JWPAの国際活動の報告

2024年5月29日

国際部会

フランス ビスケー湾の
Saint Nazaire wind farm、GE 6MW×80基=480MW

JWPAの主な国際活動

国際部会を中心に下記の活動中。今回は①②で浮体式洋上を紹介。

① 国際会議・展示会への参加

- 関連団体の行事（例：WindEurope大会、DemoSATH視察）の参加

② 海外視察団の主催と挙行

- ノルウェー洋上風力視察（2023年5月、21人が参加）
- フランス洋上風力視察（2024年4月、29人が参加）

③ 海外とのビジネスマッチング

- 各国大使館・商工会議所・Jetro等と協力して実施

④ 海外風力団体との交流

- GWEC年次総会、Offshore Wind Task Forceにonline参加
- WindEuropeに正式加盟（2023年6月）
- 海外からの訪日団（スペイン、ノルウェー、中国 他）への対応

⑤ 日本情報の海外発信

- 海外団体の年間報告書、JWPAホームページの英語版発信

最近の海外視察は浮体式洋上風力がテーマ

英国 Kincardine 9.5MW×5基

ノルウェーTetraSpar 3.6MW

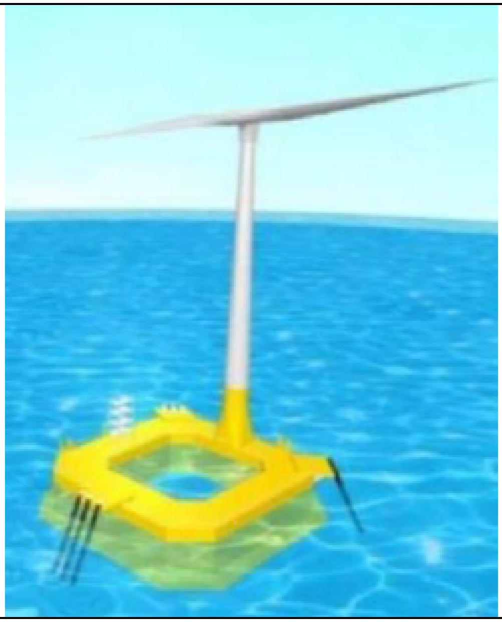
Hywind Norway 2.3MW

スペイン DemoSATH 2MW

フランス Floatgen 2MW

フランス PGL 8.4MW×3基

既に商用化しつつある浮体式のタイプ3種

	スパー型	セミサブ型	バージ型
構造			
利点	・構造が簡単で安価に製造できる。	・陸上や埠頭で浮体に風付できる。	・50m より浅い海域にも設置できる。
欠点	・100m 以浅には座礁するので設置できない。 ・浮体上への風車の据付工事が難しい。	・スパー型より浮体が大きく複雑なので建造費が高い。 ・造船所で建造が必要。	・接水面積が大きく波浪の影響を受け易い。
実績	初号機運開は 2009 年。4 プロジェクトで 18 基・128.9MW が運転中。	初号機運開は 2011 年。6 プロジェクトで 12 基・93.65MW が運転中。	初号機運開は 2017 年。北九州沖3 MW とフランス 3MW が運転中。

