

(B16)	ALOS/PRISM 30m 解像度全球高精度数値標高データの整備	79
	○田殿武雄・永井裕人・石田治行・内藤詩乃・皆川健太・織田史子	
(B17)	超小型衛星 UNIFORM-1 による火災検知実現への取り組み	81
	○神山 徹・加藤創史・福原哲哉・中村良介・中右浩二・秋山演亮・高橋幸弘	
(B18)	Deep Learning を用いた衛星画像からの地物抽出	83
	○藤田藍斗・今泉友之・彦坂修平	
(B19)	ピクセルスワッピング法を使ったマルチバンド画像からのスペクトルおよび 空間分布特徴の同時抽出手法の開発	85
	○山本 聡・松永恒雄・山口 靖	
(B20)	斜面崩壊誘因広域逆推定支援を目的とした規範型教師データの有用性	87
	○小島尚人・土屋沙季・関根 亮	

システム (B 会場, 11 月 27 日 (金) 14:30-15:30)

(B21)	コンクリート表面ひび割れ点検支援を目的とした錯視誘発・画像特徴合成ネガ動画の提案	91
	○山下剛史・広田健一・勝尾伸一・小島尚人・大和田勇人	
(B22)	超小型衛星バスを使用した地球観測衛星の地上システム	93
	○横塚英世・須山洋治・永島 隆	
(B23)	ALOS-2/CIRC 位置精度自動検証システムの開発	95
	○加藤 篤・外岡秀行	
(B24)	FPGA を用いた合成開口レーダ用省メモリチャープジェネレータの開発	97
	○泉 佑太・ヨサファット ティトコ スリ スマンティヨ・H. Yang・A. Hendra	

実利用 (A 会場, 11 月 27 日 (金) 14:30-15:30)

(U1)	ALOS-2 画像を用いた 2015 年 9 月関東・東北豪雨による浸水域把握	103
	○リュウ ウェン・山崎文雄	
(U2)	UAV 空撮画像を用いた 3 次元建物モデルの精度評価	105
	○田邊諒士・松田薫元・傳田真也・中西 慶・劉ウェン・山崎文雄	
(U3)	航空写真と SfM を用いた 3 次元モデルの作成と建物高さの推定	107
	○松田薫元・リュウ ウェン・山崎文雄	
(U4)	Pi-SAR・Pi-SAR2 の観測データ検索・配信システムの開発	109
	○児島正一郎・上本純平・木下武也・村山泰啓・蒲生京佳・笠井尚徳	

実利用 (ポスター) (P 会場, 11 月 26 日 (木), 27 日 (金) 13:00-14:20)

(U5)	UAV を用いた沿岸部の海藻群落の生育状況調査に関する基礎研究	115
	有満重徳・福田真也・韋 江俊・山口晃裕・野呂忠秀・○石黒悦爾	
(U6)	広域撮影可能な光学衛星による緊急観測事例	117
	○千葉隆一・三五大輔・吉川和男・野田敦夫・本田 健・片平祐介	
(U7)	MODIS 雲フラグプロダクトを用いた日射量推定とツバキ林管理への試用	119
	○森山雅雄・前田 一・田嶋幸一	

Land 2 (Room B, Nov. 27th (Fri.) 10 : 25-11 : 55)

B15	Validation Results of the ASTER Global Digital Elevation Model Version 3.....	77
	○ M. Urai and Y. Nishioka	
B16	Processing of the 30 m-mesh global digital elevation dataset by ALOS/PRISM	79
	○ T. Tadono, H. Nagai, H. Ishida, S. Naito, K. Minakawa, and F. Oda	
B17	Challenges for wildfire detection with a micro-satellite “UNIFORM-1”	81
	○ T. Kouyama, S. Kato, T. Fukuhara , R. Nakamura, K. Nakau, H. Akiyama, and Y. Takahashi	
B18	Object extraction from satellite images using Deep Learning	83
	○ A. Fujita, T. Imaizumi, and S. Hikosaka	
B19	Development of simultaneous extraction method for spectrometric and spatial features from multiband image based on Pixel Swapping.....	85
	○ S. Yamamoto, T. Matsunaga, and Y. Yamaguchi	
B20	Effectiveness of normative training data for inverse estimation of triggering factor for slope failure hazard zonation.....	87
	○ H. Kojima, S. Tuchiya, and R. Sekine	

