

地デジパッシブレーダによる 沿岸流の検出

永江 要^{*1}、浜比嘉正峻^{*1}、雨谷 純^{*2}、新
垣吉也^{*2}、藤井智史^{*1}

^{*1} 琉球大学 工学部、^{*2} 情報通信研究機構 沖縄電磁波技術センター

沿岸海域表層流の遠隔測定

必要性

沿岸海洋生物の生態研究

マリンスポーツ・潜水作業員などの安心・安全

通常のレーダを使って測定することが可能だが、



地デジ電波 (DTV波)を利用したパッシブレーダで
海面からのBragg散乱と見られるスペクトルを検出

沖縄南部の高出力地デジ信号

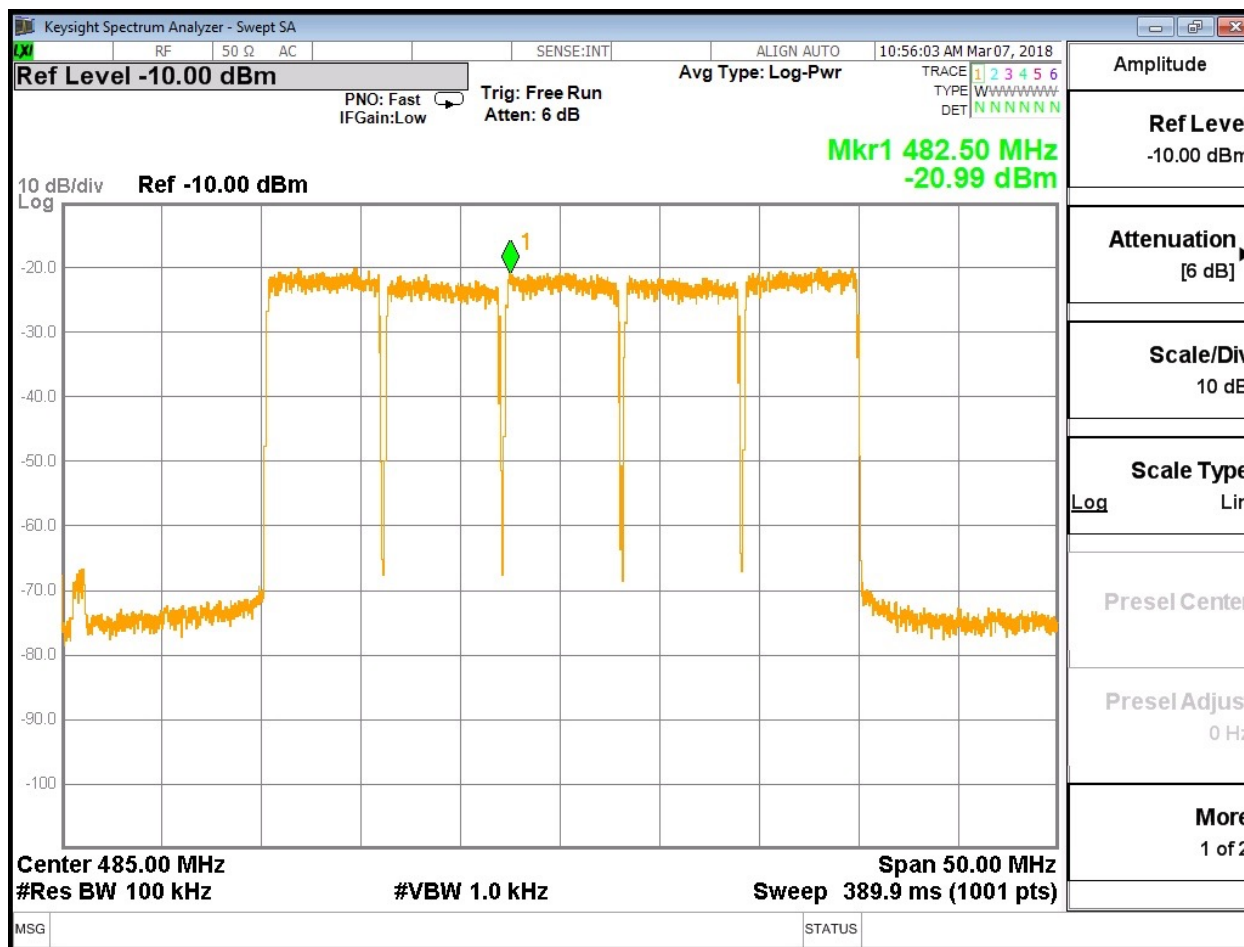
豊見城高安送信所

嘉数送信所



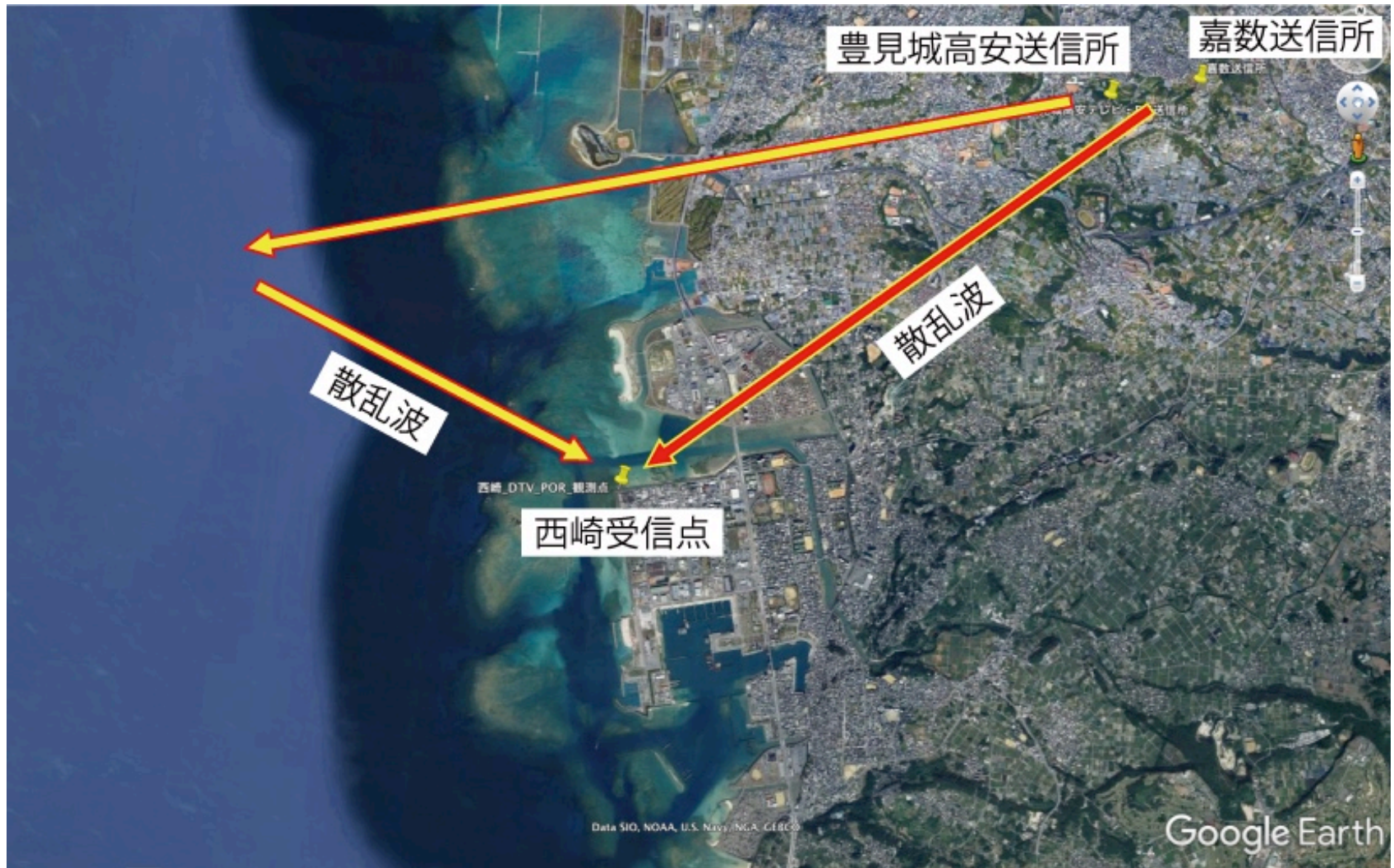
水平偏波よりも垂直偏波のほうが強い海面散乱が期待できる
沖縄で使用可能な高出力DTV波はいずれも水平偏波

