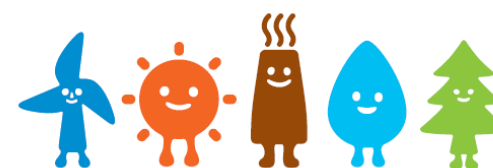


風力発電の現状と課題

平成26年3月17日



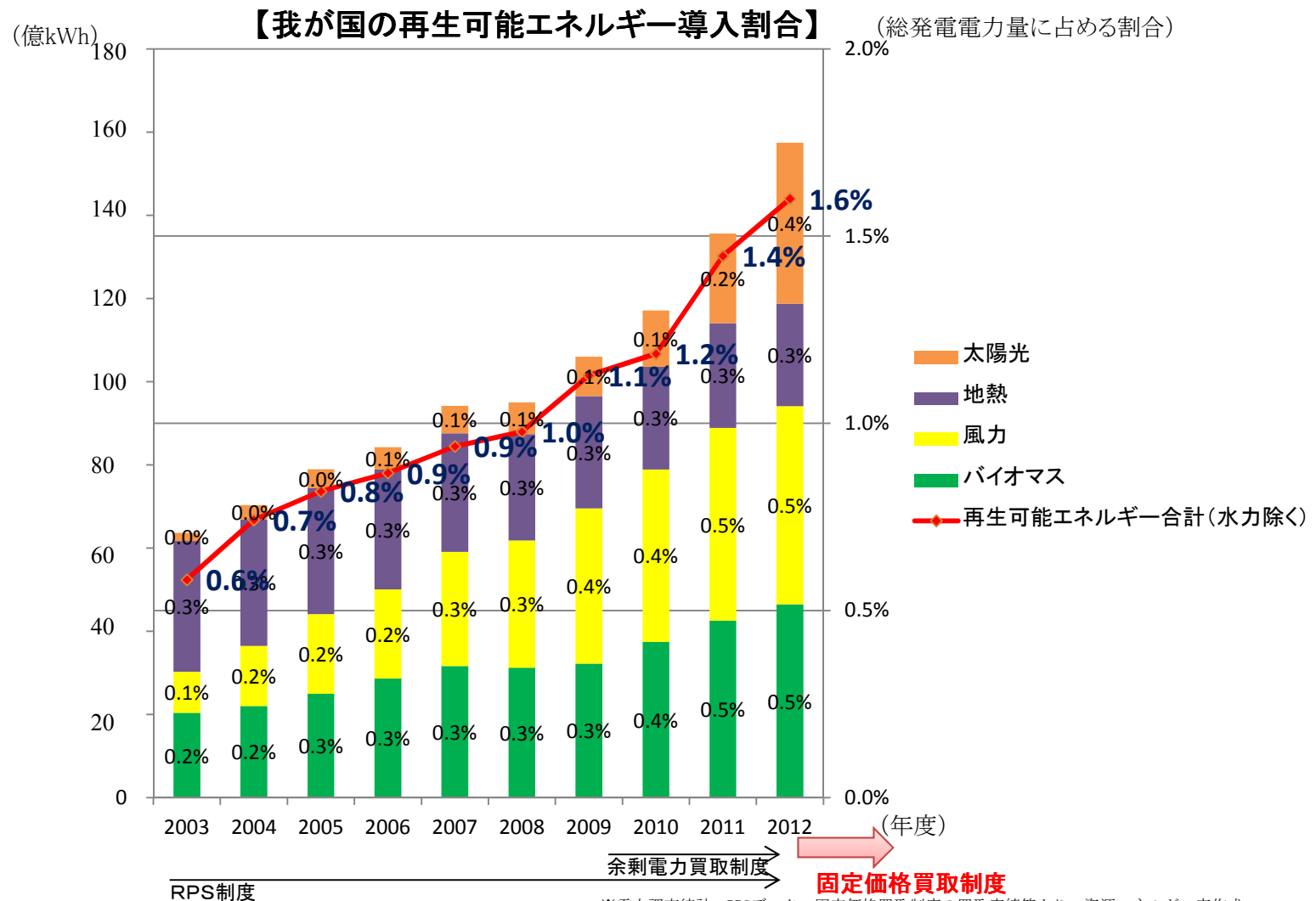
みんなで育てる
再生可能エネルギー

固定価格買取制度にご理解ご協力を

再生可能エネルギーを巡る最近の動向

我が国の再生可能エネルギーの導入状況

- 我が国の再生可能エネルギー（水力除く）の総発電電力量に占める割合は、1%前後で推移。
- 2009年11月の太陽光の余剰電力買取制度の開始、2012年7月の固定価格買取制度の施行により、太陽光発電を中心に再生可能エネルギーは着実に導入が拡大。
- 2012年度の再生可能エネルギーの割合は1.6%に達する。



※電力調査統計、RPSデータ、固定価格買取制度の買取実績等より、資源エネルギー庁作成

- 我が国の再生可能エネルギーの導入拡大施策は、①補助金による支援、②電気事業者に対する再生可能エネルギー由来電気の調達についての義務量の枠付け（RPS制度）による支援から、③電気事業者に、固定価格で購入することを義務づける固定価格買取制度（FIT）へとシフト。
- FITにより、ファイナンス環境が改善され、再生可能エネルギーへの投資が活性化。今後は、系統強化・規制改革といった、事業環境の整備が課題となってくる。

①補助金による支援(1997年～)

- 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法(「新エネ法」)制定
 - ✓ 新エネルギーの導入事業を行う民間事業者に対し、費用の一部を補助。また、金融機関からの借入に対する債務保証を実施。
 - ✓ 新エネルギーの導入事業を行う地方公共団体に対し、費用を補助。

②義務量の枠付け(RPS制度)による支援(2003年～2012年)

- 2003年 **RPS制度**開始
 - ✓ 電気事業者に、一定量の再生可能エネルギー電気の調達を義務づけ(価格~~は~~固定せず)。

③固定価格での買取りによる支援(投資回収の見通付与)(2009年～)

- 2009年 **余剰電力買取制度**開始
 - ✓ 500kW未満の太陽光(家庭用)について、電気事業者に、**国が定めた調達価格・調達期間**での、再生可能エネルギー電気の調達を義務づけ。
- 2012年 **固定価格買取制度(FIT)**開始
 - ✓ 太陽光・風力・水力・地熱・バイオマスについて、電気事業者に、**国が定めた調達価格・調達期間**での、再生可能エネルギー電気の調達を義務づけ。

調達価格・調達期間

調達価格・調達期間 <価格表記は、注のない限り消費税込み>



太陽光	10kW以上	10kW未満
調達価格	42円	42円（消費税抜き）※
調達期間	20年間	10年間



風力	20kW以上	20kW未満
調達価格	23.1円	57.75円
調達期間	20年間	20年間

（※）補助金効果を勘案すると48円に相当



水力	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
調達価格	25.2円	30.45円	35.7円
調達期間	20年間	20年間	20年間



地熱	15,000kW以上	15,000kW未満
調達価格	27.3円	42円
調達期間	15年間	15年間



バイオマス	メタン発酵 ガス化発電	未利用木材 燃焼発電	一般木材等 燃焼発電	廃棄物 燃焼発電	リサイクル 木材燃焼発電
調達価格	40.95円	33.6円	25.2円	17.85円	13.65円
調達期間	20年間	20年間	20年間	20年間	20年間

平成26年度調達価格及び調達期間についての委員長案

①太陽光(10kW未満):

		平成25年度	平成26年度(案)
調達価格		38円/kWh	37円/kWh
資本費	システム費用	42.7万円/kW (平成24年10-12月期の新築設置平均)	38.5万円/kW (平成25年10-12月期の新築設置平均)
	補助金 ※補助金の交付と固定価格での調達が、二重の助成とならないように控除	国 : 2.0万円/kW 地方 : 3.4万円/kW	国の補助金の廃止に伴い、地方分を含めて控除しない
運転維持費		0.43万円/kW/年	0.36万円/kW/年
設備利用率		12%	今年度の前提を据え置き
IRR(税引前)		3.2%	今年度の前提を据え置き
調達期間		10年	今年度の前提を据え置き

②太陽光(10kW以上):

		平成25年度	平成26年度(案)
調達価格(税抜)		36円/kWh	32円/kWh
資本費	システム費用	28万円/kW	27.5万円/kW
	土地造成費	0.15万円/kW	0.4万円/kW
	接続費用	1.35万円/kW	今年度の前提を据え置き
運転維持費		0.9万円/kW/年	0.8万円/kW/年
設備利用率		12%	13%
IRR(税引前)		6%	今年度の前提を据え置き
調達期間		20年	今年度の前提を据え置き

平成26年度調達価格及び調達期間についての委員長案

③洋上風力^{注1)} :

	平成26年度 (案)
調達価格 (税抜)	36円/kWh
資本費	56.5万円/kW
運転維持費	2.25万円/kW/年
設備利用率	30%
IRR (税引前)	10%
調達期間	20年

(注1)建設及び運転保守のいずれの場合にも船舶等によるアクセスを必要とするもの

④既存導水路活用中小水力^{注2)} :

	平成26年度 (案)		
	200kW未満	200kW以上 1,000kW未満	1,000kW以上 30,000kW未満
調達価格 (税抜)	25円/kWh	21円/kWh	14円/kWh
資本費	50万円/kW	40万円/kW	42.5万円/kW
運転維持費	7.5万円/kW/年	6.9万円/kW/年	0.95万円/kW/年
IRR (税引前)	7%		
調達期間	20年		

(注2)既に設置している導水路を活用して、電気設備と水圧鉄管を更新するもの

⑤風力(洋上風力以外)、中小水力(既存導水路活用中小水力以外)、地熱、バイオマス:平成25年度調達価格及び調達期間をそのまま据え置き

■ 現時点では、陸上風力よりも高いコスト（資本費・運転維持費）となっているが、将来的には、欧州でも進んでいるような、洋上風力開発の習熟度が増すにつれて、低減が期待できるコスト要素が多数残されていることについては、専門家委員の間で合意された。

低減が期待できるコスト要素

- 風車の組み立てにも活用できる地耐力の高い港湾インフラの整備
- 設置船・メンテナンス船などの設置管理に必要な船舶／設備等の整備などの施工環境の整備
- 我が国の海底地層等に適した風車・工法の効率的選択や漁業との共生を図りやすい新たなノウハウの獲得といったような技術・ノウハウの進展
- 導入実績の増加に伴う金融コストの低減

欧州では、港湾や専用船等が整備されており、重量・大型構造物の量産、効率的な運搬・施工が可能（現状の日本では、量産や効率的な施工の面で、欧州と比較し劣る）

【欧州の事例】



基礎の量産・効率的な運搬を行う



専用船や大型台船1隻で施工（現状、日本は2隻で施工）

陸上風力との比較

	オプション②	オプション③	陸上風力（調達価格22円/kWh）
資本費	54～59万円/kW※1	75、79万円/kW※1	30万円/kW
運転維持費	1.5～3.0万円/kW/年 ※1	2.1、2.3万円/kW/年 ※1	0.6万円/kW/年
設備利用率	30%程度以上※2	30%程度以上※2、3	20%
適正な利潤水準（IRR）	どの水準が適当か※4	どの水準が適当か※4	8%
調達期間	20年※5	20年※5	20年

※1 ヒアリング・実現可能性調査の値。

※2 洋上風力発電事業を行うにあたっては、事前調査から撤去段階まで、陸上風力とは異なるリスクが存在するが、設備利用率30%以上を目指すべきことは、専門家委員の間で合意された。

※3 ②より好風況な沖合であるため、②より高い値となるが見込まれる。

※4 我が国の固定価格買取制度では、非住宅用太陽光6%、陸上風力8%、地熱13%と設定。

※5 陸上風力と同様、実態上の設計寿命が20年あり、また風車の操業期間として事業者も20年以上を見込んでいる。さらにIECの規格上も耐用年数は20年とされている。

固定価格買取制度における発電設備の認定と運転開始状況

- 固定価格買取制度の適用を受けるには、再生可能エネルギー発電設備について、経済産業大臣の認定を受けることが必要。制度開始後、平成25年10月末までに、認定を受けた設備は約2,621万kW。これに対し、同期間、新たに運転を開始した設備は約585万kW（制度開始前と比較して約3割増）。
- 現在、非住宅用の太陽光発電設備で、平成24年度に経済産業大臣の認定を受けていながら、運転開始に至っていない案件について、その遅延理由と着工予定日を確認する報告徴収を実施しているところ。

【再生可能エネルギー発電設備の導入状況】

固定価格買取制度導入前

固定価格買取制度導入後

	平成24年6月末までの累積導入量	平成24年度(7~3月)の導入量	平成25年度(4~10月)の導入量	平成24年7月~平成25年10月に認定を受けた設備
太陽光(住宅)	約470万kW	96.9万kW	87.0万kW	204.2万kW
太陽光(非住宅)	約90万kW	70.4万kW	312.3万kW	2,249.0万kW
その他	約1,500万kW	9.6万kW	9.2万kW	167.8万kW
合計	約2,060万kW	176.9万kW	408.3万kW	2621.1万kW

585.2万kW

(注)なお、発電量に換算すると、平成24年度の導入量は約24億kWh分であり、原発約0.3基分に相当(原発1基分:120万kW、設備利用率70%を想定)。

- 風力・地熱など他の発電設備は、その開発にあたって数年程度を要することから、制度開始後1年以内に関発可能な太陽光に案件が集中しているのが実態。

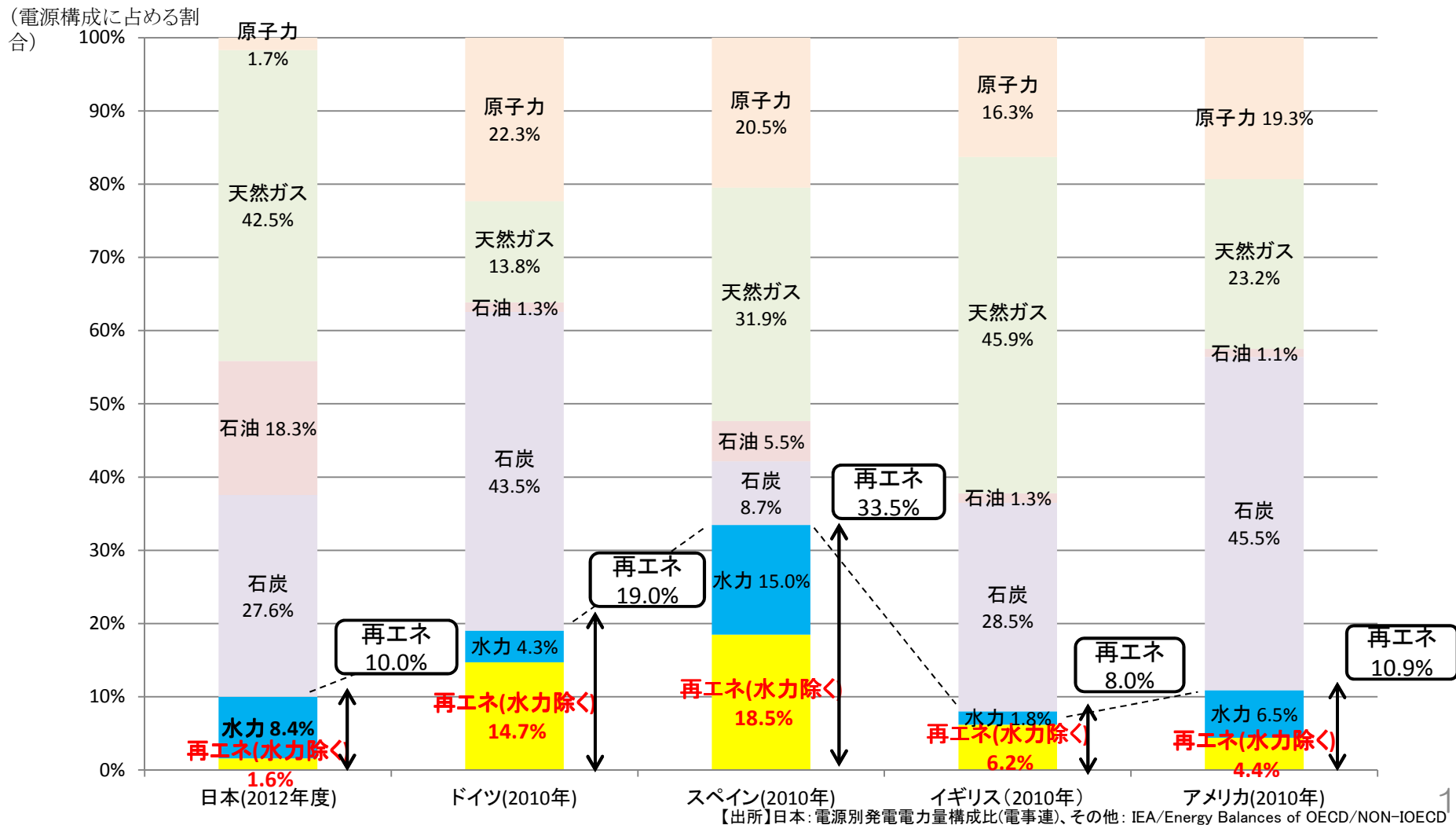
【再生可能エネルギー発電設備の建設におけるリードタイム】

太陽光 (住宅用)	2～3ヶ月程度	契約手続き、補助金申請、設置工事、系統接続等を合わせて2～3ヶ月程度。
太陽光 (メガソーラー)	1年前後	関連事業者へのインタビュー及び NEDO 導入ガイドブック等より、①系統連系協議、②電気事業法(・建築基準法)の手続き業務③建設工事、④使用前安全管理検査を併せて1年前後。
陸上風力	4～5年程度	関連事業者へのインタビュー及び NEDO 導入ガイドブック等より、①風況調査②環境影響評価、系統連系協議、③電気事業法・建築基準法に係る手続き業務④建設工事、⑤使用前安全管理検査を併せて4～5年程度。
バイオマス (木質専焼)	3～4年程度	関連事業者へのインタビュー及び NEDO 導入ガイドブック等によれば、①環境影響評価、系統連系協議、②廃掃法上の手続き業務、③電気事業法・建築基準法に係る手続き業務、④建設工事、⑤使用前安全管理検査を併せて3～4年程度。
地熱	9～13年程度	関連事業者へのインタビューによれば、机上検討、予備調査を除き、①資源量調査(これまで NEDO 等が一定程度まで実施)、②許認可手続き・地元調整、③建設(3～4年)を併せて9～13年程度。
小水力	2～3年程度	関連事業者へのインタビュー及び NEDO 導入ガイドブック等により、①水利権使用許可申請②環境影響評価、系統連系協議、③電気事業法・建築基準法に係る手続き業務④建設工事、⑤使用前安全管理検査等を合わせて2～3年程度。 ※流量調査から必要な「新規設置」なのか、そのデータは既にあり使用可能なのか、地元地権者との交渉の要・不要及びそれに係る期間、環境調査の要・不要など、色々な要素があり一概には言えない点に留意。

