



# JRE 酒田風力発電所 5号機ハブ制御盤焼損事故について (第2報)

© 2020 JRE Operations Corporation



1. JRE酒田風力発電所について
2. JRE酒田風力発電所概要
3. 火災の状況
4. 事故当日の運転状況
5. 事故発生時の状況
6. 事故前の状況
7. 事故前の保守履歴
8. 火災の状況（詳細）
9. 出火元に関して
10. 火災発生の原因推定
11. 再発防止対策
12. 前回の質疑事項・回答
13. 補足資料

# 1. JRE酒田風力発電所について

- ・ 2004年1月に住友商事株式会社が「サミットウインドパワー酒田発電所」  
として山形県酒田市に風車8基を建設し運用を開始
- ・ 2014年4月同社より「JRE酒田風力発電所」として運用開始し現在に至る



## 2. JRE酒田風力発電所概要について

### 事務所所在地

- : 住 所 / 山形県酒田市宮海字南砂畑4-36
- : 従業員 / JREオペレーションズ株式会社4名

### 風 車

- : デンマークVestas社製
- : 出 力 / 2,000kW
- : 台 数 / 8基

航空写真



5号機



## 2. JRE酒田風力発電所概要について

### 風車仕様（8機全て同機種）

型式：水平軸アップウインド型可変ピッチ風車

機種：V80-2.0MW

製造者：Vestas社（デンマーク）

出力：2,000kW

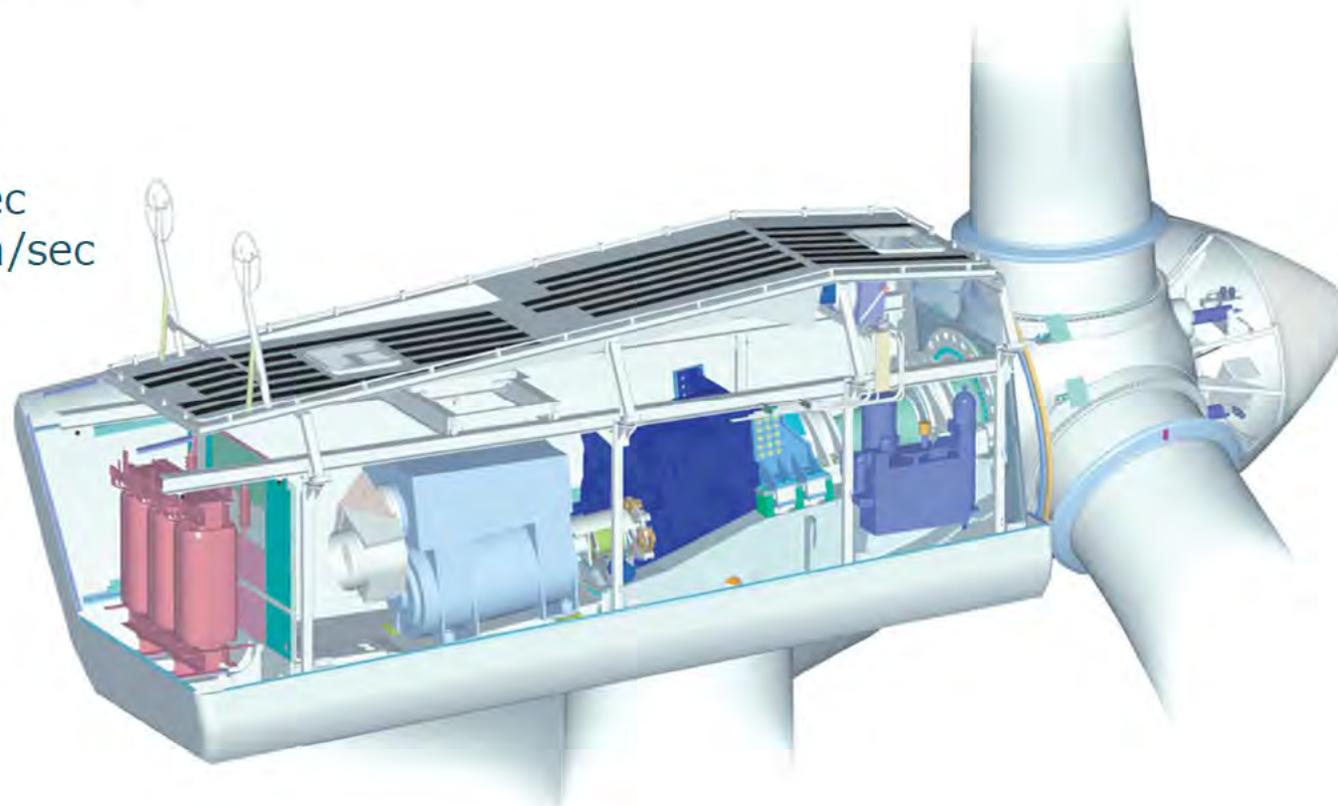
回転数：16.7min<sup>-1</sup>

ナセル高：60m

ブレード：80m（直径）

カットイン風速：4m/sec

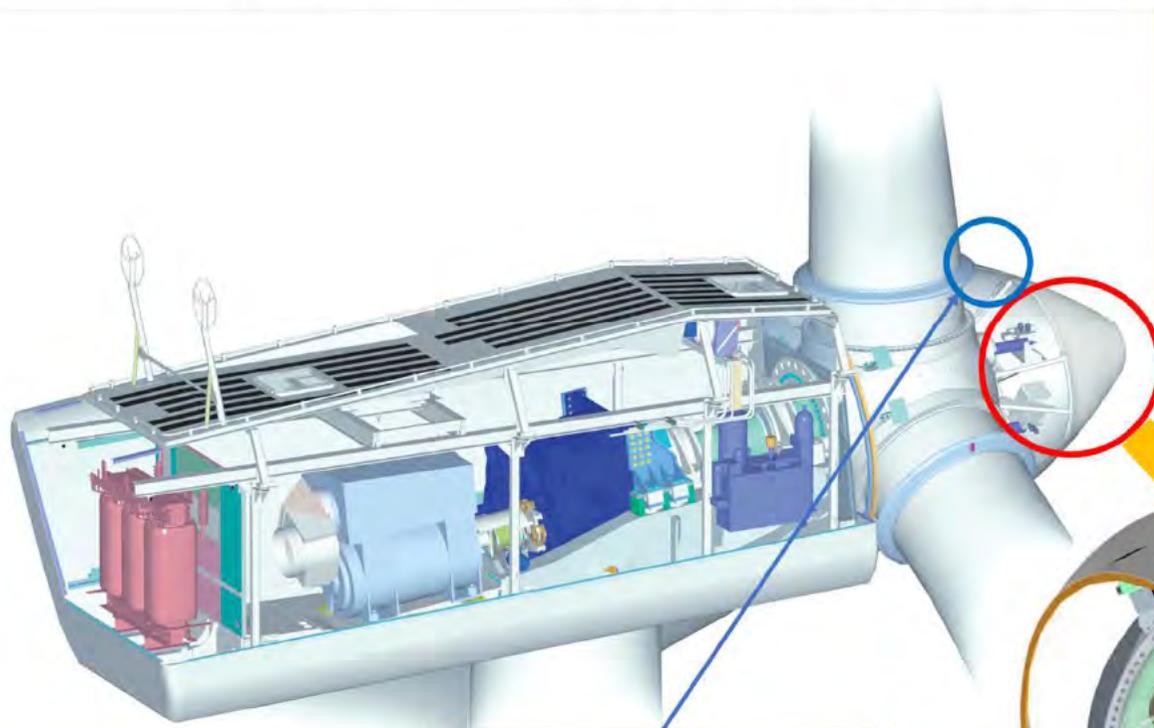
カットアウト風速：25m/sec



### 3. 火災の状況

2021年2月1日8:00 5号機ハブ火災発見時の状況

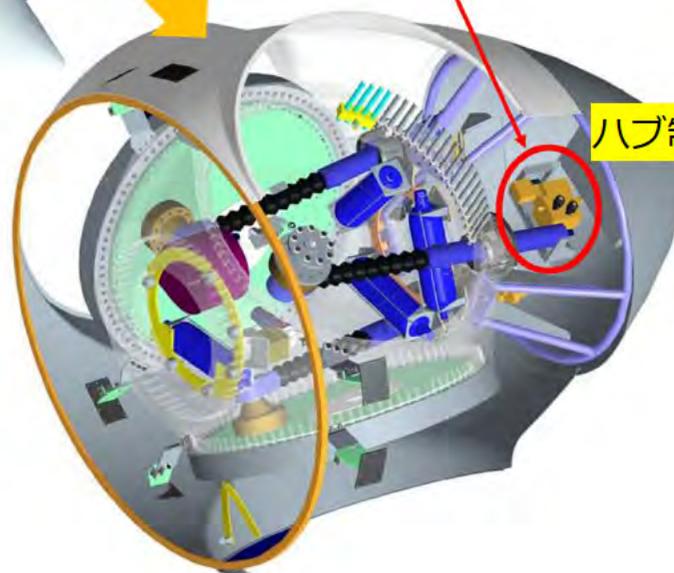
ハブ制御盤焼損



ノーズコーン穴あき



ハブ制御盤位置



### 3. 火災の状況（経緯）

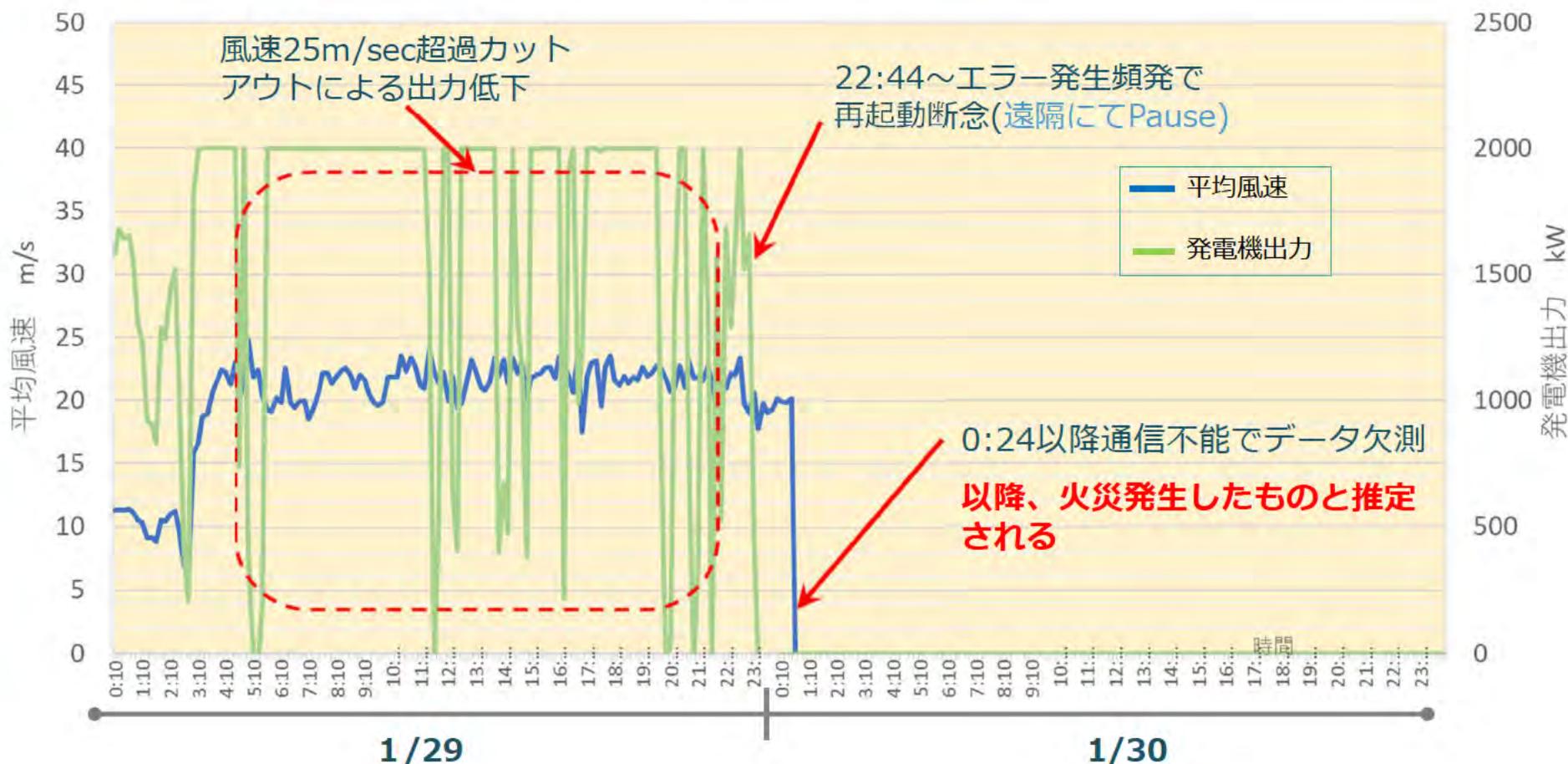
年月日	時刻	内 容	5号機 運転状態	風速 m/s	風向
