

『再生可能エネルギーの新たな可能性を探る』
主催:新エネルギー導入促進協議会
日時:1月16日(金) 13:10-16:00
場所:高知市内 高新文化ホール

海洋再生エネルギーの産業化促進課題 ----今や、漁業者が最大の応援団----

木下 健

海洋エネルギー資源利用推進機構(OEAJ)会長

東京大学名誉教授

日本大学理工学部海洋建築工学科特任教授

海洋エネルギー資源利用推進機構(OEAJ)

設立:平成20年3月

設立趣意:人類が直面しているエネルギー問題と地球環境問題を一体的に解決する方策・手段を確立するため、地球の表面積の2/3を占める海洋の利用を柱として、海洋エネルギー資源利用を推進し、産学官の協力により、持続可能な発展を目指す社会の構築を目的とし、活動を行います。

(洋上風力、波力、海流・潮流・潮汐、海洋温度差、生物環境)

会員:法人 62社(大手重工工業、ベンチャー企業、銀行、投資家会社など)
個人 196名(民間、大学、研究者、行政関係者、一般市民など)

主な活動:海洋エネルギー資源フォーラム(毎年)
情報交換、情報発信、国際的連携、
実証的研究開発の推進
実証試験海域の設置を目指す、など

再生エネルギーは地域再生と関係が深い！



- 各人自身の参加の積み重ね
- 箱物の設計よりコミュニケーションのデザイン
プライドの共有 (to share **CIVIC PRIDE**)
- 時代のキーワードは“安全”と“環境”
- 海洋エネルギーは絶好のテーマ！
- 漁師さんとの共同作業は
頭痛の種どころか素晴らしいチャンスです！

目次

1. 何故、わが国で再生エネルギーか？海洋エネルギーか？
2. 日本、欧州の現状
3. 日本で海洋再生可能エネルギーの先兵となるべき洋上風力発電の産業化は可能か？
4. 産業化に向けての提言
5. 英国でのOFFSHORE WIND ACCELARATORの内容
6. 産業化のための我が国の課題
7. 諸外国の取り組み
8. 海の新しい産業を漁業者と手を携えて
8. 我が国の企業、大学、研究機関は今

1. 何故、わが国で再生エネルギーか？ 海洋エネルギーか？

Why the renewable energy?

- 地球温暖化 (Global warming)
- **エネルギー安全保障** (National security)・・・
シェールガス革命により複雑化、益々重要性大
- 自給率 (Self-supply)、多様化 (variety of energy sources)
- 安全 (Safe)
- 等々 (and so on)

各種再生可能エネルギーの将来見通し

エネルギー源 設備利用率	洋上 風力 30%	地熱 60%	バイ オマ ス 60%	海洋エネルギー			太陽 光 15%	陸上 風力 20%	水力
				潮流/波 力40%	海流 75%	海洋温 度差30%			
現在 設備容量 発電電力量	0.03GW	0.5GW 30億kWh/ 年	4.6 GW	0	0	0	5GW	2.5GW	48GW
2030年	7.6GW 200億 kWh/年	2.4GW 74億kWh/ 年	6 GW	40億 kWh/年	10億 kWh/年	125億 kWh/年	40GW	21GW 370億 kwh/年	48GW
2050年	25GW 657億 kWh/年	3.5GW 108億 kWh/年	6.5 GW	163億 kWh/年	100億 kWh/年	600億 kWh/年	60GW	25GW 438億 kWh/年	48GW

= 2. 1 日本の現状 =

- 洋上風力発電導入実績:

商業ベース: 47.2MW

実証事業: 4.4MW(着床式)、4MW(浮体式)

- 固定価格買取制度:

	洋上風力	陸上風力 (20kw<)	陸上風力 (20kw>)	太陽光 (10kw<)	太陽光 (10kw>)
調達価格	36円	22円	55円	32円	37円
調達期間	20年間	20年間	20年間	20年間	10年間

- 導入ロードマップ:

- ① 総合海洋政策本部参与会議意見書(2014年5月22日)

洋上風力: 2GW(～2018)⇒10GW(～2024)⇒20GW(～2030)

海洋エネルギー発電: 1GW(～2022)⇒3GW(～2030)

- ② 日本風力発電協会(2014年5月)

陸上風力: 10GW(2020)⇒27GW(2030)⇒38GW(2050)

着床式洋上風力: 0.6GW(2020)⇒6GW(2030)⇒19GW(2050)

浮体式洋上風力: 0.1GW(2020)⇒4GW(2030)⇒18GW(2050)

NEDO洋上風力発電実証研究

日本初(2012)の洋上沖合風力発電所として
銚子沖の離岸距離約3.1km、水深約11.9mの位置に
三菱重工製の風車が建設された。
重力式基礎(東京電力、東京大学、鹿島建設)



着床式
出力
2.4MW × 1

NEDO洋上風力発電実証研究

福岡県北九州市沖離岸距離約1.3km、水深約14mの地点に日本製鋼所製の風車を建設した(2013)。

ジャケット重力式基礎(Jパワー、五洋建設、新日鉄住金エンジニアリング、東京大学、港湾空港技術研究所、伊藤忠テクノソリューションズ)

着床式、出力2MW



参考:

世界最初の浮体式風力発電

Hywind実証実験

(ノルウェー-StatoilHydro)

- 2007年 3MW実証試験実施計画
Sintef Marintekで実験
- 2008年 設計建造
- 2009年 秋に実証試験開始

風車主要目

風車 : 2.3MW

喫水 : 100m

ロータ直径 : 82.4m

水深 : 120-700m

排水体積 : 5300m³

係留 : 3本

Offshore location 10 km off the coast of Karmøy, Norway



環境省事業

五島沖浮体式洋上風力 2011～2015

京都大学、戸田建設(株)、富士重工業(株)、芙蓉海洋開発(株)、(独)海上技術安全研究所

- 2MW級
- 大規模wind farm評価手法
の検討
- 地域協調構築の実証調査
- 気象・海象観測、安全設計評価、維持管理、
環境影響評価



経済産業省 資源エネルギー庁 「浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業」

水深 100~200m
年平均風速 ハブ高さにおいて7m/s 以上
最大有義波高 7~14m
離岸距離 20km 以.

