GEONETデータを用いた「だいち」SAR干渉画像の電離層補正手法の開発（序報）

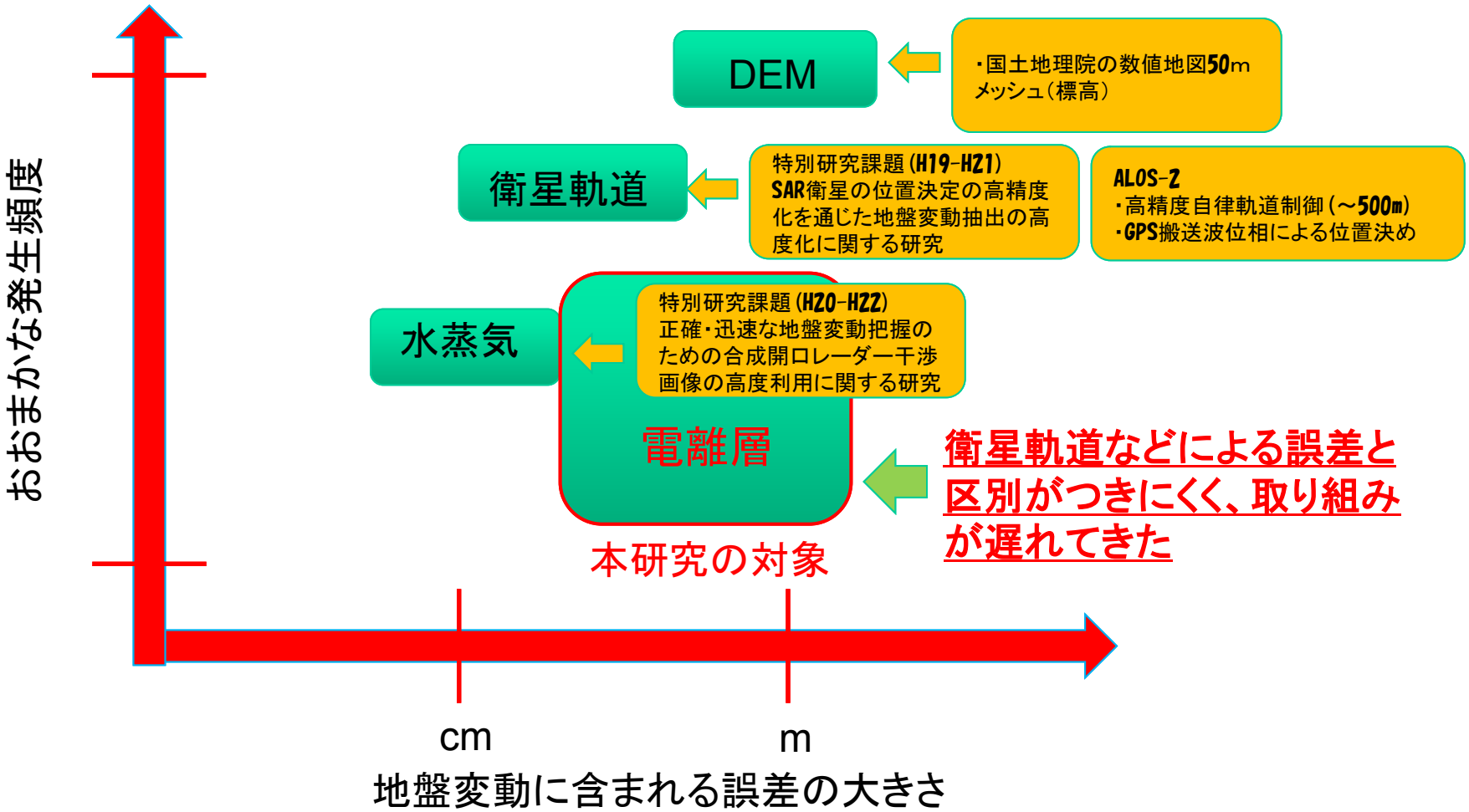
国土地理院　地理地殻活動研究センター
宇宙測地研究室
宗包　浩志

国土地理院における干渉SAR誤差軽減の取り組み

国土地理院

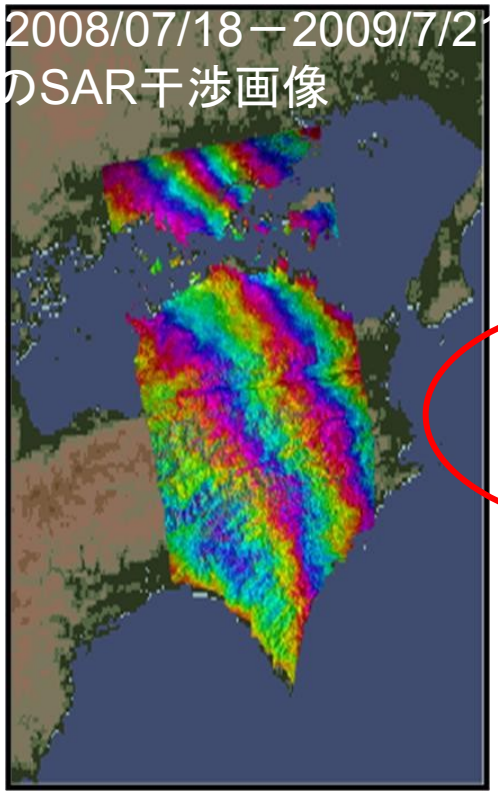
国土地理院では、干渉SARを用いた地盤変動監視の正確性・安定性の向上のため、誤差低減に取り組んできた

