

平水区域の波と風の統計的性質 — 海域の特徴 —

金子杏実*、辻本勝*

*国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 流体設計系



もくじ

1. 目的

2. 平水区域の解析

- ✓ 解析方法、解析対象、解析に利用するデータ

3. 解析結果の検討

4. まとめ

目的

- 平水区域は、年間を通じて比較的穏やかな水域となっているものが多いとされるが、地形の影響を受ける事がある。
- 代表的な平水区域の気象海象を調査し、海域比較を通してその特徴を明らかにする。

平水区域とは？

地理的には陸岸に囲まれていることで外海からの波や風の影響が少なく、年間を通じて比較的穏やかな水域。

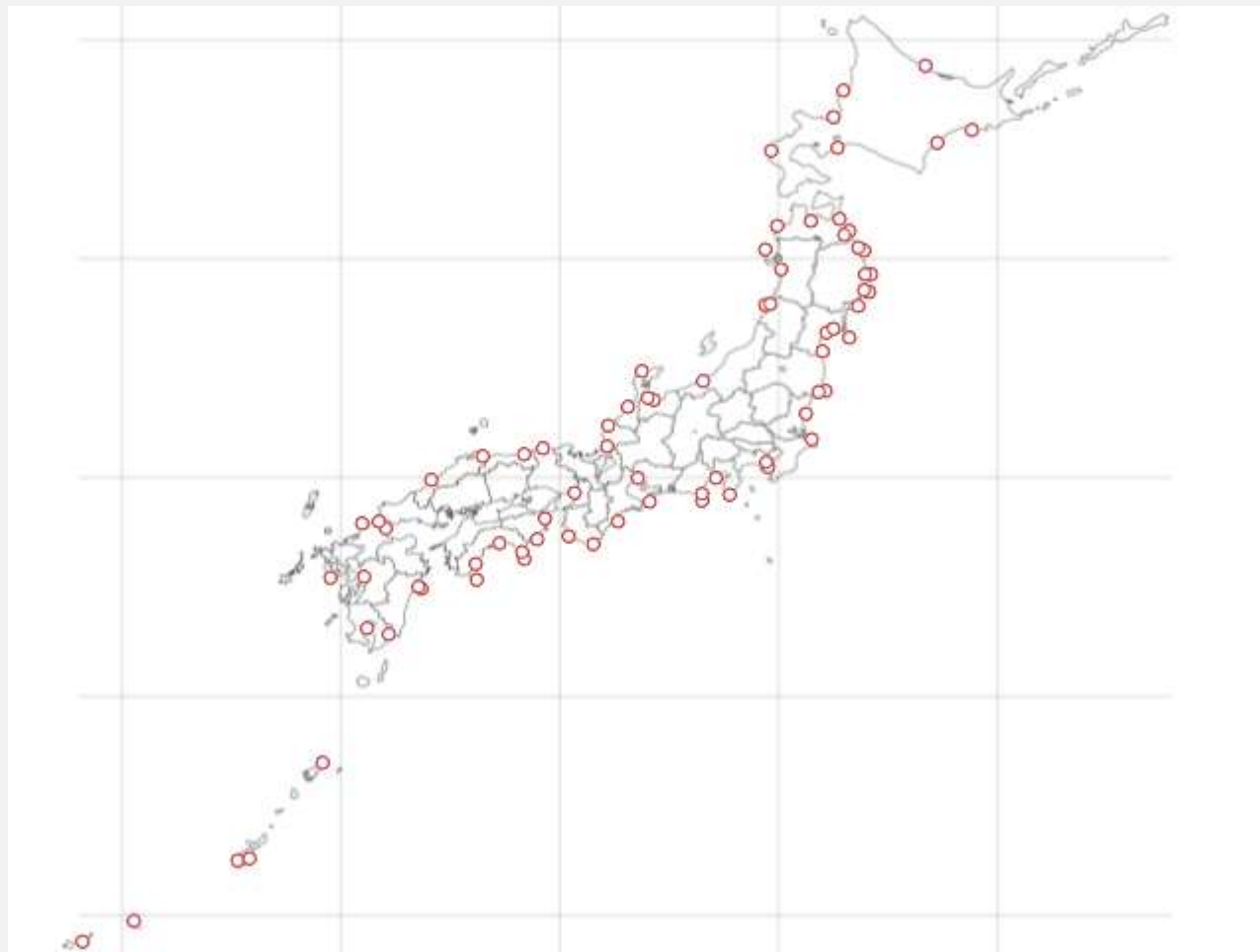
西洋形船舶検査細則(明治19年)にて初めて定められ、現在は船舶安全法施行規則に平水区域は湖、川及び港則法で定める港内の水域の他、51の海域が定められている。

平水区域の解析に使うデータ

計測値

- ✓ 船舶通報
 - …平水区域ではほぼない
- ✓ 定点観測(ナウファスなど)
 - …一部地点の為、平水区域内をカバーできていない

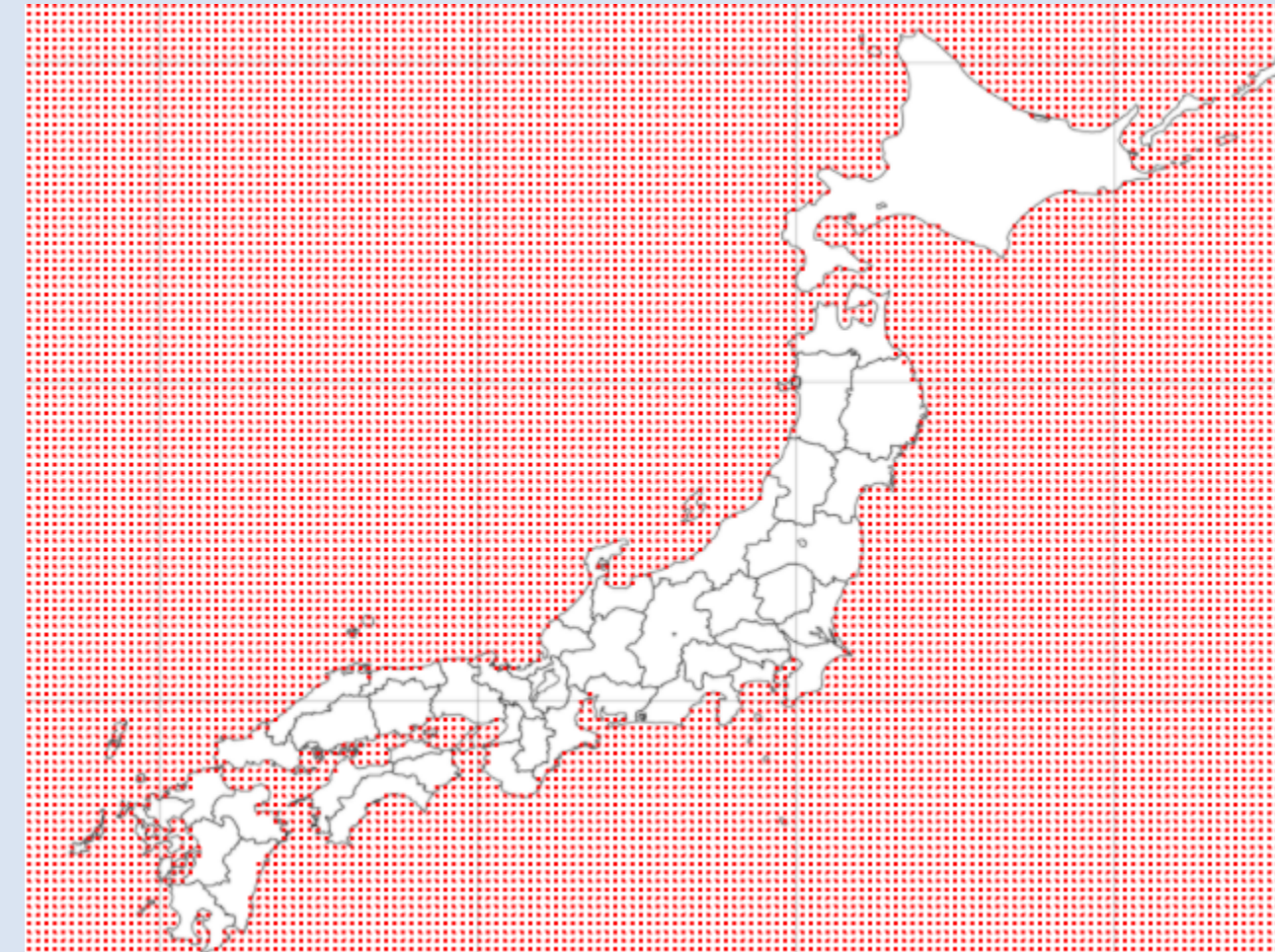
ナウファスの観測地点



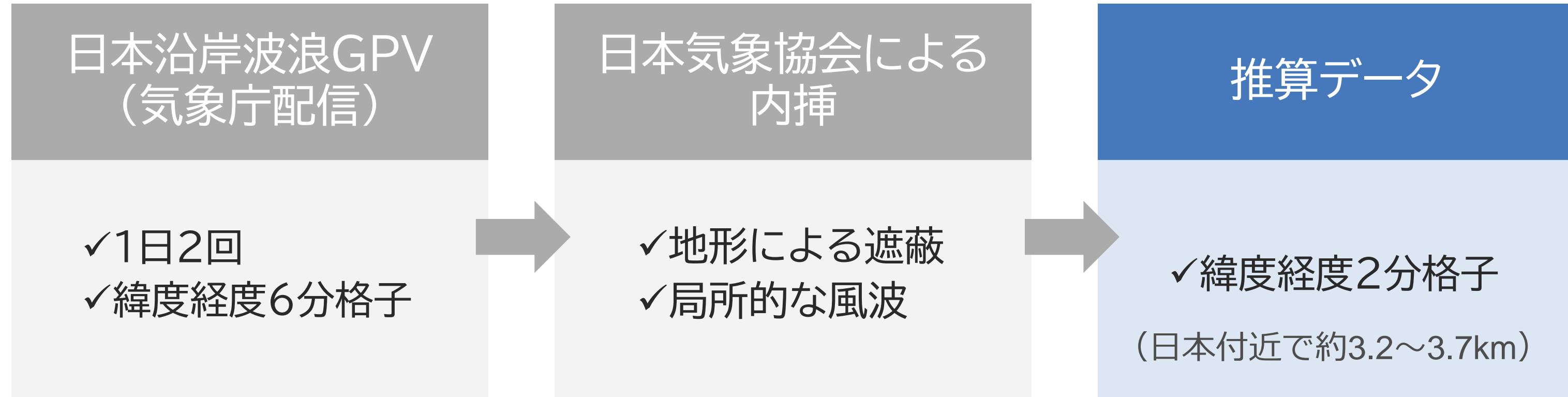
数値予測データ

- ✓ 空間的に均質
- ✓ 十分実用的な精度

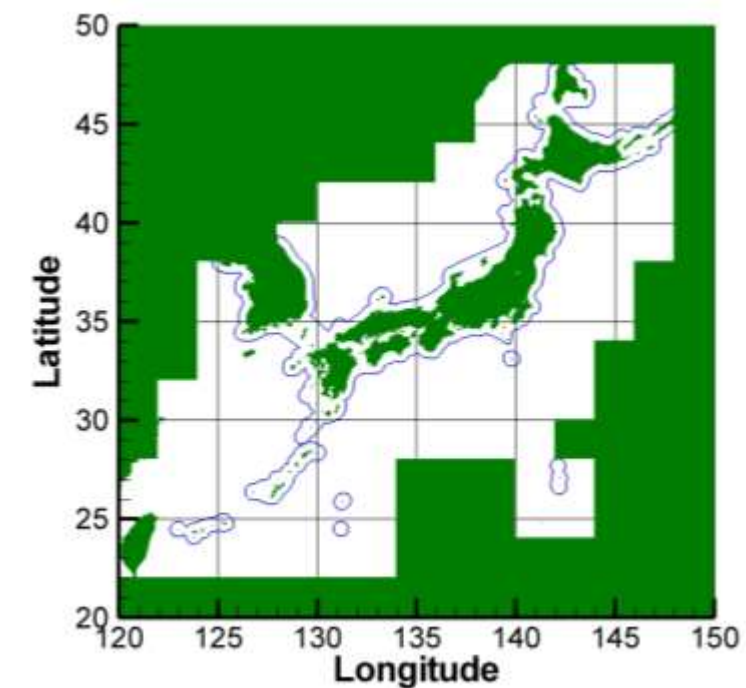
イメージ



数値予測データについて



要素	有義波高、有義波周期、卓越波向、平均風速、平均風向
領域	北緯20~50度、東経120~150度 (右図の白い領域)
期間	10年(1994年3月~2004年2月)



