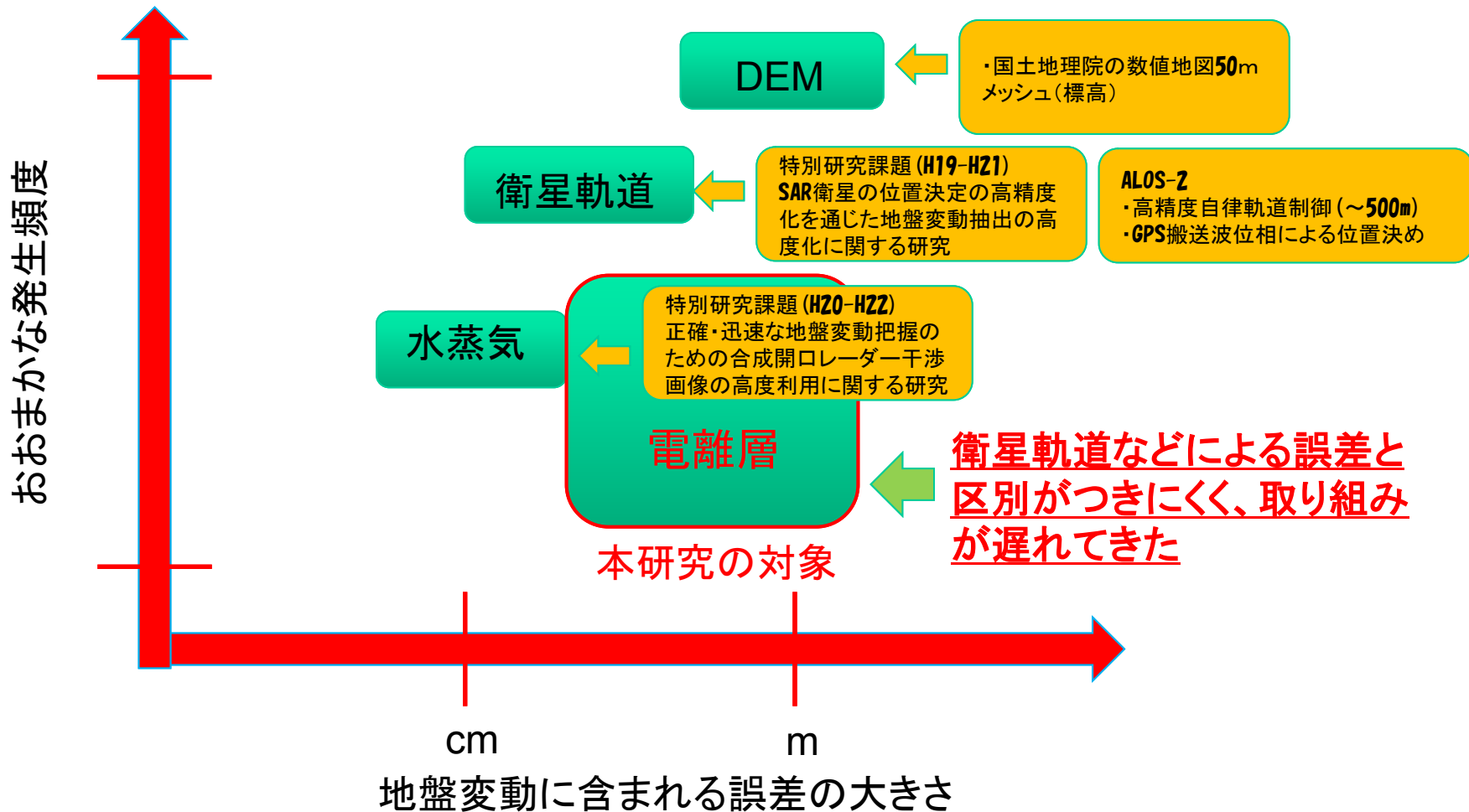


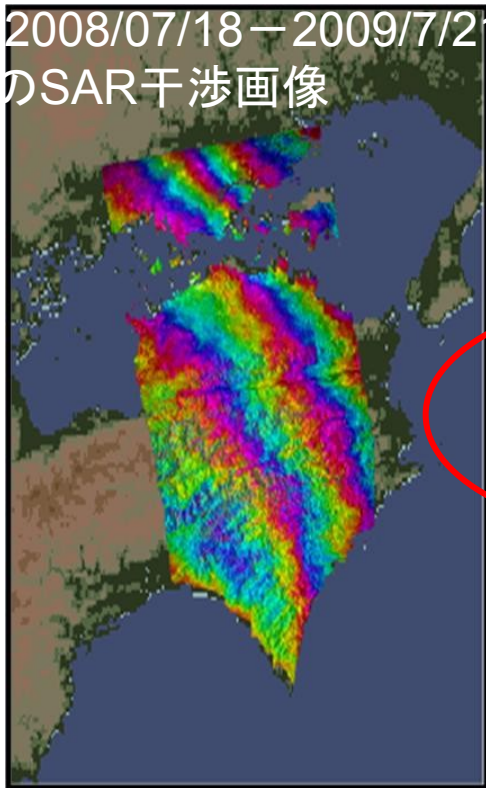
GEONETデータを用いた「だいち」SAR 干渉画像の電離層補正手法の開発(序報)

