

■背景

- 風力発電の導入・拡大が推進される中、**風車の大形化やウインドファームの大規模化**，さらに**洋上風車の設置**など風力発電設備が大きく発展している。
- 技術面における品質管理やトラブルに対する保守・メンテナンスや日本特有の気象条件に起因する諸問題による**風車稼働率の低下等の影響**が発生している。
- 風車の故障・事故調査は、**2004年より継続的に実施**されており、各フェーズにおいて故障事故の把握、稼働率向上、運用高度化などを目的に実施されてきた。

■事業目的

- 国内風車の**ダウンタイム及び運転維持コストの低減と発電電力量向上**を目指す。
- 国内外の陸上および洋上風力発電の**故障・事故の情報収集**を行う。
- 故障事故の**実態と原因解明・早期復旧に関する動向**を調査する。

上記の実施により、**発電コスト低減に寄与**することを目的とする。

■2025年度の主な成果

(1) 国内風車（洋上、陸上）事故の実態と原因解明および早期復旧に関する動向調査

①故障・事故調査（2024年度対象）

表 1-1 調査協力状況（事業者数・風車基数・設備容量）

回答状況	事業者基準			風車基数基準			設備容量（kW）基準		
	回答数	構成比	前年比	回答数	構成比	前年比	回答数	構成比	前年比
協力する	33	34%	87%	967	66%	101%	2,084,075	64%	122%
協力できない	17	18%	113%	194	13%	111%	525,425	16%	148%
回答なし	47	48%	76%	302	21%	78%	643,616	20%	81%
合計	97	100%	84%	1,463	100%	96%	3,253,116	100%	114%

