

TelluSAR エンドユーザガイド

2024年10月

株式会社Tellus

目次

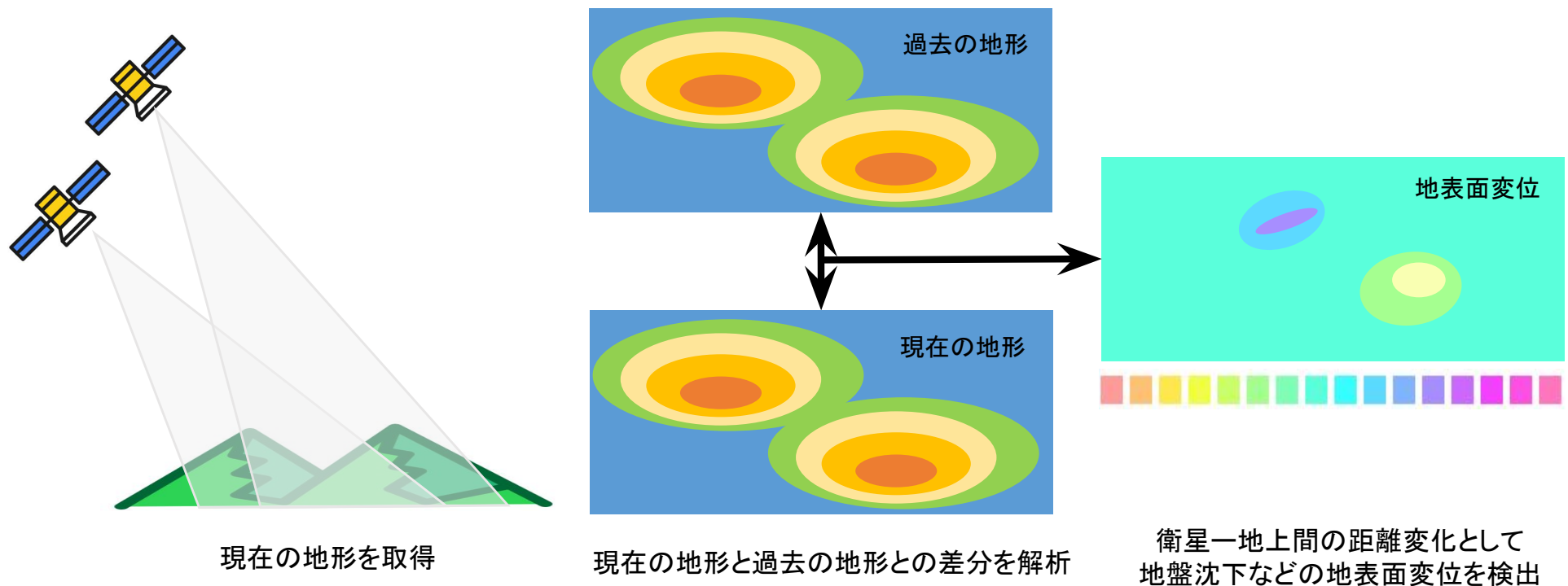
- TelluSARとは5
- 差分干渉処理とは6
- TelluSARから出力される画像データ7
- 後方散乱強度画像9
- コヒーレンス画像10
- 差分干渉画像11
- 出力画像データを利用する①12
- 出力画像データを利用する②13
- 出力画像データを利用する③14
- 出力画像データを利用する④16
- 出力画像データを利用する⑤18
- 用語集

TelluSARとは

- TelluSARは合成開口レーダー(SAR)干渉処理ツールで、2枚のSARデータを入力とした差分干渉処理を行うツールです。
- TelluSAR Version4.0.2では、下記の衛星に搭載の合成開口レーダにより取得されたデータを用いた差分干渉処理に対応しています。
 - 宇宙航空研究開発機構(JAXA)の陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)搭載のLバンド合成開口レーダ(PALSAR)
 - 宇宙航空研究開発機構(JAXA)が運用中の陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)搭載のLバンド合成開口レーダ(PALSAR-2)
 - 日本電気株式会社(NEC)が運用中の高性能小型レーダ衛星「ASNARO-2」に搭載のXバンド合成開口レーダ

差分干渉処理とは

- 差分干渉処理とは、観測日の異なる2回以上の合成開口レーダー観測により得られたデータを用いて、衛星ー地上間の距離変化を解析する技術です。
- 解析対象とするデータは、観測日以外の観測条件は全て同一である必要があります。
- 2回以上の合成開口レーダー観測時の衛星軌道の僅かなズレを利用して衛星ー地上間の距離を計測し、既知の衛星ー地上間の距離と比較して距離変化(地盤沈下などの地表面の変位)を抽出しています。なお、既知の衛星ー地上間の距離を求めるために、標高データが利用されます。



TelluSARから出力される画像データ

- TelluSARの差分干渉処理により、以下の画像データが出力されます。

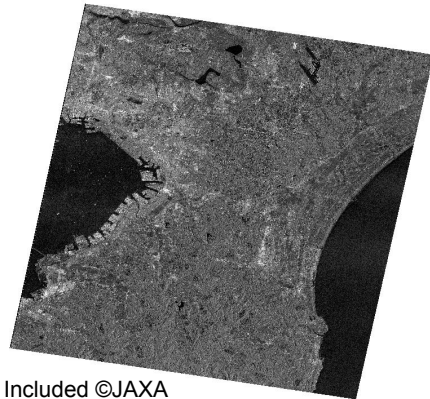
1. マスター画像(基準画像)の後方散乱強度画像(単位:dB)
2. スレーブ画像(比較画像)の後方散乱強度画像(単位:dB)
3. コヒーレンス画像(複素相関画像)(単位:無次元)
4. 差分干渉画像(単位:ラジアン(rad.))

※何れの画像もオルソ幾何補正(地図投影)済みです。

※低干渉、大気・水蒸気の影響等によるノイズを含む場合があります。

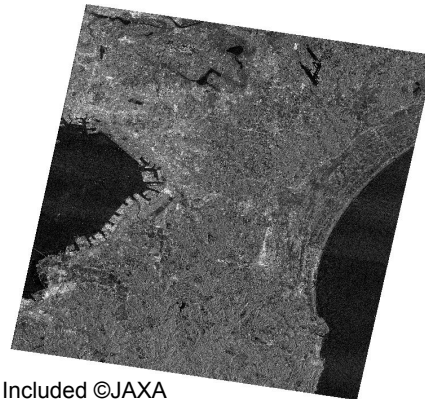
TelluSARから出力される画像データ

TelluSAR



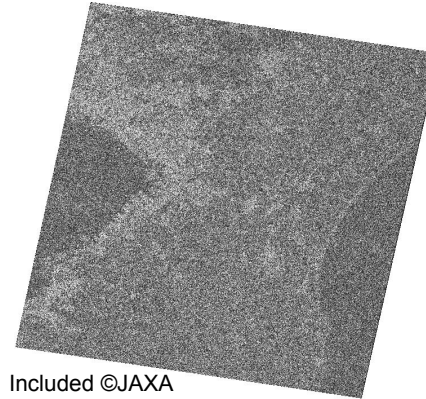
Included ©JAXA

後方散乱強度画像
(マスター)