**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

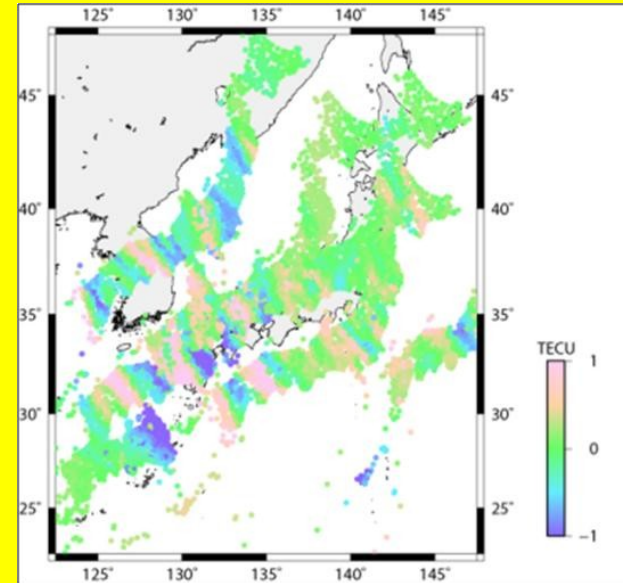


2008/07/18－2009/7/21
のSAR干渉画像



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

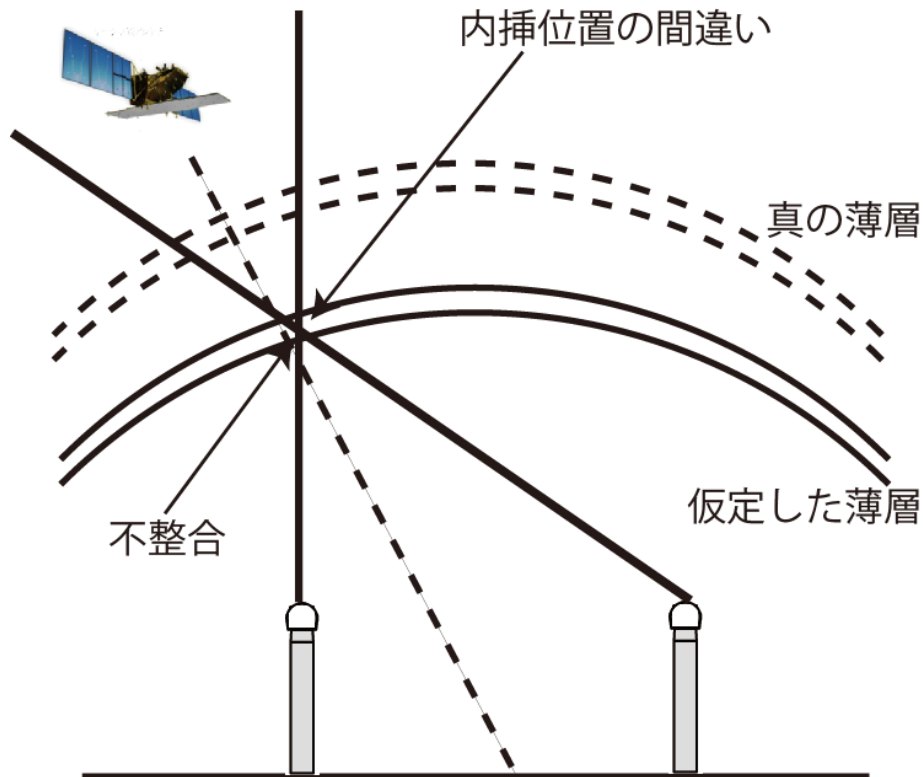
- 定性的な影響評価が行われている一方で、定量的補正には至っていない

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

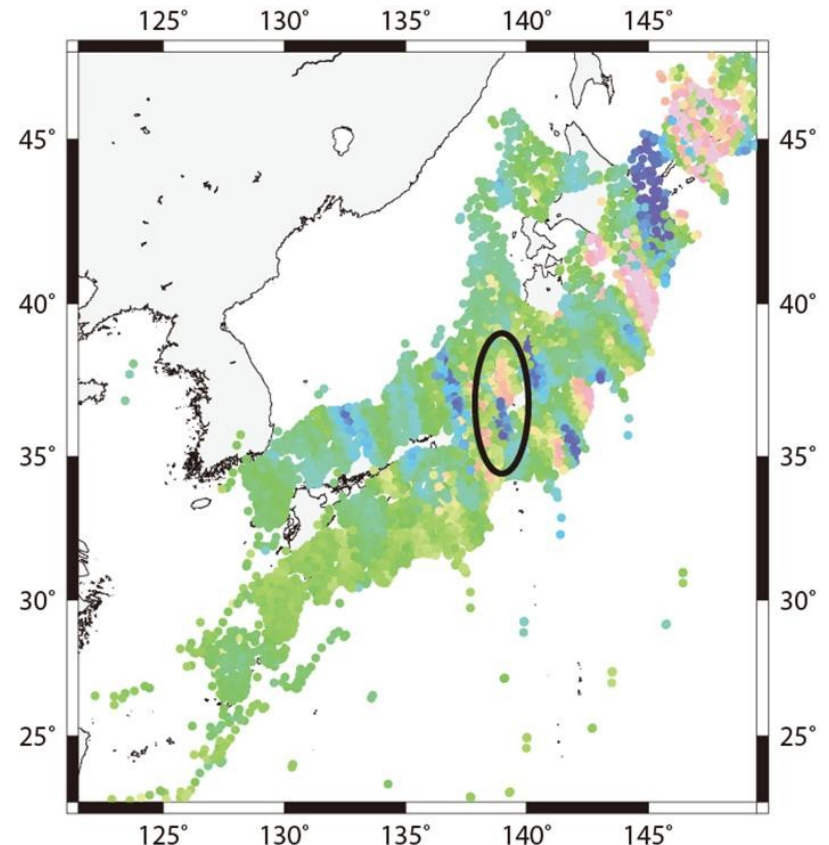
電離層誤差計算の3ステップ (薄層投影法)

