

# 楚洲風力発電所1,2号機 ブレード損傷事故に関する報告

平成31年3月11日

沖縄新エネルギー開発株式会社

# 1. 風力発電所の概要（設置場所）

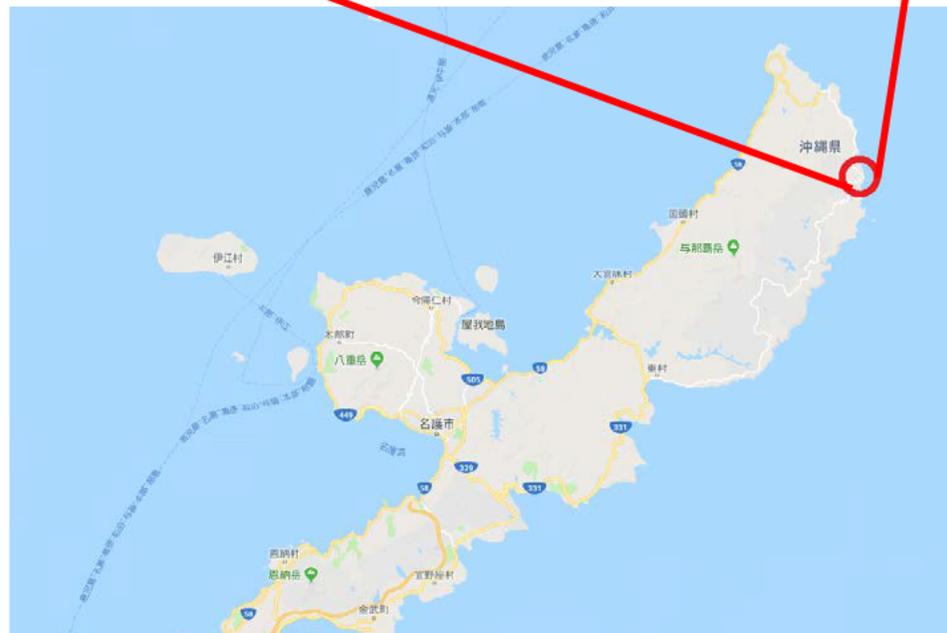
設置者：沖縄新エネ開発株式会社

発電所名：楚洲風力発電所

所在地：沖縄県国頭郡国頭村字楚洲811-16

運転開始：平成17年4月

発電所出力：3,600kW（1,800kW×2基）



# 1. 風力発電所の概要（風車仕様、制御方式及び制御電源喪失時の動作）

## 【風車仕様】

|         |  |
|---------|--|
| 風車型式    | : E66 (ENERCON社製)                              |
| 定格出力    | : 1,800kW                                      |
| ハブ高さ    | : 65m  |
| ローター直径  | : 70m  |
| ローター回転数 | : 10~22.5rpm                                   |
| 風車耐風速規格 | : IEC CLASS II<br>( $V_{e50}=59.5\text{m/s}$ ) |

## 【制御方式及び制御電源喪失時の動作】

### ①ヨー制御

ナセル方向を風向に対して常に正面となるように制御を行う。

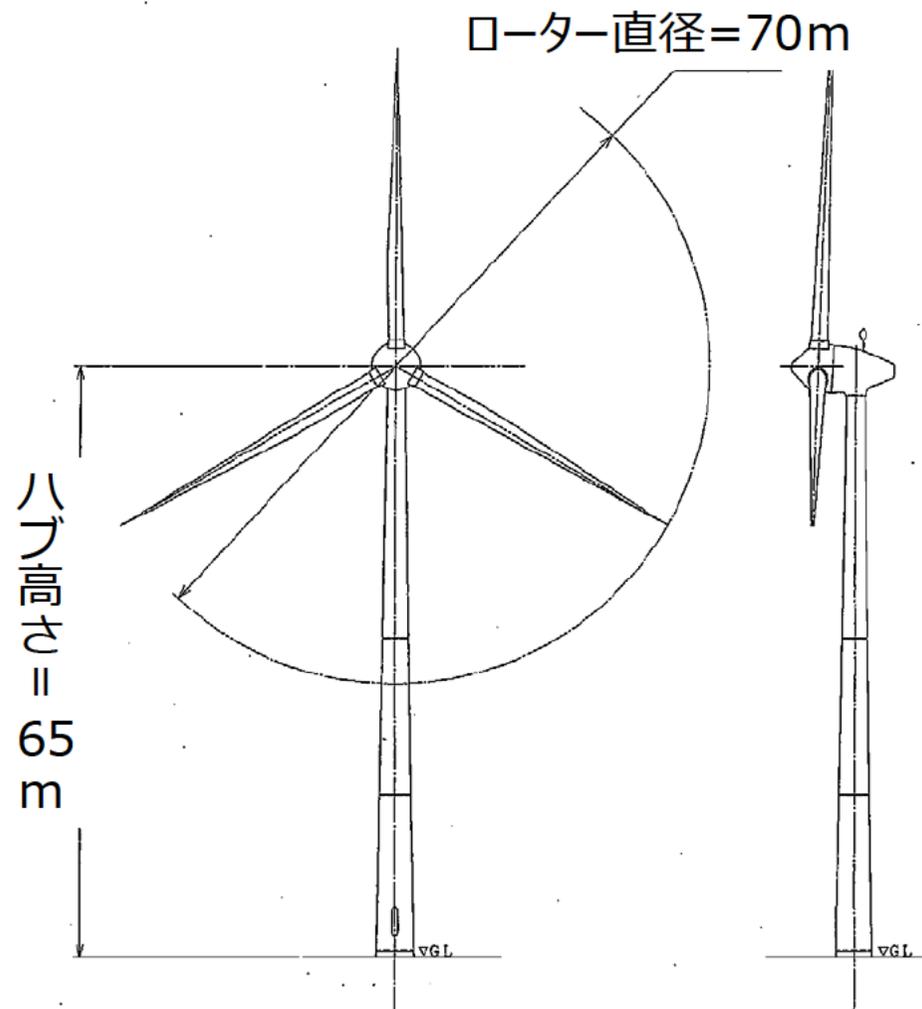
ヨー制御終了時または制御電源喪失時は、ヨーモーターのバネブレーキが動作しナセルが固定される。

### ②ピッチ制御

ピッチ角を変化させることで出力制御を行う。

風車運転時に制御電源が喪失した場合は、ピッチ用の非常用バッテリーからピッチモーターへ電源が供給され、ピッチアウトの状態となった後、ピッチモーターのバネブレーキが動作しピッチが固定される。