解析する平水区域

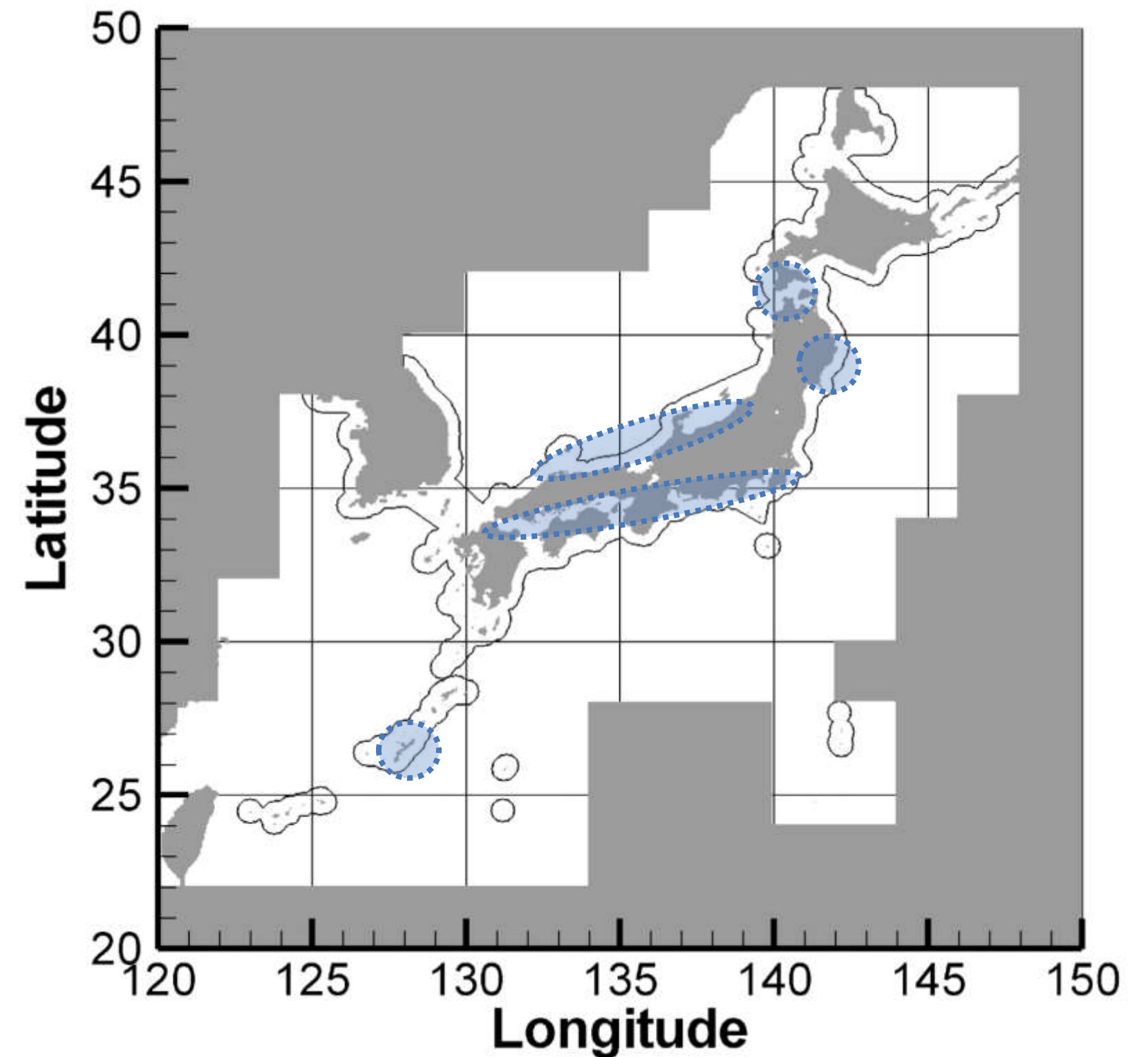
■ 太平洋側、日本海側、三陸海岸、内海などから23区域

- ✓ 2分格子間隔で地形の影響を十分に考慮できる事(大きな海域)
- ✓ 地形に共通点があり比較できる事

■ 沿海区域(比較対象として)

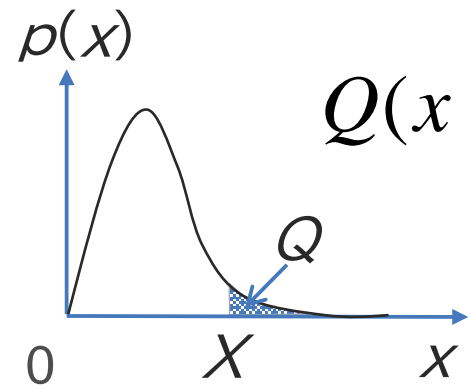
- ✓ 海岸より20海里以内の水域(陸地を囲う線の領域)

東京湾	豊後水道西沿岸	舞鶴湾	大船渡湾
那智勝浦沖	駿河湾	七尾湾	気仙沼湾
金武湾・中城湾	陸奥湾	宮古湾	女川湾・雄勝湾
瀬戸内海	函館湾	山田湾	石巻港
有明海	仙崎湾・深川湾	大槌湾	松島湾
宇和海	美保湾	釜石湾	沿海区域



解析方法

X mを超える波高が発生する確率 Q



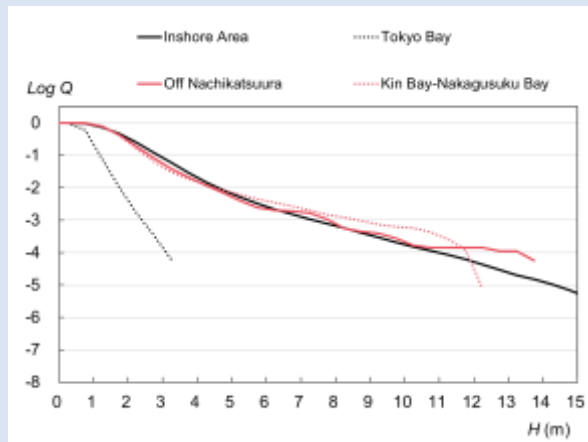
$$Q(x > X) = 1 - \int_0^X p(x) dx$$

推算データ

ある海域では
風速 \circ mの風
が10年間で
 $\times\times$ 回起こる

気象海象の発現頻度表

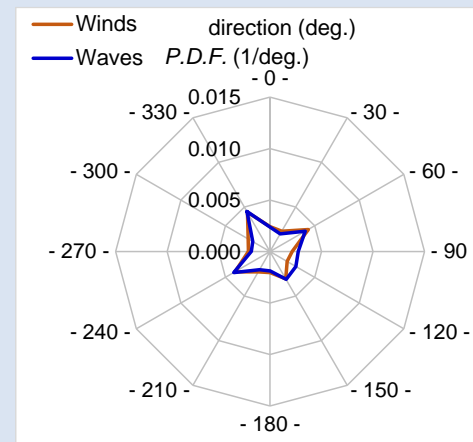
超過確率(Q)



有義波高(H)
平均風速(V_w)

\circ mの波高
が \times 年に1
回発生する

確率密度関数(P.D.F.)



平均風向
卓越波向

発現確率
0度: 北→南へ
向かう

通年平均値

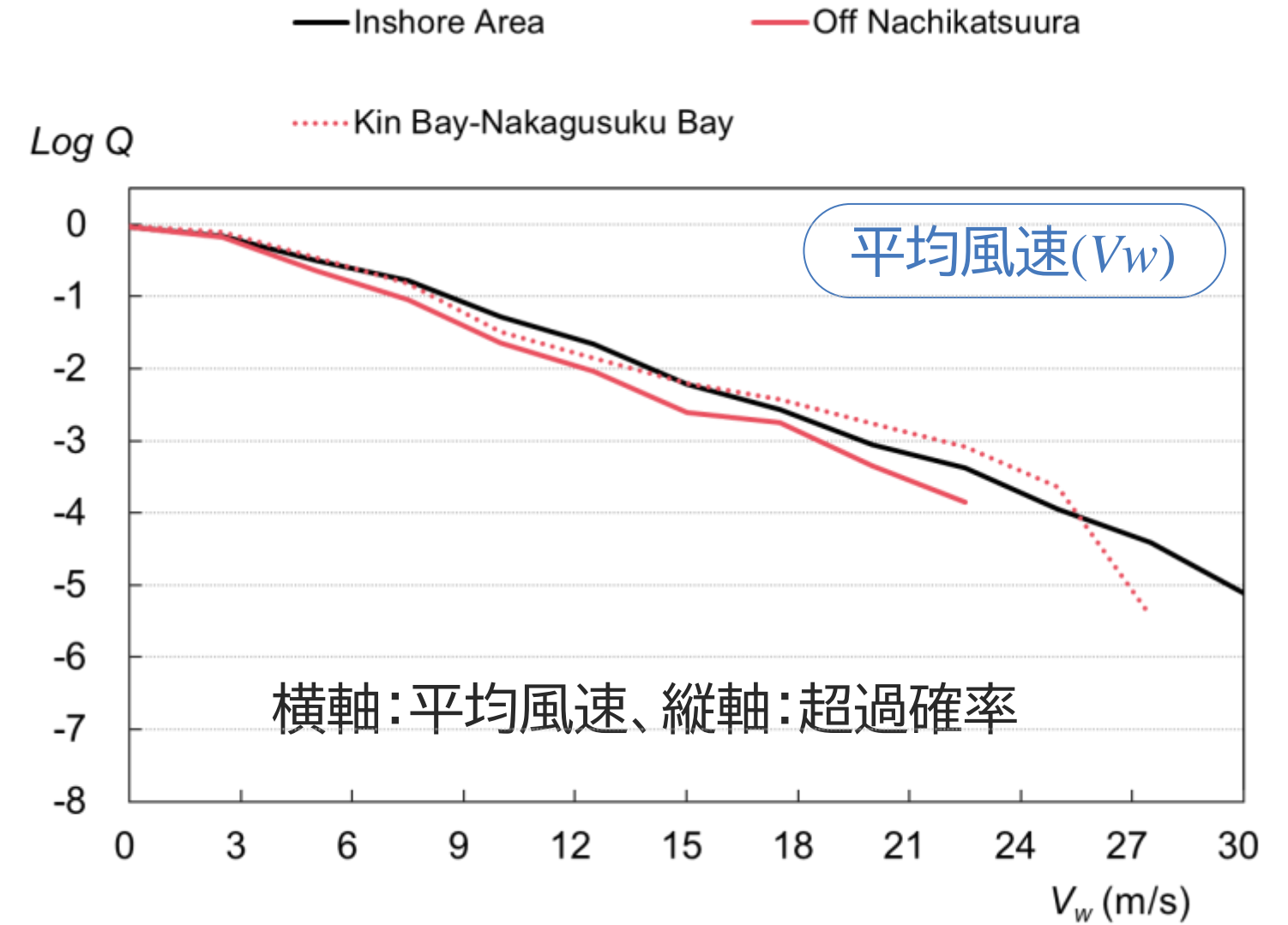
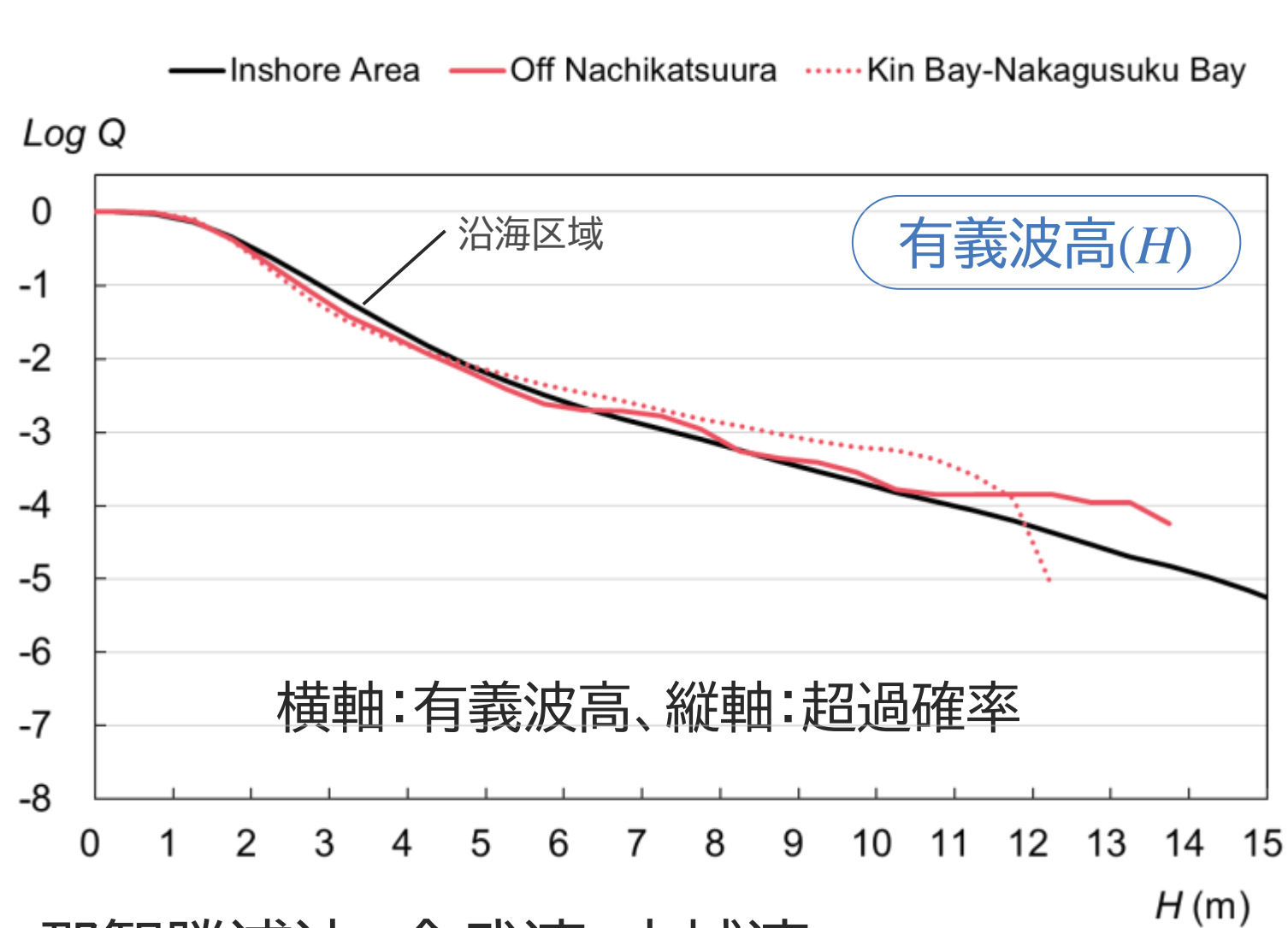
海域名	H (m)	T (s)	V_w (m/s)
東京湾	0.35	3.3	4.86
那智勝浦沖	1.27	6.5	5.81
金武湾・中城湾	1.25	6.0	6.76
沿海区域	1.31	5.8	6.40