浮体式風力発電実証施設の条件

設備容量 7MW風車2基
+2MW風
車1基
浮体形式 セミサブ型、
スパー型





Transportation of compact semi 2MW



Transportation of floating sub-station



anker

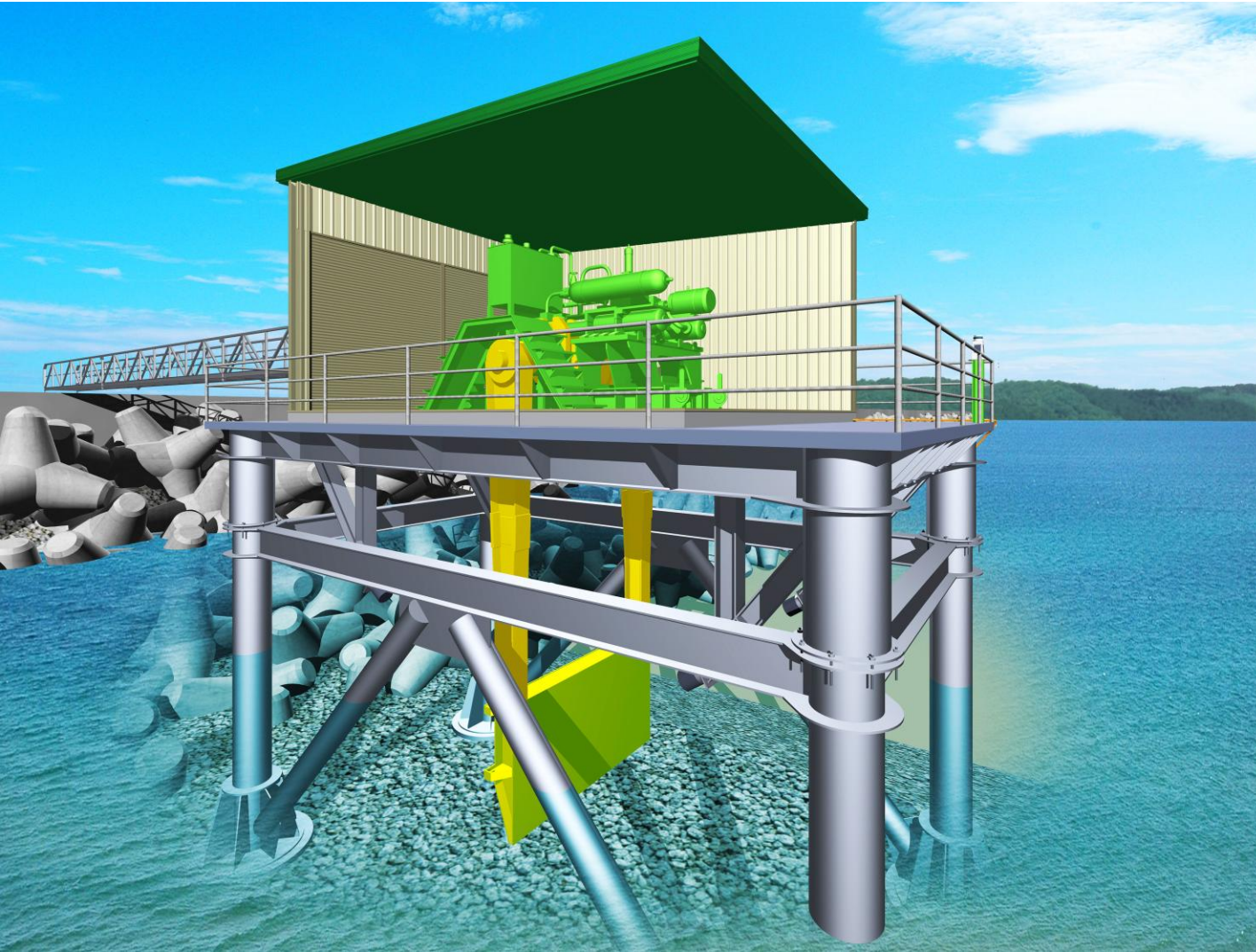
V-shape Semi
7MW



文部科学省

東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト

<https://www.youtube.com/watch?v=qK85jzdZgWc>



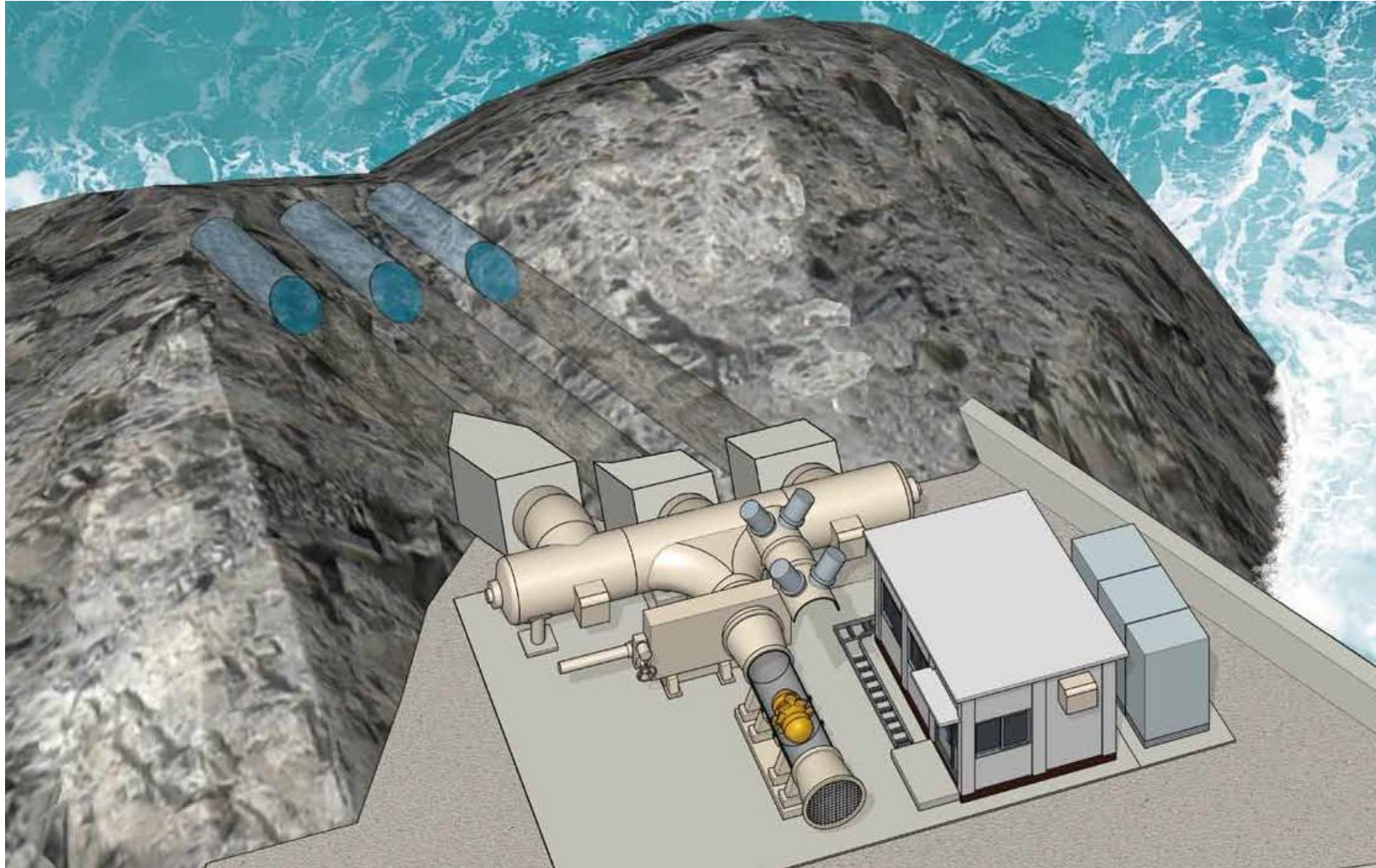
「東北復興のためのクリーンエネルギー研究開発推進事業」
課題1 (H24年度～H28年度)

三陸沿岸へ導入可能な波力等の
海洋再生可能エネルギーの
研究開発 40kW

東大生産技術研究所

環境省 ブローホール波力発電岩盤掘削振動水中方式

(H24年度～H26年度)



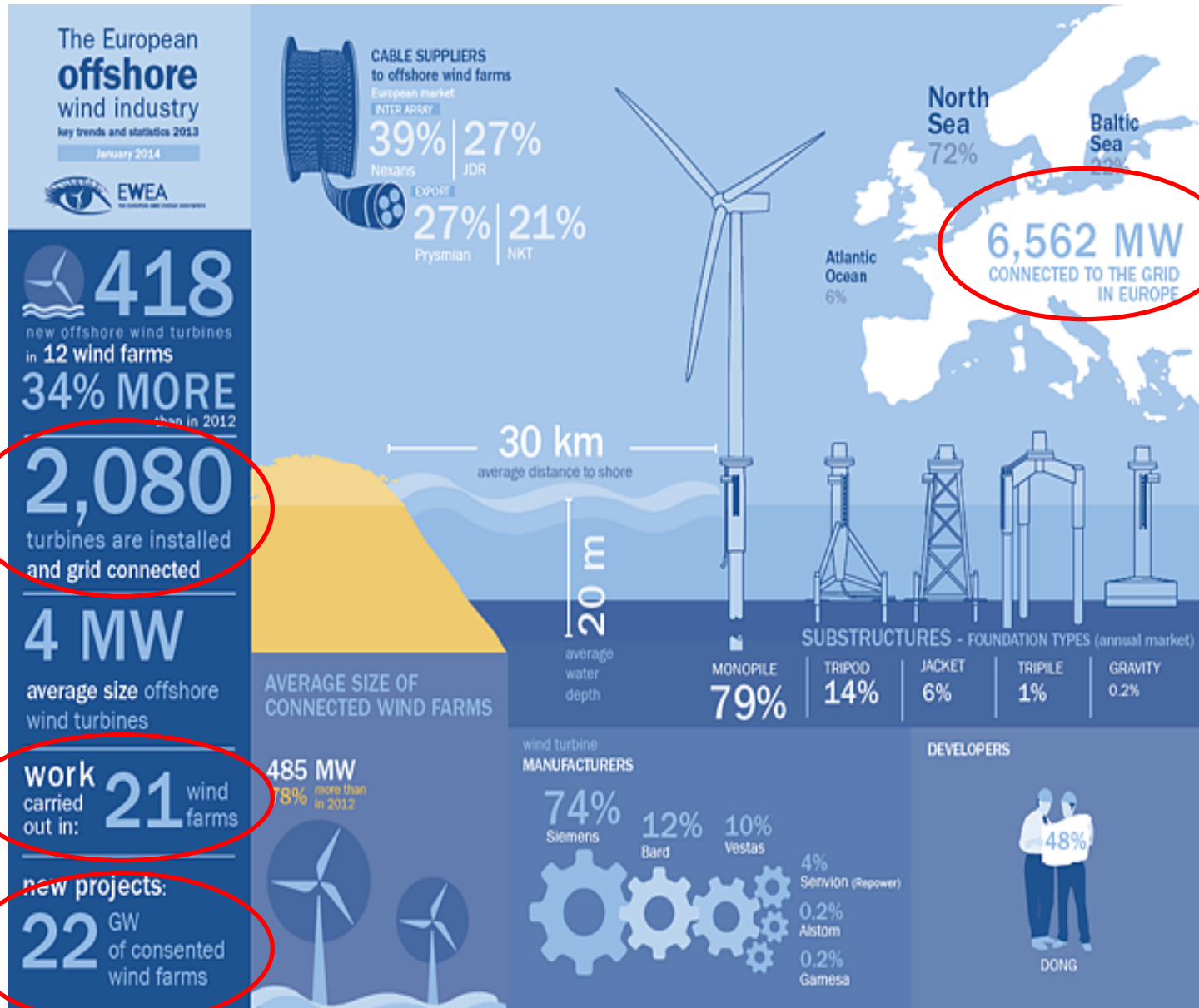
ブローホール掘削直径
1.4m, 3連集合方式
補助翼付ウェルズター
ビン

30kW

東大先端研、(株)竹中工
務店, 富士電機(株)



=2. 2欧州の洋上風力発電の現状=



稼働中:
6,562MW
(2,080基)
平均離岸距離: 30km
平均水深: 20m
平均規模: 485MW

建設中: 21件
合意済: 22GW

英国の洋上風力
発電所建設目標

2020年までに
29GW

欧州の洋上風力
発電所建設目標

2030年までに
40GW
(900~1,200基)

海洋再生エネルギー利用の世界の現状

着床洋上風力・・・既に沿岸で商用化

浮体式洋上風力・・・商用機の実証試験中

潮流・・・商用機の実証試験中

海流・・・デモンストレーション機の準備中

波力・・・プレ商用機の実証試験段階

海洋温度差(OTEC)・・・プレ商用機の実証試験段階

基礎構造物、敷設、保守管理等の海洋技術、海底ケーブル網、拠点港等のインフラの共通点から現在、大規模開発が検討されている沖合着床式風力の成り行きが海洋再生エネルギー全体の行く末を担っている。

3. 日本で海洋再生可能エネルギーの先兵となるべき 洋上風力発電の産業化は可能か？

- サプライチェーンを横断する総合的且つ戦略的に取組む施策が必要
- 先行する欧州の経験に学ぶ効率的取組みが必要
- 日本の地域性を考慮することが必要

(技術革新、インフラ整備に関する課題)⇒政府の支援で産業界が対応すべき課題

- ✓ トータルコスト削減を目指した戦略的技術革新の促進
- ✓ 港湾設備、船舶、海底送電網などのインフラ整備
- ✓ 洋上風力発電に適した環境影響評価手法の確立
- ✓ 風況、海象、地質情報の精度向上
- ✓ 地域限定による系統連系能力不足問題への対応

(制度、政策に関する課題)⇒政府として対応すべき課題

- ✓ 地域住民・海域利用者との協調制度の構築
- ✓ 複雑且つ時間を要する許認可制度の簡素化
- ✓ 完工保証、設備稼働保証を担保する制度作り
- ✓ 不測の事態に対応する保険制度作り
- ✓ 固定価格買取制度と価格レベルの見直し
- ✓ 将来の市場規模と社会コスト削減を示すロードマップの明示

そもそも産業化とは？

社会的認知が高く、且つ、事業者、投資家、銀行が投資・融資を行えること



- ✓各案件がBANKABLEであること(投資回収リスクが定量化され収益性が見込める)
- ✓地元の合意を得て事業を行える適切なサイトがあること
- ✓売電が確実に継続して行えること
- ✓事業継続を担保する継続した国の政策と支援制度があること
- ✓設置船、ハブ港、送電網などのインフラ投資を行える市場規模があること



(必要な施策)

- ① 国主導での戦略的技術革新によるトータルコスト削減のプログラム推進
- ② 地元合意形成のしやすいサイトでのパイロット事業の推進
- ③ 国主導での海洋送電網の整備
- ④ 事業の継続性と収益性を担保する金融・保険制度の整備
- ⑤ 明確な導入目標及び社会コスト削減に関するロードマップの明示

4. 産業化に向けての提言 (いかに“BANKABLE”とするか?)

