# SARscape の干渉 SAR 時系列解析 チュートリアル:SBAS 法

NV5 Geospatial 株式会社

目的

干渉 SAR 時系列解析の SBAS 法の操作方法を説明します。

2 枚の画像で処理を行う DInSAR(差分干渉 SAR)解析でも地面の変動を捉えますが、時系列干渉 SAR 解析では変動の時間的変化を監視することを目的とした解析手法です。また、多数の画像を 使用するため、処理中にノイズや大気の影響を考慮し低減します。

SBAS 法の特徴としては、差分干渉 SAR 処理と同様にフィルタ処理や干渉画像のアンラップ処理 を行います。複数のペアから得た位相情報から、大気による遅延の位相成分と高さの残差による位 相成分を除去し、平均速度と高さを算出します。また、変動を算出するモデルは線形および非線形 の選択が可能です。

SARscape5.7 より E-SBAS 処理が追加されましたが、本書では従来からの SBAS 法の処理につい て記載いたします。

### 利用バージョン

本マニュアルの操作は、SARscape 6.1 と ENVI 6.1 を使用します。

### 使用データ

本チュートリアルでは、Sentinel-1 (TOPSAR モード、アセンディング) データを使用します。デ ータの観測期間は、2015年4月30日から2019年6月14日までの約4年間となります。観測範 囲は、神奈川県横浜市周辺のエリアとなります。



図 1 処理範囲(Google Earth)



## 事前準備

ENVI の Preferences 設定と SARscape の Preferences 設定を行います。

#### <u>ENVI Preferences</u> 設定:

File → Preferences → Directories → Input/Output/Temporary Directory へ使用するフォルダの設定を行います。

<u>SARscape Preferences 設定:</u>

Toolbox → SARscape → Preferences → Preferences specific → Load Preferences Load Preferences にて使用するデータに適切な設定を指定してください。今回は「Sentinel TOPSAR(IW-EW)」を選択してください。

各設定項目について以下表へ説明を記載します。

Load Preferences 項目	説明
General	入力データタイプに合わせて特に調整されていない、一般的
	なパラメータ設定です
UHR (better than 1m)	1m/pixel 以下の高解像度データに適しています
VHR (better than 3m)	3m/pixel 以下の高解像度データに適しています
VHR (better than 6m)	6m/pixel 以下の高解像度データに適しています
HR (better than 10m)	10m/pixel 以下の高解像度データに適しています
MR (between 10m and 30 m)	10m~30 m/pixel の高解像度データに適しています
LR (coarser than 30m)	数十 m~100m/pixel の中解像度データに適しています
Interferometry Low Coherence	コヒーレンスが低いまたはクロスコリレーションを使用して
	コレジストレーションを行う場合に画像内に目立つフィーチ
	ャが制限されている干渉データペアに適しています
Wrong Orbital Data	軌道パラメータの信頼性が低い干渉データセットまたはコレ
	ジストレーションのマルチテンポラル振幅シリーズに適して
	います
TanDEM-X Bistatic Configuration	バイスタティックモードでのÂTerraSAR-X + ÂTandem-Xで
	取得された干渉データペアに適しています
CInSAR ERS-ASAR Interferometry	ERS と ASAR によって作成された干渉データペアに適してい
	ます
Sentinel TOPSAR (IW – EW)	TOPSAR(IW)モードで取得した Sentinel データの干渉処理を
	実施する場合この設定は必須です

表 1 Preference Specific 設定

Load Preferences 項目	
PALSAR-2 ScanSAR	ScanSAR モードで撮影された Palsar 2 SLC の干渉処理を実
	施する場合この設定は必須です
TSX ScanSAR	ScanSAR モードで撮影された TerraSAR-X の干渉処理を実施
	する場合この設定は必須です
Squinted data	Squinted data(PALSAR-1, JAXA SLC 配信)の場合この設定は
	必須です

### 処理概要

SBAS の処理フローについて、以下図に示します。この処理フローは SARscape の SBAS の処理メ ニューと同じ順に記載しており、各フローにおける詳細や手順については後続の章において説明し ます。



図 2 処理フロー



図 3 SBAS 処理メニュー



### コネクショングラフ

SBAS を実施する際の最初の必須ステップです。この機能は複数の画像に対して干渉処理を行うた めの干渉ペアを定義します。この手順では指定された時間および空間的ベースライン値内にあるペ アを選出し、作成されたコネクショングラフ内で線が繋がっているペアが干渉に使用されます。コ ネクショングラフの処理終了後には、Auxiliary.sml ファイルが出力されます。Auxiliary ファイル は SBAS の処理を管理するファイルです。実行されたステップ、出力されたデータの情報などが含 まれ、本処理以降は Input File へ Auxiliary ファイルを選択し処理を進めます。

#### 【操作】

1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometric Stacking → SBAS → 1 - Connection Graph を選択し、ワークフローダイアログを起動してください。

SBAS	Connecti	on Grap	h			
nput Files	Optional Files	Parameters	Output Files			
			Input File Lis	t		1 🛶
Drag&Drop	from Disk Driv	e/Laver Mana	ger/Data Mana	ger		
				-		

- 図 4 コネクショングラフの設定ダイアログ
- Input Files タブ → Input File List の Browse Files をクリック → ファイルの選択ダイアロ グから、使用するファイルを Shift キーを押しながら複数選択し、「開く」をクリックしてく ださい。



