



# 衛星リモートセンシング・データ解析 ~SARscape入門~

Harris Geospatial 株式会社

---

2021.6  
SARscape 5.6.x対応版



# SARscapeについて

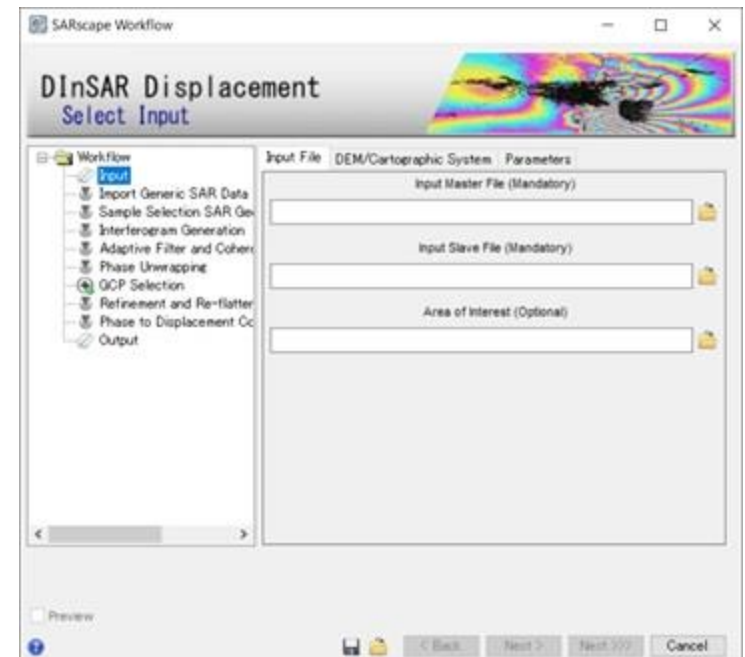
# SARscapeとは



■ENVIの追加モジュールであるSARscapeは、SARデータ処理機能をパッケージとして設計されており、スイスのsarmap社によって開発されています。光学センサの可視化やデータ解析に定評のあるENVI上で動作し、GUIを提供しています。最新のSARセンサの処理やSARデータと光学データを組み合わせて解析する際に、非常に有効なツールとなります。

## ■モジュール構成

- Basicモジュール
- Focusingモジュール
- Gamma & Gaussianモジュール
- Interferometry/Differential Interferometryモジュール
- Interferometry Stackingモジュール
- ScanSAR Interferometryモジュール
- Polarimetry/Polarimetry Interferometryモジュール



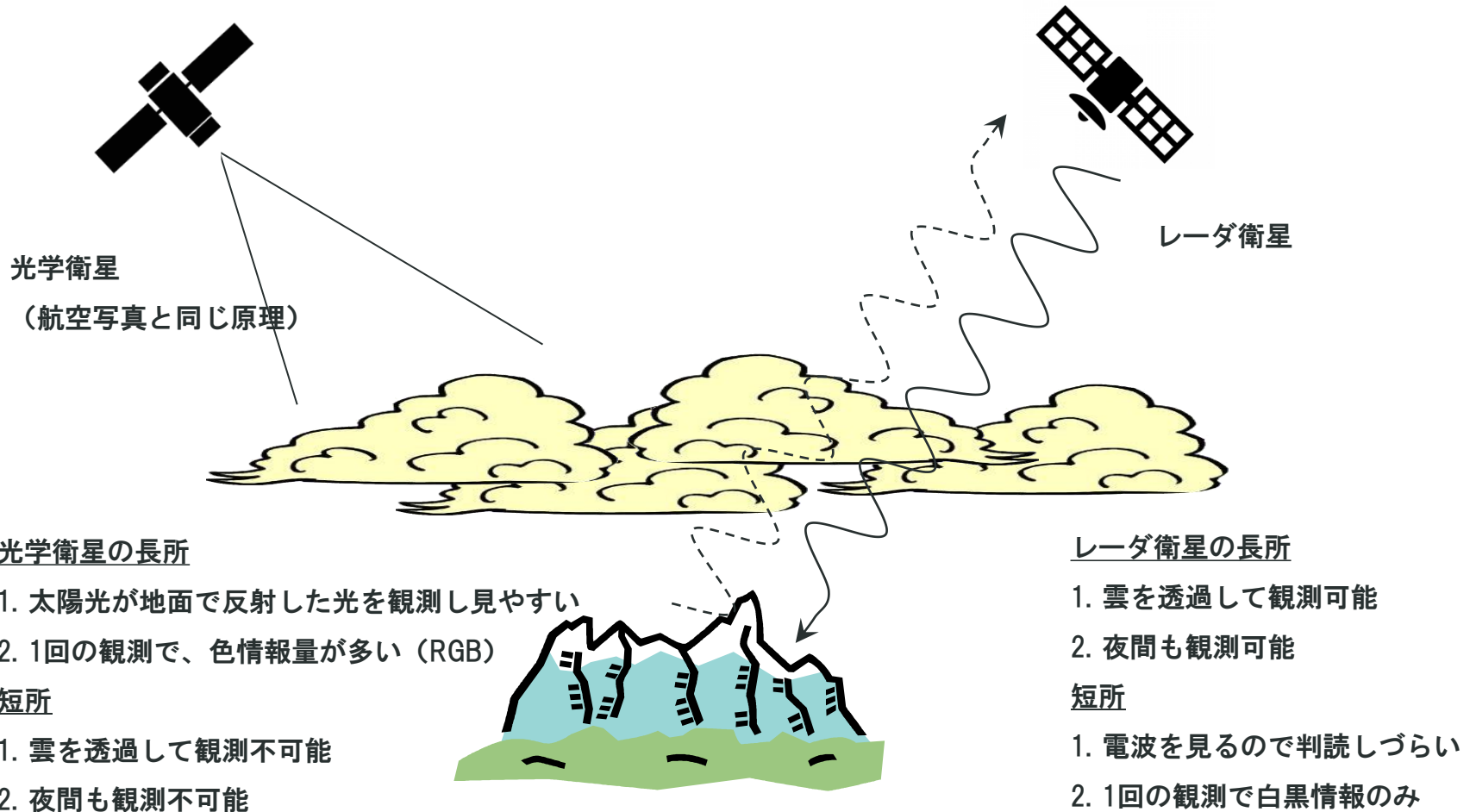


# SARについて

# SARデータとは



## ■SARデータと光学データの相違点



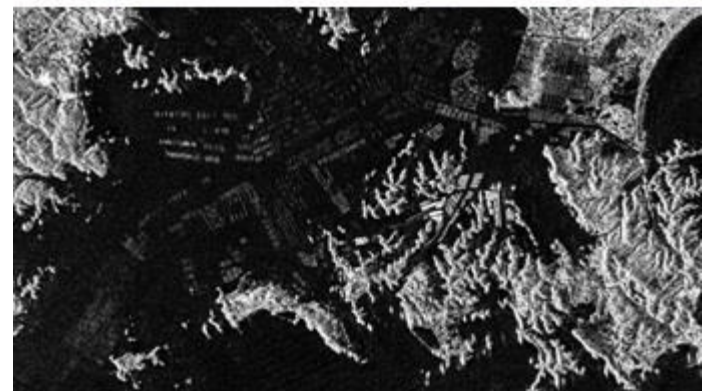
# SARデータとは



- レーダイメージングシステムの重要な特性は、光学センサと異なり、アクティブなセンサであるという点です。レーダシステムは信号を発信して地表から反射して戻ってきた信号を記録します。システムそのものは、電磁気のエネルギーを発生させています。レーダシステムはアクティブであるため、太陽を光源とせず、昼、夜を問わず観測を行うことができます。

## ■SARの特徴

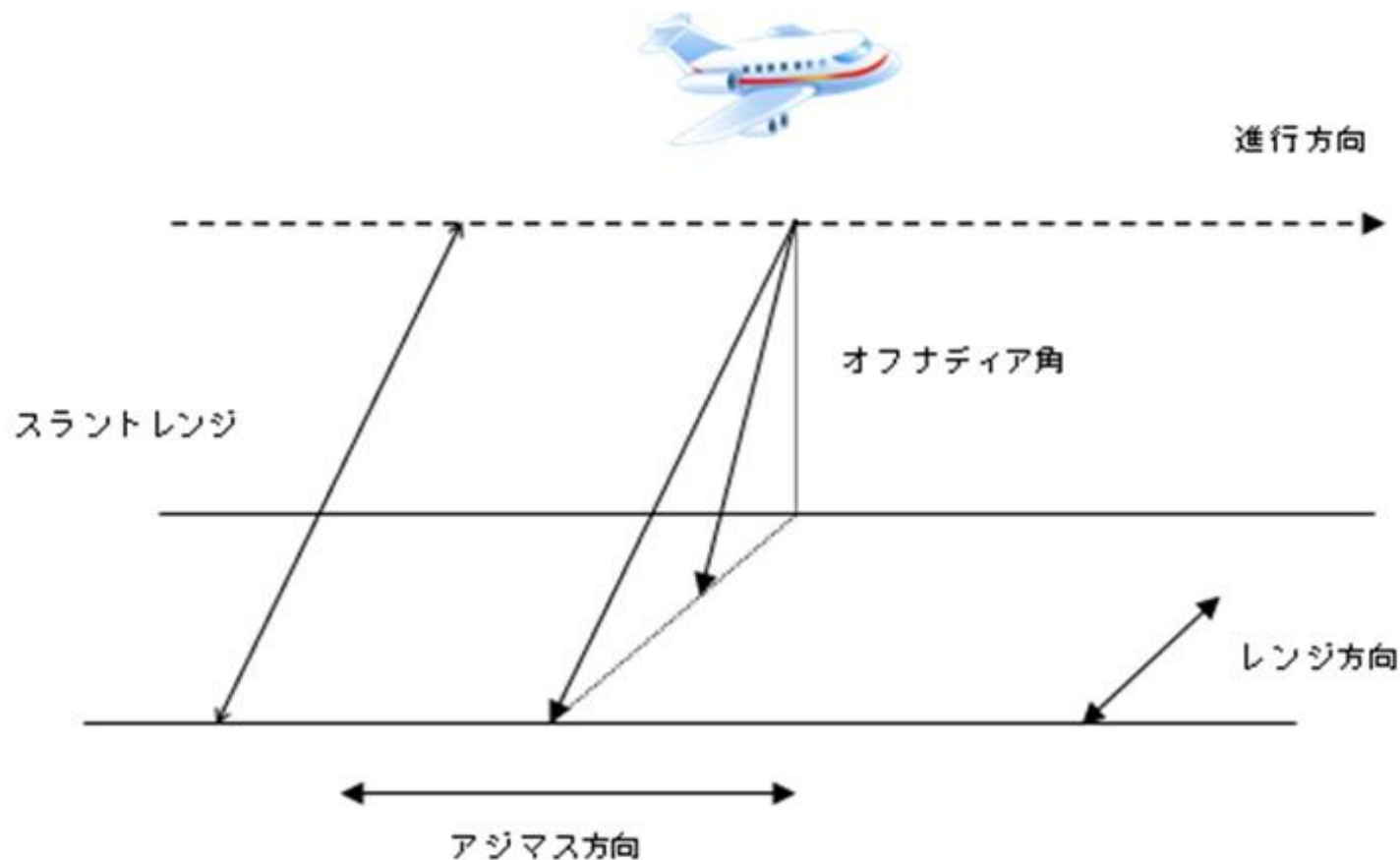
- 夜間観測可能
- 雲を透過する
- 白黒画像
- 表面粗度を観測
- 水面を分離しやすい
- 振幅と位相の情報を持つ
- 偏波が使える



# SARの用語



- 以下の図に示した用語はSARデータを処理する上で、必要な用語となり、本マニュアル内でも使用します。





# 演習に入る前に

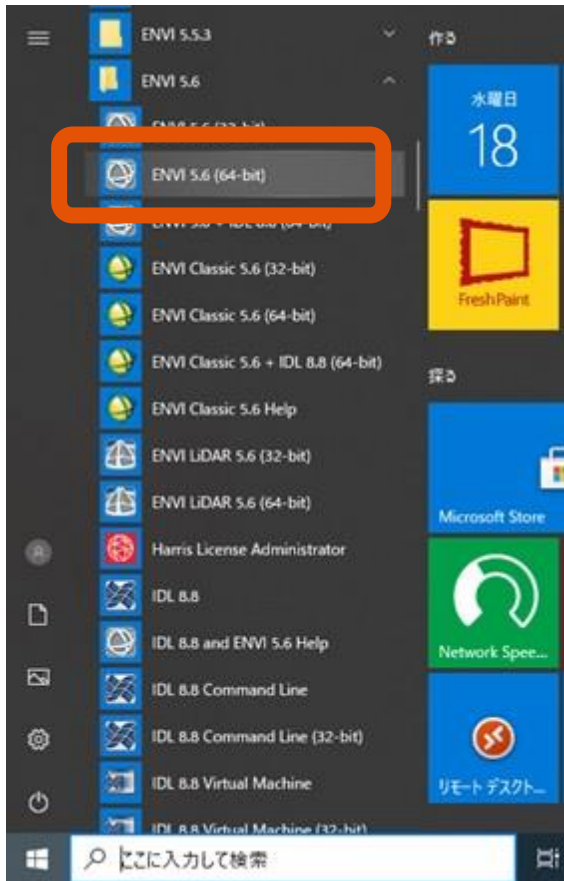
ENVIの起動方法やUIについて説明します





# ENVI/SARscapeインターフェース

# ENVIの起動方法



## Windows10

[Start Menu] > ENVI 5.6 > ENVI 5.6 (64-bit)

## Mac

/Applications/harris/ -> ENVI5.6のアイコンを選択

## Linux

ターミナルから `envi_rt` コマンドを入力する

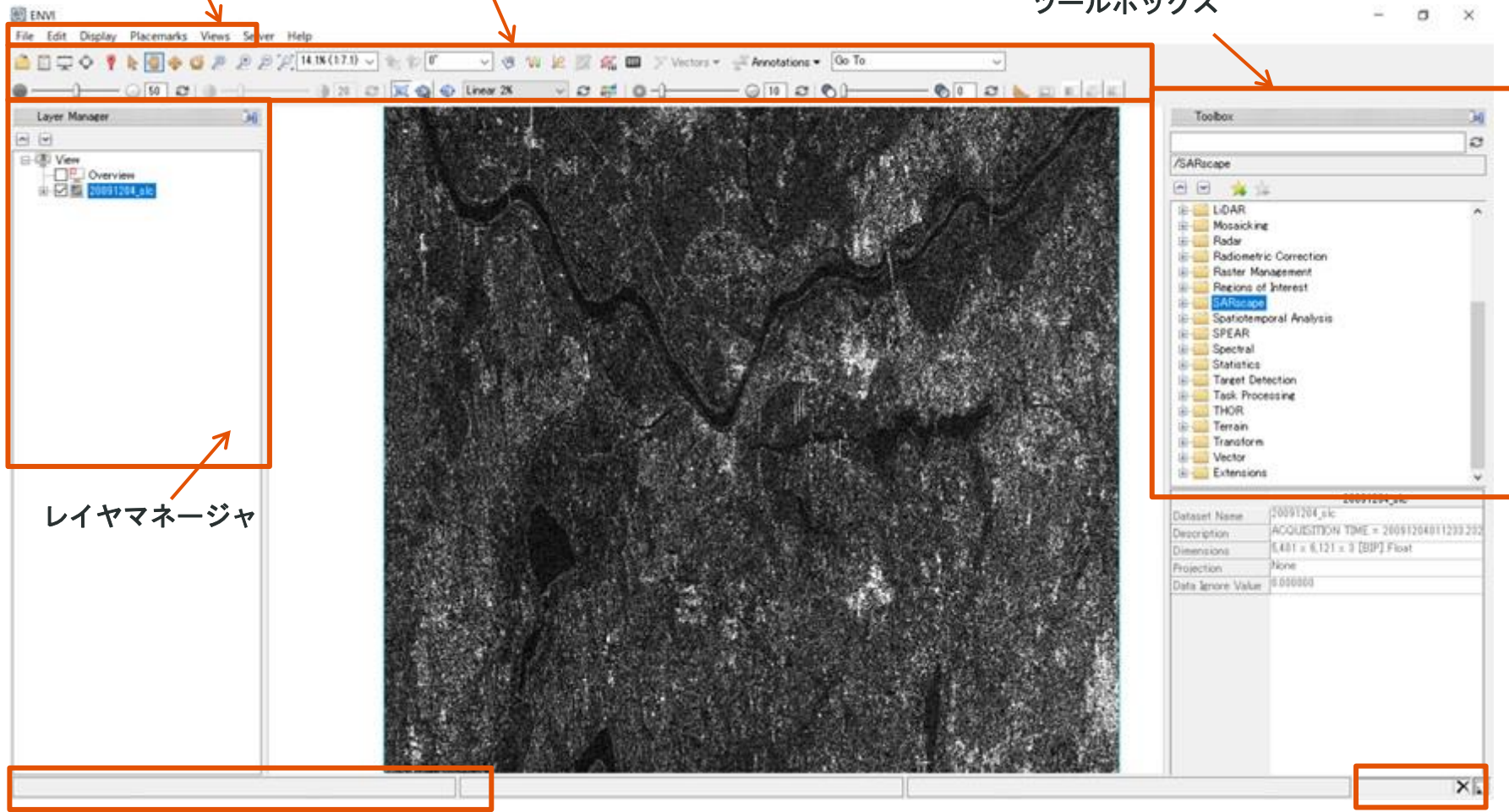
# ENVIインターフェースについて



メニューバー

ツールバー

ツールボックス



レイヤマネージャ

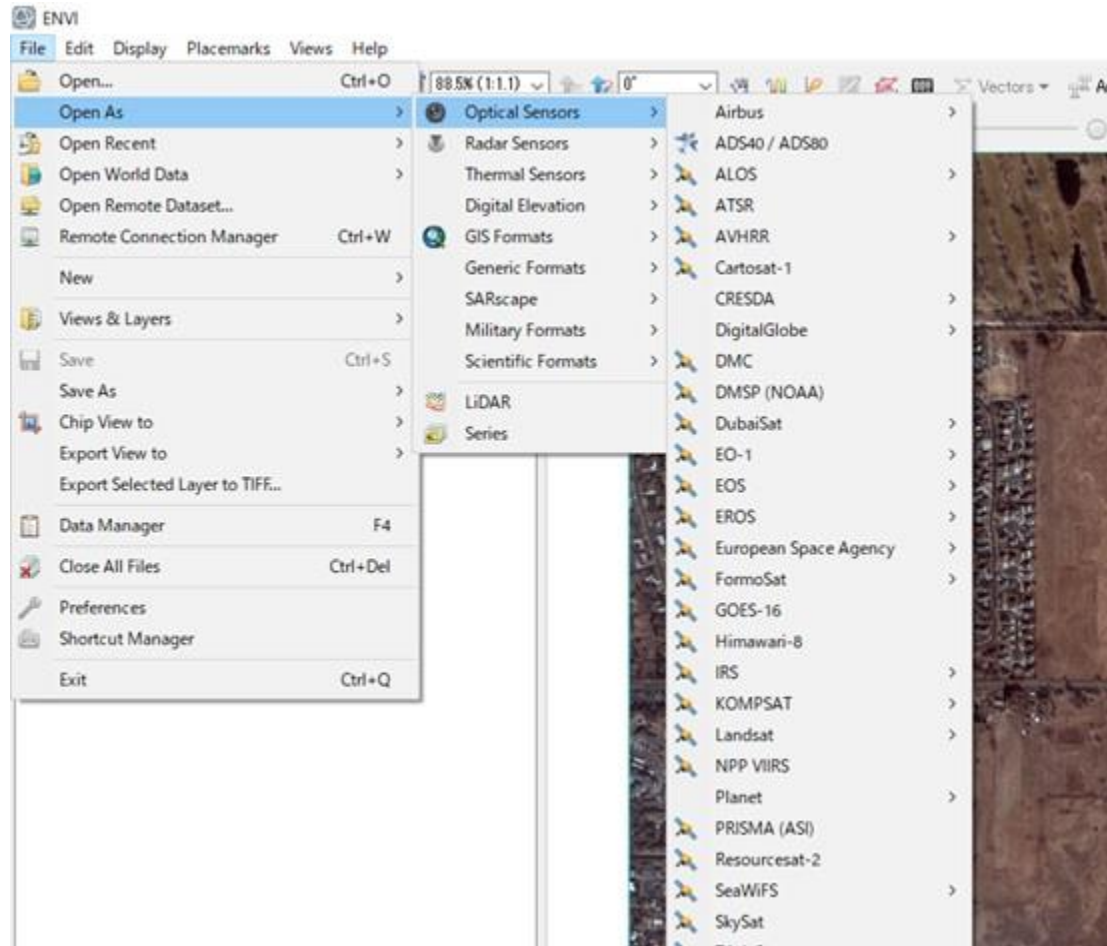
カーソル値表示

プロセスバー

# ENVIインターフェース: メニューバー



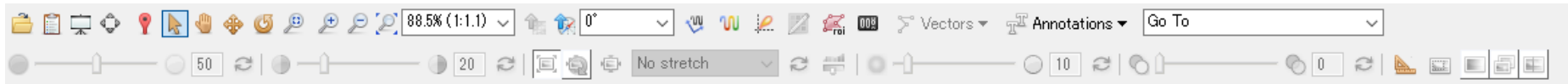
ファイルを開く、編集、表示に関するツールや、ウィンドウの分割など、インターフェース及び、画像の基本的な操作に必要な機能を提供します。



# ENVIインターフェース: ツールバー



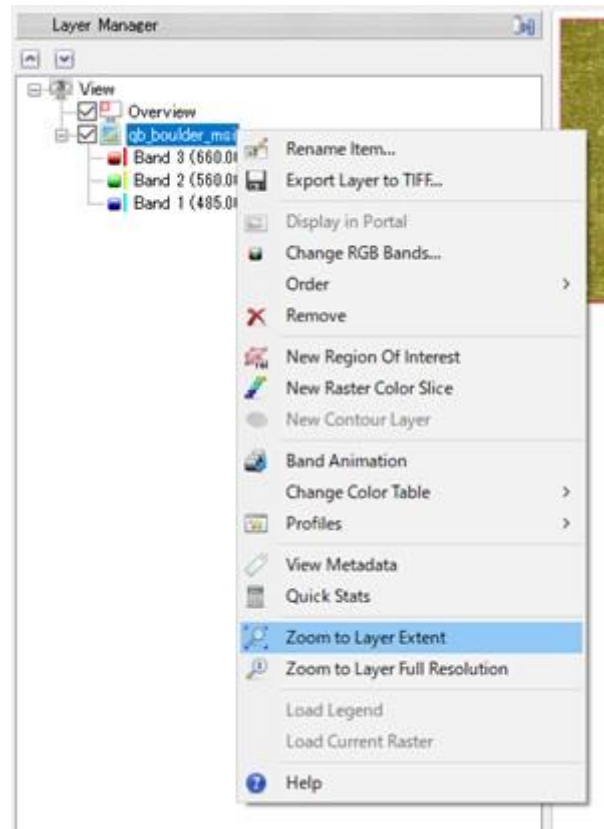
ズームイン・アウトや、パン、アノテーション、ストレッチなど、表示した画像に対して操作に関するツールをグラフィカルなアイコンで提供します（詳細は後述します）。



# ENVIインターフェース: レイヤマネージャ



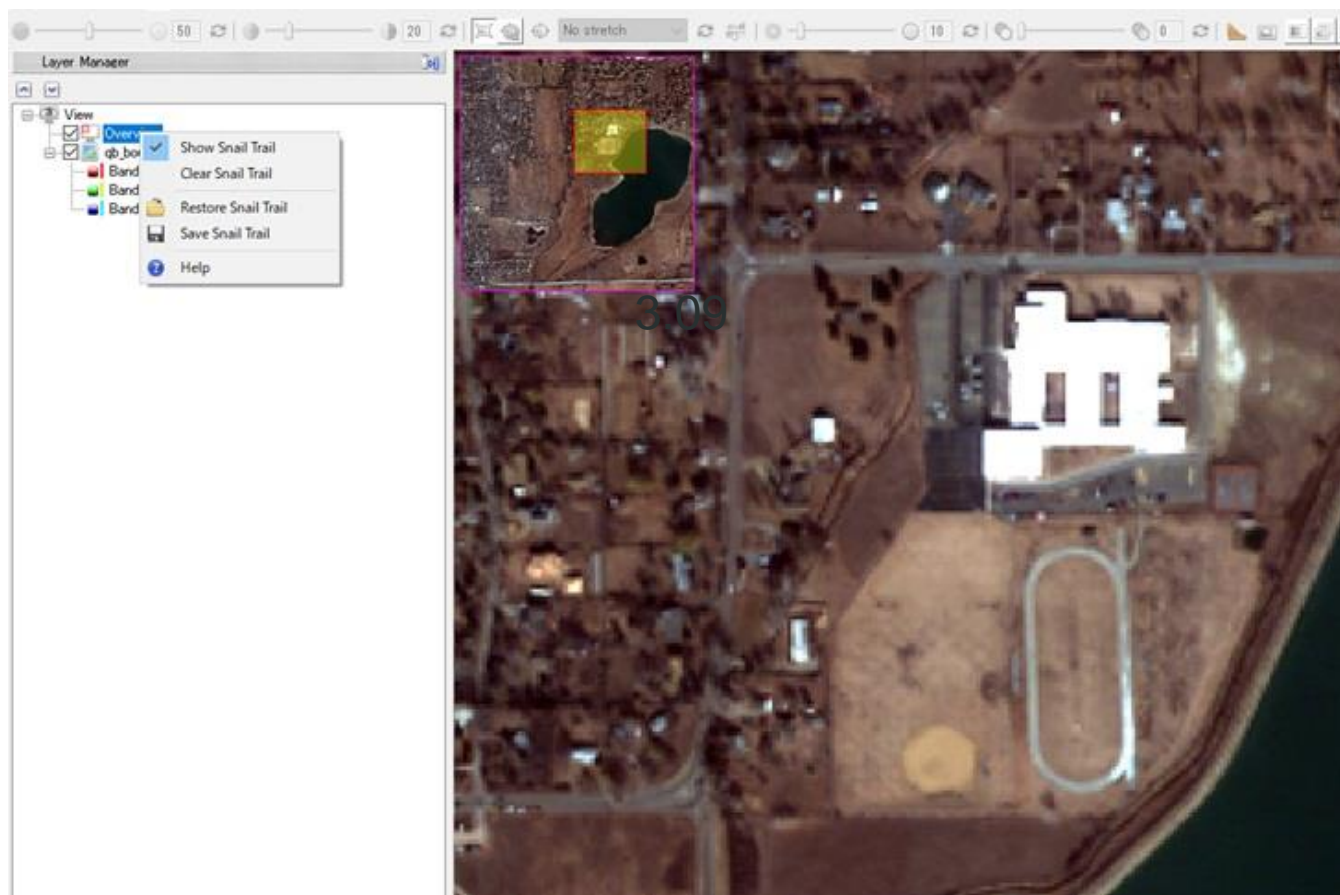
- インターフェースに表示されている画像の管理を行います。
- チェックボックスをオン/オフする事で、表示/非表示の設定を行います。
- ファイル名上で右クリックをすると、サブメニューが表示され、表示の削除やRGBコンポジットの変更などが行えます。



# ENVIインターフェース: オーバービュー



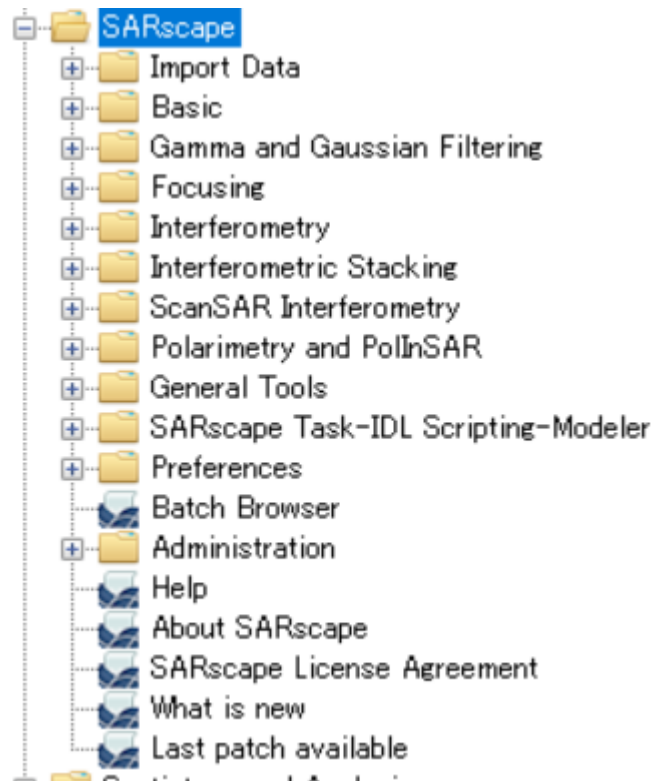
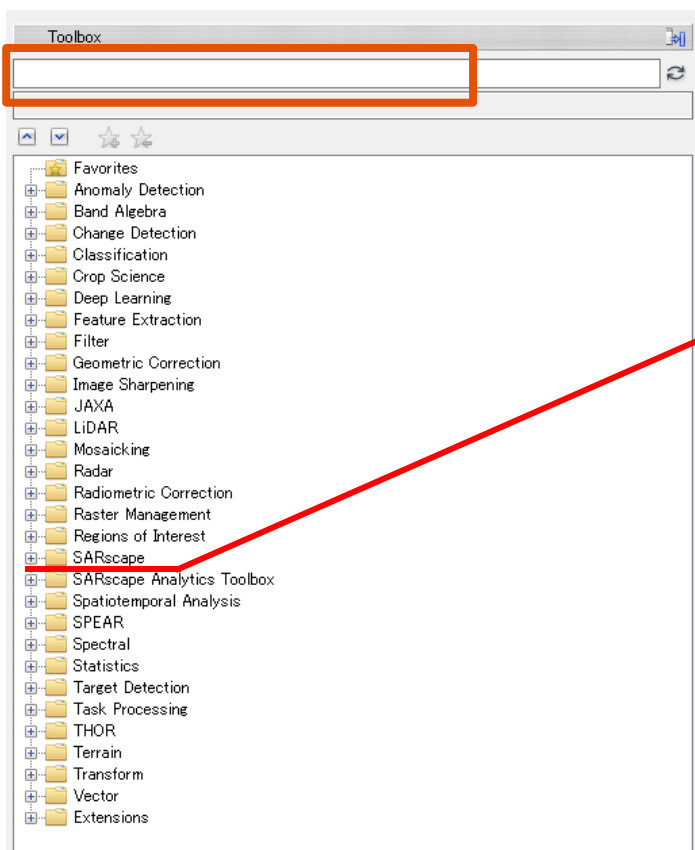
- レイヤーマネージャの[Overview]へチェックを入れることで、画像全体を表示します。



# ENVIインターフェース:ツールボックス



- ENVI の解析機能がカテゴリごとに格納されています。検索機能が提供されており、「**Search the Toolbox**」へキーワードを入力することで、該当の機能がリスト表示されます。
- SARscapeの全ての機能もToolboxにメニューがあります。





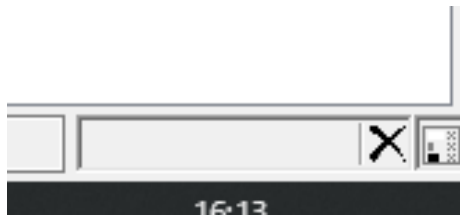
# ENVIインターフェース： カーソル値表示およびプロセスバー



- 地図投影法を保持した画像上でマウスを移動させると、カーソルのある場所のピクセルに対応した地図情報が表示されます。



- プロセスバーは、処理の経過を表示しています。右側にあるバツマークをクリックすると、処理はキャンセルされます。

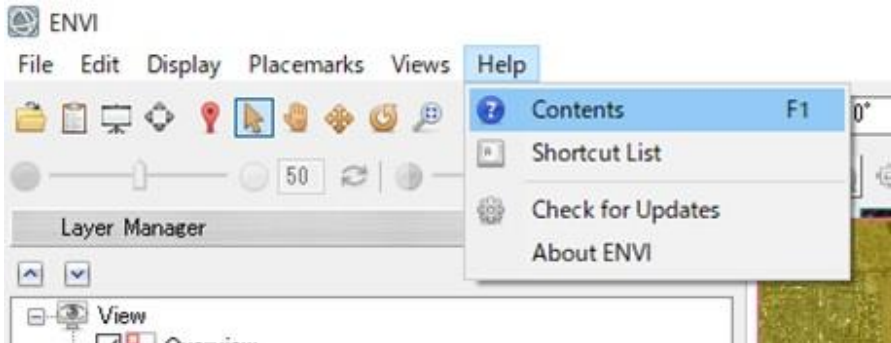


# ENVI HELPとSARscape HELP



## ■ ENVI HELP

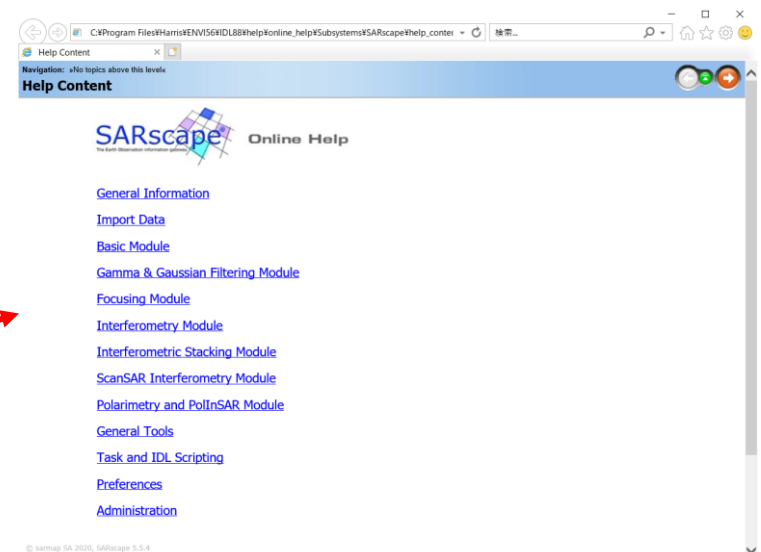
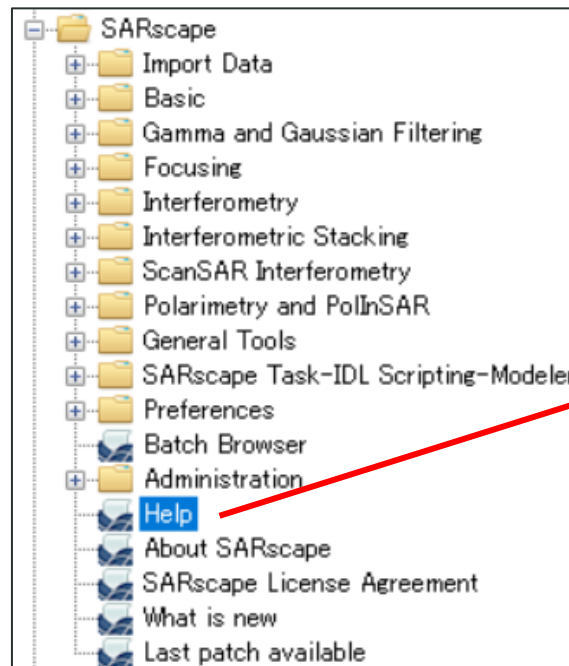
メニューバーのHelpから起動します。



指定のブラウザを使用して、  
HELP機能が起動します。

## ■ SARscape HELP

ENVIのToolbox内の  
SARscapeのメニューから  
Helpを起動します。





# ENVI/SARscapeの基本設定について

# 環境の設定: ENVIのPreference



- 使用するデータへのアクセスなどを容易に行うため、環境の設定を行います。
- ENVI では、ファイルの入出力ディレクトリをあらかじめ指定することで、デフォルトで指定したディレクトリを表示することが可能です。

The screenshot shows the ENVI software interface. The 'File' menu is open, and the 'Preferences' option is highlighted. An arrow points from the 'Preferences' option in the menu to the 'Preferences' dialog box. The 'Directories' tab is selected in the dialog box, and the 'Input Directory' is highlighted. The 'Input Directory' is set to 'C:\Program Files\Harris\ENVI55\data\'. The 'Output Directory' is set to 'C:\Temp\'. The 'Temporary Directory' is set to 'C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\'. The 'Auxiliary File Directory' is set to 'C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\'. The 'Extensions Directory\*' is set to 'C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\'. The 'Custom Code Directory\*' is set to 'C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\'. The 'Spectral Library User Directory' is set to 'C:\Program Files\Harris\ENVI55\resource\spectlib\'. The dialog box also has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom right.

Directory	Path
Remember Input/Output Directories	Yes
Input Directory	C:\Program Files\Harris\ENVI55\data\
Output Directory	C:\Temp\
Temporary Directory	C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\
Auxiliary File Directory	C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\
Extensions Directory*	C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\
Custom Code Directory*	C:\Users\kryohei.kametaka\AppData\Local\Temp\
Spectral Library User Directory	C:\Program Files\Harris\ENVI55\resource\spectlib\

# 環境の設定: ENVIのPreference



	Directories
Remember Input/Output Directories	Yes
Input Directory	C:\Training\SARscape\
Output Directory	C:\Training\SARscape\Output\
Temporary Directory	C:\Training\SARscape\Output\

名称	機能
Input Directory	入力ファイルを指定する際に表示するインプットディレクトリの指定
Output Directory	出力ファイルを指定する際に表示するインプットディレクトリの指定
Temporary Directory	処理中に作成される、テンポラリファイルの保存先

※SARscapeは、ワークフロー処理で生成される中間処理画像ファイルを、Preferences で指定したTemp Directory 内にSARsTmpDir\*\*\*という作業フォルダを作成して格納します。ワークフローの最後でこれらの中間ファイルを削除するか選択することができます。

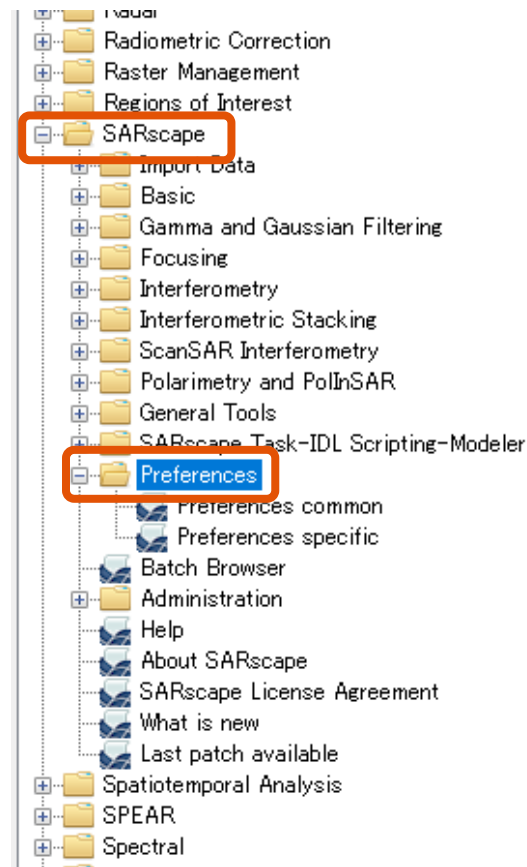
削除しない場合は、上記作業フォルダはOutput Directory 内にwf\_temp\_\*\*\*というフォルダ名に変更の上保存されます。

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/Preferences.html#Director>

# 環境の設定: SARscapeのPreference



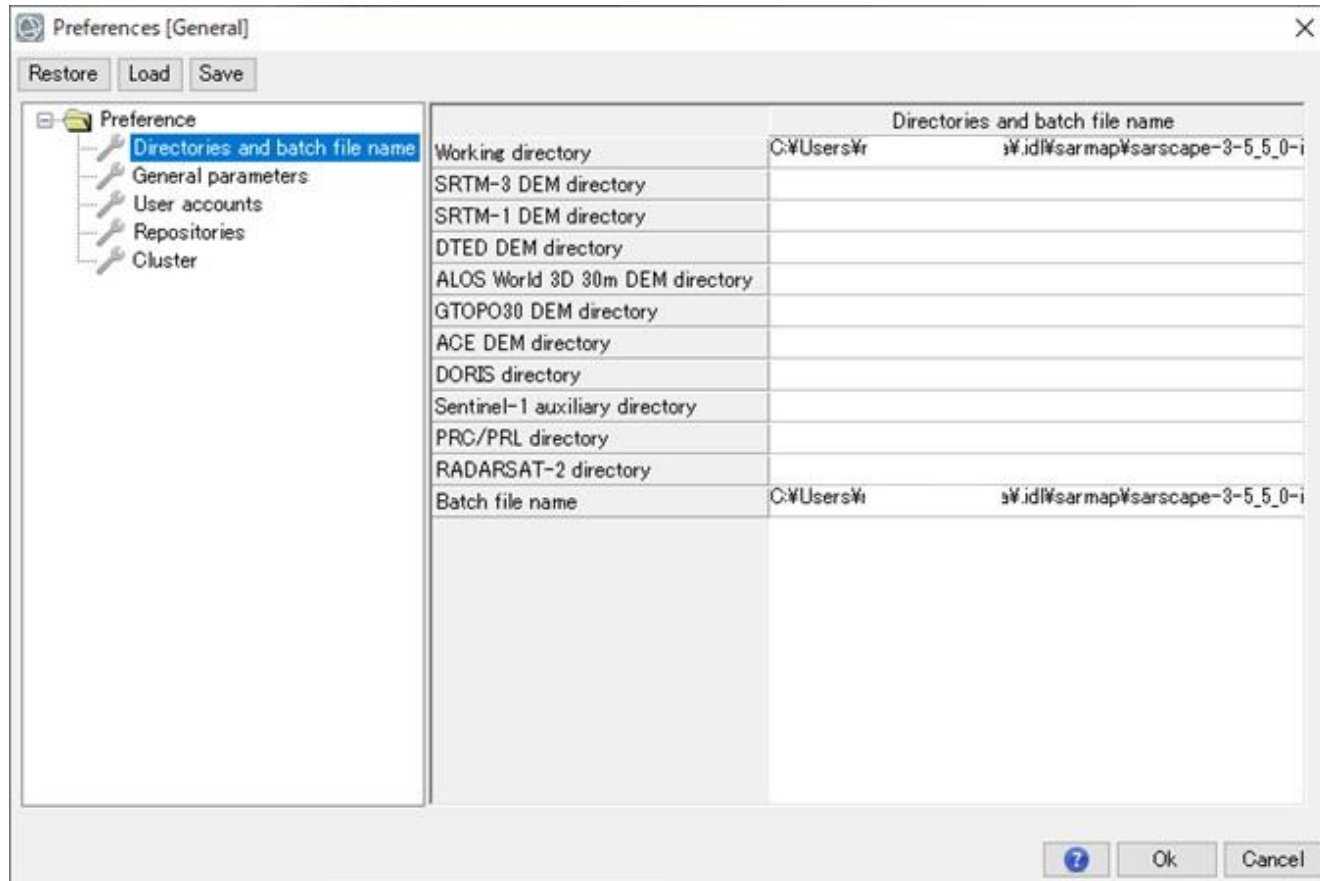
- SARscapeの処理で使用される設定は、SARscapeのPreferencesで行います。



# 環境の設定: SARscapeのPreferences common



- DEMなどのデフォルト読込先ディレクトリやGPUの使用設定を行うメニューです。



# 環境の設定: SARscapeのPreferences specific



- 各処理に使用されるパラメータのデフォルト値を設定します。
- Load Preferencesボタンから、使用するSAR画像の特性にあわせたパラメータのデフォルト値に変更します。
- Sentinel-1のTOPSAR(IW)を使用した解析を行う場合には、Sentinel TOPSARという設定に変更しておくことが推奨されます。
- ALOSの高分解モードで撮影されたデータなど分解能10m以下のものについては、<VHR (better than 10m)> 選択してください。

The screenshot shows the 'Preferences [General]' dialog box. On the left, a smaller version of the dialog is shown with a red box around the 'Load Preferences' button. An arrow points from this button to the 'Load Preferences' button in the larger dialog. The larger dialog has a tree view on the left with 'Preference' expanded, showing sub-items like 'General parameters', 'Mosaic and Filtering', etc. The right side of the dialog is a table titled 'General parameters' with the following data:

General parameters	
Automatic Looks Computation	False
Doppler RG Poly Degree	4
Doppler AZ Poly Degree	2
Doppler AZ Poly Number	20
Azimuth Looks	5
Range Looks	1
Block Size	30000
Block Overlap	50
Scene Limit Increment	1000
Cartographic Grid Size (m)	25
Mean Window Size	3
Interpolation Window Size	7
Orbit Interpolation	10
Resampling Method	4th Cubic Convolution



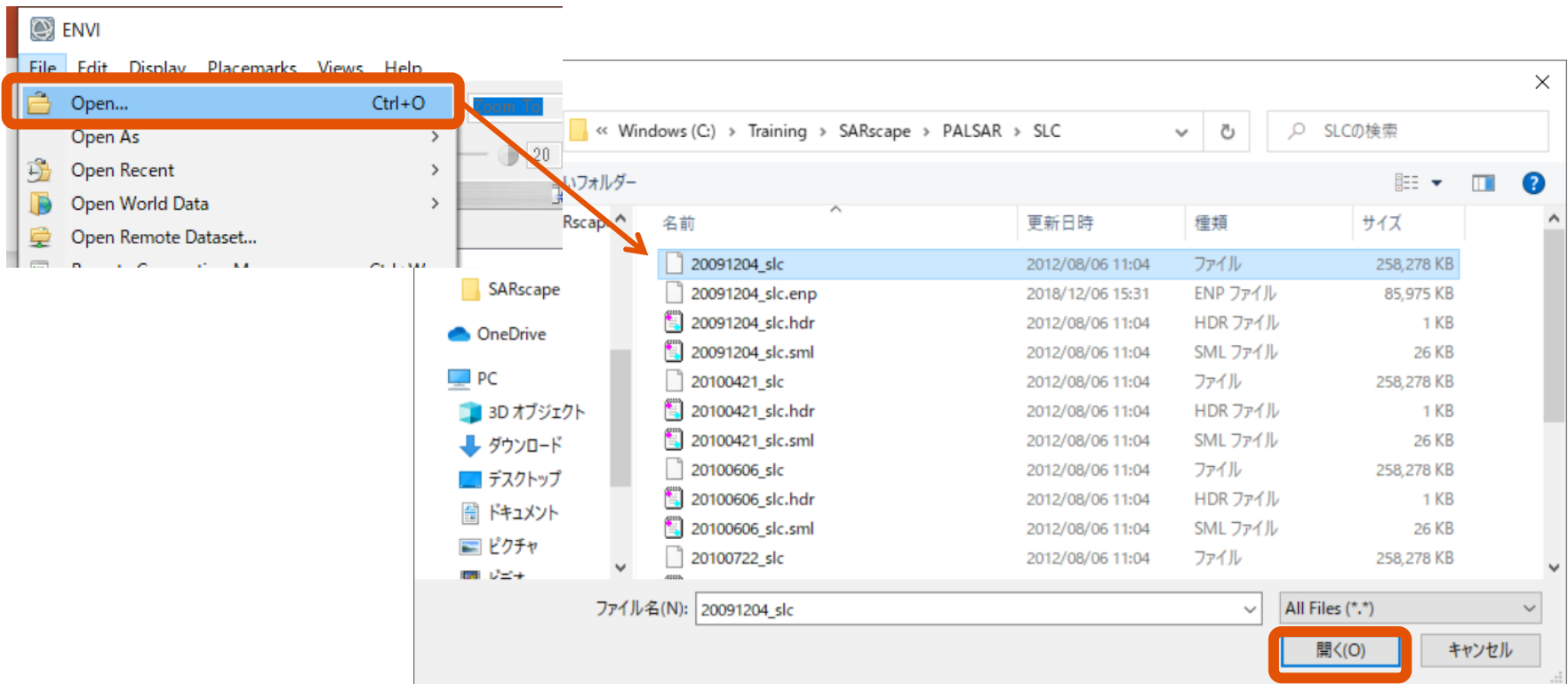


# ENVIの基本操作について

# ファイル読み込み



- ENVI にALOS PALSAR のSLC画像を読み込んで表示します。ラスタデータの読み込み、表示を行います。
- SARscapeを用いてインポート済みのSLCデータです。このデータはENVI形式のデータです。

