(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-01 会場:105

時間:5月24日10:45-11:00

岩手宮城内陸地震(Mw6.9)に伴う地殻変動データに基づく非平面形状断層モデル の推定

Estimate of a non-planar fault model based on crustal deformation data due to the Iwate-Miyagi Nairiku earthquake(Mw6.9)

阿部 隆博 ^{1*}, 古屋 正人 ¹, 高田 陽一郎 ² Takahiro Abe^{1*}, Masato Furuya¹, Youichiro Takada²

岩手宮城内陸地震

2008 年 6 月 14 日午前 8 時 43 分,岩手県内陸南部を震源とする Mw6.9 の岩手宮城内陸地震が発生した.この地震の震央は奥羽脊梁山地に沿っているひずみ集中帯に位置しており (Miura et al., 2004),その中で東西圧縮による逆断層型の地震が起こった.しかしながら、この震央付近にはそれまで既知の活断層がなく,むしろその北東に位置する出店断層周辺の観測が中心に行われており,近隣の GEONET 観測点の空間分布も粗い.また,この地震による被害は,岩手,宮城,秋田,山形,福島の 5 県で死者 17 名,住家被害は 2600 棟以上にも及んでいる (内閣府発表,2010 年 6 月 23 日午前11 時現在). 傾向としては,内陸地震ではあるものの震央が山中だったために,人的被害よりも建物崩壊や土砂崩れの方が多かったようだ.

先行研究と研究目的

この地震の断層モデルに関する研究はいくつか発表されている.例えば,Takada et al. (2009)は本研究と同様に SAR データを用いてモデル推定を行ったが,仮定された 5 枚の断層モデルの滑り分布は矩形一様であり,詳細な滑り分布は求めていない.Iinuma et al. (2009)は GPS データに基づき 2 つの西落ち断層モデルを仮定した.しかし,震央周辺は GPS 観測点が少なく,SAR で得られた詳細な地表変動を説明するには不十分である.さらに,いずれの研究も矩形の平面形状モデルを仮定しているのに対し,SAR で得られた地殻変動データは非常に複雑な空間分布を示している.観測された地殻変動を説明するには非平面形状の断層モデルの推定が必要だと考えた.

観測結果

InSAR と Pixel Offset 法によるデータ解析の結果,Ascending(北行軌道),Descending(南行軌道) 両方のデータにおいて,視線方向に沿ってメートル級の地表変位が検出された.InSAR データは,この主要な断層運動が東西圧縮による逆断層のセンスであることを示唆している.また,Pixel Offset 法による解析では,栗駒山の東端付近に非常に特徴的な変動が見られた.これは,明らかに西落ち断層では説明できないシグナルである.そこで,我々は地表面にほぼ垂直な断層面があると推定し,そこに非平面形状の東落ち断層を仮定した.

非平面形状断層モデルの推定

InSAR と Pixel Offset 法によって得られたデータをもとに,複数の非平面断層モデルを設定し,インバージョン解析を行った.モデリングに際しては,半無限均質弾性体を仮定した Triangular dislocation model を用い,形状に関しては Gmsh (Geuzaine and Remacle , 2009) を利用して決定し,三角形要素に分割した.そして,Meade (2007) の Matlab スクリプトを利用して三角形要素ごとの食い違いによるグリーン関数を計算した.滑り分布の推定においては,滑り分布の平滑化条件 (Maerten et al., 2005) と滑り方向への制約を与えている.

連合大会では観測データを上手く説明できる断層モデルと,GPSデータも加えた解析結果を報告する予定である.

¹ 北大院理, 2 京大防災研

¹Natural History Sci., Hokkaido Univ., ²DPRI, Kyoto Univ.

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-02 会場:105

時間:5月24日11:00-11:15

InSAR データにより検出された 2008 年岩手・宮城内陸地震後の長期的余効滑り Long-term afterslip after the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake deduced from InSAR data

太田 雄策 ^{1*}, 小澤 拓 ², 大園 真子 ¹, 三浦 哲 ¹ Yusaku Ohta^{1*}, Taku Ozawa², Mako Ohzono¹, Satoshi Miura¹

1 東北大学 地震・噴火予知研究観測センター, 2 防災科学技術研究所

We detected the anomalous long-term crustal deformation after the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake (heare after IMEQ) deduced from ALOS/PALSAR interferograms. This anomalous crustal deformation possibly caused by afterslip near the main-shock fault.

The 2008 Iwate-Miyagi Nairiku (inland) earthquake occurred beneath the border between the Iwate and Miyagi prefectures at northeastern Japan in 13 June 2008. Based on the long-term GPS time series (~1.5 years), Ohzono et al. (in revision) detected clear postseismic signal, which indicates wider-area crustal shortening between the focal area and the subsidence signal in the focal area. They conclude that this postseimsic signal is caused by viscoelastic relaxation process in the lower crust and/or upper mantle, and constructed a simple spherical 2-layerd (elastic and Maxwell viscoelatic layer) model. The viscoelastic model, however, could not explain the large GPS displacement near the focal area. In this study, we discuss the long-term crustal deformation after the IMEQ deduced from ALOS/PALSAR InSAR data.

We use SAR data from the JAXA ALOS satellite acquired between July 2008 and December 2010 to construct interferograms across the focal area that include 14 scenes. A single frame (2830) from descending (north to south) orbit path 57 was used. Several obtained interferograms shows the LOS (Line of Sight) anomaly. For example, between July 2008 and June 2009 interferograms clearly shows the increase LOS in the footwall side of the mainshock fault. In contrast, LOS shortening appears in hanging wall side, which mainly concentrated in northerly of Mt. Kurikoma. In contrast, there is no similar anomaly between July 2008 and October 2008 interferogram. It suggests that the anomalies may generate during October 2008 to June 2009. These LOS anomalies are possible to explain by simple reverse fault model at deeper portion of the mainshock as first order of approximation.

Acknowledgements

PALSAR level 1.0 data are provided by JAXA through PIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface) under a cooperative research contract with ERI, Univ. Tokyo. PALSAR data belongs to the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan and JAXA.

¹RCPEVE, Tohoku University, ²NIED, Japan

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-03 会場:105

時間:5月24日11:15-11:30

ALOS/PALSAR ScanSAR で捉えた 2010 年二ュージーランド南島の地震 Image of earthquake in South Island, New Zealand detected by ALOS/PALSAR

橋本 学 ^{1*}

Manabu Hashimoto^{1*}

2010年9月3日にニュージーランド南島で発生したカンタベリー地震(M7.0)に伴う地殻変動を,ALOS/PALSARデータを用いてしらべた.この地震は,カンタベリー平原下のこれまで知られていない断層で発生したとされている.ニュージーランドの研究者らにより,見事な地表地震断層が見つけられている.地表地震断層にはジョグやステッップも見られる.我々は北行および南行の両軌道から撮像された画像を用いて,干渉画像とピクセル・オフセットを得た.得られた干渉画像は,非常に複雑な地表の破壊を示し,地下の断層も幾何学的に複雑な形状を持っていることを示唆している.干渉画像で見られる最大視線方向変位は,北行軌道に対しては130 cm を超える.これらのデータをインバージョンすることにより,この内陸地震の断層運動を明らかにする.