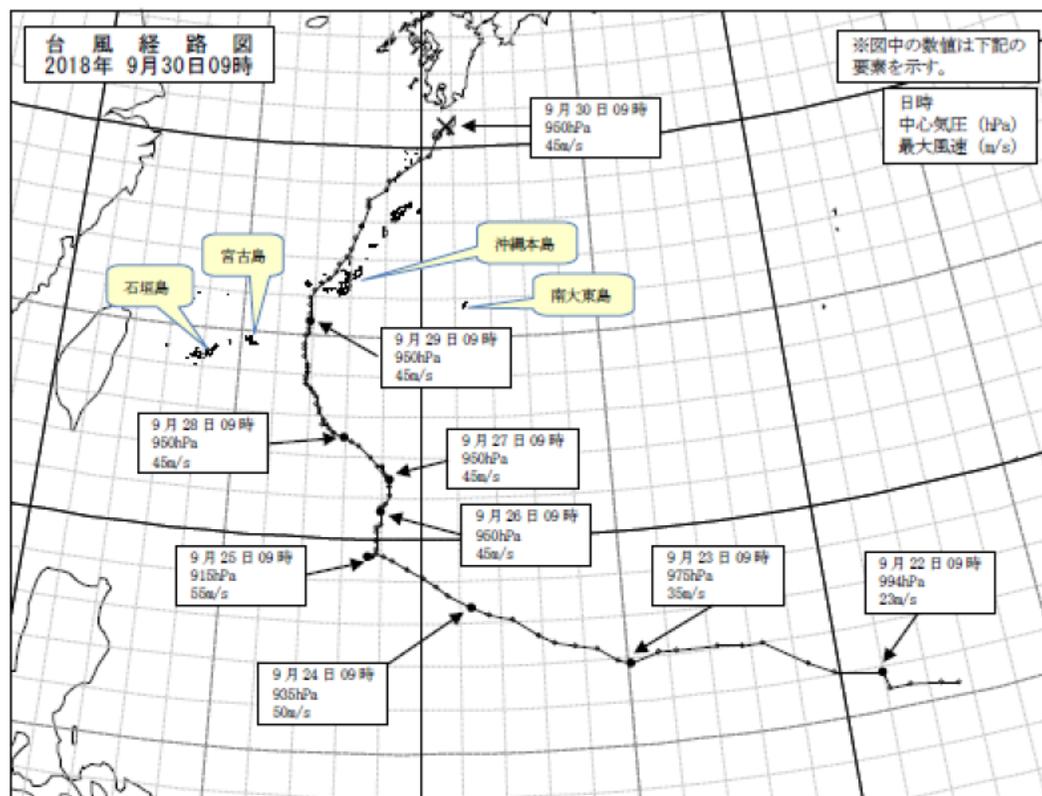
風車運転停止時は、ピッチアウトの状態ですピッチモーターのバネブレーキが動作しピッチが固定され、制御電源が喪失した場合にはその状態が保持される。



## 2. 台風24号（概要）

大型で非常に強い台風24号は、平成30年9月29日から9月30日にかけて沖縄本島へ接近し通過した。

楚洲風力発電所から約8.2km（直線距離）に位置する奥観測所では、9月29日の14時54分に最大瞬間風速53.8m/s（南東）が観測されている。



台風第24号経路図（2018年9月30日09時現在 速報値）



### 3. 事故の概要

平成30年9月30日：台風24号通過後の目視点検で、以下の状況を確認した。

- ・1号機：ブレードAが180°反転、ブレードCの根元部にクラック有り
- ・2号機：ブレードB及びCの根元部にクラック有り
- ・非常用発電機：系統停電発生後、非常用発電機が起動し風車の制御電源が継続して確保されたが、冷却水温度上昇により停止していることを故障表示で確認した。

なお、当社の保安規程で定められた月一回（9月3日実施）の巡視点検及び試運転（停電模擬試験）では、異常は無かった。

安全対策として、風力発電設備に注意喚起の看板を設置しているが、更なる対策として設備周辺にトラロープを張り、外部からの進入を制限した。

平成30年10月1日：非常用発電機メーカーによる点検でラジエターの冷却水の減少を確認したため、冷却水を補充し、単体試験を行い非常用発電機に異常がないことを確認した。

冷却水の減少は、冷却水温度上昇に伴う熱膨張により内部圧力が上昇し、キャップの安全弁が動作し冷却水が外部へ噴出したと考えられる。

平成30年10月11日：風車メーカーによるブレード点検で新たに以下の状況を確認した。

- ・1号機：ブレードA根元部の内外部にクラック確認  
ブレードBの内部に軽微なクラック確認、外側の損傷なし
- ・2号機：ブレードAのリーディングエッジ内側にブレード外部からの光を確認、外側の損傷なし

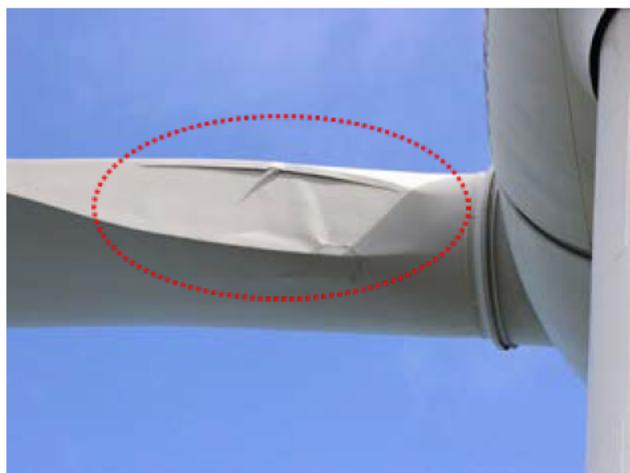
※ブレードのクラックについては、内部からFRPで補修を行い安全対策を施している。

# 4. ブレード損傷状況 (1号機)

製造メーカー：ENERCON社製  
ブレードタイプ：E70/3

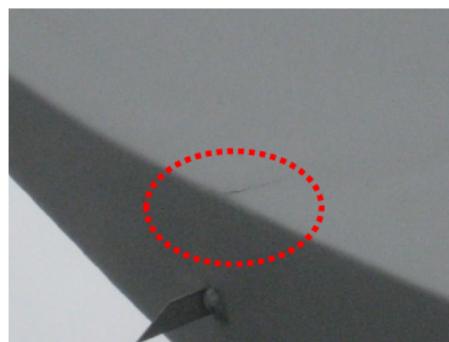
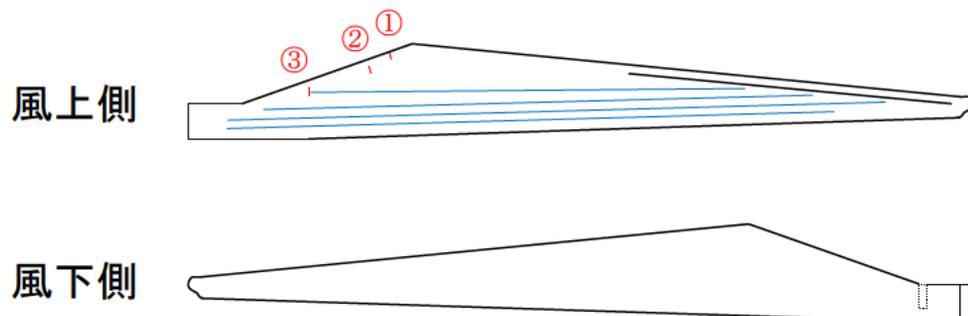