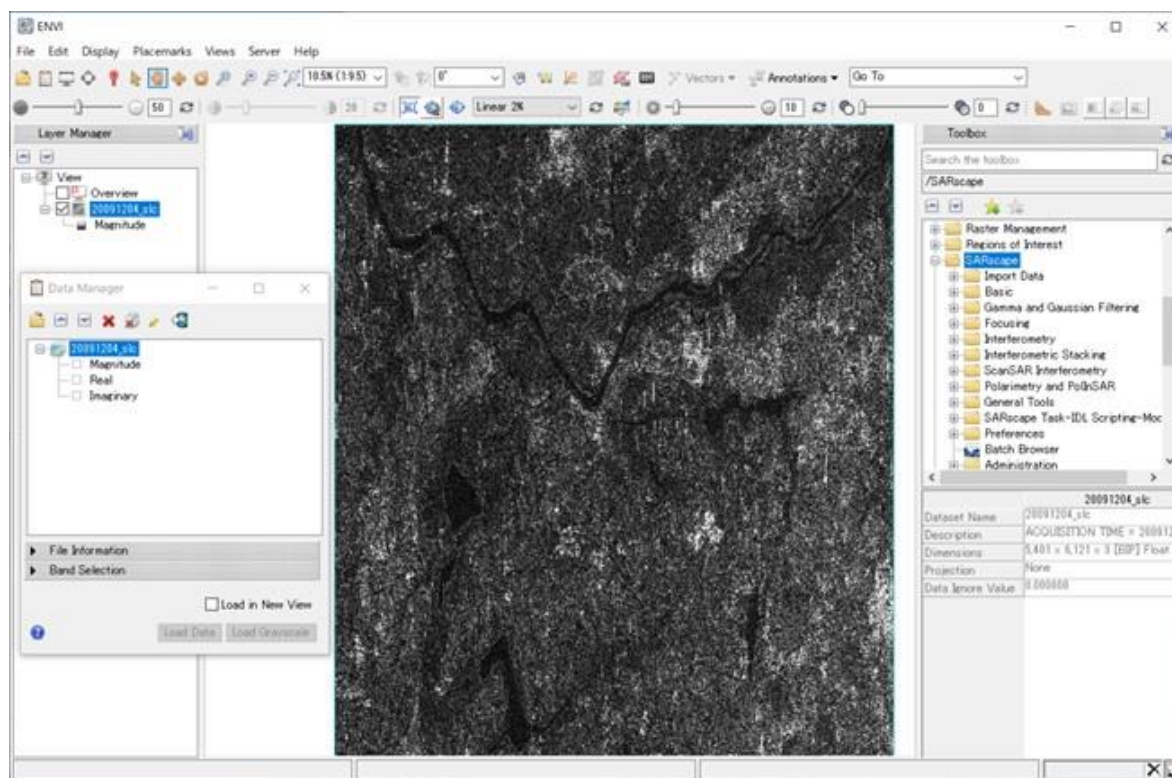


**20091204\_slc**

# 20091204\_slcについて



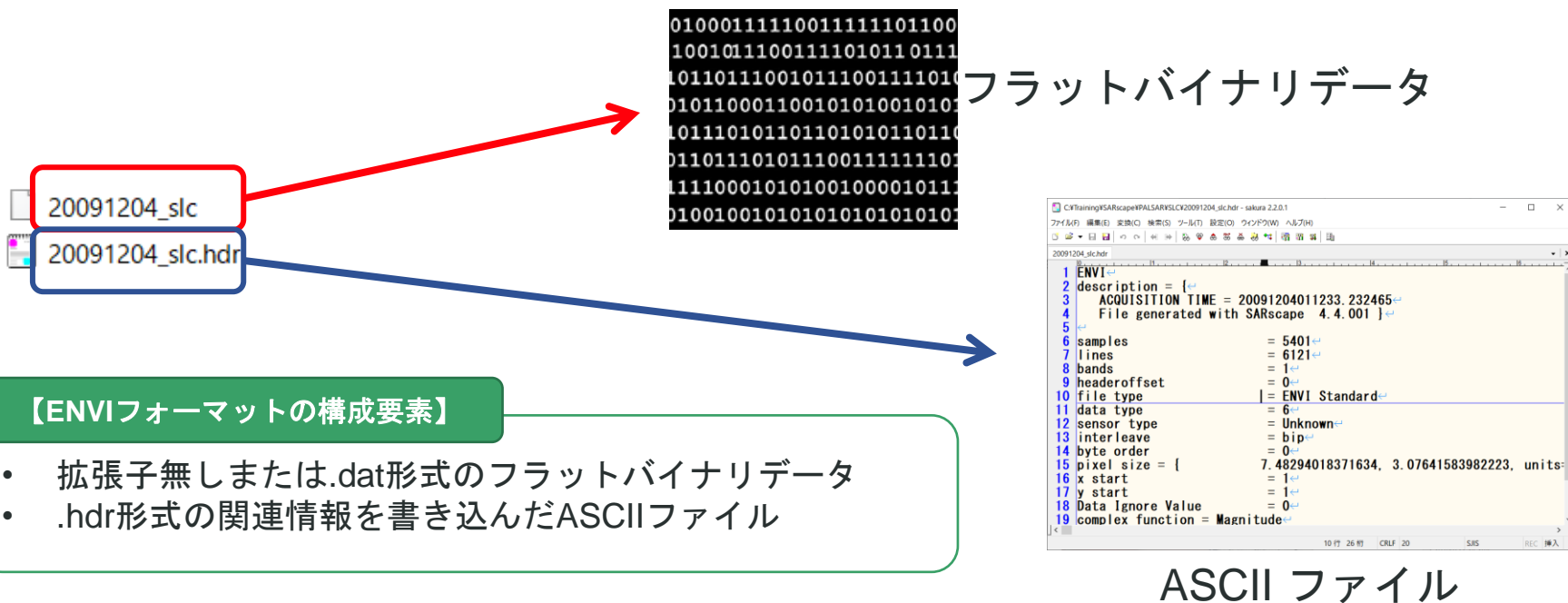
- 読み込んで表示しているデータは、SLC（Single Look Complex）データです。データのタイプは複素数（実数、虚数）となります。ENVIでは、内部的に Magnitude（実数と虚数の二乗の和の平方根にしたもの）を計算した画像を表示しています。



# ENVIのファイルフォーマットとは



- ENVI フォーマット(ENVI から作成されるファイル)は、単純なラスタフォーマットのデータです。
  - このフォーマットはバイト型で形成され、フラットバイナリファイルと呼ばれるデータフォーマットです。
  - このフォーマットは画像以外のデータが含まれないため、ENVI は**ENVI ヘッダファイル** (ENVI Header File : \*.hdr ) というASCII ファイルを作成し、そこに画像を読み込むためのパラメータ情報を記録します。






# SARscapeのファイルフォーマットとは



- SARscapeのファイルフォーマットは、データをSARscapeへインポート後に作成されます。画像についてはENVIフォーマットと同等になります。ただし、SARの解析を行うため、通常のENVIフォーマットに軌道情報等のSARの処理に必要なパラメータが含まれたSMLファイルが付加されています。SARscapeでSARの解析処理を行うためには、以下の3つのファイルが必要となります。

ファイルの種類	内容
画像データ	フラットバイナリの画像データ
ENVIヘッダーファイル	ENVIがファイルを読み込む際に必要とするヘッダーファイル（ASCII形式）
SARscape パラメータファイル	SARscapeが処理の際に使用するパラメータファイル（XML形式）

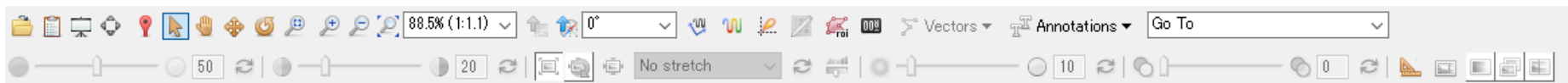
## 【例】

-  20091204\_slc
-  20091204\_slc.hdr
-  20091204\_slc.sml

# ディスプレイツール



- ツールバーで提供されているツールを使用して、表示した画像に様々な操作を行うことができます。



各アイコンについては  
この資料の最後に補足としてまとめてあります。

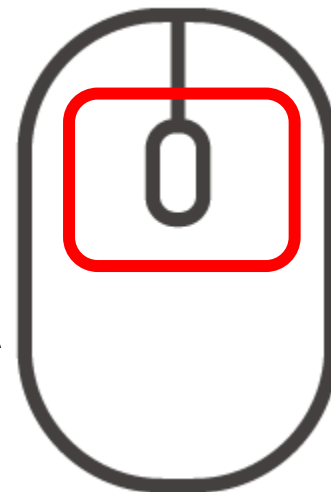
Display Tools

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/DisplayTools.html>

# 補足: パン機能とズーム機能について



クリック



前後回転



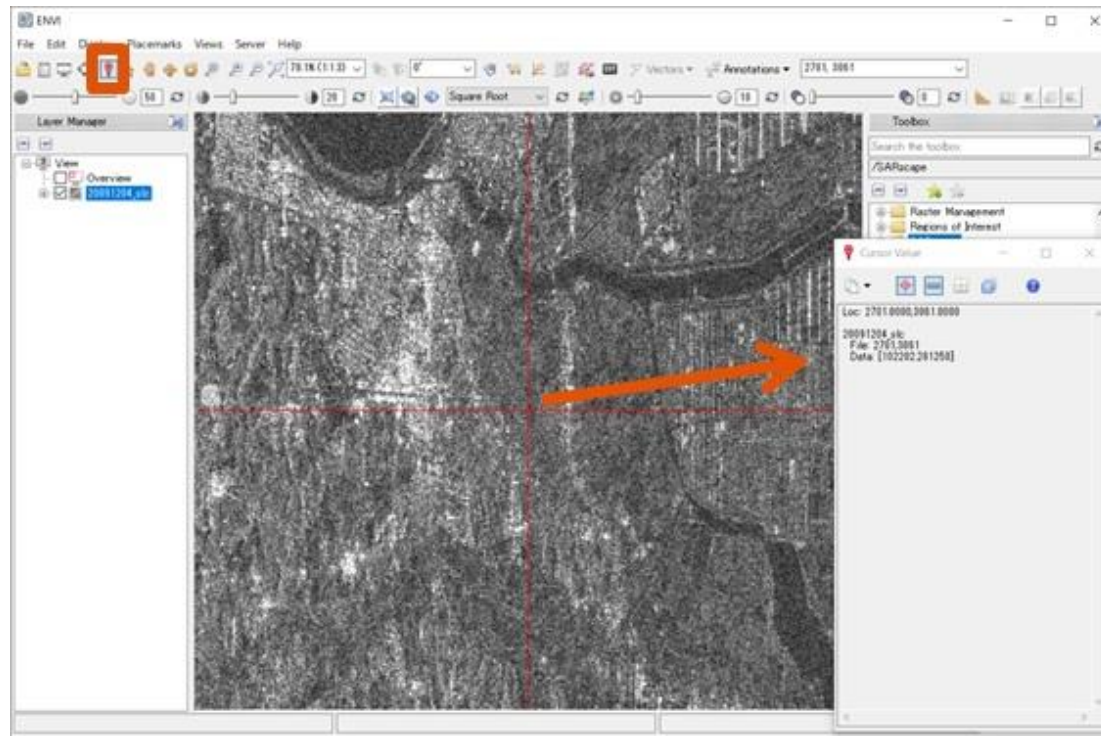
※使用例の画像については光学画像を使用しています

# ディスプレイツール: 演習

## データ値の参照



- 表示した画像のデータ値を確認します。
- 1. ディスプレイツールの📍ボタンをクリックしてください。
- 2. Cursor Value のダイアログが表示され、マウスカーソル上のピクセルの情報が対話的に表示されます。(十字の中心にあたるピクセル値)



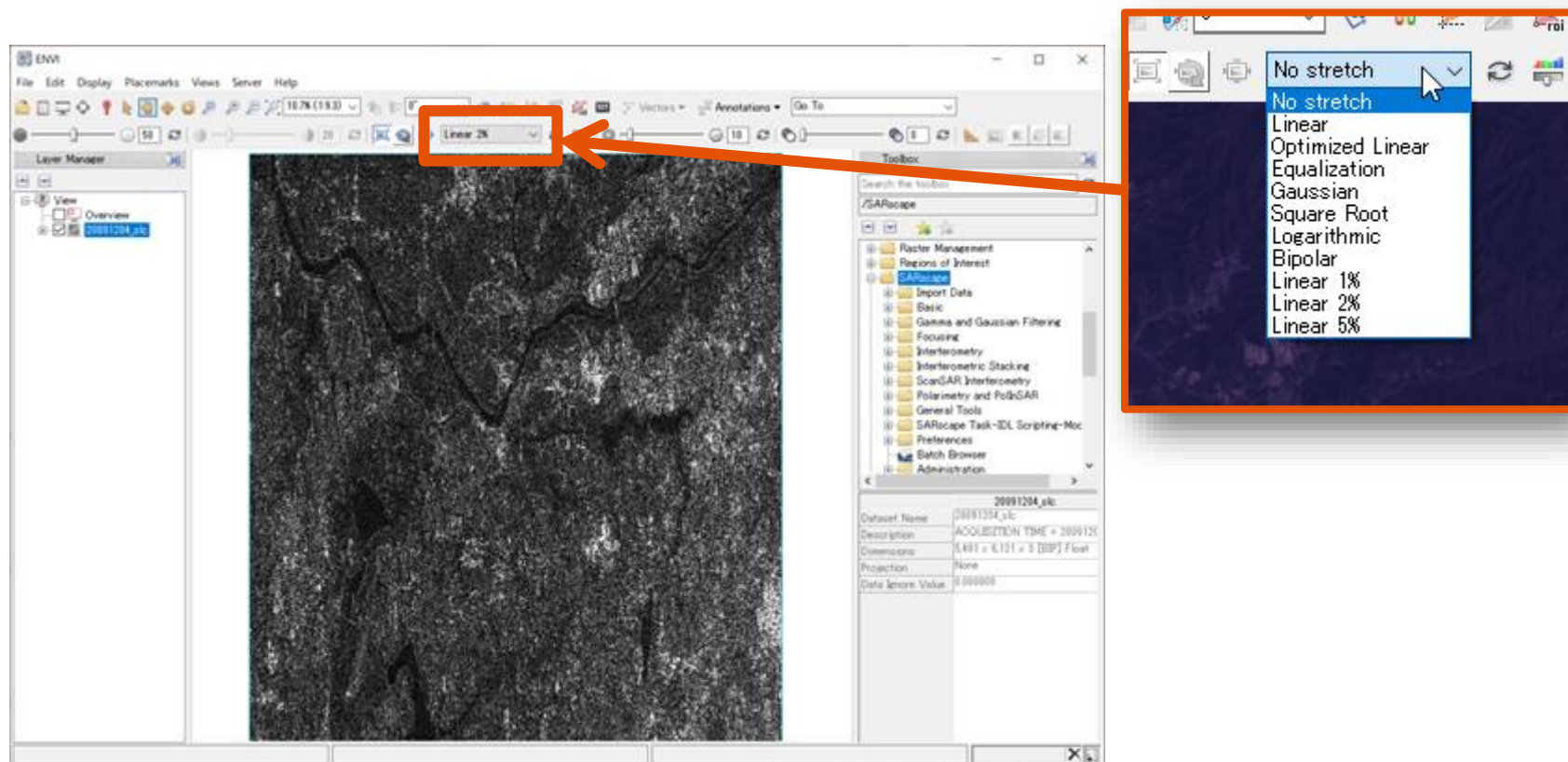
補足: 現在表示されているデータは、地理情報が登録されておりませんので、表示されている座標は画像のピクセル座標になります。



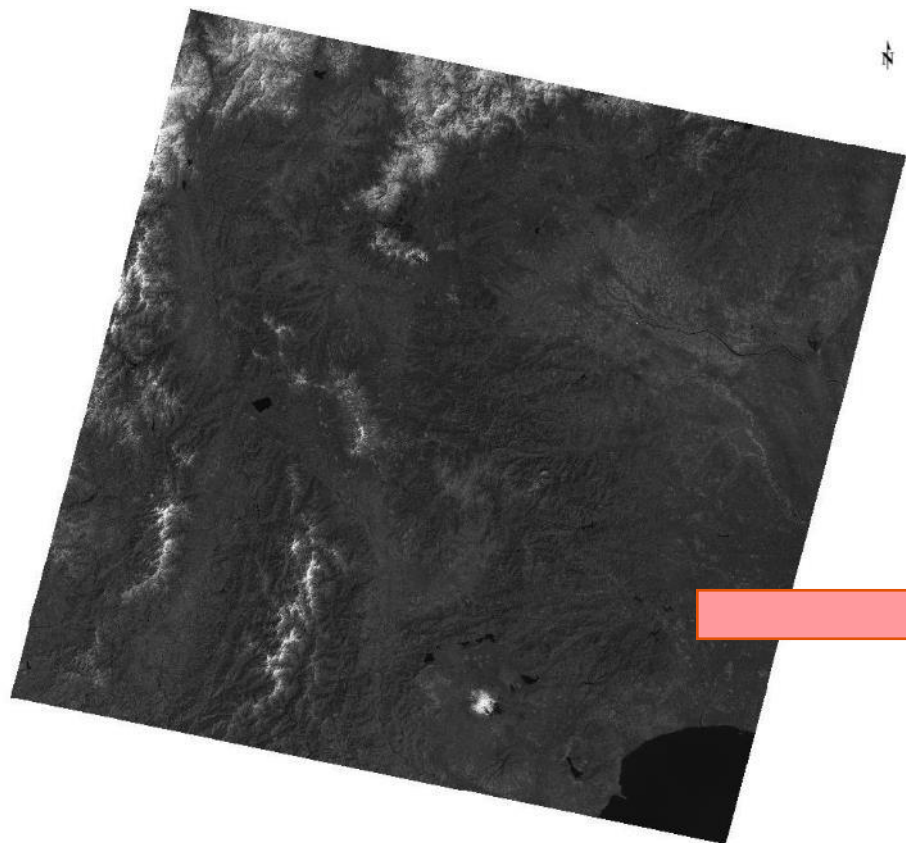
# ストレッチの調整



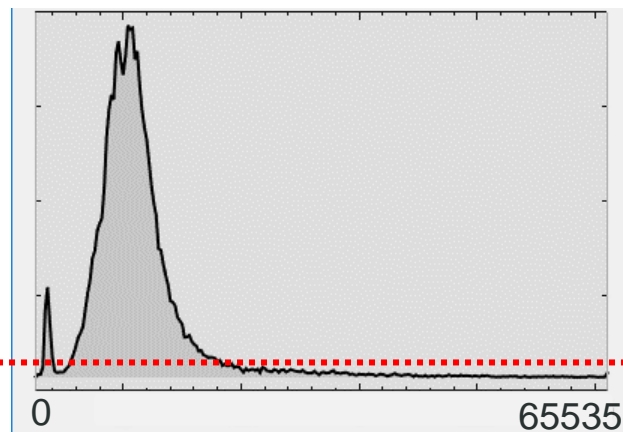
- 表示した画像に対して、ストレッチやコントラストなどを変更して、画像を見やすくします。
- データを読み込んだ際にRGB コンポジットで表示されている画像があるので、その画像を使用して操作を行います。



# ストレッチとは？



各ピクセルの値分布を調整して  
見やすくするための処理



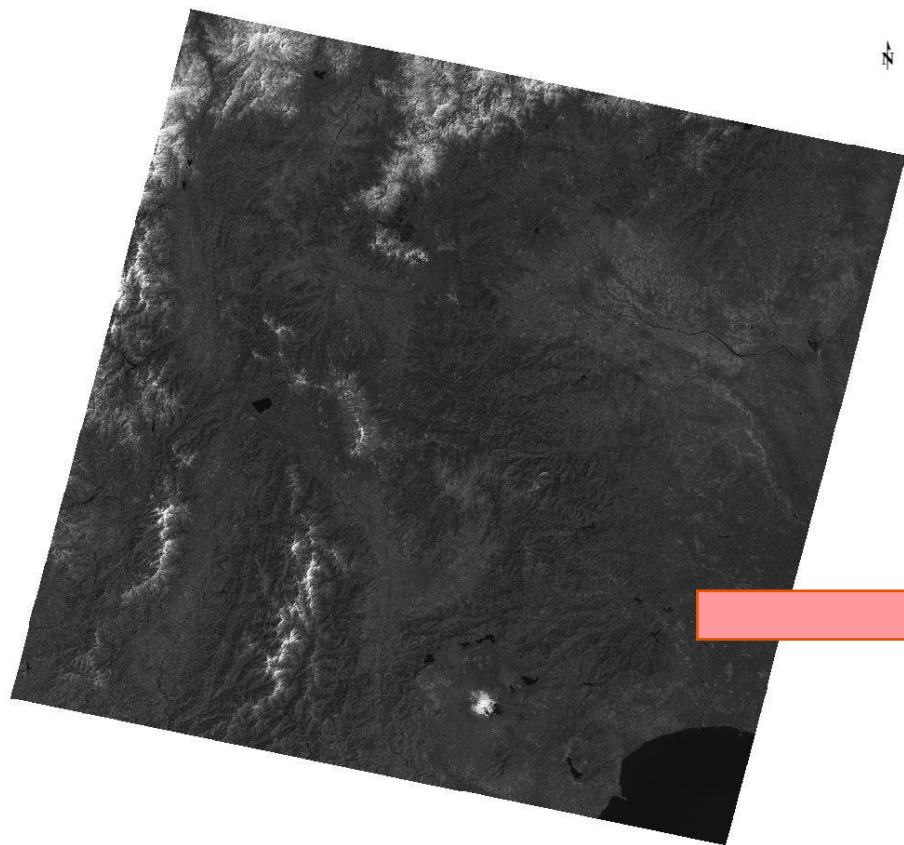
暗く見える

明るく見える

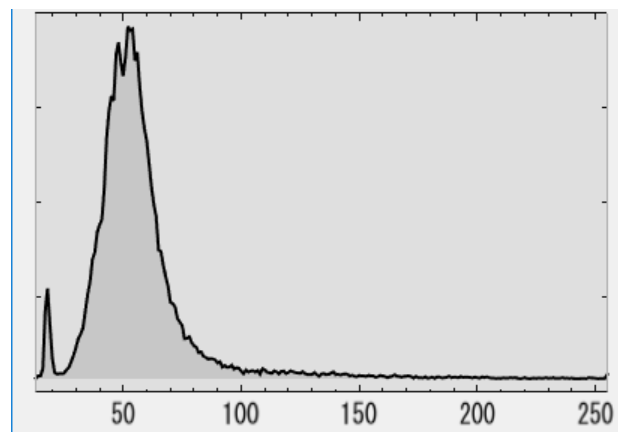
各ピクセルには様々な値が入っており、上に示すような分布だとします。  
(値の取る範囲はデータ型に依り、例えばUint型なら、0から65535の間の範囲です)

※使用例の画像については光学画像を使用しています

# ストレッチとは？



各ピクセルの値分布を調整して  
見やすくするための処理



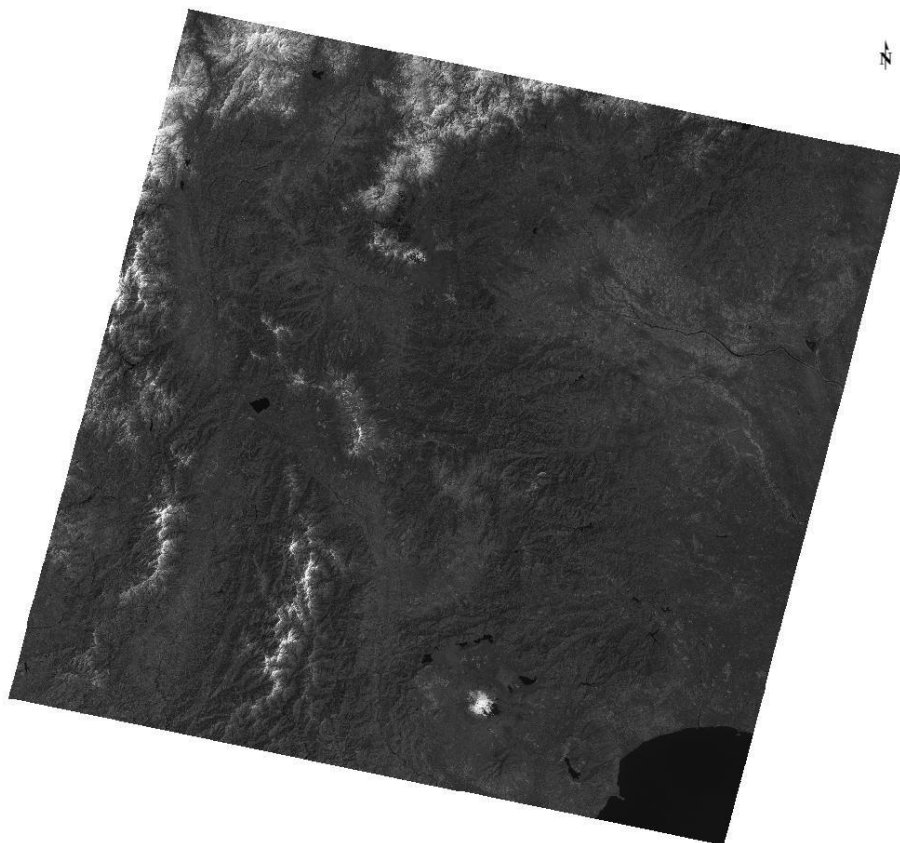
暗く見える

明るく見える

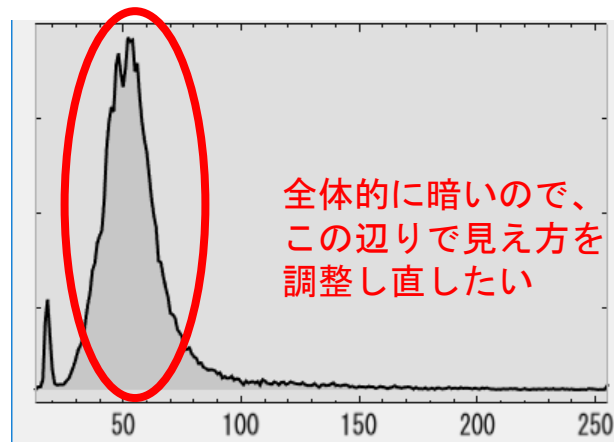
まずはENVIで表示するにあたって、データ値を輝度値(0から255のBYTE値)に変換します

※使用例の画像については光学画像を使用しています

# ストレッチとは？



各ピクセルの値分布を調整して  
見やすくするための処理

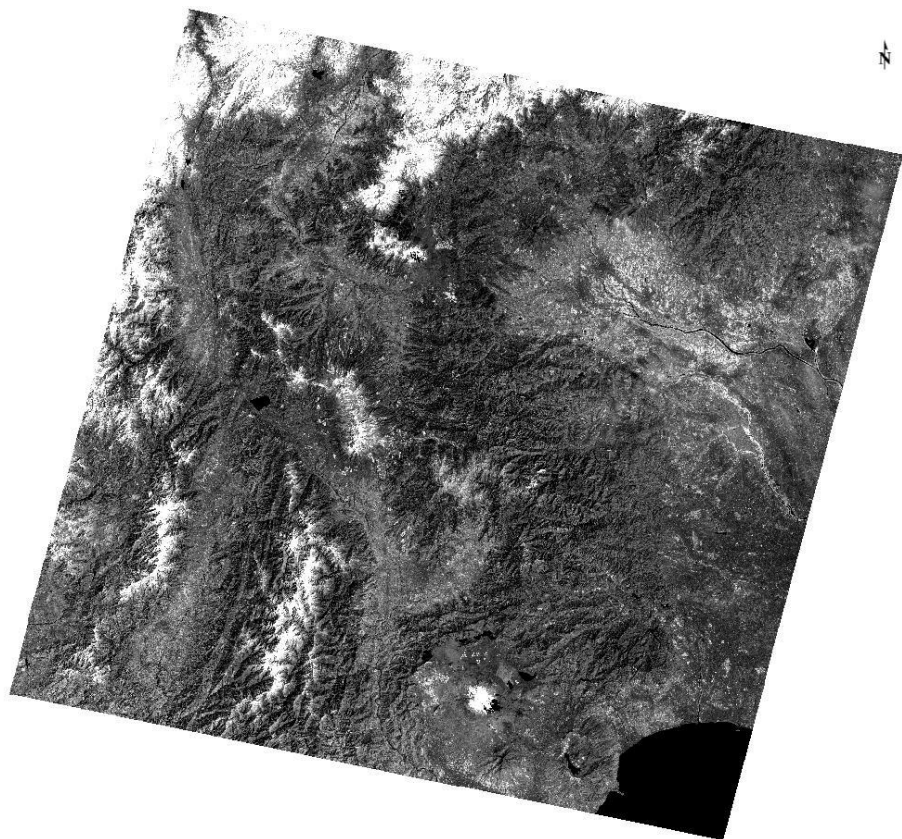


暗く見える

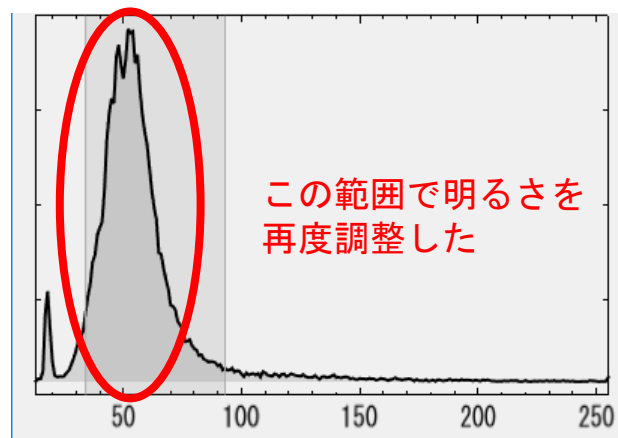
明るく見える

※使用例の画像については光学画像を使用しています

# ストレッチとは？



各ピクセルの値分布を調整して  
見やすくするための処理

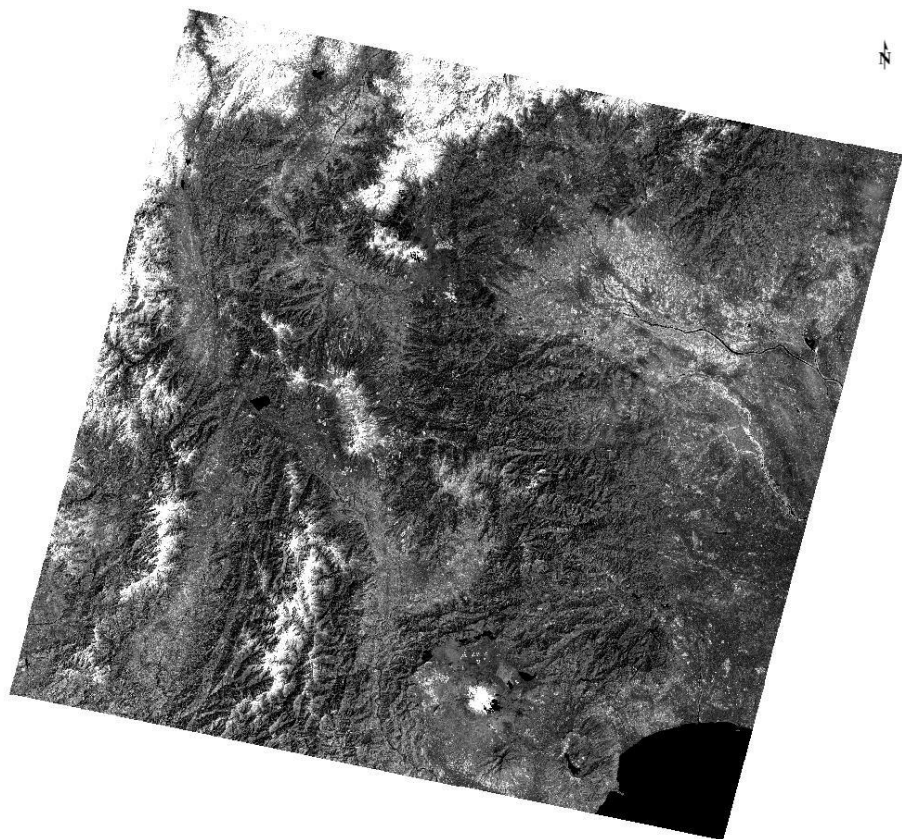


暗く見える

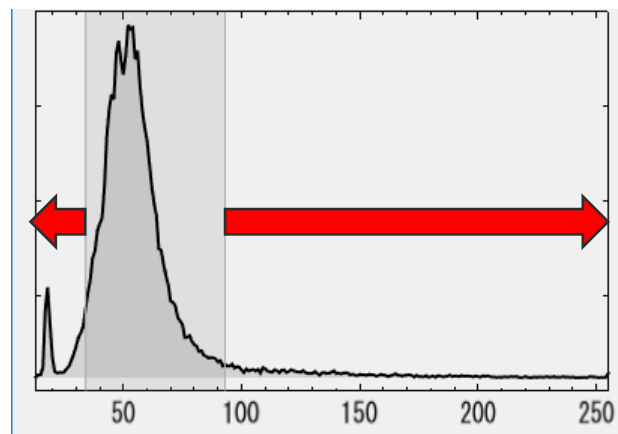
明るく見える

※使用例の画像については光学画像を使用しています

# ストレッチとは？



各ピクセルの値分布を調整して  
見やすくするための処理

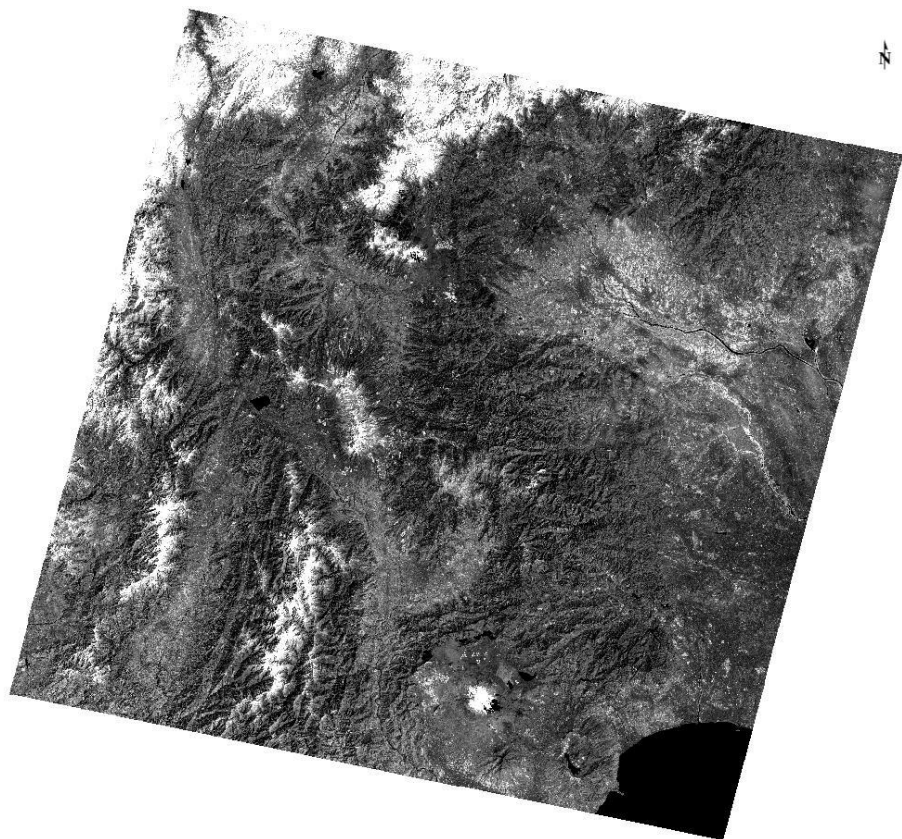


暗く見える

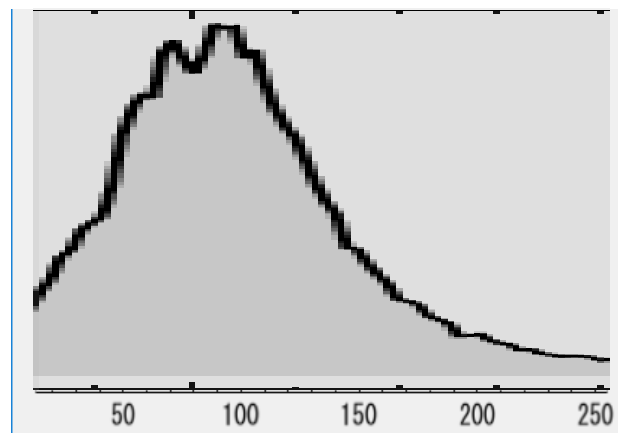
明るく見える

※使用例の画像については光学画像を使用しています

# ストレッチとは？



各ピクセルの値分布を調整して  
見やすくするための処理



暗く見える

明るく見える

※使用例の画像については光学画像を使用しています

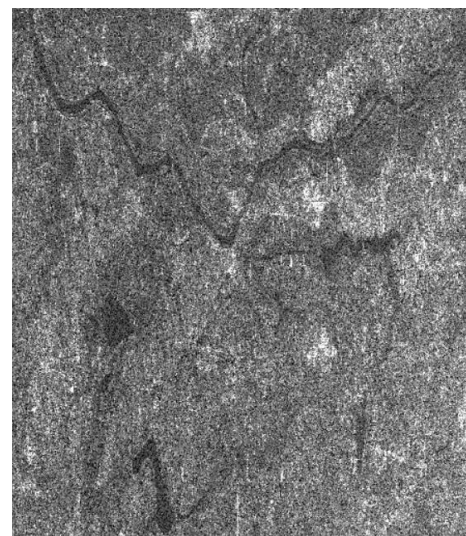
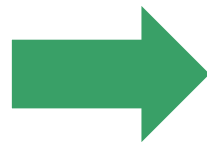
# ストレッチの実施



- ENVI では画像を表示する際に、データタイプに合わせてストレッチの手法が自動的に選択されます。今回のデータを読み込むと、Linear 2% のストレッチがかかります。
  - データ値のヒストグラムなどを見ながら、閾値などの調節が必要な場合には、Histogram Stretchを使用してください。
- SARscapeの画像を扱う場合は、Square Root というストレッチの手法を選択していただければ、輝度調整がうまくいく場合が多いです。



Linear 2%








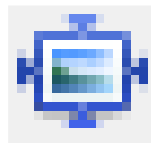
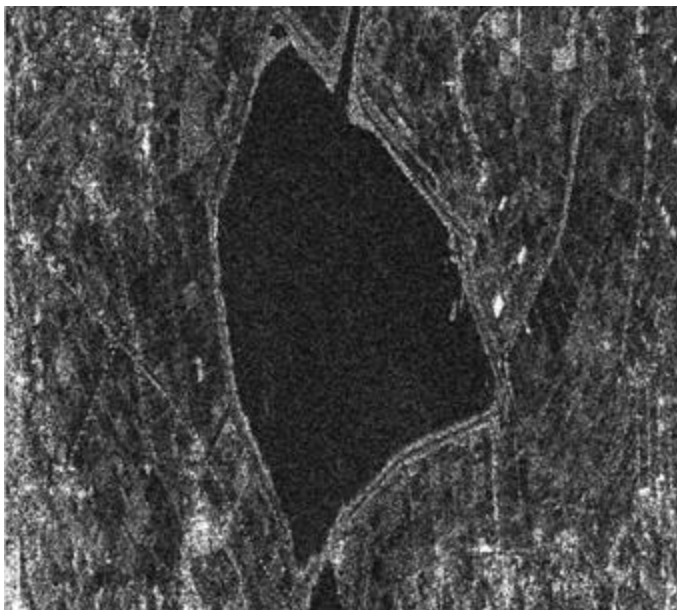
Square Root



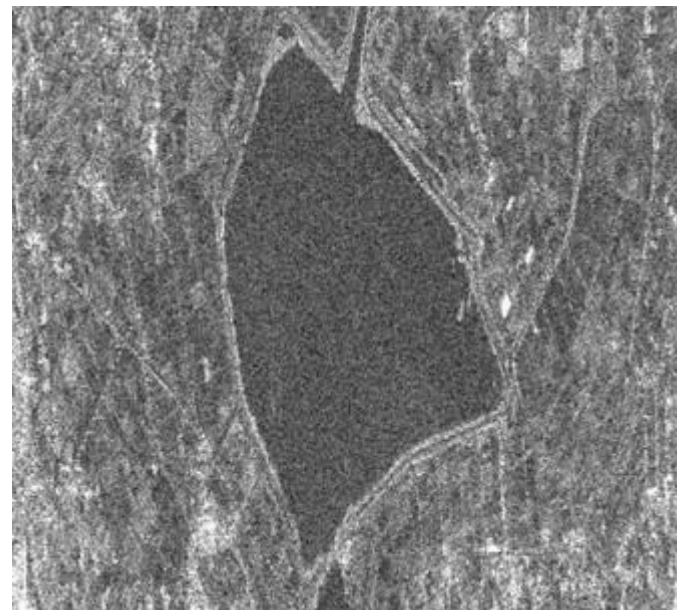
# ストレッチの実施: 演習



1. ストレッチを  へと変更します
2.  ボタンで画像全体を表示し、 ボタンで水域(暗い箇所)を拡大します
3.  ボタンで、表示したエリアについてストレッチを適用します
4.  ボタンをクリックして拡大/縮小による自動更新を有効に設定します
5.  ボタンで、全体に対して再度ストレッチを実施します



Stretch on View Extent





- 前の項目で表示したレーダ画像に対して疑似カラーを付与します。
  - グレイスケールの画像には、カラーテーブルを割り当てることで、データの分布を一目で確認することが可能です。
  - 疑似カラーを付与する機能として、「**Change Color Table**」と「**Raster Color Slices**」のツールがあります。
  - 本実習では、「Change Color Table」を使用し、グレイスケールの画像へ疑似カラーを付与します。

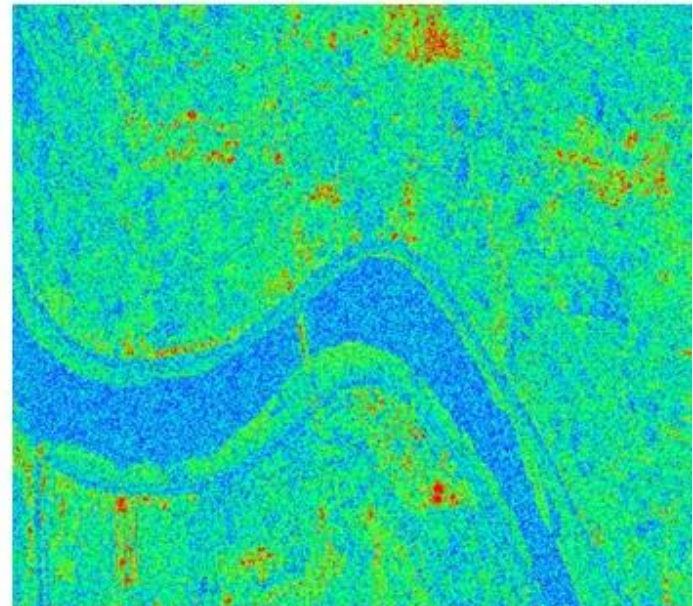
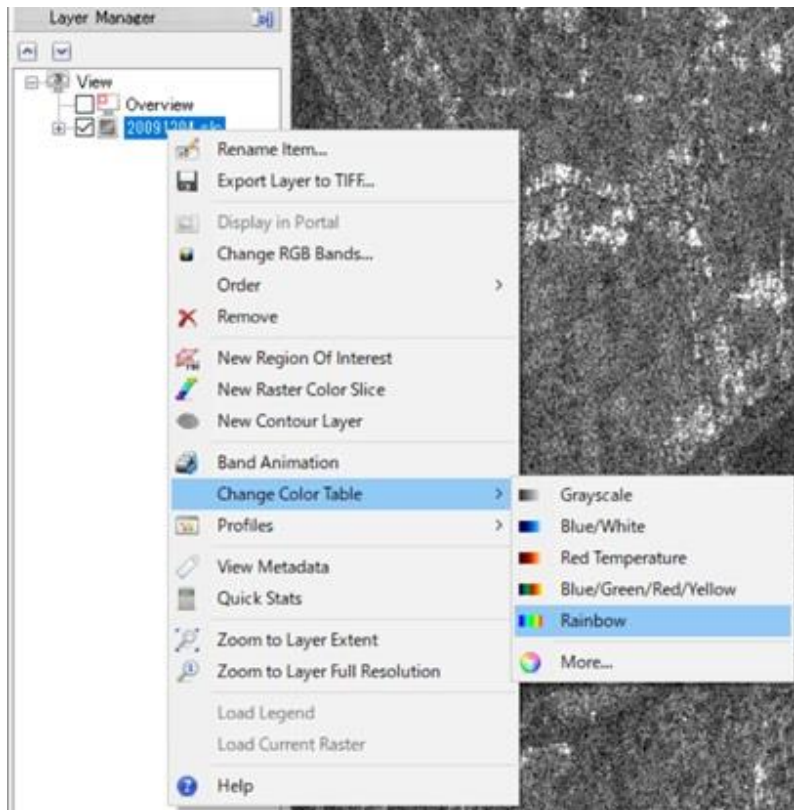
Raster Color Slicesについては以下を参照:

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/ColorSlices.html>

# カラーの変更：演習



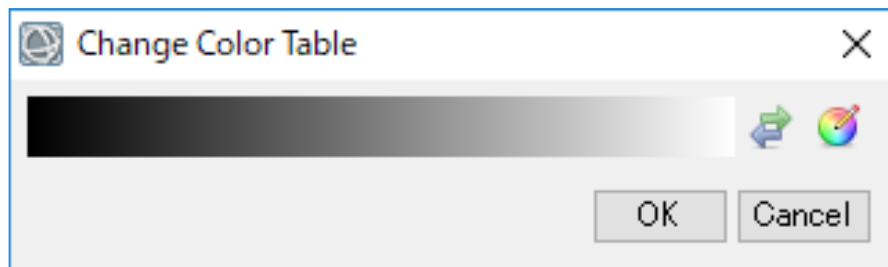
1. レイヤーマネージャ → グレイスケール画像の「20091204\_slc」を右クリック → Change Color Table → Rainbow を選択します。
2. カラーテーブルを選択すると、選択したカラーテーブルにより色づけされた画像がディスプレイに表示されます。



# カラーの変更：演習



3. カラーテーブルの色合いなどを確認したい場合は、レイヤーマネージャ→グレイスケールの「20091204\_slc」を右クリック → Change Color Table → More を選択します。

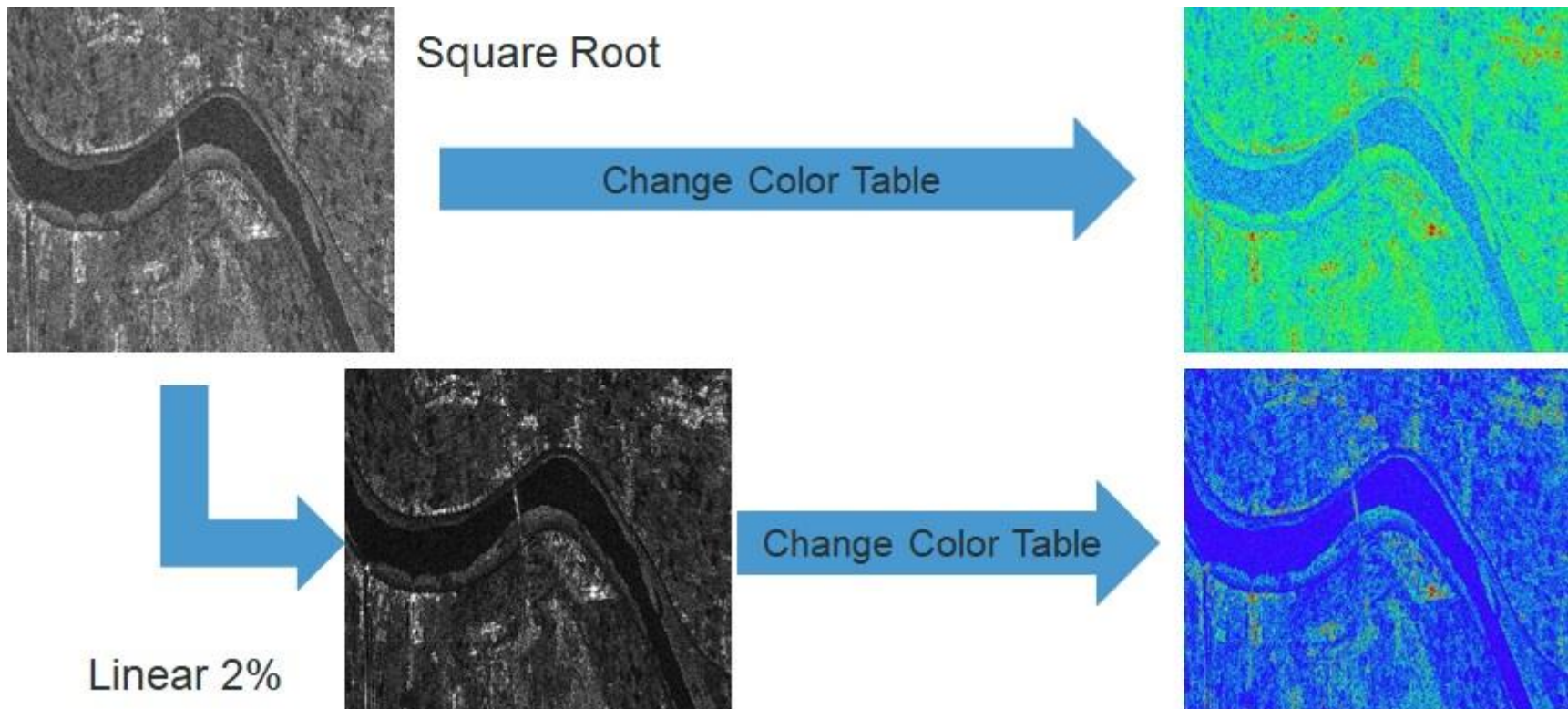


4. Edit Color Table によって他のカラーテーブルを選択することができます。このウィンドウではオリジナルのカラー分布の作成、保存および読込も可能です。
5. プルダウンメニューから「Rainbow」を選択して、元の状態に戻してください。

