公益財団法人
自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

■ 自然エネルギー活用レポート No.5

風力発電 1000 基に向けて第 1 弾が稼働

ー秋田県・男鹿市の沿岸部にある県有地にー

出典：風の王国

● 概要

秋田市から男鹿（おが）半島にかけての海岸線一帯には防風林が広がり、ほとんどが県有地となっている。県は風力発電の適地として事業者の公募を実施、100%地域資本の「株式会社風の王国」を選定した。地元の石材・建設会社や金融機関も参画して、「風の王国・男鹿風力発電所」が 2016 年 11 月に運転を開始した。プロジェクトの背景には、以前から秋田の風力資源に目をつけて地域の将来構想を描いていた山本久博氏の存在がある。秋田の市民、企業・行政・金融がそれぞれ積極的な役割を担い、完成に至った風力発電事業について概説する。

● 基本データ

①運営体制	事業者名	風の王国・男鹿	本社の所在地	秋田県男鹿市脇本字前野 1 番地 1
	発電所の名称	風の王国・男鹿風力発電所	発電所の所在地	秋田県潟上市天王字浜山 2-2
	運転開始年月日	2016 年 11 月 1 日	運営人員数（職種別）	1 名（電気主任技術者）
	建設担当会社	日立パワーソリューションズ	運転・保守担当会社	日立パワーソリューションズ
②発電設備	機器構成	風車 蓄電池（セル） 蓄電池（PCS）	メーカー名/製品名/台数	エネルコン/E82-E2/4 基 新神戸電機(現 日立化成)/LL1500W/2304 個 富士電機/PVI650-3/500/6 台
	最大出力	7480kW	送電能力	7480kW
	年間発電量	1649.3 万 kWh	想定設備利用率	25%
	電力供給先	東北電力	FIT 認定取得年月	2014 年 3 月 3 日
③収支計画	事業費（初期投資）	34 億 1000 万円	事業期間	20 年
	売上高（年平均）	3 億 6286 万円	運転維持費（年平均）	7100 万円
	年間売電量	1649.3 万 kWh	売電単価	22 円/kWh
	資金調達先	秋田銀行、北都銀行、秋田信用金庫	投資回収年数	15 年
			補助金の名称/交付元/交付額	平成 25 年度地球温暖化対策推進事業費補助金（再生可能エネルギー導入のための蓄電池制御等実証モデル事業）/環境省/8 億 237 万円

1. 発電事業の経緯

男鹿市は秋田県の沿岸部中央、男鹿半島に位置する人口 3 万人弱のまちである。隣接する自治体には潟上市（かたがみし）や八郎潟干拓事業によってできた大潟村（おおがたむら）がある（図 1）。国の重要無形民俗文化財に指定されている「男鹿のなまはげ」が有名だが、その他にも多くの観光名所が点在している。

図 1◇秋田県全域と男鹿市の位置。出典：総務省

秋田市から男鹿半島にかけての沿岸部は、秋田砂丘と呼ばれる砂丘帯が約 40 キロにわたって続いている。一帯には海からの強風や砂浜から飛んでくる砂が吹きつけるため、住居や農地を守る防風保安林や飛砂防備保安林が広がっている（写真 1）。風況に恵まれ、地形も比較的平坦なことから、風力発電の適地として以前から有望視されていた。

写真 1◇秋田県沿岸の保安林。出典：秋田県

砂浜と防風林が続く海岸線一帯はほとんどが県有地となっている。秋田県が東日本大震災後の 2011 年 5 月に策定した「秋田県新エネルギー産業戦略」では、自然エネルギーの導入による産業振興と雇用創出を大きく掲げた。特に風力発電に関しては 2015 年度末に 27 万 7000kW（キロワット）だった導入量を、10 年後の 2025 年度末には 3 倍の 81 万 5000kW に拡大するとの目標を設定した（図 2）。

