

9月1日（金）17時～19時

日本における海洋エネルギー 発電の導入可能性など

木下 健

東京大学名誉教授

(NPO法人)海洋エネルギー資源利用推進機構 相談役

(NPO法人)長崎海洋産業クラスター形成推進協議会 副理事長

J☆SCRUM(佐賀県海洋エネルギー産業クラスター研究会)副会長

目次

1. 海洋再生エネルギー利用の世界と日本の現状
2. 経済性はタービンの大型化とファームの大規模化
3. 東京都の役割、出来ること
4. 地産地消電力である小型発電の更なる価値

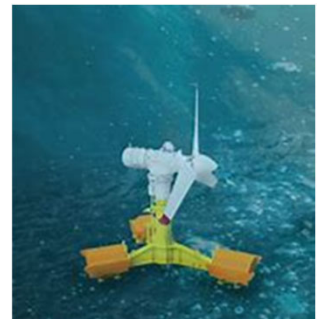
1. 海洋再生エネルギー利用の 世界と日本の現状

着床洋上風力・・・既に沿岸各地で商用化、我が国ではこれから本格化
浮体式洋上風力・・・商用機の実証試験中、五島で小規模ながら商用化
潮流・・・商用機の実証試験中、本格的商用化も開始
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

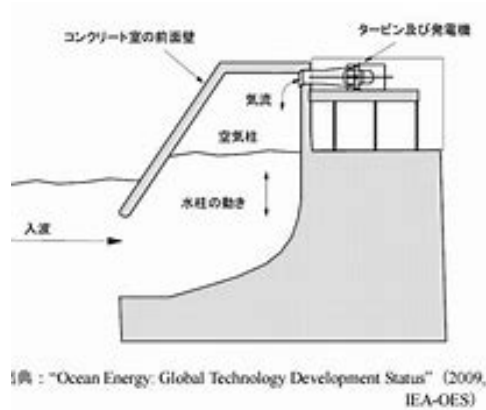
基礎構造物, 敷設, 保守管理等の海洋技術、海底ケーブル網、拠点港等のインフラの共通点から現在, 大規模開発が検討されている沖合着床式風力の成り行きが海洋再生エネルギー全体の行く末を担っている。

発電原理と種類

- 浮体式洋上風力:係留された基礎浮体に風車を搭載、係留形式(緩係留、緊張係留)、水平軸型、垂直軸型(重心を下げられる)
発電機の揺動、電力ケーブルの運動、適地が陸から遠い
地震荷重が無い、利用可能な賦存量が特に我が国に膨大
- 潮流発電:海峡、瀬戸の急流を利用、月の重力によるので
予測可能、しかし東京都には適地無し
- 海流発電:台湾沖、鹿児島県沖に黒潮が大蛇行しても動かないポイントがあるが、東京都海域は大蛇行で適地はない



・波力：振動水柱型、相対運動型



Power buoy
OPT社

[Premier Oil Looking Into PB3 Powerbuoy \(marinetechologynews.com\)](#)

最適地は大西洋や太平洋の北東海岸であるが、設置適地が比較的多い、しかし、出力に比して装置が大きくなる、洋上風力の加重・揺動制御にも有用

・海洋温度差：深海と表層の水温度差を利用するが温度差の小さい所でのエネルギー収穫は小型では難しく、10MW以上の大型機でないと経済性困難。発電以外の直接の冷熱利用、低温・清浄・富栄養性を総合的に藻類や魚介類の養殖への利用は地域振興に有望(KUMEJIMA-model)

日本の再生可能エネルギーの量は？

島国の日本は洋上風力発電の資源が豊富

日本には、たくさんの再生可能エネルギー資源が眠っています。このように、今は眠っていて将来的に開発できる可能性がある再生可能エネルギーの量を「導入ポテンシャル」といいます。日本は、国土のまわりが海で囲まれた島国であるため、洋上に風車を設置する洋上風力発電（→2巻21ページ）と