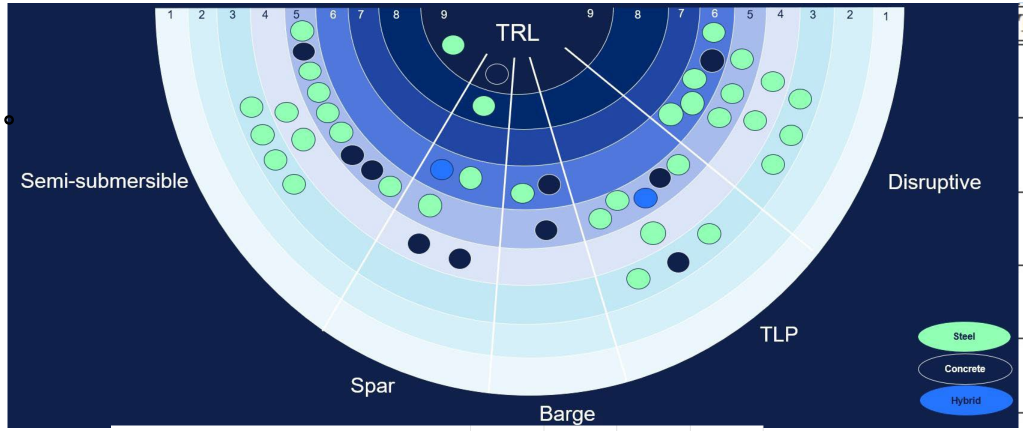
→ コストダウン と 量産性 にはまだ課題が残る。

スパー型は風車艤装、セミサブ型は浮体重量(コスト)に難あり。

商用段階はセミサブ型とスパー型、次がバージ型

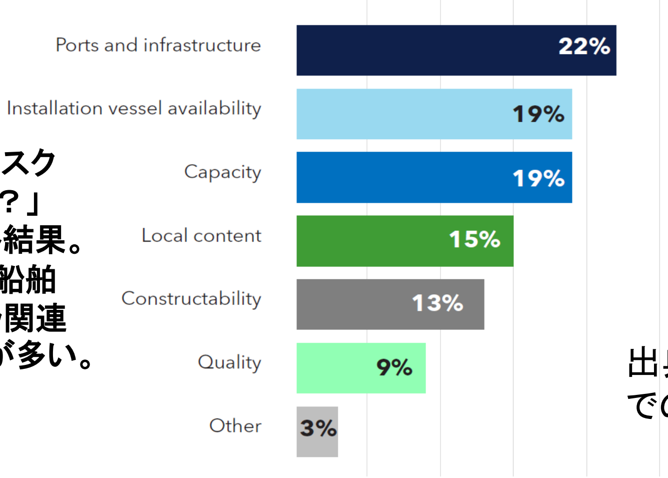
浮体式洋上風力はまだ発展途上。DNVのExpert 244人の調査では、
48種の構想があるが、実用段階はセミサブ１種＋スパー型２種 のみ。
しかしセミサブ型は浮体が大きくなりコスト高。
スパー型は浮体上への風車艤装に困難あり。 → 新しい方式のニーズあり。

半円の中心に近い程、実用化が近い（TRL=9）。外周に近い程、まだ構想段階（TRL=1 ）。



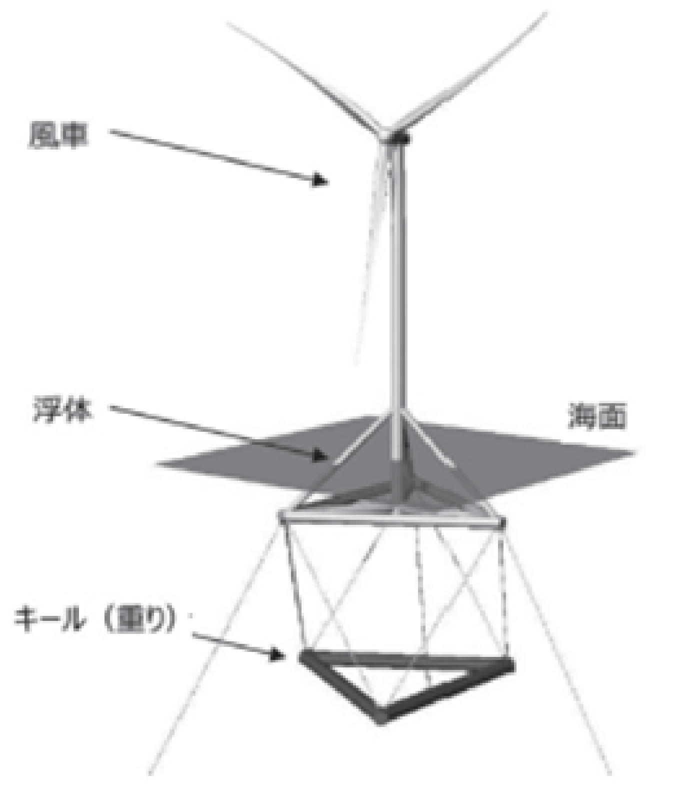
TRL	技術要件
1	基礎的な原理が観察され報告されている
2	技術のコンセプト・応用が定式化されている
3	解析的研究が実験的研究で検証されている
4	コンポーネントが、実験室レベルで検証されている
5	コンポーネントが、現実と近い環境で検証されている
6	システム/サブシステムが、現実と近い環境で検証されている
7	システムのプロトタイプが、現実環境（宇宙）で検証されている
8	実システムが完成し、デモンストレーションを通じて"飛行資格"が与えられている
9	実システムがミッション成功を通じて"飛行証明"されている

「浮体式のリスク要因は何か？」のアンケート結果。港湾や工事船舶等のインフラ関連を上げる声が多い。



出典:2023年5月のFloatingWindDays会議でのDNV/GLの発表資料

そこで新タイプの浮体式風車を視察

	カウンターウエイト型（TetraSpar）	テンションレグ型（TLP）
構造		
利点	・工場生産した部材を埠頭で組立る方式なので量産性に優れる。	・安定性が高いのでセミサブ型より浮体を小形化できる。
欠点	・溶接ではなく、ピンやボルトによる組立なので長期耐久性は未知数。	・杭打式または吸引式の碇が必要。 ・出港から設置完了までの安定性の確保に課題が残る。
実績	初号機 3.6MW が 2021 年からノルウェーで運転中。	・2023 年からフランスマルセイユ沖で 8MW×3 基を設置工事中。

