

1. 調査状況

- ・3月23日にハブ・ナセルを地上に下ろして当社社有地へ運搬し、各部の損傷状況や落雷の痕跡を調査した。(損傷状況は、別紙の図1)

2. 火災発生メカニズム (推定)

- ・風車の各部位の燃焼状況、放電痕跡、可燃物の有無、雷電流経路などに着目し、出火元の絞込みを行った。

(1) 出火元について (詳細は別紙)

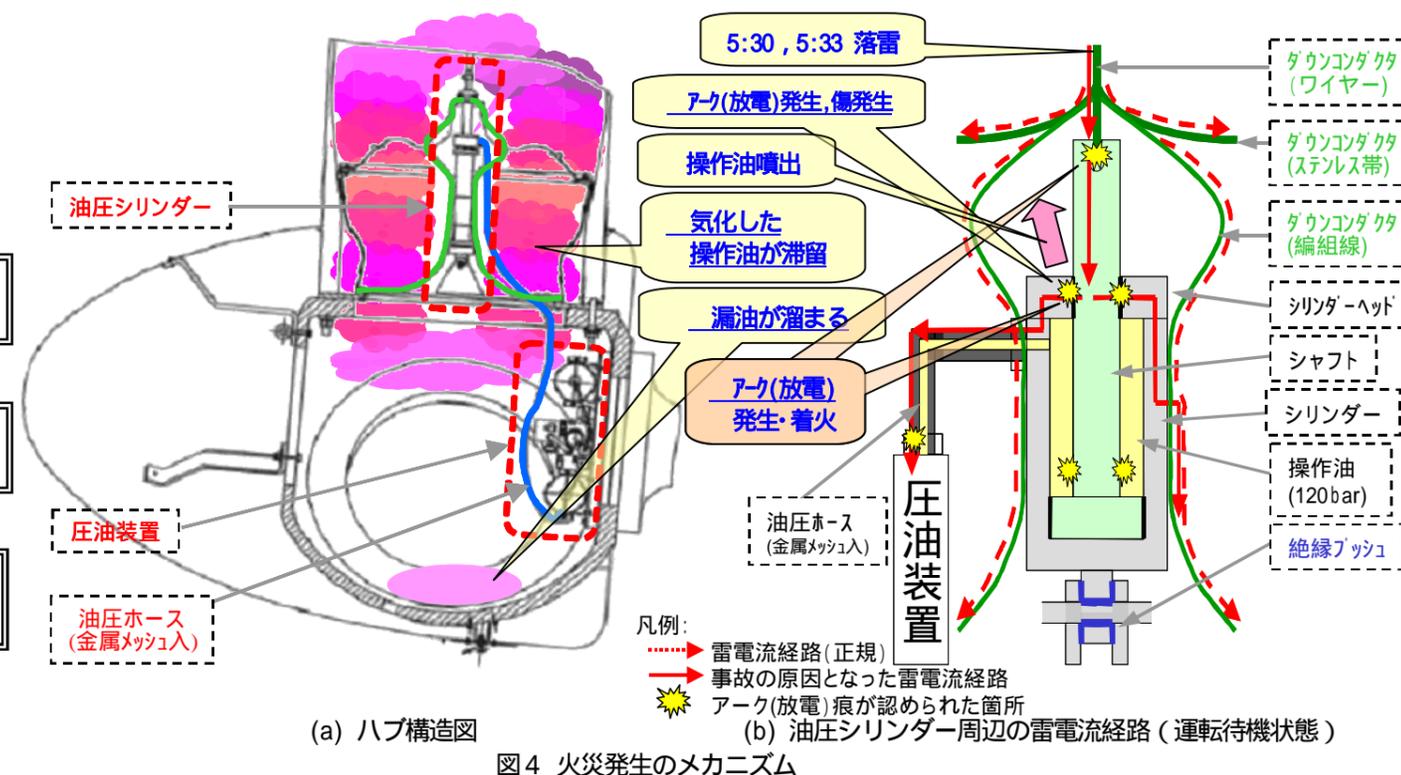
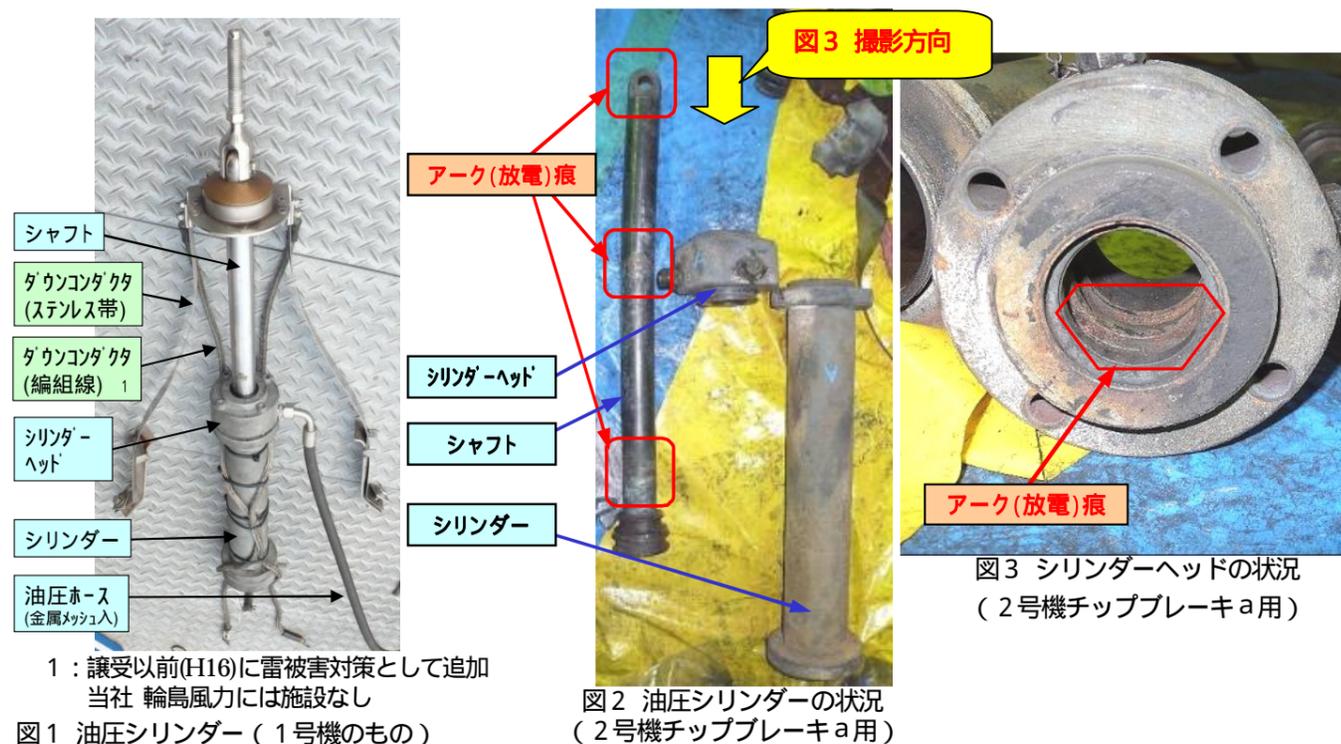
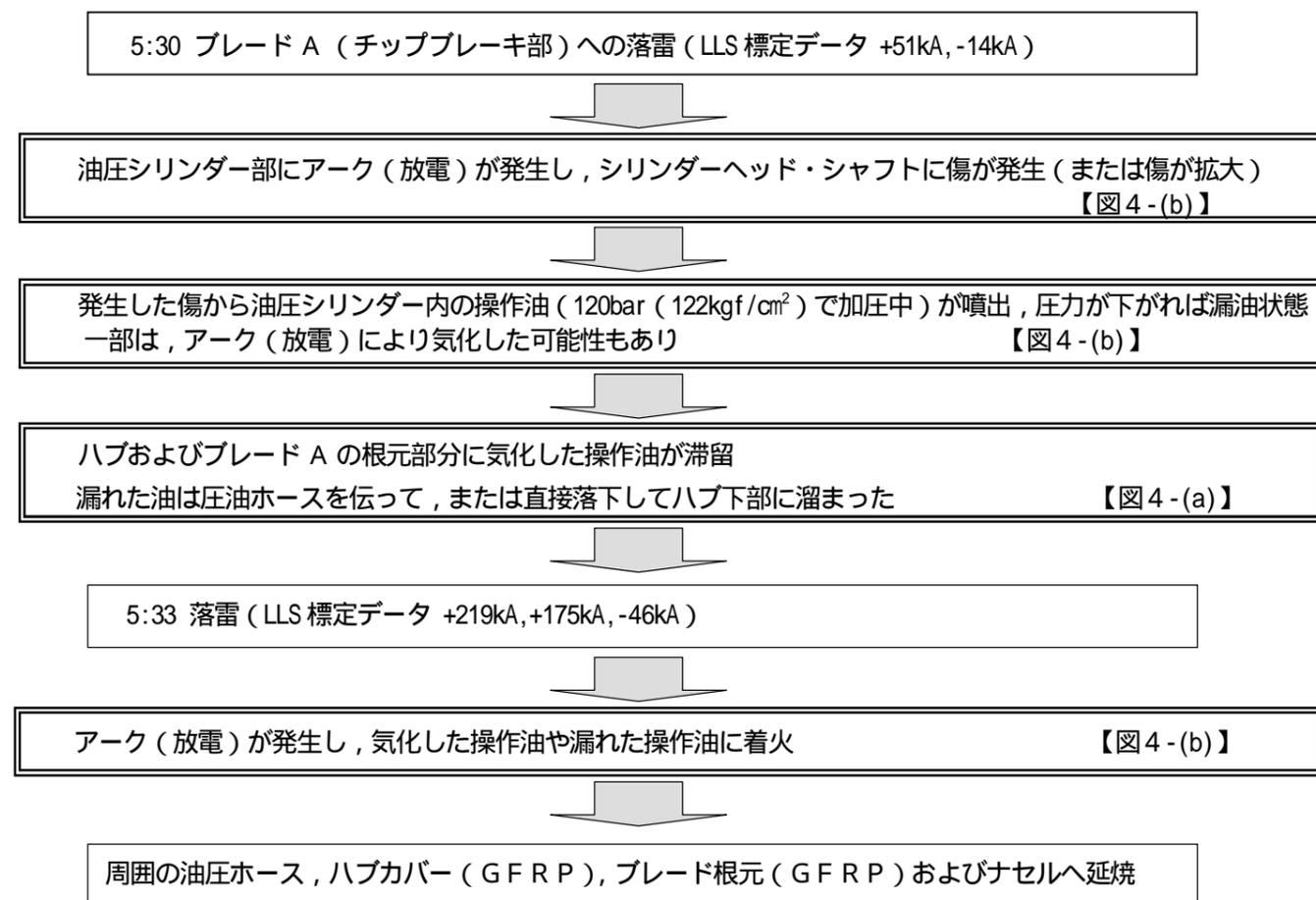
- ・チップブレーキ a 駆動用の油圧シリンダー ~ 油圧装置の周辺であると推定した。

