

輪島コミュニティウインドファーム 7号風力発電機風車ブレード破損事故 に関する報告

第2報

令和3年9月9日

能登コミュニティウインドパワー株式会社

1. 事故の状況

1 - 1 概要

1 - 2 事故発生時刻の推定

1 - 3 保守状況

2. 事故原因の推定

2 - 1 ブレードの損傷状況の調査

2 - 2 調査結果の考察

2 - 3 事故発生までの流れと事故原因の推定

2 - 4 ブレード重点観察範囲の設定と判定資格

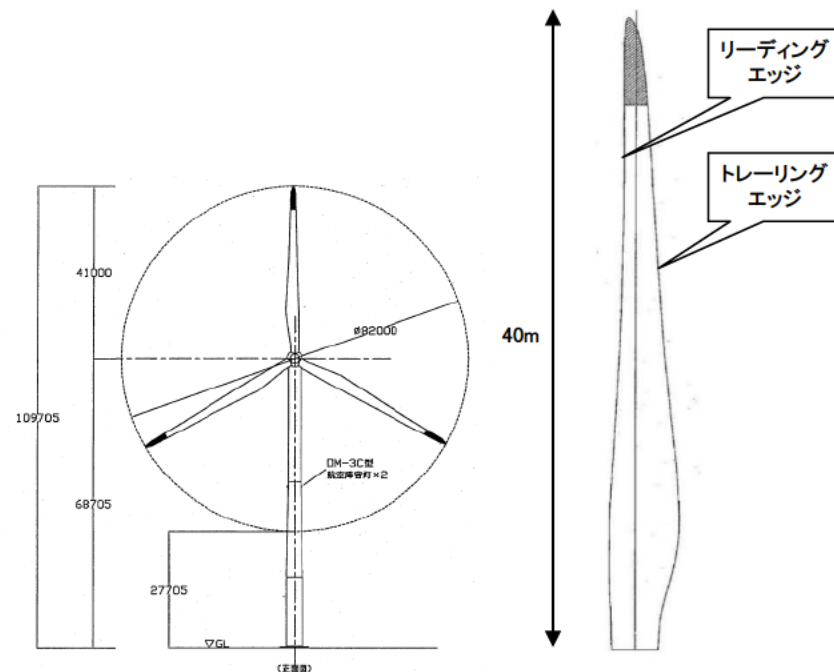
2 - 5 現行の問題点と改善内容

3. 対策及び復旧

4. 再発防止策

(1) 発電所概要

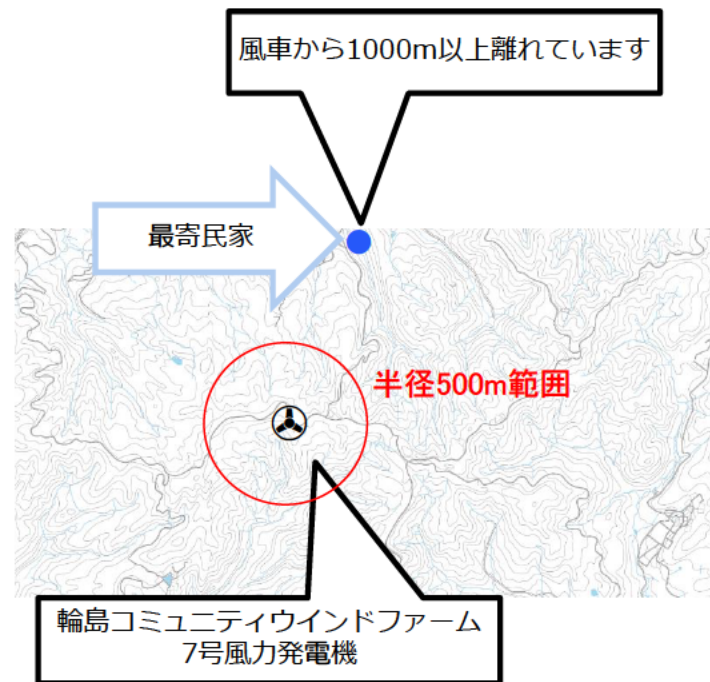
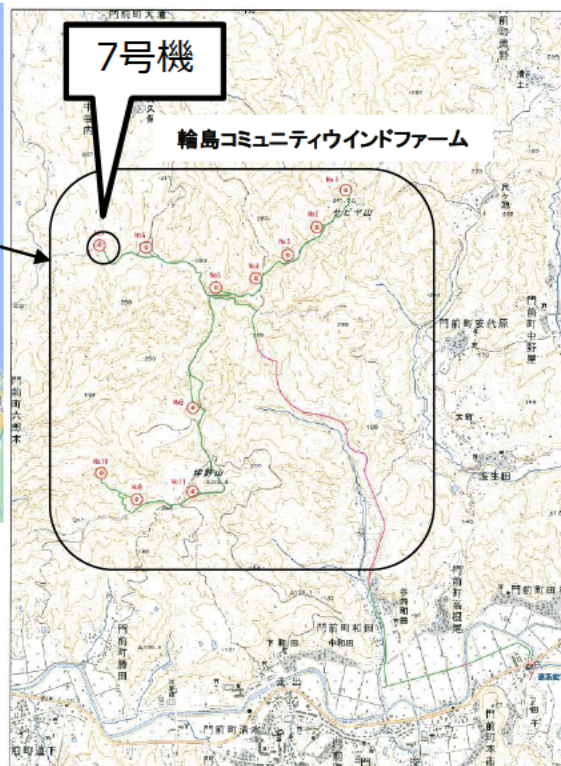
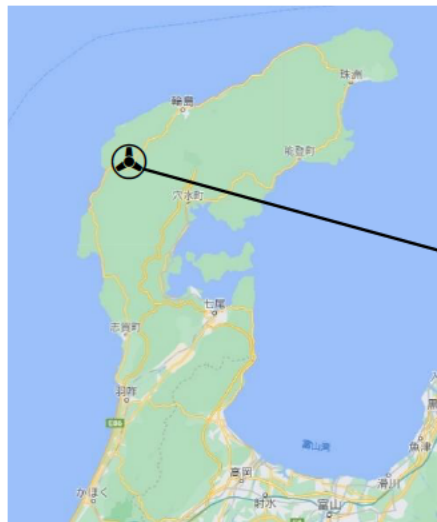
発電所名	輪島コミュニティウインドファーム
発電所出力	2000kW 10機 1980kW 1機 計21980kW
所在地	石川県輪島市門前町内
設置者	能登コミュニティウインドパワー（株）
運転開始	平成22年12月
風車形式	MM82
メーカー	SENVION
ハブ高さ	69m
ローター径	82m
耐雷規格	レベル I



風車外形図

ブレード拡大図

(2) 発電所位置及び事故地点



(3) 事故状況及び公衆安全確保状態

事故状況

事故内容	ブレード1枚の先端が破損
発見日時	令和3年3月30日9時00分
人的被害	なし
物的被害	なし
原因	落雷
風速	平均13m/s
飛散状況	落下物の範囲：風車より40m以内