- 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

電離層の薄層近似の弊害



不整合の例



- 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。



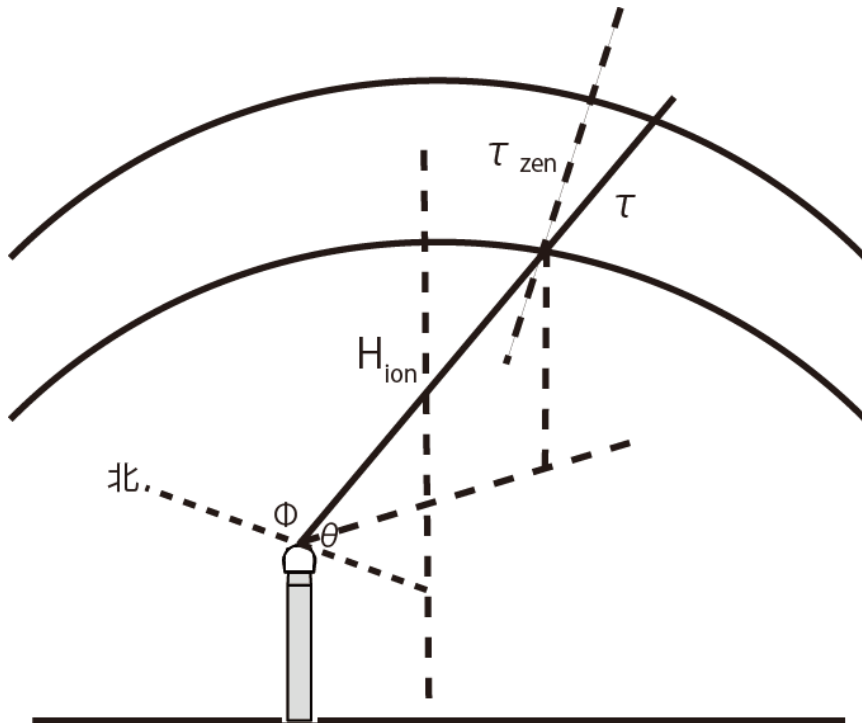
電離層薄層近似に（なるべく）依らない電離層遅延計算手法の開発

薄層近似に依らない電離層誤差計算手法

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

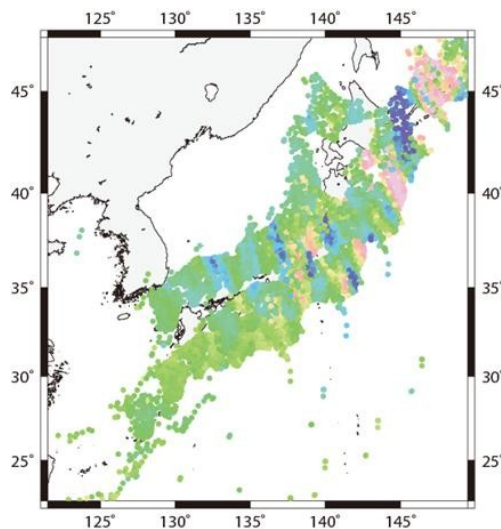
$$m(\theta) = 1 / \cos \chi; \cos \chi = \sqrt{1 - \left(\frac{R \cos \theta}{R + H_{ion}} \right)^2}$$