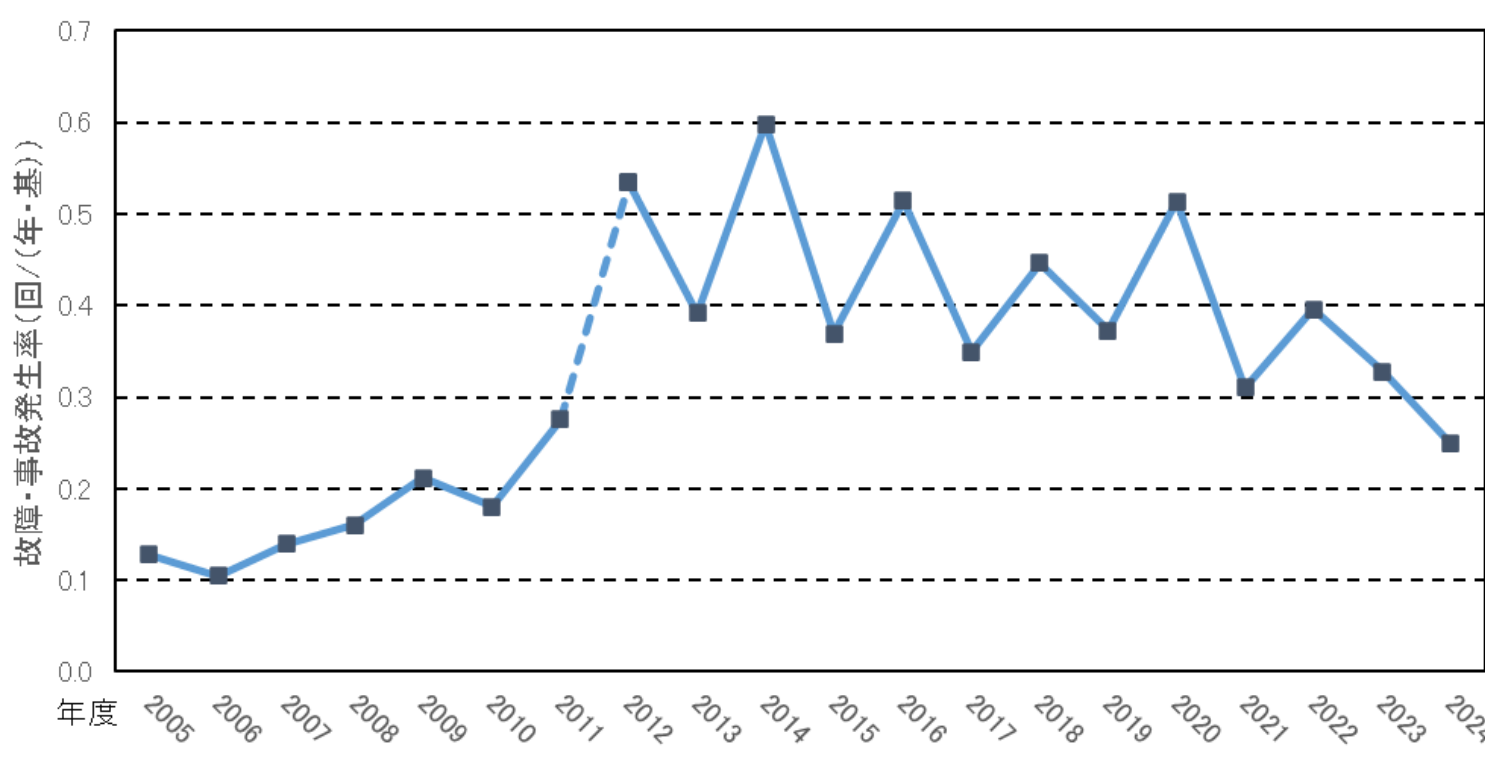


図 1-1 故障・事故発生率の推移

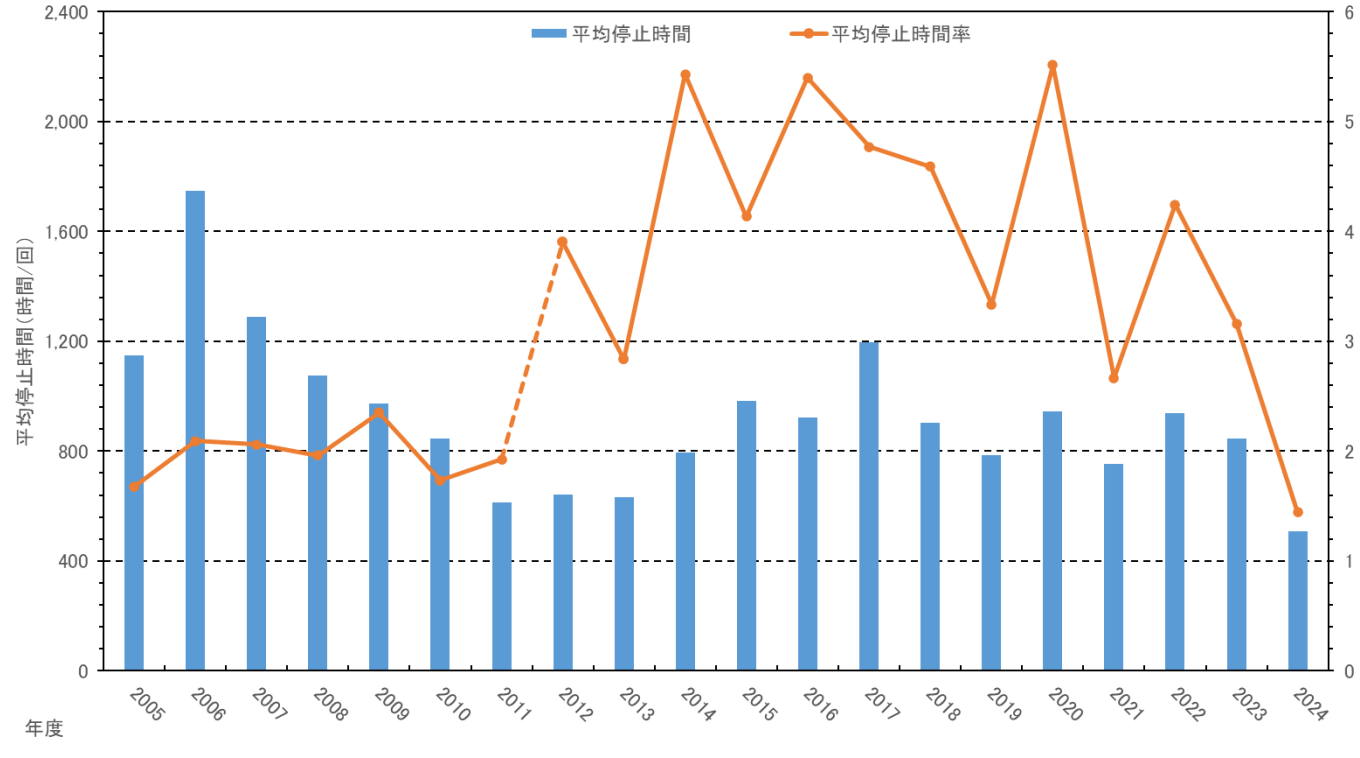


図 1-2 故障・事故による平均停止時間と平均停止時間率の推移

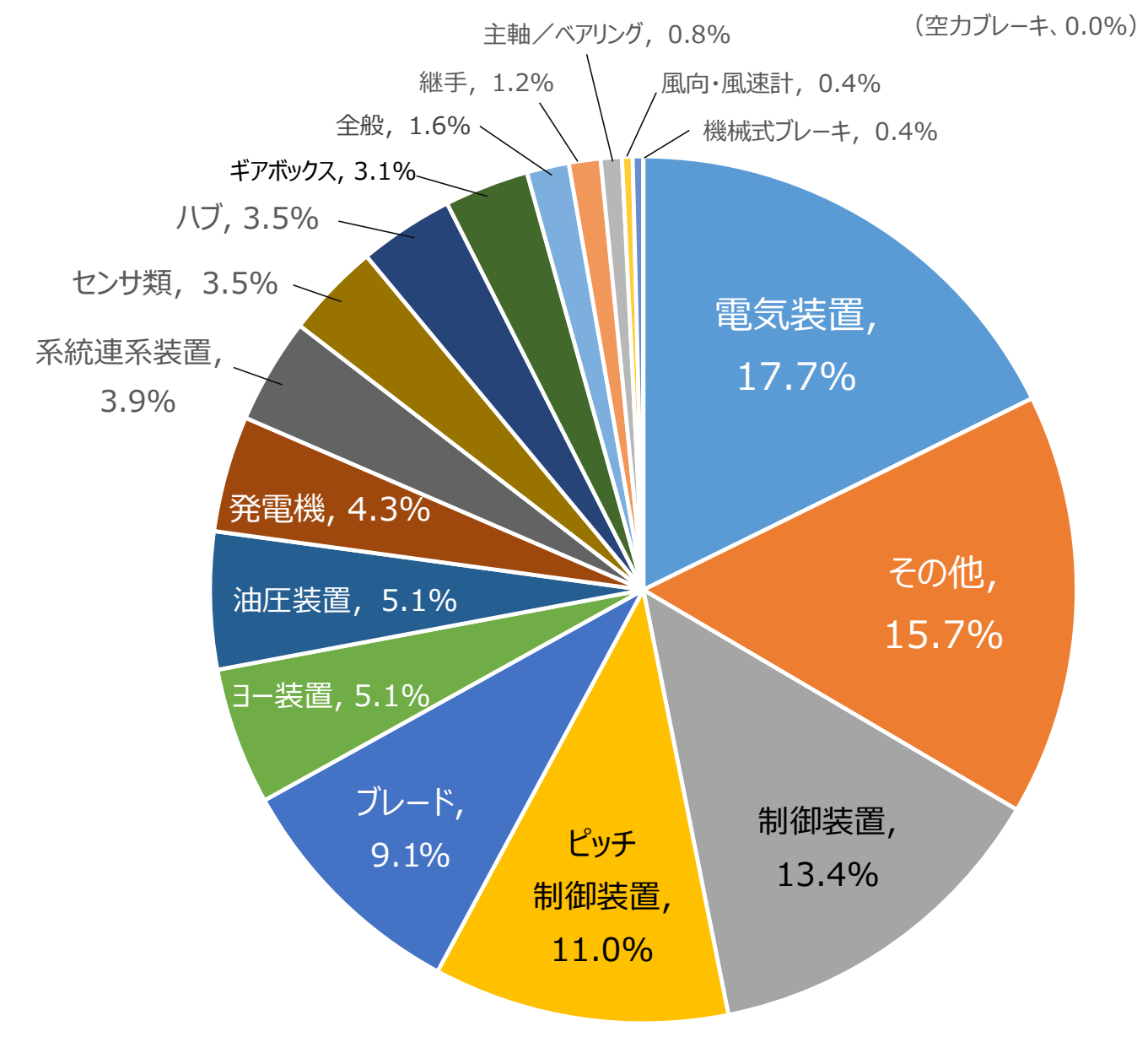


図 1-3 発生部位別集計（複数回答：254件）

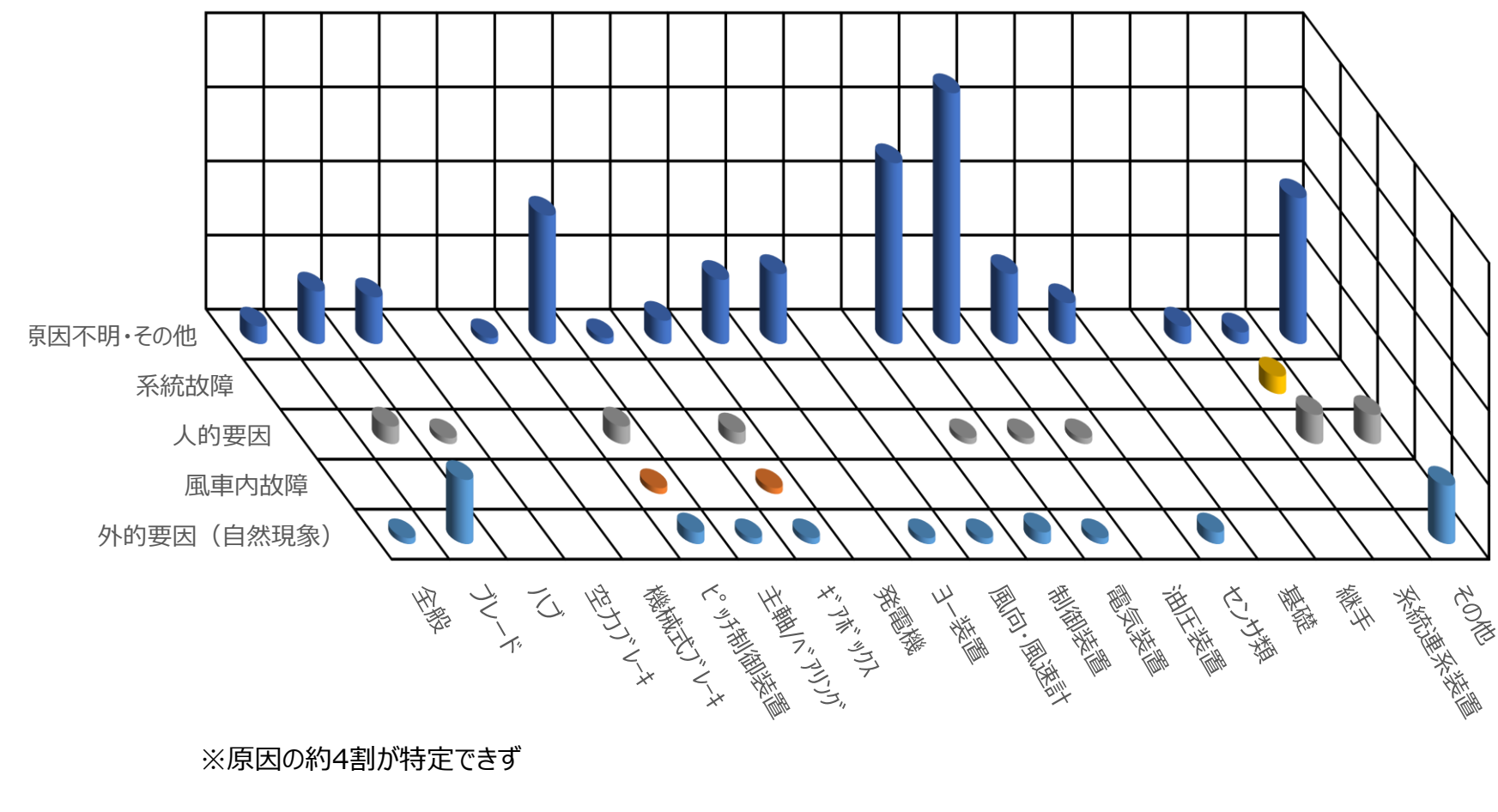


図 1-4 故障・事故発生要因別の故障部位別発生状況

- ✓ 2024年度の故障・事故発生率は0.249回/（年・基）に低下し、1基または1回あたりの平均停止時間の減少傾向がみられた。
- ✓ 故障発生部位は「電気装置（17.7%）」と「制御装置（13.4%）」が上位を占めた。一方、故障の真の発生原因の約4割が「特定できず」となっており、原因究明の体制に課題が残った。

②O&M・事業実態調査

表 1-2 風車運転状況の分類

レベル1	レベル2	レベル3	定義