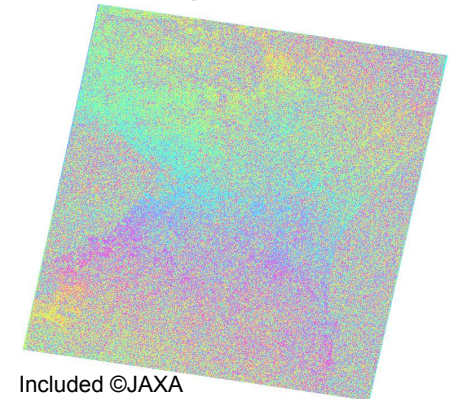
Included ©JAXA

後方散乱強度画像
(スレーブ)



Included ©JAXA

コヒーレンス画像

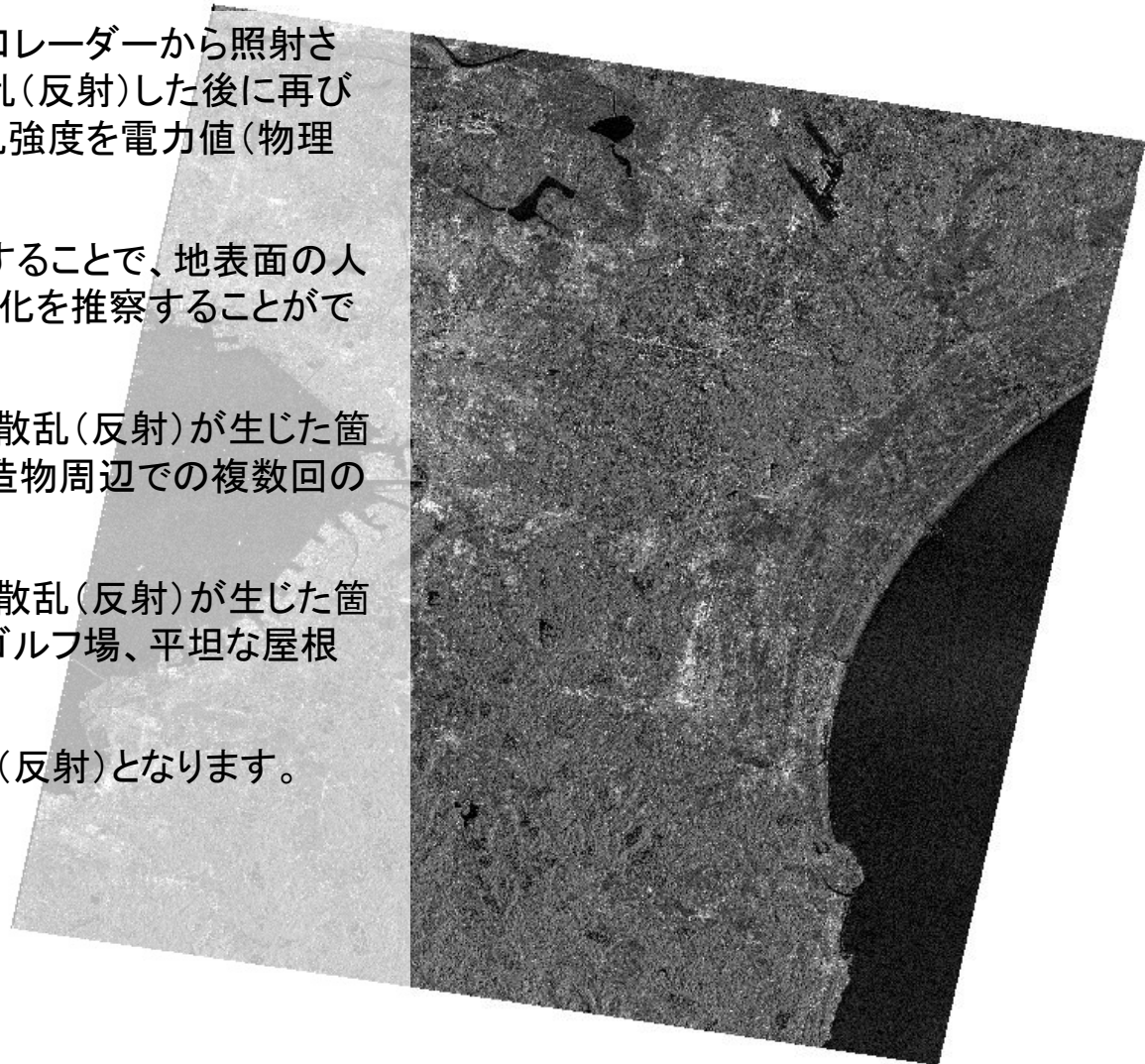


Included ©JAXA

差分干渉画像

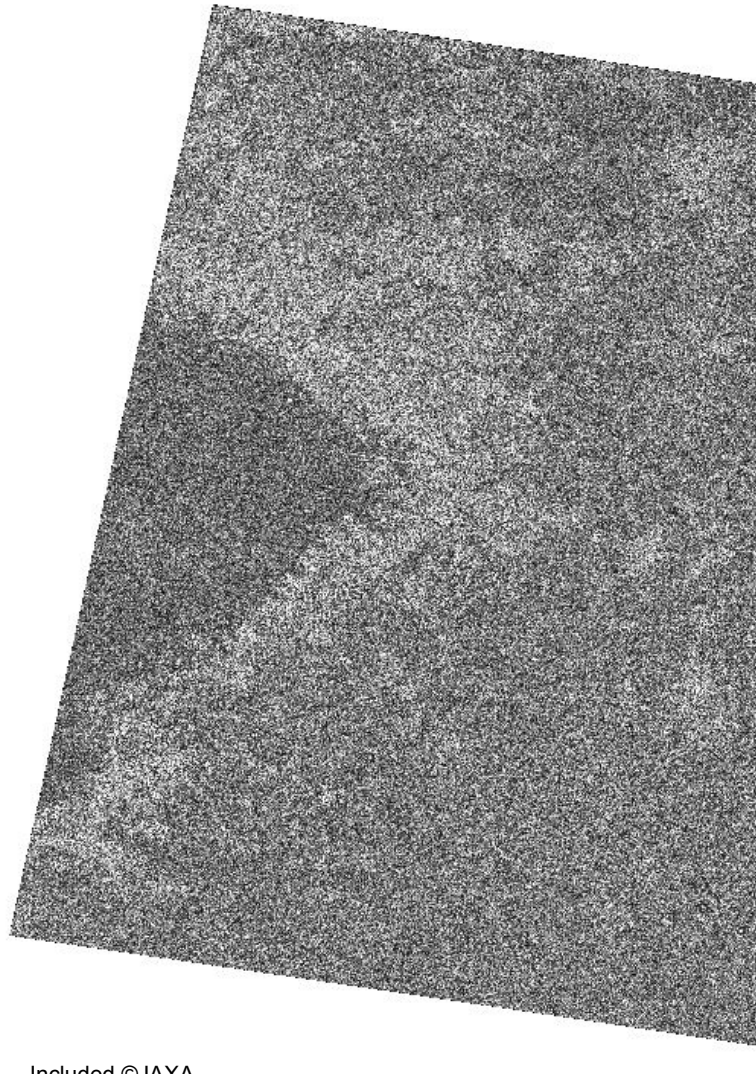
後方散乱強度画像

- 後方散乱強度画像とは、合成開口レーダーから照射されたレーダー波が地上で後方散乱(反射)した後に再び合成開口レーダーで受信した散乱強度を電力値(物理量)に変換したものです。
- 2枚の後方散乱強度画像を比較することで、地表面の人工構造物や自然対象物の状態変化を推察することができます。
- 後方散乱強度が高い箇所は強い散乱(反射)が生じた箇所で、人工構造物の角や人工構造物周辺での複数回の散乱などで見られます。
- 後方散乱強度が低い箇所は弱い散乱(反射)が生じた箇所で、水面や路面、グラウンドやゴルフ場、平坦な屋根などで見られます。
- 植生では上記の中間程度の散乱(反射)となります。