太陽光（→2巻22～27ページ）の導入ポテンシャルが高く、それぞれ日本の年間発電電力量の3倍以上の電力量をまかなうことができると推定されています。また、陸上に建てる風力発電も比較的大きな導入ポテンシャルをもっています。

*導入ポテンシャルは、国土の地理的条件による資源の量を考慮したエネルギーポテンシャルを、導入ポテンシャルと定義しています。ここでいう導入ポテンシャルとは、太陽光発電、風力発電、地熱発電、中小水力発電の総量を指すことを示しています。

再生可能エネルギーの導入ポテンシャル

洋上風力発電と太陽光発電が高い。2019年度の日本の年間発電電力量は1023TWhなので、すべてを再生可能エネルギーでまかなえる可能性は十分にある。

中小水力発電

※2巻 28-30ページ

大型のダムだけでなく、全国を流れる河川や農業用水路に発電機を設置して電気をつくる中小水力発電の利用が広がっている。

地熱発電

※2巻 32-33ページ

地熱資源の多くが、開発が制限されている自然公園内にあるため、開発がしやすい程度に改める必要があるといわれている。

陸上風力発電

※2巻 16-20ページ

陸上風力発電は、風速5.5m以上の風がふく場所が選んでいるといわれている。陸上風力の資源がもっとも多く眠っているのは北海道と東北地方。

洋上風力発電

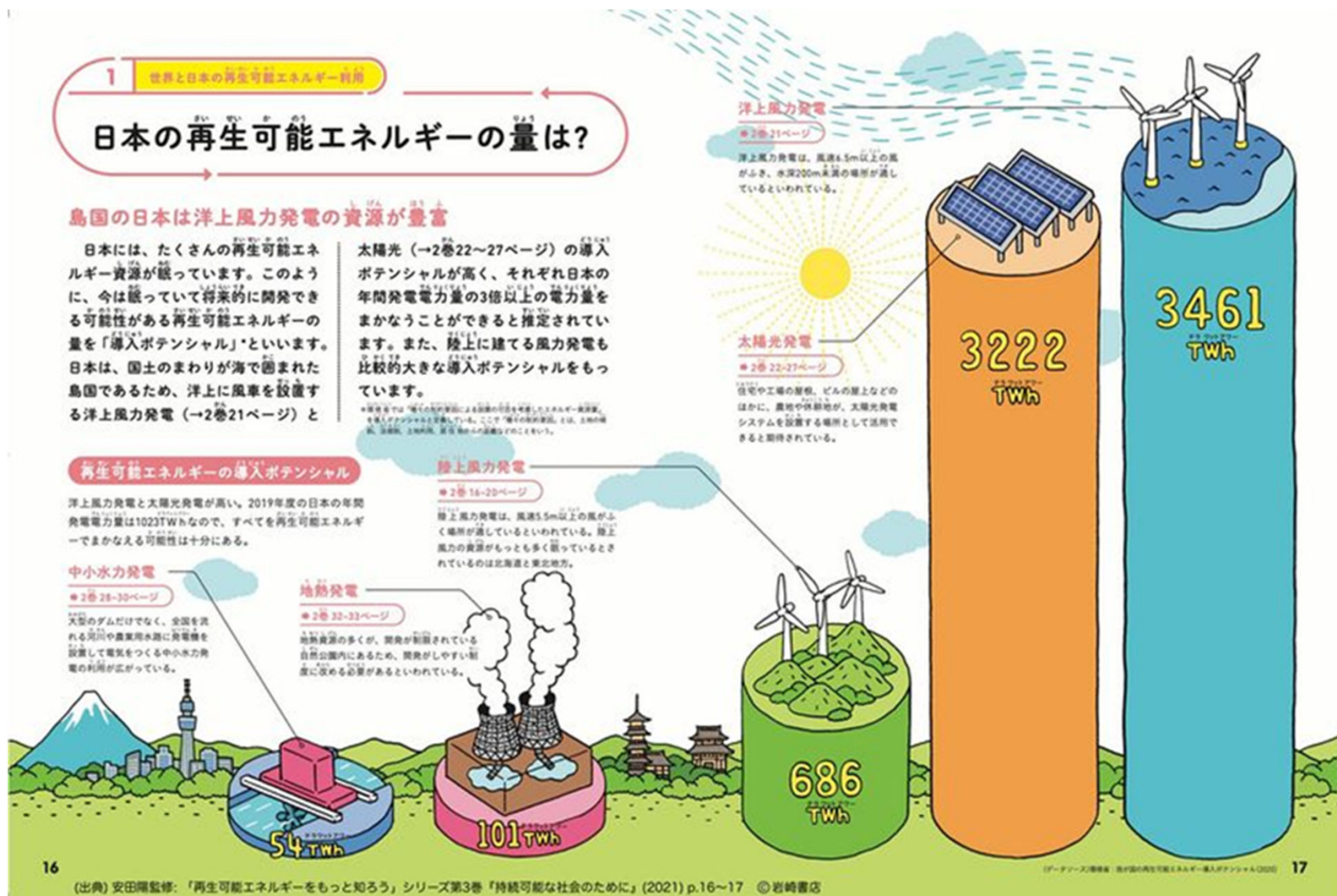
※2巻 21ページ

洋上風力発電は、風速6.5m以上の風がふき、水深200m未満の場所が選んでいるといわれている。

太陽光発電

※2巻 22-27ページ

住宅や工場の屋根、ビルの屋上などのほかに、農地や休耕地が、太陽光発電システムを設置する場所として活用できると期待されている。



洋上風力発電のポテンシャル

	着床式 (TW時/年)	浮体式 (TW時/年)
日本	30	2,223
中国	1,822	142
韓国	27	366
東南アジア	1,318	1,631
インド	683	903
欧州 (28カ国)	2,266	7,541
