

太陽電池発電設備等の発電設備を巡る 保安上の課題と対応の方向性

令和7年12月1日

産業保安・安全グループ[°] 電力安全課

検討の経緯

◆ 令和7年3月17日 第30回 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会
「カーボンニュートラルに向けた再生可能エネルギー発電設備等の現状・課題等」

◆ 令和7年5月21日 第31回 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会
「再生可能エネルギー発電設備の保安の在り方について」

一般社団法人太陽光発電協会から、「太陽光発電システムを長期に安心・安全に運用する
JPEAの活動」について説明

一般社団法人日本風力発電協会から、「保安意識向上のための取組み」について説明

（参考）近年の再エネ発電設備に係る制度改正の経緯

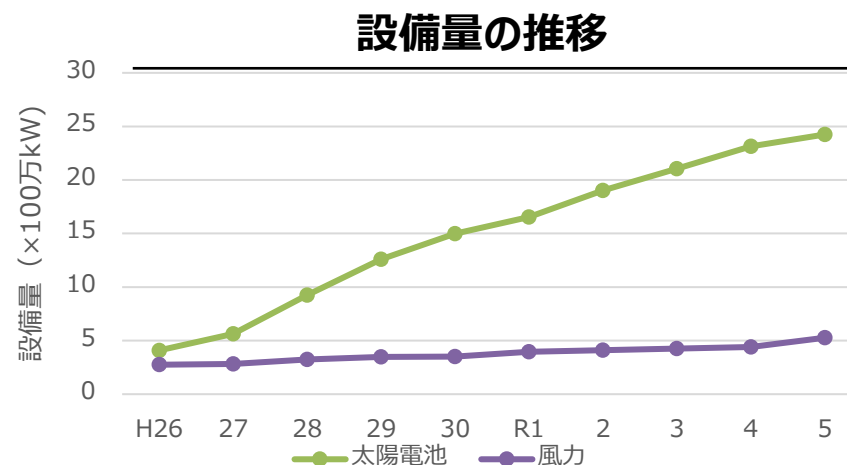
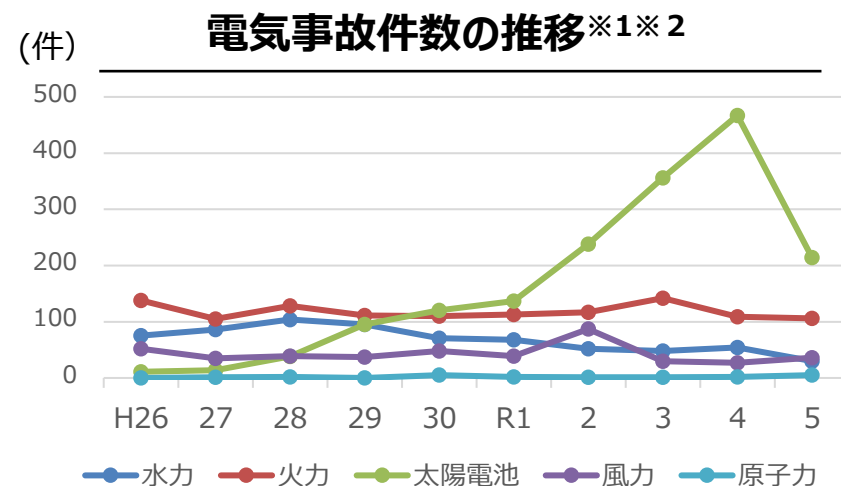
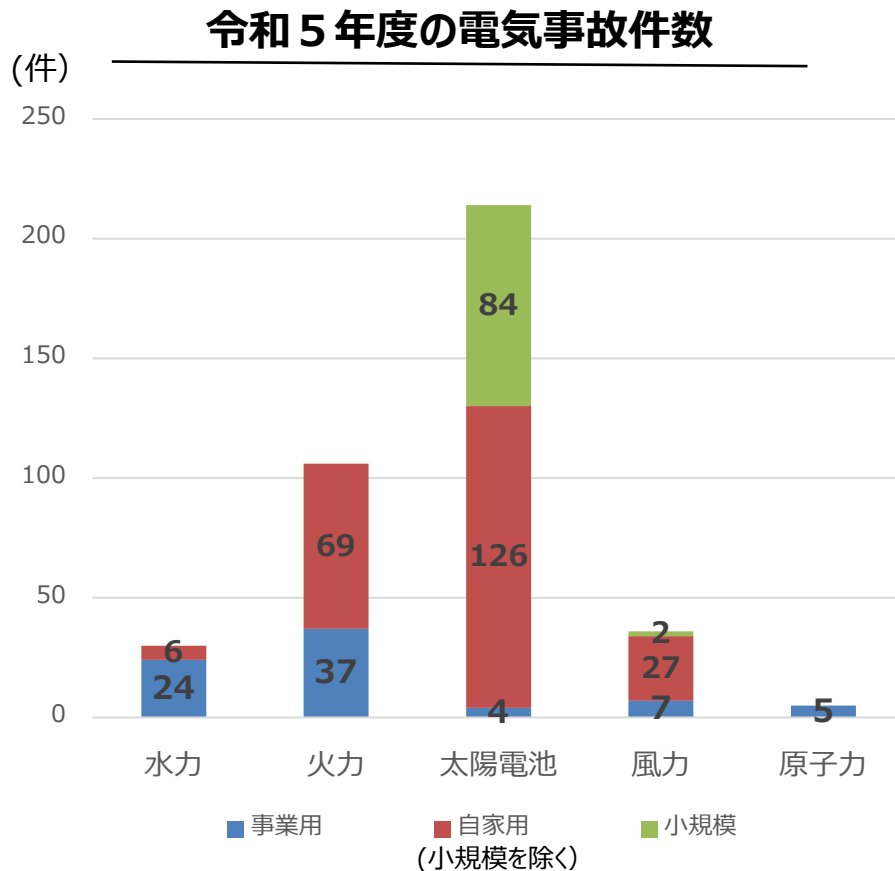
- ✓ 令和3年4月：「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令」を施行
 - ⇒ 太陽電池発電設備の支持物の強度や地盤の安定性に関する技術基準を策定
- ✓ 令和3年4月：太陽電池発電設備の事故報告対象の下限を10kWまで拡大（改正以前は50kW）
 - ⇒ 小出力の太陽電池発電設備についても事故実態の把握が可能に
- ✓ 令和5年3月：令和4年電気事業法改正の施行
 - ⇒ 一部の規制の対象外とされていた小規模な太陽電池発電設備について、「小規模事業用電気工作物」として新たに位置付け、技術基準の適合維持義務が課されるとともに、基礎情報や使用前自己確認の届出対象となった

目次

- 1. 発電設備の電気事故発生件数の動向と将来の設備の見通し**
2. 太陽電池発電設備の事故原因
3. 太陽電池発電設備の保安に係る制度と現状
4. 発電設備を巡る事故原因・制度・現状を踏まえた保安上の対応の方向性
5. 発電設備を巡る高経年化や新技術の導入拡大を見据えた保安上の対応の方向性

1 - 1. 発電設備の電気事故発生件数の動向

- 令和5年度の電気事故の発生件数において、最も多いのは太陽電池発電設備。これに、火力発電設備、風力発電設備が続く。
- 太陽電池発電設備の設備量は10年間で約6倍に増加。風力発電設備も約2倍に増加。



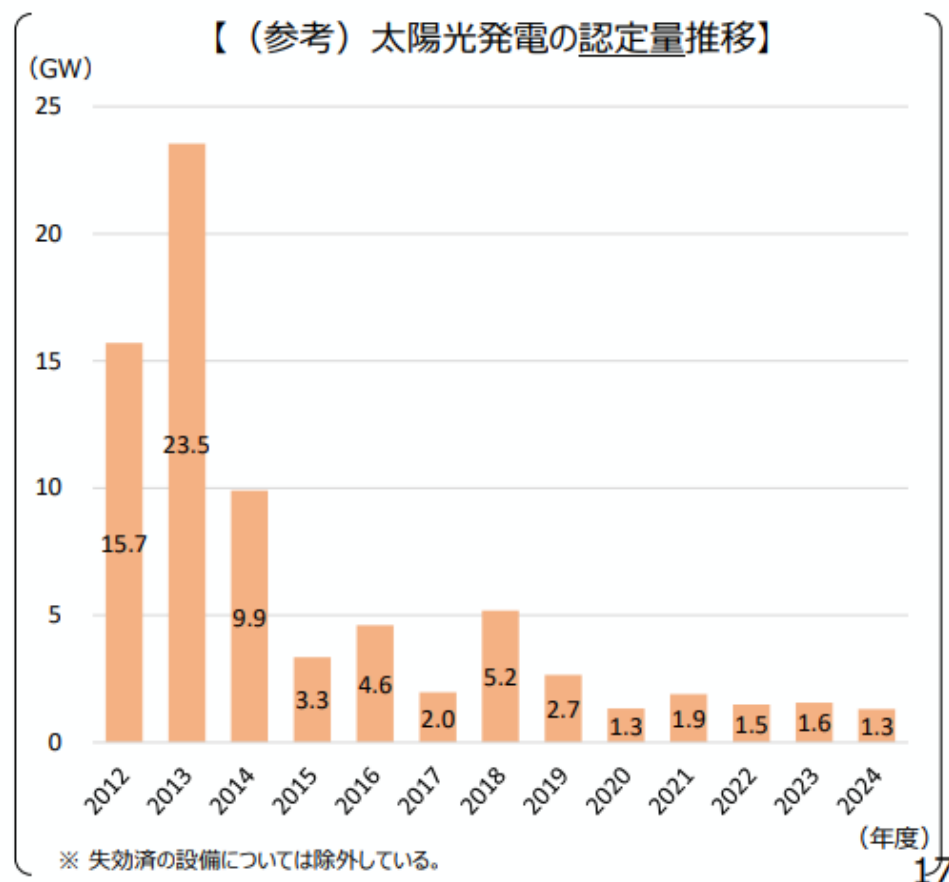
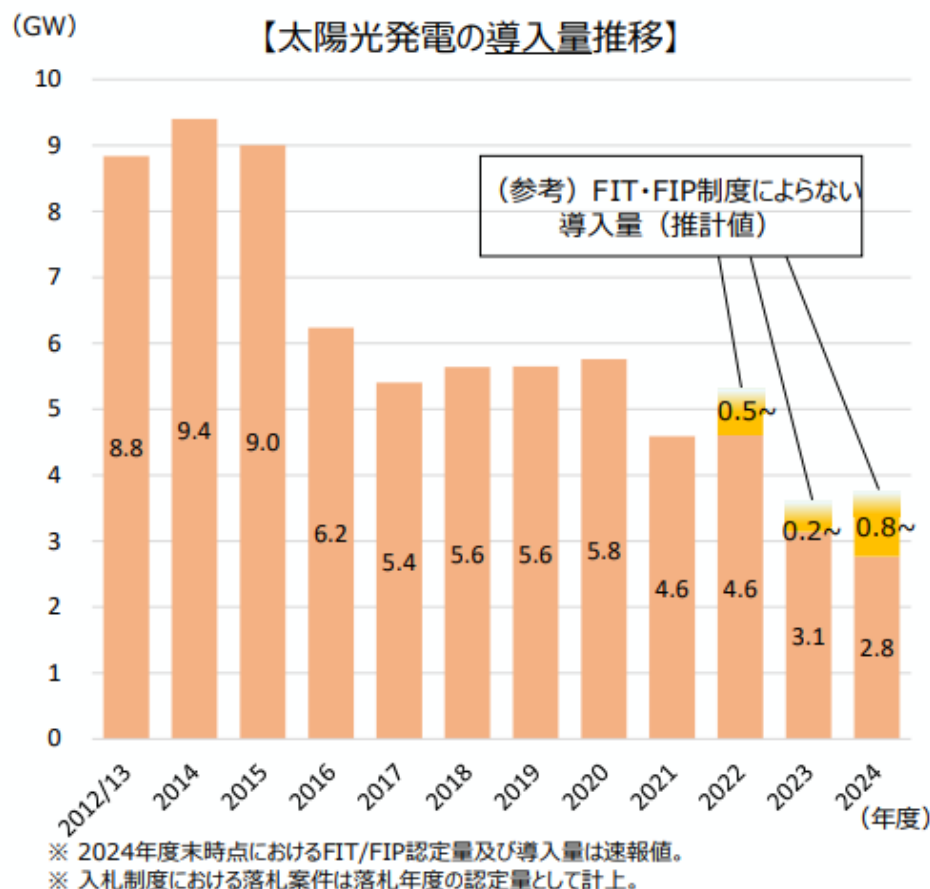
出所：令和5年度電気保安統計より経済産業省作成

※1：令和3年4月1日より、出力10kW以上の太陽電池発電設備、出力20kW以上の風力発電設備が事故報告対象に追加されたため、令和3年度以降太陽電池発電設備及び風力発電設備の事故件数が増加している。

※2：令和5年3月31日より、主要電気工作物の破損事故において「部品の交換等により当該設備の機能を容易に回復できる場合」が事故報告の対象から除外となったため、令和5年度の事故件数が減少している。

(参考) 太陽電池発電設備の導入量の推移

- 2012年のFIT制度開始以降、太陽電池発電設備の導入が本格化。
- FIT制度開始後数年間が導入のピークとなっており、調達期間が20年であることを踏まえれば、2030年代に発電設備のリパワリング等の増加が予想される。