Included ©JAXA

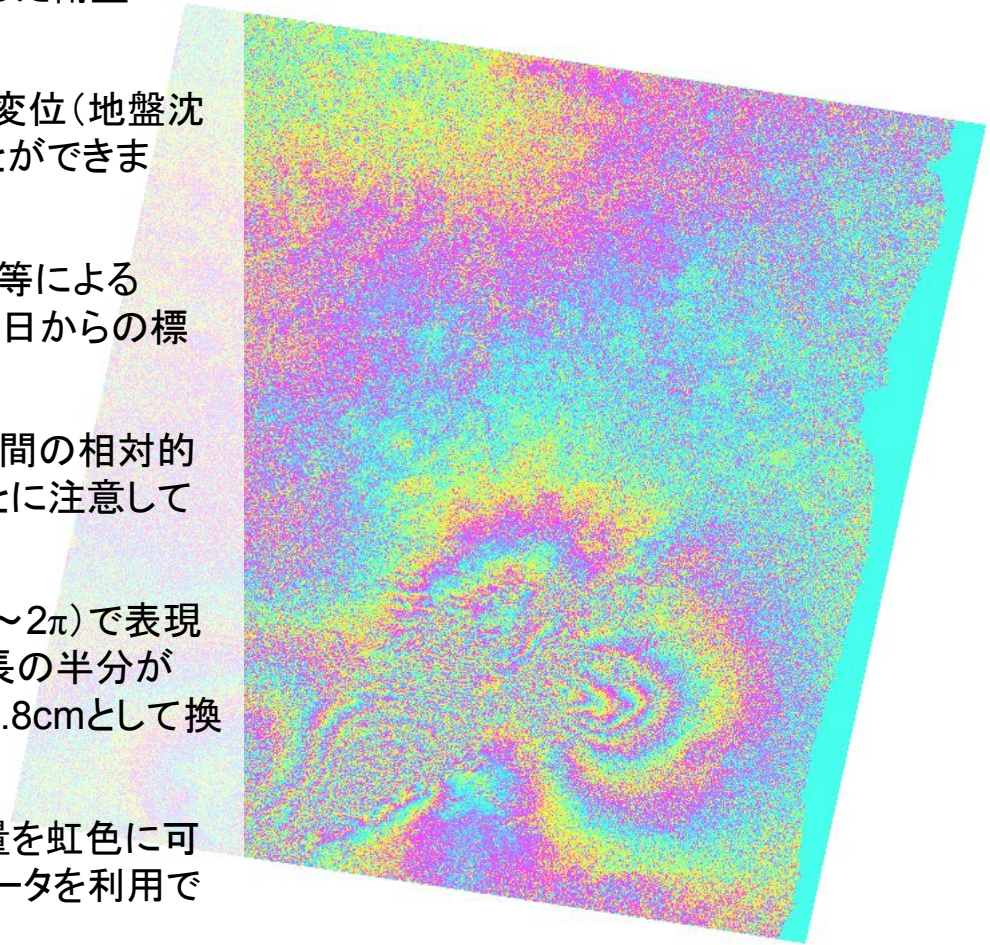
コヒーレンス画像



- 2枚の合成開口レーダ画像データ間の干渉性を示す指標で、合成開口レーダ画像データに含まれる位相値（位相角）が2時期間でどの程度似ているかを可視化した画像です。
- コヒーレンスが低い程画像は暗く、高い程画像は明るく表示されます。
- コヒーレンスが低下する原因は、主に地表面の対象物の状態変化です。この特徴を利用して、干渉性の評価の他に、変化抽出に応用できます。
- コヒーレンスが低下するその他の原因は、2画像間の位置ズレです。TelluSARでは位置ズレが生じないようにロバストなアルゴリズムを採用していますが、稀に位置ズレが生じる場合があるかもしれません。
- コヒーレンスが低い（干渉性が低い）箇所は、差分干渉画像においてノイズとして影響します。この特徴を利用して、コヒーレンス画像を差分干渉画像のマスク画像に応用できます。

差分干渉画像

- 合成開口レーダーによる2回の観測間に生じた衛星ー地上間の距離変化を可視化した画像です。
- 衛星ー地上間の距離変化として、地表面の変位(地盤沈下、地すべり、地殻変動など)を把握することができます。
- 但し、地表面の変位と併せて、大気・水蒸気等によるレーダー波の屈折の影響や標高データ作成日からの標高変化成分が含まれる場合があります。
- 衛星ー地上間の距離変化量は、2回の観測間の相対的な変化量です。絶対的な変化量ではないことに注意してください。
- 衛星ー地上間の距離変化量は、位相値($0 \sim 2\pi$)で表現されます。利用する合成開口レーダーの波長の半分が 2π に相当します。ALOS-2の場合は、 $2\pi = 11.8\text{cm}$ として換算できます。
- TelluSARでは、衛星ー地上間の距離変化量を虹色に可視化した画像と位相値で表現された画像データを利用できます。



