

VHF帯海洋レーダによる若狭湾東部海域観測

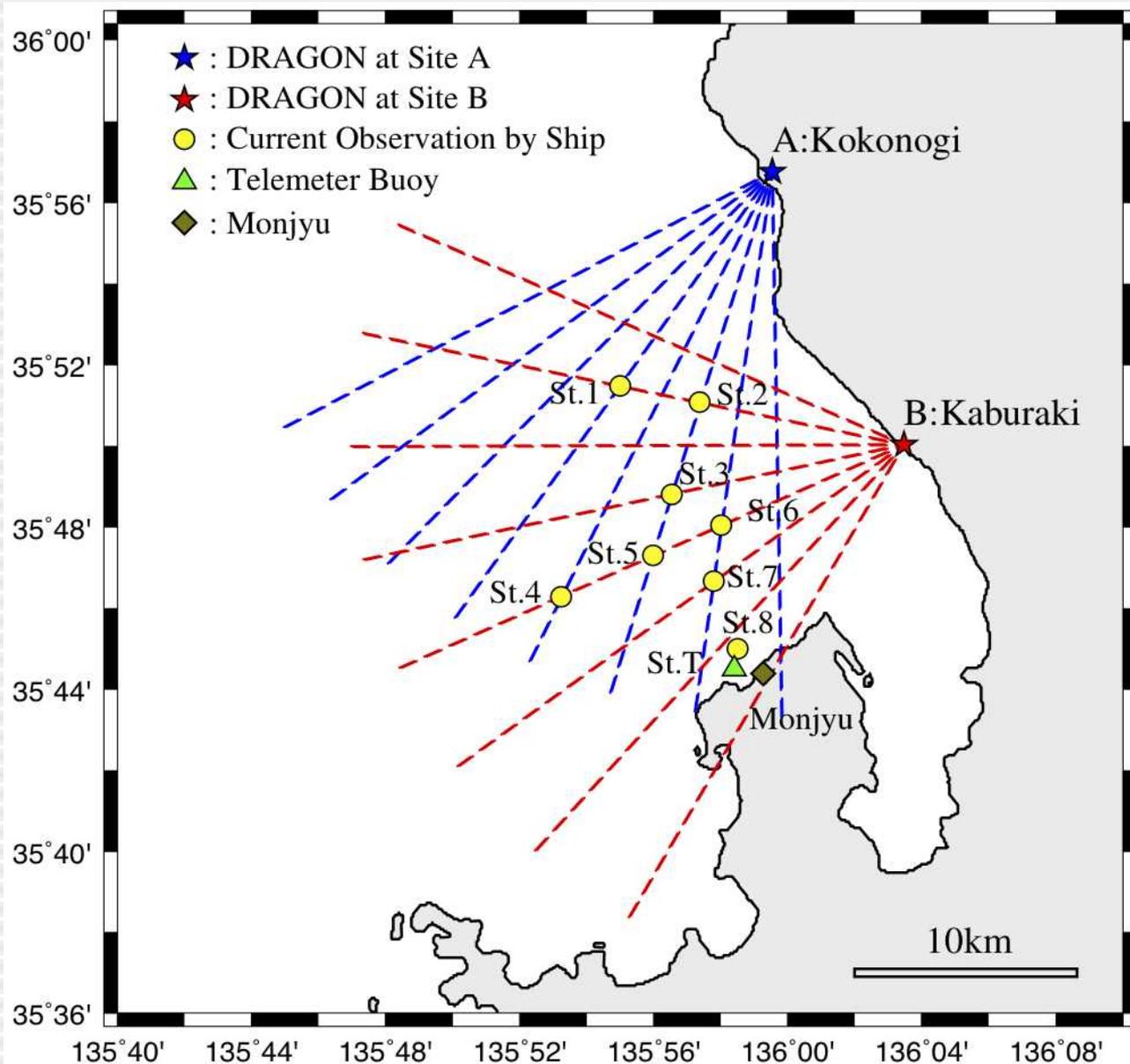
坂井伸一 松山昌史
坪野考樹 吉井匠
(電中研)

圓尾好宏 野崎達夫
(JAEA)

研究の背景と目的

- 原子力発電所は、外海性海域に建設される場合が多いが、不規則な流れ場が卓越すること、および特に冬季は厳しい海象条件のため観測データが不足していることから、沿岸流動特性については不明な点も多い。
- 海洋レーダは、陸上リモートセンシングにより、広域の表層流動分布を連続観測できる装置であるが、VHF帯を用いる高解像度タイプは、HF帯より電波減衰が大きく、外海性海域での精度や耐久性といった点の知見が不足している。
- 若狭湾東部沿岸域の冬季現地観測を通じ、厳しい環境下におけるVHF帯海洋レーダの耐久性の確認と観測精度の検証を行うとともに、対象海域の冬季流動特性の把握とその支配要因について考察することを目的とする。

観測範囲と測点



海洋レーダ観測サイト:A局



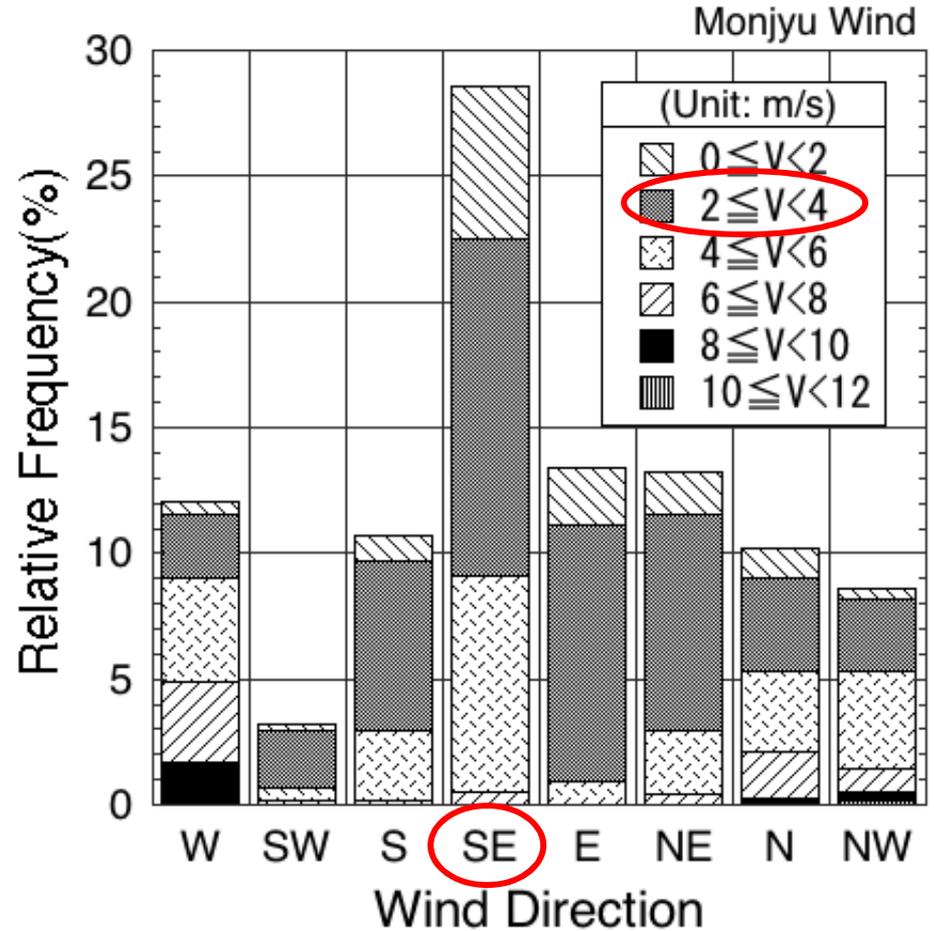
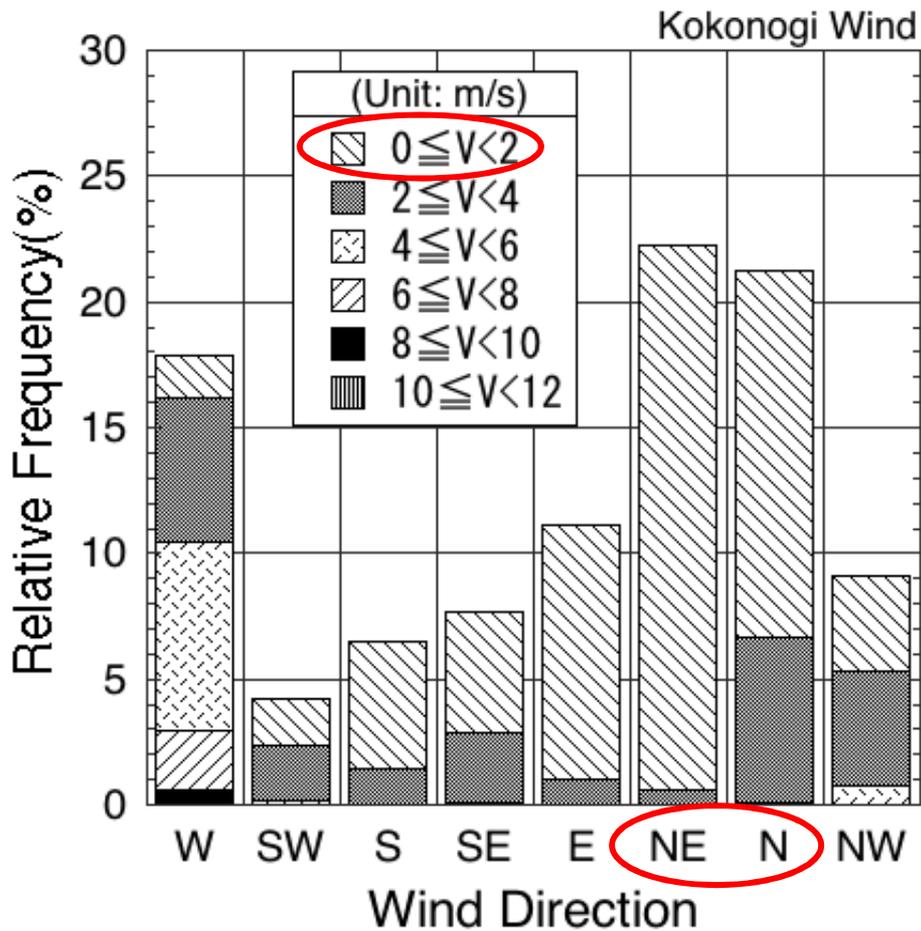
海洋レーダ観測サイト:B局



