

# JWPA「ブレード点検および補修ガイドライン」 記載ポイントについて



2021年12月9日

一般社団法人 日本風力発電協会

# 目次

## 【全体概要】

1. 制定の経緯・目的
2. 制定状況等
3. ガイドラインの位置づけ

## 【記載内容】

4. 目次構成
5. 記載ポイント
6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定
7. ポイント②: 記録類の確認・整備・管理
8. 補修について

## 【関連する重要事項】

8. 法体系における関連記載

# 1. 制定の経緯・目的

## 経緯

- 定期事業者検査制度施行の2017年4月以降も依然として風車ブレードの事故が発生している。
- 定検解釈では、風車の定期事業者検査において、「検査方法及び判定基準は、メーカー技術資料等に基づいて設定する」とされているが、風車の停止判断を行うブレードの具体的な損傷程度については、代表的な事業者へのアンケート調査において、ブレード構造の違いに起因すると考えられる複数の考え方があることが明らかとなった。
- JWPAとして、風力発電の主力電源化のためには、安全安心の向上は重要な検討課題の一つであり、一旦損傷に至れば公衆への影響もあり得るブレードについて、より適切な点検・補修のあり方を考えていく必要があると認識。

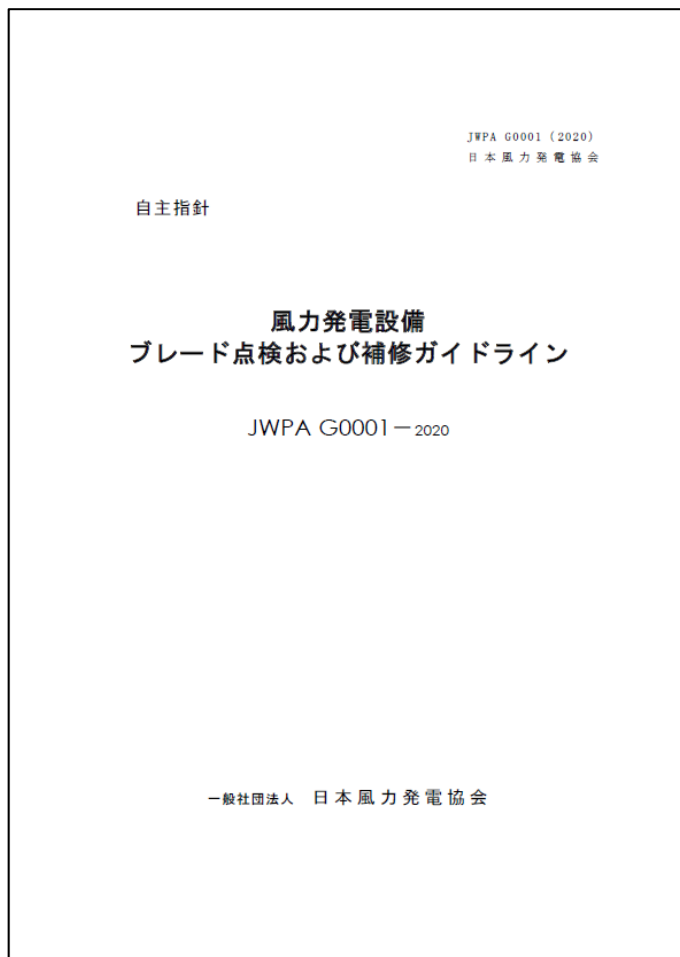


## 目的

- ブレードの維持管理に起因する事故を防止するため、ブレードの点検・補修に関する具体的な考え方を設定することにより、JWPAの自主ガイドラインとして指針の策定を行う。

## 2. 制定状況等

- JWPAのホームページに掲載(非会員でも閲覧可)。2021年4月より正式運用。  
(<http://log.jwpa.jp/content/0000289784.html>)
- 本ガイドラインが発電用風力設備の技術基準の解釈等(以下「解釈等」という。)の参照文書として位置づけられている。「8. 法体系における関連記載」で詳述)