① 産官学連携による明確なターゲットを定めた戦略的な 技術革新によるライフサイクルコストの削減

- A) 開発計画策定⇒合意形成⇒建設・設置⇒稼働までのトータルコストの削減
- B) ハブ港、サプライチェーン、送電網などのインフラ整備と投資誘導
- C) 海象条件に対応出来る設置船、アクセス船の開発
- D) O&M態勢の整備

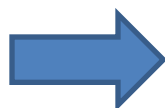


現行のFITでBANKABLEになるレベルの明確なターゲットを定めて、英国で推進されているOFFSHORE WIND ACCELERATORをモデルにした日本型OFFSHORE WIND ACCELERATOR (OWA)の推進を提言する
(MARKET PULLアプローチ)

*OFFSHORE WIND ACCELERATOR: 添付資料参照

(日本型で考慮すべき地域性)

- ✓ 難しい大手電力事業者の参画→政府の戦略的支援が不可欠
- ✓ 近離岸に深い海、日本の自然環境を強みに変えるイノベーション→浮体式、複合技術
- ✓ 欧米に比べ著しい人材不足→分野横断、国際協力、人材育成につながる継続性
- ✓ 過疎、高齢化が加速する地方都市→成長する海洋エネルギー産業による地方創成、分野横断的取り組み、実証フィールドの活用



“まずは英国OWAの調査を行い、英国と日本の事情の違いを認識したうえでの日本型OWAの企画・立案より始める”

日本型OWA

- 欧州では陸上風力、浅海域着床式風力と順を踏んで技術開発が進んできたので、大水深・大型化・大規模開発化へのイノベーションはTRL-4~7に焦点を絞って進めているが、我が国の場合には、それらの経験が十分ではないので、**TRL-0~3も含めたり、欧州の先進技術を導入し我が国に合った技術開発の協働も考慮することも必要(コア技術の選択)**
- **電気、機械、土木、造船工学に加えて経済学、社会学に渡る新規の複合分野のため企業内、大学内の人材不足**

CARBON TRUSTよりの提案

- 先ずは100%政府の資金負担で“PROGRAM SCOPING STUDY”(プログラムの基本計画)を策定すべき
- プログラム内容とその実施が決定された段階で以下のコミットメントを得る
 - 政府・民間での最低でも4年間の資金負担
 - 政府の資金負担に関する手厚い支援(英国の場合は33%)
- 欧州ではCARBON TRUSTがオペレーターとして全ての資金管理を行っている。(日本でも同様のアプローチが出来ないか?)

What approach would work best for Japan?

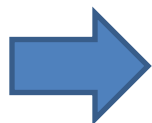


- Initially the proposal is that the programme scoping study is 100% funded by the government
- Once the programme is up and running we propose to have more formal commitment
 - Industry and government agree a minimum level of funding for at least 4 years
 - Government agree to a funding intensity for project, e.g., 33% in the UK
- In EU OWA, Carbon Trust holds funding from government and industry in a revenue account and disburses funding on behalf of all parties (or returns it if not used), does a similar approach make sense in Japan?

② 地元合意形成のしやすいサイトでの セミコマースシャル・パイロット事業の推進

下記を国の全面的支援により推進することを提言する

- A) 風況、海象、海底地質を調査し、且つ、地元合意形成が可能な最適サイトを選定
- B) 欧州での事例も参考にBankable Projectとなるようなプロジェクト開発計画と実施計画を策定
- C) 特別優遇FITを適用し、且つ、優先系統連系を行う
- D) 海外からの参加を促し、国際的視野、国際的スケールによりプロジェクトを立ち上げる



成功例を作ること、及び、実際の課題解決手法とコスト削減策の確立を目指す (Lesson Learnt)

③ 広域系統連系強化と国主導での海洋送電網の整備

国主導による下記施策推進を提言する

- A) 広域系統連系を実現して系統連系能力を拡大する
- B) 現行のFIT(36円/kwh)でもBankableとする為に国主導で海洋送電網の整備を行う（グリッドの別事業化）

(欧州各国の補助金制度)

	UK			Germany		Denmark	Netherlands	Belgium	France
Subsidy mechanism	Cfd Feed-In Tariff	ROCs	ROCs - Floating wind	Feed-In Tariff	Feed-In Tariff (Accelerated)	Tender FIT	Tender FIT	Feed-In Tariff	Tender FIT
Subsidy value (Yen/kWh)	27.2	23.9	35.1	21.2	26.7	19.4	23.4	19.0	24.0
Term (years)	15	20	20	12	8	12.5	15	20	20
Contribution to grid connection	-	-	-	100%	100%	100%	-	€20m	-

注)ドイツ、デンマークでは送電部分は国が支援して別事業化とすることで洋上風力発電のCAPEX (FIT)を抑えている。

④ 金融・保険制度によるサポート

事業の完工保証を担保し採算性を向上させる為の国の支援の強化を提言する

- A) 想定外の事由による工期遅延、コストオーバーランに対する国の保険制度整備
- B) 制度金融機関による投融資支援
- C) 風況変化による収益性の変化を吸収する金融手法(ウェザーデリバティブなどでのリスクヘッジ手法など)の整備
- D) MARINE WARRANTY SURVEY制度の整備による事業継続への保険制度の拡充

⑤ 明確な導入目標とロードマップの明示

導入目標と社会コスト削減のロードマップの明示を提言する

- A) 設置船、アクセス船、ハブ港、送電網整備などインフラ投資が行える様な目標国内市場規模の明示
- B) サプライチェーンの基盤整備と拡大を可能とする様な目標市場規模の明示(産業基盤の底上げ策)
- C) 導入目標達成の為のマイルストーンの明示
- D) 産業として永続する為の社会コスト低減ロードマップの明示(グリッドパリティーを目指したコスト低減)

現行の欧州の洋上風力発電FITは20～35円/kwh



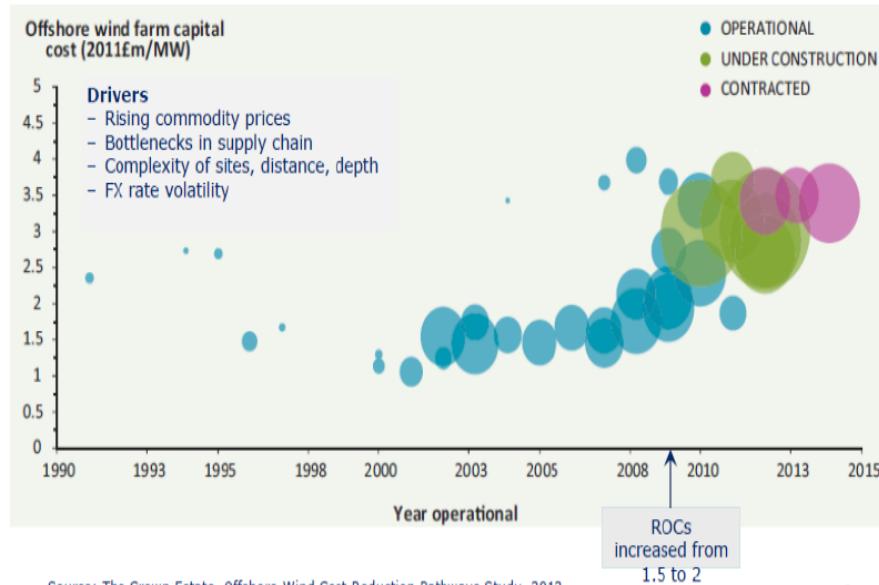
2024年以降欧州各国は10円/kwhを目標としている



5. 英国でのOFFSHORE WIND ACCELARATORの内容

英国OFFSHORE WIND ACCELERATORの背景

欧州の洋上風力発電も離岸距離と水深の増加と風車の大型化により投資コストが上昇
(3.5億円/MW ⇒ 6億円/MW)

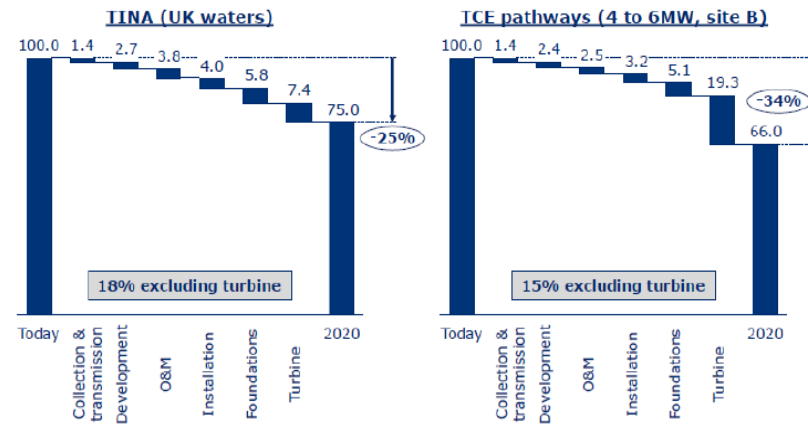


Source: The Crown Estate, Offshore Wind Cost Reduction Pathways Study, 2012

6

英国では2020年までに技術革新により25~34%のコスト削減が可能
(内、風車以外で15~18%のコスト削減が可能)

Innovation could deliver 25% cost reduction by 2020



どうやって25%コスト低減を実現するのか？

- タービンで7～19%、それ以外で15～18%
- タービン業界は大型化、高信頼化、高効率化を現に進めている。
- 残りの業界がタービン以外の所でイノベーションをしなければならない！

基礎構造設計、組み立て工程、設置工程、作業船と移送システム設計、電気部品供給者、伴流影響モデル化技術、等

英国ではCarbon Trustが 洋上風力アクセラレーターを組織 (Offshore Wind Accelerator)

9電気事業者(メーカーは入っていない) + Carbon Trust
78~100 億円 のプログラム(1/3補助)

各項目毎にイノベーションを出し合う第3者グループを組織
(伴流影響、設計、組み立て、設置、電気システム、O&Mの得意メーカー
+事業者)

マーケットプル・イノベーション(利用者ドリブン)

コスト削減にインパクトの大きい領域に集中
(アクセス・システム、ケーブル敷設、電力制御、基礎、伴流影響、環境評価)

OWAの構成



- OWA partners
- Carbon Trust
- 3rd party contractors

英国政府系機関CARBON TRUSTと欧州の大手発電事業者9社2009年より100億円規模のOffshore Wind Acceleratorを開始（1/3英国政府負担）

Offshore Wind Accelerator

Objective: Reduce cost of energy by 10% in time for Round 3



- Joint industry project involving 9 developers + Carbon Trust
- Only developers are members
 - Aligned interests
 - Commercially-focused
 - Preferential access to new technology
- £45-60m programme (7.8b – 10b yen)
 - 2/3 industry, 1/3 public (government)
- Focus on overcoming near-term technical challenges