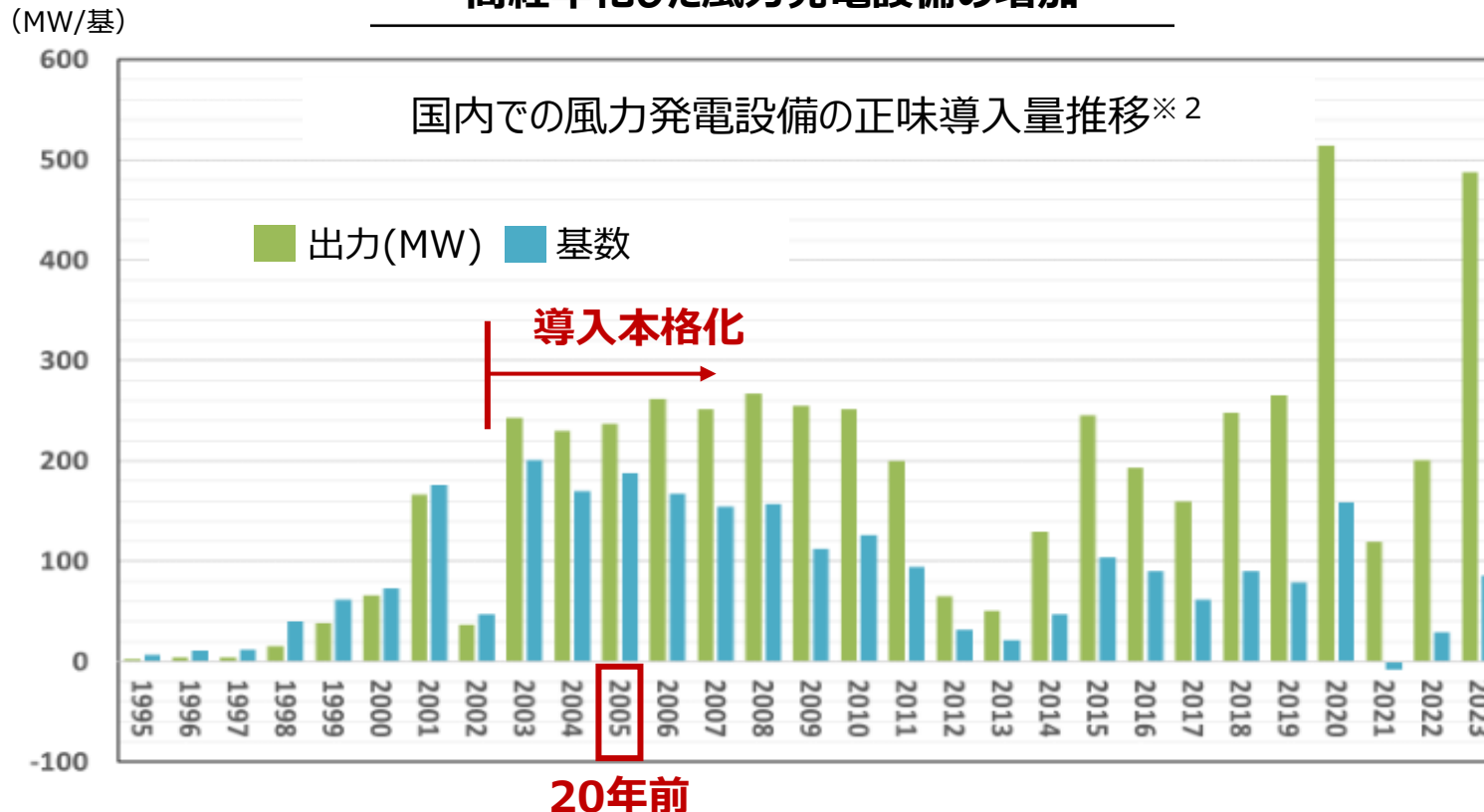


(参考) 風力発電設備の導入量の推移

- 2003年以降に風力発電設備の導入が本格化。
- 当時導入された設備の運転期間が、20年※に差し掛かっている状況。

※風力発電に関する国際規格であるIEC 61400-1:2019では、風車の設計寿命は20年以上にすることとされており※¹、風力発電設備は、一般的にこれに則って設計されている。

高経年化した風力発電設備の増加



*1:IEC 61400-1:2019 : Wind energy generation systems - Part 1: Design requirements

*2:年間導入量から年間撤去量を差し引いたもの。2023年12月末時点

出所：「【速報版】日本の風力発電導入量（2023年12月末時点）」（（一社）日本風力発電協会）（<https://jwpa.jp/information/9782/>）より経済産業省作成

1 - 2. 電源構成における発電電力量の推移及び将来の見通し

- 第7次エネルギー基本計画において、2040年度の発電電力量に占める太陽光発電の割合は23～29%程度、風力発電の割合は4～8%程度の見通し。

第7次エネルギー基本計画における電源構成（実績/見通し）

		2013年度 (実績)	2023年度 (確報値)	2040年度 (見通し)	備考
発電電力量		1.08兆kWh	9877億kWh	1.1～1.2兆kWh 程度	—
再エネ	太陽光	1.2%	9.8%	23～29%程度	<u>ペロブスカイト太陽電池を</u> 2040年までに <u>約20GW導入</u>
	風力	0.5%	1.1%	4～8%程度	<u>洋上風力発電の案件を</u> 2040年までに <u>30～45GW形成</u>
	水力	7.3%	7.6%	8～10%程度	
	地熱	0.2%	0.3%	1～2%程度	
	バイオマス	1.6%	4.1%	5～6%程度	
	原子力	0.9%	8.5%	2割程度	
	火力	88.3%	68.6%	3～4割程度	

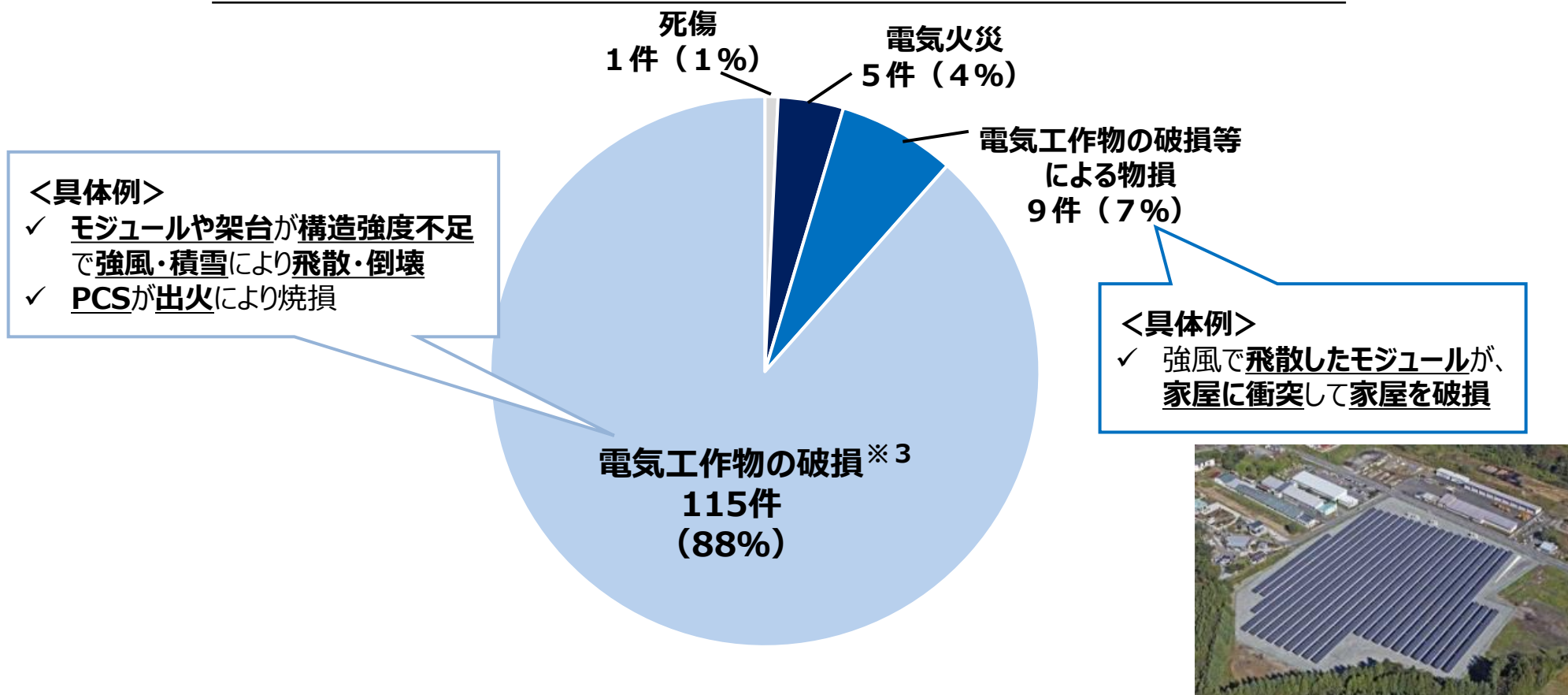
目次

1. 発電設備の電気事故発生件数の動向と将来の設備の見通し
- 2. 太陽電池発電設備の事故原因**
3. 太陽電池発電設備の保安に係る制度と現状
4. 発電設備を巡る事故原因・制度・現状を踏まえた保安上の対応の方向性
5. 発電設備を巡る高経年化や新技術の導入拡大を見据えた保安上の対応の方向性

2-1. 太陽電池発電設備（出力50kW以上）の事故の内訳

- 出力50kW以上の太陽電池発電設備の事故のうち、「電気工作物の破損」が9割弱、「電気火災」や「電気工作物の破損等による物損」等が1割強を占める。

太陽電池発電設備（出力50kW以上）の事故内訳【令和5年度】※1・2



*1: 出力50kW以上であって、電気事業の用に供しない太陽電池発電設備の事故

*2: 事故が複数の事故類型に該当する場合には、それぞれで計上している。

*3: 主要電気工作物の破損事故112件及び主要以外の電気工作物の破損に伴う波及事故3件を含む。

出所：令和5年度電気保安統計より経済産業省作成

出所：株式会社関電工より提供「関電工グループの再生可能エネルギー発電所分布」

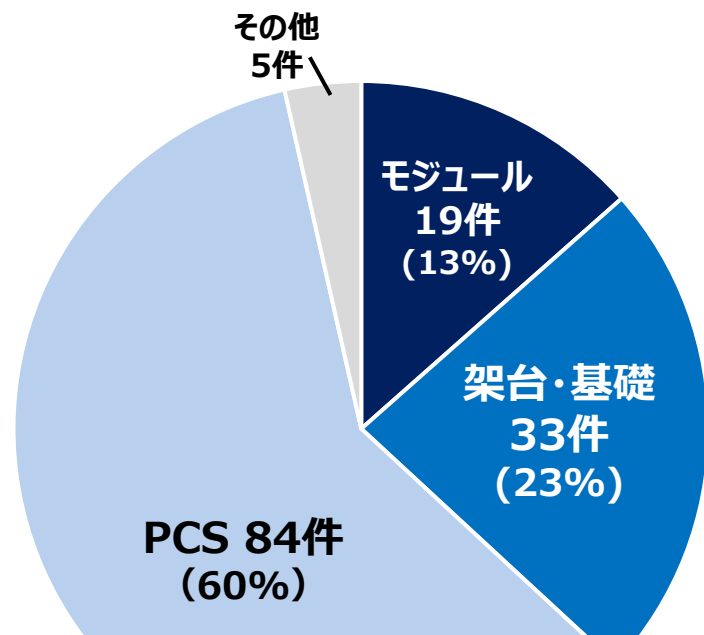
(<https://www.kandenko.co.jp/business/pdf/generate-electricity.pdf>)

2-2. 太陽電池発電設備（出力50kW以上）の事故の内訳の詳細①

第30回 産業構造審議会
保安・消費生活用製品安全分科会
電力安全小委員会 資料 1-1 を一部修正

- 「電気工作物の破損」のうち、PCSが約 6 割、モジュール及び架台・基礎が約 4 割を占める。
- PCSの破損原因は、設備不備、保守不備、風雨が多い。製造事業者による調査中等の理由で、不明件数も相当程度多い。
- モジュールや架台・基礎の破損原因は、風雨、冰雪、地震等が多い。

電気工作物の破損の内訳【令和5年度】※1・2・3



<具体例>

- ✓ 製造事業者によって調査中
- ✓ 焼損箇所が多く特定不能

電気工作物の破損原因【令和5年度】※4

(件)	モジュール	架台基礎	PCS	その他
設備不備	1	1	7	
保守不備			5	
自然災害				
風雨	5	4	7	2
冰雪		2		
雷	1		3	
地震	6	22		1
水害	1		1	
山崩れ・雪崩	2	2		
その他			1	
不明	3	2	60	2

*1:出力50kW以上であって、電気事業の用に供しない太陽電池発電設備の事故

*2:部品の交換等により当該設備の機能を容易に回復できる場合は除く。

*3:主要電気工作物の破損事故112件について、同一事故で複数種類の被害箇所があるものは重複計上し、その内訳を示している。

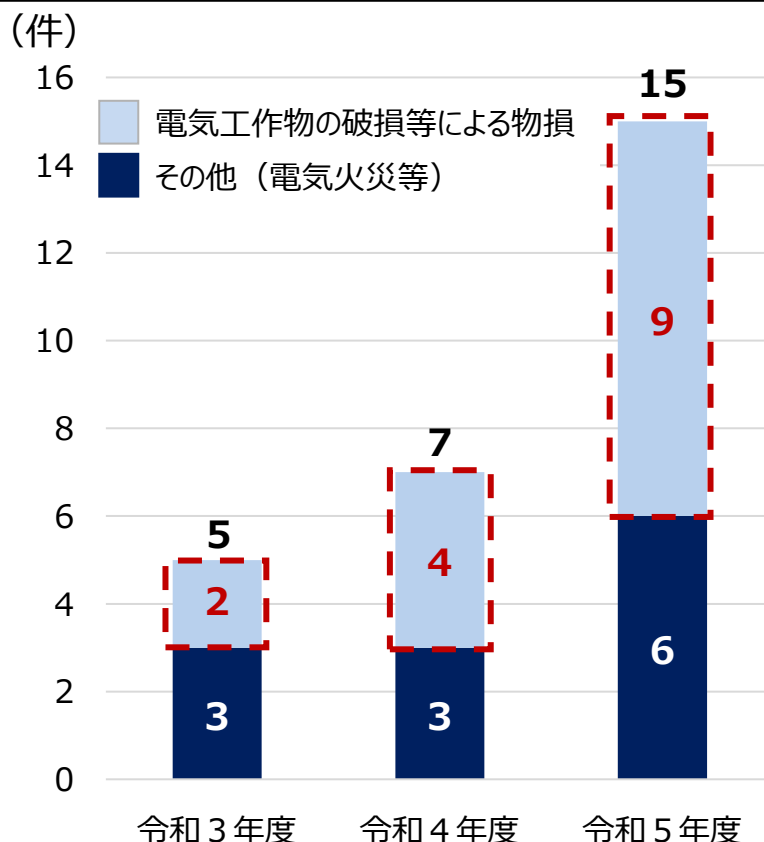
*4:令和6年1月に発生した能登半島地震の影響を含む。

2-3. 太陽電池発電設備（出力50kW以上）の事故の内訳の詳細②

第30回 産業構造審議会
保安・消費生活用製品安全分科会
電力安全小委員会 資料 1-1 を一部修正

- 「電気工作物の破損」以外の事故※¹については、「電気工作物の破損等による物損※²」が過半。
※² 電気工作物の破損等により他の物件に損傷を与え、又はその機能の全部又は一部を損なわせた事故
- このうち、半数以上がモジュールが飛散して家屋等を損傷したもの。

「電気工作物の破損」以外の事故※^{1・3}の推移



*1:死傷、電気火災、電気工作物の破損等による物損及び社会的影響

*3:出力50kW以上であって、電気事業の用に供しない太陽電池発電設備の事故

*4:モジュールの飛散であって、破損設備の放置による飛散など、強度不足以外の要因で生じていることが明らかな案件を除いたものをハイライトで表示。

出所：令和5年度電気保安統計より経済産業省作成

電気工作物の破損等による物損の概要※^{4・5}

年度	発電容量	概要	原因
令和5年度	200kW	モジュールが住宅を破損	風雨
	1000kW	建屋が全焼	不明
	199.8kW	モジュールが構外に飛散	風雨
	80000kW	モジュールが構外に飛散	施工不完全
	1320kW	モジュールが構外に飛散	不明
	1000kW	構外に及ぶ土砂崩れ	山崩れ
	500kW	モジュールが構外に飛散	風雨
	249.9kW	構外に及ぶ土砂崩れ	風雨
	1750kW	発電所構外に延焼	不明
令和4年度	994kW	モジュールが構外に飛散	風雨
	499.9kW	モジュールが構外に飛散	風雨
	1990kW	モジュールが構外に飛散	不明
	15000kW	架空自営線断線	風雨
令和3年度	250kW	モジュールが構外に飛散	保守不備
	495.2kW	構内柱の折損	風雨

