

エネルギーシステム・要素論

第二回 風力発電

2023年5月19日

地下資源の埋蔵量

- 原始埋蔵量
 - 存在する地下資源の総量
- 可採埋蔵量
 - 技術的・経済的に掘り出す事ができる埋蔵量
 - 可採埋蔵量が0でも地下資源は残っている
 - 確実性の高い順に確認埋蔵量、推定埋蔵量、予想埋蔵量に分類される
 - 可採年数 = 確認埋蔵量 ÷ その年の生産量

風力発電

- 枯渇がない無尽蔵の純国産エネルギー
- CO₂を排出しないクリーンな発電
- 風力の電力変換効率約40%
→ベッツの限界
- 設置コストの低下, 経済性の向上
- 地域のシンボル・町おこし

賦存量とポテンシャル

- 賦存量

- 理論的に得られるエネルギー資源量の内、明らかに利用することが不可能であるもの(例: 風速 5.5m/s 未満の風力エネルギー)を除く資源量
 - 制約要因(土地用途、利用技術、法令、など)は考慮しない

- ポテンシャル

- エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因を考慮したエネルギー資源量
 - 特定の社会条件による一時点における導入可能量

風力発電の賦存量とポテンシャル 調査

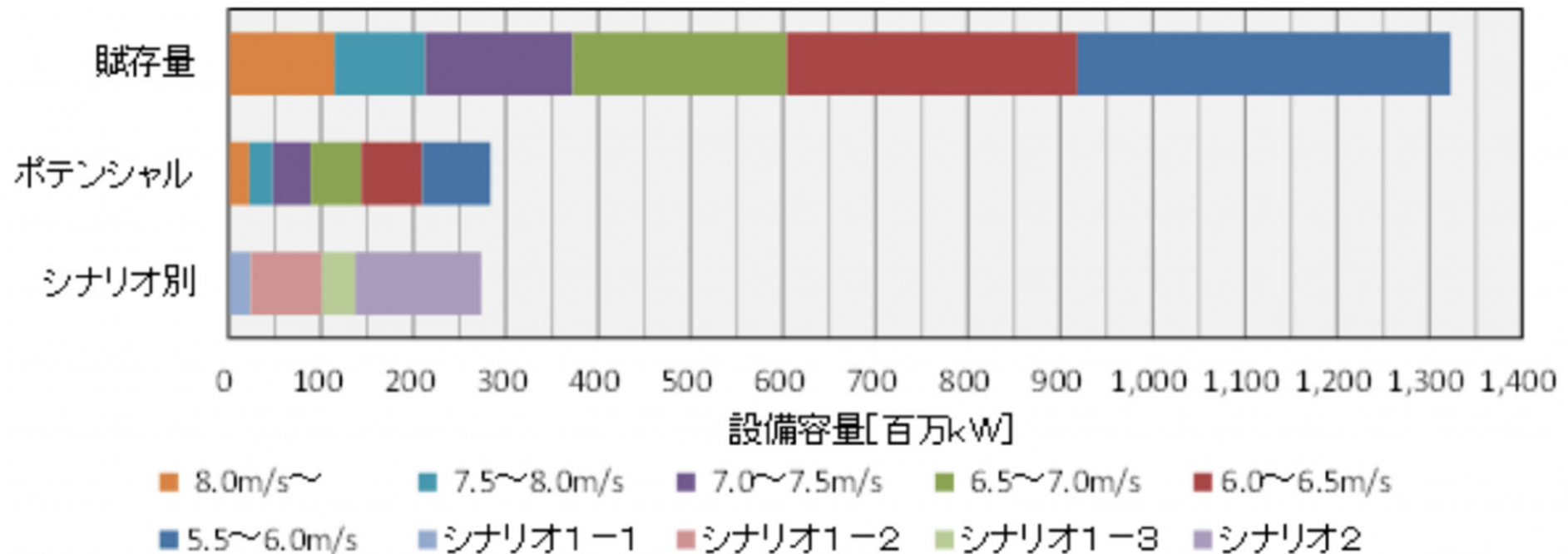
- 経済産業省 新エネルギー等基礎調査(2000年1月),
新エネルギー等導入促進基礎調査事業(2011年2
月)
- 日本風力発電協会 V0.0(2007年12月),
V1.1(2010年1月), V2.1(2010年6月), V3.0(2011年
7月)風力発電導入ポテンシャルと中長期導入目標
V4.3(2014年5月)
- 環境省 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査
(2010年3月,2011年3月), 東北地方における風況
変動データベース作成事業(2012年5月)

シナリオ別導入可能量

- ポテンシャルの内数
- 事業収支に関する特定のシナリオ(仮定条件)を設定した場合に具現化が期待されるエネルギー資源量
 - シナリオ別導入可能量とポテンシャルの比較は、日本全国の発電設備容量2億700万kW, ポテンシャルが北海道、東北、九州に集中, 地域により風速分布が異なることに注意