飛散状況



公衆安全確保状況



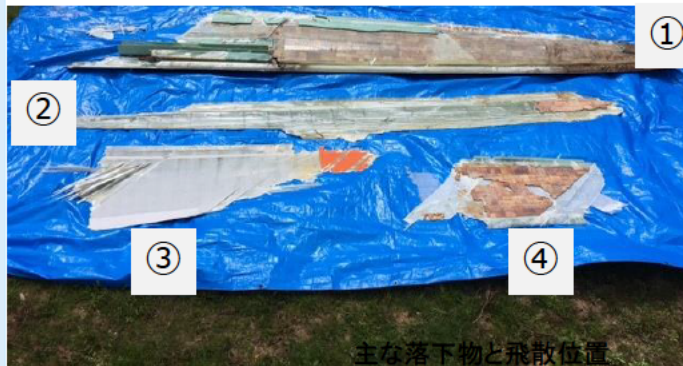
サイト内立入禁止措置
(3月30日 実施)



ブレード破損状況



サイトキュービクル
など被害なし



主な落下物と飛散位置

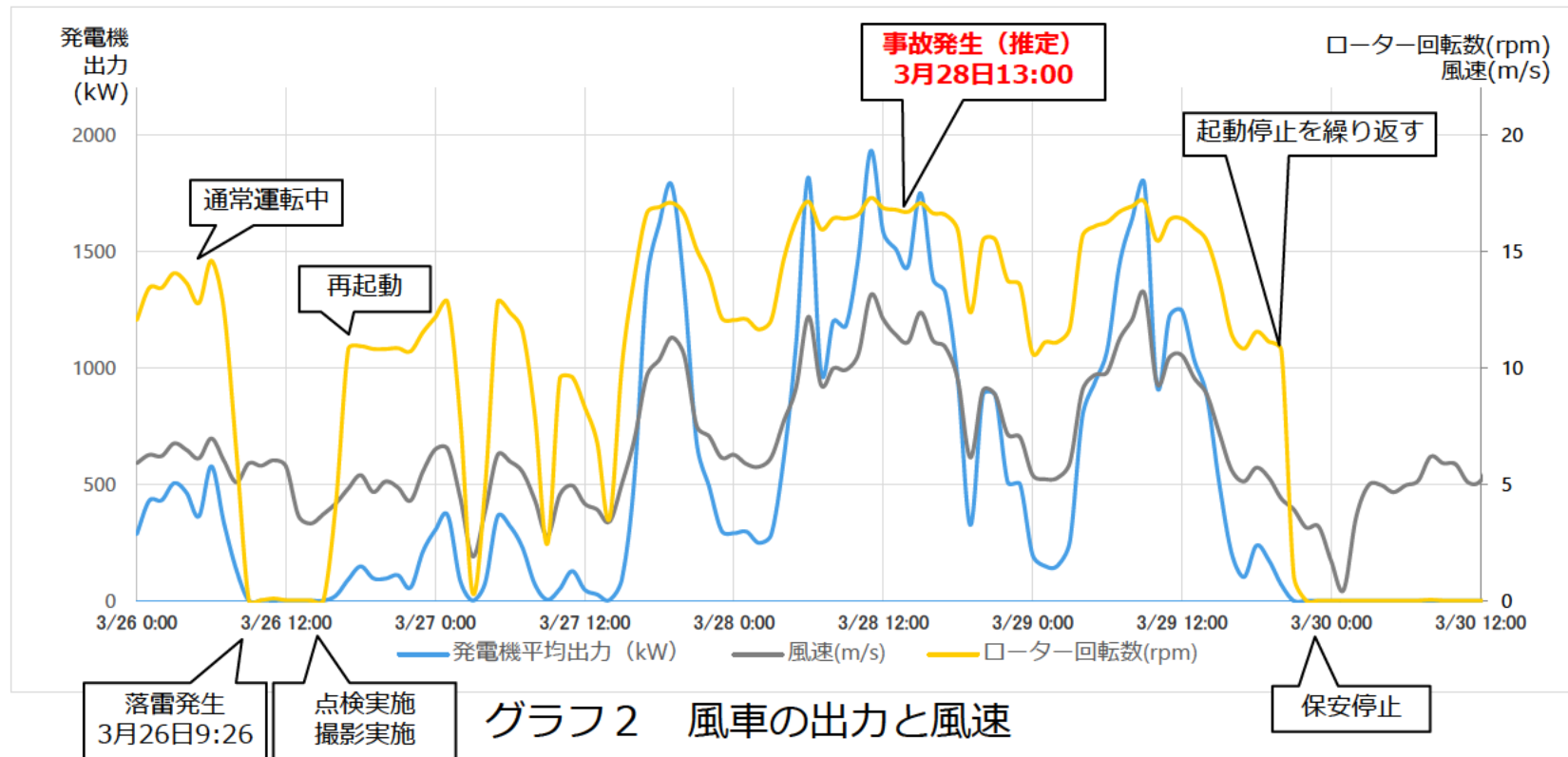


落下防止養生
(4月20日実施)

(4) 経緯

3月26日	09:26	7号機が落雷検知により自動停止 保安停止実施(天候：雷雨)
	15:00	雷雨が収まったため、現場にて外観巡視点検 (風車近くから双眼鏡での目視点検と望遠カメラでの両面撮影を実施し、液晶画面で確認したが損傷は確認できなかった) ブレードの異音確認のため遊転させたところ、ブレード内から異物の落下音がしたためブレード内部点検実施 (作業員が進入して確認できる根本から20m程度の範囲で実施) ブレード内部に接着剤の破片と結露、異臭を確認、破片を除去 ※過去、同様に接着剤の破片が見つかりメーカーに問い合わせしたところ、「ブレード製造時に使われた接着剤の余剰分が、接着面からはみ出し硬化したものが剥がれたものであり問題なし」との回答を得ているため今回も問題なしと判断。余剰接着剤の為、剥がれた場所は特定不可。
	17:15	検査の結果問題無いと判断し、運転を再開
3月29日	22:40	回転数が上昇しないことを示すエラー発生メールを受信し、遠隔操作にてブレーキと旋回機能をロックし、保安停止
3月30日	09:00	現地にてブレード1枚の先端約5mの位置で破損していることを確認 風車から40mほど離れた場所にその先端部が落下していることを確認(周囲は山林で民家無し) 主任技術者に連絡、ならびに関係者へ通知
	09:15	周辺の巡回と、ブレード破片の回収を実施
	17:50	電気事故速報を北陸産業保安監督署へ提出
3月31日	08:30	北陸産業保安監督署より電話にて事故の内容確認
	11:00	本社技術部門による現地の状況確認
	13:00	北陸産業保安監督署より、4月5日、6日の予定で現地確認する連絡を受ける
4月10日	15:00	7号機以外のブレードについてロープワークによる点検完了
4月20日	16:00	落下防止養生を完了

