

■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。

■2024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（2023年度対象）

表 1-1 調査協力状況調査協力状況（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	回答数	構成比	回答数	構成比
協力する	38	33%	959	63%	1,707,373	60%
協力できない	15	13%	174	11%	354,636	12%
回答なし	62	54%	386	25%	796,005	28%
合計	115	100%	1,519	100%	2,858,014	100%

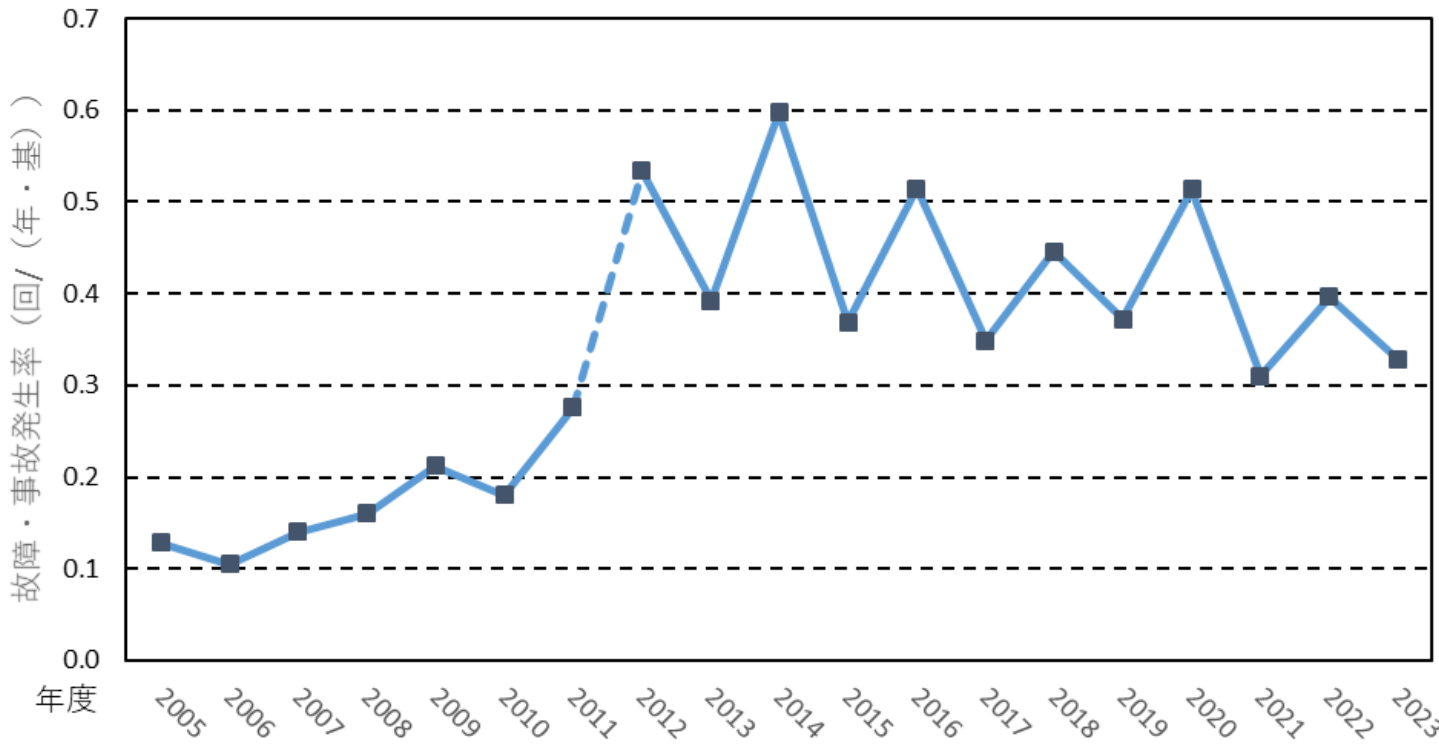


図 1-1 故障・事故発生率の推移

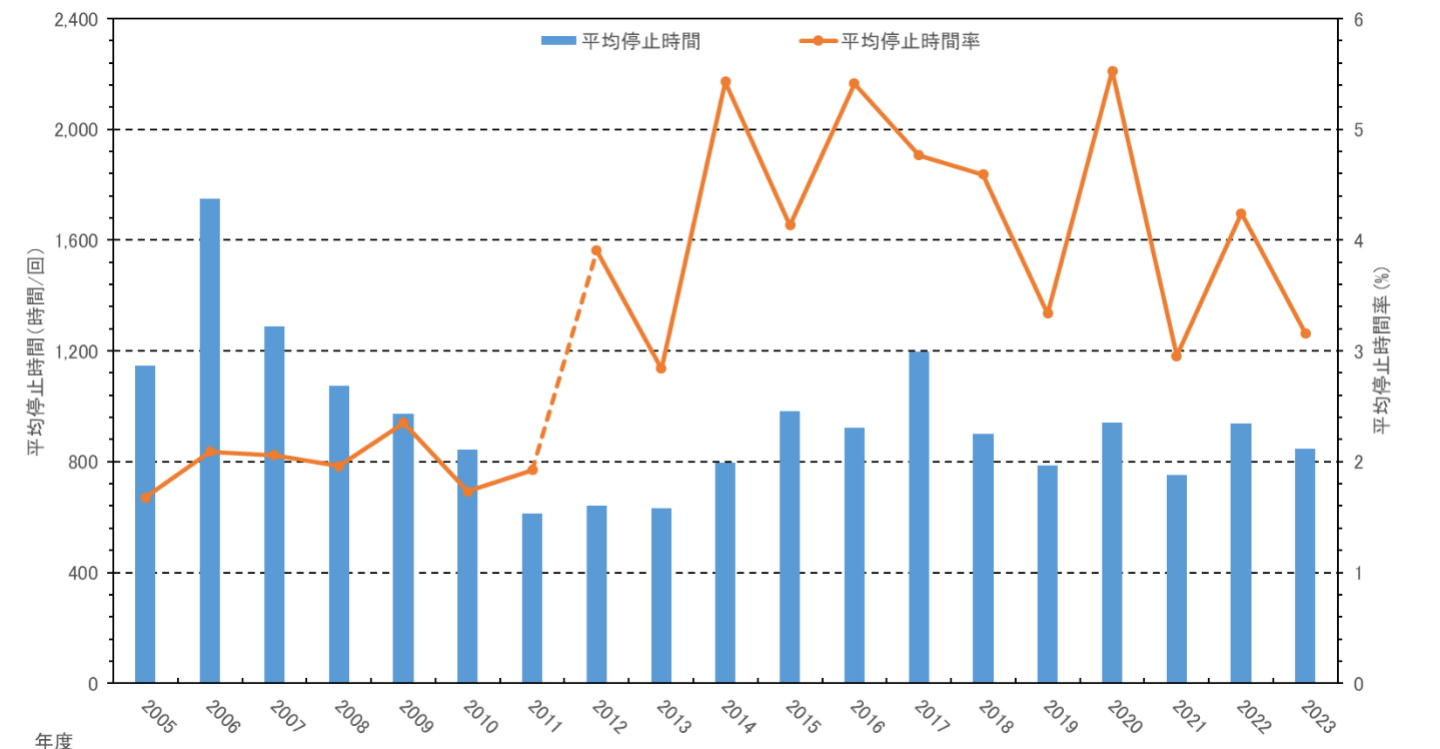


図 1-2 故障・事故による平均停止時間と平均停止時間率の推移

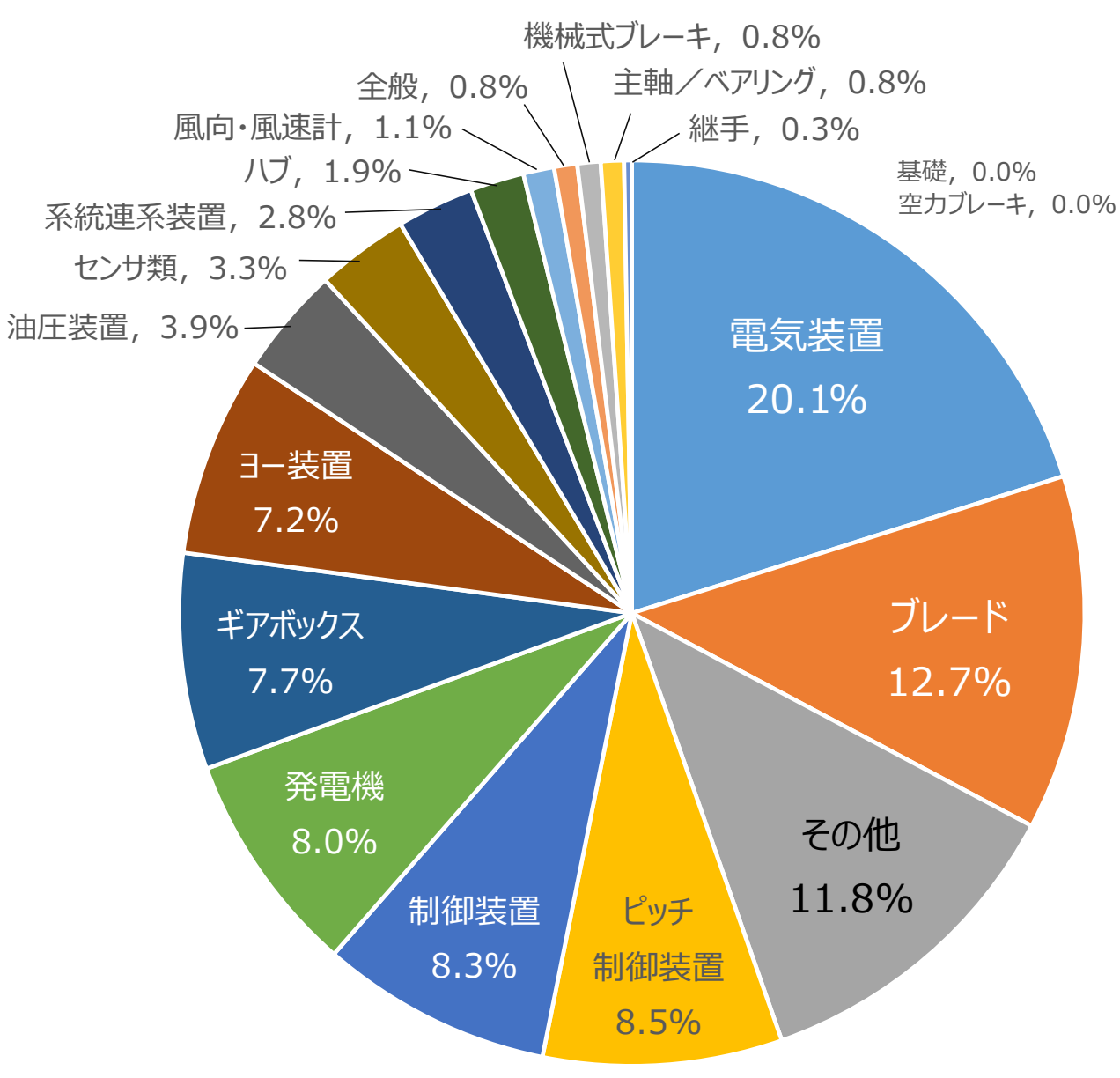


図 1-3 発生部位別集計（複数回答：363件）

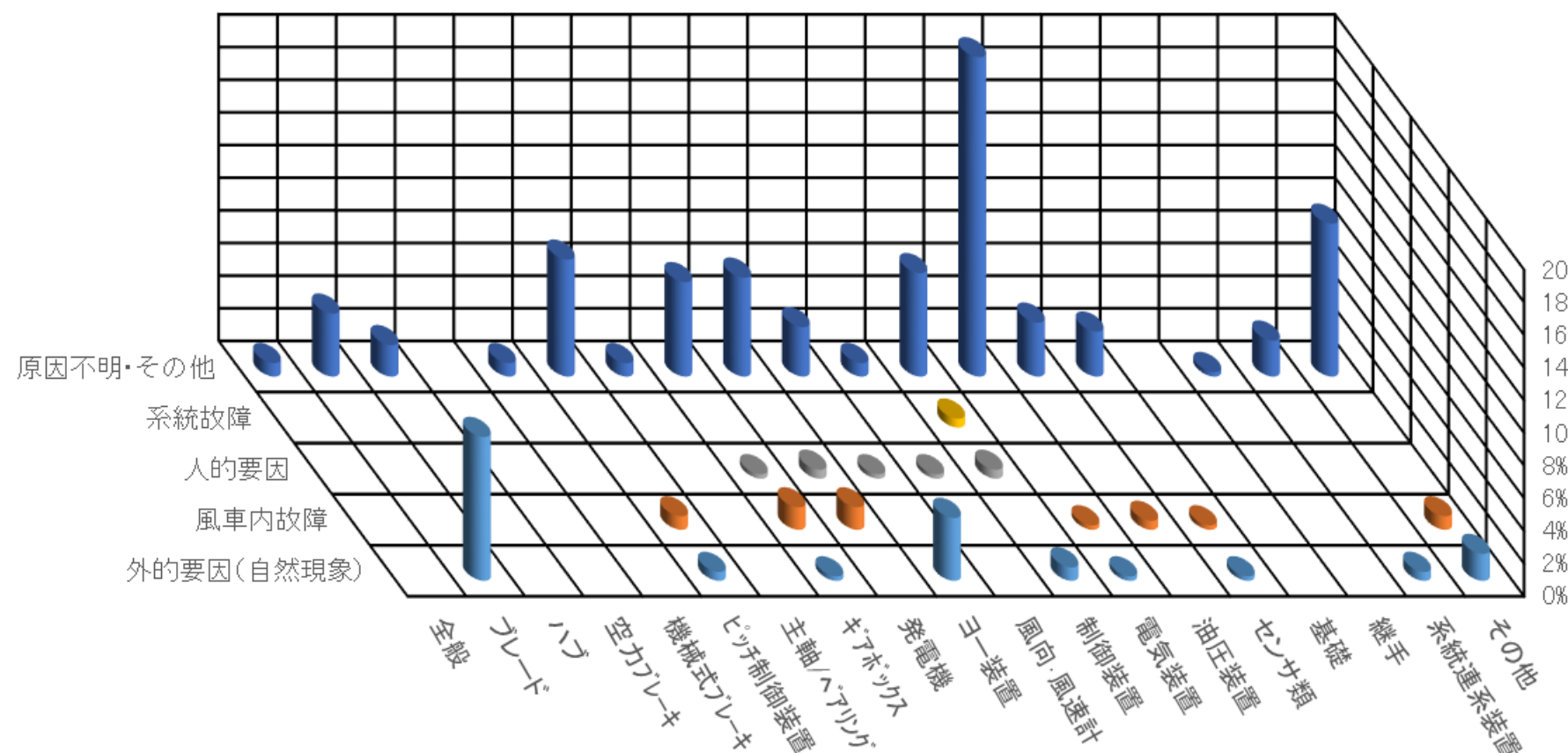


図 1-4 故障・事故発生要因別の故障部位別発生状況

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	サービス提供中	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
	サービス提供外	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、セーフティループレスト、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）
停止中	計画メンテナンス (定期メンテナンス)	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、カーテイルメントなど）、風車メーカーからの要求（セクターマネジメントを含む）
		⑥運転可能電気の条件外 (電気の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）
	維持・改良保全作業 (計画修繕)	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なメンテナンスによる停止状態 ・予定の時間範囲で行うメンテナンス ・部品等が予定の発注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、復旧、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警報・アラーム等による事前の是正措置による停止。
停止中	強制停止 (故障・事故)	⑨強制停止 (故障・事故)	風力発電所の損傷・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
	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かった状態

