

# 参考資料集

(構成員意見書)

# 世界・洋上風力の拡大状況



## 浮体式

- 2020年に導入された浮体式風力は16.83MW、そのうち16.8MWはポルトガル、0.03MWはスペインで導入されている。
- 2020年時点で、世界全体で合計73.33MWの浮体式風力が導入されており、そのうち32MWは英国、25MWはポルトガル、12MWは日本、230MWはノルウェー、2MWはフランスに導入されている。

国別・新規導入量



国別・総導入量



地域別・新規導入量



地域別・総導入量



# 世界の洋上風力発電導入予測例

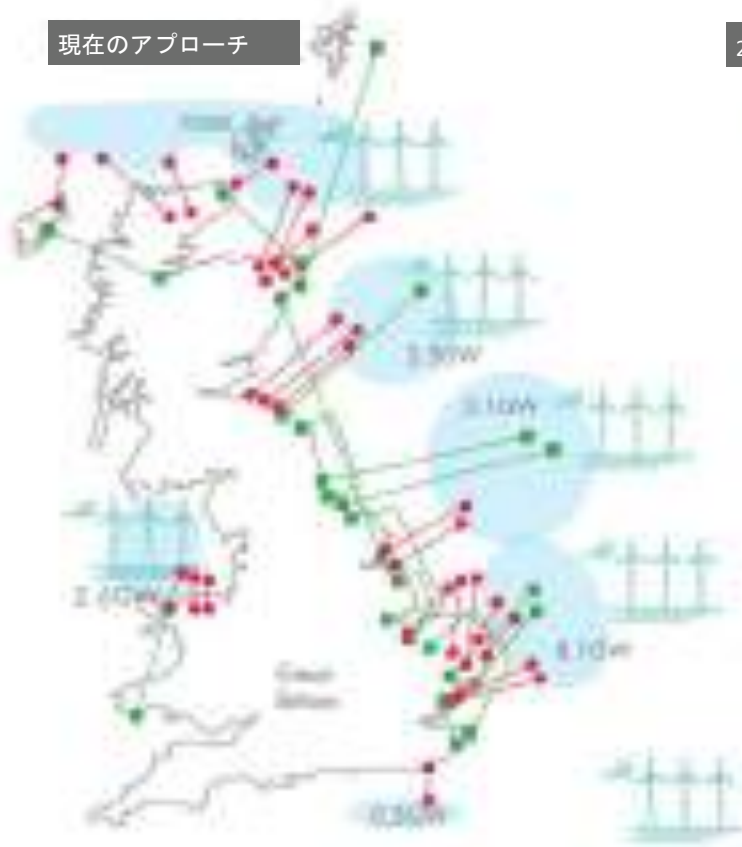
- 国際再生可能エネルギー機関（IRENA）の1.5°C目標達成シナリオは、2050年に洋上風力2000GWが導入されると試算。
- 世界風力会議（GWEC）によれば、アジア地域では、760GWの導入が想定される。



