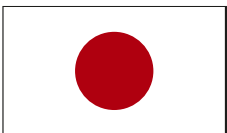




セクター別スタディ

日欧の洋上風力発電市場における規格、技術基準および適合性評価：現在の実施状況とベストプラクティス

2022年7月



Project reference: EuropeAid/139634/DH/SER/JP
Support facility for the implementation of EU-Japan
Economic Partnership Agreement (EPA)

免責事項 本書は、SD Policies Limited および Development Solutions Europe Ltd の支援により、デンマーク工科大学風力・エネルギーシステム学科（社会・市場・政策部門）および自然エネルギー財団（日本）が欧州委員会のために作成したものです。本調査は、欧日経済連携協定（EPA）実施のための支援ファシリティの一部です。本書は著者の見解のみを反映したものであり、そこに含まれる情報のいかなる利用に対しても、欧州委員会は責任を負うものではありません。この文書は英語で作成されたものです。

目次

1	研究の背景と範囲	8
1.1	目的	8
1.2	対象範囲	8
1.3	研究手法	8
1.4	構成	8
2	国際標準化機構	9
3	日本の洋上風力発電（OWP）技術基準・規格の概要	11
3.1	法律および規則	11
3.1.1	電気事業法	11
3.1.2	港湾法	11
3.1.3	船舶安全法（浮体式用）	11
3.1.4	海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律および港湾法	12
3.1.5	建築基準法	12
3.2	規格	13
3.2.1	ISO/IEC と JIS	13
3.2.2	IECRE への移行と日本の対応	15
3.3	"統一的解説"	16
3.3.1	洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説	16
3.3.2	洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説	18
3.3.3	技術基準における規格の役割	19
3.4	技術基準に関する審査と第三者認証手続	20
3.4.1	電気事業法に基づく審査	20
3.4.2	港湾法に基づく審査	24
3.4.3	船舶安全法に基づく審査と船級検査	26
4	国際規格・欧州規格	28
4.1	国際標準化及び欧州標準化のための構造の概要	28
4.1.1	国際標準化作業における国内委員会	28
4.1.2	国際規格の採用	30
4.2	EU 規格、認証、技術基準の概要	30
4.2.1	EU 法制	30
4.2.2	EU における認証	31
4.2.3	プロジェクト認証の要素	34
4.2.4	サイト調査	35
4.2.5	荷重のサイト別評価と荷重ケース	37
4.2.6	欧州の鉄鋼規格	38
5	日本と欧州の規格・規制の比較	39
5.1	日本と欧州の実務の相違点	39
5.1.1	プロジェクト認証（ウィンドファーム認証） および許認可取得	40
5.1.2	サイト調査	42
5.1.3	地震荷重評価	43
5.1.4	材料	43
5.2	日本に妥当しうるベストプラクティス	44
6	日本における適合性評価機関の認定手続と認証制度	47
6.1	適合性評価機関の認定に関する手続	47
6.2	日本における認定機関の概要と活動内容	47
6.3	適合性評価の実務	49

6.3.1	ウィンドファーム認証のモジュール	49
6.3.2	実務に関する課題	50
7	EUにおける適合性評価機関の認定手続と認証制度	51
7.1	EUにおける適合性評価に関する制度	51
7.1.1	認定機関とその組織	52
7.1.2	欧州諸国における認定手続	53
7.1.3	欧州の認証機関	53
7.1.4	欧州における洋上風力発電の認証活動	54
7.1.5	適合性評価機関の国際的な承認	55
7.2	日本に妥当しうるベストプラクティス	56
	参考文献	58
	APPENDIX A	59
	APPENDIX B	61

図表一覧

表 1	風力発電システムに関する主な国際・国内規格	14
表 2	風力発電分野における IECRE の認証機関	16
表 3	船舶安全法に基づく船舶検査	27
表 4	欧州主要国における洋上風力発電の一般的な認証要件	32
表 5	IEC 61400-3-1 の発電に関連する設計荷重ケースの例	38
表 6	日本と欧州の技術基準と規格の利用において確認された類似点と相違点の概要	39
表 7	欧州の洋上風力発電開発をリードする主要国ごとの認証機関	52
表 8	欧州の認証機関	53
表 9	各認証機関の有効な認証の総数	54
表 10	認証種別ごとの有効認証総数	55
図 1	IEC の構造	10
図 2	電気事業法、港湾法、船舶安全法の適用範囲	13
図 3	審査の流れと技術基準の統一的解説の適用（赤枠内）	18
図 4	手続の流れと維持管理に関する統一的解説の適用（赤枠内）	19
図 5	民間主導の技術標準の採用状況	20
図 6	OSW の工事計画の技術基準適合性評価に関する現行の審査プロセス	21
図 7	OSW の工事計画の技術基準適合性評価に関する現行と新審査プロセスの比較	22
図 8	港湾法に基づく適合性確認手続と風力発電設備の第三者認証手続の一本化	25
図 9	洋上風車に関する法規制への対応	27
図 10	デンマークの標準化団体の例	29
図 11	欧州の代表的なプロジェクト認証段階	34
図 12	荷重解析に必要な情報	37
図 13	海底の状態の例（上：津軽海峡、下：英仏海峡）	42
図 14	ウィンドファーム認証モジュールとその流れ	49
図 15	RNA（上）、支持構造物（下）に関する日本海事協会の認証審査の流れ	50

略語一覧

ACD	IEC CD 回覧の承認
ACDV	IEC CDV 回覧の承認
AfN	認定のための通知
BELAC	ベルギー認定機関
CAB	適合性評価評議会
CABs	適合性評価機関
CC	部品認証書
CD	IEC 委員会原案
CDIT	一般財団法人沿岸技術研究センター
CDV	IEC 投票用委員会原案
CEN	欧州標準化委員会
CENELEC	欧州電気標準化委員会
CGC	中国総合認証センター
COFRAC	フランス認定機関 (Comité français d'accréditation)
CPT	コーン貫入試験
CS	設計評価・適合性宣言
DAkKS	ドイツ認定機関 (Deutsche Akkreditierungsstelle)
DANAK	デンマーク認定機関 (Danske Akkrediteringsfond)
DIS	国際規格案
DLC	設計荷重ケース
DS	デンマーク規格
DTU	デンマーク工科大学
EA	欧州認定機関
EIA	環境影響評価
EN	欧州規格

ETSI	欧州電気通信標準化機構
EXCO	実行委員会
FDIS	IEC 最終国際規格案
IACS	国際船級協会連合
IAF	国際認定フォーラム
IEC	国際電気標準会議
IECRE	再生可能エネルギーのための IEC 適合性評価フレームワーク
ILAC	国際試験所認定協力機構
IPAC	ポルトガル認定機関 (Instituto Português de Acreditação)
IS	IEC 国際規格
ISO	国際標準化機構
JAB	日本適合性認定協会
JEMA	日本電機工業会
JIS	日本産業規格
JISC	日本産業標準調査会
LRFD	限界状態設計法
METI	経済産業省
MLA	EA 加盟認定機関による多者間合意
MLIT	国土交通省
MT	メンテナンスチーム
NANDO	New Approach Notified and Designated Organisations
NSBs	国内標準化機関
Ods	実務用文書
OSW	洋上風力
OWP	洋上風力発電
PCC	IEC 意見取りまとめの準備

PT	プロジェクトチーム
REI	自然エネルギー財団
RFDIS	IEC FDIS の受理と登録
RPUB	IEC 出版物の受理と登録
RVA	オランダ認定機関 (Raad voor Accreditatie)
SC	分科会
SMB	標準化管理委員会
SPT	標準貫入試験
SWEDAC	スウェーデン認定機関 (Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment)
TC	技術委員会
TP	型式認証
TS	IEC 技術仕様書
UKAS	英国認定機関 (National Accreditation Body for the United Kingdom)
WG	ワーキンググループ

1 研究の背景と範囲

1.1 目的

この研究の目的は、日本の洋上風力発電に適用される現行の規格、技術基準、および適合性評価の概要を示し、この分野における欧州の規格や技術基準の利用状況と比較し、日本市場に関連する可能性があるベストプラクティス分野をいくつか特定することである。

1.2 対象範囲

本研究の範囲は、型式認証、部品認証、プロジェクト認証に関連する規格および技術基準で構成されている。また、認定された認証機関による第三者適合性評価や、認定に関するプロセスや規制も含まれており、日本の市場にとって現在最も関連性の高い分野を深く掘り下げている。プロジェクトのライフサイクル全体を把握することを目的とするが、特に設計と許認可の段階に重点を置いている。また、主に着床式洋上風力発電を対象としているが、関連性があり可能な場合には浮体式洋上風力発電についても言及している。比較のために分析したヨーロッパ諸国は、フランス、ドイツ、デンマーク、ベルギー、オランダ、英国（関連する場合はポルトガルも）である。環境影響評価、行政許認可手続、漁業権など、その他の現地規制への対応は、この分析の範囲外である。

1.3 研究手法

本研究は、デンマーク工科大学（DTU）と自然エネルギー財団（REI）が、コンサルタント会社である Development Solutions との契約を通じて、欧州委員会の資金提供を受け、独立した研究プロジェクトとして行ったものである。調査は、(1) 英語、日本語、欧州言語の公式文書、規制、業界標準、プロセス文書、科学文献、プレスリリース、その他の「グレー文献」のデスクトップリサーチと分析、(2) 日本および欧州の関係者との 10 回以上のインタビュー、から成っており、そこから得られたメモと集約した洞察を報告書に含んでいる。

1.4 構成

本研究は大きく 2 部構成となっており、第 1 部（第 1 章～第 5 章）では技術基準と規格について、第 2 部（第 6 章～第 7 章）では適合性評価機関の認定手続と認証制度について扱っている。各パートでは、まずこのテーマについて全体像を紹介し、次に日本と欧州のシステムについて説明する。そして、2 つのシステムの違いを分析し、日本の市場に関連する可能性のある欧州のベストプラクティスを明らかにする。

Part I 技術基準と規格

2 国際標準化機構

ISO（国際標準化機構）は、160 カ国以上の国家標準化団体の世界的な連合体である。ISO のメンバーは、技術、科学的試験プロセス、労働条件、社会的問題などに関する国際規格の制定と普及に協力している（ISO, 2022）。ISO とそのメンバーは、これらの規格を詳しく説明した文書を販売している。また、国際電気標準会議（IEC）は、規格を制定する独立した国際標準化団体である。IEC は ISO と密接に連携している。ISO と IEC が共同で策定する規格は、ISO/IEC という接頭辞で識別される。

洋上風力エネルギーについては、IEC 規格は、洋上風車と発電所の設計要件、および測定可能な要件、信頼できる試験と再現可能な手法を記述している。これらの規格は、IEC 61400 シリーズに記載されており、設計、建設、試験、検査、性能、運転、保守の監視などに使用される。規格は、洋上風力発電所が安全で信頼性が高く、期待通りの性能を発揮することを確認するために重要である。

規格は、それ自体が産業界にとって有用であり、産業界の自主的な慣行として機能する。多くの場合、規格への準拠を示す文書が望まれるか、または必要とされる（例えば、ビジネス契約パートナーから、あるいは規制により）。この場合、外部による適合性評価が実施される。適合性評価プロセス（認証プロセス）が適切と評価されると、適合性証明書が発行される。適合性評価は、適用される規格を参照して結論を導き出すので、規格と適合性評価は相互に依存している。ISO/IEC は、組織として、特定の製品やプロジェクトについて適合性評価を実施したり、証明書を発行したりすることはなく、そのような活動の規則や手順を定義することを行っている。このため、IEC には適合性評価委員会があり、認証プロセスに関連する規格に取り組んでいる。2010 年、IEC は風力エネルギーの適合性評価および試験の枠組みを提供するため、IEC 61400-22 規格を発行した。これは、当初、第三者による適合性評価を認証機関が独自の適合性評価手順や規則を用いて行っていたことから、規格の隙間を埋め、他の産業（船舶、建物など）との共通構造設計審査と整合させるためであった。そして、2014 年に再生可能エネルギーのための IEC 適合性評価フレームワーク（IECRE）とその実務用文書（OD）が制定されたことにより、これが緩和され、評価のための透明性と一貫性がもたらされた。その結果、IEC 61400-22 は 2018 年 9 月 1 日をもって廃止された。ただし、これは IEC 61400-22 に基づく適合性評価が停止されたことを意味するものではない。IECRE の風力認証スキーム OD-501 と OD-502 は、依然として国際的に適切に実施される必要があり、多くの規制が依然として IEC 61400-22 を参照している。

規格と適合性評価業務の関係を含む IEC の組織を下図に示す。

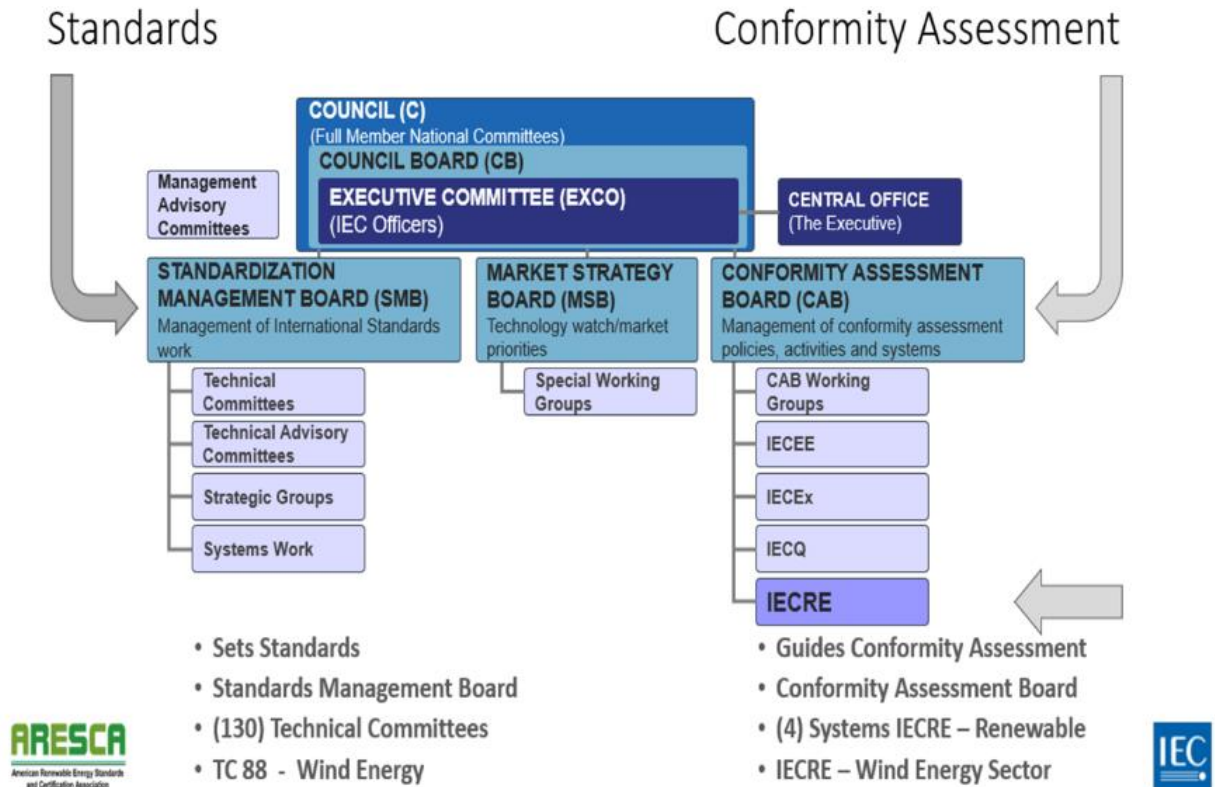


図 1 IEC の構造

出典：ARESCA、米国再生可能エネルギー基準認証協会

IECRE の下で適合性評価／認証プロセスの国際標準が確立されたことにより、多国間の承認協定が可能となり、特に型式認証や部品認証において今も頻繁に利用されている。各国は、国内標準化機関（NSB）を通じて、また関係団体からの情報提供を通じて、ISO/IEC の作業に参加している。ISO/IEC の作業に関する国家見解は、NSB によって継続的に作成されている。

ISO/IEC を構成する技術委員会（TC）に関連するものとしては、例えば、'IEC TC 88 Wind Energy Generation Systems', 'ISO TC60 Gear'および 'IEC TC 14 Power Transformers'がある。

関連する IEC 規格（すべて TC88 内で取り扱う）：

- IEC 61400-1 設計要件
- IEC 61400-2 小型風車の設計要件
- IEC 61400-3 洋上風車の設計要件
- IEC 61400-4 風車ギヤボックスの設計要件
- IEC 61400-(5) 風車翼の設計要件
- IEC 61400-11, 騒音測定方法
- IEC 61400-12-1 発電用風車の性能試験方法
- IEC 61400-13 機械的荷重の計測方法
- IEC 61400-14 風車の音響パワーレベルおよび純音性の評価値の表示
- IEC 61400-21 系統連系風車の電力品質特性の測定および評価
- IEC 61400-22 風車の適合性試験および認証
- IEC 61400-23 TR 実翼構造試験

- IEC 61400-24 TR 風車の雷保護
- IEC 61400-25-(1-6) 風力発電所の監視制御用通信
- IEC 61400-26 TS 風力発電所の利用可能率
- IEC 61400-27 電力系統解析用モデル

発行待ちの関連 IEC 規格は以下の通りであり、2022 年 7 月から 2023 年 5 月の間に発行される予定である。

- IEC61400-50：風況観測（発行予定 2022-07）
- IEC61400-50-1：風況観測方法：気象マスト，ナセル及びスピナー搭載計器の応用（発行予定 2022-07）。
- IEC61400-50-2：風況観測方法：地上設置型リモートセンシング技術の応用（発行予定 2022-07）。
- IEC61400-50-4：風況観測方法：フローティングライダー（発行予定 2023-05）

3 日本の洋上風力発電（OWP）技術基準・規格の概要

3.1 法律および規則

日本の洋上風力発電に関連する法令のうち、技術基準に関する主なものを以下に示す。洋上風力発電所は、各法令で定められた技術基準に適合することが求められる。

3.1.1 電気事業法

洋上風力発電設備は、電気事業法上の事業用電気工作物に該当する（電気事業法第 38 条第 2 項）。事業用電気工作物は、経済産業省令で定める技術基準に適合するものでなければならない（第 39 条）¹²。

3.1.2 港湾法

洋上風力発電設備の支持構造物は、維持管理用の船舶が着岸する係留施設であるため、港湾法および国土交通省の定める関係省令に基づく港湾施設に関する技術基準に適合しなければならない（56 条の 2 第 2 項）。

3.1.3 船舶安全法（浮体式用）

浮体式洋上風力発電設備は、船舶安全法施行規則第 1 条第 4 項に定める「特殊船舶」に該当し、

¹ 具体的には、電気一般の安全に関する基準を定めた「電気設備に関する技術基準を定める省令」、風車や支持構造物の安全性能に関する基準を定めた「発電用風力設備の技術基準を定める省令」などがある。

² 一般に、電気事業法の技術基準は性能要件であり、明確ではあるが抽象的である。そこで経済産業省は、その基準を満たすための具体的な手段や数値を示した「解釈」、省令や「解釈」の背景を説明した「解説」、解釈の補足情報などを提供している。この OSW に関する技術的規制の特徴は、他の法律の場合と同様であり、主務官庁はこれらの法律でも解説文書を発行している。

同法に基づく安全規制の対象となる。³

3.1.4 海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律および港湾法

海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（以下、再エネ海域利用法）に基づく海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域（以下、促進区域）において洋上風力発電設備を設置する場合、その事業内容は公募における占用計画（以下、公募占用計画）に記載されることになる。公募占用計画に記載される洋上風力発電設備およびその維持管理方法は、経済産業省と国土交通省令で定める技術基準に適合する必要がある（再エネ海域利用法 15 条 1 項 3 号）。同法施行規則第 5 条では規制基準を具体的に定め、国土交通省告示では要求性能、性能照査の基本、設定等を定めている⁴。

港湾法に基づく港内水域等の占用区域に洋上風力発電設備を設置する場合、その事業内容が公募占用計画に記載される。公募する設備とその運用・保守方法は、国土交通省令で定める技術基準に適合するものでなければならない（港湾法第 37 条の 5 第 1 項第 3 号）。

3.1.5 建築基準法

2007 年、ハブ高が 60m を超える風力発電設備の支持構造物に対して、指定性能評価機関による性能評価と国土交通省の認可を必要とする建築基準法の安全規制が課された。その後、2014 年、建築基準法と同等の規制がかかることを前提に、建築基準法と電気事業法に基づく個別の審査から電気事業法に基づく安全規制へと一本化された。

そのため、現在では洋上風力発電設備に建築基準法が直接適用されることはない。しかし、このような歴史的経緯から、洋上風力発電設備に使用される材料・部品については、建築基準法第 37 条の規定と関連告示が参照されている。

具体的には、発電用風力設備の技術基準を定める省令第 7 条の解釈第 10 条第 9 号において、平成 12 年建設省告示第 1446 号別表第 1 の JIS 規格に適合することが求められている。そして、その解説では「建築基準法第 37 条第 2 項の規定により国土交通大臣の認定を受けた材料又は日本工業規格に適合する材料と同等以上の機械的性質、科学成分その他の品質を有する材料を使用する場合は、省令第 7 条に適合するものとみなす」とされている。⁵

