

4. 産業集積のシナリオ

4.1 陸上風力発電

4.1.1 シナリオの基本的な考え方

陸上風力発電の産業集積化シナリオでは、第一に福島県内における風力発電導入量の拡大を図った上で、風車サプライチェーンに参入することを想定する。したがって、4.1.1において県内の風力発電導入量や企業動向、並びに福島県の施策動向を整理し、4.1.2にて、風力発電の更なる導入拡大および産業集積に向けた現実性の高いシナリオの検討を行う。

(1) 福島県の風力発電に関する動向

①風力発電の導入状況

1章で示したとおり、県内の風力発電導入規模は2015年時点で全国5番目の約160MWとなっている。また、合計24.8万kWが環境アセスメントを実施している状況にあり、今後の導入拡大が期待される。

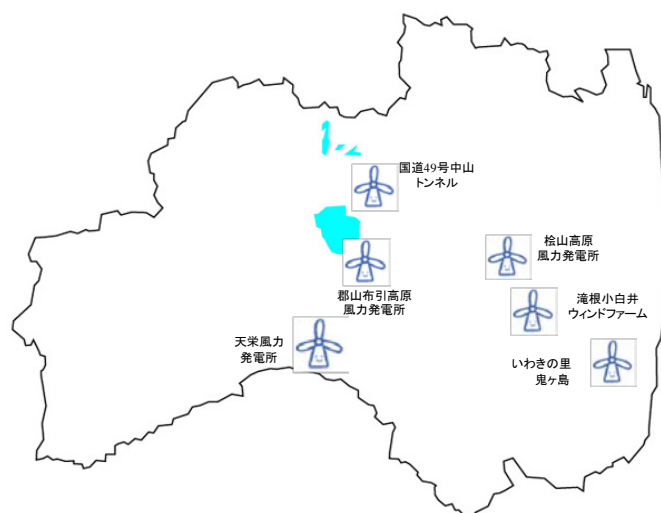


図 4.1-1 福島県において稼働中の風力発電所

(出典) 福島県産業創出課資料および福島県庁「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン（改訂版）」をもとに作成

表 4.1-1 福島県における環境アセスメント実施プロジェクト

事業名	事業者	出力(kW)	場所
(仮称) 沢又山高原風力発電事業	沢又山風力発電株式会社	34,500	須賀川市、玉川村、平田村
(仮称) CEF 福島黒佛木ウインドファーム事業	クリーンエナジーファクトリー株式会社	65,000	川内村
(仮称) CEF 福島檜葉ウインドファーム事業	クリーンエナジーファクトリー株式会社	40,000	檜葉町
(仮称) 三大明神風力発電事業	株式会社ユーラスホールディングス	最大 54,000	いわき市
(仮称) 田人風力発電事業	株式会社ユーラスホールディングス	最大 36,000	いわき市、鮫川村
野馬追の里風力発電事業※	南相馬風力発電株式会社	9,400	南相馬市
万葉の里風力発電事業※	南相馬風力発電株式会社	9,400	南相馬市

※は条例適用除外事業

(出典) 環境省 環境アセス支援ネットより配慮書・方法書・準備書・評価書案件を抽出

(2) 福島県内企業の状況

「3.福島県の産業構造の分析」で記載したとおり、福島県の製造業は、「情報通信機械器具製造業」の割合が全国的に見ても高く、その他「化学工業」、「電子部品デバイス電子回路製造業」も盛んである。しかしながら、風力発電に関連する業種として該当する「鉄鋼」、「金属製品」、「はん用機械器具」、「電子部品・デバイス」、「電気機械器具」等については、全国と比較して割合が低く、優位にあるとはいえない。

一方で、表 4.1-2 に示すとおり、様々な県内企業が小～中規模の風力発電の関連部品製造に携わっており、今後さらに大型の風車のサプライチェーンへの参画が期待される。また、特殊技術が要求されない浮体の部品製造については、多くの製造業に参入の可能性があると考えられる。

表 4.1-2 主な県内風力発電参画企業（再掲）

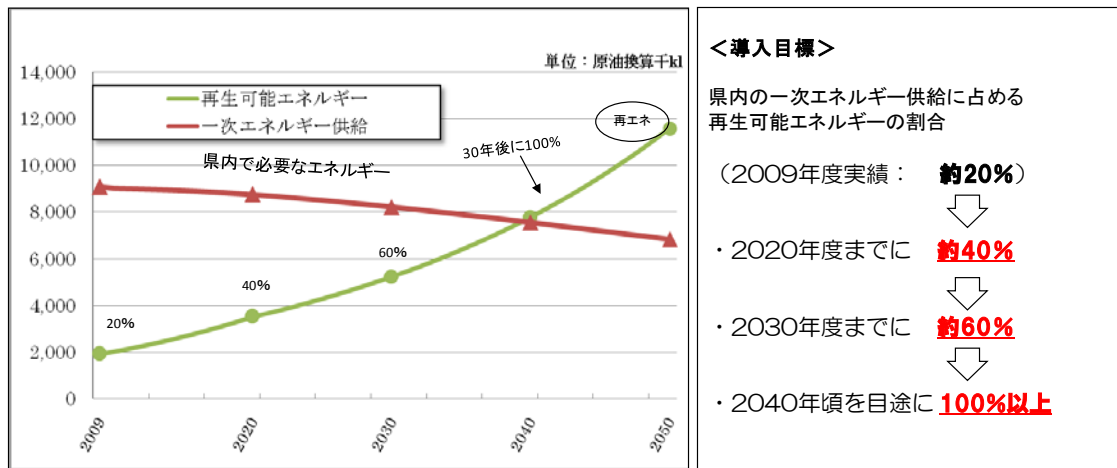
事業者	所在地	内容
北芝電機(株)	福島市	発電機・変圧器
会川鉄工(株)	いわき市	タワー(中型)
東北ネチ製造(株)	いわき市	特殊太径ボルト
大島工業(株)	三春町	風車(小形)
(株)ランプハウス	福島市	パワーコンバータ(小形)
(株)ニッターボー・エフアールピー研究所	郡山市	ブレード材料
(有)エイチ・エス・エレクトリック	喜多方市	パワーコンバータ(小形)
日本クリーンシステム(株)	小野町	風車用増速発電機(小形)

(3) 福島県庁の取り組み

① 導入目標の設定

2012年3月に発表された「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン」では、県内の一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギー比率について、2020年度に約40%、2040年ごろに100%を目指すことが掲げられた。

このビジョンの中で、風力発電分野については2030年度で陸上風力2GWという意欲的な目標が掲げられている。これを受けて現在福島県では再生可能エネルギー導入推進連絡会において、風力発電をはじめとする再生可能エネルギーの導入促進施策の検討が行われている。



<導入目標>

県内の一次エネルギー供給に占める
再生可能エネルギーの割合

(2009年度実績： **約20%**)



・2020年度までに **約40%**



・2030年度までに **約60%**



・2040年頃を目途に **100%以上**

図 4.1-2 福島県における再生可能エネルギーの導入目標

(出典) 福島県産業創出課資料

種 類	2009年度実績		2020年度目標		倍率	2030年度目標		倍率
	原油換算	設備容量 (発電電力量) ^①	原油換算	設備容量 (発電電力量) ^①		原油換算	設備容量 (発電電力量) ^①	
再生可能エネルギー								
太陽光発電	9,298kl	38,874kW (41百万kWh)	239,175kl	1,000,000kW (1,051百万kWh)	25.7	478,349kl	2,000,000kW (2,102百万kWh)	51.4
太陽熱利用	11,262kl		33,786kl		3.0	50,000kl		4.4
風力発電	27,856kl	69,880kW (122百万kWh)	996,561kl	2,000,000kW (4,380百万kWh)	35.8	1,993,122kl	4,000,000kW (8,760百万kWh)	71.6
うち洋上風力発電	0kl	0kW (0百万kWh)	597,936kl	1,000,000kW (2,628百万kWh)	—	1,195,873kl	2,000,000kW (5,256百万kWh)	—
水力発電	1,598,280kl	3,973,490kW (7,025百万kWh)	1,608,326kl	3,980,690kW (7,069百万kWh)	1.0	1,634,360kl	4,000,000kW (7,183百万kWh)	1.0
うち小水力発電	20,091kl	14,400kW (88百万kWh)	30,136kl	21,600kW (132百万kWh)	1.5	55,807kl	40,000kW (245百万kWh)	2.8
地熱発電	77,732kl	65,000kW (342百万kWh)	80,522kl	67,000kW (354百万kWh)	1.0	281,030kl	230,000kW (1,235百万kWh)	3.6
うち地熱バイナリー発電	0kl	0kW (0百万kWh)	2,790kl	2,000kW (12百万kWh)	—	41,856kl	30,000kW (184百万kWh)	—
バイオマス発電	75,390kl	66,360kW (331百万kWh)	408,989kl	360,000kW (1,798百万kWh)	5.4	568,040kl	500,000kW (2,497百万kWh)	7.5
バイオマス熱利用	123,760kl		150,084kl		1.2	200,000kl		1.6
バイオマス燃料製造	597kl		2,985kl		5.0	29,850kl		50.0
温度差熱利用	175kl		1,750kl		10.0	3,500kl		20.0
雪氷熱利用	29kl		290kl		10.0	580kl		20.0
計	1,924,379kl	4,213,604kW (7,861百万kWh)	3,522,467kl	7,407,690kW (14,651百万kWh)	1.8	5,238,830kl	10,730,000kW (21,777百万kWh)	2.7
一次エネルギーに占める割合	21.2%		40.2%			63.7%		
一次エネルギー供給 ^②	9,087,228kl		8,747,117kl		1.0	8,219,734kl		0.9
二酸化炭素削減量 ^③	5,841,872t-CO ₂		9,238,863t-CO ₂			11,725,739t-CO ₂		

図 4.1-3 福島県における再生可能エネルギーの導入目標

(出典) 福島県庁「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン(改訂版)」(2014年3月)

②再生可能エネルギー関連産業推進研究会

福島県では、再生可能エネルギー分野の研究開発推進や産業人材の育成により、再生可能エネルギー分野への進出を幅広く支援することを目的とした福島県再生可能エネルギー関連産業推進研究会が発足した。具体的な活動内容としては、再生可能エネルギー関連産業の集積・育成等に関するセミナーの開催、再生可能エネルギー関連メーカーとのマッチング、関連技術情報の共有化とホームページ等による情報発信等が挙げられる。

本研究会は風力、太陽光、バイオマス、スマートコミュニティの4つの分科会が設置されており、風力分科会には200を超える企業および団体が会員となっている。

③福島再生可能エネルギー研究所との連携

福島県では、国立研究開発法人産業技術総合研究所（AIST）が再生可能エネルギーに関する研究拠点（福島再生可能エネルギー研究所）を郡山市に設置し、2014年4月に開所した。同研究所では、風力発電、太陽光発電、水素等の再生可能エネルギーに関する最先端の研究開発が実施されている。また、2014年3月には県とAISTとの間で連携・協力に関する協定を締結しており、研究開発、人材育成、情報発信等の観点から、図4.1-5に示す10のプロジェクトを展開することとなっている。