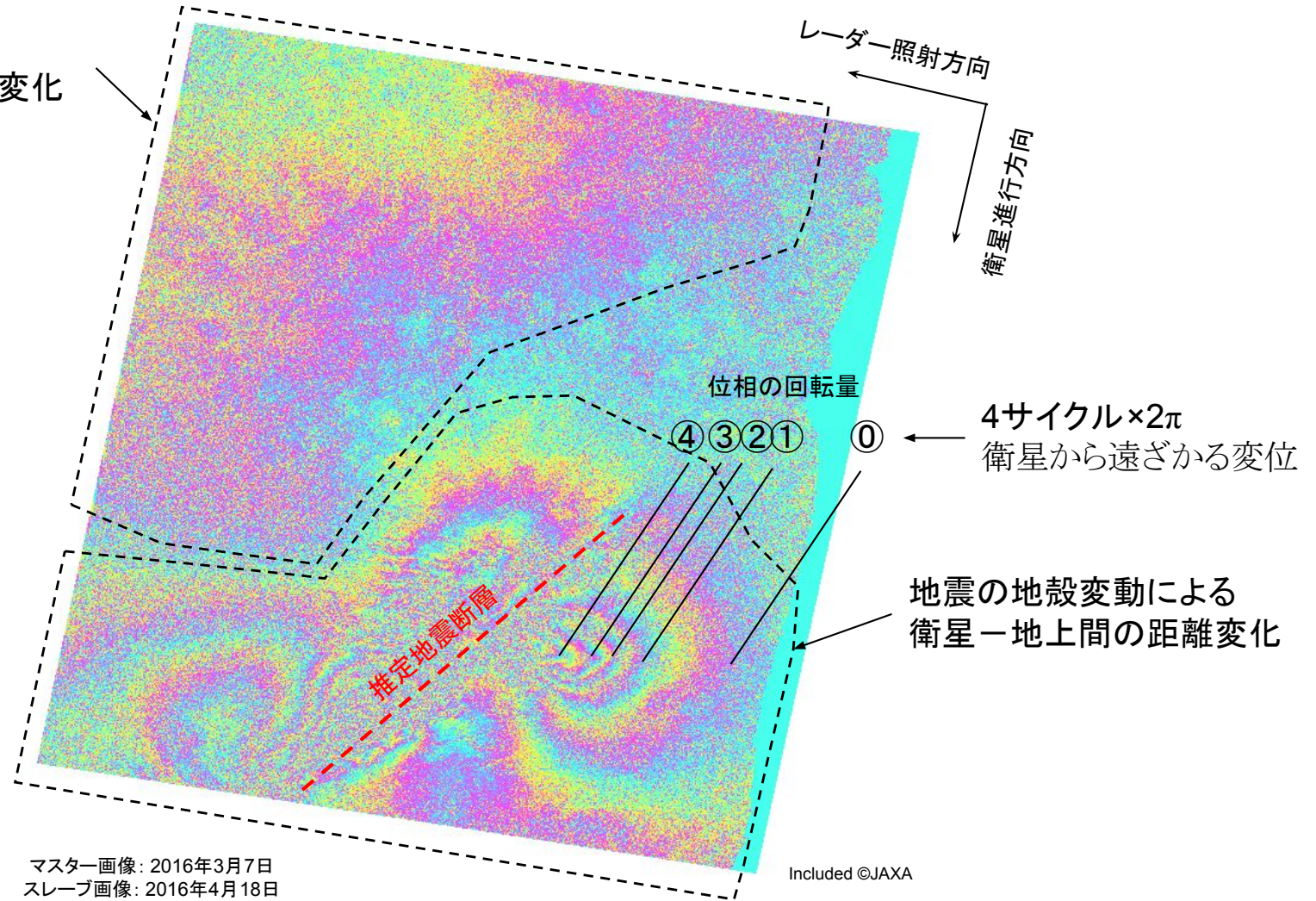
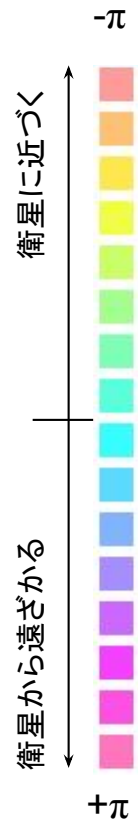
Included ©JAXA

出力画像データを利用する①

～差分干渉画像から変位を読み解く～

変位を読む際は、衛星側から読みます。
この例の場合、画像右側から左側に向けて読んでいきます。

水蒸気の影響による
衛星-地上間の距離変化

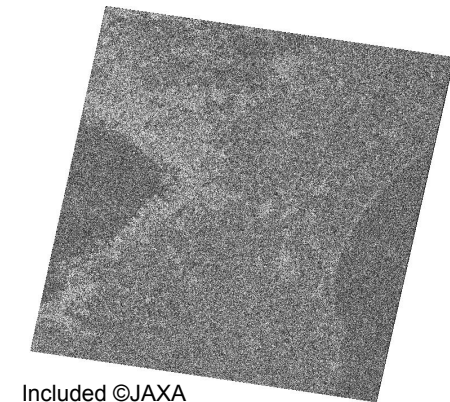


※TelluSARで処理された結果です。

出力画像データを利用する②

～コヒーレンス画像による差分干渉画像のマスク～

TelluSARから出力された画像データを GISソフトウェアにレイヤーとして取り込みます。
コヒーレンス画像で閾値を設定して透過表示することで、低干渉域をマスクすることができます。
より信頼性の高い情報を利用したい場合に有効です。

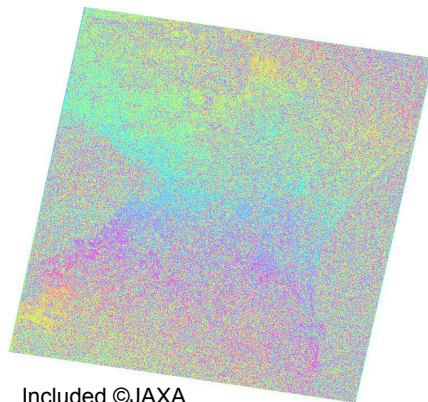


Included ©JAXA

コヒーレンス画像

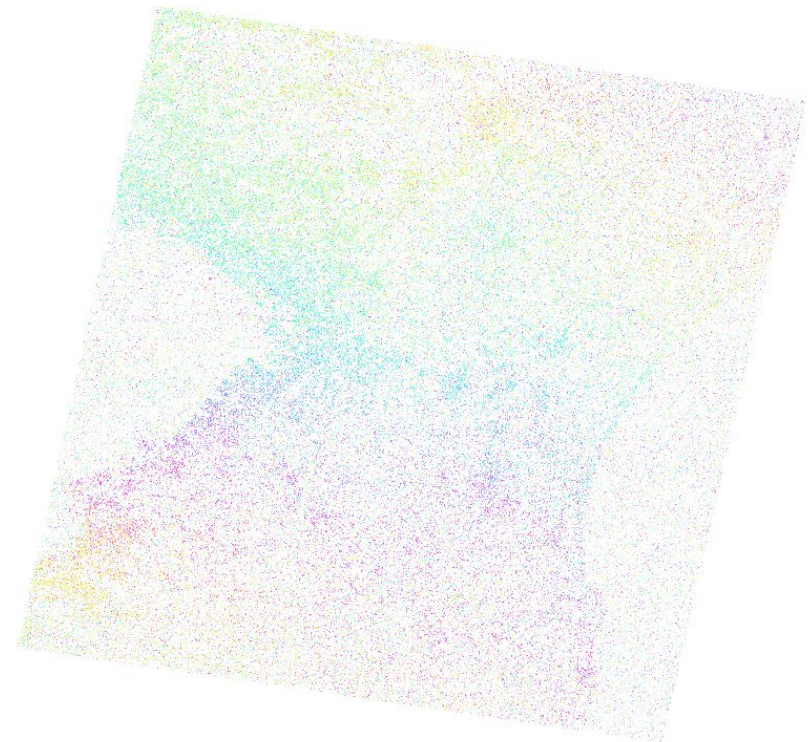
コヒーレンス
0.4以上の箇所を
透過表示

重畳



Included ©JAXA

差分干渉画像

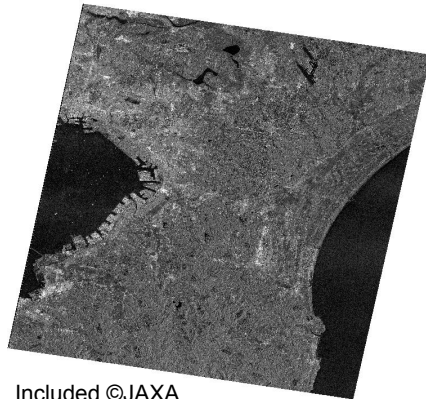


Included ©JAXA

出力画像データを利用する③

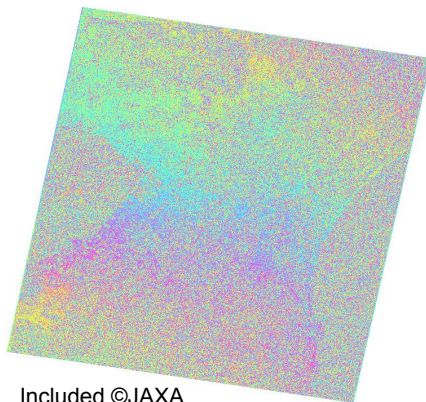
～後方散乱強度画像と差分干渉画像の合成～

TelluSARから出力された画像データをGISソフトウェアにレイヤーとして取り込みます。後方散乱強度画像を透過させる、或いは、レンダリング ※することで差分干渉画像と合成することができます。差分干渉画像のみの場合に比べて、変位箇所の位置関係がわかりやすくなります。