キーワード: ALOS/PALSAR, InSAR, ニュージーランド, カンタベリー地震, 地震時変動 Keywords: ALOS/PALSAR, InSAR, New Zealand, Canterbury Earthquake, Coseismic deformation

¹ 京都大学防災研究所

¹DPRI,Kyoto University

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-04 会場:105

時間:5月24日11:30-11:45

ALOS/PALSAR データにより検出された 2010 年イラン南東部の地震に伴う地殻変動

Crustal deformation due to the 2010 southeastern Iran earthquake, obtained from InSAR analysis using ALOS/PALSAR data

小林 知勝 ^{1*}, 飛田 幹男 ¹, 鈴木 啓 ¹, 野口 優子 ¹ Tomokazu Kobayashi ^{1*}, Mikio Tobita ¹, Akira Suzuki ¹, Yuko Noguchi ¹

1 国土交通省国土地理院

はじめに:

イランはアラビアプレートがユーラシアプレートに対して北進して沈み込む形で衝突するテクトニクス場に位置する、イラン東部には,右横ずれ成分が卓越した 2 つの主要な断層帯が南北方向に走っており,これら断層帯では M 6 ~ 7 級の比較的大きな地震が発生してきた.2003 年には M6.5 の地震(バム地震)がバム断層にて起こり,4 万人を超える犠牲者を出す甚大な被害が発生している.このような背景の下,2010 年 12 月 20 日,イラン南東部において M6.5 (USGS) の地震が発生した.震央は,バム断層と東側の断層帯の南端に位置する Kahurak 断層の南部延長上に位置し,バム地震の震央から南東約 100km ほど離れた場所に推定されている.この地震を受けて,ALOS/PALSAR による SAR 観測が行われた.我々は,PALSAR データを用いた SAR 干渉解析により,本地震に伴う地殻変動を検出した.本発表では,干渉解析により得られた地殻変動について報告する.

干渉解析:

解析には,震源領域をカバーするパス 559 (北行軌道)で撮像された SAR データを用いた.地震前および地震後のデータはそれぞれ 2010 年 9 月 30 日,2010 年 12 月 31 日に観測されたものである.これらデータのオフナディア角は 34.3 °である.干渉解析には GSISAR ソフトウェアを使用した.また,地形縞の除去には,Jarvis et al.(2008) による SRTM3 のデータ欠損部を補間した DEM を用いた.

上記のデータを用いて解析を行ったところ,干渉性の高い良好な干渉縞が得られた.干渉縞は東西に正負2つのフリンジをもっており,西側のフリンジでは約25cmの衛星-地表間の距離伸張が,東側のフリンジでは約11cmの衛星-地表間の距離短縮が観測された.変位の方向が逆転する境界線の方向を考慮すると,北東-南西方向の走向を持った断層運動であったと推定される.

本発表では,今後新たに撮像される SAR データの解析結果を追加・統合した地殻変動およびそれに基づいた断層モデルを報告する予定である.

謝辞:本研究で用いた PALSAR データは地震・地盤変動データ流通及び解析ワーキンググループ (地震 WG)を通じて提供を受けた. PALSAR データの所有権は経済産業省及び宇宙航空研究開発機構 (JAXA) にある.

キーワード: 2010 年イラン南東部の地震, SAR 干渉解析, ALOS/PALSAR, 地殻変動 Keywords: 2010 Iran Earthquake, InSAR, ALOS/PALSAR, Crustal deformation

¹GSI of Japan

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-05 会場:105

時間:5月24日11:45-12:00

ALOS/PALSAR データによる桜島火山周辺域の地盤変動 Ground deformation in and around Sakurajima volcano revealed by ALOS/PALSAR data

山本 圭吾 ^{1*} Keigo Yamamoto ^{1*}

1 京都大学防災研究所

桜島火山では,1955 年に始まった南岳の山頂噴火活動が盛衰を繰り返しながら現在まで続いている.1990 年代以降は比較的に噴火活動が静穏化していたが,2006 年 6 月には 1946 年に溶岩を流出させた昭和火口において噴火活動が再開した.昭和火口における噴火活動は,2010 年の総爆発回数が 1000 回を超えるなど,近年激化する傾向が見られる.桜島火山周辺においては,桜島の火山活動に伴う地盤の上下変動を測定するための水準測量が繰り返されてきた(Yoshikawa, 1961;江頭・他,1997).1973・74 年以降の活発な噴火活動によりマグマの放出量が増え,桜島の北東部から内部にかけての地盤の沈降が継続していたが,1990 年代以降の噴火活動静穏化に伴って桜島北部の地盤が隆起に転じた事が確認された(江頭・他,1997).最近では,2007 年 10 月 - 12 月(山本・他,2008),2009 年 11 月および 2010 年 4 月(山本・他,2010),2010 年 11 月と水準測量が行われたが,これらの測量により桜島北部の地盤隆起傾向が継続している事が確認されている.

京都大学防災研究所では、桜島火山の火山活動に伴った地盤変動を十分な空間分解能で検出する事を目的として近年 InSAR 解析を行っている、水準測量等で観測されている最近の桜島火山の地盤隆起量は年間 1 cm 程度以下と小さいが、ALOS/PALSAR のデータ取得期間も 4 年を超え干渉可能な画像ペアの数も蓄積されてきた、本講演では、これらのALOS/PALSAR データを用いて検出された最近の桜島火山の地盤変動について報告する、

今回,桜島火山周辺を撮像した ALOS/PALSAR データの中から最近取得されたものを加えて干渉可能な画像ペアを選び出し,InSAR 解析を行った.その結果,2007年から2010年の期間における干渉画像において,桜島北部の地盤が衛星視線方向に近づく変動パターンが検出された.得られた干渉画像についてスタッキングと2.5次元解析を行い,準上下方向の地盤変動を計算したところ,水準測量によってこの期間に測定された桜島北部の地盤の隆起量とも調和的であった.また,このInSAR 解析結果を用いて茂木モデルによる圧力源を求めたところ,桜島北部の地下に増圧源が決定された.一方,桜島東部から南部にかけての地域では,地盤が衛星視線方向から遠ざかる変動パターンが検出され,比較的新しい溶岩流の存在領域付近における地盤沈降に関係するのはないかと考えられる.

謝辞:本研究の解析には,JAXA で開発された SIGMA-SAR ソフトウェア(Shimada, 1999)を使用させていただきました.本研究で用いた PALSAR データは PIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface) において共有しているものであり,宇宙航空研究開発機構 (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 データの所有権は経済産業省および JAXA にある.また,本研究は,東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助をうけました.

キーワード: 桜島火山, 地盤変動, 干渉 SAR

Keywords: Sakurajima volcano, ground deformation, InSAR

¹DPRI, Kyoto university

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-06 会場:105

時間:5月24日12:00-12:15

ALOS/PALSAR を用いた,活動的火山地域(カムチャッカ,中米,インドネシア)における地殻変動観測

Crustal Movement Observation in Active Volcanic Region (Kamchatka, Central America, and Indonesia) using ALOS/PALSAR

宮城 洋介 ^{1*} Yosuke Miyagi^{1*}

1 宇宙航空研究開発機構

宇宙航空研究開発機構(JAXA)により,2006年1月に打ち上げられ5年が経過した現在も順調に運用されている陸域観測技術衛星 ALOS(日本名:だいち)は,この5年の間に世界中を観測し続け,膨大な量のデータが蓄積されてきた.ALOS に搭載されている合成開口レーダ・PALSAR は,雲の有無・昼夜を問わず地表の観測ができる能動型のマイクロ波センサで,DInSAR 解析(差分干渉 SAR 解析)法を使うことにより,2時期のデータを使ってその間に発生した地殻変動を検出することができる.また PALSAR の使用マイクロ波の波長(L-band)は 23.6cm と他国の SAR 衛星に比べて長く,植生の多い熱帯地域や山岳地帯における地殻変動観測に優れている.カムチャッカ半島には Kliuchevskoi 火山群,Shiveluch火山を始めとして,近年も活発な活動を続けている火山が多くある.また近年目立った活動をしていなくても,次の噴火に向けて地下で火山活動が活発化している火山もあると思われる.このカムチャッカ半島全域を PALSAR/DInSAR を使って観測し,火山活動に伴う地殻変動の検出を行った.カムチャッカ半島は雪の影響と高緯度による大きな軌道間距離のため,DInSAR 解析に困難が伴う.しかし,5年以上蓄積されたデータの中から DInSAR に適したデータを選び出し,全域に渡る DInSAR 解析に成功した.この結果,例えば Gorely 火山における地殻変動と思われる干渉縞を検出した.また,同様に多数の活動的火山が存在するインドネシア(Merapi 火山等)や中米(Arenal 火山等)においても全域に渡る DInSAR 解析を行い,火山性地殻変動の検出を試みた.