沖縄南部の高出力地デジ信号



6 MHz帯域幅の地デジ信号、左から13ch, 14ch, 15ch, 16ch, 17ch
TX-T : 豊見城高安送信所(13, 15, 17 ch) TX-K : 嘉数送信所(14, 16 ch)

送信点、受信点の配置



受信点から見た送信所



観測状況および使用したアンテナ



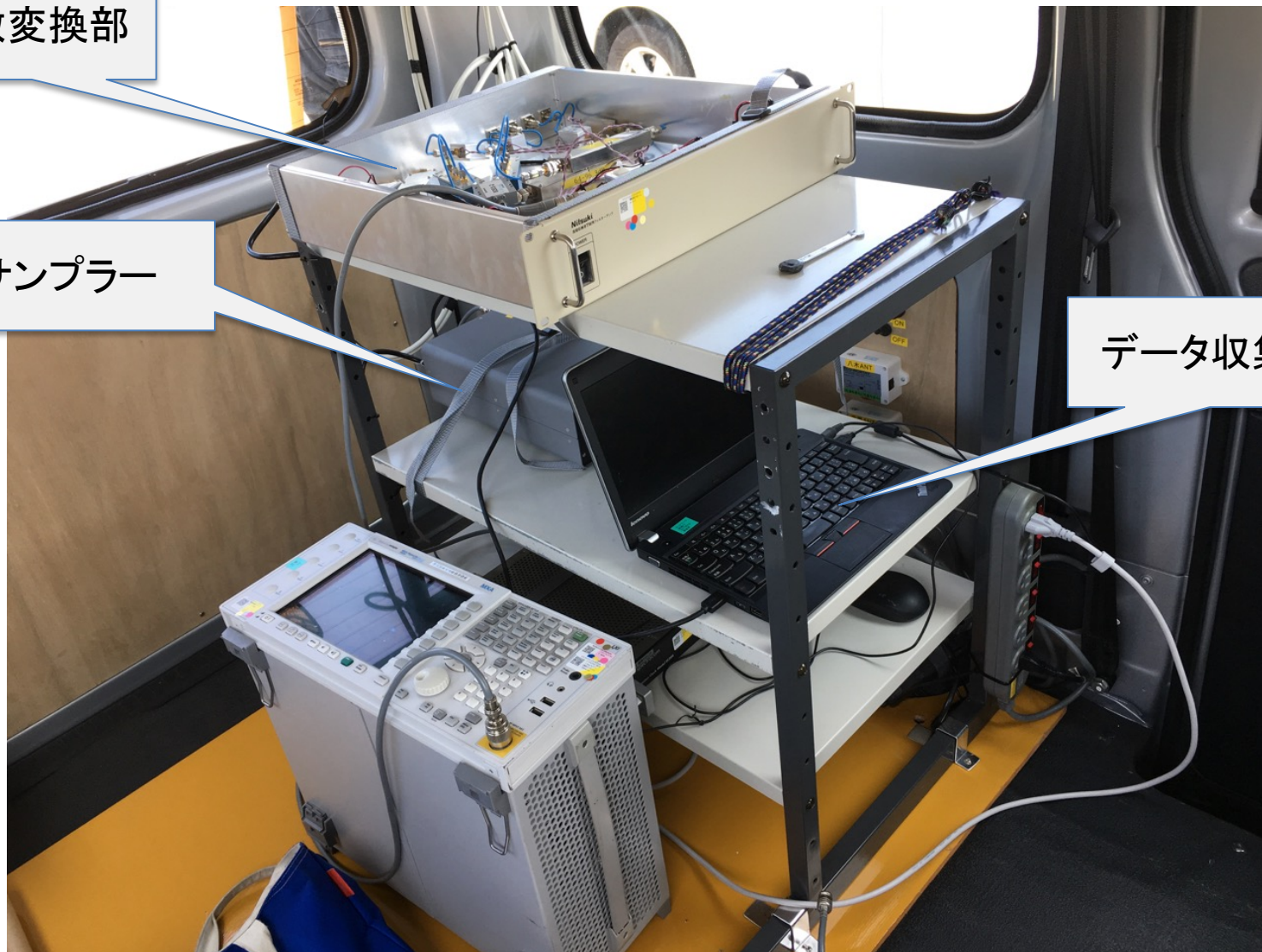
散乱波用：垂直偏波八木アンテナ(右) 直達波用：水平偏波八木アンテナ(左)