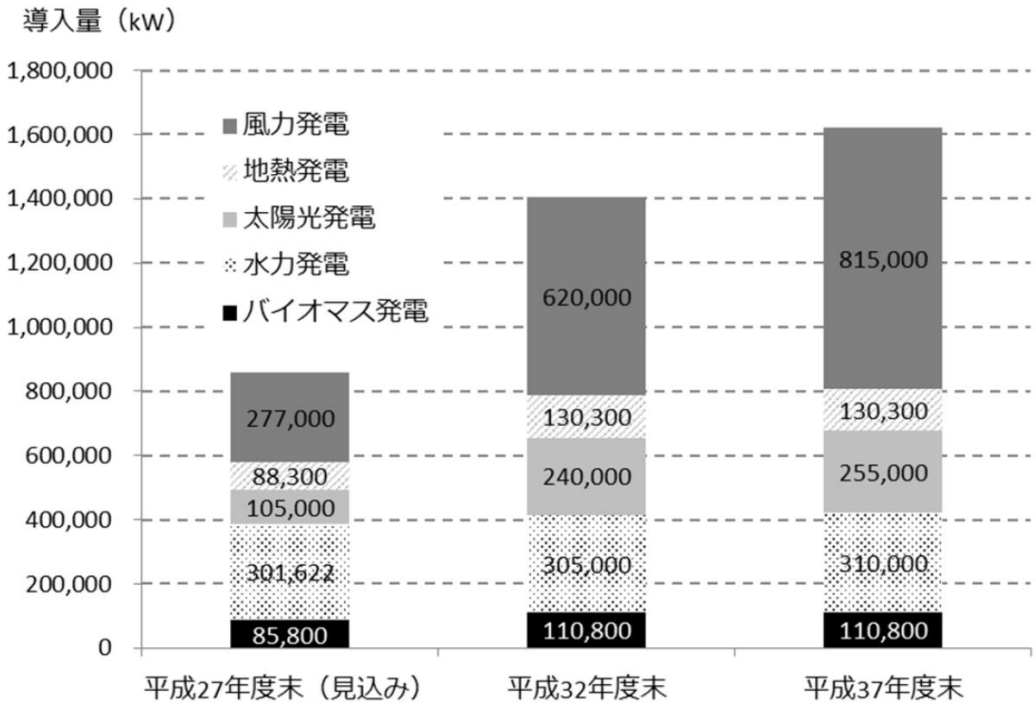

図 2◇秋田県の再生可能エネルギー導入目標。

出典：秋田県「第 2 期秋田県新エネルギー産業戦略」

秋田県は風力発電と太陽光発の導入促進策の一環で、県有地における事業者の公募を実施した（表 1）。

地区名	面積 (ha)	事業者決定	事業者 （本社所在地）	電源種別	規模 (kW)	運転開始
男鹿市 （普通財産区）	65	2012 年 6 月	(株)風の王国・男鹿 （男鹿市）	陸上風力	7480	2016 年 11 月
潟上市・男鹿市 （第 1 地区）	9.8	2012 年 8 月	(株)沢木組 （男鹿市）	太陽光	1990	2013 年 7 月
潟上市・男鹿市 （第 2 地区）	9.8	2012 年 8 月	(株)風の王国・潟上 （潟上市）	太陽光	1990	2013 年 8 月
潟上市・秋田市 （保安林）	630	2014 年 3 月	(株)A-WIND ENERGY （秋田市） (株)ウェンティ・ジャパン （秋田市）	陸上風力	4 万 （A-WIND） 6.6 万 （ウェンティ）	2019 年頃 （予定）
秋田港・能代港	―	2015 年 2 月	丸紅(株) （東京都）	洋上風力	6.5 万 （秋田港） 8 万 （能代港）	2021 年頃 （予定）

表 1◇県有地及び港湾区域における公募結果と事業概要
出典：第 2 期秋田県新エネルギー産業戦略をもとに作成

最初の公募を実施したのは、男鹿市の船越地区にある 65 ヘクタールの県有地である（図 3）。県有地の貸し出しは 3 年ごとの更新が条件だが、覚書で最長 20 年の更新が可能となっている。また、この県有地には一部に保安林が含まれているが、保安林を回避して建設することが公募要件となっていた。公募には 6 社程度の応募があったようだ。その中から審査を経て、2012 年 6 月に「株式会社風の王国」が対象事業者に選ばれた。

「株式会社風の王国」の代表取締役である山本久博氏は、長年にわたり秋田の環境市民活動の中心的存在であり、自然エネルギーの普及にも 1990 年代から携わってきた。その山本氏を中心とする地元の有志が集まり、2008 年 7 月に「風の王国プロジェクト」が立ち上がった。同プロジェクトは、秋田を風力発電の一大拠点にすべく、県の沿岸部と大潟村に合計 1000 基の風車を建設するという壮大な構想を描いている（写真 2）。

