



図 3-1-8 海ワシ類の飛翔軌跡(苫前：-平成 25 年度、●：風力発電施設)

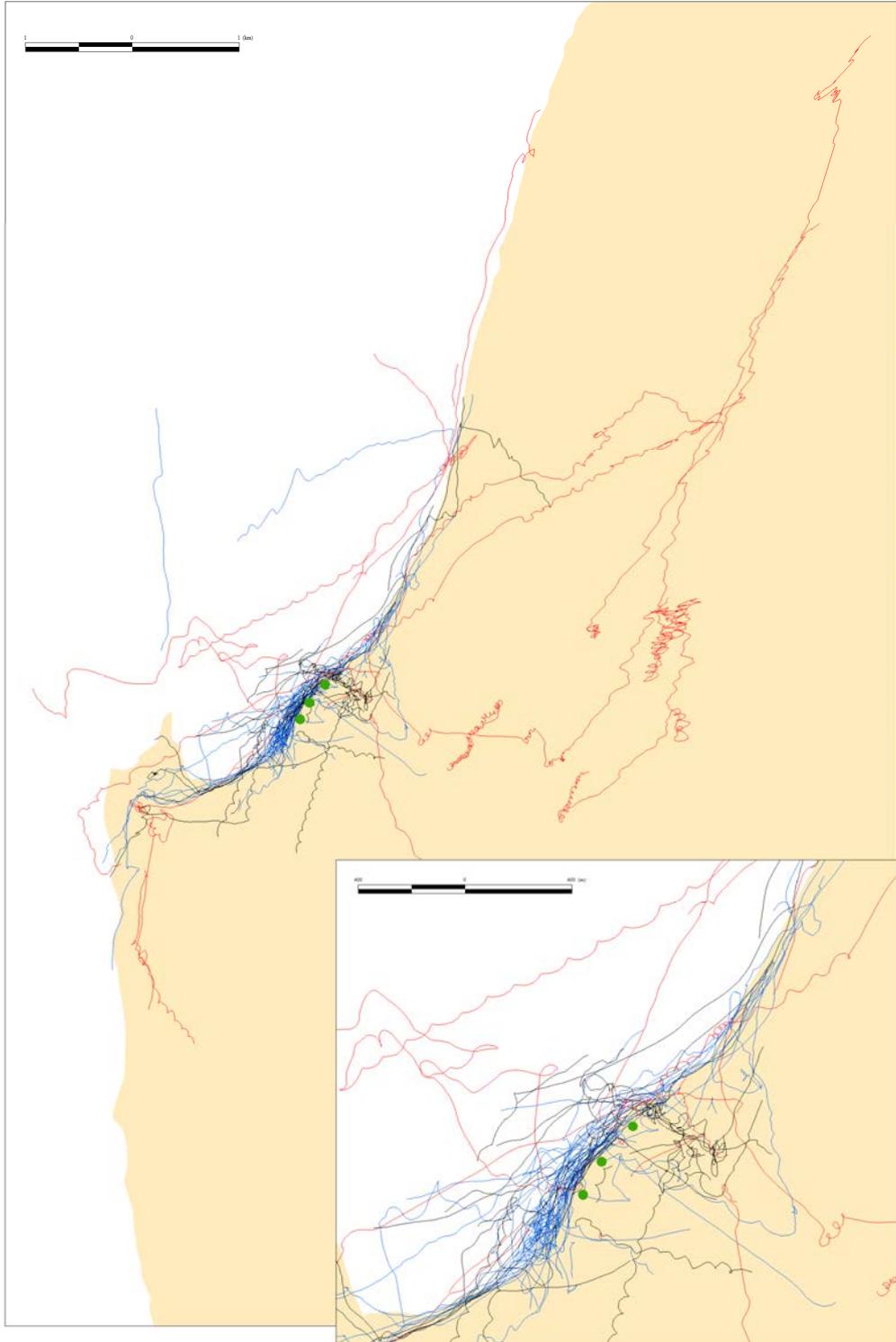


図 3-1-9 海ワシ類の飛翔軌跡

(苫前：-平成 20 年度、-23 年度、-25 年度、●：風力発電施設)

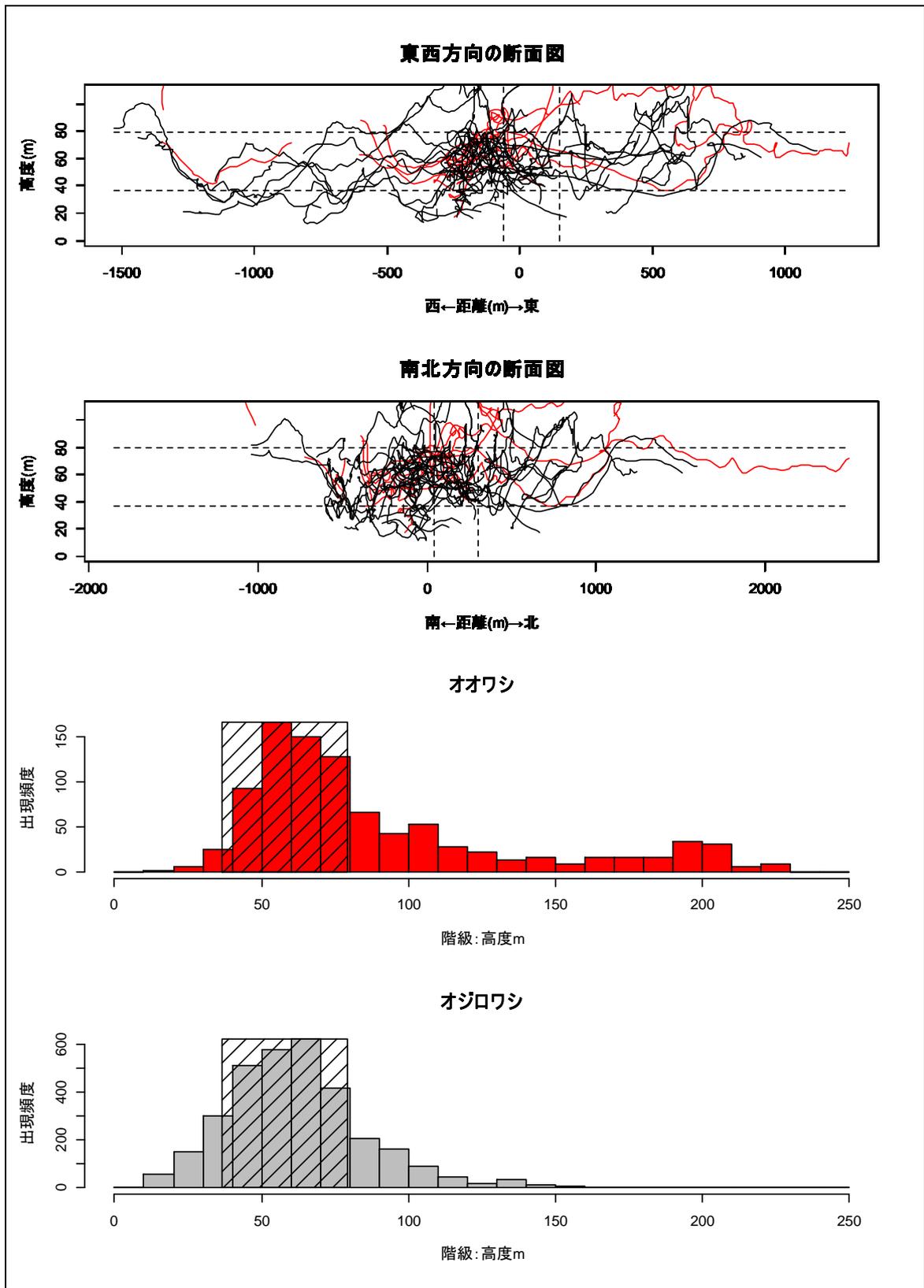


図 3-1-10 海ワシ類の飛翔軌跡(苫前：平成 23 年度、図 3-1-7 の軌跡図をもとに東西・南北方向から全軌跡を描画。断面図中の点線(……)とヒストグラムの網掛けは、風車ブレード回転空間)