新しい方式の特徴

TetraSpar・TLP

- セミサブ型より浮体が小形軽量
  量産性に優れる（工場生産）
- 工場で部品を製造、埠頭で浮体を組立て
  （賃貸料の高い造船ドックを使わない）
- 陸上置クレーンで風車を浮体に艤装
  （賃貸料の高いクレーン船を使わない）

その他の工夫

・浮体を 鉄 より安価な コンクリート で製造（IDEOLやDemoSATH）
・係留方法を カテナリー式（チェーンの重量で繋留） から トート式
・TLP式（碇の把駐力で固定） に変更。中間部は安価な樹脂索を
採用。高単価の鋼製チェーンの使用量を減らす。
・複数の繋留索で同じ碇を共有（HywindTampen、11浮体で19碇）

1．ノルウェー洋上風力視察（2023/5/20～28）
会員企業他16社・21人＋JWPA&添乗 4人、合計29人

今回視察先のMAP

Sløvåg：Hywind Tampen出荷港（採石場）

Nordhordland Bridge：浮体橋

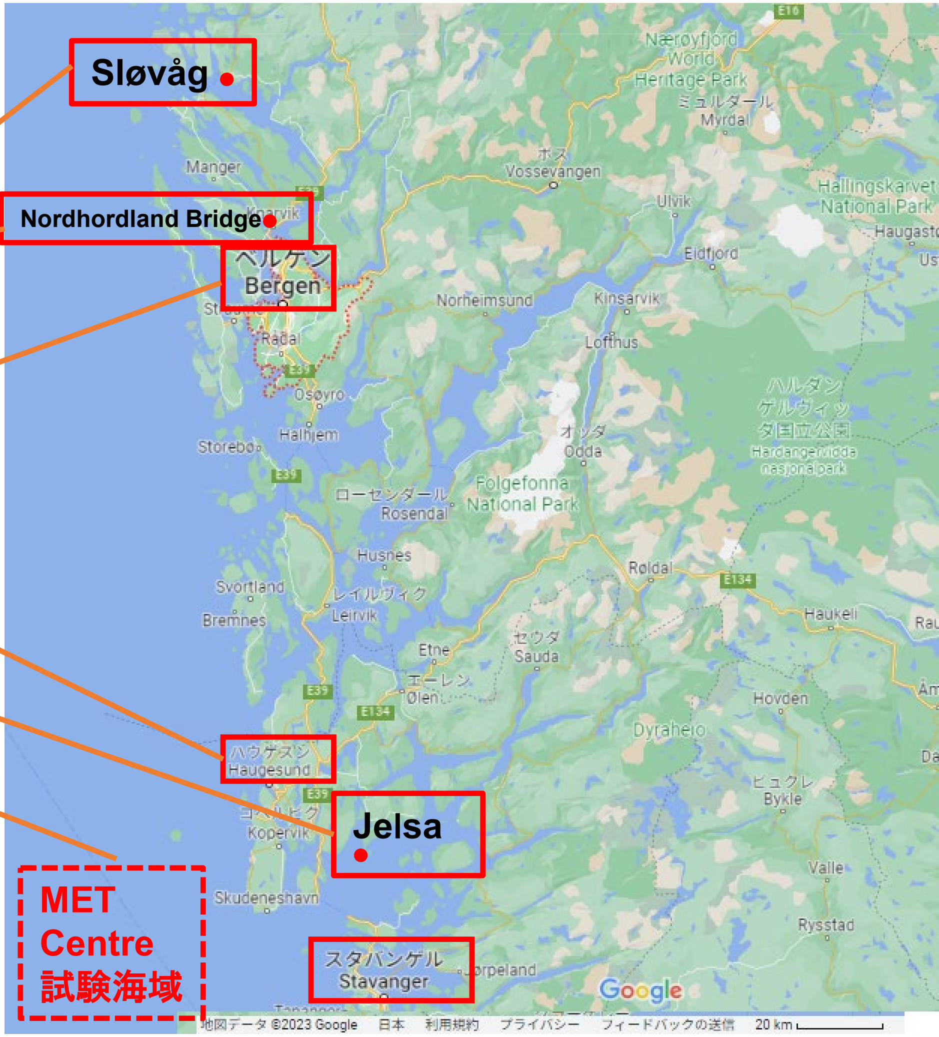
Bergen：ノルウェー第2の都市。
HywindTampenの管制室がある。
今回は訪問せず。

Haugesund：Floating Wind Days
国際会議の開催地

Jelsa：整備中の次期出荷港（採石場）

試験海域：Hywind Norway 2.3MWと
Tetra Spar 3.6MW の設置先

Stavanger：Equinorの本社。今回は訪問せず。



Norwayは2040年までに洋上風力を30GW導入（ほとんどが浮体式）

https://www.offshorewind.biz/2022/05/11/norway-launches-30-gw-by-2040-offshore-wind-investment-plan/

Norway Launches 30 GW by 2040 Offshore Wind Investment Plan

AUTHORITIES

May 11, 2022, by Adnan Durakovic

The Government of Norway has launched a large-scale investment plan aimed at allocating sea areas to develop 30 GW of offshore wind capacity by 2040.