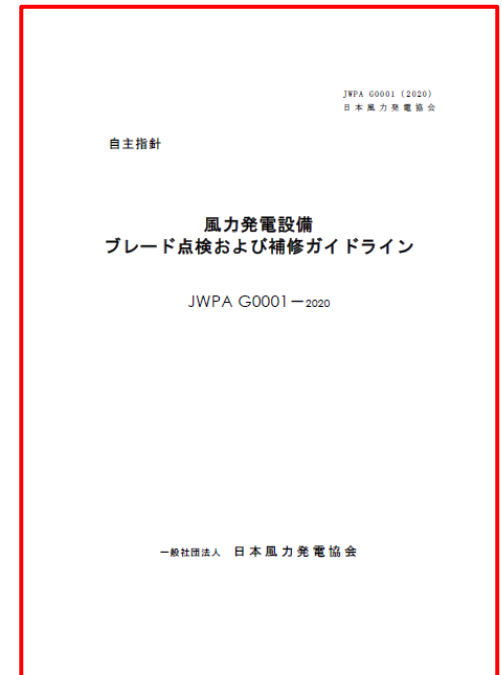
目次	
第1章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用範囲	2
1-2-1 定期事業者検査	2
1-2-2 ブレード点検および補修ガイドラインで規定する内容	2
1-3 用語の定義	2
第2章 点検と判定	6
2-1 共通事項	6
2-1-1 定検解釈における検査実施上の前提	6
2-1-2 対象部位	6
2-1-3 点検の事前準備	6
2-1-4 点検記録及びその管理	7
2-2 点検方法	8
2-2-1 ブレード - 表面	8
2-2-2 ブレード - 接地システム - レセプター	11
2-2-3 ブレード - 接地システム - ダウンコンダクター	12
2-2-4 ブレード - 内部	14
2-2-5 ブレード - ブレード翼根部 - 翼根部	15
2-3 点検結果の判定	16
2-3-1 判定基準に関する考え方	16
2-3-2 保安停止とする基準	16
2-3-3 一般的に注意を要する状態	16
2-3-4 判定に対する措置	23
第3章 補修	26
3-1 共通事項	26
3-1-1 対象部位	26
3-1-2 補修手順	27
3-1-3 補修の品質管理	28
3-1-4 補修プロセスの記録	29
3-2 応急処置	29
3-2-1 損傷が拡大するのを防止するために行う応急処置	29
3-2-2 仮補修として行う応急処置	29
参考資料	30
A 点検結果による判定及び補修事例	30
B 記録の書式例(点検, 補修)	72
C 参考資料	75

### 3. ガイドラインの位置づけ

- JWPAとして、自主的にガイドラインを制定し、広く業界内での活用を図る。
- 定期事業者検査制度施行時(2017年4月)に制定された定期点検指針のブレードに関する該当箇所を具体的に解説する記載とする。

区分	電気事業法	政・省令	国の解釈・内規	民間規格等		
定期安全管理検査	55条第1項	・検査の対象電気工作物	省令 <sup>※1</sup> 94条	対象電気工作物		
		・検査の時期	省令 <sup>※1</sup> 94条の2	検査の時期		
		・検査の実施	省令 <sup>※1</sup> 94条の3	検査の方法	定検解釈 <sup>※3</sup>	風力発電設備の定期点検指針(日本電気協会)
		・検査結果の記録・保存	省令 <sup>※1</sup> 94条の4 94条の8	検査結果の記録事項 保存期間		
	55条第2項	・技術基準適合性確認義務 ⇒事業用電気工作物の維持(法第39条第1項)	発電用風力設備に関する技術基準を定める省令	発電用風力設備の技術基準の解釈について	土木学会指針 <sup>※4</sup> IEC61400 JISC1400	
	定期安全管理審査	55条第4項	・審査受審義務	省令 <sup>※1</sup> 94条の5	審査の時期	使用前・定期安全管理審査の実施要領(内規)
・審査実施者			省令 <sup>※1</sup> 94条の5 の2, 政令 <sup>※2</sup> 27条	権限の委任		
・審査項目			省令 <sup>※1</sup> 94条の6	審査申請		
55条第5項		・審査項目 組織, 方法, 工程	省令 <sup>※1</sup> 94条の7	審査項目 協力事業者, 記録, 教育訓練	風力発電設備の定期安全管理審査の手引き(登録安全管理審査機関)	
55条第6項	・審査結果の通知 ・評定, 評定結果の通知	省令 <sup>※1</sup> 94条の7	審査結果の通知内容			
登録安全管理審査機関	67条	・登録				
	69条	・登録の基準 審査員の資格要件 審査の区分	省令 <sup>※1</sup> 108条	審査機関登録の申請		
	71条	・安全管理審査の義務	省令 <sup>※1</sup> 110条	審査の方法		