*5:電気事故報告に基づき
経済産業省作成

【参考】太陽電池発電設備の破損の例（PCSの破損に起因する火災事故）

- 令和6年4月15日に西仙台ゴルフ場メガソーラー発電所にて火災が発生。PCSとモジュールが破損し、及び計約4万平米が延焼（けが人、発電所敷地外における被害はなし）。
- 設置者によると、本火災事故は、PCS内部のコンデンサが故障（原因は不明）して、温度・圧力が上昇したことにより筐体が破損し、飛散したコンデンサから下草等に引火して発生※。

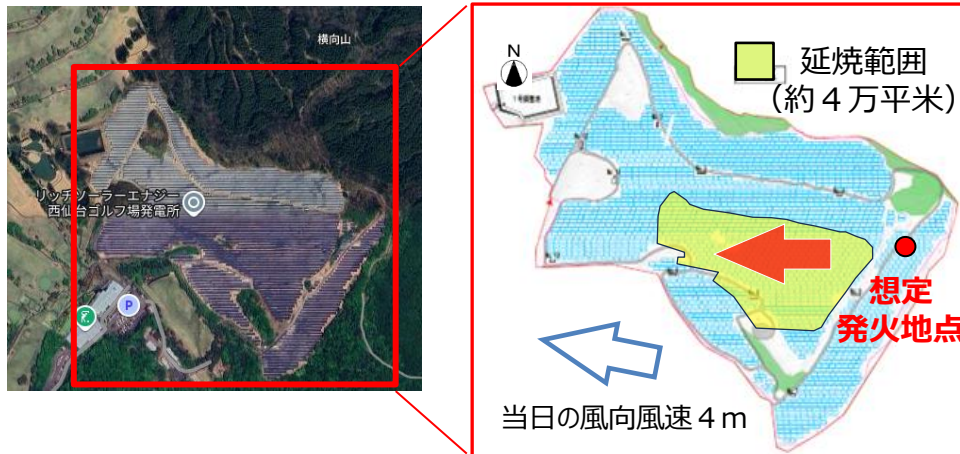
※ 事故発生時、発電所の下草は枯れており、数日間晴天が続いたことから乾燥し、燃えやすい状態であった。また、当日は風が吹いており（最大瞬間風速10.1m/s）延焼しやすい環境要因が重なっていた。

発電所・被害の概要

発電所概要

設置者：Rich Solar Energy合同会社
（みなし設置者：NTTアノードエナジー（株））
運転開始時期：平成30年11月
発電所出力：16,000kW

被害の概要



PCSの内部構造

- ✓ 太陽電池発電設備のPCSは、コンデンサを含むインバーター回路、系統連系保護装置等からなり、内部は複雑な回路で構成されている精密な機械器具。



PCSの焼損事故の例

【参考】発電用太陽電池設備の火災事故防止に係る技術基準の明確化

- 過去の火災事故を踏まえ、**「発電用太陽電池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」を改正**（令和7年5月15日）。
- 発電用太陽電池設備のPCSなどの故障すると**発火する可能性のある機械器具の周辺の燃えやすい可燃物**（枯れた下草等）に対して**延焼防止措置を講ずることを**省令の要件を満たす技術的内容として具体的に示し、**業界団体を通じて周知を実施した。**

発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令（抄）

（人体に危害を及ぼし、物件に損傷を与えるおそれのある施設等の防止）
第三条 太陽電池発電所を設置するに当たっては、**人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように施設しなければならない。**
2 発電用太陽電池設備が小規模発電設備である場合には、前項の規定は、同項中「太陽電池発電所」とあるのは「**発電用太陽電池設備**」と読み替えて適用するものとする。

発電用太陽電池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（抄） ※下記が改正部分

取扱者以外の者又は物件に対して危害や損害を与えるおそれがないように適切な措置を講ずるべきことを規定している。
具体的に講ずるべき措置の例としては、太陽電池発電所の機械器具が故障等で発火した際、周辺に炎を当てると容易に燃え広がる可燃物（枯れた草木等）が存在すると、それに飛び火し広範囲に延焼するおそれがあることから、そうした事態の発生を防止するために、あらかじめ**発火の可能性のある機械器具（パワーコンディショナー等）の周囲の枯れた草木を除去する、難燃性の防草シートを敷く、碎石を敷き詰めるなどの、炎を当てると容易に燃え広がる可燃物への延焼防止措置**を講じ、それを**適切に維持する**（例えば、防草シートを敷く場合には、定期的にシートの点検・交換を行い、劣化によりその機能が損なわれないようにするなど）ことなどがこれに当たる。

太陽光発電協会によるHPでの周知

発電用太陽電池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の公開

2025/05/16

経済産業省・電力安全課では、今回、太技逐条解説の下草対策に関する改正を実施し、5月15日より経済産業省のHPにて公表されましたのでお知らせいたします。（省令3条の解説の改正になります）

関係事業者様におかれましては、火災防止のための具体的な措置例が示された内容ですので十分にご留意頂きますようお願い申し上げます。

「具体的に講ずるべき措置の例としては、太陽電池発電所の機械器具が故障等で発火した際、周辺に炎を当てると容易に燃え広がる可燃物（枯れた草木等）が存在すると、それに飛び火し広範囲に延焼するおそれがあることから、そうした事態の発生を防止するために、あらかじめ発火の可能性のある機械器具（パワーコンディショナー等）の周囲の枯れた草木を除去する、難燃性の防草シートを敷く、碎石を敷き詰めるなどの、炎を当てると容易に燃え広がる可燃物への延焼防止措置を講じ、それを適切に維持する（例えば、防草シートを敷く場合には、定期的にシートの点検・交換を行い、劣化によりその機能が損なわれないようにするなど）ことなどがこれに当たる」

＞電気事業法 告示・内規等【外部リンク：経済産業省】

発電用太陽電池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（経済産業省・電力安全課）



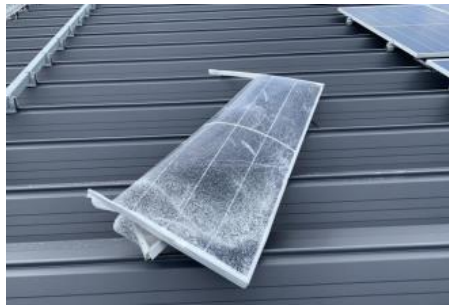
【参考】太陽電池発電設備の破損等による物損の例（モジュール飛散に起因する物損事故）

- 太陽電池発電設備の支持物は、各種荷重※に対して安定でなくてはならないこととされているが、荷重に対して強度が十分でないと、強風により架台が破損したり、モジュールが飛散し、中には飛散したモジュールが近隣住宅の側壁に直撃して破損させた事例も存在する。

※ 例えば、先述の「発電用太陽電池設備に関する技術基準の解釈」で引用するJIS C 8955(2017)では、30～46m/sの範囲で設定された設計用基準風速に基づき、風圧荷重を算定することとしている。

モジュールの飛散事故の例（１）

- 台風（最大瞬間風速 24.6m/s。技術基準の解釈で引用する規格で定める基準風速以下の風速）によりモジュールが飛散し、屋根の瓦及び軒天が破損。モジュールが民家の庭に散乱。



屋根上に飛散したモジュール



民家の庭に散乱したモジュール

モジュールの飛散事故の例（２）

- 風雨によりモジュールが飛散し、近隣住宅の屋根及び側壁部分に直撃。住宅の一部を破損させた。



屋根上に飛散したモジュール



破損した民家

【参考】太陽電池発電設備の出力規模別届出件数・イメージ

出力	10kW以上50kW未満 (小規模事業用電気工作物)	50kW以上2000kW未満	2000kW以上
年間届出件数※1	約7800件	約7100件	約100件
設備規模※2	【設備イメージ（出力10～50kW）】  10kW～50kWの太陽光発電所の敷地面積は100㎡～680㎡ (積載率100～150%、設置密度0.111kW/㎡とした場合)程度。 (敷地（正方形）の一片の長さは10m～26m程度。)	【設備イメージ（出力1,900kW）】  50kW～500kWの太陽光発電所の敷地面積は450㎡～6,800㎡ (積載率100～150%、設置密度0.111kW/㎡とした場合)程度。 (敷地（正方形）の一片の長さは21m～82m程度。)	【設備イメージ（出力7,500kW）】 

※1：2023年度における電気事業法に基づく工事計画及び使用前自己確認結果の届出件数をもとに概数で記載

※2：面積規模については「第8回再生可能エネルギー長期電源化・地域共生ワーキンググループ 資料3」（JPEA作成）より抜粋

出所：（左）第7回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ資料 1

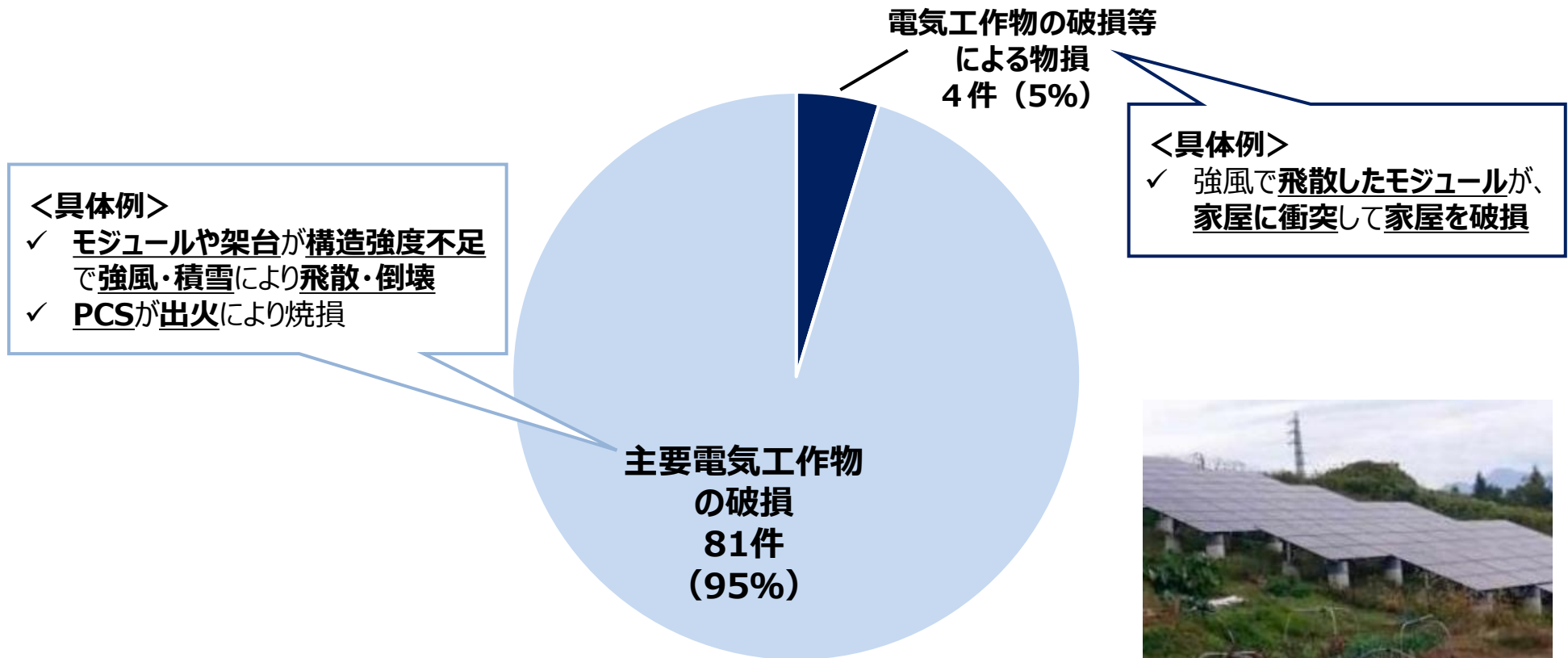
（中央）株式会社関電工より提供「関電工グループの再生可能エネルギー発電所分布」（<https://www.kanden.co.jp/business/pdf/generate-electricity.pdf>）

（右）中部電力株式会社「再生可能エネルギー発電設備 太陽光発電より経済産業省作成」（https://www.chuden.co.jp/energy/renew/ren_setsubi/solar/）

2-4. 太陽電池発電設備（出力10kW以上50kW未満）の事故の内訳

- 出力10kW以上50kW未満の太陽電池発電設備の事故のうち、「主要電気工作物の破損」が9割強、「電気工作物の破損等による物損」が1割弱を占める。

太陽電池発電設備（出力10kW以上50kW未満）の事故内訳【令和5年度】※1・2



【設備イメージ（出力10～50kW）】

出所：第7回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 電気保安制度ワーキンググループ資料 1

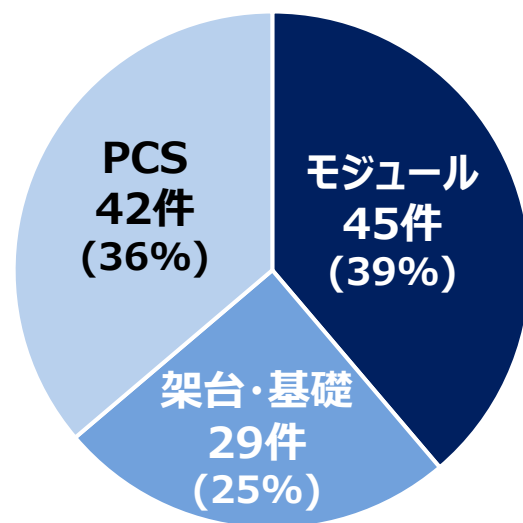
*1:出力10kW以上50kW未満であって、電気事業の用に供しない太陽電池発電設備の事故

*2:事故が両方の事故類型に該当する場合には、それぞれで計上している。

2-5. 太陽電池発電設備（出力10kW以上50kW未満）の事故の内訳の詳細

- 「主要電気工作物の破損」のうち、モジュール及び架台・基礎が 6 割強、PCSが 4 割弱を占める。
- モジュールや架台・基礎の破損原因は、風雨、冰雪が多い。
- PCSの破損原因は、保守不備、風雨が多い。
- 「電気工作物の破損等による物損」は、モジュールが構外に飛散したものが半数。

主要電気工作物の破損の内訳【令和 5 年度】※ 1



*1:同一事故で複数種類の被害箇所があるものは重複計上している。部品の交換等により当該設備の機能を容易に回復できる場合は除く。

(件)	モジュール	架台基礎	PCS
設備不備			
保守不備			9
自然災害			
風雨	21	10	29
冰雪	15	15	
雷	1		3
地震	2	2	1
水害	3		
山崩れ・雪崩	2	1	
その他	1	1	