誤差要因
軽減の取り組み



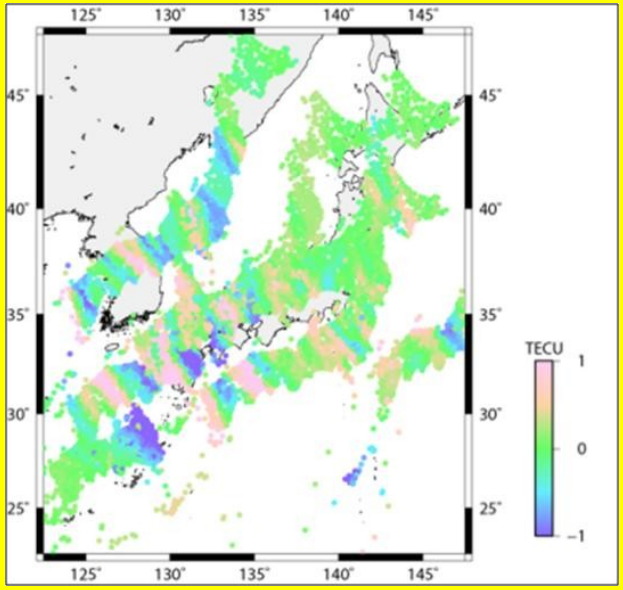
干渉SARにおける電離層誤差補正の現状

国土地理院



パターンが
一致

GEONET観測による
同日、同時刻の電離層の状態



「中規模伝搬性電離層擾乱(MSTID)」が発生していた
数100km程度の空間スケール。北西－南東の波面をもち、南西
に伝播。

干渉SARの電離層補正→GEONETから得られる電離層情報が有効だと考えられる

ただし

- 定性的な影響評価が行われている一方で、定量的補正には至っていない

定量的評価が困難な理由

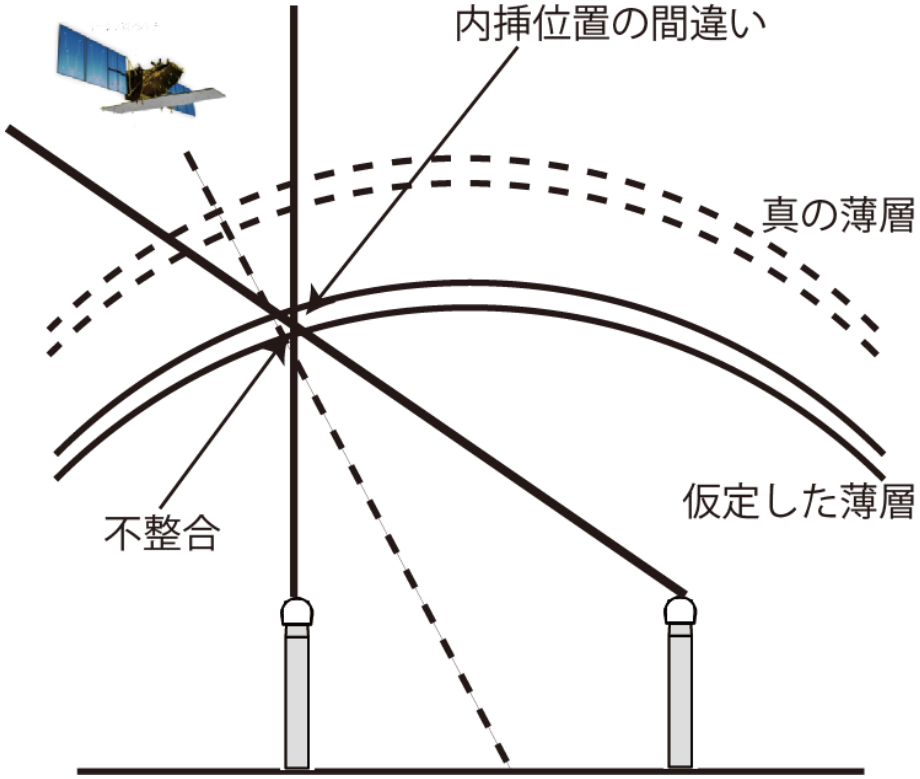
国土地理院

電離層誤差の計算に用いられる電離層の薄層近似に問題がある

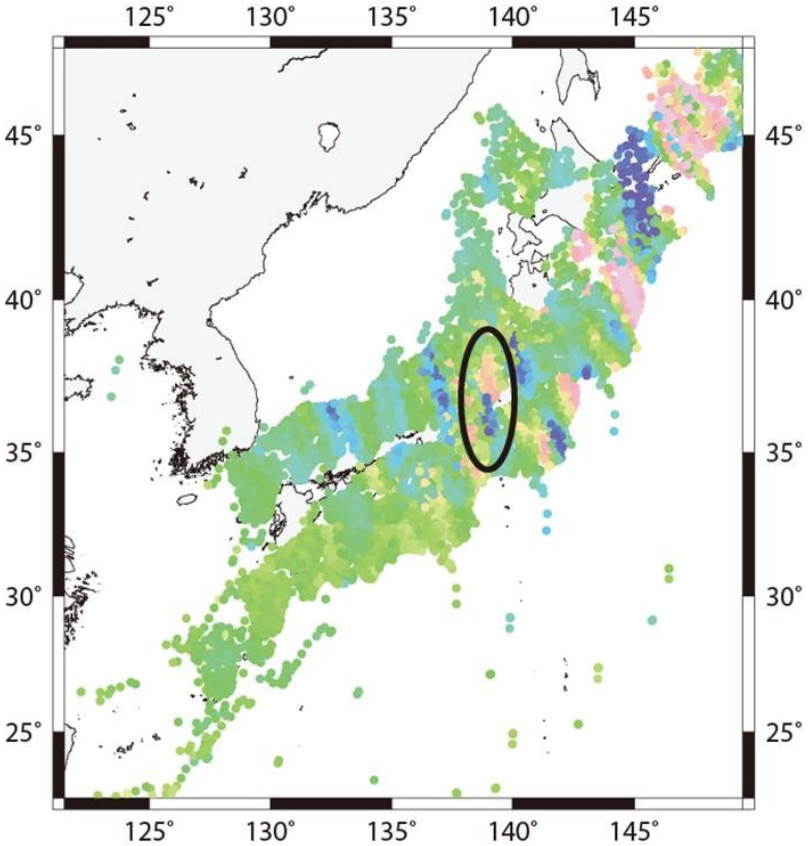
電離層誤差計算の３ステップ（薄層投影法）

1) GNSSの視線方向誤差を仮定薄層上でグリッド化
2) 各ピクセル毎にSAR衛星のビームが仮定薄層を通過する点の計算
3) 仮定薄層上での内挿計算

電離層の薄幕近似の弊害



不整合の例



本研究の目的