³ 本報告書の課題に関連する「浮体式洋上風力発電施設技術基準」の内容を付録 C に示す。

⁴ 海洋再生可能エネルギー発電設備又はその維持管理の方法の基準に関し必要な事項を定める公示

⁵ 「発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説」（P20）。

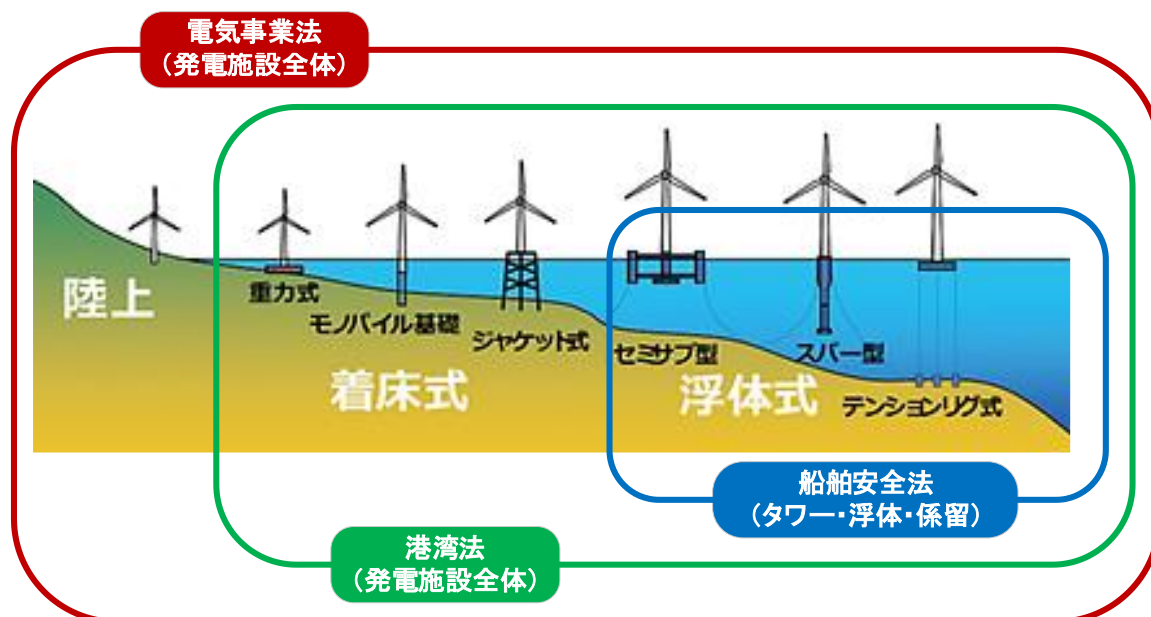


図 2 電気事業法、港湾法、船舶安全法の適用範囲

出典：日本海事協会「ClassNK の風車認証及び関連サービス【ホームページ公開版】」（2021年8月）P.27 をもとに自然エネルギー財団作成⁶

3.2 規格

3.2.1 ISO/IEC と JIS

日本産業規格（JIS）は、ISO（国際標準化機構）や IEC（国際電気標準会議）の規格に準拠して制定される。ISO や IEC はそのまま日本でも適用されるが、日本での適用を容易にするために、国内で広く使われることが予想される主要なものは JIS 規格に取り入れられている。具体的には、関係団体から提案された JIS 原案を日本産業標準調査会（JISC）が審議し、主務大臣が制定・改正を行う。しかし、日本語への翻訳や補足説明の追記により、JIS 規格の新規制定や更新は、ISO/IEC 規格が変更されてから数年後である⁷。補足説明には、日本では一般的に使用されていない用語の説明や、規格が国内規格を参照する旨示している場合（例：地震）の日本の基準の参照先の追加などがある。

風力発電システムについては、日本電機工業会（JEMA）が、IEC/TC88（Technical committees 88）の国内審議機関として風力発電システム技術専門委員会を設置しており、国際規格案の審議、提案、承認投票を行うほか、国内向け JIS 案の作成を行っている。

日本からの提案により、IEC61400-1 ED4.0（設計要件）について、従来の風車クラス（I、II、III、S）に加えて、台風が襲来し乱流強度が大きい日本や東南アジア向けの要件としてクラス T（Tropical）が追加された。IEC61400-24 ED2.0（雷保護）では、従来の 150 クーロン、300 クーロンに加え、雷エネルギーが大きい地域向けに 600 クーロンの耐雷性能が新たに追加された。

⁶ https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/ja/RD2101_202108_Jpn.pdf

⁷ ISO/IEC 発行後の情報発信を加速するため、JIS 規格の制定よりも早く技術仕様書/技術報告書を発行するなどの運用改革が検討されている。（経済産業省 日本産業標準調査会 基本政策部会「中間とりまとめ（案）」（2022年5月30日）

<https://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrRoundList?toGnrDistributedDocumentList>)

表 1 風力発電システムに関する主な国際・国内規格

Title	IEC	Current stage	JIS
設計要件 Wind energy generation systems - Part 1: Design requirements	IEC 61400-1 Ed. 4:2019	IS	JIS C 1400-1:2017 JIS C 1400-1:20XX
小型風車の設計要件 Wind turbines - Part 2: Small wind turbines	IEC 61400-2 Ed. 3:2013	IS	JIS C 1400-2:2020
着床式洋上風車の設計要件 Wind energy generation systems - Part 3-1: Design requirements for fixed offshore wind turbines	IEC 61400-3-1 Ed. 1:2019	IS	JIS C 1400-3-2014 JIS C 1400-3-1:20XX
浮体式洋上風車の設計要件 Wind energy generation systems - Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines	IEC TS 61400-3-2 Ed. 1:2019	TS	JIS C 1400-3-2:20XX
浮体式洋上風車の設計要件 Wind energy generation systems - Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines	IEC 61400-3-2 Ed. 1	PCC	—
風車のギヤボックスの設計要件 Wind turbines - Part 4: Design requirements for wind turbine gearboxes	IEC 61400-4 Ed. 1:2012 IEC 61400-4 Ed. 2	IS PCC	—
風車翼の設計要件 Wind energy generation systems - Part 5: Wind turbine blades	IEC 61400-5 Ed. 1:2020	IS	—
風車のタワー及び基礎の設計要件 Wind energy generation systems - Part 6: Tower and foundation design requirements	IEC 61400-6 Ed. 1:2020	IS	JIS C 1400-6:20XX
風車構造部材の設計要件 Wind energy generation systems - Part 8: Design of wind turbine structural components	IEC 61400-8 Ed.1	PCC	—
発電用風車の性能試験方法 Wind energy generation systems - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines	IEC 61400-12-1 Ed. 2:2017 IEC 61400-12-1 Ed. 3	IS RPUB	JIS C 1400-12-1:2010 JIS C 1400-12-1:20XX
ナセル風速計による発電用風車の性能計測方法 Wind turbines - Part 12-2: Power performance of electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry	IEC 61400-12-2 Ed. 1:2013 IEC 61400-12-2 Ed. 2	IS RPUB	JIS C 1400-12-2:20XX
機械的荷重の計測方法 Wind turbines - Part 13: Measurement of mechanical loads	IEC 61400-13 Ed. 1.1 :2021	IS	—
適合性評価方法及び認証 Wind turbines - Part 22: Conformity testing and certification	IEC 61400-22 Ed. 1:2010 (abolished in August 2018)	IS	JIS C 1400-22:2014 (remains effective)
実翼構造試験 Wind turbines - Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades	IEC 61400-23 Ed. 1:2014 IEC 61400-23 Ed. 2	IS ACD	—
風車の雷保護 Wind energy generation systems - Part 24: Lightning protection	IEC 61400-24 Ed. 2:2019	IS	JIS C 1400-24:2014 JIS C 1400-24:20XX

現在の実施状況とベストプラクティス

風力発電設備の設計に関する安全要件 Wind energy generation systems - Part 30: Safety of Wind Turbine Generator Systems (WTGs) - General principles for design	IEC TS 61400-30 Ed. 1	PCC	—
風況観測 Wind energy generation systems - Part 50: Wind measurements	IEC 61400-50 Ed. 1	RPUB	—
風況観測方法：気象マスト、ナセル搭載計器の応用 Wind energy generation systems - Part 50-1: Wind Measurement - Application of Meteorological Mast, Nacelle and Spinner Mounted Instruments	IEC 61400-50-1 Ed. 1	RFDIS	—
風況観測方法：地上設計型リモートセンシング技術の応用 Wind energy generation systems - Part 50-2: Wind Measurement - Application of Ground Mounted Remote Sensing Technology	IEC 61400-50-2 Ed. 1	RPUB	—
風況観測におけるナセル搭載 LIDAR の使用 Wind energy generation systems - Part 50-3: Use of nacelle-mounted lidars for wind measurements	IEC 61400-50-3 Ed. 1:2022	IS	—
風況観測方法：フローティングライダーの使用 Wind energy generation systems - Part 50-4: Use of floating lidars for wind measurements	IEC 61400-50-4 Ed. 1	ACD	—
風力発電所の一般要件 Wind energy generation systems - Part 101: General requirements for wind turbine plants	IEC 61400-101 Ed. 1	ACD	—

注) イタリック体の文字は審議中であることを意味する。

IS：国際規格，TS：技術仕様，RPUB：出版物の受領と登録，FDIS：国際規格の最終草案，RFDIS：FDISの受領と登録，ACDV：CDVとして承認された草案，CDV：投票用委員会草案，ACD：委員会草案として承認された草案，CD.D：委員会草案として回付された草案，PC：委員会草案として回付された草案，ACD：委員会草案として承認された草案，CD:委員会原案として回付された原案，PCC:コメント取りまとめの準備

出典：IEC, TC 88 dashboard, JEMA⁸⁹のデータを基に自然エネルギー財団作成

3.2.2 IECRE への移行と日本の対応

風力発電機の適合性試験と認証に関する IEC 規格（IEC 61400-22 Ed.1.0）は、技術基準と認証基準を分離する方針のもと 2018 年 8 月末に廃止され、風力発電システムだけではなく、太陽光発電システム¹⁰など他の再生可能エネルギーを含む再生可能エネルギー機器の認証制度である IECRE に移行した。風力発電については、日本を含む 15 カ国が参加している。再生可能エネルギー分野で使用される機器やサービスの国際貿易を促進することを目的としており、IECRE に登録されている認証機関は以下の 10 機関となっている。

⁸ TC 88 Wind energy generation systems

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:22:0:::FSP_ORG_ID:1282

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:0:::FSP_ORG_ID:1282

⁹ 風力発電に関わる IEC 及び JIS 規格の一覧（2020 年 12 月現在）。日本電気工業会

<https://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/wind/kikaku.html>

¹⁰ IECRE - Renewable Energy- IEC system for certification to standards relating to equipment for use in renewable energy applications <https://www.iecre.org> 再生可能エネルギー用途の機器に関する規格の認証に関する IEC システム。

表 2 風力発電分野における IECRE の認証機関

国/所在地	RE 認証機関名
中国	China Classification Society(CCSC)
中国	China General Certification Center (CGC)
中国	China Quality Certification Centre
フランス	Bureau Veritas Certification France
ドイツ	DNV Renewables Vertification
ドイツ	TÜV NORD CERT GmbH
ドイツ	TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
ドイツ	TÜV SÜD Industrie Service GmbH
ドイツ	UL
イギリス	Lloyd's Register Verification Limited (新組織形態につき検討中)

出典：IECRE¹¹

しかし、日本では IECRE を参考としながらも、IEC61400-22 Ed.1.0 に相当する JIS C 1400-22:2014 が引き続き有効で、風力発電システムにも適用されている。これは経過措置である可能性もあるが、主務官庁は、日本国内で IECRE 方式がいつ正式に適用されるかを未だ発表していない。

IECRE 制度の適用に先立ち、他国で IECRE の型式認証を取得した風車は、IEC61400-22 との同等性が確認されれば、相互承認のもと日本で利用することができる。認証機関については、IECRE 制度が正式に適用された後も、各国で認証機関としての活動を行おうとする場合は、各国の所管する認定機関の認定を受ける必要がある。

3.3 "統一的解説"

3.3.1 洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説

洋上風力発電所は、関連法規で定められた技術基準への適合を求められる。そのため、事業者の負担軽減や審査手続の効率化を図るためには、規制の違いによる手続の重複や煩雑化を避ける必要がある。このような観点から、「電気事業法、港湾法及び再エネ海域利用法に基づき、洋上風力発電設備等が適合すべき基準について、各法の統一的な考え方を解説」した「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説（令和 2 年 3 月版）」（以下「統一的解説」）が公表されている¹²。

統一的解説の内容は、電気事業法、港湾法、再エネ海域利用法に基づき、洋上風力発電設備の構造に関する審査に適用されるものである（P14）¹³。なお、「統一的解説」は主に着床式洋上風力発電設

¹¹ IECRE RE 認証機関 (RECBs)、https://www.iecre.org/dyn/www/f?p=110:7::::P7_ORG_TYPE:RECB。

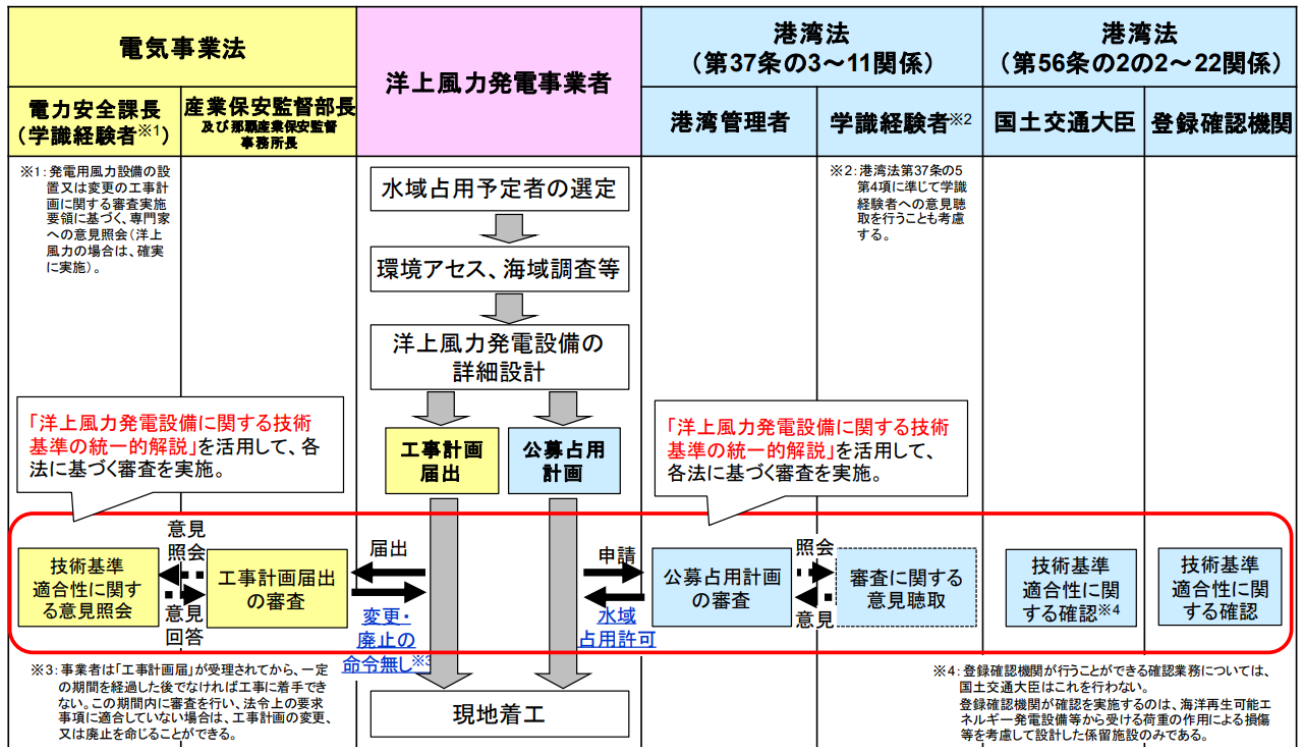
¹² その内容は、経済産業省と国土交通省の審議会である「洋上風力発電設備検討委員会」で検討された。

¹³ 本解説は、洋上風力発電施設のうち洋上風力発電設備の支持構造物を主な対象としているが、洋上風力発電設備を洋上変電施設、観測タワーと読み替えてそれぞれ適用することができるとしている。海底送電線や通信

現在の実施状況とベストプラクティス

備に適用され、浮体式洋上風力は別途船舶安全法に基づく「浮体式洋上風力発電施設技術基準」¹⁴ への適合および検査を受ける必要がある。

図3は、各法律による適合性評価の流れを示す。OSW 開発者は、入札で選定された後、審査を受ける。¹⁵



ケーブルの設計においては、本解説で取り上げた支持構造物の設計法が直接適用できない場合があり、その場合は国際規格や国内規格、認証規格を参照することができる。

¹⁴ 浮体式洋上風力発電設備技術基準 2020年3月 <https://www.mlit.go.jp/common/001331375.pdf>

¹⁵ 再エネ海域利用法に基づく事業開発については、事業者選定段階から建設開始まで5~6年程度、詳細設計に1~2年以上、環境影響評価手続に2年以上かかると言われている。設計と環境影響評価のフェーズは並行して進行することもある。さらに、建設には2~3年程度かかる可能性がある。

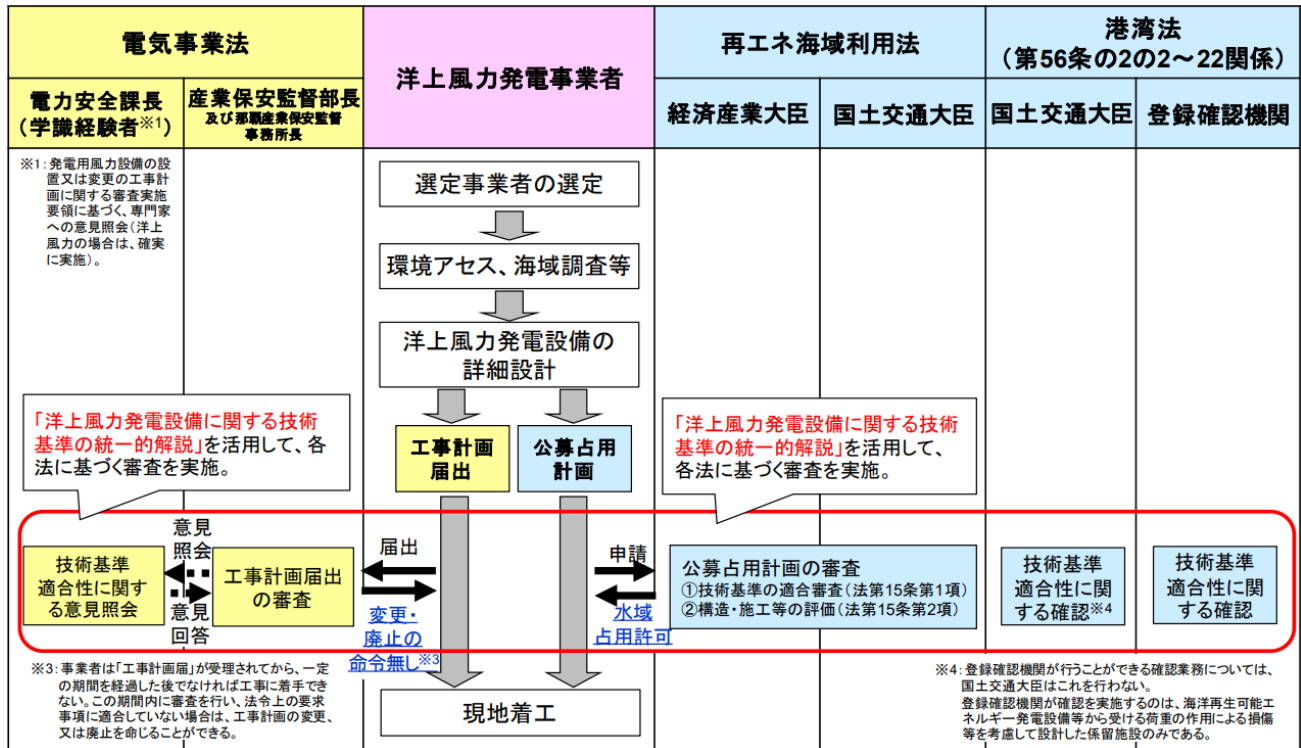


図 3 審査の流れと技術基準の統一解説の適用 (赤枠内)

(17 ページ：港湾区域 18 ページ：海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域)。

出典：洋上風力発電設備検討委員会「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一解説(2020年3月版)」図1.1.1、P15。

この「統一解説」は、洋上風力発電設備の設置に関連する主な法規制やガイドラインを列挙しており、国際規格(IEC61400 シリーズなど)、海外認証規格(DNV-GL 規格など)、IALA 勧告、英国海洋ガイドラインノート(Maritime and Coastguard Agency)、「風力発電設備支持物構造設計 指針・同解説」(土木学会)などが含まれる。「適用にあたっては、それぞれの基準・規格等の最新版を参照することが必要」である。(P30)

統一解説の具体的な内容としては、各法律で定められた技術基準を満たすための性能要件、洋上風力発電設備に影響を与える自然条件の評価の考え方、構造設計の方法などが挙げられている。ただし、「技術的要件を満たすことを証明する方法は、本基準解説に限定されるものではなく、各省令に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば本基準解説に示す方法に替えて採用することができる」(P18)。例えば、支持構造物の設計については、「本基準解説に示す設計法以外の方法を採用する場合は、一般に認知された洋上風力発電設備の設計規格やガイドラインを参照することが望ましい」とされている(P47)。

3.3.2 洋上風力発電設備の維持管理に関する統一解説

洋上風力発電施設の規制への適合性は、維持管理の段階でも法律で確認することが義務付けられている。洋上風力発電施設の維持管理は、設計・建設段階と同様に、複数の法令(電気事業法、港湾法、再エネ海域利用法)の適用を受けることになる。そこで、事業者の負担軽減と審査手続の効率化を図るため、「洋上風力発電設備の維持管理に関する統一解説(令和2年3月版)」が公表されており、この統一解説では、維持管理に加え、廃止措置(撤去)に関する事項を対象としている。

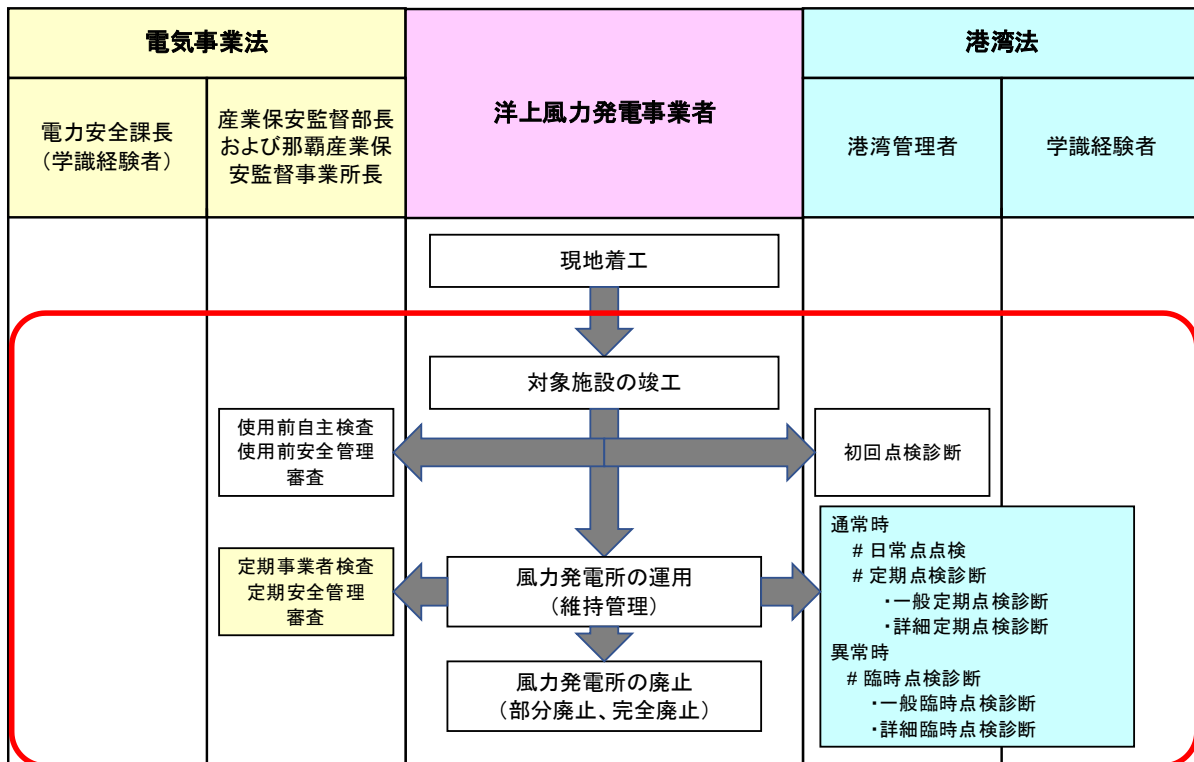


図 4 手続の流れと維持管理に関する統一的解説の適用 (赤枠内)