出典:コスト等検証委員会報告書(平成23年12月19日 エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会)

各国の再生可能エネルギーの導入状況

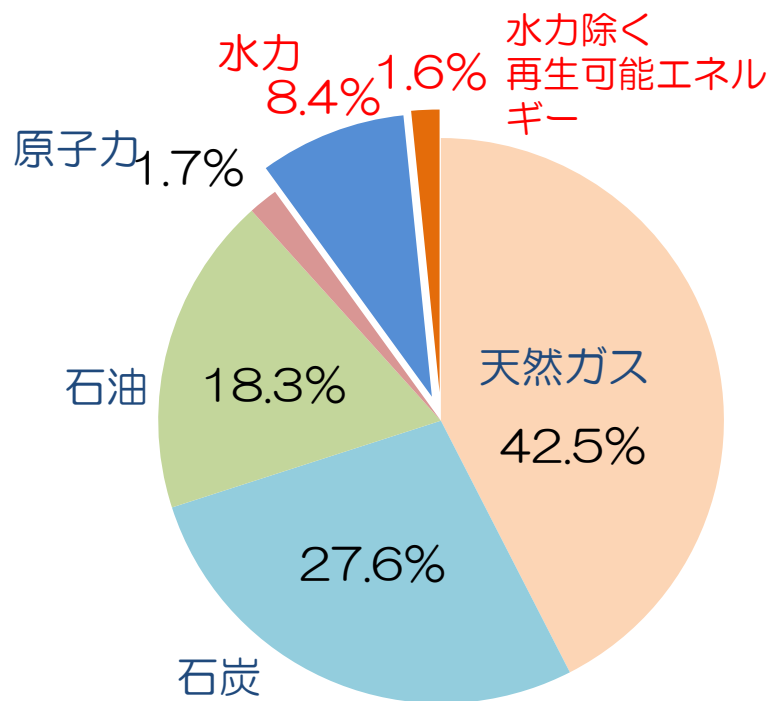
- 再生可能エネルギー（水力除く）の電源構成に占める割合は、2010年時点で、ドイツで14.7%、スペインで18.5%、イギリスで6.2%、アメリカで4.4%。
- 我が国の再生可能エネルギー導入状況（水力除く）は、2012年度時点で1.6%と他国に比して未だ低水準。



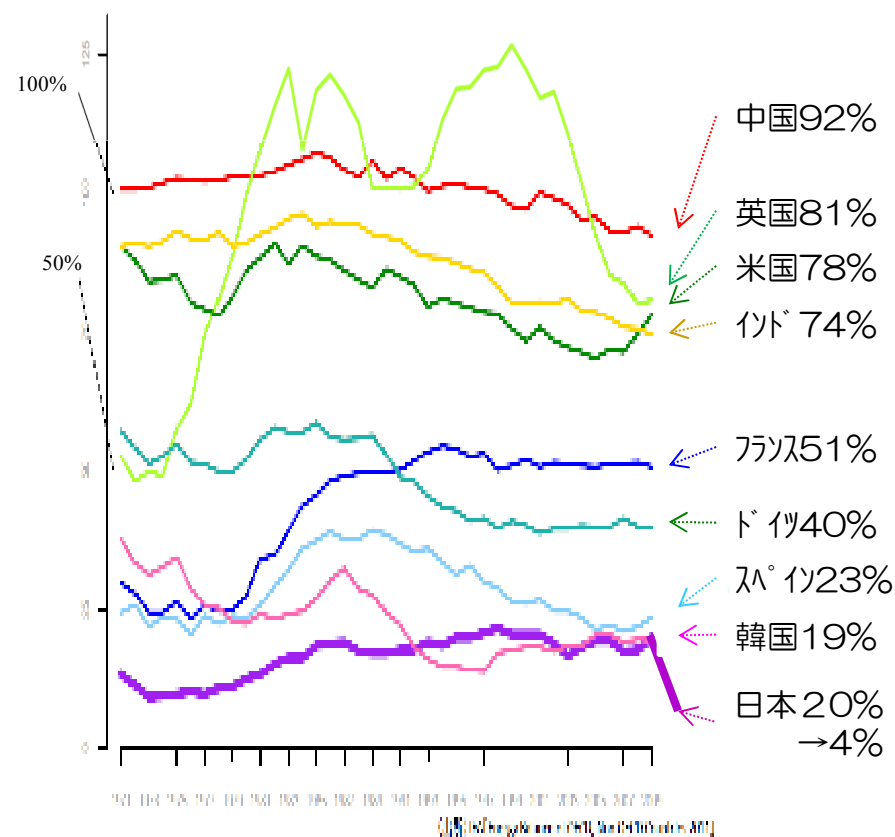
大切なのは、選択肢を複数持つておくこと・・・

- 日本の電力構成における、3.11.前の再生可能エネルギーの比率は約10%。水力を除くと、約1.6%です。
- ちなみに、原子力の再稼働が止まってから、日本のエネルギー自給率（原子力を準国産エネルギーとした場合）は、20%から4%へと、他の先進諸国と較べて著しく低くなりました。

【2012年の電源構成】



【各国エネルギー自給率(原子力含む場合)の推移】

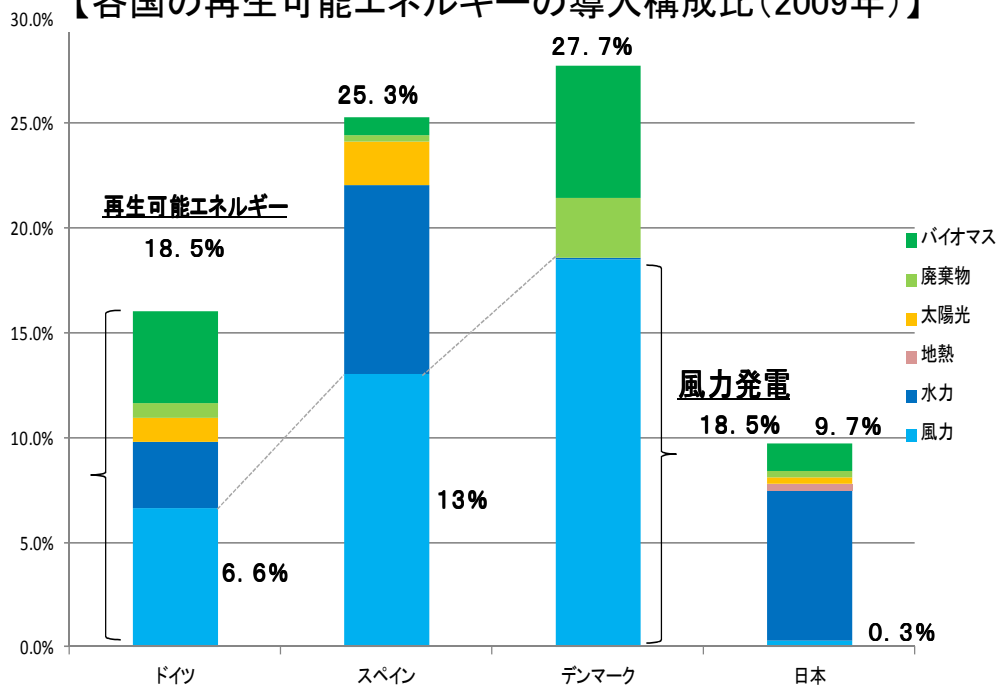


(出所) 電気事業連合会「電源別発電電力量構成比」より、

我が国の風力発電状況

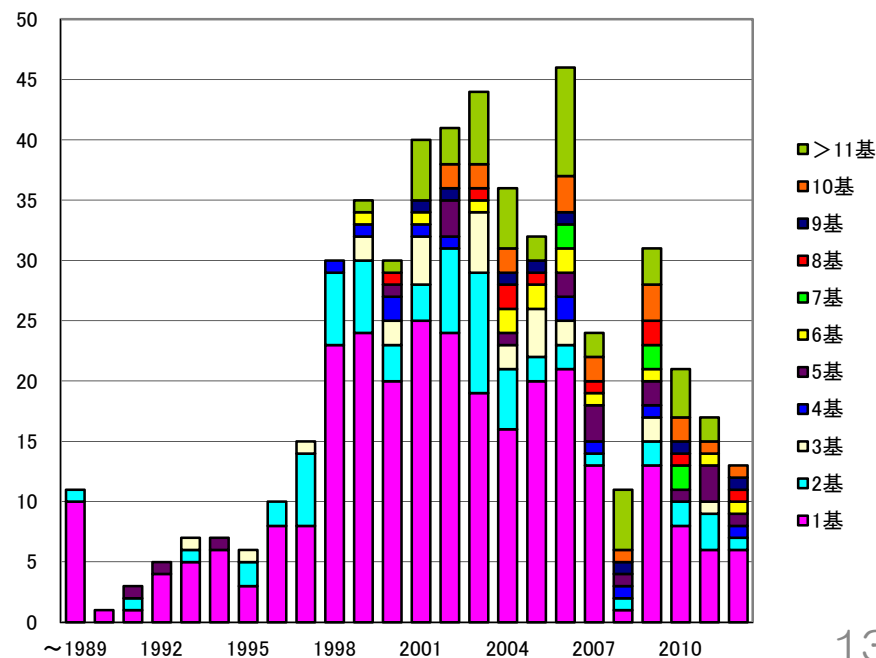
- 再生可能エネルギーの比率の高い国は、風力の比率が高い（スペイン5割、ドイツ4割、デンマーク7割）。これに対し、日本は3%。
- 我が国の風力発電の特徴・課題は次のとおり。
 1. 1事業所当たりの規模が小さく、経営が不安定（516事業所のうち、412事業所（約8割）が5基以下。世界は数十～数百基）。
 2. 平地に利用可能な場所が限定。尾根上の立地に伴う乱流や雷などで故障が多く、設備利用率が上がらないケースも多い。また、立地規制が事業化の大きな障害に。
 3. 陸上で風況の良い地域が、東北以北に極端に偏在。系統の容量不足も深刻。

