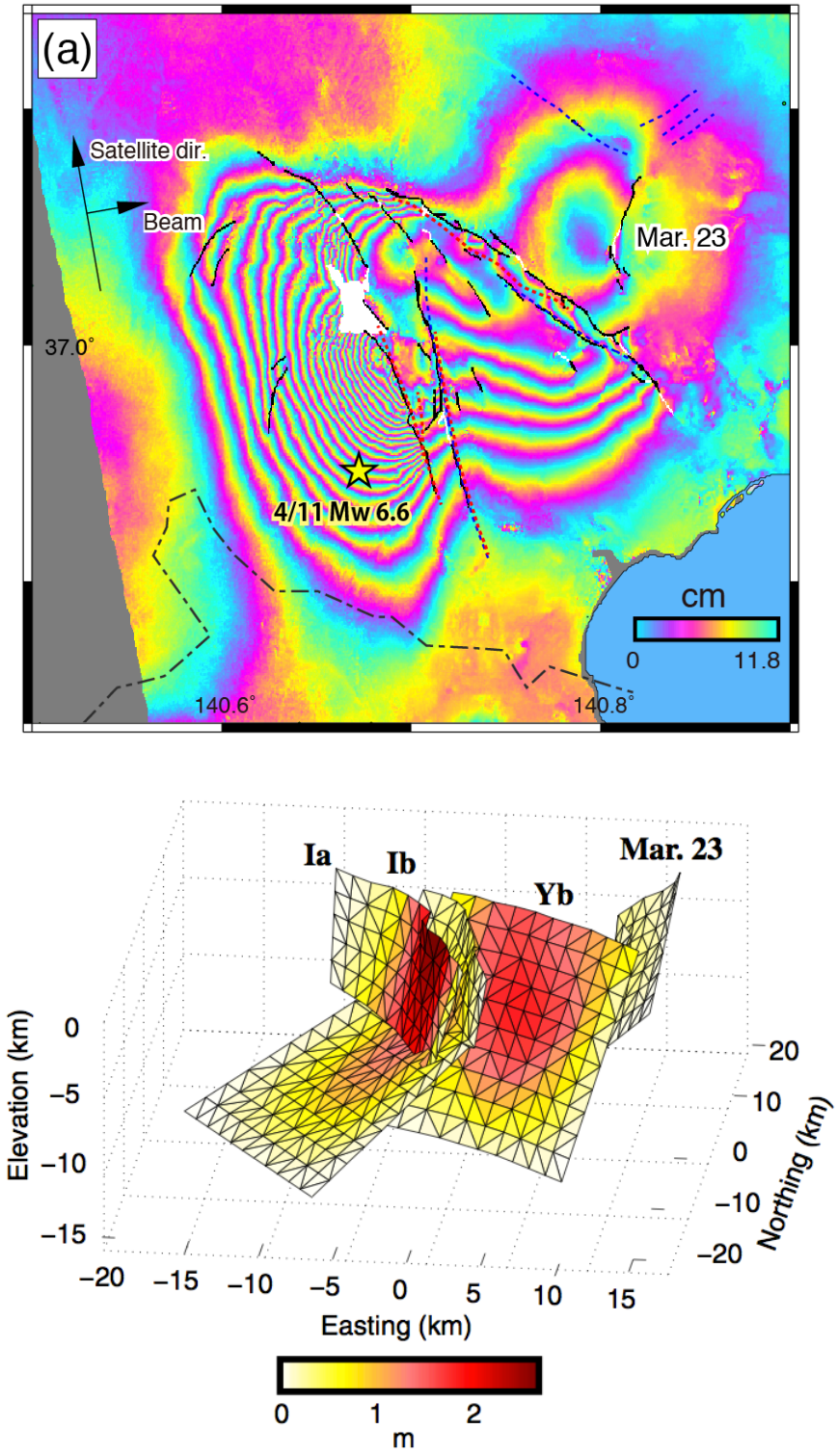
ＳＡＲを用いた地殻変動研究

東京大学地震研究所　特定共同研究 B 報告書

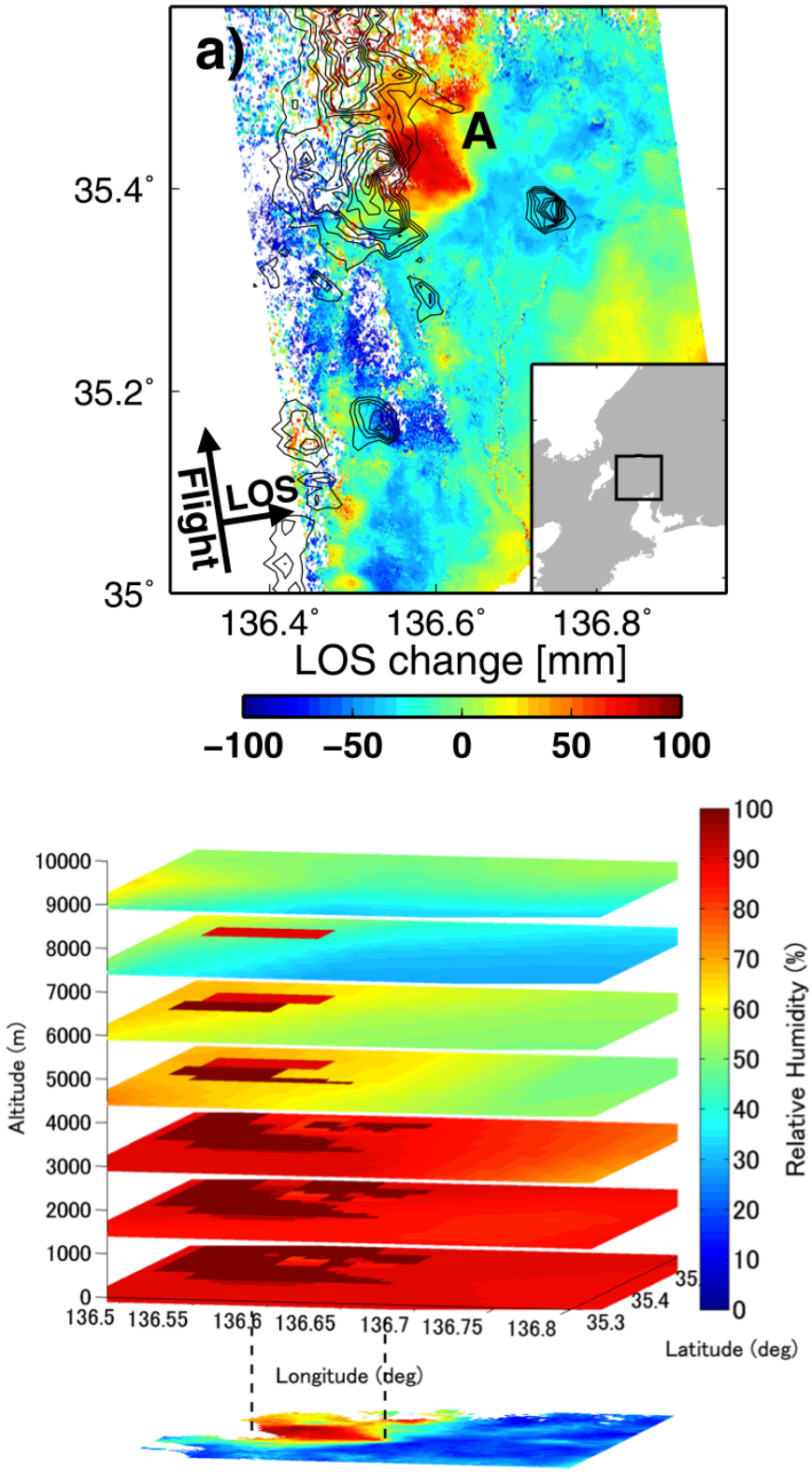
(2012-B-01, 平成 24-26 年度実施)

気象研究所　安藤忍

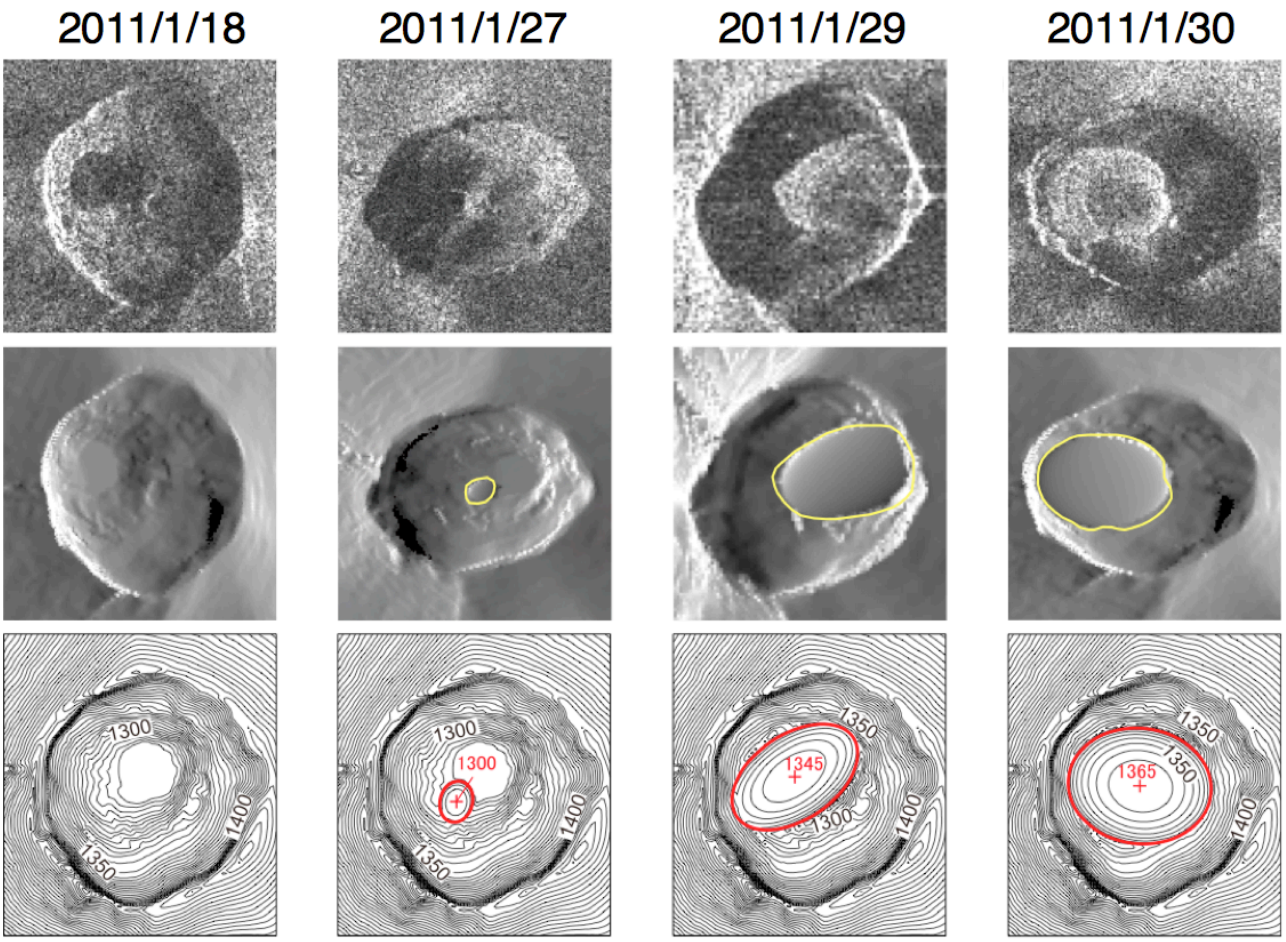
東京大学地震研究所　担当教員　青木陽介



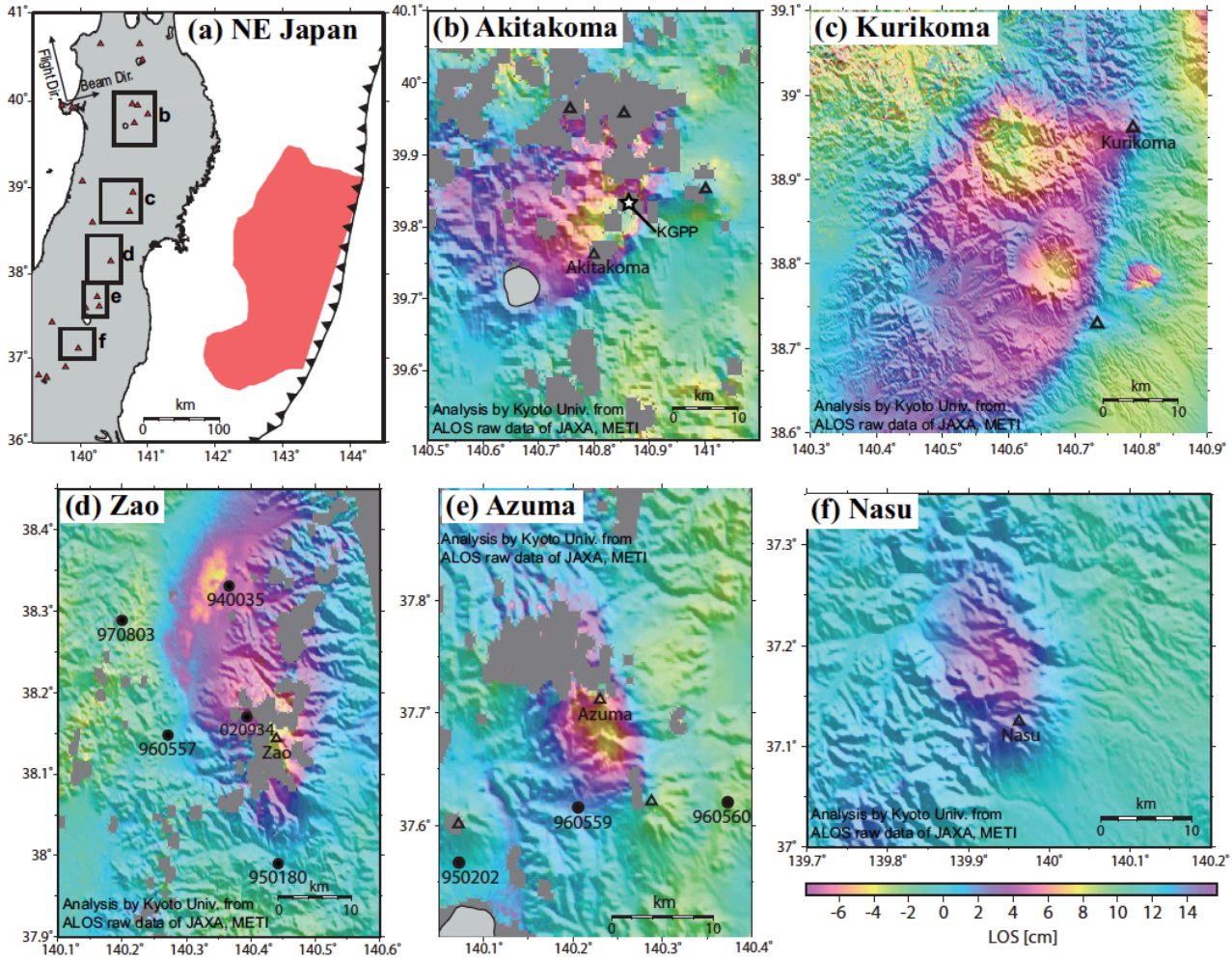
口絵図 1. 2011 年 4 月 11 日いわき地震（Mw6.6）による地殻変動を示す干渉画像（上）と地殻変動を説明する断層モデル（下）. 複数の断層がほぼ同時にすべったことを示唆する. Fukushima et al. (2013) .



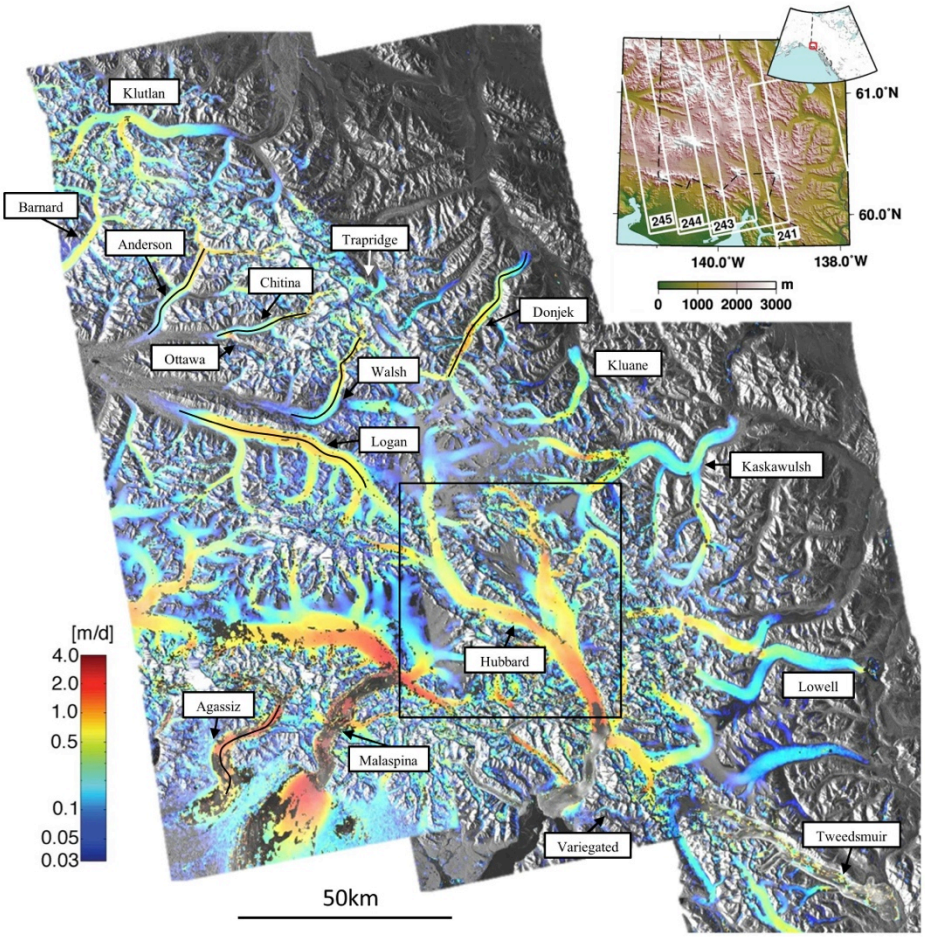
口絵図 2. （上）InSAR により捉えられた 2008 年西濃豪雨に伴うマイクロ波の対流圏遅延シグナル（A）．コンターは，降雨レーダーから得られた降雨強度．（下）数値シミュレーションにより得られた遅延シグナルを説明する水蒸気分布．Kinoshita et al. (2013) ．



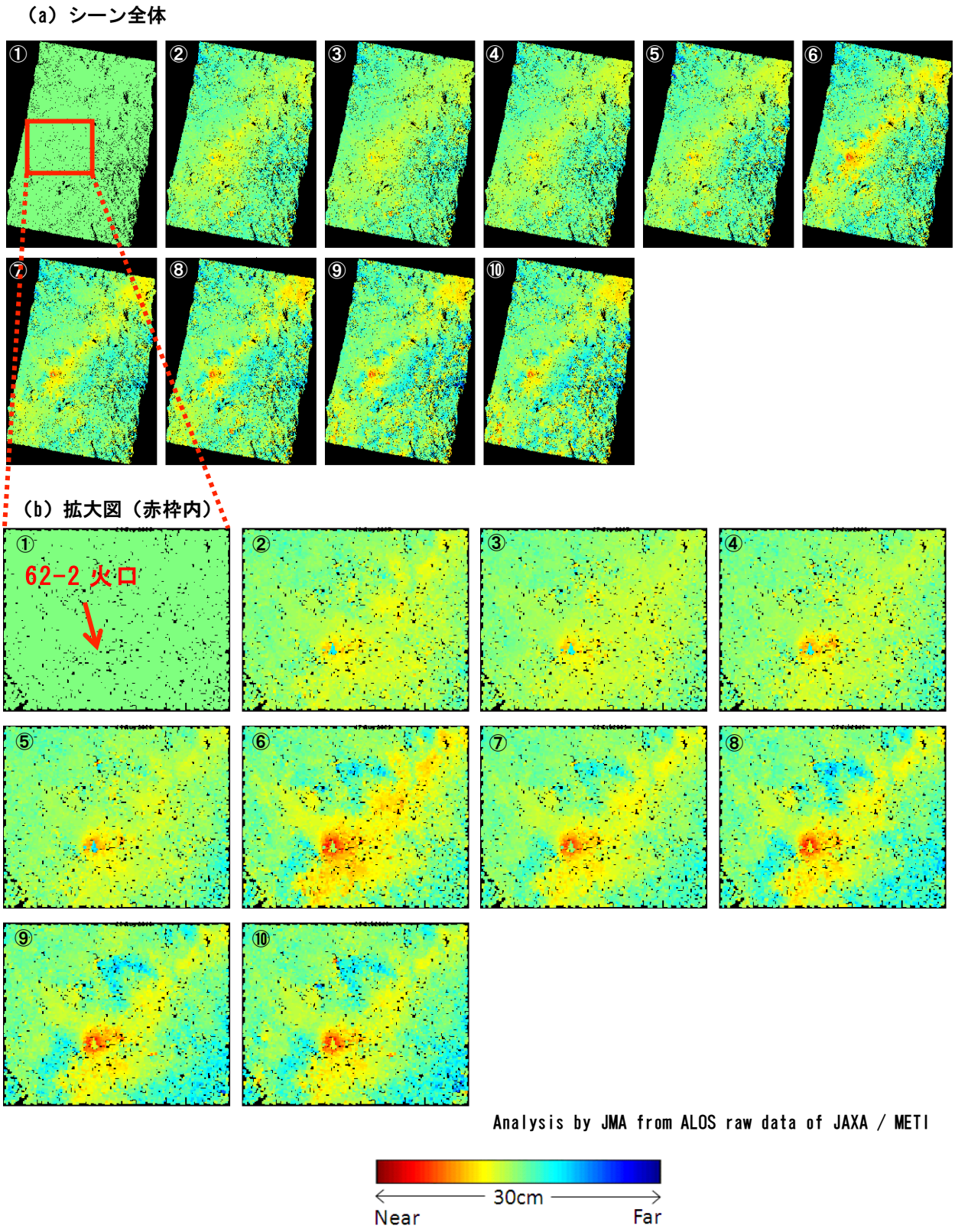
口絵図 3.（上段）新燃岳のカルデラ内における溶岩ドームの成長を示す PALSAR 強度画像．撮像日は 2011 年 1 月 18 日から 30 日．（中段）数値標高モデルから得たシミュレート強度画像．（下段）ドームを楕円体の上部と仮定して推定された標高図．数字はドーム上端の標高．この楕円体ドームのモデルから，溶岩ドームの体積変化等が見積もられた．Ozawa and Kozono（2013）改変．



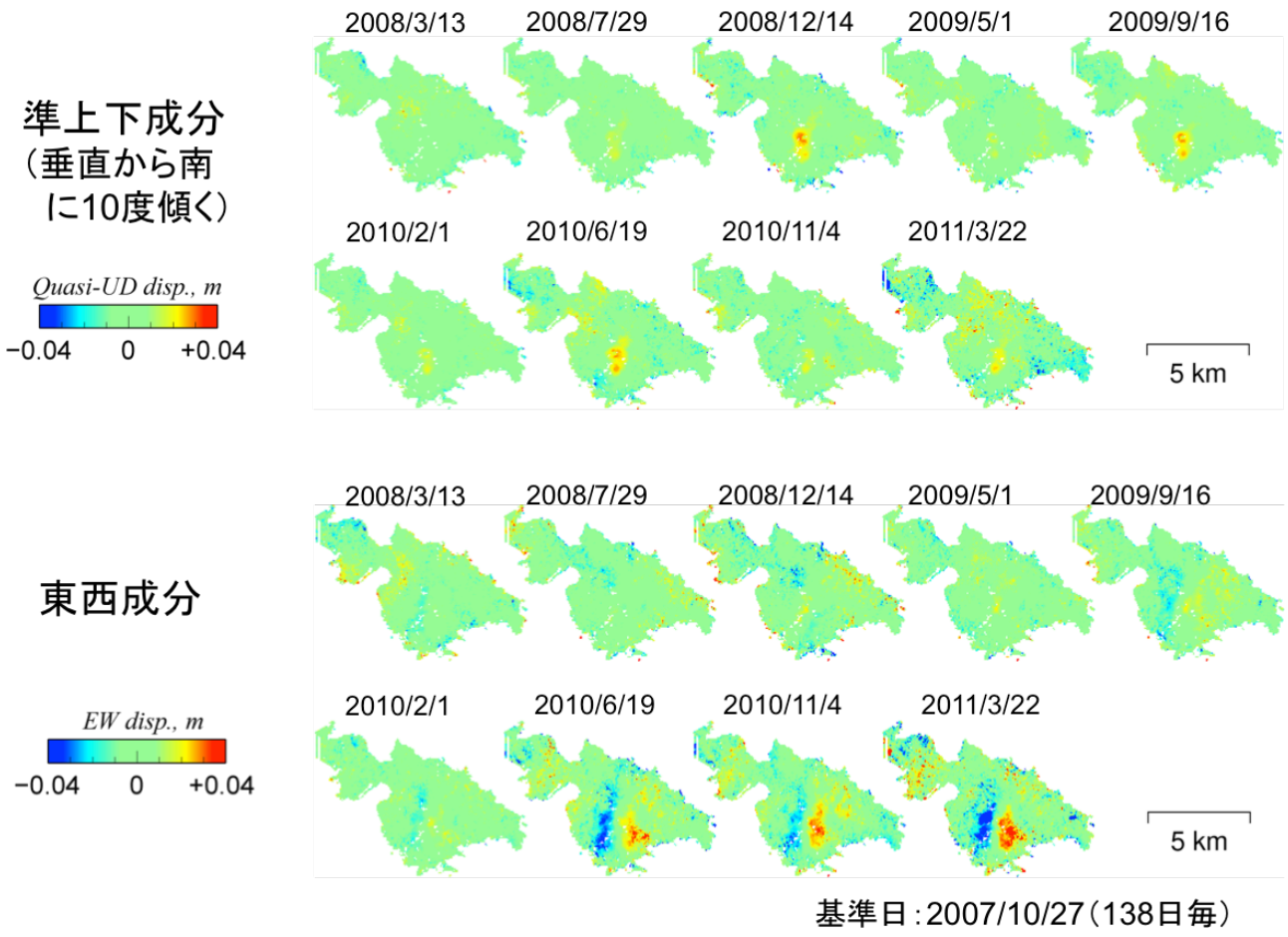
口絵図 4. 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴い生じた火山地域の沈降を示す干渉画像. (b-f)秋田駒ケ岳，栗駒山，蔵王山，吾妻山，那須岳を含む地域の拡大図．この沈降は，火山地域の構造不均質を反映していると考えられる．Ozawa and Fujita (2013), Takada and Fukushima (2013, 2014).