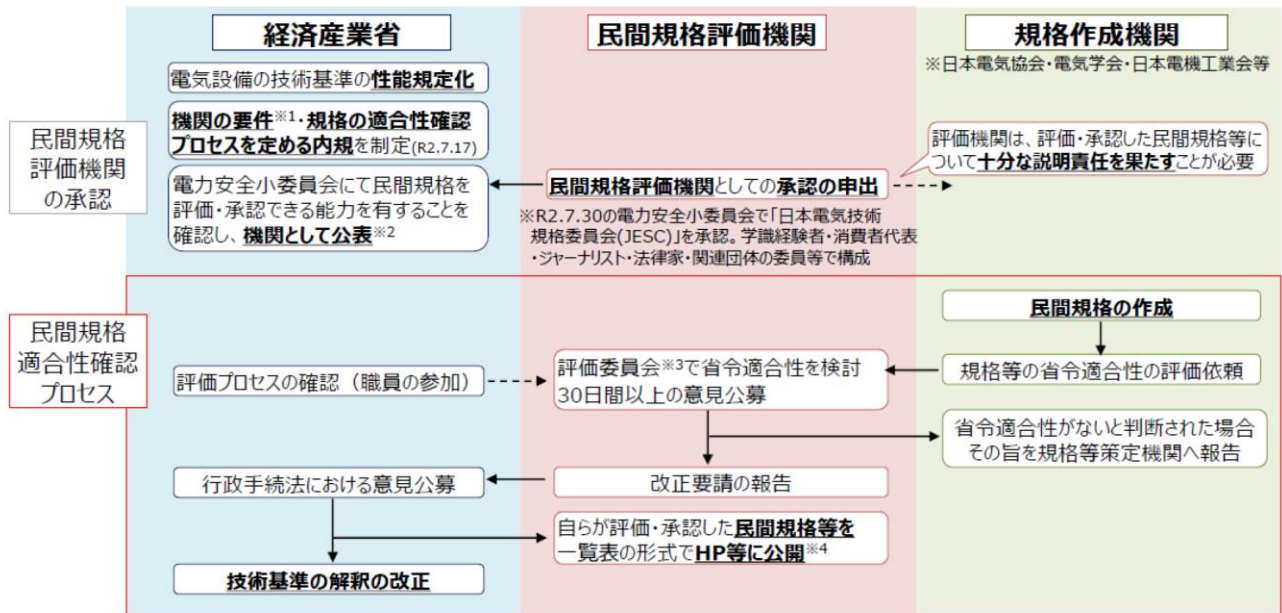
出典：洋上風力発電施設検討委員会「洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説 (令和2年3月版)」図1.1.1、P27
 を基に自然エネルギー財団が作成

3.3.3 技術基準における規格の役割

前述のとおり、経済産業省および国土交通省は、それぞれの規制要件に対する適合性評価の具体的な方法を示すため、「統一的解説」をはじめとするさまざまな文書を発行している。このため国際規格や JIS 規格は、土木学会が発行するガイドライン等と並んで参照される情報となっている。

技術革新のスピードが速いので、規制も最新の技術開発に柔軟に追従していくことが重要である。そのような観点から、経済産業省は、2020 年から、民間主導で策定された規格を技術基準に取り入れる新たなスキームを開始した。この制度では、経済産業省が民間規格評価機関を認定し、その評価機関が規格作成 (産業団体や大学) から規格案を受け取る。民間規格評価機関は、規格原案が技術基準に適合しているかどうかを審査し、意見公募手続を行い、規格として発行する。また、認定機関の会議への参加や定期的なチェックにより、認定機関を管理する。経済産業省は、認定機関から報告を受けると、行政手続法に基づく意見公募を経て、技術基準の解釈を変更する。

現在の実施状況とベストプラクティス



※1 技術評価委員会と民間規格評価委員会（規格の制改定プロセスの公正性等を含めた全体評価を行う）を設置する等。（以下の※2~4も要件に含む）
 ※2 適切な評価の実施は、国の職員による評価委員会への立会い、1年ごとの定期報告（評価の実施状況についての有識者による外部評価）等により確認
 ※3 民間規格等に係る技術分野に加え、消費者問題、法律、ジャーナリズム等の幅広い分野の専門家から構成
 ※4 規格として承認された日から少なくとも五年に一回は、改正、廃止又は確認が行われるよう適切に管理

図 5 民間主導の技術標準の採用状況

出典：経済産業省 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会「産業保安分野における当面の制度化に向けた取組と今後の重要課題」（2021年12月21日）図64、P65

3.4 技術基準に関する審査と第三者認証手続

第三者認証の導入・普及に伴い、関連技術法規への適合性審査手続は変化している。認証手続と規制上の審査の重複、審査の手戻り、手続の長期化などが課題となってきた。このような状況を踏まえ、現在、いくつかの制度・運用改革が実施または議論されており、変革の過渡期を迎えている。

3.4.1 電気事業法に基づく審査

a) 計画段階

事業者は、洋上風力発電設備を設置する場合、工事計画を経済産業省に届け出なければならない（電気事業法第48条第1項）。経済産業省は、工事計画が電気事業法に定める技術基準に適合しているかどうかを審査し、工事計画が技術基準に適合していないと認めるときは、30日以内に工事計画の変更又は中止を命じることができる（同法48条4項、期間延長可能、同法48条5項）。

技術基準適合性審査の手続は、「風力発電所の設置又は変更の工事計画の審査に関する実施要領」（経済産業省大臣官房技術総括・保安審議官、2021年5月）に定められている。これによると、事業者は、①電気事業法施行規則別表第三（電気工作物の概要について）に基づく書類、②風車の型式認証書、③現地の立地条件に応じたウィンドファーム認証書¹⁶、④現地の立地条件に応じた特定支持物

¹⁶ 日本の認証機関の一つである日本海事協会の説明によると、「ウィンドファーム認証」は、「風力発電所を建設するサイトの環境条件の評価を行い、その環境条件に基づいて風車及び支持構造物の強度及び安全性が設計上担保されていることを確認」し、「電気事業法の工事計画届の審査において活用されることを考慮した日本

現在の実施状況とベストプラクティス

と基礎の両方又は一方に係るウィンドファーム認証書を提出しなければならない。使用する設備・材料が「一般設備」であるか「特殊設備」であるかは、地域の産業保安監督部長が確認する。「一般設備」の要件を満たしている場合は、工事を開始することができる。産業保安監督部長は、特殊設備に該当するか否かについて、産業保安グループ電力安全課長の意見を求めることができる。特殊設備に該当する場合、産業保安グループ電力安全課長は、新エネルギー発電設備安全審査専門家会議（経済産業省電力安全課長の諮問機関として電力安全課に設置、以下、経済産業省専門家会議）の意見を求め、当該設備の適合性を確認する。適合性が確認された後、特殊設備の建設に着手することができる。

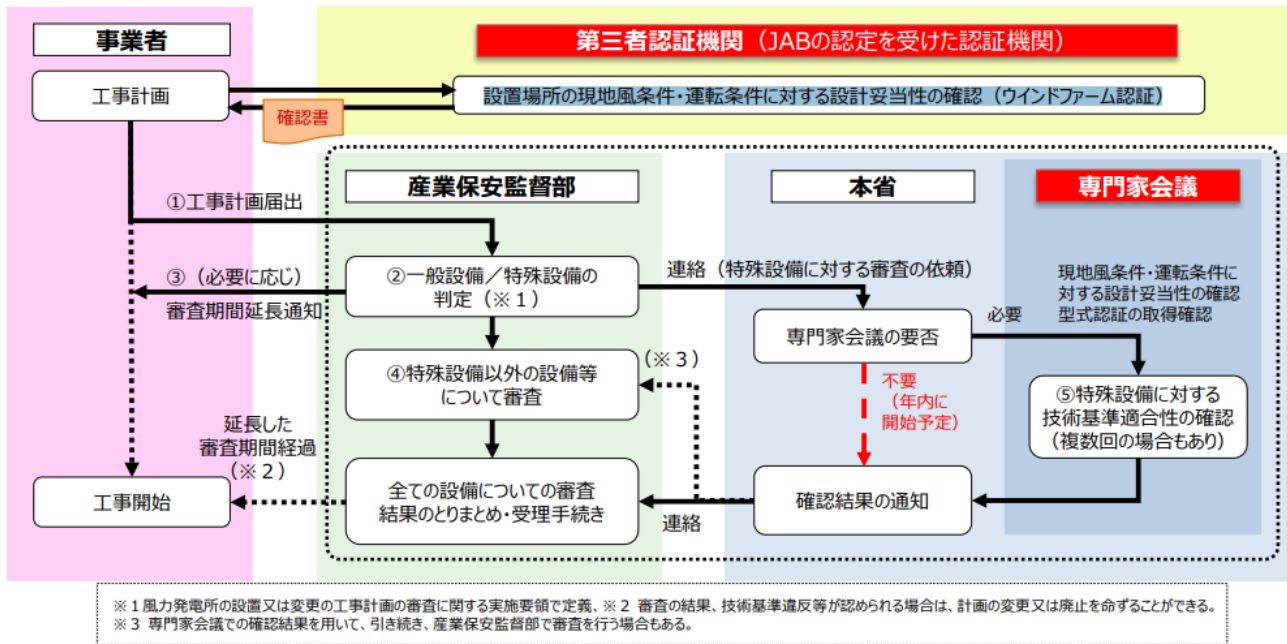


図 6 OSW の工事計画の技術基準適合性評価に関する現行の審査プロセス

出典：経済産業省「洋上風力発電設備の導入促進に向けた電気事業法等の審査について」（2021年9月21日）P.1¹⁷

2021年5月の審査実施要領改定前の手続では、「ウィンドファーム認証」が経済産業省専門家会議の事前審査と位置づけられていたため、「ウィンドファーム認証」の手続と経済産業省の手続が重複していた。今回、実施要領が改訂されたことにより、第三者認証を取得することで経済産業省専門家会議の開催を省略し、手続の重複を回避する道が開かれた。ただし、現在の審査実施要領は陸上風力発電に限定されており、洋上風力発電施設は「特殊設備」として引き続き専門家会議の開催が義務付けられている。

この件について、経済産業省は、さらなる合理化案として、第三者認証機関における「ウィンドファーム認証」の審査プロセスに経済産業省の専門委員を関与させることで、認証取得施設の専門家会議の開催を不要とする（全ての設備が一般設備と取り扱われる）施策を検討し2021年9月に、2021年内に実施することを明らかにした。

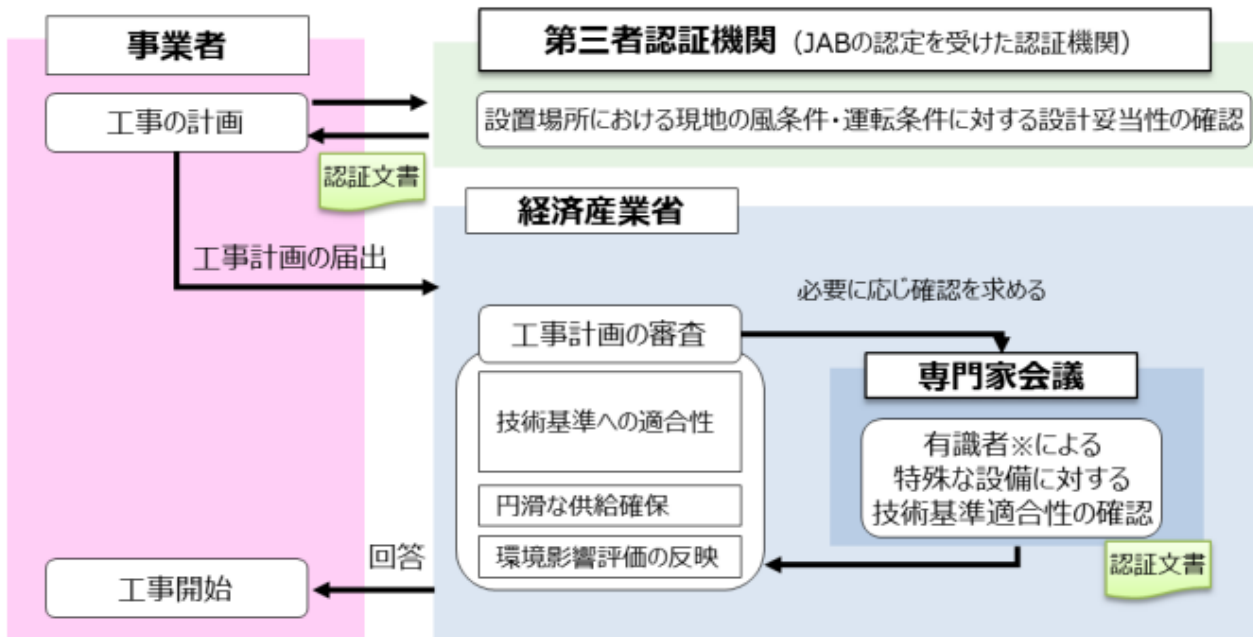
上記に加え、2022年には、適合性審査を行う新しい機関を設け、経済産業省の審査手続（経済産業

独自の」もの（詳細は後記）である。完全なプロジェクト認証と比較すると、サイト適合性評価（IECRE OD-502 Edition 1.0における Site Suitability evaluation）に相当する。

¹⁷<https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kisei/conference/energy/20210921/210921energy06.pdf>

現在の実施状況とベストプラクティス

省専門委員会の審査を含む)に代えることも提案している。電気事業法改正案¹⁸によれば、経済産業省が登録した新機関は、洋上風力を含むと想定される「特殊電気工作物¹⁹」の適合性評価を行う。申請事業者が登録基準をすべて満たした場合、経済産業省は登録を行わなければならない。その登録基準の中には、審査手続に2人以上の専門家が関与することも含まれている。登録は3年ごとに更新される。法案は、機関が実施する審査方法を含む制度の詳細を省令に委任しており、新制度が第三者認証制度とどのように調整されるかは不明である。



¹⁸ 法案は2022年6月に国会で可決された。

¹⁹ 「特殊電気工作物」とは、荷重や外力に対して特に安全な構造を必要とするものとして、経済産業省令で定めるものをいう。

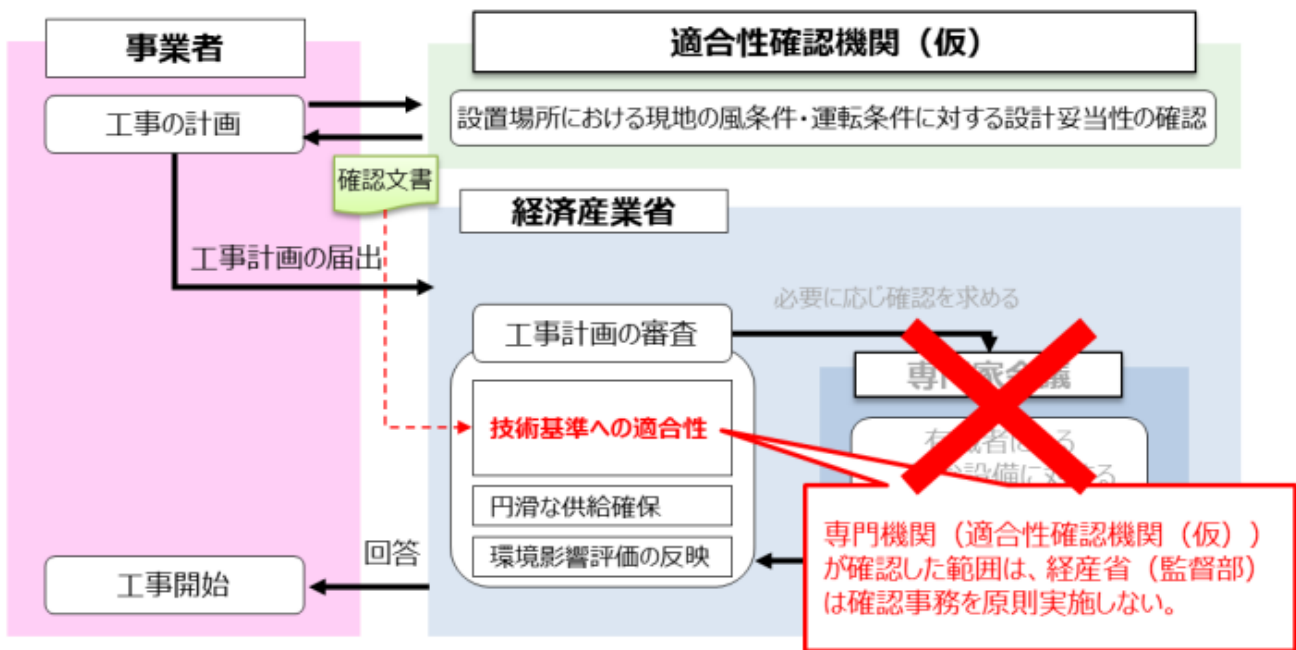


図 7 OSW の工事計画の技術基準適合性評価に関する現行と新審査プロセスの比較

(22 ページ：現行プロセス、23 ページ：新プロセス)

出典：経済産業省産業構造審議会保安・消費生活用製品品安全分科会「産業保安分野における当面の制度化に向けた取組と今後の重要課題」(2021年12月21日)²⁰、図60、P.60。

b) 商業運転開始前段階

事業者は、洋上風力発電設備の使用を開始する前に、使用前安全管理検査を実施しなければならない（電気事業法第 51 条）。具体的には、使用開始前に、事業者は当該事業用電気工作物の自主検査を行い、その結果を記録し、保存しなければならない。自主検査では、工事が工事計画に沿って行われていること、および技術基準²¹に適合していることを確認しなければならない。また、事業者は使用前自主検査の実施体制を提出し、経済産業省の審査を受けなければならない。

c) 運転・維持段階

事業者は、洋上風力発電設備が技術基準に適合するよう維持しなければならず（電気事業法第 39 条第 1 項）、洋上風力発電設備には定期的な検査が行われる（電気事業法第 55 条第 1 項第 2 号、電気事業法施行規則第 94 条第 10 号）。検査頻度は、風力発電機の部位により半年または 1 年である^{22,23,24}。

なお、日本ではプロジェクト認証は普及していない。その理由として、電気事業法に基づく技術基

²⁰https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/pdf/20211221_1.pdf

²¹ 「使用前自主検査及び使用前自己確認の方法の解釈」(P43)

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/law/files/20200729shiyoumae.pdf

²² 「洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説」P73。なお、電気事業法施行規則第 94 条の 2 第 1 項第 5 号では、検査頻度を 3 年を超えない期間内と定めているが、詳細は同規則の解釈で決められている。

²³ また、再エネ海域利用法や港湾法に基づく定期検査の規定もある。

²⁴ 「電気事業法施行規則第 94 条の 3 第 1 項第 1 号及び第 2 号に定める定期事業者検査の方法の解釈」(P11)

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/law/files/20210414teiken-kaisyaku.pdf

現在の実施状況とベストプラクティス

準適合性審査が安全性を重視していること、型式認定を受けた風車が建設サイトの気象・地質・地震条件などにおけるサイト適合性の審査を第三者認証機関ではなく経済産業省が実施してきたこと、使用前安全管理検査と定期的な検査が法的に義務付けられていること、保険会社や金融機関は、マリン・ワランティ・サーベイ（MWS）を契約・融資条件の一つとしているがプロジェクト認証取得を契約・融資条件としていないこと、などが挙げられる。また、プロジェクト認証の取得にかかるコストも要因の一つとして指摘されている。

近時、経済産業省からスマート技術を活用した新しい検査スキーム、いわゆる「高度保安実施設置者に係る認定制度」が提案され、これを実施するための電気事業法改正案が可決された。法案によると、経済産業省が認定した事業者は、先進技術を用いた自主検査を実施し、経済産業省による審査が免除されることになる。この新制度により、行政の負担が軽減されるとともに、有能な事業者が自らのノウハウを活かしてO&Mを行うことが可能になることが期待される。

3.4.2 港湾法に基づく審査

a) 計画段階

港湾法に基づく安全審査では、国土交通省の登録を受けた確認機関である一般財団法人沿岸技術研究センター（CDIT）²⁵ が、適合性確認審査を実施している。CDIT は、港湾施設に関する技術基準への適合性を確認する責任を負っている（港湾法施行規則第 28 条の 2）。

対象施設

- 外郭施設
- 係留施設 *1
- 道路及び橋梁
- 固定式荷役機械及び軌道式荷役機械 *2
- 廃棄物埋立護岸
- 海浜
- 緑地及び広場 *2

*1 係留施設に含まれるのは以下となっている

1. 水深 7.5m 以上の係留施設
2. 危険物積載船、旅客船又は自動車航送船を係留するための係留施設
3. レベル 2 地震動への耐震性を有する係留施設
4. 海洋再生可能エネルギー発電設備等が備える係留施設

*2 当該港湾の港湾計画において、大規模地震対策施設として定められているものに限る

風力発電所の認証手続と港湾法に基づく確認手続の重複を避けるため、審査書類を統一し、第三者認証機関（日本海事協会、ClassNK）と登録確認機関（CDIT）による合同審査が開始されている。この考え方は、これまで他の機関が認証手続を実施した例はないものの、CDIT との二者間協定により、他の第三者認証機関の手続にも適用できる可能性がある。