Included ©JAXA

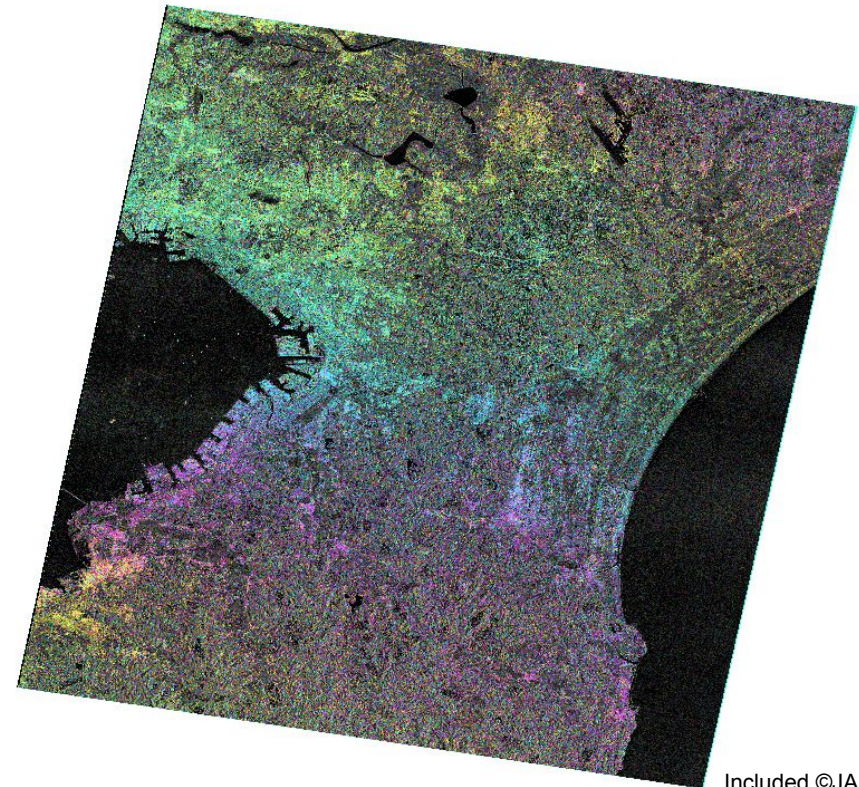
後方散乱強度画像
(マスター)