有義波高
有義波周期
平均風速

10年間の
平均値

解析結果

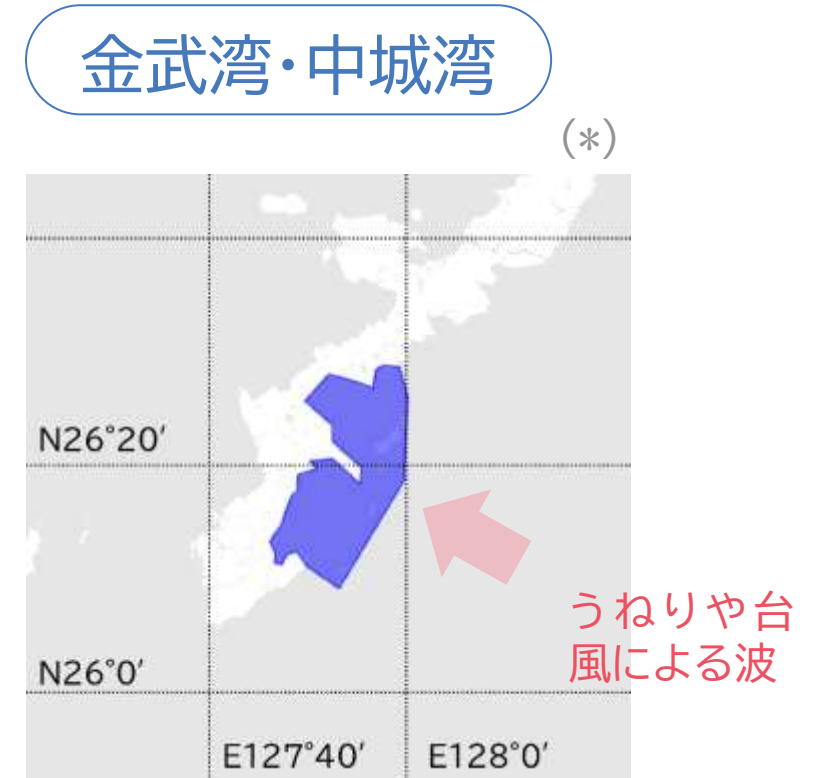
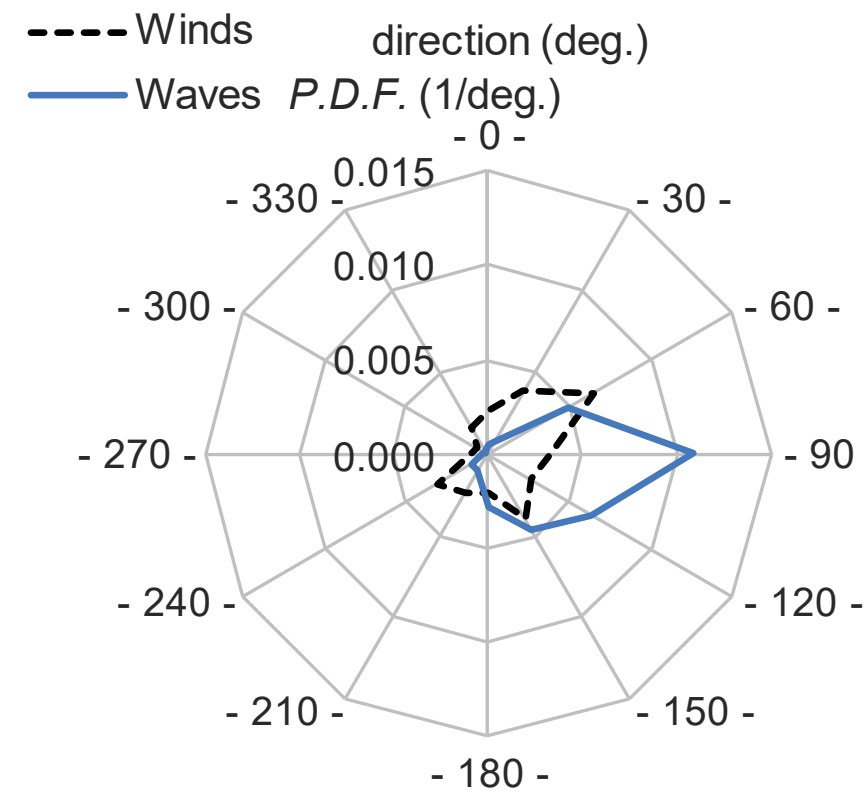
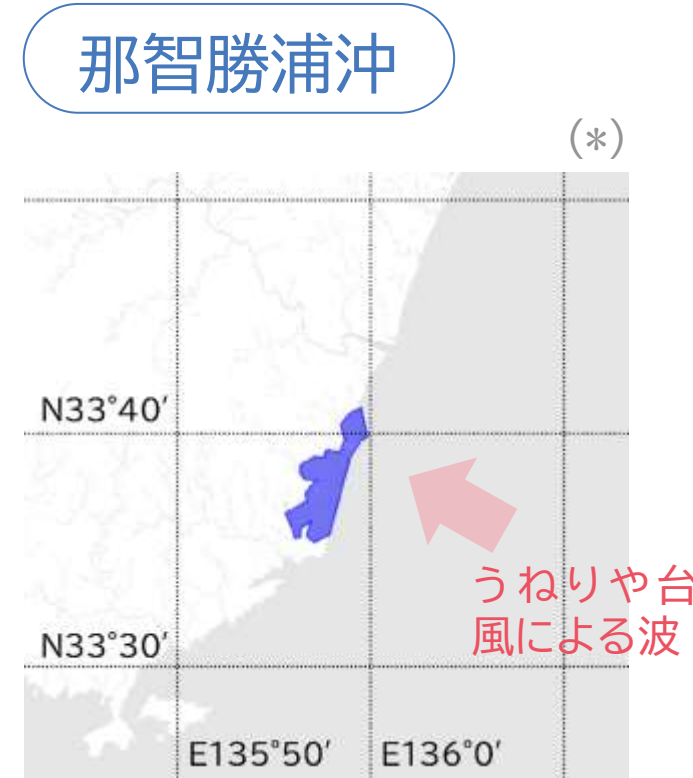
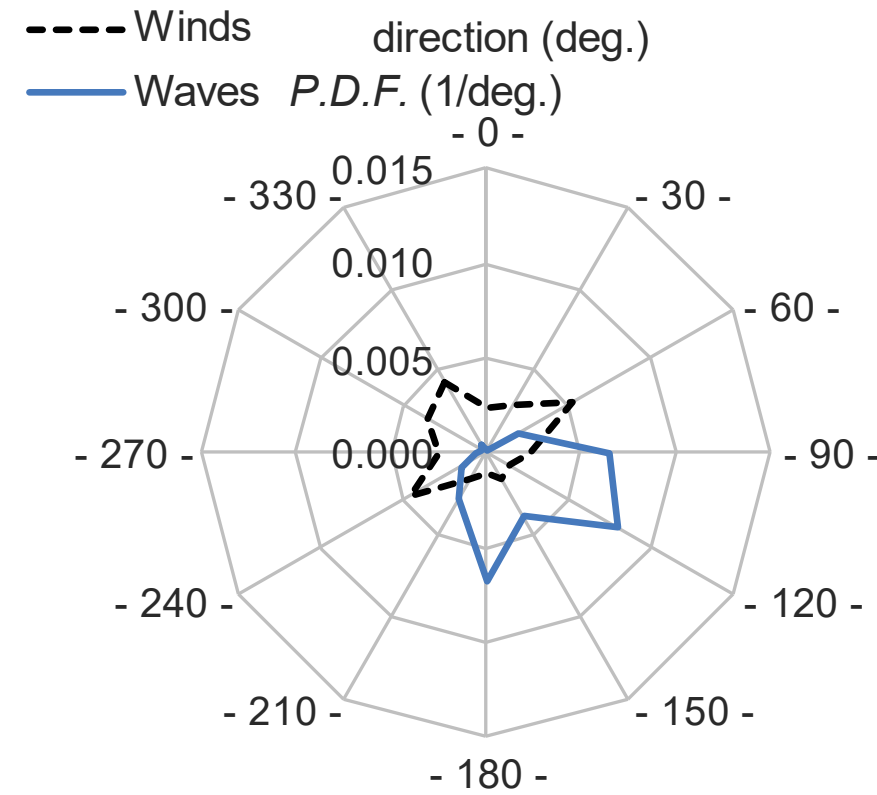
海象が荒れやすい平水区域 | 有義波高・平均風速の超過確率(Q)



- 那智勝浦沖、金武湾・中城湾
- 沿海区域と同等の超過確率
 - ✓ 外洋に面している。
 - ✓ 台風進路に近く、台風の影響により大波高波が進入する



海象が荒れやすい平水区域 | 平均風向・卓越波向の確率密度関数(P.D.F)



0度:北→南へ向かう、P.D.F.大きい=発生確率高い

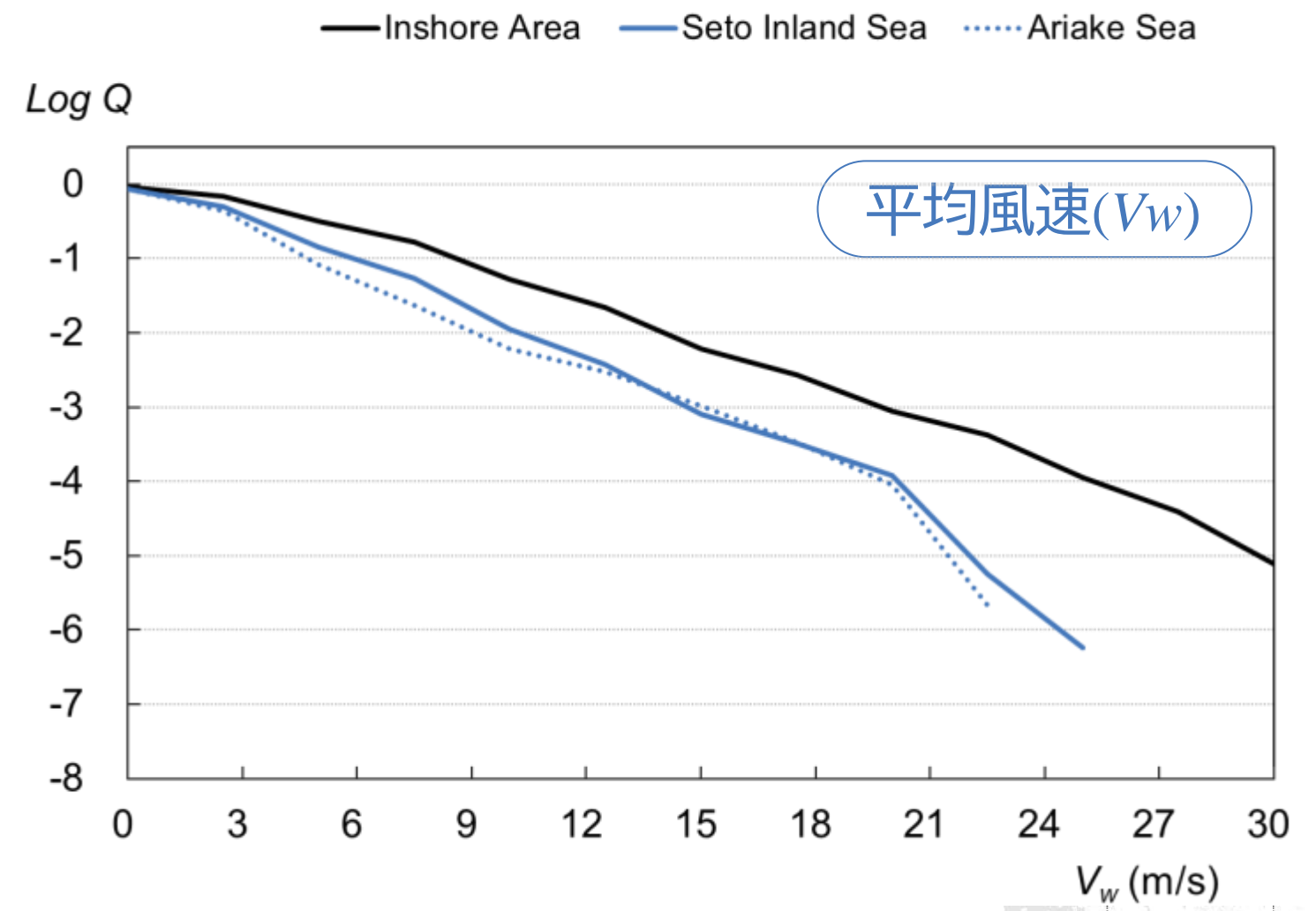
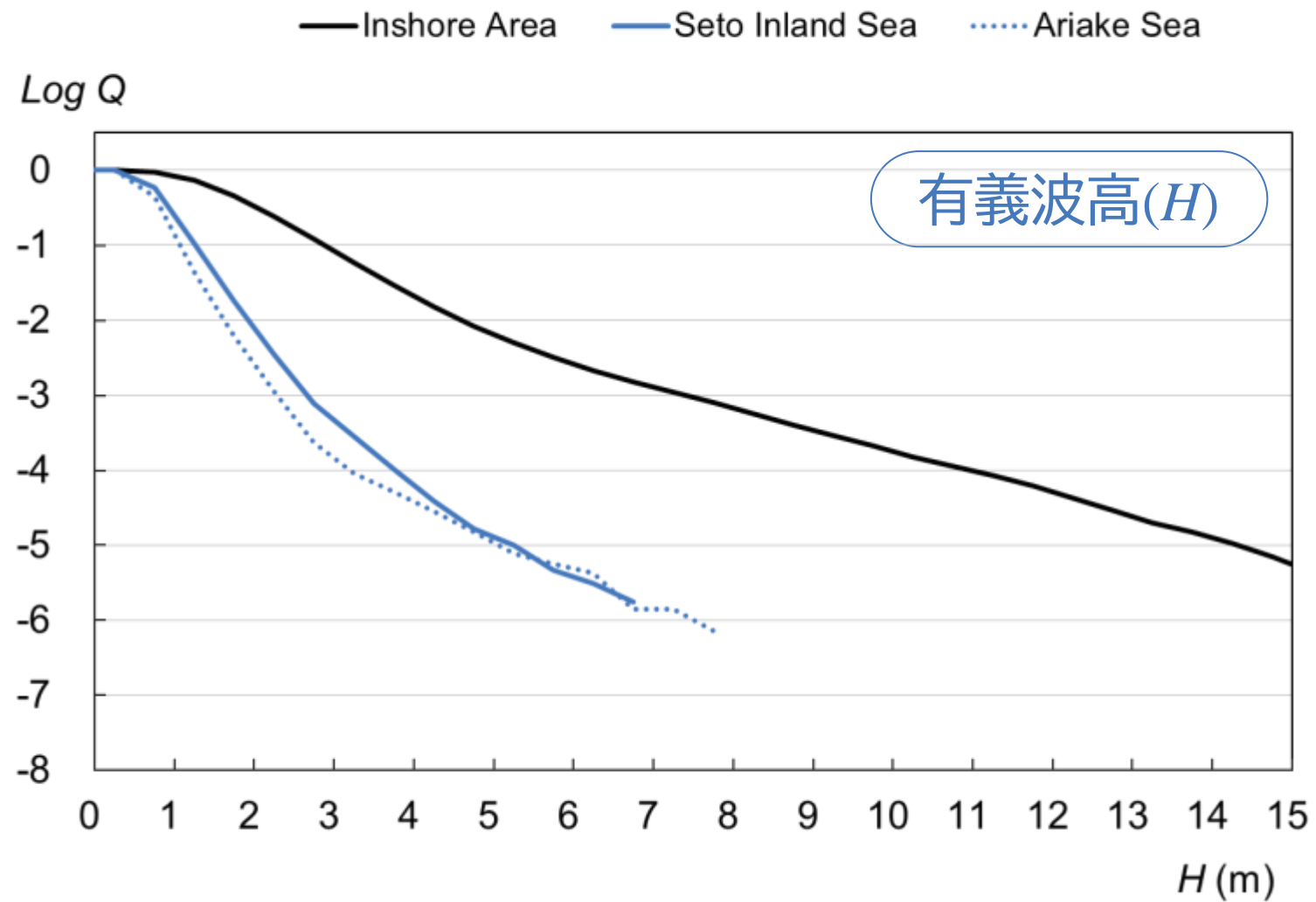
(*)地理院タイルに緯線経線を追記して掲載