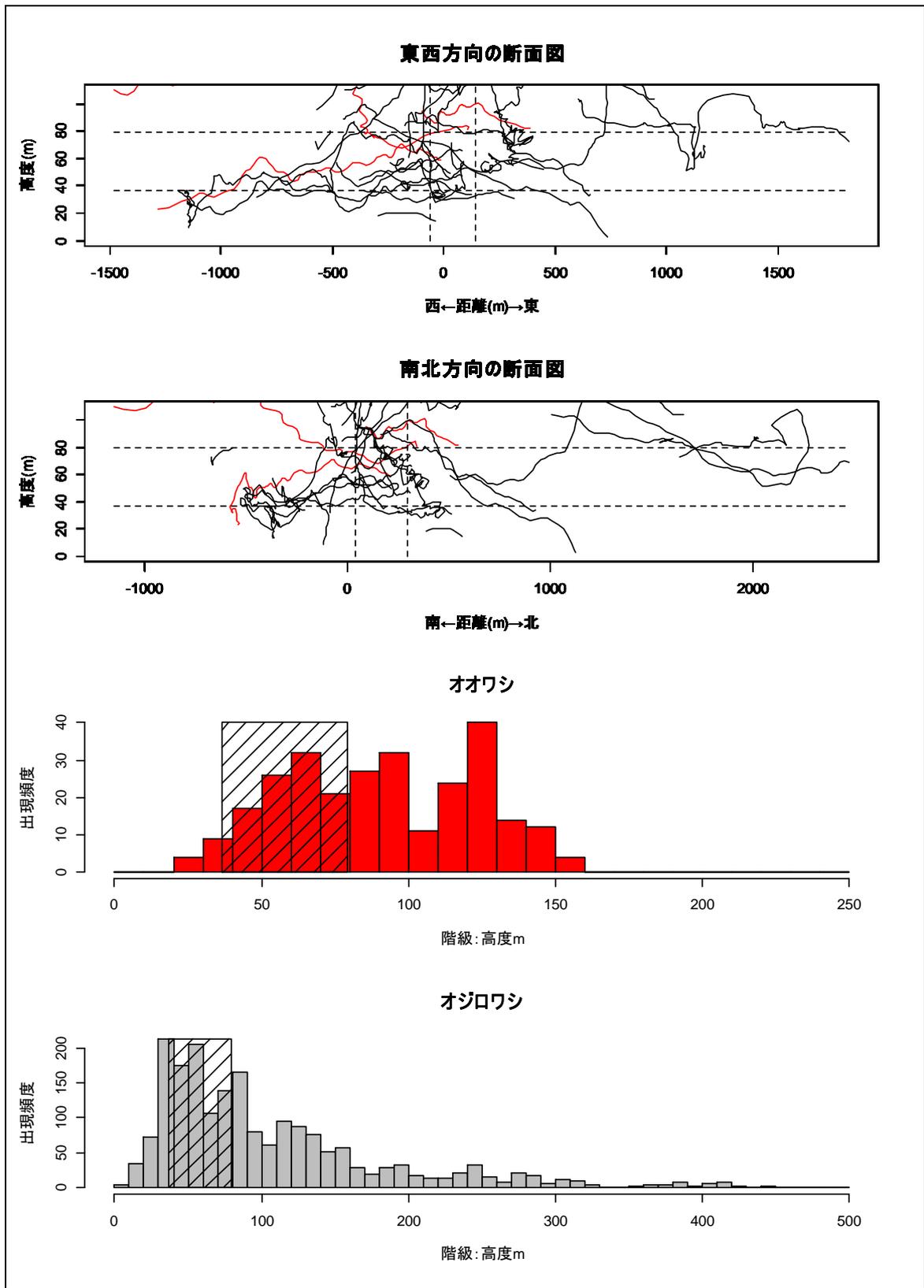


図 3-1-11 海ワシ類の飛行軌跡(苫前：平成 25 年度、図 3-1-8 の軌跡図をもとに東西・南北方向から全軌跡を描画。断面図中の点線(……)とヒストグラムの網掛けは、風車ブレード回転空間)

せたな町での調査

調査は平成 26 年 1 月 26 日から 31 日および 2 月 24 日から 29 日に実施したが、海ワシ類が風力発電施設周辺で観察できたのは 1 月 28 日、2 月 25 日、28 日に集中しており、そのほかの日にはほとんど観察することができなかった。これらの日は西寄りの風が吹いていた。過年度の苫前町で行った調査で、海岸段丘に海側から風が吹きつける日には段丘でおきる上昇風を使って海ワシ類が多く飛行することが確認されている。本調査地は、あまり段丘の発達していない地形だが、それでも西風の吹いた日には段丘上で上昇風をつかんで飛行高度を上げて飛行するオジロワシやカモメ類が観察できたので、本調査地も苫前と同様に風向が海ワシ類の飛行頻度を決める要因になっている可能性がある。

また、海ワシ類の飛行経路は、風力発電施設に近づくと海側に離れたり、風力発電施設を通過すると陸側に近づいたりする風力発電施設を回避していると考えられるものが多かった (図 3-1- 12)。

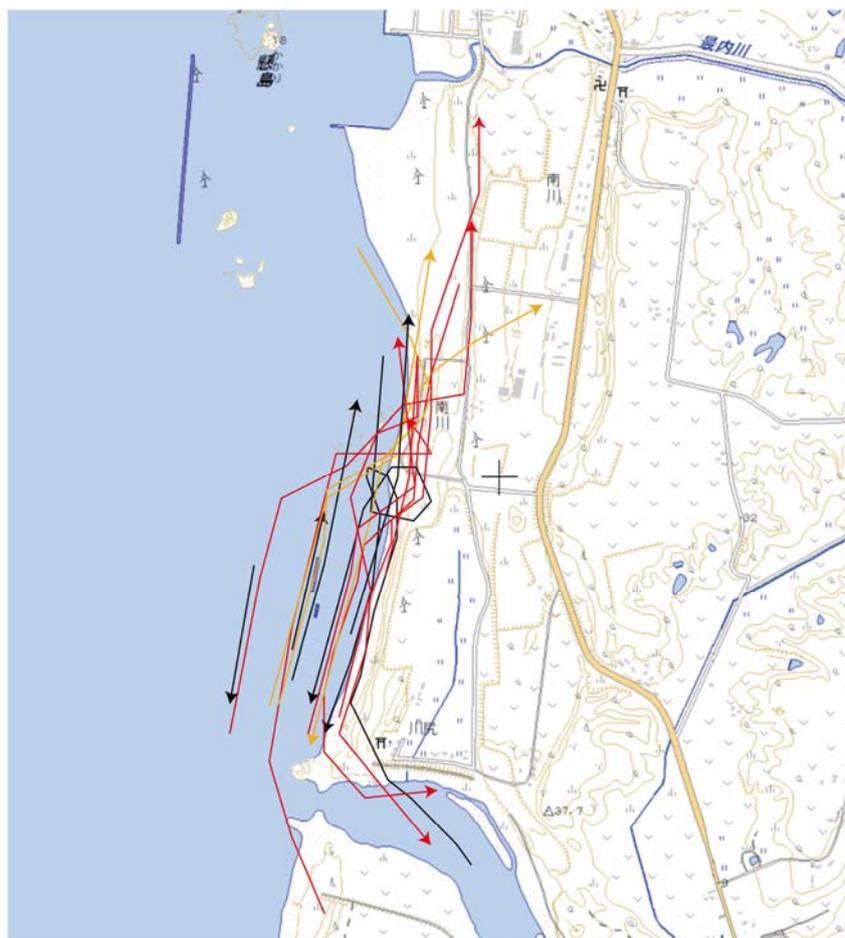


図 3-1- 12 目視により記録した海ワシ類の飛翔軌跡

(赤が風力発電施設を回避した推測されるオジロワシの飛行軌跡、黒が回避行動の見られなかった飛行軌跡、オレンジは風力発電施設を回避した推測されるオオワシの飛行軌跡)

