

電気保安規制に係る制度設計の見直しについて

令和4年1月17日

産業保安グループ 電力安全課

- 1. 工事計画届出**
- 2. 事故報告**
- 3. 安全管理審査**
- 4. 太陽電池発電設備技術基準**
- 5. 風力発電設備技術基準**

1. 工事計画届出

2. 事故報告

3. 安全管理審査

4. 太陽電池発電設備技術基準

5. 風力発電設備技術基準

工事計画届出の趣旨・経緯等

- 電気事業法に基づく保安規制は、設置者の自主保安を原則としているが、公共の安全の確保等の観点から、特に必要なものに限定、重点化して国が直接的に関与している。国による工事計画の確認は、電気事業法の法目的である公共の安全の確保等に支障を及ぼすことを予め防止し、事業用電気工作物の保安の充実等を意図したもの。
- これまでも工事計画届出の対象設備については、設備事故等による公共の安全の確保や設備・機器の技術革新等への影響を見極めながら、適宜見直しを実施してきたところ。
- こうした規制趣旨や経緯、設備・機器の技術革新等を踏まえつつ、工事計画届出の対象となる事業用電気工作物の範囲（対象・出力規模等）について検討する。

<電気事業法の解説（2020年版）>

第四款 工事計画及び検査

本款は、事業用電気工作物のうち公共の安全の確保及び環境の保全の観点から特に必要なものにつき、工事計画については主務大臣の認可を受け、又は事前届出をすべきことを定め、また工事計画の対象設備のうち、公共の安全の確保上特に重要なものについては使用前検査を受けるべきことを規定するとともに、その他重要なものに係る使用前安全管理検査等について規定している。

事業用電気工作物の保安は、設置者の自主保安により電気工作物を技術基準に適合するよう維持し、これに適合していないと認める場合に主務大臣が適合命令を発動することが基本であり、各種検査等の国の直接的関与は「重点的」かつ「機動的」な対応となっている。すなわち、工事計画の認可又は届出、使用前検査等は事業用電気工作物全体が一律に対象となるものではなく、その対象は公共の安全の確保及び環境の保全等の観点から特に必要なものに限定、重点化されたものであるとともに、立入検査の機動的な運用が図られている。このように、国の直接的関与は事業用電気工作物の保安をより充実させ、またその設置者の自主保安の実効を確保するためのものとして位置付けられるものといえよう。

工事計画届出の対象範囲の見直しに係る検討

- 工事計画届出では、技術基準への適合性等を確認しているところ、電気事業法第39条第2項に規定されている**技術基準の趣旨を踏まえつつ、その対象範囲を検討することが重要**。
- **事故発生**の頻度や**公衆安全・電力の安定供給への影響**、**設備・機器の技術革新**や**設置状況等**といった観点から検討した結果、**下記2点については見直しが可能**である一方、それ以外は**現行の工事計画届出の対象として概ね「合理的」**であると考えられる。
- なお、電気事業法施行規則の別表第三に明記されている**工事計画届出において記載すべき事項や添付書類の見直し**については、**令和4年度以降に具体的に検討すること**としたい。

<電気事業法>

(事業用電気工作物の維持)

第三十九条 事業用電気工作物を設置する者は、**事業用電気工作物を主務省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない**。

2 前項の主務省令は、次に掲げるところによらなければならない。

- 一 事業用電気工作物は、**人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えない**ようにすること。
- 二 事業用電気工作物は、**他の電气的設備その他の物件の機能に電气的又は磁气的な障害を与えない**ようにすること。
- 三 事業用電気工作物の**損壊により一般送配電事業者の電気の供給に著しい支障を及ぼさない**ようにすること。
- 四 事業用電気工作物が一般送配電事業の用に供される場合にあつては、その事業用電気工作物の**損壊によりその一般送配電事業に係る電気の供給に著しい支障を生じない**ようにすること。



<見直しが必要な項目>

- ① 調相設備（分路リアクトル、電力用コンデンサー）の工事計画届出対象
- ② 「取替え」についての解釈

(参考) 現行の工事計画の対象

発電所	●設置の工事
	●変更の工事 (一) 発電設備の設置 (二) 発電設備の設置の工事以外の変更の工事であって、次の設備に係るもの 1 原動力設備 (1)水力設備 (ダム、取水設備、沈砂池、導水路、放水路、ヘッドタンク、サージタンク、水圧管路、水車、揚水式発電設備に係る揚水用のポンプ、貯水池又は調整池) (2)火力設備 (蒸気タービン、ボイラー若しくは独立過熱器又は蒸気貯蔵器、蒸気井、ガスタービン、内燃機関、燃料設備、ガス化炉設備、脱水素設備、汽力・ガスタービン及び内燃力以外を原動力とする火力設備) (3)燃料電池設備 (4)太陽電池設備 (太陽電池) (5)風力設備 (風力機関) 2 電気設備 (発電機、変圧器、電圧調整器又は電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル又は限流リアクトル、周波数変換機器又は整流機器、遮断器、逆変換装置、電力貯蔵装置) 3 附帯設備 (発電所の運転を管理するための制御装置)
変電所	●設置の工事
	●変更の工事 (変圧器、電圧調整器又は電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル又は限流リアクトル、周波数変換機器又は整流機器、遮断器、電力貯蔵装置)
送電線路	●設置の工事
	●変更の工事 (電線路、開閉所)
需要設備	●設置の工事
	●変更の工事 (遮断器、電力貯蔵装置、左記以外の機器、電線路)

工事計画届出の対象設備の見直し：調相設備（分路リアクトル、電力用コンデンサー）

- 変電所の調相設備（分路リアクトル、電力用コンデンサー）は、無効電力の消費・供給により負荷の変化に伴う電圧上昇・低下を抑制し、電気の「品質」を確保するためのもの。
- 現行規制の制定時と比較すると、電力システムの規模は増大しており、電力システムの調相機能を担う設備の容量も大型化が進展。
- また、電力システムでは、設備が冗長化*されている他、系統切替等により、供給の安定性向上が図られており、電力システム内の他発電所等が有する調相機能や電圧調整機能等で代替することも可能。
※ 冗長化：トラブルに備えて同じシステムを複数設置すること
- これらを踏まえ、工事計画届出の対象範囲を規制趣旨や実態に合わせて見直す。

(1) 分路リアクトル

- 無効電力を消費し、軽負荷時に生じる電圧上昇を抑制。



(2) 電力用コンデンサー

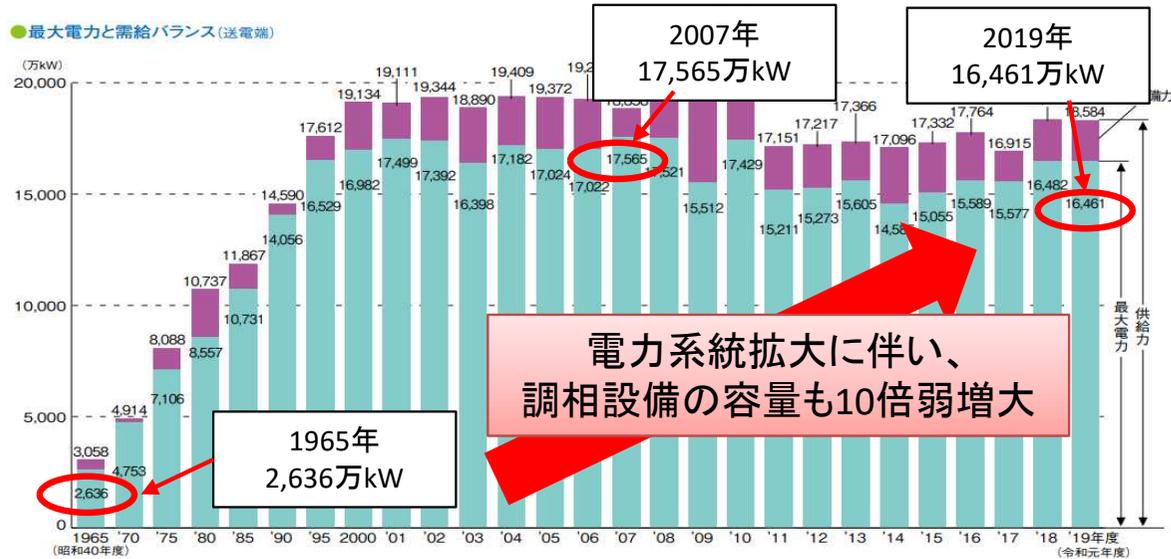
- 無効電力を供給し、重負荷時に生じる電圧低下を抑制。



電力系統規模の増大に伴う調相設備の大容量化

- 現在供用中の調相設備（分路リアクトル、電力用コンデンサー）は、高度経済成長期以降に設置されたものが多く、当時の電力系統の規模に応じ、小容量の調相設備も含めて導入。
- 電力需要の増加を背景に電力系統の規模も拡大し、調相設備についても大容量化が求められ、1965年の現行届出対象（容量1万kVA以上）制定時と比較すると、容量が**10倍以上の製品も製造**されている。
- このような電力系統における調相設備の相対的な影響の変化等も踏まえ、**工事計画届出の対象となる調相設備の容量について見直す（1万kVA⇒10万kVA）**べきではないか。

電力系統規模の変遷



出典：電気事業のデータベース（電気事業連合会HP）

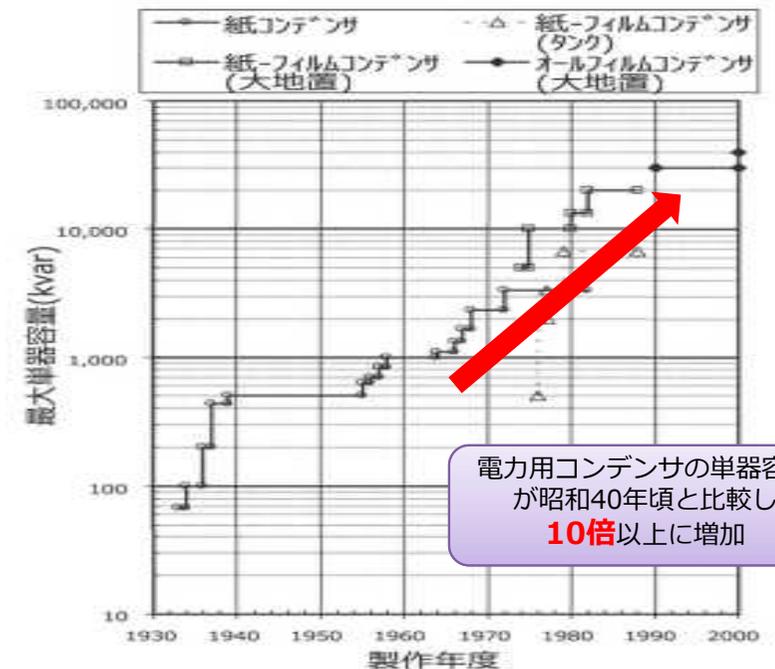
分路リアクトルの最大容量（主な推移）



電力用コンデンサの最大容量（主な推移）



電力用コンデンサの最大容量の変遷

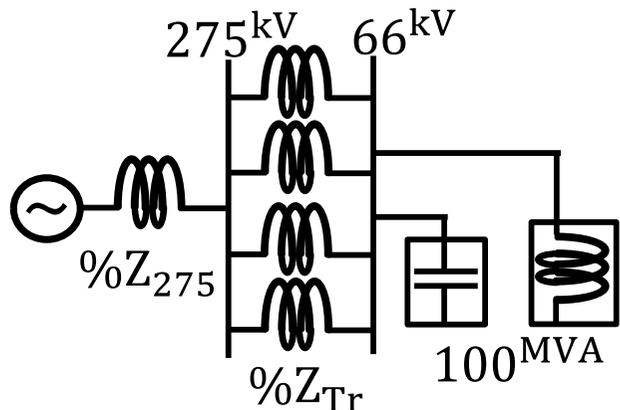


出典：日新電機技報（電力用コンデンサ事業のあゆみ） 7

(参考) 調相設備 (分路リアクトル、電力用コンデンサー) の工事計画届出対象

- 275kV基幹変電所における調相設備事故による電圧変動に現れる影響を試算したところ、その影響は、変圧器のタップ切換による電圧変化率よりも十分小さい結果が得られた。

