

## ALOS/PALSAR 及び ALOS-2/PALSAR-2 データを使った

## SAR 干渉解析による御嶽山周辺の地殻変動\*

## Ground deformation around Mt. Ontake volcano detected by InSAR analysis of ALOS/PALSAR and ALOS-2/PALSAR-2

気象庁気象研究所

Meteorological Research Institute, JMA

2007 年 6 月から 2010 年 11 月の ALOS/PALSAR データによる時系列解析では、山頂付近で衛星視線方向において、僅かながら短縮方向の位相変化が認められる。また、2014 年噴火前後の差分干渉解析結果では、地獄谷付近に衛星視線方向において、短縮方向の位相変化が認められる。

## 1. はじめに

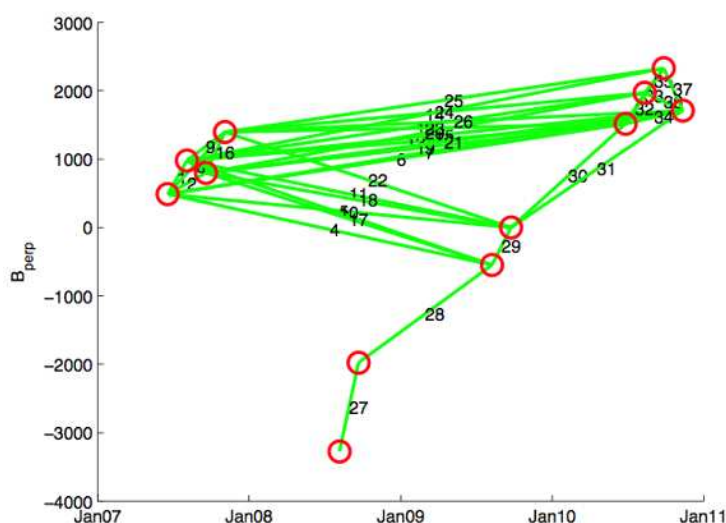
ALOS/PALSAR (2006-2011) 及び ALOS-2/PALSAR-2 (2014-) は、L バンド SAR を有している国産極軌道衛星であり、日本のような険しい山岳地域においても電波が地面まで到達し、異なる時期に撮像されたデータの差分干渉処理を行うことにより、当該地域の微細な地殻変動を面的に検出することが可能である。

気象研究所では、ALOS/PALSAR のアーカイブデータを用いて、御嶽山周辺における地殻変動時系列解析を行ったので報告する。また、ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 2014 年 9 月の噴火前後における差分干渉解析についても解析を試みたので合わせて報告する。

## 2. ALOS/PALSAR による解析結果

2007 年 6 月から 2010 年 11 月の御嶽山周辺を撮像された北行軌道データのうち、積雪の影響が懸念される冬期間 (11 月後半から 5 月末) を除いた 12 シーンを用いて 2009 年 9 月 24 日を基準として PS 及び SBAS 解析 (37 ペア) を行った (第 1 図)。

解析ソフトは、StaMPS/MTI を使用した。各々の手法で得られた結果を統合した結果を第 2 図及び第 3 図に示す。その結果、剣ヶ峰山頂付近を中心に年間約 1 cm 程度の衛星に近づく方向の位相変化が認められた。