2021年 1月29日	22:43～ 23:14	風車はハブ関係エラーが発生するまで特に異常なく運転していた  暴風雪波浪警報発令中で、ハブ関係エラーが発生するたびに遠隔操作により都度リセットしたが、立て続けにエラーが発生するためPause状態とした ※遠隔操作でPause状態とすると以降自動起動しない	運転中	20 前後	北西
1月30日	0:24  8:00	5号機「Power通信タイムアウト」エラーが発生し <b>非常停止</b> 。(リセット不可) <b>火災発生</b> の警報はなかった。通信が遮断され、以降遠隔監視不可となる <b>(この後に火災発生に至ったと推定：火災発生元のハブ制御盤内部リレー・端子台等の可燃物が燃え尽きており、延焼したノーズコーンは発生元からの熱放射が減少するとともに穴あき部分からの風雪等により冷却され鎮火したものと推定)</b>  早朝も暴風、高波による港湾道通行止めのため、タワーに近づくことが出来なかったが、ブレード角度が非常停止位置であることは確認。(ナセルが西向きく海側)で停止しており、車道からは暴風雪で視界不良のため、ノーズコーンの焼損状態はこの時点で目視で確認出来ず	非常停止 Emergency Stop	20.2	北西
1月31日	終日	前日に引き続き暴風雪波浪警報が継続し発令中のためタワーには近付けず、損傷の有無も確認できなかった	非常停止中	20.0 オーバー	北西
2月1日	8:00  12:00	風車タワーベースよりノーズコーンの焼損穴あき(直径約500mm)を確認、ナセルに昇塔しハブ制御盤の焼損を発見した(鎮火状態) ローターロック、ピッチロック(緩み止め処置含む)の安全対策を実施した  産業保安監督部東北支部電力安全課に電話連絡、事故速報提出し対応指導を受ける(後日、2月4日に現地調査実施の旨連絡を受け同日立会調査を実施)	非常停止中	6.0	南東

※風速及び風向：5号機以外の風車データの平均値

※ハブ制御盤の主な機能：主としてブレードのピッチコントロールのほか、ブレード落雷時の電流検知機能を有します

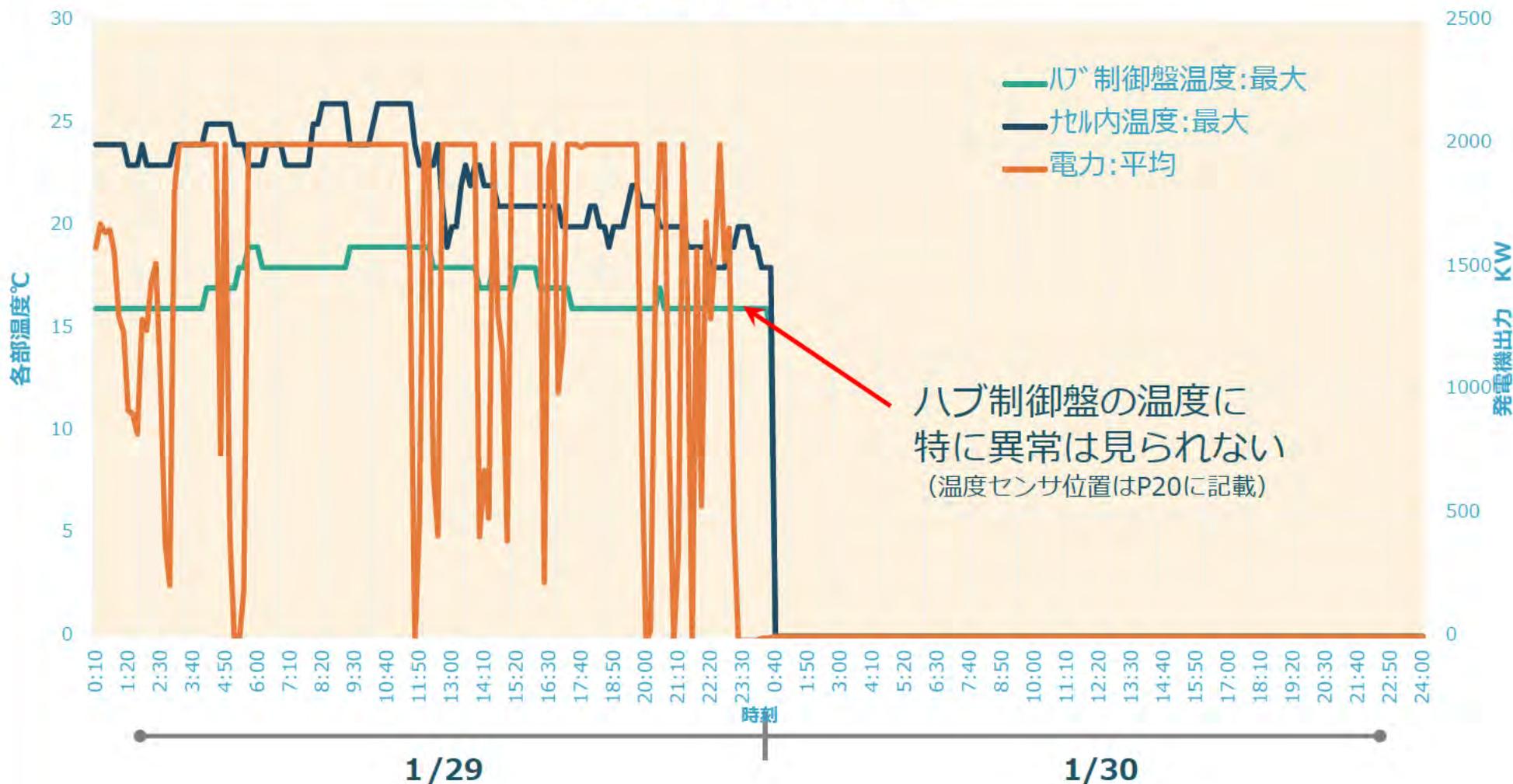
## 4. 事故当日の運転状況（発電機出力）

1月29日未明から平均風速が20m/secを超え、時より25m/sec超のカットアウトによるPause状態となった。22:44過ぎに通信エラー頻発で再起動を断念（※遠隔にてPause状態とした）。翌30日0:24には通信不能となり、風速のデータも途絶えた。（※1日10回通信異常になると、Pause状態となる）