電気工作物の破損等による物損の概要※ 2・3

概要	原因
モジュールが構外に飛散	風雨
大雨による土砂崩れ	風雨
追尾式太陽光駆動部の疲労・突風での破損	保守不備
モジュールが構外に飛散	施工不完全

*2:モジュールの飛散であって、破損設備の放置による飛散など、強度不足以外の要因で生じていることが明らかな案件を除いたものをハイライトで表示。

*3:電気事故報告に基づき経済産業省作成

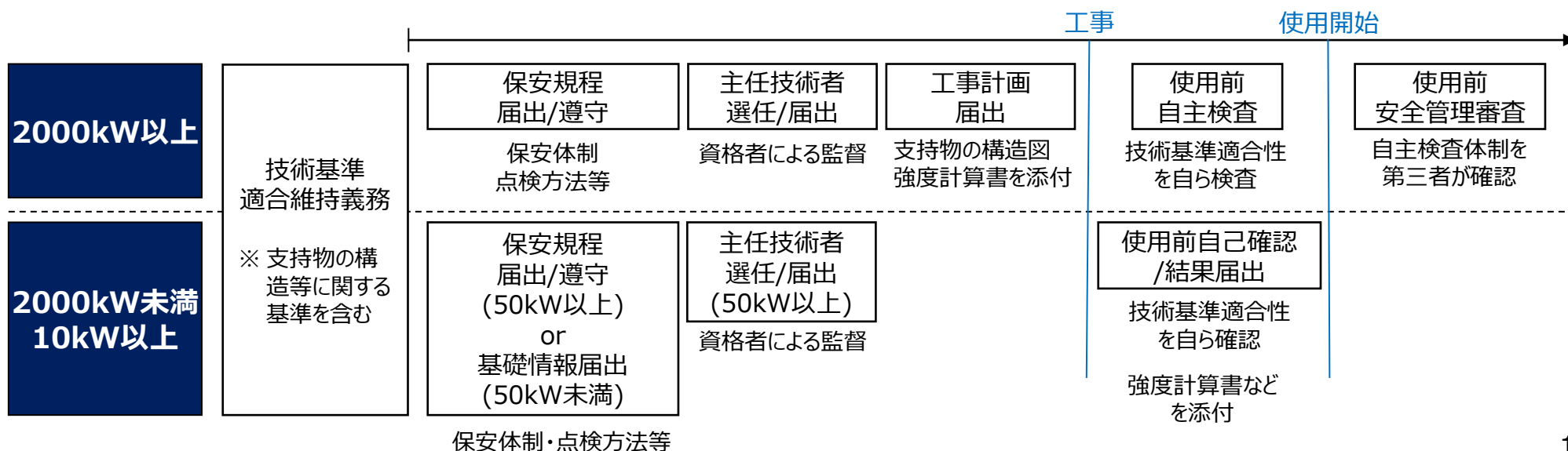
目次

1. 発電設備の電気事故発生件数の動向と将来の設備の見通し
2. 太陽電池発電設備の事故原因
- 3. 太陽電池発電設備の保安に係る制度と現状**
4. 発電設備を巡る事故原因・制度・現状を踏まえた保安上の対応の方向性
5. 発電設備を巡る高経年化や新技術の導入拡大を見据えた保安上の対応の方向性

3 - 1. 太陽電池発電設備の電気事業法の規制体系

- 電気事業法では、出力2000kW以上の太陽電池発電設備については、保安規程の届出/遵守、主任技術者選任/届出、工事計画届出（※着工前に支持物の構造図や強度計算書等を確認）、使用前自主検査/使用前安全管理審査が義務付けられている。
- 50kW以上2000kW未満は、保安規程の届出/遵守、主任技術者選任/届出、使用前自己確認/結果届出が義務付けられている。
- 10kW以上50kW未満は、基礎情報届出、使用前自己確認/結果届出が義務付けられている。
- 10kW以上については、技術基準に適合するよう維持することが義務付けられている。

太陽電池発電設備に関する電気事業法の規制体系



3－2．太陽電池発電設備のPCSに関連する技術基準

- 太陽電池発電設備について、現行の技術基準では、感電又は火災の防止、他の電気設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えない等の観点から、接地、系統連系保護装置の施設等を求めている。

電気設備に関する技術基準を定める省令（平成九年通商産業省令第五十二号）

（電気設備における感電、火災等の防止）

第四条 電気設備は、感電、火災その他人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように施設しなければならない。

（電気機械器具の熱的強度）

第八条 電路に施設する電気機械器具は、通常の使用状態においてその電気機械器具に発生する熱に耐えるものでなければならない。

（電気設備の接地）

第十条 電気設備の必要な箇所には、異常時の電位上昇、高電圧の侵入等による感電、火災その他人体に危害を及ぼし、又は物件への損傷を与えるおそれがないよう、接地その他の適切な措置を講じなければならない。ただし、電路に係る部分にあっては、第五条第一項の規定に定めるところによりこれを行わなければならない。

（地絡に対する保護対策）

第十五条 電路には、地絡が生じた場合に、電線若しくは電気機械器具の損傷、感電又は火災のおそれがないよう、地絡遮断器の施設その他の適切な措置を講じなければならない。ただし、電気機械器具を乾燥した場所に施設する等地絡による危険のおそれがない場合は、この限りでない。

（電気設備の電氣的、磁氣的障害の防止）

第十六条 電気設備は、他の電気設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないように施設しなければならない。

（発電設備等の損傷による供給支障の防止）

第四十四条 発電機、燃料電池又は常用電源として用いる蓄電池には、当該電気機械器具を著しく損壊するおそれがあり、又は一般送配電事業若しくは配電事業に係る電気の供給に著しい支障を及ぼすおそれがある異常が当該電気機械器具に生じた場合に自動的にこれを電路から遮断する装置を施設しなければならない。

2 （略）

3-3. 製品評価技術基盤機構（NITE）による事故実機調査

- 製品評価技術基盤機構（NITE）は、設置者等の調査依頼を受け、X線透過装置による内部観察や解体調査等による電気事故の事故原因分析を実施（事故実機調査）。設置者の事故原因究明を技術的に支援。
- 高圧ケーブルや区分開閉器に次いで、太陽電池発電設備のPCS、モジュールについての調査実績も多い。

事故実機調査の実績

- ✓ これまで、区分開閉器や高圧ケーブルなどの需要設備に設置される機器を中心に事故実機調査を多数実施。
- ✓ 次いで、PCS、モジュールについても調査を多数実施。

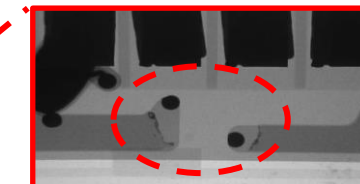
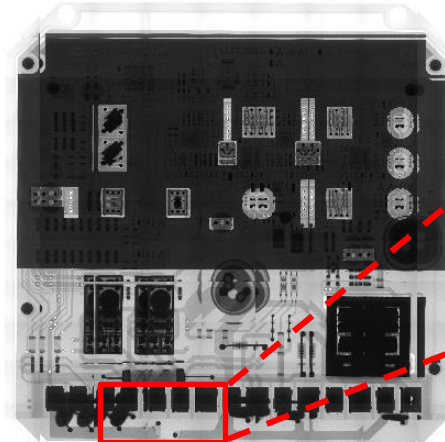
調査対象機器	調査件数 (2025年10月末時点)
高圧ケーブル	100件程度
区分開閉器	80件程度
PCS	20件程度
スマートメーター	10件程度
太陽電池モジュール	10件程度
VCB	10件程度
その他	30件程度

実際の調査事例

- ✓ 区分開閉器の不動作による波及事故について、事故実機調査を実施。
- ✓ 区分開閉器の制御装置について、外観上は焼損等の異常が認められなかったが、X線透過装置で確認した結果、パターン線※の溶断等の焼損を発見し、これにより制御装置が機能しなかったものと推測。

区分開閉器の制御装置

※基板上で電子部品同士を電氣的に接続するために設けられた導電性の配線



パターン線に溶断を確認

3－4．太陽電池発電設備のPCSの品質管理・保守管理等の課題

- 太陽電池発電設備の設計・製造不良に起因する事故については、設置者が製造者と協力して原因究明や再発防止に取り組むことで、円滑に保安の確保が図られてきた一方で、一部の設置者では、原因究明等に当たり、製造者からの十分な協力を得られなかった事例もあった。

※PCSは製造者が精密点検や部品交換の奨励時期を定めている一方、周知徹底が十分でないことなどから、設置者がそれを十分に認識していないことも事故要因の一つと考えられる。一方で、センサ設置による遠隔監視・温度管理等を実施している先進的な例も存在。

- なお、風力発電設備においても、通例、設置者と製造者との契約に基づき、保守点検や遠隔監視、事故発生時の復旧・原因究明に製造者が対応するが、契約内容によっては、設置者に設計情報が開示されない場合や、点検作業等に同行できない場合がある。

設置者・電気主任技術者へのヒアリング結果

太陽電池発電設備について

- ・PCSの**カバーを外すと保証対象外※**となる場合があり、保守点検のために外すことができない。
※製造者は、静電気による精密機器の破損防止や異物混入防止等のためとしている。
- ・事故が発生した際は事故機をメーカーに引き渡し、新品と交換する。原因究明については製造者の調査結果待ちとなり時間がかかる。

風力発電設備について

- ・製造者と保守メンテナンス契約を結んでおり、風車に事故や不具合があった際には交換をしてもらえる一方で、原因究明に十分な情報を得られない場合がある。
- ・契約外の事象や、自然災害等の契約の免責事項に該当するトラブルでは、製造者による修理等の対応に長期間を要する場合がある。

3－5．太陽電池発電設備の支持物に係る技術基準

- 支持物の構造強度についての技術基準を定める「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令」では、支持物は、各種荷重に対して安定でなくてはならないとされている。
- また、当該技術基準の解釈を示している「発電用太陽電池設備に関する技術基準の解釈」では、太陽電池発電設備を設計する際には、JIS C 8955（2017）に規定する荷重（風圧荷重は、30～46m/sの範囲に設定された設計用基準風速に基づいて算定される。）その他の支持物の設置環境下において想定される各種荷重を考慮すべき旨を例示している。

発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令（令和三年経済産業省令第二十九号）

（支持物の構造等）

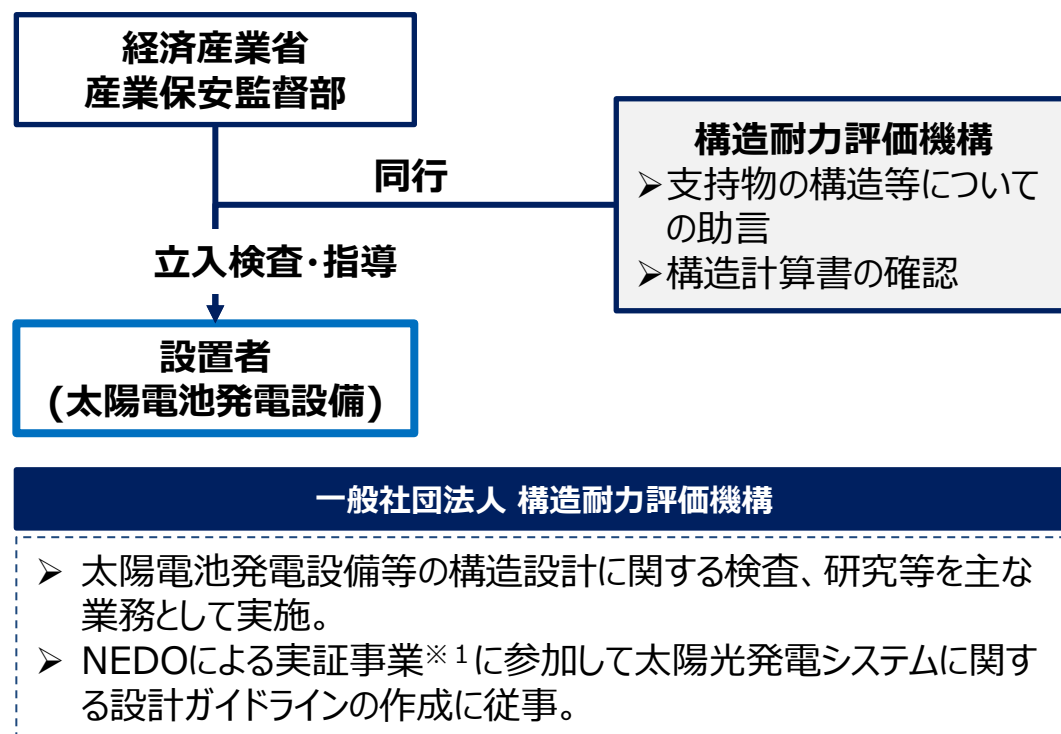
第四条 太陽電池モジュールを支持する工作物（以下「支持物」という。）は、次の各号により施設しなければならない。

- 一 自重、地震荷重、風圧荷重、積雪荷重その他の当該支持物の設置環境下において想定される各種荷重に対し安定であること。
- 二 前号に規定する荷重を受けた際に生じる各部材の応力度が、その部材の許容応力度以下になること。
- 三 支持物を構成する各部材は、前号に規定する許容応力度を満たす設計に必要な安定した品質を持つ材料であるとともに、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は防食等の劣化防止のための措置を講じた材料であること。
- 四 太陽電池モジュールと支持物の接合部、支持物の部材間及び支持物の架構部分と基礎又はアンカー部分の接合部における存在応力を確実に伝える構造とすること。
- 五 支持物の基礎部分は、次に掲げる要件に適合するものであること。
 - イ 土地又は水面に施設される支持物の基礎部分は、上部構造から伝わる荷重に対して、上部構造に支障をきたす沈下、浮上がり及び水平方向への移動を生じないものであること。
 - ロ 土地に自立して施設される支持物の基礎部分は、杭基礎若しくは鉄筋コンクリート造の直接基礎又はこれらと同等以上の支持力を有するものであること。
- 六 （略）

3－6．民間専門機関と連携した支持物の構造強度の立入検査

- 電気工作物を設置する事業場への立入検査については、必要に応じて専門機関が対応。
- 製品評価技術基盤機構（NITE）による立入検査に加えて、支持物の構造強度については、民間専門機関が同行する取組を実施。
- 技術基準の適合性を確認し、必要に応じて、設置者に対して保安管理の改善や設備の補修等を指導。

立入検査への民間専門機関の同行例（支持物の構造強度の立入検査）



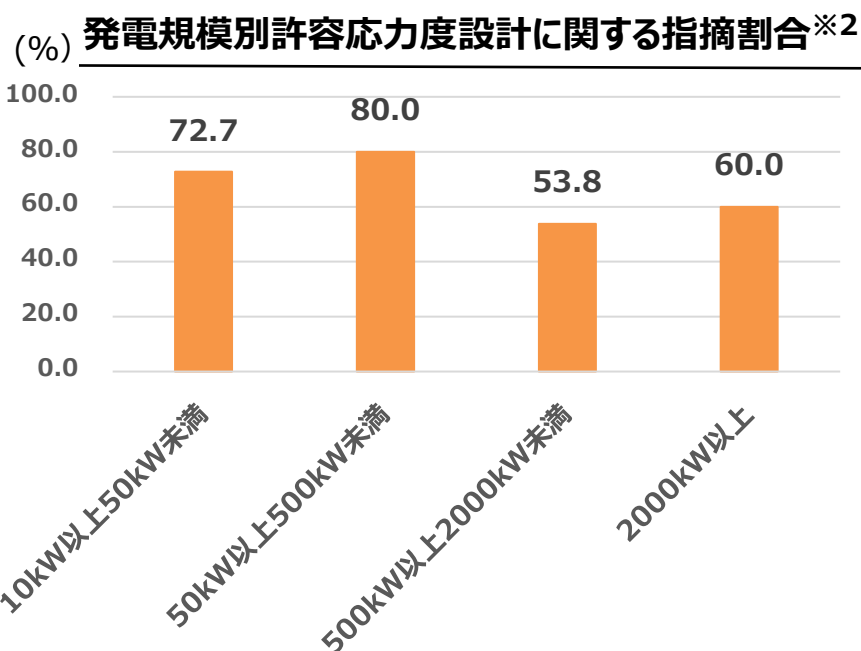
*1:太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（2020年度～2024年度）

