

陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) のデータを使用した
 地理情報の把握等に関する研究の概要について
 Abstract of Studies on Monitoring of the Land
 Using Advanced Land Observing Satellite (ALOS), DAICHI

企画部 藤原 智・大滝 修

Planning Department Satoshi FUJIWARA and Osamu OOTAKI

要 旨

人工衛星を利用した宇宙からの地球観測は、広い範囲を一度に観測でき、また、海外や災害発生場所など地上からの観測が困難な場所についても地表の情報を取得できるため、効率的な地理情報の収集や緊急時の災害状況の把握に力を発揮する。国土地理院と宇宙航空研究開発機構では、2006年1月に打ち上げられた国産の人工衛星「だいち」を活用すべく、共同研究を実施している。「だいち」には、地表を画像化する2種類の光のセンサと電波で画像化するセンサの3種類の観測機器が搭載されている。光のセンサは、各種地理情報の取得や地形図の修正に利用でき、電波のセンサは地表の動き(地殻変動)を捉えるのに役立つ。国土地理院では、これらのセンサを3種類とも様々な目的で活用する。



写真-1 「だいち」打ち上げ (JAXA 提供)

1. はじめに

陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) (以下、「だいち」という.)は、宇宙航空研究開発機構(以下、「JAXA」という.)が、平成18年1月24日に打ち上げた地球

観測衛星である(写真-1)。国土地理院では、地殻変動や地理情報を把握すること等を目的として、「だいち」の観測によって得られるデータの利活用の方法等についてJAXAとの共同研究を実施している。

国土地理院では、第6次基本測量長期計画において、「常に新鮮な地理情報の整備と提供」「地殻活動の絶え間ない監視」を掲げており、これらを実現するためには地上での継続的な観測態勢に加えて、「飛び道具」である人工衛星を利用した宇宙からの観測の有効な活用が不可欠となっている。また、国土地理院研究開発五箇年計画(平成16年7月)においては、「高分解能衛星データ等のデジタル画像による地表面の変化情報実用化」「センチメートルレベルの精度での干渉SARによる地殻変動の把握の実用化」等を掲げて、人工衛星によるデータの利活用について研究を進めることとしている。

このような状況下において、国土地理院は「だいち」のデータを利活用するため、平成12年度からJAXAとの間で共同研究協定を締結し研究を進めている。

本小特集では、本稿において、「だいち」と国土地理院で進めている研究の概略を紹介し、次稿以降で個別の研究の詳細について報告する。

表-1 「だいち」の諸元 (JAXAのHPより抜粋)

衛星質量	約4トン
発生電力	約7キロワット(寿命末期)
衛星寿命	3~5年
軌道	太陽同期 準回帰軌道
	回帰日数: 46日
	高度: 691.65キロメートル (赤道上空)
	軌道傾斜角: 98.16度
姿勢決定精度	2.0×10^{-4} 度以内
位置決定精度	1メートル以内
データ転送速度	240メガビット毎秒 (データ中継衛星経由)
	120メガビット毎秒 (直接送信モード)
搭載データレコーダ	固体データレコーダ (90ギガバイト)

2. 「だいち」について

2. 1 「だいち」の諸元

「だいち」の主要な諸元は、表-1のとおりである。

2. 2 「だいち」に搭載されているセンサ

本研究は、「だいち」に搭載されている3つの地球観測用センサ(図-1, 2)によって得られるデータの利用について、地理地殻活動研究センターをはじめとして、測地部、測図部及び地理調査部が行っている。本項では、各センサの概略について JAXA のホームページから一部抜粋して掲載する。



図-1 「だいち」の概観 (JAXA 提供)

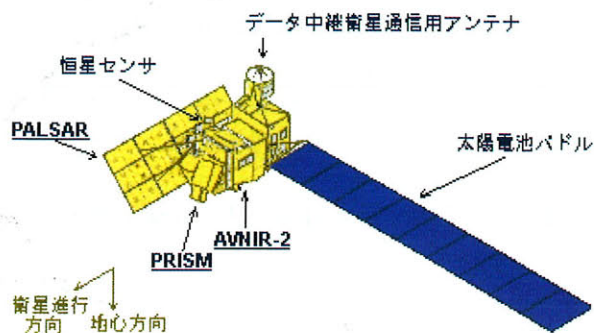


図-2 「だいち」の装置 (JAXA 提供)

2. 2. 1 PRISM (The Panchromatic Remote sensing Instrument for Stereo Mapping)