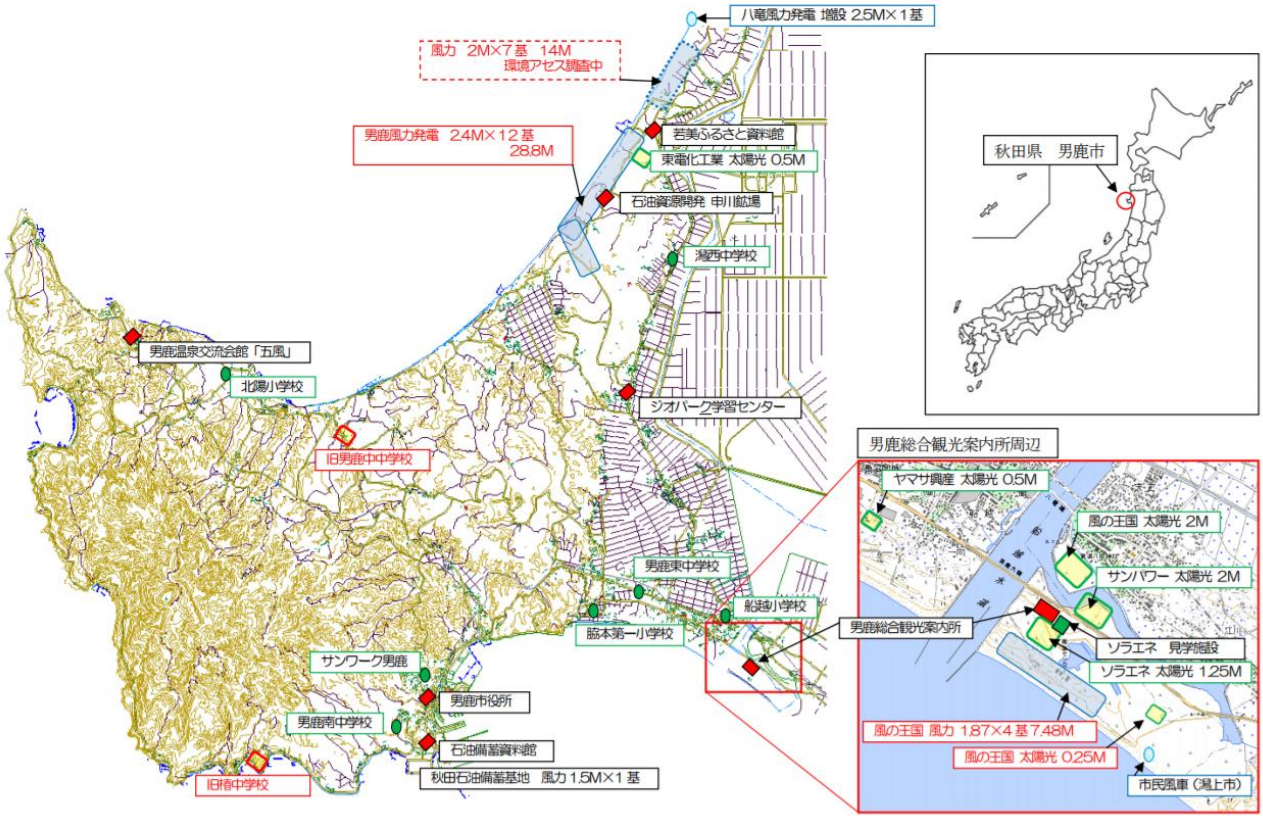

図 3◇風力発電の公募の対象になった県有地の位置。出典：男鹿市

写真 2◇「風の王国プロジェクト」の構想イメージ。出典：風の王国プロジェクト。

「風の王国プロジェクト」では、地域が積極的に事業に参画するための 3 つの原則を定めた。第 1 に「地域の企業・組織・個人がプロジェクトの 1/2 以上を所有していること」、第 2 に「プロジェクトの意思決定は地域に基礎をおく組織によって行われること」、そして第 3 に「社会的経済的利益の 1/2 以上は地域に分配されること」である（図 4）。実際に風の王国プロジェクトで取り組む事業では、このうち 2 つ以上をクリアすることを目指している。