データ収集装置

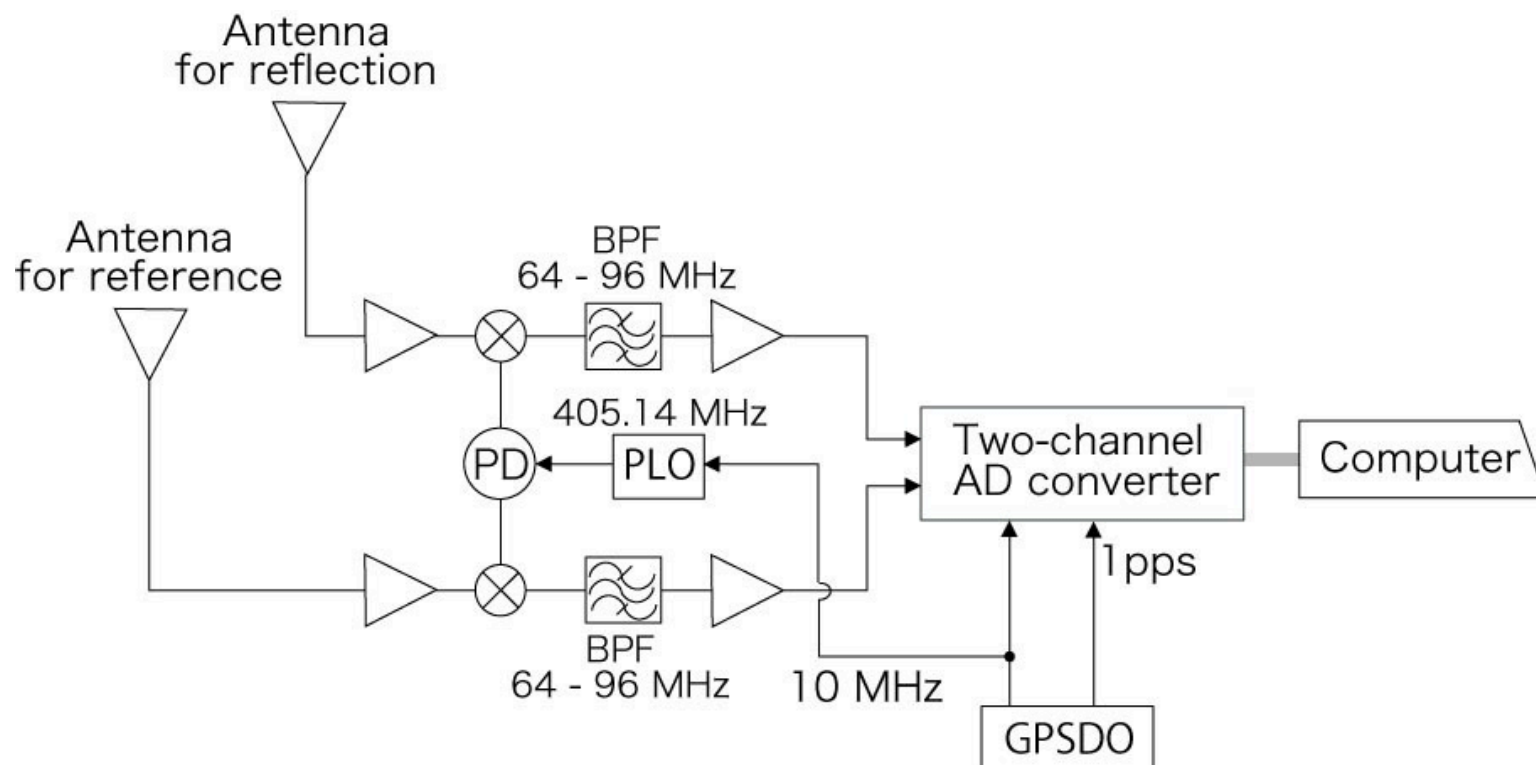
周波数変換部

サンプラー

データ収集用PC



受信系ブロック図



BPF : バンドパスフィルター、PD : パワーデバイダ、
PLO : 位相同期発振器、GPSDO : GPS時計

データ解析

直達波

80 MHzに周波数変換

64 - 96 MHz に帯域制限

64 Msps でアンダーサンプリング

チャンネル(6 MHz帯域)切り出し

散乱波

80 MHzに周波数変換

64 - 96 MHz に帯域制限

64 Msps でアンダーサンプリング

チャンネル(6 MHz帯域)切り出し

相互相関(積分時間25 ms)