The ambition is that almost as much new power will be produced from offshore wind as Norway produces in total today.

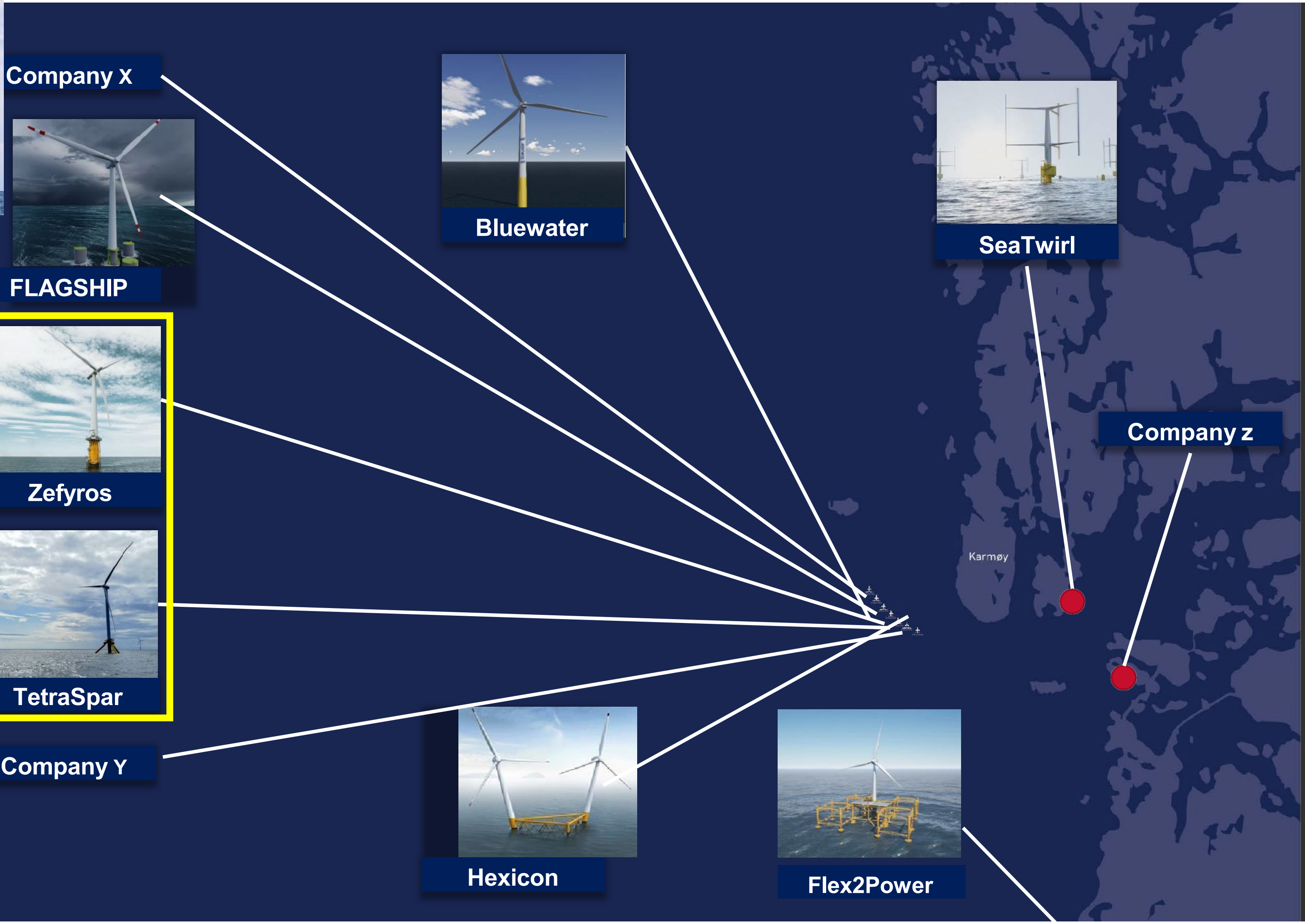
"Today we launch a large-scale investment in offshore wind. Our ambition is that by 2040 we will allocate areas for 30,000 MW offshore wind production in Norway," Norway's Prime Minister **Jonas Gahr Støre** said.

"With this ambition, we go from the two offshore wind turbines that are in operation today to about 1500 offshore wind turbines. The construction will take place over the next 20 years, says Gahr Støre."

Four months after this government took over, the framework for the allocation of the first large areas for offshore wind – Utsira North and Sørlige Nordsjø II – was launched. At the same time, work was started to map possible new areas along the coast that can be prepared for offshore wind.

