

SARscape

Sentinel-1 データの処理手順書

1. 目的

本手順書では、SARscape を用いて、Sentinel-1A および 1B のデータ処理に関する手順についての説明をします。具体的な処理の内容としましては、データインポート、ジオコーディング、差分干渉 SAR 処理についての説明を行います。

2. 環境

本マニュアルで使用する、ソフトウェアのバージョンやデータについて以下にまとめます。

ソフトウェア	SARscape 6.1 ENVI 6.1
使用データ	<p>Sentinel-1A データ :</p> <p>IW モード/ディセンディング</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2016 年 3 月 27 日 ● 2016 年 4 月 20 日 <p>熊本地震の前後のデータセット</p> <p>* NV5 Geospatial 社より提供しておりますが、オリジナルデータは無償にて Sentinels Scientific Data Hub よりアカウント登録後に入手可能です。</p> <p>* Sentinel-1B は 2022 年 8 月 3 日でミッション終了です。</p>

3. Sentinel-1 データのインポート

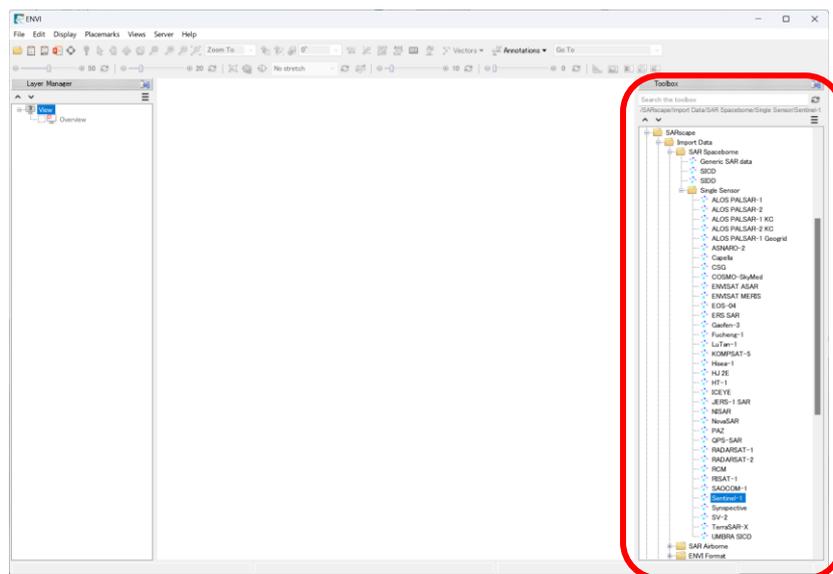
本章では、Sentinel-1A データを SARscape へインポートし、Sentinel-1A のデータ処理ができるデータフォーマットに変換します。データインポータは圧縮された zip 形式のデータのまま利用可能です。

【使用データ】

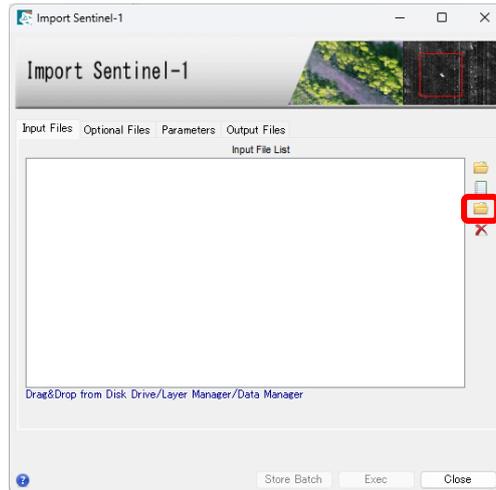
- A) S1A_IW_SLC__1SSV_20160327T211629_20160327T211657_010560_00FB2D_CC6B.zip
- B) S1A_IW_SLC__1SSV_20160420T211630_20160420T211658_010910_01059E_8779.zip

【手順】

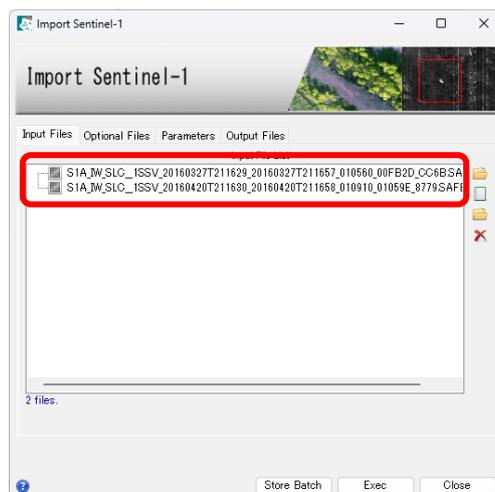
1. ENVI ツールボックスの SARscape -> Import Data -> SAR Spaceborne -> Single Sensor -> Sentinel-1 をクリックしてください。



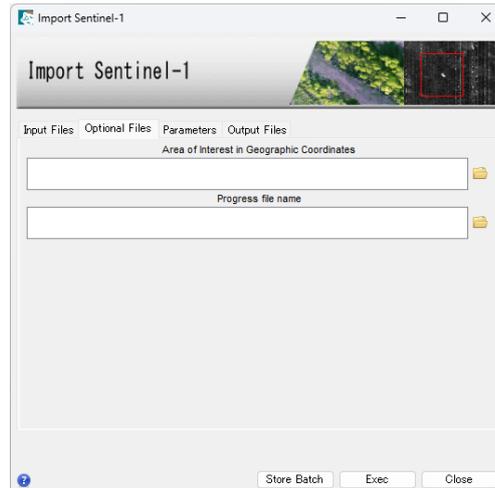
2. 以下のダイアログが起動しますので、「Input Files」タブのフォルダマークをクリックしてください。