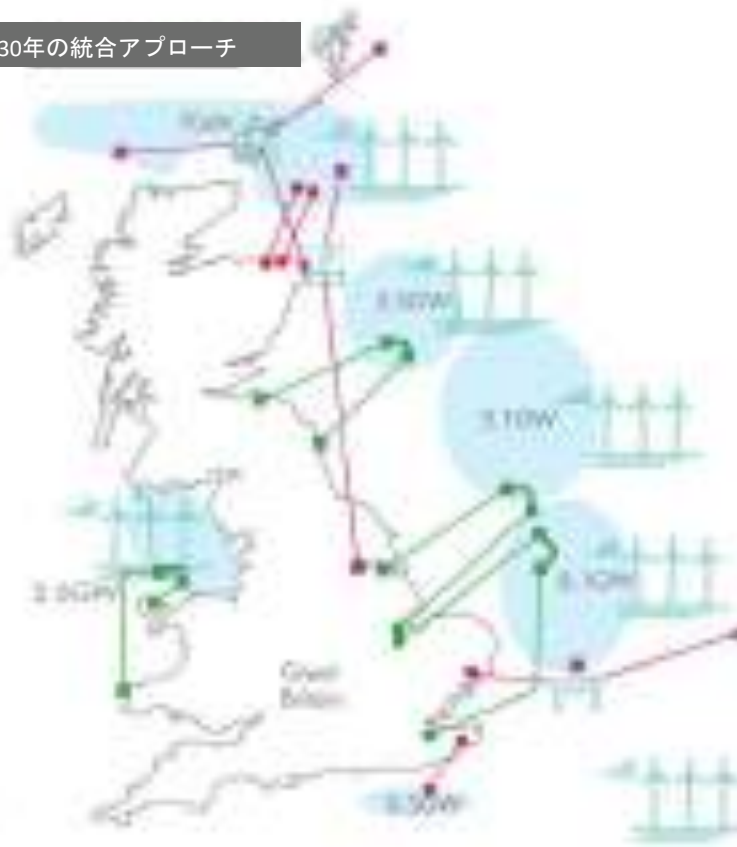
# 英国・洋上風力拡大のための効率的送電網形成の考え方

2030年の英国のネットワーク設計における「統合的アプローチ」と現在のアプローチの比較

現在のアプローチ



2030年の統合アプローチ

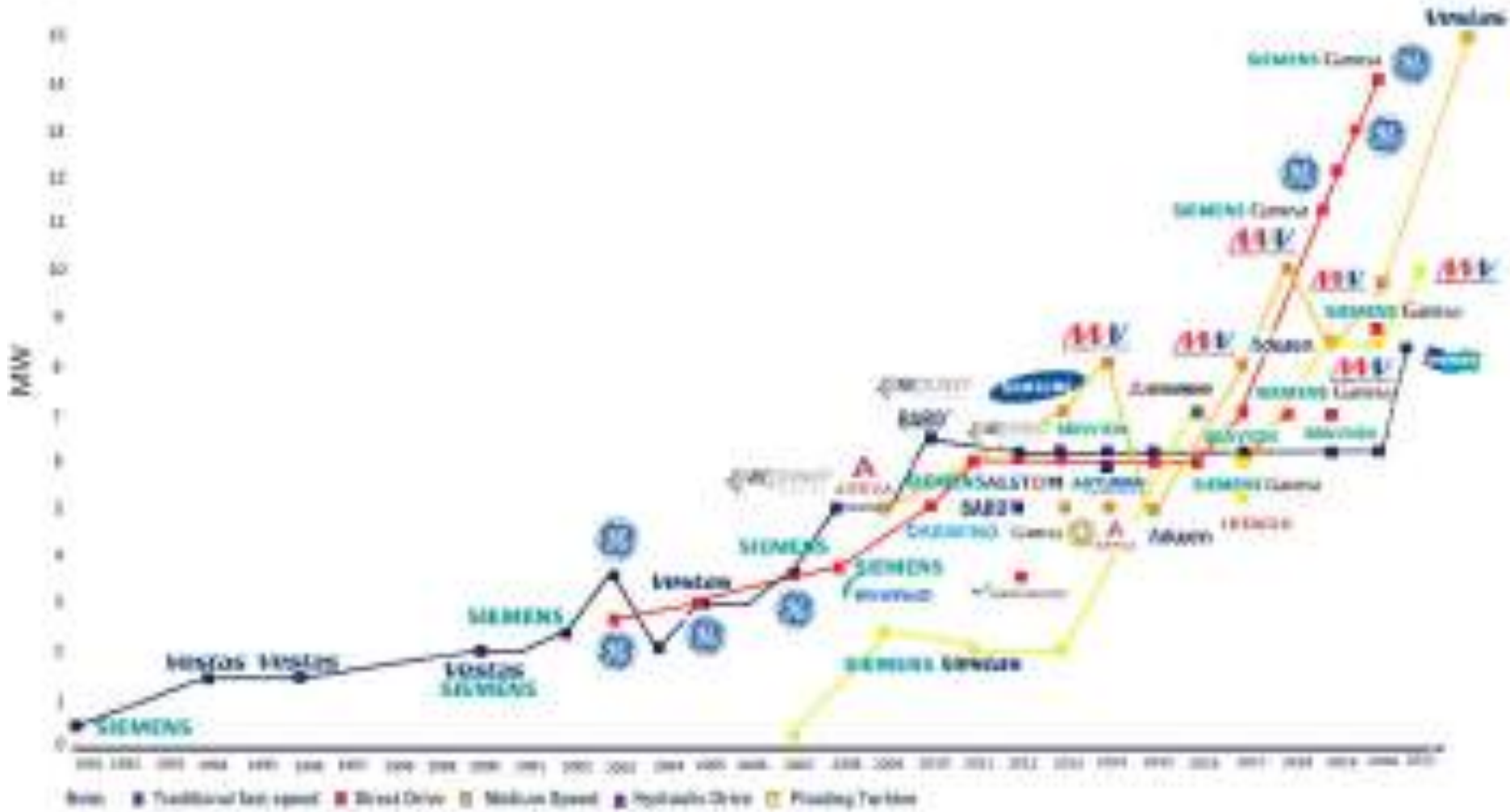


- Key
- 高電圧直流のポイント to ポイントリンク
  - 高電圧交流ポイント間接続
  - 複数の風力発電所
  - HVDCマルチターミナル
  - メッシュ型HVDC変電所
  - HVDC島型開閉所
  - HVACインターリンク
  - HVDCマルチポースインターコネクタ
  - 陸上用HVDCスイッチングステーション
  - 既存のHVDCコンバータステーションへのOWF接続

線はリンクの数を示すものであり、個々のケーブルの数を示すものではない  
リンクの中には、複数のケーブルで構成されているものもある

# 大型化・進化する洋上風車

洋上風力発電技術開発の道（中国を除く）



実線：建設導入が終わったもの

破線：新製品が発売されたが、まだ試作品が建設導入されていない状態

# 洋上風力の膨大なポテンシャル

日本の海外線距離は世界の6位 (29,751km)。海に囲まれている状況は、洋上風力が10.4GW (2020年末) の英国と同じ (12,429kmで世界12位)。

