



「風力発電等技術研究開発／  
①洋上風力発電等技術研究開発（i、iii、iv、v）」

事業評価分科会（前倒し事後評価）

# 概要説明

平成29年9月8日  
新エネルギー一部

## 1. 位置づけ・必要性

事業実施の背景(社会的背景)と事業の目的

政策的位置付け

NEDOが関与する意義

事業の目標

## 2. 事業の効率性

枠組み・実施計画

実施体制

事業費用

事業費用、実施の効果(費用対効果)

情勢変化への対応、見直し

## 3. 事業の有効性

全体目標と達成状況

各個別テーマごとの成果と意義

成果の普及

# 1. 位置づけ・必要性

## ◆ 事業実施の背景(社会的背景)と事業の目的

### 社会的背景

風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して、発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されているが、我が国の厳しい気象条件の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による、一層の発電コストの低減が求められている。

また、洋上風力発電の国内外の市場拡大をにらんで、産業競争力の強化が重要な課題となっている。

### 事業の目的

風力発電に係る上記の課題を克服すべく一層の低コスト化に資するイノベティブな技術開発を行うとともに、洋上風力発電の導入拡大に向け、洋上風力の設置、運転、保守に係る洋上風力発電導入ガイドラインなどを整備することにより、風力発電の導入拡大及び産業競争力の強化に資することを目的とする。

# 1. 位置づけ・必要性



## ◆ 政策的位置づけ

### 「新成長戦略」(平成22年6月閣議決定)

強みを生かす成長分野として、第一に環境・エネルギー分野があげられている。

- I. グリーン・イノベーションにおける国家戦略プロジェクト

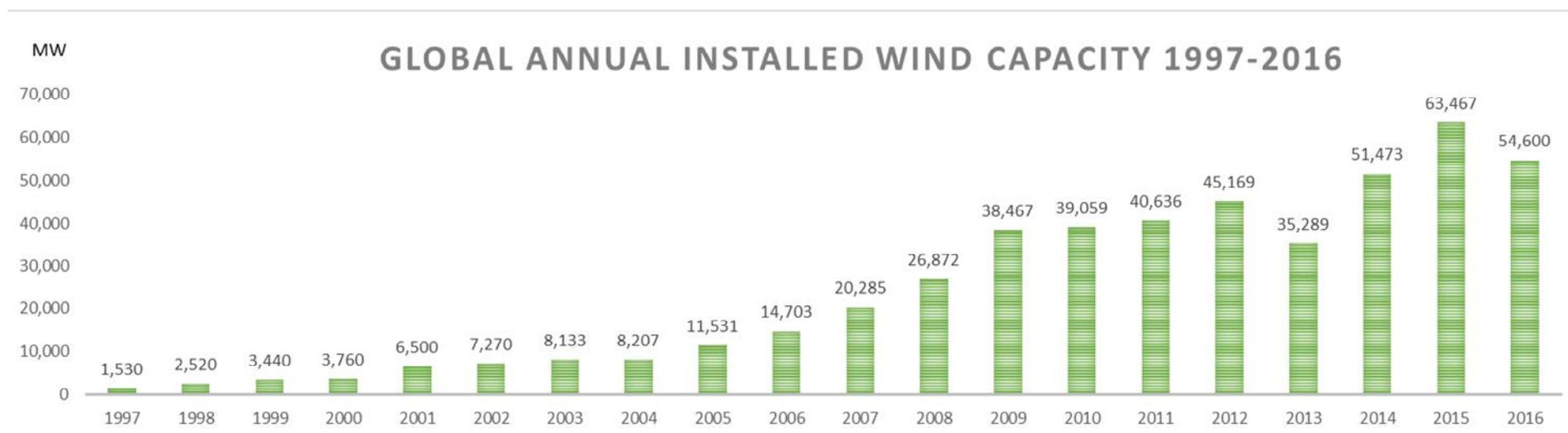
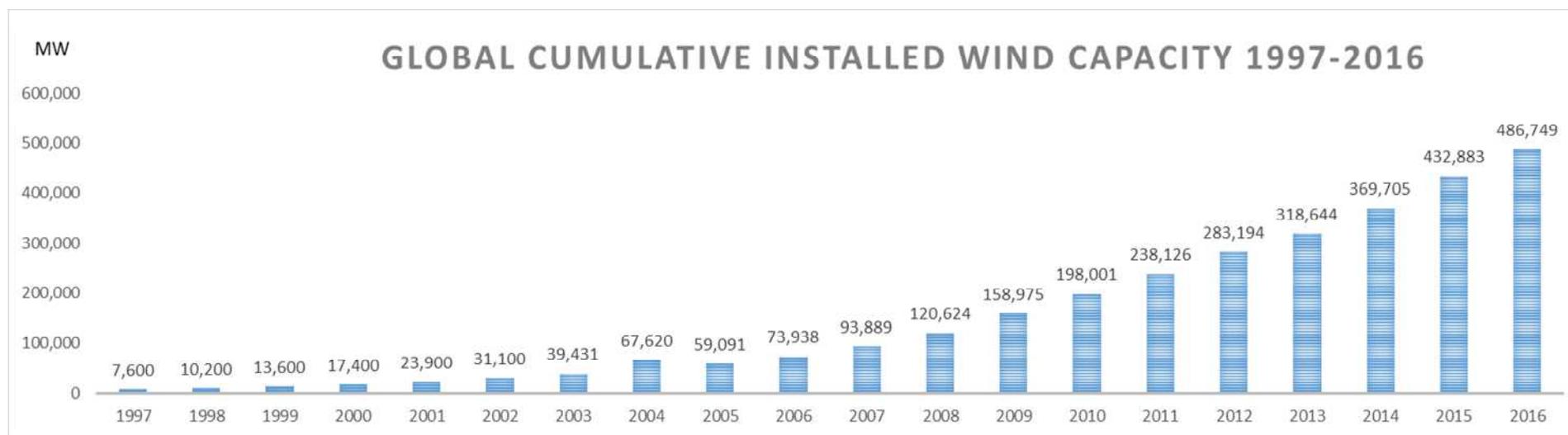
「公有水面の利用促進、漁業組合との連携等による洋上風力開発の推進等への道を開く」