PRISM は、可視域の光を白黒で観測する光学センサで、地表を 2.5m の分解能で写真のように観測可能である。いわば望遠鏡を備えた超高性能なデジタルカメラのようなものである。上空から撮影された画像1枚からでは写っている地上の高さに関する情報を得ることは困難であるが、同じ場所を別の角度から撮影した2枚以上の画像を組み合わせることで正確な標高を含む地形データも取得することができる。このために3組の同様な光学系を持ち、衛星の進行方向に対して前方視、直下視、後方視の3方向の画像を同時に取得する。直下視では 70km、前方視

と後方視は 35km のそれぞれ観測幅を持ち、前方視と後方視のセンサは地心方向に対して±約 24°、衛星進行方向に対して傾けて取り付けられている。これにより高精度の地形データを高頻度に取得することが可能となっている。

2. 2. 2 AVNIR-2 (The Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2)

AVNIR-2 は、地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS : 「みどり」) に搭載された光学センサである AVNIR の分解能をさらに向上させたもので、可視・近赤外域の観測波長を用いて、主に陸域、沿岸域を観測することにより地域環境監視等に必要な土地被覆分類図、土地利用分類図などの作成を行うものである。解像度は PRISM より低いものの、カラーでの画像取得ができる。また、センサを左右に振る機能をもっており、衛星進行直行方向に観測領域を ±44° 変更することができる (ポインティング機能)。このことにより、災害発生時に緊急な画像取得が可能である。

2. 2. 3 PALSAR (The Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar)

PALSAR は、地球資源衛星1号 (JERS-1 : 「ふよう1号」) に搭載された合成開口レーダ (SAR) の機能・性能を更に向上させたもので、電波を使って地上を画像化する。天候や昼夜に影響されないという特徴を持つほか、複数回の観測の微小な差を計測する干渉 SAR という手法を用いることで、地表の地殻変動等を捉えることができる。Lバンド (波長 23.6cm) というやや長めの波長を持った電波を使用していることから、草木の葉や枝を電波が通り抜けるために、大地からの直接の情報を得ることができ、日本等の植生の多い地域の地殻変動検出に非常に有効である。

2. 3 データの入手

1月24日に種子島から打ち上げられた「だいち」は、5月までの初期機能確認運用期間、10月までの初期校正検証運用期間を経て、10月24日から定常観測運用期間となり、正式データの提供を開始した。

データの提供は、一般ユーザー向けと協定ユーザー向けとがあり、一般ユーザーには、国内においては (財) リモート・センシング技術センター (RESTEC) がデータの販売を行っている。国土地理院は協定ユーザーであり、JAXA との特別の取り決めに従って、データを入手している。

国土地理院へは、国土地理院からの要望によって「だいち」の観測スケジュールに登録されているあらかじめ長期的に決定された観測計画によって観測された PRISM と PALSAR のデータが定期的に送付され

る。それ以外に必要なデータについては、オンライン(AUIG:ALOS User Interface Gateway)により取得している。なお、平成18年5月に発生したインドネシアジャワ島中部地震等の災害状況を把握するためのデータや、火山のモニタリングに必要なデータ等については、検証期間中であっても適宜、研究用として提供を受けた。

3. 共同研究協定について

3.1 協定書締結と変更

共同研究協定は、「陸域観測技術衛星(ALOS)データによる地理情報の把握等に関する共同研究」として、平成12年11月2日に宇宙開発事業団(当時)との間で平成16年3月31日までの期間で締結されたが、平成14年5月14日に平成17年3月31日までの期間延長の変更を行い、平成17年1月24日には平成19年3月31日までの再延長の変更を行った。更に、「だいち」のデータが定期的に提供されるようになること、引き続いて研究を行う必要があること等の理由により、平成18年11月15日に、内容を全面的に見直し、平成21年3月31日までの新たな協定書として締結した。

3.2 協定書に掲げる目的

協定書には研究の目的を、「国土地理院は、ALOSデータを活用した地理情報の把握及び環境・災害の監視技術の開発のため、JAXAは、ALOSデータの利用促進及び地球観測衛星システムの研究開発に寄与するため、国土地理院及びJAXAは、協力してALOSデータの利用実証に関する研究を推進することを目的として本共同研究を実施する。」として掲げている。