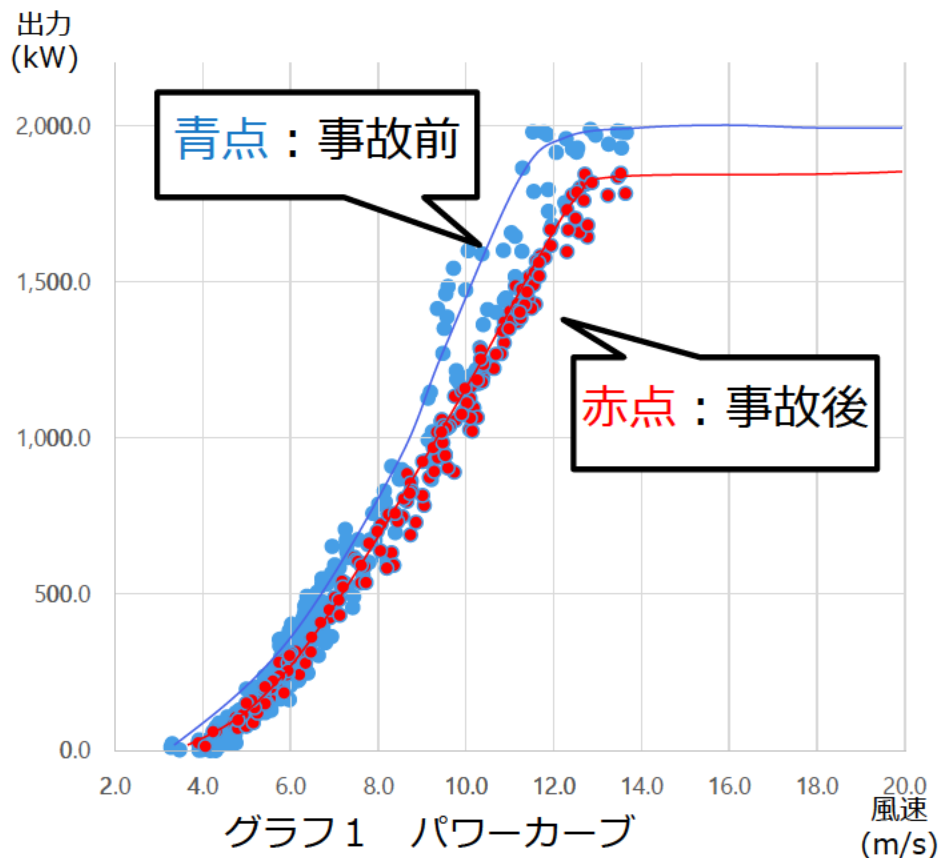
(1) 風車の運転状況



(2) パワーカーブの検証

パワーカーブを比較したところ、3月28日13時前後で発電機出力が低下していることが確認された。

(運転中にブレード先端に異常が発生した結果、発電性能が低下したと考えられる。よって13時00分の前後10分の間で事故が発生したと推定できる。)



1 - 2 事故発生時刻の推定

9/24

(3) イベントログが示す事故発生時の運転状況

時間	風速 [m/s]	出力 [kW]	ローター 回転数 [rpm]	ステータス メッセージ	ピッチ角度 [°]	ナセル角度 [°]	風向 [°]
2021/3/26 9:00:00	4.7	76.1	10.8		0.0	22.0	4.2
2021/3/26 9:10:00	3.1	-3.9	1.3		64.7	289.5	266.0
2021/3/26 9:20:00	4.8	103.8	5.4		34.3	258.7	217.9
2021/3/26 9:30:00	6.6	360.7	9.0	9:26 Manual stop	35.1	216.8	175.9
2021/3/26 9:40:00	5.2	-0.7	0.0		91.8	175.3	175.7
2021/3/26 9:50:00	5.7	-0.2	0.0		91.8	174.6	169.7
2021/3/26 10:00:00	6.3	-0.3	0.0		91.8	174.6	182.4
2021/3/26 10:10:00	6.9	-0.4	0.1	雷雨のため現地確認できず待機	91.8	169.6	171.4
2021/3/26 15:00:00	3.5	-0.2	0.0		91.8	205.4	192.1
2021/3/26 15:10:00	3.2	-0.2	0.0		91.8	205.4	194.2
2021/3/26 15:20:00	3.2	-0.5	0.0	15:14 Manual brake	89.8	205.4	192.4
2021/3/26 15:30:00	3.7	-0.4	0.0	15:33 Service	89.6	205.4	184.1
2021/3/26 17:20:00	4.0	-0.9	0.9	17:15 System OK	76.9	191.9	159.3
2021/3/26 17:30:00	4.4	40.9	10.7		0.1	170.3	174.5
2021/3/26 17:40:00	4.8	71.9	10.8		0.0	170.2	168.6
2021/3/26 17:50:00	4.9	106.2	10.8		0.0	170.2	174.6
2021/3/26 18:00:00	4.7	82.1	10.8		0.0	170.2	176.4
2021/3/28 12:00:00	12.3	1,959.1	17.3		4.1	327.5	335.1
2021/3/28 12:10:00	13.5	1,981.5	17.4		6.8	332.6	336.4
2021/3/28 12:20:00	13.4	1,983.2	17.4		6.5	331.9	347.9
2021/3/28 12:30:00	13.6	1,978.3	17.4		6.2	340.4	337.9
2021/3/28 12:40:00	13.5	1,929.3	17.3		5.6	340.4	335.7
2021/3/28 12:50:00	13.3	1,941.9	17.3		4.5	340.4	338.2
2021/3/28 13:00:00	12.8	1,644.8	16.9		0.9	340.4	343.0
2021/3/28 13:10:00	12.6	1,659.0	16.9		1.1	340.4	343.8
2021/3/29 22:00:00	4.4	-0.5	0.0	22:00 Absence of wind during run-up	14.2	61.6	47.2
2021/3/29 22:10:00	3.8	-0.4	0.0	22:13 Absence of wind during run-up	22.5	61.6	46.3
2021/3/29 22:20:00	4.0	-0.7	0.0	22:25 Absence of wind during run-up	22.4	61.6	51.4
2021/3/29 22:30:00	3.6	-0.7	0.0	22:37 Absence of wind during run-up	22.2	61.6	61.8
2021/3/29 22:40:00	4.0	-0.3	0.0	22:37 Repeating error BP52	18.8	61.6	76.2
2021/3/29 22:50:00	3.3	-0.9	0.0	22:56 Manual brake	90.0	89.1	87.2
2021/3/29 23:00:00	3.1	-0.4	0.0	22:56 Manual yaw	90.6	91.2	87.7
2021/3/30 8:30:00	5.7	-0.4	0.0		91.8	91.2	23.6
2021/3/30 8:40:00	5.7	-0.4	0.0		91.8	91.2	24.4
2021/3/30 8:50:00	5.4	-0.2	0.0		91.8	91.2	27.3
2021/3/30 9:00:00	6.7	-0.4	0.0		91.8	91.2	31.4

表1 イベントログ

9時26分落雷検知し自動停止

異常なしと判断し風車起動

推定事故発生日時
(最高出力に異変発生)

起動停止を繰り返す
(回転数が上昇しない)