図 4.1-4 福島再生可能エネルギー研究所の全体風景

(出典) 産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所ホームページ

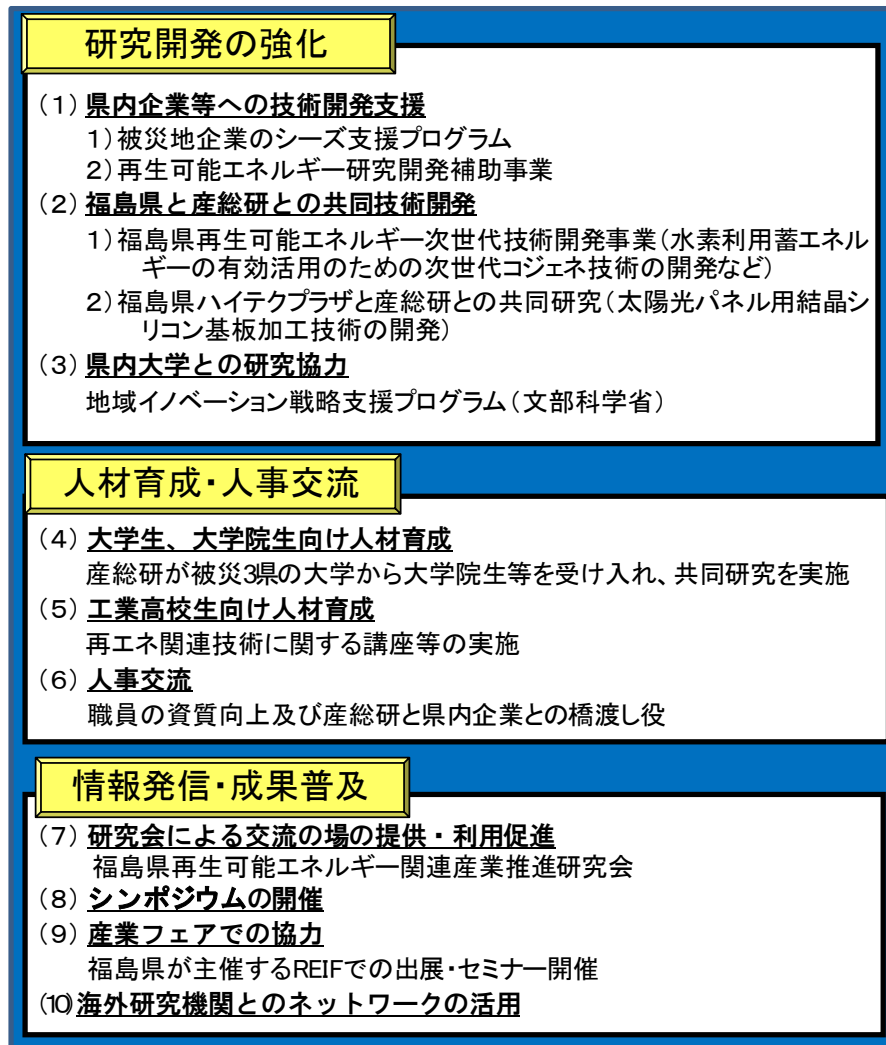


図 4.1-5 福島再生可能エネルギー研究所と福島県における 10 の連携プロジェクト
(出典) 福島県産業創出課資料

④系統接続問題への対応

1 章で述べたとおり、国内における風力発電の導入拡大の最大のボトルネックの 1 つに系統連系の問題が挙げられる。2012 年に開始された固定価格買取制度による太陽光発電導入量等の急激な増加に伴い、2014 年に各電力会社は再生可能エネルギー電源に対する接続の制限を行った。これにより福島県においても、東北電力管内への接続が限定されることになった。したがって、福島県内において風力発電をはじめとする再生可能エネルギーの導入を拡大するためには、東京電力管内、すなわち原子力発電所の送電に使用されていた新福島変電所への接続が鍵であり、県による関係機関への積極的な働きかけが行われていた。その結果、2015 年 1 月、資源エネルギー庁は次ページに示すような福島県内の再生可能エネルギー接続に関する特別対策を発表するに至った。

表 4.1-3 資源エネルギー庁による News Release（一部抜粋）

題名「福島における再生可能エネルギーの導入拡大に向けた取組を促進します」

1. 福島県内にある東京電力の送変電設備の活用

本日、東京電力に福島の復興に寄与する再生可能エネルギー発電事業の接続のために、新福島変電所の必要な改修工事を実施するとともに、現在使用していない送電線を活用できるようにすることについて、その具体化を要請しました。

東京電力の系統に接続し、また発電設備、蓄電池や送電線等の導入にあたり下記支援措置と併せて活用することを通じ、再生可能エネルギー発電事業の推進を図ります。

2. 再生可能エネルギー発電設備、送電線や蓄電池等の導入・実証の支援

本日閣議決定された平成 26 年度補正予算案により、下記の支援を措置します。

- (1) 福島県全域(下記(2)の地域を除く)における、自治体と連携し地域の復興に寄与する再生可能エネルギー発電事業について、発電設備、蓄電池・送電線等の導入を支援。

補助率: 発電設備 1/10、蓄電池・送電線等 1/3

(注) 岩手県及び宮城県の津波浸水地域においても同様に措置

- (2) 福島県の避難解除区域等における、発電事業の収益の一部を復興活動に活用する再生可能エネルギー発電事業について、発電設備、蓄電池・送電線等の導入を支援。

補助率: 発電設備 1/10*、蓄電池・送電線等 2/3

* 福島県内に本社を有する中小企業等については 1/5

- (3) 基幹系統に大規模蓄電池を設置して行う、再生可能エネルギーの受入可能量を拡大するための実証を支援。

3. 避難解除区域等における優先的な接続枠の確保

本日、東北電力に避難解除区域等の復興に寄与する再生可能エネルギー発電事業に対し、蓄電池の活用や接続枠を確保しているにも関わらず事業開始に向けた取組が進まない案件の接続枠の解除等により、系統における優先的な接続枠の確保を図ることを要請しました。

東北電力の系統への接続を可能とし、上記支援措置と併せて活用することで、避難解除区域等のうち新福島変電所への接続が困難な地域における、再生可能エネルギー発電事業の推進を図ります。

(出典) 資源エネルギー庁「News Release」(2015年1月9日)より作成

今回の決定により、東京電力が新福島変電所の改修を行い、原子力発電所用の送電線を再生可能エネルギー用として活用できることになった。また、避難解除区域等を対象に東北電力の系統に大型蓄電池が導入され、再生可能エネルギーの接続が促進されることも併せて発表された。

したがって、福島県における最大のボトルネックであった系統接続問題は解決される見通しであり、風力発電導入量の拡大に関する下地が整った状況にあると言える。

(4) シナリオの方向性

以上を踏まえ、福島県における陸上風力発電における関連産業の集積化シナリオを検討する。陸上風力発電に関する産業集積を達成するためには、県内で安定的かつ継続的に陸上風車の導入が行われることが第一条件となる。したがって、本シナリオでは、まず陸上風車導入促進施策を実施し、導入量の拡大を踏まえた上で、福島県内企業の陸上風力発電関連産業への参画を

目指すものとする。

風力発電関連産業への参画について、欧州の事例のような風車関連産業の集積のためには、風車メーカー等の工場誘致が有力な選択肢として挙げられる。しかしながら、国内メーカーへのヒアリングによると工場を新設するためには、年間 100 基程度の需要が必要であり、現状の国内市場規模を鑑みると、短期的には困難と考えられる。また、増速機や軸受をはじめとする主要な風車部品は特殊技術が必要な上、強固なサプライチェーンが確立しており、参入は容易ではないと推察される。

したがって、福島県内企業が参画可能と想定される陸上風力発電関連産業は次の 3 つと想定される。まず 1 つ目は風車建設関連産業、2 つ目は風車メンテナンスにおける交換部品産業、3 つ目は風車メンテナンス産業である。次節より具体的な内容を示す。

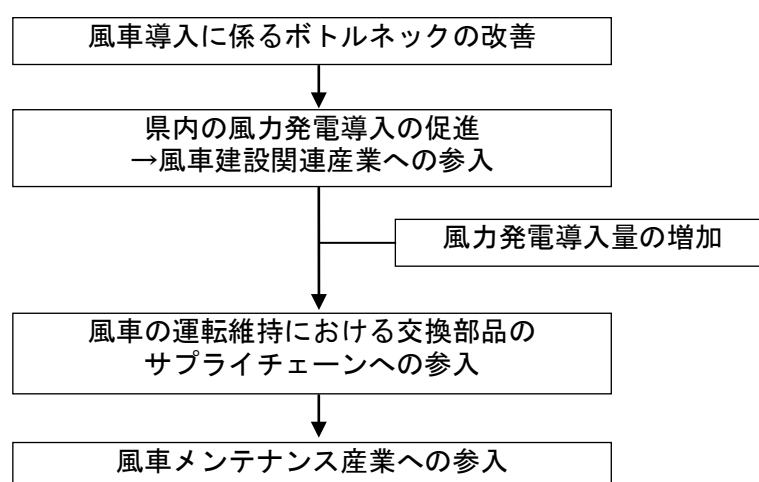


図 4.1-6 シナリオの基本的な考え方

4.1.2 シナリオの検討

(1) 福島県における風力発電導入促進施策

①風力発電導入促進施策

新福島変電所の改修に伴い、これまで風力発電の導入が限定的であった浜通り地区および中通り地区の事業環境が大幅に改善されることとなった。しかしながら、これらの地域は風況にばらつきがある上、変電所への接続し易さも一様ではない。したがって、風力発電導入促進施策の一環として、県主導のゾーニングを実施することが求められる。

その際、風況適地の対象範囲の下限値を 5m/s まで広げてゾーニングを行うことが望ましい。これまで風力発電事業を実施可能な風速の最低ラインは 6m/s 程度といわれていたが、最近では GE 120 シリーズをはじめ 5m/s 程度の低風速でも 30%近い設備利用率を達成可能な風力発電機が存在する。そのため、高風況地域が限定的と言われている浜通り地区でも、5m/s 以上を対象範囲とすることで相当の面積が事業候補地になる可能性が高い。

また、現在発電事業者にとって環境アセスメントに係る人的コストおよび期間がハードルの一つになっているため、ゾーニングと併せて県主導の環境アセスメント調査を実施することは、