3.3 研究項目

研究項目は以下に示すとおり5つに大別され、さらに研究細目を定めている。

- 1) 地殻変動モデル地域の地殻変動観測、地盤沈下情報の把握に関する研究(測地部、地理地殻活動研究センター)
 - ①地殻変動モデル地域の選定
 - ②PALSARデータの解析及び地盤変動地図作成
- 2) 2万5千分1地形図の作成及びリアルタイム修正の実証に関する研究(測図部)
 - ①対象地域の選定
 - ②PRISM, AVNIR-2データの解析、2万5千分1地形図の作成及び整備済みの2万5千分1地形図のリアルタイム修正
- 3) 土地利用、地形分類及び災害状況把握等のテーマ毎の主題図地理情報の作成実証に関する研究(地理調査部)
 - ①対象地域の選定

- ②日本における環境変化の基礎情報となる土地利用・土地被覆データ等の作成可能性の検討
 - ③地盤条件の基礎情報となる地形分類データ等の作成可能性の検討
 - ④災害状況早期把握の実証のための災害状況主題図の作成の検討
- 4) 「だいち」搭載光学センサの幾何補正精度、標高抽出精度及び位置・姿勢決定精度等の校正・検証に関する研究(地理地殻活動研究センター)
 - ①対象地域の選定
 - ②地上基準点設置
 - ③DEM及びオルソ画像アルゴリズムの開発
 - 5) 地球地図データの作成に関する研究(地理調査部)
 - ①対象地域の選定
 - ②PRISM, AVNIR-2データによる交通等のベクトルレイヤデータ作成の試行作業

3.4 研究成果の公表

共同研究により得られた成果については、積極的に外部に向かって報告・PRを行うこととしている。また、国土地理院のホームページにも「だいち」の頁を作成し、関連情報を適宜更新している。表-2、3に、過去2年間の代表的な研究発表等について掲載する。

4. おわりに

本研究は、「だいち」の打ち上げ延期によって当初予定より遅れたものの、研究開始から約6年を経過してようやく実データを利用した成果を得る段階となっている。「だいち」が地理情報の把握に有効であることについては、防災面での活用等によって実証されてきているが、国土地理院をはじめとする多くのユーザが、更に成果を積み上げることによって、「だいち」の有効活用が図られるのみならず、さらに精度向上や利便性を備えた「だいち」後継衛星開発に繋がると期待されている。

表-2 平成17年度、18年度におけるALOSに関する研究成果の外部報告状況

公表日	タイトル	公表学会等	発表代表者
2007.01.30	「だいち」を利用した地図作成・防災への国土地理院の取り組み対応	T Xテクノロジー・ショーケース・イン・ツクバ2007	野口真弓
2007.01.17	The strategy of InSAR geodetic survey project with ALOS/PALSAR @ GSI	日本測地学会誌	和田弘人
2007.01.18	国土地理院におけるだいち「ALOS」のデータを用いた干渉SAR解析による地殻変動の監視と解析結果の提供	宇宙測地・リモートセンシング技術による地殻変動研究の発展	藤原みどり
2006.12.15	Creep deformation on the Longitudinal Valley, eastern Taiwan, detected by SAR interferometry	American Geophysical Union 2006 Fall Meeting	矢来博司
2006.12.09	高分解能衛星画像を活用した災害状況の把握と災害判読特性の比較	環境地質シンポジウム	小荒井 衛
2006.11.23	実データを用いたALOS PRISMの標定等に関する研究	日本写真測量学会秋季大会	神谷 泉
2006.11.23	ALOS/PRISMによる標高抽出の試み	日本写真測量学会秋季大会	水田良幸
2006.11.20	人工衛星データを用いた硫黄島の地殻変動の試験的調査の結果について	火山噴火予知連絡会	測地部・地理地殻活動研究センター
2006.11.15	Interpretation of high-resolution satellite imageries to detect the landform changes and disaster damages -Case study of the northern Pakistan earthquake-	Asia-Pacific Remote Sensing 2006	小荒井 衛
2006.11.11	InSAR survey plan for volcano, earthquake and other crustal deformations monitoring with L-band Daichi/PALSAR@GS	UJNR2006	和田弘人
2006.11.09	大阪城を中心とした衛星画像図及びALOSによる地図作成	地図展大阪	測図部
2006.11.01	台湾Longitudinal Valleyにおけるクリープ変動-干渉SAR解析による検出-	日本地震学会2006年秋季大会	矢来博司
2006.10.24	国土地理院におけるだいち (ALOS) のデータ利用	平成18年度国土交通省技術研究会ポスターセッション	大滝 修
2006.10.19	干渉SAR解析で明らかになった伊豆半島内陸部における隆起変動の空間分布	日本測地学会第106回講演会	矢来博司
2006.10.18	ALOS IMAGE PROCESSING FOR TSUNAMI DISASTER AT SOUTH JAVA IN 2006.	UJNR NEWS LETTER	野口真弓
2006.10.12	Potential of PALSAR interferometry	Fifth meeting of PALSAR CAL/VAL and Science Team	飛田幹男
2006.10.09	DEVELOPMENT OF ORIENTATION AND DEM/ORTHIMAGE GENERATION PROGRAM FOR ALOS PRISM.	The 27 th Asian Conference on Remote Sensing	神谷 泉
2006.10.06	GPSを用いた水蒸気擾乱指数の作成と干渉SARへの応用	平成18年度 東京大学地震研究所共同利用 (研究集会)「新世代の干渉SAR」	雨貝知美
2006.10.05	InSARの干渉条件	平成18年度 東京大学地震研究所共同利用 (研究集会)「新世代の干渉SAR」	飛田幹男
2006.10.05	国土地理院の干渉SAR事業計画の概要	平成18年度 東京大学地震研究所共同利用 (研究集会)「新世代の干渉SAR」	和田弘人
2006.09.21	国土地理院におけるSAR解析業務の今後	測地・地殻変動に関する研究集会	和田弘人
2006.06.21	衛星搭載SARによる地殻変動観測 -PALSARへの期待-	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会	藤原 智