【理由】

- ・事故発生時に上方にあった、チップブレーキ a 駆動用の油圧シリンダーの複数箇所および圧油装置にアーク (放電) 痕が認められた。(図2, 図3, 図4 (b))
- ・油圧シリンダーシャフトのアーク (放電) が発生した部分から操作油が噴出・漏油することを確認した。(1号機にて確認) (運転待機状態では、油圧シリンダーに 120bar (122kgf/cm²) で加圧中)
- ・落雷直前は、発電停止中 (運転待機状態) であったため発電機・主軸ブレーキは出火元ではない。
- ・落雷と同時に主遮断器 OFF となり、以降、主たる電源の供給が無い場合電気火災の可能性は低い。

【操作油の諸元】製品名: MOBIL AERO HF 引火点: 分析値 96.5
油 量: 圧油装置およびシリンダー(3本)で約 10 L, シリンダー1本当たり約 0.5 L

(2) 火災発生メカニズムについて



3. 対策 (案)

- ・火災防止として、落雷による油圧シリンダーの損傷防止のため、周辺の雷電流が流れる経路について、以下のような対策が考えられる。
 - ・編組線ルートを油圧シリンダーから離れたルートに変更。
 - ・油圧ホースを金属メッシュ無しに変更する (絶縁化)。
- ・なお、国見岳風力発電所は、以下の理由により廃止とした。
 - ・火災により2号機が破損し、修理が不可能であること。
 - ・1号機・2号機とも、経年劣化や冬季雷によるトラブルが増加しており、設備の維持が困難であること。