風力の賦存量、ポテンシャルとシナリオ別導入可能量

賦存量、ポテンシャルとシナリオ別導入可能量

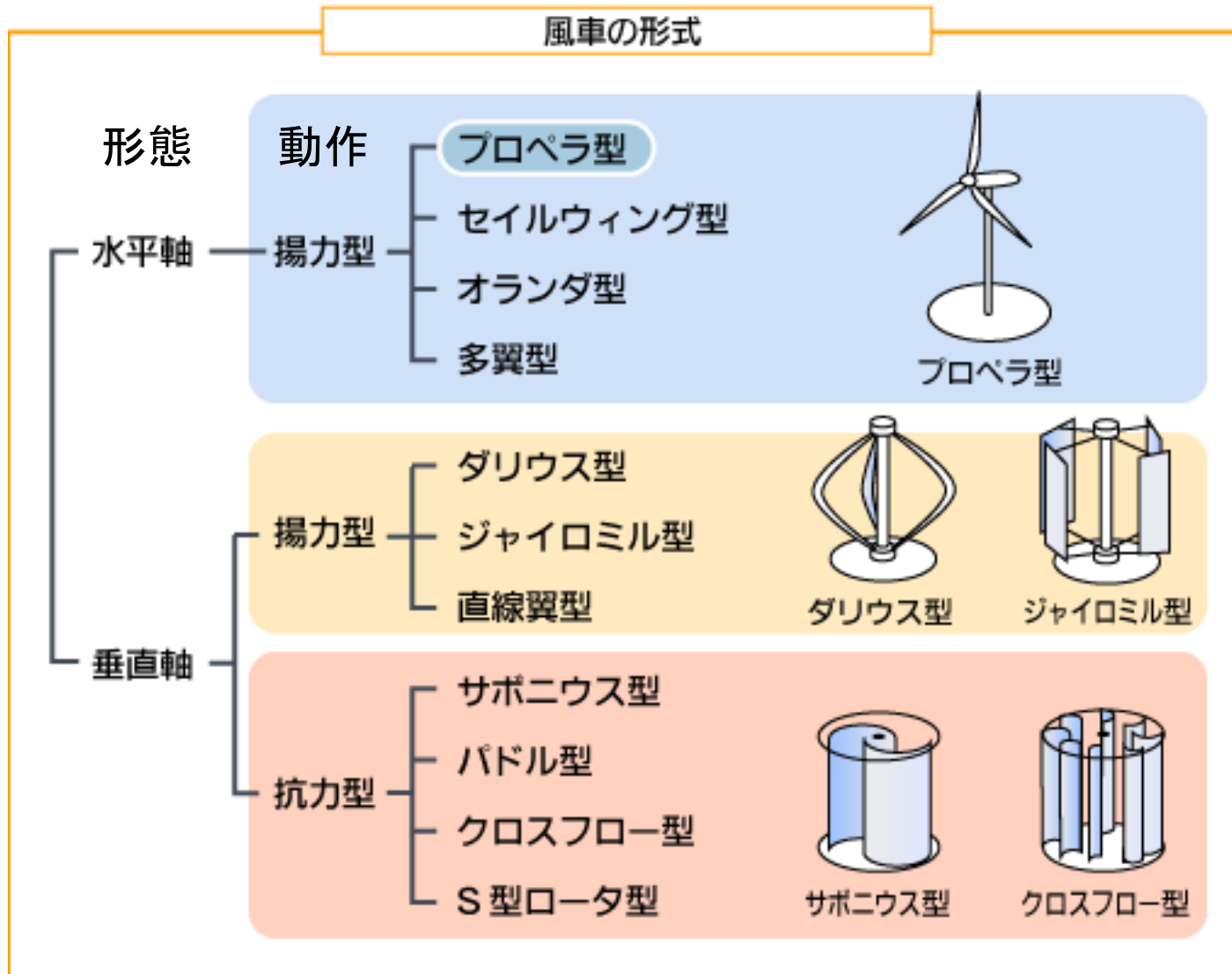


- シナリオ1-1(FIT 15円/kWh、15年) ≡ 年間平均風速8.0m/s以上
 - シナリオ1-2(FIT 20円/kWh、15年) ≡ 年間平均風速7.0m/s以上
 - シナリオ1-3(FIT 20円/kWh、20年) ≡ 年間平均風速6.5m/s以上
 - シナリオ2(技術革新、コストダウン) ≡ 年間平均風速5.5m/s以上
- 賦存量,ポテンシャルは100mメッシュで算出した面積を設備容量へ換算

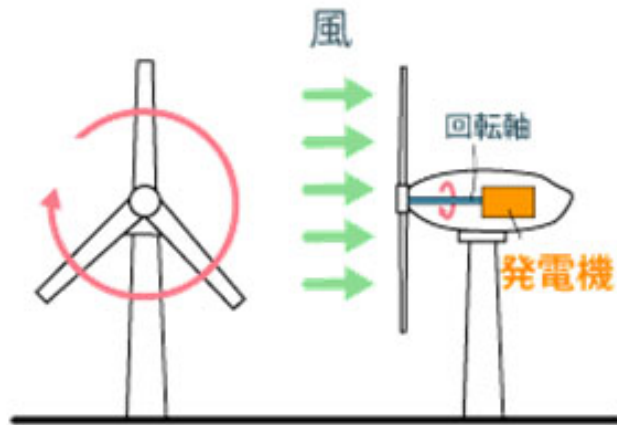
風力発電の導入量

- 2011年末 239GW(約20万台)
 - 中63GW,米47GW,独29GW,...,日2.5GW(13位)
- 新規導入量 全世界38GW/年(約2万台)
 - 成長率19%, 年商5兆円
 - 中19GW,米6GW,...,日0.17GW(21位)
- 電力に占める風力発電比率 世界3%
 - EU6%,デンマーク,ポルトガル,スペイン,アイルランドは15%以上,日0.5%,EU・米・中の目標は20%