キーワード: だいち, パルサー, 干渉 SAR, 地殻変動, 火山 Keywords: ALOS, PALSAR, DInSAR, crustal movement, volcano

¹JAXA, EORC

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-07 会場:105

時間:5月24日12:15-12:30

Application of 3-D migration in problem of subsurface sensing on an uneven ground surface

Application of 3-D migration in problem of subsurface sensing on an uneven ground surface

Andrey Klokov^{1*}, Motoyuki Sato¹ Andrey Klokov^{1*}, Motoyuki Sato¹

¹CNEAS, Tohoku Univ.

At the present time due to technological progress and cost reduction are widely distributed GPR (Ground Penetration Radar) systems. These systems allow carrying out subsurface studies and successful results have been obtained for industrial applications such as searching for lost communication lines, control of pipes state of water and gas supply systems, landmine detection, groundwater investigations, exploration of mineral resources, and also for archaeological and historical applications, i.e. study of archaeological layers of the Earth, searching for different types of artifacts and etc. Methods of seismic data processing come to the help us. The main method of seismic data processing is migration.

As a result of diffraction of each point reflector located in a homogeneous medium is displayed in the form of a hyperbola. In this case the true position of the point scatterer corresponds to the apex of hyperbola. Process of migration moves reflections to their true positions and collapses diffractions, thus increasing spatial resolution and yielding image. In seismic data processing the most commonly used methods of migration are the method of diffraction summation in time-domain and Stolt method in f-k ?domain. We have compared these methods using simulation of reflection of point scatterers. Using both methods we can find the true position of a scatterer. The main limitation of Stolt migration consists in the fact that a velocity of wave propagation in a medium is constant and another limitation is the interpolation a dataset on a regular grid. Diffraction summation method is more universal method, but Stolt migration using the Fourier transform is faster more than 1000 times.

The experiments were carried out in different sites of Japan. For positioning of the antenna was used rotary laser positioning system. This system gives more accuracy spatial coordinates, than GPS. The datasets are processed using the following steps: time zero correction, gain application, background removal and 3D migration. Migration was processed using by diffraction summation algorithm and under the assumption of a flat surface. But, really, survey area is not flat, and we need take into account topographical properties of surface and make correction on height in the migration process. We developed algorithm based on diffraction summation method which takes into consideration irregularity of surface. Simulation tests of this algorithm were successful in 2D and 3D migration cases. Now we are trying to apply algorithm for real datasets.

The experiment result demonstrates the possibility of performing a full 3-D migration. We found some targets with small slope in depth direction due to topographical properties of surface. Further work will focus on implementing and testing these methods for reconstructing images takes into account topographical properties of surface.

キーワード: Remote sensing, Ground Penetration Radar, Migration Keywords: Remote sensing, Ground Penetration Radar, Migration

¹CNEAS, Tohoku Univ.

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-08 会場:105 時間:5 月 24 日 12:30-12:45

SAR 技術応用研究会の取り組み Recent Progress of PASCO's SAR Application Studies

笹川 正¹, 野中 崇志 ^{1*}, 高岸 且¹ Tadashi Sasagawa¹, Takashi Nonaka^{1*}, Susumu Takagishi¹

1株式会社パスコ

Great disasters (1995 South Hyogo Prefecture Earthquake, Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004, 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, and 2004 Indian Ocean Earthquake, etc.) have increased worldwide in the recent years and caused huge damages. In the basic plan for earthquake disaster prevention, the Central Disaster Prevention Council emphasizes the necessity of the research and development activities for minimizing the risk and scale of the damages at different stages of the countermeasures, e.g., beforehand, disaster emergency response, and disaster recovery.

Based on these backgrounds, PASCO CORPORATION started organizing TerraSAR-X Workshops about various application studies since 2005. Application studies were selected especially from a viewpoint of National Land Environment and Disaster Prevention. This was the basis since most of the committee members are specialists of disaster prevention field. We also discuss the technical development plans of handling SAR data such as Differential Interferometry, Polarmetric aspects etc., during the workshops. TerraSAR-X is one of the sophisticated modest high-resolution SAR satellite launched in 2006, and second series as TanDEM-X with the same specification of TerraSAR-X, was also launched in 2010. More than thirty thousand imageries of the data were acquired for the past five years, and are available as reference in case of disaster occurrence.

We have adopted 16 research subjects so far, in the past couple of years we were focusing on the earthquakes, volcanoes, wind-storm and flood monitoring but recently we have also started dealing with environmental monitoring and notification of snow and ice events. In our presentation, we summarize the outcomes of five subjects in the second series of Workshops held in 2010. In addition to these workshops, we also introduce the progress of our internal project of Himalayan Glacier Lake monitoring using TerraSAR-X data, and the future plans.

Reference:http://www.pasco.co.jp/products/survey/satellite/terrasarx/sar-conf/

¹PASCO CORPORATION

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-09 会場:105

時間:5月24日14:15-14:30

SAR 干渉画像による活動的な地すべり土塊の特定の可能性について Possibility of detection of active landslide block by In-SAR image

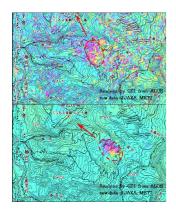
岡谷 隆基 ^{1*}, 佐藤 浩 ¹, 鈴木 啓 ¹, 飛田 幹男 ¹, 関口 辰夫 ¹, 中埜 貴元 ¹, 小荒井 衛 ¹
Takaki Okatani ^{1*}, Hiroshi, P. Sato ¹, Akira Suzuki ¹, Mikio Tobita ¹, Tatsuo Sekiguchi ¹, Takayuki Nakano ¹, Mamoru Koarai ¹

SAR 干渉画像は、地震や火山活動などに伴い広域に渡る地殻変動が発生した際に、変動を面的に捉えることに優れていることは従前より知られている。これに加えて、先の平成 19 年能登半島地震において、地震による変動モデルでは説明できない変動があることが確認された。能登半島地震のケースでは、これらの変動が地すべり地形の分布と非常に整合的であり、地震に伴って発生した地すべり性の変動を示していることが示唆されている (宇根ほか、2008)。これらのことは、SAR 干渉画像により地すべりの把握・監視が可能であることを示している。本研究ではこれを踏まえ、秋田県東成瀬地区における地すべりを対象として、ALOS/PALSAR を用いた SAR 干渉画像による地すべり性変動の抽出可能性について精査を行った。