²⁵沿岸技術研究センター <https://www.cdit.or.jp/>

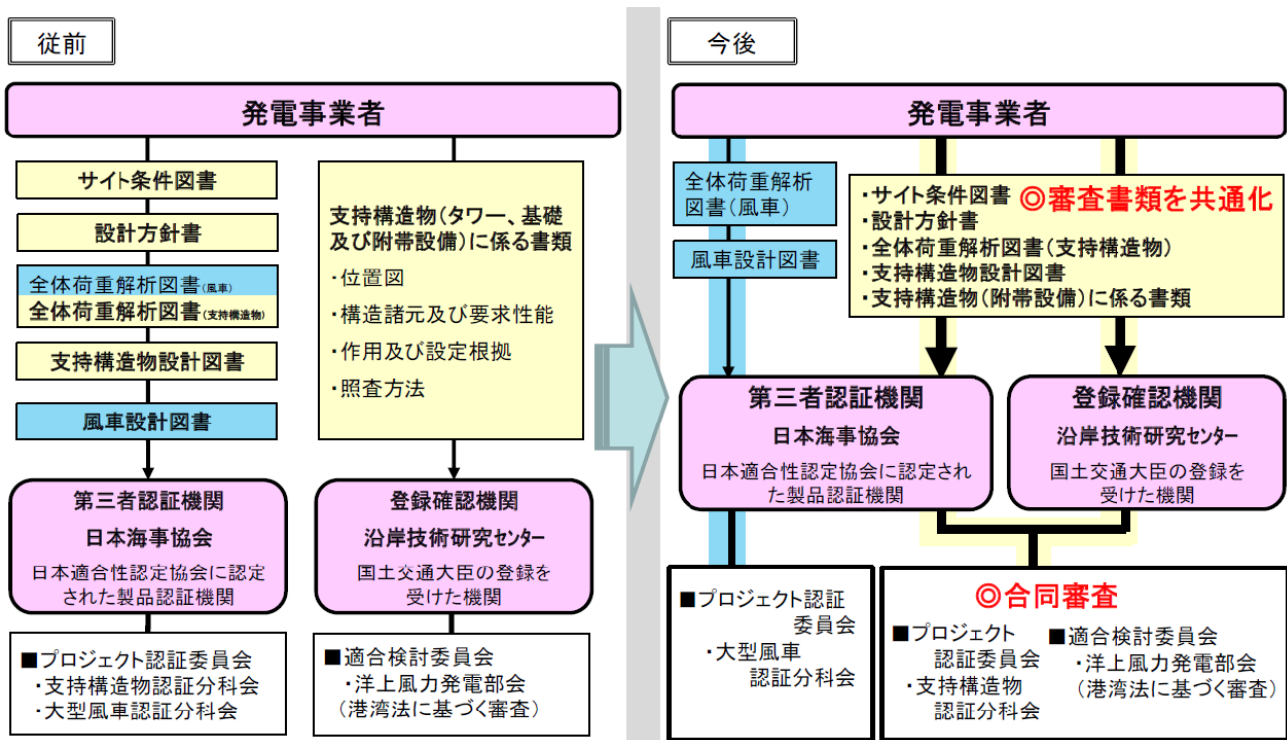


図 8 港湾法に基づく適合性確認手続と風力発電設備の第三者認証手続の一本化²⁶

出典：日本海事協会、「ClassNKの風車認証及び関連サービス【ホームページ公開版】」(2021年8月) p.29

b) 商業運転開始前段階

事業者は、建設・改良直後の竣工段階、または既存施設の維持管理計画の策定段階で、施設全体のみならず、各部材や付帯設備ごとに維持管理の初期状態を把握するため、初回点検診断を行う（「港湾の施設の点検診断ガイドライン指針」令和年3月改訂、国土交通省港湾局）。

初回点検診断の内容は、定期点検診断の内容と同じである。新築時の初回点検診断は、竣工後2年以内に行うことが望ましいが、竣工時の品質検査や出来形検査の結果に基づいて初回状態を把握することも可能である。

c) 運転・維持段階

事業者は、係留設備が技術基準に適合するよう維持管理しなければならない（港湾法第56条の2の2）、洋上風力発電設備は定期検査の対象となる。港湾法は洋上風力発電施設の海中部分に適用され、

²⁶ 産業構造審議会 保安・消費生活用品製品安全分科会 電気安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ 第6回会合資料3「洋上風力発電設備の導入促進に向けた工事計画審査の見直しについて」経済産業省 2021年6月

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/hoan_seido/pdf/006_03_00.pdf

点検の頻度は部位によって1年から10年となっている。²⁷

3.4.3 船舶安全法に基づく審査と船級検査

a) 計画段階

船舶安全法上、浮体式洋上風力発電設備は特殊船舶に該当し（船舶安全法施行規則第1条第4項、船舶安全法施行規則第一条第四項の特殊構造・設備を有する船舶を定める告示）、支持構造物である浮体設備およびタワーに関する検査内容は浮体式洋上風力発電施設技術基準に準じている。なお、検査は地方運輸局で行う。ただし、船舶安全法第8条に定める国土交通省登録船級協会である日本海事協会の船級検査を受けた浮体式洋上風力発電設備は、地方運輸局²⁸の検査を受け合格したものとみなされる。

日本海事協会は、日本国内（九州、福島）での浮体式洋上風力発電施設の船級検査の実績があり、2012年に浮体式洋上風力発電施設の船級検査に関するガイドラインを発行している。同会では、鋼船規則P編において、洋上風力発電設備を洋上風力発電船と定義している。「浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン-船級検査-」（2021年12月）は、「浮体式洋上風力発電施設技術基準(国土交通省海事局安全政策課、2020年3月)、IEC TS 614003-2 (2019)などの最新の規制・規格や、「鋼船規則」の一部を踏まえた改訂版である。

²⁷ 「洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説」P73以下。国土交通省港湾局「港湾の施設の点検診断ガイドライン」平成26年7月（2018年6月一部変更）。

²⁸ 船舶安全法に定める「船級協会」として、日本海事協会以外の事業者が国土交通省に登録することは、法的には可能であると思われる。慣習上、各国には1つの船級協会しか存在しないが、同法には船級協会の数を制限する規定はない。同法における「船級協会」は、旗国の行政機関に代わって検査や調査を行う認定団体（Recognized Organization）に相当するものと思われる。

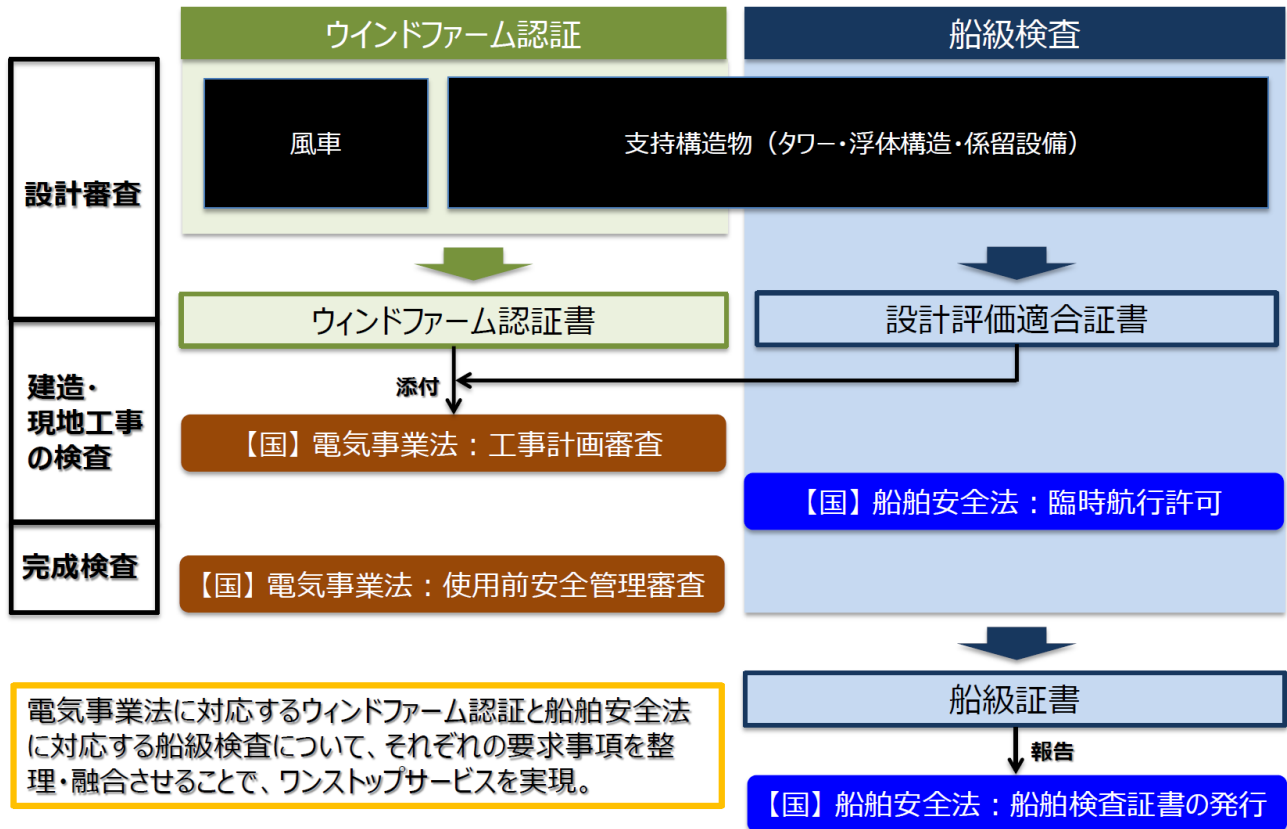


図 9 洋上風車に関する法規制への対応

出典：日本海事協会，「ClassNK の風車認証及び関連サービス【ホームページ公開版】」（2021年8月）p.33²⁹

船舶安全法に基づく船舶検査は下表のとおりだが、日本海事協会の船級検査は、登録検査と定期的検査に大別される。

表 3 船舶安全法に基づく船舶検査

検査の種類	内容
製造検査	長さ 30m 以上の船舶を製造する際に製造者が受ける検査。
定期検査	初めて船舶を航行させるとき、または船舶検査証書の有効期間が満了するとき受ける精密な検査
中間検査	定期検査と定期検査との間に受ける簡易な検査。第 1 種中間検査、第 2 種中間検査、第 3 種中間検査の 3 種類に細分化され、船舶の種類によりいずれの検査を受けるかが決まります
臨時検査	改造、修理または設備の新替えなどを行ったときに受ける検査。
臨時航行検査	船舶検査証書の交付を受けていない船舶を臨時に航行させるときに受ける検査。
予備検査	船舶安全法第 2 条第 1 項に掲げる設備等について、設置される船舶が特定されていない場合に受ける検査（合格した場合は、上記検査が省略される。）

²⁹https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/ja/RD2101_202108_Jpn.pdf
 (原文脚注 https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/en/RD2101_202108_Eng.pdf)

出典：国土交通省ウェブページ「船舶検査の適正な実施(検査の概要)」³⁰

計画段階では、登録検査として構造検査、水圧試験、水密試験など一般の船舶と同じ検査を行い、タワーの製作・組立時にも検査を行う。

b) 商業運転開始前段階

浮体構造物の建設が完了した後、復原性試験を実施する。浮体構造物を設置する海域で復原性試験を行うことは困難であるため、風車を設置する前に復原性試験を行い、その結果に風車の影響を加えてもよいことになっている。設置場所では、浮体施設の係留索の張力試験、風車の制御システムの点検、機器の稼働状況の確認などが行われる。また、タワーも浮体設備に搭載する際に検査を行う。

c) 運転・維持段階

定期的検査には、毎年行う年次検査、2～3年ごとに行う中間検査、5年ごとに行う定期検査の3種類がある。

年次検査は、原則として書類検査とする。中間検査と定期検査については、事前に検査計画書と検査要領書を作成し、日本海事協会の承認を得て、両書類に基づき検査を実施する。中間検査では可視部を、定期検査では浮体内部及び水中構造物も検査する。

4 国際規格・欧州規格

4.1 国際標準化及び欧州標準化のための構造の概要

欧州規格を採択しうる標準化団体は3つあり、欧州標準化委員会（CEN）、欧州電気技術標準化委員会（CENELEC）、欧州電気通信標準化機構（ETSI）である。欧州規格は、すべてのEU加盟国で国家規格に取り入れられなければならない。矛盾がある場合、EN規格はあらゆる国家規格に優先する。EN規格は、ISOやIECを直接参照して採用されることもあり（ISOはCENにより、IECはCENELECにより）、その場合、「EN ISO」または「EN IEC」という接頭辞が付される。また、これらの国際規格は、修正を加えて採用されることもある。EN規格が国家規格として採用された場合、その名称の前に「DIN EN ISO」のように国別の略称が付く。電気・電子規格の分野では、欧州規格の80%近くがIEC国際規格となっている（IEC, 2022）。例えばデンマークでは、風力エネルギーに関して、国別附属書（国際規格やEN規格からの逸脱）のオプションは、今のところ使用されていない。

4.1.1 国際標準化作業における国内委員会

各国は、国内標準化機関（NSB）や関係団体からの情報提供を通じて、ISO/IECの作業に参加している。ISO/IEC作業に関する各国の見解は、NSBによって継続的に作成されたため、ほとんどのNSBは国内委員会（NMC）を設置している。国内委員会としては、ISO/IECやCEN/CENELEC（欧州の場合）と同じように組織された委員会と作業部会が各国内に存在し、機能している。

³⁰https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_fr8_000018.html

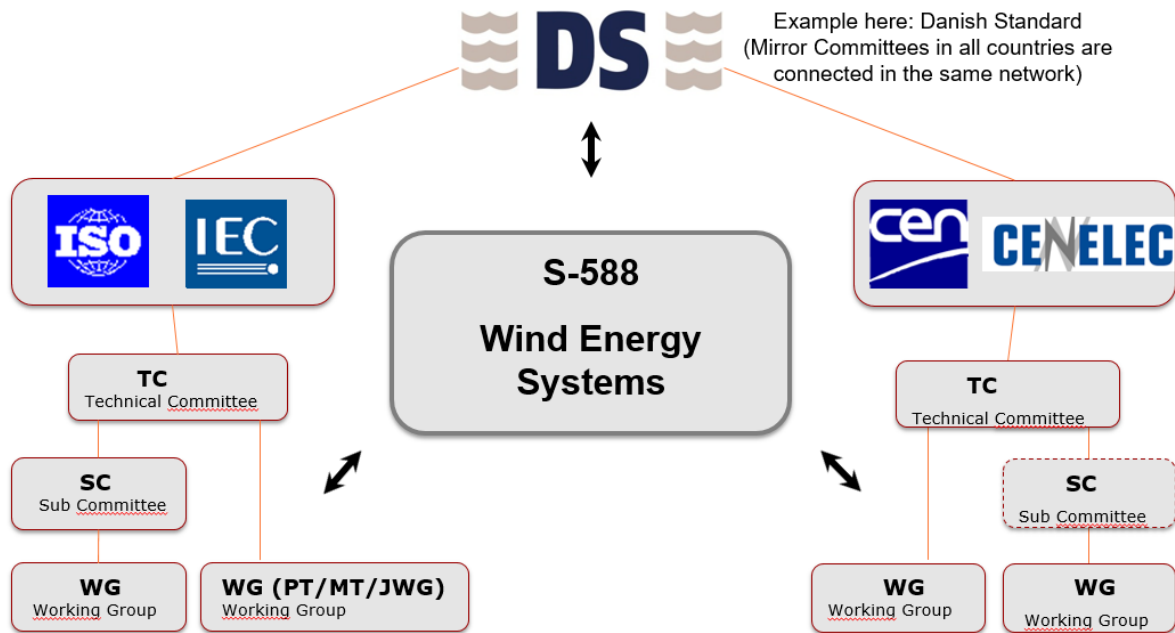


図 10 デンマークの標準化団体の例

出典：デンマーク規格

例えばデンマークでは、「S-588 風力エネルギーシステム」委員会は、国際関連委員会のすべての分野を反映した 13 の小委員会で組織されている。U-01 設計要件、U-02 測定方法、U-03 通信、U-04 ギヤボックス、U-05 風車の試験と認証 - 規則と手順、U-06 電気主要部品、U-07 騒音、U-08 雷保護、U-09 風車翼、U-10 利用可能率、U-11 電気試験とシミュレーションモデル、U-12 防護手段、U-13 IECRE 自然エネルギー認証 - 風力エネルギー部門である。デンマークの S-588 は、機器メーカー、開発事業者、コンサルタント、複数の大学、デンマークの送電事業者 Energinet、デンマークエネルギー庁（この分野の規制立案を担当）など、幅広い利害関係者から 30 名のメンバーが参加している。小委員会は、毎年 2~4 回開催される。S-588 の会員費は年間 2,250~3,500 ユーロで、大企業や営利目的の利害関係者は高く、大学などは低く設定されている。非営利団体であれば、無料で参加できる。デンマークの S-588 のメンバーは、「IEC TC 88 風力発電システム」、「ISO TC60 ギア」、「IEC TC 14 電力変圧器」、「CENELEC TC 88 風車」などの関連国際委員会に参加している。

デンマークは、国際的な IEC TC 88 全体の運営代理人として、その事務局を主催している。IEC TC 88 は、ワーキンググループ (WG)、メンテナンスチーム (MT) 及びプロジェクトチーム (PT) で構成されている。興味深いものとして、以下のものが挙げられる。

- WG 3 洋上風車の設計要件
- WG 15 風力発電所におけるサイト固有の風況の評価
- MT 1 風車の設計要件
- PT 61400-3-2 浮体式洋上風車の設計要件
- PT 61400-6 風車のタワーと基礎の設計要件
- PT 61400-8 風車構造部材の設計要件
- PT 61400-30 風力発電設備 (WTG) の設計に関する安全要件
- PT 61400-50-3 風速測定におけるナセル搭載ライダーの使用

- PT 61400-101 風力発電所の一般要件

4.1.2 国際規格の採用

ISO/IEC システムでは、多層的なコンセンサスに基づくプロセスを通じて変更が行われる。規格の策定は次の 6 段階のプロセスを経る。すなわち、(1)提案段階：業界団体や消費者団体が要望を提出 (2) 準備段階：ワーキンググループや技術委員会 (TC) が新しい規格の作業原案を作成 (3)委員会段階 (オプション)：親委員会による審査とコメント (4)照会段階：国際規格案 (DIS) を会員に配布してコメントを求め最終的に投票 (技術的変更がない場合) (5)承認段階：最終国際規格案の作成と会員全員の投票 (6) 公表段階、である。これらのプロセスは長く、容易に 5~7 年かかる。

欧州では、多くの分野で「並行投票」の原則を採用しており、同じ規格案が国際レベル (ISO/IEC プロセス内) と欧州レベル (CEN/CENELEC/ETSI の技術委員会内) で同時に採決される。これにより、円滑で迅速なプロセスを実現している。

しかし一方では、国内委員会が賛成票を投じることがほぼ当たり前といった期待や、「棄権」オプションをほとんど使用しないという示唆があることなどに対し、疑問の声も挙がっている。例えば、EN IEC 60079-13 と既存の EN 50381 (可搬型換気室) について、懸念が提起されている。IEC の規範がすでに EN システムに採用された後になって、問題を調査するためのアドホック作業部会が 2018 年にノルウェーを長として設置された件で、洋上作業に関連して、特に爆発安全要件に関する懸念について、環境上の理由から部屋が居住不可能になる可能性があるというものである。

4.2 EU 規格、認証、技術基準の概要

4.2.1 EU 法制

欧州標準化に関する規則 (EU) 1025/2012 は、国内規格を、各国の製品安全に関する法律や政策に準拠するためにメーカーが使用できる規格と定義している。規則 (EU) 2019/515 によると、ある製品が EU 加盟国の現地規格を満たしている場合、他の加盟国もその製品を市場で受け入れなければならない。国内規格が EN 規格と矛盾してはならない以上、これは明白である。

規格への準拠は任意であることが多いが、公共調達が行われる製品やサービス (洋上風力エネルギーは、政府の支援スキームを通じて調達され、典型的にそうである) については、必ずしもそうではない。これは、公共調達に関する EU 指令が、欧州の建設業界におけるすべての入札公告とすべての公共契約はユーロコード (Eurocodes、欧州構造基準) を受け入れなければならないと定めているからである (Schuppener and Ruppert, 2009)。2015 年の調査では、分析対象国の 41%で公共調達におけるユーロコードの使用を義務付ける規制的枠組みが存在 (または実施予定) し、他の 17%の国では、特定の規制的枠組みがなくても公共調達においてユーロコードを適切に用いることを検討している。

代替設計を提案する場合、EN ユーロコードの解決策と技術的に同等であることを証明しなければならない。ユーロコードへの言及と準拠の柔軟性の例は、以下の通りである。

"(42) 購入者が作成する技術仕様は、公共調達が競争に開放されることを可能にすべき

現在の実施状況とベストプラクティス

である。この目的のため、技術的ソリューションの多様性を反映した入札を行うことが可能とすべきである。したがって、機能的性能と要求事項の観点から技術仕様を作成することが可能であるべきであり、欧州規格を参照する場合、またはそれがいない場合は国内規格を参照する[...]。同等性を示すため、入札者はあらゆる形式の証拠を用いることが許容されるべきである。入札者は、当該事例において同等性がないことを示すあらゆる種類の証拠を使用することを許可されるべきである。[指令 2004/17/EC](英語)

洋上風力発電プロジェクトの一部が建設構造物と定義され、ユーロコードに準拠しなければならないのは一部の国のみであることに留意する必要がある。風車の他の部分は、機械指令に該当する。

欧州機械指令は、風車に関連があり、指令 2006/42/EC で機械とみなされるタワー、ブレード、ギヤボックスと、タワー及びナセルにあるすべてのものが関係する。規制は、完成品および部分的に完成した機械、交換可能な装置、機械関連の安全部品、吊り具、チェーン、ロープ、帯紐、取り外し可能な機械的伝達装置などに適用される。機械指令の適用について理解を深めるには、欧州委員会による機械指令の詳細なガイドが役立つ³¹。

この指令の主なポイントは、EU 域内に設置されるすべての風車に CE マーク（機械要素）が付される（機械要素に CE マークが付されている）ということであり、これは実質的に風車が、EU 法の衛星・安全に関する必須要求事項に適合していることを保証することになる。すべての場合において、製造者は機械がこれらの要求事項にどのように準拠しているかを確認する情報をまとめなければならない。

さらに、国の技術基準が国際規格や欧州規格を参照することは普通であり、これにより、法律が細かくなりすぎたり説明的になりすぎるのを防ぎ、規格が定期的に見直され更新されることで法律を最新の状態に保つことができる（IEC、2022 年）

4.2.2 EU における認証

規格や技術基準への適合性を示す方法として、認証がある。認証は、製品またはサービスの安全性を独立した公平な立場から保証するものである。認証は法律で義務付けられている場合もある。しかし、金融機関や保険会社など、市場から要求されることも頻繁である。金融機関や保険会社にとっては、認証はデューデリジェンスのコストを削減し、所有者にとっては、一般的に取引コストを削減し、技術的リスクの影響を低減し、最終的に資本コストを下げ、プロジェクトの業績を向上させることができる。したがって、認証は規制によって義務付けられていない場合でも、しばしば実施される。

政府機関や規制当局にとって、一定の業界規格に基づく認証を要求することは、公共の安全に対する懸念に確実に対処するための効率的で費用対効果の高い方法となり得る。

認証は、洋上風力発電に関連する 3 つの分野に区別される。

- 型式認証 - 安全性、信頼性、性能、試験、電力ネットワークとの相互作用に関する特定の規格および技術要件に従った風車の設計要件評価、設計評価、型式試験、製造評価、および最終評価を含む（IEC 61400, IECRE, GL2010, DNV GL 2015）.基礎設計や製造評価など、オプションのフェーズが適用される場合もある。
- 部品認証 - 型式認証と同じ特定の規格と技術要件に従って主要部品（ブレード、ギヤボック

³¹<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/24722/attachments/1/translations/en/renditions/native>