口絵図 5.　ユーコン地域における氷河流動速度分布. 2 時期の ALOS/PALSAR データを用いたオフセットトラッキング解析により, 氷河流動速度の時空間変化を明らかにした（左：2010 年 2 月 10 日と 3 月 28 日，中：2006 年 12 月 30 日と 2007 年 2 月 14 日，右：2008 年 1 月 14 日と 2 月 29 日）. Abe and Furuya (2014) 改変.



口絵図６．十勝岳における ALOS/PALSAR データを用いた時系列変化（2006–2010）．StaMPS（Hooper et al., 2004）による PS-InSAR 解析の結果，62-2 火口周辺で衛星に近づく方向の変位が検出され，GNSS 測量結果（気象庁，2013）と調和的であることが確認された．三浦ほか（2014）改変．



口絵図 7．口永良部島における ALOS/PALSAR の複数軌道データを用いた InSAR 時系列解析による 2007 年 10 月 27 日から 2011 年 5 月 7 日までの準上下成分と東西成分の地殻変動時系列．準上下成分では，新岳・古岳付近において 2 か所にピークをもつ局所的な隆起が見られ，東西成分では，東山麓が東進，西山麓が西進する地殻変動分布が検出された．小澤（2014）改変．

目次

1. はじめに 1

2. PIXEL の活動内容 3

2.1. データ共有 3

2.2. 解析ソフトウェア講習会 5

2.3. 研究集会 7

2.3.1. 成果報告会プログラム 7

2.3.2. 成果報告会参加者 9

2.3.3. 成果報告会スライド集（別紙） 9

2.4. メーリングリストを通じた情報交換 10

3. PIXEL 参加機関が行った研究の概要 11

3.1. 平成 24 年度 11

3.2. 平成 25 年度 12

3.3. 平成 26 年度 14

4. 成果発表リスト 18

4.1. 誌上発表 18

4.1.1. 平成 24 年度 18

4.1.2. 平成 25 年度 19

4.1.3. 平成 26 年度 20

4.2. 紀要・報告書等 22

4.2.1. 平成 24 年度 22

4.2.2. 平成 25 年度 22

4.2.3. 平成 26 年度 22

4.3. 国際会議での発表 23

4.3.1. 平成 24 年度 23

4.3.2. 平成 25 年度 24

4.3.3. 平成 26 年度 26

4.4. 国内学会・研究集会での発表 31

4.4.1. 平成 24 年度 31

4.4.2. 平成 25 年度 35

4.4.3. 平成 26 年度 39

4.5. 卒業論文・修士論文・博士論文 47

4.5.1. 平成 24 年度 47

4.5.2. 平成 25 年度 48
4.5.3. 平成 26 年度 50
4.6. 地震予知連絡会・火山噴火予知連絡会・地震調査委員会への資料提供 53
4.6.1. 平成 24 年度 53
4.6.2. 平成 25 年度 53
4.6.3. 平成 26 年度 53
5. 特定共同研究 B（2012-B-01）参加者リスト 54
5.1. 平成 24 年度 54
5.2. 平成 25 年度 55
5.3. 平成 26 年度 56
6. 総括と今後の展望 59
別紙 成果報告会スライド集

1. はじめに

本報告書は，我が国の SAR 研究グループ（PIXEL：PALSAR Interferometory Consortium to Study our Evolving Land surface）の活動の中核的な枠組みとして立ち上げた「SAR を用いた地殻変動研究」（2012-B-01）について，平成 24 年度から平成 26 年度までの活動と成果についてまとめたものである．

これまでの経緯について以下簡単に述べる．PIXEL は，2005 年に日本の地殻変動研究者間で ALOS/PALSAR データを共有することを主目的として，東京大学地震研究所の共同利用研究の枠組みを利用して立ち上げられた．合成開口レーダー（SAR）干渉法による地殻変動の検出は，当初軍事目的で開発された SAR 技術から発展し，1990 年代にはヨーロッパ，カナダ，アメリカなどで SAR を搭載した衛星が次々と打ち上げられ，次々と SAR 干渉法による地殻変動研究が行われるようになり，地殻変動において一般的な手法と認識されるようになった．一方，日本においても，1992 年には JERS-1，2006 年には ALOS，そして 2014 年には ALOS-2 が打ち上げられるなど，SAR 衛星の開発においては，世界をリードしてきたといっても過言ではない．また，植生の多い地域や山岳等の場合でも地表面まで到達可能な L バンド SAR を搭載してきた経緯を考えても，SAR 干渉法による地殻変動の検出の有用性及び重要性は十分認識されていたと言える．しかしながら，SAR 解析ソフトの導入の困難さや SAR データ購入に係る高額な費用のため，SAR の利用については一部の大学や研究機関に限られており，我が国の SAR を用いた研究は停滞していた．この状況の打破を目指し，気軽にかつ簡単に SAR 干渉解析が利用できる環境を構築するため，東京大学地震研究所（ERI）と宇宙航空研究開発機構（JAXA）の間で共同研究「ALOS/PALSAR 干渉処理による地震火山活動に関する地殻変動の検出とその高度化」を通じて，JAXA からの SAR データの提供を受け，本研究課題に参加することにより利用可能となる仕組みを構築した．なお，ERI と JAXA 間の共同研究は，平成 26 年度から第四期の研究課題「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化（時系列解析）」が進められている．

これまで，一期目「衛星リモートセンシングによる地震火山活動の解析」（2006-B-06；平成 18～20 年度；代表者古屋正人），二期目「SAR を用いた地震火山活動に伴う地殻変動の検出」（2009-B-02；平成 21～23 年度；代表者小澤拓）と続き，本研究課題は三期目にあたる．前二期の活動内容及び成果については，各々報告書がまとめられているので，そちらを参考にされたい．2011 年 5 月に ALOS が運用停止となり，本課題立ち上げ時には，国産の SAR 衛星は存在していない．しかしながら，初期から活動の中心としてきた PIXEL の活動の枠組みにおいて，アーカイブデータを利用して様々な研究が進められてきた．特に，本研究課題期間では，多数のデータを同時に解析する時系列解析の研究が盛んに行われ，これまでに蓄積してきた SAR データを有効に活用した事例が多く見られる．また，これまでは地震や火山噴火に伴う地殻変動研究者が多くを占めてい

たが，新たに雪氷分野でも SAR 干渉法の有効性が実証されるなど，本研究課題の自然科学分野に貢献するところは非常に大きいといえる．さらに 2014 年 5 月には新しい L バンド SAR 衛星である ALOS-2 が打ち上げられ，より高分解能のデータが提供されるようになり，今後ますます本研究分野の進展が期待できる．

本報告書の第二章では PIXEL の活動概要について記載し，第三章及び四章においては，PIXEL 参加機関による研究の要約と成果リストを，また，第五章には参加者リストを示した．そして，最終章で総括と今後の展望について述べる．また，巻末には別紙として，2014 年 9 月に開催された成果報告会の講演スライド集を付加した．さらに，口絵として，この 3 年間に得られた成果のごく一部を掲載した．

本共同研究の推進にあたっては，ERI-JAXA 間の共同研究契約に関する諸手続きをはじめ，SIGMA-SAR ソフトウェアの使用についてお許しを頂くなど，JAXA/EORC の島田政信博士の多くの御助言や御尽力なしでは成立しなかった．また，JAXA/EORC オーダーデスクのスタッフ及び JAXA 宇宙利用ミッション本部の方々には, PIXEL へのデータ提供及び各種の事業手続きに関して御尽力頂いた．東京大学地震研究所の井本良子さんをはじめ，青木陽介博士，同所事務部の研究協力スタッフには，本課題に関する諸手続きや予算管理等で大変お世話になった．東北大学研究推進本部 URA センターの福島洋博士には，本課題研究の一，二年目の代表を務めて頂き，本課題の取りまとめの多くは彼に依るところが大きい. PIXEL 参加者代表者を代表して関係者各位に深い感謝と敬意を表したい.

平成 27 年 3 月

気象研究所　地震津波研究部

安藤　忍

2. PIXEL の活動内容

2.1. データ共有

ERI-JAXA 共同研究を通じて，JAXA から PALSAR データの提供を受けている．取得されたデータについては，全国共同利用研究所である東京大学地震研究所のサーバに保管され，特定共同研究 B の参加者間で共有されている．第三期の ERI-JAXA 共同研究からは，年間 800 シーンを無償提供頂いており，ALOS-2 打ち上げ後に締結された第四期からは，ALOS-2/PALSAR-2 については年間 300 シーン，ALOS/PALSAR については年間 500 シーンを無償提供頂いている．共有データ保管サーバにアクセスするには，本課題研究に参加した上で，アカウントを取得する必要がある．

データ注文の仕組みは，以下の通りである．PIXEL コアメンバーで AUIG のログイン名とパスワードを共有し，PIXEL メンバーがデータを注文したい際は PIXEL コアメンバーに依頼をする．担当の PIXEL コアメンバーは，データをダウンロード・アップロードしたら，PIXEL のメーリングリストでアップロードしたデータに関する連絡をする．

PIXEL メンバーが「気軽に解析してみる」ことができる環境が SAR 利用研究の裾野拡大にとって重要であるという信念のもと，フレキシブルでシンプルなシステムで運営している．共有データの地域は特に限定せず，メンバーが解析したいデータは基本的にすべて受け付けている．また，ダウンロードサイトには，データが存在する地域が一目でわかるよう，地域リスト（図１），パス・フレームで分類したリスト（図２）が用意されており，さらに図１の地域リストでカテゴリを選択した場合にはサムネイル表示もされるようになっている（図３）．

2014 年後半には ALOS-2 のデータも提供されたことから，利用者がよりアクセスしやすいように，トップページを整備するなど環境構築に努めている．

PIXEL 共有データ

PIXEL共有データから得られた結果を公表する場合には、以下のような謝辞をつけてください。

(和文例)
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。本研究（の一部）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」で行われた。

(英文例)
PALSAR level 1.0 data are shared among PIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface), and provided from JAXA under a cooperative research contract with ERI, Univ, Tokyo The ownership of PALSAR data belongs toMETI (Ministry of Economy, Trade and Industry) and JAXA

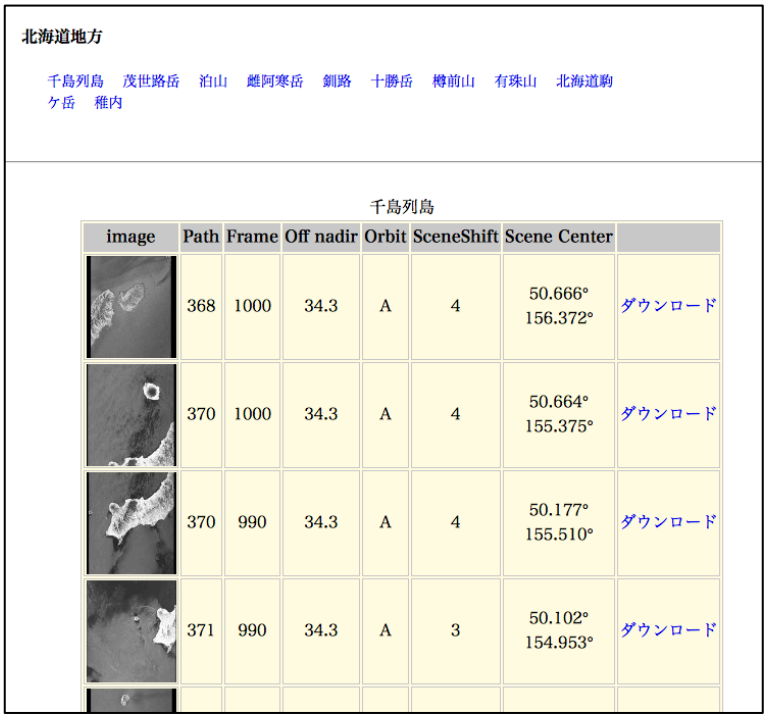
北 海 道	ALOS	
東北地方	ALOS	
関東・中部地方	ALOS	ALOS2
伊豆・小笠原諸島	ALOS	
近畿・四国地方	ALOS	
九州地方	ALOS	
海　外	ALOS	ALOS2
ScanSAR	ALOS	
東北地方太平洋沖地震	ALOS	

全データリスト	ALOS	ALOS2
PathFrameリスト	ALOS	ALOS2

図１：PIXEL 共有 PALSAR データの地域リスト.

518	700	ｸﾝﾙﾝ山脈	ダウンロード
518	710	ｸﾝﾙﾝ山脈	ダウンロード
527	780	ｷﾙｷﾞｽ	ダウンロード
533	2950	2010Baja地震	ダウンロード
533	2960	2010Baja地震	ダウンロード
533	2970	2010Baja地震	ダウンロード
533	2980	2010Baja地震	ダウンロード
539	6760	ﾌﾙﾈｰｽﾞ	ダウンロード
541	6750	ﾌﾙﾈｰｽﾞ	ダウンロード
542	590	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
542	590ss	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
542	600	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
543	590	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
543	590ss	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
543	600	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
543	600ss	ﾊﾟｷｽﾀﾝ	ダウンロード
559	550	ｲﾗﾝ	ダウンロード
559	560	ｲﾗﾝ	ダウンロード
567	7120	Tanzania(ﾀﾝｻﾞﾆｱ)	ダウンロード
567	7130	Tanzania(ﾀﾝｻﾞﾆｱ)	ダウンロード
567	7140	Tanzania(ﾀﾝｻﾞﾆｱ)	ダウンロード

図２：PIXEL 共有 PALSAR データのパス・フレームごとのリストの一部.



北海道地方

千島列島　茂世路岳　泊山　雌阿寒岳　釧路　十勝岳　樽前山　有珠山　北海道駒ケ岳　稚内

千島列島

image	Path	Frame	Off nadir	Orbit	SceneShift	Scene Center	
	368	1000	34.3	A	4	50.666° 156.372°	ダウンロード
	370	1000	34.3	A	4	50.664° 155.375°	ダウンロード
	370	990	34.3	A	4	50.177° 155.510°	ダウンロード
	371	990	34.3	A	3	50.102° 154.953°	ダウンロード

図３：PIXEL 共有 PALSAR データのサムネイル付きリストの一部.

図１で青字のカテゴリを選択すると表示されるようになっている.

2.2. 解析ソフトウェア講習会

現在, 商用ソフトウェアに比して遜色のない無償の InSAR 解析ソフトウェアがいくつも公開されており, この傾向は今後より顕著になると考えられる. PIXEL の趣旨は SAR を利用した地殻変動研究の振興であるため, 新たに SAR 利用研究を行いたい, あるいは複数のソフトウェアに関する理解を通じ SAR 解析に関する理解を深めたいといった PIXEL メンバーのニーズに応え, 基本的に年に一度, 講習会を開催している.

InSAR は基本的に異なる時期に撮像された SAR データの位相情報を用いて撮像日間に生じた地殻変動を検出する手法であるが, 近年は, InSAR の基本原理を用いつつ, 多数（数 10～数 100）のデータを用いて変動の時系列を求める InSAR 時系列解析が主流的に行われている（図４）. 我が国においては InSAR 時系列解析の研究があまり進んでいなかったという状況に鑑み, 平成 24 年 9 月には, A. Hooper 氏（現リーズ大学教授）らが開発した InSAR 時系列解析プログラム StaMPS（http://homepages.see.leeds.ac.uk/~earahoo/stamps/）の講習会を開催し, 多くの研究者が永続散乱体 SAR 干渉法（Permanent/Persistent Scatterer SAR Interferometry,略して PS-InSAR）や分布散乱体（Distributed Scatterer）に有効な短基線長法の解析手法について学んだ. 本講習会は平成 23 年度 9 月に続き 2 回目の開催となったが, 30 名程度が参加した. 第 4 章の成果リストには, InSAR 時系列解析に関する成果が多く並んでいるが, これはこれらの講習会の寄与が大きい. また, 平成 26 年 2 月には, 別の時系列解析ソフトウェアである GiANT（http://earthdef.caltech.edu/projects/giant/wiki）の講習会も開催され 20 名

弱が解析手法について学んだ．さらに，2014 年 5 月に ALOS-2 の打ち上げが成功し，順調に稼働し始めた平成 26 年 9 月には，防災科学技術研究所の小澤拓博士が開発した SAR 解析ソフトウェア RINC についての講習会が開催され 30 名程度が参加した（写真１）．これまで，国産の SAR 衛星が運用される中，国産のフリーの解析ソフトウェアは存在していなかった．他の商用ソフトウェアが ALOS-2 データフォーマットに対応していない段階でも，迅速に対応するなど，国内の InSAR 解析ユーザーには非常に使いやすいソフトウェアとなっている．実際に本講習会を受講したメンバーによって，2014 年 8 月に噴火した口永良部島や 9 月の御嶽山噴火，さらに 11 月の長野県北部の地震等の解析が行われ，面的な地殻変動の検出が行われた．本ソフトウェアは，本研究課題に参加しているメンバーであれば誰でも利用可能であるが，開発者によれば，今後はソースコードも含め一般公開する方針と聞いており，本ソフトウェアが今後の InSAR 研究に大きく貢献することは間違いないであろう．

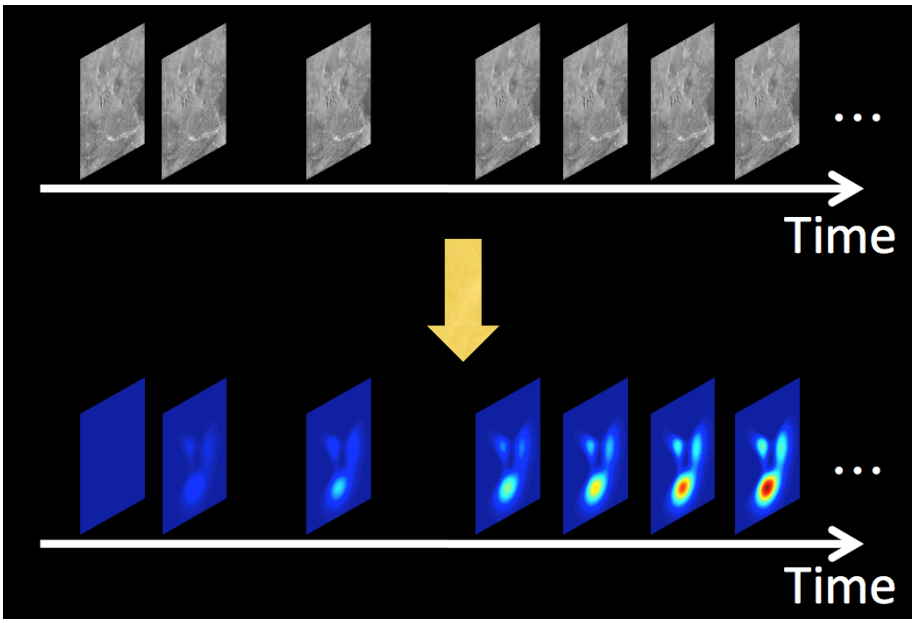


図４：InSAR 時系列解析の概念図.
ある地域について異なる時期に撮像されたデータを用い，変動時系列を推定する．

写真１：RINC 講習会の様子（2014 年 9 月 16 日）

2.3. 研究集会

講習会と同様に，研究集会も基本的に毎年一度開催してきた．平成 24 年 9 月には，PIXEL メンバーが中心となり，京都大学防災研究所一般研究集会「SAR 研究の新時代へ向けて」を開催した．平成 25 年 8 月には，PIXEL メンバーが中心となり，京都大学防災研究所特定研究集会「SAR が切り拓く地球人間圏科学の新展開」を開催した．いずれも，50 名を超える研究者や学生等の参加があった．平成 24 年の研究集会では米国航空宇宙局ジェット推進研究所（JPL）の Paul Lundgren 博士を招聘するなど，海外の研究動向把握や国際連携も視野に置いた研究集会を催した．平成 26 年 9 月には，ERI 特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」及び ERI-JAXA 共同研究「ALOS/PALSAR 干渉処理による地震火山活動に関する地殻変動の検出とその高度化」成果報告会として研究集会を開催し約 40 名の参加があった．本報告会では，JAXA の島田政信博士の特別講演を含め 17 件の講演があった．以下に当日のプログラムと参加者リストを掲載し，巻末別紙にスライド集を掲載した．

2.3.1. 成果報告会プログラム

【趣旨説明】

10:00～10:05　　開会の挨拶：安藤忍（気象研）

【特別講演】（座長：安藤忍）

10:05～10:35　　ALOS-2 の最新成果：島田政信（JAXA）

【地盤沈下】（座長：宮城洋介）

10:35～10:50　　PS-InSAR 解析によって推定されたバンコクの地盤変動と帯水層分

布：石塚師也（京大院工）・福島洋・辻健・山田康広・松岡俊文

10:50～11:05　ERS/Envisat で捉えた 1992～2006 年の京阪神地域の地表変動：橋本学（京大防災研）

11:05～11:20　鹿児島県宮崎県県境付近の地殻変動検出の試み：中尾茂（鹿児島大理工）

11:20～11:35　御前崎周辺における差分干渉画像解析のスタッキング結果について：安藤忍（気象研）・迫田浩司・岩切一宏

【火山】（座長：高田陽一郎）

13:00～13:15　インドネシア LUSI 泥火山噴火にともなう地殻変動：青木陽介（東大地震研）

13:15～13:30　気象庁での SAR を用いた火山に関する取組（H24～）：三浦優司（気象庁）・鬼澤真也・中橋正樹・中村政道・高木朗充・安藤忍・新堀敏基

13:30～13:45　DInSAR によって検出された霧島山・新燃岳の地殻変動：宮城洋介（防災科研）・小澤拓・小園誠史・島田政信

13:45～14:00　ALOS/PALSAR データの解析による桜島火山の地殻変動：山本圭吾（京大防災研）

14:00～14:15　SAR 解析による火山活動に伴う地表変動の検出および RINC の開発：小澤拓（防災科研）

【地震・氷河・解析技術】（座長：青木陽介）

14:30～14:45　Fault Source Modeling of October 28, 2008 Earthquake Sequence in Baluchistan, Pakistan, by Using ALOS/PALSAR InSAR data：Muhammad Usman（Hokkaido University）・Masato Furuya

14:45～15:00　ダイク貫入時の非地震性横ずれ滑りの検出：2007 年タンザニア北部：姫松裕志（北大院）・古屋正人

15:00～15:15　サージ型氷河の静穏期における冬期加速：阿部隆博（北大）・古屋正人

15:15～15:30　InSAR 水蒸気シグナルは気象モデルでどこまで再現可能か：データ同化の効果：木下陽平（北大院）・古屋正人

15:30～15:45　山地における地震間地殻変動検出の試み：高田陽一郎（京大防災研）

【総合討論ほか】（進行役：小澤拓）

16:00～17:25　SAR が切り拓く地球人間圏科学の新展開：申請の経緯と今後　～新学術領域研究（研究領域提案型）のヒアリング研究領域の選定結果を受けて～：橋本学（京大防災研）・古屋正人（北大）