米国	6,333	5,846

離岸距離60km以内の海域における 洋上風力による年間発電可能量

(出典) Offshore Wind Outlook 2019 IEA 25, October 2019

洋上風力発電のアジア最大のポテンシャル国は日本と中国。

日本のポテンシャルは浮体式。
中国のポテンシャルは着床式。

日本は浮体式だけで国内電力需要の2倍を超えるポテンシャルがある。

特に、浮体式洋上風車による離岸距離60km以内の日本の発電ポテンシャルは中国の15倍、韓国の6倍。

■ 促進区域の指定と有望な区域の選定に係る現状



促進区域

- ①長崎県五島市沖
- ②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖
- ③秋田県由利本荘市沖（北側・南側）
- ④千葉県銚子市沖

（昨年度の整理）

（有望な区域）

有望な区域

- ⑤青森県沖日本海（北側）
- ⑥青森県沖日本海（南側）
- ⑦秋田県八峰町・能代市沖
- ⑧長崎県西海市江島沖

（一定の準備
段階の区域）

一定の準備段階に進んでいる他の区域

- ⑨青森県陸奥湾
- ⑩秋田県湯上市・秋田市沖
- ⑪新潟県村上市・胎内市沖

（一定の準備
段階の区域）

- ⑫北海道岩宇・南後志地区沖
- ⑬北海道檜山沖
- ⑭山形県遊佐町沖

（新規追加）

出典：「洋上風力産業ビジョン（第1次）」

2. 経済性はタービンの大型化とファームの大規模化 洋上風力の我が国の問題点




- コスト高、欧州の5倍、
- 専用作業船の質・量両面の不足
- 拠点港、分散電源用系統及びその制御システムの不十分
- 欧州の技術で20年遅れ、マーケットサイズ:1/100
- 技術導入は不可避、しかし追いつき、追い越す方策なしではマーケットを提供するだけに終わる！
- 現状ではタービン市場が欧米3社に独占され、確保に長期間待たされる、今のタービン寡占は近いうちに中国に置き換わる → 日本独自の戦略が必要

