度からの自立化が謳われているとおり、その期待に応えるために達成すべき課題も多く、ハードルも高いと考えております。

こうした時機に当協会の理事に就任させて頂いたことは、大変身が引き締まる思いです。JWPA に関わる皆様と議論を重ねながらひとつひとつ解決していきたいと思っております。今回、頂戴した機会を無駄にしないように一生懸命に取り組む所存ですので何卒宜しく御願い致します。

■ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　**庄田　邦彦**
エコ・パワー株式会社　常務取締役

はじめに

今回で理事五期目を務めさせていただくことになりました庄田邦彦です。

昨年来、継続して進められている北海道、北東北での募集プロセス、その最中に系統接続後とセットで打ち出された一般負担の全電源一律化、さらには(今国会での成立には至らなかったものの)一般海域での利用促進に関する法整備の動き等、再エネを取り巻く事業環境の変化が加速していることをひしひしと肌身で感じています。

改めて、こうした事業環境変化のスピードに対して、協会として業界全体の健全な発展に資する適切且つタイムリーな対応をとることが強く求められていることを実感しております。

市井のひとりとして感じること

今年、関東・甲信地方では梅雨らしさを実感することなく観測史上最速の梅雨明けとなったその一方で、西日本ではかつてない豪雨災害に見舞われました。さらに梅雨が明けてからは、全国各地で、かつては滅多にない特別に暑い日を指していた筈の「猛暑日」がすっかり当たり前になってしまうにつけ、かつて学校の授業で温帯気候と教わった日本の気候は、いつの間にか亜熱帯気候に変わってしまったのかしらと本気で思ってしまうこの頃です。

そういえば、かつて暑い盛りを象徴していた「真夏日」という気象用語も、いまやすっかり耳にしなくなった気がしますし、「熱帯夜」も然り、気象予報士も「しばらくは寝苦しい夜が続くでしょう」程度の常態扱いにしている始末です。

各国政府が国際社会に対して自国の温暖化対策をコミットする「パリ協定」、近年、企業間で急速に唱えられているＥＳＧ投資等、様々な主体者の間で再生可能エネルギーの導入拡大を図ろうとする動きが日を追うごとに活発となっていますが、市井のひとりとしても、気候の温暖化或いは極端化が平穏な日常生活に不穏な蔭を落としつつある現実を目の当たりにして、温室効果ガスの排出抑制に繋がる再エネ普及により一層の努力が向けられてしかるべきとの、至極自然な結論にたどり着く次第です。

おわりに

７月に閣議決定された第５次エネルギー基本計画では「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取り組み」が打ち出されました。風力発電業界に携わる者としてこれ以上ない力強いエールをいただいたと思う反面、社会の熱い期待・要請に応えていかなければならないという責務の重さを新たにしているところです。

自助努力だけでは解決には至らない課題も多々あることも事実ですが、将来の自立した競争力ある電源化を目指して、自助努力の及ぶ限り皆様方と一緒に協会活動に取り組んでまいります。本年もよろしくお願いいたします。

■ご挨拶

理事就任に際して

日本風力発電協会　理事　**内山　倫行**
㈱日立製作所 電力ビジネスユニット 新エネルギーソリューション事業部
新エネルギーシステム本部長

はじめに

第 13 回定時社員総会にてご承認頂き、この度初めて当協会の理事に就任いたしました日立製作所の内山でございます。微力ではありますが、風力業界全体の発展に貢献できるように尽力する所存です。協会員の皆様にはご指導の程、よろしくお願い申し上げます。

自己紹介

1990 年に日立製作所に入社以来、一貫して研究所に所属し電力・エネルギー関連の技術開発に従事してきました。当時は国内の基幹送電網整備の最中であり、UHV[1]変電所用、紀伊水道直流連系設備用、自励式交直変換所用等の高電圧・大容量変電機器の開発・製品化に取り組みました。また、次世代電力流通システムとして脚光を浴びていた FACTS[2]構想に着目し、パワーエレクトロニクス応用変電機器の研究にも挑戦しました。

2000 年からは、「電力系統と分散型電源の共存」に関する研究に従事しました。具体的には、気象条件で出力変動する風力や太陽光といった分散型の自然エネルギー電源を、電力系統に安定かつ大量に接続するためのシステムで、例えばマイクログリッドでは 2005 年愛知万博で実施された実証研究にも参画しました。この他、メガソーラや大規模ウィンドファームの系統安定化制御に関する研究も推進しました。これらの開発はまさに「コネクト＆マネージ」に資する内容であり、感慨深いものがあります。

その後、研究企画部門を経て、2016 年から現事業部に所属し、弊社独自のダウンウィンド型風力発電システムの拡販を担当しています。

脱炭素社会に向けて

ご承知のように、脱炭素社会等の持続可能な社会の実現に向けて、SDGs、RE100 プロジェクト、グリーンボンド等の様々な仕組みや取り組みがグローバルに実施されています。

弊社といたしましても、クリーンなエネルギーを生み出す風力発電システムを中心に、IoT や AI 等のディジタル技術を活用した再生可能エネルギーソリューションを協会員の皆様とともに創り上げ、それを提供することで脱炭素社会の実現に貢献していきます。

風力発電を主力電源に

経済産業省「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」で議論されているように、風力発電は今後の主力電源として期待されています。国産風車メーカとして協会員の皆様にご指導頂きながら、主力電源化に向けた下記の課題について検討していきます。

(1) 発電コスト低減（グリッドパリティ実現）

機器コストの低減のみならず、IoT 活用による発電量向上や稼動率向上により LCoE[3]の低減に貢献します。

(2) コネクト＆マネージへの対応

風車の出力制限や周波数制御機能活用に関する公平なルール形成を実現していきます。

(3) 洋上風力の導入拡大

着床式に加え浮体式の実用化を推進します。

(4) 保守人材の育成（人材育成 TF 連携）

弊社の保守トレーニングセンタも活用し、風力産業を支える保守人材の育成に貢献します。

おわりに　— Wind Vision 実現に向けて

諸外国に比べ我が国の風力発電導入量は圧倒的に少ないのが実情です。今後は風力導入拡大に向け、国主導による海域利用ルールや拠点港の整備、計画的な系統整備・運用が着実に進むように微力ながら活動していきます。今年度は、系統部会及び系統連系制約緩和策検討 TF の副統括を拝命していることもあり、系統問題を中心に尽力して参ります。皆様のご協力を何卒よろしくお願い申し上げます。

[1] UHV: Ultra High Voltage
[2] FACTS: Flexible AC Transmission System
[3] LCoE: Levelized Cost of Electricity

■ご挨拶

理事就任に際しまして

日本風力発電協会　理事　**中野　常夫**
三菱重工業(株)エネルギー・環境ドメイン
再生エネルギー事業部　風車担当部長

はじめに

第 16 回臨時社員総会にてご承認頂き、理事に就任致しました中野でございます。微力ではございますが、業界の更なる発展のために少しでも貢献して参りたいと思いますのでご指導、ご鞭撻のほど　宜しくお願い申し上げます。

自己紹介

1978 年、三菱重工業に入社し、自家発電機器の営業担当を皮切りに、約 20 年間、北中南米、欧州向けの海外向け火力発電機器の営業業務に携わりました。伝統的な制度金融を利用した各国の国営電力向け発電所商談と台頭しはじめたプロファイベースの独立電力事業者（IPP）商談が混在し、大変有意義な経験でした。

再エネ（当時は代替エネルギーとの呼称）との出会いは、1993 年よりの英国赴任からであり、英国での 300kW 機風車 103 基の納入、保守並びにアイススランド、ケニア向けの地熱発電機器の契約、履行でした。当時の風力は、欧州においても出力規模、機器の信頼性も含め、安定した代替エネルギーの電源として疑問視する声も多く、課題が多くありました。

1999 年の帰国後、風力担当となりましたが、日本での風力認知度は低く、欧州は現地生産の障壁が高く、頼みの米国も時限立法の生産税控除法（PTC）の有無での浮沈が大きく、欧米専業メーカーの倒産、合併等を目の前にしながら、半量産品製品として、安定した仕事量確保に奔走した日々でありました。

2007 年より米国に赴任しましたが、同国での風力発電は節税の為の金融商品としての位置付けが大きく、リーマンショック前までは、数千台の風車商談を抱え、全米を走り回っていましたが、その後はパタリと、まるで潮が引く様に商談が止まってしまい、止まるだけでは収まらずキャンセルの続出で多くの在庫を抱える苦い経験をした次第です。

再エネ事業とは国の補助やエネルギー全体市場の中での税控除等の振興策だけでは限界があり、社会的な本当のニーズの高まりがいかに重要であるかを味わった次第でございます。真の意味での代替エネルギーとしての地位確保が必要と感じました。

ニーズの高まり（主力電源）としての再エネ

この数年の世界的な脱化石燃料の動きのスピード、変化の激しさは、正に前述の再エネニーズの高まりを意味しており、今までになかった本物と感じております。

ご存知の通りこの高まりは我が国のエネルギー政策の変更を強いる力となるに至りました。

再エネの中で風力は陸上、洋上共に大型電源を担うこととなります。風力拡大の為に必要な大型化技術、蓄電池との連携等による安定化技術はほぼ整いつつあり、後はいかに需要者に負担をかけることなく、安価な電力を提供しうるかとの点と思います。即ち、量確保の為のコミットメントをどう引き出すことだと思いおります。

本年度はこの点に注力行い、皆さまと共にこの一大転機と言える高まりをしっかり形として残すべく、活動をして参りたいと思います。

何卒、宜しくお願い申し上げます。

■ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　**吉田　悟**
株式会社 北拓　取締役副社長

はじめに

引き続き理事の職を拝命いたしました株式会社北拓の吉田で御座います。

この度の北海道胆振東部地震では道内企業として北海道の電気のブラックアウトという経験を致しました。震災時は東京におりましたが、当日中に本社の旭川に戻ることができました。幸い弊社のエリアは当日の午前中には電気は復旧しており、また、メインサーバーの為のバックアップ電源があった事もあり遠隔監視等の業務は遅滞なく実施する事が出来ました。但し、当日電気が復旧したエリアはごく一部で殆どの家庭は夜になっても復旧せず、暗闇の時間を過ごす事になった訳ですが、小さな子供がいる社員の家族は弊社施設に呼び寄せ何とか無事過ごす事が出来ました。今回の経験で改めて現代社会に於いて電気がある生活があたり前になっている事を実感し、電気というインフラに係わる仕事をしている者として、身が引き締まる思いでした。

今後、分散型電源として最も有力な風力発電が注目され、我が国の政策的にも導入が更に促進される事を切に願う経験でした。

弊社としても

風力発電設備のメンテナンス会社として風車のアベイラビリティーを向上させ、より安定的な電気と認識して頂き、認めて頂けるよう努力して参る所存です。

また、電源としてコストが高いと云われている問題に関しても IOT やロボット技術を活用しメンテンナスを効率化しメンテナンスコストの削減でも努力していかなくてはならないと考えております。

これらの課題をクリアしていくには、現在、業界に係わっていらっしゃる企業の方だけではなく、異業種の方々にもお知恵を頂く事が近道ですが、風力業界は、「閉鎖的である」「マーケット規模が小さい」「特殊な業界である」等の印象を持たれている事をよくお聞きします。これら外部からの声を払拭する為にも、弊社の所有する風車を出来るだけ多くの方々にご覧頂いたり、実機での実証ができる設備として活用頂けるような取り組みを続けていきたいと思います。

また、人材育成については業界としても大きな課題であり、どの様に技術者を増やしていくのかが大きな課題でありますが、弊社としても研修施設を更に充実させていく取り組みも計画しております。

最後に

我が国の風力発電に関する技術が世界でも通用する技術となる様、努力して参る所存で御座いますので、引き続きご指導の程、宜しくお願い申し上げます。

響灘ウインドエナジーリサーチパーク
Vestas V112 3.3MW 2 基　2018 年 1 月 1 日 運転開始
（洋上風力の機種と同型モデル）

■ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　**柴田　英治**
株式会社日本製鋼所　風力室副室長

はじめに

昨年度に引続き当協会の理事を務めさせて頂きます日本製鋼所の柴田でございます。

2013 年度の 1 年間と一昨年度以来、当協会の理事を務めさせて頂きました。今年度は 3 年目の理事拝命となりますが、国内の風力業界伸張のために皆様と共に努力して参りますので、宜しくお願い致します。

自己紹介

私事ながら、日本製鋼所に入社して 30 年超となりますが、入社から 11 年間は鍛造プレスやマニプレータ、及び建材や FRP 製品等を成形する大型プレスの電装設計に従事し、その後の当該製品の受注低迷から「自分で売って来い」の社命により営業へと異動、更に 2000 年頃より始めた風力事業の立ち上げと共に営業と設計部門に係り、現在に至っております。現在は東京で風力全般を管理する部署に在籍しております。

当社風力事業の歩み

当社においては 1990 年代後半の鉄鋼不況の中で新規事業を探索する中、それまで製造販売していた前述の大型プレスや付帯設備等の産業機械に関する設計技術を基にし、2000 年より海外風力発電機用タワーを自社内で製造開始し、その後国内に 120 本以上納入することが出来ました。またその頃より海外メーカの風力発電機を輸入販売し、且つ EPC へも取組むことで風力の技術導入を図って参りました。

その後、世界の風力発電事業が拡大していく状況を踏まえ、2005 年頃より 34mブレードを自社内で製造し、ほぼ同時期に 2MW 風車の設計製造を開始し、現在までに 130 基以上の納入実績があります。2013 年には 2.7MW 風車初号機を開発製造し、世界の潮流である大型化へも対応して参りました。まだまだ前途多難な事業ではありますが、これまでの数々の経験を生かした事業展開を図り、日本における風力業界の拡大、産業振興、雇用拡大に貢献出来るよう努力していきたいと考えております。

当協会への期待

風力業界を取り巻く環境は依然厳しく、国内の設備容量拡大のためには、環境アセスメントの要件緩和などの各種関連法の規制改革、系統連系を容易に且つ連系可能容量を拡大させるための連系制約の緩和、固定価格買取制度条件の維持による事業開発意欲の推進、国内の合意形成を得る等、風力業界の伸張のために当協会の位置付けは大変重要であると言えます。

加えて、公衆波及事故を未然に防止するための取組みも非常に重要であり、昨年度より施行された定期安全管理審査制度が適正な形で実施される必要があります。

当協会が急速に拡大していることは全会員の風力業界への期待の表れであると共に、社会的な地位が高まったことでもあり、且つ社会的な義務や責任も高まっていることと思います。

日本国内の風力発電業界が今後健全に発展するために微力ながら貢献出来ればと思っていますので、宜しくお願い致します。

島根県江津市　2MW×11 基

■ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　**藤塚　真也**
東芝エネルギーシステムズ株式会社　火力・水力機器技師長

はじめに

昨年度に続き、当協会の理事を務めさせて頂くことになりました東芝エルネギーシステムズ㈱の藤塚でございます。

所属が㈱東芝からエネルギー部門を中心とした分社会社である東芝エルネギーシステムズ㈱に変わりましたが、今までの技術・経験を活かし、微力ではありますが、風力発電の普及に貢献してまいりたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

当社の風力発電への取り組み

東芝エネルギーシステムズでは、火力・水力などの発電機器、制御システム、変電設備など長い歴史がある技術から、系統用電池、水素技術、太陽光、風力などの新しい分野も含めて、エネルギーを「つくる」、「おくる」、「ためる」、「かしこくつかう」技術とサービスを提供しております。

風力事業については、韓国風車機器メーカーとの資本提携と合わせて、風力発電所の計画、事業性評価、エンジニアリング、機器の供給、建設、試運転、保守といった風力発電プロジェクト全体の販売・技術サービス、及び風力発電子会社による風力発電事業を行っております。

また本年 2018 年から、太陽光発電システム事業、風力システム事業およびＩｏＴ技術を駆使した需要家エネルギーマネジメント事業を統合し、「エネルギーアグリゲーション統括部」を新設しました。再生可能エネルギーの増大や電力自由化に伴い、電力ネットワークに存在する再生可能エネルギーや蓄電池などのエネルギー資源と、オートメーション化が進む産業・物流・データセンター等の施設や電気自動車等のエネルギー需要を統合し、電力の需給バランス調整を行う「エネルギーアグリゲーション」サービスの必要性が高まっています。

新設した「エネルギーアグリゲーション統括部」により、太陽光発電システムや風力発電、電力の需給管理システムなどの既存事業で培ってきた知見およびＩｏＴ技術を駆使し、太陽光および風力発電所のデジタル化を目指すとともに、需要家様の負荷および分散電源を効果的に制御するエネルギーマネジメントシステムを核としたバーチャルパワープラント（ＶＰＰ）の実現を目指してまいります。

このように、効率的な発電システムと需給バランスに必要となる調整力を組み合わせて提供することによって、再生可能エネルギーの更なる普及と低炭素化を進めてまいります。

風力発電所の普及拡大について

これまでに風力発電に関係される皆様方の風力導入に向けてのご努力により、日本国内にても風力発電が広まってまいりました。しかしながら、諸外国に比べますといろいろな面から遅れを取っている状況です。特に、新規風力発電所立上げには、環境アセスや系統連系などの技術的、仕組み的ハードルにも増して、地域の方々に受け入れられ、喜ばれ、信頼される発電所にしていくことが大変重要と考えております。そのためにも、地域に根ざした活動と地域の皆様に信頼される設備の提供、保守を含めた安定した運用に向けて技術開発に真摯に取り組んで参ります。

おわりに

今までに発電プラント技術と運用・保守にて蓄積してきましたノウハウと共に、風力機器メーカーであり風力発電事業者といった両面の風力事業運営で得た経験や情報を、可能な限り協会会員の皆様と共有することで、風力発電の発展の一助となるよう努力して参ります。協会の会員の皆様と共に、地球環境に優しいエネルギーである風力発電事業の発展に寄与して参りますので、宜しくご指導下さるようお願い申し上げます。

■ ご挨拶

洋上風力発電導入に係る課題について

日本風力発電協会　理事　**齋藤　薫**
株式会社 特殊高所技術　執行役員

はじめに

引き続き理事を務めさせていただきます、株式会社 特殊高所技術　齋藤 薫でございます。業界全体の発展に寄与できますよう尽力させて頂きたいと思います。

これまで当協会では技術部会長、技術部会管掌理事、洋上風力導入推進・環境整備タスクフォースリーダー、洋上 O&M リーダーを務めてまいりました。

今後具体的に国内の洋上風力が始動し始めますので、なお一層欧州の実績や合理化策等について知見を広げ、国内での良好な事業に寄与できる様活動いたします。

一般海域に関する動向

経済産業省は平成２９年３月「一般海域における利用調整に関するガイド」を作成、平成２９年４月には「再生可能エネルギー導入拡大に向けた関係府省庁連携アクションプラン」、ここで一般海域の利用についてルール化を検討開始し、平成３０年３月９日「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律案」が閣議決定となりましたが、７月に審議未了となり再チャレンジとなりました。

そこで当職としてはこの「洋上風力新法」成立のための再チャレンジに向け、以下の数項目について積極的な要請活動を行っています。

１．「洋上風力新法」の必要性

国内では港湾区域内での計画のみならず、一般海域での計画が大幅に増加しています。

港湾区域は占用公募制度指針等によりルール化されましたが、一般海域では「洋上風力新法」成立と併せ今後これらの整備が必要となります。その中で「国による意欲的で明確な導入目標の設定」、「一般海域の利用に関する根拠法の整備（法制化）」、「セントラル方式の導入」、そして「発電コストのグリッドパリティー実現」等を掲げ関係省庁に要請を行っています。

２．国による意欲的で明確な導入目標の設定

この導入目標の指標はＪＷＰＡ『中長期導入目標Ｖ４．３ロードマップ』がベースとなります。

一般海域でのポテンシャルは、着床式だけでも９１ＧＷ分が確認できること、洋上は大規模ファーム（５００MWクラス）の導入が可能となること（欧州では９００MWクラス）、また現在、建設準備中とアセス手続き中を合わせて約５．６ＧＷの計画も進行しています。この状況と諸制度が整う前提で、２０３０年時点には１５ＧＷ以上の導入は可能と見込むことができます。

これらを踏まえ国としての導入目標を２０３０年時点で１０ＧＷとしていただきたいと考えます。

なお、浮体式については、先行する着床式とは別に的確なコスト精査の上で適正な FIT 買取価格を設定することが重要と考えます。

３．一般海域の利用に関する根拠法の整備

法整備は、長期かつ大規模な投資事業に対するファイナンス要件として必要となりますが、事業行程が長期となることから早急なる整備も必要となります。

また、事業認定制度により、事業期間中の占用権利確保を可能とすること、海域占用許可期間として商業運転期間２５年＋建設・撤去期間（α年）を加えた期間も必要となります。

さらに占用期間後の撤去について海底面下の基礎構造物は、欧州では残置（部分撤去）が許容されていることから、日本でも同様の扱いとすることも必要と考えます。

その他、セントラル方式の導入、拠点港の整備事業、発電コストのグリッドパリティー実現等についても同時に要請を行い、これらが実現することで新たな産業が更盛となり経済効果も大きく期待できるよう活動してゆきたいと思います。

■理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　　**小西　曉**
株式会社シーテック　再生可能エネルギー事業本部　副本部長

はじめに

日本風力発電協会の理事を務めさせていただきます小西でございます、名前は“ぎょう”と読みます。みなさまのお役にたてるよう努めてまいりますので、よろしくお願いいたします。

自己紹介など

何度か協会誌で挨拶をさせていただきましたが、新しい会員の皆様もいらっしゃると思いますので、あらためて自己紹介させていただきます。

平成 23 年に、現在の職場へ転勤し日本風力発電協会にも参加させていただくようになりました。　その後、弊社の組織も“風力発電事業部”から“再生可能エネルギー事業部”に、さらに“再生可能エネルギー事業本部”に改め太陽光発電事業などにも事業範囲を広げているところです。

学生時代の専攻は電気工学、高電圧工学
趣味は黒鯛つり、スキー、ゴルフ、遊んでばかりいるわけではありませんが、デスクワークよりは身体を動かすことが好きです。

風力の仕事に携わる以前は、中部電力で主に電力流通設備の計画、建設、保守の仕事に携わってきました。なかでも特に、大規模送電線の建設の仕事に多く関わってきました。

送電鉄塔の設計強度は主に風荷重で決まります、またギャロピング現象など電力線の動揺に対する設計も必要で、地形による風の収束・乱れなどにも配慮しています。その様なところは風力発電にも通じるところがあるように感じています。さらに様々な法規制・アセスなども経験してきましたが、電力会社に比べても風力事業者はさらに厳しい状況に置かれていると実感しています。

また地域のみなさまの理解が必須であることも共通しています。必要性はご理解いただいても自分の地域には作らないで欲しいとおっしゃる方は大勢いらっしゃいます。

風力発電におきましても、誠意をもってみなさんのご理解を得る努力をしていきたいと思っています。

三重県青山高原での風力発電

シーテックの風力開発は平成 13 年に三重県で第三セクター方式の風力発電会社“青山高原ウインドファーム（AWF)”へ出資したのを皮切りに、自社のサイトとして平成 15 年から同県の青山高原周辺で開発を進め、平成 18 年にウインドパーク美里、平成 22 年にウインドパーク笠取を運転開始しています。さらに昨年 AWF が進めて来た風車 40 基の増設工事が完工し、運転を開始いたしました。

青山高原の主峰「笠取山（標高 842m)」は若狭から琵琶湖を経て伊勢湾に抜ける“風の通りみち”であり地名の由来も“笠が取れるほど強い風が吹くところ”から来ています。

春はツツジ、秋にはススキなど、四季折々の景観が人々を魅了します。一度訪れてみてください。

式年遷宮そして伊勢志摩サミット

平成 25 年、我々が風力事業を展開している三重県では、伊勢神宮で 20 年に一度社殿を建替え、御装束や御神宝を新調して神様にお遷り願う「式年遷宮」が行われました。1300 年前から途切れることなく続けられてきた神事で、宮大工のみならず様々な匠の技の伝承の機会になっています。この年の参拝者数は過去最高をさらに 500 万人ほど上回る 1400 万人にのぼったそうです。

さらに、平成 28 年には「伊勢志摩サミット」が開催され世界中の注目を浴びることとなりました。伊勢志摩国立公園は、リアス式海岸を形成する日本有数の海の国立公園です。南海には黒潮が流れ、気候が温暖で、温暖性の常緑広葉樹や南国に咲く海浜植物などが多く見ることができます。

機会があればぜひ三重県にお越しください。

■ ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会 理事 **土谷 学**
鹿島建設株式会社 環境本部 新エネルギーグループ長

はじめに

土谷 学（つちや まなぶ）です。2012 年から当協会の理事を拝命し、4 期目になりました。今年度は、国際部会および広報部会準備会等を担当させて頂いております。なんとか業界の発展にお役に立てるべく理事活動に尽力しておりますので、どうぞよろしくお願いします。

自己紹介

出身は和歌山県和歌山市。1991 年に鹿島建設入社により上京。当初は調布市にある技術研究所で風工学分野の研究を担当し、ビル風や建築物の風圧力について、風洞実験などを使って研究しておりました。学生時代から風力発電にはとても興味があり、技術研究所所属時には、ビル風を活用した風力発電ができないものかと、試行錯誤をしたこともありましたが、ものにはなりませんでした。

2002 年に現在所属している環境本部に異動し、それ以来ずっと風力発電を担当しています。

趣味は旅行で、特に離島巡りが好きです。離島に行くと風車に出会うことが多く、それも一つの楽しみです。

鹿島における風力発電

鹿島が最初に風車建設に関わったのは、1991 年に運開した竜飛ウインドパークです。275kW 風車の基礎工事を担当させて頂きました。それ以来，風車建設には継続して関わらせて頂き，現在は，同じ青森県で日本最大級のウインドファームの施工を担当させて頂いております。

風力発電の分野では、建設工事ばかりでなく、計画・設計業務も実施しています。2003 年に日本初で唯一の PC コンクリート製風車タワーの設計・監理を、2006 年に日本初の国立公園内における環境アセスを手掛けています。また、2007 年の建築基準法の改正に伴う大臣認定制度では、陸上の風力発電設備、洋上風力発電設備、洋上風況観測塔それぞれの分野において、日本初の大臣認定取得に携わりました。更に 2014 年の電気事業法への審査一元化後の第一号案件も担当させて頂きました。最近は、地震・暴風・豪雨などの自然災害が目に付き、それらに伴う風車事故も発生しています。風車事故は当該風車に留まらず、風車業界全体に与える影響が小さくありません。このことからも設計・施工の重要性を改めて認識しています。

2013 年運開の千葉県銚子沖約 3km における NEDO 洋上風力発電実証研究では、風車基礎の設計施工、風車据付、風況観測塔の設計施工を担当。本プロジェクトは、国内初となる沖合洋上風力発電設備であり、外洋における風車建設の難しさを再認識した工事でした。

本工事を通じて得た貴重な経験とノウハウを、今後の国内洋上風力発電の発展に少しでも寄与すべく、現在は、民間事業者様の洋上ウインドファームの計画実現に向けて、施工計画，詳細設計，地盤調査等を進めさせて頂いております。日本の海上に洋上風車が建ち並ぶ光景を楽しみにしております。

グローバルウインドデイ活動

例年、秋田県男鹿市にある男鹿風力発電所（設計施工：鹿島 JV）のグローバルウインドデイ行事に参加させて頂いております。ネット等では、とかく風車に批判的な意見が目に付きますが、グローバルウインドデイ行事に参加すると、多くの方々は、私同様に、実は風車が好きだと言うことが実感できます。グローバルウインドデイ行事は、各社の努力による地道な活動ですが、風車ファンを少しでも増やすために、今後も各会員企業様にはご協力頂き、活動を継続出来ればと考えています。

おわりに

北東北募集プロセスや北海道蓄電池募集プロセス，洋上風力促進法案など，風力発電を取り巻く状況は日々変化しております。このような状況の中，JWPA の活動を通じて、国内における風力発電が少しでも普及できますよう努力していきたいと考えています。皆様のご協力、よろしくお願いします。

■ご挨拶

リプレース・リパワリングを推進する

日本風力発電協会　理事　**延命正太郎**
株式会社　東洋設計　代表取締役　社長

このたび、引き続き日本風力発電協会理事を拝命いたしました㈱東洋設計の延命正太郎（えんめいしょうたろう）でございます。

会社および自己紹介

弊社は昭和 45 年に石川県金沢市で創立された総合建設コンサルタント会社です。地元では「水の東洋」と言われ発足当初は水道・水力が中心でしたが、その後、道路・都市計画等にも力を入れ総合建設コンサルタント会社となりました。風力発電との係わりは、平成 3 年に旧松任市（現在の白山市）に我が国で最初の逆潮流ありの風力発電機建設に伴う可能性調査・設計に携わったのがきっかけで私自身もこの時から参加しています。

石川県白山市（旧松任市）100kW

現在では、連系が当たり前ですが、我が国において平成 4 年 4 月 1 日以前は系統への連系はできませんでした。ある意味で、我が国における再生可能エネルギーの出発点であるかもしれません。

弊社にとっては元々中小水力発電の設計を行っていた事と逆潮流ありが認められた時期にたまたま風力発電に係わりを持ったのは、ある意味でめぐりあわせであると感じます。

今後求められるもの 1：地域を中心に考える

再生可能エネルギーが今後、拡大導入するために最も必要なことは、地域との共存であると感じています。事業として成立することが絶対条件であることは、間違いないことですが今後導入量を拡大するには設置される地域との共存が不可欠だと思います。

そもそも再生可能エネルギーは、存在する地域に賦存するエネルギーであることは事実であり、このことを前提に事業開発しないと導入量は拡大できないと思います。

重要なのは地域が中心となり地域に収益等を最大限還元できる仕組みが必要なことであり、資本を注入できるものがそこから得られるほとんど全てを持って行ってしまうような形態では、今後建設する地域の協力を得ることが困難になってしまうと思います。

地域が主体的に事業を立ち上げ、運営できる仕組みが求められています。風力発電事業は、太陽光事業に比べると導入・運営面で風力発電事業を行ったことのない事業者では、想定できない課題が多くあります。エネルギー利用の観点も重要です。ただ単に発電し売電するだけでは、地域と共存する事業にはなりません。

地域に必要な形態で必要な時期に利用できるエネルギーを提供するシステムが必要です。

地域の状況を把握し、課題克服に必要なエネルギー供給形態・時期・量を想定することから始める必要があります。このためわれわれは、事業創出のお手伝いを金沢という地方において培った、地域に密着した目線でこれまで行ってきた地域エネルギー計画の実績を提供することで貢献していきたいと思っています。

地方で培った愚直さを最大の売り物として、今後地域で事業創出を実施される地域の方々に協力していきたいと思います。

我が国における課題は、少子高齢化社会・一極集中社会であり、今後この課題を克服するためにエネルギー利用の観点からも考える必要があると思います。再生可能エネルギーは、地域に賦存する固有のエネルギーであることを前提に考えるべきものだと思います。

国の政策にも地方創生が最重要政策として掲げられています。エネルギー利用・事業化の観点からも地域の活性化・地域との共生を前提とした仕組みを構築すべきであると思います。

再生可能エネルギーは、地域の活性化・地域との共生を最も実践しやすいエネルギー源であることは間違いなく、これを前提とした事業構築が不可欠だと思います。

また、今後の風力発電の政策的な課題は、kWh 単価を如何に下げていくか､過去に建てられた風車をどのようにするかだと思っています。

今後求められるもの 2：コストを下げる

我が国における風力発電事業のイニシャルコストは、海外と比べ、残念ながら高いと云うしかありません。これはわが国特有の問題と、それ以外の問題とがあると思います。

改正 FIT 法では､売電単価を下げる政策が導入されました。対応できる方策が我々に求められています。

わが国特有の問題の一つは土木工事費が占める割合が大きいことです。このことは工事単価が高いことと、工事量が多いことに起因していると思います。

我が国の地形は山岳地形が多く、このことにより土木工事量が増えてしまいます。それと海外に比べ工事単価が高い傾向にあることも事実です。

今後ますます大型化されていく風力発電事業からすると新しい工事手法の検討等により、工事量の削減に取り組む必要があると思います。

メンテナンス費用も海外と比較して高い状況です。どうして費用が増大するか、細かく分析して課題を解決していくしか方法はありません。大型化を受け入れ、我が国特有の条件を許容し、風力発電技術開発を最大限利用できる手法が必要です。

今後求められるもの 3：あるものを有効活用する

また、我が国には、過去に地方自治体等が導入した比較的規模の小さな風車が存在しています。これらの風車の多くは風況の良い地域に設置されていますが、比較的小規模なためメンテナンス費用を確保できないなどの問題を抱えています。

これらの風車は地域で愛され、地域とともに存在しています。しかし、現在残念ながらこのような風車はどんどんなくなっていく状況にあります。これは、現在の FIT 制度を持ってしても救えない状況であることに他なりません。

何とかしてこのような風車を再生し、地域に貢献できる風車に、リニューアルできる仕組みと体制を構築する必要があります。

このため地域分散型風車におけるメンテナンスも含めたトータルサポートシステムの構築が不可欠です。一つのサービスエリアでとらえ、事業採算性を確保しながら地域に貢献できる方策を構築する必要があると思っています。

また、地方自治体等が風力発電事業を継続できる仕組みを構築する必要があります。現状においてエネルギー供給は地方自治体等が主体的に行う必要はありません。しかし、地域再生・活性化等を実施するためには安価で安定的なエネルギー供給が不可欠です。また、災害時のエネルギー供給にも対応する必要があります。

このような観点から地域固有の再生可能エネルギー利用と供給システムの構築は今後地方自治体では、自分達の生き残りを掛けた重要な選択肢になると思います。今後我々は、これらに対応できる体制を構築していきたいと考えています。

■ご挨拶

求められる電源を目指して

日本風力発電協会　理事　**秋吉　清一郎**
グリーンパワー株式会社　代表取締役

はじめに

平成 30 年度に引き続き今年度も理事を務めさせて頂くこととなりました。理事就任から早 6 年になりますが今年も初心に帰って務めさせて頂きますので何卒よろしくお願い致します。

独り立ちを促される風力発電

2012 年に全量買い取り制度がスタートして以来、22 円/kWh で買取が行われていた風力発電所で作った電気の買い取り単価（通称 FIT 価格）が今年も引き下げられました。4 年前から太陽光の FIT 価格の引き下げが先行していたのに続き、今年の春には小型風力発電が 55→22 円/kWh と、どんどん背中を押されている状況です。本来、事業というのは誰かに催促されて方向性を決めるものではないのですが、風力発電で生きる立場としてはキツい、苦しいと言ってみても始まりません。風力発電に携わる皆さんは各々の立場でそれぞれできることを創意工夫されている事と思います。それでも時代の流れが止まることはありません。そこで今年のご挨拶は少し視点を変えて、あるいは自戒の意味も込めて、風車屋として何を志そうと思っているのかを書いてみたいと思います。

どうすれば風力発電が独り立ちできるのだろうか？

ひとことで風力発電といっても様々な側面があります。まず、風力発電所は発電所です。あたりまえの事なのですが、発電所の使命は 365 日 24 時間途切れることなく電気を作り続ける事です。東日本大震災以来、台風や地震に伴い大規模停電が頻発することが目に付くようになりました。被災した発電所や送変電設備の現場は一刻も早い復旧を不眠不休で目指し、ある時突然電気が来なくなった市井は一刻も早い復旧を願い、しかし残念ながら TV もネットもそういう姿を見せてくれることはあまりありません。2～3 日電気が止まれば記録ができないからです。情報がないからといってそういう現実がないわけではありません。「停電」というキーワードを耳にする度に風車に出来る事は何かないだろうか？と考えるところから試行錯誤が始まるのだと思います。残念ながら何が正解なのかはまだ判りません。まだ判らないのですが、試行錯誤の手掛かりが何かあるのだとすればこの協会のどこかにあるのかもしれません。

2015 年頃から 20 年間働き続けてきた風車がその役目を終え設備更新の時期を迎えているのですが、設備を撤去して事業を止めてしまう風力発電所が少なからず見られます。これまで 20 年間事業を続けてきた先駆者はどのような気持ちで事業を止めるのでしょうか？残念ながらそういう生々しい話が我々の耳に届くことはあまりありません。これもまた結論が出ない悩みなのですが、風車が社会の代謝物として別の発電方式に取って代わられても良いものだとはどうしても思えません。風車自体は老朽化が進めばいずれ寿命が来る装置なのですが、一旦、電力供給を引き受けたら引き受けた分は供給を担うために出来る事はまだまだあるように思いますし、誰かが決めた方法を受諾する以外にも方法はあるように思います。

最後に、風力発電は今、海に出て行こうとしています。海に出ることによって、デマも含めて陸上で言われていたようなトラブルの火種のいくつかは解決するように思います。なにより世界第 7 位の海洋面積を有する我が国の割に、ルール作りが決定的に立ち遅れています。先々技術革新やコストダウンが求められる時期も来るのでしょうが、今はとにかく実績を作る時期なのではないかと思います。なにより陸上に比べて大規模化できる分、海が相手である分、安定供給のための維持管理は格段に難しくなります。1990 年代から風車に携わってきた立場としては、まだまだやれることがある状況に嬉しく思う反面、結果を出すために眼前に立ち塞がるであろう何かが、いつ我々に襲いかかってくるのか不安でもあります。風車がまだベンチャー商品であった時代がもう一度訪れようとしてるのだと思います。

おわりに

こうして考えてみると色々ありますね。いつの日か、風力発電が一人前の発電所と呼ばれるために、今後も日本風力発電協会の理事として、微力ながら新しい時代を築く一助となることを願ってやみません。

■高度な技術サービスの提供と風力発電システム認証制度

WEIT 業務の紹介と IECRE 認証システム

日本風力発電協会　理事　**鈴木　章弘**
株式会社風力エネルギー研究所　代表取締役社長
IECRE　風力エネルギー管理運営委員会　副議長

理事就任にあたって

2018年5月の定時社員総会で理事に再任していただき、ありがとうございました。2014年5月に理事に就任以来、政策部会副統括を務めております。今後も引き続き理事の責務を果たして参ります。

（株）風力エネルギー研究所の紹介

2004年10月に設立し、2018年10月で設立から14年になります。風力発電技術の専門家集団として、資本業務提携している一般財団法人日本海事協会(ClassNK)とも協力しながら、風力発電に関わる各種の技術サービスを提供しています。

技術計算サービスや各種の調査業務を行っています。私の元々の専門領域でもある風車設計や、翼やタワー等の構造体の弾性変形の連成を考慮した荷重解析である空力弾性解析による荷重解析サービスを提供しています。空力弾性解析は大形風車の設計や型式認証でも使われている風車荷重計算方法で、洋上風車の荷重計算にも使われています。弊社では浮体式洋上風車の動的解析のような研究開発要素が多い最新技術の開発にも取り組んでいます。

洋上風力発電所の開発案件には欠かせない、潮流や波浪のシミュレーションや大気海洋シミュレータによる解析を実施しています。

発電事業者からの委託業務として、複雑地形における風況解析・発電量予測、極値風速及び乱流強度の推定などのプロジェクト開発支援サービスを最新の技術によって提供しており、ウィンドファーム認証の取得支援や風況観測方法や観測地選定の技術支援も行っています。

公的機関からの各種委託研究及び調査業務も実施しています。上述の浮体式風車だけではなく、小形風車や垂直軸風車のような特殊な形式の風車については、解析ツールの開発も含めたコンサルティングを行っています。

浮体式洋上風車への採用など、最近注目を集めているダウンウィンド型風車の国際的研究開発の枠組である「IEA Wind Task 40」の事務局を務めています。

また、国内の洋上風力発電分野において新たな技術開発の取組である JIP（Joint Industry Program）を英国 Carbon Trust と共に提唱し，事務局を担当しています。

風力発電システム標準化（技術規格策定）

風力発電システム技術規格の国際標準化は、1988年から IEC において進められており、弊社も規格策定に専門家を派遣して積極的に取り組んでいます。

適合性評価システム（認証制度）

製品が技術規格に適合しているかを確認する適合性評価の分野では、風力発電機本体の適合性を評価する「型式認証」や、洋上風力発電所のような大規模プロジェクトのサイト適合性や、輸送・建設、維持管理も含めた事業全体を評価する「プロジェクト認証」等が実施されており，弊社も支援サービスを提供しています。

IEC は再生可能エネルギーによる発電設備を対象とする新たな認証制度「IECRE 再生可能エネルギー認証システム」を設置し、その運用を本格的に開始しました。IECRE は、各認証機関が独自に行ってきた認証を、国際的に共通な制度とすることを目的としており、審査の内容を統一すること（Harmonization）や、認証機関の間で認証を認め合う相互承認（Mutual Recognition）を制度に盛り込み、風力発電、太陽光発電（PV)、海洋エネルギー発電（潮流タービンなど）の3分野で世界共通の認証制度となるものです。

風力発電の導入拡大に伴う電力システムの中で増大する重要性、機器の大形化に伴う事業規模拡大など、産業の成長と共に、第三者認証の必要性が認識されており、IECRE システムの発展に期待するところです。今後とも会員各位のご指導の程よろしくお願いいたします。

■ご挨拶

理事就任のご挨拶

日本風力発電協会　理事　企画部長　**斉藤　長**
（さいとう　ひさし）

はじめに

今年 5 月 30 日の定時総会にてご承認頂き、当協会の理事に就任（再任）しました斉藤　長（さいとう　ひさし）です。2011 年 6 月から事務局専従職員として会員の皆様とは日頃より接する機会が多々ありますので、お見知り置き頂いている方々も随分いらっしゃるかと存じますが、皆様方のビジネス活動がより円滑且つ活発に展開されるよう、これまで以上に全力でサポートして参りたいと考えておりますので、何卒宜しくお願い申し上げます。

自己紹介

以前の寄稿でも私の自己紹介をさせて頂きましたが、昨年度一年間で約 30 社・団体が新たに JWPA へご入会頂きましたので、改めて簡潔に自己紹介致します。

1968 年 7 月（獅子座）秋田県横手市（旧、雄物川町）に生まれ、高校卒業まで豊かな自然に恵まれた環境の中で健やかに（？）育ち成長しました。高校卒業後は建築意匠の世界に憧れを抱いて上京、勉強と息抜きをフィフティー・フィフティーにこなしながら（ホントは 2：8 ぐらいでしたが･･･）建築関係の会社に入社・就業しました。

その後、幾つかの会社を経由して現在に至るわけですが、振り返れば、風力発電の仕事と出会ってから今日まで 24 年ほど経ちましたが、風力発電に対する愛情は一向に覚めず、逆に転機を迎える毎に深まっている感さえあり、今では私の最も愛する家族よりも長い時間を過ごしている（？）ほどの関係・付き合いとなっております。

また、風力発電の仕事を通じて多くの方々との出会い・ご縁が得られました。これらの出会い・ご縁は今でも、またこれからも永続するものだと確信しており、そのことが間違いなく自身の活力になっております。これからも“一期一会”を大切にし、皆様と一緒に我が国の風力発電の発展に尽くしたいと思っております。

これからの風力発電と JWPA

今年 7 月、政府の第 5 次エネルギー基本計画が閣議決定されました。その中で、再生可能エネルギーについては、2030 に向けた対応として主力電源化への布石となる施策の計画的な推進、要すれば深掘り・強化等に取り組むことを、また、2050 年に向けた対応としては、可能性と不確実性を踏まえつつ、あらゆる選択肢を追求して『経済的に自立し脱炭素化した主力電源化を目指す』ことが明示されました。

また、経済産業省においては上述した方針を受けて、今年 8 月より「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」を再開し、持続的な再生可能エネルギーの導入拡大と将来の電力ネットワークのあるべき姿の方向性に関する議論を進めております。

私自身も JWPA 在籍以降、この 7 年間で風力発電を取り巻く環境はある意味で発展的に変化しつつあると感じており、特に、第 5 次エネルギー基本計画で『再生可能エネルギーの主力電源化を目指す』との方針が憲政史上初めて示されたことは非常に大きな転機、『変革の時機到来！』と受け止めております。

JWPA としても、この変革の時機を逃さず、絶え間ない事業環境の変化にも追随し、社会全体からの注目にも応えられるような活動・取り組みが進められるよう、的確且つ柔軟な体制の構築と強化を実行して参りたいと考えております。

おわりに

最後に一言。将来に向けた今後の対応においては会員の皆様方のご理解とご協力が欠かせないと思っておりますので、より一層のご指導並びにご支援を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

■ご挨拶

監事就任のご挨拶（再任）

日本風力発電協会　監事　**小林　一誠**
日立造船株式会社　風力発電事業統括部

はじめに

本年5月の総会で監事再任をご承認戴きました日立造船の小林です。　平成 27 年の定時社員総会で弊社前任者からの引継ぎをご承認いただき、早いもので 4 年目を迎えることになりました。引き続き、足立監事と協力し協会発展のため頑張りますので、どうぞよろしくお願いいたします。

風力発電協会との関わり

ご周知のように、2012 年 7 月に“再生可能エネルギーの全量固定価格買い取り制度（旧 FIT 法）”が施行され、当社内にも再生可能エネルギーの伸張を図るため 2013 年 1 月に“電力事業推進室”が組織化され、担当することになりました。従前は火力発電所の運営でしたので、発電という意味ではかかわりはあったのですが、風力、バイオ、太陽光などの再生可能エネルギーは全くの未経験分野でした。このように風力発電と出会い、冒頭申し上げましたように、2015 年に風力発電協会との関係が始まりました。非常に短い期間ですが、この間 FIT 法はじめ各種諸制度の大きな変化があり、特に事業化に大きく影響を与えた直近の制度変更あるいは諸情勢の変化を素人ながらまとめてみました。

関連諸制度の変遷及び情勢変化

（1）　FIT 関連制度
　2014 年 10 月：系統ﾜｰｷﾝｸﾞｸﾞﾙｰﾌﾟの設置
　2016 年　7 月：改正 FIT 法公布
　2016 年 10 月：調達価格等算定委員会発足
　2017 年　4 月：改正 FIT 法施行

（2）　情勢変化
　2016 年　3 月：一般負担の上限額の設定
　　（電源種別、風力：20 千円/kW）
　2016 年　5 月：東北電力管内の系統連系問題
　2016 年 10 月：東北北部募集プロセス開始
　2018 年　6 月：一般負担の上限額の変更
　　（全電源一律：41 千円/kW）
　2018 年　8 月：同上プロセス入札締め切り
　2019 年　5 月：同上プロセス募集完了予定

（3）　当社へのインパクト

最大のインパクトは何と言っても東北電力管内の系統連系問題であり、大規模風力発電所を含む事業案件を中断あるいは延期を余儀なくされています。募集プロセスで連系を確保できたとしても、２ないし３年のスケジュール遅れは否めません。また、これまで秋田県で進めてきた小規模案件も募集プロセスの影響を受け、この間の FIT 価格の段階的引き下げにより、今後の開発は相当困難になると判断しています。

当社の取組みの現状（前年度実績）

（1）　陸上風力発電
　・松ヶ崎風力発電所の竣工・運開
　・東北北部募集プロセス対応
　・東北北部以外の事業化検討

（2）　洋上風力発電
　・次世代浮体式洋上風力発電システムのバージ製作
　・東北北部募集プロセス対応
　・東北北部以外の事業化検討

おわりに

以上のように、改正FIT法はじめ系統連系問題（出力抑制を含む）など風力発電を取り巻く情勢はかなり厳しいものですが、今後ポテンシャルの大きい洋上風力に期待し、風力発電の一層の拡大に貢献していきたいと思います。また、今年度は技術部会及び政策部会に積極的に参加し、協会発展の為懸命に努力しますので、宜しくお願い申し上げます。

松ヶ崎風力発電所
　出力：2,000kW×1 基
　場所：秋田県由利本荘市
　事業主：㈱いわき風力

■ご挨拶

監事ご挨拶

－風力発電のリスクマネジメント－

日本風力発電協会　監事　**足立　慎一**
SOMPO リスケアマネジメント株式会社
リスクマネジメント事業本部 フェロー

はじめに

本年５月の定時総会において引き続き監事の大役を仰せつかりました。JWPA の、さらには風力発電業界の健全な発展のため、微力ながら引き続き努力してまいりますのでよろしくお願いいたします。

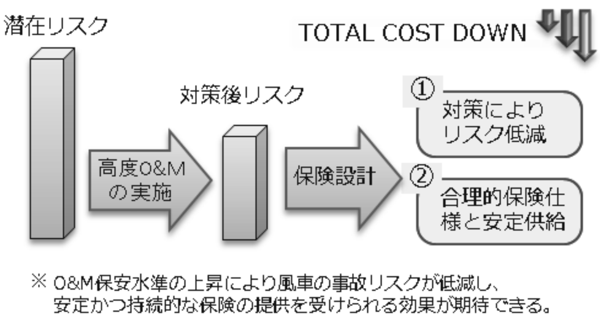
風力発電事業健全化へのお手伝い

毎年本誌のご挨拶で、業界のさらなる健全な発展を願って、大仰な私見を述べさせていただいてきました。実は、私どもの会社はリスクマネジメントを専門とするコンサルティング会社ですので、風力発電の事業健全性の実現に向けた具体的なコンサルティング業務を提供しています。今回は誌面を借りて、風力発電事業の健全化に、弊社が行っている各種サービスをご紹介させていただこうと思います。

従来、風力発電のリスクマネジメントというとファイナンスから求められるデューデリジェンスレポートに係る自然災害のハザード評価（＋ＰＭＬレポート）が一般的でした。

弊社ではこの自然災害ハザード評価に加えて、風車スペックとＯ＆Ｍ内容によるリスク低減効果を評価する「保険デューデリジェンスサービス」を 2018 年３月より提供しています。

これは、保険リスク要因の低減効果を第三者評価するもので、保険料低減をインセンティブとして期待することができます。

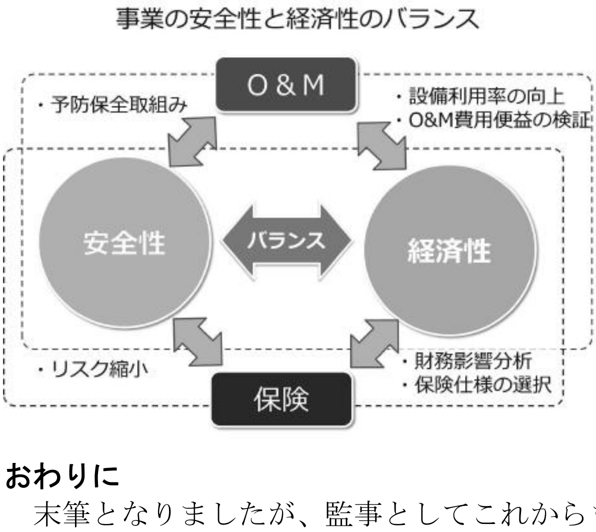


もう一つ、発電事業の計画段階で各種事業リスクを洗い出し、リスクの分析とレベリングを行うサービス（「リスクアセスメント」）も 2018 年度より実施しています。事故や災害に留まらず、社会・経済的リスクを定量的に検証し、対策を検討することで、事業健全の確実性を高めることに繋がります。

アセスメントシート

ID	段階	大項目	中項目	小項目	解説	チェック内容	現状	リスクレベル
1-1	計画段階	立地調査	有望地域の抽出	調査会社選定	-	①実績、信頼性のある調査会社か ②調査を丸投げしていないか ③調査方法、結果を確認しているか		
1-2	↑	↑	基礎風況データ収集	発電量の根拠	推算値とタワー設置後の実測値とで差異がある	[illegible]風況調査を実施しているか		
1-3	↑	↑	自然条件の調査	落雷リスク	-	サイトの落雷ハザードを調査しているか		
1-4	↑	↑	↑	乱流リスク	地形条件により乱流が発生する可能性がある	①サイトの乱流強度を把握しているか ②専門機関で乱流リスク量を解析しているか		
1-5	↑	↑	↑	乱流リスク	周囲の障害物の有無により、乱流が発生する可能性がある	敷地周囲の障害物の(建設予定も含めた)有無を確認しているか		
1-6	↑	↑	↑	強風リスク	-	台風の影響を受けやすいか		
1-7	↑	↑	↑	塩害リスク	-	沿岸部に設置する場合、防錆に係る仕様などを確認しているか		
1-8	↑	↑	↑	水災リスク	-	風車設置箇所、アクセス、変電設備周囲の土砂災害・水災ハザード情報を収集しているか		
1-9	↑	↑	↑	水災リスク	風車だけでなく、サイトまでの経路も確認する	風車設置箇所、アクセス、変電設備周囲の土砂災害・水災ハザード情報を収集しているか		
1-10	↑	↑	↑	水災リスク	風車本体だけでなく、変電設備のハザードも確認する	風車設置箇所、アクセス、変電設備周囲の土砂災害・水災ハザード情報を収集しているか		
1-11	↑	↑	↑	地震リスク	-	地震ハザードなどを専門機関で調査しているか		
1-12	↑	↑	↑	噴火・降灰リスク	-	風車設置箇所、アクセス、変電設備周囲の土砂災害・水災ハザード情報を収集しているか		
1-13	↑	↑	↑	土地、地盤・埋設物	-	詳細な事前調査を実施しているか		
1-14	↑	↑	環境影響評価	全般	出力10,000kW(7,500kWもほぼ)以上は環境影響評価が必	環境影響評価の実施期間を加味した事業計画を作成しているか		
1-15	↑	↑	↑	周辺民家への配慮	付近に居住区があると、各種障害リスクが顕在化しやすい	周囲200m以内に民家がある場合は、環境影響評価や公衆安全対策を慎重に評価しているか		

リスクを単純に転嫁（例えば、保険加入）するだけでは事業健全性は実現できません。リスクを詳細に把握し、事前に対策する（リスクマネジメント）ことで事業は安定します。



おわりに

末筆となりましたが、監事としてこれからも JWPA の健全な運営をサポートしてまいります。今後ともご協力のほどお願いします。

■特集

再生可能エネルギーの主力電源化に向けて
－風力発電を中心に－

経済産業省　資源エネルギー庁　省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギー課　課長　**山崎　琢矢**

１．再生可能エネルギーの現状と課題

再生可能エネルギーを取り巻く状況は、大きく変貌しています。世界的には、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い発電コストが急速に低減し、他の電源と比べてもコスト競争力のある電源となってきており、それがさらなる導入につながる好循環が生じています。特に、洋上風力発電については、欧州において、海域利用ルールの整備とともに入札制度を導入することによって、買取価格が短期間で急速に低減したり、補助金なしで導入される案件が登場するなど、コスト効率的な導入が進んでいます。

我が国においても、2012 年 7 月に再生可能エネルギーの固定価格買取制度（以下「FIT 制度」という。）が導入されて以降、太陽光発電を中心に再生可能エネルギーの導入が急速に進みました。風力発電については、エネルギーミックスにおいて､2030 年度に 1,000 万 kW を導入することとしています｡FIT 制度開始以降、陸上風力発電を中心に認定量が増加し、FIT 制度開始前の導入量と FIT 認定量を合わせた容量は 950 万 kW とエネルギーミックスに迫る水準となっています。一方でその発電コストは国際水準と比較して依然高い状況にあり、国民負担の増大をもたらしています。2015 年 7 月に策定された長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）においては、2030 年度の再生可能エネルギー導入水準（22～24%）を達成する場合の FIT 制度における買取費用総額を 3.7～4.0 兆円程度と見込んでいますが、2018 年度の買取費用総額は既に 3.1 兆円程度に達すると想定されており、再生可能エネルギーの大量導入に向けて国民負担の抑制が待ったなしの課題となっています。

また、再生可能エネルギーの導入拡大が進むにつれ、従来の系統運用の下での系統制約が顕在化しており、再生可能エネルギーの出力変動を調整するための調整力の確保も含め、再生可能エネルギーを電力系統へ受け入れるコストも増大しています。さらに、地域との共生や発電事業終了後の設備廃棄に関する地元の懸念に加え、小規模電源を中心に将来的な再投資が滞るのではないかといった長期安定的な発電に対する懸念も明らかとなってきています。

エネルギー政策は、安全性を前提とし、安定供給、経済効率性、環境への適合を達成する、いわゆる「３Ｅ＋Ｓ」の原則の下で進めていくべきであり、再生可能エネルギーが直面するこうした変化の中で、2030 年度に向けて、更にはその先も見据えた、再生可能エネルギー政策のかじ取りが求められています。

再生可能エネルギーは、温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、長期を展望した環境負荷の低減を見据えつつ活用していく重要な低炭素の国産エネルギー源です。本年 7 月に閣議決定された第 5 次エネルギー基本計画においては、再生可能エネルギーを「主力電源」としていく方針が初めて位置付けられました。世界が再生可能エネルギーの電力市場への統合に向けて大きくかじを切る中、我が国も、その最大限の導入と国民負担の抑制との両立を図りながら、2030 年度のエネルギーミックスの着実な達成を目指さなければなりません。そのためには、前述の課題や懸念を克服しながら、産業競争力の強化にも資するよう、再生可能エネルギーをコスト競争力のある「主力電源」化し、その大量導入を持続可能なものとすることが必要です。

こうした基本認識の下、昨年末に総合資源エネルギー調査会に設置した小委員会において、①コスト競争力の強化（発電コストの低減）、②長期安定的な発電を支える事業環境整備、③系統制約の克服、④適切な調整力の確保という 4 つの論点を軸に、再生可能エネルギーの大量導入とそれを支える次世代電力ネットワークの在り方について検討し、本年 5 月に中間整理が取りまとめられました。

中間整理においては、風力発電が、大規模に開発できればコスト競争力のある電源であり、欧州の知見も活用しつつ、コスト競争力を高めることができれば、大型電源として市場売買されることが可能な電源であることから、風力発電の現状や電源の特性に鑑み、2030 年以降を見据えた風力発電の将来像として、コスト競争力が特に高い大型電源として市場売買される方向性が示されました。その上で、この将来像の実現に向けて、入札制活用や中長期価格目標に向けたトップランナー方式による競争・効率化の促進、大規模開発可能な土地利用の推進、洋上風力の低コスト施工等の技術開発・実証等によって高コストを是正し、また系統制約の克服を進めていくべきです。さらに環境アセスメントの迅速化や、洋上風力の導入促進のための海域の長期占有や利害調整の円滑化に係る一般海域のルール整備等、制度面での事業環境整備を進める必要があるとされてます。

今後、取りまとめた内容を実行に移していくとともに、本年 8 月には小委員会を再開し、引き続き政策対応の検討を進めているところです。以下、本稿では中間整理の内容を中心に詳しく御説明いたします。

検討の全体像～再エネの主力電源化に向けて～

２．コスト競争力の強化

エネルギーミックス（2030 年度）の再生可能エネルギー比率 22～24％を着実に達成するとともに、その後も再生可能エネルギーが持続的に普及拡大し、「主力電源」として大量に導入されていくためには、再生可能エネルギーが自立した電源となる必要があります。

この「自立化」に向けて、少なくとも 2 つの条件をクリアする必要があります。1 つ目は、他の電源と比較して競争力のある水準までコストを低減させることです。欧州等に比べ発電コストが高い中でこれだけ再生可能エネルギーの導入が拡大しているのは、FIT 制度が様々なリスクを極小化し投資回収を保障していることによるところが大きいと言えます。しかしながら、これはあくまで国民負担によって支えられた過渡的な措置であり、将来的には FIT 制度等による支援が無くとも、再生可能エネルギーが電力市場の中でコスト競争に打ち勝ち、自立的に導入が進むようにしなければなりません。このため、電源ごとの課題にきめ細かく対応していくとともに、コスト低減と自立化を促すため、投資リスクの軽減に資する環境整備も含めた制度・運用を構築していくことが必要となります。

具体的には、発電コストの低減に向けて、FIT 制度においては競争を通じてコスト低減を図る入札制度の拡大や中長期の価格目標の設定を行うとともに、着床式・浮体式洋上風力の低コスト施工法などゲームチェンジャーになり得る革新的な技術開発の促進や、一般海域の利用や農林地と調和・共生のとれた活用などにより、ポテンシャルある土地の有効利用等を総合的に進めていく必要があります。

あわせて、FIT 制度について、欧州など先行する諸外国における制度の動向も参考にしながら、入札制や卸電力市場への直接販売等のツールを組み合わせて、マーケットベースでの自立的な普及への移行を促す仕組みを検討していくことが重要です。その際、太陽光発電や風力発電のように、一定程度導入が進んでいる、又は導入が拡大していくことが見込まれる段階に至っているような「急速なコストダウンが見込まれる電源」と、地熱発電や中小水力発電、バイオマス発電のような「地域との共生を図りながら緩やかに自立に向かう電源」といった電源ごとの性質の違いに応じ、それぞれに適切な制度を構築していく必要があり、FIT 法の抜本見直しの期限（2020 年度末まで）に向け、検討を進めていくことが必要です。

中間整理後に開催された 9 月 12 日の小委員会では、風力発電について、現行の 2030 年発電コスト 8～9 円/kWh という価格目標の実現に向けて、コスト低減に向けた取組をより深掘りしていく方向性が取りまとめられています。また、入札制についても、価格目標と実績のギャップを埋めていくため、コストダウンを加速していくこと必要があることから、欧州などの例に倣い、陸上・洋上（着床式）を問わず、早期に入札制を導入する方向性が取りまとめら

れています。こうした方向性を踏まえて、今年度の調達価格等算定委員会で具体化していくこととなっています。

３．長期安定的な発電を支える事業環境整備

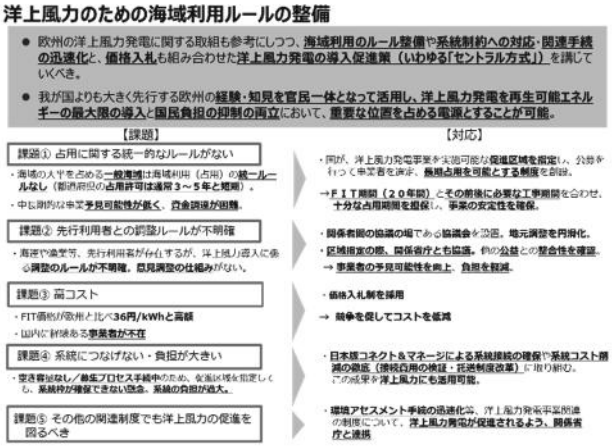
再生可能エネルギーの「自立化」に向けてクリアすべき条件のうちもう１つは、我が国のエネルギー供給の大きな役割を担う責任ある電源として、長期安定的な電源となることです。FIT 法の施行から６年が経ち、事業計画の熟度が低いまま FIT 認定を取得し買取価格を確定させた上で長期間未稼働となったり、発電設備のメンテナンスや事業終了に備えた準備がおろそかになるなど、適正な発電事業が行われない事態や、将来的な太陽光パネルの廃棄等に対する懸念が顕在化しています。2019 年からは FIT 制度の買取期間が終了する電源が発生し始めますが、その後も発電が継続され、更には再投資が行われる環境を整備していかなければなりません。また、太陽光発電に偏重した導入が進む中、エネルギー安定供給の観点からは、洋上風力発電や地熱発電など立地制約による事業リスクが高い電源も含め、バランスの取れた導入を促進することも重要です。

このため、現行制度において事業者のモラルハザードを生じかねない仕組みなどについては適正な規制強化等を行う一方、立地制約等の事業実施上の制約を緩和していくなど、再生可能エネルギーをめぐる規制や制度のリバランスを進め、再生可能エネルギー発電事業が長期安定的な電源として適正に実施される事業環境を整備していくことが重要です。

具体的には、未稼働案件による国民負担の増大を抑制するため、太陽光以外の電源についても、2018 年度以降に認定する案件に運転開始期限を設定するなど、FIT 認定の運用見直しを行いました。

また、FIT 制度からの自立化を進めていくため、再エネ活用モデルを大きく①家庭用蓄電池システムの活用など自家消費を中心とした需要家側の再エネ活用モデルと、②非化石価値といった再生可能エネルギーとしての付加価値の活用など売電を中心とした供給側の再エネ活用モデルに分類・整理し、必要な事業環境整備について検討を進めていきます。

さらに、立地制約のある電源の導入促進を図るために事業環境整備を行っていく必要があります。関係省庁と協力して、例えば環境アセスメントの迅速化等に引き続き取り組んでいきます。また、我が国にとって洋上風力発電は、大きな導入ポテンシャルとコスト競争力を合わせ持ち、再生可能エネルギーの最大限の導入拡大と国民負担の抑制の両立において重要な電源として位置づけられます。洋上風力発電の導入促進を図るため、欧州の取組も参考にしつつ、一般海域の利用のルール整備や系統制約への対応・関連手続の迅速化と、価格入札も組み合わせた洋上風力発電の導入促進策（いわゆる「セントラル方式」）を講じていくこととしています。