県内の風力発電導入量の迅速な拡大に直結すると推察される。

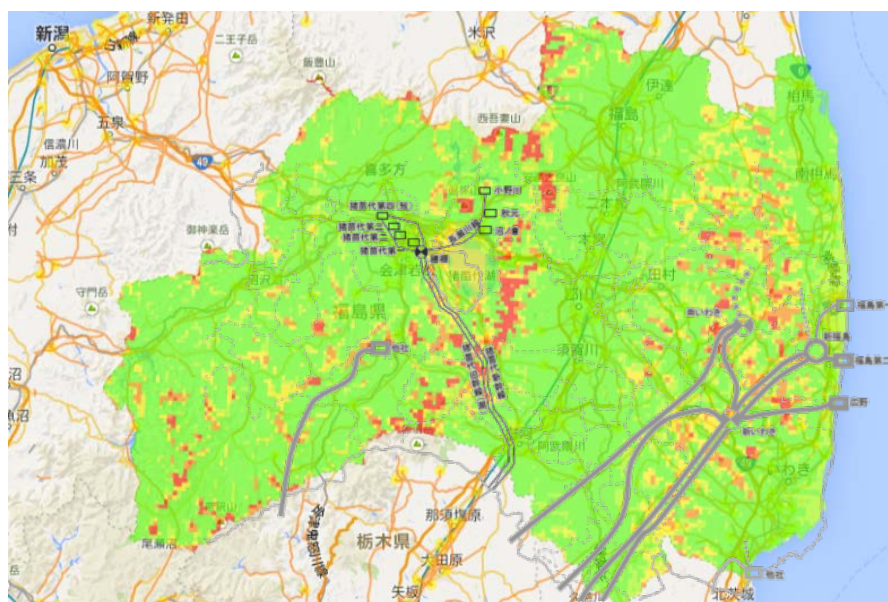


図 4.1-7 福島県における風力発電ポテンシャルマップと東京電力送電線

(出典) 福島県庁「福島県再生可能エネルギーデータベース」および東京電力ホームページより作成

②風力発電設備導入に伴う地元企業の参画

風車が導入されるに当たり、土木建築に関する工事は地元の企業が全面的に担うことができる。したがって、今後県内の風力発電導入量が増加することは地元企業の活性化に繋がる可能性が高い。

なお、現時点では、浜通り地区および中通り地区における風力発電導入可能量は 10 万 kW 程度と言われているが、一部の有識者によると低風速型の風車を用いれば 180 万 kW 程度のポテンシャルが存在するとしている。そのため、県による早急な適地調査が望まれる。

風力発電設備の建設に当たり、今後新たに 180 万 kW の風車が導入されると仮定した場合の県内の土木建設業への経済波及効果の推計結果を以下に示す。風車の建設コストには幅があるが、福島県の企業が全ての工事を担当すると仮定した場合、1,440 億円～2,160 億円程度の経済効果が生まれることが推算された。

表 4.1-4 陸上風車の建設時における県内の土木建設業への経済波及効果

前提条件	新規風車導入量	180 万 kW
	建設コスト	20 万円～30 万円/kW(※1)
	うち風車本体比率	60%(※2)
	うち工事費等	30%(※2)
	工事費のうち地元企業が担う割合	100%
推計結果	工事費	1,440 億円～2,160 億円

※ 1 経済産業省「第 3 回調達価格等算定委員会」(2012 年 3 月)より引用

※ 2 日本風力発電協会「自然エネルギー白書(風力編)2013」(2013 年 3 月)より引用

(2) 発電事業者・地元企業に対する“提案型”事業公募の実施

前節で述べた風力発電に関する適地選定により、発電事業者が福島において風力発電事業を行う下地が整ったと言える。しかしながら、事業者が県外から風車設備を運び、設置するだけでは製造業に対する産業集積効果や経済効果を期待することは難しい。したがって、風力発電事業によって地元企業を活用するための仕組みが重要となる。

①実施内容

福島県の企業を活用するためには、風力発電事業適地における発電事業者を公募する際、県が「提案型」の事業公募の枠組みを作ることが重要である。

地域外から発電事業者のようなサービス供給者を募る際、地域内の企業の製品やサービスを有利にすることは、世界貿易機関（WTO）の「政府調達に関する協定」第3条「内国民待遇及び無差別待遇」に違反する。すなわち、福島県で風力発電事業者の入札を行うに当たり、福島県内企業が製造した風車部品の使用を条件付けることはできない。

そのため、事業者から発電事業に関する“提案”を募った上で、県が最も福島県全体にメリットのある事業者を選択する、という形式を採用する方式が有効と考えられる。以下に、風力発電事業者に期待する提案項目の例を示す。

1) 地元資本を一定割合投入すること

風力発電事業は、大手風力発電事業者と地元ファンド等のコンソーシアム形式が望ましい。具体的には、公募により採択されたコンソーシアムには、適地を分割した工区を各事業者に分ける方式が想定される。これにより各ウィンドファームで必ず一定割合地元が参画した風力発電設備を保証することが可能となる。また、大手風力発電事業者と共同で事業を実施することにより、運転管理についても安定性を確保することが可能と推察される。

2) 地元企業と最大限協力すること

風力発電事業者が風車を運転管理するに当たり、毎年のメンテナンス時に必要となる交換部品を極力福島県内企業から調達することが望ましい。メンテナンス時の交換部品とは、例えばネジやベアリング、歯車等が挙げられる。上述のとおり、発電機や増速機等の一次構成部品の製造への新規参入は極めてハードルが高いが、交換部品のような二次構成部品、三次構成部品については、一定の技術力を有する企業であれば参入可能性はあり得る。なお、風力発電事業者が県内企業に交換部品の発注を行うに当たり、技術情報を開示することができれば、福島県内企業の風車部品サプライチェーンへの参画はより円滑になると考えられる。

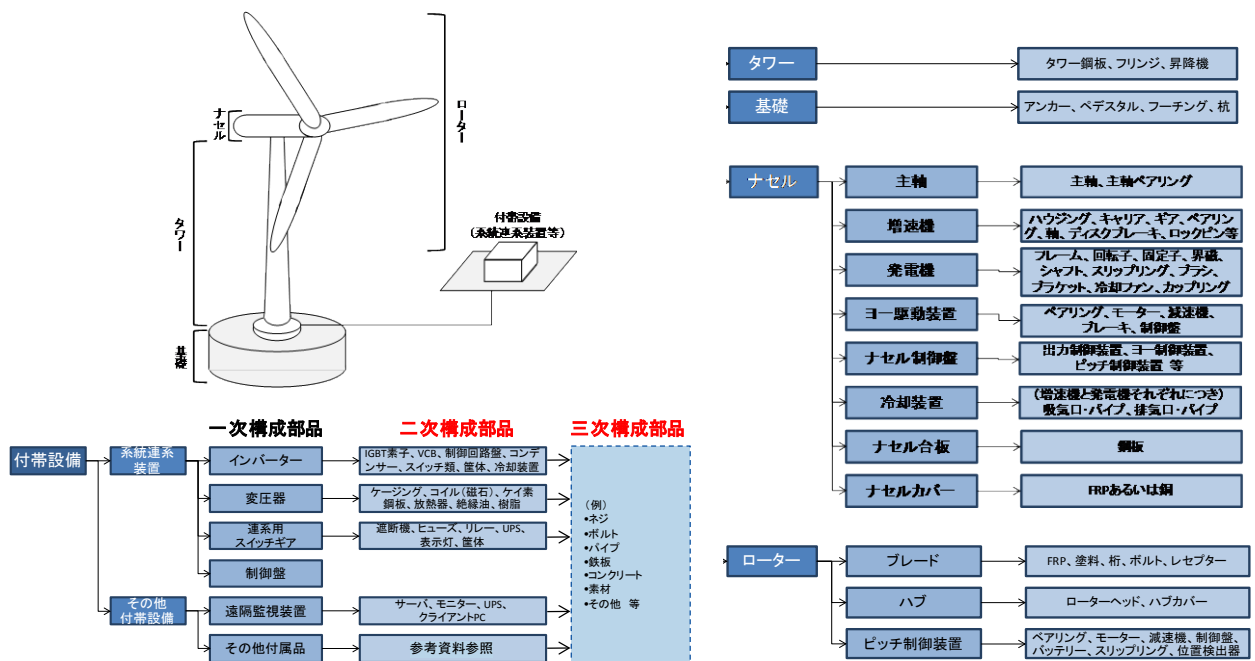


図 4.1-8 風力発電設備に関する部品構成

また、メンテナンスサービスについても地元企業および技術者との連携により実施することが望ましい。基本的に、風力発電事業では風車 30 基毎にメンテナンスサービスセンターが設置される。サービスセンターでは、4 名程度が在籍し、2 名が定期メンテナンス、2 名がトラブル対応を担当するのが一般的である。したがって、各パートの 2 名のうち 1 名について地元技術者を採用することは十分可能と考えられる。このように風車の運転管理において地元を活用することは、雇用創出の面だけでなく、後述するメンテナンス産業の育成の面からも重要と言える。

3) 風況条件に適した風車の導入

今後風力発電の導入が期待される浜通り地区および中通り地区では、新福島変電所等への系統アクセスが可能という利点がある一方で、一般的な採算性ラインといわれる風速 6m/s に満たない低風速地域が多く存在する。このような場所でも安定的な風力発電事業が実施できるためには、低風速型の風力発電機を採用するなど、風況条件に適した対応をすることが求められる。また、低風速でも発電可能な風車という軸を設定することは、風車メーカーを統一し、メンテナンス効率を高めることにも繋がる可能性が高い。

②経済効果

福島県内に今後目標値である 2GW の風力発電設備が導入されることを想定した場合の交換部品の市場規模を表 4.1-5 に示す。上述の 2GW 分の風車の維持管理に伴う交換部品を全て福島県内で調達すると想定した場合、約 13~51 億円の経済波及効果が発生することが推計された。

表 4.1-5 陸上風車の維持管理における交換部品産業に関する経済効果

前提条件	県内風車導入量	200 万 kW
	風車発電規模	2MW/機
	風車メンテナンス費	300 万円/年(※1) ~1,200 万円/年(※2)
	うち交換部品・消耗品割合	42.1%(※3)
推計結果	メンテナンス市場規模合計	30 億円~120 億円
	交換部品市場	約 13 億円~51 億円

※ 1 NEDO 「風力発電導入ガイドブック」(2008) より引用

※ 2 資源エネルギー庁調達価格等算定委員会資料(平成 24 年 4 月) より引用

※ 3 自然エネルギー財団「日本の陸上風力発電コストの現状と分析」(2013) より引用

(3) メンテナンス産業の育成

福島県内の陸上風力発電の導入量拡大に伴い、それらを維持管理するためのメンテナンス需要が相応規模生まれると考えられる。このような風車メンテナンスに福島県内の企業および技術者が参入することで、安定かつ継続的な経済効果が発生すると予想される。以下に、具体的な実施内容を示す。

①実施内容

陸上風力発電に関する継続的なメンテナンス産業を創出するために重要となる施策案について以下に示す。

1) トレーニングセンターの設立

福島県において風車のメンテナンス産業を創出するためには、訓練用のトレーニングセンターを設立することが望ましい。ここで想定しているのは、メンテナンスに係る基礎的な技術を習得するためのセンターである。

現在は、国内の風車メンテナンスメーカーでは、各社独自に候補者を採用し、基礎的訓練→各メーカーの風車の専門技術の習得、という流れで技術者を養成している。しかし、高等専門学校等で技術に係る知識を習得した人材であれば 1 年程度で技術者として働くことができるのに対し、関連分野の経験を有していない人材の場合は、一般的に数年間に及ぶ訓練期間が必要となる。また、関連業界へのヒアリングによると、国内に導入されている風車約 2,000 台に対し、メンテナンスの技術者は数百人程度であり、技術者の需要が逼迫している状況にある。今後国内および福島県において風力発電設備の導入量が拡大していくにつれ、より技術者不足の問題が顕著になると考えられる。