出火元の絞込み

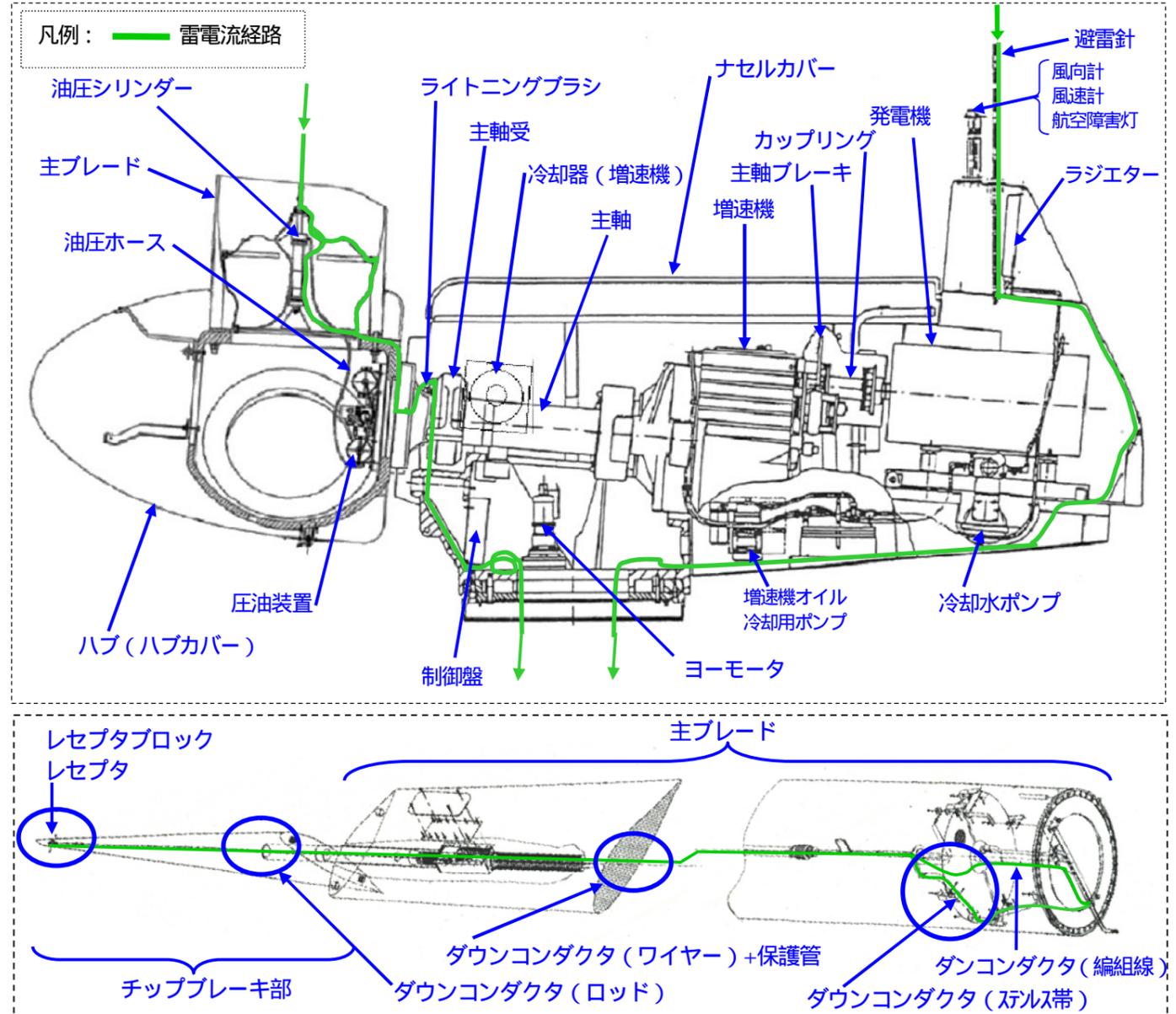
事象	出火元	部位(可燃物)	調査・検討・検証	出火元の可能性
火災	チップブレーキ		・燃えていない	×
	ブレード	ブレード(GFRP)	・3翼とも根元が焼失している(ハブ側から燃焼した) ・GFRPには容易には着火しない(1)	×
		ダウンコンダクタ保護管(ポリエチレン管)	・点火源(アーク発生箇所)が近くにない	×
	ナセル	ナセルカバー(GFRP)	・ナセル避雷針には落雷の痕跡なし ・GFRPは容易には着火しない(1)	×
		発電機(ケーブル, 絶縁物) <冷却器含む>	・風車停止中(待機中)であり, 発電機CB「切」で電気が無い ・5:30の落雷時点(同時)で, メインCBトリップしており, 以降, 冷却水ポンプへの電源供給は無い ・主軸はカップリング部で絶縁 ・発電機内部は, 巻き線の絶縁物, 巻き線を束ねているガラス繊維等に変色が見られない	×
		制御盤(ケーブル) [Top Box, Motor Box]	・5:30の落雷時点(同時)で, メインCB・センサー電源MCCBトリップしており, 以降, 電源供給は無い ・ケーブル外皮等は燃えるが, 炎からはなすと消える(1)	×
		航空障害灯回路	・MCCB「トリップ」していた	×
		照明・コンセント回路	・MCCB「トリップ」していた	×
		増速機(潤滑油, ホース) <冷却器含む>	・付近に雷電流経路がない ・5:30の落雷時点(同時)で, メインCBトリップしており, 以降, 冷却用ポンプへの電源供給は無い	×
		主軸(グリス)	・密閉式 ・グリスは残っている	×
		主軸ブレーキ	・落雷直前は, 風車停止中(運転待機中:遊転状態)であり, 主軸ブレーキ解除中, 落雷後は, メインCBトリップにより主軸ブレーキ動作状態	×
	ライトニングブラシ	・接触部にアーク(放電)痕は見られない	×	
	ヨーモータ(潤滑油)	・密閉式 ・5:30の落雷時点(同時)では停止中, また, メインCBトリップしており, 以降, モーターへの電源供給は無い	×	
	ハブ	圧油装置(ケーブル)	・5:30の落雷時点(同時)で, メインCB・センサー電源MCCBトリップしており, 以降, ポンプモーターへの電源供給は無い ・ケーブル外皮等は燃えるが, 炎からはなすと消える(1)	×
圧油装置(操作油)		・引火点が低い(96.5 以下:分析値) ・操作油は液体でも着火する, 霧状では爆発的に着火する(1) ・圧油装置の油圧ホースコネクタ部, 油圧シリンダーにアーク(放電)痕あり ・油圧シリンダーシャフトのアーク(放電)痕があれば操作油が噴出・漏油する ・圧油装置の油圧ホースコネクタ部のアーク(放電)痕部から漏油実績あり	×	
圧油装置(油圧ホース)		・油しみあり ・金属メッシュ入りで雷電流経路を形成する	×	
ハブカバー(GFRP)		・付近に雷電流経路がない ・GFRPには容易には着火しない(1)	×	
タワー		・上部は焼損 ・中間部は, 火災・熱の影響を受けていない ・下部(タワー内1階)の配電盤のプラスチック部分が溶けている 落下したブレードが燃焼した熱の影響を受けたもの	×	