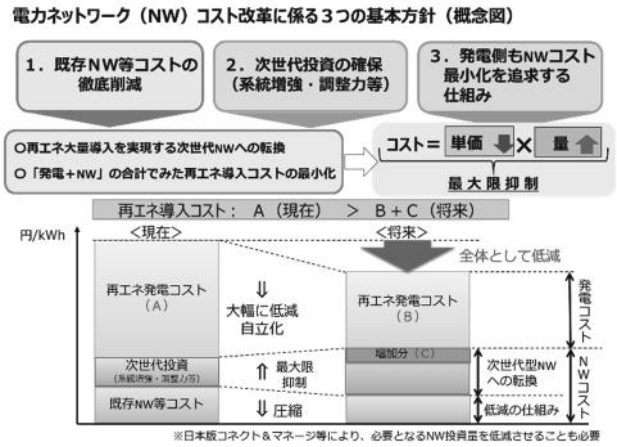
４．系統制約の克服

我が国の電力系統は、これまで主として大規模電源と需要地を結ぶ形で形成されてきており、再生可能エネルギー電源の立地ポテンシャルのある地域とは必ずしも一致していません。そのため、FIT 制度の導入等により再生可能エネルギーの導入量が拡大するにつれて、系統制約が顕在化しつつあります。再生可能エネルギーの大量導入のためには、この系統制約を克服するための包括的な取組（新・系統利用ルール）が重要です。

系統の増強には多額の費用と時間が伴い得るものであることから、まずは既存系統を最大限活用していくことが有効であり、海外の事例も参考にしつつ、一定の条件の下で系統への接続を認める等の「日本版コネクト&マネージ」の仕組みを具体化していく必要があります。こうした取組を通じて既存系統を最大限に活用してもなお系統制約が解消されない場合、系統増強が必要となります。系統接続の費用における発電事業者の負担の在り方の見直しや、系統増強等にかかるコスト削減の徹底等を通じて再生可能エネルギー導入に係る社会コスト最小化を図るべきであり、この結果、発電事業者が系統接続するにあたって必要となる負担の

軽減にもつながります。この他にも、事業の予見性を向上させるための情報公開・開示や事例集作成等によるルール整備を補完する仕組みの構築等、系統制約の克服に向けて包括的な対応を進めていくことが必要です。

さらに、2030 年以降を見据え、人口減・需要減といった構造的課題を踏まえつつ、我が国の電力系統を再生可能エネルギーの大量導入等の環境変化に適応した次世代型のネットワークへと転換していくため、コスト削減を進めつつ、必要な投資が行われる環境整備を進めていく必要があります。



５．調整力の確保

電力系統の運用に当たっては需給バランスを一致させる必要性があるため、自然変動再エネ（太陽光・風力）の導入が拡大することで、その出力変動を調整し得る「調整力」を効率的かつ効果的に確保することが、国際的にみても、大量の再生可能エネルギーを電力系統に受け入れるための課題になってきています。

当面は、火力発電や揚水発電による調整が中心となりますが、風力発電を始めとする再生可能エネルギー自身の調整力も最大限活用することによって、再生可能エネルギーの導入に係る社会コストを最小化しつつ、広域的かつ柔軟な調整が可能な環境を整備するかが鍵となります。将来的には、蓄電技術の導入によって調整力の脱炭素化を進めていくことも重要であり、それぞれの課題を整理しながら、道筋を描いていく必要があります。

６．国際競争力の強化

国際的には、グローバル企業が世界の電力・再生可能エネルギー市場をリードしていますが、現状、我が国企業は高い技術力を有するにもかかわらず、世界で伍して戦える国際競争力のある主体は不足しています。再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組を着実に進めていくとともに、こうした取組を通じて、再エネメーカーや発電事業者のみならず、再生可能エネルギーを活用した新たなビジネス、系統運用技術や次世代型調整力など、様々な側面から国際競争力あるグローバル・プレーヤーが生まれてくるよう、産業政策の観点からも事業環境整備を行っていくことが重要です。

７．終わりに

2030 年度のエネルギーミックス（再生可能エネルギー比率 22～24%）を着実に達成するためには、再生可能エネルギーの「主力電源」化と、再生可能エネルギーの「大量導入」を支える効率的で柔軟な「次世代型」電力ネットワークの存在が欠かせません。そのため、コスト低減や事業環境整備、系統制約の克服、調整力の確保などの取組を一つ一つ進めていきます。

■特集

風力発電のスマートメンテナンス・運用改善技術
－ビッグデータ時代の風力発電事業と人材育成を考える－

東京大学、先端科学技術研究センター
飯田誠
iida@eco.rcast.u-tokyo.ac.jp

１．はじめに

風力発電は、再生可能エネルギーの中でも、比較的コストの安く、大規模な発電が可能なシステムとして世界的に広く導入されてきた。風力発電事業では、導入コスト面のみならず 20 年間という長期の運用期間を考慮すると、同等程度のコストとなる運用コストの面も非常に重要となる。仮に安価な風力発電機を導入できたとしても、故障トラブルが多くメンテナンス費用が膨大になっては運用コストが大きくなり、風力発電事業全体のコストが膨らんでしまう。

2012 年に施行された固定価格買取制度（FIT）は、風力発電事業における不確実性について、これを低く抑えるための大きな取り組みの一つではあるが、運用コストの不確実性、増大への対策は、別途必要となる。むしろ、風力発電事業における運用コスト低減は、今後の FIT 価格低減にも非常に有用となると考えられる。この運用コストの低減には、風力発電事業における故障事故トラブルの低減が非常に関係深い。

風力発電機は、安定した気象条件下で、かつ、健全性が維持されれば、大きな故障事故トラブルに発展する例は少ない。発電の機会損失も少なく抑えることができる。ただし、風力発電機は、自然環境下で設置され、多点で構成される機械部品構造物である。このような風力発電機に対して、どのように健全性を維持していくかが課題となる。

これまで、定期メンテナンスなどを代表とする部品ごとに定められた周期でメンテナンスする時間基準メンテナンス(Time based maintenance ： TBM)を主に実施し、トラブルが発生してから対応するという事後対応のメンテナンスが多かった。一方、近年は故障トラブルに事前に備え対策を施し、風力発電所の停止を最低限に留める予防保全（Prevented maintenance）という取り組みがある。また、同時に情報メディアインフラ環境が発展してきた現在は、風車の各状態をセンサーなどで計測をしながら、風車の状態に応じた保全処置を行う状態基準メンテナンス（Condition based maintenance: CBM）が、今後ますます拡がると予想され、国内においても重要な技術となってくる。

本稿では、予防保全、状態基準メンテナンスを実現可能にしていく一つの技術として、H25-29 年度に NEDO 事業として実施してきた「風力発電高度実用化研究開発/スマートメンテナンス技術研究開発（リスク分析）」、AI 活用技術を紹介するとともに、ビッグデータ時代を迎えた新時代の風力発電メンテナンスについて、著者の構想の一端を示すとともに、現況の課題を記す。また、風力発電の更なる拡大のために、重要となる未来に向けた人材育成について考えたい。

２．IoT を活用したメンテナンスサービス

図 1 に、データを活用した風車メンテナンス技術の概要図を示す。風車の状態を計測するセンシング技術、取得された信号データを分析評価し、その状態判断を行う診断予測技術が根幹となる要素技術で構成される。本稿では、メンテナンスに焦点を当てるが、ここで取得されたデータは、そのデータ項目、サンプリングレート（リアルタイム性）、データ回線の頑強さおよびデータ活用形態によって様々な可能性を有している。具体的には、風車本体の効率化制御、系統要求に対応するための風力発電所制御、発電量予測・ランプ予測、メンテナンス計画・実施、風車よ寿命評価、事業評価などの活用可能性が考えられ、欧州では風車メーカが取得しているデータについて、所有権（Owner Ship）に対する議論が始まっている。

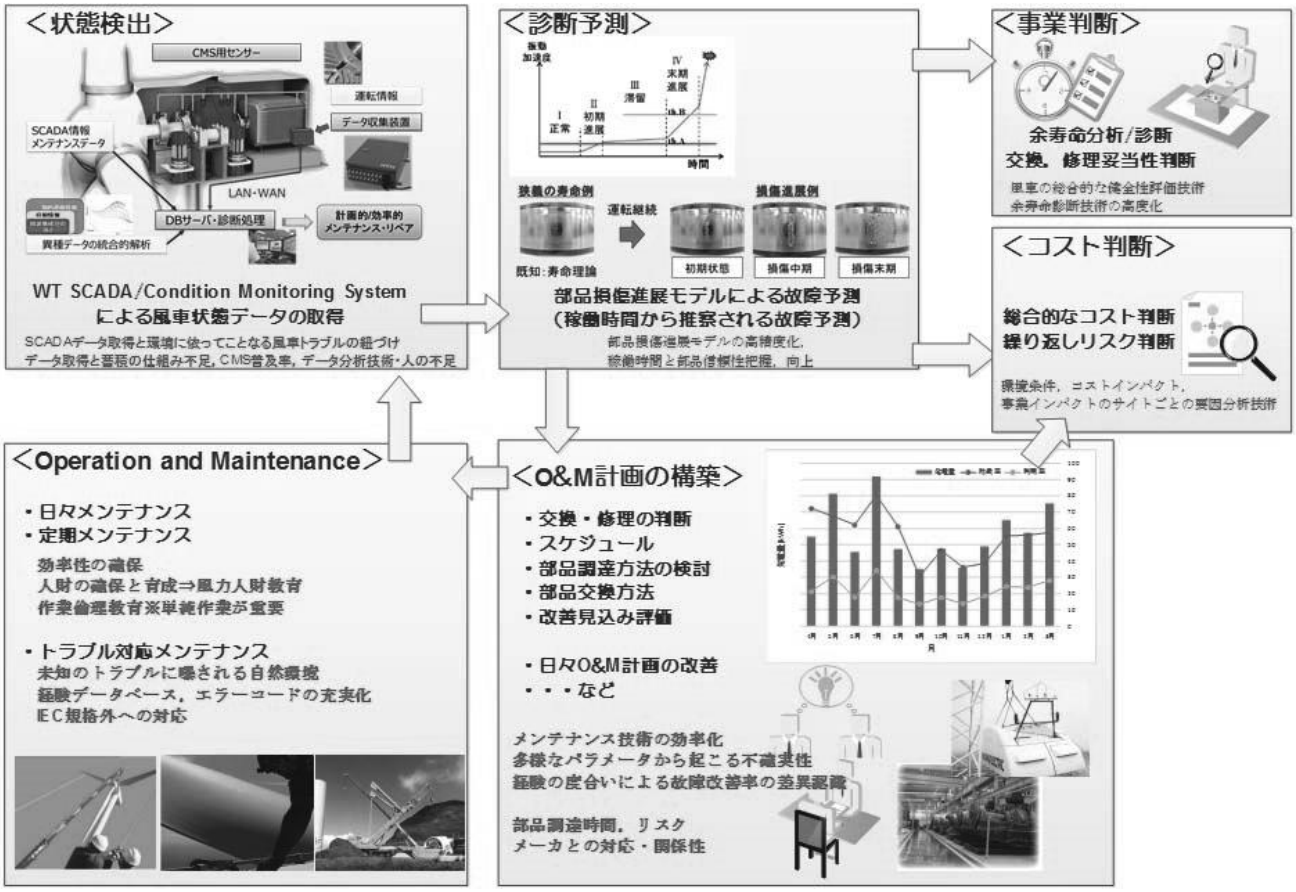


図 1 IoT を活用した風車メンテナンスと活用例イメージ

他方、我が国のデータ活用については重要性が高まりつつある。産業構造審議議会保安・消費生活用製品安全分科会では、「中期的な産業保安の確保のあり方について」議論が進められている。この中では、第 4 次産業革命、AI 技術の発展に着目して、ビッグデータを占有、分析・活用することのできるデータプラットフォーマの価値が高まり、高度なソリューションを提供できる主体の重要性を説いている。また海外においては企業間で重複する機能を共通化・共有化し、効率的なプランと運営を可能にする取り組みなどに着目。メンテナンスなどを担う企業の発達、集積の潮流を紹介している[1]。図 2 は Connected Industries の取り組みイメージとして、紹介されている石油業界のイメージ例である。

このように、今後データ活用によるエネルギー分野 O&M サービスの拡大が予想されている。風力発電分野においては、発電設備の所有者よりも、所有者から請け負った風力発電メーカが実施主体となっているケースが存在しているが、今後のコスト低減を視野に入れると、海外も含めた O&M ビジネス市場を開拓していく、

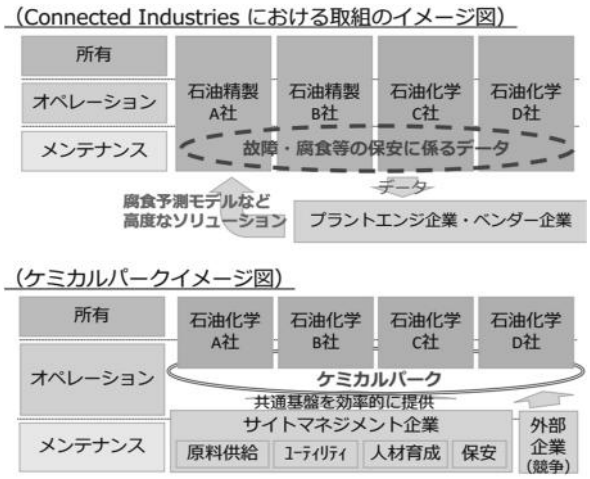


図 2 石油業界を例にした取り組みイメージ[1]

新たなビジネスの芽としても期待されている[2]。ここで重要な課題となるのは、データを取得、蓄積、活用していくための各種法的整備、技術的手法開発、データ所有権の議論、そしてデータ活用技術の開発などである。

ここで、風力発電事業に係るデータ利活用の課題や現況について、特に重要な項目について紹介したい。紙面の都合上重要な項目に絞っている点をご容赦頂きたい。

３．風力発電事業データ利活用の課題

● 風車・SCADA システムの多様性

風力発電システムの特徴の一つとして、各メーカのオリジナリティが挙げられる。風力発電は、国際標準規格、認証の要求性能として設計基準は存在しているが、部品点数が多く製品コンセプトが多様であることなどの理由から、様々な制御、モニタリングシステムが存在してきた。

このような歴史的背景から、メーカごとに異なるプロトコルを使用し、独自の風力発電システム、SCADA システムが存在している。表１には実際の風力発電機、風力発電所で利用されている SCADA 製品の一覧を示している。一部類似のプロトコルを利用しているものもあるが、センサーの設置個所、サンプリングレート、算術処理方法など異なる点も多く存在する。このような状況において、国際電気標準会議（IEC）では、SCADA を対象とした規格の整備を-25 シリーズとして進めている。

近年は、データこの規格に対応させ、メーカ SCADA と接続して、統一的にデータ収集（一部制御も）可能なシステム、サービスを提供している企業も増加してきている。下記 SCADA メーカ他、独自にサービスを提供している企業も存在する。（各種最新の展示会 HP などにて参照されたい。）これらのサービスは多様な風車を所有している風力発電事業者、メンテナンスサービス会社などでは、統一的な制御可能な環境でデータ収集を実現できる点や、風車の性能評価、稼働率改善評価をはじめとする KPI（Key Performance Indicator）評価を行おうとした場合にすべての風力発電所を統制して評価ができる点などが有用と考えられる。

● 風車センシング技術の高度化

現況、風車が標準的に装備している SCADA では、トラブルや課題によっては、メンテナンスに活用しようとした場合、十分ではないケースが存在する。例えば、風車のヨーミスアラインメントを改善するためには、風車に流入する真の風向情報不足、ブレードのアンバランスを適切に評価するためのセンサーや、ブレードが損傷した際に発生する微振動取得、被雷時に雷の諸量を適切に取得する計測センサー、導通の確認ができるセンサーなど追加的な計測センサーが必要となる。近年では、伝達部を中心とした部位の状態をモニタリングする Condition monitoring system（CMS）が普及し、大規模な事故を予防することは可能になりつつある。

ここでは、項目の紹介に留めるが、NEDO 風力発電高度実用化事業で開発されてきた諸要素技術は、その一端を担えるものが多く散見されている。国内外のセンシング技術の高度化は、急速に進展している状況にある。風車メーカではなくとも、データ利活用の観点以外にも、直接的な AEP

表１　SCADA 製品一例[3]を参考に作成

メーカー名	SCADA 製品	特徴
AMSC	WTSCADA	稼働状態監視システムである wtCMS と風車コントローラーである wtWPC の両者と連携するよう設計されている。
Bachmann Electronic	wind power SCADA	atvise 社の SCADA をベースに Web 技術で可視化を実現しているため、モバイル端末からの利用が可能である。
DNV GL	WindHelm SCADA	DNV GL WindFarmer を利用した、収益（および発電量）の予測と実測の比較機能。
DEIF Wind Power Technology	SCADA system	風車／プラントの監視／制御機能、およびログ監視とレポート生成機能。
InduSoft Web Studio	SCADA systems	発電量、バッテリー状態、主軸振動、ピッチ／ヨー設定などの主なパラメータの遠隔監視。
ITS	Iconics' wind farm SCADA systems	デバイス、処理、ビジネスデータの統合を実現する、単一プラントの処理内容と制御内容の可視化。
Mita-Teknik	Gateway MiScout Web	完全な情報アクセスと発電性能監視が可能。MiScout Web はクラウドソリューションとなっている。
natcon7	SCADA services	風車の制御機能として、稼働／停止の自動化やシフト制御が可能。また、気象情報の取得が可能。
SCADA Solutions (SSI)	WindCapture	OSS であるため、システムの更新、改訂、不具合対応、カスタマイズが可能。
WindSystem	Psion- SCADA	氷構築の際の警告機能、およびログインユーザの特定と実行内容の検知機能。

に改善につながるものもあるので、ぜひ参照されることをお勧めします。

- **データプラットフォーマの不在**

国内風力発電事業は、残念ながら欧米に比べ規模が小さく、情報通信分野で取り扱うデータとしては、ビッグデータにはほど遠い。ビッグデータ時代の各種分析評価ツールは、そのデータ量に比例して、特に統計的特徴量にもとづく機械学習ツールなどにおいては、精度や信頼性が高まる傾向にある。そういう意味で、風車メーカが世界各国のデータを収集し、サービスを提供していることは、一程度の競争有意性を有しているといえるが、実際には、運用事業者の運営形態、メンテナンス作業の状況によって、データの意味も変わってくる。そのような観点から、欧米で現在データ利活用に向けた様々な議論が発生しているとも言える。

数百から千台規模の風車データが収集集約され、そのデータを利活用するプラットフォーム開発者、運用者が現われ、データ利活用の仕組みを構築することができれば、先に述べたデータ利活用サービスを戦略的かつ効率的に提供してくことができると考えられる。現在、著者らは、NEDO事業「風車運用高度化事業」の一環で、風車データの利活用に係る技術開発検討を実施している。今後データプラットフォーマに関する議論も十分に行い、国内でのデータ利活用の枠組みを構築していきたい。

- **データ通信インフラの未整備**

2 章の中で述べてきた各種データ利活用に、最も影響のある課題は、データ通信インフラの部分である。データを取得し、データベースプラットフォーム、データ分析ツールへとつなぐデータ通信部分は、物理的な回線強度によって実現性が変化する。現在、民間のデータ通信インフラの展望とともに、国内で既に整備が進んでいる研究開発用のバックボーンをセキュアに利用することが可能となると、データ利活用の幅が広がると予想される。現在、学術分野では学術高速大容量ネットワーク拠点～データプラットフォーム（仮称）～の構想が検討されており、社会ニーズの高いデータ利活用プロジェクトと連携することが模索されている。今後、様々な検討を経てデータ通信インフラ事業と連携が可能となると、更なる活用の道筋が拓ける可能性が高い。

いずれにしても、データ利活用を考えた際には、データ通信インフラの仕様も含めて検討をすることが望ましい。

- **メンテナンスを意識したデータ分析技術との連携不足**

先に述べた通り、風車の状態データの取得には、ある程度の風車に対する専門知識が必要となる。特に風車全体の挙動や健全性の評価、診断を行うためには、風車の運転状態に関わる様々な要因との関係性を考慮しながら分析ツールの開発と結果の提示が必要となる。

そのため、一般的なデータ分析技術や AI 技術を単に適用するだけでは、その時々の診断は可能になる技術は多く存在するものの、効果的に稼働率や設備利用率を改善させること、メンテナンスに利活用させていくための分析ツールに仕上げるためには、多大なコストと時間を要する。（不可能という意味ではない）

産業技術総合研究所人工知能研究センターと東京大学先端科学技術研究センターが NEDO スマートメンテナンス事業で開発してきた AI を用いた CMS および SCADA 分析ツールは、現場のメンテナンス作業の効率化や可視化を強く意識した。詳細については、NEDO 成果報告会などの資料を参照いただきたいが、ここでは産総研が開発した WindCastle について紹介したい。WindCastle は、産総研が独自に所有してる特徴量 FLAC を中心に機械学習によって、CMS データから各部位の異常度を評価するシステムである。図 3 に WindCastle 表示画面の例を示す。CMS データから、AI により異常度スコアが算出され、異常トレンド（時間変化）を可視化できる分析ツールである。WindCastle の特徴として、CMS 振動データから部位の異常度を解析するとともに、振動データから音データとして可聴機能を装備している。これにより、分析技術に精通していないメンテナンス技師であっても、感覚的に異常度を認識することができる。また、図 4 は東京大学で開発検討した AI による SCADA 分析ツールの故障検知例である。風車の稼働状態の異常度、混合正規分布で求めた正常状態を示す確率分布との差異から対数尤度（Negative Log Likelihood Probability : NLLP）として異常評価を行っている。

これらは、実証試験の結果から、いずれも交換が必要な状態から 3 か月以上前に異常を検知して運用を改善、部品の交換を計画的に実施することが可能となり、最小のダウンタイムを実現、稼働率の向上に貢献した。今後データ活用を積極的に進めるためには、効果的な分析評価ツールの充実化、高度化が必須であると考えられる。

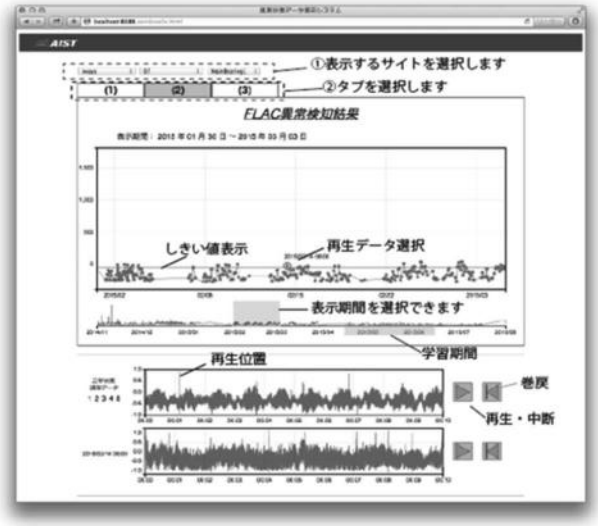


図 3　WindCastle 表示画面例

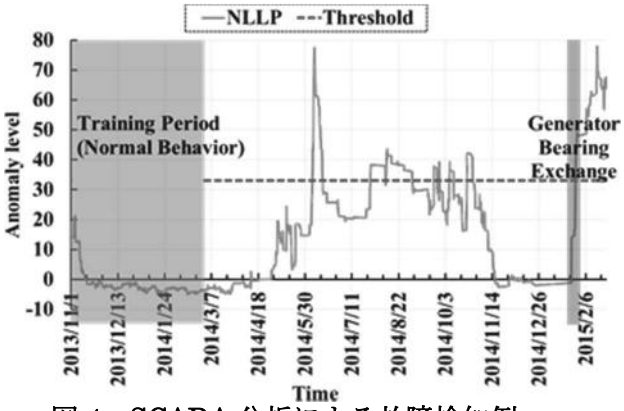


図 4　SCADA 分析による故障検知例

以上、風力発電事業のビッグデータを活用していくためのまず第一歩として重要な課題について述べてきたが、今後本格的なデータ利活用ビジネスや業界戦略を構築していくためには、更なる要素技術研究開発、法整備、業界の意識醸成などが必要となるだろう。

今後の展望

現在、NEDO 事業「風車運用高度化事業」では、図 5 のようなクラウドデータ活用プラットフォームの構想を検討している。これまで述べてきた技術課題とともに、風力発電事業を効率化、高度化する取り組みとして、今年度集中的に業界全体で議論、検討を進めていきたい。

４．未来につなぐ人材育成

風力産業の統計によると 2016 年段階で、世界では 120 万人を雇用しており、2015 年に比べて 7%増加している。本レポートでは、さらに「風力エネルギー分野の雇用は、増加する可能性が高い。」とされている。特に IRENA[5,7], GWEC[6]などではさらに、2030 年には 240 万人、2050 年には 400 万人にも増加する可能性があるとされている。また、より具体的な経済効果、産業雇用効果の分析として、Cameron[8]、松本[9]、Hondo[10]そして、Reategui ら[11]が報告しているレポートは興味深い。Hondo らによると、風力産業全体の経済雇用効果は、1.89 人年/GWh, Reategui らによると 1000MW 風力プロジェクトで建設工事として 100 人超の

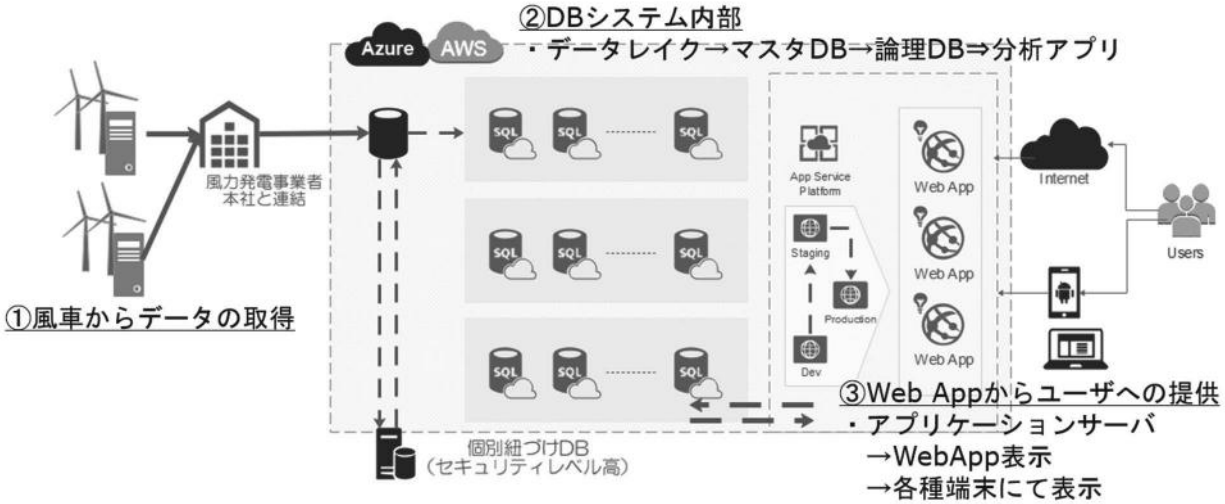


図 5　風力発電運用高度化　クラウドデータ利活用サービスイメージの構想

フルタイム雇用、260 百万＄, 保守サービスとして 240 人、35 百万$/年の経済雇用効果があるとされている。

これらの参考文献からもわかるように、風力発電産業の経済効果、雇用効果は、製造・導入量に比例して大きくなる。一方でこれは、風力発電産業の持続的かつ発展的な展望を考えると、製造、導入量推移に合わせて各セクターで適切な人材育成が必要であることを意味している。

我が国の風力発電に関わる人材育成は、日本風力エネルギー学会（JWEA）、および日本風力発電協会（JWPA）が中心となり、遅まきながら今まさに動き始めている。JWEA では、学会として各種技術文書の翻訳や出版、技術講習会の開催など技術力の向上に資する活動を展開している他、2018 年からは協会誌で「人財」に焦点を当てた特集を組んでいる。JWPA 内では、メンテナンス人材の育成に焦点を当てたタスクフォースが結成され、メンテナンス作業に必要な資格取得と風力発電の基礎を学ぶことができる講習会を開催するなど、業界を挙げて効率的に育成する仕組みを検討している。

著者らが平成 30 年 2 月まで実施した NEDO 事業「風力発電高度実用化研究開発/スマートメンテナンス技術研究開発（リスク分析）」では、国内風力発電メンテナンス人員の実態調査を実施している。（表 2）

図 7, 図 8 は、アンケート結果を集計分析した結果である。この中で、メンテナンス技師一人当たりの作業効率として 3.2 基/人/年であることが示された。また図 8 にあるように、定期点検およびトラブル対応作業に人員が充てられていることが示された。

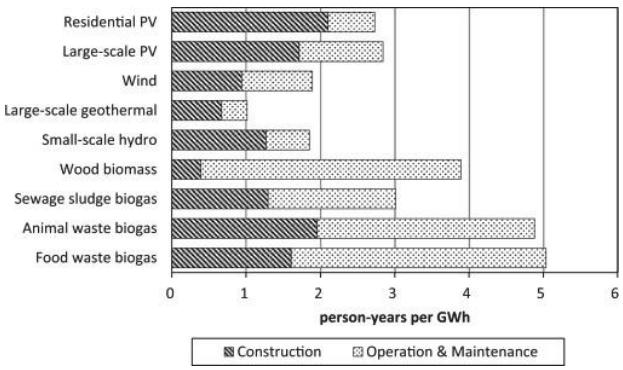


図 6 再生可能エネルギー資源と経済雇用効果[9]

表 2 アンケート調査概要

項目		回答	備考
発電所数		77	
風車基数	（基）	1,438	①
設備容量	（MW）	2,429	②
専任換算人数*	（人）	431	③
風車基数/専任換算人数	（基/人）	3.3	①/③
設備容量/専任換算人数	（MW/人）	5.6	②/③

専任換算人数*＝工数（人日）／240日（240日は年間労働日数）

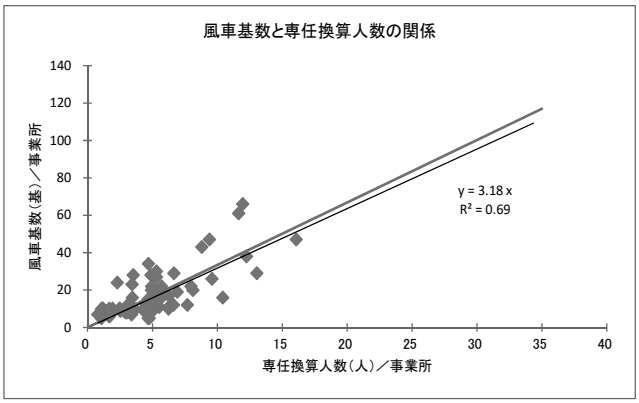


図 7　風車基数とメンテ従事者数の関係

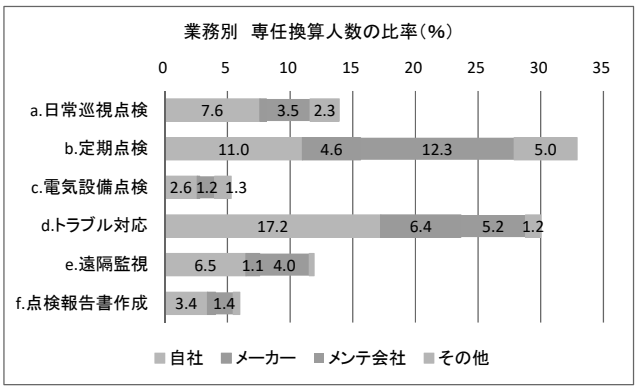


図 8 風車メンテナンス人員の業務別時間比率

先の述べたスマートメンテナンス技術は、この作業効率を 4.1 基/人/年に向上させることも可能であり、今後のさらなる導入が期待される。なお、このメンテナンス技師一人当たりの風車基数を増加させていく（効率化させていく）ことだけではなく、JWPA が目標としている 2030 年 3,600 万 kW を考慮すると、単純な試算でも 2,000 人を超える規模で人員の獲得が必要となってくることが容易に推定されており、風力発電業界全体で人財育成と確保に取り組んでいく必要があると考える。

国内風車立地地域では、個別の積極的な取り組みもスタートしている。北九州市においては風力発電を中心とした港湾、産業集積化を目指

した活動を進めている。また秋田県では「秋田県新エネルギー産業戦略」[12]として戦略的な風力発電産業・人材育成に取り組みを実施している。特に秋田大学、秋田県立大学で継続的な風力発電に関わる講座を開催している他、秋田県立大学においては、再生可能エネルギー教育カリキュラムの検討に着手している。また福島県いわき市および東大先端研では「CENTER for Wind Energy」のキャッチフレーズのもと、復興の一つの柱として、風力発電産業への産業転換を目標に活動している。具体的には、文科省事業「大学等の「復興知」を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業」における高専、テクノアカデミーなど各種技術系教育機関との連携、協力活動を展開し、地元産業界や風車メーカもこの取り組みに呼応している。人材育成において、育成後の就職先開拓も課題となる。今後ますます重要な活動となるだろう。

５．おわりに

ご存知の通り、風力発電は自然を相手に発電する発電システムです。ハードで十分な設計開発・高度化を進めていくことはもちろん、ソフトでの改善、改良の余地が多く存在すると考えられます。

ビッグデータを活用していく仕組み、技術が高度化する中、国内風力発電事業者、業界全体が連携して、データ利活用の道筋を創り上げていくこと、人財を育成、確保していくことは、将来の風力発電分野の発展に必須であると考えます。業界全体の発展につながる活動へご協力・ご参加をよろしくお願い申し上げます。

1. 経済産業省:“中期的な産業保安の確保のあり方について”，産業構造審議議会保安・消費生活用製品安全分科会討議資料， http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan_shohi/pdf/001_t01_00.pdf（参照 2018.09）
2. 経済産業省:“平成２９年度電気施設等の保安規制の合理化検討に係る調査（風力発電業界の構造調査）最終報告書” http://www.data.go.jp/data/dataset/meti_20180521_0076（参照 2018.09）
3. “SCADA 2014 SYSTEMS FOR WIND: EXPLORING THE LATEST DEVELOPMENTS IN SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION SOFTWARE”, WINDPOWER Monthly, Expert-Report,(2015) https://www.windpowermonthly.com/expert-reports（参照 2018.09）
4. Ogata, Murakawa: “Vibration-Based Anomaly Detection using FLAC features for Wind turbine Condition Monitoring”, European Workshop On Structural Health Monitoring (EWSHM2016) , (2016)
5. IRENA, “Renewable Energy and Jobs Annual Review 2017”, https://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_re_jobs_annual_review_2017.pdf (参照 2018.09)
6. GWEC, “Global Wind Statistics 2017”, (2017) http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf (参照 2018.09)
7. IRENA, “Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System.” http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf （参照 2018.09）
8. Lachlan Cameron, Bob van Zwaan : “Employment factors for wind and solar energy technologies: A literature review“, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 160-172 (2015)
9. 松本直也，本藤祐樹 : ”拡張産業連関表を利用した再生可能エネルギー導入の雇用効果分析”, Journal of the Japan Institute of Energy, 90, 258-267 (2011)
10. Hiroki Hondo and Yue Moriizumi: “Employment creation potential of renewable power generation technologies: A life cycle approach”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79, 128-136, (2017)
11. Sandra Reategui and Stephen Hendrickson: “Economic Development Impact of 1,000 MW of Wind Energy in Texas” NREL/TP-6A20-50400, (2011)
12. 秋田県:“第２期秋田県新エネルギー産業戦略”, https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive_0000010638_00/2_senryaku.pdf (参照 2018.09)

■特集

電力品質維持にも貢献する風力発電
－有効電力・周波数制御機能の特性と効果－

東京大学　生産技術研究所 斉藤 哲夫　荻本 和彦
日本風力発電協会　副代表理事 鈴木 和夫　系統部会長 本庄 暢之

１．はじめに

再生可能エネルギー発電設備（以下、再エネと記す）導入先進国では、2010 年代初頭から電力品質維持を目的として、送電会社などのグリッドコードに基づき、または系統連系協議を通じて、再エネの有効電力・周波数および無効電力・電圧制御機能の活用が進められている。

最近では、再エネによる電力の供給比率が高まるに伴い、より積極的に電力品質維持に貢献させるべく、各制御機能の制御定数設定値の見直しが進められている。

一方、日本では、再エネによる電力が調整不可能な外乱扱いのまま、短周期出力変動量の低減を目的とした蓄電池システム、長周期出力変動量の低減や火力発電設備などの下げ代不足対応を目的とした再エネの出力抑制運転の適用や長時間対応が可能な蓄電池システムの導入が進められている。

最近では、調整力向上手段の一つとして風力発電設備が有する制御機能を 2021 年以降に順次導入すべく、グリッドコードの整備に関する議論が開始されている。

本稿では、各制御機能の適用に向けて、2018 年中旬に最終国際規格案の投票を予定している IEC61400-21-1：Measurement and assessment of electrical characteristics-Wind turbines（電力品質の測定および評価）記載の以下 4 項目と、上記規格にはないが、近年着目されているストーム制御機能を概説すると共に、JWPA と東京大学との共同研究の一環として、2017 年 10 月に東北エリアの風力発電所、2018 年 1 月に同エリアの別の風力発電所で実施した各制御機能の特性確認試験結果と、その分析およびシミュレーション結果による効果を報告する。

8.3.1　Active power control：最大出力抑制
8.3.2　Active power ramp rate limitation：出力変化率制限
8.3.3　Frequency control：周波数調定率
8.3.4　Synthetic inertia：イナーシャ
-----　Storm：ストーム（強風時運転継続）

２．風力発電設備の出力制御方式

風力発電設備の単機容量は、1980 年代まで 300kW 以下であったが、技術の進歩などに伴い、2000 年代には 2,000kW 以上が主流となり、現在では 10,000kW 級の開発も進められている。

年間発電電力量の更なる向上を目的として、ブレードの長大化に加えて、1990 年代までの籠型誘導機を用いた固定速度機から、巻線型誘導機や直流励磁同期機または永久磁石同期機にコンバータを組合せた可変速度機が主流となった。現在では、新設機のほぼ 100%が定格回転速度±30%程度の可変速度機であり、回転速度制御により出力制御が可能であると同時に出力変動量の低減にも寄与している（図 1）。

なお、ピッチ角制御により、風力エネルギー取得量を低減することによる出力制御も併用しているが、応答速度や機械的寿命面などから、回転速度制御が優先されている。

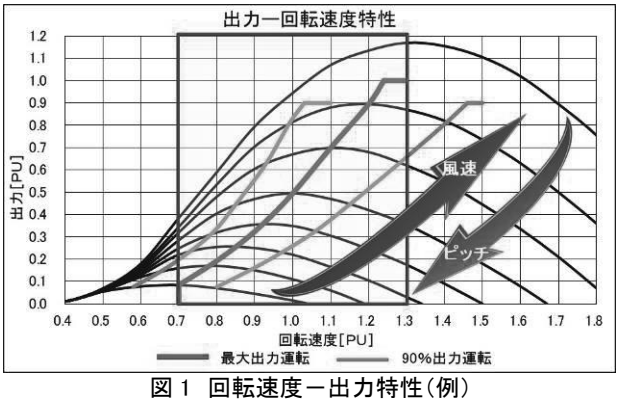


図１ 回転速度－出力特性（例）

３．グリッドコード

各国または各地域の送電事業者や配電事業者が、電力系統に連系するために必要な技術要件を規定したもので、設備の種別や連系する設備容量などにより技術要件が異なる。設備容量による区分の例を以下に示す。但し、1MVA 未満の場合は、更に複数に区分している事例が多い。

- Ａ：1MVA 未満
- Ｂ：1MVA 以上 20MVA 未満
- Ｃ：20MVA 以上

４．出力変化率制限制御

4.1　概要

通常起動時や通常運転中における風力発電設備の出力を、風速に応じた出力可能値以下の領域において、出力増加率および出力低減率を制限して運転を行う機能である。

通常運転中やカットアウト後のカットイン時の出力変化率を制限することにより、周波数変動要因の一つである超短周期や短周期の出力変動量（9.2 節参照）の低減に寄与する。

実際に適用する設定値は、系統連系協議で決定されるが、以下に、主要国のグリッドコードにおけるデフォルト設定値の例を示す。

- アイルランド：連系容量の 1～100%/分
- デンマーク　：最大値が 100kW/秒
- ドイツ　　：連系容量の 10%/分
- オーストラリア：連系容量の 100%/6 分

4.2　制御特性

出力変化率制限制御を OFF とした 2,000kW 機の起動特性を図 2 に、出力変化率制限設定値を 8kW/秒とした 2,300kW 機の起動特性を図 3 に示す。なお、出力変化率制限設定を風力発電設備単位で設定する方式の場合、風力発電設備 8 機の風力発電所における合計の変化率制限値は、8 機×8kW/秒＝64kW/秒となる。

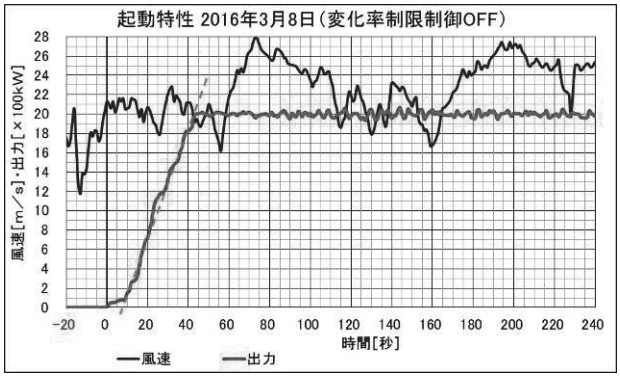


図 2　制御 OFF 時の起動特性（2,000kW 機、時間幅＝260 秒）

図 3　制御 ON 時の起動特性（2,300kW 機、時間幅＝360 秒）

- 制御機能 OFF（図 2）：約 50kW/秒の上昇率で、約 40 秒後に定格出力に到達
- 制御機能 ON（図 3）：設定値通り 8kW/秒の特性で、約 5 分後に定格出力に到達

５．最大出力抑制制御

5.1　概要

風力発電設備の出力を、定格出力または風速に応じた出力可能値よりも一定値または一定率を減じて運転を行う機能である。また、6 章で述べる周波数調定率制御において、周波数低下時に風力発電設備の出力増加制御を実施するためのリザーブ量を確保する手段としての適用も含まれる。

一般的には、4 章で述べた出力変化率制限制御と組合せて適用されるが、短周期・長周期出力変動量の低減、火力発電設備などの最低運転可能出力（下げ代不足）対応および局地的な送電線過負荷の解消に寄与する。

5.2　制御特性

2,000kW 機が 8 基の風力発電所において、風力発電所の最大出力抑制指令値を変化させた場合の特性を図 4 に、2,300kW 単機の場合の特性を図 5 に示す。

風力発電設備が 8 基の風力発電所の場合は、号機間バランス制御を実施し、出力可能値が制限値よりも大きい風力発電設備は、変化率制限設定値以下の変化率で出力増加を行っている。

2,000kW 機が 8 基の風力発電所、2,300kW 機が単機の場合共に、時定数が約 50 秒の一次遅れ特性で出力が追従している。

なお、最大出力抑制指令値の急変は、電力系統への影響が生じる可能性があるので、必要に応じて最大出力抑制指令値自身にも変化率制限機能を加えるのが望ましい。

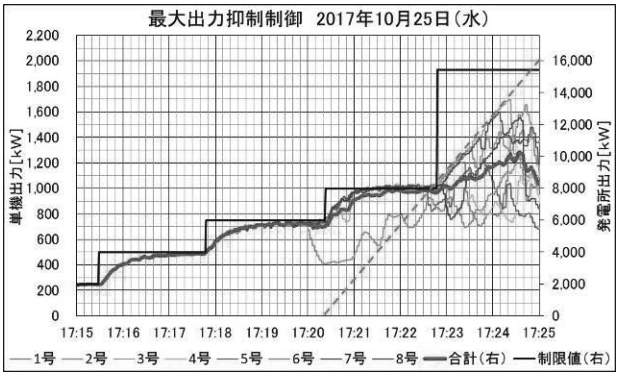


図 4　出力抑制制御特性－1　（時間幅＝10 分）
2,000kW×8 機

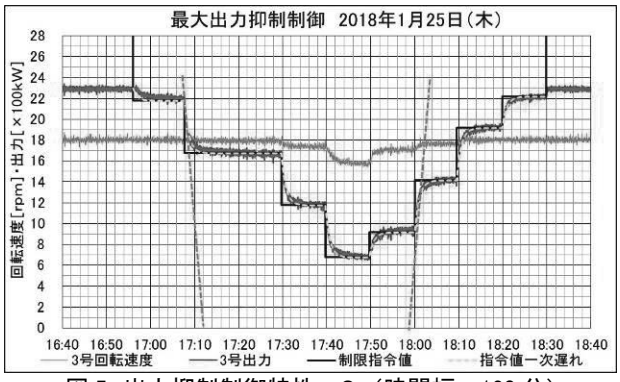


図 5 出力抑制制御特性－２（時間幅＝120 分）
2,300kW×1 機

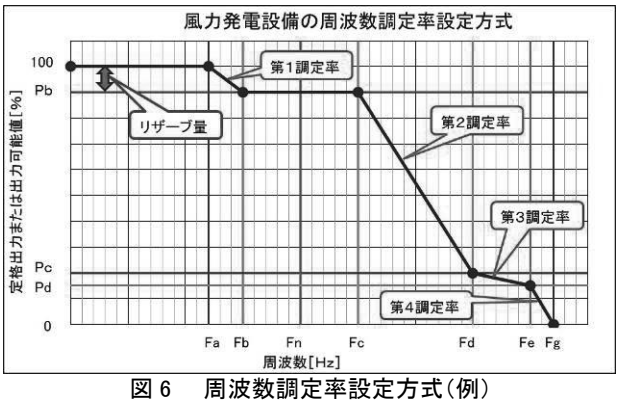


図 6 周波数調定率設定方式(例)

６．周波数調定率制御

6.1 概要

周波数上昇時には、調定率に従い風力発電設備の出力を低減し、リザーブ量設定時を含む最大出力抑制運転中は、周波数低下時に調定率に従い風力発電設備の出力を、風速に応じた出力可能値以下の領域において増加して運転を行う機能であり、ガバナフリー（GF）機能とも呼ばれている。風力発電設備の出力変動のみならず、需要変動や太陽光発電設備などの出力変動、火力発電設備などの運転台数や出力ゾーン切替えなどに起因する周波数変動量の低減に寄与する。

また、この調定率制御には、風速に応じた出力可能値基準方式と定格出力基準方式があり、欧米では、制御を開始する周波数が全風力発電所同一となる前者を大規模風力発電所に、周波数調定率が全風力発電所同一となる後者を小規模風力発電所に適用している事例が多い。

調定率の設定方式は、図 6 に示す通り、複数ポイントの出力と周波数を設定する方式が殆どであり、設定結果は、一般的な調定率α％または出力低減率が定格出力のβ％/Hz で表現される。β＝100/（α/100×定格周波数）

なお、周波数調定率α％とは、周波数がα％変化した場合に、出力を 100％変化させることを意味し、数値が少ない方が同じ周波数変動量でも出力を変化させる量が大きくなり、高感度な設定といえる。

実際に適用する設定値は、系統連系協議で決定されるが、欧米のデフォルト値は、不感帯＝0.20Hz、第２調定率＝5％（出力低減率＝40％/Hz）が殆どである。国際連系線がないオーストラリアは、それぞれ 0.15Hz、4％であり、欧米に比して高感度であるが、更に積極的に応動させるべく、設定値の見直しが行われている。

なお、グリッドコードでリザーブ量の設定を規定しているのは、デンマーク（25MW 以上）、アイルランド（5MW 以上）、南アフリカ（20MW 以上）であるが、2017 年 4 月時点では、アイルランド、南アフリカ共に、実適用は行っておらず、デンマークは、TSO が系統状況に応じてオンラインでリザーブ量を指令している。

風力発電設備による電力供給率増加を見越した将来対応用として、リザーブ量の設定を可能としておくのが望ましい。

6.2 制御特性

安定した系統周波数による制御特性確認試験であることから、不感帯と調停率設定値は、一般的な設定値である 3％（水力）、5％（火力）や、欧米の風力発電設備に適用されているデフォルト値に比して、積極的に応動すべく、不感帯を 0.05Hz、定格出力時の第２調定率を 0.5％、リザーブ量をゼロとし、出力可能値基準方式を適用した（図 7 の実線特性）。

具体的には、周波数が 50.05Hz 以上となった場合は、【(検出周波数－50.05）[Hz]×出力可能値[pu]×400[%/Hz]】[%]を、出力可能値から減じた出力での運転となる。

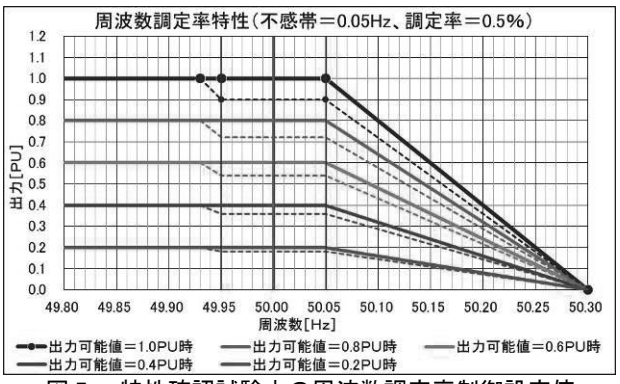


図 7 特性確認試験中の周波数調定率制御設定値
（実線/点線:リザーブ量が 0.0pu/0.1pu の場合）

2,000kW 機 8 基の風力発電所における制御特性を図 8 に、2,300kW 単機の特性を図 9 に示す。

図 8 では、共通である周波数上昇値に対して、各風力発電設備の風速が異なることに起因する出力可能値に応じた出力の低減量となっている。また、周波数上昇値が低下方向に転じた後は、出力変化率制限制御設定値通りの特性で出力が上昇している。

図 9 から、ほぼムダ時間や一次遅れ時間がなく、出力制御を行っていることが確認できた。

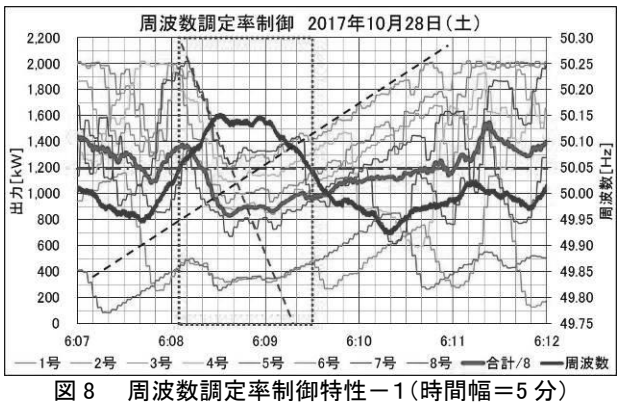


図 8　周波数調定率制御特性－1（時間幅＝5 分）

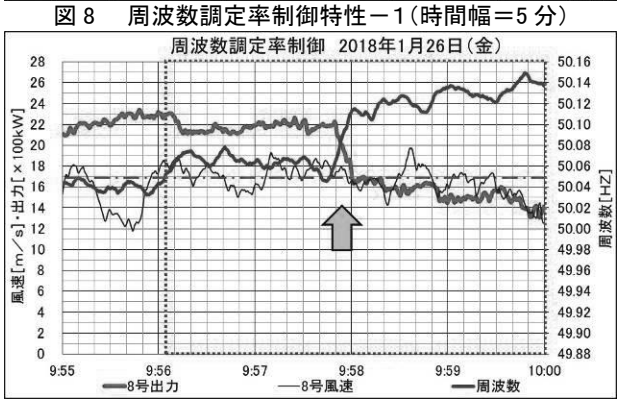


図 9　周波数調定率制御特性－2（時間幅＝5 分）

7．イナーシャ制御

7.1　概要

電力系統事故などに伴い、周波数が大幅に低下した場合に、定格出力による制限を含む各種出力抑制運転を解除し、定格風速以上の場合は、過負荷運転、定格風速未満の場合は、風力発電設備の回転エネルギーを電気エネルギーに変換することにより、最大継続時間設定値以内の時間中は、出力増加量設定値分を加算した出力で運転を行う機能である。

再エネの系統連系設備容量増加による一般発電設備の系統連系設備容量低減に伴う、慣性力と調整力不足対応として、周波数調定率制御との併用により、周波数低下量の抑制、周波数の早期回復、過渡安定性維持に寄与する。

イナーシャ制御による出力増加量の設定には、風速に応じた出力可能値基準方式と定格出力基準方式がある。定格出力基準方式は、応動時の出力増加量が一定となり、制御中の効果は大きくなるが、定格出力未満で応動した場合には、制御終了後において、回転速度低下に伴う出力低下量が大きくなることから、出力可能値基準方式の適用事例が多い。

なお、イナーシャ制御による出力増加量と最大継続時間は、風力発電設備の過負荷耐量と運転可能最低回転速度の制約を受ける。

現時点で、イナーシャ制御をグリッドコードで規定している事例は見られないが、系統連系協議を通じて、カナダの Quebec 州での適用に始まり、アイルランドや Ontario 州でも適用または適用に向けた検討が行われている。

7.2　制御特性

安定した系統周波数による制御特性確認試験であることから、各制御定数の設定値は、出力増加量を定格の 0.1pu、制御開始周波数を 49.95Hz、最大増加量周波数を 49.93Hz、最大継続時間を 10 秒とし、定格出力基準方式を適用した（図 10 の実線特性）。

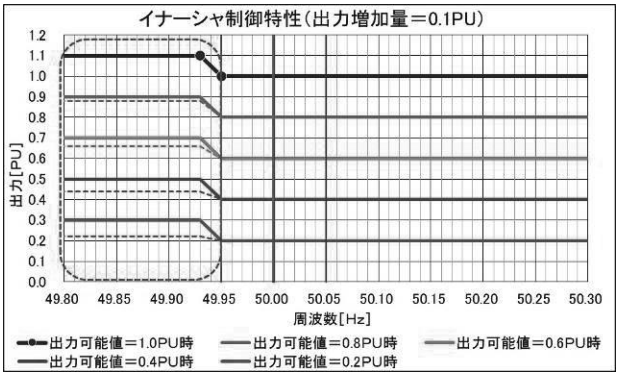


図 10　特性確認試験中のイナーシャ制御設定値

風力発電設備が 2,300kW 機の特性を、図 11～図 13 に示す。イナーシャ制御開始前の出力値や出力抑制制御・変化率制限制御中か否かに関わりなく、設定値通り、周波数が 49.95Hz 以下の場合に制御を開始し、周波数が 49.93Hz 以下の場合に、最大で 10 秒間まで定格出力の 10%を、定格出力または出力可能値に加算して、運転している。

定格出力運転中におけるイナーシャ制御時は回転速度低下が殆どなく、低出力運転中におけるイナーシャ制御時は回転速度が低下し、変化率制限制御による出力抑制制御中は出力抑制制御を解除している。

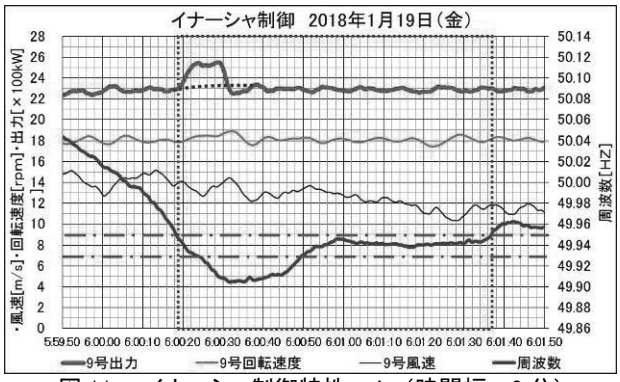


図 11　イナーシャ制御特性－1（時間幅＝2 分）
定格出力運転中の制御様相（茶点線:OFF 時推定）

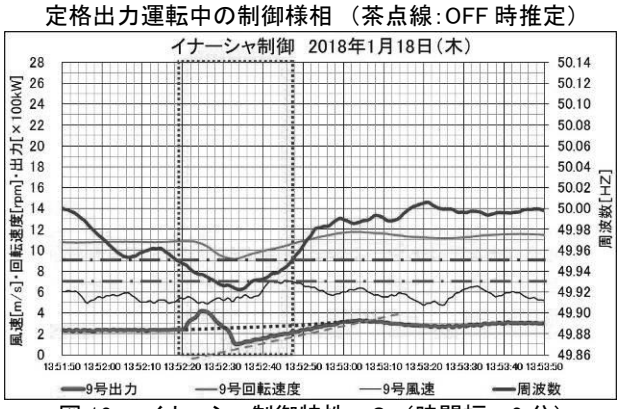


図 12　イナーシャ制御特性－2（時間幅＝2 分）
低出力運転中の制御様相（茶点線:OFF 時推定）

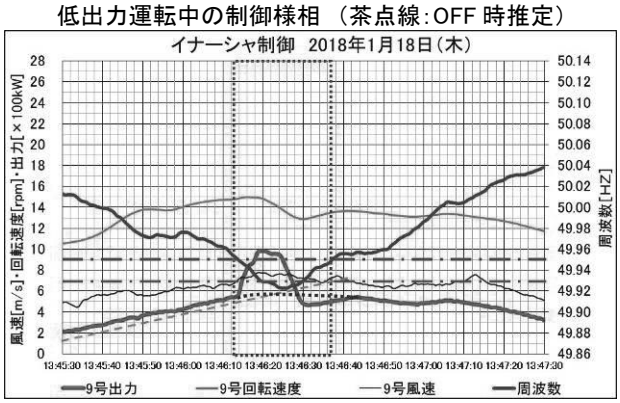


図 13　イナーシャ制御特性－3（時間幅＝2 分）
変化率制限による出力抑制中（茶点線:OFF 時推定）

8．ストーム制御

8.1　概要

IEC61400-21-1 には、ストーム制御機能に関する記載がなく、パワーカーブの一種としての扱いとなる。機械的強度面などから現時点で対応可能な機種が限られるが、風速が 25m/s から 35m/s 程度まで風速増加に応じて、出力を低減して運転を継続する機能であり、カットアウトによる短時間での大幅な出力変動による周波数変動を回避し、周波数安定化と年間発電電力量の増加に寄与する。

ストーム制御と通常方式のパワーカーブの例を、図 14 に示す。

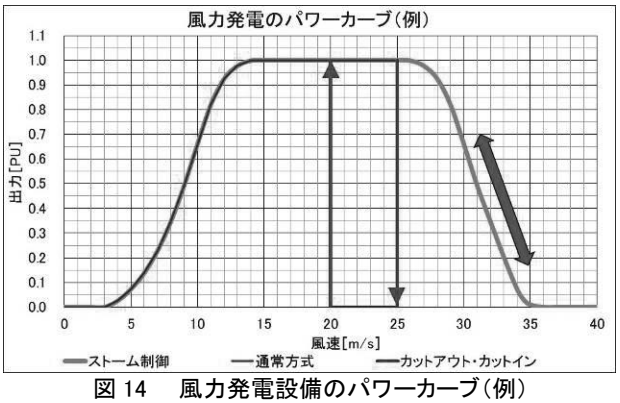


図 14　風力発電設備のパワーカーブ(例)

現時点で、ストーム制御をグリッドコードで規定している事例は見られないが、風力発電所設備容量の大規模化、特に欧州の洋上風力発電所では 1,000MW 級が登場していることから、風力発電設備の一斉カットアウトによる影響を回避すべく、系統連系協議を通じて、大規模風力発電所には、この機能が適用されつつある。

また、風力発電事業者からも、年間発電電力量の増加に加えて、カットアウト・カットインに伴う機械的強度対応面から着目されている。

8.2　制御特性

ストーム制御機能および変化率制限制御機能を ON とした 2,000kW 機の特性を図 15 に、2012 年 4 月にストーム制御を ON、変化率制限制御を OFF とした特性を図 16 に示す。

風速が 25m/s を超過した場合には、出力を低減し、風速が 25m/s 未満となった場合には、変化率制限設定値通りの特性で、出力を増加している（図 15）。

10 分平均風速が 25m/s を超過しても、運転を継続している。（図 16）但し、この気象状況では、短時間での出力変動が多発するので、平滑化効果が期待できない発電所では、変化率制限制御を併用するのが望ましい。

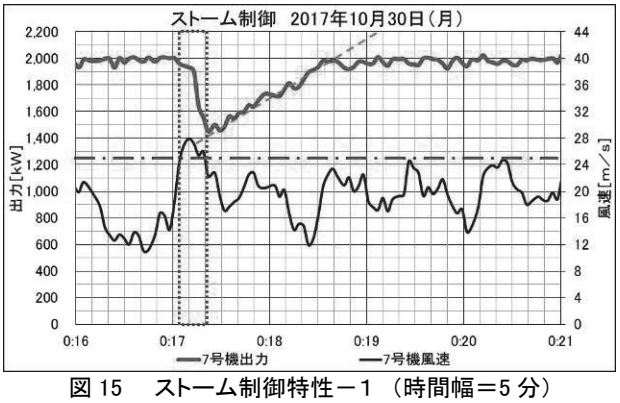


図 15　ストーム制御特性－1（時間幅＝5 分）
変化率制限制御ON

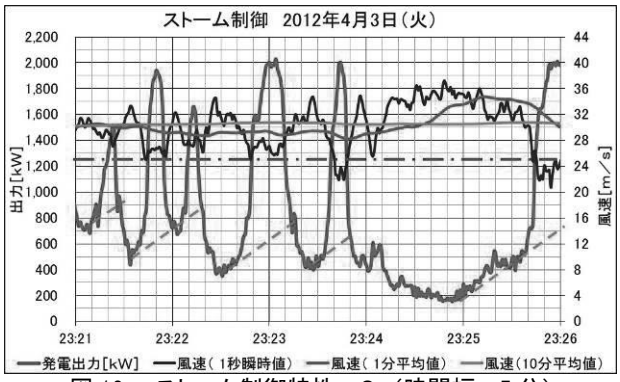


図 16　ストーム制御特性－2（時間幅＝5 分）
変化率制限制御OFF

９．制御特性確認試験結果の分析

9.1　制御特性確認試験期間中の風速と出力

2,000kW 機が 8 基の風力発電所において、2017 年 10 月 18 日～10 月 24 日に制御機能を OFF とし、10 月 25 日～31 日に制御機能を ON として第 1 回確認試験を実施した。なお、10 月 23 日は台風 21 号が、30 日は台風 22 号が通過した。

制御機能 OFF と ON の各 1 週間における風速と風力発電所出力を、図 17、図 18 および表 1 に示す。なお、図中の丸部には、起動-停止試験など人為的な出力制御の時間が含まれており、比較・分析は、この試験中の時間帯を除いて実施した。

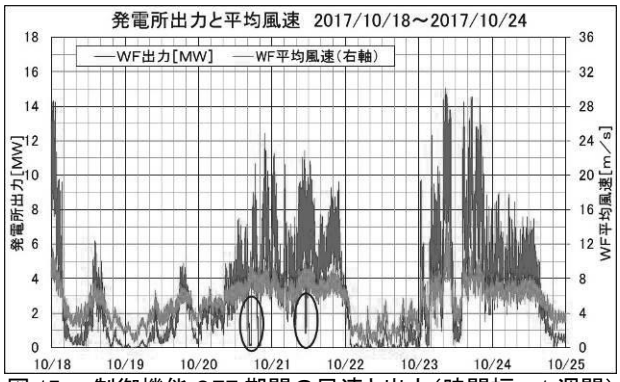


図 17　制御機能 OFF 期間の風速と出力（時間幅＝1 週間）

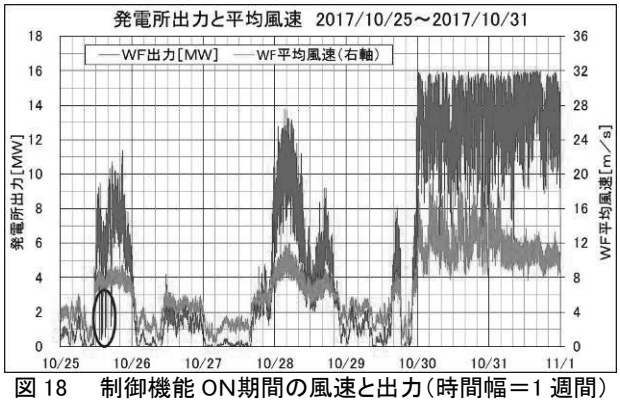


図 18　制御機能 ON期間の風速と出力（時間幅＝1 週間）

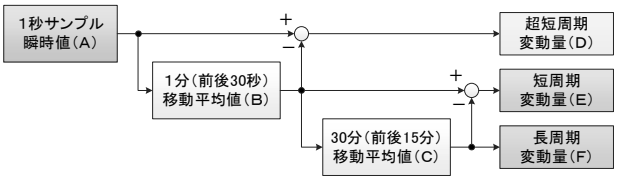
表 1　第 1 回制御特性確認試験期間の風速と出力状況

制御機能	平均風速	平均出力	備　考
OFF 期間	5.3m/s	3.02MW	平均出力は、平均風速の約 2.46 乗に比例 $1.30^{2.46} \fallingdotseq 1.91$
ON 期間	6.9m/s	5.76MW	
ON 期間 / OFF 期間	130%	191%	