直達波除去

33 秒分のデータを使って2次元フーリエ変換

100 秒分のデータをインコヒーレントに積算

Range - Doppler Map

ソフトウェア処理

Bragg散乱

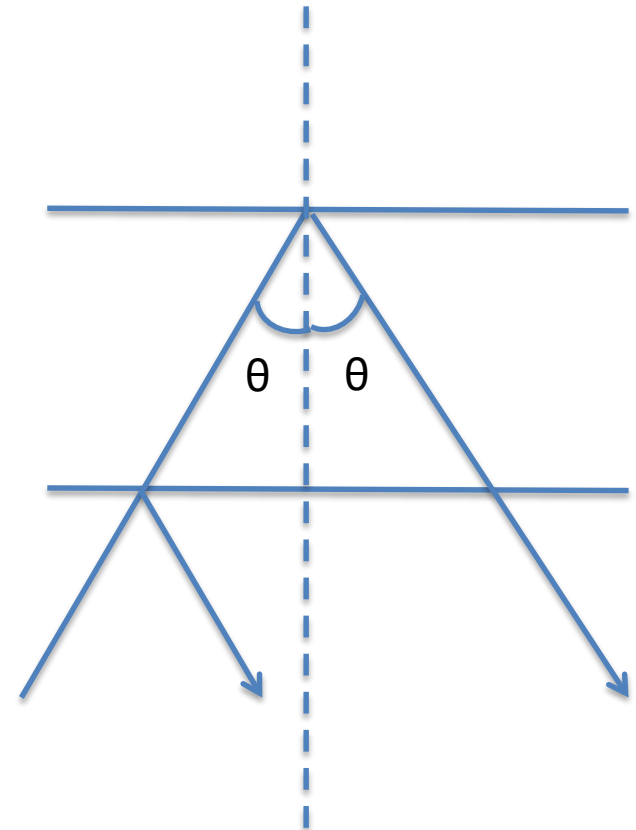
- Bragg散乱の周波数
モノスタティック(後方散乱)の場合

$$f_b = \pm \sqrt{\frac{g}{\pi\lambda}}$$

バイスタティックの場合

$$f_b = \pm \sqrt{\frac{g \cos(\theta)}{\pi\lambda}}$$

g : 重力加速度、 λ : 波長