### 「エネルギー基本計画」(平成26年4月閣議決定)

再生可能エネルギーの導入を最大限加速させるとともに、系統強化、規制の合理化、低コスト化等の研究開発を着実に進めることについて言及され、洋上風力発電の実証研究の推進及び固定価格買取制度の検討、技術開発や安全性・信頼性・経済性の評価、環境アセスメント手法の確立を行うことが盛り込まれている。

# 1. 位置づけ・必要性

## 世界における風力発電の導入状況



# 1. 位置づけ・必要性

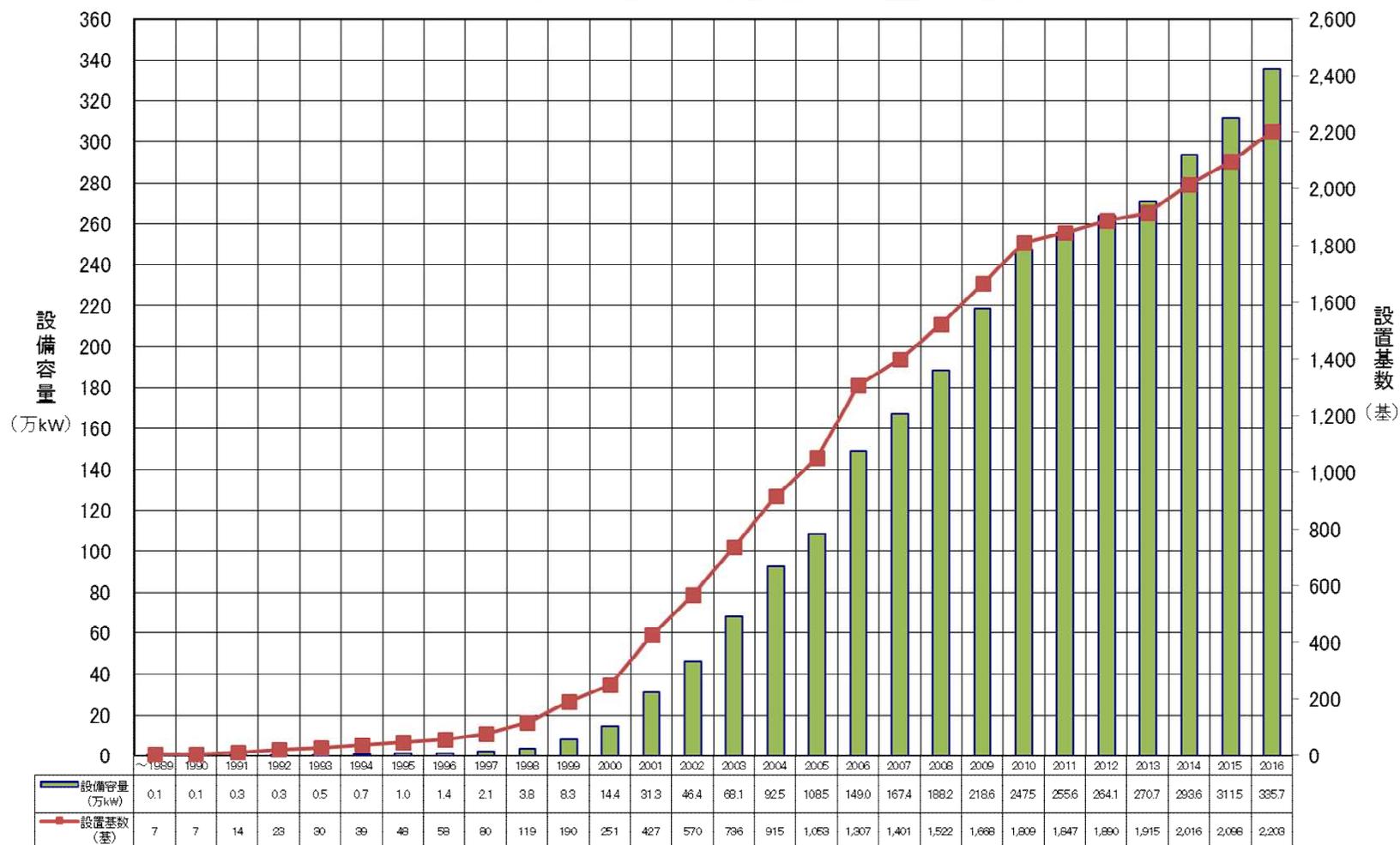


## 我が国における風力発電の導入状況

- ・2016年度末までの総設備容量は約**336万kW**、総設置基数は**2,203基**となっています。
- ・前年末と比べ、総設備容量は約24万kW増、総設置基数は105基増となっています。  
(当該年度内の廃止・撤去を含む)

日本における風力発電導入量の推移

国立研究開発法人  
新エネルギー・産業技術総合開発機構  
(2017年3月末現在)



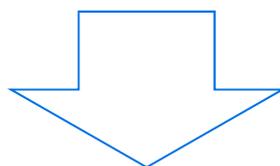
# 1. 位置づけ・必要性

## ◆ NEDOが関与する意義

洋上風力発電は、エネルギー基本計画(平成26年4月閣議決定)において、中長期的には、陸上風力の導入可能な適地が限定的な我が国において、洋上風力の導入拡大は不可欠とされている。

しかし、欧州等と比較して気象・海象条件の厳しい我が国において、洋上風力の導入事例は無く、施工、運転に加え、環境影響等の解決すべき課題が多くあり、洋上風力発電の実証研究の推進が重要である。

また、安全性・信頼性・経済性の評価や環境アセスメント手法の確立等のためには、民間企業だけでなく、大学、研究機関を含めた力を結集する必要がある。



**NEDOがこれらの技術開発を主導して実施すべき事業**

# 1. 位置づけ・必要性



## NEDO 第三期中期計画から抜粋

風力発電においても、低コスト化、環境アセスメント対応、出力安定化等様々な技術的課題を克服する必要がある。

- 洋上風力発電の国内外の市場の拡大をにらんだ、産業競争力の強化
  - ・洋上風力発電実証研究の成果として、設置、運転、保守に係るガイドブックの整備
  - ・浮体式洋上風況観測など洋上風力発電の周辺技術の開発
  - ・超大型洋上風車技術の確立に向けた要素技術やシステム技術の開発
  - ・洋上風力の立地促進(導入支援)に関する取り組み
- 風力発電の一層の低コスト化
  - ・風車部品やメンテナンス技術の高度化による、出力・信頼性・稼働率の向上
- 風力発電の導入拡大
  - ・環境アセスメント対応の円滑化に貢献する課題の克服