OWA engages across industry

Third-parties supplies innovation, supply chain validates it

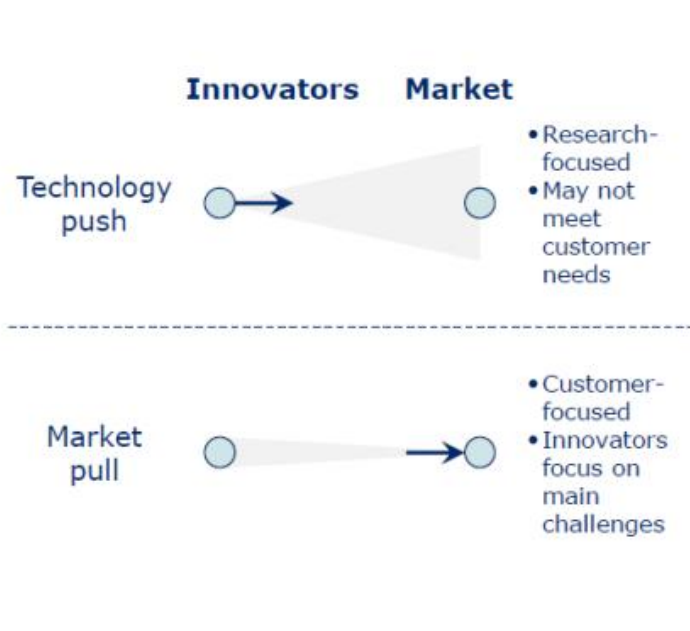
<u>Wake effects</u>	Designers	<u>Foundations</u> Fabricators	Installers	Electrical systems	O&M	Developers
						
						
						
						
						
						
						

OWAはMARKET-PULLの技術革新



OWA is an example of market-pull innovation

Two approaches to innovation



UK offshore wind R&D customer-driven



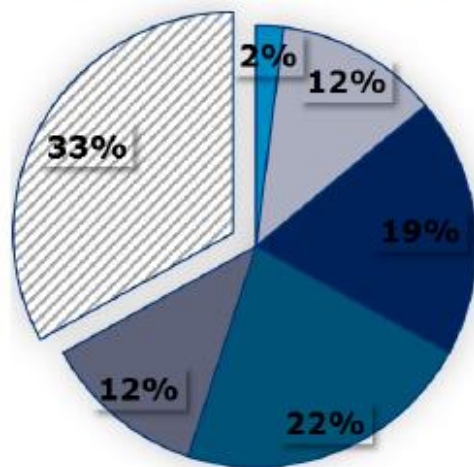
洋上風力発電建設コストの70%を占める「風車を除く分野」のコスト削減を目指す

OWA focuses targets areas where it can have the largest impact

Access systems, cable installation, electrical, foundations, wakes, environment



Levelised Cost of Energy Breakdown



- Development
- Construction Finance
- Installation
- Foundations
- Electrical
- Turbine



Focusing on everything but the turbine, representing roughly 70% of offshore wind costs

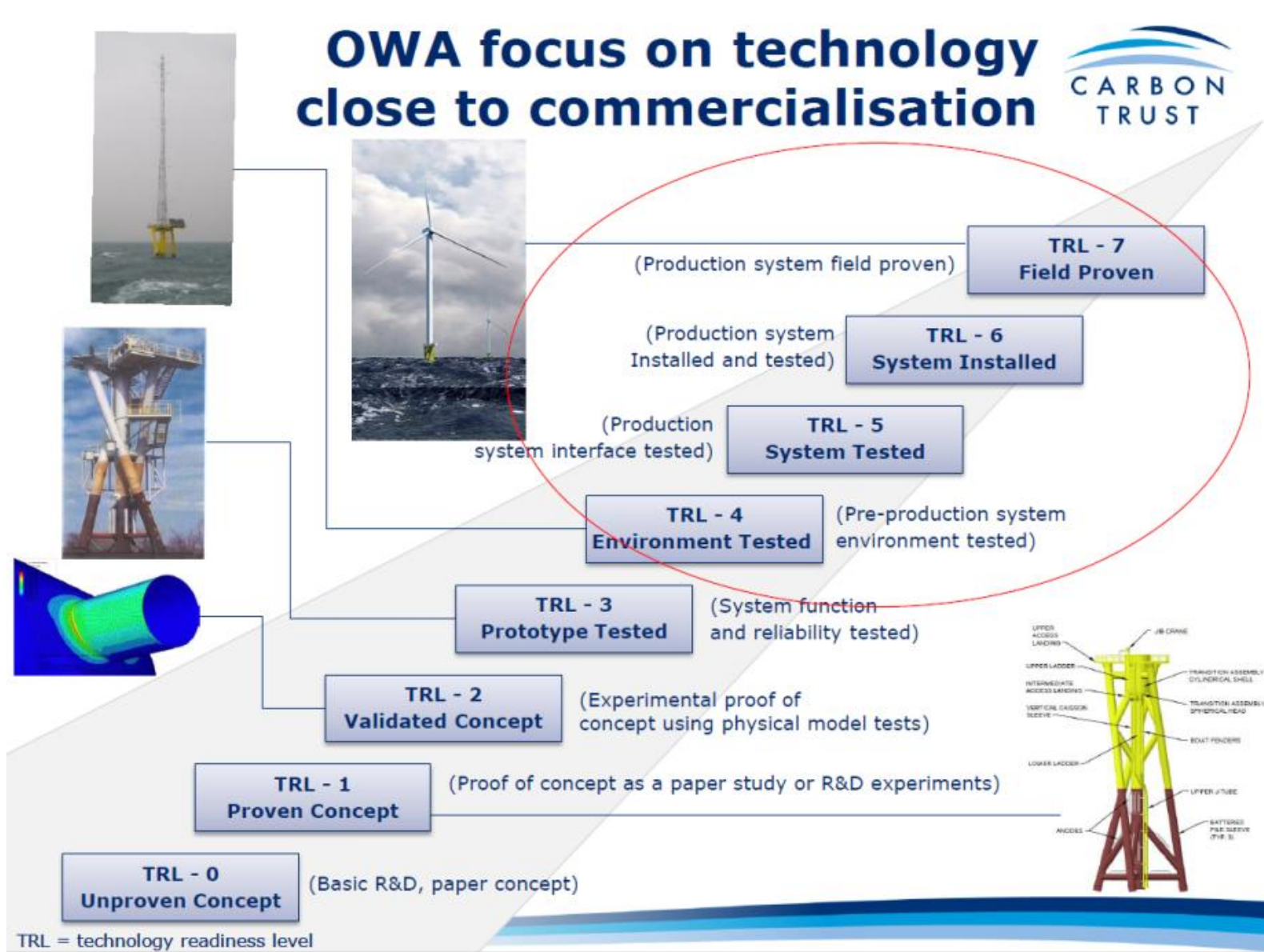
コスト削減を目指した技術革新の大きなチャンス

Significant opportunity for innovation to drive down costs



対象は商業化に近いTRL-4以上の技術

OWA focus on technology close to commercialisation



基礎構造
の競争
104の提案
7に予備選考
4が最終選考
2提案を
実証試験へ

Foundation Competition

Objective: Reduce lifecycle costs by 30% in 30-60m depths

Competition for novel foundations in 2009

- 104 entries
- 7 shortlisted
- 4 finalists
- 2 demonstrated with met masts

Next step

- £18m fund to incentivise demonstration of three novel foundations with turbines

Image: Universal Foundation 2013, Mainstream Renewable Power 2011

Universal Foundation

- Dogger Bank 2013, 150km offshore, 25m depth

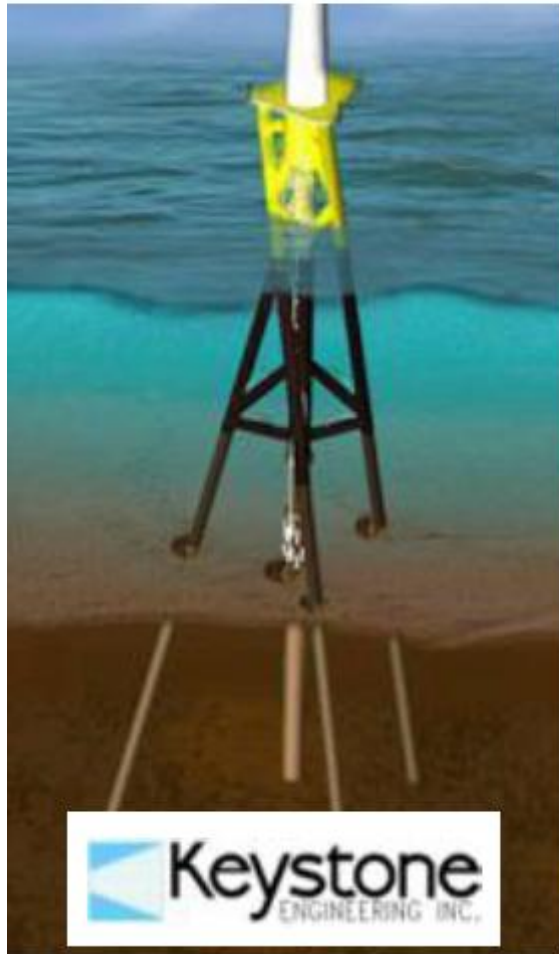
CARBON
TRUST

Keystone 'twisted jacket'

- Hornsea 2011, 100km, 30m

Keystone installed at Hornsea, October 2011

100km offshore, 30m depth – first R3 met mast



Images: Keystone Engineering 2009; Heiko Lindenthal, REpower 2011; Mainstream 2011

Dogger Bank demonstration is major step towards commercialisation of Universal Foundation

Suction
bucket
jacket

- Ambitious project using new vessel, updated bucket design
- **Round 3 conditions**
 - 150km offshore, 25m depth
- **Fabricated in the UK**

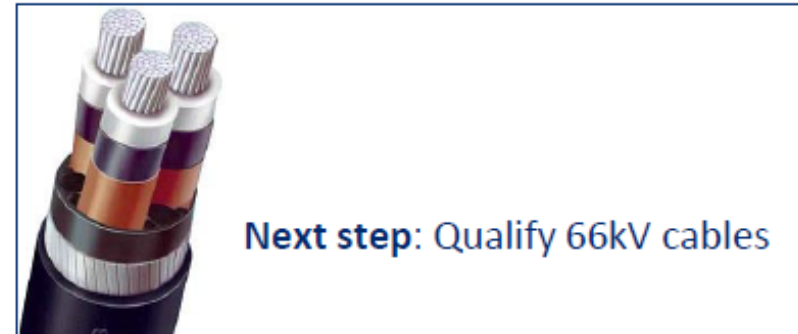
Electrical systems

Objective: Reduce cost of collecting and transmitting electricity



We aim to increase intra-array voltage from 33kV to 66kV

- Advantages of higher voltage arrays are:
 - More reliable cable layouts
 - Reduce losses in array cables
 - Eliminate substations