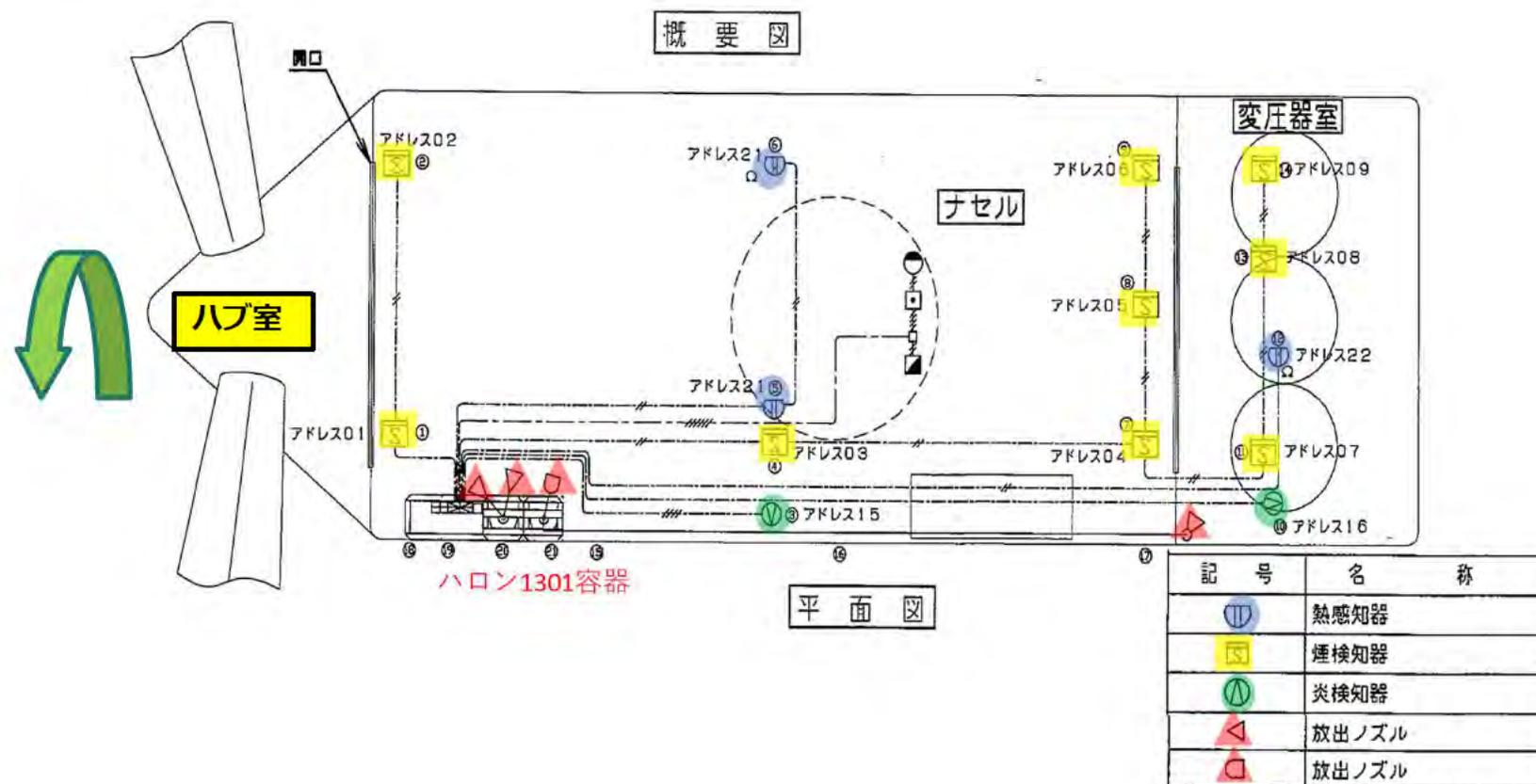
# 4. 事故当日の運転状況 (ハブ制御盤温度)

### ハブ制御盤・ナセル温度推移



## 5. 事故発生時の状況（火災検知装置配置）

- ・当日は火災検知警報は発生していない。
- ・ナセル内に熱感知器・煙感知器・火災検知器が配備されているが、回転しているハブ室に同検知器はなし。

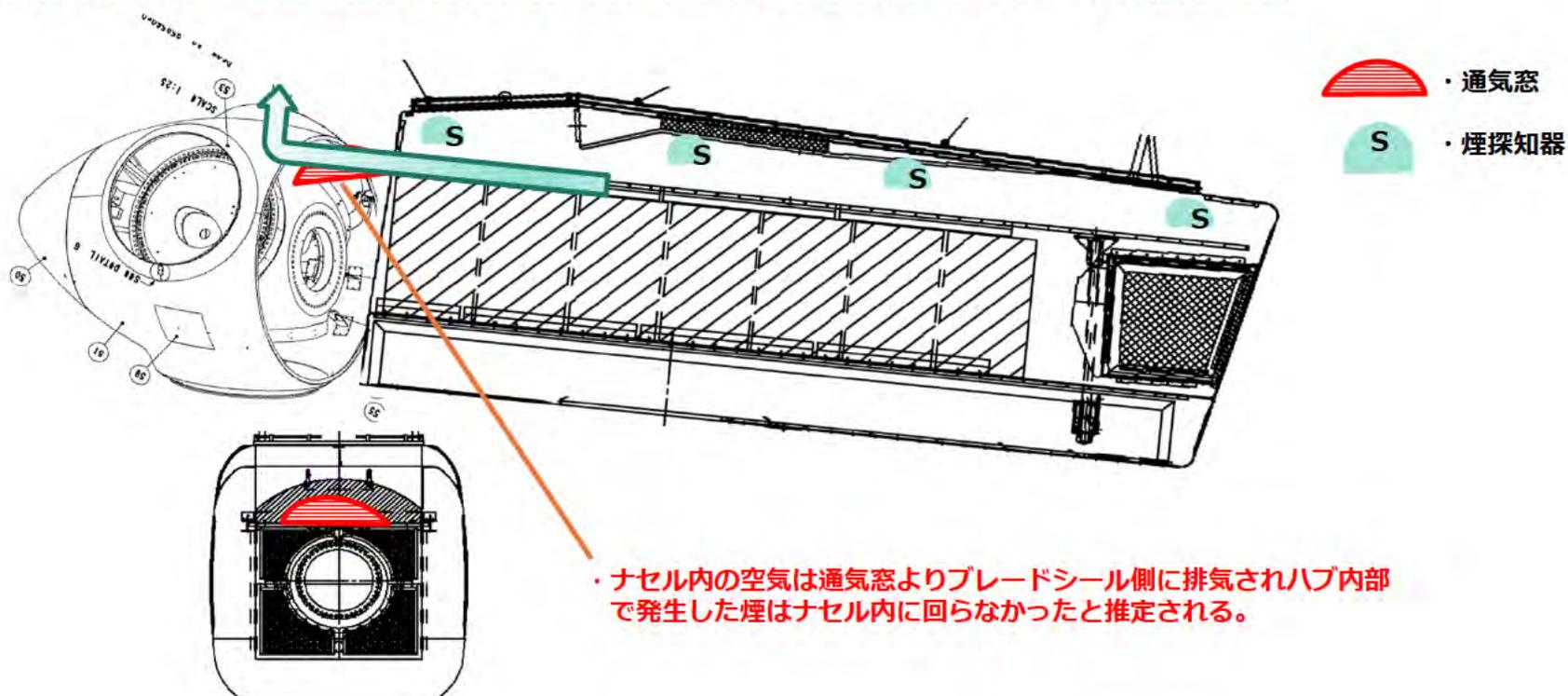


## 5. 事故発生時の状況（火災検知装置配置）

- ・当日は煙探知器警報は発生していない。

ナセル内の煙探知器については、ナセルとハブの間にある監視窓（通気窓：500mm×200mm程度）から外気を取り込んだことにより、ハブ内で発生した煙をブレードシールの際間から外部に排出された形跡がありました。