【各国の再生可能エネルギーの導入構成比(2009年)】

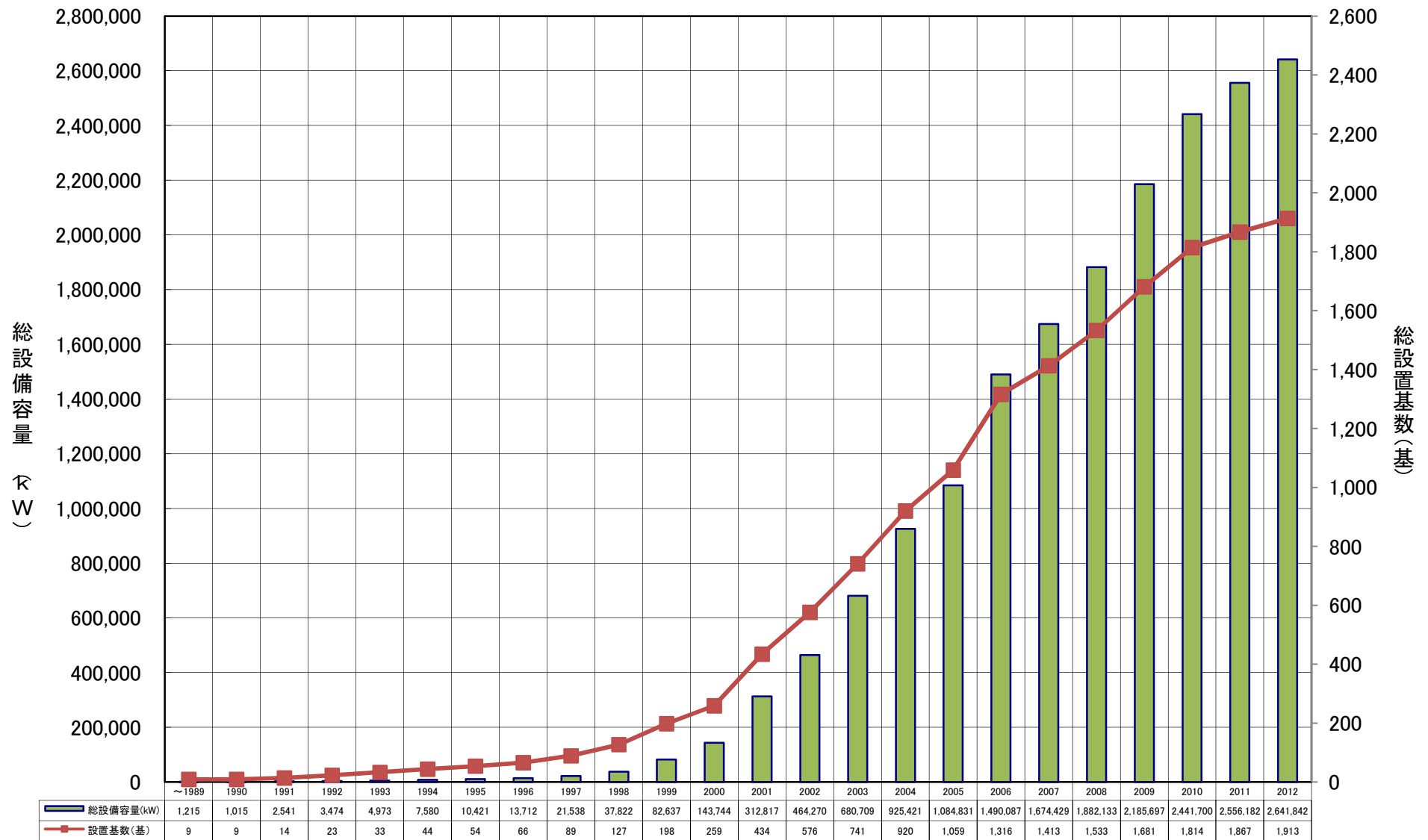


(出典)IEA Energy Balance 2011よりエネルギー経済研究所作成。

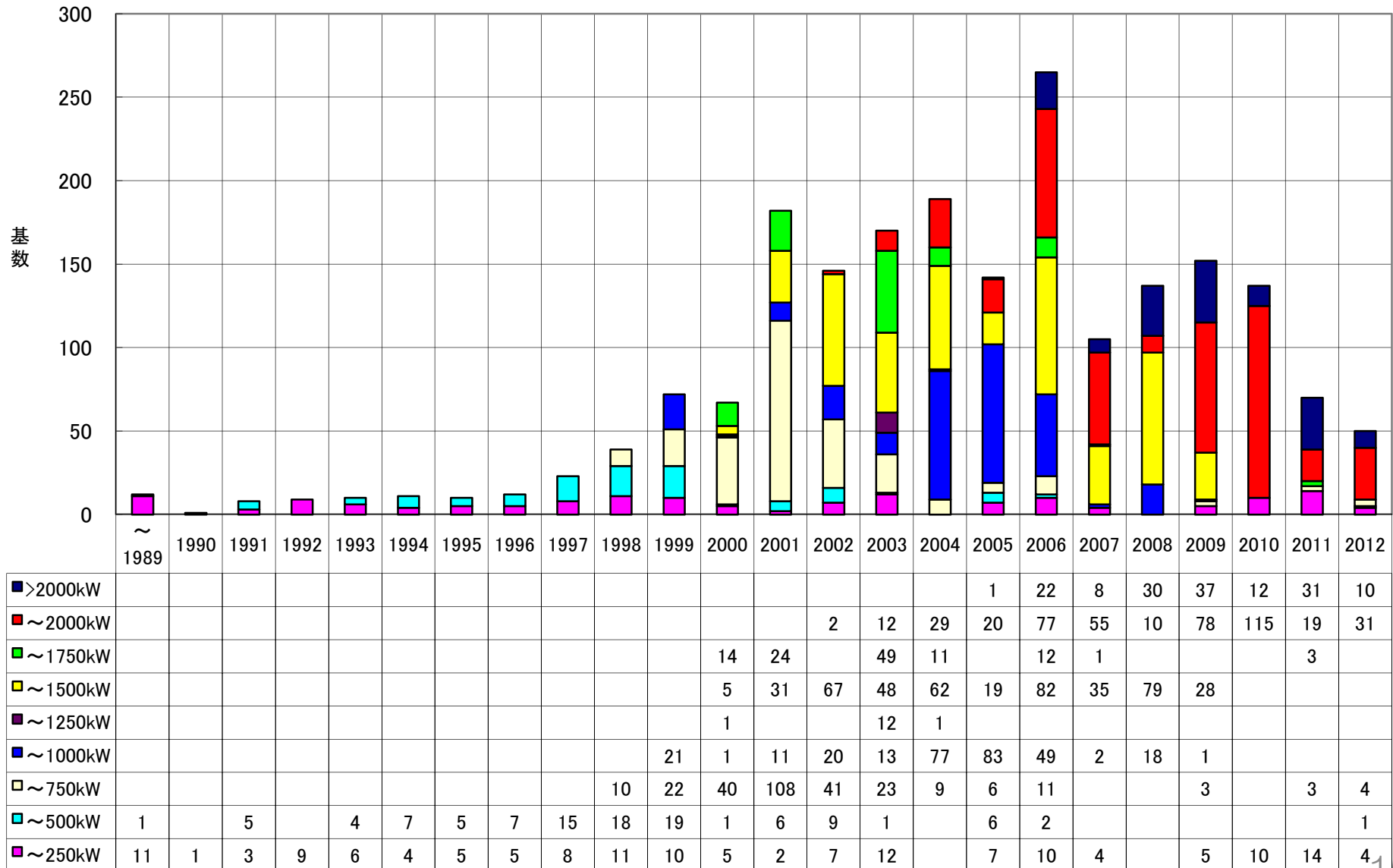
【我が国風力発電の導入量推移と規模】



日本における風力発電導入量の推移



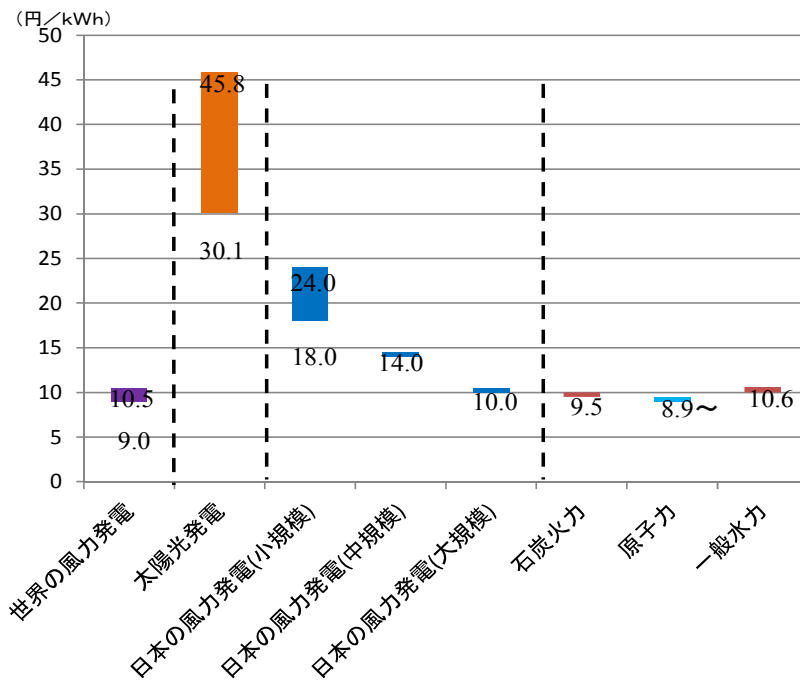
出力階層別導入基数の推移



風力（特長）

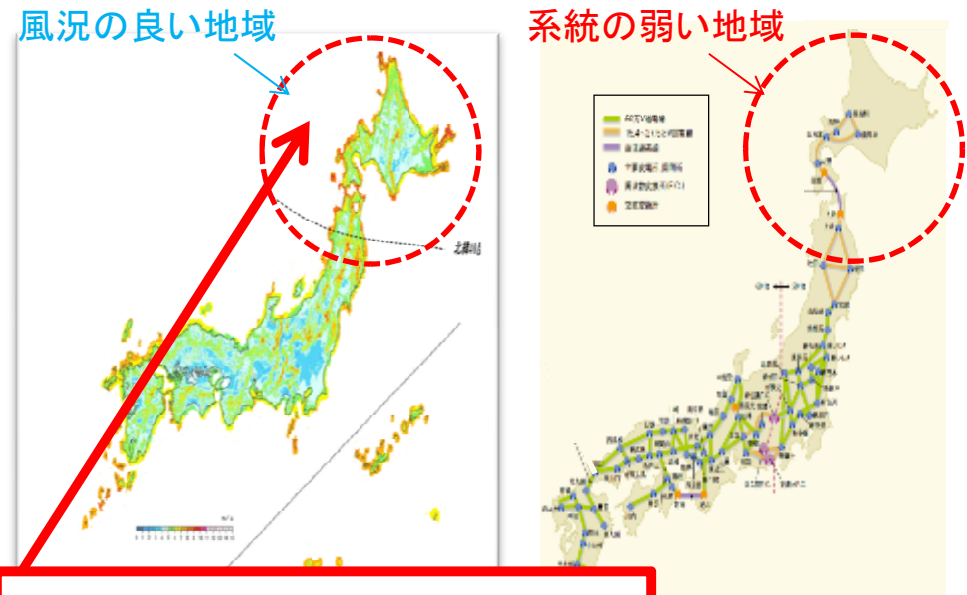
- 風力発電のコストは、大規模に開発した場合、火力、水力等の電源と比べても遜色ない水準（Bloomberg New Energy Financeによると、豪州においては、すでに風力の発電コストが火力を下回っている（2013年2月プレスリリース））。再生可能エネルギーの中で相対的にコストが低く、今後の再生可能エネルギー導入拡大のカギを握る（平成25年度末までに運転開始した設備は約270万kW）。
- わが国の場合、風力適地が、北海道と東北に集中しており、これらの地域では消費しきれないポテンシャルをどう扱うかが課題。

【風力発電の発電コスト】



(出典)「コスト等検証委員会」『World Energy Outlook 2009(IEA)』
「NEDO再生可能エネルギー技術白書」

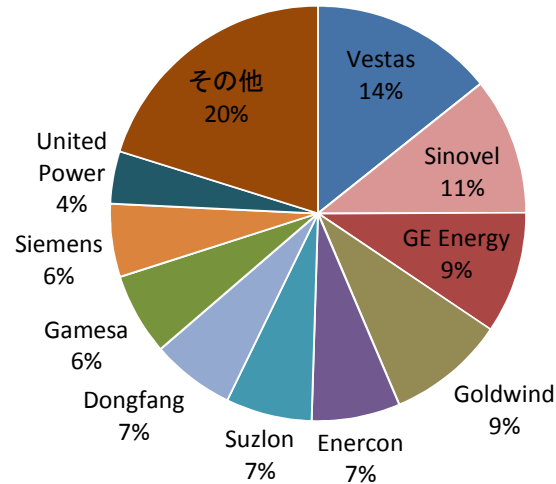
【日本の風況と送電網】



1位: 青森県: 約33万kw、212基
2位: 北海道: 約29万kw、280基

～世界市場シェア～

風力発電機の世界市場シェア(2010年累積)



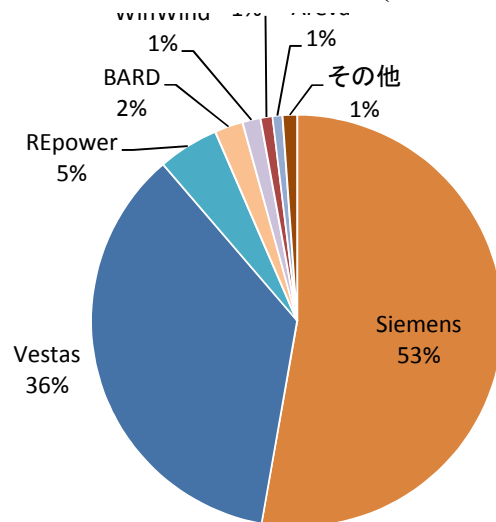
➤ 上位企業は大きく様変わりし、2010年は欧米メーカーがシェアを落とし、中国メーカー4社が上位に進出した。

➤ 中国メーカー各社は、欧米メーカーから技術供与を受け、低コストな製品を量産している。中国国内市場の立ち上がりにより生産量を大きく伸ばし、生産技術の習熟、サプライチェーンの拡大を進めている。

➤ 日本メーカーについては、最大手の三菱重工業のシェアが2%（第12位）にとどまるなど、世界市場における存在感は小さい。

➤ 主要風車メーカーがサプライチェーンの垂直統合により競争力を高め、市場シェアを拡大している中で、後発の日本の風車メーカーがシェアを伸ばしていくことは容易ではない。

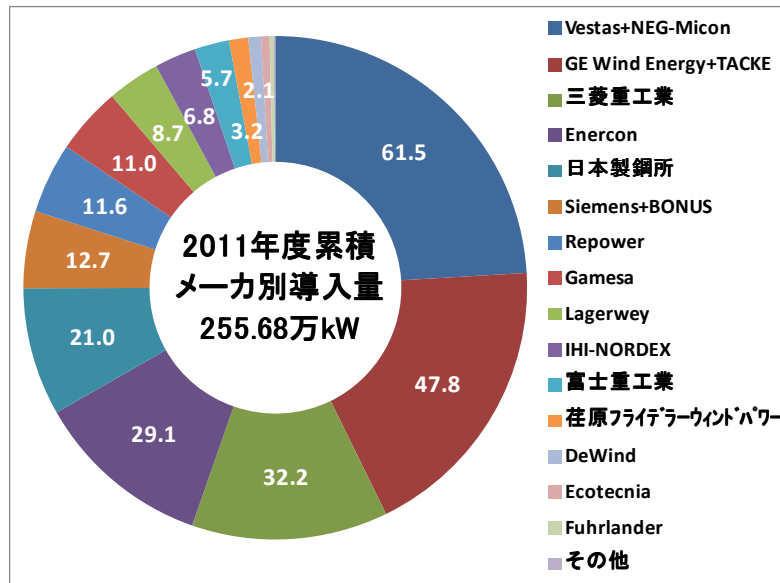
洋上風力発電機の市場シェア(2011年累積)



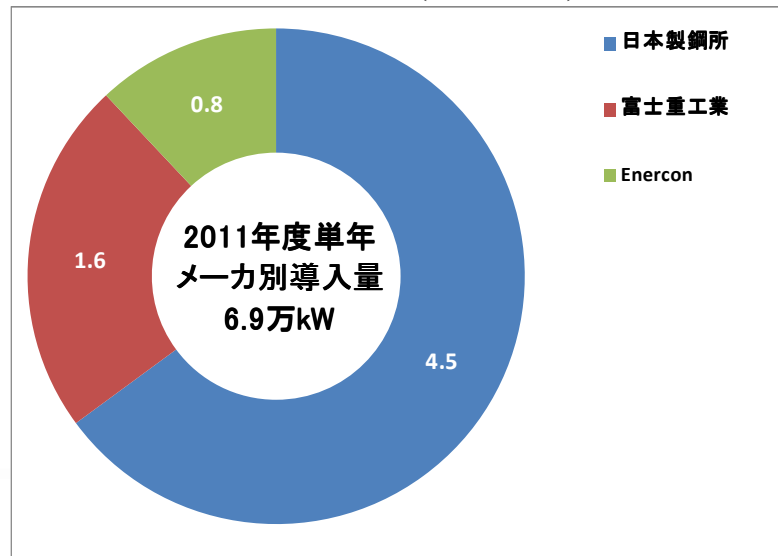
洋上風車のシェアはと Siemens(ドイツ)とVestas(デンマーク)が独占。コスト、信頼性、大型化など技術的ハードルが高く、Enercon(ドイツ)などは参入を表明していない。

～日本国内市場シェア～

風力発電機国内市場シェア(2011年累積)(単位:万kW)



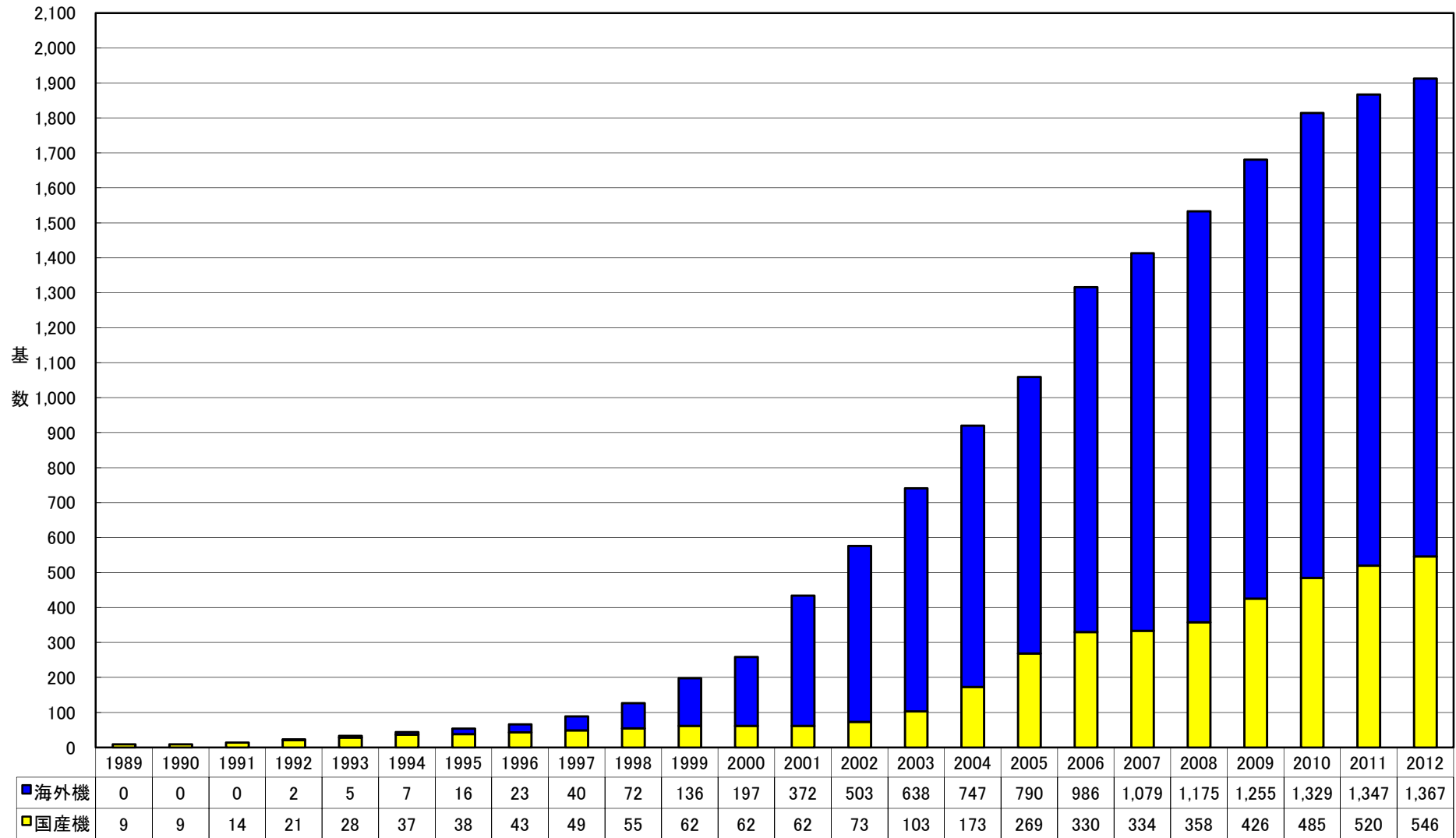
風力発電機国内新規導入シェア(2011年単年)(単位:万kW)



- 国内の風車メーカーは三菱重工を中心に、日本製鋼所、富士重工(※)が続く。
- 累積ではVESTAS(デンマーク)等の海外メーカーが圧倒的なシェア(約75%)を占める。
- 2011年度までの累積導入設備容量は約255万KW。2011年単年度では約7万KWと低迷している。
- 2011年単年度の導入設備容量では日本製鋼所や富士重工などの国内勢が大半を占めている。