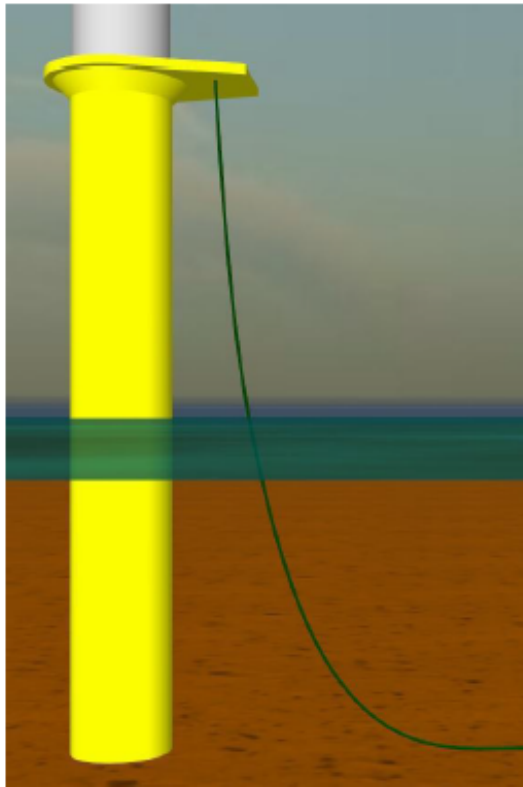


Cable installation

Objective: Reduce cable failure rates and installation costs

J-tubeless, free-hanging cables: cables would be hung from transition piece, rather than pulled through the foundation

Improve cable burial: development of an OSW specific burial protection index



Benefits to dynamic cables

- › No J-tubes
- › No divers
- › No cable pull, leading to faster installation

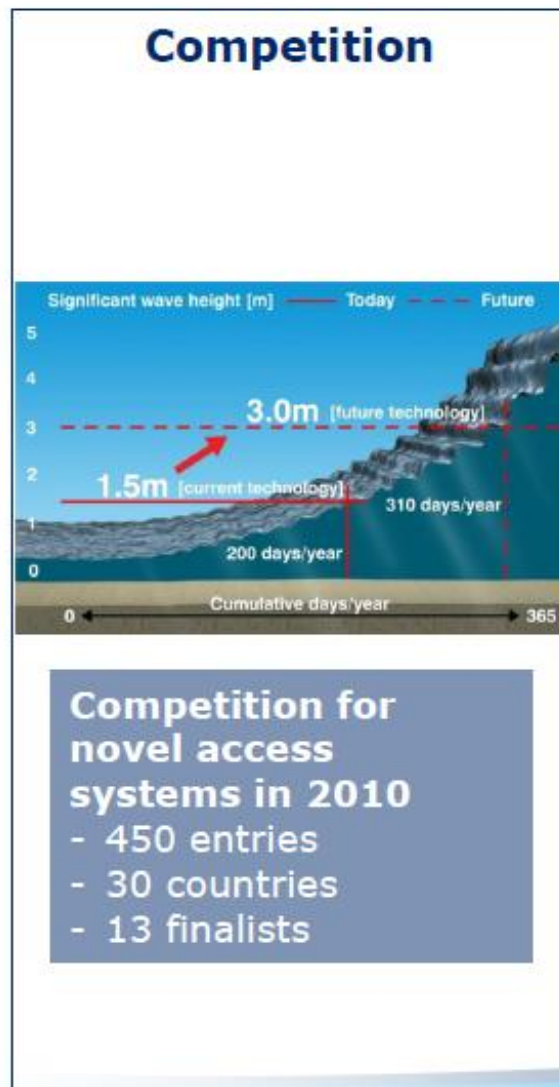


Lower costs
Fewer risks

Access systems

Objective: Increase accessibility to turbines for operations and maintenance

Access boat
 波高1.5m
 200日/年
 波高3.0m
 310日/年



Design development

Nauti-Craft

TranSPAR

Divex

Umoe

Wave Craft

Otso

Sea trials

Fjellstrand

BMT Houlder

Momac

Nauti-Craft prototype

Advantages

- Fast, comfortable
- Hydraulic connections system compensates heave



TranSPAR prototype is under construction

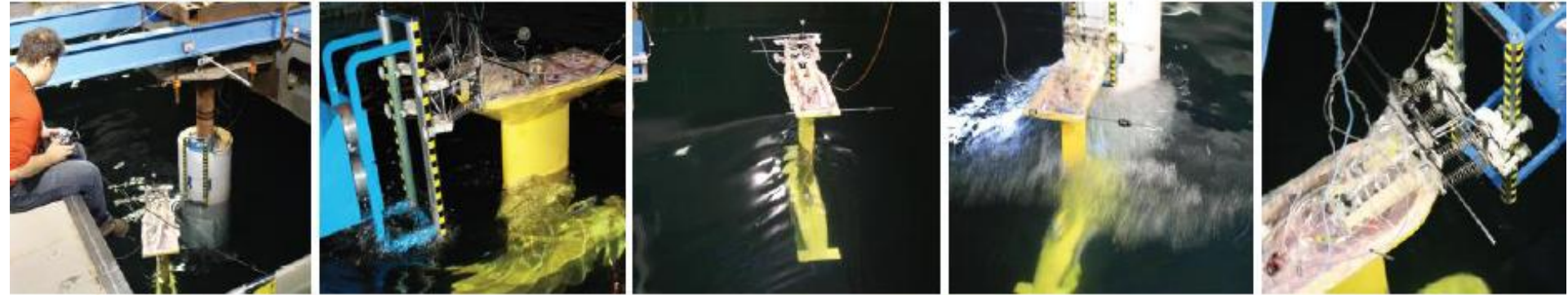


Ideally suited for operations from in-field service hubs.