# Change Color Tableの注意点



適用している疑似カラーは、データの実際各ピクセル値に対してではなく、**ストレッチされた後の見え方に対して**適用されています。

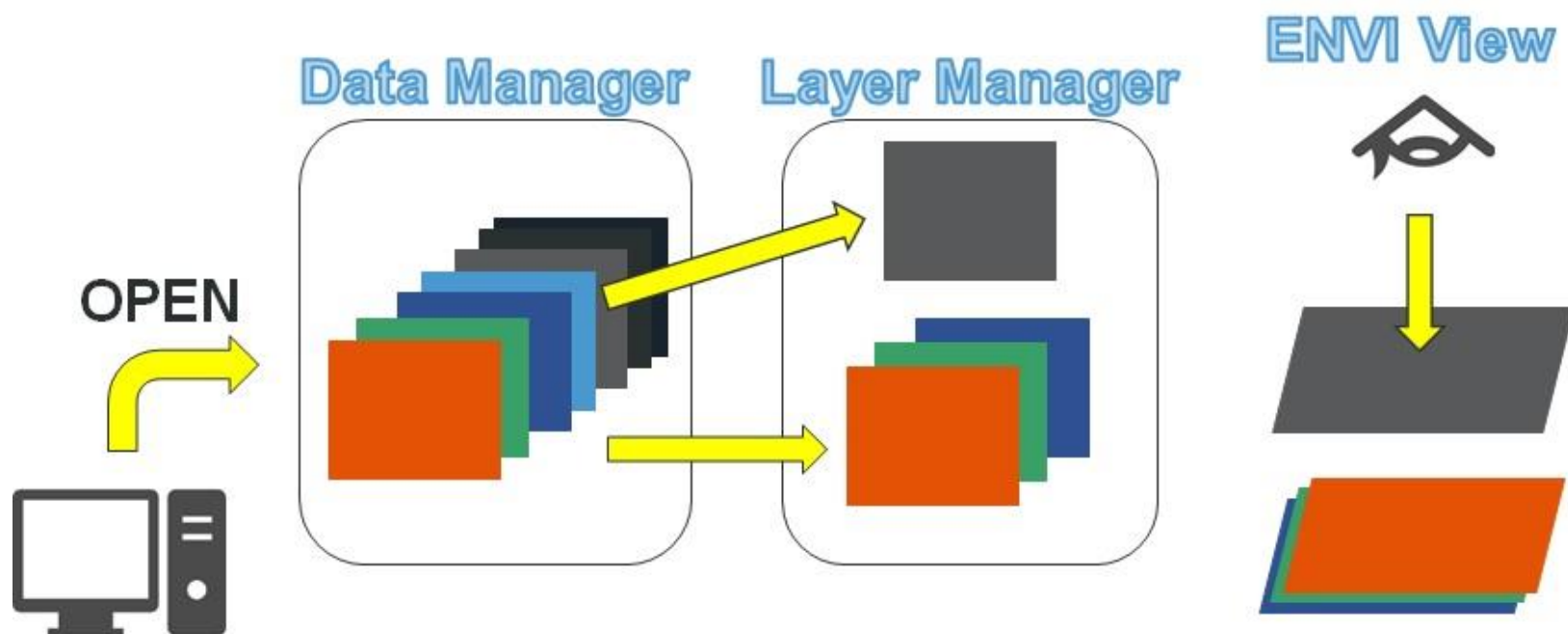


一方で、Raster Color Sliceはデータの実際各ピクセル値に対して疑似カラーを適用するので、ストレッチの影響を受けません。

# データマネージャ




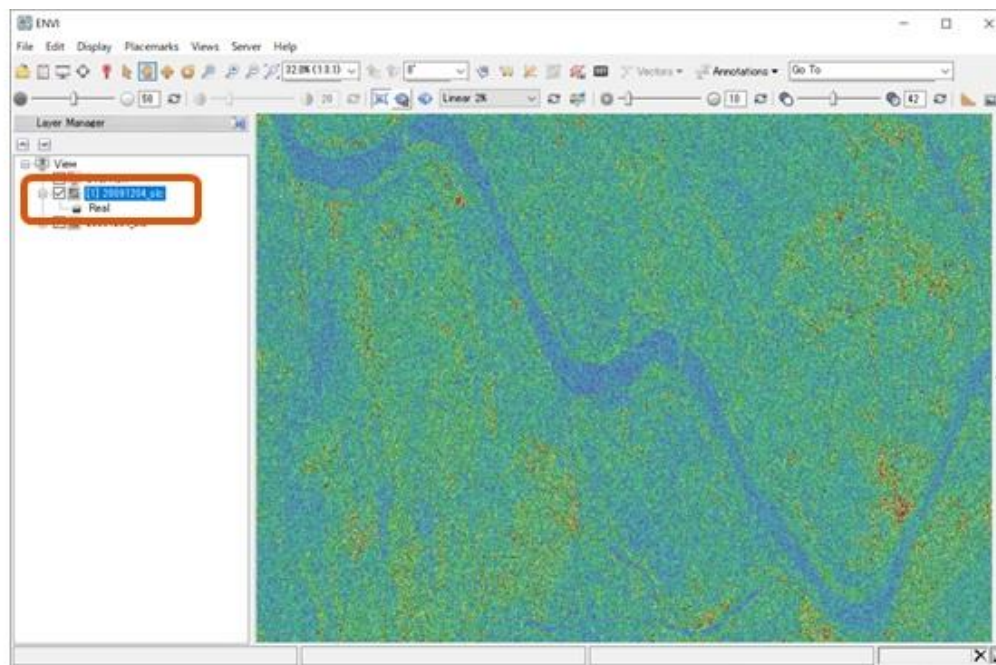
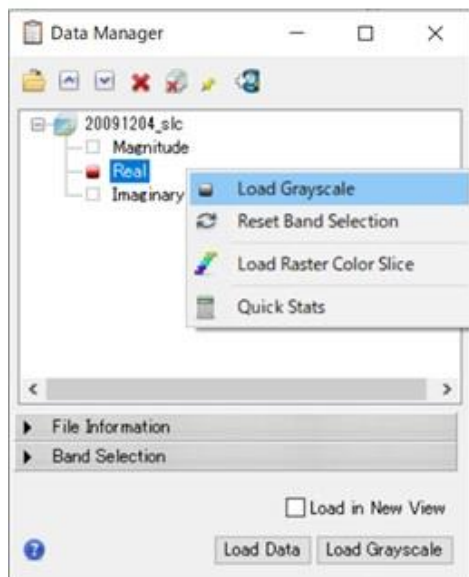
- Data Manager は読み込んだファイルを管理しています。
  - レイヤーマネージャでは、表示している画像の情報しか表示されません。
  - データの詳細情報を確認する時や、すでに読み込んだデータを別の表現 (バンドのグレイスケール表示や、RGB コンポジットの変更など) で表示する際にこのマネージャを使用します。



# データマネージャ：演習



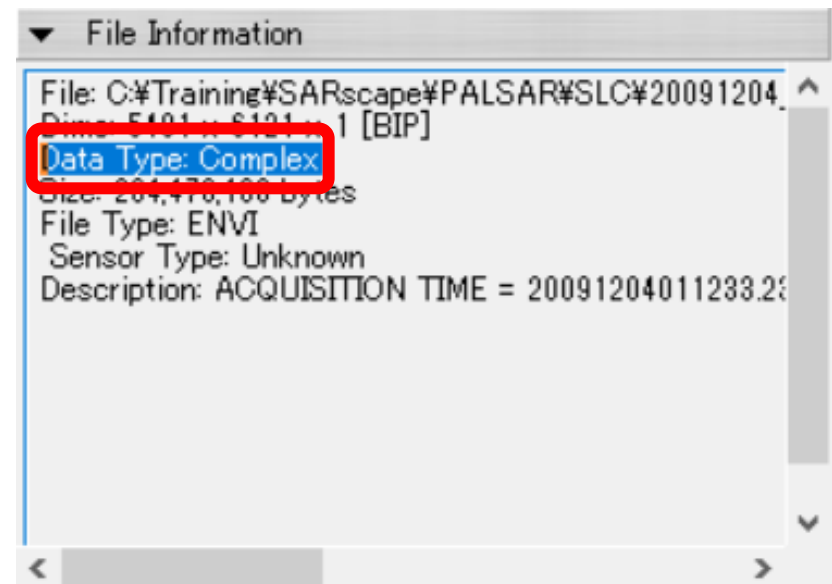
1. メニュー → File → Data Manager を選択してください。
2. Data Manager ダイアログ → 「20091204\_slc」 の[Real]を右クリック → Load Grayscale を選択してください。
3. Real(実数) が表示され、レイヤーマネージャへ追加されていることを確認してください。
4. ツールバー → Transparency  で透過度を変更し、下のレイヤを透過させてください。



# Data Type



- Data Manager のFile Information の中で、「Data Type」という項目あります。
- 現在読み込まれているデータが、実数（浮動小数点）、符号付もしくは符号無しの整数型かどうかを理解するのも、データ解析をする上で重要になります。



詳細(data typeの項目を参照):

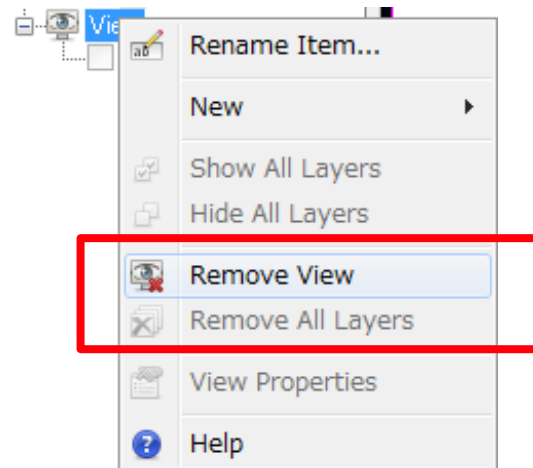
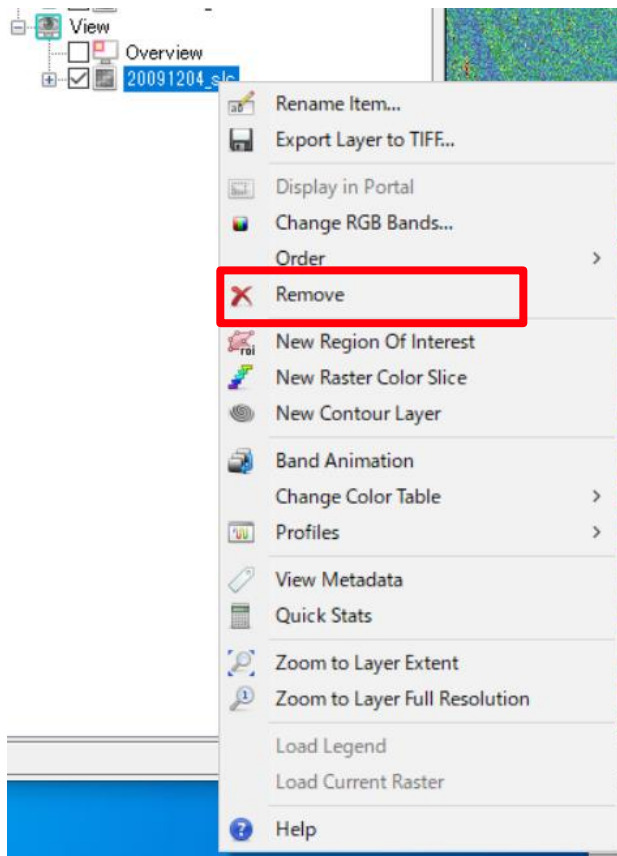
<https://www.harrisgeospatial.com/docs/ENVIHeaderFiles.html#The>



# 画像を閉じる



- 表示している画像を閉じ、必要がなくなったView を閉じることが出来ます。
  - 個々のレイヤはレイヤを右クリックし、Removeで閉じます
  - Viewを削除する場合はViewを右クリックし、Remove Viewを選択します
  - Viewは残したまま、Viewにあるレイヤを削除するには Remove All Layersを選択します。



- ✓ Layer Managerから削除してもData Managerにはデータが残ります。
- ✓ 必要のないファイルを閉じる場合は、Data Manager から該当ファイルを右クリック → Close File を選択してください。



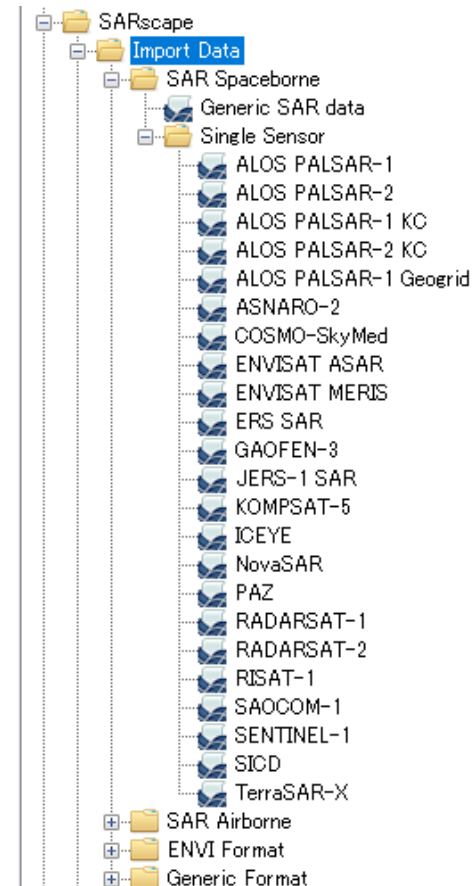
# SARscape での基本処理 (Basic Module) データのインポートと切り出し編

# SARscape での基本処理（事前準備）



- ワークフロー内にもインポートや切り出しの機能はありますが、基本となるステップのため、それぞれの機能について説明します。

- データのインポート
- 解析範囲の切り出し



# データのインポート: 演習




- データ配布元から提供されたデータは、一度SARscapeのインポート機能にてENVIフォーマット+SMLファイルの形式に変換する必要があります。
- SARscapeでは、これまでに衛星に搭載されているSARデータに関しては、ほとんどのデータをサポートしています。Basic モジュールを利用してSAR画像を扱う上で必ず必要になるデータ処理方法について説明します。

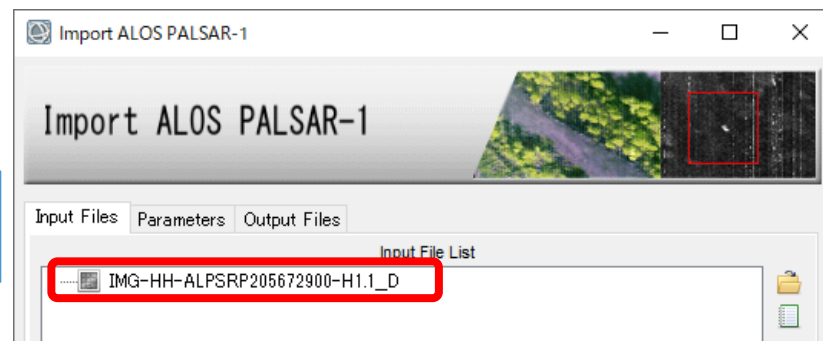
1. ENVIツールボックス→ SARscape → Import Data → SAR Spaceborne → Single Sensor → ALOS PALSAR-1 を選択してください。



# データのインポート: 演習



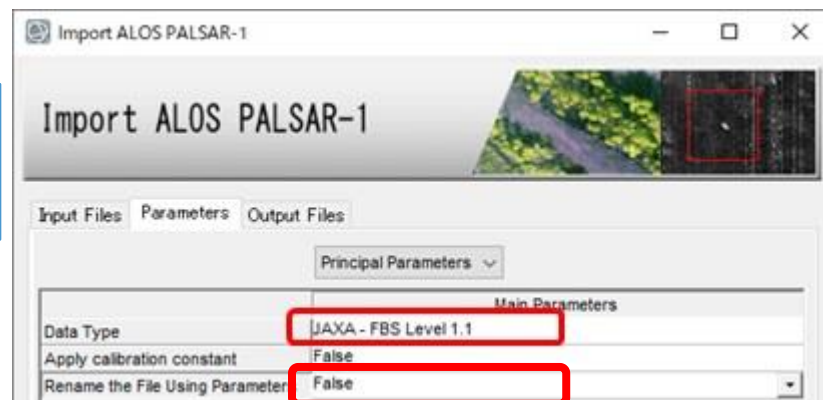
2. Import ALOS PALSAR-1ダイアログが表示されます。Input File List → Browse Files...ボタンをクリックしてCEOSのイメージファイル「IMG-HH-ALPSRP205672900-H1.1\_\_D」を選択します。



## 【設定値】

C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥Original¥I1data¥

3. 今回のデータは、JAXAフォーマットのPALSAR FBS L1.1 のデータです。Parametersタブ → Data Type およびRename the File Using Parameters を変更します。



## 【設定値】

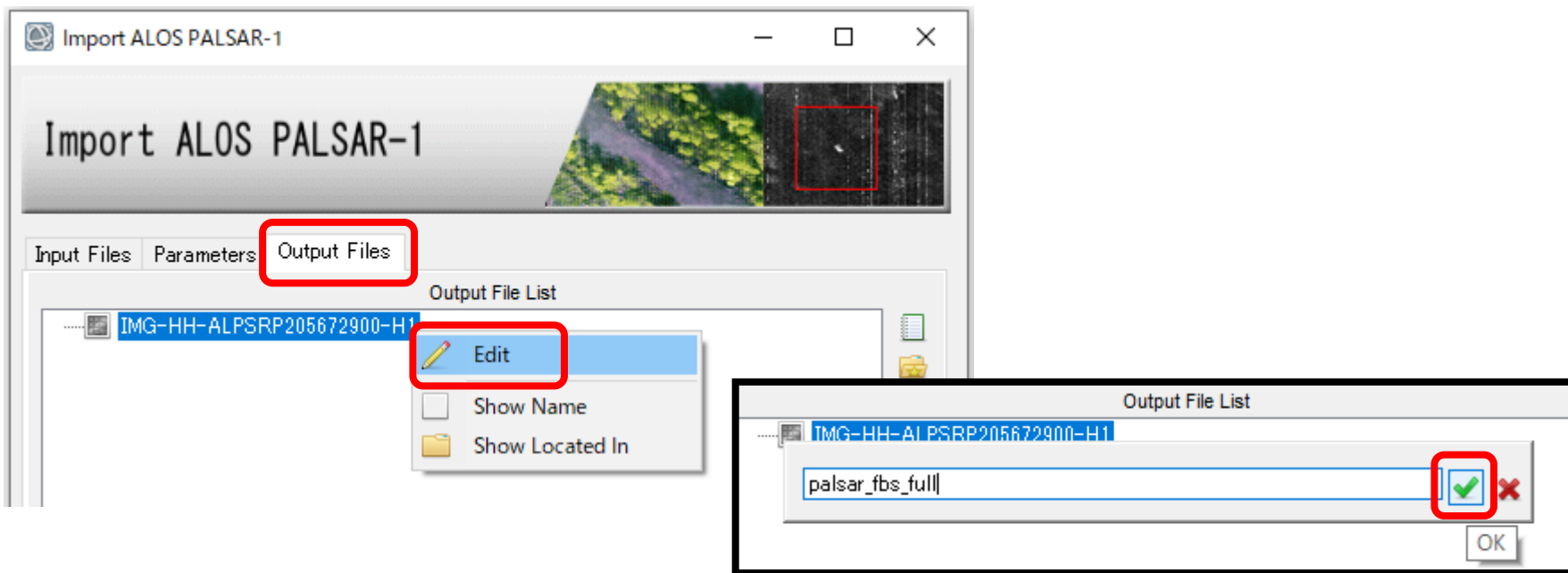
Data Type: JAXA – FBS Level1.1

Rename the File Using Parameters: false

# データのインポート: 演習



4. Output Filesタブにて出力ファイル名を入力します。Output File List → ファイル名を右クリックしてEdit → 「palsar\_fbs\_full」へと変更 → 「Exec」をクリックしてください。



5. インポートしたデータは自動的にENVIへ表示されます。
6. KMLファイル（Google Earth 形式のファイル）も作成されますので、地理的な位置を簡単に確認することが可能です。

補足:メニュー → File → Open As → Radar からさまざまなSARデータをインポートすることが可能ですが、このメニューから読み込まれたENVIフォーマットでは、SARscapeにて処理を行うことができません（ENVIで表示は可能）。

# ENVIのレンジ・アジマス設定 (※右側照射を前提とした説明)



## 【仕様】

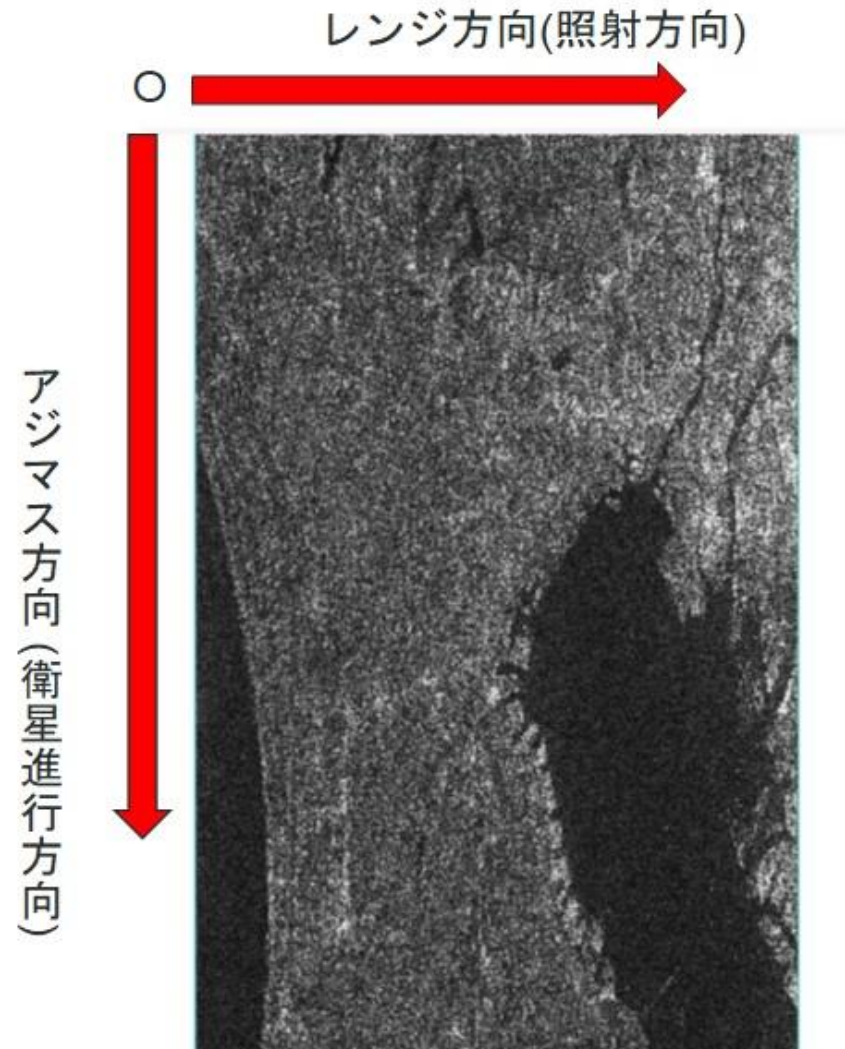
ENVIは左上を原点とします。

- X軸方向がレンジ
- Y軸方向がアジマス

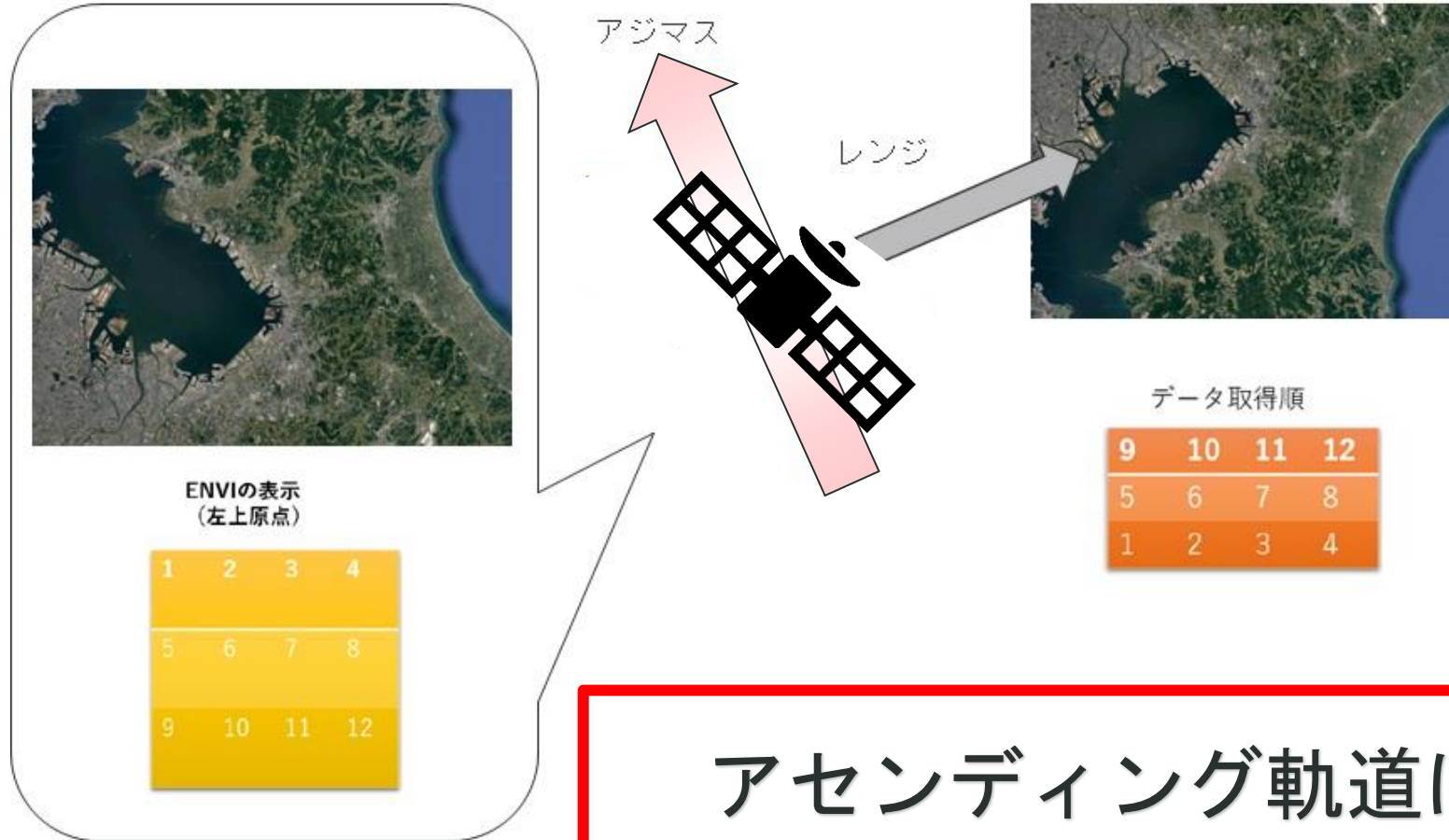
## 衛星の軌道は2通り

- アセンディング軌道  
(南から北に向かう軌道)
- ディセンディング軌道  
(北から南に向かう軌道)

どちらで撮られたかで  
ENVIで読み込んだ際の  
表示のされ方が異なる  
※ジオコーディング前



# アセンディング軌道の場合



アセンディング軌道は  
上下反転して表示されます



# ディセンディング軌道の場合



# なぜ縦に長くなっている？

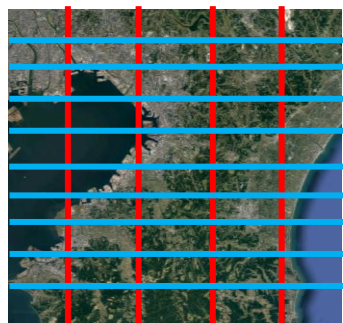


## レンジとアジマスで分解能が違うため

例：ある衛星では、レンジ方向で2m解像度、アジマス方向で1m解像度とします。  
この状態で10m四方を見ると、レンジ方向で5ピクセル、アジマス方向で10ピクセル分データが取得できることになります。

10mを5ピクセルに分割

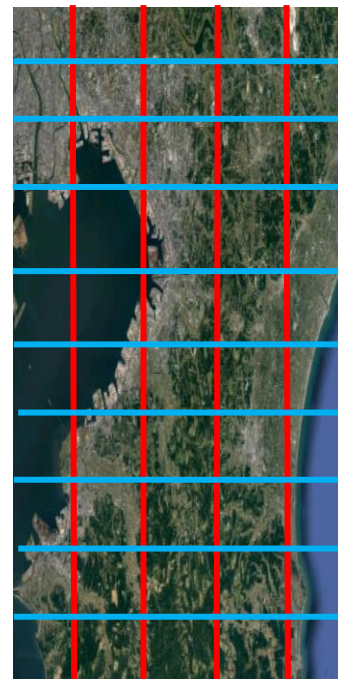
10  
m  
を  
10  
ピ  
ク  
セ  
ル  
に  
分  
割



表示する時は  
各ピクセルは正方形

補足：必ずしも縦長とは限らない

- ENVISATは横長
- TerraSARはほぼ1:1



データを多くとれる（解像度の細かい）  
アジマス側に伸びている

# 解析範囲の切り出し: 演習



- SARデータのSLC（Single Look Complex）はファイルサイズが大きいため、フルシーンでは処理時間がかかってしまうことがあります。その際は、事前に画像切り出しを施すことが有効ですが、SARscapeで切り出し画像を処理する際にもsmlファイルが不可欠になります。
- ENVIや他のソフトウェアで切り出しを実施したファイルでは、smlファイルが付属しておらずSARscapeでは処理できませんので、SARscapeのSample Selectionツールを使用して実施します。

1. ENVIツールボックス→ SARscape → General Tools → Sample Selections → Sample Selection SAR Geometry Dataを選択してください。



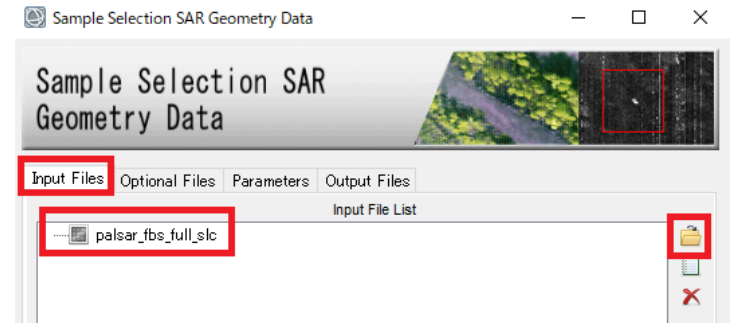
# 解析範囲の切り出し: 演習



2. Input Filesタブで入力ファイルを指定します。Input File List → Browse Filesボタン → 「palsar\_fbs\_full\_slc」を指定します。

## 【設定値】

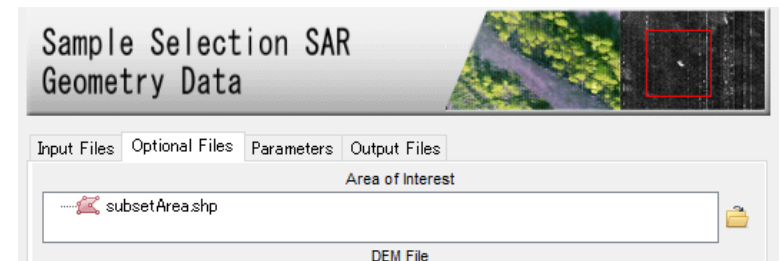
C:¥Training¥SARscape¥Output¥  
<先ほど出力したファイル>



3. Optional Filesタブを選択し、Area of Interestに切り出し範囲を指定したシェープファイルを指定します。

## 【設定値】

C:¥training¥SARscape¥PALSAR¥Shape¥  
subsetArea.shp

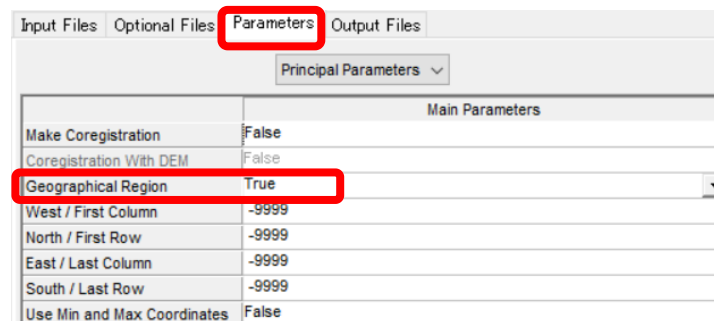


- ✓ Sample Selectionで使用できるシェープファイルは緯度経度座標(Lat/Lon)で定義されている必要があります。
- ✓ UTMで定義されたシェープファイルでは切り出せないので注意が必要です。

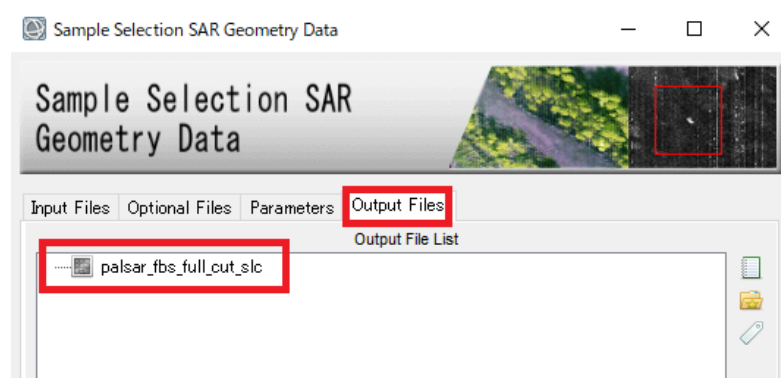
# 解析範囲の切り出し: 演習



- ParametersタブのGeographic RegionをTrueに設定します。各Column/Rowの値は設定したシェープファイルから読み込まれるので-9999のまま構いません。



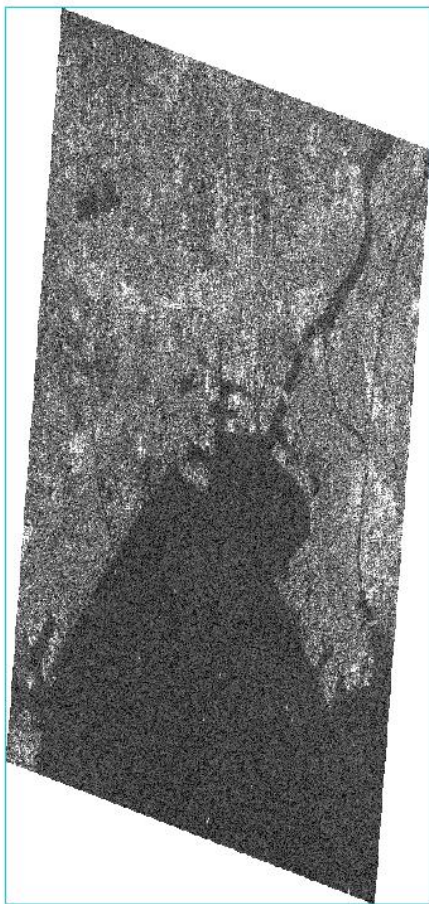
- Output Filesタブで出力ファイルを指定します。Output File List → 「palsar\_fbs\_full\_cut\_slc」になっていることを確認し「Exec」をクリック



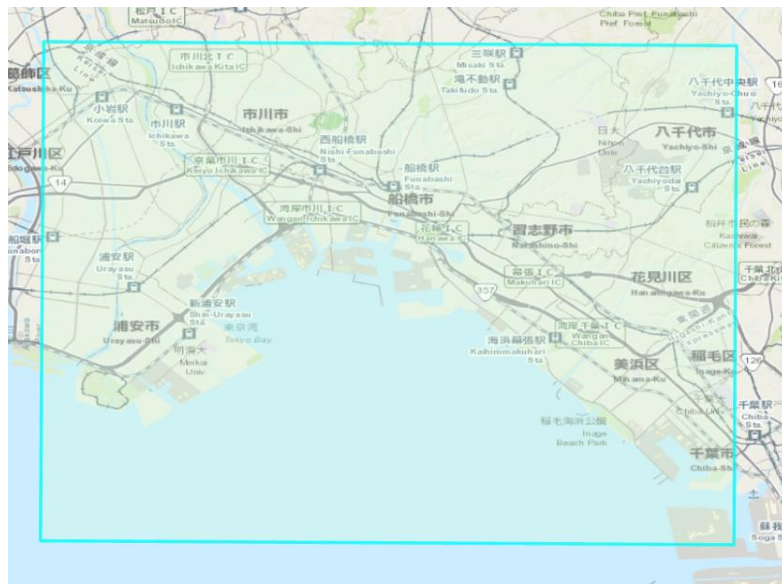
# 解析範囲の切り出し: 演習



6. 結果が表示されることを確認します。



出力結果



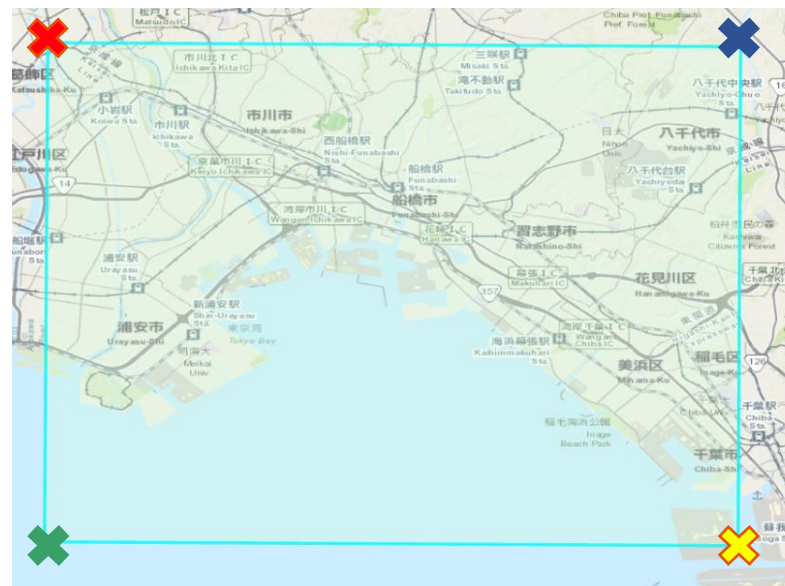
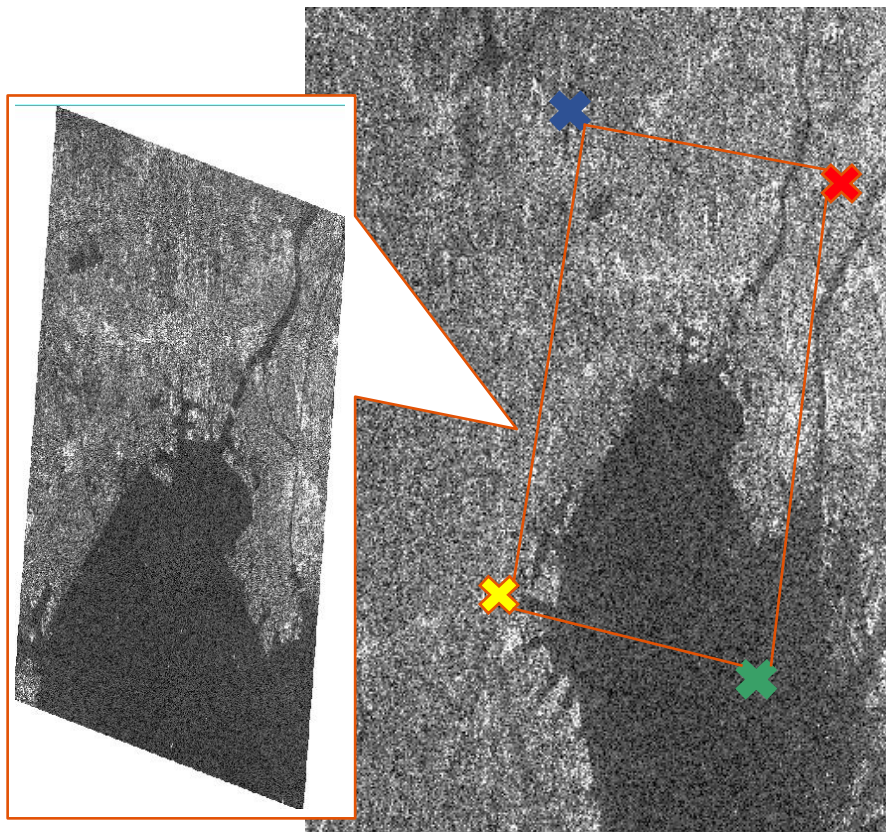
使用したシェープファイルのエリア

なぜ斜めに切り出されたのか？

# 解析範囲の切り出し: 解説



- 切り出しに使用したシェープファイルが長方形のポリゴンだとしても、頂点に対応する緯度経度はSARイメージの上では必ずしも長方形にはなりません
  - ジオコーディングという処理を実施した後に得られるイメージは、切り出しに使用したシェープファイルと同じような長方形のものになります。





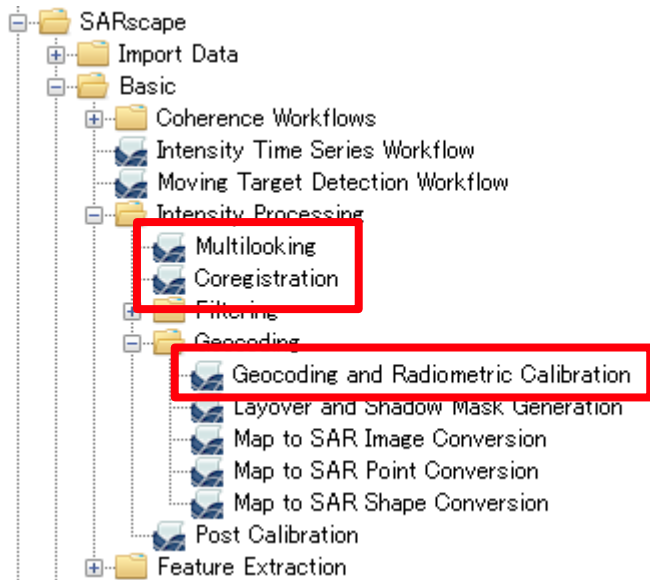
# SARscape での基本処理 (Basic Module) Sentinel-1を使用した災害の前後比較



# 処理の概要とデータについて



- インポート/サブセット済みのSentinel-1のSLCデータ2シーンに対して以下の処理を行い、前後比較を行います
  1. 強度画像の作成(Multilooking)
  2. 作成した強度画像の位置合わせ(Coregistration)
  3. 地図情報の付加(Geocoding and Radiometric Calibration)
  4. RGB合成を変更することにより被害エリアを強調



# 使用するデータについて



- 関東地方における令和元年の台風19号襲来前後
  - 撮影時期: 2019年8月19日 / 2019年10月12日のペア(襲来は10月12日夜間)
    - ✓ S1B\_IW\_SLC\_\_1SDV\_20191012T204247\_20191012T204314\_018447\_022C0C\_0256
    - ✓ S1A\_IW\_SLC\_\_1SDV\_20190819T204321\_20190819T204349\_028643\_033DB5\_082A
  - パラメータ設定はENVI ツールボックス → SARscape → Preferences → Preferences specific → Sentinel TOPSARを使用



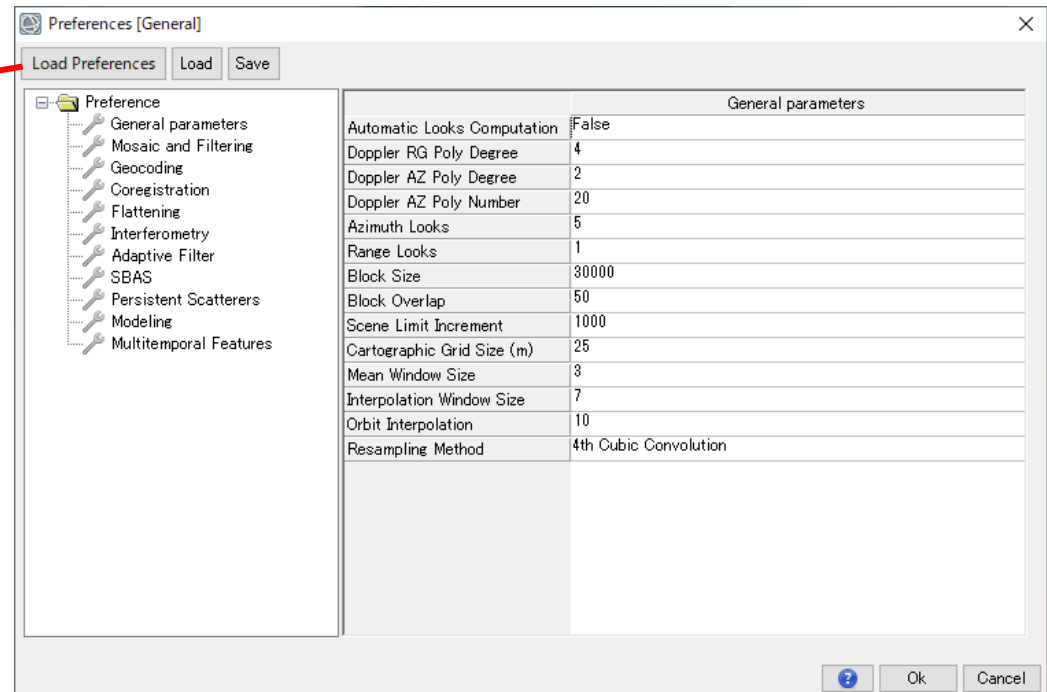
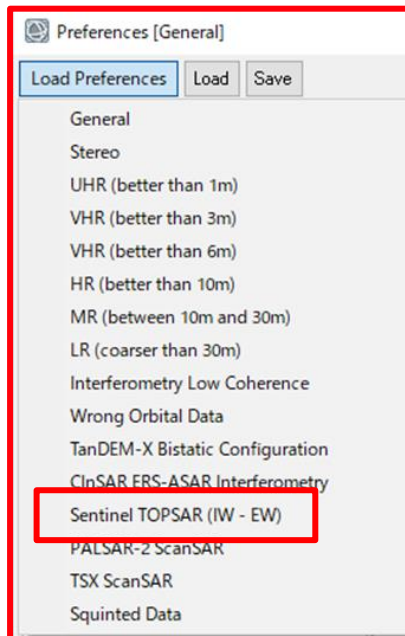
出展: 東京消防庁  
(<https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/camp/2020/202005/camp1.html>)

令和元年東日本台風に伴う増水した荒川  
(国土交通省荒川下流河川事務所より引用)

# Preferences specificの変更



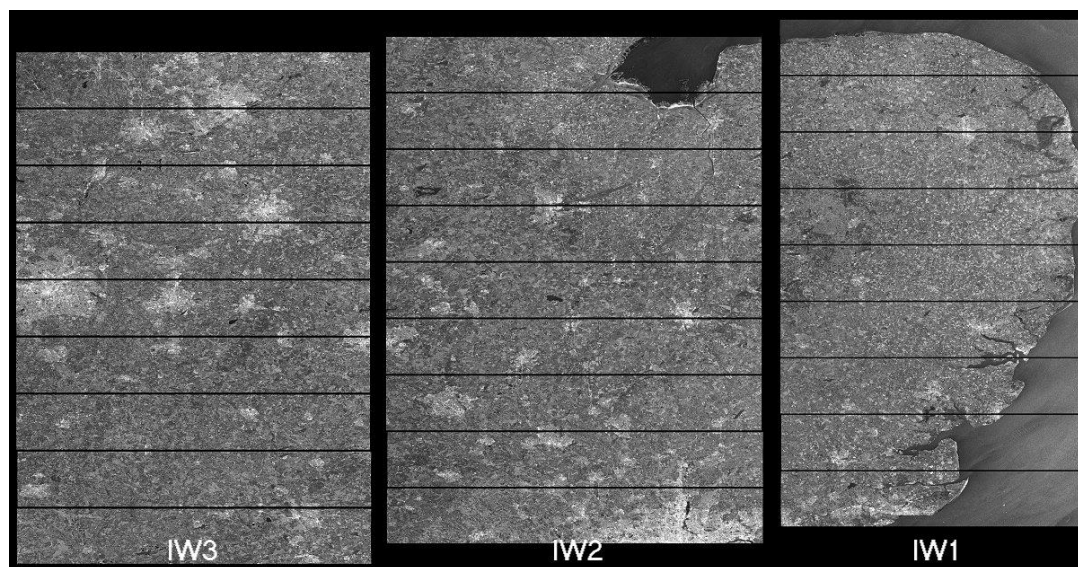
- Sentinel-1のTOPSAR(IW)を使用した解析を行う場合ので、Sentinel TOPSAR (IW - EW)という設定に変更してください。
  - /SARscape/Preferences/Preferences specific



# Sentinel-1のインポート結果について



- 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 約9個ずつのバーストが含まれており、SARscape において、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。



<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/acquisition-modes/interferometric-wide-swath>

# Sentinel-1のインポート結果について



- 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。
  - 「\*\_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います。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。

各バーストの実体となる\_slcはこのフォルダ中で管理

バーストの構成管理は\*\_slc\_listで定義

```
<?xml version="1.0" ?>
<HEADER_INFO xmlns="http://www.sarmap.ch/xml/SARscapeHeaderSchema"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.sarmap.ch/xml/SARscapeHeaderSchema
  http://www.sarmap.ch/xml/SARscapeHeaderSchema/SARscapeHeaderSchema_version_1.0.xsd">
  <RasterInfo>
    <source_subfiles_list>
      <MatrixString NumberOfRows = "3" NumberOfColumns = "10">
        <MatrixRowString ID = "0">
          <ValueString ID = "0">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_1_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "1">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_2_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "2">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_3_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "3">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_4_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "4">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_5_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "5">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_6_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "6">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_7_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "7">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_8_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "8">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW1_9_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "9"></ValueString>
        </MatrixRowString>
        <MatrixRowString ID = "1">
          <ValueString ID = "0">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW2_1_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "1">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW2_2_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "2">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VH_slc_list.split_bursts/burst_IW2_3_slc</ValueString>
        </MatrixRowString>
      </source_subfiles_list>
    </RasterInfo>
  </HEADER_INFO>
```

# Sentinel-1のインポート結果の切り出しについて



- Sample SelectionでSentinel-1のデータを切り出す際には、\*\_slc\_listをインポートに指定する
- 出力結果は\*\_cut\_slc\_listで構成管理され、実体となる\_slcは\*.split\_burst\_cutフォルダ配下に配置される

sentinel1\_46\_20190819\_204323662\_IW\_D\_VV.split\_burst\_cut  
sentinel1\_46\_20190819\_204323662\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_list