17:25～17:30　閉会の挨拶：安藤忍（気象研）

2.3.2. 成果報告会参加者（ABC 順，カッコ内は所属）

阿部隆博（北海道大学），安藤亮介（東京大学），安藤忍（気象研究所），青木宏憲（Exelis VIS 株式会社），青木陽介（東大地震研），青山裕（北海道大学），道家涼介（神奈川県温泉地学研究所），藤井直之（静岡大学），福井敬一（気象研究所），原田昌武（神奈川県温泉地学研究所），橋本学（京都大学），八戸昭一（埼玉県環境科学国際センター），姫松裕志（北海道大学），石塚師也（京都大学），木下陽平（北海道大学），小林茂樹（東海大学），三浦哲（東北大学），三浦優司（気象庁），宮城洋介（防災科学技術研究所），森下遊（国土地理院），中村光博（NHK 大阪），中尾茂（鹿児島大学），夏秋嶺（JAXA），二村忠宏（RESTEC），及川純（東大地震研），奥田亮介（京都大学），大串文誉（Exelis VIS 株式会社），小澤拓（防災科学技術研究所），鷺谷威（名古屋大学），迫田浩司（気象庁），佐藤浩（日本大学），島田政信（JAXA），高田陽一郎（京都大学防災研究所），高橋温志（京都大学），田中俊行（東濃地震科学研究所），田中明子（産業技術総合研究所），角田翔（東京大学），Muhammad Usman（北海道大学），山本圭吾（京都大学防災研究所），矢来博司（国土地理院），吉見和紀（NHK 大阪）

2.3.3. 成果報告会スライド集（別紙）

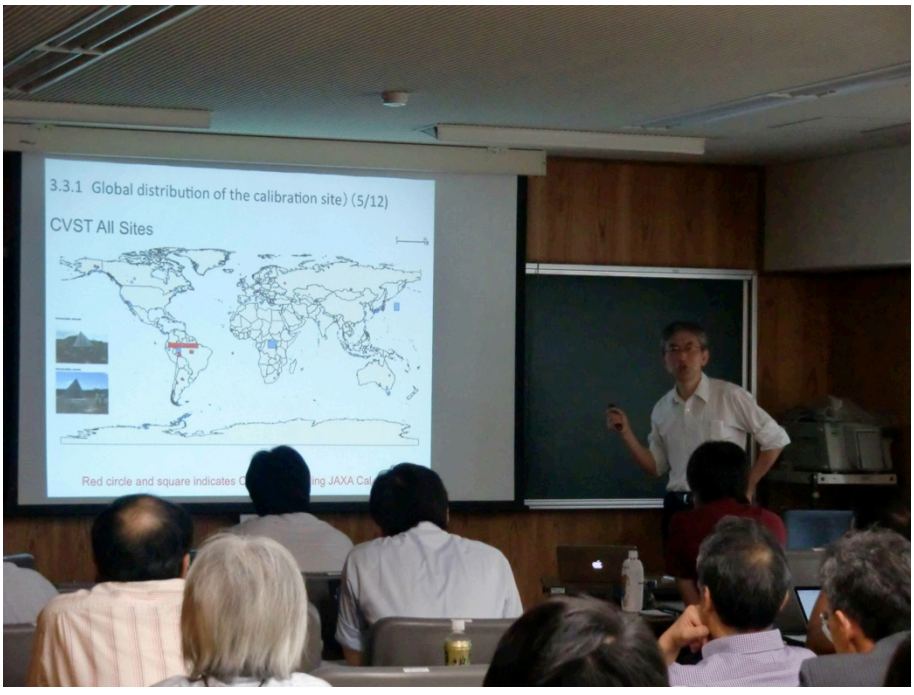


写真２：特別講演（JAXA 島田さん）の様子

写真３：講演会終了後の集合写真

2.4. メーリングリストを通じた情報交換

PIXEL では，メーリングリスト（ML）を通じた情報交換も行っている．共有データサーバーにアップロードされたデータに関する連絡は，この ML を使って行われる．それ以外に，研究集会開催の案内，解析ソフトウェアに関する質問や回答，公募・求人情報などの情報が自由に交換されている．なお，この ML は，自由な情報交換を促進するために，ERI の特定共同研究 B の参加者以外でも，原則参加可能としている．

3. PIXEL 参加機関が行った研究の概要

3.1. 平成 24 年度（ABC 順に掲載）

防災科学技術研究所

PALSAR や TerraSAR-X のデータを用い, 新燃岳噴火に伴う同火山の火口内の変化やチリの Laguna del Maule カルデラ周辺の地殻変動に関する解析を行った. 後者に関しては, 2010 年チリ地震に誘発したと考えられる地震に伴う地殻変動が検出され，さらにその地震の直後から数 cm 程度のゆっくりとした変動があったことがわかった.

北海道大学

InSAR における水蒸気遅延補正や集中豪雨のメカニズム解明を目的に，2008 年 9 月西濃豪雨時の三次元水蒸気分布の推定および再現シミュレーション実験を行った．集中豪雨に伴い，最大 15cm の遅延（見かけ変動量）が発生していたこと，集中豪雨は対流現象が大きく寄与していることがわかった．岩手宮城内陸地震（Mw6.9）に対し非平面形状断層モデルを適用し，断層が曲率を持った複雑な形状をしていることを明らかにした．SAR 強度画像解析によるクンルン山脈，パタゴニア, アラスカにおける氷河流動に関する時空間的変化について解析を行い, 変形検出手法に関する知見を深めるとともに，氷河流動の性質を調べた．多くの場合で流動速度に季節変化があることを見出した.

気象研究所

JMA-NHM（気象庁非静力学モデル（メソ数値予報モデル)）を用い，SAR 干渉解析結果に対して対流圏補正を施すプロトタイプの手法を提案した．新燃岳噴火前後の結果に対して定性的な検討を行った.

京都大学防災研究所

2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う火山地域の沈降, 2011 年 4 月いわき地震, 桜島および口永良部島火山，2011 年ハイチ地震・ニュージーランド地震など，幅広い地震・火山噴火イベントの解析を進めた．特に，いわき地震に関しては，断層の複雑な形状などを考慮したモデリングを行い，地震に伴い複数の断層がほぼ同時にずれるという複雑な運動があったことを明らかにした．また，レイテ島におけるフィリピン断層・京都盆地および大阪平野・桜島を対象にして InSAR 時系列解析を行い，年間数 mm レベルの微小な変形の検出に成功した.

産業総合技術研究所

InSAR 時系列解析により，口永良部火山において山頂火口付近の地盤の膨張を

示す変動が検知された．得られた変動量は，GPS により測定された地盤変動量と概ね調和的であり，大きいところで年間 1cm 程度であった．また，強度画像を用いた変化検出に関する解析技術開発として，氷河の流動速度推定やメコンデルタの面積変化の検出なども行った．

東北大学

前年度に引き続き InSAR 時系列解析手法を用いて 2008 年岩手・宮城内陸地震後の長期的非定常地殻変動に関する解析を進め，断層の余効すべりや地殻の物性に関する検討を進めた．その結果，断層の余効すべりと地殻および上部マントルの粘性変形の両方が起こっていたことが示唆される結果を得た．

3.2. 平成 25 年度（ABC 順に掲載）

防災科学技術研究所

TerraSAR-X による霧島山新燃岳，COSMO-SkyMed による桜島のモニタリングを行った．霧島山新燃岳では，噴火活動終息後なお継続している火口内溶岩の増加と火口周辺の収縮を DInSAR により検出し，そのメカニズムの推定を行った．また，2011 年新燃岳噴火に関する SAR 画像を解析し，溶岩の噴出率および粘性を推定した．さらに，PALSAR データを用いて，八甲田山周辺の地殻変動を調査した．

北海道大学

SAR データを用いた断層クリープ検出等の地殻変動の研究のほか，集中豪雨時の水蒸気の振る舞いや氷河流動の短期的変化に関する研究を行った．氷河流動の短期的変化は水と固体である氷との相互作用の帰結であり，地震発生における流体の関与の問題と関連させて考察を進めている．

金沢大学

白山地域の地すべりに対して，ALOS/PALSAR データを用いた InSAR 解析を適用し，地表面変動量の時系列変化の抽出を試みた．InSAR 画像の干渉性改善やモニタリングデータとの対応性の検討が今後の課題である．

気象研究所

JMA-NHM（気象庁非静力学モデル（メソ数値予報モデル））による対流圏補正を霧島山新燃岳噴火前後の SAR 干渉解析結果に適用して圧力源を推定した．本事例は大気伝搬遅延量の空間分布が極端に不均質であったわけではないが，補正手法適用しない場合と比べて圧力源の 10%程度，体積変化量で 20%近く過大評価

していることを明らかにした.

気象庁

火山活動監視・評価に利活用することを目的として，十勝岳・吾妻山・伊豆大島・三宅島・薩摩硫黄島等の活火山について，ALOS/PALSAR データを用いた InSAR 時系列解析を実施した．その結果，GPS 観測データと調和的な地殻変動の傾向を確認した．また，御前崎付近における ALOS/PALSAR データを用いた InSAR 時系列解析により，プレート運動に伴う定常的な地殻変動の検出を試みた.

国立極地研究所

南極・昭和基地近くのフラッツンガ氷河上流部を ALOS/PALSAR と TerraSAR-X で観測し，視線方向の流動速度を求め，その氷河上で GPS により測定された流動速度と比較した．その結果，ALOS/PALSAR で求めた流動速度とは大きな差があった．また，グリーンランド北西部氷床を観測した ALOS/PALSAR データを用いて，氷床の流動速度を求めた.

高知大学

伊豆大島の最近の火山性地殻変動を解明するため，2006 年 6 月-2011 年 3 月の ALOS/PALSAR 画像の PS-InSAR を行った．地表の GPS 連続観測点の座標時系列との比較を行った後，北行軌道，南行軌道それぞれの結果を使って 2.5 次元解析を行った．山頂部の沈降と直下の球状圧力源の収縮を明らかにした.

京都大学防災研究所

InSAR 時系列解析の結果を GPS データで補正して，跡津川断層周辺域の地震間地殻変動の検出を試みた．地殻変動シグナルと水蒸気遅延による見かけ上のシグナルとの判別が難しく，地形補正（水蒸気補正）の重要性が明らかになった.

InSAR 時系列解析により，レイテ島におけるフィリピン断層クリープの研究を進め，島の北部と中部で，約 10mm/year のクリープを推定した．また，同じく InSAR 時系列解析により，ニュージーランド南島のアルパイン断層を挟むプレート相対変位および断層近傍の歪蓄積パターンの空間分布の検出に成功した.

InSAR 時系列解析により，京都・大阪地域の地盤変動を明らかにし，活断層分布との比較を行った. その結果, 活断層が地盤沈下回復領域の境界をなすことや, 並行する活断層間の地下の基盤構造と地盤沈下に相関が見いだされることが分かった．四国の 4 年間の ALOS/PALSAR 画像の誤差評価を行い，これを補正し，平均的な変動速度分布を得た.

InSAR 解析を用い，いわき市周辺での遠方に震央を持つ地震（東日本大震災）

と内陸直下型で震央が非常に近い地震による地表変状の出現に差があり，地形条件に大きく依存する例の検証をおこなった．また，地震によって，変位を生じる可能性のある斜面上に存在する不安定土塊の検出方法を詳細 DEM を用いて検出する方法の開発を行っている．

産業技術総合研究所

海氷・湖氷を対象とし，PALSAR や RADARSAT-2 を用いて偏波解析を行い，その有効性を検証した．また，活火山やデルタ域については，その変動を InSAR 解析や PS-InSAR などの時系列解析を行った．

東濃地震科学研究所

ALOS PALSARデータをStaMPSのPS手法を用いて，超深地層研究所（MIU）周辺域の地殻変動を調べた．PIXEL で入手可能な全 Ascending(A)/Descending(D)シーンを用いた結果，A/D 両方向で似た変動が得られたことから上下変動成分が卓越する事がわかった．MIU 近傍での沈降量は，年間数 mm 程度であった．これは，水準測量の結果と矛盾しない．

3.3. 平成 26 年度（ABC 順に掲載）

防災科学技術研究所

SAR 干渉解析ツール（RINC）を作成し，本研究グループ内において公開した．また，機能の追加・改良を行った．さらに，PALSAR データを用いた時系列解析から口永良部島の火山活動に伴う地殻変動を検出し，地殻変動モデルを構築した．海外の衛星 SAR データも使用し，TerraSAR-X による霧島山新燃岳のモニタリングから火口内溶岩の体積増加を検出し，COSMO-SkyMed による桜島のモニタリングから昭和火口拡大の様子と島内の地殻変動を検出した．

北海道大学

PALSAR データに InSAR/Pixel-offset を適用して，2006 年コスタリカの Chinchona 地震，2007 年 Tanzania 北部のリフティングイベント，2008 年パキスタンの地震を解析，Alaska/Yukon 域，Novaya Zemlya の氷河流動，集中豪雨に伴う水蒸気シグナルの検出，電離層でのスポラディック E の検出などを行った．

鹿児島大学

鹿児島県と宮崎県の県境付近の定常的な地殻変動を面的に明らかにするため，StaMPS を用いて InSAR 解析を行った．シーンの東半分では GEONET により求められた地殻変動と調和的な地殻変動のパターンが得られたが，西半分では異

なっていた．また，大分県九重山における 200 7 年から 2011 年の地殻変動を StaMPS を用いて解析した．北行と南行軌道とも八丁原地域で LOS の伸張が得られた．このため，この地域では沈降が進行していることがわかった．

神奈川県温泉地学研究所

箱根火山を対象に，群発地震活動に伴う地殻変動や，火山周辺における地表面変化等の把握を目的とした干渉 SAR の解析を実施した．また，2014 年 11 月 22 日に発生した長野県北部地震に際し，取得された ALOS-2 データについて RINC を用いて緊急解析を行った．

金沢大学

能登半島の地すべり地に対して，2006 年から 2010 年の間の ALOS/PALSAR データを用いて InSAR 解析を行い，地すべり性斜面変動の検出を行った．また，解析結果を GPS 観測や地表のモニタリング結果と併せ, 地すべりの移動特性の分析を試みた．

気象研究所

ALOS/PALSAR データを使い，国内主要 47 火山ほか及びアフリカ nyamuragira などの海外の火山について，干渉 SAR 時系列解析を行い，火山活動に伴う地殻変動を検出した．また，ALOS-2/ PALSAR-2 のデータを使い，御嶽山などで SAR 差分干渉解析を実施し, 噴火に伴うとみられる地殻変動を検出した．

気象庁

十勝岳・吾妻山・伊豆大島・三宅島・薩摩硫黄島等の活火山について，ALOS/PALSAR データを用いて，InSAR 時系列解析を実施し，GPS でも捉えられている火山活動に伴うと考えられる衛星視線方向の地殻変動を検出した. また，2014 年口永良部島噴火後に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 データと噴火前の ALOS/PALSAR データについて，強度画像の比較を行い，噴火に伴う火口周辺の地形変化を確認した．東海地域においては定常的な地殻変動の検出を試みるため InSAR 解析を実施した．

国立極地研究所

差分干渉 SAR 手法を使って南極やグリーンランドの氷床･氷河の流動計測を行うとともに, 差分干渉 SAR に使用する数値地形モデルの改良, 2 重差分干渉 SAR 手法を用いた非定常変動検出方法の検討を行った．

高知県立大学

公開されたALOS-2の初期観測事例の検討とALOS-2のデータ解析に向けてソフトウェアの調査を行った.

京都大学防災研究所

ALOS/PALSARデータおよび解析ソフトウェアStaMPSを用いたPS-InSAR時系列解析を桜島火山に適用した結果，桜島北部付近の地盤が衛星視線方向に近づく変動が検出され，特に2009年末から2010年にかけて急速に進行したことが明らかとなった．得られた地盤変動量やパターンおよびその時間変化の傾向は，水準測量やGPS観測によって測定された地盤変動とも調和的であった．さらに，東北地方脊梁山地・アンデス山脈・跡津川断層・飛騨山脈・糸魚川静岡構造線・山陰の地震間地殻変動の検出を試みた．また，雲仙の崩壊性の変動の検出を試みた．JERS-1，ERS/EnvisatおよびALOS/PALSARのデータを用いて，兵庫県南部地震以降の京阪神の変動を追跡した．地震発生以降，大阪平野北部に活断層に挟まれた地域に沈降が継続したことを示した．ALOS-2/PALSAR-2の画像を用いて，長野県北部の地震の地殻変動を検出し，すべり分布等を推定した.

日本大学

東南極地域の白瀬氷河やラングホブデ氷河の流動速度の推定と，同様な手法を適用してメルツ氷河やトッテン氷河等の流動速度の推定を検討したほか，福島県の活火山における干渉SARの効果的な適用を検討するための準備を進めた.

産業技術総合研究所

航空機および衛星搭載型 SAR データを用いた環太平洋地域の火山帯における地殻変動の研究のほか，L-band SAR データを用いて主にアジアのメガデルタの変化に関する研究を行った.

東北大学

RINC講習会に参加し，同ソフトウェアの使用法等について習熟した.

東海大学

RINCソフトの講習会への参加，及び，阿蘇・くじゅう山のENVISAT, PALSARデー タを用いた干渉処理を行った．新規導入したSAR時系列解析ソフトの立ち上げと解析パラメーターの最適化を行った．大学の「衛星測地学」「衛星画像解析学」の講義の中で，ALOS/ALOS2干渉SAR・ 偏波解析結果を紹介し，理論や応用事例について解説した．ALOS／AVNIR-2，PRISM データを用いた，東北地

方太平洋沖地震に伴う各種正規 化指標の変化と標高との関係について卒業研究指導した.

東京大学地震研究所

インドネシア LUSI 泥火山において 2006 年から継続している噴火にともなう地殻変動の時空間変化を ALOS 衛星から撮像された SAR 画像を解析することにより明らかにし，地下 1.5km 付近に存在すると思われる泥だまりの挙動を明らかにした.

東濃地震科学研究所

今後の ALOS-2 データ公開に備え，対応ソフトウェア（RINC）の講習会参加と解析環境の構築をおこなった．また，岐阜県瑞浪市において近年拡張されている水準測量網の結果が, 2007~2011 年に得られた ALOS の結果と調和的であることが判明し，その変動量と花崗岩基盤深度との関係が推測された.

4. 成果発表リスト

4.1. 誌上発表

4.1.1. 平成 24 年度（ABC 順に記載）

Abe, T., M. Furuya, and Y. Takada (2013), Nonplanar Fault Source Modeling of the 2008 Iwate-Miyagi Inland Earthquake (Mw6.9) in Northeast Japan , Bull. Seismo. Soc. America, 103, 507-518, doi:10.1785/0120120133. (謝辞あり).

有本美加・福島洋・橋本学・高田陽一郎 (2013), ALOS/PALSAR データを用いた InSAR 時系列解析によるスマラン（インドネシア）の地盤沈下, 測地学会誌, 59, 45-56. (謝辞あり).

Fukushima, Y., Y. Takada, and M. Hashimoto (2013), Complex Ruptures of the 11 April 2011 Mw 6.6 Iwaki Earthquake Triggered by the 11 March 2011 Mw 9.0 Tohoku Earthquake, Japan, Bull. Seismol. Soc. Am., 103(2B), 1572-1583, doi: 10.1785/0120120140. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2013), Crustal Deformation Associated with the 2011 Tohoku-Oki Earthquake: An Overview, Earthquake Spectra, 29(S1), S81-S98. (謝辞なし).

Kinoshita, Y., T. Hobiger, M. Furuya, and R. Ichikawa (2013), Are numerical weather model outputs helpful to reduce tropospheric delay signals in InSAR data?, J. Geodesy, 87, 267-277, doi:10.1007/s00190-012-0596-x. (謝辞あり).

Lundgren, P., M. Poland, A. Miklius, T. Orr, S.-H. Yun, E. Fielding, Z. Liu, A. Tanaka, W. Szeliga, S. Hensley, and S. Owen (2013), Evolution of dike opening during the March 2011 Kamoamoa fissure eruption, Kīlauea Volcano, Hawai`i, J. Geophys. Res., 118, 897–914, doi: 10.1002/jgrb.50108. (謝辞なし).

Ozawa, T. and E. Fujita (2013), Local deformations around volcanoes associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, J. Geophys. Res., 118, doi:10.1029/2011JB009129. (謝辞あり).

Rudolph, M. L., M. Shirzaei, M. Manga, and Y. Fukushima (2013), Evolution and future of the Lusi mud eruption inferred from ground deformation, Geophys. Res. Lett., 40, doi:10.1002/grl.50189. (謝辞なし).

Yasuda, T. and M. Furuya (2013), Short-term glacier velocity changes at West Kunlun Shan, Northwest Tibet, detected by Synthetic Aperture Radar data, Remote Sensing of Environment, 128 (21), 87-106, doi:10.1016/j.rse.2012.09.021. (謝辞あり).

4.1.2. 平成 25 年度（ABC 順に記載）

Amarjargal, S., T. Kato, and M. Furuya (2013), Surface deformations from moderate-sized earthquakes in Mongolia observed by InSAR, Earth Planets Space, 65 (7), 713-723. (謝辞あり).

安藤忍 (2013), ALOS「だいち」により観測された霧島山新燃岳山頂火口の変化について, 験震時報. 77, 97-110. (謝辞あり).

Fukushima, Y. (2013), Correction of DInSAR noise using GNSS measurements, in Proc. APSAR2013, Tsukuba, Japan, Sept. 2013, WE2.R3.4, 2013. (謝辞なし).

Hashimoto, M., Ground deformation related to active faults detected by persistent scatterer InSAR, in Proc. APSAR2013, Tsukuba, Japan Sept. 2013, TH2.R1.2, 2013. (謝辞なし).

橋本学・古屋正人・小澤拓・福島洋 (2013), 我が国の SAR（合成開口レーダー）による地殻変動研究の展望, 測地学会誌, 59, 3, 119-132. (謝辞なし).

Higgins, S., I. Overeem, A. Tanaka, J.P.M.Syvitski (2013), Land Subsidence at Aquaculture Facilities in the Yellow River Delta, China, Geophys. Res. Lett.,, 40, doi:10.1002/grl.50758. (謝辞なし).

Huang, M.-H., D. Dreger, R. Bürgmann, S.-H. Yoo, and M. Hashimoto, Joint inversion of seismic and geodetic data for the source of the 4th March 2010 Mw 6.3 Jia-Shian, SW Taiwan, earthquake, Geophysical Journal International, 193(3), doi:10.1093/gji/ggt1058, 2013. (謝辞なし).

Kaneko, Y., Y. Fialko, D. T. Sandwell, X. Tong, and M. Furuya (2013), Interseismic deformation and creep along the central section of the North Anatolian fault (Turkey): InSAR observations and implications for rate-and-state friction properties, J. Geophys. Res., 118, 316-331, doi:10.1029/2012JB009661. (謝辞あり).

Kinoshita, Y., M. Shimada, M. Furuya (2013), InSAR observation and numerical modeling of the water vapor signal during a heavy rain: A case study of the 2008 Seino event, central Japan, Geophys. Res. Lett., 40(17), 4740-4744, doi:10.1002/grl.50891. (謝辞あり).

Lundgren, P., M. Poland, A. Miklius, T. Orr, S.-H. Yun, E. Fielding, Z. Liu, A.

Tanaka, W. Szeliga, S. Hensley, and S. Owen (2013), Evolution of dike opening during the March 2011 Kamoamoa fissure eruption, Kīlauea Volcano, Hawai`i, J. Geophys. Res., 118, DOI: 10.1002/jgrb.50108. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 河野裕希 (2013) , DInSAR 及び GPS によって検出された霧島山・新燃岳 2011 年噴火に伴う地殻変動, 火山, 58, 2, 341-351. (謝辞なし).

Muto, M., and M. Furuya (2013), Surface Velocities and Ice-Front Positions of Eight Major Glaciers in the Southern Patagonian Ice Field, South America, from 2002 to 2011, Remote Sens. Environ., 139, 50-59, doi:10.1016/j.rse.2013.07.034. (謝辞あり).

Ozawa, T. and T. Kozono (2013), Temporal variation of the Shinmoe-dake crater in the 2011 eruption revealed by spaceborne SAR observations, Earth Planets Space, 65, 527–537. (謝辞あり).

Ozawa, T. and Y. Miyagi (2013), Results from ALOS and expectations to ALOS-2 in earthquake/volcano research, Proc. APSAR2013, WE2.R1.1. (謝辞なし).

Takada Y. and Y., Fukushima (2013), Volcanic subsidence triggered by the 2011 Tohoku earthquake in Japan, Nature Geoscience, 6, 637-641. (謝辞なし).