【写真1(1号機全体写真及びブレードAの状態)】

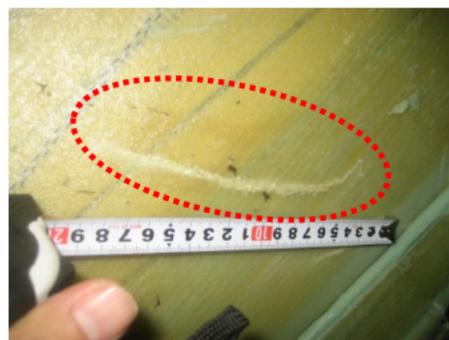


【写真2(1号機ブレードcの根元部)】

1号機 (ブレードA)



①ブレード根本部クラック (左：外側 右：内側)



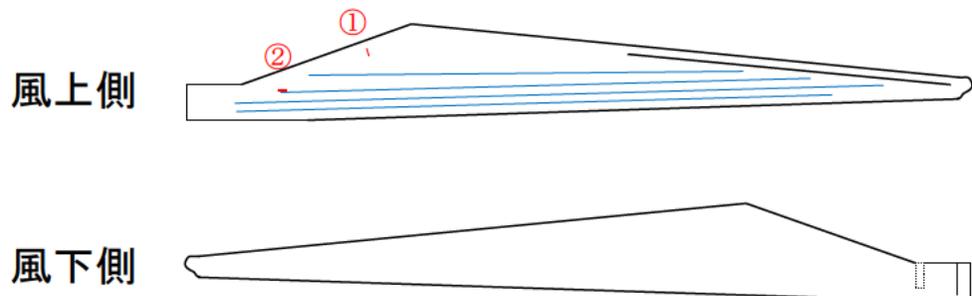
②ブレード内部クラック



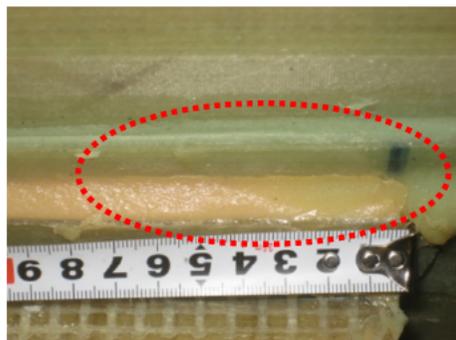
③ウェブ接着部クラック

# 4. ブレード損傷状況 (1号機)

## 1号機 (ブレードB)

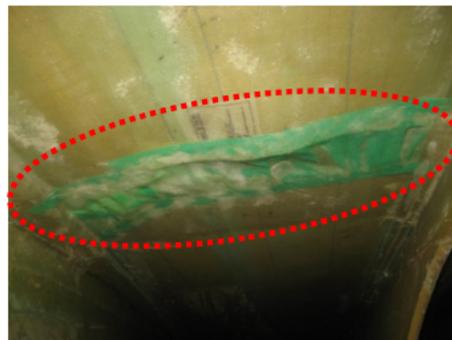
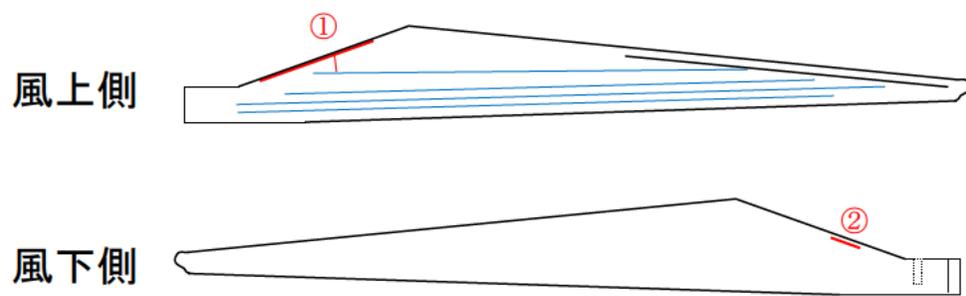


①ブレード内部クラック

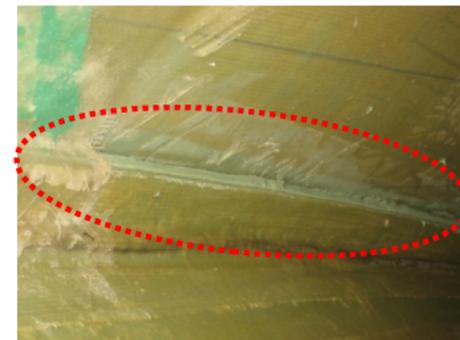


②ウェブ接着部クラック

## 1号機 (ブレードC)



①ブレード根本部クラック (内側)



①ブレード根本部クラック (外側)



②ブレード根本部クラック (外側)

## 4. ブレード損傷状況（2号機）

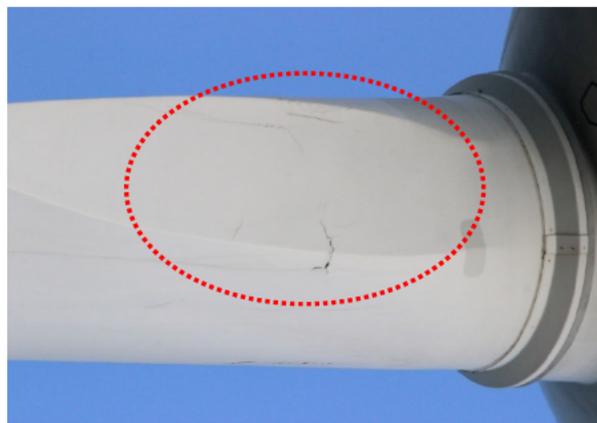
製造メーカー：ENERCON社製  
ブレードタイプ：E70/3



【写真3（2号機全体写真）】



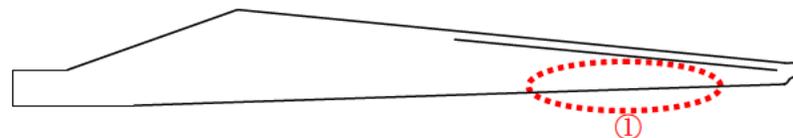
【写真4（2号機ブレードBの根元部）】



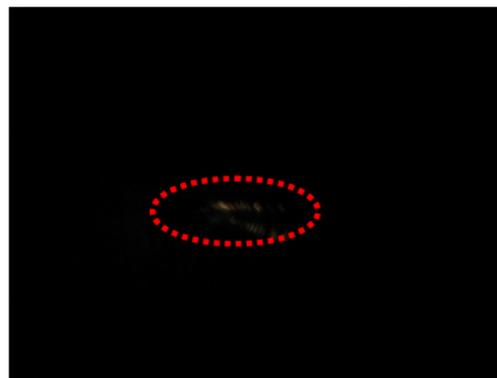
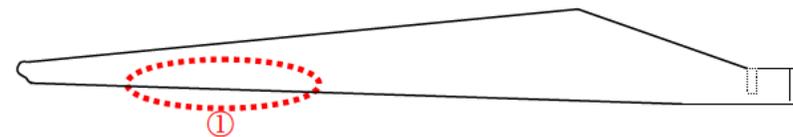
【写真5（2号機ブレードCの根元部）】