- 国土地理院が実施する国土の定常的な地盤変動監視において、**電子基準点データに基づく電離層補正**を実現することで、地盤変動の正確で面的な情報の安定的な提供を可能とし、**干渉SARを用いた国土の地盤変動監視の信頼性向上**を図る。

↑

電離層薄層近似に（なるべく）依らない電離層遅延計算手法の開発

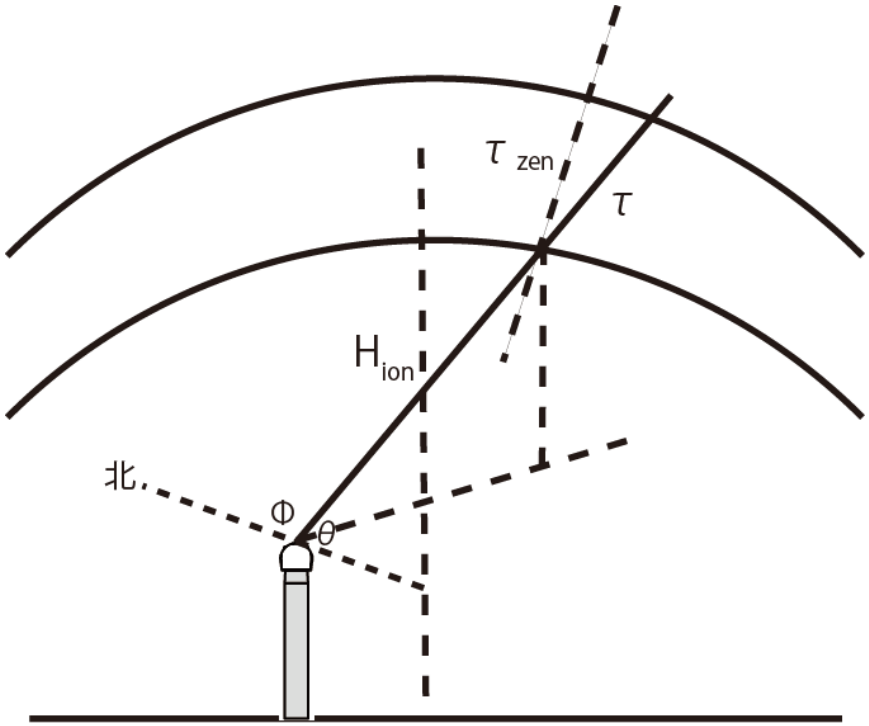
薄層近似に依らない電離層誤差計算手法

国土地理院

直接法

1）各電子基準点毎に、仰角、方位角の関数として電離層誤差をモデル化
2）SAR衛星視線方向の仰角、方位角における電離層遅延の計算
3）各ピクセル毎に電離層遅延を（地上における）内挿

1）としては、GNSSの大気遅延量推定で用いられる**マッピング関数方式**を試行



$$\tau = \tau_{zen} m(\theta) + m(\theta)/\tan\theta (G_N \cos\phi + G_E \sin\phi)$$

ただし

$$m(\theta) = 1/\cos\chi ; \cos\chi = \sqrt{1 - \left(\frac{R\cos\theta}{R + H_{ion}}\right)^2}$$

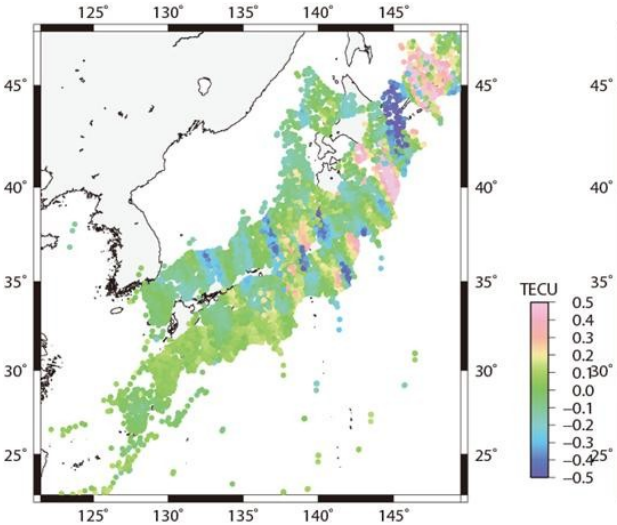
マッピング関数m（θ）に薄層の仮定は入るが、影響は比較的小さい

具体例(2007/05/11 21時LT頃)