エラーメールを受信し遠隔操作にて風車を保安停止

現地にて風車ブレードの破損を確認

(1) ブレード点検修理履歴

日付	作業内容	作業方法	判定者	結果
2018/5/1	点検	ロープワーク	専門業者	修理の緊急性なし
2019/4/29	点検	ロープワーク	専門業者	修理の緊急性なし
2020/5/1	点検	ロープワーク	専門業者	修理を推奨
2020/10/1	修理	クレーン補修	専門業者	修理実施完了

【修理点検履歴の調査結果】

適切に点検修理を実施していた。

修理箇所はブレード点検及び修理の専門業者と協議し、推奨部分を修理している。

(2) 風車定期点検履歴

開始日	完了日	点検種別	結果
2020/4/18	2020/5/23	年次点検	良好
2020/9/14	2020/9/15	半年点検	良好

【点検履歴の調査結果】

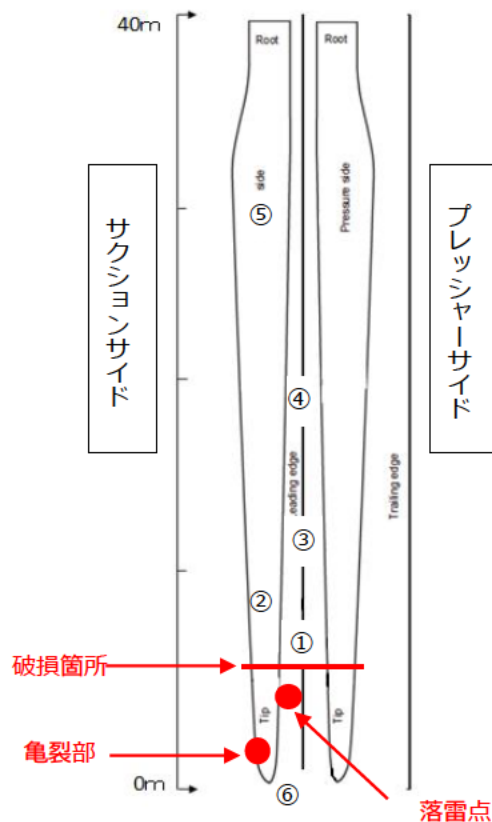
適切に点検を実施し、結果は良好であった。

年次点検内容：機器目視点検、主要動力機器締め付け確認、油脂類充填作業、タワーボルト締め付け確認

半年点検内容：機器目視点検、主要動力機器締め付け確認、油脂類充填作業

※緊急事態宣言により4月19日から5月17日まで中止期間が発生したため、実際の作業日数は5日間。

(3) ブレード修理詳細



①先端から約6.8mのリーディングエッジで落雷によるラミネートの傷が確認されたため補修

②先端から約9mのサクションサイドで塗装面の経年劣化が確認されたため塗り直し

③先端から約6～11.5mのリーディングエッジで表面エロージョンが確認されたため塗装補修

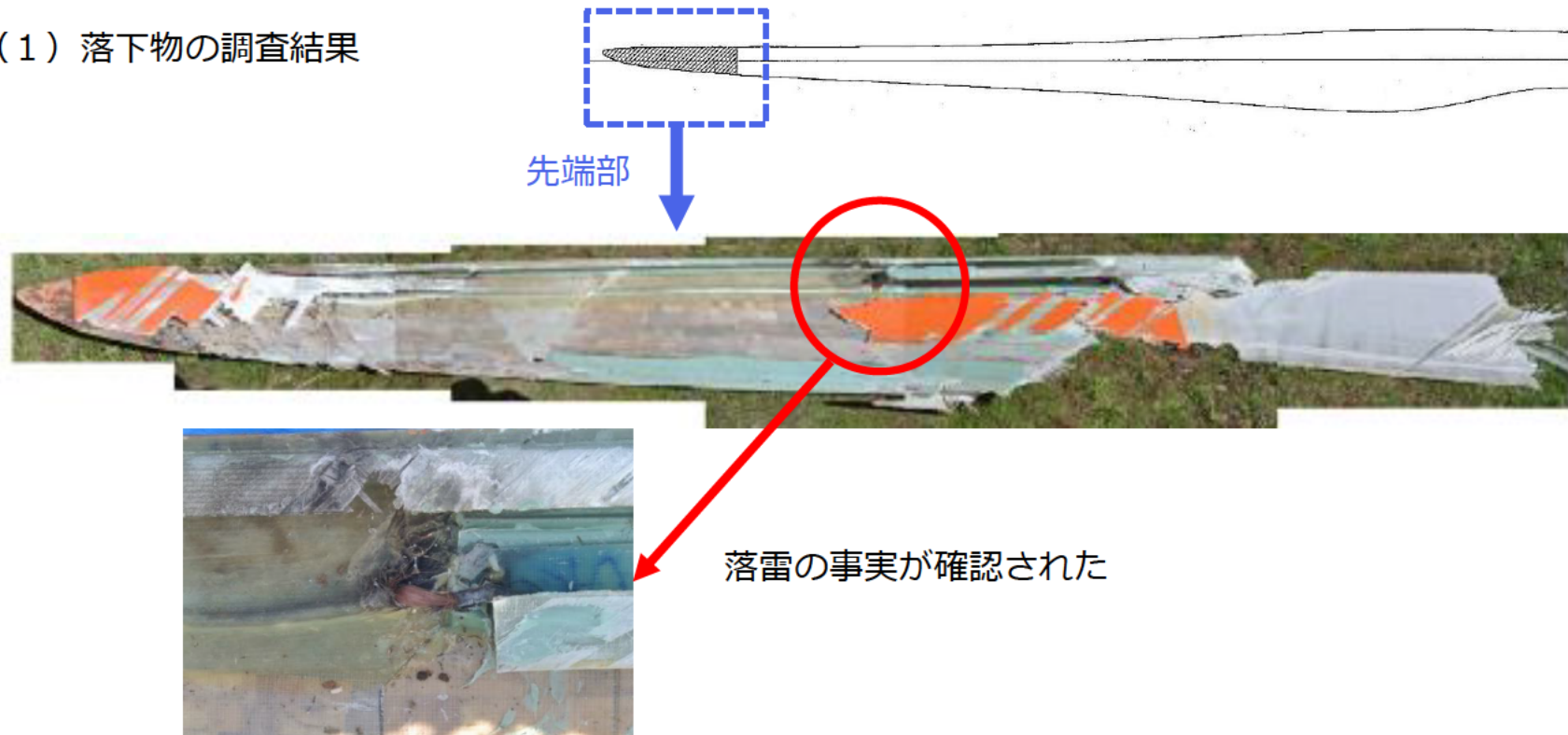
④先端から約19～20mのリーディングエッジで塗装面のクラックが確認され、研磨したところ表面のみのクラックだったため再塗装実施