2号機（ブレードA）

風上側



風下側

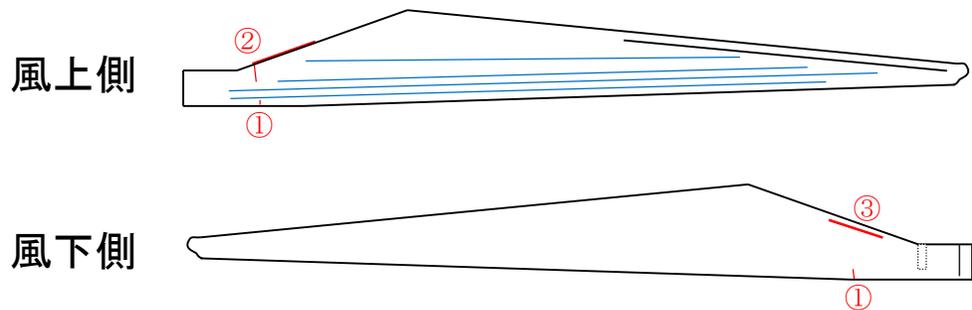


①リーディングエッジ外部の光透過

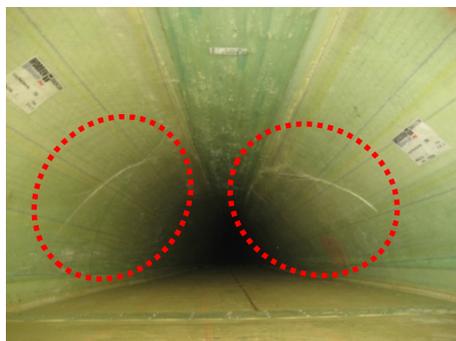
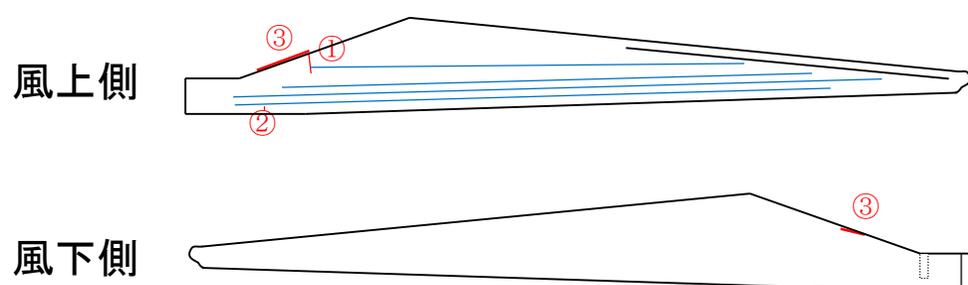
※リーディングエッジ内側にブレード外部からの光が確認されていますが、外側には損傷が確認されませんでした。

# 4. ブレード損傷状況 (2号機)

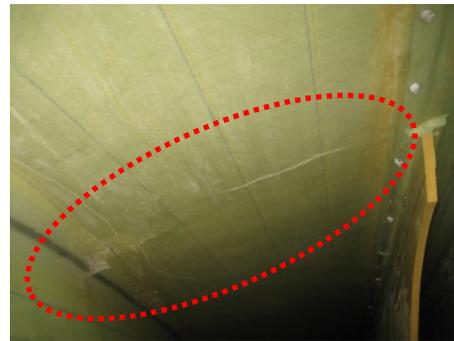
## 2号機 (ブレードB)



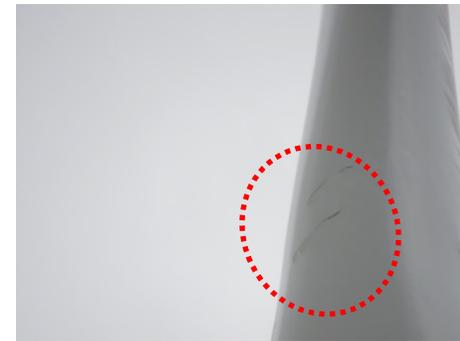
## 2号機 (ブレードC)



①ブレード根本部クラック (左: 外側 右: 内側)



①ブレード根元部クラック (内側)



②ブレード根元部クラック (外側)



②ブレード根元部クラック (外側)



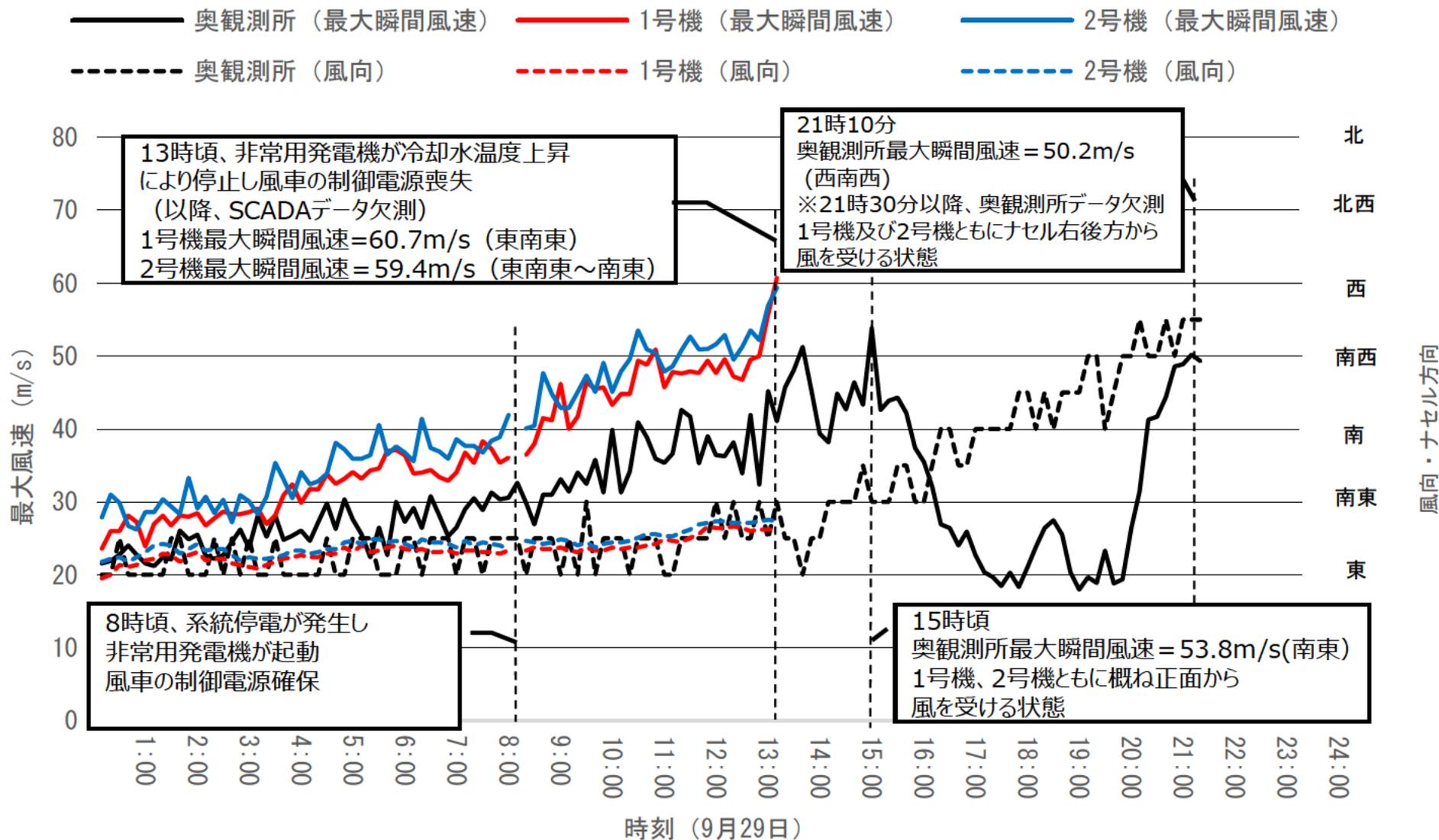
③ブレード根元部クラック (内側)