試算した275kV基幹変電所



試算結果

- ① 275kV遮断器の定格仕様
 定格電圧 : $V_n = 275(\text{kV})$
 定格電流 : $I_n = 3000(\text{A})$
 短絡電流 : $I_s = 50(\text{kA})$
- ② 変電所には、275(kV)の変圧器が4基並列して構成。
- ③ 変圧器1基当たりの%インピーダンス = 4%
- ④ 変圧器の1タップ当たりの調整電圧 = 3.125(kV)

- ① 変電所275kV母線までの系統の%インピーダンス

$$\%Z_{275} = I_n / I_s = 3000^{\text{A}} / 50^{\text{kA}} = 0.06 = 6\%$$
- ② 66kV母線の%インピーダンス

$$\%Z_{66} = \%Z_{275} + \%Z_{\text{Tr}} / 4 = 0.06 + 0.04 / 4 = 7\%$$
- ③ 66kV母線に10万kVAの調相設備を設置した時の電圧変化率 ΔV_{66}

$$\Delta V_{66} \cong \%Z_{66} \Delta Q$$

$$= 0.07 \times 10^{\text{万kVA}} / (\sqrt{3} \times 275^{\text{kV}} \times 3000^{\text{A}}) \cong \mathbf{0.49\%}$$
- ④ 変圧器の1タップ当たりの電圧影響

$$3.125^{\text{kV}} / 275^{\text{kV}} \cong \mathbf{1.13\% (> 0.49\%)}$$

275kV変電所の
電圧変化率評価

10万kVA調相設備 < 1タップ切換 < 電事法標準電圧範囲
 0.49% < 1.13% < 5.94%(101V±6V)

工事計画届出に係る添付書類の簡素化（電気設備の「取替え」）

- 電気事業法施行規則66条では、変更工事のうち、「取替え」と認められる場合、その工事計画届出に係る添付書類の簡素化が可能であると規定。
- 供用中の電気設備と電気特性（容量、電圧、相、周波数、結線法、回転速度、出力、遮断電流、遮断時間）等が一致する設備に置き換える変更工事を、「取替え」と認めるものとし、規制当局は同規則66条の適切な運用に努めるべきではないか。
- なお、この「取替え」は、「既設設備と同じ仕様の新しい設備と取り替えること」としているところ、適宜、対象の明確化や見直しを実施していく。

<「取替え」の規定がある電気設備と工事計画に記載すべき事項のうち、電気的特性を示すもの>

電気設備 (発電設備、変電所)	工事計画記載事項 (電気的特性を示す事項)	工事計画記載事項 (電気的特性以外を示す事項)
変圧器	容量、電圧、相、周波数、結線法	種類、冷却法、常用/予備の別、保護継電器の種類
電圧調整器又は電圧位相調整器	容量、電圧、相、周波数、結線法	種類、冷却法、保護継電器の種類
調相機	容量、電圧、周波数、回転速度	種類、冷却法、励磁装置の種類及び容量、保護継電器の種類
電力用コンデンサー	一群の容量、一群当たりの個数、電圧、結線法	並列用/直列用の別、保護継電器の種類
分路リアクトル又は限流リアクトル	容量、電圧、相、周波数、結線法	冷却法、保護継電器の種類
周波数変換機器又は整流機器	容量、出力、電圧、電流、相、周波数、回転速度、結線法	種類、励磁法、保護継電器の種類
遮断器	電圧、電流、遮断電流、遮断時間	種類、保護継電器の種類
電気設備 (需要設備)	工事計画記載事項 (電気的特性を示す事項)	工事計画記載事項 (電気的特性以外を示す事項)
遮断器	電圧、電流、遮断電流、遮断時間	種類、保護継電器の種類
遮断器、電力貯蔵装置以外	容量、出力、電圧、相、周波数、回転速度、結線法	種類、保護継電器の種類

1. 工事計画届出

2. 事故報告

3. 安全管理審査

4. 太陽電池発電設備技術基準

5. 風力発電設備技術基準

事故報告の意義

- **電気事故報告は、当該事故の要因分析に基づき、類似の事故の再発防止策**を講じるとともに、電気工作物の**安全性の確保、信頼性の向上等のための施策検討**を行うために、設置者から報告を求めているもの。
- その対象は**電気工作物による事故のうち、監督規制として必要な主要電気工作物の破損事故**に加えて、**公衆災害（電気工作物起因の死傷事故、火災事故等）**や**供給支障を及ぼした事故等**について報告を義務づけている。
- 報告は、事故の発生を知った時から**24時間以内**に**事故の概要を報告（速報）**するとともに、原則事故の発生を知った日から起算して**30日以内**に**報告書（詳報）**を提出しなければならない。

< 現行の事故報告の対象（電気関係報告規則第3条） >

号	事故の内容	事故内容の詳細	
1	感電等による死傷事故	破損又は誤操作等により人が死傷した事故	公衆災害
2	電気火災事故	電気工作物が半焼以上の場合	
3	他の物件への損傷事故	他の物件へ損傷を与えた事故	
4、5	主要電気工作物の破損事故	構内における主要設備の破損	供給支障
6	発電支障	10万kW以上、7日間以上の発電支障	
7、8	供給支障	所定の出力・日数の規模の供給支障事故	
9、10、11	波及事故	他の電気事業者に一定規模以上の供給支障を発生させた事故	公衆災害
12	ダムからの異常放流	誤操作等によるダムからの異常放流事故	
13	その他社会的影響のある事故	上述以外の事故で社会的影響を及ぼすもの	

(参考)「主要電気工作物」の範囲 (電気関係報告規則第1条2項4号)

①水力発電所 (22設備)	ダム、取水設備、沈砂池、導水路、放水路、ヘッドタンク、サージタンク、水圧管路、水車、揚水式発電所における揚水用のポンプ、貯水池、調整池、発電機、変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル及び限流リアクトル、周波数変換機器、整流機器、遮断器
②火力発電所 (22設備)	蒸気タービン、ボイラー、独立過熱器、蒸気貯蔵器、蒸気井、ガスタービン、内燃機関、燃料設備(ばい煙処理設備、液化ガス設備、ガス化炉設備、脱水素設備並びに施行規則別表第二の発電所の二の(一)の下欄に掲げる発電設備に係る発電機、変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル、限流リアクトル、周波数変換機器、整流機器、遮断器
③燃料電池発電所 (11設備)	燃料電池設備、変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル、限流リアクトル、周波数変換機器、整流機器、遮断器、逆変換装置
④太陽電池発電所 (11設備)	太陽電池、変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル、限流リアクトル、周波数変換機器、整流機器、遮断器、逆変換装置
⑤風力発電所 (12設備)	風力機関、発電機、変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル、限流リアクトル、周波数変換機器、整流機器、遮断器、逆変換装置
⑥変電所 (9設備)	変圧器、負荷時電圧調整器、負荷時電圧位相調整器、調相機、電力用コンデンサー、分路リアクトル及び限流リアクトル、周波数変換機器、整流機器、遮断器
⑦送電線路 (3設備)	電線、支持物、遮断器
⑧需要設備 (5設備)	遮断器、変圧器、周波数変換機器及び整流機器、調相機及び分路リアクトル、電線及び支持物

事故報告の見直しに係る方向性と分析結果

- 現行の**主要電気工作物の破損事故**については、当該設備の機能に重大な影響を及ぼすのみならず、**関連設備への重大な影響**、**復旧の遅れ**、**供給支障を誘発**するおそれがあり、当該事故の**類似事故の防止**や当該事故以上の**大規模な事故の予防的観点から報告**を求めている。
- これを踏まえれば、**あえて「主要電気工作物」として明示すべき対象**は、**①公衆への影響**あるいは**②供給支障を生じさせる蓋然性が高いもの**であるべきと考えられる。
- こうした観点を踏まえた分析の結果、**下記については主要電気工作物から除外すべきではないか**。
(各設備に係る詳細な説明は次頁以降参照)

<確認事項>

- ✓ 当該主要電気工作物が破損した場合の**公衆への影響**（リスク）
- ✓ 当該主要電気工作物が破損した場合の**供給支障を引き起こす可能性**（リスク）
- ✓ 過去5年間における**重大事故**（作業員等の死傷、電気火災事故、所定の規模の供給支障を及ぼすもの）の発生
- ✓ 事故要因の分析を踏まえ、**再発防止対策などの水平展開**が必要となる蓋然性

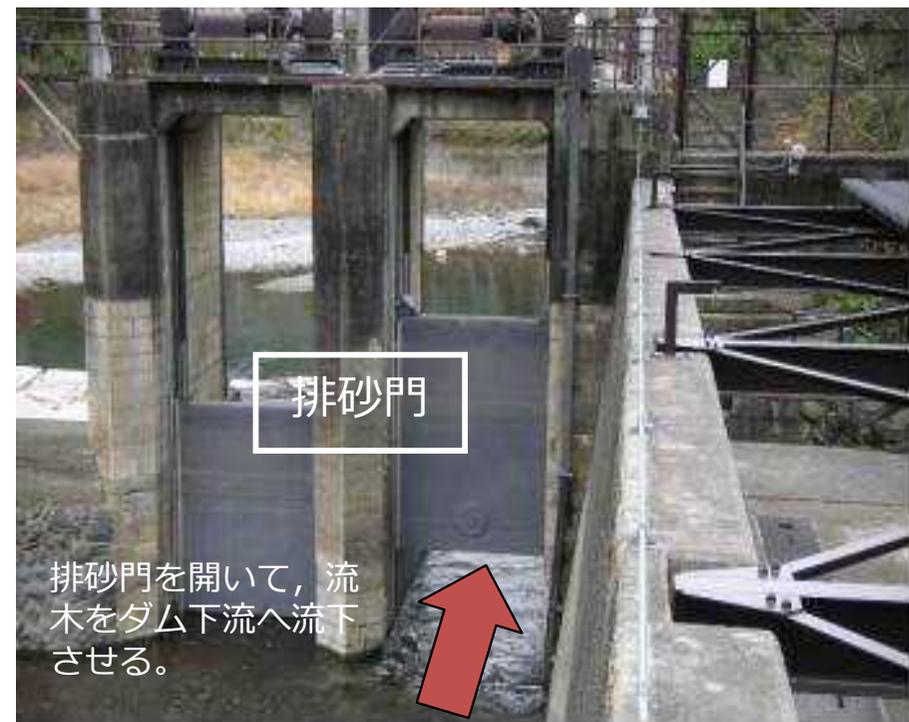


<「主要電気工作物」から除外すべき設備>

- 【水力発電設備】 ①流木路、②船ばつ路、③除塵機
- 【風力発電設備】 ④風向・風速計、⑤ヨー駆動装置
- 【太陽電池・風力発電設備】 ⑥PCS（ただし、制御用基盤だけの故障の場合のみ。）
- 【火力・水力発電設備】 ⑦调速機のレギュレータ、⑧励磁装置のAVR
- 【変電設備】 ⑨分路リアクトル、電力用コンデンサー（17万V以上の変電所に係る10万kVA未満のもの）