+ 自主的にJWPAガイドラインを制定



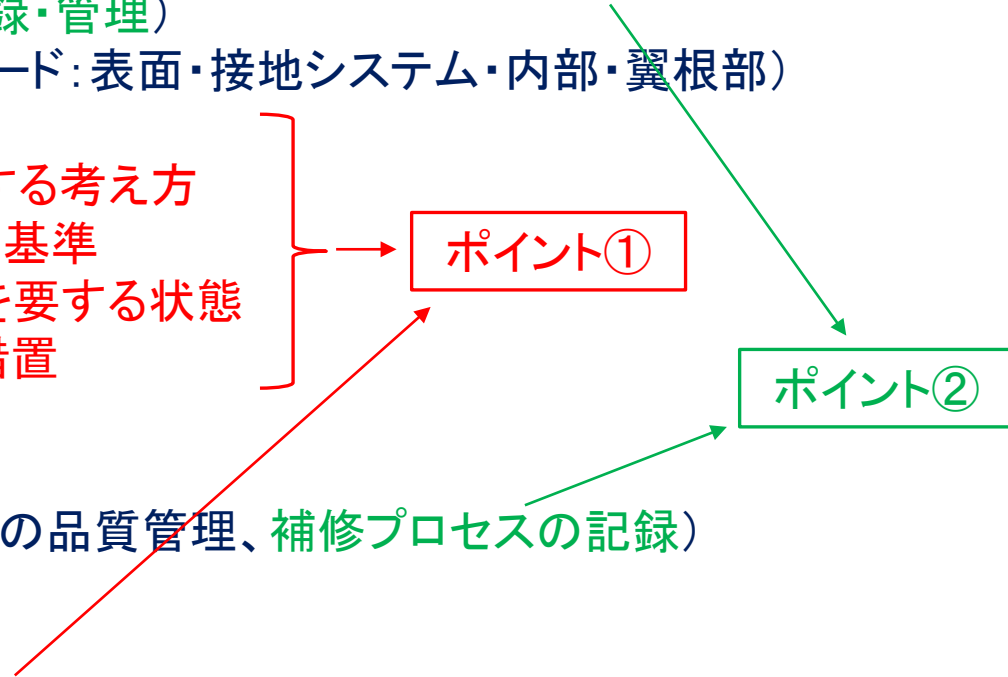
※1 電気事業法施行規則

※2 電気事業法施行令

※3 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

※4 土木学会「風力発電設備支持物構造設計指針・同解説」[2010年版]

## 4. 目次構成

- 第1章 総則（目的、適用範囲、用語の定義）
  - 第2章 点検と判定
    - 2-1 共通事項  
（検査実施上の前提、対象部位、点検の事前準備、  
点検結果の記録・管理）
    - 2-2 点検方法（ブレード：表面・接地システム・内部・翼根部）
    - 2-3 点検結果の判定
      - ・判定基準に関する考え方
      - ・保安停止とする基準
      - ・一般的に注意を要する状態
      - ・判定に対する措置
  - 第3章 補修
    - 3-1 共通事項（補修の品質管理、補修プロセスの記録）
    - 3-2 応急処置
  - 参考資料（点検結果による判定及び補修事例、記録の書式例（点検・補修））
- 



- **ポイント①**: 判定基準・措置に関する考え方の設定
- **ポイント②**: 記録類の確認・整備・管理

## 5. 記載ポイント

### 問題点

- 依然として風車ブレードの事故が発生。  
【2020年1月に発生した事故】
  - 本来計画していた時期に補修が実施されなかった。
  - 補修期限の延長判断に対し、判定結果が適切に確認・管理されていなかった。
  - 構造強度に影響のある損傷であるにもかかわらず、停止とする判断基準となっていなかった。
- 風車の停止判断を行う損傷程度について複数の考え方がある。
  - 定検解釈では「検査方法及び判定基準は、メーカー技術資料等に基づいて設定する」とされているのみ。

### 記載ポイント

#### ポイント②: 記録類の確認・整備・管理

- 点検記録への補修時期・前回設定内容の変更理由の明記
- 点検記録の責任ある立場の管理者による確認

#### ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

- 構造上の安全が確保されていない場合は保安停止することを明記
- 注意を要する状態、技術的判断に関するメーカー等との対応フローを整理、判定事例集を整備

## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

- 各メーカー風車全般に共通的に適用でき、安全性を確実に担保できることを前提とした考え方を設定する。

### 【前提条件】

風車構造・仕様は多様であり、保安停止等に関する基準を一律に定量的な設定は不可。



上記踏まえ、個々のブレードに合わせた技術的な判定を確実にを行うために…

以下4つの組み合わせにより設定する。

- A) 保安停止とする基準をまず性能規定的に定める。
- B) 保安停止の可能性のある状態として、一般的に注意を要する状態を列挙。
- C) 具体的な判定事例(保安停止・計画的補修・経過観察の3つに分類)を参考資料に示す。  
(ブレードの状態に対する判定のイメージを掴みやすくする)
- D) 個々のブレードに合わせた技術的な判定を具体的かつ確実に  
行うため対応フロー例を示す。  
(各サイトについて個別に対応方法を整理)



## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### A) 保安停止とする基準

- 風技第4条に定める構造上の安全が確保されておらず、ブレード折損等により公共の安全確保に支障が生じる可能性のある状態では、当該風車を保安停止すること(構造上の安全が確保されるまで運転しない。)
- また、構造上の安全が確保されていることを前提として、運転を継続することができ、計画的に適切な時期に補修、または経過観察とすることができる。

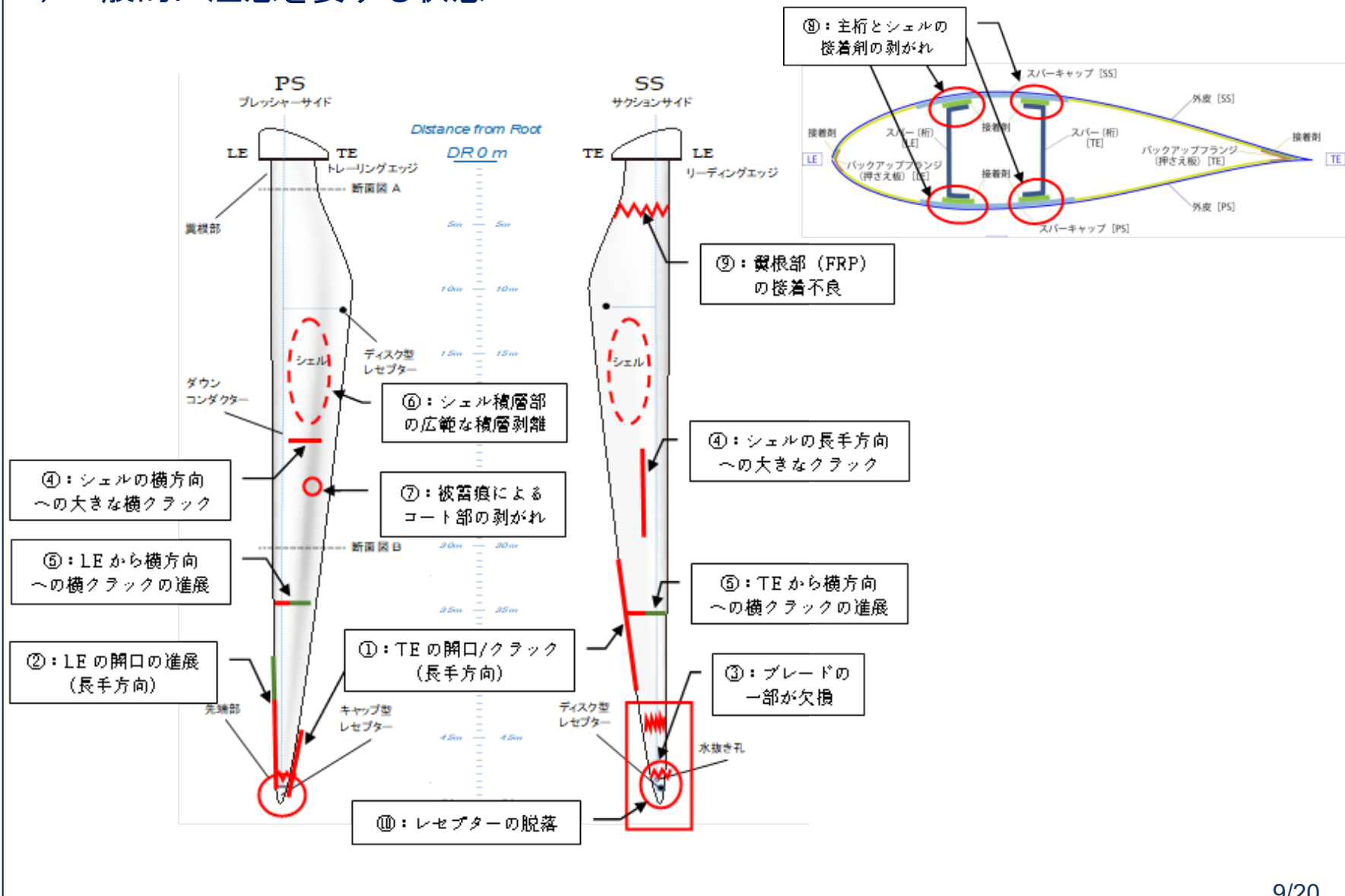
### B) 一般的に注意を要する状態

- 以下状態を列挙。

部位		注意を要する状態
表面	LE・TE	① 開口が発生している
		② 前回点検で確認された開口長さが大きく進展している
	シェル	③ ブレード本体の一部が欠損している
		④ 大きなクラックがある
		⑤ 前回点検で確認されたシェルのクラック長さが大きく進展している
		⑥ シェル積層部に広範な積層剥離がある
		⑦ 被雷痕がコート部剥がれと重なっている
内部	⑧ 主桁とシェルの剥がれがある	
翼根部	⑨ 翼根部 (FRP) のクラックや剥がれがある	
接地システム	レセプター・ダウンコンダクター	⑩ レセプター脱落を伴う、または脱落が予想される、大きな損傷がある

# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

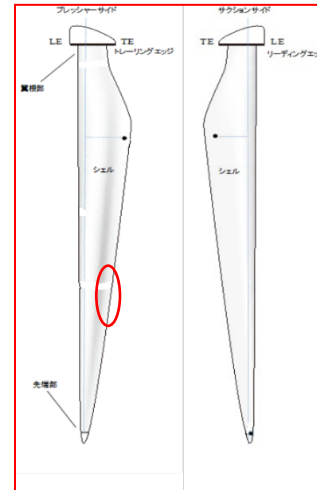
## B) 一般的に注意を要する状態



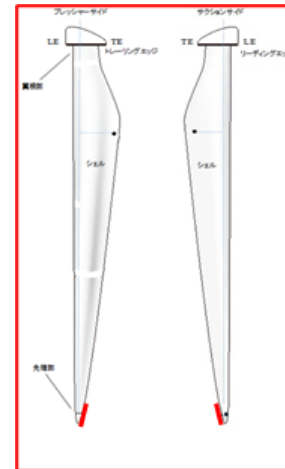
# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## B) 一般的に注意を要する状態

### ①【LE・TE】開口が発生している



### ②【LE・TE】前回点検で確認された開口長さが大きく進展している



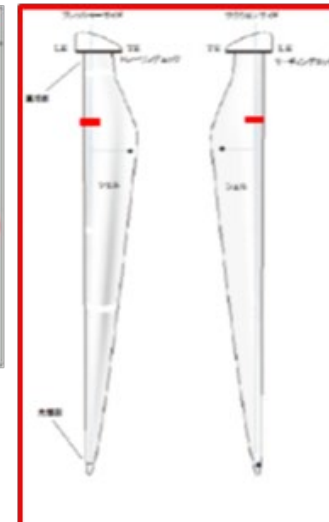
# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## B) 一般的に注意を要する状態

### ③【シェル】ブレード本体の一部が欠損している



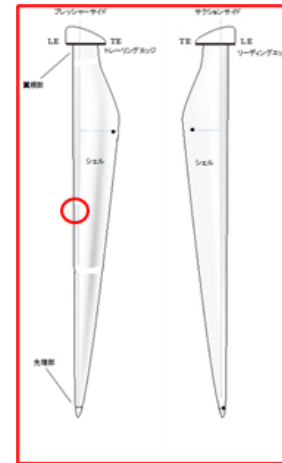
### ④【シェル】大きなクラックがある



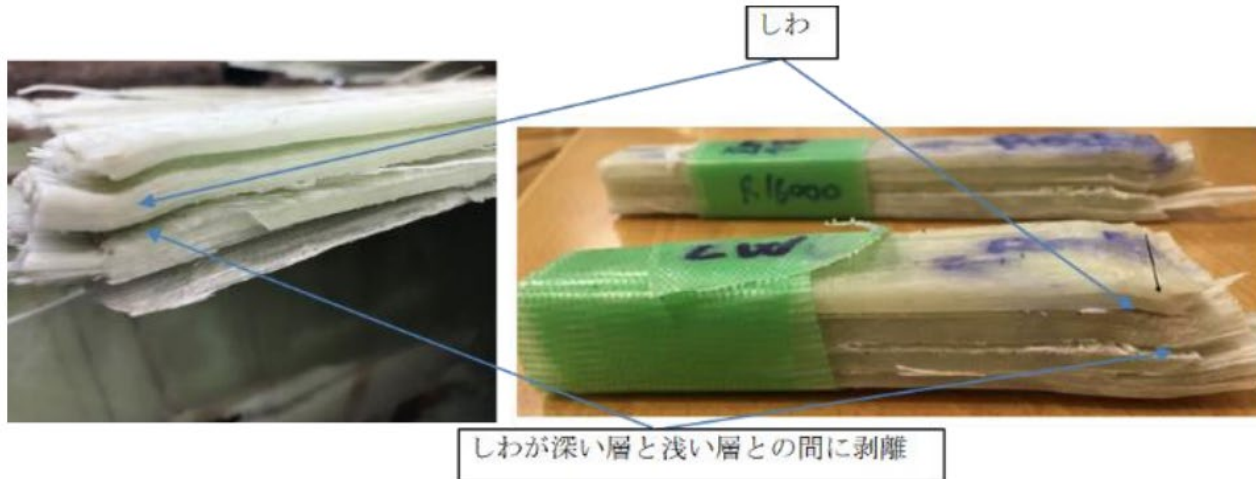
# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## B) 一般的に注意を要する状態