System (Room B, Nov. 27th (Fri.) 14:30-15:30)

B21	A feature composite moving image inducing visual illusion using negative moving image for supporting concrete surface crack inspection	91
	○ T. Yamashita, K. Hirota, S. Katsuo, H. Kojima, and H. Ohwada	
B22	A satellite data receiving system for the very small satellite bus based earth observation satellites	93
	○ H. Yokotsuka, H. Suyama, and T. Eishima	
B23	Development of automatic geolocation-accuracy validation system for ALOS-2/CIRC	95
	○ A. Kato and H. Tonooka	
B24	Development of Low Memory Size Chirp Generator for Synthetic Aperture Radar Using FPGA	97
	○ Y. Izumi, J.T.S. Sumantyo, H. Yang, and A. Hendra	

Application (Room A, Nov. 27th (Fri.) 14 : 30-15 : 30)

U1	Inundation extraction for the 2015 Kanto-Tohoku heavy rainfall using ALOS-2 images.....	103
	○ W. Liu and F. Yamazaki	
U2	Accuracy evaluation of 3D building model developed from UAV aerial images	105
	○ R. Tanabe, T. Matsuda, S. Denda, K. Nakanishi, W. Liu, and F. Yamazaki	
U3	Estimation of building heights from the 3D model using SfM and aerial photographs	107
	○ T. Matsuda, W. Liu, and F. Yamazaki	
U4	Development of the observation data retrieval and delivery system for Pi-SAR and Pi-SAR2	109
	○ S. Kojima, J. Uemoto, T. Kinoshita, Y. Murayama, K. Gamo and T. Kasai	

U4 Pi-SAR・Pi-SAR2 の観測データ検索・配信システムの開発

Development of the observation data retrieval and delivery system for Pi-SAR and Pi-SAR2

○児島正一郎¹・上本純平¹・木下武也²・村山泰啓²・蒲生京佳³・笠井尚徳³
Shoichiro Kojima, Jyunpei Uemoto, Takenari Kinoshita, Yasuhiro Murayama,
Kyouka Gamo and Takanori Kasai

Abstract : Pi-SAR2 was developed in 2008, and its observation for the application research such as hydrology, geology, oceanography, environmental monitoring and disaster monitoring has been carried out since 2010. There were many user requirements for Pi-SAR2 observation data use. To satisfy these requirements, the observation data retrieval and delivery system was developed. This paper reports about the developed retrieval and delivery system for the Pi-SAR and Pi-SAR2.

Keywords : Pi-SAR, Pi-SAR2, Observation data retrieval and delivery system, GUI

1. はじめに

情報通信研究機構（NICT）は 2008 年より第二世代の航空機搭載 SAR（Pi-SAR2[1]）の運用を開始し、火山、都市、海洋等の研究及び自然災害発生時における被災地の状況把握のための観測を実施してきた。これらの観測データは、これまで NICT の研究者及び NICT と共同研究を実施している研究者のみが利用してきた。一方、様々な分野の研究者及び行政実務者から Pi-SAR2 の観測データを研究や被災地の状況把握のために利用したいという要望があった。これらの要望に対して、NICT は自然災害発生時の緊急観測の観測画像に関しては、画質を低下させた JPEG 形式の画像を防災関係機関に即時提供してきたが、フル分解能の観測数値データの提供は、DVD 等のメディアあるいは HDD を用いる以外に提供手段がなく、提供には多くの手間と費用がかかるため実現できなかった。

このような問題を解決するために、NICT は Web 上から登録したユーザが自由に試験観測データの検索を行い、そのデータをダウンロードできる Pi-SAR・Pi-SAR2 の観測データ検索・配信システム（URL : <https://pi-sar.nict.go.jp>、以後、「検索・配信システム」と呼ぶ）の開発を行った。