各バーストの切り出された実体となる\_slcはこのフォルダ中で管理

切り出したバーストの構成管理は\*\_cut\_slc\_listで定義

```
sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VV_cut_slc_list (D:#testData) - GVIM1
ファイル(F) 編集(E) ツール(T) シンタックス(S) パツファ(B) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
<?xml version="1.0" ?>
<HEADER_INFO xmlns="http://www.sarmap.ch/xml/SARscapeHeaderSchema"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.sarmap.ch/xml/SARscapeHeaderSchema
  http://www.sarmap.ch/xml/SARscapeHeaderSchema/SARscapeHeaderSchema_version_1.0.xsd">
  <RasterInfo>
    <source_subfiles_list>
      <MatrixString NumberOfRows = "1" NumberOfColumns = "10">
        <MatrixRowString ID = "0">
          <ValueString ID = "0">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VV.split_burst_cut/burst_IW2_3_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "1">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VV.split_burst_cut/burst_IW2_4_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "2">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VV.split_burst_cut/burst_IW2_5_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "3">sentinel1_46_20190819_204323662_IW_D_VV.split_burst_cut/burst_IW2_6_slc</ValueString>
          <ValueString ID = "4"></ValueString>
          <ValueString ID = "5"></ValueString>
          <ValueString ID = "6"></ValueString>
          <ValueString ID = "7"></ValueString>
          <ValueString ID = "8"></ValueString>
          <ValueString ID = "9"></ValueString>
        </MatrixRowString>
      </MatrixString>
    </source_subfiles_list>
    <OtherInfo>
      <MatrixString NumberOfRows = "1" NumberOfColumns = "2">
```

# Multilooking



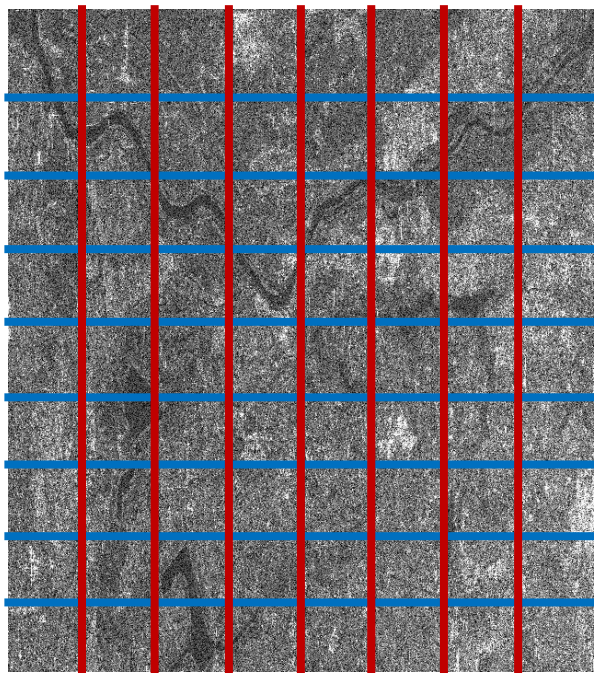
- マルチルック処理を実施する目的は次の3つです。
  - 強度画像を作成するため
  - SAR画像に含まれたノイズを軽減するため
  - (補助的) 縦横をサイズを正方形に近づけ、地物の判読をしやすいするため



# Multilooking



- マルチルック処理を実施する目的は次の3つです。
  - 強度画像を作成するため
  - SAR画像に含まれたノイズを軽減するため
  - (補助的) 縦横をサイズを正方形に近づけ、地物の判読をやすくするため

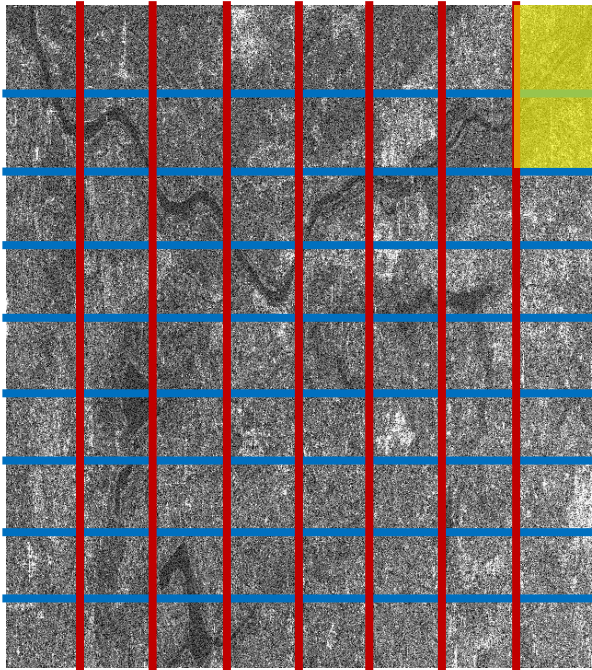




# Multilooking



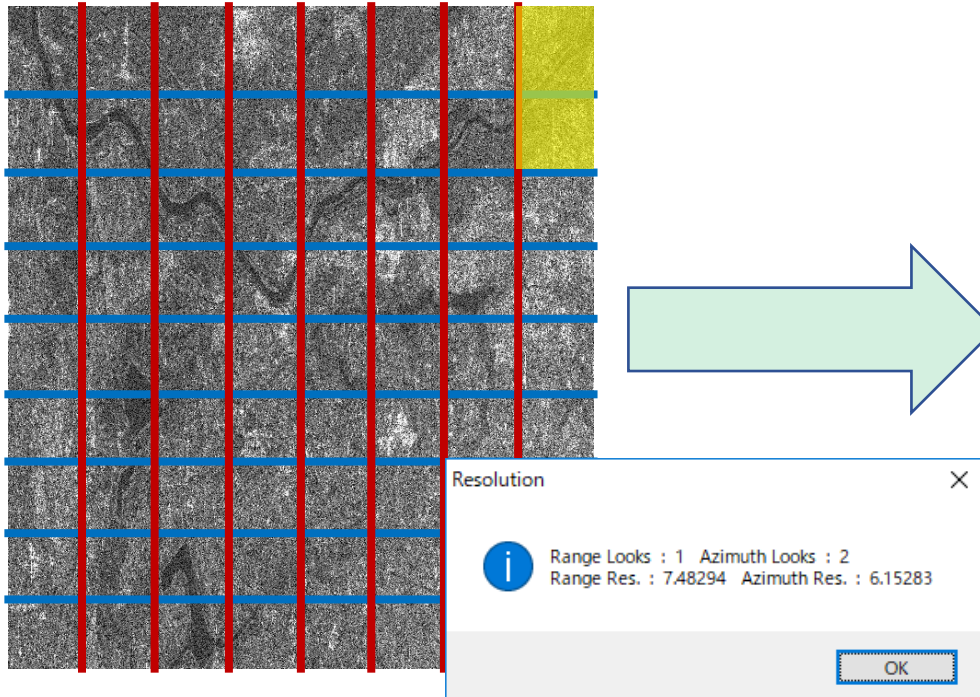
- マルチルック処理を実施する目的は次の3つです。
  - 強度画像を作成するため
  - SAR画像に含まれたノイズを軽減するため
  - (補助的) 縦横をサイズを正方形に近づけ、地物の判読をやすくするため



# Multilooking



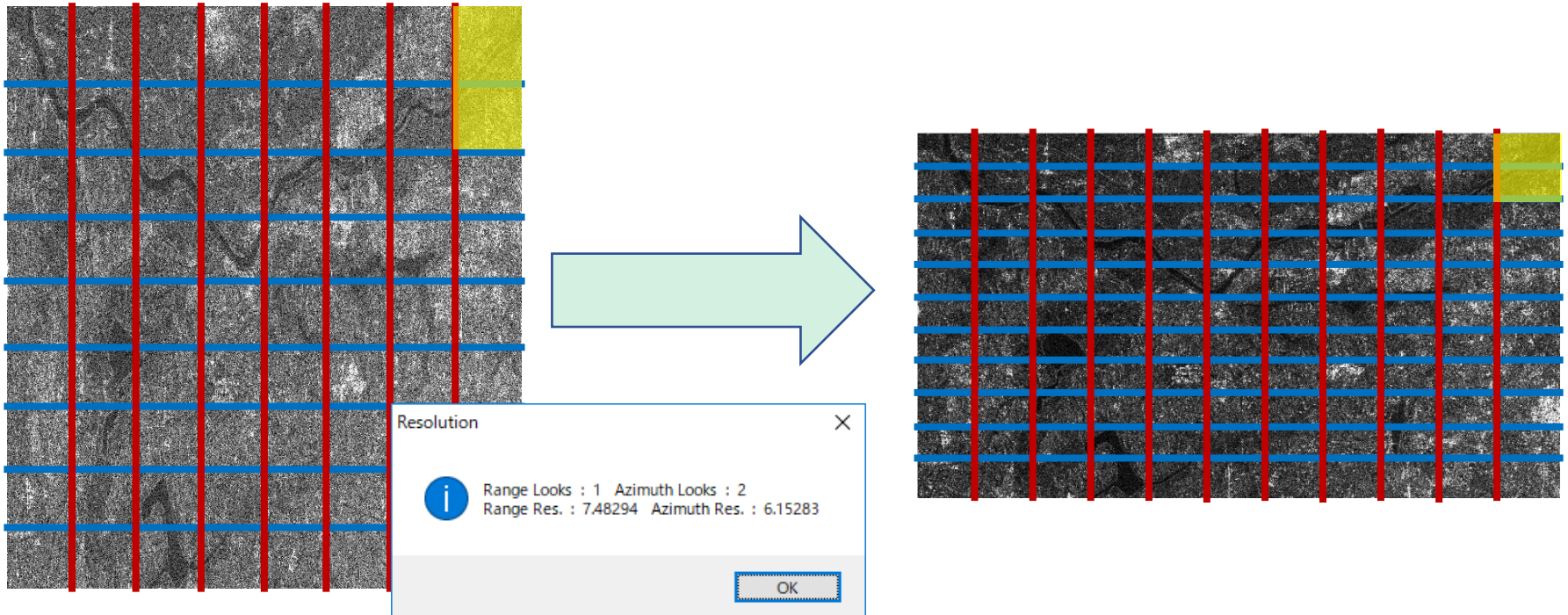
- マルチルック処理を実施する目的は次の3つです。
  - 強度画像を作成するため
  - SAR画像に含まれたノイズを軽減するため
  - (補助的) 縦横をサイズを正方形に近づけ、地物の判読をしやすいするため



# Multilooking



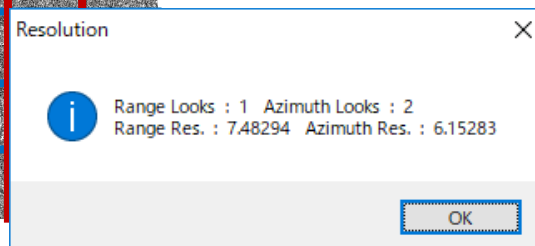
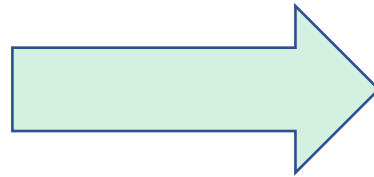
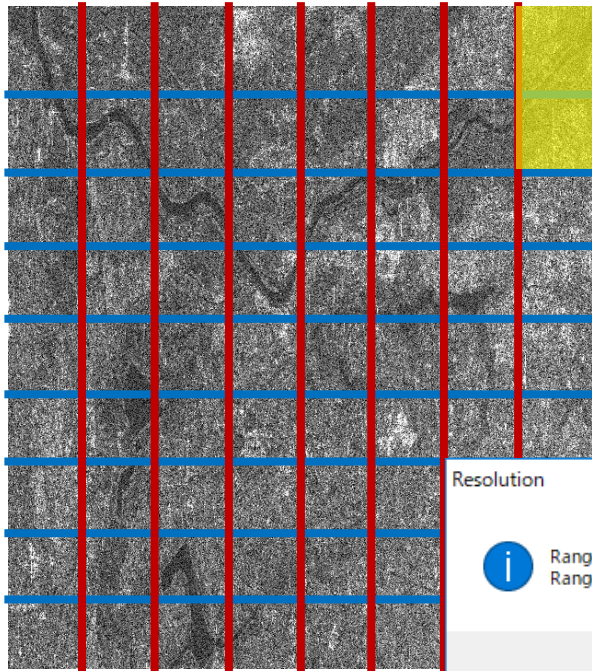
- マルチルック処理を実施する目的は次の3つです。
  - 強度画像を作成するため
  - SAR画像に含まれたノイズを軽減するため
  - (補助的) 縦横をサイズを正方形に近づけ、地物の判読をやすくするため



# Multilooking



- マルチルック処理を実施する目的は次の3つです。
  - 強度画像を作成するため
  - SAR画像に含まれたノイズを軽減するため
  - (補助的) 縦横をサイズを正方形に近づけ、地物の判読をしやすいするため



# Multilooking



1. /SARscape/Basic/Intensity Processing/Multilookingを起動します
2. 以下の設定を行い、Execを押下します

## 【Input Files】

C:¥training¥SARscape¥Sentinel

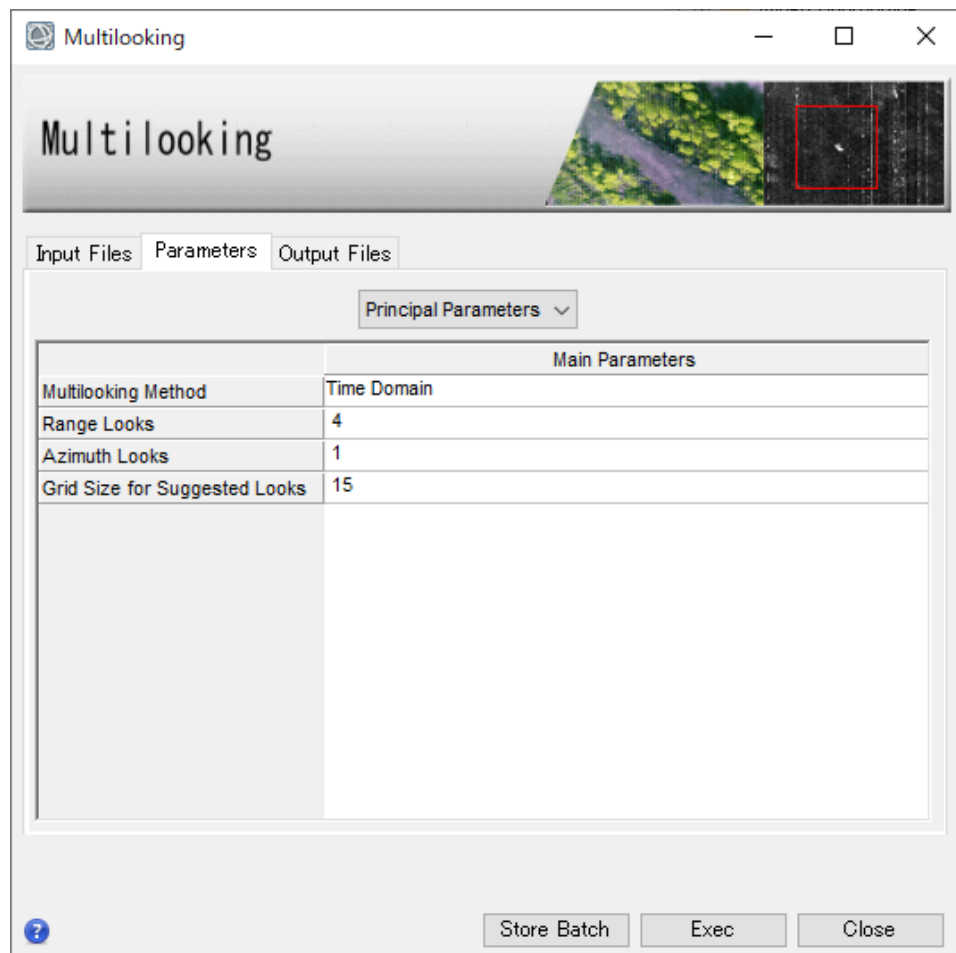
- ✓ sentinel1\_46\_20191012\_204249184\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_list
- ✓ sentinel1\_46\_20190819\_204323662\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_list

## 【Parameters】

デフォルトの設定とします

## 【Output Files】

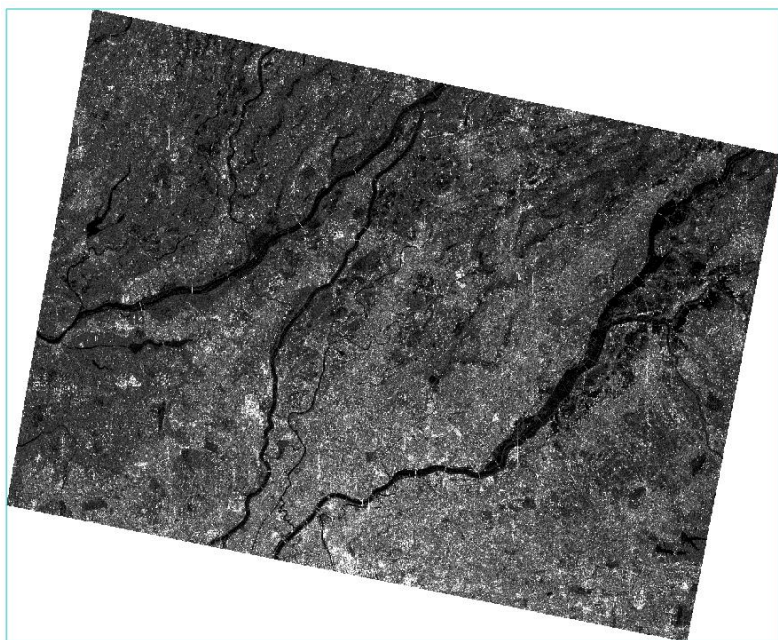
C:¥training¥SARscape¥Outputに出力されることを確認する



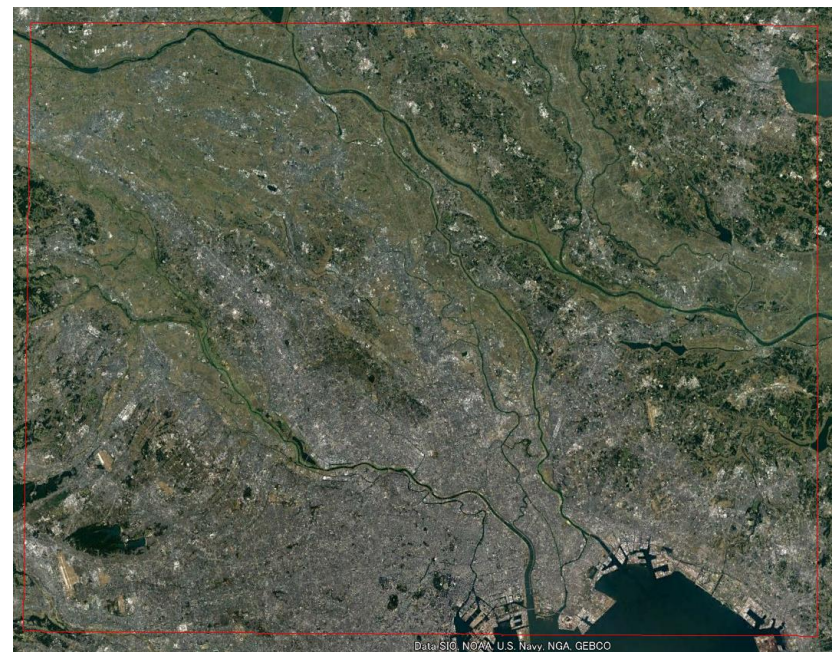
# Multilooking



3. 強度画像が表示されることを確認します
  - この時点では地図情報は設定されていません



Multilookされたデータ



対応するエリア

※斜め方向に切り出されているのは、Sample Selectionのスライドで説明したものと同様の理由です

# Coregistraion



- コレジストレーション処理では、スラントレンジ画像のまま画像のマッチングを行うことが可能です。
- コレジストレーション処理を行うためには、各シーンは軌道と撮影モードが同じである必要があります。
- DEMを参考情報として設定することもできます。

# Coregistraion



1. /SARscape/Basic/Intensity Processing/Coregistrationを起動します
2. 以下の設定を行い、Execを押下します

## 【Input File list】

C:¥training¥SARscape¥Output

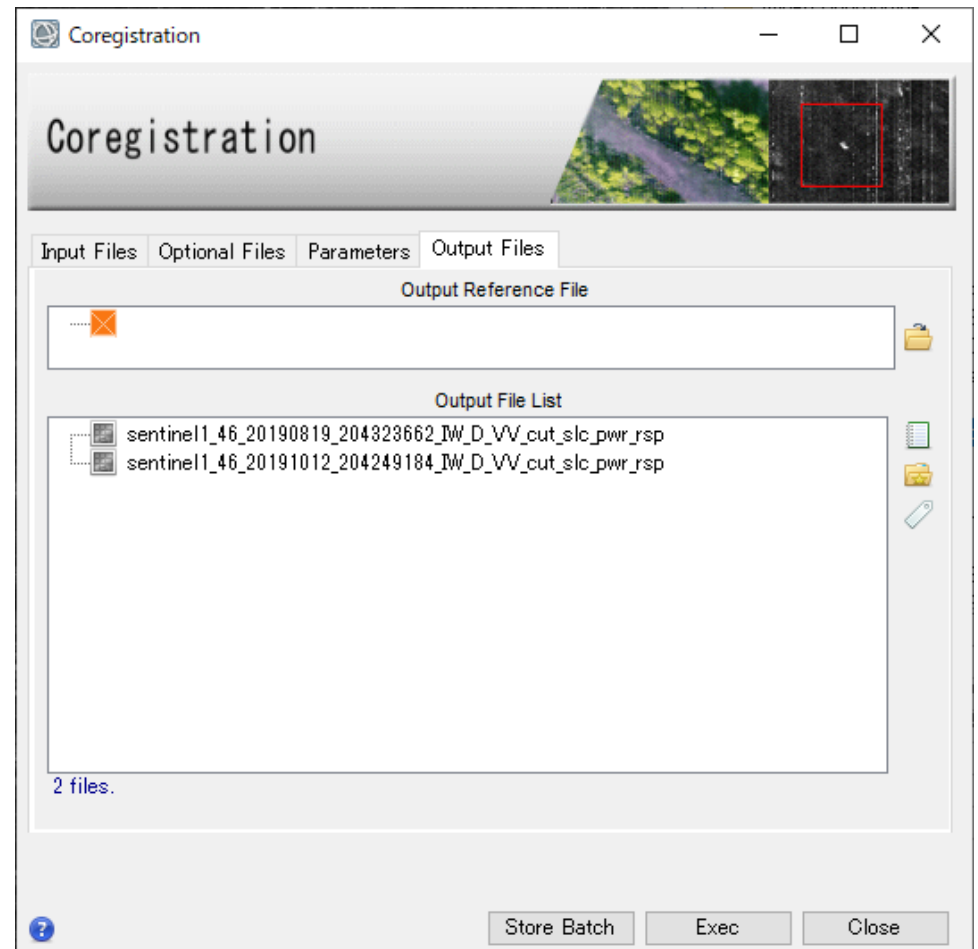
- ✓ sentinel1\_46\_20191012\_204249184\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_pwr
- ✓ sentinel1\_46\_20190819\_204323662\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_pwr

## 【Parameters】

デフォルトの設定とします

## 【Output Files】

C:¥training¥SARscape¥Outputに出力されることを確認する

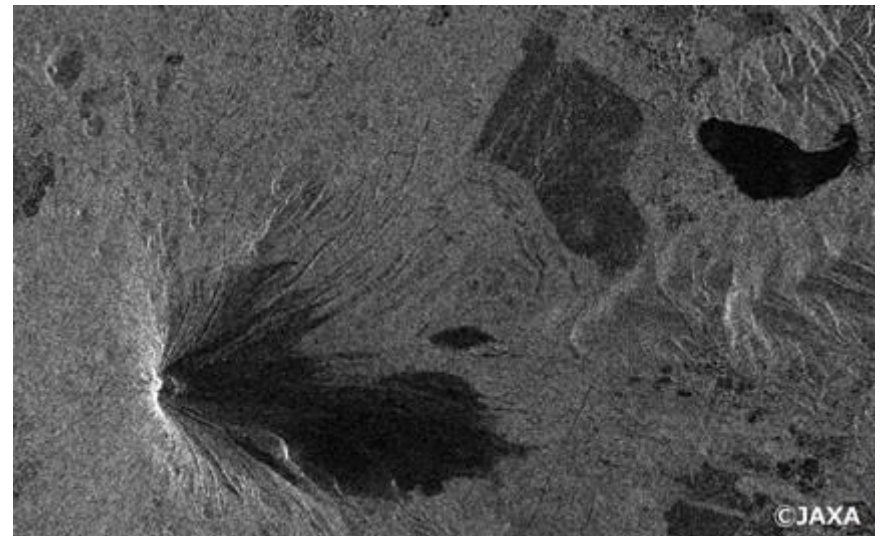
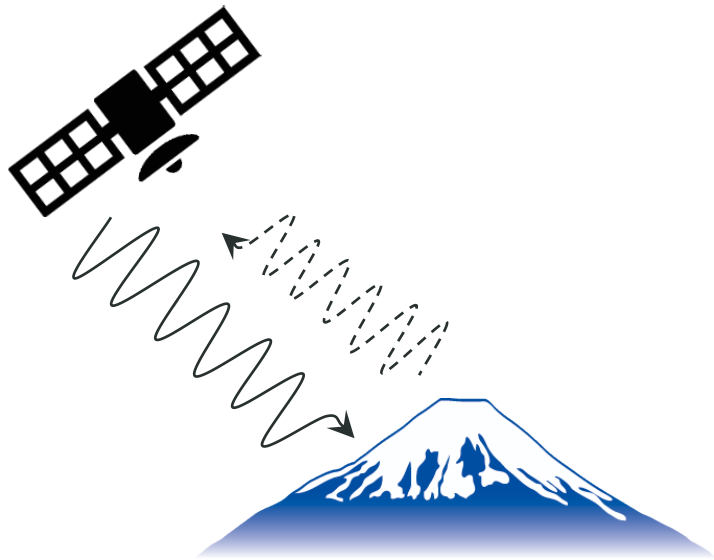




# Geocoding and Radiometric Calibration



- SAR画像では地上からのレーダ反射を斜め上空から測定しているため、高い地物などでは、光学画像よりも大きなゆがみが発生します。
  - SARscapeではこのゆがみを補正するため、DEMを使用してジオコーディング処理を行います。
  - DEMを使用し、フォーショートニング、レイオーバーといったSAR特有のゆがみも補正することが可能です。



衛星側に倒れ込むように見える

# Geocoding and Radiometric Calibration



1. /SARscape/Basic/Intensity Processing/Geocoding/Geocoding and Radiometric Calibrationを起動します
2. 以下の設定を行い、Execを押下します

## 【Input Files : 先ほどの出力結果】

C:¥training¥SARscape¥Output¥

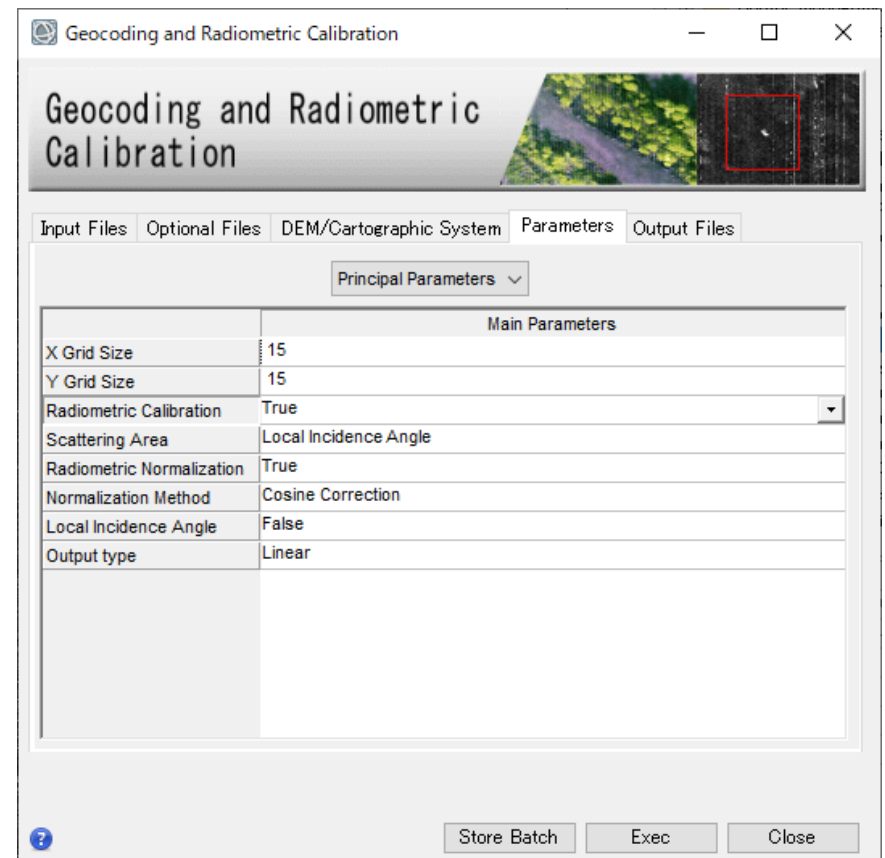
- ✓ sentinel1\_46\_20191012\_204249184\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_pwr\_rsp
- ✓ sentinel1\_46\_20190819\_204323662\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_pwr\_rsp

## 【DEM/Cartographic System】

C:¥training¥SARscape¥Sentinel¥DEM  
- Srtm-3\_V4\_dem

## 【Output Files】

C:¥training¥SARscape¥Outputに出力されることを確認する



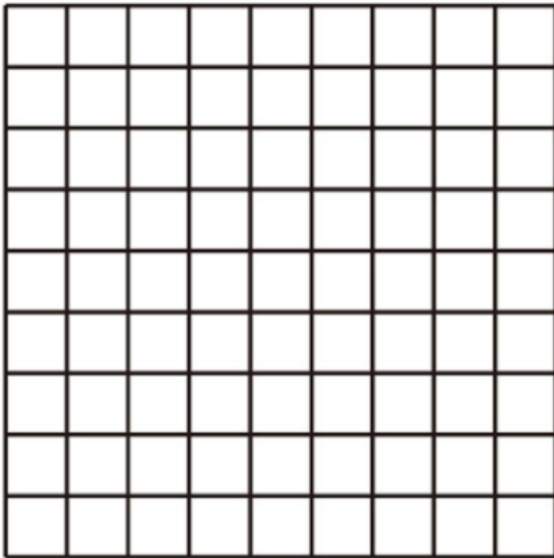
# 補足: Grid Size



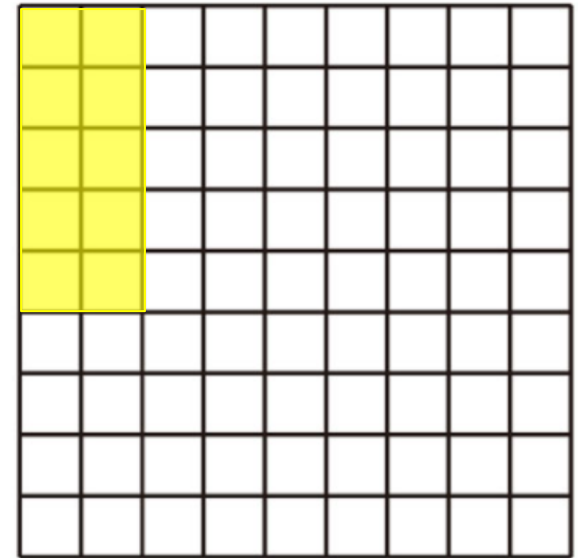
- ✓ マルチルックを実行するときのGrid Sizeと、ジオコーディングする際のGrid Sizeは区別して考える必要があります
  - ✓ マルチルックで指定するGrid Sizeは、元々のレンジ/アジマス方向の解像度から1ピクセルの縦横サイズの目安を決めています
  - ✓ ジオコーディングで指定するGrid Sizeは、出力されるデータの1ピクセルを何m解像度と定義するかを決めています

7m 7m

3m  
3m



レンジ解像度7m、  
アジマス解像度3mとすると、  
グリッドサイズ15mなら  
レンジ2つとアジマス5つで  
マルチルックする



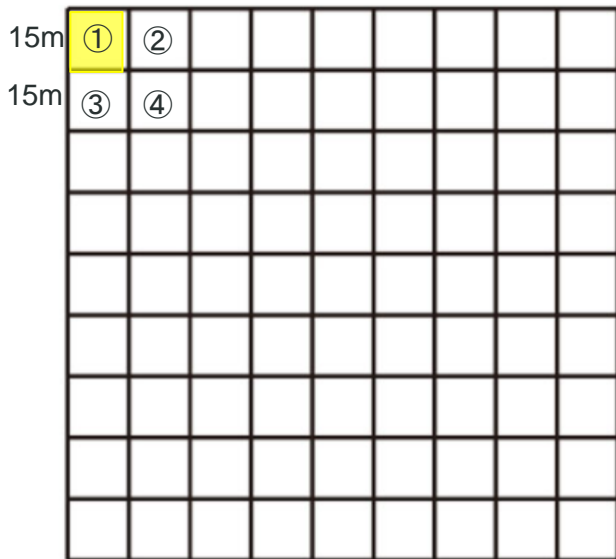
マルチルック後

# 補足: Grid Size



- ✓ マルチルックを実行するときのGrid Sizeと、ジオコーディングする際のGrid Sizeは区別して考える必要があります
  - ✓ マルチルックで指定するGrid Sizeは、元々のレンジ/アジマス方向の解像度から1ピクセルの縦横サイズを目安を決めています
  - ✓ ジオコーディングで指定するGrid Sizeは、出力されるデータの1ピクセルを何m解像度と定義するかを決めています

15m 15m



マルチルック後

マルチルックでグリッドサイズ15mとしていても、ジオコーディングした後の1ピクセル解像度は自由に定義できる

ジオコーディングで定義したのが5mグリッドなら右図のようになる

5m 5m 5m

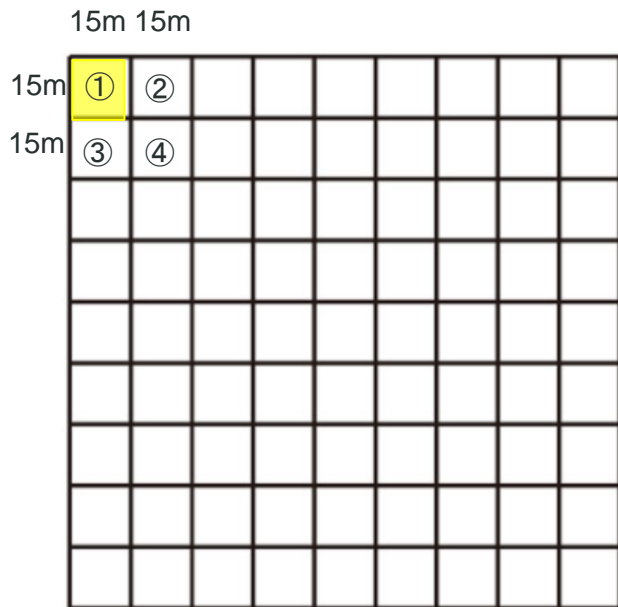


※ジオコーディングの過程でリサンプリングの影響を受けるため、対応する座標のピクセル値が必ずしも元と同じ値にはなるとは限らない

# 補足: Grid Size



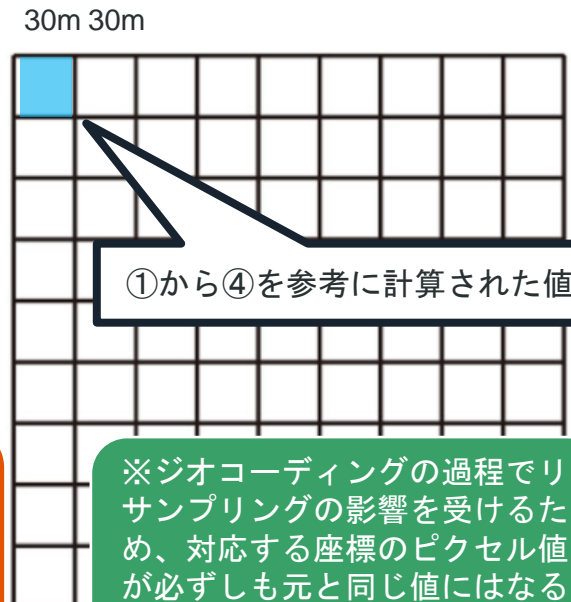
- ✓ マルチルックを実行するときのGrid Sizeと、ジオコーディングする際のGrid Sizeは区別して考える必要があります
  - ✓ マルチルックで指定するGrid Sizeは、元々のレンジ/アジマス方向の解像度から1ピクセルの縦横サイズを目安を決めています
  - ✓ ジオコーディングで指定するGrid Sizeは、出力されるデータの1ピクセルを何m解像度と定義するかを決めています



マルチルック後

マルチルックでグリッドサイズ15mとしていても、ジオコーディングした後の1ピクセル解像度は自由に定義できる

ジオコーディングで定義したのが30mグリッドなら右図のようになる

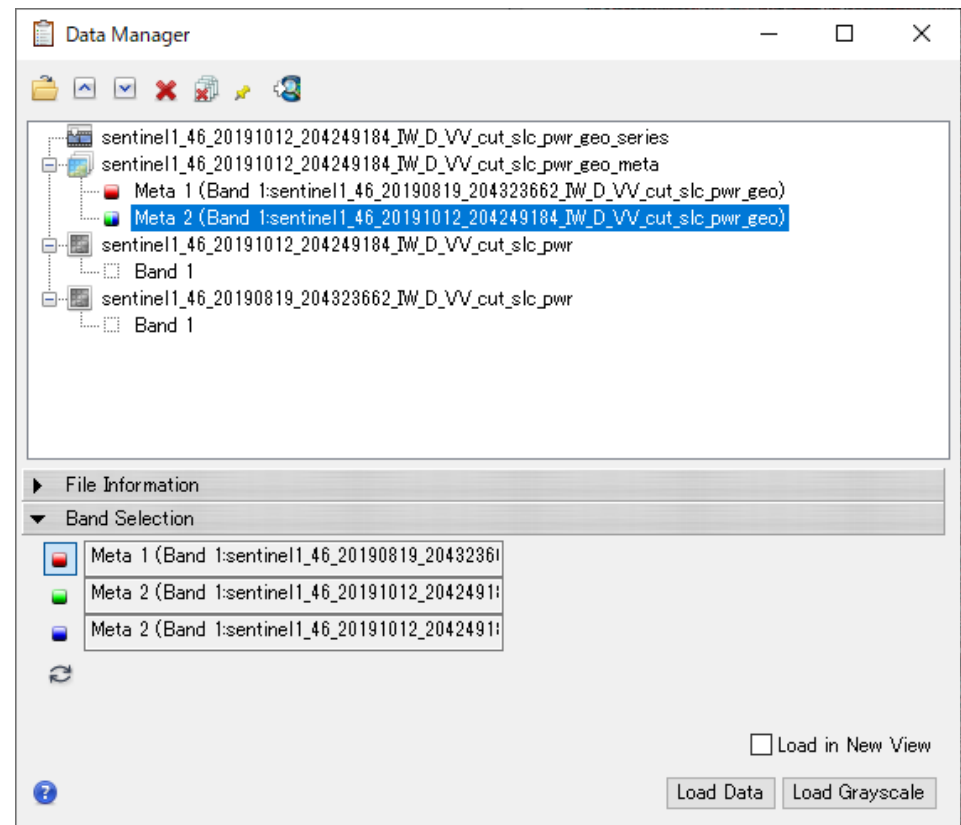


※ジオコーディングの過程でリサンプリングの影響を受けるため、対応する座標のピクセル値が必ずしも元と同じ値にはなるとは限らない

# Geocoding and Radiometric Calibration

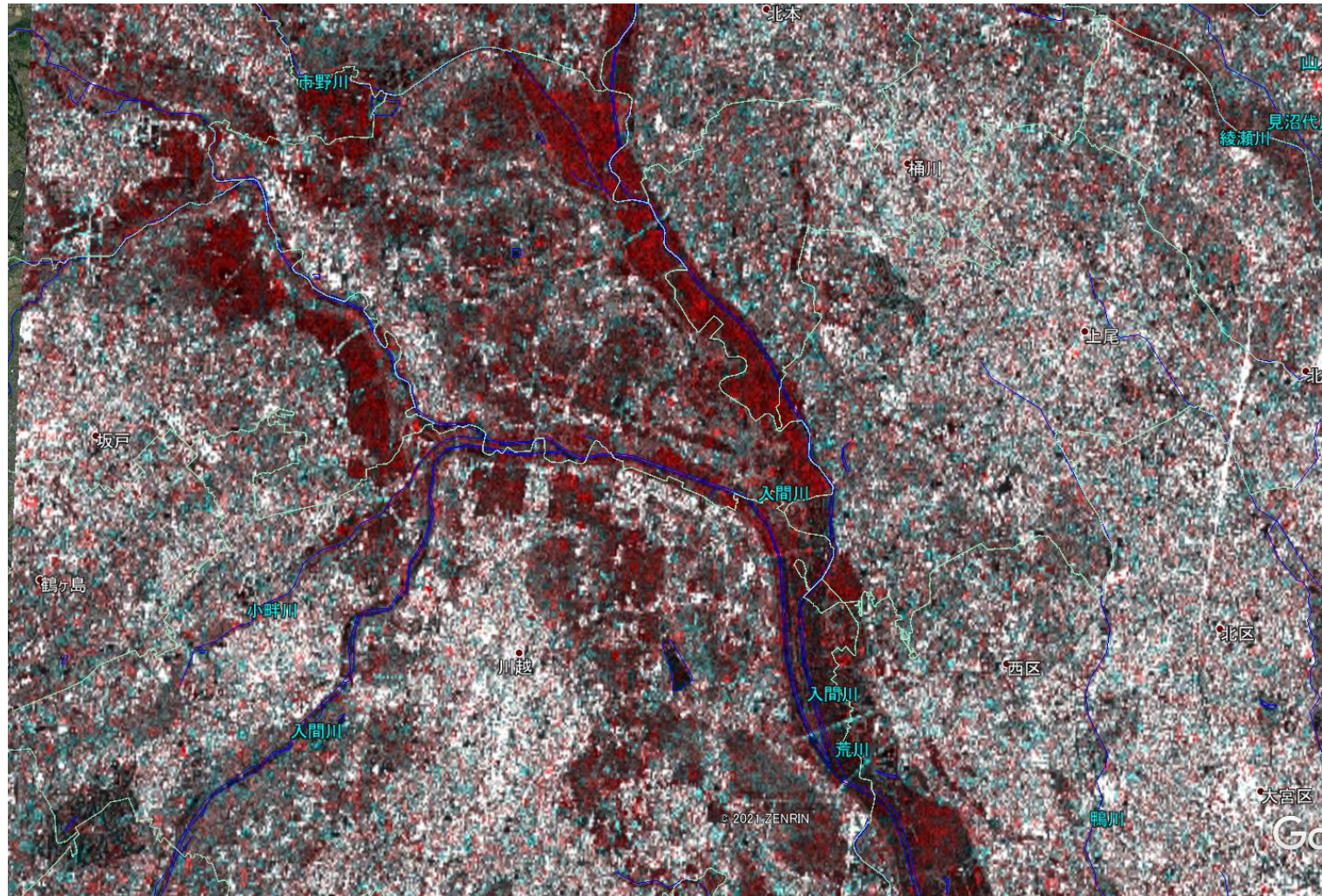


3. ENVIレイヤマネージャに以下のファイルが追加されていることを確認します
  - ✓ sentinel1\_46\_20191012\_204249184\_IW\_D\_VV\_cut\_slc\_pwr\_geo\_meta
4. データマネージャを起動します
5. 以下のRGB構成でロードします



Red: 台風通過前(8/19)  
Green: 台風通過後(10/12)  
Blue: 台風通過後(10/12)

# 結果の確認





国土地理院:令和元年東日本台風に関する情報  
<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R1.taihuu19gou.html>

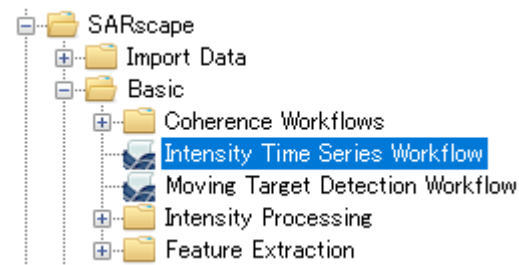
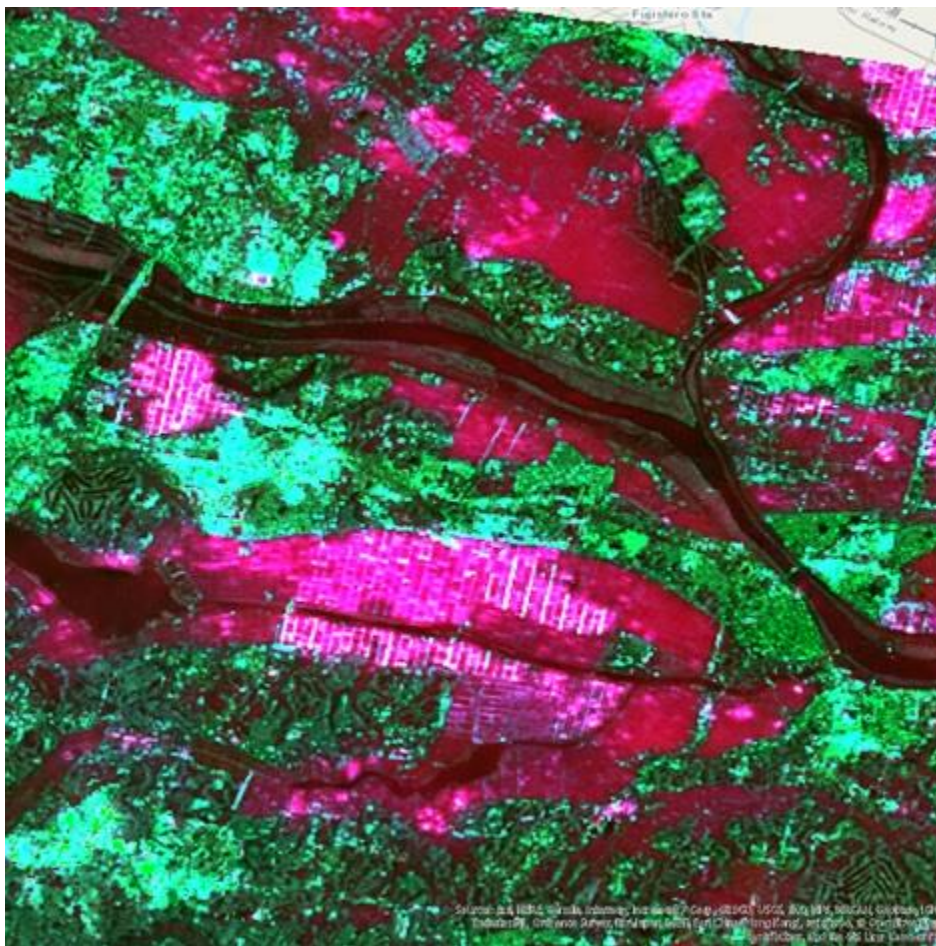


参考:

# Intensity Time Series による植生の時系列変化



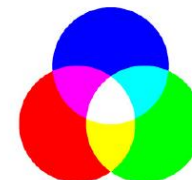
- 複数の強度画像から特徴的なエリアを抽出・強調するためのワークフロー



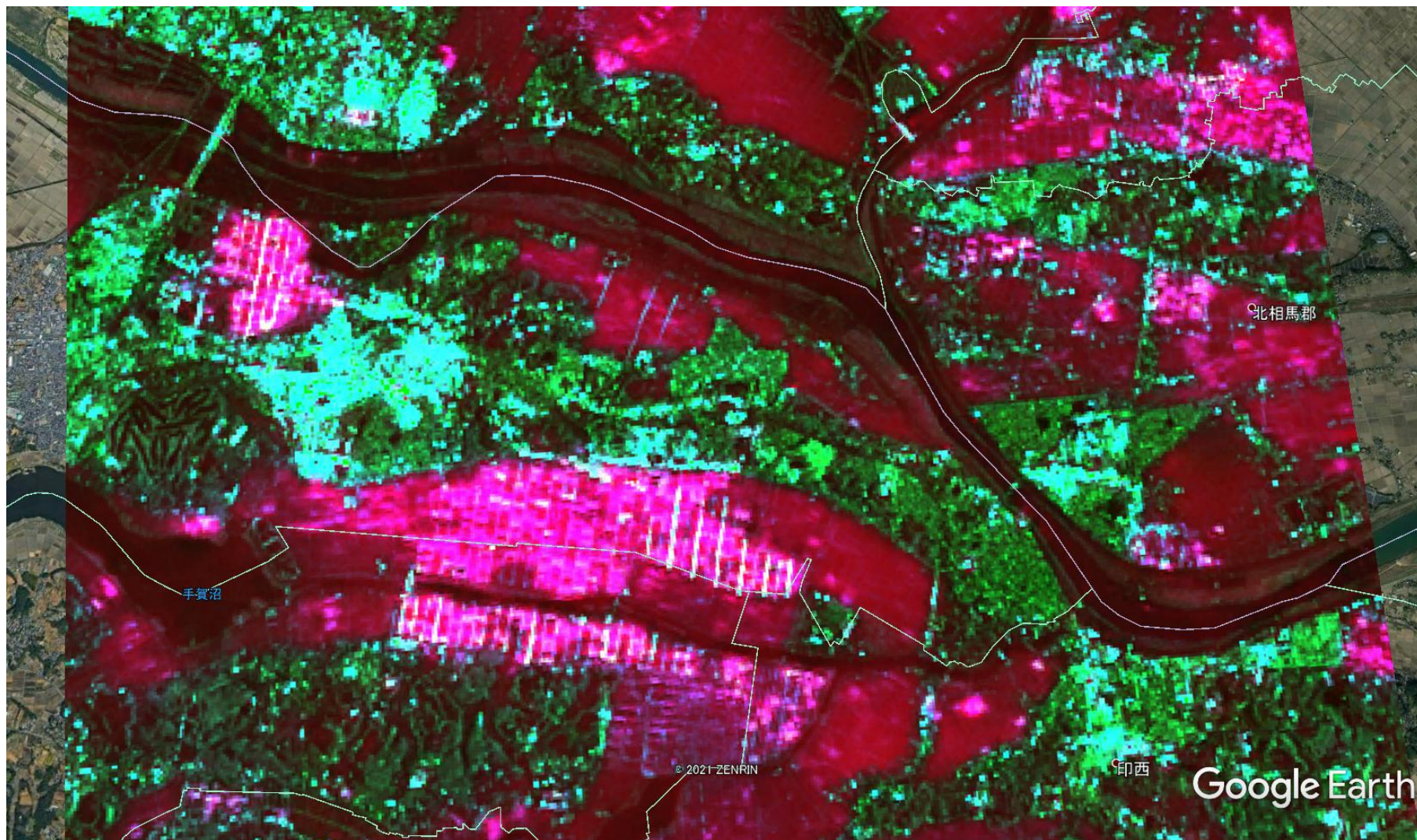
変動係数(Coefficient of Variation)