したがって、風力発電のメンテナンス技術者の育成は今後の国内の風力発電市場を考える上で非常に重要であり、福島県において基礎的な技術を習得するためのトレーニングセンターを設立することは、福島県内の継続的な産業育成の観点からも、県内外の風力発電市場の観点からも意義があると推察される。

同センターで基礎的な技術を習得した技術者は、その後県内の風力発電メーカーまたは発電事業者等に属し、これらの事業者が有するベテランのメンテナンス技術者と連携した OJT トレーニングを実施しながら、風車特有の専門的な技術を習得していくことが望ましい。一般的に、風車のメンテナンスは 2 人 1 組で実施されるため、そのうちの 1 名に上述の訓練センターを卒業した人材が活用されることが想定される。

ただし、施設の設立には大きなコストやリスクが伴うため、国内および県内の風力発電動向を鑑み、費用と生産性の観点から検討を行うことが必要である。

2) 県内の教育機関における人材育成

トレーニングセンターの設立の他、県内の教育機関において風力発電に関する教育体制を構築することも有効な施策の 1 つと考えられる。福島県内には福島大学や福島工業高等専門学校、福島県立テクノアカデミーをはじめとする複数の技術者教育機関が存在する。これらにおいて、ドイツのブレーマーハーフェンのように風力発電に関する講座を開講したり、風車の専門家を招聘し、若手人材の教育を施すことは県内における安定的な風車メンテナンス産業を育成する上で高い効果が見込まれる。ここで述べた風車技術に関する知識を習得した人材（学生）が、卒業後上述のトレーニングセンターで技術者としての訓練を受けるといった流れができることも想定される。

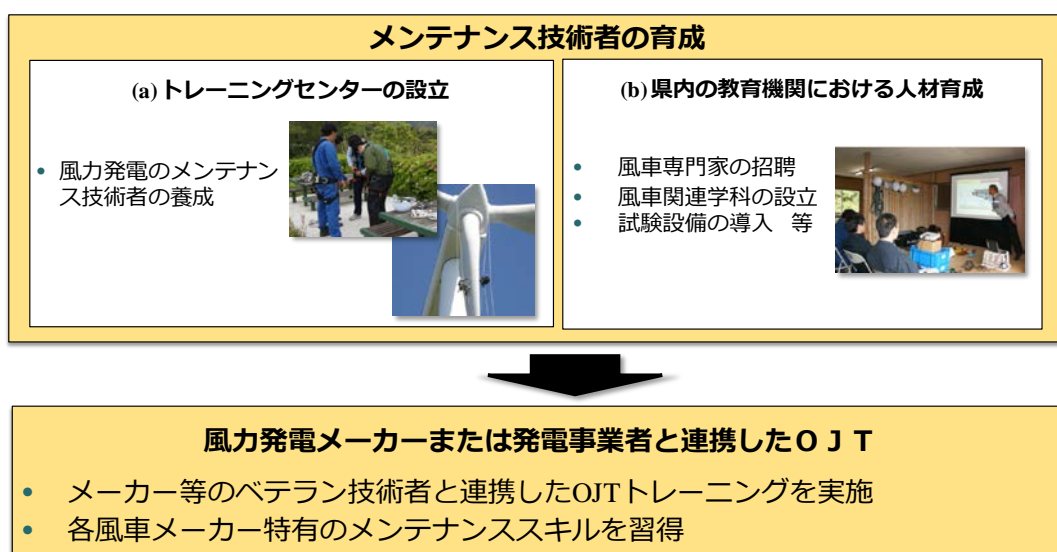


図 4.1-9 メンテナンス技術者の育成に関するイメージ

②経済効果

今後、福島県内に目標値である 2GW の風力発電設備が導入されることを想定した場合のメンテナンスの市場規模を表 4.1-6 に示す。上述の 2GW 分の風車の維持管理に伴うメンテナンスを全て福島県内で担うと想定した場合、メンテナンス市場全体で、30 億円～120 億円程度、メンテナンス技術者の定期点検等に関する市場規模として、約 11 億円～42 億円の経済効果が発生することが推計された。

表 4.1-6 陸上風車の維持管理における交換部品産業に関する経済効果

前提条件	県内風車導入量	200 万 kW
	風車発電規模	2MW/機
	風車メンテナンス費	300 万円/年(※1) ~1,200 万円/年(※2)
	うち人件費割合	35.1% (※3)
推計結果	メンテナンス市場規模合計	30 億円~120 億円
	交換部品市場	約 11 億円~42 億円

※ 1 NEDO 「風力発電導入ガイドブック」(2008) より引用

※ 2 資源エネルギー庁調達価格等算定委員会資料(平成 24 年 4 月) より引用

※ 3 自然エネルギー財団「日本の陸上風力発電コストの現状と分析」(2013) より引用

4.1.3 陸上風力発電シナリオ

以上の想定のもと作成した陸上風力発電のシナリオを図 4.1-10 に示す。それぞれの主体の今後の取り組みは、以下のとおりである。

(1) 福島県庁

2015 年度から次の検討を進めることが必要となる。

- ・ 県内における陸上風力発電の導入目標達成に向けたステップを明確化する。
- ・ 浜通り地区および中通り地区における開発計画を明確化するとともに、新福島変電所周辺地域のゾーニングと環境アセスメントを行う。
- ・ 福島県内の学術機関に対して風車の専門家の招聘について検討する。
- ・ 陸上風車メンテナンス訓練センターの設立支援に向けた検討を進める。

(2) 福島県内企業

2015 年度から次の検討を進めることが必要となる。

- ・ 福島県内に導入された風力発電設備の運転管理に関する交換部品の供給について、発電事業者と調整を図る(供給可能な部品に関する検討を行う)。
- ・ メンテナンス技術の習得に関して、発電事業者と調整を図る。

陸上風力発電産業集積シナリオ

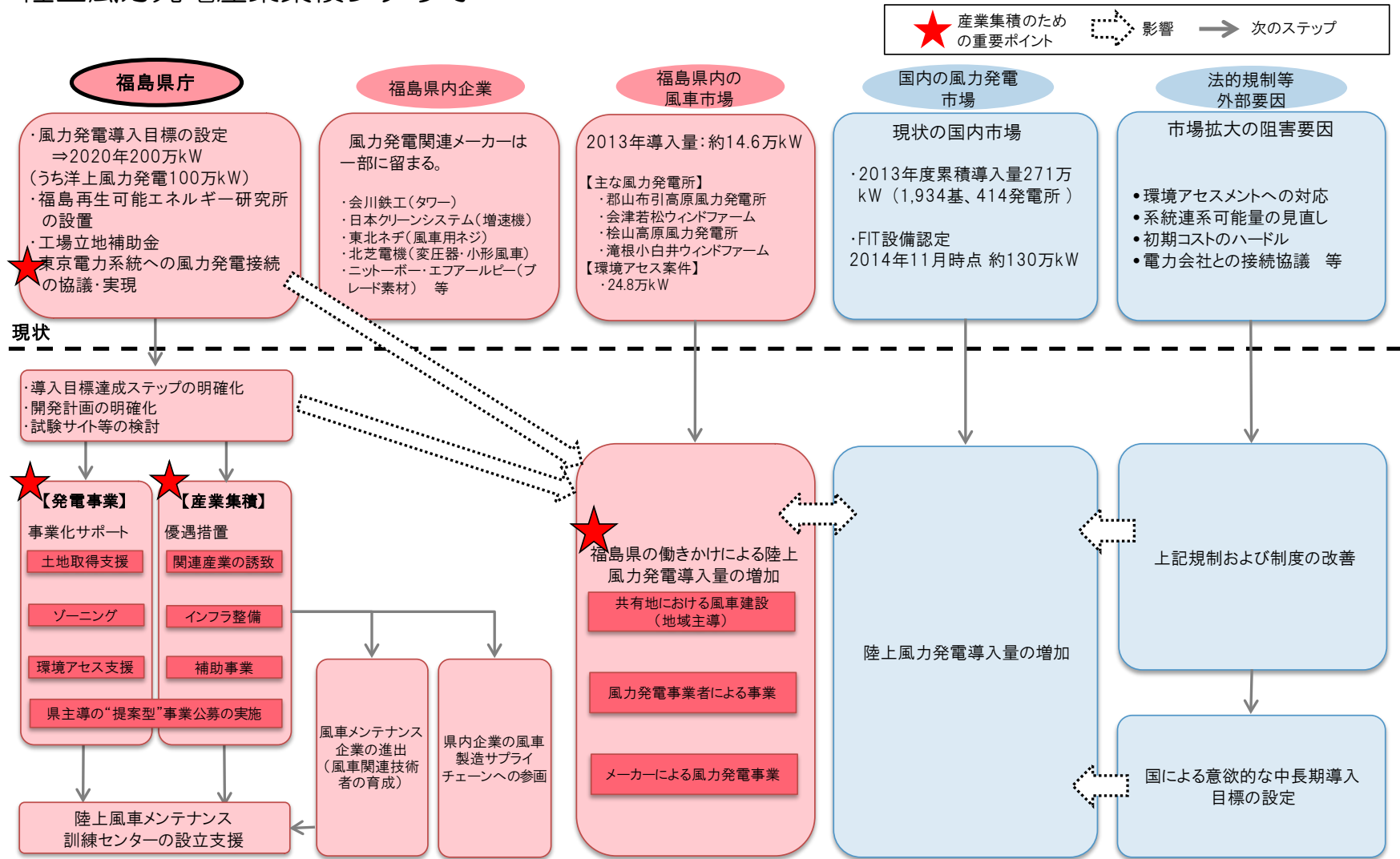


図 4.1-10 陸上風力発電のシナリオ

4.2 浮体式洋上風力発電

4.2.1 シナリオの基本的な考え方

1 章に記載したとおり、浮体式洋上風力発電は実証段階の技術であり、これから商用化がなされていく段階の技術である。経済産業省「浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業」が福島県沖にて実施されているところであり、実証事業における知見をはじめとして、福島県は国内の他地域と比較してアドバンテージを有しているものである。

風力発電市場において県内企業が既存のサプライチェーンに参入することは、容易なことではない。一方で、浮体式洋上風力発電に関しては、浮体建造に使用される部品は大きく、また設置サイトへの曳航にも費用がかかることから、現地で浮体の製造、風車組み立てを行うことがコストの面でも望ましいことがわかった。

そこで、浮体式洋上風力発電のシナリオとして、以下のことを基本的な考え方として検討を行った。

- (ア) 2020年断面の姿として、商用浮体式洋上風車が福島県沖に導入されている
- (イ) プロジェクトは拡張段階で、浮体式洋上風車の導入が継続的に続く
- (ウ) 浮体の製造および風車浮体組み立てが福島県港湾で行われ、関連産業の集積が図られている