海岸から風力発電施設までの距離とほぼ同じ距離の位置に設定した定点 C と海ワシ類の

飛行位置との距離は、オジロワシで $17.9 \pm 14.8\text{m}$ (範囲 1-44m n=8)、オオワシで、74.2 m と 112m だった。オジロワシの方が距離が短い点は苫前と一致していた。また、両種とも苫前よりも距離が短かった。苫前は風車群のなかに定点があり、せたなでは、風力発電施設より 200m 程度北側に定点があった。前述したように、風力発電施設を通過すると、海ワシ類は海寄りから内陸寄りへと近づいてきていたので、それがこの違いをもたらしたものと考えられる。

来年度以降、地上マーカを設置したときに、この距離がより離れるのかどうかをみることで、地上マーカの効果の有無を検証したい。

1月の調査ではセオドライトで10例(オジロワシ8例、ケアシノスリ2例)、2月の調査では5例(オオワシ1例、オジロワシ4例)を得ることができた。飛翔軌跡と高度別出現頻度を図 3-1- 13～図 3-1- 15 に示す。

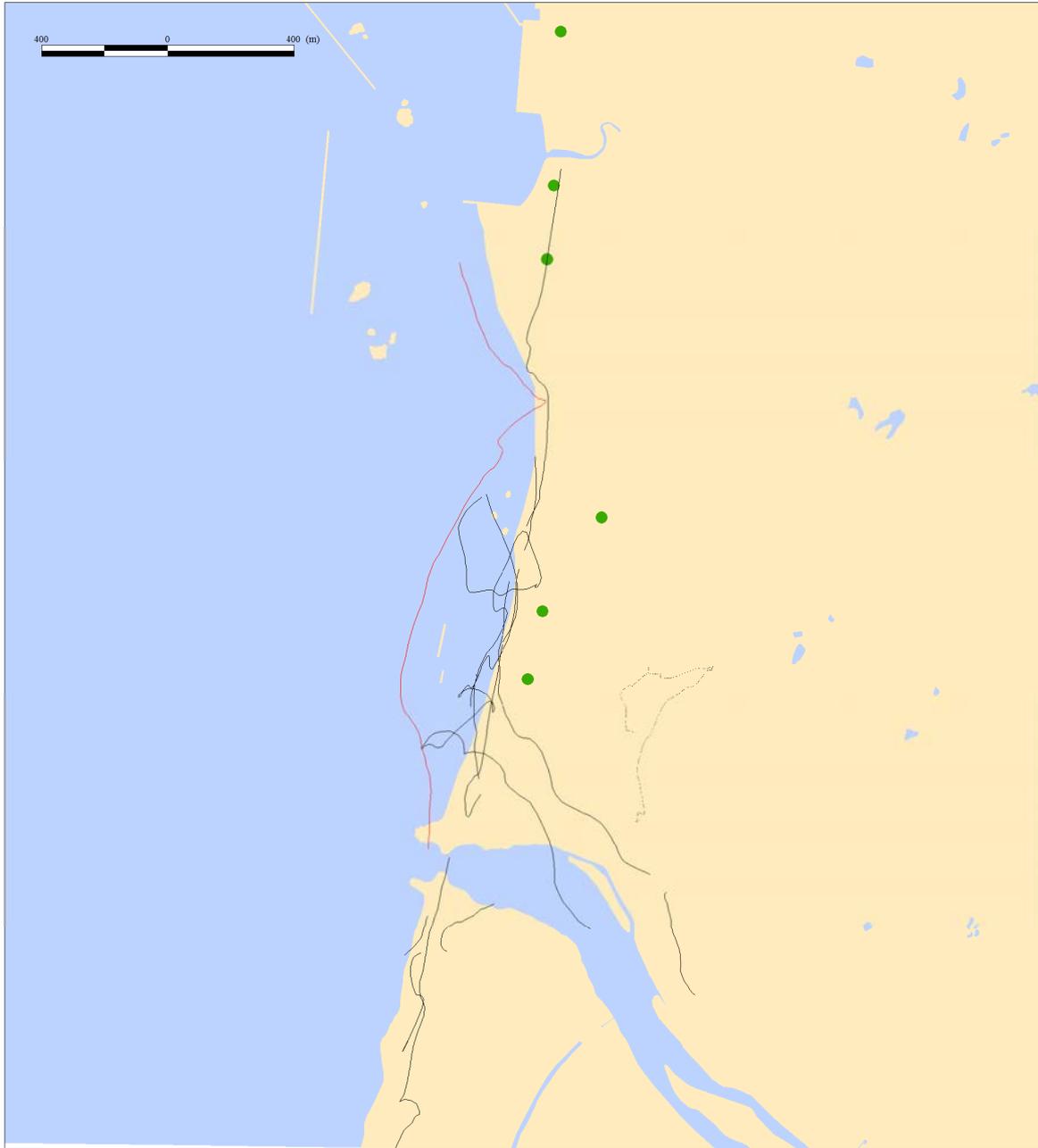
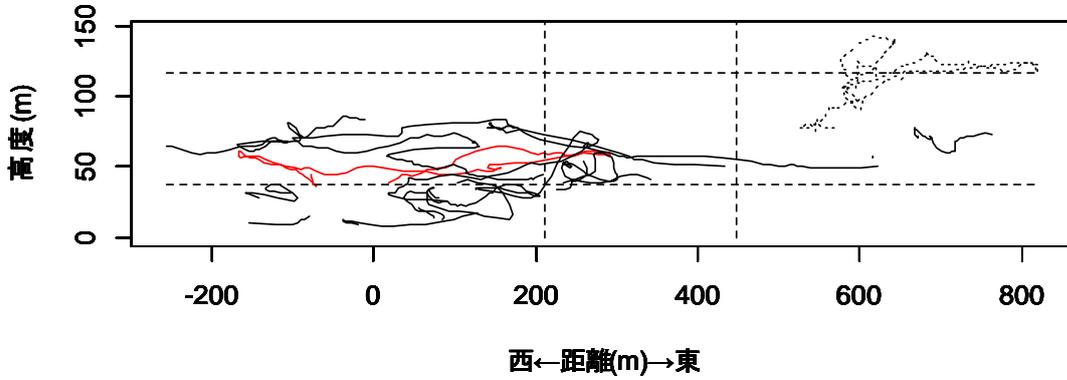


図 3-1-13 海ワシ類の飛翔軌跡

(せたな：平成 25 年度、-：オジロワシ、-：オオワシ、...：ケアシノスリ)

