

洋上風力関係船舶の 需要予測に関する 調査結果

2026/1/28

洋上風力関係船舶確保のあり方に関する検討会
事務局



背景・目的

洋上風力関係船舶の需要見通しに関する調査の全体像

- 洋上風力発電の案件形成の進展見通し、風車の大型化の動向、日本の海域に適した施工方法等を踏まえ、海運・造船・船用・海上施工事業者等が参画する場において、関係船舶の需要見通しを明確にする。
- 重量物運搬船、起重機船/SEP 船、風車基礎設置船（FFIV）、アンカーハンドリングタグサプライ（AHTS）、電力ケーブル敷設船（CLV）、作業員輸送船（CTV）、サービスオペレーション船（SOV）、曳船（タグボート）、海底地質調査を対象とする。
- 商用段階にある着床式と研究開発段階の浮体式の技術水準の違いを加味したうえで、両者を区別し、施工段階・維持管理段階に分けて、需要見通しを行う。評価指標としては、必要隻数に加えて、建造隻数を推計する。
- 特に、CTV, SOVについては、施工段階における需要も想定することとする。

洋上風力関係船舶の需要見通しに関する調査の全体像

- 最終評価指標を当該年度の建造隻数とし、船種別の必要隻数をモデルから推計し、前年度までのストック数と当該年度の廃船数を用いて計算する。

入力

1. 洋上風力発電の導入見通し

2. 発電設備の設定

基礎形式、係留構成→①

設置基数、係留本数、ケーブル本数→②

風車規模（ローター径）→②

3. 事業海域の情報

港からの距離→④

気象・海象条件→③

4. 施工シナリオの情報

船団構成と主要船舶の基本性能→③

基準実作業時間→①

作業限界条件（波高：1.5m）→③

船団数推計モデル（計算部）

船団数の作業時間

$$= (\text{①} + \text{④}) \times \text{②} / \text{③} / \text{想定工期}$$

① 基準作業時間

風車 1 基あたりの作業時間 …

② 繰り返し回数

風車の数、係留本数 …

③ 稼働率

年平均稼働率 …

④ その他（輸送等時間）

港からの距離 …

出力

船団数と 1 船団の構成から、船種別の必要隻数を推計。

最終評価指標：建造隻数

$$(\text{建造隻数}) = A - B + C$$

A（必要隻数）

B（ストック数）

C（廃船数）

実施方法

入力データの情報提供（アンケート調査・ヒアリング調査）の実施について

- 令和7年3月の第1回検討会において、洋上風力関連船舶の必要隻数を推計するのに必要な入力情報について、各団体を通じて情報提供を依頼することが了承された。
- 4月14日から5月12日まで、各団体を通じて下記の内容について実施した。
- 第2回検討会における議論を踏まえ、より精緻に建造隻数を推計するため、必要に応じてヒアリング等を実施した。

情報提供を依頼した項目

1. 導入想定（風車の規模等）
2. 着床式の施工シナリオ：各工程別に船団（船種と必要隻数）、作業時間、作業限界条件
3. 浮体式の施工シナリオの諸元：各工程別に船団（船種と必要隻数）、作業時間、作業限界条件
4. 海底ケーブルの施工シナリオの諸元：各工程別に船団（船種と必要隻数）、作業時間、作業限界条件
5. 維持管理シナリオの諸元：CTV 1隻がカバーできる風車の基数、100基のウィンドファームの体制（SOVとCTVの必要隻数）

情報提供の依頼先

本検討会に参加いただいている9つの団体を通じて依頼した。

- 日本船主協会
- 日本内航海運組合総連合会
- 日本造船工業会
- 日本中小型造船工業会
- 日本舶用工業会
- 日本埋立浚渫協会
- 日本作業船協会
- 日本風力発電協会
- 日本建設業連合会

入力データの情報提供（アンケート調査・ヒアリング調査）追加実施について

- 情報提供依頼における問い合わせを受けて、結果の検証を目的に、浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民WGの想定を踏まえ、着床式・浮体式ともに1GWのウィンドファームを設定する。
- 海上施工の各工程を行う際の「1船団」の情報（船種とその隻数）についてヒアリングを行った。
 - 例1：着床式の「風車の搭載」の1船団（SEP船：1隻、CTV：2隻）
 - 例2：浮体式の「曳航」の1船団（AHTS：1隻、タグボート：2隻）
- これは、本モデルが「**1船団**」を前提に、**工程別の総作業時間を積み上げ、年間稼働日数（365日）を超えた場合、「2船団」となる考え方**であるため、1GWのウィンドファームを工期内で完了させるための「船団」ではない点に留意する必要がある。
- 上記の観点から、「1船団」の情報を収集し、それをモデルの入力値として、1GWを想定したウィンドファームの施工に必要な隻数は、計算した結果の検証に用いることとする。

提供をいただいた情報の取り扱いについて

- できる限り多くのご意見を試算結果に反映すること、業界間の関係等も勘案して、個社のご意見は団体意見として集約し、団体間において意見集約を原則とした。
- ただし、同一団体間でも意見が分かれる項目については、本委員会委員からのご指摘等も踏まえ、新たにシナリオを設定した。

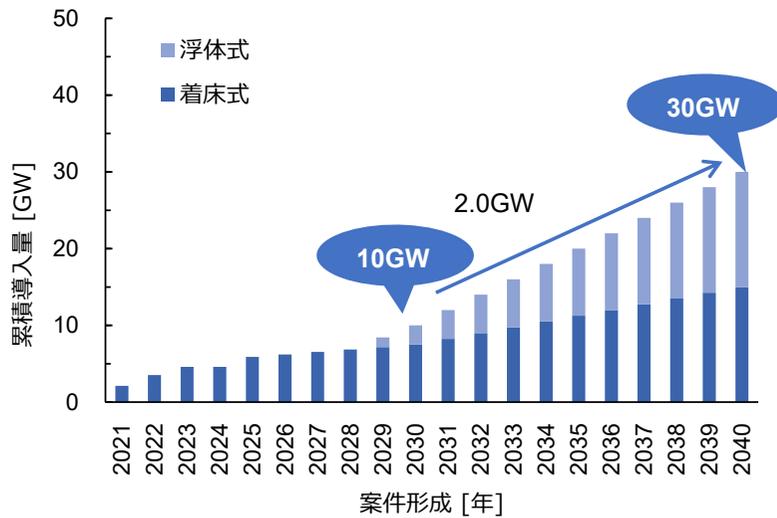
前提条件

1

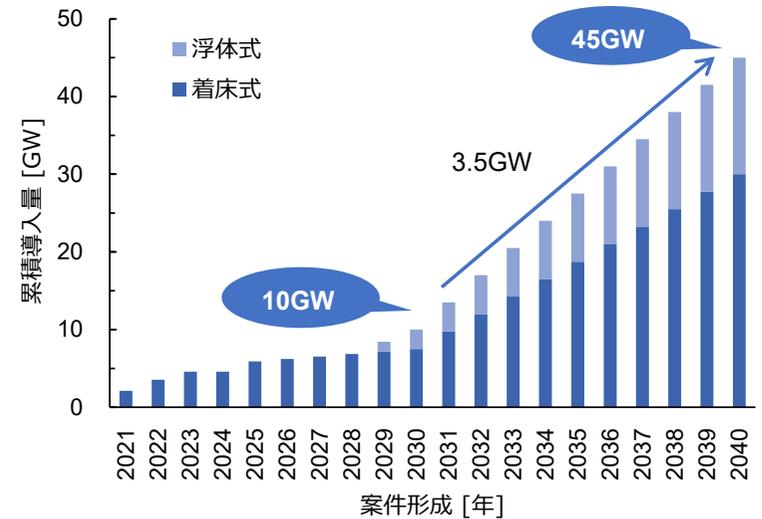
洋上風力発電の導入見通しの考え方（案件形成：累積）

- 洋上風力産業ビジョン（第2次）を踏まえて、以下の前提を設定する。
 - 「2030年に10GW、2040年に30～45GWの案件形成」を維持する。
 - 案件形成は、再エネ海域利用法における促進区域指定年として定義。
 - 浮体式洋上風力発電については、「2040年までに15GW以上の案件形成」と「2029年度中を目途に大規模ウインドファームの案件形成」の2つを実現する。
 - 2040年に30GWの案件形成となる低位ケースと2040年に45GWの案件形成となる高位ケースの2つを想定。

低位ケースの案件形成目標（累積）



高位ケースの案件形成目標（累積）

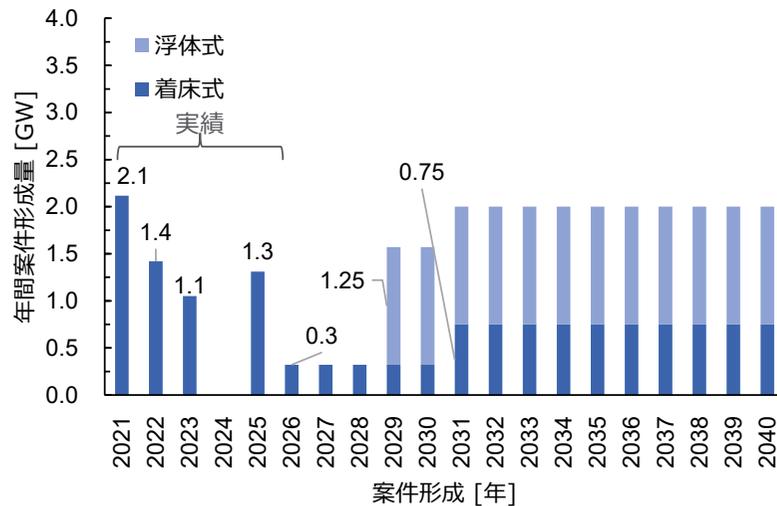


1

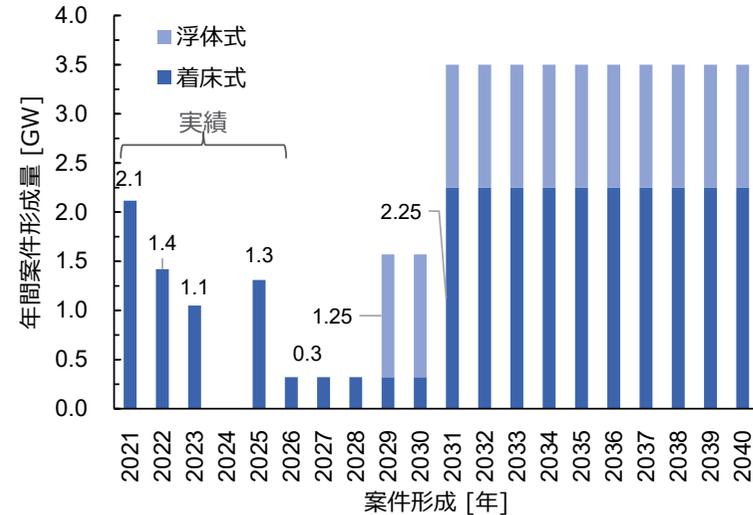
洋上風力発電の導入見通しの考え方（案件形成：単年度）

- 洋上風力産業ビジョン（第2次）を踏まえて、以下の前提を設定する。
 - 2040年に**30GWの案件形成となる低位ケース**と2040年に**45GWの案件形成となる高位ケース**の2つを想定。
 - **促進区域が指定された第1～4ラウンドの案件を積み上げそれ以降は目標を達成するように均等に配分**する方法で推計。
 - 2031年以降の**着床式**の案件形成は、**低位ケースで0.8GW/年**となり、2030年までの2.3GW/年よりも、鈍化する見通しとなるのに対して、**高位ケースで2.3GW/年**と、2030年までの水準を維持する。

低位ケースの案件形成目標



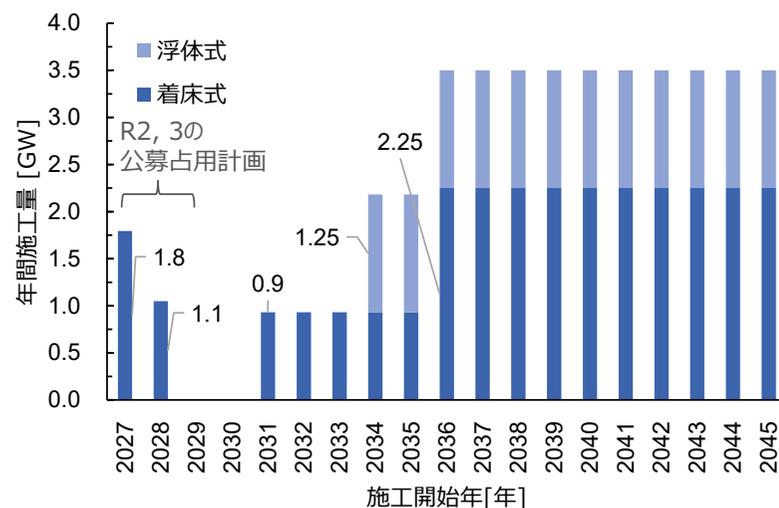
高位ケースの案件形成目標



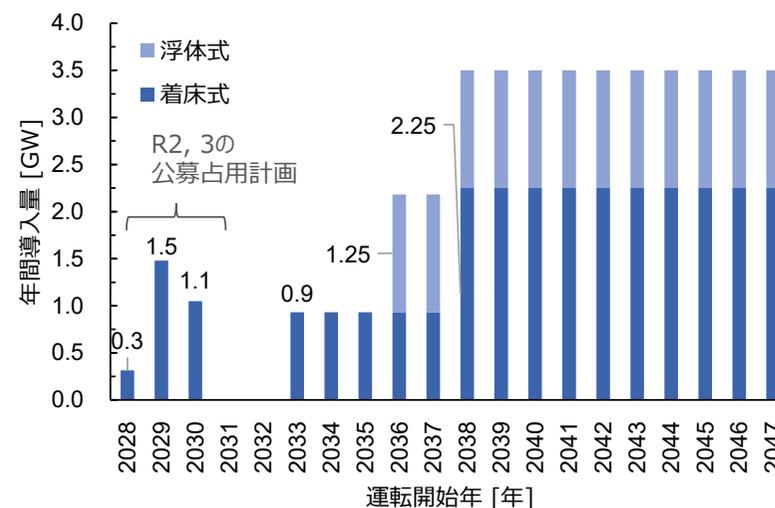
1 洋上風力発電の導入見通しの考え方（施工見通し・導入見通し）

- 案件形成年度（促進区域指定年）から、**5年で海上施工開始、7年で運転開始**と想定する。ただし、すでに入札結果が出ているラウンド2, 3の案件は、公募占用計画にて記載された計画値を採用する。
- これから公募が予定されている**第1,4ラウンドの案件は、2026年度以降に形成された案件と同じ扱い**として、2031年度から、均等配分する形で受け込ませることとした。
- 計算期間は、2040年に形成された案件が運転開始する2047年度までとする。