運用中	提供中	①全性能運転 (通常運転)	パワーカーブに従って発電している状態（設計仕様通りに技術的な制限や制約がなく機能していること）
		②部分性能運転 (制限運転)	技術的な制限又はその他の制約により運転が制限されている状態
		③技術的待機中 (技術的理由による待機)	発電のために必要な性能確認等での待機状態（例えば、安全系確認、部品・システムの自己確認、ケーブルテスト、セーフティールーテスト、高温、低温 他）
		④運転可能環境条件外 (環境条件逸脱による待機)	自然環境が設計条件外の場合の待機状態（例えば、カットイン/カットアウト風速外、外気温、湿度、着氷 他）
		⑤要求停止 (強制待機)	各種要求による停止 例）当局からの指示、風力発電事業者の要求・指示（訓練・見学）、保安の確保（落雷事故・アイスロー予防など）、系統側からの指示・要求（送電線の計画停止、カーゲイルメントなど）、風車メーカーからの要求（セクターマネジメントなど）を含む
		⑥運転可能電気の条件外 (電気条件逸脱による待機)	風力発電所の電気の設計条件範囲外であること（例えば、過電圧、低周波数、相不平衡、電圧低下 他）
停止中	⑦計画メンテナンス (定期メンテナンス)		メンテナンス要領書による定期的メンテナンスによる停止状態・予定の時間間隔で行うメンテナンス・部品等が予定の稼働動作時間に達した時に行うメンテナンス
	⑧維持・改良保全作業 (計画修繕)		予め定められていないが、定期的メンテナンス以外の維持、修繕、改善による停止状態。または、SCADA、CMS等による状態監視システムによる異報・アラーム等による事前の是正措置による停止。
	⑨強制停止 (故障・事故)		風力発電所の故障・故障・事故・警報等での自動あるいは手動による強制停止
	⑩保守保全の中断 (作業の一時的停止)		人的安全又は装置の安全により、上記作業が開始できない状態での停止（作業の一時的停止）
	⑪不可抗力		異常事象、異常環境によりコントロールできなくなった状態

表 1-3 稼働率の経年比較（中央値）

（%）	年度							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
時間稼働率	71.3	81.6	72.0	74.4	75.7	75.0	69.7	68.8
利用可能率	93.1	90.8	92.1	95.1	93.6	97.0	93.0	89.4