# 1. 位置づけ・必要性



- i) 洋上風況観測システム実証研究(平成21年度～29年度)
- iii) 洋上風力発電システム実証研究(平成22年度～29年度)
  - 我が国の気象・海象条件に適した洋上風況観測・洋上風力発電システム技術を確立する。
  - 実海域で洋上風況観測・洋上風力発電システムの実証研究を行い、運転・保守を実施し、技術課題等の検討を行い、洋上風力発電導入に関するガイドブックとしてとりまとめる。
  
- iv) 洋上風況観測技術開発(平成25年度～27年度)
  - 実海域で風況実測を行い、洋上風況観測技術を確立する。
  
- v) 超大型風力発電システム技術研究開発(平成23年度～26年度)
  - 市場ニーズに対応した、革新的な超大型風力発電システムの技術を確立する。

## 2. 事業の効率性

### ◆ 枠組み・実施計画

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
i) 洋上風況観測システム実証研究	銚子沖								
	北九州市沖								
	環境影響評価手法の確立等								
							洋上風況マップ		
iii) 洋上風力発電システム実証研究	銚子沖								
							北九州市沖		
							低コスト施工技術調査研究		
iv) 洋上風況観測技術開発									
v) 超大型風力発電システム技術研究開発									

▲  
(前倒し)事後評価

## 2. 事業の効率性



### i) 洋上風況観測システム実証研究（平成21年度～平成29年度）【委託】

平成20年度に実施したFSの結果を踏まえ、実証研究の詳細仕様を決定し、実際に洋上に風況観測装置を設置して海上風・波浪・海潮流等のデータ収集・解析し、我が国特有の気象・海象特性や年変動を把握する。更に、洋上風等のシミュレーションの高度化や波浪等のデータから我が国に適した、技術の検証を行う。

環境影響評価については、生態系への影響を詳細に評価するための長期的なモニタリングを実施し、洋上における環境影響評価手法の事例として取りまとめる。

実証研究により得られた成果をもとに、着床式洋上風力発電導入に関するガイドブックを作成する。

#### 【最終目標】

実証研究により、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システムの技術を確立する。

## 2. 事業の効率性



### iii) 洋上風力発電システム実証研究（平成22年度～平成29年度）【共同研究・委託】

国内で初めて、沖合洋上において風車実機を設置し、洋上風力発電システムの経済性・信頼性評価等を行い、その成果について早急に国内展開を図るものである。具体的な内容としては以下の通り。

FSの結果を踏まえ、実証研究の詳細仕様を決定し、実際に洋上に風力発電機を設置して、設計・施工の妥当性、洋上風車の性能を評価するとともに、洋上遠隔監視技術及びO&M技術を確立する。また、洋上風況観測システム実証研究と協調しながら、生態系への影響を詳細に評価するための長期モニタリングを実施して、洋上における環境影響評価手法の事例のとりまとめに資する。さらに洋上風力発電の施工技術に関する調査研究を行い、低コスト化に資する施工技術を評価する。

#### 【最終目標】

実証研究により、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システムの技術を確立する。

## 2. 事業の効率性



### iv) 洋上風況観測技術開発(平成25年度～平成27年度)【共同研究】

洋上風況を安価でかつ精度よく観測可能な風況観測システムを開発するものである。具体的には簡易に設置可能なブイや浮体等と動揺補正機能を持つリモートセンシング技術等を組み合わせることにより、着床式の洋上風況観測タワーと同程度の観測精度を有する洋上風況観測技術を確立する。

#### 【最終目標】

実海域で風況観測を行い、洋上風況観測システムの技術を確立する。

## 2. 事業の効率性



### v) 超大型風力発電システム技術研究開発(平成23年度～平成26年度)【助成】

洋上風力市場のニーズが高い、海外メーカーが未だ実現していない5MWクラス以上の風車を実現するために、コスト競争力の高い、革新的なドライブトレイン、長翼ブレード、及びメンテナンス性を向上させる先進的な遠隔監視技術を有した風車の開発を推進するものである。