このうち(ア)を2020年の1つの目標として想定し、バックキャスト的に現実的か否かを事業者へのヒアリング等を通して検討を行った。

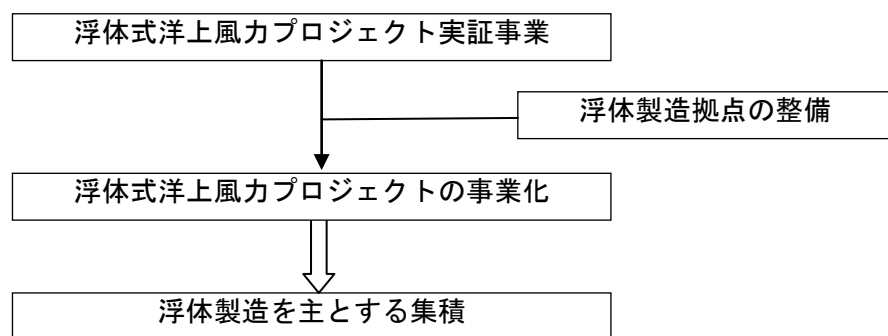


図 4.2-1 シナリオの基本的な考え方

4.2.2 シナリオの検討

(1) 浮体式風車が今後事業化するための条件

現在実施されている実証事業の終了後、福島県沖で浮体式洋上風力発電が事業化されるためにはどのような条件が必要となるかの整理を行う。

洋上風力発電の課題の一つは高コストである。経済産業省「浮体式洋上ウィンドファーム実

証研究事業」では、技術的な確立を行うとともに、安全性・信頼性・経済性について研究が進められているが、500億円近い予算（平成23年度第3次補正予算、平成25年度予算、平成25年度補正予算の合計）がつけられている事業であり、現状のコストレベルでは事業化することは出来ない。事業化を果たすには、同実証研究事業を通じて、一層の低コスト化への道筋をつけることが必要といえる。

以下に実証研究事業における主な課題を示す。

表 4.2-1 実証事業における主な課題

浮体製造にかかる主な課題	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体のコンパクト化（使用鋼材の使用量の減少、コンパクト化に伴う制御コンセプト設計） ・浮体製造・設置の短期間化（現状条件より厳しい条件での設置可能な技術・設備） ・曳航の短縮化（製造拠点の最適化、曳航方法（国内大型曳航船が少ない、適切な曳航・航行安全））
海洋工事にかかる主な課題	<ul style="list-style-type: none"> ・外洋におけるアンカーチェーン・ケーブル敷設にかかるコスト（金属チェーンからワイヤーロープ、その他素材の使用） ・アンカーに求められる基準検討（浮体係留のための適切な把駐力の検討）
その他課題	<ul style="list-style-type: none"> ・漁業との共存策 ・メンテナンス、保険（アクセス船の高効率利用、予測技術の活用、適切なリスク評価） ・ウィンドファーム設計（サブステーションの必要性など）

風車が搭載される浮体は非常に大きいものであり、実証事業で7,000kWの風車が搭載される浮体に使われる鋼材は5,000tと使用される鋼材量も大きいものとなる。鋼材の使用量の減少、コンパクト化に伴う制御コンセプト設計などが浮体製造においては課題となる。

また、洋上風力発電は海上工事が必須であり、風車、浮体、海底ケーブル等の設置工事のコストは陸上風力発電と比較して数倍以上掛かる。日本国内の海洋土木建築工事事業者は、海洋石油開発を代表とするような外洋における工事経験が少ない。浮体式洋上風力の設置サイトとなる海域での経験が蓄積していないため設置コストが掛かることに加えて、大型の海洋工事に適する工事船がないことも課題となる。また、設置した後においても、維持管理およびメンテナンスでは設置サイトへのアクセスが海象条件などで制限されてしまうことなどもあるため、陸上風力発電の維持管理より多くのコストが発生する。製造・設置・運転維持の各段階において一層の低コスト化を図り、風力発電システム全体で発電コストが低減することが必須である。

また、コスト面以外では、漁業との共存など社会受容性を考慮した風力発電の在り方が課題である。つまり、地域の漁業関係者・漁業協同組合との間で良好な関係を築き、浮体式洋上風力発電事業と漁業関係者が共存できるような方策を検討し、公共海域での同事業の実施について、漁業者関係者の同意を得ることが必要となる。現時点では、公共海域における浮体式風車の設置等に関する明確なルールが存在しない。そのため、公共海域上の浮体式風車の扱いについて検討する必要がある。

事業化のための主な条件をまとめると以下のようになる。

表 4.2-2 事業化のための主な条件

条件	内容
浮体風車製造（量産化）および海洋施工に関する技術の確立、および低コスト化の実現	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体式風車は、主に海洋施工等に関するコストが大きな割合を占めている。 ・実証事業等を通じてシステム全体のコストの低減化が必須である。
浮体式洋上風力発電に関する適正なFIT 価格の認定	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体風力発電事業の採算性を担保する買取価格が設定される必要がある。 ・発電事業者と経済産業省との間で浮体式風力発電に関する適正なFIT価格の設定について協議を行うことが想定される。
漁業者と浮体式 WF 事業について合意	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の実証後の福島県沖の公共海域への浮体風車事業の実施について、漁業者の同意を得ることが必要である。
福島県において浮体式風力発電事業を実施するためのインセンティブの存在（ゾーニング、税制優遇策等）	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体式風車の発電事業に関する実施見通し（技術的・経済的）が立った後、発電事業者が、風車設置場所として福島を選ぶためのインセンティブが存在する必要がある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・現時点では、公共海域における浮体式風車の設置等に関する明確なルールが存在しない。そのため、公共海域上の浮体式風車の扱いについて検討される必要がある。

(2) 風車／浮体製造の検討

風車メーカーおよび風車部品メーカー合計 6 社にヒアリングを実施し、浮体式洋上風力発電の事業化を見据えた上で、風車・浮体製造の可能性・現実性について検討した。

①風車製造

風力発電機の部品の多くは、高い信頼性や精密さが求められるため、簡単には参入できない場合が多く、既存のサプライチェーンに参入することは、容易なことではない。また、大型の加工用機械やクレーン、広い作業エリアを必要とする場合も多く、これも簡単には主要部品の製造に参入しにくい要因となる。

可能性として、回転機器（鉄道、自動車等）の製造経験、鉄板加工や FRP 加工技術を有する（ヨットや釣り船等の小型船の）メーカー等の関連技術を持つ事業者・工場が考えられるものの、これら技術を有する県内事業者は限定的となる。

一次構成部品への参入は難しいが、価格や技術の要件によって二次構成部品、三次構成部品への参入可能性は存在するため、風車メーカーへの働きかけや技術マッチングの機会を引き続き継続させることが重要である。

表 4.2-3 風車製造に関連する主なヒアリング結果

サプライチェーンへの参入について

- ・ 風車関連メーカーの現在の取引先は、ほとんどがこれまでの実績に基づく信頼関係により選択されており、発注元にとって外注先の変更はリスクを伴うため、艀装品以外の部品について既存のサプライチェーンへの新規参入は容易ではない。
- ・ 高度な技術と高いコストパフォーマンスがあれば、参入可能性は存在するが、産業集積というよりは単なるジョブマッチングに過ぎないとも考えることもできる。

新規製造拠点の設立について

- ・ 風車メーカーは、年間 100 基程度の規模で現地需要がない限り工場移転は難しい。
- ・ 部品メーカーとしては、風車メーカーの組立工場がない状態では、現地製造を行う意義が小さい。
- ・ 日本国内で製造拠点を新たに設けるには、欧州のような国の明確な導入目標およびインセンティブが不可欠である。

②浮体製造

浮体製造工程は、船舶と同様に、巨大な鉄製のブロックの製造および、それらの組み立て作業がほとんどを占める。現在、浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業で使用される浮体は、各社自製しており、いわゆる“造船所”の設備が必要ということとなる（一般的にブロック製造や組み立てにおける鋼材の加工には、高度な技術が必要であるため）。

ところが、同実証研究事業の三菱重工業製の浮体のように、将来的な量産化を考慮して製造を容易にするため、曲げ作業を極力必要としない構造（単純形状の組み合わせの採用）の浮体であれば、つまり、組み立てにおける鋼材の曲げ加工を伴わない角材を中心とした構造ならば地元企業でも参入可能性が十分にある。単純形状の組み合わせが採用されているため、造船所のドックではなく、平地を利用しクレーンなどを用いて建造を行うことが可能となっている。また、建造場所についても、建造場所から設置場所への曳航費や建造後のメンテナンス費用を考慮すると、設置サイト近隣での建造が望まれるものである。

さらに、艀装品は技術的な面での参入ハードルが低い。浮体メーカー各社によると、現在の浮体で使用する艀装品のほとんどを外注しており、ブロック製造に比べて県内企業への発注の現実性が高いとされる。

表 4.2-4 浮体製造に関連する主なヒアリング結果

新規製造拠点の設立について

- ・ 将来の量産化時において、曳航費用を考えると、少なくとも需要地（風車建設地）近辺で組立てるようにしなくては適正費用にならないだろう。
- ・ まずは福島県または周辺地域にマーケットが立つ必要がある。それがあって初めて、最終組立地をどこに用意するか、各ブロックをどこが製造するか等の検討ができる。
- ・ 福島県に 100MW 規模（5MW 風車の場合浮体 20 基）の WF ができるのであれば、福島県で浮体製造を行うことが望ましい。
- ・ おおよそ、新たな浮体製造の拠点を作る際、5 基／年程度の需要は必要だろう。

サプライチェーンへの参入について

- ・ 浮体の製造・組立は、一定レベルの溶接技術や鉄板加工技術が必要となる。
- ・ 浮体を量産化するに当たり、曲げを伴わない角材を中心とした構造ならば地元企業でも参入可能性がある。
- ・ 円形部材の溶接は要求される技術レベルが高い。

③その他

事業計画・環境アセスメント、風車据付工事、電気工事、運転開始後の維持管理等については、事業化の際に県内企業が関わることが出来る場面が多く出てくることが想定される。

以上より、現実的な浮体式洋上風力発電の産業集積シナリオを考えると、風車製造、浮体製造は次のようになる。

風車製造自体を県内で行うことは難しいが、浮体式洋上風力発電の導入が本格化する将来においては、風車需要ができることから風車メーカーの進出は十分考えられるため、継続的な工場誘致をすることは重要と考えられる。浮体製造については導入サイト近傍地での製造がコスト面で望まれており、また、浮体製造自体も県内事業者の活用が十分可能であるため、浮体製造に必要な設備や組み立てに必要なインフラを整備し、県内港湾で浮体製造を行うことを想定することとした。

表 4.2-5 風車製造、浮体製造について

<p>風車製造について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風車製造は、2020 年時点では県内製造を想定せず、浮体への組み立てを港湾で実施することを想定。 ・2020 年以降の本格的な浮体式洋上風力の展開を見越し、継続的な工場誘致は実施。 <p>浮体製造を福島県港湾で実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浮体は現地で製造した方が効率的なため、福島県事業者が活用される。 ・溶接等の鉄板加工技術を有する企業が浮体製造の一端を担う。 ・浮体製造に必要な港湾設備や組み立てに必要なインフラを整備する。
--

(3) 浮体製造拠点化に向けた取り組み

①浮体建造場所

浮体製造を県内で行うことを想定すると、建造場所の確保が必要となる。浮体は前述のとおり、導入サイト近傍地での港湾で製造されることが望ましい。浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業で使用される浮体は造船所のドックにて建造されるが、必ずしもドックは必要ではないため、ここでは平地での建造も可能な浮体の導入を想定することとした。