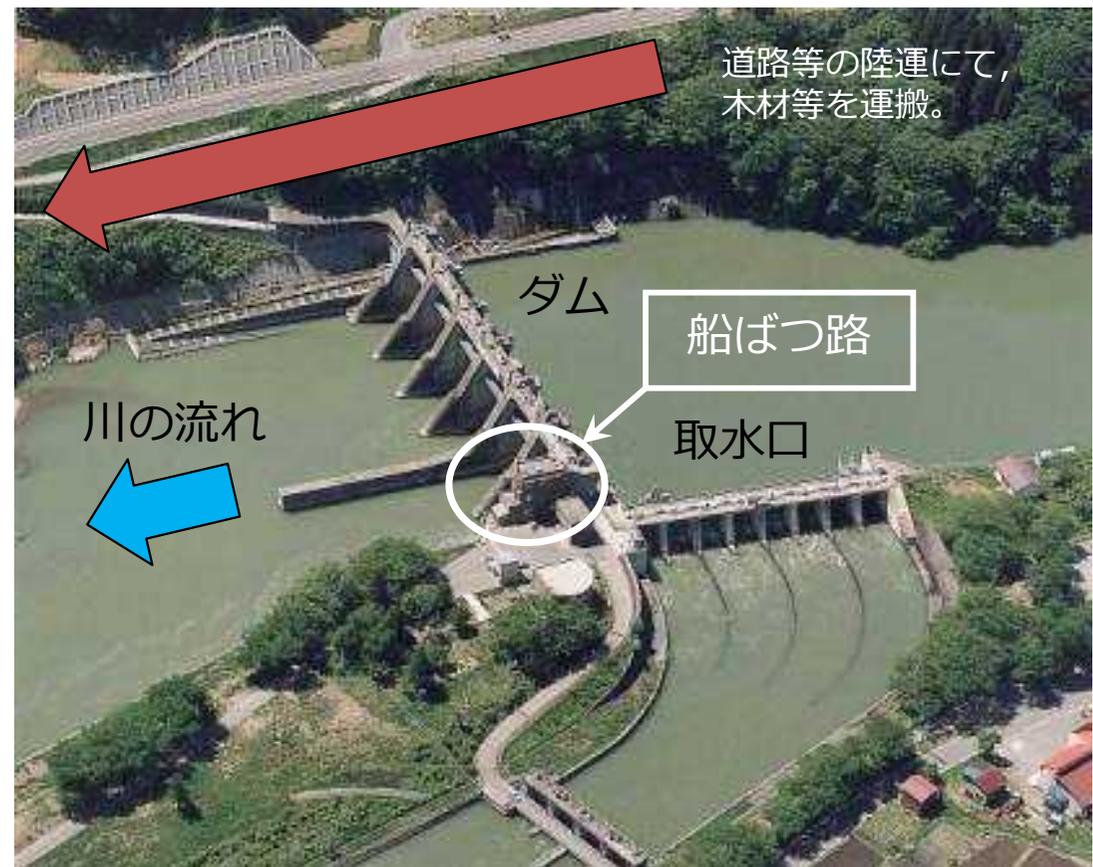
事故報告の対象見直し：①流木路（水力発電設備）

- 流木路は、ダム湖に流れ着く流木等をダム下流へ流下させるダム本体の付帯設備。ダム湖や取水口に流木が詰まり、ダム放流機能や取水機能を低下させないように設置されている。
- 流木路が損壊し、その機能が低下又は喪失した場合においても、ダム本体への構造的な影響はない。また、**排砂門を開くことで流木等をダム下流へ安全に流下させることが可能**であることから、公衆への影響や供給支障リスクは極めて小さい。



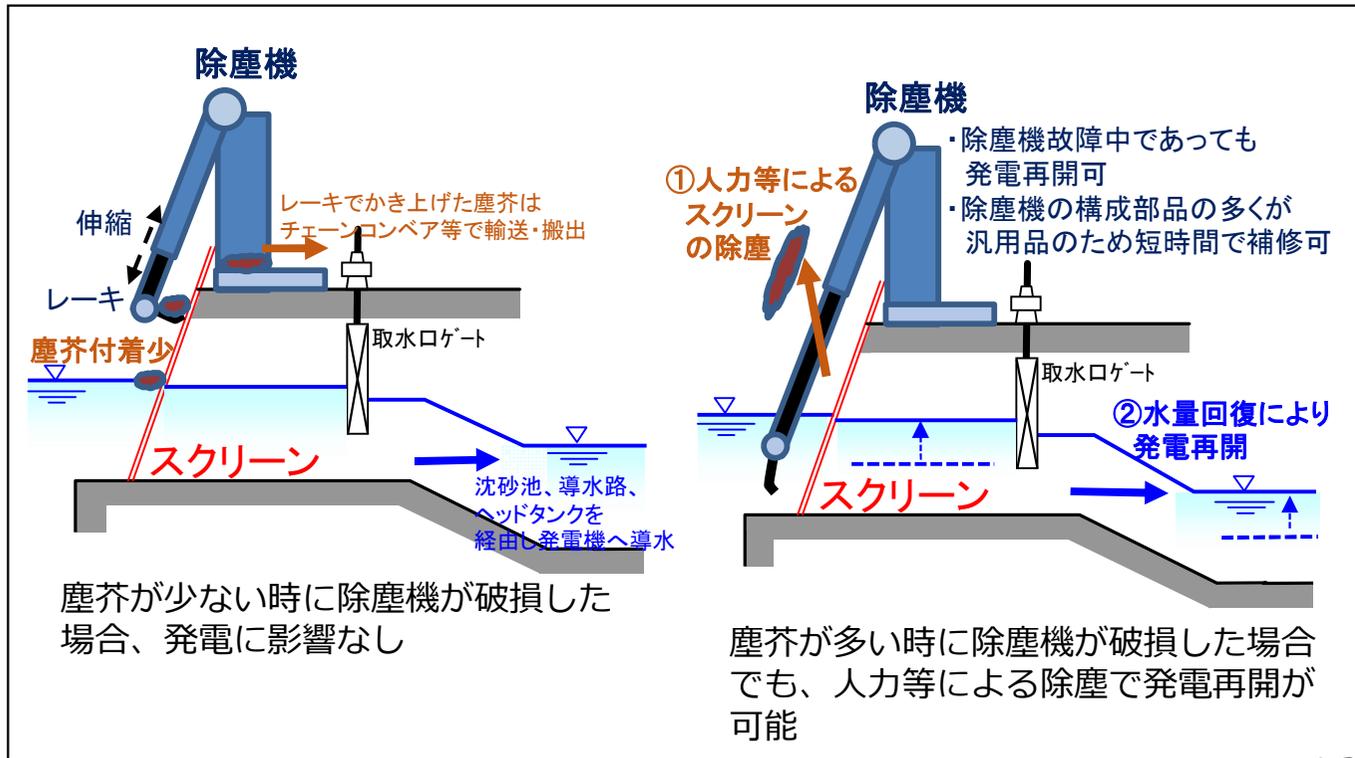
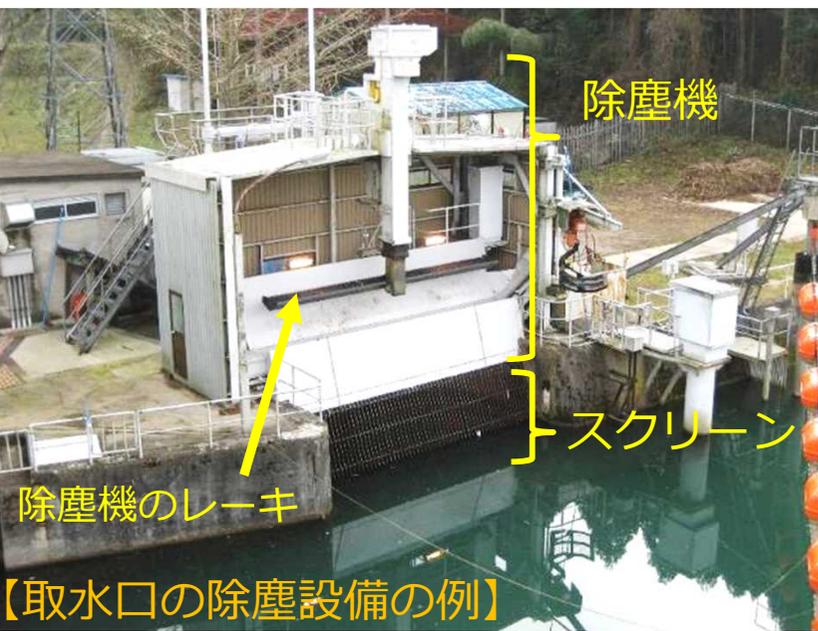
事故報告の対象見直し： ②船ばつ路（水力発電設備）

- 船ばつ路は、木材の運搬や船運のために設置されたダム本体の付帯設備。河川を利用した木材の運搬・船運のためスロープ設備（斜面にレールを敷き、動力で台車を走らせて木材や船を運ぶ装置）が設置されている。
- 船ばつ路が損壊し、その機能が低下又は喪失した場合においても、ダム本体への構造的な影響はない。また、近年は、道路等が整備されており、陸運にて木材等を運搬可能であることから、公衆への影響や供給支障リスクは極めて小さい。