Included ©JAXA

差分干渉画像

重畳

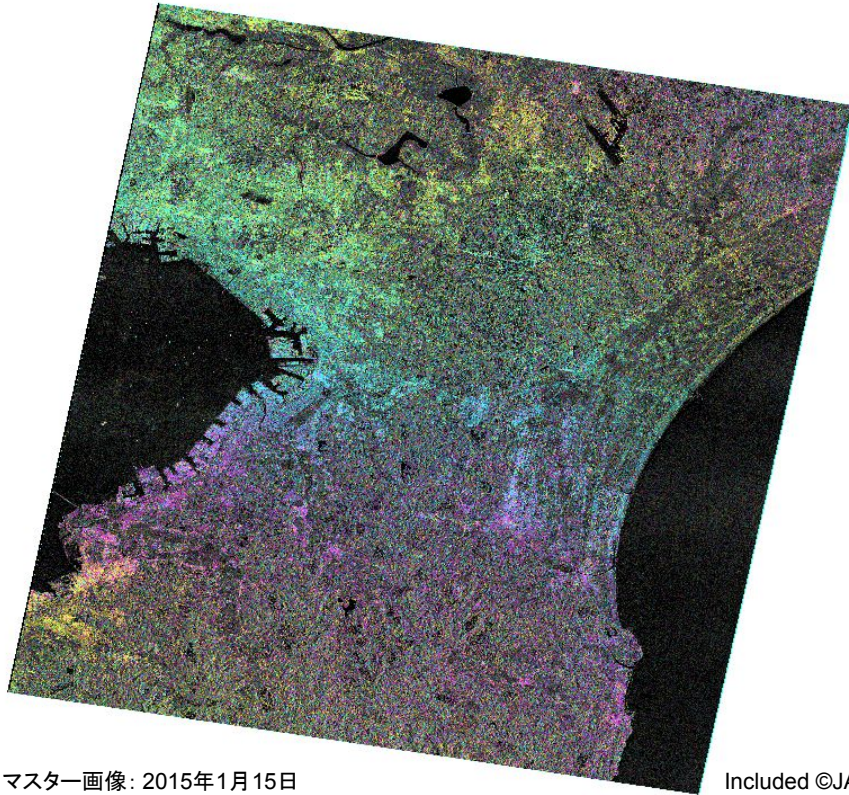


Included ©JAXA

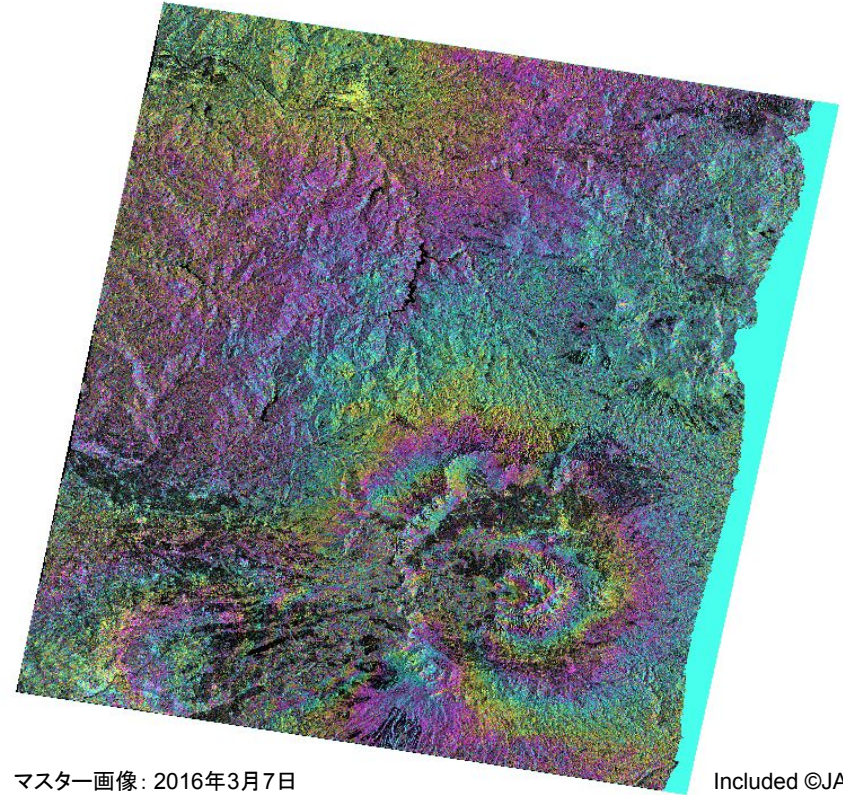
※ 利用するGISソフトウェアにより、レンダリング機能がない場合があります。

出力画像データを利用する③

～後方散乱強度画像と差分干渉画像の合成～



マスター画像: 2015年1月15日
スレーブ画像: 2016年3月10日



マスター画像: 2016年3月7日
スレーブ画像: 2016年4月18日

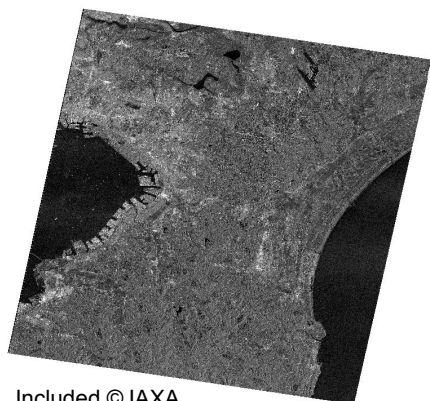
変位の発生箇所や水蒸気による影響か否かの判断・分析をする際に有効です。

※TelluSARで処理された結果です。

出力画像データを利用する④

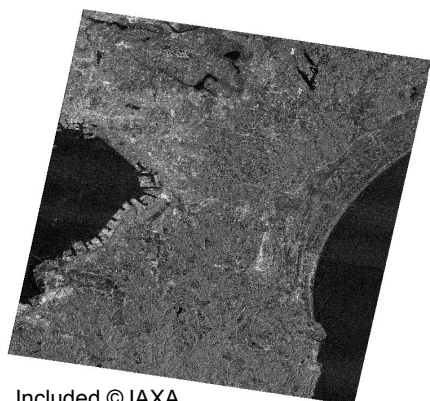
～後方散乱強度画像による簡単な変化箇所の可視化～

TelluSARから出力された画像データを GISソフトウェアにレイヤーとして取り込みます。カラー合成機能を利用して、マスター画像を赤バンド、スレーブ画像を緑と青バンドに割り当てることで、マスター画像とスレーブ画像の散乱強度の違いを可視化することができます。



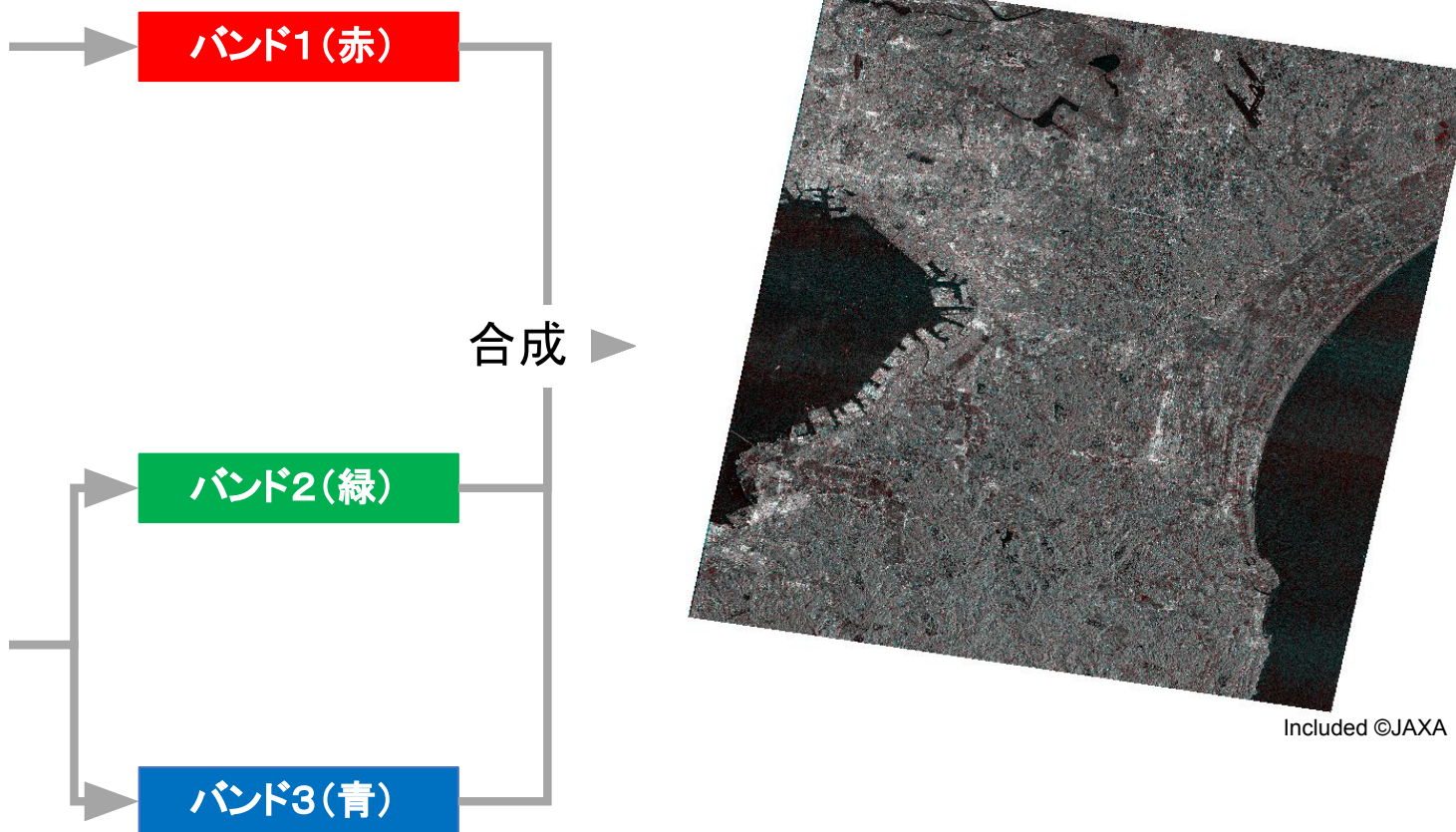
Included ©JAXA

後方散乱強度画像
(マスター)