Advantages

- Stable in rough seas
- Cost-effective

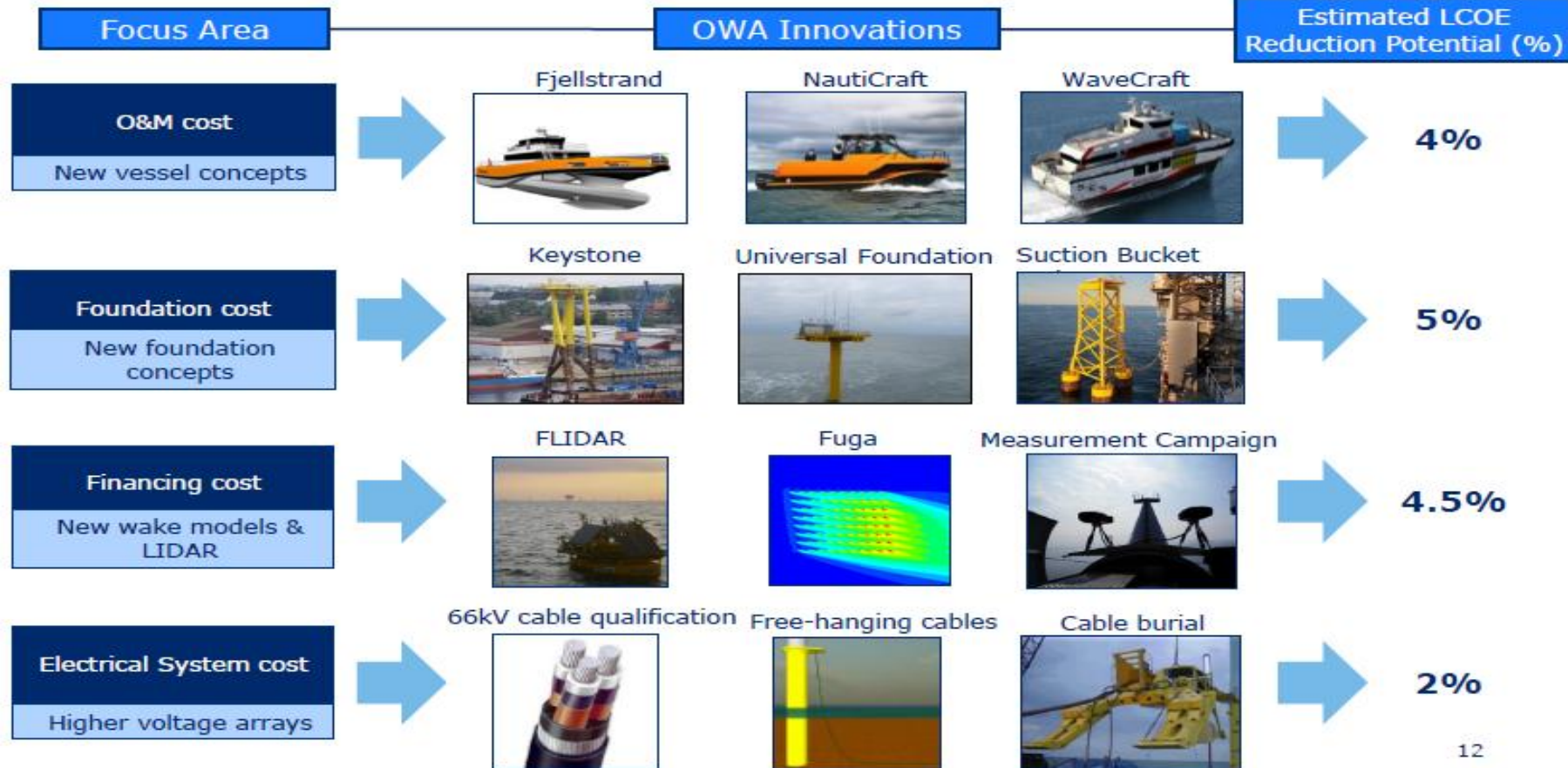
1st TranSPAR will be built by 2015



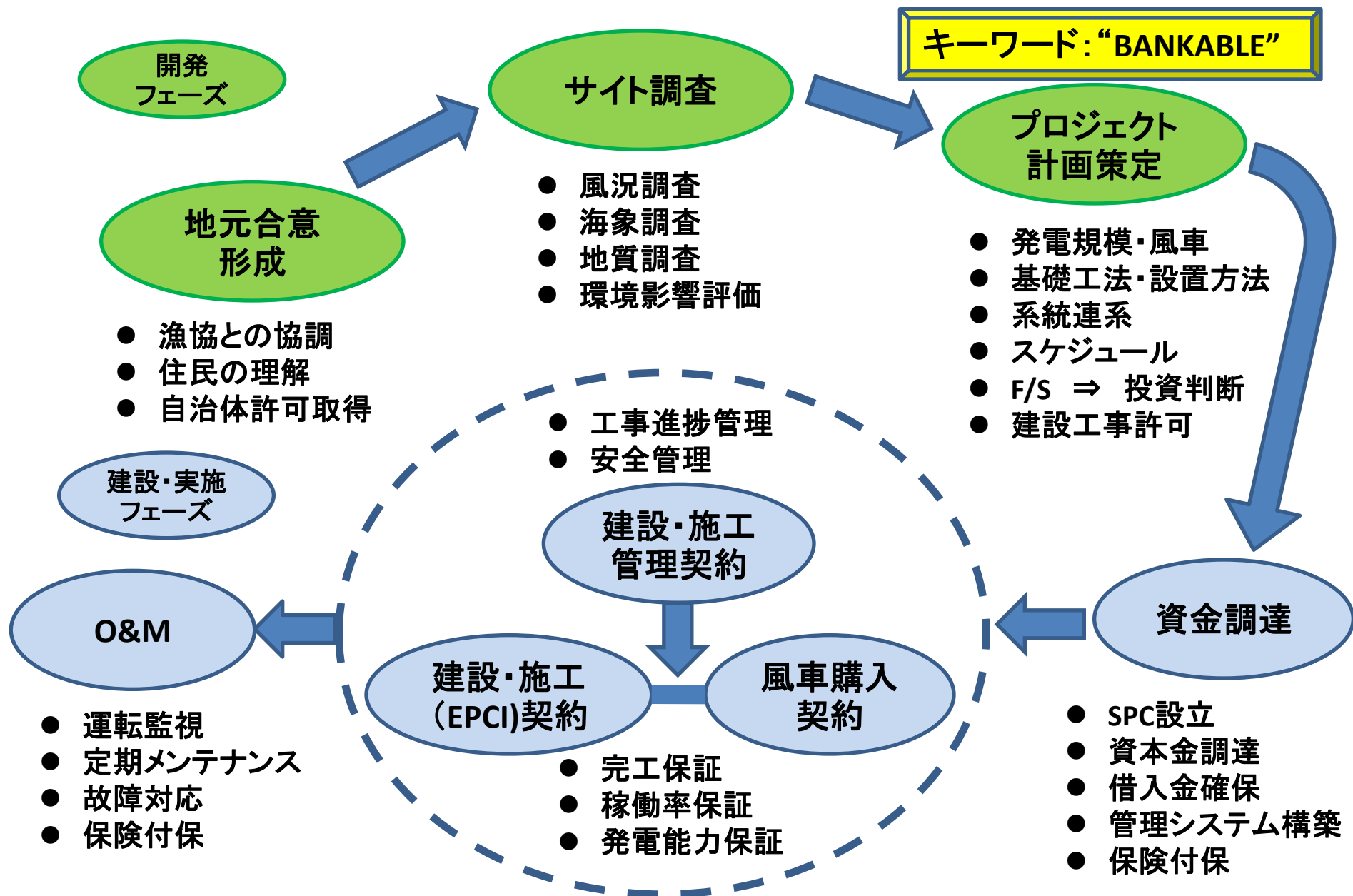
Source: ExtremeOcean

これまでのO&M関係、基礎工法、風況調査、ケーブルに関する 技術革新で既に15%のコスト削減達成が見込まれる

OWA has made real impact so far in reducing LCOE
 Demonstrating innovations is critical to achieve cost reduction



洋上風力発電ファーム建設成功のKEY FACTOR



BANKABLE PROJECTとは？

プロジェクト計画

- | | |
|------------------|----------------------------|
| ✓ プロジェクトの目的と意義 | ⇒明確であること |
| ✓ プロジェクト実施組織 | ⇒能力のあるパートナーによる有機的な組織作り |
| ✓ 地元合意(漁業関係者、住民) | ⇒地域貢献への地元理解(付加価値、雇用、収入創出) |
| ✓ 海域利用権 | ⇒港湾地区、漁業権内での海面占有許可の取得 |
| ✓ 環境影響 | ⇒環境アセスメントの実施 |
| ✓ 気象・海象条件データ整備 | ⇒自然災害対策を含む適切な設計条件の設定 |
| ✓ 海底地質データ整備 | ⇒異物確認及び適切な工法選択と工事実施計画立案 |
| ✓ 風況データ整備 | ⇒適切な風車選択と正確な設備利用率予測 |
| ✓ プロジェクト内容 | ⇒適切な規模、配置、ケーブルルートなど |
| ✓ プロジェクト実施計画 | ⇒適切な組織、実行可能なスケジュール、安全管理 |
| ✓ プロジェクトコスト算定 | ⇒適切な初期投資額、運転資金、予備費の設定 |
| ✓ 資金調達計画 | ⇒実行可能な資本金(株主構成)・借入計画策定 |
| ✓ 契約形態 | ⇒責任分担の明確化とインターフェースなどのリスク回避 |
| ✓ 完工保証、稼働保証 | ⇒信頼に足る業者の選択 |
| ✓ 工事施工管理システム | ⇒マネージメント・コントラクターの起用 |
| ✓ 稼働維持保証 | ⇒通常O&Mと緊急対応態勢の整備 |
| ✓ 撤去計画 | ⇒事業終了時の撤去と完全現状復帰計画策定 |

適切な前提条件での事業実施計画策定とフィージビリティ・スタディーがなされ

投資基準(IRR=内部収益率)を満たす

**BANKABLE
PROJECT**

現行の洋上風力FITでBANKABLE PROJECTとは？

洋上風力FIT: 36円/kWh(税抜) 調達期間: 20年

前提条件: 資本費(CAPEX)=565,000円/kW (5.65億円/MW)
運転維持費(OPEX)=22,500円/kW/年
設備利用率= 30%

目指すべき条件

資本費(CAPEX) < 5.65億円/MW
運転維持費(OPEX) < 22,500円/kW/年
設備利用率 > 30%

IRR > 10%
(BANKABLE)



- ① 完工保証(Timely Completion)、
- ② 設備稼働維持(Proper O&M)
- ③ 衛生・安全・環境・品質管理(HSEQ)、
- ④ 保険付保(Risk Hedge)

6. 産業化のための我が国の課題

産業界が安心して国内外市場規模と投資金額を明確に出来るように、国家戦略として

- 再生エネルギー導入の先導政策として
導入目標とそのロードマップの提示
電力制度改革
電力会社間の系統接続の強化
電力貯留施設の抜本的拡充
- 商用化フィールドの指定
- インフラ整備：商用機用実証テスト場設置
- 欧米に比べコスト高原因の除去
(設置保守用の特殊作業船、拠点港整備他)

産業化のための我が国の課題（続）

海洋再生エネルギー振興優遇措置としてデベロッパー、投資家、銀行家が投資しやすい環境整備

- 制度金融による支援
- 不測の事態による工事遅延、コストオーバーランを補填する国の保険
- 風況による収益変化に対応する天候デリバティブ等の金融手法導入、等々
- 日本型OWAによるテクニカル・イノベーション
- 海域利用のルールの創設と関係省庁がスムーズに連携するしくみの構築