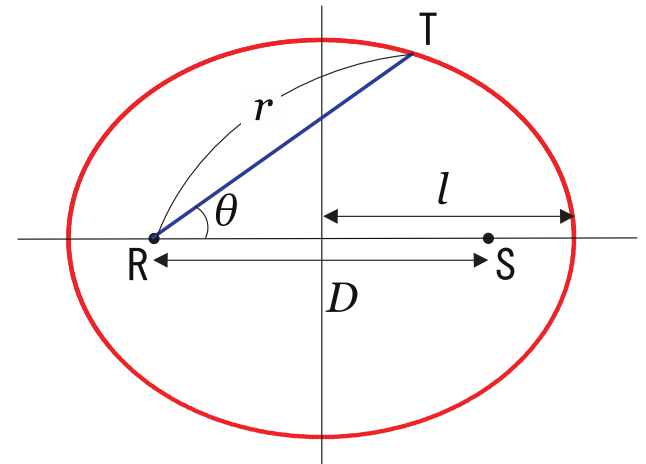


バイスタティック受信の距離換算

- 距離換算

$$r = \frac{\frac{1}{2}r'^2 + r'D}{(D + r') - D\cos(\theta)}$$

r : 実際の距離、 r' : 観測された見かけの距離

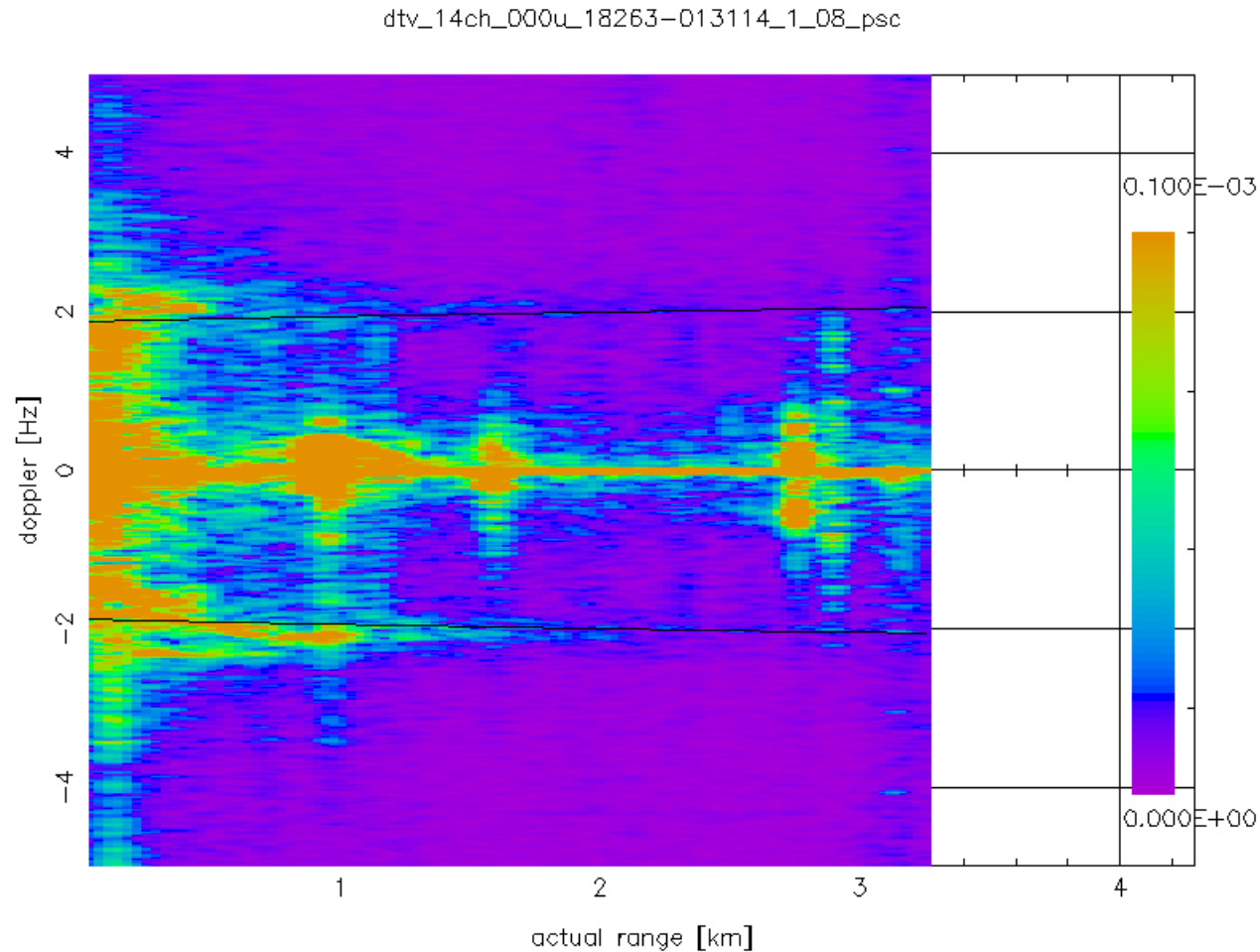


S: 送信点、R: 受信点、T: 反射物

モノスタティック(RとSが一致)の場合は $D=0$ として、

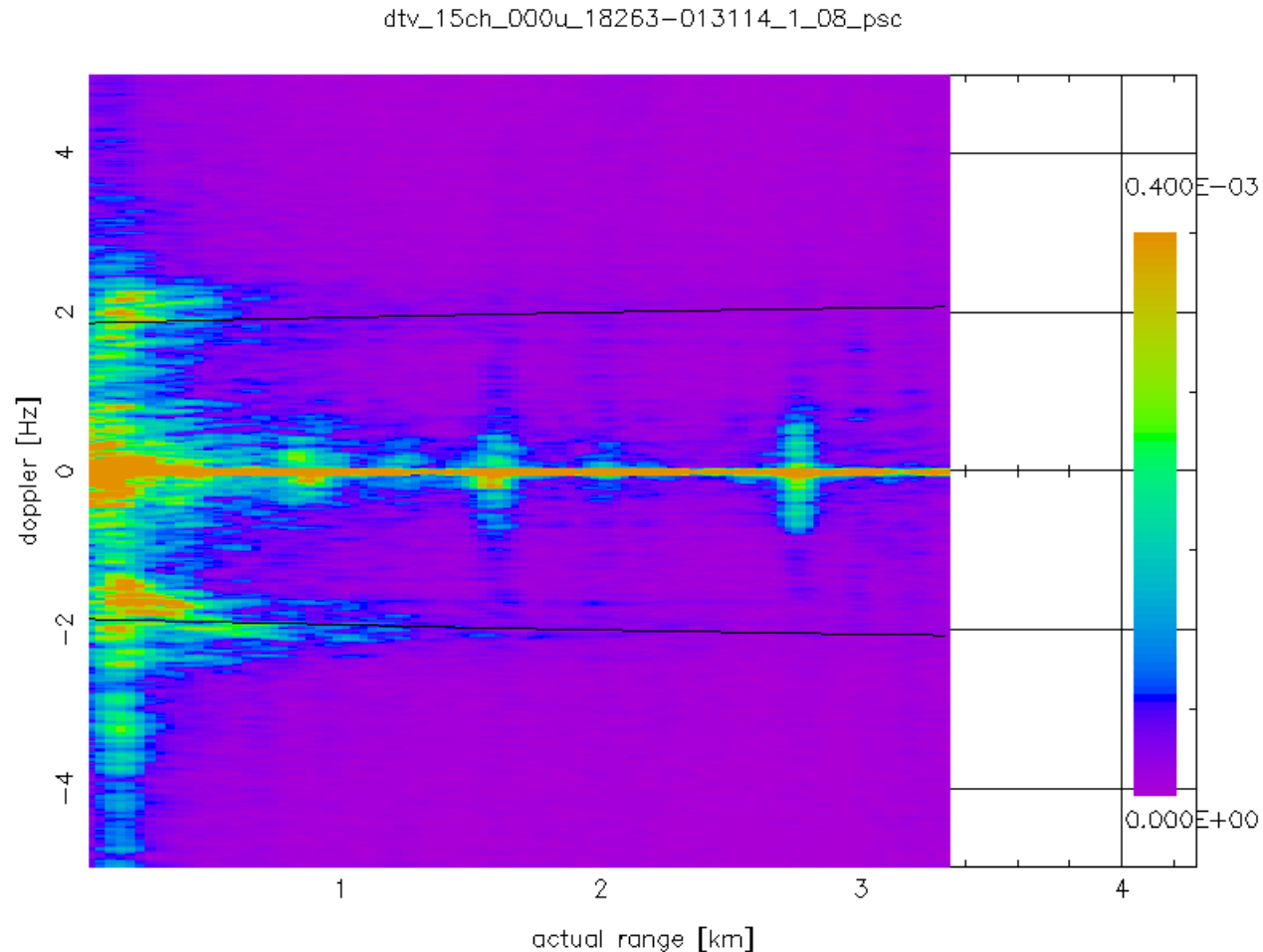
$$r = \frac{1}{2}r'$$

観測されたスペクトル(TX-K)