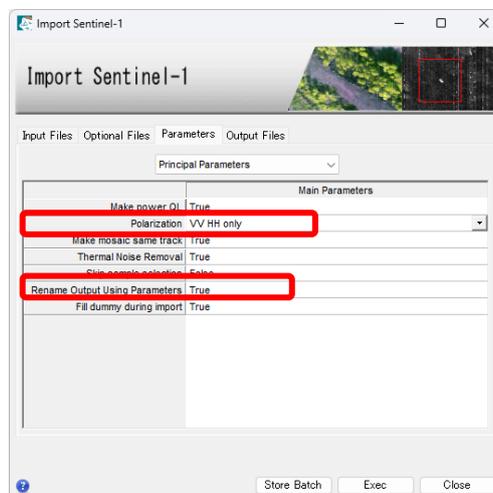
3. ファイル選択ダイアログが起動しますので、**zip** 形式のファイルを選択してください。データダウンロード時に、解凍をする設定をしている場合は、解凍されたフォルダ内の「manifest.safe」ファイルを選択してください。どちらの形式を指定しても、複数のファイルをまとめて読み込むことが可能です。



4. 「Optional Files」タブでは、地理座標付きのシェープファイルまたは **KMZ** 形式のファイルが利用可能です。今回はデータ全てをインポートするため、特に指定は行いませんが、解析範囲が決まっている場合は、事前に **Google Earth** などで必要範囲のポリゴンを作成し、保存し利用してください。そうすることで、必要なバーストのみをインポートし、インポート時間の短縮が可能です。さらに処理範囲を限定する場合は、インポート処理終了後、**Sample Selection SAR Geometry Data** ツールで **SAR** データの切り取りを行ってください。



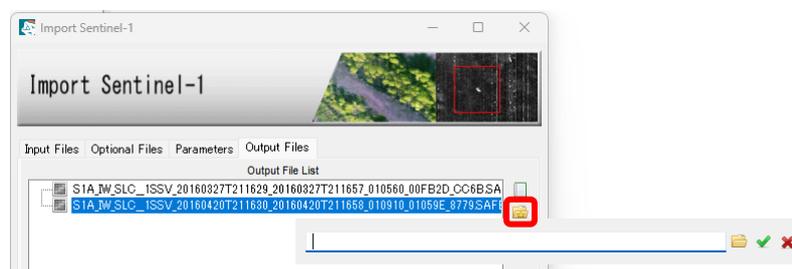
- 次にダイアログ内の「Parameters」タブをクリックし、Rename the File Using Parametersの個所が「True」になっていることを確認してください。この設定を行うことで、出力ファイル名にセンサーや撮影日などが含まれるようになります。Polarizationでは、インポートする偏波を選択し、インポート時間を軽減することが可能です。全ての偏波をインポートする場合は、ALLを選択してください。今回は、VVやHHの単偏波のみインポートしますので、「VV HH Only」を選択してください。



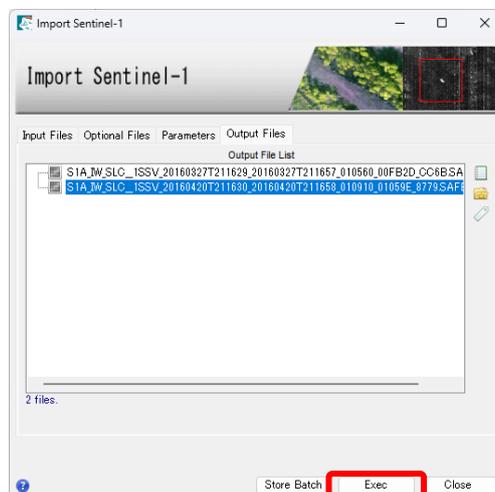
- 次にダイアログ内の「Output Files」タブをクリックします。ファイル名を右クリックし、「Show Located In」を選択、出力ファイル先を確認します。



- 出力先に変更が必要な場合は、右のフォルダアイコンをクリックし、「Change Output Directories」を選択します。フォルダを選択するダイアログが表示されますので、出力ファイルを保存するディレクトリを選択します。



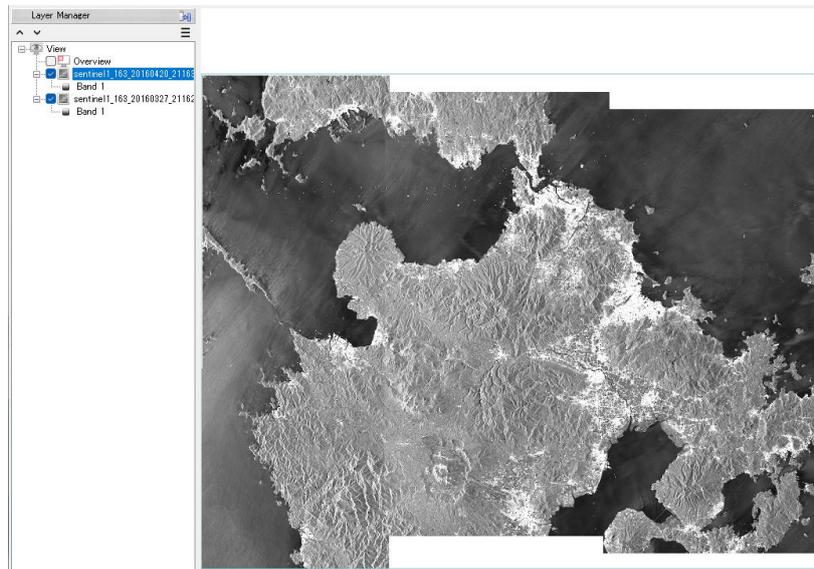
- 以上でインポートの設定は終了ですので、「Exec」ボタンをクリックしてファイルのインポートを開始してください。