■ 2つの海域ともに、風向・波向の分布に「ずれ」がある

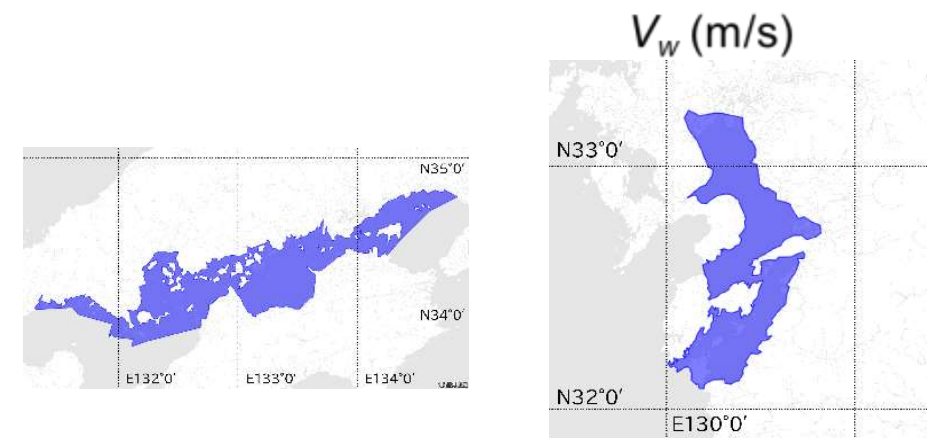
- ✓ 波は風により発生するので、一致する(風波)
- ✓ 波向の大きい方向=外洋に面した側、台風等の影響でうねりが入る

角度別 有義波高	那智勝浦沖	金武湾・中城湾
全方位平均	1.27m	1.25m
平均値最大 (最大)	1.48m (13.5m)	1.35m (12.0m)
平均値最大の方位	150度	150度

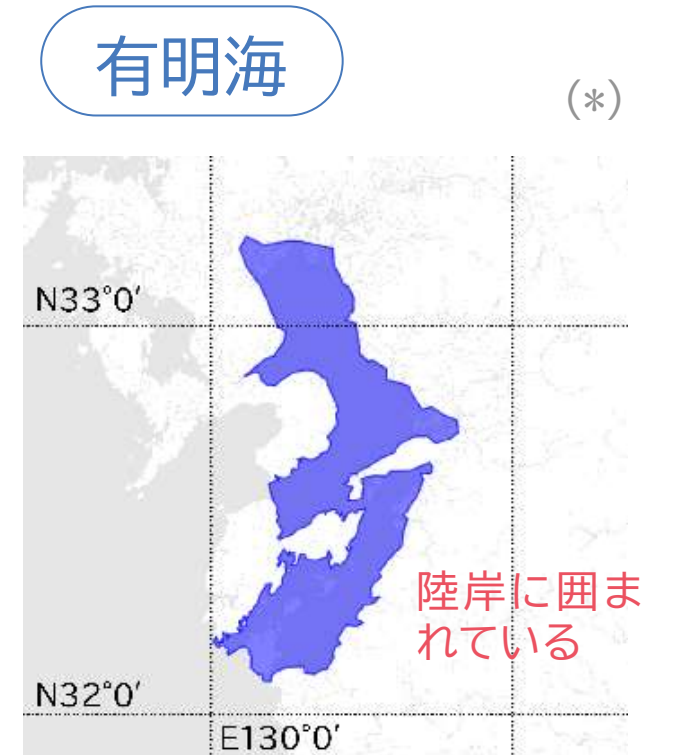
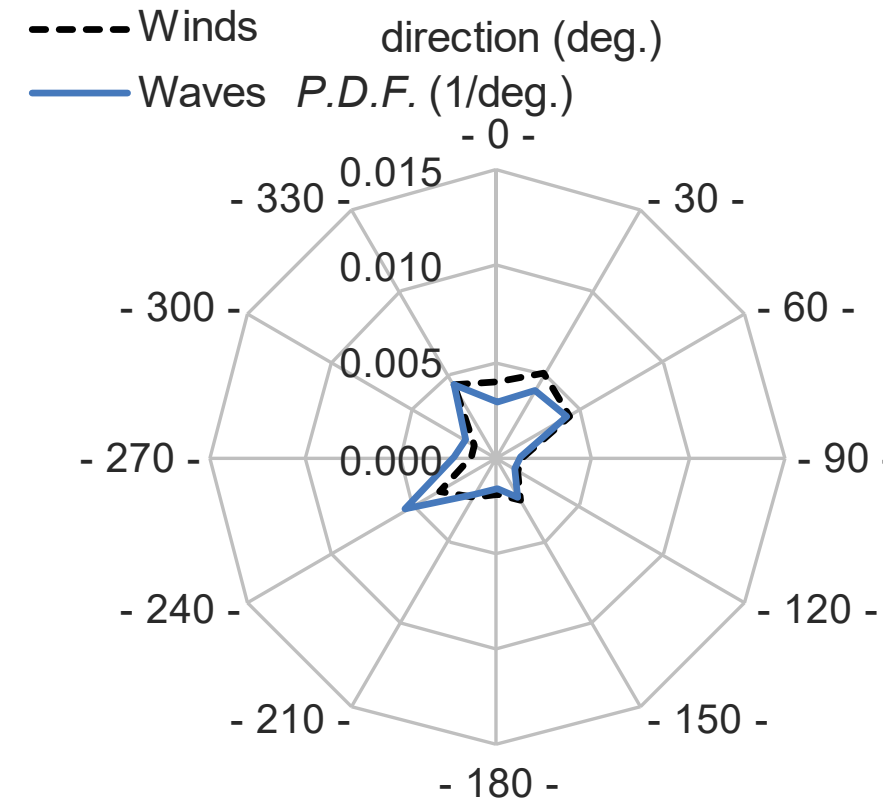
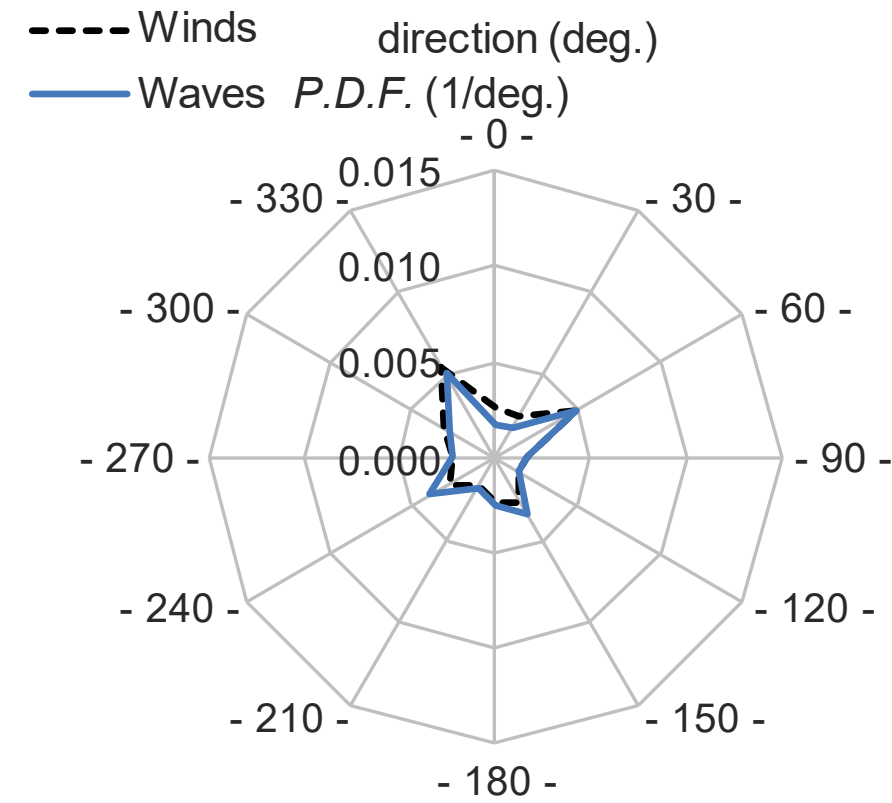
穏やかな平水区域 | 有義波高・平均風速の超過確率(Q)



- 瀬戸内海、有明海(内海)
- 風により波が発達しない



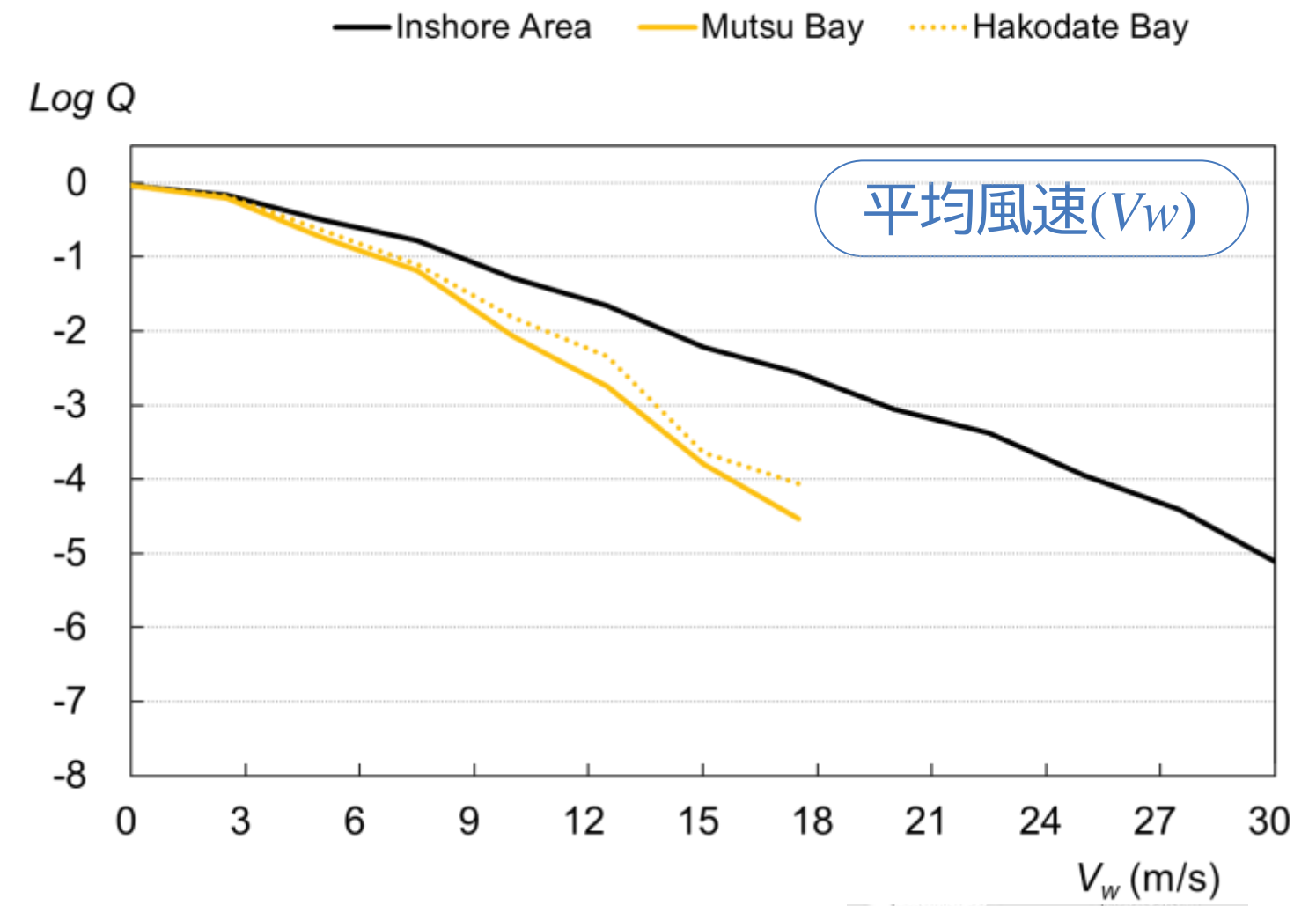
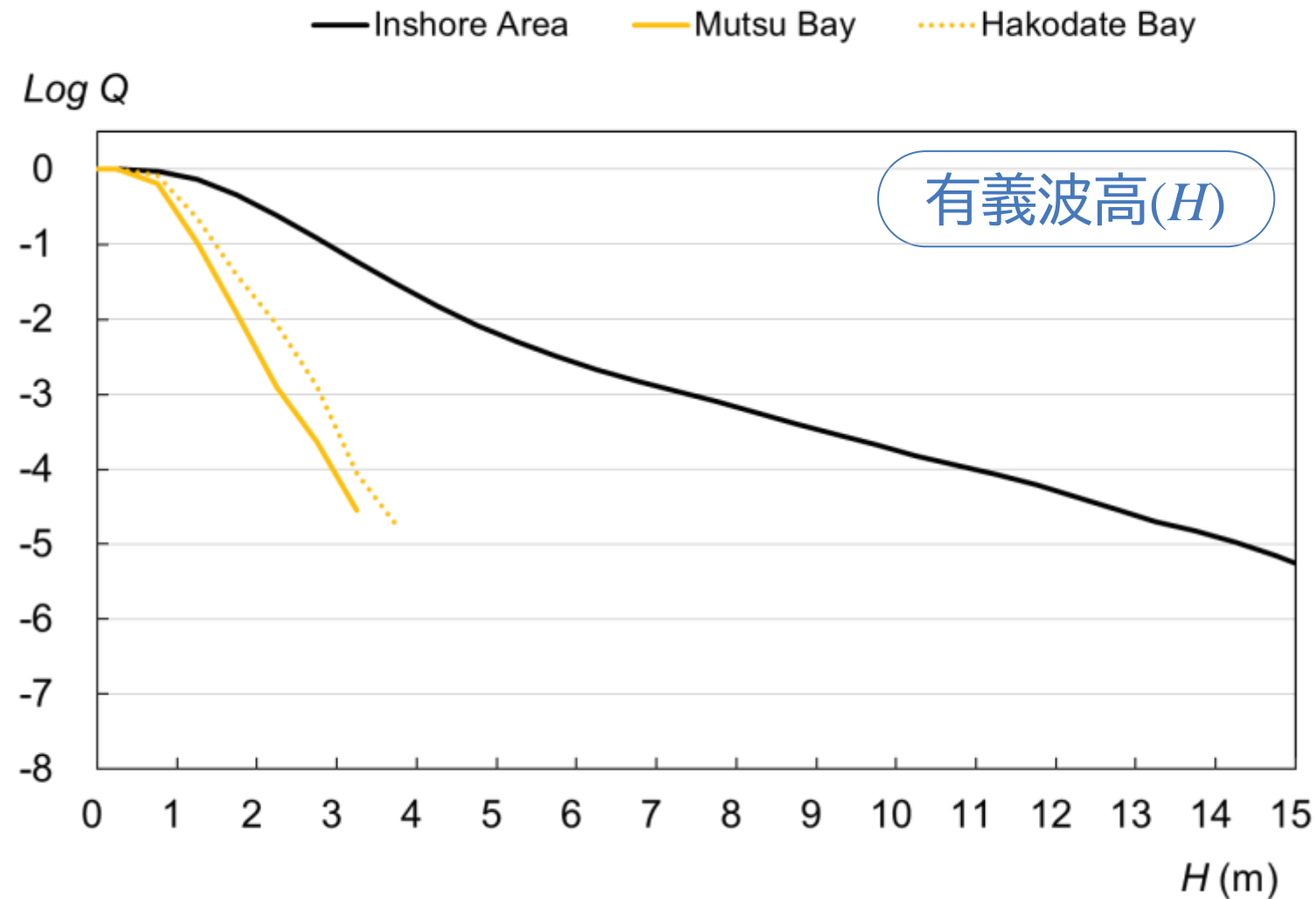
穏やかな平水区域 | 平均風向・卓越波向の確率密度関数(P.D.F)