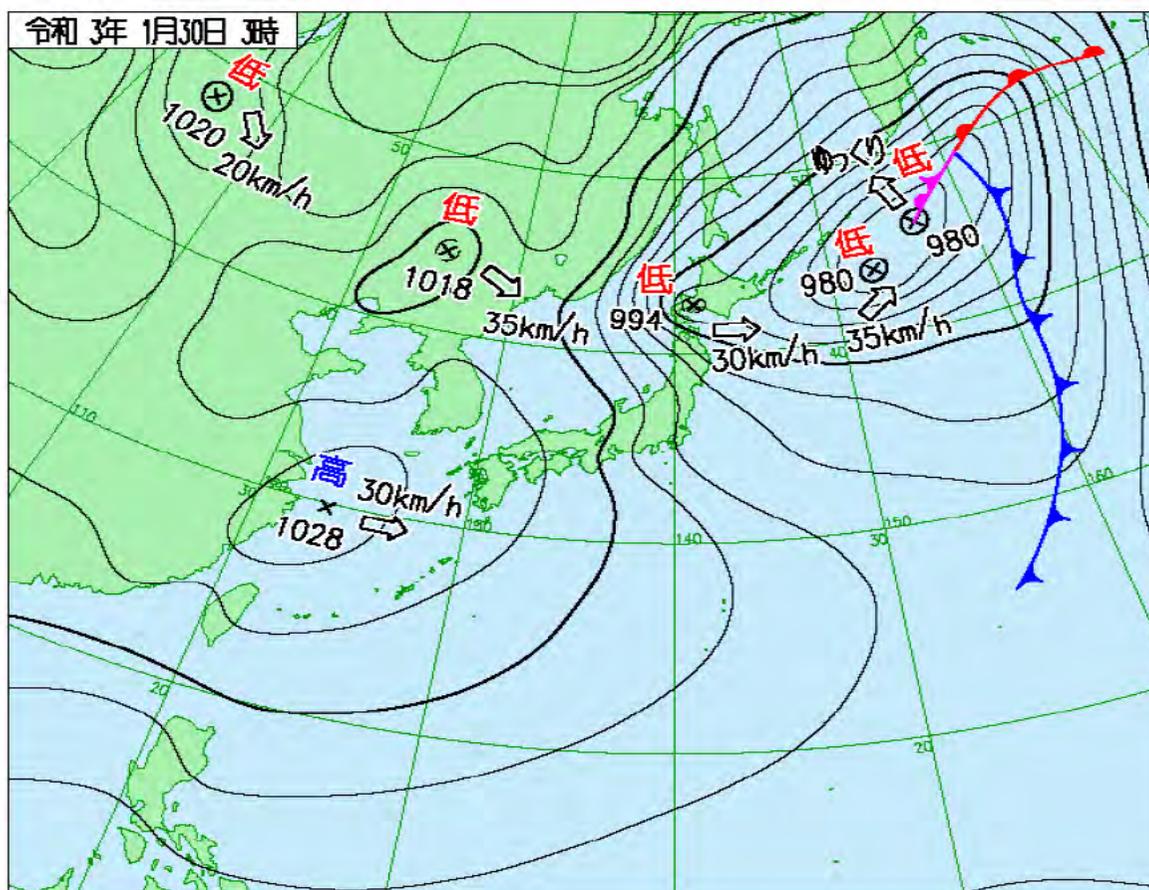
2月1日にナセルに立ち入った際にナセル内で煤の付いた痕跡はどこにもなく、ナセルの煙感知器が動作しなかったと推測される。（下図参照）



## 5. 事故発生時の状況（天候）

2021年1月29日午後から北海道付近の低気圧が発達し、強い冬型の気圧配置となり酒田沖も暴風雪波浪警報が発令された。

翌30日も同警報が発令され終日風車には近づけず、低気圧が通過した2月1日未明まで継続された。また、29日23:00～30日01:00まで落雷情報は確認されていない。



1/30～31暴風雪波浪注意報を受け湾岸道は通行不可  
(山形県が立入規制看板設置)



## 5. 事故発生時の状況（まとめ）

- ・ 1月29日  
22:44頃 ハブ内エラー発生 → 遠隔で「Pause」状態
- ・ 1月30日  
00:24 通信エラー発生 → 自動で「Emergency Stop」状態  
その直後火災発生に至ったと推定される  
08:00 暴風波浪警報発令により湾岸道が高波（立入禁止）のため  
タワーへの近接は不可であった
- ・ 1月31日  
08:00 同日も悪天候のため終日、風車近接確認は不可
- ・ 2月1日  
08:00 警報解除に伴いタワー昇降によりハブ制御盤周囲の焼損発見  
12:00頃 関東東北産業保安監督部東北支部殿に通報

## 6. 事故前の状況

- ・ 12月中旬より当該機（5号機）のみの事象として15m/s以上の強風になるとハブ制御盤関係のエラーが時折発生するようになった（詳細は次ページに記載）
- ・ エラーの内容と点検調査した結果が一致しないことから、制御電源の不安定が疑われたため、巡視点検時に端子台他接続部分の緩み、断線の有無、配線チェック、端子増し締め等を実施
- ・ 制御基板類のハンダ割れを疑い、通信関係モジュールの取替、CPUベースユニットの取替5V、24V電源ユニット取替、コネクタ類の導通確認、緩み点検とサージアブソーバの取替などを実施した
- ・ 悪天候（強風15m/s以上）が収まるとエラー発生もなくなることから、都度エラー発生時に起因する箇所の点検を実施し、異常が見られないことを確認し運転を継続し経過観察扱いとして注視していた

## 6. 事故前の状況（詳細）

### 5号機事故発生前のエラー発生と対応

年月日	時刻	内 容
2020年 12月14日	14:40	「Aピッチシリンダー計測異常」「アークネット再起動過多10※」エラー発生⇒エラーをリセットし運転再開 ※通信異常検知から1分後に自動再スタートするが、1日10回を越えるとPause状態になる
12月16日～ 17日	終日	「Aピッチシリンダー計測異常」、「EMCバルブA,B,C速度異常」「アークネット再起動過多10」エラーが頻発し、都度エラーをリセットし運転再開
12月18日	9:00～ 16:00	上記エラーが頻発していたことから、点検作業を実施。アークネット(回転体⇄静止体への信号伝送装置)のギャップ確認、接続ケーブル端子緩みの有無及び、通信モジュール点検、Aブレードポジションセンサーのコネクタ緩み等確認作業を行い異常なし
	20:51	「Cブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒翌日8:00に出社点検し異常なし確認後運転再開
12月22日	9:00～ 15:00	ハブに起因するエラー処置として関係箇所の子品交換及び各部点検を行い異常がないことを確認し運転開始
12月30日	14:41	「Cブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒点検し異常なし確認後運転再開
	23:54	「Bブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒翌朝まで
	23:59	「Cブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒翌朝まで
12月31日	0:29	「Cブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒8:00に出社点検し異常なし確認後運転再開
	9:04	「Cブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒点検し異常なし確認後運転再開
	14:16	「Bブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒点検し異常なし確認後運転再開 気象情報サイトでは12月30日午後から落雷を検出していないため通信障害に起因する誤報の疑いの可能性あり
2021年 1月5日	8:30～ 16:30	年末のハブに起因するエラー対応し、関係箇所の子品交換及び各部点検を行い異常がないことを確認し運転再開
1月11日	2:45	「Cブレード落雷(80kA)」発生⇒一時停止⇒8:00に出社点検し異常なし確認後運転再開
1月18日	9:30～ 16:00	ハブに起因するエラー対応し、関係箇所の子品交換及び各部点検を行い異常がないことを確認し運転再開
1月19日	7:56	ハブ関係エラーが発生したため、その都度エラーをリセットし運転を再開

※運転状態表示の「Pause」は自動で再起動するものと、オペレータのリセット操作により再起動するものがあり、落雷(80kA)を超えるものは後者にあたり、区別するため表中には「一時停止」と記載した。  
なお、落雷80kA超過の場合は所内運用規定でブレードの損傷、火災発生のないことを現場で確認後にリセットする規則となっている。

## 7. 事故前の保守履歴

事故発生前の定期点検及び直近の月次点検では特段の特に異常は確認されなかった。

日時	点検作業名称	備考
2019年2月27日	定期安全管理審査受審	
2020年4月1日 ～5月18日	年次点検	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 増速機アライメント規定外のためダンパ交換、調整</li><li>・ Aブレードプレーンベアリングクリアランス許容値外のため交換、他消耗品類交換</li></ul>
2020年10月7日 ～10月19日	半年点検	<ul style="list-style-type: none"><li>・ Cブレードピッチシリンダーオイル漏れ、シリンダー交換</li></ul>
2021年1月18日	月次点検	<ul style="list-style-type: none"><li>・ ナセル、ハブ内点検 特に異常なし</li></ul>
2021年2月1日	火災発見	
2021年2月5日	臨時点検	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 5号機以外風車全基停止によるハブ制御盤の巡視点検を実施し異常なし</li></ul>