風車の形式



水平軸型と垂直軸型



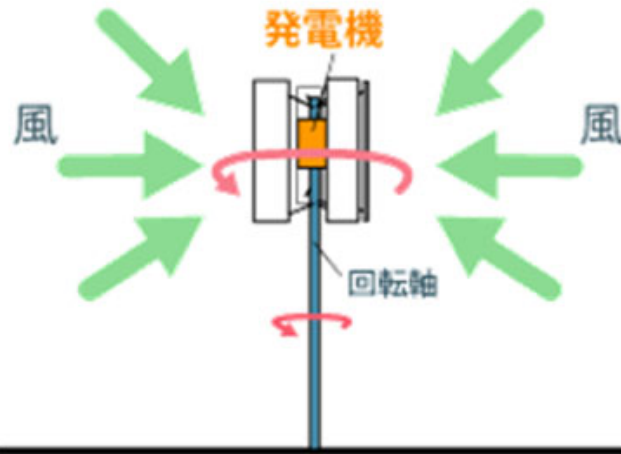
水平軸型

回転軸が地面に対して水平

効率が良く大型化が容易

重量物を風車上部に取り付けなければならないとい(設置・メンテナンス時の操作性の問題)

風車の回転面を常に風の方角に向ける必要あり



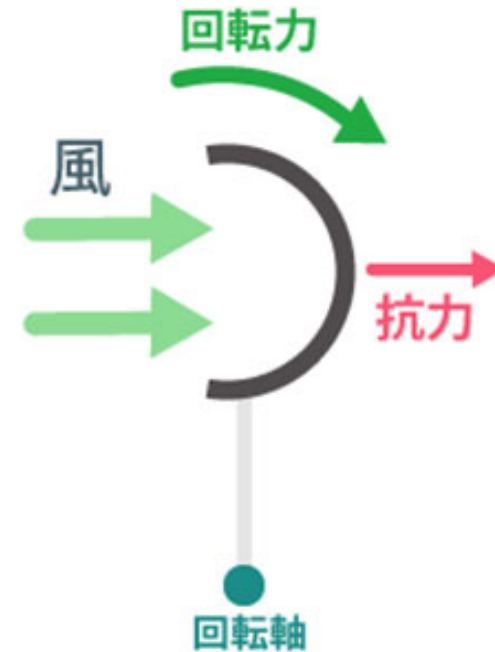
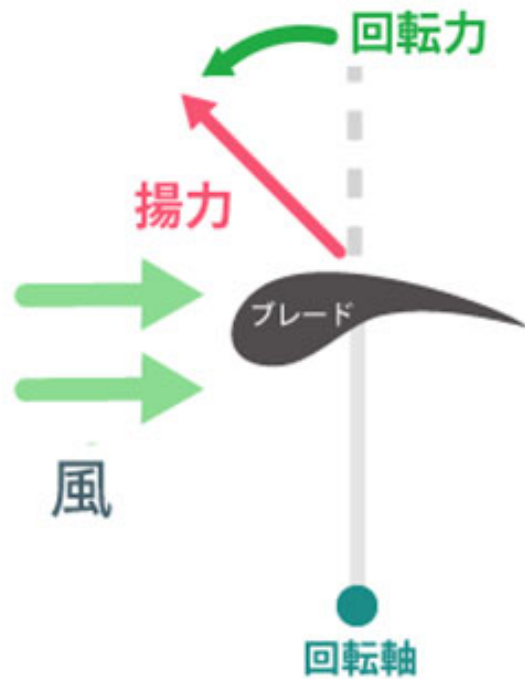
垂直軸型

風車の回転軸が地面に対して垂直

重量物は地上に設置できるので、設置・メンテナンス時の扱いが容易

風向きに対する依存性がなし

揚力型と抗力型



揚力

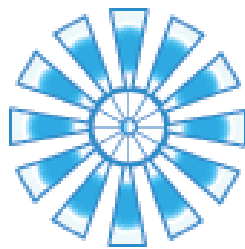
気流の進行方向に対して飛行機の翼のような形状が、
上下の圧力差により受ける垂直方向の力