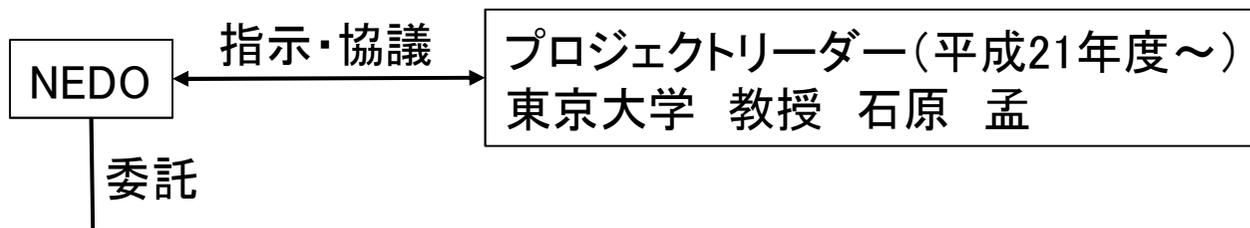
#### 【最終目標】

市場ニーズに対応した、革新的な超大型風力発電システム技術を確立する。

## 2. 事業の効率性



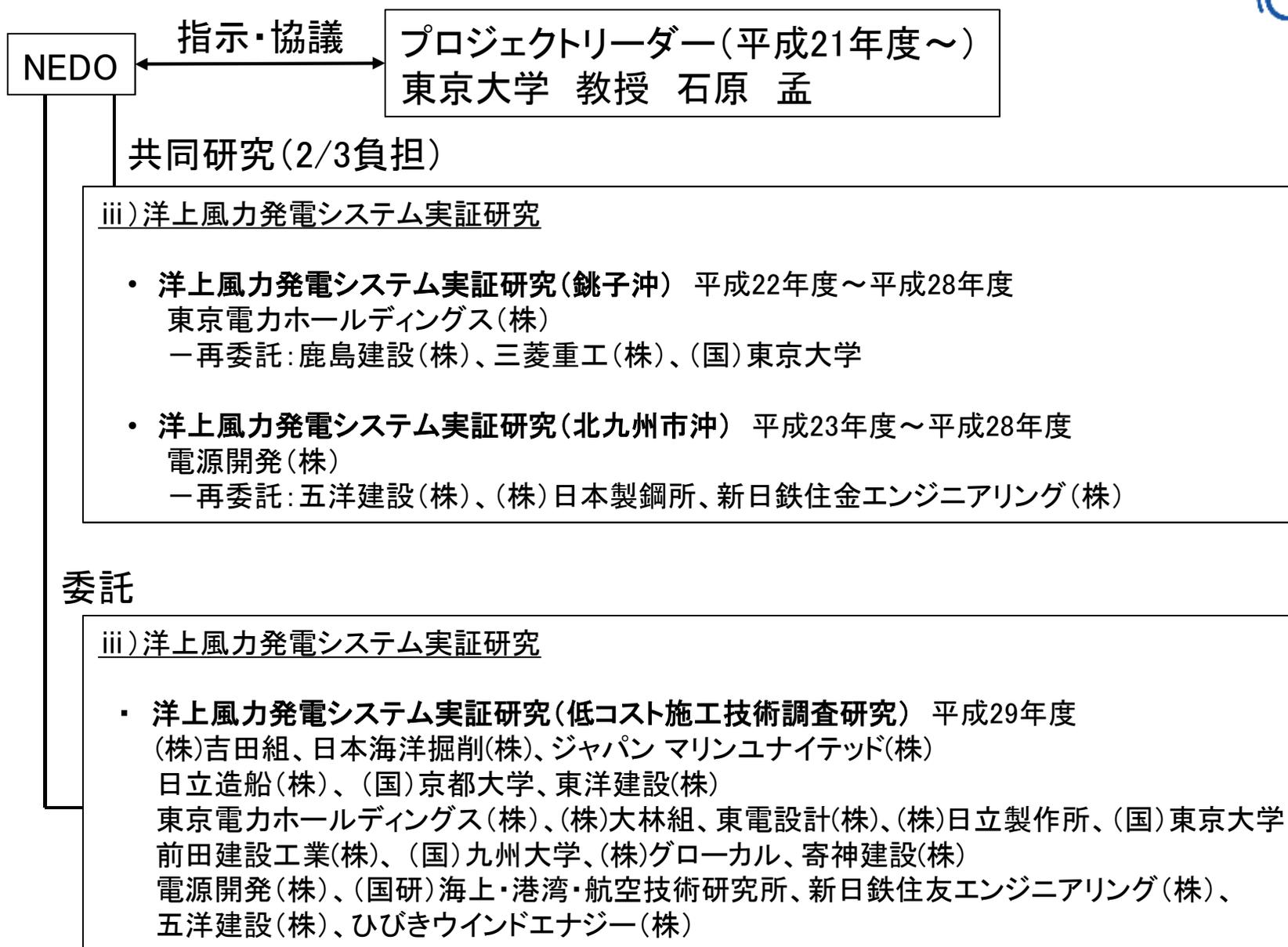
### ◆ 実施体制



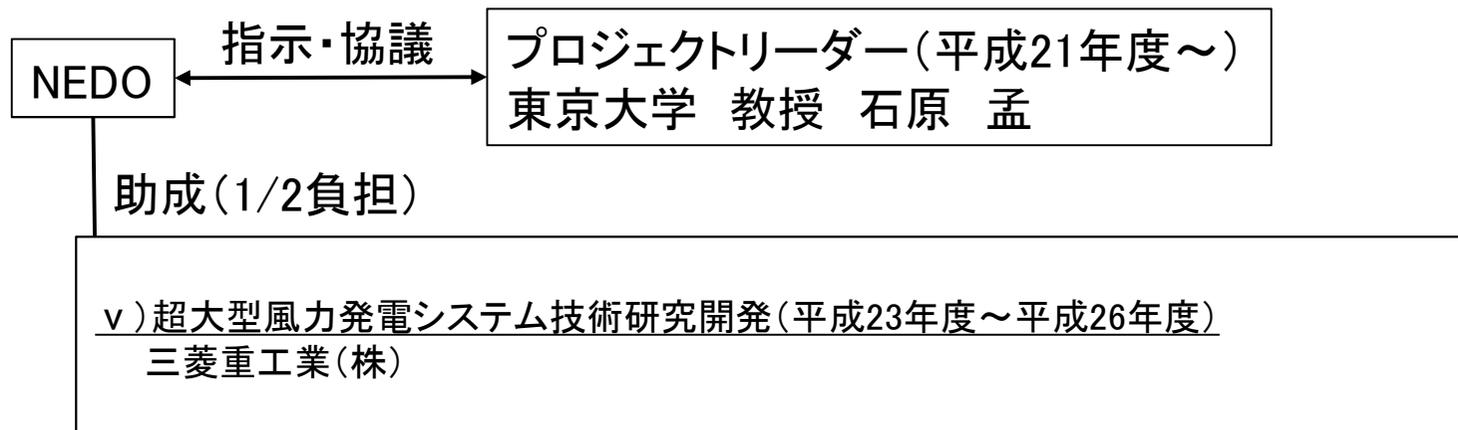
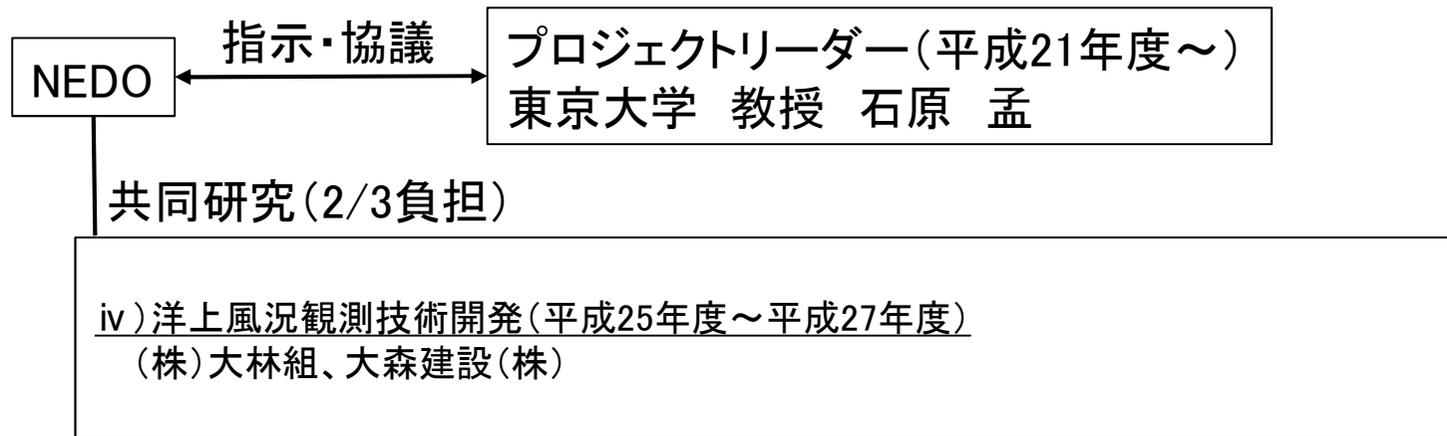
#### i) 洋上風況観測システム実証研究

