

SARscape Sentinel-1 データの処理手順書

NV5 Geospatial 株式会社



1. 目的

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

2. 環境

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

ソフトウェア	SARscape 6.1
	ENVI 6.1
使用データ	Sentinel-1A データ:
	IW モード/ディセンディング
	● 2016年3月27日
	● 2016年4月20日
	熊本地震の前後のデータセット
	* NV5 Geospatial 社より提供しておりますが、オリジナルデータは
	無償にて <u>Sentinels Scientific Data Hub</u> よりアカウント登録後に入
	手可能です。
	* Sentinel-1Bは 2022 年 8 月 3 日でミッション終了です。



3. Sentinel-1 データのインポート

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

【使用データ】

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

【手順】

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



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





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

Import Sentinel-1	-		×
Import Sentinel-1	A CONTRACTOR		
Input Files Optional Files Parameters Output Files			
SIA_W_SLC_ISSV_20160827T211659_20160827T211657_010	1560_00FB2D, 1910_01059E_1	CC6BSA 3779SAFE	
2 files.		-	
8 Store Batch	Exec	Clos	e

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



Import Se	ntine	-1				
Input Files Option	nal Files	Parameters Area of Inter	Output File est in Geograp	hic Coordinat	es	
		F	Progress file n	ame		

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



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



ntinel-1				-		×
Sentine	el-1		A REAL			2 - 123-4
Optional Files	Parameters	Output Files				
		Output File Lis	t			
.W_SLC_1SS\	_20160327T2	11629_2016032	7T211657_010560	_00FB2D_	CC6B.SA	
W_SLC_ISSV	(<u>20160420T2</u>	11630_2016042	DT211658_010910	L01059E_8	779.SAFI	
/ Edit						
Show Na	me	11630_2016	0420T211658_010	910_01059	E_8779.	Ľ
	Deptional Files	ntinel-1 Sent inel-1 Dptional Files Parameters MVSLC_ISSV_2016042772 MVSLC_ISSV_2016042072 dti Show Name	ntinel-1 Sent ine I – 1 Detional Files Parameters Output Files UNSIC ISSV 2016/02277211629 2016022 NVSIC ISSV 2016/02277211629 2016022 MVSIC ISSV 2016/04207211630,201604 Cdit Show Name 11630,20161	ntinel-1 Sent inel-1 Optional Files Parameters Output Files Output File INVSLC ISSV 2016082277211629 201608277211629 VSLC ISSV 201604207211659 201604207211659 Show Name	ntinel-1 - Sentinel-1 Sentinel-1 Optional Files Parameters Output Files Output Files JWSLC ISSV/201608277211657/2010650/00FE02. MVSLC ISSV/201608277211639/2010042071211650/010950/00FE02. Vestor ISSV/201604207211650/010910/01059 Form 11630/201604207211650/010910/01059	ntinel-1 - - Sentinel-1

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



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

Import 9	entinel-1				-		×
Import	t Sentine	el-1					
Input Files	Optional Files	Parameters	Output Files				
			Output File Lis	st			
	A_W_SLC_1SS\ A_W_SLC_1SS\	/_2016032712 /_20160420T2	11629_2016032 11630_2016043	27T211657_(110560_00FB21	D_CC6BSA _8779SAF	
2 files.						-	
0			Store	Batch	Exec	Clos	e

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





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



【補足】

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



図:Sentinel-1のサブスワスとバーストの構成

参考: https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-products

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



4. ジオコーディング

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

【使用データ】

- A) sentinel1_163_20160327_211629599_IW_SIW1_D_VV_slc_list_pwr
- B) sentinel1_163_20160420_211630393_IW_SIW1_D_VV_slc_list_pwr
- * これらのファイルは、「Sentinel-1 データのインポート」の手順にて作成されたファイルとなり ます。ファイルが見つからない場合は、インポートの際に指定した出力フォルダを確認してくだ さい。

【手順】

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



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



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



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



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

Geocoding and Radiometric Calibration	-			
Geocoding and Radiometric		•		
Input Files Optional Files DEM/Cartographic System Parameters DEM File	Output Files	-	-	
Type of DEM	"M-1 Version :	B O ALOS V	forld 3D 30m	⊖ TDM 90
				🖌 🗙

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



E DEM Extraction - SRTM3 Version 4	×
DEM Extraction - SRTM3 Version 4	
Input Files DEM/Cartographic System Para	neters Output Files
Output Projection:	
😂 🧱 🌉 итм	
WGS 1984	
Reference Height 0.00	

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



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



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





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



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



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





13. 設定が終了しましたら、「Exec」ボタンをクリックして、ジオコーディングの処理を開始します。処理が終了すると、以下のような画像が表示されます。衛星軌道方向と視線方向の矢印やデータの情報が記載されたアノテーションも出力されています。
 Satellite name: StA Sensor name: Starting: W
 Deter: 27-MR-2016
 Incidence angle: 39, 657700
 Deter: CALIBRATED



【補足】

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



5. 差分干涉 SAR 処理

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

【使用データ】

- A) sentinel1_163_20160327_211629599_IW_D_VV_slc_list
- B) sentinel1_163_20160420_211630393_IW_D_VV_slc_list
- * DInSAR Displacement ワークフロー内では、ファイルのインポートからも行えますが、今回は 事前にインポートしたデータを使用します。「Sentinel-1 データのインポート」の手順にて作成 されたファイルとなりますので、ファイルが見つからない場合は、インポートの際に指定した出 力フォルダを確認してください。

