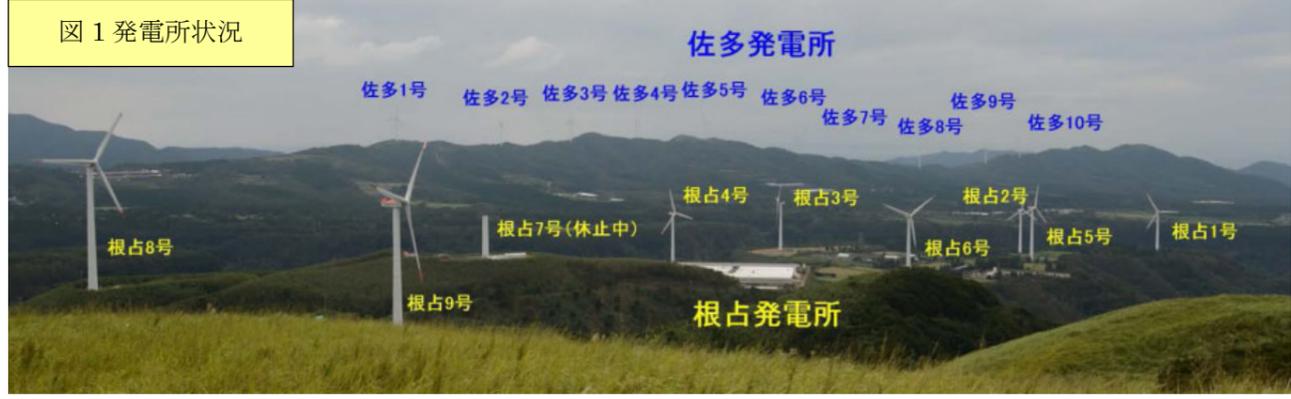


南大隅ウィンドファーム（根占発電所、佐多発電所）ナセルカバー損傷について（速報）

2016年12月9日  
 (株)ジェイウインドサービス

1. 南大隅ウィンドファーム（根占発電所、佐多発電所）について

根占発電所：2003年3月運転開始、IHI-NORDEX 1300 x 10基  
 佐多発電所：2004年3月運転開始、IHI-NORDEX 1300 x 10基  
 風車の耐風速は IEC Class I (50m/s 10分値 75m/s 3秒値)  
 施工事業者：石川島播磨重工業(株) (現株IHI)  
 事業会社：南九州ウィンド・パワー(株)、設置者 (株)ジェイウインドサービス  
 設立日：2000年4月 出資者 丸紅(株)、(株)豊島メック  
 株式譲渡：2009年2月 丸紅(株)の持分を JPOWER が全て譲受 (2016年9月現在 JPOWER 持分 99%、豊島メック 1%)



2. 台風16号について

2016年9月13日に発生した台風16号は、勢力を強めながら日本に接近し、根占発電所、佐多発電所の至近を通過したと見られる。報道によれば台風16号は、「20日午前0時、大隅半島の佐多岬付近を時速30km/hで東北東へ進んだ。中心気圧は945ヘクトパスカル、最大風速は45m/s、最大瞬間風速は60m/s。半径110km以内が風速25m/s以上の暴風域、北西側440km以内と南東側280km以内が風速15m/s以上の強風域」とされている。