- インポートが無事に完了すると Completed というダイアログが表示されますので、「OK」をクリックしてください。

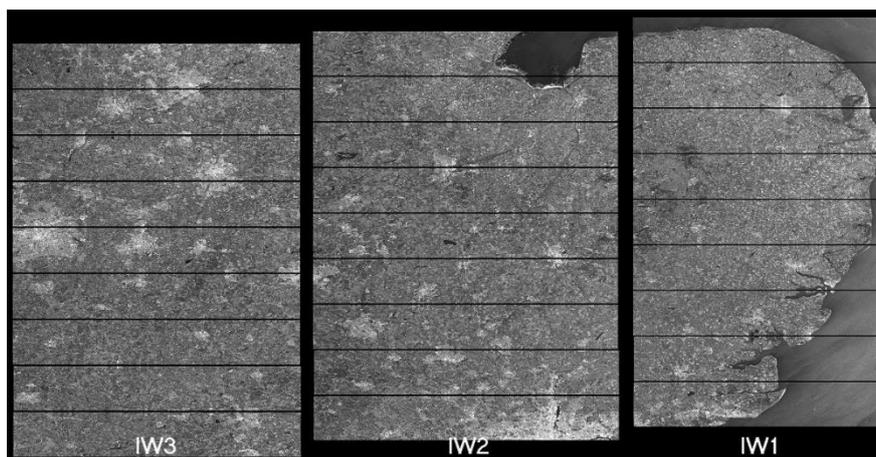


10. ENVIに Sentinel-1A データの画像が表示されます。以下のような画像が表示されます。



【補足】

ENVI 上に表示されている画像は、強度画像（*_slc_list_pwr：地面からの反射）で、画像の確認用のファイルとなります。Sentinel-1は、広域を TOPSAR というモードで観測を行うため、ファイルがバーストという単位で構成されます。3つのサブスワスの中に9個ずつのバーストが含まれており、SARscapeにおいては、ユーザはこれらのファイル構成を意識することなく操作できます。「*_slc_list」というファイルにおいてバーストが内部的に管理されており、各バーストのファイルは、出力に指定したサブフォルダ内に保存されています。



図：Sentinel-1 のサブスワスとバーストの構成

参考：

<https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-products>

次の章のジオコーディングでは強度画像(*_list_pwr)のファイルを使用しますが、3章の差分干渉 SAR 処理では SLC ファイル（*_slc_list：位相情報を含む）を使用します。

4. ジオコーディング

本章では、インポートしたデータ (*_list_pwr) を、DEM を利用して地図上に重なる画像に変換します。レーダーの画像は、センサーの方向に沿って画像が配列されているので、その配列構成を地図上に重なるように変換します。この変換処理が「ジオコーディング」と呼ばれ、変換処理後の画像は、GIS のポリゴンなどと重ね合わせることが可能になります。

【使用データ】

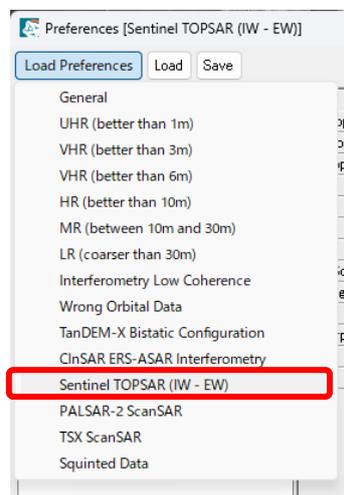
A) sentinel1_163_20160327_211629599_IW_SIW1_D_VV_slc_list_pwr

B) sentinel1_163_20160420_211630393_IW_SIW1_D_VV_slc_list_pwr

* これらのファイルは、「Sentinel-1 データのインポート」の手順にて作成されたファイルとなります。ファイルが見つからない場合は、インポートの際に指定した出力フォルダを確認してください。

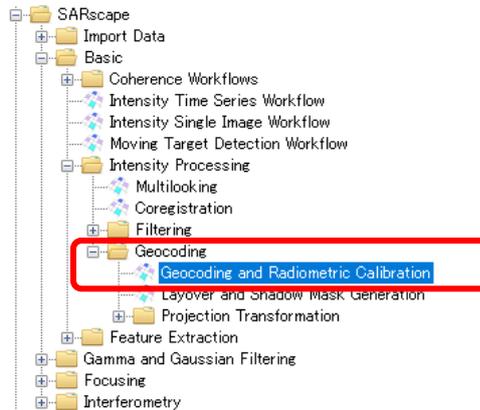
【手順】

1. ジオコーディングの処理の前に、Sentinel-1 データを解析するための環境設定を行います。ENVI ツールボックスの SARscape -> Preferences -> Preferences Specific をクリックし、環境設定の画面を起動し、「Load Preferences」から「Sentinel TOPSAR(IW - EW)」を選択してください。

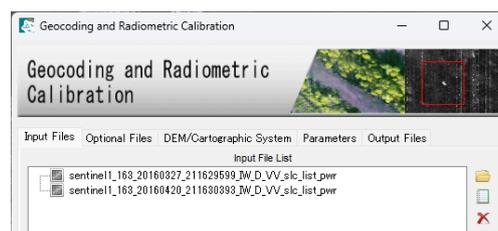


2. 確認のダイアログが起動しますので、「はい」をクリックし、ダイアログの「OK」ボタンをクリックして SARscape Preferences ダイアログを閉じてください。

3. ENVI ツールボックスの SARscape -> Basic -> Intensity Processing -> Geocoding -> Geocoding and Radiometric Calibration をクリックし、ツールを起動します。