Included ©JAXA

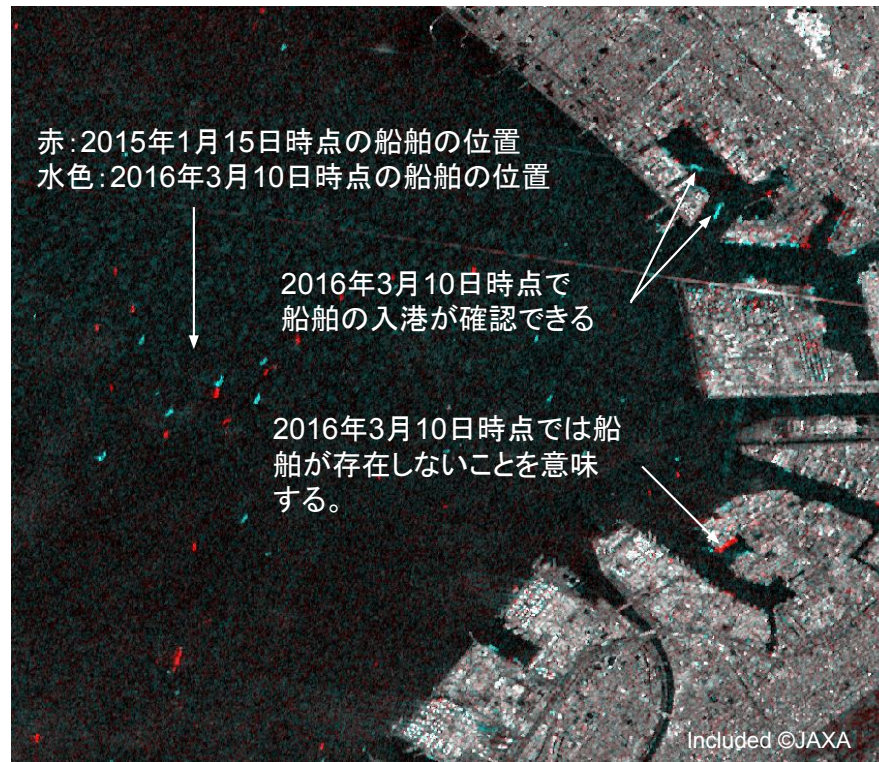
後方散乱強度画像
(スレーブ)



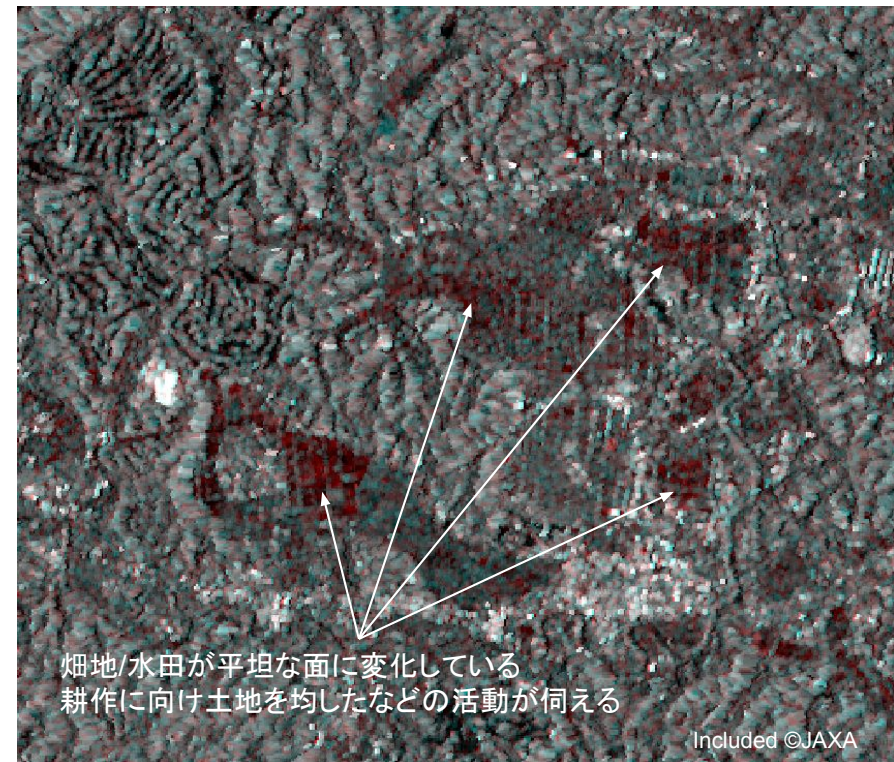
Included ©JAXA

出力画像データを利用する④

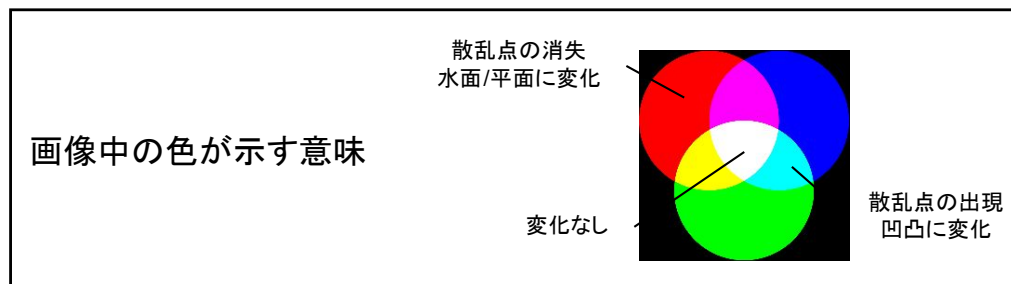
～後方散乱強度画像による簡単な変化箇所の可視化～



マスター画像: 2015年1月15日
スレーブ画像: 2016年3月10日



マスター画像: 2015年1月15日
スレーブ画像: 2016年3月10日

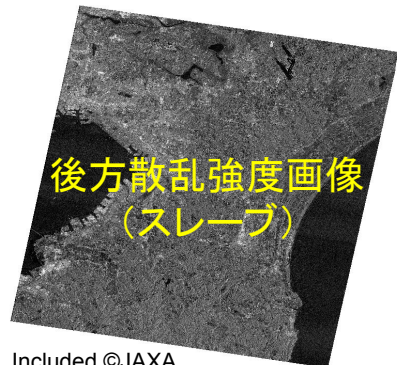
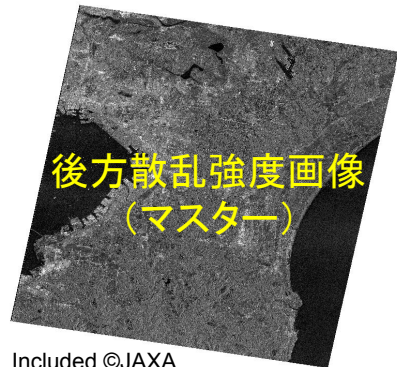


※TelluSARで処理された結果です。

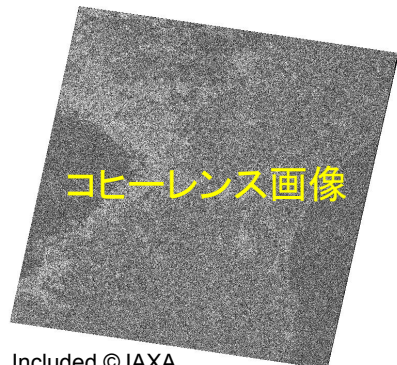
出力画像データを利用する⑤

～後方散乱強度画像とコヒーレンス画像による変化箇所の可視化～

TelluSARから出力された画像データを GISソフトウェアにレイヤーとして取り込みます。カラー合成機能を利用して、マスター画像を赤バンド、スレーブ画像を緑バンド、コヒーレンス画像を青バンドに割り当てることで、散乱強度とコヒーレンスを複合利用した変化箇所の可視化が可能です。