1: たばこ点火用ガスライター, ガスバーナーによる着火試験



図1 ナセル・ハブの全景

<構造図>



国見岳風力発電所 2号機 風車破損事故報告 (中間報告)

1. 国見岳風力発電所と事故の概要

(1) 発電所の概要

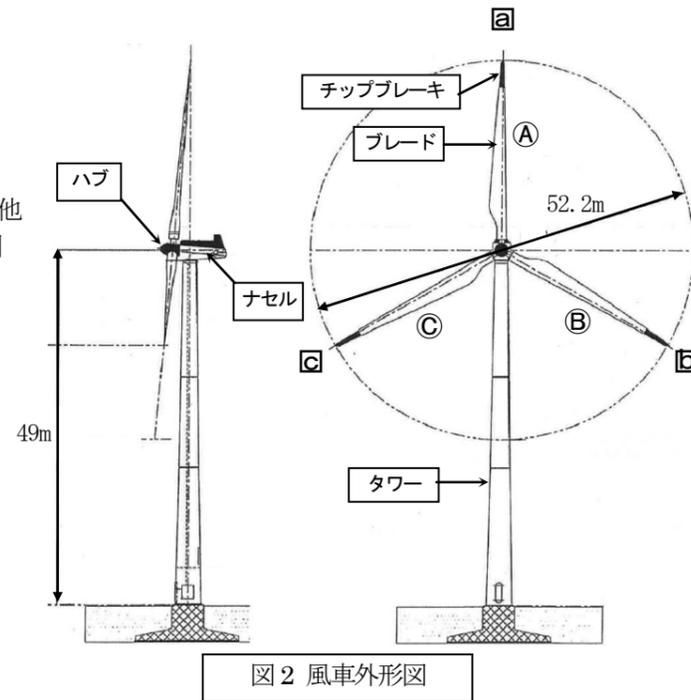
- 所在地: 福井県福井市奥平町 38 字坂ヶ谷 15 番 3 (標高約 640m)
- 定格出力: 1,800kW (900kW×2 基)
- 運転開始: 2002 年 12 月 (福井県が建設), 2010 年 4 月 1 日 北陸電力(株)が福井県から譲受

(2) 風力発電設備の概要

- 製造者: NEG Micon(現 Vestas)
- 出力: 900/200kW(極数切替方式)
- ロータ直径: 52.2m
- 種類: 水平軸プロペラ式固定翼型, アップウインド式
- 回転数: 22.4/14.9rpm
- ハブ中心高さ: 49m

(3) 事故の概要

- 発見時刻: 2013 年 12 月 1 日(日)
 - 9:24 2号機 火災報知器動作
 - 9:26 社員が現地で火災確認
 - 12:04 鎮火
- 被害: ブレード 3 枚焼損・落下, ハブ・ナセル焼損他
- その他: 落下ブレードの接触による福井市森林公園 遊歩道柵破損 (3m 程度)



2. 事故状況

(1) 事故発生時の気象状況

事故前日の 11 月 30 日 18:12 に福井県全域に雷注意報が発令され, 当日 4:04 には嶺北北部に大雨注意報が追加発令された。福井地方気象台 (福井市豊島) の観測データによると, 明け方から小雨が降り, 未明から 5:30 頃まで断続的に発雷が観測されていた。

国見岳風力発電所の周辺の気象状況として, 同風力発電所に設置してある雷センサー動作記録および当社の落雷位置標定装置 (LLS) より, 以下の内容が確認できた。

a. 発雷の状況

- 当該風車から南に約 400m 離れた位置に設置した雷センサーが, 4:40, 5:30, 6:30 に雷を検出していた。
- LLS では, 同風力発電所付近で落雷を 5 回観測していた。(5:30...2 回, 5:33...3 回)

b. 風の状況

- 当該風車から南に約 350m 離れたところ位置する 1 号機の風車制御装置に記録された風速データによると, 4:30 頃~6:20 頃は 0~3m/s, 6:20 頃~8:20 頃は 3~8m/s, 8:20 頃以降は 0m/s が記録されていた。

(2) 事故発生時の運転状況

事故当日の 2 号機の運転記録および風車制御装置に記録された運転データから, 以下の状況が確認できた。

- 4:40 「雷センサー動作」により, 風車停止。
- 5:08 「雷センサー復帰」により運転待機状態 (起動風速に達しないため)。
- 5:30 「雷センサー動作」「通信異常 (ナセル~タワー下の風車制御装置間の情報不通)」「主遮断器 OFF」が同時発生。
- 5:30 以降, 風車制御装置に運転データは記録されていない。
- 6:02 「雷センサー復帰」, 6:30 「雷センサー動作」, 7:05 「雷センサー復帰」。