9.2　変動周期別の変動量算出方式

変動周期別の変動量算出方式は、位相ズレを生じず、容易に周期別変動量の分離が可能な移動平均方式を適用した（図 19）。

- 超短周期変動（D）：秒～分周期の変動
- 短周期変動（E）：分～時周期の変動
- 長周期変動（F）：時～日周期の変動



D＋E＋F＝(A－B)＋(B－C)＋C＝A

図 19　変動周期別の変動量算出方式

2017 年 10 月 28 日 6 時台の風力発電所の出力および周波数の変動周期別様相を図 20、図 21 に示す。両者の変動様相は異なるものの、変動周期別の変動量に分離されている。

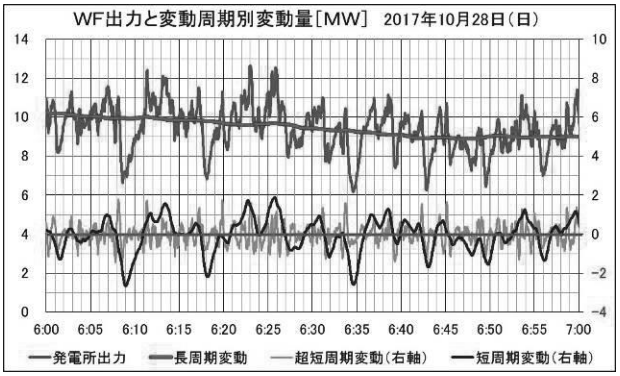


図 20　発電所出力と変動周期別変動量（時間幅＝60 分）

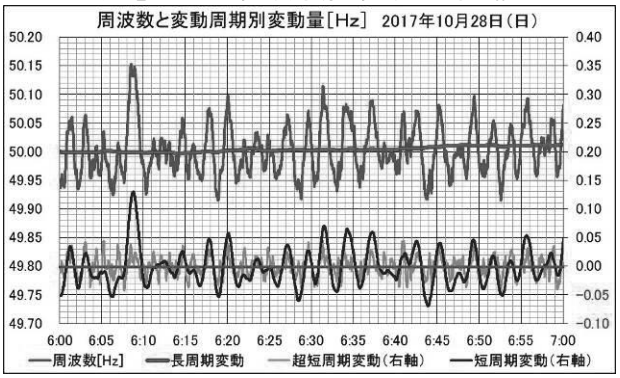


図 21　系統周波数と変動周期別変動量（時間幅＝60 分）

9.3　制御機能 OFF 期間と ON 期間の変動量

風速と発電所出力の短周期変動量の様相を、図 22～図 25 に示す。風速変動量は、制御機能 ON 期間中の方が、OFF 期間中より大きいにも拘らず、発電所出力変動量は、制御機能 ON 期間中の方が、OFF 期間中より小さく、出力変動量の抑制効果が、発揮されている。

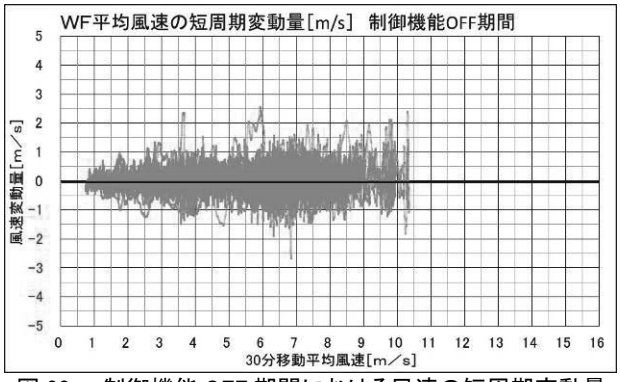


図 22　制御機能 OFF 期間における風速の短周期変動量

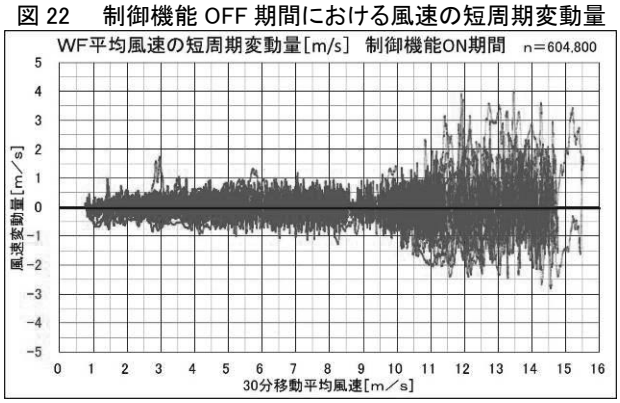


図 23　制御機能 ON 期間における風速の短周期変動量

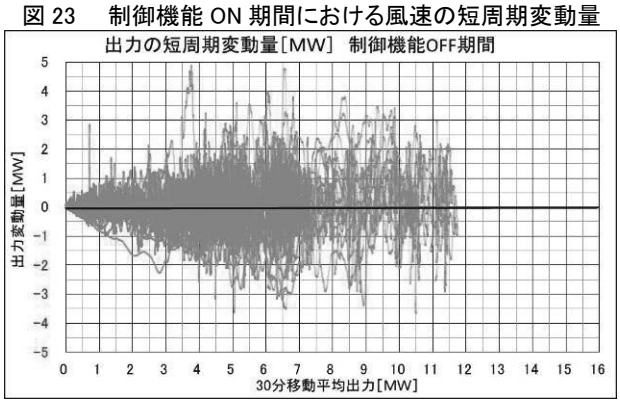


図 24　制御機能 OFF 期間における出力の短周期変動量

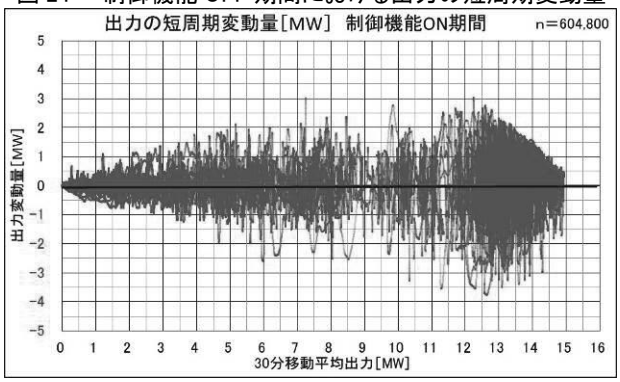


図 25　制御機能 ON 期間における出力の短周期変動量

出力変化率制限制御は、主に出力上昇側を制限しているが、図 24 と図 25 を比較すると、短周期変動量の上昇側が大幅に抑制され、この副次効果により、低下側の変動量も抑制されている。この効果は、超短周期出力変動量で顕著である。

１０．周波数応答シミュレーション

周波数調停率制御の特性確認試験において、比較的に周波数変動が大きかった 2017 年 10 月 28 日（土）12 時台（昼の需要変動発生時間帯）の実測値に基づき、エリア内の全風力発電設備に周波数調定率制御機能（リザーブ量：有と無）およびイナーシャ制御（ON と OFF）を活用した場合の効果を、シミュレーションにて確認した。

10.1　10 月 28 日の電力需給状況

東北電力と東京電力のホームページ（でんき予報：エリアの需給実績）から作成した、10 月 28 日の合計電力需給状況を、図 26 に示す。元データの単位は、1 時間の電力量［MWh］であるが、ここでは 1 時間平均電力［MW］として扱う。

- 12 時台の需要は、約 39,200MW、風力発電合計出力は、約 340MW であり、風力による電力供給率は、約 0.9%である。
- 両エリアの合計風力発電設備容量は、約 1,350MW であり、12 時台における風力発電の設備利用率は、約 25.3%である。
- 12 時台の水力、風力、太陽光など再エネ合計発電出力は、約 6,800MW であり、再エネの電力供給率は、約 17.4%である。

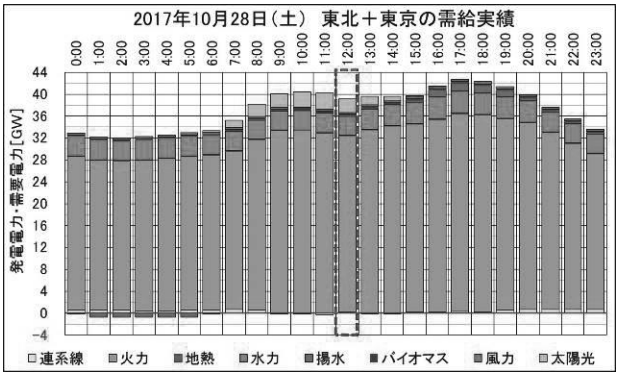


図 26　2017 年 10 月 28 日の電力需給実績

10.2　10 月 28 日 12 時台の周波数

0.1 秒サンプル、分解能 0.001Hz で測定した周波数を、図 27 に示す。変化幅は 49.865Hz（12:03:15）～50.132Hz（12:58:31）であり、12 時～13 時における需給変動に起因している。

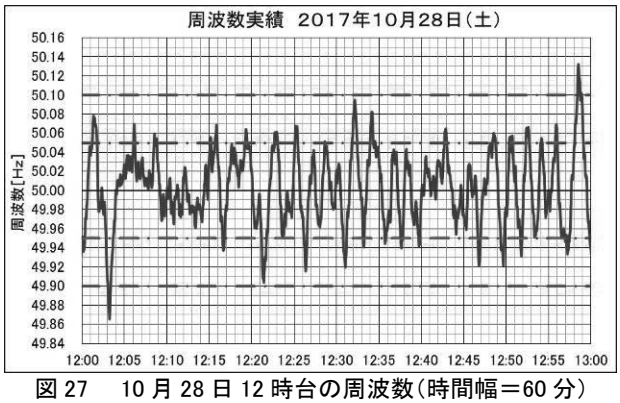


図 27　10 月 28 日 12 時台の周波数(時間幅＝60 分)

10.3　シミュレーション手順と前提条件

シミュレーションの手順や前提条件などを、以下と図 28 に示す。

① 電力需給実績から、火力発電などの系統連系設備容量を推定

② 周波数実績から、火力発電などの GF＋LFC 制御量（ａ）と、これを含む総合需給アンバランス量（ｂ）を算定

③ （ｂ）－（ａ）を、需給アンバランス量（ｃ）として、全ケースに適用

④ 系統定数や発電機定数などは、電気学会 EAST30 機系統モデルなどの値を準用

⑤ 風力発電の周波数調定率設定値は、制御特性確認試験時と同じく不感帯を±0.05Hz、周波数調定率を 0.5%とした。但し、周波数低下時の制御効果も確認すべくリザーブ量を 0.1pu とした（図 7 の点線特性）

⑥ 風力発電のイナーシャ制御設定値は、⑤に連動して制御開始周波数を 49.93Hz、最大増加量周波数を 49.91Hz とし、他は制御特性確認試験時と同じとした

⑦ 風力発電による電力供給率は、当該日時の約 0.9%と、将来断面を想定した約 30%のケースとし（図 29)、30%ケースでは、制御機能の組み合わせを行った。

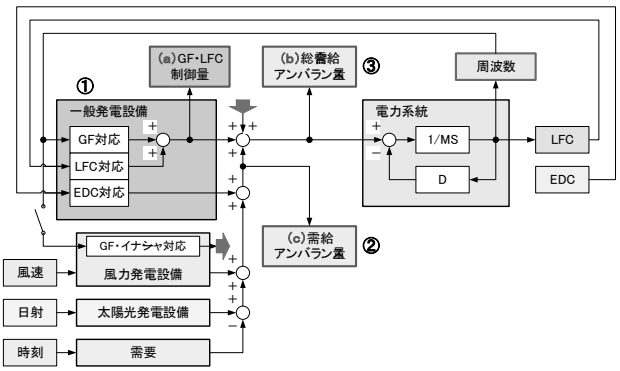


図 28　シミュレーション手順

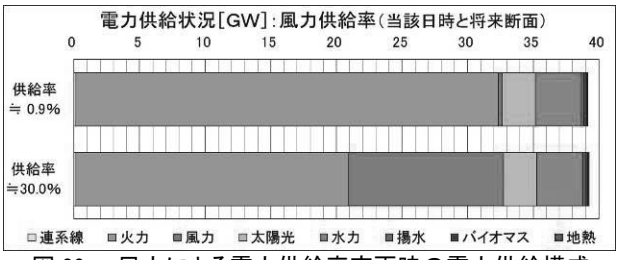


図 29　風力による電力供給率変更時の電力供給構成

10.4　シミュレーション結果－１

電力供給率が当該日時の約 0.9%の場合のシミュレーション結果を、図 30 と表 2 に示す。

➢ 周波数調定率制御などによる効果が少なく見えるが、一般的な系統の周波数変動量率【0.1Hz/10%需要】を正比例で適用すると、最大で 0.009Hz であり、シミュレーション結果と同等である。

表 2　風力による電力供給率≒0.9%(当該日時)ケース

	周波数［Ｈｚ］		制御効果［Ｈｚ］	
	低下側	上昇側	低下側	上昇側
風力制御なし	49.965	50.132	---	---
制御あり：リザーブ＝0.1pu、イナーシャ ON	49.875	50.124	0.010	0.008

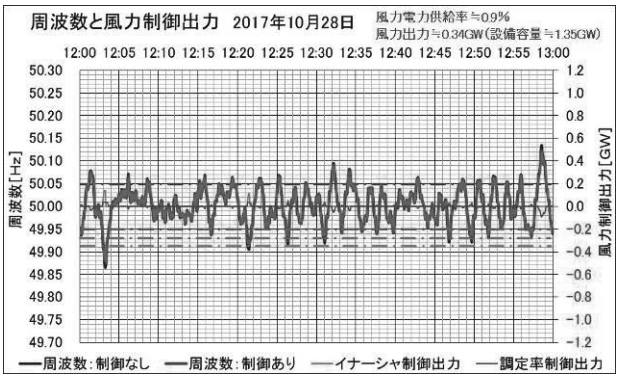


図 30　風力による電力供給率≒0.9%(当該日時)ケース

10.5　シミュレーション結果－２

電力供給率が将来断面の約 30%の場合のシミュレーション結果を、表 3 と図 31、図 32、図 33 に示す。

➢ 制御なしの場合は、火力発電設備の系統連系設備容量低下に伴い、電力系統全体の慣性力と調整力の低下により、周波数変化速度が速く、基準値への復帰までに時間を要することから、49.756Hz～50.224Hz と周波数管理目標値（50.0±0.2Hz）を逸脱した。

➢ 制御あり（リザーブ 0.1pu、イナーシャ ON）の場合は、風力発電の出力低下・増加可能量が大きいことから、49.927Hz～50.078Hz と、充分な周波数変動抑制効果が得られた。

- 制御あり（リザーブ 0.0pu、イナーシャ OFF）の場合は、充分な周波数上昇側の抑制効果が得られ、この副次効果により、周波数低下側も若干の効果が得られた。
- 制御あり（リザーブ 0.0pu、イナーシャ ON）の場合は、周波数上昇側の抑制は上記と同等であるが、周波数低下側の抑制はイナーシャ制御終了後に逆効果が発生した。
  - ✧ 10 秒間のイナーシャ制御中は、周波数低下を抑制するが、終了後は、急激に発電出力が低減することに起因する。
  - ⇒ 本来のイナーシャ制御用不感帯設定値の適用と、一般発電設備や風力の周波数制御機能との協調を図る必要がある。

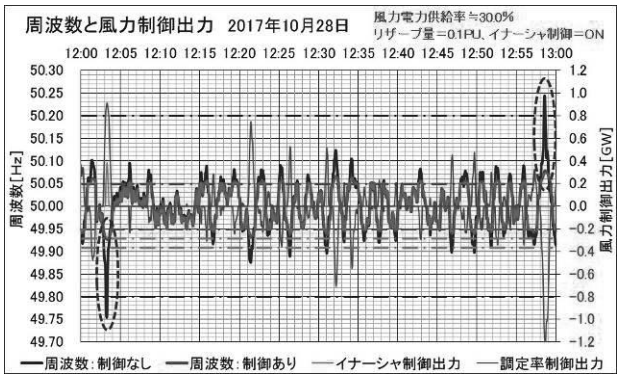


図 31　風力による電力供給率≒30%（将来断面）ケース-1
リザーブ量＝0.1pu、イナーシャ制御 ON

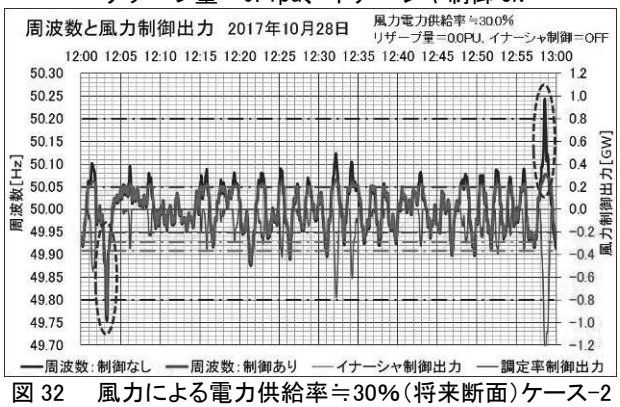


図 32　風力による電力供給率≒30%（将来断面）ケース-2
リザーブ量＝0.0pu、イナーシャ制御 OFF

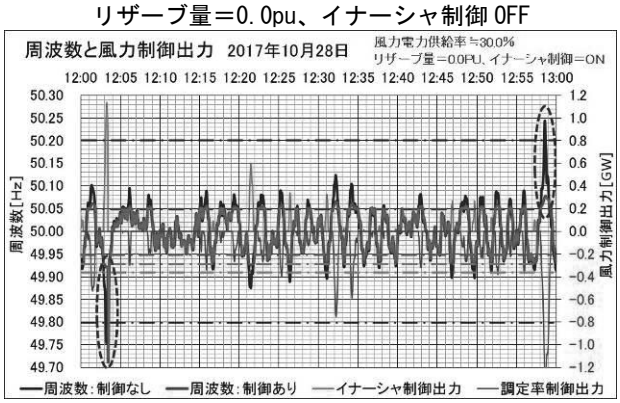


図 33　風力による電力供給率≒30%（将来断面）ケース-3
リザーブ量＝0.0pu、イナーシャ制御 ON

表 3　風力による電力供給率≒30%（将来断面）ケース

	周波数［Ｈｚ］		制御効果［Ｈｚ］	
	低下側	上昇側	低下側	上昇側
風力制御なし	49.756	50.224	---	---
制御あり：リザーブ＝0.1pu、イナーシャ ON	49.927	50.078	0.171	0.166
制御あり：リザーブ＝0.0pu、イナーシャ OFF	49.767	50.077	0.011	0.147
制御あり：リザーブ＝0.0pu、イナーシャ ON	49.713	50.077	-0.043	0.147

１１．風力発電設備の制御機能活用による効果

11.1　周波数変動量の低減

10.4 節および 10.5 節の図 30～図 33 に示した通り、周波数調定率制御とイナーシャ制御により、周波数変動量の低減が可能である。

火力発電設備などによる GF 制御効果と同様に、風力発電の発電出力増加（≒系統連系設備容量増加）に伴い、風力発電出力の増加・低減制御可能量が増加するので、周波数変動量の大幅抑制・早期回復などが可能となる。

欧州では、Equal requirements として、特別な理由がない限り、発電種別に関わりなく、同じ制御機能を要求するグリッドコードが多く、周波数調定率制御も、この一環である。

但し、風力発電設備の周波数調定率制御により、周波数低下側の抑制効果も得るには、リザーブ量の設定が必要となる。リザーブ量なしの場合の年間設備利用率をα％とすると、リザーブ量がβpu の場合の年間設備利用率は、α×（1-β）となるので、この逸失電力量対応も策定する必要がある。

11.2　出力抑制指令の発令頻度などの低減

電力系統の調整力（下げ代）不足対策である、中給からの最大出力抑制指令（curtailment）は、需要予測、風力および太陽光の出力予測などを基に、予測の誤差などを考慮したマージンを含めた需給計画策定結果により発令される。

風力発電の周波数調定率制御を考慮することにより、このマージンを減少しても、周波数上昇を抑制することができることから、中給からの出力抑制指令の発令頻度、指令値の緩和、抑制時間の短縮を図ることが可能となる。但し、局地的な送電線過負荷などの解消を目的とした、出力抑制（constraint）は対象外である。

11.3　風力発電出力変動量の低減

9.3 節の図 22～図 25 に、風速と出力の短周期変動量様相を示したが、変化率制限制御 OFF と ON 期間におけるプラスとマイナス方向の変動周期別変動量の最大値を表 4 に示す。

風力発電設備の出力が定格出力未満の場合、理論的に出力は風速の 3 乗に比例するが、エネルギーロスなどの要因から一般的には 2 乗程度に比例と言われている。また、9.1 節の表 1 に示した試験期間中の計算値は 2.46 乗であった。

出力変化率制限制御 OFF 期間と ON 期間の実測値および、OFF 期間と ON 期間の風速変動量と出力変動量の比を基に、出力変動量が風速変動量の 2 乗に比例すると仮定し OFF 期間中の出力変動量実績値を用いて、制御機能を ON とした場合の出力変動量推定値を、図 34 に示す。

- 変化率制限制御機能 ON により、超短周期変動量と短周期変動量の合計出力変動量は、約 1/2～1/4 に低減
- 火力発電設備などによる調整力確保は、風力発電設備の出力低減方向への対応を主体とすることが可能
- 制御機能 OFF 期間中の実測値に基づき、制御機能を ON とした場合の逸失電力量率の計算値は、約 0.5%と僅か

表 4　制御機能 OFF 期間と ON 期間の周期別変動量

制御機能	風速変動量最大値		出力変動量最大値	
	超短周期	短周期	超短周期	短周期
OFF 期間	2.40m/s -1.84m/s	2.55m/s -2.70m/s	2,909kW -3,387kW	4,882kW -3,672kW
ON 期間	3.97m/s -3.17m/s	4.00m/s -2.83m/s	2,267kW -2,060kW	3,033kW -3,778kW
ON 期間 / OFF 期間	165.4% 172.3%	156.9% 104.8%	77.9% 60.8%	62.1% 102.9%

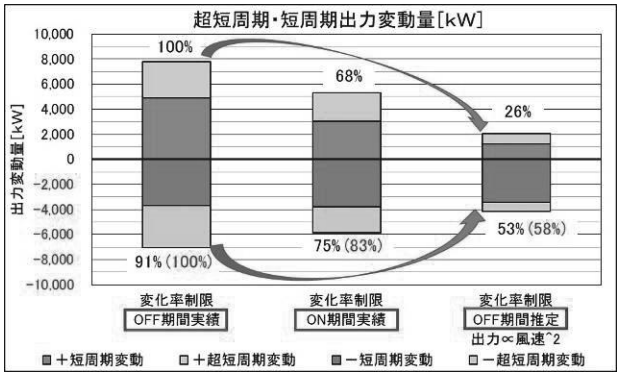


図 34　超短周期・短周期出力変動量の実績値と推定値

11.4　蓄電池制御システムの kWh 容量削減

蓄電池制御システムには、風力発電設備の出力変動量の低減目的用と電力系統の周波数変動量の低減目的用があるが、いずれも基準 SOC を 50%とし、充電方向と放電方向それぞれの kWh 容量を確保している（図 35）。

出力変化率制限により周波数変動要因である出力変動量を抑制し、周波数調定率制御（リザーブ量なし）により、周波数上昇を抑制することが可能であるので、充電方向の kWh 容量を削減することが可能となる。

また、逸失電力量対応などが必要となるが、周波数調定率制御にリザーブ量を設定する場合や出力抑制運転中は、周波数低下を抑制することが可能であるので、放電方向の kWh 容量を削減することが可能となる。

なお、具体的に削減可能な kWh 容量は、制御定数設定値やエリアの発電設備構成などにより変わるので、図 35 に示した制御機能 ON 時の必要 kWh 容量は、一例である。

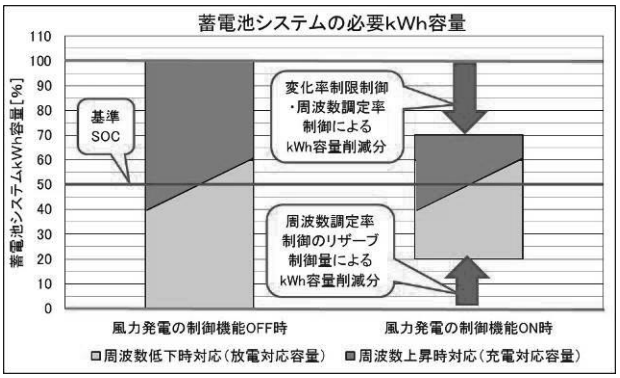


図 35　蓄電池制御システムの必要 kWh 容量

１２．おわりに

風力発電設備が有する有効電力・周波数制御機能の概説、実系統での特性確認試験結果、試験結果の分析とミュレーション結果による風力発電の制御機能活用による効果を報告した。

風力発電設備の制御機能活用による電力品質維持は、他の対策設備・方式に比して、応答速度が速く、少ない費用で大きな効果を得ることが可能であり、将来に向けて各制御機能の装備を開始することが望まれる。

太陽光発電設備も、イナーシャ制御以外は、適用可能であり、既にオーストラリアやエジプトなど複数の国のグリッドコードで規定している。種別を問わず全発電設備が、電力品質維持に貢献することが、再エネによる電力供給率を高めるための必須条件となりつつある。

適用した各制御定数設定値は、実系統における特性確認試験用であり、実適用に際しては、エリア内の発電設備構成や一般発電設備の GF や LFC との協調などを考慮して決定する必要がある。今後は、送電事業者との連携を図り、各制御定数設定値の検討などを行う所存である。

■特集

再生可能エネルギー事業の主力電源化に向けて

東京電力ホールディングス株式会社　代表執行役社長　小早川 智明

１．はじめに

2017 年 6 月、社長就任時に掲げた「ひらく」「つくる」「やり遂げる」という 3 つの合言葉のもと、「福島への責任の貫徹」と、「稼ぐ力」の向上の両面から、新々・総合特別事業計画の実現に向けた基礎固めに注力してきた。

これまでのところ、一定の成果・手ごたえはあるものの、中長期的には、国内エネルギー市場の縮小傾向や、競争激化、エネルギーの自立と世界的な脱炭素化への対応が必要であり、当社としては、「福島への責任を果たす」とともに、電気事業者として、「低廉で安定的な電気をお届けする」使命を果たすために、新たな価値創造に取り組んでいかねばならない。

具体的には、東通地点における原子力事業に加え、本稿にて主に触れる、「国内外における再生可能エネルギー事業」を重要なテーマと考えている。

特に、再生可能エネルギーについては、パリ協定に基づく国際的な動きも後押しとなり、世界的に導入が進んでいるほか、導入コストの低減も進み、事業性も高まりつつある。

こうした中、水力発電や風力発電を手掛けてきた東京電力グループにとって、再生可能エネルギー事業は、極めて大きなビジネスチャンスと捉えており、必要リソースの量・質の見極め、その調達や配置等について、グループ会社を含めた事業戦略を整理・再構築し、主力電源として、燃料・火力発電事業に並ぶ大きな「柱」として国内外で推進していく所存である。

２．当社におけるこれまでの再生可能エネルギー事業の取り組み

これまで当社は、従来の水力発電をはじめ、太陽光・風力など再生可能エネルギーを利用した発電設備の導入を進めてきている。まずは、これまでの同事業の取り組み状況について紹介したい。

2.1　水力発電

水力発電は、資源の少ない日本において、「環境性」「安定性」を兼ね備えた純国産エネルギーと位置付けられている。

水力発電はコスト性に優れるとともに、迅速な起動・停止が可能であることが特長である。

当社では、主に福島県の阿賀野川水系、群馬県・栃木県を中心とした利根川水系、長野県・新潟県にまたがる信濃川水系、神奈川県の酒匂川水系、山梨県の相模川・富士川水系に、総数 155 ヶ所、総出力約 219 万 kW の一般水力発電所と、総数 9 ヶ所、総出力約 768 万 kW の揚水発電所を保有している。

(1) 一般水力発電所

一般水力発電所は、他の電源と比して、総出力規模は小さいながらも、貯水池や調整池式の発電所では、電力需要ピーク時間の発電を、流れ込み式の発電所は、ベース電源としての役割を担うなど、電力の安定供給上、重要な役割を果たしている。しかしながら、こうした一般水力発電所は、大正・昭和時代からの経年設備が多く、また、近年の異常気象や自然災害リスクへの対応等、抱える課題は少なくない。

当社では、こうした課題に対応すべく、計画的な設備更新、カイゼン活動による発電停止時間の短縮や、ICT を利用した O&M（運転・保守）の効率化、拠点集中化による組織効率向上等に取り組んできている。

また、これまで以上に水資源を余すことなく利用するため、既設発電所のリパワリングによる増出力や、水運用の最適化による増取水・増電力に取り組むとともに、最大出力 1,000kW 以下の小水力発電の導入を進めている。

図 1．奈川渡ダムと梓湖（長野県）

さらに、近年、水力発電所の持つ環境価値が見直されてきており、それを付加価値とした電気料金メニューによる収益を、水力発電の設備改良や、水源地の保護活動に活用している。

（2）揚水発電所

揚水発電所は、厳密には再生可能エネルギーには分類されないが、電力を使い、水を下部ダムから上部ダムにポンプアップすることで、位置エネルギーとして電力を貯蔵する機能を有しているのが特長である。また、前述の一般水力と同様に、迅速な起動・停止が可能であることから、太陽光発電や風力発電のような、自然条件により大きく出力が変動する電源が、大量に電力系統へ連系されつつある今日、その変動を吸収し、電力系統の安定を保つための重要な調整力として活躍している。

2.2　太陽光発電

当社初の事業用メガソーラー発電所は、川崎市と当社の共同事業として、川崎市の臨海部（浮島・扇島）に建設し、2011 年に運転を開始した。その後、山梨県甲府市の南部にある丘陵地域（米倉山）にも建設、2012 年、運転を開始しており、これらメガソーラー発電所による合計出力は 3 万 kW となっている。

2.3　風力発電

（1）東伊豆におけるウィンドファーム

近年、風力発電は技術開発が進み、機器の大型化等により低コスト化が図られた結果、風況などの条件が整う場合には、経済的な発電が可能となってきている。

静岡県賀茂郡東伊豆町と河津町境界に位置する三筋山山頂付近に、当社初のウインドファームとなる東伊豆風力発電所がある。

2009 年より建設準備を進め、2011 年の大震災等により計画存続も危ぶまれたが、数多の困難を乗り越え、2015 年 8 月に運転を開始した。

単機出力 1,670kW の風力発電機を 11 基設置し、総出力は 18,370kW となる。これは、旧一般電気事業者の保有するウインドファームでは、最大規模のものである。

一方、当該地点の特徴として、風の乱れが大きく、特に冬季は突風に対する風車の保護停止が頻発し、当初想定より設備利用率が伸びなかった実態がある。このような問題に対し、保護機能の感度調整による試行錯誤を繰り返しながら設備利用率を改善するなど、風力発電の運用ノウハウを積上げているところである。

図 2. 浮島太陽光発電所（神奈川県）

図 3. 東伊豆風力発電所（静岡県）

（2）銚子沖における洋上風力の取り組み

当社では、千葉県銚子沖において、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）から受託した「洋上風況観測システム実証研究」を国立大学法人東京大学と、2010 年 6 月からは「洋上風力発電システム実証研究」を NEDO と共同で開始し、2013 年から着床式洋上風力発電の実証試験を行っている。

実証研究設備の建設は、2010 年 4 月、海底地盤の特徴調査を目的としたボーリング調査から始まり、その後、2012 年 10 月までの間に、風車と観測タワーを載せるためのコンクリート基礎の製作・設置、観測タワー・風車の製作、設置を進めた。特に銚子沖での作業は、波のうねりの影響などで予定通り進まず、洋上における作業の難しさに苦労したが、2013 年 1 月に発電を開始、翌月の安全管理審査を経て、3 月に本格的な実証試験を開始した。

銚子沖地点において、建設・運転・保守に関する知見を積み重ねているが、この地点は、実

証試験のみならず、今後の国内展開における有力な候補地の一つであると考えている。また、風況マップ等（図 4）によると、国内には他にも複数の有望地点があり、銚子沖の実証試験で得られた知見を活かしていく。

また、洋上風力を進める上で、日本は欧州と異なり、遠浅の海が少ないことが課題として挙げられる。そのため、さらなる洋上風力事業の拡大に向けて、浮体式による洋上風力発電を重要な将来技術として期待しており、まずは着床式で事業の基盤を固めながら、浮体式にもチャレンジしていく。

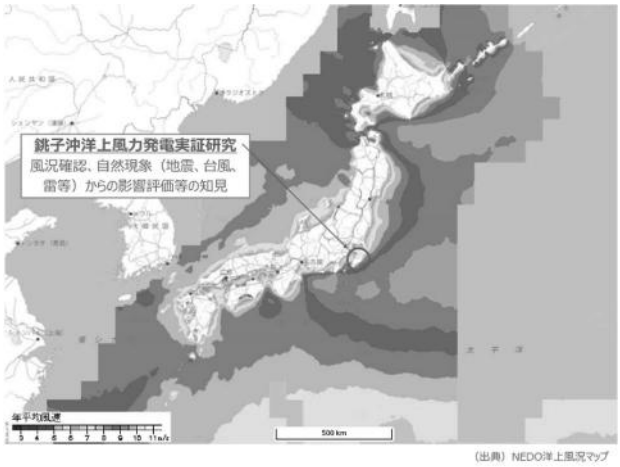


図 4. 洋上風況マップ

図 5. 銚子沖洋上風力発電設備

2.4 バイオマス発電

2017 年 6 月、常陸那珂火力発電所において再生可能エネルギーの一種である木質バイオマス燃料を当社火力発電所で初めて導入し、混焼を開始した。

バイオマス・廃棄物発電は、樹木・エタノール・食品廃棄物・下水汚泥等をエネルギー源として利用するもので、太陽光発電のように天候により発電量が変動することなく、安定した発電が可能である。なかでも植物由来のバイオマスは、CO_2を排出しないクリーンなエネルギーとして注目されている。

主燃料である石炭に、圧縮成型した木質バイオマス燃料を石炭の発熱量に対し 1 号機で 3%、2 号機で 4.5%混焼することにより、年間約 8 万 t の石炭消費量の削減および約 22 万 t の CO_2 排出量を削減することができる。

バイオマス・廃棄物発電は、経済産業省が 2015 年 7 月にまとめた 2030 年の「エネルギーミックス」において、再生可能エネルギー分野で水力、太陽光に次ぐ 3 番目の規模になる見通しとしている。

図 6. 木質ペレット

3．再生可能エネルギー事業の方針・目標

今後、当社は、再生可能エネルギー事業を一つの柱として進めていく中で、特に、これまで培ってきた技術を活かすことができる海外水力事業と、国内ではまだ開発が進んでいない洋上風力事業を有望な事業領域と捉え、電源開発に取り組んでいく。

まずは、国内において技術・ノウハウを蓄積し、供給コストの低廉化と競争力を高めた上で、海外での事業展開に繋げていく考えである。

3.1 水力事業

水力事業については、日本国内での開発余地が限られることから、開発余地のある海外での事業展開を検討している。

海外水力の開発初期段階から参画し、事業開発を進める際には、当社が長きにわたる水力発電の歴史の中で培ってきた技術力と、電気事業者としての強みを活かした、様々なソリューションを提供できるものと考えている。

3.2　洋上風力事業

洋上風力事業については、コスト・技術面で、欧米が先行しており、日本は相対的に劣後していると認識している。加えて、日本の場合は、地震、台風、雷など、特有の自然現象を踏まえた適切な風車設計・製造技術や、洋上ならではの施工技術など、欧米にはない新しい技術の開発が必要である。

このような状況を変えるためには、当社が、主体的に事業を成立させ、国内市場を創出し、コスト・技術・人財面でキャッチアップすることが必要だと考えている。加えて、ユーラスエナジーなど当社グループ会社を含む、様々な企業とのアライアンスをベースに事業展開し、国内における洋上風力事業のバリューチェーンを確立した上で、海外における洋上風力にも事業進出していきたい。このような取り組みにより、国内メーカー等の産業競争力を高めていく一助にもなると考えている。

また、欧州の風力事業バリューチェーンには世界的なメーカーや地元企業など、多くの企業が参加しており、そういった中から、Win-Winの関係を構築できる企業とのアライアンスを指向していく。

3.3　開発規模

再生可能エネルギー事業は、国内外の開発ポテンシャルを踏まえ、まずは国内において洋上風力を中心に、200～300 万 kW の開発、そして海外においては、同規模の水力および洋上風力の開発を目指し、国内外で 600～700 万ｋW の総開発規模を目指していく（図 7）。

海外における有望地点としては、一般論として、電力需要の成長ポテンシャルや、これまでの海外事業の経験を活かせるアジア地域などが考えられるが、当社の強みを最大限発揮できる事業を見極め、開発ポテンシャルが高い国・地域をしっかりと選別していく。

これら再生可能エネルギー事業の推進により、1,000 億円程度の利益水準を目指していく。この規模の利益を確保するためには、総事業投資額は数兆円規模にも及ぶものと考えているが、全てを自社調達するということではなく、出資参画等、様々な手法があると考えている。

また、特に洋上風力については、バリューチェーン構築による発電以外の追加利益も見込むことで目標達成を目指していく。

3.4　電源ポートフォリオ

将来的な電源ポートフォリオは、当社の自社開発および他事業者からの非化石電源調達により、お客さまにお届けする電気、つまり東京電力エナジーパートナーの販売電力量に占めるゼロエミッション（発生する廃棄物を別の産業で原料として利用することにより、全体としての廃棄物発生量をゼロにするという方法）電源比率は 3～4 割に達する見通しである。

また、これらの達成には、再生可能エネルギー設備のエンジニアリング、送配電網の形成、海外プロジェクトを推進するノウハウなど、東京電力グループの総力を結集する必要がある。

そのため、国内外の再エネ事業の推進について、社内の会議体「みらい経営委員会（エネルギー事業の将来の価値向上のためケーススタ

図 7.「再生可能エネルギー事業」の主電源化

ディをグループ全体で共有する場)」の重要テーマに据え、具体的戦略を検討しているところである。有望なエリア、事業内容、規模などを整理し、その推進体制について、2018 年度中には、事業の構想を固めていく。

４．グローバルユーティリティ企業を目指して

4.1　Utility3.0 を見据えて

再生可能エネルギーや原子力といった上流電源開発を、新たな価値創造に向けた重点テーマとして取り組んでいくが、さらに、こうした上流電源開発にとどまらず、Utility3.0 の世界を見据え、当社の強みを活かしたネットワーク事業や、水力・風力発電、送配電、小売まで、電力のバリューチェーン全体にわたる技術・ノウハウの蓄積と系統制御・蓄電池・宅内 IoT などを組み合わせた、リソースアグリゲーション（VPP）事業、また、インテグレーテッド・グリッド・プロバイダーなどのソリューション提供や、ESG 経営を目指す企業をサポートする P2P サービスの開発・提供などにも積極的に取り組んでいきたいと考えている。

常にお客さまや社会を意識した新たなサービスの開発・提供やバリューチェーンの構築を通じて、世界で通用するグローバルユーティリティ企業を目指していく。

4.2　海外での事業成長を目指した取り組み

中部電力、ICMG と当社の 3 社で設立するシンガポールの合弁会社を通じた、アジア地域を中心とする送配電事業や次世代インフラ事業の開発・運営などは、海外での事業成長に向けた取り組みとなる。また、2018 年 6 月には、子会社「東京電力ベンチャーズ」を設立し、Utility3.0 の世界を具現化するため、国内外の異業種やベンチャー企業と連携し、「新たな社会インフラ」を創出する事業を開始している。

５．終わりに

当社は、エネルギーの安定供給を通じて、お客さまや産業基盤の安定、脱炭素社会といった使命に着実に対応するとともに、エネルギー産業の成長基盤を創造していきたい。

そして、こうした取り組みを通じ、企業価値を高め、世界で通用するグローバルユーティリティ企業を目指すとともに、福島への責任を貫徹し、信頼を積み重ねてまいりたい。

■特集

洋上風力発電のファイナンス手法

－新時代にマッチした新しい契約方法と資金調達－

ベーカー&マッケンジー法律事務所　金融グループ代表・パートナー弁護士

江口　直明

電話番号 03-6271-9441、naoaki.eguchi@bakermckenzie.com

１．風力発電のファイナンス

数十億円から数百億円のコストがかかる風力発電所の建設のためには、自己資金だけではなく金融機関からの借り入れも必要になることが多い。風力発電所を建設するために金融機関から借り入れをする場合には、①会社のバランスシートを使ったコーポレートファイナンスの手法（これにはプロジェクトを建設する子会社の借入金を株主＝スポンサーが 100%保証する形態を含む）と②プロジェクト専用の子会社に借り入れをさせ、その返済原資は当該プロジェクトから上がる収入（すなわち風力発電による売電収入）だけを引き当てにして、株主＝スポンサーは保証をしない（非遡及＝ノンリコース）プロジェクト・ファイナンスの手法がある。③プロジェクト・ファイナンスには、株主＝スポンサーが一定限度で子会社の元利金の返済をサポートする限定的遡及＝リミテッドリコースの形態もある。日本でプロジェクト・ファイナンスが始まったのは、最高裁平成 11 年（1999 年）1 月 29 日判決（民集 53 巻 1 号 151 頁）が 1 年を超える将来債権の譲渡担保の有効性を認めてくれたことが出発点である。これにより、将来 20 年間の売電債権に譲渡担保権や質権を設定して金融機関から借り入れをすることが可能となった。この最高裁判決が出るまでは、将来債権の譲渡担保は 1 年しか認められてこなかった。筆者はこの当時大阪市に建設予定のユニバーサル・スタジオ・ジャパンのための建設資金調達のファイナンス（1,250 億円）を住友銀行、三和銀行、日本開発銀行（銀行名は当時）を支援して契約交渉をしていた。この最高裁判決が出たことで、担保権が強化され、大型のプロジェクト・ファイナンスが日本でも可能となった。USJ のプロジェクト・ファイナンス融資契約調印は 1999 年 9 月 30 日に調印された。これをすぐさま応用したのが、住友信託銀行のトーメンが開発する浜頓別町、遠別町風力発電所向けプロジェクト・ファイナンス（12 億円、2001 年 1 月 29 日調印）と丸紅が開発するさらきとまない風力発電所向けプロジェクト・ファイナンス（17 億円、2001 年 10 月 14 日調印）である。筆者は丸紅を支援してプロジェクト・ファイナンスの契約書の交渉を担当した。

丸紅の風力発電資金

プロジェクト融資で

17億円調達

丸紅は北海道で計画中の風力発電事業で、プロジェクトファイナンスを用いて資金調達する。同社など

が設立した事業会社が住友銀行など三行から十七億円を調達した。プロジェクトファイナンスは事業の収益を担保とする融資で、事業からの収入を返済原資にあて、十七年間契約に基づく売電、十七年間の収入を返済原資にあて、北海道電力に売電、さらに長期の契約を結ぶ。風力は十三年六カ月で十七億円を返済する。

住友信託は国内における風量を安定的に確保できるかなどを慎重に検討し、融資額や金利を決めた。風力発電事業は、国が義務化した電力会社が買い取る新エネルギーの利用を促進する目的で、一九九七年度に始まった。

丸紅と電源開発、風力発電所プロジェクトファイナンスでは日本興業銀行が二億円、トーメン子会社が二億円、合計三十億円を融資している。

丸紅などが建設中の「さらきとまない」ウィンドファーム（北海道浜頓別町）

カ（北海道浜頓別町）がプロジェクトファイナンスを活用、事業開始した。同社は現在国内に輸出力一万四千八百五十キロの発電所を稼動させ、十二万二千キロワットの電力を販売している。

これらは Renewable Portfolio Standard (RPS) と政府補助金を元に成立していたプロジェクト・ファイナンスであったが、売電による電力料金債権（売電債権）への譲渡担保権又は質権設定に電力購入者の電力会社が承諾をしてくれないという欠陥があり、売電債権への担保権設定の対抗要件を具備できない形でのプロジェクト・ファイナンスであった。2012 年 7 月から始まった固定価格買取制度による、風力発電のプロジェクト・ファイナンスでは、エネ庁のモデル売電契約の中で、売電債権への譲渡担保権設定及び地位譲渡予約に関して、電力の買主である電力会社が予め承諾するという条文が定型として入ることになり、対抗要件を取得できることになった。固定価格買取制度と同時に

【出典：2001 年 10 月 14 日　日本経済新聞】

開始された 10MW 以上の風力発電所への環境影響評価法の適用のため、アクセルとブレーキを同時に踏まれた状態で風力発電所のプロジェクト・ファイナンスの伸びは太陽光発電所のプロジェクト・ファイナンスの伸びに比べるとかなり遅れをとるものであったが、ようやく環境影響評価手続きを完了した風力発電所向けプロジェクト・ファイナンスが活発化してきた。

２．洋上風力発電の工事の特徴

洋上風力発電所の建設は陸上風力発電所の建設に比べると格段に難易度が高い。洋上での大型風車の据え付けのためには、800 トン吊りのクレーンを備えた Self Elevating Platform（SEP 船）が必要となり、このクラスの船の傭船料は 1 日あたり 2,000 万円を超えると言われる。

Fred Olsen Windcarrier JWPA デンマーク視察 2017 年 5 月 16 日筆者撮影

洋上工事の段取りのミスは、SEP 船の予定外傭船をひきおこし、工事費が当初予定額を超過する Cost Overrun を引き起こすリスクが高い。まして、波の高さとうねりが厳しい日本の太平洋側での工事は予想を超える難工事となることが考えられる。福島県沖の経産省浮体式洋上風力実証実験の工事でも、天候のせいで工事ができない日が何日も続いている。ヨーロッパの洋上風力発電所建設において、金融機関は工期の遅延を最大のリスクと考えている（岩本晃一「洋上風力産業拠点の形成による地域振興・雇用創出」（2016））。中尾徹「洋上風力発電のプロジェクト・リスク」JWPA2014 によると「洋上風力発電の事業化を検討する上で、基本的に重要なものは気象（平均風速、卓越風向、極値風速等）及び海象（有義波高、有義波周期、海潮流流速等）に関する長期データーである。」とし、「オンサイトで実測された気象・海象データが存在しないことに起因するプロジェクト・リスクについて開発段階から施設の撤去までフェーズ毎に洗い出し」ている。そして建設段階でのリスクとして、工事遅延リスクを挙げ、「工事船等の稼働率予測が不確かなため、実際には荒天待機が多くなる。現場の波浪条件を満たさない性能不足の工事船、アクセス船の配備計画となる。」ことをリスクとして指摘している。さらに海底の地質や形状の調査も不可欠となる。モノパイルが打ち込めなければ工事遅延は必至である。このようなリスクの高い工事の案件であるため、一括で工事を請け負う EPC 工事業者は存在せず、工事は分割発注されるのが通常である。また、これらの気象・地質データの誤りはプロジェクト会社のリスクとなり、工事業者はこれらのリスクを取らない。プロジェクト会社にリスクが残るということは、すなわち金融機関がリスクに晒されることになる。

３．洋上風力発電のファイナンスの特徴

プロジェクト・ファイナンスのセオリーである、Proven なプロジェクトが Bankable なプロジェクトであるということから、ヨーロッパでも 2015 年までは主要な洋上風力発電所工事は、Dong Energy（現 Ørsted）、Vattenfall、E.ON、Statoil、Statkraft、EDF、RWE、SSE などの公営エネルギー企業が自社のバランスシートを使ってファイナンスするコーポレートファイナンスが主流であった。洋上風力発電所への出資企業は当該出資金の調達にリミテッド・リコースファイナンスを活用し、当該出資者に配当されるプロジェクトのリターンを担保として提供した。あるいは Structured Hold Co 方式として、出資企業がプロジェクト会社と Tolling Agreement を結び、出資企業がプロジェクト会社に発電を委託し、発電された電気を出資企業が売電して、株式出資金の調達資金の元利金返済にあてるという方式を取った。洋上風力発電所建設が増加し、経験値が増して、リスクが低下してくるとプロジェクト・ファイナンスの活用が始まり、70/30 の Debt/Equity でマージンも 2011 年当時の 300bp（ベースレート＋3%）から 2017 年には 200bp となり、1 行あたり、€30million から 70million で 10 年から 15 年の融資をするように発展してきた。洋上風力発電所も規模が拡大し、1 件で 1,000 億

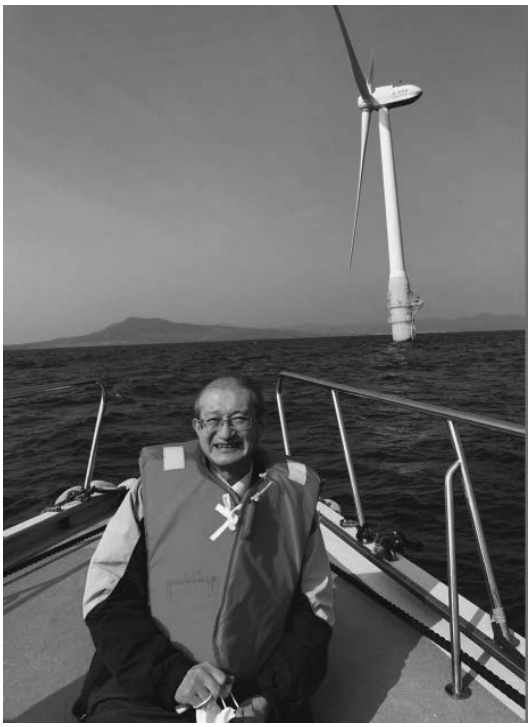
円を超えるようになってくると、バランスシートのファイナンスには限界があり、第三者からの借り入れが必要になる。商業銀行のリスクを低減するものとして、JBIC、EIB、KfW、GIB等の政府系 Development Finance 機関の協調融資がとられている。金融機関のリスクを減らすため、微に入り、細に入りの徹底したデューディリジェンスと金融機関が工事会社と結ぶ直接契約を通じてプロジェクト契約への金融機関のコントロールを及ぼすことが特徴となっている。また、当該スポンサーの工事遂行能力を評価してのファイナンスになるため、株式譲渡制限が厳しく設定されるのが通常である。上記の工事遅延リスクに備えた、元利金返済積立口座（DSRA）への積立や株主＝スポンサーによる、一定額の追加出資義務や劣後融資義務が要求される。プロジェクト・ファイナンスのためには火力発電所で確立されてきた一括請負 EPC 方式が望ましいのであるが、上述したようにリスクの高い洋上工事のため、EPC 契約を受ける工事業者がないのが実情である。仮に請けるものがいたとしても、リスクに応じて請負金額は多額になり、採算がとれないことになる。そのため、工事契約は発電機供給・設置・試運転契約（Turbine Supply Agreement）とその他工事契約（Balance of Plant Contracts）に分かれ、BOP 契約がさらに、海底面造成（Civil Works）、トランジッションピース基礎設置（Foundation）、発電所内海底ケーブル（Inter-array Cabling）、洋上変電所（Offshore Substation）、洋上風力発電所から陸上への海底送電線設置（Export Cables）、SEP 船の傭船契約（Charterparty Contract）に分かれる。運転開始後は維持管理契約（O&M Agreement）、風力発電機供給者による長期サービス（運転）契約（Long Term Service and Availability Agreement="SAA"）に分かれる。複数の工事業者が重層的、連続的に工事をするため、インターフェイスリスクが生じる。すなわち、一事業者の工事の遅れが、その後の事業者の工事を玉突き状に遅らせ、他の事業者の工事を妨害することになる。よって工事が遅れ追加費用がかかることになる。分割契約方式は金融機関にとってはリスクであるが、プロジェクト会社にとっては、一括 EPC 契約に比して、工事業者の取るリスクが相対的に低く、全体の工事費を低減できるというメリットがある。ただこのメリットはプロジェクト会社が工事遅延のより高いリスクを取っていることとトレードオフの関係にある。金融機関がリスクを減らすためには、プロジェクト会社及びそのスポンサーが多数の契約間のインターフェイスリスクを適切に管理し、万一遅れが生じた場合には誰の責任かを適切に特定し、当該原因者に早急に問題を解決させることがポイントとなる。そのためには過去の発注経験とプロジェクト遂行経験が重要である。またプロジェクトをどの束で分割するかという、契約内容のパッケージ構成のノウハウも重要である。ここで重要視されるのはプロジェクト会社及びスポンサーによる実務上のリスク低減活動である。洋上の石油・ガス掘削プロジェクトに見られるような、契約を主体とした、相互の補償や請求の免除という建付けを使って契約者間で処理をする手法ではない。インターフェースリスクの最たるものは、風力発電機とトランジッションピースの接合部分である。洋上風力発電機のサプライヤーは稼働率保証はするが、BOP に不具合があった場合は稼働率保証の適用外となる。風況データの誤りや海底面の状況のデータの誤りも稼働率保証の範囲外である。

プロジェクト・ファイナンスを提供する金融機関がリスク低減を図るためには、確定完工日及び確定工事金額を契約上要求し、工事業者に

よる変更を容易に認めないという契約の建付けが必要になる。設計や技術は過去の商業運転で実績のあるものが必要となる。出力や稼働率については一定の数値が要求され、それを下回る場合には、数値を満たすまでの改善義務と万一満たせない場合の予定損害賠償（Liquidated Damage）の定めが重要となる。工事業者からは履行ボンドを差し入れさせ、損害賠償の上限も高めに設定させる（発電機供給契約金額の10%から30%程度)。性能保証は2年から5年程度風力発電機供給者から取得するべきである。しかし悪天候リスクは、安全上の問題があるので、工事業者に無理に工事をさせることはできず、必然的に工事遅延のリスクが生じ、これは発注者リスク、そして、この点のスポンサーサポートがないと、金融機関リスクとなる。比較的海が穏やかなのは夏場であるが、日本の場合は夏から秋にかけて台風が来襲するという気象条件にある。ここで工事が遅れると、全体の工程が冬場へと押しやられることになる。当該洋上工事現場の気象条件に合わせた「合意済悪天候プロトコール」（Agreed Adverse Weather Protocol）により、風速、波高、今後の天候の進捗により工事の可否を決められるようにして、工事を管理していく必要がある。洋上風力発電所の設計と当該建設現場の気象・海象・海底の状況により、使用できる船（吊り上げ重量等）の種類が決まってくる。洋上風力発電所建設に使える SEP 船は限られているので、1 年以上前から傭船契約をする必要がある。そして傭船期間は厳格に守らなければならない。傭船期間後には次の工事現場に船は移動してしまう。一定の追加費用を払うことにより一定期間の期間延長は可能であるが、それにも限界がある。試運転時の不具合の追加補修期間も踏まえて傭船期間を決めなければならない。通常風力発電機の供給者は傭船リスクをとらず、これはプロジェクト会社のリスクとなる。従って、スポンサー・サポートが無いと金融機関のリスクとなる。BOP の建設業者は通常自前で傭船リスクを取ってくれる。しかし自己に帰責事由がない遅れによる傭船期間の終了リスクは BOP の建設業者は取ることはなく、これはプロジェクト会社のリスクとなる。台湾で洋上風力発電所の建設が先行していることから、日本と台湾との間で SEP 船の取り合いが生じる可能性を考慮に入れなければならない。

４．洋上風力発電のファイナンスの近時の傾向

以下の記述は三菱UFJ銀行ロンドン支店から東京本店に洋上風力シフトのために社内出向してきている Gordon White 様から教えて頂いた内容による。White 様は欧州で 10 年の洋上風力ファイナンスの経験者である。近時は欧州の洋上風力ファイナンスは大規模化しており、2018 年 9 月 6 日に運転開始した Orsted 社が英国で開発していた Walney Extension 案件の 659 MW に続き、Moray East（950 MW)、Hornsea 1（1.2 GW)、Triton Knoll（860 MW）もここ数か月で融資契約調印を迎える。ユーロやポンドの流動性が高く、再生可能エネルギー向けのローンを希望する金融機関が多く、優良な再エネ資産が限られていることもあり、ローンシンジケーションは募集量超過状態（Over-subscription）にある。融資契約の内容も借入人に有利な状態になっている。従って European Investment Bank などの制度金融機関の助けがなくともファイナンスが成立するようになっている。



オランダ政府はプロジェクトの成立のために、毎年同じ規模の 350MW の案件を 2 件づつ 5 年間行うという、民間事業者が予め人、物、金を投資しやすい状況を作り出している。またオランダ政府は環境影響評価を行い、海底送電線の敷設を送電会社にやらせて、民間の洋上風力発電事業者は洋上の変電所に接続すればよいだけにするというオランダのセントラル方式に見られるように、政府の手厚いコミットメン

トのおかげで洋上風力発電所の入札価格も急速に低下してきている。欧州で入札価格の低下がみられるのは、このような手厚い政府のサポートと明確かつ大規模な導入スケジュールのおかげである（日本では入札による価格低下だけが叫ばれ、政府のサポートや明確かつ大規模な政府の導入スケジュールの議論がなされていないのはまさに不十分としか言いようがない。)。欧州ではついにはオランダ及びドイツで政府補助なしの入札価格で落札が行われている。政府補助がないということは金融機関は売電価格の市場変動リスクに晒されることになる。このような場合の解決策としてプロジェクトボンドによる資金提供や Google、Apple、Facebook、Amazon（GAFA）に代表される Corporate PPA による電気の長期 Offtake を考えなければならない。

翻って日本の洋上風力発電所のファイナンスを見ると、これまでプロジェクト・ファイナンスの事例はなく、初期の案件のファイナンスのためには欧州でも初期のころに見られたような、手厚いスポンサーサポート（工事遅延に備えた、一定限度の株主劣後融資等）を付した形でのプロジェクト・ファイナンスになると思われる。また、欧州の初期に見られた制度金融による下支え（日本でいえば日本政策投資銀行等）も必要になろう。また、洋上風力発電の導入初期にある今後の台湾でのファイナンスの動向が参考になる。ベーカー&マッケンジー法律事務所の台北事務所では現在 6 サイトで約 2GW 相当の洋上風力発電所の開発の支援をしており、進捗に応じて台湾でのファイナンスの経験を日本へ導入したいと考えている。

■総会 Report

第 13 回定時社員総会等報告

－平成 30 年 5 月 30 日開催－

日本風力発電協会　総務部長　千葉　登

一般社団法人日本風力発電協会は、5 月 30 日（水）午後 1 時から、東京都港区芝公園 3 丁目 3 番 1 号の東京プリンスホテル プロビデンスホールにおいて、平成 29 年度の定時社員総会を開催し、総会終了後に成果発表会、さらに懇親会を開催しました。以下にその結果をご報告致します。

１．社員総会

議決権総数 441 個、委任状を含む出席社員の議決権個数 311 個であり、定款に基づき本総会は成立した。

第一号議案　平成 29 年度活動報告及び決算案の承認について

平成 29 年度活動報告について、部会及びタスクフォース（TF）毎に、担当理事が報告を行った。次に 29 年度決算案について、貸借対照表及び損益計算書の説明を千葉総務部長が行った。次いで、足立慎一監事が平成 29 年度の計算書類について各項目調査の結果相違の無いことを報告した。

（採決の結果第一号議案は可決承認された）

第二号議案　平成 30 年度事業計画及び予算案の承認について

平成 30 年度事業計画について、部会及び TF 毎に担当理事が報告を行った。次に 30 年度予算案について千葉総務部長が説明を行った。

（採決の結果第二号議案は可決承認された）

第三号議案　定款改訂について

副代表理事定数を 3 名以内から 4 名以内に変更する改訂提案について総務部長が趣旨説明を行った。

（採決の結果第三号議案は可決承認された）

第四号議案　理事・監事選任について

当期は役員改選期にあたるため、全ての役員は一旦辞任し、新たに再任を含め 20 名の理事候補と 2 名の監事候補が理事会より推薦された。

（採決の結果第四号議案は可決承認された）

以上すべての議案は原案通り可決承認され、議長は午後 1 時 40 分閉会を宣言した。

社員総会の様子

２．成果発表会

総会終了後、午後 2 時から成果発表会が開催され、約 400 名の会員及び来賓が参加された。成果発表会では以下の 5 名の方々が一人 25 分程度の発表を行った。

・洋上風力発電の導入促進に向けて
　　洋上風力導入促進 TF　高橋　孝介
・風力発電メンテナンスに係る人材育成の取り組み　　人材育成推進 TF　角田　雅幸
・系統制約緩和に関する活動報告
　　系統部会　本庄　暢之
・環境部会及び各ワーキンググループの活動報告　　環境部会　山形　秀紀
・ＪＷＰＡの国際・広報活動、グローバルウインドデイ開催報告　国際部会　上田　悦紀

成果発表会の様子

３．懇親会

成果発表会終了後、午後５時半から懇親会が開催され、来賓を含め約 400 名の方々にお集まりいただき盛大に執り行われた。主な来賓としては、自民党からは山本拓議員、柴山昌彦議員、務台俊介議員、佐藤ゆかり議員、秋本真利議員、公明党からは井上義久議員、若松謙維議員、竹谷とし子議員、河野義博議員、国民民主党からは前原誠司議員、泉健太議員が出席され、各政党の代表者より御挨拶いただいた。風力発電推進市町村全国協議会副会長　岩手県葛巻町鈴木重男町長による乾杯のご発声で懇親会が始まり、会員同士の親交を深めた。宴たけなわではあったが午後７時に鈴木和夫副代表理事の中締めでお開きとなった。

公明党　井上義久議員による御挨拶

代表・副代表理事によるお出迎え

国民民主党　前原誠司議員による御挨拶

自由民主党　山本拓議員による御挨拶

風力発電推進市町村全国協議会
鈴木重男副会長による御挨拶

■理事・監事・職員一覧

2018 年 9 月 1 日現在

理事・監事	氏　名	会　社
代 表 理 事	加藤　仁	日本風力開発㈱
副代表理事	鈴木　和夫	㈱日立パワーソリューションズ
副代表理事	安　茂	ジャパン・リニューアブル・エナジー㈱
副代表理事	祓川　清	イオスエンジニアリング＆サービス㈱
副代表理事	梅崎　邦男	㈱ユーラスエナジーホールディングス
専 務 理 事	中村　成人	(一社)日本風力発電協会
理　事	三好　極	電源開発㈱
理　事	庄田　邦彦	エコ・パワー㈱
理　事	内山　倫行	㈱日立製作所
理　事	中野　常夫	三菱重工業㈱
理　事	吉田　悟	㈱北拓
理　事	柴田　英治	㈱日本製鋼所
理　事	藤塚　真也	東芝エネルギーシステムズ㈱
理　事	小西　曉	㈱シーテック
理　事	土谷　学	鹿島建設㈱
理　事	延命　正太郎	㈱東洋設計
理　事	秋吉　清一郎	グリーンパワー㈱
理　事	鈴木　章弘	㈱風力エネルギー研究所
理　事	齋藤　薫	㈱特殊高所技術
理　事	斉藤　長	(一社)日本風力発電協会
監　事	足立　慎一	ＳＯＭＰＯリスケアマネジメント㈱
監　事	小林　一誠	日立造船㈱

職　員

企画部長	斉藤　長
技術部長	海津　信廣
国際・広報部長	上田　悦紀
系統・設備運用部長	相場　茂
総務部長	千葉　登
総務部	柏木　由美

■理事会　Report

理事会報告

日本風力発電協会　総務部長　千葉　登

＜平成 29 年度活動報告＞

１．事業

当期は以下の事業計 7 案件を実行しました。

（1）保険集金業務（共立株式会社）

（2）第 6 回国際風力発電展及び第 1 回関西風力発電展共催（リード エグジビション ジャパン株式会社）

（3）風力発電へのスマートメンテナンス技術活用に関する実態調査(東京大学)