名前 」 sentinei 1_39_20181 122_084 1040 10_1W_51W4_A_VV_msc_cut_sic_list	更新日時 2019/06/26 23:09	種類 ノバ1ル	₩7ズ 2 KB	
sentinel1_39_20181204_084103661_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:09	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20181216_084103100_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:10	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20181228_084102768_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:10	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190109_084102287_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:10	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190121_084101900_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:11	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190202_084101611_IW_SIW2_A_W_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:11	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190214_084101143_IW_SIW2_A_W_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:12	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190226_084101221_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:12	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190310_084101072_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:12	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190322_084101037_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:13	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190403_084101556_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:13	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190415_084101844_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:14	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190427_084102575_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:14	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190509_084102781_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:15	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190521_084103619_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:15	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190602_084104175_IW_SIW2_A_W_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:16	ファイル	2 KB	
sentinel1_39_20190614_084104858_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_list	2019/06/26 23:16	ファイル	2 KB	
名(N): sentinel1_39_20190614_084104858_IW_SIW2_A_VV_msc_cut_slc_li	st" "sentinel1_39_201504	30_084142257_IW_S	iW2_A_VV_cut_slc_list" "sentinel1 ~	*_slc;*_slc_list (*_slc;*_slc_list) ~
				開く(O) キャンセル

図 5 ファイル選択

3. マスタを指定する場合は、Optional Files にファイルを指定してください。ここで指定する画像は、Input Files でも指定されている必要があります。ここで指定したマスタはスーパーマスタと呼ばれます。スーパーマスタは全ての処理において参照データとなり、このデータを元にスラントレンジ画像の位置合わせを行います。指定しない場合は SARscape が全データからーつスーパーマスタを抽出します。



図 6 マスタデータ選択タブ

 コネクショングラフを算出する際の設定項目は、Parameters タブにあります。データの条件な どが異なる場合は設定が必要になる場合がありますが、事前準備の SARscape Preference 設定 で使用するデータに合ったものを読み込んでいるため、基本的にはデフォルトのままで問題あ りません。今回の処理も値を変更せずに実行します。



図 7 Parameters タブ



Parameters タブの Principal Parameters について簡単な説明を以下に記載します。 表 2 コネクショングラフのパラメータ

パラメータ名	内容
Normal Baseline	通常の基線長に対する設定で、センサにも依存しますが、
	Critical Baselineの最大 45~50%まで大きくできます。
Temporal Baseline	時系列のベースラインの閾値を設定する項目です。観測日の間隔
	が大きくコネクショングラフが繋がらない場合に調整することが
	可能です。
Degree of Redundancy	コネクションに対する Normal と Temporal Baseline の閾値を適
	用した後、さらにコネクションの余剰の程度を指定できます。
Redundancy Criteria	上記を Low に設定した際に余剰コネクションを削減するための基
	準を選択します。
Max Connections per	余剰コネクションを減少させた後に残る各データ接続数の目安で
Acquisition	す。信頼できる速度推定解を得るには5以上の値が推奨されま
	す。
Allow Disconnected Blocks	取得したデータの一部がメインのコネクションに含まれず、別個
	のコネクションブロックになっている場合は、Allow
	Disconnected Blocks オプションを有効にすることで時間的間隔
	が開いた別のコネクションも変動の算出に追加することが可能で
	す。その補間は第一変動速度推定の処理時に Linear や
	Quadratic などのモデルを適用します。そのため、算出された結
	果の変動の信頼性は Allow Disconnected Blocks オプションを無
	効にしている時よりも低くなります。

5. Output Files タブにてフォルダアイコンをクリックし、ファイルの出力先と出力ルート名を設 定し、「Exec」ボタンをクリックしてください。出力ルート名は、処理フォルダ名に使用さ れ、出力ルート名+\_SBAS\_processing というフォルダが作成されます。

SBAS	Connectio	on Grap	h	- Serve
Input Files	Optional Files	Parameters	Output Files	
			Output Root Nar	me
				<b>e</b>

図 8 出力先設定タブ

6. 処理が終了すると、レポートとコネクショングラフが表示されます。グラフには、スーパーマ スタの表示(黄色のポイント)、入力データの取得日(X 軸)の軌道間距離(Y 軸)を示すタイムポ ジションプロットと軌道間距離(Y 軸)と入力データの取得日(X 軸)を示すタイムベースラインプ



ロットが表示されます。処理にはコネクショングラフが繋がっているデータを使用します。また、タイムポジションプロットの接続は、一つの接続に対して平均的に約5接続程度あることが推奨されます。



図 9 タイムポジションプロット



【補足】

SBAS 処理では通常、コネクショングラフ内で線が繋がっているペアが使用されますが、軌道間距 離(Normal Baseline)が広すぎる場合や、観測日の間隔が長くあいている場合などは、コネクショ ングラフが繋がらないことがあります。その場合、Normal Baseline と Temporal Baseline のパラ メータ調整を行い、コネクショングラフを繋げる方法もあります。軌道間距離が広くコネクション グラフが繋がらない場合は、Parameters タブにある Max Normal Baseline の割合を増やすか、該 当データを除外することが考えられます。観測日の間隔によってコネクショングラフが繋がらない 場合は、Parameters タブにある Temporal Baseline の期間を大きくし、コネクショングラフが繋 がるように調整が可能です。ただし、期間を長く設定することにより画像全体のコヒーレンスが悪 くなり、その結果、干渉性も悪くなる可能性があります。Allow Disconnected Blocks パラメータ を TRUE に設定することで、コネクションがつながっていないものをつなげることも可能です。 このパラメータでは、データ期間中に低コヒーレンスで通常処理に使用しないものも含めて処理を 行い、最終結果のカバレッジを上げるという目的も含まれます。