マッピング関数 $m(\theta)$ に薄層の仮定は入るが、影響は比較的小さい

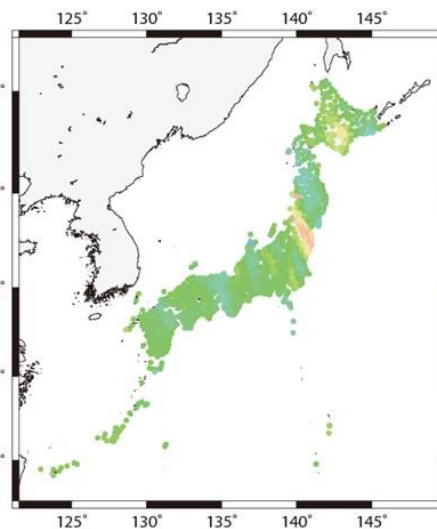
具体例 (2007/05/11 21時LT頃)

*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)

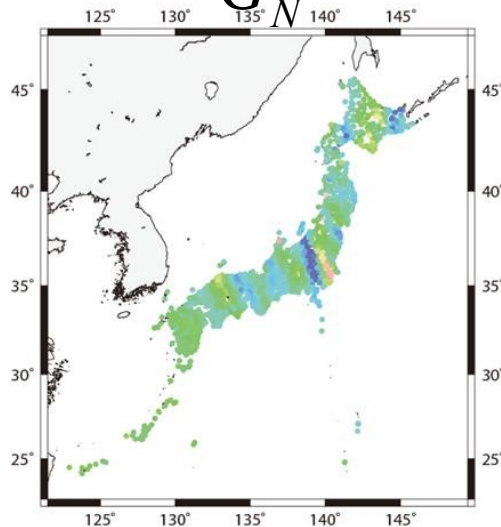


τ_{zen}

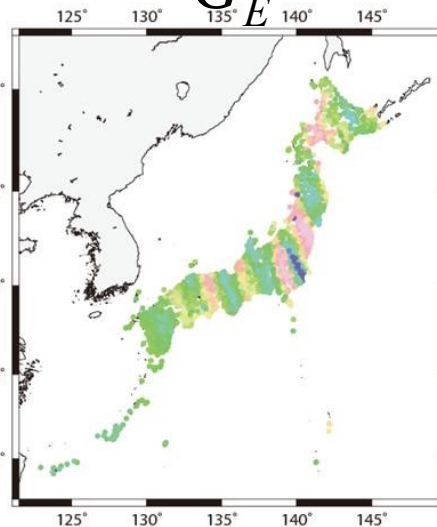


各モデルパラメータの空間分布は、
電離層異常のパターンをよく
再現している

G_N



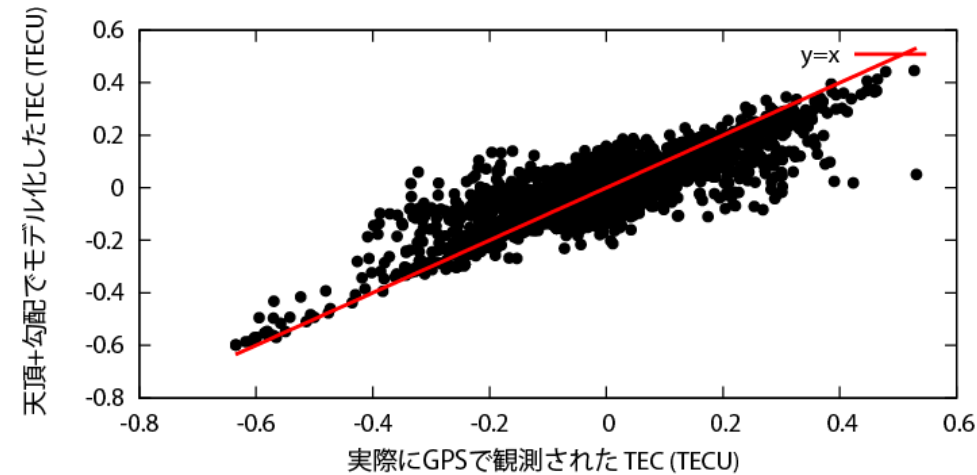
G_E



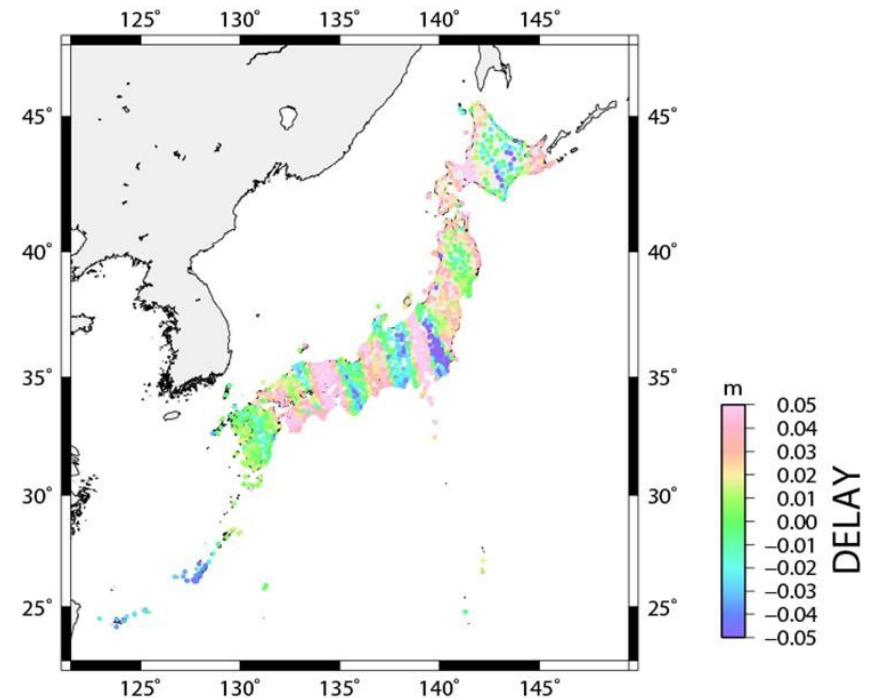
具体例 (2007/05/11 21時LT頃)