東西方向の断面図



南北方向の断面図

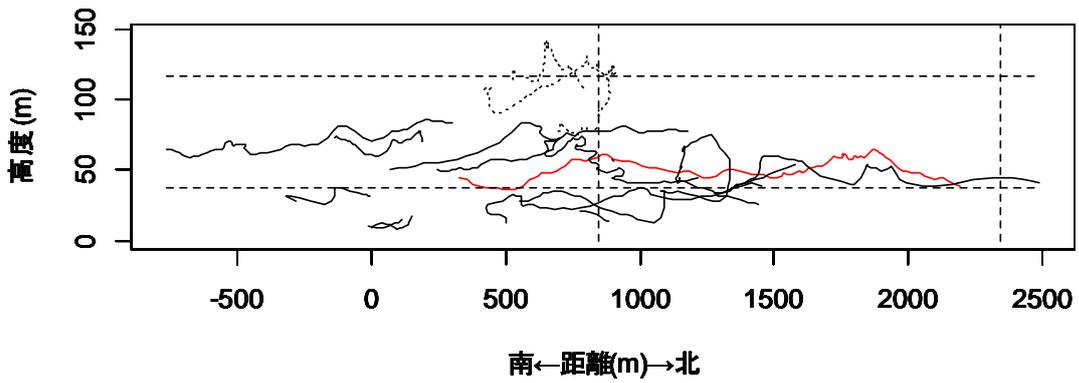


図 3-1-14 海ワシ類の飛翔軌跡(せたな：平成 25 年度、図 3-1- 13 の軌跡図をもとに東西・南北方向から全軌跡を描画。断面図中の点線(.....)は、風車ブレード回転空間)

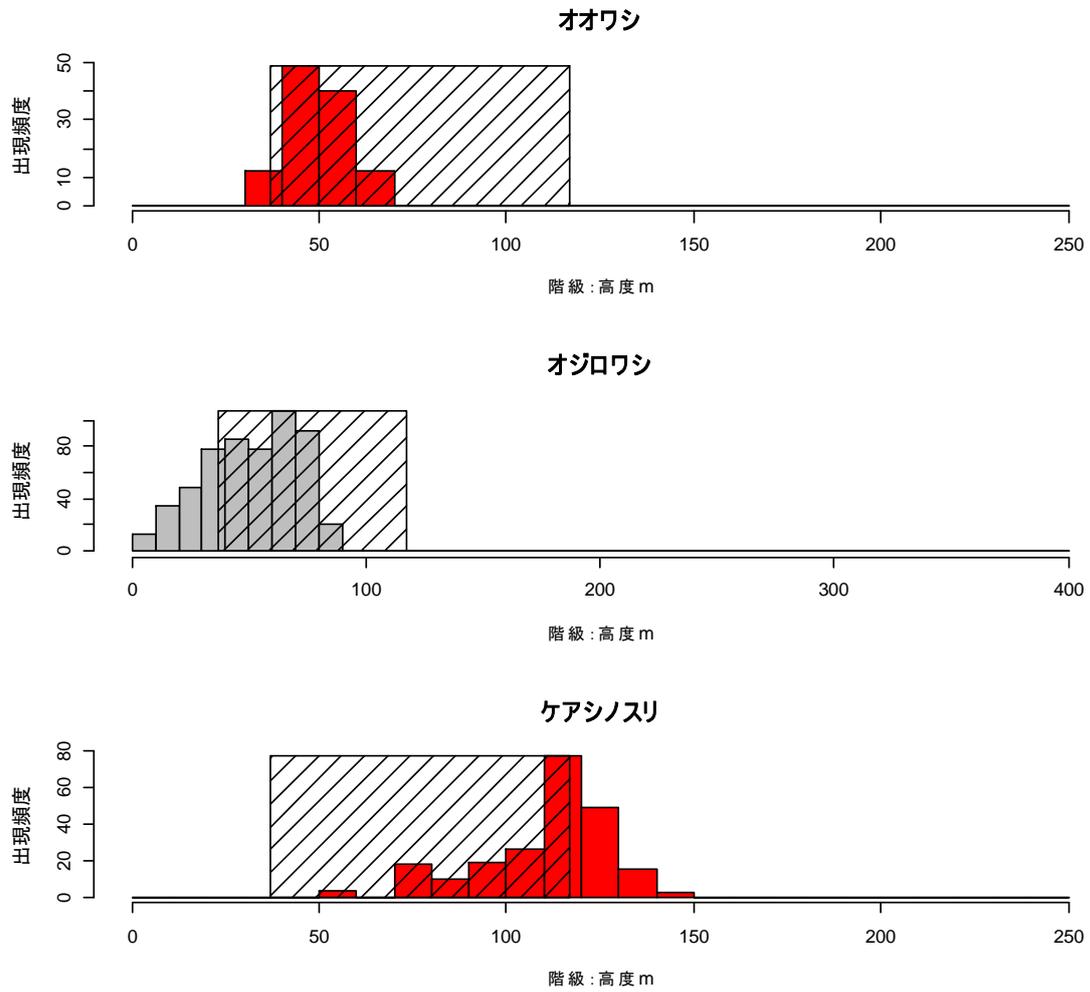


図 3-1-15 海ワシ類の高度別出現頻度(せたな：平成 25 年度、図 3-1-13 の軌跡図より作成
 ヒストグラムの網掛けは、風車ブレード回転空間)

3.1.2 餌資源の検証調査

平成 22 年度の調査で、海ワシ類の衝突が、海岸線の崖の風力発電施設で多いことが明らかにされている。その原因として、海岸線の崖は吹きつける風によって上昇風が生じ、それを利用して海ワシ類が飛行するため、飛行頻度が高いことがあげられる。しかし、平成 23 年度の調査により、海ワシ類が風力発電施設を回避していることが明らかになっており、飛行頻度が高くても必ずしも衝突が生じるわけではない。考えられる衝突の理由の 1 つとして海岸線に打ち上げられる海ワシ類の食物となる魚類や海獣類などが、海ワシ類を誘引するとともに、海ワシ類が食物に気をとられてしまうことにより、風力発電施設の危険を認識することができず、衝突が生じる可能性が考えられる。そこで本調査では、海岸に食物がある場合とない場合でのワシの行動を記録することで、この可能性を検証することを目的とする。

[調査方法]

調査は根室の落石岬で行った（図 3-1-16）。平成 26 年 1 月 19 日から 25 日および 2 月 10 日から 15 日に実施した。この 2 回の調査のそれぞれ前半の 3 日間を食物がない状態での海ワシ類の行動、後半の 3 日間を食物のある状況での海ワシ類の行動を記録した。食物は小さな食物では海ワシ類が気づく前にハシブトガラス等に食べられてしまうため、シカの死体およびサケ（新巻鮭を水で戻したもの）を設置した（図 3-1-17）。



図 3-1-16 調査地点図（落石岬）



図 3-1- 17 食物として設置したシカとそれに集まるハシブトガラス



図 3-1- 18 撮影したビデオ映像のサンプル

(左：正面を向いて飛ぶオジロワシ、右：下を向いて飛ぶオジロワシ)

食物の有無にともなう海ワシ類の行動の違いは、周囲を飛行する海ワシ類をビデオ撮影することにより行った。撮影したビデオを後日再生し、海ワシ類の頭が向いている方向（前方あるいは下：図 3-1- 18）別の時間をストップウォッチで記録した。そして、20 秒以上の記録がとれたものを対象に、下を向いて飛んでいる時間の割合を計算した。そして、それがオジロワシとオオワシの種による違い、成鳥と幼鳥（含む亜成長）の年齢による違い、そして食物の有無による違いについて比較した。

[結果および考察]

食物のない状態とある状態でそれぞれ6日ずつの調査を実施した。食物のない状態で調査を実施した1月21日と2月10日は雪が強く降っており十分なデータをとることができなかったが、それ以外の日にはデータをとることができた。20秒以上海ワシ類が見ている方向を把握できたのは食物のない状態のオジロワシ76例、オオワシ46例、食物のある状態でオジロワシ70例、オオワシ38例だった。