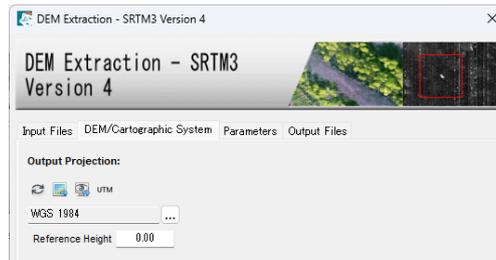
4. 「Geocoding and Radiometric Calibration」ダイアログの「Input Files」タブの をクリックし、Shift キーを使って、以下の 2 ファイルを選択してください。
- ✓ sentinel1_163_20160327_211629599_IW_D_VV_slc_list_pwr
 - ✓ sentinel1_163_20160420_211630393_IW_D_VV_slc_list_pwr



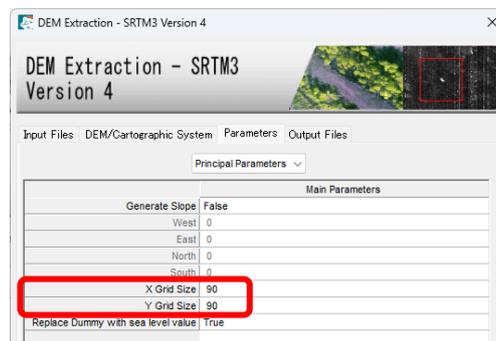
5. 「DEM/Cartographic System」タブの をクリックし、SRTM-3 Version 4 を選択し をクリックしてください。ここでは、ジオコーディングに必要な DEM（標高データ）をインターネットに公開されている FTP サーバーからダウンロードします。



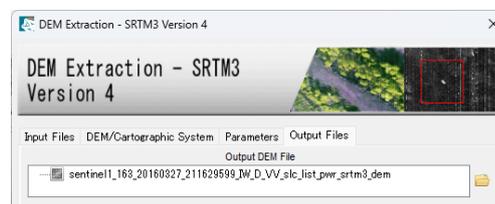
6. 「DEM Extraction-SRTM3 Version 4」というダイアログが起動しますので、「DEM/Cartographic System」タブを確認してください。必要であれば出力ファイルに使用する地図投影法を変更してください。



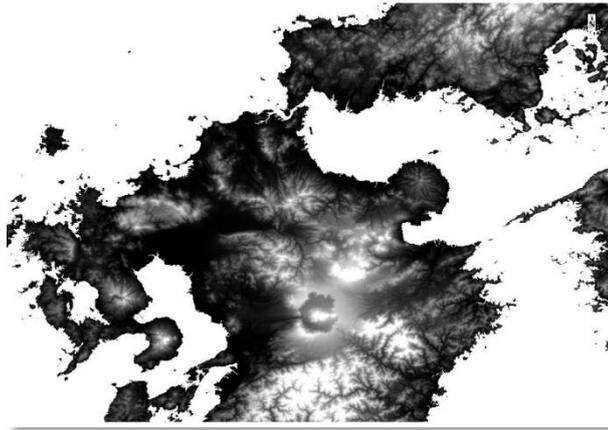
7. 「Parameters」タブに移動し、「X Grid Size」と「Y Grid Size」が90（m）に設定されていることを確認してください。



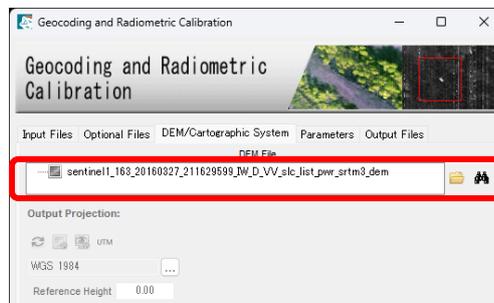
8. 「Output Files」タブに移動し、任意の出力ファイルのディレクトリや名前を決定してください。



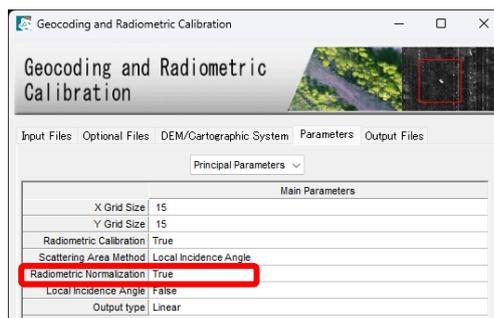
9. 「DEM Extraction-SRTM3 Version 4」ダイアログの右下にある「Exec」ボタンをクリックしてください。クリック後は、ジオコーディングに必要な以下のDEMファイルが作成されます。



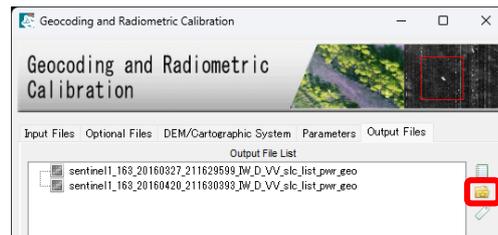
10. 「Geocoding and Radiometric Calibration」ダイアログに戻り、前のステップで作成したDEMファイルが入力されていることを確認してください。