当該地区には谷地地すべりなど著名な地すべりが幾つか存在するが、中でも成瀬川右岸に位置する狼沢地すべりは近年でも年 10cm を超えるような変動が継続しており、SAR 干渉画像(図)においてもその変動が捉えられた。

狼沢地すべりは、微地形の判読により幾つかの土塊に区分することが可能であるが、図の上側に示した 2006-2007 年の変動と下側に示した 2008-2009 年の変動では干渉縞が明瞭な箇所が異なっている。実は、2006-2007 年の変動は下部 の土塊と干渉縞が重なり、2008-2009 年の変動はその上部の土塊と干渉縞が重なっている。

これらのことは、SAR 干渉画像で見られる変動は単に地すべり全体の変動の有無を捉えるだけでなく、内部の土塊ごとの変動に言及できる可能性を示している。



キーワード: 合成開口レーダー, ALOS/PALSAR, 地すべり

Keywords: SAR, ALOS/PALSAR, Landslide

¹ 国十地理院

¹GSI of Japan

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-10 会場:105

時間:5月24日14:30-14:45

PALSAR 干渉処理を用いた中央カリマンタンに於ける泥炭層の地盤沈下と温暖化ガス発生量の推定

Estimation of the peatland subsidence and Green-house-gas emissions at the Central Kalimantan using the PALSARInSAR

島田 政信 ^{1*}, 井上京 ², 波多野隆介 ², 粟屋善雄 ³, 清野嘉之 ⁴ Masanobu Shimada ^{1*}, Inoue Takashi ², hatano ryusuke ², awaya yoshio ³, kiyono yoshiyuki ⁴

全世界で進行している森林減少は大気中の二酸化炭素の増加を増長し、化石燃料の燃焼に伴うそれの3分の一と大きい。インドネシアは、森林減少のみならず泥炭層の沈降に因る温室効果ガスを発生しており、両者はほぼ拮抗した量になっている。泥炭層の沈降量の面的な計測はSARの干渉処理を用いる方法が候補の一つであり、いくつかの誤差要因はあるものの、地上データとの照合により GHG の発生量を定量的に計測できる方法といえる。本研究は、2007年以降、中央カリマンタンのパランカラヤを中心とした地方をテストサイトとして、自然森林、再生林、農地毎に沈降量を計測し、その沈降速度と GHG 発生量との関係から、領域に於ける発生量を計測したものである。沈降量の計測精度に関しては、3カ所に於ける沈降量の計測精度の平均値として2.18 cm を得、テストサイトの沈降状況が良い位置を見せることがわかった。Fig.1 は SAR で計測した沈降量と地上データの比較結果である。

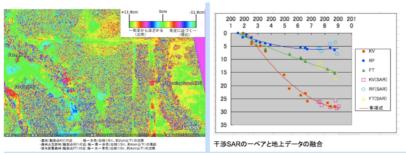


Fig.1 中央カリマンタンのテストサイト近くの地盤沈下(左)と地盤沈下検証結果(右)。

キーワード: SAR, だいち, 地盤沈下, 泥炭層, 干渉 SAR Keywords: SAR, ALOS, Subsidence, Peatland, SAR interferometry

¹ 宇宙航空研究開発機構, 2 北海道大学, 3 岐阜大学, 4 森林総合研究所

¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²Hokkaido University, ³Gifu University, ⁴Forestry and forest product research ins

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-11 会場:105 時間:5月24日14:45-15:00

InSAR 時系列解析による三宅島の地殻変動 Crustal deformation of Miyakejima by InSAR time-series analysis

小澤 拓 1* , 上田 英樹 1 Taku Ozawa 1* , Hideki Ueda 1

1 防災科学技術研究所

To investigate volcanic deformation in detail, we developed new InSAR time-series analysis using interferograms for multiple orbit paths. For one-side looking SAR, incidence directions for ascending/descending orbits and different offnadir modes are almost included in a plane, and therefore slant-range changes for their interferograms can be expressed by two components in the common plane. This analysis estimates time-series of those components by the inversion analysis. Since this analysis has noise reduction effect by the least-square analysis, higher accuracy is obtained if many interferograms for different orbits/modes are available. Furthermore this analysis has another advantage that it can connect interferograms for different SAR sensors seamlessly. In a case study in Miyake-jima volcano, we obtained deformation time-series from PALSAR interferograms for six orbit paths, corresponding to GPS observation. Although improvement of accuracy from SBAS approach was negligible, it demonstrated an advantage that can connect interferograms for different orbit paths. Accuracy must have been improved if SAR observations have been carried out more frequently in all orbit paths. Obtained deformation shows the uplift in the west coast and the subsidence with contraction around the caldera. Although speed of uplift was almost constant, the subsidence around the caldera had decelerated from 2009. Its deformation source was estimated to horizontal source located to roughly sea level under the caldera, suggesting that subsidence was induced by the interaction between volcanic thermal activity and the aquifer. If higher accuracy is obtained from such InSAR time-series analysis, more detailed deformation change may be detected.

キーワード: SAR 干渉法, 時系列解析, 三宅島, 地殻変動, 火山 Keywords: InSAR, time-series analysis, Miyake-jima, Crustal deformation, Volcano

¹NIED, Japan

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-12 会場:105

時間:5月24日15:00-15:15

九州中央部の差分干渉 SAR 解析での標高に相関をもつ位相残差 Elevation Correlating Residuals in D-InSAR Phases for the Central Part of Kyushu, Japan

大村 誠 1* , 小林 茂樹 2 , 小池 克明 3 , 冨山 信弘 4 Makoto Omura 1* , Shigeki KOBAYASHI 2 , Katsuaki Koike 3 , Nobuhiro Tomiyama 4

 1 高知女子大学, 2 東海大学, 3 熊本大学, 4 リモート・センシング技術センター

1995 年 10 月に噴火した九州中央部のくじゅう連山の星生山周辺については,これまでにも JERS-1 差分干渉 SAR (D-InSAR) による地殻変動の観測結果が報告されてきた(たとえば,Tomiyama et al., 2004)。 JERS-1 搭載 SAR のような L バンド SAR は,植生が豊富で地形が急峻な地域での D-InSAR 解析に大変有利である。しかし,気象影響と思われる,地形標高と相関をもつ位相残差が顕著なケースも多かった。詳細な気象データがないときには,標高と位相残差の比例関係を仮定して簡便な気象補正が行われることも多い。今回は,1992 年~1998 年に JERS-1 SAR によって取得されたデータを用いて,九州中央部の阿蘇山と約 30km 離れたくじゅう連山での D-InSAR 結果において,この比例関係について地域的および方位によって差があるかを調べた。予察的な検討によると,それぞれの山域での南北方向と東西方向では比例係数の大きさが 20%以上異なり,さらに両山域は隣接しているにもかかわらず,それぞれ同方向での比例係数の大きさが 15%以上異なった例があった。JERS-1 SAR データの所有権は経済産業省(METI)および宇宙航空研究開発機構(JAXA)にあります。本研究では,SIGMA-SAR プロセッサ(Shimada, 1999)を使用させていただきました。また,本研究の一部は、平成 22 年度東京大学地震研究所特定共同研究(B)「SAR を用いた地震火山活動に伴う地殻変動の検出」(2009-B-02) として行われました。お礼申し上げます。

[参考文献]

Shimada M. (1999), Adv. Space Res. 23, 8, 1477-1486.

Tomiyama N, K. Koike, M. Omura (2004), Adv. Space Res. 33, 3, 279-283.