最小値(Min)

勾配(Gradient)



# 参考: Intensity Time Series による植生の時系列変化



# 参考: Intensity Time Series による植生の時系列変化



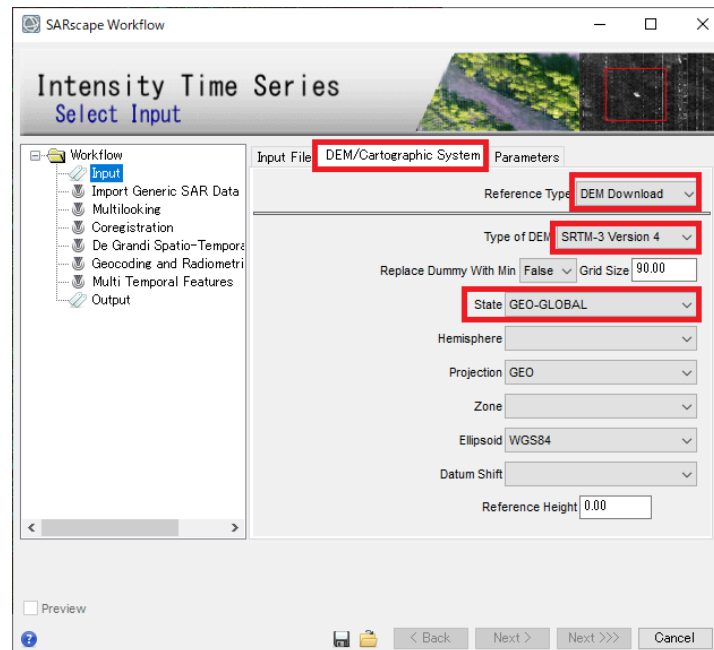
# SARscape での基本処理についての補足: DEMダウンロードツール



## ■ DEMダウンロードツール

DEMダウンロードツールはワークフロー内にもありますが、個別ツールもあります。

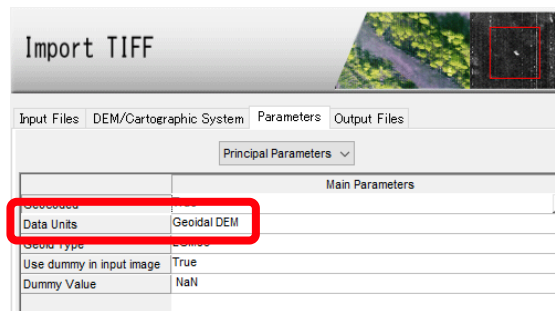
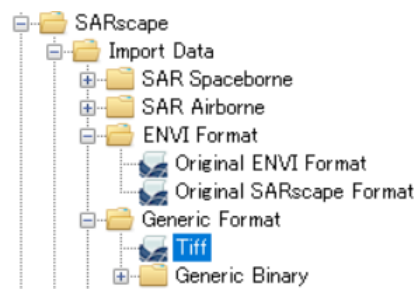
- ENVIツールボックス → SARscape → General Tools → DEM Extraction → 使用するDEMを選択
- ワークフロー内では、以下のInputステップのDEM/Cartographic Systemタブが該当します。



# SARscape での基本処理についての補足: DEMインポート



- DEMダウンロードツール以外で取得したDEMについて  
Digital Elevation Model ExtractionツールでサポートされていないDEMデータをSARscapeで使用する場合は、SARscapeへインポートし、楕円体高へと変換することで、SARscapeの処理で使用することが可能となります。
  - SARscapeへのデータのインポート
  - 楕円体高への変換
- SARscapeへのデータのインポート
  1. ENVIツールボックス → SARscape → Import Dataメニュー内の「ENVI Format」もしくは「Generic Format」 → 「Tiff」から手元のDEMデータに合ったフォーマットのインポータを選択してください。
  2. データを読み込む際に、Parametersタブ → Principal Parameters → Data unit をGeoidal DEMに設定してください。Dummy Valueには、入力ファイルの無効値を入力してください。

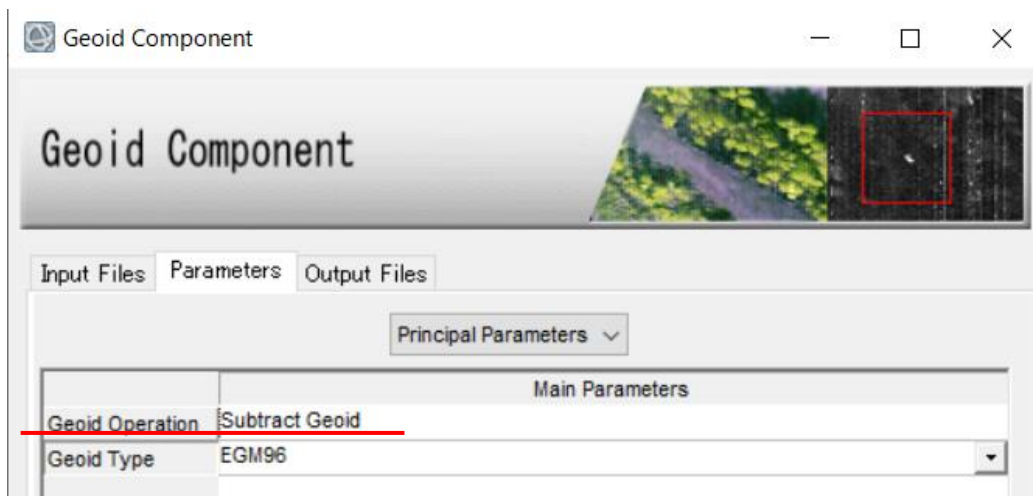
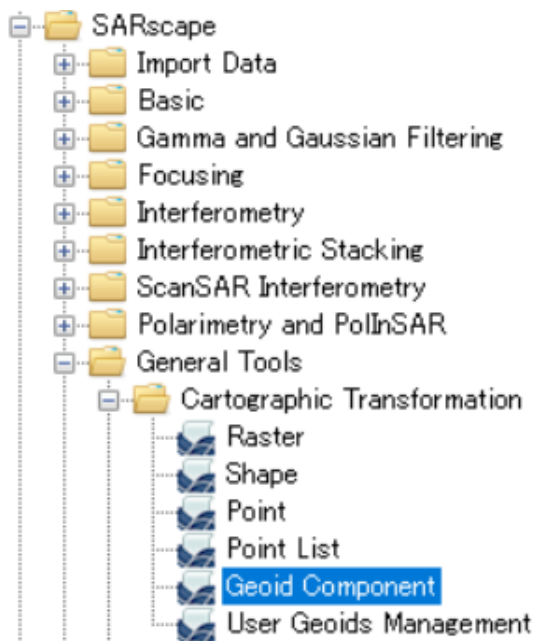


# SARscape での基本処理についての補足: DEMインポート



## ■ 楕円体高への変換

1. ENVIツールボックス → SARscape → General Tools → Cartographic Transformation → Geoid Component
2. Parametersタブ → Principal Parameters → Geoid Operation → Subtract Geoidに設定し、Geoid Typeを選択してください。
3. Output Filesタブで設定する出力ファイルでは、「ファイル名\_dem」となるように命名してください。



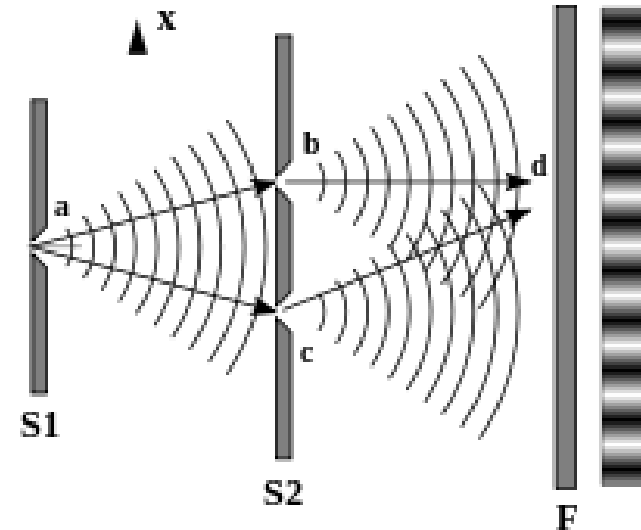


# SARscapeインターフェロメトリ (Interferometry Module)

# SARインターフェロメトリ(干渉SAR)とは: ヤングの干渉実験



- 光波と光波がぶつかって、強め合った箇所は明るくなり、弱め合った箇所は暗くなります。スクリーン上にはそれらが交互に現れ、**干渉縞**という縞模様ができます。(高校物理 // 光と波のはなし)
- SAR衛星もマイクロ波を照射しているので、2シーンを干渉処理させると縞模様ができます。干渉SARはこれと同じ原理です。



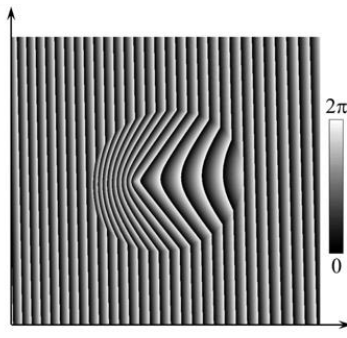


# SARインターフェロメトリ(干渉SAR)とは: 干渉処理を行う際の前提条件



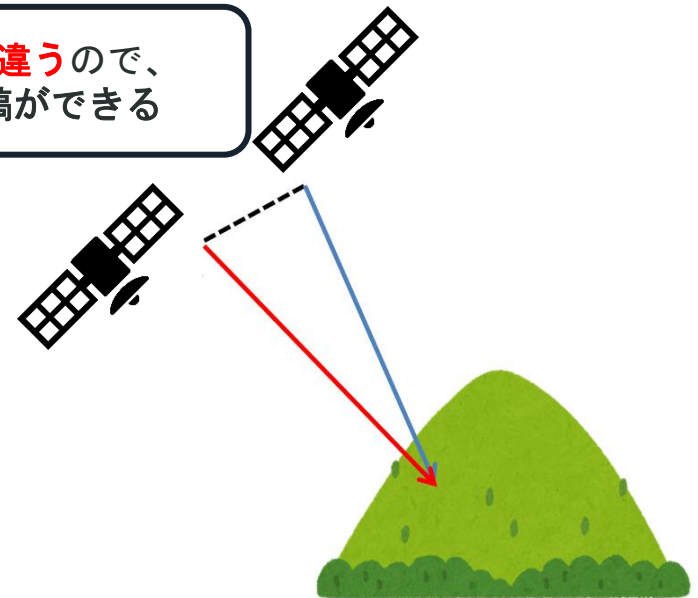
- 処理で必須になるのは以下のデータです。
  - 2つのSARデータ
  - 1つのDEMデータ
- これらのデータは観測条件が**すべて一致**している必要があります。
  - 同じ衛星で取得したデータであること
  - 同じ軌道で取得したデータであること
  - 同じ観測モードで取得したデータであること

進行方向

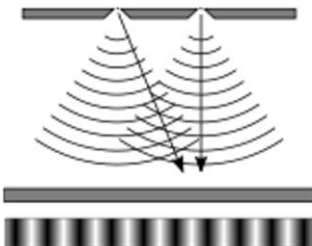


視線方向

撮影された場所が**微妙に違う**ので、  
干渉処理を行うと干渉縞ができる



ヤングの干渉と同じ動き



出展:  
日本リモートセンシング学会「基礎からわかるリモートセンシング」(理工図書株式会社)  
講義用パワーポイント 第15章 SARの高度解析

# SARインターフェロメトリ(干渉SAR)とは: この干渉縞は何でできている？



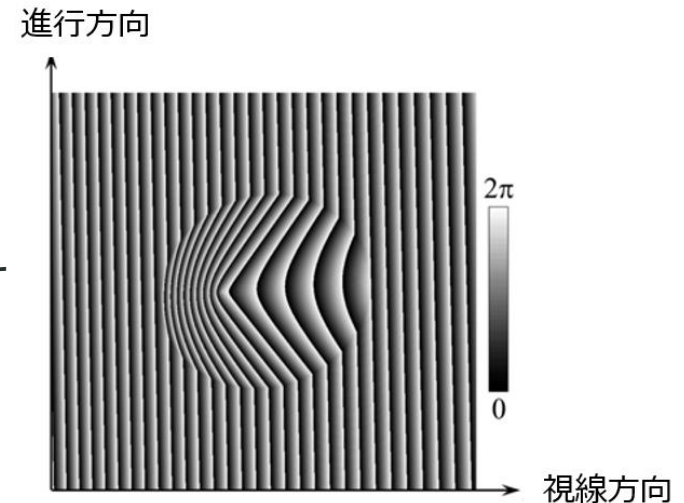
- 干渉処理の最初にできるこの干渉縞を、初期干渉縞とよびます。

## 【構成要素】

1. 衛星の軌道が微妙にずれているために起きる干渉縞（**軌道縞**）
2. 地形の起伏で起きる干渉縞（**地形縞**）
3. 撮影する前後で地面に変動があったことで起きる干渉縞（**変動縞**）



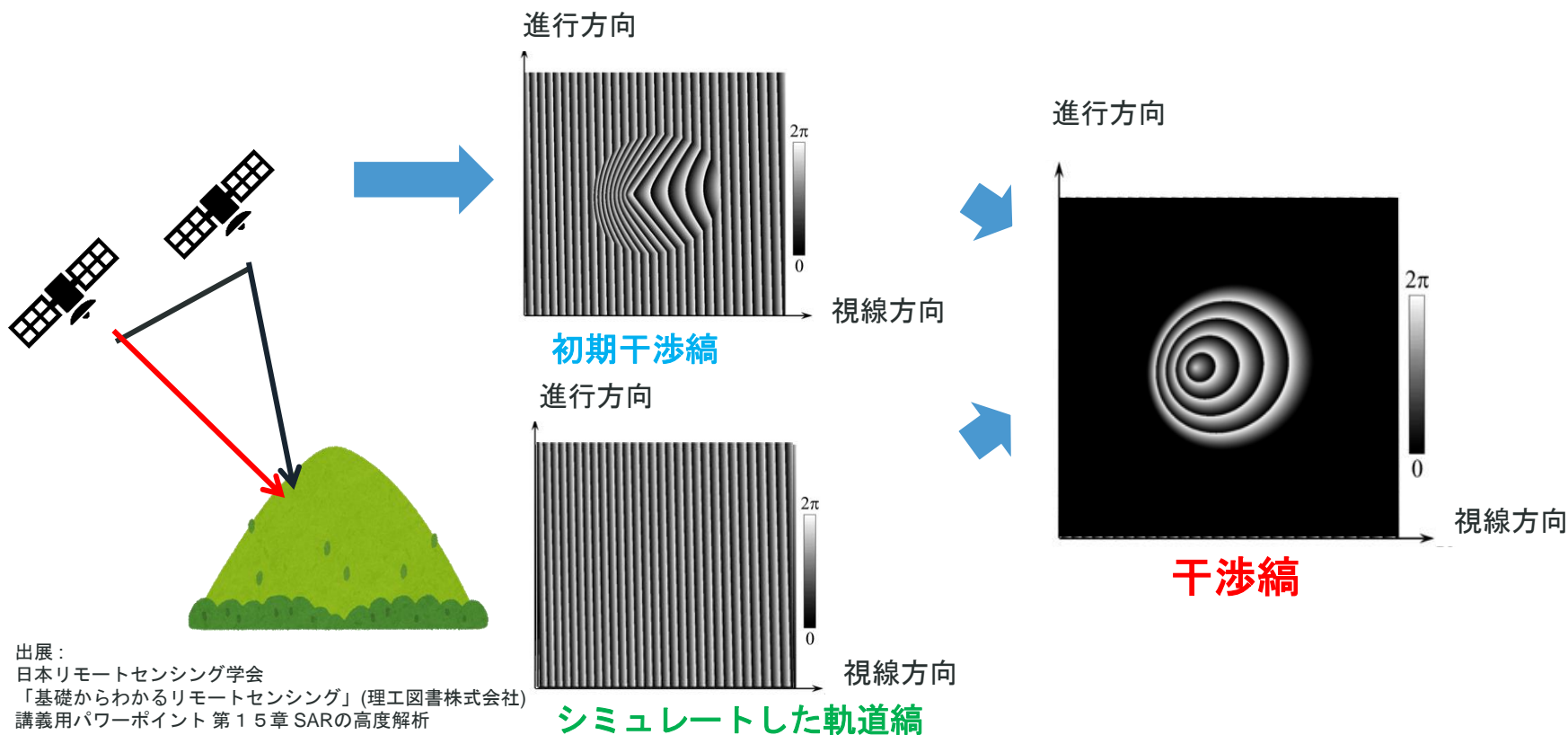
初期干渉縞からこれらの情報を除いていき、  
目的の情報を得るのが干渉処理の流れになります



# SARインターフェロメトリ(干渉SAR)とは: 処理の流れ



- 2つの複素数データから位置合わせして**初期干渉縞**をつくります。
  - 持っているのがRAWデータの場合、まず再生処理で複素数データをつくる
- 2つの軌道情報から**シミュレートした軌道縞**をつくります。
- **初期干渉縞**から**シミュレートした軌道縞**を取り除き、**干渉縞**をつくる



出展:  
日本リモートセンシング学会  
「基礎からわかるリモートセンシング」(理工図書株式会社)  
講義用パワーポイント 第15章 SARの高度解析

# SARインターフェロメトリ(干渉SAR)とは: 処理の流れ



- 初期干渉縞とシミュレートした軌道縞の差でつくった干渉縞の構成
  - 地形の起伏で起きる干渉縞 (地形縞)
  - 撮影する前後で地面に変動があったことで起きる干渉縞 (変動縞)



2通りの視点で結果を見ることができます

## ▼ 地面の変動は発生していない、という視点で見える場合

InSAR

変動縞は存在しない、という前提であるため、  
この場合には干渉縞=地形縞なので、  
干渉縞から**地表面の高さ情報(DEM)を取得する**ことができる

## ▼ 地面が撮影の前後で変動している、という視点で見える場合

DInSAR

この場合には干渉縞=地形縞 + 変動縞なので、  
参考となるDEMでシミュレートした地形縞を差し引けば  
**地表面の変動情報を取得する**ことができる



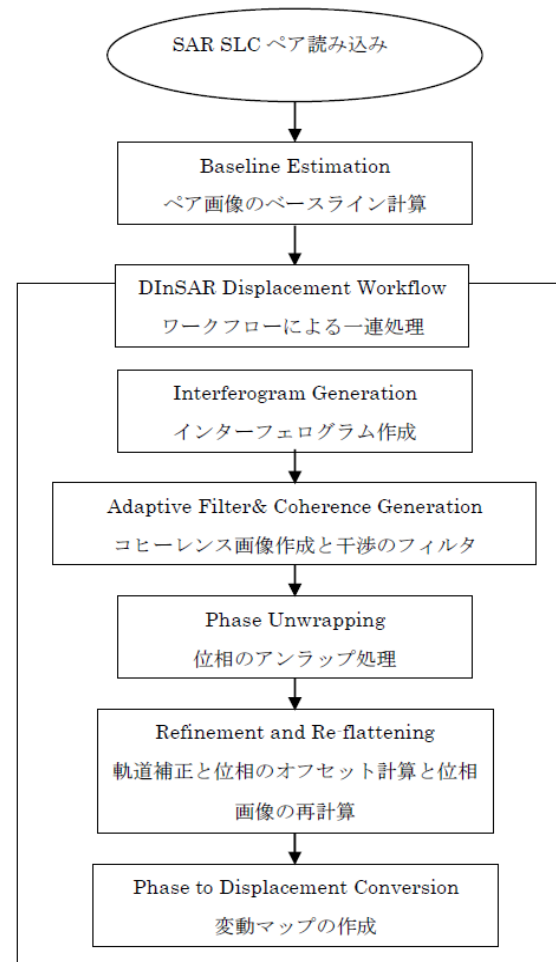
# DInSAR Displacement ワークフロー

# 処理の概要



- SAR画像ペアからインターフェログラム（干渉画像）を作成し変動マップ作成まで一連の処理を実行します。

1. インターフェログラムの作成
2. コヒーレンス画像作成と干渉フィルタ
3. 位相のアンラップ処理
4. 軌道補正と位相のオフセット計算
5. 変動マップの作成



# 使用するデータについて



## ■ Bam地方のENVISAT ASAR IS2地震前後

- 撮影時期: 2003年12月3日 / 2004年2月11日のペア

### バム地震(2003 Bam earthquake)

- 2003年12月26日午前5時28分発生
- 震央はイラン南東部のケルマーン州バム
- マグニチュード6.6の直下型地震



テヘランタイムズ:

<https://www.tehrantimes.com/news/419753/On-the-occasion-of-2003-Bam-earthquake>

## ■ 使用するデータは以下メニューからSARscapeへインポートします。

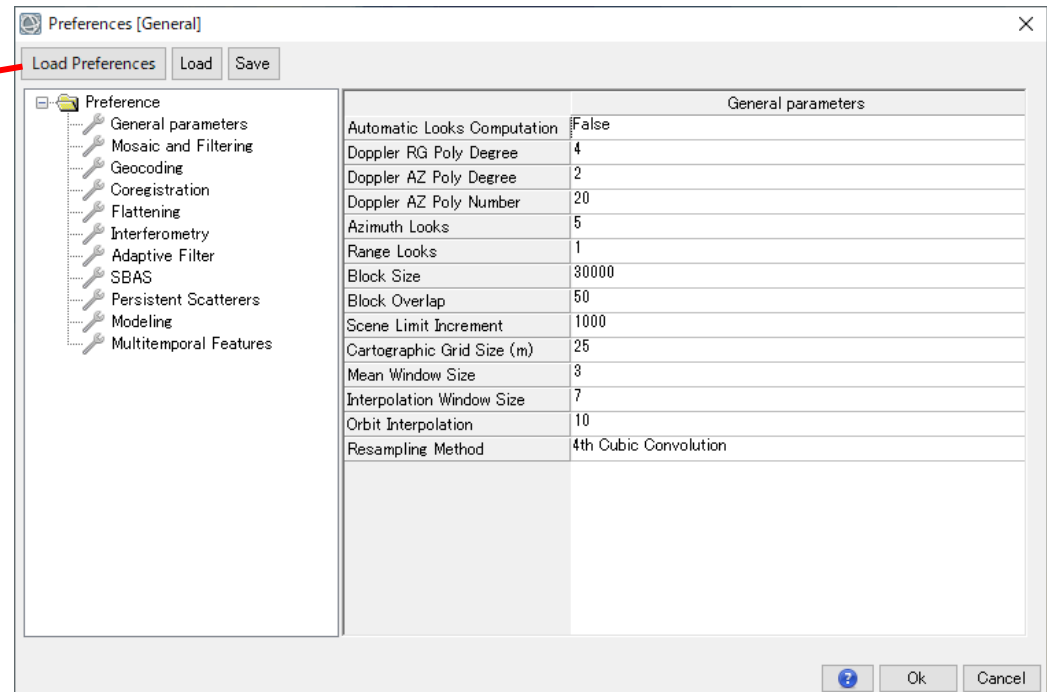
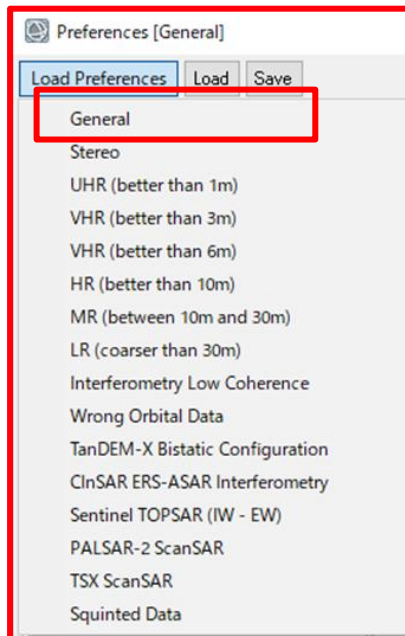
- ENVI ツールボックス → SARscape → Import Data → SAR Spaceborne

\* 本トレーニング使用するデータはすでにSARscapeへインポート済みですので、この手順は省略します。

# Preferences specificの変更



- 先ほどの演習でSentinel TOPSAR (IW - EW)を使用していたので、ここではGeneralという設定に変更してください。
  - /SARscape/Preferences/Preferences specific

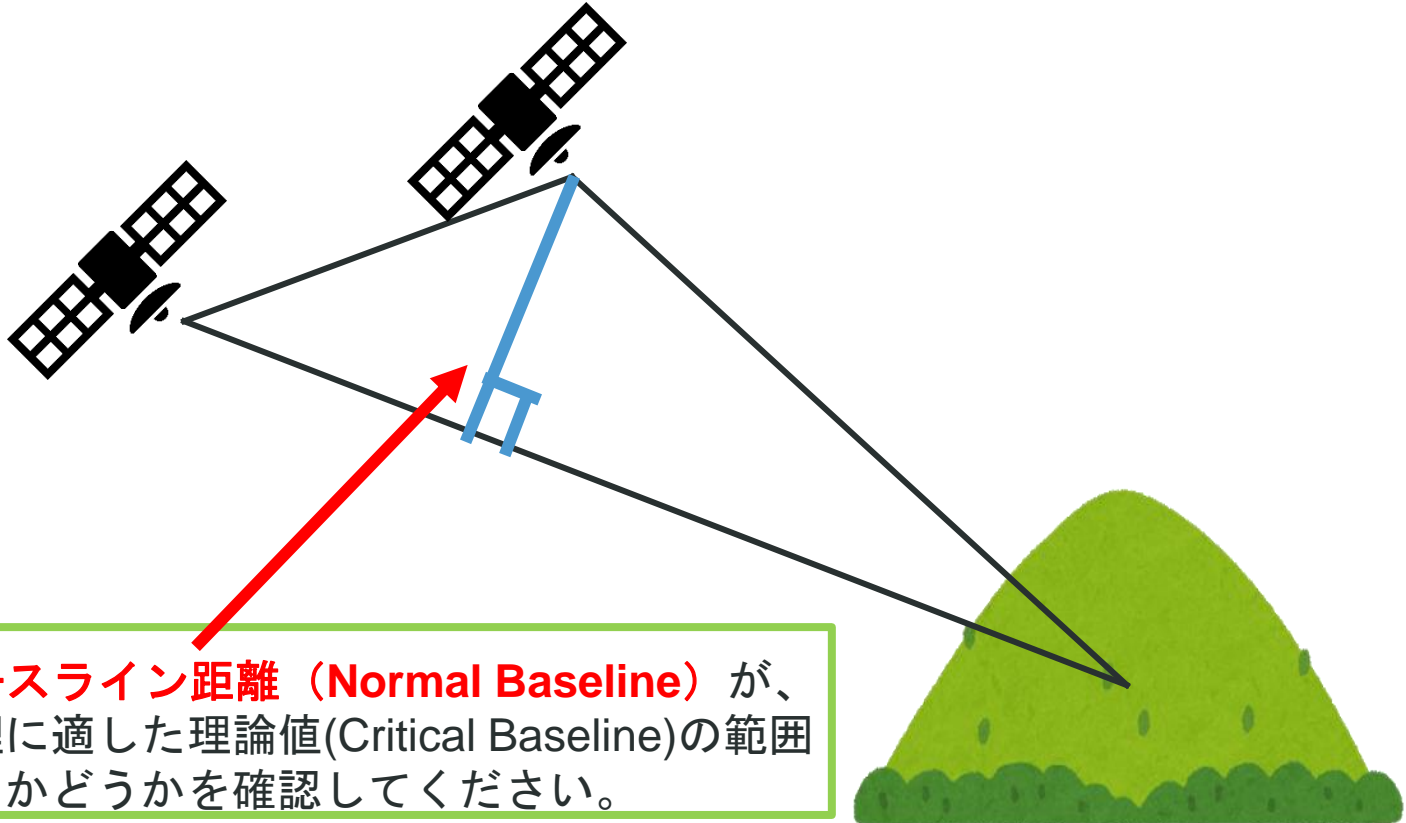




# まず干渉するデータペアかを確認



- Baseline Estimation: Normal Baseline / Critical Baseline
  - ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometry → Interferometric Tools → Baseline Estimation
- 選んだSAR画像のペアは、干渉処理ができるかを調べるツールです。
  - 注) 得られた結果は参考値であり、処理の中で使用されるものではありません。

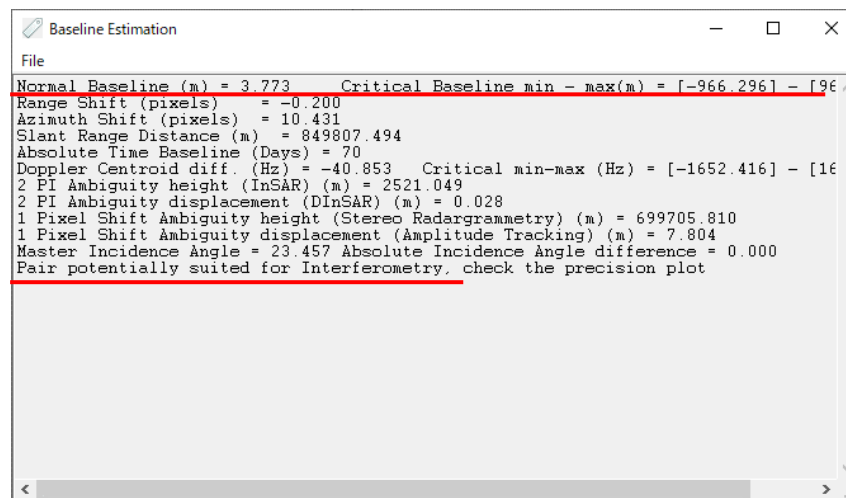
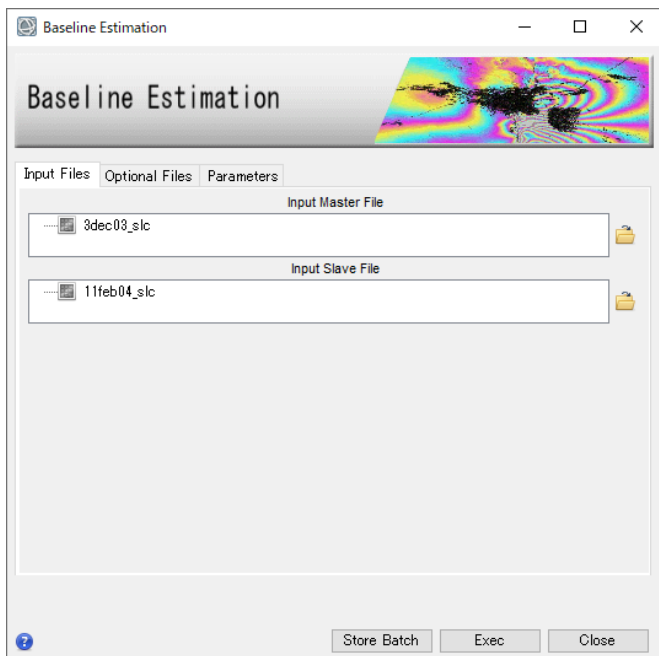


**垂直ベースライン距離 (Normal Baseline)** が、干渉処理に適した理論値(Critical Baseline)の範囲に収まるかどうかを確認してください。

# Baseline Estimationの確認



1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometry → Interferometric Tools → Baseline Estimationを選択し、設定ダイアログを起動します。
2. 出力結果を確認します。
  - Normal Baseline（垂直方向の距離）がCritical Baseline（臨界ベースライン）の距離に収まっているか確認します。Critical BaselineよりNormal Baselineが大きくなった場合は、位相情報が大きく異なるため、二つの画像を干渉させ、インターフェロメトリの処理を行うことができません。



# Baseline Estimation: 2 PI Ambiguity displacement (DInSAR) (m)



- 干渉縞1波長( $2\pi$ サイクル)に対応する変位を表します。
  - この数値が大きいくほど、小さな変位の変化を検出する能力が粗くなります。
  - これは使用している衛星の波長に依存し、衛星間の距離は影響しません。

$$\psi_{2\pi} = \frac{\lambda}{2}$$

- 演習で使用しているENVISATの波長はおよそ 5.6cm なので.....

$$\psi_{2\pi} = \frac{\lambda}{2} = \frac{5.6 \times 10^{-2}}{2} = 0.028[m]$$

このSAR画像ペアでは、1波長に対して  
およそ0.028mの変動感度があると分かる

# Baseline Estimation: 2 PI Ambiguity height (InSAR) (m)



- 干渉縞1波長(2πサイクル)に対応する高さを表します。
  - この数値が大きいほど、小さな高さの変化を検出する能力が粗くなります。
  - 衛星間の距離が離れているほど高さ方向の検出精度は高くなります。

$$\phi = \frac{4\pi B_n}{\lambda R \sin(\theta)} h$$

$$\xrightarrow{\phi=2\pi} h_{2\pi} = \frac{\lambda R \sin(\theta)}{2B_n}$$

$B_n$ : 垂直ベースライン距離  
 $\lambda$ : 観測衛星の波長  
 $R$ : スラントレンジ距離  
 $\theta$ : Masterの入射角

- 演習で使用しているENVISATの波長はおよそ 5.6cm なので.....

$$h_{2\pi} = \frac{\lambda R \sin(\theta)}{2B_n} = \frac{5.6 \times 10^{-2} \times 849807.494 \times \sin(23.457 \text{ deg})}{2 \times 3.773} \approx 2521[m]$$

このSAR画像ペアでは、1波長に対して  
およそ2521mの高さ感度があると分かる

## 2 PI Ambiguity height (InSAR) (m)の値と InSAR / DInSAR処理の向き不向きについて



- ベースラインが長い(2 PI Ambiguity heightが小) とInSAR処理に向いています。
  - 1波長あたりの感度が大きいので、高さ方向での精度が出やすい傾向
- ベースラインが短い(2 PI Ambiguity heightが大) とDInSAR処理に向いています。
  - ベースラインが長い場合、高さ方向で感度が良くなってしまうため使用している参照DEMの影響を受けやすくなることが原因
- (あくまで目安だが) 2 PI Ambiguity height を10分の1した値が1桁になるような高さ感度の場合、DInSAR処理には向いていません。
  - 2PI Ambiguity heightはBaseline Estimationの結果に出力される

参考: 例えば **ALOS-2**や**Sentinel-1**のような衛星は軌道毎の衛星間距離が一定の範囲内に収まる(ベースラインが短い = 2 PI Ambiguity heightが大きい)ため、DInSAR の処理には向いています。(InSARには不向きです)

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## Input ステップ



1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometry → DInSAR Displacement Workflowを選択し、DInSARワークフローダイアログを起動してください。
2. Inputダイアログの設定は以下のようになります。左側にワークフロー内の処理ステップのリストが表示されます。Inputステップダイアログで、入力ファイルとDEMを指定します。
3. InputステップのParametersタブ → 以下の値を設定し、Nextボタンをクリックしてください。

### 【設定値】

#### Input Fileタブ

Master File:

C:¥Training¥SARscape¥DInSAR¥3dec03\_slc

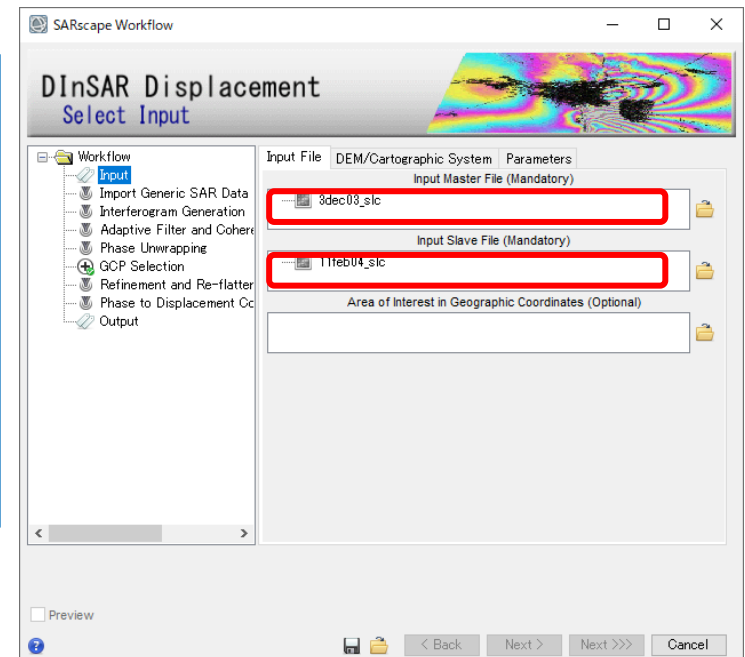
Slave File:

C:¥Training¥SARscape¥DInSAR¥11feb04\_slc

#### DEM/Cartographic Systemタブ

DEM file:

C:¥Training¥SARscape¥DInSAR¥srtm25\_dem



# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## Import Generic SAR Data ステップ



1. 事前にSLCにインポートしていない場合、ワークフロー内でもオリジナルデータからインポートが可能です。この演習ではSample Selectionの工程をスキップしますので「Skip Sample Selection」パラメータはTrueに変更し、「Next」をクリックしてください。

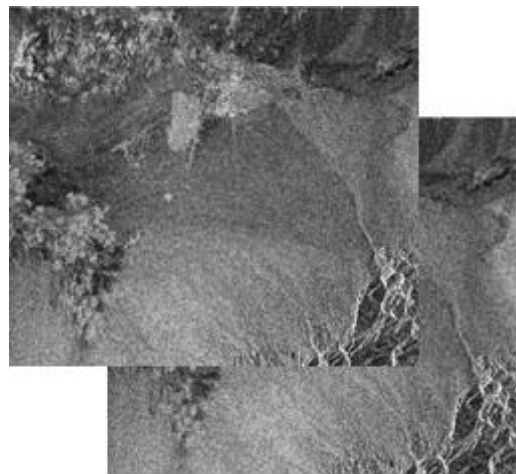
Principal Parameters	
Main Parameters	
Area of Interest in Geographic Coordinates	
SENTINEL Make mosaic same track	True
SENTINEL Make power QL	False
Apply calibration constant	False
Skip Sample Selection	True

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Interferogram Generation ステップ

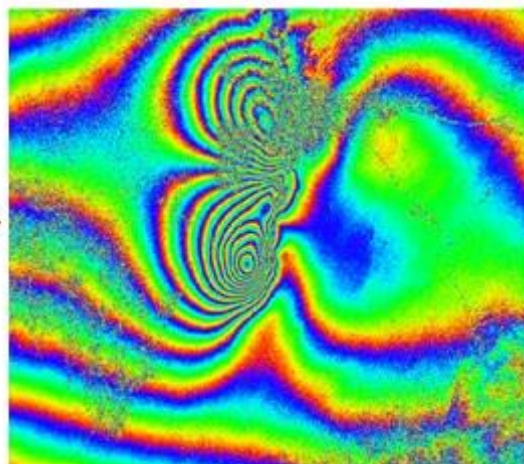
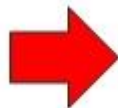


## ■ 干渉画像を作成ステップです。

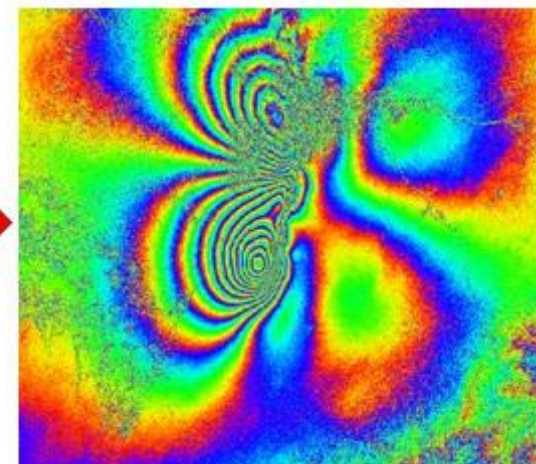
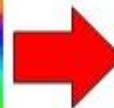
- SARscapeではアンラップのために、軌道縞・地形縞の除去をここで行います。
- `_int`という中間ファイルは、これらの情報が除去されていない画像です。



強度画像(\_pwr)



干渉画像(\_int)



平坦化された干渉画像  
(\_dint)



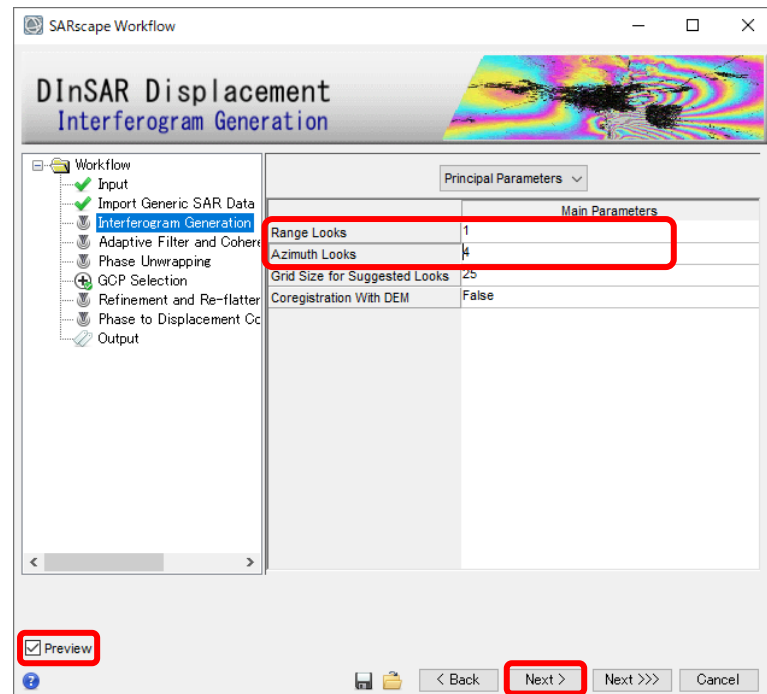
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Interferogram Generation ステップ



1. インターフェログラム生成のステップです。初期干渉画像と軌道縞・地形縞除去を行います。以下の設定値を入力し、左下のPreviewにチェックを入れて、「Next」をクリックして次ステップへ進みます。

## 【設定値】

Range Looks: 1  
Azimuth Looks: 4



補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリー画像がENVIに表示されます。

INTERF\_out\_master\_pwr: 3dec03\_slcの強度画像

INTERF\_out\_slave\_pwr: 11feb04\_slcの強度画像

INTERF\_out\_dint: 軌道縞等の除去後のインターフェログラム画像

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Adaptive Filter& Coherence Generation ステップ

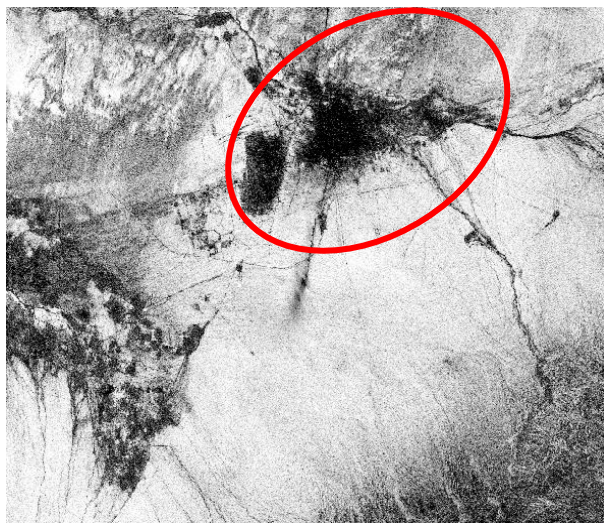


- コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリングのステップです。

ペアの各点がどのくらい似ているか、という類似度を0から1の範囲で表したもの。1に近いほど類似度が高い。

- コヒーレンスを計算する目的は以下です。

1. 測定(干渉位相)の品質を特定する
2. 後方散乱係数と併せ、地上のオブジェクトに関する情報を抽出する



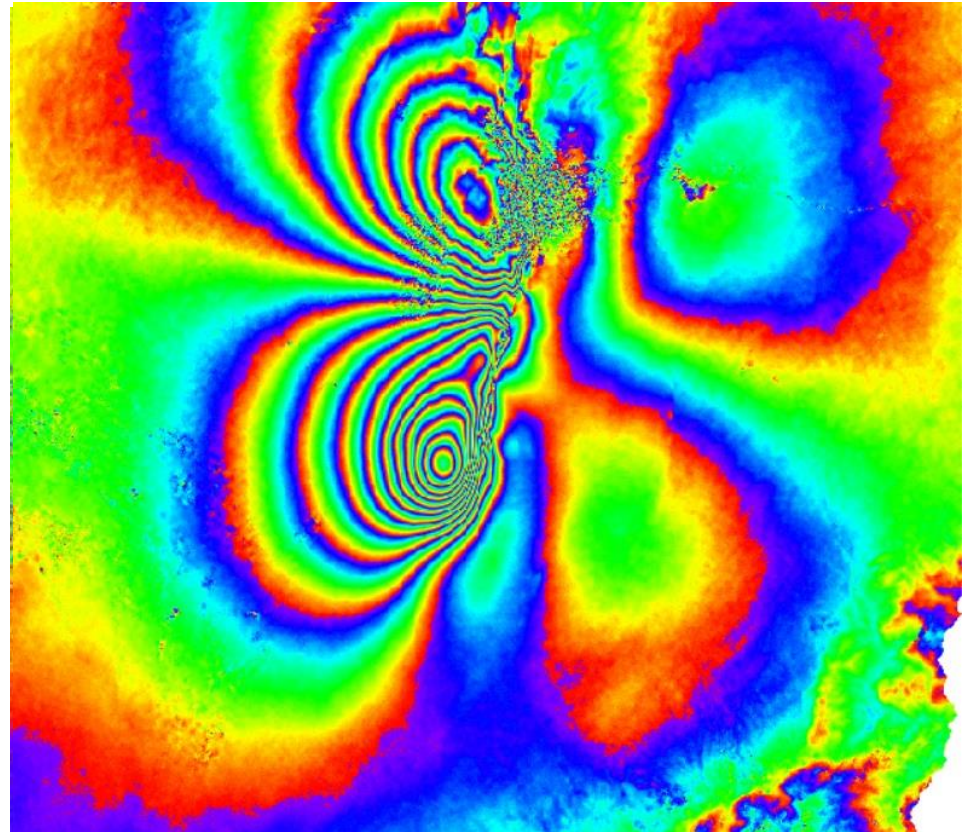
本データでコヒーレンスの低い場所では、地震前後の変化が大きかった可能性が考えられる。

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Adaptive Filter& Coherence Generation ステップ



✓ コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリングのステップです。

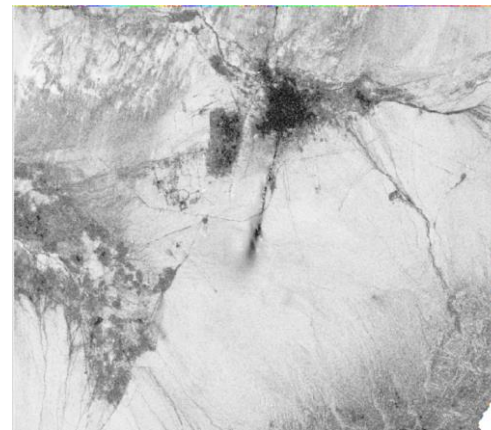
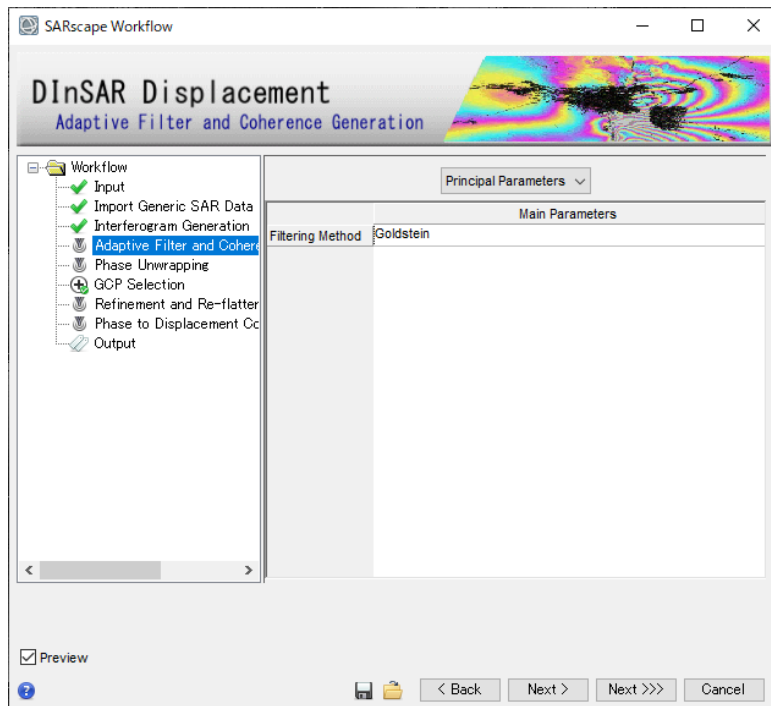
コヒーレンス値を使用して  
様々な地物に対して  
個々にフィルタ処理が実行される