Yamada, M., M. Hashimoto, Y. Fukushima, Y. Matsushi, and M. Chigira, “Automatic detection of landslides from SAR images: application to the 2011 Kii landslides”, in Proc. APSAR2013, Tsukuba, Japan, Sept. 2013, WE3.R2.1, 2013. (謝辞なし).

Wakabayashi, H., Y. Mori, and K. Nakamura (2013), Sea ice detection in the sea of Okhotsk using PALSAR and MODIS data, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol.6, no.3, pp.1516-1523. (謝辞なし).

4.1.3. 平成 26 年度（ABC 順に記載）

Abe, T. and M. Furuya (2014), Winter speed-up of quiescent surge-type glaciers in Yukon, Canada, The Cryosphere Discussions, 8, 2611-2635, doi:10.5194/tcd-8-2611-2014. (謝辞あり).

Aoki, Y. and T. P. Sidiq (2014), Ground deformation associated with the eruption of Lumpur Sidoarjo mud volcano, east Java, Indonesia, Journal of Volcanology

and Geothermal Research, 278, 279, 96–102, doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.04.012. (謝辞あり).

土井浩一郎, 白水薫, 山之口勤, 中村和樹 (2015), グリーンランド氷床への 2 重差分干渉 SAR 手法の適用, 月刊地球, 37, 2, 19-24. (謝辞なし).

Fukuda, T., S. Sugiyama, T. Sawagaki, and K. Nakamura (2014), Recent variations in the terminus position, ice velocity and surface elevation of Langhovde Glacier, Antarctic Science, 26, 6, 636-645, doi:10.1017/S0954102014000364. (謝辞なし).

Himematsu, Y. and M. Furuya (----), Aseismic strike slip associated with the 2007 dike intrusion episode in Tanzania, Tectonophysics. (印刷中, 謝辞あり).

橋本学 (2014),「だいち」合成開口レーダーで観測された京都盆地と大阪平野の地盤変動, 自然災害科学, 33, 2, 115-125. (謝辞なし).

Miyagi, Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada (2014) Long-Term Lava Extrusion after the 2011 Shinmoe-dake Eruption Detected by DInSAR Observations, Geophysical Research Letter, 41, doi:10.1002/2014GL060829. (謝辞なし).

森 裕太, 若林 裕之, 中村 和樹 (2014), PALSAR データを使用したオホーツク海の海氷検出に関する研究,日本リモートセンシング学会誌, 34, 1, 10-21. (謝辞なし).

Takada, Y. and Y. Fukushima (2014), Volcanic subsidence triggered by megathrust earthquakes, Journal of Disaster Research, 9, 3, 373-380. (謝辞あり).

Usman, M. and M. Furuya (----), Complex Faulting in the Quetta Syntaxis: fault source modeling of the October 28, 2008 earthquake sequence in Baluchistan, Pakistan, based on ALOS/PALSAR InSAR data, Earth, Planets and Space. (印刷中, 謝辞なし).

4.2. 紀要・報告書等

4.2.1. 平成 24 年度（ABC 順に記載）

田中 明子 (2013), InSAR 解析の火山地域への適用, 地質調査総合センター第 20 回シンポジウム「地質学は火山噴火の推移予測にどう貢献するか」, 地質調査総合センター研究資料集 573 号, p. 33. (謝辞なし).

4.2.2. 平成 25 年度（ABC 順に記載）

安藤 忍 (2013), SAR 干渉解析による全国の火山の地殻変動監視と検出された火山性地殻変動, 気象研究所技術報告, 69, 65-88. (謝辞あり).

安藤 忍 (2013), SAR データによる霧島山新燃岳噴火時の火口地形等の変化, 気象研究所技術報告, 69, 89-97. (謝辞あり).

防災科学技術研究所 (2014), 合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出, 火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究成果報告書, 45-52, 2014 年 3 月. (謝辞あり).

気象庁, 気象研究所 (2014), SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討, 火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究成果報告書, 63-98, 2014 年 3 月. (謝辞あり).

高田陽一郎, 福島洋 (2013), 東北地方太平洋沖地震に伴う火山の沈降を検出-巨大地震が火山活動に与える影響の解明に向けて- DPRI Newsletter No.70, 2013 年 11 月. (謝辞なし).

高田陽一郎 (2014), 巨大地震に伴う火山の沈降 ニュースレターJGL, 2014 年 2 月. (謝辞なし).

田中俊行 (2014), 瑞浪超深地層研究所周辺域における PS-InSAR 解析, 東濃地震科学研究所報告, 印刷中. (謝辞あり).

4.2.3. 平成 26 年度（ABC 順に記載）

該当なし.

4.3. 国際会議での発表

4.3.1. 平成 24 年度（ABC 順に記載）

Abe, T., and M. Furuya (2012), Glacier Surge Dynamics in Yukon Territory observed by Synthetic Aperture Radar, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, California, USA, December 4. (謝辞あり).

Furuya, M., and S. Sun (2012), Search for Creep Signals along the Sagaing Fault Using ALOS/PALSAR Interferometry, JGU2012. (謝辞あり).

Hashimoto, M. (2012), Ground Deformation in the Kyoto Basin and Osaka Plain Detected with SAR Interferometry, AGU fall meeting, 07 December 2012, San Francisco. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2012), Observations of the 2011 Tohoku-Oki earthquake with ALOS/PALSAR, IGARSS2012, Munchen. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2012), Ground Deformation in the Kyoto Basin and Osaka Plain Detected with SAR Interferometry, International Symposium on Space Geodesy and Earth System, Shanghai, 18-21 August 2012. (謝辞なし).

Hashimoto, M., Y. Fukushima, and Y. Takada (2012), Surface Movements During the 2011 Great Tohoku-Oki Earthquake Detected by ALOS/PALSAR, Technical Report of IEICE, SANE2012-79(2012-10), 129-134. (謝辞あり).

Muto, M., and M. Furuya (2012), Spatial and Temporal Glacier Flow Velocity Changes in Southern Patagonia Icefield: 2002-2011, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, California, USA, December 4. (謝辞あり).

Takada, Y., M.E. Pritchard, Y. Fukushima, J. A. Jay, F. Aron, S. T. Henderson, L. E. Lara (2012), Megathrust earthquakes in Japan and Chile triggered multiple volcanoes to subside, AGU Fall-meeting Oral Presentation. (謝辞なし).

Tanaka, A., A. Mio, and Y. Saito (2012), Land Subsidence in and around Bangkok area using ALOS/PALSAR data, AGU 2012 Fall Meeting, abstract H31F-1175. (謝辞なし).

Tanaka, A., K. Uehara, T. Tamura, and Y. Saito (2012), AREA CHANGE DETECTION IN RIVER MOUTHBARS AT THE MEKONG RIVER DELTA USING SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR) DATA, 2012 IEEE

International Geoscience & Remote Sensing Symposium Proceedings, 4911-4914. (謝辞なし).

Yasuda, T. and M. Furuya (2012), Surge-type Glaciers in the West Kunlun Shan, NW Tibet, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, California, USA, December 4. (謝辞あり).

4.3.2. 平成 25 年度（ABC 順に記載）

Doi, K., T. Yamanokuchi, K. Nakamura, M. Omura, and S. Aoki (2013), Differential interferometric SAR processing using PALSAR data in north - western Greenland, 1st PI Workshop for ALOS-2, Tsukuba, Ibaraki, Sep. 19-20. (謝辞なし).

Fukushima, Y. (2013), InSAR measurements around active faults: creeping Philippine Fault and un-creeping Alpine Fault, 2013 AGU fall meeting, G34B-06. (謝辞なし).

Fukushima, Y. (2013), InSAR measurements around Alpine Fault, South Island of New Zealand, The 1st ALOS-2 PI Workshop 2013. (謝辞なし).

Fukushima, Y., and Y. Takada (2013), Volcanic subsidence triggered by the 2011 Mw 9.0 Tohoku earthquake, Japan, IAVCEI Scientific General Assembly, 1P2_2B-O4. (謝辞なし).

Furuya, M. (2013), SAR geophysics by space geodesy group at Hokkaido University, ALOS2 PI Workshop. (謝辞あり).

Hashimoto, M. (2013), Ground deformation in the Kyoto basin and Osaka plain detected with PS-InSAR, IAG Scientific Assembly 2013. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2013), Ground deformation in the Kyoto basin and Osaka plain detected with PS-InSAR, ESA Living Planet Symposium. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2013), Ground deformation in alluvial plains detected with InSAR and its relation to active faults, ALOS-2 PI Workshop. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2013), Application of InSAR to the Detection of Interseismic Deformation of Subduction Zones:A Case Study of Southwest Japan, 2013 AGU Fall Meeting, G31A-0931. (謝辞なし).

Higgins, S., I. Overeem, J.P.M.Syvitski, and A. Tanaka (2013), Sinking Coastlines: Land Subsidence at Aquaculture Facilities in the Yellow River Delta, China, measured with Differential Synthetic Aperture Radar (D-InSAR), AGU 2013 Fall Meeting, abstract EP34B-07. (謝辞なし).

Kinoshita, Y., M.Shimada, and M.Furuya (2013), InSAR observation and numerical modeling of the water vapor signal during 2008 Seino heavy rain Event, central Japan, ESA Living Planet Symposium 2013. (謝辞あり).

Kinoshita, Y., M.Shimada, and M.Furuya (2013), InSAR observation and numerical modeling of the water vapor signal during 2008 Seino heavy rain Event, APSAR 2013. (謝辞あり).

Miyagi, Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada (2013), DInSAR/PSInSAR Observations of Kirishima, Shinmoe-dake Volcano, Japan, EGU 2013 (Oral), Vienna. (謝辞なし).

Miyagi, Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada (2013), Deformation on the lava surface within the crater at Kirishima, Shinmoe-dake volcano, detected by InSAR and PSInSAR, IAVCEI 2013 (Oral), 鹿児島. (謝辞なし).

Ozawa, T. and T. Kozono (2013), Evolution of the lava dome in the 2011 Shinmoe-dake (Japan) eruption revealed by spaceborne SAR imagery, EGU2013, 6650. (謝辞なし).

Ozawa, T. and T. Kozono (2013), Evolution of the lava dome in the 2011 Shinmoe-dake (Japan) eruption revealed by spaceborne SAR imagery, IAVCEI2013, 2E-P26 1605-1. (謝辞なし).

Tanaka, A., and A. Mio (2013), Subsidence Monitoring using SAR Interferometry Time Series Analysis Along The Chao Phraya River Areas, The 4th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar. (謝辞なし).

Tanaka, A., A. Mio, and Y. Saito (2013), Sinking Chao Phraya delta plain, Thailand, derived from SAR interferometry time series analysis, AGU 2013 Fall Meeting, abstract EP31A-0833. (謝辞なし).

Tanaka, A., and P. Lundgren (2013), Constraints on Deformation at the Summit area of Kuchinoerabujima Volcano in Japan from SAR Interferometry Time Series Analysis, IAVCEI 2013 Scientific Assembly. (謝辞なし).

Yamakawa, K., H. Wakabayashi, and K. Nakamura (2013), Backscattering characteristics of persistent scatterers extracted from pulsar data, The International Symposium on Remote Sensing 2013 (ISRS 2013), pp. 580-583. (謝辞なし).

Yamanokuchi, T., K. Doi, K. Nakamura, S. Aoki, and K. Shibuya (2013), Monitoring of the Changes of Glacier and Ice Sheet on Polar Region by L-band SAR data, The 4th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar. (謝辞なし).

Yasuda, T. and M. Furuya (2013), Glacier Surge in West Kunlun Shan, NW Tibet Detected by Synthetic Aperture Radar, "ESA Living Planet Symposium 2013". (謝辞あり).

Yasuda, T. and M. Furuya (2013), Glacier Surge in West Kunlun Shan, NW Tibet Detected by Synthetic Aperture Radar, "APSAR 2013". (謝辞あり).

Wakabayashi, H., Y. Mori, K. Nakamura, K. Osa, and C.S. Yang (2013), A Study on Sea Ice Monitoring with SAR Data at Lake Saroma, The 4th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar. (謝辞なし).

Zhou, Z., Z. Li, S. Waldron, and A. Tanaka (2013), Monitoring height changes of drained tropical peatlands in Sumatra using InSAR time series, ESA Living Planet Symposium. (謝辞なし).

4.3.3. 平成 26 年度（ABC 順に記載）

Abe, T., and M. Furuya (2014), Winter speed-up during a quiescent phase of surge-type glaciers: observations and implications, AGU Fall Meeting 2014, San Francisco, U.S.A., 2014/12/17. (謝辞あり).

Abe, T., and M. Furuya (2014), Winter speed-up of ice flow at quiescent surge-type glaciers in Yukon, International Symposium on Observations, Modelling and Prediction of the Cryospheric Contribution to Sea Level Change, Chamonix, France, 2014/5/27.(謝辞あり).

Ando S., K. Iwakiri, and K. Sakoda (2014), The 2.5-dimentional Deformation in Tokai region Using InSAR Analysis, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/7/23. (謝辞あり).

Aoki, Y., and T. P. Sidiq (2014), Ground deformation associated with the eruption of Lumpur Sidoarjo mud volcano, east Java, Indonesia, Cities on Volcanoes 8, Yogyakarta, Indonesia, 2014/9/10. (謝辞あり).

Aoki, Y., and T. P. Sidiq (2014), Ground deformation associated with the eruption of Lumpur Sidoarjo mud volcano, east Java, Indonesia, AOGS2014, Sapporo, Japan, 2014/8/1. (謝辞あり).

Furuya, M., and T. Abe (2014), Surge-like behavior at the non-surge type Matanuska Glacier, Alaska, AGU Fall Meeting 2014, San Francisco, U.S.A., 2014/12/14. (謝辞あり).

Furuya, M., and T. Abe (2014), Winter speed-up of the Matanuska Glacier, Alaska, International Symposium on Observations, Modelling and Prediction of the Cryospheric Contribution to Sea Level Change, Chamonix, France, 2014/5/29. (謝辞あり).

Hashimoto, M. (2014), Ground deformations in the Kyoto and Osaka area during recent 19 years detected with InSAR, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/07/24. (謝辞なし).

Hashimoto, M. (2014), Coseismic deformation of the 2014 northern Nagano earthquake detected by ALOS-2/PALSAR-2, Hokudan2015 International Symposium on Active Faulting, Awaji, Japan, 2015/01/13. (謝辞なし).

Hashimoto, M., and T. Ozawa (2014), Postseismic deformation from the 1995 Kobe earthquake detected with InSAR, AGU Fall Meeting 2014, San Francisco, U.S.A., 2014/12/17. (謝辞なし).

Himematsu, Y., and M. Furuya (2014), Evidence for Significant Aseismic Strike Slip During the 2007 Dike Intrusion Episode in Tanzania, AGU Fall Meeting 2014, San Francisco, U.S.A., 2014/12/18. (謝辞あり).

Himematsu, Y., and M. Furuya (2014), The detection of crustal deformation associated with earthquake swarm in Tanzania observed by SAR, AOGS2014, Sapporo, Japan, 2014/08/01. (謝辞あり).

Himematsu, Y., and M. Furuya (2014), The detection of crustal deformation associated with earthquake swarm in Tanzania observed by SAR, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/07/22. (謝辞あり).

Kinoshita, Y., and M. Furuya (2014), Numerical simulations using WRF model for reproducing localized delay signals derived from InSAR, JGU2014, Yokohama, Japan, 2014/4/30. (謝辞あり).

Kinoshita, Y., and M. Furuya (2014), Numerical simulations using WRF model for reproducing localized delay signals derived from InSAR, AOGS2014, Sapporo, Japan, 2014/8/1. (謝辞あり).

Kinoshita, Y., and M. Furuya, (2014) Data assimilation experiment for reproducing localized delay signals derived from InSAR, AGU Fall Meeting 2014, San Francisco, U.S.A., 2014/12/18. (謝辞あり).

Lundgren, P., S. Hensley, P. Milillo, M. Poland, A. Miklius, S. Samsonov, F. Gil, M. Cordova, and A. Tanaka (2014), Application of satellite and airborne InSAR to volcano deformation processes in the Pacific Rim, JKASP2014, Sapporo, Japan, 2014/9/23. (謝辞なし).

Miyagi Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada (2014), Deformation on the Lava Surface Within the Crater at Kirishima, Shinmoe-dake Volcano, Detected by DInSAR, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/7/24. (謝辞なし).

Miyagi Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada (2014), Increase of Lava Within the Crater at Kirishima, Shinmoe-dake Volcano, Detected by DInSAR, JKASP2014, Sapporo, Japan, 2014/9/23. (謝辞なし).

Miyagi Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada (2014), Volume increase of lava within the crater at Kirishima, Shinmoe-dake volcano, detected by DInSAR and PSInSAR, 5th International Workshop on Collapse Calderas, Taupo, New Zealand, 2014/12/9. (謝辞なし).

Ozawa T. and Y. Miyagi (2014), SAR analysis for the 2011 eruption of Shinmoedake, Japan, EUSAR2014, Berlin, Germany, 2014/6/3. (招待講演, 謝辞あり).

Sarsito, D., T. Sidiq, Y. Aoki, E. Kriswati, and H. Z. Abidin (2014), Time series surface deformation of Krakatau volcano, Indonesia, observed by SAR interferometry (Dec. 2006 to Feb. 2011), Cities on Volcanoes 8, Yogyakarta, Indonesia, 2014/9/13. (謝辞あり).

Sidiq., T., Y. Aoki, T. Kato, and H. Z. Abidin (2014), Deformation of Kelud Volcano,

Indonesia, Revealed by SAR Interferometry Observation, Cities on Volcanoes 8, Yogyakarta, Indonesia, 2014/9/10. (謝辞あり).

Takada, Y. (2014), Volcanic subsidence triggered by the 2011 Tohoku earthquake in Japan: Hot and weak material hypothesis, EGU General Assembly, Vienna, Austria, 2014/4/29. (招待講演, 謝辞なし).

Tanaka, A. (2014), Coastal Monitoring Using L-band Synthetic Aperture Radar (SAR) Image Data - Some Case Studies in Asian Delta Areas, 2014 AGU Fall meeting, San Francisco, U.S.A., 2014/12/16. (謝辞なし).

Tanaka, A., and P. Lundgren (2014), Monitoring of Volcano Deformation Using Satellite-based Interferometric Synthetic Aperture Radar - Some Case Studies in Japanese Volcanoes, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/7/24. (謝辞なし).

Umemura, S., and M. Furuya (2014), Coseismic Deformation of Inland Earthquake Occurred Near the Volcano in Costa Rica Detected by Synthetic Aperture Radar, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/7/23. (謝辞あり).

Umemura, S., and M. Furuya (2014), Coseismic Deformation Detected by Synthetic Aperture Radar and Fault Modeling of the 2009 Cinchona Earthquake (Mw6.1), Costa Rica, AOGS2014, Sapporo, Japan, 2014/8/1. (謝辞あり).

Umemura, S., and M. Furuya (2014), Coseismic Deformation and Landslides Associated with Cinchona Earthquake, Mw6.1, Costa Rica, Detectedby ALOS/PALSAR, AGU Fall Meeting 2014, San Francisco, U.S.A., 2014/12/18. (謝辞あり).

Usman, M., and M. Furuya (2014), Fault source modeling of the October 28, 2008 earthquake sequence in Baluchistan, Pakistan, based on ALOS/PALSAR InSAR data, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/7/23. (謝辞なし).

Usman, M., and M. Furuya (2014), Fault source modeling of the October 28, 2008 earthquake sequence in Baluchistan, Pakistan, based on ALOS/PALSAR InSAR data, AOGS2014, Sapporo, Japan, 2014/7/28. (謝辞なし).

Yamamoto K. (2014), Ground Deformation Associated With the Volcanic Activity of Sakurajima Volcano, Japan Revealed by the Analysis of InSAR and

Leveling Data, GENAH2014, Matsushima, Japan, 2014/7/23. (謝辞あり).

Yamanokuchi, T., K. Doi, K. Nakamura, S. Aoki, and K. Shibuya (2014), Use of L-band SAR data for monitoring of ice sheet marginal zone on East Antarctica, EUSAR2014, Berlin, Germany, 2014/6/3. (招待講演, 謝辞なし).

Yasuda, T., and M. Furuya (2014), Surging Glacier in West Kunlun Shan, AOGS2014, Sapporo, Japan, 2014/7/29. (謝辞あり).

Yasuda, T., and M. Furuya (2015), Distribution and Characteristics of Surge-type Glacier in West Kunlun Shan, northwestern Tibetan Plateau, China, Symposium on Glaciology in High Mountain Asia, Kathmandu, Nepal, 2015/3/2. (謝辞あり).

4.4. 国内学会・研究集会での発表

4.4.1. 平成 24 年度（ABC 順に記載）

阿部隆博, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダーで捉えたユーコン地域の氷河サージの動態, 日本測地学会第 118 回講演会, 59, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2012), ALOS/PALSAR で捉えたユーコン地域におけるサージ氷河の動態 - 流動速度の時空間変化 - , 雪氷研究大会 (2012・福山), A1-5, 福山市立大学, 広島県. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人, 高田陽一郎 (2012), 岩手宮城内陸地震（Mw6.9）における非平面形状断層モデル, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SCG67-03, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2012), L-バンド SAR 衛星 ALOS/PALSAR によるアラスカ・ハバード氷河の流動速度測定, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, ACC32-03, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

福島洋 (2012), PALSAR データを用いた微小地殻変動検出, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

福島洋, 堤浩之 (2012), レイテ島北部におけるフィリピン断層のクリープ変位, 日本測地学会第 118 回講演会, 63, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞なし).

古屋正人, 高田陽一郎, 小林知勝, 松尾功二, 木下陽平, 安田貴俊, 阿部隆博, 武藤みなみ, 孫碩帥, 村上亮 (2012), SAR で見えてきた地震断層の実態: 非平面地震断層モデリング, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

橋本学 (2012), InSAR で捉えた京都盆地・大阪平野の地盤変動の 2.5 次元解析, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, STT57-06, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

橋本学 (2012), InSAR で見る内陸地震の複雑性 : ハイチ・ニュージーランド地震を例にして, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

橋本学 (2012),「だいち」合成開口レーダーで見えた京都盆地と大阪平野の地盤変動, 日本自然災害学会, 平成 24 年度学術講演会, 弘前大学理工学部, 青森県. (謝辞なし).

橋本学,「だいち」合成開口レーダーで見えた京都盆地と大阪平野の地盤変動, 日本地

震学会 2012 年秋季大会, C22-09, 函館市民会館・函館市民体育館, 北海道. (謝辞なし).

橋本学, 古屋正人, 小澤拓, 福島洋 (2012), 我が国の SAR 研究の将来展望, 日本測地学会第 118 回講演会, 49, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞なし).

橋本学 (2012),「だいち」合成開口レーダーで見えた京都盆地と大阪平野の地盤変動, 日本測地学会第 118 回講演会, 67, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞なし).

岩切一宏, 安藤忍 (2012), 地震波による震源過程と SAR 干渉画像の比較, 京都大学防災研究所一般研究集会 (24K-05)「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞あり).

葛西あやか, 古屋正人 (2012), ALOS/PALSAR を用いた PS-InSAR 解析の伊豆大島火山への適用, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SVC50-P10, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

木下陽平, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダ干渉法で捉えた 2008 年 7 月 3 日の静岡での局地的大雨における水蒸気分布, 日本気象学会秋季講演会, P317, 北海道大学学術交流会館, 北海道. (謝辞あり).

木下陽平, 古屋正人 (2012), 数値気象モデルによる InSAR 伝搬遅延シミュレーション -2008 年 7 月 3 日の静岡での局地的大雨の事例-, 日本測地学会第 118 回講演会, 62, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞あり).

木下陽平, 島田政信, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダ干渉法データに基づく 2008 年 9 月西濃豪雨時の三次元水蒸気分布の推定, 日本気象学会北海道支部春期研究発表会, 北海道大学学術交流会館, 北海道. (謝辞なし).

木下陽平, 古屋正人 (2012), 気象モデルによる集中豪雨時の InSAR 伝搬遅延シミュレーション, 京都大学防災研究所一般研究集会 (24K-05)「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

木下陽平, 島田政信, 古屋正人 (2012), InSAR データに基づく 2008 年 9 月西濃豪雨時の三次元水蒸気分布の推定, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, STT57-03, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

木下陽平, 島田政信, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダ干渉法データに基づく 2008 年 9 月西濃 豪雨時の三次元水蒸気分布の推定, 日本気象学会 2012 年度春季大会, P249, つくば国際会議場, 茨城県. (謝辞あり).

三尾有年 (2012), InSAR 画像処理の実演, 日本リモートセンシング学会 国土防災リモートセンシング研究会ワークショップ, 常翔学園・大阪センター, 大阪府. (謝辞なし).