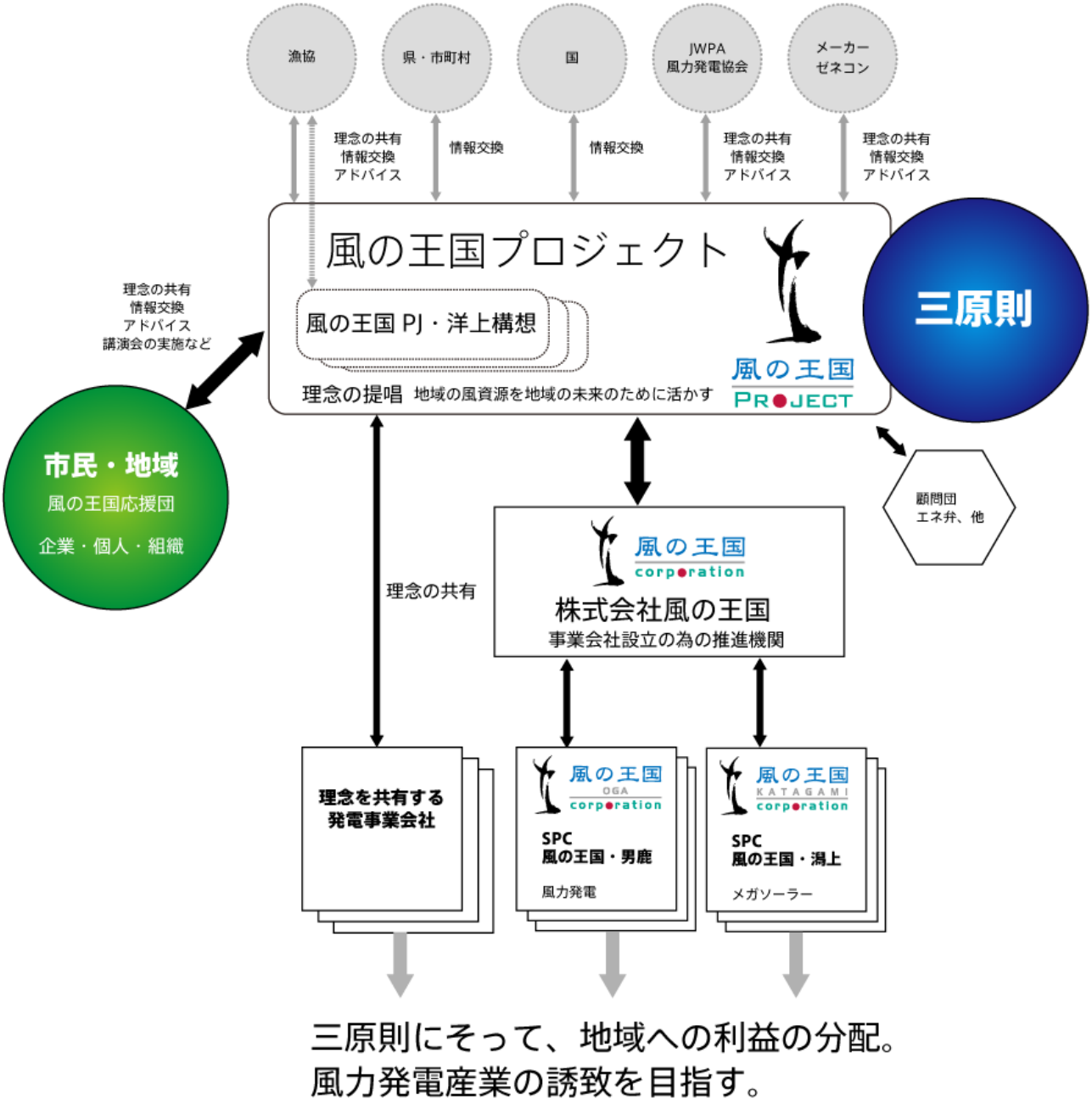

図 4◇風の王国プロジェクトの概要イメージ。出典：風の王国プロジェクト

壮大な構想のもと、2012 年 1 月には山本氏の呼びかけに応じ、地元の建設業や製造業の代表者など計 6 名の個人が出資して「株式会社風の王国」を設立した。その後 2 名が追加出資を行い、現在は計 8 名の出資となっている。

2012 年 6 月の公募採択を受けて同年 12 月には、男鹿市の石材・建設会社である「株式会社寒風」（昭和 21 年創業）の菅原廣悦社長と山本氏が中心となり、「株式会社風の王国・男鹿」を特別目的会社（SPC）として設立した。SPC の出資者は風の王国と寒風を含めて計 4 社となっている。

前述のとおり、秋田県の沿岸一帯は風力発電の適地とされている。実際に環境省の風力ポテンシャルマップを確認しても、沿岸部において 6m 以上の好風況地域が存在することがわかる（図 5）。