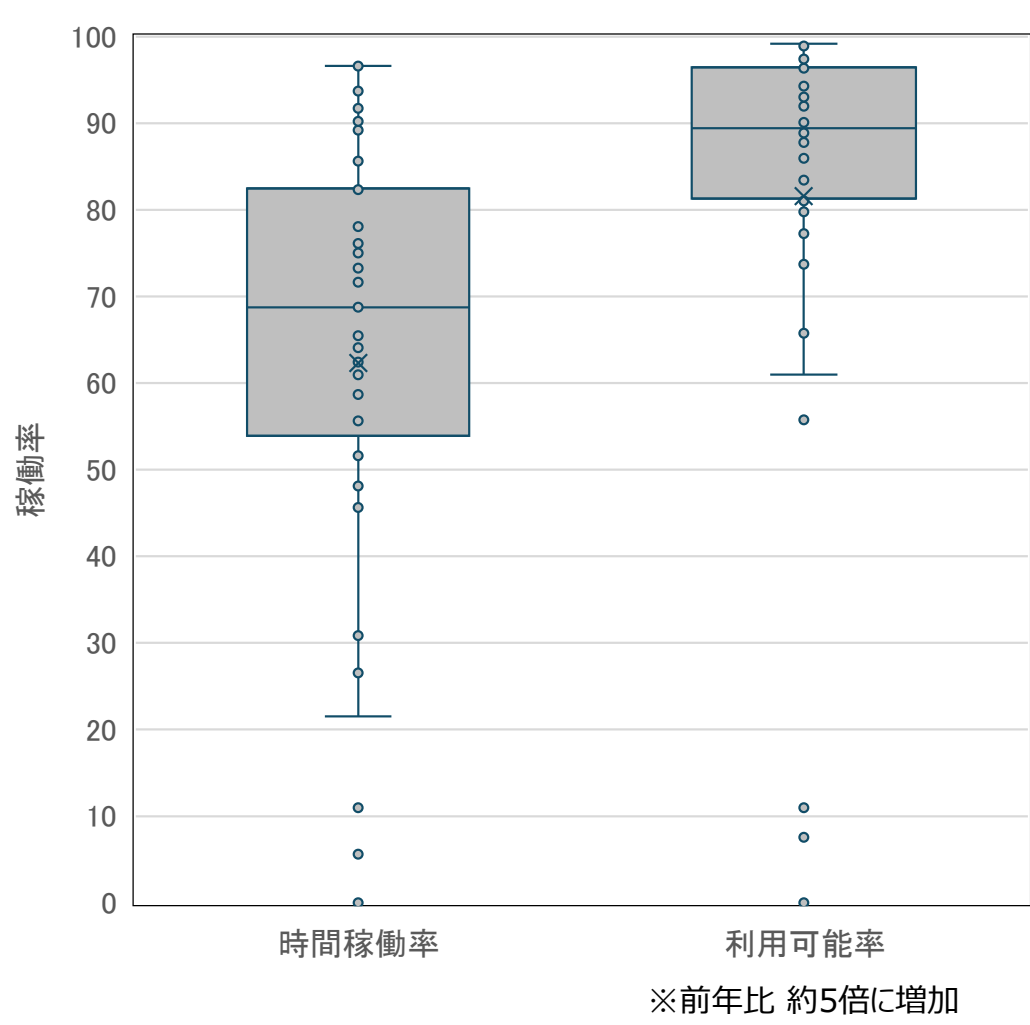


図 1-5 稼働率の変動幅

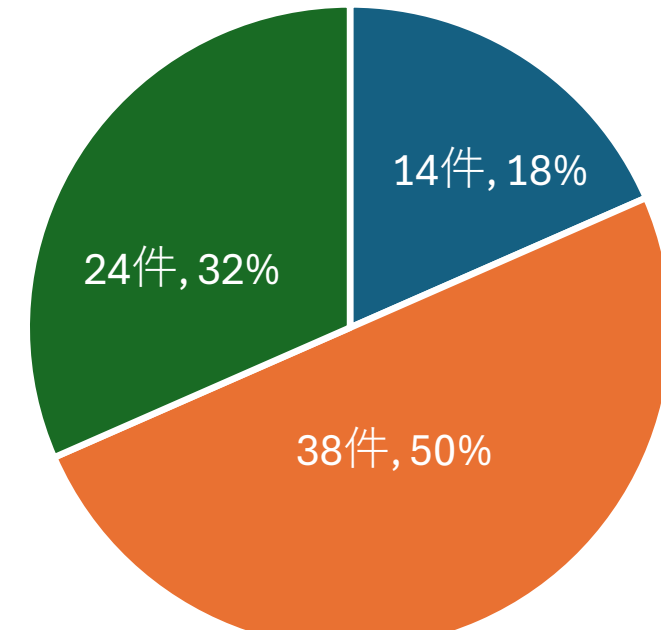


図 1-6 CMS設置の有無（n=76：件数、割合）

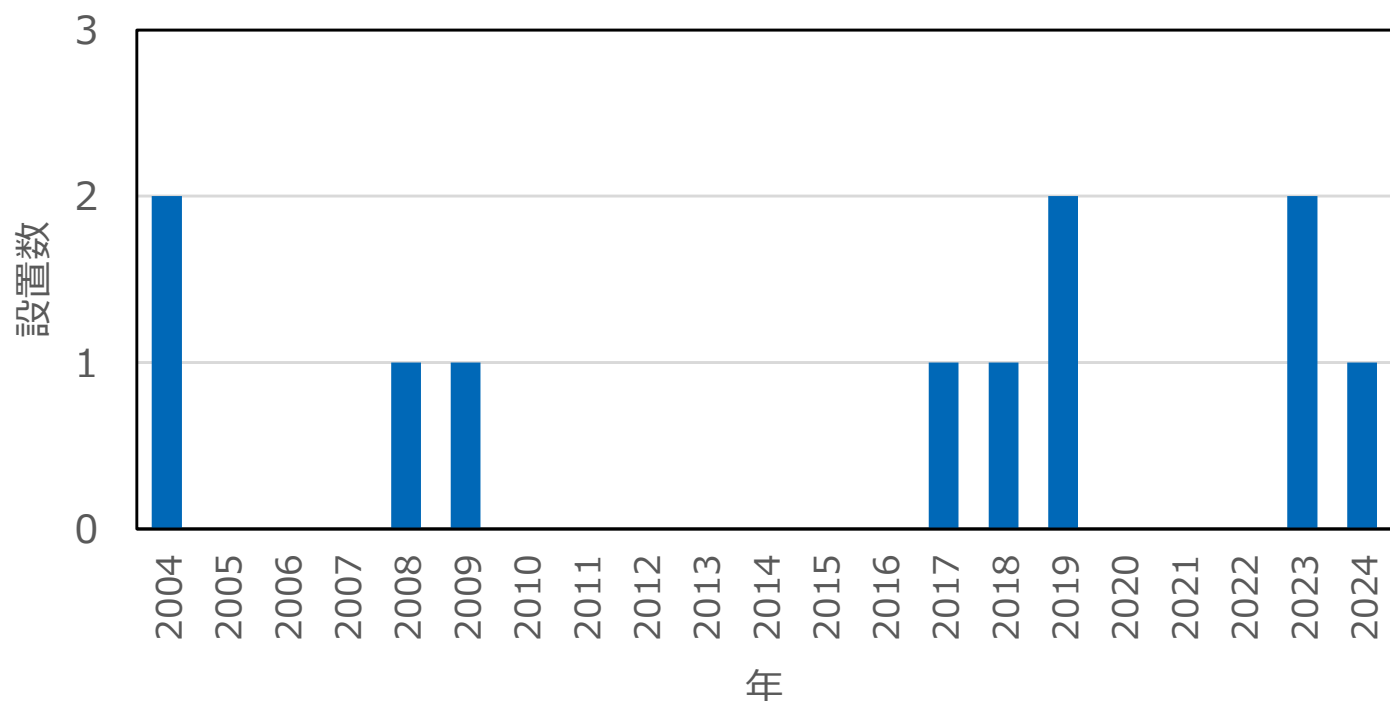


図 1-7 CMSの設置年

- ✓ 2024年度の利用可能率（中央値）は89.4%に低下し、前年度（93.0%）を下回る結果となった。
- ✓ 稼働率低下の主因は「計画修繕」による停止時間の大幅な増加（前年度の約5倍）と推測される。

表 1-4 早期復旧のための事前対策において特に注意している事項（n=52、複数回答）

分類	回答数	回答例（件数）
部品管理	18	1 不具合頻度の高い部品種類の予備品確保（6）
		2 予備品の確保（4）
		3 予備部品の確保（2）
		4 故障頻度の高い部品を常にストックしている（2）
		5 納期
作業環境と迅速対応	10	6 部品在庫確保
		7 交換部品の準備
		8 部品の確保
		1 迅速な作業実施（3）
		2 異常の早期発見（2）