高位ケースの年間施工見通し



高位ケースの導入見通し



1 (参考) 再エネ海域利用法における入札結果の概要

- 長崎五島沖の案件を除く9つの促進区域における公募占用計画より、直近の入札案件の結果を踏まえ、促進区域指定から海上施工開始まで5年、運転開始まで7年と設定した。

区域	事業規模[GW]	風車1基容量[MW]	基数	促進区域指定年	海上施工開始年	運転開始年
秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	0.494	再公募等の見直し		2020		
秋田県由利本荘市沖	0.845			2020		
千葉県銚子沖	0.403			2020		
秋田県八峰町・能代市沖	0.375	15	25	2021	2027(6)	2029(8)
秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖	0.315	15	21	2022	2027(5)	2028(6)
新潟県村上市・胎内市沖	0.684	18	38	2022	2027(5)	2029(7)
長崎県西海市江島沖	0.420	15	28	2022	2027(5)	2029(7)
青森県日本海(南側)	0.600	15	41	2023	2028(5)	2030(7)
山形県遊佐町沖	0.450	15	30	2023	2028(5)	2030(7)
北海道松前沖	0.25~0.32			2025		
北海道檜山沖	0.91~1.14			2025		
平均	0.51	14.4	35.1	-	促進区域指定後 5年	促進区域指定後 7年

2 ウィンドファームの考え方

- 本調査では、個々のウィンドファームの規模が見通せないことから、**毎年の導入量を1つのプロジェクトのウィンドファームにて実現し、設定した風車のサイズで割ることによって、設置基数を決める。**
- 官民フォーラム施工WGの前提を参考に、**エクスポートケーブル1本に接続する基数は、着床式10基、浮体式20基、インターレイケーブルは、1基あたり2.5km（60基で150km）とし、ケーブル総長が設置基数に応じて変わるように設定した。**

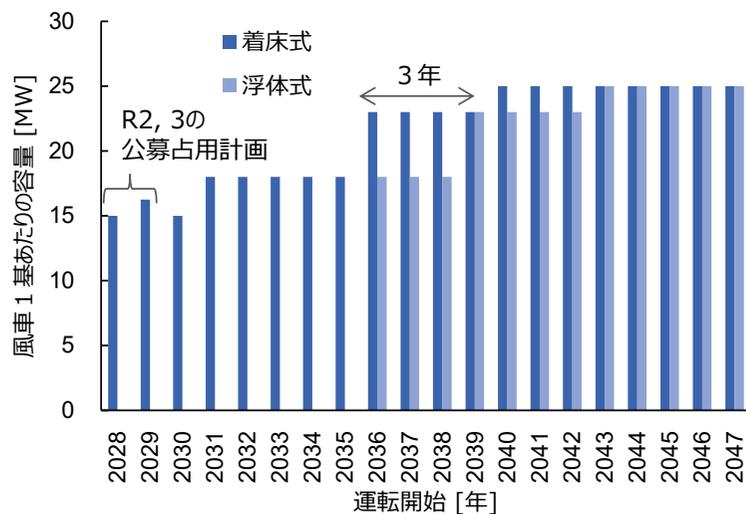
	着床式（モノパイル）	着床式（ジャケット）	浮体式
風車サイズ	15MW	15MW	15MW
設置基数	60基	60基	60基
水深	20m	20m	200m
基地港からの距離	5km	5km	20km
基礎	モノパイル	ジャケット	セミサブ型
基礎の材料	鋼材	鋼材	鋼材
基礎製造工場から基地港までの距離	350km	350km	350km
アンカー	－	－	ドラックアンカー
係留方法	－	－	カテナリー係留
係留材料	－	－	チェーン
係留本数	－	－	6本
施工期間	2年	2年	2年
エクスポートケーブル長	5km（10基あたり）	5km（10基あたり）	20km（20基あたり）
インターレイケーブル長	2.5km（1基あたり）	2.5km（1基あたり）	2.5km（1基あたり）
埋設深度	2m	2m	2m

下線は、年ごとによって変化する指標である。

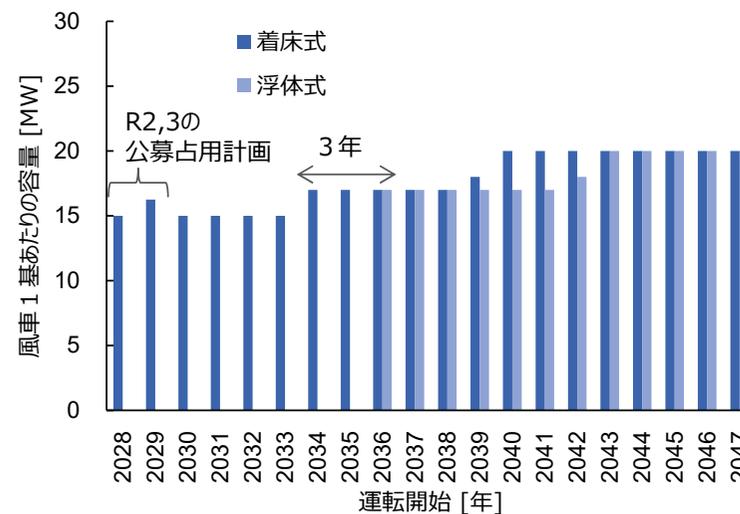
2 発電設備（風車 1 基あたりの規模）の考え方

- 風車の大型化の見通しは、①風車メーカーの見通しである大型化シナリオに加えて、②20MW級で収束シナリオを設定し、施工機材等の一新が想定されない②をメインシナリオとする。
- 浮体式に搭載する風車は、着床式の導入から【4年→3年】に、着床式におけるモノパイルの比率は、【50%→62%】に変更。

風車の規模の見通し（大型化ケース）



風車の規模の見通し（収束ケース）

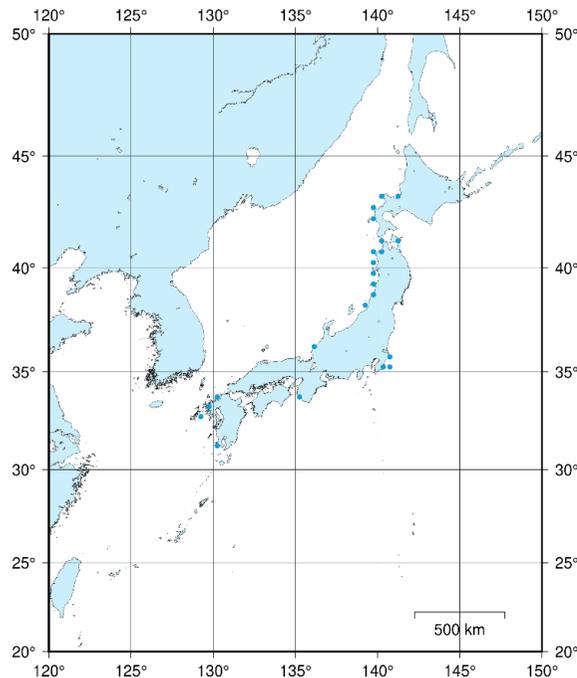


3

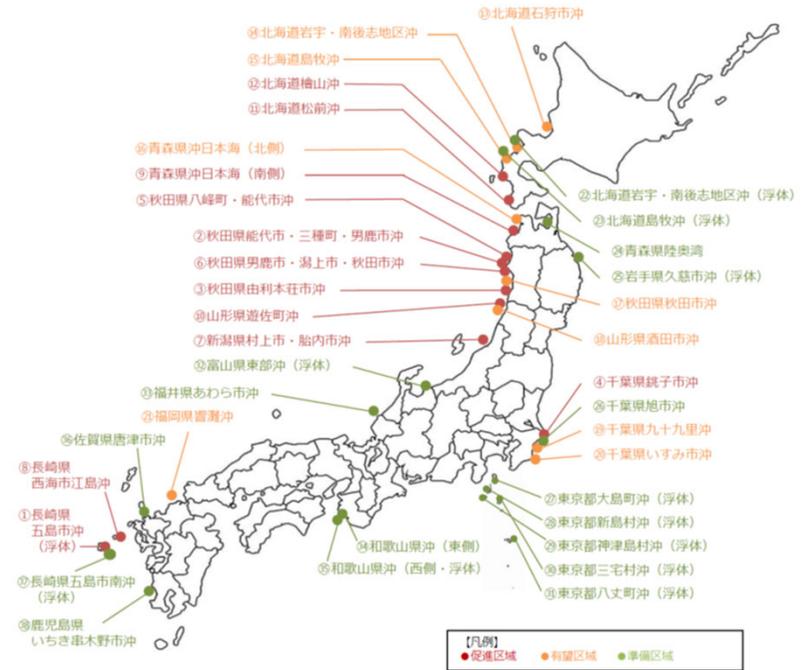
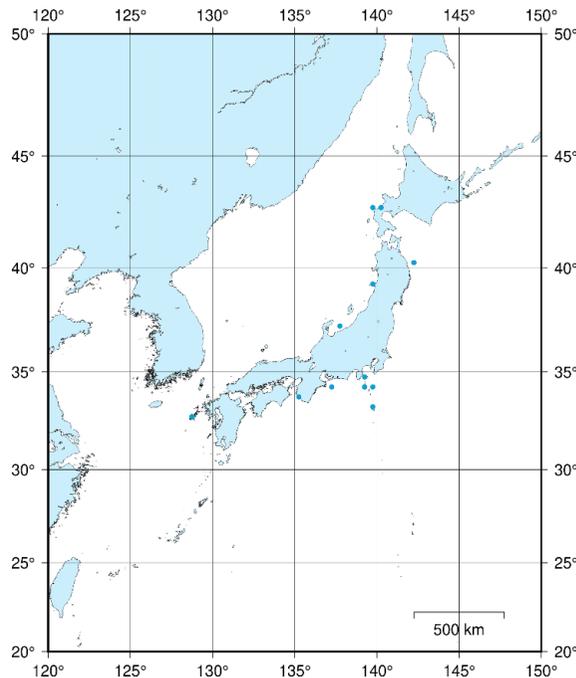
事業海域の情報

- 再エネ海域利用法における区域指定（2025年10月3日時点）の38海域とGI基金実証海域の2海域を合わせた40海域を対象に、着床式と浮体式にそれぞれ平均的な気象・海象条件を設定した仮想的な海域とした。
- 基地港からの距離は、**着床式は5km、浮体式は20km**とした。

着床式の対象区域



浮体式の対象区域



（出所）再エネ海域利用法に基づく促進区域の指定に向けた有望区域等の整理及びセントラル方式によるサイト調査対象区域について

3 事業海域の情報（海象条件の特徴）

- 解析には、1994年2月～2004年1月の10年分の結果を用いて、有義波高、有義波周期、卓越波向、平均風速、平均風向について統計解析したWWJAPAN cloud（日本近海の波と風のデータベース）を用いた。
- 着床式の海域では、平均波高1.3m、波周期5.6s、平均風速（10m高さ）6.7m/s、浮体式の海域では、平均波高1.5m、波周期6.1s、平均風速（10m高さ）7.0m/sとなった。浮体式の方が、沖合のため長周期の波が多い傾向。

着床式の対象区域

波周期

	0-	1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-	10-	11-	12-	13-	14-	TOTAL	
14.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	14	31	0	
11.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	5	40	0	
11.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0	
10.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	17	0	
10.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	22	38	
9.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	57	102	265	
9.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	56	115	254	
8.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	130	57	186	381	
8.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	242	173	146	0	677	
7.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	310	388	347	40	1,103	
7.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	490	462	660	79	1,797	
6.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	249	1,115	973	75	92	4	2,517
6.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	29	40	945	2,370	2,524	169	54	7	6,138
5.75-	0	0	0	0	0	0	0	826	229	4,223	5,161	1,887	242	149	271	12,988	0
5.25-	0	0	0	0	0	0	8	610	802	13,103	8,762	1,018	337	198	177	25,015	0
4.75-	0	0	0	0	0	0	62	683	9,205	24,650	9,230	1,644	542	258	168	46,442	0
4.25-	0	0	0	4	102	49	877	2,045	45,950	35,142	4,760	1,837	895	503	272	92,436	0
3.75-	0	0	0	4	31	12	3,174	27,816	96,884	32,628	4,378	1,987	976	437	468	168,795	0
3.25-	0	0	0	7	10	286	15,219	162,178	156,303	20,604	5,866	4,258	1,776	486	673	367,666	0
2.75-	0	0	0	12	9	11,181	141,121	420,358	124,344	25,748	13,116	8,263	2,557	1,280	1,360	749,349	0
2.25-	0	0	0	33	487	92,989	653,015	611,953	123,443	44,428	22,665	10,861	4,711	707	958	1,566,250	0
1.75-	0	0	6	151	42,852	708,738	1,495,582	479,184	175,176	81,964	33,411	11,075	3,875	636	1,423	3,034,073	0
1.25-	0	0	47	4,908	681,694	2,198,014	1,229,416	482,184	185,260	91,871	32,004	7,519	2,474	1,043	678	4,917,112	0
0.75-	0	0	2,797	720,564	2,535,482	1,985,712	1,077,720	353,901	129,854	58,122	20,911	5,886	2,572	668	511	6,904,608	0
0.25-	148	585	593,872	3,124,254	1,778,536	1,290,322	670,113	207,278	68,207	26,450	10,753	3,876	1,688	485	1,093	7,777,660	0
0-	996	7,134	622,050	234,917	154,323	174,767	83,206	24,740	6,951	2,665	2,090	1,229	307	212	241	1,315,828	0
TOTAL	1,152	7,719	1,218,772	4,094,854	5,193,526	6,462,070	5,369,513	2,773,785	1,122,657	462,916	177,516	66,121	24,568	7,859	8,472	26,991,500	0