11. 「Parameters」タブの Radiometric Calibration が True に設定されていることを確認してください。

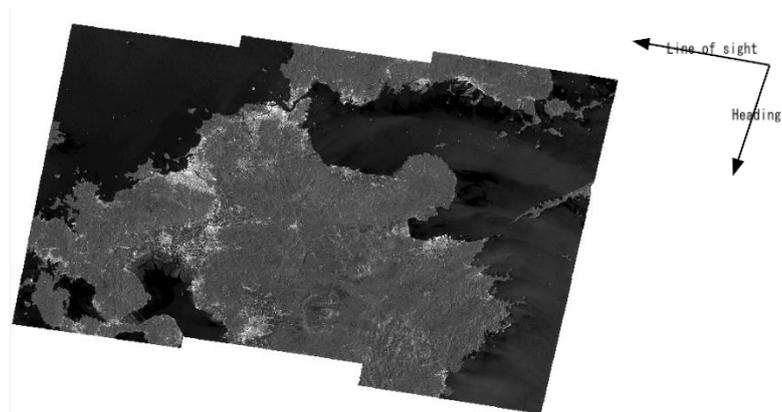


12. 「Output Files」タブにて、任意の出力ディレクトリとファイル名を決定してください。出力ディレクトリを変更する場合は、ダイアログ右側にある 📁 をクリックして変更することが可能です。



13. 設定が終了しましたら、「Exec」ボタンをクリックして、ジオコーディングの処理を開始します。処理が終了すると、以下のような画像が表示されます。衛星軌道方向と視線方向の矢印やデータの情報が記載されたアノテーションも出力されています。

Satellite name : S1A
 Sensor name : SENTINEL-1
 Polarization : VV
 Date : 27-MAR-2016
 Incidence angle : 39.657700
 Data unit : CALIBRATED



【補足】

ジオコーディング処理の結果の画像は、地理情報が付与されておりますので、GIS のポリゴンなどの地図情報と重ね合わせることができます。

5. 差分干渉 SAR 処理

本章では、インポートした SLC データ (*_slc_list) のペアを使用して、差分干渉 SAR 処理を行い、熊本地震における地殻変動量を抽出します。

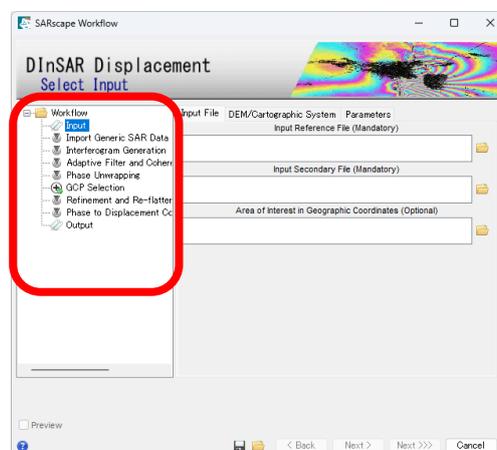
【使用データ】

- A) sentinel1_163_20160327_211629599_IW_D_VV_slc_list
- B) sentinel1_163_20160420_211630393_IW_D_VV_slc_list

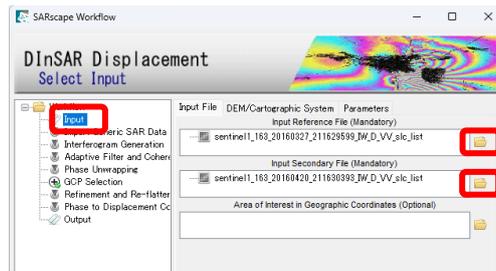
* DInSAR Displacement ワークフロー内では、ファイルのインポートからも行えますが、今回は事前にインポートしたデータを使用します。「Sentinel-1 データのインポート」の手順にて作成されたファイルとなりますので、ファイルが見つからない場合は、インポートの際に指定した出力フォルダを確認してください。

【手順】

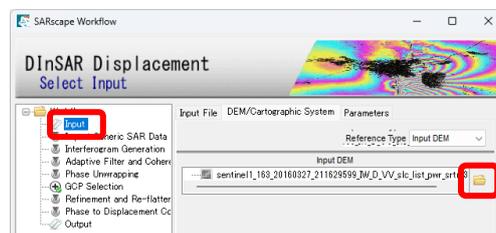
1. ENVI ツールボックスの SARscape -> Interferometry -> DInSAR Displacement Workflow をクリックし、「DInSAR Displacement」ダイアログを起動します。このダイアログはワークフロー形式になっており、左側パネルの処理フローに従って、手順を進めていきます。



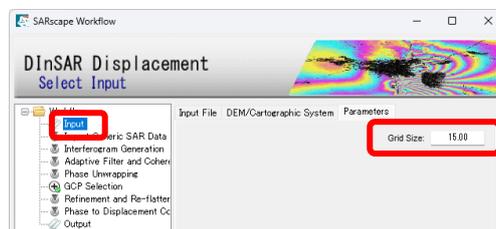
2. はじめに、入力ファイルを選択します。右側にあるフォルダアイコンをクリックし「Input Reference File」と「Input Secondary File」に以下のファイルを指定してください。ファイルが入力できましたら、「Next」ボタンをクリックしてください。
 - ✓ Input Master File: sentinel1_163_20160327_211629599_IW_D_VV_slc_list
 - ✓ Input Slave File: sentinel1_163_20160420_211630393_IW_D_VV_slc_list



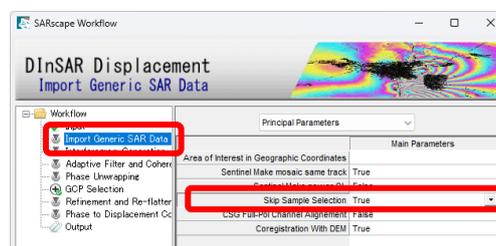
- 「DEM/Cartographic System」タブに移動し、フォルダアイコンをクリックしてDEMファイルを選択してください。ここで選択するDEMファイルは、ジオコーディングのステップ9で作成したDEMファイルになります。