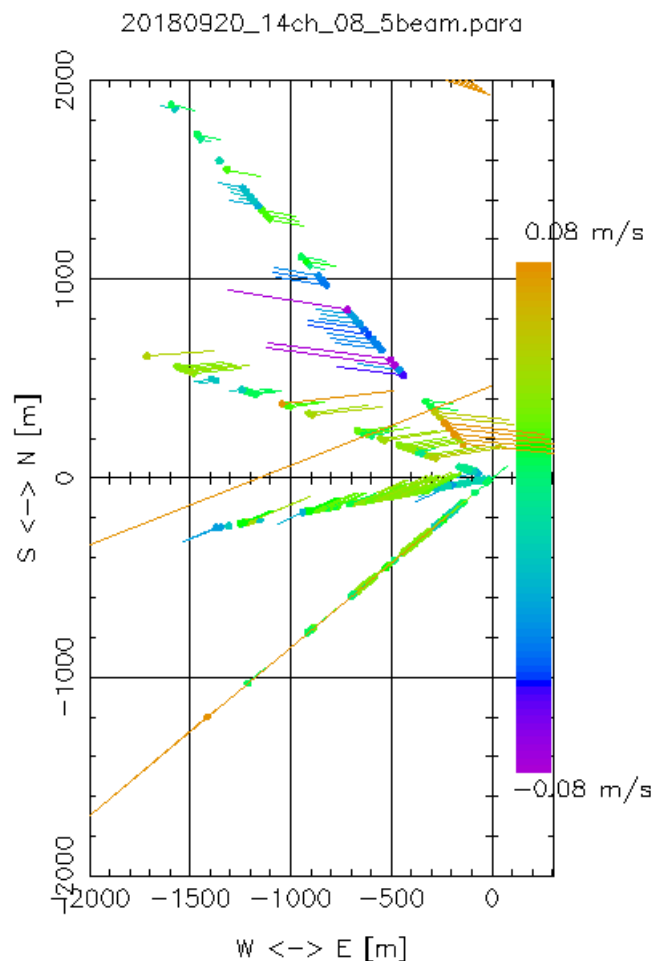
送信点方向とほぼ直角の方向を観測した時のRange-Doppler map
黒い線は流れのない時のBragg散乱によるDoppler周波数の計算値

観測されたスペクトル(TX-T)