⑤先端から約29mのサクションサイドでクラックが確認されラミネートを補修

⑥先端から約0～6mのリーディングエッジでエロージョンが確認されたため塗装補修、保護フィルムの貼り直し実施

修理箇所は亀裂部、落雷点及び破損箇所と異なるため、事故との因果関係はないと推定する

(1) 落下物の調査結果



落雷の事実が確認された

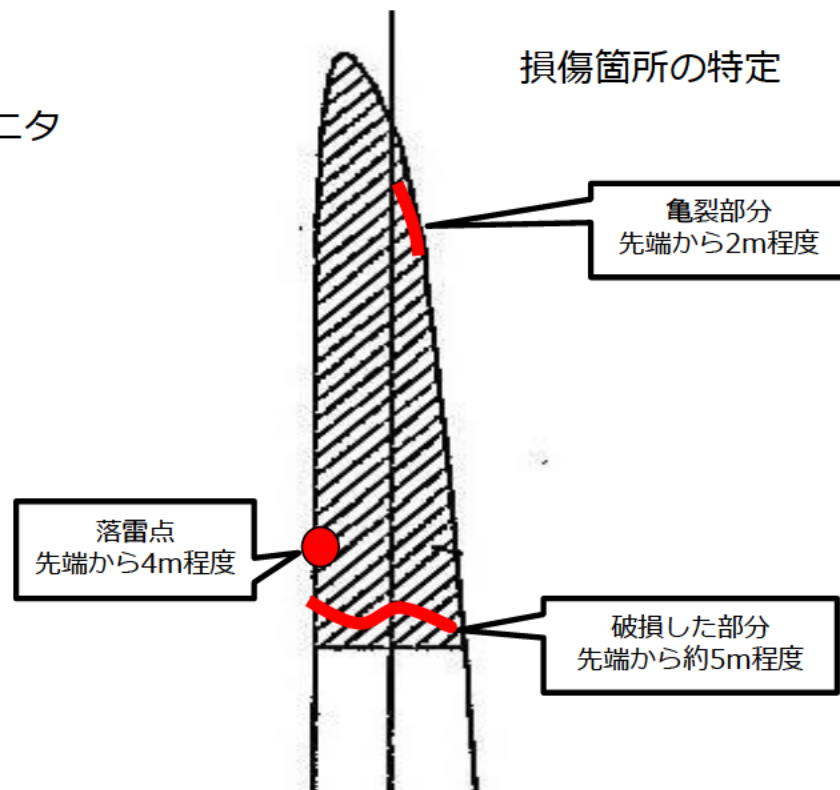
落雷による焼損部

(2) 撮影記録の再調査

3月26日にカメラモニタで確認した写真をPCモニタにて再確認

【結果】

- ・ 26日に確認できなかった亀裂が見つかった
- ・ 亀裂は約50cm
- ・ 亀裂部分に焼損した形跡はない

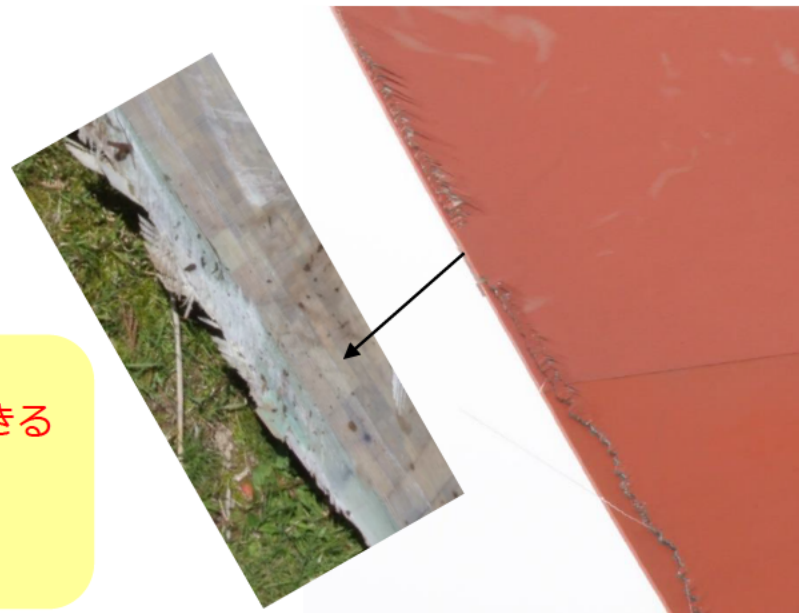


(1) 亀裂部分

- ・内面に焼損の痕跡は無い
- ・FRPは引きはがされた状態
- ・亀裂の形状を照合したところ、
先端から約2mの位置に合致

内面のFRPに引きはがされた痕跡があることから、
結露による小規模な水蒸気爆発が発生したと推定できる

※令和2年9月にブレード点検修理済みのため、
この亀裂は9月以降に発生した損傷である



亀裂部分の照合

(2) 落雷による焼損部

- ・FRPの破損が激しい
- ・ダウンコンダクタに向かう黒色部分が観察された
- ・黒色に変色した部分は合わせ面に広がっている
- ・ダウンコンダクタの被覆に亀裂が生じている

落雷検知装置作動により、落雷による破損と推定できる

専門家による考察 (2021年6月22日現地調査実施)

- ・ダウンコンダクタの被覆の劣化
ブレードが振動することによりダウンコンダクタにかかる応力集中部分の被覆が劣化し、剥き出しになっていた可能性が高い。結果、その部分に落雷する可能性が高いと考えられる。
- ・絶縁能力が低くなる可能性が高い部分の存在
ブレードの中を見た結果、レセプタとダウンコンダクタの接続部など樹脂モールドがしっかりされているが、その境目に応力が集中する部分が存在していることが分かった。



ダウンコンダクタ部写真

→ 3月26日の落雷において雷電流の通り道になった可能性が高いと推定

→ このブレードは今回落雷があった付近を今後も注意する必要がある（重点観察）

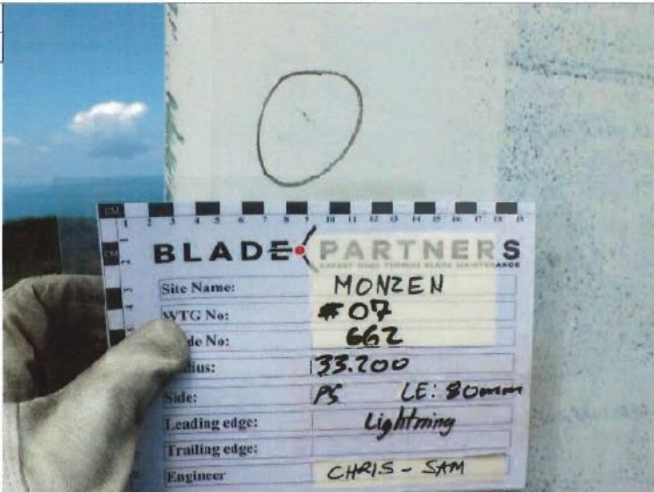
(3) 過去のブレード点検記録調査

専門家の考察により、過去3年間の点検記録について確認作業を開始した結果、該当する部分付近に落雷損傷の記録が少なくとも1件ありました。

専門家からのご指摘事項

- ・蓄積されたブレード損傷データの活用
- ・知見の共有化促進
- ・再発防止にむけて点検記録の分析は有効な手段となる

Damage No:	10
Date:	11/04/20
Description:	Lightning damage.