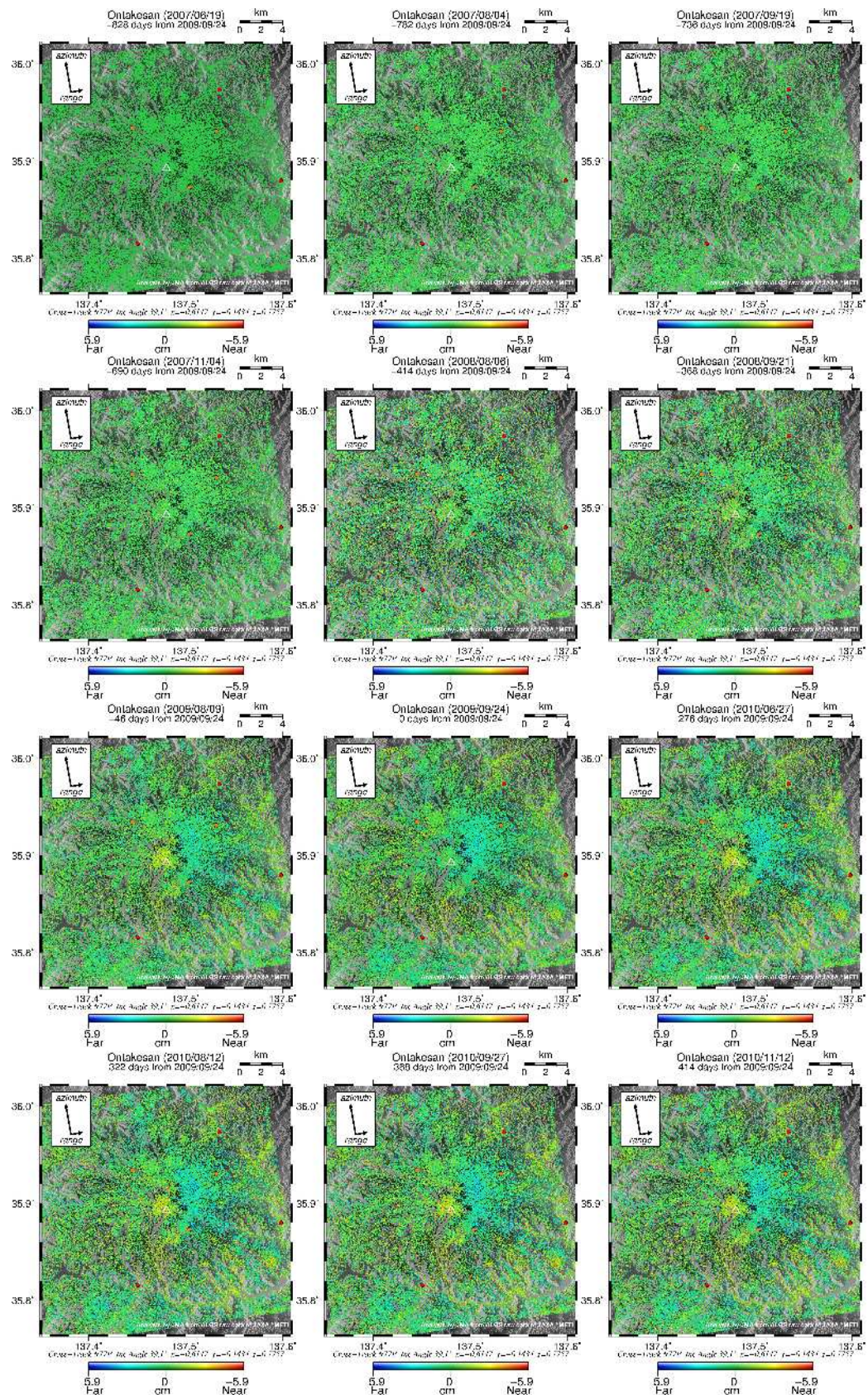
第 1 図 PS 及び SBAS 解析に使用したデータの軌道間距離と時系列

赤丸：PS 法に使用した SAR データ、緑線：SBAS 法に使用したペア

Fig1 Perpendicular baselines (B<sub>perp</sub>) and time separations used for PS/SBAS method analysis.

Red circles and green lines indicate the data used for PS method and SBAS method, respectively.