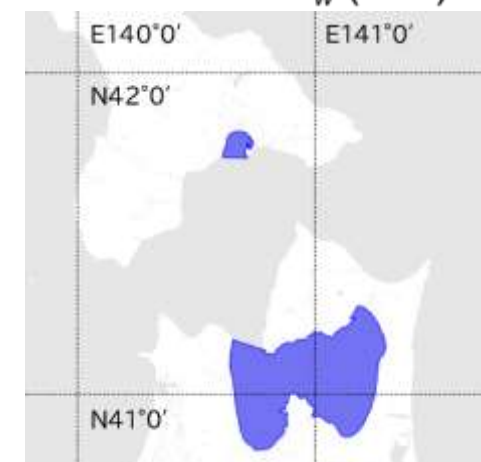
(*)地理院タイルに緯線経線を追記して掲載

- 平均風向、卓越波向の傾向が一致
 - ✓ 地形的にうねりの進入がない

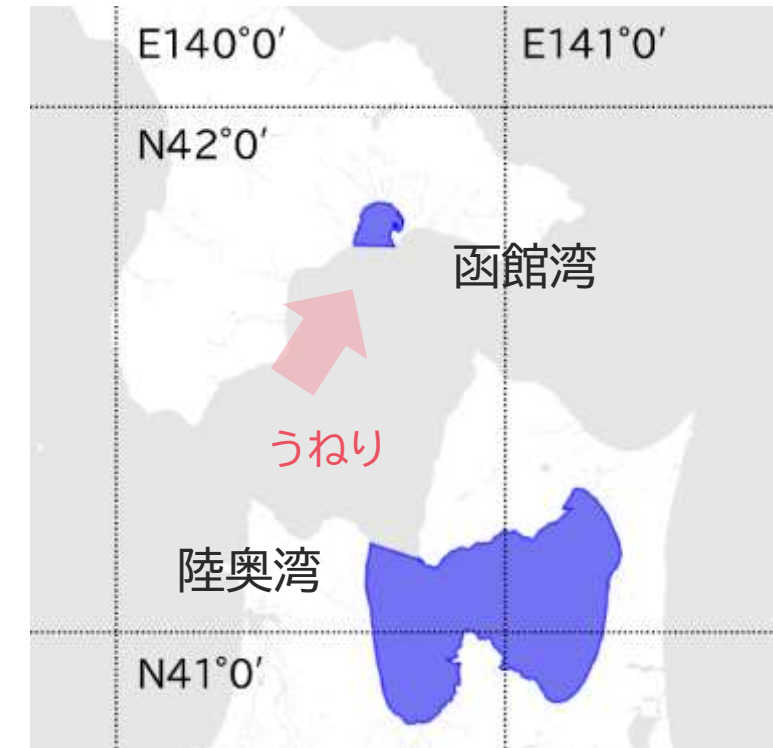
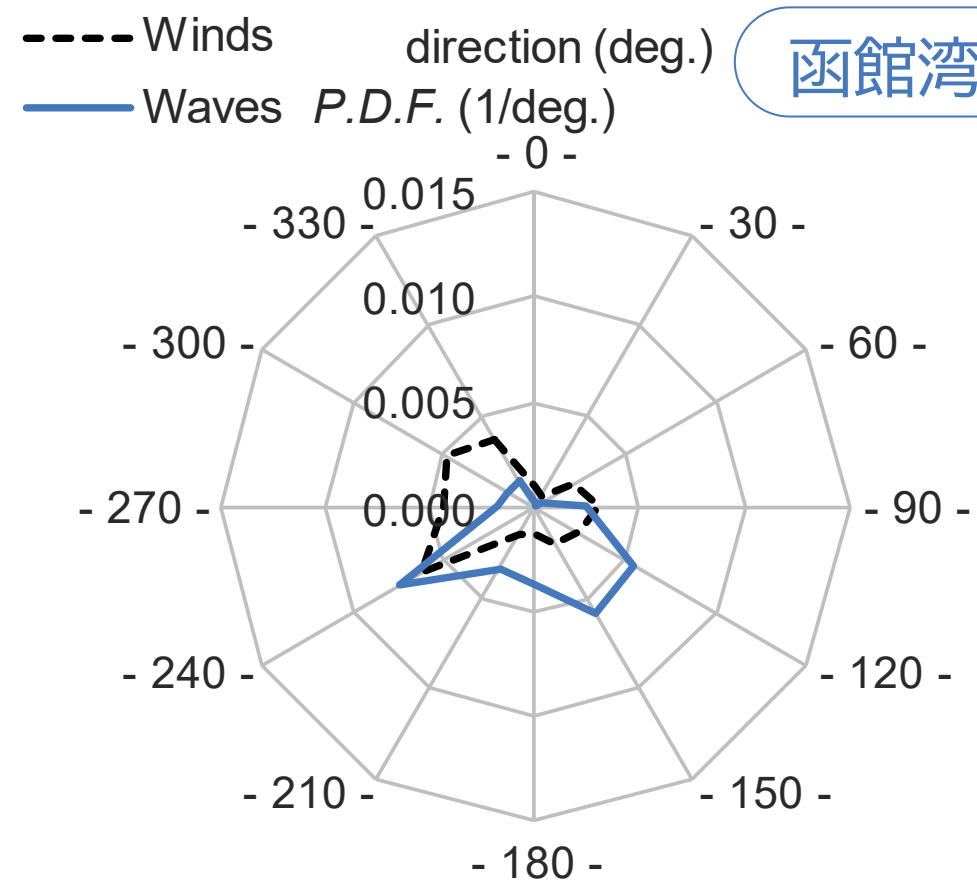
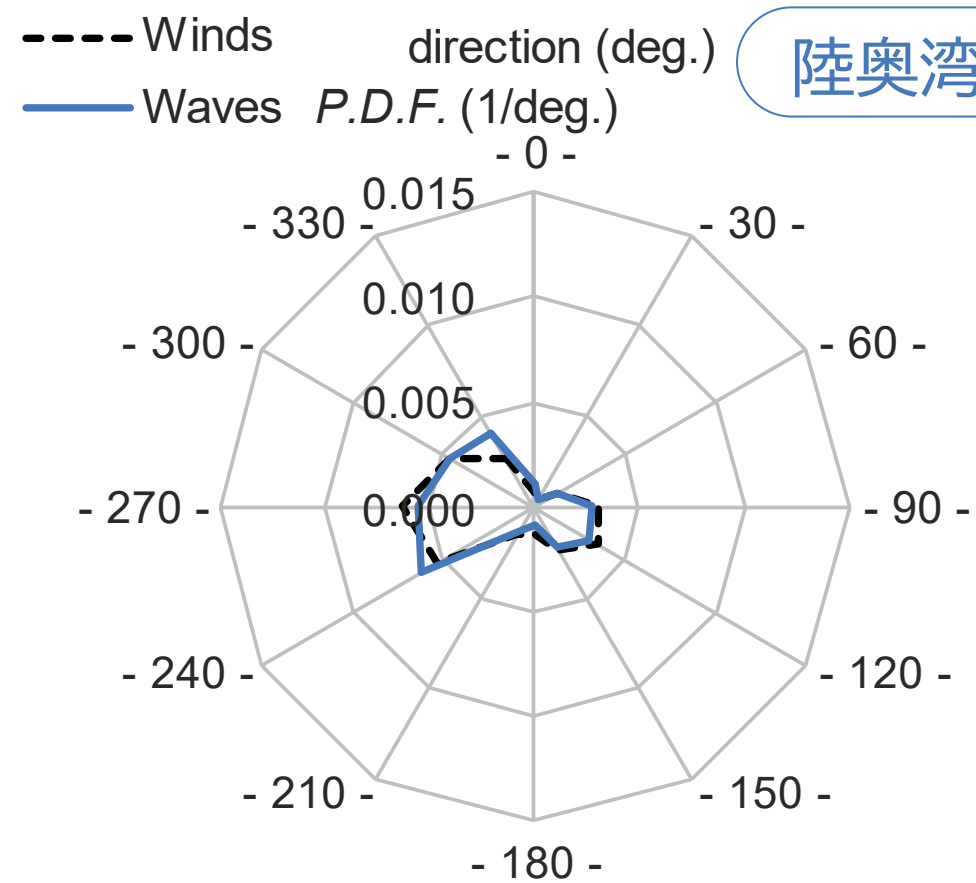
近接する平水区域 | 有義波高・平均風速の超過確率(Q)



- 陸奥湾、函館湾
- 陸奥湾の方が同一超過確率での有義波高、平均風速ともに小さい
 - ✓ 津軽海峡を挟んで近接した海域において違いはあるか？



近接する平水区域 | 平均風向・卓越波向の確率密度関数(P.D.F)