キーワード: 差分干渉 SAR, 阿蘇山, くじゅう連山, 標高, 気象擾乱 Keywords: D-InSAR, Aso, Kuju, Elevation, Atmospheric Disturbance

¹Kochi Women's Univ., ²Tokai Univ., ³Kumamoto Univ., ⁴RESTEC

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-13 会場:105

時間:5月24日15:15-15:30

衛星搭載合成開口レーダー観測に与える伝搬性電離圏擾乱の影響 Effect of the traveling ionospheric disturbances on space-borne SAR observation

齊藤 昭則 ^{1*}, 峰山 大 ¹, 橋本 学 ² Akinori Saito ^{1*}, Dai Mineyama ¹, Manabu Hashimoto ²

We investigated the ionospheric effect on the Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) observation from the ALOS satellite. The plasma is a dispersive media for radio wave. It will delay the propagation of radio waves according to its density and the radio frequency. The plasma in the ionosphere below the satellite orbit affects the L-band frequency radio wave of PALSAR on the ALOS satellite. The ionospheric structures whose horizontal spatial scale is shorter than the field-of-view of PALSAR cause the error of the ranging. In InSAR observations, the error can cause the pseudo ground movement. We compared the ionospheric plasma structures that was observed by a ground-based GPS network with the InSAR observational data, and concluded that most of the large scale structures of the apparent ground movement seen in InSAR data was error caused by the medium scale traveling ionospheric disturbances whose scale size is a few kilometer. The relation between the ionospheric structures and the structures seen in InSAR data will be discussed in the presentation.

Keywords: SAR, Ionosphere, ALOS, PALSAR, InSAR

¹ 京都大学院理学研究科, 2 京都大学防災研究所

¹Graduate School of Science, Kyoto Univer, ²DPRI, Kyoto University

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-14 会場:105

時間:5月24日15:30-15:45

稠密 GPS データを用いた ALOS/PALSAR 干渉画像の電離層遅延補正 Correction on ionospheric delay in ALOS/PALSAR interferogram using dense GPS data

竹村 裕樹 ¹, 鷺谷 威 ^{1*} Yuki Takemura¹, Takeshi Sagiya^{1*}

1 名大・環境

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) is a space geodetic technique using radar images to map surface displacement. Recent technical development has enabled us to detect interseismic steady deformation of a few mm/year by stacking multiple images acquired by C-band SAR images. However, the technique has not been applicable to vegetated areas like Japan because of low coherency in the C-band SAR images. Instead, a similar technique for L-band SAR data is necessary. Thus we investigate applicability of stacking technique to data obtained by the Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (PAL-SAR) on the Advanced Land Observation Satellite (ALOS). We processed 18 images of the area including the Atotsugawa Fault in central Japan. There are mainly two obstacles to perform stacking analysis of InSAR in this area. Firstly, the total number of coherent pairs is too small to resolve interseismic deformation in this area because of the large distances between satellite locations due to the orbital control and low coherency in the mountain areas due to snow. The second obstacle is a systematic long wavelength noise appearing in the interferograms. The amplitude of the long wavelength noise exceeds 10 cm and it is mandatory to make a correction on it. It is considered that this long wavelength noise is caused by ionospheric delay since the L-band SAR is 16 times more sensitive to such disturbance than the C-band SAR. Thus we try to establish methodology to correct ionospheric delay in the SAR interferogram by using continuous GPS data. We estimate spatio-temporal distribution of Total Electron Content (TEC) over the ionosphere using dual-band GPS phase measurement data and project it onto the ground along the line of sight of the SAR satellite to estimate phase delay or apparent crustal deformation. The estimated TEC distribution is verified and calibrated through a comparison with the International Reference Ionosphere (IRI) model. The obtained phase delay distribution on the ground resembles the original interferogram before the correction. Such an ionospheric correction is indispensable to obtain significant signals from L-band SAR analysis.

キーワード: 干渉合成開口レーダー, 電離層遅延, GPS

Keywords: InSAR, Ionospheric delay, GPS

¹Environmental Studies, Nagoya Univ.

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-15 会場:105

時間:5月24日15:45-16:00

InSAR による経年的な微小変動検出のための電離層ノイズ除去の試みAn approach to reduction of ionospheric noise in SAR interferometry for detecting small and secular deformation

福島洋^{1*} Yo Fukushima^{1*}

1 京都大学防災研究所

近年、多数の合成開口レーダー(SAR)画像を用いて微小でゆっくりとした変動を追跡するための手法である InSAR 時系列解析がよく行われている。ALOS 衛星搭載の PALSAR で撮像された SAR 画像から作成された干渉画像は、植生の多い地域でも干渉性がそれほど低下しないという利点がある一方、近年の事例の積み重ねにより、変動の検出に大きな障害となりうる電離層起因のノイズが多くの場合で含まれていることが明らかになってきた。電離層ノイズは、火山や地すべり等、局所的な領域での変動を調べるためには大きな問題とならないが、プレートの沈み込みに伴う変動等の長波長のシグナルを検出したい場合、何らかの方法で軽減させることが不可欠である。本講演では、この電離層起因のノイズ軽減に関するひとつのアイディアを提案する。

干渉画像には、地殻変動シグナル(LOS 変位)と、電離層擾乱・対流圏遅延・軌道データの誤差に起因するノイズが含まれている。これらのノイズを無視すると、時系列解析により LOS 変位の時系列を求めることができる。一方、干渉画像において LOS 変位が含まれていないと仮定し、さらに、ある撮像日においてはノイズが十分小さい等の拘束条件を加えると、各 SAR データに含まれるノイズを推定することができる。このようにしてノイズ推定を複数の期間について独立に行い、すべての SAR 画像の位相データに含まれるノイズを除去した後、期間をまたぐ InSAR 画像を計算すると、LOS 変位が正確に求まるはずである。

講演では、合成データを用いたテストと、プレートの沈み込みに伴う変動に関して ALOS/PALSAR データに適用した 結果について話す予定である。

キーワード: InSAR, 電離層, 地殻変動, ALOS, PALSAR Keywords: InSAR, Ionosphere, Crustal deformation, ALOS, PALSAR

¹DPRI, Kyoto Univ.

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-16 会場:105

時間:5月24日16:00-16:15

InSAR で捉えた集中豪雨 その2: Azimuth offset データに基づく電離層モデルの推定 Concentrated heavy rain detected by InSAR Part2: Ionospheric model estimated from azimuth offset data

木下 陽平 ^{1*}, 島田 政信 ², 古屋 正人 ¹ Youhei Kinoshita ^{1*}, Masanobu Shimada ², Masato Furuya ¹

- ¹ 北大院理, ²JAXA/EORC
- ¹Natural History Sci. Hokkaido Univ., ²JAXA/EORC

L-band SAR や GPS のような低周波マイクロ波を使った宇宙測地技術にとって電離層の影響は非常に大きい. 電離層の影響は周波数依存性があることから, GPS では 2 周波観測によってその影響をほぼ取り除くことができる. しかし基本的に単周波観測しか行われていない SAR の場合, 電離層の影響を地殻変動や対流圏遅延等と分離することは出来ない. それゆえ L-band SAR での電離層の影響を補正することは必要不可欠な問題である.

前回の発表 (木下ほか, 日本測地学会第 114 回講演会)では, 我々は InSAR データに見られる局所的シグナルに対しこれが対流圏遅延によるものであることを調べるために, 別の InSAR データや Offset tracking (Pixel offset 法)の azimuth 成分を用いてシグナルの要因の検証を行った. 結果, シグナルは地殻変動でも DEM の誤差によるものでもないことが分かった. ただ, このシグナルはおそらく電離層の影響では無いであろうが, その可能性を完全に否定することは出来なかった. 電離層による影響ではないことをはっきりさせるためには, 電離層の影響に対する何か別のアプローチが必要である.