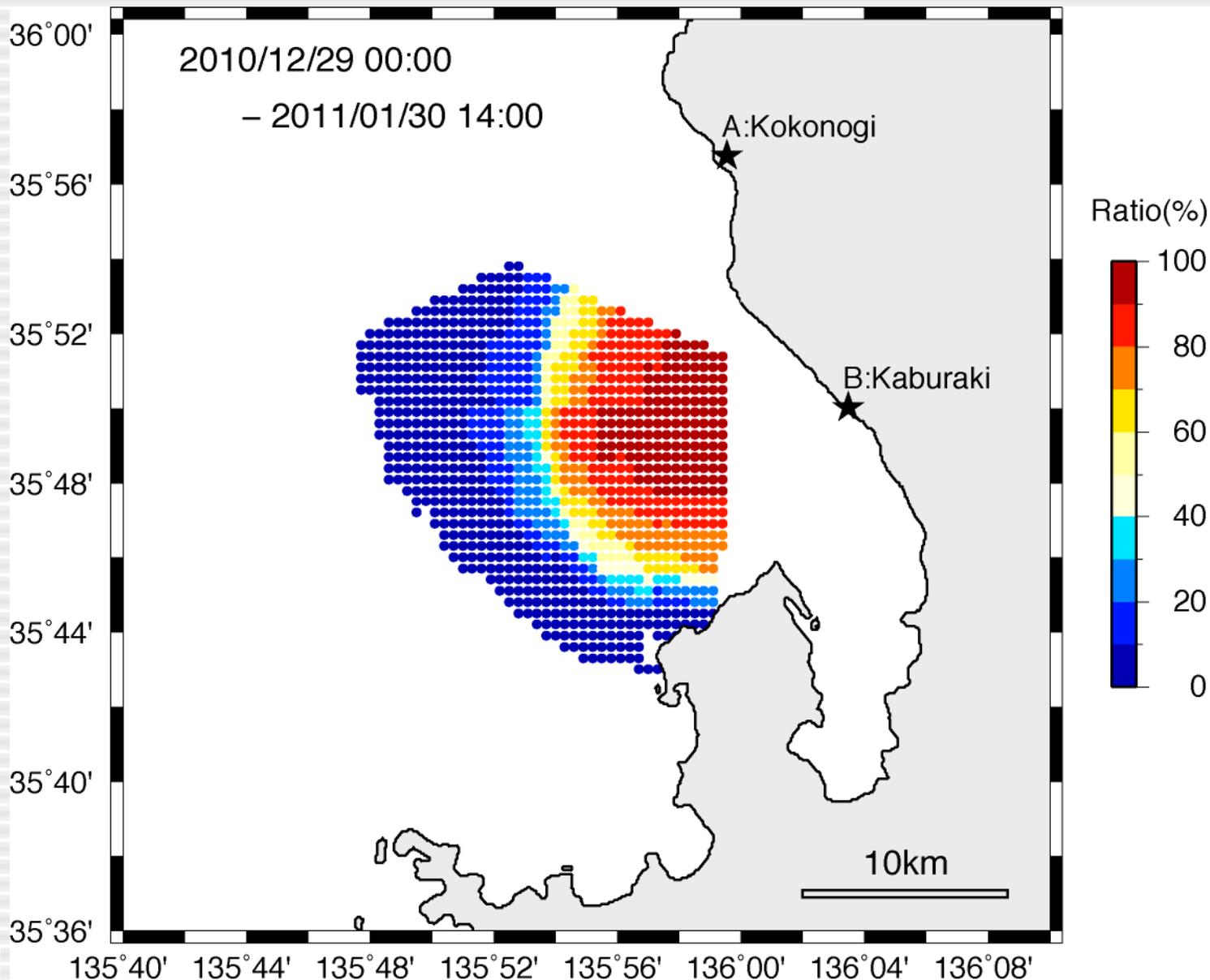
観測期間

観測期間	開始		終了	
1	2009.12.11	12:45	2010.01.12	13:00
2	2010.01.15	17:00	2010.02.17	13:00
3	2010.12.13	06:45	2010.12.13	16:15
4	2010.12.29	10:30	2011.01.30	14:30

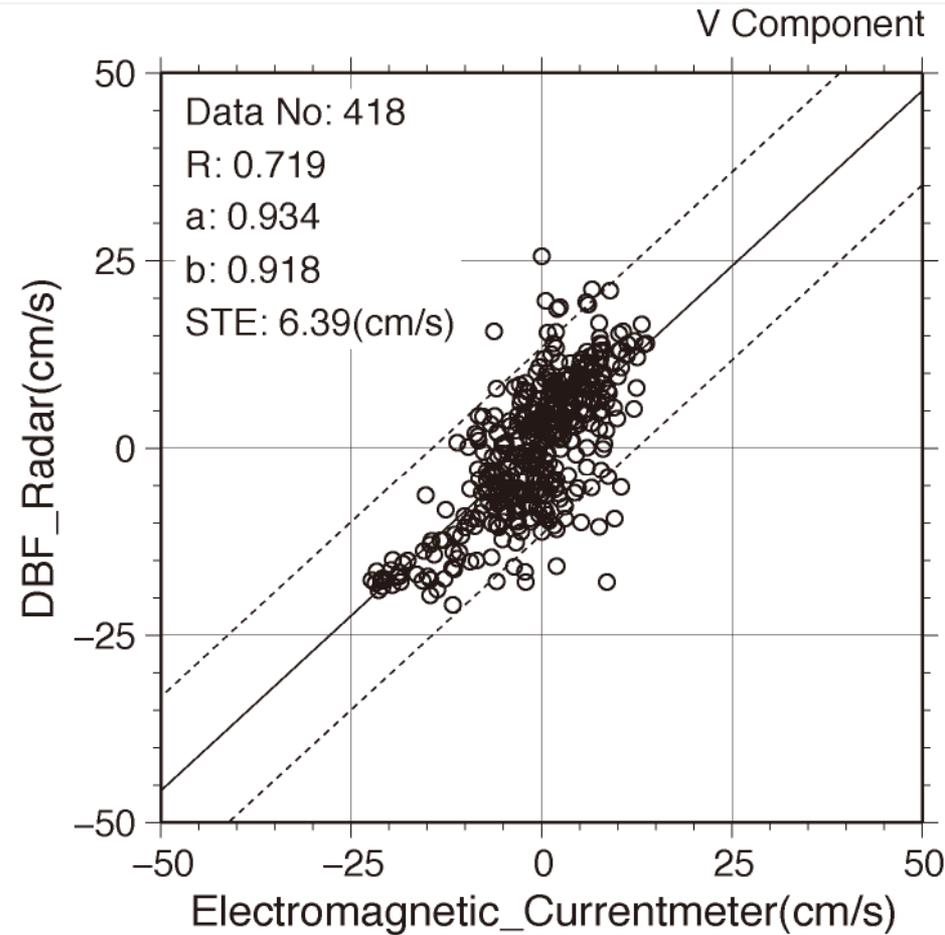
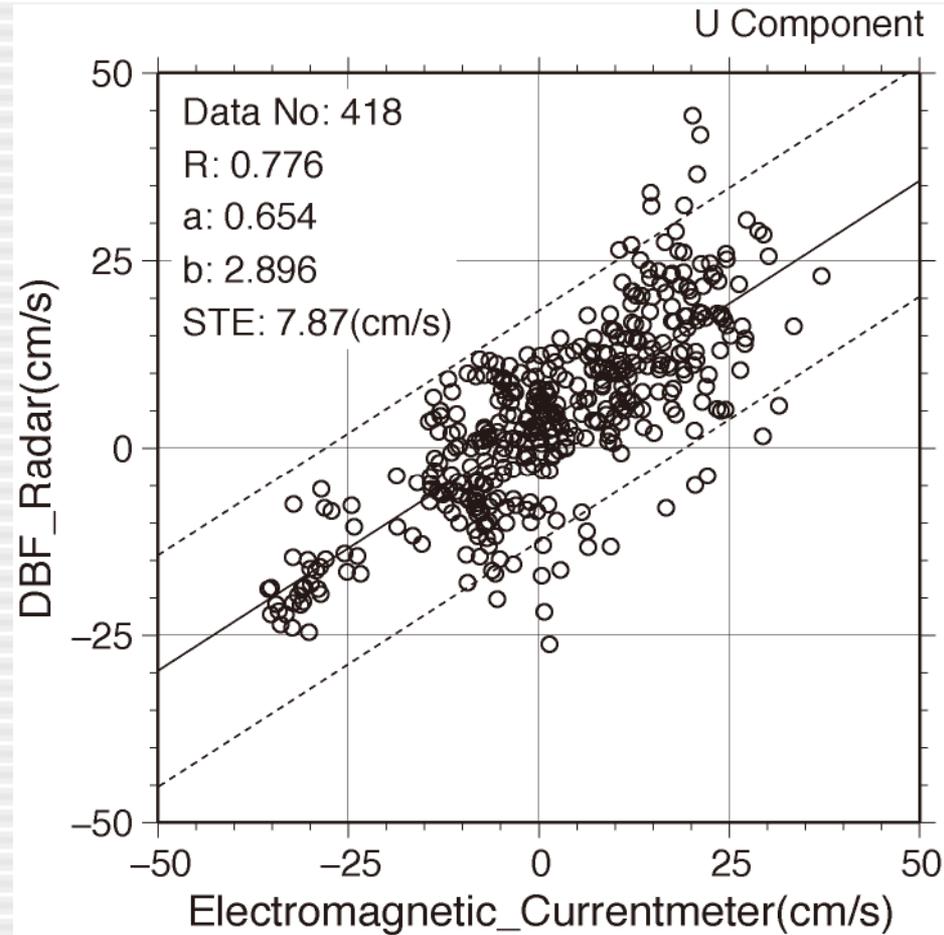
風の頻度分布(観測期間4)