現在の実施状況とベストプラクティス

ス) に適用され、型式認証と同じ手順を含む。

- プロジェクト認証 - 風力発電所の設計要件を検証し、それがサイト固有の条件を満たしているかどうかを表明するものである。これには土壌調査、風況測定結果のレビュー、発電電力量レポートの評価、海洋条件の評価、応力・荷重定義の検証が含まれる。すべてのステップについては、以下の 3.2.1 節で詳しく説明する。

以下は、欧州主要国における洋上風力発電の一般的な認証要件の概要である。

表 4 欧州主要国における洋上風力発電の一般的な認証要件

	部品認証	型式認証	プロジェクト認証
フランス	認証書は、型式認証やプロジェクト認証への統合を促進することができる。 入札文書では、FN EN 61400 に基づく型式認証を受けた風車の使用を要求される。	開発事業者は、設計、製造、性能に関する保証を提供するために、欧州連合の規格 (NF EN 61400) を遵守し、加盟国から認定を受けた機関によって事前に認証された風車を使用しなければならない。	入札で指定されたプロジェクト認証の要件：一般的には IEC 61400-22 に準拠したプロジェクト認証。
ドイツ	認証書の存在により、型式認証やプロジェクト認証への統合が円滑になる。	承認およびプロジェクト認証の前提条件として、IEC 61400-22 または IECRE OD-501 が適用される (DIN EN 61400、DNVGL-SE も同様)。	風力発電機と変電所 (支持構造物を含む) については、BSH7005 で義務付けられている。
デンマーク ³²	認証書の存在により、型式認証やプロジェクト認証への統合が円滑になる。	行政命令第 73 号 (2013 年) により義務化、IECRE OD-501:2018 を参照。	行政命令番号 73 (2013) に基づき義務化、IECRE OD-502:2018 を参照。プロジェクト認証は、プロジェクトオーナーが申請する必要がある。
英国	認証書の存在により、型式認証やプロジェクト認証への統合が円滑になる。	認証書の存在により、プロジェクト認証への統合が円滑になる。	プロジェクト認証の取得が一般的
ベルギー			プロジェクト認証は必須であり、国内および国際的な規範に基づいて実施されなければならない。

³²<https://cas.ens.dk/home/legislation-and-standardisation/>

現在の実施状況とベストプラクティス

オランダ			2015年4月13日の水政令に規定されたプロジェクト認証が必須。すべての国際規格を使用することができる。
スウェーデン			IEC 61400-22 および ISO 規格に準拠したプロジェクト認証。

認証以外にも、洋上風力発電は、技術、環境、安全に関する多くの規制の対象となっている。以下では、この規制のいくつかの主要な分野について、欧州の例を挙げて説明する。

風車には航空障害灯の設置が必要で、フランスのように、農場内の周辺にある風車または農場内にある風車とで、異なる航空障害灯を要求されることがある。また、昼夜で照明が異なる場合もあり、風車の各要素（ナセル、タワー、ブレード）には固有の規定がある。例えば、ベルギーでは、風車の先端高さが 150m を超える場合、ブレード、タワー、ナセルに赤色の帯をつけることが義務付けられている。

ヘリコプターからの着地設備は、プラットフォームの大きさが 4m×4m の正方形か、直径 5m 以上の円形であること（デンマーク）など、いくつかの条件を満たしていなければならない。その他、重量公差、静電気放電、手すり、摩擦特性などに関する規定もある。

技術的な規制には、点検や保守、安全性なども含まれる。ブレード、ドライブトレイン、ナセル、タワー、基礎、電気系統、圧力機器、エレベーターなど、風車のあらゆる部分の保守の間隔が各国で決められている。ハーネス、救命胴衣、安全キット、安全照明など、人の安全についても定期的なチェックが行われる。最後に、風力発電事業者は緊急サービス計画を定めなければならない。

輸送システムも一連のルールの下にある。ヘリコプターの運航条件（雲、視界、風など）や、乗組員の資格（例えばデンマークやドイツでは能力証明書の保有が必要）などの船舶の安全に関するルールが含まれる。

また、風車群のレイアウトに関してもいくつかの規制が適用される。風車の間隔、近隣の風車群への配慮、船舶の交通、立ち入り禁止区域（考古学的遺跡、パイプラインなど）からの距離などが含まれる。

データは必ず第三者と共有することが求められている。各国は環境データを保管する責任者を置かなければならない。

環境規制については、環境調査は、建設前、建設中、建設後に行うことになっている。鳥類、海洋哺乳類、土壌の状態、基礎に生育する動植物などに着目している。水中騒音も管理されなければならない。ドイツのように騒音の閾値を設定し、騒音低減措置を義務付ける国もある。

最後に、ウィンドファームの廃止措置に関する規制は、どの国でも厳しい。海底を以前の状態に戻すためには、基礎、ケーブル、洗掘防止装置を撤去する必要がある。

以下では、欧州と日本の比較において特に関心の高い認証と規制のいくつかの分野について説明す

る。

4.2.3 プロジェクト認証の要素

欧州諸国では、プロジェクト認証は、建設前の早い時期に始まり、プロジェクトの全期間を通じて行われることもある長いプロセスである。プロジェクト認証プロセスは、通常、規制には詳細に記述されていないが、認証機関自身による文書で、典型的なプロセスや実施される活動が的確に表されている。認証機関はそれぞれ独自のプロセスを示している。ここでは、代表的な DNV のプロセスを参照する。DNV-SE-0190 によると、下図に示すように、5つの必須フェーズといくつかのオプションのフェーズがある（同文書から抜粋）。

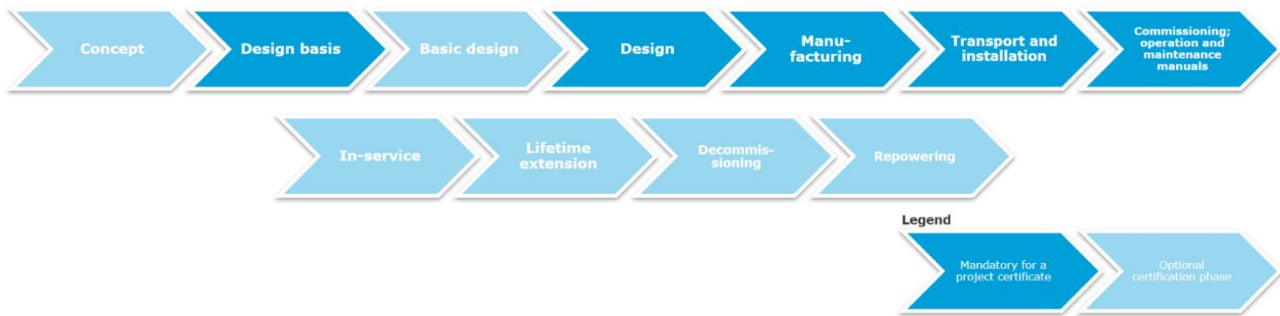


図 11 欧州の代表的なプロジェクト認証段階

出典：DNV

ここでは、各段階についてさらに詳しく説明する。

- コンセプト：風力発電プロジェクト開始時のコンセプト策定を対象とする。
- **設計要件**：建設サイト条件と設計要件をカバーする。土壌調査、プロジェクト関連資産（風車、基礎、変電所、電力ケーブルなど）の設計基準、風況測定結果のレビュー、発電電力量レポートの評価、海洋条件の評価、応力・荷重条件の定義の検証など。
- 基本設計：その後の詳細設計と実装のための一般的な設計書を対象とする。
- **設計**：最終的な設計承認を得るために必要なステップを対象とする。これには、プロジェクト関連資産の統合構造システムのサイト別設計承認、荷重計算の検証などが含まれる。
- **製造**：プロジェクト関連資産の製造時のサーベイランスを対象とする。
- **輸送・設置**：プロジェクト関連資産の輸送・設置時の監視を対象とする。
- **試運転、運用、保守マニュアル**：発電所の導入と運転開始時のすべてのフォローアップ評価とオンサイト点検を含む。
- 稼働中：稼働開始後のフォローアップ評価と定期的な現地点検を行う。
- ライフタイムエクステンション：風力発電所の設計寿命を超えて運転を継続することを意味する。
- 廃止措置：風力発電所の廃止措置と撤去の計画と実行が含まれる。
- 建替え：発電所跡地に風力発電所を更新・再設置（通常、一部または全部の更新）することを対象とする。

一般的に、品質システムの評価は、異なる OEMS/事業者の品質システムが ISO 9001 に従って認証されていることの検証に限定される。無作為抽出による現場査察も行われることがある。風力発電所

現在の実施状況とベストプラクティス

の「プロジェクト設計」認証は、サイト固有の設計の評価とサイト評価を実証するために取得することが可能であり、ここでは輸送、建設、試験の評価は行われない。

ドイツは、プロジェクトの認証と許認可手続に関して、他のヨーロッパ諸国と比較して特別な道を行ってきた。他の国々が ICRE をより直接的に参照し、業界自体に工夫の余地を多く残しているのに対し、ドイツは独自の統一「洋上風力規格」を開発した。ドイツの洋上風力規格 BSH7005 は、洋上分野に特別に適用されるすべての規格と規則を収集し、詳細に説明している。

ドイツのBSH7005（2015年版）

標準設計-海洋構造物の建設的設計に関する最小限の要求事項

ドイツは、欧州諸国の中で唯一、独自の統一「洋上風力規格」を策定している。2000 年代初頭、ドイツの業界は、荷重や構造強度に関するドイツ国内での異なる型式認証要件や、タワーや基礎の承認を受けるための複雑なプロセスによる障壁に直面した (ECN, 2000)。そこで、業界からの要請に基づき、約20名の専門家からなる技術専門家グループが、ドイツ初の洋上風力規格の策定を依頼された。このグループには、業界のさまざまな関係者が参加している。BSHは、このプロセスをリードし、最終的な意思決定に責任を負った。現場調査のための最初の統一ガイドラインは2004/05年に発行され、設計のための最初の洋上風力規格は2007年に発行された。現行版では、117ページに及ぶこの文書が、海洋構造物の開発、設計、実施、運用、廃止のための法的な計画上の保障を提供している。この文書では、各ポイントについて標準的な指示とその正当性が述べられている。どの規格がどこに適用されるかを言及し、明確化し、規制や手順を示している。業界団体や送電事業者による草案の継続的な評価とコメントがある。最初の更新（2015年）の準備では、すでに75人以上の技術専門家が関与している。

4.2.4 サイト調査

ベルギー、デンマーク、オランダ、英国では、サイト調査に関する詳細な規制要件は、意図的に当局によって発行されていない (Fischer *et al.*)。サイト調査の要件は、その多くが、ISO19901 のパート 8 と、DNV GL 規格 (DNVGL 2018) のような洋上風力エネルギーの補足ガイダンスや、例えば IHO 2008 のような物理探査に関する特定のガイダンスからとられた追加的な推奨事項に基づいている。石油業界に由来するこの ISO 規格の単独使用は、洋上風力発電所のサイト調査のための基礎としては十分でないと言われている。したがって、洋上風力発電所のサイト調査を推進するのは、規制上の要求というよりもむしろ現実のプロジェクトの要求である。最悪の場合、不適切なサイト調査は、プロジェクトの後の段階になって、認証プロセス中問題を引き起こしかねない (Fischer *et al.*, 2020)。ドイツでは、異なるアプローチがとられている。ここでは、物理学および地質学的調査のための最小要件は、BSH 7004「標準地盤調査」に詳述されており、ユーロコード 7、同国の附属書と DIN 規格³⁵、そして将来的には DIN 規格 18088 のパート 4 を介した一括要件の優先使用を規定している

³⁵ ユーロコード 7 「地質工学的設計」

現在の実施状況とベストプラクティス

(DIN 2019)。「標準地盤調査」は、上記の BSH7005 と同様のプロセスで、専門家と利害関係者のワーキンググループ (Fischer ほか、2020) によって定義された。

地盤調査には義務化された技術はない。ドイツでは、物理探査装置の曳航速度、周波数、分解能に関する最低限の技術要件が規定されているため、ある程度の制約があるが、最適な装置や詳細な現場調査の実施は所有者に委ねられている (Fischer *et al.*、2020)。

BSH7004 では、風車位置の地質調査には、マルチビーム測深機のための Order 1b 調査と水路測量のための国際水路機関 (IHO) 規格 (IHO 2008) に準拠することが求められている。BSH7004 のパート D によると、インナーアレイケーブルのルートとエクスポートケーブルのルートには IHO 特別オーダーの測量が必要である。

実際には、ヨーロッパ諸国のアプローチは類似している。例えば、現在開発中のデンマークの Thor 洋上風力発電所では、440 km² のエリアにおける地盤調査の範囲は、土壌サンプリングを伴う 15～20 本のボーリング孔、60～80 本の コーン貫入試験 (CPT)、および多数のラボ試験から構成されている。デンマーク当局によると、物理探査は、組織的な事項を除いて、ドイツの BSH 規格に規定された技術的要件から逸脱していない (Fischer *et al.*、2020)。これは特に、BSH 規格に規定されている「10%基準」に関連しており、それによると、予備的なサイト調査のボーリング孔の位置と CPT の位置の合計数は、計画された風車の位置の数の 10%に相当しなければならない。³⁴

IEC 61400-3-1 によると、該当する場合は、IEC 61400-1:2018 に従った地震条件の評価を実施しなければならない。しかし、フランスなど一部の国では、新規洋上風力プロジェクトの仕様書 (n° 2011/S 126-208873) によると、地震リスクが非常に低い場合でも、すべてのプロジェクトに対してそのような分析を要求している。より正確には、洋上風力発電所の開発を希望するすべての企業は、垂直分解能 1m の高分解能反射法地震探査による地質構造評価を提供しなければならない。こうした技術等は、国際地盤工学会 (ISSMGE) の技術委員会 TC1 が発行したマニュアル「Geotechnical and geophysical investigations for offshore and nearshore development」に記載されている。このマニュアルには、海洋における物理・地盤調査の計画方法に関する推奨事項も含まれている。

現地調査を行う主体は国によって異なる。デンマークの場合、予備サイト調査の責任者はエナジネット (Energinet) である。ドイツでは、2025 年末までに運転開始する風力発電所については、洋上風力発電所の所有者が予備サイト調査および本サイト調査のすべての部分に責任を負う。2025 年以降に運転開始する洋上風力発電所については、BSH が次に述べる範囲 (入札が行われる前のすべての活動) の責任を引き継ぐ：机上調査、物理探査、予備地質調査、地質報告書の作成。関連する事実関係の報告書と生データは、関連する各申請者に開示される (Fischer *et al.*、2020)。地質調査に関する作業は、独立した適切な資格を有する第三者の地質専門家が実施することになっている。物理学的調査については、そのような要件は存在しない。

-
- DIN 1054:2005 「地盤－掘削と基礎の安全性の検証」
 - DIN 4020:2003 「土木工学目的の地質工学的調査」
 - DIN 4017 「土壌－浅い基礎の下部土壌の設計支持力計算」
 - DIN 4084 「土壌－築堤崩壊と保持構造物の全体的安定性の計算」
 - DIN 4085 「土圧計算」

³⁴ 一般に、ウィンドファームの面積 0.5km² あたり 1 基のタービンが設置されると仮定した場合

4.2.5 荷重のサイト別評価と荷重ケース

DNV (DNV-SE-0073 and DNV-SE-0190) と Bureau Veritas (Marine & Offshore technology report) によれば、特定の荷重が承認された設計基準に適合して導き出されることを検証するために、独立した荷重解析を実施しなければならない。このような独立した解析は、洋上サイトの土壌モデリングを含む、風車及び支持構造物からなる統合システム全ての動的荷重モデリングに基づいて、空気-水-弾性コンピュータプログラムを使用して実施される。統合荷重解析は、単一のコンピュータプログラムによって実行されることが望ましい。これは、風、波、潮流などのすべての関連する環境からの力が統合システムに与える動的な影響を同時に考慮する必要がある。統合システムに関するモデルは、ロータ・ナセルアセンブリ、支持構造物、基礎、及び土壌の特性から構成されなければならない。これにより、作用するすべての環境影響の相関を考慮した動的システム応答の解析が可能となる。

DNV-SE-0190 から抜粋した以下の図は、解析を行うために必要な様々な種類の情報の関連性を概観したものである。

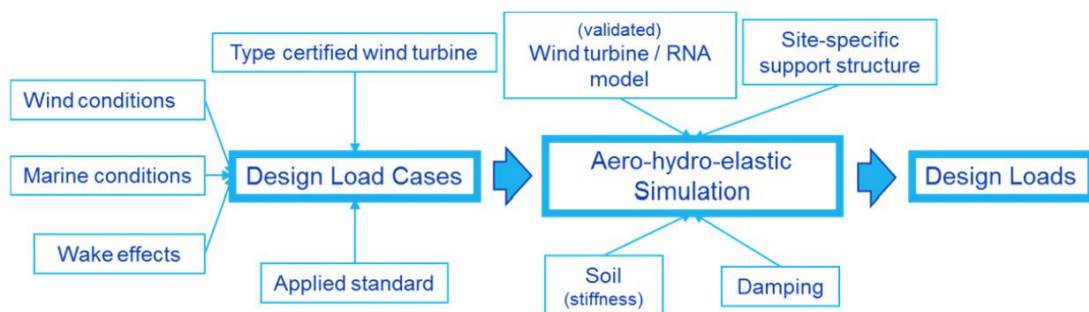


図 12 荷重解析に必要な情報

出典：DNV

一般に、着床式洋上風車については IEC 61400-3-1 の要求事項を、浮体式洋上風車については IEC 61400-3-2 の要求事項をそれぞれ満たす必要がある。これらの文書では、構造解析は ISO 2394 に基づいて行われることが規定されている。

荷重には以下が含まれる。

- 重力および慣性負荷：重力、振動、回転および地震活動から生じる静的および動的な負荷
- 空気力学的負荷：気流と風車の静止部品および可動部品（タワー、ナセル、ローター、浮体式風車タービンの浮体下部構造）との相互作用から生じる静的および動的負荷
- 作動負荷：風車の運転や制御から生じるもの
- 流体力学的負荷：水の流れと風車の支持構造との相互作用によって生じる動的負荷（浮体式風力発電所の係留システムも含む）。
- 氷上荷重：氷結によって生じる静的および動的な荷重。ISO 19906 は浮体式風車に適用される。
- その他の荷重：航跡荷重、船舶衝撃荷重、地震荷重

IEC 61400-3-1 によれば、地震荷重は、該当する場合は、IEC 61400-1:2018（地震荷重の詳細な評価が附属書 D に示されている）に従って考慮しなければならない。洋上風車の支持構造物の荷重計算には、時刻歴シミュレーションが必要である。例えば、モノパイル支持構造には相互作用モデルが

現在の実施状況とベストプラクティス

必要である一方、重力ベース構造には揺動モデルが使用できる（詳細は ISO 3010:2017 に記載）。さらに、海底地震に起因する波（津波）による流体力学的な荷重を考慮する必要がある場合もある。

IEC 61400-3-1 から発電に関連する設計荷重ケースの例を集めた。各荷重ケースの詳細については、報告書に記載されている。統合荷重解析は、プロジェクト認証の範囲内で、疲労荷重と極限荷重に関する選択された一部の荷重ケースに焦点を当てる必要がある。

表 5 IEC 61400-3-1 の発電に関連する設計荷重ケースの例

設計荷重ケース (DLC)	風の状態	波浪条件	風・波浪の方向性	海流	水位
DLC 1.1	通常の乱流モデル（全風速対応）	通常の海況	同じ方向	通常電流モデル	平均海面
DLC 1.5	極端な風向や風速の急変	通常の海況	同じ方向	通常電流モデル	平均海面
DLC 1.6	全風速に関する通常の乱流モデル	高波浪時海況	同じ方向	通常電流モデル	通常水位範囲

風車の IEC 規格は、設計荷重の不確実性と部分安全係数の合計による故障の影響を考慮する限界状態設計法（LRFD）アプローチによる設計条件と荷重ケースに焦点を合わせている（NREL 2014）。一般に、IEC は極端な設計条件に対して 50 年間の再現期間を支持している。

さらに、IEC 61400-3-2 では、浮体式風車に関するいくつかの特殊な荷重ケースを報告している。例えば、係留システムの冗長性チェックのような他の条件も含まれている。

例として、TÜV は有限要素計算による荷重計算を実施している。これには、応力、変形、復原性の線形・非線形解析、極限荷重下での局所的な可塑性の評価、疲労解析が含まれる。また、このプロセスを通じて、いくつかの故障シナリオも調査される。

4.2.6 欧州の鉄鋼規格

鉄鋼規格には、EN10027 と EN10025 の 2 つがある。EN 10025（構造用鋼の熱間圧延製品）は、構造用鋼の熱間圧延製品の技術的な納入条件を規定する欧州規格の一群を指す。この規格は以下の部分から構成されている。

- EN 10025-1: パート 1: 一般技術的納入条件
- EN 10025-2: パート 2: 非合金構造用鋼の技術的納入条件
- EN 10025-3: パート 3: 正規化/正規化された圧延溶接可能な細粒構造用鋼の技術的納入条件
- EN 10025-4: パート 4: 熱機械圧延溶接可能な細粒構造用鋼の技術的納入条件
- EN 10025-5: パート 5: 耐候性改善構造用鋼の技術的納入条件
- EN 10025-6: パート 6: 焼入れ・焼戻しされた高降伏点構造用鋼の平板製品に関する技術的納入条件
- EN 1993 ユーロコード 3: 鋼構造物の設計に関連するもの

2013年に施行されたEU建設製品規則では、欧州統一規格の適用を受ける建設製品や欧州技術評価に適合する建設製品にCEマーキングが義務付けられている。加工された鋼構造物については、2014年7月にEUでCEマーキングが義務化された(EN 1090)。鋼構造物のCEマーキングは、製造者による宣言で、鋼材が一定の公共安全要件を満たしていることを表明するものである。これはエンジニア、請負業者、鋼構造物の専門家にとって大きな進展であり、新しい義務に注意深く対応することが求められた。

欧州では、洋上風力発電の開発当初、特定の「洋上鋼」を使用する必要があると考えられていた。しかし現在では、十分な腐食防止措置は適用されるものの、使用する鋼材の種類にそのような制限はない。使用できる鋼材の種類を制限することは、プロセスを遅らせ、洋上風力発電の価格を上昇させることを経験したのである。

5 日本と欧州の規格・規制の比較

5.1 日本と欧州の実務の相違点

以下では、日本と欧州の共通点と相違点を概観する。各章で述べたように、欧州では国際規格であるISOやIECが適用されている。日本も同様で、日本でよく使われる規格は日本語に翻訳されJIS規格として発行されている。我々が業界関係者から聞いたところによれば、これまで見てきた国際規格と比較した場合の多少の調整(例：雷対策)は、正当といえるようである。確かに国際的には、現地語への翻訳や現地の事情を考慮した小さな変更は、規格採用の際によく見られることである。しかし、国際規格のスピードと採用プロセスには違いが見られる。欧州では、ほぼ自動的な手続によって迅速な導入が保証され、さまざまな利害関係者の幅広い参加によってサポートが保証されている。