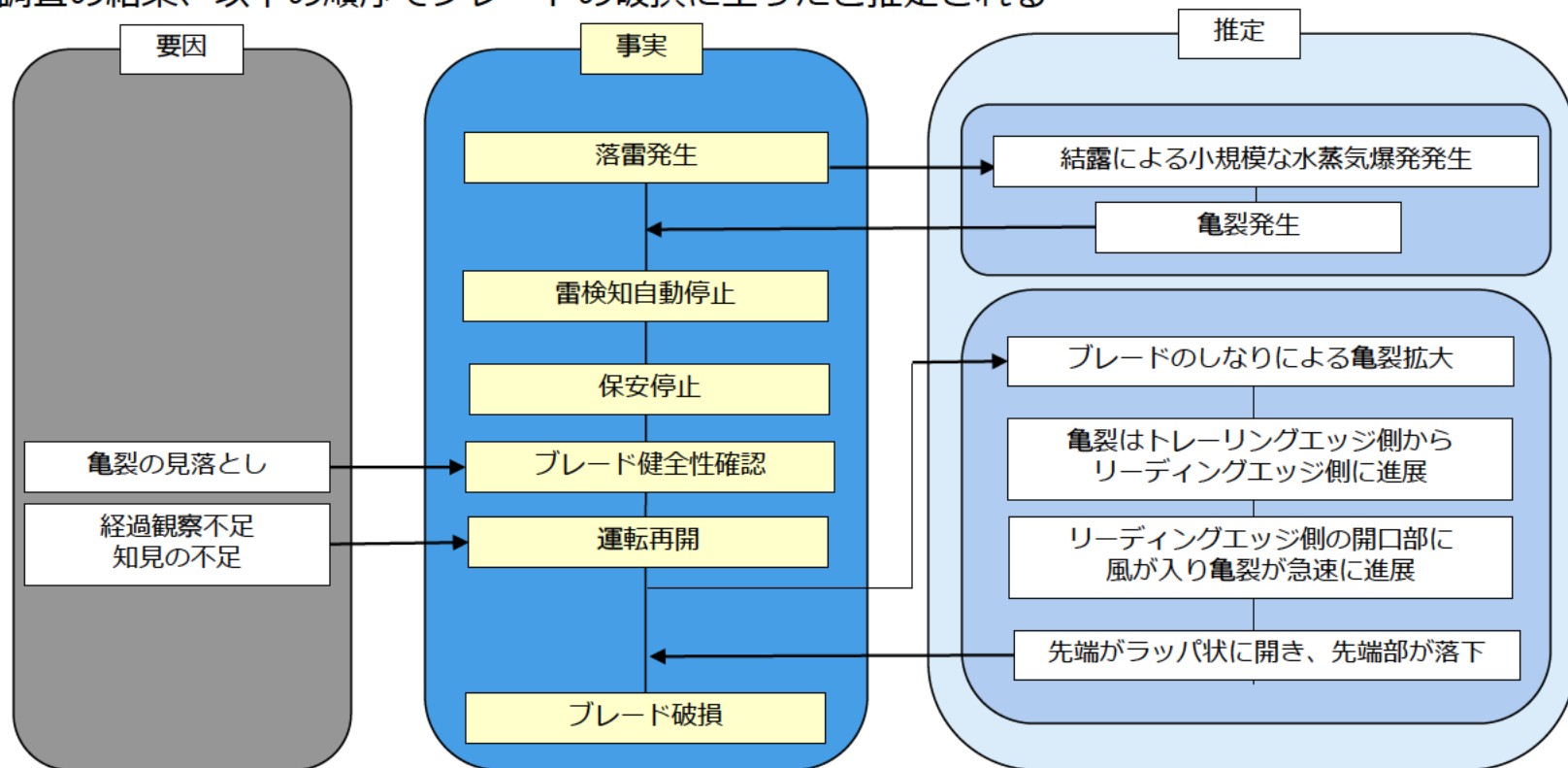


2-3 事故発生までの流れと事故原因の推定

17/24

(1) 事故発生までの流れ

調査の結果、以下の順序でブレードの破損に至ったと推定される



2 - 3 事故発生までの流れと事故原因の推定

18/24

(2) 事故要因の分析

		問題点	根拠	対策
ブレード損傷	製造瑕疵	製造瑕疵	10年以上の運転実績	問題なし
		雷耐力不足	600C対応製品	問題なし
		設計の問題	10年以上の運転実績	問題なし
	運用瑕疵	現地駐在技術員の技量	10年以上の経験	問題なし
		確認機材	カメラの液晶では解像度が低かった	P Cモニタで確認する
		観察方法	ブレード合わせ面の画像が不鮮明	撮影手順を改善する
		確認手順	単独で確認していた	有資格者による確認
		報告手順	画像無しで報告していた	画像を付けて報告する
		再確認	再確認をしていなかった	再確認手順を追加する
		点検周期	毎年実施していた	問題なし
	点検	点検方法	弱点部分を意識して観察していなかった	重点観察部分を設定
		点検結果確認	点検結果分析ができていなかった	分析方法の確立
	外因	落雷頻度が多い	冬季雷該当地域	対策済み：毎年点検実施