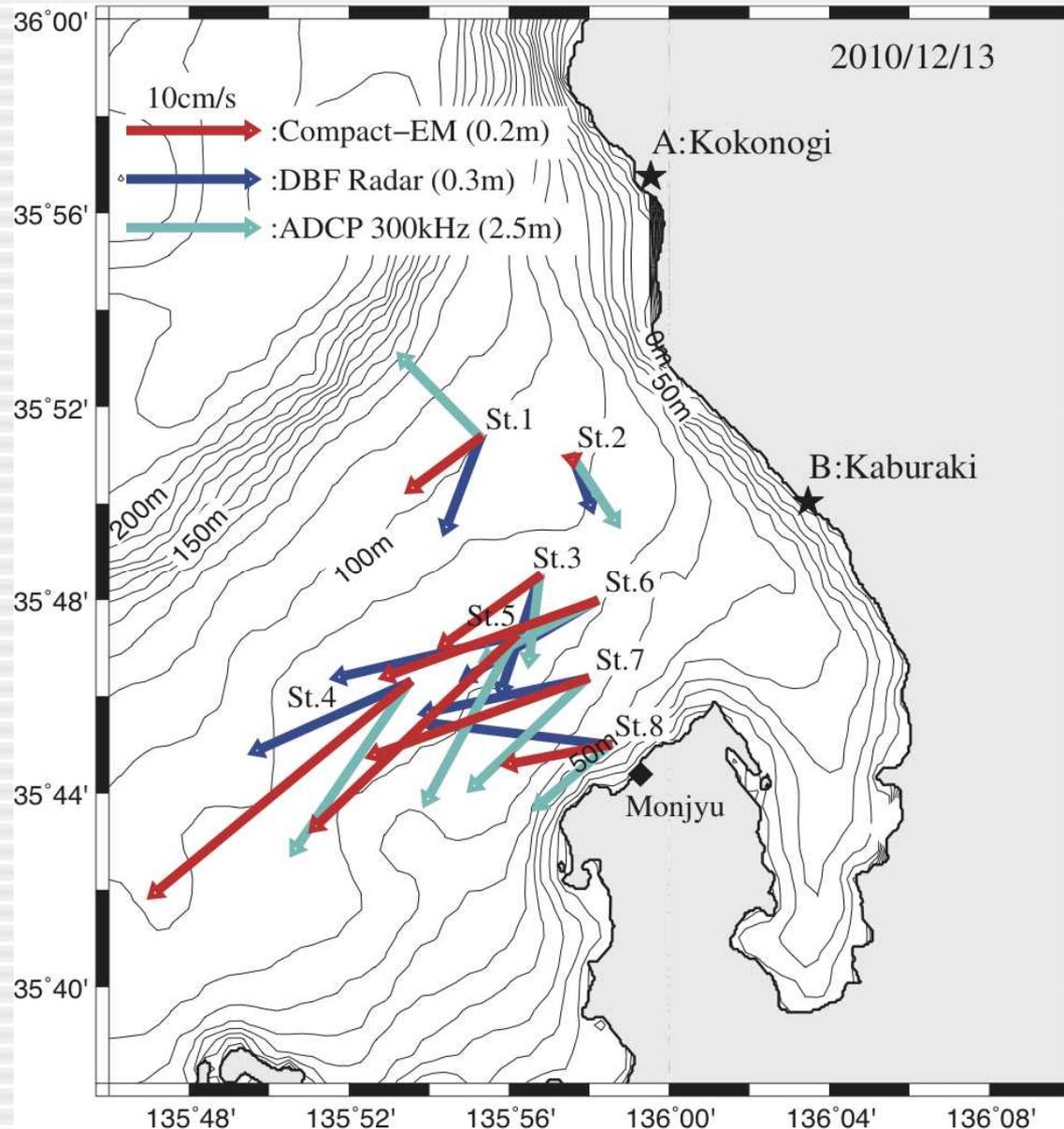
海洋レーダの流速データ測得率(観測期間4)



海洋レーダと電磁流速計の比較(観測期間3)



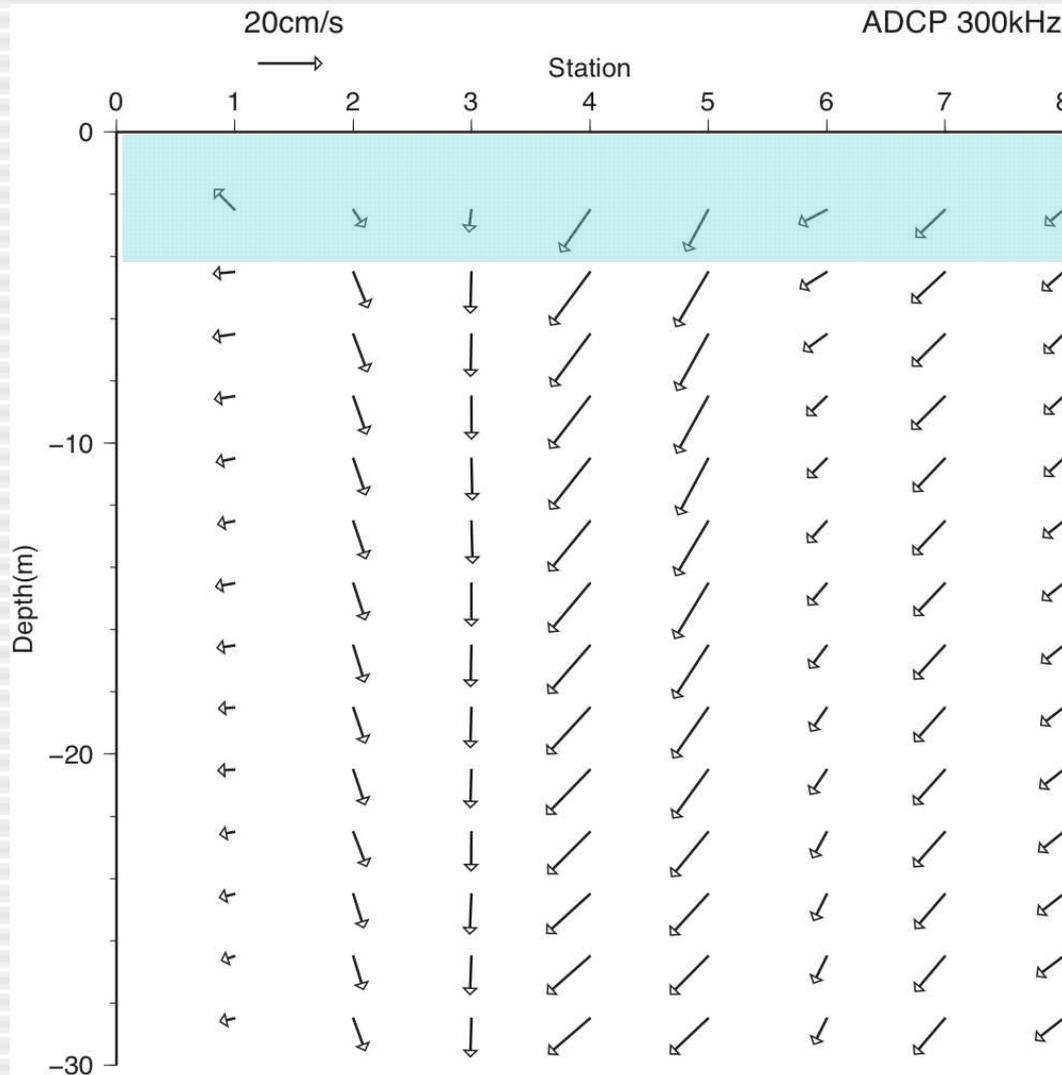
表層付近の流速・流向分布(観測期間3)