③ブレード根元部クラック(左: 内側 右: 外側)



# 5. 台風時の風向風速データ (SCADA・奥観測所データ)



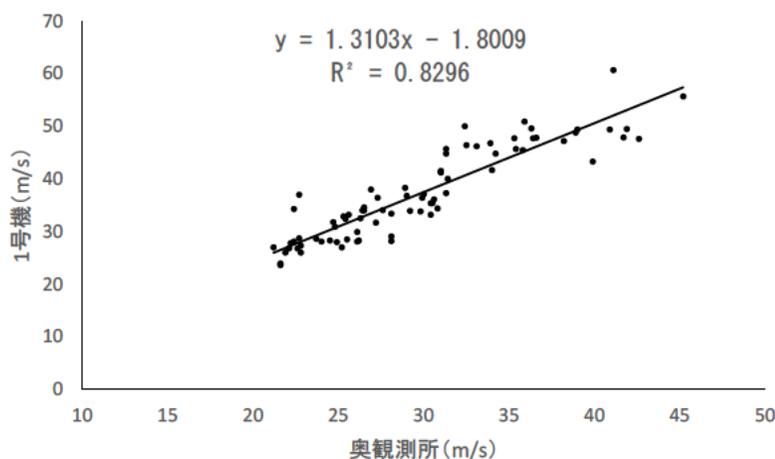
## 6. 最大風速の推定

使用したデータは、1号機及び2号機のナセル高での最大瞬間風速と奥観測所で記録されている最大瞬間風速とした。

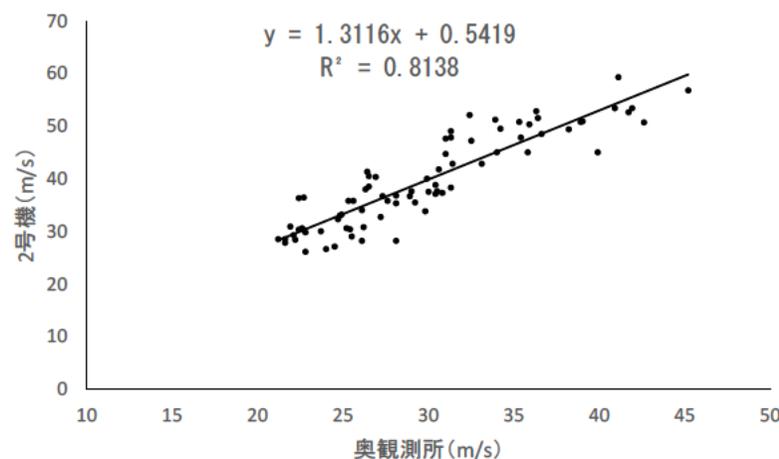
ただし、楚洲風力発電所のデータに欠測があったことから、0時から13時10分までのデータとしている。

(a) , (b) に示した近似式から、台風通過前（15:00）と台風通過後（21:10）の1号機及び2号機ナセル高での最大瞬間風速を推定した。

楚洲風力発電所と奥観測所の最大瞬間風速の相関関係



(a) 1号機－奥観測所



(b) 2号機－奥観測所

1号機及び2号機のナセル高での最大瞬間風速（推定）

| 時刻    | 奥観測所           | 1号機      | 2号機      |
|-------|----------------|----------|----------|
| 15:00 | 53.8 m/s (南東)  | 68.7 m/s | 71.1 m/s |
| 21:10 | 50.2 m/s (西南西) | 64.0 m/s | 66.4 m/s |