(※)2012年7月に日立製作所は富士重工の風車部門を譲受け

海外機と国産機の導入基数の推移（累積）

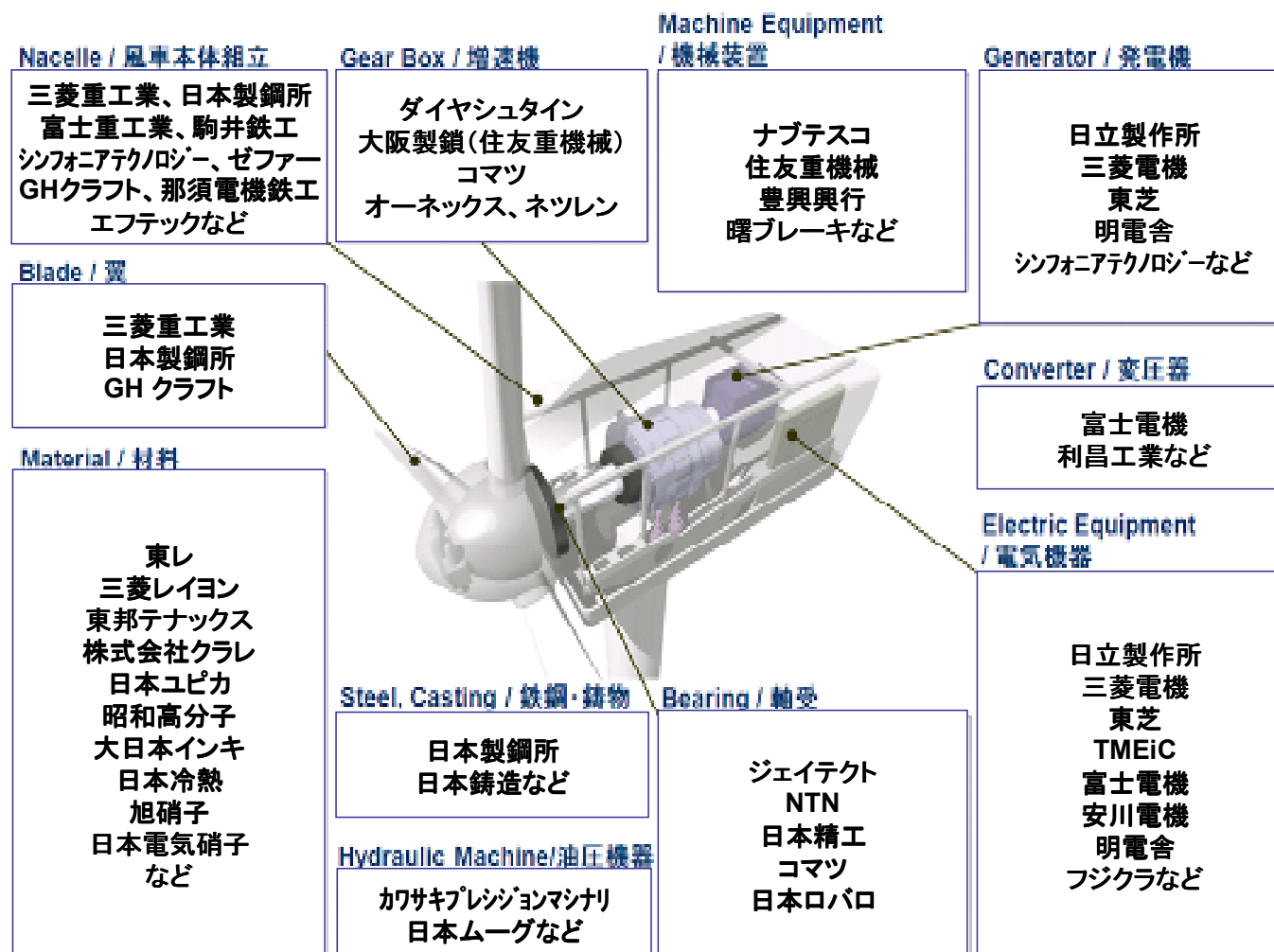


年 度

風力発電の現状

～国内プレーヤー(サプライチェーン等)～

日立的発電機や東レなどのカーボン素材などは海外メーカーへも提供されている



- 我が国は、風力の導入が進んでいる国と比べ、相対的に平地が少なく、尾根の上などに建設する事例が多い。
- ただし、尾根上など設置場所によっては、乱流被害や雷などによる設備利用率の低下に悩まされているケースも多い。
- 欧米では、平地か丘の上程度が多く、尾根上は日本に特徴的な立地となるため、開発当時の風況シミュレーション技術では、乱流が予測できなかったケースも多い。

取組例：大規模風力

＜日本最大の風力発電所＞

設置場所：島根県出雲市

設置者：(株)ユーラスエナジー

設備容量：78,000kW（26基）

ユーラスエナジーが全額出資する会社を設立し、風力発電事業会社が直接の運営管理を実施。

年間発電量は出雲市内の一般家庭が消費する電力の約80%。周囲の海や山とともに新しい景観を形成し、付近には公園も整備。



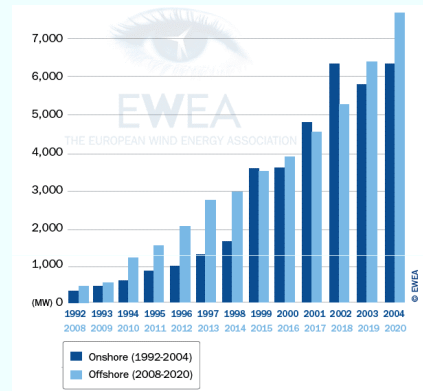
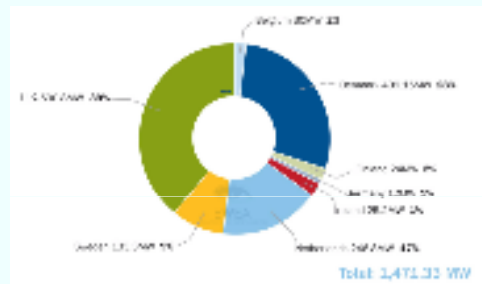
- スキー場か、風力発電所か。当初は苦渋の決断。時間をかけて協議し、工事が進捗する中で徐々に地元にも理解が浸透。
- 当初は、農作業の現場を「見られる」ことを忌避する流れもあったが、今では、市場流通から現場直売にシフトする方も。
- ◆ 布引高原風力発電所について
 - 福島県郡山市湖南町
 - 発電所出力：65,980kW(2,000kW×33基)：日本第二位
 - RPS制度の下で売電を開始。風況は必ずしもベストではないが、風車の性能も高く収支は安定的に推移。
 - 固定価格買取制度への移行で、更に採算性を確保。
- ◆ 布引高原における農業と、風力発電所誘致の経緯について
 - 布引高原開拓の歴史、名産品「布引大根」
 - 地域の過疎化、農業者の高齢化・減少
- ◆ 風力発電所誘致の効果
 - 地代収入、風車用地管理による収入
 - 風車の観光資源化(年間20万人の観光客)
 - 「布引大根」等地元産品の知名度向上
- ◆ 農業と風力発電の共生の秘訣
 - 地元関係者(財産区、野菜生産組合、農協、行政等)と事業者による共生のあり方、活用策等に関する十分な協議(推進協議会設置)



洋上風力発電

事業の社会的背景

ヨーロッパでは2020年までに4000万kWの洋上風力を開発し、EU全体に必要な電力の3.6%を賄う目標を設定しており、洋上風力発電を強力に推進している。かつての陸上風力のように、ヨーロッパではいま洋上風力の普及が始まっている。その一方、国内ではまだ洋上風車の市場は開けていない。



我が国は、平野部における陸上風力発電の適地が減少傾向にあり、山岳部ではアクセス道路整備などのコスト負担が増加していることから、今後の風力発電導入には長い海岸線の特徴を活かした洋上風力発電の導入が不可欠。

洋上風力発電のメリット

1. 一般的に洋上では風況が良く、風の乱れが小さいため陸上より風力発電機の稼働率が格段に改善される。
2. 陸から離れた場所であるため、騒音、景観への影響が小さい。
3. 大型風車の設備運搬が容易となることから、高い事業性が見込まれている。

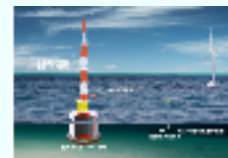
導入に向けた課題、必要性

わが国の洋上風力発電における技術課題

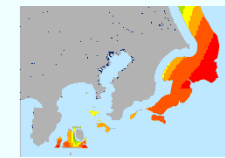
1. 欧州と我が国では気象・海象条件が異なっていることから、欧州での事例をそのまま適用することはリスクが大きい。
2. 洋上での風車設置、メンテナンス、信頼性等様々な課題がある。
3. 環境・景観などの社会的制約が不明確である。

我が国特有の海上風特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適合した洋上における風況観測や風力発電システムに関する設計・施工技術及び環境影響評価手法を確立するためには実証研究を行うことが必要性不可欠である。

設計・施工技術の確立



気象・海象条件の把握



環境影響評価手法の確立

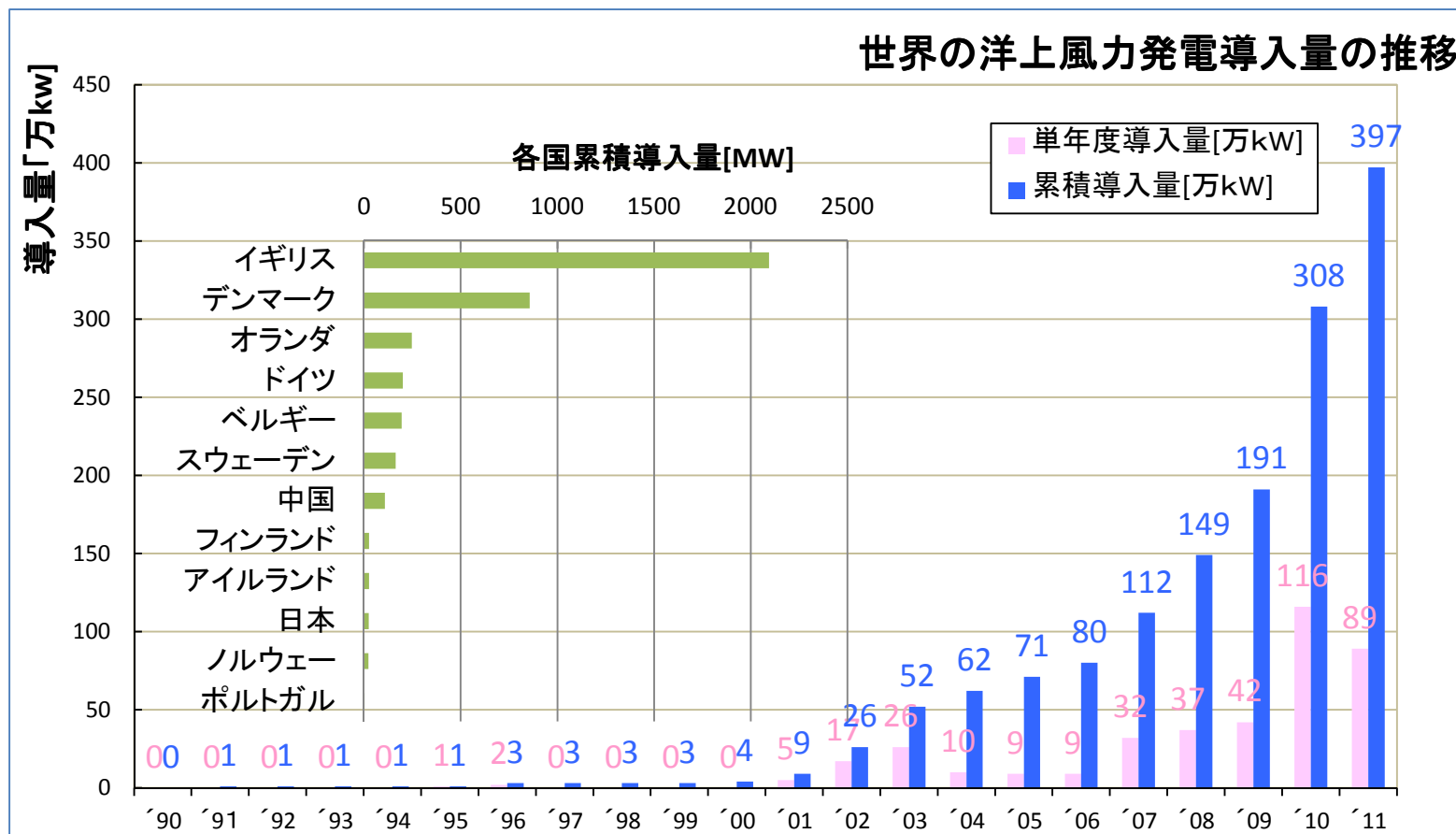


緊急性

洋上風力発電は大きな賦存量が見込めるものの、2020年に大幅な導入拡大を実現するには、実証研究にて急速に技術を確立、市場の創出を行っていかねば間に合わない。また、産業波及効果も重要なファクターであり、日本企業が、シェアを拡大できる可能性のある洋上市場への参入を果たすためには戦略的な技術開発、実証研究の実施が必要不可欠。

世界の洋上風力発電の現状

- 世界では欧州を中心に既に約400万kW導入され、実用段階。
- かつ、近年、2001年の約5万kWに対して、2011年は約89万kWと急激に拡大。
- また、米国においては、2030年までに5400万kWの洋上風力発電の導入を目標。



出典：①風力等自然エネルギー技術研究開発洋上風力発電等技術研究開発浮体式洋上風力発電に係る基礎調査 NEDO H23
 ②2011 Annual report GWEC

- ◆ 世界の洋上風力発電は、着床式。欧米では既に数百MW(数十万kW)が主流。将来的にはGW(数千MW)級の計画も。
- ◆ 他方、浮体式については、世界的にも、2MW(2,000kW)級の実証機があるのみ。1GW(1千MW)級で事業化できた場合、本プロジェクトが世界をリード。

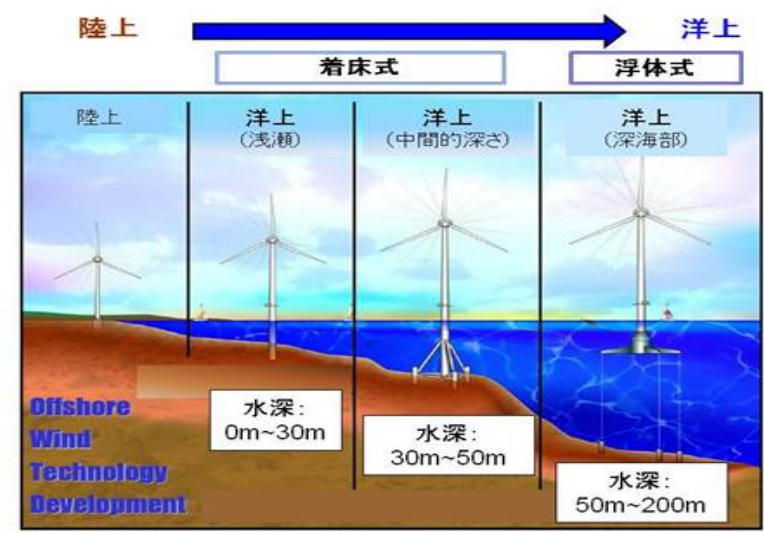
【着床式洋上風力(計画中を含む)】

発電所名	出力(MW)	設置国	稼働年
Horns Rev I	160	デンマーク	2002
Nysted (Rødsand I)	166	デンマーク	2003
Princess Amalia	120	オランダ	2008
Lynn and Inner Dowsing	194	イギリス	2008
Horns Rev II	209	デンマーク	2009
Bligh Bank (Belwind)	165	ベルギー	2010
Gun fleet Sands	172	イギリス	2010
Robin Rigg (Solway Firth)	180	イギリス	2010
Rødsand II	207	デンマーク	2010
Thanet	300	イギリス	2010
Hastings	600	イギリス	未定
West of isie of Wight	900	イギリス	未定
Moray Firth	1,300	イギリス	未定
Bristol Channel	1,500	イギリス	未定
Firth of Forth	3,500	イギリス	未定
Hornsea	4,000	イギリス	未定
Irish Sea	4,200	イギリス	未定
Northfolk Bank	7,200	イギリス	未定
Dogger Bank	9,000	イギリス	未定

【浮体式洋上風力】

発電所名	出力(MW)	設置国	稼働年
Hywind project	2.3	ノルウェー	2010
Principle Power	2.0	ポルトガル	2011

福島沖が1GW(1000MW)で事業化すれば、浮体式としては圧倒的世界一。



- 世界では、既に100本レベルの洋上風力は実現し始めています。ただし、その多くは着床式。



洋上風力の海外との条件の違いについて

- 洋上風力に向けた海外との条件の違いについて、特に洋上風力の普及が進む欧州と比べると、以下のような特徴を指摘することができる。
 - 洋上風力が進んでいる欧州では、地形的に我が国に比して遠浅の海が広がっており、洋上風力の設置可能面積が広い（我が国との比較：英国約7.6倍、デンマーク約4.8倍、フランス3.6倍等）。
 - また、我が国よりも風況が良いため、設備利用率が40%に達するケースもあり、大型化した風車を沖合に展開する事例が見られる（我が国の設備利用率：陸上風力20%、洋上風力30%程度）。
 - 加えて、欧州では、伝統的な海洋資源産業を背景とした港湾や船舶等のインフラが整備されている。英国においては、政府系機関が土地を管理しているため、発電事業者は利害関係者との調整が比較的容易であるなど、事業環境が整備されている。