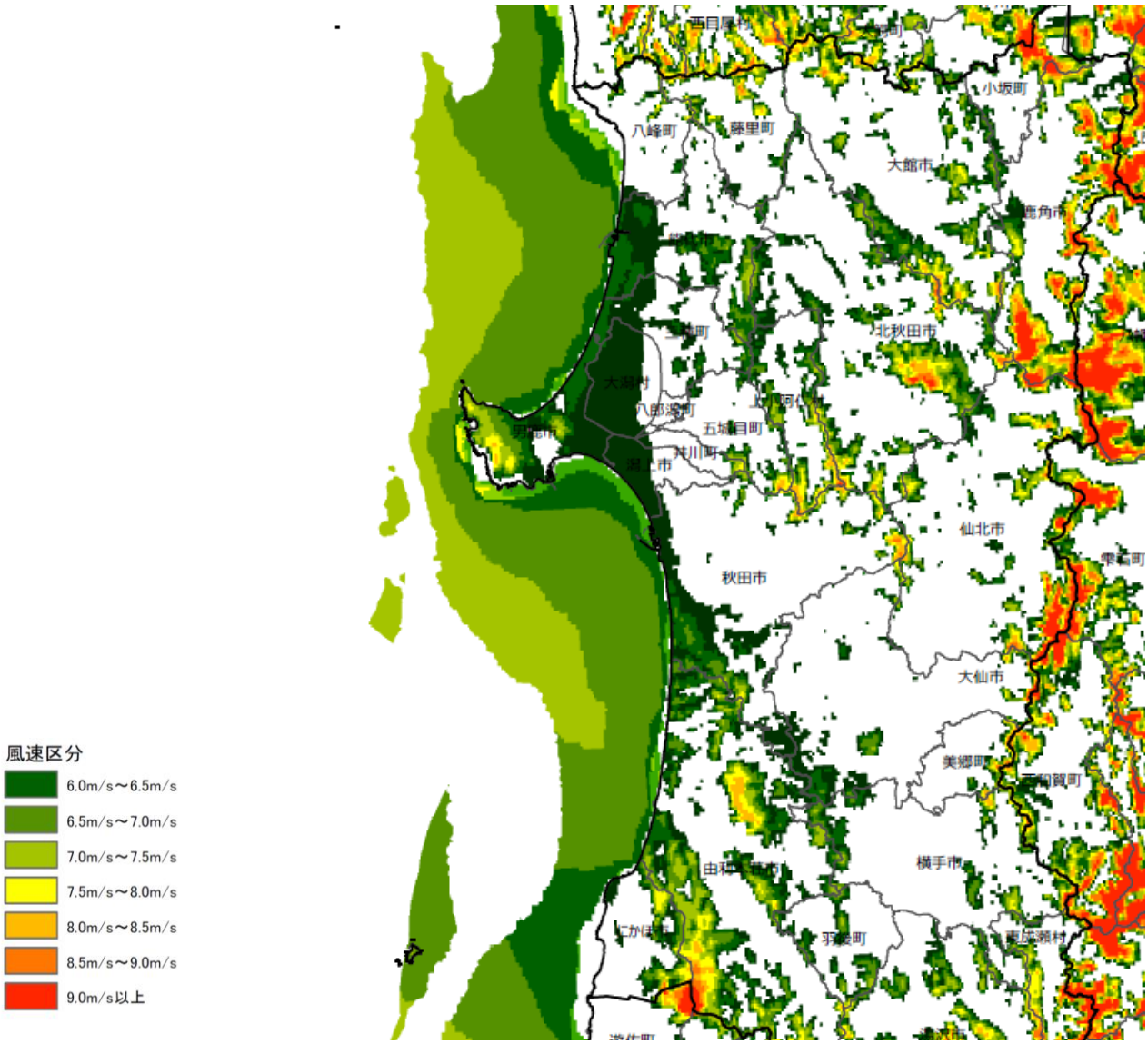

図 5◇秋田県の風況。出典：環境省

「株式会社風の王国」は県の補助金を活用して、対象区域の風況観測調査を実施した。観測塔を設置し、地上 60m の高さの風の状況を 1 年間調査した。その結果、年平均 6m 以上の風況が得られることを確認できた。一般に、秋田県沿岸部は冬季を中心に北西の季節風により好風況となる一方、夏季を中心に風況が弱まる。また、当該区域では風の通り道に男鹿半島にそびえたつ寒風山があることから、風況にも若干マイナスの影響がある。

建設する風力発電所は当初 6 基の風車を予定していたが、県有地内の保安林回避のため、最終的には 4 基に減らした（写真 2）。そのため出力は 7480kW（1870kW×4 基）となった。

写真 2◇県有地に建つ「風の王国・男鹿風力発電所」の風車群

出力が 7480kW の風力発電は国の環境アセスメントの対象にならないが、2 年程度の自主的な環境アセスメントを実施した。日本風力発電協会が 2011 年に公表した「風力発電環境影響評価規程」に基づくアセスメントである。加えて住民説明会を事業実施区域に近い潟上市内の 2 か所でアセスメントの最初と最後に実施した。「説明会では住民からの反対意見などは特になかった」（寒風の鈴木博常務取締役）。

建設工事は 2015 年 6 月に開始した。風力発電では、基礎工事や作業道の整備などをおこなったのち、港に陸揚げした風車のパーツをトレーラーで輸送して、大型クレーンなどで据付を実施するのが一般的なプロセスである。基礎工事に続いて 2015 年 9 月から風車の組立をおこない、本格的な冬に入る前の同年 12 月には風車を完成させた。基礎工事を担当したのは、日立パワーソリューションズと秋田県能代市の建設会社である大森建設。電設工事は東北電力グループのユアテックが実施した。

冬のあいだに主に電源線の敷設などを実施。夏には特別高圧の連系点となる近くの変電所まで 1.5 キロ程度の送電線を敷設した。「送電ルートが最後まで決まらず多少工期が伸びた」（鈴木常務）。連系日は東北電力から事前に 28 か月先（2016 年 9 月 1 日）と伝えられていた。売電開始は同年 11 月 1 日からである。

地域主体の風力発電事業では、資金調達がネックになりやすい。その点では秋田の地域金融機関は従来から風力発電事業や太陽光発電事業に対して前向きである。特に秋田の二大地銀である秋田銀行と北都銀行が自然エネルギー事業への融資を積極的に手掛けていて、風の王国・男鹿の風力発電事業にも両行が融資した。発電設備や売電債権を担保に入れる形でコーポレートファイナンスによる資金調達が可能になり、SPC の 4000 万円ほどの資本金に対して事業費 34 億円の大半を地域金融機関による融資でまかなうことができた。

2. 発電事業の詳細

「風の王国・男鹿風力発電所」の年間の発電量は 1649 万 kWh（キロワット時）を想定している。一帯の風況は冬季と夏季を中心に大きく異なるため、発電量が冬季と夏季では 2 倍近い差になる（図 6）。

