

2022 年 7 月 26 日

電離層の影響に伴う PALSAR-2 のジオメトリック誤差の増加について

JAXA 地球観測研究センター/衛星利用運用センター

1. はじめに

電離層は、地上高度約 50～1000 km に存在する電離した大気の層であり、ALOS-2 PALSAR-2 が観測に使っている電波の伝搬を遅延させます。この遅延は、PALSAR-2 画像の位置決定誤差（ジオメトリック誤差）につながり、その量は、電離層の全電子数（TEC; Total Electron Content）に応じて変化します。2021 年以降、太陽活動が増加傾向にあり、電離層の全電子数が急増するとともに、PALSAR-2 画像の精度評価においてもジオメトリック誤差が拡大していることを確認しました。以下に、その状況とデータ利用における注意点を報告します。

2. 事象

図 1 は、2014 年の運用開始から 2022 年 5 月末までの PALSAR-2 画像のジオメトリック誤差の評価結果です。それぞれの値は、日本国内に設置したコーナリフレクタを PALSAR-2 で観測し、画像中の点像位置と地上での測量結果を比較して算出しています。2014 年から 2016 年にかけて、スラントレンジ方向の誤差が大きく変動しており、その後の数年間は小さく安定していることがわかります。そして 2021 年以降に再び誤差が増加する傾向が見られ、2022 年の誤差の値は、2016 年から 2021 年の間の平均と比べて 5 m 程度の増加が見られます。アジマス方向の誤差は、スラントレンジ方向と比べて大きな変動は見られません。

図 2 は、地上各地の GNSS（全球測位衛星システム）観測値から作成された電離層 TEC マップを用いて、PALSAR-2 画像におけるスラントレンジ方向の電離層遅延量を推算した結果です。この結果は図 1 と同様の傾向であり、PALSAR-2 のジオメトリック誤差の変動が、主に電離層の変動によって引き起こされていることを示しています。図 3 は、NOAA（米国海洋大気庁）が公開している太陽活動の予測値とこれまでの太陽電波フラックス（F10.7）の観測値です。この予測によると、太陽活動は今後も増加が見込まれています。それに応じて電離層の TEC も増加すると考えられ、PALSAR-2 観測のジオメトリック誤差も、TEC の大きかった運用初期の 2014 年～2016 年頃と同等になると予想されます。