(*)地理院タイルに緯線経線を追記して掲載

■ 陸奥湾は卓越波向と平均風向の傾向が一致

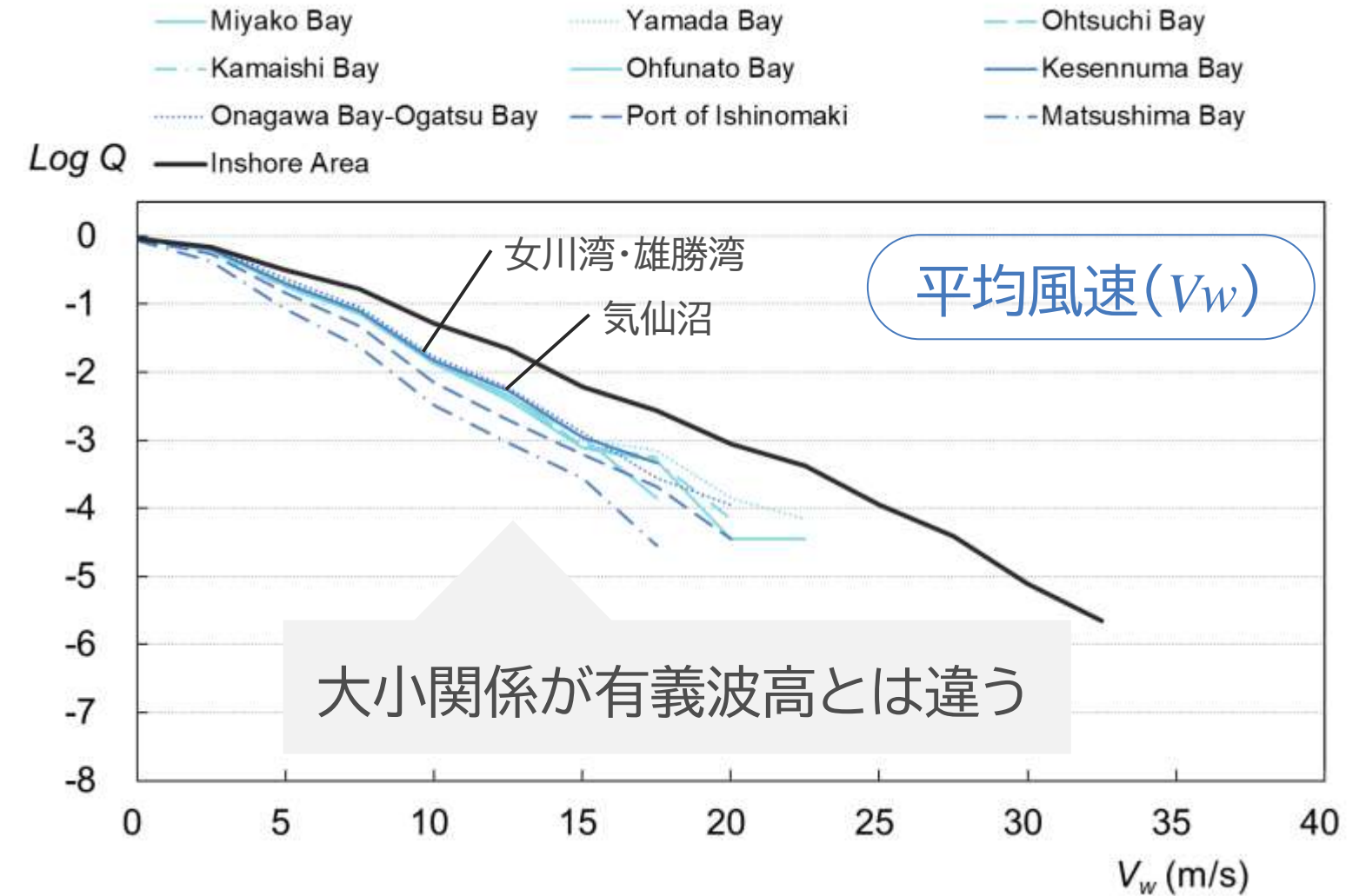
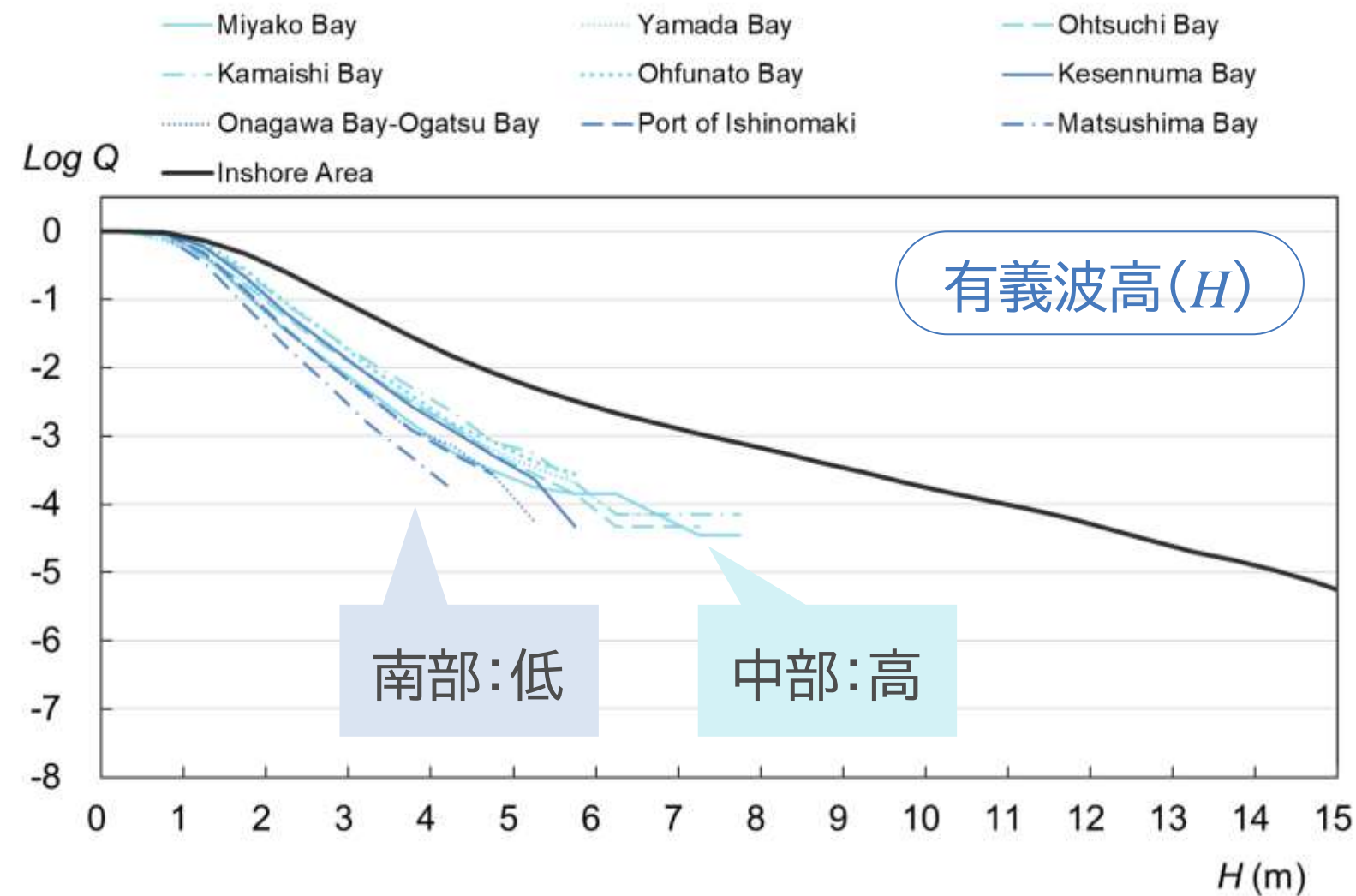
- ✓ 風向と一致することから頻度が風波に起因することが分かる
- ✓ 波も発達しない

■ 函館湾では「ずれ」がある

- ✓ 120~240度の波向でうねりの進入がある
- ✓ 陸奥湾よりも有義波高が大きい

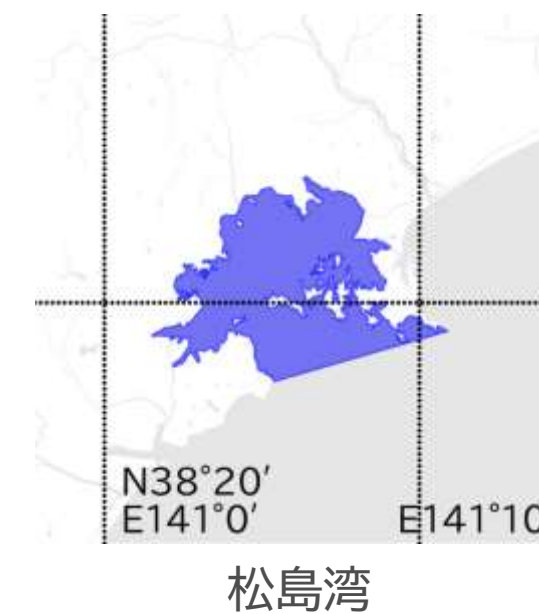
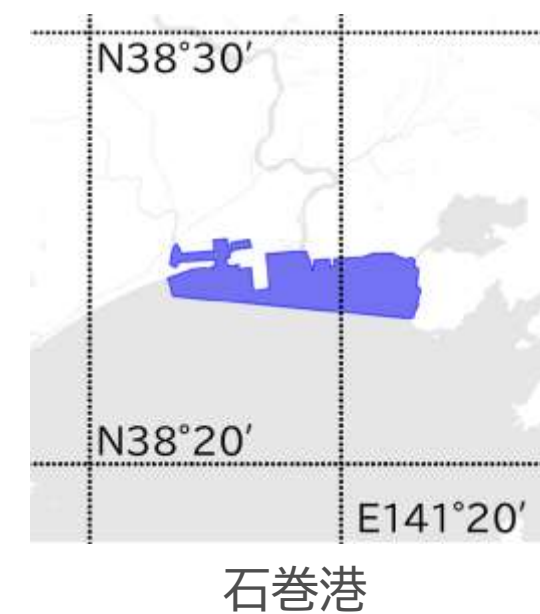
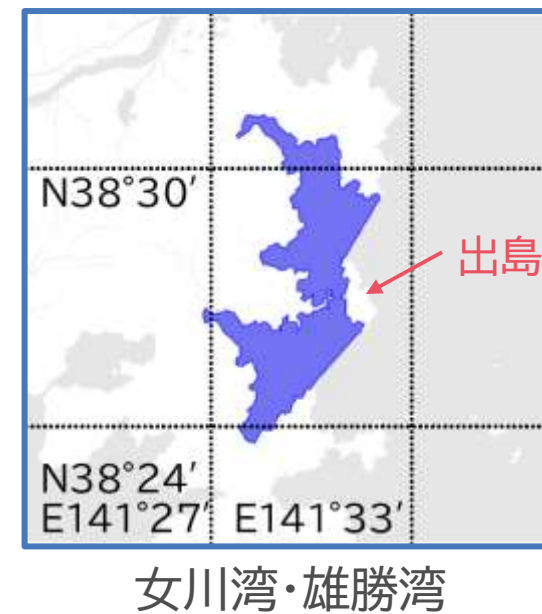
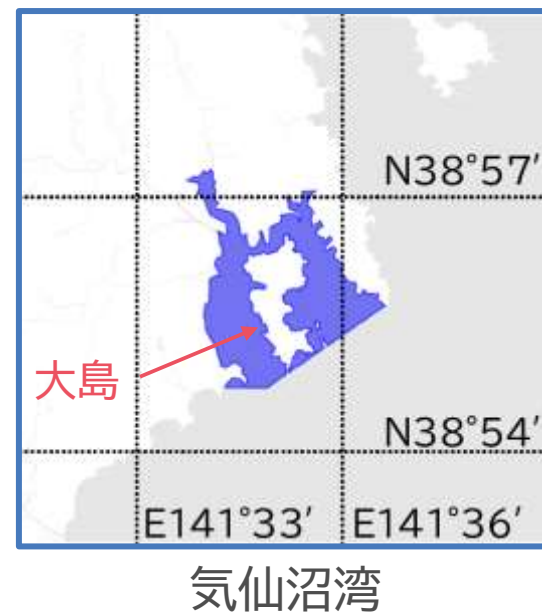
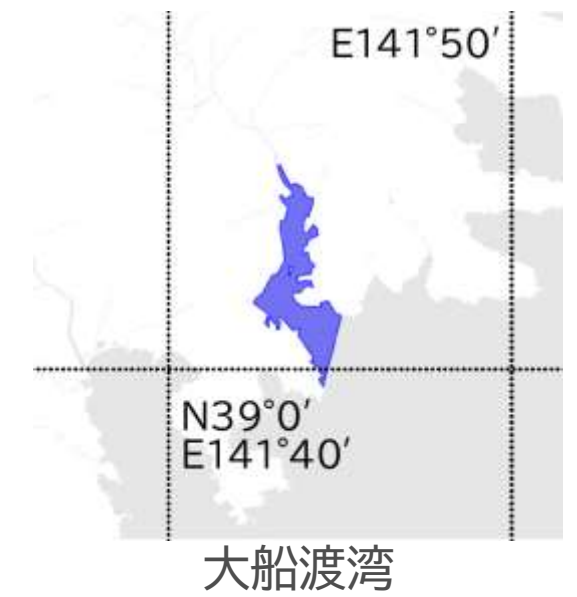
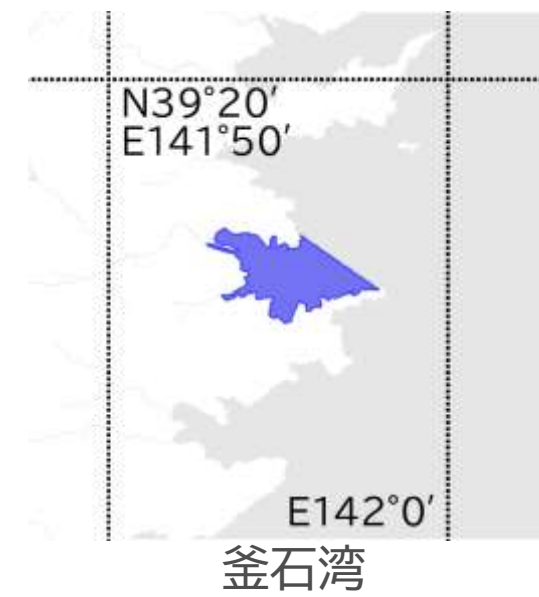
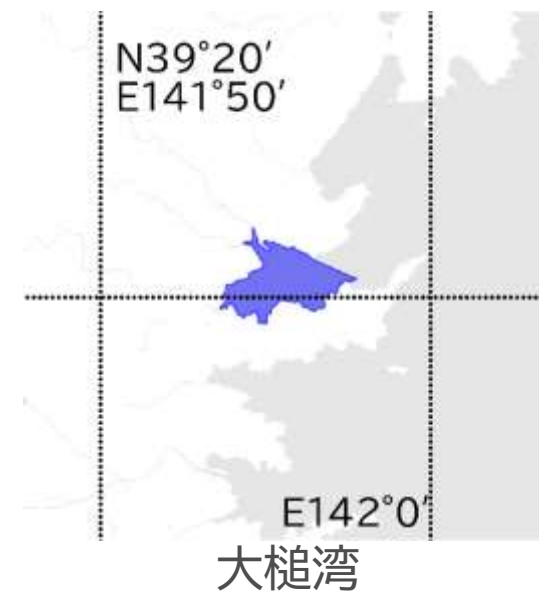
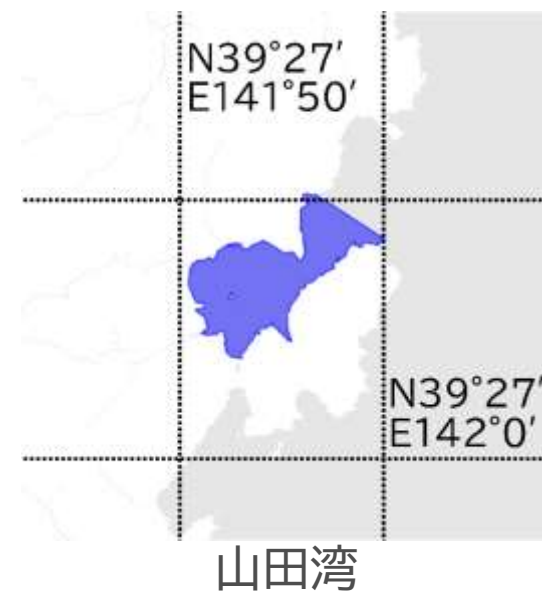
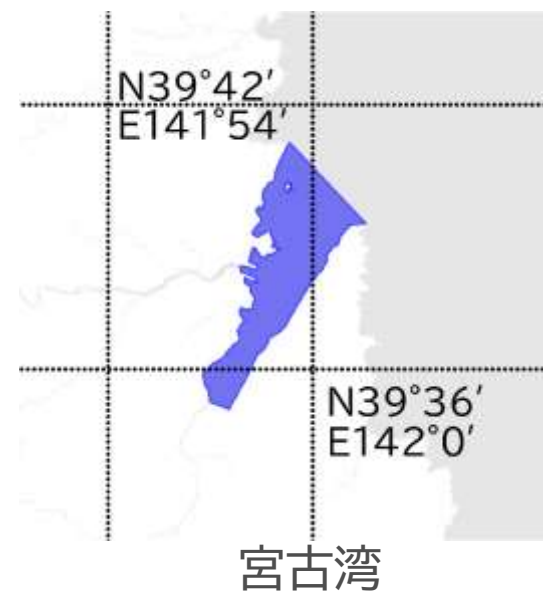
角度別 有義波高	陸奥湾	函館湾
全方位平均	0.39m	0.55m
平均值最大 (最大)	0.49m (3.0m)	0.68m (3.5m)
平均值最大の方角	300度	240度