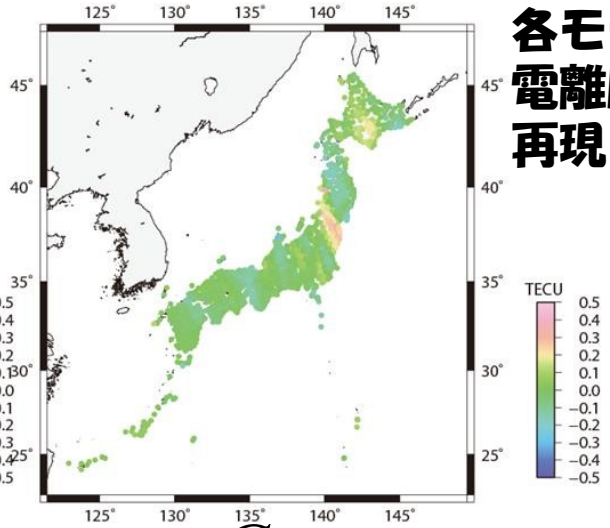
国土地理院

*3600秒のhigh-passフィルタ適用：仰角30°のデータまで使用

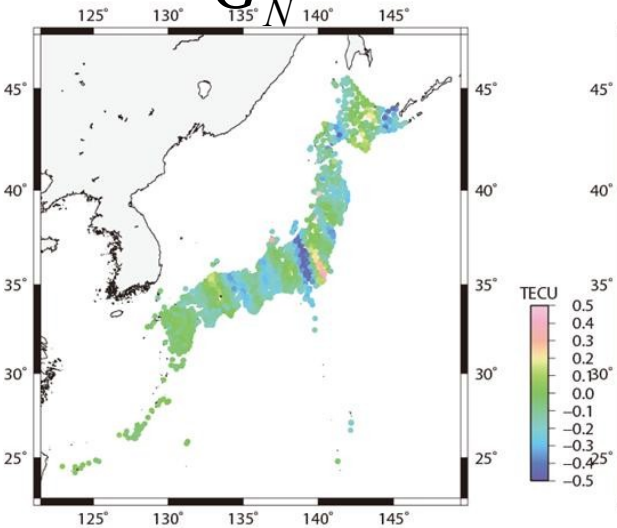
TEC(薄層近似)



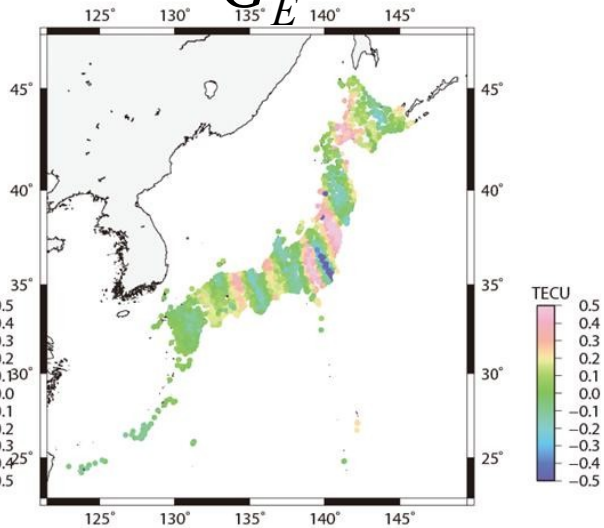
τ_{zen}



G_N



G_E

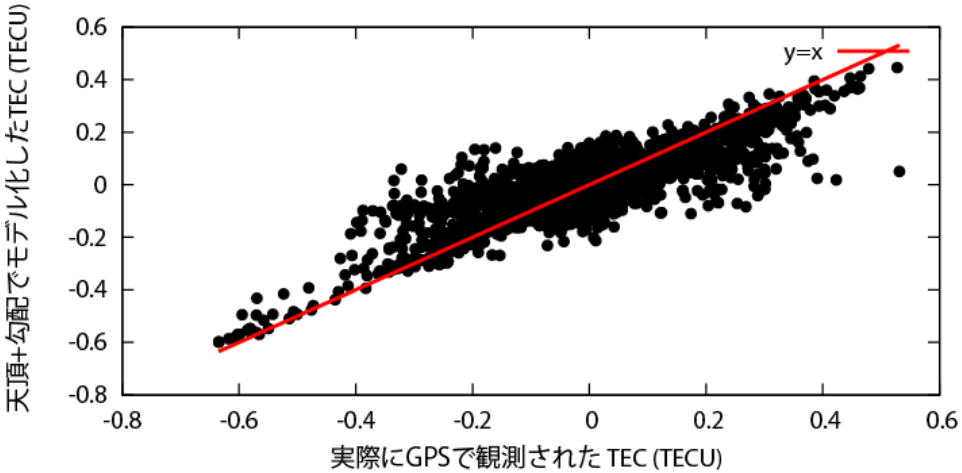


各モデルパラメータの空間分布は、電離層異常のパターンをよく再現している

具体例(2007/05/11 21時LT頃)

