

2021年度成果報告会

風力発電等導入支援事業/着床式洋上ウィンドファーム開発支援事業/着床式洋上ウィンドファーム開発支援事業(一般海域における洋上ウィンドファーム基礎調査Ⅰ)

日本気象(株)

問い合わせ先
日本気象株式会社
URL:<https://n-kishou.com/corp/inquiry/>

事業概要

1. 期間

開始 : 2018年8月

終了(予定): 2022年9月

2019年度までは

- ・国際航業(株)
- ・明治コンサルタント(株)
- ・日本気象(株)

の共同実施である。

2. 最終目標

本調査では、一般海域における、海底地盤、気象・海象などの情報を効率的に収集する方法を策定し、実海域において洋上風力設備の設置に係る基本設計に必要なそれらのデータを収集し、その結果を公表することにより、洋上風力発電の導入拡大及び産業競争力の強化に資することを目的として実施する。

3. 成果・進捗概要

- ✓ 洋上風力発電のための気象調査として、秋田県の3海域にて①陸上気象観測(トラス式メットマスト、鉛直型ドップラーライダー)、②洋上風況観測(スキャニングドップラーライダー)、③風況シミュレーションを実施した。
- ✓ 洋上風力発電のための気象調査として、新たに秋田県と長崎県の2海域において同様の気象調査の準備を行い、観測を開始した。

1.調査詳細仕様の策定

■ 必要なデータ

実海域における気象調査
・調査詳細仕様の策定

合同会議等での整理を踏まえ、気象調査において必要なデータを整理。

調査項目（目安）			調査方法（目安）
気象観測調査※1	風	・年平均風速、風速分布・風向分布 乱流強度、極値風速等	実測によるもの ・10分間平均データの積上げによるもの ・連続12ヶ月間で観測されたもの <u>（例）風況観測マスト・ドップラーライダー</u> ・極値風速については文献調査

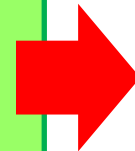
※1「総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 洋上風力促進ワーキンググループ」「交通政策審議会港湾分科会環境部会洋上風力促進小委員会」合同会議 中間整理(2019年4月)の気象調査部分を抜粋

最新の技術による観測方法（スキャニングライダー、フローティングライダーを用いた観測等）※2

※2 海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン

必要なデータ

- ①風速(10分間平均)を連続12か月間分
- ②風向(10分間平均)を連続12か月間分
- ③乱流強度(10分間)を連続12か月間分



必要な調査項目

- ①年平均風速
- ②風速分布
- ③風向分布
- ④乱流強度
- ⑤極値風速

本調査における基本設計とは、風車設置点の概略設定、風力発電施設の規模の設定、風車の機種の設定、支持構造物の概略選定、経済性の検討を実施することと位置づける。
基本設計に必要な条件を以下の通り取り纏めた。

必要な取得項目(洋上)

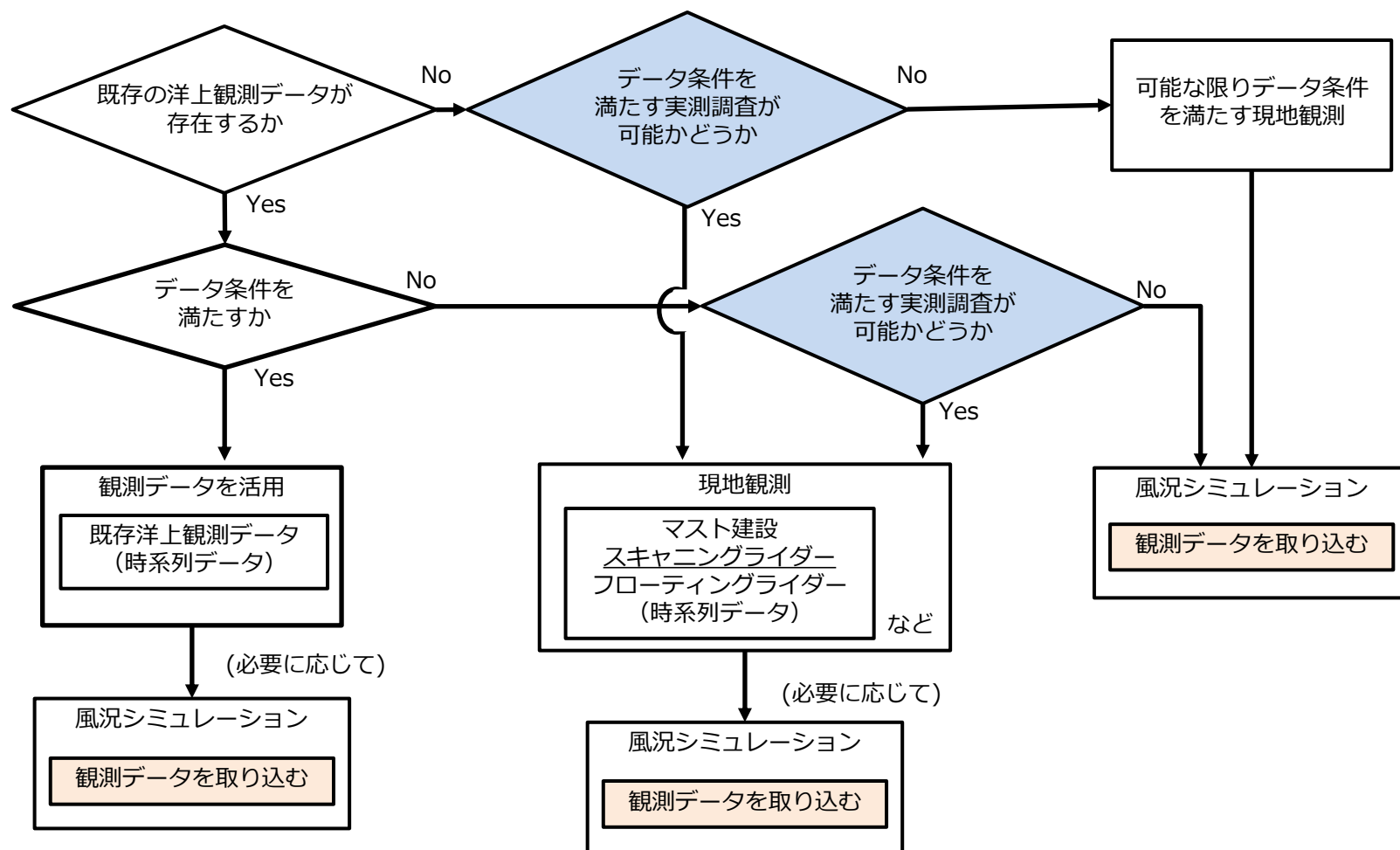
- ① 10分間平均風速 連続12ヶ月間分
- ② 10分間平均風向 連続12ヶ月間分

必要なデータの主な条件

- I. **連続した12ヶ月間分以上の**10分間平均のデータであること
(データ充足率95%以上※1)
- II. 観測高さは、想定される風車の**ハブ高さ2/3以上**であること
⇒(例えば8MW～10MWの風車はハブ高さ約100m)
- III. 対象海域が代表半径の円内に概ね収まっていること
代表半径は、観測点が洋上の場合、観測点を中心に半径10km
- IV. 風速鉛直分布を求める場合、観測高さが20m以上離れた、複数の高度で観測すること

※1 ウィンドファーム認証に係る技術資料 Ver. 20171212

対象海域に既存の洋上観測データが存在する場合は、前項で策定したデータ取得条件に照らし合わせ、調査期間の短縮、コスト削減の観点から、下記のフローチャートに従い、既存データの活用可能性を検討する。データ条件を満たさない場合は追加の調査を検討する。



2.実海域調査

■ 気象調査を実施する実海域の選定

本調査を適切に実施することが可能な海域であり、早期観測実施の観点から、地元調整が進み環境が整っている海域であることを条件に以下の海域を選定した。

● 調査海域

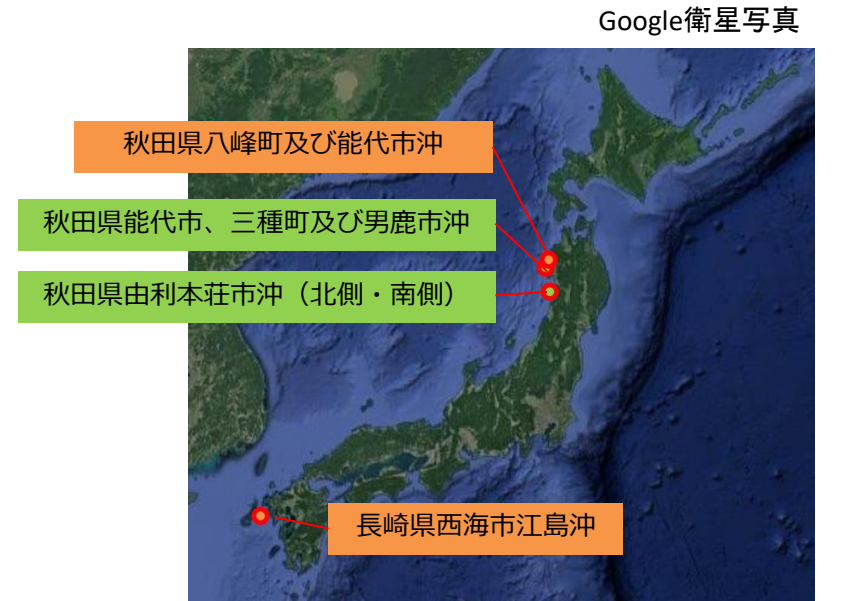
- ・秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖
- ・秋田県由利本荘市沖（北側・南側）
(観測期間：2020年2月～2021年1月)

- ・秋田県八峰町及び能代市沖
(観測期間：2021年3月～2022年2月)

- ・長崎県西海市江島沖
(観測期間：2021年4月～2022年3月)