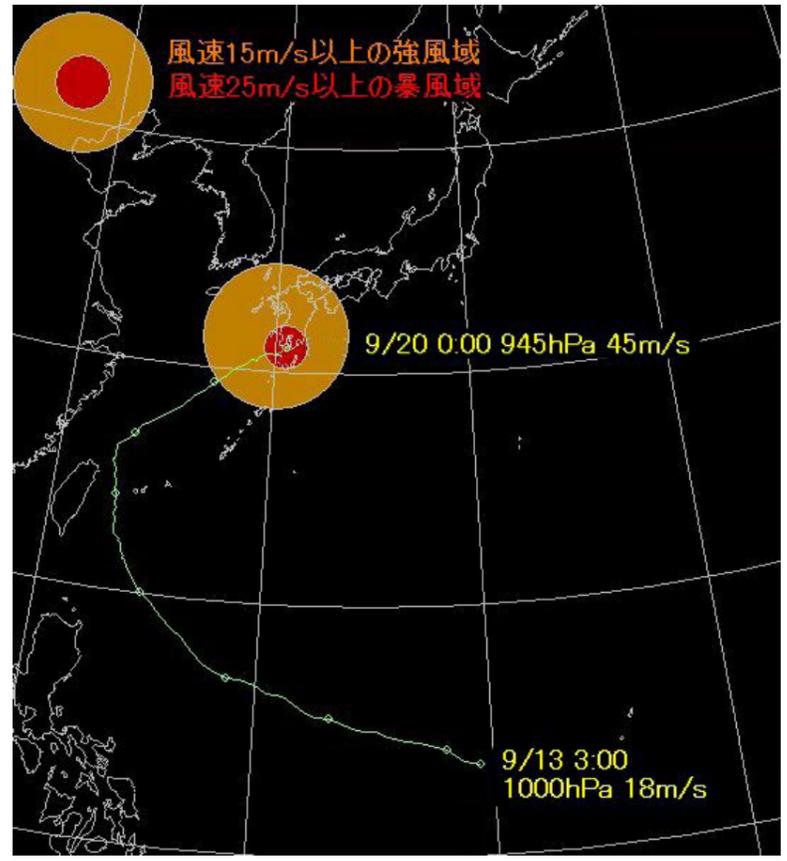


図4 台風16号経路  
 (国際気象海洋 Web サイトより引用)

3. 台風16号による被害状況

台風16号による南大隅ウィンドファームの被害状況を表1に示す。

表1 台風16号による南大隅ウィンドファームの被害状況

【根占発電所】	【佐多発電所】	【33kV送電線、通信ケーブル】
(1) 風車 ①ナセル上カバー飛散※1 1、3、6、8、10号機、(地上置の7号※2) ②ナセルカバー内部損傷 2、4、5、9号 (2) 6.6kV配電線、通信ケーブル 6箇所にて断線等あり (3) 変電所 制御盤扉損傷	(1) 風車 ①ナセル上カバー飛散 2、9号機 ②ラジエーターカバー損傷 1、7、8号機 (2) 6.6kV配電線、通信ケーブル 3箇所にて断線等あり	NTT専用線接触 2箇所 光ケーブル接触 3箇所 碍子破損 1箇所 腕金曲がり 1箇所 倒木 9箇所

※1 FRP製、最大重量約150kg、最大サイズ5.2m×3.4m×1.4m

※2 根占7号は2014年5月にタワー部分に筋状のへこみ(初期不整)が確認されたため、ナセルを取り外して地上置きしていた。その後根占4号ナセルカバー脱落時に、7号のナセルカバーを取り外して4号に取付け、下ろした4号のカバーを軽補修して、地上置きしていた7号に装着していた。今回、このナセルカバーも飛散している。



図5 根占8号損傷状況（上カバー飛散例）



図6 佐多1号損傷状況（ラジエーターカバー損傷例）

#### 4. 過去におけるナセルカバーの脱落

根占、佐多両発電所では、表2に示す通り2004年8月、2005年9月、2014年6月の3回ナセルカバー脱落事故が発生している。

表2 ナセルカバー脱落の発生状況

日時	台風	カバー脱落原因	カバー脱落
2004年8月30日	台風16号	後方からの風の吹き込み	根占7号、佐多5、9号
2005年9月5～6日	台風14号	後方からの風の吹き込み	佐多3、5、6、7号
2014年6月20日	なし	後方からの風の吹き込み	根占4号

2004年、2005年の事故時は、台風接近時に停電でヨー制御が停止した後、風向が変わり後方から風がナセルに吹き込むことで、ナセルが飛散している。その後主要な再発防止対策として

- 台風接近時は非常用ディーゼル発電機でヨー電源を確保する。
- ナセルカバーをラッシングベルトで固縛する。

を実施し、今回事故まで本対策は有効であった。

2014年6月の事故時は、台風対策のラッシングベルト固縛をせずに、メンテナンスのためヨー制御を停止していた際に、ナセル後方から強風（約20m/s）を受けてナセルカバーが飛散している。

このように、過去に発生したいずれの事故も、後方からの強風がナセルに吹き込み、カバー飛散に至ったものであった。



図7 後方からの風の吹き込みによるナセルカバー損傷（2004年事故報告書より）

ヨー電源確保とナセルカバーのベルト固縛対策は、これまでカバー脱落防止に有効に機能しており、今回も台風接近に備え、9/19 13:00にヨー電源の非常用ディーゼルへの切り替えを実施し、ベルト固縛も確認していた（ベルトの緩みや劣化は発生していない）。しかしながら今回、複数台のナセルカバーが飛散している。