武藤みなみ, 古屋正人 (2012), ALOS/PALSAR と Enviat/ASAR に基づくパタゴニア氷河の流動速度の時空間変化, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, ACC32-04, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

武藤みなみ, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダーでとらえた南パタゴニアの氷河における流動速度の時空間変化, 日本測地学会第118回講演会, 60, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞あり).

武藤みなみ, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダーでとらえた南パタゴニアの氷河における流動速度の時空間変化, 雪氷研究大会 (2012・福山), A1-6, 福山市立大学, 広島県. (謝辞あり).

中村和樹 (2012), ピクセルオフセットによる白瀬氷河の流速推定, 京都大学防災研究所一般研究集会 (24K-05)「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

中村和樹, 土井浩一郎, 福田武博, 杉山慎, 澤柿教伸, 高岸且 (2012), TerraSAR-X によるラングホブデ氷河の流動速度推定, 日本リモートセンシング学会 第 53 回学術講演会, 5-6, 広島大学東広島キャンパス, 広島県. (謝辞なし).

岡本淳一, 橋本学, 福島洋 (2012), SAR データを用いた 2010 年メキシコ・バハカリフォルニア地震に伴う地殻変動解析, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, STT57-05, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

大下佑也, 太田雄策, 海野徳仁, 出町知嗣, 立花憲司, 佐藤 俊也, 三浦哲 (2012), PS-InSAR および GPS 時系列にもとづく 2008 年岩手・宮城内陸地震後長期的非定常地殻変動, 京都大学防災研究所一般研究集会 (24K-05)「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞あり).

大下佑也, 太田雄策, 三浦哲, 海野徳仁 (2012), PS-InSAR 時系列解析による 2008 年岩手・宮城内陸地震後の長期的非定常地殻変動, 日本測地学会第118回講演会, 58, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞あり).

小澤拓 (2012), PALSAR/InSAR 解析による Laguna del Maule カルデラ周辺の地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SSTT57-P03, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

小澤拓（2012）, SAR 干渉法による高精度地殻変動検出の試み, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞あり).

小澤拓, 藤田英輔, 宮城洋介, 小園誠史（2012）, PALSAR/InSAR により検出されたコルドン・カウジェ火山群（チリ）周辺の地殻変動, 2012 年度火山学会, B3-02, エコールみよた, 長野県. (謝辞あり).

小澤拓, 藤田英輔, 宮城洋介, 小園誠史（2012）, PALSAR/InSAR により検出されたコルドン・カウジェ火山群（チリ）周辺の地殻変動, 日本測地学会第 118 回講演会, 65, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞あり).

小澤拓, 宮城洋介（2012）, SAR 解析により検出された新燃岳・霧島山の火口内の変化, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SSTT57-P02, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

高田陽一郎, 福島洋 (2012), 2011 年東北地方太平洋沖地震によって誘発された火山性地殻変動：続報, 日本測地学会第 118 回講演会, 64, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞なし).

高田陽一郎 (2012), これまでの研究のレビューと今後への抱負, 京都大学防災研究所一般研究集会(24K-05)「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

高田陽一郎 (2012), 地震と火山の相互作用に関する考察, 地震研究所金曜日セミナー, 東京大学地震研究所, 東京都. (謝辞なし).

高木朗充, 新堀敏基, 福井敬一, 安藤忍 (2012), 気象庁の SAR を用いた火山監視活用, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞あり).

田中明子 (2012), L-band SAR を用いた沿岸域のモニタリング, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」, 京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞なし).

田中明子, 山本圭吾 (2012), PS-InSAR 時系列解析による口永良部島火山の地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, STT57-P04, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

山本圭吾 (2012), 干渉 SAR による桜島および口永良部島火山の地盤変動, 日本火山学会 2012 年度秋季大会, A02-11, エコールみよた, 長野県. (謝辞なし).

山本圭吾 (2012), ALOS/PALSAR データによる桜島および口永良部島火山の地殻変動, 京都大学防災研究所一般研究集会（24K-05）「SAR 研究の新時代に向けて」京都大学防災研究所, 京都府. (謝辞あり).

安田貴俊, 古屋正人 (2012),合成開口レーダーで捉えた西クンルン山脈の山岳氷河表面速度場の多様性, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「氷河の流動および変動に関する研究集会」, 北海道大学低温科学研究所, 北海道. (謝辞あり).

安田貴俊, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダーで捉えた西クンルン山脈の山岳氷河表面速度場の多様性, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, ACC32-02, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

安田貴俊, 古屋正人 (2012), 合成開口レーダーによる北西チベット高原西クンルン山脈における氷河サージの観測, 雪氷研究大会（2012・福山）, A1-2, 福山市立大学, 広島県. (謝辞あり).

安田貴俊, 古屋正人 (2012), SAR ならび光学センサーによる西クンルン山脈における氷河サージの観測, 日本測地学会第 118 回講演会, 61, 仙台市福祉プラザ, 宮城県. (謝辞あり).

4.4.2. 平成 25 年度（ABC 順に記載）

阿部隆博, 古屋正人 (2013), ユーコン地域の氷河流動速度の冬期における加速：検出とその解釈, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, ACC32-14, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

有本美加, 福島洋, 橋本学, 高田陽一郎 (2013), ALOS/PALSAR データを用いた InSAR 時系列解析によるスマラン（インドネシア）の地盤沈下, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-03, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

安藤忍 (2013), 気象庁における SAR データを活用した地震・火山活動の把握と大気補正手法について, 京都大学防災研究所特定研究集会（25C-01）日本列島変動マッピング計画へ向けて-SAR が切り拓く地球人間圏科学の新展開-, 京都大学宇治キャンパス黄檗プラザセミナー室, 京都府. (謝辞あり).

土井浩一郎, 早河秀章, 青山雄一, 山之口勤, 中村和樹, 高岸且 (2013), 干渉合成開口レーダーと GPS による氷流流速測定, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-P02, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

福島洋 (2013), InSAR による活断層近傍の変動検出, 日本地震学会 2013 年度秋季大会, C31-07, 神奈川県民ホール, 神奈川県. (謝辞なし).

福島洋, 堤浩之, Perez, Jeffrey S. (2013), レイテ島におけるフィリピン断層のクリープ変位, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, S-SS29-P09, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

福田武博, 杉山慎, 澤柿教伸, 中村和樹 (2013), 南極・ラングホブデ氷河の末端位置・流動速度・表面標高の変化, 雪氷研究大会（2013・北見）, A1-12, 北見工業大学, 北海道. (謝辞なし).

古屋正人 (2013), ユーコン地域の氷河流動の冬期加速について, 日本測地学会第 120 回講演会, 54, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞あり).

古屋正人, 安田貴俊 (2013), SAR による氷河変動の実態とメカニズムの解明, 京都大学防災研究所特定研究集会 (25C-01) 日本列島変動マッピング計画へ向けて-SAR が切り拓く地球人間圏科学の新展開-, 京都大学宇治キャンパス黄檗プラザセミナー室, 京都府. (謝辞あり).

古屋正人 (2013), ユーコンの氷河流動の季節変化: 冬期加速は普遍的か, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「氷河の流動および変動に関する研究集会」, 北海道大学低温科学研究所, 北海道. (謝辞あり).

古屋正人 (2013), ユーコン地域表の冬期加速の要因について, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「中低緯度地域における氷河・氷河湖に関する研究集会」, 北海道大学低温科学研究所, 北海道. (謝辞あり).

木下陽平, 清水慎吾, 古屋正人 (2013), InSAR で捉えた宮崎での局所的水蒸気シグナルの再現実験, 日本測地学会第 120 回講演会, 48, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞あり).

木下陽平, 島田政信, 古屋正人 (2013), InSAR で見る局所的水蒸気シグナル, 京都大学防災研究所特定研究集会 (25C-01) 日本列島変動マッピング計画へ向けて-SAR が切り拓く地球人間圏科学の新展開-, 京都大学宇治キャンパス黄檗プラザセミナー室, 京都府. (謝辞あり).

木下陽平, 古屋正人 (2013), ALOS/PALSAR データから検出された日本国内での局所的水蒸気シグナル, 日本地球惑星科学連合 2013, AAS23-P06, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

長谷川雄一, 田部井隆雄, 小澤拓 (2013), PS-InSAR 解析による伊豆大島における火山性地殻変動の推定, 日本測地学会第 120 回講演会, 56, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞なし).

橋本学 (2013), PALSAR データを利用した西南日本変動マップの作成, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-12, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

橋本学 (2013), 2010 年ニュージーランド・ダーフィールド地震再訪, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SSS29-15, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

橋本学 (2013), ALOS/PALSAR 画像の Persistent Scatterer InSAR で見えて来た京都・大阪・奈良の変動, 日本測地学会第 120 回講演会, 51, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 小園誠史, 島田政信 (2013), 霧島山新燃岳に対する, TerraSAR-X データを用いた DInSAR/PSInSAR 解析, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-04, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 島田政信 (2013), X-band SAR 衛星・Cosmo-SkyMed を利用した桜島のモニタリング, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SVC48-P21, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 小園誠史, 島田政信 (2013), TerraSAR-X/DInSAR によって検出された霧島山新燃岳火口内溶岩の体積増加, 日本火山学会 2013 年度秋季大会, A2-05, 猪苗代町体験交流館「学びいな」, 福島県. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 小園誠史, 島田政信 (2013), TerraSAR-X によって検出された霧島山新燃岳の地殻変動, 日本測地学会第 120 回講演会, 55, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞なし).

森裕太, 中村和樹, 若林裕之 (2013), 合成開口レーダを使用した海氷物理量推定に関する研究, 日本リモートセンシング学会第 55 回学術講演会, A07, 日本大学工学部 50 周年記念館, 福島県. (謝辞なし).

武藤みなみ, 古屋正人 (2013), 南パタゴニア氷原の 8 つの氷河における流動速度と末端位置の変動: 2002-2011 年, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, ACC32-P05, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

中村和樹, 舘山一孝, 長康平, 若林裕之 (2013), RADARSAT-2 によるサロマ湖氷の観測, 雪氷研究大会 (2013・北見), P1-21 北見工業大学, 北海道. (謝辞なし).

中村和樹, 舘山一孝, 若林裕之 (2013), 多偏波 C バンド SAR による薄い一年氷を模擬したサロマ湖氷からの後方散乱, 日本リモートセンシング学会第 55 回学術講演会, P49, 日本大学工学部 50 周年記念館, 福島県. (謝辞なし).

小澤拓, 宮城洋介（2013）, 防災科研における InSAR 解析ツールの開発, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-P03, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

小澤拓（2013）, 防災科研における InSAR 解析ツールの開発－その２－, 日本測地学会第 120 回講演会, P-7, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞なし).

小澤拓（2013）, 火山活動メカニズムの研究における SAR への期待, 京都大学防災研究所特定研究集会（25C-01）日本列島変動マッピング計画へ向けて-SAR が切り拓く地球人間圏科学の新展開-, 京都大学宇治キャンパス黄檗プラザセミナー室, 京都府. (謝辞なし).

高田陽一郎, 福島洋（2013）, 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う火山性地殻変動と地殻内高温物体, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, S-CG66-09, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

高田陽一郎, 福島洋(2013), 巨大地震が火山に与える影響 COMSOL CONFERENCE 2013 TOKYO. (謝辞なし).

高田陽一郎, 鷺谷威, 西村卓也（2013）, InSAR 時系列解析と GPS データを用いた跡津川断層周辺の地殻変動の検出, 日本測地学会第 120 回講演会, 50, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞なし).

高木朗充, 新堀敏基, 安藤忍, 福井敬一, 橋本明弘, 小司禎教 (2013), 気象庁非静力学モデルを用いた対流圏補正による SAR 干渉解析, 日本火山学会 2013 年度秋季大会, A2-06, 猪苗代町体験交流館「学びいな」, 福島県. (謝辞あり).

田中明子, 三尾有年 (2013), 干渉 SAR 時系列解析によるチャオプラヤ河流域の地表変動の検出, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-01, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞なし).

梅村宗太郎, 古屋正人（2013）, 合成開口レーダーで捉えたチンチョナ地震(Mw6.1, コスタリカ)に伴う地殻変動と断層モデリング, 日本測地学会第 120 回講演会, 49, 国立極地研究所, 東京都. (謝辞あり).

戸村嘉実, 中村和樹, 若林裕之 (2013), PALSAR 多偏波データを使用した森林域の後方散乱特性, 日本リモートセンシング学会第 55 回学術講演会, B07, 日本大学工学部 50 周年記念館, 福島県. (謝辞なし).

堤浩之, 福島洋, Perez, Jeffrey S., Lienkaemper, James J. (2013), 現地調査と合成開口レーダ干渉法によって明らかとなったレイテ島のフィリピン断層のクリープ変位, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SSS29-P09, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞

なし).

齊藤敦, 古屋正人（2013）, InSAR を用いた釧路平野における局所的な水位および地盤変動の検出, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, STT57-P04, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

白幡雄大, 安田貴俊, 古屋正人 (2013), ALOS/PALSAR によるテンシャン山脈ポベーダ- カン・テングリ山塊の山岳氷河表面速度の測定, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, ACC32-15, 幕張メッセ, 千葉県. (謝辞あり).

山川紘一, 中村和樹, 若林裕之 (2013), PALSAR データを用いた恒久的散乱点の後方散乱特性の解析, 日本リモートセンシング学会第 55 回学術講演会, A03, 日本大学工学部 50 周年記念館, 福島県. (謝辞なし).

山之口勤, 土井浩一郎, 中村和樹, 青木茂, 澁谷和雄 (2013), PALSAR データを用いた恒久的散乱点の後方散乱特性の解析, 日本リモートセンシング学会第 55 回学術講演会, B05, 日本大学工学部 50 周年記念館, 福島県. (謝辞なし).

4.4.3. 平成 26 年度（ABC 順に記載）

阿部隆博, 古屋正人 (2014), サージ型氷河の静穏期における冬期加速:観測と解釈, 日本測地学会第 122 回講演会, 14, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/5. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2014), ユーコン周辺におけるサージ型氷河の季節変化：静穏期の冬期加速とそのメカニズムについて, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, ACC31-11, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2014), 航空機高度計によるアラスカ/ユーコンにおける氷河表面標高変化の測定 (2009-2012) -氷河サージに伴う末端の氷厚変化-, 雪氷研究大会（2014・八戸）, P1-42, 八戸工業大学, 青森県, 2014/9/20. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2014), ALOS/PALSAR で捉えたアラスカ/ユーコン山岳氷河の時空間変動 -サージ型氷河の静穏期における冬期加速-, 第 5 回極域科学シンポジウム, 国立極地研究所, 東京都, 2014/12/3. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2014), サージ型氷河の静穏期における冬期加速, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学

地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

阿部隆博, 古屋正人 (2014), 衛星データで見るサージ型氷河の時空間変動, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「氷河の流動および変動に関する研究集会」, 北海道大学低温科学研究所, 北海道, 2014/11/19. (謝辞あり).

安藤忍 (2014), InSAR 時系列解析を用いた Nyamuragira 火山地域における地殻変動, 日本火山学会 2014 年度秋季大会, P2-40, 福岡大学, 福岡県, 2014/11/3. (謝辞あり).

安藤忍, 岩切一宏, 青木元 (2014), 干渉 SAR による東海地域の定常的な地殻変動解析, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P05, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞あり).

安藤忍, 迫田浩司, 岩切一宏 (2014), 御前崎周辺における差分干渉画像解析のスタッキング結果について, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

安藤忍, 高木朗充 (2014), InSAR 時系列解析を用いた Mayon 火山周辺における地殻変動, 日本測地学会第 122 回講演会, P-5, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/5. (謝辞あり).

安藤忍, 岩切一宏, 迫田浩司 (2014), InSAR 時系列解析におる東海地域の周辺の定常的な地殻変動, 日本地震学会 2014 年度秋季大会, S03-P10, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター, 新潟県, 2014/11/24. (謝辞あり).

安藤忍, 三浦優司, 松森敏幸 (2014), 干渉 SAR 時系列解析による国後・択捉島の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, SVC55-P01, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/5/1. (謝辞あり).

土井浩一郎, 山之口勤, 中村和樹, 白水薫 (2014), 2 重差分干渉 SAR で検出されたグリーンランド氷床上の小規模で非定常的な変位, 日本測地学会第 122 回講演会, 13, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/5. (謝辞なし).

土井浩一郎, 山之口勤, 中村和樹, 白水薫 (2014), 差分干渉合成開口レーダーによる北極域氷床の流動測定, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P10, パシフ

ィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞なし).

Doi, K., T. Yamanokuchi, K. Nakamura and K. Shiramizu (2014), Local irregular displacements on Greenland ice sheet detected by double differential InSAR, 第 5 回極域科学シンポジウム, 国立極地研究所, 東京都, 2014/12/3. (謝辞なし).

福井敬一, 安藤忍 (2014), ALOS/PRISM を用いた日本国内活火山における噴気活動の評価, 日本リモートセンシング学会第 56 回学術講演会, P30, 産業技術総合研究所つくばセンター共用講堂, 茨城県, 2014/5/16. (謝辞なし).

長谷川雄一, 田部井隆雄, 小澤拓 (2014), PS-InSAR 法による伊豆大島の地殻変動の検出と火山性変動源の推定, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P08, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞あり).

橋本学 (2014), 衛星搭載合成開口レーダーによる 20 年間の京都盆地～大阪平野の地盤変動, 日本自然災害学会平成 26 年度学術講演会, 鹿児島大学, 鹿児島県, 2014/09/25. (謝辞なし).

橋本学 (2014), ALOS/PALSAR 干渉画像の誤差評価, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-10, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/04/29. (謝辞なし).

橋本学, 安藤忍, 小澤拓, 古屋正人, 青木陽介 (2015), ALOS-2/PALSAR-2 で捉えた地殻変動, 平成 26 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 宇治おうばくプラザ, 京都府, 2015/2/24. (謝辞なし).

橋本学, 小澤拓 (2014), 衛星搭載合成開口レーダーによる 20 年間の京都盆地～大阪平野の地盤変動, 日本測地学会第 122 回講演会, 45, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/06. (謝辞なし).

姫松裕志, 古屋正人 (2014), ダイク貫入時の非地震性すべりの検出:2007 年タンザニア北部, 日本測地学会第 122 回講演会, 34, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/06. (謝辞あり).

姫松裕志, 古屋正人 (2014), 合成開口レーダを用いたタンザニアの群発地震における地殻変動の検出とその発生メカニズムについて, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, SSS33-10, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/04/30. (謝辞あり).

姫松裕志, 古屋正人 (2014), ダイク貫入時の非地震性横ずれ滑りの検出 : 2007 年タンザニア北部, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所 - 宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する

地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/09/17. (謝辞あり).

木下陽平, 古屋正人 (2014), データ同化を利用した InSAR における局所的水蒸気シグナルの再現実験, 日本測地学会第122回講演会, 46, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/6. (謝辞あり).

木下陽平, 古屋正人 (2014), InSAR 水蒸気シグナルは気象モデルでどこまで再現可能か：データ同化の効果, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

小沼義季, 古屋正人 (2014), ALOS/PALSAR を用いた Svalbard, Novaya Zemlya における氷河流動速度の測定, 日本測地学会第122回講演会, 12, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/5. (謝辞あり).

小沼義季, 古屋正人 (2014), ALOS/PALSAR を用いた Svalbard, Novaya Zemlya における氷河流動速度の検出, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, ACG36-25, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/30. (謝辞あり).

小沼義季, 古屋正人 (2014), ALOS/PALSAR を用いた Svalbard, Novaya Zemlya における氷河流動速度の測定, 第 5 回極域科学シンポジウム, 国立極地研究所, 東京都, 2014/12/3. (謝辞あり).

小沼義季, 古屋正人 (2014), ALOS/PALSAR を用いた Svalbard, Novaya Zemlya における氷河流動速度の測定, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「氷河の流動および変動に関する研究集会」, 北海道大学低温科学研究所, 北海道, 2014/11/19. (謝辞あり).

松森敏幸 (2014), 火山分野へのだいち２号の活用について, だいち２号 (ALOS-2) に関する記者説明会, JAXA（御茶ノ水ソラシティ）, 東京都, 2014/4/21. (謝辞なし).

三浦優司, 安藤忍, 中村政道 (2014), 国内の主要な活火山における干渉 SAR 時系列解析（十勝岳, 吾妻山, 伊豆大島, 三宅島, 薩摩硫黄島）, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P03, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞あり).

三浦優司, 鬼澤真也, 中橋正樹, 中村政道, 安藤忍, 高木朗充, 新堀敏基 (2014), 気象庁での SAR を用いた火山活動把握に関する取組（H24 ～）, 東京大学地震研究

所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

宮城洋介, 小澤拓, 小園誠史, 島田政信 (2014), TerraSAR-X (TanDEM-X)/DInSAR によって検出された霧島山・新燃岳の地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P07, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 小園誠史, 島田政信 (2014), DInSAR によって検出された霧島山・新燃岳の地殻変動, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 島田政信 (2014), X-band SAR/InSAR データを利用した桜島のモニタリング, 日本火山学会 2014 年度秋季大会, B1-09, 福岡大学, 福岡県, 2014/11/2. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 島田政信 (2014), X-band SAR 衛星・COSMO-SkyMed による桜島の地殻変動観測, 日本測地学会第 122 回講演会, 44, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/6. (謝辞なし).

宮城洋介, 小澤拓, 島田政信 (2014), X-band SAR 衛星・Cosmo-SkyMed を利用した桜島のモニタリング, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P06, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞なし).

中村和樹 (2014), 合成開口レーダとその利用について, 雪氷研究大会（2014・八戸）, 八戸工業大学, 青森県, 2014/9/20. (謝辞なし).

中村和樹, 舘山一孝, 若林裕之 (2014), 2014 年のサロマ湖氷の観測, 雪氷研究大会（2014・八戸）, P2-44, 八戸工業大学, 青森県, 2014/9/21. (謝辞なし).

中村和樹, 山之口勤, 土井浩一郎, 澁谷和雄 (2014), リモートセンシングによる白瀬氷河の質量収支の算出, 第 5 回極域科学シンポジウム, 国立極地研究所, 東京都, 2014/12/3. (謝辞なし).

中尾茂 (2014), 鹿児島県宮崎県県境付近の地殻変動検出の試み, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究

開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

小原卓也, 大山勝徳, 中村和樹, 若林裕之, 白井健二 (2014), 小型 UAV を用いた近接リモートセンシング観測システムの開発, 精密工学会春季大会学術講演会, H61, 東洋大学, 東京都, 2015/3/19. (謝辞なし).

小澤拓 (2014), SAR 干渉解析による 口永良部島の地殻変動, 日本火山学会 2014 年度秋季大会, B1-10, 福岡大学, 福岡県, 2014/11/2. (謝辞あり).

小澤拓 (2014), SAR 干渉解析による 口永良部島の地殻変動, 日本測地学会第 122 回講演会, 43, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/6. (謝辞あり).

小澤拓 (2014), 防災科研における InSAR 解析ツールの開発−その 3−, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P12, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞あり).

小澤拓 (2014), SAR 解析による火山活動に伴う地表変動の検出および RINC の開発, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

白水薫, 土井浩一郎 (2014), 差分干渉合成開口レーダーによる南極宗谷海岸南部の氷流速度測定, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, STT59-P09, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞なし).

白水薫, 土井浩一郎, 青山雄一 (2014), DInSAR への ALOS/PRISM-DEM の適用 _東南極宗谷海岸南部の事例−, 日本測地学会第 122 回講演会, 47, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/6. (謝辞なし).

白水薫, 土井浩一郎, 青山雄一 (2014), DInSAR を用いた南極氷床の流動速度測定の精度向上, 第 5 回極域科学シンポジウム, 国立極地研究所, 東京都, 2014/12/3. (謝辞なし).

高田陽一郎 (2014), 構造発達史と現在の運動の関係, 地殻ダイナミクス−東北沖地震後の内陸変動の統一的理解−全体キックオフミーティング, 京都大学防災研究所, 京都府, 2014/10/21. (謝辞なし).

高田陽一郎（2014), 地殻内低強度領域の引張応力に対する応答：球と楕円体の違い, 日本地震学会 2014 年度秋季大会, S03-P07, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター, 新潟県, 2014/11/24. (謝辞なし).

高田陽一郎（2014), InSAR 画像の地質学的解釈：巨大地震に伴う火山の沈降, 日本地質学会第 121 年学術大会, 鹿児島大学, 鹿児島県, 2014/9/14. (招待講演, 謝辞なし).

高田陽一郎, 鷺谷威, 西村卓也（2014), InSAR と GPS を用いた歪集中帯における地震間地殻変動検出の試み, 日本測地学会第 122 回講演会, 41, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/6. (謝辞あり).

舘山一孝, 中村和樹, 星野聖太（2014), 櫂搭載型電磁誘導式氷厚計を用いたサロマ湖広域氷厚観測, 雪氷研究大会（2014・八戸）, P2-37, 八戸工業大学, 青森県, 2014/9/21. (謝辞なし).