再生可能エネルギーの意義

- 《世界に・・・》 SDGsの目標達成を目指す 特に目標7（エネルギーをみんなにそしてクリーンに）、目標13（気候変動に具体的な対策を）の実現に寄与する
- 《日本に・・・》 エネルギー源の多様性獲得を目指す エネルギー源の多様性を持つことで、我が国のエネルギー安全保障に寄与する
- 《地域に・・・》 新エネルギー源と新エネルギー供給事業を活かし、新産業の創出や地域雇用を増やし、地域振興に寄与する

地域に対する意義では地産地消電力の小型発電の価値は大きい！

地産地消、地域振興を考えると

- 地元海洋工事会社が設置可能な大きさ、重量  小型
- 製作・運転・メンテナンスが地元業者で可能な設計
- 装置設置面積の最小化  設置法・係留法の工夫
- 個々地元要望に合わせた設計
- エネルギーを取り出すことによる影響の補填  藻場造成等による漁獲増の企画

大型化、大規模化の方向性を補完する意味がある

3. 東京都の役割、出来ること

- 再生エネルギーの経済性は洋上風力のタービンの大型化とファームの大規模化だが
- 発電機の寡占が進んでいる現下、確保に困難が生じており、ファームの大規模化は漁業者との合意形成に手こずって計画が進んでいない。
- **離島が多い**。地産地消、地域振興を考えると小型の海洋エネルギーを地元漁業者等との協業から始め海洋エネルギーが地域振興に役立つ経験をすることで、大規模化への合意形成の足固めとする。
- すなわち、小型の海洋エネルギーは**大型化、大規模化の方向性を補完する意味がある**
- さらに、東京都なら世界を引っ張るような**未来型のプロジェクト**をやりましょう！

たとえばマイクロ波ビーム電力伝送と インバースダムエネルギー貯留の 海洋エネルギープラットフォーム

- 伊豆七島沖に、日本の独自技術(海洋再生エネルギーの必須技術)
- 高価な電力ケーブルが不要に
- 蓄電池によらない逆揚水発電によるエネルギー貯留

- 将来、安価な再エネ電力が可能の暁に、グリーン水素製造
- 洋上風力以外に小型小規模から始められるパワーブイ(波力発電)も可能性があり、漁業者との協業は将来の大規模化に繋がる良策