2. 検索・配信システムの開発方針

検索・配信システムの開発は、達成すべき機能・性能を明確にした上で、その実現方法を検討して開発計画を策定した。表 1 にその結果を示す。なお、

Table.1 Targets for the performance and function of the retrieval and delivery system

要求性能・機能	要求されるシステム	実現方法
高い利便性・操作性	多様なユーザ要求を満足させ、直感的に操作できるインターフェースを有したシステム	ユーザインターフェースはグラフィカルインターフェースを採用し、ユーザ要求に基づいて画像再生処理を行い、処理結果を配信する機能（多様なユーザ要求を満足させる機能）と事前に画像再生処理した結果を配信する機能（迅速なデータ提供を可能にする機能）を具備する。
高いセキュリティ	外部からの攻撃に強く、万一の事態が発生しても被害が最小限となるシステム	24 時間管理された Web サーバを利用する。Web サーバ上の機能は可能な限り限定し、システムの重要な機能は外部ネットワークに接続しないサーバに分散させる。
高い拡張性	新しいセンサ（Pi-SAR3 等）の観測データに対応できるシステム	各センサ固有の機能に関しては、ハードウェア・ソフトウェアとも可能な限りモジュール化する。さらに、各センサの共通機能は、ハードウェアを可能な限りモジュール化する。

検討に際しては、NASA JPL の UAV SAR の観測データ検索・配信システム（URL : <http://uavsar.jpl.nasa.gov>）を参考に、その機能とユーザインターフェースを分析することから始めた。UAV SAR の観測データ検索・配信システムは、現在、世界で最も多くのユーザに航空機 SAR（UAV SAR）の観測データを提供しているシステムである。今回の検討では、このシステムをベースに限られたリソース（ネットワーク資源も含む）を最大限に活用し、高い利便性・操作性、高いセキュリティ及び高い拡張性を有するシステムを構築することを目指とした。なお、検索・配

¹正会員 国立研究開発法人 情報通信研究機構
（所在地 〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1）
（連絡先 Tel: 042-327-7048、E-mail: skojima@nict.go.jp）
²非会員 国立研究開発法人 情報通信研究機構
³正会員 富士通 FIP
（所在地 〒135-8686）
（連絡先 Tel: 03-5531-0188、E-mail: gamo.kyoka@jp.fujitsu.com, takanori.kasai@jp.fujitsu.com）