表 1-3 稼働率の経年比較（中央値）

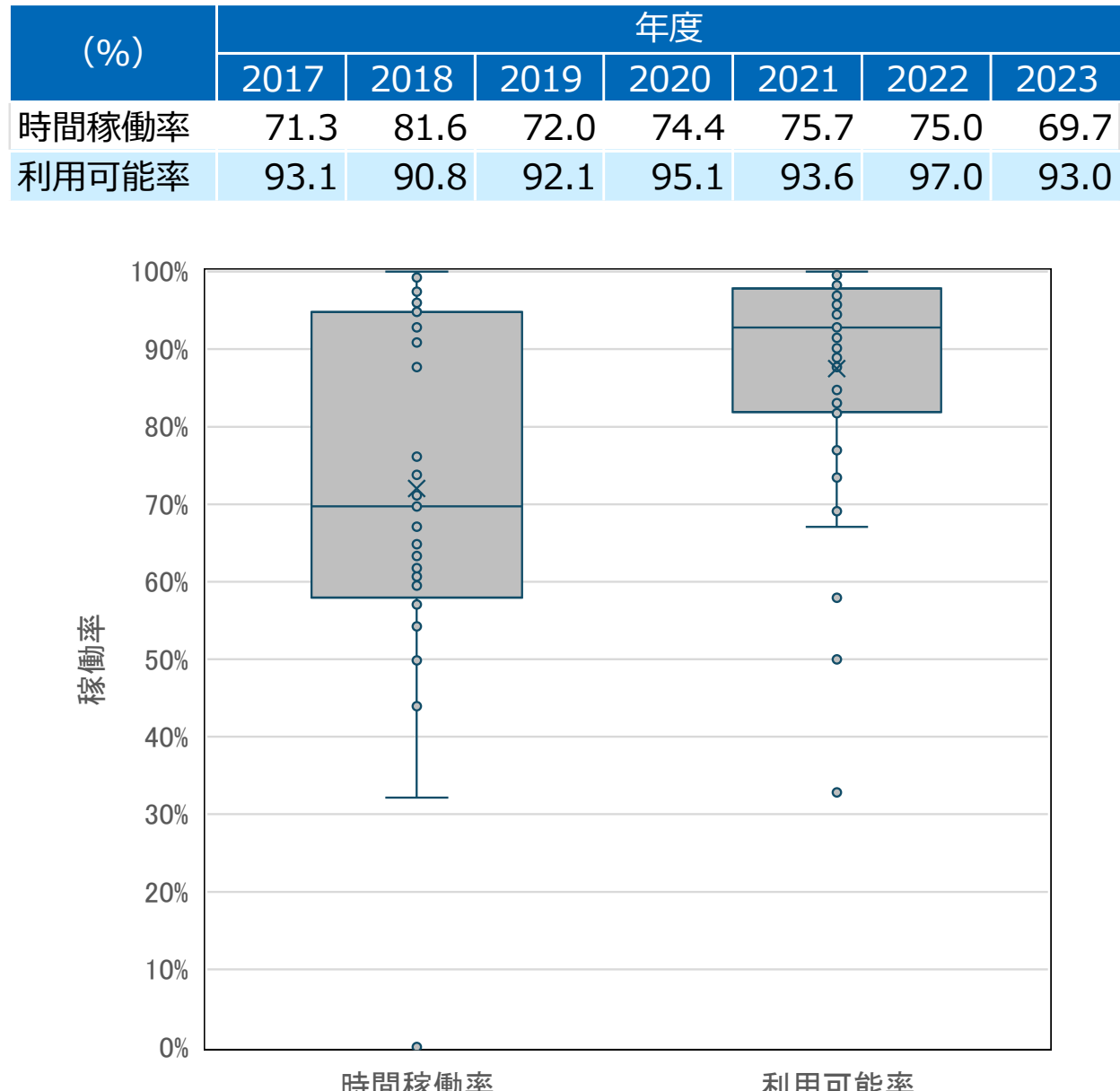


図 1-5 稼働率の変動幅

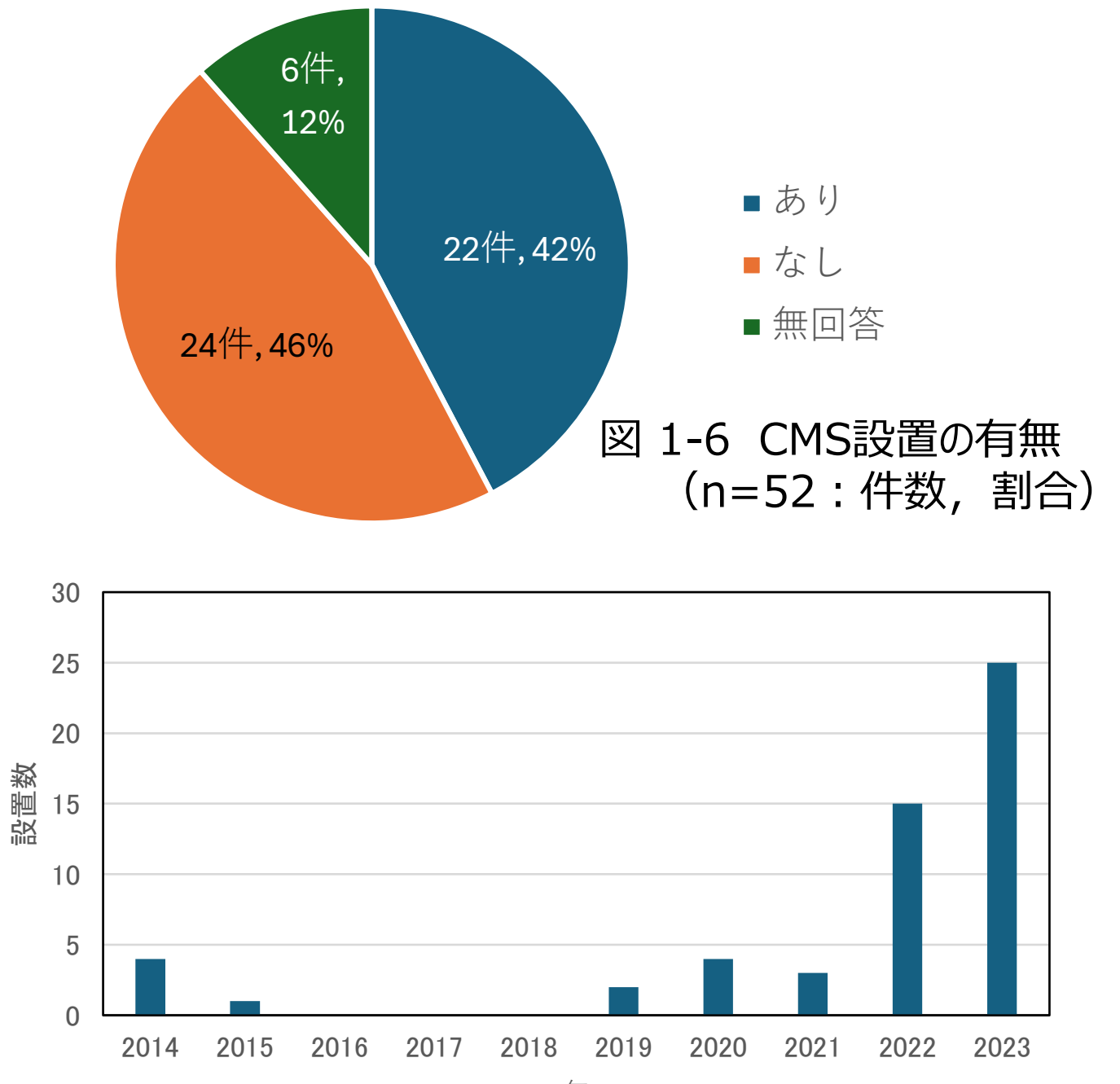


図 1-7 CMSの設置年

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	12	1 故障頻度の高い部品を常にストックしている
		2 故障頻度及び長納期化等の条件下で予備品化を実施
		3 交換部品の準備
		4 納期
		5 部品の調達
		6 部品の在庫確保
		7 部品手配
		8 予備品確保 (3)
		9 予備品管理
		10 部品交換技術の内製化
作業環境と迅速対応	8	1 故障箇所の早期特定 (2)
		2 迅速な作業実施 (3)
		3 優先的に交換・修繕する箇所をO&M業者とヒアリング
		4 トラブルシューティングの作成
		5 連絡体制の整備
運転・監視・点検	6	1 異常の早期発見 (2)
		2 休業日の隠蔽対応体制確保
		3 日常点検で外観や異音、ステータスログの確認
		4 日中の監視体制確保
		5 毎年点検整備委託業務を発注し、風力発電メンテナンス業者で点検整備を実施
メーカーとの連携	5	1 OM事業者と部品供給元との連携を取り、迅速な対応を行う
		2 メーカーとの連携をすぐれようとしておく
		3 メーカーに復旧日時を確認
		4 長納期部品をメーカーに確保させる
		5 風車メーカーに必要な部品を保有させている
なし	4	
無回答	19	

③落雷調査（再委託：中部大学）

2024年12月に公開された第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して位置づけられ、特に洋上風力の普及が期待されている。一方で、日本海沿岸部は冬季雷の多発地帯であり、北海道北部でもその発生が確認されてきた。これを受け、2024年に風力設備の技術基準が改正され、北海道の広域が冬季雷地域（A地域）に分類された。