波高

浮体式の対象区域

波周期

	0-	1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-	10-	11-	12-	13-	14-	TOTAL
14.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
14.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
13.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
13.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
12.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
12.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	57
11.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	82
11.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	26
10.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	16
10.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	59	10	140	214
9.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	164	226	92	489
9.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13	36	173	618	0	847
8.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	7	49	119	1,158	1,349
8.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	9	67	228	1,590	616	2,542
7.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	36	4	93	471	2,660	3,100
7.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	13	285	1,077	2,928	286
6.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	32	81	857	3,676	1,105	421
6.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	236	412	1,689	5,410	275	252
5.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	465	236	1,753	6,232	3,956	196	237
5.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	6	556	773	4,585	14,308	1,640	588	146
4.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,264	3,947	17,577	16,891	2,466	1,865	654
4.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	48	1,413	2,910	15,795	49,142	6,880
3.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	123	5,886	12,607	68,403	54,767	9,307
3.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	1,217	23,943	64,127	167,508	27,263	17,433
2.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	24	47	19,388	94,536	341,437	151,725	40,463	31,054
2.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	50	2,358	126,147	407,535	649,151	151,416	87,997	52,051
1.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	14	240	66,183	521,387	1,249,029	445,658	278,223	204,946
1.25-	0	0	0	0	0	0	0	0	85	7,436	575,590	1,550,226	817,023	603,574	391,147	332,681
0.75-	0	0	0	0	0	0	0	0	24	516,077	1,397,612	947,810	681,170	509,884	263,558	200,664
0.25-	0	216	185,068	1,108,256	573,600	404,106	299,650	157,593	60,618	30,007	8,559	1,587	649	324	283	
0-	16	1,295	160,220	62,665	38,383	41,094	25,128	9,363	2,806	1,372	737	213	80	39	139	
TOTAL	16	1,511	347,897	1,694,768	2,653,807	3,611,548	3,605,489	2,798,670	1,576,500	1,053,757	442,003	153,058	77,941	21,000	19,221	

波高

※頻度の多い順に赤、黄色、緑となっている。

4 施工シナリオの精緻化に向けた考え方について

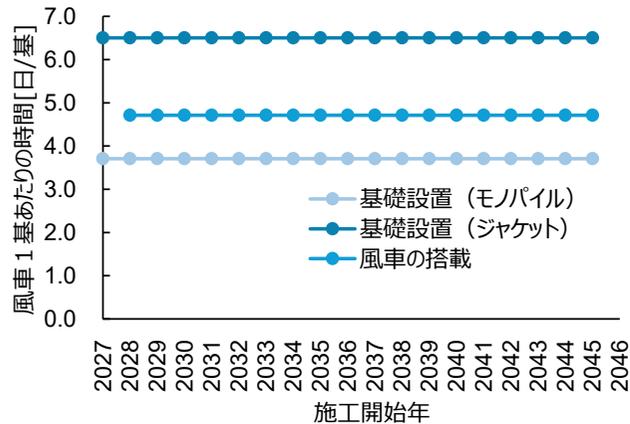
- 本モデルにおいて設定する施工シナリオとその精緻化に向けた方向性は以下のとおり。
 - **船団構成**：モデルの性質上、ウインドファームの規模ではなく、**1工程の単位作業を実施するために必要な、船種とその隻数**。ただし、CTV, SOVは、O&Mだけではなく、施工段階でも使用できるとする。
 - **単位当たりの作業時間**：現在と将来の2つについて着床式、浮体式、海底ケーブルにて細分化する。
 - 着床式：現在（2028年施工時）、将来（2047年施工時）とする。欧州では、技術成熟・大規模化が収斂しつつあり、それを導入すると考え、**作業時間の低減は想定せず、一定値**とする。（情報提供の結果でも同じとする回答が多かった）
 - 浮体式：現在（2034年施工時）、将来（2047年施工時）とする。欧州でも技術水準が準商用段階にあり、大規模化にも至っていないため、作業時間は、**2031年から2047年に現在の欧州の水準と同程度になるよう習熟曲線に沿って低減**する。
 - 海底ケーブル：現在（2028年施工時）、将来（2047年施工時）とする。1日あたりの作業想定の違い等で事業者間の違いもあることから、作業時間は、**2028年から2047年に現在の欧州の水準と同程度になるよう習熟曲線に沿って低減**する。
 - **作業限界条件**：有義波高と有義波周期の2つを設定していたが、現在の欧州での運用を参考に有義波高のみで設定する。**現在（2028年施工時）、将来（2047年施工時）まで一定**とする。
 - ベースケース：アンケート結果に基づき、**現在の欧州の作業限界波高を参考**に設定。
 - コンサバケース：アンケート結果に基づき、**現在の日本の作業限界波高を参考**に設定。
 - **稼働率**：作業限界条件を満たす有義波高の頻度の発生確率で定義する。

※本調査で定義した稼働率は、周期の作業限界条件を加味していないため、過大評価になっている点に留意が必要。

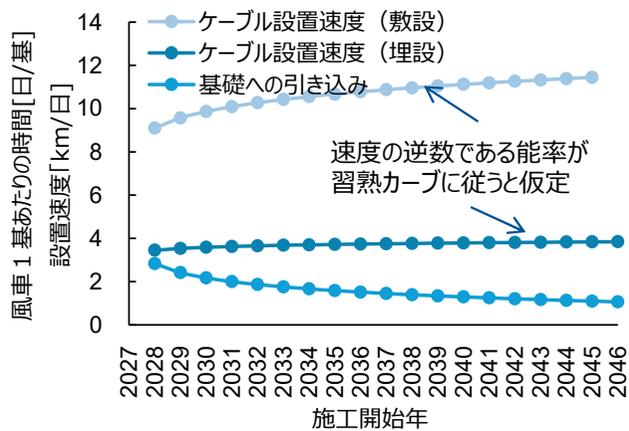
4 (参考) 単位当たりの作業時間の将来見通しについて

- 習熟とは、累積生産量が2倍になると、単位当たりのコストが一定の割合（習熟率）にて減少するという経験則である。
- 今回、施工開始年（毎年一定程度の施工が行われるため、累積生産量に代替する指標）を横軸にとることで、単位当たりの作業時間（単位当たりのコストの代替指標）が習熟曲線に従って減少するシナリオを設定する。
- 単位あたりの作業時間は、現状の横ばいのものと、将来水準に向かって習熟していくものの2つがある。

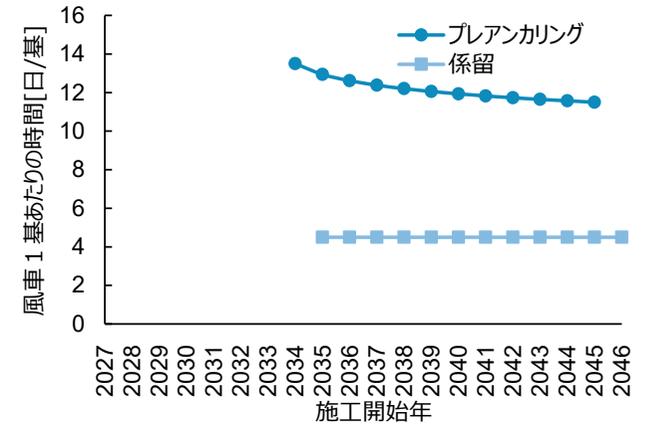
着床式の作業時間の将来見通し（例）



海底ケーブルの作業時間の将来見通し（例）



浮体式の作業時間の将来見通し（例）



4 (参考) 稼働率の導出方法

- WWJAPAN cloud（日本近海の波と風のデータベース）による頻度表を用いて、作業限界条件を満たす発生確率で定義。
- 波高区分が0.5mのため、それよりも細かい部分は、頻度を均等配分すると仮定する。

WWJAPAN cloudを用いた波高別の稼働率の導出方法

TOTAL	
...	168,795
3.25-	367,666
2.75-	749,349
2.25-	1,566,250
1.75-	3,034,073
1.25-	4,917,112
0.75-	6,904,608
0.25-	7,777,660
0-	1,315,828
TOTAL	26,991,500



(例1) 作業限界条件が0.75mの場合

$$P = \frac{1,315,828 + 7,777,660}{26,991,500} = 33.7\%$$

(例2) 作業限界条件が1.0mの場合

$$P = \frac{1,315,828 + 7,777,660 + 6,904,608 / 2}{26,991,500} = 46.5\%$$

着床式海域の波高別の稼働率

0.75m	1.0m	1.25m	1.5m	1.75m	2.0m	2.25m	2.5m
33.7%	46.5%	59.3%	68.4%	77.5%	83.1%	88.7%	91.6%

浮体式海域の波高別の稼働率

0.75m	1.0m	1.25m	1.5m	1.75m	2.0m	2.25m	2.5m
17.6%	30.3%	43.0%	55.3%	67.6%	75.6%	83.7%	87.9%

※本調査で導出した稼働率は、連続作業時間を確保できる確率ではなく、周期の作業限界条件を加味していないため、過大評価になっている点に留意が必要。

4 着床式洋上風力発電の施工シナリオ

- 船団は、改めて関係者に対して、船団構成のヒアリングを行い、その結果を反映した。また、施工は2年間とし、海底調査は施工前に終えており、1年目で海底地盤整備から基礎設置、2年目で風車の搭載と海底ケーブルの設置を行うと仮定した。
- 風車1基あたりの作業時間は、ヒアリング・アンケートの結果を踏まえて、現状と同水準とした。基礎設置の打設作業は12時間作業の場合もある。

	1年目				2年目	
	海底調査	海底地盤整備	基礎運搬	基礎設置	風車の搭載	
工程の定義	海底地盤（砂、岩）を確認する作業	調査結果を踏まえて、転石などの除去を行う作業	基礎の製造拠点で基礎を積込、基地港まで運び、その後、おろすまでの作業	基地港にて基礎を搭載し、事業海域にて設置する作業	基地港にて風車の構成部品を搭載し、事業海域にて搭載する作業	
船団構成A	海底地質運搬船：1	起重機船：1, タグボート：1	重量物運搬船：1	SEP：1, CTV：1	SEP：1, CTV：1	
単位当たりの作業時間 2027→2046 $\tau_{2027}^B \rightarrow \tau_{2046}^B$	1.7日/基 (24時間作業)	1.7日/基 (24時間作業)	6.5日/基 (24時間作業)	6.5日/基 (24時間作業)	2.0日/基 (24時間作業)	2.0日/基 (24時間作業)
				モノパイル 3.7日/基 ジャケット 6.5日/基 (24時間作業)	モノパイル 3.7日/基 ジャケット 6.5日/基 (24時間作業)	4.7日/基 (24時間作業)
作業限界条件 (ベース)	2.0m (83.1%)	2.0m (83.1%)	2.0m (83.1%)	2.0m (83.1%)	2.0m (83.1%)	
作業限界条件 (コンサバ)	1.5m (68.4%)	0.75m (33.7%)	1.5m (68.4%)	1.5m (68.4%)	1.5m (68.4%)	

施工の態様や地盤、作業船の性能等によって上記の結果は、変わる可能性がある。

4 浮体式洋上風力発電の施工シナリオ

- 船団は、改めて関係者に対して、船団構成のヒアリングを行い、その結果を反映した。また、施工は2年間とし、1年目で海底調査からプレアンカリング、2年目で浮体への風車の搭載から係留と海底ケーブルの設置を行うと仮定した。
- 風車1基あたりの作業時間は、プレアンカリング作業のみ、習熟曲線による低減を見込むとした。曳航は、基地港からの距離が一定である以上、曳航速度に起因するため、一定値とした。

	1年目		2年目（連続工程）		
	海底調査	プレアンカリング	曳航	係留	
工程の定義	海底地盤（砂、岩）を確認する作業	係留システムを事業海域に設置して、把駐力の確認を行う作業	基地港から事業海域まで発電施設を曳航する作業	事前設置している係留システムと曳航した浮体を接続する作業	
船団構成	海底地質運搬船：1	AHTS：1	AHTV：1, タグボート：5	AHTV：1, タグボート：5	
単位当たりの作業時間 2034→2046 $\tau_{2031}^F \rightarrow \tau_{2045}^F$	1.7日/基 (24時間作業)	1.7日/基 (24時間作業)	13.5日/基 (24時間作業) → 11.5日/基 (24時間作業)	1.0日/基 (24時間作業) → 1.0日/基 (24時間作業)	4.5日/基 (24時間作業) → 4.5日/基 (24時間作業)
作業限界条件 (ベース)	2.0m (75.6%)	2.0m (75.6%)	1.5m (55.3%)	2.0m (75.6%)	
作業限界条件 (コンサバ)	1.5m (55.3%)	1.75m (67.6%)	1.5m (55.3%)	1.75m (67.6%)	

施工の態様や地盤、作業船の性能等によって上記の結果は、変わる可能性がある。

4 海底ケーブルの施工シナリオ

- 船団は、改めて関係者に対して、**船団構成のヒアリングを行い、その結果を反映した**。また、ルート調査/磁気探査は、施工前に完了しているとして、施工の2年目に**陸揚部埋設～ケーブル敷設・埋設作業までを連続工程で1年間**とした。
- 作業時間は、現状8時間作業が24時間作業になることを踏まえ、**習熟曲線による低減を見込む**とした。ただし、1日あたりの能率の指標（単位：km/日）については、その逆数が習熟曲線に沿って低減するとした。
- 陸揚げ部埋設の工程は、**1か所当たり1.4日から0.5日まで低減**するとした。