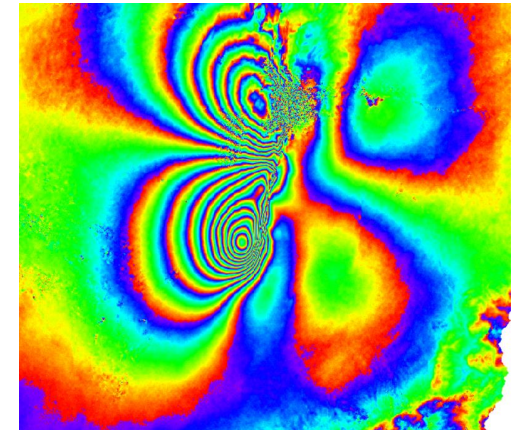
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Adaptive Filter& Coherence Generation ステップ



1. コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリングのステップです。パラメータはデフォルトの「Goldstein」のまま「Next」をクリックして次のステップへ進みます。



コヒーレンス画像(\_cc)



ノイズ除去後のインターフェログラム画像  
(\_fint)

補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリ画像がENVIに表示されます。

INTERF\_out\_cc: コヒーレンス画像

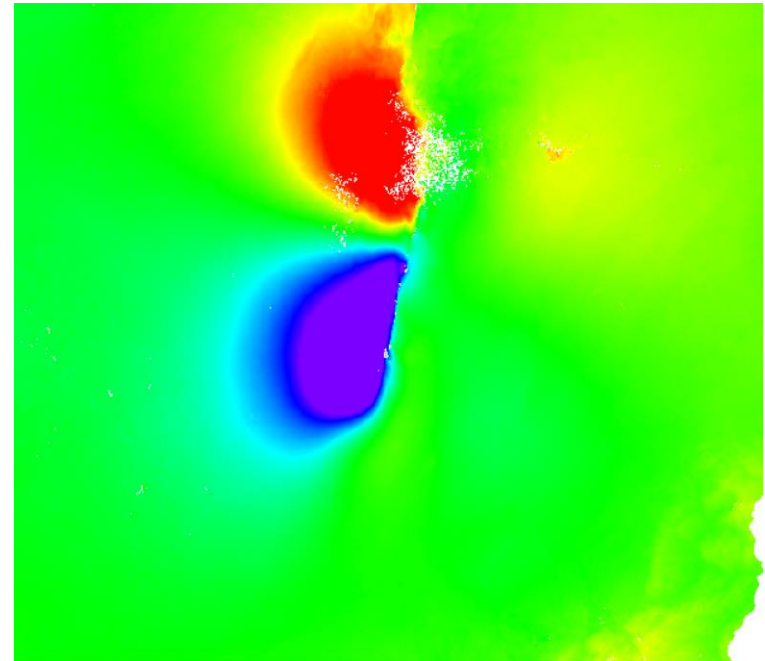
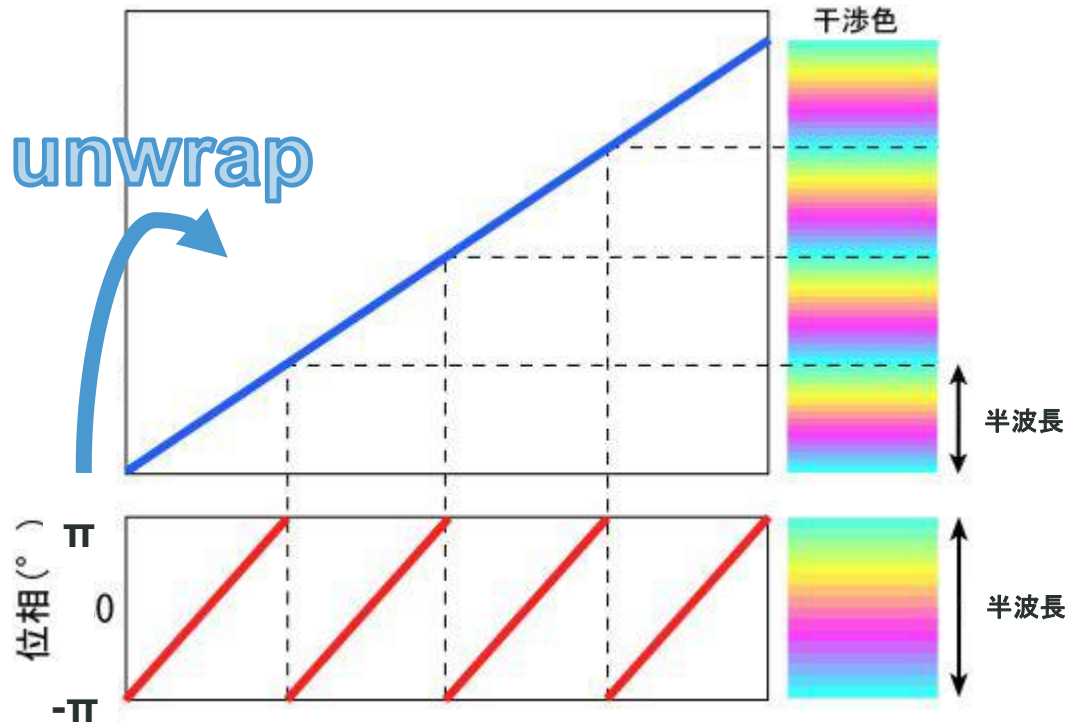
INTERF\_out\_fint: ノイズ除去後のインターフェログラム画像

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## Phase Unwrapping ステップ



- ここまでに生成された干渉画像は、各ピクセルが $[-3.14, 3.14]$ の値(周期 $2\pi$ )になります。
  - つまり、 $[-3.14, 3.14]$ の範囲に値が折り畳まれて(wrap)います。
- この折り畳まれている状態を解いて(unwrap)、周期的な変化を直線的な変化に戻す処理をアンラップといいます。



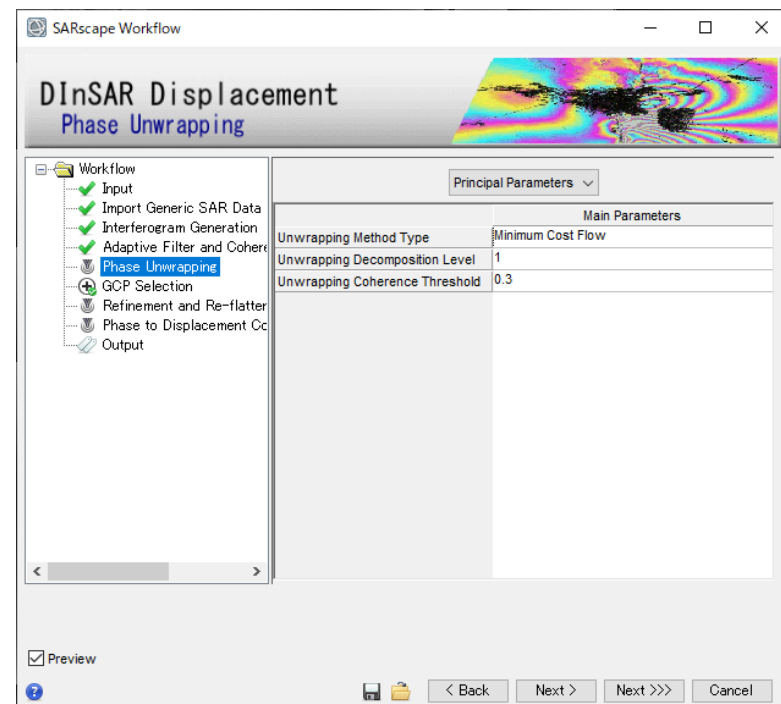
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Phase Unwrapping ステップ



1. インターフェログラム生成のステップです。初期干渉画像と軌道縞・地形縞除去を行います。以下の設定値を入力し、左下のPreviewにチェックを入れて、「Next」をクリックして次ステップへ進みます。

## 【設定値】

Unwrapping Method Type: Minimum Cost Flow  
Unwrapping Decomposition Level: 1  
Unwrapping Coherence Threshold: 0.3



補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリー画像がENVIIに表示されます。  
INTERF\_out\_upa: フェーズアンラップ画像

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



- 次に行うRefinement and Re-flatteningの処理に必要なGCP(Ground Control Point: 地上基準点)を設定します。
  - 干渉の色が大きく変化する箇所やコヒーレンスの低い場所は避けて取得します。
- **目的: 不動点を指定するため**

本来は動いていない(と考えられる)場所が、動いていると判断されている

- アンラップ画像は、周期的な位相変化を直線的な変動量に変えたもの
- 本来は動いていない場所であっても、アンラップ直後の画像では動いていると計算されてしまっている箇所もある



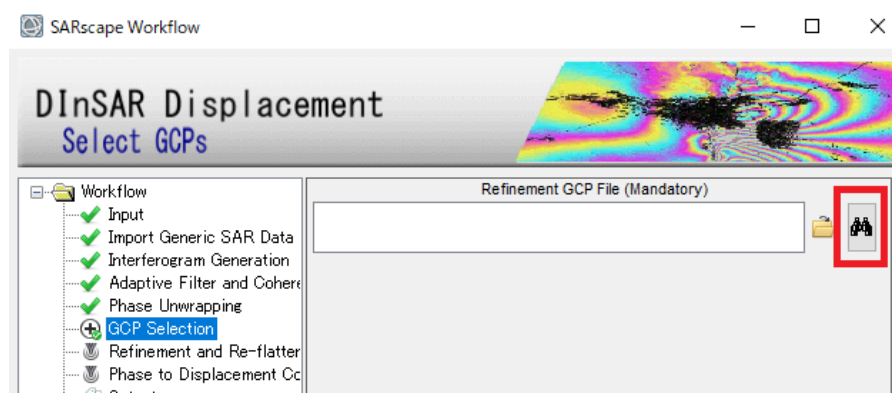
**この場所は動いてない、というポイント(不動点)を指定する**  
約4-5点程度 (可能なら、安定構造物や動いていないことが既知の点を採用)。  
軌道補正の意味もあるので、ここでも可能な限り広域で取ることが望ましい。

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



1. GCPの設定ダイアログを起動します。双眼鏡アイコンをクリックしてください。



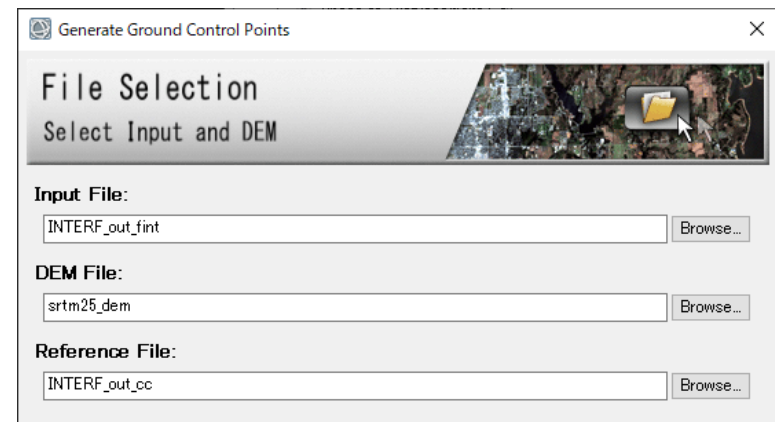
2. Generate Ground Control Pointsダイアログが開きます。ファイル選択は以下の設定値をBrowseから選択して「Next」をクリックします。

### 【設定値】

Input file: INTERF\_out\_fint

DEM file: start\_dem

Reference file: INTERF\_out\_cc



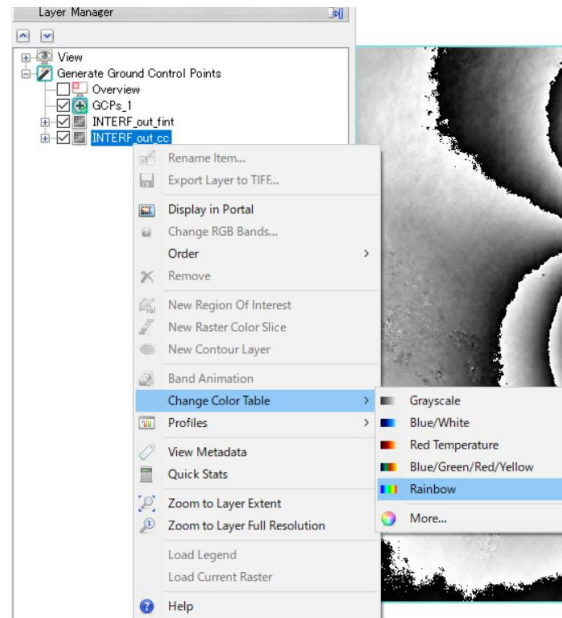


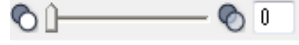
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



- レイヤーマネージャの「INTERF\_out\_cc」を右クリックし、Change Color Table → Rainbow を選択してください。GCPの設定ダイアログを起動します。双眼鏡アイコンをクリックしてください。



- 「INTERF\_out\_fint」レイヤーを選択し、 透過のスライダーでレインボーカラーのコヒーレンス画像が見えるように設定してください。

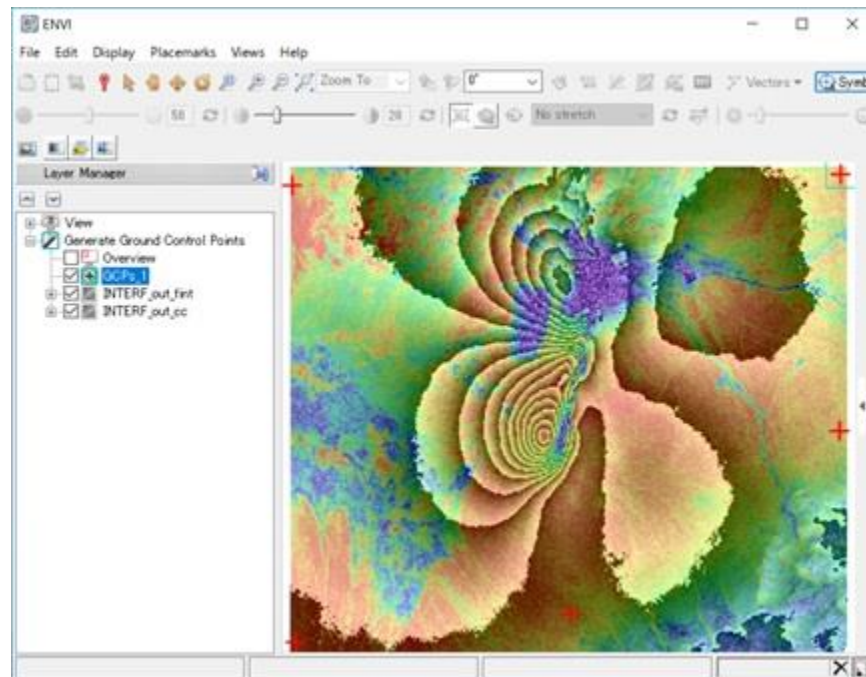
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



### 5. GCPの設定

- コヒーレンスが高い（赤く透ける箇所）ポイントに加え、位相情報が安定（FRINGEを越えずある程度値が一定な箇所）している場所をポイントとして設定します。
- ポイントを設定する際は、左マウスボタンで画像内の任意の場所をクリックしてください。
- 画像全体に均一に3~5ポイントを取るように設定してください。

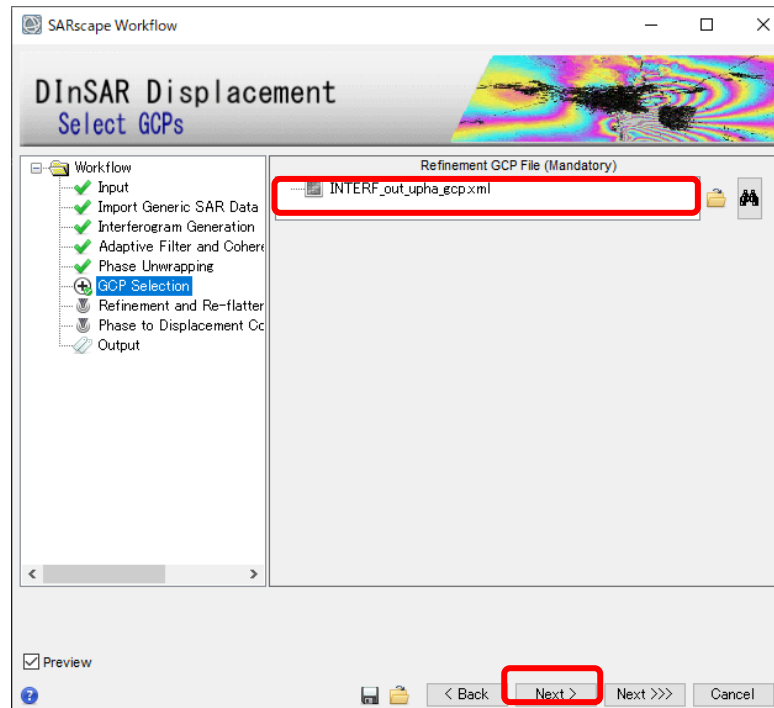


# DInSAR Displacementワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



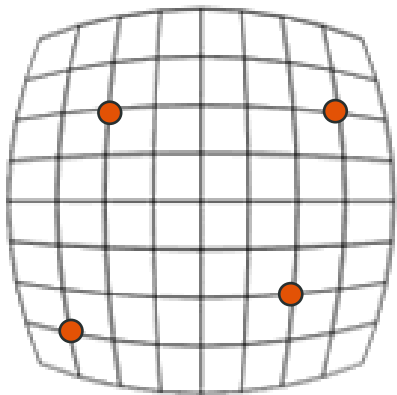
6. GCPを保存します。ポイントが取り終わりましたら、Generate Ground Control Points ダイアログに戻ります。Export タブでOutput XML File に任意のファイル名を設定できます。「Finish」ボタンをクリックしてください。
7. ワークフローに戻り、Refinement GCP Fileに今作成したファイル名が入力されていることを確認して「Next」をクリックします。



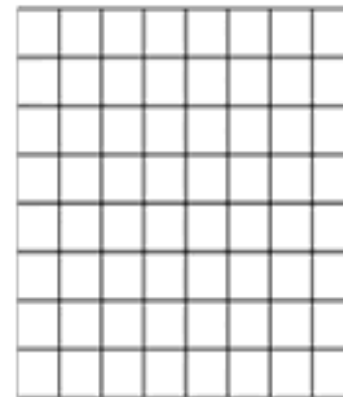
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Refinement and Re-flattening ステップ



- GCPの情報を使用して補正を行うステップです。
  - フィルタ処理を行った後の干渉画像(\_fint)およびアンラップ画像(\_upha)に対して補正を行った結果が表示されます。
- 使用した関数や誤差については、処理後に表示されるRefinement Resultウィンドウに表示されます。
  - 中間生成物として、同様のものがtxt形式で保存されています。
  - デフォルトの手法 Polynomial Refinement ではResidual Phase Poly Degreeの項目に設定している数のGCP点が最低でも必要となる(初期値:3)



GCPを設定し  
補正を行う



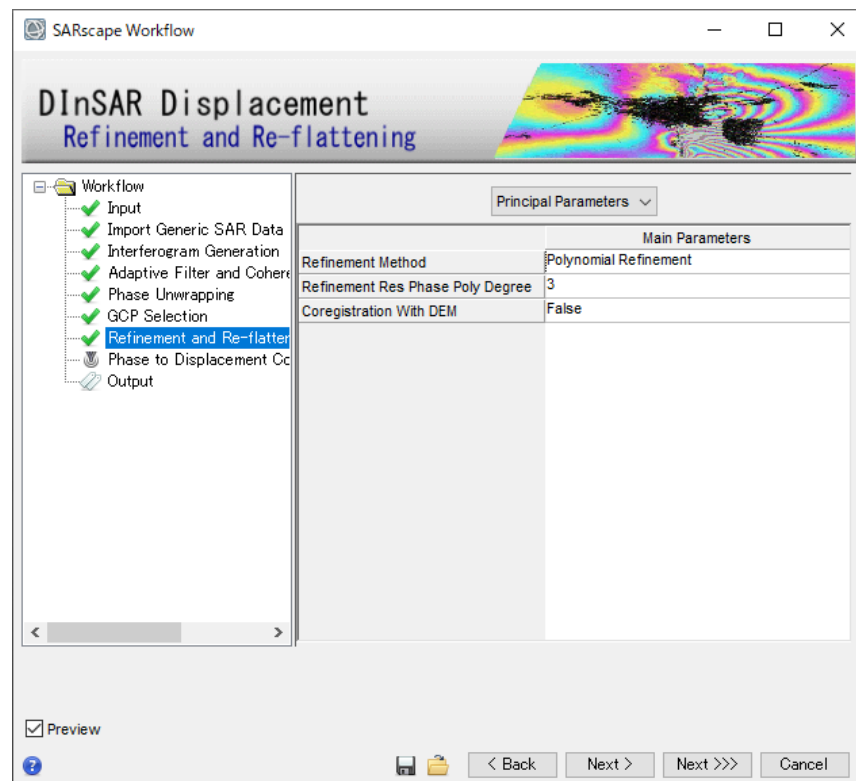
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Refinement and Re-flattening ステップ



1. 設定値を確認して「Next」をクリックして次へ進みます。

## 【設定値】

Refinement Method: Polynomial Refinement  
Refinement Res Phase Poly Degree: 3  
Coregistration With DEM: False



補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリー画像がENVIに表示されます。

INTERF\_out\_reflat\_fint: リフラットしたノイズ除去干渉画像

INTERF\_out\_reflat\_upha: リフラットしたフェーズアンラップ画像

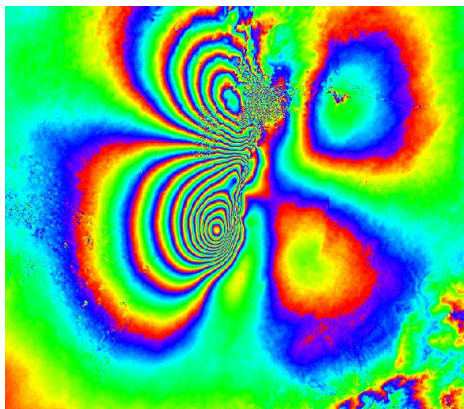
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Refinement and Re-flattening ステップ



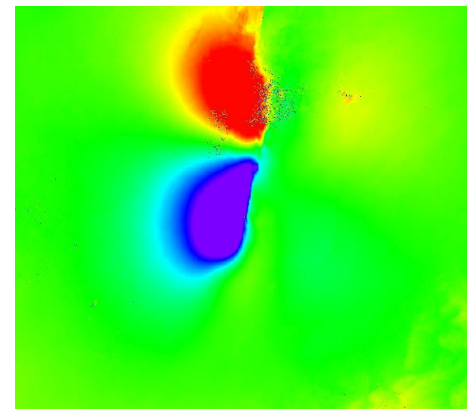
## 2. 結果の確認

```
Refinement Results
File
ESTIMATE A RESIDUAL RAMP
Points selected by the user = 5
Valid points found = 5
Extra constrains = 2
Polynomial Degree choose = 3
Polynomial Type : = k0 + k1*rg + k2*az
Polynomial Coefficients (radians) :
    k0 = 2.1589588365
    k1 = 0.0019764472
    k2 = 0.0001192505
Root Mean Square error (m) = 300.0198848690
Mean difference after Remove Residual refinement (rad) = 0.1323908810
Standard Deviation after Remove Residual refinement (rad) = 0.6600496960
```

Refinement結果



リフラットしたノイズ除去インターフェログラム画像（擬似カラー）



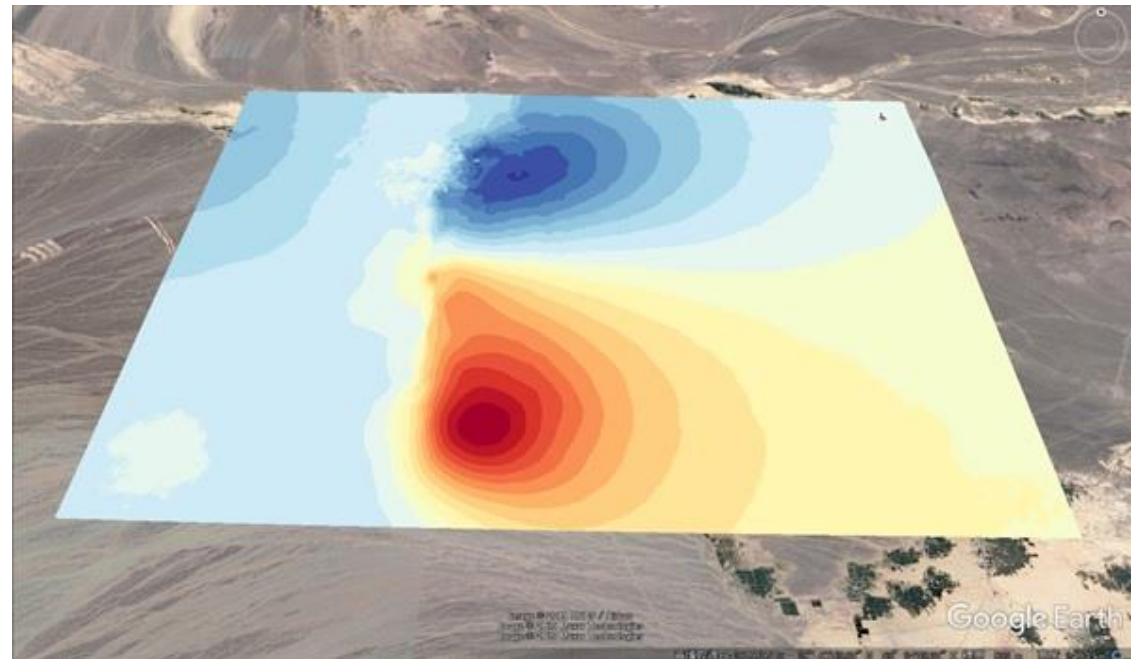
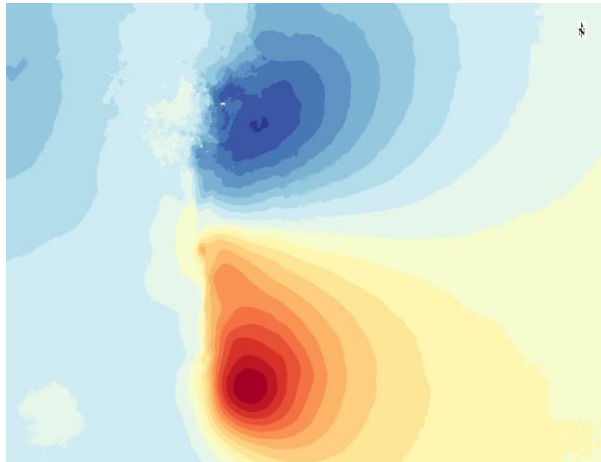
リフラットしたフェーズアンラップ画像（擬似カラー）

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Phase to Displacement Conversion ステップ



■ ジオコーディングした変動マップデータを作成するステップです。

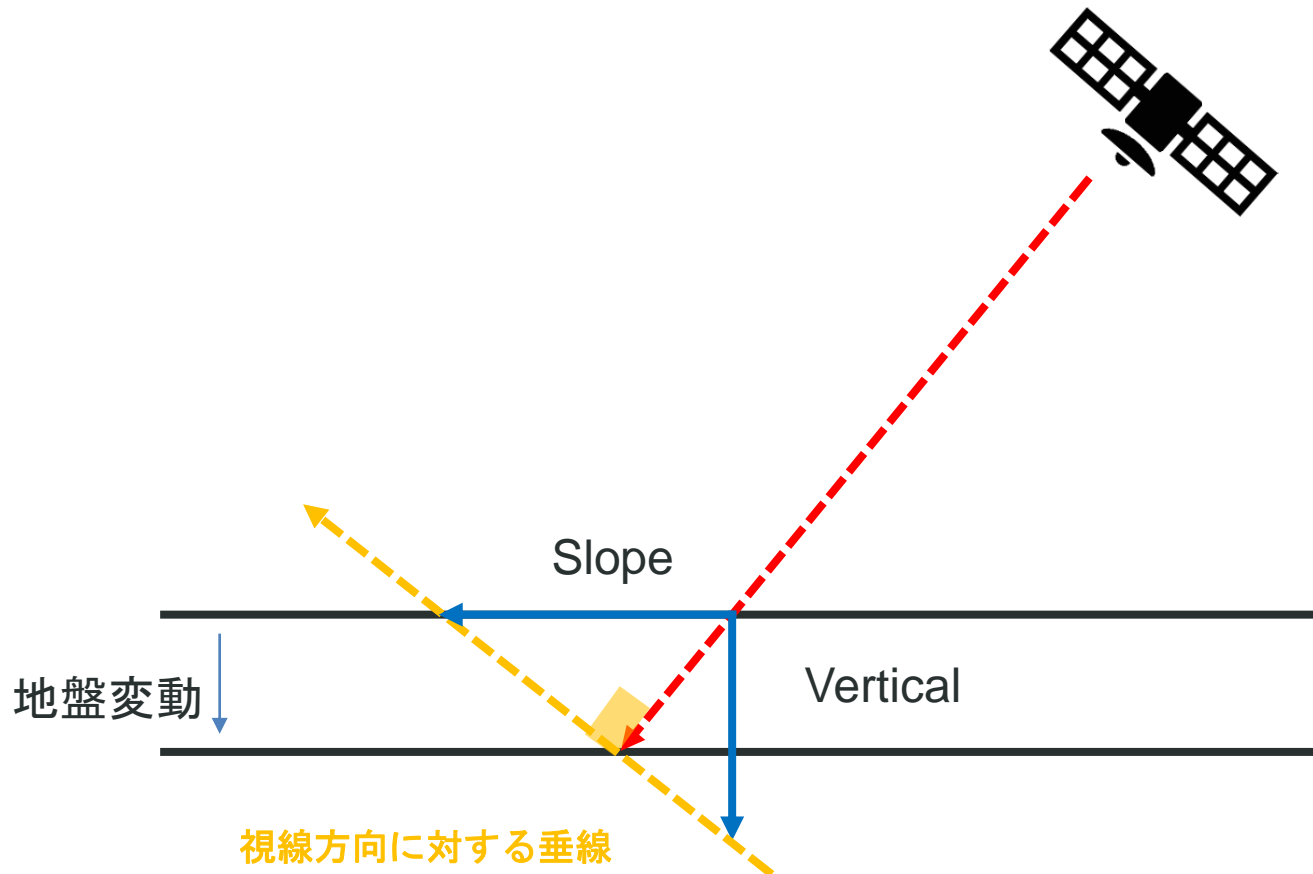
- 各ピクセルの値は、2時期の画像間のSARの視線方向の変動量(m)を表します。
- 衛星に近づく方向が正、衛星から遠ざかる方向が負の値となります。



# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Phase to Displacement Conversion ステップ



- Phase to Displacement ConversionにはVertical / Slope Displacementというパラメータが含まれます。
- これは視線方向の変位がすべて**水平 / 垂直方向に移動していたとしたと仮定した場合**に理論上成り立つ水平 / 垂直方向の変化量を示したものである





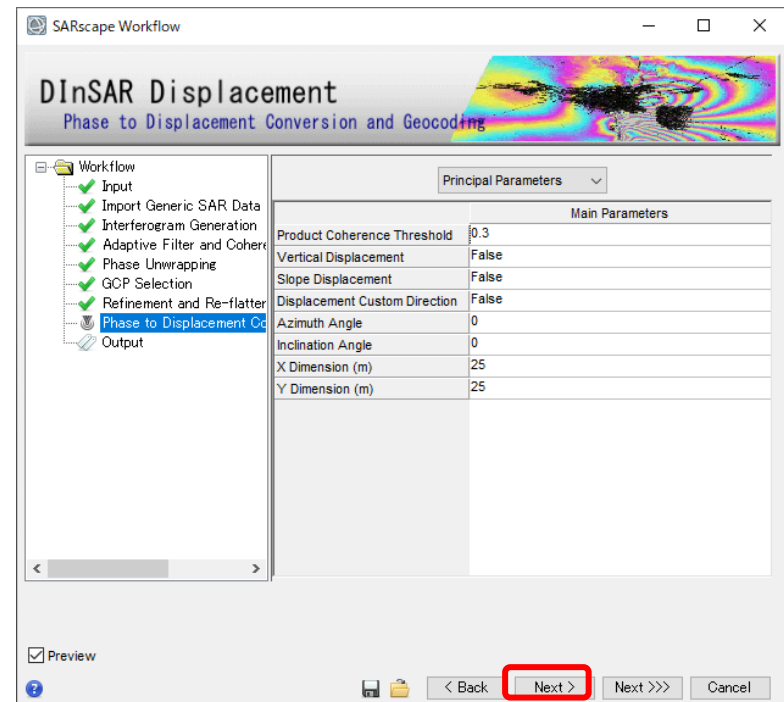
# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Phase to Displacement Conversion ステップ



1. Principal Parametersはデフォルトのまま、Geocoding ParametersのRelax InterpolationとDummy Removalを「True」にして「Next」をクリックします。

## 【設定値】

Product Coherence Threshold: 0.3  
X Dimension (m): 25(任意)  
Y Dimension (m): 25(任意)

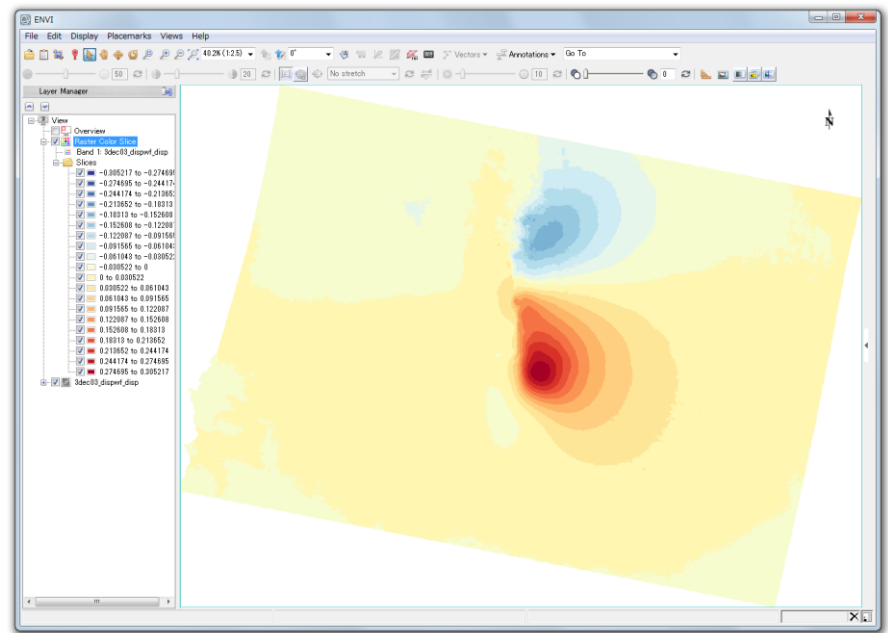
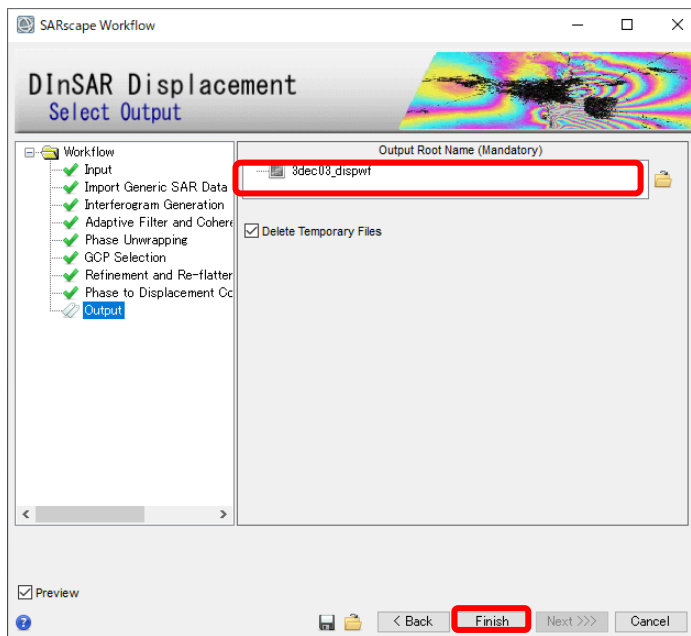


補足: 垂直方向やスロープ方向へ逆投影した変動結果を出力する場合はVertical Displacement、Slope DisplacementをTrueにしてください。

# DInSAR Displacementワークフロー: 演習 Output ステップ



1. Output Root Nameに任意のベースファイル名を入力し「Finish」をクリックします。Delete Temporary Filesにチェックを入れたままにしておくと、今までPreview用に作成したテンポラリファイルを削除します。

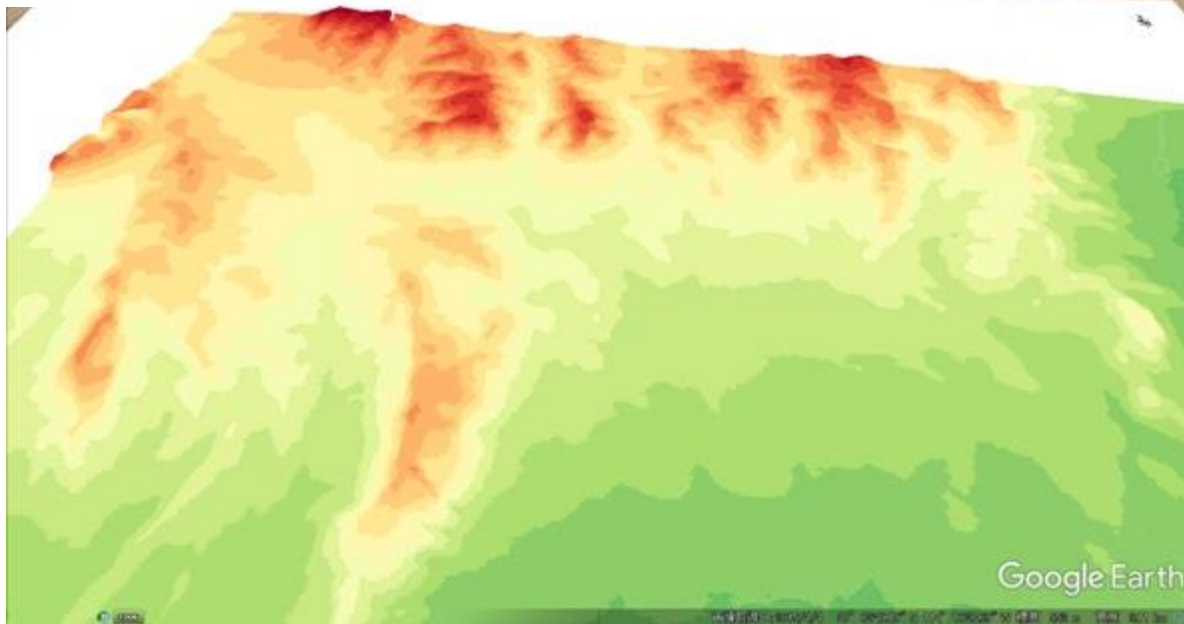
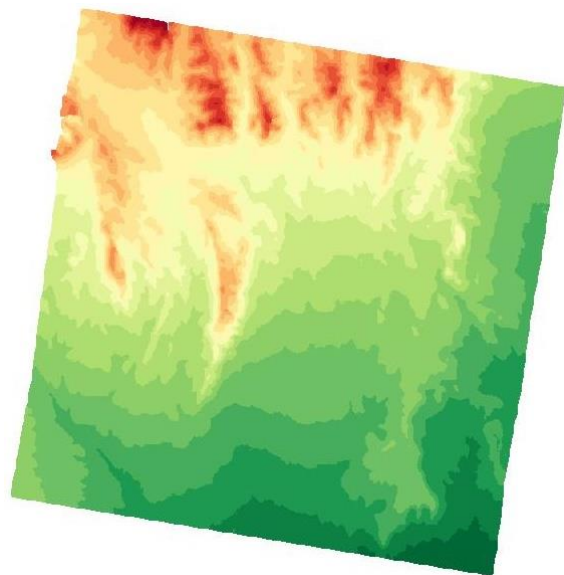
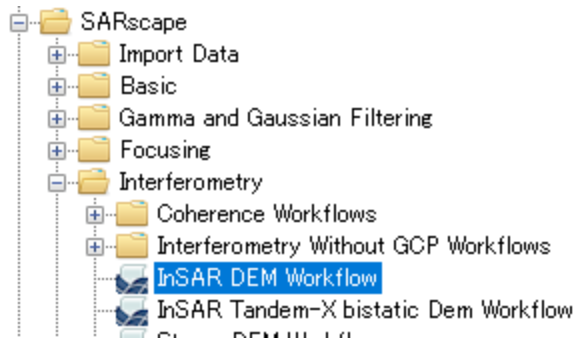


補足: 各ピクセルの値は、2時期の画像間のSARの視線方向の変動(m)で、衛星に近づく方向が正、衛星から遠ざかる方向が負となります。

# 参考: InSAR DEMワークフロー



- 地面の変動は発生していない、という視点で見ると変動縞(=地形縞)から標高データ (DEM) を作成することができます



# さらに学習したい人のために



- ✓ 弊社HPでは、SARscapeの基本操作手順書を提供しています
- ✓ 今回紹介した地理院DEMのインポート手順書などもこちらから入手できます

弊社HP <https://www.harrisgeospatial.co.jp/>

ナビゲーションバー > 技術情報 > 技術資料(日本語)

> SARscape 基本操作手順書の一覧 (強度画像、PS、SBAS、GCPなど)



[新着情報](#) [SOFTWARE & TECHNOLOGY](#) [技術情報](#) [DOWNLOAD](#) [SUPPORT](#) [会社概要](#)

## SARscape 基本操作手順書の一覧 (強度画像、PS、SBAS、GCPなど)

Tuesday, October 20, 2020

SARscapeの基本的な解析処理やツール利用に関する操作手順書を公開します。  
下記のリンクからPDFをダウンロードできます。是非、皆さまの業務や研究にご活用下さい。

1. SARscape Sentinel-1 Downloadツール使用手順
  - ・ Sentinel-1のダウンロードサイトの情報やSARscapeのダウンロードツールの基本操作説明です
2. SARscape 地理情報付き強度画像作成手順書
  - ・ SARscapeでSLCデータから地理情報付きの強度画像を作成する操作手順書です
3. SARscape Sentinel-1データ処理の手順書
  - ・ Sentinel-1を使って干渉SAR解析を行う際の基本的な操作手順書です
- 4-1. SARscape 地理院DEMのインポートについて (SARscape5.5まで)
- 4-2. SARscape 地理院DEMのインポートについて (SARscape5.6以降)
  - ・ SARscapeで地理院DEMを参照DEMとして利用する場合の操作手順です
5. SARscape SRTM3 version4 ローカルリポジトリ設定手順
  - ・ SRTM DEMを都度ダウンロードせず、ローカルにデータを配備させる方法の手順です



Harris Geospatial 株式会社では、ENVI 及びその他の製品に関する技術サポート、お客様の使用事例などの情報を提供しています。

Harris Geospatial 製品・サポート連絡先

E-mail :

support\_jp@L3harris.com

Home Page :

<https://www.harrisgeospatial.co.jp/>

The screenshot shows the L3Harris website header with the logo and navigation menu. Below the header is a banner for geospatial solutions. The banner text reads: "光学衛星画像・航空写真・合成開口レーダ・航空レーザ・ドローン" (Optical satellite imagery, aerial photography, synthetic aperture radar, aerial laser, drone). Below this, it says "多様化するリモートセンシングデータの解析処理、GISソフトウェアとの連携、クラウド対応に向けた統合ソリューション" (Integrated solutions for diverse remote sensing data analysis, integration with GIS software, and cloud support). A button in the banner says "ENVIファミリーの詳細はこちら" (Details of the ENVI family are here).