- 洋上風況観測システム実証研究(銚子沖) 平成21年度～平成28年度  
東京電力ホールディングス(株)、(国)東京大学
- 洋上風況観測システム実証研究(北九州市沖) 平成21年度～平成28年度  
電源開発(株)、伊藤忠テクノソリューションズ(株)、(国研)海上・港湾・航空技術研究所
- 洋上風況観測システム実証研究(環境影響評価手法の確立等) 平成21年度～平成28年度  
イー・アンド・イーソリューションズ(株)、海洋エンジニアリング(株)
- 洋上風況観測システム実証研究(洋上風況マップ) 平成27年度～平成29年度  
(国)神戸大学、(国研)産業技術総合研究所、アジア航測(株)、(株)風力エネルギー研究所  
—再委託:(国研)海上・港湾・航空技術研究所、(株)フグロジャパン

## 2. 事業の効率性



## 2. 事業の効率性



## 2. 事業の効率性



### ◆ 事業費用、実施の効果(費用対効果)

事業予算(平成21年度～平成29年度)

	平成21年度～ 平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
予算	194億円	79億円	75億円	63億円

注) 洋上風力発電等技術研究開発事業全体の予算

### 市場の効果

- ・着床式洋上ウインドファーム開発支援事業の平成32年(2020)時点の導入計画量57万kW
- ・平成28年度調達価格算定委員会資料から洋上風力の資本費を56.5万円/kWとして算出

$57\text{万kW} \times 56.5\text{万円} = 3,220\text{億円の市場規模を創出}$

## 2. 事業の効率性



### ◆ 情勢変化への対応、見直し

- 洋上風況観測システム実証研究(銚子沖、北九州沖)
- 洋上風力発電システム実証研究(銚子沖、北九州沖)  
平成26年度に実証期間を2年間延長する変更を実施  
→ 洋上風力発電システムの技術等の確立に向け、  
洋上における維持・メンテナンス手法の実証を追加して実施するため。
- 洋上風況観測システム実証研究(洋上風況マップ)  
平成28年度に、事業期間を1年間延長する変更を実施  
→ 平成29年3月に公開した全国版洋上風況マップへ、制約情報の追加を検討するため。

そのほか、他事業においても社会情勢の変化や技術開発状況等を考慮して変更を実施している。

### 3. 事業の有効性

#### ◆ 全体目標と達成状況

最終目標	達成状況	内容
<ul style="list-style-type: none"><li>洋上風況観測・洋上風力発電システムの実証研究においては、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システムの技術を確立する。</li><li>洋上風況観測技術開発においては、実海域での風況実測を行い、洋上風況観測システムの技術を確立する。</li><li>超大型風力発電システム技術研究開発においては、市場ニーズに対応した、革新的な超大型風力発電システムの技術を確立する。</li></ul>	○	<ul style="list-style-type: none"><li>実証試験の成果を含む「着床式洋上風力発電導入ガイドブック」を作成</li><li>環境影響についても、「着床式洋上風力発電の環境影響評価手法に関する基礎資料」を作成</li><li>浮体ライダーと風況観測タワー（秋田、北九州）との相対誤差5%未満を達成</li><li>世界初の油圧ドライブトレインを搭載した7MW風車を開発</li></ul>

### 3. 事業の有効性

#### ◆ 各個別テーマごとの成果と意義

##### i) 洋上風況観測システム実証研究

- 洋上風況観測システム実証研究(銚子沖・北九州市沖)
- 洋上風況観測システム実証研究(環境影響評価手法の確立等)

##### iii) 洋上風力発電システム実証研究

- 洋上風力発電システム実証研究(銚子沖・北九州市沖)

#### ● 事業概要

平成20年度実証試験候補海域において、FS調査を行い実証研究の実現可能性について評価を実施する。平成21年度より洋上気象・海象の観測と予測、洋上風況観測タワーの詳細設計、製作、設置、運転、保守、環境影響評価調査の実施の上、平成22年度より風車の詳細設計、製作、設置、運転、保守、洋上風車の安全性・信頼性・経済性を検証する。

着床式洋上風力発電に係わる環境影響評価の円滑化及び導入促進のため、環境影響評価手法に関する基礎資料、及び実海域での洋上風況観測・洋上風力発電システムの運転・保守を実施し、成果をとりまとめた着床式洋上風力発電導入ガイドブックを作成する。



銚子沖洋上風力発電



北九州市沖洋上風力発電



銚子沖で運用したアクセス船

### 3. 事業の有効性



#### i) 洋上風況観測システム実証研究

- 洋上風況観測システム実証研究(銚子沖・北九州市沖)
- 洋上風況観測システム実証研究(環境影響評価手法の確立等)

#### iii) 洋上風力発電システム実証研究

- 洋上風力発電システム実証研究(銚子沖・北九州市沖)

- 国内初となる沖合における洋上風力発電を銚子沖と北九州市沖において実証、風向・風速等の風況観測データ、有義波高・流速等の海象観測データ、及び発電量・設備利用率の風車観測データを取得。平成28年3月に銚子沖・北九州市沖で得られた観測データを公開。
- 実証研究で得られたコストデータを整理し、洋上風力の調達価格算定の基礎データとして活用。
- 平成27年9月に「着床式洋上風力発電導入ガイドブック」及び「着床式洋上風力発電の環境影響評価手法に関する基礎資料」の第1版を公開。最終版では運転開始後(銚子沖・北九州市沖)で得られた実証研究の成果及び海外の知見を反映させ、平成29年度に公開予定。