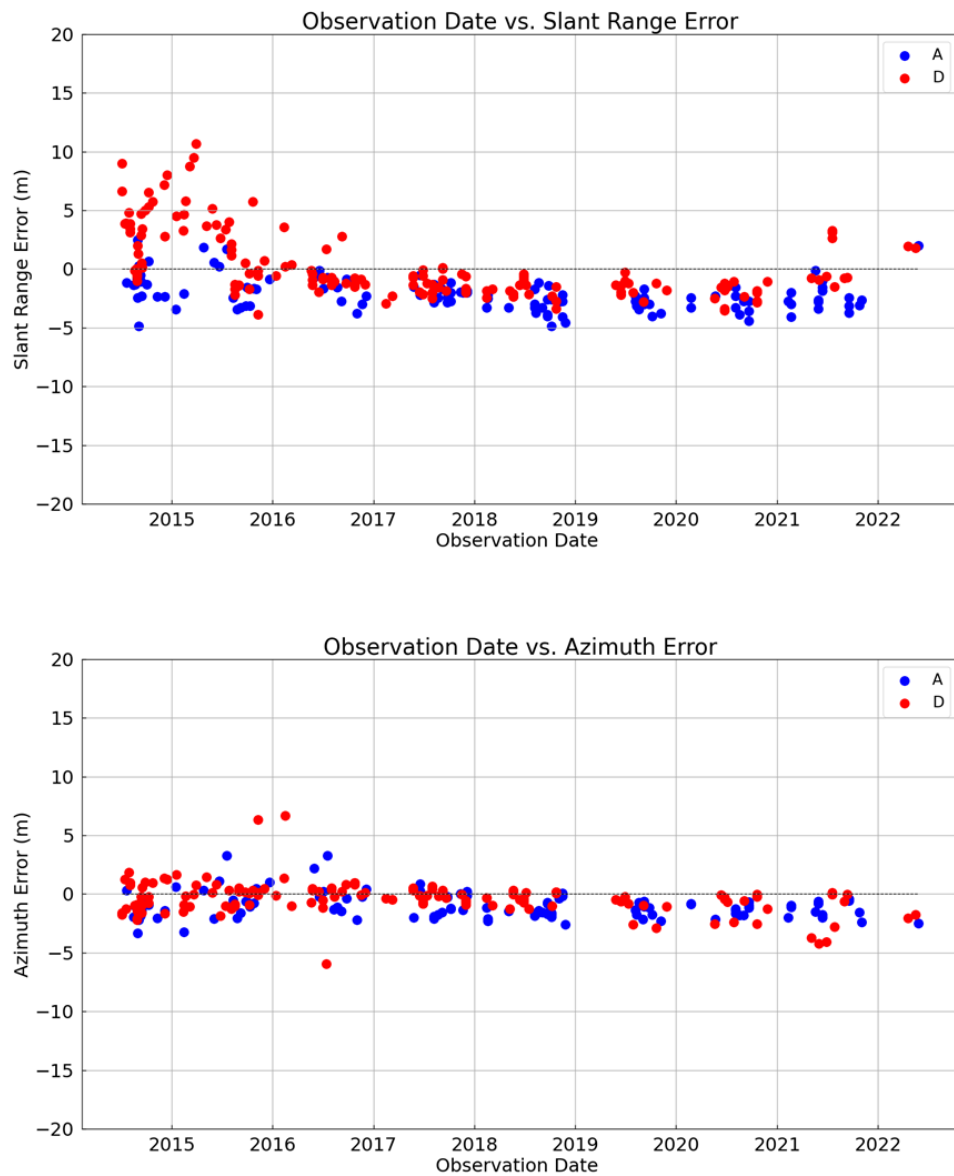


図1 PALSAR-2 画像のジオメトリック誤差の評価結果（上図：スラントレンジ方向、下図：アジマス方向）。日本国内に設置したコーナリフレクタの観測画像を用いて評価。青色は昇交軌道（夜）の観測、赤色は降交軌道（昼）の観測を示す。

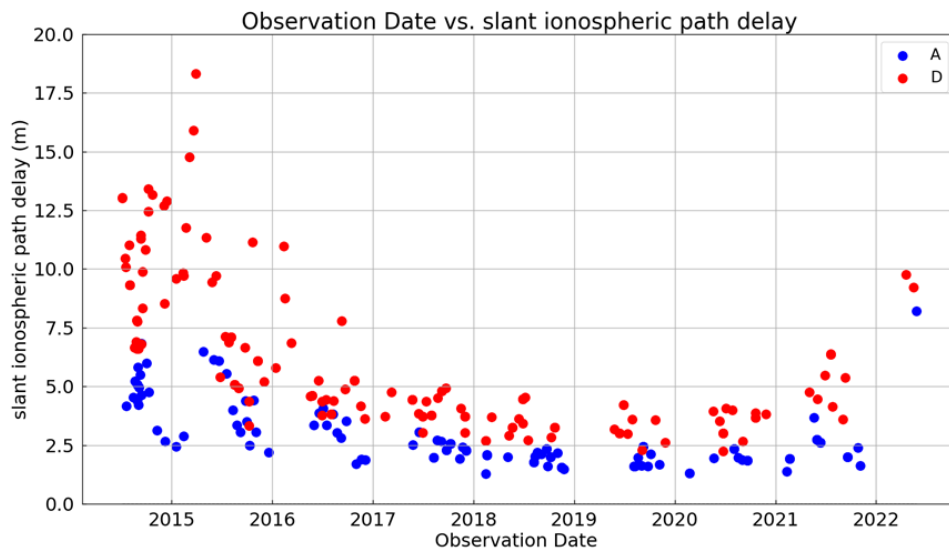


図2 図1に示す日本のコーナリフレクタサイトの観測における、PALSAR-2 観測スラントレンジ方向の電離層遅延量の推定値。ベルン大学のヨーロッパ軌道決定センターによる全球 TEC マップから計算。