\* 2014 年 12 月 4 日受付



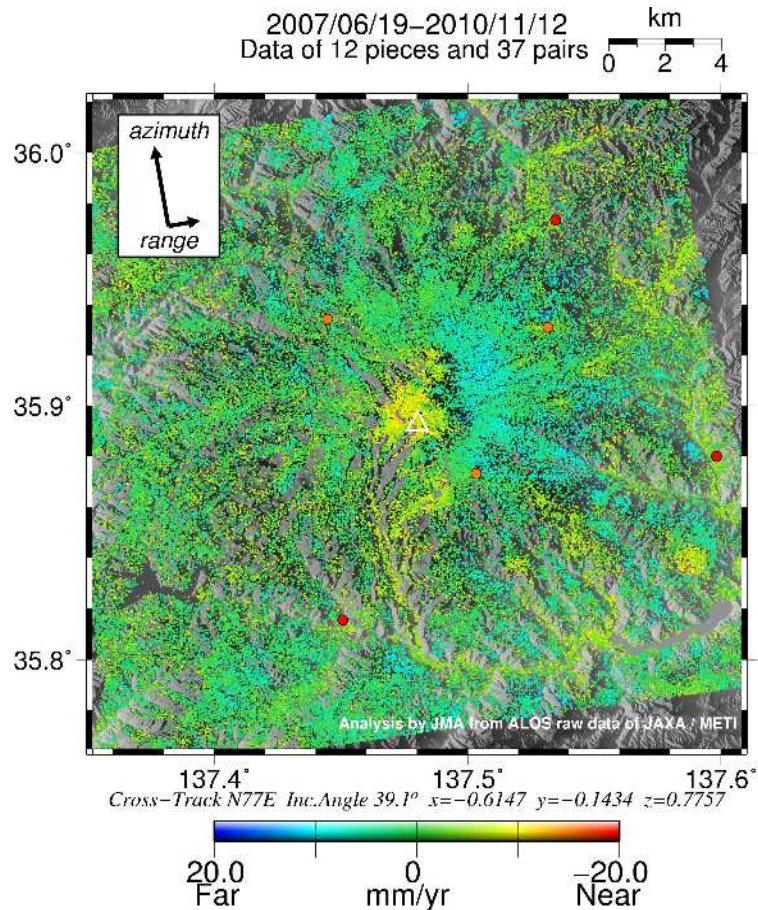
第2図 御嶽山周辺における InSAR 時系列解析結果 (PS 点総数 : 106,490)

2007 年 6 月 19 日の位相をゼロとした各撮像日における累積位相変化を示す。図中の丸印は GNSS 観測点 (橙 : 気象庁、赤 : 国土地理院) を、白三角は剣ヶ峰山頂位置を示す。

Fig2 InSAR time-series analysis around Mt.Ontake (PS points: 106,490)

Color pattern represents the cumulative changes in the radar line-of-sight direction, given with reference to 19 June 2007. Orange and red circles indicate continuous GNSS stations each of JMA and GSI.





第 3 図 御嶽山周辺における InSAR 時系列解析結果（平均変動速度）

剣ヶ峰山頂付近を中心に衛星視線方向短縮（年間約 1 cm）の位相変化が認められる。図中の記号は第 2 図と同じ。

Fig3 InSAR mean velocity around Mt.Ontake.

The ground deformation toward the satellite in the radar line-of-sight direction can be seen around the summit of Mt. Ontake (1cm/year). Color circles are same as Fig.2.

### 3 . ALOS-2/PALSAR-2 の解析結果

2014 年 9 月 27 日噴火前後に ALOS-2/PALSAR-2 で撮像されたデータを用いて、干渉解析を行った（第 1 表及び第 4 図）。解析ソフトは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。その結果、明らかに地殻変動ではないノイズと考えられる位相変化が山体周辺で認められるものの、噴火前後のペアにおいて山頂南西側で 4 ～ 6 cm 程度の衛星視線方向短縮の顕著な位相変化が認められた。この位相変化が検出された場所は、2014 年 9 月 27 日の噴火により新たに出現した噴気孔のうち、最も活発な噴気孔の位置に非常に近接しており、噴火に伴う地表面変化を捉えた可能性がある。