### 干涉画像作成処理

SBAS を実行する際の二つ目の必須ステップです。このステップでは、自動的にコネクショングラ フで決定した干渉ペアデータの処理を行います。

干渉画像作成処理では以下の処理が実施されます。

- インターフェログラム生成 (コレジストレーション)
- コヒーレンス画像作成と干渉画像のフィルタリング
- フェーズアンラッピング

処理が終了すると、auxiliary.sml が保存されているフォルダへ interferogram\_stacking フォルダ が作成され、処理結果はこのフォルダに格納されます。

#### 【操作】

1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometric Stacking → SBAS → 2 - Interferometric Process を選択し、ワークフローダイアログを起動してください。



図 11 干渉画像作成設定ダイアログ

2. Input Files タブ → Auxiliary File の横にあるフォルダマークをクリック → ファイルの選択 ダイアログ → コネクショングラフで出力された auxiliary.sml ファイルを選択 → 「開く」を クリックしてください。



名前 ^	更新日時	種類	サイズ
connection_graph	2022/09/06 18:31	ファイル フォル	ダー
work	2022/09/06 17:55	ファイル フォル	ダー
auxiliary.sml	2022/09/06 17:55	SML ファイル	3 KB
V名(N): auxiliary.sml		✓ auxiliary.sm	l (auxiliary.sml) 🛛 🗸
		開<(O)	キャンセル

図 12 auxiliary ファイル選択ダイアログ

3. Optional Files タブでは以下のオプションファイルが指定可能です。本手順ではいずれも使用 しません。

			<u></u>		
Input Files	Optional Files	DEM/Cartogra	aphic System Paramet	ers	
		Ge	ometry GCP File		
					📄 🏕
		Avoi	d Moving Area File		
					6
		Optional	Water Vapour File List		
					2
		Class	sification Mask File		

図 13 Optional Files の設定ダイアログ

Optional Files タブのオプションファイルについて簡単な説明を以下へ記載します。

表	3	干涉画像作成処理	Optional	Files	の項目-	一覧
---	---	----------	----------	-------	------	----

オプション名	内容
Geometry GCP File	衛星の軌道の不正確さを修正するために使用することが
	可能です。
Avoid Moving Area File	変動があったエリアをマスクして処理をすることが可能
	です。参照 DEM と同じ地図投影法のシェープファイルを
	使用しエリアを指定しください。大きな地震があったエ
	リア等、画像内で位相への影響が大きく解析できない場
	合等に有効です。
Optional Water Vapour File List	大気補正に使用するファイルが指定可能です。大気補正
	を使用する場合は、GACOS(http://www.gacos.net/)から
	ダウンロードしたファイルを SARscape ヘインポートし、
	本ダイアログで指定します。Parameters タブの



オプション名	内容
	「Atmosphere External Sensors」を併せて設定してくだ
	さい。
Classification Mask File	SBAS 処理中に特定のエリアをマスクして処理することが
	可能です。クラス ID は数字(1, 2, 3…)でラベル付けさ
	れ、地理座標がついたラスタファイルを指定してくださ
	い。マスクファイルは事前に SARscape ヘインポートする
	必要があります。

 次に、DEM の設定を行います。DEM/Cartographic System タブ → DEM File の横にあるフ オルダマークをクリック → ファイルの選択ダイアログから、DEM ファイルを選択 → 「開 く」をクリックしてください。SARscape で使用する DEM は SARscape フォーマットファイ ルで、楕円体高である必要があります。



図 14 DEM 選択タブ

 DEM が用意されていない場合は、同じダイアログ画面の双眼鏡アイコン をクリックします。 ダウンロードする DEM を選択して緑色のチェックマークをクリックすると、DEM Extraction ツールが起動し、インターネット上に公開されている DEM をダウンロードすることができま す。今回用意されている DEM は、SRTM-3 Version4 をダウンロードしたものです。ダウンロ ードしたデータは楕円体高に変換されています。





6. その他の設定値を変更する場合は、Parameters タブで設定を行います。データの条件などが異 なる場合は設定が必要になる場合がありますが、基本はデフォルトのままで問題ありません。 値を変更せずに実行します。

BAS Interferomet	ric Process
put Files Optional Files DEM/0	Cartographic System Parameters
	Principal Parameters 🗸
	Main Parameters
Rebuild All	False
Range Looks	4
Azimuth Looks	1
Grid Size for Suggested Looks	15
Number of Parallel Unwrapping	2
Apply Layover and Shadow Mask	True
Atmosphere External Sensors	NOT SELECTED
Atmosphere Height Correlation Flag	False
Coregistration With DEM	True
Unwrapping Method Type	Delaunay MCF
Unwrapping Decomposition Level	1
Unwrapping Coherence Threshold	0.3
Filtering Method	Goldstein

図 16 Parameters タブ設定

Parameters タブの Principal Parameters について簡単な説明を以下へ記載します。

表 4 干渉画像作成処理のパラメータ

パラメータ名	内容
Rebuild All	このフラグを設定すると、全てのデータを使用し最初から再処理
	を行います。一度処理を実行した後にパラメータなどの変更を
	し、再度処理を実施しなおす場合は、True にして実行します。
	既に処理済みのデータに対して、新しいデータを追加して処理す
	る場合は、False を設定します。
Range/Azimuth Looks	レンジ・アジマスのルックス数を設定します。デフォルト値は、
	Preference Specific設定でセンサに合ったルックス数が入力さ
	れています。
Grid Size for Suggested	解像度(m)を設定します。デフォルト値は、ルックスに合った解
Looks	像度が入力されています。
Redundancy Criteria	上記を Low に設定した際に余剰コネクションを削減するための基
	準を選択します。
Number of Parallel	CPU スレッドの総数を超えない程度で並行処理するアンラッピン
Unwrapping	グ処理の数を定義します。メモリ消費は並行処理に直接関係しま
	すので設定変更前にシステムメモリを十分考慮する必要がありま
	す。
Apply Layover and Shadow	結果のレイオーバ&シャドー領域をマスクします。
Mask	