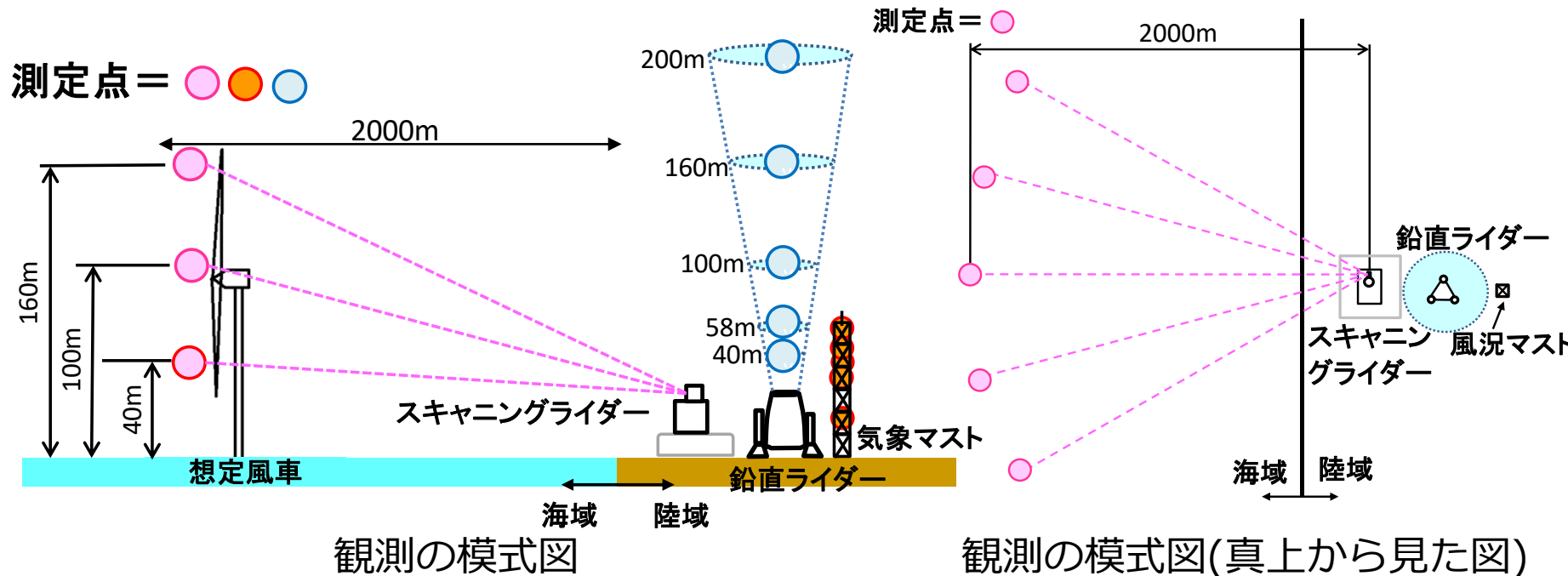
● 調査項目

- ・実測値：風向、風速
(風況マスト、鉛直ライダー、スキャニングライダー)
- ・計算値：風向、風速、乱流強度、極値風速



気象調査を実施する海域の位置

洋上風況を把握するため、スキャニングライダーによる観測を実施する。
また、観測値の検証・補正のために、沿岸(陸上)に設置した風況観測マストを用いる。
スキャニングライダーでは洋上2km沖合の観測を行う。



観測期間

本観測…………… 12ヶ月間

検証観測…………… 本観測の前後1ヶ月間

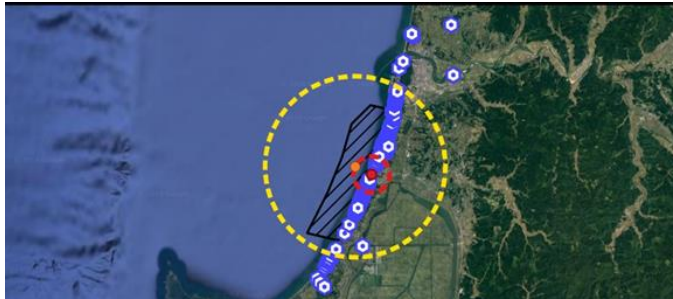
実海域調査

秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖
秋田県由利本荘市沖(北側・南側)

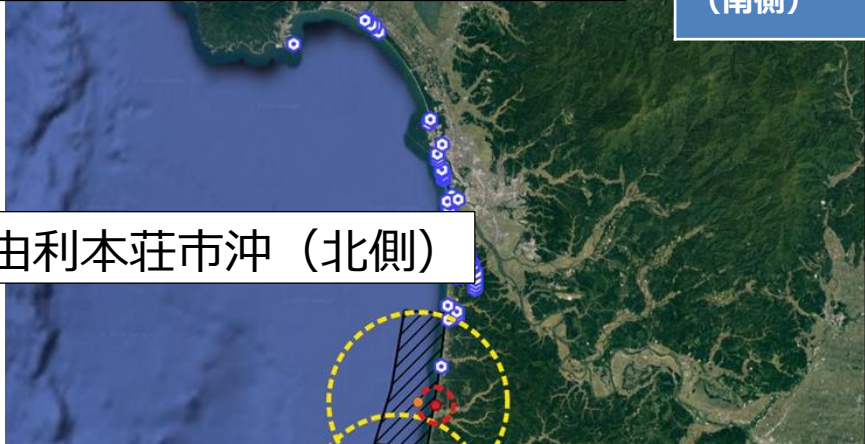
■ 実海域調査のうち年間計測を終了した海域

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖、秋田県由利本荘市沖（北側・南側）



能代市、三種町及び男鹿市沖



由利本荘市沖（北側）



由利本荘市沖（南側）

候補海域名	住所 (気象測器設置位置)	緯度・経度	観測時期	標高 (TP)
能代市、三種町 及び男鹿市沖	秋田県山本郡三種町 大口釜谷	40度06分07秒	2020年 1月25日～	5.5m
		139度57分44秒		
由利本荘市沖 (北側)	秋田県由利本荘市 松ヶ崎西離山	39度30分18秒	2020年 1月25日～	6.0m
		140度02分44秒		
由利本荘市沖 (南側)	秋田県由利本荘市 石脇田尻	39度24分02秒	2020年 1月25日～	3.4m
		140度01分08秒		

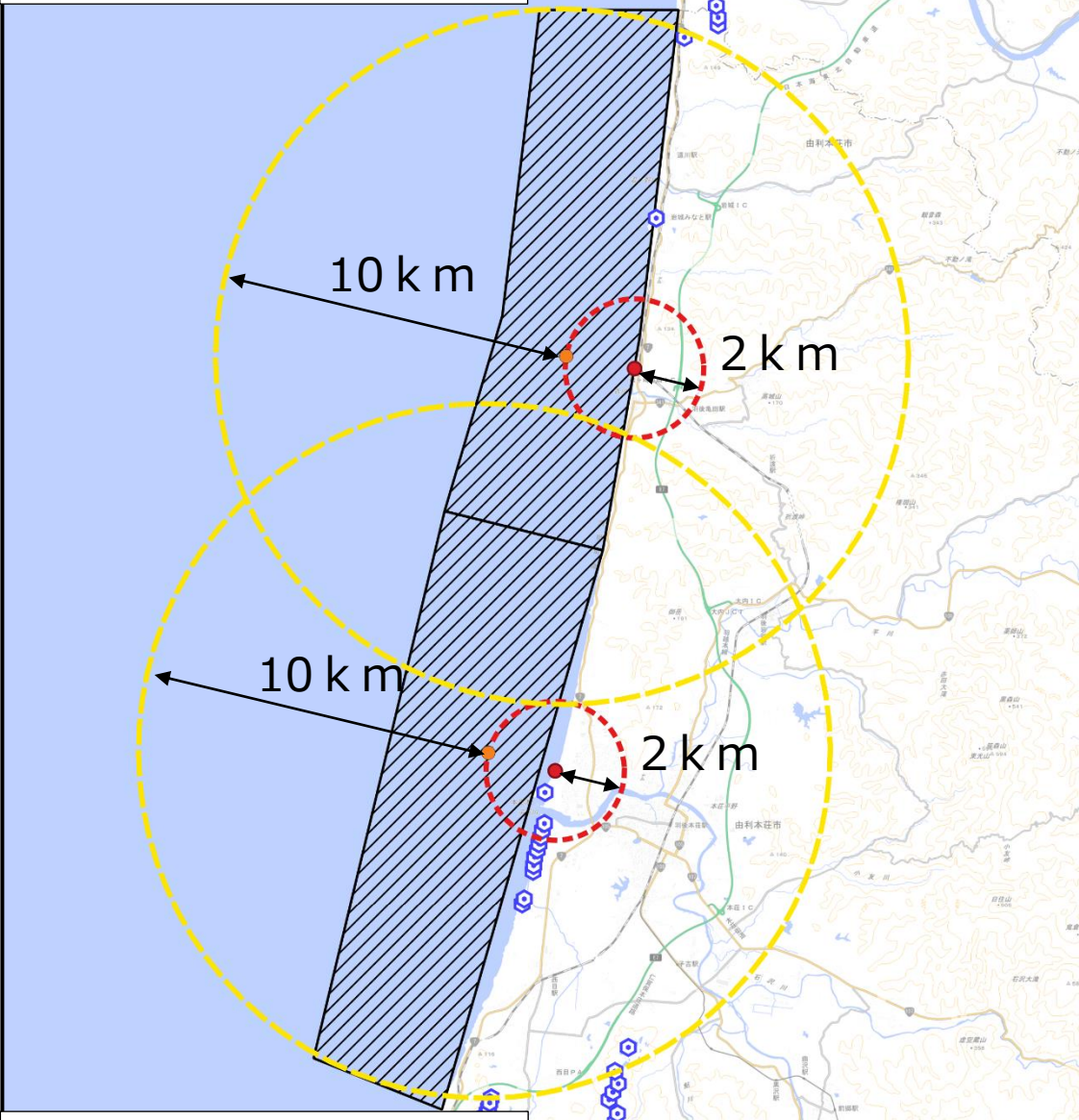
※標高は東京湾平均海面、以下 T P と記載



■ 秋田県由利本荘市沖（北側・南側） 拡大

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

由利本荘市沖（北側）

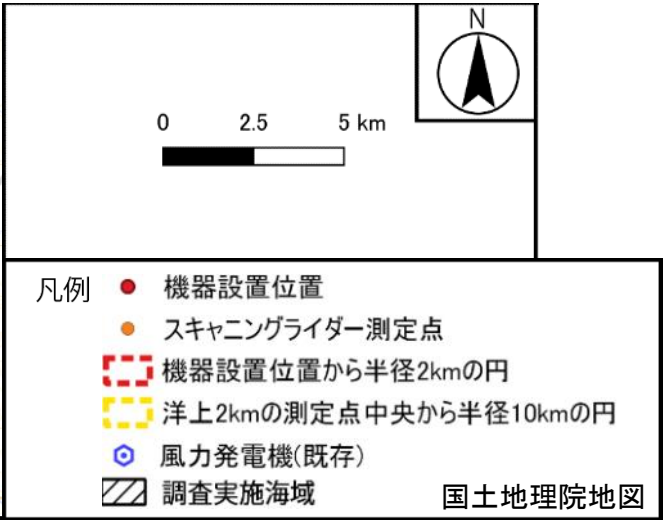


由利本荘市沖（南側）

平坦地形において調査を行う場合、調査地点周辺の風況を代表できる代表半径は10kmとされる。
(measnet 2016)