◎専門家による落雷点の観察とご助言から重点観察範囲を設定

【範囲】

- ・ 航空警戒色の塗装境界部分を基準に先端方向に2 m、根本方向に1mの範囲
- ・ 上記範囲のサクシオンサイド及びリーディングエッジ

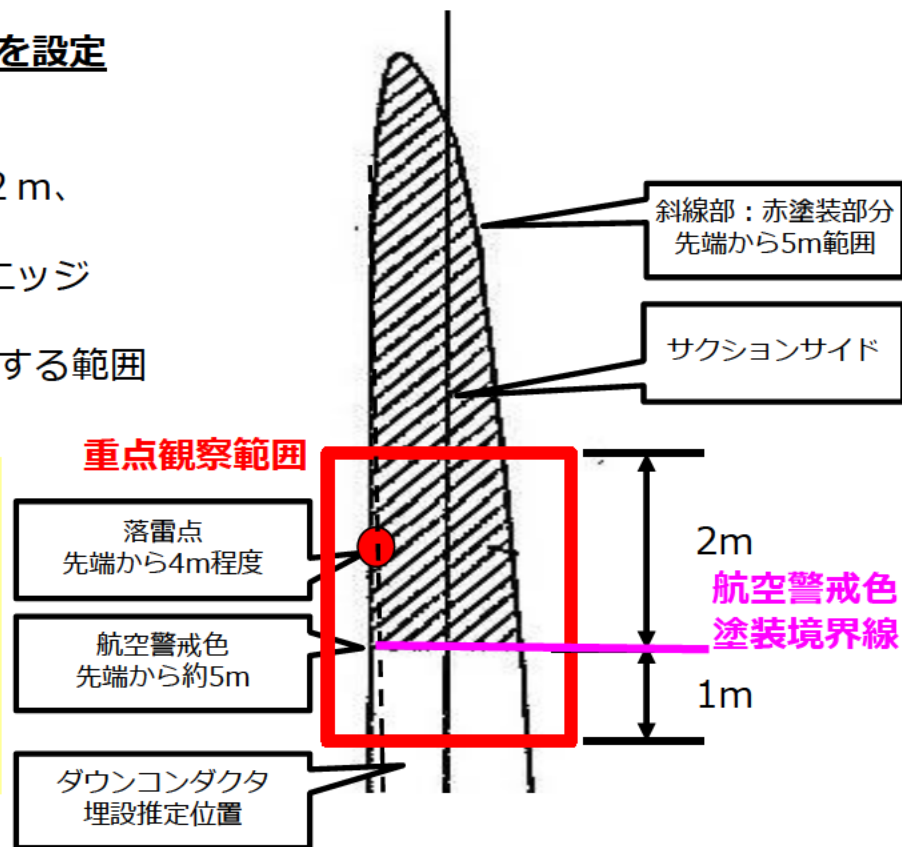
従来の目視確認範囲に加え、特に注意をして観察する範囲を追加設定しました。

◎ブレード損傷について判定を行う担当者の資格

<資格基準>

SENVION（旧Repower）社にて保守作業についての講習を受けた者。

（風力発電設備 ブレード点検および補修ガイドライン JWPA G0001－2020 2-1-4 点検記録及びその管理に準拠）



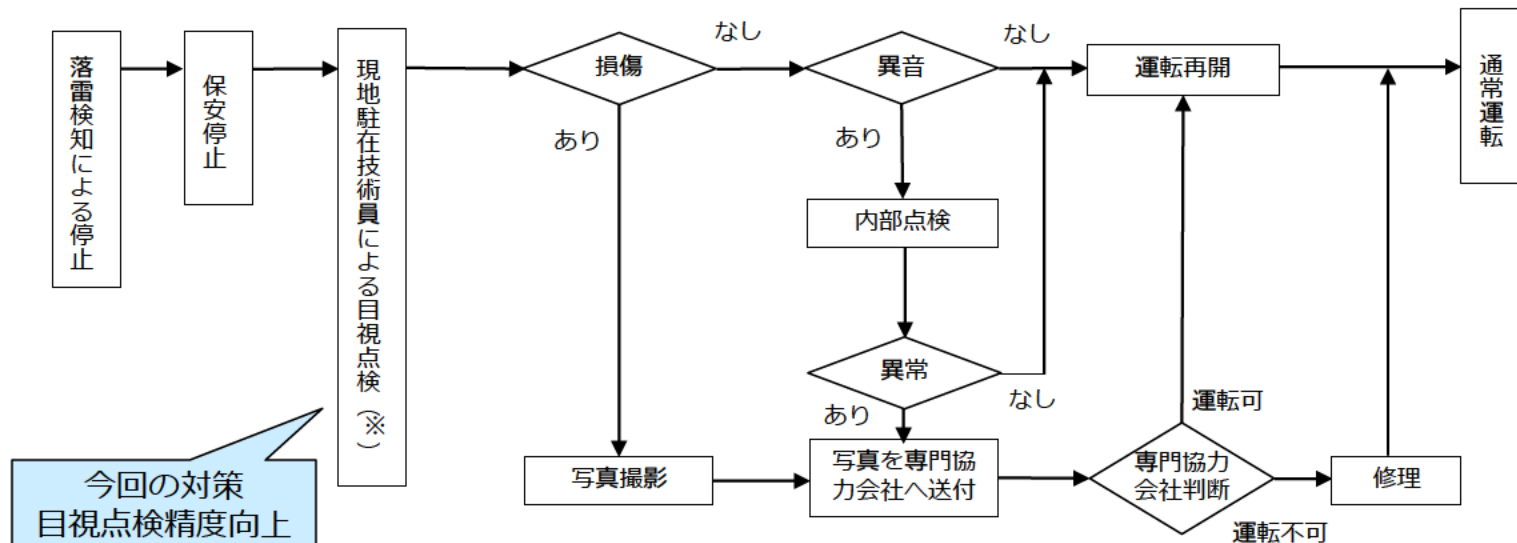
2-5 現行の問題点と改善内容

20/24

◎ワーキンググループでのご指摘と現地調査結果をもとに、落雷時のブレード点検作業方法の改善を図る

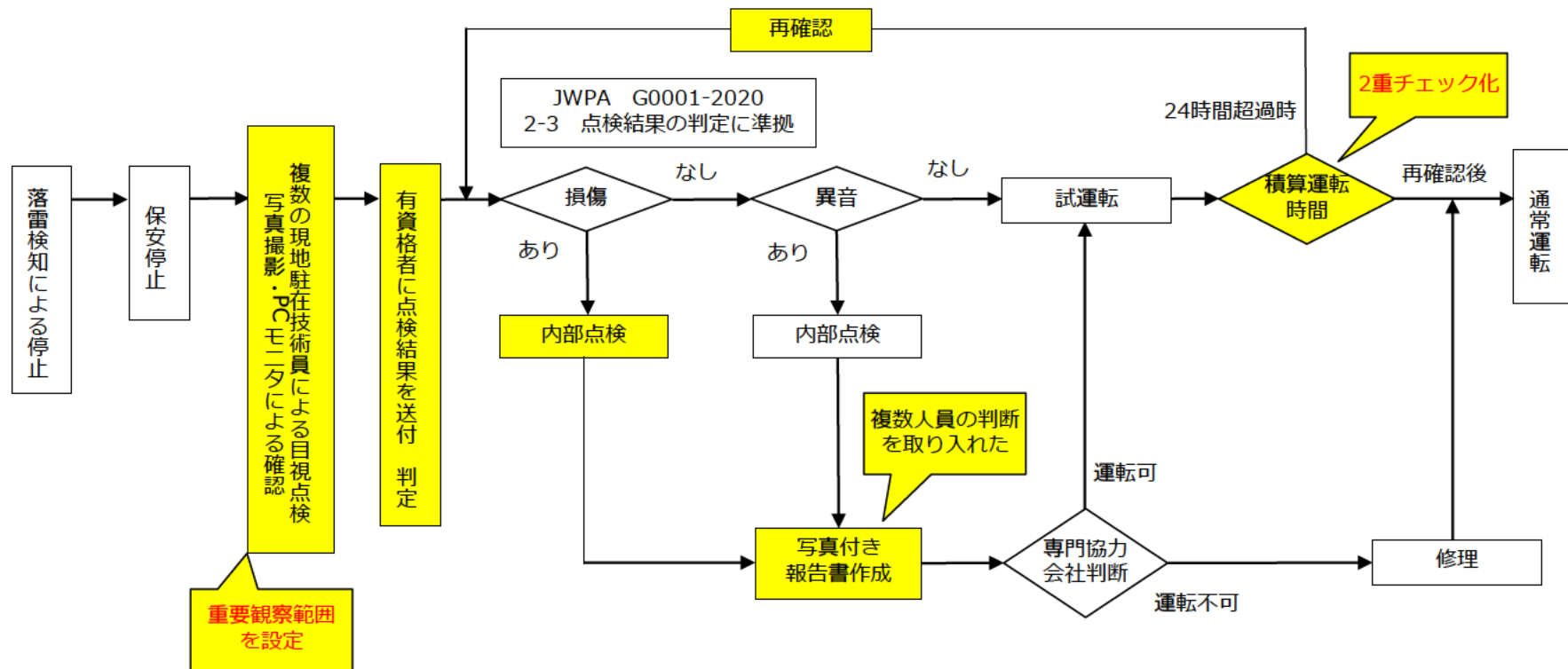
対策部分	現行の作業状況	改善内容
観察範囲	ブレード全体を均等に観察をしていた 注意観察部分は現地駐在技術員の判断に頼っていた	重点観察範囲を設定し、ブレード全体 へメリハリをつけた観察を行う
保安停止 解除手順	撮影・目視を行った現地駐在技術員が担当していた	保安停止解除の判断は、有資格者が 安全確認をしてから行う 有資格者の判断情報をもとに、主任技 術者が運転の停止等の最終決定を行う
写真撮影 手順	2方向からの撮影のみのため、エッジ部分の画像精度 が低く、判定が困難であった	4方向からの撮影を規定し、判定精度の 向上に努める
点検手順	停止中の確認作業完了後は、通常運転に復帰する手順 であった	経過観察期間を設定し、再確認実施を 規定、警戒体制を維持し保安に努める
撮影機材	一般的なカメラを使用して撮影していた	解像度の高いレンズを持つ機材を使用 し、判定精度の向上に努める
確認機材	解像度の低いカメラ付属液晶を使用して確認作業を 行っていた	解像度の高いディスプレイにて確認作 業を行い、判定精度の向上に努める
報告方法	写真付きの報告書が作成されなかったため、状況の情 報共有が不足、現地駐在技術員の判断に頼っていた	写真添付必須報告書を規定し、精度の 高い情報共有を行う