これらの記録について下を見て飛んでいる時間の割合を食物のない場合とある場合で比較すると、食物のある場合の方がより長い割合下を見て飛んでいる個体が多かった(図3-1-19)。多くの場合は下を見たり、正面を見たりというくりかえしで飛んでいたが、長い場合はオジロワシで連続44秒、オオワシでは連続47秒下を見て飛んでいた。下を見ている場合はゆっくり飛んでいることが多いので、その飛行速度を仮に時速20km程度として計算すると、正面を見ない状態で250m程度進むことになる。こうした場合、風力発電施設を認識できずに事故につながる危険性もあるだろう。

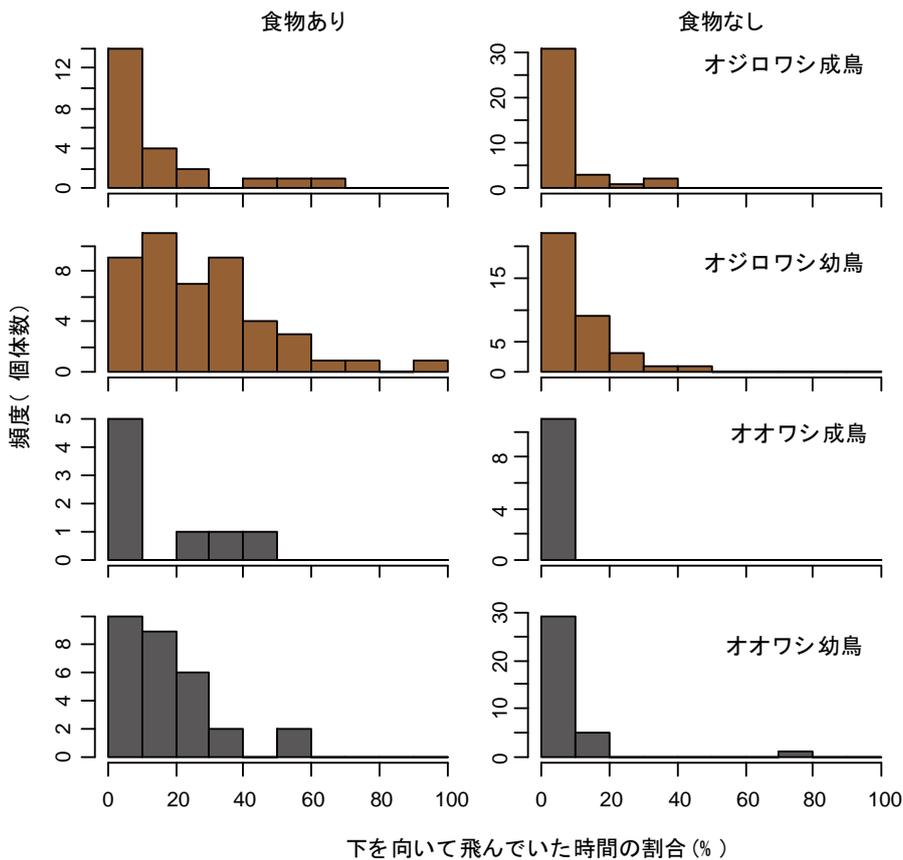


図3-1-19 食物がある場合とない場合でのオジロワシとオオワシが下を向いて飛んでいる時間の割合の違い

また、オジロワシとオオワシで比べるとオジロワシの方が下を見ている割合が高いことが多く（図 3-1- 20）、成鳥と幼鳥でも幼鳥の方がより下を向いていることが多かった。さらに定量化はできていないが、オジロワシの方が深く首を曲げて下を見る傾向があった。こうしたこともオジロワシでそしてより若い個体で風力発電施設との衝突事故が多い要因の1つとなっている可能性がある。

「3.2 海ワシモニタリング調査」で示したように、本年の調査結果から海ワシ類が風車に衝突する原因として、飛行中の他個体との干渉が考えられた。そこで、食物のある場合とない場合で、他個体との干渉の割合に違いがあるかどうかを検討したところ、食物がない場合は他個体との干渉はあまり記録されなかったが、ある場合には、カラス類あるいは海ワシ類との飛行中の干渉が観察された（図 3-1- 20）。したがって、食物の存在は、飛行時の視線方向だけでなく、他個体との干渉をもととして、海ワシ類の風力発電施設への衝突の危険性を高めると考えられる。

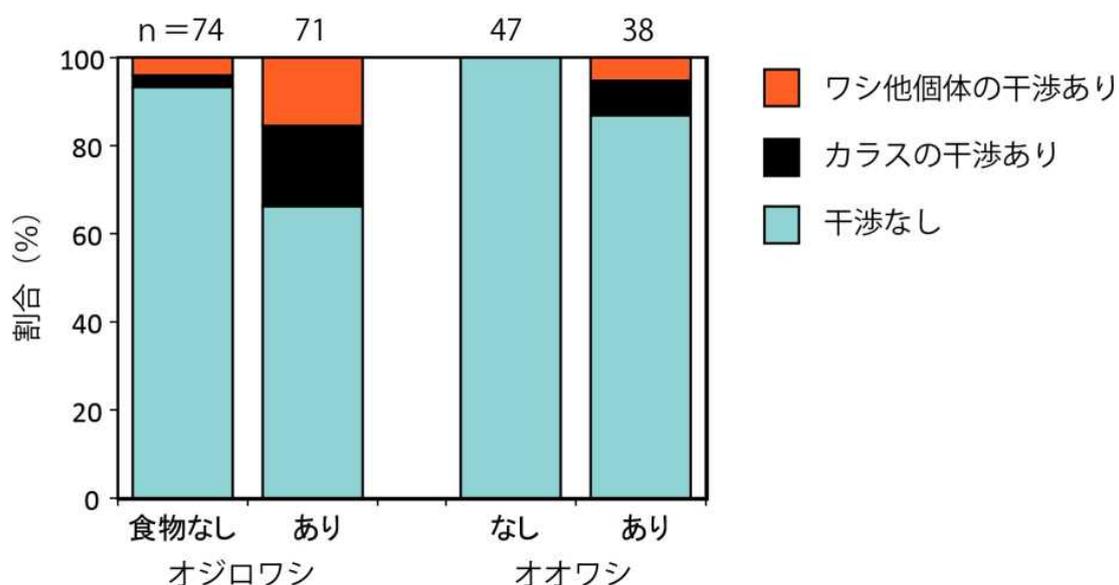


図 3-1- 20 食物がある場合とない場合でのオジロワシとオオワシの他個体との干渉が生じる割合の比較

3.1.3 衝突感知センサの開発・検証調査

衝突を感知するセンサの開発・検証を行う。当該センサは、平成 19～21 年度業務において先行開発されたものがあり、これは風力発電施設基礎部に設置するものであった。

今回は、その成果に基づき、より衝突の感度が上がるブレードに接着するものを開発し、検証を行うこととした。

表 3-1-2 衝突感知センサの年度別作業項目

年度	内容
平成 25 年度	感知センサの設計及び試作品の作成
平成 26～27 年度	試作品をブレードに設置し、動作試験を実施する。動作試験の終了時には、試作品を回収し、検証結果を総合的に検討し当該センサを完成させる。

次頁以降にイメージ図（図 3-1- 21）、ケース外観図（図 3-1- 22）、本体ユニット外観図（図 3-1- 23）、無線ユニット外観図（図 3-1- 24）、取り付け参考図（図 3-1- 25）、アンテナ～ロガー間の結線図（図 3-1- 26）、ロガー結線図（図 3-1- 27）及び総合結線図（図 3-1- 28）等を示す。