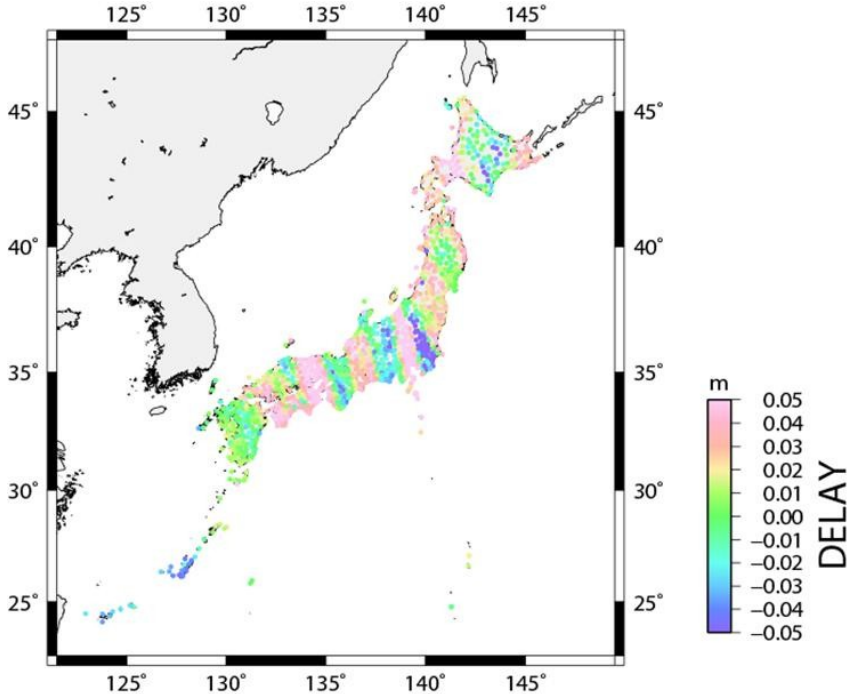
国土地理院

*3600秒のhigh-passフィルタ適用：仰角30° のデータまで使用



Original RMS = 0.12 (TECU)
Reduced RMS = 0.06 (TECU)
Variance reduction = 72%

「だいち」視線方向に換算した遅延量



補正計算（その１）

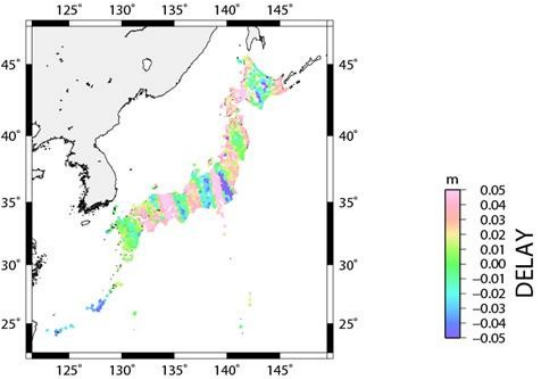
国土地理院

*Path 405/Frame 700, 710, 720（関東地方）

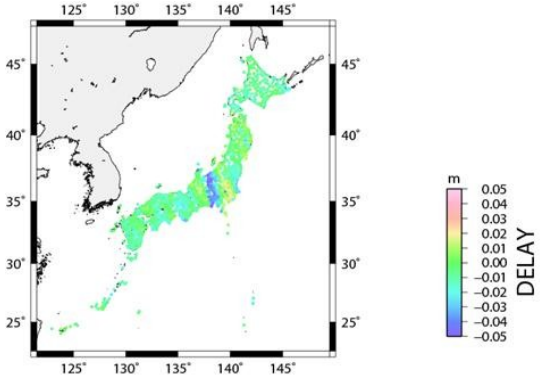
Master = 2007.05.11

Slave = 2007.12.27

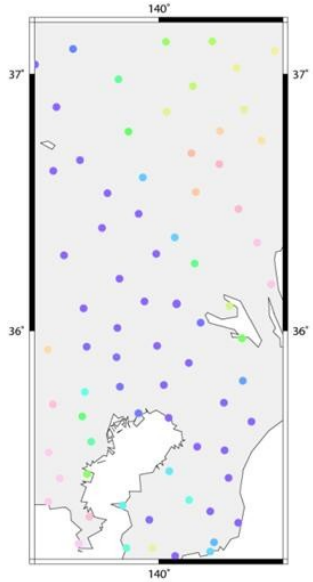
視線方向遅延(全国)



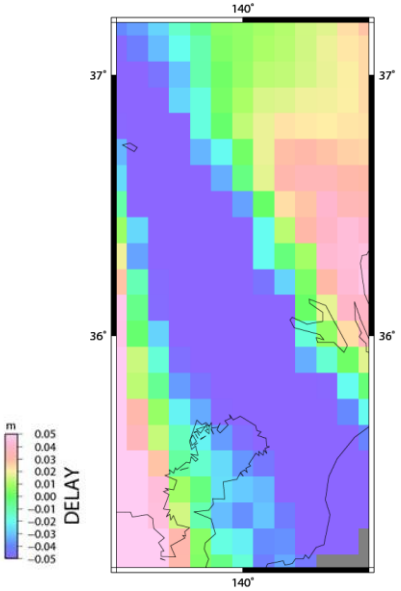
視線方向遅延(全国)