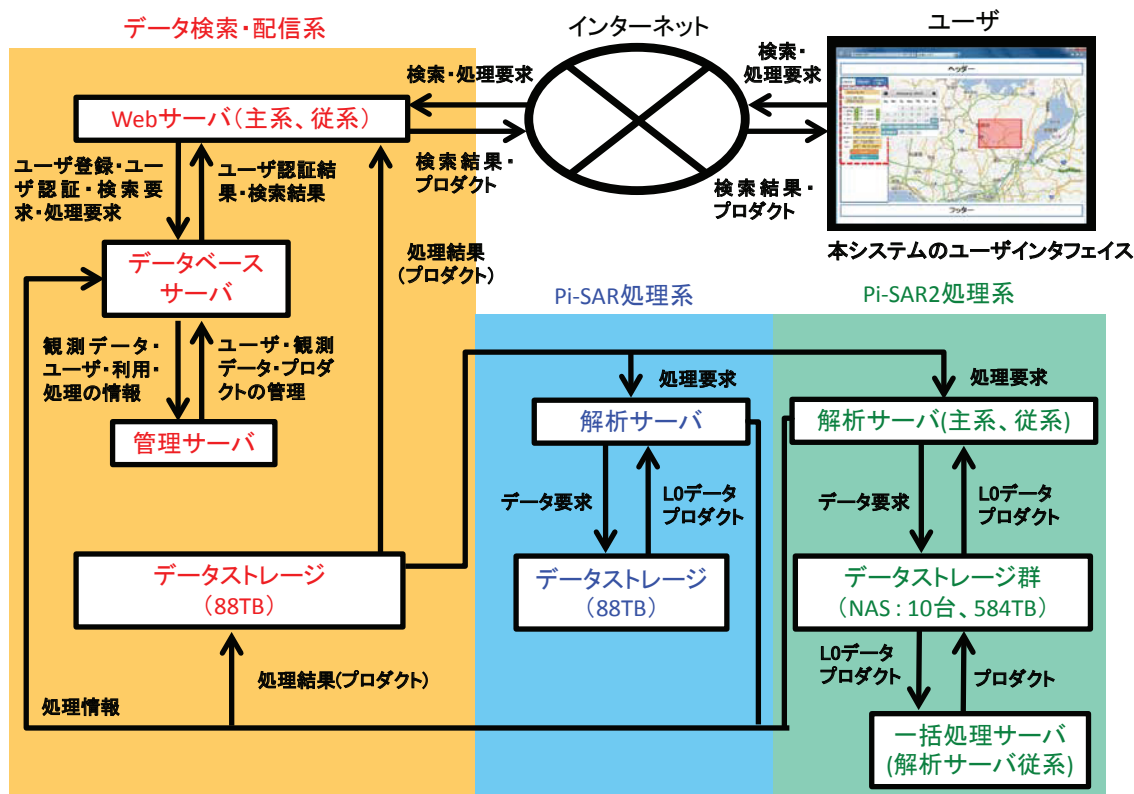


Fig.1 System configuration

信システムの開発では、Pi-SAR2 の観測データの公開だけでなく、2007 年まで運用を行っていた Pi-SAR の観測データについてもユーザに提供できるようにした。

3. 検索・配信システムの構成

検索・配信システムはデータ検索・配信系、Pi-SAR 処理系及び Pi-SAR2 処理系で構成されている。図 1 に検索・配信システムの全体を示す。なお、ユーザに提供されるプロダクトは、数百 MB～数十 GB のデータ量があるため、NICT 内部のネットワーク（回線速度：1Gbps）に高い負荷をかける恐れがあった。このため、データ検索・配信系データストレージと Pi-SAR・Pi-SAR2 処理系解析サーバ間の通信は、専用回線（回線速度：10Gbps、バックアップ回線：1Gbps）によって通信できるようにした。また、Pi-SAR2 のプロダクトは Pi-SAR のプロダクトと比較して分解能が向上に伴いデータサイズが大きくなっている。このため、Pi-SAR2 処理系内の通信は Infiniband を利用することで高速通信（5Gbps～10Gbps、バックアップ回線：1Gbps）を実現させた。

4. 検索・配信システムの機能

検索・配信システムは、以下の機能をセンサごと

にモジュール化することで、新たなセンサの観測データの追加を容易に実現できるようにした。

i) データ検索・配信系の機能

データ検索・配信系は、観測データ登録機能、観測データ検索機能、観測データの配信機能及びユーザ管理機能を有している。観測データの登録機能は、Pi-SAR・Pi-SAR2 の観測データをデータベースに登録し、各データに対するアクセス権を設定する。観測データ検索機能は、ユーザが指定した期間・領域における Pi-SAR・Pi-SAR2 の観測の有無を検索し、観測条件に関する情報と観測で得られた疑似カラー合成画像（Pi-SAR2）あるいは単偏波の強度画像（Pi-SAR）を表示する。観測データ配信機能は、ユーザ要求に基づいて処理されたプロダクトあるいは処理済みプロダクトを配信する。ユーザ管理機能は、登録されたユーザ情報の編集・削除を行うとともに、各ユーザのデータ利用状況をデータベースに記録する。

観測データ検索機能で表示する疑似カラー合成画像（Pi-SAR2）は、表示速度と視認性を確保するためにピラミット構造の画像（解像度の異なる複数の画像群で構成）を準備してグーグルマップとグーグルサテライト上にオーバーレイされた形式で表