ノルウェーの METCentre 試験場

Google Alphabet の Makani空中風車（撤退済。写真出典：IEEE Spectrum）



2023/5/25(木)

TeraSpar 3.6MW
カウンターウェイト式
2021年12月運開

Hywind Norway 2.3MW
スパー型
2009年運開

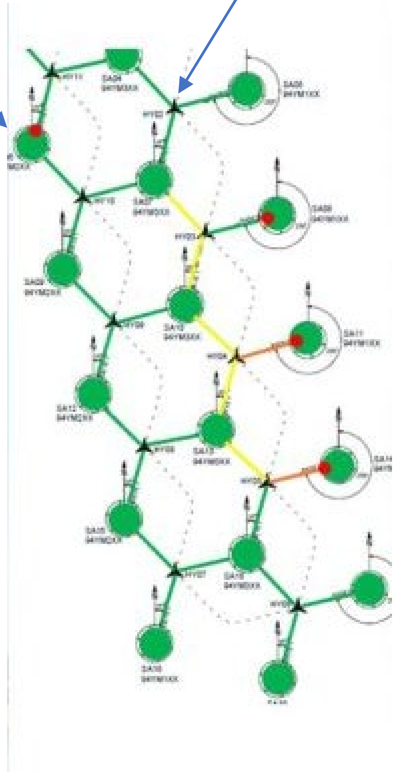
水深は約200m。サクションアンカーで繋留。

Equinor による HywindTampen の説明

2023/5/25(木)

Suction Anchor

風車（11基）



・Top of US（Hywind TampenのTop）によるプレゼンテーション。JWPAからの要望に応えていただき、個別にMTGを開いていただいた。
・ノルウェー西岸から140㎞沖、水深は200～300m。
・8.6MW（8MWから増出力）×11基で総出力95MW。洋上のO&G井に電力供給する。蓄電池は不要。
・Equinorはアンカーを風車3台で共有して網目状に使い、使用数を減らしてコストを削減減（左図）。11浮体を19個のサクションアンカーで固定。
・Mammoet社は世界最大のクレーンを持つ。スパー型浮体式風車のナセル据付で使用した（Watch: Building World‘s Tallest Floating Offshore Wind Turbines | Offshore Wind）。
※ 福島県小名浜港でも7MW風車艤装に利用。
・浮体式風車特有のNegative Damping 現象（ピッチ制御による自励振動）に対しては、Equinor製専用制御ソフトを外付けして対処。これによる風車メーカの製品保証への悪影響はない由。
・アンカーの中に魚が住んでいることがわかった。
・11基中の7基を修復したが約40日かかった。
・カリフォルニアの浮体基礎はまだ決めていない。（※ 北海はスパー型、東アジアはセミサブ型が有力候補。）
・ケーブルはJDR（英国）がサプライヤー。

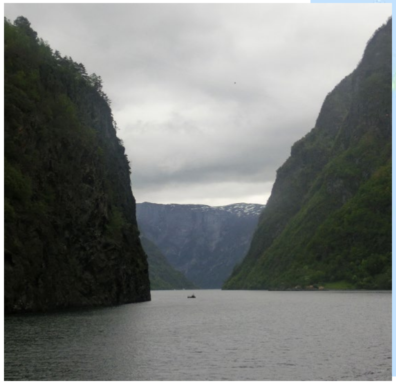
Wergeland Verft ： Hywind Tampen出荷埠頭　の視察
フィヨルド沿岸を削った採石場から出荷。

2023/5/26(金)

ノルウェー西部の **Sløvåg**
（Bergenの約60km北）　の
フィヨルド内の採石場が
Hywind Tampen の出荷港。

2023年5月末には、英国
Scotland のNNG着床式洋
上風力用の Jacket 基礎を
出荷中だった。

フィヨルド地形の例



Wergeland Verft ： Hywind Tampen出荷埠頭　の視察

スパー型：　Hywind Tampen project （ノルウェー沖）

- Equinor がノルウェーの120～140km沖の自社の海上油田に電力を供給
- SGRE 8.6MW × 11基 スパー型浮体
- ノルウェー西部のSløvåg のフィヨルド脇の浮桟橋で風車を艤装。2023年に運開。

出典：　Google Map

参考： https://www.youtube.com/watch?v=8nAfpTahQoE
https://crane1000.com/the-worlds-largest-floating-offshore-wind-turbine-hywind-tampen-under-construction-in-norw

2023/5/26(金)

ジャケット基礎の近接写真

- ４脚ではなく３脚にしてコストダウン。
- 構造材の脇に取手状の犠牲防食材がびっしりつけてあった（※ 20年以上の寿命分。重塗装より安価。）
  飛沫帯～浅水部（酸素濃度が高い）は亜鉛を含む重塗装（黄色部）。
- 1500トン/基の重量を簡単な支持材で地表に置いていた（地耐力が極めて高い）。

WindWorks Jelsa
（2028年までに採石場をスパー型浮体の出荷拠点港化）

2023/5/23(火)