表 6 日本と欧州の技術基準と規格の利用において確認された類似点と相違点の概要

	欧州	日本
規格の採用	<ul style="list-style-type: none"> ▪ >IEC規格の80%以上がEN規格に直接統合されている。 ▪ EN規格とユーロコードに基づく公共調達 ▪ ほとんどの国で、洋上風力に関する具体的な基準がない ▪ ドイツ：詳細な「洋上風力規格」(BSH Nr.7004&7005)。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IEC規格をベースとした国内JIS規格 ▪ 洋上風力規格の詳細 "洋上風力発電設備に関する技術基準の統一解説"
規格・規制の策定	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO/IEC、IECREへの直接参加による開発 ▪ ドイツ："洋上風力規格"のさらなる開発のための技術専門家グループ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IECおよびIECREへの参加 ▪ 国の事情に合わせた具体的な規制を策定中 ▪ 経済産業省・国土交通省の専門委員会

現在の実施状況とベストプラクティス

<p>プロジェクト 認証・許認可</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IEC 61400シリーズおよびIECRE OD 501 & 502に基づく適合性評価 ▪ 完全なプロジェクト認証の実施が一般的 ▪ 一般的に、適合性評価の実施に政府機関は直接関与しない。 ▪ 現在、専門家委員会のプロジェクト別関与はない。 ▪ 認定された第三者機関が発行する認証書に基づく許認可 ▪ 幅広い分野の認証機関が活動し、相互に承認されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IEC 61400シリーズに基づく適合性評価 ▪ 設計段階で「ウィンドファーム認証」が通常 ▪ 第三者認証機関と国土交通省の登録機関が共同して適合性評価を実施、経済産業省も適合性評価を実施 ▪ 専門委員会は、特定のプロジェクトに関与し、要望や意見を出すことができる ▪ 2つの認証機関が活動中
<p>現地調査</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 現地調査に関する詳細な規制的要件は意図的に発行されていない。 ▪ 例外はドイツ：洋上風力規格 ▪ 地盤調査での義務的技術はない。通常コーン貫入試験(CPT)を実施、近傍1箇所でのボーリング調査 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 複雑で多様な海底地盤 ▪ 「統一的解説」が要件を詳細に記載 ▪ 標準貫入試験 (SPT) に基づく調査、望ましくは複数のボーリング調査
<p>荷重</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 疲労および極限荷重のための選択された一部の荷重ケースに基づく統合荷重解析 ▪ 限界状態設計法 (LRFD) の考え方 ▪ IEC 61400-3-1に基づく極限設計条件に対するリスクベース評価 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 時刻歴応答解析法による荷重の影響と年平均の複合解析 ▪ 複数の異なる方法と計算を試行 ▪ 地震や台風の条件 ▪ 評価のための汎用的な手法の開発にはさらなる研究が必要。
<p>材料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 建築や他の土木工事の場合、ユーロコード基準に基づく ▪ EU機械指令に基づく ▪ 鋼材：約40の主要なEN 鋼材規格 ▪ 洋上風力における鋼材：要件が少ないことによる柔軟性の向上（コスト低減効果） 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 鋼材：JIS認証または経済産業省の承認が必要（価格上昇効果あり） ▪ 特定の設計が利用可能材料として記載されていない場合、別途性能評価を受ける必要がある（100mm以上、=>M72）。 ▪ 材料に関する具体的なガイドラインとリストの作成が必要（コンクリート、合成繊維ロープなど）

5.1.1 プロジェクト認証（ウィンドファーム認証） および許認可取得

日本では、IEC61400（JIS C61400）シリーズに基づく風車の型式認証が活用されている。現在、日本には風車メーカーがないため（日立の生産終了後）、型式認証を取得する新しい風車はない。日本国内で使用される風車は、各国の認証機関が認証した製品に対して国際相互認証が行われる。地震に関する荷重は型式認証では考慮されないため、サイト固有の評価の一環として「ウィンドファーム認証」の手順で評価される。

現在の実施状況とベストプラクティス

プロジェクト認証も基本的には IEC61400 シリーズをベースにしている。現在、第三者認証は、計画段階での安全性が経済産業省の許認可を得るための主要な評価対象であることから、IECRE OD502 6.3 に規定されている Site suitability evaluation に相当するサイト適合性評価（「ウィンドファーム認証」と呼ばれる）に重点を置いている。日本では完全なプロジェクト認証はほとんど行われていないが、その理由として、運転・維持段階の定期点検が法律で細かく規定されていること、建設段階のリスク評価・管理がマリン・ワランティ・サーベイや保険契約でカバーされると考えられていることなどが指摘されている。

プロセスでは、日本特有の気象、地質、地震などの条件を考慮する。特に、型式認証時には地震の影響を考慮していないため、型式認証を受けた風車の地震時の安全性が確認される。

日本では、「ウィンドファーム認証」は、法律で定められた技術基準への適合性を確認することを目的としており、第三者認証機関が IEC 規格と技術基準の双方を参照して審査を行う。そのため、IEC 規格と技術基準との間に差異がある場合、後者をクリアして初めて認証が受けられることになる。

IEC61400-1、IEC61400-3 では、地震に対する評価は、各国の規格で定められた地震動に基づいて行われることが示されている。この点から、欧州にない日本の技術基準が存在することは、必ずしも国際基準からの逸脱とは言えない。

技術基準そのものは明確であるが、一般的で抽象的である。これらの規格を補完するものとして、IEC をはじめ、日本で従来から用いられている建築物や支持構造物の考え方や計算方法が用いられている（土木学会発行のガイドラインなど）。関係者へのヒアリングによると、国際基準との違いは、主に欧州と日本の気象・地質条件の違い（地震、海底地盤、風（台風）、波）、特に計算方法と要求レベル（より保守的）に関してであった。日本では既に確立されている計算方法があるが、様々な計算方法（例えば土木学会規格、DNV、IEC）が想定される場合、全ての計算方法の使用を求められ、最も保守的な結果への準拠が求められる可能性がある。この保守性は、適合性評価に関与する専門家に対する暗黙の圧力（意思決定者としてリスクを取らないようにする）や、リスクベース評価の原則が実務上あまり一般的でないことに由来していると思われる。また、日本では OSW に関する経験の蓄積が少ないため、認証申請事業者は、認証実績の少ない手法や計算結果の妥当性を証明する必要があり、学術論文がそのために利用されているのが現状である。逆に審査の過程で、最新の知見を取り入れた新しい考え方や方法を求められることもあり、発行済みの第三者認証機関のガイドラインや統一的解説に掲載されている基準から逸脱しているとみなされるケースもある。

欧州では、ドイツが唯一、日本の統一的解説に匹敵するアプローチをとっている。ドイツは独自の統一「洋上風力規格」（BSH7004 と BSH7005）を持っている。これは、ISO/IEC ICRE 規格をより直接的に参照し、業界自体に工夫の余地を多く残している他の国々と比べて、特別な道に乗り出したと言える。ドイツの洋上風力規格は、洋上分野に特別に適用されるすべての規格と規制を収集し、詳細に記述している。この規格は、多くの方向性と透明性を与えてくれるが、洋上風力業界の発展を遅らせ、開発に数年を要した。

現在の日本と同様、ドイツでも当初は専門委員会があり、サイトの特殊性や荷重の問題などから、個別にプロジェクトを審査していた。その後、一定期間を経て、委員会は規格全体を策定し、現在は特定のプロジェクトには直接関与せず、定期的に洋上風力規格を更新するのみである。

日本は最近、適合性評価に関する二度手間を避けるために許認可プロセスを改革したが、我々はガバナンスの実践に関する以下の重要な要素を指摘することが妥当と考える。1) 欧州では、通常、適合性評価の実施に直接関与する政府機関はなく、すべての業務は、単一の国家認定機関によって独

現在の実施状況とベストプラクティス

立に認定された完全に独立した第三者認証機関によって実施される。2) 同じ権限を複数の異なる地域事務所が持つ必要がないよう、活動は可能な限り中央に集中化されるべきである。欧州では、通常、すべての洋上風力の許認可を担当する国家当局の事務所は1つしかなく、最善の場合には、プロジェクト開発者が当局に向かう際の入り口が1つになるよう、許認可プロセスが統合されている。

5.1.2 サイト調査

日本の海底は、これまで洋上風力開発の中心であった欧州の北海に比べて砂と岩が混在する複雑な地盤で、港湾や内湾では軟弱地盤が多く見られる。

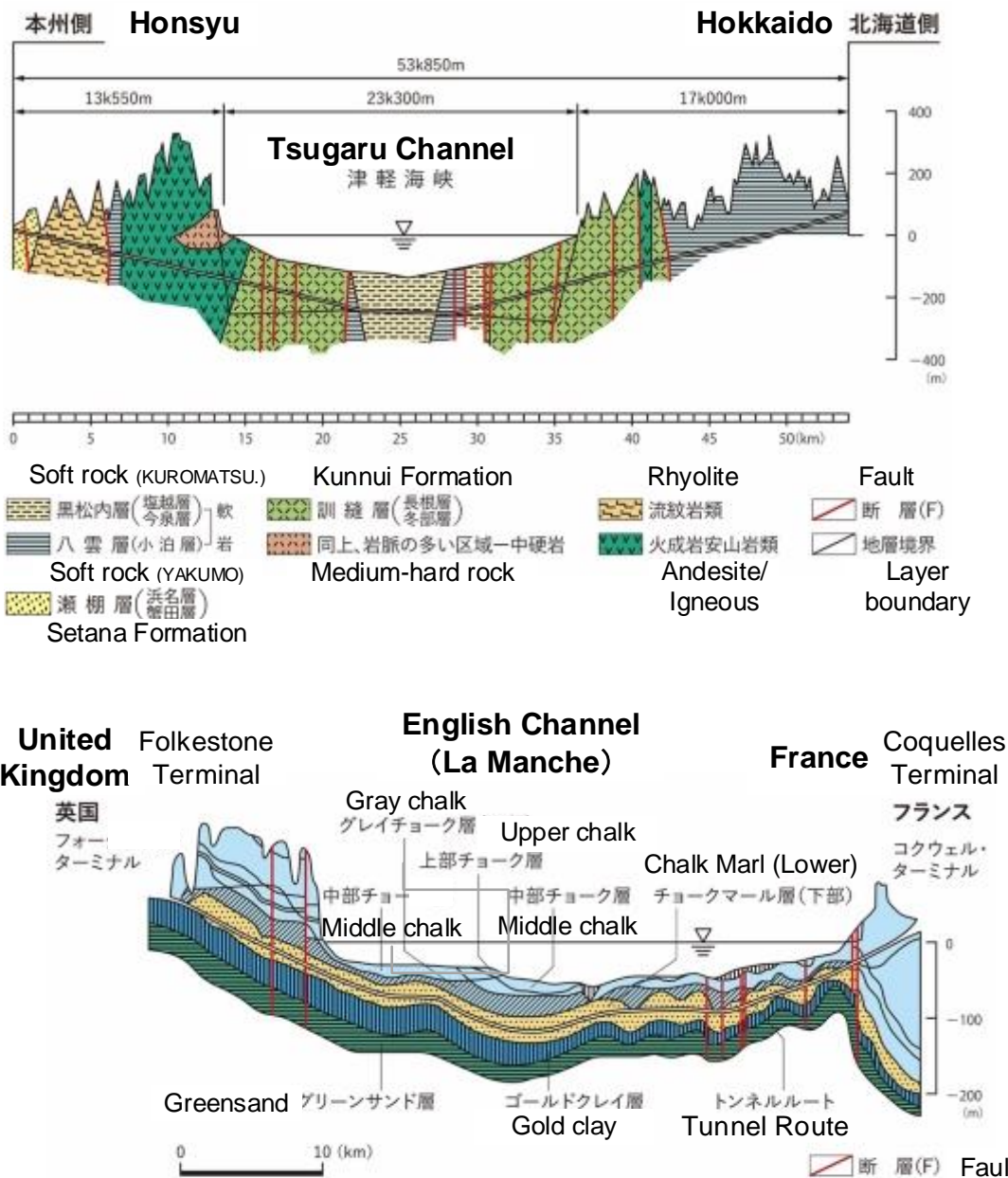


図 13 海底の状態の例 (上：津軽海峡、下：英仏海峡)

出典：国土交通省港湾局「2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会（第1回）」（2021年5月18日）³⁵ 翻訳は自然エネルギー財団が追加

海底はわずかな距離の差で変化することが多いため、事前調査や物理探査の結果から地盤構造や土質が類似していると判断される場合にはグループ化して評価する。

日本では、標準貫入試験(SPT)による調査が行われている。欧州で普及しているコーン貫入試験(CPT)を用いる場合、前者と後者の方法を対比し、データを比較検討し、保全性(安全性)を証明する必要がある。SPTとCPTの校正に必要なデータ数は、IEC61400-3-1の想定より多い場合がある。すなわち、IEC61400-3-1ではCPT現場近傍の1箇所ですら土壌ボーリングの実施を求めているが、統一的解説では、前述のように海底の状態が複雑かつ多様であることから「複数箇所のデータを比較することが望ましい」とされている。

LiDARに関するIEC61400-50シリーズはまだ発行されておらず³⁶、欧州での関連規格の実施もまだ大まかには決まっていない。日本では、スキャニングLiDARやフローティングLiDARの使用について統一的解説に記載がなく、適用する基準・規格が定められていない。そのため、地上気象観測マスト、鉛直LiDAR、複数のスキャニングLiDARを用いて、建設サイトごとに個別に風況を検証している。現在、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が、関連データの蓄積のための研究を進めている。データの蓄積と活用に関する報告書及びそれに基づく推奨規格が、数年以内に発表される予定である。

5.1.3 地震荷重評価

IEC61400シリーズでは、地震荷重の評価方法として、応答スペクトル法、時刻歴応答解析法のいずれかを用いることができる。日本では、統一的解説において、地震荷重は、時刻歴応答解析法で評価した荷重効果と年平均波浪・風による荷重効果の複合解析により評価することとされている。欧州の規制では、一般的に調査方法についてあまり詳細な規定がなく、疲労や極限荷重について選択された一部の荷重ケースに基づく一般的な統合荷重解析が実施されている。

5.1.4 材料

前述の通り、風力発電設備の建設に使用できる材料は、原則としてJIS規格に適合³⁷することが求められており、当局はそのリストを規制に組み込んでいる。したがって、JIS規格外の材料は基本的に対象外である。例えば、厚さ100mmを超える鋼材や、欧州で一般的に使用されているM72以上のボルトなどが該当する。また、JIS規格の材料であっても、リストにないものは使用できない。そうした場合、JIS規格と同等以上の安全性を持つものとして第三者認証機関の承認を得るか、電気事業法および港湾法の技術基準に適合していることを確認するための性能評価を受ける必要がある。その評価においては、化学成分や機械的特性、製造工程における品質管理体制など、必要なデータを利用できなければならない。浮体式OSWに関しては、浮体式洋上風力発電設備の基礎に使用されるコンクリート材や係留用ケーブルに使用される合成繊維について、国内規格(コンクリート材)、国

³⁵<https://www.mlit.go.jp/common/001404624.pdf>

³⁶ 2022年7月から2023年5月の間に発行される予定である。

³⁷ 一定の条件下で使用が認められた材料を使用することができる。例として、2014年以前に建築基準法第37条第1項第2号に基づき国土交通省が承認した材料が挙げられる。

現在の実施状況とベストプラクティス

際規格（係留用ケーブル）に加え、国土交通省海事局への相談が必要である。合成繊維ロープについては、現在、国土交通省がガイドラインを策定中である。

欧州では、機械指令の対象となる風力発電所の部品には CE マークが必要である。洋上風力発電所で使用される特定の材料について、特別な承認プロセスが必要であるという問題は認識されていない。

したがって、欧州とは対照的に、日本では、立地適性の適合性評価を第三者が完全に行うことができず、政府機関が別途調査を行う必要があり、これによって時間と不確実性が増大する。厚い鋼材の試験は、薄い鋼材と同じ方法と閾値（295N/M2）を使用すると規定されていることから、規制改革を通じてこの慣行を変更し、この点で追加の承認プロセスを回避できるようにすることが検討されてよい。

5.2 日本に妥当しうるベストプラクティス

1) 効果的なガバナンス

すべての規格や文書が完全に利用可能であり、すべての関係者が同じ要求事項を満たし、同じ要求事項と活動を背景に十分な資格を持ち、共通の運用文書を使用する場合、透明性と一貫性に価値が置かれる。IECRE の適合性評価基準及び手順は、一般的にこの透明性と一貫性、信頼の基礎を提供する。その主要なメリットは、認証機関や試験所間の相互認証が可能になることである。これは風力発電所の所有者だけでなく、金融・保険機関や政府・規制当局にもメリットがある。このことは、場合によっては、国内のやり方を撤回し、国際的に合意されたものに従わなければならないことを意味することもある。これは、欧州で何度も行われてきたことである。

規格の策定に関しては、国際的な文脈で取り組むことが最も効果的である。すなわち、現在、地震及び台風（荷重ケースの定義及び仕様）に関して規格の策定の必要性があると考えますが、そのための最良の選択肢は、IEC 61400-1（一般設計）及び必要に応じて特定のケース、例えば、61400-3-1を更新することであろう。並行して、新しい知見が適時に考慮されることを確実にするため、国内のものについて現行版に対しいくつかの「修正」を行うこともありうる。

国内の技術基準に関しては、「製品」よりも機能とインタフェースに重点を置いて、一定の適用範囲に関する必須要求事項を特定することに力を注ぐ価値があり、これを技術基準の策定の基礎として使用する。ここで、既に設立されている技術専門家グループは、規格及び技術基準に関する課題の特定及び洋上風車特有の知見の進展において、重要な役割を果たすことができる。技術専門家グループが、専門家や知識の交換を通じて、国際的な洋上風力の経験のさらなる取り入れを促進することは、有益であろう。

具体的には、日本では次のようなことである。

- IEC 規格と IECRE ガイドラインの開発に携わり、地震や台風などの設計荷重ケースを含め、日本のすべての条件を網羅することを確実にすること。そして、それらを信頼し、日本での直接の採用を可能にする。これには、独自のガイドラインを発行している認証機関との協力も含まれる。というのも、こうしたガイドラインはより迅速に実施・修正されるからである。

現在の実施状況とベストプラクティス

- 核心部分の認証の範囲を必須要求事項に限定すること。
- すべてのプロジェクトに同じ規格、規制、プロセス、計算方法が適用されるべきであること。
- 合意形成のために国家的なリーダーシップを発揮し、風力発電の専門家や産業界、規制当局や政府機関から重要な情報を取り入れること。ここで、日本は地域全体の手本となることができる。
- 技術専門家グループの役割を、特定のプロジェクトレベルの決定に関与するのではなく、設計要件に関する話題性のある内容、規格の策定、荷重ケースや方法論などの一般的な検討課題に焦点を当てるよう、再調整すること。

2) 頻繁な更新を伴う透明性のある要求事項

ほとんどの欧州諸国は、風力発電部門の説明責任に信頼を置いている。風力発電所開発事業者、融資提供者、保険会社はすべて、安全で信頼できる風力発電所を建設することに関心を持っており、法律で義務付けられていない場合でも厳格な適合性評価を受けることが、これまでも証明されている。洋上風力発電の（入札による）公共調達では、一般的にプロジェクト認証が義務付けられているが、ほとんどの国では、具体的な要求事項を詳述した詳細な技術基準は存在しない。

一方で、日本に最も適していると思われ、日本がすでに着手している方向は、別のアプローチで、ドイツの BSH 規格のような専用の「洋上風力規格」を策定することである。この方向性を継続することは、すなわち、洋上風力発電に適用されるすべての規格と規制の「統一的な解説」を策定することである。この取り組みにおいて、私たちは、さらなる策定における主な目標は、合理化、新しい要素の迅速な採用、予測可能性の創出であることが重要と考える。

具体的には、日本では次のようなことが求められる。

- すべての洋上風力関連の規制のための唯一の参照文書となり、すべてのプロジェクトに等しく適用される、包括的な統一洋上規格の策定を継続すること。これはプロセスを遅らせる可能性があり、すべての関係者が必要と認めていないかもしれないが、日本の文化や伝統を考慮すると、これが進むべき方向であるように思われる。
- 規格の部分的な更新、追加・明確化の迅速な公開。大幅な遅延を避けるため、段階的にドキュメントを構築し、採用することもありうる。
- 洋上風力専用の規格の選択肢を模索すること。例えば、他の国内規格または材料の「ポジティブリスト」から逸脱がある場合でも、それが洋上風力用途に安全であるとみなされる場合には、その免除も考えられる。
- 新しい国際規格の迅速な採用プロセスと、新しい国内知識による規制の更新を保証するシステムを確立すること。これには例えば、新しい ISO/IEC 規格を採用するための並行投票が含まれる。
- 低リスクの適用（例えば、LiDAR）を早期に試行するためのシステムと、国内洋上風力規格の策定に経験をフィードバックするための選択肢を確立すること。例えば、フローティング LiDAR による風速及び乱流強度の測定がこれに当たりうる。

3) 「特別な」要求を制限する

国際規格に関する国際協力は、業界の効率化につながり、長期的にはすべての関係者にとってより

現在の実施状況とベストプラクティス

低コストであることが証明されている。政府は、独自のガイダンスを「自身で」開発する必要はなく、利用可能な適切な規格から選択することができる。これらは、ISO/IEC やその他の規格、例えば認定認証機関のガイドラインでもよい。

特定の設計要素に個別の承認プロセスが必要なため、全体のプロセスがむしろ非効率になり、開発段階が長引き、長期的には洋上風力発電がより高価になる可能性がある。例えば、極厚鋼の JIS 規格がないため、政府機関が個別に調査しなければならず、時間と不確実性が増す。この厚い鋼の試験は、薄い鋼と同じ方法と閾値 (295N/M2) を使用すると規定されているため、このプロセスを合理化できると思われる。

具体的には、日本では次のようなことである。

- 洋上風力発電に使用可能な材料の「ポジティブリスト」を使用する実務を再検討すること。
- 規格や統一的な解説に盛り込むことで、政府による評価のための特別な個別プロセスを経ずに、より厚い鋼材やボルトを使用できるようにすること。
- 洋上風力発電に JIS 認証鋼材を使用するという要件を再検討すること。これには、市場を拡大し柔軟性を高めるために、他国の信頼できる認証を認める可能性も含まれる。

4) 適合性への対応の柔軟性

業界での経験が増加するにつれて、適合性実証の要件に柔軟性を持たせることも考えられる。経験が蓄積されたいくつかの分野については、適合性への対応の選択肢に関し柔軟性を向上させるため、再検討する価値があるだろう。対応の選択肢としては、例えば、異なる方法論を用いて実証することや、全体的な適合性が実証できるのであれば、特定の要件を小部分で代替することが考えられる。以下の分野は、柔軟性向上のためモニタリングされてよい。