抗力

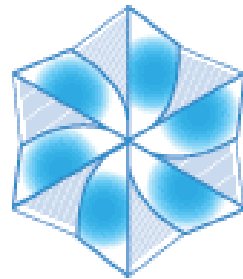
気流の進行方向の物体に当たる力

風力発電

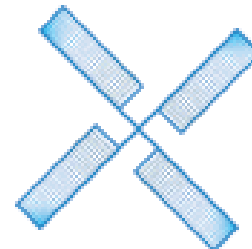
水平軸風車



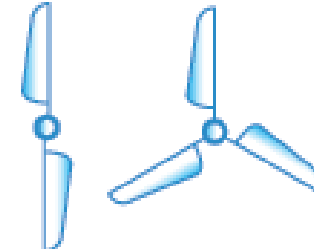
A 多翼型



B セイルウイング型



C オランダ型

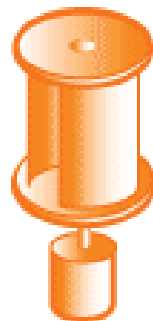


D プロペラ型

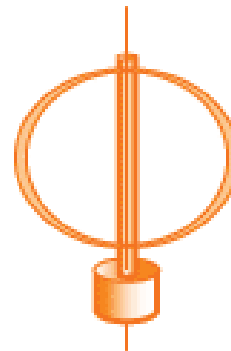
垂直軸風車



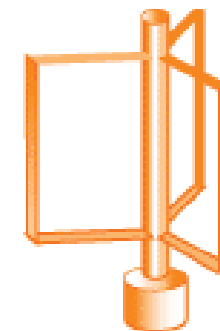
1 クロスフロー型



2 サボニウス型

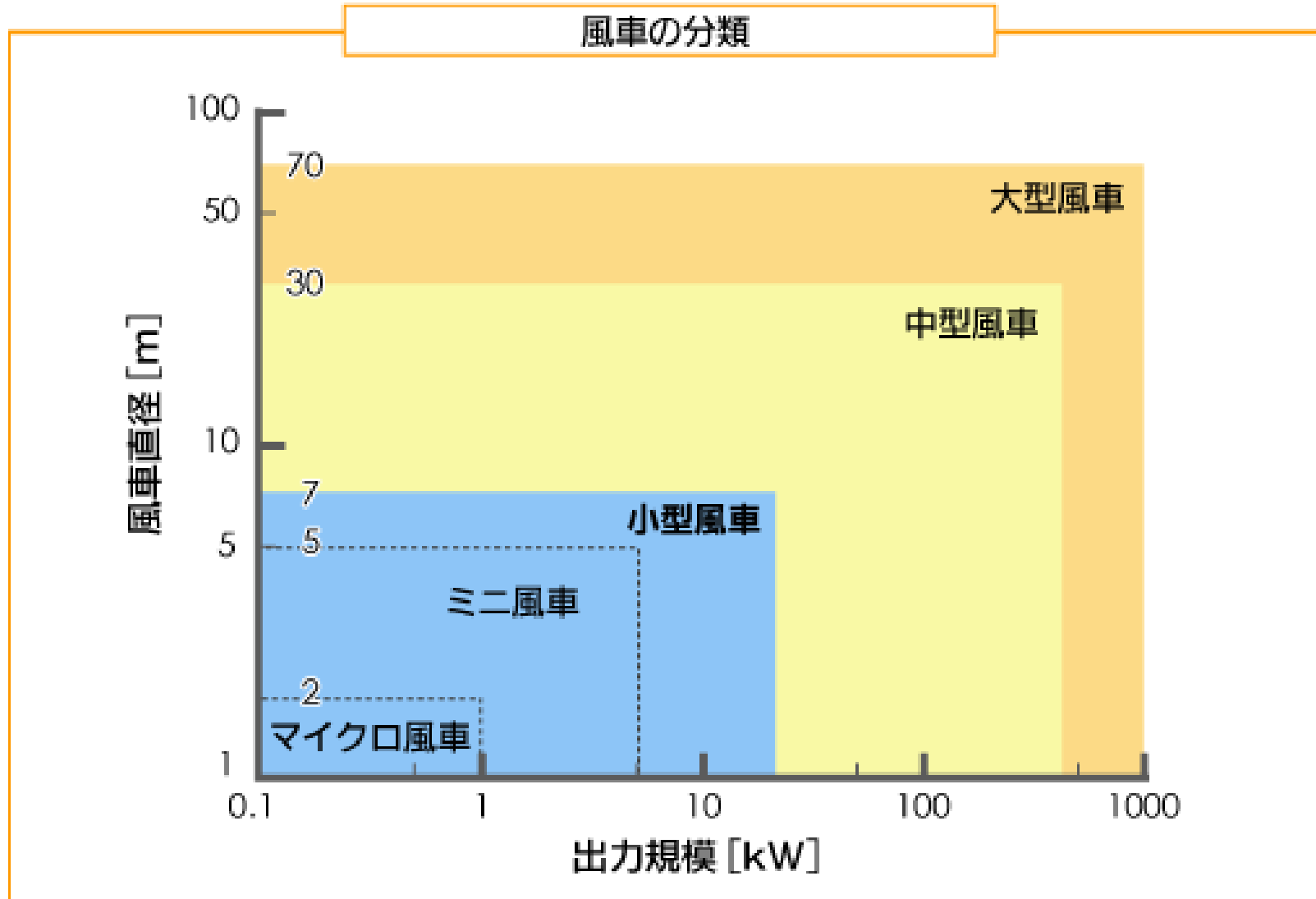


3 ダリウス型



4 ジャイロミル型

風車の分類



風車の大型化

- 規模の経済性 → 風車の大型化
 - 陸上用 定格2～3MW(直径100m)
 - 洋上風車 定格3～6MW(120m)欧, 7～10MW(160m)も開発中
 - 建設コスト低減
 - 福島沖
 - 2013年11月 2MW
 - 2015年12月 7MW