### ⑤【シェル】前回点検で確認されたシェルのクラック長さが大きく進展している



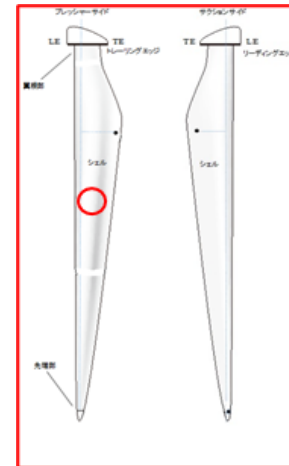
### ⑥【シェル】シェル積層部に広範な積層剥離がある



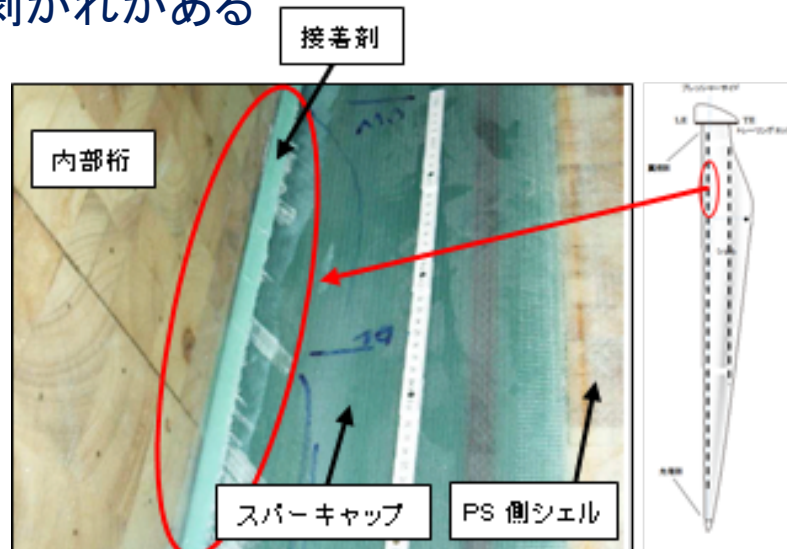
# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## B) 一般的に注意を要する状態

### ⑦【シェル】被雷痕がコート部剥がれと重なっている



### ⑧【内部】主桁とシェルの剥がれがある



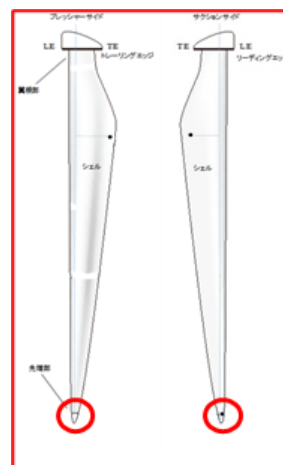
## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### B) 一般的に注意を要する状態

#### ⑨【翼根部】翼根部(FRP)のクラックや剥がれがある



#### ⑩【レセプター・ダウンコンダクター】レセプター脱落を伴う、または脱落が予測される、大きな損傷がある



## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### C) 判定事例(参考資料)

- 収集できたこれまでの判定事例について、保安停止を要する状態(赤)、運転継続可能で計画的に補修を行う状態(黄)、経過観察とする状態(青)の3段階に分類し、3つの状態を概ねイメージできるように整理。



(リーディングエッジ部の開口)

保安停止(赤)



(リーディングエッジ部のエロージョン)

計画的補修(黄)



(リーディングエッジ部の保護テープのみ剥がれ)

経過観察(青)

