

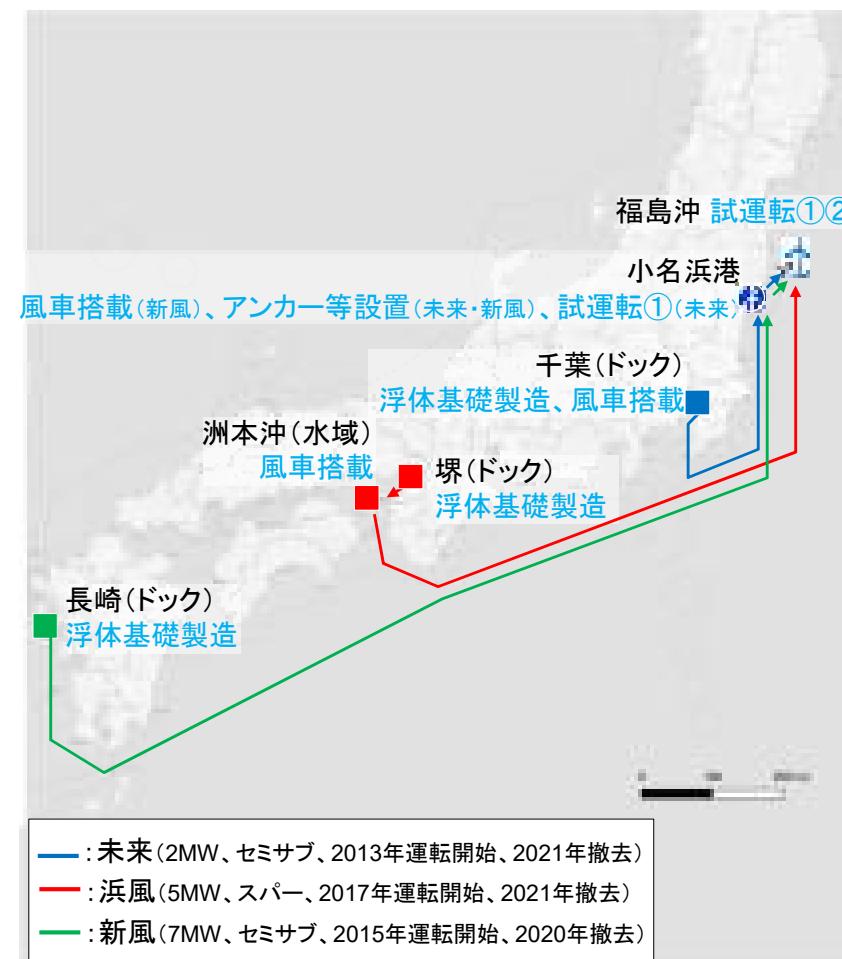
浮体式洋上風力発電設備の施工事例

2. 浮体施工の事例紹介

(1)福島沖(実証:セミサブ、スパー)[未来(セミサブ)、浜風(スパー)、新風(セミサブ)]

- 福島沖の実証機では、浮体基礎のすべてをドックで製造。
- 風車搭載については、未来は浮体基礎を製造したドックにて、浜風はドック近くの水域にて、新風は小名浜港の陸上にて実施。
- なお、試運転について、未来は動作確認として小名浜港、他は設置海域で係留後に実施。

◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等



◆施工方法の概要(7MW機「新風」の例)