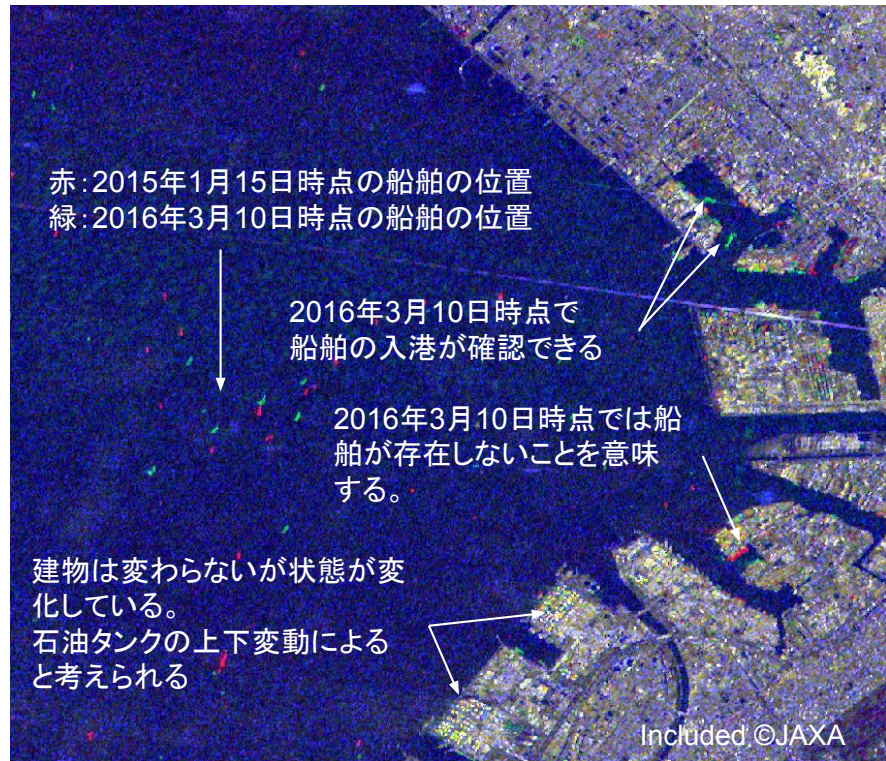
合成



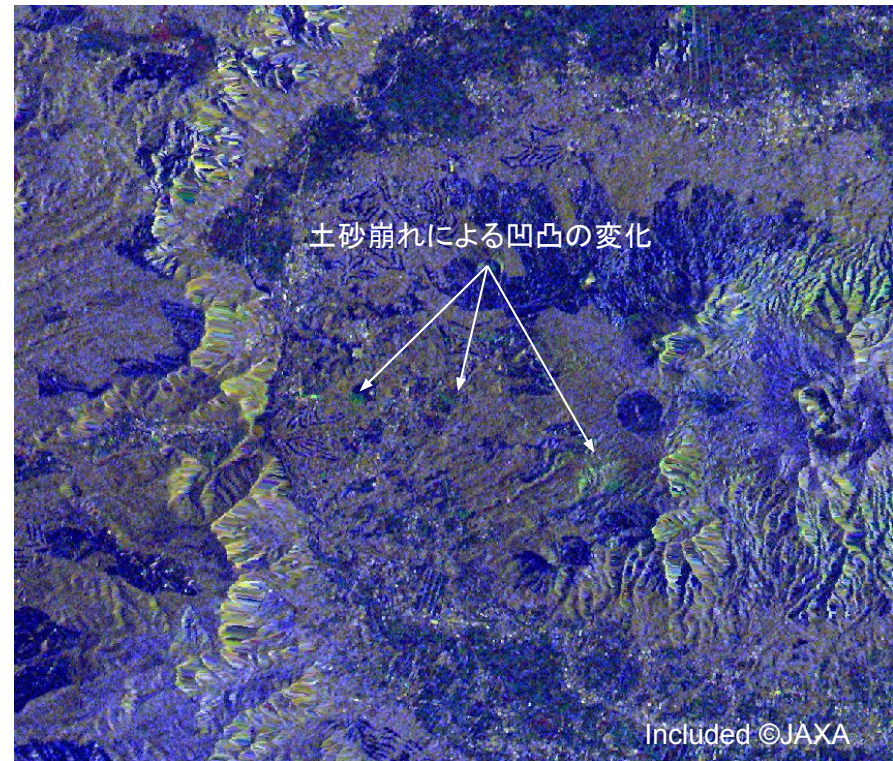
※この方法は、Multi Temporal Coherence mapping (MTC)と呼ばれる可視化方法です。

出力画像データを利用する⑤

～後方散乱強度画像とコヒーレンス画像による変化箇所の可視化～

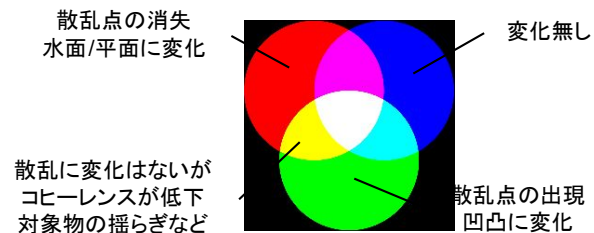


マスター画像: 2015年1月15日、スレーブ画像: 2016年3月10日



マスター画像: 2016年3月7日、スレーブ画像: 2016年4月18日

画像中の色が示す意味



※TelluSARで処理された結果です。

用語集

用語	解説
合成開口レーダー	マイクロ波を利用したセンサの一種。 衛星や航空機に搭載したアンテナからマイクロ波を地上に向けて照射し、地上で反射（後方散乱）したマイクロ波を再びアンテナで受信する。同一地点からの後方散乱波の受信信号を衛星進行方向に合成することから合成開口レーダーと呼ばれる。
SAR	合成開口レーダーの略称で「サー」と読むのが一般的です。合成開口レーダーの英語表現、Synthetic Aperture Radarの頭文字をとったもの。
差分干渉処理 （差分干渉解析）	観測日の異なる2回以上の合成開口レーダー観測により得られたデータを用いて、衛星-地上間の距離変化を解析する技術。詳細は、P6、P11を参照。
後方散乱強度	合成開口レーダーから照射されたレーダー波が地上で後方散乱（反射）した後に再び合成開口レーダーで受信した散乱強度を電力値（物理量）に変換したもの。詳細は、P9を参照。
コヒーレンス	2枚の合成開口レーダ画像データ間の干渉性を示す指標で、合成開口レーダー画像データに含まれる位相値（位相角）が2時期間でどの程度似ているかを示すもの。詳細は、P10を参照。
位相	時間的に周期的に進行する波の位置を示すもの。
オルソ幾何補正	地形による歪みを補正することをオルソ補正という。オルソ補正後に地図投影を施したものをオルソ幾何補正という。
マスター	差分干渉解析など2枚以上の画像データを用いて解析を行う場合に基準日とする画像をマスター画像という。
スレーブ	マスター画像に対し、比較対象となる画像データをスレーブ画像という。
Multi Temporal Coherence mapping (MTC)	後方散乱強度画像とコヒーレンス画像とを合成した可視化手法。後方散乱強度の変化のみではとらえられない微小な変化を捉えられることが特徴。

TelluSARエンドユーザガイド

初版:2019年2月15日 改訂版:2024年10月1日
製作:株式会社Tellus

※複製・転載を禁ず