### 判定事例のイメージ



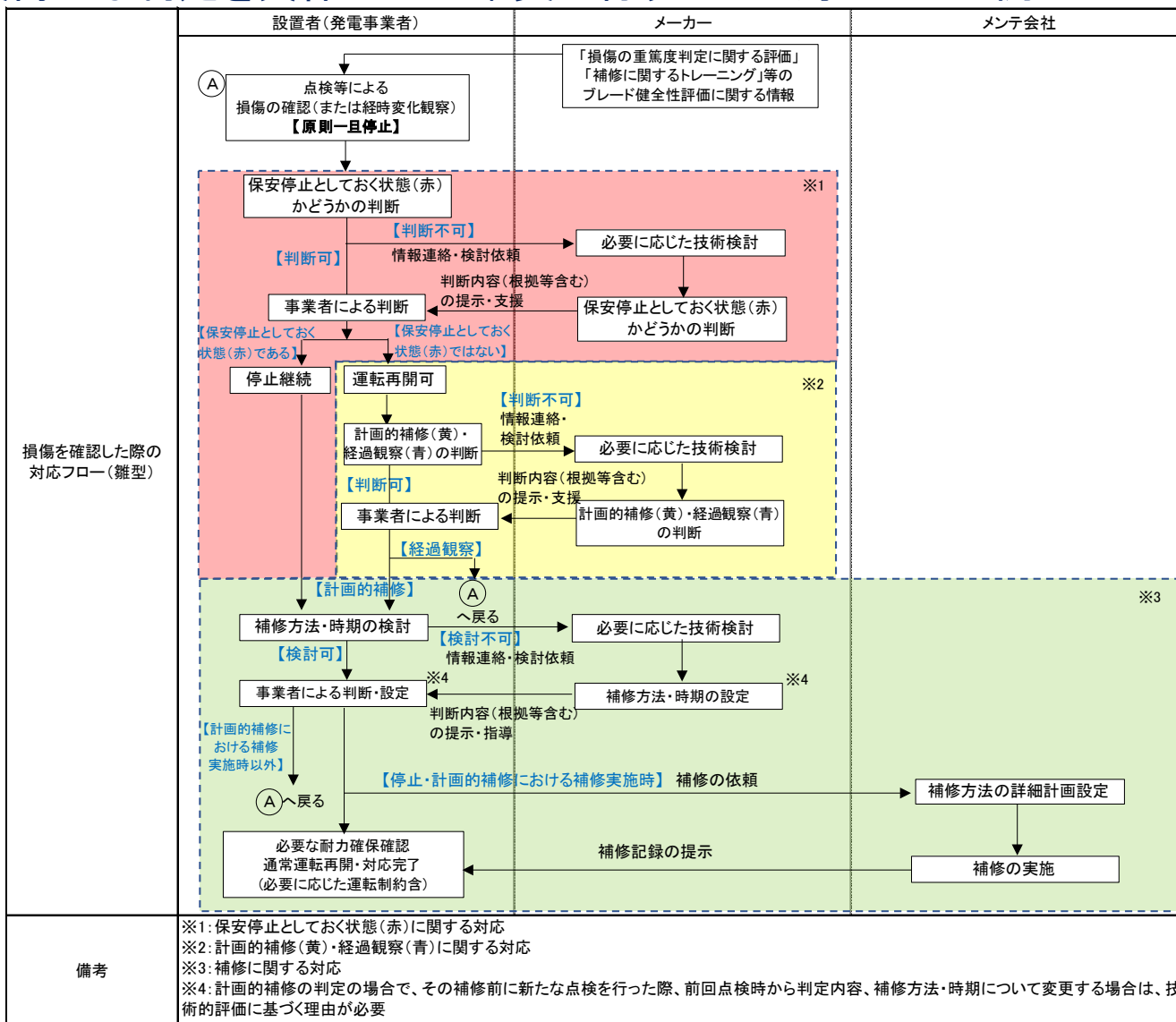
## 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

### D) 技術的な判定を具体的かつ確実にを行うための対応フロー

- 風車のブレードが設計不適合の状態となった場合は、当該ブレードの設計裕度や残存寿命を推定し、当該ブレードの補修までの間に折損や部材が飛散しないような対策を講じることが必要。また必要に応じて、風車運転の制約および適切な補強、当該ブレードの経過観察の強化等の策を講じることが必要。
- 上記の具体的対応に関しては、メーカー技術基準等による判定が必要であり、技術的な対応（保安停止・計画的補修・経過観察の判定、補修方法・時期の設定）を確実にを行うため、風車のメンテナンスにおけるメーカー・メンテ会社の関わりに応じて、以下の対応フローを参考に、予め具体的に対応方法を整理する。
- メーカー・メンテ会社による技術検討・判断を行う場合、事業者はその内容を尊重した対応を行う。

# 6. ポイント①: 判定基準・措置に関する考え方の設定

## D) 技術的な判定を具体的かつ確実にを行うための対応フロー例



(事業者: 点検等実施、メーカー: 点検結果の判定、補修方法・時期の設定に関する支援、メンテ会社: 補修作業実施の対応フロー例)

## 7. ポイント②: 記録類の確認・整備・管理

- 構造安全性に関わる評価を設存中にわたり確実にを行うため、以下に関する記録類を整備する。
  - 製造記録: 製造工場名、製造ロットNo等
  - 点検結果: 実施日・実施者・点検方法・点検結果(写真・図示含む)・結果の判定(根拠、補修時期、前回内容の変更理由含む)・対応処置(応急処置・補修)の設定等
  - 補修プロセス: 実施日・実施者・使用材料・温度湿度管理等

(+ 参考資料に記録フォーマット例を提示)