SAR の電離層の影響が Offset tracking の azimuth 成分に筋状 (azimuth streaking) で現れるということを Gray et al. (2000) は世界で初めて報告した。Offset tracking は SAR の振幅データを二つ使って地殻変動を検出する手法である。その後 Meyer et al. (2006) は azimuth streaking がマイクロ波の経路上にある総電子数 (TEC) の差 (dTEC) の勾配に比例しているということを報告した。これは Wegmuller et al. (2006) にも同様の手法が記されている。Meyer et al. (2006) による関係に基づき、Raucoules and Michele (2010) は Meyer の補正手法を 2008 年四川・文川地震のシグナルを含む InSAR データに適用し、その有効性を示した。

この手法に基づき、我々も InSAR データの電離層補正を試みた. この補正方法は以下の手順で行う; 1) Offset tracking で azimuth 成分の変位量を計算する; 2) azimuth offset データを azimuth 方向に沿って数値積分し, InSAR データの dTEC モ デルを計算する; 3) このモデルを係数倍し、バイアス値を加えて InSAR データに最もよく合うように最小二乗法で係数 とバイアス値を決めて InSAR データから引く. 我々は二つの InSAR データでこの手法の有効性を検証した. 選んだデータの地域は十勝岳を含むデータと新潟周辺のデータで、どちらも InSAR データに強い電離層の影響が見られ、それぞれの azimuth ohhset データには azimuth streaking がはっきりと見て取れる. 補正の結果、どちらの InSAR データでも有効な補 正がなされた. この結果を踏まえ、先程の局所的シグナルを含む InSAR データにもこの手法を適用した. 講演ではこれらの結果を報告し、補正の有効性について考察する.

References

- [1] Gray, A., and K. Mattar (2000): Influence of ionospheric electron density fluctuations on satellite radar interferometry, Geophys. Res. Lett., 27 (10), 1451-1454.
- [2] Meyer, F., R. Bamler, N. Jakowski, and T. Fritz (2006): Methods for small scale ionospheric TEC mapping from broadband L-band SAR data, in Proc. IGARSS, Denver, CO, Jul. 31-Aug. 4., 3735-3738.
- [3] Wegmuller, U., C. Werner, T. Strozzi, and A. Wiesmann (2006): Ionospheric electron concentration effects on SAR and INSAR, in Proceeding of 2006 International Geoscience and Remote Seinsing Symposium, 3731-3734, IEEE Press, New York.
- [4] Raucoules, D., and M. de Michele (2010): Assessing Ionospheric Influence on L-Band SAR Data: Implications on Coseismic Displacement Measurements of the 2008 Sichuan Earthquake, IEEE. Trans. Geosci. Remote Sens., 7 (2), 286-290.

キーワード: InSAR, 電離層, azimuth offset Keywords: InSAR, ionosphere, azimuth offset

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月24日16:15-18:45

InSAR 時系列解析を用いたスマラン(インドネシア)における地盤沈下量測定 Measurement of land subsidence at Semarang, Indonesia, using InSAR time-series analysis

有本 美加 ^{1*}, 福島 洋 ¹, 高田 陽一郎 ¹, 橋本 学 ¹ Mika Arimoto ^{1*}, Yo Fukushima ¹, Youichiro Takada ¹, Manabu Hashimoto ¹

1 京都大学防災研究所

1.はじめに

スマランは、インドネシア・ジャワ島の中央に位置する人口 140 万人の大都市である。沖積地である市の北側では、1979 年から 2006 年までに工場による地下水汲み上げ等によると考えられる最大 15 cm/year 程度の地盤沈下が確認されている。我々は、スマランにおける地盤沈下量を高い空間分解能で測定することを目的に、ALOS/PALSAR データを用いて InSAR 時系列解析を行った。また、二視線方向での結果に 2.5 次元処理を施し、準上下成分の沈下速度を算出し、GPS 繰り返し観測結果 (Abidin et al., 2010) と比較した。

2.データ・解析

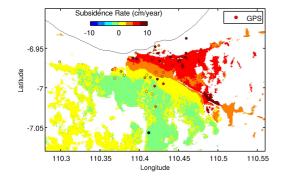
解析には、2006 年 6 月から 2009 年 8 月の間に撮像された PALSAR データ 23 枚 (Ascending: 14 枚、Descending: 9 枚)を用いた。垂直基線長 1200m 以下のペアに関して干渉処理を行い、さらにコヒーレンスの平均が 0.4 以上という条件を満たす 68 ペア (Ascending: 49 ペア、Descending: 19 ペア)を選び時系列解析に用いた。位相アンラップした干渉画像から長波長トレンドと大気ノイズに対する補正を行った後、各ピクセルについて SAR 画像取得日毎の変動時系列を線形インバージョンにより推定した。最後に、InSAR 時系列解析から得られた平均速度に 2.5 次元処理を施し、東西成分と準上下成分の平均速度を算出した。

3 . 結論

Ascending データと Descending データそれぞれの時系列解析結果から、沈下が最も著しい地域で $7.9\,\mathrm{cm/year}$ 、 $9.6\,\mathrm{cm/year}$ の平均速度を得た。これは、 $2.5\,\mathrm{次元処理での準上下成分において}$ $10.4\,\mathrm{cm/year}$ の沈下速度に相当する。地盤沈下速度は北部の沖積地のほとんどで $5\,\mathrm{cm/year}$ を超えることが分かった。GPS 繰り返し観測結果 (Abidin et al., 2010) と比較したところ、概ね調和的であった。最大の沈下速度が得られたのは、これまで既存の手法で調査が重点的に行われていた地域ではなく、スマラン都市部東寄りの若干内陸に入った地点であった。この地点の沈下はこれまで認識されていなかったが、その位置に大きな建造物が存在することから、大規模な地下水の汲み上げが行われている事が予想される。

謝辞

本研究で用いた PALSAR データは PIXEL において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 から提供されました。PALSAR データの所有権は経済産業省および JAXA にあります。また本研究は、東京大学地震研究所特定共同研究 (B) 「衛星リモートセンシングによる地震・火山活動の解析」で行われました。さらに、H. Z. Abidin 氏より、GPS 繰り返し観測解析結果をいただきました。ここに記し、関係者に深く謝意を表します。



¹DPRI, Kyoto Univ.

キーワード: スマラン, 地盤沈下, InSAR 時系列解析

Keywords: Semarang, Land Subsidence, InSAR time series analysis

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月24日16:15-18:45

干渉 SAR と水準測量を利用した地盤沈下監視 Monitoring the subsidence by InSAR and leveling survey

野口 優子 ^{1*}, 鈴木 啓 ¹, 唐沢 正夫 ¹ Yuko Noguchi^{1*}, Akira Suzuki¹, Masao Karasawa¹

1 国土交通省国土地理院

地盤沈下の発生状況を把握する手段として実施されているのが,国及び地方公共団体による水準測量である.平成21年度には地盤沈下監視のための水準測量が22都道府県32地域で実施された.1) 国土地理院測地部宇宙測地課においては,地盤沈下監視を目的の一つとして,陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)に搭載されているPALSARの観測データを用いて,SAR干渉解析を定常的に実施している.

本発表では,複数年に渡り年間最大 2 cm 以上の地盤沈下が起きている九十九里平野に着目し,千葉県が実施した水準測量の結果と SAR 解析結果の比較を行い、地盤沈下監視の展望について報告する.