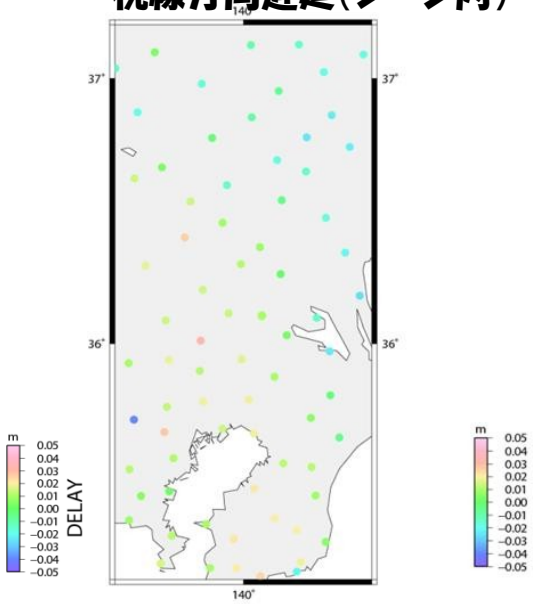
視線方向遅延(シーン内)



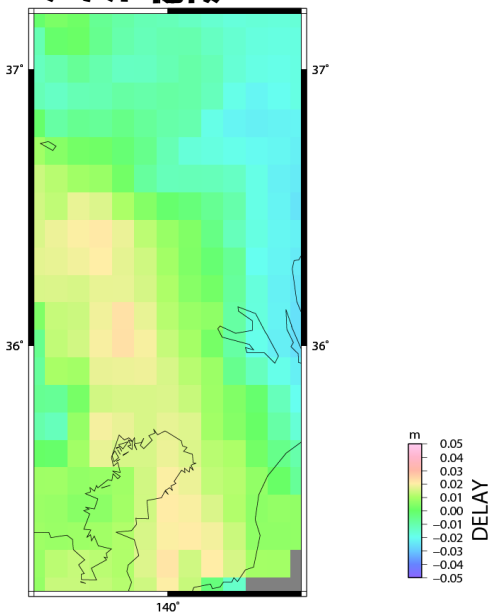
グリッド化後



視線方向遅延(シーン内)