#### 5. 事故当時の風況の推定

非常用ディーゼル発電機使用中は、ナセル風速計で計測された風速データが、サーバーに伝送されない仕様になっていた（その後改修）ため、風速データは風車内のコントローラにしか保存されていなかった。このうち、コントローラからデータをダウンロードできたもの（佐多5号最大37m/s、佐多6号最大41m/s、佐多8号最大45m/s）から推定すると、事故当時のハブ高風速は風車の設計風速50m/sに対して、40～45m/s程度であったと推定される。

表3 各地点の風速

地点	標高	年平均風速	今回最大風速（10分平均）	10m高換算
田代アメダス	182m	1.5m/s (6.5mマスト)	20.8m/s	23.1m/s
根占	355m	6.2m/s (20mマスト)	40～45m/s (佐多風速より推定)	25.6～28.8m/s
佐多	438m	5.8m/s (30mマスト)	40～45m/s (ナセル風速計データ)	25.6～28.8m/s

根占、佐多の年平均風速は、開発時のマスト計測データ

サイトの基準風速  $V_0$ （地上高10mで50年に1度発生する年最大風速）は40m/sである。ナセル風速計で記録されているハブ高風速（60m高にて40～45m/s）を、下記の数式を用いて、地上高10mでの風速に換算すると、25.6～28.8m/sとなる。根占、佐多地点では標高が高い分、田代アメダス地点よりは強い風が吹いていたと考えられるが、基準風速  $V_0$  と比べると事故当時の風速は小さかったものと推定される。また風車近傍の畜舎等の損傷状況からも、基準風速  $V_0$  を越えるような暴風は吹いていなかったものと推定される。

$$\text{風速換算式 } V_z = V_R \left( \frac{z}{z_R} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (n=4)$$

## 6. ナセルカバーの構造

南大隅ウィンドファームの風車ナセルカバーはFRP製であり、風車の損傷箇所は、可動式の上カバーもしくは、後部のラジエーターカバーであった。上カバーには、図9に示すオリジナルカバーと図10に示す改良カバーの2種類があり、今回被害を受けたものはオリジナルカバーであった。



図8 ノルデックス風車ナセルカバー

可動式上カバーの構造を、後方から前方を見た形で示したものを図9、図10に示す。

### オリジナルカバー

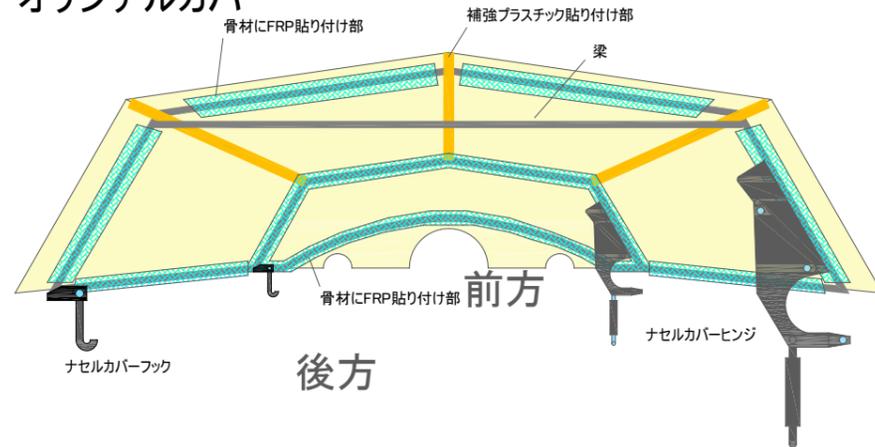


図9 オリジナルカバー

(建設当初の設計による上カバーであり、今回複数の風車にて大きな被害を受けている。)