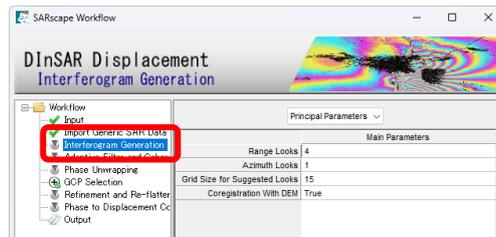
- 「Parameters」タブに移動し、「Grid Size」を15に設定してください。ダイアログ右下の「Next」ボタンをクリックしてください。



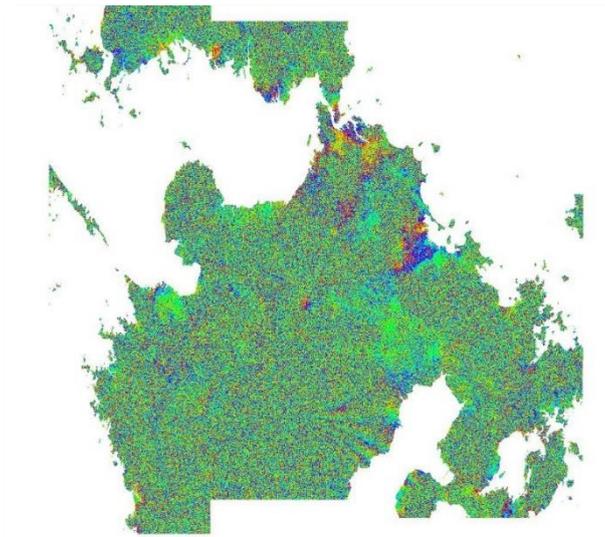
- 「Import Generic SAR Data」のステップに移ります。画像の切り出しは行わないため、Skip Sample Selectionの項目をTrueに変更し、「Next」をクリックして進めます。



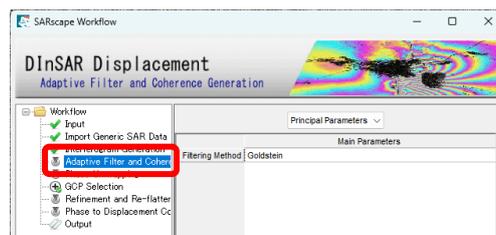
- 「Interferogram Generation」では提供されているパラメータのまま、「Next」ボタンをクリックします。



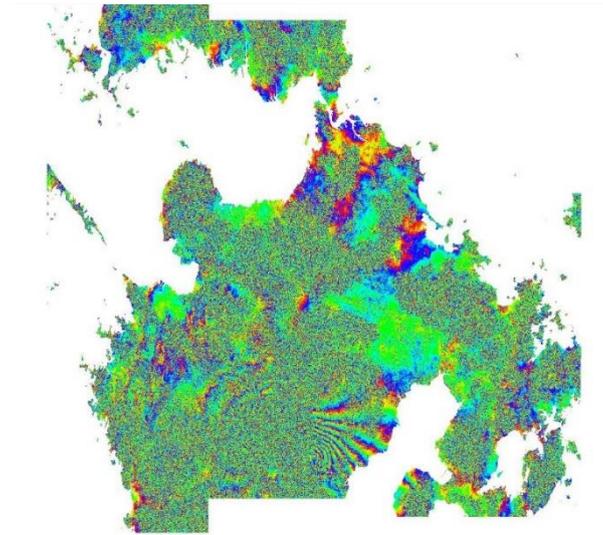
7. 「Interferogram Generation」の処理が終了すると、以下のような干渉画像(_dint)が表示されます。熊本周辺に干渉縞があるのが分かります。



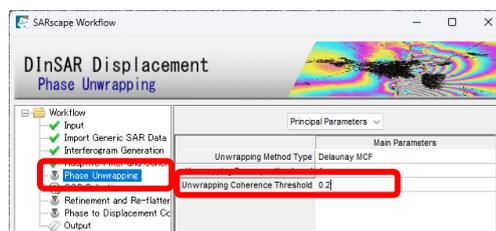
8. ワークフローの「Adaptive Filter and Coherence」のパラメータが表示します。ここでは提供されているパラメータのまま、「Next」ボタンをクリックします。



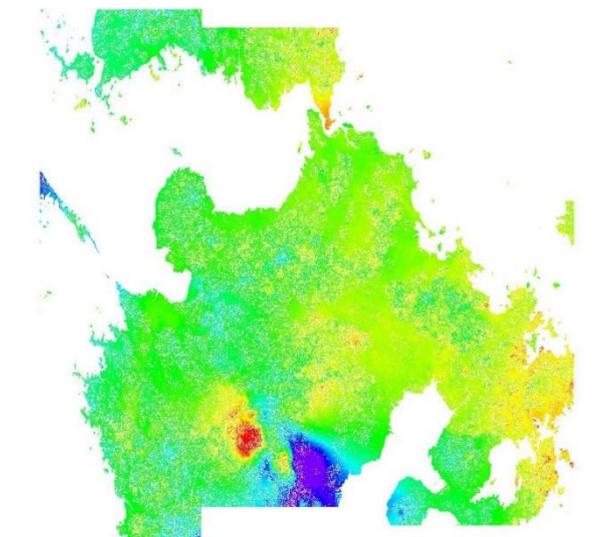
9. フィルターにより、干渉縞がより見やすくなっているのが分かります。



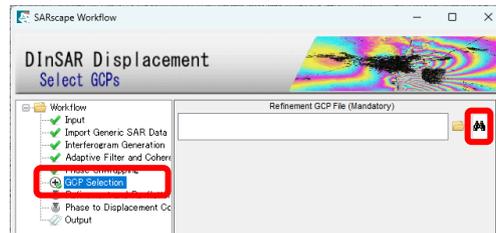
10. 「Phase Unwrapping」のパラメータが表示されます。全体的にコヒーレンスが低いように見受けられるため、「Unwrapping Coherence Threshold」へ0.2を設定し、「Next」ボタンをクリックします。