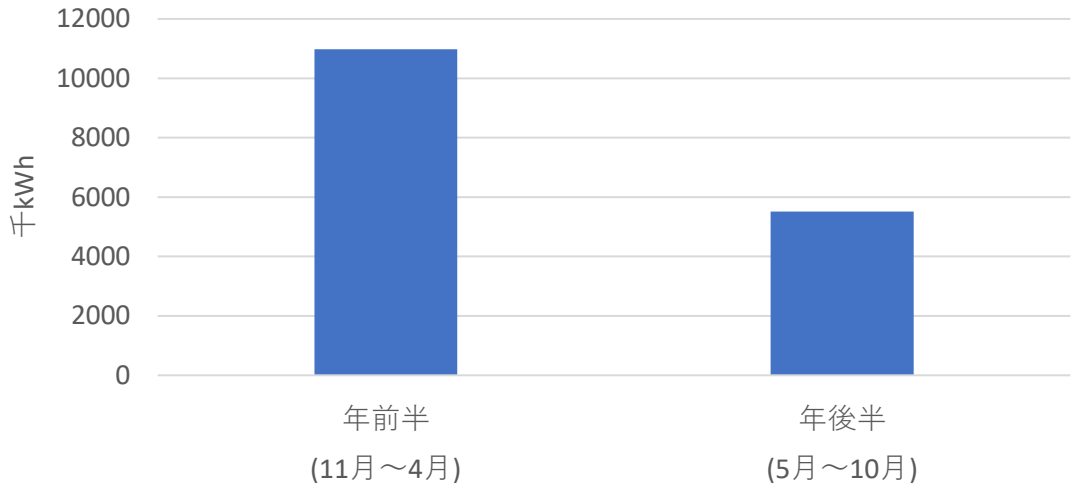

図 6◇初年度の想定発電量。出典：風の王国・男鹿の資料をもとに作成

風力発電の売電単価は 1kWh あたり 22 円で、年間の売電収入は 3.6 億円を見込む。売電期間は 2016 年 11 月 1 日から 2036 年 10 月 31 日までの 20 年間、売電先は東北電力である。運転維持費用は年間 0.7 億円程度を見込んでおり、投資回収年数は 15 年としている。

2016 年 11 月の運転開始から半年あまりが経過したが、月ごとの発電量の実績値は想定した計画値に対して未達の月もある（図 7）。「事前に実施した 1 年間の風況調査のデータだけでは、計画値と実績値の差の要因はわからない」（鈴木常務）。ただ直近の 2 か月（4 月、5 月）の実績値をみる限りでは計画値を超過している。

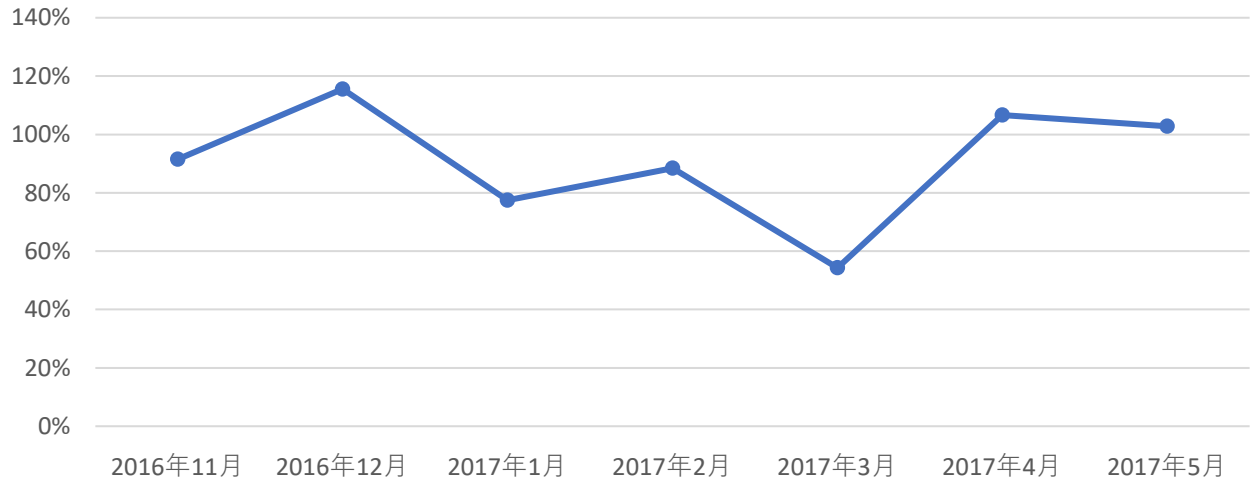

図 7◇月ごとの発電量の実績（計画比）。出典：風の王国・男鹿の資料をもとに作成

風力発電設備のメンテナンスにあたっては、日立パワーソリューションズと包括メンテナンス契約を締結して、90%台後半の稼働率が保証されている。風車の運転状況は日立パワーソリューションズだけでなく、風車の製造元であるドイツのエネルコン社でも監視している。

2017 年 4 月から電気事業法の施行規則改正に伴い、風力発電設備の定期検査制度が始まった。単機出力 500kW 以上の設備を対象に、3 年ごとの定期点検を義務付けた。この制度が新たに加わったことで、20 年間の運転期間で数千万円のコストアップになる可能性があるという。追加で発生するコストをどのように手当てし、どのように削減していくかが今後の課題の一つである。