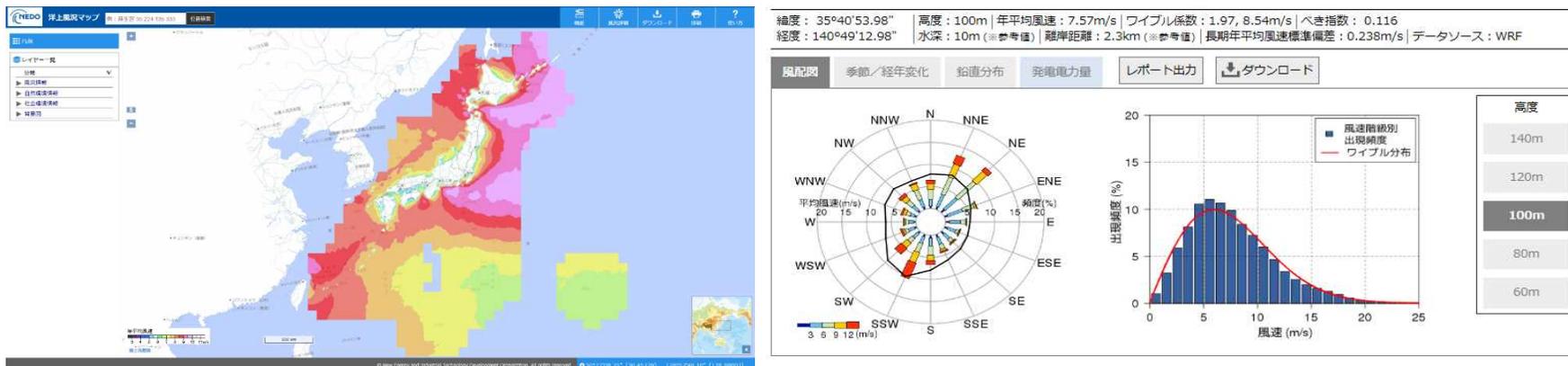
### 3. 事業の有効性

#### i) 洋上風況観測システム実証研究

- ・ 洋上風況観測システム実証研究(洋上風況マップ)

#### ● 事業概要

高精度の数値シミュレーションから得られる風況情報に加えて、水深、海底地質等の環境情報、港湾区域、航路等の社会環境情報等、洋上風力発電を計画する上で必要な種々の情報を国内で初めて一元化し、海域の選定など洋上風力発電の開発に有効なツールとして活用される「洋上風況マップ」を作成する。



洋上風況マップ

- 洋上風況シミュレーションによる精度は風況観測タワーの観測値を用いて検証し、年平均風速の相対誤差±5%以内を達成。平成29年3月23日に記者発表を行い全国版を公開。

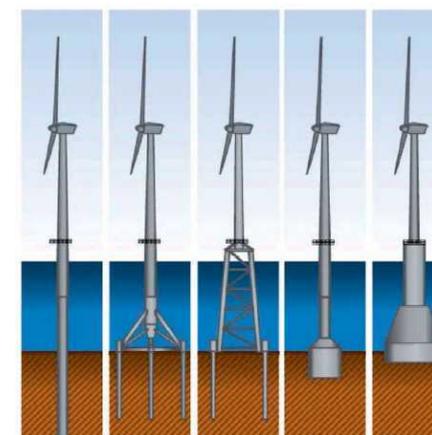
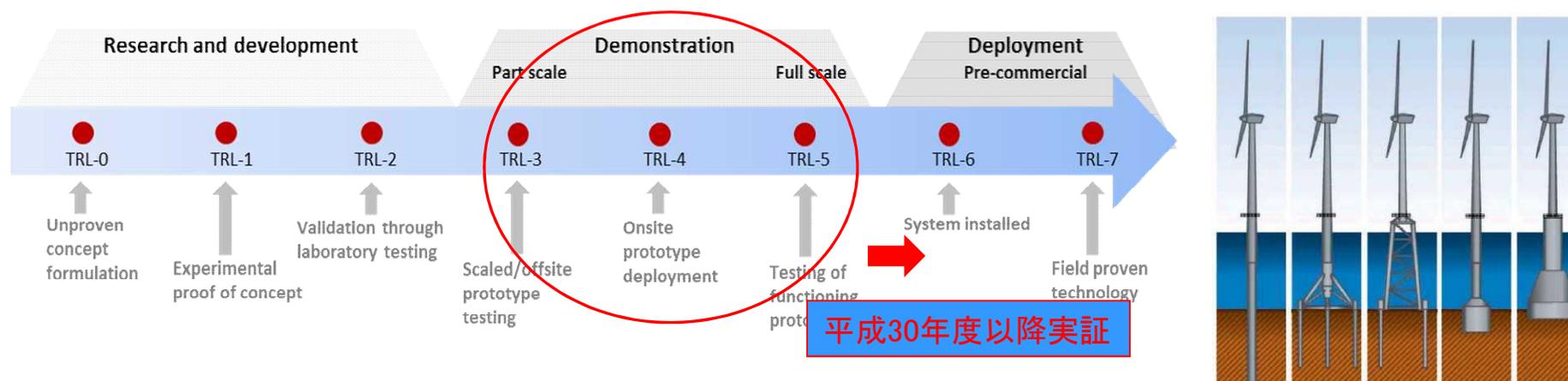
### 3. 事業の有効性

#### iii) 洋上風力発電システム実証研究

- ・ 洋上風力発電システム実証研究(低コスト施工技術調査研究)

#### ● 事業概要

洋上風力発電システムの低コスト化に資する、先進的な基礎構造や建設技術等に係わる調査研究を実施する。我が国の海底地形・地盤に適した基礎構造(タワー)、洋上での工期を短縮できる洋上施工技術や撤去工法、効率的な洋上風況・海底地盤調査技術等について研究開発を行う。



着床式洋上風力基礎の比較

研究開発～商用化までの段階的フェーズ(TRL: Technology Readiness Level)