・WindWorks Jelsaの企業HP
（https://windworks-jelsa.no/en/）

・Norsk Jelsaが運営する採石場を戦略的に浮体式洋上風力基礎製造拠点に変える

※ 採石場は地耐力が極めて高く、重量物の出荷に適している。

・Nor sea 含む共同出資会社 Wind Works Jelsaを設立

・岸壁1600m、水深100m以上、80万m2を洋上風力用の出荷埠頭に改修

・Phase1（～2028年）：
　アセンブリと保管エリアを建設
Phase2（～2032年）
　浮体基礎の製造エリアを建設

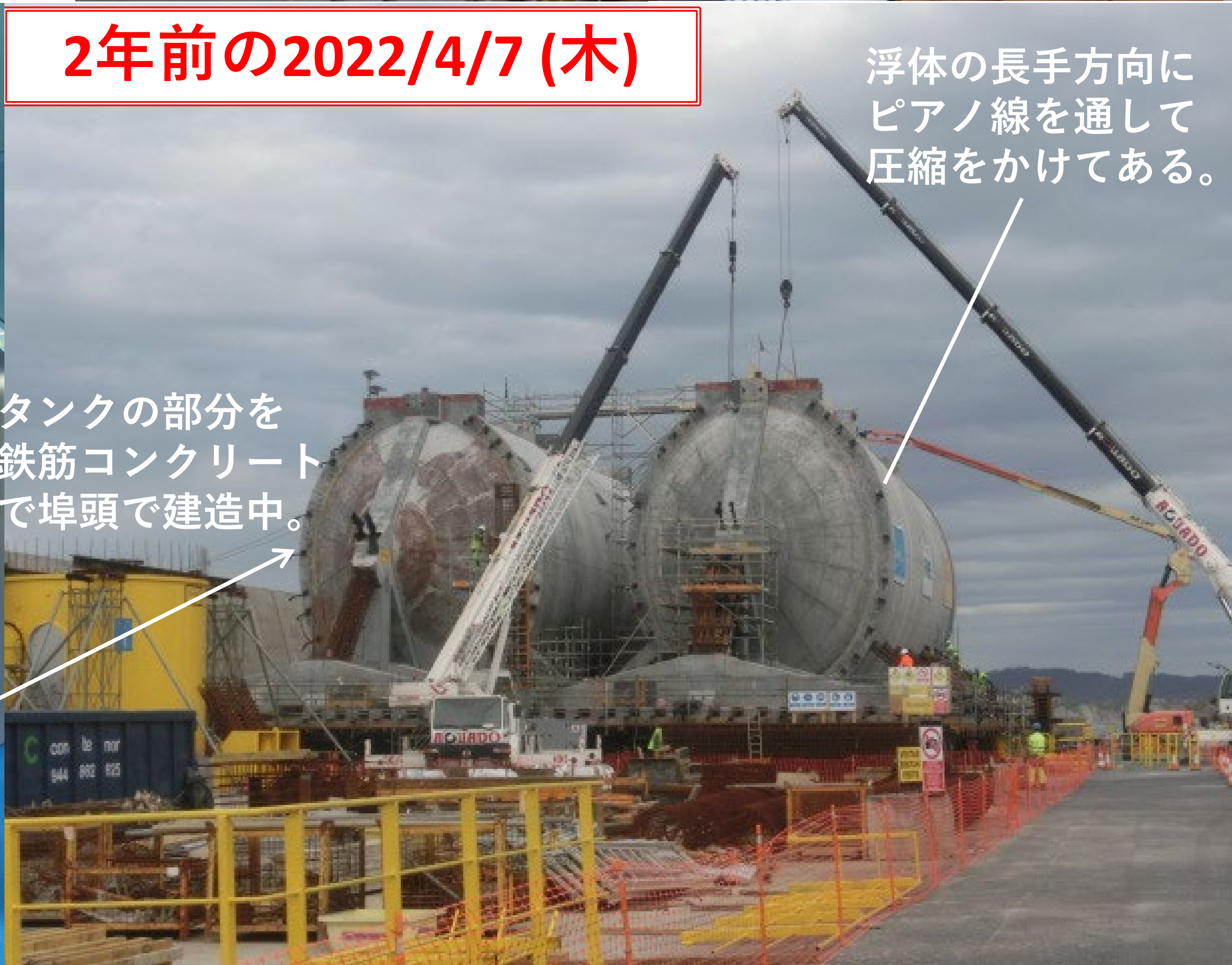
・立地的にはポルトガル、アイルランド、英アバディーン、蘭ロッテルダム、デンマークのボーンホルム、ノルウェーのスタバンガーに供給可能

2024/3/21 (木)

2．スペインBilbao沖のDemoSATH ２MW風車

全て鉄筋コンクリート製。
Bilbao港の埠頭で製造。
1点係留式。
2023年に運開。
Saitec社が開発。
RWE/関西電力が出資。
（2024年3月にWindEurope2024
に合わせて見学会を実施。）