風車の大型化

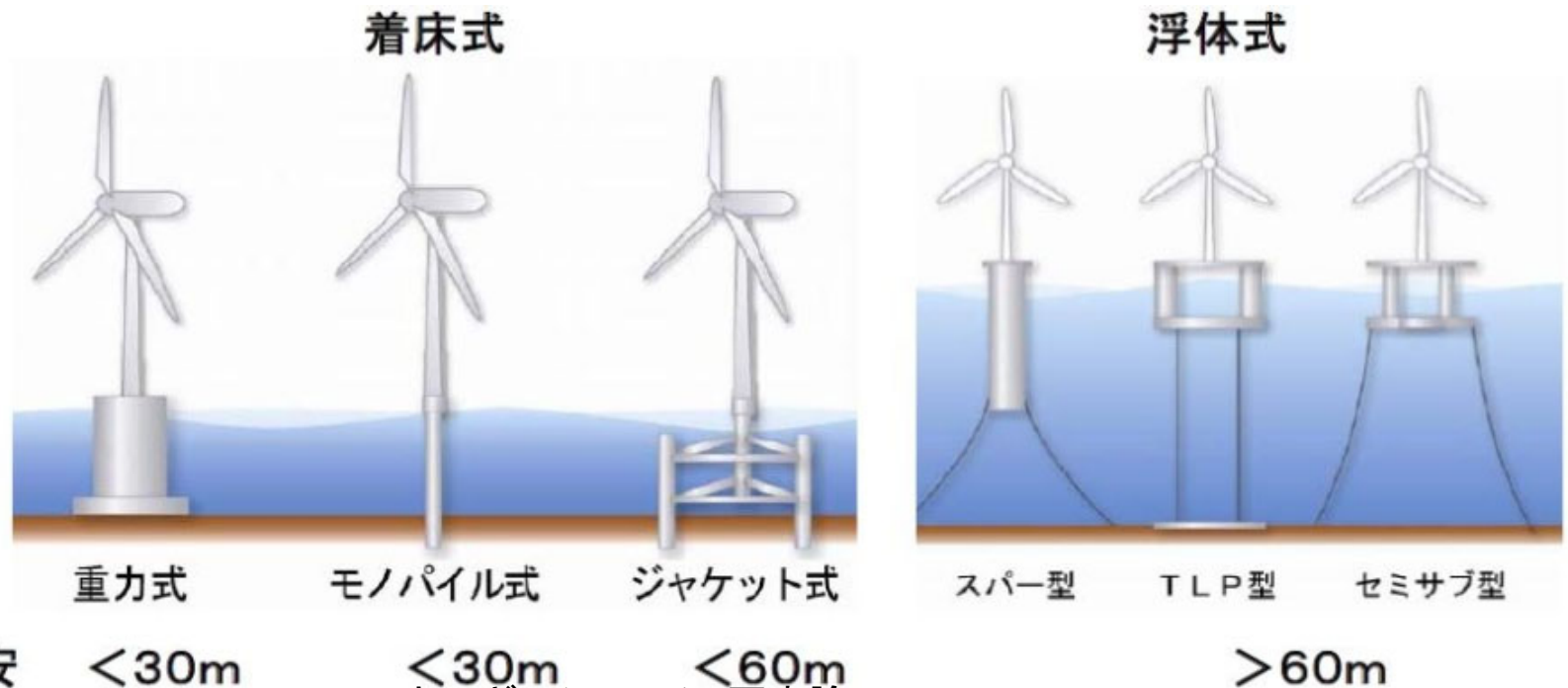
- 大型化の制約要因
 - 出力はローター径の2乗 (面積)
 - 重量・機器コスト・荷重はローター径の3乗(体積)
 - 風切り音の音圧レベルは相対速度の5乗
 - 翼先端速度は80~90m/sに制約
 - 大型化すると回転数を下げる必要あり (径の-1乗)
 - 発電機出力=回転数×トルク
 - 主軸トルク増加(径の3乗)
 - 歯車式増速機の増速比率の増加
 - 増速機+DFIGの強度限界→ギヤレス, 油圧ドライブ

洋上風力発電

- 洋上風力発電の設置形式

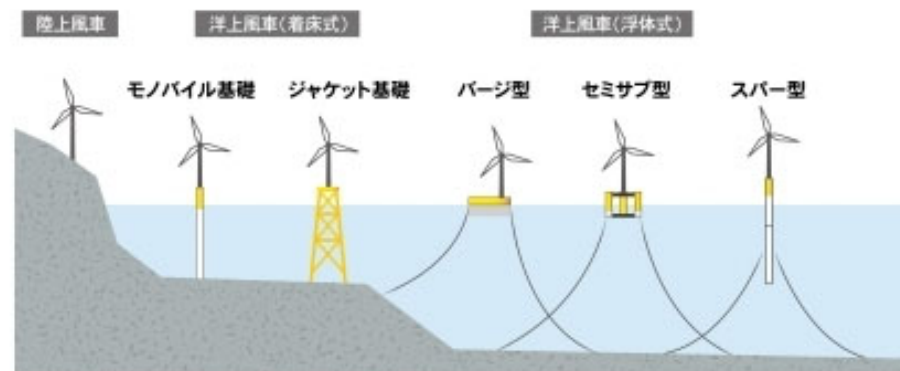
- 水深30m未満 円柱型基礎
- 80m未満 重力着底型構造物
- 大水深 浮体式

パワエレとは直接関係ない



洋上風力発電

- 着床式
 - 風車の支柱が海底まで到達しており、下部構造及び基礎により風車を固定
 - 比較的水深が浅い場合
- 浮体式
 - 風車自体が海洋に浮いており、係留により位置を保持
 - 水深が深い場合