Harris Geospatial Solutionsは、最先端の技術を使用し、科学的に証明されたソリューションを開発してきた経験が30年以上あります。現在、さまざまな業界のあらゆる分野において、リモートセンシングデータを用いた高度な地理空間分析や機械学習機能など、より高度な意思決定を行うことを目的として、Harris Geospatial Solutionsのテクノロジーが活用されています。



# 補足スライド



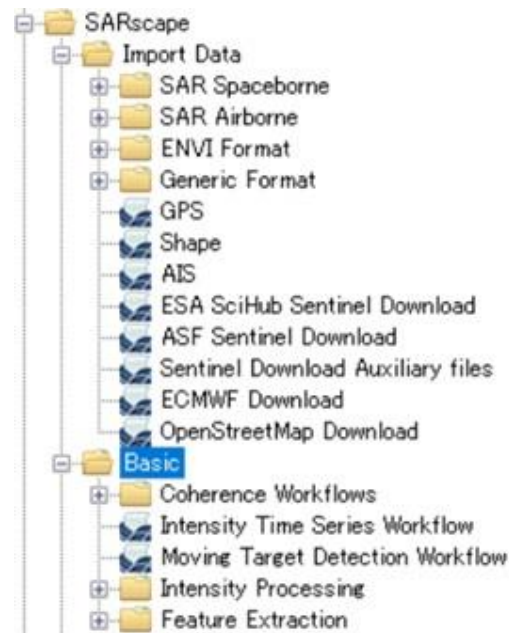
# 補足演習1: Intensity Time Series ワークフロー

# SARscape での基本処理手順: Intensity Time Series ワークフロー



- Basic モジュールを利用してSAR画像を扱う上で必ず必要になるデータ処理方法について説明します。
- SAR画像はSLC (Single Look Complex) データの状態では地物の判別などが難しく、画像解析を実施するためにいくつかの処理を必要とします。
- インポートしたSLC (Single Look Complex) データからマルチルック(強度画像の作成)、コレジストレーション(位置合わせ)、フィルタ処理、ジオコーディングまでの基本処理を一連の作業として実施するワークフローが用意されています。

- マルチルック
- コレジストレーション
- フィルタ
- 時系列データの解析
- ジオコーディング

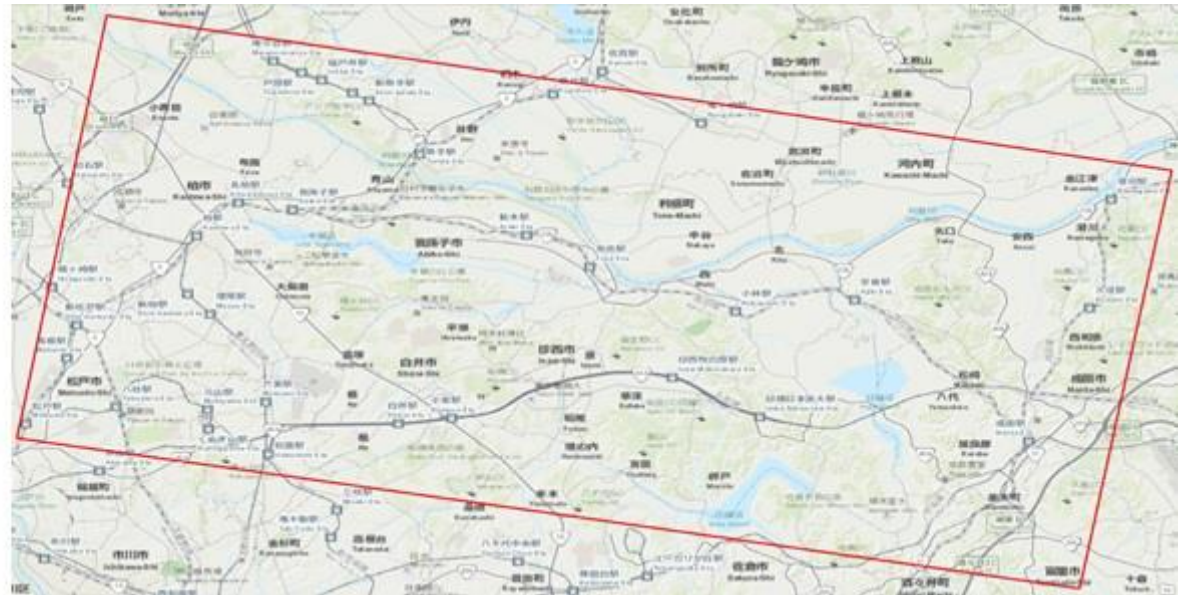




# Intensity Time Series ワークフロー: 演習



- 同一シーンの複数時期のデータを扱いますが、すべて読み込みから行うと時間がかかりますので、既に小さなサイズに切り取ったSLCデータを利用して処理を行います。
- 柏市から成田市あたりまでの範囲のSAR SLCデータを使用します。  
2009年12月04日、2010年04月21日、2010年06月06日  
2010年07月22日、2010年09月06日、2010年10月22日の6シーン

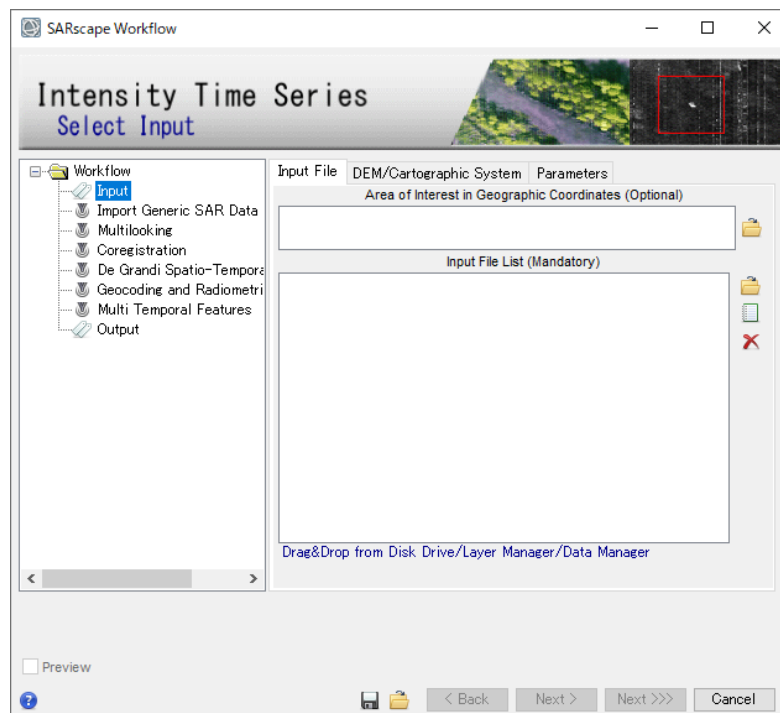


# Intensity Time Series ワークフロー: 演習

## Input ステップ



1. 「palsar\_fbs\_full\_slc」を表示している場合は、データマネージャでファイルを閉じてください。
2. ENVI ツールボックス → SARscape → Basic → Intensity Time Series Workflow を選択し、ワークフローダイアログを起動してください。ワークフローダイアログは以下のようにになります。左側にワークフロー内の処理ステップのリストが表示されます。



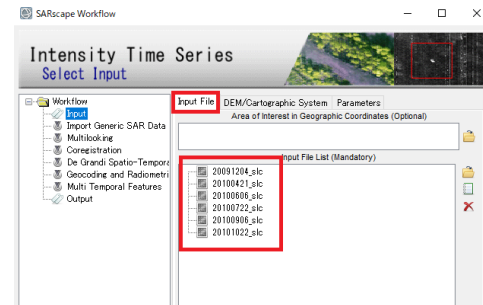
# Intensity Time Series ワークフロー: 演習 Input ステップ



3. InputステップのInput Fileタブ → 以下のファイルを全て選択してください。

## 【設定値】

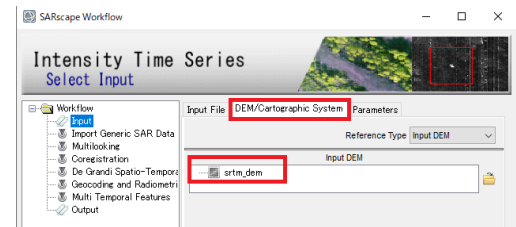
```
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥SLC¥20091204_slc
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥SLC¥20100421_slc
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥SLC¥20100606_slc
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥SLC¥20100722_slc
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥SLC¥20100906_slc
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥SLC¥20101022_slc
```



4. InputステップのDEM/Cartographic Systemタブ → 以下のファイルを選択してください。

## 【設定値】

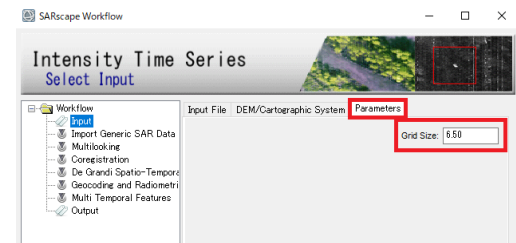
```
C:¥Training¥SARscape¥PALSAR¥DEM¥srtm_dem
```



5. InputステップのParametersタブ → 以下の値を設定し、Nextボタンをクリックしてください。

## 【設定値】

```
Skip Import SAR Data: True
Skip Sample Selection: True
Grid Size: 6.5
```



補足: DEMファイルの事前用意が無い場合、ワークフロー内でインターネット経由のダウンロードで取得することも可能です。98ページ以降にツールの詳細を紹介しています。

# Intensity Time Series ワークフロー: 演習

## Import Generic SAR Dataステップ



1. 事前にSLCにインポートしていない場合、ワークフロー内でもオリジナルデータからインポートが可能です。主にSentinel-1に関して、興味範囲に関連する必要バーストのみをインポートする等のインポートパラメータ調整を行えます。ワークフロー内でインポートする場合は、Input ステップでオリジナルSARデータを指定します。

Main Parameters	
Area of Interest in Geographic Coordinates	
SENTINEL Make mosaic same track	True
SENTINEL Polarization	Copolarization only
SENTINEL Make power QL	False
Apply calibration constant	False
Skip Sample Selection	True

Apply calibration constant	False
Skip Sample Selection	True

この演習では  
Skip Sample SelectionをTrueとします

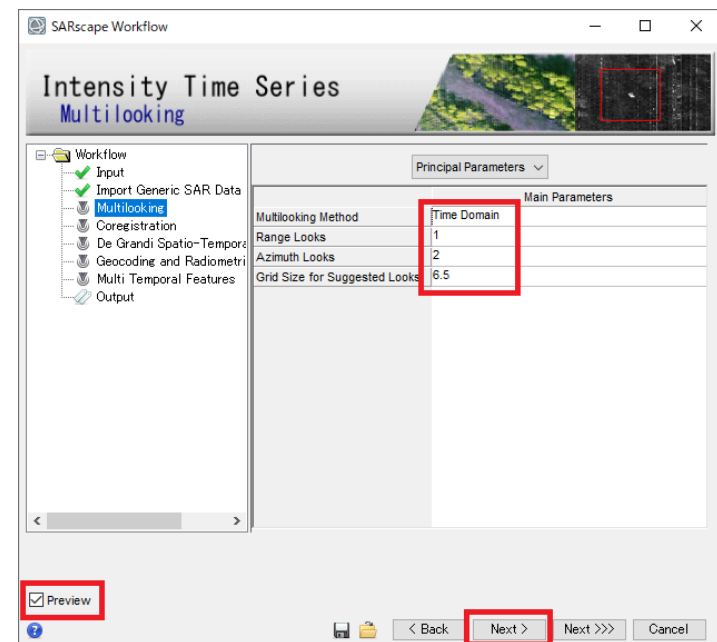
# Intensity Time Series ワークフロー: 演習 Multilooking ステップ



1. Principal Parametersの各項目が【設定値】の通りであることを確認して、Previewチェックボックスにチェックを入れて「Next」をクリックします。
2. 処理が完了すると、ENVI上に\*\_pwrと接尾子のついた各入力ファイルの強度画像が表示されます。レイヤーマネージャで各レイヤーを確認すると、位置にずれがあることが確認できます。

## 【設定値】

Multilooking Method: Time Domain  
Range Multilook: 1  
Azimuth Multilook: 2  
Grid Size for Suggested Looks: 6.5

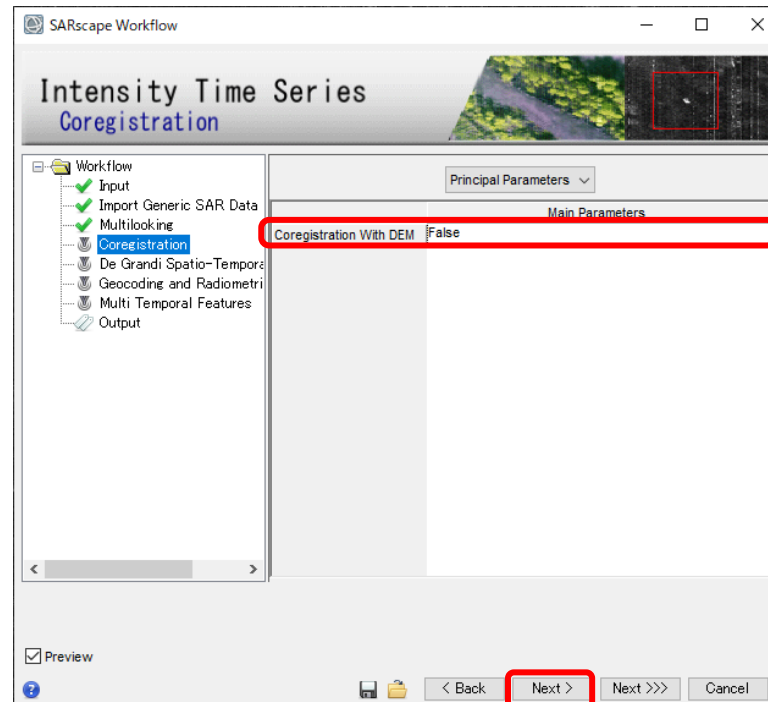


補足: SARscapeは、ワークフロー処理で生成される中間処理画像ファイルを、Preferences で指定したTemp Directory 内にSARsTmpDir\*\*\*という作業フォルダを作成して格納します。ワークフローの最後でこれらの中間ファイルを削除するか選択することができます。削除しない場合は、上記作業フォルダはOutput Directory 内にwf\_temp\_\*\*\*というフォルダ名に変更の上保存されます。

# Intensity Time Series ワークフロー: 演習 Coregistraion ステップ



1. デフォルトで「Coregistration With DEM」がFalseになっていますのでそのまま「Next」をクリックしてください。
2. 処理が完了すると、ENVI上に\*\_rspと接尾子のついた各強度画像の位置合わせされた画像群が表示されます。レイヤーマネージャの表示/非表示切り替えや透過度を変更して各レイヤーの位置にずれがなくなったことを確認してください。

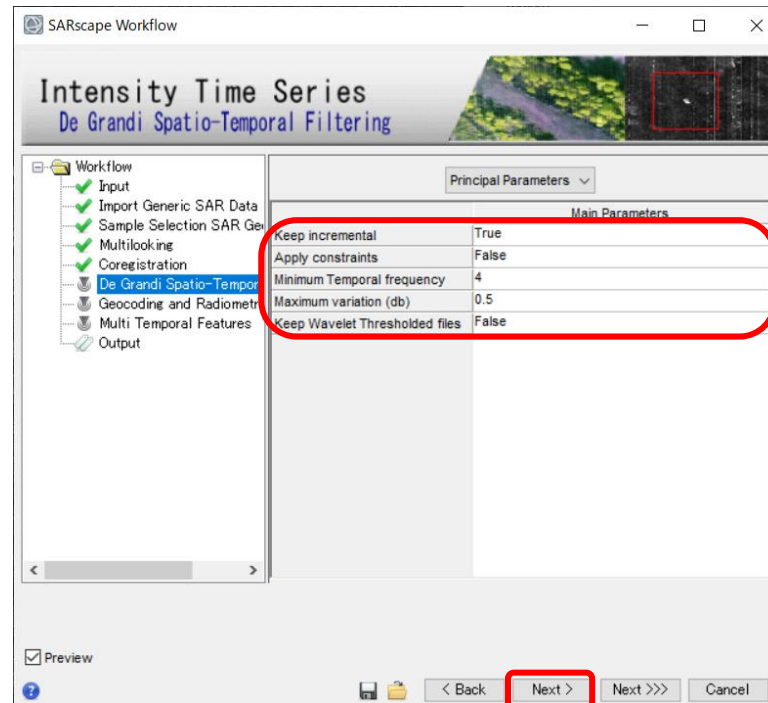


# Intensity Time Series ワークフロー: 演習

## De Grandi Spatial-Temporal Filtering ステップ



1. パラメータはデフォルトのまま「Next」をクリックしてください。
2. 処理が完了すると、ENVI上に\*\_filと接尾子のついた位置合わせされた各強度画像のフィルタリングされた画像群が表示されます。レイヤーマネージャの表示/非表示切り替えや透過度を変更して同一日付の\*\_rspと\*\_filのペアを比較しましょう。河川の部分など、ごま塩状のスペックルノイズが軽減されていることがわかります。

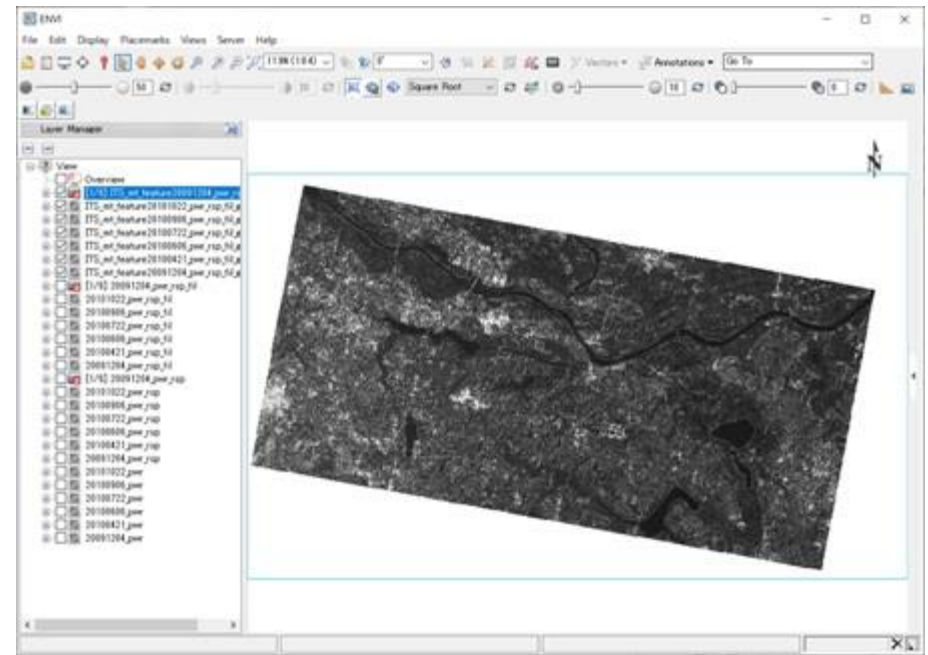
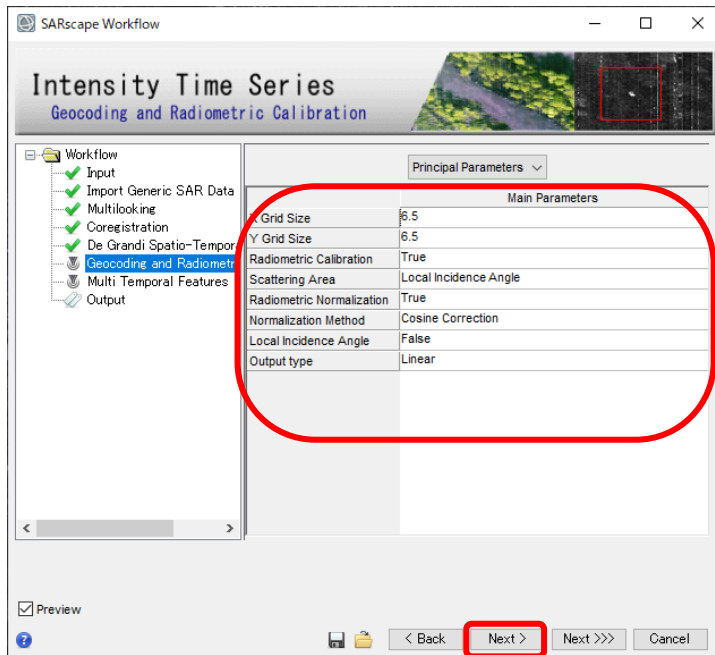


# Intensity Time Series ワークフロー: 演習

## Geocoding and Radiometric Calibration ステップ



1. パラメータはデフォルトのまま「Next」をクリックしてください。
2. 処理が完了すると、ENVI上に\*\_geoと接尾子のついたジオコーディングされた画像群が表示されます。ENVIのステータスバーに地理情報が表示されていることが確認できます。SAR画像に付加される投影情報はDEMデータが持つ投影情報となります。



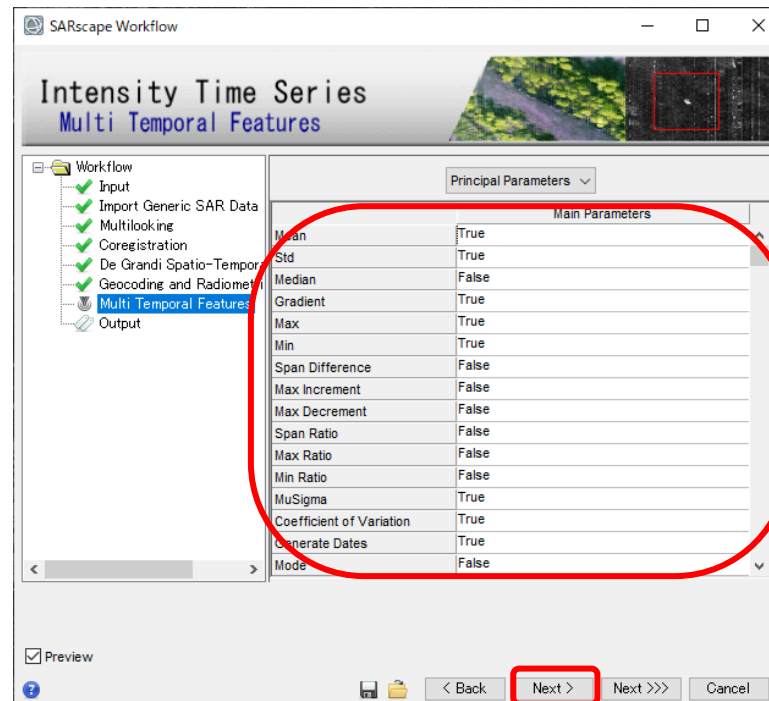


# Intensity Time Series ワークフロー: 演習

## Multi Temporal Features ステップ



- 入力した時系列SARデータの統計計算など特徴抽出します。
- 1. パラメータはデフォルトのまま「Next」をクリックしてください。
  - Make cmg RGBフラグこのフラグを設定すると、以下をRGB合成画像として生成してくれます。(デフォルト:True)
    - **変動係数 (Coefficient of Variation)**
    - **最小値 (Min)**
    - **勾配 (Gradient)**

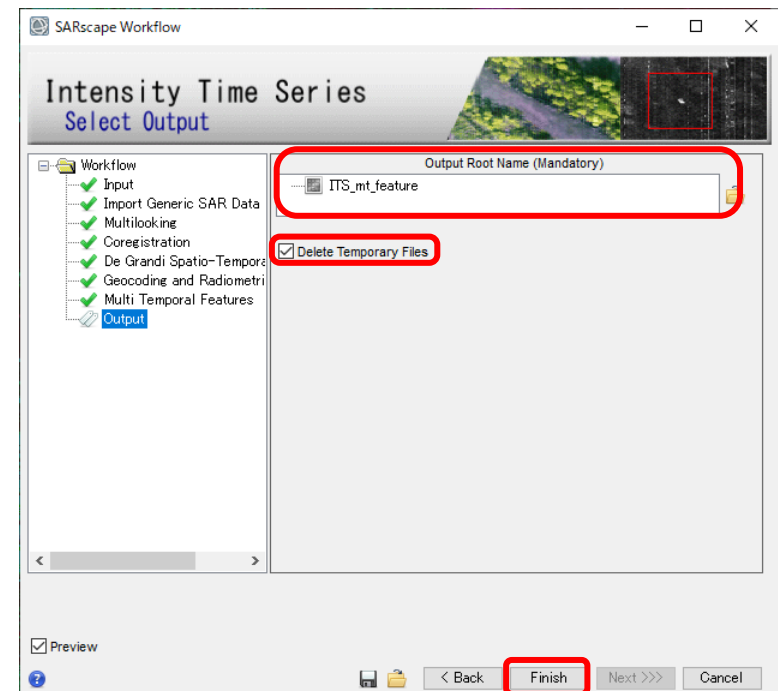


# Intensity Time Series ワークフロー: 演習

## Output ステップ



- ファイルの出力先を指定し、MultilookやCoregistration、フィルタステップなどのジオコーディング以前の間処理ファイルの削除設定を行います。
1. Output Root Nameに任意のファイル名を設定して「Delete Temporary Files」にチェックを入れて「Finish」をクリックしてください。パラメータはデフォルトのまま「Next」をクリックしてください。



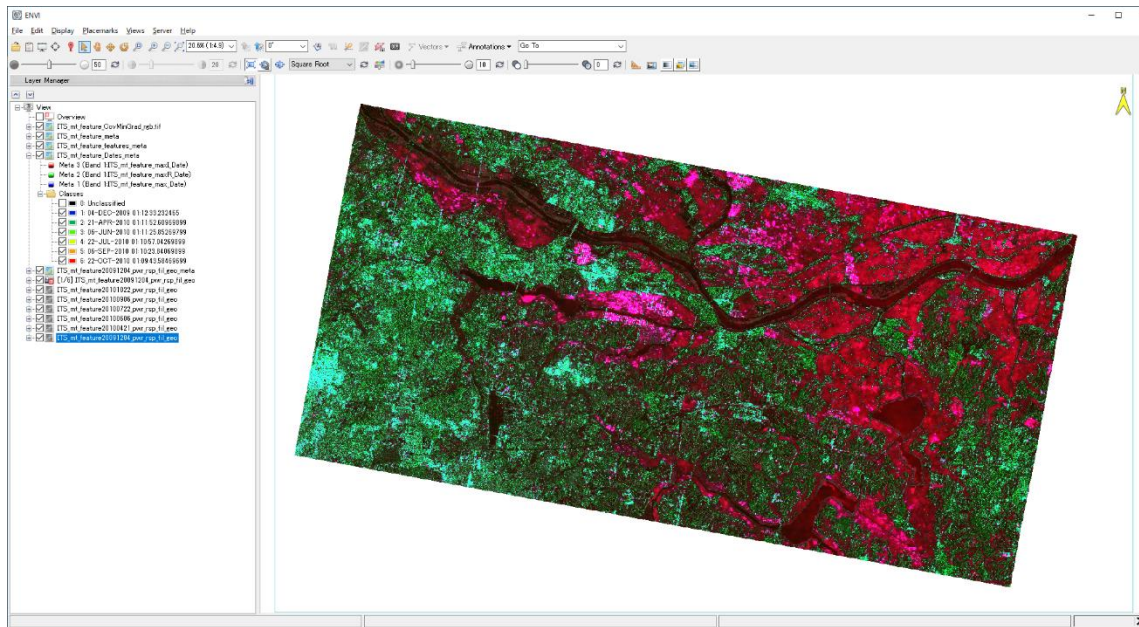
### 【設定値】

C:¥Training¥SARscape¥Output¥ITS\_mt\_feature

# Intensity Time Series ワークフロー: 演習 Output ステップ



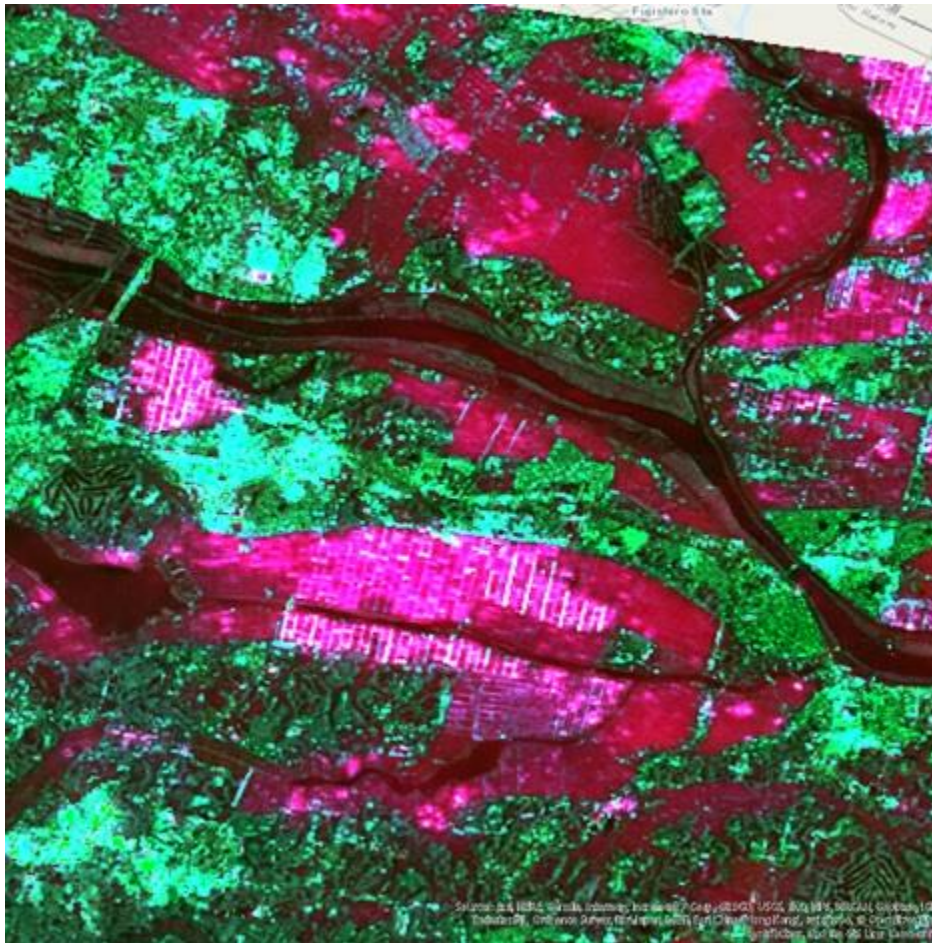
2. 処理が完了すると、レイヤーマネージャにあった中間ファイルは削除され、出力した\*\_mt\_feature\_metaファイルが表示されます。\*\_metaファイルには、Band1~Band6までに各日付のジオコーディング画像と、Band7以降にMulti-Temporal Featuresで設定したバンドが含まれています。また、Make cmg RGBがTrueになっていると、Coefficient of Variation, Min, Gradient をRGBに割り当てたTIFFが作成されます。



# Intensity Time Series ワークフロー: 出力ファイル



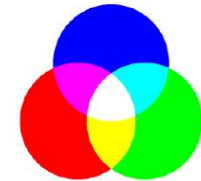
- Make cmg RGBフラグをTrueに設定して出力された intensity\_CovMinGrad\_rgb.tifファイルを確認します。



変動係数(Coefficient of Variation)

最小値(Min)

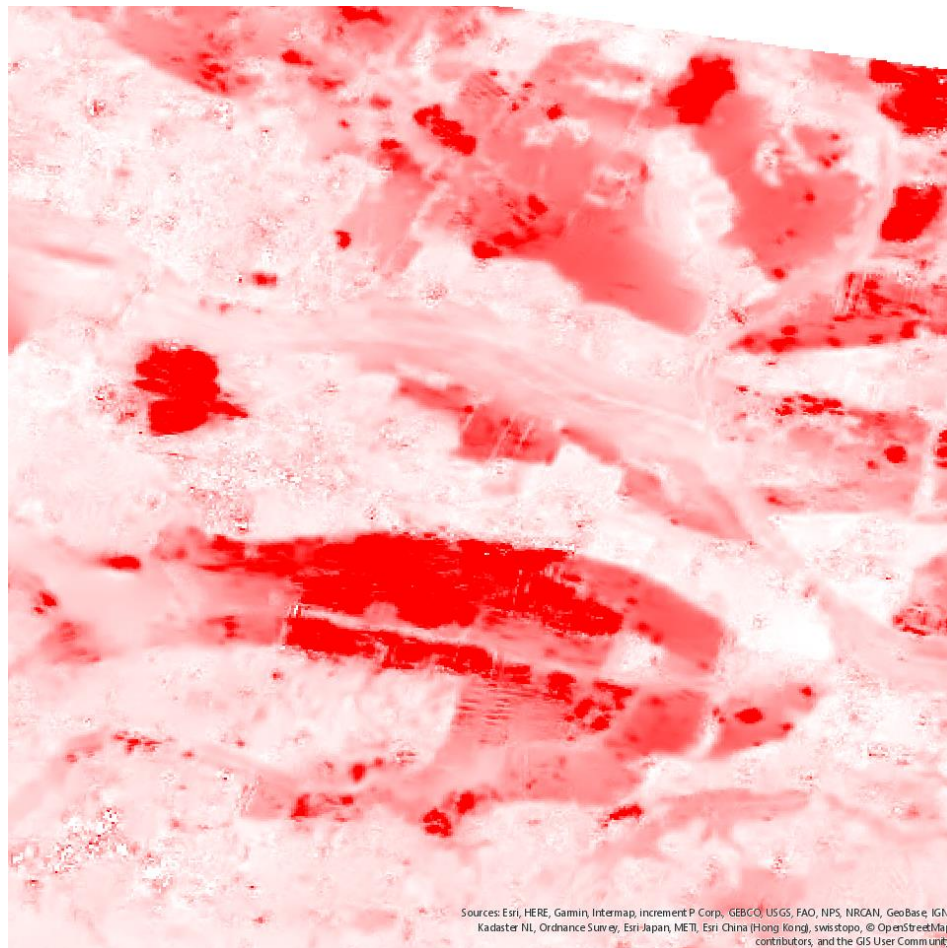
勾配(Gradient)



# Intensity Time Series ワークフロー: 変動係数: Coefficient of Variation



- 標準偏差 / 平均値 → ばらつき の 大きさ
- 時間毎に変化していく場所では、この値が大きくなります。

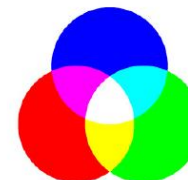


Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), Swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

変動係数(Coefficient of Variation)

最小値(Min)

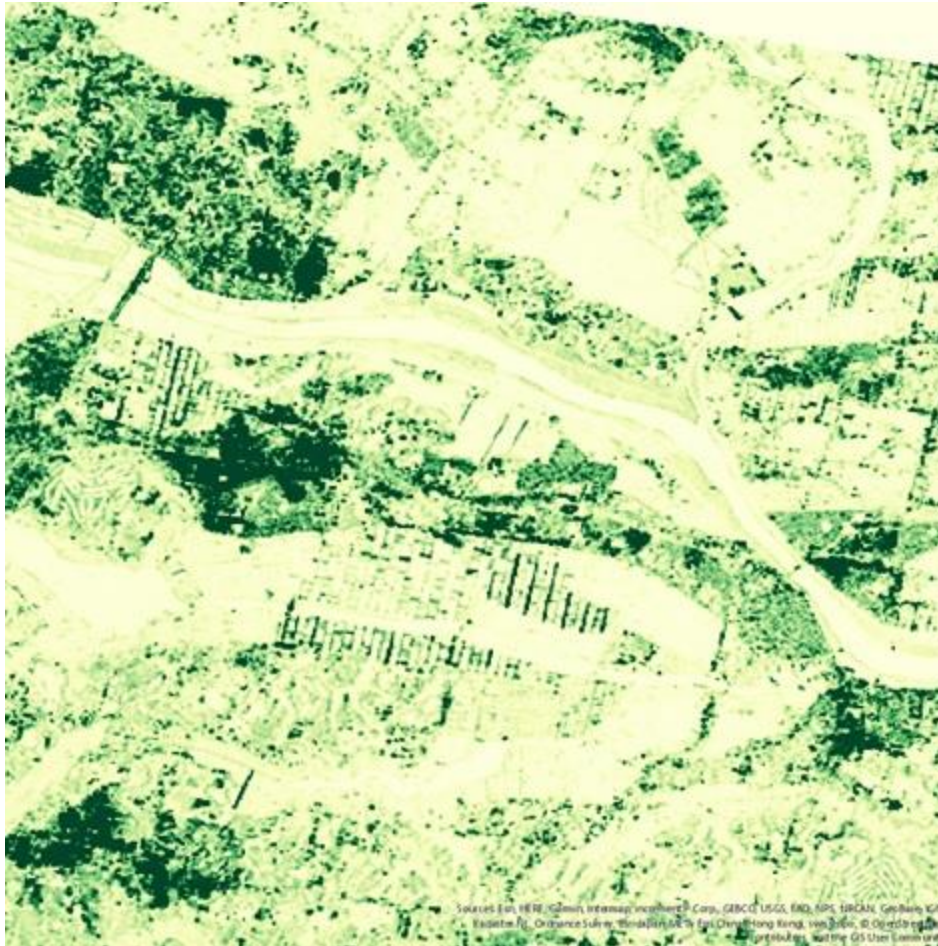
勾配(Gradient)



# Intensity Time Series ワークフロー: 最小値: Min



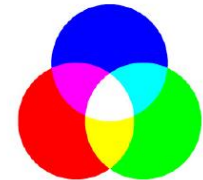
- 入力期間での最小値
- 強い反射のある構造物などでは、最小値自体が大きくなります。



変動係数(Coefficient of  
Variation)

最小値(Min)

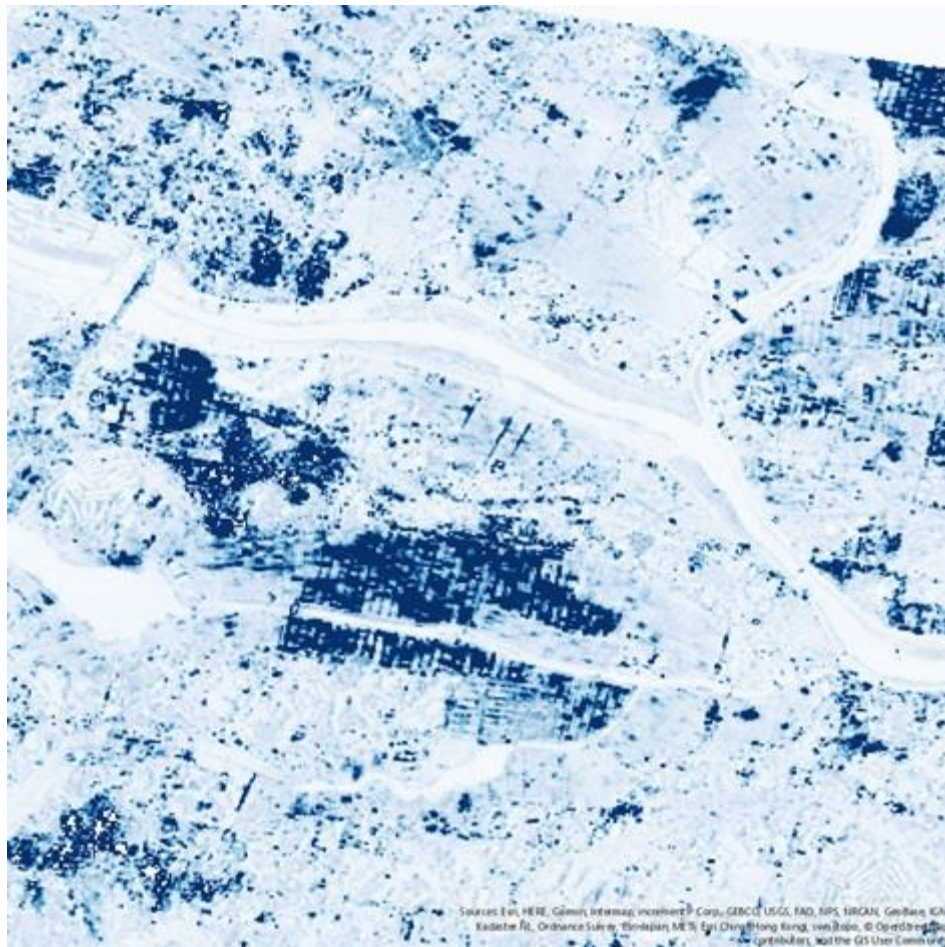
勾配(Gradient)



# Intensity Time Series ワークフロー: 勾配: Gradient



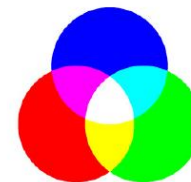
- 連続する2時期での最大となる変動量
- 変化の著しい場所では、この値が大きくなります。



変動係数(Coefficient of  
Variation)

最小値(Min)

勾配(Gradient)





# 補足演習2: InSAR DEMワークフロー

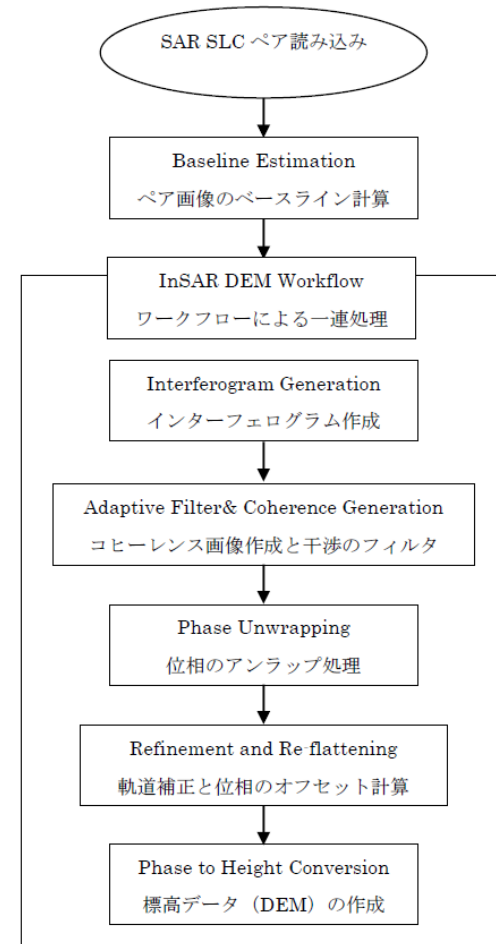


# 処理の概要



- SAR画像ペアからインターフェログラム（干渉画像）を作成しDEM作成まで一連の処理を実行します。

1. インターフェログラムの作成
2. コヒーレンス画像作成と干渉フィルタ
3. 位相のアンラップ処理
4. 軌道補正と位相のオフセット計算
5. 標高データ (DEM) の作成



# 使用するデータについて



## ■ ラスベガス周辺のENVISAT ASAR IS4 データ

- 撮影時期: 2002年11月7日 / 2003年1月16日 のペア
- ENVI ツールボックス → SARscape → Preferences → Preferences specific → General



## ■ 使用するデータは以下メニューからSARscapeへインポートします。

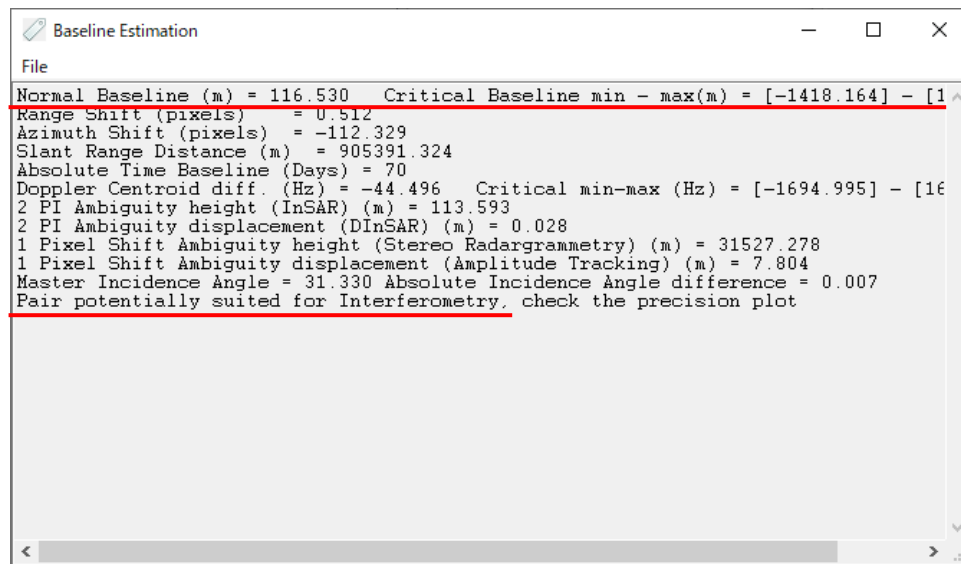
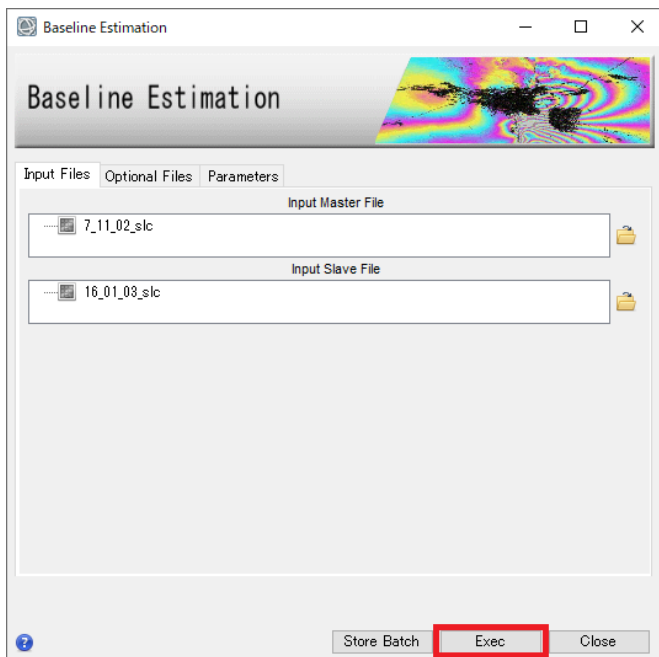
- ENVI ツールボックス → SARscape → Import Data → SAR Spaceborne

\* 本トレーニング使用するデータはすでにSARscapeへインポート済みですので、この手順は省略します。

# Baseline Estimationの確認



1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometry → Interferometric Tools → Baseline Estimationを選択し、設定ダイアログを起動します。
2. 出力結果を確認します。
  - Normal Baseline（垂直方向の距離）がCritical Baseline（臨界ベースライン）の距離に収まっているか確認します。Critical BaselineよりNormal Baselineが大きくなった場合は、位相情報が大きく異なるため、二つの画像を干渉させ、インターフェロメトリの処理を行うことができません。



# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Input ステップ



1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometry → InSAR DEM Workflow を選択し、InSAR DEMワークフローダイアログを起動してください。
2. Inputダイアログの設定は以下のようになります。左側にワークフロー内の処理ステップのリストが表示されます。Inputステップダイアログで、入力ファイルとDEMを指定します。

### 【設定値】

Input Fileタブ

Master File:

C:¥Training¥SARscape¥reference¥InSAR\_Input¥DORIS¥7\_1  
1\_02\_slc

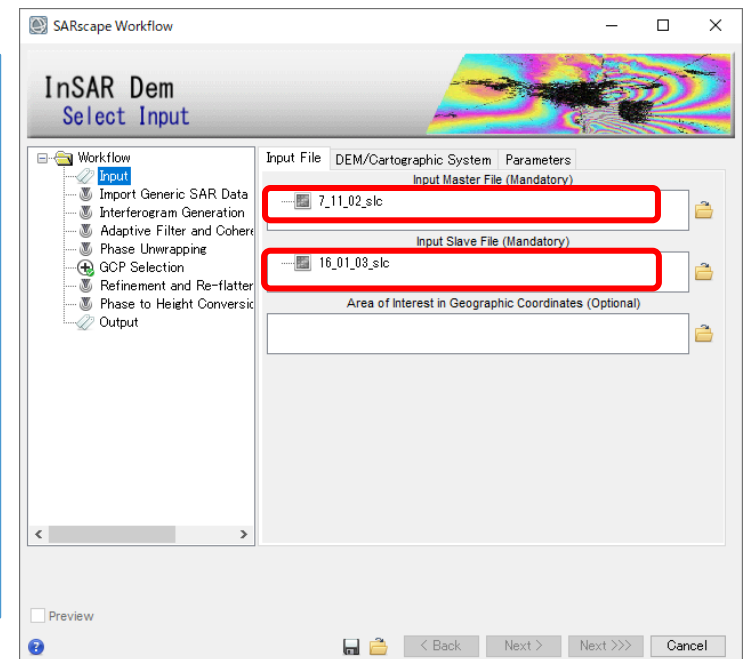
Slave File:

C:¥Training¥SARscape¥reference¥InSAR\_Input¥DORIS¥16\_  
01\_03\_slc

DEM/Cartographic Systemタブ

DEM file:

C:¥Training¥SARscape¥reference¥InSAR\_Input¥start\_dem



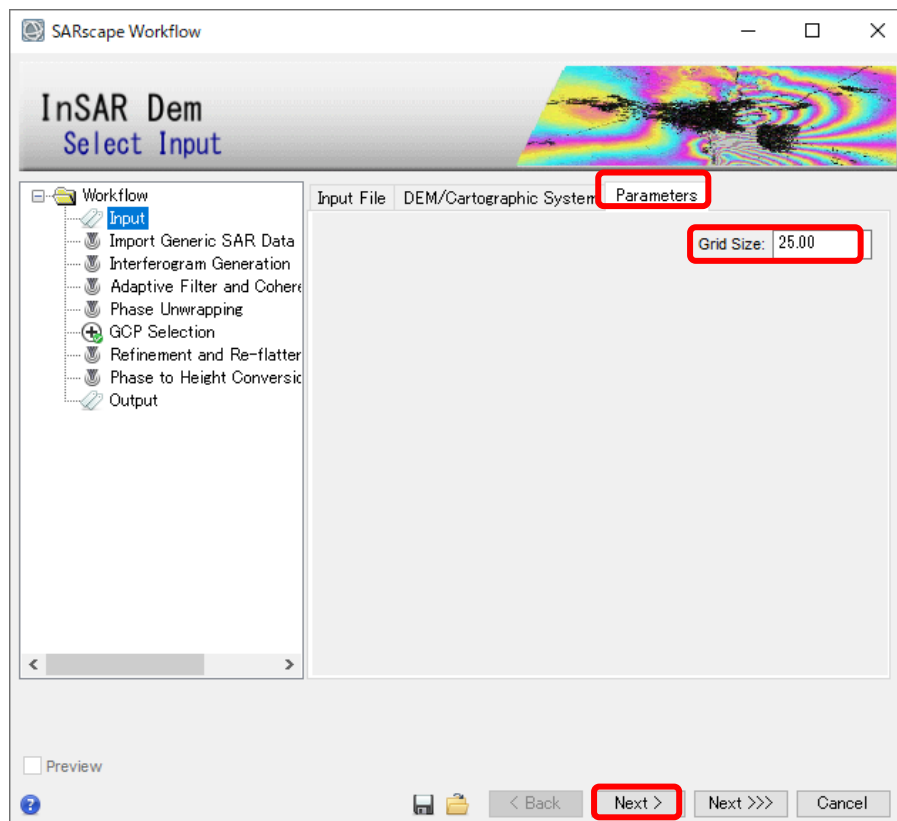
# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Input ステップ



3. InputステップのParametersタブ → 以下の値を設定し、Nextボタンをクリックしてください。

【設定値】  
Grid Size: 25.00



# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Import Generic SAR Data ステップ



1. 事前にSLCにインポートしていない場合、ワークフロー内でもオリジナルデータからインポートが可能です。この演習ではSample Selectionの工程をスキップしますので、「Skip Sample Selection」パラメータをTrueにして「Next」をクリックしてください。

SARscape Workflow

InSAR Dem  
Import Generic SAR Data

Workflow

- Input
- Import Generic SAR Data**
- Interferogram Generation
- Adaptive Filter and Coherence
- Phase Unwrapping
- GCP Selection
- Refinement and Re-flattening
- Phase to Height Conversion
- Output

Principal Parameters

Main Parameters	
Area of Interest in Geographic Coordinates	
SENTINEL Make mosaic same track	True
SENTINEL Make power QL	False
Apply calibration constant	False
<b>Skip Sample Selection</b>	<b>True</b>

Preview

< Back Next > Next >>> Cancel

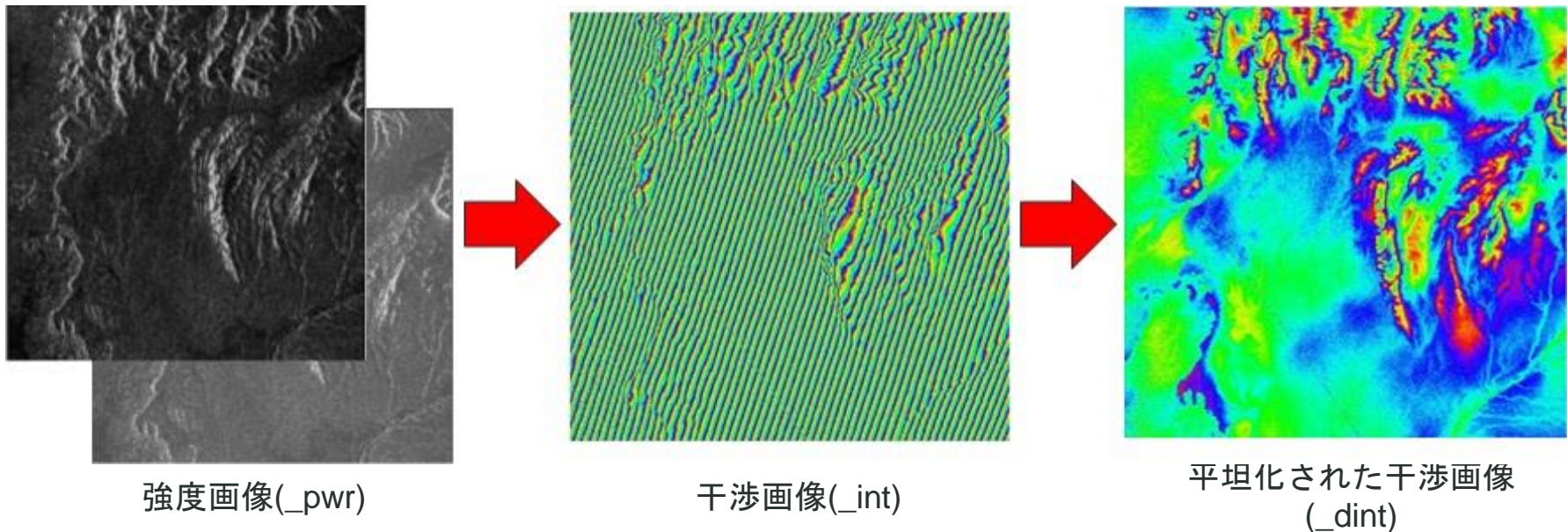
# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Interferogram Generation ステップ