（4）風力発電設備の定期安全管理検査に関する講習会（有料セミナー）

（5）その他 3 案件

２．提言・ヒアリング・陳情

以下の政府系委員会及び政党の部会等において意見表明及びヒアリングの対応を行いました。また、傍聴を行い情報収集に努めました。

（1）経済産業省　再生可能エネルギーの大量導入時代における政策課題に関する研究会

（2）同　再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会

（3）同　新エネルギー小委員会　系統 WG

（4）同　調達価格等算定委員会

（5）電力・ガス取引監視等委員会　送配電網の維持・運用費用の負担の在り方検討 WG

（6）自由民主党　再生可能エネルギー普及拡大議員連盟、他

３．情報の収集と発信

各種情報・データ・資料などをホームページ、メルマガ等で発信しております。

（1）協会誌第 13 号の発行（年 1 回）

（2）日本及び世界の風力発電導入実績の公表

（3）部会と協力して会員向けの各種セミナーを開催（16 回）

（4）WIND EXPO 開催に合わせ来日した海外団体とセミナーを共催・後援（3 回）

４．講師・委員の派遣

各方面からの要請に応じ講演等に講師を、また、政府系委員会に委員を派遣しております。

５．総会、親睦会及び賀詞交歓会の運営

期首会員数：300 期末会員数：338 増加：38

総会及びその後の成果発表会、懇親会の運営を行いました。また、本年 1 月の賀詞交歓会は、多くの来賓がお見えになり、会員と併せ 570 名を超える盛況となりました。

６．その他

（1）「風力発電のある風景フォトコンテスト」の実施

（2）各種講演会、セミナー、イベントなどへの後援・協賛（14 件）

（3）第 6 回国際風力発電展、第 1 回関西風力発電展にブースを出展

（4）グローバルウインドデイ 2017 開催（国内での開催 10 周年）（34 件、過去最多）

（5）風力発電推進市町村全国協議会と風力発電シンポジウム「地域社会と風力発電」共催

＜平成 30 年度事業計画＞

１．事業

当期は以下他計 3 件の継続案件を実行するとともに、新規案件の開拓を目指します。

（1）保険集金業務（共立株式会社）

（2）ウィンドファーム用通信インターフェイス装置開発支援業務（伊藤忠テクノソリューションズ株式会社）

（3）WIND EXPO（国際風力発電展、関西風力発電展）共催（リード エグジビション ジャパン株式会社）

２．提言・ヒアリング・陳情

「風力発電導入ポテンシャルと中期導入目標 V4.3(ビジョン　V4.3)」実現に向けた活動方針「JWPA　WIND　VISION」に従い積極的に提言・陳情を行います。

３．情報発信

各種情報・データ・資料などをホームページ、メルマガ及び冊子等で発信して行きます。

（1）協会誌第 14 号の発行（年 1 回）

（2）日本及び世界の風力発電導入実績の公表

（3）部会と協力して会員向け各種セミナーを開催

４．その他

賀詞交歓会、総会運営、フォトコンテスト、RE2018 への出展、WIND EXPO での情報発信、グローバルウインドデイの企画等、例年同様行っていきます。

■専門部会・専門委員会等 Report

政策部会の活動紹介

政策部会長　**松島 聡**
日本風力開発株式会社　常務執行役員

2017 年度活動報告

定例部会を毎月第 2 水曜日に実施、毎回 50 人程の部会員参席のもとで、スピード感を持って事業環境の改善に対応しました。

（1）FIT・長期導入目標 WG

より良い事業環境を整備すべく、固定価格買取制度及び風力発電の導入拡大に向けた懸案・課題の整理と、その解決に向けた方策を検討した上で、関係各所へ要望活動を行った。

具体的には、2017 年度の調達価格等算定委員会における論点、特に、2020 年度の調達価格の設定に関する要望内容を検討・整理し、同委員会における説明や関係各所への働きかけを行った。

（2）法アセス WG

2013 年度に設置した風力発電に係る環境影響評価の課題に対する検討委員会からの助言書（中間報告）を受け、平成 26 年度からの検討体制であるステアリング機能を有する全体会議において、引き続き、事業者にとって効率的・効果的な環境アセスメントになるよう、課題の整理や今後の対応方針の検討などを行った。

具体的には、基礎情報となる環境影響に関する既存データ等の共有化の仕組みづくり、効果的・効率的な環境アセスメントを行うためのガイド（案）の作成のための検討を行った。

（3）規制緩和 WG

風力発電事業に関連する各法令の開発要件・基準等の見直しの動向把握と、関係各所との意見交換や情報提供を行った。

2018 年度活動計画

各 WG の活動計画を以下に報告します。

1．JWPA 会議室にて毎月 1～2 回開催

2．部会実施体制

統括：　1 名、 副統括：　2 名
部会長：1 名、 副部会長：3 名

3．部会事業計画

風力発電の導入・普及推進における政策的・制度的課題全般について、協会における各方面への情報発信窓口としての役割を担うことを目的として諸活動を展開する。

今年度は昨年度に引き続き、以下の 3 ワーキンググループ（「規制緩和 WG」、「法アセス WG」、「FIT・長期導入目標 WG」）と「各種委員会 WG・広域機関に関する報告」を継続する。

また、国内外の業界動向や知見の集積を効果的に行うため、西村あさひ法律事務所による情報共有の時間も継続することとする。

（1）FIT・長期導入目標 WG

引き続き、固定価格買取制度の適正な運用や風力発電の導入拡大に向けて、より良い事業環境の整備に努める。

（2）法アセス WG

2017 年度までに行った検討内容を充実させて、有効性を高める取り組みを引き続き進めると共に、関係各所への働きかけやコミュニケーションを図る等、積極的な外部発信や必要に応じた要望活動を行う。

（3）規制緩和 WG

風力発電事業の関連法令等に係る規制緩和の動向把握を行い、事業が円滑に進むよう、関係各所への要望活動・情報提供に努める。

（4）各種委員会 WG・広域機関に関する報告

国等の業界に関する動向の情報共有

（5）情報共有（西村あさひ法律事務所）

法律家の視点を交えた業界動向の情報共有

■専門部会・専門委員会等 Report

環境部会の活動紹介

環境部会長　　山形　秀紀
(株)東洋設計　再生可能エネルギー担当

１．環境部会会員

環境部会は現在33社57名で構成されています。

２．平成29年度活動報告概要について

環境部会では平成26年度から「風車音」、「鳥類」及び「環境一般」の３つのワーキンググループ（WG）とともに、これまでの活動を継続展開しました。環境部会は毎月1回の定例部会を開催し、活動報告や取り組みの検討等を行いました。また、各WGでは下記のような活動を主に行いました。

2.1 風車音ＷＧ

①環境省風車騒音測定・評価マニュアル検討会への対応
・関連情報の収集、・環境省資料等の精査・検討、質問・意見集約（パブコメ対応）
②「風車騒音等測定技術講習会」開催
・マニュアル、指針、環境影響評価における取扱いに関する知識技術を会員に普及する講習会を企画・実施
・講習会資料の作成、質疑応答取りまとめ配布を実施
③風車音データ分析
・会員各事業者から提供いただいた風車音データの整理・分析

2.2鳥類ＷＧ

①知見の収集・整理・共有（以下のイベントに参加、環境部会等での報告・共有）
・環境アセスメント学会公開セミナー「陸上風力アセスメントの現状と課題」（5月）
・環境アセスメント学会第16回大会（9月）
・日本鳥学会2017年度大会（9月）
・北海道猛禽類研究会第17回勉強会（11月）
・野鳥の会センシティビティマップシンポジウム（3月）等
②死骸調査整理・解析　事業者提供データ「発電所周辺で発見された鳥類及びコウモリ類の死亡事例に関する情報」について協会・メンバーで秘密保持協定を結び整理。
③行政資料に対する対応等
・「環境省鳥類センシティビティマップ事業」に関して内容を検討。環境省野生生物課と意見交換。検討結果は協会からパブコメ。環境省による全国5カ所での事業者説明会のフォローアップ等

2.3 環境一般ＷＧ

①環境アセスメント図書に関する環境省とのQ&A分析（継続）
a)分析結果を報告書にまとめ、データ提供いただいた事業者に報告
b)経済産業省電力安全課、環境省環境影響評価課などと分析結果に基づく意見交換
「チェックリスト」作成時の参考としていただき一定の評価を得られました。
②有識者意見交換会（継続）
・「風力発電における鳥類影響評価の課題と課題解決のための3次元カメラ手法」電力中央研究所環境科学研究所　竹内　亨 上席研究員　平成29年5月18日
・「風力アセスにおける鳥類のエネルギーロスの影響とその評価」電力中央研究所環境科学研究所 白井正樹 主任研究員　平成29年5月18日
・「風力発電アセス図書におけるリスク評価の課題と手法」徳島大学 河口 洋一 准教授　平成30年3月19日
・「風力発電アセスにおける課題と順応的管理手法の適用」新潟大学 関島 恒夫 教授　平成30年3月26日
③環境アセスメント全般の関連情報の収集・整理・共有

３．平成 30 年度活動計画

風力発電の導入促進に向け、環境面においては風車騒音、バードストライク等の課題への対応、効果的な環境アセスメントの実現が求められますが、このための情報収集、知見の集積、関係官庁等諸機関との連携に努めつつ、諸活動を展開する計画です。各 WG の活動計画は以下の通りです。

3.1 風車音ＷＧ

①計測評価技術タスク

a)事業者よりマニュアルを用いたアセス実務上の問題点、課題等の情報を収集整理

b)風車音の計測評価技術の実務への適用性検討（マニュアルを念頭に）

c)問題点・課題に対する改善策・解決策の検討、会員への発信・普及

②制度政策タスク

a)アセス時に住民への情報提供を念頭に、超低周波音・純音性・振幅変調音などを説明する資料の作成・整備

b)騒音苦情の実態把握と予防策・対応策の整理

③アセス助言書タスク

a)風車音測定分析手法ガイドの改訂

3.2 鳥類ＷＧ

①知見の収集・整理・共有

a）意見交換会

b）イベント参加

c）情報収集・蓄積・共有

②死骸調査整理・解析（事業者提供データ「発電所周辺で発見された鳥類及びコウモリ類の死亡事例に関する情報」の整理・解析・PA 内発表、NEDO 前倒し調査結果との比較・活用）

③普及・啓発：シンポジウムの開催にむけた準備

④その他：行政資料に対する対応等（ガイドライン類に関する意見づくり、必要な意見交換等）

3.3 環境一般ＷＧ

①「環境アセスメント図書に関する環境省との Q&A」の分析

a)前回分析した案件以降の Q&A を環境省より提供いただき、同じ手法で分析

b)経済産業省電力安全課、環境省環境影響評価課などと分析結果に基づく意見交換実運用された「チェックリスト」とＱ＆Ａの傾向変化について評価

②有識者意見交換会（継続）

専門家・有識者を招き、専門分野に関して講演いただくとともに会員との意見交換を実施（年度内 6 回程度開催予定）

③環境アセスメント全般の関連情報の収集・整理・共有

４．部会、ＷＧへのお誘い

今年度は、7 月 24 日に JWPA セミナー「環境アセスメントデータベース（EADAS）活用に関する講習会」を開催するなど、より一層部会・WG の活動が活発になっています。

EADAS 活用に関する講習会の模様

環境部会では、環境アセスメントを中心とした動向や技術情報が豊富にあり、環境省や経産省などとの意見交換会も行われております。各 WG においても最新の情報収集を行い、環境アセスの必要な情報データの収集、検討を行っています。

そこで、協会員の皆様には積極的に部会・WG へ参加いただき、一緒に取り組んで頂ければ幸いです。WG 後には懇親会も時々開催されております。参加ご希望の方は事務局までお願い致します。

■専門部会・専門委員会等 Report

技術部会の活動紹介

技術部会長　　松信　隆
(株)日立製作所　新エネルギーソリューション事業部　新エネ本

1.　技術部会会員

技術部会は現在 67 社 117 名で構成される。

部会員の構成は、事業者 11 社、風車メーカー・代理店 5 社、土木・建築 10 社、電気工事 2 社、輸送・建設 7 社、電気系機器 2 社、機械系機器 5 社、メンテナンス 5 社、コンサルタント 9 社、金融・保険 2 社、その他 9 社となっている。

会員各社は月次の部会並びに各ワーキンググループに所属し、洋上風力関連の技術調査、洋上 O&M の検討、塗装技術の検討、風況評価手法の高度化検討を担当している。

2.　平成 29 年度活動報告概要

2.1.　洋上技術調査 WG

豊富な洋上の風資源を活用し安価な電力を供給可能とすることを目標とし、欧州の撤去の実績や撤去技術、コストの調査を行うとともに、国内の保有技術等の調査を行った。調査結果に基づき、撤去技術の国内洋上風力への適用性の評価やFIT算定条件との相違等を確認し、今後の課題を抽出した。また、洋上風力開発が先行する欧州等の設計、施工、安全対策等の知見を収集、分析し、今後の国内風力開発における課題について検討を行った。

2.2.　洋上 O&M WG

洋上風力発電事業者が洋上風力発電所を理想的に運用し得るように、「国内洋上風力発電設備 O&M ガイドブック」の改訂版を作成した。本年度は各章への情報追加、記事の刷新等を行い記載内容の充実を図った。また、ガイドブックの執筆者等からのプレゼンテーションにより参加企業で情報共有した。主な追加および刷新項目は以下の通り。

・保守業務(古河電工、特殊高所技術)
・安全管理(ニッスイマリン工業)
・事業性(損害保険ジャパン日本興亜、SOMPO リスケアマネジメント、東京海上日動火災保険)
・海外情報(Carbon Trust,SeaRoc)

写真-1　横浜町雲雀平(よこはままちひばりたいら)風力発電所

発電所出力:3 万 2200kW(2300kW×14 基 蓄電池併設型)、発電機:ENERCON 2.3MW、設置者:よこはま風力発電株式会社(出資比率：日立サステナブルエジー株式会社 76%、青森県上北郡横浜町 24%)

2.3. 塗装・防食 WG

長期間、屋外の過酷な環境にさらされる風力発電設備の設備利用率向上を目的とし、国内外に用いられている風力発電設備、特にブレードに用いられている塗料について、現状の課題、塗料性能、規格動向、海外での維持管理方法について調査した。それら情報を活用しうるよう「塗装・防食ガイドブック(仮称)」の作成に取り組んだ。

2.4. 風況検討 WG

風力発電設備に負荷される風荷重を正確に評価し、構成部品の的確な設計ができるよう、リモートセンシング風況測定機器(ライダー・ソーダー)についての情報をまとめた。はじめに、平成27年度に翻訳したMeasnet2009の更新版 Measnet2016について、更新部分の翻訳・審議を行った。次に、風況調査技術リモートセンシング装置に関して詳細に述べられた文献として、国際エネルギー機関(IEA)発行のRecommended Practice 15「風計測リモートセンシング装置」の翻訳・審議を開始した。さらには、リモートセンシングメーカーから情報提供いただき、ライダー・ソーダーの機器の特性や、IEC規格改定に伴う動きの情報をまとめた。

3. 平成 30 年度活動計画

3.1. 洋上技術調査 WG

豊富な洋上の風資源を活用し安価な電力を供給可能とすることを目標とし、継続して国内外の洋上風力開発に関わる知見を収集、分析して、今後の国内洋上風力開発における課題について検討を行い、国内洋上風力開発に適した情報をまとめて、随時関係各所と情報共有をはかっていく。

3.2. 洋上 O&M WG

洋上風力発電事業者が洋上風力発電所を理想的に運用し得るように「国内洋上風力発電設備 O&M ガイドブック」の整備を進める。最終的に各洋上風力発電事業の進捗状況を把握し、O&M の計画と運用に必要な情報を整理し、個別要件や共通要件を区分したうえで適正な O&M の計画と運用についてまとめてゆく。また必要に応じ関係機関等と調整し、本書の位置付を確立させると同時に利用の促進を図る。

3.3. 塗装・防食 WG

長期間、屋外の過酷な環境にさらされる風力発電設備の設備利用率向上を目的とし、塗装・防食技術を調査、検討する。風力発電設備の実態調査を行い、業界のニーズを把握するとともに、要求性能、課題を明確にする。塗装における防食・維持管理について、業界で参考となるよう「塗装・防食ガイドブック(仮)」の作成を継続する。特に、ニーズが高いブレード塗装について詳細な情報が入手できるよう、製品動向、規格動向を把握していく。

3.4. 風況検討 WG

風力発電設備に負荷される風荷重を正確に評価し、構成部品の的確な設計ができるよう、風況測定機器の仕様・特徴、使用実績などの調査、海外の風況関連文書の翻訳、審議などを経て風況観測の精度向上を可能にしていく。

国際エネルギー機関(IEA)発行のRecommended Practice 15「風計測リモートセンシング装置」を翻訳・審議を行う。本文献は、IEC でも参照されているように、国内において広がる風況調査技術リモートセンシング装置に関して詳細に述べられたものである。

さらには、リモートセンシング・風況シミュレーション・風車ウェイクに関する海外風況文書の翻訳、審議等を行い、風況観測技術に関する検討を進める。

■専門部会・専門委員会等 Report

系統部会の活動紹介

系統部会長　　本庄　暢之
電源開発(株)　風力事業部

（１）系統部会について

太陽光や風力は出力が急変するため、電力系統に電圧や周波数面の影響を与えかねないということで、電力会社から大量導入に関して懸念されてきました。太陽光は当初は屋根置きが主と考えられ、今日のようなメガソーラー級の導入はあまり想定されておりませんでしたが、風力は 1999 年に 1MW 級風車が導入されて以降､1 地点で数 MW の設備規模になることから、2000 年代当初から「連系可能量」「抽選」といったキーワードに代表される連系制約を受けてきました。最近の系統 WG での議論においても、電力会社が試算する再エネの出力制限量はとても大きなもので、そのまま収入面に考慮したら事業が成立しなくなる程でした。

しかしながら、国の再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（再エネ NW 小委）において、「再エネ電源を連系した場合の出力制限量は再エネ事業者側で検討のうえ決定し、事業性を判断すべし」という方針が示されました。今後は事業性検討に必要な系統情報を電力会社に開示して頂けることになります。これは風力発電が系統制約の克服を進める大きな一歩に間違いありません。

再エネ NW 小委は、再エネの自立に向けて、再エネ事業者による事業性判定の他、「再エネ電源自体の調整力を向上させ、系統側の負担を軽減すべし」といった提言を行っています。系統部会でも関係会員とともに、風車に周波数制御機能を実装するための検討も進めています。

風力発電が「自立した電源」となるためにも、系統部会の役割は今後もますます重要になると思われます。

（２）2017 年度の活動概要

2017 年も、系統連系制約緩和策検討 TF（系統連系 TF）と連携をとりながら活動してきました。系統部会は JWPA を代表して電力会社やエネ庁対応を担当する系統連系 TF と JWPA 会員の間の組織として、会員の声を TF に繋ぐ役割を果たしました。本年の活動のトピックは

- 北海道と北東北の募プロ対応
- 風車の周波数制御機能の検討
- 出力制御への対応
- ハイブリッド連系の情報共有
- NEDO 雷害調査への協力

といったものになります。

また系統部会では、系統連系関係の情報周知や知見の蓄積を目的として、例年現地見学会やセミナーなども実施しております。現地見学会は、7 月に 24 名が参加して、北海道電力の南早来変電所、京極揚水発電所を見学しました。北海道電力に導入される系統側蓄電池や、再エネの出力変動抑制に貢献する揚水発電所に関する知見を深めることができました。またセミナーについては、京都大学の安田先生、東京大学の斉藤先生を招いて 12 月に開催しました。88 名が参加し盛況でした。

（３）2018 年度の活動計画

系統部会の部会員は、2015 年から 50 名→58 名→64 名と増加しており、2018 年 4 月時点で 67 名でした。2018 年も北海道と北東北の募プロ対応など系統制約緩和の活動は、系統連系 TF と連携をとりながら進める予定です。

2018 年は一部の電力会社で出力制限の開始が予想されることもあり、事業者に対する受給契約の巻直しの働きかけや、電力会社との出力制限の具体的な実施方法の協議といった活動に注力しなければなりません。

また前述の通り、今後は再エネ事業者で事業性判断に必要な系統解析を行わなくてはなりません。その能力育成は系統部会の大きな課題であり、部会員と協力して積極的に取り組みたいと思います。

セミナーや説明会、現地見学会なども例年通り開催し、系統問題に関する会員の知見拡大に貢献したいと考えております。

■専門部会・専門委員会等 Report

国際部会の活動紹介

国際部会長　**内田　行宣**
DNV GL AS 日本支社エナジー部門
カントリーマネージャー

１．国際部会の役割

国際部会は、国内外での日本とJWPAのステータス向上と会員への情報提供を目的に、以下の活動を実施している。

① 海外風力関連情報の収集と配信
② 海外風力団体との交流
③ 国内風力関連情報の海外発信
④ 他の部会・WG, 部会員相互の協調

２．国際部会の開催

毎月１回、第２木曜日に開催して、海外団体照会、国際行事、取材、情報発信などを協議した。毎回約 20 名が出席している。

JWPA 国際部会は、日本風力エネルギー学会(JWEA)国際・広報委員会、及び GWEC Japan 運営委員会も併催して、「合同国際部会」形式で開催している。

３．国際部会員他への情報提供

国際部会員に「国際部会ニュース(世界の風力関連情報)」および加盟団体(GWEC、Wind Europe、WWEA)からの情報を随時配信している。

また, 風力発電の海外動向、GWEC 理事会、国際会議・展示会等の国際行事への参加報告を、JWPA と JWEA の機関誌に寄稿している。

JWPA ウェブサイトでも 85 件(平成 29 年度:日本語 76 件、英語 9 件)のニュース等の情報を提供した。英文版は日本情報の海外発信の役割を果たしている。

４．国際行事への参加と視察団の派遣（平成 29 年度）

7 件の国際行事に参加し、その一部では日本の風力発電の状況に関するプレゼン発表を行った。さらに、平成29年度にはデンマークに洋上風力視察団を 5 月と 8 月の 2 回派遣した(各約 40 人)。平成 30 年度はスペインに派遣する。

① デンマーク洋上風力視察ツアー (5/14～21)(右上の写真)

② AWEA Windpower 2017 (5/22～25 米国カリフォルニア州アナハイム)、及び併催の GWEC 理事会(5/22)に参加
③ RE2017 (7/5～7 パシフィコ横浜)JCRE フォーラム、風力エネルギー分野で発表
④ デンマーク洋上風力視察ツアー (8/27～9/3)、現地 TV ニュースが報道(下写真)

⑤ 関西 WindExpo 2017 第 1 回 (9/20~22 大阪)、併催の風力発電推進市町村全国協議会との風力シンポジウムで過去 10 年間のウインドデイ活動の代表的な開催者を表彰
⑥ China Windpower 2017 (10/16～19 中国・北京)及び併催の GWEC 理事会に参加、日本の洋上風力動向を報告
⑦ WindEurope Summit 2017(11/28～30 オランダ アムステルダム)、ロッテルダム洋上風車基礎工場見学ツアー(12/次写真) を

HHWEと共催

⑧ 3rd Asia Offshore Wind Day in Tokyo (2018/1/25 東京虎の門ヒルズ、下写真)で日本の洋上風力発電について発表

⑨ WindExpo 2018 第 6 回 国際風力発電(2/28-3/2 東京ビックサイト)、前後に 9 件の国際イベントを共催・後援

５．海外風力団体への対応（平成 29 年度）

JWPA は世界風力会議（GWEC）の創設メンバーであり理事資格を有するので、積極的に理事会や関連行事に参加している。

オランダ風車輸出協会（HHWE）とは、2 年間の相互協力の MOU は 2017 年 6 月に満了したが、その後も協力関係は持続しており、複数のイベントを共催した。

ドイツの HamburgMesse 事務局との宣伝協力 LOI（2014 年が初回）も再度の更新を行った。

他ではデンマークやスペインの政府組織・企業ともセミナー開催や情報交換を行った。

最近は欧米企業の日本の風力発電市場（含む洋上風力）への関心が高まっており、来日した際に情報交換を求める会社が多数ある。その一部では、日本事務所を開設して JWPA に加入するケースも出てきている。

① DONG Energy(現 Ørsted)とデンマーク経産大臣を招いての洋上風力セミナー開催(2017/4/24 東京、下写真)

デンマーク経産大臣 Brian Mikkelsen 氏　Dong Energy Jesper Kühn Olesen 氏

② オランダ洋上風力セミナー（10/10 同国大使館、オランダ風車輸出協会 HHWE と共催）
③ 空中風車の Google/Makani Power 社と情報交換会(2018/1/26 JWPA)
④ オランダ洋上風力セミナー（2/26 オランダ大使館、HHWE と共催）
⑤ Make 風力セミナー（3/1）
⑥ Revision2018（3/7 東京）

６．海外への情報発信（平成 29 年度）

海外団体(GWEC,WWEA,IEAWind)・コンサル会社(Navigant、FTI、MAKE、Global Data 等)の Annual Report 用に日本の統計情報とトピックス紹介記事を提供した。

海外団体や海外業界紙(Windpower Monthly、Recharge 等)からの問合せに対し約 100 件の回答や情報提供を行った。

７．事業計画（平成 30 年度）

前年度の活動を継続しつつ、新しい試みも開始。

① 海外の主要な国際会議および GWEC・Wind Europe の行事に積極的に参加。
② 国内外の関係団体からの協力要請(視察団派遣、セミナー開催等)に対応する。
・HHWE との協力。
・Hamburg Messe 事務局との協力。
・デンマーク、スペイン、台湾との協力。
③ 海外団体から招待講演要請に対応する。
④ 海外からの風力関係者の来日に合わせて、交流会を開催する。
⑤ 英語版ホームページの内容充実を図る。

以上

■専門部会・専門委員会等　Report

人材育成推進タスクフォースの活動紹介

TF リーダー　角田 雅幸
㈱日立製作所　自然エネルギー発電運営部

2017 年度活動報告

我が国への風力発電の導入は今後急速に拡大して行くことが想定されており、JWPA Wind Vision Report に提言された通り、風力発電所の開発から運転保守まで、各段階での人材確保が必須です。とりわけ風車のメンテナンス要員の確保（現状の 3 倍から 8 倍程度）と風車メンテナンス技術の質的向上は、風力発電の安全・安定運転確保の観点から喫緊の課題となっています。

風車メンテナンス要員の質的・量的確保を目指し、国や NEDO、JWEA 等の関係機関、また風力発電を推進する自治体等とも協調して人材育成に関する課題を整理するとともに、その解決策を具体的に提案、実行することを目的に 2016 年 9 月より TF を継続しています。

当初確認した方向性に沿って以下の通り活動しました。

(1)アンケート調査の実施
　①資格（既存）の短期集中取得に関するニーズ等を調査
　②研修プログラムに関するニーズ等を調査

(2)資格（既存）の短期集中取得講習の試行
　アンケート結果に基づき、安全に係わる資格（既存）として、技能講習（玉掛け）、特別教育（低圧電気取扱、高圧・特別高圧取扱、巻上げ機の運転）の講習を想定したが、受講者の集まった特別教育（低圧電気取扱、巻上げ機の運転）のみを実施した。

(3)風力発電メンテナンス基礎研修プログラムの策定
　・対象は業界に入った新人、メンテナンス実務経験の浅い初級の技術要員
　・アンケート調査結果に基づき、風車メンテナンスに必要な知識、資格、技能、経験等の要件を整理した。
　・JWPA 会員の要望の最大公約数、共通化でき相互認証できるもの（安全教育、風力発電の基礎）となるよう、研修プログラムを策定した。
　・研修（試行）は 2018 年度に 2 回実施することとし、テキスト策定など準備を行った。

2018 年度活動計画

前年度に引続き以下の通り活動しています。

１．基本的に月 1 回の開催
２．活動体制
　　統括：1 名、リーダー：1 名
　　メンバー：10 名、事務局：2 名
　　オブザーバー：大学、JWEA 等
３．活動内容

(1)資格（既存）の短期集中取得講習の本施行
　・資格（既存）の短期集中取得の昨年の試行結果を踏まえ、特別教育（低圧電気取扱、高圧・特別高圧電気取扱）を実施する。
　・講習は、2 科目で 3 日間、実施時期は 4 月末、7 月末の 2 回を予定する。

(2)風力発電メンテナンス基礎研修プログラムの実施
　・昨年度に策定した試行プログラムにより、試行を実施する。
　・講師、テキストは TF メンバー各社に依頼する。
　・実施時期は 4 月末、8 月初の 2 回を予定。
　・(1)と連続した時期で実施し、受講者の利便性を考慮する。
　・場所は事業者の研修センターをお借りし、実機の見学や工具等の取扱い講習を含めて実施する。

(3)講習・研修の結果をレビューし、次回以降へ反映する。

その他、他機関・団体との情報交換、意見交換を通して基礎研修より内容をレベルアップした講座の開催など適宜活動内容を見直し活動していきます。

■専門部会・専門委員会等　Report

系統連系制約緩和策検討タスクフォースの活動紹介

TF リーダー　　本庄　暢之
電源開発(株)　風力事業部

（１）系統連系制約緩和策検討 TF について

系統連系制約の緩和には、政策、制度、技術面での対応が必要です。そのため政策部会と系統部会を横断する検討組織として、2016 年 9 月に、本 TF が設置されました。TF の主たるターゲットは北海道の系統蓄電池募プロ案件と、北東北の募プロ案件に設定され、統括理事には JWPA を代表して系統 WG 等でも発言頂いている鈴木副代表理事、TF リーダーとして本庄系統部会長、TF メンバーとして、松島政策部会長他、事業者やメーカーコンサルなど 10 名程度を選任して活動を行っています。

本 TF 活動の特徴は、エネ庁や電力会社（電事連や電力中央研究所含む)、広域機関の対応窓口を務めることです。こうした窓口活動は、TF 設立以前は系統部会や事務局が担当してきましたが、臨機応変なものも含め、専門性と機動性の高い活動を行うため、系統連系関連分野で知見の高い会員を集めて活動しています。

（２）2017 年度の活動概要

2017 年は、9 回の委員会の他、エネ庁、広域機関、電力会社及び電力中央研究所との打合せを必要の都度開催しました。

その間系統 WG は第 11 回～第 15 回まで 4 回開催されています。TF は募プロの進捗を注視しつつ、エネ庁や電力会社との調整や要望取りまとめを行いました。

2017 年度の活動のなかで最も重要かつ精力的に取り組んだのは、受給契約の見直しの周知要請活動です。当会が第 6 回系統 WG で提案して採用された、等価時間を考慮した出力制御方式については、実施に当たり受給契約の見直しが必要になることから、当 TF にて風力発電事業者に対して電力会社との覚書を締結して頂くよう周知要請を行いました。2017 年度中に全事業者に契約見直しを完了して頂くよう、各種取組みを進めましたが、残念ながら一部事業者には協力頂けていない状況にあります。

風車の周波数制御機能については、風力発電が電力系統に与える負荷を軽減する方法として、2016 年度に当会から系統 WG に提言していますが、北海道と北東北の募プロで採用される機種への実装を目指し、業界標準仕様の取りまとめや電力会社、エネ庁との調整に当たりました。

北東北募プロでは、北部基幹系統の増強を待たずに風力を連系して頂くことになりました（暫定連系）が、その場合は風力発電の出力増大などの理由で北部基幹系統が過負荷になる際に、暫定連系電源の出力抑制を受入れることが条件となりました。出力抑制量を推定するためには、潮流計算等の解析必要となりますが、その計算は電力会社から開示された情報に基づいて、暫定連系の事業者が行う必要があります。系統解析に知見を有する会員会社の協力を頂き出力抑制量の推定方法を策定し、事業性の検討に対応致しました。

（３）2018 年度の活動計画

2018 年度は、本 TF の活動のターゲットである北海道と北東北の募プロのプロセスが完了し、接続事業者が決定になる見込みです。（ただし北東北の募プロは事業者による出力抑制量推定のため、入札が当初予定から遅れたことから、年度内に募集プロセスが完了するか不明）当 TF もプロセス実施の状況を注視し、必要な対応を行うこととしたいと思います。

2018 年に一部電力会社で出力抑制が開始される見込みであることから、受給契約の見直しの周知要請や出力抑制への対応は引き続き精力的に取組み、最終的には全事業者が JWPA 方式の出力抑制に対応頂けるよう、活動したいと思います。

風車の周波数制御機能についても、北海道や北東北の募プロ案件で実装するとともに、グリッドコード化も視野に入れて活動していく予定です。

系統連系関係は課題も山積しておりますが、本 TF は、北海道と北東北の募プロ対応として設置されたことから、募プロ終了後には一旦区切りを付ける予定としております。

■専門部会・専門委員会等　Report

洋上風力導入推進タスクフォース活動紹介

TF リーダー　　佐藤　郁
戸田建設株式会社　戦略事業推進室エネルギー事業部　副事業部長

１．洋上風力への期待

2018 年 7 月に閣議決定された第 5 次エネルギー基本計画では、再生可能エネルギーを主力電源化していくことが初めて明記された。日本は排他的経済水域の面積が世界第 6 位の海洋国家であり、環境省の 2015 年度報告書によれば、洋上風力発電のポテンシャルは設備容量で約 14 億 kW に達している。

現在のところ、日本の洋上風力発電導入量は欧州に比べてまだ僅かであるが、再生可能エネルギーの本命として、本格的な大量導入の実現とそのための早期の事業環境整備が必要とされている。

２．普及のカギとなる法制化

当タスクフォース（以下、TF）は、昨年度、3 つの分科会（洋上 FIT・導入目標、海域、系統）を設置し、詳細な制度的・技術的課題の洗い出し、課題解決に向けた検討、施策の提案等の活動を行った。TF や分科会での検討をふまえ、洋上風力発電の導入推進に向けた提言をとりまとめ、Wind Expo 2018（国際風力発電展示会）にて公表するとともに、国への要望を行った。

提言の柱の一つである「一般海域の利用に関する根拠法の整備（法制化）」については大きな進展があった。2018 年 3 月 9 日に「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律案」が閣議決定され、第 196 回 通常国会に提出された。

一般海域（領海及び内水のうち、漁港の区域、港湾区域等を除く海域）について、最長 30 年の占用期間、促進区域の設定、海域利用における関係者等との協議の枠組みを設けるなど、海洋再生可能エネルギーの普及拡大に向けた全国統一のルールを定めた国内初の法案である。

これまで長期の海域利用に関する統一的なルールがなく、漁業関係者等との調整枠組みも未整備だったため、地元調整や許認可取得に時間がかかったり、占用期間が短く資金調達が困難であるといったことが普及拡大の障害となっていたが、この法案が成立すれば、国が定めた一定のルール、枠組みのもと、円滑な事業の推進が可能となる。

３．今年度の取組

⑴洋上風力新法分科会

当 TF は、法案成立後に想定される基本方針並びに公募占用指針の策定、海域占用等に係る計画の認定制度の創設を見据え、新たに「洋上風力新法分科会」を設置した。

残念ながら 2018 年 7 月 22 日の国会会期末までの成立が叶わず、洋上風力新法は廃案となったが、次回国会への再提出、及び法案の成立を見据え、TF と分科会の議論を基に JWPA としての洋上風力新法に対する提案を取りまとめる予定である。

⑵洋上風力維持管理分科会

また、国は 2018 年度中に、港湾区域における洋上風力発電設備の維持管理に係る規定を策定予定であることから、JWPA として具体的な提案が必要となるため、当 TF に「洋上風力維持管理分科会」を新設した。

着床式のメンテナンスの実績等を考慮し、関係企業 14 社のメンバーと事務局で構成しており、普及に資する、効率的な維持管理方法の詳細検討及び国への提案を実施する予定である。

４．さいごに

本年 7 月の第 2 回 TF より、加藤仁代表理事からリーダーを引き継ぐこととなった。再生可能エネルギーの主力電源化には、洋上風力発電の普及拡大が欠かせない。TF メンバーと事務局の皆様とともに、具体的かつ実効性のある施策の提案、国への働きかけを進めていきたい。

以上

■専門部会・専門委員会等 Report

コスト競争力強化タスクフォースの活動紹介

TF リーダー　西浦　寛
㈱ユーラスエナジーホールディングス　国内事業企画部長

１．コスト競争力強化ＴＦについて

本TF は、陸上風力発電に関してWind Vision Report 2015で掲げた、2030年までに発電コスト（Levelized Cost of Electricity）約8～9円/kWhを達成するための施策について、再検討や更なる深堀を行い、2030年に向けて風力発電業界としてとるべきアクション（規制緩和・規格標準化・技術開発支援の働きかけ等）及びそのスケジュールを明確化することを目的として、2018年4月より活動を開始しました。

風力発電事業者やメーカー、O&M会社、建設会社等の10社以上が参加し、様々な視点から検討を進めています。

２．活動概要

本TFは傘下に事業開発分科会、O&M分科会、設計・施工・製造・輸送分科会の3分科会を設け、事業開発、O&M、設計・施工・製造・輸送の3つの観点からそれぞれ検討を進めています。TFでは、分科会での議論内容を踏まえ、専門分野を跨いだ横通しでの議論・検討を行っています。

（１）事業開発分科会

Wind Vision Report 2015では、経験曲線（累積生産量の拡大に伴って単位あたりの総コストが低下していくことをモデル化したもの）を7-11%に設定したうえで、コスト低減効果を試算しています。事業開発分科会では、累積導入量の拡大のため、①立地制約、②ファイナンス組成の障害、③開発リードタイム、④25年の事業期間を前提とした課題という4つの視点から、特に立地規制の緩和策を検討しています。具体的には、保安林解除要件の緩和や、農山漁村再生可能エネルギー法における手続きの迅速化、農振除外の要件緩和などのそれぞれの施策について、現状分析、施策実現のための課題洗い出し、課題に対する対策（アクション）の立案等を行っています。

（２）O&M分科会

O&M分科会では、部品価格、部品輸送費等、メンテナンスコスト高の要因をリストアップし、それぞれの要因に対して有効な施策、及び施策実施にあたっての課題を検討しています。ダウンタイムの増加につながっている規制の緩和や、メンテナンス企業同士の業務連携（技術・部品調達）等がコスト低減施策として挙がっています。また、大きなコスト低減効果が期待できる仮設クレーンによる大型重機の代替技術に関しても検討を進めています。

（３）設計・施工・製造・輸送分科会

設計･施工･製造･輸送分科会では､Wind Vision Report 2015において列挙した技術的な施策について、具体的対応策を設定する検討を進めています。メーカーや建設会社、輸送会社で分担して､受風面積50%拡大､長寿命化､ナセル20%軽量化､風車効率5%向上､タワー高25%増加の5つの施策に関する企画書を作成しています。

３．今後の取組み

2018年度の調達価格等算定委員会が開催されると見込まれる2018年9月を目途に、2030年に向けて風力発電業界として推進する施策、アクション、スケジュールを、ひとつのレポートに取り纏める予定です。現在、政策部会FIT・長期導入目標WG主導にて、発電コストに関するアンケート調査を実施していますが、その結果は、本TFにおける2030年に向けたLCOE低減シナリオ検討にあたっても活用する予定です。なお、取り纏めた各アクションに関する継続的取組については、既存の各部会に委ねることを基本方針としています。

■ウインドウズ　オブ　Wind　（風の窓）

洋上風力発電の事業費について

一般社団法人　日本風力発電協会　**海津　信廣**

１．はじめに

再生可能エネルギーは、発電時に CO2 を排出しない純国産のエネルギーであること、近年導入拡大に伴い発電コストが低減していることから、世界的に導入が進んでいる。日本においても、第 5 次エネルギー基本計画で、再生可能エネルギーを「主力電源」と位置付け、大量に導入していく方向性が示された。

再生可能エネルギーの早期大量導入の実現には、以下のことより洋上風力発電が必須となる。

・洋上は導入ポテンシャルが高い
　（着床式だけでも 91GW、図１）
・洋上は大規模な発電設備の建設が可能
　（0.5～1GW 級の大型発電所の代替となりうる）

本稿では、日本における着床式洋上風力発電のコスト試算結果及び発電コスト低減のための方策（提案）について紹介する。

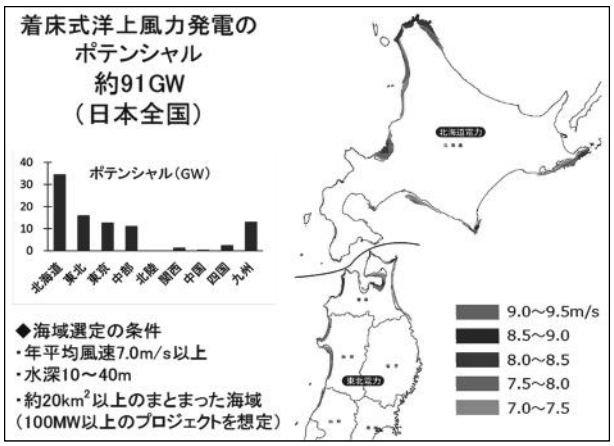


図 1 着床式洋上風力発電のポテンシャル（全国）

２．洋上ウインドファームのコスト試算

2014 年度より、洋上風力発電を対象とした固定買取価格 36 円/kWh が設定された。日本風力発電協会（JWPA）では、この固定買取価格で洋上風力発電事業が成り立つか否か検証するため試算を行った（2014 年）。

2.1 コスト試算の前提条件

コスト試算の前提条件を表 1 に示す。

風車は、今後洋上風力発電で主流になると想定される 5MW 風車を対象とし、発電所出力は洋上に設置する場合の最小の規模相当として 20 基 10 万 kW（100MW）とした。

風車基礎（モノパイル）の諸元は概略設計により設定した。

候補海域は太平洋側の海域とした。波高が高く海象条件が厳しい海域である。風車は沿岸から 0.7km、2km の位置に 2 列で配置した（図２）。

表１　コスト試算の前提条件

区分	項　目	設定値
風車	単機出力・基数	5MW×20 基
	発電所出力	10 万 kW(100MW)
	年平均風速	7.0m/s
	設備利用率	30%
	基礎構造	モノパイル基礎
海域	設置海域	太平洋側
	水深	20m
	地盤	砂質
	波高出現頻度	1.0m：39% 1.5m：69%
インフラ	港湾施設	整備済み(試算に含めず)
	系統接続（陸上送電線）	系統管理者が実施（試算に含めず）
施工船	風車設置等	JUV（自航式）800t 吊級
	稼働時間	24 時間/日（モノパイル打設のみ昼間作業）
撤去	モノパイル・ケーブル	土中部残置

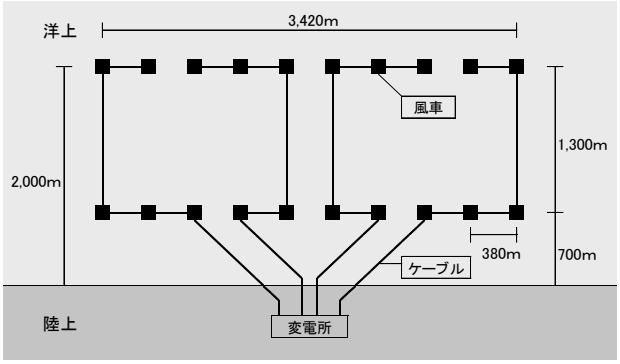


図２　風車の配置

港湾のインフラとして、風車の仮置きヤード、風車の運搬・積み出しに必要となる岸壁は、整備が完了していることを前提とした。

施工船としては、風車・基礎の重量が大きいこと、波浪条件が厳しいこと等を考慮し、大型の自航式 JUV（Jack-up vessel）を用いることとした（作業の限界波高：1.5m）。

施工時間は 24 時間稼働を前提条件とし、モノ

パイル打設のみ昼間施工とした。施工期間は 20 基に対して基礎設置 100 日、風車設置 95 日で、自航式 JUV 1 隻で施工した場合でも、1 年間で海上工事が完了すると想定した。風車 1 基の設置に要する期間は約 10 日/基となる。

コスト試算にあたり、系統接続（陸上部送電線）の費用は含んでいない。また、撤去に関しては、土中部の基礎・ケーブルは残置することを前提とした。

2.2 コスト試算の結果

資本費および運転維持費の試算結果を表２、表３に示す。資本費のうち、風車基礎及び風車（ロータ、ナセル、タワー）の設置費については、現地での気象・海象条件を考慮して積算した。運転維持費は、2MW 機を対象とした FS（NEDO）の結果をもとに、出力比、寸法比により算出した。リスク対応費としては、運転維持の段階で資本費の 2%（稼働後の保険費含む）を見込んだ。試算結果は以下のとおりである。

・資本費：556 千円/kW
・撤去費：47 千円/kW
・運転維持費：19.8 千円/kW/年
・リスク対応費：11.1 千円/kW/年

表２　資本費の内訳（2014 年）

項目		資本費（千円/kW）	備考
調査費①		6	風況調査、アセス、設計
設備費②	風車	210	750t
	基礎	98	1090t
	電気	16	
設置費③	風車	54	
	基礎	58	
	電気他	33	
変電所④		6	設備・設置費
海底ケーブル⑤		35	設備・設置費 16.7km
保険費⑥		14	②＋③の 3%
その他⑦		26	①～⑥の 5%
資本費計		556	
撤去費(土中残置)		47	②＋③の 10%

表３　運転維持費の内訳（2014 年）

項目	運転維持費（千円/kW/年）	備考
点検・運転	11.1	
大規模修繕	7.8	
その他	0.9	O&M 費の 5%
運転維持費計	19.8	
リスク対応費	11.1	資本費の2%（保険費含む）

2.3 売電価格試算の結果

売電価格の試算条件および試算結果を表４に示す。表４には、固定買取価格（FIT）の条件も示した。

IRR は、リスク対応費を見込んでいることから、税引前 IRR を 8%として売電価格を試算した（固定買取価格は IRR10%で算出）。リスク対応費 11.1 千円/kW/年は、IRR に換算すると約 2%となる。違いは、リスクに対する対応力をリターン（IRR）におくか費用（保険費含む）におくかの違いで、試算した売電価格は 36 円/kWh となり、固定買取価格と同等となった。

ただし試算結果は、表 1 に示したように、港湾インフラは整備済み、24 時間施工可能、系統接続は系統管理者が実施、土中部は残置（撤去）等の条件が整うことを前提とした場合のものである。

表４　売電価格試算の条件・結果、FIT との比較

区分	項目	試算	FIT
価格	売電・買取価格(円/kWh)	36	36
	IRR(%)税引前	8	10
発電条件	単機出力	5MW	2MW
	発電所出力(MW)	100	30～100
	売電期間(年)	20	20
コスト条件	資本費(千円/kW)	556	565
	撤去費(%) 対資本費	8.3＊	5.0
	運転維持費(千円/kW/年)	19.8	22.5
	リスク対応費(千円/kW/年)	11.1	－
税率等	固定資産税率(%)	1.4	1.4
	事業税率(%)	1.3	1.289
	インフレ率(%)	1.0	－
	法定耐用年数(年)	17	17

＊20 年間で分割し 2.3 千円/kW/年として試算

３．発電コスト低減の方策

欧州で再生可能エネルギーの導入が進んでいる要因の一つとして、発電コストの低減があげられており、日本においてもコスト低減の要請が強くなってきている。以下に、洋上風力発電におけるコスト低減の方策（提案）を示す。

3.1 国による意欲的で明確な導入目標の設定

洋上風力発電のコスト低減の第一歩は、日本に洋上風力発電の市場を形成することである。洋上風力発電産業の創出、国内外の投資を呼び込むためには、国としての明確な導入目標の設定が必要である。日本風力発電協会（JWPA）では以下の導入目標を提案した。

・10GW（2030 年まで、主に着床式）
・37GW（2050 年まで、着床・浮体式）

日本においては、2030 年の導入目標 10GW のうち半数の約 5GW は、既に建設準備・環境アセス

メント手続き中である。今後、一般海域利用のルールが明確化され、国主導で風車の設置海域の指定等が実施されるようになると、2030 年 10GW 導入の目標を達成することは可能と考えられる（図３）。

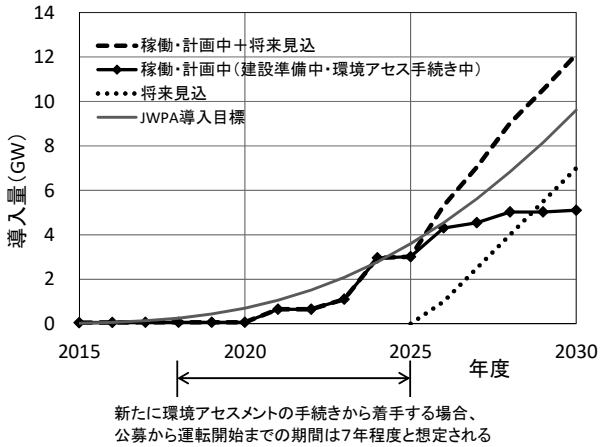


図３　日本における洋上風力発電の導入予想

3.2 洋上風力発電の導入促進に向けた環境整備

欧州では、洋上風力発電の導入実績が 15GW を超えている。年間約 1～3GW のペースで大量導入されており、産業基盤（機器の製造、輸送、据付、港湾、系統連系、保守）が確立している。

日本の洋上風力発電は、欧州と比べて実績・経験が少ない。洋上風力発電の導入促進のためには、事業環境を整えてリスクを排除し、事業の予見性を高めることが必要である（以下①～③）。

①一般海域利用に関する根拠法の整備（法制化）
②国主導による環境整備
　海域調査・環境アセスメント実施、地域との合意形成、系統整備・運用等
③拠点港の整備

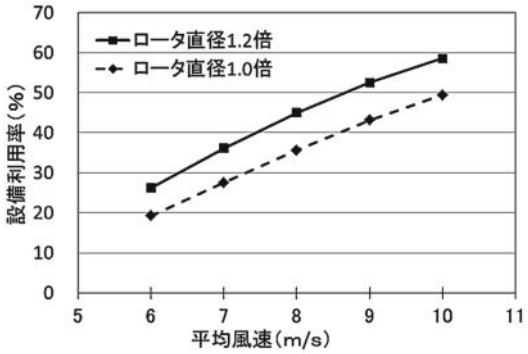
一般海域利用に関する根拠法については、事業を進める上で最も優先される事項であることから、早期の法制化が望まれる。

今後、洋上風力発電が自立した電源となるためには、発電コストの低減が必要となるが、そのための道筋は以下と考える。

①安定・一貫した政策 ⇒ ②導入実現・新産業の創出・日本に適した風力発電技術の開発 ⇒ ③洋上風力発電産業の成熟 ⇒ ④競争環境の実現 ⇒ ⑤価格による入札 ⇒ ⑥風力発電の大量導入 ⇒ ⑦発電コスト低減（LCOE 8～9 円/kWh）

3.3 設備利用率向上のための技術開発

発電電力量は、受風面積（ロータ直径の 2 乗）に比例するため、ロータ直径を大きくすることが設備利用率向上につながる。ロータ直径を大型化した実績によると、設備利用率が 7～9%程度増加している（図４）。日本の風況に合せ、平均風速 7 m/ｓ程度でも設備利用率 40%以上を実現でき、台風など日本の厳しい自然環境にも対応した風車の開発が望まれる。



公表データに基づき JWPA にて試算

図４　設備利用率向上の例（ロータ直径大型化）

3.4 発電コスト低減の試算例

上記 3.1～3.3 で示した事項について、コスト低減の効果を試算した（表５）。

試算にあたっては、固定買取価格 36 円/kWh の前提条件となっているコスト等を現状（ベース）とし、コスト検証 WG から提示されている発電コストレビューシートを用いた [1)]。

発電コストは発電原価（LCOE）に相当しリターンを含まないもので、割引率を 3%、事業税を含まない条件で計算した。固定買取価格 36 円/kWh は発電コスト(24.6)とリターン(税込 11.4)の合計である。

(1) 資本費及び運転維持費のコスト低減

一般に、生産コストは累積生産量の拡大により低減することが知られており、その効果は経験曲線の適用により試算されている。

コスト 2＝コスト 1×(生産量 2/生産量 1)^{b}
　コスト 1：累積生産量が時点 1 のコスト
　コスト 2：累積生産量が時点 2 のコスト
　低減率：累積導入量 2 倍に対するコスト低減率
　習熟率：コスト 2/コスト 1
　べき指数b:習熟率(1－低減率)に対応した定数
　　log(1－低減率)/log(2)

資本費及び運転維持費のコスト低減の効果は、経験曲線における低減率を 9～11%、時点 1 における累積導入量を 2GW として、JWPA 提案の導入目標 10GW 導入時、37GW 導入時の発電コストを試算した。ここで低減率 9～11%は、IEA のレポート（洋上風力発電の低減率 9%）[2)] 等を参考とした。時点 1 の導入量 2GW は、日本では欧州の知見を活用できることから 10 年前（2007 年）における欧州での導入実績を参考として設定した。

発電コストの低減率は、資本費及び運転維持費

の低減率と同じであり、コスト低減の効果は大きい。

資本費及び運転維持費低減のためには、風車の単機出力を大きくして、設置基数を少なくする効果も大きい。欧州では 8MW 級が商用運転を開始しており、さらなる大型化の技術開発が進められている。本稿においては、風車大型化の効果は累積導入量の拡大の内数として扱うこととした。

表５ 発電コスト低減の試算例（要因別）

項目	現状	コスト低減の要因（仮定）		発電コスト低減率(%)
資本費（千円/kW）	565	20%減 *	452	−13
		40%減 **	339	−26
運転維持費（千円/kW/年）	22.5	20%減 *	18.0	−7
		40%減 **	13.5	−14
設備利用率（%）	30	5%増	35	−14 ***
		10%増	40	−25 ***
設計寿命（年）	20	5 年増	25	−10
		10 年増	30	−16

発電コスト低減率：現状 24.6 円/kWh からの低減
* 10GW 導入によるコスト低減効果　** 37GW 導入の効果
*** 設備利用率向上のための設備コスト増は考慮せず

(2) 設備利用率の向上

ロータ直径を大きくすること等により設備利用率が 5%、10%増加した場合の発電コスト低減の効果を試算した。ロータ直径を大きくすると、風車に作用する荷重および設備費が増加する可能性があるが、ここではロータの技術革新等で吸収されるとし、その費用は発電コストには影響しないとした。

(3) 設計寿命の増加

設計寿命が 5 年、10 年増加した場合の発電コスト低減の効果を試算した。設計寿命増加のためには、技術開発や設備・保守費の増加等が必要と考えられるが、ここではその費用は従来の 20 年寿命と同等と仮定した。

(4) 発電コスト低減のまとめ

上記(1)～(3)に示した導入量の増加（37GW）、設備利用率の向上（40%）、設計寿命増加（30 年）が全て達成された場合の発電コストを試算すると 9.3 円/kWh となる。

発電コスト低減の目標は 8～9 円/kWh（LCOE）である。試算の結果から、目標達成のためには導入量の大幅な拡大、設備利用率向上や設計寿命増加のための技術開発等、多くの課題を克服していく必要があることがわかる。

3.5 欧州での発電コスト低減の状況

欧州では、近年入札により事業者を選定する動きが活発化しており、入札価格が低下している。その背景には、洋上風力発電の累積導入量が 15GW を超え洋上風力発電の産業基盤が成熟していること、国主導での海域選定、海域調査、環境アセスメント実施等によるリスク低減の仕組みが構築されていること等、競争する環境が整っていることがあげられる。実際、欧州での本格的な入札は導入量が 10GW を越えた 2015 年以降に開始されている[3]（図５）。競争環境が整った場合には、事業獲得に向けて事業者のリスクとリターンに関する考え方も変わってくるため、競争が促進されコスト低減効果が大きくなると考えられる。

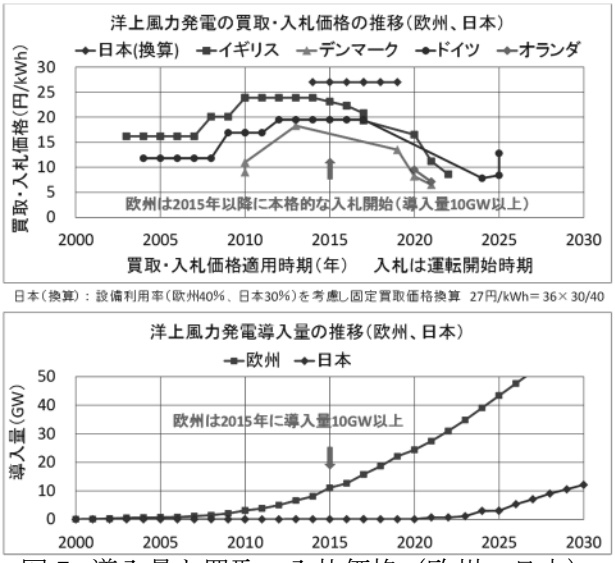


図５ 導入量と買取・入札価格（欧州、日本）

４．まとめ

日本においては、2014 年度に洋上風力発電の固定買取価格が設定されたが、この制度の適用となった洋上風力発電はわずかであり、導入実績は 65MW にとどまっている。

日本では洋上風力発電導入の実績・経験が少ない。再生可能エネルギーの大量導入をはかっていくための第一歩は、国による明確な洋上風力発電の導入目標の設定と根拠法整備等の環境整備である。洋上風力発電の産業が日本に創出され導入が拡大した段階ではおのずと発電コストは低下すると考えられる。

参考文献

1) 長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告（2015.5.26）、発電コストレビューシート（2015.7.16）
2) Technology Roadmap Wind energy、2013 edition、IEA
3) 洋上風力発電の導入促進に向けて、JWPA ホームページ（2018.3.22）

■ウィンドウズ　オブ　Wind（風の窓）

送電線空容量問題の本質を探る

－問題は、技術論ではなく制度設計－

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
特任教授　安田　陽

１．はじめに

「送電線空容量問題」は、日本において再生可能エネルギー（以下、再エネと略）の導入政策を阻む最も喫緊の課題として、クローズアップされている。現在、日本各地で送電線の「空容量」がゼロになったということが電力会社（一般送配電事業者）から公表されつつあり、再エネの発電所を計画・建設しても送電線に接続するには数億円規模の莫大な工事費用を電力会社から請求され、何年も待たされる状態が全国で多く発生している。

経済産業省でもこの事態を重く見て、日本版コネクト＆マネージ（第４章で詳述）の議論をスタートさせており、問題は少しずつ改善の方向に向かいつつあるが、根本的な問題解決には予断を許さない状況が続いている。

本稿では、この送電線空容量問題について、そもそも何故このような問題が日本で発生するのかその根本問題の本質を探り、解決方法について議論する。

なお、本稿は筆者らによる一連の文献[1]-[7]を取りまとめ総括した解説論文であり、同文献と内容・表現の重複があることは予めご留意頂ければ幸いである。

２．送電線空容量問題の技術的・制度的背景

送電線空容量問題は、つい最近にわかに発生したものではなく、既に 2014 年頃にはいくつかの送電線で「空容量がゼロ」になったことが電力会社より発表され、当該のエリアで発電所の建設を考えていた事業者や地域の市民が困惑するという状況は散発的に発生していた。2016 年 5 月 30 日に東北電力が青森・秋田・岩手の 3 県の地域全域に亘って「空容量がゼロ」であることを発表したが [2]、業界内で深刻に問題視されるものの依然としてこの問題を取り上げるメディアも多くなく、この送電線空容量問題が新聞、テレビなどに登場し社会問題として大きくクローズアップされるようになったのは、ようやく 2017 年 9 月、10 月になっていくつかの定量的な分析結果[1]-[2],[9]が公表されてからである。

送電線の「空容量」とは、簡単に言うと「運用容量から実潮流を差し引いたもの」ということができる。ここで運用容量とは、電力広域的運営推進機関（以下、広域機関と略）によると、「電力設備（送電線、変圧器、発電機等）に通常想定し得る故障が発生した場合でも、電力系統の安定的な運用が可能となるよう、予め決めておく連系線の潮流（電気の流れる量）の上限値のこと」[10]と定義されている。

さらに、この運用容量の上限値は、「電力系統を安定的に運用するためには、熱容量等、同期安定性、電圧安定性、周波数維持それぞれの制約要因を考慮する必要があり、4 つの制約要因の限度値のうち最も小さいものを連系線の運用容量としている」[10]とも定められている。この関係を図 1 に示す。

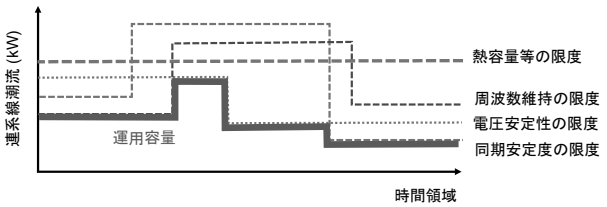


図１　運用容量の考え方
（広域機関の諸資料を元に筆者作成）

この運用容量のいくつかの上限値のうち、熱容量とは、送電線が物理的（熱的）な観点から安全に電流を流せる上限値で、設備容量と呼ばれることもある。一般に発電機やモータ（電動機）で設備容量に対して 100%の出力で運転することも当然想定されており、このことを定格運転というが、送電線は冗長性の設計思想で建設されているため、ある送電線で雷や台風などの影響で突発的に回線故障が発生ときにも安全に電力を送り続けるようにするためには、常時「ある程度」空けておかなければならない。運用容量は周波数や電圧などのさまざまな安

全上の制約がある中で、安全側の最も小さい値を基準に選ばれるため、送電線で万一事故が起こった時にも、停電を発生させず電力の安定供給を維持することが可能となる。

また、「万一系統内の最大設備（例えば 500kV 送電線 1 回線）が故障したとしても安定的に電力系統全体の運用が継続できる」という系統運用の考え方は、N-1（エヌ・マイナス・ワン）基準と呼ばれる。

図 1 のように運用容量が決まると、運用容量を実潮流を差し引いた量が「空容量」として計算できる。図 2 に広域機関で議論された運用容量と空容量の考え方を示す。

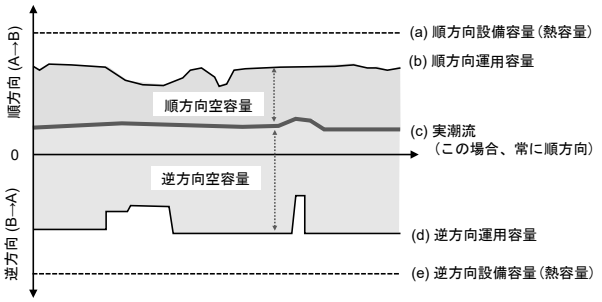


図 2　空容量の考え方
（広域機関の諸資料を元に筆者作成）

上図に示すとおり、空容量は順方向と逆方向の両方向で算出される。また、運用容量や空容量は一つの線路でただ一つ決まるのではなく、時々刻々と変化するものである。広域機関では運用容量は 1 日ごとに公表され（欧州では 1 時間ごと）、実潮流は 30 分ごとの値が公表されている（欧州では 1 時間ごと）。

なお、ここまでの説明あくまで広域機関で議論されている会社間連系線における空容量の考え方であり（ただし図ではマージンの考え方は省略している）、地内送電線における空容量の考え方はこれとは異なり、かつ各電力会社から必ずしも明示的に開示されているわけではないことに留意が必要である。

例えば、山形県に設置されたエネルギー政策推進プログラム見直し検討会における東北電力が提出した資料[11]によると、ローカル系統の空容量の評価は「全ての電源を定格出力にて算出」と明記されている。

また、経済産業省が公表したウェブ資料（スペシャルコンテンツ）[12]では、図 3 のような図も見られ、太陽光・風力・火力・原子力などの全ての電源のピークが同時に発生する最過酷断面を想定しているかのように見受けられる。これも「全ての電源を定格出力にて算出」の発想が色濃く出ている図といえる。

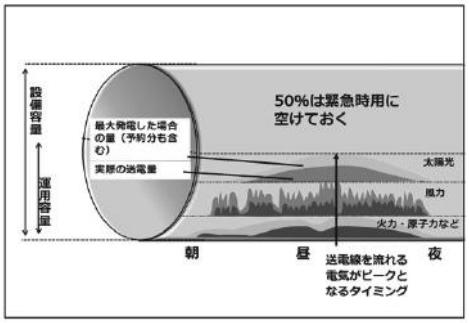


図 3　経済産業省による送電線のイメージの説明[12]