離岸距離30km未満、水深200m未満で、好風況地域は主に北海道と東北にある。

水深50m未満：着床式

水深50m以上200m未満：浮体式

風力発電の出力は理論上、風速の3乗に比例

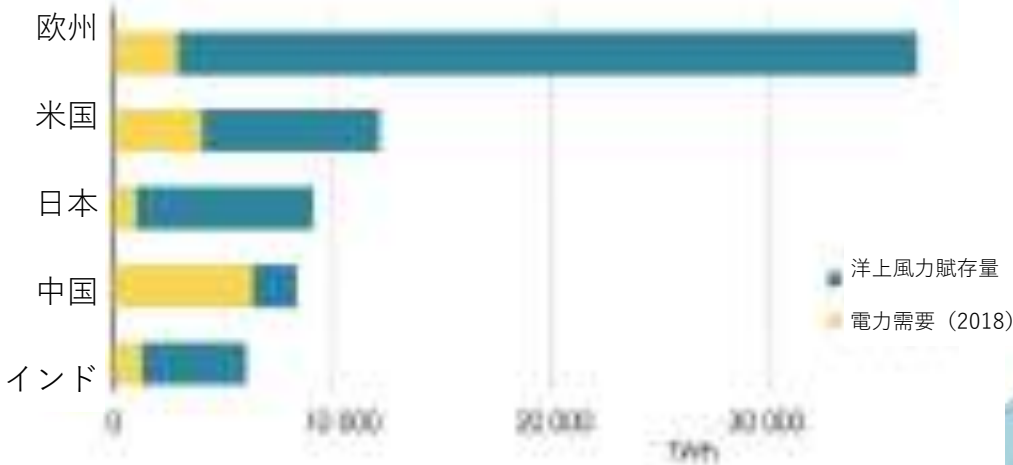
年平均風速7.5m/s：実質設備利用率≒38%

年平均風速8.0m/s：実質設備利用率≒42%

年平均風速8.5m/s：実質設備利用率≒46%

出典：環境省 再生可能エネルギー情報提供システム

## IEA：各国の電力需要 (2018年) と洋上風力の技術的賦存量



国際エネルギー機関試算。最新の衛星データによる風速と最新のタービンにもとづく、洋上風力の膨大なポテンシャル。現在の世界の全電力需要の18倍以上を賄うことができる。

source: IEA 2019, Offshore Wind Outlook



# 日本と海外の案件形成プロセス比較表

日本に比べ、洋上風力導入先進国では政府がより積極的に案件形成プロセスに関与している

	日本	イギリス*	台湾	オランダ	デンマーク	ドイツ
		フルスコープ方式		セントラル方式		
事業実施区域の選定	政府指定の区域で複数事業者が各自サイト調査を実施、開発権は選定事業者にのみ付与	政府が数GW分の区域を指定した後、事業者が事業実施区域の開発権を入札	自由選定・先着順：最初に環境影響評価をすべてクリアした事業者が当該区域の開発権を取得	政府が区域を指定	政府が区域を指定	政府が区域を指定
サイト調査 (風況、地質、気象、海象など)	事業者が実施	事業者が許認可取得に必要なすべてのサイト調査を実施	事業者が許認可取得に必要なすべてのサイト調査を実施	政府が公募開始に先立ち、事業実施に必要なすべてのデータを提供	政府が公募開始に先立ち、事業実施に必要なすべてのデータを提供	政府が公募開始に先立ち、事業実施に必要なすべてのデータを提供
系統容量の確保	基本的に事業者、先行して確保されていない場合に政府	事業者	事業者	政府	政府	政府
系統の建設	事業者 (洋上・陸上)	事業者 (~陸上変電所) 送配電事業者 (陸上変電所~開閉所)	事業者 (洋上・陸上)	送配電事業者 (洋上変電所~開閉所)	事業者 (~陸上変電所) 送配電事業者 (陸上変電所~開閉所)	送配電事業者 (洋上変電所~開閉所) ドイツでは送配電事業者が系統建設の遅延を起こし再エネ導入が遅れた
港湾整備	政府	政府・港湾管理者		港湾管理者	港湾管理者	港湾管理者
環境アセス	事業者が実施。複数事業者が同一促進区域内で重複した調査を実施	事業者が実施	事業者が実施	政府が実施	政府が実施	政府が実施
地域調整	政府(法定協議会) (案件形成前は事業者も)	事業者が調整	事業者が調整	政府が調整	政府が調整	政府が調整

\* 英国では、事業者は、クラウンエステートより開発権を付与されて開発に挑むため、事業者重複が生じない。また、送電網の整備についても、事業者が開発する場合も、完成後は送電事業者に買い取られるため、事業者と送電事業者双方にとって費用合理的な建設が実施される。

# 環境影響評価と国の役割（オランダの事例）

国等が事業者公募に先立ち一定の環境影響評価を実施して情報を公開・共有  
風車の大きさ、基礎の種類、機数などを想定

Table 21: Standards 202

Design	Standards
Capacity of individual wind turbines	Minimum of 3 MW
Height to point of lowest wind turbine	100 - 120 meters
Level to cost of individual wind turbines	Minimum of 200 euros
Base diameter of individual wind turbines	10.0 - 12.0 meters <sup>1)</sup>
Minimum turbine mast structure	Minimum of 100 meters
Number of blades per wind turbine	3 or 4 blades <sup>1)</sup>
Type of foundation construction	Monopile, tripod, fixed, gravity-based, suction
Type of turbine	Two turbines, wind-tunnel, gravity, fixed-turbine
Technical standards for foundations	Hydrodynamic pile driving, impact, suction
Impact of pile-driving foundation construction on soil	100 dB to 1 effect of 100 meters
Impact of pile-driving foundation construction on vibration	Maximum vibration of 0.15 m/s <sup>2</sup>
Duration	1 year of 1000 hours
Radius	For radius of 1 to 4 years
Impact of foundation on soil during construction or impact	
Early tests	Up to 10 x 10 meters
Construction	Environmental impact
Technical standards for wind turbine testing	EN 12617, EN 12618 or EN 12619 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Maximum diameter of 100 meters for 1000 hours