- ◆ R&Dから実証研究に移行している技術を対象
- ◆ 欧州の技術をベースに日本の得意とする技術を加えることによって更なる低コスト化を目指す

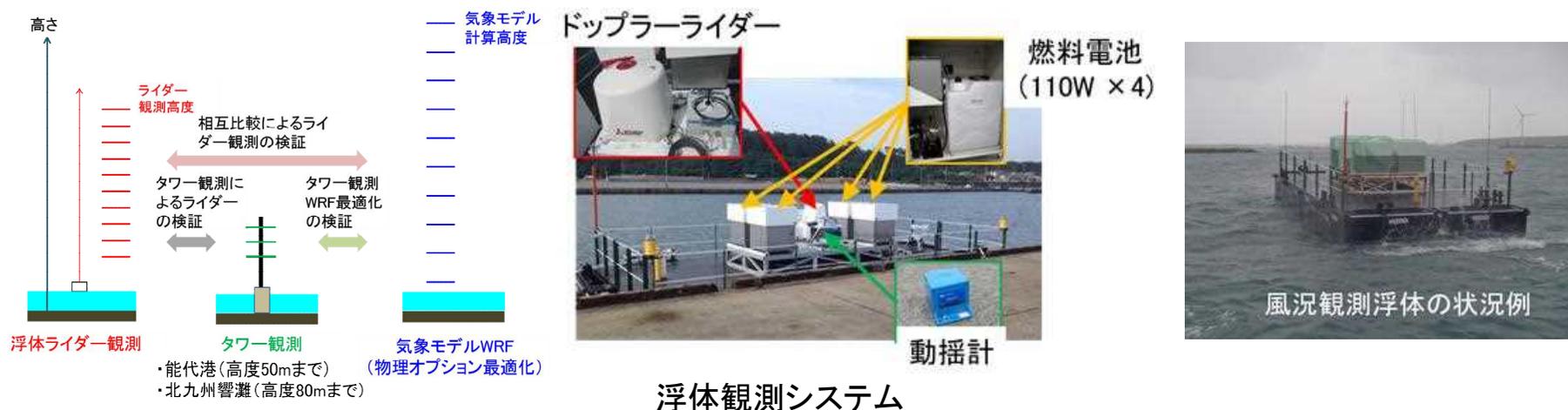
➤ 平成29年度に低コスト化に資する技術開発の調査研究を行い、平成30年度以降に低コスト洋上風力の実証事業を実施する予定。

### 3. 事業の有効性

#### iv) 洋上風況観測技術開発

##### ● 事業概要

簡易に設置可能なブイや浮体等と動揺補正機能を持つリモートセンシング技術等を組み合わせることにより、着床式の洋上風況観測タワーと同程度の観測精度を有する洋上風況観測技術を確立し、洋上風況を安価でかつ精度よく観測可能な風況観測システムを開発する。



- 浮体ライダーと風況観測タワー(秋田、北九州)との相対誤差5%未満を達成。
- 本浮体観測システムの費用(設置、1年間の保守管理、撤去含む)は約0.6億円であり、安価に実現した。(参考:欧米の洋上観測システムは約1.1~1.2百万ユーロ)

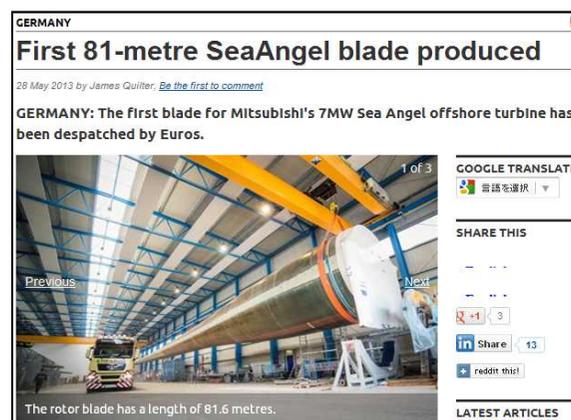
### 3. 事業の有効性

#### v) 超大型風力発電システム技術研究開発

##### ● 事業概要

洋上風力市場のニーズが高い5MWクラス以上の風車を実現するために、革新的なドライブトレイン、長翼化ブレード、及びメンテナンス性を向上させる先進的な遠隔監視技術を有した風車の開発を実施する。

仕様項目	MWT100	MWT100H	MWT167
出力	2.4MW	1.5MW	7MW
ロータ径	100m	←	167m
回転数	15rpm	←	10.3rpm
翼	48.5m	←	81.6m
ピッチ制御	油圧式	←	電動式
ハブ高さ	70m	←	110m
風車クラス	Class II 相当	←	Class S
ドライブトレイン	ギアドライブ	油圧ドライブ	油圧ドライブ
発電システム	DFIG※1	EMSG※2	EMSG
電圧/周波数	690V/50Hz	6.6kV/50Hz	6.6kV/50Hz



- 世界初の革新的なドライブトレインである油圧ドライブを搭載した油圧ドライブ風車を開発、工場試験にて定格出力を確認。
- GFRPとCFRPを組み合わせ世界最長翼のロータ径167mのブレードを開発、強度試験等を実施し、耐久性を確認。
- 油圧ドライブ監視装置、CMS等による遠隔監視を実施。
- 7MW風車を組立、設置し、計画したロータ制御(起動、目標回転数での運転、停止)を完了。

### 3. 事業の有効性



#### ◆ 成果の普及

i)、iii)の銚子沖、北九州沖については、実証試験開始時にプレスリリース等を実施

#### News Release

国内初「沖合洋上風力発電」が本格実証運転を  
—銚子市沖でNEDO・東電共同プロジェクト—

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術

NEDOと東京電力が共同で千葉県銚子市の沖合約3kmの海域に設置した、国内初の洋上風力発電設備(2,400kW)<sup>\*1</sup>の完成とともに、本日、運転開始式を行い本格的な実証運転を開始しました。この設備は部分を海底に固定した着床式で、沖合に設置するのは国内で初めてです。実際に洋上風車で発電した電気を送電することで、風車の信頼性や継続的に発電を行うために不可欠なメンテナンス技術など、沖合洋上風力発電の普及に必要な技術の確立を目指します。