事故報告の対象見直し： ③除塵機（除塵設備の一部、水力発電設備）

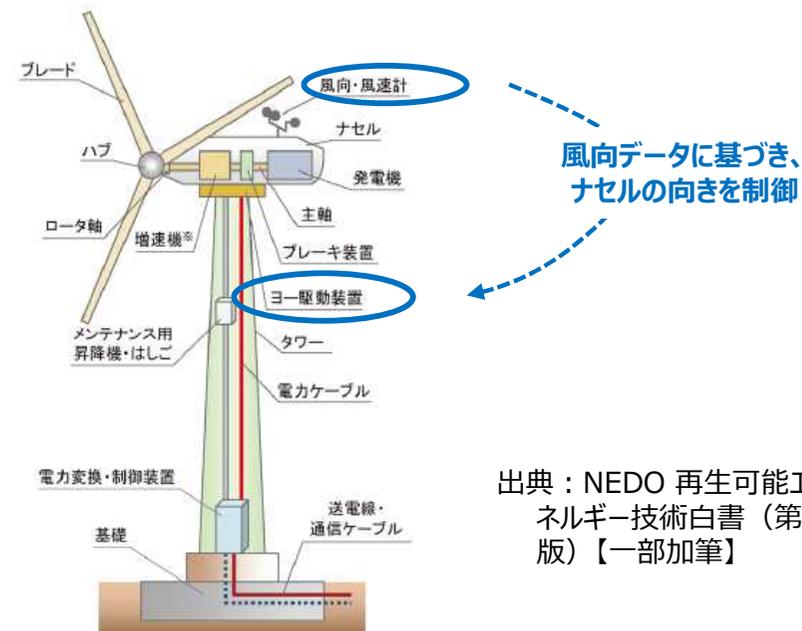
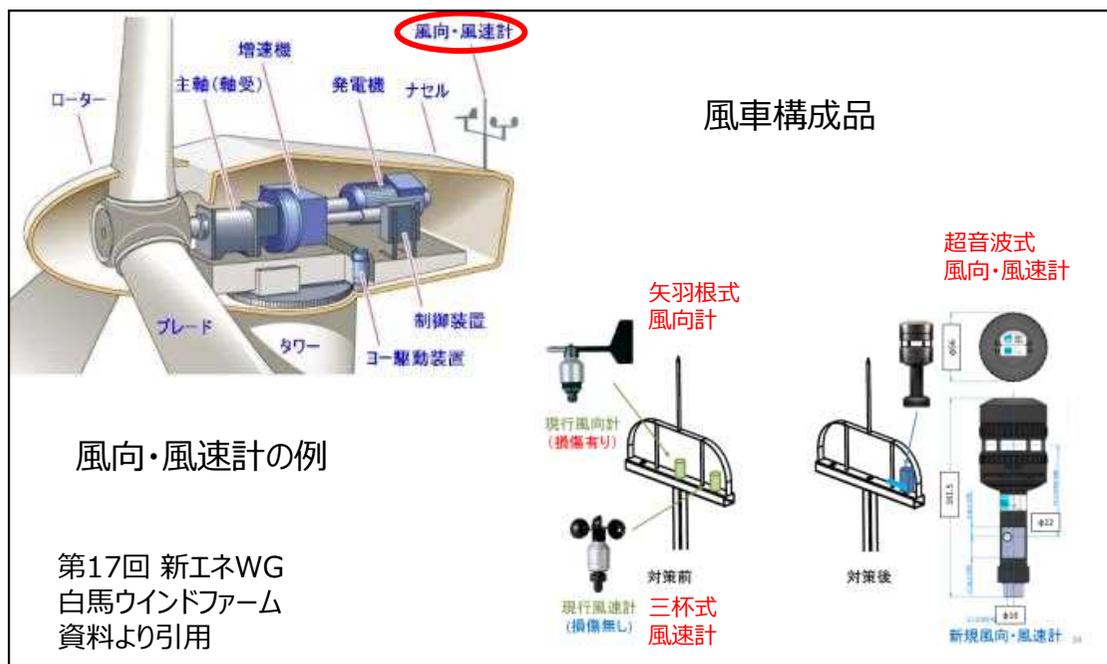
- 取水口、沈砂池、導水路、ヘッドタンクには、塵芥（ゴミ）や流木などが水路へ流入するのを防ぐために除塵設備が設置される。除塵機とは、スクリーンの上流面に付着した塵芥等を熊手状のレーキによってかき上げる装置（除塵機が設置されておらず、スクリーンのみの場合もある）。
- まず、除塵機が破損した場合であっても、公衆への影響は考えにくい。**供給支障に関しては、塵芥等が少ない時期であれば発電への影響はない。**仮に塵芥が多い時期であれば発電機へ導水する水量が減少し、発電出力の低下ないし発電停止に至るリスクがある。しかしながら、人力による除塵等の応急対応によってこうした供給支障リスクを解消することが可能。



事故報告の対象見直し：④風向・風速計（風力発電設備）

- 風向・風速計は、風向と風速を計測し、制御装置に伝送する装置。風車は、計測情報に基づきヨー制御（風向にナセルを正対させること）を行い、発電効率を向上させる。
- また、一部の風車においては、このヨー制御を強風から設備を守る安全確保上の手段としても用いられている。こうした風車では、風向・風速計の破損はヨー制御不全ひいては公衆災害をもたらすリスクがあるため、事故報告の対象とすべきではないか（実際、過去5年間に於いて風向計が破損した3つの事案のうちヨー制御が不能となりブレード破損に至ったケースが存在）。
- 逆に、ヨー制御に頼らず支持物の強度によって構造上の安全性を担保している風車においては、風向・風速計の破損は事故報告の対象外とすべきではないか。

(注) 風車は、一般的に横方向の風よりも正面からの風に対して強い耐性を有する。
 複数の風向・風速計が設置されている場合は、全ての機器が破損した場合のみを事故報告の対象とする。

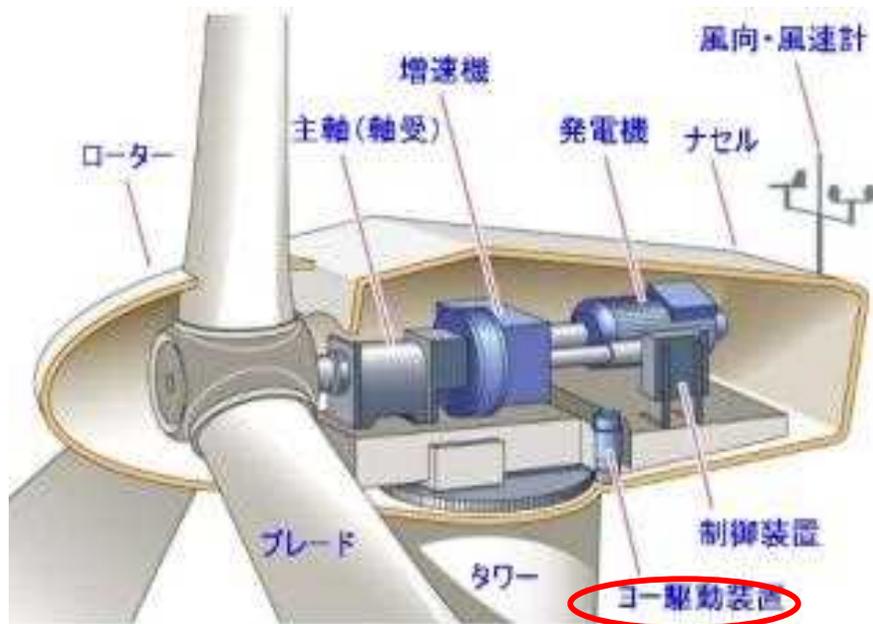


(参考) ヨー制御の概念

出典：NEDO 再生可能エネルギー技術白書（第2版）【一部加筆】

事故報告の対象見直し：⑤ヨー駆動装置（風力発電設備）

- 風車は、ナセルの向きを風向に正対させることで、発電効率を向上させる。こうした制御（ヨー制御）は、風車タワー上部に設置した旋回ギアとナセルに設置したヨードライブ（モーター、減速機、ピニオンギア）により実現されている。
 - ヨー制御によって構造上の安全性を担保している風車においては、ヨー制御の機能を喪失した時点で事故報告の対象としてはどうか。
 - 一方で、ヨー制御を用いることなく構造上の安全性を具備している風車については、ヨー駆動装置のうち、修理や交換に長期間を要する旋回ギアが破損した場合にのみ、再発防止対策等の水平展開の必要性に鑑み、事故報告の対象としてはどうか。
- (注) 例えば、ヨードライブの一部の破損であっても、そのことによりヨー制御機能が喪失した場合は事故報告の対象とする。
- なお、過去5年間に於いて、ヨー駆動装置が単独で破損したのは、点検後の再稼働時にモーター動力伝達不能によりヨー駆動装置を制御できなかった1件のみ。

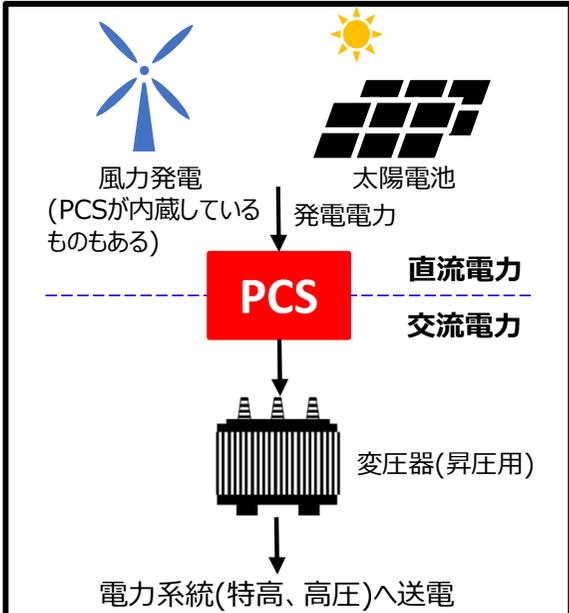


ヨー駆動装置説明図(ナブテスコ社Webサイトより)

事故報告の対象見直し：⑥PCS（太陽電池・風力・燃料電池発電設備）

- PCS（パワーコンディショナー）は、逆変換（直流交流変換）や系統連系保護機能を持つ電力変換装置。太陽電池・風力発電設備において生み出された直流を交流に変換したり、電力系統に異常があった場合、系統保護のために出力調整などを行う。
- PCSの故障は、①製品交換を伴う甚大な故障と、②部品や基板の交換などで補修できる軽微な故障の2種類に大別される。
- ②の場合においては、発電した電力を系統に送電できなくなるものの、1つのPCSあたりの発電量は小さく※、また補修も容易であるため、供給支障リスクは限定的である。また、単純に運転を停止するのみであることから、公衆災害の可能性も低い。したがって、②のようなPCSの部品や基板等の故障のみの場合は、事故報告の対象から除外してもよいのではないか。
- 過去5年間にPCSに関する事故報告は432件。2020年度に発生した189件のうち、山崩れや水害等の自然災害による破損など周辺にまで被害が拡大した事故は計4件のみであり、その他は基板やPCS本体の交換により、速やかに運転再開が可能となる事故であった。

※通常、太陽電池用のPCSは大きくとも1台あたり1～2MW程度、風力発電設備は1基ごとにPCSを設置。

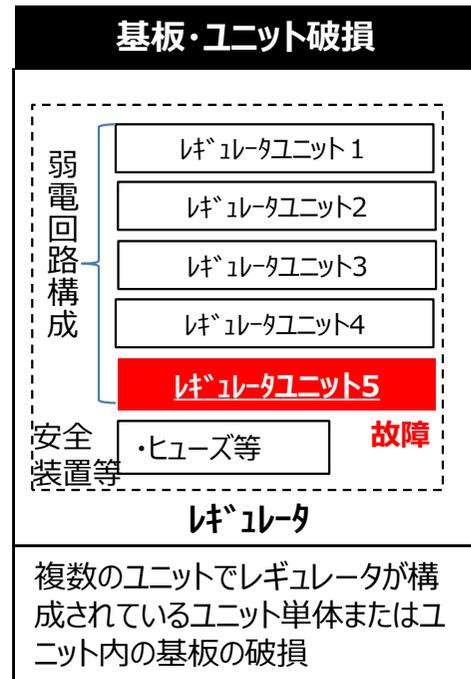
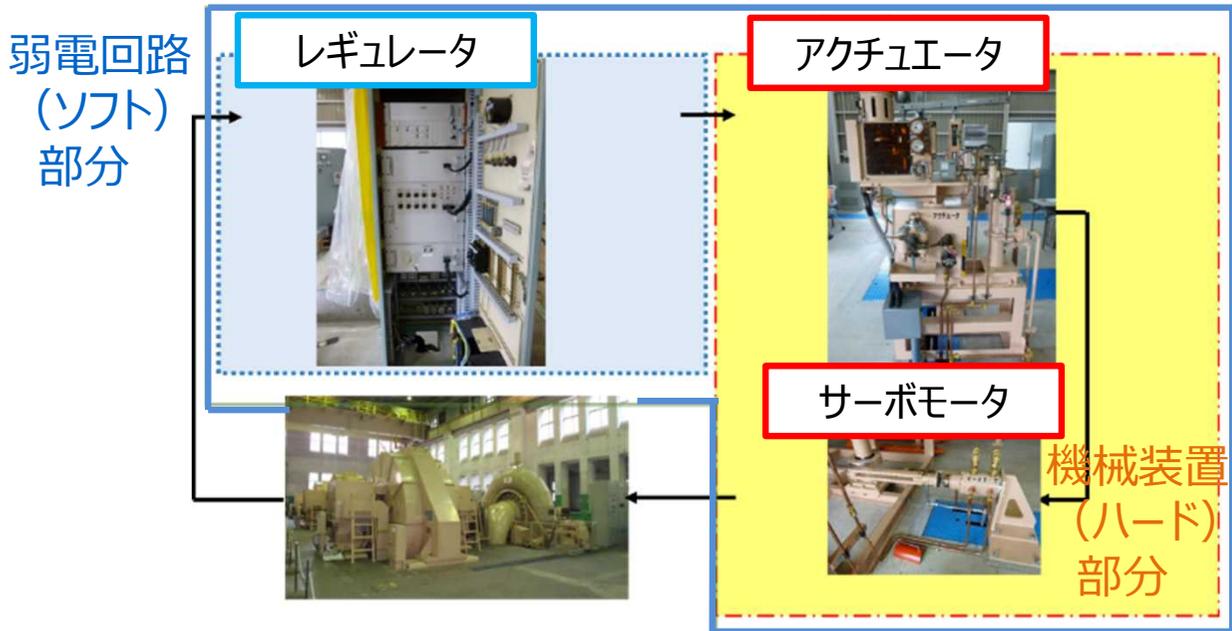