## 8. 火災の状況（詳細）

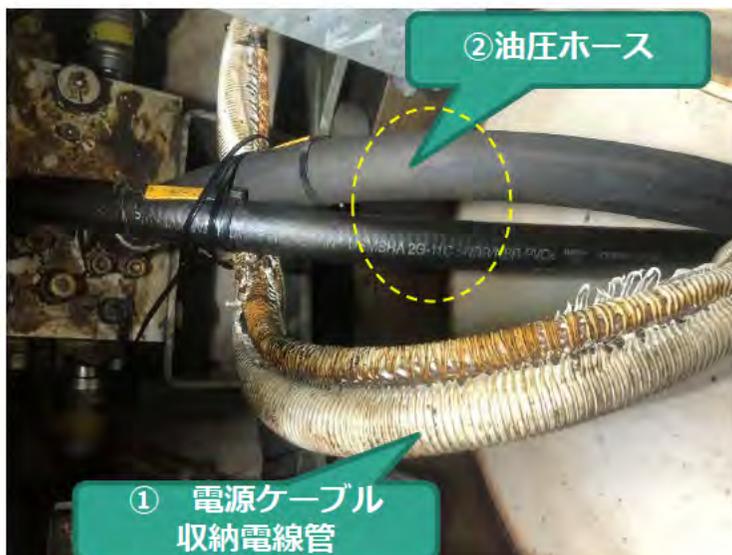


火災が発生し最も激しく燃えていた時刻に  
ハブ制御盤の真上に位置した箇所と推測



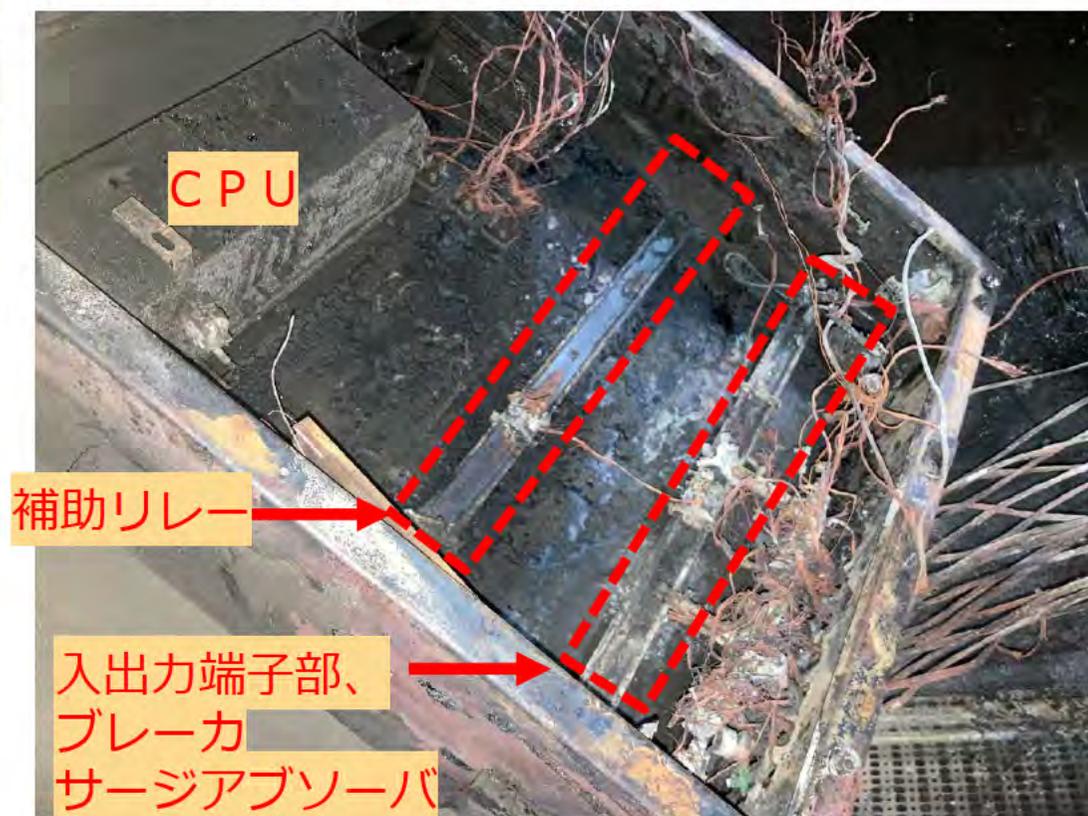
## 8. 火災の状況（ハブ制御盤焼損）

### 主軸～ハブ制御盤までの電源ケーブル



- ① 24V、27Vハブ制御盤行き電源ケーブル収納電線管に過熱による変色（元は白色）、変形（大電流の痕跡）が見られる
- ② 一方作動油供給の油圧ホースは無傷であった

内部のブレーカ、補助リレー、サージアブソーバ類は焼失、煤だらけのハブ制御のCPUは焼け残った



## 9. 出火元に関して

焼損したハブ制御盤を地上に下ろし、機器取付ベース板を取外し裏面を見ると以下のような事象が見られた。

- ・ 上部  
煤の付着で黒い
- ・ 中部  
高温で塗装剥がれ
- ・ 下部  
高温で板金変色



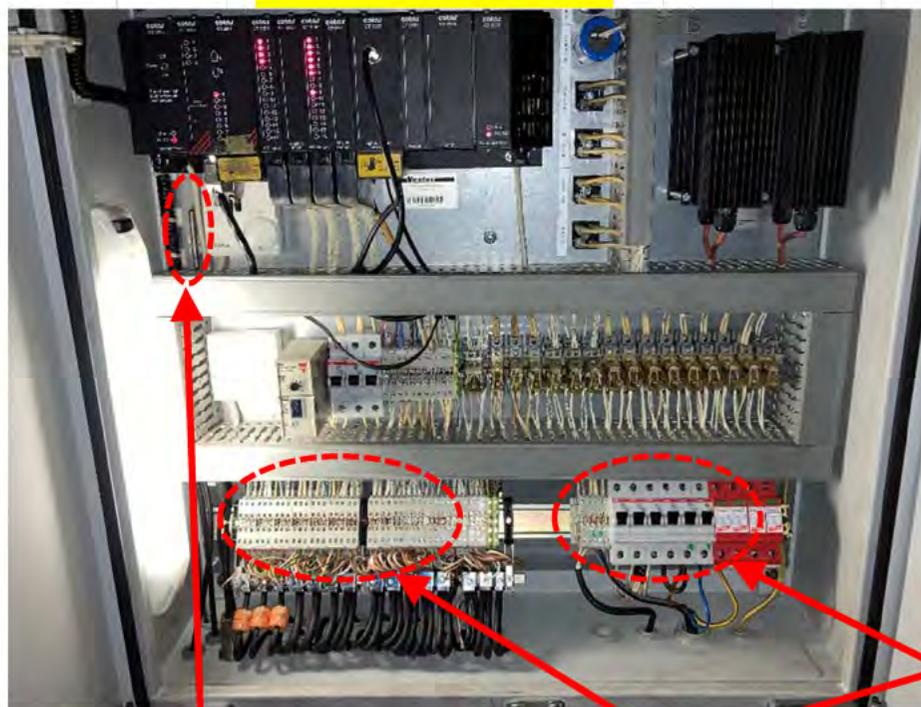
最も高温になったと思われる場所  
(電源ケーブル引き込み端子付近)

## 9. 出火元に関して（健全機との比較）

山形県酒田地区広域行政組合消防署立ち合いの下、ハブ制御盤の残留器具を取り外し、機器取付ベース

板金を外した結果、ケーブル引き込み端子台周辺の変色変形が大きく、火元として推測出来る。

2号機の配置参考写真



ハブ制御盤  
温度センサ

ピッチ制御  
入出力端子部

ハブ制御盤取付ベース裏面（左右反転）



24V、27V電源  
入力端子部

## 10. 火災発生の原因推定

- ・ **設備起因** : △ ブレーカーが片切りによる、電源の周り込み
- ・ **部品起因** : △ 運転開始後17年経過し部品が経年劣化していた可能性
- ・ **落雷** : × 非常停止時前後の落雷の発生はない
- ・ **外部からの放火** : × 暴風雪波浪警報中で近づくことが困難
- ・ **その他状況** : △ 電源ケーブルに過熱痕（大電流の痕跡）

上記原因推定の項目のほか、長期間運転を継続してきた中で塩分、粉塵等が端子台およびその周囲に蓄積された（点検清掃は表面の埃をウエスで拭き取る程度で端子台の凹み部分まで行き届かない箇所もあったのではと推定）可能性や脆化によるクラック（ひび割れ）等の可能性も疑われる。