示できるようにした。ユーザは、観測データ検索機能で表示される疑似カラー合成画像を閲覧することで、解析対象の位置・領域（オンデマンド解析モード）やダウンロードするタイルの位置（処理済プロダクト配信モード）を確認した上で、データ要求を実施できる。

ii) Pi-SAR 処理系の機能

Pi-SAR 処理系の機能としては、ユーザ要求に基づいて画像再生処理（オンデマンド処理）を行い、プロダクトを作成する。Pi-SAR のプロダクト提供は、Pi-SAR2 と比較してプロダクトサイズが小さいため、処理サイズの制限なしのオンデマンド処理モードのみで実施する。

iii) Pi-SAR2 処理系の機能

Pi-SAR2 処理系は、オンデマンド処理機能と処理済プロダクト配信処理機能を有している。UAV SAR の検索・配信システムでは、観測パス全体のプロダクトの提供を行っているが、Pi-SAR2 では観測パス全体を処理して生成されるプロダクトは100GBを超えるため、ユーザのネットワーク環境によってはプロダクトをダウンロードできない。このため、Pi-SAR2 のプロダクトは、ユーザが通常の解析で使用する適度なサイズ（6km×6km）に1パスのデータを分割して処理したもの（以後、「タイルデータ」と呼ぶ。）をユーザに提供するモード（処理済プロダクト配信モード）とユーザが設定した画像再生処理範囲（レンジ方向・アジマス方向とも6km以内）に対して、L0 データから各プロダクトを作成してユーザに提供するモード（オンデマンド処理モード）によって提供される。

5. 提供プロダクト

Pi-SAR2 は3種類の観測モードを有し、各プロダクトは各観測モードに対応した空間分解能を有している（表2参照）。検索・配信システムで提供するプロダクトは、以下に示す6種類である。

i) SSC プロダクト

SSC プロダクトは、画像再生処理後のシングルルック複素画像のデータである。レンジ方向の座標系は、スラントレンジ座標系である。本プロダクトは、位相情報を必要とする解析（例えば、クロストラックインターフェロメトリの解析等）で使用することを想定している。

ii) MGAF プロダクト

MGAF プロダクトは、画像再生処理後のマルチルック振幅画像プロダクトである。ルック処理のルック

Table.2 Resolution in each observation modes

観測モード			1	2	3
SSC	分解能 (m)	SR	0.30	0.50	1.00
		AZ	0.30	0.30	0.30
	ルック数	AZ	1	1	1
		SR	0.19	0.38	0.75
MGAF	分解能 (m)	SR	0.19	0.38	0.75
		AZ	0.25	0.25	0.25
	ルック数	GR ^(注)	1.73～0.33	1.73～0.33	1.73～0.33
		AZ	0.30	0.60	1.20
	ピクセル間隔 (m)	GR	0.25	0.50	1.00
		AZ	0.25	0.50	1.00
MGC	分解能 (m)	GR ^(注)	1.73～0.33	2.88～0.55	5.76～1.10
		AZ	0.30	0.60	1.20
	ルック数	AZ	1	2	4
		GR	0.25	0.50	1.00
	ピクセル間隔 (m)	GR	0.25	0.50	1.00
		AZ	0.25	0.50	1.00

（注）入射角10度～65度のときの値を示している。

数は各観測モードで決められている。レンジ方向の座標系は、グラントレンジ座標である。本プロダクトは、位相情報を必要しない解析（疑似カラー合成画像の作成等）で使用することを想定している。

iii) MGP プロダクト

MGP プロダクトは、画像再生処理後のマルチルックポラリメトリ画像プロダクトである。レンジ方向の座標系は、グラントレンジ座標系である。本プロダクトは、HH 画像データの位相を基準に、HV 画像プロダクト、VH 画像プロダクト、VV 画像プロダクトの位相情報を修正したもので、偏波情報と位相情報を必要とする解析で使用することを想定している。

iv) MGP_C プロダクト

MGP_C プロダクトは、MGP プロダクトに対してコナーリフレクタを利用した偏波校正をしたデータである。本プロダクトは、偏波情報と位相情報を必要とする解析（例えば、散乱分解解析等）で使用することを想定している。

v) GeoTiff プロダクト

GeoTiff プロダクトは、緯度経度と画像サイズの情報を持った画像データである。本プロダクトは、リモートセンシングデータの解析ソフト（例えば、ENVI 等）や GIS ソフト（例えば、ArcGIS 等）による画像解析で使用することを想定している。