洋上風力発電

- 浮体式洋上風力発電の課題
 - 係留が必要
 - 浮体の挙動に伴いケーブルの曲率が変わる
 - 直流の遮断器も必要

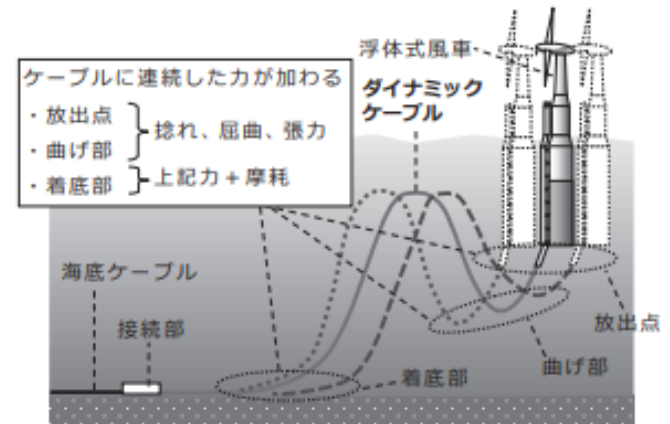


図3 浮体式洋上風力発電施設へのケーブル接続例

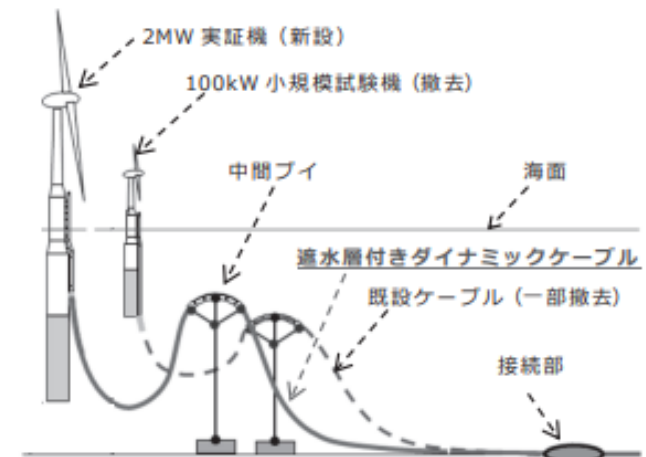
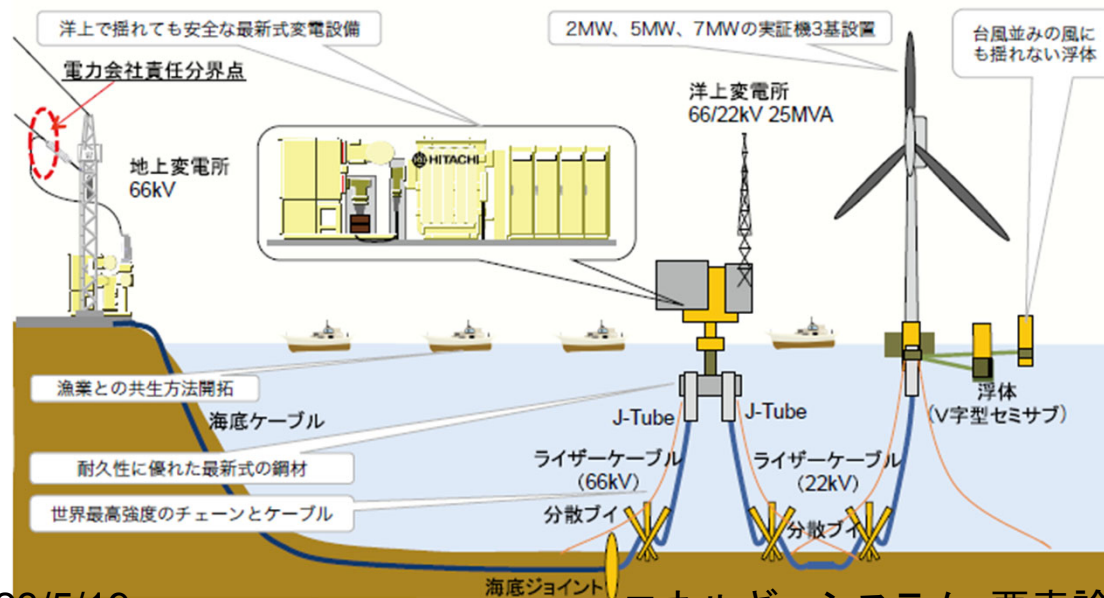