パラメータ名	内容
Atmosphere External Sensors	GACOS や MERIS (ENVISAT のみ)の外部センサを用いて大気効果を
	除去します。外部レイヤは事前のダウンロードおよびインポート
	が必要です。
Atmosphere Height	高度に相関する大気効果成分を推定し除去します。このフラグ
Correlation Flag	は、標高と強く相関がある大気効果を持つ山岳地帯向けです。
Coregistration with DEM	True の場合、コレジストレーション処理時に DEM を参照しま
	す。
Unwrapping Method Type	アンラッピングの手法を Region Growing、Minimum Cost Flow、
	Delaunay MCF から選択できます。
Unwrapping Decomposition	アンラッピング処理前のアンダーサンプリングレベルの数値を指
Level	定します。
Unwrapping Coherence	アンラッピングの際にこの値より低い全てのピクセルがマスクさ
Threshold	れます。
Filtering Method	フィルタリングの手法をGoldstein、Adaptive window、
	Adaptive Non-Local InSAR、Boxcar window から選択できます。

7. 「Exec」ボタンをクリックし、処理を実行してください。



### 速度推定(1回目)

ここでは、変動速度と高さの残差位相を算出するため、1回目の速度推定を実施します。インターフェログラムを平坦化し、位相のアンラッピングとリファインメントを再実施します。 SARscape5.6.2 から平坦化のための GCP 取得は内部処理で自動化されており、Refinement and Reflattening ステップは無くなり、手動取得の必要は無くなりました。

#### 【操作】

- 1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometric Stacking → SBAS → 3 Inversion First Step を選択し、ダイアログを起動してください。
- Input Files タブ → Auxiliary Files の横にあるフォルダマークをクリック → ファイルの選択 ダイアログク → コネクショングラフで出力された Interferometric Process まで済んだ当該 SBAS 処理の auxiliary.sml ファイルを選択 → 「開く」をクリックしてください。



図 17 速度推定(1回目)設定ダイアログ

3. Optional Files タブでは Refinement and Reflattening に使用する GCP を指定することが可能 ですが、本チュートリアルでは使用しません。

First	Step	
Input Files	Optional Files	Parameters
		Refinement GCP File
		🚔 A

図 18 Optional Files タブ

SARscape5.6.2 から、SBAS 処理の GCP 取得は内部処理として自動化されており、 Refinement and Reflattening ステップは除外され手動 GCP 取得の必要は無くなりました



が、オプションで従前のように手動取得を指定することも可能です。その場合は、この Inversion First Step の Optional Files タブで Refinement and Reflattening 用の Refinement GCP File を作成できますので SARscape5.6.0 以前と同様の手法で 30 点程度また はそれ以上の GCP を有効ピクセル上に指定してください。(巻末の「補足:手動で GCP を 取得する手順」参照)

4. Parameters タブは変更せず、処理を実行させるため「Exec」ボタンをクリックしてください。

First Step	<u>See</u>
Input Files Optional Files Param	eters
	Principal Parameters 🗸
	Main Parameters
Rebuild All	False
Product Coherence Threshold	0.3
Displacement Model Type	Linear
Estimate Residual Height	True
Spatial Wavelet Size(m)	1200
Allow Disconnected Time Series	False
Min Valid Interferograms %	65
Stop Before Unwrapping	False
Number of Parallel Unwrapping	2
Unwrapping Method Type	Delaunay MCF
Unwrapping Decomposition Level	1
Unwrapping Coherence Threshold	0.3
Refinement Radius (m)	22.5
Refinement Res Phase Poly Degree	3

図 19 Parameters タブ

Parameters タブの Principal Parameters について簡単な説明を以下へ記載します。

表 5 速度推定(1回目)のパラメータ

パラメータ名	
Rebuild All	再処理をする場合の、処理実施の程度を設定できます。False に
	すると、処理中断などが発生した場合の再処理で既に処理済みの
	データを再処理せずに済みます。True にするとファーストイン
	バージョン処理を全てのデータを使用し、再処理を行います。ー
	度処理を実行した後にパラメータなどの変更をし、再度最初から
	処理を実施したい場合は、True にして実行します。
Product Coherence Threshold	コヒーレンス値がこの閾値より小さい値を持つピクセルは、結果
	画像でダミー(NaN)値が設定されます。
Displacement Model Type	速度推定に適用する変動モデルを指定できます。Linear、
	Quadratic、Cubic、Linear Periodic、No Displacementから選
	択します。
Estimate Residual Height	True の場合、残差地形の高さを推定します。高解像度の DEM を
	使用している場合や、20 枚未満の画像を使用している場合、こ
	のオプションの使用は推奨されません。