表 4.2-6 風車製造、浮体製造について

<p>浮体組立に必要な設備について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・組立に必要な設備としては、電力、水道等の基本的なインフラ以外に、クレーン、平坦な土地の整備、塗装用設備（台等）、地耐力強化工事等が必要となる。 ・ブロックの組立を行う上で、必ずしもドックは必要ではなく、平地でも可能である。 ・ただし、進水時や組立効率上、ドックがあることが望ましい。 ・平地での組立を行う際、浮体の三角形の面積の 10 倍程度の面積が必要となる。 <p>(参考) ドックの建設について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドックに必要な面積はアドバンストスパー浮体：100×70m、セミサブ浮体：100×60m（2 基建造を想定）となる。 ・浮体組立用のドックを製造した場合、4~5 基／年程度の製造が可能となる。既存の工場の場合、他の船舶製造とドックを共用するため、2 基／年程度となる。 ・ドックの建造には数十億～100 億程度の投資が必要となる。

浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業では、浮体と 7MW 風車の取り付け工程が、小名浜港において行われる。地耐力強化等が施された場所を利用することが可能なこと、並びに浮

体建造に必要な広域な場所が存在することから、本検討では小名浜港を製造拠点として検討することとした。

小名浜港を浮体の製造拠点として整備する場合、図 4.2-2 に示す①藤原ふ頭地区、②東港地区の利用が考えられた。しかし、現在埋め立て作業が進められている東港地区は、浮体建造・浮体ストック場所などとして好条件であったが、主に石炭を取り扱うふ頭として既に港湾計画に位置づけられている地区であることから、その利用は難しいことが分かった。一方、藤原ふ頭地区については浮体建造エリアとして利用できる可能性があるため、ここを候補とすることとした。ただし、藤原ふ頭地区についてもその利用に問題がないわけではなく、現状残土の保存場所となっていること、木材専用ふ頭であること、公共岸壁のため恒久的利用は難しいこと、といった問題が存在する。しかし、今後の浮体製造の計画の具体化の段階で利用への調整が可能であるため、藤原ふ頭地区を浮体製造の拠点として想定する。



図 4.2-2 小名浜港

藤原ふ頭地区を浮体の建造エリアとして利用する場合の浮体製造イメージの 1 つを図 4.2-3 に示す。

建造ヤードにおいて、組み立て用クローラクレーンを配置し、ブロック組み立てを行う。なお、ブロック自体は小名浜港での製造は難しく、海上運搬により他地域からの供給が現実的である。荷役用のクローラクレーンにて水切りし、建造ヤードに運搬される。

この場合、浮体製作・クレーン移動等の通路に約 150,000m² のヤードの造成が必要である。ヤード内は、浮体組み立て用のクローラクレーン、浮体の移動部などに地耐力が確保できるよう地盤改良などの工事が必要となる。

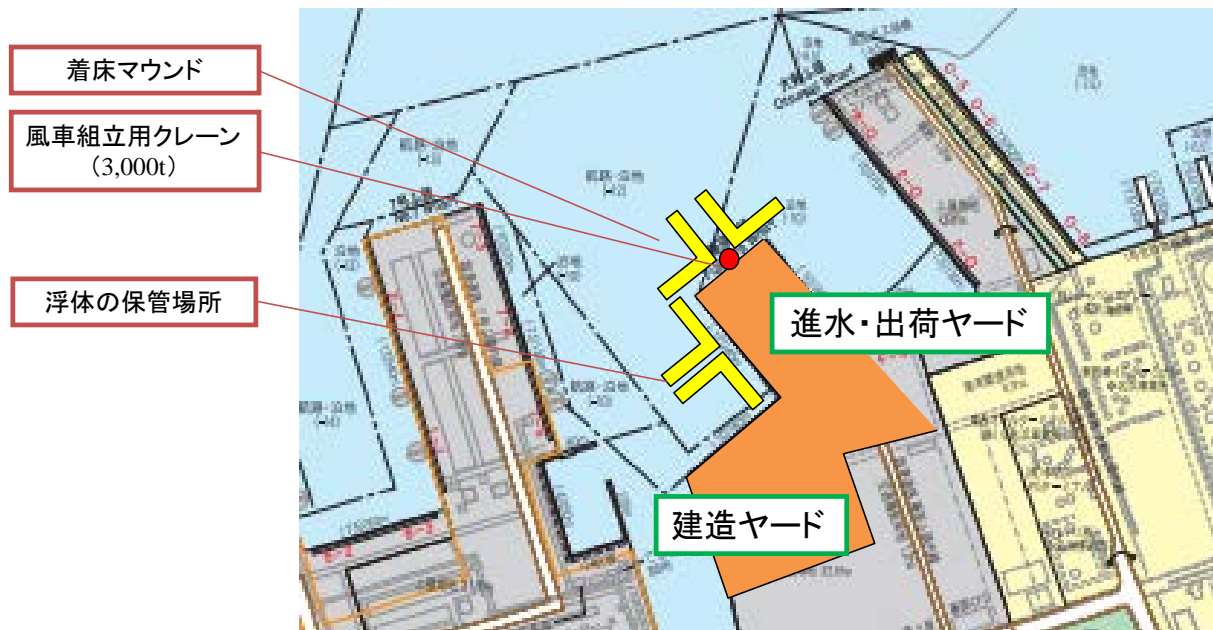


図 4.2-3 藤原ふ頭での浮体製造イメージ

②組み立て工程

ブロック製造自体は県内でせず海上運搬により他地域からの供給を想定すると、浮体組立において関与できる県内企業の業種として、鉄板の溶接・塗装、電気工事、艀装品、コンクリート等が挙げられる。また、浮体に風車を設置する組み立て工程や、港湾工事においては共通仮設、警戒船、調査、タワー内配線工事等が挙げられる。

表 4.2-7 風車製造、浮体製造について

浮体風車の組立作業における地元企業の参画について

- ・ 浮体の組立の際、地元企業は、溶接作業、塗装、電気工事、コンクリート製造において参画可能である。
- ・ ただし、溶接作業を行うには、工場および技術者が船級協会から認証を受ける必要がある。
- ・ 組立てドックがあることで、艀装品のような細かな部品製造に波及効果が期待される。
- ・ 浮体の組立工場には、200～300人の技術者が集結するため、雇用創出効果が期待される。

風車設置工事等における地元企業の参画について

- ・ 事務所や宿舍、ヤード工事等の共通仮設整備、調査、浮体風車の配線工事等で参画可能性がある。

表 4.2-8 組立について

作業	項目	備考
浮体組立	溶接作業	工場と技術者が資格を取得する必要あり
	塗装作業	
	電気工事	
	一般組立作業	配管整備等
	コンクリート	
風車設置工事等	共通仮設(事務所や宿舍等)	直接工事費のうちの 2~3%程度を占める。(ヤード工事を含めると 5%程度)
	警戒船配備	
	調査	磁気探査、ボーリング、音波探査等
	タワー内配線工事	

4.2.3 事業化にむけたスケジュール

浮体式洋上風力発電は、海象条件のよい夏季(5月~8月)に設置することが望ましく、そのため年間に設置できる基数は、現状だと1船団当たり4~5基と検討されている。ただし、大規模な開発が進められた場合では、設置作業を実施する船数を増やすことは可能である。

藤原ふ頭を浮体の建造エリアとして利用する場合に、4~5基/年の製造が可能である。ストックしておく場所の検討は別途必要であるものの、浮体の建造方法にもよるが浮体製造の建造拠点の整備に3年程度の期間が必要となる。ここから考えると、浮体建造拠点を整備し、そこで作られる浮体による浮体式洋上風力発電所は、2020年7月時点で運転を開始することが可能と考えられる。

ただし、2020年時点での稼働を目指す場合は、浮体製造拠点整備に向けて計画を早急に詰める必要がある。

表 4.2-9 風車製造、浮体製造について

<p>浮体風車組立における港湾工事について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 浮体は夏期しか係留作業が実施できないため、冬季に製造した浮体をストックする場所が必要である。現在の小名浜港は、敷地面積が十分とはいえない。 ・ 計画から港湾整備・組立工場建設完了まで、3～5年の期間が必要となる。
<p>浮体風車の設置工事について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 海底工事や係留作業等の浮体風車の設置は5基/年/1船団と見込まれる。 ・ 2船団の場合、10基/年、3船団の場合は15基/年の設置が可能となる。 ・ 福島県沖で施工が可能なシーズンは5～8月に限定される。 ・ 現在のチェーンと浮体の係留作業には非効率な部分が多いため、今後チェーンの係留も考慮した浮体設計等が進むことで、浮体風車設置の工期は短縮される可能性がある。 ・ 浮体風車が完成する前に、チェーンのみを現地に設置することは可能である。 (三菱重工製V字型浮体の場合、チェーン数は8本) ・ アドバンストスパー浮体は喫水部が深いため、風車組立時は小名浜沖に着底させることを想定している。

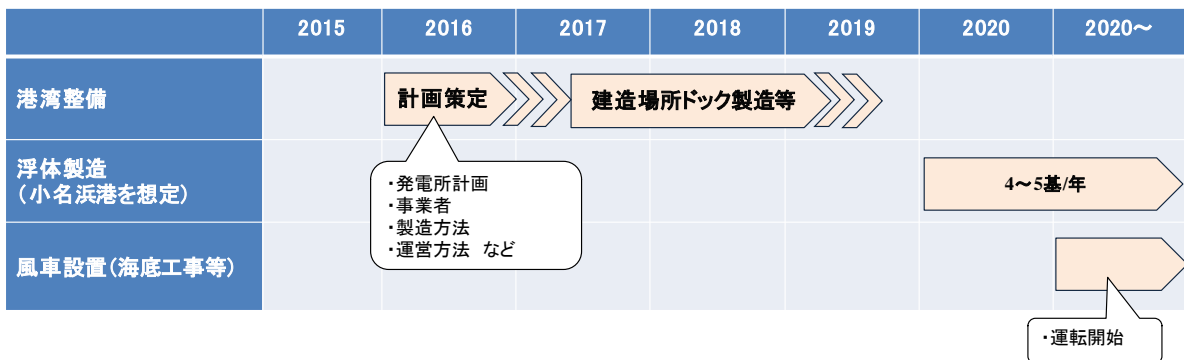


図 4.2-4 2020年までのスケジュール

4.2.4 浮体式洋上風力シナリオ

以上の想定のもと作成した浮体式洋上風力発電のシナリオを図 4.2-5 に示す。それぞれの主体の今後の取り組みは、以下のとおりである。

(1) 福島県庁

2015年度から次の検討を進めることが必要となる。

- ・ 浮体式洋上風力発電の事業化に向けて、そのプロジェクトの実現のための各種調整を早期に進める。

- ・小名浜港での浮体建造に向けた取り組みを進める。浮体製造業者と連携をとりながら、詳細な必要設備や整備面積（必要地耐力）を整理し、港湾用地のインフラ整備のための検討を進める。
- ・事業実施者の発電事業計画が円滑に進められるよう、漁業関係者との調整や導入海域のデータ収集等のサポートを行う。
- ・浮体式洋上風力発電の事業化に向けた浮体建造・産業集積を支援する。
- ・事業化を視野に発電事業者のサポートとして、海域選定の支援や環境影響評価の支援を行う。
- ・小名浜港での浮体建造に向けた県内企業への技術・企業マッチングや進出企業への優遇策などの支援を検討し、浮体建造の拠点化への取り組みを実施する。
- ・事業化の際に県内企業が積極活用されるように技術・企業マッチングを行う。