対象海域は広く、海域全体を代表半径に含めるために、由利本荘市沖(南側)と由利本荘市沖(北側)の2つに分け、洋上観測点を2点とした。

調査海域は概ね、洋上の測定点中央から、半径10kmの円に収まる。



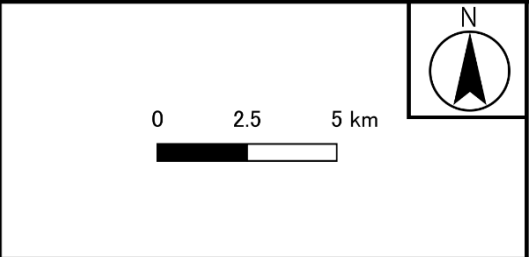
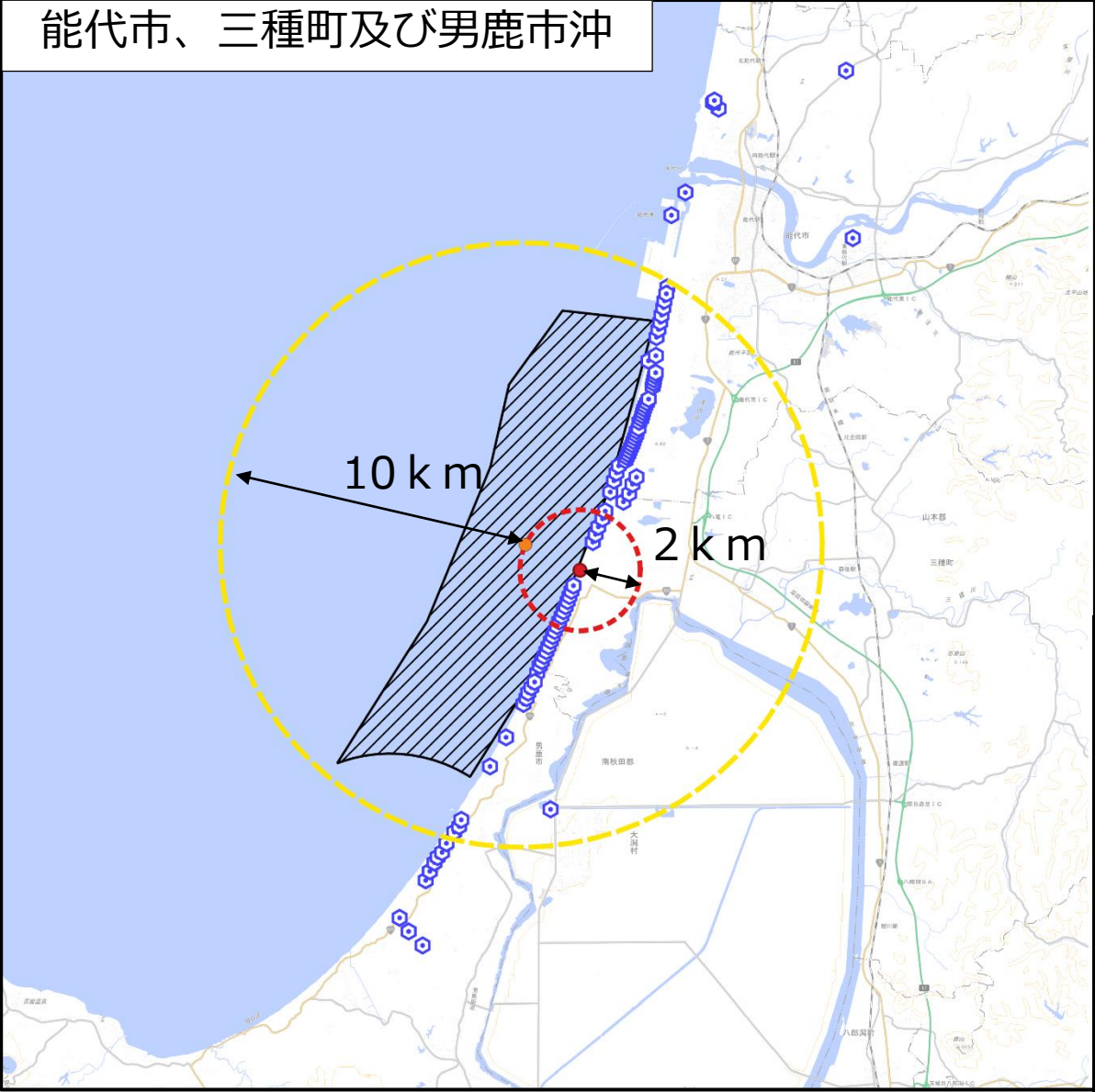
国土地理院地図

■ 秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖拡大

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

能代市、三種町及び男鹿市沖

調査海域は、洋上の測定点
中央から、半径10kmの円に
収まる。



- 凡例
- 機器設置位置
 - スキャングライダー測定点
 - 機器設置位置から半径2kmの円
 - 洋上2kmの測定点中央から半径10kmの円
 - ⊗ 風力発電機(既存)
 - ▨ 調査実施海域
- 国土地理院地図

鉛直ライダー及び、スキャニングライダーは、風による振動や、設置場所の傾きによる測定誤差を最小限にするため、鉄骨製の架台を建設して設置した。

		
<p>気象マスト (トラス型 高さ58m)</p>	<p>鉛直ライダー ZX 300M</p>	<p>スキャニングライダー Stream line XR</p>
<p>測定高度_地上高さ (風向・風速) 10m、30m、40m、50m、58m (気温・湿度) 1.5m、10m、56m (気圧) 56m</p>	<p>測定高度_地上高さ (風向・風速) 40m、58m、100m、160m、 200m</p>	<p>測定高_TP (風向/風速) 40m、100m、160m</p> <p>スキャン方法 PPI スキャン (Step-and-Stare)</p>

※写真是由利本荘市沖(南側)の例

■鉛直ライダー及びスキャニングライダーの仕様

ZX Lidars製 ZX300M



測定高度	10m ~ 200m
空間分解能	±0.07m (高度10m) ±7.70m (高度100m)
測定高度数	10高度
水平風速測定範囲	<1m/s ~ 80m
水平風速測定精度	0.1m/s
水平風向測定精度	0.5°
レーザー種別	連続波
レーザークラス	Class1M
防塵防水性能	IP67
寸法	805*845*966 mm
重量	53.4 kg
消費電力	69W

Halo Photonics製 StreamLine XR



測定距離	50m±10m ~ 12000m
空間分解能	18 ~ 90m
視線風速測定範囲	±38m/s
視線風速測定精度	<0.1m/s
水平風向精度	<2°
レーザー種別	パルス波
レーザークラス	Class1M
防塵防水性能	IP66
寸法	630*530*650mm (筐体部)
重量	89kg (本体重量)
消費電力	150~320W

■ 事前検証観測

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

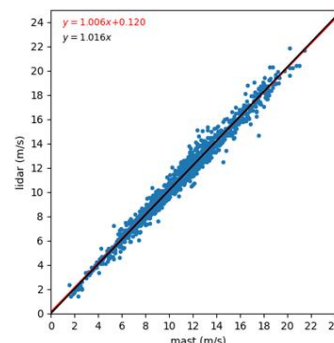
スキャニングライダーによる洋上観測を行う前に、スキャニングライダーの観測精度を検証するため、気象マストとの比較検証観測を行った。なお、使用する3台のライダーのうち2台は、由利本荘市に設置した気象マストを使用し、1台はデンマーク工科大学（DTU）内の気象マストを使用して行った。

由利本荘市

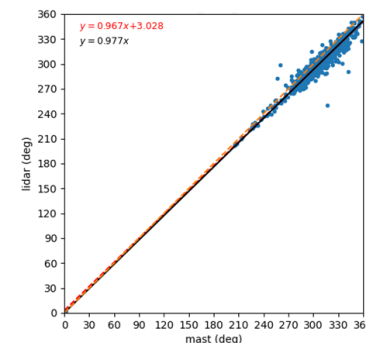


基準風速	由利本荘市に設置した気象マスト
観測高度	58m
スキャン手法	PPI スキャン (Step-and-Stare)

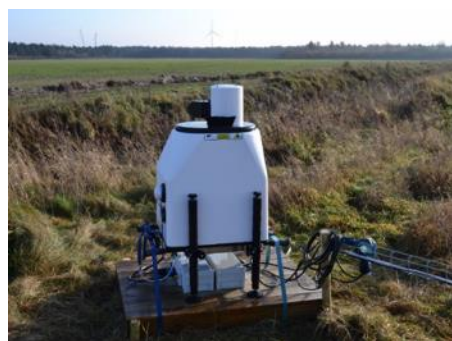
風速



風向

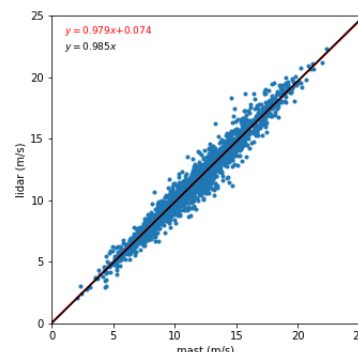


デンマーク工科大学（DTU）

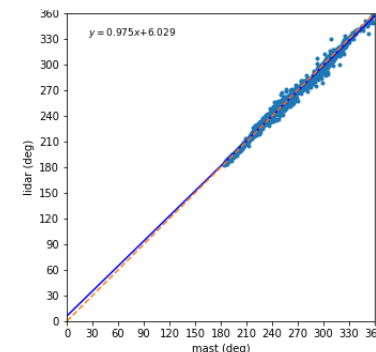


基準風速	デンマーク工科大学の実験施設に設置してある気象マスト
観測高度	137m
スキャン手法	PPI スキャン (Step-and-Stare)

風速



風向



検証観測の結果、気象マストと高い相関が得られ、スキャニングライダーが十分な精度を有していることが確認された。

気象観測結果は、四半期ごとにデータ整理を行った。

データ整理のスケジュール

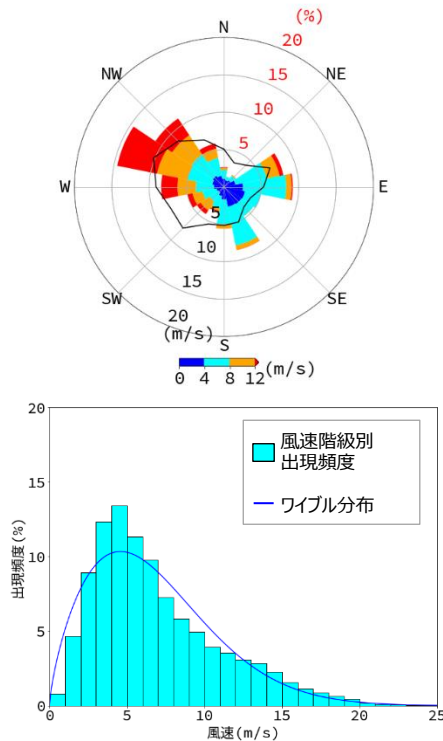
	2020年												2021年	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
第1四半期														
第2四半期														
第3四半期														
第4四半期														

観測期間

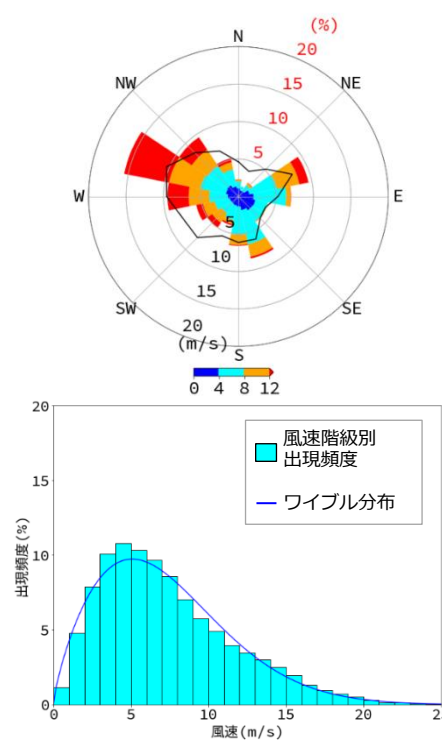
※洋上2km沖合のデータの欠測は、沿岸(陸上)に設置した風況観測マストと鉛直ライダーのデータを用いた補完(MCP法)を行う。