風力発電で問題になるバードストライクや騒音、景観などに関する問題は発生していないようだ。ただし男鹿市の一部で電波障害が発生している、との問い合わせが来ている。風車のブレードの回転などにより電波が反射・遮蔽され、テレビの画像が乱れる問題は起こり得る。建設前の自主アセスメントでも電波障害に関する調査を実施しており、影響はないとの結論だった。詳しい因果関係の検証を含め、対処法を検討していく。

風の王国・男鹿風力発電所では、蓄電池と太陽光発電（出力 125kW）を併設している。蓄電池の出力は 3000kW、容量は 6912kWh である。この蓄電池を活用し、特別高圧の電力系統に接続する風力発電と太陽光発電の出力変動緩和運転を実施している（図 8）。

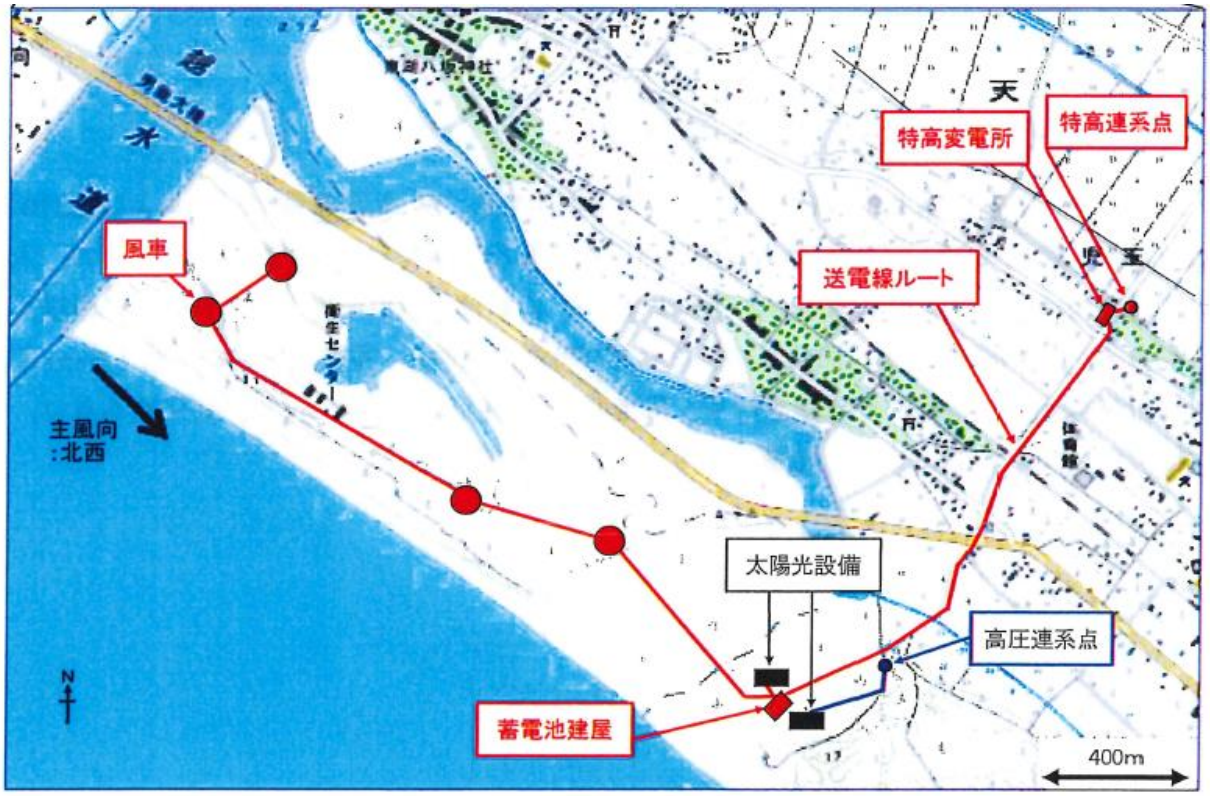

図 8◇各設備の位置関係。出典：風の王国・男鹿

蓄電池を使った出力変動緩和対策は、東北電力の定めた技術要件（20 分間ごとの変動を定格出力合計値の 10%以下に抑える）に対応することが目的である。固定価格買取制度の導入以前に、東北電力は系統連系枠の要件に蓄電池などを併設することによる出力変動緩和制御を盛り込んでいた。蓄電池の導入には約 8 億円の費用がかかり、本来であれば事業全体の採算性を大きく左右するほどの金額である。実際には導入費用のほぼ全額を環境省の「再生可能エネルギー導入のための蓄電池制御等実証モデル事業」の補助金によりまかなうことができた。

3. 今後の計画

風の王国・男鹿風力発電所は、秋田県の沿岸部に風車 1000 基を設置するという壮大な構想の第一歩といえる。風の王国プロジェクトが掲げた 3 つの原則を、「地域資本 100%の事業」、「風の王国と地元企業による意思決定」、「事業用地、金融、建設といった面でも地域の主体が深く関与」という形で実現させた。これに続くプロジェクトは、秋田沖に着床式による 7000kW 級の洋上風車を 426 基設置する「洋上風力発電構想」である。実現すれば発電規模は約 300 万 kW に達する。