← 2年目（連続工程） →

	ルート調査/磁気探査	陸揚部埋設	ケーブル基礎への引込	ケーブル敷設・埋設
工程の定義	海底ケーブルを敷設する海底地形と地盤性状を調査する作業	海底ケーブルを陸上に引き上げて接続する作業	ケーブルを基礎に引き込み接続する作業	海底ケーブルを敷設し、一定の深さまで埋める作業
船団構成	海底地質運搬船：1	CLV：1	CLV：1, SOV：1 ※1	CLV：1, SOV：1 ※1
単位あたりの作業時間 2028→2046 $\tau_{2028}^c \rightarrow \tau_{2046}^c$	2.8km/日 (8時間作業) → 12.0km/日 (24時間作業)	1.4日/箇所 (8時間作業) → 0.5日/箇所 (24時間作業)	2.8日/基 (12時間作業) → 1.1日/基 (24時間作業)	敷設：9.1km/日 埋設：3.4km/日 (24時間作業) → 敷設：11.5km/日 埋設：3.8km/日 (24時間作業)
作業限界条件 (ベース)	2.0m (83.1%/75.6%) ← 着床式/浮体式	1.5m (68.4%/55.3%)	2.0m (83.1%/75.6%)	2.0m (83.1%/75.6%)
作業限界条件 (コンサバ)	1.5m (68.4%/55.3%)	1.0m (46.5%/30.3%)	1.5m (68.4%/55.3%)	1.5m (68.4%/55.3%)

施工の態様や地盤、作業船の性能等によって上記の結果は、変わる可能性がある。

※1敷設・基礎部への引き込み、埋設といったケーブル作業は、CLV、基礎内部において、基礎内部における準備作業、結線作業などCLVの施工とは別動で、多くの作業員の輸送が必要になるためSOVを想定した。

4 維持管理シナリオの考え方

- 維持管理シナリオは、施工とは異なり、実績の事例も少ないことから、アンケート調査の中で、1隻のCTV/SOVが年間に対応できる発電施設の数について情報提供依頼を行った。
 - CTV：CTV 1隻でカバーする発電設備の数は【15～35基まで】回答があった。
 - SOV：港からの距離が遠い浮体式100基では、SOV 1隻とCTV【2～5隻】でカバーするという意見があった。
- 一方、近年の台湾では着床式の案件においてSOVとCTVを一体で導入している傾向にあり、沿海・50基程度であってもSOVとCTVを一体で導入している事例が存在（以下のChanghua 1 & 2a）。欧州にも同様の事例がある。
- 国内でも通年でのメンテナンスを効率的に行うニーズが否定されないため、海外事例も勘案しSOVを軸に以下のように設定。
 - ベースケース：年間設置基数が**50基を超えると、SOV1隻とCTV1隻**、残りは、**25基あたりCTV1隻でカバーする**
 - コンサバケース：年間設置基数が**70基を超えると、SOV1隻とCTV2隻**、残りは、**25基あたりCTV1隻でカバーする**
 - なお、事業者選定が終わっているR2, R3の案件は、SOVではなくCTVのみの導入を想定していると考えられるため、SOVの2028～2030年までの必要隻数は0とする。

Name	Capacity (MW)	Turbine Model	No Of Turbines	Distance To Shore (km)
Changhua 1 (大彰化東南)	605	SG 8.0-167 DD (8MW)	75	43
Changhua 2A (大彰化西南第一階段)	295	SG 8.0-167 DD (8MW)	36	54

結果のまとめ方について

1

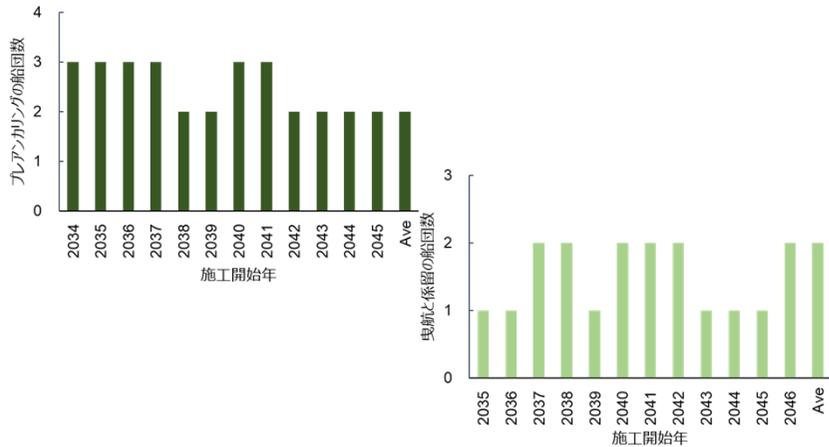
計算結果の考え方

- モデルから出力されるのは、年間導入量を実現するために必要な「各工程の船回数」になる。それを各工程における船団構成を加味して、「船種別の必要隻数」を計算する。
- 他方、関連船舶の確保を目的としているため、最終のアウトプットとしては、船種別の「建造隻数」とし、ストック数と廃船数を加味して導出する。

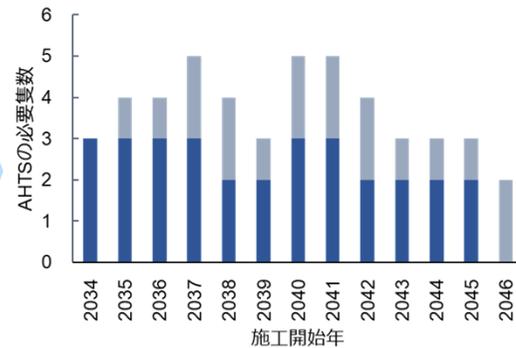
$$(t\text{年の建造隻数}) = (t\text{年の必要隻数}) - ((t-1)\text{年のストック数}) + (t\text{年の廃船数})$$

AHTSのイメージ

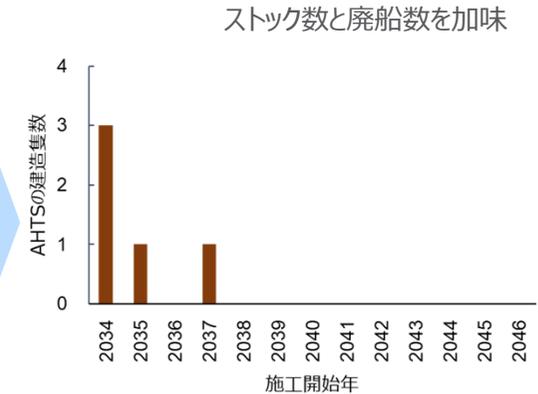
出力結果（船回数）



船種別の必要隻数



船種別の建造隻数



2 毎年の船団数と構成する船種の隻数の導出方法

- 工程kにおける船団の総作業時間 T_t^k は、風車1基あたりといった荒天待機を含まない繰り返し作業の基準実作業時間 τ 、繰り返し作業の回数 N 、稼働率 P の3つの要素の関数とする。

$$T_t^k = f(\tau(t), N(\text{farm setting}(t)), P(\text{site condition}(t))) = \tau N / P$$

- 例えば、着床式・浮体式に共通の「海底調査」の工程における総作業時間は、

$$T_{2027}^1 = \frac{2d/v + \tau_{2027}^1 N_{2027}^1}{P_{2027}^1} = \frac{2 * 20 / 588 + 1.7 * 110}{0.831} = 228 \text{ days}$$

$$T_{2028}^1 = \frac{2d/v + \tau_{2028}^1 N_{2028}^1}{P_{2028}^1} = \frac{2 * 20 / 588 + 1.7 * 70}{0.831} = 145 \text{ days}$$

τ_t^1 : t年の基準実作業時間 (1基あたりの時間)
 N_t^1 : t年の繰り返し作業の回数 (風車設置基数)
 P_t^1 : t年の稼働率 (ベースケースとコンサバケース)
 d : 基地港からの距離
 v : 移動速度

- これを用いて、船団数は、想定工期 (365日) で割って、切り上げる。

$$n_{2027}^1 = \frac{T_{2027}^1}{T_{\text{annual}}} = \frac{228}{365} = 1 \text{ Fleet}$$

$$n_{2028}^1 = \frac{T_{2028}^1}{T_{\text{annual}}} = \frac{145}{365} = 1 \text{ Fleet}$$



 船団

 海底地質運搬船 : 1隻

$$n_{2027}^{1,CPT} = 1 \text{ 隻}$$

$$n_{2028}^{1,CPT} = 1 \text{ 隻}$$

作業量を工期内完了するために必要な船団数から、船団を構成する船種別隻数を導出

※想定工期を365日としているが、作業船の保守・点検なども含まれるため過大評価になっている点に留意が必要。

3 着床式洋上風力発電の船団数推計方法

- 着床式の施工工程を6つに分類して、船団の総作業時間及び船団数を導出する式は以下のとおり。**船団数を計算したのち、1船団あたりを構成する船種と隻数から、工程別の必要隻数を求める。** N_t^B は、着床式風車の基数、 d は港からの距離。
- B2～B4までは、**工程の手順を考えず、同時並行で作業**を行い、各工程1年で終了するという前提で推計する。

ID	工程	作業時間の計算方法	船団数の導出方法	1船団あたりの船団構成等
B1	海底調査	$T_t^{B1} = (2d/v + \tau_t^{B1} N_t^B) / P^{B1}$	$n_t^{B1} = T_t^{B1} / T_{annual}$	海底地質運搬船：1 $\tau_t^{B1} = 1.7$
B2	海底地盤整備	$T_t^{B2} = (2d/v + \tau_t^{B2} N_t^B) / P^{B2}$	$n_t^{B2} = T_t^{B2} / T_{annual}$	起重機船：1, タグボート：1 $\tau_t^{B2} = 6.5$
B3	基礎運搬	$T_t^{B3} = (2d'/v + \tau_t^{B3}) N_t^{B3} / P^{B3}$	$n_t^{B3} = T_t^{B3} / T_{annual}$	重量物運搬船：1 $\tau_t^{B3} = 2.0$
B4	基礎設置（モノパイル）	$T_t^{B4} = (2d/v + \tau_t^{B4} N_t^B) / P^{B4}$	$n_t^{B4} = T_t^{B4} * 0.62 + T_t^{B5} * 0.38 / T_{annual}$	SEP：1, CTV：1 $\tau_t^{B4} = 3.7$ (monopile)
B5	基礎設置（ジャケット）	$T_t^{B5} = (2d/v + \tau_t^{B5} N_t^B) / P^{B5}$		SEP：1, CTV：1 $\tau_t^{B5} = 6.5$ (jacket)
B6	風車の搭載	$T_t^{B6} = (2d/v N_t^{B6} + \tau_t^{B6} N_t^B) / P^{B6}$	$n_t^{B6} = T_t^{B6} / T_{annual}$	SEP：1, CTV：1 $\tau_t^{B6} = 4.7$

※ID 2, 4, 6は、基地港にて積込、事業海域へ移動（10knots）し、各工程を実施し、その後、基地港等に戻る流れを想定。ID 3は、製造工場にて積込、基地港まで移動（15knots）で荷を下ろす。
 ※基礎運搬（B3）と風車の搭載（B6）は、**1回の輸送で2基分のものパイル/風車が搭載できる**と想定。（ N_t^{B6} は風車の設置基数 N_t によって変化する）※モノパイルとジャケットの比率は、ヒアリング結果を採用。

3 浮体式洋上風力発電の船団数推計方法

- 浮体式の施工工程を3つに分類して、船団の総作業時間及び船団数を導出する式は以下のとおり。**曳航・係留の工程は、同一の船団で曳航（31）係留接続（32）の2つのサブ工程に分割した。** N_t^F は、浮体式風車の基数、 d は港からの距離。
- 稼働率は、ベースケースとコンサバケースの2つあるが、時間によらず一定値となる。

ID	工程	作業時間の計算方法	船団数の導出方法	1船団あたりの船団構成等
F1	海底調査	$T_t^{F1} = (2d/v + \tau_t^{F1} N_t^F) / P^{F1}$	$n_t^{F1} = T_t^{F1} / T_{annual}$	海底地質運搬船：1 $\tau_t^{F1} = 1.7$
F2	プレアンカリング	$T_t^{F2} = (2d/v N_t^{F2} + \tau_t^{F2} N_t^F) / P^{F2}$	$n_t^{F2} = T_t^{F2} / T_{annual}$	AHTS：1 $\tau_t^{F2} = 13.5 \rightarrow 11.5$
F3	曳航・係留	$T_t^{f3} = (\tau_t^{F31} N_t^F) / P^{F31}$ 曳航 $+ (d/v + \tau_t^{F32}) N_t^F / P^{F32}$ 係留	$n_t^{F3} = T_t^{F3} / T_{annual}$	AHTV：1, タグボート：5 $\tau_t^{F31} = 1.0, \tau_t^{F32} = 4.5$

1年

※ID 1～3は、基地港から事業海域へ移動（1日）し、各工程を実施し、その後、基地港等に12knotsで戻る流れを想定。基地港から距離20km
 ※プレアンカリング（F2）は、**1回の輸送で1基分の係留システム（6本分のアンカー）が搭載できる**と想定。（ N_t^{F2} は風車の設置基数 N_t^F によって変化する）

3 海底ケーブル設置の船団数推計方法

- 海底ケーブル設置の施工工程を2つに分類して、船団の総作業時間及び船団数を導出する式は以下のとおり。**海底ケーブル**の設置は、同一の船団で敷設（21）、基礎への引き込み（22）、埋設（23）、陸揚げ部埋設（24）の4つのサブ工程に分割した。
- L_t^C は、海底ケーブルの総長（エクスポートケーブルとインターアレイケーブルの長さ）、 N_t^C はエクスポートケーブルの本数である。