表 4.2-10 必要な施策・課題

項目		内容
プロジェクト計画		導入海域ゾーニング 許認可取得支援
インフラ整備	港湾整備	港湾計画の変更の検討 臨港用地確保 拠点港湾の整備（作業船の係留港、非難港、浮体の積出・メンテ等） 施設の整備（護岸、荷捌施設、用地等）の確保
産業支援	企業誘致	用地確保 税制優遇策 インフラ優遇 技術・企業マッチング 技術者育成・活性化
その他		漁業者との共存 FIT 価格要望 教育、研修施設

(2) 発電事業者・メーカー

2015年度から次の検討を進めることが必要となる。

- ・浮体式洋上風力発電の事業化に向けて、福島県庁と連携をとりながら、漁業関係者と事業実施に向けた調整を進める。
- ・浮体式洋上風力発電の事業化に向けて、特に低コスト化を目指した技術開発を進める。

浮体式洋上風力発電産業集積シナリオ

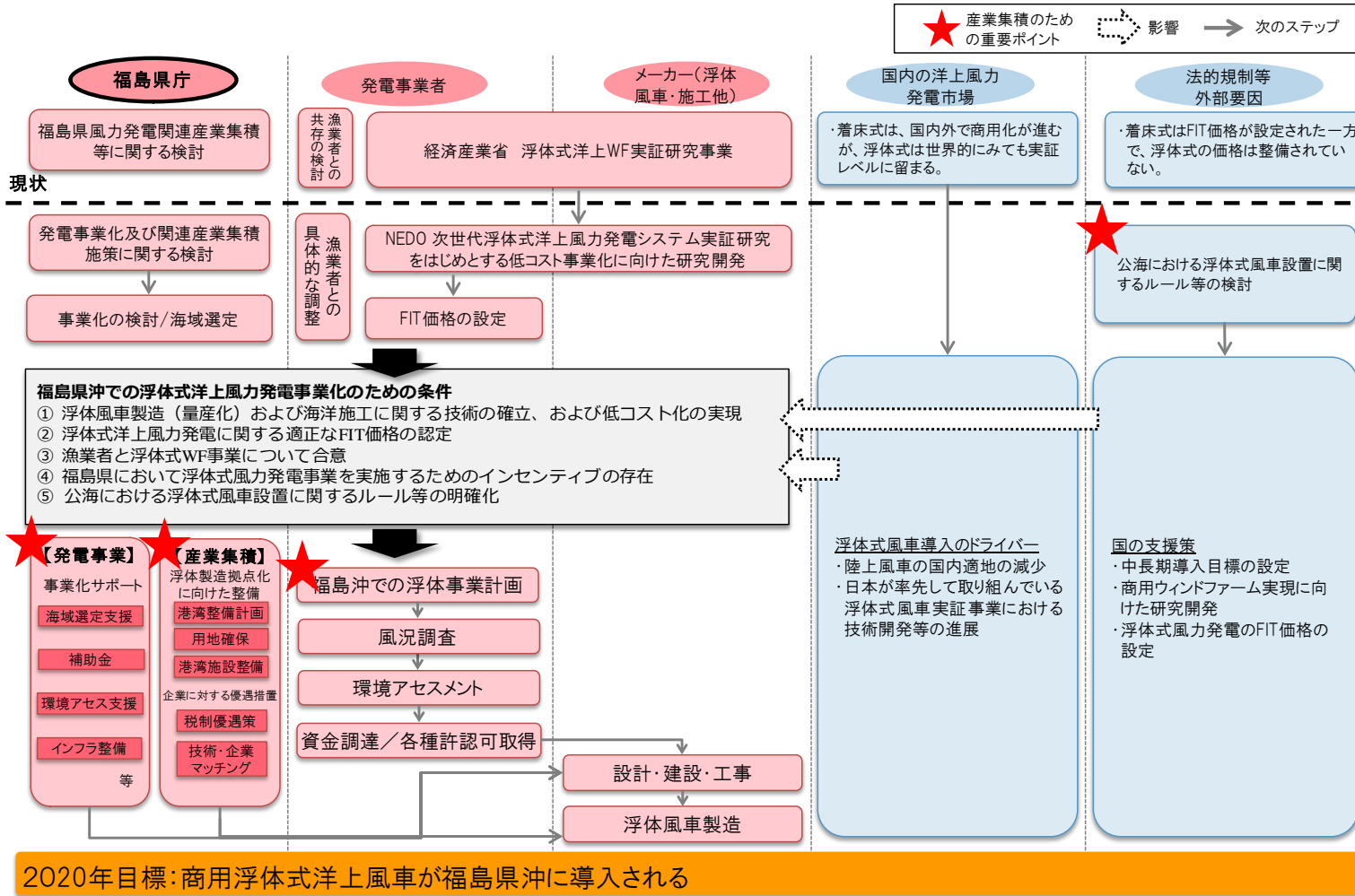


図 4.2-5 浮体式洋上風力発電のシナリオ

注) 特に浮体製造拠点整備に向けては、コスト、費用対効果等の検討が不十分であるため、次年度以降より詳細な検討が必要である。

4.2.5 経済波及効果の試算

浮体式洋上風力発電の浮体が県内で製造される場合の県内経済波及効果の試算を行った。なお、ここで行った試算は、シナリオに基づいて浮体製造が県内企業において実施されるなどの各種仮定を置いて試算を行っていることに注意が必要である。

(1) 試算の前提条件

導入量の想定は2つのケースについて試算することとした。

- ①ケース1 80,000kW (8,000kW×10基)
- ②ケース2 2,000,000kW (洋上風力目標)

それぞれのケースにおいて、80万円/kWとして総事業費(O&Mを含まず)¹を設定した。なお、80万円/kWは、現在の洋上風力の買取価格36円/kWhで、プロジェクトIRRが10%確保できる水準である。

表 4.2-11 (参考) IRR・kW単価と買取価格の関係

単位：円/kWh

IRR	70万円/kW	80万円/kW	90万円/kW	100万円/kW	110万円/kW	120万円/kW
12%	35.0	39.1	43.1	47.2	51.3	55.3
11%	33.3	37.1	41.0	44.8	48.6	52.4
10%	31.7	35.2	38.8	42.4	46.0	49.6
9%	30.0	33.4	36.8	40.1	43.5	46.9

(計算条件)

- ・設備利用率：40%
- ・運転維持費：2.25万円/kW
- ・買取期間などその他の条件は、調達価格等算定委員会「平成26年度調達価格及び調達期間に関する意見」での、洋上風力発電における調達価格算定における条件と同様として、IRRの計算を行っている。

総投資額のうち、県内への直接投資は、これまでのシナリオで検討した内容を踏まえ、浮体設備製造、風車搭載工事、陸上変電設備、許認可等(環境影響評価)にのみ起こることを想定して金額を設定した。

それぞれの項目の部門は、表4.2-12のとおり設定した。浮体製造は造船メーカーで製造されてきたことを踏まえて、船舶・同修理部門へ帰属するものとした。

1 浮体式洋上風力発電のO&Mについては、現在実証試験が進められているところであり、不透明な点が多い。なお、着床式洋上風力の事例を元に推計した場合、

- ・80,000kW導入では、直接投資960百万/年、雇用48人
- ・2,000,000kW導入では、直接投資24,000百万/年、雇用1,200人となる。

表 4.2-12 帰属部門と県内投資比率の想定

大項目	中項目	県内投資比率	部門名
風力発電機	タワー(鉄パイプ)	0%	建設・建築用金属製品
	ブレード(ガラス繊維強化プラスチック製)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	ローターハブ(鋳鉄製)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	軸受(ベアリング)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	シャフト(主軸、鋳鉄製)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	ナセル台板(鋳鉄製)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	増速機	0%	一般産業機械
	発電機	0%	一般産業機械
	ヨ一駆動システム	0%	一般産業機械
	ピッチシステム	0%	その他の一般機械器具及び部品
	コンバータシステム	0%	一般産業機械
	変圧器	0%	一般産業機械
	ブレーキシステム(ディスクブレーキ)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	ナセルカバー(ガラス繊維強化プラスチック製)	0%	その他の一般機械器具及び部品
	ケーブル	0%	非鉄金属加工製品
	歯車	0%	一般産業機械
搭載工事	100%	その他の土木建設	
浮体設備	浮体設備	100%	船舶・同修理
	係留系	0%	非鉄金属加工製品
	工事費	0%	その他の土木建設
洋上変電設備	変電所	0%	その他の土木建設
	ケーブル材料	0%	非鉄金属加工製品
	ケーブル施工	0%	その他の土木建設
	陸上変電	100%	その他の土木建設
その他	許認可、環境影響評価	100%	その他の対事業所サービス

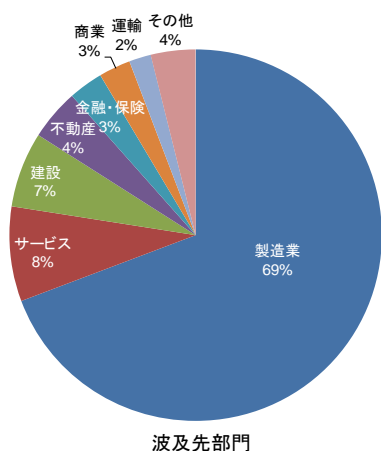
(2) 試算結果

(1)で設定した条件をもとに、平成17年福島県産業連関表107部門表(統合中分類)を用いて経済波及効果の試算を行った。なお、両ケースとも逆行列係数表は開放型を用いて試算を行った。

①ケース1 80,000kW (8,000kW×10基)

- ・総投資額640億円のうち、県内直接投資額141億円となる
- ・二次波及効果まで含めた県内経済波及効果は193億円、県内雇用創出効果は2,582人[※]

※直接だけでなく、波及効果までを含めた雇用誘発効果



県内投資額	141億円
直接＋一次波及効果	164億円
二次波及効果	30億円
県内直接＋一次波及効果＋二次波及効果	193億円
県内雇用創出効果	2,582人
(直接＋一次＋二次波及)／投資	1.37

kW当たり投資額	18万円/kW
kW当たり波及効果	24万円/kW
kW当たり雇用創出効果	0.032人/kW

図 4.2-6 経済波及効果の試算結果 80MW ケース

②ケース 2 2,000,000kW（洋上風力目標）

- ・総投資額 1 兆 6,000 億円のうち、県内直接投資額 3,185 億円となる
 - ・二次波及効果まで含めた県内経済波及効果は 4,365 億円、県内雇用創出効果は 58,201 人※
- ※直接だけでなく、波及効果までを含めた雇用誘発効果