すなわち、広域機関で議論された会社間連系線の「空容量」は実潮流に基づいて算出されているが、各電力会社管内の地内送電線における空容量の算出ルールは十分公開されておらず、場合によっては電源の定格容量に基づき算出されていることがわかる。この連系線と地内送電線でのルールの違い（さらには透明性の違い）は本章の主題である空容量問題の核心的根幹に直結する。この点は、第 4 章で詳述する。

３．送電線空容量問題の実態調査

文献[3],[4]では、送電線の空容量およびそこから算出される実際の送電線利用率について分析が行われている。詳細な説明は文献[4]に譲るとして、本章では実潮流データに基づく送電線空容量の分析について概観する。

3.1 分析対象路線およびデータ

分析に用いられたデータは、広域機関のウェブサイト「系統情報サービス」[13]からダウンロード情報として入手可能なものとして、「地内基幹潮流実績」および「地内基幹送電線運用容量・予想潮流（実績）」の 1 年間分（2016 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日）のデータセットが採用されている。

地内基幹送電線とは、各電力会社の管内で電圧が最も高い上位 2 階級（多くの電力会社では、500kV および 275kV）の基幹となる送電線のことである。本来であれば、一般に太陽光や風力発電が接続することが多い上位 2 つの階級より、低い電圧の送電線（154kV、66kV など）を分析すべきであるが、各電力会社からデータが開示されていないため、上位 2 階級の分析が行われている。文献[4]では、全国電力会社 10 社 399 路線の基幹送電線が分析されている。なお、全国基幹送電線（上位 2 系統）の路線数は後に広域機関が公表し

た文献[14]とは若干異なるが、これは各電力会社が公表する空容量マップに記載された路線名と広域機関が公表した運用容量・実潮流の路線名とに若干の相違があるためである。

また、一般に送電線に事故や故障が発生した場合に供給支障が広域に波及しないかどうかはピーク時（最過酷時）が問題になるため、送電線の利用状況は年間の平均値である利用率だけでなく、瞬間的なピークについても調べる必要がある。各時刻（ここでは 30 分ごと）の利用率の中で年間で最も大きいものを年間最大利用率と呼ぶ。また、実潮流が運用容量を上回っている状態は送電混雑と呼ばれる。現在、電力会社の運用ルールでは、送電混雑が発生しないように運用することになっているが、実際にはいくつかの送電線では、年間わずかな時間であるが送電混雑が発生している。年間で送電混雑が発生する時間の総和は「混雑時間」、また年間 8,760 時間に対する混雑時間の比率は「混雑率」と一般に呼ばれる。

3.2 空容量ゼロ率

利用率の分析に先立ち、各電力会社のウェブサイトで公表されている送電線の「空容量状況」を調査した結果、図 4 のような各電力会社の空容量ゼロ率のグラフとして表すことができる。ここで空容量ゼロ率とは、各電力会社の基幹送電線の中から 2018 年 1 月末時点で「空容量ゼロ」と公表された路線の割合と定義されている。

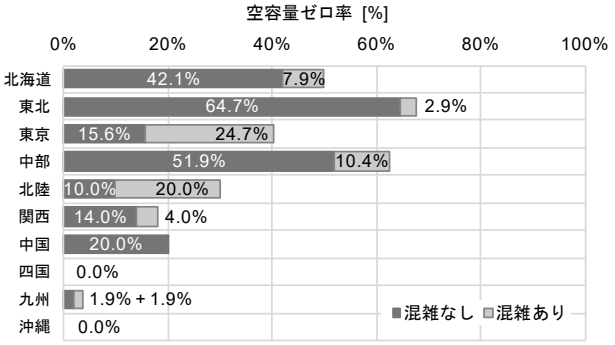


図 4 各電力会社の空容量ゼロ率（基幹送電線上位 2 系統）[4]

このグラフから、空容量率ゼロが最も高いのは東北電力、ついで中部電力で、基幹送電線の 60%以上で「空容量ゼロ」が発生していることがわかる。また、東北では、「空容量ゼロ」なのに実際に混雑が発生している路線の割合は 2.9%しかなく、残りの 64.7%は混雑していないことも明らかになっている。 さらに、東日本は概して空容量ゼロ率が高く、西日本は概して空容量ゼロ率が低い傾向にあることも明らかになった。

なお、現在、広域機関では、「原則的に混雑が発生しない」ことを前提として運用されており[15]、それを理由に新規電源の接続が待たされたり巨額の増強費用の負担が求められたりしているという状況である。しかし、実際には図 4 に見られる通り多くの路線で既に実際に混雑が発生していることになり（さらに図 4 にはないが空容量ゼロではない路線にも混雑が見られる）、「原則的に混雑が発生しない」というそもそもの前提が問題視される。この点も各電力会社ないし広域機関の説明責任が求められる問題である。

3.3 平均利用率

次に図 5 に示すように、基幹送電線上位 2 系統の各路線の利用率の電力会社ごとの平均値を比較する。このグラフから、(i) 全路線平均の棒グラフを比較すると、中三社（東京・中部・関西）がいずれも 20%を超えており、残りはいずれも 10%台である。(ii) 東北、関西、中国は全路線平均よりも空容量ゼロ路線の平均の方が明らかに低い結果となっている、などの情報を得ることができる。

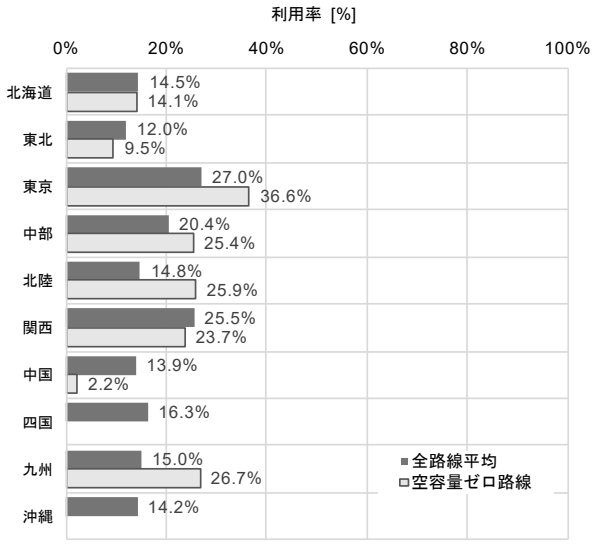


図 5 各電力会社の平均利用率（基幹送電線上位 2 系統）[4]

中三社が相対的に高い利用率となっている理由としては、これらのエリアが大きな需要地を持ち、需要地ではそもそも電力潮流が大きくなる傾向にあること、また需要地では系統構成がメッシュ状になっているため、万一の送電線事故などの際にも迂回路を多数持つことができ、安全のために開けておく容量が相対的に少なく見積れること、などが推測できる。逆に、それ以外のエリアでは、相対的に送電線に空きがあり、むしろ再エネの大量導入に向いている可能性があることが

示唆される。

また、「空容量ゼロ」の路線は、まだ空容量がある路線に比べ利用率が高くなって余裕がないため空容量がゼロになるのだと考えるのが自然であるが、全体平均よりも空容量ゼロ路線の平均の方が却って利用率の平均値が低くなるのは不可解といえる。「なぜ空容量がゼロなのか？」そして「なぜそれが理由に再エネの接続が制限されたり、系統増強費が請求されるのか？」について、合理的で透明性の高い説明が望まれよう。

3.4　空容量ゼロ率と利用率との相関

上述のことをもう少し詳しく分析するために、空容量ゼロ率と平均利用率との相関をそれぞれ取ると図6に示すような相関グラフを得ることができる。

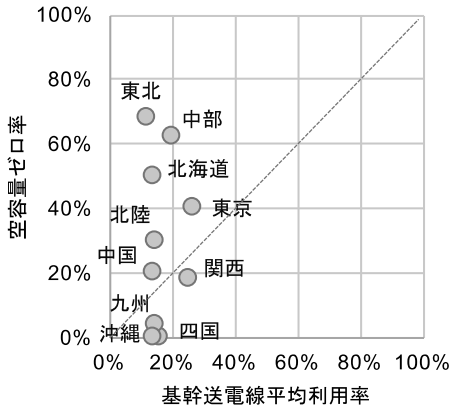


図 6　平均利用率と空容量ゼロ率の相関 [4]

この図から、平均利用率と空容量ゼロ率は相関性がほとんどない（無相関に近い）ことが明らかとなった。特に、東北・中部・北海道は、45 度線より上方に大きく外れていることもわかる。このことは、平均利用率が低い割に空容量ゼロ率が高いことを示している。一方、四国・九州・沖縄は、いずれも 45 度線の下方に分布している。このことは、平均利用率の割に空容量ゼロ率が低いことを示している。

やはりここでも、再エネの大量導入に対する取り組みや系統運用方法に関して、電力会社間で差異が生じていることが伺える。

４．経済産業省および広域機関の対応

4.1 コネクト＆マネージ

一連の送電線空容量問題を受けて（正確にはその以前から）、経済産業省でもこの問題の解決に向けた議論がスタートしている。例えば、2017 年 5 月に開催された「再生可能エネルギーの大量導入時代における政策課題に関する研究会」（第１回）では、「既存系統の更なる活用を促していく、コネクト&マネージの仕組みに見直していくべきではないか」という事務局提出資料[16]も見られている。

コネクト＆マネージはその名の通り、まず接続（コネクト）を許可し、運用面で管理（マネージ）するという方法である。もともと英国で用いられている方式であり、上記資料では「送電網の増強前に接続許可し、出力抑制時には有償」と紹介されている。ここで「有償」とは、出力抑制された逸失電力量を発電事業者に補償することと理解できる。コネクト＆マネージに限らず、再エネの大量導入が進む欧州の他の国では似たような法制度が取られており、むしろ海外では当たり前の合理的な方法論といえる。日本でもこれを徹底しようとする議論が経済産業省の審議会などでも行われるということは、大きな前進であるといえる。

4.2 想定潮流の合理化と N-1 電制、ノンファーム型接続

一方、広域機関でも、2018 年 3 月に『基幹送電線の利用率の考え方及び最大利用率実績について』[14]という公開情報を発表し、「更なる系統利用拡大に向けて」「空容量を拡大していく」「電力潮流の少ない断面の系統利用を促す仕組み」などいう表現を用いながら、利用拡大についての議論が進んでいることがわかる。

同資料では、系統利用拡大の方策として「想定潮流の合理化」「N-1 電制」「ノンファーム型接続」という手法が提案されている（図 7 参照）。

想定潮流の合理化とは、単純に送電端の発電機定格のつみあげ方式ではなく、最大潮流想定の精度を向上させることにより、空容量を増やす試みである。

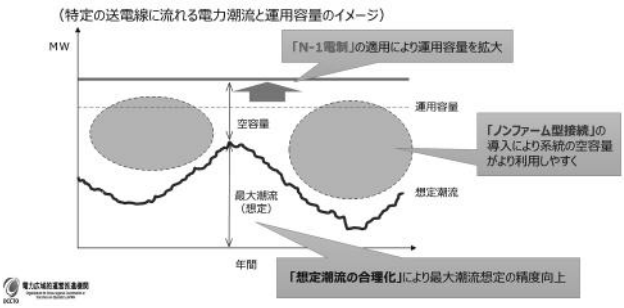


図 7　広域機関による系統利用拡大の方策 [14]

次に、N-1 電制とは、通常 N-1 基準を保っている線路でなんらかの事故が発生し一時的

に N-1 基準から逸脱しそうになる際に（但しこの状態で直ちに系統崩壊が起こりブラックアウトが引き起こされるわけではないことに留意）、特定の電源を制限し、速やかに N-1 状態に回復させる方法である。

また、ノンファーム型接続は別名「非確約型接続」とも言われ、電源の接続は許可されるものの、系統の状況により必ずしもいつでも給電が確約される電源ではない接続契約を意味する。

これらの方法は短期的対処療法としては有効な手法であり、当座の空容量を増やす（すなわち空容量ゼロを減らす）ことに貢献するものと考えられる。これらの対策が速やかに前進することが望まれる。

4.3 間接オークション

しかし一方で、前項で取り上げた「想定潮流の合理化」「N-1 電制」「ノンファーム型接続」は、いずれも現在の「空容量」の概念を踏襲したままとなっており、従来型電源が優先され残された少ない「枠」を新規電源に「できるだけ」分け与える、という発想に留まったままであることに留意が必要である。

広域機関では、この問題を解決するために間接オークションという切り札ともいうべき手段を採用している[17]。ただし、会社間を結ぶ連系線においてのみ議論が進んでおり、一般送配電会社のエリア内の地内送電線に関しては、間接オークションの議論が十分進んでいる形跡はあまり見られない。

間接オークションとは、送電線の使用権が電力市場における電力取引と間接的に連動することから「間接」と名付けられている。ここでは「先着優先」や「既設」といった新規技術の参入障壁を生みやすい不公平で恣意的なカテゴリー分けはなく（図 8）、現在考えられる限りでは最も公平かつ透明性の高い送電線利用ルールといえる。会社間連系線ではこのルールが導入されたのに、なぜ地内（電力会社管内）送電線ではほとんど議論されないか、疑問が残るところである。

これに対して経済産業省は、「もともとの電源や、今は動いていないものの先に申し込みをしていた電源を排除することになれば、これらの電源の「事業の予見性」、つまり、発電事業がビジネスとして成り立つかどうかの見込みが立てられなくなってしまいます」[18]と公式文書で述べている通り、従来型電源の事業予見性に対して「手厚い」配慮を見せている。

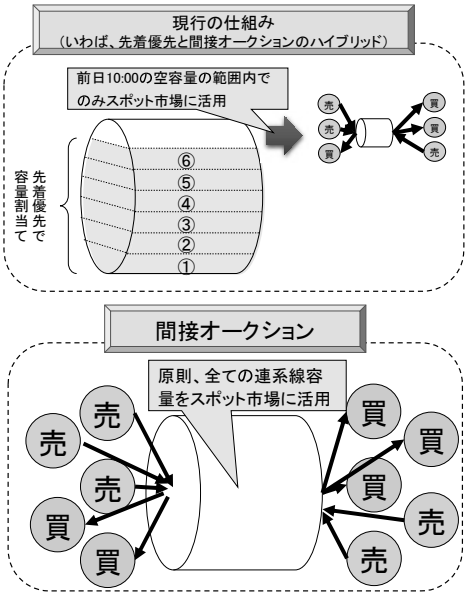


図 8 会社間連系線における
間接オークションのルール [17]

本来、事業の予見性を高めるためには、公平で透明性の高い市場設計が必要とされ、適切に設計された市場での予見性はひとえに経営者の能力に負うところであるが（「排除」されるのではなく単に市場競争に委ねられるだけ）、従来ルールの下でしか予見性を保てないプレーヤーの心配をするとしたら、これは決して公平な市場設計とは言うことができないであろう。

4.4 運用容量データの修正

文献[4]では 2018 年 1 月末時点で広域機関の系統情報公開データダウンロードした情報を元に分析が行われたが、文献[4]の公開後、2018 年 3 月に広域機関から『基幹送電線の利用率の考え方及び最大利用率実績について』という文書が公開され[14]、その中で、

- 広域機関システムにおいて公開している系統情報について、以下のとおり誤解を招く数値が入力されている例があることを確認した。
- 熱容量制約要因の場合は、N-1 故障を考慮し、1 回線熱容量を基本とした運用容量であるべきところ、設備容量値（2 回線熱容量）が入力されているものがあった。
- ループで運用している系統は、ループを構成する送電線のフェンス運用容量で管理しているが、その運用容量が適切に反映さ

れていないものがあった。

- 電圧安定性や同期安定性が制約要因でもあるにもかかわらず、熱容量の限度値が入力されているものがあった。

という形で系統情報に「誤解を招く数値」があることが明らかにされた。ここではこの「誤解を招く数値」について、比較検討を行う。

現在のところ、広域機関の「系統情報サービス」の運用容量実績値データ（各線路に対して1 日ごとに一つの値が与えられる）[13]が過去に遡って修正された形跡は見られていない。また、いくつかの線路では 2018 年 4 月 1 日を境に運用容量実績値の値が明らかに大きく変わっていることが確認されている。

一方、各電力会社から公表された上述の「地内基幹送電線の運用容量一覧表」（参照先は文献[5]の参考文献を参照のこと）は、各線路に対してただ一つの運用容量が記載されている。例えば東北電力では「地内基幹送電線の系統アクセス検討に用いる平常時の運用容量値」という表現も見られるので、これらは文献[4]の「運用容量実績値の年間最大値」に相当すると考えられる（一般に平常時が最大値であり、例外があったとしても稀であるため）。そこで、文献[4]で用いられた 2018 年 1 月末時点の運用容量実績値の年間最大値を「修正前」、各電力会社が 4 月末に公表した運用容量一覧表を「修正後」として、両者を比較することにする。

図 9 は修正前（1 月末時点）と修正後（4 月末）で各電力会社および広域機関から公開されている運用容量がどう変化したかを示したグラフである。図中「容量比」とは、修正前に対する修正後の運用容量の変化率を電力会社ごとに平均値を取ったものである。また、「一致率」とは、各線路で修正前後の運用容量の値が90%以上の（すなわちほとんど変わらない）線路数を各電力会社の基幹送電線数（ここでは広域機関からデータがダウンロードできる線路の数）で割ったものを示している。

図を見ると、東京・中部・北陸・関西・四国はいずれも修正前後の容量比が 90%を超えており、修正は軽微であることがわかる。一方、北海道・東北は容量比が 50%前後となり、全体的に運用容量が半減と、大きな修正があったことが明らかとなる。さらに一致率を見ると、北海道・東北は 0～数%となり、ほとんどすべての線路で修正があったことがわかる。広域機関によると「誤解を招く数値」の原因としては「1 回線熱容量を基本とした運用容量であるべきところ、設備容量値（2 回線熱容量）が入力されているものがあった」（文献[14] p.14）とあるので、北海道と東北のほとんどすべての線路がこれに相当したことになる。

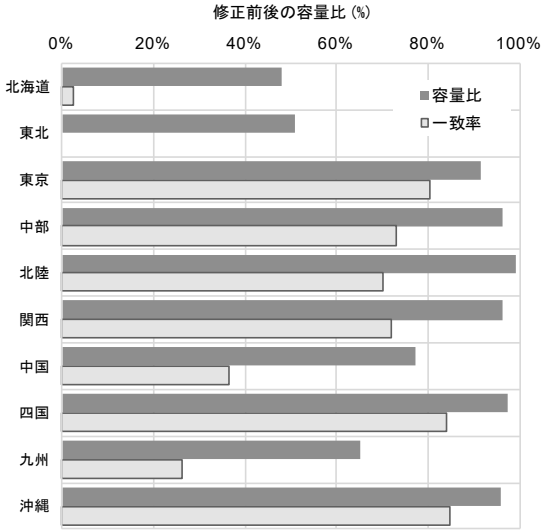


図 9 修正前後の運用容量の容量比と一致率 [6]

図 10 は、図 9 で示した 2 つの指標の相関を取って更にわかりやすく視覚化したグラフである。各電力会社のプロットは A～C 群と大きく 3 つのグループに分けることができ、A 群はほとんど修正のないグループ、B 群はかなりデータが修正されたグループ、C 群はほとんどのデータがすっかり修正されたグループ、と明らかに分類できることがわかる。

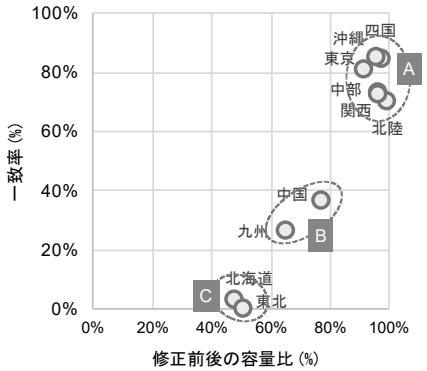


図 10 修正前後の運用容量の容量比と一致率の相関 [6]

このように、利用率の計算の元になる運用容量が変化すると、当然ながら利用率も変わってくる。図 11 は運用容量修正前と修正後の利用率（ただし、実潮流は 2016 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日の値をそのまま利用）の比較グラ

フであるが、修正によって運用容量がほぼ半減した北海道と東北（図 10 の C 群）は、それに反比例する形で利用率をほぼ倍増させていることがわかる。また、図 10 の A 群の電力会社は修正後の利用率も修正前とほとんど変わらない結果となっている。

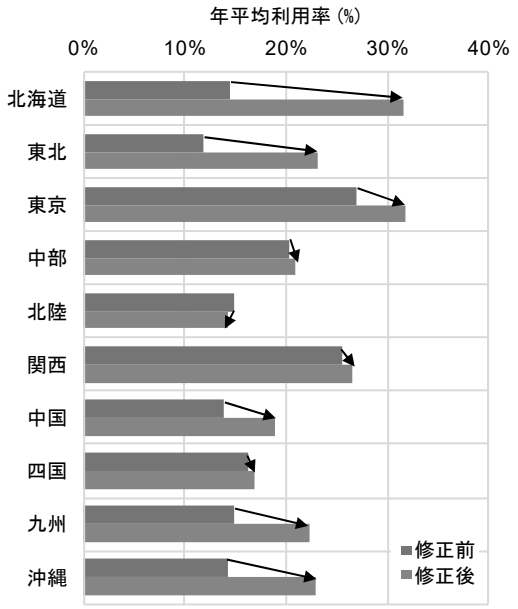


図 11　運用容量修正前後の年平均利用率の比較 [6]

さらに図 12 はデータの修正前後（ただしここでは 2018 年 1 月末と 5 月末時点での比較）で空容量がどのように変化したかを線路数の比率で示したものである。

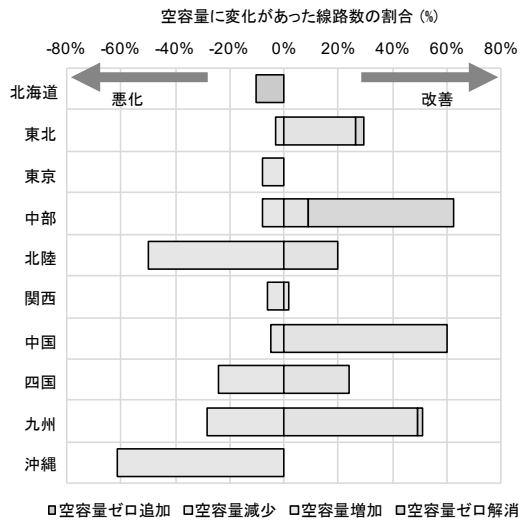


図 12　修正前(1 月末)と修正後(5 月末)の空容量の変化状況 [6]

北海道と東北は図 10 では同じ C 群（ほとんど修正、運用容量半減）であったが、図 12 では空容量の変化状況が正反対になるという興味深い結果となっていることがわかる。また、中部電力は多くの線路で空容量ゼロが解消されている。北陸電力と沖縄電力は空容量が減少した線路数は多いものの、容量の変化は「微減」に留まっている。

もちろん、空容量は必ずしも運用容量だけでなく当該地域の再エネ電源の接続申請状況にも大きく依存するが、全体的に空容量が増加傾向にあるのは、経産省の推進する日本版コネクト＆マネージが少しずつ動き出してきたからだと解釈することも可能である。その中で、北海道のみ空容量ゼロ線路が依然増えているのは特異であるともいえ、この決定がどのようになされたのか更に検証していく必要がある。北海道電力は同社ウェブサイト上で「広域機関から示された「想定潮流合理化」については、詳細検討の結果を反映させて参ります」としており、今後空容量ゼロがどう解消されていくのか注目される。

以上議論したように、ほとんどの運用容量データに修正が必要だったという事実が「誤解を招く」という表現で済まされてよいことなのか、広域機関や当該電力会社の情報公開の信頼性が問われているといえよう。系統情報の重要性については、経済産業省の再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会からも提言されている[19]。ましてや、空容量ゼロを理由に新規電源の接続が大きく制限されている現状で、単に数値を修正したというだけでは済まされず、今後は更に、運用容量の決定方法や空容量の意思決定過程に高い透明性と説明責任が必要とされるだろう。

５．送電線空容量問題の根本原因

前章での議論で、コネクト＆マネージや間接オークションなど、本来系統運用や市場設計のレベルで対応できる対策がなぜか系統接続の可否の議論がすり替わっていることが明らかとなった。しかも、送電会社が将来を見越して自らそのコスト負担して送電線を建設するのではなく、発電事業者にそのコスト負担を求めるのは果たして経済合理性があるだろうか。本章ではこの点を経済学的に考察する。

5.1 接続料金問題：ディープ方式とシャロー方式

送電線の増強コストに関しては、現在「電源募集プロセス」などという形で事前に巨額の負担金を支払うことを誓約させられるなど、一般

的な商習慣からも疑問視される方法が現実に行われている。

確かに、再エネ電源に限らず、どのような電源でも新しい電源を電力系統に接続する場合には、大抵、系統側に何らかの対策や増強が必要となりコストが発生する。また、風力発電や太陽光発電のように出力が自然条件によって変動する電源の場合、その変動を管理するための対策やコストが必然的に発生する。

今まで発送電分離されていない垂直統合された電力システムでは、発電部門も送電部門も同じ会社が所有していたので、どちらがそのコストを負担するかはあまり問題視されなかったが、電力自由化により発電会社が多数生まれ、発送電分離によって発電部門と送電部門の経営が切り離されると、どちらがそのコストを負担するかという問題は非常に重要となる。

このようなコスト負担に対する考え方は、接続料金問題として、欧州では既に 10 年以上の議論の歴史がある。接続料金体系は大きく分類して、ディープ方式とシャロー方式が挙げられる。ディープ方式は発電事業者が負担し、シャロー方式は送電事業者が負担する方式である（ディープ方式およびシャロー方式に関しては、例えば文献[20]を参照のこと）。また、その中間で、一定のルールに従って案分するセミシャローという方式も存在する。

ここで、どの事業者が一時的にそのコストを負担するにしても、最終的にはそれは電力料金や FIT 賦課金という形で最終消費者（≒国民）に転嫁される、ということが重要である。つまりコストを直接的に支払うのは誰かではなく、社会コストをどれだけ増やさずに最適配分し、再エネを最大限導入するかが問題の本質となる。

ディープ方式の場合、系統に十分な空き容量がある場合、系統増強費は請求されないが、先着順のため、これ以上接続すると系統増強費がかかることが判明するとそれ以降申し込んだ発電事業者に系統増強費が全額請求される可能性があり、事業の予見可能性に大きな影響を与えることになる。また、従来型電源が系統増強費を明示的に支払っていないにも関わらず、新規電源には転嫁されやすいことも欠点として挙げられ、このことは再エネの見かけの発電コストや FIT 買取価格を押し上げることになる。

さらに、系統増強費を支払わなければならない発電事業者にとっては、実際に増強されるもの以上の系統増強費を支払っている可能性があり、将来行わなければならない系統増強が、どの新規電源に直接的に関連するのかを正確に決定して正確に案分することは困難なため、あとから接続する発電事業者が無料で系統を利用する可能性もあるという、いわゆるフリーライダー問題にも容易に発展する。このように、ディープ方式には本質的に不公平性と不確実性が内在し、投資上のリスクが存在するという欠点がある。

ディープ方式は公平性の観点から問題点が多く、シャロー方式の方が 再エネ導入を促進する上で有効であることも欧州の経験から明らかになっている。このため、欧州のほとんどの国はシャロー方式（一部はセミシャロー）に移行している。

日本でも電力系統の敷設・増強に係る費用負担ルールに関して議論が行われ、2015 年 11 月には指針（ガイドライン）が制定された[22]。そこでは図 13 に示す通り特定負担、一般負担という用語が用いられており、この 2 つの費用負担区分がディープ方式とシャロー方式に対応する。

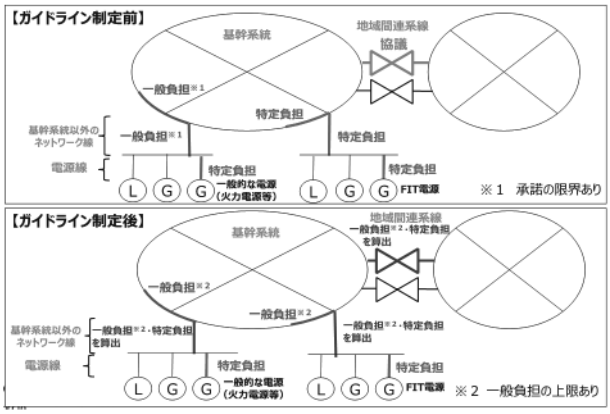


図 13 経産省ガイドラインによる一般負担と特定負担 [21]

このガイドラインの制定により、これまで全額特定負担だった FIT 電源に一般負担が適用されるようになり、従来のディープ方式による不公平性や不透明性はかなり解消される結果となった。その点では確かに評価できるが、依然として一般負担の「上限額」を超える場合や費用負担の一部のみを一般負担とするなど、完全なシャロー方式に移行したとはいえず、公平で非差別的なルール策定の観点からは、ループホール（抜け穴）の存在の懸念がガイドライン制定当初から指摘されていた[20]。

実際、2016 年 3 月には、広域機関の第 11 回広域整備委員会において一般負担の上限の案が提出され[22]、そこでは「地内系統の増強に関わる一般負担の上限額については 4.1 万円/kW を基準とし、電源の設備利用率に応じ、…電源種別ごとに最大受電電力 1kW あたりの一般負担の上限を設定することとしてはどうか」との事務局提案があり、この案がこのまま採用されている。

この結果、特に設備利用率が低いことから一般負担の上限額が低い陸上風力および太陽光の発電事業者に数億円の送電線増強費用が課せられる状況が頻繁に発生し、マスコミにも取り上げられ社会問題となったことは既に述べた通りである。この原因は、経済産業省のガイドラインにおける「一般負担の上限」の許容と、広域機関の「電源種別の一般負担の上限額の決定方法」がセットになって相乗効果を起こしたものといえる。

つまり、本来、特定負担（シャロー方式）で公平で経済効率性のよい方式を「原則」としておきながら、一般負担の上限の名の下にループホールを発生させ、本来設備利用率が低くてもエネルギー回収期間が短くて済む新規技術（即ち再エネ）に、設備利用率を名目に多くの負担額が課されるという不公平性である。

実際、この電源種別の一般負担の上限額は多くの批判を浴びたためか、その後、経済産業省でも議論が進み、2018 年 3 月の「第 4 回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」では「再エネ電源も含め、kW 一律で課金することが原則」「一律の額を 4.1 万円/kW とすることを基本」(p.20)という方針が打ち出された[23]。それを受けて広域機関でも一般負担の上限額の見直しが検討され、2017 年 4 月の第 32 回広域系統整備委員会において上記小委員会の方針に従った見直しの議論が進んでいる[24]。

5.2 原因者負担の原則と受益者負担の原則

前節のように新規発電事業者が電源接続の際に新たに必要となる系統増強費用や変動対策などを負担しなければならないという発想は原因者負担の原則 (Coursers-Pay Principle) と言われている。日本ではこれまで、新設電源に対してこの原因者負担の原則を求める考え方が主流であった。例えば 2015 年 3 月に解散した電力系統利用協議会(ESCJ)のルールには「原因者負担」という用語が明示的に記載されていた[25]。今日に至るまで、設備利用率を名目に一般負担の上限が差別されたり、蓄電池併設などといった形で再エネの変動対策を発電事業者に課すことが正当化されてきたのは、このような考え方に起因すると考えられる。

しかしながら、この考え方は欧州や北米ではこの 10 年の議論を経てすっかり変化しており、再エネの接続に伴う変動対策や系統増強は受益者負担の原則 (BPP: Beneficiary-Pay Principle または Users-Pay Principle) としたてコストを社会化し、電力系統の運用者の責務で対策行った方が最終的に投資コストも最小化され、新規技術の参入障壁も緩和されるという認識になっている。例えば、ドイツの連邦経済エネルギー省や米国連邦エネルギー規制委員会といった海外の規制機関の文書など、「受益者負担」に言及する文献は数多く見られている。

この原因者負担の考え方は、原因（再エネ）と結果（変動性）の因果関係の説明がわかりやすく、一見公平に見えるものの，新規技術に対する高い参入障壁に容易に変貌する可能性がある。出力の変動成分の発生や必要となる系統増強は確かに電源側が問題発生の原因者と見ることもできるが、再エネは単に無駄なコストを発生させるだけではなく、CO_2 排出削減や化石燃料削減などの便益 (benefit)ももたらすからである。実際、例えば IEA では、再エネのコストだけでなく価値（value）の定量化の議論が進んでいる[26]。最終的に消費者や国民に価値や便益をもたらす電源方式（原因者）が、その便益について何ら考慮されずにコスト分だけ負担を強いられているとしたら、これは公平な市場設計とは言えず、新規技術に対する大きな参入障壁となる。

日本では VRE に関する議論では国民のコスト負担ばかりがクローズアップされ、将来の国民にもたらされる便益についての定量的な議論はまだまだ成熟しているとは言えない。それ故、原因者負担の発想が踏襲され続ける原因となりやすいものと考えられる。

幸い日本でも受益者負担の原則に関する議論が進み、広域機関の『送配電等業務指針』[10]では、「受益者」という用語も随所に登場するなど、受益者負担の発想が少しずつ日本にも浸透してきたとも解釈できる。しかし、現時点でも再エネに対して「原因者負担の原則」を当然のように求める言説は少なくなく、この受益者負担の発想が電力産業で浸透するためにはま

だまだ時間を要するものと考えられる。

6. おわりに

本稿では、近年話題となっている「送電線空容量問題」を取り上げ、その問題の発生要因とその取るべき対策について、技術的・制度的観点から分析を行った。送電線空容量問題は、決して空容量があるか/ないか、新規電源（その多くが再エネ）が接続できるか/できないかの表層的問題ではない。

本章での議論をまとめると、そもそもの問題は発生の要因は、①稀頻度事象に対する技術的問題、②実潮流に基づく分析・運用の不在、③必要な対策のコスト割り当ての問題、にあることが明らかになった。また、その対策は上記の①～③に対応する形で、(i)送電線利用に関する情報と意思決定の透明化、(ii)コネクト＆マネージおよび間接オークションの推進、(iii) 受益者負担の原則（一般負担）の徹底、を挙げることができる。

幸い、現在コネクト＆マネージの議論が進み、事態はやや改善する方向に向かっているが、その議論の結論が出る前に、従来のルールに基づく電源募集プロセスの入札が行われようとするなど、公平性の観点から必ずしも適切とはいえない動向も見られ、予断は許さない状況が続いている。この問題は特定の産業界の収益性の問題ではなく、エネルギー政策の公平性と透明性に関わる根幹的な問題である。多くの市民の監視のもと、透明な議論が進み、非差別的で公平なルールを作る議論が今後ますます望まれる。

参考文献

[1] 安田陽・山家公雄: 送電線に「空容量」は本当にないのか？, 京都大学再生可能エネルギー経済学講座コラム, 2017 年 10 月 2 日掲載

[2] 安田陽・山家公雄: 続・送電線に「空容量」は本当にないのか？, 京都大学再生可能エネルギー経済学講座コラム, 2017 年 10 月 5 日掲載

[3] 安田陽・山家公雄: 北海道・東北地方の地内送電線利用率分析と風力発電大量導入に向けた課題, 第 39 回風力エネルギー利用シンポジウム (2017)

[4] 安田陽: 送電線は行列のできるガラガラのそば屋さん, インプレス R&D (2018)

[5] 安田陽:送電線利用率分析と再生可能エネルギー大量導入に向けた送電線利用拡大への示唆, 電気学会新エネルギー・環境/高電圧合同研究会, FTE-18-029, HV-18-076 (2018, 6)

[6] 安田陽: 送電線空容量問題、その後のその後, 京都大学再生可能エネルギー経済学講座コラム, 2018年6月7日掲載

[7] 安田陽: 送電線空容量問題の深層, 環境経済・政策学会 2018 年大会 (2018, 9)

[8] 東北電力: 東北電力:東北北部における系統状況変化について http://www.tohoku-epco.co.jp/jiyuka/04/tou.pdf

[9] 東洋経済新報社: 空き容量はゼロでも送電線はガラガラ, 特集『再エネが接続できない送電線の謎』, 2017 年 9 月 30 日号

[10] 電力広域的運営推進機関: 送配電等業務指針, 平成 29 年 4 月 1 日変更

[11] 山形県エネルギー政策推進プログラム見直し検討委員会: 第 5 回関連質疑応答(2017)

[12] 経済産業省: スペシャルコンテンツ: 送電線「空き容量ゼロ」は本当に「ゼロ」なのか？～再エネ大量導入に向けた取り組み, 2017 年 12 月 26 日

[13] 電力広域的運営推進機関: 系統情報サービス http://occtonet.occto.or.jp/public/dfw/RP11/OCCTO/SD/LOGIN_login

[14] 電力広域的運用機関: 基幹送電線の利用率の考え方及び最大利用率実績について, 2018 年 3 月 12 日

[15] 電力広域的運営推進機関:（長期方針）流通設備効率の向上に向けて, 第 26 回 広域系統整備委員会資料 1-(1), 2017 年 9 月 26 日

[16] 経済産業省: 再生可能エネルギーの大量導入時代における政策課題と次世代ネットワークの在り方, 再生可能エネルギーの大量導入時代における政策課題に関する研究会第 1 回資料 3, 2017 年 5 月 25 日

[17] 電力広域的運営推進機関地域間連系線利用ルール等に関する検討会: 2016 年度 中間取りまとめ, 2016 年 8 月 12 日

[18] 経済産業省: スペシャルコンテンツ:なぜ、「再エネが送電線につなげない」事態が起きるのか？再エネの主力電源化に向けて, 2018 年 3 月 26 日

[19] 経済産業省: 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 中間整理 (2018, 5)

[20] 安田陽: 系統連系問題, 植田和弘・山家公雄編:『再生可能エネルギー政策の国際比較』, 第 6 章, 京都大学学術出版会 (2017)

[21] 経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部: 発電設備の設置に伴う電力系統の増強及び事業者の費用負担の在り方に関する指針 (2015)

[22] 電力広域的運営推進機関 広域系統整備委員会: 一般負担の上限額の設定について, 第 11 回資料 1, 2015 年 3 月 15 日

[23] 経済産業省: 系統制約の克服に向けた対応について（その 3）, 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会第 4 回資料 2, 2018 年 3 月 22 日

[24] 電力広域的運営推進機関: 一般負担の上限額の見直しについて, 広域系統整備委員会第 32 回資料 1, 2018 年 4 月 20 日

[25] 電力系統利用協議会 (ESCJ):「電力系統利用協議会ルール」, 2014 年 12 月 16 日最終改訂【注 : ESCJ は 2015 年 3 月 31 日解散しており、同ルールは失効していることに留意】

[26] 国際エネルギー機関 (IEA): 再生可能エネルギーのシステム統合 ～ベストプラクティスの最新情報 (2018) http://www.nedo.go.jp/library/system_integration_of_renewables.html

■ウインドウズ　オブ　Wind　（風の窓）

スペイン洋上風力視察ツアー（2018 年）の報告

－産業政策と地方再生政策の視点と、日本への示唆－

野村リサーチ・アンド・アドバイザリー㈱　**高橋　浩明**
調査部　主任研究員

1. はじめに

筆者は、2018 年 6 月 30 日から 7 月 9 日の日程で、日本風力発電協会(JWPA)主催のスペイン洋上風力視察ツアーに参加した。今回の視察ツアーは、スペイン政府・産業技術開発センター(CDTI)の協力とアレンジで実施された。視察初日の 7 月 2 日には、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)と CDTI の共催で、洋上風力発電セミナーが開かれ、日本とスペインの関係者が約 160 名参加した。

ツアーでは、スペイン北部のビルバオ周辺と、大西洋上のカナリア諸島を訪問し、洋上風力発電に向けたサプライチェーンと研究開発の現状を見学した。また、マドリッドの給電中央指令室(再生可能エネルギー制御センター)と、スペイン中部にある陸上風力発電所(216MW)の見学を通じて、スペインにおける再生可能エネルギー導入と系統運用の工夫をみた(図表 1)。

日本からの視察ツアー参加者は、開発事業者、コンサルタント、風車メーカー、建設、海運、大学、金融、法律事務所、研究機関など総勢 40 名であった。本稿では、視察ツアーで得た最新の知見を基に、スペインが官民協力で洋上風力発電ビジネスへ取り組む状況を概観し、日本への示唆を提示したいと思う。

（図表 1）JWPA のスペイン視察ツアー
(2018 年)の行程概要

(出所)日本風力発電協会(JWPA)資料より

2. スペインの風力発電の現況

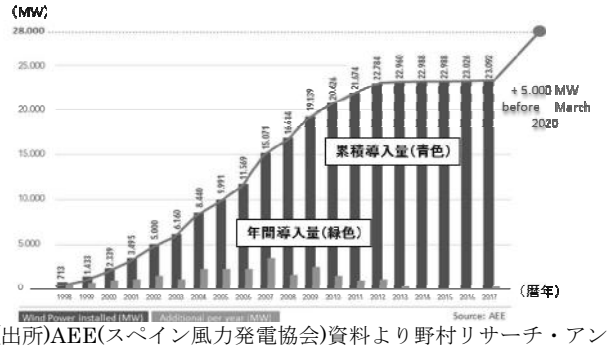
2.1 風力発電の導入状況

スペインは、国土面積が約 51 万㎢(日本の約 1.3 倍)、人口が約 4,600 万人(日本の 3 分の 1 強)である。スペイン本土は、高原や山地に覆われており、島しょ部として、地中海にバレアレス諸島、大西洋にカナリア諸島を有する。

スペインでは、2000 年代に陸上風力発電が急激に導入された。累積導入量は、2000 年末の 2,339MW が 2010 年末には 20GW(20,000MW)を越えた。この間、年間の導入量は 1GW(1,000MW)を越え、2007 年にはピークの約 3GW(3,000MW)の規模となった。2012 年には、累積導入量で 23GW 水準に達し、現状で世界 5 位である(図表 2)。

陸上風力以外でも、太陽光発電や太陽熱発電の導入が進んで、再生可能エネルギーの電源構成(2017 年実績)は 32%に到達している(うち、陸上風力は 18%)。

（図表 2）スペインの風力発電の導入推移



(出所)AEE(スペイン風力発電協会)資料より野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

一方で、スペインにおいて洋上風力発電は、ほとんど導入されていない。2017 年末の累積導入量は、わずかに 5MW(カナリア諸島 1 ヶ所)である。スペインの周辺海域は遠浅が少なく、現在の主流である着床式の洋上風力発電に適した地点が少ないためである(図表 3)。

現在、欧州で拡大している洋上風力発電プロジェクトの立地は北海エリアであり、英国(世界 1 位)、ドイツ(世界 2 位)、デンマーク(世界

4 位)、オランダ(世界 5 位)、ベルギー(世界 6 位)が主要国である。近年は、バルト海でもプロジェクト開発や建設が始まっている。

（図表 3）洋上風力発電の世界ランキング
（2017 年末の累積導入量）

洋上順位		2017年末洋上風力MW	シェア	伸び率	風力全体構成比	合計順位	2017年末風力全体MW	シェア	伸び率
1	英国	6,836	36.3%	32.6%	36.2%	6	18,872	3.5%	29.2%
2	ドイツ	5,355	28.5%	30.4%	9.5%	3	56,132	10.4%	12.2%
3	中国	2,788	14.8%	71.4%	1.5%	1	188,392	34.9%	11.7%
4	デンマーク	1,271	6.8%	0.0%	23.2%	14	5,476	1.0%	4.7%
5	オランダ	1,118	5.9%	0.0%	25.8%	17	4,341	0.8%	0.3%
6	ベルギー	877	4.7%	23.2%	30.8%	22	2,843	0.5%	19.6%
7	スウェーデン	202	1.1%	0.0%	3.0%	12	6,691	1.2%	3.0%
8	ベトナム	99	0.5%	0.0%	50.3%	–	197	0.0%	23.9%
9	フィンランド	92	0.5%	187.5%	4.4%	25	2,071	0.4%	34.6%
10	日本	65	0.3%	8.3%	1.9%	19	3,400	0.6%	5.3%
11	韓国	38	0.2%	8.6%	3.3%	–	1,136	0.2%	10.2%
12	米国	30	0.2%	0.0%	0.0%	2	89,077	16.5%	8.6%
13	アイルランド	25	0.1%	0.0%	0.8%	20	3,127	0.6%	15.8%
14	台湾	8	0.0%	–	1.2%	–	692	0.1%	1.5%
15	スペイン	5	0.0%	0.0%	0.0%	5	23,170	4.3%	0.4%
16	ノルウェー	2	0.0%	0.0%	–	–	1,162	0.2%	38.7%
17	フランス	2	0.0%	–	0.0%	7	13,759	2.6%	14.0%
	世界合計	18,814	100.0%	29.9%	3.5%		539,123	100.0%	10.6%
＜参考:風力全体(陸上+洋上) ベスト5＞									
3	中国					1	188,392	34.9%	11.7%
12	米国					2	89,077	16.5%	8.6%
2	ドイツ					3	56,132	10.4%	12.2%
–	インド					4	32,848	6.1%	14.5%
15	スペイン					5	23,170	4.3%	0.4%
	(その他)						149,504	27.7%	11.0%
						合計	539,123	100.0%	10.6%

(出所)GWEC「GLOBAL WIND REPORT」2017 年版より野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

2.2 逆風にさらされたスペインの風力発電産業

スペインでは、2007 年に、太陽光発電に高い FIT 価格(固定買取価格)を設定したため、導入バブルが発生した。買取りをした送配電会社が、電気料金への転嫁を認められなかったため、巨額の赤字を計上する事態になった。

その後、政権交代などもあり、再生可能エネルギーの導入促進策は、買取価格の引き下げなど修正が加えられた。2012 年には、陸上風力を含め全ての再生可能エネルギーに対する優遇策を打ち切り、FIT 価格も遡及的に切り下げる措置をとった。このため、陸上風力発電の導入がほぼゼロになった(図表 2)。

風車や部品製造、建設、エンジニアリングなどスペインの風力発電業界は大打撃を受けることになった。例えば、数社あったスペイン国産の風力発電装置メーカーは、再編統合や吸収合併で海外メーカーの傘下に続々と入った。国産風車のトップメーカーであった Gamesa(スペイン、SGRE)も、2017 年に、SIEMENS(ドイツ、SIE)の傘下に入り、純粋な国産メーカーは無くなった(図表 4)。

（図表 4）スペインの国産風車メーカーの
再編淘汰

年	事例
2002	GE(米)がEnron-Wind(米、旧独Tacke)を買収
2003	Gemesa(西)、Vestas(デ)との技術提携を解消して独立 GamesaがMade(西)を買収 Vestas(デ、1位)がNEG-Micon(デ、2位)を救済合併 Fuhrlander(独)がPfleiderer(独)と統合 Lagerwey(蘭)が倒産
2004	Siemens(独)がBonus(デ)を買収 Dewind(英)が売却へ→米国資本が買収
2007	Suzlon(印)がRepower(独)の過半数株を取得 Alstom(仏)がEcotecnia(西)を買収 AREVA(仏)がMultibrid(独)を買収
2008	金風科技Goldwind(中)がVensys(独)を買収
2009	STX重工(韓)がZephyros(蘭・日)を買収 大宇造船(韓)がDewind(米)を買収 GE(米)がScanwind(ﾉﾙｳｪｰ)を買収 湘南電機XEMC(中)がDarwind(蘭)を買収
2010	UTC社(米)がClipper(米)を買収 Suzlon(印)がRepower(独)を完全買収(100%株取得) 東芝(日)がUnison(韓)に出資
2012	Enercon(独)がオーナ会社から財団組織に移行 日立(日)が富士重工の風力部門を買収 Fuhrlander(独)がプロジェクト遅延で破産
2013	Winwind(ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ)が破産
2014	Vestas(デ、1位)が三菱重工(日)と洋上JV(MVOW)を設立 GamesaがAreva(仏)と洋上JV(Adwen)を設立 Suzlon(印)がSenvion(旧独Repower)を米投資会社に売却
2015	三菱重工(日)が風車製造を休止 GE(米)がAlstom(仏)のエネルギー部門の買収完了 Samsung(韓)が洋上風車から撤退
2016	Nordex(独)がAcciona(西)を買収完了
2017	Lagerwey(蘭)がRosatom(ロシア)に技術供与の契約 Siemens(独)風力部門とGamesa(西)が合併を完了 仏Adwenは休止に追い込まれる 日本製鋼所(日)が風車の新規販売を休止 仏Vergnetが破産状態へ(事業は管財会社が維持) Enercon(独)がLagerwey(蘭)を買収
2018	大宇造船(韓)がDewind(米)を投資家に売却

(注)赤字は、スペイン(西)国産メーカーの関連事項
(出所)JWPA(日本風力発電協会)資料より野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

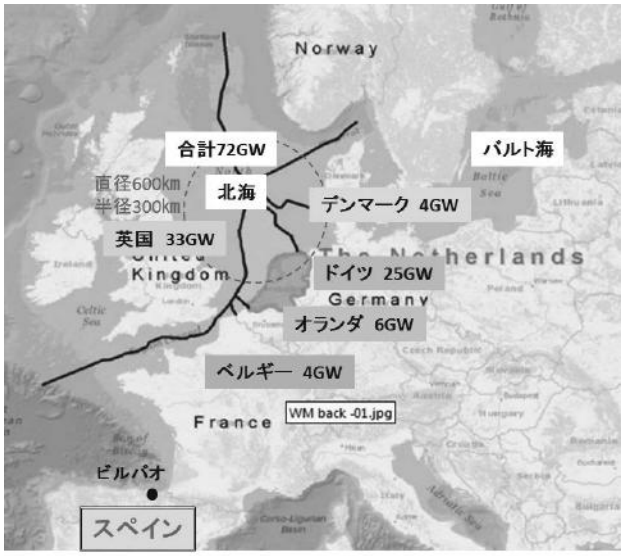
3. スペインの洋上風力発電への取り組み

スペインにおいては、陸上風力発電の大量導入(2000 年代)を背景に、大手の風車メーカーやデベロッパーを頂点とするサプライチェーンが存在する。スペイン風力発電協会(AEE)には約 200 社の企業が加盟している。国内大手の電力会社では、Iberdrola(スペイン、IBE)などが有力デベロッパー(事業者)として、再生可能エネルギー発電ビジネスに積極的に取り組んでいる。スペイン国内の陸上風力発電プロジェクトだけでなく、北海やバルト海での洋上風力発電プロジェクトに参画している。

現在、欧州で拡大する洋上風力発電(着床式)の立地は北海エリアであり、英国、ベルギー、オランダ、ドイツ、デンマークが主要国である。北海は、直径 600 km(半径 300 km)の円に入る。5 か国での将来的な導入目標は合計で 72GW に達し、巨大な市場が予想されている。近年は、デンマークを挟んだ反対側のバルト海でも、洋上風力発電のプロジェクト開発や建設工事が進

んでいる(図表 5)。

（図表 5）欧州の洋上風力発電プロジェクトの主力エリア（北海とバルト海）



(注)北海での各国の洋上風力発電の規模は将来目標
(出所)ロッテルダム港湾局、WIND MINDS 社資料などより野村リサーチ・アンド・アドバイザリー(2015 年)

スペイン自体は、遠浅の適地が少ないため、着床式の洋上風力発電プロジェクトは、今後も期待できない。また、メイン市場である北海やバルト海は、スペインから離れている。北海は、スペイン北部のビルバオからでも、ビスケー湾(大西洋)、イギリス海峡、ドーバー海峡を経て、1,000 km以上の距離がある。バルト海は更に遠隔地である。

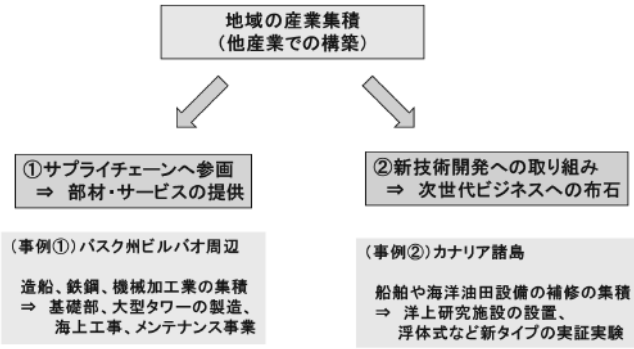
このような状況下で、スペインの洋上風力発電への取り組みは、他の欧州諸国とは趣が異なることになる。自国に洋上風力発電を大量導入する温暖化対策ではなく、産業政策や地方再生政策の比重が大きいといえる。中央政府や州政府と、地元の産業界が、地場産業の特性を生かし、北海やバルト海での洋上風力発電プロジェクトというビジネス機会を取り込む視点である。

具体的には、他産業で作り上げた地域の産業集積を活用して、①洋上風力発電のサプライチェーンに参画し、部材やサービスを提供する方向と、②洋上風力発電の新しい技術開発に取り組んで、次世代ビジネスへの足掛かりを作る方向である(図表 6)。

前者は、造船、鉄鋼、機械加工業から、洋上風力発電の基礎部、大型タワー製造や、海上工事やメンテナンス事業に取り組む事例である。視察ツアーでは、スペイン北部バスク州のビルバオ周辺を訪問し、現地の状況を視察した。

後者は、海洋分野の産業集積を基盤にして、洋上風力発電に関わる研究施設を誘致し、浮体式など新しいタイプの洋上風力発電の実証実験をする事例である。今回の視察では、大西洋上のカナリア諸島を訪問し、取り組み事例を調査した。

（図表 6）スペインの洋上風力発電への取組み



(出所)野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

4. ビルバオの事例（スペイン北部・バスク州）

スペイン北部のバスク州のビルバオでは、過去に培った重工業の基盤を生かした取り組みをしている。ビルバオ周辺は鉄鉱石の産地で、19 世紀から 20 世紀初めにかけて造船業や鉄鋼業が栄えた。その後、これらの重工業は衰退していった。

洋上風力発電の市場拡大に対して、生き残った重工業の企業群から、100 社以上がサプライチェーンへ参画する意欲をみせている。バスク・エナジー・クラスター(1997 年設立の NPO 団体、約 160 社が加入)は、スマートグリッド、省エネ、波力発電など 8 つのテーマを掲げており、洋上風力発電が最重点テーマになっている。

今回の NEDO と CDTI の共催セミナー(7 月 2 日)でも、多くの地元企業がプレゼンテーションをし、展示スペースで個別説明を行った。洋上風力発電の課題解決や、新しいテクノロジーの応用などに取り組む様々なタイプの企業から事業説明を受けた(図表 7)。

（図表 7）オランダの洋上風力プロジェクト

	企業名	設立年	従業員	事業内容
1	Nautilus Floating Solutions	2013年	5人	浮体式の基礎部の開発製造
2	HWS Concreta Towers	2015年	5人	自己昇降式のコンクリート製タワー製造
3	Erreka	1961年	350人	ビスの無いジョイント。遠隔監視が可能。
4	GARAY Group	1993年	42人	腐食対策の表面保護(被覆処理)
5	PROTECTION	2012年	NA	小型軽量の安全装具の製造
6	NEW Solutions	2007年	60人	風力発電の運転データの分析
7	TECNALIA	2010年	1,287人	洋上風力発電のシュミレーション

(出所)各社資料より野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

今回の共催セミナーでは、象徴的な洋上風力発電プロジェクト事例の紹介があった。ドイツのバルト海でのWikingerプロジェクトである。350MW(5MW 機×70 基)の規模で、離岸距離は約35 km、水深は約40m、総投資額は14億ユーロ(約1,800億円)である。

建設地の海底が複雑な地形であったため、基礎部はジャケット方式が採用された。4 本脚か3本脚かの検討では、シンプルな工程(3本脚のメリット)よりも、重量物の安定保持の観点から 4 本脚に決定した。洋上変電所(サブステーション)は6本脚のジャケット基礎である。

事業主体は、スペイン最大手の電力会社Iberdrola(本社・ビルバオ市)で、同社の単独で取り組む初めての本格的な洋上風力発電プロジェクトとなった。Iberdrola が、欧州の巨大マーケットに、他のスペイン企業を引っ張っていく構図といえる。

Iberdrola は、2014年のパイロット計画段階から、スペインの地元企業をサプライチェーンとして活用した。風力発電装置は SIEMENS Gamesa、ジャケット製造はNavantia(スペイン)、基礎接続部とタワーはWINDAR Renovables(スペイン)が担当した。Navantia は造船会社で、溶接技術の強みを生かして、既存のドックを改造してジャケット製造に対応した。同社は、スペイン国内に分散した 3 ヶ所のドック(地中海側のカルタヘナ、大西洋側南部のカディス、北部のガリシア)を利用した。このため、プロジェクト全体での海上輸送は、スペイン各地と、デンマーク、ドイツの拠点港を繋ぐ遠距離で複雑なものとなり、プロジェクト管理で工夫を重ねることになった。

Wikinger プロジェクトでの現地での設置工事での特徴は、海底設置の精度と騒音対策である。洋上風力発電装置の基礎部であるジャケットの設置では、位置精度 10cm であった(4 本の脚は23mの正方形に設置し直径2.6mの4本のパイルを打ち込む)。傾きの許容度は 0.5 度である。騒音対策では、ドイツ政府の厳しい規制(160 デシベル以下)に対して、泡のカーテンによる音干渉や、防音シリンダーによる騒音の封じ込めなどの方法が取られた。

また、セミナーの中では、浮体式に関するセッションがあった。英国・スコットランドのHywind Scotland プロジェクトである。6MW 風車が 5 基で合計 30MW の規模で、事業主体は、equinor(ノルウェー、EQNR)(旧Statoil)である。2017 年 11 月以降の稼働実績データを示し、浮体式での建設と運用におけるノウハウ蓄積状況が説明された。設備利用率は、風況の良い2018年2月が68%で、風況の悪い同5月で48%であった。今後、カナリア諸島で、200MW の浮体式プロジェクトを計画していることが紹介された。

同プロジェクトに参加した地元企業から各分野の説明があった。洋上風力発電装置のSIEMENS Gamesa、浮体式基礎部の組立のNAVACEL(スペイン)、係留索の Vicinay Marine(スペイン)、フランジ製造のEuskalforging(スペイン)である。

浮体式の新しい試みについては、日本から参加した富士ピー・エスから、コンクリート製の浮体基礎部(低重心、セグメント方式)の発表があった。また、地元企業からは、Nautlius(スペイン)とSaitec Offshore Technologies(スペイン)のプレゼンテーションがあった。Saitecは、一点係留で、コンクリート製の二つの船体という浮体式のコンセプトであり、日本での事業展開のため拠点設置を計画している。

以上のように、サプライチェーンに参画しているビルバオ周辺などスペイン企業は、洋上風力発電の主要市場である北海やバルト海からは離れており、沿岸国の企業に比べると、輸送コストの面で不利である。スペインの人件費メリットも、以前ほど、他の欧州諸国と比べて優位性があるわけでない。

それに対して、スペイン企業は、他国にない大型加工設備の活用や、ロボット化による生産性向上で対抗している。基礎部、タワー、フランジ、係留索などの製造拠点となっており、次章以降で、訪問企業での具体的な事例を紹介する。

4.1 事例①～Haizea Wind(タワーの製造)

Haizea Wind Group(スペイン)は、2016年設立で、従業員数が150人超の風力発電用タワーとモノパイル(基礎部)の製造会社である。2018年5月23日に開所した新工場を見学した。工場の立地は、ビルバオ港の出口近くであり、工場周辺は出荷前のナセルやブレードが集積した港湾拠点になっている。

新工場は3つのエリアに分かれており、奥行き500m、横幅105m(35m×3)、高さ22mの広大なスペースで、直径 10m 以上の大型のタワーを製造している。鋼板材料を受け入れて、適当な長さにプラスマカッターで切断し、曲げ加

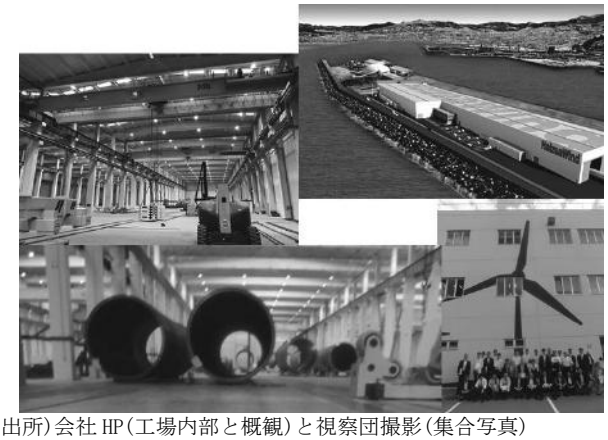
工(厚さ 145 ㎜まで可能)と溶接で、ひとつのセクションを作る。3 セクション以上で 1 つのタワーを製造する。セクションとフランジをロボットで自動溶接する。フランジ部分でセクションを接合する(図表 8)。

溶接の検査後に、ショットブラスト工程で錆などを落とし、亜鉛メッキ工程で酸化防止処理をし、塗装と最終組立工程(階段やハシゴの組み付け)を経て完成する。

当工場の生産能力は年産 300 セクションである。3 つの工場スペースのうち 1 エリアは丸々空いている。2018 年 11 月には、モノパイル(長さ 100m クラス)の製造設備が入る予定である。

工場スタッフによると、北海沿岸の同業他社に比べて、輸送コストを加えても価格競争力では負けないとのことである。工場を見学した感想では、余裕を持った工場レイアウトと、自動化・省力化の設備投資で、生産性を高めていることがコスト競争力の要因と思われる。自動溶接ロボットや移動台車は、motofil robotics(ポルトガル)製品を導入している。

(図表 8) Haizea Wind のタワー工場
(ビルバオ港エリア)



(出所)会社 HP(工場内部と概観)と視察団撮影(集合写真)

4.2 事例②～Euskalforging(フランジの製造)

Euskalforging は、1969 年設立、従業員は 177 人で、風車タワー用フランジ(継手)などの大型部品の鍛造加工を行っている。ビルバオ河口近くに工場がある。工場近くに、かつては高炉があり、関連産業が栄えたが、その後衰退した。当社は、生き残りに成功した 1 社である。

生産工程は重工業の色彩が強い。鉄鋼など素材(円筒状)を 1,024～1,028℃に熱し、1 万トン級のプレス機械で中央に穴を開けて円盤状にする。次の工程で、直径 8m までリング状に広げる。この工程の 4 台の機械のうち 1 台は、欧州で 2 番目の大型機(ドイツ製)という。

水冷か空冷後に、リング状の大型部品を、大型の立形旋盤で機械加工を行う。工場見学では 5 台以上の大型の立形旋盤がみえた。また、欧州で 1 位 2 位を争うサイズの水平研磨加工機(直径 12m まで対応可能)も保有している。焼き入れ後に、部品として完成する。

当社は、洋上風力発電の大型タワー用フランジの他、大型ボールベアリングの内外径部品や、石油精製工場の部品などを生産している。当社は、熱間鍛造や機械加工での超大型の機械設備を武器にして、洋上風力発電のサプライチェーンへの参画に成功した事例といえる。

4.3 事例③～Vicinay Marine(係留索の製造)

Vicinay Marine は、2005 年設立、グループ従業員数 400 人の係留索(チェーン)の製造会社である。Euskalforging と同じく、ビルバオ河口近くに工場があり、地域産業の衰退の中で、生き残りに成功した 1 社である。海洋油田リグ向け係留索がメインであるが、近年、浮体式洋上風力発電向けに納入を始めている。

ニッケル、クロム、バナジウムなどの入った特殊合金素材(棒材)を受入れ、検査後に、ファナック(6954)製のロボットで適切な長さに切断する。無人搬送車で、チェーン製造工程に運ばれる(図表 9)。

チェーン製造装置は世界最大である(直径 20m ほどの大きさ)。切断後の棒材を 900 度に加熱し、引っ張りながら曲げて、繋げて輪状部品(100kg～900kg)を製造する。ゆっくりとした生産ペースである。その後、人手で表面の異物を除去し、ファナックの自動溶接ロボットで、輪状部品を結合しながら溶接する。溶接時の位置決め精度が重要である。2 列並行で生産し、チェーンが 2 本出てくる。輪状部品は全数チェック(超音波テスト)し、不良品は外して正常品に入れ替える(不良率は 0.05%)。熱処理後に最終チェックして完成となる(塗装するケースもある)。

浮体式の洋上風力発電向け係留索での受注実績は、Hywind Scotland プロジェクトのほか、英国・スコットランドの Kincardine プロジェクト(48MW、2018 年予定)とポルトガルの WindFloat Atlantic プロジェクト(30MW、2018 年～2019 年予定)であり、フランスのプロジェクト(100MW、2020 年予定)でも話し合いをしているという。技術力や品質管理に加えて、自動ロボットや無人搬送車の導入で、人手をかけな