- 説明責任とコスト要因のバランスを取るための、リスクベースの評価原則。
- 認証のケースバイケースの修正。全体的な適合性を証明できる場合の代替が考えうる。

Part II 認定制度と認証手続

6 日本における適合性評価機関の認定手続と認証制度

6.1 適合性評価機関の認定に関する手続

日本では、ISO/IEC17065 (JIS Q 17065) に基づき、日本適合性認定協会 (JAB) により第三者認証機関が認定される。JAB は、試験所・検査所認定機関の国際組織である国際試験所認定協力機構 (International Laboratory Accreditation Cooperation、ILAC) に加盟しており、ILAC 取り決めに合意している。

JAB は、風力発電システムの認証について、JIS Q 17065:2012 (ISO/IEC 17065IDT) で認定される製品認証機関に適用する指針として、「『認定の基準』についての分野別指針 - 風力発電システム：ウィンドファーム、プロジェクト」を制定している。³⁸ 本ガイドラインによれば、評価方法は、IEC 61400-22 Ed.1.0 に相当する JIS C 1400-22:2014 および日本電機工業会「風力発電のサイト適合性評価方法」で規定された方法による。適合性評価の基準として、JIS や国際規格のほか、法律や省令、その解釈、土木学会のガイドラインなどが挙げられている。

現在、第三者認証機関として、日本海事協会 (Class NK) とビューローベリタスジャパン株式会社が認定されている。

JAB の指針では、認証プロセスにおける専門家パネルの設置は義務付けられていないが、実務上推奨されている。両団体とも、専門家パネルによる審査を手続に組み込んでいる。

JAB の指針の資源要件に言及している部分は以下の通りである。

6. 資源要件

6.1 認証機関の要員

JIS Q 17065 第 6.1 項による他、次による。評価要員は、7.4 項に規定する評価を実施できる知識及び経験、審査の技能を有すること。なお、審査においては、当該知識及び経験を審査チームとして満たしてもよい。評価結果のレビューアーは、評価結果の適切性、十分さ及び有効性の検証を行うために、評価の項目、合否基準、評価の方法に関する知識を有していることが望ましい。認証の決定者は、レビュー結果の妥当性を判断し、認証の決定を行うために、認証基準、認証スキーム、適合性評価制度に関する知識を有していることが望ましい。なお、評価結果のレビューアーと認証の決定者は兼ねることができる。

6.2 日本における認定機関の概要と活動内容

日本における 2 つの適合性評価機関のうち、2021 年 11 月に認定されたばかりのビューローベリタスジャパンに比して日本での実績がある、日本海事協会の活動を紹介する。

日本海事協会は、日本に本部を置く国際船級協会連合 (IACS) の 11 の船級協会の一つであり、DNV

³⁸ 日本適合性認定協会、JAB PD366:2017 <https://www.jab.or.jp/files/items/common/File/PD3662017V2.pdf>

や BV など風力発電の認証機関として活動する他の船級協会と同じバックグラウンドを持つ。

その活動は多岐にわたり、船級関連業務、マネジメントシステム認証（ISO 関連）、技術・トレーニングに関するサービス業務などが含まれる。

再生可能エネルギーの分野では、以下のサービスを提供している。³⁹

- 風車型式認証
- ウィンドファーム認証
- 浮体式洋上風力発電設備 船級検査
- 風車支持構造物 技術審査（材料認定を含む）
- 風車支持構造物 製造評価
- 風力発電関連技術 第三者検証
- 定期安全管理審査
- マリン・ワランティ・サーベイ
- GWO 訓練認証
- ガイドラインの発行

日本海事協会が公表している風力発電に関するガイドラインは以下の通りである。着床式洋上風力のガイドラインは、OSW 事業者以外にはまだ公開されておらず、事例の蓄積を待って策定・公開する予定である。

- 風力発電システムの認証（NKRE-GL-WT01、2021 年 10 月）（2014 年 5 月発行、2021 年 10 月改定）

このガイドラインは「陸上及び洋上に設置する風車の型式認証及びプロジェクト認証からなる、風車認証システムの規則及び手順を規定する」もので、引用されている規格は IEC61400 シリーズをはじめとする ISO 規格と IEC 規格である。

- ウィンドファーム認証 陸上風力発電所編（NKRE-GL-WFC01、版：2021 年 7 月発行）（2021 年 7 月発行）

この規格は、「ウィンドファーム認証の対象となる陸上に建設される風力発電所に対する要求事項を規定」したものである。「電気事業法に基づく工事計画審査に係る要求事項に変更があった場合は、本ガイドラインの規定よりも当該要求事項の方が優先される」。引用規格には、JAB の認定基準に含まれる国際規格、技術基準（省令）、その解説、土木学会の指針などである。

- 浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン（浮体式洋上風力発電設備 船級検査）（NKRE-GL-FOWT01、2021 年 12 月版）（2021 年 12 月発行）

2012 年 7 月に発行した「浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン」の新版である。引用規格には、IEC だけでなく、技術基準やその他の法令（国土交通省令、経済産業省令、それらの解釈、解説、統一的解説など）も含まれる。

日本海事協会は、独立性、公平性、第三者としての信頼性を重視している。一方、コンサルティング会社として、ClassNK コンサルティングサービス株式会社がある。同社のホームページによると、船舶の建造・運航・管理に関するコンサルティング業務を行っている。2021 年 7 月現在の別の公開情

³⁹ <https://www.classnk.or.jp/hp/ja/authentication/renewableenergy/index.htm>

報によると、株式会社ウインドエナジーコンサルティング⁴⁰の代表取締役は、2020年の6月からClassNKコンサルティングサービスの風力発電グループのリーダーを兼務している。ウインドエナジーコンサルティングは、風況調査等のサイト条件評価、荷重解析、ウインドファーム認証に必要な海洋資料の作成、専門家パネルの審査対応支援などを業務としている。⁴¹

6.3 適合性評価の実務

6.3.1 ウインドファーム認証のモジュール

ウインドファーム認証は、①サイト条件評価、②設計基準評価、③全体荷重解析、④風車（RNA）設計評価、⑤支持構造物設計評価で構成されており、洋上風力発電所の場合は、これら全てを実施する。

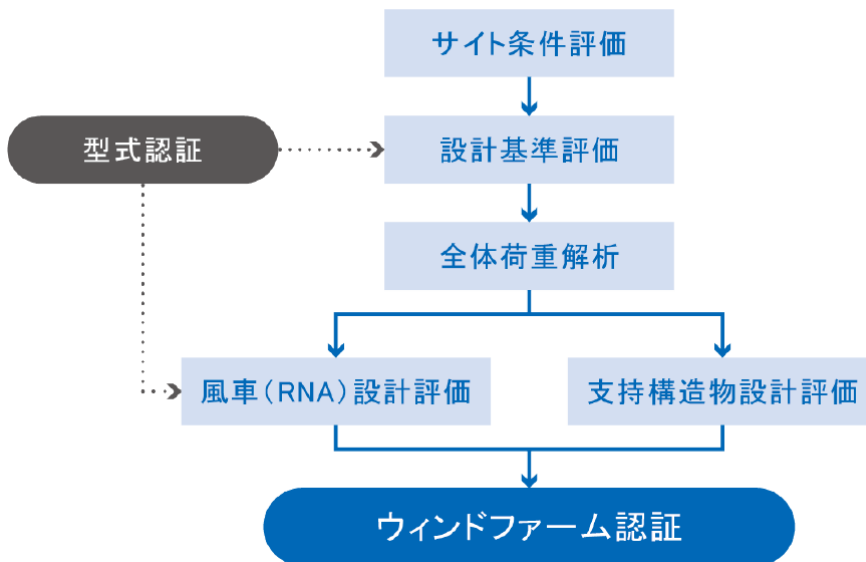


図 14 ウインドファーム認証モジュールとその流れ

出典：日本海事協会、「ClassNKの風車認証及び関連サービス【ホームページ公開版】」（2021年8月）p.17

現在、RNA 評価は、事務局と専門家を含む大型風車認証分科会が技術基準等への適合を確認するまで繰り返し行っている。支持構造物関連事項については、専門家会議（支持構造物認証分科会）において、事業者（デベロッパー、設計会社、風車メーカー等）が直接専門家会議の審査委員に設計内容を説明する（支持構造認証小員会）。

⁴⁰ カーボントラスト、日本海事協会、「洋上風力 Webinar のご案内『洋上風況観測及び浮体式ライダーの技術』（2021年7月27日開催）」（イベントチラシ）、

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/press/beshi20210706_001.pdf。

⁴¹ 日本ウインドエナジーコンサルティング株式会社ホームページ、<https://www.jwinc.co.jp/services/>

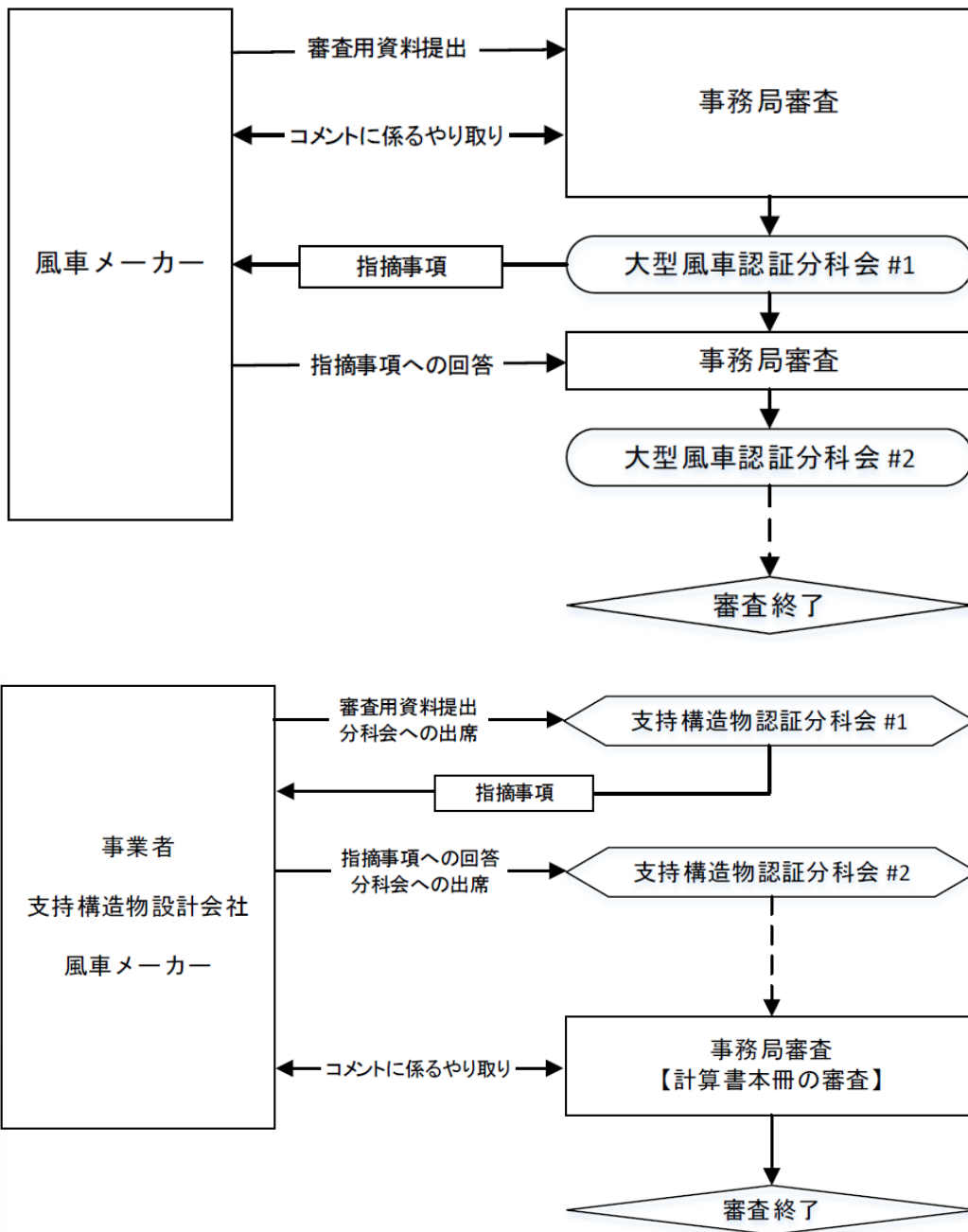


図 15 RNA (上)、支持構造物 (下) に関する日本海事協会の認証審査の流れ

出典：日本海事協会「ClassNK の風車認証及び関連サービス【ホームページ公開版】」(2021年8月号) P23,24

6.3.2 実務に関する課題

手続における専門家委員会の審査に関連して、いくつかの課題が指摘されている。

一つの例は、委員会会議の間隔が数ヶ月に及ぶことがあり、認証取得までの期間が長くなる原因と

現在の実施状況とベストプラクティス

して指摘されている。こうした課題は、日本における洋上風力の経験が浅いこと、認証プロセス自体が発展途上であること、経験が浅いために洋上風力に精通した専門家が限られていることなどに起因していると考えられる。

第三者認証手続の後、電気事業法に基づく経済産業省の審査が行われるため、現状では、事業者は工事計画について2度の審査を受け、各専門家委員会の指摘事項への対応を求められる。認証手続における専門家委員会の委員が経済産業省の専門家委員会と異なる場合、事業者は第三者認証を取得しても経済産業省の専門家会議から異なる要望を受ける恐れがある。このため、開発者はリスクを回避するために、両委員会のメンバーが類似している認証機関を選択する可能性がある。

経済産業省は、第三者認証の手続を効率化するために、専門家会議の委員を第三者認証手続に関与させる改革を検討した。改革の目的は正しいとしても、政府のこのような形の介入は、第三者認証機関の独立性に疑念を抱かせる可能性がある。

経済産業省が計画した新たな適合性評価機関の設立という最新の改革は、経済産業省の専門家会議による審査を省略することでプロセスを合理化する可能性があるが、この新しい仕組みが現在日本に存在する独立した第三者認証手続にどのように影響するかは不明である。

なお、欧州の利害関係者からは、認証手続の独占・寡占や利益相反の可能性に関する懸念が提起されている。今回のインタビューでは、日本海事協会自身に関する利益相反の問題は指摘されなかった。

7 EUにおける適合性評価機関の認定手続と認証制度

7.1 EUにおける適合性評価に関する制度

すべての適合性評価は、認定された第三者によって実施されること、すなわち、評価活動は、機器の製造者又は購入者から独立し、この任務について政府当局によって承認されている機関によって実施されることが、欧州の実務である（IECの適合性評価制度で要求されている）。

IECRE システムの下で適合性評価を実施するためには、認証機関は、例えば ISO/IEC 17065（製品認証）の認定を受けなければならない。認定のプロセスは、国際規格 ISO/IEC 17011「適合性評価-適合性評価機関を認定する国内認定機関に対する要求事項」で規定されている。EUにおける認定の要件は、EU 規則 765/2008 の下記の主要原則に従って設定されている。

- EU 加盟国ごとに最大1つの認定機関（他国の認定機関を利用することは可能）とし、機関間の競争はない。
- 営利活動ではなく、公的セクターの活動としての認定であること。
- 認証を実施するための技術的能力を示す推奨される方法としての認定であること。
- 利害関係者が代表されていること。

欧州法制との結びつきという点では、個人データの処理に関する自然人の保護及び当該データの自由な移動に関する規則 2016/679/EU（2016年4月27日欧州議会及び理事会）の第42条5項におい

現在の実施状況とベストプラクティス

て、認証は、認定された認証機関または管轄の監督官庁が発行しなければならないと規定されている。

7.1.1 認定機関とその組織

各国の認定機関は、洋上風力発電プロジェクト、洋上風車およびその部品等の認定を行う企業の認定を担当している。欧州の洋上風力開発をリードする主要国の認定機関は下表の通りである。

表 7 欧州の洋上風力発電開発をリードする主要国ごとの認定機関

	ベルギー	デンマーク	フランス	ドイツ	オランダ	ポルトガル	スウェーデン	英国
認定機関	BELAC	DANAK	COFRAC	DAkKS	RVA	IPAC	SWEDAC	UKAS

欧州の認定機関は独立性のある組織である。例えば、デンマークの DANAK は財団法人として組織されている。その財源は、引き受けた認定業務に関連する顧客からの支払いによるものが大部分である。DANAK の国の代表としての国際的なネットワークでの活動は、国家予算で賄われている。ドイツの DAkKS は独立企業 (GmbH) で、その株主は国 (33.33%)、ドイツ産業協会 (33.33%)、3つの州 (各 11.11%) である。フランスの COFRAC は、多様な利害関係者からなる多数の会員を擁する協会である。

各国の認定機関は、欧州認定機関 (EA) と呼ばれる欧州のネットワークに組織されている。EA は非営利団体であり、欧州全体の認定基準の調和に尽力している。EA は、「Accreditation for Notification (通知のための認定)」(AFN) パッケージを策定し、2016 年に公表した。これには、認定に必要な評価に関するガイダンス文書やグッドプラクティスが含まれている。現行版は 2021 年 4 月現在のものである (EA-2/17 M:2020)⁴²。この通知および付属のプロジェクト文書⁴³には、多くの適用分野で使用するための詳細な説明と優先規格のリストが含まれている。2021 年、EA は有益な報告書「Accreditation – a tool to support regulators (認定—規制機関を支援するツール)」⁴⁴も発行した。

EA の活動範囲は、欧州だけではない。36 の正会員と 13 の準会員を有し、ウクライナ、アルジェリア、イスラエル、アゼルバイジャン、エジプト、ヨルダンなどの国々も含まれる。EA 加盟認定機関間の合意 (Multilateral Agreement : MLA) により、認定された認証、検査、校正証明書、試験報告書の相互自動承認が確立されている。MLA の範囲は、国際試験所認定協力機構 (ILAC) 及び国際認定フォーラム (IAF) によって、さらに国際レベルへと拡大されている。MLA の強靭性は、4 年ごとに機関が定期的に評価される強力な相互評価プロセスによって維持されている。相互評価システムは過去非常に活発で、例えば 2016 年には、相互評価チームが、国内認定機関による是正措置が必要な所見を合計 135 件報告している。2014 年には、実際に 1 つの認定機関が一定期間停止された (EC2017)。MLA プロセスは、欧州委員会、EA 諮問委員会、各国当局によって監督されている。

EA は、認定に関連するガイドラインの作成・更新、相互評価に関する作業の実施、第三国への支援、認定分野の国際組織への参加などを支援する目的で、EU の資金援助を受けている。

⁴²<https://european-accreditation.org/wp-content/uploads/2018/10/ea-2-17-m.pdf>

⁴³<https://european-accreditation.org/wp-content/uploads/2020/04/AFN-PROJECT-2021.pdf>

⁴⁴https://european-accreditation.org/wp-content/uploads/2018/10/accreditation-a-tool-to-support-regulators_1.pdf

7.1.2 欧州諸国における認定手続

認定を受け、プロジェクト認証を実施するためには、認定手続に合格する必要がある。例えばフランスでは、次のようなプロセスを経る。申請書が提出されると、認定機関である COFRAC は、運用管理可能性審査を行う。その目的は、申請者が認定を受けるためのすべての要件を正しく理解しているかどうかを確認し、認定規則と機関の組織に関して、現地でどのように審査を行うかを決定することにある。そして、申請者がその能力と作業の認定要求事項への適合性を実証するための現地審査が実施される。文書や記録の審査、スタッフとの面談、認定申請された活動への立会い、技術業務のトレーサビリティ監査など、さまざまな手法が用いられる。審査チームによって認定がなされると、認定規制に定められた条件に従って、認定期間中に行われる監督プログラムが COFRAC によって設定される。監督は、初回審査と同様に実施されるが、前回の審査結果や、資源や組織面での組織内の変更に応じて調整される。認定期間が延長される可能性もある。

デンマークの DANAK とオランダの RVA による認定プロセスは、上記のフランスのプロセスと非常によく似ている。

一般的な認定サイクルは 2～5 年であり、その後の認定の更新は、新たなサイクルのための完全な評価を経て行われる。国内認定機関は、認定された機関が高い技術的専門性の基準を守り続けていることを確認するために、定期的な監督評価を実施する。国内認定機関は、認証機関がすべての義務や要求事項を満たしていない場合、制裁を課すことができる。認定範囲の縮小、一時停止、取消がありうる。

加盟国は、関連する指令に従って適合性評価を実施するために、関連する要件を満たす機関が指定されたことを欧州委員会と他の加盟国に通知しなければならない。この行為は「Notification (通知)」と呼ばれている。したがって、欧州の文脈では、認定された認証機関は「Notified Bodies (通知機関)」とも呼ばれる。Notified Bodies のリストは、NANDO (New Approach Notified and Designated Organisations) のウェブサイト⁴⁵ で検索することができる。

7.1.3 欧州の認証機関

ほとんどの場合、第三者認証機関は試験と認証を主業務としており、営利目的の会社である。なお、第三者機関が行う適合性評価は、通常、第一者（自社）適合性評価よりも高価である。

欧州の認証機関は、以下のように国によって異なる*。

表 8 欧州の認証機関

認証機関	デンマーク	フランス	ドイツ	オランダ	ポルトガル	スウェーデン	英国
DNV	x			x			
Bureau Veritas	x	x		x	x	x	
TÜV	x		x	x			

⁴⁵<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm>

UL	x		x				
Lloyds	x			x			x
WindGuard certification			x				
Hanseatic Power Cert			x				

※ ベルギーについては、該当する情報はない。

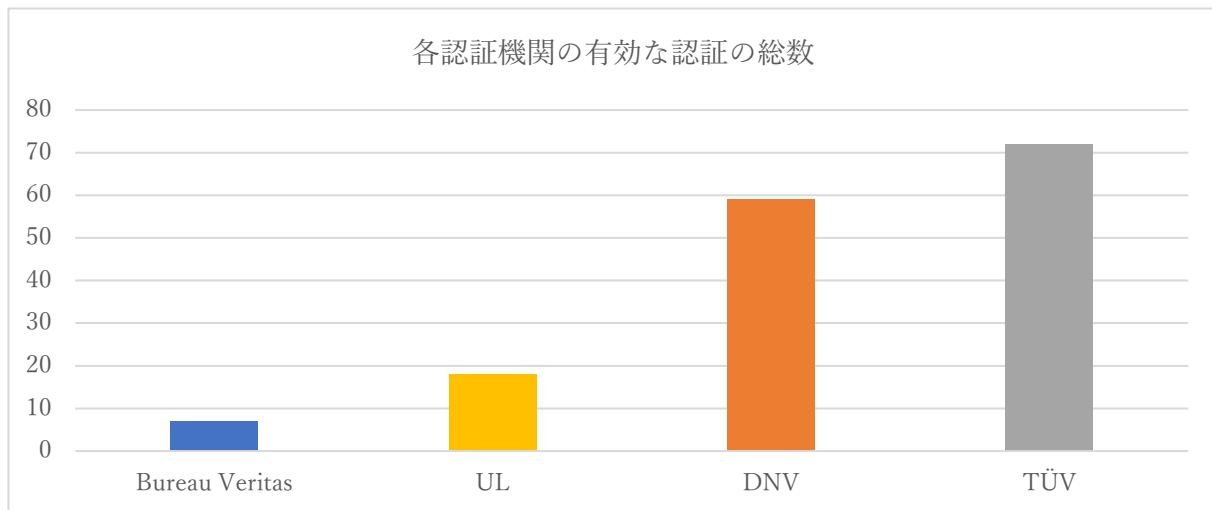
認証機関は、適合性評価の 3 つの主要な分野で業務を行っている。⁴⁶

- (1) 校正と試験 - 風力発電装置やプロジェクトの業績に関する様々な校正や性能試験について、認証された試験や試験報告書を提供する。
- (2) 機器 - 機器認証スキームは、実証機を含む 風力発電システムおよび部品の IEC 規格への適合性評価手続を提供する。
- (3) プロジェクト - 風力発電所プロジェクト全体または風力発電所に関連する個別の設置の適合性評価