## 7. ブレード損傷の原因推定（台風通過前・後の風車状態及び風況状況）

【台風通過前（9/29,15:00）】

風車のナセル方向

1号機 東南東

2号機 東南東～南東

奥観測所のデータから推定した最大瞬間大風速（風向）

1号機 68.7m/s（南東）

2号機 71.1m/s（南東）

概ね正面からの風を受ける状態



【台風通過後（9/29,21:10）】

風車のナセル方向（※）

1号機 東南東

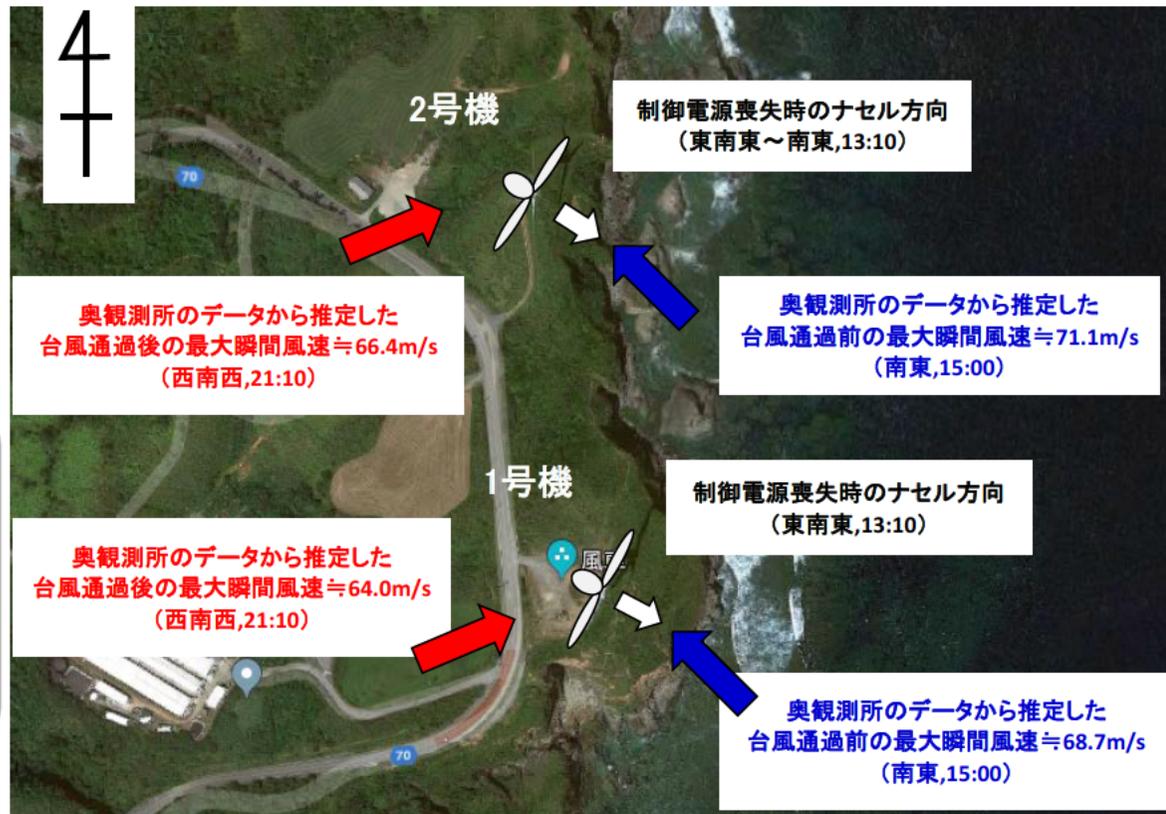
2号機 東南東～南東

奥観測所のデータから推定した最大瞬間風速（風向）

1号機 64.0m/s（西南西）

2号機 66.4m/s（西南西）

ナセル右後方からの風を受ける状態



台風通過前・後の風車状態及び風況状況（推定）

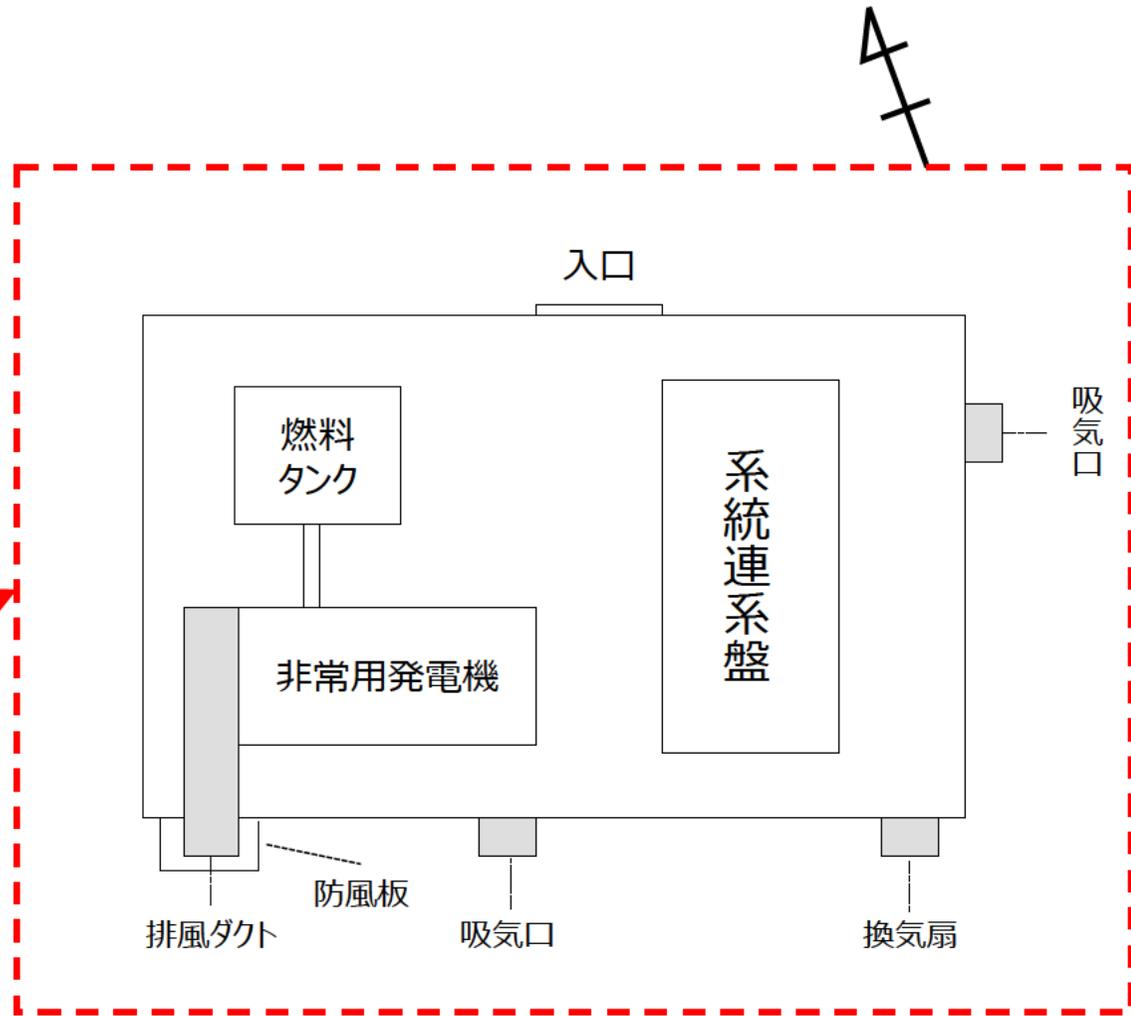
※ 制御電源喪失によりヨーモーターのバネブレーキが動作し、ナセルが固定されていたため、台風通過前と同じ方向（台風通過後の点検でも同方向であることを確認）。

## 7. ブレード損傷の原因推定

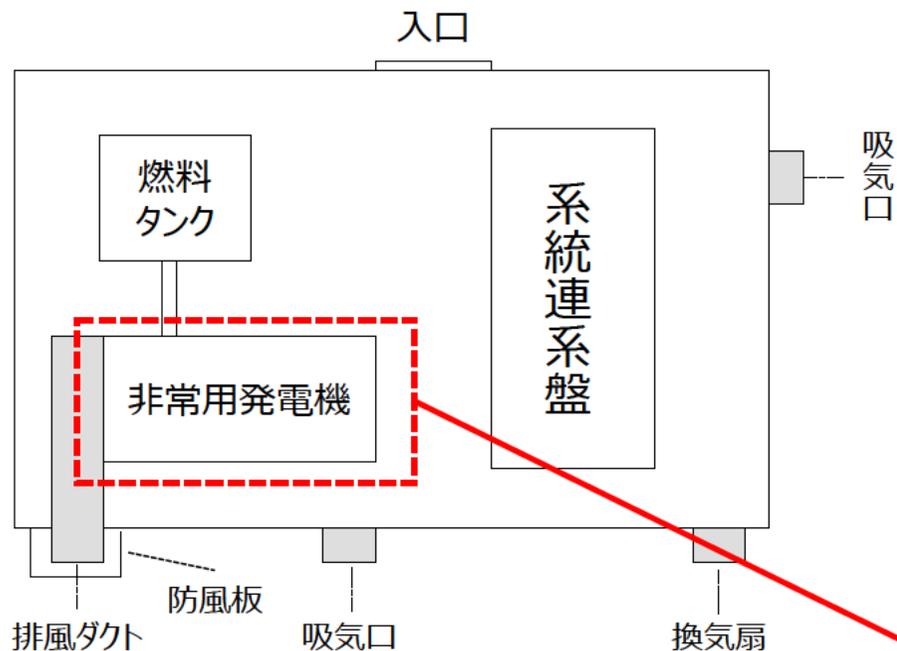
台風通過前は非常用発電機から風車の制御電源が確保され、ヨー制御により常に正面からの風を受けていたため、ブレードの損傷はなかったものと考えられる。

今回のブレード損傷の原因は、非常用発電機が冷却水温度上昇で停止したことにより風車の制御電源が喪失したため、ヨー制御が不能となりナセルが東南東～南東方向に固定された状態で、台風通過後にナセル右後方から風車の耐風速（クラスⅡ）である59.5m/sを超える風を受けたことにより損傷したものと推定。