パラメータ名	内容
Spatial Wavelet Size (m)	参照 DEM を設定値の解像度まで低解像度化し、残差地形成分を推
	定し、それ以外の歪みに対してウェーブレット分解を実施しま
	す。
Allow Disconnected Time	取得したデータの一部がメインのコネクションに含まれず、別の
Series	コネクションになっている場合は、このオプションを有効にする
	ことで時間的間隔が開いた別のコネクションも変動の算出に追加
	することが可能です。下にある Min Valid Interferograms %の
	閾値のもとでより広い解析範囲を提供します。
Min Valid interferograms %	このパラメータは各出力グリッドポイントでの有効なインターフ
	ェログラムの最小数の割合を表します。
Stop Before Unwrapping	True に設定した場合、最後のフェーズアンラッピング処理は実
	行されません。
Number of Parallel	CPU スレッドの総数を超えない程度で並行処理するアンラッピン
Unwrapping	グ処理の数を定義します。メモリ消費は並行処理に直接関係しま
	すので設定変更前にシステムメモリを十分考慮する必要がありま
	す。
Unwrapping Method Type	アンラッピングの手法を Region Growing、Minimum Cost Flow、
	Delaunay MCF から選択します。
Unwrapping Decomposition	アンラッピング処理前のアンダーサンプリングレベルの数値を指
Level	定します。
Unwrapping Coherence	アンラッピングの際にこの値より低い全てのピクセルがマスクさ
Threshold	れます。
Refinement Radius (m)	GCP を近傍の有効ピクセルと関連付けるバッファ半径です。
Refinement Res Phase Poly	位相平坦化の際の位相傾斜推定に用いる多項式の次数。デフォル
Degree	ト値の3はレンジおよびアジマス方向の位相傾斜と一定の位相オ
	フセットが補正されることを意味します。位相オフセット補正の
	みが必要な場合、多項式の次数は1に設定できます。また、入力
	された GCP 数よりも次数が大きい場合は自動的に次数を減少しま
	す。

5. 処理が終了すると、出力フォルダ配下の first\_inversion フォルダへ処理結果が含まれたメタフ ァイルなどが出力されます。出力されたメタファイルの FI\_model\_meta ファイルには初期速 度推定画像(FI\_velocity)などが含まれます。その他、interf\_tiff と inversion というサブフォ ルダが作成され、それぞれこの処理で実施された干渉処理のクイックルック用 TIFF ファイル とスラントレンジジオメトリデータが出力されています。閲覧用ではない ENVI フォーマット の実データは work フォルダ配下に格納されています。



📋 Data Manager		-		Х
🚔 🖂 💌 🗙 🎡 🖌	3			
Fimodel mete Meta 1 (Band Meta 2 (Band Meta 3 (Band Meta 3 (Band Meta 3 (Band Meta 6 (Band Meta 6 (Band Meta 6 (Band Meta 8 (Band Meta 9 (Band Meta 10 (Band	1:FI_H_co 1:FI_term 1:FI_veloc 1:FI_mear 1:FI_Mu_s 1:FI_MS 1:FI_H_pre 1:FI_U_pre 1:FI_toh 1:FI_coh	rrectior _1) sity) h_pwr) igma) E_rad) ecision) f_perc) erence)	)	
File Information		,		
<ul> <li>Band Selection</li> </ul>				
	[	Load	in New	View
0	Load Dat	ta Lo	ad Gray:	scale

図 20 Data Manager 内の出力ファイル



### 速度推定(2回目)

2回目の速度推定処理です。ここでは、前処理で取得した最適化されたアンラップ画像を使用し、 再度変動速度や残差高さの推定を行い、これらの推定された位相を観測した位相から取り除き、大 気やその他の影響による位相を推定して、ノイズとして除去します。ここでも SARscape5.6.2 か ら平坦化のための GCP 取得は内部処理で自動化されており、手動取得の必要はありません。

【操作】

- 1. ENVI ツールボックス → SARscape → Interferometric Stacking → SBAS → 4 Inversion Second Step を選択し、ワークフローダイアログを起動してください。
- Input Files タブ → Auxiliary Files の横にあるフォルダマークをクリック → ファイルの選択 ダイアログ → コネクショングラフで出力された Inversion First Step まで済んだ当該 SBAS 処理の auxiliary.sml ファイルを選択 → 「開く」をクリックしてください。

Secon	d Step						
Input Files	Optional Files	Parameters	Auxiliary File				
				*			
Ð			Store	Batch	Exec	Close	e

図 21 速度推定(2 回目)ダイアログ

3. Optional Files タブでは Refinement and Reflattening に使用する GCP を指定することが可能 ですが、本チュートリアルでは使用しません。

Second	d Step			
Input Files	Optional Files	Parameters		
		Re	efinement GCP File	緧

図 22 Optional Files タブ

SARscape5.6.2 から、SBAS 処理の GCP 取得は内部処理として自動化されており、 Refinement and Reflattening ステップは除外され手動 GCP 取得の必要は無くなりました



が、オプションで従前のように手動取得を指定することも可能です。その場合は、この Inversion First Step の Optional Files タブで Refinement and Reflattening 用の Refinement GCP File を作成できますので SARscape5.6.0 以前と同様の手法で 30 点程度また はそれ以上の GCP を有効ピクセル上に指定してください。(巻末の「補足:手動で GCP を 取得する手順」参照)

4. Parameters タブの値の変更はありません。処理を実行させるため、「Exec」ボタンをクリッ クしてください。

nput Files Optional Files Param	leters
	Principal Parameters 🗸
	Main Parameters
Rebuild All	False
Product Coherence Threshold	0.3
Interpol Disconnected Time Series	False
Min Valid Interferograms %	65
Min Valid Acquisitions %	90
Atmosphere Low Pass Size (m)	1600
Atmosphere High Pass Size (days)	365
Refinement Radius (m)	22.5
Refinement Res Phase Poly Degree	3