2006. 06. 21	ALOS PRISM画像を用いた地形図作成・修正の検証について	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会	田中宏明
2006. 06. 01	陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)の校正検証と期待される成果	平成18年度国土地理院技術研究発表会	田中宏明
2006. 05. 15	だいち(ALOS)衛星搭載合成開口レーダーPALSARの力	日本地球惑星科学連合2006年大会	飛田幹男
2006. 05. 15	干渉SAR地表変位計測でのL-bandとC-bandの比較及び国土地理院における「だいち」L-band干渉SAR解析処理計画	日本地球惑星科学連合2006年大会	藤原みどり
2006. 05. 10	陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)の利用ー2万5千分の1地形図作成ー	テクノニュース2006年5月号	測図部
2006. 03. 28	SAR解析による地殻変動量と地震断層の推定	日本地理学会2006年春季学術大会	藤原 智
2006. 03. 28	干渉SARによる地殻変動の検出と地形	日本地理学会2006年春季学術大会	関口辰夫
2006. 03. 25	光センサによる地図作成の現状と将来	電子情報通信学会2006年総合大会	田中宏明
2006. 03. 25	Making and Revising Topographic Maps Using High Resolution Satellites	電子情報通信学会2006年総合大会	石関隆幸
2005. 11. 18	JERS-1干渉SARデータにはまだまだ宝が埋まっている	ALOS/PALSARに向けたInSAR研究の展望	藤原 智
2005. 11. 18	SARデータを無駄にしないInSAR技術を使った非InSARによる地殻変動抽出	ALOS/PALSARに向けたInSAR研究の展望	飛田幹男
2005. 10. 26	ALOSを想定したSPOT5圧縮画像による地物判読検証	日本写真測量学会秋季大会	笹川 啓
2005. 10. 26	PRISMを使用したDEM/オルソ画像作成プログラムの開発	日本写真測量学会秋季大会	神谷 泉
2005. 10. 05	干渉SARで捉えた屈斜路湖東岸の火山性地殻変動	日本火山学会2005年度秋季大会	藤原 智
2005. 09. 20	合成開口レーダによる地殻変動の観測の現状と将来	2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会	藤原 智
2005. 09. 17	干渉SARによる地すべりの検出と地形との関係	日本地理学会2005年度秋季学術大会	関口辰夫
2005. 06. 27	Integration of GPS and InSAR data in Japan	IGOS Geohazards Workshop 2005	藤原 智
2005. 05. 22	干渉SARによる雲仙火砕流堆積物の収縮の検出	地球惑星科学関連学会2005年合同大会	藤原 智

表-3 国土地理院ホームページへの掲載

公表日	タイトル	担当部署等
2006. 11. 20	人工衛星データを用いた硫黄島の地殻変動の試験的調査の結果について	測地部・地理地殻活動研究センター
2006. 07. 21	「だいち」AVNIR-2による津波災害状況の把握ージャワ島南方沖地震ー	地理調査部
2006. 06. 14	SAR衛星の位置決定の高精度化を通じた地殻変動検出の高度化に関する研究 特別研究事前評価書	宗包浩志
2006. 05. 28	インドネシア・ジャワ島中部地震による被災地域の衛星画像図	地理調査部
2006. 01. 20	ALOS/PRISMデータの解析に関する研究 特別研究事後評価書	神谷 泉

参考文献

宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター, http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/index_j.htm