出所：一般社団法人 構造耐力評価機構 HP（<https://spei.or.jp/about.html>）より経済産業省作成

3-7. 太陽電池発電設備の支持物に係る設置者の取組の課題

- 民間専門機関を伴う立入検査においても、出力10kW以上500kW未満については、構造計算書に関する指摘※1は7割以上。出力500kW以上についても5割以上。
- 令和4年の電気事業法改正により、小規模事業用電気工作物（出力10kW以上50kW未満）が規制対象となった（基礎情報の届出や使用前自己確認の結果届出が義務化）ことと併せて、保安管理状況調査等を実施。構造計算書等の存在を確認できなかった事業場が約3割。

民間専門機関による構造計算書への指摘状況



※1：構造計算書に関する指摘のうち、許容応力度設計に関する指摘

※2：令和6年度の民間専門機関を伴う立入検査実施数58件のうち、構造計算書が提出された39件について分析

出所：令和6年度小規模発電設備等保安力向上総合支援事業

保安管理状況調査【令和6年度】

概要

実施時期：2024年9月、2025年1月
調査対象：太陽電池発電設備(10kW以上50kW未満)の設置者 約25,000者
(回答数は約17,000者)
調査方法：調査文書を郵送しwebにて回答
※ 電気事業法第106条の規定に基づく報告徴収

調査項目

- ✓ 構造計算書・設計図面・地質調査結果の作成状況
→「はい」が7割程度、「いいえ」「不明」が3割程度
- ✓ ケーブルの汚れ・破損の状況
- ✓ 樹木等のケーブル接触状況
- ✓ 構成機器（PCS等）の錆・破損等の状況
- ✓ 架台の変形・破損・沈下等の状況
- ✓ 架台・基礎の接合部のボルト締め状況
- ✓ 構内ののり面の崩れや雨水による溝の発生状況 等

➡ オンラインフォーム上で、回答内容に応じたフィードバック（点検の奨励等）を表示

目次

1. 発電設備の電気事故発生件数の動向と将来の設備の見通し
2. 太陽電池発電設備の事故原因
3. 太陽電池発電設備の保安に係る制度と現状
- 4. 発電設備を巡る事故原因・制度・現状を踏まえた保安上の対応の方向性**
5. 発電設備を巡る高経年化や新技術の導入拡大を見据えた保安上の対応の方向性

4－1．PCSの事故予防等に関する前回までの主な御意見（※風力発電設備の関連意見を含む）

<PCSの品質管理・保守管理>

- メーカーが推奨する使用環境で、推奨するメンテナンスを実施することが基本的に重要。
- 発火しにくい構造・品質のものにするなどの品質管理が重要。
- センサを設置して温度管理を行うなどの保守管理が必要。

<事故調査>

- 深刻度に応じて調査を徹底すべき。行政の分析能力の向上を図らねばならない。
- 保守管理の常時状況監視データや、システム管理情報も事故発生情報として重要。

<製造者の協力>

- 的確な要因分析と改善策の実施に向け、メーカーからの事故要因等の情報協力が必要。
- PCSはパッケージで販売されるものなので、メーカー側にも一定の責任を追及することも必要。
- 製造者に原因を製品のスペックに反映してもらうことで、事故の再発を防止していくことが必要。
- 事故による焼損品の分析は技術的に限界があると思われるため、製造者や設計者、施工者等の協力も重要。必要に応じて行政から製造者へアプローチできる体制を整えるべき。
- 風力においても、事故原因の追及には製造者の協力が極めて重要。民民契約だけでは協力を得るのが難しいため、法的措置や根拠を含めた検討が必要。
- 海外の製造者については、どのように法的に対応すべきかの整理が必要。メーカーへの勧告制度や輸入規制など、様々な手法のメリット・デメリットを勘案しながら、対応策を検討すべき。
- メーカーと発電事業者が、原因究明に当たってどのようにコストを負担するのか整理する必要がある。

4-1. PCSの事故予防等に関する対応の方向性

<PCSの品質管理・保守管理の徹底>

- メーカーが定める推奨時期に精密点検や部品交換を実施することの重要性について、引き続き、不良事案などを踏まえた注意喚起などを通じて、設置者に対して周知徹底を図るべきではないか。
- PCS周辺の下草対策等の火災防止策の周知をさらに強化していくべきではないか。
- 引き続き、PCSに関する技術基準、国際規格や系統連系協議における安全確保の実態等を精査して、最新の知見をもとに、十分な品質確保が図られているか確認を継続していくべきではないか。
- センサによる遠隔監視・温度管理等の先進的な取組について、技術的妥当性の検証を進めるとともに、業界団体等と連携して先進的な取組について情報発信を強化していくべきではないか。

<行政機関の分析能力向上>

- 再エネ設備は、PCSや太陽光パネルなどのモジュール型の機器の統合体であり、原因究明と再発防止を円滑に行うため、製造者の協力を前提に、NITEや民間専門機関の更なる協力を得て、個々の機器に対する行政の分析能力を向上させていくことも重要ではないか。

※ 2025年5月2日、秋田新屋浜風力発電所（1990kW×1基（Enercon社製））で発生したブレードの落下事故についても、原因究明を進め、その結果を踏まえ政府として必要な安全対策を検討していく。

<製造者等の関係事業者の協力を得るための制度整備>

- 電気事業法上の保安責任は設置者にあり、原因究明とそれを踏まえた保安の確保は設置者による実施が前提だが、設置者の責任を貫徹する観点から、必要に応じ、円滑に原因を究明し保安の確保を図るため、製造者等の関係事業者の協力を得られるようにしてはどうか。
- 事故が製造者の製品不良や工事業者の施工不良に起因する場合については、国から必要に応じて、設置者に対して保安管理の見直しを指導するとともに、設置者が技術基準適合義務を遵守できるよう、これら関係事業者に対して協力を求めること等も必要ではないか。
- 製造者が外国法人である場合、必要に応じ製品の輸入販売事業者に協力を求めることや、設置者・製造者等の間の契約実態が関連する場合についても当該製造者等の協力を得られるようにすること等も重要ではないか。

【参考】風力発電設備の事故に関する事業者の協力を得た取組例

第30回 産業構造審議会
保安・消費生活用製品安全分科会
電力安全小委員会 資料 1-1 を一部修正

- 風力発電設備のタワーの倒壊事故において、タワーの製造者等の協力を得て原因調査を実施。
- タワーの製造不良（溶接部の食い違い段差）と保守点検の予兆の見落としが原因と判明。
- これを受け、設置者は、再発防止策として、点検チェックシートの変更等のメンテナンス手法の改善、などの実施を決定。
- タワーの製造者も、出荷前検査等に食い違い段差に係る検査項目を追加。
- 経済産業省においても、定期自主検査の検査方法を例示する解釈通達の改正を実施（検査方法として「タワー溶接部の亀裂・発錆の目視確認」を追記）。

発電所・被害の概要

発電所概要

設置者：日本風力開発ジョイントファンド株式会社
（みなし設置者：イオスエンジニアリング＆サービス(株)）
運転開始時期：平成15年12月
発電所出力：33,000kW（1,500kW×22基）

被害の概要



- ✓ 令和5年3月17日に、六ヶ所村風力発電所1-3号機のタワーが、地上約11mの高さの溶接部から折損。
※ 人的被害は無し。
- ✓ 同様の亀裂が同風力発電所の4-2号機でも発見。

事故の発生過程

1

製造者

タワー製造メーカーにおける検査に検査項目の不備があったため、品質基準を満たさない製品（食い違い段差があるタワー）が出荷



2

設置者

- ① 倒壊前2か月間に発生していた異常振動
- ② 溶接部の発錆・亀裂の2つの異常兆候を見落とした



**食い違い段差に起因して発生した
亀裂の進展によりタワーが倒壊**

4－2．太陽電池発電設備の構造安全性の確保に関する前回までの主な御意見

<新規設備の強度確保>

- 地上設置型の場合、架台・基礎の下部は地中に埋まるため、完成後に工事をやり直すのは困難。工事の完了前にチェックすることが必要ではないか。
- 使用前自己確認では支持物について技術基準の適合性を確認することとなっているが、実態上、しっかり確認できている事業者は限られると思われるため、何らか手立てを検討する必要がある。
- 小規模事業用等の中小設備については、工事前の段階での構造計算や設計の適切性を確認する環境整備が行われることで長期の安全性や事故防止に貢献できる。
- 太陽電池発電設備は毎年多数設置される一方で、構造に関する専門人材の数も限られるため、安全性の確保された架台を認証して、認証・標準化する仕組みも一案。
- 架台は海外製も多く、海外製の架台についての認証体制の整備も必要となる。
- 一方、中小規模事業者への追加費用負担や手続きの複雑化によって普及が阻害されないよう、十分な時間をかけて適切な構造強度を有する支持物等を認証・標準化するべき。
- 電気を専門とする電気主任技術者が構造的な事故に対応するのは難しいため、構造を専門とする技術者を電気主任技術者と併せて選任する形態も考えてはどうか。

<既存設備の強度確保>

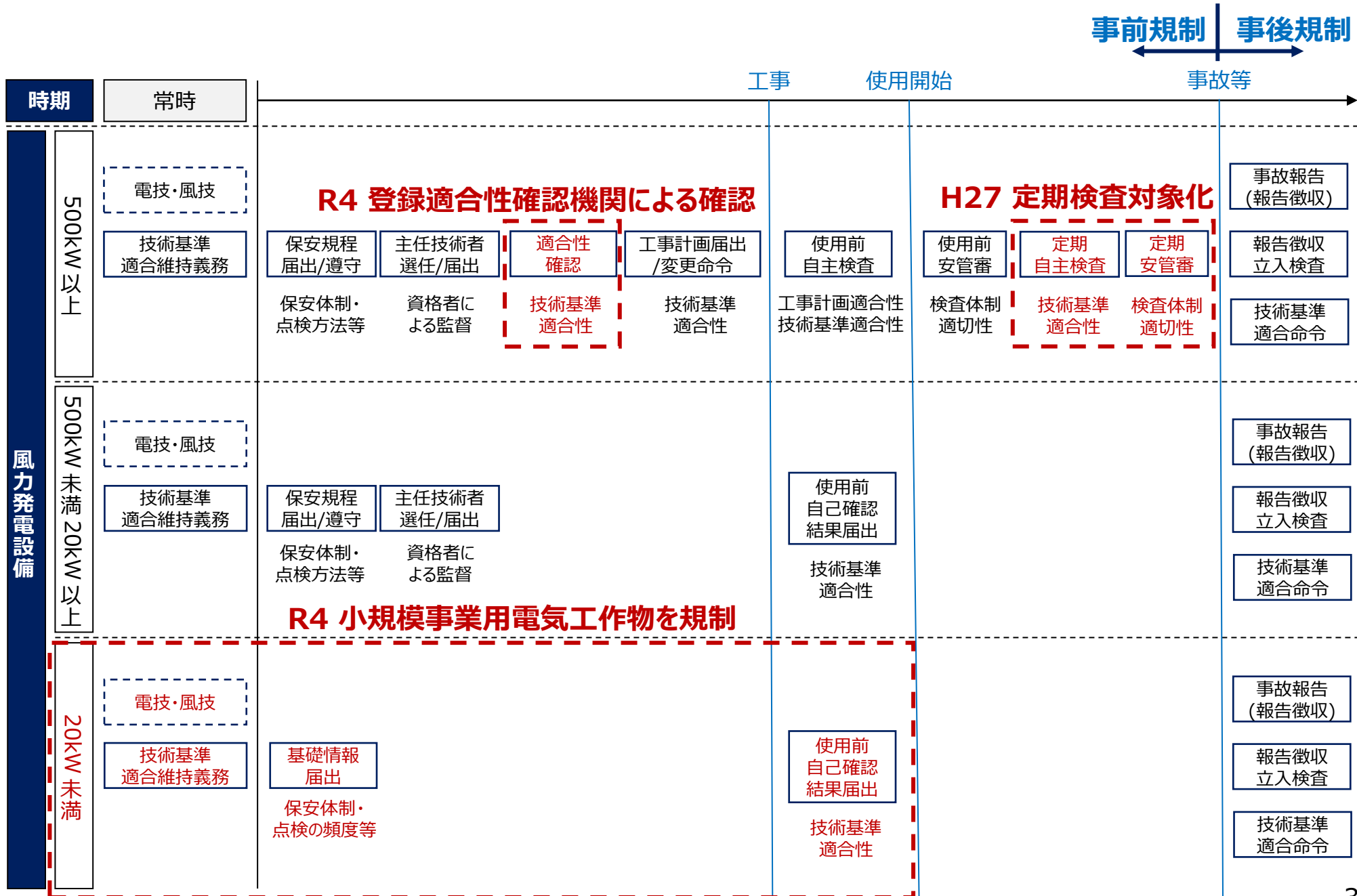
- FITの調達期間が終了する2032年前後から増加が見込まれるリパウリング工事の際に、併せて補修等による品質の改善を図れないか。
- 民間専門機関を伴う検査や現地調査は有効な手段。簡易的なBefore／After 事例の共有化や、NEDOで進めている評価・回復手法をより分かりやすく、更に進めていくことが重要。

4－2．太陽電池発電設備の構造安全性の確保に関する対応の方向性①

＜新規設備の強度確保＞

- 工事計画届出の対象ではない中・小型の太陽電池発電設備については、設置者が構造計算や設計の適切性を確認することとしているが、構造計算書の存在自体を確認できなかった設備や構造計算書に不備があった設備も一定数存在する。また、出力にかかわらず支持物に関する事故が発生していることも踏まえ、構造に関する専門的知見により安全性をさらに向上させる観点から、新たに、太陽電池発電設備について、工事前の段階で、設置者が支持物の構造安全上の適切性について、専門的な知見を有する第三者機関の確認を得ることとしてはどうか。
- 一方で、年1万件以上という多数の太陽電池発電設備が新設されていることを踏まえ、第三者機関の確認に加えて、円滑に設備の保安を確保できるよう、新たに、適切な構造安全性を有する支持物に関する民間認証制度や規格を活用した標準化などの環境整備も併せて図ってはどうか。
- ペロブスカイト太陽電池※のような軽量かつ柔軟で多様な設置形態が想定される太陽電池発電設備については、社会実装の状況を踏まえ、構造安全性の確認方法やその必要性について検討することとしてはどうか。 *ペロブスカイト太陽電池の詳細については後掲
- 構造安全性の確保の前提として、適切な環境に設置がなされるよう、施設する土地の地盤にも適切な対策を講じる必要があるため、土砂流出又は地盤の崩壊を防止する措置について、FIT/FIP認定事業に対し適用される「事業計画策定ガイドライン」に規定されている内容を参考に、技術基準の解釈等に明記してはどうか。