い生産性の高さが受注獲得のポイントと推測される。

（図表 9）Vicinay Marine のチェーン工場

(出所)当社 HP(生産工程)と筆者撮影(工場外観とチェーン在庫品)

4.4 事例④～WINDBOX(風力発電の研究連携)

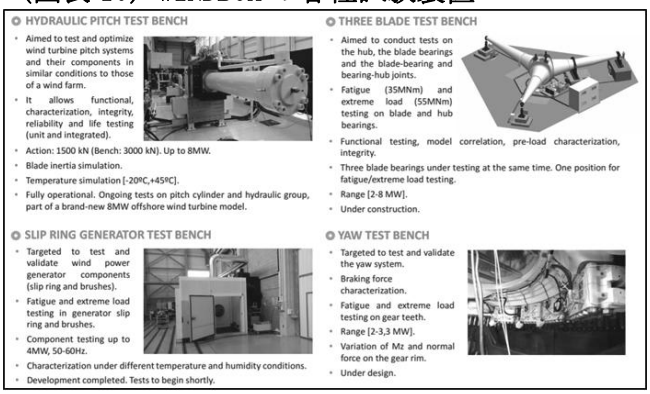
ビルバオ近郊の中山間部の小高い丘の上に、7 つの研究機関のアライアンス組織である IK4-TEKNIKER(NPO 団体)の研究センターがある。2017 年の総売上高は 2,900 万ユーロ(約 38 億円)、スタッフ数は 266 人である。先端生産技術、表面特性技術、ICT などが研究テーマである。

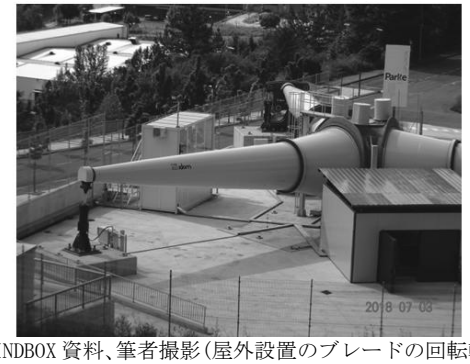
2015 年に、バスク州の風力発電業界の関連企業 7 社と NPO 団体(バスク・エナジー・クラスター)が先端分野の研究開発連携を結び、IK4-TEKNIKER の研究センターの中に、プロトタイプ機の試験設備を導入した(WINDBOX プロジェクト)。設備投資費用に対して、バスク州政府や自治体から 35%の補助金が出ている。関連企業 7 社のうち SIEMENS Gamesa が大きな役割を担っている(図表 10)。

風力発電装置のプロトタイプ機における「油圧ピッチ制御システム」、「発電機のスリップリング(回転コネクタ)やブラシ」、「ブレード(羽根)の回転軸受(ピッチ制御)」試験装置が設置・稼働中であり、「ヨー軸制御システム」の試験装置が設置準備中である。

このうち、「ブレード(羽根)の回転軸受(ピッチ制御)」の試験装置は屋外に置かれている。ブレード(羽根)にかかる荷重を、二つのシリンダー(縦方向と横方向の力)で加えて、模擬試験を行う。様々な荷重パターンを実際に加えて、ピッチ制御用の回転軸受の変形や疲労状況を、ひずみセンサーで計測し、データ解析するテストである。8MW の洋上風力発電装置を想定している。試験装置の投資費用は約 5 億円という。

（図表 10）WINDBOX の各種試験装置





(出所)WINDBOX 資料、筆者撮影(屋外設置のブレードの回転軸受試験装置)

4.5 事例⑤～SIEMENS Gamesa(ブレードの製造)

風力発電装置メーカーである SIEMENS Gamesa のブレード(羽根)工場(Aoiz 工場)を見学した。Aoiz 工場は 2010 年完成で、本社(Pamplona)から約 20 ㎞、積出港のビルバオ港から 180 ㎞離れている(現状は、ブレード製品ほぼ全て輸出している)。総敷地面積は 9 万㎡で、ラミネーション工場が 17,000 ㎡で、最終仕上げ工場が 7,800 ㎡である。従業員は 380 人、内訳は、工場作業者が 320 人、スタッフが 60 人で、工場作業者は週 18 シフト(1 日 3 交代)、日曜日 22 時から土曜日 22 時までの勤務体系である。ほとんどの従業員は近隣から通勤している。

当工場の生産品目は、G132(3.3MW と 5MW)と G126(2.5MW)のブレードで、陸上風力発電用である。月間の生産能力は 7 ブレードである。

当工場のブレード生産方式は、プリプレグ法(糊付けして溶かして固める)ではなく、インフージョン法(部材を積層して真空引きで糊を引き入れる)である。

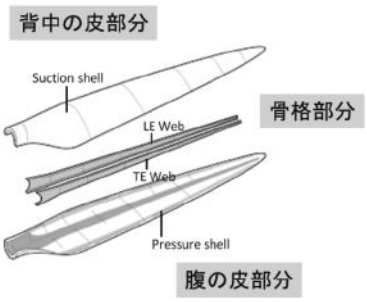
具体的な生産方式は、以下の通りである。ラミネーション工程で、個別部品単位で、必要強度に合わせてグラスファイバーを積層し、ビニールでカバーし、レジン(糊)を真空引きして固めて作っている。グラスファイバーの積層は、人手がメインであり、自動化はされてない。レ

ジン注入時間は、短い羽根で 45 分、長い羽根で3時間、レジン固化時間は2～8時間である。「腹の皮部分」、「骨格部分」、「背中の皮部分」の 3 つを張り合わせてブレードの形となる(技術用語ではなく、分かりやすい表現にした)。その後、Machining 工程でボルト用の穴などを加工し、表面処理、塗装をして完成となる。塗装は2回塗であり、その都度、塗装ラインにブレードを出し入れするという(図表 11)。

品質チェックは、工程ごとに実施している。工程によって異なるが、含侵状態の目視検査、測定検査、重量検査、超音波検査、サーモグラフィによる熱検査を行っている。ブレード両側の「皮部分」と「骨格部分」の接触部分は、強度面で重要箇所なので、超音波検査を行っている。張り合わせが不十分ならば、注射器などを使って接着を強化して補修する。

工場内は清掃が行き届き、3S(整理・整頓・清潔)が徹底しており、現場のモラルが高い印象であった。また、今回の視察では、かなりの時間をかけて、現場見学と、説明・質疑応答が行われ、非常に丁寧な対応であった。日本の風力発電関係者への関心と期待の高さが感じられた(図表 12)。

（図表 11）ブレードの生産方法



(注)皮部分や骨格部分は技術用語ではなく、分かりやすい表現として用いている
(出所)各種資料などから野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

（図表 12）SIEMENS Gamesa のブレード工場（Aoiz 工場）

(出所)当社 HP(生産工程)と視察団撮影(工場外観)

5. カナリア諸島の事例(大西洋上)

カナリア諸島は、スペイン本土(イベリア半島)から南西へ約 1,100 ㎞離れた大西洋上にある。首都マドリッドからは約 1,800 ㎞、空路で約 3 時間かかる(東京から上海までの距離にほぼ等しい)。アフリカ大陸の北西部まで 115 ㎞と近い。8 つの島からなりカナリア自治州を構成し、総面積は 7,447 ㎢(ほぼ宮城県と同じ)、人口は約 210 万人、年間の観光客数は 1,600 万人である。観光客は、スペイン国内、英国やドイツなど欧州諸国が中心で、日本人は少ない。気候は温暖で、年間の平均気温は約 21℃である。在留日本人は約 200 人である。

今回訪問したグラン・カナリア島は人口 84 万人で、カナリア諸島でテネリフェ島(同 89 万人)に次ぐ 2 番目の大きさ(人口、面積とも)である。中心都市はラスパルマス市(人口 38 万人)で州都のひとつである(ほぼ 4 年に一度、テネリフェ島のサンタクルス市と州都交代)。

ラスパルマス港は、大西洋のほぼ中央に位置し、欧州、北南米、アフリカを結ぶハブ港の役割を担い、船舶運用や修繕が産業となっている。また、西アフリカ沖の海洋油田掘削設備の補修基地となっており、主要産業のひとつである。このような海洋関係の産業基盤を生かして、カナリア諸島の官民が連携して、洋上風力発電に関わる研究開発機能を担おうと試みている。

また、カナリア諸島は水不足問題を抱えており、電力需要の 13%は海水淡水化に使用されている。観光客の増加で電力需要が増加しており、新たな電源確保も課題である。これらに対して、州政府の戦略として、再生可能エネルギーの強化を掲げている。現状の再生可能エネルギー比率(2014 年の電力総需要 90 億 kWh に対して)は 9%で、主力の風力発電の導入量は陸上のみで 170WM、ソーラー発電は 180MW である(図表 13)。

2025 年の目標では、再生可能エネルギー比率は 45%(電力総需要 109 億 kWh)へ高める。風力発電の増強が成否のカギである。風力発電の累積導入量は、陸上で 1,025MW(増加量 855MW)、洋上で 310MW(同 310MW)である。洋上風力発電は地形上、浮体式での導入が中心になるとみられる。

このように、カナリア諸島では、洋上風力発電の研究開発の機能強化で、浮体式での知見蓄積や産業基盤強化を図り、欧州全体のビジネス拡大への参画に加えて、自らの洋上風力発電の導入拡大に結びつける試みがみられる。

（図表 13）カナリア州政府のエネルギー戦略（2025 年）

	2014	PLAN 2025	
Conventional Thermal Power	2.700 MW	2.600 MW	
Wind 陸上風力	170 MW ⇒	1.025 MW	＋855MW
Off-shore Wind 洋上風力	0 MW ⇒	310 MW	＋310MW
PV	180 MWp	300 MW	
Solar Thermal	112.000 m²	300.000.m²	
Hydro	2 MW	2 MW	
Biomass	3,7 MW	25,5 MW	
Geothermal Energy (low enthalpy)	5,6 MW	30 MW	
Pumped Hydro (storage, peak shaving)	22,8 MW	331,3 MW	
No. of EVs (all types)	400	107.000	
EV electricity demand	---	297.593 MWh	
Total electricity demand 電力総需要	9.010 GWh	10.856 GWh	
RES penetration (electricity) 再生エネ比率	9 % ⇒	45 %	
RES vs. primary energy	2 %	12 %	

(出所)カナリア州政府資料より野村リサーチ・アンド・アドバイザリー

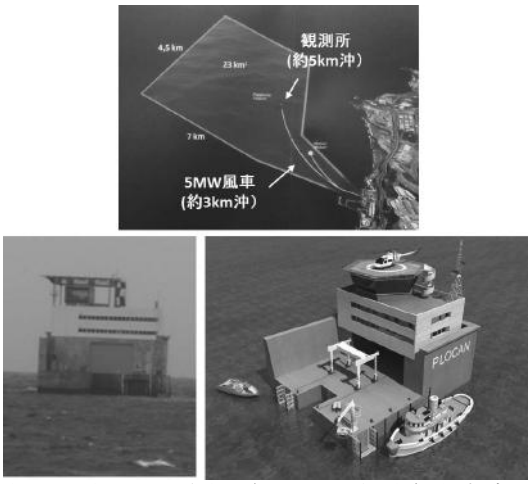
5.1 PLOCAN(カナリア海洋エネルギー研究所)

ラスパルマス国際空港と市街地の中間あたりにある PLOCAN(カナリア海洋エネルギー研究所)を訪問した。中央政府と州政府の折半で補助を受けている研究機関である。当所の役割は、海洋分野における研究開発、実証試験、教育訓練などである。2007 年から 2017 年で、39 か国、625 のプロジェクトを受託した(図表 14)。

陸上の施設に加えて、約 5 ㎞沖合に洋上研究施設を設置した。洋上風力施設は、高さ 37.9m、総重量 3.1 万トン、水深 30.5m で、総エリアは 2,500 ㎡である。研究エリアは 400 ㎡、ヘリポート、各種クレーン、展示室、訓練室、休憩室(二人部屋 6 室、個室 3 室)を備えている。

洋上研究施設を中心としたテスト海域は 23 ㎢で、沖合 7 ㎞、最大幅 4.5 ㎞である。テスト用の海底ケーブルは 2 本(2.2 ㎞と 4 ㎞)が稼働中で、1 本が敷設中である。もう 1 本分の敷設余力がある。

（図表 14）PLOCAN の洋上研究施設



(出所)PLOCAN(カナリア海洋エネルギー研究所)資料、視察団撮影

5.2 伸縮式タワーの洋上風力発電

PLOCAN のテスト海域で、コンクリート製伸縮式タワーの洋上風力発電の実証を実施している(EU プロジェクト)。プロジェクト名は ELISA で、土木技術コンサルティング会社の ESTEYCO(スペイン、未上場)が事業主体で、SIEMENS Gamesa の 5MW 風車(水深 30m の着床式)で、投資額は 1,500 万ユーロ(約 20 億円)、うち補助金で 1,370 万ユーロがカバーされる(図表 15)。

2016 年 1～3 月に準備がスタートし、基礎部とタワーの製造、2017 年に各種テスト、2018 年 1～3 月にローター、ナセル、ブレードの組立、4～6 月に建設工事、7～9 月に稼働開始というスケジュールである。南欧州で初の着床式洋上風力発電の設置となる。

拠点港で、風車(ローター、ナセル、ブレード)、基礎部、タワーを事前に組み立てて、移動浮体に載せて曳航して、設置場所へ輸送する(約 17 ㎞)。輸送の際には、三段式伸縮タワーを縮めて重心を低くして、倒れにくいように曳航できる。設置場所では、基礎部を自重で沈める。制御室からの指示で少しずつ沈めた(20 分で 4m のペース)。外した移動浮体は、他のプロジェクトで再利用できる。タワーは油圧ウィンチを巻き上げて 3～4 時間かけて昇降させた。最後に、ボルトで固定する。

この方式だと、大型の輸送船や設置場所での作業船が不要で、海底の土壌状況を問わず設置できるメリットがある。ジャケット方式や大型モノパイルに比べて、傭船費用の削減や工程管理の容易さから、30～40%のコストダウンが期待できるとみられている。作業船での現地組立作業が無いので、気象や波浪による事故などのリスクも低減できる。当社では、水深 60m の海域まで、この方式が適用可能としている。

（図表 15）ELISA プロジェクト
（伸縮式タワーの着床式洋上風力発電 5MW）

(出所)ESTEYCO 社資料、視察団撮影

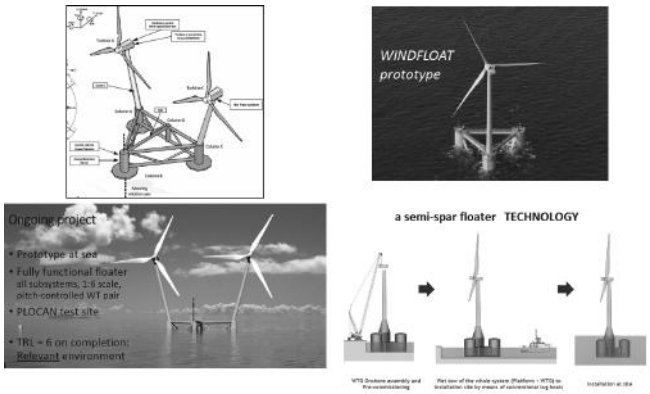
5.3 浮体式洋上風力発電のプレゼンテーション

PLOCAN 訪問時に、浮体式洋上風力発電に関する企業プレゼンテーションが数社からあった。この分野において、カナリア諸島を始めとしたスペインでの導入に加えて、グローバル市場へ打って出る姿勢を感じた。

W2Power(スペイン)は、2007 年設立で、海洋エネルギー関連のエンジニアリング会社である。2012 年から、新しいタイプの浮体式洋上風力発電に取り組んでいる。3 つのセミサブ浮体で 2 つの風車を取り付ける方式である。6MW 機×2 基(ハブ高さ 90m)を基本デザインとして考えている。2018 年から、PLOCAN のテスト海域で、プロトタイプ機での実証をスタートする。2020 年には MW スケールのデモ機、2022 年には試験商用化に持っていく計画である(図表 16)。

Cobra(スペイン)は、総合建設会社の ACS Group(スペイン、ACS)に属し、再生可能エネルギー(太陽光、太陽熱、風力)、ガス、石炭発電所の EPC(工事元請け)と O&M(運転保守)をビジネスとしている。浮体式洋上風力発電では、英国・スコットランドの Kincardine プロジェクト(50MW 規模)や、ポルトガルの WINDFLOAT プロジェクト(プロトタイプ 2MW)に参画した。今後も、いくつかのプロジェクトへの参加計画(設計中)がある。新技術では、独自のセミ・スパー方式やコンクリート製浮体の研究開発に取り組んでいる。

(図表 16) W2Power(左)と Cobra(右)の浮体式への取り組み



(出所) 各社資料より

6. スペインの系統制御と今後の展望

6.1 再生可能エネルギー制御センター(CECRE)

スペインの電力系統運用会社(TSO)である Red Eléctrica de España(スペイン、REE)の再生可能エネルギー制御センター(CECRE)を見学した。REE は、スペイン唯一の送電会社であり、国営化後に株式公開されている。大手電力会社から所有権分離されている。

REE は、二つの中央給電指令所で、スペイン全土の系統運用を行っている。今回、視察訪問したのはマドリッド北部郊外の中央給電指令所で、スペインの北東部と北西部(フランス側)を担当している。もう 1 ヶ所(マドリッド市内で 20 km離れている)のバックアップとして、非常時には、スペイン全土をコントロールできる。こちらの中央給電指令所に併設して、再生可能エネルギー制御センター(CECRE)がある。なお、カナリア諸島など島しょ部の系統運用は別の制御センターでコントロールしている(図表 17)。

コントロール室は、中央給電指令所と CECRE が並んである。見学ブースから向かって右側(約 10m)が中央給電指令所で、左側(約 5m)が CECRE である。

右側の中央給電指令所の正面には 5m ほどの大画面と小さな画面がいくつかある。大画面には、スペイン全土の発電所(火力、大規模水力、原子力)と変電所と、それらを繋ぐ 40 万ボルトの送電線の状況をリアルタイムで表示している。指令スタッフは責任者、変電所担当、系統担当の 3 名で、系統担当者には 4 名のサポート(エリア別)が付く。他に、バックアップ要員が 5 名いるという。

(図表 15) 日本への示唆

(出所)当社資料と筆者撮影(外観と視察団)

他国との国際連系は、フランス、ポルトガル、モロッコの 3 か国で、電力の輸出と輸入の状況を大画面で表示している。3 か国の TSO との電気のやり取りで、フランスとポルトガルは輸出

入が価格次第で変化する。モロッコ向けは基本的に電力の輸出である。国際連系での電力流通比率は 5～6%で、EU 推奨比率 10%(2020 年目標)や 20%(2030 年目標)を下回っている。半島国家であるスペインは、他の欧州諸国と異なり、自国での供給調整の必要度合いが高いといえ、島国の日本への示唆も多いと考えられる。

小さな画面には、一日のデマンドカーブが表示されていた。視察日(7 月 5 日、晴れ)は典型的な夏のデマンドカーブで、夜がボトムで昼がピークの曲線である(冬のデマンドカーブは昼と夕方の二山カーブ)。訪問時間(11 時 20 分)のリアルデマンドは 34GW 前後であった(スペイン全土の供給力は約 100GW で、うち半分が再生可能エネルギー)。実際の需要、REE の需要予想、1 時間単位の電力取引所の予想の 3 本が表示される。

需要予測に対する供給サイドの割り当ては、市場メカニズムによって公平に行われる。限界費用(変動費)の安い順から落札するメリットオーダーであり、再生可能エネルギー(風力、ソーラー、水力)、原子力、バイオマス、石炭、天然ガス火力の順番である。需要サイド(電力小売り事業者)は電力取引市場を活用し、前日市場で 90%をマッチングし、残りを 1 時間前市場で調整する(火力発電は調整の対価を受け取る)。電力取引所は、2018 年 6 月に、オーバーナイト市場(翌日持越し)を新たに開設し、連続した取引が可能となった。なお、スペインの大手電力会社(5 社)は垂直統合モデルで、発電と小売り事業を兼ねている。また、発電分野には小規模事業者が多数参入している。電力小売り事業では、垂直統合モデルの大手 5 社のシェアが高い。

CECRE は、再生可能エネルギーを専門にみる世界的にも珍しい制御センターである。風力発電、太陽光、太陽熱、水力発電が対象である。正面に 3m ほどの画面があり、再生可能エネルギーの発電状態が、地図上やグラフ形式で様々な形で表示されている。指令スタッフは 2 名ほどとみられる。

CECRE には、1MW 以上の再生可能エネルギー発電所のデータが集まってくる。風力では 100%、太陽光では 70%のカバー率となる。また、5MW 以上の発電所は給電指令(停止・運転)の対象となる。給電指令は、CECRE から直接か、36 か所のコントロールセンター(発電事業者などが運用)を経由して出される。

風力などの給電指令は、実際の発電量、REE の予測発電量、事業者の予測発電量を比べて判断される。REE は、複数の気象予測システムを利用し、スペイン全土を対象に発電量予測を行っており、精度が年々向上しているという。

画面には、再生可能エネルギーの発電状況が表示されている。視察時点(7 月 5 日の午前 12 時前)では、風力発電の稼働率が低く(2.7GW で稼働率 11.6%)、太陽光(3GW で同 67.3%)、太陽熱(2GW で同 86.4%)と高かった。再生可能エネルギー全体では 13.7GW で電源全体(34GW)に占める比率は約 40%であった。

6.2 今後の風力発電と「グリッド統合への挑戦」

EU の再生可能エネルギー導入目標は、2030 年に電源ベースで 65%である。スペインでも、2017 年の同比率 33%を、2030 年に 47～82%へ高めるシナリオを掲げている。そのため、2012 年以降伸びが停まっている風力発電の再拡大が大きなテーマとなっている。2017 年に入札制が再開され、2020 年 3 月までに 5GW を追加導入する計画である(累積導入量は 28GW)。スペインの風力発電のポテンシャルは 40GW といわれている。2030 年のイメージでは累積導入量で 35GW が目標である

風力発電の再拡大に対して、系統連系面での工夫が必要である。スペイン風力発電協会(AEE)からのプレゼンテーションでは、「グリッド統合への挑戦」という言葉で表現された。再生可能エネルギーが送電系統に与える影響は今以上に増加するため、①需給調整のフレキシブル化(EV や蓄電池の活用、ソーラーと風力の組合せ平準化など)、②CECRE による給電指令の精緻化、③EU の新しいグリッド・コードへの適用(停電時の風車ストップ新ルールなど)、④再生可能エネルギーによる系統安定化への貢献(アンシラリーサービス＝周波数制御のための調整力供給など)をテーマに挙げて、今後の積極的な取り組みを示している。

6.3 陸上風力発電サイトの見学

マドリッド北東方向に約 50 kmのグアダラハラ県にある Maranchon Windfarm を見学した。2015 年 12 月に運転スタート、Iberdrola が事業主体で、SIEMENS Gamesa の風車 G87(2MW 機)が 104 基で 208MW の風力発電所である。風車の直径は 87m、ハブ高さは 67m と 78m の 2 種類である。標高 1,365m の高地にあり、7 つのエリアに分かれている。土地は地元自治体から賃貸し

ている。変電所は2ヶ所(Maranchon 変電所が最大)で、18.2 万ボルトに昇圧して系統連系している(図表 18)。

年間の平均風速は 6.85m/秒で、南西方向が主風向である。計画発電量は約 5 億 kWh で設備利用率の想定は約 27%である。現地スタッフのコメントでは設備利用率の実績は 23%である。視察時の風速は約 7m/秒で、予防保全で停止中の風車を除いて、順調に回っていた。

現地スタッフは 30 名である。固定価格買取制度が無くなったので、売電価格は、電力取引所の時価である。REE からの給電指令によりストップは、冬場(12 月～2 月)の強風時に、合計で 6～7 日、1 日で数時間程度であり、それほど多い感じではない。また、バードストライクは調査したが、大きな問題になっていない。

（図表 18）Iberdrola の
Maranchon Windfarm(208MW、2MW 機×104 基)

(出所)視察団と筆者撮影

7. スペインの取り組みの日本への示唆

今回の視察に基づいて、日本の洋上風力発電への示唆を考えてみる。

スペインの洋上風力発電への取り組みは、「地域特徴を生かした産業政策と地方再生政策の視点」が基本とみられる。ここから 2 つの示唆が得られる(図表 19)。

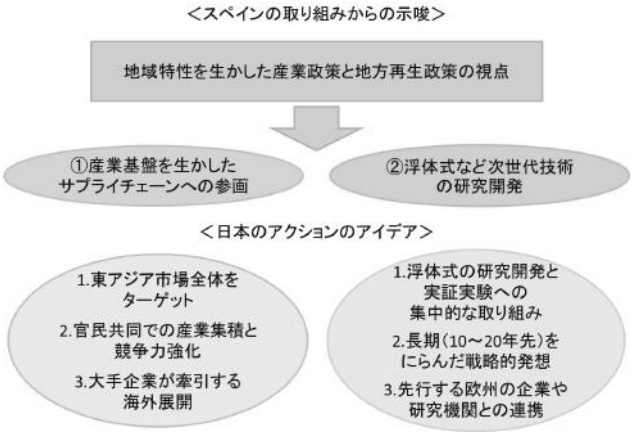
まずは、①「産業基盤を生かしたサプライチェーンへの参画」である。スペインでは、北海などで主流の着床式洋上風力発電は、水深や海底状況など地形的な制約から、ほとんど普及していない。そこで、スペイン企業は、重工業分野で培った技術力を生かして、北海など巨大な洋上風力発電市場のサプライチェーンへの参画を積極的に試みている。地方政府は、産業集積のための民間協議会の運営支援を行っている。

また、スペインは、②「浮体式の洋上風力発電など次世代技術の研究開発」にも、官民が協力して積極的な取り組みをみせていた。浮体式洋上風力発電は地形制約が少なく、将来的に、スペイン国内でのプロジェクト実施の可能性があり、温暖化対策(再生可能エネルギー比率の向上)にも結び付く。

前者の観点では、日本は、自国だけでなく、東アジア全体を洋上風力発電の大きなターゲット市場として捉え直して、官民共同で産業集積と競争力強化を試みることは有意義と考える。東アジアでは、韓国や台湾で、大型プロジェクトが計画されており、日本の大手商社や風車メーカーも事業参加する見込みである。これらの企業が、風力発電や海洋分野で産業基盤のある地方の中堅・中小企業や大学・研究機関を引っ張っていく形が望まれる。この面での政府や自治体の積極的な関与も期待される。

後者の観点では、浮体式洋上風力の研究開発と実証実験への集中的な取り組みが考えられる。筆者が、2015 年に、オランダの洋上風力発電視察ツアー(JWPA 主催)に参加したころは、欧州では浮体式への取り組みは端緒についたばかりで、オランダの関係者から、福島や長崎で先進的な実証実験に取り組んでいる日本への注目度が高かった。日本企業の持つ、造船、電気、制御分野での技術ポテンシャルに期待し、連携を求める声があった。その後 3 年間で、スペインを含めた欧州各国の浮体式洋上風力発電への取り組みは加速していると感じられた。商用化プロジェクトや、多様な研究開発活動という面で、日本は、すでに欧州に後塵を拝している印象である。

（図表 19）日本への示唆



（出所）野村リサーチ・アンド・アドバイザリー作成

日本の立地条件(遠浅が比較的少ない)と洋上工事の条件(海象状況が厳しい)から考えて、10～20年先の戦略的な方策として、浮体式洋上風力の研究開発と実証実験への集中的な挑戦は、ひとつの選択肢といえるだろう。その際に、先行する欧州の企業や研究機関との連携も有効と考えられる。

8. まとめ

筆者は、JWPAの洋上風力の海外視察ツアーには、2015年と2016年のオランダに続いて3回目の参加であった。これまでと同様、参加者同士の交流などもあり、非常に充実した内容であった（図表16）。

今後、日本とスペイン両国の企業や関係機関の交流が、事業協力など具体的段階へ進むことが期待される。

今回の視察ツアーの参加によって、多くの知見とネットワークを構築することができた。このような素晴らしい機会を与えていただいた日本とスペインの関係者の皆さまに心より感謝申し上げたい。

これからも、日本の洋上風力発電の発展に貢献したく、業界動向の調査研究と情報発信に務めていきたいと考えている。

（図表16）視察ツアーでの全体写真

日本スペイン共催の洋上風力発電セミナー会場
（ビルバオ市・Euskalduna International Conference Hall）
2018年7月2日

IK4-TEKNIKERの研究センター（WINDBOX）
2018年7月3日

Siemens Gamesa ブレード工場
2018年7月4日

PLOCAN(カナリア海洋エネルギー研究所)
2018年7月6日

海岸よりPLOCAN洋上施設をバックに
(カナリア諸島、グラン・カナリア島)
2018年7月6日

■ＪＷＰＡ　News

ウインドデイ２０１８ 開催報告

ー　おかげ様で 11 年目に突入　ー

ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社
ウインドデイ担当　副代表理事　安　　茂

グローバルウインドデイ２０１８

2008年に第1回を開催したウインドデイ活動も 11 年目にはいりました。当初は開催の協力を得るのに苦労しましたが、最近は年中行事として開催してくださる自治体さんや事業者さんの数も増え、運営側としてもだいぶ負担が減ってきました。今年も5月末から9月中旬まで日本全国で 30 イベントを開催し、延べ参加者は約 2000 人になりました。

10 周年記念

昨年はウインドデイ活動 10 周年でしたが、10 周年を記念して、長年この活動に協力し下さった横浜市、北九州市、能代市、掛川市、苫前町、寿都町、足利工業大学、千葉科学大学の 8 自治体・大学に感謝状を贈呈させていただきました。贈呈式は昨年9月に大阪で開催されたウインドエキスポ大阪の最終日に執り行いました。

20 年にむけて

この種の活動は派手さはあまり有りませんが、地道に毎年継続して活動していく事が大事だと思っています。一方、協会の立場ではイベントをやって下さいと旗を振っていく立場ですが、個社に戻り自分でイベントを実施しようとすると中々労力が必要であると実感しています。また毎年同一のウインドファームで活動を行っていくと、マンネリに陥りがちで何か新しい事をやった方が良いのではとう気持ちにもなります。今年から広報部会も発足する予定ですので、ウインドデイ・イベント、普及啓発活動の事例集のようなものを作れば、活動を主催してくださる皆様のお役に立てるのではないか、などと考えています。

2018 ウインドデイ　開催地一覧

No	開催地	WF名	実施日	内容	主催/共催/後援
1	秋田県由利本荘市	ユーラス秋田港ウインドファーム	5月31日	サイト見学会	㈱ユーラスエナジーホールディングス
2	東京都千代田区	風力発電関連産業セミナー	6月8日	新エネ講演会	JWPA/JEMA/産機工
3	神奈川県横浜市	ハマウィング	6月9日	親子見学会34組	横浜市/JWPA/三菱重工業㈱
4	秋田県能代市	風の松原風力発電所	6月17日	風車にお絵かきコンテスト、バスツアー、風車内部見学他	グローバルウインドデイin能代　実行委員会
5	山形県酒田市	風力シンポジウム	6月20日	風力シンポジウム	酒田港風力発電事業者協議会
6	青森県六ケ所村	睦栄風力発電所	6月22日	睦栄風力発電所見学会	青森風力発電㈱
7	秋田県男鹿市	男鹿風力発電所	6月23日	発電所前の海岸清掃活動	男鹿風力発電㈱/住友商事㈱　/鹿島建設㈱　/㈱加藤建設
8	茨城県神栖市、千葉県銚子市	洋上風力発電所	6月23日	洋上風力発電所見学会	再生可能エネルギー協議会
9	千葉県銚子市	洋上風力発電所	6月23日	親子見学会(小学5,6年生)15組30人	千葉科学大学
10	愛媛県愛南町	愛媛県宿毛新港	6月23日、24日	建設中の風車見学会、小学生	四国風力発電㈱/愛南町/東芝エネルギーシステムズ㈱
11	栃木県足利市	風力エネルギー利用総合セミナー	6月28日、29日	風力エネルギー利用総合セミナー	足利大学
12	北海道苫前町	苫前ウィンピラ発電所	7月3日、23日	地元小学校向け出前授業・風車見学会(古丹別小学校、苫前小学校6年生)	苫前町/㈱ジェイウインドサービス
13	北海道雅内市	出前授業	7月6日	地元小学校出前授業	㈱ユーラスエナジーホールディングス
14	長崎県西海市	松島風力発電所	7月13日	地元小学校2校の5,6年生、風車建設見学会	㈱ジャパンウインドエンジニアリング
15	秋田県男鹿市	男鹿風力発電所	7月19日	美里小学校での出前授業＋風車見学会	男鹿風力発電㈱/住友商事㈱　/鹿島建設㈱　/㈱加藤建設
16	静岡県掛川市	遠州掛川風力発電所	7月22日	風車にお絵かき、工作にチャレンジ、ゲーム	くろしお風力発電/掛川市/日立PS/静岡県
17	青森県青森市	平成30年度第1回新エネルギーフォーラム	7月23日	平成30年度第1回新エネルギーフォーラム	弘前大学地域戦略研究所/NPO法人SREN/みちのく銀行/青森県/青森市、
18	秋田県三種町	八竜風力発電所	7月28日	風車内動画公開、風車VR体験、サンドクラフト内にて砂像製作、など	㈱エムウインズ／明電舎
19	福島県郡山市	産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所(FREA)	7月28日	ペットボトル風車工作	産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所(FREA)
20	北九州市	響灘風力発電所	7月29日	風力発電施設見学会(グリーンエネルギーポートひびき事業説明、施設見学、洋上風車見学)	北九州市
21	東京都千代田区	科学の祭典	7月29日	科学の祭典(ペットボトル風車工作)	JIREA/㈱風力エネルギー研究所
22	青山高原	新青山高原風力発電所	8月2日	三重県次世代エネルギーパーク親子バスツアー	三重県/㈱青山高原ウインドファーム
23	神奈川県横浜市	風力発電体感イベントinマークイズみなとみらい	8月4、5日	「マークイズみなとみらい」の1階フロアで横浜市の風力発電事業の展示を実施。JWPAフォトコン入選作を展示。	横浜市
24	千葉県松戸市、茨城県神栖市	波崎ウィンドファーム	8月5日	波崎ウインドファーム見学会	さくら広場
25	北海道苫前町	ユーラス苫前ウィンドファーム	8月6日	サイト見学会	㈱ユーラスエナジーホールディングス
26	神奈川県横浜市	ハマウィング	8月25日	風力発電所見学会(講師派遣)	地球温暖化対策協議会/横浜市/三菱重工業
27	山形県酒田市	JRE酒田風力	8月25日	サイト見学会、紙飛行機作り	ジャパン・リニューアブル・エナジー㈱
28	山形県酒田市	酒田風力発電所	9月2日	酒田ビッグビーチフェスタ2017に一部で開催	酒田港風力発電事業者協議会/酒田市
29	鳥取県米子市	環境について考えようin とっとり自然環境館	9月17日	環境教育のイベント	SBエナジー㈱
30	神奈川県横浜市	ハマウィング	9月20日	風力発電所見学会(講師派遣)	地球温暖化対策協議会/横浜市/三菱重工業

おわりに

再生可能エネルギーの主力電源化に向けて、本活動が一般電気消費者の方々の再エネに対する理解の一助となり、ひいては再エネの一層の普及拡大に向けてお役にたてればと切望しています。

ウインドデイ活動は来年度以降も継続して実施して行きますので、ご協力のほど宜しくお願い致します。

＜ウインドデイ in 秋田港＞

◆イベント概要

日時　　：5 月 31 日(木)　13：50～14：50
開催場所：ユーラス秋田港ウインドファーム
主催　　：株式会社ユーラスエナジーホールディングス
参加者　：大仙市立大曲南中学校　合計 28 名（2 年生 24 名、担当教員 4 名）

秋田県大仙市立大曲南中学校の生徒の皆さんを対象に「グローバルウインドデイ in 秋田港」を開催し、昨年に続き、ユーラス秋田港ウインドファームの風車見学会を実施いたしました。

◆当社見学会概要

当社は、風力発電所見学会を地域貢献活動の一環として積極的に実施しており、例年多くの方々に御参加いただいております。この見学会は、当社社員が常駐する全国各地の風力発電所で開催しているものであり、今回は、大仙市立大曲南中学校 2 年生 24 名と担当教員 4 名を対象に、大仙市に隣接する秋田市向浜にある「ユーラス秋田港ウインドファーム」にて、風車見学会を行いました。

◆風車見学会の様子

当日は、日本海を臨むユーラス秋田港ウインドファームの 4 号風車を間近に見ながら風力発

電設備の構成、風況による風車の制御等について学んでいただきました。

また、今回風車の見学を行うにあたり、学校で風力発電について事前学習を実施し、「風力発電のメリット・デメリット」や「風車は重い

のに、なぜ回るのか」、そのほか「メンテナンスの頻度や費用」などといった数多くの質問を受けました。

最後に、6 月 15 日がグローバル・ウインドデイであることをご紹介し、風車をバックに記念撮影を行い、ノベルティを配布して終了となりました。

風車の説明を熱心に聞く様子や、質問の多さに多くのみなさまの風力発電への興味が年々高くなっていることを感じました。
質問の内容も素朴な疑問から、風車のメリット・デメリットまでたくさんの事を聞いていただき、その質問に対し、より多くの方に幅広く理解されることを願い、ひとつひとつ精一杯回答させていただきました。
また多くのみなさまが見学で風車をご覧になることをお待ちしております。
（ユーラス秋田港ウインドファーム所員　感想）

今後もユーラス秋田港ウインドファームが地元の方々に長く愛される発電所となるよう尽力するとともに、多くの方々に風力発電について学習いただける機会を提供するべく、社員一同積極的に見学会受入を実施していきます。

＜ウインドデイ in 能代＞

【秋田県能代市　2018 年 6 月 17 日（日）】

5 回目となる能代は、今年は天気にも恵まれ 2 年ぶりの能代港大森緑地公園での開催となりました。10 時からの開会式は地元のオーケストラバンドによる生演奏で始まり、お昼時にはミニコンサートやダンスチームによる Yosakoi の演舞も披露され、イベントを大いに盛り上げてくれました。

【宝さがし大会】

開会式の直後に行なったのが「能代港花火大会のマス席チケット」や「地元産あわび」が当たる恒例の『宝さがし大会』。参加者 300 人以上が公園内に隠されている宝を探し歩き、一喜一憂していました。

公園内に隠されている宝を探せ!!

【風車のタワーにお絵かきコンテスト】

風車のタワーに絵を描いてもらい優秀作品を表彰するお絵かきコンテスト。今年のテーマは「風車のマスコット」。最優秀作品は当イベントのイメージキャラクターに採用する予定です。それだけに皆さん真剣！どのようなキャラクターが登場するかは来年のお楽しみです!!

良い絵が描けたかな？

【ロケットを作って宇宙へ飛ばそう!!】

「宇宙少年団ノシロ分団」とのコラボレーション企画。トイレットペーパーの芯でロケットを作り輪ゴムで飛ばしてターゲットの惑星に入れるという工作&ゲームを行いました。思いどおりの方向に飛ばすことができず、ロケット打上げの難しさをみんな実感したかな？

世界に一つだけのマイロケット作り

その他、風の松原風力発電所や風車のメンテナンス拠点などを見学する「バスツアー」、豪華賞品を競い合う「クイズ大会」と「じゃんけん大会」、地元商店による飲食、物品販売などもあり丸一日楽しめるイベントとなりました。

来年はさらに多くの皆様に楽しんでいただけるようなイベントを企画したいと思います。

今年の集合写真はドローンで撮影！

［ 主催 ］ グローバルウインドデイ in 能代実行委員会（風の松原自然エネルギー㈱・東北自然エネルギー㈱・能代パワー発電㈱・米代川風力発電㈱・㈱日立パワーソリューションズ・能代市）　［ 共催 ］ (一社) 日本風力発電協会　［ 後援 ］ 東北経済産業局・秋田県山本地域振興局・能代商工会議所・能代機械工業会　［ 協賛 ］ 北羽新報社、秋田魁新報社

＜ウインドデイ in 青森県六ケ所村＞

～睦栄風力発電所見学会～

１．日 時 ２０１８年6月２２日（金）
　　午前９時５０分から１０時５０分まで

２．場 所 睦栄風力発電所 ４号機

３．対 象 者 青森県六ヶ所村立南小学校
　　児童２２名（５、６年生）

４．内 容
　　児童に対して、資料説明、風車タワー内見学、最後に質疑応答を行った。
質疑では、風車の建設、構造に関すること、また発電に関することについての問い合わせを多くいただき、再生可能エネルギーに対する理解を深める様子を感じた。

タワー見学の様子

風車作成の様子

記念写真

＜ウインドディ in 愛南町＞

～出前授業＆風車仮置き場見学会～

開催日時：平成 30 年 6 月 23 日（土）・24 日（日）
開催場所：愛南町町役場
（愛媛県南宇和郡愛南町）
共催：四国風力発電株式会社、愛南町町役場、
東芝エネルギーシステムズ株式会社

愛媛県南西部に位置する南宇和郡愛南町に建設中の僧都風力発電所は、現在風車本体等が近くの宿毛新港に水切り後、仮置きされている状態です。

今年は地元の愛南町立僧都小学校 1～6 年生 4 名の皆さん、愛南町立長月小学校 3～6 年生 15 名の皆さんに参加いただき、出前授業と風車仮置き場見学会を開催しました。

当日は、まず町役場会議室で風力発電について学び、かざぐるま作りを体験。現在身近で風力発電施設を建設中ですが、学ぶ機会はこれまであまり無かったとのことで、とても熱心に耳を傾け、たくさん質問もしていただきました。

その後、マイクロバスに乗り込み、風車仮置き場である宿毛新港へ移動。梅雨時期で 23 日は雨でしたが、無事見学を行うことができました。港内に置かれたタワーを覗き込んでにおいを嗅いだり、ブレードの先端に触ったり、想像以上に大きな風車に圧倒されていました。24 日は打って変わって快晴。暑さにも負けず、生徒の皆さんは興味津々で、現場作業をされる方に元気に挨拶をし、ブレードのしなりを体感した際は思わず歓声が上がりました。

仮置き場見学の後は、地元のおいしいごはんを頂き、生徒さんから地元のお話をたくさん聞かせていただくなど、楽しい時間を過ごしました。

地元の生徒さんにとって今後身近な存在となる風力発電。五感で風車を体験し、理解を深めるいい機会になりました。

（出前授業）

（風車仮置き場見学会）

【四国風力発電/愛南町/東芝ｴﾈﾙｷﾞｰｼｽﾃﾑｽﾞ共催】

＜ウインドデイ・イン・銚子＞

2018 年 6 月 23 日（土)、千葉県銚子市において、「ウインドデイ・イン・銚子」のイベントが開催されました。子供たちとその保護者、運営に協力してくれたスタッフの方々、合わせて 32 名の参加がありました。

以下、当日行ったイベントの概要を説明します。まず、千葉科学大学に隣接するカフェマリーナに集合し、当日のスケジュールやウインド・デイの趣旨等について簡単な説明を行いました。その後、銚子海洋研究所のフリッパー号に乗り、NEDO の実証事業として行われた洋上風力発電所まで見学クルーズを行いました。当日は若干天気が悪く運行できるか心配でしたが、無事に洋上風力発電の見学ができました。風車のすぐ近くまで船で行ったので、子供たちは初めて間近で見る洋上風車の迫力に、歓声をあげていました。

【当日のスケジュールとその内容】

- 9 時 30 分～10 時 : 受付、資料等の配布などを行いました。
- 10 時～10 時 15 分 : ウインド・デイの趣旨説明、当日のスケジュール説明、実習内容の説明等を行いました。
- 10 時 30 分～11 時 30 分 : 野外に出て、送電線をたどりながら銚子マリーナ海水浴場を経由して銚子海洋研究所のフリッパー号の乗船場所まで移動しました。その後フリッパー号に乗って、洋上風車発電の見学クルーズを行いました。同時に、屏風ヶ浦の絶景も楽しみました。
- 11 時 30 分～12 時 45 分 : カフェマリーナへ移動して昼食。途中、千葉科学大学の安藤研究室で行っている生物親和性コンクリートの実験の説明をしました。
- 12 時 45 分～14 時 : 最初の 15 分間は、見学内容の復習と洋上風力発電の環境への貢献に関する講義を行いました。その後、ペットボトル風車模型の製作を行いました。これは、ペットボトルを切って風車の羽にするのですが、よく風を受けるような形に工夫するのがなかなか難しく、子供達は保護者の方の手を借りながら一生懸命作っていました。最後に完成した風車が回って LED ランプが点灯すると、「光った！」と嬉しそうな声をたくさん聞くことができました。
- 最後に簡単なアンケートに答えて頂き、クロージングセレモニーを行ってイベントを終了しました。

【参加者（保護者）から頂いた感想の例】

- ■ とても楽しいイベントでした。来年も参加したいです。
- ■ 海の中で行っている実験や生き物とのつながりなどが分かると、子供達は興味を持つと思いました。
- ■ クルージングの時にイルカに会えたことやペットボトル風車を作れたことが楽しかった。
- ■ 子供の夏休みの理科研究にもなりそうで、いいなと思いました。

＊当日のイベントの様子は、地元の銚子テレビによって、市内向けに放送されました。

最後に、銚子のイベントを行うにあたり、予算や物品提供の面で、主催者の日本風力発電協会に多大なる援助を頂きましたことをご報告いたします。

［報告文責： 安藤生大（千葉科学大学）］

＜ ウインドデイ in 宮沢海岸 ＞

【秋田県男鹿市 2018 年 6 月 23 日（土）】

男鹿風力発電所では、2015 年にグローバルウインドデイ行事としてコスモアースコンシャスアクトクリーンキャンペーン in 宮沢海岸に参加し、今年で 4 回目を迎えました。

男鹿市にある宮沢海岸は秋田県内でもトップクラスの常時 AA 判定の水質を誇る浜辺で、海水浴場百選に選ばれる観光スポットでもあります。

男鹿風力発電所はこの宮沢海岸を一望できる位置にあり、地域の方々同様私たちもこの美しい海岸の景色に癒されながら日々の仕事を行っているわけですが、それと同時にこの海岸がいつまでも綺麗であってほしいと思うのは自然の流れではないでしょうか。

さて、そんな思いを抱きながら今回で 4 回目となる海岸清掃にいざ参加です。
今回集まったボランティアは私たちの他には地元の中学生や高校生、会社関係の方や漁業組合の方々まで、宮沢海岸を愛する地域住民の方々であり、皆さん大変ですが、それでも楽しみながらゴミを片付けていきます。

集まってくるゴミの中には流木や海藻類の他に瓶や缶、網などの漂流物も多く含まれていましたが、その多くがその場で投げ捨てられたものではなく流れ着いたものと思われるものでした。

それだけ海そのものが汚れてしまっているのだなと何やら感傷に浸ってしまいます。

海岸清掃も終わりに近づく頃、たくさんのゴミの山とボランティアの方々の努力による綺麗な浜辺が今年も出来上がってきたようです。

こうして毎年のように綺麗になった浜辺に訪れる観光客がますます増え、何十年先も活気のある宮沢海岸であってくれることを地域住民とともに祈りつつも、私たち風車マンとしてはこの綺麗な海岸のイメージの中に《風車の見える宮沢海岸》と思って訪れてくる観光客が今後増えてくれるといいなぁ、なんて想像したりしています。

そんなことを思っているうちに今年も無事に海岸清掃は終了を迎えました。［報告：宮本］

※ 主催：男鹿風力発電(株)，
住友商事(株)［正会員］，
鹿島建設(株)［正会員］，
(株)加藤建設

今年もたくさんのボランティアが参加

風車をバックに清掃活動

今年の清掃スケジュール

グローバルウインドデイ・記念撮影

＜ウインドデイ in 稚内＞

◆イベント概要

日時　　：7 月 6 日(金)　9：30～11：30
開催場所：北海道稚内市
（ユーラス宗谷岬ウインドファーム、天北ウインドファームの地元）
主催　　：株式会社ユーラスエナジーホールディングス
参加者　：稚内市立稚内東小学校 3 学年
合計約 60 名(約 30 名×2 クラス)

稚内市立稚内東小学校 3 年生の児童に「グローバルウィンドデイ in 稚内」を開催し、同校にて出前授業を行いました。

◆当社出前授業概要

当社は、出前授業を地域貢献活動の一環として積極的に実施しております。今回の出前授業は、宗谷事業所及び、稚内支店の社員が講師となり、稚内市立稚内東小学校にて、同校 3 学年 2 クラス（合計約 60 名）を対象に、「風力発電を学ぼう」と題し、授業を行いました。

◆出前授業の様子

当日はモニターを用いて、「風力発電の仕組み」やユーラス宗谷岬ウインドファームの概要等について説明を行いました。

「質問コーナー」では、「稚内市に風車は何基あるの？」「風車はどうやってできるの？」等、普段子供たちが気になっていることについて質疑応答がされました。

その後、6 月 15 日がグローバル・ウィンドデイであることをご紹介し、記念撮影を行い、ノベルティを配布して終了となりました。

風力発電の説明を熱心に聞き、積極的に質問をする様子から、子供たちの風力発電に対する関心が高いことが伺えました。
風車の大きさや重さを聞いたときはとても驚いている様子でした。
今度は実際に、間近で風車をご覧になることをお待ちしております。
（稚内支店社員　感想）

稚内市は日本でも有数の風力発電設備導入が進んでいる街です。見学時には“稚内の全風車が（定格で）発電すると市内で使う電気を風力発電でまかなうことができますよ。”と話すと子供たちはとても驚き歓声をあげます。
このように自分たちが暮らす街の特色、自慢できるところをお伝え出来ることも出前授業の嬉しいところです。(宗谷事業所員 感想)

今後も多くの方々に風力発電について学習いただける機会を提供するべく、社員一同積極的に出前授業を実施していきます。

＜ウインドデイ in 松島＞

～地元小学生見学会～

開催日時：2018 年 7 月 13 日（金）
開催場所：松島風力発電所
参 加 者：雪浦小学校　5～6 年生　13 名
　　大瀬戸小学校　 5 年生　27 名

長崎県西海市大瀬戸町松島と言っても何処にあるかピンとこない方も多いかと思います。ここ松島は、長崎県の西彼杵半島の西に位置し、沖合い 1ｋｍに浮かぶ周囲約 10ｋｍの小島です。

この松島の中央、標高約 200ｍの遠見岳に工事中の松島風力発電所の建設現場で、暑い日差しの中『ウインドデイ in 松島』を開催しました。

参加したのは松島に近い雪浦小学校と大瀬戸小学校の 5～6 年生の皆さんで、送迎のバスやフェリーの中では資料による説明に加え、かざぐるまを作るなど楽しい時間を過ごしました。

でもやはりメインは建設現場です。

先ずは西泊港に行き、地上にあるブレードやタワーの大きさにびっくり。こんな大きくて長い羽(ブレード)が上空 80ｍで旋回するとは思えないようで、材質やエネルコン特有の先端が曲がっている理由など、小学生とは思えない着眼力のある質問が飛び交いました。

また基礎現場では、工事を担当した若築建設の長田所長から、基礎の構造や島での工事の苦労などを熱心に聞いていました。最後はミック社所有、迫力の 1200t クレーンを背景に、ポルトガルからの SV を囲んで笑顔でパチリ。

松島は昭和の中頃まで石炭を産出しており、昭和 56 年には国内初の海外炭専焼の石炭火力発電所が稼動した、まさにエネルギーの島。海と空に溶け込む 3 基の風車は、松島のシンボルタワーとして五島灘の美しい夕日に映えることと思います。

＜ ウインドデイ in 男鹿 ＞

【秋田県男鹿市 2018 年 7 月 19 日（木）】

男鹿風力発電所では、2014 年にグローバルウインドデイ行事として建設工事見学会を開催して以来、今年で 5 回目を迎えました。

今年参加頂いたのは、男鹿風力発電所の風車が建つ地元の男鹿市立美里小学校の 5 年生 24 名と先生方です。今回のグローバルウインドデイも、昨年に引き続き，授業の一環として開催されました。(2 校時：風車の出前授業、3 校時：風力発電所見学)

最初は学校の教室において男鹿風力発電所の説明を行い、続いて風力発電の基本的な仕組みや種類、大きさなどについての出前授業を実施しました。ここでは児童の皆さんから時間が足りなくなるほどたくさんの質問が出て、風力発電への関心の高さが伝わってきました。

［主な質問］

- 一番小さい風車と、一番大きい風車はどんな大きさ？
- 風力発電所を建てるのにどれくらいのお金がかかるの？
- 風車を作るのに、期間はどれくらい？

教室での出前授業に引き続き、バスで男鹿風力発電所に移動して、1 号風車を見学して頂きました。

男鹿風力発電所の風車は、三菱重工業製の MWT95/2.4 機が 12 基です。風車全体の説明を行った後、3 班に分かれてタワー基部の中に入り、制御装置、ラダーや昇降機を見学しました。地元の子供たちには普段見慣れているはずの風車ですが、真下から見る風車の大きさや、タワー内部の様々な設備に改めて驚いていました。

最後にタワー前で記念撮影を行い、風車出前授業と見学会を終了しました。

ウインドデイの T シャツや風ぐるまは、子供たちに大変好評で、風車見学会では早速 T シャツに着替える子供が続出でした。

最後に、グローバルウインドデイ行事の開催を快く受け入れて頂いた男鹿市立美里小学校の皆様に感謝を申し上げます。　［報告：大橋］

※ 主催：男鹿風力発電（株），
住友商事（株）［正会員］，
鹿島建設（株）［正会員］，
（株）加藤建設

教室での出前授業

質問もたくさん

初めてのタワー内部

グローバルウインドデイ・記念撮影

＜ウインドデイ in かけがわ＞

【静岡県掛川市 2018 年 7 月 22 日(日)】

遠州掛川／浜野風力発電所の運転開始以来、掛川市と協力して進めてきた本イベントも、今年で 9 回目。今年は総勢 53 名のご家族を迎えることができました。

参加された方と一緒に記念撮影

【ミニコンサート♪】

遠州掛川風力発電所の電気主任技術者が所属するバンドグループによるミニコンサートを実施しました。演奏は映画で使用されている曲を中心に 7 曲披露し、生の演奏にリズムを取りながら親子揃って聞き入っていました。

イベントの雰囲気が一気に盛上がりました！

【工作にチャレンジ！】

紙製の風ぐるまを組立てて、羽根部分に細かく切ったプリズム紙や銀紙を思い思いに貼っていきました。キラキラと光りながら風の力で回る風ぐるまの様子に子ども達は大興奮でした。

上手くできたかな？

【タワーにお絵かき♪】

「私の大好きな掛川」をテーマに、風車のタワーに設けたマス目にペンキでお絵かきしました。思い思いに掛川の魅力を描いていました。

貴重な体験ができたと大好評でした！

【夏祭りの季節☀みんなで遊ぼう～】

けん玉や的当てゲームを使って親子で遊びました。「親子で出来るゲームが楽しかったです」「親子でめいっぱい遊べました」と、親子の絆が深まる一日になったようです。

暑い中でも元気いっぱいでした！

アンケートの結果、来年も参加したいとの意見が多く見られました。来年も元気な笑顔が見られるようなイベントを企画したいと思います。

［主催］ (一社)日本風力発電協会、
くろしお風力発電(株)、掛川市
［後援］ 静岡県

＜ウインドデイ in 青森＞

弘前大学地域戦略研究所平成 30 年度第 1 回新エネルギーフォーラム『洋上風力が創る青森』開催

日時）平成 30 年 7 月 23 日（月）
場所）青森県水産ビル 7 階大会議室
主催）弘前大学地域戦略研究所
共催）NPO 法人 SREN、みちのく銀行
後援）青森県、青森市、日本風力発電協会
（ウインドデイ行事）

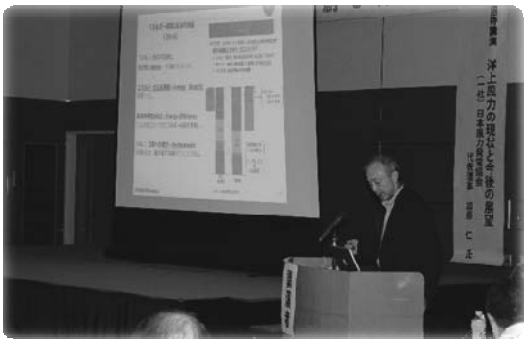
弘前大学地域戦略研究所では、新エネルギーの利用による低炭素社会の構築、地域における新産業創造及び雇用の場の創出を図ることを目的に、新エネルギーフォーラムを開催しています。今年度第 1 回目のフォーラムは、『洋上風力が創る青森』をテーマに、一般社団法人日本風力発電協会の後援により、Global Wind Day 行事として位置付けられ、平成 30 年 7 月 23 日（月）に青森県水産ビル 7 階大会議室において開催しました。

フォーラムでは、本田明弘地域戦略研究所長の開会挨拶に続き、招待講演では、一般社団法人日本風力発電協会代表理事の加藤仁氏から「洋上風力の現状と今後の展望」と題して、日本のエネルギー事情、欧州と日本における洋上風力発電の現状比較を通して、洋上風力発電のポテンシャル並びに新たな産業の創出とその経済効果について講演が行われました。続いて、本田明弘地域戦略研究所長から「北日本の風資源と風力エネルギー」と題して、世界と青森県のウィンドファームの実例を基に風車メンテナンスロボットの開発と洋上風力発電のコストメリットについて講演が行われました。また、桐原慎二地域戦略研究所教授から「漁業と洋上風力発電の共存・共栄」と題して、洋上風力発電に関する漁業者へのアンケート結果から得られた課題を基に洋上風力発電が漁業者主導で共存・共栄できる可能性を探っていくことについて講演が行われました。

休憩を挟み、パネルディスカッションでは、パネリストとして、中泊町長の濱舘豊光氏、野辺地町長の中谷純逸氏、西北漁業振興会長の山本幸宏氏、むつ湾漁業振興会長の立石政男氏、並びに招待講演者の一般社団法人日本風力発電協会代表理事の加藤仁氏をお招きし、「青森県の未来を創るために洋上風力発電に求められること」と題し、青森県における洋上風力発電の立地にあたり、中泊・野辺地両町における再生可能エネルギーに対する取組や受入れ環境、また漁業の側面から漁場に設置される洋上風力発電への心配や期待することなどについて種々意見交換が行われました。最後に共催者である株式会社みちのく銀行加藤政弘代表取締役副頭取営業本部長より、閉会挨拶を貰い盛会のうちに終了しました。

学内外から参加した 165 名の産官学金の関係者は、風力発電の動向や青森県の豊富な風資源の現状並びに漁業との共存の課題について理解を深めるとともに、青森県における風力発電立地に向けての研究報告に耳を傾けていました。

開会前の写真撮影


招待講演　加藤仁(一社)日本風力発電協会代表理事

パネルディスカッションの様子

<ウインドデイ in　苫前町>

北海道苫前町　企画振興課　環境エネルギー係

開催日時: 7 月 18 日(水) 10:30～12:00
　　7 月 23 日(月) 10:30～12:00
開催場所: 苫前ウィンビラ発電所事務所
主　　催: 苫前町
　　㈱ジェイウインドサービス
参加者: 苫前小学校 6 年生 7 名 (7/18)
　　教員 1 名
　　古丹別小学校 6 年生 8 名 (7/23)
　　教員 1 名

苫前町が毎年恒例で行っている地元小学校向けの出張授業（学社融合事業）の中で「ウインドデイ　in 苫前町」を開催し、苫前町の高田氏の講師による授業と、苫前ウィンビラ発電所の風車見学会などを通じて風力発電について学びました。

「風車工作教室の様子」

団扇で送った風で風車を回すと LED が点灯する風車キットを制作して、児童たちに風車のしくみを理解していただきました。風の当て方等を工夫してようやく LED が点くと「あ、ついた！やったー！」と大喜びで周囲に「見てみて！」と自慢する児童もいました。

（写真 1：風車工作教室の様子）

「風力発電に関する授業」

風力発電に関する質疑応答では、「風車で作った電気は町で使っているのか？」といった質問以外にも“風のまち 苫前町”で風力発電を身近に感じながら育った苫前町の小学生ならではの質問もあり、大変充実した授業となりました。

（写真 2：授業風景）

「風車見学会の様子」

授業の後は、苫前 WF の風車を見学しました。児童たちからは「想像以上に大きくてびっくり！」「ナセルまで昇ってみたい！」などといったコメントがあり、見学が終わる頃には、これまで以上に風力発電に興味関心を持ったようでした。

（写真 3：風車見学会の様子）

当日は、NHK 旭川放送局の取材が入り、夕方のニュースで GWD の取組みが紹介されました。

今後もウインドデイ　in 苫前町を通じて、地域の人たちに風力発電の魅力を伝えていく予定です。

＜ウインドデイ・イン・八竜 2018＞

（株）明電舎　再生可能エネルギー部　系統部会　田中　裕二

開催日時：2018 年 7 月 28 日

八竜風力発電所では、三種町が主催する「サンドクラフト in みたね」と日程を合わせてグローバルウインドデイを開催しております。

今年も快晴の中、開催することができました。

グローバルウインドデイとしては、VR 体験会、風車内の映像を公開して参加者に楽しんでいただきました。

【風車 VR 体験会】

今年は、昨年に引き続き VR ゴーグルを使った風車 VR 体験会を実施しました。昨年は風車ナセル上で 360°カメラを使用して撮影した静止画を使用しましたが、今回は動画を数パターン用意して、参加者にナセル上に立っているような疑似体験を経験していただきました。

静止画よりも動画の方が、目の前でブレードが回転している様子や、海に目を向ければ砂浜に打ち寄せる波も見ることができ、参加者からは「風車の迫力がとてもすごい。」「風車からの景色がとても良く見えた。」と、とても好評でした。

写真１：受付の様子

今回は、昨年よりも参加者が増え、251 名の方がグローバルウインドデイに参加していただき、ペーパー風車やウインドデイのグッズを配布しました。

写真２：VR 体験会の様子

写真３：サンドクラフトの砂像と風車

写真４：参加いただいた方との記念写真

【総括】

今年は昨年以上に VR 体験会が好評でした。今後も実施内容を工夫しながら、風車をより親しみやすく、関心を持ってもらえるように PR していきます。

＜ウインドデイ in 郡山＞

～産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所（FREA）～

2018 年 7 月 28 日（土）、福島県郡山市、産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所（FREA）における一般公開に併せて、グローバルウインドデイを開催しました。子供たちとその保護者の方々を合わせて約 200 名以上の方が参加して下さいました。開催日近くになって発生した台風が日本列島に襲来し、数日前の予報では東北・関東への直撃が心配されていましたが、当日、幸い台風は逸れ、真夏の中でも暑すぎずかつ雨も殆ど降らないかえって絶好の天気となりました。

楽しく手軽に風車工作実験！

小学生の夏休みに出される宿題の一つである自由研究の題材にもなり得る体験学習として、株式会社アーテックから販売されている「風力発電用工作キット」を用いた風車模型の工作教室を開催しました。本工作キットは、別途用意したペットボトルを加工して風車ロータを作成し、これを発電用モータにつなげ赤色 LED を点灯させるというものです。もう 1 本ペットボトルを用意し、重石として液体、ビー玉、砂利等を充填して風車タワーとして利用すれば自立させることもできます（完成見本：写真 1）。これまでにも本工作キットを活用したウインドデイのイベントが数多く開催されていますので、過去の経験を参考にして、安全かつ手軽に風車の原理が小学生にもわかるように次のような工夫を施しました。

まず、ペットボトルを風車ロータに加工するにはハサミやカッター等を用いた作業が必要で、大人でもそれなりに注意と時間を要するため、安全を最優先してこの部分の加工は予め産総研側で行いました。また発電用モータに赤色 LED のケーブルを手で巻き付けてしっかり固定することは難しいため、別途、端子を購入し、写真 2 のように予め赤色 LED のケーブルに端子をかしめて装着することによって、発電用モータと赤色 LED をつなげる作業が子どもたちでも比較的簡単にできるようにしました。さらには、オリジナルのキットには含まれていない樹脂製の尾翼を別途製作所に加工・製作してもらい、これを装着することによって、風に正対して遊べるように工夫しました。子供たちに手渡しする工作キット一式は写真 3 の通りです。こうした事前準備により、小学生低学年のみならず幼稚園・保育園児でも手軽に工作できる内容となりました。