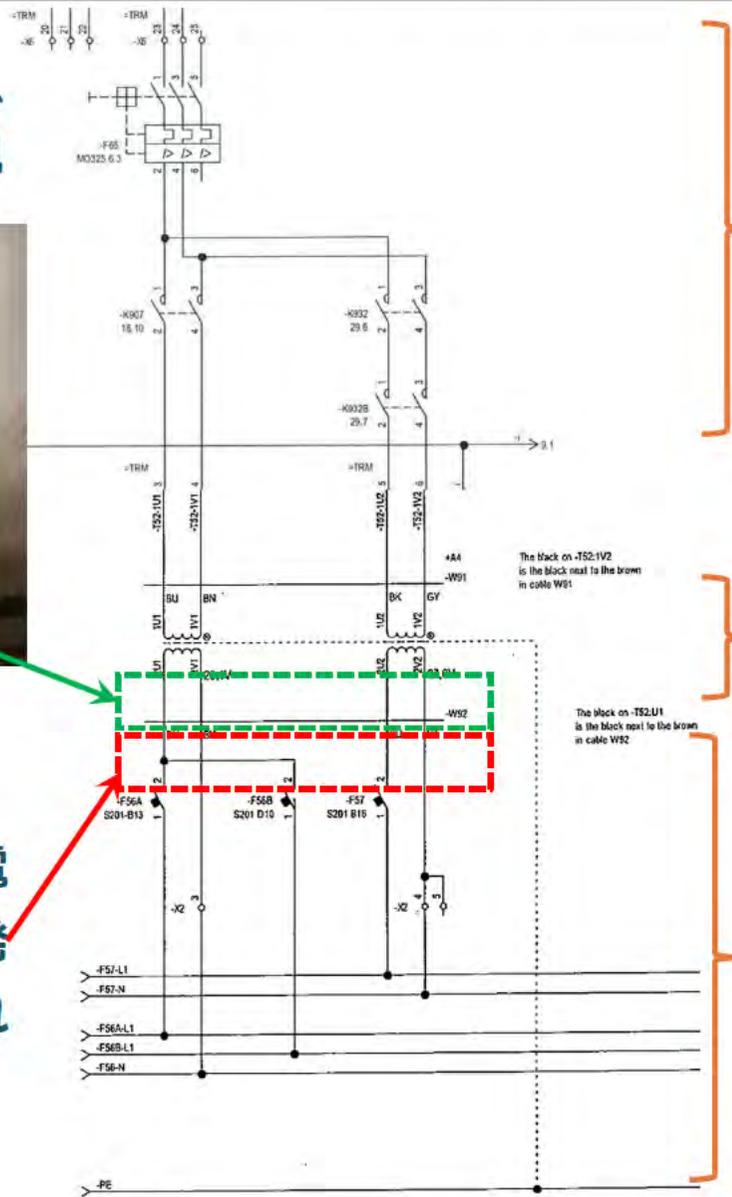
これらの状況から複数の微小な地絡電流が発生し、対地を通し短絡に波及したと推定出来る。

# 10. 火災発生の原因推定 (制御盤電源系統)

- ローテティングトランス出力端からハブ制御盤の受電端子までのケーブル過熱状況 (最大100Aを超える電流想定)



ケーブル仕様  
BIHFP-J 5C4mm<sup>2</sup>  
シリコン系鋼保護付き耐熱型



ナセル電源盤

主軸取付部

ハブ制御盤

- 出火元と推定されるハブ制御盤の受電端子付近の絶縁不良から地絡短絡が発生し電源ケーブルに過大な電流が流れたと推定される。(火災発生元)

# 11. 再発防止対策

対  
策

## 1. 運用上対策

- ・ 絶縁抵抗測定（地絡の有無チェック）
- ・ 点検頻度の拡大（年次点検→半年毎点検）

## 2. 設備上対策

- ・ ブレーカ取替（保護範囲の拡大・劣化部品類の更新）

## 3. 延焼拡大防止対策

- ・ 制御盤扉脱落防止ネジ取付（盤外延焼拡大の防止）

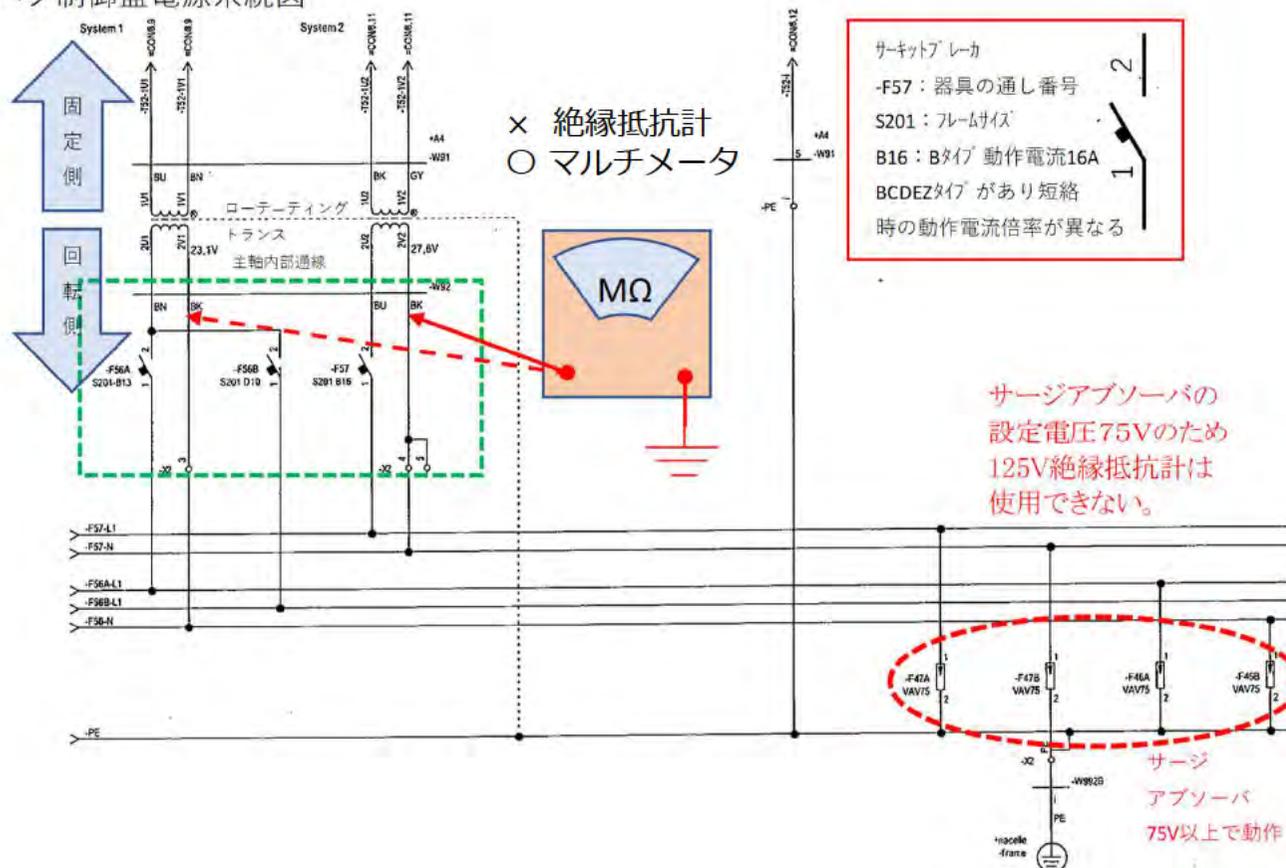
取  
組  
み  
成  
果

**事故再発防止**

# 11. 再発防止対策（運用上対策）

- 24V、27V回路の絶縁抵抗を測定するにはサージアブソーバ動作電圧が75V設定につき絶縁抵抗計が使用不可
- マルチメータで抵抗測定（目標を0.1MΩ以上を規定）を行い、点検マニュアルに記載することにより確実に実施する

ハブ制御盤電源系統図



## 11. 再発防止対策（運用上対策・測定結果）

- 去る4月12～27日、5月22日（追加測定：8月3～4日）に行った24V、27V回路の絶縁抵抗の結果は下段表に取りまとめた通り、いずれも健全な値を測定した。

### 【参考】

※4～5月の測定時には測定作業時に温度湿度を計測せずに実施

※8月の追加測定時はそれぞれ3日：気温38℃／湿度53%、4日：気温34℃／湿度72%であった

測定月日	4月21日	4月23日	4月27日	4月22日	5月22日	4月20日	4月15日	4月12日	8月3日	8月4日
号機 ブレーカ番号	1	2	3	4	5	6	7	8	5	8
24V系 F56-大地	12.15MΩ	13MΩ	22MΩ	24MΩ	0.246MΩ	2.6MΩ	8.04MΩ	0.4MΩ	1.2MΩ	1.3MΩ
27V系 F57-大地	60MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ	7.85MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ
24V系-27V 系線間	60MΩ	60MΩ	60MΩ	27MΩ	31.4MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ	60MΩ