リアス海岸の平水区域 | 有義波高・平均風速の超過確率(Q)



- 【有義波高】南部全体が、中部に比べ超過確率が低い
- 【平均風速】南部に位置する女川湾・雄勝湾の超過確率が中部海域よりも高い
 - ✓ 有義波高では中部海域よりも低かったのに……なぜ？

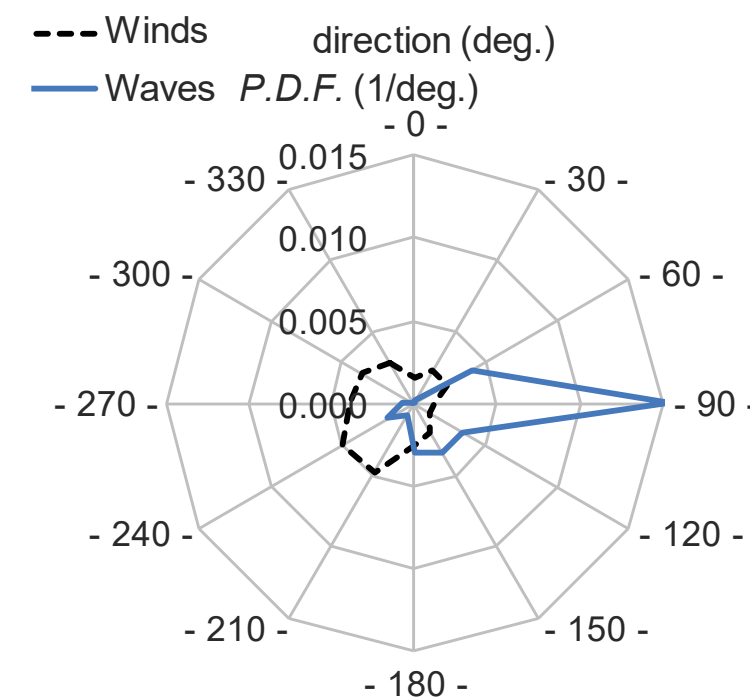
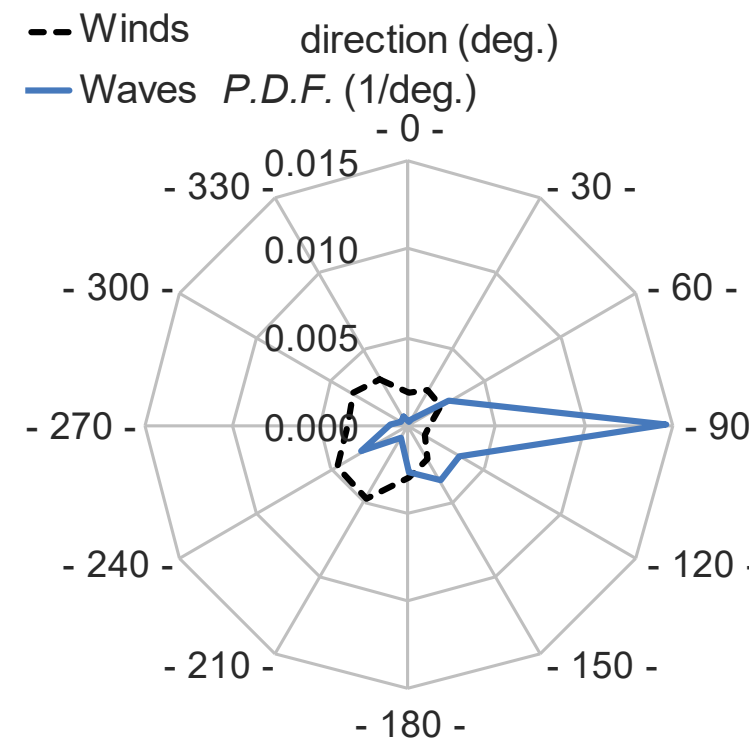
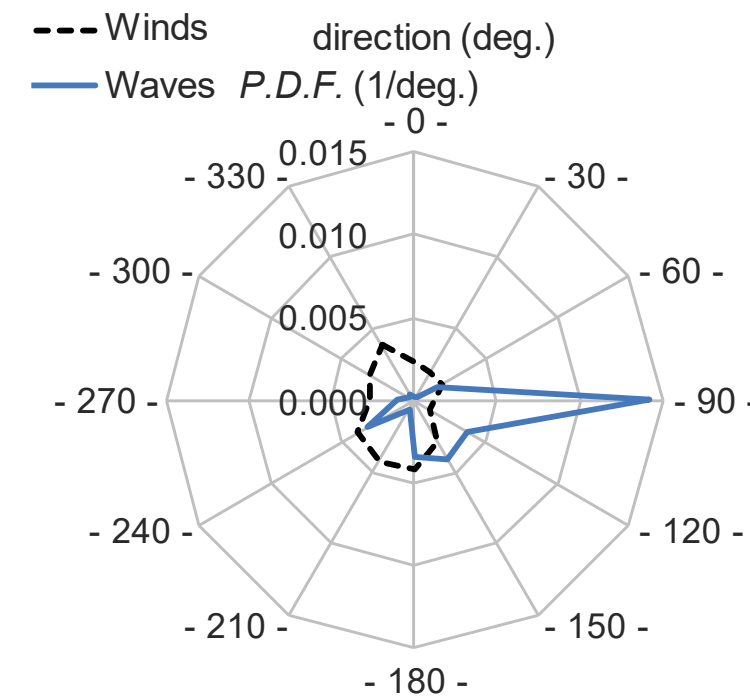
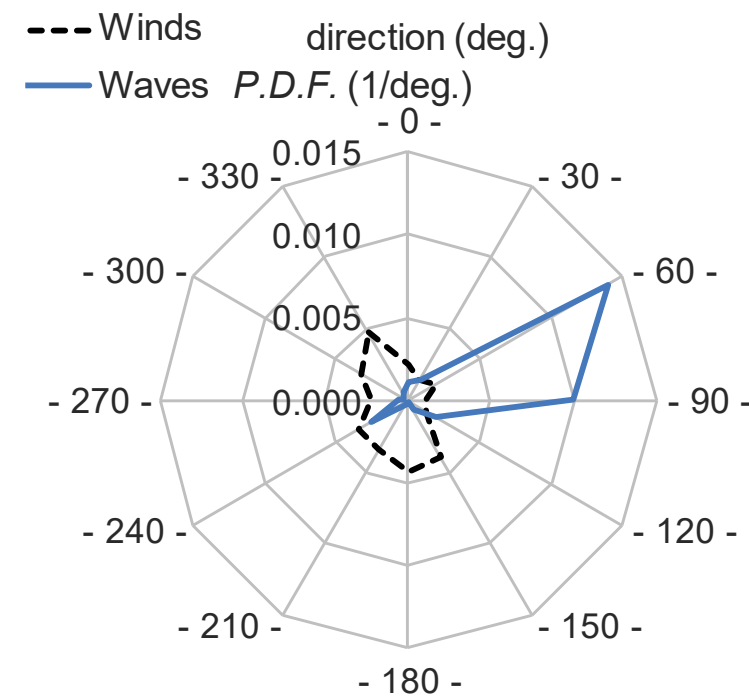
有義波高と地形の関係