*3600秒のhigh-passフィルタ適用: 仰角30° のデータまで使用

「だいち」視線方向に換算した遅延量



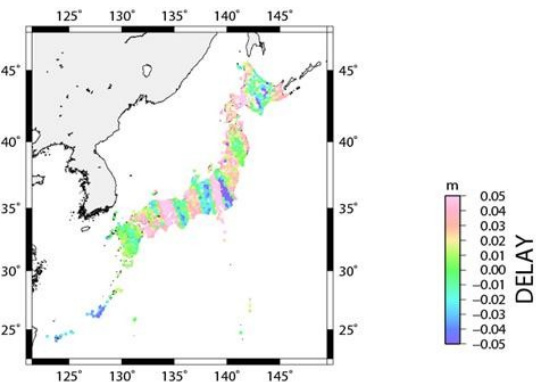
Original RMS = 0.12 (TECU)
Reduced RMS = 0.06 (TECU)
Variance reduction = 72%



*Path 405/Frame 700, 710, 720 (関東地方)

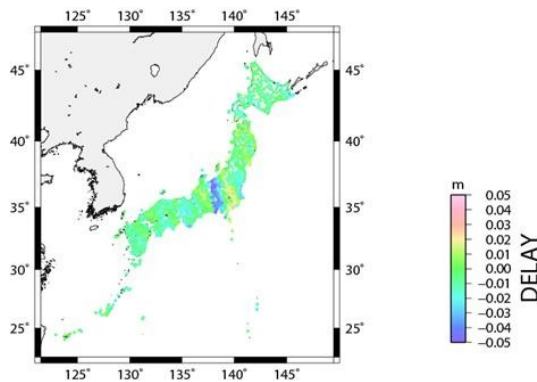
Master = 2007. 05. 11

視線方向遅延(全国)

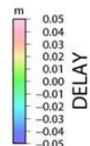
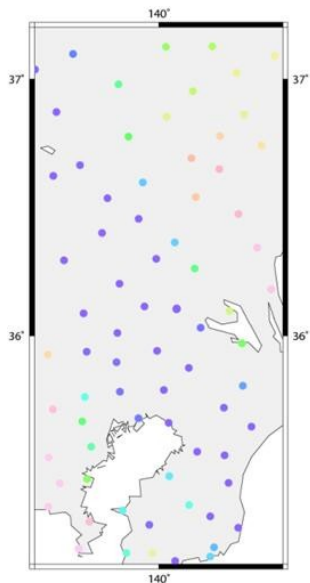


Slave = 2007. 12. 27

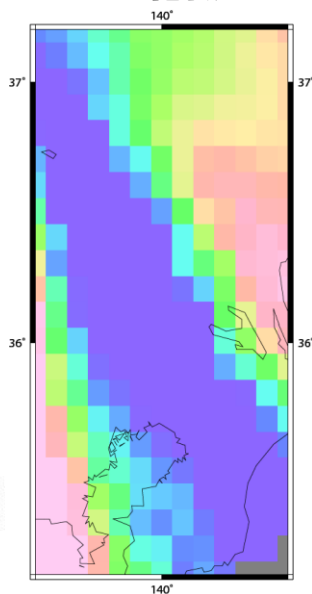
視線方向遅延(全国)



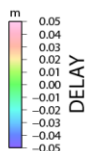
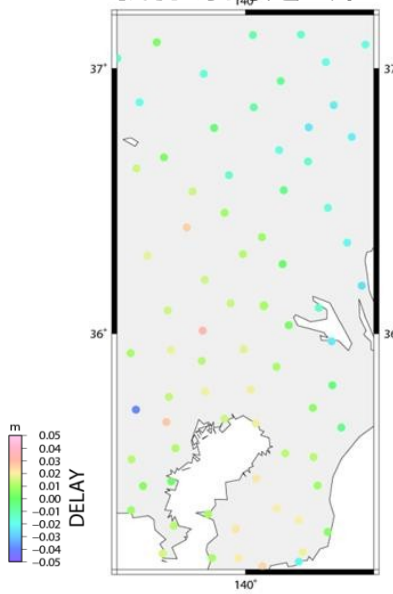
視線方向遅延(シーン内)