<sup>2)</sup> Maximum vibration of 0.15 m/s<sup>2</sup> for 1000 hours. The operation of the turbine system design depends on the number of blades.

Table 22: Worst case and best case scenarios within the standards per wind turbine impact

Environmental impact	Standards	
	Worst case (1000 hours)	Best case (1000 hours)
Foundation tests	10 x 10 MW turbines Level to point 20 m, 1000 hours 100 m	10 x 10 MW turbines Level to point 20 m, 1000 hours 200 m
Foundation 10 <sup>3</sup>	10 x 10 MW turbines 1 turbine foundation a day	10 x 10 MW turbines 1 turbine foundation a day
Shipping	10 x 10 MW turbines 2000-3000000 with 10 m diameter	10 x 10 MW turbines 2000-3000000 with 11 m diameter
Geology and hydrology	10 x 10 MW turbines	10 x 10 MW turbines
Landmarks <sup>1)</sup>	10 x 10 MW turbines Min. water diameter 100 m Min. water height 100 m	10 x 10 MW turbines Min. water diameter 200 m Min. water height 100 m
Other use functions	10 x 10 MW turbines	10 x 10 MW turbines
Electricity yield <sup>2)</sup>	10 x 10 MW turbines	10 x 10 MW turbines

<sup>1)</sup> For the worst case, the worst case and best case scenario is 2000 per hour impact (1000 hours maximum, 1000 hours minimum), and scenario for 1000 hours defined in scenario. Although the wind turbine is only pile driving at 2000 hours higher than at 1000 hours, the number of piles that are driven with greater pile driving energy is lower, meaning the natural environmental impact may be lower.  
<sup>2)</sup> For electricity and electricity yield, there is not really a worst case or best case scenario, but the alternatives do vary a lot.

出典) オランダ企業局, “Project and Site Description Hollandse Kust (west); Appendix B, Summary of Environmental Impact Assessment - version November 2020” p.41-43



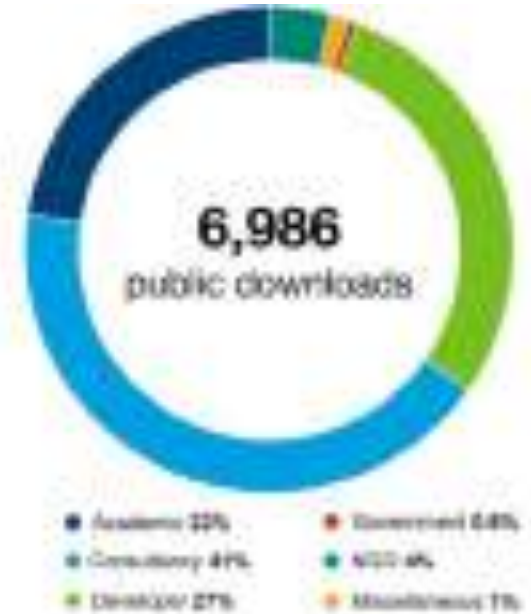
# 利害関係者との調整・情報公開（イギリスの事例）

海域関連情報データベースを国の機関が運営

海域関連情報データベースウェブサイト



データ利用者の属性



出典) 左 <http://marinedataexchange.co.uk/>  
右 クラウン・エステート, "Marine Data Exchange Report January-June 2019"