写真 1　完成見本

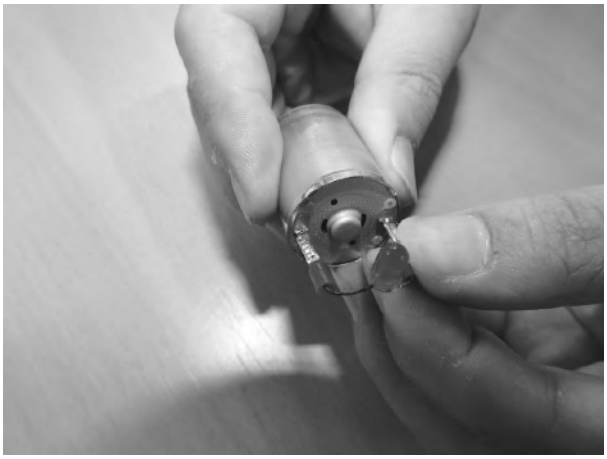


写真 2　赤色 LED の端子加工

写真 3　工作キット一式

FREA の一般公開の中で実施したウインドデイイベントであるため、子どもたちが随時集まり工作する形式としました(工作受付:写真 4、工作風景：写真 5～6)。3 台準備した市販のサーキュレータを簡易風洞に見立て、工作した風車をサーキュレータの前に設置してみて、発電して赤色 LED が点灯するかという実験を体験してもらいました（実験風景：写真 7)。ペットボトル製のロータ翼にうまくねじりをつけないと回転しなかったり、ねじりの方向が逆で反対方向に回転してしまったりして、赤色 LED が点灯しなかった場合には、指導員が風車の回転原理の説明も交えて赤色 LED が点灯するようにサポートしました。

写真 4　工作受付

写真 5 工作風景 1

写真 6 工作風景 2

写真 7 実験風景

＜ウインドデイ in 北九州＞

日時：2018 年 7 月 29 日（日） 10:00～14:00
主催：北九州市
共催：（一社） 日本風力発電協会
協力：日本ロバロ㈱、㈱エヌエスウインドパワーひびき、㈱北拓、㈱安川電機、㈱石橋製作所、ジャパン・リニューアブル・エナジー㈱、電源開発㈱、ひびきウインドエナジー㈱

７月２９日（日）、北九州市若松区響灘地区において「グローバルウインドデイ２０１８ in 北九州」を開催しました。本市では２０１１年に西日本で初めてこのイベントを開催して以来、今年で８回目となります。

当日は、悪天候のため、午後から予定していた船舶による洋上風車見学は中止しましたが、その他は予定どおり実施しました。悪天候とはいえ、今年の夏は酷暑であったため、参加者のみなさまとスタッフの体調に十分注意しながらイベントを進めていきました。

今回は、約７０名の方にご参加いただきました。募集人員を上回るご応募があり、遠くは関東から親子でのご参加もありました。また、長崎県西海市より、小中学生の団体も受け入れるなど、風力発電への興味の広がりを感じました。

当日は、日本ロバロ㈱様の会議室をお借りして、風力発電関連産業の総合拠点の形成を目指す、北九州市の「グリーンエネルギーポートひびき」事業の紹介、続いて協力企業の皆様から事業内容について説明していただきました。その後、２コースに分かれ、施設見学へ出掛けました。

まず、日本ロバロ㈱九州工場では、通常、日曜日はお休みのところ、このイベントのために工場を開けていただき、大型ベアリングの製作工程を見ながら、説明を聞くことができました。

㈱北拓様のメンテナンスパーツの物流倉庫及びトレーニングセンターの見学では、まず、屋外で地上に降ろされたブレードやナセル、ハブといった風車部品を間近に見ることができ、皆さん、その大きさに驚いていました。また、ブレードに直接触れながら、その構造や、落雷対策などの説明を受けました。屋内では、風力発電用増速機の負荷試験設備についての説明も受けました。

㈱エヌエスウインドパワーひびき様の響灘風力発電所は、出力 1.5MW の風車が１０基立ち並んでおり、響灘地区のランドマーク的存在となっています。発電所についての説明をしていただいた後、普段は入ることのできないタワー内部を見学しました。

㈱北拓様とジャパン・リニューアブル・エナジー㈱様は、今年１月に洋上モデルの風車を陸上に設置しました。こちらは、普段陸上で目にすることができないものですが、真下から見学することができ、その大きさに皆さん驚いていました。

施設見学後、会議室に戻り、質疑応答を行いました。風車の構造やベアリング製作、風車設置における離隔距離、風車に関わる職業についてなど、幅広い質問が活発に行われ、事業者様も回答に窮する場面もあり、皆さんの風力発電への関心の高さと、風車を身近に感じられている様子がうかがえました。

参加者の方々の笑顔と、ご協力いただいた事業者の皆さまに、スタッフ一同心より感謝いたします。

日本ロバロ九州工場にて記念撮影

＜ウインドデイ in 新青山高原 WF ＞

【三重県津市・伊賀市　８月２日】
日時：８月２日１０：００～１２：３０
開催場所：新青山高原風力発電所
主催：三重県　ものづくり・イノベーション課
協賛：(株)青山高原ウインドファーム
参加者：親子 11 組 22 名他　計 29 名

三重県が主催する「次世代エネルギーパーク親子バスツアー」の企画にて当施設の見学会が催されたためグローバル・ウインドデイを紹介した。９時に津駅をスタートし青山高原に１０時到着。移動バス車内において風車建設時の記録 DVD を視聴し概要説明を行った。

〈風車説明〉

現地到着!!　三角点山頂は、朝の霧も晴れ２MW×40 基の絶眺望地に集合し,壮大な風車群及び自然公園の説明を行った。

笠取山２等三角点より記念撮影

〈館内見学〉

「風のめぐみの館」館内にてダウンウインド型模型による、風車の動き（風向、風速計によるヨーイング、よる、風車の動き（風向、風速計によるヨーイング、ブレードピッチ）を説明

「風のめぐみの館」VR シアター

その後 VR シアターにて「風の道」を体験、続いてクイズ Q&A、ジオラマにて「車の道」、「電気の道」を説明した。

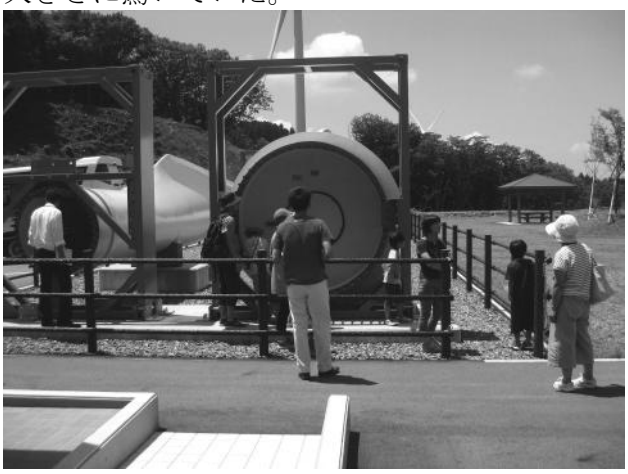
〈風車部品見学〉

当日の発電量、発電出力の数値表示や、ライブカメラ、タワー接続ボルト、地中ケーブル断面など実際の部品展示物の見学を行った。

「風のめぐみの館」ライブカメラ

〈屋外探索〉

750KW および 2000KW のブレード（実物）の周囲を手で触りながら周回しブレード先端のレセプタや先端部を揺すったり、学校のプールより長い事に、感激の声が聞こえた。つぎに風車実機のふもとまで案内すると、見上げた風車の大きさに驚いていた。


実物大ブレード（左：25m、右：40m）

〈その他〉

新エネルギー財団様からお借りしたソーラークッカーで、目玉焼きが出来る様子に感心していた。

＜ウインドデイ in 松戸＞

千葉県松戸市にあります宿題寺小屋「さくら広場」では昨年もグローバルウインドディの一環として、風車についての講義及びペットボトル風車の工作教室を実施させていただきました。参加した子どもたちは、夏休みの自由研究として、自然エネルギーのこと、風車のことを調べるなど実り多きものとなりました。ただ実際の風車を見たことのある子はほとんどおりませんでした。そこで本年は実際の風車をさくら広場の子供たちに見せてあげたい思いから、日本風力発電協会さんのお力添えをいただき風車見学会を開催させていただける運びとなりました。

【開催概要】

開催日　：2018 年 8 月 5 日（日）

見学先：茨城県神栖市波崎ウィンドファーム

主催　：宿題寺小屋　さくら広場

参加者数　：市内の小学生 10 名、保護者４名、講師１名、案内１名

【当日の様子】

当初の予定では７月 29 日に開催予定でしたが、台風の影響で１週間後の開催となり、参加者が減ってしまったことが残念でしたが、朝 8 時にマイクロバスに乗り元気に松戸駅を出発しました。道中車内では、再生可能エネルギーや風車についてのクイズ大会で盛り上がりました。参加者の小学生は低学年の子が多かった為、「風車は夜でも発電できる？」といった簡単なものから日本風力発電協会さんにお送りいただいた質問集の中から少し専門的なものまで用意しました。この質問集を事前に参加者に手渡すことで予備知識を得ることも出来、クイズも盛り上がりました。当日は講師として、日本風力発電協会副会長の永尾徹先生にご参加いただけましたのでクイズの後に詳しい解説をいただけたことが子ども達の興味を引く点でとてもよかったと思います。

波崎ウィンドファーム到着後、風車についての解説を永尾先生からいただきま

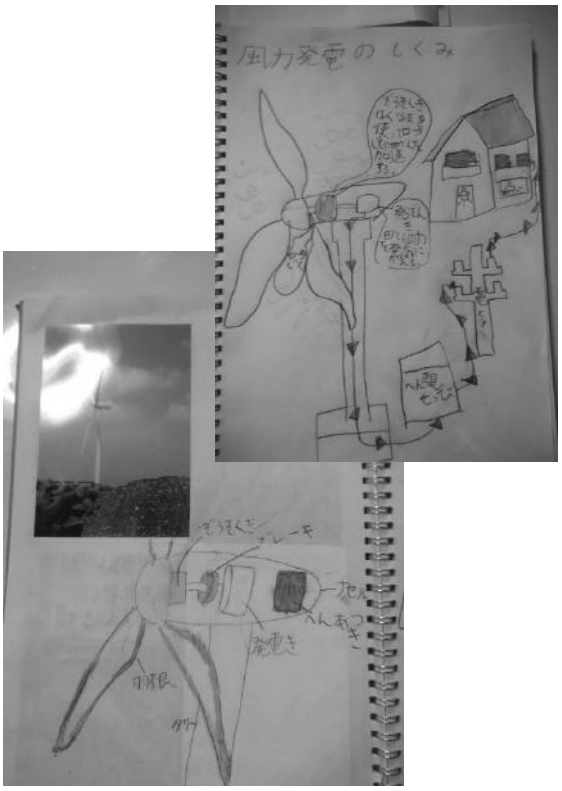
した。風車の一般的な説明に加え、特に子どもたちの印象に残ったのは、吹上風に対するダウンウィンド方式とアップウィンド方式の説明や経済性に関することだったようです。

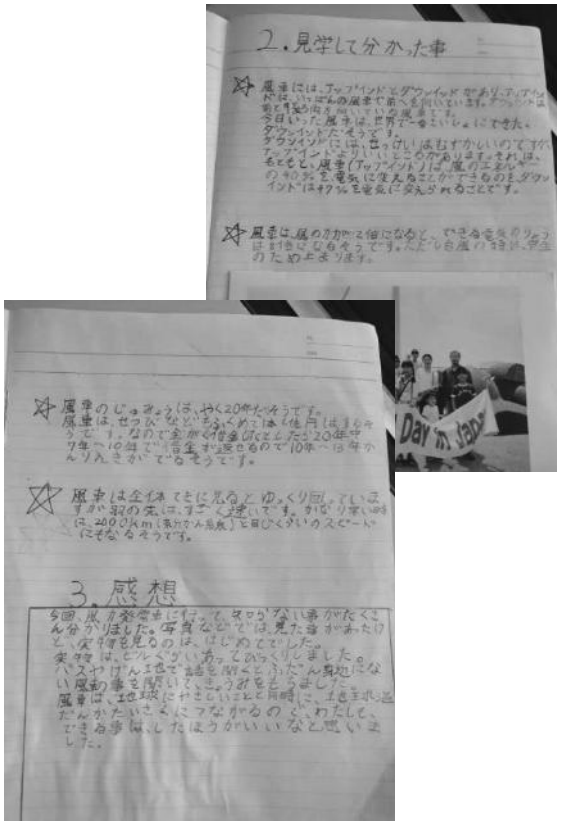
【まとめ】

昨年度から続けて参加している子も数名おります。このような数年に渡ったご支援により子ども達の興味がぐっと広がったことを痛感する見学会でした。風車はもちろんのこと、海をはじめて見たという子もおり、学校や家庭だけでは経験できない機会をいただいたこと、日本風力発電協会さんを始めとする関係機関の皆様には厚く御礼申し上げます。

また専門家である永尾先生にも一日同行いただき、子ども達に分かりやすい説明をいただいたことが子どもたちの心に深く残ったようです。心より御礼申し上げます。

以下に今回の風車見学会を題材とした子どもたちの自由研究一例を掲載させていただき御礼とさせていただければ幸いです。





バス車中から見えた太陽光発電・火力発電についても解説いただいた

＜ウインドデイ in 苫前＞

◆イベント概要

日時　　：8 月 6 日(月)　15：00～16：00
開催場所：ユーラス苫前ウインドファーム
主催　　：株式会社ユーラスエナジーホールディングス
参加者　：北海道札幌西高等学校　合計 5 名
（2 年生 4 名、担当教員 1 名）

札幌西高等学校の生徒の皆さんを対象に「グローバルウインドデイ in 苫前」を開催し、ユーラス苫前ウインドファームの風車見学会を実施いたしました。

＜ユーラス苫前ウインドファーム＞

◆風車見学会の様子

当日は、初めに苫前事業所内にて、風力発電の仕組みや、ユーラス苫前ウインドファームの概要について説明を行いました。

また､6 月 15 日がグローバルウインドデイであることを紹介し、自ら羽根の組み立てを行うかざぐるまの工作を行いました。

その後、実際に風車を間近に見ていただきながら質疑応答を行い、風力発電について理解を深めていただきました。

当日は天候に恵まれ、管理棟から風車まで約 100m の距離をゆっくりと歩きながら、風車についてや季節ごとの発電の特徴などを説明させて頂くとともに、回る「かざぐるま」を片手に持ち、風車と同じ気分を体感していただきました。

風車が実際に回っている景色をご覧いただくとともに、風車への理解を深めていただく事ができ、皆さん大変喜んでくださいました。

（ユーラス苫前ウインドファーム所長感想）

今後もユーラス苫前ウインドファームが地元の方々に長く愛される発電所となるよう尽力するとともに、多くの方々に風力発電について学習いただける機会を提供するべく、積極的に見学会受入を実施していきます。

＜参加者集合写真＞

＜ウインドデイ・イン酒田＞

【山形県酒田市　2018 年 8 月 25 日（土）】

山形県酒田市にて GWD イベントを開催しました。

- 9 時 15 分～：(於)酒田市総合文化センター
  ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社（JRE）から参加者の皆様へご挨拶後、JRE 酒田風力発電所職員より発電所概要の説明、また今年、同発電所近くに完成した「酒田港メガソーラーパーク」のご紹介や、鶴岡市で計画中の風力発電所事業用地の様子を、ドローン映像を使用してご紹介しました。

- 10 時～：(於)酒田市総合文化センター
  今年の工作は紙飛行機づくりを行いました。単純作業ではありますが、パーツが多く、主翼の角度を調整する作業等、少し難しい箇所もありましたが、全員無事完成。会議室内での試験飛行は大いに盛り上がりました。

- 11 時～：(於)酒田港メガソーラーパーク
  大型バスに乗車して発電所へ移動し、県内最大規模の面積を誇る太陽光発電所を見学。敷地の端から端までをバスで移動する際は、その広さに皆さん驚いており、写真を撮る方も多くいらっしゃいました。

- 11 時 30 分～：(於)JRE 酒田風力発電所
  風車タワー内部の見学と、紙飛行機飛ばしを実施。回転するブレードと、遠くまで飛ぶ紙飛行機によって、風の力を感じていただけた見学会になりました。終了後は参加者全員で風車をバックに記念撮影を行いました。

紙飛行機づくり

風力発電所事業予定地のドローン映像上映

県内最大の酒田港メガソーラーパーク見学

風車の建つ浜辺で紙飛行機を飛ばしました

風車内部の見学

全員で記念撮影

****

主催：ジャパン・リニューアブル・エナジー㈱

参加：35 名

****

＜ウインドデイ in 酒田港＞

【山形県酒田市　9月2日(日)】

場所：酒田市大浜海岸特設会場

山形県酒田市の大浜海岸において開催された「酒田ビーチフェスタ 2018」と共催で、今年も「グローバルウインドデイ in 酒田港」を実施しました。天候にも恵まれ、家族や友人同士で楽しむ姿が多く見られました。酒田ビーチフェスタ 2018 では、ビーチバレー大会、親子対抗はだし運動会、スラックライン体験、フライボード体験、グルメ市などの催し物が行われました。

グローバルウインドデイでは、今年も風車見学とペットボトル風車作成を行いました。風車見学には約 60 名、ペットボトル風車作成には約 40 名の方々に参加いただきました。

【風車見学】

会場内にある酒田大浜風力発電所で風車見学をしました。
風力発電のしくみや風車ができるまでの流れをパネルで展示し、説明をしながら見学していただきました。

【ペットボトル風車作成】

風車作成キッドを使って、子どもたちと一緒にペットボトル風車をつくりました。一生懸命切ったり色を塗ったりして自分だけの風車を作る姿や風車が風で回ったときに喜ぶ子どもたち姿はとても微笑ましかったです。

酒田ビーチフェスタとの共催は今年で2回目となり、グローバルウインドデイも少しずつ地元の方へ定着しつつあるように感じました。

小さいお子さんからご年配の方まで、幅広い年齢層の方々に参加いただき、普段見ることのない風車の中を見学していただいたり、風力発電のしくみを知ってもらうことで、興味を持っていただく良いきっかけづくりになったのではないかと思います。

主催：酒田港風力発電事業者協議会
（エコ・パワー（株）
ジャパン・リニューアブル・エナジー（株）
加藤総業（株））
協賛：（一社）日本風力発電協会
（株）庄内環境エネルギー
協力：酒田市

＜ウインドデイ in 米子＞

日時：2018 年 9 月 17 日
場所：とっとり自然環境館
参加者：とっとり自然環境館職員
　　SB エナジー株式会社 社員
　　米子市のボーイスカウトメンバー
　　合計約 80 名

「とっとり自然環境館」は、「とっとり次世代エネルギーパーク」の中核施設として、再生可能エネルギーや環境保全活動に関する情報の発信、エネルギー関連施設の紹介や案内などを行っております。また、月１回、再生可能エネルギー（風力・太陽光・バイオマス発電）をテーマとしたエネルギー教室が開催されています。

今回は、地元のボーイスカウトの「中海の護岸清掃活動」に合わせて、風力の勉強会を実施しました。

当日はあいにくの雨となってしまいましたが、子どもたちは懸命にゴミ拾いをしました。ゴミの中には缶やペットボトル、ヘルメットやタイヤなどゴミ袋約 30 個分のゴミが集まりました。

護岸清掃活動後、施設に戻り JWPA 様にいただいた「風車」を組み立てて、環境館の職員から風力発電のしくみについて説明をいただきました。「風車」は大変好評で、子どもたちは風車を片手に楽しんでいました。

■ＪＷＰＡ　News

WIND EXPO2018、第 2 回関西風力発電展、RE2018 出展報告

日本風力発電協会　総務部長　　千葉 登

第 6 回国際風力発電展（WIND EXPO2018）

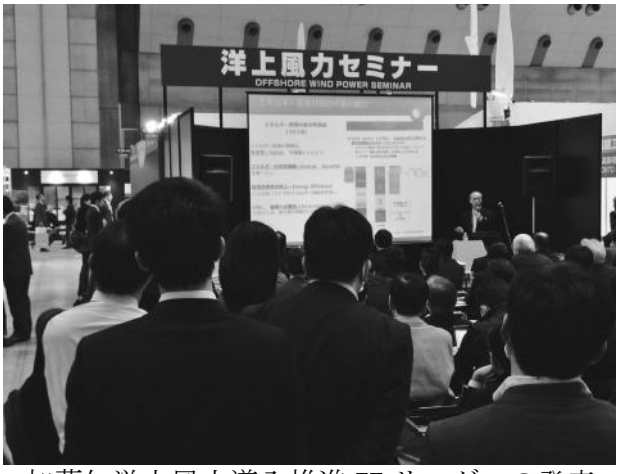
2018 年 2 月 28 日から 3 日までの 3 日間にわたり東京ビックサイトで開催された「第 6 回国際風力発電展」（WIND EXPO2018、主催；リード エグジビション ジャパン、共催；JWPA）に JWPA ブースを出展しました。来場者数は併設の PV EXPO、FC EXPO 等を含め 6 万 4 千人と多くの来場者でにぎわいました。今回もブース内に会員 PR スペースを設けることとし、募集したところ㈱興電舎、BP ジャパン㈱、㈱フランクリンジャパン、(有)ユニキューブ Tecnos、三愛石油㈱、ＳＯＭＰＯリスケアマネジメント㈱の会員 6 社が応じ、JWPA 及び分野が異なる会員企業による風力産業のすそ野の広さを示す賑やかな展示ブースとなりました。

国内外から多くの方々にブースに来訪いただき、交代でブースを担当した職員が真摯に対応いたしました。

また期間中会場内特設セミナー会場で行われた「洋上風力セミナー」で、加藤仁 洋上風力導入推進 TF リーダーから「洋上風力発電の導入促進に向けた提言」（2 月 28 日 16:00～16:40）を公表し、マスコミを始め多く方に出席いただきました。

WIND EXPO の共催社として、今回も多くの会員企業にご出展いただいたこと、また会期中多くの方にご来場いただいたことに御礼申し上げます。

テープカットの様子



加藤仁洋上風力導入推進 TF リーダーの発表

第 6 回国際風力発電展 JWPA ブースの様子(1)

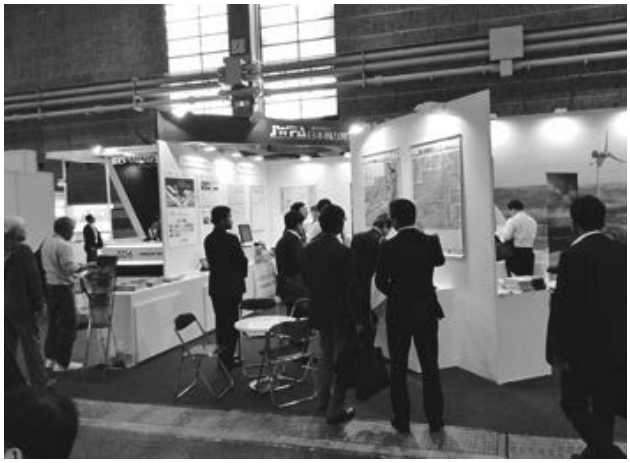
第 6 回国際風力発電展 JWPA ブースの様子(2)

来年の「第 7 回国際風力発電展」は 2019 年 2 月 27 日～3 月 1 日、東京ビッグサイトで開催の予定です。まだ出展申込をされてない会員におかれましてはぜひご検討をお願いいたします。

第 2 回関西風力発電展

2018 年 9 月 26 日から 28 日までの 3 日間にわたりインテックス大阪で開催された「第 2 回関西風力発電展」（主催；リード エグジビションジャパン、共催；JWPA）に JWPA ブースを出展しました。WIND EXPO 同様にブース内に会員 PR スペースを設けることとし、募集したところ㈱興電社、ENGIE Asia-Pacific　Co.,Ltd、アカシア・リニューアブルズ㈱の 3 社が応じ 4 社での展示となりました。JWPA からは風力発電ポテンシャルマップと風力発電所マップのタペストリー、フォトコンテストの優秀作品のパネルを展示し、協会のパンフレット、ポテンシャルマップ・発電所マップの縮刷版、チラシ「低周波音を正しく理解するために」、「風力発電の現状と課題」、今年 5 月に作成した小冊子「洋上風力発電の導入促進にむけて～新しい産業の創出を目指して～」、団体風車保険チラシ等を配布しました。また会場内特設セミナー会場で風力発電推進市町村全国協議会（全協）と「風力発電導入拡大セミナー」を共催し、3 日間で９つの講演を行いました。会員以外の方にも多く参加いただき盛況で、風力発電への関心の高さを感じました。

ビックサイトでの WIND EXPO に比べ小さな規模での開催ですが、関西での情報発信の場として会員のみなさまにもぜひご活用いただき、本展示会が拡大していくことを期待しております。



第 2 回関西風力発電展 JWPA ブースの様子

風力発電導入拡大セミナーの様子

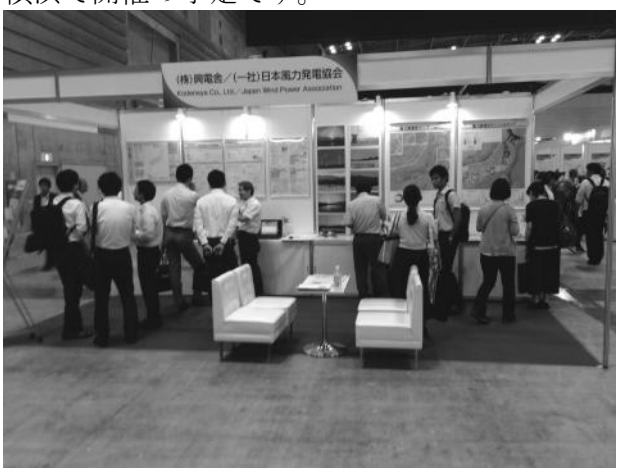
第 13 回再生可能エネルギー世界展示会（RE2018）

2018 年 6 月 20 日から 22 日までの 3 日間にわたりパシフィコ横浜で開催された「第 13 回再生可能エネルギー世界展示会」（RE2018、主催；再生可能エネルギー協議会）に、JWPA ブースを出展しました。今回も共同出展を会員に募ったところ、㈱興電社が応じ、共同ブースの出展となりました。

JWPA は風力発電ポテンシャルマップと風力発電所マップ、フォトコンテストの優秀作品を展示し、協会のパンフレット、ポテンシャルマップと発電所マップの縮刷版、チラシ「低周波音を正しく理解するために」、パンフレット「風力発電の現状と課題」、小冊子「洋上風力発電の導入促進にむけて～新しい産業の創出を目指して～」を配布しました。

ブース来場者のご質問に答えるべく協会事務局職員が交代で対応いたしました。

来年の「第 14 回再生可能エネルギー世界展示会」は 2019 年 7 月 10 日～12 日、パシフィコ横浜で開催の予定です。



RE2018　JWPA/㈱興電舎共同ブースの様子

■ＪＷＰＡ　News

AWEA Windpower2017&2018 の参加報告

日本風力発電協会（JWPA） 国際・広報部長
日本風力エネルギー学会（JWEA） 理事、国際・広報委員長
上田 悦紀

1. はじめに

米国風力協会 AWEA が主催する風力大会 Windpower 2017（5/22～25 カリフォルニア州 Anaheim）と同 2018（5/8～10 シカゴ）に参加したので報告します。米国は欧州・中国と並んで風力発電の 3 大市場の一つです。

石炭重視のトランプ政権の下でも、風力産業は粘り強く活動していますが、将来の市場縮小の懸念による閉塞感、さらには一種の諦めムードが感じられました。

2. 開催規模

ロス近郊（2017 年）とシカゴ（2018 年）という大都市で開催、開催前年の新規導入量が 7・8GW/年と大きい、という好条件にもかかわらず、参加者数と出展社数は 2013 年の前回シカゴでの開催時を下回りました（表 1、図 1）。展示の内容も、最盛期のような実物展示や派手なお祭り騒ぎは無く、淡々とブースを構えるだけの様子でした。これは前述のように、「米国風力市場には先が無い」見方が拡がっており、営業経費を抑制している様子です。

表1　AWEA Windpower の開催規模

	2013 年 シカゴ	2017 年 アナハイム	2018 年 シカゴ
参加者	8000 人	7000 人	7200 人
出展社数	600 社	439 社	450 社
前年新規	1084MW	8203MW	7017MW

3. 風力優遇税制とトランプ大統領

米国の風力発電市場は、連邦規模の補助制度の風力優遇税制 PTC（生産減税：風力発電牢に応じて 2.1~2.5 ｾﾝﾄ/kWh を節税できる時限立法）の有無で大きく増減します。直近では 2016 年末にオバマ前大統領が下記の条件で成立させました。

・2016 年末まで 100%、17 年は 80%、18 年は 60%、19 年は 40%、20 年以降は 0%（卒業）。
・取得条件は該当年内に建設着手（風車を発注）して 4 年後までに運開すること。（以前は年内運開が条件だったが、緩和されています。）
・取得後は 10 年間有効
・既設風車に大規模な改造工事を施した場合にも適用される。（これもオバマ大統領の置き土産。改造工事が大量発注されました。）

現在のトランプ大統領は風力発電を含む再生可能エネルギーに冷淡なので、PTC を骨抜きにする見直し（インフレ補正の無効化など）を議会に提案しましたが、与党共和党にも地元に風車産業を抱える議員が多数いるので幸いにも否決されて、PTC は無事に生き延びています。

トランプ大統領は、以前に自分の所有するスコットランドのゴルフ場の景観問題で近隣の風力発電所の建設阻止を申し立てて、英国の裁判所で敗訴した経験があり、風車嫌いで有名です。2017年の大会の際には、同大統領に対する先行き不安が広がっていましたが、2018 年の大会では悪材料は織込み済みになり、落ち着いていました。しかし、両大会共に連邦政府の要人の登壇発表は無く、米国政府の風力軽視が感じ取れました。

4. 米国風力市場の将来予測

2020 年以降の PTC 再設定は期待できないので、米国では好条件の 100%・80%PTC の間に風力発電を建設する駆込み需要が沸き上がり、2016・17 年末には風車メーカ各社から大規模な風車発注のニュースが相次ぎました。2018 年 5 月時点で約 33GW の建設待ち案件があります。

2017・18 年の大会で、複数のコンサル会社から要来予測の発表がありました。全手の会社が共通して 80%PTCの建設期限が終わる 2021 年末以降に急激な需要の落ち込み（業界では「死の谷 Valley of Death）」と呼称）が迫っていると警告しました（図 1）。米国の風力業界には一種の閉塞感・達観が拡がっているのを実感しました。

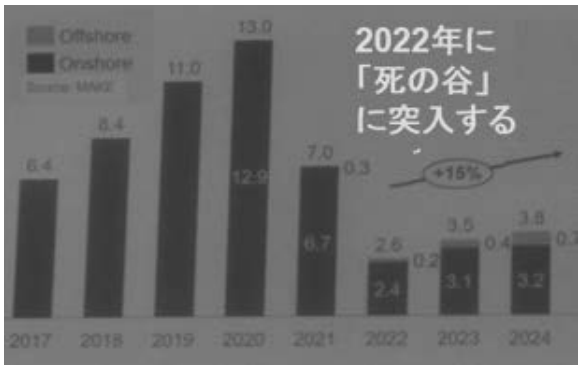


図 1　米国の風力発電の将来予測（MAKE 社）

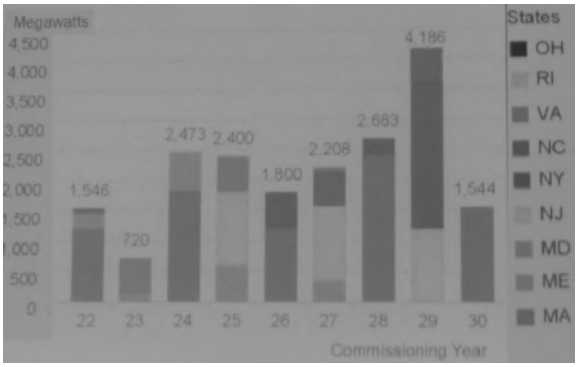


図 3　米国の洋上風力の導入予測（BloombegNEF）

2016･17 年には約 7GW/年だった新設需要が、2018 年に 8GW、2019 年に 11GW、2020 年には 13GW のピークに達した後、2021 年に 7GW に半減、2022 年には現在の約 1/3 の 3GW/年未満にまで低迷する見込みです（図1）。

2022 年以降は、①石炭火力の大量引退の後継、②洋上風力の勃興（名目 13～20GW）、の 2 点が期待されています。しかし①は、シェールガス＆太陽光との経済性競争が激しく、2～3 ｾﾝﾄ/kWh でも採算が取れるような極端なコスト削減が必要であり、茨の道です。

また、米国の風力業界への投資では、2021 年に既設風車の O&M 費用が、新規建設費用を上回ると見込まれており、ドローンや IT 技術を活用したメンテ作業の効率化が注目を集めていました。リパワリングや大規模修繕は、2017 年は活況でしたが、2018 年には沈静化していました。

5. 洋上風力発電

2016 年末運開の Block Island wind farm (GE 6MW×5 台、ジャケット基礎)を嚆矢に、米国でも東海岸と五大湖で 14 件以上･約20GW 分の洋上風力開発計画が進行中です（図 2）。

図 2　米国東海岸の洋上風力開発計画

しかし日本同様に米国でも、関連法規、許認可、関連インフラ整備の遅れから、大規模な運開が始めるのは早くても 2022 年からです（図3）。これらの計画の中で、許認可や資金調達で確実性の高いものは約 6.2GW（BloombergNEF 談）です。

港湾整備は、マサチューセッツ州の NewBedford と Braden Point、ニュージャージー州 Paulsboro、メリーランド州 Tradepoint Atlantic、オハイオ州 Cleveland-Cuyahoga County などが名乗りを上げています。洋上風力開発で、2022 年から 550～840 人の新規雇用が期待されていました。

洋上風力は 2017 年の大会では「まだまだ」という空気でしたが、2018 年大会ではかなり熱気を感じました。

6. 展示場の様子

展示場では、風車メーカは GE、Vestas、SGRE、Goldwind が発表登壇も含めて存在感を示す一方、Suzlon は少し弱い感じでした（図 4）。O&M 関係の展示（ドローン等）が活発化していました。

図 4　Windpower2018 の展示場の様子

■ＪＷＰＡ　News

WindEurope Summit 2018/WindEnergy Hamburgの報告

日本風力発電協会　国際･広報部長　**上田 悦紀**
（日本風力エネルギー学会(JWEA) 理事、国際･広報委員長）

1. はじめに

2018 年 9 月 25～28 日(火-金)ドイツ開催の WindEurope Summit 2018 国際会議＆WindEnergy Hamburg 風力展示会に参加して、国際会議の Offshore wind：Outside Europe のセッション（GWEC 管轄）で日本の洋上風力の動向を発表しました。残念ながら今回は、国際会議・展示場共に日本の存在感は小さかったです。

2. WindEurope Summit 2018 国際会議

前日 24 日夜のレセプションは、由緒ある歴史建築のハンブルグ市庁舎の大広間でドイツらしく交響曲第 9 番歓喜の合唱で祝賀されました。日本人は安副代表理事、展示会の池田氏、上田の 3 人のみでした。

今回の国際会議は展示会場内(B3 と B4 の 2～3 階の 5 つの会議室)での開催だったので、2 年前の 1km 離れた別棟より利便性は高かった。残念ながら会議参加者は年々減少しており、今回は数百人位。日本からの参加者も荒川先生･飯田先生など数名でした。

全 60 セッションで Oral 発表とパネル討論が行われた。人気テーマは「Digitalization」です。多数の風車から集めたセンサー情報の Big data を元に、故障予知や発電量増大を図る構想が語られ、そのために風車情報をどうやって共有化するかが議論されていました。

市場開拓では、陸上では南アフリカ・サウジアラビア・ロシア、洋上ではポーランド・北米・台湾・日本（写真 1）が取り上げられました。

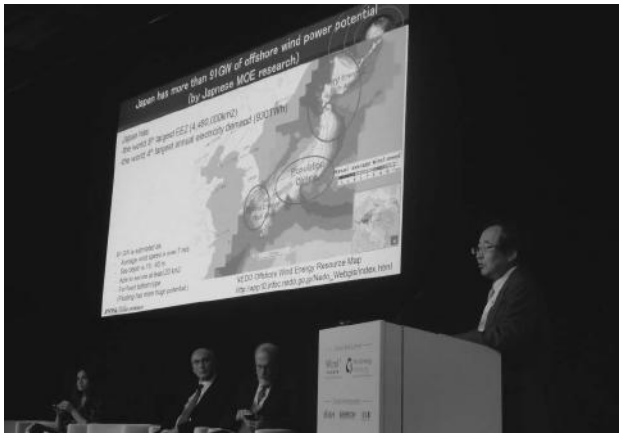


写真 1　日本の洋上風力発電の動向の発表

3. WindEnergy Hamburg 風車展示会

2 年前と同様に全 11 棟中の 9 棟を使用して約 1400 社が出展しています（写真 2､3)。今回は残念ながら純粋な日本企業は見当たりませんでした（日系 JV の MVOW は出展)。今年もハンブルグ展示会事務局のご好意(JWPA と LOI 締結)で JWPA 会員は入場割引があったので、約 30 人（2 年前の半分）が参加していました。

写真 2　展示上の様子（A 1 棟）

接合部

写真 3　Lagerwey の自己昇降式クレーンの展示

また今回も展示会に合わせて、各社から新技術や新機種の発表が相次いでいました。

【各社の新技術の発表】

- 三菱 Vestas/MVOW：V164 の 10MW への Upgrade
- GE:分割翼（twi-piece blade）採用の陸用の新 5 MW 級風車 Cypress
- SGRE:エネルギー貯蔵（蓄熱）実証

■ＪＷＰＡ　News

GWEC 理事会他の報告

日本風力発電協会　国際･広報部長　**上田 悦紀**

１．はじめに

平成 29 年 10 月～30 年 9 月に参加した以下の GWEC 関連行事について報告します。大抵は大きな国際会議に併催して開かれています。

① 洋上風力 Workshop（2017/10/17 北京）
② 理事会（2017/11/28 アムステルダム）
③ 理事会･年次総会（2018/5/9 シカゴ）
④ WindEurope Summit 2018（9/28 ハンブルグ）

２．洋上風力 Workshop（2017/10/17 北京）

GWEC の市場開拓の一環で、アジアの洋上風力市場に関して関係者が集って協議した。GWEC はアジアの洋上風力では従来はインドと中国に注力してきており、台湾と韓国は手薄でした。

インドは「FOWIND Project」で WindEurope と GWEC が市場設計をしましたが、候補先の Gujarat 州沖の風況が悪く、採算性が悪いので、開発の進展がスローダウンしています。

中国は 2017 年末で累計 2788MW･新規 1161MW/年と、欧州以外では最大の洋上風力市場です。民間では洋上の多額の開発リスクに耐えられないため、現在の開発主体は省政府です。今後の民間企業の参入には、欧州の先進技術の導入が必要ですが、中国は海外出資規制（50%未満）があるので欧州企業は主導権をとれなません。これでは利益を抜かれたり、知財・技術を盗まれるリスクが高いので、欧州企業は進出メリットがない状況です。従って中国市場は中国企業が独自に開発する形になっており、経験不足から洋上変電所の火災等の重大トラブルが生じているようです。

市場が閉鎖的な点では韓国も同様で、政府が何でも自国企業（例：Doosan 重工）にやらせようとするので、欧州企業は閉口していました。台湾も最初は同様でしたが、ある時点で先進技術導入が必須なことを悟ったので、現地調達率規制（LCR）はあるものの、Open market とみなされています。

日本の状況を紹介しましたが、台湾・韓国に比べ、①政府の公式な導入目標が無い、②系統連系等の許認可が不確実な上に時間がかかる、の 2 点から、市場の予見性（Predictability）と透明性（Transparency）に欠ける、従って、今は余り魅力的ではない、という評価でした。

３．理事会（2017/11/28 アムステルダム）

GWEC はメキシコ・ブラジルに続く新市場開拓でアルゼンチン押しを続けていますが、同国は経済が混乱して為替変動とインフレ（年率 40%以上）が続いており、好調とは言えないです。

４．理事会･年次総会（2018/5/9 シカゴ）

欧州での FIT から入札制への移行を受けて、風力発電の急速すぎるコスト削減が続くことに危機感が表明されました。また近い将来に、大量生産で価格が低下している太陽光発電との価格競合が、風力発電の市場拡大を制約する可能性が議論されました（写真 1）。

閉会時に Steve Sawyer 氏が事務局長（CEO）から引退すると発表。同氏は 2007 年の GWEC 創設時からの初代事務局長であり、GWEC 活動への参加は今後も続けるそうです。後任はメール審議預かりとなり、後日に FTI Consulting 社の Ben Backwell 氏に決まりました。

写真 1　シカゴでの GWEC 理事会の様子

５．WindEurope Summit 2018（9 月ハンブルグ）

GWEC は今回から WindEurope 大会と協力関係を結び、市場開拓関連のセッションを主催しています。9 月 26 日にはアジアと北米の洋上風力市場開拓を狙った Offshore Wind Task Force の発足を発表。28 日の洋上セッションでは上田が日本の状況を紹介しました。

■ＪＷＰＡ　News

FloatGen 浮体式風車と FOWT2018 の参加報告

日本風力発電協会　国際･広報部長
日本風力エネルギー学会　国際・広報委員長
上田 悦紀

１．はじめに

フランス IDEOL 社主催の浮体式洋上風力発電視察ツアー（2018 年 4 月 22～28 日）を報告します。前半は大西洋岸のサンナゼール港（Saint-Nazaire）で FloatGen 2MW 浮体式洋上風車を視察、後半はマルセイユでの浮体式洋上風力発電国際会議 FOWT2018 に出席しました。

２．FloatGen 2MW 浮体式洋上風車

フランスは、北海・バルト海に面さず、浅海域に限りがあり、洋上風力産業に出遅れました。そこで浮体式洋上風力実用化によって挽回を狙っています。

今回視察したのは IDEOL 社の Moonpool 式浮体（開口部と外側の水位差で波浪動を低減する）に 2MW 風車（Vestas V80）を搭載したフランスで最初の洋上風車です。

4 月 23 日の視察時は埠頭に係留されていましたが、4 月 30 日に出航して、9 月 19 日に 20km 沖合で正式に運転を開始しています（写真１）。

北九州で試運転中の NEDO の 3MW 風車も同じ形式の浮体ですが、日本は鋼板製、フランスはより安価なコンクリ製です。

今後フランス政府は各 24MW 規模のウインドファーム実証試験を 3 カ所（他の浮体形式も含む。内 2 件は地中海側）で実施する予定です。

埠頭係留中（4/23 視察時）　出航（4/30）
写真１　フランスの FloatGen 浮体式洋上風車

写真 2 ハッチの位置　写真 3 送電線引上部

五島･福島の浮体と見比べると、タワーハッチが海面に近い（約 4m）ので波が叩く恐れがある（写真 2)、海底送電線の引上部が少し華奢に見える（写真 3)、の 2 点が少し気になりました。

３．FOWT2018 浮体式洋上風力国際会議

4 月 25～27 日の 3 日間、マルセイユ港の入口にあるファロ宮殿（巌窟王の舞台。今はエクスマルセイユ大学本部。Le Fort Saint-Nicolas et le Palais du Pharo）で開催されました。

写真 4 FOWT2018 会場の様子

冒頭はフランスのエネルギー大臣がビデオレターで祝辞を寄せており、同国政府の強い支援体制が感じられました。

先ず WindEurope が現在欧州で 2021 年までに 10 件･330MW 分の浮体式洋上計画があり（図 1)、2030 年には 4～6 ﾕｰﾛｾﾝﾄ（5.2～7.8 円）/kWh までコストが下がる見通しを発表しました（図 2)。2022～24 年に谷間があり、商用市場の本格化は 2025 年以降とみられています（図 3)。

図 1 欧州で計画中の浮体式洋上風力発電

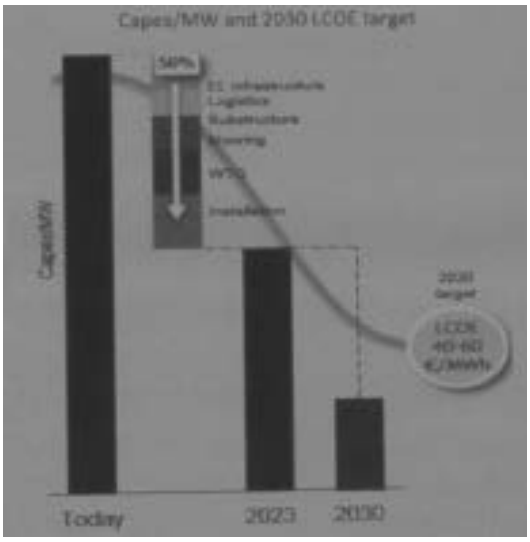


図 2 今後のコスト低減計画（Equinor 発表）

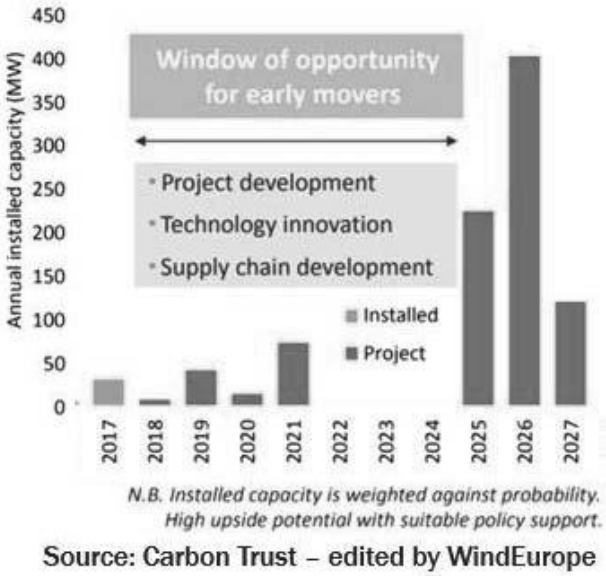


図 2 浮体式洋上風力発電の導入予測

コスト削減の主要因は、大型化（10MW 級）と量産が期待されています。技術面はナイロン索による緊張係留が実証段階でした。日本の NEDO の北九州沖の 3MW2 枚翼風車の実証研究も注目を集めていました（写真 5）。

写真 5 日本の NEDO の発表

発表者は、既に実機レベルの実証試験で信頼性確認を終えてコスト削減と世界展開を目指す先導グループ（スパー型の Hywind、セミサブ型の WindFloat、バージ型の IDEOL）と、まだモデル試験段階で今後の実証試験に資金を出してくれるスポンサーを探している後続グループに、大きく分かれていました。後者の中では、元 Siemens CTO の Henrik Stiesdal 氏が率いる TetraStar 社は、Innogy と Shell の支援を得て、ノルウェーで GGREno3.6MW 風車による実証試験の開始が決まっており、先導グループへ抜け出しています。

４．最後に

FOWT2018 では浮体を小型化する画期的発表は見当たりませんでした。コスト削減のパネル討論で「浮体式に特化した動揺に強い風車を開発してほしい」という要望が出ましたが、雛壇の Gamesa 代表は「今の浮体式の市場規模では専用機種は開発しない」と即答しました。残念ですが浮体式はまだ主流の企業を本気で動かすには至っていません。

一方で洋上風力発電の更なる市場拡大には、浮体式洋上風力の商用化が必須なことは衆目が一致しています。将来、10MW 超級洋上風車の採用でコストが下がって市場ブレークした際に乗り遅れないように、各社が実証試験のチケットを買っているのが今の状況です。

■ＪＷＰＡ　News

2017 年フォトコンテストの審査結果

日本風力発電協会　事務局　**柏木 由美**

「ＰＨＯＴＯコンテスト 2017」審査結果の報告です

2017 年５月から同年９月まで募集致しました「2017 年フォトコンテスト」の入賞作品を次の通り改めて紹介・報告致します。

■最優秀賞
・作 品 名：　「収穫の朝」
・撮 影 者：　谷野 和恵 氏
・撮影場所：　山口県下関市

■優 秀 賞（２作品）

・作 品 名：　「白峰を背に」
・撮 影 者：　成田 敏春　氏
・撮影場所：　秋田県男鹿市

・作 品 名：　「朝日に映えて」
・撮 影 者：　山﨑 俊泰　氏
・撮影場所：　静岡県掛川市

■佳　　作（９作品）

・作 品 名：　「放　射」
・撮 影 者：　戸田 信男　氏
・撮影場所：　秋田県由利本荘市

・作 品 名：　「桜色の空」
・撮 影 者：　渡辺 有美　氏
・撮影場所：　福島県田村市桧山高原

・作 品 名：　「風薫る季節」
・撮 影 者：　財満 眞千子　氏
・撮影場所：　佐賀県東松浦郡玄海町

・作 品 名：　「朝の漁」
・撮 影 者：　伊東 邦夫　氏
・撮影場所：　千葉県銚子市犬若町

・作 品 名：　「実りの頃」
・撮 影 者：　金原 智　氏
・撮影場所：　三重県度会町

・作 品 名：　「初　秋」
・撮 影 者：　佐伯 範夫　氏
・撮影場所：　鳥取県大山町

・作 品 名：　「海の祭りの向こうに」
・撮 影 者：　玉置 良宗　氏
・撮影場所：　愛知県蒲郡市三谷温泉前海岸

・作 品 名：　「夕　照」
・撮 影 者：　佐々木 利和　氏
・撮影場所：　秋田県秋田市

・作 品 名：　「高原の秋彩」
・撮 影 者：　上杉 裕昭　氏
・撮影場所：　三重県津市、伊賀市

尚、本入賞作品は「風力発電のある風景カレンダー2018」に使用させて頂き、JWPA 会員各位をはじめ、風力関係省庁や団体等各方面へ配布致しました。

今回の作品を含め、過去のフォトコンテスト入賞作品の著作権、データ（.JPG）は協会が所有しております。(2006 年度以降)
資料等へのご使用を希望される方はお問い合わせ下さい。
協会ホームページには入賞作品をカラー掲載していますので、是非ご覧ください。

■ウィンドEtc.（風のエトセトラ）

中国のシリコンバレー、深圳の足音　－EV化の風－

三菱重工業㈱　再生エネルギー事業部　主幹部員　**朝比奈　忠**

7月の連休を利用して、中国3大都市の一つ、深圳（シンセン）を訪問した。前々からこの広東省の一都市に興味があったのだが、それは、同じ中国の香港から一旦出国、イミグレを通って再度中国本土に入国する不思議な街であること、近年では中国のシリコンバレーと呼ばれ、通信機器大手の華為技術（ファーウェイ）、アリババ（阿里巴巴）、テンセント（騰訊）、ドローンの最大手、DJI など、名だたる IT 関連企業の多くが居を置く都市だからである。

中国というと何を思い浮かべるだろうか？鄙びた住宅に大家族がひしめいて住んでいる様子、自転車で街ゆく人々、クラクション鳴り響く自動車の洪水と PM2.5、スモッグで昼間でも暗い空。写真をご覧頂きたい。蒸し暑く、ギラギラと照りつける太陽の下ながら、澄み切った空、整然と立ち並ぶ高層ビル街。そして、街ゆく多くの路線バスとタクシー。あれ、何か違う。騒音は？バスやタクシーの唸るエンジン音、排気ガスの臭いは？予想を大幅に覆されることになった。アジア特有の、飲食店や露店から漂うハッカクの香りは鼻をくすぐるものの、街が思いのほか“静か”なのである。

気を付けないとシェアサイクル、電動バイクがあらゆる方向から来る。グリーンに塗装されたバス、ブルーとシロのツートンに塗られたタクシーに目を配る。するとバンパー下にあるはずのマフラーがどこにも無い。漸く気づいた。そうか、これは全部 EV なんだと。どうりで、ハイブリッド車にあるような、インバータの音しか聞こえないはずだ。そう、ここは電気自動車で有名な比亜迪（BYD）の本拠地でもあることを思い出す。

5月に訪れた広州市では、ディーゼルエンジンバスやタクシーが未だ走っていたが、2018年末までに公共バスの100%電動化が決定していると聞く。日本では見かけない新しいトロリーバスもひっきりなしに走っていた。

旅の楽しみの一つが、その土地の博物館や美術館を巡ることである。特に中国は歴史好きにはたまらない魅力がある。中国の博物館は規模も大きく立派なものが多いが、基本、入館料は無料である。深圳博物館で分かったことだが、この街の発展はたかだか40年、時の主席、鄧小平のテコ入れで経済特区に指定され、以来、近代的なビルが立ち並び、商業化が進展した。

（近代的な深圳博物館）

実は、日本でも既に、京都急行バスに BYD 製電気バスが2015年に納入され、京都駅から出発する路線バスで運行中である。歴史遺産の多く残る街だからこそ、排ガスを出さない EV バス、EV タクシー導入の意味がある。

（中国のシリコンバレー華強北）（老街の街並み）

世界のエネルギーの潮流は太陽光や風力発電など再生可能エネルギーが“主流”になりつつあるが、日本はその導入目標も低く、今年1月のダボス会議で河野外相が嘆いた通り、いわば周回遅れとなってしまった。先進国でもエネルギー自給率が低い日本は、資源確保は常に国際情勢の影響を受けざるを得ず、エネルギーセキュリティ確保のためにも再生可能エネルギーの促進は必須のはずである。

再生可能エネルギーを積極的に導入し、公共交通手段に用いることはある意味、理想であろう。お隣の中国では、既にインフラが出来上がっているのである。数年前に夢見た、再生可能エネルギーで走るバス、タクシーに乗れる日はすぐそこまで来ていると実感した次第である。

■会員 Now

ベーカー&マッケンジー法律事務所と風力発電
－プロジェクト・ファイナンス／リースによる資金調達－

パートナー弁護士　**江口　直明**
電話 03-6271-9441、naoaki.eguchi@bakermckenzie.com

はじめに

ベーカー&マッケンジー法律事務所（外国法共同事業）では、日本国内でプロジェクト・ファイナンス形式又はリース形式による、風車購入・建設の資金調達における融資契約書、担保契約書、リース契約書の作成業務をお手伝いしています。その他に、風車購入契約、建設請負契約（EPC)、売電契約（PPA)、運転維持管理契約（O&M）の作成又はレビュー業務があります。外国の当事者が関係する場合には、事務所の外国人弁護士と共に英文契約を検討します。外国の風車メーカーとの Turbine Supply Agreement (TSA)契約等です。東京事務所に所属する 170 人の弁護士のうち 35 人が再生可能エネルギー関連のプロジェクトファイナンスに対応しています。

これまでに関与した風力発電のプロジェクトファイナンスは、北海道幌延町（21MW)、北海道さらきとまない（14.85MW)、北九州響灘（15MW)、青森県六ヶ所村（32.85MW)、愛媛県三崎町(20MW)、秋田県八竜(25.5MW)、石川県輪島（20MW）があります。FIT に移行してからは港湾での風力発電所（18MW）建設目的のコーポレートファイナンス形式のシンジケートローンの融資契約作成もお手伝いしています。現在も 8 件ほど案件に対応しています。また、洋上風力発電所のための資金調達や港湾法の対応、地元との調整も行っています。最近は洋上風力発電所建設の EPC 契約のレビューも行っています。ベーカー&マッケンジー台北事務所は、4 ヶ所で 1.2 GW 分の洋上風力発電所案件に対応しており、このノウハウを東京事務所に導入しています。

風力発電の維持管理の段階で生じる、瑕疵担保責任の分析や保険請求のご相談もあります。

また、最近では既存の風力発電所を M&A で買収する案件やファンドを組成して資金を調達する案件も増えています。海外から日本への投資のお手伝いも増えています。

海外のプロジェクト

また、最近では日本の会社が海外で風車を建設するプロジェクトや海外の既存の風車のプロジェクトの会社の株式を買収する案件も増えています。

直近では SB エナジー様のモンゴルでの 50MW の風力発電案件のファイナンスをお手伝いしました。ベーカー&マッケンジー法律事務所は、世界 77 都市に事務所を有していますので、現地法と国際取引法に精通した弁護士が対応することが可能です。

当事務所のその他の再エネ環境関連取扱業務

① メガソーラー発電　プロジェクトファイナンス／リース　150 件超、2,000MW 超
② 地熱発電、水力発電案件
③ バイオマス発電、エタノールプラントへのプロジェクト・ファイナンスの組成
- 吾妻木質バイオマス発電 13MW
- 秋田向浜木質バイオマス発電 20MW

④ 廃棄物処理場への PFI 及びプロジェクト・ファイナンス、DBO
- 福岡クリーンエナジー
- 福山 RDF 発電
- 東京臨海リサイクル発電事業
- 横浜消化ガス発電 PFI
- 埼玉県彩の国プロジェクト
- 堺市資源循環型廃棄物処理施設 PFI

⑤ 自家所有水力発電所や火力発電所の会社分割によるファンドへの売却と買電契約

■会員 Now

風力発電プロジェクトのパイオニア法律事務所
Orrick, Herrington & Sutcliffe LLP

オリック・ヘリントン・アンド・サトクリフ外国法事務弁護士事務所
オリック東京法律事務所・外国法共同事業
外国法事務弁護士 片 山 洋 一
弁護士 若林 美奈子
電話：03-3224-2900、e-mail: orricktokyo@orrick.com

国内外における風力発電プロジェクトの実績

オリックは、風力発電のパイオニア時代である 1980 年代初頭から、米国カリフォルニア州において風力発電プロジェクトの開発及びファイナンス案件における法務アドバイスを提供しています。1980 年代後半には、当時米国で最大かつ、初めて組織的に資金調達された 160MW の風力発電プロジェクトにおいて、スポンサーを代理いたしました。以降、アメリカのみならず、ヨーロッパやアジアにおいても、風力発電業界の先駆けとなる案件に携わり今日までに、多数の *Renewable Deal of the Year* 等の再生可能エネルギーに関するアワードを受賞しています。2017 年 1 月、米国 *Law 360* 誌において、オリックのエネルギー・グループは、4 回目となるプロジェクト・ファイナンス・グループ・オブ・ザ・イヤーの受賞を果たしました。

当事務所の代表的な案件としては、日本企業を代理し、世界各国の風力発電プロジェクトに投資する世界最大規模となる2億ドルのファンドを設立した案件や、日本国内の風力発電プロジェクトにおいて日本初のプロジェクト・ファイナンスを組成した案件などがあります。

また、近年では再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）の施行後、日本で初めて同制度を用いた風力発電プロジェクトや複数の日本最大級の陸上風力発電プロジェクト、日本においては未だ数少ない商業規模の洋上風力発電プロジェクト等に携わっております。

日本における風力発電プロジェクト

今日、風力発電プロジェクトに対しては、国内外から多数の新規参入者も加わり、売買や投資の機会も飛躍的に拡大しています。また、プロジェクトの売買やリパワリングのみならず、新しいプロジェクトの開発・発展も活発になっております。しかし、風力発電プロジェクトの電気出力サイズは、各ロケーションの風速によって大きく異なり、また化石燃料発電プロジェクトと比較して規模が小さいため、費用効率の高い資金調達は難しい課題の一つです。

オリックでは、これまで、風力発電における幅広い経験をもとに、資金調達面での革新的な解決策を展開し続けてまいりました。その中には、証券化のテクニックや、エネルギープロジェクトに馴染みのない投資家にも活用できる投資ストラクチャーを用いたハイブリッド・ファイナンシングなどがあります。オリックでは、その時々の風力発電事業のプロジェクト・ファイナンスにおいて要求される、法令上の要請や税制、各種インセンティブを考慮したストラクチャーの構築、取引のコスト削減のための技術、借入側・貸付側双方に必要な条件を満たすための資金調達方法の受け入れなど、あらゆる観点からの調整に対応しつつ、既存プロジェクトの売買やリパワリング・リファイナンス、新規プロジェクトの開発・建設ファイナンスなど、広範なサポートを行っております。

現在当事務所がアドバイスを行っているいくつかの大型風力発電プロジェクトの一部として、青森県津軽市で2020年に商業運転開始が予定されている121.6MWの風力発電プロジェクトや北海道における日本初の商業規模での洋上風力発電プロジェクトなどがあります。

オリックのエネルギー業務

オリック東京オフィスのエネルギーグループには、現在7名のエネルギー分野に特化した弁護士及び外国法弁護士が在籍し、多種多様なプロジェクト案件において優れた能力を発揮しています。私ども弁護士は2012年に施行されたFIT制度の制定に際し、経済産業省に協力し同制度構築にアドバイスを提供したほか、モデル契約書の作成に協力いたしました。さらに、長年にわたり再生可能エネルギー案件に携わってきた経験をもとに、再生可能エネルギーに関する法律、ファイナンス、FIT制度施工後の動向などについての講演を積極的に行うほか、マーケットの最新動向や関連法制度に関する解説などをまとめた論文等も数多く発表しています。

海外においては、北米・ヨーロッパ・アジアのオリック・オフィスに150名以上のエネルギーグループ所属弁護士を擁し、南米やアフリカ大陸を含む各国法でサービスを提供しております。オリックのエネルギーグループは、世界各地の再生可能エネルギー事業の開発及びファイナンスに精通しているのみならず、常に法令・許認可、環境、訴訟、証券化及び不動産など他の業務分野の弁護士との強固なチームワークでアドバイスを行っています。

ソーラー発電を含むその他の再生可能エネルギープロジェクト

オリックは、その黎明期から関わってきた風力発電プロジェクトにおいて蓄積された経験と知識をもとに、太陽光発電、地熱、バイオマスなど広範な再生可能エネルギー分野で最もアクティブに法務サービスを提供する法律事務所の一つとなっています。

太陽光発電の分野では、岡山県瀬戸内市で2018年に商業運転開始が予定されている国内最大の230MW太陽光発電プロジェクトのスポンサー及びプロジェクトカウンセルを務め、日本における初となる真のノンリコース・プロジェクト・ファイナンスによる資金調達を実現させました。その他、各種大型案件を取り扱っております。

オリックの包括的サポート

オリックは、再生可能エネルギーに使用される新技術の開発、製造、市場投入、業務委託、などクリーン・テクノロジーに係る様々な場面においても法的サービスを提供しています。知的財産およびコーポレート・M&A業務分野の弁護士の協力のもと、大手メーカーからエネルギー・ベンチャーまで様々なクライアントに、知的財産の保護、技術移転、戦略的業務提携、M&A、ジョイント・ベンチャーなど、広範囲にわたる包括的なサポートを行っております。

orrick

オリック・ヘリントン・アンド・サトクリフ外国法事務弁護士事務所
オリック東京法律事務所・外国法共同事業

〒106-6028 東京都港区六本木 1-6-1 泉ガーデンタワー28 階
Tel: 03-3224-2900 / Fax: 03-3224-2901/ orrick.com

■会員 Now

需給・系統シミュレーションに基づく出力抑制想定

東電設計株式会社　八巻　康一郎、菊池　和範
電話 03-6372-5952　k.yamaki@tepsco.co.jp　kikuchi_kaz@tepsco.co.jp

はじめに

東電設計株式会社では、東京電力パワーグリッド株式会社の系統計画・系統運用業務を３０年にわたって支援してきています。具体的には、国内外の電力会社が使用する系統シミュレーションツールを用いて、潮流計算、事故電流計算、電圧計算、安定度計算などに用いるシミュレーションファイルの作成、シミュレーションの実施などを行ってきました。

また最近では、風力発電事業者の系統連系、電力広域的運営推進機関による同機関で作成した需給シミュレーションツールの機能追加なども支援しています。

東北エリア潮流シミュレーション

現在進行中の東北北部エリア電源接続案件募集プロセスにおいては、送電線過負荷回避のための電源出力抑制を前提とした暫定連系対策を、取り入れています。ＪＷＰＡから、発電事業者が事業性判断・資金調達を行うのに、電源出力抑制量を想定する必要があるとうかがったことから、当社の需給・系統シミュレーションに関する知見を活かして、「系統の見える化」で支援を行うこととしました。

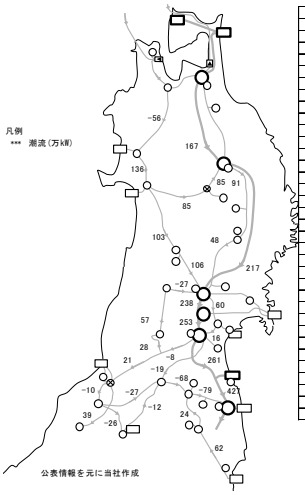
具体的には、ＪＷＰＡ向け、風力発電事業者個社向けに、以下を行いました。

＜ＪＷＰＡ向け＞

- 当社が公開データから収集した情報、ＪＷＰＡ想定の暫定連系申込み電源を、シミュレーション用データに加工
- 前述の需給シミュレーションツールを活用して、８７６０ｈの需給データを作成
- 需給データを個別地点毎の需要・電源に割り当て
- 代表断面（風力出力最大断面など）をＥＸＣＥＬで自作した潮流計算ツールに入力し、送電線事故を模擬のうえ、計算結果を潮流図に図示させて、代表断面における過負荷有無を確認［図１］