測定は半年点検、年次点検毎に年2回実施、判定基準は0.1MΩ以上とする。

判定基準の0.1MΩは電気設備技術基準を定める省令（平成9年3月通産省令52号）に準ずる。

# 11. 再発防止対策（設備上対策）

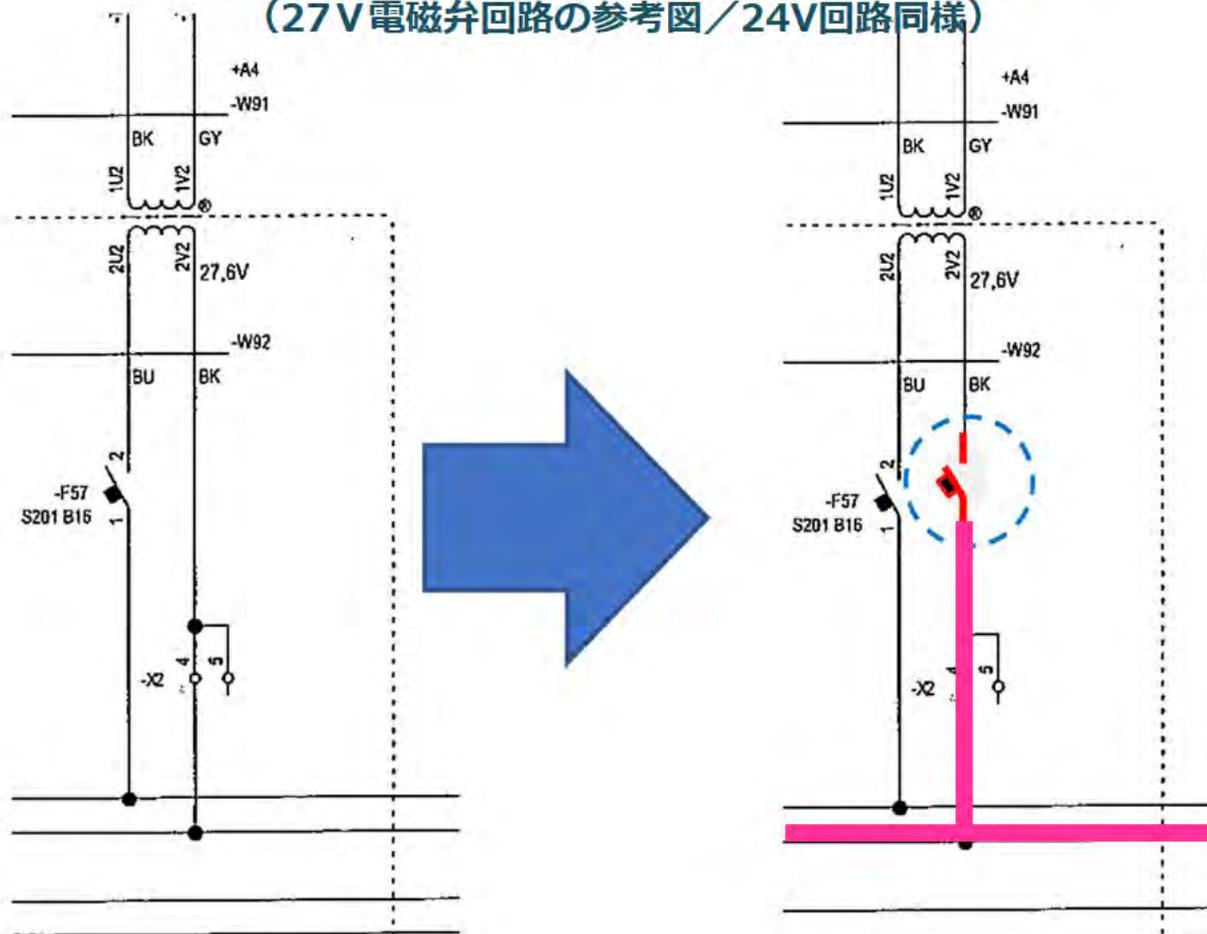
の保護範囲拡大を目的とする他、劣化した端子台の更新のため、ブレーカを片切りから両切りタイプへと変更する



【再発防止対策のブレーカ取替により複数の微小地絡を解消】

- ・微小地絡の発生箇所の特定が難しいため電源の戻り側にもブレーカを追加対応。
- ・サージアブソーバの復帰動作不良等での地絡等も有効性が確保される。

V相側へもブレーカを取付し保護範囲を拡大する  
(27V電磁弁回路の参考図/24V回路同様)

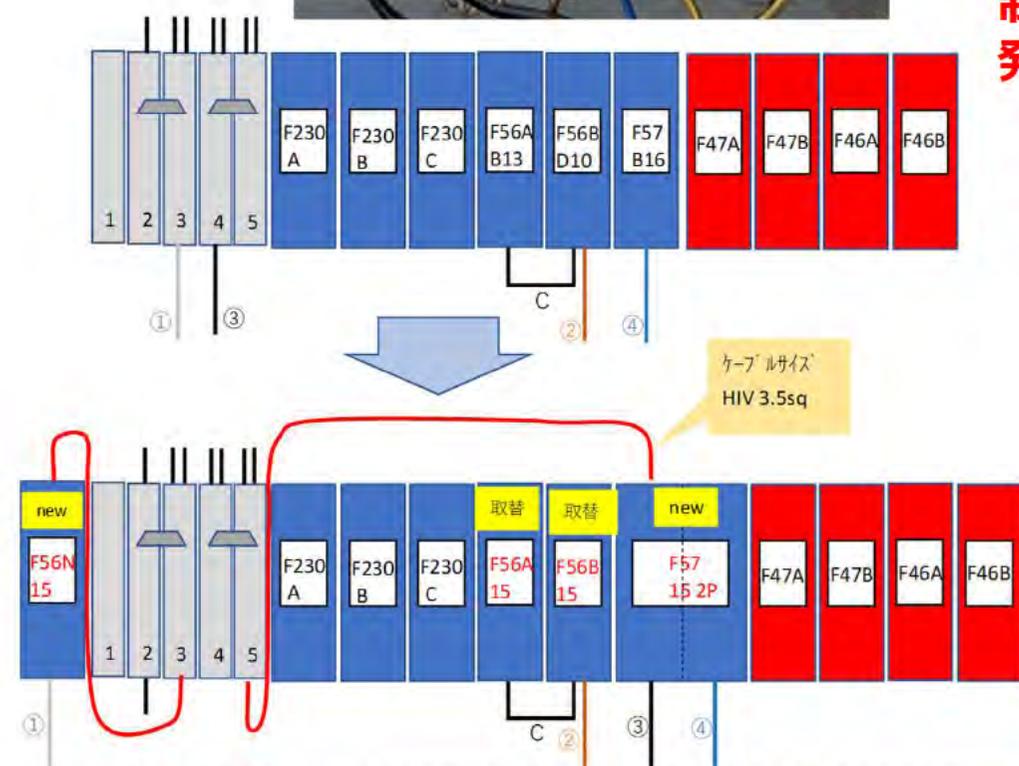


※ハブ制御盤内の保護用機器はNFBが一度も交換されていないことから、順次交換しております。  
(また電源ケーブルも2基で古いものが見つかり、これを交換します)

# 11. 再発防止対策（設備上対策／施工内容）



去る6月1日～7日にかけて全機のブレーカの部品交換施工を実施。  
 （5号機は復旧工事中の5月19日にハブ制御盤現場据付前に実施）し、不具合の発生はない。



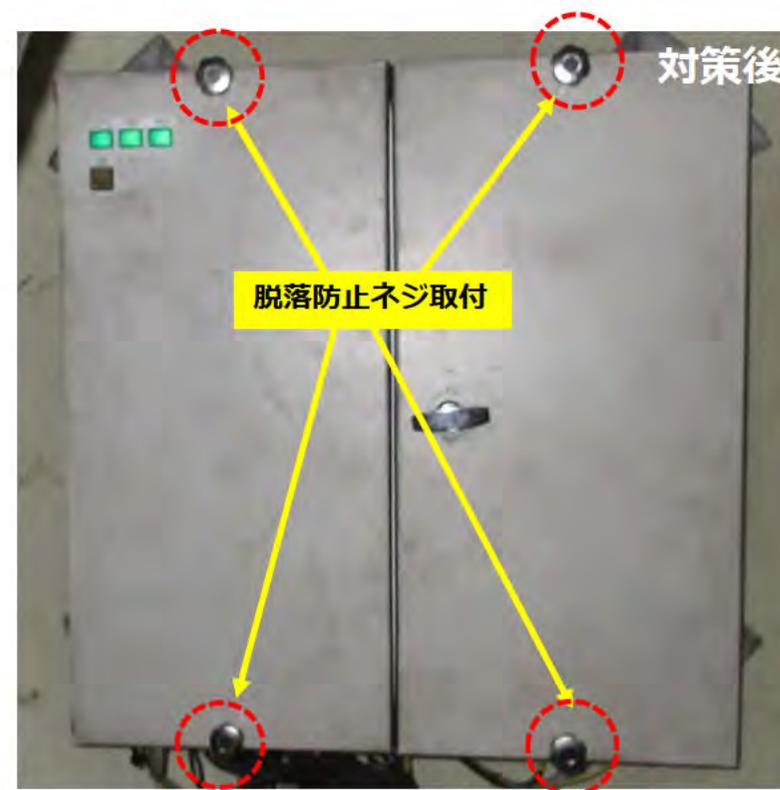
	23.1V		27.6V	
	入力ケーブル表示			
変圧器端子	2U1	2V1	2U2	2V2
接続先機器	F56A	T 3	F57	T 4
1号機	茶		青	
2号機	2		4	
3号機	茶	黒	青	黒
4号機	茶	灰	青	黒
5号機				
6号機	2	1	4	3
7号機	2	1	4	3
8号機	茶	灰	青	黒

端子台3、端子台5を撤去しF56N新設二次側に接続を試みたが、分岐が5カ所に渡ることから現状の端子台を撤去しブレーカ出力端に接続することは困難と判断し、端子台1～5は残したまま接続する。但し端子台3、端子台5で短絡が発生しても新設ブレーカが保護する。

# 11. 再発防止対策（延焼拡大防止）



火災検証で、ハブ制御盤扉の脱落が確認されており、要因としてアルミ製のヒンジが火災の熱で緩み扉が外れ、外気が流入したことで延焼が拡大し盤外に火炎が広がった可能性があることから、この度、脱落防止ネジを取付けることで火災の広がりを抑制する対策を講じた  
本対策により延焼リスクは軽減出来る