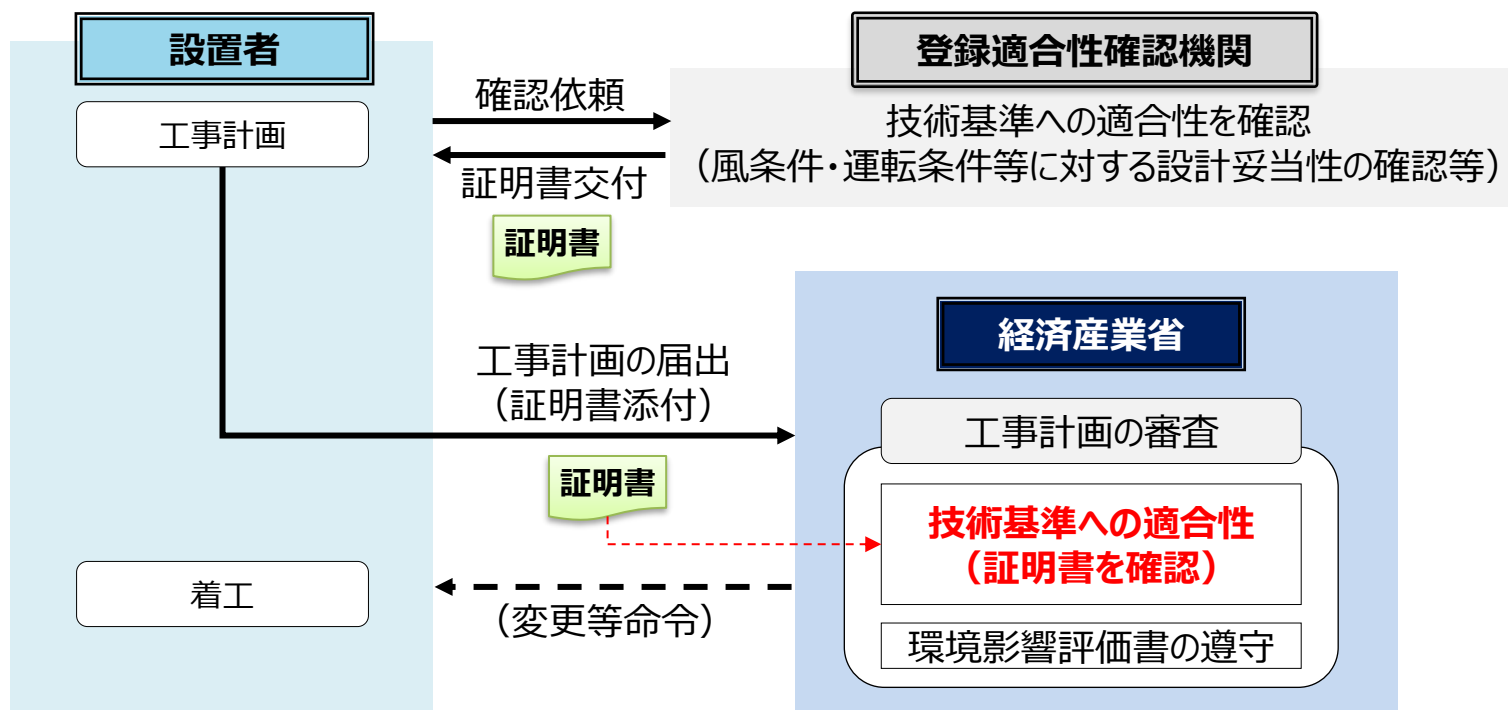
【参考】電気事業法における保安規制体系（風力発電設備）



【参考】登録適合性確認機関による技術基準適合性の確認

- 令和4年に、風力発電設備の設置者が経済産業省へ工事計画を届け出る前に、経済産業大臣の登録を受けた風力発電設備に関する高度な専門的知見を有する事業者（「登録適合性確認機関」）が、支持物の構造その他の各種技術基準への適合性を発電所ごとに確認する、登録適合性確認機関制度を創設。
- これまでに2社を登録適合性確認機関として登録。制度開始後約2年半で、50件強の発電所に対して適合性確認証明書を発行。

風力発電設備の工事計画に係る手続の流れ



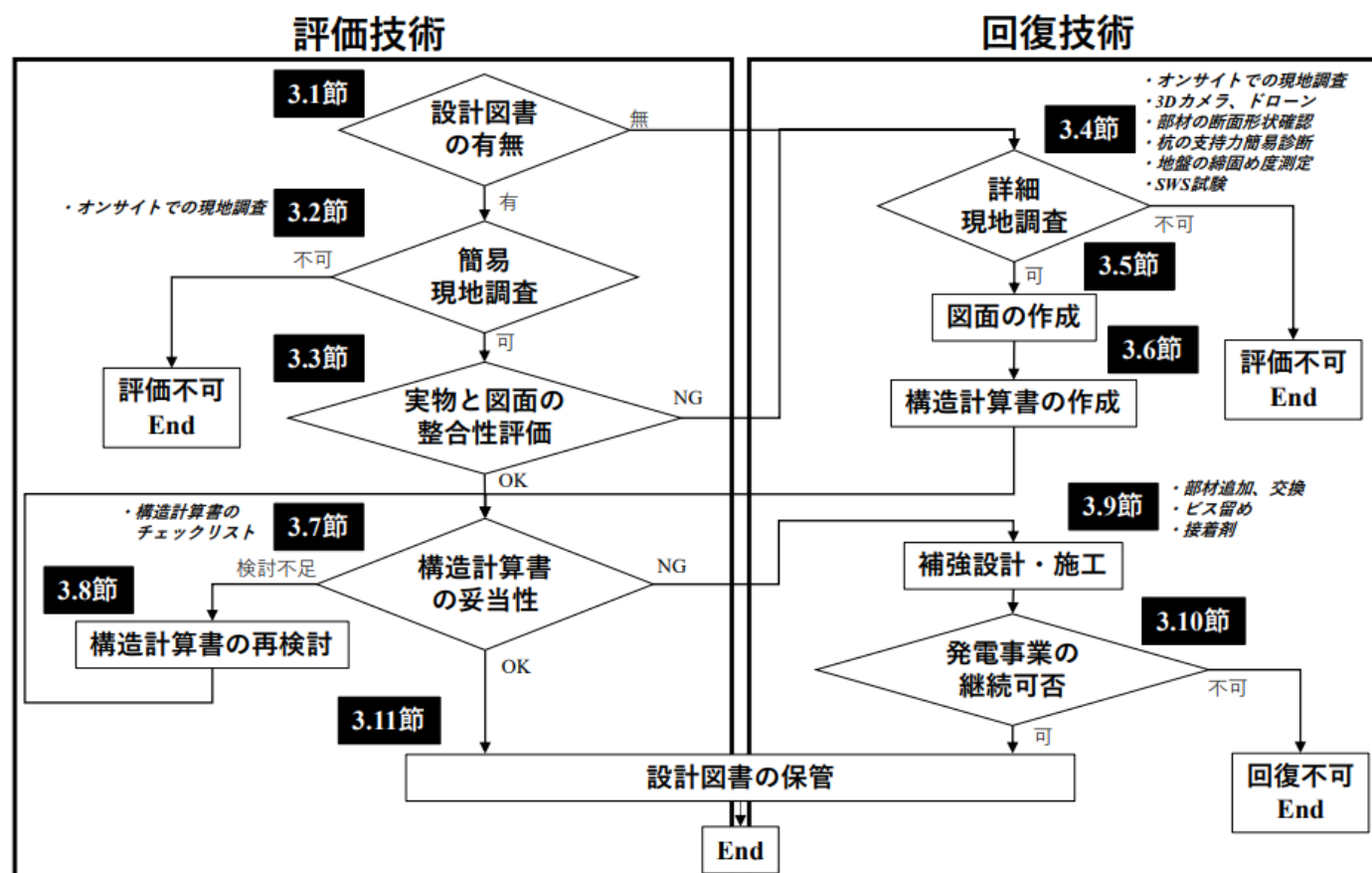
4－2．太陽電池発電設備の構造安全性の確保に関する対応の方向性②

＜既存設備の強度確保＞

- 事故の防止には、既に設置されている太陽電池発電設備についても、構造安全性確保に向けて取り組むことが重要。
- 民間専門機関を伴う立入検査や法令違反等が疑われる案件の現地調査の実施を強化し、技術基準適合性の確認と設備の補修に関する指導に努めるとともに、補修の必要性に関する設置者の理解促進や補修技術の普及に取り組んではどうか。
 - ◆ 保安管理状況調査を通じた設置者の状況の把握の徹底や、保安講習会等を通じた構造安全性確保に向けた設置者の取組を促進。
 - ◆ 現地調査や立入検査を強化し、設備状況や保守体制、技術基準への適合状況を確認。民間専門機関の知見を活用しつつ、土砂災害警戒区域や斜面に施設された設備や構造計算書がない設備等事故リスクの高い設備を優先的に検査。調査や検査の結果を踏まえ、必要に応じて、法令遵守等の観点から補修計画の策定・実行や再点検を含めた改善措置を指導。継続的なフォローアップを実施する。
 - ◆ 適切な補修方法について、ガイドライン（太陽光発電設備の評価・回復手法の技術情報および利用ガイド）等を用いて事業者へ積極的に周知。具体的には、保安講習会等を通じ、ガイドライン内容の理解促進・保安管理の意識向上を図るとともに、事業者向けの相談窓口を整備する。

- 太陽光発電設備のアレイ支持物の構造安全性に関する評価及び回復（補修等）について、プロセスと手段を整理した「太陽光発電設備の評価・回復手法の技術情報および利用ガイド」が、NEDO※¹の委託業務事業において、作成・公表されている。

アレイ支持物の構造における評価・回復に係るフローチャート



*1：国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術開発機構

4－3．設置者の保安力向上に関する前回までの主な御意見

<設置者の保安力向上>

- 小規模な発電事業者に、長期・安定・安全に設備を運用する重要性を広く伝えていくことが必要。
- 立入検査で見受けられた不良事例は積極的に水平展開して波及効果を生んではどうか。
- 保安管理状況調査による設置者への点検指導や立入検査での不良事例の横展開は、事業者の注意喚起や改善提案に極めて有効であり、タイムリーに実施してほしい。

<AI等を活用したスマート保安の促進>

- スマート保安について、技術カタログで公開する方向には賛同するが、点検頻度の緩和や精密測定頻度緩和といった保安規制柔軟化などのインセンティブも重要。
- AIの活用に当たっては、事故の予兆に関するデータを蓄積したり、画像判定のための教師データの獲得などが重要になる。こうしたデータ利活用の環境整備を国においても検討してほしい。
- 例えば、風力発電設備の定期点検は、数年毎に目視で丁寧に実施されているが、ドローンで撮影した画像から錆や亀裂をAIで判別する技術も実用化されてきており、こうした状態監視・予知保全などのテクノロジーの活用が重要。

<サイバーセキュリティの確保>

- 事業者は、事故防止等の保安管理とサイバーセキュリティの確保に、一体的に取り組むべき。

4－3．設置者による保安力向上に関する対応の方向性

<設置者の保安力向上>

- 保安管理状況調査による設置者への点検指導、設置者向け保安講習会や、立入検査等で確認した不良事例の横展開等の保安に関する情報提供を行う。

<AI等を活用したスマート保安の促進>

- 高度なAI等のデータを活用した最新技術など、各種スマート保安技術について、スマート保安プロモーション委員会において技術的妥当性を評価し、スマート保安技術カタログで公開していく。
- 技術的妥当性が確認された技術については、保安管理の実態を踏まえつつ、定期自主検査の方法の解釈において、活用する場合の検査の項目、方法及び点検周期を例示することで、設置者によるスマート保安技術の活用を促していく。

<サイバーセキュリティの確保>

- 立入検査においてサイバーセキュリティの確保に関する技術基準への適合性を確認し、及び必要に応じて設置者へ改善指導を行う。

設置者の保安力向上に向けた不断の取組①（保安管理状況調査・保安講習会）

- FIT制度の開始以降、多様な設置者が太陽光発電事業へ参入。そうした設置者の保安意識や保安力の向上を図るため、設置者に向けた保安管理状況調査や、Web保安講習会を実施。
- 今後も設置者への情報提供を積極的に行い、水平展開による波及効果を促進。

保安管理状況調査【令和6年度】（※再掲）		設置者向け保安講習会	
概要	実施時期：2024年9月，2025年1月 調査対象：太陽電池発電設備（出力10kW以上50kW未満）の設置者約25,000者 （回答数は約17,000者） 調査方法：調査文書を郵送しwebにて回答 ※ 電気事業法第106条の規定に基づく報告徴収	開催実績	✓ 令和4年度 24回 ✓ 令和5年度 4回 ✓ 令和6年度 4回
		参加人数	✓ 令和4～6年度で、延べ約4,000人
調査項目	✓ 構造計算書・設計図面・地質調査結果の作成状況 ✓ ケーブルの汚れ・破損の状況 ✓ 樹木等のケーブル接触状況 ✓ 構成機器（PCS等）の錆・破損等の状況 ✓ 架台の変形・破損・沈下等の状況 ✓ 架台・基礎の接合部のボルト締め状況 ✓ 構内ののり面の崩れや雨水による溝の発生状況 等	講習内容	✓ 構造耐力評価機構、太陽光発電協会が講師となり、 <u>設置者へ保安に関する知識・知見の付与を目的に、Web講習会形式</u> で開催。 ✓ <u>使用前自己確認の方法（設計荷重の確認方法や支持物の構造、部材強度の確認の方法等の構造強度に関する内容や、絶縁耐力試験などの電気に関する内容等）</u> 等について説明。

 オンラインフォーム上で回答内容に応じたフィードバック（点検の奨励等）を表示し、設置者の保安意識を向上。

設置者の保安力向上に向けた不断の取組②（注意喚起・点検の奨励）

- 保安管理状況調査の際、設置者の回答内容に合わせて、指導すべき内容の表示を実施。今後、**不良事例を用いた注意喚起や点検の奨励を表示し、設置者の保安意識向上を促進**していく。

保安管理状況調査の回答を踏まえた設置者への表示内容【令和6年度】

不良事例への注意喚起や
点検の推奨を表示する

タイプ	表示内容
タイプA	設備の技術基準適合性を確認するためには、あらかじめ構造計算書・図面等を作成し、その設計通りに施設することが望ましく、推奨いたします。 今後、定期的な点検及び異常が発生していた場合は速やかな修繕をお願いいたします。
タイプB	技術基準適合・維持義務違反の恐れがあります！ 定期的な点検及び異常が発生していた場合は速やかな修繕を行うことは設置者の義務です。 直ちに問題個所を特定して是正を行ってください。
タイプC	技術基準適合・維持義務違反の恐れがあります！ 定期的な点検及び異常が発生していた場合は速やかな修繕を行うことは設置者の義務です。 直ちに問題個所を特定して是正を行ってください。 あわせて、設備の技術基準適合性を確認するためには、あらかじめ構造計算書・図面等を作成し、その設計通りに施設することが望ましく、推奨いたします。
タイプD	おおむね良好な状態で維持できているようです。 後も現状を維持できるように保守管理を継続してください。
共通	※電気事業法第39条 小規模事業用電気工作物を設置する場合は、一定の技術基準に適合するように維持しなければなりません。 ※電気事業法第40条 経済産業大臣は、小規模事業用電気工作物が技術基準に適合していない場合は修理や使用の一時停止などを命じることができます。 ※電気事業法第107条 経済産業大臣は、電気工作物の設置者に対して、自主保安体制が十分機能しているかを確認するため立入検査を実施しています。また、問題があった場合には改善の指導等を行います。