梅村宗太郎, 古屋正人（2014), ALOS/PALSAR で捉えたチンチョナ地震(Mw6.1, コスタリカ）に伴う地震時地殻変動と地すべりシグナル, 日本測地学会第 122 回講演会, 42, つくばサイエンスインフォメーションセンター, 茨城県, 2014/11/6. (謝辞あり).

梅村宗太郎, 古屋正人（2014), 合成開口レーダーで捉えた 2009 年 Cinchona 地震(Mw6.1, コスタリカ）に伴う地殻変動と断層モデリング, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, SSS33-11, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/30. (謝辞あり).

Usman, M. and M. Furuya (2014), Fault source modeling of the October 28, 2008 earthquake sequence in Baluchistan, Pakistan, based on ALOS/PALSAR InSAR data, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所 - 宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/18. (謝辞なし).

山本圭吾（2014), ALOS/PALSAR データの解析による桜島火山の地殻変動, 東京大学地震研究所特定共同研究 B「SAR を用いた地殻変動研究」東京大学地震研究所-宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」成果報告会, 東京大学地震研究所, 東京都, 2014/9/17. (謝辞あり).

山之口勤, 土井浩一郎, 中村和樹, 青木茂, 澁谷和雄（2014), 多周波数マイクロ波セ

ンサを用いた氷床–棚氷域変動観測, 日本リモートセンシング学会第 57 回学術講演会, B08, 宇治おうばくプラザ, 京都府, 2014/11/7. (謝辞なし).

安田 貴俊, 古屋正人 (2014), 衛星データに基づく西クンルンにおける氷河サージの観測, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, ACC31-12, パシフィコ横浜, 神奈川県, 2014/4/29. (謝辞あり).

4.5. 卒業論文・修士論文・博士論文

4.5.1. 平成 24 年度（大学順（北から），博士，修士，卒業論文順，ABC 順に記載）

阿部隆博, 合成開口レーダーで捉えた地表面変動とその解釈: 岩手宮城内陸地震とユーコン地域の氷河流動, 北海道大学理学院自然史科学専攻, 2013 年度修士論文. (謝辞あり).

武藤みなみ, 合成開口レーダーによりとらえた 2002 年から 2011 年の南米パタゴニア氷原の氷河流動速度と末端位置の変化, 北海道大学理学院自然史科学専攻, 2013 年度修士論文. (謝辞あり).

孫碩帥, SAR-based observations and fault source modeling of the co-seismic deformation: The 2008 Zhongba earthquake (M6.7) and the 2010/2011 SE Iran earthquakes (M6.5 and M6.2), 北海道大学理学院自然史科学専攻, 2012 年度修論文. (謝辞あり).

白幡雄大, ALOS/PALSAR を用いた西クンルン山脈とテンシャン山脈の山岳氷河流動の検出, 北海道大学理学部, 2012 年度卒業論文. (謝辞あり).

齋藤敦, InSAR を用いた根釧平野における局所的な水位および地盤変動の検出, 北海道大学理学部, 2012 年度卒業論文. (謝辞あり).

大下佑也, 干渉 SAR 時系列解析による 2008 年岩手・宮城内陸地震の余効変動に関する研究, 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, 2012 年度修士論文. (謝辞あり).

東大輔, PALSAR モザイクデータを使用した南極氷床の後方散乱特性に関する研究, 日本大学工学研究科情報工学専攻, 2012 年度修士論文. (謝辞なし).

橋本幸香, 無人航空機写真を用いた猪苗代湖沈水植物の検出, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

猪股誠志, 温室効果ガスと地球環境の関係性についての研究, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

逸見康彦, 福島県山岳地域における放射線量推移の可視化, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

菊池晃利, エルニーニョ・ラニーニャ現象によるクロロフィル濃度の推移, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

國井晴奈, 福島県の活火山における変位観測と火山間の応答特性, 日本大学工学部情

報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

中川健人, UAV による空中写真測量の精度評価, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

二川凌, LANDSAT データと空中写真を用いた土地被覆分類による環境変化解析, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

荻野拓也, 白瀬氷河の流速変化と周辺環境による影響評価, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

小川裕也, MODIS を用いた東京湾におけるクロロフィル濃度算出の精度検証, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

齋藤詢, UAV を用いた土地被覆の違いによる高度と空間放射線量の関係, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

佐々木大, ホルチン砂漠の緑地面積と降水量の関係, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

佐藤亜舞, ASTER データと MODIS データによる猪苗代湖のクロロフィル a 濃度と COD 推定, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

佐藤充, 猪苗代湖北部水域におけるヨシの分布と周辺環境の変化, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

高林宏明, 針葉樹と広葉樹における後方散乱特性の関係, 日本大学学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

武井雄太郎, LANDSAT を用いた霞ヶ浦の白濁によるプランクトン分布の変化, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

滝田千尋, ArcGIS を使った埼玉県と隣接県の気温分布図作成と気温変化に関する研究, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

内田翔, 福島原子力発電所事故に伴う放射線量と福島県人口との相関解析, 日本大学工学部情報工学科, 2012 年度卒業論文. (謝辞なし).

4.5.2. 平成 25 年度（大学順（北から），博士，修士，卒業論文順，ABC 順に記載）

木下陽平, 数値気象モデルを用いた InSAR における水蒸気遅延シグナルの測地学的・気象学的研究, 北海道大学理学院自然史科学専攻, 2013 年度博士論文. (謝辞あり).

姫松裕志, SAR で検出したタンザニアの群発地震に伴う地殻変動とその発生メカニズムについて, 北海道大学理学部, 2013 年度卒業論文. (謝辞あり).

小沼義季, ALOS/PALSAR を用いた Svalbard, Novaya Zemlya における氷河の流動速度の検出, 北海道大学理学部, 2013 年度卒業論文. (謝辞あり).

森裕太, 合成開口レーダを使用した海氷物理量推定に関する研究, 日本大学工学研究科情報工学専攻, 2013 年度修士論文. (謝辞なし).

戸村嘉実, PALSAR 多偏波データを使用した森林域の後方散乱特性, 日本大学工学研究科情報工学専攻, 2013 年度修士論文. (謝辞なし).

山川紘一, PALSAR データを用いた恒久的散乱点の後方散乱特性の解析, 日本大学工学研究科情報工学専攻, 2013 年度修士論文. (謝辞なし).

青木和也, 郡山市の都市計画に基づく土地利用の変化, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

趙志堅, 2008 年中国四川省 7.9 級地震における ALOS/PALSAR, AVNIR-2, PRISM データを用いた斜面崩壊の検出, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

後藤友哉, 都市部の温室効果ガス増加と関連する要素の研究, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

本田宗之, ロンドンオリンピック開催地周辺の環境の変化, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

五十嵐早季, 新潟福島豪雨における被害の推測, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

小嶋晃司, 干渉 SAR を用いた吾妻山における地殻変動解析, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

松尾典之, QGIS を用いた福島県内における大雨の出現分布と降水量の変化解析, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

水野奨也, 東京 23 区における緑被率の変化とヒートアイランド現象緩和効果の検証, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

並木拓也, MODIS 衛星画像を用いた海水温度と漁獲量との関係, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

二瓶潤弥, 森林破壊による土地変化, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

西戸義博, PALSAR データを用いたツンドラ湖氷の後方散乱特性, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

齋藤隆, Landsat による世界遺産登録前後の環境変化抽出, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

佐藤晴樹, LANDSAT による変色海水の観測, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

佐藤緑, 太陽の活動が引き起こす現象と地震の関連性について, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

篠崎圭祐, 南アフリカにおけるサッカーW 杯前後の土地利用の変化, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

武田佑太, GOCI と MODIS を用いた猪苗代湖の水質環境観測の比較, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

田中智之, デジタルカメラを用いた反射率推定の研究, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

圓谷健太郎, MODIS を使用した東京湾における赤潮の波長特性の解析, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

藁谷歩, 猪苗代湖における水生植物と濁度の関連性, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

矢吹健太朗, MODIS と LANDSAT を用いた水域の環境観測, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

安田幸貴, GIS を用いた東日本大震災によるいわき市の津波被害の解析, 日本大学工学部情報工学科, 2013 年度卒業論文. (謝辞なし).

長谷川雄一, PS-InSAR 法による伊豆大島の地殻変動の検出と火山性変動減の推定, 高知大学総合人間自然科学研究科, 2013 年度修士論文. (謝辞あり).

4.5.3. 平成 26 年度（大学順（北から），博士，修士，卒業論文順，ABC 順に記載）

安田貴俊, Glacier Surge Dynamics at the West Kunlun Shan inferred from

Satellite Remote Sensing, 北海道大学理学院自然史科学専攻, 2014 年度博士論文. (謝辞あり).

梅村宗太郎, 合成開口レーダーで捉えた Cinchona 地震(Mw6.1, コスタリカ) に伴う地震時地殻変動と地すべりシグナル, 北海道大学理学院自然史科学専攻, 2014 年度修士論文. (謝辞あり).

小原卓也, 小型UAVを用いた近接リモートセンシング観測システムの開発, 日本大学工学研究科情報工学専攻, 2014 年度修士論文. (謝辞なし).

鈴木貴斗, InSAR を用いた中緯度スポラディック E の検出, 北海道大学理学部地球惑星科学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞あり).

馬場貴大, 小型 UAV と Android 端末を用いた樹高測定, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

春井拓人, Landsat8 から推定した福島県内の緑被率と地価の相関解析, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

長谷川匡, 小型UAVとRaspberryPiを用いた樹木材積量の推定, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

初澤基, 地上および衛星観測によるイネとソバの NDVI 解析, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

池浦友亮, C バンド合成開口レーダを用いたツンドラ湖氷モニタリング, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

石川晃大, NDVI を使用した松川浦周辺の水田への津波被害評価, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

木村健人, 衛星画像から推定した青森市の土地被覆の変遷, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

小山航平, Aqua および GCOM-W の積雪プロダクトによる日本列島の積雪分布, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

宮田和尚, Landsat7 を用いた桜島火口部の温度推定, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

二宮貴哉, 青森県内の冬期気温変化と降雪量との関係, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

西川光海, 福島県における原子力発電所事故に伴う放射線量と人口との相関解析, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

齋藤悠, 地上観測と衛星観測による温室効果ガスの比較, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

高橋中, 岩手県北上市の人口増加と工業化の関連性, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

高橋亮介, 人工衛星から見る鬼怒川温泉周辺の環境変化と観光客の推移, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

高橋有真, 衛星画像を用いた茨城県の土地利用変化抽出, 日本大学,工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

滝田啓介, 正規化雪指数を使用した福島県内の積雪分布推定, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

照井敬晶, 小型 UAV と RaspberryPi を用いたモニタリングシステムの開発, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

豊田淳, L バンド干渉 SAR におけるコヒーレンス特性の解析, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

八鍬杏平, GPU を用いた人工衛星画像解析の並列化手法の提案, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

横坂篤, MODIS から推定した海面水温およびクロロフィルと漁獲量との関係, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

四方田敏則, 主成分分析による旧東ドイツの土地利用変化抽出, 日本大学工学部情報工学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞なし).

橋本彬正, 干渉 SAR を用いた九重連山における地殻変動の時系列解析, 鹿児島大学理学部地球環境科学科, 2014 年度卒業論文. (謝辞あり).

4.6. 地震予知連絡会・火山噴火予知連絡会・地震調査委員会への資料提供

4.6.1. 平成 24 年度（ABC 順に掲載）

該当なし.

4.6.2. 平成 25 年度（ABC 順に掲載）

防災科学技術研究所 (2013), 八甲田山に関する PALSAR 干渉解析, 第 127 回火山噴火予知連絡会本会議資料. (謝辞あり).

4.6.3. 平成 26 年度（ABC 順に掲載）

防災科学技術研究所 (2014), TerraSAR-X 及び TanDEM-X（DLR）強度画像による霧島山・新燃岳モニタリング（2014 年 3 月～2014 年 4 月）, 第 129 回火山噴火予知連絡会本会議資料, 2014 年 6 月 3 日. (謝辞あり).

防災科学技術研究所 (2014), PALSAR/InSAR 解析による口永良部島の 2007-2011 年の地殻変動, 火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料, 2014 年 8 月 8 日. (謝辞あり).

防災科学技術研究所 (2014), SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動, 第 130 回火山噴火予知連絡会本会議資料, 2014 年 10 月 23 日. (謝辞あり).

気象研究所 (2014), 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, 第 130 回火山噴火予知連絡会本会議資料, 2014 年 10 月 23 日. (謝辞あり).

気象研究所 (2015), ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会本会議資料, 2015 年 2 月 24 日. (謝辞あり).

5. 特定共同研究 B（2012-B-01）参加者リスト

5.1. 平成 24 年度

No	氏　名	所属機関	職　名	備　考
1	福島　洋	京都大学防災研究所	助教	研究代表者
2	青木　陽介	東京大学地震研究所	助教	所内担当教員
3	古屋　正人	北海道大学	准教授	
4	高橋　浩晃	北海道大学	准教授	
5	村上　亮	北海道大学	教授	
6	奥山　哲	北海道大学	研究員	
7	安田　貴俊	北海道大学	大学院生	
8	孫　碩帥	北海道大学	大学院生	
9	木下　陽平	北海道大学	大学院生	
10	阿部　隆博	北海道大学	大学院生	
11	太田　雄策	東北大学	助教	
13	小澤　拓	防災科学技術研究所	主任研究員	
14	宮城　洋介	宇宙航空研究開発機構	招聘研究員	
12	田中　明子	産業技術総合研究所	主任研究員	
15	中村　和樹	産業技術総合研究所	特別研究員	
16	三尾　有年	産業技術総合研究所	客員研究員	
17	高木　朗充	気象研究所	主任研究官	
18	鬼澤　真也	気象研究所	研究官	
19	上野　寛	気象研究所	主任研究官	
20	齋藤　誠	気象庁	地震情報企画官	
25	平　祐太郎	気象庁	調査官	
26	近澤　心	気象庁	火山地殻変動技術係長	
24	藤原　みどり	気象庁	技術専門官	
23	長尾　潤	気象庁	技官	
22	岩切　一宏	気象庁	震源過程調査係長	
21	飯野　英樹	気象庁	地震防災係長	
27	原田　昌武	神奈川県温泉地学研究所	技師	
28	平松　良浩	金沢大学	准教授	
29	田中　俊行	東濃地震科学研究所	主任研究員	

30	橋本　学	京都大学防災研究所	教授	
31	松波　孝治	京都大学防災研究所	准教授	
32	山本　圭吾	京都大学防災研究所	助教	
33	齋藤　隆志	京都大学防災研究所	助教	
34	高田　陽一郎	京都大学防災研究所	助教	
35	田部井　隆雄	高知大学	教授	
36	長谷川　雄一	高知大学	大学院生	
37	大村　誠	高知県立大学	教授	
38	松島　健	九州大学	准教授	
39	小林　茂樹	東海大学	准教授	
40	中尾　茂	鹿児島大学	准教授	

5.2. 平成 25 年度

No	氏　名	所属機関	職　名	備　考
1	福島　洋	京都大学防災研究所	助教	研究代表者
2	青木　陽介	東京大学地震研究所	助教	所内担当教員
3	古屋　正人	北海道大学	教授	
4	木下　陽平	北海道大学	大学院生	
5	高橋　浩晃	北海道大学	准教授	
6	安田　貴俊	北海道大学	大学院生	
7	太田　雄策	東北大学	助教	
8	小澤　拓	防災科学技術研究所	主任研究員	
9	宮城　洋介	防災科学技術研究所	契約研究員	
10	田中　明子	産業技術総合研究所	主任研究員	
11	藤井　直之	産業技術総合研究所	産学官制度来所者	
12	三尾　有年	産業技術総合研究所	産学官制度来所者	
13	中村　和樹	産業技術総合研究所	産学官制度来所者	
14	高木　朗充	気象研究所	主任研究官	
15	上野　寛	気象研究所	主任研究官	
16	安藤　忍	気象研究所	主任研究官	
17	舟崎　淳	気象庁	火山対策官	
18	中村　政道	気象庁	調査官	
19	近澤　心	気象庁	火山課火山地殻変動	

			技術係長	
20	三浦　優司	気象庁	技術専門官	
21	長尾　潤	気象庁	火山課火山監視・情報センター技官	
22	岩切　一宏	気象庁	地震予知情報課震源過程調査係長	
23	藤田　健一	気象庁	多成分歪解析係	
24	及川　純	東京大学地震研究所	助教	
25	田中　愛幸	東京大学地震研究所	助教	
26	土井　浩一郎	極地研究所	准教授	
27	原田　昌武	神奈川県温泉地学研究所	技師	
28	平松　良浩	金沢大学	准教授	
29	鬼頭　雄也	金沢大学	大学院生	
30	田中　俊行	東濃地震科学研究所	主任研究員	
31	鷺谷　威	名古屋大学	教授	
32	伊藤　武男	名古屋大学	助教	
33	Meneses Gutierrez Angela del Valle	名古屋大学	大学院生	
34	齊藤　隆志	京都大学防災研究所	助教	
35	橋本　学	京都大学防災研究所	教授	
36	高田　陽一郎	京都大学防災研究所	助教	
37	山本　圭吾	京都大学防災研究所	助教	
38	大村　誠	高知県立大学	教授	
39	田部井　隆雄	高知大学	教授	
40	長谷川　雄一	高知大学	大学院生	
41	松島　健	九州大学	准教授	
42	小林　茂樹	東海大学	准教授	
43	中尾　茂	鹿児島大学	准教授	

5.3. 平成 26 年度

No	氏　名	所属機関	職　名	備　考

1	安藤　忍	気象研究所	主任研究官	研究代表者
2	青木　陽介	東京大学地震研究所	助教	所内担当教員
3	古屋　正人	北海道大学	教授	
4	木下　陽平	北海道大学	大学院生	
5	ウスマン　ムハマド	北海道大学	大学院生	
6	安田　貴俊	北海道大学	大学院生	
8	梅村　宗太郎	北海道大学	大学院生	
9	阿部　隆博	北海道大学	大学院生	
10	前田　準	北海道大学	大学院生	
11	姫松　裕志	北海道大学	学生	
12	小沼　義季	北海道大学	学生	
13	高橋　浩晃	北海道大学	准教授	
14	三浦　哲	東北大学	教授	
15	太田　雄策	東北大学	助教	
16	中村　和樹	日本大学	准教授	
17	小澤　拓	防災科学技術研究所	主任研究員	
18	宮城　洋介	防災科学技術研究所	契約研究員	
19	田中　明子	産業技術総合研究所	主任研究員	
20	藤井　直之	産業技術総合研究所	産学官制度来所者	
21	高木　朗充	気象研究所	主任研究官	
22	松森　敏幸	気象庁	火山課火山対策官	
26	鬼澤　真也	気象庁	火山課調査官	
23	三浦　優司	気象庁	火山課火山地殻変動技術係長	
25	中橋　正樹	気象庁	火山課火山監視・情報センター技官	
22	長尾　潤	気象庁	火山課火山監視・情報センター技官	
27	迫田　浩司	気象庁	地震予知情報課震源過程調査係長	
28	田中　愛幸	東京大学地震研究所	助教	
29	及川　純	東京大学地震研究所	助教	
30	土井　浩一郎	極地研究所	准教授	

31	原田　昌武	神奈川県温泉地学研究所	技師	
32	道家　涼介	神奈川県温泉地学研究所	技師	
33	平松　良浩	金沢大学	准教授	
34	鬼頭　雄也	金沢大学	大学院生	
35	鷺谷　威	名古屋大学	教授	
36	Meneses Gutierrez Angela del Valle	名古屋大学	大学院生	
37	田中　俊行	東濃地震科学研究所	主任研究員	
38	橋本　学	京都大学防災研究所	教授	
39	高田　陽一郎	京都大学防災研究所	助教	
40	齊藤　隆志	京都大学防災研究所	助教	
41	山本　圭吾	京都大学防災研究所	助教	
42	田部井　隆雄	高知大学	教授	
43	大村　誠	高知県立大学	教授	
44	松島　健	九州大学	准教授	
45	小林　茂樹	東海大学	准教授	
46	中尾　茂	鹿児島大学	准教授	

6. 総括と今後の展望

2014 年 9 月 16 日に開催された成果報告会では，最初に島田政信博士（JAXA）により 5 月に打ち上げられた ALOS-2 で得られた最新結果及び現在の稼働状況について特別講演を頂いた．それによれば，ALOS-2 の運用状況は良好で，打ち上げ後の校正検証期間を経て 8 月以降順次ベースマップの取得が行われており，予定通り 11 月下旬頃には一般提供が開始される旨報告を頂いた．続いて，地盤沈下，火山，地震，氷河，解析技術のセッションについて最近の解析結果やレビュー等が行われ，バンコク，京阪神，鹿児島・宮崎県境，御前崎周辺における地盤変動の時系列解析，インドネシア泥火山や霧島山、桜島、口永良部島等の国内の活火山周辺における地殻変動解析，また，パキスタンの地震や非地震性、地震間の解析，さらに，氷河についての解析結果等が報告された．また，従来から SAR 干渉解析において問題となっている水蒸気遅延に関する考察の発表や，第二章で触れた SAR 解析ソフトの紹介の発表もあった．最後に本研究課題を基盤にし，さらに研究を深化させるために，今後は分野間交流も視野にいれた大型研究などへの応募を模索するなど今後の SAR 研究の方向性について議論され閉会となった（各成果の詳細は別紙スライド集を参照）．

国産の SAR 衛星は，2011 年 5 月に ALOS が運用停止して以降，2014 年 5 月に ALOS-2 が打ち上げられるまで運用されていなかった．さらに，ALOS-2 のデータ提供開始時期を考慮すると，本研究期間（平成 24 年度から 26 年度）は，ほとんどリアルタイムのデータ提供・解析は不可能だったといえる．それにも関わらず，第四章に記載したとおり，第一期，二期に劣らぬ非常に多くの研究成果が報告された．これは，SAR 干渉手法による解析が地殻変動研究分野において，非常に重要かつ有用な位置付けであることを示しており、またその可能性を示している結果といえる．以下に，本研究期間で特筆すべきことを挙げる．ひとつ目は，SAR 干渉解析手法の進化である．従来の差分干渉解析主体の解析手法から，近年では多くの SAR データを一度に解析する時系列解析手法が主流となってきた．本課題の取組においても，第二期での開催を含めると，通算 3 回の時系列解析手法関連の講習会を実施してきた．本課題の参加機関において，解析対象は異なるが，講習会等を通じて会得した解析を適用し，着実に成果が報告されてきている．二つ目は，解析対象の多様化である．第一期では，地震や火山噴火前後の報告が主流だったが，第二期、第三期とその対象は，氷河や地盤沈下などにも利用され，着実に多くの成果が報告されている．特に，非常に微細な時空間変動が対象の場合が多い地盤変動については，先に触れた時系列変化解析手法の活用なくしては得られない．三つ目に，解析ソフトウェアの開発である．これは一部の研究者による力が非常に大きいが，本課題参加者には優先的に利用許可の配慮を頂くなど，SAR 解析研究者の裾野を広げるという観点からも，非常に貢献度が高く，非常に重要な成果であるといえる．従来から指摘されていたように，SAR 干渉解析は高額なデータ、高額なソフトウェアであるがために、なかなか利用者の拡大が果たせなかったが，前者については，第一期、二期を通じて PIXEL

で蓄積された多くのアーカイブデータを利用することにより環境が整備されつつある．実際，本研究課題期間においては，1 件の博士論文，2 件の修士論文，23 件の卒業論文が報告されており，着実に裾野は拡大している．この度，国産の SAR 解析ソフトウェアの開発がなされたことにより，後者についてのハードルも下がり，誰もが研究のために，誰もが新たなアルゴリズムの研究開発に利用できる環境が整いつつあり，これまで以上に新たな SAR 干渉解析者の育成に貢献するであろう．

これまで述べてきたように，本課題研究期間においても，SAR 干渉解析分野の成果は着実に挙げられてきたといえる．しかしながら，研究は一朝一夕にして成立するものではなく，今後も継続した研究が重要である．特に、ALOS-2 の打ち上げが，当初予定よりも遅れたことにより，本研究期間での報告はごく一部に限られた．今後は ALOS-2 の解析も積極的に行われ，新たな知見及び課題が報告されるであろう．地殻変動研究において L バンド SAR は重要であるとの認識にも関わらず，JERS−1 から ALOS，ALOS から ALOS-2 がそうであったように，継続的な運用がなされてこなかった．本枠組みとは異なるが，JAXA 主催の次世代 SAR 利用検討会なども開催され，関係者によって今後の SAR 衛星の活用方法や運用について議論が始まっている．本課題研究に参加しているメンバー（＝PIXEL グループメンバー）は，積極的にこれらの会議に出席し，SAR 干渉解析分野の将来についても意見を挙げていく必要がある．

別紙　成果報告会スライド集

成果発表会

- 東京大学地震研究所特定共同研究B
  「SARを用いた地殻変動研究」
- 東京大学地震研究所ー宇宙航空研究開発機構共同研究
  「ALOS-2/PALSAR-2（ALOS/PALSAR）干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」

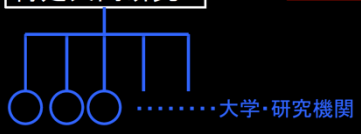
PIXELデータ共有の仕組み

東京大学地震研究所 ― 宇宙航空研究開発機構

全国共同利用研究所
（ERIのデータを利用）
第三期（H24-H26）

H26-H30共同研究協定
・時系列、経年性変動検出の研究
・地すべり、山岳氷河の研究
・SAR干渉処理解析者の育成　etc
・年間一定数のデータ無償提供

特定共同研究B



特定共同研究B（H24-26）「SARを用いた地殻変動研究」

2005年に、日本の地殻変動研究者間でPALSARデータを共有することを主目的として、東大地震研の共同利用研究を利用してPIXELグループが設立された。2006年のALOS打ち上げ以降、多くのPALSAR画像が共有され、科学的成果とともに、利用者層の拡大にも繋がった。2011年5月にALOSの運用は終了したが、まだ手がつけられていない膨大な量のアーカイブデータが存在し、これを利用した経年的な微小地殻変動の観測研究や広域の系統的な研究に関して、今後新しい重要な成果が期待される。InSARを用いた高解像度・高精度の地殻変動観測は、点的であるというGPS観測の不可避的短所を補う形で、将来的に基盤的な観測手法とならなければならない。本研究課題では、全国的な連携のもと、この到達点に向かってInSARを用いた地震・火山現象解明を進めるとともに、手法開発や人材育成を進める。なお、本共同研究課題は、PIXELグループの活動の中核的な枠組みとすることを目的とする.