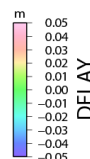
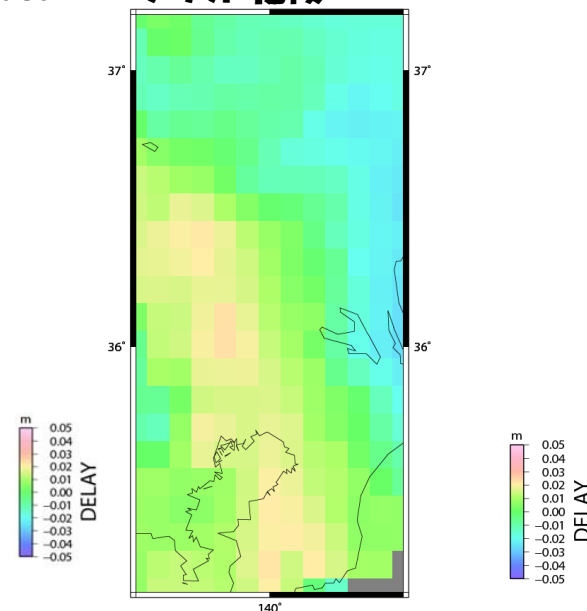
グリッド化後



視線方向遅延(シーン内)

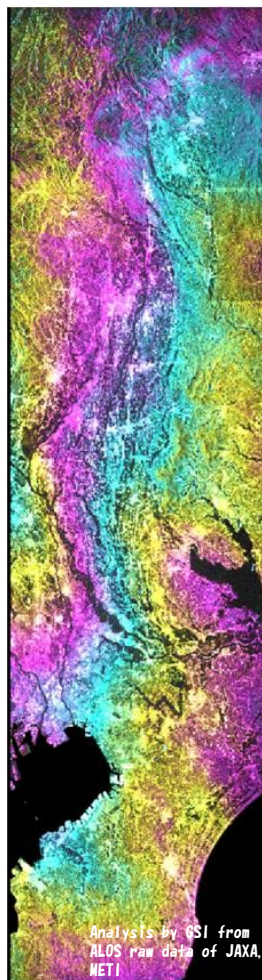


グリッド化後

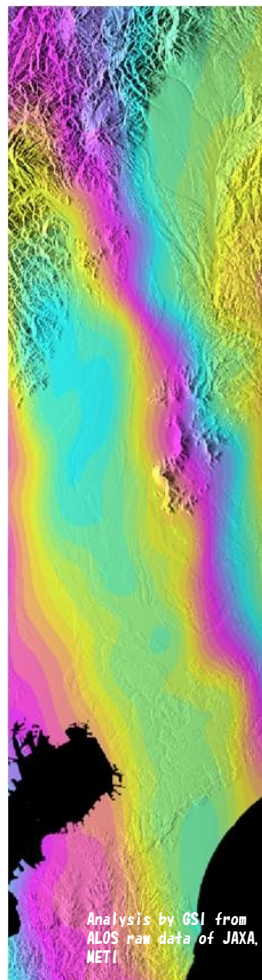


*Path 405/Frame 700, 710, 720 (関東地方)

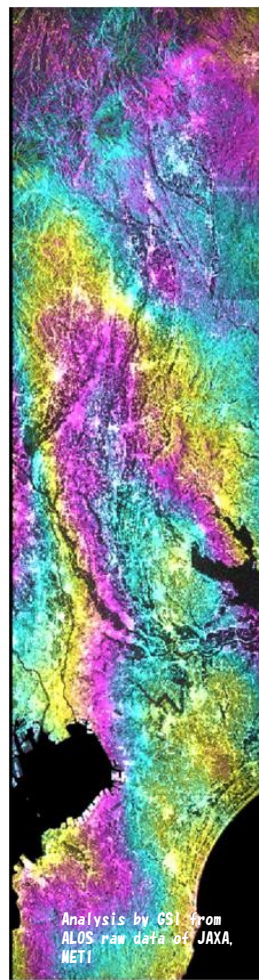
元干渉画像



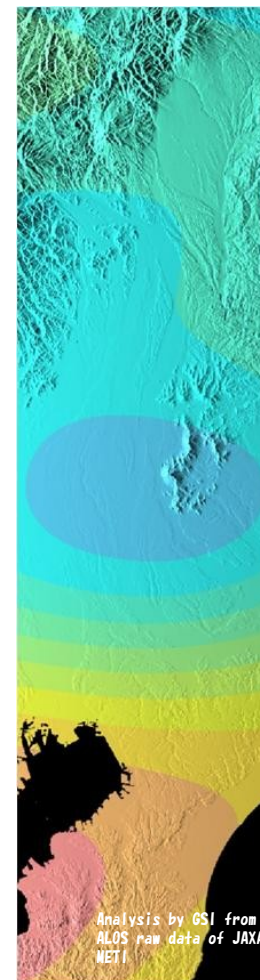
電離層補正画像
(直接法)