山本氏は約 300 万 kW の洋上風力による年間の発電電力量を約 97 億 kWh（約 37%の設備利用率）と想定。売電収入は約 3500 億円（36 円/kWh の売電単価を前提）にのぼると試算している。秋田県の米の年間出荷額が約 1000 億円で、その 3.5 倍の額を風力発電で稼ぐことができる。

風の王国プロジェクトの内部で立ち上げた研究会（地域に根差した洋上風力ビジョン研究会）での検討を経て、適地と思われる区域や風車の配置イメージ、想定される事業規模や経済効果を概算で見積もった。すでに地元の漁業協同組合に対しても構想の説明を始めている。

ただし東北地方で生じている系統の空き容量不足の問題がある。解決策の一つとして、日本海側に直流の海底送電ケーブルを敷設し、新潟県の柏崎市で東京電力の系統に接続する案も検討している（図 9）。

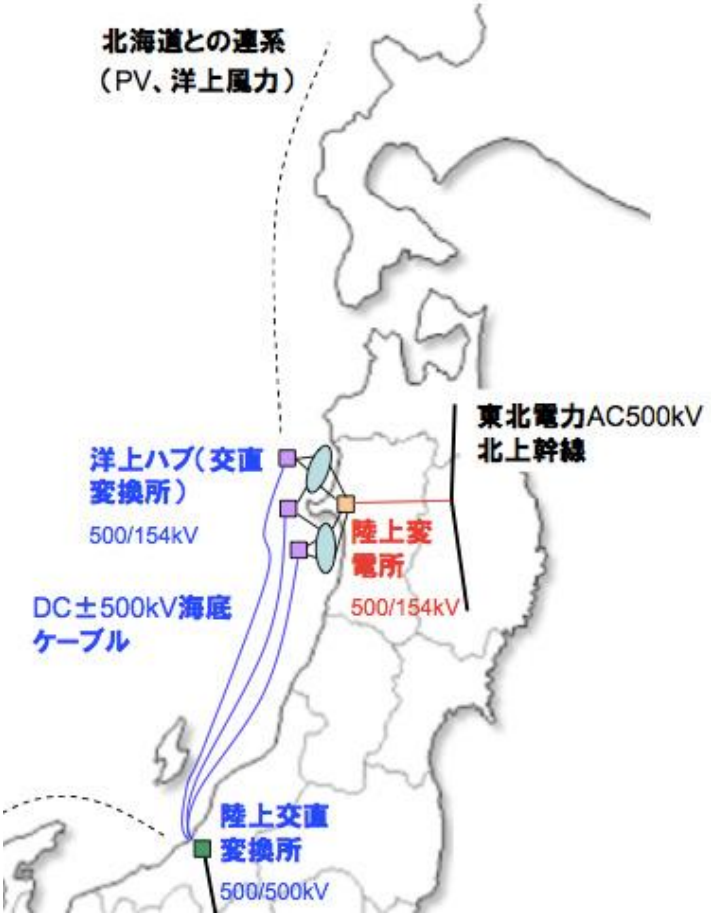

図 9◇海底送電ケーブル敷設のイメージ。
出典：山本氏講演資料（2014 年 1 月 31 日）

現状では「柏崎刈羽原子力発電所」の長期稼働停止に伴い、原子力発電所から東京電力の管内につながる大容量の送電線が空いている。山本氏は「秋田から柏崎まで送電ケーブルをつなぎ、そこから先は空いている送電線を使って首都圏に電気を送ろうと考えている」と計画を話す。

海底送電ケーブルの構想は、洋上風力発電の著名な研究者である故･長井浩氏（日本大学准教授、当時）からの助言が発端となっている。長井氏からはすべてのケーブルを海底に沈めず、途中にある島々（佐渡島など）を経由したほうがよいとのアドバイスもあった。また、電力ケーブルなどを製造する企業のエンジニアにフィージビリティ（実現可能性）について試算してもらっている。その結果、工期が 1 年以内で済むこと、技術的に可能であり現実的な選択である、との評価を得られた。

いまのところ洋上風力発電の実現時期は未定である。ただ同じ秋田県沖には、レノバや大林組といった複数の事業者が数十万～100 万 kW 規模の洋上風力発電所の設置計画を相次いで公表して、すでに環境アセスメントの手続きを開始している。将来、秋田沖において洋上風力の開発が加速する可能性は高い。

＊本レポートの内容はヒアリング実施日（下記）の時点の情報です。
ヒアリング実施日：2017 年 6 月 28 日、29 日
ヒアリング/レポート作成協力：山本久博氏（風の王国）、菅原廣悦氏・鈴木博氏（風の王国・男鹿）
レポート作成者：北風　亮（自然エネルギー財団 上級研究員）

©自然エネルギー財団　Renewable Energy Institute 2017