ID	工程	作業時間の計算方法	船団数の導出方法	1船団あたりの構成
C1	ルート調査	$T_t^{C1} = (2d/v + \tau_t^{C1} L_t^C) / P^{C1}$	$n_t^{C1} = T_t^{C1} / T_{annual}$	海底地質運搬船：1 $\tau_t^{C1} = 2.8 \rightarrow 12.0$
C2	海底ケーブル設置	$T_t^{C2} =$ $(2d/v) / P^{C21} + (\tau_t^{C21} L_t^C) / P^{C21} +$ <small>敷設</small> $(\tau_t^{C22} N_t^{22C}) / P^{C22} +$ <small>引き込み</small> $(\tau_t^{C23} L_t^C) / P^{C23} + \tau_t^{C24} N_t^C / P^{C24}$ <small>埋設</small>	$n_t^{C2} = T_t^{C2} / T_{annual}$	敷設（21）・埋設（23） CLV：1, タグボート：2 基礎引き込み（22） CLV：1, CTV：2 陸揚げ部埋設（24） CLV：1, タグボート：1 $\tau_t^{C21} = 9.1 \rightarrow 11.5,$ $\tau_t^{C22} = 2.8 \rightarrow 1.1,$ $\tau_t^{C23} = 3.4 \rightarrow 3.8,$ $\tau_t^{C24} = 1.4 \rightarrow 0.5$

↑
1年
↓

4 建造隻数の推計に向けて

- 船種別の建造隻数を求めるためには、2025年時点のストック量、将来の建造計画、廃船見通しの情報が必要になる。公開情報ベースで情報を整理したものは以下のとおり。今回の需要予測の範囲では船齢が20歳のため、解撤は織り込まない。

	海底地質調査船	SEP	起重機船	AHTS	Tugboat	CLV	SOV	CTV	重量物運搬船
現有隻数	4	5	9	1	316	0	0	16 うち施工用：13	2
将来計画	0	1 (2026) 1 (2027)	1 (2028) 以降は、汎用的な船舶であることから解撤が出たタイミングで新造するとし、総数は一定	0	汎用的な船舶であることから解撤が出たタイミングで新造するとし、総数は一定	1 (2027) 1 (2028)	0 (施工用)	1 (2026 施工用)	1 (2026)
廃船計画	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※海底地質調査船：Poseidon 1, MV KATORI, EK HAYATE, 第一開洋丸

※SEP船：SEAJACKS ZARATAN, CP-8001, 柏鶴, CP-16001, BLUE WIND, JWFC SUNRISE (2026年)、SEA CHALLENGER (2027年)

※起重機船：海翔、武蔵、第50吉田号、富士、駿河、金剛、第一豊号、神翔-1600、新建隆、五洋建設 (2028年)

※AHTS：あかつき

※Tugboat：航行区域が近海・限定近海・沿海の合計値 (海運集会所のデータ)

※CLV：東洋建設 (2027年)、五洋建設 (2028年)

※CTV：RERA AS, JCAT ひびき, JCAT ひびき II, Red Star, Red Star II, JCAT ONE, JCAT THREE, JCAT SIX, JCAT TARO, KAZEHAYA, Portcat One, Anemoi, JCAT Hanako, Port CAT TWO, PORT CAT THREE, PORT CATひびき, 日本郵船 (2026)

※重量物運搬船：神-25000 II, MV KATORI. MOL (2026年)

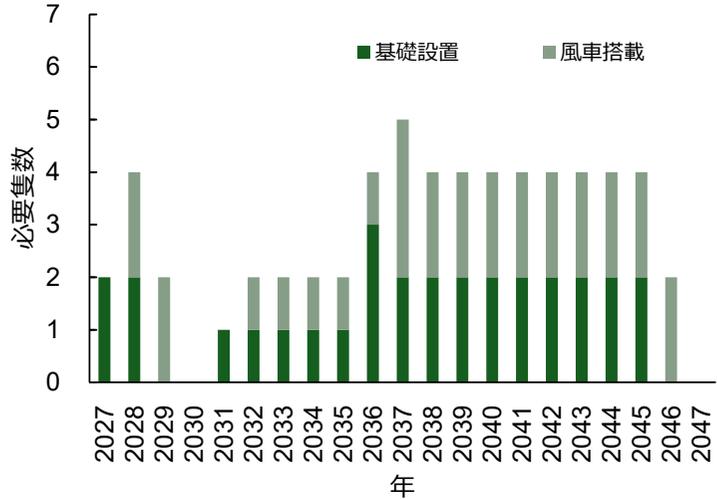
5 必要隻数・建造隻数のまとめ

- これまでの前提条件から、導入目標（45GW/30GW）と施工・維持管理の想定（ベースケース/コンサバケース）の2軸で、①45GW・ベースケース、②45GW・コンサバケース、③30GW・ベースケース、④30GW・コンサバケースの4つのシナリオで分析。
- 建造隻数としては、施工段階ではAHTSで6隻、CLVで1～2隻の建造が、維持管理段階では、SOVが年間1～2隻、CTVが4～8隻が見込める結果となった。

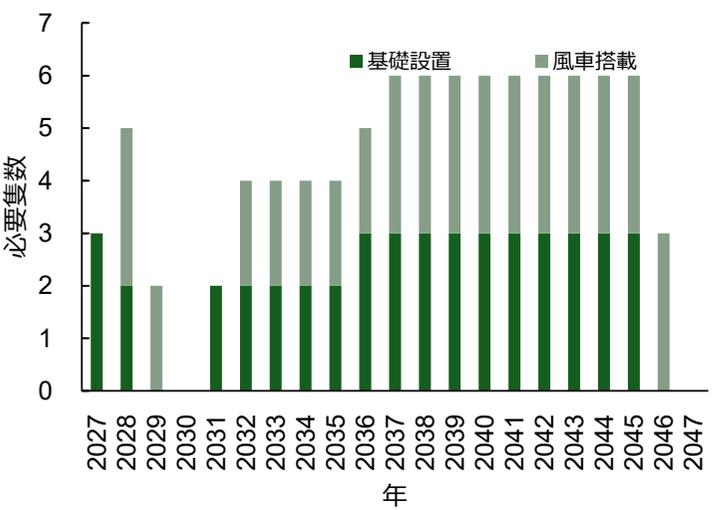
参考資料 船種別の計算結果

SEP船（必要隻数）

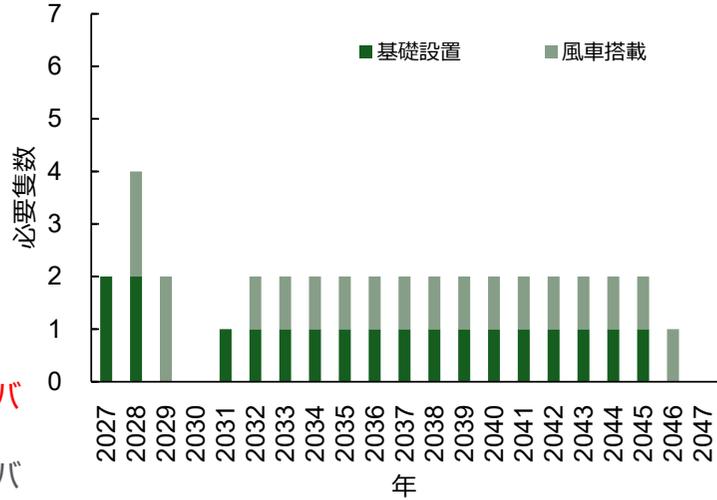
①



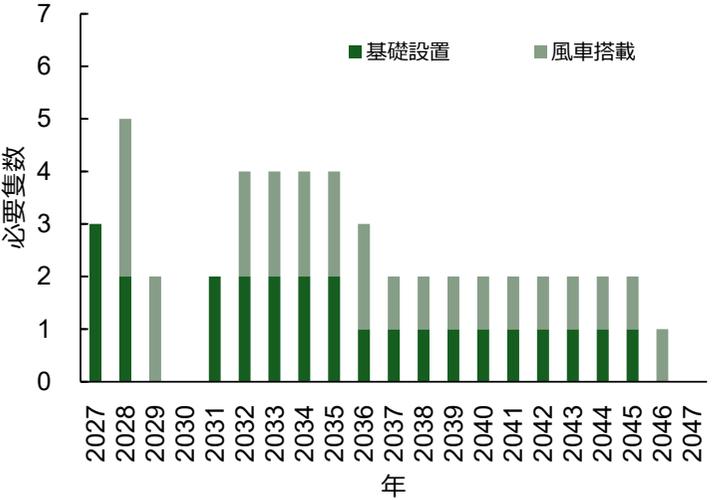
②



③



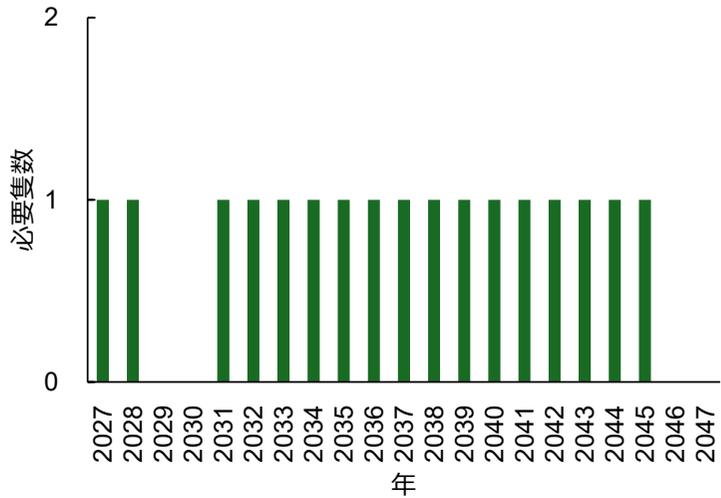
④



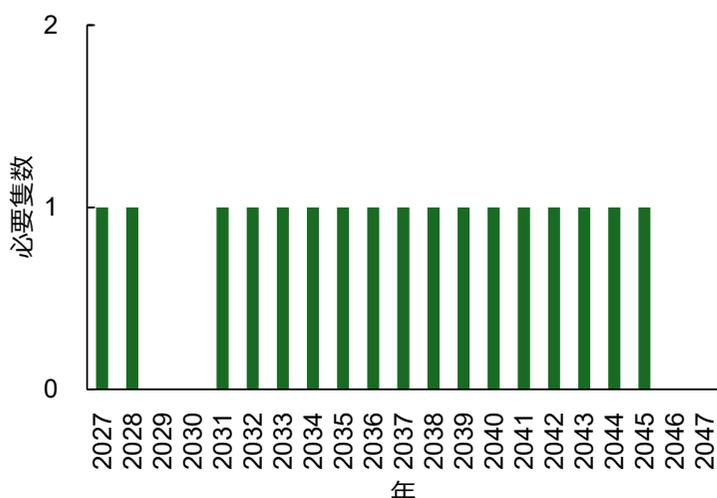
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

重量物運搬船（必要隻数）

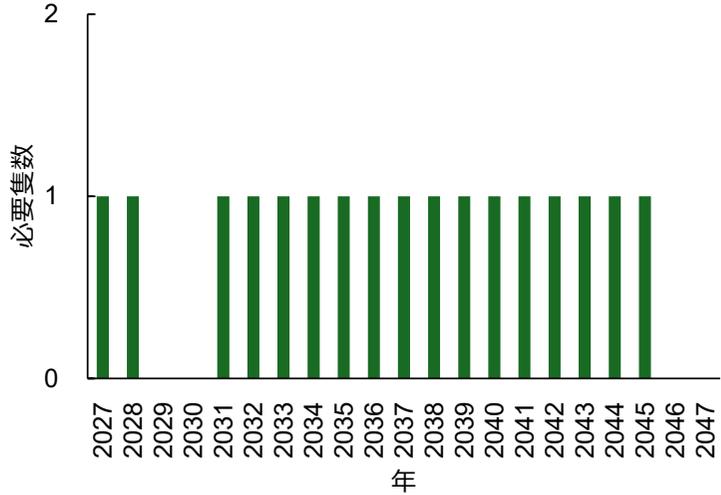
①



②



③



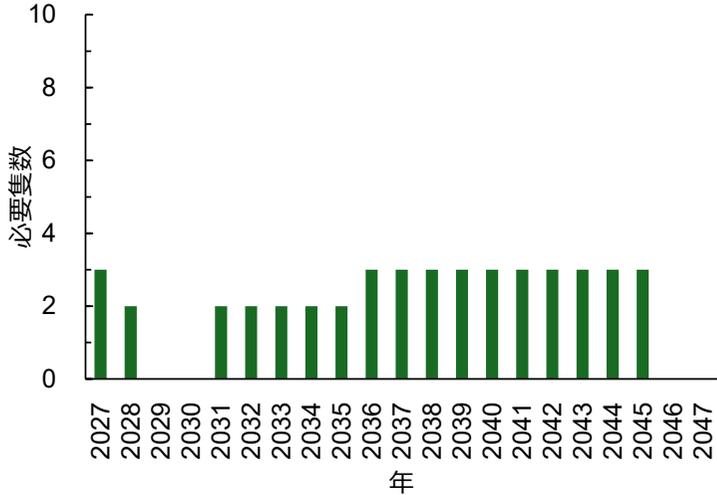
④



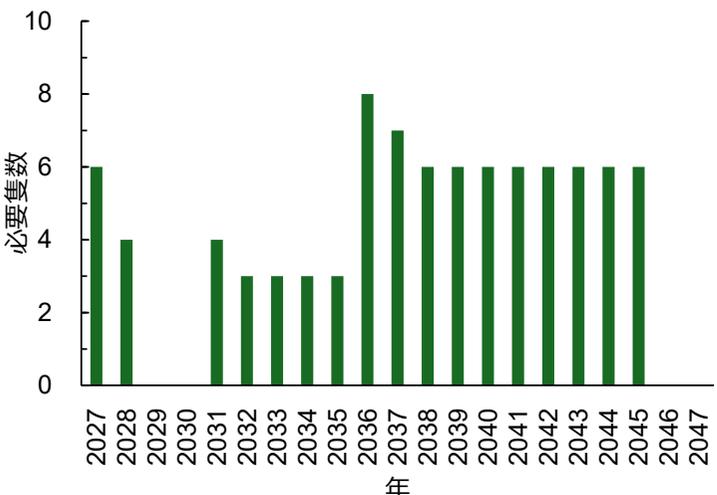
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