## 8. 非常用発電機停止の原因推定（配置図）

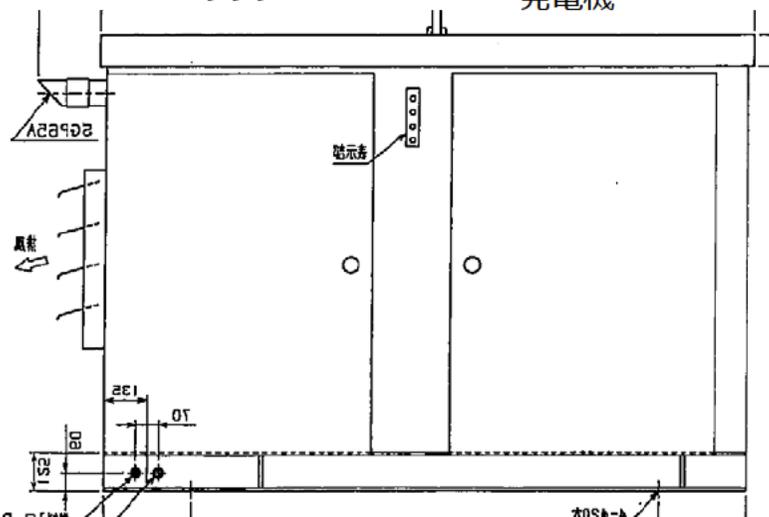
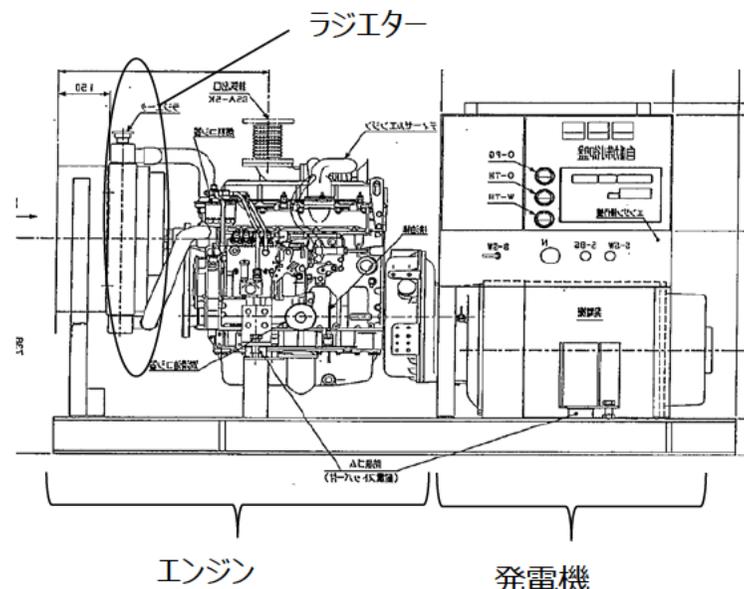


# 8. 非常用発電機停止の原因推定（非常用発電機仕様及び外形図）

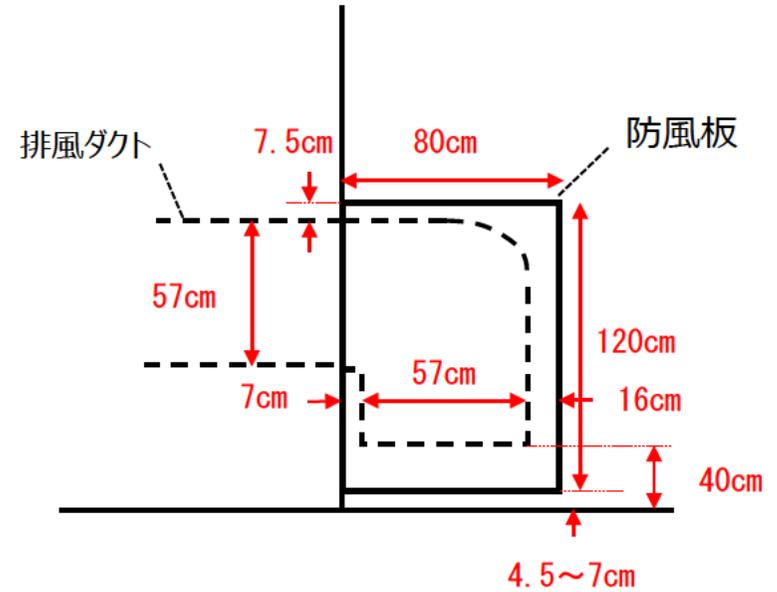
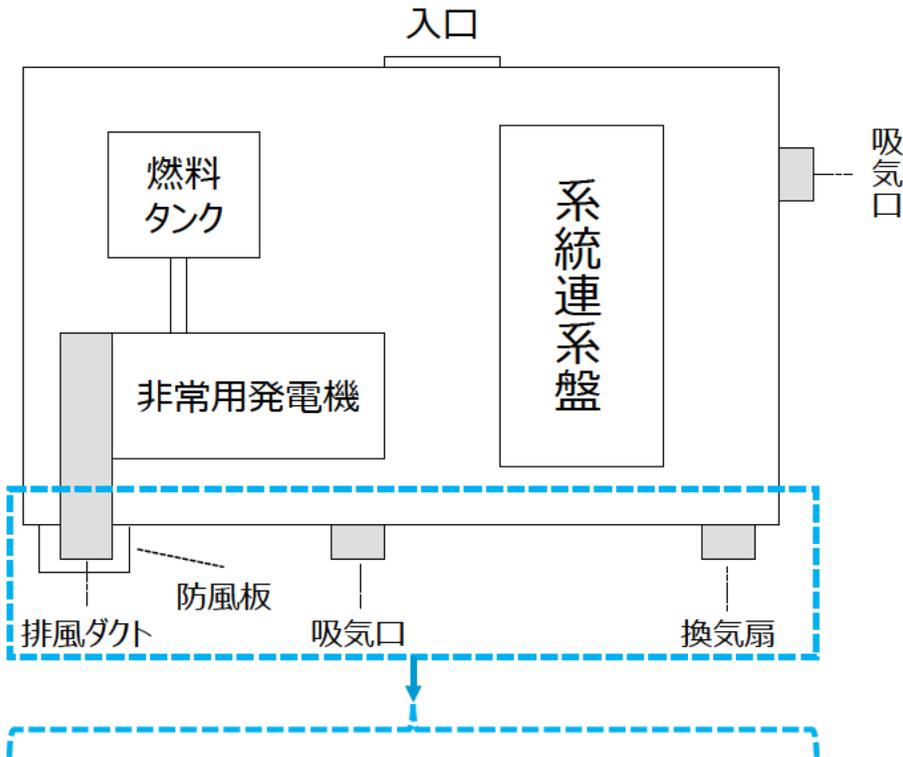


非常用発電機仕様（概要）

|             |         |
|-------------|---------|
| 型式          | YAP80   |
| 発電機容量       | 80kVA   |
| 冷却方式（発電機部）  | 空冷式     |
| 冷却方式（エンジン部） | ラジエター冷却 |