鉛直方向の流速・流向分布(観測期間3)

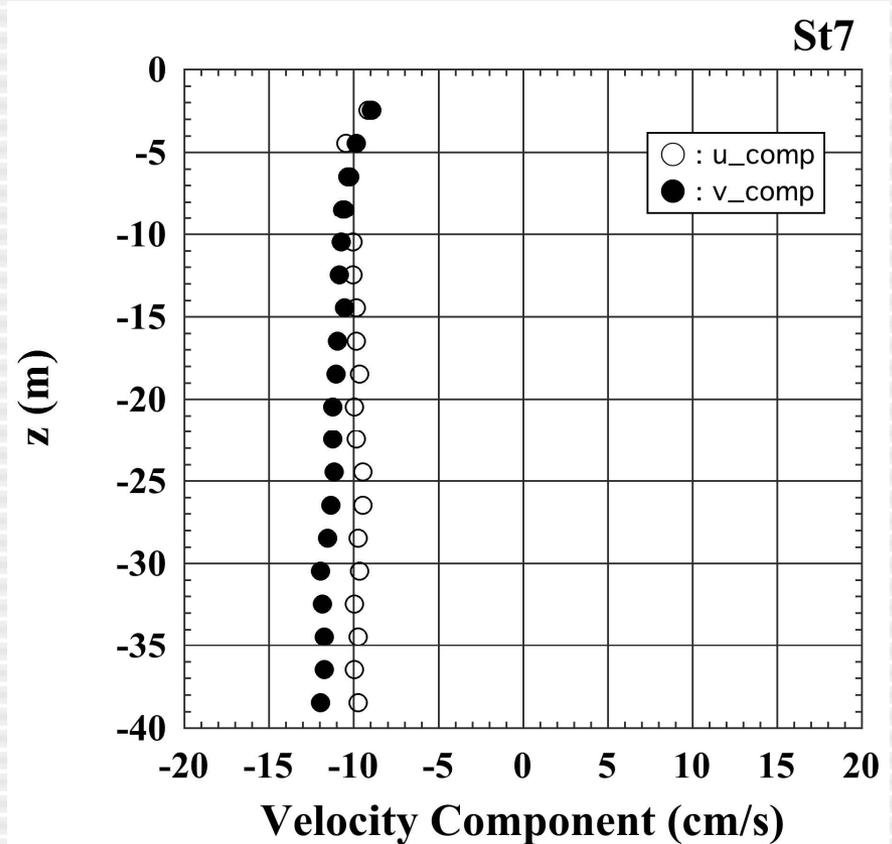
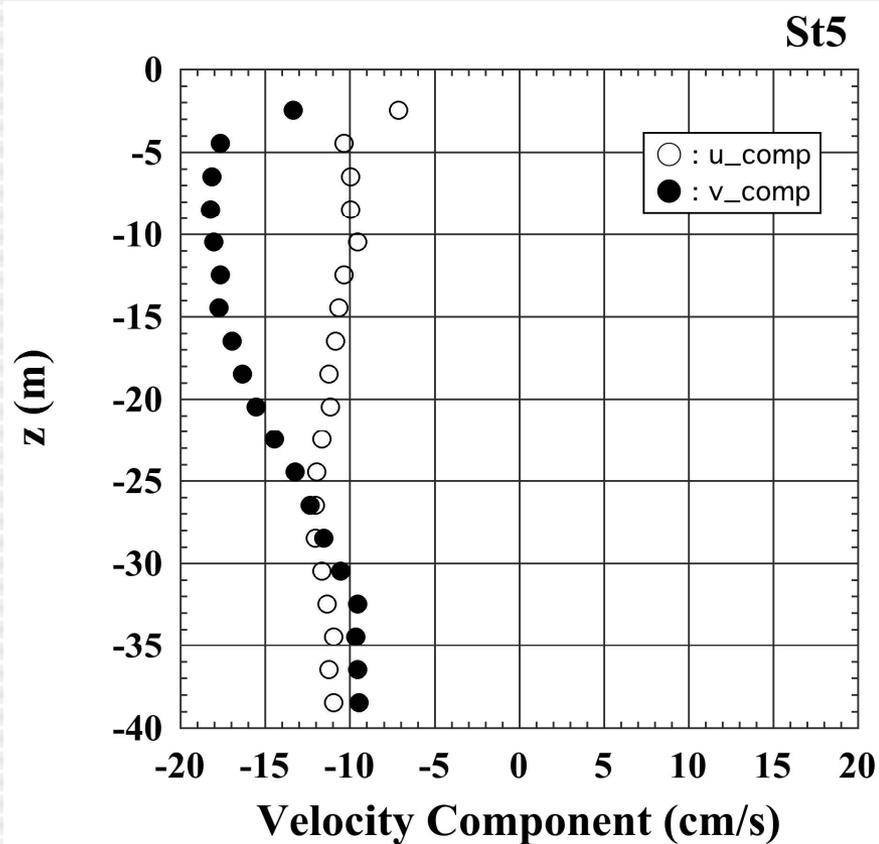
岸影響を無視したエクマン境界層厚

- ・ $h_e=1.5\text{m}$ ($K_z=1\text{cm}^2/\text{s}$ 一様)
- ・ $h_e=4.9\text{m}$ ($K_z=10\text{cm}^2/\text{s}$ 一様)



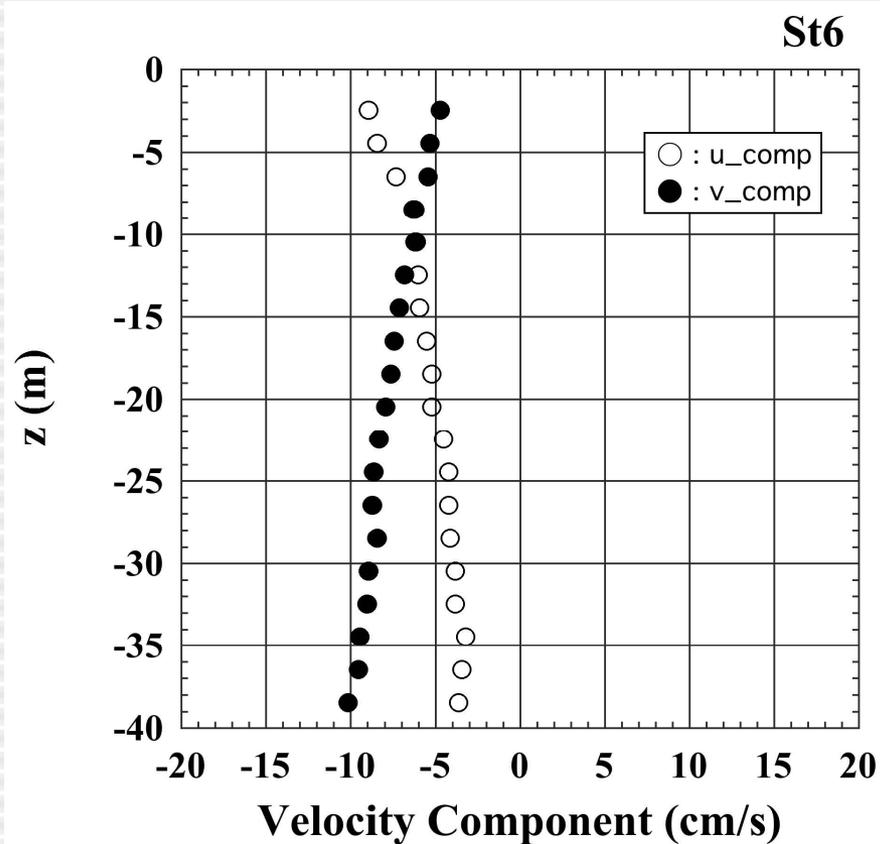
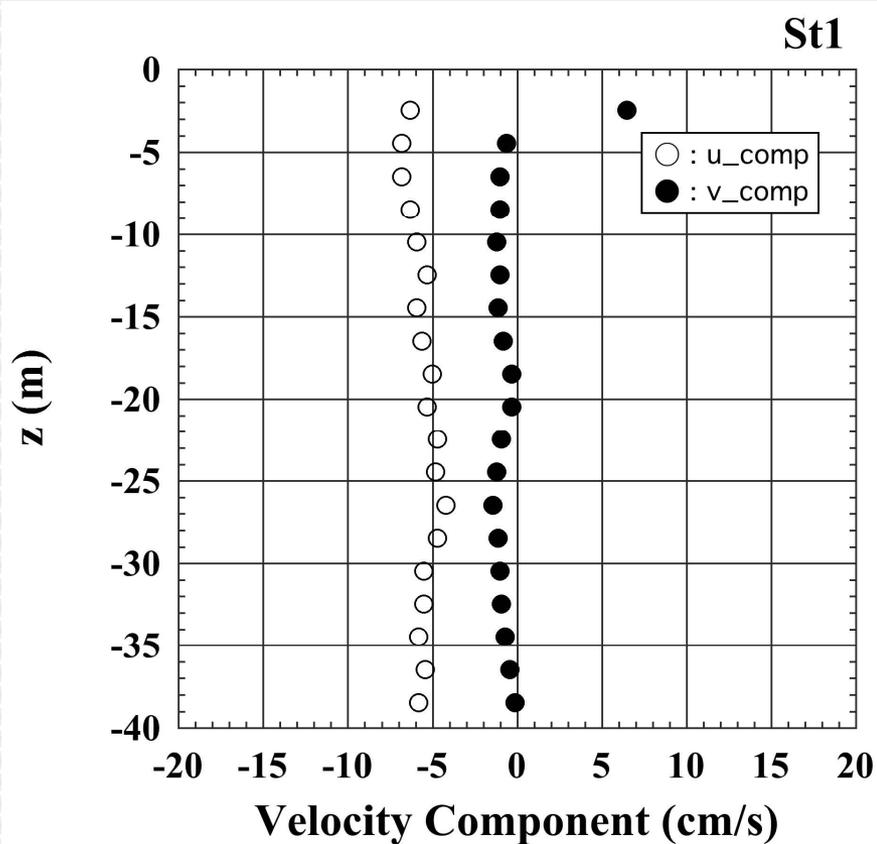
吹送流と内部領域流の分離について