特定共同研究B（H27-）「新世代合成開口レーダーを用いた地表変動研究」

本課題においては、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構の共同研究契約に基づいて提供されるALOS-2およびALOSのデータを、本課題に参加する研究者間で共有し、地表変動に関する研究を進める。また、これまでの研究対象は主に地震と火山であったが、本課題においては氷河や地すべり等にも研究対象を広げ、より大きな研究コミュニティーへの発展を目指す。そのような研究コミュニティーを土台として、将来の大型研究プロジェクトの立ち上げにつなげたい。

H27年度においては、ALOS-2やALOSのデータを用いた地震、火山、氷河等を対象とした地表変動の研究やALOS-2データを効率的に利用するための手法開発や品質評価等を実施する。また、SAR利用初心者のためのソフトウェア講習会やメーリングリストを通じた情報交換を行う。

ALOS-2の最新成果
Latest outcome of ALOS-2

島田政信（Masanobu Shimada）
地球観測研究センター(Earth Observation Research Center)
2014年9月17日
Sept. 17, 2014
PIXEL会合：東大地震研

1

Dawning Era of ALOS-2

2

Initial Check out and future plan

- ALOS-2 is in the good condition.
- June 5　PALSAR-2 antenna deployment movie was released.
- June 12　DT 800Mbps data transmission was confirmed (highest in the earth observation program). Solar array antenna deployment movie was released.
- June 27　PALSAR-2 first images were released.
- Aug. mid　Move to the operational observation phase。
- Nov. end　starts the product distribution
  ※災害観測要請があった場合未校正でも提供する場合あり

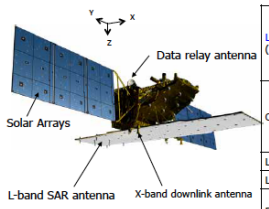
3

ALOS-2 Mission Objectives

- Disaster Monitoring (including the solid earth research-Polarimetry application)
- Environmental monitoring for Biosphere, Geosphere, Cryosphere, and Hydrosphere
- Natural Resources (Agriculture, Ocean monitoring, and Resources)
- Technology Development for the Future Earth Remote sensing (satellite and sensor)

ALOS-2 satellite

ALOS-2 in-orbit configuration



Specification

L-band SAR (PALSAR-2)	Stripmap: 3 to 10m res., 50 to 70 km swath ScanSAR: 100m res., 350km/490km swath Spotlight: 1×3m res., 25km swath
Orbit	Sun-synchronous orbit Altitude: 628km Local sun time : 12:00 +/- 15min Revisit: 14days Orbit control: ≦+/-500m
Life time	5 years (target: 7 years)
Launch	May 24, 2014, H-IIA launch vehicle
Downlink	X-band: 800Mbps(16QAM) 400/200Mbps(QPSK) Ka-band: 278Mbps (Data Relay)

Experimental	Compact InfraRed Camera (CIRC) SPace based Automatic Identification System Experiment(SPAISE2)

5

ALOS-2 Specifications

		Spotlight	Ultra Fine	High sensitive	Fine	ScanSAR nominal		ScanSAR wide
Bandwidth		84MHz	84MHz	42MHz	28MHz	14MHz	28MHz	14MHz
Resolution		Rg×Az: 3×1m	3m	6m	10m	100m		60m
Swath		Rg×Az: 25×25km	50km	50km	70km	350km (5-scan)		490km (7-scan)
Polarization		SP	SP/DP	SP/DP/FP/CP		SP/DP		
NESZ		-24dB	-24dB	-28dB	-26dB	-26dB	-23dB	-23dB
S/A	Rg	25dB	25dB	23dB	25dB	25dB		20dB
	Az	20dB	25dB	20dB	23dB	20dB		20dB

SP : HH or VV or HV , DP : HH+HV or VV+VH , FP : HH+HV+VH+VV , CP : Compact pol (Experimental mode)

Main applications:
Fine beam (DP): Forest and land cover monitoring
ScanSAR (DP): Rapid deforestation / wetlands / InSAR (ScanSAR-ScanSAR)
Spotlight (SP): Emergency observations
Ultra Fine (SP) : Global map, InSAR base mapping
High sensitive (QP): Global map
ScanSAR wide (SP) : Polar ice

Four new techniques

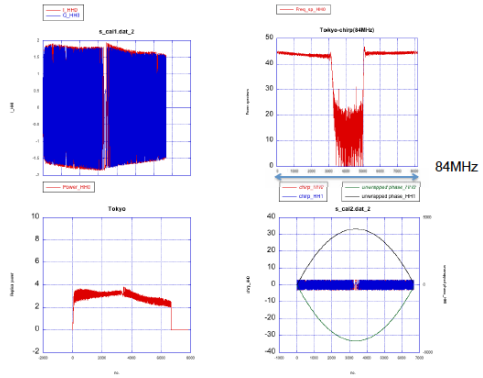
- **High power and efficiency device**
  - GaN HEMT, the first flight for satellite in the world, for lower NESZ
- **Dual receive antenna system**
  - wider swath with lower PRF
  - Five electric panels are in full aperture for transmission and are divided antenna for receiving
- **Chirp modulation**
  - Up/Down and Phase modulation for higher SA
- **New data compression algorithm**
  - updated BAQ algorithm

7

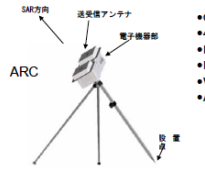
Calibration issues

- Chirp signals monitored on PALSAR-2
- Raw data reception on the ground

Chirp Signals(84MHz, Tokyo)

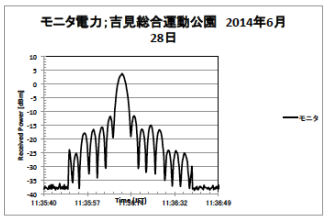


3.3.1 Active Radar Calibrator and SAR signal receiver



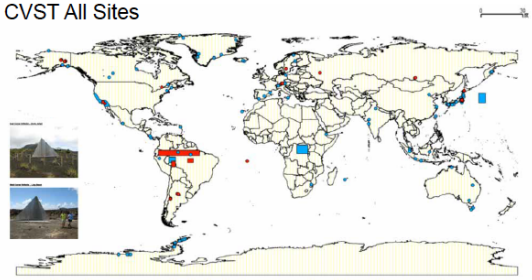
- Geometric calibrator with location uncertainty of 1 cm
- 45 (0, 90 deg) degree rotational ARC.
- Manually controlled for off nadir angle.
- High RCS stability using thermally insulated units
- Wide resistance for temperature and humidity
- ARC mode prepares the H and V phase difference

Receiver



3.3.1 Global distribution of the calibration site) (5/12)

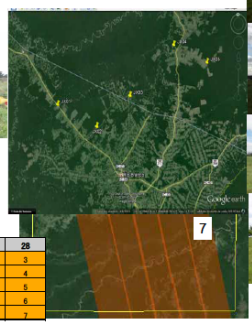
CVST All Sites



Red circle and square indicates CR sites (including JAXA Cal sites)

3.3.1 Polarimetric Calibration in Brazil site

左上： -8.0°-68.65°

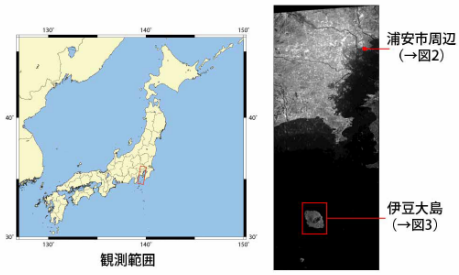


Beam3 cycle6
Beam4 cycle7
Beam5 cycle8
Beam6 cycle9
Beam7 cycle10

RioBranco

Cycle	Site Name	Area	Mode	28
Cycle 6	RioBranco	S02	HBQ	3
Cycle 7	RioBranco	S02	HBQ	4
Cycle 8	Rio_Branco	S02	HBQ	5
Cycle 9	RioBranco	S02	HBQ	6
Cycle 10	RioBranco	S02	HBQ	7

First Image of the PALSAR-2 on June 19 2014 over the Tokyo



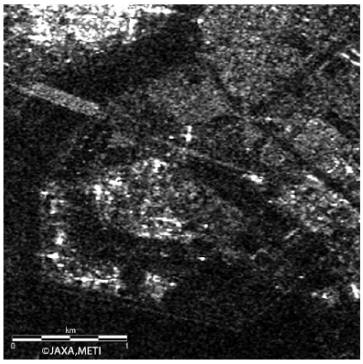
- 2014年6月19日午前11時43分頃（日本時間）に、PALSAR-2の高分解能モード（約3m分解能）によって取得された観測画像とその観測範囲です。
- 3メートルの分解能は、これまでの地球観測衛星搭載のLバンド合成開口レーダでは世界最高のものであり、この高い分解能により、災害発生時の状況把握などがより詳細に行われることが期待されます。

13

JERS-1, ALOS, ALOS-2 image comparison

JERS-1SAR

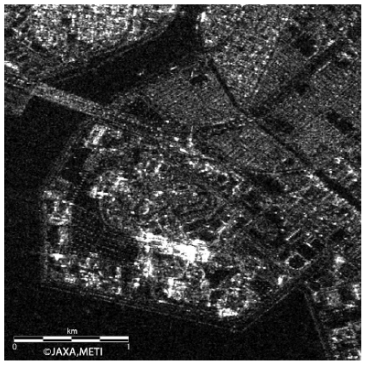
1992年4月21日



JERS-1, ALOS, ALOS-2 image comparison

だいち(ALOS)
PALSAR

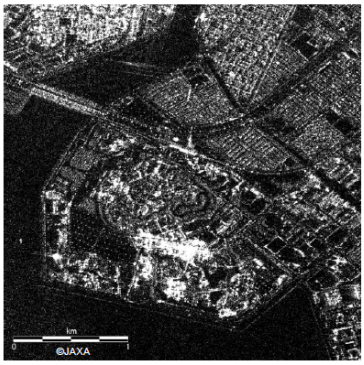
2006年4月27日



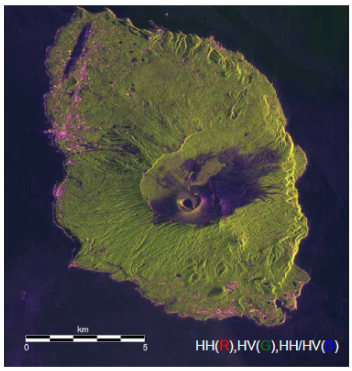
JERS-1, ALOS, ALOS-2 image comparison

だいち2号(ALOS-2)
PALSAR-2

2014年6月19日



Izu Island image of the PALSAR-2



19

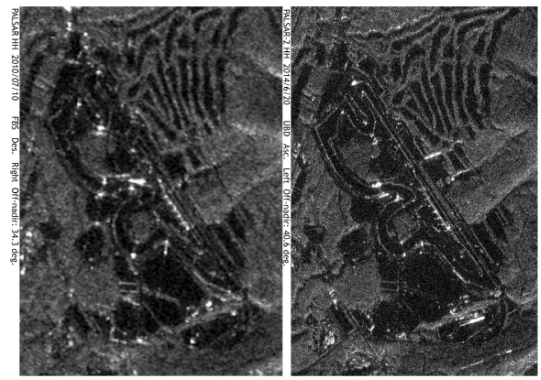
Comparison in HH

PALSAR-2 (June 2014)　　Pi-SAR-L2 (Oct. 2013)

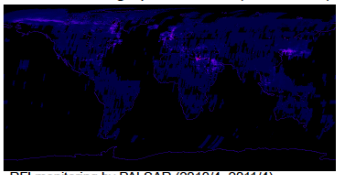
Comparison in HV

PALSAR-2 (June 2014)　　Pi-SAR-L2 (Oct. 2013)

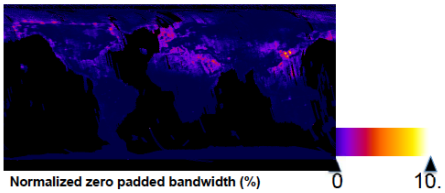
Fuji Speedway car circuit　　PALSAR　　PALSAR-2



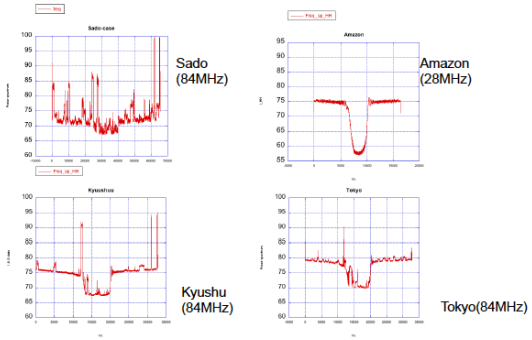
RFI monitoring by JERS-1 SAR (1992-1998)



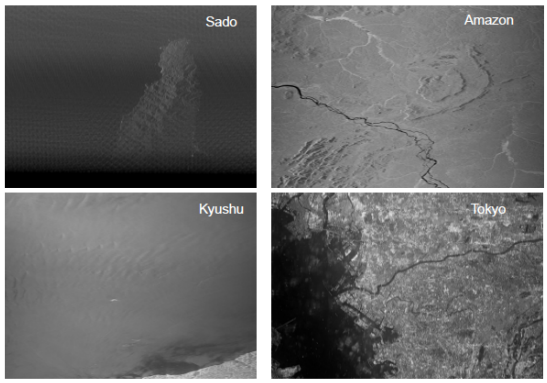
RFI monitoring by PALSAR (2010/4~2011/4)



RFI (Radio Frequency Interference)
RFI has been an issue for degrading the SAR images with the contaminated external signal sources. Bw ~ 3~5MHz, RFI power exceeding less than 25dB.

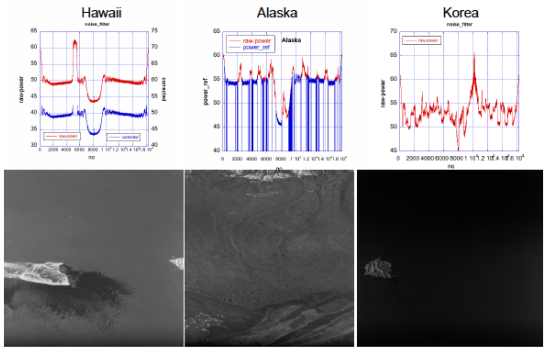


PALSAR-2 Images after the noise reduction

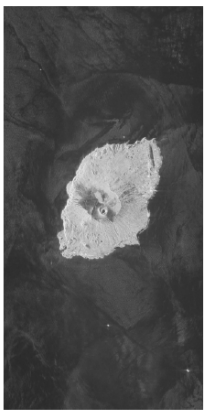


ALOS/PALSAR (2006-2011) images corrected for the interference

Max bandwidth is 3MHz band and power density difference is less than 12 dB

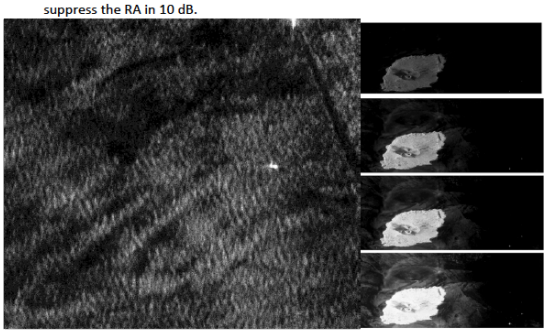


Dual Beams (receivers) receive returned signals in two ports reducing the PRF half of Doppler band width and widening the observation swath.
However, it needs the careful tuning of the delay difference of two channels.

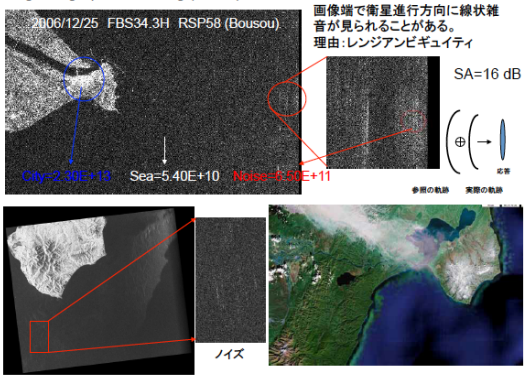


Chirp Modulation for Range Ambiguity Suppression (PALSAR2)

- Range Ambiguity often occurs at and of the image swath.
- Up/down and M-series Pi is added in the transmission signal code in order to suppress the RA in 10 dB.

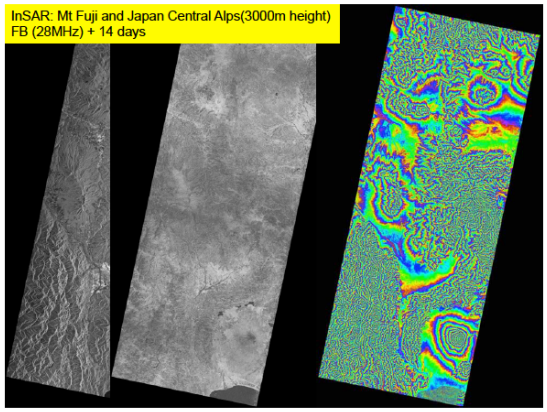


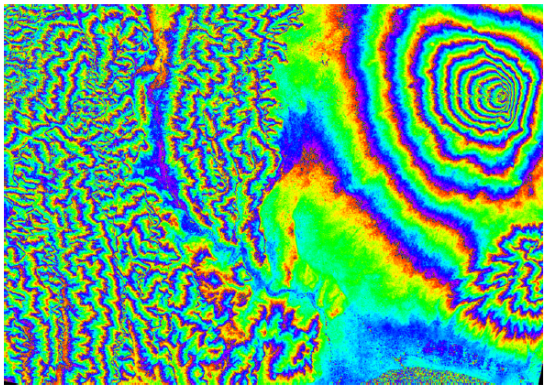
Range ambiguity in PALSAR image(PALSAR)

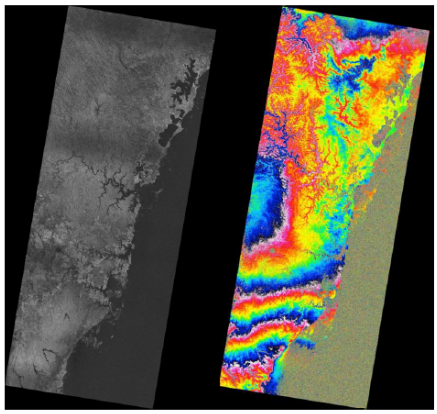


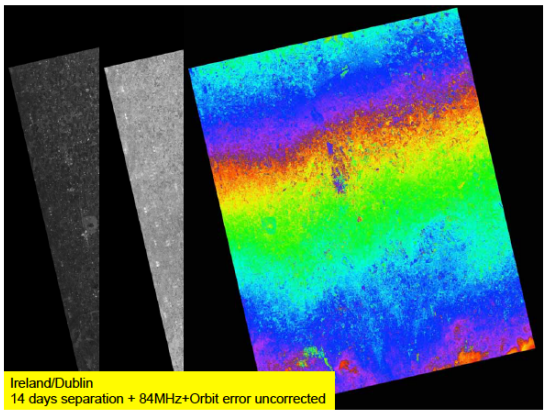
Interferometry

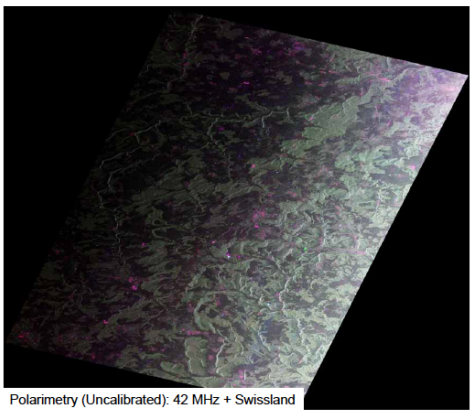
InSAR: Mt Fuji and Japan Central Alps(3000m height)
FB (28MHz) + 14 days



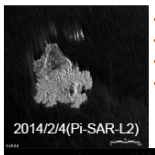




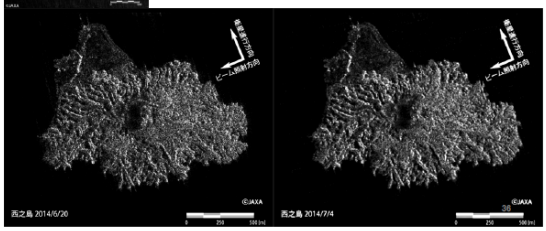



Polarimetry (Uncalibrated): 42 MHz + Swissland

（1－1）Enlargement of the nishinoshima island）



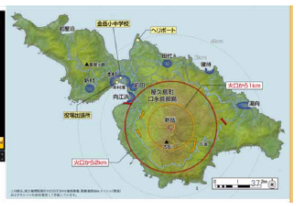
- PALSAR2により面積の拡大を確認できる。
- 海上保安庁は定期的に航空機観測
- 国土地理院はUAV観測（父島から）
- 国土地理院はPALSAR-2の投入により航空機観測の負荷を低減



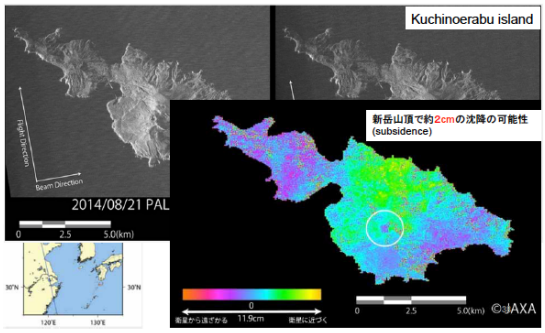
（1－2）Kuchinoerabu-jima eruption

- DinSAR detected the deformation in the order of cm.
- Collaborated with JMA and GSI
- 1990年代劣勢だった干渉SARは、2000年代にGPSを用いた変動計測よりも高精度なことが、火山噴火予知連（測地グループ）内認識され、今や地殻変動計測は干渉SAR無くしては語れないものとなった。

口永良部島・新岳が34年ぶり噴火　島の全77世帯に避難準備情報(14/08/04)

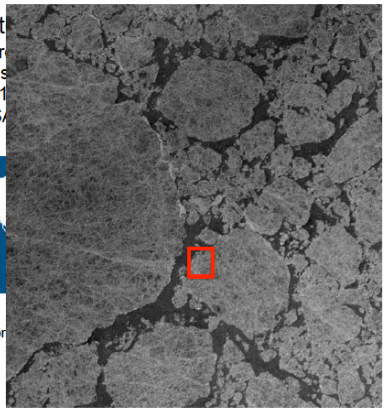


Deformation monitoring technology using the DinSAR is expanded for variety of areas and the time series InSAR improves the accuracy (Oil company)



Sea Ice monit

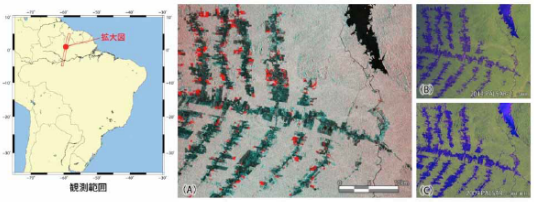
Japan Coast Guar
sea ice for ocean s
routinely since 201
PALSAR-2 ScanS/



Scene center lat/lor
N84°, E43°

2014年7月22日

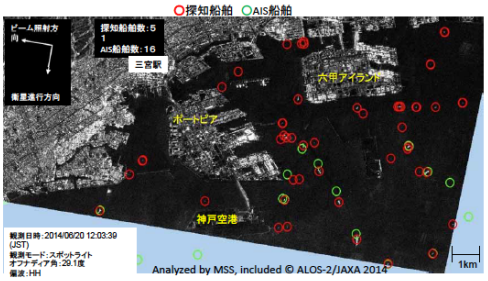
- Forest monitoring using Dual Strip SAR:
  PALSAR data were provided to IBAMA of Brazil for monitoring the illegal logging. PALSAR-2 will be provided to more agencies.