Saitec社のDemoSATH 2MW浮体式洋上風車建造現場（Bilbao港）



３． フランス洋上風力視察（2024/4/20～28）
会員企業他16社･21人＋JWPA&添乗 4人、合計29人

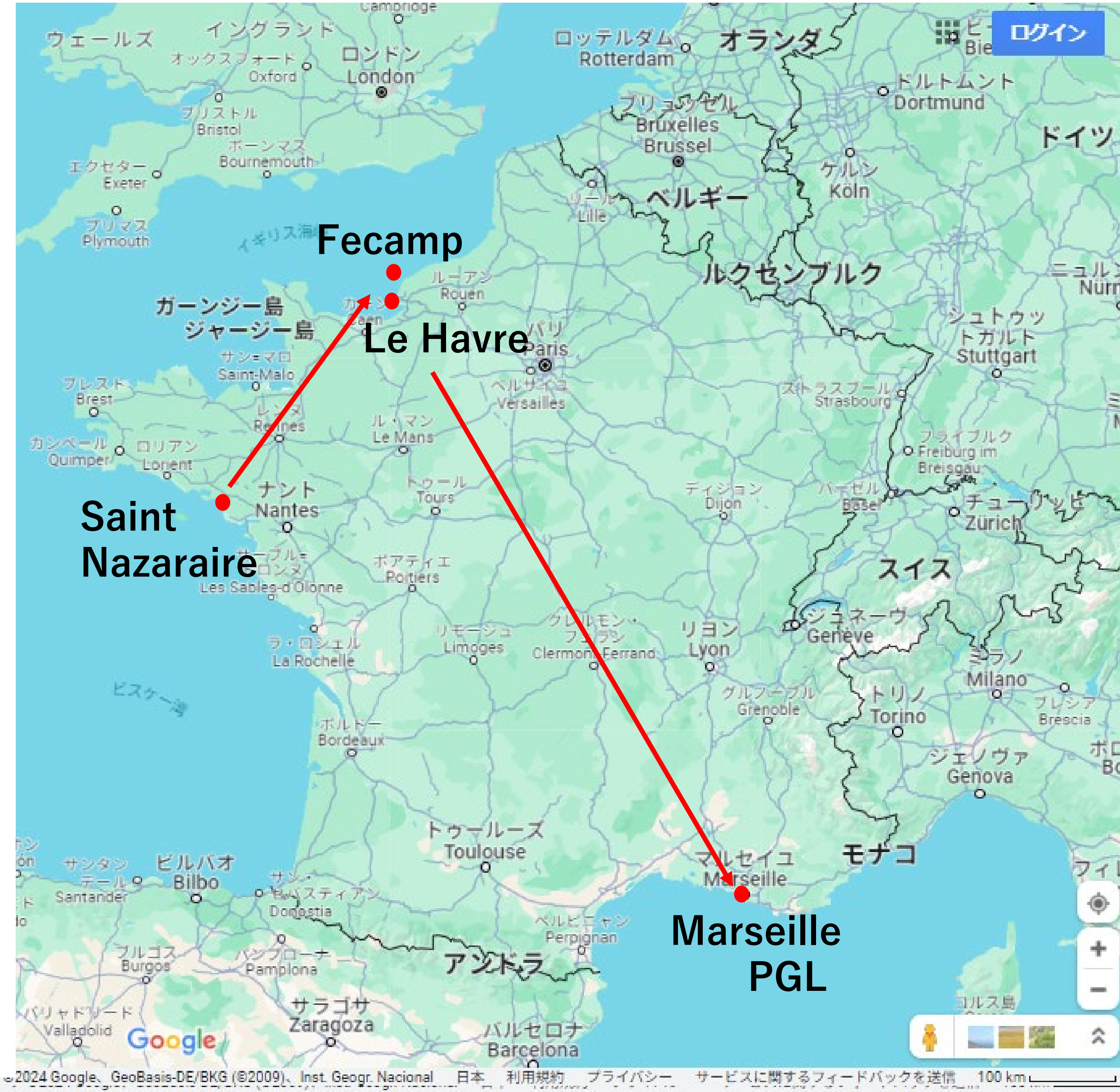
主要工程

4/22(月)
- **Floatgen & Saint Nazaire 洋上風力発電所を船上視察**
- **Saint Nazaire のGEナセル組立工場を訪問**

4/23(火)
- **Fecamp洋上風力発電所を船上視察**
- **Le HavreのSGRE風車工場（ナセル＆ブレード）を訪問**

4/24･25(水木)
- **マルセイユに移動**
- **FOWT2024 浮体式洋上風力国際会議に参加**

4/26(金)
- **Provence Grand Large (PGL)浮体式風車を船上視察**



３. IDEOL社のFloatgen 浮体式風車　Saint Nazaire沖

（Vestas 2MW, 2017年運開。 Damping pool付バージ型浮体）

2024/4/22(月)