### ■ 干渉画像を作成ステップ

- SARscapeではアンラップのために、軌道縞・地形縞の除去をここで行います。
- `_int`という中間ファイルは、これらの情報が除去されていない画像です。



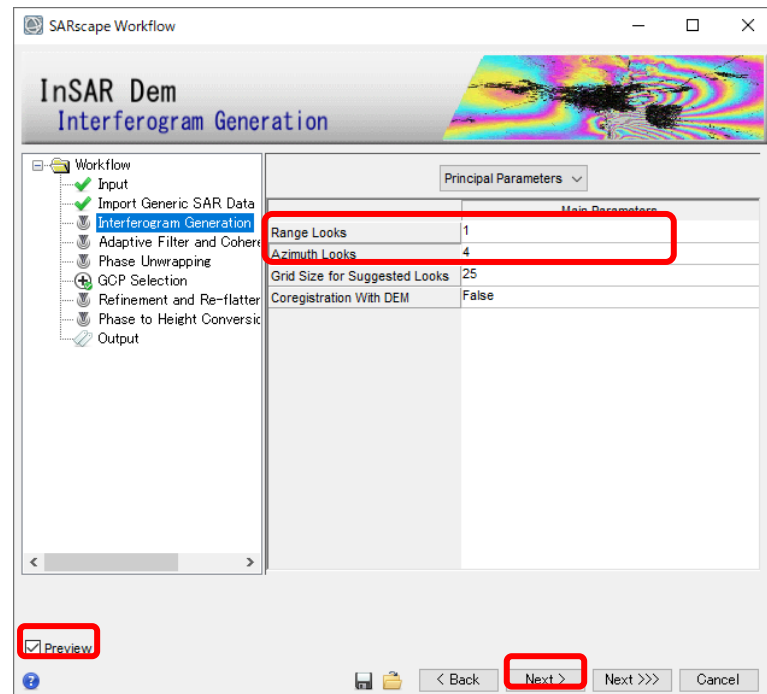
# InSAR DEMワークフロー: 演習 Interferogram Generation ステップ



1. インターフェログラム生成のステップです。初期干渉画像と軌道縞・地形縞除去を行います。以下の設定値を入力し、左下のPreviewにチェックを入れて、「Next」をクリックして次ステップへ進みます。

## 【設定値】

Range Looks: 1  
Azimuth Looks: 4



補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリ画像がENVIに表示されます。

INTERF\_out\_master\_pwr: 7\_11\_02\_slcの強度画像

INTERF\_out\_slave\_pwr: 16\_01\_03\_slcの強度画像

INTERF\_out\_dint: 軌道縞等の除去後のインターフェログラム画像



# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Adaptive Filter& Coherence Generation ステップ

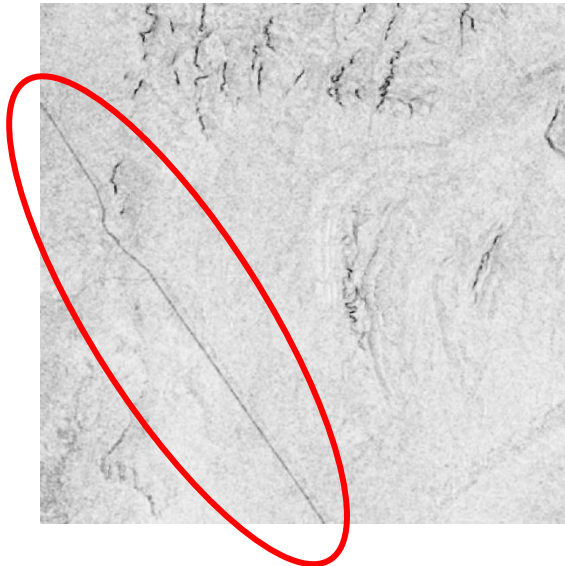


- コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリングのステップです。

ペアの各点がどのくらい似ているか、という類似度を0から1の範囲で表したもの。1に近いほど類似度が高い。

- コヒーレンスを計算する目的は以下です。

1. 測定(干渉位相)の品質を特定する
2. 後方散乱係数と併せ、地上のオブジェクトに関する情報を抽出する



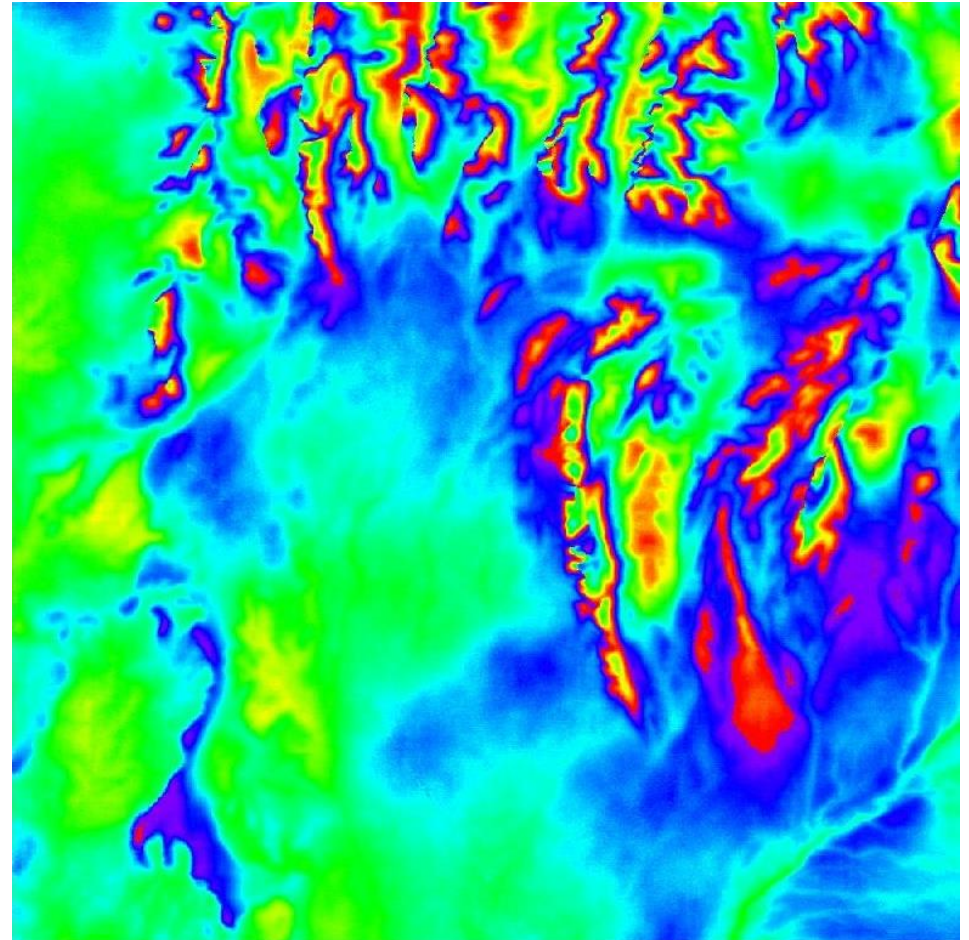
本データでコヒーレンスの低い場所は、Google Earthで確認すると、未舗装の道路だった。

# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Adaptive Filter& Coherence Generation ステップ



- コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリングのステップです。



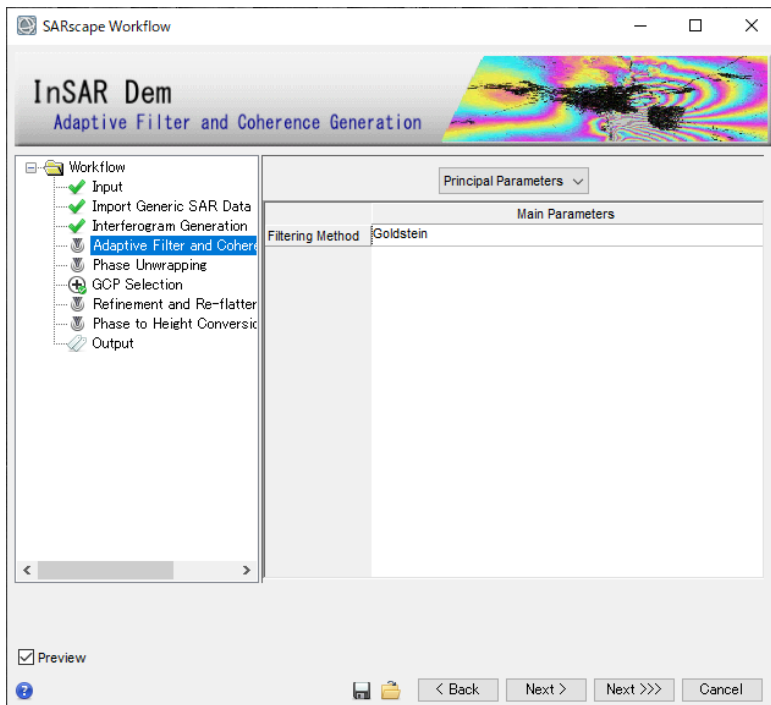
コヒーレンス値を使用して  
様々な地物に対して  
個々にフィルタ処理が実行される

# InSAR DEMワークフロー: 演習

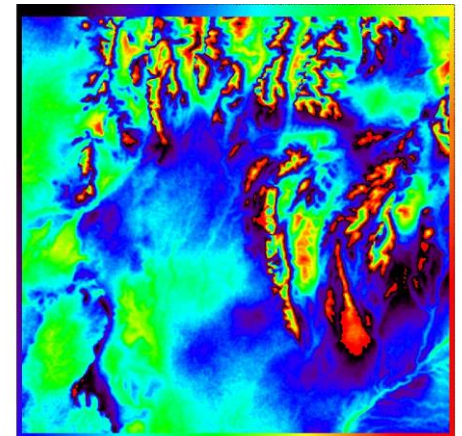
## Adaptive Filter& Coherence Generation ステップ



1. コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリングのステップです。パラメータはデフォルトの「Goldstein」のまま「Next」をクリックして次のステップへ進みます。



コヒーレンス画像(\_cc)



ノイズ除去後のインターフェログラム画像  
(\_fint)

補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリ画像がENVIに表示されます。

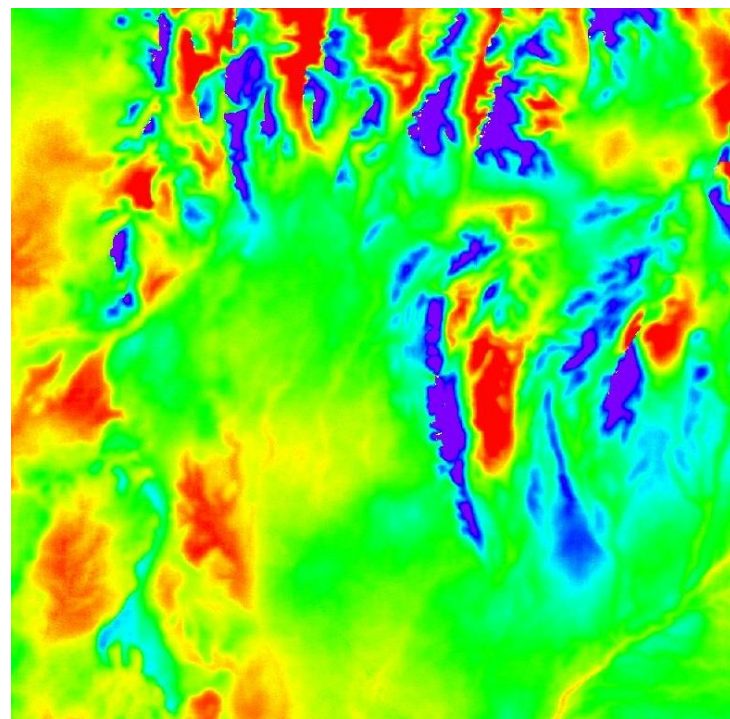
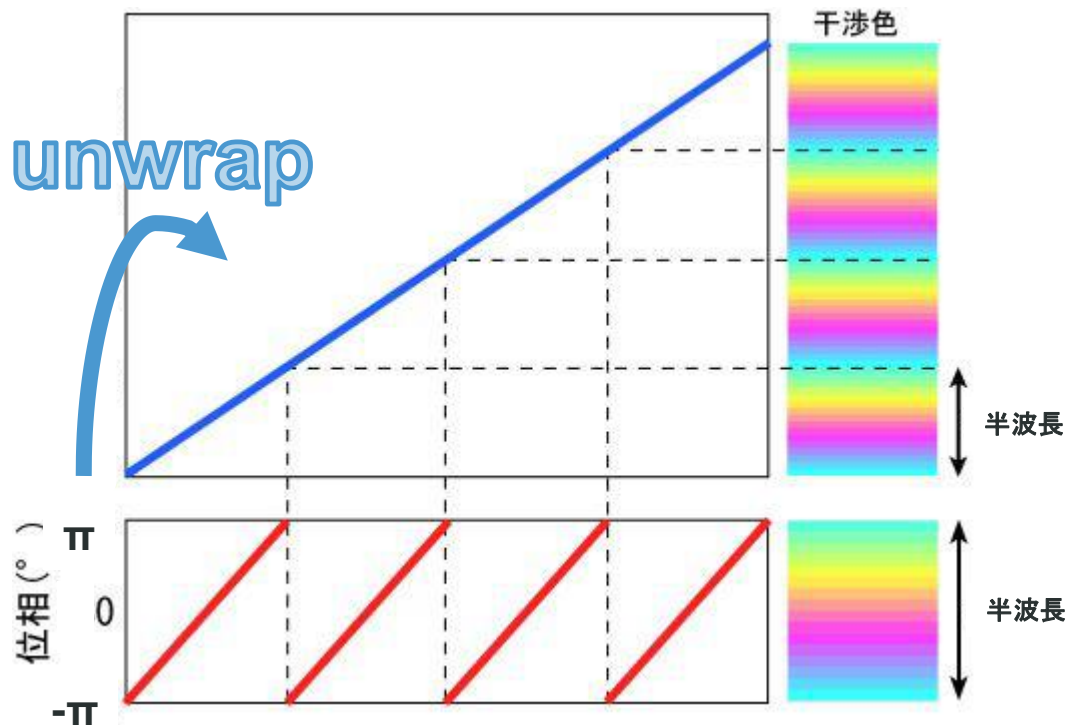
INTERF\_out\_cc: コヒーレンス画像

INTERF\_out\_fint: ノイズ除去後のインターフェログラム画像

# InSAR DEMワークフロー: 演習 Phase Unwrapping ステップ



- ここまでに生成された干渉画像は、各ピクセルが $[-3.14, 3.14]$ の値(周期 $2\pi$ )になります。
  - つまり、 $[-3.14, 3.14]$ の範囲に値が折り畳まれて(wrap)います。
- この折り畳まれている状態を解いて(unwrap)、周期的な変化を直線的な変化に戻す処理をアンラップとといいます。



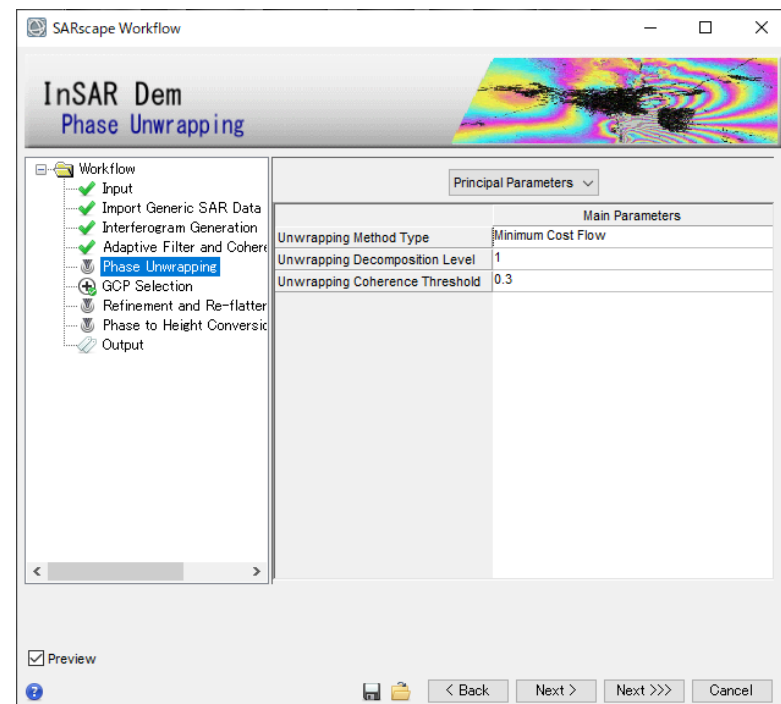
# InSAR DEMワークフロー: 演習 Phase Unwrapping ステップ



1. インターフェログラム生成のステップです。初期干渉画像と軌道縞・地形縞除去を行います。以下の設定値を入力し、左下のPreviewにチェックを入れて、「Next」をクリックして次ステップへ進みます。

## 【設定値】

Unwrapping Method Type: Minimum Cost Flow  
Unwrapping Decomposition Level: 1  
Unwrapping Coherence Threshold: 0.3



補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリー画像がENVIIに表示されます。  
INTERF\_out\_upa: フェーズアンラップ画像

# InSAR DEMワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



- 次に行うRefinement and Re-flatteningの処理に必要なGCP(Ground Control Point: 地上基準点)を設定します。
  - 干渉の色が大きく変化する箇所やコヒーレンスの低い場所は避けて取得します。
- **目的: 参照DEMで取りきれないノイズの除去と軌道補正のため**

地形情報(DEM)を求める際に含まれる誤差の原因

大気中には水蒸気などの微粒子があることで、位相遅延の原因になる  
使用した衛星ペアは完全に平行な軌道で同じ場所を観測してはいないため、相対的なズレがどうしても含まれる



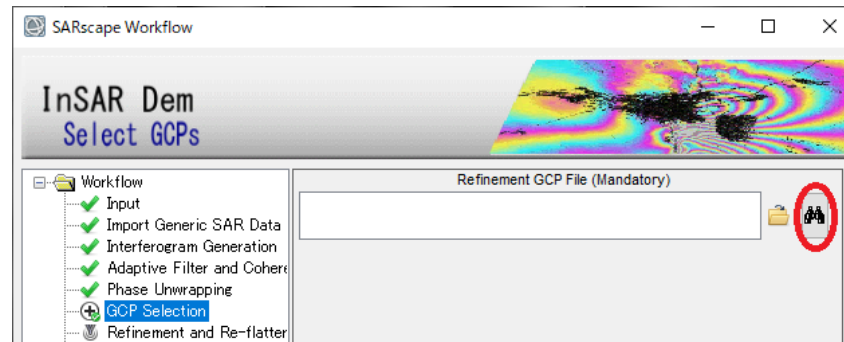
干渉SARの結果に手動で位置情報を与え、これらの誤差を除去する  
広く画像全体で、およそ20点程度のGCPを取得する

# InSAR DEMワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



1. GCPの設定ダイアログを起動します。双眼鏡アイコンをクリックしてください。



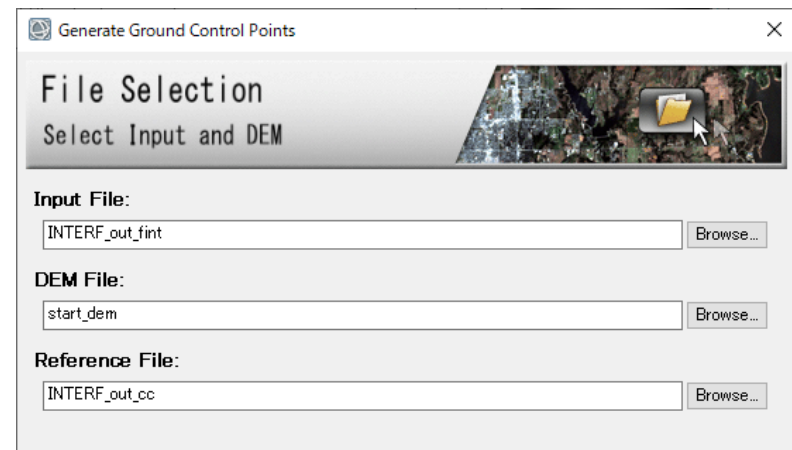
2. Generate Ground Control Pointsダイアログが開きます。ファイル選択は以下の設定値をBrowseから選択して「Next」をクリックします。

### 【設定値】

Input file: INTERF\_out\_fint

DEM file: start\_dem

Reference file: INTERF\_out\_cc

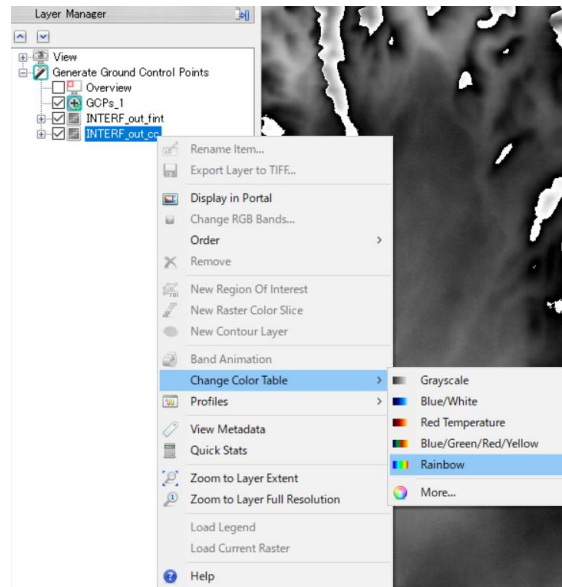



# InSAR DEMワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



- レイヤーマネージャの「INTERF\_out\_cc」を右クリックし、Change Color Table → Rainbow を選択してください。GCPの設定ダイアログを起動します。双眼鏡アイコンをクリックしてください。



- 「INTERF\_out\_fint」レイヤーを選択し、透過のスライダーでレインボーカラーのコヒーレンス画像が見えるように設定してください。



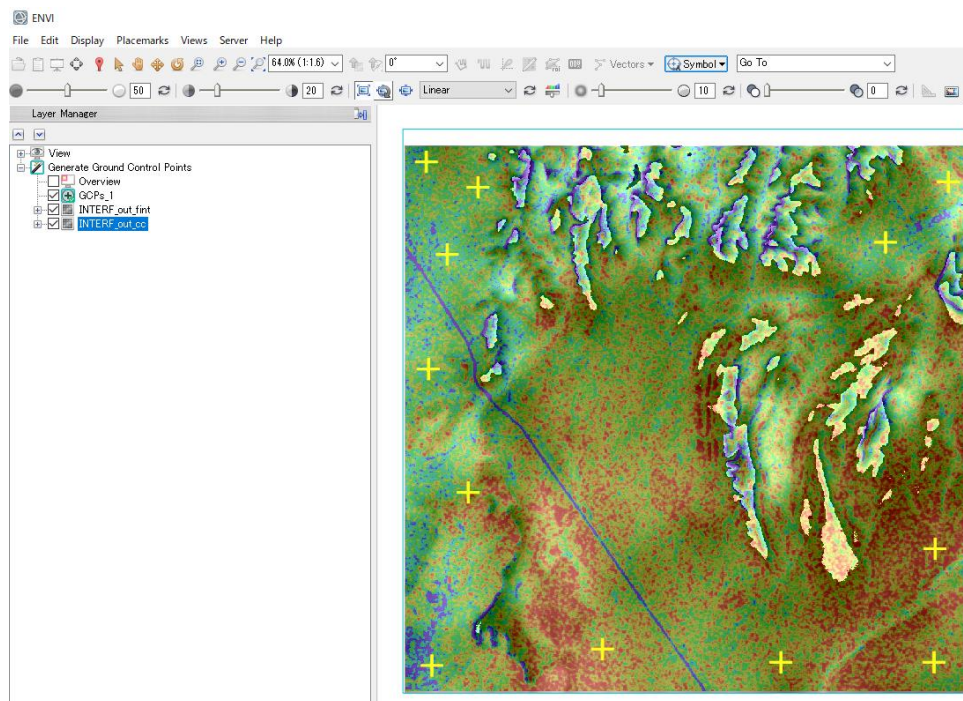
# InSAR DEMワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



### 5. GCPの設定

- コヒーレンスが高い（赤く透ける箇所）ポイントに加え、位相情報が安定（FRINGEを越えずある程度値が一定な箇所）している場所をポイントとして設定します。
- ポイントを設定する際は、左マウスボタンで画像内の任意の場所をクリックしてください。
- 画像全体に均一にポイントを10点程度取るように設定してください。

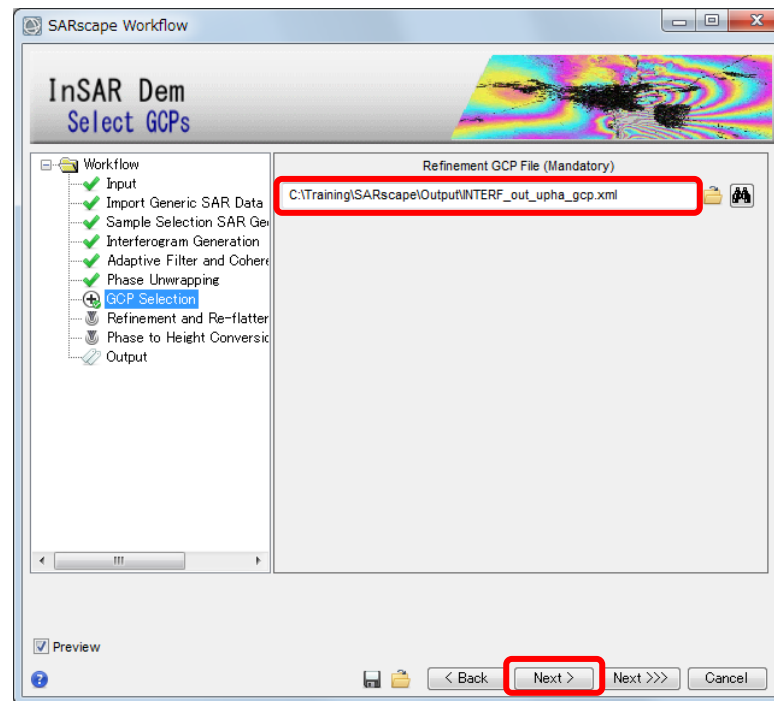


# InSAR DEMワークフロー: 演習

## GCP Selection ステップ



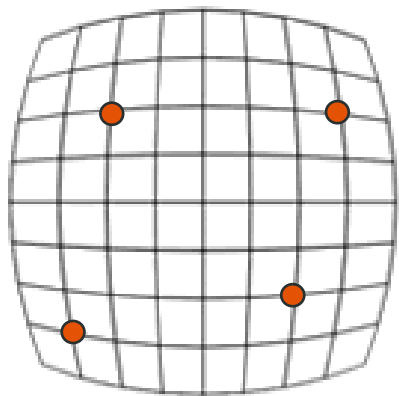
6. GCPを保存します。ポイントが取り終わりましたら、Generate Ground Control Points ダイアログに戻ります。Export タブでOutput XML File に任意のファイル名を設定できます。「Finish」 ボタンをクリックしてください。
7. ワークフローに戻り、Refinement GCP Fileに作成したファイル名が入力されていることを確認して「Next」 をクリックします。



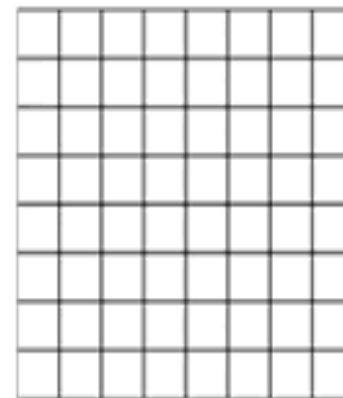
# InSAR DEMワークフロー: 演習 Refinement and Re-flattening ステップ



- GCPの情報を使用して補正を行うステップです。
  - フィルタ処理を行った後の干渉画像(\_fint)およびアンラップ画像(\_upha)に対して補正を行った結果が表示されます。
- 使用した関数や誤差については、処理後に表示されるRefinement Resultウィンドウに表示されます。
  - 中間生成物として、同様のものがtxt形式で保存されます。
  - デフォルトの手法 Polynomial Refinement ではResidual Phase Poly Degreeの項目に設定している数のGCP点が最低でも必要となる(初期値:3)
    - 他手法では最低7点必要で、7点に満たない場合、他手法を設定していても自動的にPolynomial Refinementが使用されます。



GCPを設定し  
補正を行う



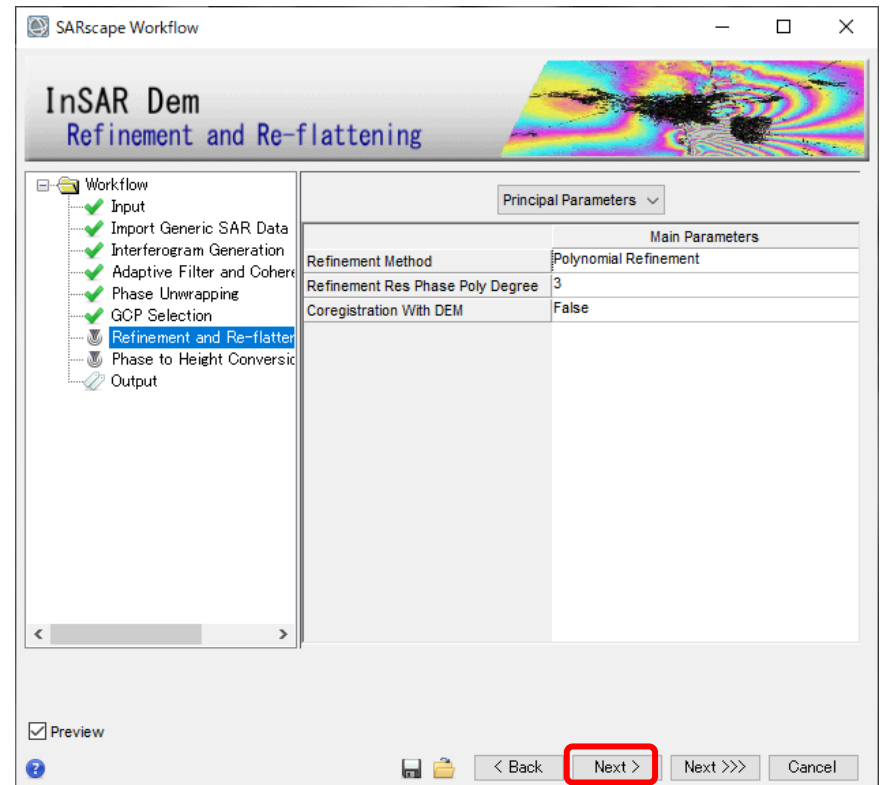
# InSAR DEMワークフロー: 演習 Refinement and Re-flattening ステップ



1. 設定値を確認して「Next」をクリックして次へ進みます。

## 【設定値】

Refinement Method: Polynomial Refinement  
Refinement Res Phase Poly Degree: 3  
Coregistration With DEM: False



補足: Previewにチェックを入れると、以下の中間処理結果のテンポラリー画像がENVIIに表示されます。

INTERF\_out\_reflat\_fint: リフラットしたノイズ除去干渉画像

INTERF\_out\_reflat\_upha: リフラットしたフェーズアンラップ画像

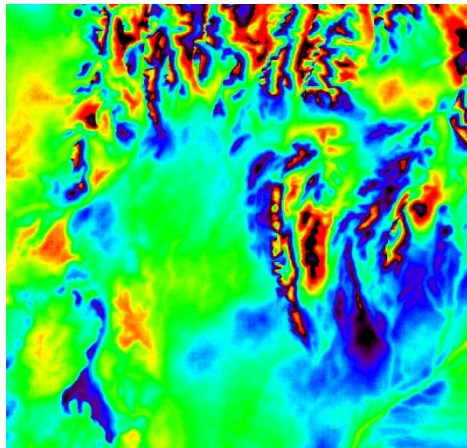
# InSAR DEMワークフロー: 演習 Refinement and Re-flattening ステップ



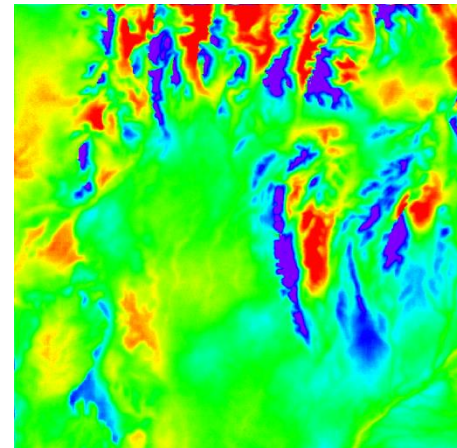
## 2. 結果の確認

```
Refinement Results
File
ESTIMATE A RESIDUAL RAMP
Points selected by the user = 12
Valid points found = 12
Extra constrains = 2
Polynomial Degree choose = 3
Polynomial Type : = k0 + k1*rg + k2*az
Polynomial Coefficients (radians) :
    k0 = 0.0596548381
    k1 = -0.0001504933
    k2 = -0.0009832808
Root Mean Square error (m)= 12.4768589190
Mean difference after Remove Residual refinement (rad) = -0.0643061131
Standard Deviation after Remove Residual refinement (rad) = 0.7202851200
```

Refinement結果



リフラットしたノイズ除去インターフェログラム画像（擬似カラー）



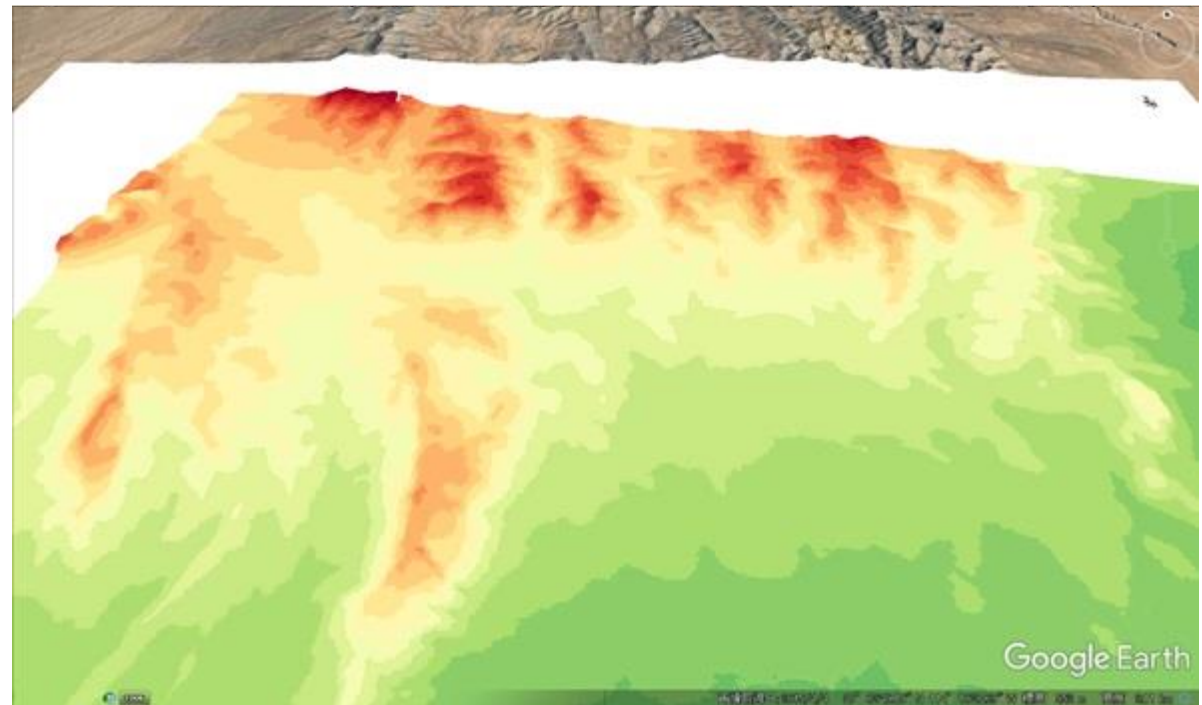
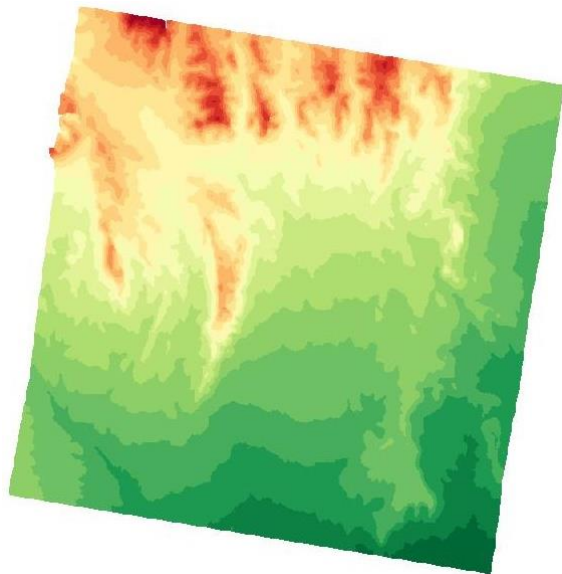
リフラットしたフェーズアンラップ画像（擬似カラー）

# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Phase to Height Conversion ステップ



- 位相差を高さ情報に変換するステップです。
  - ジオコーディングした標高データ (DEM) が作成されます。
  - Output TypeがEllipsoidal(デフォルト値)だと楕円体高で、Ellipsoidal and Geoidalだと楕円体高と標高値の双方で出力されます。



# InSAR DEMワークフロー: 演習

## Phase to Height Conversion ステップ



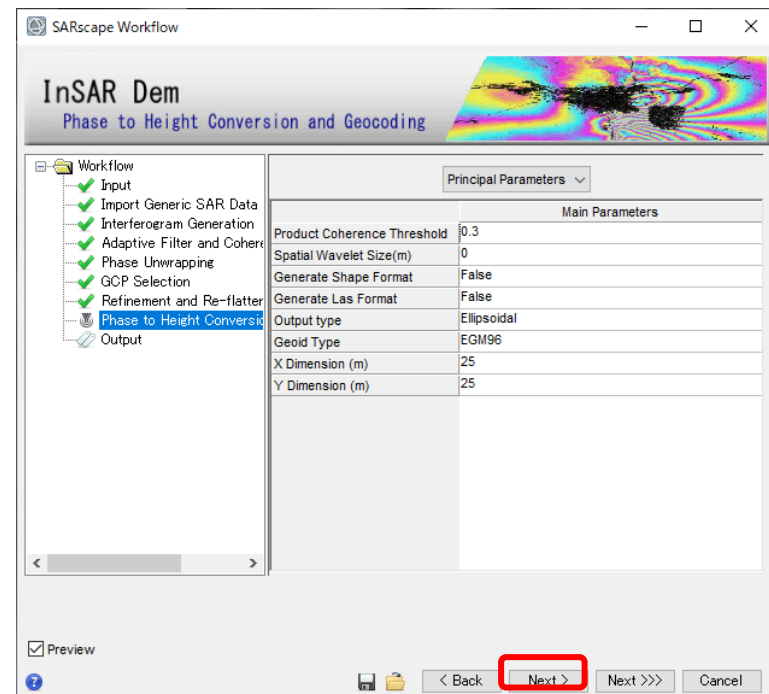
- 出力値は、Output Typeをデフォルトの「Ellipsoidal」だと楕円体高に、「Ellipsoidal and Geoidal」にすると、楕円体高と標高値の双方を出力します。設定値を確認して「Next」をクリックして次へ進みます。

### 【設定値】

Product Coherence Threshold: 0.2

X Dimension (m): 25(任意)

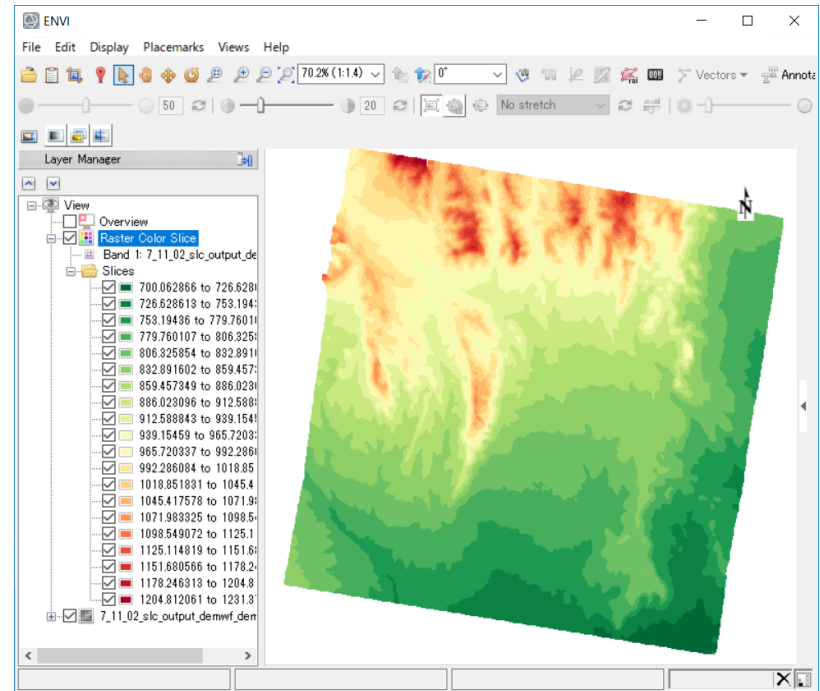
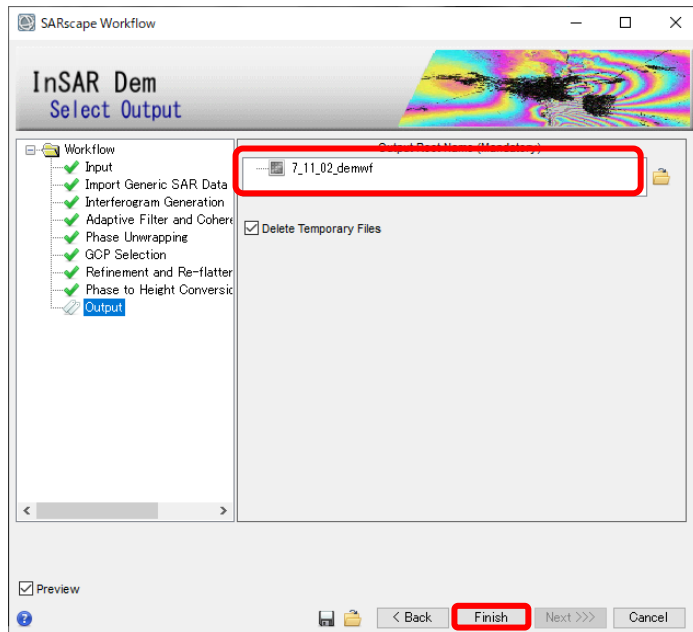
Y Dimension (m): 25(任意)



# InSAR DEMワークフロー: 演習 Output ステップ



1. Output Root Nameに任意のベースファイル名を入力し「Finish」をクリックします。Delete Temporary Filesにチェックを入れたままにしておくと、今までPreview用に作成したテンポラリファイルを削除します。



補足: DEMファイルと同時に出力ディレクトリには\*\_precisionファイルと\*\_resolutionファイルが作成されます。  
\*\_precisionファイルはDEMデータの各ピクセルの信頼度を示し、低い値を持つピクセルが信頼度の高いデータとなります。  
\*\_resolutionファイルは、入射角角に基づいた各ピクセルの解像度となります。










# 補足: 各種ツールや用語について





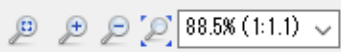
# 代表的なディスプレイツール①



アイコン	機能
	ENVI 標準フォーマットのファイルオープンの機能です。メニューバー > File > Openと同じ動作をします。
	読み込まれたデータの管理を行う、Data Managerを起動します。
	現在のENVIビューに表示されている画像をパワーポイントにクリップします。
	スクロールビューボタンが表示され、ENVIビューに表示されている範囲(倍率)を保ちカーソルで指定した方向へ画像内を移動できます。
	カーソル位置のピクセル情報を表示するCursor Value を起動する機能です。







# 代表的なディスプレイツール②



アイコン	機能
	選択機能です。イメージウィンドウ内に描画された注釈等を選択します。また、フライ、回転といったその他の機能をオフにします。
	パン機能です。イメージウィンドウ内にて左マウスボタンをドラッグし、画像を移動させます。 <u>マウスのセンターホイールを押下した時と同じ動きをします。</u>
	フライ機能です。イメージウィンドウ内にて左マウスボタンをクリックし続けると、矢印の方向に画像が移動し続けます。
	回転機能です。イメージウィンドウ内にて左マウスボタンをドラッグすると、ドラッグした方向に画像が回転します。
	ズーム機能です。指定エリアのズーム、ズームイン、ズームアウト、画像全体の表示、パーセンテージでの画像の倍率変更が可能です。 <u>マウスのセンターホイールを前後へ回した時と同じ動きをします。</u>







# 代表的なディスプレイツール③



アイコン	機能
	画像の北を上に表示する機能です。地図情報を保持している画像のみに有効です。
	回転機能です。角度を入力して画像を回転できます。
	ピクセル値表示機能です。表示画像の任意の指定ポリライン断面のピクセル値をプロットします。
	ピクセル値表示機能です。選択ピクセルの表示画像データの全てのバンドのピクセル値をプロット(スペクトルプロファイルを表示)します。
	2バンドのバンド相関図を表示する2D Scatter Plot機能です。
	クラス画像を編集する機能です。

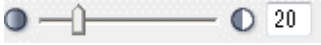





# 代表的なディスプレイツール④



アイコン	機能
	ROI ツールです。ROI の作成、編集をする際にROI ツールを起動します。
	オブジェクトをカウントするFeature Counting という機能です。数値的に記録しておきたいものにマークを付け、位置と数をカウントします。
	ベクタツールです。ベクタの作成、編集等ができます。
	テキスト、ポリゴン、スケールバー、グリッドライン等各種アノテーションを作成する機能です。
	指定した座標の位置へと移動する機能です。
	輝度の調整機能です。スライダーバーを移動させ、輝度の調整をおこないます。




# 代表的なディスプレイツール⑤

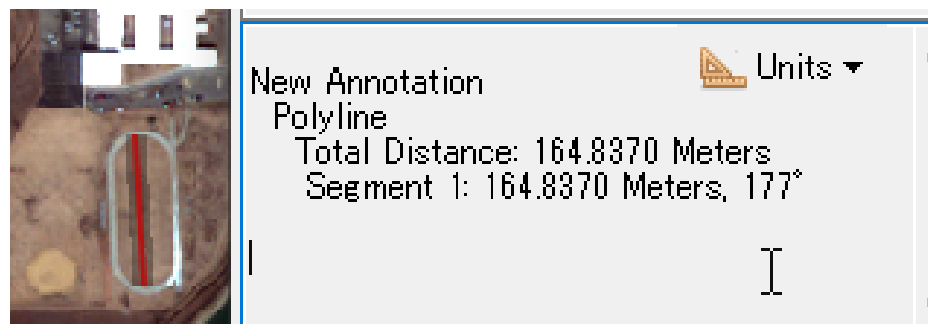


アイコン	機能
	コントラストの調整機能です。スライダーバーを移動させ、コントラストの調整を行います。
	左のアイコンがストレッチを画像全体にかけるよう指定し、右のアイコンは表示領域のみにかける指定を行います。中央のアイコンは、ストレッチの表示領域の変更に伴いを自動更新する機能です。
	ストレッチの種類を選択し、画像にストレッチをかける機能です。ドロップダウンリストからストレッチの方法を選択します。
	ストレッチの調整機能です。画像のヒストグラムをみながら、ストレッチの調整できます。
	シャープネスの調整機能です。スライダーバーを移動させ、シャープネスの調整を行います。
	透過度の調整機能です。スライダーバーを移動させ、透過度の調整を行います。

# 代表的なディスプレイツール⑥



アイコン	機能
	パラメータを変更した設定の値をデフォルト値へと戻します。
	測定したい箇所の画像上の始点と終点をクリックし、距離を表示します。
	レイヤーが二つ以上になると、Portal ボタンが有効になります。ポータルウィンドウボタンの横には他の表示方法として、Blend・Flicker・Swipe ボタンがあります。



Mensuration tool

# ストレッチの種類について









項目名	説明
Linear(線形変換)	設定されたパーセンテージによる線形補間を行います。
Equalize(平坦化)	各ヒストグラムのビンに入る、ピクセルの数を平等にし、ストレッチを行う。
Gaussian(ガウシアン)	入力データの平均値を画像の127とし、第三標準偏差を0と255にし、残りのデータはガウシアンカーブに基づいてデータを割り振ります。
Square Root(平方根)	インプットのヒストグラムに対して、平方根をとりそれに対して、線形変換を行う。
Logarithmic(対数)	低域の輝度を強調する非線形手法です。
Optimized Linear(最適化線形)	線形補間に類似していますが、中間色、シャドウ、ハイライトにより適切な補間を行います。

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/BackgroundStretchTypes.html>



# DATA MANGER の機能



アイコン	機能
	データファイルを開く機能です。本機能はメニューのOpen と同じ機能です。
	データマネージャの全てのファイルのバンド情報を一括表示(+)/非表示(-)を行う機能です。
	選択したファイルを閉じる機能です。
	データマネージャにあるファイルを一括で閉じる機能です。
	ピン/アンピンの機能は、ファイルを画面へと表示した際に、データマネージャを閉じるか表示しておくかを設定する機能です。
	選択したファイルをArcMap へ読み込みます。 ※ArcGIS のライセンスが必要です