起重機船（必要隻数）

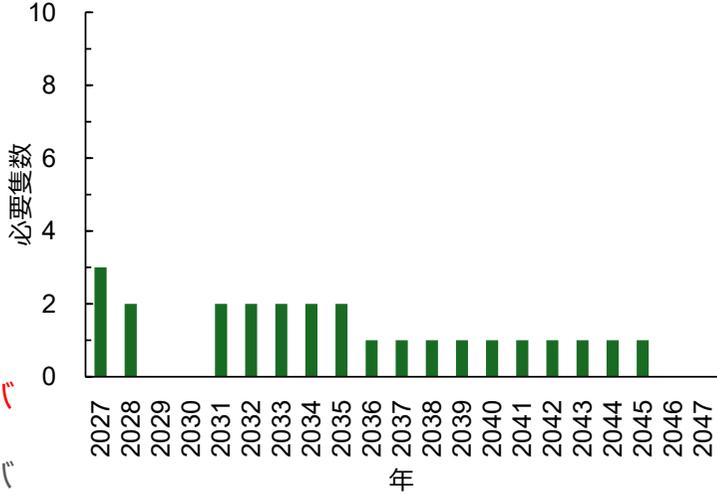
①



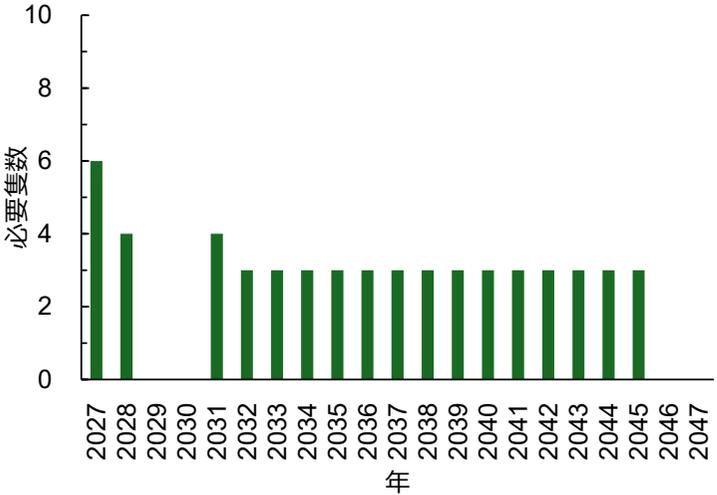
②



③



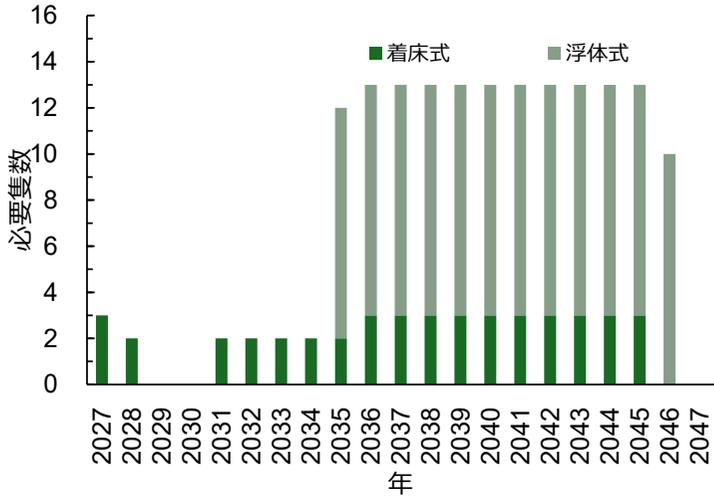
④



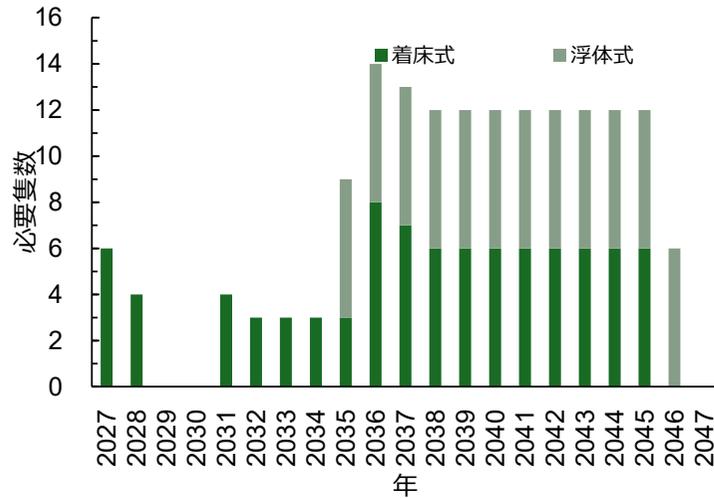
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

タグボート（必要隻数）

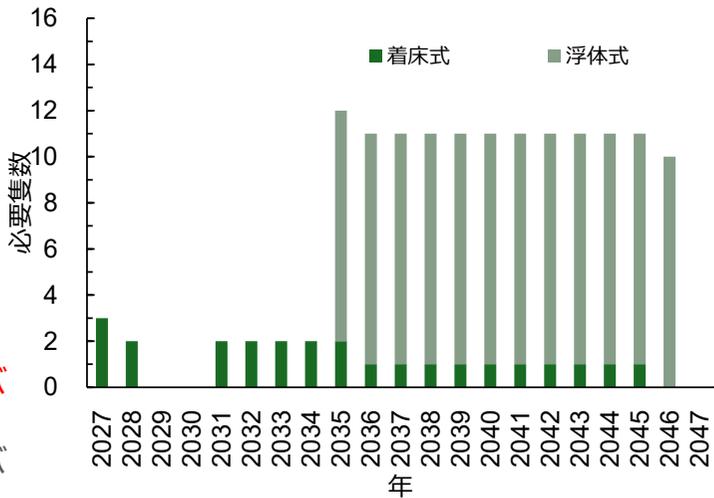
①



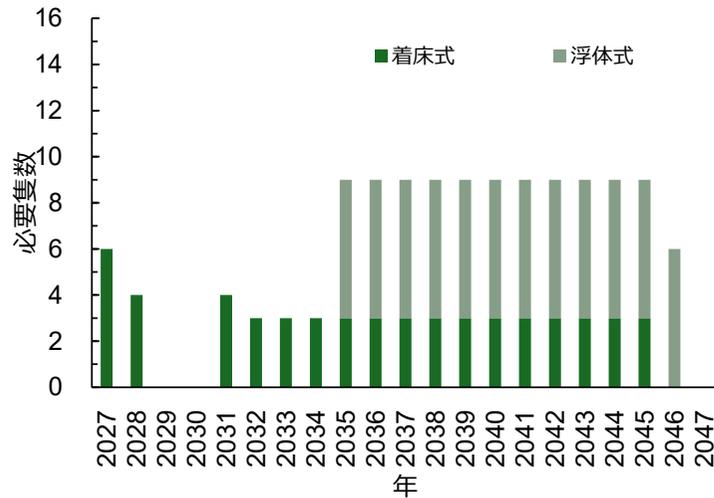
②



③



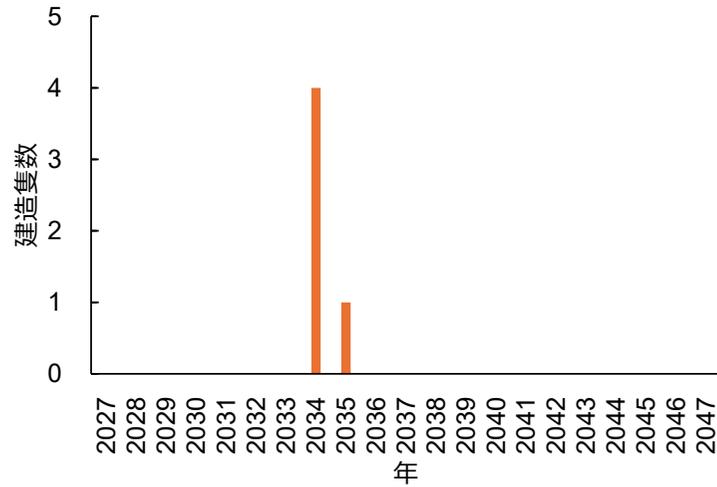
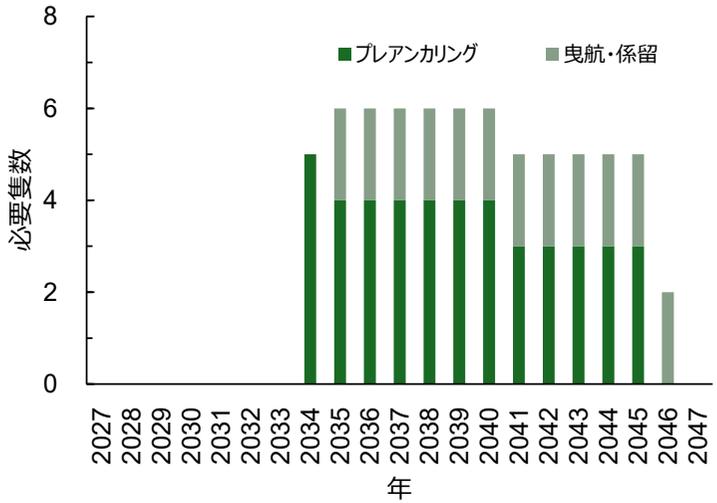
④



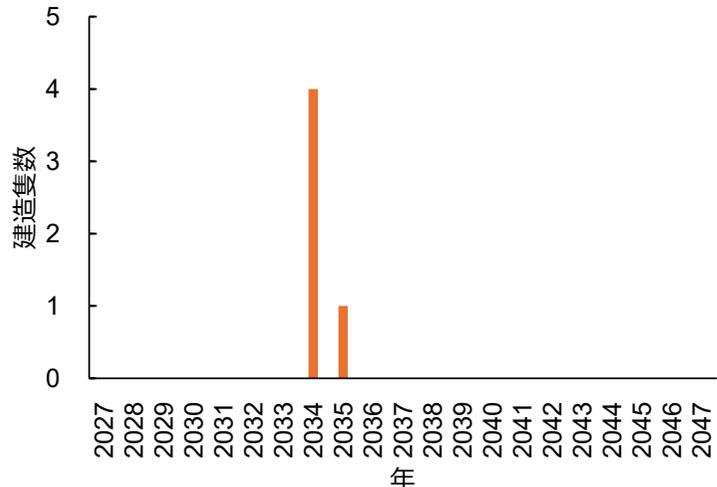
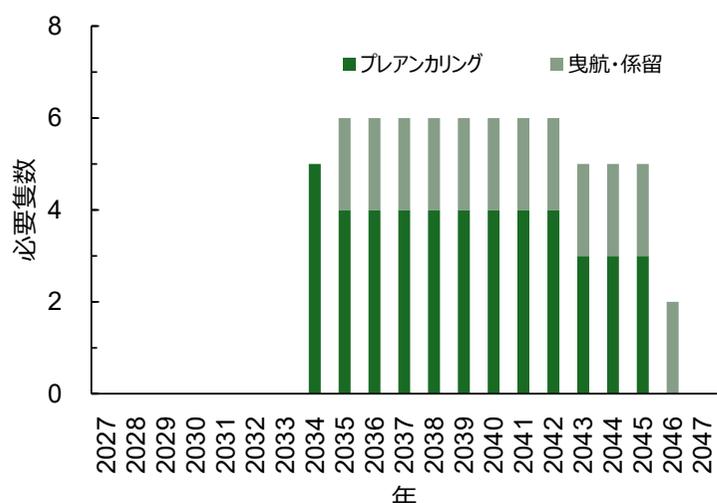
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