1) 環境省 (2010): 平成 21 年度 全国の地盤沈下地域の概況,

http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13187

謝辞:ここで使用した「だいち」の PALSAR データの所有権は宇宙航空研究開発機構及び経済産業省にあります.

キーワード: 干渉 SAR, 地盤沈下, ALOS/PALSAR, 水準測量

Keywords: ALOS/PALSAR

 $^{^1}$ GSI of Japan

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月24日16:15-18:45

2010年福島県中通りの地震の InSAR 解析結果 InSAR analysis of the 2010 Fukushima-ken Nakadori Earthquake

飛田 幹男 ^{1*}, 小林 知勝 ¹, 鈴木 啓 ¹, 野口 優子 ¹ Mikio Tobita^{1*}, Tomokazu Kobayashi¹, Akira Suzuki¹, Yuko Noguchi¹

1 国土交通省国土地理院

2010 年 9 月 29 日 17:00 頃に福島県中通りで M5.7 の地震が発生した.この地震は,最大の計測震度が4であるが局所的に震度5 弱のゆれが推定されたこと,及び緊急地震速報のエリアメールが配信された東北・関東・中部地方の14 都道府県の内,福島県以外では震度4以上のゆれは観測されなかったことなど,局所的にゆれが大きかった特徴がある.

この地震に関するこうした特徴の背景に何があるのかを解明することなどを目指しておこなった, InSAR・GEONET による地殻変動, 及び現地調査の結果について報告する.

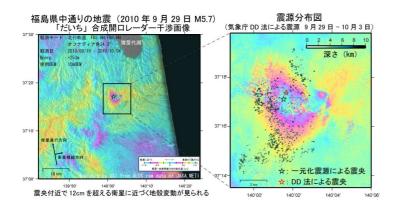
GPS 連続観測による水平変動ベクトル図及び基線変化グラフでは,東西方向の短縮を示すごくわずかな地殻変動が 観測された.

「だいち」(ALOS)の PALSAR データが観測した合成開口レーダーデータを用いて, 2010/7/4-2010/10/4 と 2010/8/19-2010/10/4 のペアで SAR 干渉解析を行った.西側上空の Ascending 軌道から観測した干渉画像である.震央近くの戸倉山(とぐらやま)を中心に 12cm を超える衛星に近づく地殻変動が観測された.気象庁が観測点補正と DD 法によって再計算した震源位置と干渉画像を重ねた図では,フリンジの円が完全に閉じないがその理由は,戸倉山東側斜面の一部が東 and/or 下方向に変位したためとみている.

SAR 干渉画像から震源断層の深さを推定するために,気象庁の CMT 解を元に深さを変えて位相変化量を計算した. 断層面の傾斜方向が西傾斜(左列)でも東傾斜(右列)でも位相変化量に大きな違いはない.断層中心位置の深さとして,2km,5km,8kmの3パターンを計算したが,2kmの場合に観測位相をもっともよく再現する.

11 月上旬に地殻変動を最も大きく捉えた福島県岩瀬郡天栄村において現地調査を行った. SAR 干渉画像による変位・コヒーレンスと地表面変位の関連の他,道路の亀裂,墓石の転倒・回転,地鳴り等について報告する予定である.

謝辞:本研究で用いた PALSAR データは,国土地理院と JAXA との「陸域観測技術衛星を用いた地理空間情報の整備及び高度利用に関する協定書」に基づき,国土地理院が JAXA から購入し提供を受けた.



キーワード: 干渉 SAR, 地殻変動, 内陸地震, 地すべり, ALOS, PALSAR Keywords: interferogram, InSAR, ALOS, Crustal Deformation, landslide

¹GSI of Japan

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P04

会場:コンベンションホール

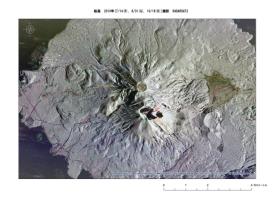
時間:5月24日16:15-18:45

RADARSAT 衛星のアプリケーション利用 Application use for RADARSAT satellite

村木 広和 ^{1*} HIROKAZU MURAKI^{1*}

¹ 株式会社イメージワン GEO 事業部

RADRSAT 衛星シリーズは、1号機で運用から16年目に入り、2号機で運用から4年目に入りました。2014年から2015年、2016年と各年度で、1機ごとに合計3機を打ち上げるRCM(RADARSAT Constellation Mission)があります。これまで弊社では、RADARSAT 衛星により撮像された画像販売を主に行ってきましたが、2009年以降、合成開口レーダ画像からオルソの生産やレーダ強度画像(db値)を用いた農作物の分類や生長判別、InSAR 処理等の解析・分析処理を行ってきました。生産体制の整備と共に今後、これらの付加価値商品の提供を行ってゆきます。



キーワード: 合成開口レーダ, 高分解モード Keywords: SAR, Spot-Light Mode

¹ImageONE Co.,Ltd. GEO Division

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月24日16:15-18:45

気象庁非静力学モデルによる大気遅延量の推定とSAR 干渉解析への応用 Estimation of Atmospheric Delay with the JMA-NHM and Its Application to InSAR

新堀 敏基 ^{1*}, 安藤 忍 ¹, 福井 敬一 ¹, 橋本 明弘 ¹, 小司 禎教 ¹, 高木 朗充 ²
Toshiki Shimbori ^{1*}, Shinobu Ando ¹, Keiichi Fukui ¹, Akihiro Hashimoto ¹, Yoshinori Shoji ¹, Akimichi Takagi ²

全地球測位システム(GPS)や光波測距(EDM),合成開口レーダー(SAR)の干渉解析などによる測位データに含まれる誤差の一つに大気遅延誤差がある.数値予報の解析値や予報値の格子点値(GPV)を用いて大気遅延量を推定し測位データを補正する方法は,市川・他(1995)や島田(1999)を始め様々な数値モデルを用いた方法が研究されており,最近では気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)であるメソ数値予報モデル(MSM)の解析値(MANAL)を用いた火山周辺での GPS および EDM 観測値の補正方法が開発されている(高木・他,2010a,2010b).本発表では現在,水平格子間隔 5 km,鉛直層数 50 の MANAL 作成に用いられている JMA-NHM と同じモデルをさらにダウンスケーリングして実行した温位,気圧,水蒸気の混合比のモデル面予報値を観測時刻に時間内挿して屈折率を求め,対流圏から成層圏下部の視線遅延量を推定する方法について報告する.そして,特に火山の地殻変動の検出を目的としてアンラップする前の干渉 SAR データへの応用事例を紹介する.

数値予報 GPV を用いて大気遅延量を補正する方法としてより適切にダウンスケーリングした JMA-NHM の利用や, 2009 年 10 月に現業化された MANAL における GPS 可降水量のデータ同化 (小司・他, 2009) に伴い算出される天頂遅延量の直接利用などは今後の課題である.

謝辞

本解析で用いた陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)の PALSAR 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(火山 WG)に基づいて観測・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宇宙航空研究開発機構(JAXA)および経済産業省(METI)にある.なお解析の過程において,JAXA の島田政信氏により開発された SIGMA-SAR を使用させていただいた.記して感謝の意を表します.

参考文献

市川隆一・笠原 稔・萬納寺信崇・内藤勲夫,1995:3次元数値予報データに基づく大気電波伝搬遅延量の推定.測地学会誌,41,379-408.