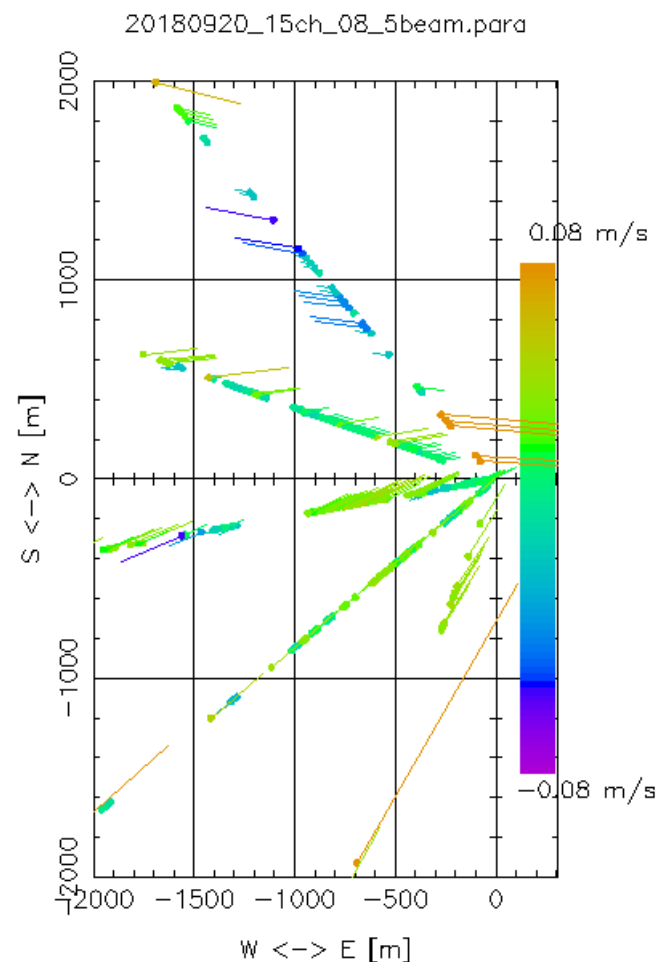


送信点方向とほぼ直角の方向を観測した時のRange-Doppler map
黒い線は流れのない時のBragg散乱によるDoppler周波数の計算値

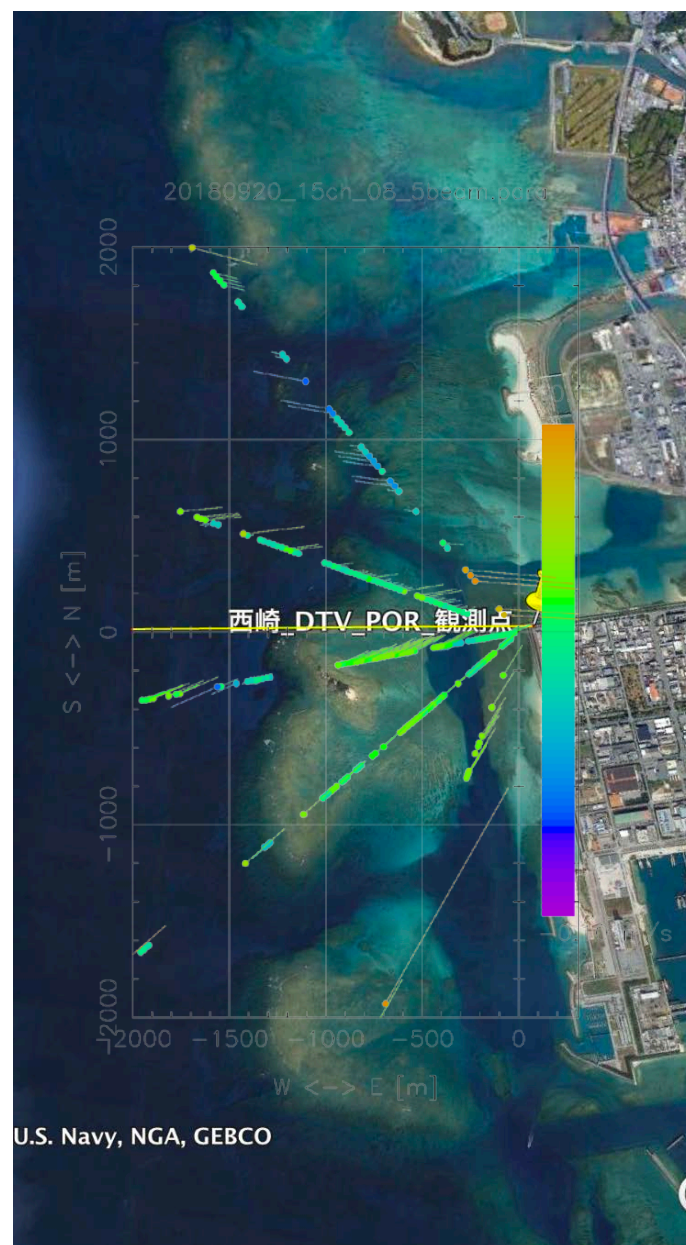
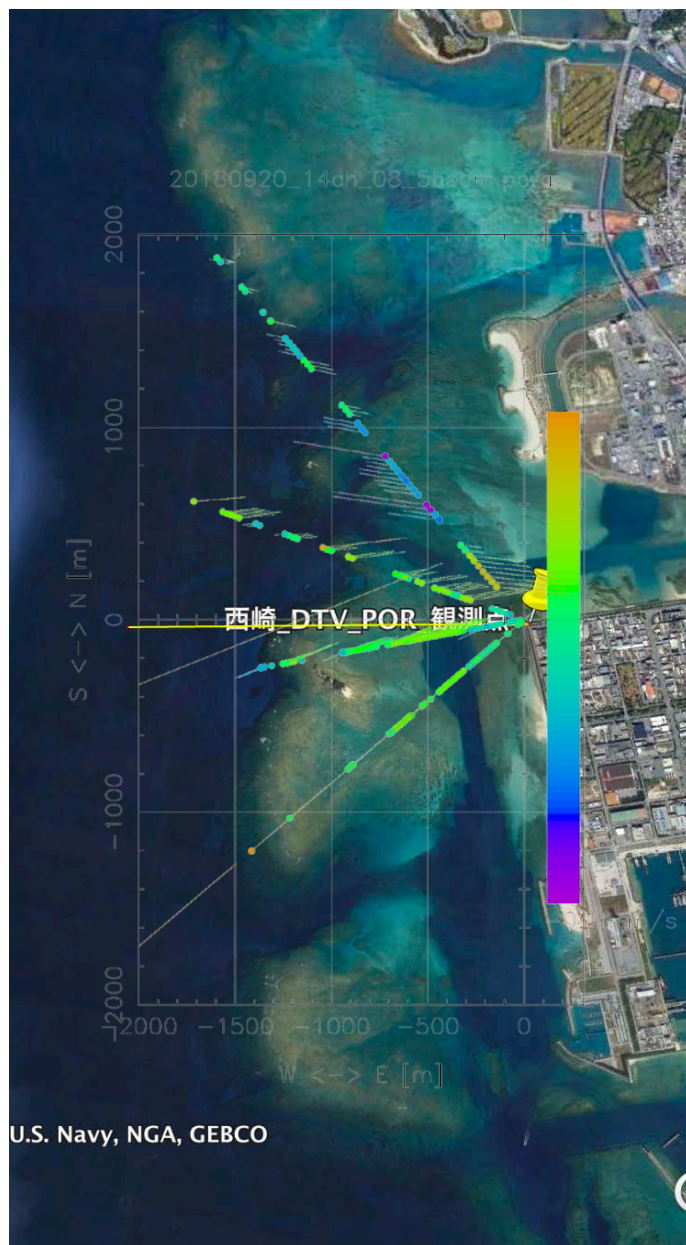
観測された感度方向の流速成分



TX-K



TX-T



まとめ

- 沖縄本島南部で、地デジ信号を用いたパッシブレーダで海面からのBragg散乱を検出。
- 感度方向流速成分の方位依存性を確認。
- 今後、複数点での観測を行うことにより、2次元流速場の計測を行う。