- エクマン螺旋の見られた4測点 (St.4, St.5, St.7, St.8)
- 内部領域流は一様せん断流とは見なせない



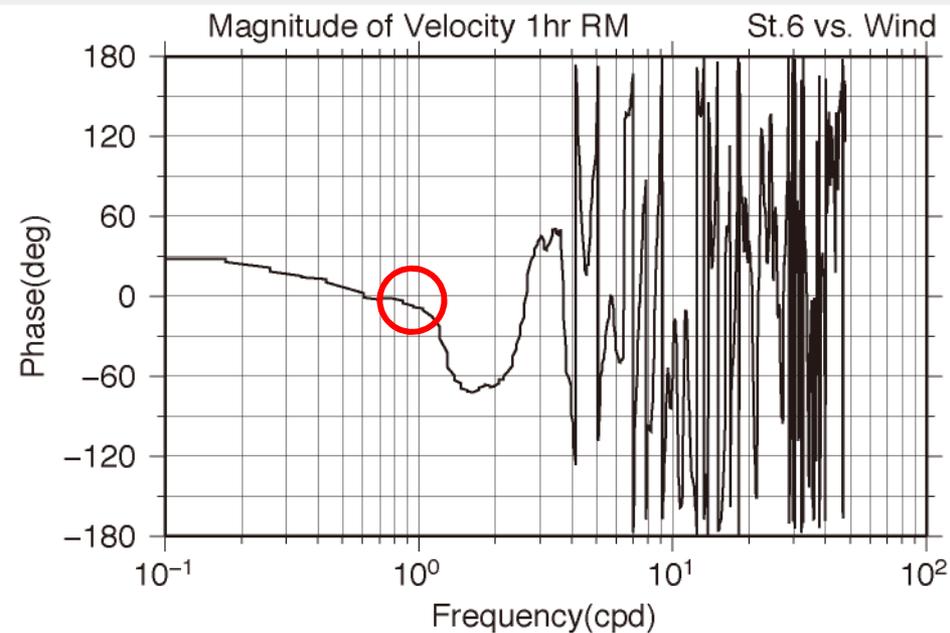
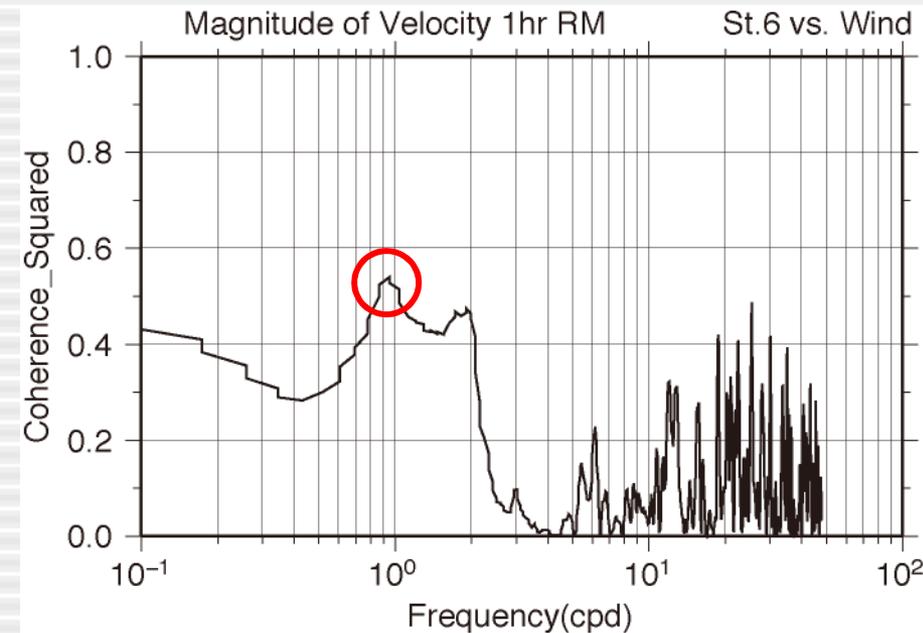
吹送流と内部領域流の分離について

- エクマン螺旋とは逆位相の4測点 (St.1, St.2, St.3, St.6)
- 内部領域流は一様せん断流とは見なせない



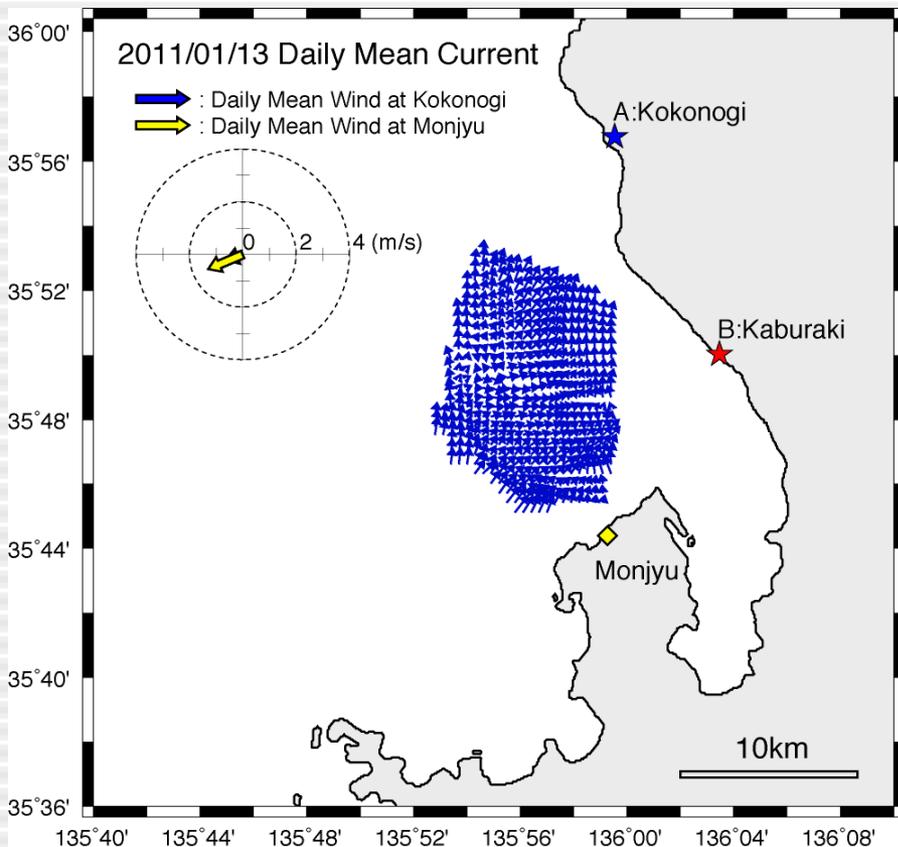
陸上風と表層流のコヒーレンスとフェイズ

St.6の流速とA局の風の絶対値同士のコヒーレンスより、25.3時間で相関が高くなり、30分程度風が先行する結果となった。また、単回帰分析を行った結果、相関係数は0.57、風力係数は0.03であった。