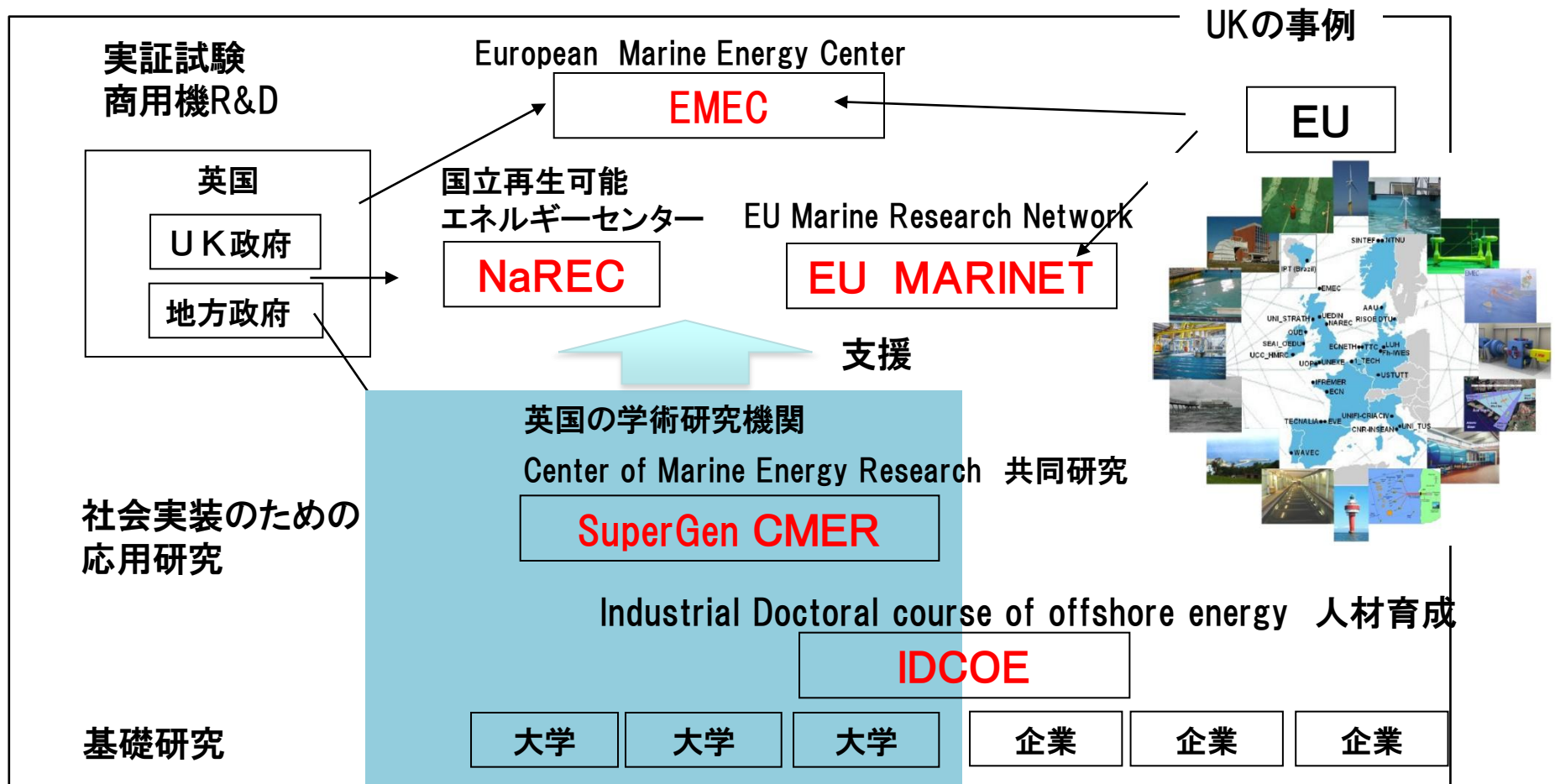
産業化を支えるR&Dも我が国では大切！

TRL-0~3に対応する技術にも適切な補助事業を行うことにより、マーケットプル・イノベーションをサポートし、独自性・新規性を追求すべき

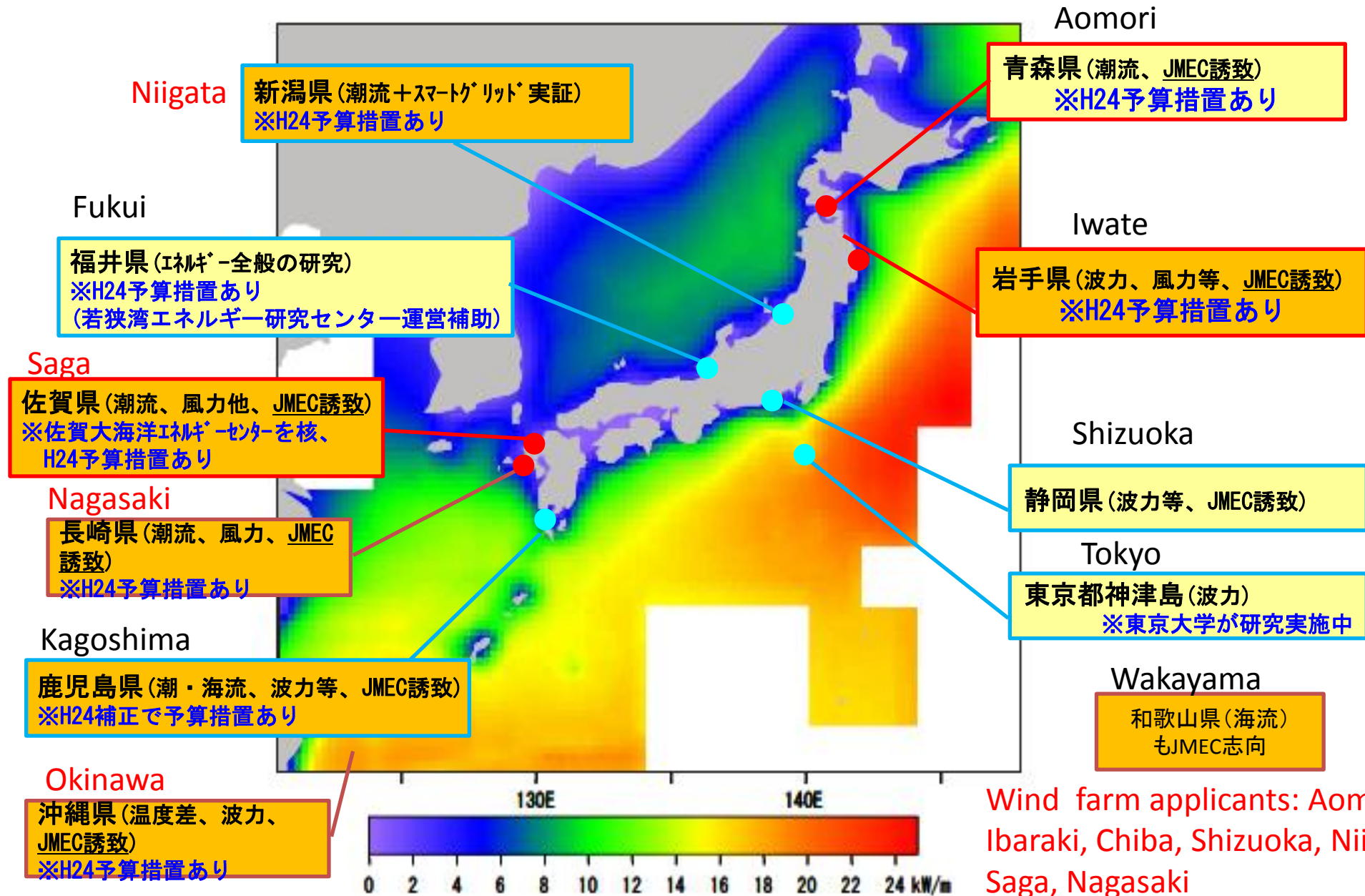
- 新規の複合学術分野の一貫した人材育成システムの構築
- TRL-0~3に対応する補助事業
- NaRECのような陸上ベンチテストが可能な試験機関
- プロトタイプ用実証テスト場施設の設備整備

● 人づくり(英国の事例)

- 実証サイト後に向けた提案: 日本版 Industrial Doctoral course of offshore energy
地元大学と東京大学等が協力して横型海洋エネルギー産業大学院コースを設置



Ocean Energy Test Site applicants where local governments preparing



Wind farm applicants: Aomori, Iwate, Ibaraki, Chiba, Shizuoka, Niigata, Fukui, Saga, Nagasaki

日本でも
パッケージで
一気に推進！

導入目標(国家戦略)の明示
国内外市場規模・投資金額の明示と
ロードマップの提示

実証フィールドの指定

関連企業が集積するエリアの指定
開発拠点港の指定
商用化フィールドの指定と
商用化の仕組みの構築
設置・保守等のための特殊船開発・
運用体制への支援

海域利用のルールの創設と検証
関係省庁がスムーズに連携するしくみの構築

7. 諸外国の取り組み

ノルウェー

- DNV-OS-J103 Design of Floating Wind Turbine Structures の発表、普及
- STATOILのHywindの売り込み：日立造船他

フランスの動き

- France Energy Marines 一昨年に誕生、実証試験の中心
- ナント大学、SEM-REV



- 大手原発メーカー AREVA他
- 大手重工メーカー ALSTOM
- 低コスト浮体式洋上風力 (IDEOL) moon pool付きコンクリート製

ALSTOMの7MW風車

今は海岸沿いの陸上でテスト
とメンテナンスの訓練中

その後、着床式としてサイトに
移動の予定

旧造船所に仮工場を作り、品質
管理と工員教育の実施中

100基/年の量産工場を港湾地
区に建設中



ハイブリッドの選択肢

Proceedings of the ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering
OMAE2013
June 9-14, 2013, Nantes, France

(FP7との関係は不明)

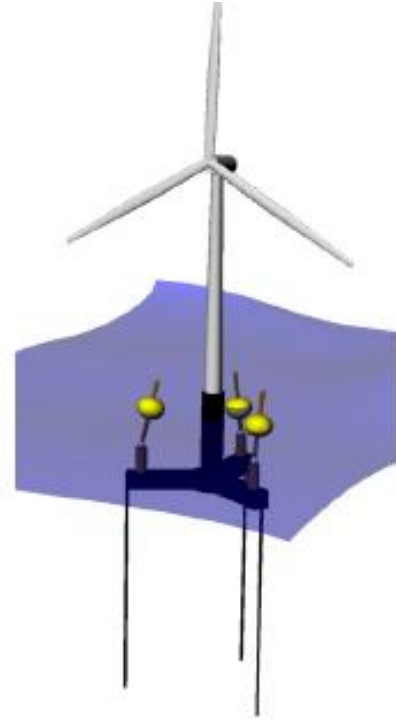


FIGURE 1. TLPWT WITH 3 POINT ABSORBER WECs WITH HINGED GUIDES. Note: water depth not to scale.

POINT ABSORBER DESIGN FOR A COMBINED WIND AND WAVE ENERGY CONVERTER ON A TENSION-LEG SUPPORT STRUCTURE

Erin E. Bachynski*
Center for Ships and Ocean Structures
Norwegian University of Science and Technology
Trondheim, Norway 7491
Email: erin.bachynski@ntnu.no

Torgeir Moan
Center for Ships and Ocean Structures
Norwegian University of Science and Technology
Trondheim, Norway 7491
Email: torgeir.moan@ntnu.no



Figure 2. Topology of the combined system.

DESIGN, MODELLING AND ANALYSIS OF A COMBINED SEMI-SUBMERSIBLE FLOATING WIND TURBINE AND WAVE ENERGY POINT-ABSORBER

Imanol Touzón González
Tecnalia
Derio, Bizkaia, Spain
imanol.touzon@tecnalia.com

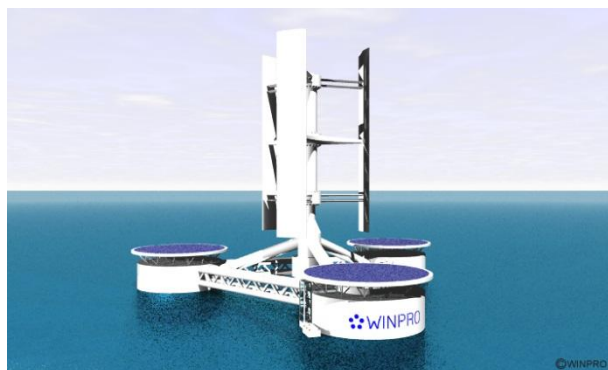
Pierpaolo Ricci
Global Maritime Consultancy Ltd
London, United Kingdom
pierpaolo.ricci@globalmaritime.com

Miren Josune Sánchez Lara
Tecnalia
Derio, Bizkaia, Spain
josune.sanchez@tecnalia.com

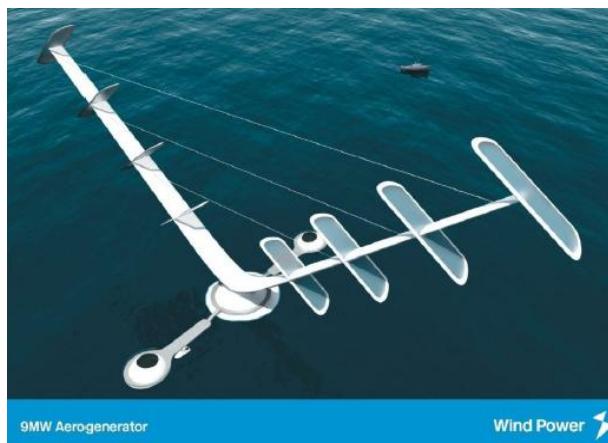
Germán Pérez Morán
Tecnalia
Derio, Bizkaia, Spain
german.perez@tecnalia.com

Francesco Boscolo Papo
Tecnalia
Derio, Bizkaia, Spain
francesco.boscolo@tecnalia.com

非水平軸式という選択肢

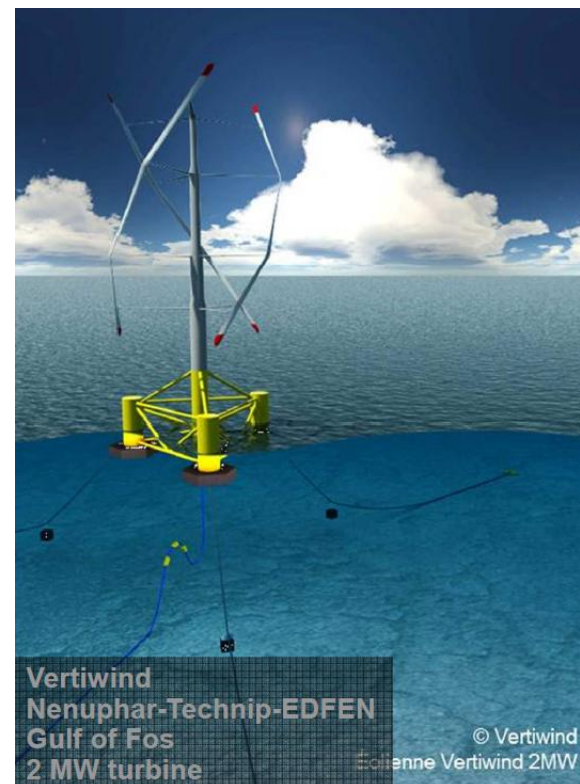
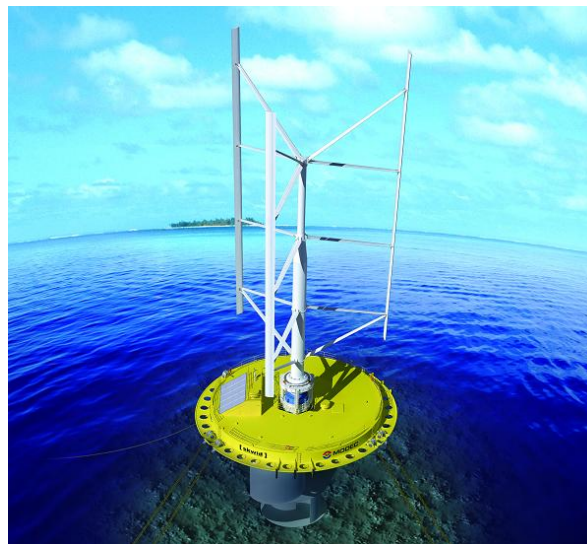