■ 能代市、三種町及び男鹿市沖 観測結果概要

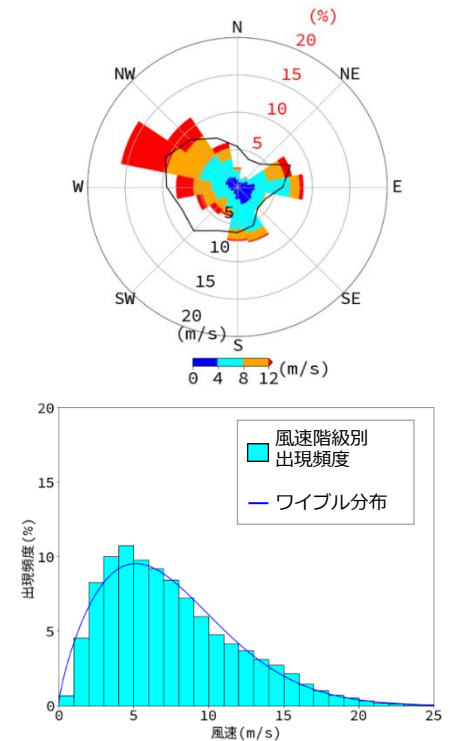
実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)



陸上風況観測マスト58m (12ヶ月)



鉛直ライダー100m (12ヶ月)



スキャニングライダー100m (12ヶ月)