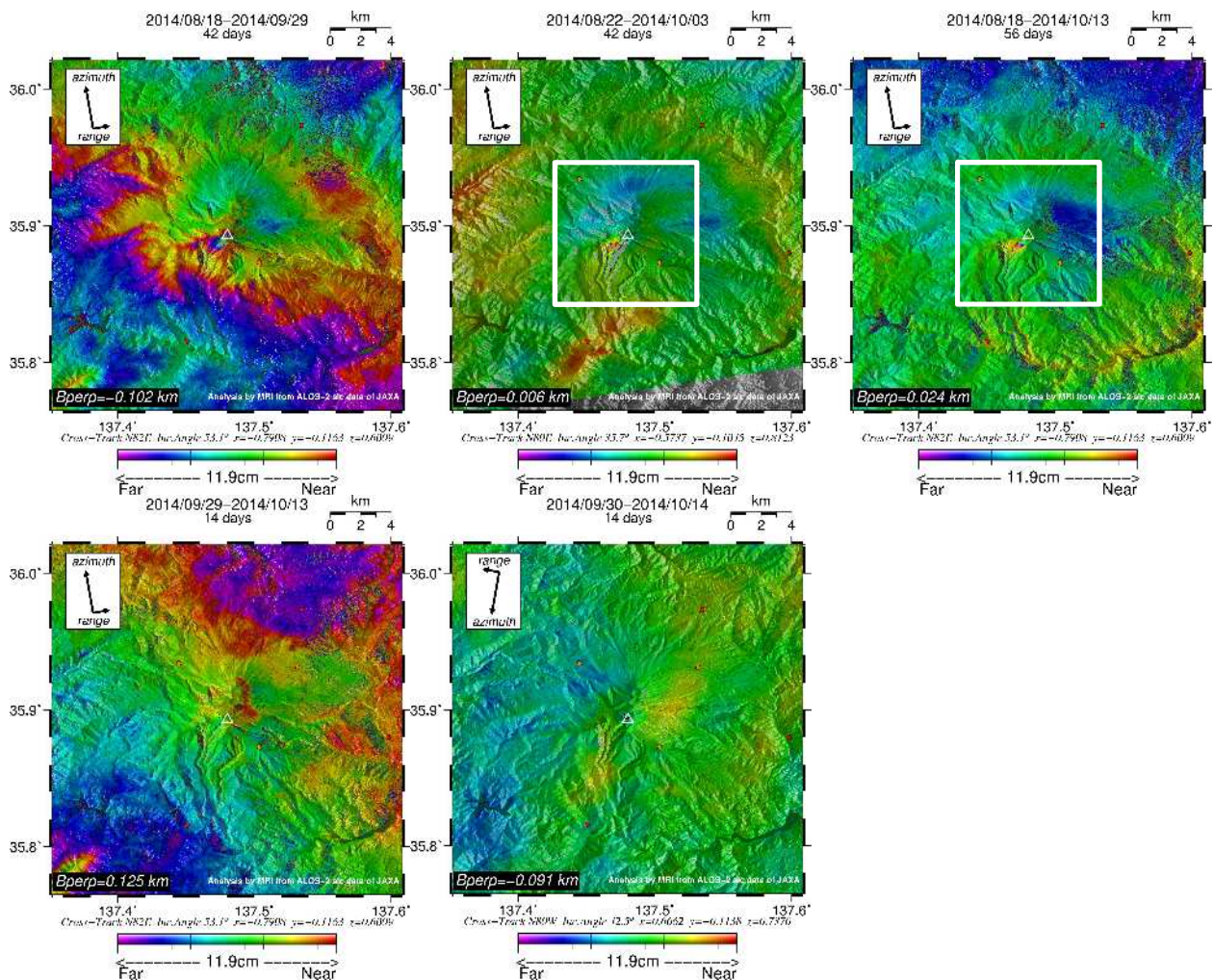
第 1 表 干渉処理に使用したデータ

Table1 ALOS-2/PALSAR-2 data used in this study.

Figure No	orbit	Data 1	Data 2	Add processing	Memo
Fig4-	Ascending	2014.08.18	2014.09.29	Atmosphere-topography correction	( pair of before and after eruption ) detection
Fig4- Fig5-		2014.08.22	2014.10.03		
Fig4- Fig5-		2014.08.18	2014.10.13		
Fig4-		2014.09.29	2014.10.13	Atmosphere-topography correction	( pair of after eruption ) no-detected
Fig4-	Descending	2014.09.30	2014.10.14	Orbital re-estimation	

差分干渉処理後の明らかに地殻変動と異なる残存縞の除去に用いた追加処理。

Additional processing method used to reduce of obviously atmospheric noise and orbital error in InSAR analysis.