設置者の保安力向上に向けた不断の取組③（現地調査の実施）

- 2024年度には、事業規律違反や関係法令違反が疑われる不適切案件に対する現地調査（全国1,300件）を実施。そのうち、約1,000件に行政指導等を実施している。

（※）なお、2024年3月26日付けで、総務省から「太陽光発電設備等の導入に関する調査」を踏まえ、トラブル等の未然防止に向け、発電設備への現地調査を強化すること等が勧告された。上記の現地調査は、こうした勧告等を踏まえたもの。

- 現地調査等を通じて違反の実態が確認された場合には、保安監督部、関係省庁、自治体にプッシュ型で情報提供を行うとともに、事案に応じて、再エネ特措法に基づく指導・FIT/FIP交付金の一時停止・認定取消し等の措置を厳格に講じていく。

<これまでに実際に現地調査で見つかった不適切事案>

管理不十分な状態で下草に覆われたパネル 基礎が露出し浮いている太陽光発電設備



盛土が大きく崩落した太陽光発電設備



設置者の保安力向上に向けた不断の取組④（業界団体と連携した取組）

- 業界団体が作成する不良事例・改善事例集、地域共生・共創のためのチェックリストの活用等、業界団体と連携して設置者への情報提供を積極的に行うことにより、点検・改善活動の活性化を図る。
- この際、ペロブスカイト太陽電池等の新技術についても広く情報収集に努め、不良事例等を共有する仕組みを形成する。

太陽電池発電設備の不良事例

・台風の強風により、架台の後部が持ち上がり、アレイ全体が前に傾いた。



・積雪荷重により架台が損傷している。
・パネル受け材が、積雪荷重により、曲げ破壊した。



設置者の保安力向上に向けた不断の取組⑤（スマート保安）

- 製品評価技術基盤機構（NITE）は事務局を務めるスマート保安プロモーション委員会で技術的妥当性を評価し、妥当性が確認された技術をスマート保安技術カタログとして公開している。
- カタログには評価案件の概要や対象設備等を記載し、設置者の導入検討の参考情報として提供しており、今後も新たな技術のカタログ化を継続する方針。
- カタログ等を通じて、設置者への情報提供を通じて普及を促進していくとともに、定期自主検査の方法の解釈において、検査の項目、方法及び点検周期を例示する際の検討材料とする。

スマート保安技術カタログ事例（基礎要素技術）

「デジタル画像相関法を用いたボルト軸力計測技術」

■ 概要

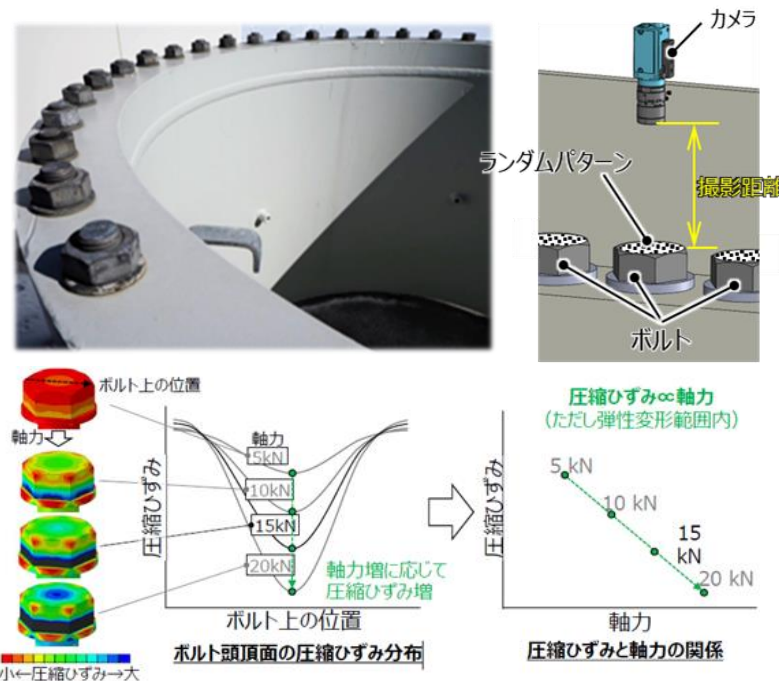
風車法定点検におけるタワーフランジボルト点検では、測定機器で軸力又は締付トルク等を確認している。現在のボルト締付管理方法は、トルクレンチで締め付けるトルク法が主流であるが、同じボルトでも摩擦条件(潤滑油の状態や錆等の影響)が異なると同じトルク値で締めても得られる軸力値が大きく異なる。本技術は摩擦影響が小さく、軸力値の正確な測定を実現可能な手法である。

■ 対象設備の概要

風力発電所、その他（ボルト締結部）

■ 導入するスマート保安技術

- ・ボルトを締め付けると軸力によりボルト頭部に曲げモーメントによる変形が生じる。
- ・予めランダムパターンを塗布したボルト頭頂面をカメラで撮影し、デジタル画像相関(DIC)法を用いて計測した頭部変形量と前もって有限要素法(FEM)解析によって得られた頭部変形量との比較により、頭部変形量からボルトの軸力を推定する。



設置者の保安力向上に向けた不断の取組⑥（サイバーセキュリティ）

- 電気保安分野におけるスマート化の進展や再エネの導入拡大にあわせて、サイバーセキュリティの確保も重要な課題。
- 現行の技術基準においてもサイバーセキュリティの確保を求めているところ、立入検査において技術基準への適合性も確認し、必要に応じて、設置者へ改善指導を実施。

電気設備に関する技術基準を定める省令（平成九年通商産業省令第五十二号）

第二款 異常の予防及び保護対策
（サイバーセキュリティの確保）

第十五条の二 事業用電気工作物（小規模事業用電気工作物を除く。）の運転を管理する電子計算機は、当該電気工作物が人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれ及び一般送配電事業又は配電事業に係る電気の供給に著しい支障を及ぼすおそれがないよう、サイバーセキュリティ（サイバーセキュリティ基本法（平成二十六年法律第百四号）第二条に規定するサイバーセキュリティをいう。）を確保しなければならない。

電気設備の技術基準の解釈（20130215商局第4号）

第5節 過電流、地絡及び異常電圧に対する保護対策

【サイバーセキュリティの確保】（省令第15条の2）

第37条の2 省令第15条の2に規定するサイバーセキュリティの確保は、次の各号によること。

- 一 スマートメーターシステムにおいては、日本電気技術規格委員会規格 JESC Z0003（2025）「スマートメーターシステムセキュリティガイドライン」によること。配電事業者においても同規格に準じること。
- 二 電力制御システムにおいては、日本電気技術規格委員会規格 JESC Z0004（2025）「電力制御システムセキュリティガイドライン」によること。配電事業者においても同規格に準じること。
- 三 自家用電気工作物（発電事業の用に供するもの及び小規模事業用電気工作物を除く。）に係る遠隔監視システム及び制御システムにおいては、「自家用電気工作物に係るサイバーセキュリティの確保に関するガイドライン（内規）」（20220530 保局第1号 令和4年6月10日）によること。

目次

1. 発電設備の電気事故発生件数の動向と将来の設備の見通し
2. 太陽電池発電設備の事故原因
3. 太陽電池発電設備の保安に係る制度と現状
4. 発電設備を巡る事故原因・制度・現状を踏まえた保安上の対応の方向性
- 5. 発電設備を巡る高経年化や新技術の導入拡大を見据えた保安上の対応の方向性**

5－1．風力発電設備の高経年化設備の保安に関する前回までの主な御意見と対応の方向性

<前回までの主なご意見>

- 発電設備毎に、受けてきた自然災害による劣化の程度や、台風や地震等の潜在的なハザードなどは異なる。それぞれの設備に特化した劣化状況の評価や、個々の災害リスクを踏まえたきめ細やかな保安管理が大切。
- 洋上風力は潮風にさらされ、動揺による金属疲労等も予想される。そうした経年劣化については、海外の事例も含めてよく情報収集し、早い段階から事故・不具合の原因を研究することで、将来、重大事故が起こらないよう備えることが重要。

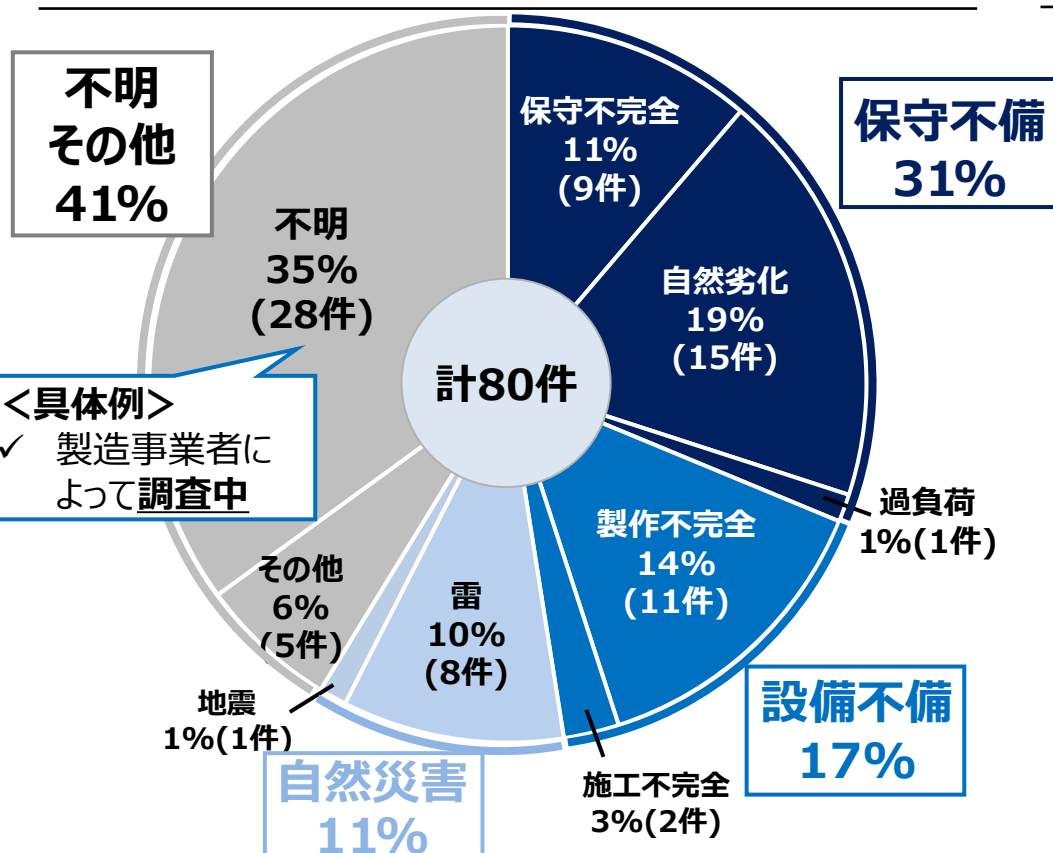
<対応の方向性>

- 高経年化設備の保安の確保を図るため、国際規格の内容を参考にしつつ、設置環境等の異なる個々の設備の余寿命を適切に評価し、安全に管理する方法を、定期自主検査の方法の解釈において例示することとしてはどうか。
- 今後導入の本格化が見込まれる洋上風力発電設備については、海外の事故事例の研究等の方法で、洋上風力に特有の劣化に関する知見の蓄積に努めていく。※後掲

【参考】風力発電設備の事故の内訳

- 令和3～5年度に発生した風力発電設備（単機出力20kW以上であって、電気事業の用に供しないもの）の破損のうち原因が判明しているものについて、その原因は、多い順に保守不備（31%）、設備不備（17%）、自然災害（11%）であった。
- また、令和5年度の保守不備を原因とする電気工作物の破損9件のうち6件が運転開始後15年以上経過している設備の事故であった。

令和3～5年度の電気工作物の破損の原因内訳



「保守不備」に係る破損事故の運転開始後経過年数

- ✓ 令和5年度の電気工作物の破損のうち「保守不備」を原因とするもの(9件)について、運転開始後の経過年数ごとに件数を整理。

運転開始後経過年数	破損件数
5年未満	2
5年以上10年未満	0
10年以上15年未満	1
15年以上20年未満	3
20年以上	3

【参考】風力発電設備の高経年化に関する国際規格

- 風力発電設備の寿命管理と延命化について定める国際規格（標準仕様書）であるIEC TS 61400-28:2025 Ed.1.0が2025年3月に発行され、日本電機工業会から業界団体等に周知が行われた。
- 当該規格（標準仕様書）では、風力発電設備の安全性と構造的健全性を維持するための評価手法等の基準を定めたものであり、設計寿命や評価寿命を超えて運用を継続する際の技術的根拠を示すために、設備の状態や余寿命の評価方法を規定している。

IEC TS 61400-28:2025 Ed.1.0の構成

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. 適用範囲 | 付録A：健全性と安全 - 検査と性能基準 [参考] |
| 2. 参考文献 | 付録B：主要荷重パスのデータ要件 [参考] |
| 3. 定義と略語 | 付録C：物理的検査 - 結果、所見、洞察の文書化のベストプラクティス [参考] |
| 4. ユーザー ガイダンス：ライフサイクル管理と寿命延長の概念 | 付録D：風車寿命の解析的評価 - 精度評価を伴う相対的アプローチ [参考] |
| 5. データ管理、要件、不確実性 | 付録E：転がり軸受と油圧システムの最小 CMD※ [参考] |
| 6. リスク管理プロセス | 付録F：リスク評価の方法の例 [参考] |
| 7. 風力発電所の運用、保守、検査 | 付録G：寿命全体管理と残存耐用年数 [参考] |
| 8. 状態と構造的健全性監視 | |
| 9. 健全性と安全に関する情報 | |
| 10. タービン寿命の分析的評価 | |

※CMD:condition monitoring devices（状態監視装置）

ペロブスカイト太陽電池の多様な設置形態

- ペロブスカイト太陽電池は、国内において開発が進められ、一部の企業では事業化が進められている。その軽量で柔軟な特長を活かし、建物の屋根・窓・壁面等への設置が想定される。

建物屋根への設置



シート状のままテントのように張って設置



透明架台を利用しボルトで設置

老朽化したパネルの再利用

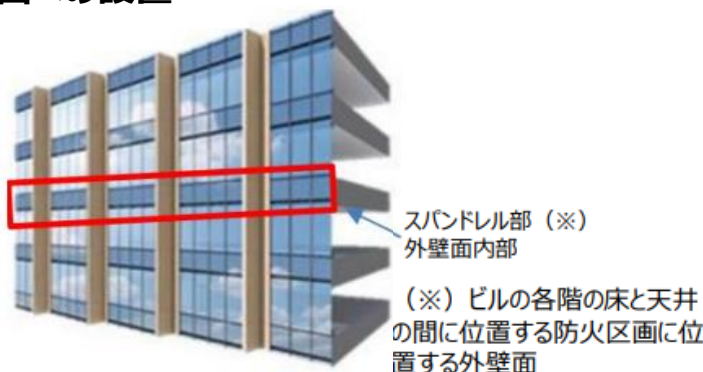


既存のシリコン太陽電池パネル上への設置

建物窓・壁面への設置



窓や壁面にガラス建材一体型として設置



フィルム型をビル壁面に設置

5－2．ペロブスカイト太陽電池の保安に関する前回までの主な御意見と対応の方向性

<前回までの主なご意見>

- ペロブスカイト太陽電池への投資を促進するためにも、保安規制の予見可能性を確保することは重要。このため、過度な規制になり過ぎず、一方できちんと保安も確保することができるように、法令の解釈について、合理的な内容の例示を迅速に提示することが重要。
- ペロブスカイト太陽電池については、まだ仕様等が定まっていない段階にあるため、令和7年度のNEDOでの検討内容や今後の動向を踏まえて、慎重に例示の内容を検討することが必要。