NEDOの洋上風力発電等技術研究開発では、日本海側でも実証研究を予定しており、福岡県北九州市の海域で洋上風力発電施設(同2,000kW)の建設を進めています。



銚子沖 実証海域略図



洋上風車(左)、洋上風況観測タワー

#### 銚子沖の洋上風力発電設備、実証運転スタート

2013年3月5日

NEDOは、3月4日、千葉県銚子市で国内初の「沖合洋上風力発電実証研究設備」の運転開始式を行いました。冒頭、NEDO古川理事長が「我が国における洋上ウインドファームの実現や普及・拡大の基盤整備を進め、国内外へ成果を発信していきたい」と挨拶。起動式では、ボタンが押されると風車がゆっくりと回り始め、本格実証運転がスタートしました。



挨拶する古川理事長



風車の起動式



運転を開始した洋上風車と観測タワー

#### 運転中の風車の様子(動画)

※音声が出ますのでご注意ください。

[動画1\(再生時間:17秒\)](#)

[動画2\(再生時間:19秒\)](#)

### 3. 事業の有効性



NEDOホームページにて、銚子沖、北九州沖のデータや設置工事時の写真などを公開

The screenshot shows the NEDO website interface. At the top left is the NEDO logo and the text "国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構". To the right are social media icons for Twitter, Facebook (with 320 likes), Google+, and YouTube (with 6 videos). The main banner features a large image of a wind turbine and a construction rig, with the headline "国内初! 沖合における 洋上風力発電への挑戦" and the subtitle "～プロジェクト現場レポート～". Below the banner is a navigation menu with items: ホーム, プロジェクト背景, プロジェクト概要, 風車の構造, 洋上作業工程, 現場レポート, フォトギャラリー, お問い合わせ, 参考資料.

**2016年3月23日**  
銚子沖・北九州市沖の風況・海象観測データを公開しました

**2015年9月11日**  
着床式洋上風力に関する導入ガイドブック（第一版）および環境影響評価手法の基礎資料（第一版）を作成

**2013年12月27日**  
「再生可能エネルギー技術白書」改訂版発表と「新エネルギー成果報告会」開催レポート掲載！

テキストサイズ  小  中  大

洋上風力発電プロジェクトリーダー  
東京大学大学院 教授  
**石原 孟インタビュー**

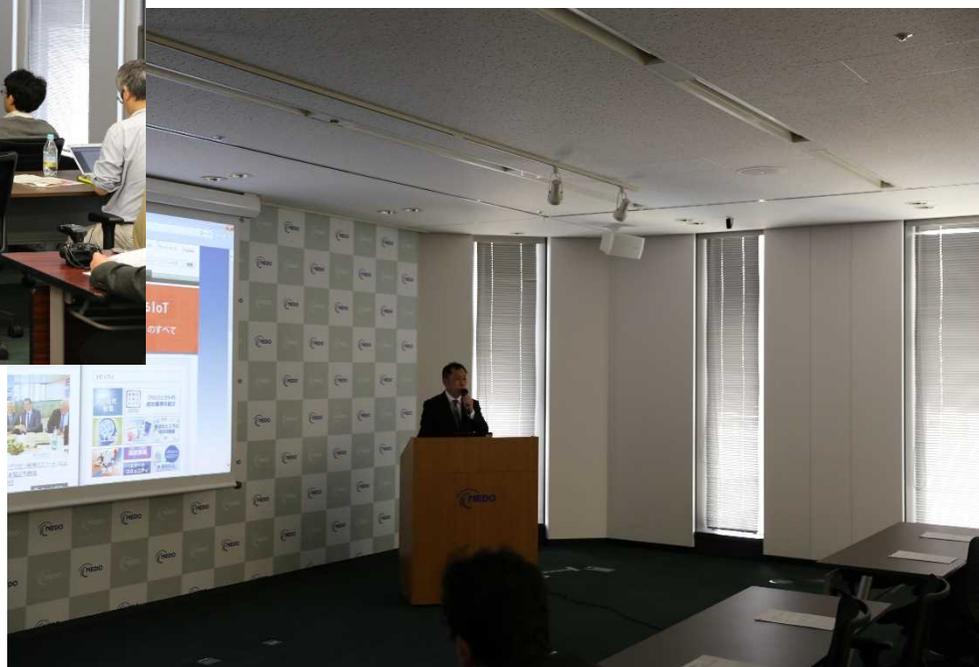
未来を拓く洋上風力発電プロジェクト  
NEDO 新エネルギー部 伊藤正治

### 3. 事業の有効性



2017年3月23日に全国版の洋上風況マップが完成したことを受け記者会見を実施。

日本経済新聞、読売新聞、朝日新聞、産経新聞、共同通信社等多数のメディアが参加



### 3. 事業の有効性



- ・ 毎年度成果報告会を開催。前年度までの成果を広く共有

「平成29年度NEDO新エネルギー成果報告会



第12回 再生可能エネルギー世界展示会

RENEWABLE ENERGY 2017

www.renewableenergy.jp

情報を更新しました

平成29年8月23日

風力発電分野、海洋エネルギー分野、燃料電池分野・水素分野(9月20日)のプログラムを差し替えました。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)では、燃料電池分野、水素分野、風力発電分野、海洋エネルギー分野、バイオマス分野、熱利用分野、太陽光発電分野における事業の課題や進捗と成果を広く共有することを目的として、成果報告会を開催いたします。

4日間にわたり分野ごとに口頭発表及びポスター展示を行います。

#### 日時

	日	時間	分野
1日目	平成29年9月19日(火)	9時30分～18時00分	燃料電池分野・水素分野
2日目	平成29年9月20日(水)	9時30分～18時00分	燃料電池分野・水素分野
3日目	平成29年9月21日(木)	9時25分～17時20分	風力発電分野
		9時35分～16時10分	海洋エネルギー分野
		9時25分～17時30分	太陽光発電分野

### 3. 事業の有効性



	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	計
論文(査読付き)	0	2	2	8	13	16	5	9	0	55
研究発表・講演	0	9	5	22	53	35	29	25	9	187
受賞実績	0	0	0	0	1	2	1	0	0	4
新聞・雑誌等への掲載	0	1	4	22	15	11	3	2	1	59
展示会への出典	0	0	0	1	3	1	1	2	0	8

計 313

※2017年8月末現在

ご清聴ありがとうございました。