第 4 図 御嶽山付近における差分干渉解析結果（上段：噴火前後のペア、下段：噴火後のペア、白枠：第 5 図拡大図の範囲）

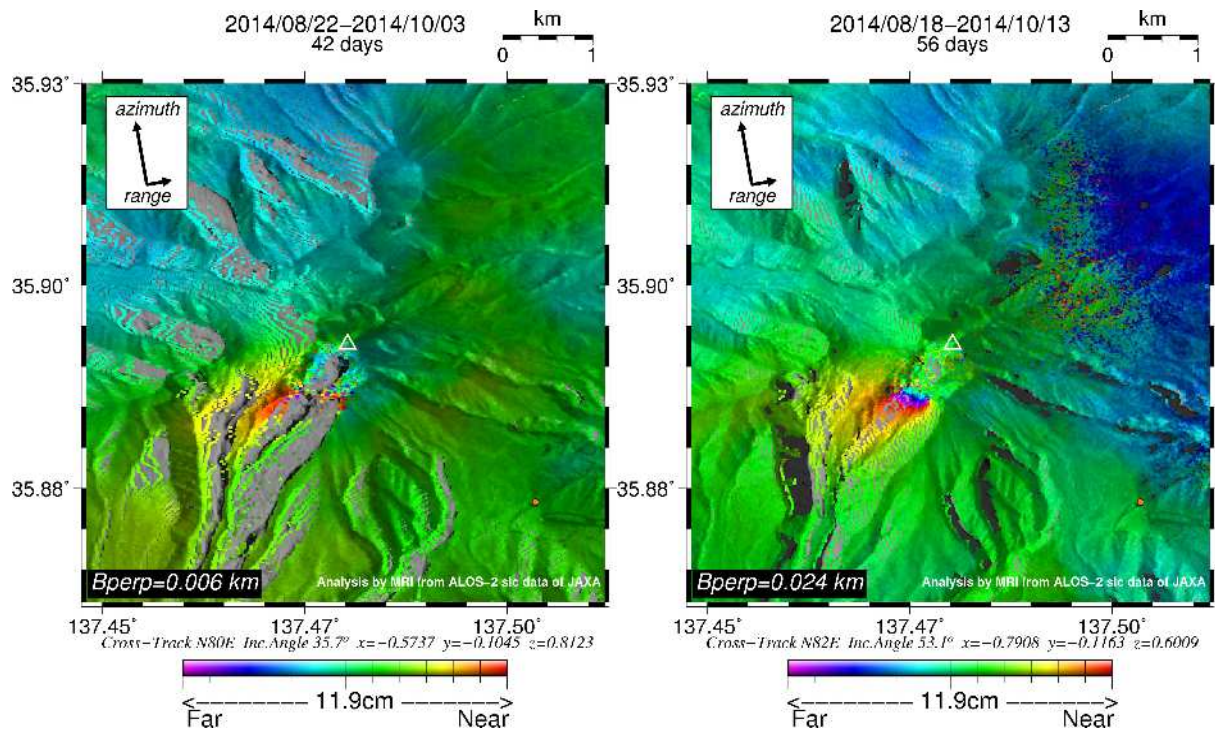
噴火を挟むペアにおいて、剣ヶ峰の南西方向（地獄谷）付近で、衛星視線方向短縮（約 4 ～ 6 cm）の局所的な位相変化が認められる。図中の記号は第 2 図と同じ。

Fig4 Interferograms of image pairs acquired D-InSAR analysis around Mt.Ontake.

The top row consists of products obtained with before and after the eruption. The bottom row consists of products obtained with after the eruption.

White rectangles indicate expansion area of Fig5. The ground deformation toward the satellite in the radar line-of-sight direction can be seen around the southwest area of the summit of Mt.Ontake. Color circles are same as Fig.2.





第 5 図 御嶽山山頂付近における差分干渉解析結果（第 4 図白枠部分の拡大図）

噴火前後の期間の異なるペアにおいて、剣ヶ峰の南西方向（地獄谷）付近で衛星視線方向短縮（約 4～6 cm）の局所的な位相変化が認められる。図中の記号は第 2 図と同じ。

Fig5 Interferograms of image pairs acquired D-InSAR analysis around the summit of Mt.Ontake.

The ground deformation toward the satellite in the radar line-of-sight direction about 4cm～6cm has been detected around the southwest area of the Jigoku-dani. Color circles are same as Fig.2.

#### 謝辞

本解析で用いた PALSAR データの一部及び PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（通称火山 WG）に基づいて、宇宙航空開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また、一部の PALSAR データは PIXEL で共有しているものであり、JAXA と東京大学地震研究所との共同研究契約により JAXA から提供されたものである。PALSAR に関する原初データの所有権は経済産業省及び JAXA に、PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR の解析ソフトウェアは、A.Hooper 氏により開発された *StaMPS/MTI* を、PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を使用した。ここに記して御礼申し上げます。特に、2014 年 9 月 27 日の御嶽山噴火については、防災実証実験の枠組みにおいて ALOS-2 校正期間であるにも関わらず JAXA に迅速に対応頂き、複数回にわたる緊急観測を実施していただいた。関係者の皆様に重ねて感謝申し上げます。