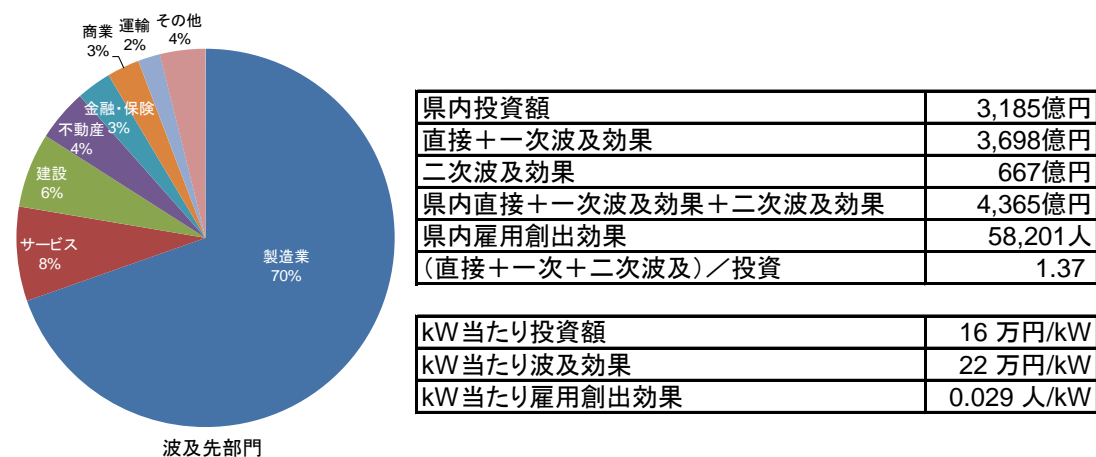


図 4.2-7 経済波及効果の試算結果 2,000MW ケース

経済波及効果の試算について

経済波及効果を試算するに当たり、直接効果の設定は、浮体製造・風車搭載工事・陸上変電設備・許認可等が県内へ直接投資されるとし、それぞれの帰属部門は、表 4.2-12 のとおりとした。一次波及効果および二次波及効果の計算には「平成 17 年福島県産業連関表 107 部門表（統合中分類）」の逆行行列係数表（開放経済型）を用いて算出している。

なお、二次波及効果の算出に当たり、貯蓄されずに新たに消費支出に回る比率は、平成 26 年家計調査（総務省）より求めた。

注) 直接効果：新たな消費や投資によって発生する生産額

(例：工事実施により請負業者が受ける直接的な効果)

一次波及効果：直接効果による原材料等の投入によって誘発される生産額

(例：工事実施による資材需要の建築資材関連部門が受ける波及効果など)

二次波及効果：直接効果と一次波及効果を通じて発生した雇用者所得のうち、貯蓄されずに新たに消費支出されることで誘発される生産額

(参考) 平成 17 年 (2005 年) 福島県産業連関表

<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/11045b/17025.html>

4.3 小形風力発電

4.3.1 シナリオの基本的な考え方

1章に記載したとおり、現状の国内の小形風力発電市場は限定的である。また、小形風車は、陸上風車と異なり、本体の製造が概ね自社内で完結することからも、産業の裾野が広いとは言いがたく、県内における産業集積は現実的ではないと考えられる。

しかしながら、現在福島県では、県内企業4社と福島大学によるコンソーシアムにおいてオリジナルティのある小形風力発電装置の開発が進められている。また、上述のとおり、現在国内の小形風力開発では試験フィールドの不足がボトルネックになっており、福島県として整備を行うことについても検討する必要がある。

そこで、小形風力発電のシナリオとして、以下のことを基本的な考え方として検討を行った。

- (ア) 福島県内の小形風力発電開発の現状と課題
- (イ) 福島県内において小形風力発電の試験フィールドを設置することの現実性

4.3.2 シナリオの検討

(1) 福島県内における小形風力発電システムの開発

福島県では、文部科学省の地域イノベーション戦略支援プログラム事業において、図4.3-1に示すような垂直軸型の小形風力発電システムの開発が実施された。本風車は、低風速時でも高効率の発電ができること、低騒音であること、風向の制御が不要であること等が特長となっている。



図 4.3-1 垂直軸型の小形風力発電システム

(出典) 福島大学ホームページ

現在は、上記技術を県内 4 社に移転し、同コンソーシアムにおいて実用化に向けた開発が進められている。

本研究開発に関するヒアリング調査の結果、風車本体の軽量化等の技術的課題に加え、次の 2 つの問題が開発を促進する上でのボトルネックになっていることが明らかになった。

まず 1 つ目は専門家の不在である。福島県内の学術機関において、風力に関する専門家が不在であるために、先進的な技術開発を行う上での技術的アドバイスが受けられない状況にあることが課題として挙げられた。

2 つ目は小形風車のポテンシャルが明確でないことである。小形風車は建物の屋上や山小屋等、様々な場所に導入可能性があると言われていたが、実際のポテンシャルは明らかになっておらず、市場規模を推し量ることが難しいという問題が挙げられた。

(2) 福島県における試験フィールド整備の可能性

福島県内のコンソーシアムを含め、国内で小形風力発電の開発を行う上で、直面する課題の 1 つに試験フィールド不足の問題が挙げられる（固定価格買取制度の適用のため NK 認証を取得する場合）。

現在、国内には六ヶ所村（青森県）、豊橋市（愛知県）、北九州市（福岡県）等の数箇所で小形風車用試験フィールドが運転または計画されている。これらはいずれも、小形風車メーカーによって設立・運営される予定であり、自治体等の公的機関によって整備された例はない。また、ここではメーカーの自主試験という名目でデータの取得が行われており、NK 認証の手続きに当たっての信頼性について懸念されていた。しかしながら、最近上記の某試験フィールドについて、NK との提携が結ばれたことが同組織へのヒアリング調査より明らかになった。本フィールドではそれまでのようなメーカーの自主試験ではなく、NK の立会いのもと試験が行われることが予定されている。NK によると、既に特定のフィールドとの協力体制を推進していること、また小形風車認証の需要が限定的であることから、新規に試験フィールドを整備する必要性は、現時点では低いとしている。

加えて、風車試験場の要件を記した JIS C1400-12 によると、試験フィールドには、風況の良い、平坦な土地が必要としており、好風況地が山岳地域に集中する福島県には適さないと推察される。

したがって、現段階から福島県として新たに試験フィールドを整備することは、現実性が薄いと考えられる。

(3) 小形風力発電シナリオの検討

以上を踏まえ、福島県における小形風力発電シナリオを策定した結果を図 4.3-2 に示す。

それぞれの主体の今後の取り組みは、以下のとおりである。

①福島県庁

今後次の検討を進めることが必要となる。

- ・福島県内における小形風車の研究開発に対して経済的な支援を実施する。

- ・福島大学をはじめとする県内の学術機関に風力の専門家を招聘する。
- ・福島県内の企業が開発に成功した小形風車を県自ら率先して導入を図る（県保有の公共施設等）。
- ・県内企業が開発した小形風車について需要者とのマッチングを支援する。

②福島県内企業

今後次の検討を進めることが必要となる。

- ・今後県内で開発する小形風車について NEDO のコスト目標値（現状より 30%ダウン）を意識して開発を行う。（具体的には、125 万円/kW（現在の市場価格）× 30%（NEDO 低コスト化目標値）= 87 万円/kW 以下のイニシャルコストを目指す必要があると推察される）

小形風力発電市場は、現時点では限定的ではあるが、FIT 制度の適用および NEDO による技術の標準化をはじめ、事業環境が大きく変わろうとしている状況にある。市場は決して後退することはせず、今後緩やかに拡大していくことが予想される。したがって、現時点においては県内の技術開発を最大限支援しつつ、国内の風力発電市場の動向を見据え、市場拡大の兆候が見えたタイミングで本格的な産業育成に注力することが望ましいと言える。

小形風力発電産業集積化シナリオ

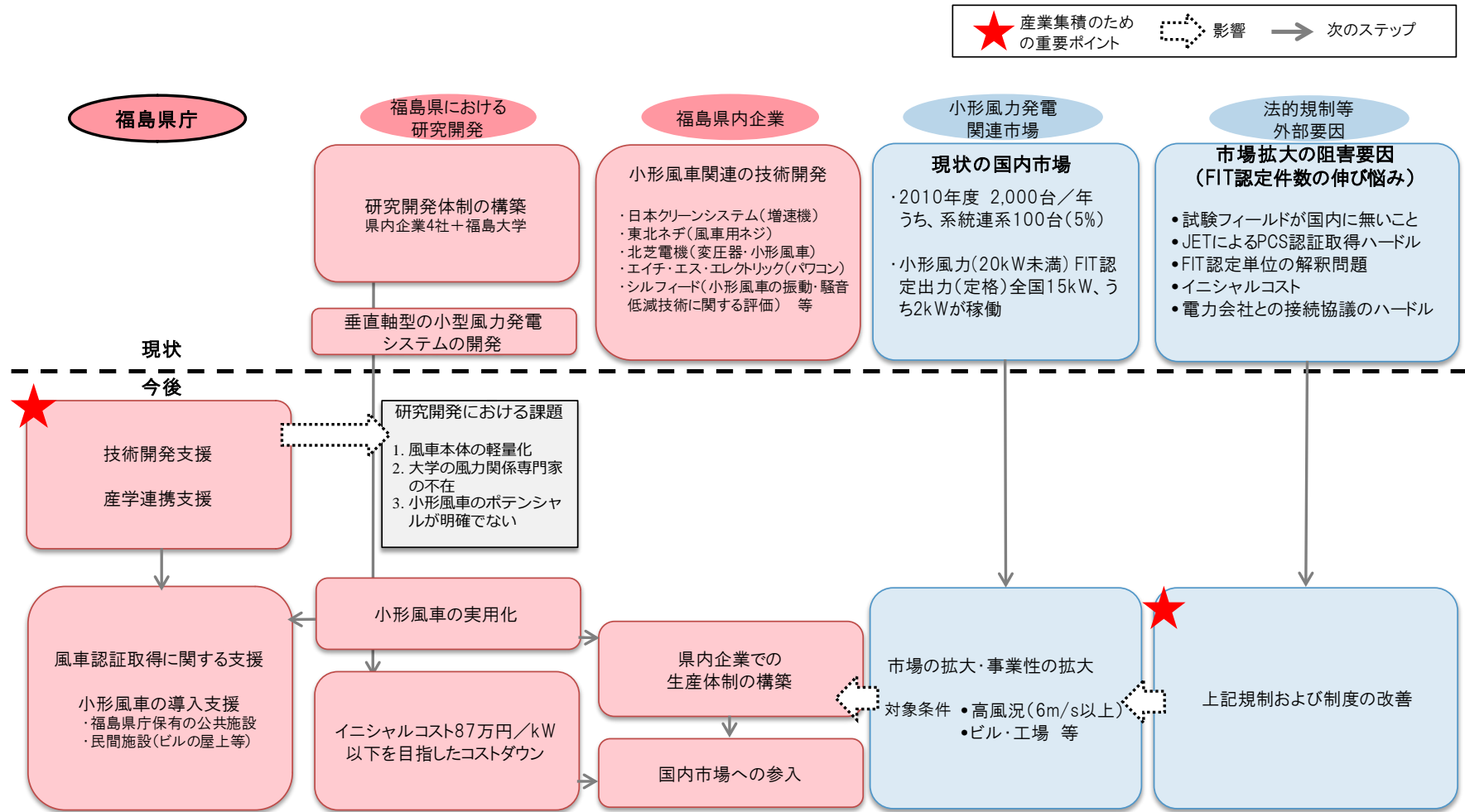


図 4.3-2 小形風力発電のシナリオ