近年、北海道では4MW級の大形風車の導入が進み、これまで主流だった1.0～2.0MW級風車と比較して高さが大幅に増加し、落雷リスクも高まっている。南部地域では海拔が低い場所で年間5～10回、高台では10～20回の雷が確認されており、北部でも同程度の頻度が予想されている。2024年度は道内の多くの風力発電所を訪問し、落雷データの収集と被害状況の調査が行われた。

その結果、セセプタ構造やダウンコンダクタの設計に起因する異常着雷やピンホール被害が多数報告され、内部補修の必要性が指摘された。特にピンホールは再落雷のリスクが高く、重大事故につながる可能性があるため、表面だけでなく内部の対策が重要であると結論付けられた。

■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

(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 データベース作成作業のイメージ

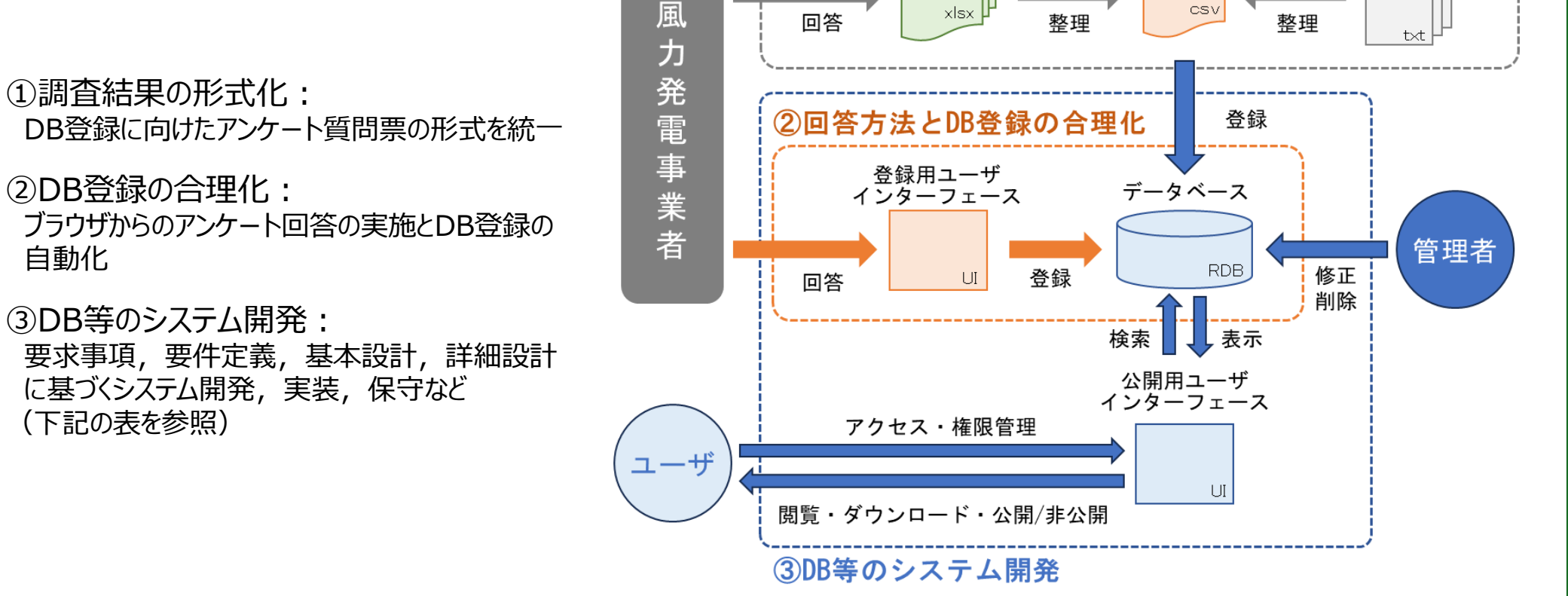


表 2-1 開発フェーズと実施作業

開発フェーズ	作業項目	主な作業内容
上流工程	要求事項	ユーザの利用ニーズを整理する。
	要件定義	システムが満たすべき要求や機能を明確にする。
中流工程	基本設計	システムの全体像や主な機能設計を行う。
	詳細設計	システムの具体的な動作やデータ構造、インターフェイスの詳細な設計を行う。
下流工程	開発・実装	コードの記述やユニットテストを実施する。
	テスト	統合テストやシステムテストを実施する。
保守・運用		システムのリリース後の保守や運用管理を行う。