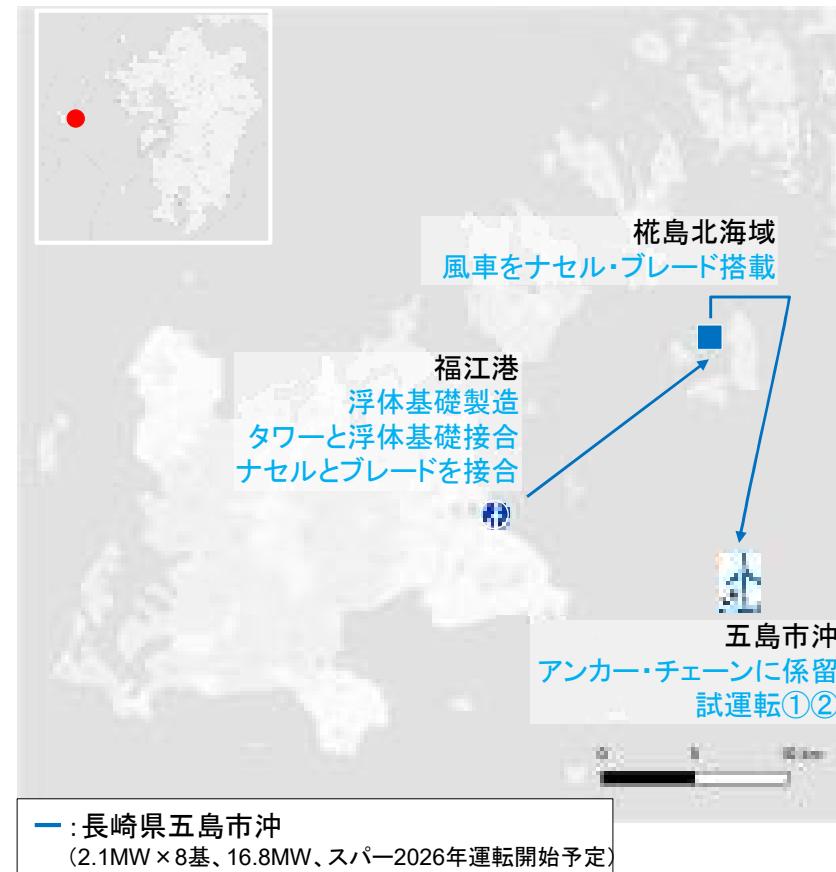


出所: ①②⑤⑥三菱重工技報 Vol.53 No.2 (2016)、③建設機械施工 Vol.71、小名浜港ニュース、④福島復興浮体式洋上ウインドファーム 実証研究事業パンフレット、
 試運転①: 主に動作確認のための試運転調整、試運転②: 主に送電確認のための試運転

(2)長崎県五島市沖(商用:スパー)

- 長崎県五島市沖(再エネ海域利用法に基づく発電所)では、浮体基礎を福江港の陸上ヤードで製造。
- 風車タワーについては、半潜水式台船で出荷され、樅島北海域の静穏水域で着水・立起し。
- 樅島北海域にてナセル(2本のブレードが接合済)と残りのブレード1本を起重機船で搭載し、設置海域まで曳航し、係留。
- なお、試運転は、設置海域で実施。

◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等



◆施工方法の概要



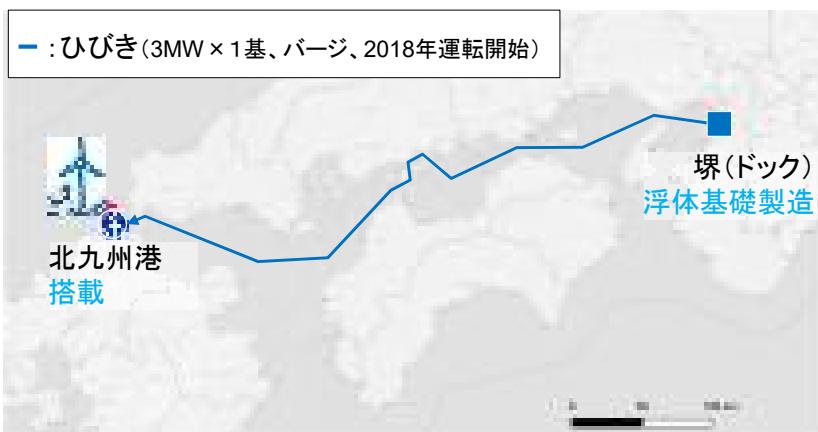
出所:戸田建設HP(<https://www.toda.co.jp/business/ecology/special/offshorewind/>他)

試運転①:主に動作確認のための試運転調整、試運転②:主に送電確認のための試運転

(3) 北九州市沖(実証:バージ)[ひびき]

- 北九州市沖の実証機では、浮体基礎を堺泉北港のドックで製造。
- 風車搭載については、北九州港の陸上にて実施後、予め展張済のアンカー・チェーンに係留・設置。
- 試運転は、設置海域で実施。

◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等



◆施工方法の概要



出所: NEDO CHANNEL

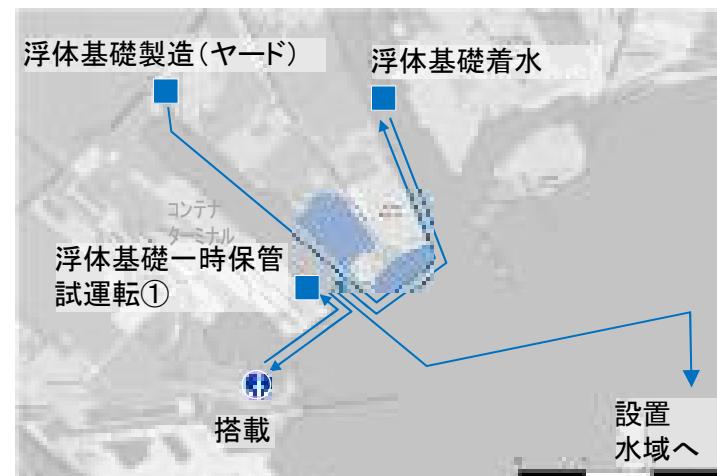
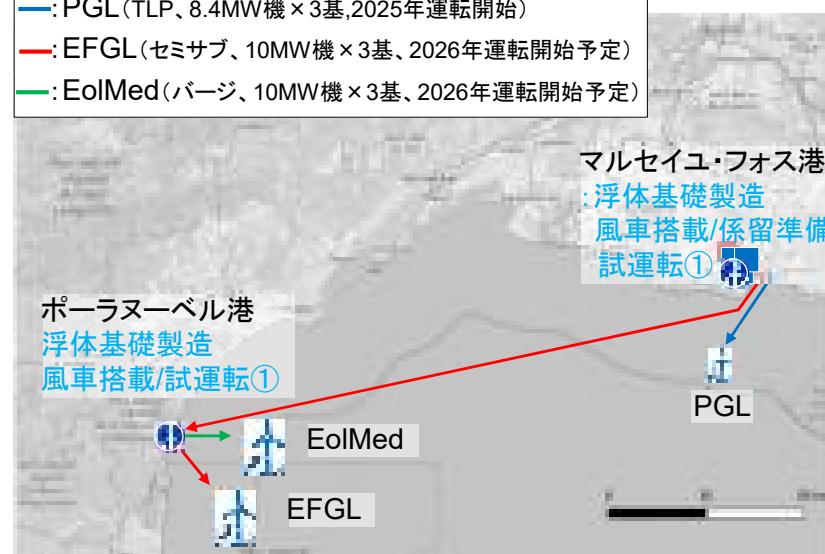
試運転①: 主に動作確認のための試運転調整、試運転②: 主に送電確認のための試運転

(4)PGL*(TLP)、EFGL*(セミサブ)、EoMed*(バージ) <フランス>

- PGL等では、浮体基礎をマルセイユ・フォス港等のヤードで製造し、半潜水式台船で出荷。
- 港内で着水後、搭載岸壁の隣接岸壁まで曳航・一時保管後、搭載岸壁へ曳航し搭載。
- 一時保管で利用した隣接岸壁等で動作確認を行い、タグで設置水域へ曳航、設置、試運転を実施。

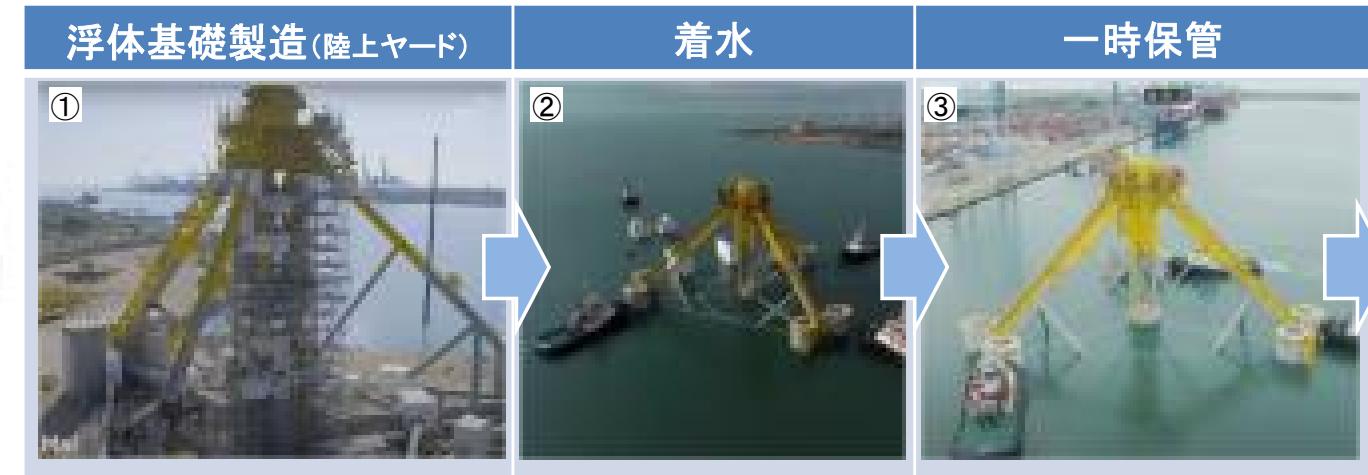
◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等