運転・監視・点検	2	3 故障頻度及び長納期化等の条件で予備品化を実施、日中の監視体制確保、休日の障害対応体制確保
		4 現場作業員は休日交代制で待機状態、携帯電話を携帯し常に連絡が可能な体制にしている
		5 メンテナンス業者との連絡体制の確立
		6 連絡体制の整備
		7 故障箇所の早期特定
メーカとの連携	5	1 日常点検や外観や異音、ステータスログの確認
		2 事故時のデータベース化
なし	3	1 メーカとの連携をすすめるべくしておく（3）
		2 長納期部品をメーカーに確保させる
無回答	38	3 メーカによる定期的な部品交換

③落雷調査（再委託：中部大学）

第7次エネルギー基本計画では、北海道が風力エネルギーの有望地とされ、洋上風力の普及が期待されている。一方、日本海沿岸部は冬季雷の多発地帯であり、北海道北部や青森県東部でも発生が確認されている。これを受け、2024年の技術基準改正により、青森県東部なども冬季雷地域（A地域）に分類された。同地域では1MW級から4MW級風車へのリプレイスが進む一方、従来は冬季雷地域に認定されていなかったため、落雷検出装置を備えない風車も多く、落雷データは限定的である。少ないデータながら、低海拔の風車では1基あたり1シーズンに5～10回程度の落雷が確認されている。