## 12. 前回の質疑事項・回答

### 質問事項に対する回答

**Q1. 本件と同様の事故は過去起こっていないか？  
(世界中で初めての事象も含め風車メーカーの見解を求める)**

A1. 風車メーカーに問い合わせしたところ「日本のみならず世界中においても同様の事故事例はこれまでにない」との見解をいただきました。

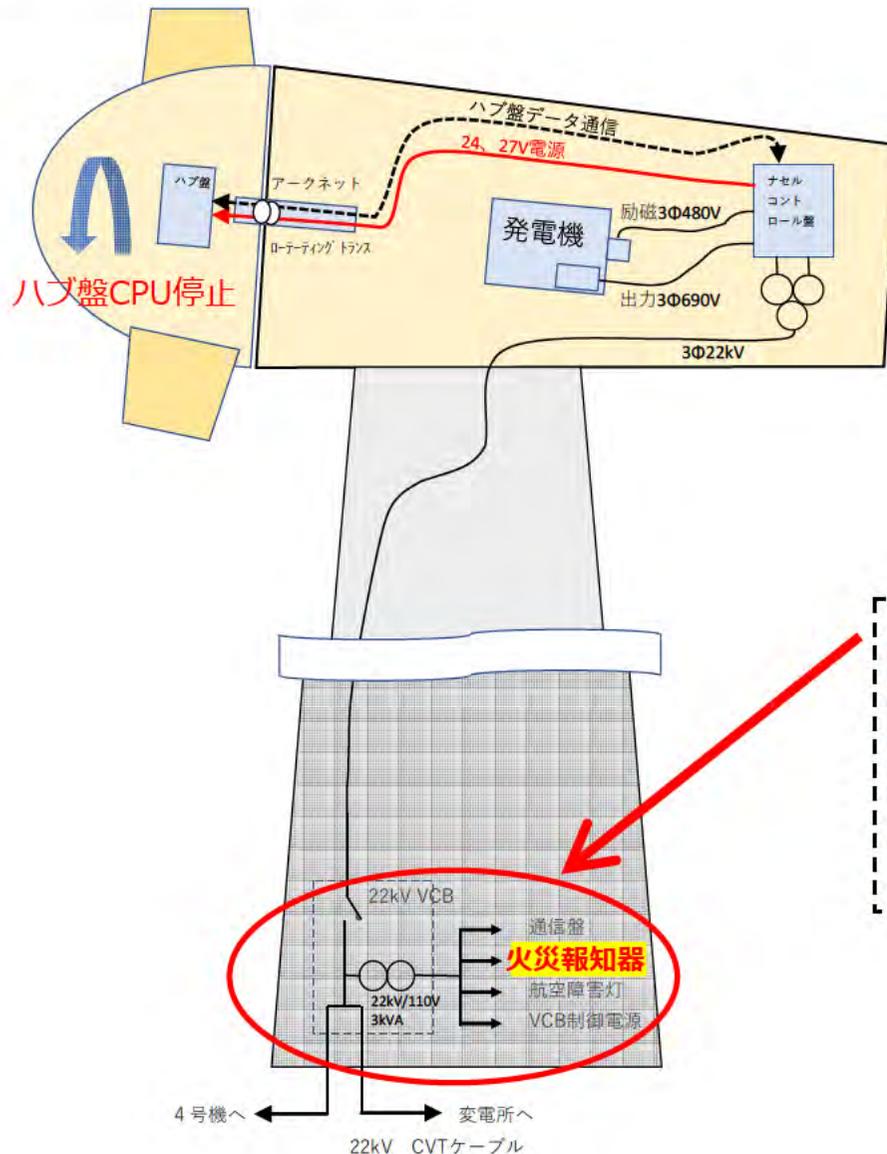
**Q2. 再発防止対策を低電圧部の絶縁抵抗測定としたことに関して風車メーカーの見解はどうか？**

A2. 風車メーカーに問い合わせしたところ「低電圧に関わらず絶縁抵抗測定を実施し地絡短絡の予兆をモニタリングする旨の点検に関しては、安全対策上有効と思われる」との見解をいただきました。

**Q3. 温度センサーの値が通信トラブルにより事故発生後に確認出来なかったことに関して対策を検討する必要性に関しての指摘に関してはどうか？**

A3. 弊社風力発電設備では、保安装置（通信・消火設備・航空障害灯等）の電源をナセルではなくタワー1階部分の22kV遮断器の系統側から受電しております。風車内で事故発生し、遮断器が開放した場合でも電源は確保され警報発報がなされることから、迅速に現場を確認いたします。(補足資料①、②参照)

# 13. 補足資料①

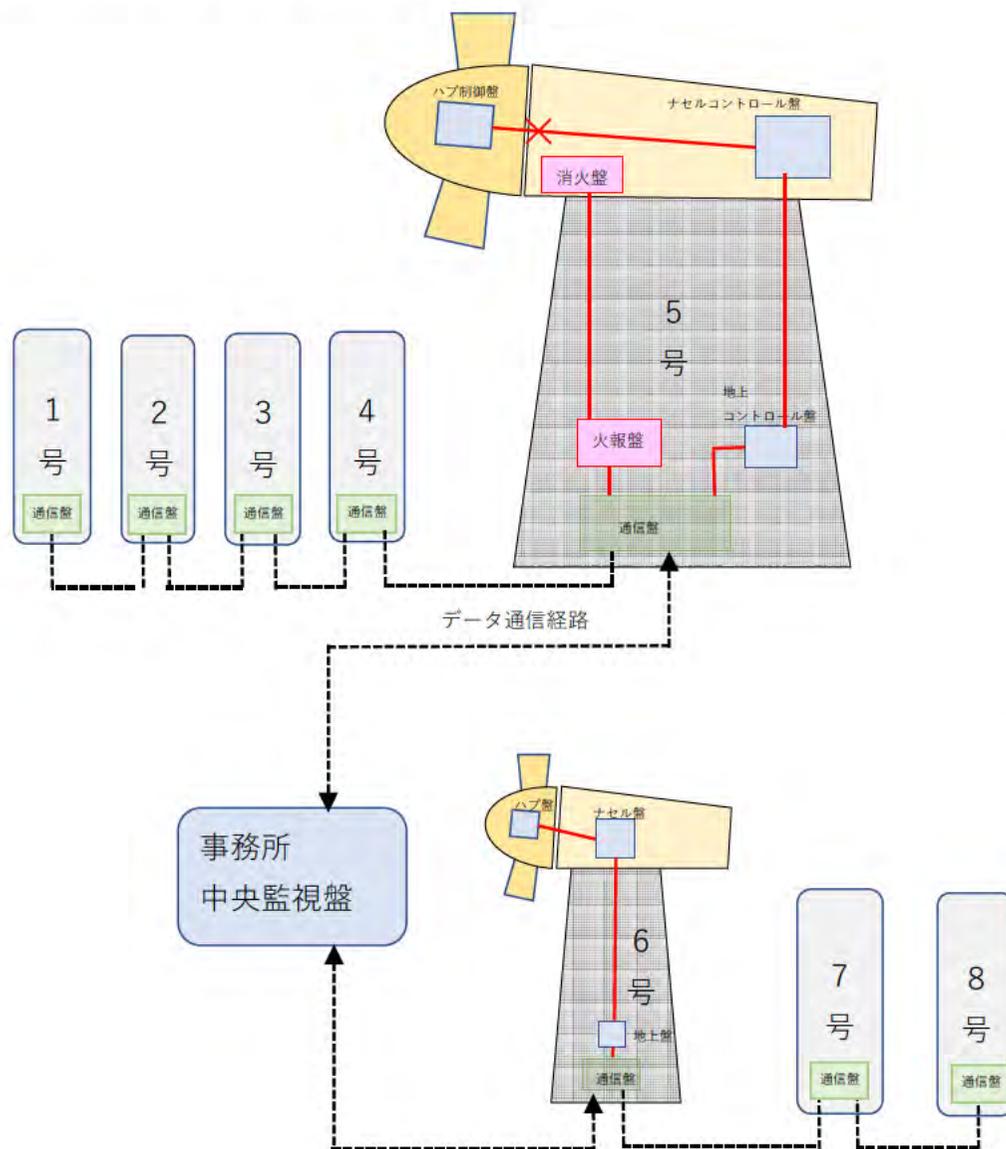


**24V制御電源がハブ盤で地絡、短絡発生**

- ⇒ 末端の24V制御電圧が低下
- ⇒ ハブ盤内CPUが低電圧で停止
- ⇒ 盤温度計測不能
- ⇒ データ通信 停止
- ⇒ データ欠測

・ 火災報知器による火災発生検知で22kV真空遮断器が開放動作するが火災報知器電源は確保され、ナセルでの火災発生時はハロン消火装置が作動する。

## 13. 補足資料②



万が一、ナセルのコントロール系統が故障（通信断状態となる）した場合でも消火設備は通常どおり監視し火災による自動消火は作動する。今回の事象はハブには火災報知器がなく、ナセルの火災検知器では火災を感知していない。

また、事務所の中央監視装置にも火災は発報される状態になっている他、監視カメラでも状態監視しており、異常があった際は、所員が現場に迅速に出向く体制となっている。