図9 2MW実証機へのケーブル布設概念図

長崎県五島市沖洋上風力発電

事業概要・実施体制

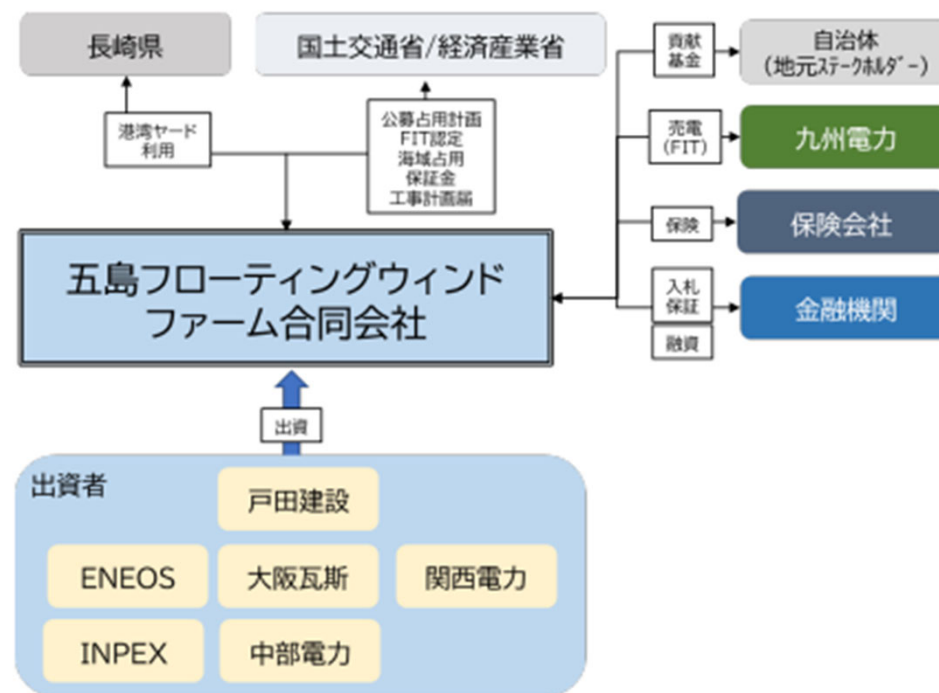
○事業概要

発電設備	浮体式洋上風力発電 (日立製作所製・ハイブリッドスパー型・3点係留方式)
出力	16,800kW (2,100kW×8基)
供給価格	36円/kWh
工事開始予定日	2022年9月1日 (促進区域内における設備設置工事開始)
運転開始予定日	2024年1月1日
事業終了予定日	2043年12月31日 (運転停止予定日)

○実施体制

本事業は、戸田建設株式会社を代表とする6つの企業からなる合同会社が実施する。

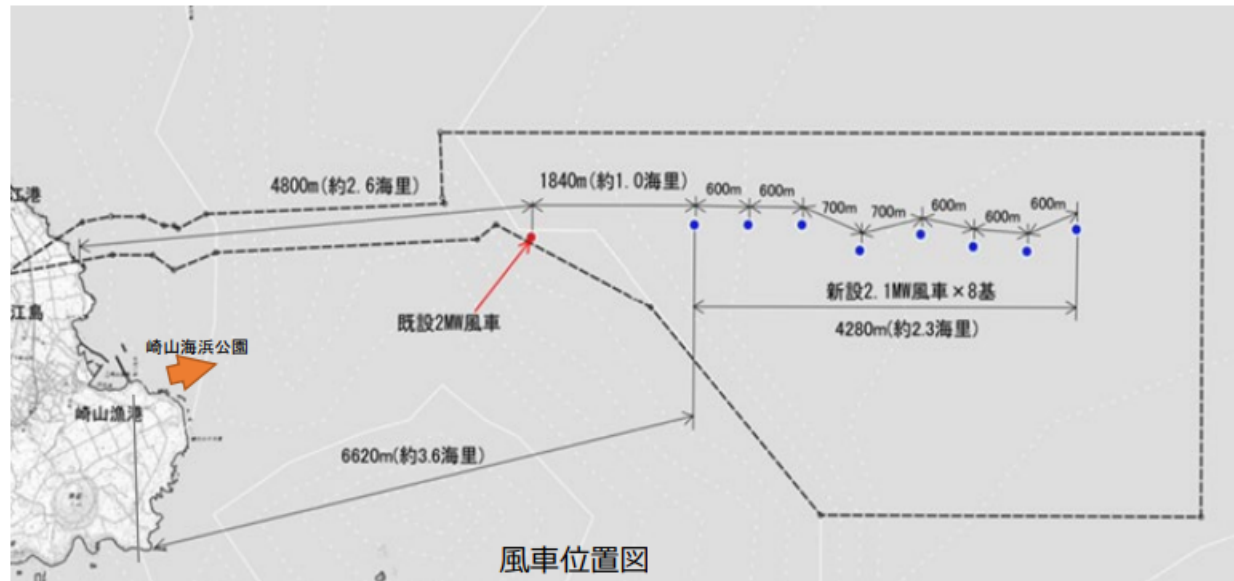
事業名称	五島市沖洋上風力発電事業
会社名称	五島フローティングwindファーム合同会社
所在地	長崎県五島市下大津町708番42
出資者	戸田建設株式会社、ENEOS株式会社、大阪瓦斯株式会社 株式会社INPEX、関西電力株式会社、中部電力株式会社
設立時期	2021年10月6日