2025年度は青森県内の複数の風力発電所を訪問し、落雷データ収集と被害調査を実施した。その結果、レセプタブロックやダウンコンダクタへの異常着雷によるブレード破損、およびCFRPを用いた大型ブレードの雷被害を複数確認した。特に3～4MW級風車では、カーボン部材の耐雷対策が不十分な場合に被害が生じていた。一方、最新ブレードでは金属メッシュを積層し、電流を拡散させる航空機由来の耐雷技術が導入されている。

■実用化・事業化の見通し

- ・風車の早期復旧対策に資する風車の故障・事故データベースの運用
- ・事業者内および事業者間の情報共有、金融・保険業ユーザの意思決定の参考としての活用

(2) 風車故障事故と原因解明に係るデータベースの作成

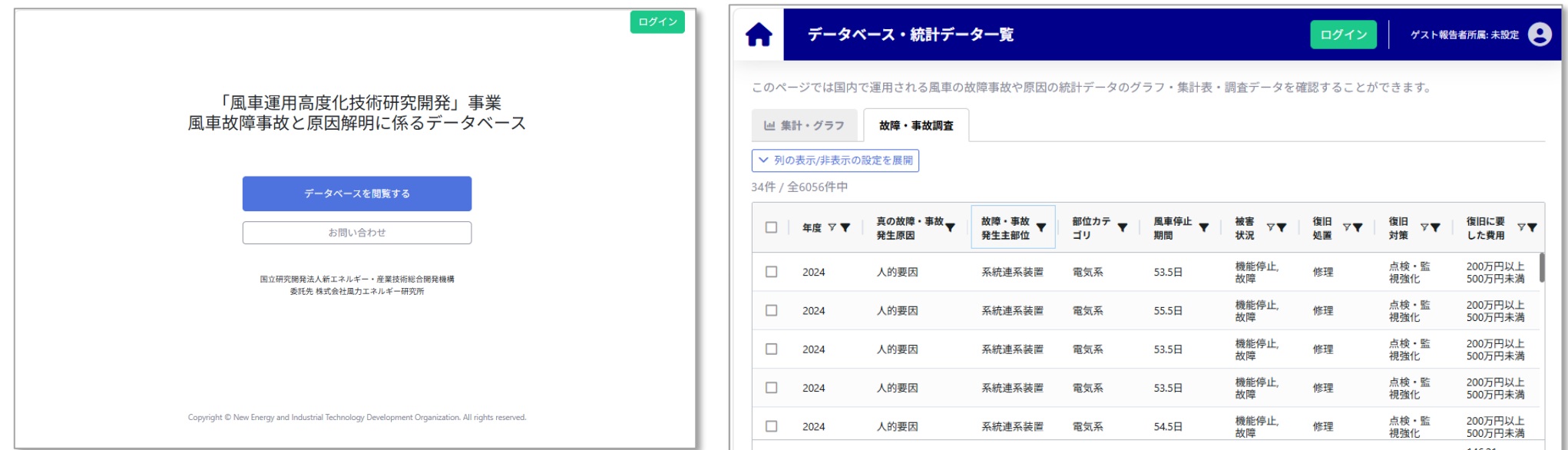


図 2-1 風車故障・事故データベース（Topページ）

図 2-2 データ一覧（右上）
・設問数：20
・データ数：2004年～2024年（6,058件）
・表示機能：列の表示/非表示、フィルター、ソート
・ダウンロード機能：CSVファイル

図 2-3 データのグラフ表示（右下）
・発生部位別発生状況（単年度：円グラフ、複数年度：積み上げ棒グラフ）
・故障部位別発生状況（3Dグラフ）
・稼働率（箱ひし図）
・真の故障・事故発生原因（円グラフ）
・風車規模（kW）（円グラフ）
・風車停止時間（円グラフ）