(備考)
➤ 発電設備が水没や浸水、土砂災害等によって「発電が停止し、若しくは運転を停止しなければならなくなる」場合には、引き続き事故報告の対象とする。

事故報告の対象見直し：⑦調速機のレギュレータ（火力発電・水力発電）

- 調速機は、蒸気タービンや水車の回転数を一定に保つよう回転数を常に監視し、変化時に負荷に応じて回転数を調整させる装置。調速機は油圧(アクチュエータ)、電動サーボモータ、油圧サーボ・電動サーボドライバなどの**機械装置(ハード)**とそれを制御する**レギュレータ(ソフト・弱電回路)**で構成。
- 調速機の故障は、①**機械装置の破損を伴う甚大な故障**と、②**レギュレータの弱電回路の基板交換などで補修できる軽微な故障**の2種類に分類できる。
- ②については、レギュレータが破損しても調速機の機械装置が水車への水の流入等を自動的に停止するよう機構動作するため、製品設計上、公衆災害の可能性も低い。また、速やかに基板を交換すればよいだけであるため、再発防止対策などの水平展開をする必要性に乏しい。したがって、**レギュレータの基板等の故障については、事故報告の対象から除外してよいのではないか。**

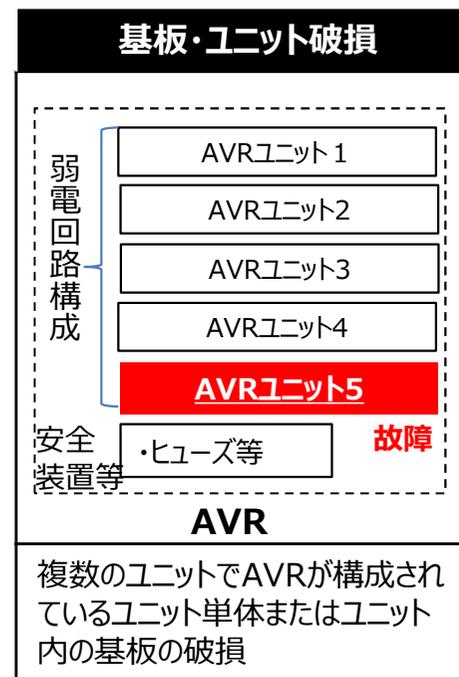
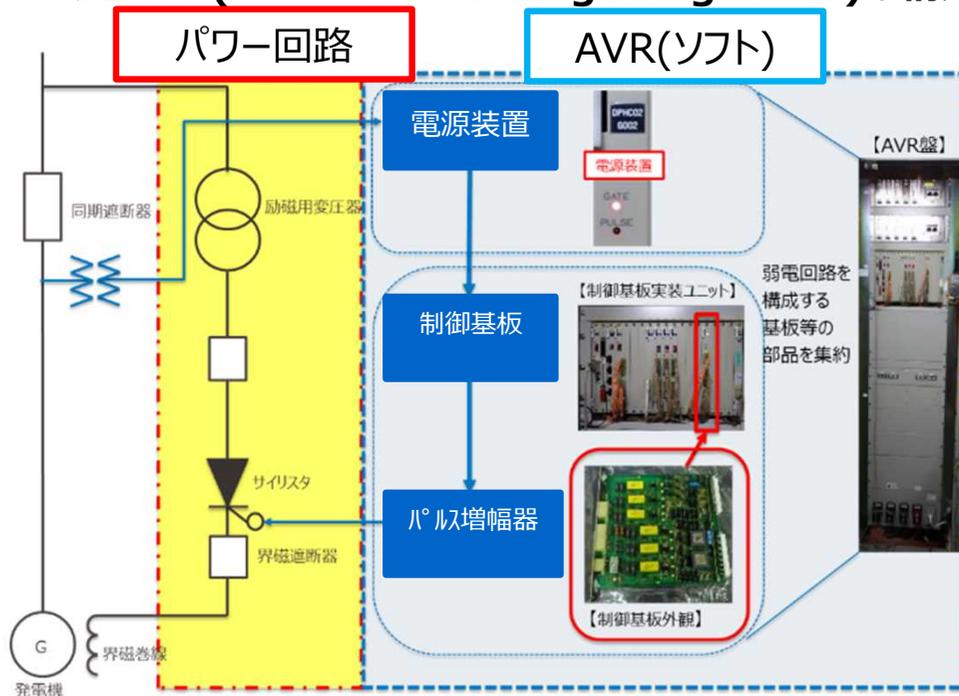
<調速機の構成>



事故報告の対象見直し：⑧励磁装置のAVR（火力発電・水力発電）

- 励磁装置は発電機に磁界を作るための励磁電流を調整することで自動的に発電機電圧を一定になるよう調整する装置。界磁電流を流す励磁用変圧器、サイリスタ、界磁遮断器などの**パワー回路（ハード）**とそれを制御する**AVR（ソフト・弱電回路）**で構成。
- 励磁装置の故障は、**①ハードの破損を伴う甚大な故障**と、**②AVRの弱電回路の基板交換などで補修できる軽微な故障**の2種類に分類できる。
- ②については、仮にAVRが破損しても発電機は電路から自動的に遮断するよう保護装置が動作するため、製品設計上、公衆災害の可能性も低い。また、速やかに基板を交換すればよいだけであるため、再発防止対策などの水平展開をする必要性に乏しい。したがって、**AVRの基板等の故障については、事故報告の対象から除外**してよいのではないかと。

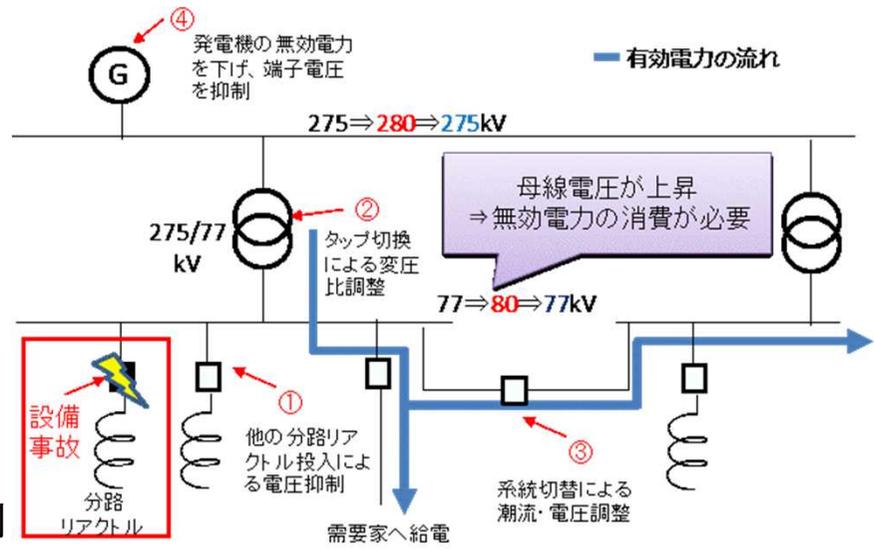
<AVR : (Automatic Voltage Regulator)の構成>



事故報告の対象見直し： ⑨分路リアクトル、電力用コンデンサー（変電設備）

- **調相設備（分路リアクトル、電力用コンデンサー）**は、無効電力の消費・供給により負荷の変化に伴う電圧上昇・低下を抑制し、**電気の「品質」を確保するためのもの**であり、これらの設備の破損は即座に重大事故に繋がるものではなく、公衆への影響も小さい。
- 電力需要の増加を背景に**電力システムの規模も拡大し、調相設備についても大容量化が求められ**、現行規制の制定時（1965年）と比較すると、容量が**10倍以上の製品も製造**されている。
- また、これらの設備がその機能を喪失したとしても、系統においてこれらの設備の冗長性は確保されており、当該設備の破損事故が供給支障を引き起こす可能性は低い。
- これらの点を踏まえると、現在事故報告対象としている17万ボルト以上の変電所に係る1万kVA以上の調相設備（分路リアクトル、電力用コンデンサー）について、先述した工事計画届出の対象同様、**事故報告の対象を17万V以上の変電所に係る10万kVA以上の調相設備に限定**してもよいのではないかと。