■: PGL(TLP、8.4MW機×3基、2025年運転開始)
 ■: EFGL(セミサブ、10MW機×3基、2026年運転開始予定)
 ■: EoMed(バージ、10MW機×3基、2026年運転開始予定)



※PGL、EFGL、EoMed: 浮体式洋上風力発電プロジェクトの略称

◆施工方法の概要(PGLの事例)



(マルセイユ・フォス港拡大、PGLの事例)



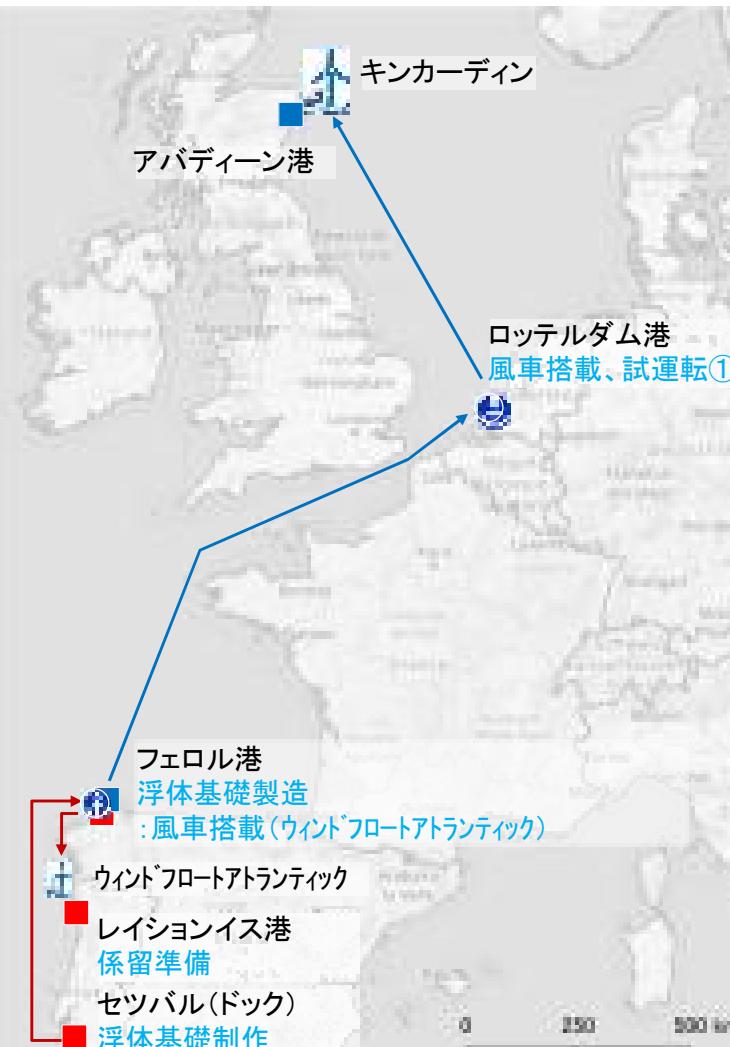
出所: ①②③④EDF社Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=HCIZiEuwCLE>, <https://www.youtube.com/watch?v=ybWe-MNaPjI>)、⑤日本港湾協会撮影)

試運転①: 主に動作確認のための試運転調整、試運転②: 主に送電確認のための試運転

(5) キンカーディン(セミサブ) <イギリス>、ウインドフロートアトランティック(セミサブ) <ポルトガル>

- キンカーディン等では、浮体基礎をフェロル港内のヤードで製造し、半潜水式台船で出荷。
- キンカーディンの場合、ロッテルダム港で着水・風車搭載、動作確認。その後、タグで曳航し、スコットランド沖の設置水域に設置し、試運転を実施。

◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等



◆施工方法の概要(キンカーディンの事例)



出所: ①②Flotation Energy社資料、③Principal Power社HP、④海外での浮体式洋上風力発電の施工事例について(R6.6官民フォーラム)

試運転①: 主に動作確認のための試運転調整、試運転②: 主に送電確認のための試運転

※キンカーディン、ウインドフロートアトランティック: 浮体式洋上風力発電プロジェクトの名称

(6)ハイウインドタンペン(スパー)<ノルウェー>

- ハイウインドタンペンでは、浮体基礎をストルド港のヤードで上部工、近隣水域で下部工を製造。
- フィヨルドの特徴を生かした岸壁前面水深の深いグレン港まで曳航、リングクレーンで風車搭載。
- 近隣水域で動作確認後、設置水域に曳航、設置し、試運転を実施。

◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等



—:ハイウンドタンペン(8.6MW × 11基、スパー、2023年運転開始)

※ハイウンドタンペン:浮体式洋上風力発電プロジェクトの名称

◆施工方法の概要(ハイウンドタンペンの事例)

浮体基礎製造(上部)	浮体基礎製造(下部)	搭載
①	②	③
試運転①		曳航・試運転②
④		

出所: ①②③海外での浮体式洋上風力発電の施工事例について(R6.6官民フォーラム)、④EI LIVE free webinar (<https://www.youtube.com/watch?v=loRFkGQOApo>)、⑤Equinor社HP (<https://www.equinor.com/energy/hywind-tampen>)
試運転①: 主に動作確認のための試運転調整、試運転②: 主に送電確認のための試運転

(7) テトラスパー(スパー)<ノルウェー>

- テトラスパーでは、浮体基礎をグレナ港(デンマーク)のヤードで製造し、岸壁前面で浜出し・着水。
- 同一岸壁で風車の浮体基礎への搭載後、曳航・設置。
- なお、試運転については、設置海域で実施。

◆浮体基礎製造、搭載、設置海域等



— : テトラスパー(スパー、3.6MW機×1基 2021年運転開始)

※テトラスパー: 浮体式洋上風力発電プロジェクトの名称

◆施工方法の概要



出所: RWE社HP (<https://www.rwe.com/en/our-energy/discover-renewables/floating-offshore-wind/tetraspar/>)

試運転①: 主に動作確認のための試運転調整、試運転②: 主に送電確認のための試運転

◆プロジェクト別の基礎製作、風車搭載、試運転の場所

区分 (注1)	浮体基礎	地域・名称	風車 MW	基 数	発電所 規模 MW	浮体基礎製造			保管	組立・搭載			試運転(注2)		
						ドック	陸上ヤード (港湾等)	近隣水域		ドック	港湾(岸壁・ ヤード)	近隣水域	港湾(岸壁・ ヤード)	保管水域	設置水域
商用	セミサブ	フランス EFGL	10	3	30		浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	試運転 ①		試運転 ②
		イギリス・ポルトガル キンカーディン	9.5	5	47.5		浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	試運転 ①		試運転 ②
		イギリス・ポルトガル ウィンドフロートアトランティック	8.4	3	25	浮体基礎 製造	浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	試運転 ①		試運転 ②
	スパー	イギリス、ノルウェー ハイウインドタンペン	8.6	11	95	浮体基礎 製造	→	浮体基礎 製造	→	→	風車搭載	→	→	試運転 ①	試運転 ②
		イギリス、ノルウェー ハイウインドスコットランド	6	5	30		浮体基礎 製造	→	→	→	→	風車搭載	→	試運転 ①	試運転 ②
		五島市沖	2.1	8	16.8		浮体基礎 製造	→	→	→	→	風車搭載	→	→	試運転 ①②
	バージ	フランス EoMed	10	3	30		浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	試運転 ①		試運転 ②
	TLP	フランス PGL	8.4	3	25.2		浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	試運転 ①		試運転 ②
実証	セミサブ	福島沖 新風	7	1	7	浮体基礎 製造	→	→	→	→	風車搭載	→	→	→	試運転 ①②
		福島沖 未来	2	1	2	浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	→	試運転 ①		試運転 ②
	スパー	福島沖 浜風	5	1	5	浮体基礎 製造	→	→	→	→	→	風車搭載	→	→	試運転 ①②
		ノルウェー テトラスパー	3.6	1	3.6		浮体基礎 製造	→	→	→	風車搭載	→	→	→	試運転 ①②
		五島市樋島沖 はえんかぜ(注3)	2	1	2		浮体基礎 製造	→	→	→	→	風車搭載	→	→	試運転 ①②
	バージ	北九州市沖	3	1	3	浮体基礎 製造	→	→	→	→	風車搭載	→	→	→	試運転 ①②