【海外との条件の違い】

	欧州	日本
海況	遠浅の海が広がる	沖合に進むと急に水深が深くなる
設置可能面積※ （()内は、日本との比較）	英国: 53,838km ² (約7.6倍) デンマーク: 34,335km ² (約4.8倍) フランス: 25,868km ² (約3.6倍) ドイツ: 14,955km ² (約2.1倍) アイルランド: 10,705km ² (約1.5倍) オランダ: 8,715km ² (約1.2倍)	7,121km ²
風況(平均風速)	8~10m/秒	7~8m程度/秒
設備利用率	30.3%~42%	30%程度以上
港湾や船舶等のインフラ	伝統的な海洋資源産業を背景に、整備済み	現時点では整備が不十分
海域調整	英国の場合、政府系機関が土地を管理し、洋上風力発電事業者向けに入札を行っているため、特段の調整が不要	洋上の占有に係る利害関係者(漁業や航行関係者等)との調整が必要

(欧州の港湾例)



(デンマーク: Esbjerg)
 ・北海エリアの洋上風力開発の拠点
 ・洋上風力発電所の設置・運用・保守を行う企業が集結

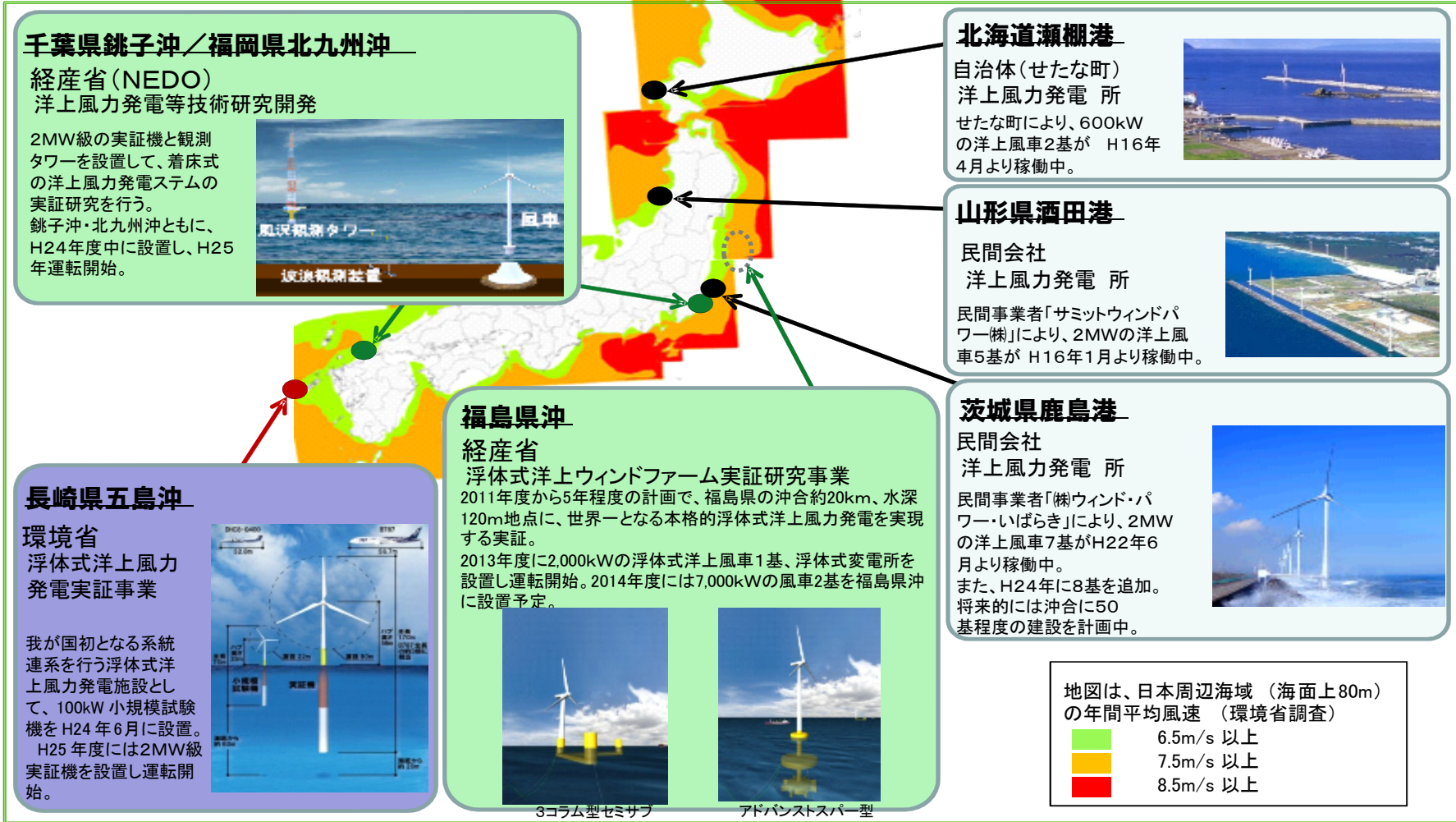


(ドイツ: Bremerhaven)
 ・重いナセルを大量に保管する広大な土地と耐荷重性を有した、ドイツ北海洋上風力の拠点港湾
 ・洋上風車を工場から直ちに出荷可能

※欧州の利用可能面積の出典: Matthies et al.(1995): Study of offshore wind energy in the EC(JOULE1)
 ※年平均風速: 7m/s以上(海面上60m高)/水深帯: 0-30m
 ※日本の値は、社会条件等の規制海域を考慮していない。欧州の値は、自然公園、航路帯等の一定条件を付与(NEDO調べ)

洋上風力発電の現状（国内）

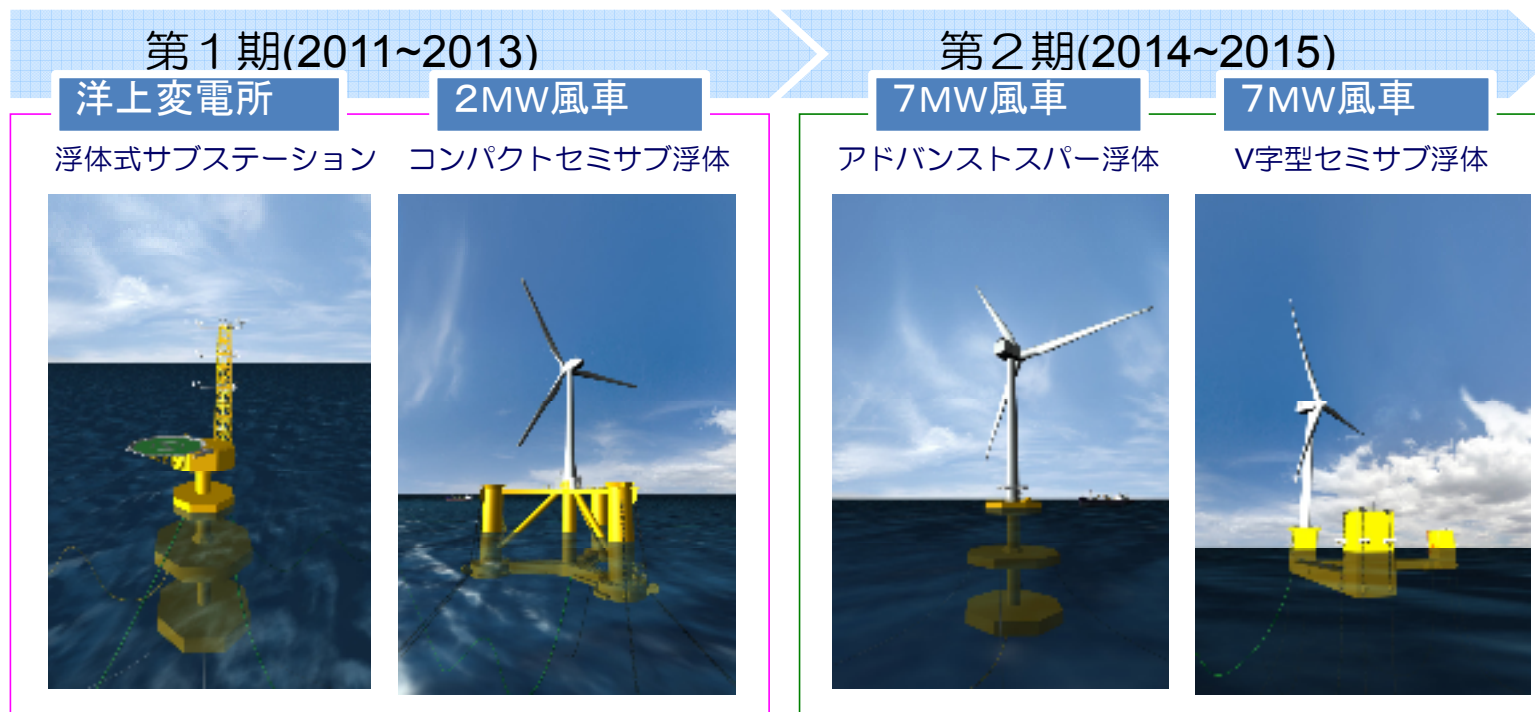
- 我が国の洋上風力発電は、実証研究段階。まさに、試験機が本格的に運転を始めたところ（経産省：銚子沖・北九州沖・福島沖、環境省：五島沖）。
- 陸上に接岸する形で行っている洋上風力発電は、すでに全国3か所で事業化。その一部は、平成27年度以降に、本格的な洋上への展開を進める予定。



世界で最初の・・・



- 第1期 : 平成23年度第3次補正予算で125億円を措置し、主に浮体式洋上風車（2MW 1基）及び浮体式洋上変電所の設計・製作・設置を実施。
- 第2期 : 平成25年度当初予算で95億円を措置し、浮体式洋上風車（7MW 2基）の製作に着手。以後、設置された風車の運転データの取得等により、実証研究を実施予定。



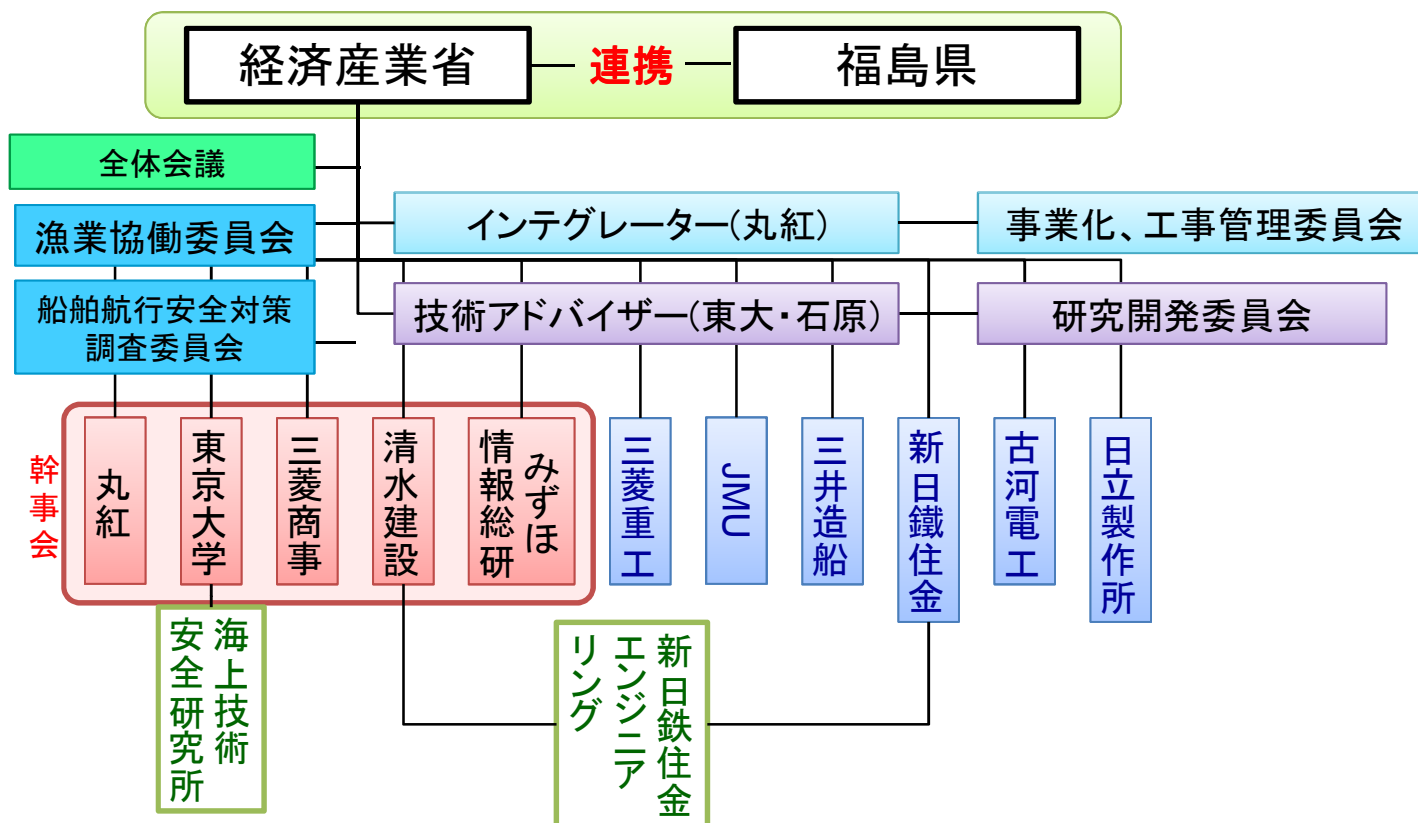
成功への3つの鍵

技術的挑戦 / 社会的合意 / 福島復興

設計技術の確立 / 試験・検証 / 最適化

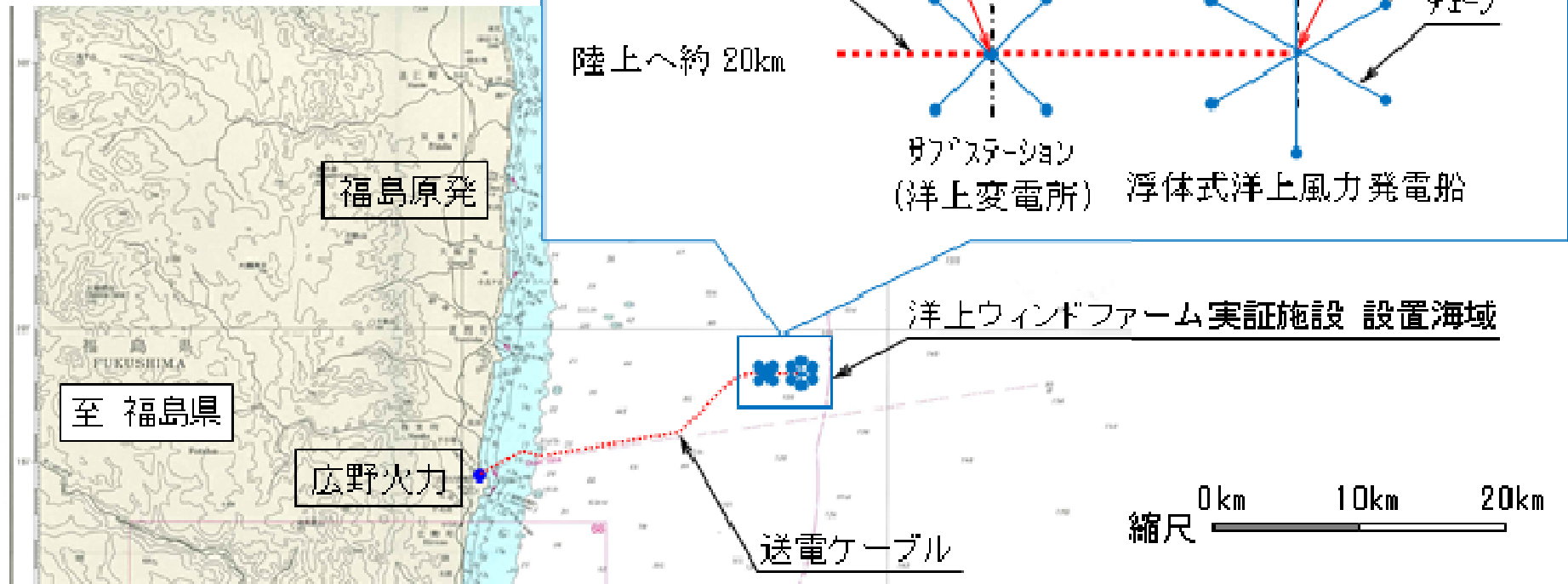
経済性の向上 / 技術の標準化 / 産業の創出

- ◆ 平成23年12月、公募を実施。海外で洋上風力発電事業を行っている丸紅(株)を筆頭に、風車、浮体構造物、電線、鋼材等の一線級メーカーが最先端技術を持って集結。
- ◆ 本プロジェクトの実現には、福島県をはじめ、地元関係者との協力体制が不可欠。特に、地元漁業者との共生が、本事業成功の大きな鍵。