図 23 Parameters タブ

Parameters タブの Principal Parameters について簡単な説明を以下へ記載します。

#### 表 6 速度推定(2回目)のパラメータ

パラメータ名	
Rebuild All	再処理をする場合の、処理実施の程度を設定できます。False に
	すると、処理中断などが発生した場合の再処理で既に処理済みの
	データを再処理せずに済みます。True にするとファーストイン
	バージョン処理を全てのデータを使用し、再処理を行います。ー
	度処理を実行した後にパラメータなどの変更をし、再度最初から
	処理を実施したい場合は、True にして実行します。
Product Coherence Threshold	コヒーレンス値がこの閾値より小さい値を持つピクセルは、結果
	画像でダミー(NaN)値が設定されます。
Interpol Disconnected Time	このパラメータを True に設定すると、変動結果が算出されてい
Series	ない部分に対して線形内挿の変動測定値を推定します。算出され
	ていないギャップ前後の測定値から推測されるため、信頼性は慎
	重に評価してください。このパラメータの下にある(Min Valid
	Interferograms %、Min Valid Acquisitions %)パラメータを使
	用し、ギャップ間の変動を推定します。

パラメータ名	内容
Min Valid interferograms %	このパラメータは各出カグリッドポイントでの有効なインターフ
	ェログラムの最小数の割合を表します。
Min Valid Acquisitions %	このパラメータは各出カグリッドポイントでの有効な取得データ
	の最小数の割合を表します。
Atmosphere Low Pass Size (m)	大気変動の空間的由来分布のウィンドウサイズを設定します。設
	定値が小さいと局所的な変動の補正に適し、大きいと広域な変動
	を補正することに適しています。
Atmosphere High Pass Size	大気変動の時間的由来分布のウィンドウサイズを設定します。頻
(days)	繁発生している大気変動を補正するには設定が小さい方が適して
	います。一時的な変動が少ない場合は設定値が大きい方が適して
	います。
Refinement Radius (m)	GCP を近傍の有効ピクセルと関連付けるバッファ半径です。
Refinement Res Phase Poly	位相平坦化の際の位相傾斜推定に用いる多項式の次数です。デフ
Degree	ォルト値の3はレンジおよびアジマス方向の位相傾斜と一定の位
	相オフセットが補正されることを意味します。位相オフセット補
	正のみが必要な場合、多項式の次数は1に設定できます。また、
	入力された GCP 数よりも次数が大きい場合は自動的に次数を減少
	します。

5. 処理が終了すると、出力フォルダ配下の second\_inversion フォルダへメタファイルなどが出力 されます。出力されたメタファイルの SI\_model\_meta ファイルには平均変動速度画像 (SI\_velocity) などが含まれます。



図 24 Data Manager 内の出力ファイル



## ジオコーディング

算出された結果に地理情報を付与し、ラスタやシェープファイルに保存します。 ここで Optional Files で指定することができる Refinement GCP ファイルは、Inversion ステップ

の GCP とは異なり不動点を示すものです。こちらもデフォルトで自動取得が可能ですが、必要であれば手動で1 点~3 点程度設定することも可能です。

【操作】

- 1. ENVI ツールボックス  $\rightarrow$  SARscape  $\rightarrow$  Interferometric Stacking  $\rightarrow$  SBAS  $\rightarrow$  5 Geocoding を選択し、ダイアログを起動してください。
- Input Files タブ → Auxiliary Files の横にあるフォルダマークをクリック → ファイルの選択 ダイアログク → コネクショングラフで出力された Inversion Second Step まで済んだ当該 SBAS 処理の auxiliary.sml ファイルを選択 → 「開く」をクリックしてください。



3. Optional Files タブでは任意で Refinement and Reflattening または固定(不動)点の設定が可能 ですが、本チュートリアルでは使用しません。

SBAS Geocoding				
Input Files Optional Files DEM/Cartographic System Parameters				
Refinement GCP File				
👄 d	đ,			
Shape Mask File				
<b>E</b>	5			

図 26 Optional Files タブ

不動点をユーザ自身で設定したい場合は、手動で GCP 設定を実施できます。Optional Files タブの Refinement GCP File の横にある双眼鏡マーク をクリック  $\rightarrow$  Generate Ground



Control Points ダイアログを起動し、GCP を作成するためのファイルを選択し、GCP を 1~3 点程度設定します。1 点の GCP は不動参照点のみ、2 点以上になると、不動点かつ Reflattening 処理に使用します。

 DEM の設定を行います。DEM/Cartographic System タブ → DEM File の横にあるフォルダ マークをクリック → ファイルの選択ダイアログから、DEM ファイルを選択 → 「開く」を クリックしてください。出力データの投影法は DEM の投影法を使用しますが、DEM を使用し ない場合 Output Projections にて投影法を指定します。



図 27 DEM 設定タブ

5. Parameters タブの値の変更はありません。処理を実行させるため、「Exec」ボタンをクリッ クしてください。

SBAS Geocoding			-		>
SBAS Geocoding		-		R	
Input Files Optional Files DEM/Ca	tographic System	Paramete	ers		
Prin	cipal Parameters	~			
		Main Par	ameters		
Rebuild A	II True				_
Height Precision Threshol	1 5				
Velocity Precision Threshol	d 8				
Product Temporal Coherence Threshol	d 0.1				
Water Mask (dE	) 0				
Make Geocoded Raste	r True				
Make Geocoded Shap	e True				
Shape Max Number of Point	s 500000				
Generate Shape Time Serie	s True				
Generate Shape Counter Serie	s False				
Vertical Displacement	t False				
Slope Displacemen	t False				
Displacement Custom Directio	n False				
Azimuth Ang	e 0				
	Store	Batch	Even	Cla	154