- ① 他の調相設備による無効電力調整
- ② 変圧器のタップ切換器による電圧調整
- ③ 系統切替による潮流調整
- ④ 系統へ接続する調整電源の無効電力調整

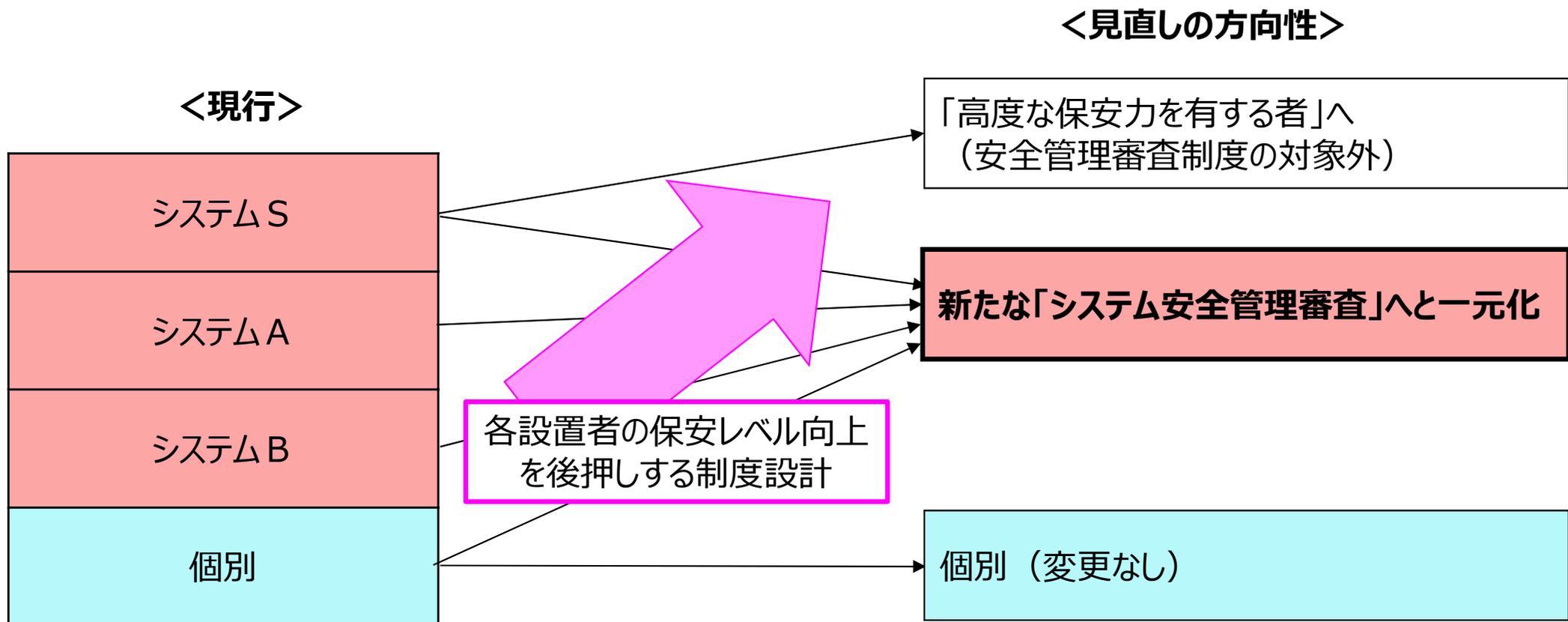


リアクトル故障時の対処例

1. 工事計画届出
2. 事故報告
- 3. 安全管理審査**
4. 太陽電池発電設備技術基準
5. 風力発電設備技術基準

安全管理審査制度の見直しの方向性

- 安全管理審査制度については、第7回電気保安制度WGにおいて、「高度な保安力を有する者」に係る制度設計とあわせて制度設計を見直す方向で議論が行われたところ。
- システムS取得事業者の中には、「高度な保安力を有する者」に通ずる者が相当数いることを踏まえ、現行の安全管理審査のシステムS・A・Bは再整理（一本化）。
- 新たな「システム安全管理審査」の検討に当たっては、各設置者の保安レベルの更なる向上を後押しする制度設計とすべきではないか。



新たな「システム安全管理審査」の要件

- **各設置者の保安レベルの更なる向上を後押しする方向性**を踏まえれば、**現行の安全管理審査制度のシステムAの要件である「日常の保守点検」や「運転状況の監視」、「事故発生時の適切な対応」については、新たな「システム安全管理審査」でも求めるべきではないか。**
- 一方で、現行のシステムSの要件である「各設備から得られたデータを分析し改善につなげていくというPDCAサイクルの構築」については、現行のシステムA・Bのレベルからは大きく乖離。
- したがって、**システム安全管理審査を将来的なPDCAサイクルの構築の前段として位置づけ、デジタルデータの取得及びそのための体制整備（現行のシステムSとシステムAのあいだ）まで求めてはどうか。**

<現行>

項目	システム			個別
	S	A	B	
法定事業者検査項目	○	○	○	○
継続的な検査体制の構築・維持	○	○	○	
日常の保守管理 (運転管理・日常点検・定期点検)	○	○	-	-
運転状況 (温度/圧力超過、振動)	○	○	-	-
運転状況 (事故対応、再発防止)	○	○	-	-
高度な運転管理 ①異常兆候の発見・把握のための体制構築 ②運転・保守データの収集・分析・評価・改善	○	-	-	-

<見直しの方向性>

項目	システム	個別
法定事業者検査項目	○	○
継続的な検査体制の構築・維持	○	
日常の保守管理 (運転管理・日常点検・定期点検)	○	-
運転状況 (温度/圧力超過、振動)	○	-
運転状況 (事故対応、再発防止)	○	-
①デジタル化に係る体制整備 ②運転・保守データの収集・蓄積	○	-

定期検査周期の延長の考え方

- 現行の安全管理審査では、システム S 又はシステム A の評価が得られた設置者は、定期事業者検査の周期延長が可能。
- 新たな「システム安全管理審査」では、システム S とシステム A のあいだの保安レベルを求めることとなるところ、定期事業者検査の周期についても検討が必要。
- 近年、再エネ発電設備の増加に伴い、火力発電は調整力としての役割が一層高まり、DSS (Daily Start and Stop) 運転の増加など、安全管理審査制度の発足時と比べ、火力発電の運用は大きく変化。従来想定していなかった火力発電の運用変化に伴うボイラーや蒸気タービン等の金属疲労等の影響について、国において十分な調査ができていない状況下では、定期事業者検査の周期延長は慎重に検討すべきではないか。
- これらを踏まえ、新たな「システム安全管理審査」の定期事業者検査の周期は、まずは現行のシステム A と同等とすべき (ボイラー・蒸気タービンは4年)ではないか。

<現行>

分類	ボイラー	蒸気タービン
システム S	6 年	
システム A	4 年	4 年
システム B	2 年	
個別		



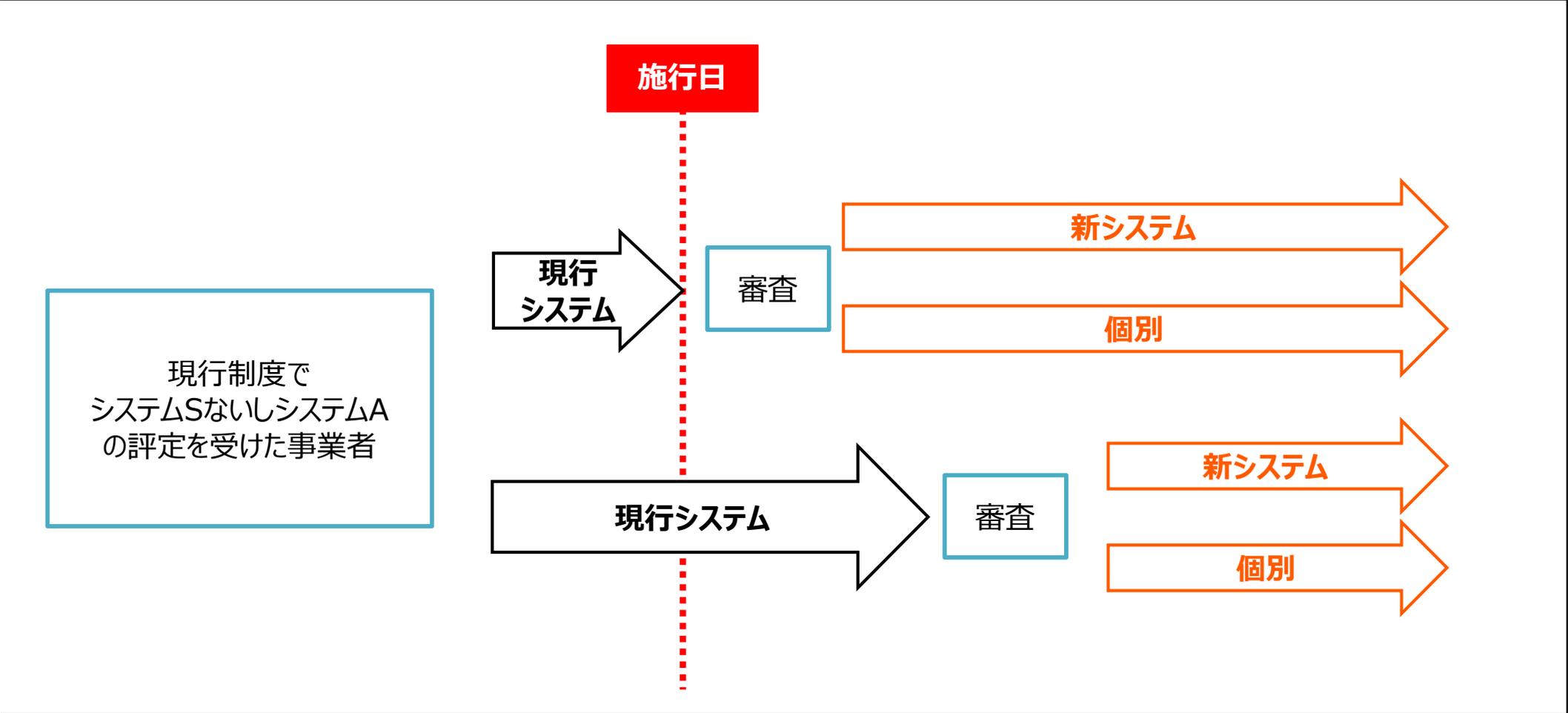
<見直しの方向性>

分類	ボイラー	蒸気タービン
システム	4 年	4 年
個別	2 年	

経過措置の考え方

- 現行の安全管理審査制度において、システムS又はシステムAの評定を受けた事業者は、定期事業者検査の周期延長が認められているところ、**施行日以降であってもこうした周期延長の効力は有効期間満了まで継続すること**としてはどうか。

<経過措置の考え方>

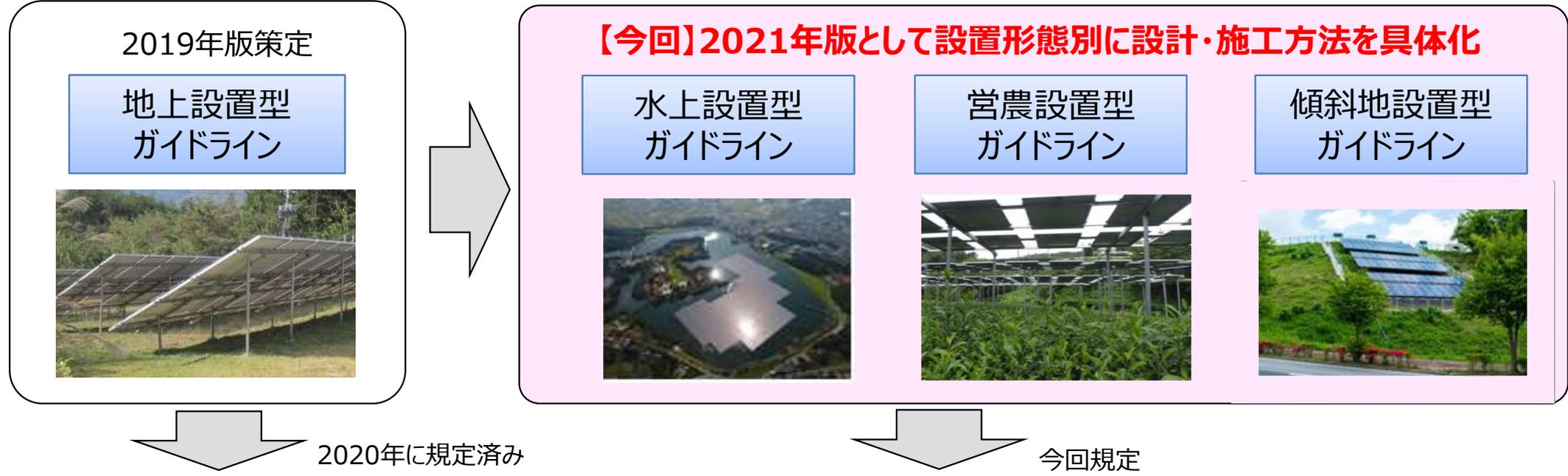


1. 工事計画届出
2. 事故報告
3. 安全管理審査
- 4. 太陽電池発電設備技術基準**
5. 風力発電設備技術基準

特殊な設置形態の太陽電池発電設備に関する技術基準の明確化

- NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構）は、2019年に地上設置型の太陽電池発電設備の安全確保のためのガイドラインを策定・公表。令和3年11月には、水上・営農・傾斜地設置型の各設置形態別の具体的な設計・施工方法を盛り込んだガイドラインを策定。
- 当該ガイドラインに盛り込まれている具体的な設計・施工方法については、「発電用太陽電池発電設備に関する技術基準の解説」に取り込み、令和3年12月20日付けで公表。