(*)地理院タイルに緯線経線を追記して掲載

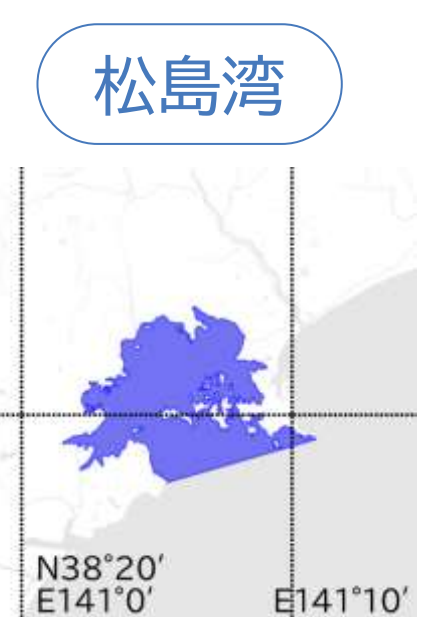
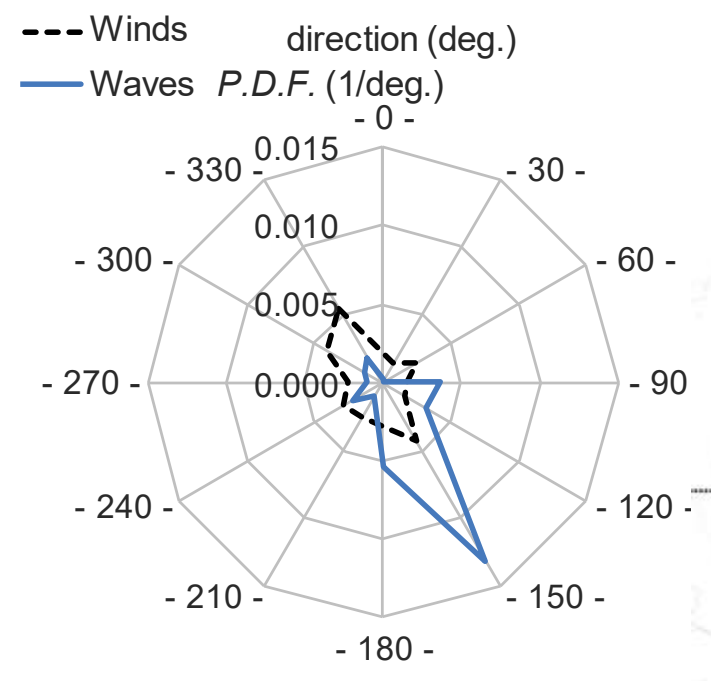
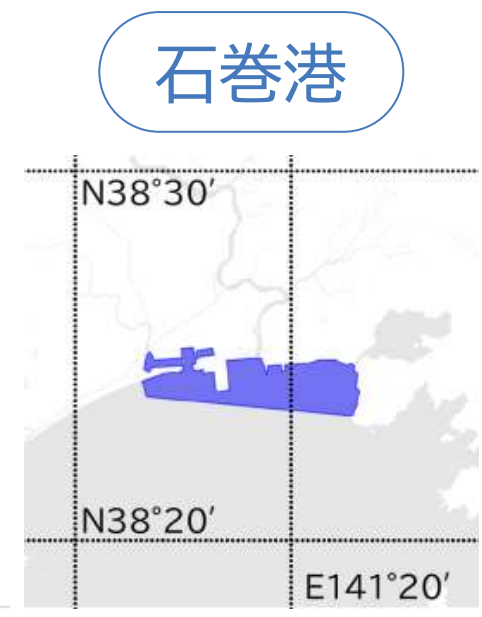
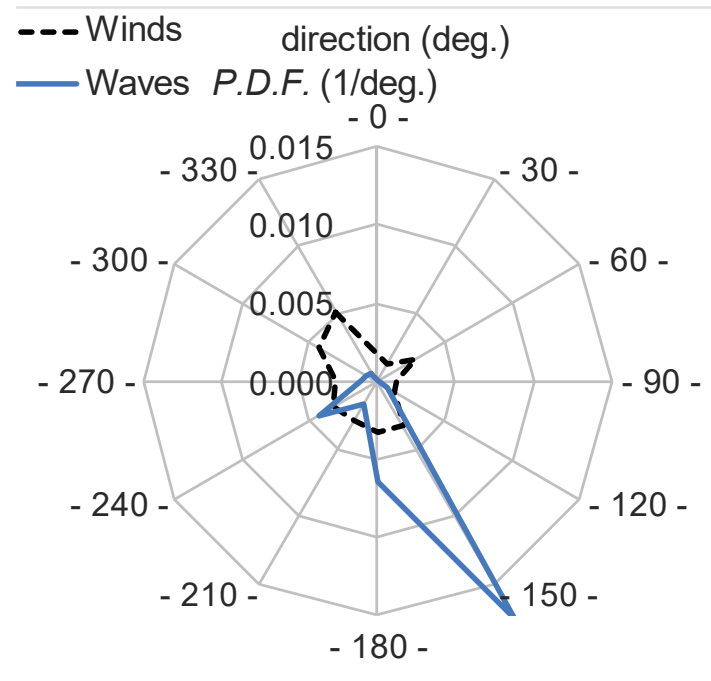
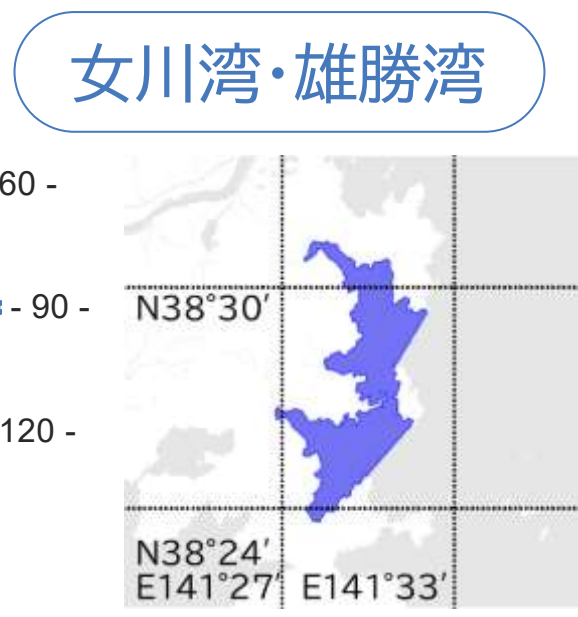
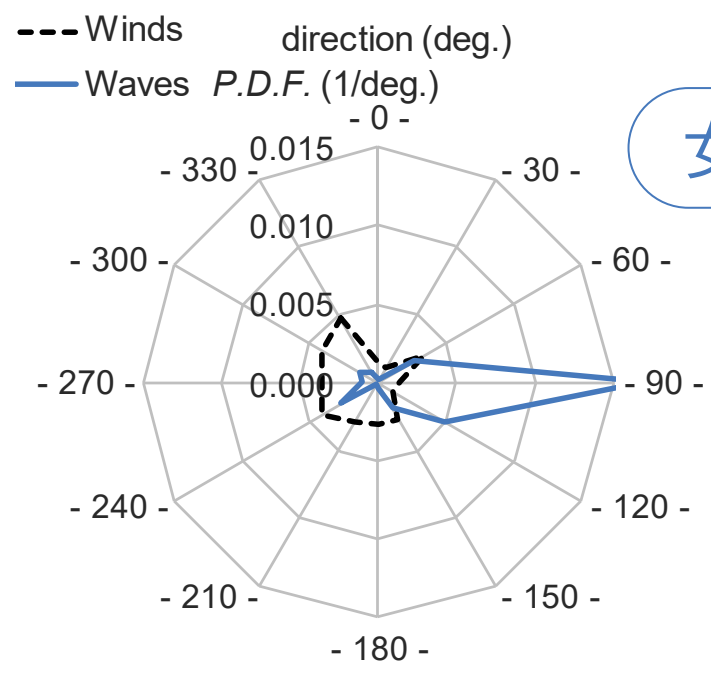
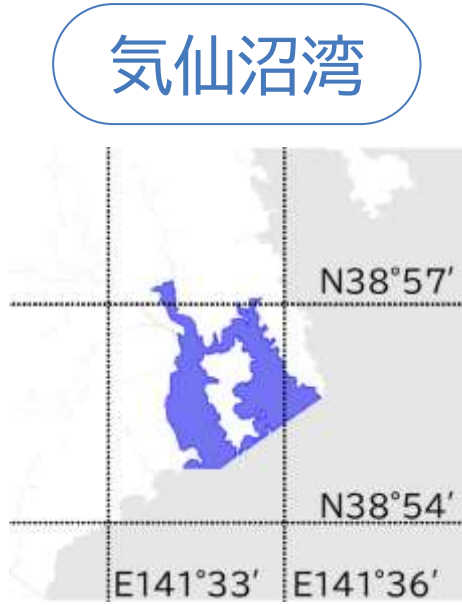
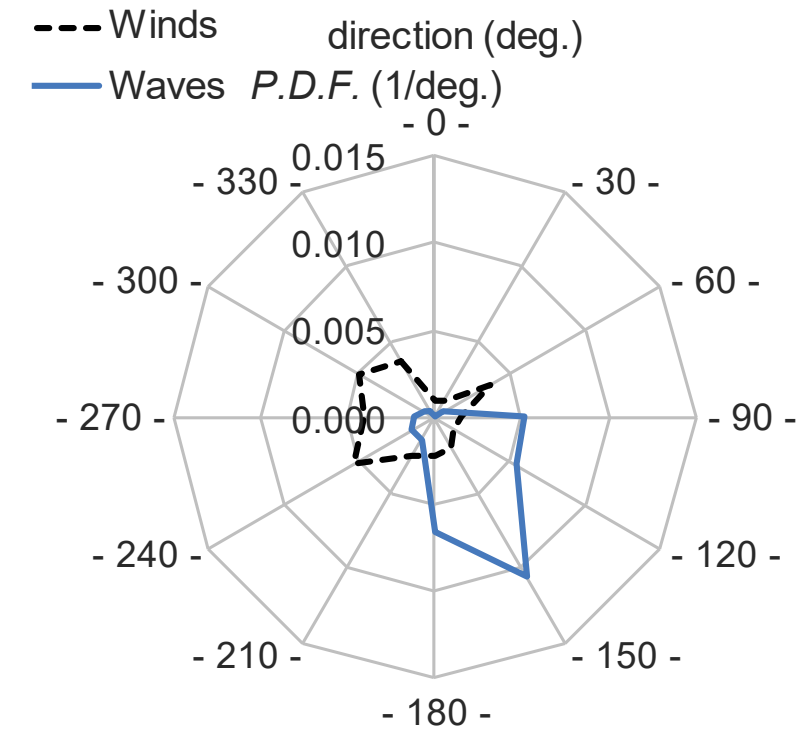
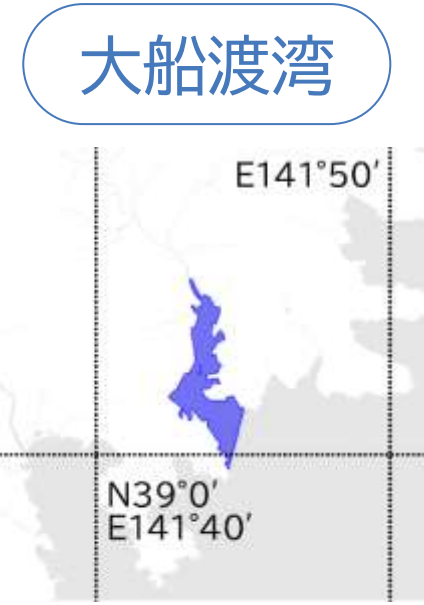
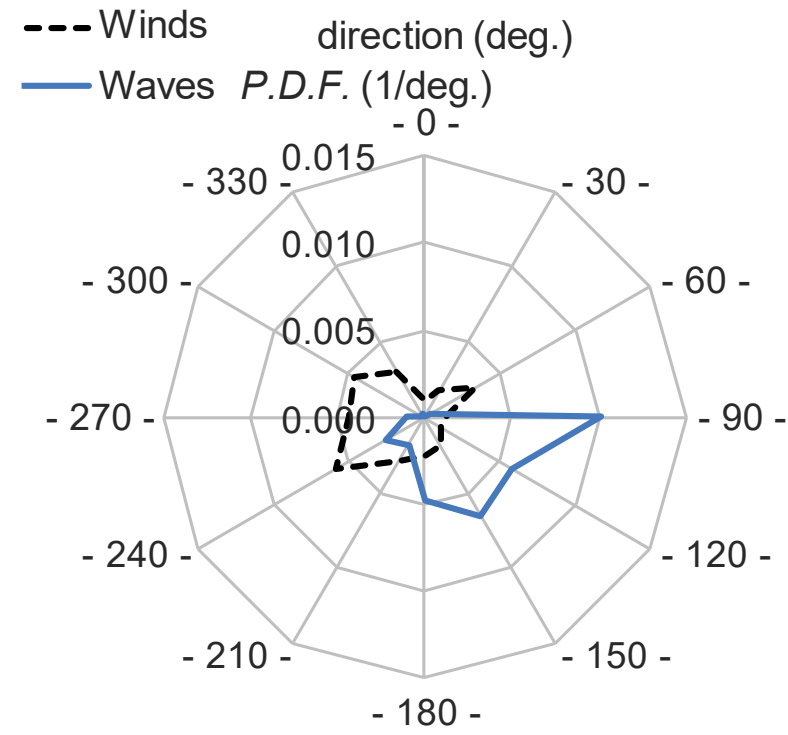
- 気仙沼湾、女川湾・雄勝湾にはそれぞれ大島、出島がある
 - ✓ 波が遮蔽されるため、有義波高が小さくなる

リアス海岸の平水区域 | 平均風向・卓越波向の確率密度関数(P.D.F)

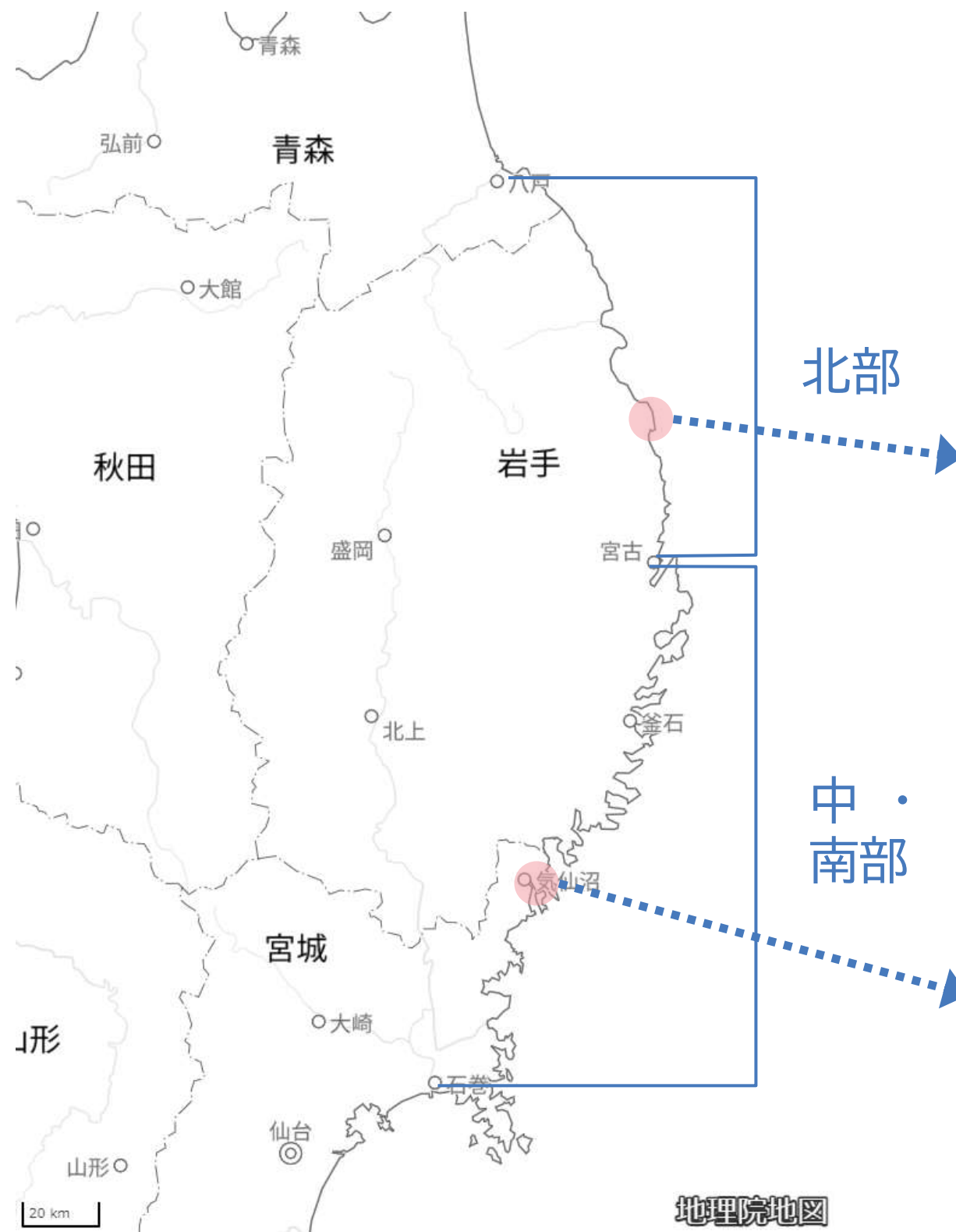


- 日本海側と同じく、卓越波向の確率が高い向きと、開口部の向きが一致している。

リアス海岸の平水区域 | 平均風向・卓越波向の確率密度関数(P.D.F)



(補足)三陸海岸と平水区域の関係



■ 北部は「海岸段丘」

- ✓ 断崖絶壁
- ✓ 港ができにくい
- ✓ 平水区域の設定がない

画像出典: Junpei Satoh, CC BY-SA 3.0
<<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons



■ 中・南部は「リアス海岸」

- ✓ 入り組んだ海岸線
- ✓ 漁場が豊富
- ✓ 平水区域の設定が多い

画像出典: Satoh Junpei, CC BY-SA 3.0
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

まとめ

- 平水区域の統計的性質を調査するため、10年間の気象海象の数値予測データを用いて、代表的な海域で海域間比較を行った。
- 外洋側に島がある平水区域では、島で波が遮断され、風速に対して有義波高が比較的小さい。
- 外洋からうねりの影響を受けている海域や、沿海区域と同等の海象を示す平水区域もある。
- 平水区域は「比較的穏やかな水域」を基に定められているが、航行に注意が必要な海域もある。

ご清聴ありがとうございました