グリッド化後

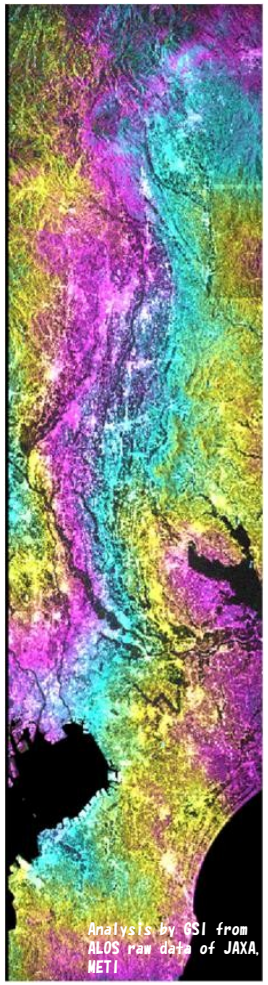


補正計算（その１）

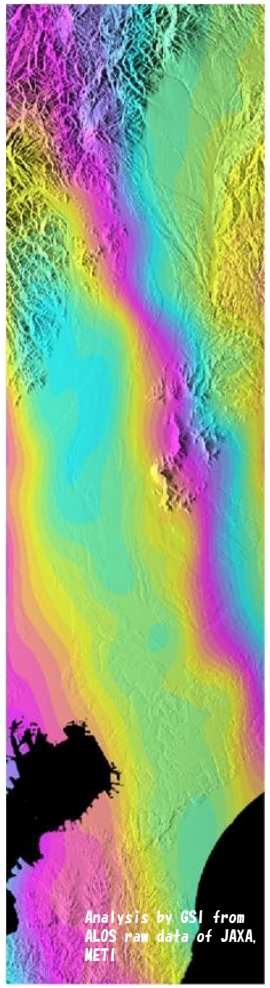
国土地理院

*Path 405/Frame 700, 710, 720（関東地方）

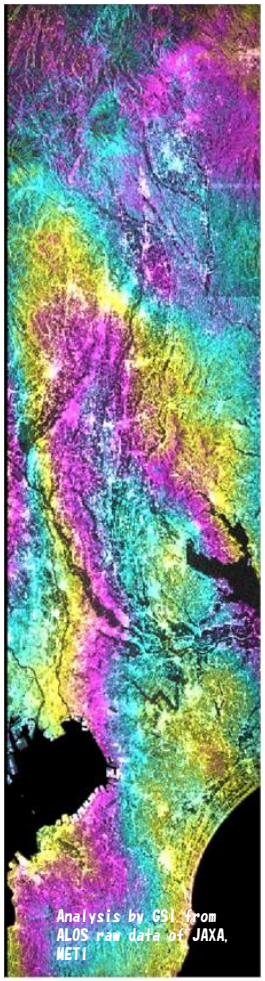
元干渉画像



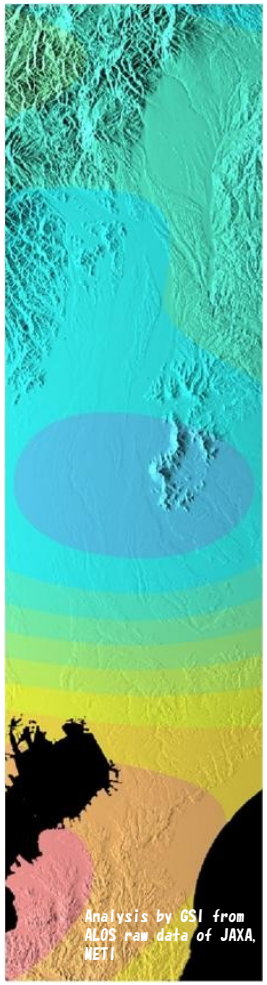
電離層補正画像
（直接法）



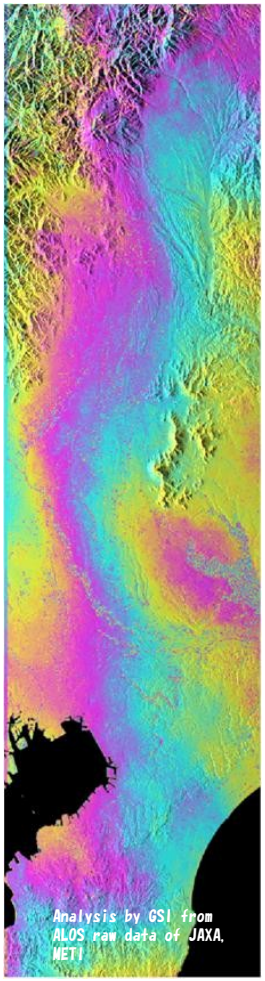
補正後画像



電離層補正画像
（薄層投影法）



補正後画像



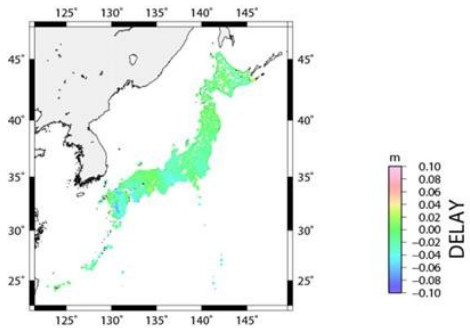
補正計算（その2）

国土地理院

*Path 419/Frame 650-680(四国・中国地方)

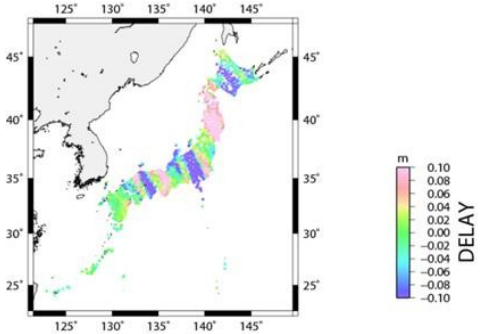
Master = 2010.04.11

視線方向遅延(全国)

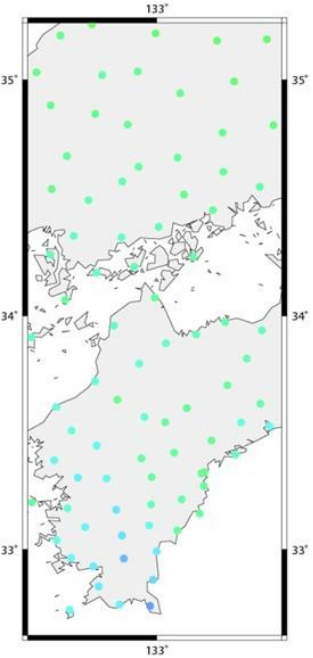


Slave = 2010.08.27

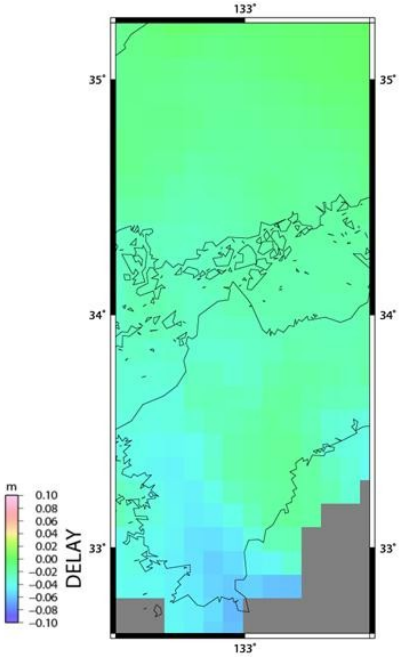
視線方向遅延(全国)



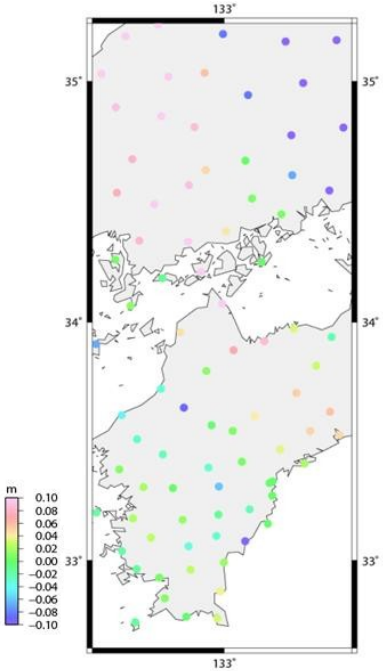
視線方向遅延(シーン内)



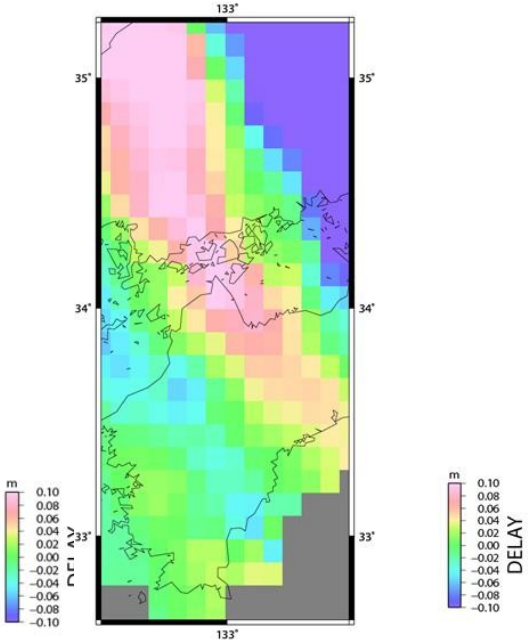
グリッド化後



視線方向遅延(シーン内)