不明



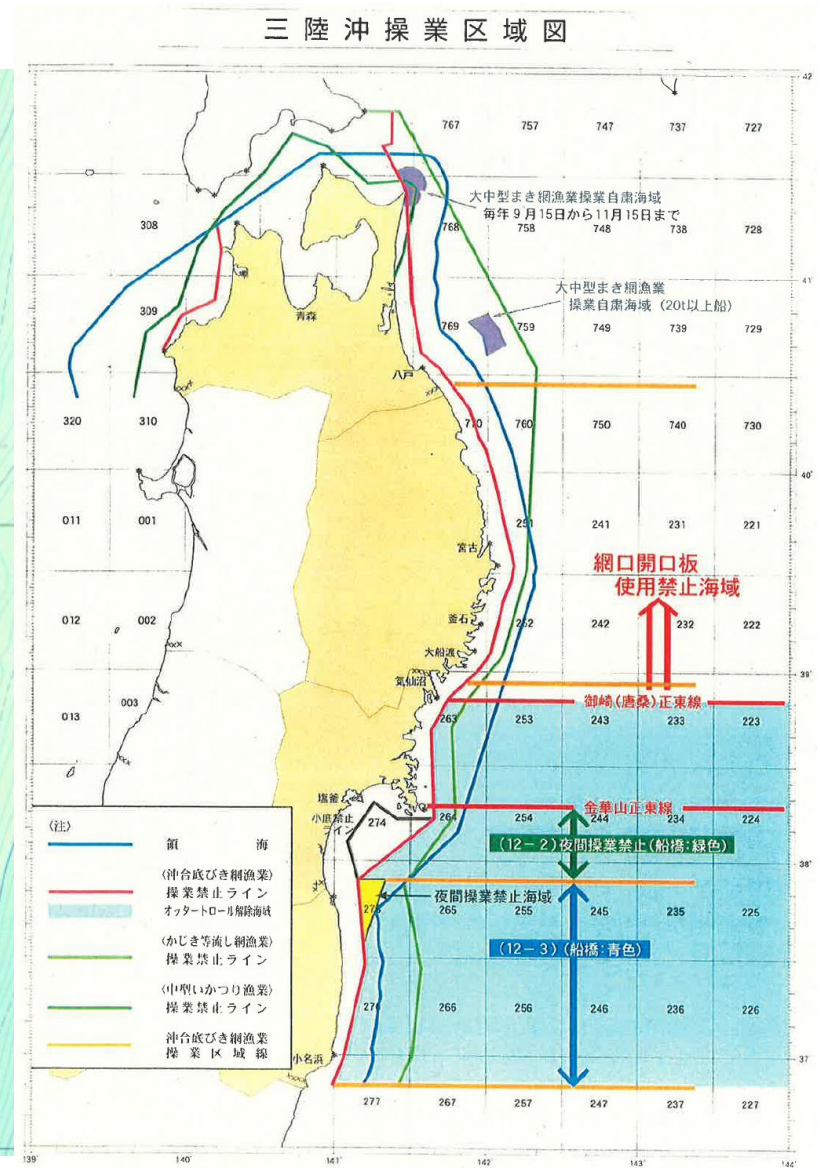
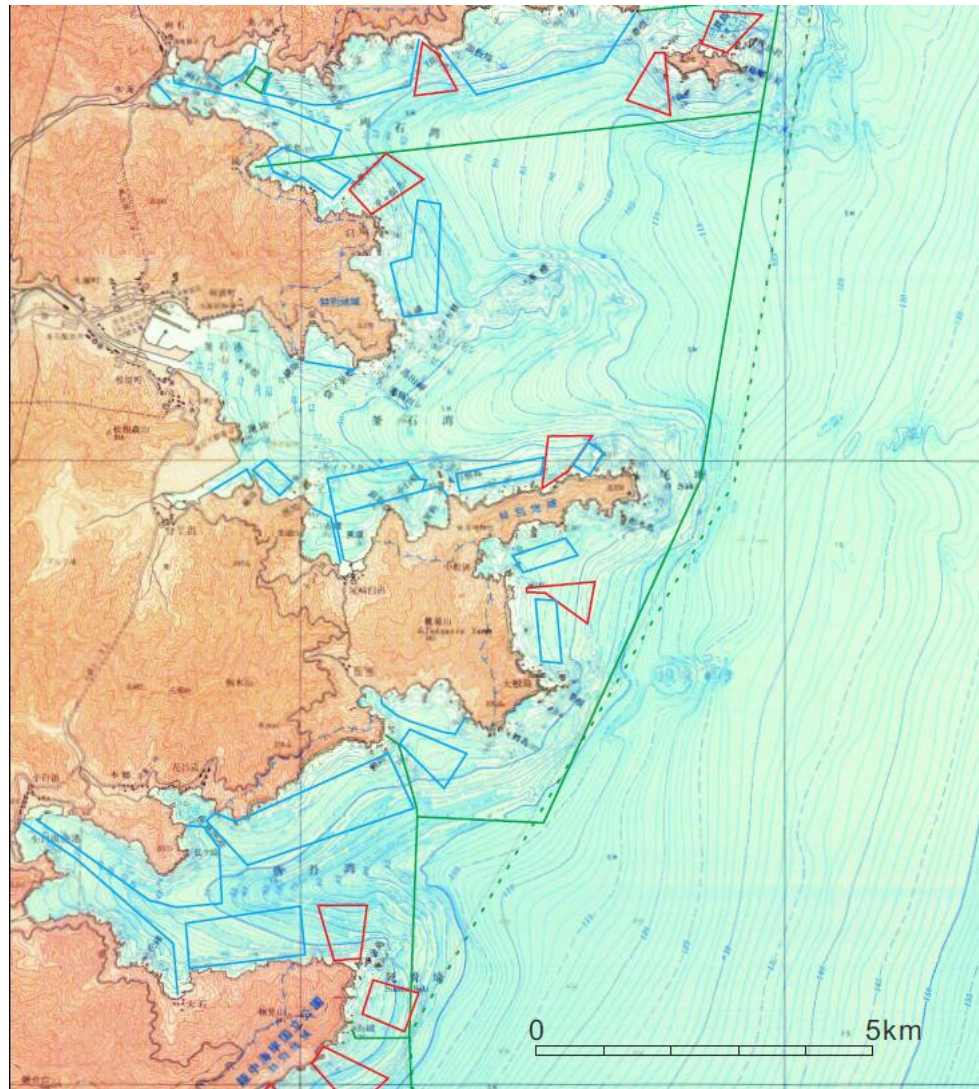
NaREC 9MW空力発電機

【左図】
三井海洋開発
浮体式潮流・風力ハイブリッド発電
発電出力500kW
浮体： 直径29m
風車： 高さ36m 直径24m
水車： 浮体下10.5m 直径15m
設置場所：佐賀県加部島北西約1km
水深約50m



フランス

8. 海の新しい産業を漁業者と手を携えて 複雑な三陸・釜石沖の漁業区域 岩手県での一例



候補海域に係る漁業団体との合意状況

エリア	団体名	備考
地元団体	唐丹町漁業協同組合	文書で確認
	釜石湾漁業協同組合	同上
	釜石東部漁業協同組合	同上
	新おおつち漁業協同組合	同上
県団体	岩手県漁業協同組合連合会	会長に確認
	岩手県沿岸漁船漁業組合	組合長に確認
全国団体	北部太平洋まき網漁業協同組合連合会	文書で確認（見込）

出所：岩手県「海洋再生可能エネルギー実証フィールド提案書」平成26年2月

漁業者の懸念事項

■（できるだけ）科学的根拠に基づく説明会開催（平成25年10月）

1. 漁場への影響範囲
2. 蝟集効果
3. 接地（アース）方針
4. 海底ケーブル
 - 漁網との干渉や破断の可能性
 - 海底ケーブル周辺電磁場の影響
5. 音の影響



学識経験者や漁業団体の代表等による「三陸復興・海洋エネルギー実証フィールド検討委員会」を設置。

(写真)三陸復興・海洋エネルギー実証フィールド検討委員会の開催状況(盛岡市)



福島県の漁業者を招き、海洋エネルギーと漁業協調の事例や福島県沖合の浮体式洋上風力発電実証研究事業の取組の紹介後、意見交換。
参加者 36名(うち漁業関係者19名)

(写真)海洋エネルギーと漁業協調に関する意見交換会の開催状況(平成25年12月26日:釜石市)

今や、漁業者が最大の応援団



「海洋エネルギーを被災地復興の起爆剤に」と意気込む木村さん。漁業者の合意形成などに貢献したいと話す一釜石市

木村琳藏氏の承諾の下で掲載しています。

だが、地元住民が新事業誘致にも手を挙げて賛成しているわけではない。漁師にとっては、風車や波力測定のプロイなどを海に浮かべることでも、漁に支障が出るかもしれない不安がぬぐえないのだ。「魚が取れなくなったら…」「風車の音や低周波で悪影響が出るのでは」。そんな声も、一部では上がり始めている。

もうすぐ震災から2年。「なのにもまた、この通りよ」。木村さんは、建物の建たない市街地にさびしげに目を向ける。「新しいエネルギーがこの被災地から生まれるとしたら、こんなに象徴的なことはない。釜石は、海からの復活が一番しゅっぴるるまちなんだ」

8. 我が国の企業、大学、研究機関は今

- 企業は海洋エネルギービジネスに投資することにためらいがある。省庁の政策と“鶏と卵の関係”
- ある会社は国外に限定してビジネスを考えている
- ある会社は国外の会社の新規のコンセプトを歓迎して投資リスクの分散を考えている
- 我が国の大学、研究機関は実証試験をしたいため国外の会社であっても協力したいと思っている

まとめ

- 日本も欧州先進国のように海洋エネルギー導入目標を定めて取り組み、産業界が安心して取り組めるようにするべき
- 政府は、きっと早期に工程表を提示してくれるでしょう
- 現状の努力を更に加速すれば、2030年には再生エネルギーで総電力の35%を賄えます
- その内のある部分は海洋エネルギーが担います
- 今、海洋エネルギー開発をやっておけば2050年に海洋エネルギーが再生エネルギーの主要部分を担うことになるでしょう
- そのためには、**インフラ整備**とともに英国がやっているように至急**OWAを産官で取り組むべき**
- 我が国は遅れている分、日本型OWAを考えねばならない