AHTS船（上段：必要隻数、下段：建造隻数）

①



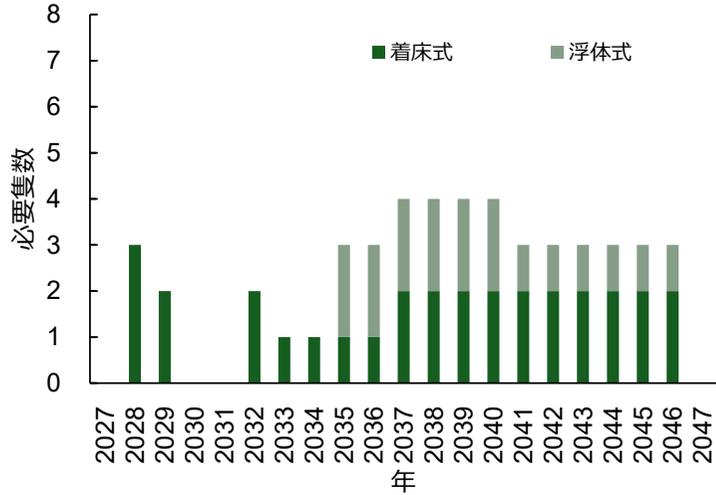
②



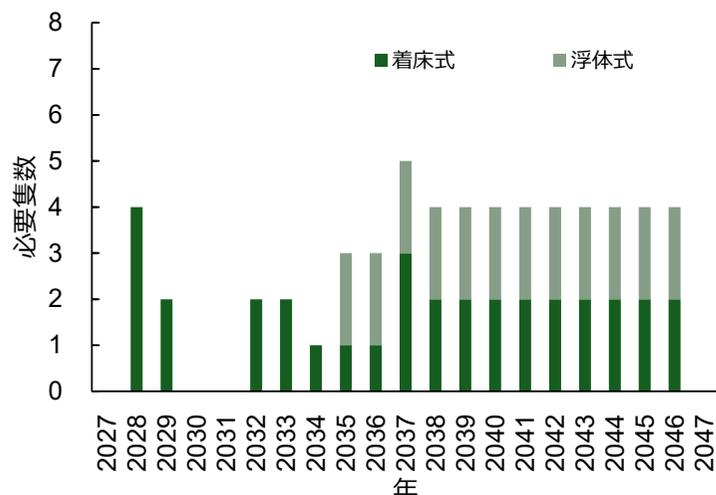
稼働率
①ベース
②コンサバ

CLV（必要隻数：着床式と浮体式の合計）

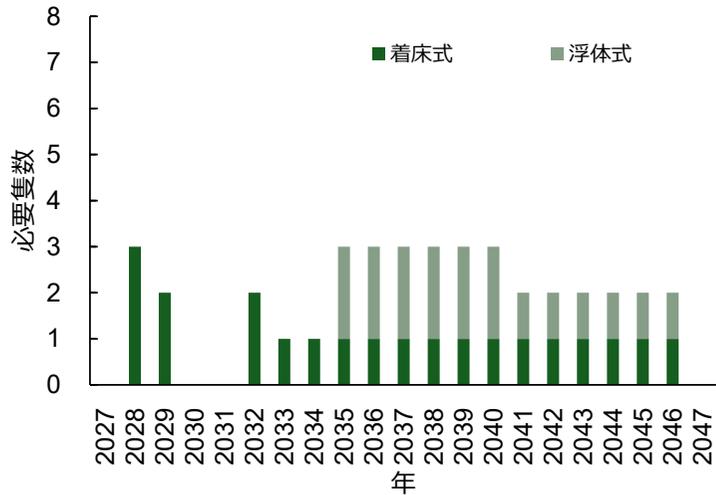
①



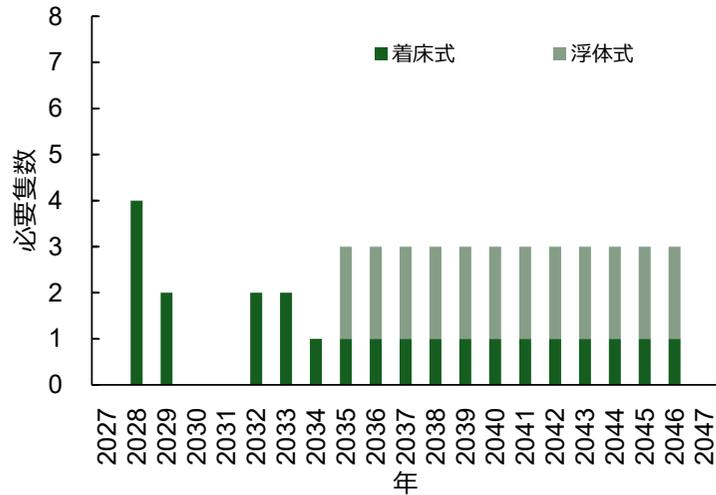
②



③



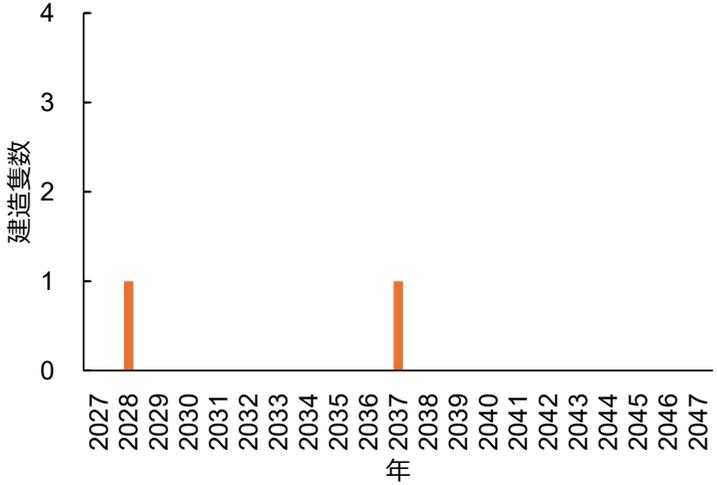
④



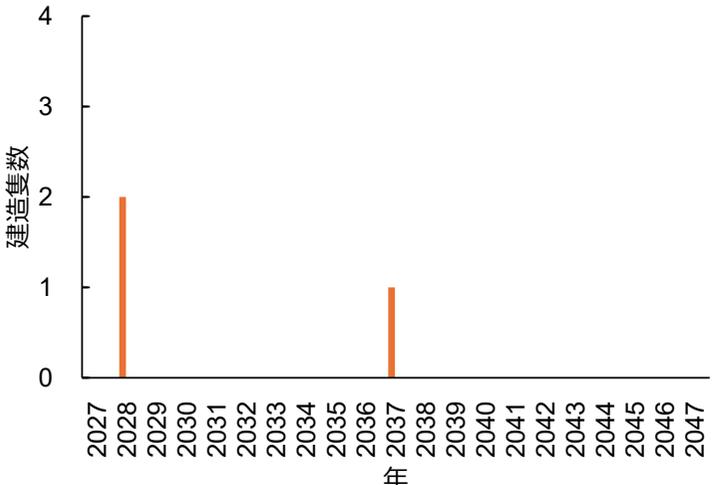
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

CLV (建造隻数)

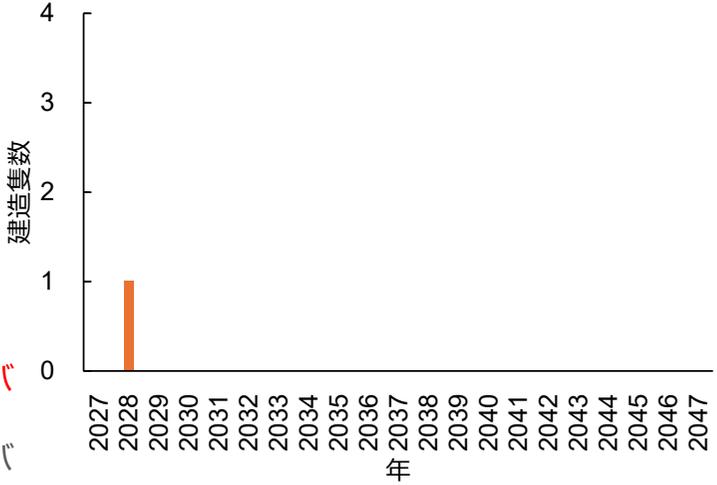
①



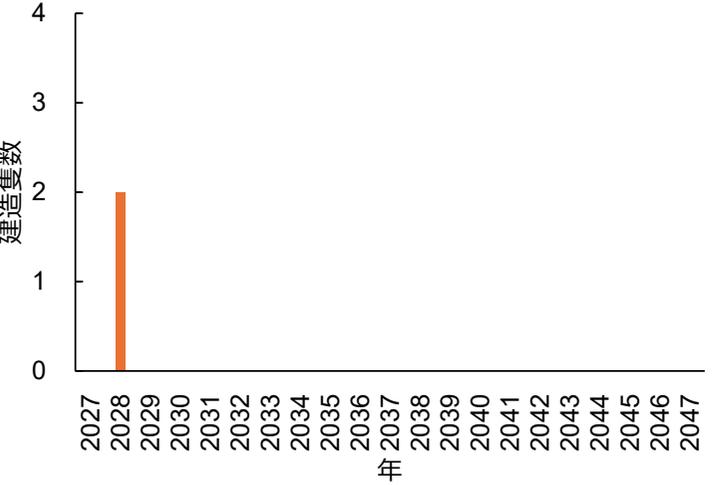
②



③



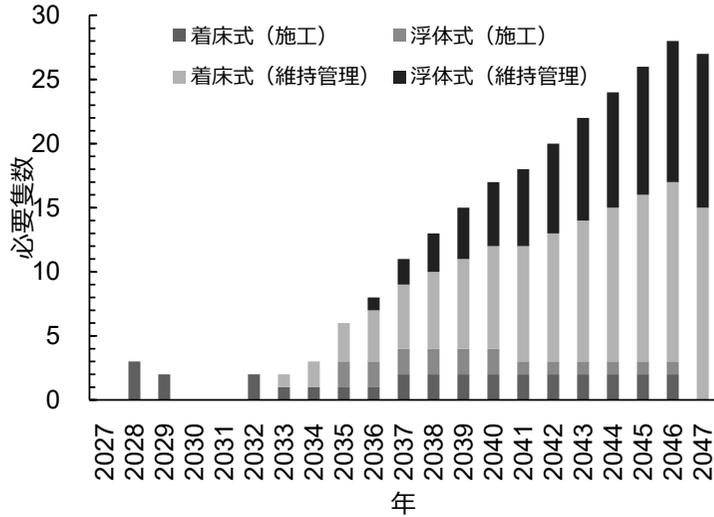
④



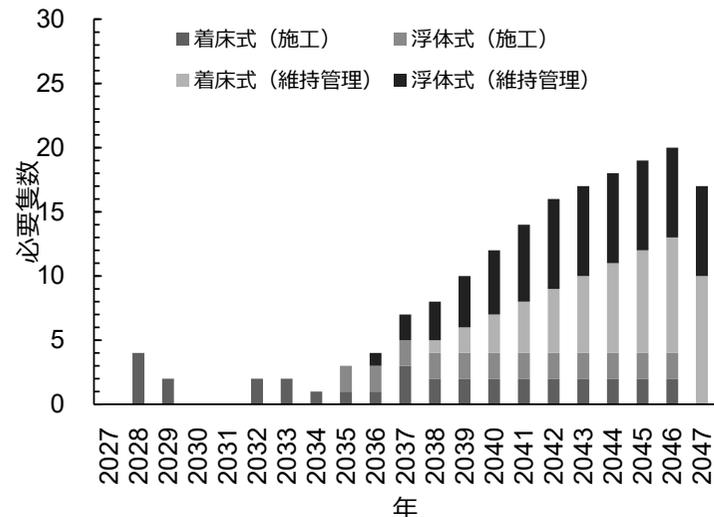
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

SOV（必要隻数：着床式と浮体式の合計）

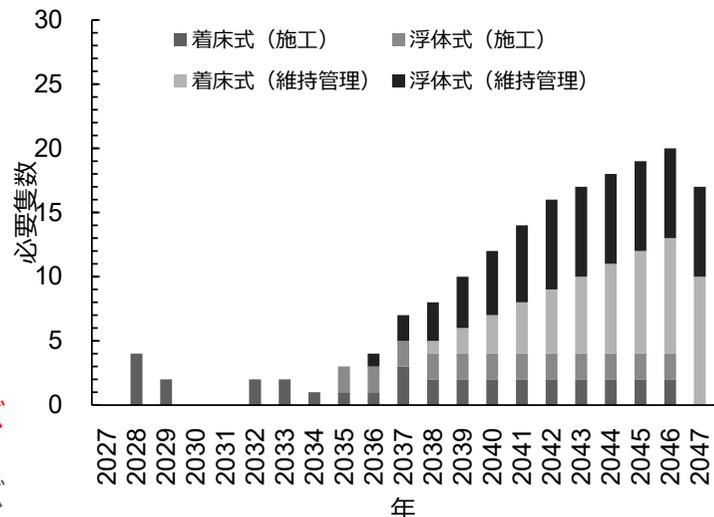
①



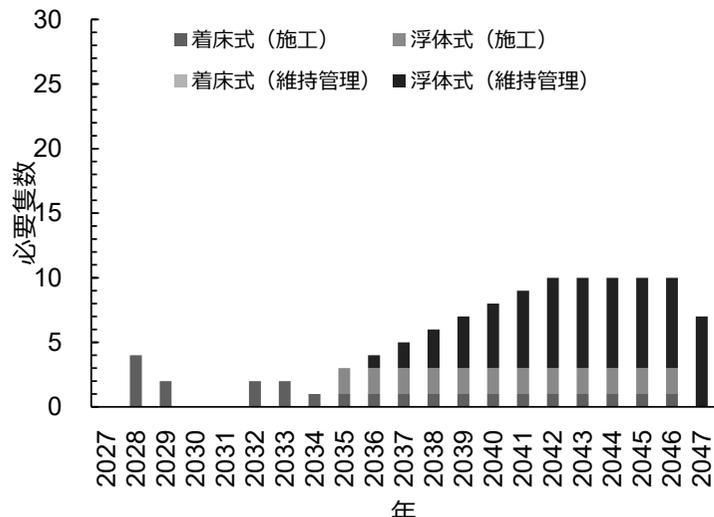
②



③



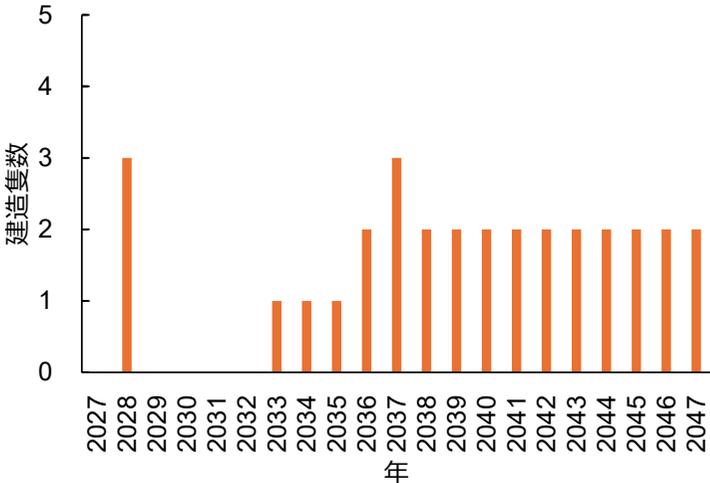
④



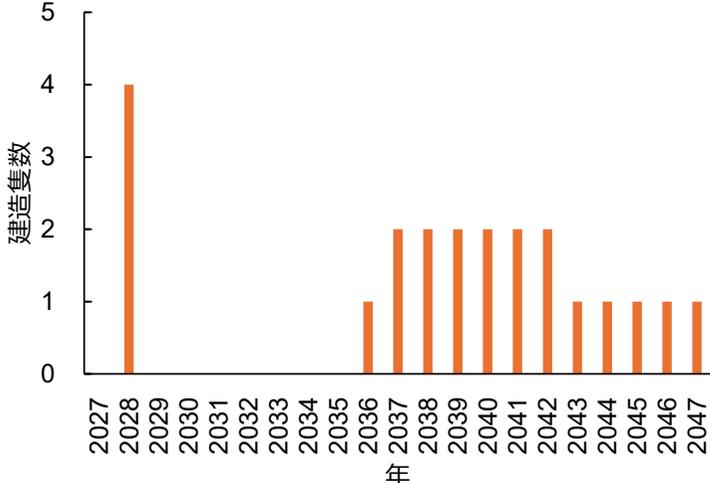
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