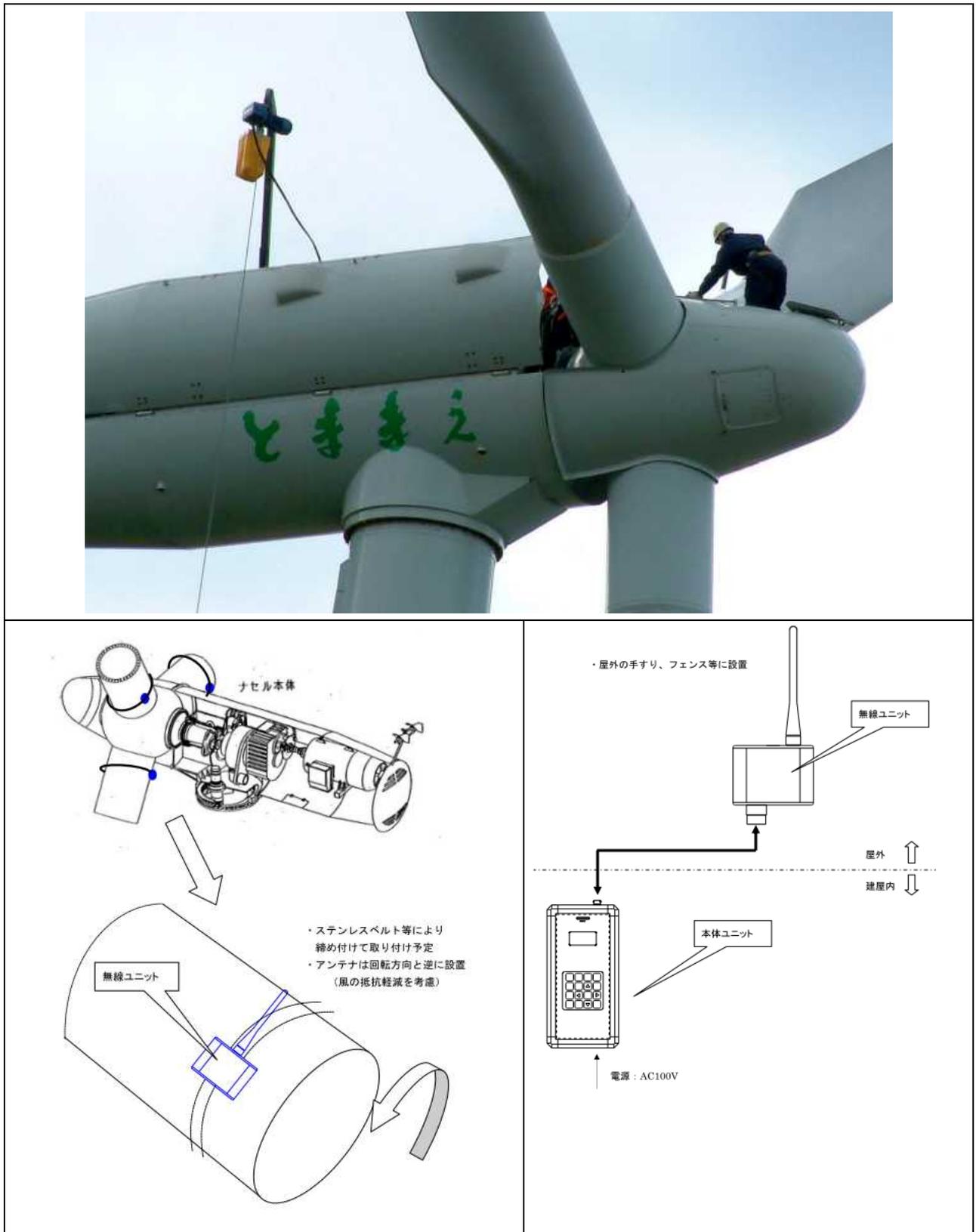


図 3-1- 21 衝突感知センサのイメージ (上段の写真：苫前町提供)

[感知センサ開発仕様：平成26年3月時点]

概要

本書は、風力発電所の風車ブレードに発生するバードストライクを、ブレードに取り付けたセンサにより感知しようとする衝突検知センサの製作仕様である。ブレードに衝突が発生すると無線ユニットにより風車基部のデータロガーへ記録するものである。

[構成品]

- | | |
|--------------------------|-------|
| 1) ブレード設置センサー部 | ・・・3式 |
| <以下内部装着> | |
| ・制御用CPU | |
| ・加速度計（3方向） | |
| ・無線ユニット（外部アンテナ付き） | |
| ・上記収納ケース | |
| 2) ロガー（データ記録装置） | ・・・1台 |
| 3) 屋外設置用無線ユニット（外部アンテナ付き） | ・・・1台 |
| 4) その他備品等 | |
| ・ブレード設置センサ部用乾電池 | ・・・6本 |
| 単1乾電池（エボルタ x2本）3式 合計6本 | |
| ・ブレード設置センサ部用取り付け治具 | ・・・3式 |
| 取り付けベース及びベルト | |
| ・ロガー、屋外設置用無線ユニット接続ケーブル | ・・・1本 |
| 両端コネクタ ケーブル長打合せ | |
| ・ロガー用電源ケーブル | ・・・1本 |
| ACコンセント付きケーブル 1.5m | |
| ・ロガー用 MMCカード（2G） | ・・・1枚 |
| ・屋外設置用無線ユニット取り付け治具 | ・・・1式 |

[衝突検知センサ仕様]

(1) ブレード設置センサ部（3式共通仕様）

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1) CPU | : 制御用 |
| ・MSP430 シリーズ省電力 CPU 使用予定 | |
| 参考電力：1MHz 3V 動作時 MAX600uA | |
| ・電気電圧 | : 1.8V～3.6V |
| ・使用温度範囲 | : -40℃～85℃ |
| 2) 加速度計 | : 衝突加速度検知用（型式 ADXL345） |
| | ・検知方向：X, Y, Z（衝撃耐性：10,000g） |