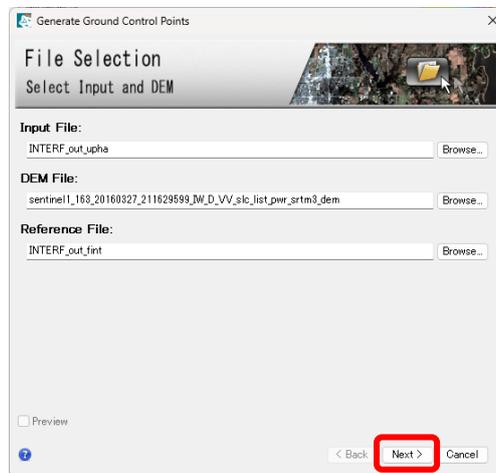
11. アンラップ処理により、フリッジが消失し変動の大きさに変換されているのが分かります。



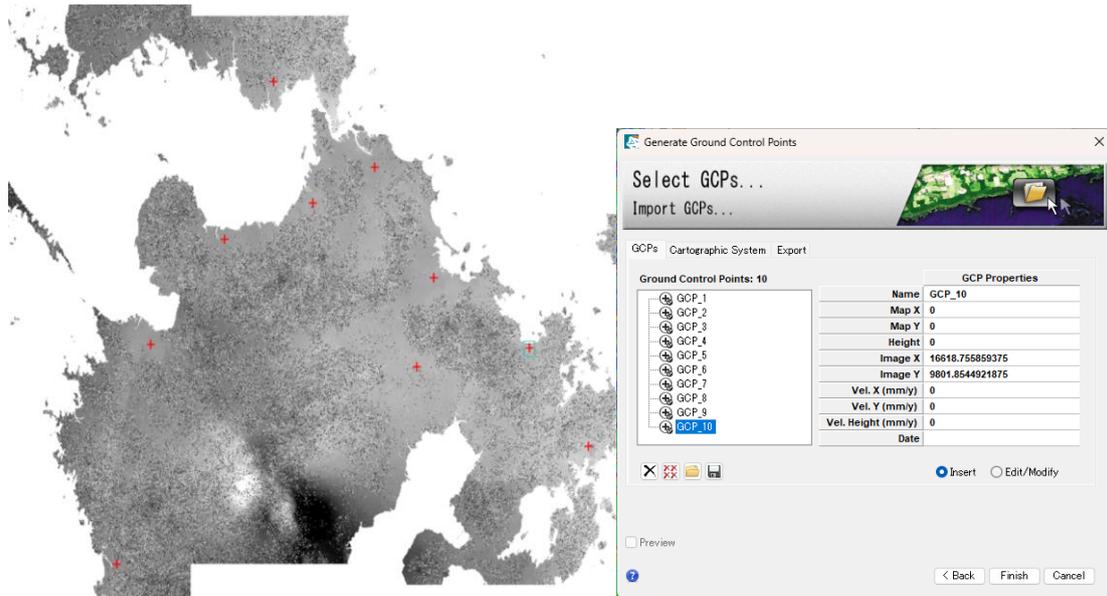
12. 「GCP Selection」では、 アイコンをクリックしてください。



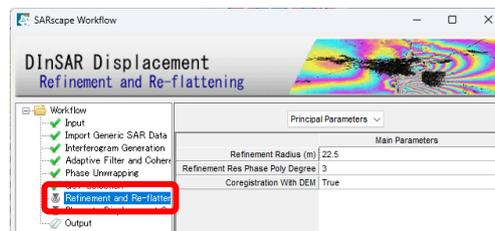
13. 次のファイル選択のダイアログでは、そのまま「Next」ボタンをクリックしてください。コヒーレンス値を参考に GCP を作成する場合は、Reference File にコヒーレンス(拡張子: *_cc)画像を選択してください。



14. Select GCP というダイアログが表示されましたら、画像の中で GCP を設定します。この GCP は位相情報を変動量に変換する際に参照するポイントとなり、不動点を定義しているため、地殻変動がないエリアに設定します。もし特徴が見にくい場合は、Layer Manager のアンラッピング画像(拡張子: *_upha)やフェーズ画像(拡張子: *_fint)画像に対して、Change Color Table を使用し疑似カラーを付与してください。以下の図のように、熊本地震で地殻変動が起こっている部分を避けてポイントを配置してください（解析領域が広域のため 4 点以上推奨）。



15. GCP の設定が終了しましたら、「Finish」ボタンをクリックしてください。
16. DInSAR Displacement ダイアログに戻り、「Next」ボタンをクリックして、「Refinement and Re-flattening」のステップに進んでください。
17. 「Refinement and Re-flattening」のパラメータが表示されますが、ここは提供されているパラメータのまま、「Next」ボタンをクリックします。