SOV（建造隻数：着床式と浮体式の合計）

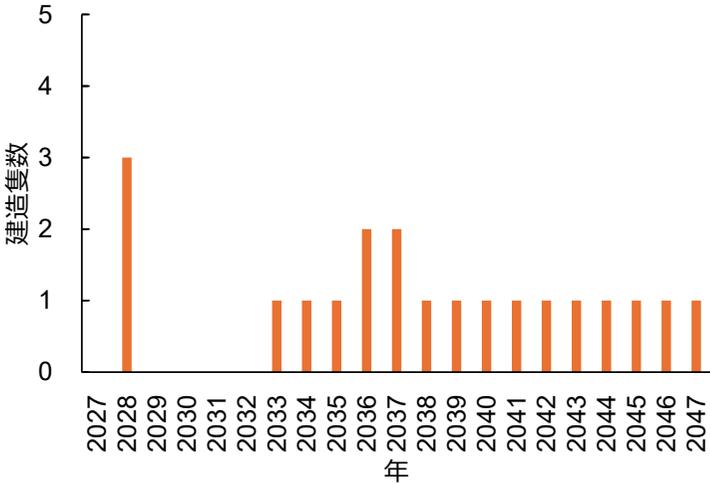
①



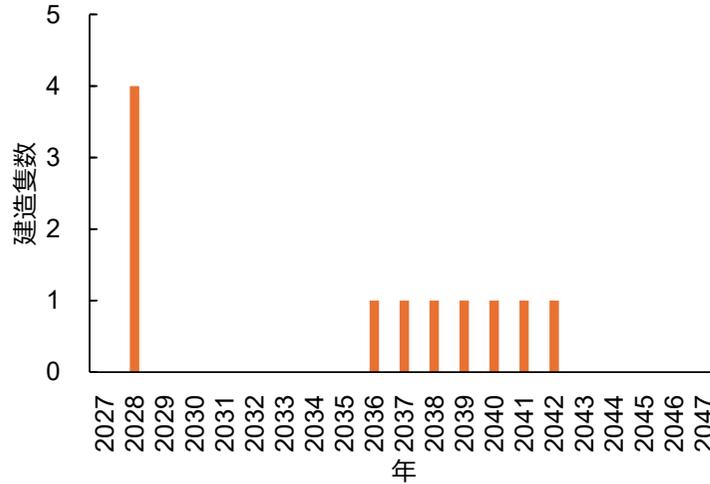
②



③

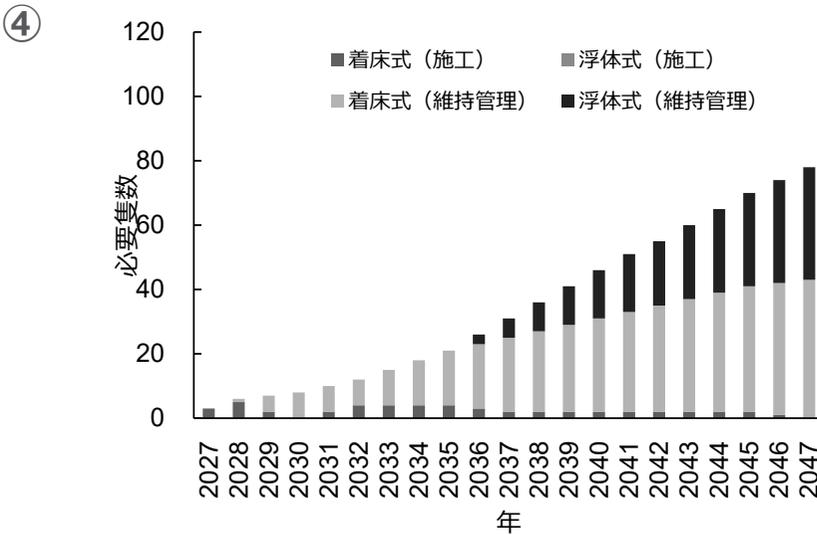
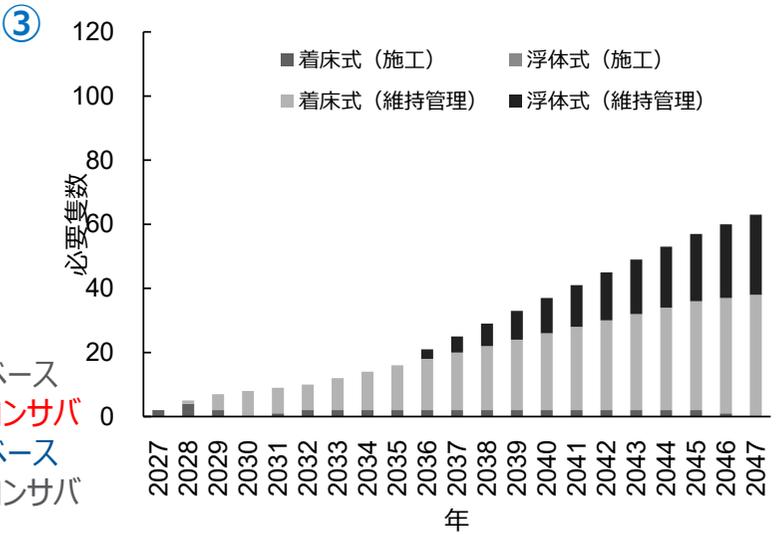
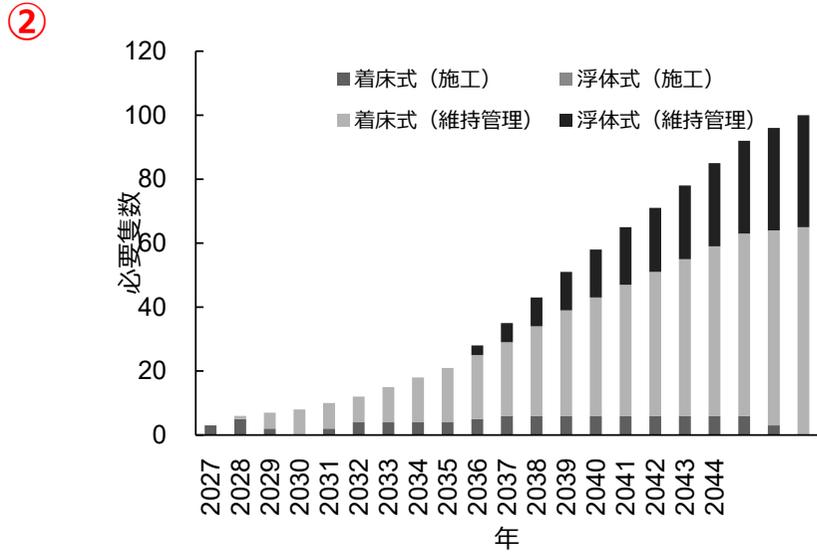
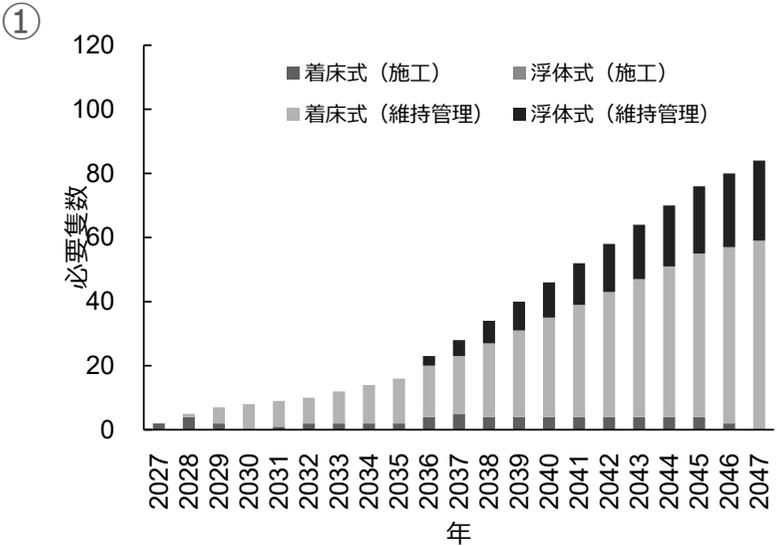


④



- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

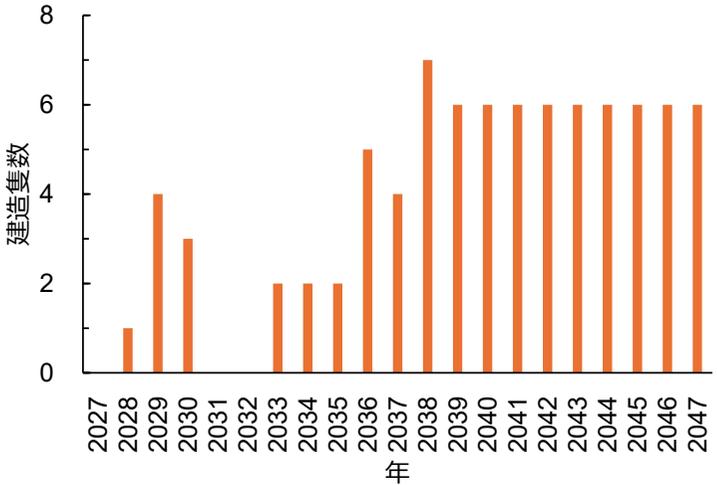
CTV（必要隻数：着床式と浮体式の合計）



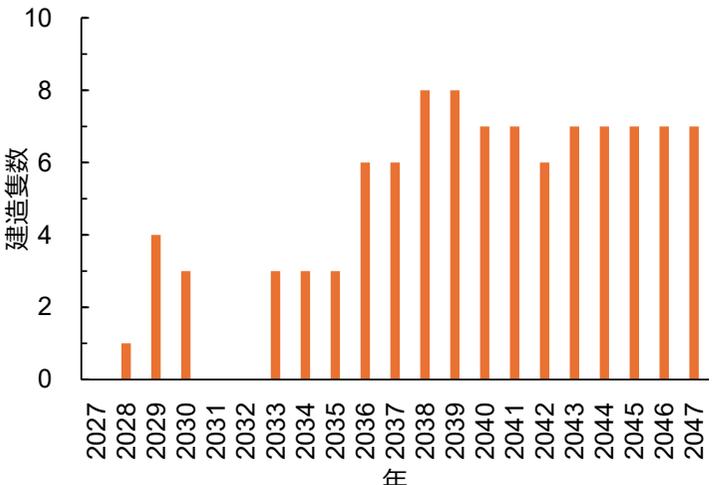
- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ

CTV（建造隻数：着床式と浮体式の合計）

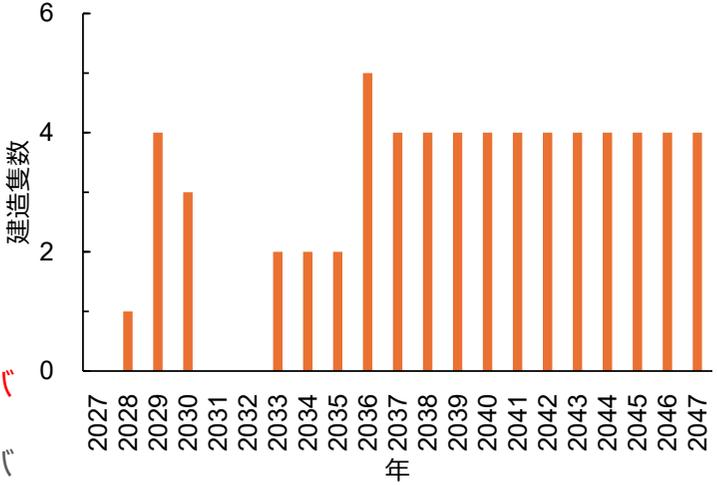
①



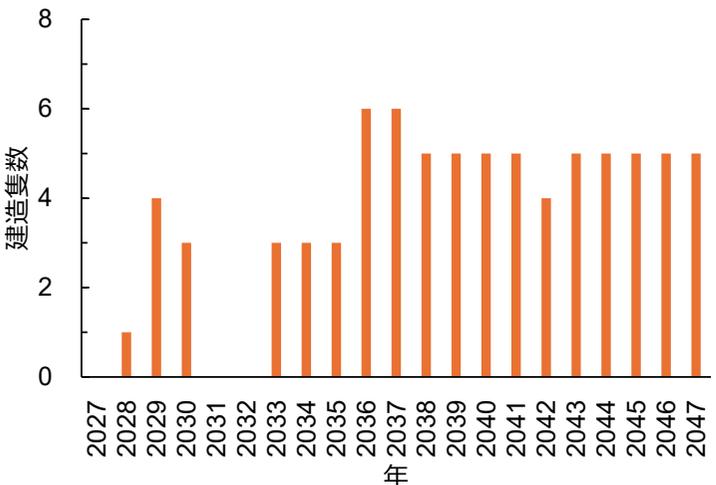
②



③



④



- ①45GW : ベース
- ②45GW : コンサバ
- ③30GW : ベース
- ④30GW : コンサバ