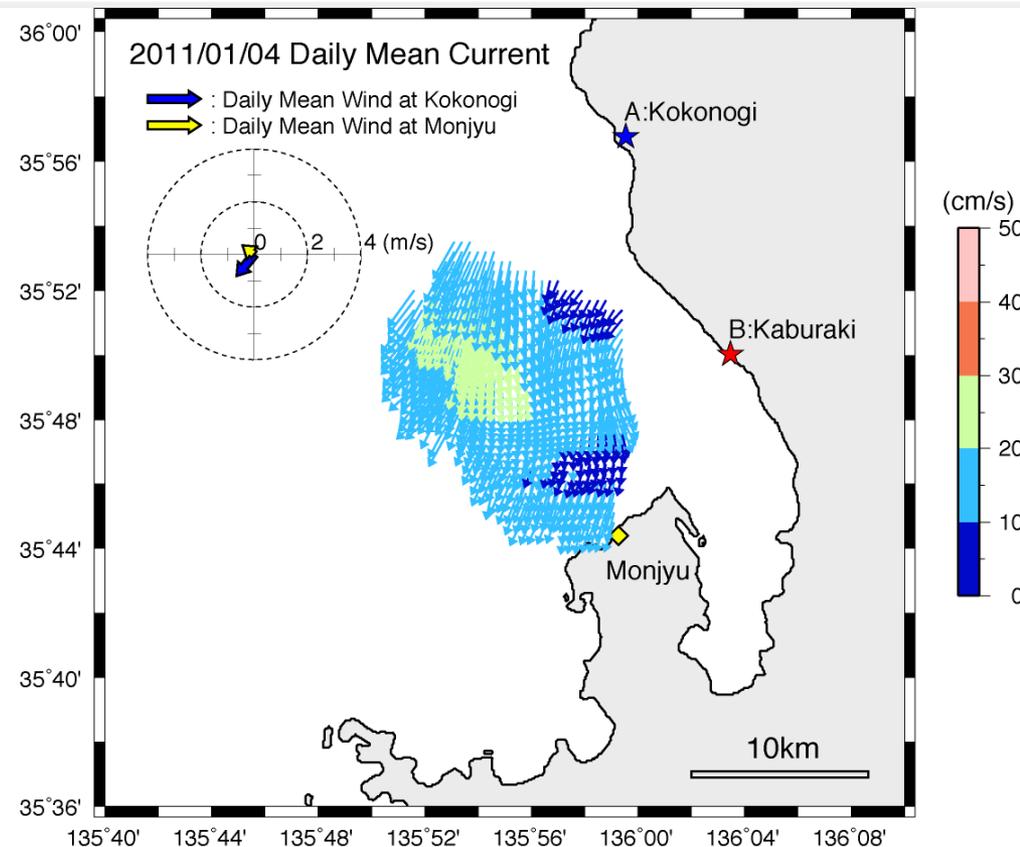


北流および南流パターンの日平均流分布

北流パターン(2011/01/13)



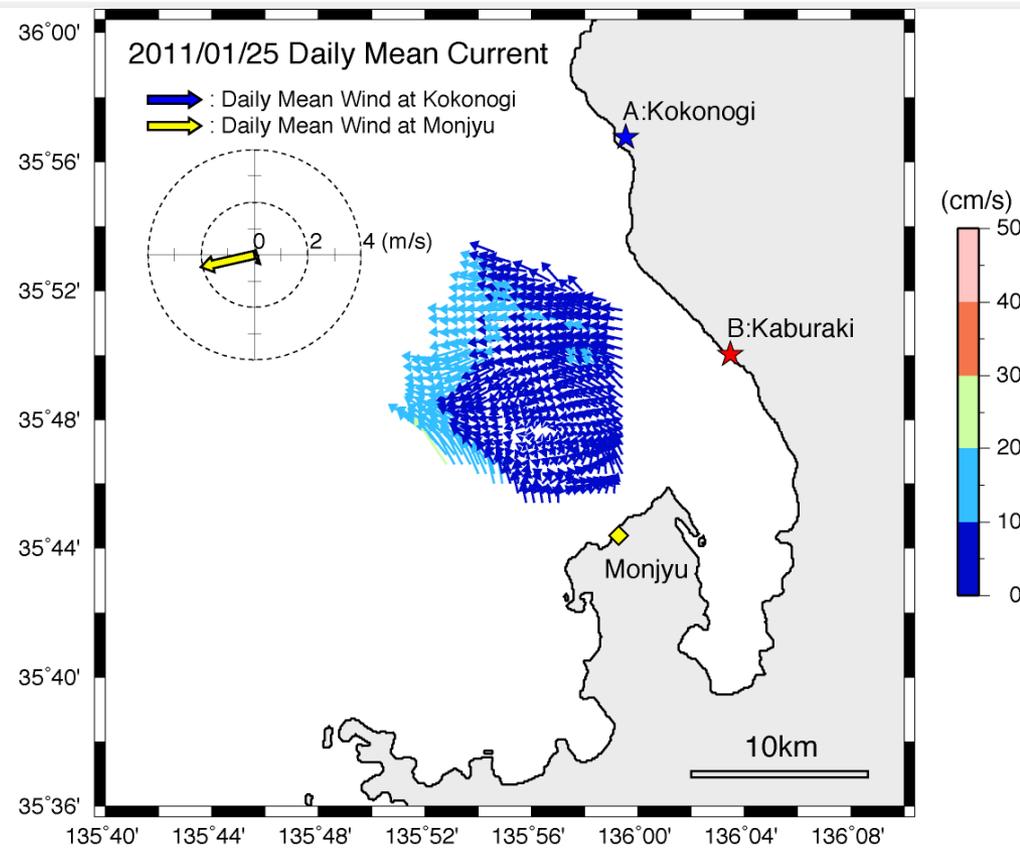
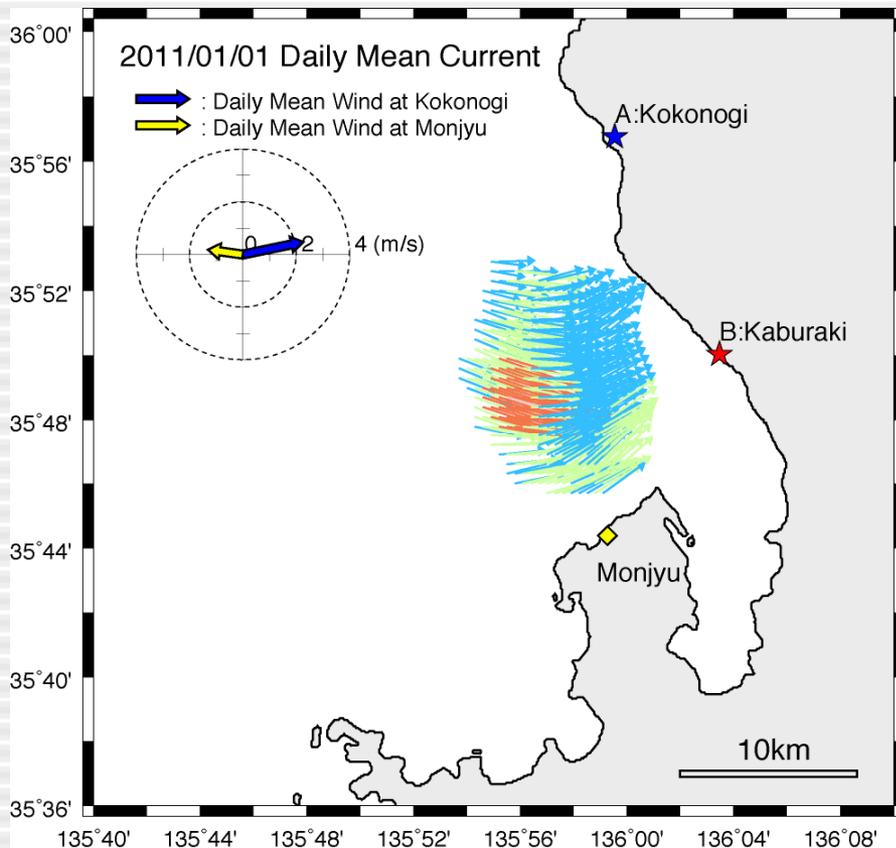
南流パターン(2011/01/04)



東流および西流パターンの日平均流分布

東流パターン(2011/01/01)