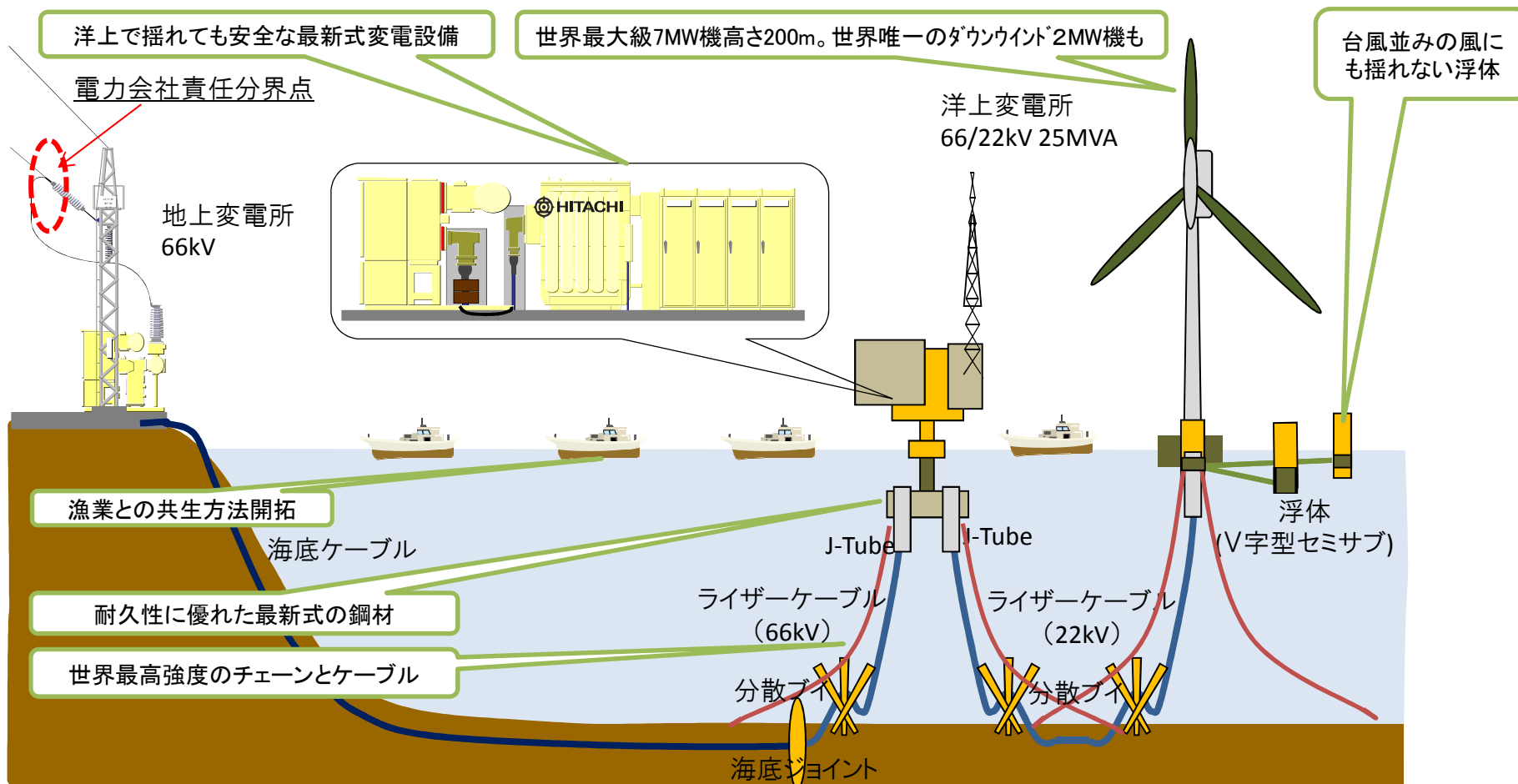
【設置場所】

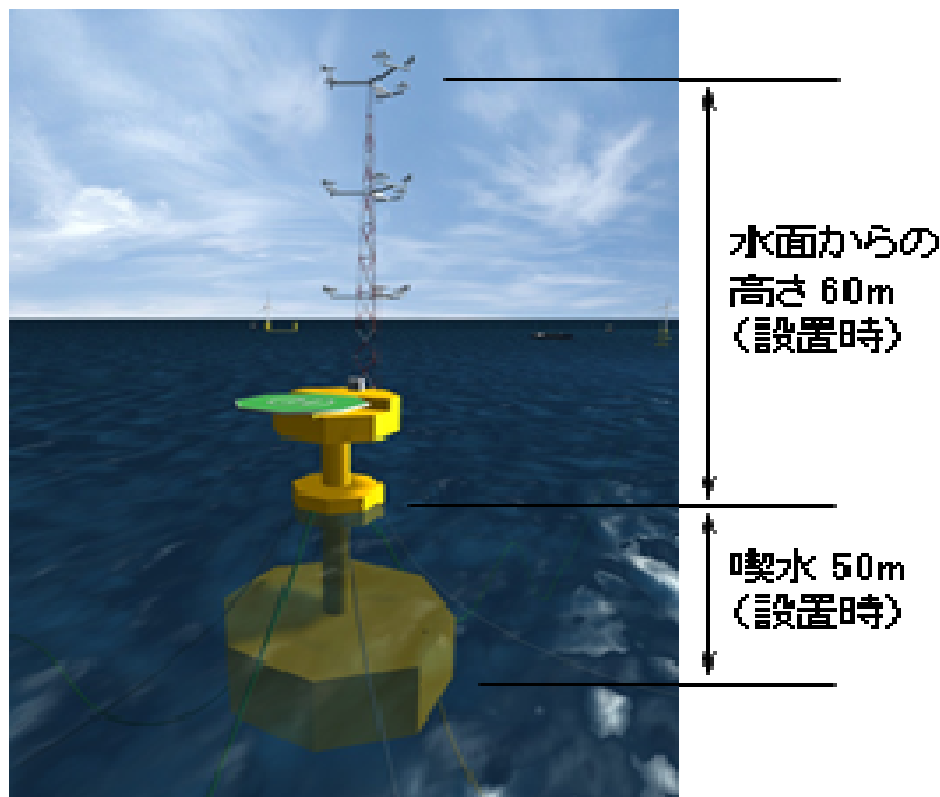
漁業関係者等との意見交換を踏まえ、沿岸から約20km離れた、水深約120mの海域を選定



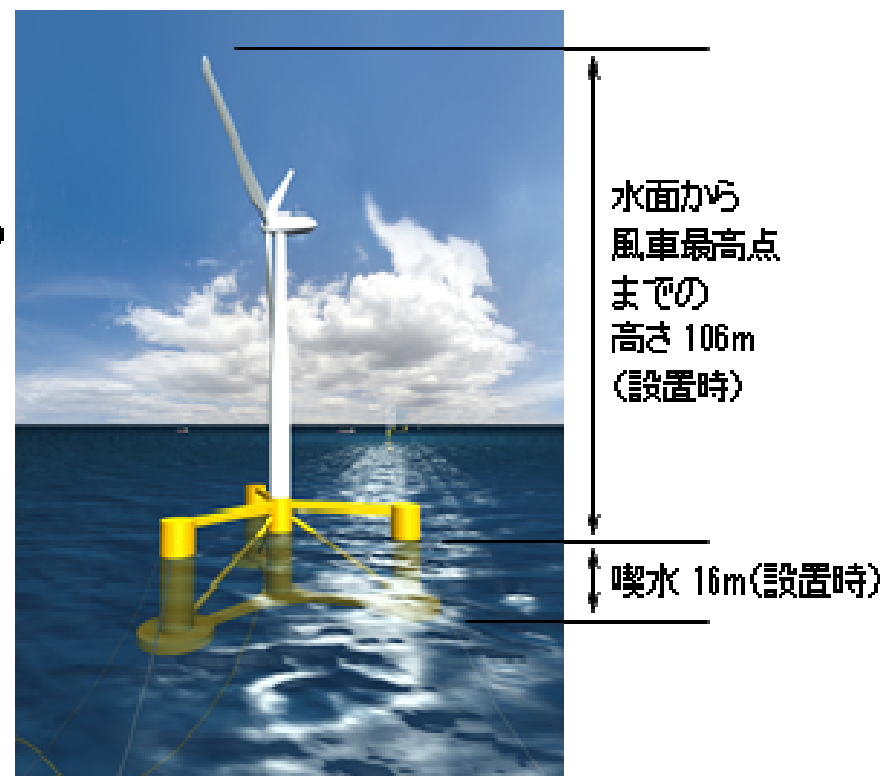
浮体式洋上風力の全景

- 重さ200トン以上ある風車を、6本のチェーンで止めていきます。
- 世界最強同強度のチェーンとアンカー、揺れても平気な浮体式変電所、世界最大級の風車など、世界の誇る技術が目白押しです。





浮体式サブステーション イメージ図



2MW級洋上風力発電船 イメージ図

ふくしま 絆

- 浮体要目:長さ 33.4m、型幅 33.4m、型深さ(浮体底からUpper Hull)71m、稼動喫水 50m
- 主要設備:変電設備、風況等観測設備、緊急時等の人員・物資輸送用ヘリデッキ

ふくしま 未来

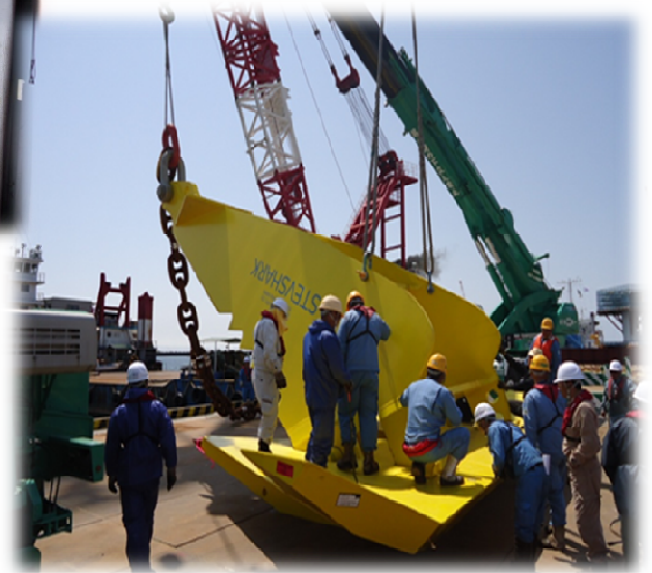
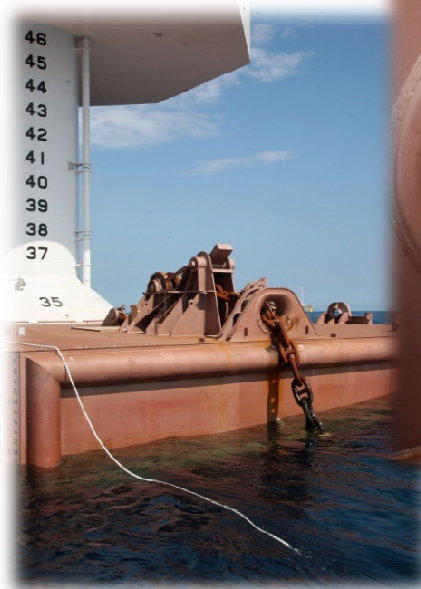
- 浮体要目:長さ 57.5m、幅 64.23m、深さ 32m、稼動喫水 16m
- 風車要目:出力 2,000kW、ローター直径 80m、翼の枚数 3枚

- 世界最大の浮体式洋上風力発電です。



浮体式洋上風力変電設備





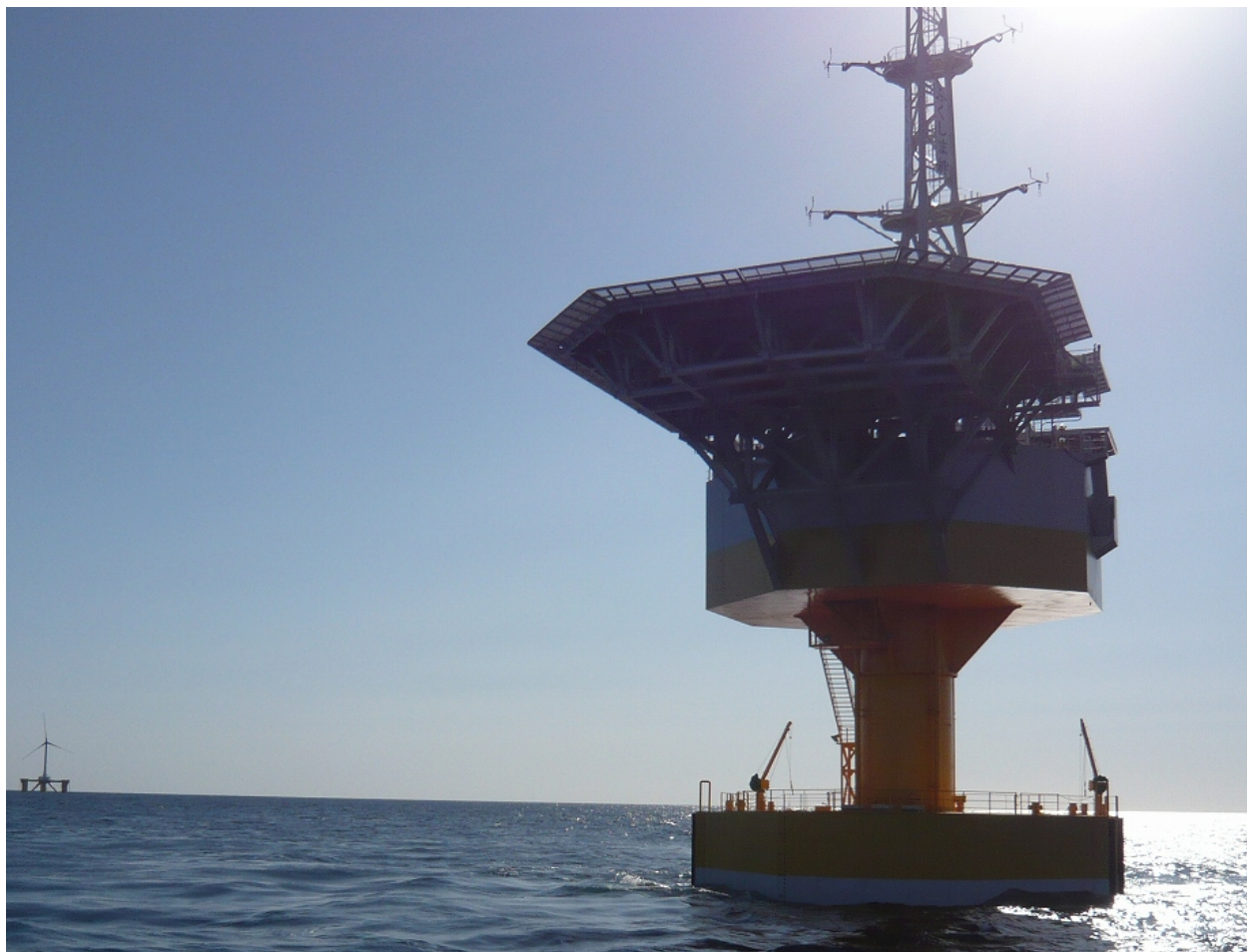
- ◆ 「船舶航行安全対策調査委調査委員会」を設置し、実験設備が設置された場合における船舶交通の安全性などを検証。
- ◆ 灯火、霧笛などを整備するとともに、施設からの1海里以上の離隔距離を確保しての航行について、ご協力をお願い。



- 2,000KW風車浮体（福島県楢葉町沖合約20キロ 水深約120m）



●サブステーション



実証研究事業 進捗状況

- 2013年 10月30日 受電(風車-陸上間の通電)
- 11月11日 運転開始式(於:いわきら・ら・ミュウ)
- 11月13日 定格出力(2,000kW)での運転開始
- 12月1日 東北電力(株)への売電開始
- 12月5日 アクセス船(維持管理用船舶)就航



航行テスト中のJ CAT ONE(11月28日)



アクセス船による2MW風車搭載セミサブ浮体への接舷状況 (12月5日撮影)



12月全体の風車稼働状況

発電量(kWh)	平均風速(m/s)	設備利用率(%)*1	稼働率(%)*2
642,400	7.9	43.6%	94.9

*1 全発電量(kWh/月) ÷ (2000kW × 24時間 × 31日)

*2 ((24時間 × 31日) - 一点検/トラブル等による停止時間) ÷ 24時間 × 31日

漁業者の実証事業への協力概要①

◆ 漁業への影響調査を実施するとともに、地元の漁業協同組合員の参画を得て、以下の取組を実施。

➤ 警戒船業務などの備船



		5月	6月	7月	8月	9月	合計
警戒業務		9	167	176	132	50	534
環境アセス調査		14	35	8	5	12	74
漁獲試験	底曳き	15	21	0	0	21	57
	刺網ほか	8	8	24	23	6	69
その他		0	0	6	7	1	14
合計		46	231	214	167	90	748

➤ 漁獲試験の実施

沖合底びき網、小型底びき網、固定式刺網、はもかご・どう、底釣り、ひき釣りなど



● 漁獲試験の様子



漁業者の実証事業への協力概要③(監視点検業務)

- 洋上風力発電所設備の定期的な点検において漁業用船舶を活用、漁業関係者に協力頂く
- 設備トラブルの早期復旧を目的とし、点検リストに基づき、船上から双眼鏡、デジカメを使用

点検チェックシート(抜粋)

サブステーション 観測タワー1

サブステーション 左舷1

2MW 2番コラム

船上から点検業務



丸紅へ報告書を提出



◆ 漁業への影響調査と合わせた以下の取組を検討、順次開始予定。

- 漁業との共存方策にかかるWGの設置
実証事業のテーマである「漁業との共生方策」について、検討を深めるため、専門家の参画のもと、ワーキンググループを新設

漁業協働委員会(既存)