(3) 風車の破損状況

現段階では, タワー内の昇降設備やナセル各部の強度等の安全確認が出来ないことや発雷, 積雪, 強風のため安全にクレーン作業ができないため, 地上の設備や落下物および空撮によるハブ・ナセルの状況確認を行った。

a. ブレード落下状況

3 枚のブレードは(A)(B)(C)の順で全てハブ直下に落下している (図 5 (A)(B)(C))。ブレード(A)のチップブレーキが 3 つに分離し飛散している (図 5 (a)-1, 2, 3)。また, ブレード(C)はチップブレーキ (図 5 (a)) とダウンコンダクタで繋がった状態である。

b. ハブ・ナセル破損状況

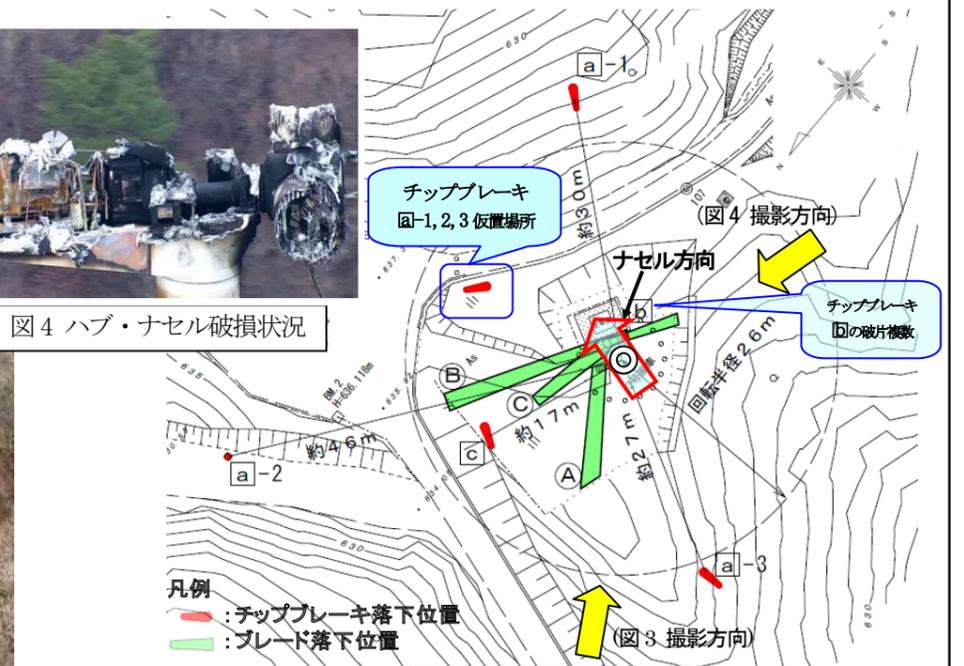
ハブ・ナセルは, ほぼ東方向を向いた状態でタワー上に残っている。ブレードおよびハブカバーは焼損し落下しているが, ブレード取付金具やハブ先端金具は残った状態である。ハブ内には, チップブレーキ操作用の油圧装置が焼けた状態に残っている。ナセルは, FRP 製のカバーが焼失しているものの, 発電機・増速機・主軸等の主要機器は, 原形を確認できる状態に残っている。なお, ハブから増速機にかけての部分の焼損が顕著である。

c. タワー付近の破損状況

タワーとタワーに隣接する 2 号風車変圧器盤間に落下したブレードが燃焼した熱の影響で, タワー内 1 階にある配電盤のプラスチック部分が溶けている。また, 2 号風車変圧器盤も火災の熱を受けている。



図 3 事故状況



3. 事故原因の解明

(1) 事故原因 (推定)

- 風車への落雷により火災が発生した。

(2) 事故原因の解明方針

- 回収したブレードを調査し, 雷侵入箇所を特定する。
- ハブ・ナセルを出来るだけ現状を保った状態で安全に地上に下ろす方法を検討する。
- 落雷により火災が発生する可能性がある部位の調査を行う。
 - 落雷によりアークが発生する可能性のある部位。
 - 落雷による電気回路の絶縁破壊から発火に至る可能性のある部位。

(3) 平成 26 年 6 月末を目途に, 事故原因を解明する。

なお, 風車と雷に関する有識者の意見を聞きながら事故原因の解明を進める。

4. 当面の措置

- 事故現場への一般公衆立入禁止措置 (進入禁止区画) を実施済。監視カメラにより現地状況を確認できる設備とする。
- ※ 発電所周辺へ通じる林道は 12 月 1 日から 4 月下旬までの冬季間は立入禁止

国見岳風力発電所 2号機 風車破損事故 (原因調査状況)

1. 調査状況

地上落下物・飛散物を回収し、平野部の当社所有地に運搬し、各ブレードの損傷状況を調査。

2. 調査結果

(1) チップブレーキの状況 (図1-a, b, c)