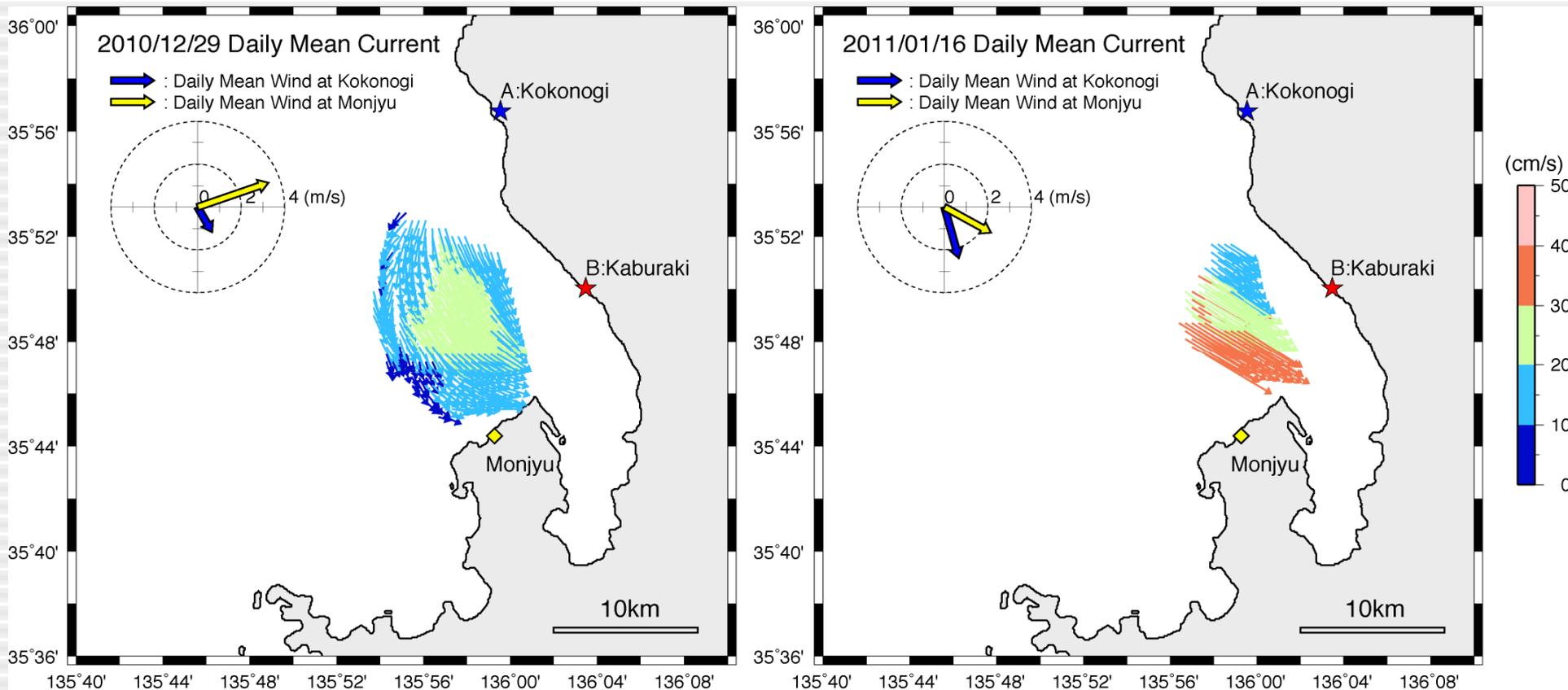
西流パターン(2011/01/25)



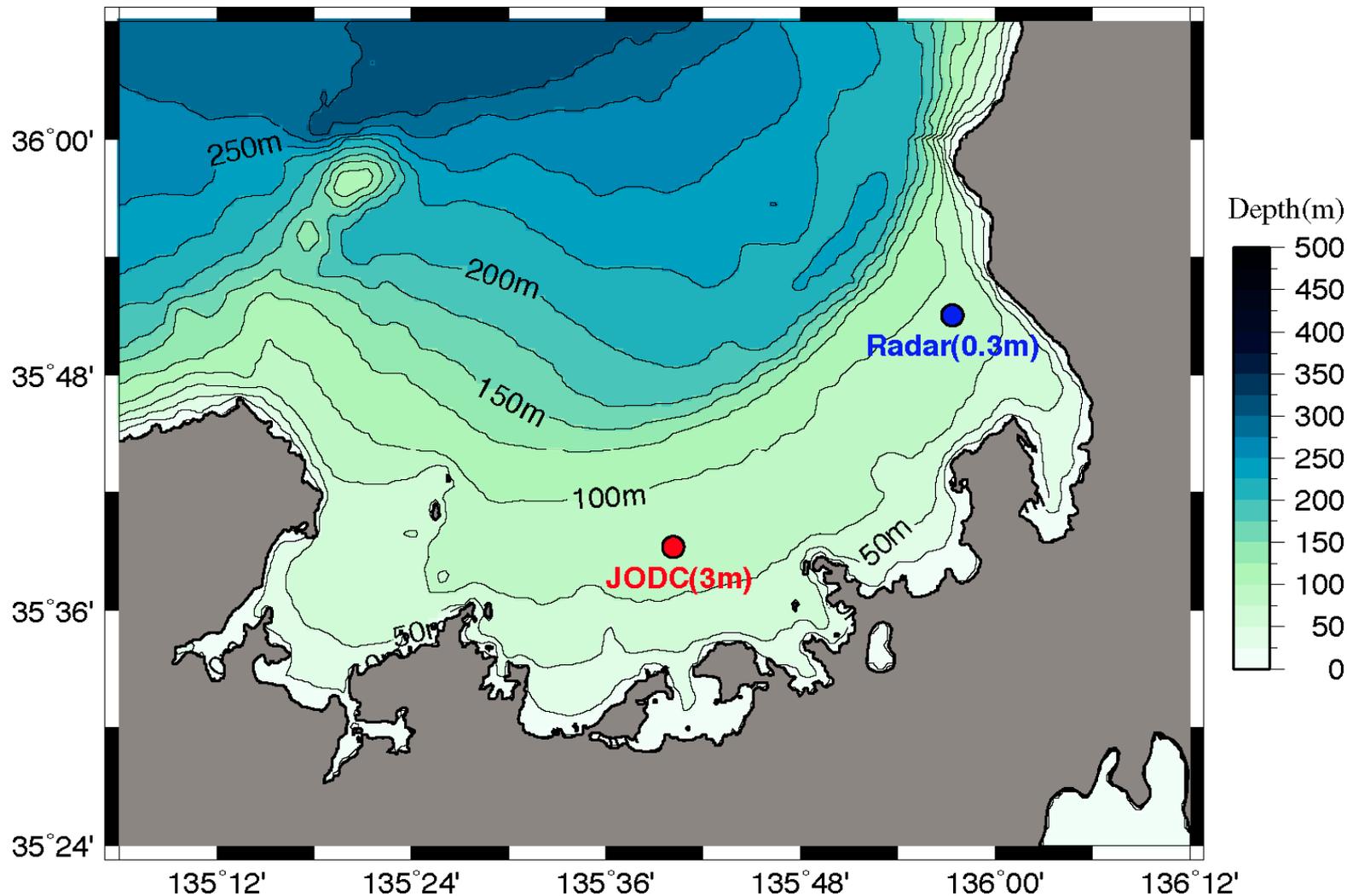
北西流パターンおよび強風時の日平均流分布

北西風時パターン(2010/12/29)

強風時のパターン(2011/01/16)