(注1)実証、商用の区分については、実証事業として設置され発電した電気を売却していないものを「実証」、発電した電気を売却しているものを「商用」とした。売電の有無は、4C offshoreのデータベース等を参考に確認した。

(注2)試運転の場所については、一部推定も含む。なお、試運転①は主に風車搭載後の電気・機械、風車の動作確認、試運転②は主に海底ケーブルへの送電確認等が想定される。

(注3)はえんかぜは、平成27年度の環境省による実証事業終了後は、五島市と五島フローティングウインドパワー合同会社が共同で商業運転中。

(9)施工事例のまとめ②

○本資料で事例紹介した風車施工の傾向は以下のとおり。

■浮体基礎の製造

- ・ドック、或いは港湾等の陸上ヤードで製造されているのがほとんどである。
- ・複数基を製造する場合、ほとんどが陸上ヤードで製造している。

■水域での浮体基礎保管

- ・浮体基礎製造から組立・搭載に至るまでの間、保管水域を活用している事例はないが、設置基数が少ないとことにより、浮体基礎を製造・出荷後、直接、風車搭載工程に移行できることが要因であると考えられる。

■風車の組立・搭載

- ・組立及び風車搭載は港湾(陸上ヤード)と近隣水域にて実施されているのがほとんどであり、今後、両者の実施方法について更なる検証が必要である。

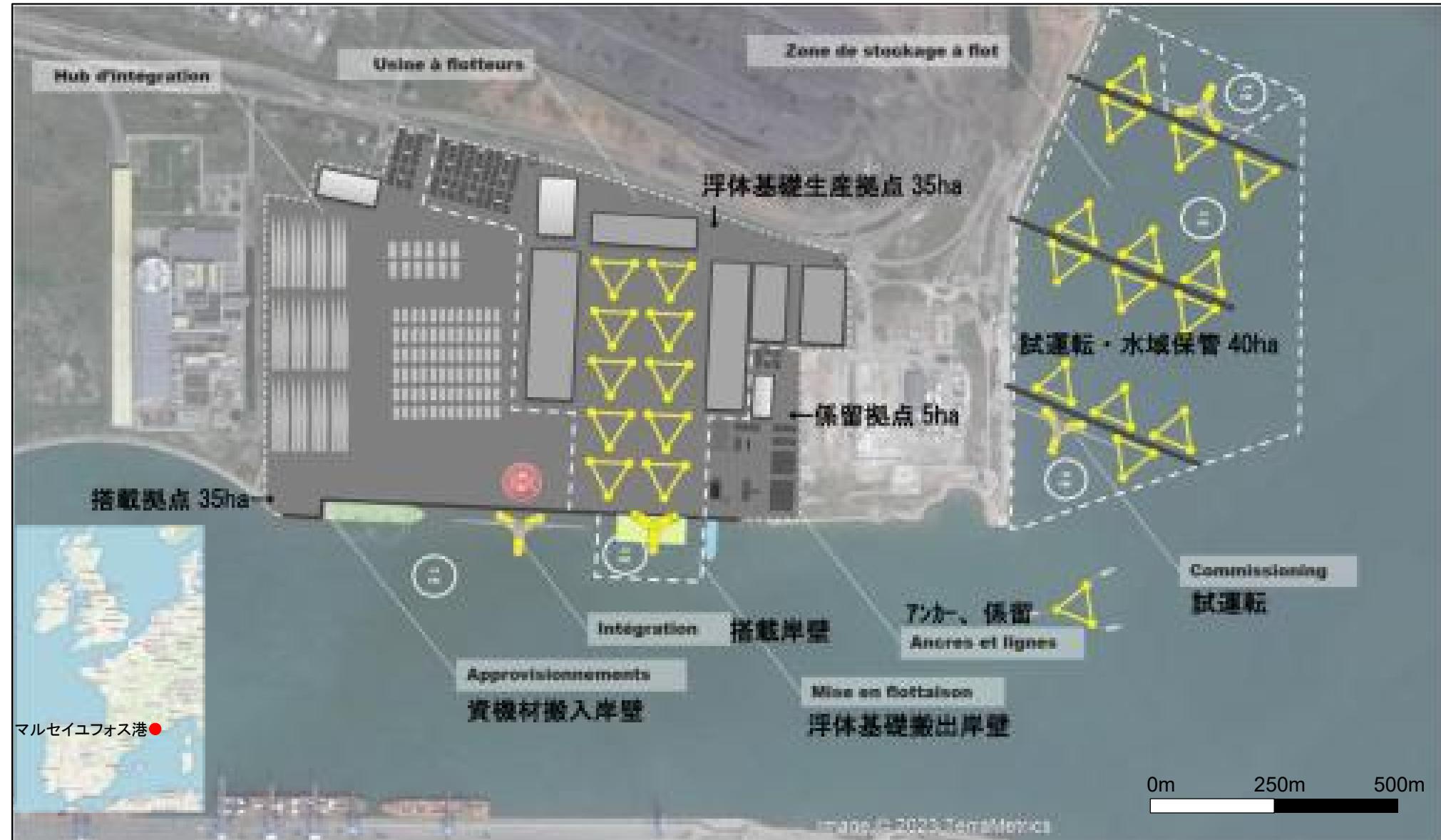
■風車の試運転

- ・商用の場合のほとんどが、港湾や近隣水域にて風車搭載後の動作確認のための試運転、設置海域にて送電確認のための試運転と、2段階の試運転を分けて実施されている。
- ・一方、国内の実証段階では、設置海域にて2段階の試運転が実施されている。

(10) 海外の浮体式事例(単一港湾で複数機能を対応:マルセイユ港(フランス))