【手順】

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

SARscape Workflow					-	0	×
DInSAR Displacem Select Input	ent					2	
Workflow Very Low Unport Generic SAR Data Unport Generic SAR Data Unport Generic SAR Data Unport Generic SAR Data And Coher Phase Unit State Refinement and Re-flatter Phase to Displacement Co Output	hput File	DEM/Cartographi Input F	ic System Reference	Parameter: File (Mandato	s ry)		
		Input S	Secondary	File (Mandato	ry)		
		Area of Interest	in Geograp	hic Coordinat	tes (Optional)		
Preview			Back	Next >	Next >>>	Gan	icel

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



SARscape Workflow			-		×
DInSAR Displacer Select Input	nent			R	
B-B Input	Input File	DEM/Cartographic System Input Reference F	Parameters File (Mandatory)		
	🖾 🔉	entine11_163_20160327_21162	9599_IW_D_VV_slc_list		6
Adaptive Filter and Cohere Bhase Universities		Input Secondary I	File (Mandatory)		
	🖾 s	entine11_163_20160420_21163	0393_IW_D_VV_slc_list		6
B Phase to Displacement Cc		Area of Interest in Geograp	hic Coordinates (Optional)		
					6

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



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

SARscape Workflow				-		×
DInSAR Displace Select Input	nent				P	
Interferoran Generation Got Pales University of Construction Adaptive Filter and Coher Got Palestion Got Palestion Phase University of Coherent and Re-flatter Phase to Displacement Cc Quicut	Input File	DEM/Cartographic System	Parameters	Grid Size:	15.00	

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

		and and and and and
InSAR Displacer Import Generic SAR	nent Data	Mar P
Workflow	Principal Parameters	~
Import Generic SAR Data		Main Parameters
The Advention Filters and California	Area of Interest in Geographic Coordinates	
Auaptive Filter and Conen	Sentinel Make mosaic same track	True
GCP Selection	Contract Males annual Ol	Patas
	Skip Sample Selection	True
- 3 Refinement and Re-flatter		
	CSG Full-Pol Channel Alignement	False

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





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



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





9. フィルターにより、干渉縞がより見やすくなっているのが分かります。



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

SARscape Workflow			-		\times
DInSAR Displace Phase Unwrapping	nent	3		2	
B- 🗃 Workflow	Princi	oal Parameters 🗸			
✓ Import Generic SAR Data ✓ Interferogram Generation	Unwrapping Method Type	Main I Delaunay MCF	Parameters	8	
Bhase Unwrapping	Unwrapping Coherence Threshold	0.2			
 Befinement and Re-flatter Bhase to Displacement Cc Output 					

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





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



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

Generate Ground Control Points	
File Selection	
Select Input and DEM	
Input File:	
INTERF_out_upha	Browse
DEM File:	
sentinel1_163_20160327_211629599_W_D_VV_slc_list_pwr_srtm3_dem	Browse
INTERF_out_fint	Browse
Preview	

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

NV5 GEOSPATIAL



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



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



Z Refinement Results	-		×
rile			
ESTIMATE A RESIDUAL RAMP			
Valid points found = 9 Evira constrains = 2 Folymonial Depree choose = 3 Folymonial Type := k0 + k1*mg + k2*az 16.3531698646 -0.0022658976 -0.0013048435 Folymonial Coefficients (radians) : k0 = 16.3531698646 k1 = -0.0022658976			
Root Mean Square error (m) = 815,4279483637 Standard Deviation after Remove Residual refinement (rad) = 0	.9049010 = 4.9269	0520 9357988	

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

SARscape Workflow			-		
DinSAR Displacem Phase to Displacement Co	nent nversion and Geocoding		er,	R	
Workflow Unput Input Input Interferogram Generation	Prin	cipal Parameters 🔍			
		Main	Parameters		_
	Product Coherence Threshold	0.2	1		
Phase Universities	Vertical Displacement	raise			
GCP Selection	Slope Displacement	False			
	Displacement Custom Direction	False			
B Phase to Displacement Co	Azimuth Angle	0			
and the second s	Inclination Angle	0			
	X Dimension (m)	15			

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



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



SARscape Workflow DINSAR Displacer Select Output	nent		×
Workflow Workflow Mout Input Import Generic SAR Data	Output Root Name (Mandatory)		
Interfacyan Generation Adotte Filter and Cale Phase Unregapte Phase U	C Delete Temporary Files		
Preview			
8	🔚 🧁 🧹 Back 🛛 Finish 🔹 Next >>	Gan	cel .





【補足】

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

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

ENVI	
File Edit Display Place	emarks Views Server Help
😑 🖹 🖬 📭 💠 🣍 🎙	t 🕘 🚸 😃 🗷 🖉 🗵 🔝
⊕⊕ 50	₴ ⊖ —] — ⊕ 20 ₴
Layer Manager]¢[
~ ~	Ξ
View □ Overview	
Band 1: sent	🚮 Rename Item
	🔚 Export Layer to TIFF
-0.30 -0.27 -0.24 -0.24 -0.21	Display in Portal Order
-0.18	Nelliove