IDEOLが浮体の標準化を呼びかけ

- FOWT2024会場の別室の会議室で、従来はサイト毎の特注の1点物で開発・設計・製造していた浮体を海象条件を 緩い・普通・厳しいの３段階にClass化して、標準化と量産を目指そう、と呼び掛けた。

https://bw-ideol.com/en/bw-ideol-unveils-its-standard-floating-foundation-mass-production-disruptive-market-approach

BW Ideol unveils its standard floating foundation for mass production with a disruptive market approach

04/24/2024

BW ideol

2024/4/24(水)

During the FOWT event in Marseille, BW Ideol, one of the global leaders in the sector, unveiled its brand-new market approach combining standardization and mass production to a selected panel of utilities and partners.

With over 22 GW already awarded in Scotland, around 8 GW in the USA, and several GW currently being awarded or in the tendering phase elsewhere in the world, floating wind is now entering an industrialization phase.

With the aim of accompanying and driving this evolution, **BW Ideol now offers a standardized floating foundation product - based on the Damping Pool® solution in operation since 2018 in France and Japan.**

This **universal floating foundation is optimized for all meteocean conditions prevailing on the main floating wind markets** (with 3 product classes adapted to different environmental conditions) **and compatible with all 15 MW+ wind turbines currently available.** This product retains the competitive advantages of the Damping Pool® patent, particularly its compactness, with dimensions limited to 54 meters, and its shallow draft, below 12 meters in operation. It can be easily scalable to the next 20 MW+ wind turbines when available. This standard product, pre-certified in advance, unlocks mass-production by allowing multiple projects to be supplied from the same manufacturing line.

BW Ideol has also unveiled its manufacturing line blueprint, easily scalable and replicable on multiple port infrastructures, for the mass production of concrete floating foundations. This blueprint, optimizing each manufacturing steps, has a demonstrated capacity to produce up to one floating foundation per week, with minimal harbour requirements, guaranteeing local manufacturing and delivery time. It encompasses the structuration of the supply chain to ensure a lean manufacturing, its digitalization, quality control and a reduced carbon footprint.

Associated with the standard product, this manufacturing blueprint unleashes the volume effect **to drive costs down across projects and provides developers with an early guarantee on price and delivery schedule.** BW Ideol is the first floating foundation supplier to propose such an approach.

"The floating wind market is at a crossroads today: tens of gigawatts will need to be built in the coming years, requiring a change in paradigm from the floating foundation suppliers. We believe that adopting an approach similar to that of wind turbine manufacturers is necessary: offering a single and standard product, suitable for all geographies and turbines available on the market, produced in series based on manufacturing line serving multiple projects, so that developers can truly commit and know where they are heading" declared **Paul de la Guérivière, Founder and CEO of BW Ideol**

２．マルセイユ沖のProvence Grand Large （PGL）浮体式風車（SGRE 8.4MW×3基＝25.2MW）

2024/4/26 (金)

世界初のテンションレグ式で
17km沖の水深100mに係留。
未受電なので遊転中だった。
地中海で2番目の洋上風力発電所。
EDFRが開発。

2024/4/26 (金)

2024/4/26 (金)
見えているのは
浮体の上半分

- 鋼製の浮体（3000トン/基）は、近隣のFos-sur-Mer のEiffage Métal 造船所で製造（右図）。
- 浮体の進水後（右下）に埠頭で風車を据付（左下）。
- そのまま設置海域まで曳航。緊張繋留無でも自立安定を確保。
- 係留索は３隅から2本ずつで計6本。浮体と碇の直近数mは鋼製チェーン､中間は鋼製索。
- 最初はナイロン索で先導して、後で鋼製チェーンに張り替え。

注：写真は著作権配慮で割愛。
参考用の建設動画：
https://www.youtube.com/watch?v=eWRPuffsdMw
https://edf-renouvelables.com/en/provence-grand-large-prend-le-large/

浮体式洋上風力視察のまとめ

- 浮体式洋上風力は既に実用化して、今は準商用段階
- セミサブ式は実用段階だが、浮体の建造費が高い
- スパー型は、ノルウェー＆Equinorが国を挙げて
  製造・出荷拠点を整備へ
- セミサブ浮体を小型化する工夫（TetraSpar・TLP）
  が実証段階に入った
- 係留方法もトート式・TLP式が普及しつつある

４．今年の予定

1）海外視察

・中国視察の要望を調査中
・ハンブルグ展示会（9月）は現地企画検討中

2) 海外からの訪日団

・4月：ノルウェー、スペイン ガルシア州
・他は未定

3）Webinar・ビジネスマッチング会

・適時実施予定

最後に

今後も、国際活動（海外視察やビジネスマッチング等）を積極的に推進していく予定です。

皆様もご協力頂けると幸いです。