関係者模式図

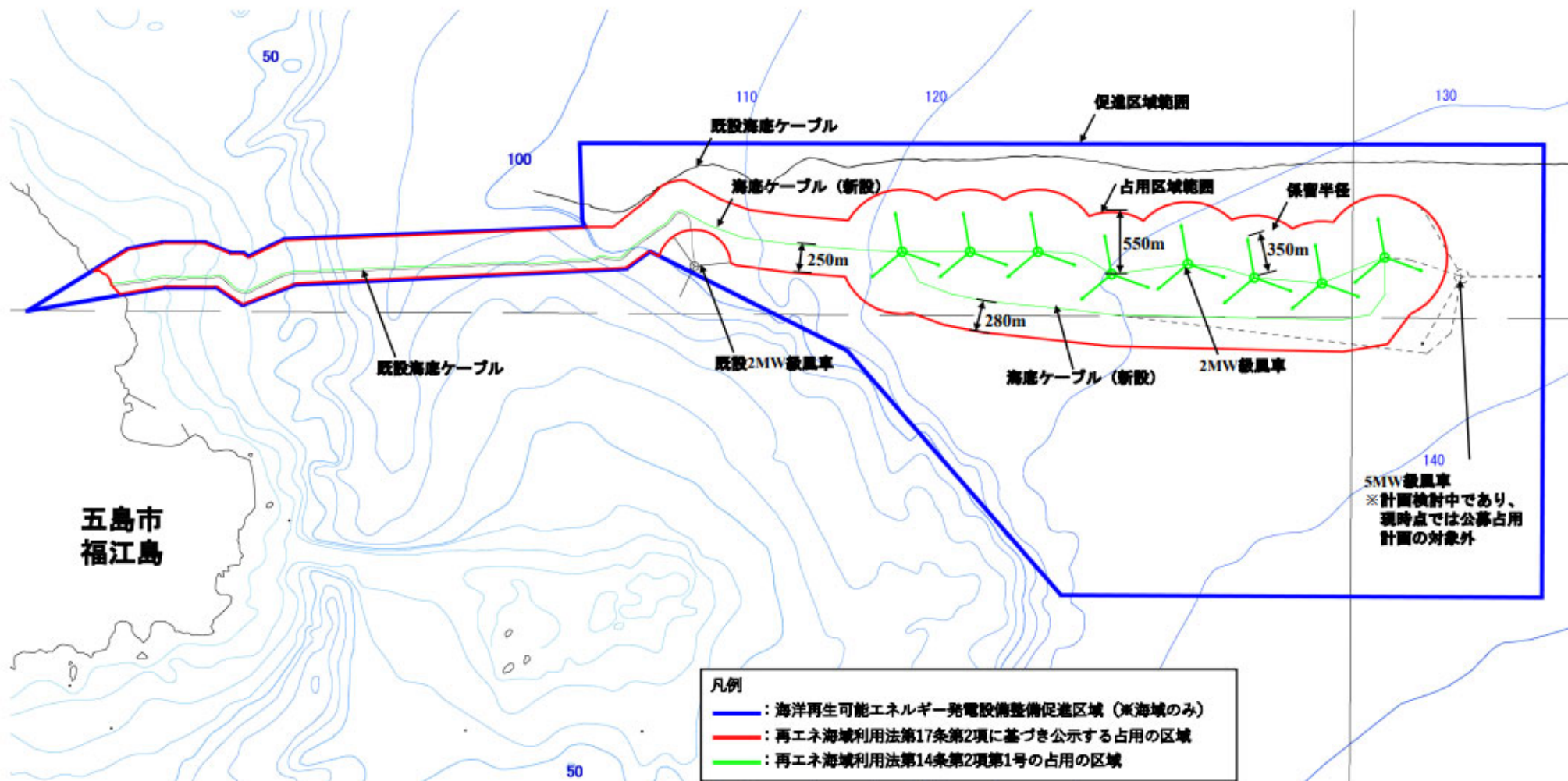
長崎県五島市沖洋上風力発電

風車配置図

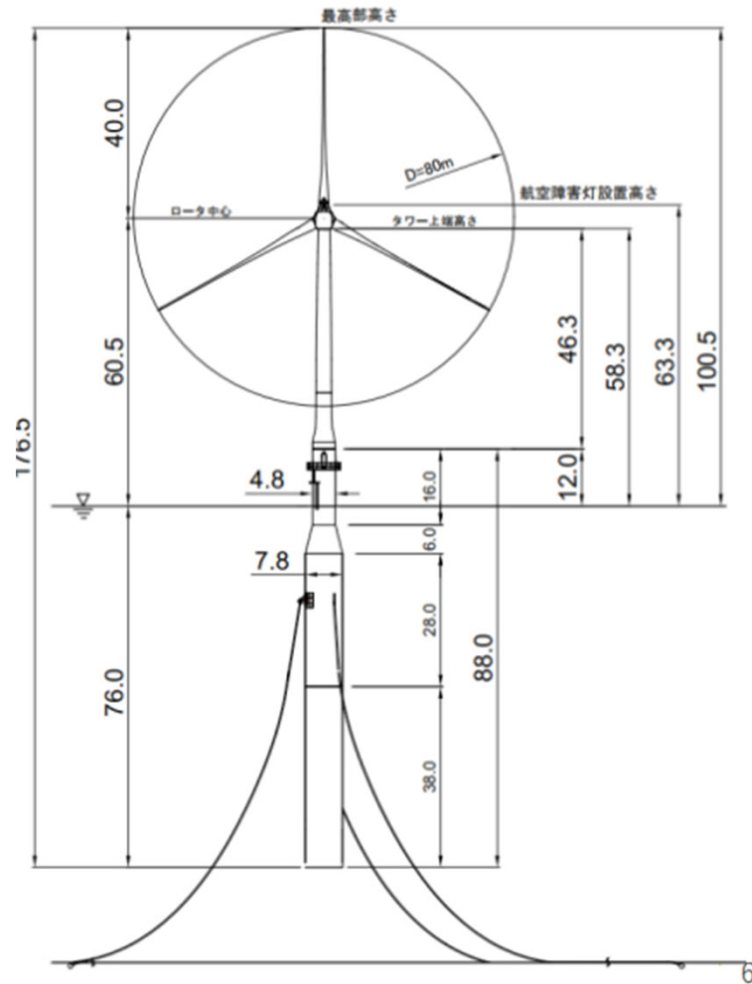


崎山海浜公園からの想定モンタージュ写真

長崎県五島市沖洋上風力発電



長崎県五島市沖洋上風力発電



2,100kW風車概要図