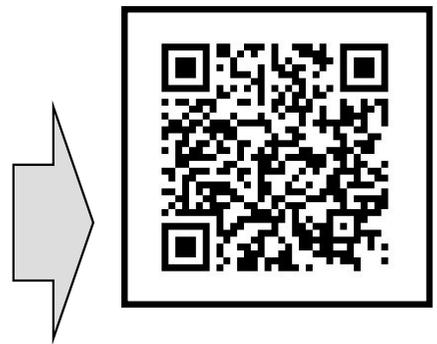
<NEDOが策定したガイドラインの技術基準への取り込み>



「発電用太陽電池設備に関する技術基準の解説」に規定

※追尾型太陽電池発電設備に係る技術基準の明確化(案)については、次回の制度WGで提示予定。

● 特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の『太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2021年版』
【NEDOのHPリンク先QRコード】



水面に設置される太陽電池発電設備について（水上設置型ガイドライン）

- 現行の「発電用太陽電池設備に関する技術基準」等では、水面に設置される太陽電池発電設備について、波力等の水上特有の荷重に対して安定であることや水底のアンカーに十分な抵抗力を持たせること等を設計時に考慮すべき要求性能として求めている。
- 今般のNEDOのガイドラインでは、フロートに作用する波力算出方法、係留索に作用する引張力を考慮したアンカー設計方法、感電防止のための電気設備の配線方法など具体的な設計方法を明記。
- NEDOでは、引き続き水中アンカーの耐力試験や感電防止のための防水試験などの実証実験を実施し、得られた知見をガイドラインへ反映していく予定。

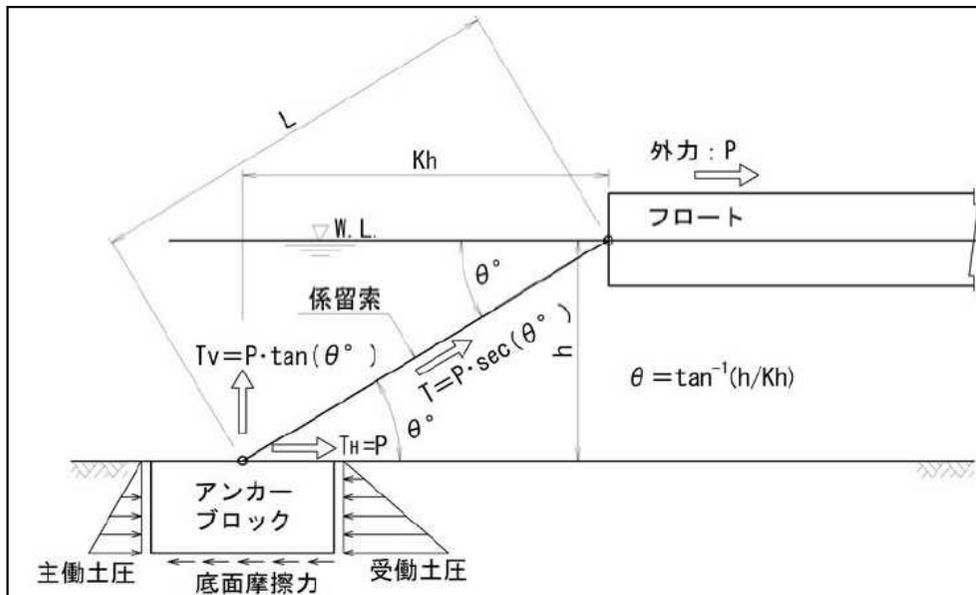


図2:配管に納めた配線の例

農地に設置される太陽電池発電設備について（営農設置型ガイドライン）

- 現行の「発電用太陽電池設備に関する技術基準」等では、農地に設置される太陽電池発電設備は、地上設置型的一种として規定。しかし、農地に太陽電池発電設備を設置する場合、農業従事者が架台下で作業する空間を確保する必要があることから、一般的な地上設置型に比べ、より緻密な設計が必要。
- 今般のNEDOのガイドラインでは、農業従事者の安全確保のため、農業機械の架台や基礎への衝突により架台が連鎖的に倒壊しない構造とすることや、肥料や薬剤により架台や基礎の主要部材に著しい腐食を生じないよう防食処理を施すこと等、農地特有の注意事項を明記。
- また、営農型太陽電池発電設備は、必ずしも電氣的知見のある農業従事者が架台下で作業をするとは限らないため、感電防止対策に配慮した電気設計とすることや、農業従事者へのリスクの周知や注意喚起を行うことも明記。
- NEDOでは、引き続き作物の栽培を考慮した遮光率やアレイ勾配の風洞実験等を実施し、得られた知見をガイドラインに反映していく予定。

架台設計の注意点（農作業空間の確保、農業機械衝突への配慮）

1. 営農に支障をきたさない程度の十分な空間確保が可能な柱の間隔および梁の高さとし、架台下の作業空間を分断する筋交いなどの配置は最小限とする。架台設計の注意点（農作業空間の確保、農業機械衝突への配慮）
2. 設計荷重に対する耐力を有し、かつ簡易な構造で容易に撤去できるものとする。
3. 農業機械などが衝突した際に架台が連鎖的に倒壊しない構造とする。

（出典） 営農設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2021年版

傾斜地に設置される太陽電池発電設備について（傾斜地設置型ガイドライン）

- 現行の「発電用太陽電池設備に関する技術基準」では、太陽電池発電設備の支持物を施設する場合、**土砂流出や地盤の崩壊を防止するための措置を講じることを規定。**
- 今般のNEDOのガイドラインでは、**傾斜地における風速の割増係数の算出方法やのり面の侵食防止措置、傾斜地における架台設計の注意点、太陽電池モジュールから流下する雨水などを考慮した排水工の計画等の具体的な設計方法を明記。**
- NEDOでは、引き続き傾斜地の積雪荷重測定試験や杭基礎の抵抗力載荷試等を実施し、得られた知見をガイドラインに反映していく予定。

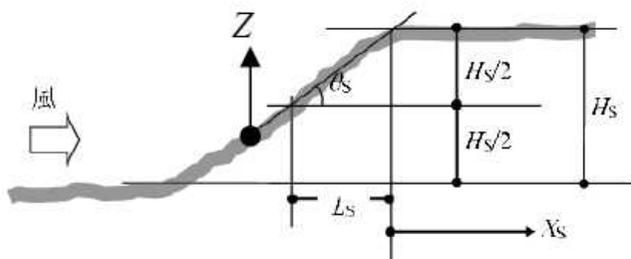


図1: 傾斜地における風速の割増係数の算出

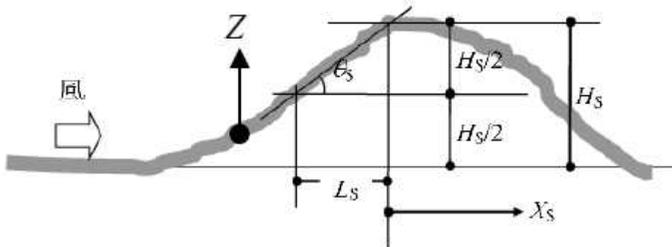


図2: 尾根状地形における風速の割増係数の算出

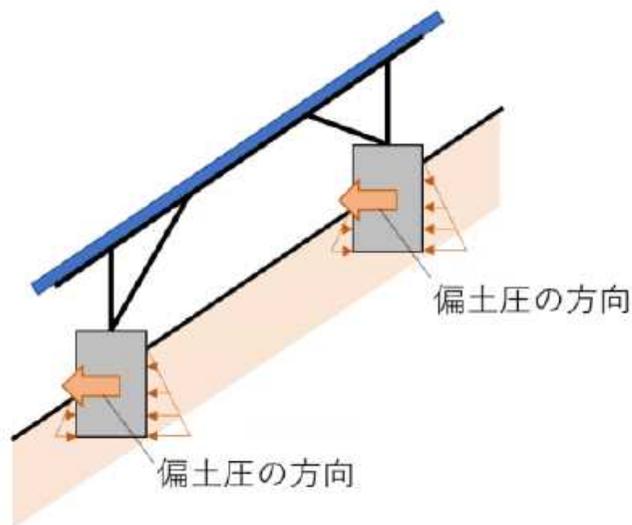


図3: 基礎に作用する偏土圧

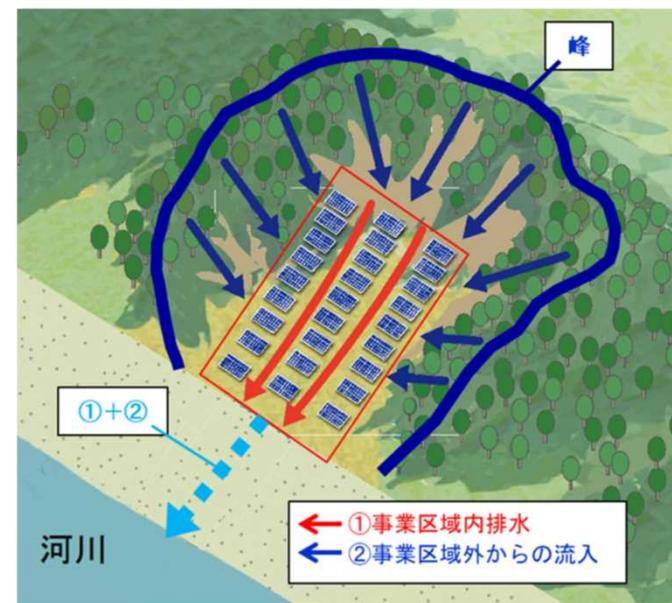


図4: 考慮すべき事業区域の排水対象

(出典) 傾斜地設置型太陽光発電システム的设计・施工ガイドライン2021年版

発電用太陽電池設備に関する技術基準解説への取り込み

発電用太陽電池設備に関する技術基準 (一部抜粋)	発電用太陽電池設備に関する技術基準の解説 (関連部分)
<p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【設計荷重の解説】 日本産業規格JIS C 8955(2017)に規定された風圧荷重、積雪荷重及び地震荷重はそれぞれ、建築基準法施行令第87条、第86条、第88条を参考に設定されている。これらの荷重の再現期間は50年を想定しており、「当該支持物の設置環境下において想定される各種荷重」についてもこれと同等の荷重を設定することが望ましい。なお、地上に施設される発電用太陽電池設備において、アレイ面の下端部に作用する積雪による沈降荷重等については、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン2019年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019)の技術資料が、<u>傾斜地に施設される場合の風圧荷重については、「傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2021)が参考となる。</u>また、水面等に施設される発電用太陽電池設備の支持物(フロート、架台、係留索、アンカー：解説1 図参照)については、地上や建築物上に施設される発電用太陽電池設備とは異なる荷重を想定する必要があることから、解説1 表や<u>「水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2021)を参考として考慮すべき荷重を検討する。</u></p> <p>【支持物の構造等の解説】 要求性能に適合する設計を行う際には、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン2019年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019)、及び解説2 表に示す規準・指針が参考となる。<u>また、設置形態別に「傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2021)、「水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2021)、「営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2021)が参考となる。</u></p>
<p>(土砂の流出及び崩壊の防止) 第五条 支持物を土地に自立して施設する場合には、施設による土砂流出又は地盤の崩壊を防止する措置を講じなければならない。</p>	<p>【土砂の流出及び崩壊の防止の解説】 発電用太陽電池設備の施設場所の選定においては、地方自治体が公開している土砂災害警戒区域等の情報、地形図、土地条件図等を用いた資料調査及び地盤調査等の事前調査結果をもとに土砂災害リスクを事前に把握しておくことが重要である。これらの結果をもとに、土地の斜面崩壊防止対策や排水処理方法など十分な工学的検討を行い、当該発電設備並びに公衆の安全を確保する。なお、事前調査の方法及び造成・排水計画については、「地上設置型発電システムの設計ガイドライン2019年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2019)の「3.調査及び計画」や<u>「傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：2021)の「5.事前調査」及び「6.造成計画」が参考となる。</u></p>