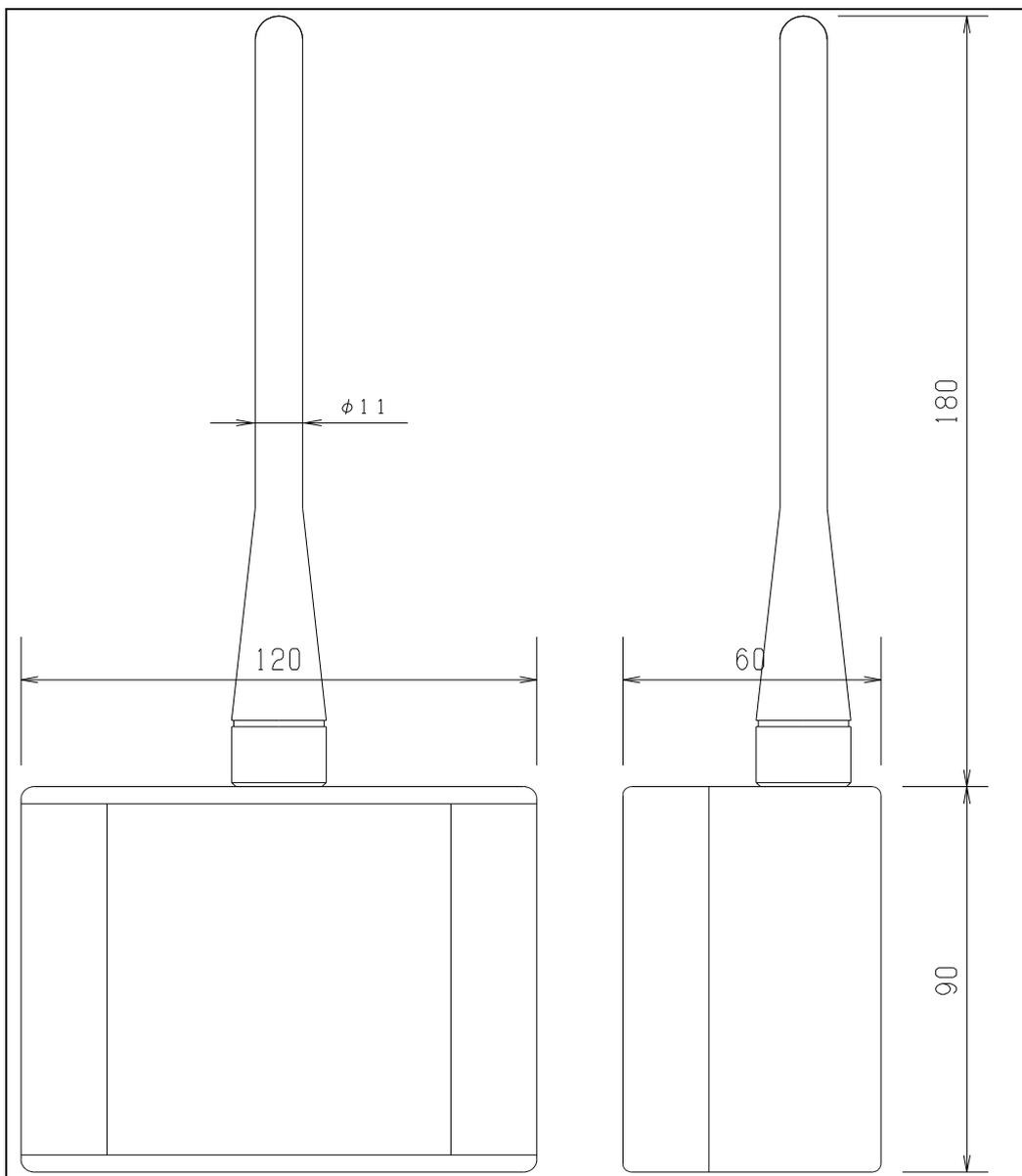


図 3-1- 22 ケース外観図

(2) ロガー (データ記録装置)

- 1) 本体ユニット : 制御用
- ・ CPU : SH7125 (ルネサス)
 - ・ 表示装置 : LCD 128X64 ドット
 - ・ 操作 : 16KEY
 - ・ 通信 : RS232C 無線ユニット通信用
 - ・ 外部記録装置 : MMC カード データ記録用 (MAX 容量 2G)
 - ・ 材質 : アルミ 板材黒アルマイト処理
 - ・ 寸法 : 150 x300 x75
 - ・ 電源 : AC100V (50/60Hz) 1A 以内
 - ・ 重量 : 後報
 - ・ 使用温度範囲 : 室内 (建屋) 使用想定
 - ・ 外観図 : 次頁 (設計時変更の可能性あり)
- 2) 無線ユニット : ブレード設置センサ側通信用 (ブレード設置同等品)
- ・ 空中線電力 : 10mW (送信距離約 100m・・・屋外テスト済み)
 - ・ 周波数帯域 : 429MHz 帯
 - ・ アンテナ : 1/4λ ワイヤアンテナ
 - ・ 通信 : RS232C CPU ユニット通信用
 - ・ 電気電圧 : 3.2V~12V 本体ユニットより供給
 - ・ 消費電流 : 10W 時 送信 : 約 48mA 受信 : 28 mA (3V 時)
 - ・ ケース材質 : アルミダイキャスト (無線用アンテナは除く)
 - ・ 保護等級 : IP65
 - ・ 寸法 : 120 x 90 x 60 (無線用アンテナは除く)
 - ・ 取り付け方法 : 専用治具により手すり等固定予定 (現地工事時判断)
 - ・ 重量 : 約 800g
 - ・ 使用温度範囲 : -10°C~55°C (ケース単体 -40°C~80°C)
 - ・ 外観図 : 次頁 (設計時変更の可能性あり)