いわきワーキンググループ

相馬双葉ワーキンググループ

(仮称)漁業との共存ワーキンググループ <新設>

(構成案): 福島県漁連、いわき市漁協、相馬双葉漁協、東京海洋大学、海洋産業研究会、福島県、福島県水産試験場

【参考】: 漁業との共生方策等にかかる既存資料

- ◆「洋上風力発電と地域・漁業の共生に関する提言」(洋上風力発電と地域・漁業の共生に関する円卓会議 日本財団、平成24年2月)
- ◆「漁業と協調する洋上風力発電施設(事例)について」(水産庁、平成25年3月)
- ◆「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言」(海洋産業研究会、平成25年5月)

◆ サブステーションに、水中カメラ、塩分濃度計などを設置。

- 浮体周辺に蟄集する魚類を水中ビデオカメラで観察
- 塩分濃度、水温、放射線量を測定



稼働時この付近まで沈下



【塩分濃度計・水温計】

●事例

洋上風力発電実証研究
(NEDO北九州沖)

カワハギ

イサキの群れ

イシダイの群れ



【水中カメラ 水深14m】

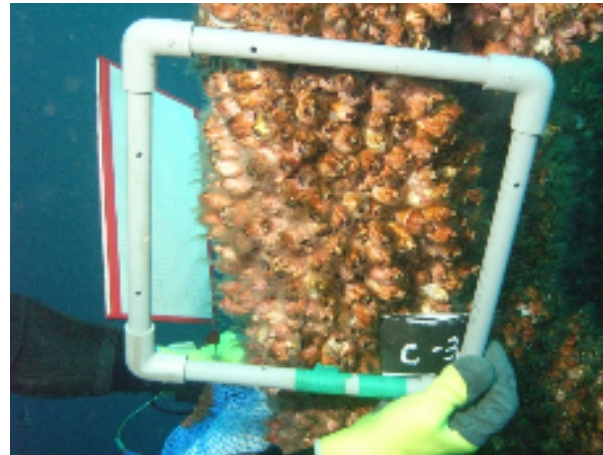


【放射線量計】

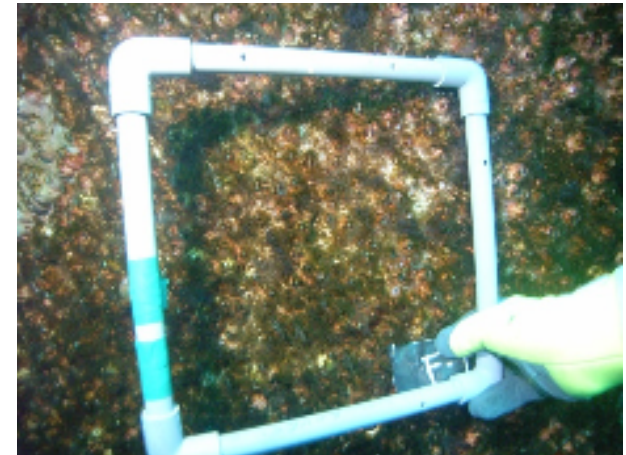
付着生物調査



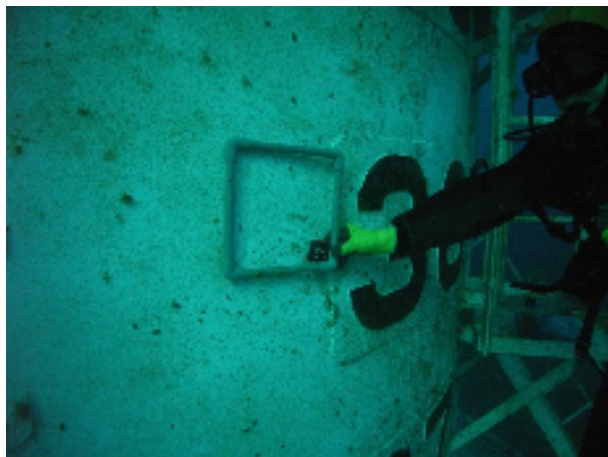
アンカーチェーンに付着した
フジツボ類 (水深4m)



アンカーチェーンに付着した
フジツボ類 (水深12m)



浮体(2MW機)本体に付着し
たフジツボ類(水深7m)



ミドルコラム面はわずかに珪
藻類が付着 (水深8m)



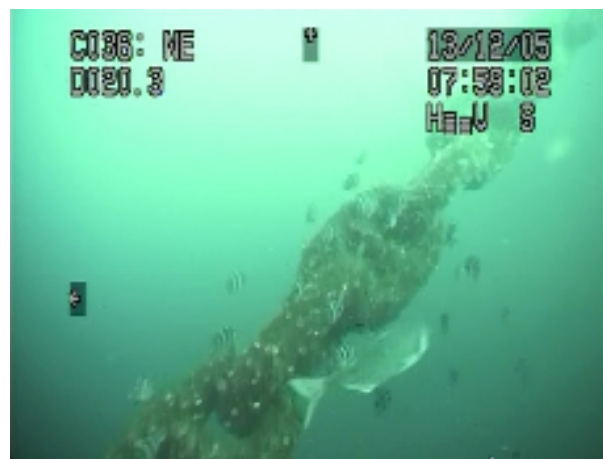
ミドルハルトップデッキ面には
珪藻類が付着 (水深14.7m)



ミドルハルの側面にはフジツ
ボ類が付着 (水深15.3m)



海底のアンカーチェーンの下に
ひそむエゾイソアイナメ(ドンコ)



アンカーチェーンに集まった
イシダイの群れとブリ(推定)



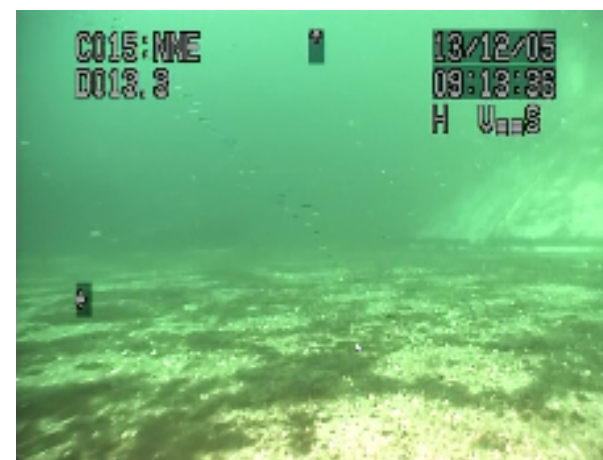
アンカーチェーンに集まった
イシダイの群れ



アンカーチェーンに集まった
メジナの群れ



海底のアンカーチェーン付近
のアイナメ

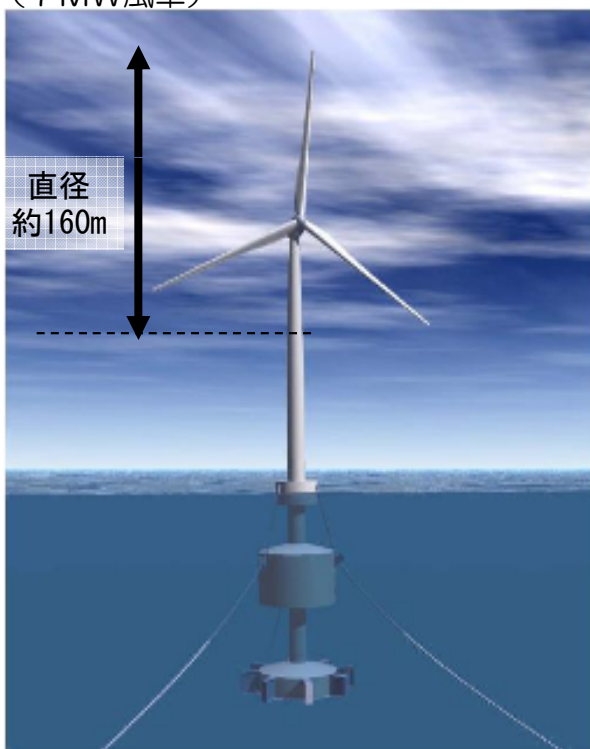


サブステーションのミドルハ
ルトップデッキの状況

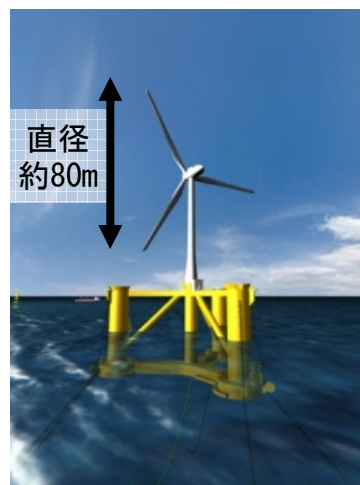
- ◆ 来年度は7MWの浮体式洋上風力発電設備2基を整備するほか、風力発電設備組み立てのために必要となる世界最大級のクレーンの設置（小名浜港）、メンテナンスに必要なアクセス船の製造等を行う予定。
- ◆ 洋上風力発電事業と漁業との共存策について、引き続き検討・実施する。

● 7MW風車（2MW風車とのサイズ比較）

（7MW風車）



（2MW風車）



● アクセス船の製造 （メンテナンス時の風車への乗り込み）



風力発電の課題

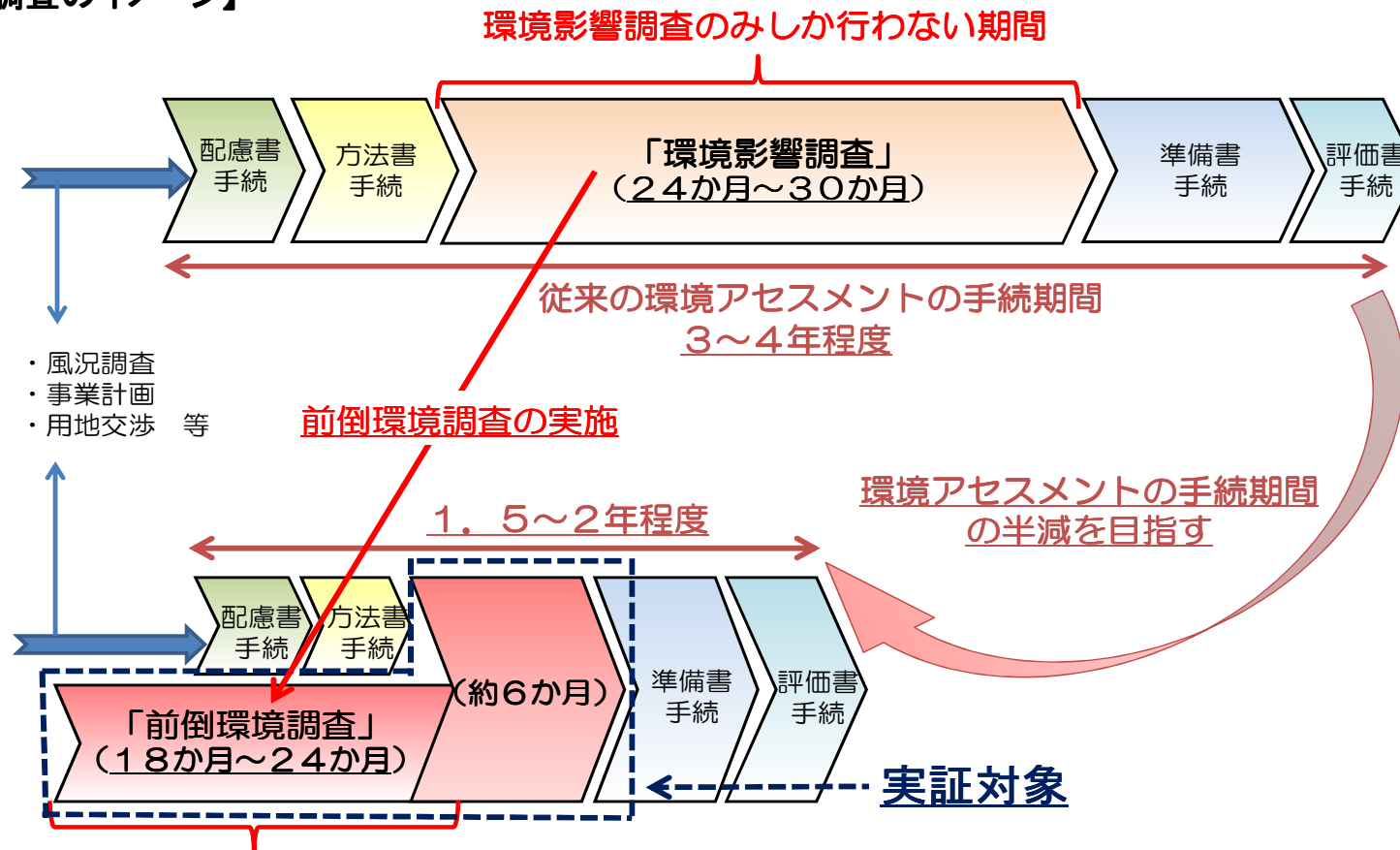
- ◆ 立地の制約が強い(風況・自然公園・森林・景観・バードストライク等)。
- ◆ 保安林・国有林や自然公園が有望な立地であるため、自然公園法、森林法の規制緩和が必要。
- ◆ 今後、立地条件が悪くなることが予想され、発電コストは遡増する見込み。
- ◆ 出力が不安定で電力系統上の制約があることや、適地が電力の需要家から離れており送電線の整備が必要となりうる。
- ◆ 騒音・低周波音、我が国固有の外部要因(複雑地形による乱流、台風、冬季雷等)等の課題。
- ◆ ブレードやギアボックスなど比較的成本の高いコンポーネントの故障率が高く、且つ平均停止時間が長いことが、低い稼働率の原因。耐久性向上等のコストダウン。
- ◆ 過去に設置された風車は状態監視システムなどが設置されておらず、高い稼働率を維持しつつ発電するには、膨大なメンテナンスコストが必要。コスト低減のため状態監視のインテリジェント化。
- ◆ 風車の落雷被害が減らない。耐雷被害の原因に対応した雷リスク軽減策の確立。

- ◆ 漁業の形態は様々で浮体式洋上風力発電の形式によっては、漁業関係者の理解を得がたいものもあるため、地域共存型の浮体式洋上風力発電の調査が必要。
- ◆ 日本のように深い海域では、洋上風況観測タワーのコストが高いため、安価な計測手法が求められる。
- ◆ ハブ高さでの洋上風況の実測データがない。また、実証事業でタワーを建てたととしても不足している。
- ◆ 離岸距離の大きさや外洋での気象・海象等を念頭に、浮体動揺下での作業性確保などを含め、安全性と経済性の両面から適切なメンテナンス手法が確立されていない。また、個々のパーツの耐食性、耐久性の向上が必要。
- ◆ 設置コストが高く、風力発電建設に必要な技術開発あるいはインフラ整備（SEP船等）が必要。

環境アセスメントの迅速化

- 風力・地熱発電の導入を加速化するため、3～4年程度を要する環境アセスメントの手続期間を半減することを目指すこととしている。
- その実現のため、国や自治体の審査期間を短縮するだけでなく、環境アセスメントの手続における環境影響調査を前倒し、他のプロセスと同時並行で進めること（前倒環境調査）が必要。
- 経済産業省では環境省と連携し、前倒環境調査を行う上での課題の特定・解決を図るための実証事業を、平成26年度から集中的に実施する予定。（平成26年度政府予算案20.0億円）

【前倒環境調査のイメージ】



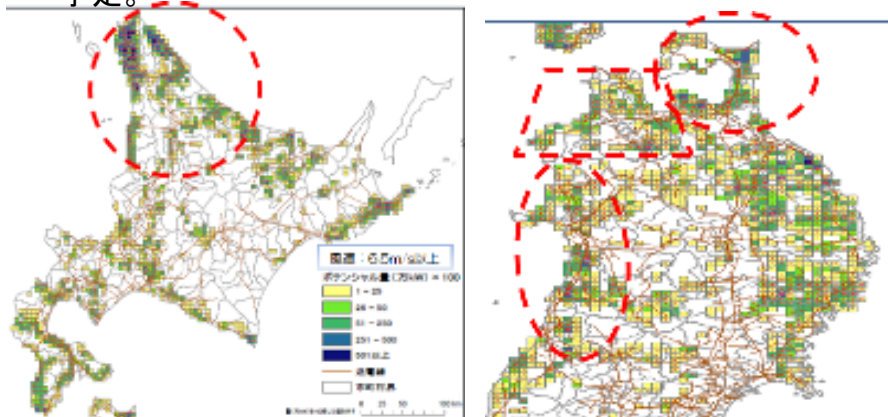
環境影響調査を前倒し、他のプロセスと同時並行で進める

地域内送電線の整備・増強

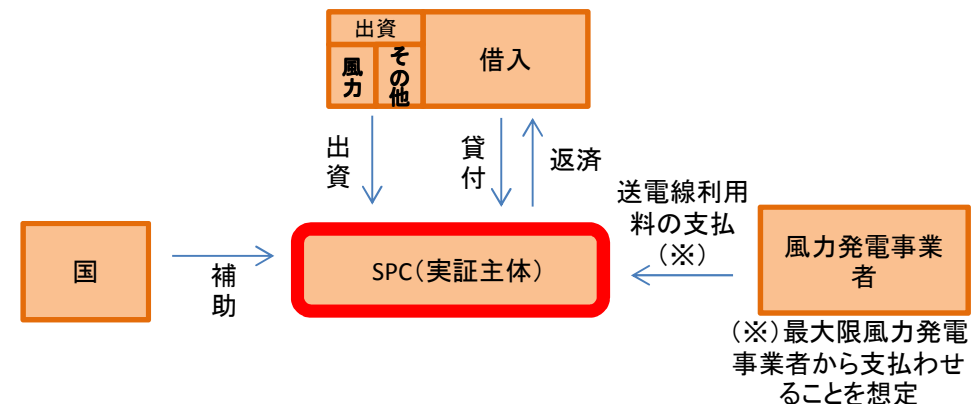
- 北海道・東北の北部地域といった風力最適地での風力発電事業を拡大するためには、脆弱な地域内送電線の整備・増強が不可欠。ただし、地域内の電力需給が既にバランスしている一般電気事業者にとって、これらの追加的送電線整備費用を全額負担することは事業上困難。他方、託送料金による回収も非現実的。
- このため、風況が良く、かつ送電線が脆弱な地域を「特定風力集中整備地区」と特定。プロジェクトファイナンスの成立性※に配慮し、風力発電事業者が過半を出資し、風力発電事業者からの送電線利用料により送電線整備・実証の投資回収を目指す特別目的会社（SPC）に限って、国がその整備・実証費用の一部を補助する制度を創設。
 （※）風力発電事業者が過半を出資し送電線敷設内容に決定権を持てば、①最も早く、②最も安く、③最も確実に使われる送電網が整備されることになるため、民間金融機関にとって、唯一、ファイナンスが安心して組める仕組みとの評価。
- 余剰利益が出た場合は、適切な収益納付を行うことを前提に、補助率は1/2と設定。ただし、風力専用送電線として全国に適用できる、低コスト化、系統安定化などの技術の開発・実証による技術課題の解決も条件。こうした技術の確立と併せ、民主導による送電インフラ整備のスキーム確立を目指す。