※故障・事故調査アンケートの協力事業者はログイン後、回答および過去の自社データの閲覧が可能。



(3) 海外動向調査およびIEA Wind国内委員会の運営

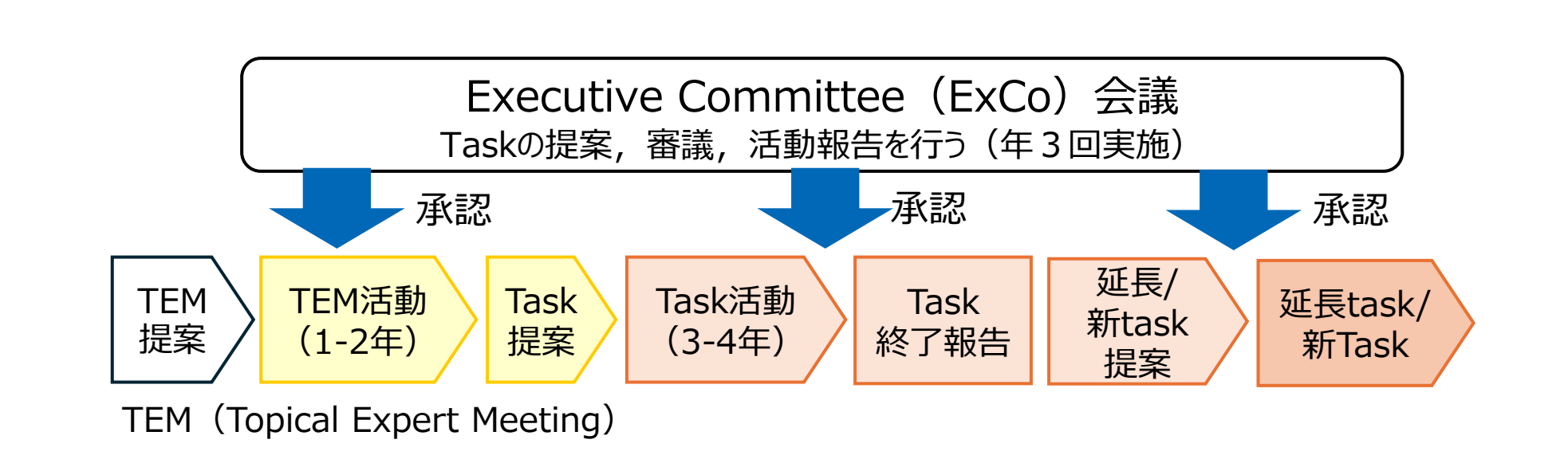


図 3-1 IEA WindのTask活動

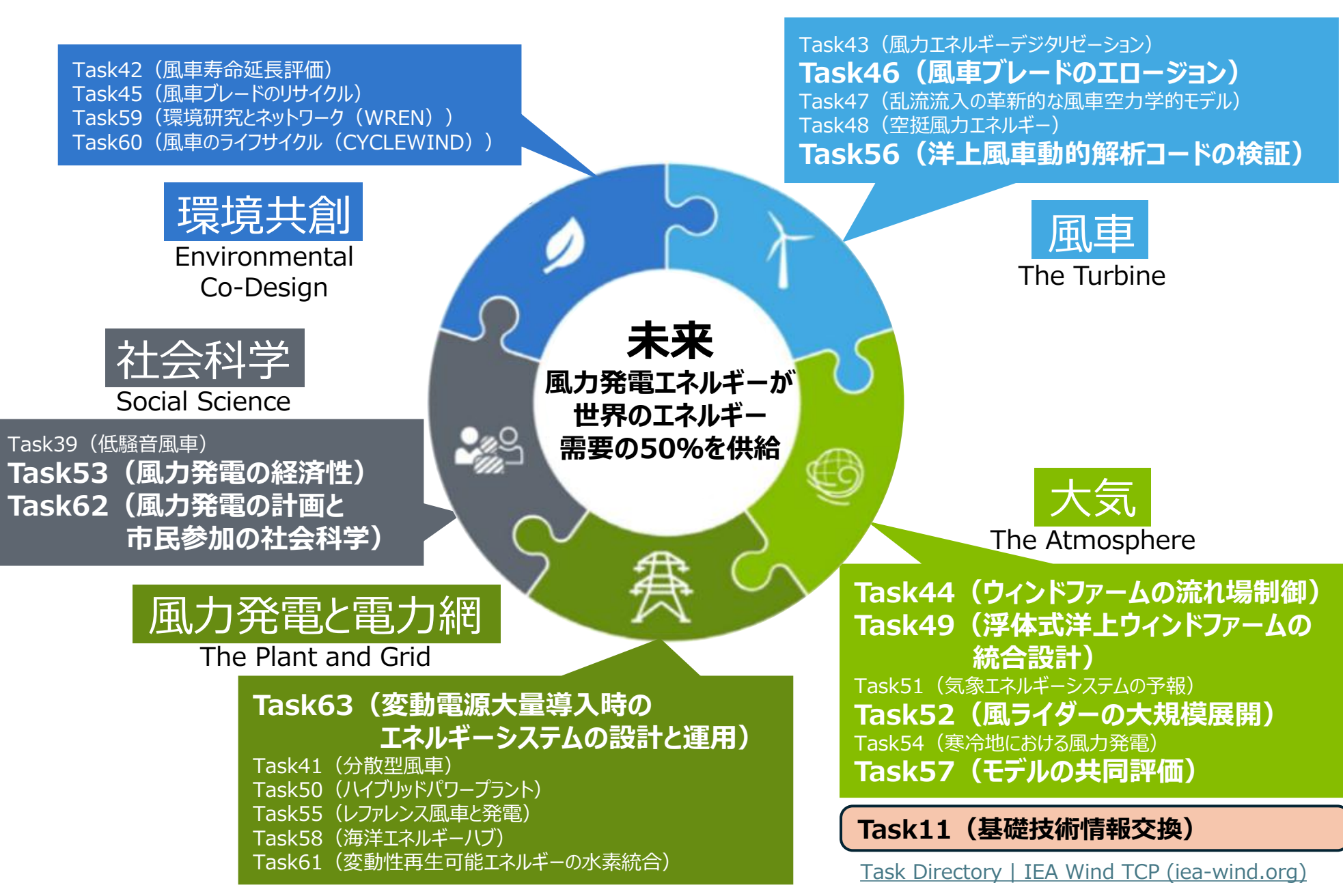


図 3-2 Taskの分類と日本の参加Task（2025年度）（太字：日本参加Task）