7.1.4 欧州における洋上風力発電の認証活動

IECRE は、Bureau Veritas、UL、DNV、TÜV の認証に関するデータを提供している。全体で、欧州企業に対する有効な認証は 156 件である。

表 9 各認証機関の有効な認証の総数



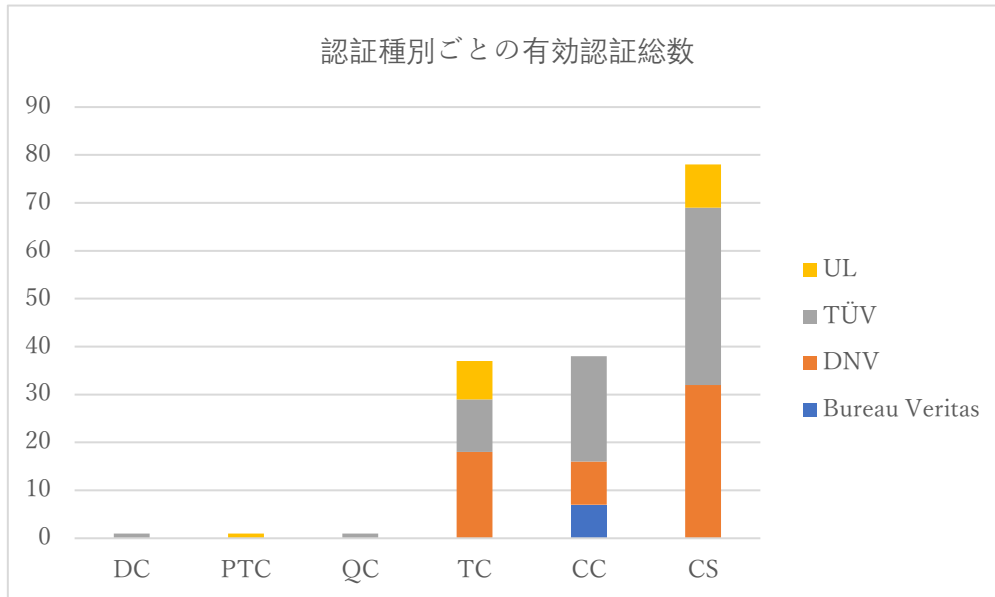
IECRE のデータによると、Bureau Veritas は、ほとんどの国で事業を展開しているにもかかわらず、わずかな認証しか交付していない。Bureau Veritas はプロジェクト認証により関与していると思われるが、IECRE は現地の洋上風力発電のプロジェクト認証を追跡していないため、この図は歪んだものとなっている。また、ある国で認定を受けたからといって、その国で何らかの認証を行ったわけでは

⁴⁶ <https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/International%20Standardization/IEC/Communications%20Committee/Conformity%20Assessment%20in%20the%20Wind%20Energy%20Industry.pdf>

ない。

以下に、欧州の洋上風力において IECRE が掲げる認証の種類を示す。下図では、CS（設計評価・適合性宣言）、CC（部品認証）、TC（型式認証）の3つに大別している。また、4つの認証機関間の配分を示している。

表 10 認証種別ごとの有効認証総数



最後に、企業は自社製品の認証を担当する機関について希望があるようである。例として、IECRE のデータによると、以下の通りである。

- Vestas Wind Systems は DNV とのみ取引（34 件の認証取得）
- LM Wind Power は主に TÜV と連携している（15/21）
- Siemens Gamesa は主に TÜV と連携している（20/29）

プロジェクト認証に関しては、協力関係により多様性が見られる。例えば、オーステッド（Ørsted）は Borkum Riffgrund 2 と Borssele 1&2 で Bureau Veritas と、Borkum Riffgrund 3 と Gode Wind 3 で UL と、Borkum Riffgrund 1 で TÜV、Anholt と Horns Rev 2 で DNV とそれぞれ協力した。バッテンフォール（Vattenfall）は Kriegers Flak と Hollandske Kuist 1-4 で TÜV と、Horns Rev 3 で DNC と協力した。

7.1.5 適合性評価機関の国際的な承認

EU はこれまで、EU 域内の適合性評価機関が他の地域へ輸出する製品の試験を行ったり、逆に他の地域の適合性評価機関が製品の試験を行うことを可能にする協力協定を進めてきた。これにより、同じ試験に対して二重の費用を支払う必要がなくなり、市場投入までの時間も短縮される。これらの協定は相互承認協定（MRA）と呼ばれ、EU と第三国の間で結ばれる二国間協定である。MRA は、互いの要求事項への適合を示すために、いずれかの締約国の指定適合性評価機関（CAB）が行った適合

現在の実施状況とベストプラクティス

性評価結果を受け入れるための条件を定めている。MRA には、EU と第三国の両方における指定試験所、検査機関、適合性評価機関に関連するリストが含まれている。

現在、EU とオーストラリア、カナダ、日本、ニュージーランド、米国、イスラエル、スイスの間で MRA が締結されている (EC, 2022)。

EU と日本との協定は 2001 年⁴⁷から、以下の分野で運用されている。

- 電気製品
- 通信端末機器・無線機器
- 医療製品の製造管理および品質管理に関する基準
- 化学物質に関する優良試験所基準

この協定は、各当事者が、適合性評価手続や主務官庁が実施する設備の確認の結果、および確認された設備で作成されたデータを受け入れることを規定するものである。これは、協定に記載された承認済み適合性評価機関に有効である。電気製品の分野では、指定された適合性評価機関はない。

7.2 日本に妥当しうるベストプラクティス

1) 独立性

国内認定機関は、独立した非営利団体であり、国際的に認められた基準に従って政府の承認を得て運営されており、それ自体も国際的な同業者によって定期的に審査される。政府の代表者が評価を見守ることは歓迎されるが、そのプロセスにおいて正式な役割を担うことはない。認定機関は、通常、規制または許認可当局とは別個のものである。

国際的に受け入れられた基準 (ISO/IEC 17011 など) への継続的な適合性を確保するために、認定機関の品質の高いシステム、プロセス及び記録に対する厳格な評価と現場での評価を伴う国際的な相互評価プロセスは、認定機関の説明責任と品質を確保する強力な手段である。

具体的には、日本では次のようなことである。

- ISO/IEC 17011 などの国際規格に従い、適合性評価規制と認定の分離と独立性を確保する。認定は、規格の策定、技術基準またはプロジェクトの許認可に直接関与しない独立した機関が行うべきである。

2) 「第三者」アプローチ

適合性評価を行うのは第三者機関のみである。風力発電の適合性評価には、政府機関は直接関与しない。そのため、この分野で十分な経験を持つ、有能な認定第三者機関を数多く選ぶ必要がある。

具体的には、日本では次のようなことである。

- 独立した認定機関のみが評価を行う-当局による「二重」の認証を回避する。政府機関が具体的な評価業務に責任を持つ場合でも、評価は認定された独立機関が実施することができ

⁴⁷ 官報 L 284, 29/10/2001 P. 0003 - 0032

る。

- 認定された適合性評価機関の基盤を拡大して競争を確保し、より多くの知識をこの分野に導入し、洋上風力の加速的拡大に利用可能な十分な能力を確保すること。

3) 国際協力

欧州の仕組みは、相互承認に大きな重きを置いており、それがプロジェクト認証手続の柔軟性を拡大している。認証機関は、異なるプロジェクト認証モジュールに対して行われた他の IECRE 認定認証機関の適合性宣言を受け入れるので、開発者は原則として、異なるモジュールに異なる認証機関を関与させることができる。

認定機関とその協会間の国際協力と相互承認協定の戦略的な発展は、非常に価値があることが証明されている。ある EU 加盟国で認定された認証機関は、他の EU 加盟国でも活動することができる。

これは、ある国で認証機関が支配的になる可能性に対して、（弱いながらも）緩和策となる可能性もある。

具体的には、日本では次のようなことになる。

- 規格および適合性評価に関する多国間および二国間の承認と受け入れを追求する。

4) 透明性とコミュニケーション

認定の透明性は、市場の発展に寄与する。多くの欧州諸国が、認定について、信頼と十分に機能する市場の基礎となる可能性を認識している。例えば、アイルランドは 2022 年 5 月に初の「認定に関する戦略」⁴⁸ を発表した。その目的は、国の政策に情報を提供し影響を与えること、認知と関与を促進すること、認定の普及と適用を拡大すること、認定のガバナンス、組織設計、構造を発展させることである。

具体的には、日本では次のようなことになる。

- 認定および適合性評価の手順に関するコミュニケーションと情報提供に積極的に取り組むこと。特に、更新や変更があった場合の対応が重要である。

⁴⁸<https://www.inab.ie/news-resources/news/strategy-for-accreditation-may-2022.pdf>

参考文献

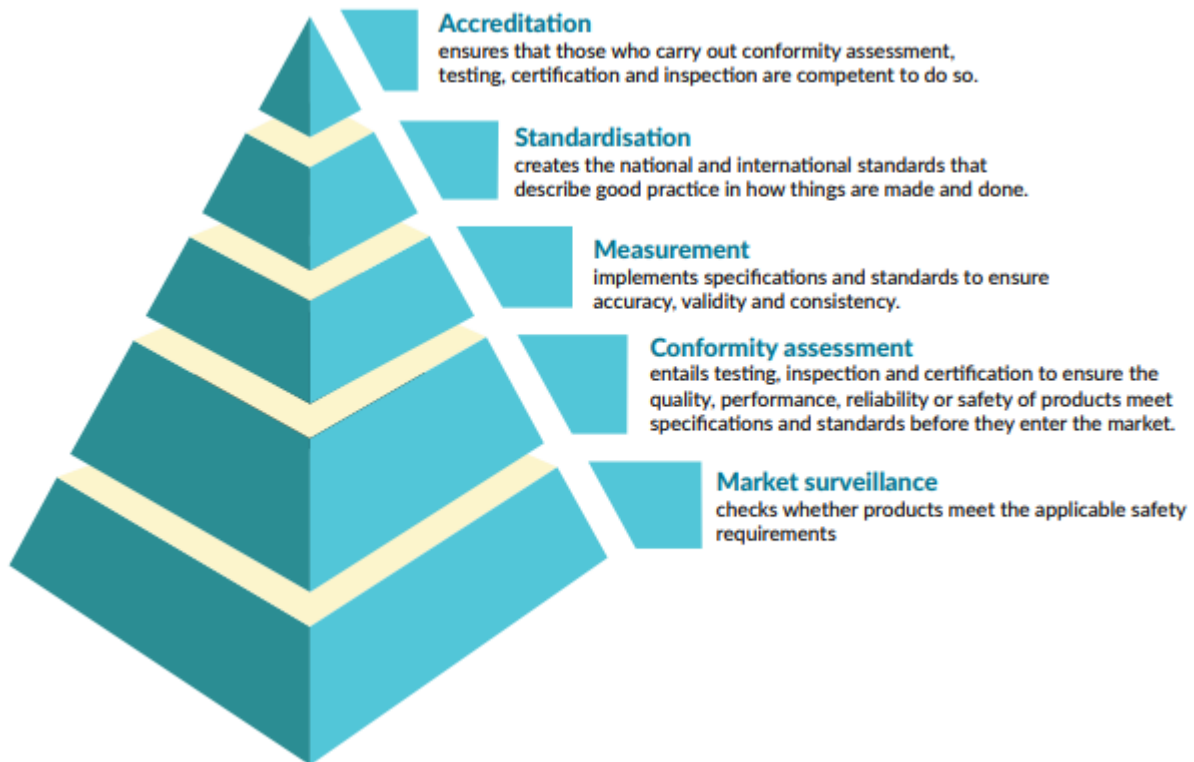
- BSH 7005 “Standard Design - Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ)”, 1. Update 28 July 2015 – Corrected as of 1 December 2015, Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH)
https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Design_en.pdf?blob=publicationFile&v=7
- BSH 7004 “Standard Ground Investigations Minimum requirements for geotechnical surveys and investigations into offshore wind energy structures, offshore stations and power cables”, Second update from 5. 2. 2014, Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH),
https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Ground-investigation-for-offshore-wind-energy_en.pdf?blob=publicationFile&v=6
- Bureau Veritas – Guide on Offshore Wind Farm Project Certification BV-WFPC 100 (based on IEC 61400 Series) <https://www.yumpu.com/en/document/read/10277406/guide-on-offshore-wind-farm-project-certification-mer-veillecom>
- Dimova, S., Fuchs, S., Pinto, A., Nikolova, B., Sousa, L. and Iannaccone, S. (2015), *State of Implementation of Eurocodes in the European Union*, available at: <https://doi.org/10.2788/854939>.
- EC 2017 REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL AND THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE COM(2017) 789 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2017:789:FIN>.
- EC 2022 https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/international-aspects-single-market/mutual-recognition-agreements_en
- ECN (2000) *Experience of Wind Turbine Manufacturers with Wind Turbine Certification*. Frans van Hulle (ECN), Christian Nath (Germanischer Lloyd), Christer Eriksson (Det Norske Veritas), Pantelis Vionis (CRES). Report of Subtask A1 of project EWTC. European Research Project EWTC, contract JOR3-CT98-0265. Available at: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:f7ee1d2e-7e32-4a9e-95e2-6ca5a1bf7342>.
- Fischer, J., Jost, O., Richter, M. and Wiemann, J. (2020), *Presentation and Comparison of Site Investigation Methods for Offshore Wind Energy in the European North Seas Countries in the Context of the EU North Seas Energy Cooperation. Final Report*, Fichtner Water & Transportation GmbH, on behalf of the German Environment Agency (Umweltbundesamt, UBA), EUPLAN Project No. (FKZ) 37EV 17 103 0, Report No. FB000323/ENG, TEXTE 186/2020. ISSN 1862-4804.
- IECRE – Wind energy certificates <https://certificates.iecre.org/#/search>
- IEC, 2022 <https://www.iec.ch/understanding-standards>
- IHO International Hydrographic Organization (2008): IHO standards for hydrographic surveys. 5th edition, special publication No. 44, Monaco, https://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-44_5E.pdf
- ISO, 2022 <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/ISO>

ISO、2019年 <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100358.pdf>

NREL 2014 <https://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60573.pdf>

Schuppener, B. and Ruppert, F.R. (2009), "Merging European and German standards-eurocode 7, DIN 1054 and DIN 4020", *Bautechnik*, Vol. 86 No.SUPPL.1, pp.2-6.

APPENDIX A：定義



国内品質インフラにおける主要な柱

出典：<https://www.inab.ie/news-resources/news/strategy-for-accreditation-may-2022.pdf>

認定：試験、校正、検査、認証などの特定の活動を実施するための公平性及び能力を確保されるよう、公認規格に対する適合性評価機関（CAB）を独立的に評価すること。

証明書：認定された機関が、製品、プロセス、またはサービスが指定された要件に適合していることを保証する文書、すなわち認証が正常に完了したことを証明する文書。

認証：製品、プロセス、またはサービスが指定された要件に適合していることを第三者が書面で保証する手順。適合性評価とも呼ばれ、IECRE OD-501 に準拠する。

部品認証：風車翼、発電機、ギヤボックス、電気部品、ブレーキ、カップリング、ナセルフレーム、タワー、メインベアリング、またはピッチシステム、ヨーシステム、防火システム、状態監視システム、ボルトやタワー内部などの部品などに対して発行される。浮体式支持構造物の場合、部品認証は通常、係留部品などに用いられる。

適合性評価：認証機関が認定を受けた所定の認証スキームに基づき、第三者が製品、プロセス、またはサービスが指定された要件に適合していることを書面で保証する手続。本報告書では、販売者または購入者から独立した個人または組織が認証を行う第三者適合性評価のみに焦点を当てる。

適合性評価機関(CAB)：試験、校正、検証、認証または検査サービスを実施する事業者

EA 加盟認証機関間の多者間合意(MLA)：EA 加盟者間の署名協定で、署名者が運営する認定制度の同等性、および加盟者が認定した認証機関が提供する適合性評価結果の信頼性を承認し、受け入れるもの。

規制の枠組み：一般に、公表された公式の法律、基準、ガイドライン等を指す。

規格：電気・電子機器およびシステムの設計、製造、設置、試験・認証、保守、修理に使用する指示、指針、規則または定義を規定するもの。原則的に強制ではないが、通常、より詳細な法令に基づく要求事項を満たすための最も簡単な、あるいは実務上唯一の方法である。

技術基準 (規制)：規制とは、国や地域の当局によって作られ、維持されている規則や指令のことである。一般に、規制の遵守は法律と同様、強制される。国際的には、技術基準が国際規格を参照することは一般的である。これは、規格を用いることで法律が細かくなりすぎたり、説明的になったりするのを避けられるからである。規格は定期的に見直され、更新されるため、この方法によって法律は常に最新の状態に保たれる。⁴⁹

型式認証：風車の型式は、認定された認証機関により、定められた規格に従って認証されなければならない。風力発電業界では、型式認証とは、風車のロータ・ナセルアセンブリとその部品の認証を意味する。型式認証は一般的に、一般的な風況を考慮した風車の型式の認証である（風車クラス）。一般的なタワーの種類は、型式認証の一部である。しかし、特に洋上風力発電の場合、タワーは常にサイト特有の設計であり、プロジェクト認証の一部となる。また、基礎や洋上変電所、送電線などの資産などのサイト特有の部品は、型式認証の対象とはならない。

プロジェクト認証：型式認証された風車、その支持構造物、補助設備を含む風力発電所が、適用規格、建設基準、その他の関連するサイト固有の要件に従って設計されているかどうかを評価すること。申請者は通常、開発事業者である。プロジェクト認証は、法律、当局、金融機関、または保険会社によって要求される場合がある。

プロジェクト認証書の有効性：プロジェクト認証は、試験済みの特定の設計に対して発行されるため、この特定の設計と設置に対してのみ有効である。プロジェクト認証は制限付きで、O&M 活動の定期的な監視に依存する。

⁴⁹ <https://www.iec.ch/understanding-standards>

APPENDIX B：報告書で言及した課題に関連する「浮体式洋上風力発電施設技術基準」の内容抜粋

同技術基準の解説書である「浮体式洋上風力発電施設技術基準安全ガイドライン」（国土交通省海事局、以下「安全ガイドライン」）も、関連箇所を参照している。

1. 安全規制

第1章 外部条件

4-1.地震

- (1) 地震の影響について適切に考慮すること。地震は、設置海域周辺において過去発生した最大レベルのものを考慮しなければならない。
- (2) 津波の影響について適切に考慮すること。津波は、設置海域周辺において過去発生した最大津波を考慮しなければならない。ただし、水深が十分深い場合は、津波による影響は、潮位変動及び海流として差し支えない。
- (3) 地震及び津波を考慮する際の風、波等の環境荷重は通常状態のものとして差し支えない。
- (4) 地震が生じた場合の地盤の液状化について考慮しなければならない。

第2章 構造に関する規則

第1節 材料 1. 使用材料

- (1) 浮体式洋上風力発電施設の主要構造部及び排水設備等に使用する材料については、船舶構造規則（平成10年運輸省令第16号）に規定する材料を使用しなければならない。
- (2) (1)において定められる以外の材料を使用する場合には、国土交通省海事局検査測度課長まで必要な資料を添えて伺い出ること。

第3章 位置保持システム

3. 係留解析

表 3-1 係留ラインの安全率

状態	安全率	
	チェーン及びワイヤーロープ	合成繊維ロープ
非損傷時		
動的解析を行う場合	1.67	2.50
準動的解析を行う場合	2.00	3.00
単一索破断状態（破断後の平衡状態）		

現在の実施状況とベストプラクティス

動的解析を行う場合	1.25	1.88
準動的解析を行う場合	1.43	2.15
単一索破断時の過渡状態		
動的解析を行う場合	1.05	1.58
準動的解析を行う場合	1.18	1.77

第4章 設備に関する規則

2. 機関に関する設備

船舶機関規則（昭和59年運輸省令第28号）に準拠すること。

3. 電気に関する設備

船舶設備省令（昭和9年通信省令第6号）第6編に準拠すること。

5. 昇降設備（ある場合）

船舶設備省令（昭和9年通信省令第6号）第7編第1章に準拠すること。

6. 回転翼航空機着船設備（もしあれば）

船舶検査心得 3-1 附属書[9]に準拠すること。

2. 材料

2.1 コンクリート材料

第2章

1. 使用材料

(1) 浮体式洋上風力発電施設の主要構造部及び排水設備等に使用する材料については、船舶構造規則（平成10年運輸省令第16号）に定める材料を使用しなければならない。

(2) (1)において定められる以外の材料を使用する場合には、国土交通省海事局検査測度課長まで必要な資料を添えて伺い出ること。

"安全ガイドライン"

浮体施設、タワー等の構造強度部材として使用する場合には、適切な強度評価を行い、十分な安全性を有していることを確認する必要がある。

詳細は、参考文献 2-1)、2-2)や、そのほか国内のコンクリート構造物関連指針を参照にすること。

参考文献 2-1: 土木学会：コンクリート標準示方書[設計編]、2012年制定

参考文献 2-2: 土木学会：鋼・剛性構造標準示方書、総則編・構造計画編・設計編、2007年制定

2.2 合成繊維ケーブル

第3章、5. 係留機器

(2) チェーン、ワイヤ等

(a) 係留システムに使用するチェーン、ワイヤ又は合成繊維ロープ、中間シンカー、中間ブイ、海底係留点となるアンカー、シンカー、パイル等は、管海官庁が適当と認めたものでなければならない。

"安全ガイドライン"

(2) チェーン、ワイヤ等

係留システムに使用するチェーン、ワイヤ又は合成繊維ロープ、中間シンカー、中間ブイ、海底係留点となるアンカー、シンカー、パイル等は、国際規格に準拠しているとともに管海官庁が承認したものでなければならない。

©European Union, 2022

Reuse is authorised provided the source is acknowledged. The reuse policy of European Commission documents is regulated by Decision 2011/833/EU (OJ L 330, 14.12.2011, p.39). The content and opinions expressed are those of the authors and do not necessarily represent the views of the European Commission or any other body of the European Union and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022



Print ISBN 978-92-76-56956-5 doi: 10.2781/460020 NG-09-22-524-EN-C

PDF ISBN978-92-76-56957-2 doi: 10.2781/628998 NG-09-22-524-EN-N