<対応の方向性>

- ペロブスカイト太陽電池のような軽量かつ柔軟で多様な設置形態が想定される太陽電池発電設備については、社会実装の状況を踏まえ、構造安全性の確認方法やその必要性について検討することとしてはどうか。※再掲
- NEDOでの検討内容や最新の技術動向を踏まえて慎重に、発電用太陽電池設備に関する技術基準の解釈（20210317保局第1号）等において、安全な施工等の方法を例示してはどうか。

- 現行の電気事業法において、太陽電池発電設備の設置者には、設備を技術基準に適合するよう維持する義務等が課されており、ペロブスカイト太陽電池についても、当該規制の下で保安の確保が図られる。

○太陽電池発電設備に関する現行の保安規制

出力等条件	技術基準適合・維持義務 (法第39条)	保安規程届出 (法第42条) 主任技術者選任 (法第43条)	基礎情報届出 (法第46条)	工事計画届出 (法第48条) 使用前自主検査 (法第51条)	使用前自己確認 (法第51条の2)	報告徴収 (法第106条) 立入検査 (法第107条)
2,000kW以上	要	要	不要	要	不要	対象
500kW以上 2,000kW未満	要	要	不要	不要	要	対象
50kW以上 500kW未満	要	要	不要	不要	要	対象
10kW以上 50kW未満 (小規模事業用電気工作物)	要	不要	要	不要	要	対象
10kW未満 (一般用電気工作物)	※	不要	不要	不要	不要	対象

※技術基準適合命令の対象となる（法第56条）

ペロブスカイト太陽電池に対応した技術基準の明確化

- ペロブスカイト太陽電池は、その軽量で柔軟な特長から、今後、多様な設置形態が想定される。
- そのため、令和7年度にNEDO※¹において、実態に応じた安全な施工や維持管理の方法を検討し、ガイドライン（初版）が作成される予定。なお、水上設置型や傾斜地設置型、農地設置型等の特殊な設置形態の太陽電池発電設備については、これまでも、NEDOにおいて安全性確保に向けた実証事業が行われ、その成果を踏まえたガイドラインが公表されている。
- ガイドラインの取りまとめに当たり、電気保安上考慮すべき事項は何か。また、取りまとめられたガイドラインの内容を踏まえ、安全な施工方法等について広く情報提供する観点から、技術基準の解釈において具体的な施工等の方法を例示することとしてはどうか。

NEDOによる実証試験を踏えた検討 （支持物に係る部分抜粋）

傾斜地設置型ガイドライン

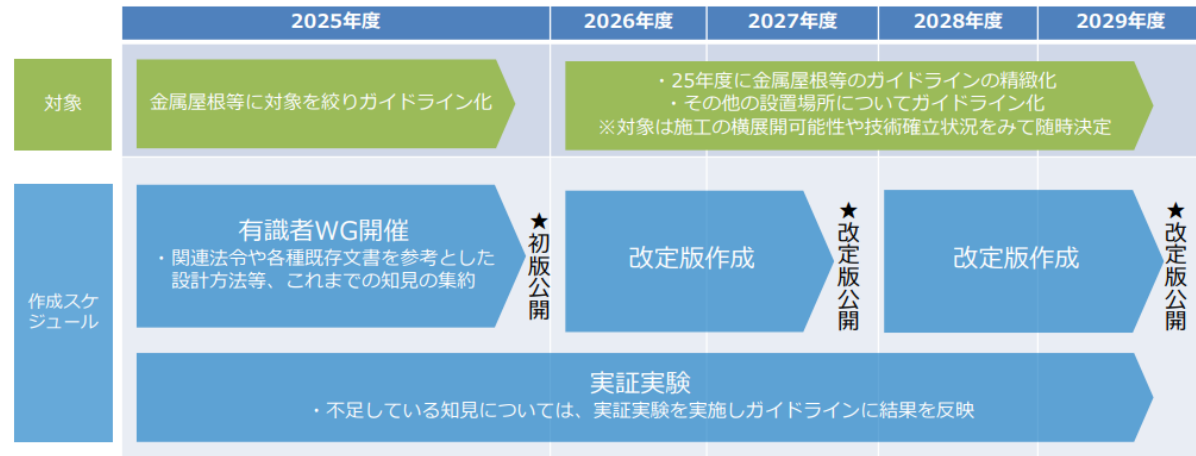
- ・設計用速度圧の算出方法
- ・設計時に考慮すべき事項（地形、地盤、積雪の影響） など

水上設置型ガイドライン

- ・フロートに作用する波力算定に用いる有義波の算出方法
- ・腐食防食対策 など

営農設置型ガイドライン

- ・基礎、架台の構造（暴風・大雪等への対応と営農への配慮）
- ・農地設置に伴う腐食防止対策 など



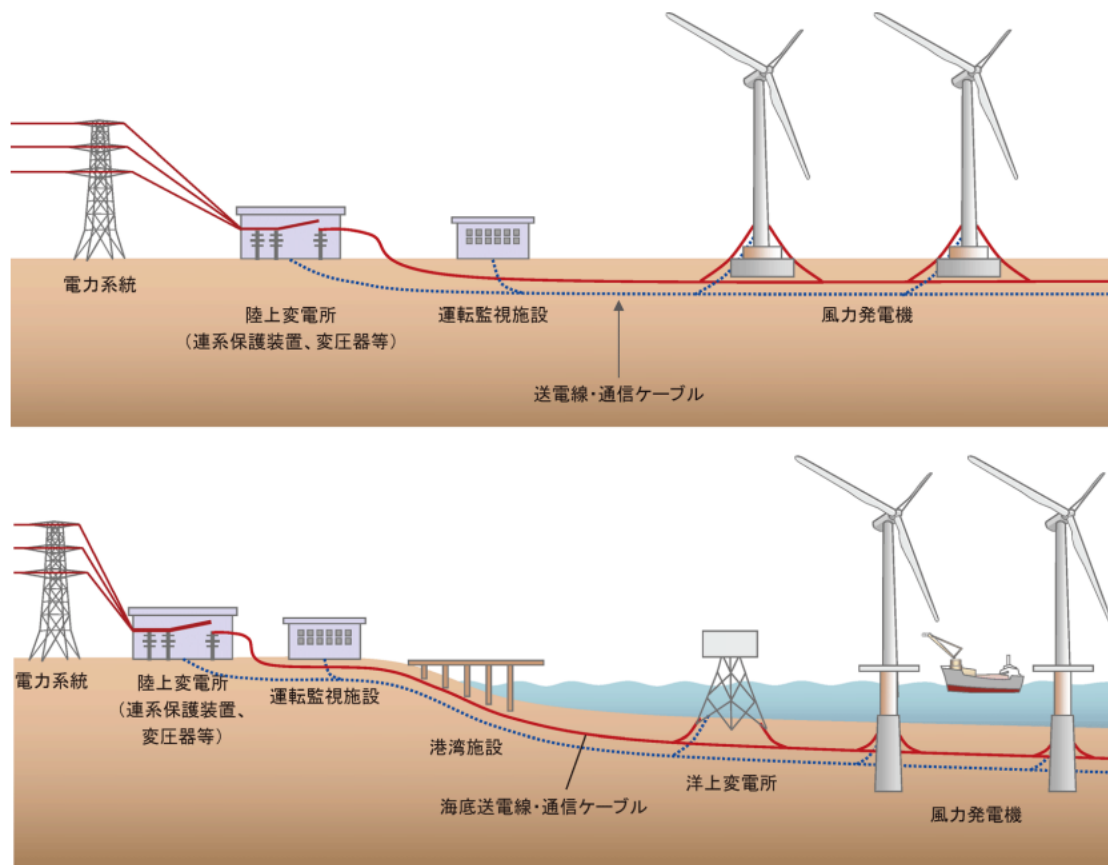
※改訂版の公開時期等については、今後スケジュールを見直す可能性がある。

出所：第1回 次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた実装加速連絡会事務局資料

洋上風力発電の特性

- 洋上風力発電所には、陸上風力発電所が有する風力発電機、運転監視施設、陸上変電所、送電ケーブルに加え、海底送電ケーブル、港湾施設、洋上変電所など**特有の設備が伴う**。
- **洋上風力の保守にあたっては、作業船等の設備や高度な技能を有する人材を要する**。

ウィンドファームの主要構成要素（上：陸上 下：洋上）



5－3．洋上風力発電設備の保安に関する前回までの主な御意見と対応の可能性

<前回までの主なご意見>

- 洋上風力は技術者の常駐が困難で異常時の対処が難しく、現地に人を派遣して目視点検を行うことも容易でないため、センサによる遠隔常時監視が重要。船舶の監視技術や、バードストライクをカメラで監視する技術などの保安への活用も考えられる。
- 洋上風力発電設備の保安管理には、揺れる足場の上での高所作業技術など、様々な技能が必要。風車の増加に伴い一層多くの保安人材が必要となることから、トレーニング施設を更に増やしていくとともに、育成訓練に向けて、そうした人材に求められる技能を整理することが重要。

<対応の方向性>

- 今後導入の本格化が見込まれる洋上風力発電設備については、海外の事故事例の研究等の方法で、洋上風力に特有の劣化に関する知見の蓄積に努めていく。
- 技術的妥当性が確認されたスマート保安技術については、保安管理の実態を踏まえつつ、定期自主検査の方法の解釈において、検査項目、方法及び点検周期を例示することで、設置者によるスマート保安技術の活用を促していく。 ※再掲
- 洋上風力発電設備の保安人材については、政府において訓練施設の整備等への支援を行っているほか、産業界でも洋上風力の業務に必要な資格・スキルを整理した各種ガイドラインを作成するなど、官民連携で人材の育成・確保に取り組んでいく。

【参考】洋上風力発電設備に係る保安規制

- 現行の電気事業法において、風力発電設備の設置者には、設備を技術基準に適合するよう維持する義務等が課されており、洋上風力発電設備についても、当該規制の下で保安の確保が図られる。

○風力発電設備に関する現行の保安規制

出力等条件	技術基準適合・維持義務 (法第39条)	保安規程届出 (法第42条) 主任技術者選任 (法第43条)	基礎情報届出 (法第46条)	工事計画届出 (法第48条) 使用前・定期自主検査※ (法第51・55条)	使用前自己確認 (法第51条の2)	報告徴収 (法第106条) 立入検査 (法第107条)
500kW以上	要	要	不要	要	不要	対象
20kW以上 500kW未満	要	要	不要	不要	要	対象
20kW未満 (小規模事業用電気工作物)	要	不要	要	不要	要	対象

※ 設置者は、使用前・定期自主検査の実施後に、その実施体制について安全管理審査を受審する必要がある。

洋上風力発電設備の特性を踏まえた定期検査の解釈の見直し・知見の蓄積

- 洋上風力発電設備は、陸上風力発電設備とは異なり、水中部の下部構造も点検を要することから、令和7年4月、定期検査の解釈に、着床式の洋上風力発電設備特有の検査項目や方法の具体例を追加したところ。
- また、洋上風力発電設備は、潮風による腐食や動揺による金属疲労など、陸上設備とは異なる経年劣化リスクが存在。
- 洋上風力発電が日本より先行している海外の事故事例等の情報収集を行い、事故・不具合の原因を研究することで、洋上風力に特有の劣化に関する知見の蓄積に努める。

海外事例の参照先（例）

①Energy Institute

2003年に設立された英国王立認可を受けた登録慈善団体で、エネルギー分野の重要な統計・分析レポートを発行している。「洋上風力タービン支持構造物の寿命延長に関するガイダンス」の中で疲労や腐食等の劣化対応するための監視・検査計画が記載されている。

出所：<https://www.energyinst.org/technical/publications/topics/asset-integrity/guidance-on-ale-for-offshore-structures-supporting-wind-turbines>

②G+（Global Offshore Wind Health & Safety Organisation）

2012年に設立された英国に母体がある非営利団体であり、世界の主要洋上風力事業者や風車メーカー等が参加している（会員企業例：発電事業者、風車メーカー等）。会員企業から世界中の洋上風力における健康・安全に関する事故データを収集し、分析及びリスク特定などを行い、2013年以降、毎年事故報告書を発行している。

出所：<https://www.gplusoffshorewind.com/>

③Scotland Against Spin

2013年に設立されたスコットランド政府の風力発電政策の改革を求める独立した市民団体。報道記事等を通じて確認された風力発電設備に関連する事故等が記録された資料を公表している。

出所：<https://scotlandagainstspin.org/>

洋上風力発電設備の保安人材の育成・確保

- 洋上風力発電設備の導入本格化を見据え、保安人材の確保が急務。しかし、導入スピードを鑑みれば人材不足が懸念され、既存事業者のみならず新規事業者による参入を含めた人材確保が必要。
- 洋上風力におけるメンテナンスは、陸上風力と異なり、アクセス性・作業環境が特殊であり、高度な技能が必要となる。このため、新規事業者による参入にあたっては、トレーニング体制の整備や必要な技能の明確化等、人材育成に向けた取組の推進が特に重要。
- そこで、政府による訓練施設整備等の支援に加え、業界団体によるガイドラインや教育資料の作成・活用等、官民連携によって人材の育成・確保に取り組んでいく。

経済産業省による取組

洋上風力発電人材育成事業費補助金

事業開発・エンジニア・専門作業員の3分野を対象に、訓練施設整備費用を含む人材育成補助金を教育機関や民間企業に交付する。採択事業者には、長崎大学や九州大学などの教育機関、民間企業が含まれている。

ECOWIND (洋上風力人材育成推進協議会)

産業界と教育機関が連携する「ECOWIND」と協力し、カリキュラム整備や訓練施設の充実、教育パッケージ開発など人材育成を支援している。

- ・秋田県立男鹿海洋高校の設備を活用した訓練施設整備
- ・高専（COMPASS 5.0）との連携による教育パッケージ開発

業界団体（JWPA）による取組

洋上風力メンテナンス初級技能者向けガイドライン

法令で必要な教育・講習と初級技能者に必要なトレーニングを見える化。

洋上風力発電設備メンテナンスの現場教育ガイドブック

風力発電メンテナンスに必要な資格・教育訓練を体系的に整理。

現場教育資料

洋上風力発電の現場で発生しうるリスク・ハザードを抽出し、対策事例を一覧化。

メンテナンス技量の認証制度

統一的な力量基準（LEVEL0～LEVEL3）を設定し、地元企業や海外企業の参入促進、産業振興・地域経済活性化に寄与。