＜風力発電事業者個社向け＞

- 東北電力株式会社開示の系統データ、風力発電事業者想定の暫定連系申込み電源などを、シミュレーション用データに反映
- 前述の潮流計算ツールに、８７６０ｈ分の自動実行・結果集約機能を追加して、送電線毎に８７６０ｈ潮流デュレーションを作成［図２］
- ８７６０ｈ中の出力抑制量を想定



電圧階級	線路名	区間	(a)許容値 (万kW)	(b)潮流 (万kW)	(c)a-b (万kW)
会社間連系	桃陵北本	北海道→東北			
会社間連系	第二北本	北海道→東北			
会社間連系	相馬双葉幹線	東北→東京			
500	十和田幹線	上北→岩手	987	167	820
500	北上幹線	岩手→宮城	987	217	770
500	青葉幹線	宮城→宮城中央	987	238	750
500	青葉幹線	宮城中央→西仙台	987	253	734
500	常磐幹線	西仙台→新地分岐	987	261	726
500	常磐幹線	新地分岐→南相馬	987	427	561
275	北条幹線	青森→能代	269	-56	213
275	岩手幹線	雫石→岩手	176	85	91
275	秋盛幹線	秋田→雫石	132	85	47
275	早池峰幹線	岩手→水沢	181	91	90
275	水沢幹線	水沢→宮城	176	48	128
275	大潟幹線	能代→秋田	362	136	226
275	秋田幹線	秋田→羽後	149	103	46
275	奥羽幹線	羽後→宮城	72	106	-34
275	陸羽幹線	新庄→宮城	354	-27	327
275	宮城幹線	宮城→仙台	176	60	116
275	仙台幹線	仙台→西仙台	146	16	130
275	郡王幹線	西仙台→米沢	124	-19	105
275	新日幹線	西仙台→西山形分岐	362	-8	354
275	新日幹線	西山形→越後	362	21	341
275	山形幹線	新庄→西山形	271	57	214
275	西山形幹線	西山形→新日幹線	362	28	333
275	東北幹線	本名→米沢	110	-12	98
275	会津幹線	米沢→福島	260	-68	191
275	磐梯幹線	新潟→米沢	176	-27	150
275	相馬幹線	福島→南相馬	260	-79	180
275	阿武隈幹線	須賀川→福島	260	24	236
275	羽来幹線	羽来→須賀川	181	62	119
275	新潟幹線	新潟→本名	90	-26	65
275	五頭幹線	越後→新潟	362	-10	352
275	中越幹線	越後→中越	362	39	323

図１　代表断面の潮流図と過負荷有無の一例

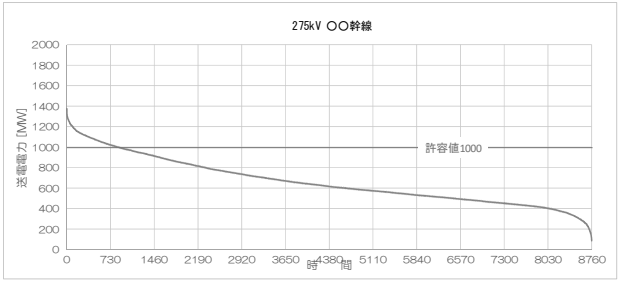


図２　８７６０ｈ潮流デュレーションの一例

当社の系統関連取扱い業務

当社では上記の他に、以下などの業務を通じて、風力発電の円滑な系統連系を支援しています。

- 自営送電・変電設備に関する最適設計や施工コストダウン方策の提案
- 融資評価のための技術デューデリジェンスなどセカンドオピニオン
- 風力・太陽光のハイブリッド系統連系の支援

■会員 Now

仕事は風の観測

ー風況タワー・ドップラーライダー・低層風況・その他ー

インター・ドメイン株式会社 代表取締役　杉本信策
Tel:045-459-9501 email:info@enecafe.com

風況タワー

NEDO が平成５年度に全国風況マップを発表したころから、米国 NRG 社の高度 20m 風況観測セットの販売を開始し、NEDO 風力発電フィールドテスト補助事業のために、高度 30m 風況精査セット一式を全国一円に安価で提供しました。その後の風力タービンの急激な大型化に伴い、同風力発電フィールドテスト（高所風況精査）事業で高度 40m-50m の観測セットを日本全国に広くご利用いただきました。風力タービンの大型化は留まることを知らず、見上げると首が痛くなるような高度 60m の観測セットが現在の主流です。

データロガーに取り付けて観測データを毎日定刻になると送ってくれる便利なリモートパックも、とても多くのお客様にご利用いただいています。今日も日本全国から、最新の風況データがお客様のお手元に届けられています。

海外にも観測タワーを設置しました。普通の観光客が足を運ばないところばかりで、楽しい思いをしました。モンゴルの草原では、凍てつくゲルに寝泊まりし、ウサギのようなネズミがご馳走でした。太平洋はキリバス共和国のクリスマス島は、赤道直下にありながら高気圧帯の下降流で乾燥し、熱帯ジャングルを想像していたのに月面のような場所でした。入り江のお役所で、歌え踊れの歓待を受けました。

モンゴル草原での大型ネズミ調理風景

風況タワーの上

地上から上空をドップラーライダーで観測します。高度 200m まで、10 高度を各高度 1 秒に円周 50 点の円錐レーザースキャンで三次元風速ベクトルを観測し記録します。最低観測高度は 10m。タワー観測データとの相関も正確です。

当社は平成 20 年に英国製の草分けドップラーライダー・ゼフィア（ZephIR）をレンタル用に導入しました。現在は設置が格段に簡単になった後継機種ゼフィア 300 を 3 台運用しています。また販売代理店として販売もしています。

ゼフィア 300 を専用運搬車に積んだところ

改訂の進行が遅かった IEC 61400-12-1 Ed.2 は、ドップラーライダーによる上空観測の方法のほか、ローター中心点の風速だけでは風速に対する大型タービンのパフォーマンスを表現できなくなってきたため、別の代表風速であるローター等価風速*を定義しています。

*Rotor-Equivalent Wind Speed

ここで活躍するのがゼフィア DM です。
タービンの上に水平に設置し、常にローター正面前方の風を円錐スキャンで観測します。
次のことができます。

- ヨー・アラインメントの検出（タービンが流入風向に正対しているか検出し、修正すれば発電量の増加となる。）
- パワーカーブの検証・保証検定
- 風速の鉛直プロファイル把握し、ローター等価風速を算出

下（した）の方

小型風力発電の固定価格買い取り制度メニュー（FIT）が出た後、国内外多くの玉石混交小型タービンが市場にラッシュしたころから、低層風況調査の需要が出てきました。かつて NEDO 事業で出回った 20m 観測セットがあればよかったのですが、もう残念ながら生産はしていません。小型風力発電のための観測なので価格も抑えなければなりません。観測高度が 10m-15m のセットで観測業務を提供しています。

太陽光発電所への併設や道の駅などへの小型風力導入の検討に使われています。

雪の中にじっと立つ 12m 観測タワー

一方、今年になって小型風力発電 FIT が大型風力発電と同じ買い取り価格となり、小型タービンも中型化に移行して行くことが予想されます。
対応する観測高度をカバーするため、34m の観測セットを提供します。

太平洋・クリスマス島の 34m 観測タワー

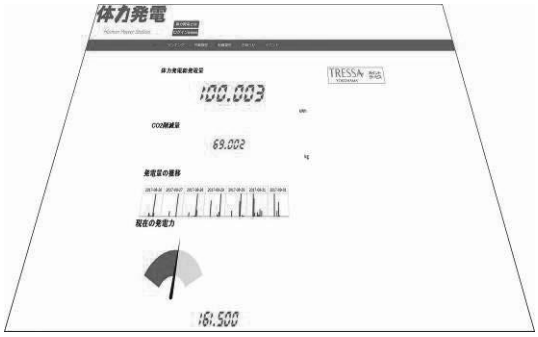
体力エネルギー

多くの人が運動で汗を流しています。トレーニングのため、健康長寿のため、美容とプロポーション維持のため、メタボ対策のため、などなど。これまで汗として捨てられ、未利用だった運動エネルギーを回収すれば、立派な再生可能エネルギーです。この回収装置を作りました。発電機能を組み込んだフィットネスマシンです。体力で発電した電力は低圧配電線（コンセント）に流れ、ジムなど接続構内の電力消費に使われます。

これに発電情報発信の付加価値を与えました。発電情報はクラウドに上がり、自分の発電、仲間の発電がリアルタイムでモニターできます。発電を競い、スマホで自分のランキングが見られます。やる気が出ます。発電電力に応じて利用者にポイントに付与すると、商業利用に使えます。得して運動へのインセンティブがさらに高まります。

このマシンと情報サービスの複合製品を開発し「体力発電」と命名しました。

CSR、SDG、健康経営といったキーワードが発展の主流となる現代社会に体力発電が利用され、貢献することを PR して行きたいと思っています。



体力発電情報サービスサイト

3 分間発電競争バトルの様子

* 以上 *

■会員 Now

ロープ高所作業技術者の管理と洋上風力への対応

株式会社 特殊高所技術　**齋藤　薫**
TEL 044-948-8592　FAX 044-948-8593
saito.k@tokusyu-kousyo.co.jp

当社の取り組み

当社の社名でもある「特殊高所技術」は、公共系インフラ構造物の調査点検技術として国交省の運営するＮＥＴＩＳ（新技術情報提供システム）においてＳＫ-080009-ＶＥ（品質・施工性・安全性・経済性等について直轄工事等にて活用された後の「試行実証評価」又は「活用効果評価」が実施された技術）にて高く評価され、すでに広く公共系で活用されている技術です。

当社ではこの技術を８年前より風力発電設備にも応用し、国内の情勢やニーズに基づきこれまで多くのブレード点検、補修、技術者に対する教育訓練等を実施してまいりました。

一般社団法人　特殊高所技術協会では技術者の養成、資格制度による適正技術の管理、技術の移転等を行うことにより、適正技術者の提供に取り組んでまいりました。以下、昨年のデータを更新しご紹介させていただきます。
なお、詳しくは以下をご参照ください。
http://www.tkgs.or.jp/

（１）一般社団法人 特殊高所技術協会の会員，資格制度，講習

①会員の種類
・特別会員、正会員Ａ、Ｂ
・賛助会員、個人会員
※現在、会員企業は３２社

②資格区分
・講師、３級，２級、１級
※現在、登録技術者は１８７名

③技術講習

	新規	更新
・３級	８時間	－
・２級	９６時間	８時間
・１級	４８時間	８時間
・再取得	２４時間	

④技術者資格（１級技術者の例、抜粋）
・特殊高所技術を用いた作業を総合的に計画、管理、実施する能力を有すること。
・２級の技術者資格を有した状態で 1000 時間以上又はこれに準じる特殊高所技術を用いた作業を行ったと協会が認める者で、かつ、協会の定める１級資格の取得に必要な講習を修了して認証を受けたもの。
・協会の定める期間ごとに協会の定める更新手続を行っていること。
・２級の認証要件を充たさないが、これに準じる特殊高所技術を用いた作業を行ったと協会が特に認める者であること。

⑤資格者の実施可能項目（１級技術者の例）
・２級以上の技術者資格を有する特殊高所技術者１名以上とともに、特殊高所技術を用いた作業を実施すること。
・３級及び２級の技術者資格を有する特殊高所技術者による特殊高所技術を用いた業務を管理監督すること。
・講師の管理監督の下、３級から１級の技術者資格取得に掛かる技術指導及び訓練を補佐すること。

講習風景

（２）洋上風力への対応

①対応工種

今年度も国内の洋上風力（福島・銚子・北九州）のメンテナンスを実施しました。

対応工種は以下の通りです。

・定期事業者検査
・落雷損傷修理
・エロージョン補修
・シェル補修
・導通試験
・避雷設備修理
・ピッチボルト調整
・その他

洋上でのブレード補修状況

タワートップメンテナンス

②ＣＴＶ等でのアクセス

福島洋上風力コンソーシアムでは東京汽船社のＪＣＡＴ ＯＮＥ、銚子沖洋上でも同社のＰＯＲＴＣＡＴ ＯＮＥにて風車へアクセスしました。現地波高が２．０ｍ程度では容易に躯体部分にアクセスできました。

銚子沖洋上　ＰＯＲＴＣＡＴ ＯＮＥ

福島沖洋上　ＪＣＡＴ ＯＮＥ

③洋上作業の課題

洋上作業においては、通常のロープ高所作業に加え以下の対策が必要となります。

・作業行程の調整（気象・天候把握）
・作業時間の管理（日没、帰港のタイミング）
・資材の揚げ降ろし（ウィンチの操作）
・風車～ＣＴＶ移動（移動方法、タイミング）
・通信環境（上下、サイト～陸地）

最後に

当社では既存の技術と安全管理に加え、欧州で実践される合理的なシステムやメンテナンス手法、新たな技術情報を参照し、国内洋上風力の適正かつ合理的なメンテナンスをサポートしてゆきます。

■会員 Now

風力発電をリスクの低い事業にするために
－風を測る、風を読む、風を診る－

ウィンドコネクト株式会社 代表取締役　斉藤純夫
E-mail:saito@wincon.jp

当社は風況シミュレーション技術をコアとして風力発電ビジネスのサポートを行っています。

バンカビリティ

風力発電のファイナンスは近年多様化しています。プロジェクト・ファイナンスやファンドによる資金調達など、企業の与信力では無く、プロジェクトそのものを担保とする為、事業はより高い確実性が求められます。

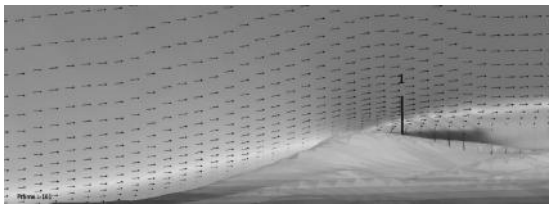
バンカビリティ（融資適格性）に求められるものは多種多様ですが、風力発電ビジネスで重要視されるのは、発電量の確実性です。

確実性の高い発電量を予想する

発電量予測の確度を高めるには
①適切な風況観測
②風況解析（発電量シミュレーション）
③長期気象変動の評価
が必要です。

風を測る

風況解析では適切な風況観測データが必要です。もし、その観測値が適切でなかったら？例えば観測位置が乱流領域だったら発電量の予測値は実態と乖離してしまう可能性があります。風車をどこに建てるかの前に観測タワーをどこに建てるのかも重要です。



風況観測タワー位置の風の流れの例

風を読む

ウィンドファームでは観測タワー位置の風況データを元に周辺風車の発電量を予測します。当社ではこの風況解析に日本の山岳複雑地形に適した非線形モデル RIAM-COMPACT 及び MASCOT を用いています。

また風力発電は事業期間は２０年以上。長期的な気象変動も考慮が必要です。風の良い年か、悪い年か、平年値は？ファイナンスの検討では超過確率毎の発電量を求めてワーストシナリオでも事業が継続できるのかを評価します。

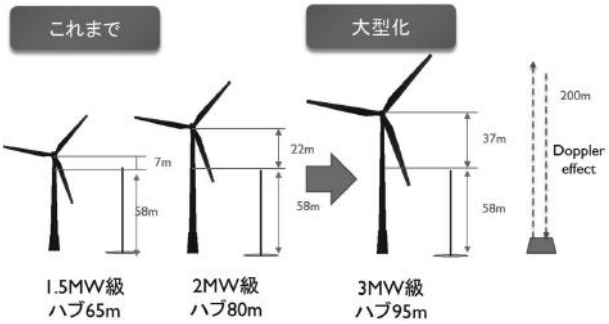
風を診る

風は目で見ることができません。しかし、風は複雑な動きをし（乱流等）、時として風車にダメージを与えます。RIAM-COMPACT では風の流れを可視化し、乱流の検出や速度シアなどを予測し、風車の故障リスク低減に役立てる事ができます。

必要なのは観測タワーではなく観測データ

当社及び提携企業では風況観測タワーを当方が設置・保有し、事業者に「観測データ」のみを提供するサービスを行っています。

また近年風車の大型化により観測タワーの高さと風車のタワー高さの乖離が大きくなっています。この乖離に対応する為、200mまで計測ができるドップラーライダ、ソーダの活用が本格化しています。当社ではドップラーソーダでの観測サービスも行っています。



風車の大型化による問題点(タワー60m 制約問題)

ドップラーソーダ（外部電源不要型）

■会員 List　風の達人・風の仲間

平成 30 年 9 月 1 日現在

ー正会員（１）ー

No.	区分		一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体		法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
1	正	C	IHIプラント建設㈱	03-4553-1033	http://www.ipc-ihi.co.jp/		○			○			◎			
2	正	C	ITH-ジャパン㈱	047-406-4300	http://ith.co.jp/							◎				
3	正	B	アカシア・リニューアブルズ㈱	03-5148-7303	http://www.acacia-renewables.com/	○								○		◎
4	正	C	旭化成エンジニアリング㈱	044-382-3637	http://www.asahi-kasei.co.jp/aec/								◎	○		
5	正	C	朝日航洋㈱	03-3988-1013	http://www.aeroasahi.co.jp/								○	◎		
6	正	C	アジア海洋㈱	03-3553-3949	http://www.owa.co.jp/			○		◎			○			
7	正	B	アジア航測㈱	044-967-6410	http://www.ajiko.co.jp/									◎		
8	正	C	㈱あったか森の国から	0573-20-0221	http://www.attakamori.co.jp/			◎	○	○						
9	正	B	イー・アンド・イーソリューションズ㈱	03-6328-0110	http://www.eesol.co.jp									◎		
10	正	C	イーレックス㈱	03-3243-1128	https://www.erex.co.jp/company/about/	◎										
11	正	A	イオスエンジニアリング＆サービス㈱	03-3519-3911	http://www.eos-es.co.jp/								◎	○		
12	正	C	㈱石橋製作所	0949-26-3711	http://www.ishibashi-mfg.com/							◎	○			
13	正	C	いであ㈱	03-4544-7606	http://ideacon.jp/									◎		
14	正	B	伊藤忠テクノソリューションズ㈱	03-6203-5695	http://www.ctc-g.co.jp									◎		
15	正	C	伊藤忠商事㈱	03-3497-2737	http://www.itochu.co.jp/ja/											○
16	正	B	インベナジー・ジャパン（同）	03-6261-4456	http://www.invenergyllc.com	◎										
17	正	C	ヴァイサラ㈱	03-5259-5962	http://www.vaisala.com									○		○
18	正	C	㈲ウィンディ	093-651-9199	http://www.geocities.jp/windykishi/	◎	○						○	○		
19	正	C	㈱ウインドパル	03-6452-8631	https://www.windpal.co.jp/					○						
20	正	C	㈱宇佐美エンジニアリング	075-325-4681	http://usami-net.com							◎				
21	正	C	エーオンジャパン㈱	03-4589-4137	http://www.aon.com/japan/										◎	
22	正	C	AGC㈱	03-3218-5040	http://www.agc.com/index.html			◎					○			
23	正	SA	エコ・パワー㈱	03-5487-8560	http://www.eco-power.co.jp/	◎							○			
24	正	B	SBエナジー㈱	03-6899-2659	http://www.sbenergy.co.jp/	◎										
25	正	C	㈱エックス都市研究所	03-5956-7503	http://www.exri.co.jp/									◎		
26	正	C	エヌエス環境㈱	03-3432-5451	http://www.ns-kankyo.co.jp									○		◎
27	正	C	NOFメタルコーティングス㈱	044-280-3017	http://www.nofmetalcoatings.com											◎
28	正	A	NTN㈱	03-6713-3617	http://www.ntn.co.jp							◎				
29	正	C	Hergo Japan（同）	03-3583-5665	http://www.infrastrutture.eu	◎										
30	正	C	ENGIE Asia－Pacific　Co.,Ltd.	03-6860-8259	http://www.engie.com/	◎										
31	正	C	㈱OSCF	03-6457-9979										◎		
32	正	B	Ørsted	03-3780-8720	http://www.orsted.com/											
33	正	B	㈱大林組	03-5769-1857	http://www.obayashi.co.jp/	○		◎	○	○						
34	正	B	㈱小川建機	042-985-0901	http://ogawa-kenki.co.jp					◎						
35	正	C	音羽電機工業㈱	06-6429-5951	http://www.otowadenki.co.jp/						◎					
36	正	C	オリック・ヘリントン・アンド・サトクリフ外国法事務弁護士事務所	03-3224-2926	http://www.orrick.com									○		◎
37	正	B	オリックス㈱	03-5730-0184	http://www.orix.co.jp/	○									◎	
38	正	C	㈱ガイアパワー	0884-24-3377	http://www.gaiapower.co.jp/	◎		○	○				○			
39	正	C	海洋エンジニアリング㈱	03-5846-0772	http://kaiyoeng.com/index.html									○		◎
40	正	C	海洋開発興業㈱	06-6555-3678				○		◎						
41	正	B	鹿島建設㈱	03-5544-0750	http://www.kajima.co.jp/			◎						○		
42	正	B	㈱ガスアンドパワー	06-6205-4557	http://www.gasandpower.co.jp	◎										
43	正	C	㈱環境管理センター	03-6206-4321	http://www.kankyo-kanri.co.jp/									◎		
44	正	C	㈱関電エネルギーソリューション	050-7105-0147	http://www.kenes.jp/	○										
45	正	B	㈱関電工	03-5476-3891	http://www.kandenko.co.jp			○	◎	○	○	○	○			
46	正	B	北芝電機㈱	024-537-2137					○		◎	○	○			
47	正	C	共立㈱	03-5962-3075	http://www.kyoritsu-ins.co.jp/										◎	
48	正	B	㈱きんでん	06-6375-6225	http://www.kinden.co.jp	○			◎							
49	正	A	㈱グリーンパワーインベストメント	03-4510-2121	http://www.greenpower.co.jp/index.html	◎										
50	正	C	グリーンパワー㈱	03-5711-2468	http://gp-greenpower.jp	◎										
51	正	C	㈱グローカル	03-6550-9010	http://www.glocal-net.com		◎					○				
52	正	B	㈱建設環境研究所	03-3988-2643	http://www.kensetsukankyo.co.jp/									◎		
53	正	B	国際航業㈱	03-6316-4201	http://www.kkc.co.jp/									◎		
54	正	C	国際石油開発帝石㈱	03-5572-0232	https://www.inpex.co.jp/											◎

■会員 List　風の達人・風の仲間

ー正会員（２）ー

No.	区分		一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体		法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
55	正	C	コスモエンジニアリング㈱	03-5462-0164	http://www.cosmoeng.co.jp/			◎	○	○						
56	正	B	五洋建設㈱	03-3817-7579	http://www.penta-ocean.co.jp	○		◎								
57	正	B	サムスンSDIジャパン㈱	03-6369-6392	http://www.samsungsdi.com/											◎
58	正	B	㈱三義	0184-24-2327	http://www.c-sangi.co.jp/			◎								
59	正	C	㈱サンコーシヤ	042-770-0256	http://www.sankosha.co.jp						◎					
60	正	B	㈱シーテック	052-852-6983	http://www.ctechcorp.co.jp	◎										
61	正	B	シーメンス ガメサ リニューアブル エナジーPty Ltd 日本支店	0120-071-387	http://www.siemens.com/answers/jp/ja/		◎									
62	正	B	JR東日本エネルギー開発㈱	03-6206-6076	http://www.jr-energy.jregroup.ne.jp/	◎										
63	正	B	JFEスチール㈱	03-3597-3896	http://www.jfe-steel.co.jp/											◎
64	正	B	JFEテクノス㈱	045-505-6533	http://www.jfe-technos.co.jp/	○	◎						○			
65	正	B	JFEプラントエンジ㈱	044-322-1230	http://www.jfe-planteng.co.jp/				○	○			◎			
66	正	C	㈱ジェイテクト	072-977-1102	http://www.jtekt.co.jp							◎				
67	正	C	（公財）自然エネルギー財団	03-6866-1020	http://www.renewable-ei.org											○
68	正	B	自然電力㈱	092-753-9834	http://www.shizenenergy.net/	◎										
69	正	C	シティユーワ法律事務所	03-6212-5500	http://www.city-yuwa.com/											◎
70	正	B	Sif Group bv	080-1988-4563	http://Sif-group.com							◎				
71	正	B	清水建設㈱	03-5441-4300	http://www.shimz.co.jp			◎								
72	正	C	㈱市民風力発電	011-280-1870	http://www.h-greenfund.jp/	○										◎
73	正	C	㈱ジャパンウィンドエンジニアリング	03-6441-3648	http://jwe.co.jp/	○								◎		
74	正	B	ジャパンマリンユナイテッド㈱	045-264-7478	http://www.jmuc.co.jp					◎						
75	正	SB	ジャパン・リニューアブル・エナジー㈱	03-6455-4861	http://www.jre.co.jp	◎										
76	正	C	㈱商船三井	03-3587-6706	http://www.mol.co.jp/					○						
77	正	B	㈱新エネルギー技術研究所	03-5289-0710	http://www.reetech.co.jp	◎								○		
78	正	C	㈱新都心エージェンシー	03-3345-7682	http://www.shintoshin-ag.co.jp										◎	
79	正	B	新日鉄住金エンジニアリング㈱	03-6665-3307	http://www.eng.nssmc.com/	○		◎								
80	正	C	㈱ 数理計画	03-3259-6277	http://www.sur.co.jp/									○		
81	正	C	住友商事㈱	03-5166-5514	http://www.sumitomocorp.co.jp/	○										◎
82	正	C	積水化学工業㈱	075-662-8620	http://www.sekisui.co.jp/											◎
83	正	B	ゼネラル・エレクトリック・インターナショナル・インク	03-5544-4496	http://www.ge.com/jp		◎						○			
84	正	B	Senvion Japan（同）	03-4360-5427	https://www.senvion.com/global/en/		◎						○			
85	正	C	双日九州㈱	092-751-3117	http://www.sojitz-kyushu.com/	◎						○	○			
86	正	B	損害保険ジャパン日本興亜㈱	03-3349-5402	http://www.sjnk.co.jp/										◎	
87	正	B	SOMPOリスケアマネジメント㈱	03-3349-9853	http://www.sompo-rc.co.jp/									◎	○	
88	正	C	大日本塗料㈱	0287-29-1981	http://www.dnt.co.jp/											◎
89	正	C	㈱竹中製作所	03-5643-0780	http://www.takenaka-mfg.co.jp							◎				
90	正	C	wpdジャパン㈱	03-3582-5394	http://www.wpd.de	◎										
91	正	C	玉川水緑建設㈱	092-481-8470	http://www.tamagawa.biz			○		◎						
92	正	C	中国ウィンドパワー㈱	0855-25-0151		◎										
93	正	B	千代田化工建設㈱	045-225-4632	https://www.chiyodacorp.com/jp/			◎	○	○						○
94	正	C	㈱ティー・ウインドパワー	03-6860-4728										◎		
95	正	C	DNV GL	045-305-6560	https://www.dnvgl.com/energy/index.html									◎		
96	正	C	㈱テクノ中部	052-614-7166	http://www.techno-chubu.co.jp/									◎		
97	正	SA	電源開発㈱	03-3546-9622	http://www.jpower.co.jp/	◎										
98	正	C	㈱電材エンジニアリング	044-200-4331	http://denzai-j.com/					◎			○			
99	正	C	東急不動産㈱	03-5414-1434	http://www.tokyu-land.co.jp/	○										
100	正	C	東京海上日動火災保険㈱	03-3285-0716	http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/										○	
101	正	C	東京海上日動リスクコンサルティング㈱	03-5288-6234	http://www.tokiorisk.co.jp/									◎	○	
102	正	C	東京ガス㈱	03-5400-3158	http://www.tokyo-gas.co.jp	◎										
103	正	B	東京汽船㈱	045-671-7711	http://www.tokyokisen.co.jp/					◎						
104	正	C	㈱東京久栄	048-268-2802	https://www.kyuei.co.jp/index.html			◎					○	○		
105	正	C	㈱東京建設コンサルタント	03-5980-2639	http://www.tokencon.co.jp/											
106	正	A	東京電力ホールディングス㈱	03-6373-3867	http://www.tepco.co.jp/index-j.html	◎										
107	正	C	東光電気工事㈱	03-3518-2328	http://www.tokodenko.co.jp			○	◎	○	○	○				
108	正	A	東芝エネルギーシステムズ㈱	044-331-0568	https://www.toshiba-energy.com/	○	◎									

■会員 List　風の達人・風の仲間

ー正会員（３）ー

No.	区分		一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体		法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
109	正	B	東電設計㈱	03-6372-5111	http://www.tgn.or.jp/tepsco/									◎		
110	正	C	東電用地㈱	03-6371-1154	http://www.tepco-youchi.co.jp									○		◎
111	正	B	㈱東洋設計	03-4586-2510	http://www.toyosk.co.jp/									◎		
112	正	C	東洋建設㈱	03-6361-5464	http://www.toyo-const.co.jp/			◎								
113	正	A	㈱特殊高所技術	044-948-8592	http://www.tokusyu-kousyo.co.jp/								◎			
114	正	B	戸田建設㈱	050-3818-4246	http://www.toda.co.jp/			◎		○						
115	正	C	飛島建設㈱	03-6455-8300	http://www.tobishima.co.jp/	○		◎		○				○		
116	正	C	豊通インシュアランスマネジメント㈱	03-4306-8069	http://www.toyotsu-ins.co.jp/										◎	
117	正	C	長島・大野・常松法律事務所	03-6889-7171	http://noandt.com/											○
118	正	C	中日本航空㈱	03-3567-6210	https://www.nnk.co.jp/					◎						
119	正	C	西村あさひ法律事務所	03-6250-6515	http://www.jurists.co.jp/ja/											○
120	正	A	日揮㈱	045-682-8749	http://www.jgc.com			◎	○	○				○		○
121	正	C	日新電機㈱	075-864-8932	http://nissin.jp/						◎					
122	正	C	ニッスイマリン工業㈱	093-884-2020	http://www.nissui-marine.co.jp/								○	◎		
123	正	C	日本鉄道電気設計㈱	03-5902-3040	http://www.ntds.co.jp/						◎			○		
124	正	B	日本風力エネルギー㈱	03-6452-9135	http://www.nipponwind.com/	○										
125	正	C	日本ペイントマリン㈱	078-735-5319	http://www.nippe-marine.co.jp/											○
126	正	A	日本郵船㈱	03-3284-5881	http://www.nyk.com/					◎						
127	正	C	日本気象㈱	06-6567-2222	http://n-kishou.com									◎		
128	正	C	日本検査㈱	03-3537-3664	http://www.nihonkensa.co.jp									○		◎
129	正	C	日本工営㈱	03-3238-8384	https://www.n-koei.co.jp/									◎		
130	正	C	日本国土開発㈱	03-5410-5889	http://www.n-kokudo.co.jp/	○		◎		○			○	○		
131	正	A	㈱日本製鋼所	03-5745-2061	http://www.jsw.co.jp	○	◎									
132	正	C	(一社)日本造船工業会	03-3580-1563	http://www.sajn.or.jp/											◎
133	正	SA	日本風力開発㈱	03-3519-6772	http://www.jwd.co.jp/	◎							○			
134	正	C	日本無線㈱	03-6832-1727	http://www.jrc.co.jp						◎		○			
135	正	C	日本ロバロ㈱	03-5572-0686	http://www.roballo.co.jp/							◎				
136	正	C	㈱ハイダック	03-3537-3620	http://www.hydac.co.jp/							◎				○
137	正	C	パシフィックコンサルタンツ㈱	03-6777-1673	https://www.pacific.co.jp/									◎		
138	正	C	㈱パスコ	03-6412-2101	http://www.pasco.co.jp/									◎		
139	正	C	㈱濱田屋商店	095-856-2024	http://www.hama-x.co.jp							◎				
140	正	C	㈱PAL構造	095-894-8901	http://www.pal.co.jp/			○						○		◎
141	正	C	㈱パワーマックス	092-409-2500	http://powermax-japan.jp/	◎		○	○							
142	正	C	日立ウィンドパワー㈱	03-3503-7280		◎										
143	正	C	日立化成㈱	03-5533-7907	http://www.hitachi-chem.co.jp/japanese/index.html						◎					
144	正	SA	㈱日立製作所	03-4564-9191	http://www.hitachi.co.jp/		◎		○		○	○	○			
145	正	B	日立造船㈱	06-6569-0214	http://www.hitachizosen.co.jp	○			○							◎
146	正	SB	㈱日立パワーソリューションズ	0294-55-7187	http://www.hitachi-power-solutions.com/	○	◎		○				○			
147	正	B	㈱平戸風力発電所	095-860-0395		◎										
148	正	C	㈱風力エネルギー研究所	03-6457-9801	http://www.windenergy.co.jp/									◎		
149	正	C	深田サルベージ建設㈱	03-6633-7500	http://www.fukasal.co.jp/					◎						○
150	正	C	㈱フグロジャパン	03-6222-8779	http://www.fugro.co.jp/									○		◎
151	正	C	藤倉ゴム工業㈱	03-3527-8574	http://www.fujikurarubber.com/								◎			○
152	正	B	富士電機㈱	042－585-6844	http://www.fujielectric.co.jp/index.html	○					◎					
153	正	C	㈱ブレック研究所	03-5226-1102	http://www.prec.co.jp/									◎		
154	正	B	ベーカー＆マッケンジー法律事務所（外国法共同事業）	03-6271-9441	http://www.bakermckenzie.co.jp/											◎
155	正	C	ベスタス・ジャパン㈱	03-4588-8676	http://www.vestas.com		◎						○			
156	正	SB	㈱北拓	0166-60-8225	http://hokutaku-co.jp/	○							◎			
157	正	C	ホワイト＆ケース外国法事務弁護士事務所 ホワイト＆ケース法律事務所（外国法共同事業）	03-6384-3135	https://www.whitecase.com/											◎
158	正	C	㈱マツイ	03-3586-4141	http://www.matsui-corp.co.jp							◎				
159	正	C	㈱松浦重機	0955-78-2055	http://www.matsuura-j.com/			○		◎			○			
160	正	C	㈱松浦重機東北	022-388-9710	http://www.matsuura-j.com/			○		○			◎			
161	正	B	丸紅㈱	03-3282-7854	http://www.marubeni.co.jp/	○										◎
162	正	C	三浦電機㈱	0162-23-3483	http://miuraden.co.jp/				◎					○		

■会員 List　風の達人・風の仲間

ー正会員（４）ー

No.	区分		一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体		法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
163	正	C	㈱みずほ銀行	03-5220-8933	http://www.mizuhobank.co.jp/index.html										◎	
164	正	C	みずほ情報総研㈱	03-5281-5286	http://www.mizuho-ir.co.jp/									◎		
165	正	B	㈱三井E&Sエンジニアリング	043-351-9262	http://www.mes.co.jp/			◎		○						
166	正	C	三井住友海上火災保険㈱	03-3259-6684	http://www.ms-ins.com/										◎	
167	正	B	三井物産㈱	03-3285-3403	https://www.mitsui.com/jp/ja/	◎										○
168	正	C	三井不動産㈱	03-3246-3226	http://www.mitsuifudosan.co.jp/	◎										
169	正	C	㈱三井三池製作所	03-3270-2003	http://www.mitsuimiike.co.jp/							◎	○			
170	正	B	ミツウロコグリーンエネルギー㈱	03-6758-6313	http://www.mitsuurokogreenenergy.com/	◎										
171	正	SB	三菱重工業㈱	045-285-0146	http://www.mhi.co.jp/products/category/wind_turbine_plant.html	○	◎									
172	正	B	三菱商事パワー㈱	03-3210-8173	http://www.mc-power.co.jp/about/	○										
173	正	C	㈱三菱UFJ銀行	03-6259-2217	http://www.bk.mufg.jp										◎	
174	正	C	南九州クリーンエネルギー㈱	099-246-0373	http://www.shimadzu-ltd.jp/mce/	◎										
175	正	C	むつ小川原港洋上風力開発㈱	0178-20-3266	http://m-powd.jp/	◎		○					○	○		
176	正	A	㈱明電舎	03-6420-7316	http://www.meidensha.co.jp	○	○				○	◎	○			
177	正	C	森・濱田松本法律事務所	03-5223-7768	http://www.mhmjapan.com/ja/											○
178	正	C	森山ディーゼル㈱	017-766-1344	http://www.moriyama-d.jp/							◎	○			
179	正	B	㈱安川電機	03-5402-4570	http://www.yaskawa.co.jp/						◎					
180	正	C	㈱ UL Japan	03-5293-6030	http://www.ul.com/japan/jpn/pages/									○		◎
181	正	SA	㈱ユーラスエナジーホールディングス	03-5404-5300	http://www.eurus-energy.com	◎										
182	正	C	ユニオンデーターシステム㈱	011-862-7330	http://www.union-data.co.jp/									◎		
183	正	C	ユニタイト㈱	078-991-3034	http://www.unytite.com			○				◎				

ー自治体会員ー

No.	区分		一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体		法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
1	自治		秋田県	018-860-2281	http://www.pref.akita.lg.jp/											◎
2	自治		伊方町	0894-38-2657	http://www.town.ikata.ehime.jp/	○										◎
3	自治		岩手県企業局	019-629-6399	http://www.pref.iwate.jp/kigyoukyoku/index.html	◎										
4	自治		御前崎市役所	0537-85-1135	http://www.city.omaezaki.shizuoka.jp/	○										◎
5	自治		北九州市港湾空港局	093-582-2994	http://www.kitaqport.or.jp/											◎
6	自治		島根県企業局	0852-22-5678	http://www.pref.shimane.lg.jp/kigyo/	○										◎
7	自治		庄内町	0234-56-3361	http://www.town.shonai.lg.jp/	○										◎
8	自治		瀬棚町	0137-87-3311	http://www.town.setana.lg.jp/	○										◎
9	自治		鳥取県企業局	0857-26-7448	http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=4412	○										◎
10	自治		苫前町	0164-64-2212	http://www.town.tomamae.lg.jp/	○										◎
11	自治		長崎県	095-895-2695	https://www.pref.nagasaki.jp/											○
12	自治		新潟県胎内市	0254-43-6111	http://www.city.tainai.niigata.jp/											◎
13	自治		宮城県	022-211-2654	http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/saisei/											◎
14	自治		山形県企業局	023-630-3289	http://www.pref.yamagata.jp/ou/kigyo/	○										
15	自治		稚内市	0162-23-6386	http://www.city.wakkanai.hokkaido.jp/	○										◎
16	自治		和泊町	0997-92-1111	http://www.town.wadomari.lg.jp/	○										◎

■会員 List　風の達人・風の仲間

ー賛助会員（１）ー

No.	区分	一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体	法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
1	賛	㈱アイ・エヌ・シー・エンジニアリング	03-3360-3227	http://www.ihi.co.jp/inc/									◎		
2	賛	会川鉄工㈱	0246-32-3811	http://www.aikawatk.co.jp/							◎				
3	賛	㈱ITC	078-904-8505						◎				○		
4	賛	青木あすなろ建設㈱	080-8001-3859	http://www.aaconst.co.jp/					◎						
5	賛	青森風力開発㈱	0175-74-3283		◎								○		
6	賛	㈱青山高原ウィンドファーム	059-228-7773	http://www.awf.co.jp/	◎										
7	賛	㈱朝日FR研究所	0248-28-5062	http://www.asahi-rubber.co.jp/index.html											◎
8	賛	㈱アサヒ防災設備	03-5814-3430	http://www.asahi-bousai.com/						○	○				○
9	賛	渥美坂井法律事務所・外国法共同事業	03-5501-2131	http://www.aplaw.jp/											◎
10	賛	アドエコロジー㈱	03-3568-4716		◎										
11	賛	石田エンジニアリング㈱	03-5834-2369	http://www.ieg.jp/								○			
12	賛	㈱泉創建エンジニアリング	0438-60-1680	http://www.isec.co.jp/											○
13	賛	出光興産㈱	03-3213-3653	http://www.idemitsu.co.jp/											◎
14	賛	伊藤忠ロジスティクス㈱	03-6254-6100	http://www.ilogi.co.jp					◎						
15	賛	インター・ドメイン㈱	045-459-9501	http://www.enecafe.com	○					◎					
16	賛	ウィンドコネクト㈱	03-6869-2694	http://www.wincon.jp									◎		
17	賛	㈱ウインド・パワー・いばらき	0299-77-8511	http://www.komatsuzaki.co.jp/	◎										
18	賛	㈱ウィンド・パワー・グループ	0299-77-8511	http://www.komatsuzaki.co.jp/	◎							○			
19	賛	㈱ウィンドワークス	0299-77-9639									◎			
20	賛	ウッドワード・ジャパン㈱	043-213-2192	http://www.woodward.com/						◎	○				
21	賛	エア・ウォーター物流㈱	0162-26-2711	http://www.awlg.co.jp/index.html					○						
22	賛	㈱エオネックス	076-238-9685	http://www.chika.co.jp/									○		◎
23	賛	㈱エクセノヤマミズ	03-6369-8021	http://www.exeno.co.jp/		○									
24	賛	㈱NKEインターナショナル	0562-45-5035	http://www.nkeco.co.jp/nkei/						◎					
25	賛	㈱NTシステムズ	03-5256-7725	http://www.nt-systems.jp/											◎
26	賛	㈱NTTファシリティーズ エンジニアリング	03-6435-4339	https://www.ntt-fe.co.jp/									○		
27	賛	エネ・シードウィンド㈱	092-633-2111		◎										
28	賛	大石建設㈱	0956-58-7733	http://www.ohishi-net.co.jp	○		◎								
29	賛	沖縄新エネ開発㈱	098-923-2212	http://www.shinene.co.jp/	◎							○			
30	賛	㈱オプス	022-722-9901	http://www.opus-gr.com/								○			
31	賛	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所　海上技術安全研究所	0422-41-3428	http://www.nmri.go.jp/											◎
32	賛	開発電業㈱	0178-28-0195									○			
33	賛	加藤総業㈱	0234-23-5418	http://www.katosogyo.co.jp	○										◎
34	賛	（特非）環境NPO渥美	0531-33-1552	http://www.npo-atsumi.or.jp	◎										
35	賛	（特非）環境エネルギー政策研究所	03-3355-2200	http://www.isep.or.jp/									○		○
36	賛	㈱環境総合テクノス	03-3526-3138	http://www.kanso.co.jp/									○		◎
37	賛	基礎地盤コンサルタンツ㈱	03-6961-8840	https://www.kiso.co.jp/									◎		
38	賛	㈱北川鉄工所	03-3844-7108	http://www.kiw.co.jp/							◎				
39	賛	㈱九電工	092-523-6327	http://www.kyudenko.co.jp	○			◎							
40	賛	九電みらいエナジー㈱	092-980-5598		◎										
41	賛	㈱共和電業	042-489-7251	http://www.kyowa-ei.co.jp/						○	○				◎
42	賛	キョーワ㈱	06-6244-7223	http://www.kyowa-inc.co.jp/			○								
43	賛	㈱熊谷組	03-3235-8622	http://www.kumagaigumi.co.jp/			◎								
44	賛	（一社）グリーンファンド秋田	03-3527-3930		◎										
45	賛	ケイヒン㈱	03-3456-7890	http://www.keihin.co.jp/					◎						
46	賛	㈱玄海電設	0950-57-0907		◎							○			
47	賛	コアテック㈱	0866-94-9008	http://www.coretec.co.jp	◎			○				○	○		
48	賛	㈱構造計画研究所	03-5342-1031	http://www.kke.co.jp									◎		
49	賛	㈱興電舎	0982-33-3602	http://www.kodensya.co.jp/				○		◎		○			
50	賛	㈱神戸製鋼所	078-992-5582	http://www.kobelco.co.jp/							○				◎
51	賛	㈱興林	03-3835-4717	http://www.korin-c.co.jp/									◎		
52	賛	一財）港湾空港総合技術センター	03-3503-2280	https://www.scopenet.or.jp/main/									○		
53	賛	国際気象海洋㈱	03-6264-7738	http://imocwx.com/									○		
54	賛	㈱国分電機	03-5449-8583	http://www.kkd.co.jp						◎					

■会員 List　風の達人・風の仲間

ー賛助会員（２）ー

No.	区分	一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体	法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
55	賛	コスモエネルギーホールディングス㈱	03-3798-3207	https://ceh.cosmo-oil.co.jp/	○										
56	賛	コベルコ建機㈱	03-5789-2130	https://www.kobelco-kenki.co.jp/					○						◎
57	賛	㈱小堀鐸二研究所	03-6229-6582	http://www.kobori-takken.co.jp/									◎		
58	賛	㈱駒井ハルテック	06-6475-2576	http://www.komaihaltec.co.jp		◎	○					○	○		
59	賛	㈱崎戸本郷風力発電所	0959-22-9550		◎										
60	賛	㈱桜井電業所	0162-23-2553	http://www.sakurai-elec.co.jp				○		○		◎			
61	賛	櫻井技研工業㈱	0568-93-1205	http://www.sakuraigiken.co.jp							◎	○			
62	賛	佐藤鉄工㈱	03-3669-3118	http://www.satotekko.co.jp/							◎				
63	賛	三愛石油㈱	03-5479-3281	http://www.san-ai-oil.co.jp/							○	◎			○
64	賛	山九㈱	03-3536-3942	http://www.sankyu.co.jp					◎						
65	賛	三洋テクノマリン㈱	03-3666-3863	http://www.stm.co.jp/									◎		
66	賛	サンワコムシスエンジニアリング㈱	03-6365-3210	http://www.sancom-eng.co.jp/			◎	◎							
67	賛	㈱ジーエイチクラフト	050-5838-9508	http://www.ghcraft.com		○					◎				
68	賛	㈱ジェイウインドサービス	03-6264-0570									○			
69	賛	㈱JPビジネスサービス	03-3642-9607	http://www.jpbs.co.jp/											
70	賛	㈱JPハイテック	03-3237-2320	http://www.jphytec.co.jp			○	◎	○			○			
71	賛	シェフラージャパン㈱	045-287-9440	http://www.schaeffler.co.jp/content.schaeffler.jp/ja/index.jsp							◎				
72	賛	シグマパワージャネックス㈱	092-716-6002		◎										
73	賛	㈱システムズ	03-6435-4124	http://www.terra.dti.ne.jp/~omura-s/									◎		
74	賛	篠原電機㈱	03-3767-9300	http://www.shinohara-elec.co.jp						◎					
75	賛	信夫山福島電力㈱	024-521-6182	https://shinobuyama-power.co.jp/	◎										
76	賛	渋田海運㈱	03-5730-2202	http://www.shibuta.co.jp/company/index.html					○						
77	賛	㈱渋谷潜水工業	0463-50-3350	http://www.shibuya-diving.co.jp			◎		○			○			
78	賛	㈱勝栄電業社	03-3745-0089	http://www.shoei-ele.com/index.html						○		◎			
79	賛	㈱SHONANBI	0467-39-5307	http://shonanbi.p2.weblife.me/		◎		○				○	○		
80	賛	信越化学工業㈱	0778-21-8142	http://www.shinetsu.co.jp											◎
81	賛	㈱新生銀行	03-6880-8597	http://www.shinseibank.com/										○	
82	賛	新日鐵住金㈱	03-6867-6401	http://www.nssmc.com/							○				◎
83	賛	スペクトリス㈱	03-3255-8156	http://www.hbm.com							○				◎
84	賛	㈱スマートエナジー	03-6262-1472	https://www.smart-energy.jp/								○			
85	賛	SENKEN㈱	03-6809-4201	http://senken.jp/											◎
86	賛	㈱創源	03-5833-2751	http://www.sogeninc.co.jp/											◎
87	賛	双日㈱	03-6871-3570	https://www.sojitz.com/jp/	◎										
88	賛	大京建機㈱	044-328-2771	http://www.daikyo-kenki.co.jp/			◎		○			○	○		
89	賛	大成建設㈱	03-5381-5124	http://www.taisei.co.jp/			◎								
90	賛	大洋製器工業㈱	06-6581-7112	http://www.taiyoseiki.co.jp			○		◎						
91	賛	大和エネルギー㈱	06-4703-3208	http://www.daiwa-energy.com/	○										
92	賛	タキゲン製造㈱	03-3494-0010	http://www.takigen.co.jp						◎	○				
93	賛	㈱竹中土木	03-6810-6368	http://www.takenaka-doboku.co.jp			◎		○				○		
94	賛	中国電力㈱	082-544-2685	http://www.energia.co.jp/											◎
95	賛	中電プラント㈱	050-8201-8575	http://www.chuden-plant.co.jp/	◎			○							
96	賛	㈱長大	03-3532-8606	https://www.chodai.co.jp/									○		
97	賛	鶴丸海運㈱	093-331-3656	http://www.tsurumaru.co.jp/					○						
98	賛	TCC㈱	050-5876-0265			○									
99	賛	デロイトトーマツコンサルティング（同）	03-6867-8916	https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/about-deloitte/articles/dtc/dtc.html											
100	賛	電気興業㈱	03-6269-9098	http://www.denkikogyo.co.jp/			○	○	○	○	◎				
101	賛	東亜建設工業㈱	03-6757-3841	http://www.toa-const.co.jp/index.html			◎		○						
102	賛	洞海マリンシステムズ㈱	03-5401-0230	http://www.dokai.co.jp/					○			○			
103	賛	東京センチュリー㈱	03-5209-6442	https://www.tokyocentury.co.jp/jp/										◎	
104	賛	東芝三菱電機産業システム㈱	03-3277-5223	http://www.tmeic.co.jp						◎					
105	賛	㈱酉島製作所	072-695-0551	http://www.torishima.co.jp	○	○	○	○				○			◎
106	賛	トルクシステム㈱	0562-45-5578	http://www.torque-system.jp/							○				
107	賛	㈱トルテック	06-6473-7550	http://www.tortech.co.jp							○				◎
108	賛	㈱ナカボーテック	03-5541-5813	http://www.nakabohtec.co.jp/			○			○		◎	○		○

■会員 List　風の達人・風の仲間

ー賛助会員（３）ー

No.	区分	一般社団法人　日本風力発電協会　会員			風力発電関連事業内容										
	正・賛助・自治体	法人名	電話番号	URL(ホームページ)	風力発電事業者	風車メーカー・代理店	土木・建築	電気工事（ＥＰＣ）	輸送・建設	電気設備・電気系機器	風車構成・機械系機器	メンテナンス	コンサルタント	金融・保険	その他
109	賛	ナブテスコ㈱	0584-22-3121	http://www.nabtesco.com							◎				
110	賛	南栄建設（協組）	0997-97-2348		◎										
111	賛	西日本プラント工業㈱	092-533-1740	http://www.npc21.jp/	○		○	◎							
112	賛	㈱ニチボウ	03-3444-6261	http://www.nitibou.co.jp/							◎				○
113	賛	（一財）日本海事協会	03-5226-2032	http://www.lassnk.or.jp											◎
114	賛	日本通運㈱	03-6251-1282	http://www.nittsu.co.jp					◎						
115	賛	日本エヌ・ユー・エス㈱	03-5925-6740	http://www.janus.co.jp/									◎		◎
116	賛	日本海発電㈱	076-405-3269	http://www.rikuden.co.jp/group/sougou_e.html	◎										
117	賛	（一財）日本気象協会	03-5958-8143	http://www.jwa.or.jp/									◎		
118	賛	日本ケミカルズ販売㈱	03-3719-0366	http://www.ncstokyo.co.jp/											○
119	賛	㈱日本港湾コンサルタント	022-215-9051	http://www.jportc.co.jp/									○		
120	賛	（一社）日本電機工業会	03-3556-5888	http://www.jema-net.or.jp/											◎
121	賛	日本防蝕工業㈱	03-3737-8403	http://www.nitibo.co.jp/						○		◎	○		
122	賛	長谷川インターナショナル㈱	03-6225-0428							○	◎	○			
123	賛	㈱初田製作所	03-6432-4464	http://www.hatsuta.co.jp/											◎
124	賛	（一財）発電設備技術検査協会	03-5404-3870	http://www.japeic.or.jp											◎
125	賛	ビーピー・ジャパン㈱	03-5719-7200	http://www.castrol.com/japan-kogyo											◎
126	賛	東日本旅客鉄道㈱	03-5334-1704	http://www.jreast.co.jp/	◎										
127	賛	東日本電気エンジニアリング㈱	03-5822-7357	http://www.tems.co.jp/				◎				○			
128	賛	平野クレーン工業㈱	06-6705-1251	http://www.hiranogr.jp/											◎
129	賛	㈱富士建設コンサル	0162-24-1638	http://www.fuji-kc.co.jp									◎		
130	賛	㈱富士ピー・エス	03-5858-3161	http://www.fujips.co.jp/			◎		○						
131	賛	フックスジャパン㈱	03-3436-8303	http://www.fuchs.co.jp/jp/											◎
132	賛	フューチャー・エナジー・コンサルタント㈱	03-4530-9763										◎		
133	賛	㈱フランクリン・ジャパン	042-775-5656	http://www.franklinjapan.jp/											○
134	賛	㈱プラントサービスエージェンシー	03-6264-3416										○		
135	賛	古河電気工業㈱	03-5579-7328	http://www.furukawa.co.jp/						○					
136	賛	㈱ブレード	03-6427-5975	http://blade.com	○								◎		
137	賛	平和観光開発㈱	03-5818-0881	http://www.heiwa-kankoh.co.jp	◎										
138	賛	前田建設工業㈱	03-5276-5133	http://www.maeda.co.jp/			◎	○	○						
139	賛	㈱ ミック	022-388-8551	http://www.micjp.com					◎			○	○		
140	賛	三菱電機㈱	03-3218-3082	http://www.mitsubishielectric.co.jp/											○
141	賛	三菱UFJリース㈱	03-6865-3329	http://www.lf.mufg.jp										◎	
142	賛	ミヤコ化学㈱	03-6685-0412	http://www.miyakokagaku.co.jp											◎
143	賛	MECALアジア㈱	080-6543-1618	http://www.mecal.eu/						○	○	○	◎		
144	賛	メルセン・エフエムエー㈱	03-5325-6312	http://www.le-carbone.com						◎					
145	賛	モットマクドナルドジャパン㈱	03-5812-4724	http://www.mottmac.jp									◎		
146	賛	㈱ヤマガタ	0294-52-3946	http://www.yg-net.co.jp/			○		◎			○			
147	賛	㈱山口製作所	0826-46-3331	http://www.yamaguchi1965.jp							◎				
148	賛	㈱ユアテック	022-296-2111	http://www.yurtec.co.jp/			○	◎	○	○		○			
149	賛	㈲ユニキューブTecnos	042-559-8658	http://unicube-tecnos.com/											○
150	賛	油谷風力発電㈱	03-5358-5757		◎										
151	賛	寄神建設㈱	03-3551-7301	http://www.yorigami.co.jp/					○						
152	賛	リードエグジビションジャパン㈱	03-3349-8576	http://www.reedexpo.co.jp/											◎
153	賛	㈱ルッドリフティングジャパン	06-6795-6717	http://www.rud.co.jp			○		◎			○			
154	賛	㈱ルナワークス	03-5926-4761	http://ra-wk.jp/								◎			
155	賛	若築建設㈱	03-3492-0277	http://www.wakachiku.co.jp/			○		◎						
156	賛	㈲稚内グリーンファクトリー	0162-26-2641	http://www.w-greenfactory.co.jp/	◎										

SOMPO ホールディングス | 保険の先へ、挑む。

『風力発電に係る包括補償制度』のご案内

風力発電設備は屋外に設置されるため厳しい自然環境に曝されており、また一方で多数の部品で構成されていることから突発的な故障事故に遭う可能性も高く、大きなリスクを抱えた発電設備です。これらのリスクが顕在化した場合に金銭的な補填を受けられるだけでなく、事前にリスクの顕在化を防止することも損害保険に長らく求められておりました。

今般、こうした要望に応えるべく、風力発電設備のリスク診断サービスを組み合わせた新しい保険制度を、日本風力発電協会会員向けに開発いたしました。内容をご高覧の上、本制度のご加入につきまして、ご検討くださるよう宜しくお願い申し上げます。

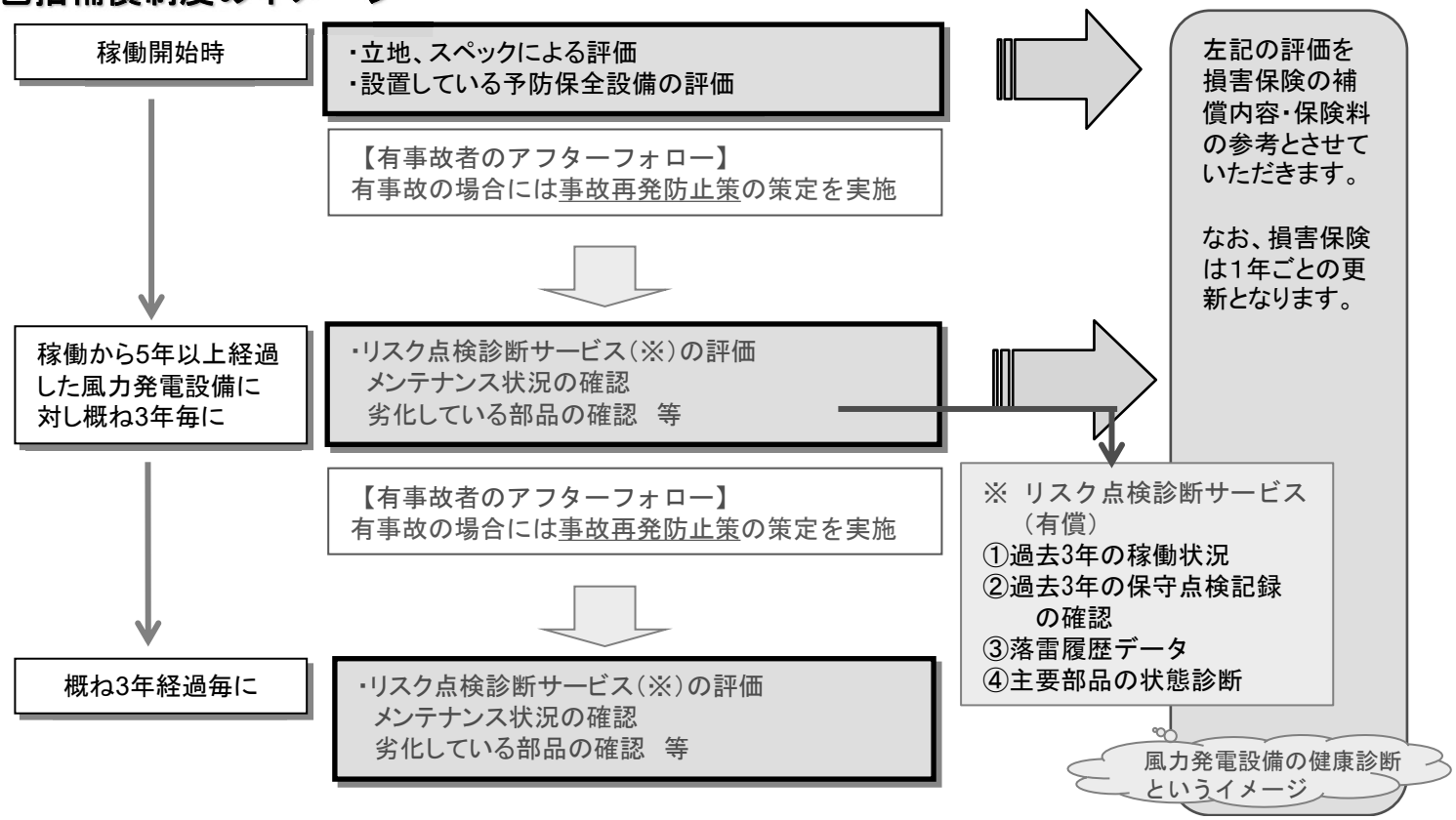
包括補償制度とは・・・

①重大事故・故障につながる蓋然性が高い風力発電設備を選定し、第三者の立場から点検診断と事業リスクの診断を行う「リスク点検診断サービス」を活用いただきます。
②発見された不具合に対する改善により重大事故発生を抑止し予防保全を実現します。
③重大事故の防止とダウンタイムの短縮により、安定した事業運営を目指します。
「損害保険制度」だけではない、事業継続全体をサポートする制度です。

包括補償制度導入のメリット

①リスク点検診断サービスによる不具合状況の早期発見により、重大事故発生抑止
②重大事故発生抑止＝損害保険の高額事故抑止となり、保険料の安定化が実現
③重大事故発生抑止により、事業者様のCSR上のプラス効果が生まれる
④リスク診断サービスは第三者による定期的評価という位置づけとなり、レンダー等に対して、事業継続性を報告することが可能

包括補償制度のイメージ



損害保険の内容

〇新制度の損害保険については、以下のような損害について、その財物損壊および喪失利益について、補償します。
〇財物損害を補償する財物補償条項は必須加入ですが、喪失利益を補償する利益補償条項については任意加入で、加入するかどうかはご選択いただけます。

充実補償プラン

基本補償プラン

火災

落雷

破裂・爆発

風災・雹災・雪災
（損害額が20万円以上となった場合）

水災

電気的事故
機械的事故

上記および左記以外の不測かつ突発的な事故

水災、電気的機械的事故、その他不足かつ突発的な事故の補償については、加入の可否をご選択いただけます。

※ 風力発電メーカー保証を踏まえた損害保険の設計、プロジェクトファイナンス事業による質権設定など、各種、ご要望に応じてご対応いたします。

損害保険の新特約（事故再発防止費用補償特約）について

〇新制度の損害保険おきましては、以下のような費用を補償することが可能です。

①再発防止詳細調査費用
なぜその事故が発生してしまったのか、について詳細に調査する費用をお支払いします。
その調査により事故の原因を把握することで再発防止手段を講じることができます。

②他の設備に対する再発防止点検費用
事故が発生していない設備においても、発生事故と同様の原因が潜在している可能性があります。本特約でその点検費用をお支払いします。（点検対象は事故が発生した保険の対象と同一敷地内に所在するものにかぎります。）
※損保ジャパン日本興亜の承認を得て支出した費用にかぎります。

損害保険ご加入にあたって

1. 本制度ご加入をご検討いただける場合、下記の代理店までご連絡ください。
2. 代理店より、風力発電設備に係るヒアリングシート等をお送りし、損害保険のお見積もりに向けたご対応について、ご連絡を差し上げます。

※本チラシの損害保険の内容は概要を記載したものとなります。詳細は、下記お問い合わせ先までご連絡ください。
※リスク点検診断サービスの内容につきましては、損保ジャパン日本興亜およびSOMPOリスケアマネジメント（株）から ご説明いたします。

お問い合わせ
取扱代理店　共立株式会社　業務開発部　担当　田中
〒103-0027　東京都中央区日本橋2-2-16　共立日本橋ビル
TEL　03-5962-3075（平日　9時から17時）　E-mail yoshikazu.tanaka@kyoritsu-ins.co.jp

引受保険会社　損害保険ジャパン日本興亜株式会社　団体・公務開発部第二課　担当　由良
〒160-8338　東京都新宿区西新宿1-26-1
TEL　03-3349-5402（平日　9時から17時）　E-mail kyura@sjnk.co.jp

契約者および被保険者は、損保ジャパン日本興亜の公式ウェブサイト（ https://www.sjnk.co.jp/）に掲載の個人情報の取扱いに同意します。

損害保険ジャパン日本興亜株式会社

（2018/09/03 SJNK18-07079 ）

「ＪＷＰＡ」　第 14 号（2018 年 10 月）

印刷　2018 年 10 月
発行　2018 年 10 月

発行所
一般社団法人 日本風力発電協会
NIHON　FURYOKU　HATSUDEN　KYOUKAI
Japan Wind Power Association

〒105-0003
東京都港区西新橋３丁目１５番３号　上地ビル３階
TEL： 03-5733-2288
FAX： 03-5733-2511
E-mail： jimu@jwpa.jp

編集局長
千葉　登
編集局員
斉藤　長　　柏木　由美
海津　信廣　　上田　悦紀
相場　茂

● 本書の無断転載を禁じます。
● 本書の内容を無断で複写複製（コピー）することは法律で認められた場合を除き、著作者および出版社の権利の侵害になります。