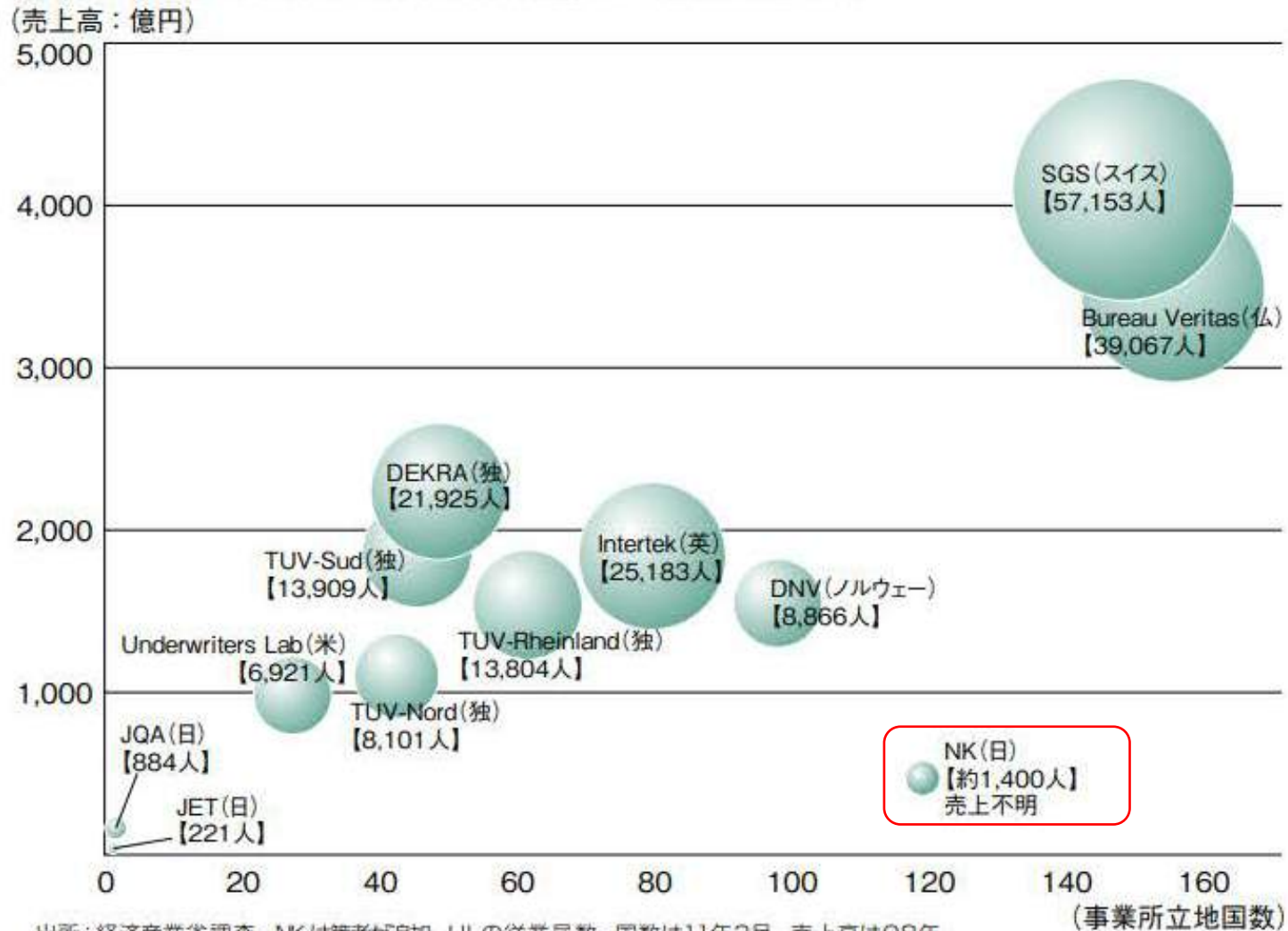
# 海外の送電系統整備の役割分担

- 洋上風力導入先進国では、洋上風力発電事業者が洋上変電所までの送電系統を整備し、その先は送配電事業者の負担で整備する例が多い。
- 日本は陸上の既設送電系統の連系点までの送電系統を発電事業者の負担で整備する仕組みであり、陸上送電線を数十km新設するケースもある。