### 【点検記録】

- ・点検日
- ・実施日
- ・実施者
- ・点検方法
- ・点検結果(写真・図示含む)
- ・結果の判定  
(根拠、補修時期、前回内容の変更理由含む)
- ・対応処置(応急処置・補修)の設定…

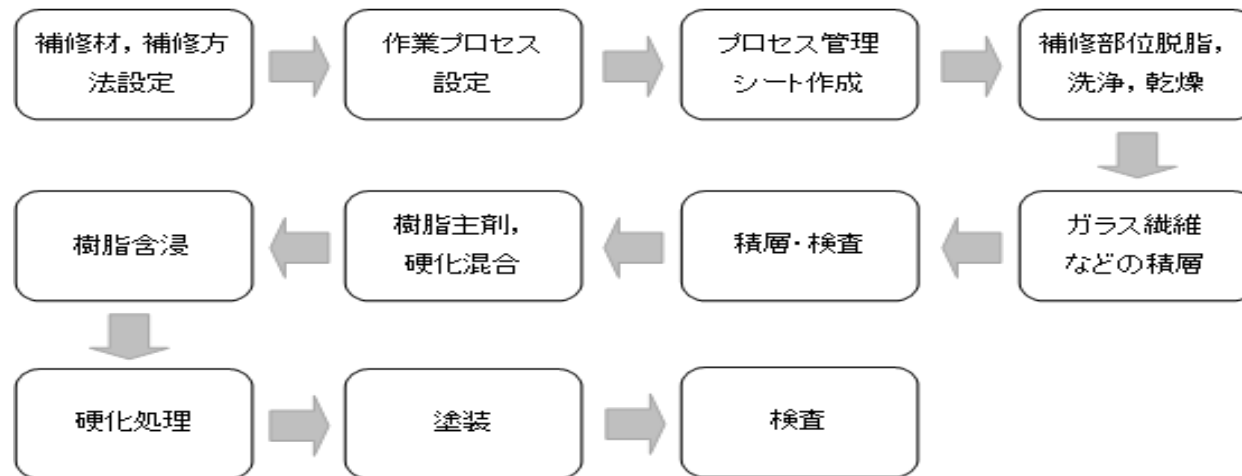
### 【補修記録】

- ・補修プロセス
- ・実施日
- ・実施者
- ・使用材料
- ・温度湿度管理…

- 記録については、長期スパンでの対応が必要となる可能性があることから、適切に管理を行う。記録の保存期間としては、ブレード現存中とすることが望ましい。
- 点検結果の記録については、責任ある立場の管理者が内容を確認し、チェックを行うものとする。

## 8. 補修について

### ■ 補修に関する一般的な手順を記載。



### ■ 補修の品質管理に関する特に重要なポイントを記載。

- 技術者は、メーカーまたは第三者機関のガイドライン等に準拠したトレーニングを受講。
- 補修材料は、補修前のブレードの材料に合致した適切なものを選定。
- 補修部位が補修前のブレードの材料強度と同等以上の強度を有するような補修計画とすることを基本。
- 作業に当たっては、補修部位周辺の気温・湿度、補修部位の温度が定められた仕様であることを監視し、必要に応じて適切な養生を行う。
- 作業を中断する場合（特に樹脂主剤、硬化剤混合や樹脂含浸）は、必要に応じて適切な対策を講じる。

さらに、各手順におけるポイントを記載。

## 9. 法体系における関連記載

(2021年4月改正で赤字部分追加)

### ■「発電用風力設備の技術基準の解釈」 第4条

2 省令第4条第二号に規定する「構造上安全」とは、風車が前項に規定する風圧に対して安全であることを含むものをいう。

3 前項において、ブレードの損傷、劣化等により構造上の安全が確認できない場合は技術基準不適合とみなすものとする。

■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（別表2）開放、分解による点検及び作動試験等の定期事業者検査の十分な方法の解釈（発電用風力設備）

【検査実施上の前提】 ※1. 検査方法及び判定基準は、一般社団法人日本風力発電協会発行「風力発電設備 ブレード点検および補修ガイドライン(JWPA G0001)」(項目1～5に限る。)、メーカーの技術資料等に基づいて設定する。

■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 第4条関連

③省令第4条第2号及び解釈第4条は、～(途中省略)～。なお、省令第4条第1号及び第2号並びに解釈第3条第3項及び第4条第3項の「構造上の安全」に関して、風車のブレード損傷、破損等により技術基準不適合を発生させないためにも、定期点検の他、通常の点検においても次に掲げるガイドラインを参照することが望ましい。参照ガイドライン 一般社団法人日本風力発電協会発行「風力発電設備 ブレード点検および補修ガイドライン」(JWPA G0001)