(1) 事故以前の点検ルール

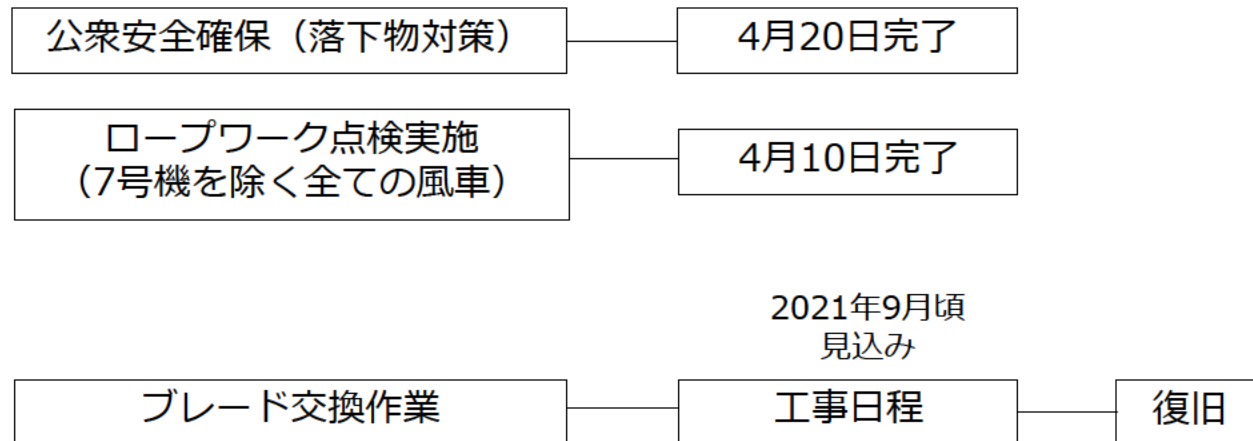


(2) 原因（見落とし）について再発防止対策（判断手順の見直し）※黄枠追加

(JWPA G0001-2020 点検等を事業者が自ら行い、点検結果の判定、補修方法・時期の設定にメーカーが支援、補修作業をメンテ会社が行う場合に準拠)



(3) 今後の復旧手順について（公衆安全を確保し、ブレード交換を行う）



4. 再発防止策

24/24

設備の 対策	確認用PCを点検の現場に持ち込み、解像度の高い画面で確認を徹底する
-----------	-----------------------------------

運用 の 対策	点検	重点観察範囲を設定し、状態の観察を実施する 目視点検は視界良好な天候回復後に実施する	点検手順マニュアル へ修正を反映
		サクシオンサイド・プレッシャーサイド・リーディングエッジ・ トレーリングエッジの4方向から写真撮影を行う	
		24時間積算運転後にブレードの再確認の手順を追加する	
	報告	報告方法を見直し、写真を添付する手順にする	

点検を行った現地駐在技術員より報告



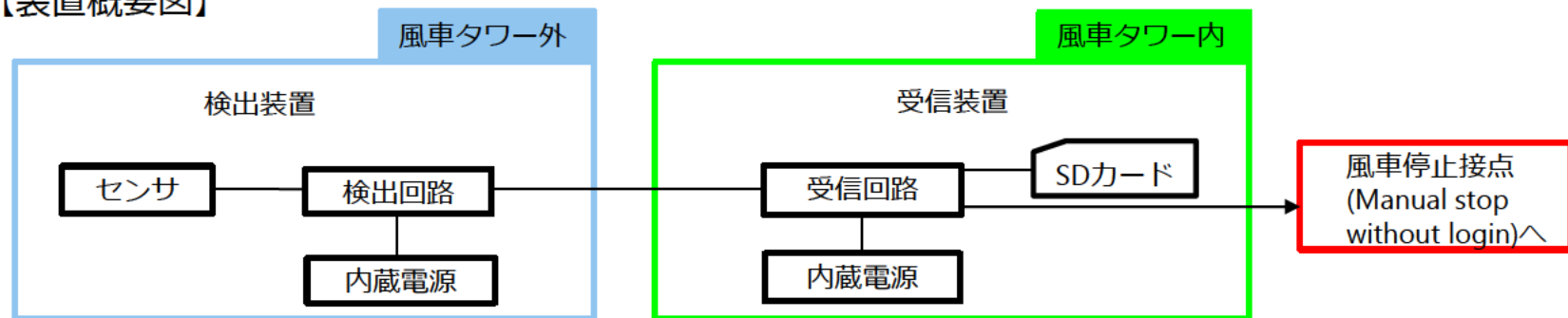
判定資格	保安停止解除の判断は、有資格者が行う (有資格者の判断情報をもとに、主任技術者が運転の停止等の最終決定を行う)
------	--

以上

【機能概要】

雷電流検出部を用いて対象物へ落雷した時刻を検出し、落雷回数をカウント
落雷時刻はSDカードに記録し、PCに取り込んで閲覧（本装置では電荷量は記録できません）

【装置概要図】



落雷検知装置ログ

2021/03/26 09:26:05 0000 *

風車から受信した停止メール

From: Sen.Scada.Support@siemensgamesa.com [<mailto:Sen.Scada.Support@siemensgamesa.com>]
Sent: Friday, March 26, 2021 9:26 AM
To: wind-customercenter3@piano.ocn.ne.jp
Subject: Alarm 'Manual stop without login' (25) from Monzen WEC 7 (80727)

WEA Monzen WEC 7 (80727) has caused statuscode 25 - 'Manual stop without login' on 26/03/2021 at 09:26:00:151. With best regards, Your Servicon SCADA Team