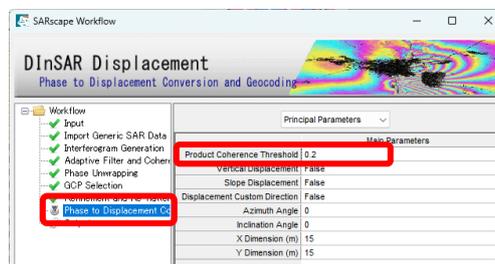
18. 「Refinement Result」ダイアログが表示され、結果が表示されます。GCP から求めた位相と実際の位相の差などが表示されています。Root Mean Square error があまりにも大きい場合（例えば 1000m などの場合）は GCP を取り直してください。確認が終了しましたらダイアログを閉じて、元のダイアログに戻ります。

```

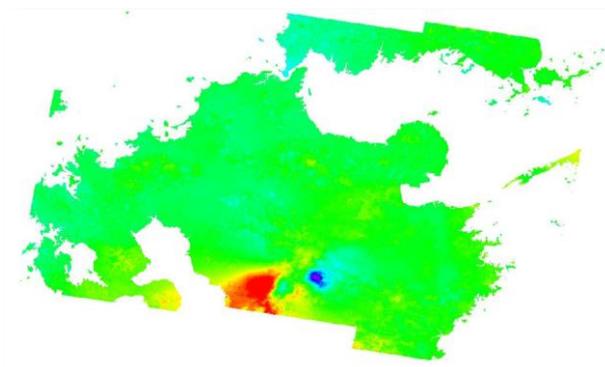
Refinement Results
File
ESTIMATE A RESIDUAL RAMP
Valid points found = 9
Extra constraints = 2
Polynomial Degree choose = 3
Polynomial Type : = k0 + k1*rg + k2*az
16.3531698646
-0.0022659876
-0.0013048435
Polynomial Coefficients (radians) :
k0 = 16.3531698646
k1 = -0.0022659876
k2 = -0.0013048435
Root Mean Square error (m) = 815.4279483637
Standard Deviation after Remove Residual refinement (rad) = 4.9269357988

```

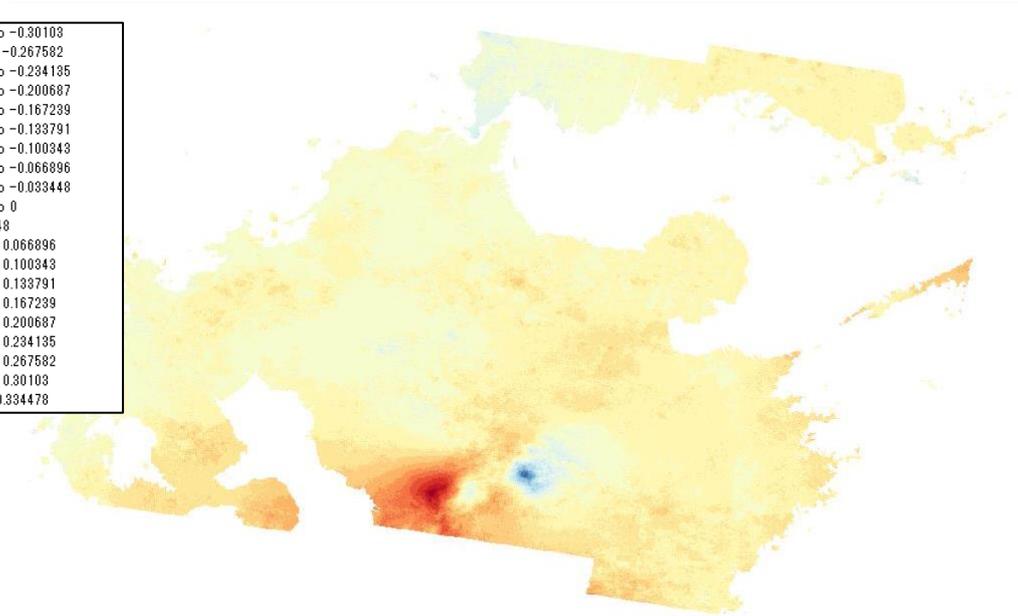
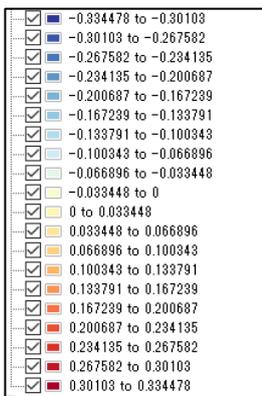
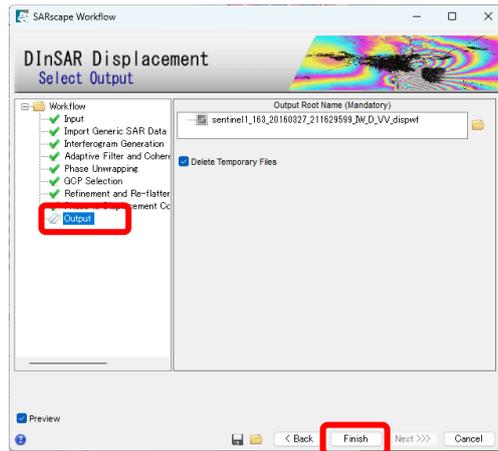
19. 「Phase to Displacement Conversion」のパラメータが表示されます。「Product Coherence Threshold」へ0.2を設定し、「Next」ボタンをクリックします。このステップでは、位相情報を地表面の変動量の情報に変換します。また、出力された画像は地図上に重なるように位置情報を持っている状態になります。



20. 処理が終了すると、地殻変動のマップが表示されます。この画像のピクセルが持つ値の単位は、メートルとなります。



21. 「Output」に進み、最終結果（変動量マップ）を出力するフォルダを選択します。設定が終了したら、「Finish」ボタンをクリックしてください。アンラッピング画像等中間ファイルを残したい場合は、「Delete Temporary Files」のチェックを外して「Finish」ボタンをクリックしてください。



【補足】

SARscape で作成された、「*_disp」ファイルが変動マップの画像となります。この画像の各ピクセルが持つ値が変動量（メートル単位）となります。

また、カラースライスの状態（色付きの画像）を保存する場合は、Layer Manager で Color Slice を右クリックし、[Export Layer to TIFF] を選択して名前を付けて保存してください。