Fig.2 A top-page screen of the retrieval and delivery system

vi) 軌道プロダクト

軌道プロダクトは、合成開口処理を実施する際に使用した軌道データと実際の航空機の軌跡との差等の情報を記録したものである。本プロダクトは、リピートパスのクロストラックインターフェロメトリ等の解析でを使用することを想定している。

6. 検索・配信システムの運用

検索・配信システムは2014年3月に完成し、2014年4月よりNICTと共同研究を行っている研究者対象に観測データを提供する試験運用(2015年9月末まで)を実施した。検索・配信システムは、試験運用期間中、4,672件(2014年度:762件、2015年度(9月末まで):3,910件)のプロダクトを共同研究者に提供した。

NICTは、試験運用期間中、システムの不具合箇所の改修及び機能追加(例えば、ピラミット構造の画像表示機能等)を実施することで、更なる利便性・操作性の向上を進めた。また、Pi-SAR・Pi-SAR2の観測データを共同研究者以外の研究者及び行政実務者に提供するための利用規約について検討を行い、制定させた。その上で、本システムは、2015年10月1日より本格運用を開始している。

図2に検索・配信システムのトップページを示す。ユーザ登録は、利用規約に同意したユーザのみが行うことができ、観測データのアクセス権の付与(登録直後は、観測データへのアクセス権は付与されない)は、NICTの担当職員によって登録ユーザが利用規約で規定しているユーザ(日本国在住で大学等の教育機関、国立研究開発法人及び行政機関に所属する職員の方々)であるかどうかを確認した上で変更される。万一、登録ユーザが利用規約を満足するユーザでない場合には、観測データへのアクセス権は付与されない。

ユーザは、期間、場所及び観測モードを検索パラ

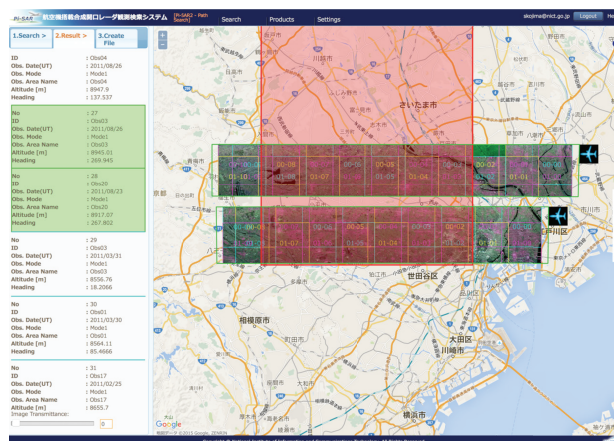


Fig.3 A sample of a retrieval result page

メータとして観測データの検索を行うことができる。図3に検索結果のページの一例を示す。ユーザはページ右側の検索結果リストにあるデータを選択することで、地図あるいは衛星の光学画像にオーバーレイされた形で観測データの画像を確認することができる。処理済プロダクト配信モードでは、ユーザが解析する地点がどのタイル(SAR画像中のカラーで示された矩形)に含まれているのかを確認後、そのタイルデータを選択してダウンロードする。オンデマンド処理モードでは、画像上で解析対象領域を設定・確認後に任意のサイズで画像再生処理を行い、その結果をダウンロードする。

7. まとめ

本研究では、Pi-SARとPi-SAR2の各プロダクトをインターネット上でユーザに提供する検索・配信システムを開発した。NICTの共同研究者を対象に1年半の試験運用を実施した結果、問題なくPi-SAR・Pi-SAR2のプロダクト提供ができることを確認した。本システムは2015年10月1日より本格運用を開始し、Pi-SAR及びPi-SAR2の観測データの利活用が進みつつある。

今後は、DSMプロダクト等の高次プロダクトを提供していくための機能追加について検討を進める。また、今後の運用で出てくる新たなユーザ要求について内容を精査し、ユーザが使いやすいシステムに改修していく予定である。

【参考文献】

- 1) Nadai, A., S. Uratsuka, T. Umehara, T. Kobayashi, T. Matsuoka, and M. Satake : Development of X-Band Airborne Polarimetric and Interferometric SAR with Sub-meter Spatial Resolution, IGARSS2009, pp.913-916., 2009.