## 異なる洋上風力市場での系統接続責任



# 世界の主要な認証機関






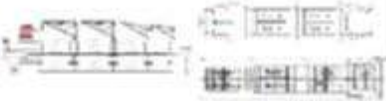

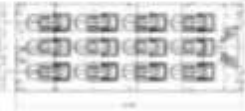

出所：経済産業省調査。NKは筆者が追加。ULの従業員数・国数は11年3月、売上高は08年。  
その他機関は09年(年度)事業報告書より

# 日本における大型内航船の現状

## 日本における大型内航船の現状：国内調達に及ぼすカボタージュ規制の影響

長大物を輸送する内航船が、風車コンポーネント国内生産のボトルネックになる可能性

- 1) 長大物を輸送する大型内航船の導入が困難  
 2) 海外拠点から風車部材を輸送するほうが簡便かつ安価となってしまう懸念  
 国内サプライチェーンの創出の大きな足かせに

船の種類	写真	国内登録数	風車ナセル搭載可能基数 (Vestas V174ベース)	コスト (九州ー東北)	補足
モジュール船 (欧州域内で日常利用)		0	20基/船 	1 (外航船ベース) 1.5倍～3倍 (内航船ベース)	内航船は存在しない 日本船員確保も課題
バルクキャリア		0	8-10基/船 	1.2倍 (外航船ベース) 1.7倍～3.5倍 (内航船ベース)	同上
バージ		2 (100m)	12基/船 	2倍～5倍	海上で荒天が続く冬季の運航は難しい 100m長さの大型バージは国内に2隻のみ
499型/699型 (内航海運における代表的な船型)		102 /16	0-1基/船	2.5倍～5倍	海上で荒天が続く冬季の運航は難しい 多数の船が必要

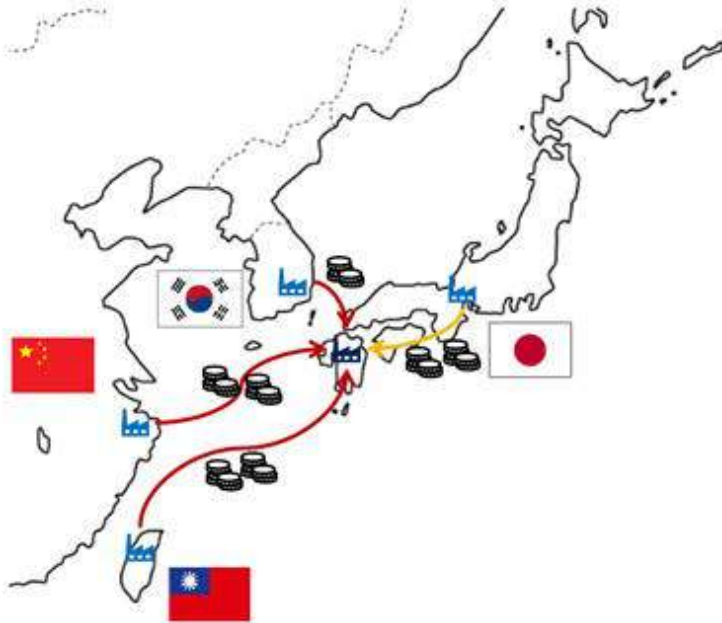
# 大型内航船の不足と輸送コストへの懸念

## 内航船問題がもたらすもの

風車部品、ナセル最終組立とも、海外拠点で生産した方が輸送コスト面で有利となる懸念

### 風車ナセル内部品等 製造拠点

(オーバーコンテナサイズ：国内工場までの輸送コストで、海外拠点の方が同等若しくは有利)



### 基礎、TP、ナセル、ブレード、タワー部材 製造拠点

(基地港までの輸送コストで、海外拠点の方が有利)