チップブレーキは飛散しているが、焦げ等は見られない。

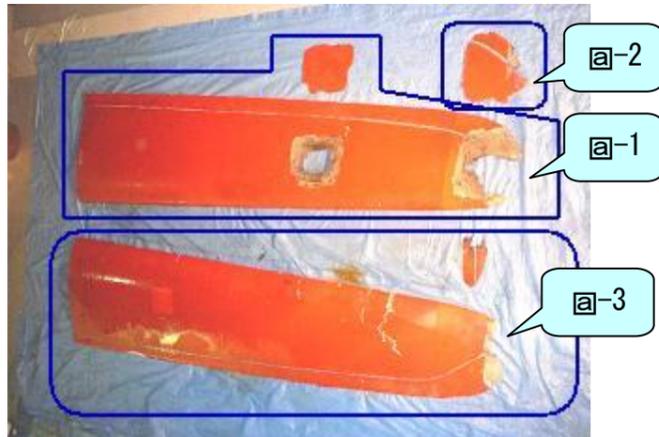


図1-a チップブレーキ



図1-b チップブレーキ



図1-c チップブレーキ

(2) 各ブレードの損傷状況 (図2)

各ブレードとも翼根部が焼失している。

チップブレーキ部
(図1-a ~ c参照)

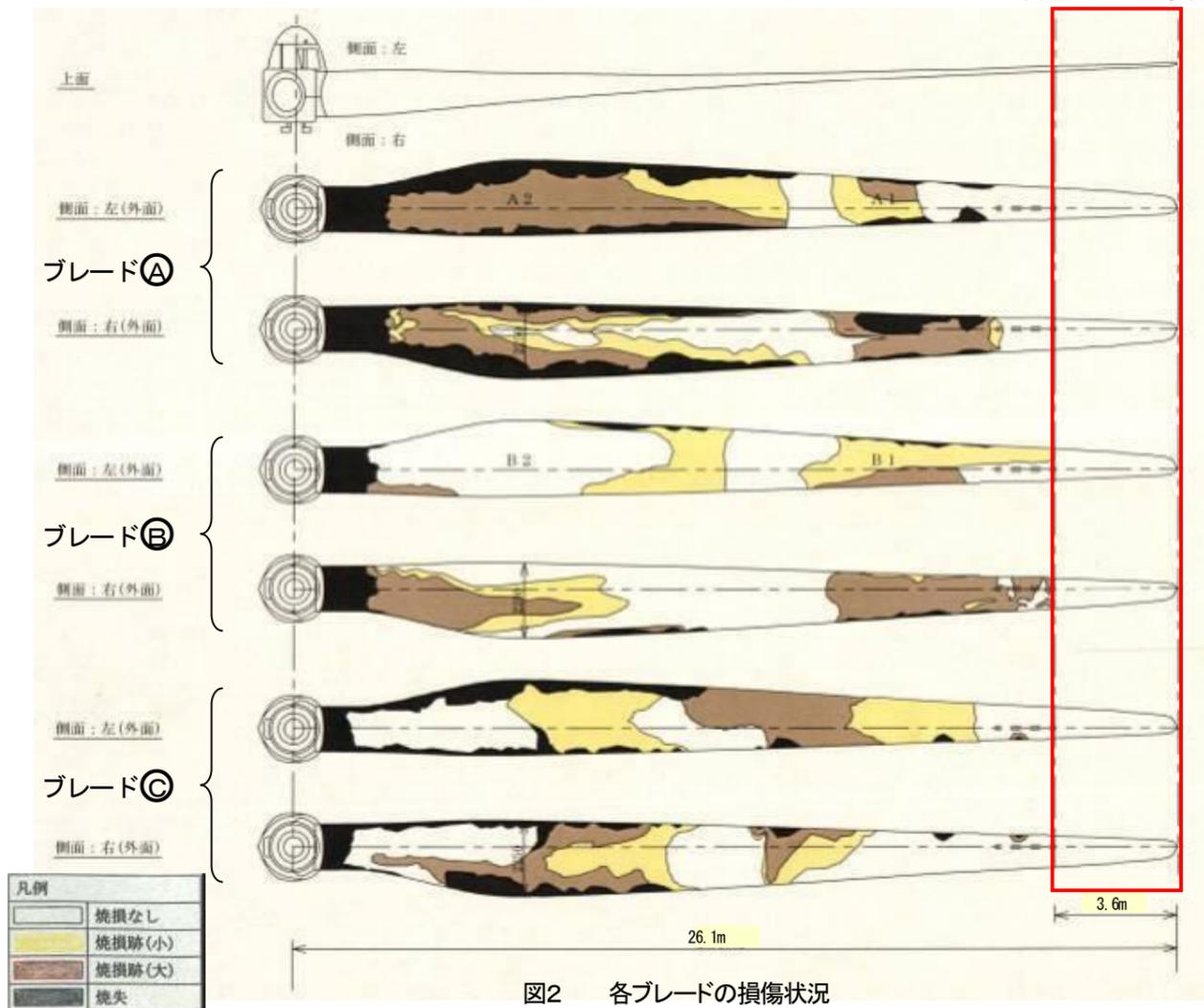
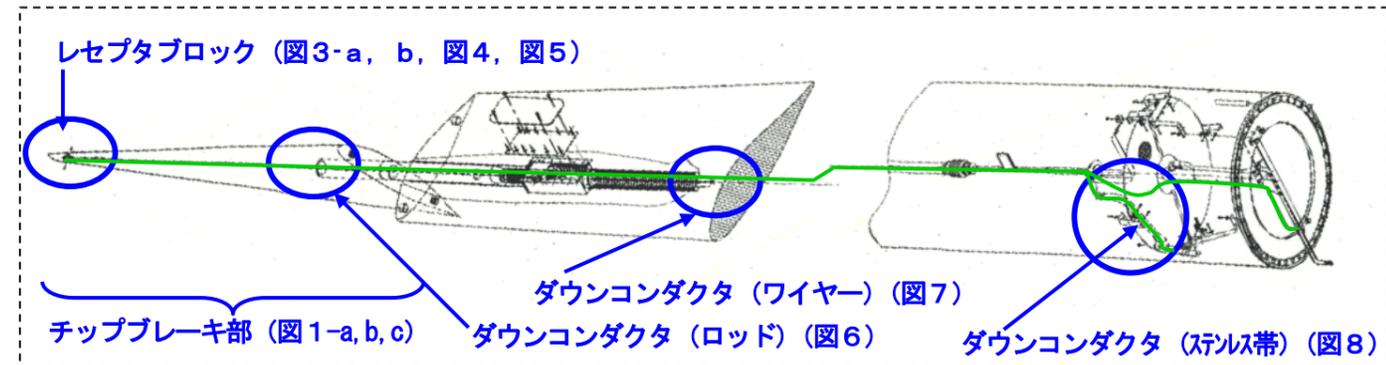