取得率/充足率

鉛直ライダーの取得率 (12ヵ月平均) は、測定高度100mで95.2%。

スキャニングライダーの月ごとの充足率(MCP補完後)は、96.1～100%であった。

風向

西～北西が最も出現頻度が高い。東～東北東も出現頻度が高かった。

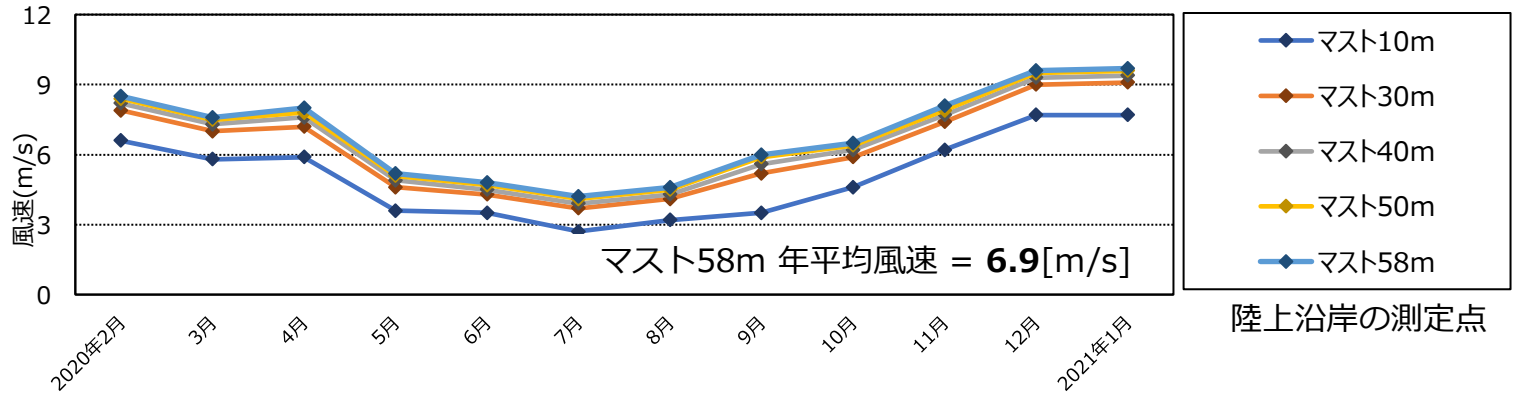
風速

スキャニングライダーの12ヵ月の平均風速は、高度100mで7.5m/sであった。

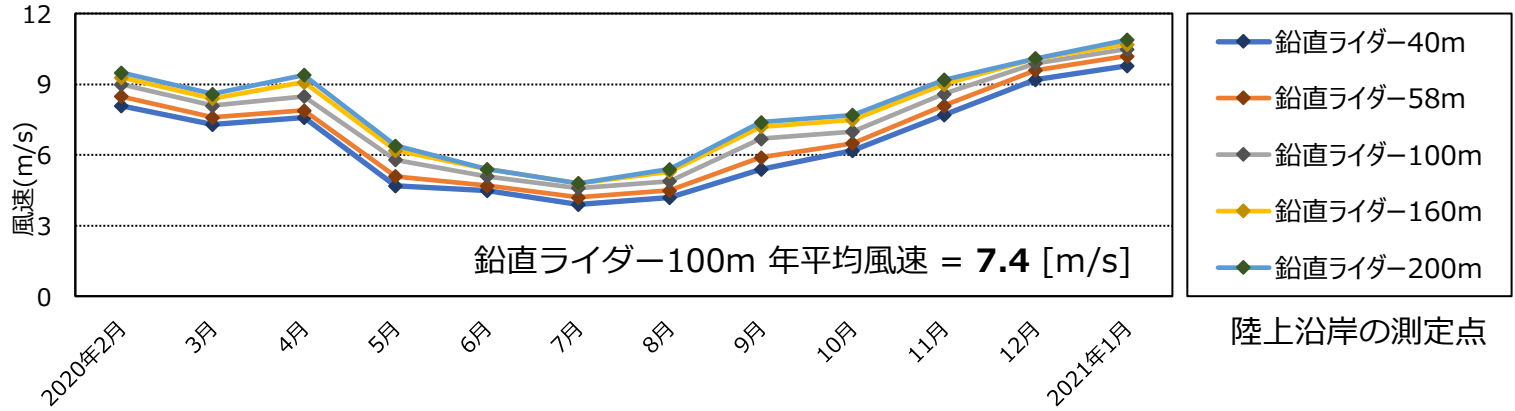
■ 能代市、三種町及び男鹿市沖 観測結果（月平均風速）

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

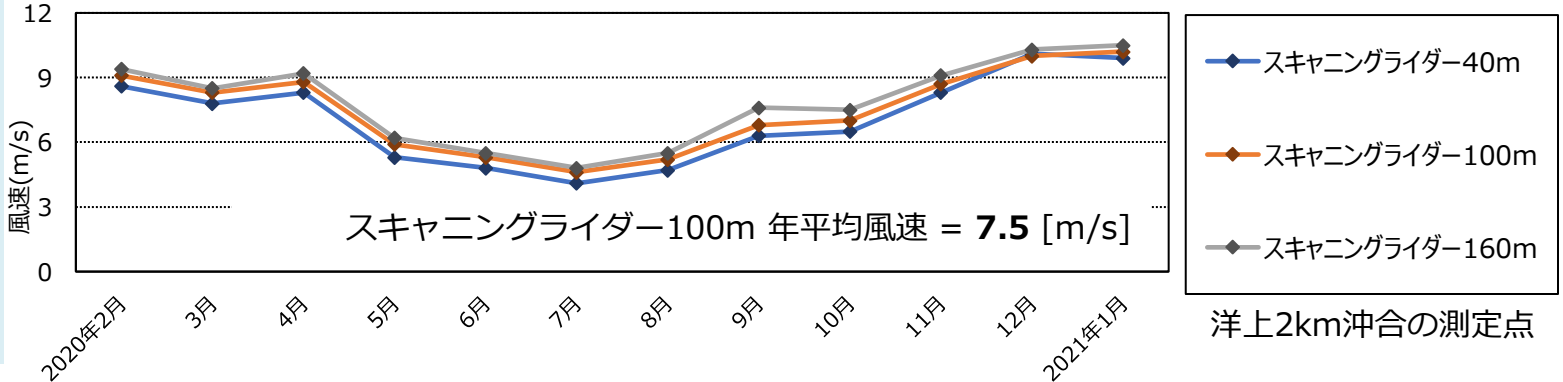
気象マスト

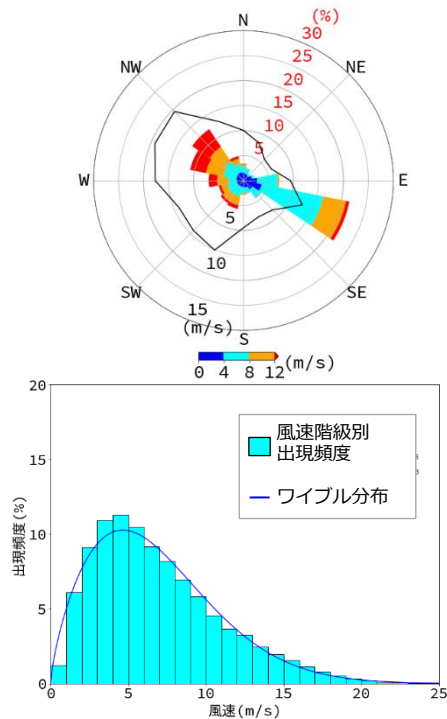


鉛直ライダー

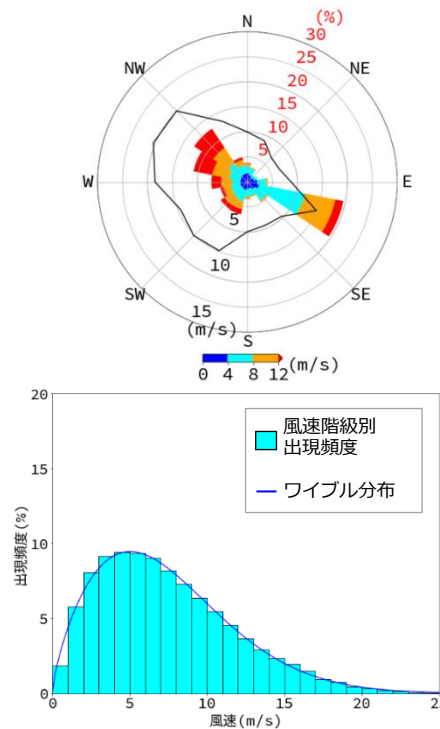


スキャニングライダー

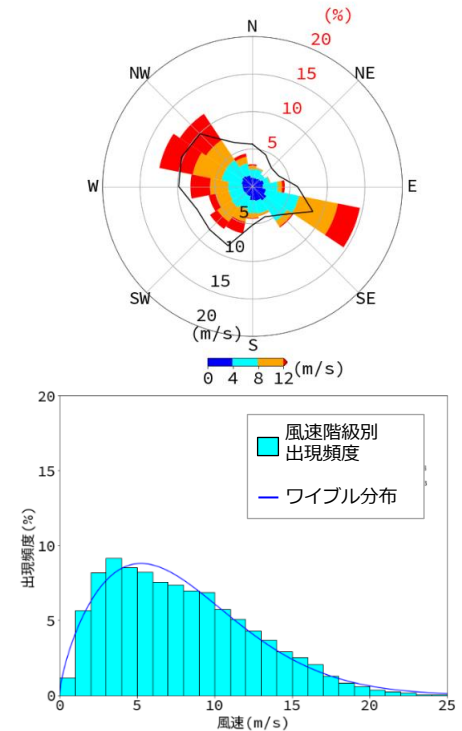




陸上風況観測マスト58m（12ヶ月）



鉛直ライダー100m（12ヶ月）



スキャニングライダー100m（12ヶ月）

取得率/充足率

鉛直ライダーの取得率（12ヵ月平均）は、測定高度100mで96.3%。
スキャニングライダーの月ごとの充足率（MCP補完後）は、94.2～99.3%であった。

風向

いずれの観測でも東南東の出現頻度が最も高かった。

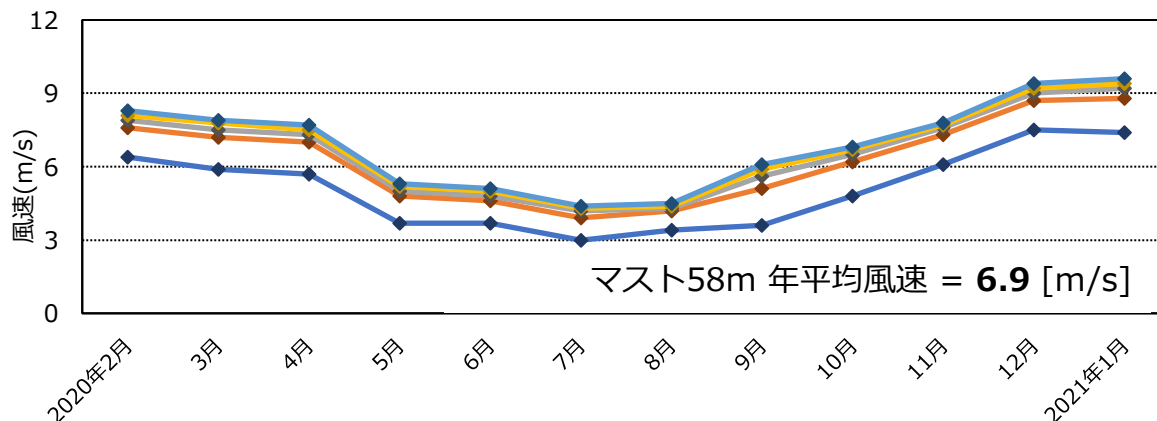
風速

スキャニングライダーの12ヵ月の平均風速は、高度100mで7.9m/sであった。

■ 由利本荘市沖（北側） 観測結果（月平均風速）

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

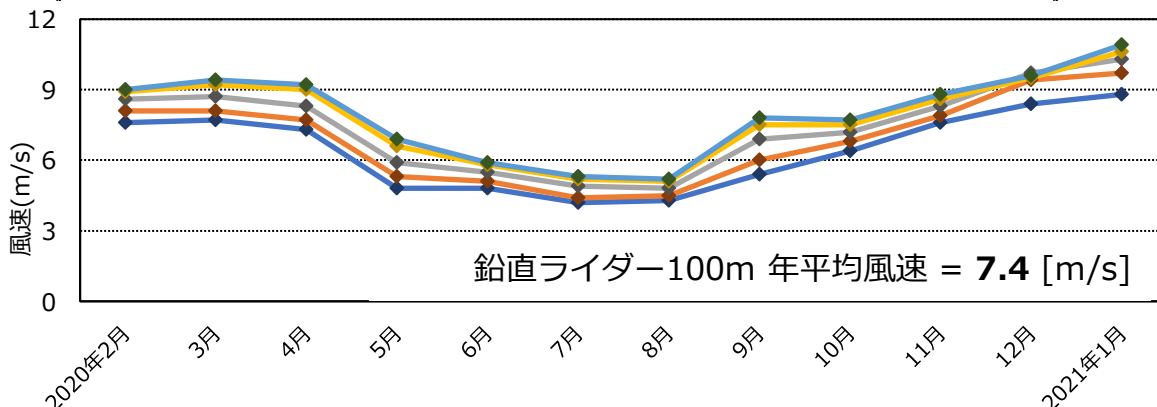
気象マスト



- マスト10m
- マスト30m
- マスト40m
- マスト50m
- マスト58m

陸上沿岸の測定点

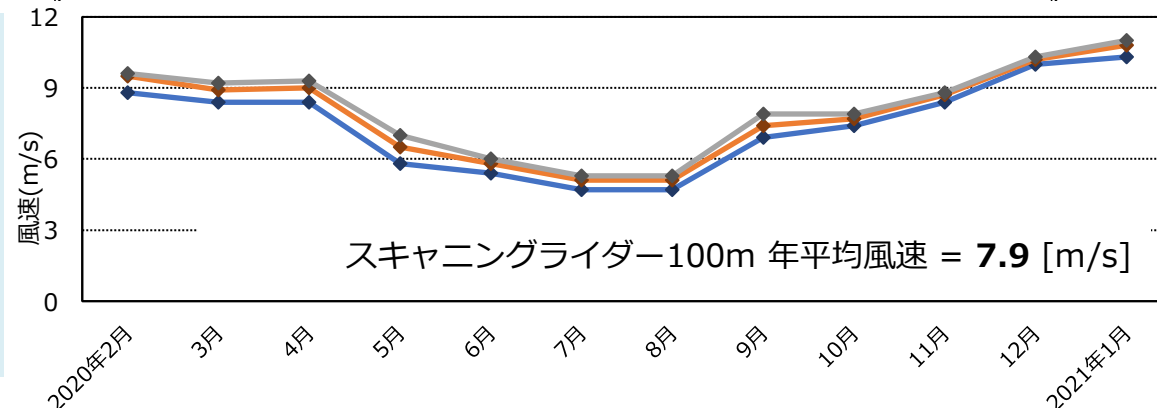
鉛直ライダー



- 鉛直ライダー40m
- 鉛直ライダー58m
- 鉛直ライダー100m
- 鉛直ライダー160m
- 鉛直ライダー200m

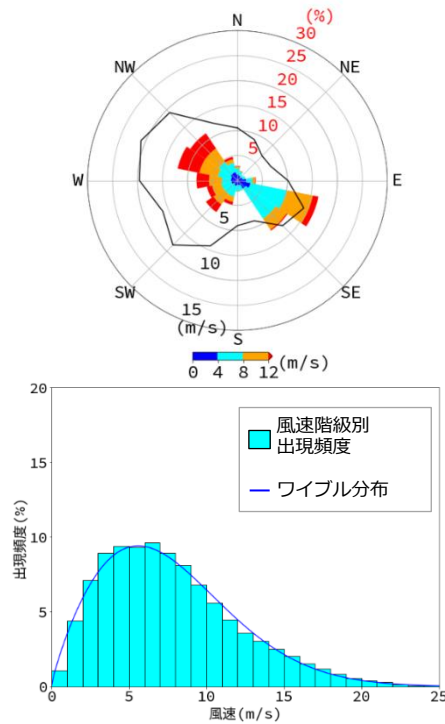
陸上沿岸の測定点

スキャニングライダー

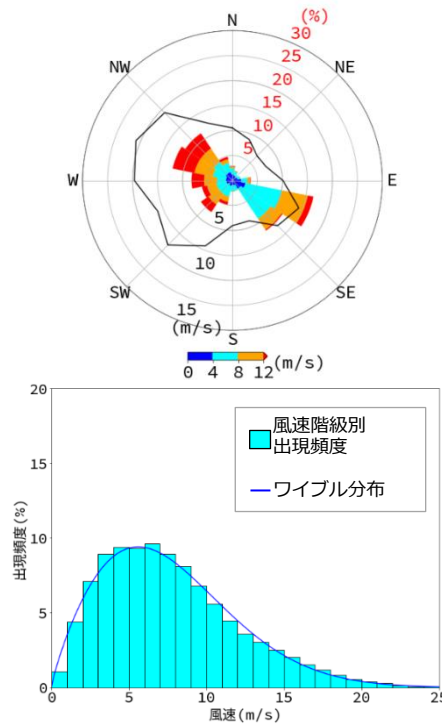


- スキャニングライダー40m
- スキャニングライダー100m
- スキャニングライダー160m

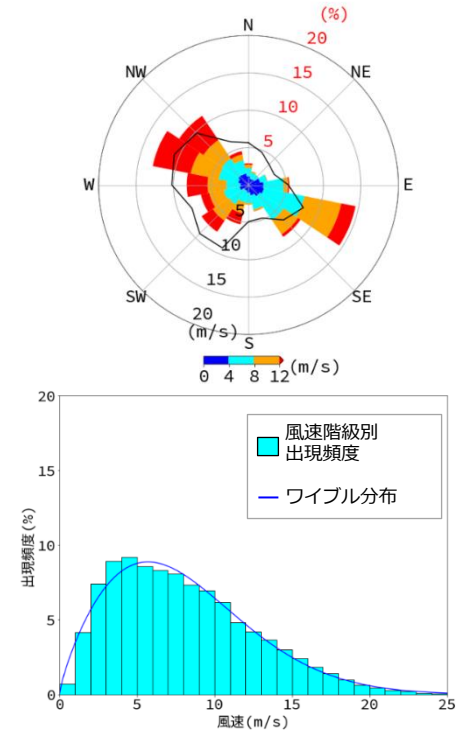
洋上2km沖合の測定点



陸上風況観測マスト58m（12ヶ月）



鉛直ライダー100m（12ヶ月）



スキャニングライダー100m（12ヶ月）

取得率/充足率

鉛直ライダーの取得率(12ヵ月平均)は、測定高度100mで95.4%。
スキャニングライダーの月ごとの充足率(MCP補完後)は、94.4～100%であった。