NEDOガイドラインや技術基準等の周知

- 今般NEDOで策定された**水上・営農・傾斜地設置における設計・施工ガイドラインの普及**を図るため、**NEDOや太陽光発電協会等の関係者とが連携**し、発電事業者や施工業者、電気主任技術者等を対象にした**セミナーを12月に開催**。この際、経産省からもNEDOガイドラインを「発電用太陽電池設備の技術基準の解説」へ取り込んだ旨を報告。
- 事業者の安全性向上の取組に資するよう、こうした周知活動を継続的に実施。

<傾斜地設置型、営農型及び水上設置型の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン（2021年版）セミナー>

開催日 令和3年12月24日 オンライン
主催 一般社団法人太陽光発電協会
目的 太陽光発電の普及施策及び保安に関する説明とNEDOの2021年版ガイドライン（傾斜地設置、営農型、水上設置）等の紹介を実施。
対象 メーカー、発電事業者、O&M事業者、主任技術者、官公庁・自治体等
約260名がセミナーに参加



引き続き、**関係省庁・部局とも連携**しつつ、NEDOガイドラインや技術基準等に関する**説明会の開催等**を実施するとともに、**関係業界団体や各監督部のホームページへの掲載、主任技術者へのメーリングリストへの配信、損害保険会社を通じた周知**といった、幅広い周知活動を展開していく。

1. 工事計画届出
2. 事故報告
3. 安全管理審査
4. 太陽電池発電設備技術基準
5. **風力発電設備技術基準**

風力発電設備に関する技術基準等の見直し

- 風力発電設備に係る技術基準等について、これまでの陸上設置のみならず、**洋上設置へも適切に対応**できるよう、**洋上特有の作用荷重に関する技術的要件の追加**や**引用規格の最新化**を実施。
- 具体的には、「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説」や民間規格（JIS規格、IEC規格）等を参考に、「**発電用風力設備に関する技術基準の解釈**」（風技解釈）及び**逐条解説を改正**する（パブコメを経て、令和4年度早期に改正予定）。

＜風技解釈における主な見直し項目＞

技術要件の類型		見直し項目	
①荷重とその組合せ	特定支持物※に係る構造計算	洋上特有の要件	洋上における水圧等による荷重（波浪、潮流、津波）
			支持物（基礎）に作業船が接岸する際の荷重
			洋上の気温変化による荷重
			支持物（基礎）への海中生物の付着による荷重
②風況観測	風車を支持する工作物の構造耐力	規格	支持物（タワー・基礎）に作用する荷重（風＋波浪＋潮位＋潮流）の組合せ
			地震時に組み合わせる風荷重の取扱い
③使用材料	特定支持物※の構造等	規格	使用材料（鋼材）の規格
	特定支持物※に係る構造計算	規格	使用材料（高強度鉄筋）の規格

※：「風車を支持する工作物」のうち、最高部の地表からの高さが15mを超えるものの風車を支持する工作物のこと。

なお、雷保護に関する要件については、JIS規格の改定作業が終了後、速やかに見直し（令和4年中メド）。

風技解釈の見直し①（荷重とその組合わせ）

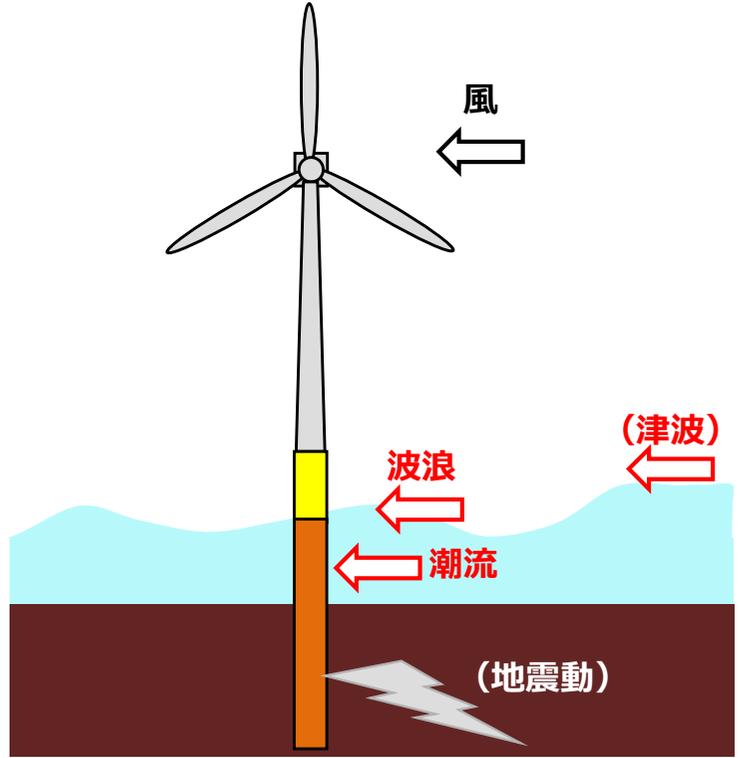
- 現行の風技解釈において、特定支持物に係る構造計算の技術要件として考慮すべき荷重（固定荷重、積雪荷重、風荷重、地震荷重等）は明記されているが、**洋上設置の場合に考慮すべき特有の荷重（波浪、潮流、津波等による荷重）が規定されていない**ため、これらを追記。
- また、**特定支持物に作用する荷重の組合せ**について、**最新の民間規格等との整合性**を図る。

風技解釈 第12条第1項【特定支持物に係る構造計算】

風技解釈【現行】
<p>第12条 (中略) 一～四 (略)</p> <p>五 前号に定める方法による構造計算を行い、別表第2に規定する極めて稀に発生する地震動によって特定支持物が倒壊、崩壊等しないことを、運動方程式に基づき確かめること。</p> <p>六 第二号から前号までに規定する構造計算を行うに当たり、第一号に規定する荷重及び外力を適切に考慮すること。</p>
<p>洋上特有の波浪、潮流、津波等といった荷重や外力を構造計算に加えるべき旨を追記</p>

風技解釈 第12条第2項【特定支持物に係る荷重の組合せ】

風技解釈【現行】
<p>第12条</p> <p>2 前項各号の構造計算及び確認を行うに当たっては、構造上主要な部分の断面に生ずる長期、短期及び極めて稀に発生する地震時の各応力度を別表第3に掲げる式によって計算すること。</p>
<p>地震時の構造計算において組み合わせるべき風荷重の考え方を、最新IEC規格と整合をとるよう改定</p>



洋上風力発電設備に作用する荷重のイメージ

風技解釈の見直し②（風況観測）

- 現行の風技解釈では、風荷重設定の際に必要な現地風条件の実測データ取得に関する規定が明記されていないため、風技解釈において現地観測の必要性を明記。また、逐条解説に具体的な風況データの取得期間及び取得高さを追記。
- なお、逐条解説において、リモートセンシング機器を使用した観測データの取得方法の考え方、シミュレーションによる極値風の算定手法についても追記。

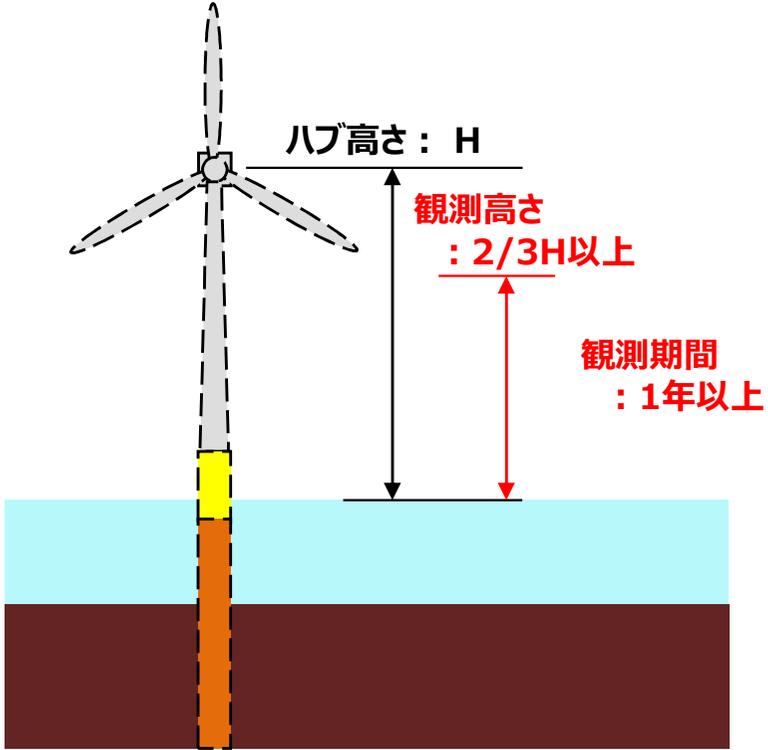
風技解釈 第4条 【風車の構造】

風技解釈【現行】

第4条 省令第4条第二号に規定する「風圧」とは、発電用風力設備を設置する場所の風車ハブ高さにおける現地風条件（極値風及び三方向（主方向、横方向、上方向）の乱流を含む。）による風圧が考慮されたものであって、次に掲げるものを含むものをいう。

- 一 風車の受風面の垂直投影面積が最大の状態における最大風圧
- 二 風速及び風向の時間的変化による風圧

**構造計算に用いる風圧の評価に関して、
現地風条件の実測データ取得の必要性を明記**



実測データ取得に関する目安

風技解釈の見直し③（使用材料）

- 現行の風技解釈において、**特定支持物に用いることが可能な材料を明確化**、また**鋼材及び高強度鉄筋に関する許容応力度と基準強度に関する規定**を追記。
- 加えて、逐条解説において特定支持物に**使用可能な材料に関する解説**を明記。

風技解釈 第10条 【特定支持物の構造等】

風技解釈【現行】

第10条 特定支持物の構造等に係る要件は、次に掲げるものとする。
一～八（略）
九 構造上主要な部分に使用する鋼材（炭素鋼に限る。）、コンクリートその他の材料の品質が、平成12年建設省告示第1446号（建築物の基礎、主要構造部等に使用する建築材料並びにこれらの建築材料が適合すべき日本工業規格又は日本農林規格及び品質に関する技術的基準を定める件）別表第一（い）欄に掲げる材料の区分に応じ、それぞれ同表（ろ）欄に掲げる日本工業規格に適合すること。

**特定支持物の構造に使用可能な
JIS規格以外の材料に関する規定を追記**

風技解釈 第12条 【特定支持物に係る構造計算】

風技解釈【現行】

第12条
（中略）
3 第1項各号の構造計算及び確認を行うに当たっては、次に掲げる許容応力度、許容せん断応力度及び材料強度を用いること。
一 鋼材等の許容応力度は、建築基準法施行令第90条の表一又は表二に掲げる値

二～九（略）
十 鋼材等の材料強度は、建築基準法施行令第96条の表一及び表二に掲げる値

**高強度鉄筋の使用を考慮し、設計に必要となる
許容応力度に関する規定を追記**

**高強度鉄筋の使用を考慮し、設計に必要となる
基準強度に関する規定を追記**