(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

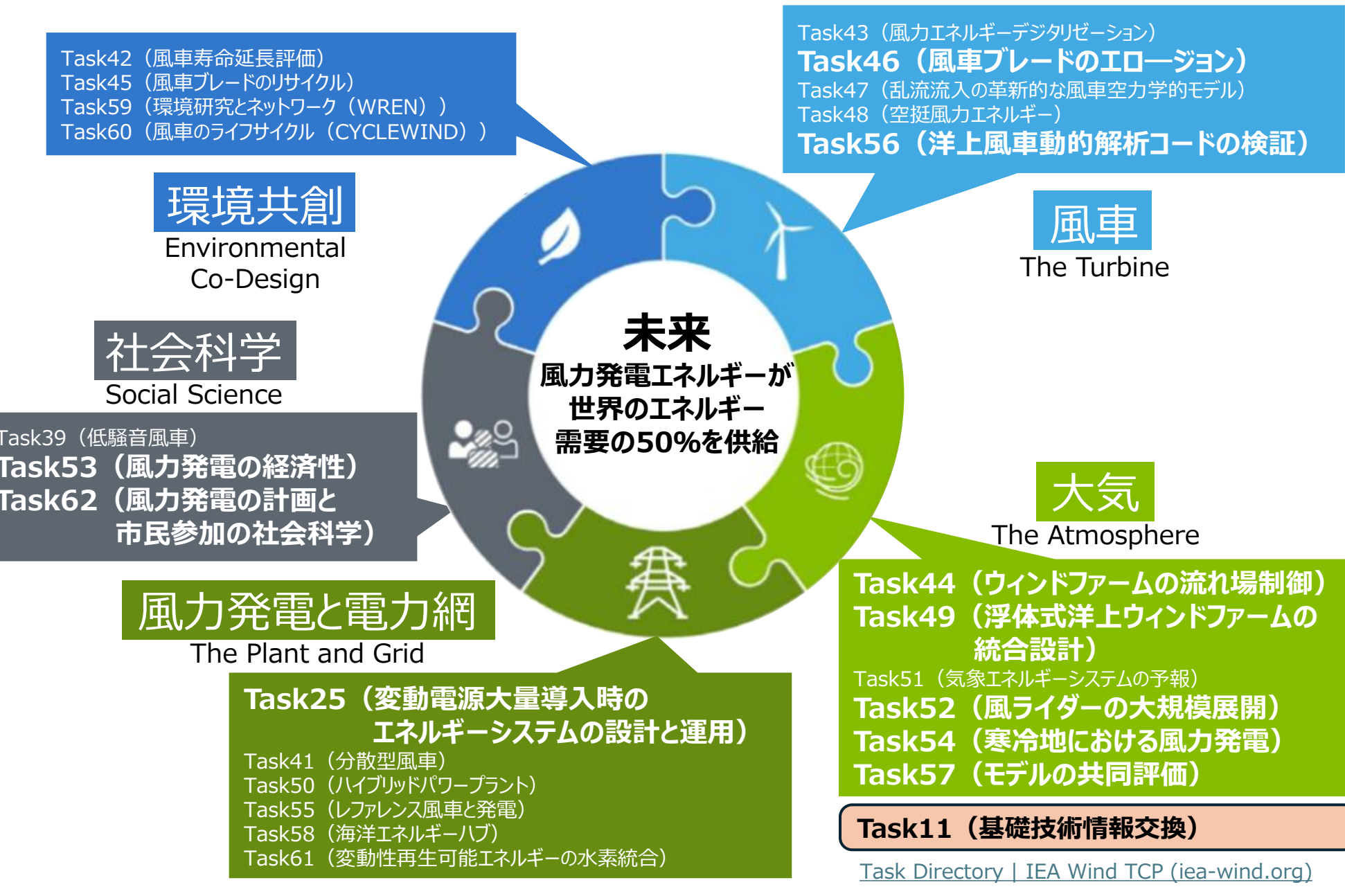


図 3-2 Taskの分類と日本の参加Task（太字：日本参加Task）