風向

いずれの観測でも東南東の出現頻度が最も高かった。

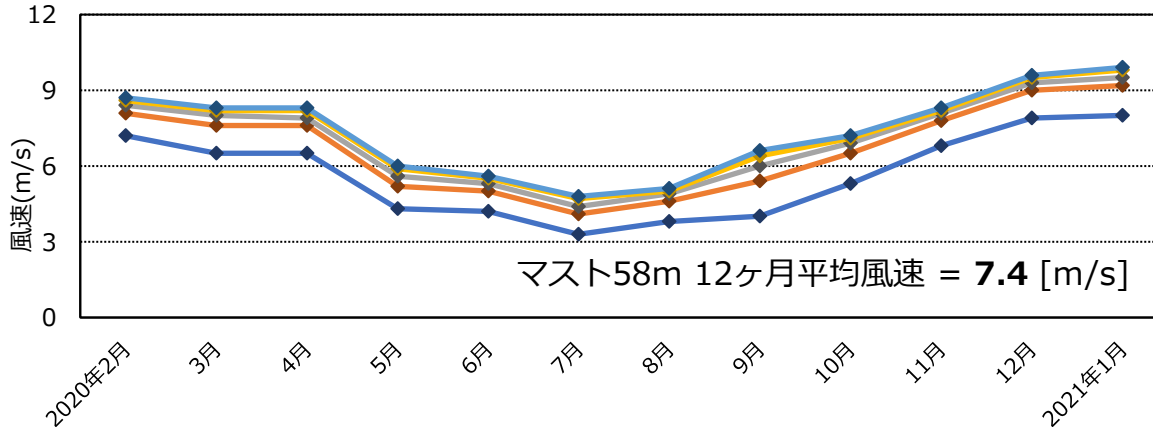
風速

スキャニングライダーの12ヵ月の平均風速は、高度100mで8.0m/sであった。

■ 由利本荘市沖（南側） 観測結果（月平均風速）

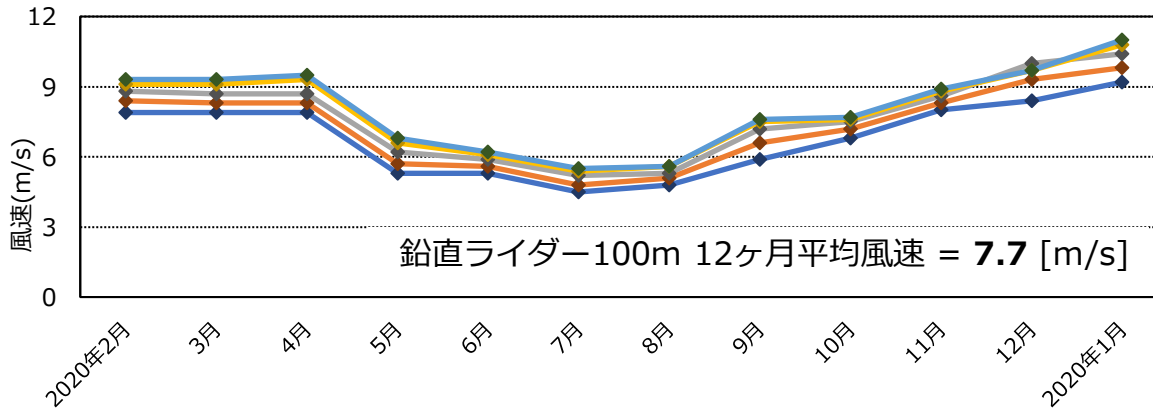
実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

気象マスト



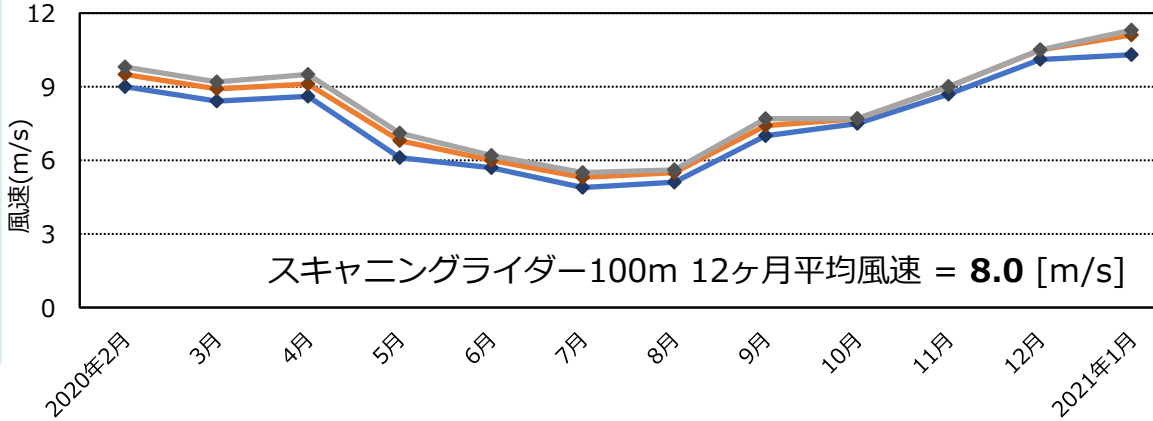
陸上沿岸の測定点

鉛直ライダー



陸上沿岸の測定点

スキャニングライダー



洋上2km沖合の測定点

■ 気象シミュレーション (WRF) の条件

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

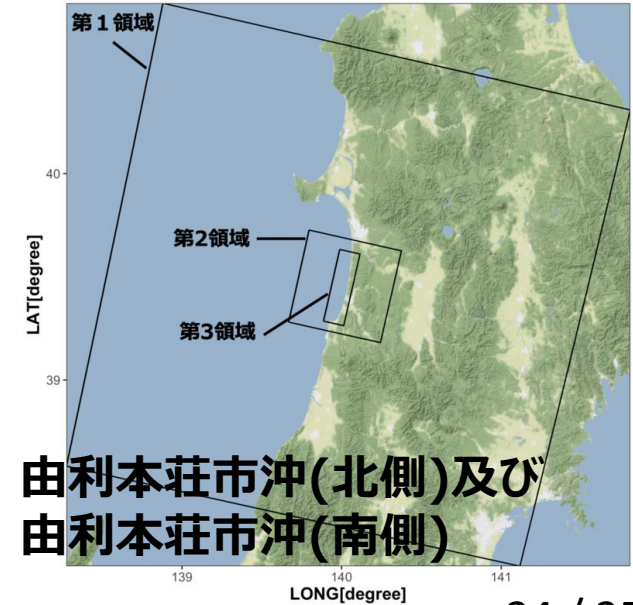
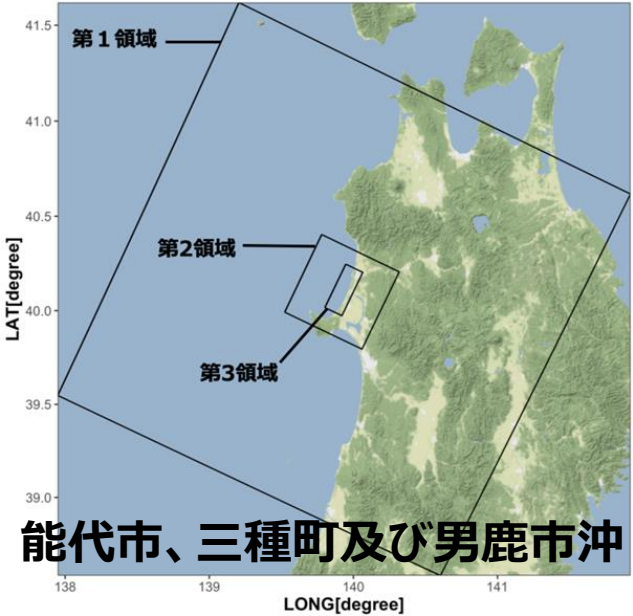
提供データとして年間風況データを提供するため、鉛直ライダー及びスキャニングライダーで観測された12ヵ月間の実測値を取り込んでシミュレーションを実施した。

計算条件はNEDO洋上風況マップ NeoWinsに用いられた設定に準拠

計算期間：2020年2月1日～2021年1月31日

気象シミュレーション(WRF)の計算条件

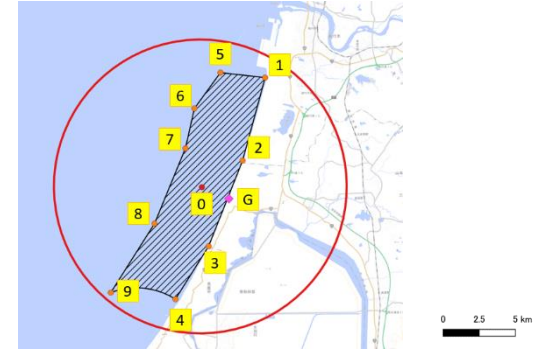
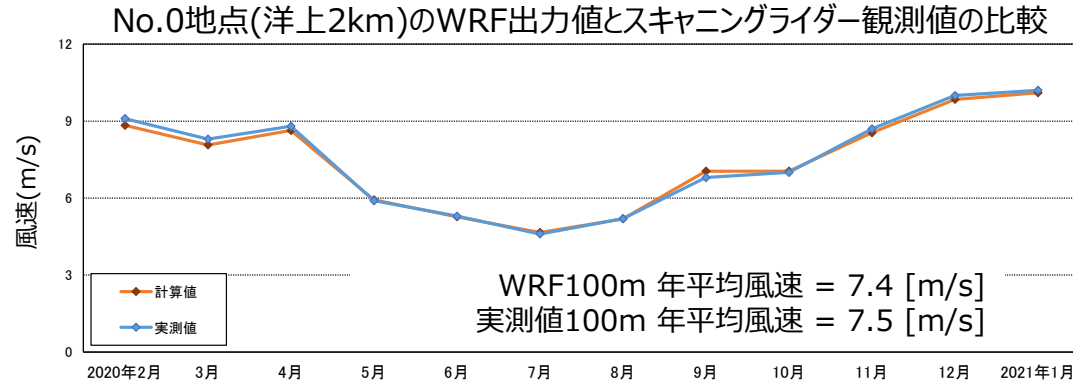
モデル	WRF (ARW) ver.3.8.1
入力データ	気象要素：気象庁LFM (3時間毎, 0.02°×0.025°) 土壌要素：NCEP FNL (6時間毎, 1°×1°格子) 海面温度：OSTIA (1日毎, 0.05°×0.05°格子)
地形データ	標高：経産省・NASA ASTER-GDEM 土地利用：国交省 国土地理院 土地利用細分メッシュ
計算領域	第1領域：2.5km格子領域 第2領域：0.5km格子領域 第3領域：0.1km格子領域
鉛直層	40層 (地表から100hPa)
物理過程スキーム	長波放射過程：Dudhia scheme 短波放射過程：RRTM (Rapid Radiative Transfer Model) scheme 雲微物理過程：Ferrier (new Eta) scheme 大気境界層過程：Mellor-Yamada-Janic (Eta operational) scheme 接地層過程：Monin-Obukhov (Janic Eta) scheme 大気陸面過程：Noah Land Surface Model scheme 積雲パラメタリゼーション：Kain-Fritsch (new Eta) scheme (第1領域のみ)
4次元データ同化	第1領域：全層同化(風速, 気温, 混合比) 第2,3領域：大気境界層以上で同化 (風速, 気温, 混合比)



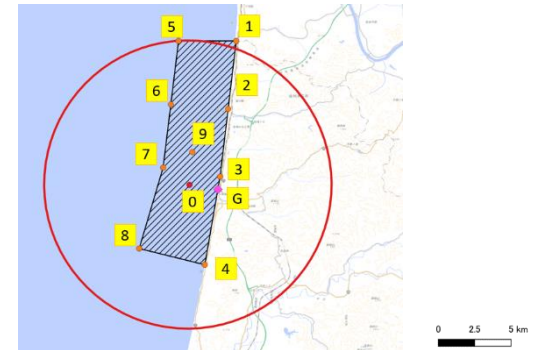
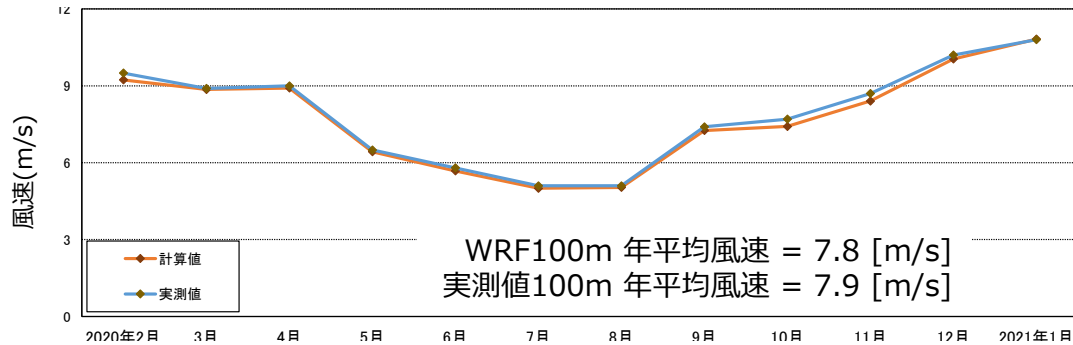
■ 気象シミュレーション (WRF) の結果