海洋エネルギープラットフォームの全体構成

大面積EEZの開発・海洋産業基盤整備

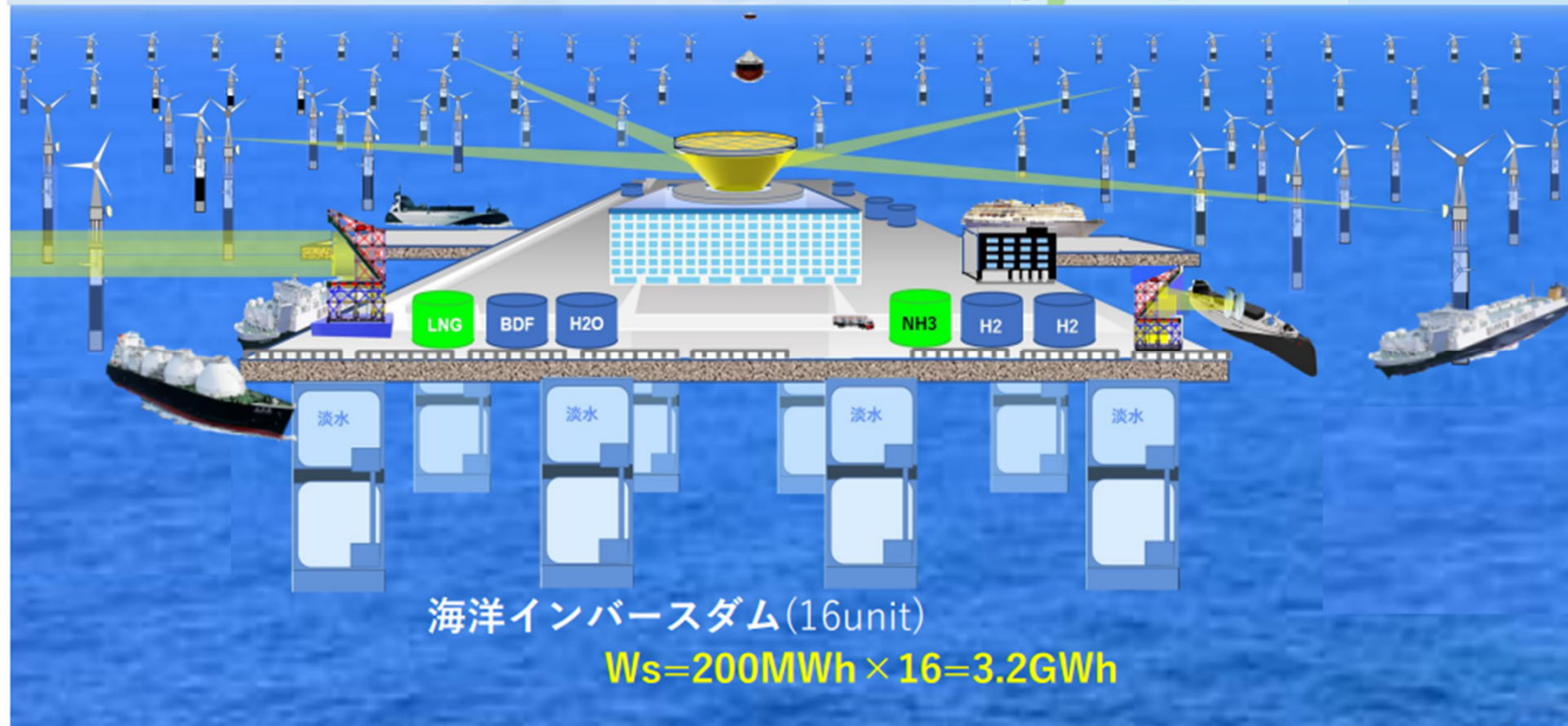


特にR&Dの必要な技術

- 複数の浮体式海洋インバースダム
- 浮体式洋上風力でウインドファーム構成
- Dynamic positioning system (GPS-DPS)
- マイクロ波ビームを使った洋上風力の収集

日本のEEZ 面積=4,450,000km²

(2110km × 2110km)



海洋インバースダム(16unit)

$$W_s = 200\text{MWh} \times 16 = 3.2\text{GWh}$$

4. 地産地消電力である小型海洋発電の更なる価値

- 大型で大規模な洋上風力や大型潮流発電への足場固めとして、大切なステップとなる
- 漁業者の海洋発電事業での仕事が可視化され理解が進む
- インドネシアを始めとするアジアの人口増加、エネルギー消費増加国に、欧米・中国の覇権主義的再生エネルギー導入と異なる、国々の実情に即した個別設計のシステムを当該国にとって優しい思いやりのある援助(ODA)として提供可能となる
- 欧州、中国の経済性偏重の再エネと異なる地域振興に軸を置く日本発の再エネで国際貢献を

アジアの振興と脱炭素で民主主義のソフト・シャープ
パワーとともに日本の電力の脱炭素も進む！

このプロジェクトと並行して進める

国内の地産地消プロジェクトも、事業者の地元の人の立場への理解
が進み、

海の活用、協創する新しい事業のpromotion

➡ 海洋エネルギーへの理解 ➡ 大規模ファームが可能

これこそ先行する欧州が持っていない、日本の海洋エネルギー(洋上
風力)の強みに！