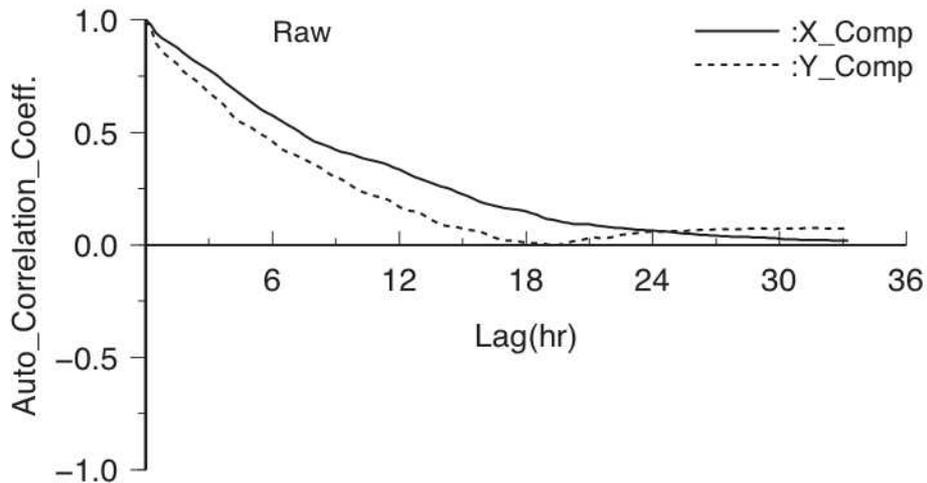


若狭湾海域の海洋拡散特性の把握

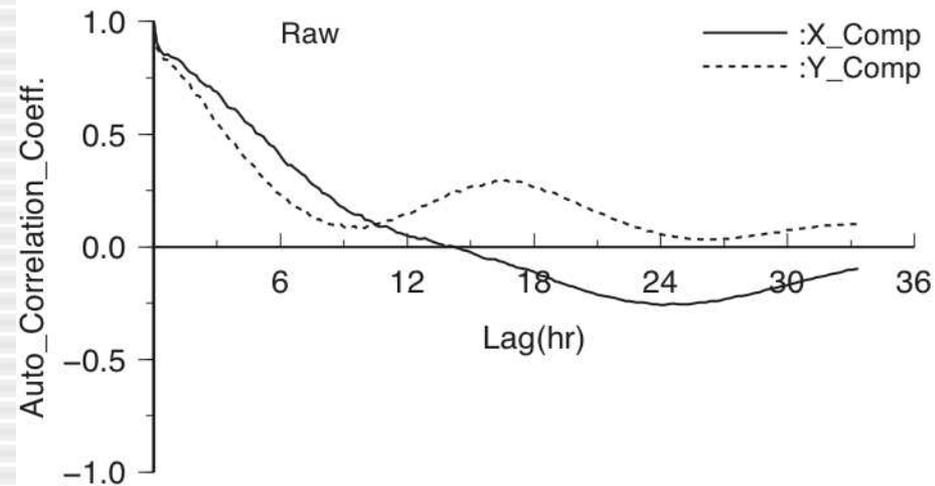


自己相関係数

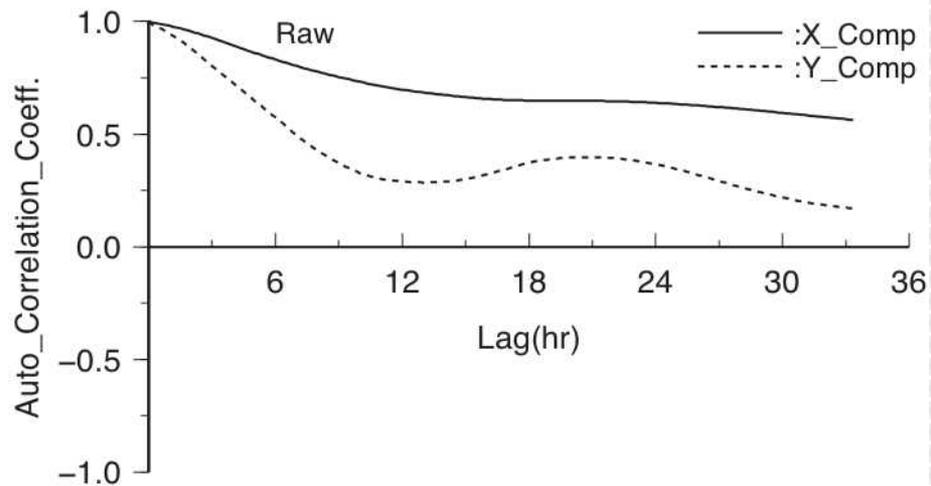
DBF Radar(0.3m), Dec-Jan



Currentmeter(3m), Mar

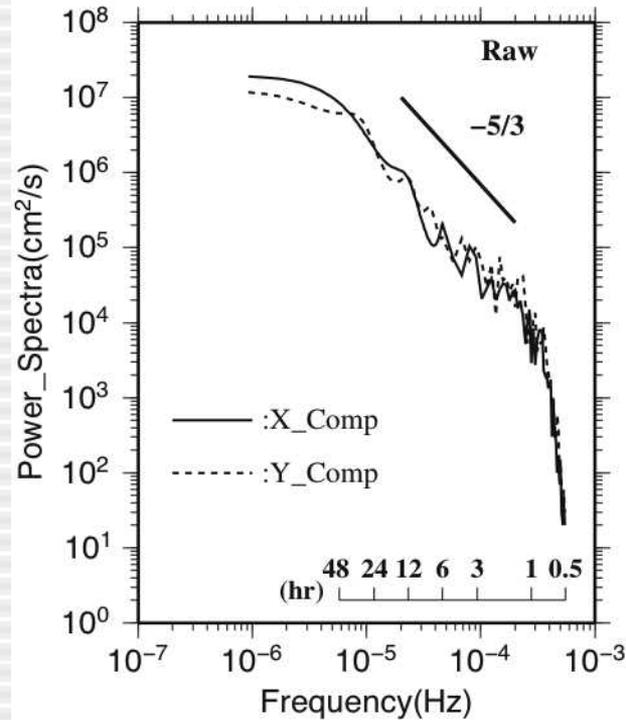


Currentmeter(3m), May-Jun

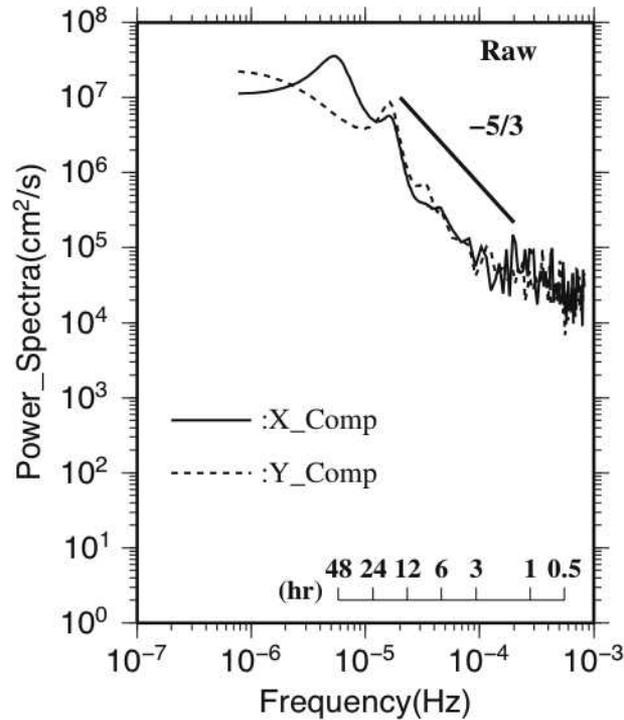


エネルギースペクトル

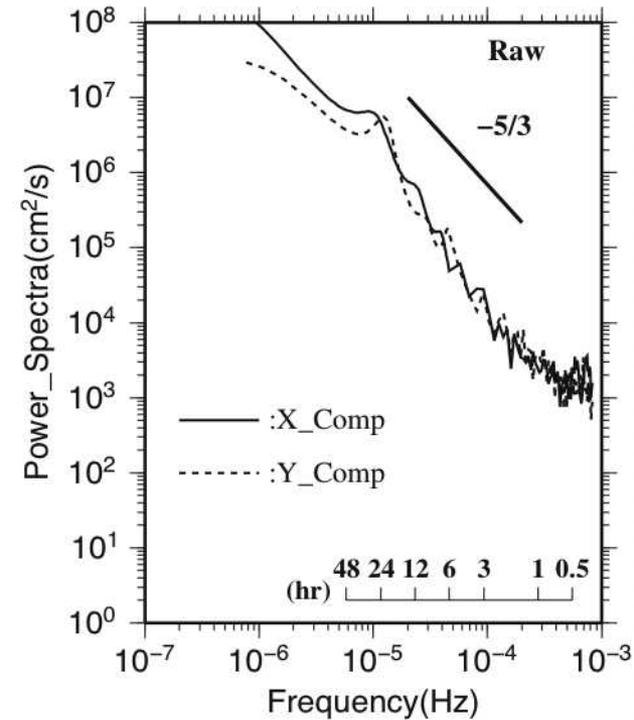
DBF Radar(0.3m), Dec-Jan



Currentmeter(3m), Mar



Currentmeter(3m), May-Jun



拡散係数(時間スケール60時間)

温排水(約300m³/s)の時間スケールが60時間の場合

データ	海洋レーダ (Dec-Jan)	流速計 (JODC, Mar)	流速計 (JODC, May)	環境影響 評価書
Kx(cm ² /s)	5.8 × 10 ⁵	2.7 × 10 ⁶	8.2 × 10 ⁵	5.0 × 10 ⁵
Ky(cm ² /s)	8.4 × 10 ⁵	8.9 × 10 ⁵	5.5 × 10 ⁵	2.5 × 10 ⁵

まとめ(VHF海洋レーダの耐久性と精度)

- 全観測期間を通じて、落雷や風浪、積雪による機器の損傷は見られず、送受信の信号レベルについても、観測開始時期と終了時の差はなく、2ヶ年の冬季観測を通じて安定したデータを取得できたことから、外海性海域におけるシステムの耐久性を確認できた。
- レーダ(St.8)と電磁流速計データ(St.T)による流速の東西・南北成分の比較した結果、相関係数0.72~0.78, 標準誤差5~10cm/sと、概ね良好な対応を示した。St.8はA局から22kmとレーダの最大探知距離近くに位置するため、測得率は22.3%と低いが、陸地近傍においても流速計と同程度の測定精度が得られることが確認された。

まとめ(海域流動特性)

- 海洋レーダから算出した自己相関係数やエネルギースペクトルは、流速計のデータと同様に、本海域では卓越する周期性はなく、不規則な流動場である特性を示した。
- 海洋レーダ、電磁流速計、ADCPの観測結果より、表層から水深5m付近まで、複雑な鉛直シア構造を示し、5m以下はほぼ順圧的な流れ場となるものの、場所によっては、一様せん断流とは見なせなかった。
- 表層付近の流動場の支配要因として考えられる風との関連性を解析した結果、風に対して約30分遅れて流れ場が追従しており、風力係数は0.03程度となった。