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

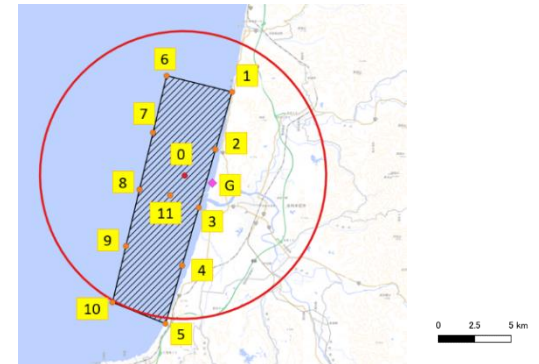
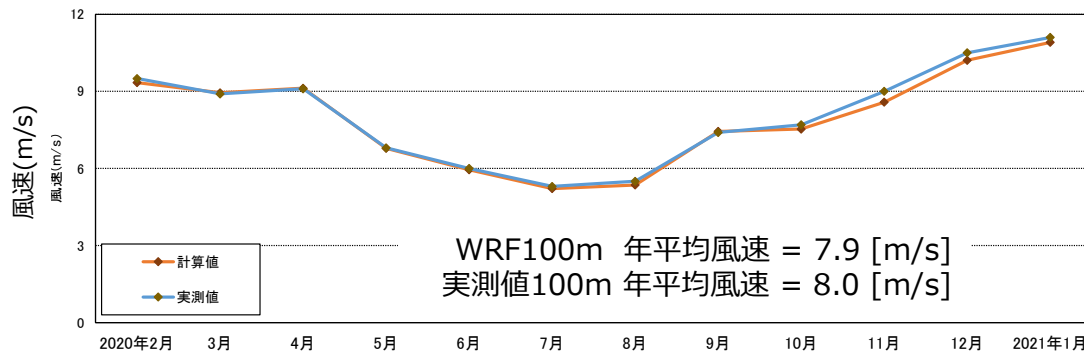
能代市、三種町
及び男鹿市沖



由利本荘市沖
(北側)



由利本荘市沖
(南側)

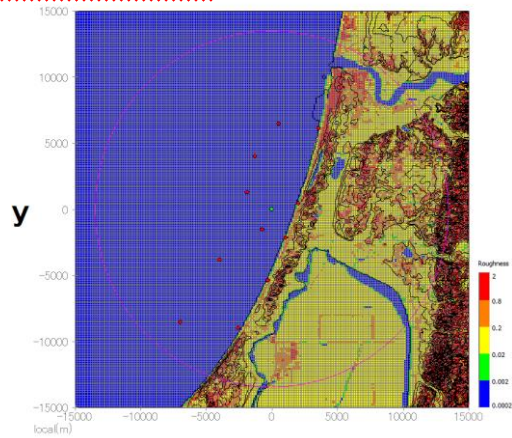


■ : WRFの算出地点 国土地理院地図

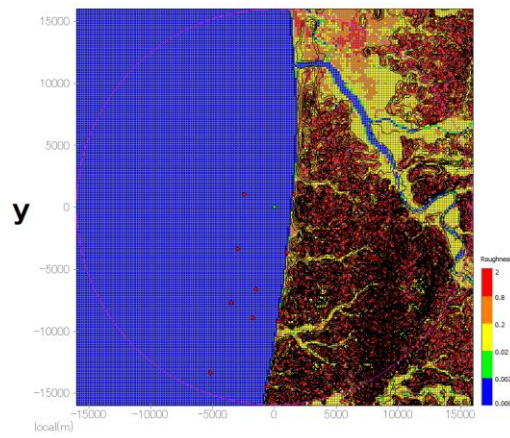
■ 乱流強度・極値風速シミュレーション（k-εモデル）の条件

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

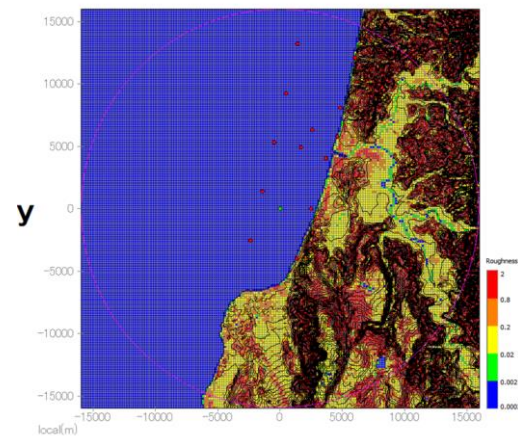
参考データとして乱流強度と極値風速を算出するため実施



能代市、三種町及び男鹿市沖



由利本荘市沖(北側)



由利本荘市沖(南側)

乱流強度は、気象マストの3杯型風速計データをもとにk-εモデルにより算出した地点間補正係数に乗じて算出した。極値風速は統計値である 乱流強度と極値風速シミュレーションは同一の計算領域を使用して算出を行った。

計算ソフト	MASCOT Basic		
地点	能代市、三種町及び男鹿市沖	由利本荘市沖(北側)	由利本荘市沖(南側)
解析領域	30,000m×30,000m×10,000m	32,000m×32,000m×12,000m	32,000m×32,000m×10,000m
メッシュ数	646×434×34 = 9,532,376	657×406×34 = 9,069,228	657×406×34 = 9,069,228
解析中心 (日本測地系)	北緯40度7分7秒, 東経139度57分11秒	北緯39度35分7.95秒, 東経140度2分43.63秒	北緯39度20分47秒, 東経139度58分7.5秒
最小水平格子幅	120m	180m	180m
最大水平格子幅	200m	180m	180m
最小水平格子領域	13,500m×13,500m	16,000m×16,000m	16,000m×16,000m
水平格子拡大率	1.15	1.15	1.15
最小垂直格子幅	5m	5m	5m
垂直格子拡大率	1.2	1.2	1.2
近隣気象官署	能代アメダス	秋田気象台	本荘アメダス

土木学会指針による極値風速の推定

平成12年建設省告示第1454号第2に示される市町村別の「基準風速」を基に、局地的な地形の効果、粗度区分、高さを考慮し、極値風速を算出

建築物荷重指針による極値風速の推定

建築物荷重指針(2015)に記載されている再現期間500年の風速を、期間50年の値に変換し、局地的な地形の効果、粗度区分、高さを考慮し、極値風速を算出

モンテカルロシミュレーションとMCP法 (Measure Correlate Predict法) を用いた混合気候における極値風速の推定

非台風時における極値風速は、近隣の気象官署における長期観測データを用いて、年最大風速の非超過確率がGumbel分布に従うものと仮定し、再現期間50年の10分間平均風速を基に、局地的な地形の効果、粗度区分、高さを考慮し、極値風速を算出

台風時における極値風速は、モンテカルロシミュレーション法により、1万年分の台風を擬似的に発生させ、再現期間50年の10分間平均風速を基に、局地的な地形の効果、粗度区分、高さを考慮し、極値風速を算出

混合気候における極値風速は、非台風時及び台風時の年最大風速の非超過確率分布が、それぞれ独立であると仮定して合成した混合確率分布を用いて算定

シミュレーション(k-εモデル)により算出した、風向別風速割増係数（地表面粗度区分Iの風速と実地形上の風速との比）を乗じることで極値風速を算定

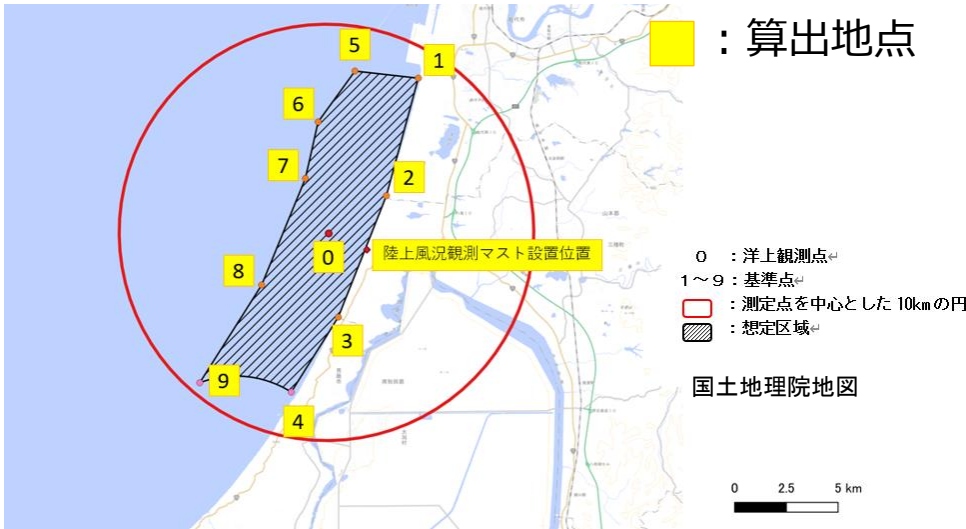
極値風速は、上記3つの手法で算定した

■ 乱流強度・極値風速の結果 能代市、三種町及び男鹿市沖の例

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県2海域)

スキャニングライダーの洋上観測点、風況マスト地点を含む
実海域内の複数の地点を対象に算出した。

極値風速 100mの例



V ₅₀ [m/s]	100m			
	土木学会 指針	建築物荷 重指針	混合気候	
			R-15	RDSCt
陸上風況観測マスト位置	52.7	53.1	43.2	43.2
No.0	52.7	53.1	44.7	45.0
No.1	52.7	53.1	44.1	44.4
No.2	52.7	53.1	43.1	42.6
No.3	52.7	53.1	42.7	41.5
No.4	52.7	53.1	43.1	42.2
No.5	52.7	53.1	45.2	45.5
No.6	52.7	53.1	45.7	45.6
No.7	52.7	53.1	44.8	44.7
No.8	52.7	53.1	44.5	44.0
No.9	52.7	53.1	43.2	42.3

※V50とは再現期間50年を示す

乱流強度の90パーセンタイル値 100mの例 (気象マストデータを使用し、k-εモデルにより算出)