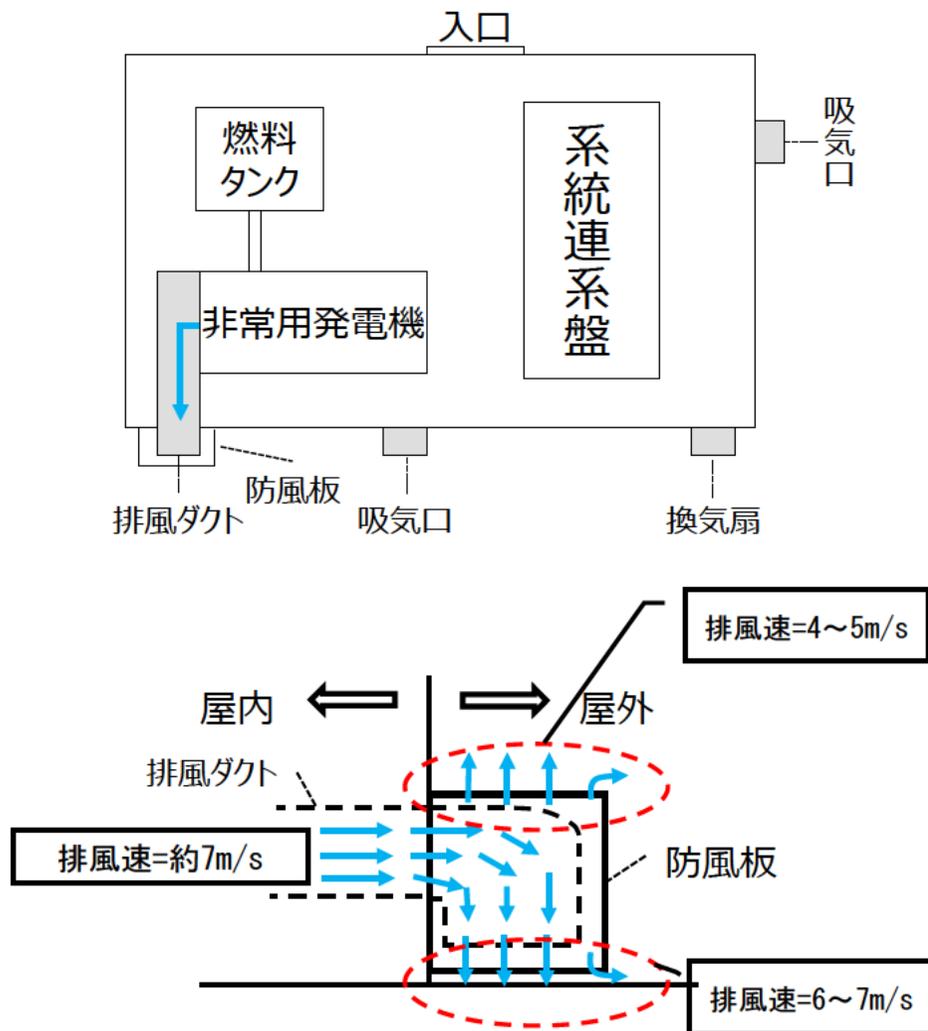
# 8. 非常用発電機停止の原因推定 (排風ダクト及び防風板の外形図)



【排風ダクト及び防風板の寸法】

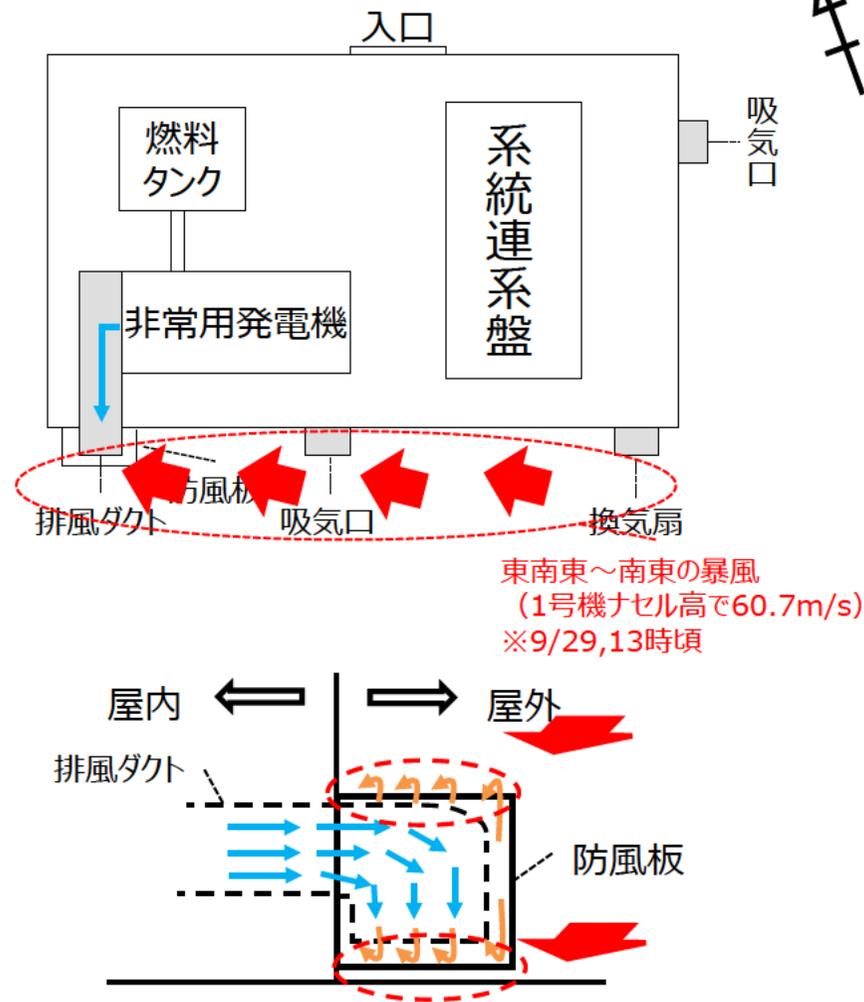


## 8. 非常用発電機停止の原因推定（排風の流れ及び冷却水温度（推定））



### 【平常時】

排風ダクトを通り、防風板の上下から排気する。  
冷却水温度は約70℃で飽和（2月25日実測値）。



### 【暴風時】

排風口（防風板の上下）に暴風が直接吹付け、  
冷却空気の屋外への排気が困難。  
冷却水温度は上限値（105℃）に達し、非常用  
発電機が停止。

## 8. 非常用発電機停止の原因推定

非常用発電機停止の原因は、非常用発電機の冷却ファン排風口（防風板の上下）に暴風が直接吹付けたことにより冷却空気の屋外への排気が困難となり、ラジエターの冷却機能が低下し、冷却水温度上昇により非常用発電機が停止したものと推定。

## 9. 復旧方法

ブレードの修理による復旧は可能ではあるが、輸送と修理による費用を踏まえるとコスト高となることや、工期も長期間となることが想定されるため、ブレード取替えにより復旧する（平成31年5月～6月予定）。

# 10. 再発防止対策

冷却ファン排風口に暴風が直接吹付けることがないように対策することで、再発防止を図る。

(案1) 屋内排気

(案2) 防風壁の設置