図2 各ブレードの損傷状況



(3) レセプタ, レセタブロックの発見状況

- ・レセプタ 2個/6個 (チップブレーキ部のもののみ)
- ・レセタブロック 3個/3個 (ただし、チップブレーキ部のレセタブロックは一部のみ発見(図3-a, b))

(4) レセタブロックの損傷状況

- ①チップブレーキ部のレセタブロック
地上に落下したブレードAの付近で、レセタブロックと見られる金属片(図3-a, b)を発見。表面は溶けている。チップブレーキ部のレセタブロックと成分は同じ。⇒チップブレーキ部のレセタブロックの一部であると想定。
- ②チップブレーキ部のレセタブロック
地上に落下したブレードCの下で発見(図4)。損傷なし。
- ③チップブレーキ部のレセタブロックおよびレセプタ
地上に落下したチップブレーキ部の内部で発見(図5)。レセプタには落雷痕あり。

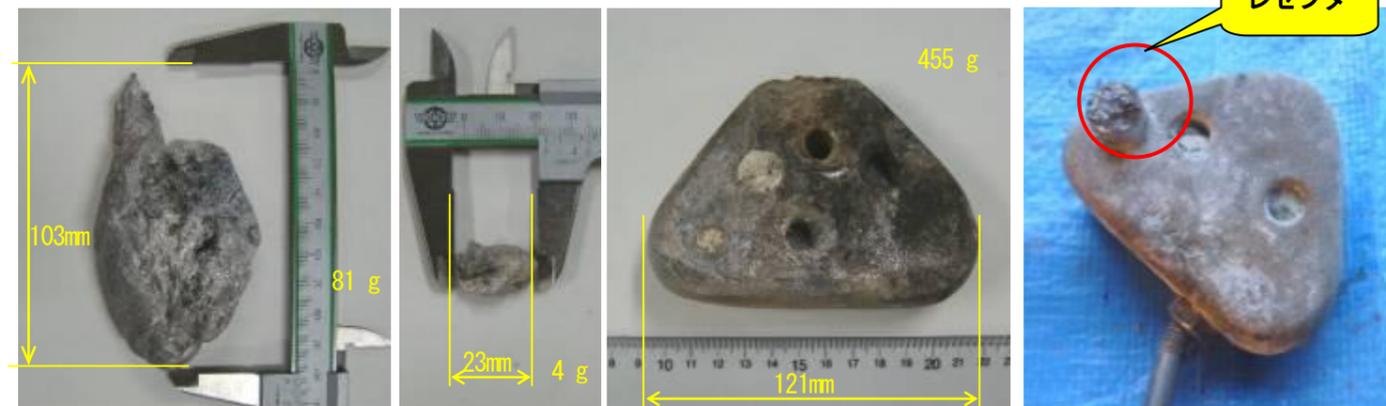


図3-a 金属片(大) 図3-b 金属片(小) 図4 レセタブロック(ブレードB) 図5 レセタブロック(ブレードC)

(5) 各ブレードのダウンコンダクタの状況

- ①ブレードAのダウンコンダクタに、アーク痕等が見られた(図6, 7, 8)。また、図6のダウンコンダクタ(ロッド)のレセタブロック側は、発見されていない。
- ②ブレードB, Cを含め詳細調査中。



図6 ダウンコンダクタ(ロッド) 図7 ダウンコンダクタ(ワイヤー) 図8 ダウンコンダクタ(ステンレス帯)
※付近のブレードは焼けていない