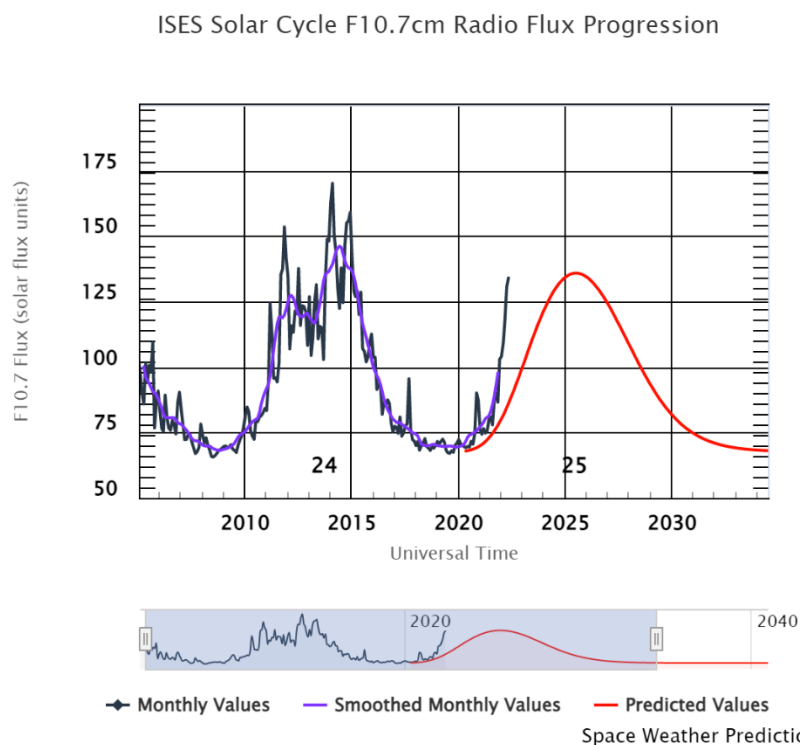


図3 太陽電波フラックス (F10.7) 計測値と太陽活動予測 (NOAA Space Weather Prediction Center; <https://www.swpc.noaa.gov/>による)

3. PALSAR-2 データ利用上の注意

過去の画像との比較や演算を行う場合、高分解能 [3 m] モードなど高解像度の観測では、画素サイズよりも電離層遅延による位置ずれのほうが大きくなり、それによって解析誤差を生じる可能性があります。この影響が見られた場合は、画像間の位置合わせを施すことで、改善を図ることができます。図 4 および図 5 に、例を示します。

JAXA では、プロダクトの誤差補正方法も研究を進めていますが、現時点では、標準プロダクト処理への実装には至っていません。今後も引き続き、誤差低減方法およびその実装を検討していく予定です。プロダクト精度の評価結果は、後述 4 の通り、毎年 JAXA のウェブサイトにおいて公表しています。

4. 参考

- 過去の PALSAR-2 のプロダクト精度評価結果（年 1 回公表）：

[Japanese] https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/alos-2/a2_calval_j.htm

[English] https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/alos-2/a2_calval_e.htm