### 改良カバー

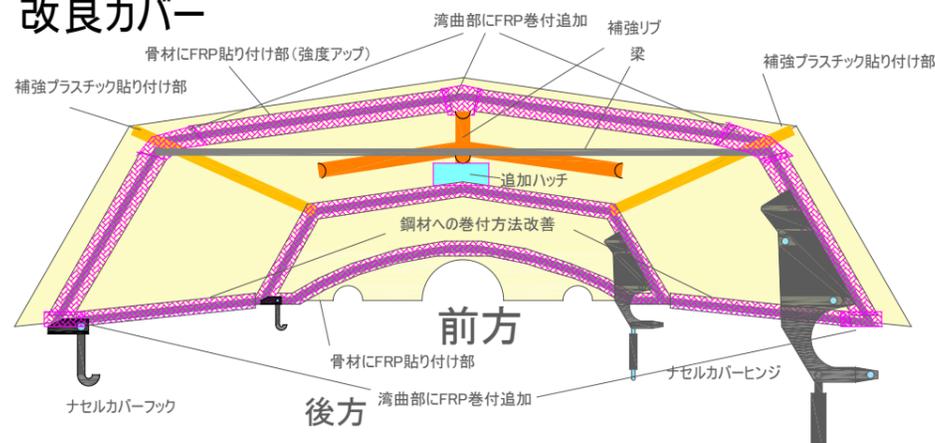


図10 改良カバー

(2005年にナセルカバーが脱落した後に、補強を加え再製作されたもので、佐多3号、佐多5号、佐多6号に取付けられている)

上カバーは鋼製のフレームにFRPを巻いた構造であるが、カバー脱落を免れたナセルの調査では、オリジナルカバーにおいて接合部が劣化していたり、隙間が空いている部分が多数確認された。3基の改良カバーは2005年にナセルカバーが脱落した際に、(株)IHI (EPC業者)が風車メーカーから購入したもの1基と、それを元にIHIマリンユナイテッド社が再製作したもの2基と思われる。改良カバーではオリジナルカバーと比べ、FRPと構造材の固定方法や天井部分の剛性などが改良されており、オリジナルカバーで見られた構造上の劣化は確認されていない。これら改良カバーは今回の台風では損傷を受けておらず、オリジナルカバーと比べた改良点が、今後の事故の原因の究明や再発防止策策定の手がかりになる可能性がある。

## 7. 原因究明と再発防止策検討の方向性について

過去に実施したナセルカバー脱落防止策は、ナセル後方からの風の吹き込みを原因としたものであった。今回は台風接近時にも風車のヨー制御は維持されていたと想定され、カバーの脱落の原因は後方からの吹き込みではなかった可能性が高い。現在カバー脱落の原因に関し、以下の可能性について調査中である。

- ① FRPの材料強度が不足していた可能性
  - ② 可動式上カバーの設計に構造的な問題があった可能性
  - ③ 可動式上カバーが劣化していた可能性
- そのために、以下の調査を実施している。

- ① FRPの強度試験を行い、FRP材料強度を確認する
- ② ナセルを実測して構造図面を作成し、構造解析を行う(土木学会風力発電設備支持物構造設計指針・同解説2010年版記載のナセルの平均風力係数を用いて、極値風速を受けた場合の耐久性を確認する等)

今後FRPの強度試験、ナセルカバーの構造解析の結果に基づき、ナセルカバーの再設計を含めた、抜本的な再発防止策を策定していく予定である。

### ナセル本体CAD図

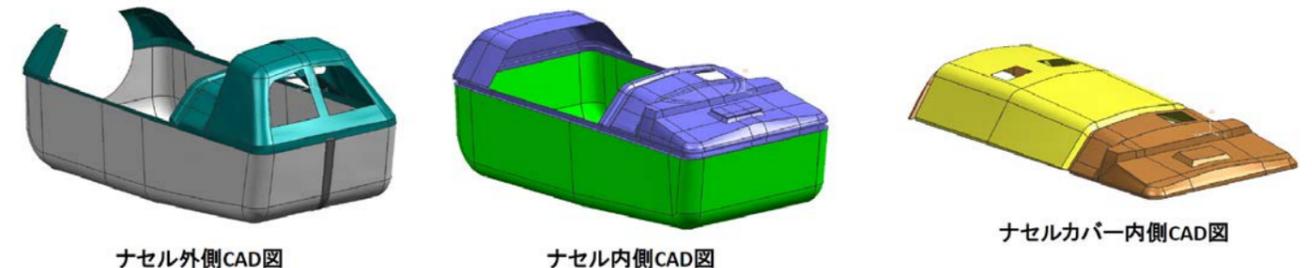


図11 ナセルカバーCAD化の例

## 8. 今後の予定(案)

今後の予定は以下の通り(検討や設計製作の進捗によっては変更の可能性あり)

- 12月~1月 FRP材料試験、構造解析
- 1月~2月 ナセルカバー設計
- 3月~4月 ナセルカバー製作
- 5月~ ナセルカバー据付

なお、損傷がなかった佐多3号、4号、5号、6号、10号は11月7日に暫定運転再開。

以上