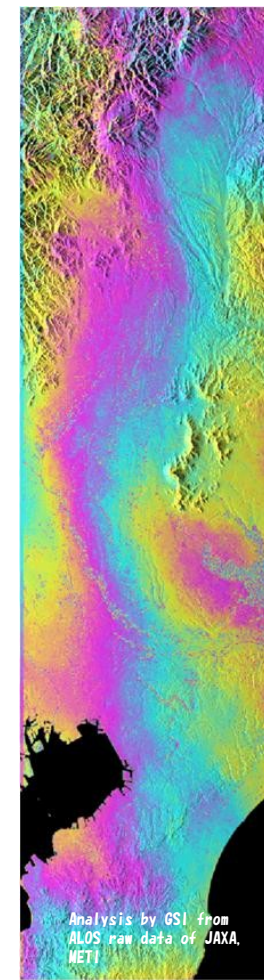
補正後画像



電離層補正画像
(薄層投影法)



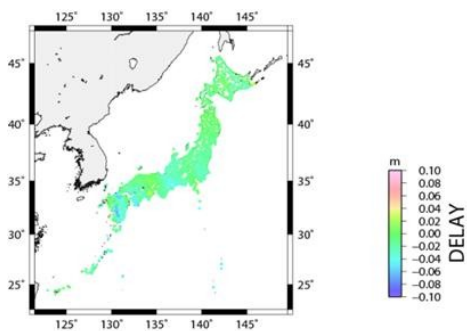
補正後画像



*Path 419/Frame 650-680 (四国・中国地方)

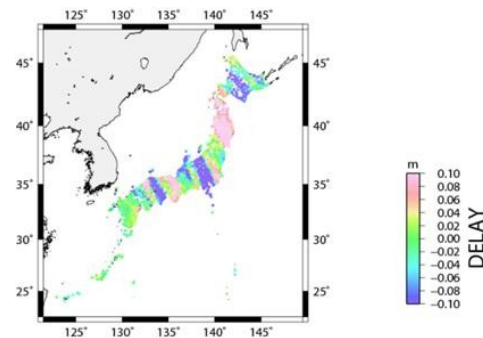
Master = 2010. 04. 11

視線方向遅延(全国)

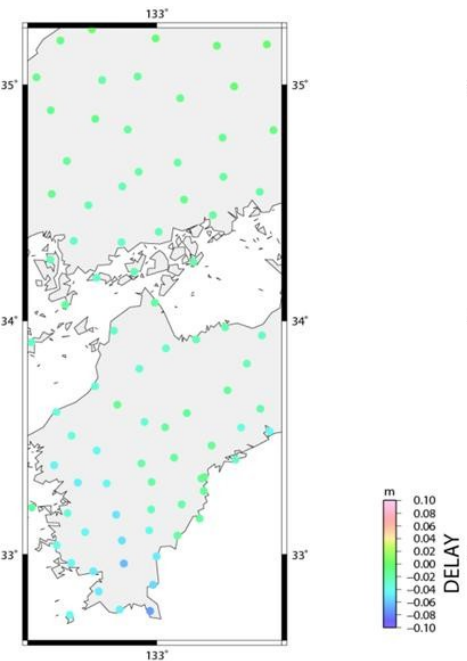


Slave = 2010. 08. 27

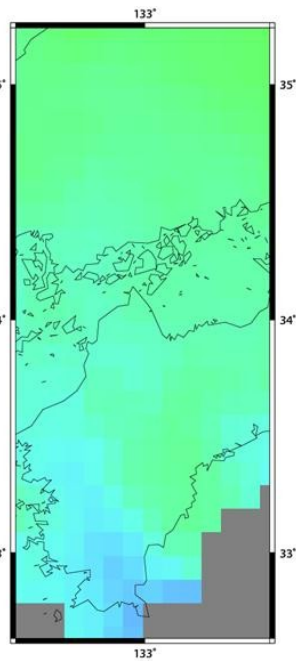
視線方向遅延(全国)



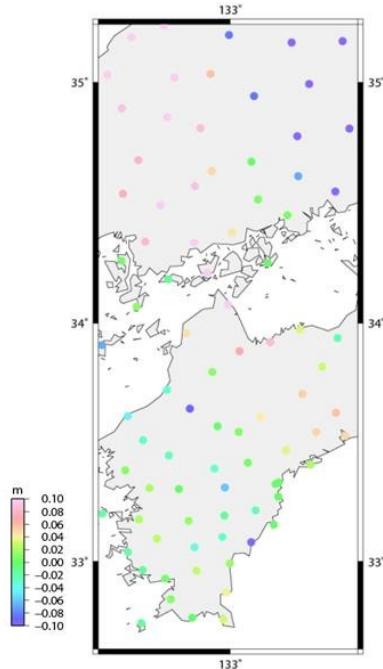
視線方向遅延(シーン内)