【特定風力集中整備地区での地域内送電線整備・技術実証】(平成26年度政府予算案150.5億円)

- ・北海道・東北の一部を特定風力集中整備地区と定め、送電線整備・技術実証を実施。平成25年度は北海道にて事業を開始するとともに、平成26年度は東北地域においても事業を開始予定。



- ・集中整備地区ごとに、風力関係の民間事業者が過半を出資するSPC（特別目的会社）を設立し、有料送電線を設置。
- ・費用の回収は電力料金ではなく、送電線の利用料金を風力発電事業者から徴収し、返済に充てる（「有料道路」的な考え方を送電線に導入）。



- 今年度新規に計上している北海道地域における送電網整備事業の補助対象事業者として、商社や再生可能エネルギー発電事業者などが出資する特定目的会社を2社採択（平成25年10月）。詳細な開発可能性調査を開始している段階であり、ルート選定など具体的な内容は今後調整。
- 同地域の風力発電の導入ポテンシャルは、最大で200万kW程度と見積もられている。

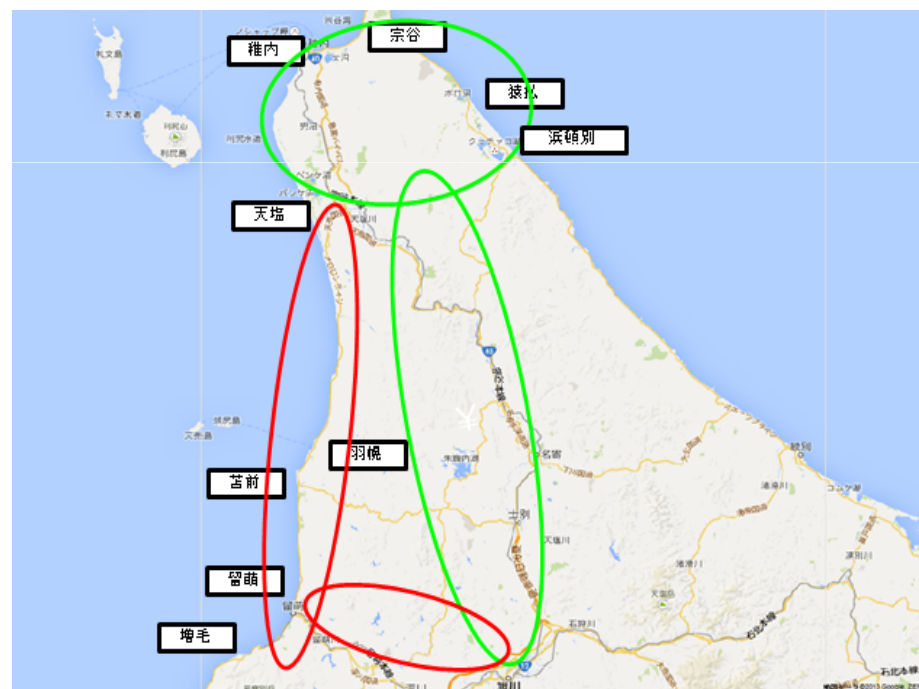
【採択事業者及び事業内容】

①日本送電株式会社

- 三井物産株式会社、丸紅株式会社、SBエナジー株式会社の出資による特定目的会社
- 増毛町から手塩川以南に至る日本海側ルートを想定
- 風力発電の導入ポテンシャルは30万～60万kW

②北海道北部風力送電株式会社

- 株式会社ユーラスエネルギーホールディングスの出資による特定目的会社
- 稚内・宗谷エリア、手塩川エリア及び猿払・浜頓別エリアに至るルート(道央-オホーツクルート)を想定
- 風力発電の導入ポテンシャルは最大で140万kW程度



— 日本海側ルート

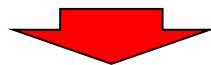
— 道央-オホーツクルート

北海道 稚内市：風力発電や送電網の整備支援①

- 日本最北端の稚内市は、古くから漁業の町として栄えてきたが、漁獲高の減少や高齢化・過疎化への危機意識から、再生可能エネルギーによる地域活性化に踏み出した。
- 年間平均風速7m/s、風速10m/sの日が1年に90日を超える稚内市では、現在7万7千kWの風力発電があり、これに平成27年運転開始予定の3万kWが加わると、市内消費電力量の115%に相当する電力を、市内の風力発電所が発電する見通し。
- 現在、(株)ユーラスエナジーHD等の出資による特別目的会社(SPC)と協力し、最大100万kW規模の風力発電開発と政府の支援を受けた基幹送電網の整備に取り組んでいるところ。

稚内市の主な取組

- 全国に先駆けて「**風力発電施設建設ガイドライン**」を制定し、風車と地域住民の共存を後押し。
- 地域38団体と95人の個人から成る**稚内新エネルギー研究会**を設立。
- 平成24年には**再生可能エネルギー推進稚内大会**を開催。北海道内外から530人が出席し、地域関係者の意識を喚起。また、毎年「環境・エネルギー展」を開催。
- NEDO事業で整備されたメガソーラー発電所(5MW)についても、**NAS電池を用いた研究を継続実施**。



- ✓ 市内消費電力の90%を再エネで発電
- ✓ 次世代エネルギーパークに認定(平成22年度)
- ✓ 全国から年間1,700人の視察客

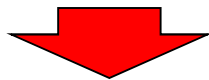


北海道 苫前町：風力発電や送電網の整備支援②

- 北海道の日本海北西部に位置する苫前町では、冬にかけ吹き荒れる浜からの強い風という「厄介者」を逆手に取り、「地域の大きな財産として活用できないか」との逆転の発想から、風力発電を地域住民ぐるみで推進。
- NEDO事業の結果、日本有数の風力適地であるという風況データが得られたことや、羽幌炭鉱用の6万6千Vの送電線が残されていたことから、大手民間企業による風力発電所が立地。合計42基が運転中。
- 現在、三井物産（株）、丸紅（株）、SBエナジー（株）等の出資によるSPCと協力し、日本海側で30～60万kW規模の風力発電開発と政府の支援を受けた基幹送電網の整備に取り組んでいるところ。

苫前町の主な取組

- **自治体直営としては最初の大型風力発電所（2,200kW）**を建設。
- 毎年夏に、町内最大の**観光イベントとして「風車まつり」**を実施。
- 風力発電推進市町村全国協議会の会長自治体として、**53市町村と連携**。
- 北海道日本海側の地元市町村や風力発電事業者を巻き込み、「オロロンライン地域の自然エネルギーを活用した地域活性化に関する研究会」も開催。



- ✓ 町が所有する風力発電所により年間約5千万円の収入
- ✓ 風車まつりには3,000人の来場客

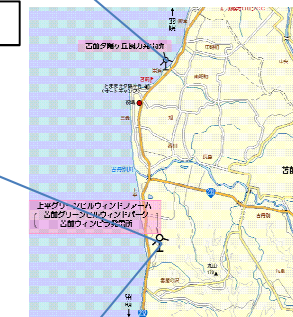
苫前夕陽ヶ丘風力発電所 2,200kW



苫前グリーンヒルウィンドパーク 20,000kW



苫前ウィンピラ発電所 30,600kW



苫前風車まつり チラシ



獲れたての生きたエビを山分けする恒例イベント

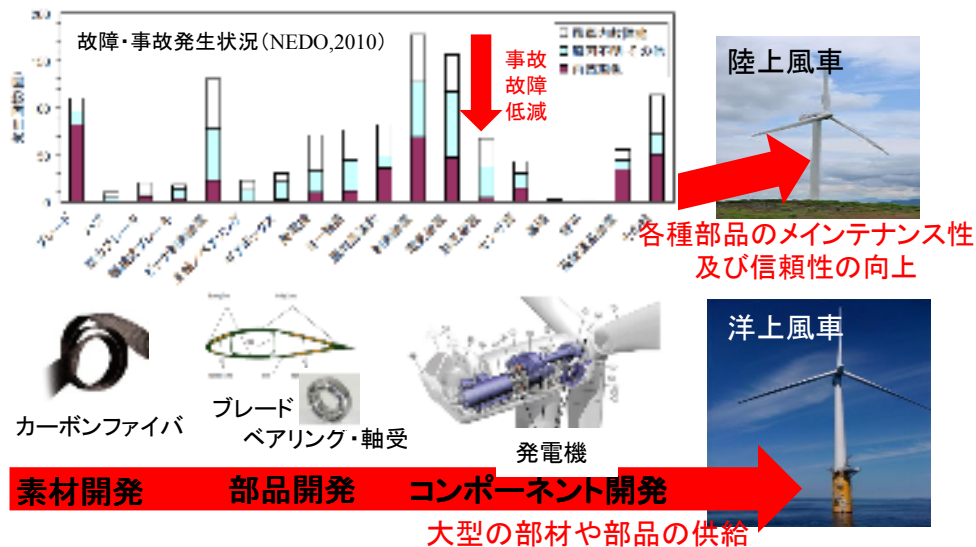
今後の技術開発の方向性

今後の技術開発の方向性

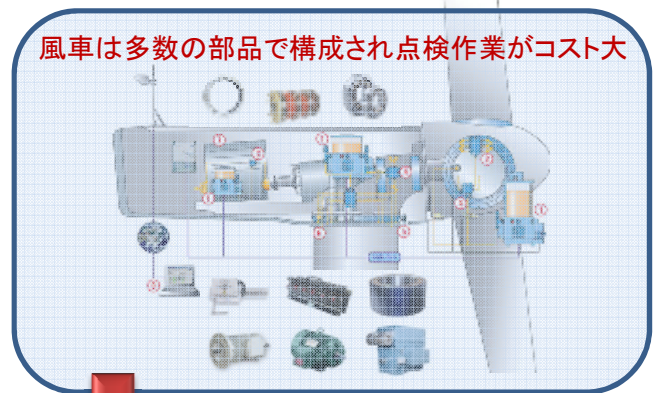
～風車高度実用化研究開発～

- 現在、風車の大型化が進んでいる中で、部材の強度、コストが厳しくなっており、今後洋上に展開する上で、その信頼性が課題となっている。
- 本研究開発では、風車の信頼性、設備利用率向上に資する風車部品・コンポーネントおよびメンテナンス手法の高信頼化・高効率化技術を確立するための研究開発を行う。
- これらを実施することにより、国内風車サプライチェーンが強化され、結果的に国内風車メーカーの国際競争力が強化されるとともに、故障頻度が低減し、設備利用率が向上することで、国内の風力発電の一層の普及を図る。

風車部品高度化実用化開発



風車のサプライチェーンを高度化し、「①既設の陸上風車の事故・故障の低減」、「②新設される洋上風車の大型化」を実現し、発電量の向上や発電コストの低減を図る。



スマートメンテナンス技術研究開発

様々な風車の健康状態を一覧化
→メンテナンスの高効率化・低コスト化

我が国の主要技術
(自動車の状態計測)
の風車版

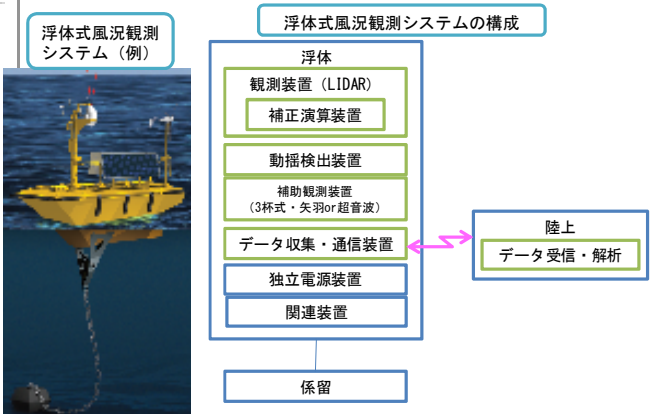
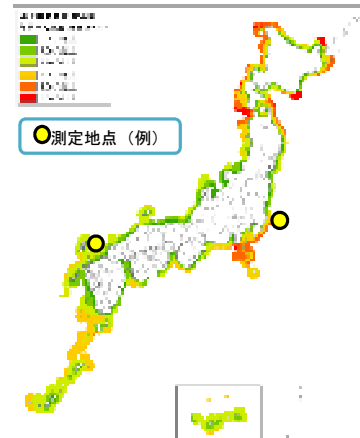
オイルセンサーによるギアボックスの劣化状況
通電センサーによる電装品のチェック...など

今後の技術開発の方向性

～洋上風力発電等技術研究開発新規プロジェクト～

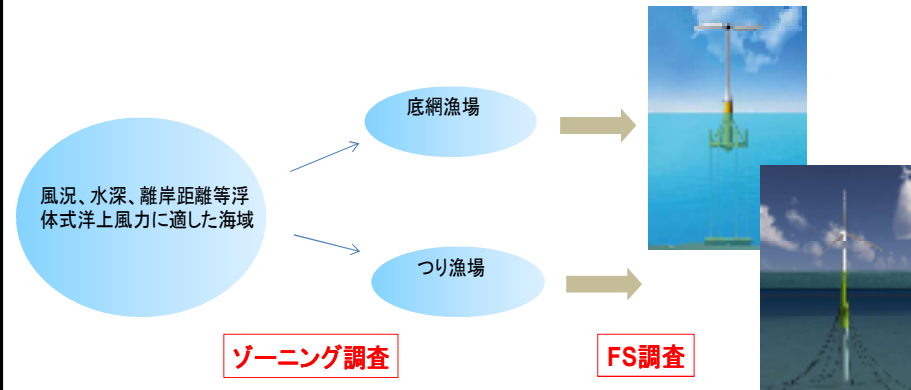
浮体式洋上風況観測技術開発

- 洋上風力発電は投資コストが高いため、洋上に風況観測タワーを設置し、2～3年間の風況を観測した上で、風車の選定や事業性の評価を行っている。
- 日本のように深海域が多い海域では、洋上風況観測タワーのコストが高く、安価で精度よく風況観測可能な浮体式風況観測が望まれている。
- 本事業では低動揺性の浮体と動揺補正機能を有するLIDARを開発し、3杯式風速計と同等の精度をもつ浮体式風況観測システムを実現する。



地域共存型浮体式洋上ウインドファームFS調査

- 広大な排他的経済水域を有するわが国にとって、沖合に展開できる浮体式洋上風力発電は、再生可能エネルギーのなかでも際立って大きな可能性を有している。一方で、わが国特有の自然・社会条件のなかで浮体式洋上風力発電を普及・発展させるためには、海域で漁業を営む漁業者との調整、合意形成は重要な課題である。
- しかしながら、漁業の形態は様々で浮体式洋上風力発電の形式によっては、漁業関係者の理解を得がたいものもあると思われる。
- 本事業では、漁業と浮体式洋上風力発電が共存可能な海域のゾーニングを行うとともに、それらの海域に適した洋上ウインド



着床式洋上ウインドファーム開発支援事業

- 我が国では、2012年度から風力発電の固定価格買取制度（以下、FIT）が開始されているが、洋上風力発電については、その実績がないことから、価格の設定がなされていない。一方、我が国において洋上風力発電の導入を促進するためには、風力発電事業者による大規模ウインドファームのみならず、地域に密接したあるいは漁業と協調した中～小規模なウインドファームの展開が必要である。
- 本事業では、将来、大～小規模の着床式洋上風力発電事業を計画している事業者を対象に、現在実施している洋上風力発電実証研究の成果や、昨年度実施した洋上風力発電FS調査の結果を活用し、洋上風力発電のシステム設計（実施設計）を実施し、将来的な洋上風力発電の導入につなげるとともに、洋上風力発電のFIT算定のためのデータとしての活用を図る。