島田政信,1999:SAR 干渉処理における軌道誤差と大気位相遅延の補正方法・地殻変動検出への応用・.測地学会誌,45,327-346.

小司禎教・岩淵哲也・畑中雄樹・瀬古 弘・市川隆一・大谷 竜・萬納寺信崇,2009: GPS 気象学: GPS 水蒸気情報システムの構築と気象学・測地学・水文学への応用に関する研究.測地学会誌,55,17-38.

高木朗充・福井敬一・小司禎教,2010a:火山周辺での GPS 観測における数値気象モデルを用いた対流圏補正.火山,55,1-12.

高木朗充・福井敬一・新堀敏基・飯島 聖,2010b:光波測距の数値気象モデルに基づく大気補正-浅間山への適用-. 火山,55,41-51.

キーワード: 非静力学モデル, 数値予報 GPV, 屈折率, 大気遅延, SAR 干渉解析, 地殻変動

Keywords: JMA-NHM, NWP-GPV, refractive index, atmospheric delay, InSAR, ground deformation

¹ 気象研究所, 2 文部科学省

¹Meteorological Research Institute, ²MEXT

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月24日16:15-18:45

衛星データ解析検討小委員会の活動について Activities about The Subcommittee for Analysis of Satellite Data

北川 貞之 ¹, 本田 昌樹 ^{1*}, 上野 寛 ², 矢来 博司 ³, 村上 亮 ⁴ Sadayuki Kitagawa¹, masaki honda^{1*}, Hiroshi UENO², Hiroshi Yarai³, Makoto Murakami⁴

 1 文部科学省研究開発局地震・防災研究課, 2 気象庁, 3 国土地理院, 4 国立大学法人北海道大学

¹Earthquake & Disaster-Reduction, Mext, ²Japan Meteorological Agency, ³Geospatial Information Authority of Japa, ⁴Hokkaido University

地震調査委員会

地震調査研究推進本部の地震調査委員会は、毎月定期的に会議を開き、地震に関する観測、測量、調査又は研究を行う関係行政機関、大学等の調査結果等を収集、整理、分析し、これに基づく総合的な評価を行っている。

衛星データ解析検討小委員会

衛星データ解析検討小委員会は、地震調査委員会の下に平成19年7月に設置され、地震調査委員会における現状評価の高度化に資することを目的として、収集した衛星データを用いた地震活動に関する解析結果の評価を行うとともに、衛星データの活用方策を検討している。

地震活動と SAR

ひずみ蓄積過程、地震の破壊過程、余効現象のそれぞれの段階で引き起こされる特徴的な地殻変動は、地震活動を理解するための基本的なデータとして重要である。SAR のように、地殻変動を時間的にも空間的にも高い密度で、高精度に観測する技術や、それらから最大限の情報を読み取る解析技術の高度化は、地震活動の解明のためには欠かすことができない。

近年、SAR を搭載した衛星が、各国から次々と打ち上げられ、宇宙から全地球を満遍なく定期的に観測したデータを用いて、地震活動に伴う地殻変動を観測する技術が急速に進展している。なかでも、2006年1月に打ち上げられた我が国の陸域観測技術衛星「だいち」は、運用開始直後から、我が国を含めた世界各地の様々な地殻変動を明瞭に捉え、地震活動の理解の高度化における衛星データの大きな可能性を示した。

報告書

衛星データ解析検討小委員会では、主に「だいち」の SAR データを用いて、地震活動に伴う地殻変動の観測について 以下のような成果を挙げ、報告書を作成した。本講演では、その内容について紹介する。

1. 地震調査の基礎資料としての標準的な解析方法及び解析結果の表現方法の取りまとめ

SAR 干渉解析とピクセルオフセットの標準的な解析手法を検討した。SAR 干渉解析については、通常のストリップマップモードによる観測の解析に加え、ScanSAR による観測の解析に挑戦し、地殻変動の検出に成功したことを紹介する。 従来、解析結果の表現方法は各機関でまちまちであった。これは、地震調査委員会における図の解釈の際に混乱の原因になることから、地震調査の基礎資料としての標準的な表現方法を検討し、決定した。

2. 観測誤差の原因推定

SAR 干渉解析では、軌道推定の誤差、水蒸気による電波の屈曲、電離層による電波の屈曲が誤差の要因になる。ここでは、これらの誤差の特徴と軽減策について紹介する。

3. 広域の定常的な地殻変動の検出方法の開拓

地震発生にいたるひずみ蓄積過程や大地震後の余効変動などは、地震時変位に比べてかなり小さいため、SAR による地殻変動の検出は困難であった。しかし、多数の干渉画像を用いて誤差を軽減し、微小な変動のみを抽出する試みに成功した。ここでは、我が国において重要な課題である南海トラフの海溝型地震に向けたひずみ蓄積の検出の試みと問題点を紹介する。

4.信頼性の評価など

地震調査委員会で実際に評価された SAR 干渉解析の事例を紹介する。

キーワード: 合成開口レーダー, 地震, 地殻変動, 地震調査委員会, SAR Keywords: SAR, Earthquake, crustal movement, Headquarters for Earthquake Research Promotion

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT057-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月24日16:15-18:45

SAR 干渉解析による全国の活火山(4) The Active volcanoes in Japan as viewed from the ALOS/PALSAR Interferometry (4)

安藤 忍 ^{1*}, 福井 敬一 ¹, 斉藤 誠 ² Shinobu Ando ^{1*}, Keiichi Fukui ¹, Makoto Saito ²

1 気象研究所, 2 気象庁火山課

2006年1月に打ち上げられた陸域観測衛星だいち(ALOS)に搭載されているPALSARは、Lバンド波長帯であるため植生の影響を受けにくく山岳地帯でも干渉性が良いことから、活火山地域での地殻変動観測に有効である。

気象研究所では、2007 年から北方領土を含む日本全国の活火山地域周辺を対象に SAR 干渉解析を行い、火山噴火予知連絡会および合同学会などにおいて報告を行っている。ALOS/「だいち」は現在まで順調に稼動しており、最長で約4年分のアーカイブデータが蓄積された。2008 年 6 月および 8 月に行われた面外制御操作により、基線長が長くなり干渉解析ができない期間が生じたほか、北海道地域などでは積雪により干渉ペアが限られるなどの影響を受けたが、離島火山を含めて短・長期間のペアにおいて干渉解析が可能となった。懸念された時間経過によるコヒーレンス劣化についても,JERS-1 衛星ほどの影響はなく、3年超のペアでも概ね良好な干渉結果が得られている。これまでに干渉解析により吾妻山や霧島山新燃岳などで火山活動に関連した地殻変動が得られているほか、その他の静穏な活火山周辺地域においても長期ペアでの面的な地殻変動の把握が可能となっている。本報告では長期ペアを中心に SAR 干渉法による全国の活火山周辺における地殻変動解析結果について報告する。

本解析で用いた PALSAR データの一部は、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(火山 WG)に基づいて観測・提供されたものである。また、一部は PIXEL で共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構 (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および JAXA にある。なお解析には、宇宙航空研究開発機構の島田政信氏により開発された SIGMA-SAR を使用させていただいた。また、干渉画像の描画については GMT を用い、その方法について北海道大学の奥山哲氏および JAXA の宮城洋介氏に多くの助言を頂いた。ここに記してお礼申し上げます。

キーワード: 合成開口レーダ, 干渉解析, 地殻変動, だいち/PALSAR, 活火山 Keywords: SAR, Interferometry, ground deformation, ALOS/PALSAR, active volcano

¹MRI, ²Volc,JMA