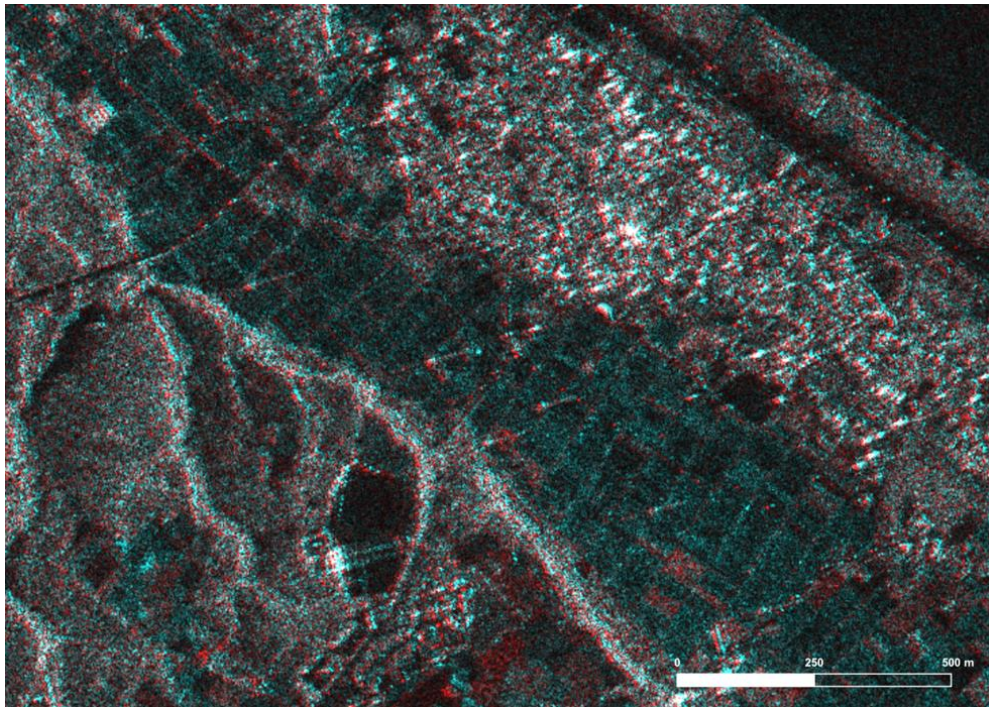


図4 二時期の PALSAR-2 L1.5 画像のカラー合成（青：2018 年 10 月 19 日、赤：2022 年 5 月 27 日、高分解能[3 m]モード、昇交軌道、左観測、日本の千葉県）。数 m の幾何誤差が見られ、電離層遅延の影響と考えられる。

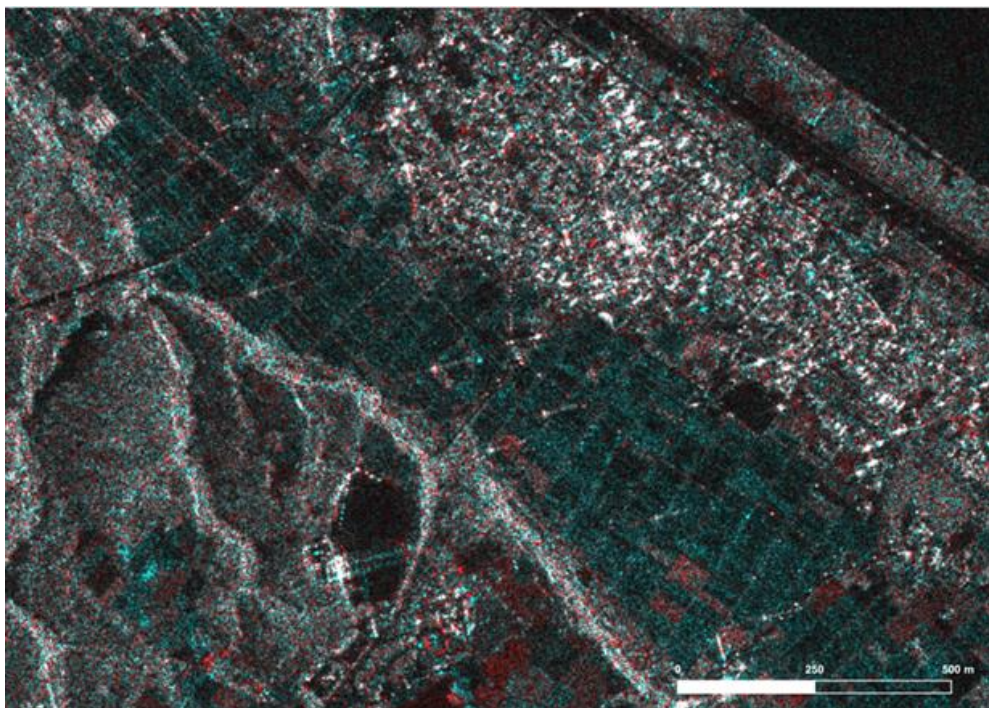


図5 図4のシーンに対し、位置合わせ（平行移動）を施したカラー合成画像。