図 28 Parameters タブ設定項目

Parameters タブの Principal Parameters について簡単な説明を以下に記載します。



表 7 ジオコーディングのパラメータ

パラメータ名	·····································
Rebuild All	再処理をする場合の、処理実施の程度を設定できます。False に
	すると、処理中断などが発生した場合の再処理で既に処理済みの
	データを再処理せずに済みます。True にするとファーストイン
	バージョン処理を全てのデータを使用し、再処理を行います。ー
	度処理を実行した後にパラメータなどの変更をし、再度最初から
	処理を実施したい場合は、True にして実行します。
Height Precision Threshold	高さ推定に対する平均精度の上限の閾値を設定します。単位はメ
	ートルです。
Velocity Precision Threshold	変動速度推定に対する平均精度の上限の閾値を設定します。単位
	は mm/年です。
Product Temporal Coherence	設定した閾値以下の時間的コヒーレンス値を持つピクセルは、ダ
Threshold	ミー(NaN)値が設定され出力されます。
Water Mask (dB)	平均強度画像から水域マスクを作成する目的で使用します。単位
	は dB です。設定した閾値以下のピクセルにマスクが設定され出
	カされます。
Make Geocoded raster	Trueに設定すると、ラスタ形式のファイルを出力します。
Make Geocoded Shape	True に設定すると、シェープ形式のファイルを出力します。
Shape Max Number of Points	-1 以外の数字が入力されている場合、有効になります。設定値
	を超える数の点を含むシェープファイルを分割して保存します。
Generate Shape Time Series	時間に伴う変動をシェープ形式のファイルで出力します。
Generate Shape Counter	取得日ごとに有効な干渉カウンタを含むシェープ形式のファイル
Series	で出力します。
Vertical Displacement	視線方向の変動を垂直方向への移動と仮定した変化量を出力しま
	す。
Slope Displacement	視線方向の変動を最大傾斜方向への移動と仮定した変化量を出力
	します。
Displacement Custom	True に設定すると、任意のベクトル方向への移動と仮定した変
Direction	化量を出力します。Azimuth Angle(北からの角度で時計回り方向
	を指定)とInclination Angle(水平面からの角度で傾斜角を指
	定)が有効になります。
X Dimension (m)	Χ(東)方向のグリッドサイズの目安を定義します。単位はメート
	ルです。地図投影法の場合、0.2以上の数値はメートル単位とし
	て扱い、メートルから度に変換されます。それ以下の場合は、度
	として扱い、変換なしで使用されます。
Y Dimension (m)	Y(北)方向のグリッドサイズを定義します。単位はメートルで
	す。

パラメータ名	内容
Mean Window Size	高さ推定画像に対して実行する平均値フィルタのウィンドウサイ
	ズを設定します。値が0の場合、フィルタ処理は実行されませ
	ん。フィルタ処理は補間処理後に実施されます。
Interpolation Window Size	出カファイルのダミー値を補間します。補間値は指定したサイズ
	のウィンドウ内の有効値の平均です。値が0の場合、補間は実行
	されません。
Refinement Radius (m)	GCP を近傍の有効ピクセルと関連付けるバッファ半径です。
Refinement Res Phase Poly	位相平坦化の際の位相傾斜推定に用いる多項式の次数です。デフ
Degree	オルト値の3はレンジおよびアジマス方向の位相傾斜と一定の位
	相オフセットが補正されることを意味します。位相オフセット補
	正のみが必要な場合、多項式の次数は1に設定できます。また、
	入力された GCP 数よりも次数が大きい場合は自動的に次数を減少
	します。

6. 結果を表示(load)するか聞かれますので、ENVIへと表示してください。G\_disp\_geo\_metaファイルは地理情報が付与された変動速度の値を持ったデータです。日付ごとの変動とG\_SI\_velocity\_geo以外の他データも含まれています。手動で読み込みを行う場合は、以下のファイルを ENVI で開いてください。



📋 Data Manager	-		×	
🚔 M 💌 🗶 🗿 🖌 🕲				
🚊 🗐 G_disp_geo_meta			^	
Meta 1 (Band 1:G_SI_20	160119_0	_disp_geo	)	
Meta 2 (Band 1:G_SI_20	160212_1	_disp_geo	)	
	160307_2	_disp_geo	)	
🗆 Meta 4 (Band 1:G_SI_20	160331_3	_disp_geo	)	
Meta 5 (Band 1:G_SI_20	160424_4	_disp_geo	)	
⊡ Meta 6 (Band 1:G_SI_20	160518_5	_disp_geo	)	
Meta 7 (Band 1:G_SI_20	160611_6	_disp_geo	)	
Meta 8 (Band 1:G_SI_20	160705_7	_disp_geo	)	
Meta 9 (Band 1:G_SI_20	160729_8	_disp_geo	)	
Meta 10 (Band 1:G_SI_2)	0160822	9_disp_ge	o)	
Meta 11 (Band 1:G_SI_2)	0160915	10_disp_g	eo)	
Meta 12 (Band 1:G_SI_2)	U161009_	11_disp_g	eo)	
	U1611U2_	12_disp_g	eo)	
	U1611U8_	13_disp_g	eo)	
Mate 18 (Band 1G_SI_2)	0101120_ 0101000	14_disp_g	eo)	
	0101202	10_disp_g	eo;	
<			>	
File Information				
<ul> <li>Band Selection</li> </ul>				
Load in New View				
Coad E	Data L	oad Grays	scale	

図 29 データマネージャ内の出力ファイル

 7. 結果を確認します。データマネージャ → G\_disp\_geo \_meta ファイルの G\_SI\_velocity\_geo の バンドを選択 → 右クリックし、Load Grayscale を選択します。表示されたデータを Layer Manager で右クリック → Change Color Table → Rainbow を選択してください。