○欧米では、浮体基礎の製作、浮体基礎への風車搭載・試運転に至る過程を1つの港湾で対応可能する計画がある。

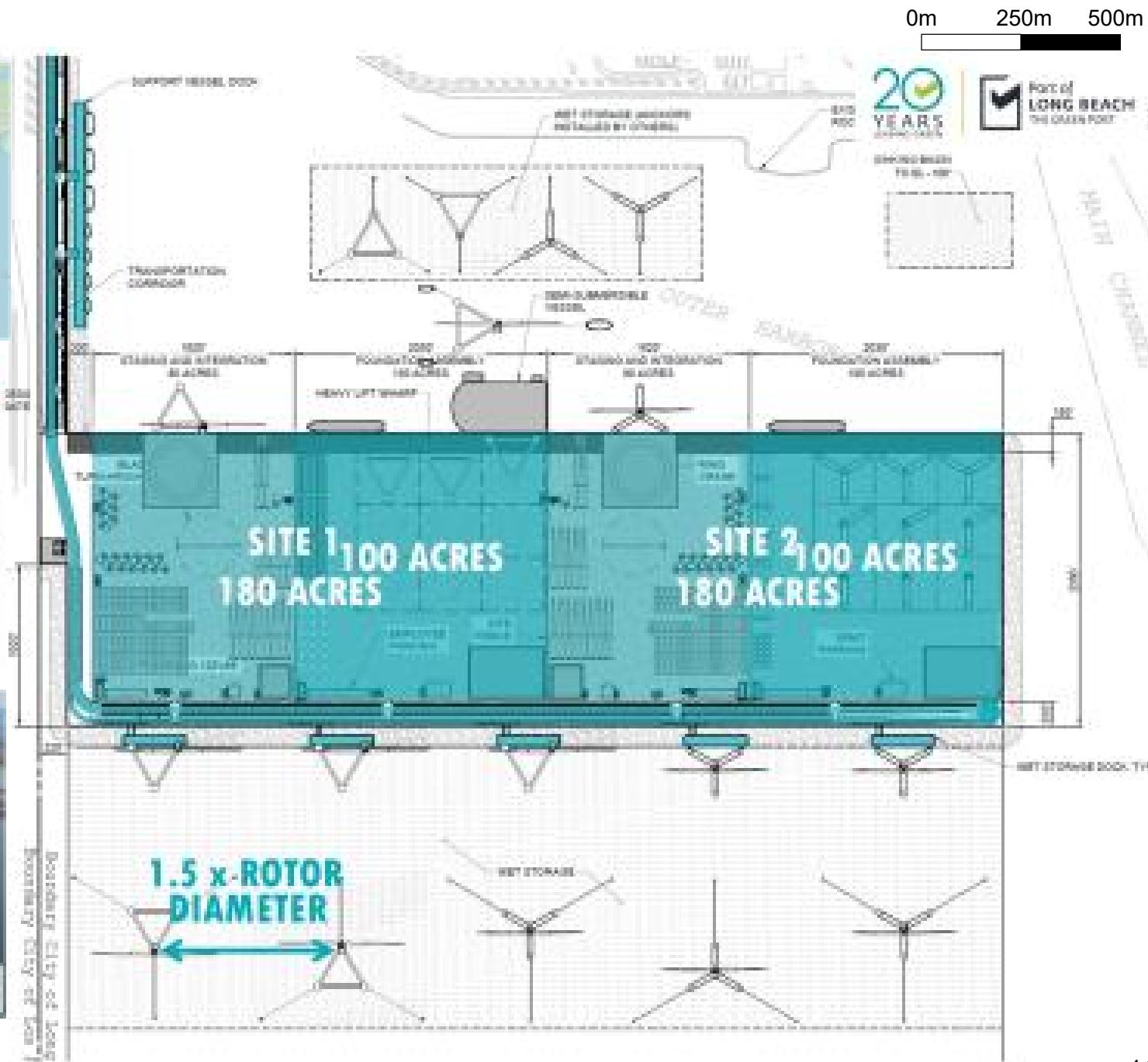
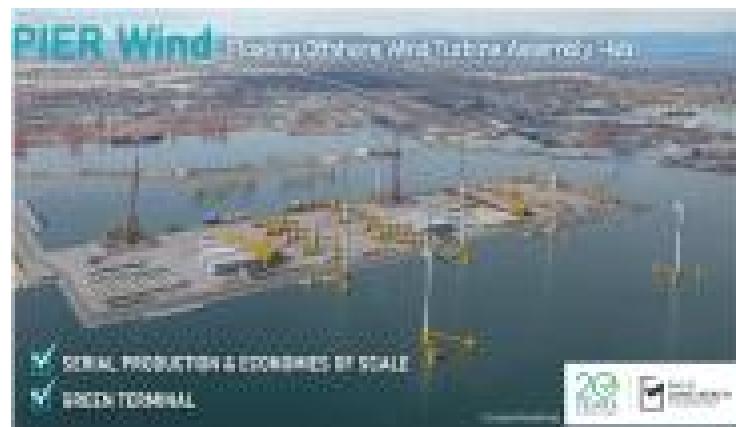
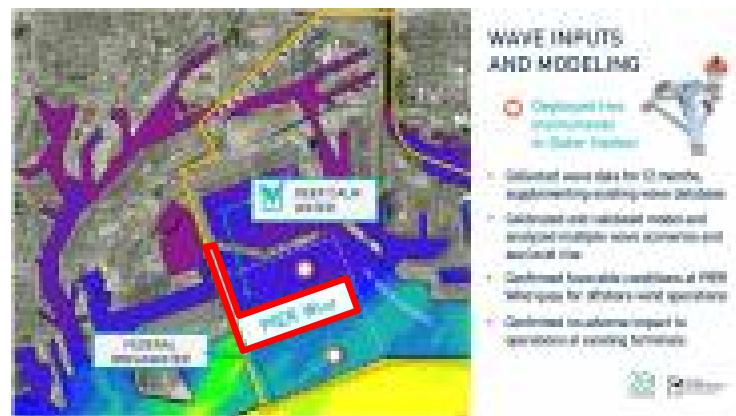
◆マルセイユ港の計画



出所:地図はOpenStreetMap、レイアウト図はマルセイユ港資料

(11) 海外の浮体式事例(单一港湾で複数機能を対応:ロングビーチ港(アメリカ))

◆ロングビーチ港の計画



(12) 海外の浮体式事例(単一港湾で複数機能を対応:ニグ港(イギリス))

◆ニグ港の計画