グリッド化後

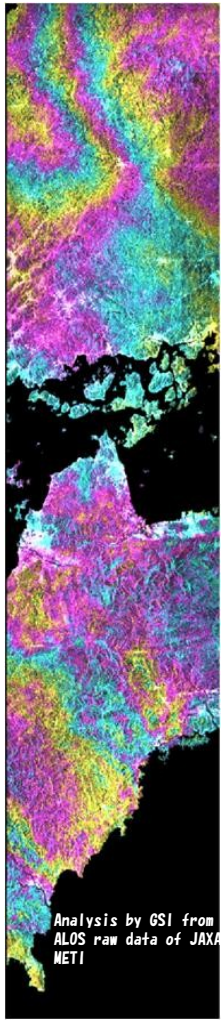


補正計算（その2）

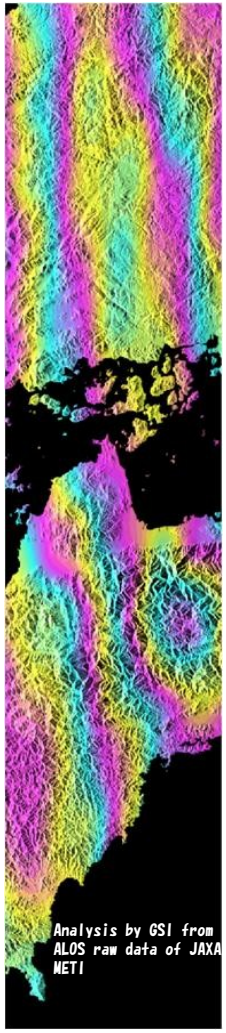
国土地理院

*Path 419/Frame 650-680（四国・中国地方）

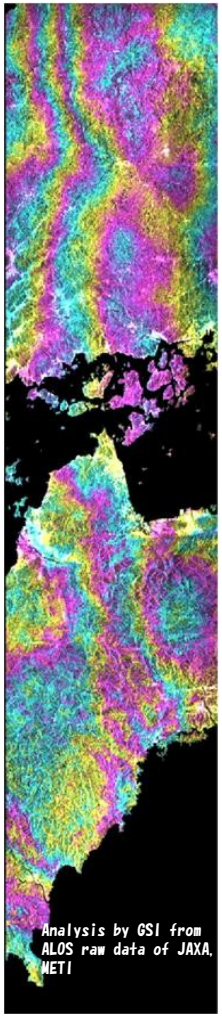
元干渉画像



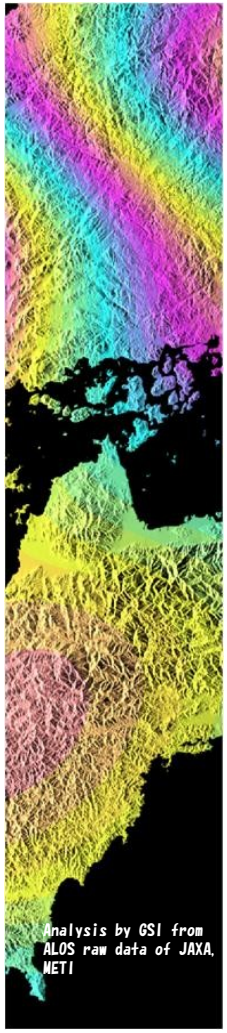
電離層補正画像
（直接法）



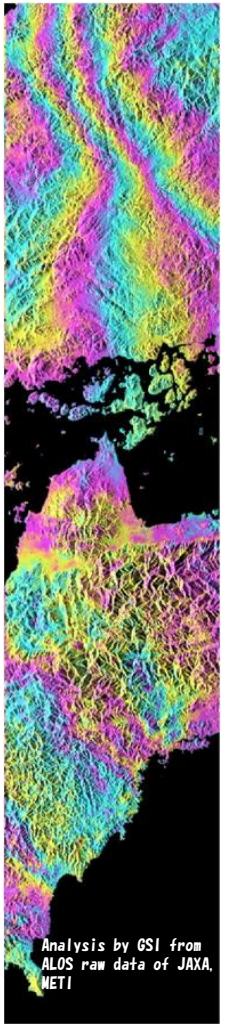
補正後画像



電離層補正画像
（薄層投影法）



補正後画像



Analysis by GSI from ALOS raw data of JAXA, METI

まとめ

- GEONETデータから、干渉SARにおける電離層誤差を見積もるための、新しい手法（直接法）の提案を行った。
- 電離層擾乱（TID）が発生している状況下で電離層誤差を計算したところ、直接法のほうが、従来の手法（薄層投影法）よりも電離層擾乱の特徴をよく捉えていると思われる。
- しかしながら、SAR干渉解析に補正を適用した場合、あまり改善が見られない→要検討

謝辞

- 本研究で利用した「だいち」のPALSARデータの所有権は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)及び経済産業省(METI)にあります。本研究で用いたPALSARデータは、JAXAとの共同研究協定に基づいて国土地理院がJAXAより購入したものを使用しています。
- 本研究で開発した電離層誤差補正プログラムの一部は、国土地理院小林氏の大気誤差補正プログラムAtmDeRayを改変して作成しました。