風速[m/s]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
100m	陸上風況観測マスト位置	50.5	34.6	28.1	22.7	19.7	18.4	17.7	17.6	17.5	16.3	16.6	16.5	15.7	15.1	13.2	13.4	12.6	11.8	11.4	11.7	12.1	-	-	-	-
	No.0	49.9	33.2	27.3	21.6	19.4	17.1	16.6	16.6	16.2	15.4	15.3	15.1	15.5	15.1	14.1	13.6	13.5	12.6	10.7	12.0	11.3	12.1	-	-	-
	No.1	53.3	35.4	27.4	23.2	20.1	18.7	18.0	17.8	17.0	16.5	16.2	15.7	15.7	15.0	13.4	13.0	12.9	12.3	11.0	11.9	11.9	-	-	-	-
	No.2	51.1	34.6	28.3	22.8	20.0	18.3	18.0	17.4	17.5	16.3	16.8	16.5	16.5	15.1	13.8	13.1	13.1	11.8	11.1	11.8	12.2	-	-	-	-
	No.3	50.3	33.9	29.0	22.4	19.9	18.6	17.6	17.2	17.1	16.3	16.7	16.0	15.9	15.4	14.4	14.1	12.6	12.1	11.0	12.1	11.5	-	-	-	-
	No.4	50.3	34.0	28.5	22.6	20.1	18.4	17.4	17.1	17.1	16.3	16.3	15.6	15.5	15.3	13.5	13.0	12.1	12.5	11.6	11.7	11.4	-	-	-	-
	No.5	50.0	32.8	26.7	22.0	18.5	17.5	16.4	16.7	16.4	15.2	15.2	15.4	15.4	15.1	13.5	12.9	12.7	12.6	11.6	12.0	11.2	11.7	-	-	-
	No.6	50.1	33.0	26.5	21.9	18.9	16.6	16.2	16.1	15.8	15.1	14.7	14.4	15.0	14.8	13.8	12.8	13.2	13.1	11.6	12.0	11.2	11.8	-	-	-
	No.7	49.3	32.6	26.1	22.0	19.0	16.6	16.4	16.0	15.8	15.3	14.9	14.6	15.2	14.8	14.0	13.3	13.3	13.3	11.1	11.9	11.0	11.7	-	-	-
	No.8	48.7	32.4	25.9	21.6	19.1	16.6	16.4	16.0	15.7	15.3	14.9	14.9	14.9	14.5	13.8	13.3	14.1	13.3	11.1	11.9	11.1	12.1	-	-	-

※R-15 : 気象再解析に基づく、RDSCt : 観測値及び天気図に基づくデータベース

実海域調査

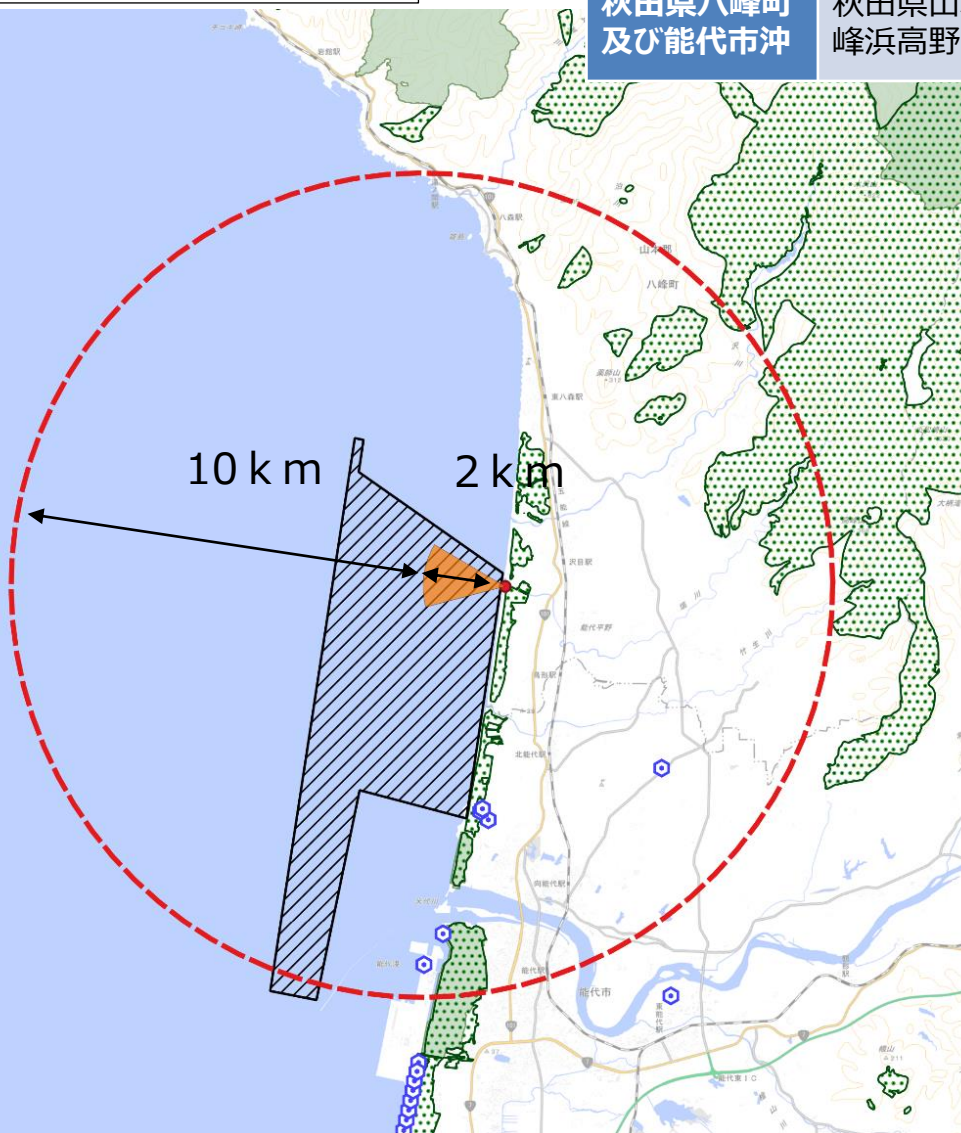
秋田県八峰町及び能代市沖
長崎県西海市江島沖

■ 秋田県八峰町及び能代市沖拡大

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県・長崎県2海域)

秋田県八峰町及び能代市沖

候補海域名	住所 (気象測器設置位置)	緯度・経度	観測時期	標高 (TP)
秋田県八峰町 及び能代市沖	秋田県山本郡八峰町 峰浜高野々	40度17分25秒 140度01分16秒	2021年 2月25日～	7.0m



平坦地形において調査を行う場合、調査地点周辺の風況を代表できる代表半径は10kmとされる。
(measnet 2016)
調査海域は概ね、洋上の測定点中央から、半径10kmの円に収まる。

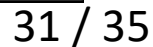
凡例

- 照射範囲_八峰町
- ライダー位置
- 洋上測定点から半径10kmの円
- 八峰能代促進区域(仮)
- 風力発電機(既存)
- 保安林
- 国有林
- 国土地理院地図

0 2.5 5 km



実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県・長崎県2海域)



■ 機器の設置状況

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県・長崎県2海域)

鉛直ライダー及び、スキャニングライダーは、風による振動や、設置場所の傾きによる測定誤差を最小限にするため、鉄骨製の架台を建設して設置した。

			
地点:八峰町※1、西海市※2	地点:八峰町、西海市	地点:八峰町	地点:西海市
気象マスト (トラス型 高さ58m)	鉛直ライダー ZX 300M	スキャニングライダー Stream line XR	スキャニングライダー WINDCUBE200S
測定高度_地上高さ (風向・風速) 10m、30m、40m、50m、 58m (気温・湿度) 1.5m、10m、56m (気圧) 56m	測定高度_地上高さ (風向・風速) 40m、58m、100m、 160m、200m	測定高_TP (風向/風速) 40m、100m、160m	測定高_TP (風向/風速) 40m、100m、160m
		スキャン方法 PPI スキャン (Step-and-Stare)	スキャン方法 PPI スキャン (Step-and-Stare)

※1:秋田県八峰町及び能代市沖

※2:長崎県西海市江島沖

■ 事前検証観測

実海域における気象調査
・実海域調査(秋田県・長崎県2海域)

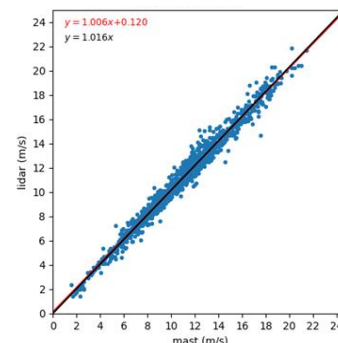
スキャニングライダーによる洋上観測を行う前に、スキャニングライダーの観測精度を検証するため、気象マストとの比較検証観測を行った。なお、使用する3台のライダーのうち1台は、由利本荘市に設置した気象マストを使用し、2台はデンマーク工科大学（DTU）内の気象マストを使用して行った。

由利本荘市

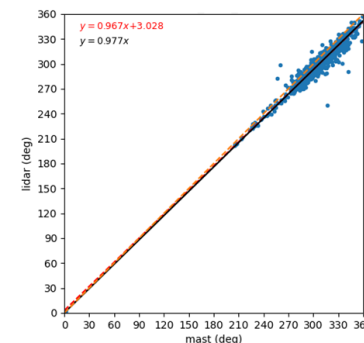


基準風速	由利本荘市に設置した気象マスト
観測高度	58m
スキャン手法	PPI スキャン (Step-and-Stare)

風速



風向

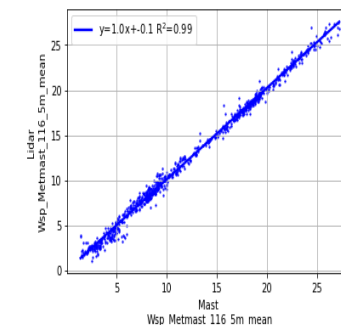
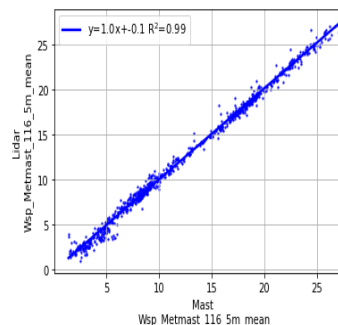


デンマーク工科大学（DTU）



基準風速	デンマーク工科大学の実験施設である気象マスト
観測高度	137m
スキャン手法	PPI スキャン (Step-and-Stare)

WindCube200S 風速



検証観測の結果、気象マストと高い相関が得られ、スキャニングライダーが十分な精度を有していることが確認された。

気象観測結果は、四半期ごとにデータ整理を行う。

データ整理のスケジュール

八峰町	2021年											2022年		
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
第1四半期														
第2四半期														
第3四半期														
第4四半期														

江島	2021年										2022年			
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
第1四半期														
第2四半期														
第3四半期														
第4四半期														

観測期間

※洋上2km沖合のデータの欠測は、沿岸(陸上)に設置した風況観測マストと鉛直ライダーのデータを用いた補完（MCP法）を行う。

3.まとめ・課題

- ✓ 国内においてドップラーライダーの検証試験が実施可能な設備・場所の確保が必要である。
- ✓ 気象調査地点選定の際の現地踏査・準備には時間をかけ、事業の成否に影響する地元への配慮を十分に行うことが重要である。
- ✓ 気象観測機器へ安定した電力を供給するため、無電源地域では燃料電池など特別な電源を用意するほか、雷、台風などイレギュラーな事態が発生した際の復旧を迅速にするために、監視体制を充実させ、欠測期間を可能な限り無くすることが必要である。
- ✓ 我が国において加速する洋上風力発電等の導入拡大に向け、デュアルスキャンングライダーや新しいシミュレーションモデルなど、最新技術を取り入れながら、調査実績を積み重ね、技術開発・実証を引き続き実施していく必要がある。