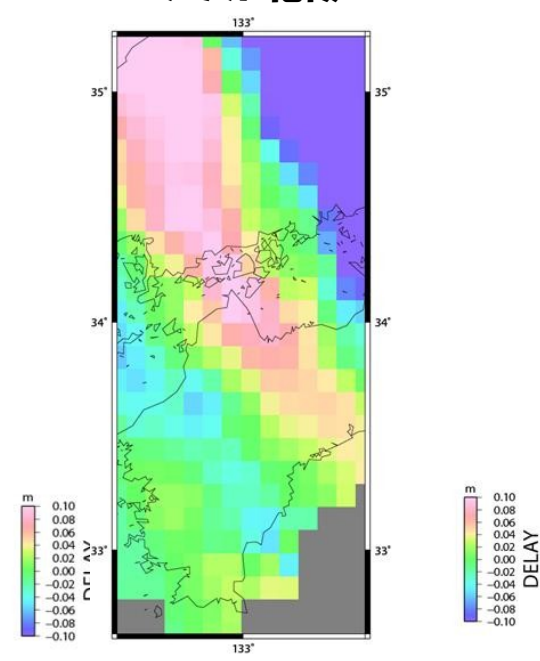
グリッド化後



視線方向遅延(シーン内)

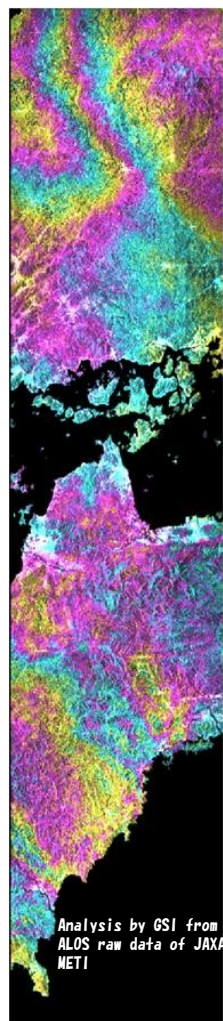


グリッド化後

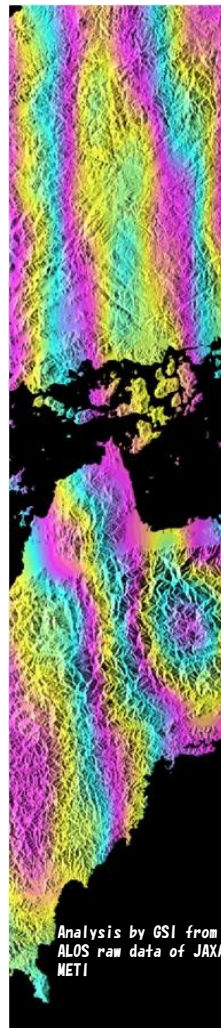


*Path 419/Frame 650-680 (四国・中国地方)

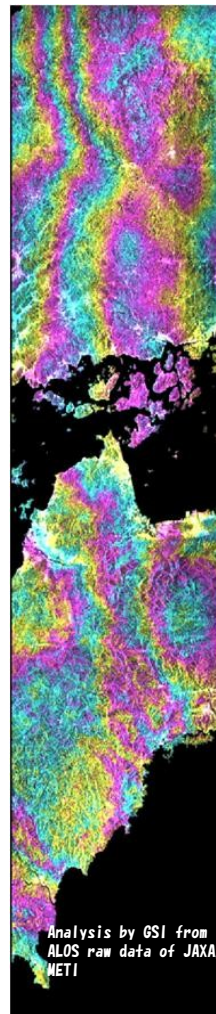
元干渉画像



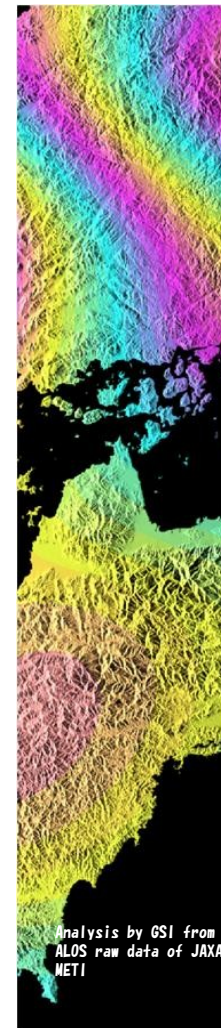
電離層補正画像
(直接法)



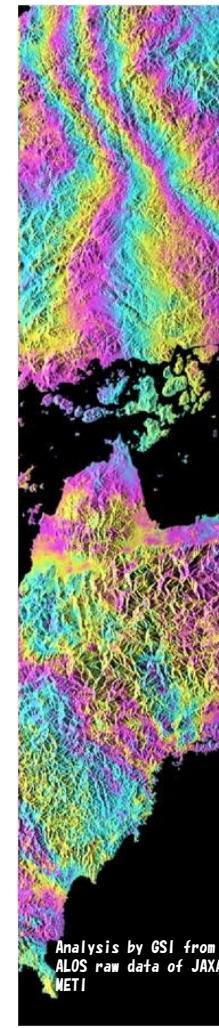
補正後画像



電離層補正画像
(薄層投影法)



補正後画像



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**

- **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。**