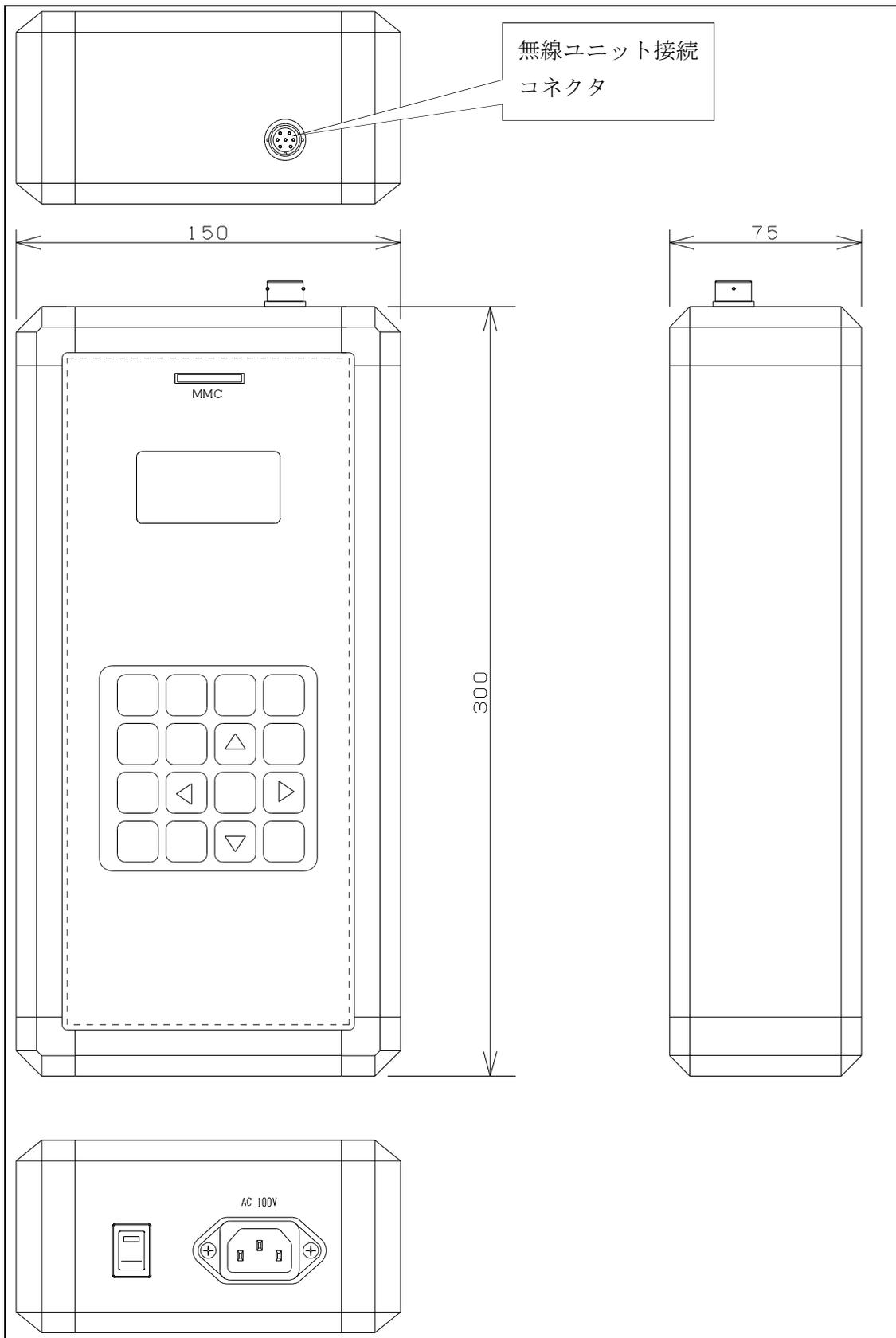


図 3-1- 23 本体ユニット外観図

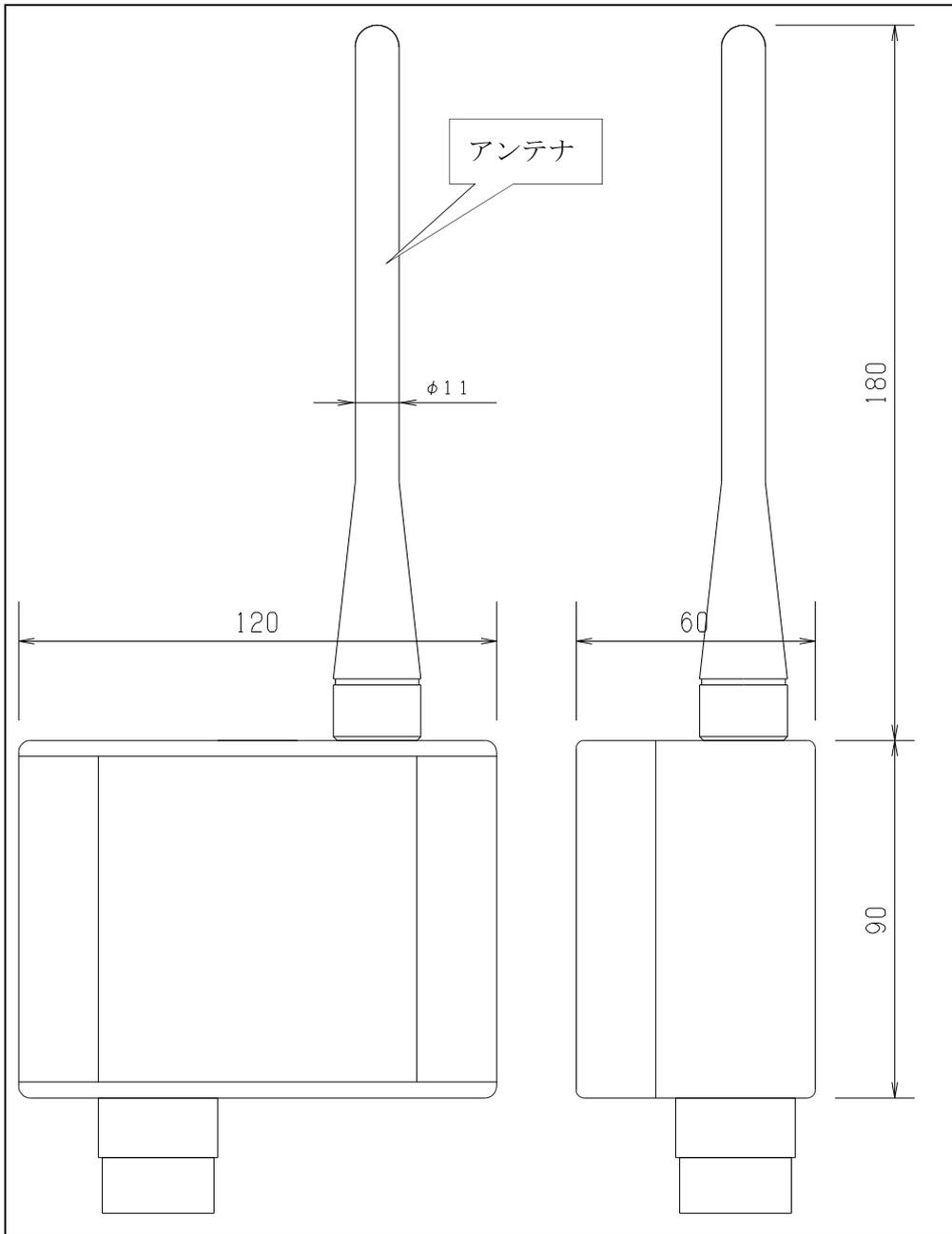


図 3-1- 24 無線ユニット外観図

[衝突検知センサ設置（取り付け）参考図]

(1) ブレード設置センサ部（3式共通）

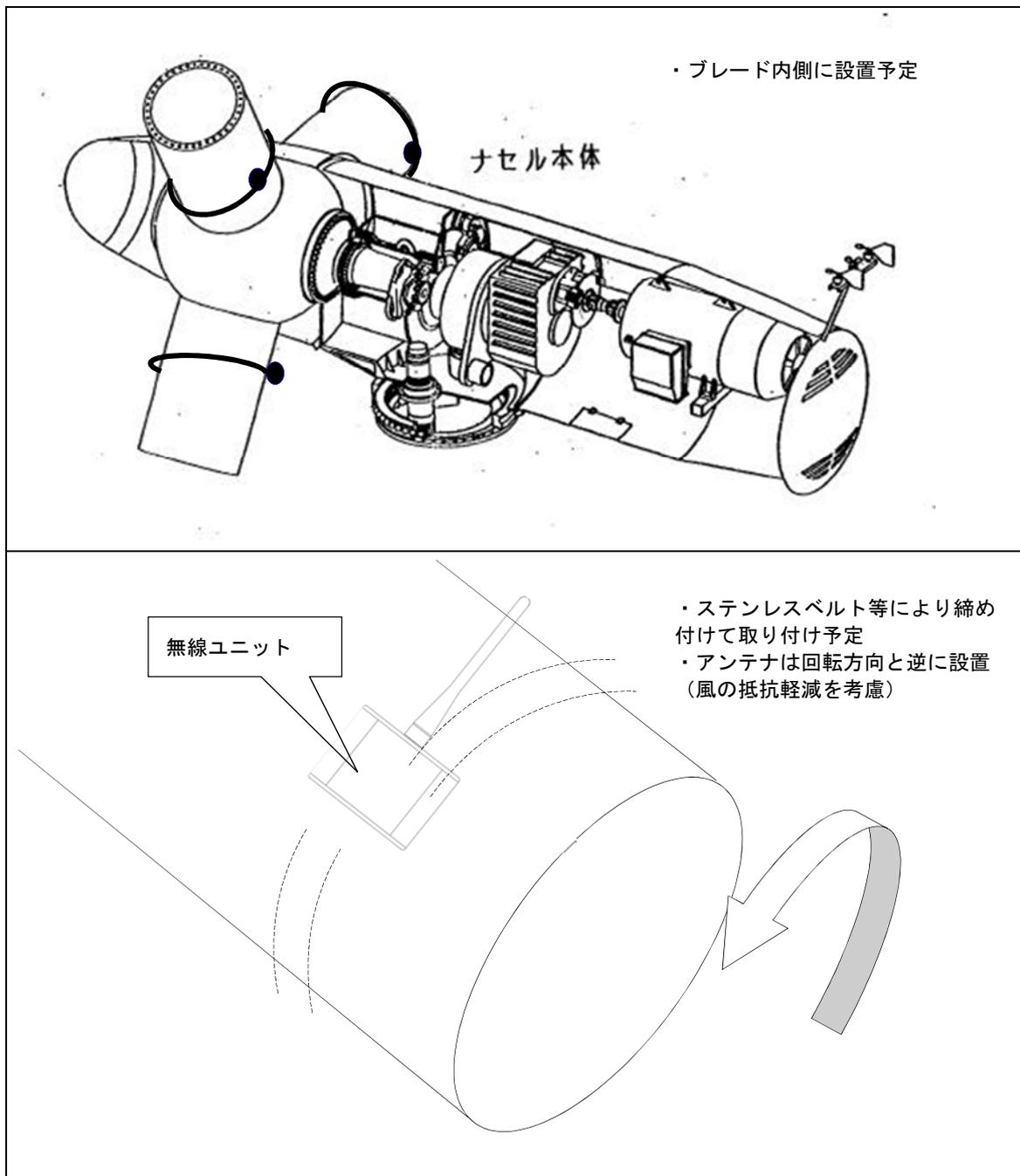


図 3-1- 25 取り付け参考図