図 30 変動速度データの読み込み



図 31 疑似カラーを付与した結果の表示

 8. カーソルで指定したピクセル値のグラフを表示します。ENVI ツールボックス → SARscape
 → General Tools → Time Series Analyzer → Raster を選択し、確認したい場所へカーソル を移動し、「Plot」ボタンをクリックすることで、任意のポイントの時系列の変動を確認する ことができます。





図 32 特定地点の時系列変動プロットの表示

## 補足:手動で GCP を取得する手順

**Refinement and Reflattening** 用の GCP 取得が内部処理により自動化されましたが、First、 Second Step で各々Reflattening 用に、そして Geocoding で不動参照点適用向けに Optional Files タブで従前どおりの手順で手動 GCP を取得することも可能です。

ここではユーザ自身で Reflattening 処理で使用する GCP を作成したい方向けに手動 GCP 取得の 手順を示します。GCP はノイズ除去と軌道補正の設定を目的としています。GCP の配置は、変動 のエリアは避け、コヒーレンスが高く有効な(アンラッピング画像上に存在する)ピクセルを目安 に、画像全体に 30 点程度またはそれ以上取得します。

### 【操作】

 3 - Inversion: First Step の Refinement GCP を例にあげます。Optional Files タブを選択し、 Refinement GCP File の横にある双眼鏡マーク をクリック → Generate Ground Control Points ダイアログを起動します。GCP を作成するためのファイルを選択し、Next をクリック します。



図 33 Refinement and Re-flattening 設定ダイアログ

 Generate Ground Control Points ダイアログが起動します。コヒーレンスが高く、変動のない ところに 30 点程度またはそれ以上取得します。入力指定ファイルは work¥work\_interferogram\_stacking フォルダ内の同ベースファイル名の揃いのファイルであ ればユーザ任意で、細かい指定はないのですが、この説明では干渉画像の\_upha 画像に対し て、コヒーレンスの\_cc 画像を参考に GCP を取得します。ただし、\*\_meta ファイルのような メタファイルを指定すると動作しませんので、\_fint, \_upha, \_pwr, \_cc などの実体ファイルを指 定するようにご注意ください。

# NV5 geospatial

File Selection	1 sk	4
Select Input and DEM		<b>۲</b>
Input File:		
IS_20160119_m_0_20160212_s_1_upha		Browse
DEM File:		
srtm_dem		Browse.
Reference File:		
IS_20160119_m_0_20160212_s_1_cc		Browse.
		[ [cenerolec
Preview		

図 34 GCP 作成に使用するファイル設定ダイアログ

パラメータ名	内容
Input File	GCP を設定する位置を示すファイル
	上記設定ファイルは出力ファイルパス
	¥work¥work_interferogram_stacking 内にある*_upha
	画像を使用します。
DEM File	GCP の高さを示す DEM ファイル
	設定ファイルは Interferometric Processing でも使用
	した DEM ファイルです。
Reference File	GCP を設定するために参考とするファイル
	ファイル選択は任意ですが、上記 Input File と同名べ
	ースファイルで出力ファイルパス
	¥work¥work_interferogram_stacking 内にある*_cc 画
	像を使用します。

表 8 GCP 作成ツールの項目一覧

※以下フォルダに、使用するデータの各ペアで導出された\_fint、\_upha、\_ccの閲覧用クイックル ックファイルがあるので、フォルダ内の画像のサムネイル表示や、windowsの画像ビューワで簡単 に画像を確認することが可能です。クイックルックファイルを参考にどのファイルを使用すれば良 いかデータを確認し、決定することが可能です。

クイックルックファイル:出力ファイルパス¥interferogram\_stacking¥interf\_tiff

3. GCP 作成用のデータが ENVI へ表示された後、各画像のデータ値が認識しやすくなるように、 \_upha 画像と\_cc 画像へ疑似カラーを付与します。

 Layer Manager→\_upha 画像を右クリック→Change Color Tables→Rainbow を指定し、さら に見やすいようにストレッチングをかけて画像を強調表示します。同じ操作を\_cc 画像にも行っ てください。



図 35 左図: \_upha 画像 右図: \_cc 画像

5. ENVI のツールバーにある、Transparency ツールを使用し、下の\_cc 画像が参照出来るよう、 透過度を変更します。画像全体に、\_upha 画像のインターフェログラム画像で位相が安定して いて、コヒーレンスの値が高い箇所に対して、任意の数だけ GCP を設定し、Finish をクリッ クします。

	🛞 Generate Ground Control Points		×
	Select GCPs Import GCPs		
	GCPs Cartographic System Export		GCP Properties
	@ 000 11	Name	GCP_20
	- (B) GOP 12	Map X	0
	GOP 13     GOP 14     GOP 15     GOP 16	Map Y	0
		Height	0
		Image X	524.71887207031
		Image Y	180.88360595703
	- (+) GCP 17	Vel. X (mm/y)	0
	- 40 GCP 19	Vel. Y (mm/y)	0
	- C CCP 20	Vel. Height (mm/y)	0
	· ·	Date	
	× 🗱 🚞 🖬		● Insert ○ Edit/Modity
	Preview		
and the second se	U		CBack Finish Cancel

図 36 左図: 設定した GCP 右図: GCP 作成ダイアログ



6. GCP の処理が終了すると出力フォルダ直下へファイルが作成されています。また、出力された ファイルは自動的に Optional Files タブの Refinement GCP File へと設定されています。当該 ステップの他の設定を実施して Exec をクリックして処理を開始します。

## お問い合わせ先

本チュートリアルに関する、ご質問やご要望に関しましては以下のメールアドレスまでご連絡をお 願いいたします。

NV5 Geospatial 株式会社

サポート窓口:

support\_jp@NV5.com