- （A）はブラジル国・ロライマ州東部の森林減少が平成21年と比べて現在どのように変化したかをとらえたものです。この画像は今回「だいち2号」のPALSAR-2が観測した2014年6月21日の画像（B）と平成21年の「だいち」搭載PALSARによる画像（C）を用いて色合成しています（水色が非森林、灰色が森林、赤色が5年間に減少した森林域を示します）。
- この画像の範囲で約25.0 km²の森林減少が見られます。森林の観測に適したLバンドの波長の電波を用いたPALSAR-2により、今後、世界規模の森林観測が可能になります。その結果、森林管理や、気候変動に大きな関わりがあるとされる森林のバイオマス量の推定に貢献できると期待されます。

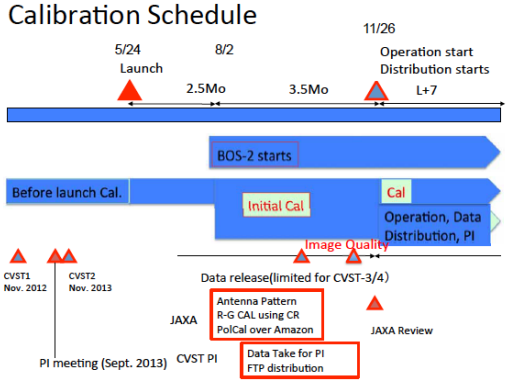
（3） Ocean and ship detection

○AIS信号を発していない船舶等にも対応可能な合成開口レーダ（SAR）による船舶の有無確認。
ALOS-2（陸域観測技術衛星2号）では、SARとAISを同時搭載。
○探知船舶数が51に対して、AIS船舶数は16（画像上のみ）であり、AISを発信している船舶がわずか31%にしか満たないことがわかる。
海洋監視に使用されている。



41

Calibration Schedule



その後の状況

- GPS軌道：初画像から正常
- 初期校正：8月5日より観測開始
- 定常観測：8月5日より観測開始
- 8月中旬：精密軌道配信開始
- 8／20：ALOS-2定常運用移行審査会
- 9／5：東大地震研—JAXA間共同研究の継続承認さる。（実施期間：3年半）、年間800シーン（300シーン：PALSAR-2, 500シーン：PALSAR。数量は年度毎に調整可）
- AUIG-2の配信：9月末～か？（但し、ALOS-2データは以下の確認会の終了を待つ必要がある）
- 11／20日頃：初期校正検証確認会

- 軌道間距離：仕様値は半径500mに95%の存在確率とあるが，実際はもっと小さいとおもわれる。

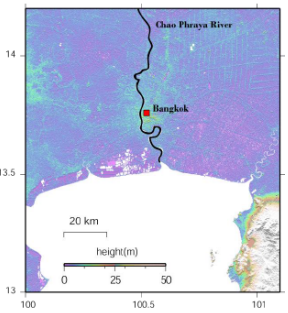
PS-InSAR解析によって推定された バンコクの地盤変動と帯水層分布

石塚師也[1], 福島　洋[2], 辻　健[3],山田泰広[1], 松岡俊文[1], Pham Huy Giao[4]

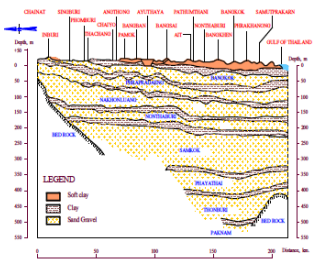
1. 京都大学大学院　工学研究科
2. 東北大学　研究推進本部
3. 九州大学　カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
4. Asian Institute of Technology, Thailand

解析対象地域 – バンコク

バンコク周辺の標高



南北方向の地質断面図



(Piancharoen, 1997)

バンコクでの地下水の過度な汲み上げによる地盤沈下

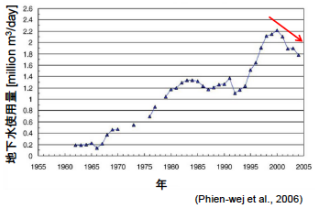
❑ 構造物への被害
❑ 洪水域の増加

(Phien-wej, 2012)

バンコクにおける地下水利用

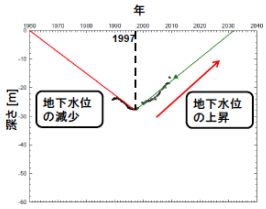
❑ これまで地下水の過度な汲み上げが問題視されていたが、政府の規制により、近年の地下水利用量は減少に転じている。
❑ 地下水利用量の減少に伴い、地下水位は上昇に転じている。

バンコクでの地下水利用量の推移



(Phien-wej et al., 2006)

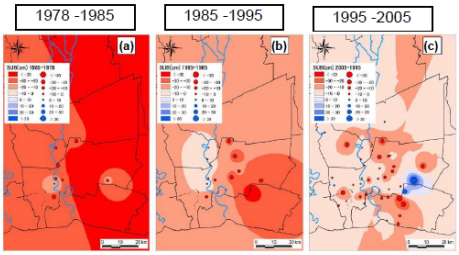
バンコク帯水層の地下水位



(Giao et al., 2013)

バンコクにおける地盤沈下の歴史

❑ これまでの研究により、地盤沈下が発生しているが、沈下量は年々減少していることが分かる。



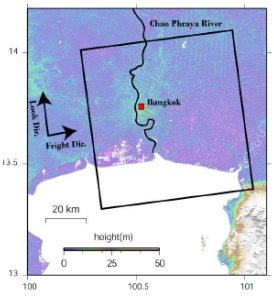
(Taniguchi et al., 2009)

目的

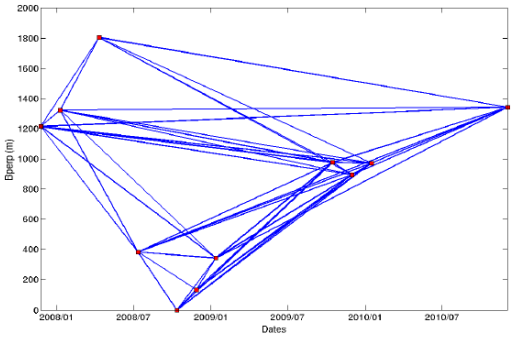
❑ 近年のバンコクの地表変動傾向を理解すること

解析に用いたSARデータ

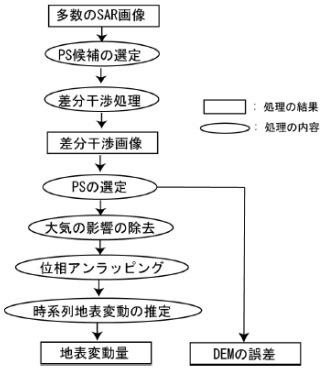
センサ	PALSAR
SAR画像数	11
データの観測期間	2007年11月 – 2010年12月
観測軌道	北向軌道



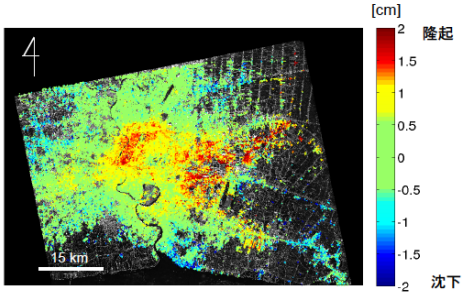
解析に用いたデータ・データペアの基線長分布



PS-InSAR解析の流れ



PS-InSAR解析により推定された年間地表変動量



- これまで沈下していると考えられていたバンコク中央部では隆起が観測された。
- 隆起地域では、地下水位の上昇が観測されていることから、隆起は地下水位の上昇に伴うものであると考えられる。

時系列変動モデルを用いた地盤変動の解釈

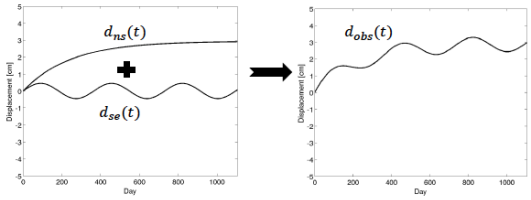
各ピクセルにおける時系列地表変動モデル

$$d_{obs}(t) = \underline{d_{se}(t)} + \underline{d_{ns}(t)} + d_{ref}$$

(1) 季節性変動　(2) 地下水位上昇による隆起

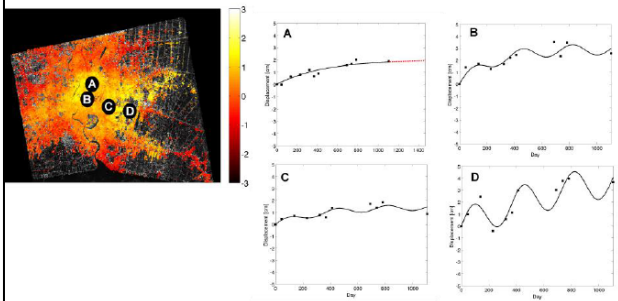
$$where \quad \begin{cases} d_{seas} = \alpha\left\{sin\left(\frac{2\pi}{365}t + \theta\right) - \sin(\theta)\right\} \\ d_{uns} = \beta\{exp(kt) - 1\} \end{cases}$$

時系列変動モデルを用いた解釈の概念図



時系列地表変動モデルを用いた地表変動傾向の解釈

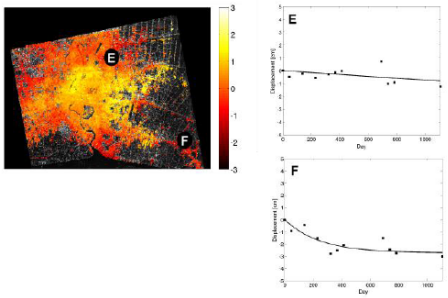
年間地表変動量 [cm/year]



- PS-InSAR解析結果（黒点）と仮定したモデル（黒線）は良い一致を示している。

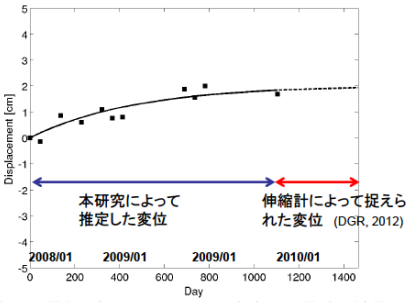
時系列地表変動モデルを用いた地表変動傾向の解釈

年間地表変動量 [cm/year]



- PS-InSAR解析結果（黒点）と仮定したモデル（黒線）は良い一致を示している。

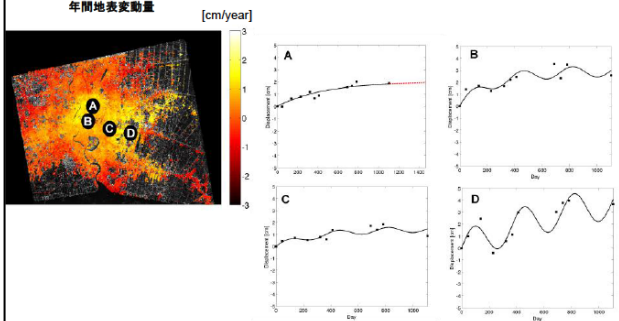
PS-InSAR解析結果と現場観測データとの比較



- 観測期間は異なるものの、PS-InSAR解析と現場計測結果は整合的である。

時系列地表変動モデルを用いた地表変動傾向の解釈

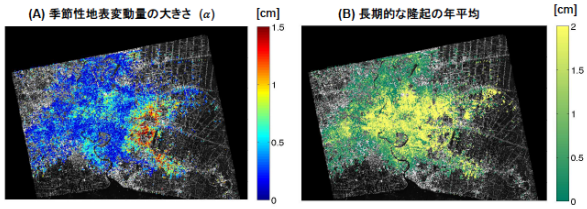
年間地表変動量 [cm/year]



- PS-InSAR解析結果（黒点）と仮定したモデル（黒線）は良い一致を示している。
- 各地点によって時系列地表変動傾向に違いがあることが分かった。

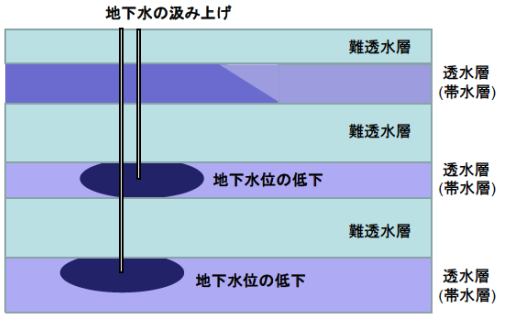
季節性変動と長期的変動の空間分布の比較

$$d_{obs}(t) = \underbrace{\alpha\left\{sin\left(\frac{2\pi}{365}t + \theta\right) - \sin(\theta)\right\}}_{(A)} + \underbrace{\beta\{exp(kt) - 1\} + d_{ref}}_{(B)}$$

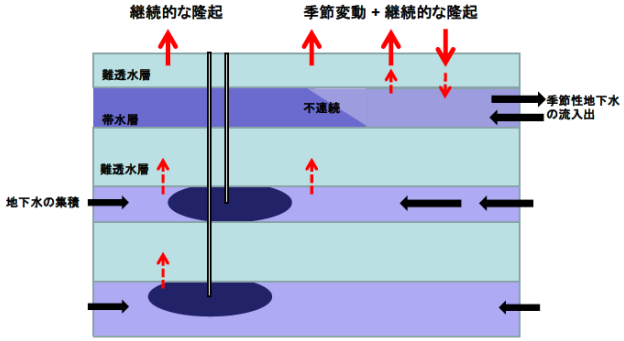


- 季節性変動は主にバンコク東部で発生している一方で、長期的な隆起はバンコク全土で発生していることが判明した。

解釈されたバンコクの帯水層モデル

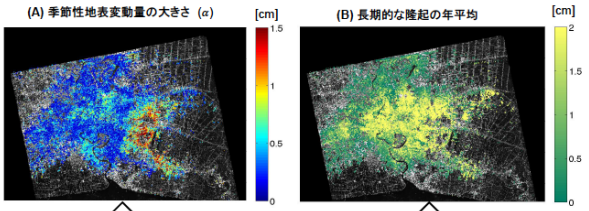


解釈されたバンコクの帯水層モデル



季節性変動と長期的変動の空間分布の比較

$$d_{obs}(t) = \underbrace{\alpha\left\{sin\left(\frac{2\pi}{365}t+\theta\right)-\sin(\theta)\right\}}_{(A)} + \underbrace{\beta\{exp(kt)-1\}}_{(B)} + d_{ref}$$

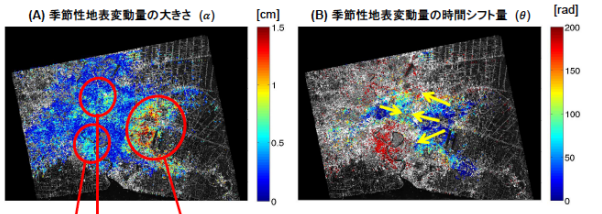


最上位の帯水層の空間分布を反映している可能性

第2層・第3層の帯水層の空間的連続性を表している可能性

季節性変動の特徴

$$d_{obs}(t) = \underbrace{\alpha\left\{sin\left(\frac{2\pi}{365}t+\theta\right)-\sin(\theta)\right\}}_{(A)} + \underbrace{\beta\{exp(kt)-1\}}_{(B)} + d_{ref}$$



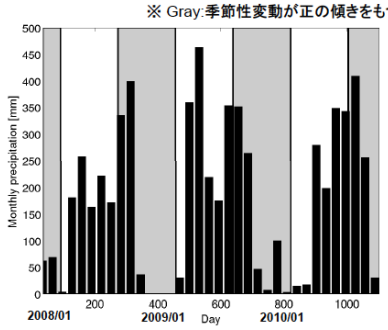
比較的小さな季節性変動

比較的大きな季節性変動

- 季節性変動の時間ずれから、地下水は河川に向かい流動していることが推測される。

降雨量と季節性変動の関係性

※ Gray:季節性変動が正の傾きをもつ期間



- 季節性変動は雨季の中盤から隆起に転じていることが判明した。

結論

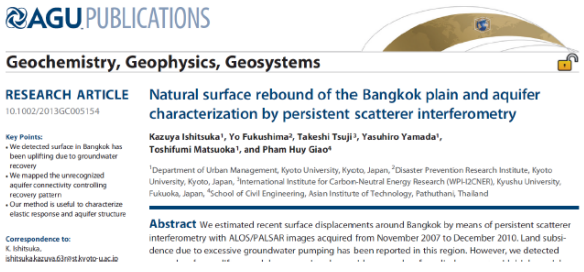
1. 近年のバンコク地盤変位傾向

- PS-InSAR解析の結果、2007年11月~2010年12月の間、年間1cm程度の隆起が発生していたことを捉えた。

2. 地盤変位傾向の解釈

- 推定された時系列地盤変位より、季節性の変動と長期的な変動の両方の発生が推定された。
- 長期的な変動: 第2層目以下の帯水層による地下水回復による変動
- 季節性変動：第1層（最上位）の帯水層への季節性降雨の流出入による変動

発表論文



AGU PUBLICATIONS

Geochemistry, Geophysics, Geosystems

RESEARCH ARTICLE

10.1002/2013GC005154

Natural surface rebound of the Bangkok plain and aquifer characterization by persistent scatterer interferometry

Kazuya Ishitsuka[1], Yo Fukushima[2], Takeshi Tsuji[3], Yasuhiro Yamada[1], Toshifumi Matsuoka[1], and Pham Huy Giao[4]

[1]Department of Urban Management, Kyoto University, Kyoto, Japan, [2]Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan, [3]International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University, Fukuoka, Japan, [4]School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology, Pathuthani, Thailand

Key Points:
- We detected surface in Bangkok has been uplifting due to groundwater recovery
- We mapped the unrecognized aquifer connectivity controlling recovery pattern
- Our method is useful to characterize elastic response and aquifer structure

Correspondence to:
K. Ishitsuka,

Abstract We estimated recent surface displacements around Bangkok by means of persistent scatterer interferometry with ALOS/PALSAR images acquired from November 2007 to December 2010. Land subsidence due to excessive groundwater pumping has been reported in this region. However, we detected

ERS/ENVISATで捉えた1992～2006年の京阪神地域の地表変動

京都大学防災研究所　橋本　学

DPRI-KU

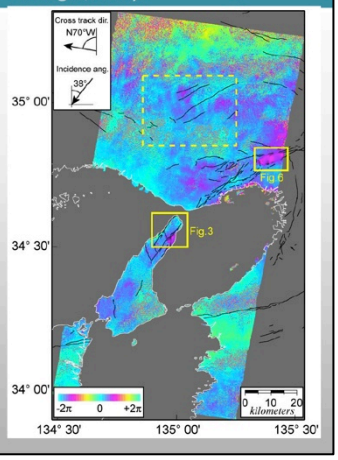
謝辞

- PALSARレベル1.0画像は，文部科学省による「上町断層帯の重点調査観測」において取得しました．PALSAR画像の所有権は宇宙開発研究機構および経済産業省にあります．
- ERS/Envisat画像は，欧州宇宙機関（ESA）のResearch Proposal #18630 (PI: Manabu Hashimoto)において，ESAより提供されました．

活断層と地質

Ozawa et al.(2004)によるJERS-1解析結果

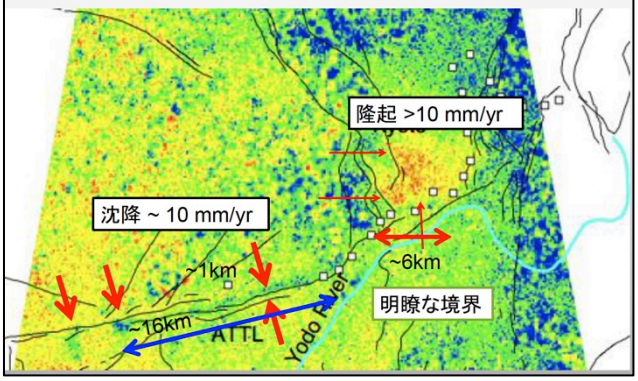
- 有馬・高槻構造線と六甲断層帯に挟まれたくさび状の領域でLOS伸び
- 東浦断層の東側でもLOC伸び



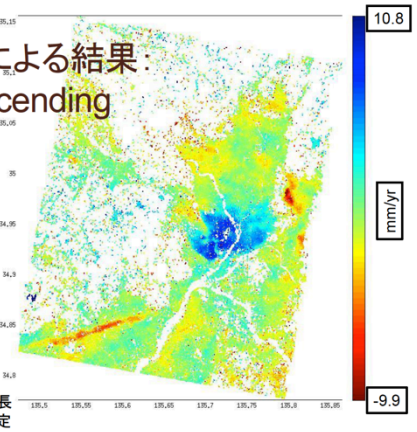
先行研究の成果

- JERS-1画像の解析で見つかったくさび状の余効変動沈降域 (Ozawa et al., 2004)
- 2006～2010年のPALSAR画像のPS-InSARとスタッキング解析
  - 京都盆地南部で 10 mm/yr 以上の隆起
  - 有馬・高槻構造線に沿った ~10 mm/yr の沈降域

京都盆地と有馬・高槻構造線周辺の疑似上下変動



SB解析による結果：P65 Descending



StaMPSの出力のため
カラースケールが反対：
青がLOS短縮，赤が伸長
Weed Stdevを0.7に設定

見つかった変動に対する問い

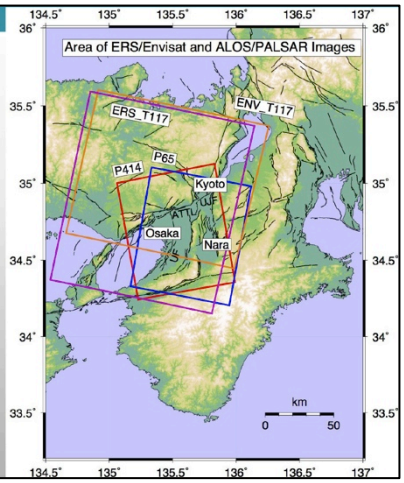
- いつ始まったか？
- 時間的変化はあるか？
- 原因は？
- 1995年兵庫県南部地震との関連性は？

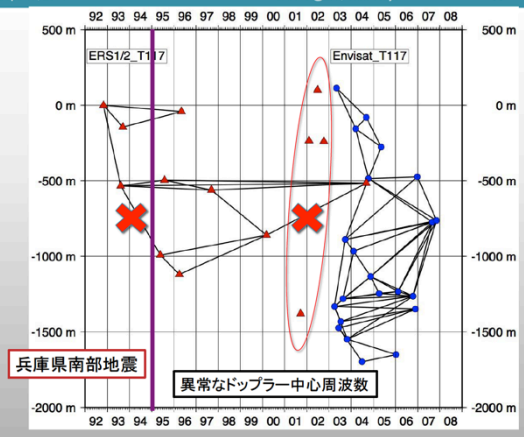
……

やったこと

- 古いSAR画像の解析
  - ERS-1/2: 1992年11月 – 2004年9月の間の14画像 -> 14ペア
  - ENVISAT: 2003年4月 – 2007年11月の間の22画像 -> 48ペア
- 2パス干渉法, フラットニングとスタッキング
- プロセサ:Gamma®
- DEM:ASTER-GDEM2

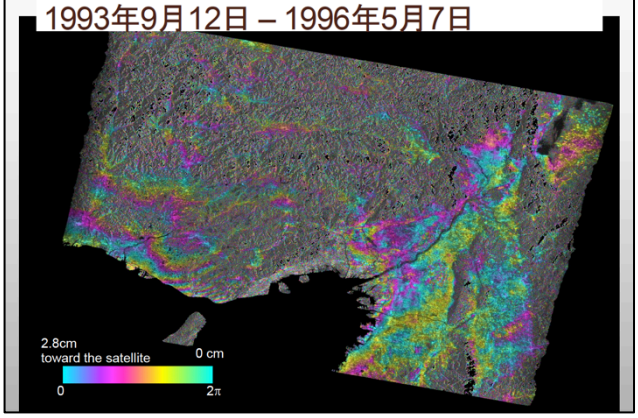
観測画像のフットプリント

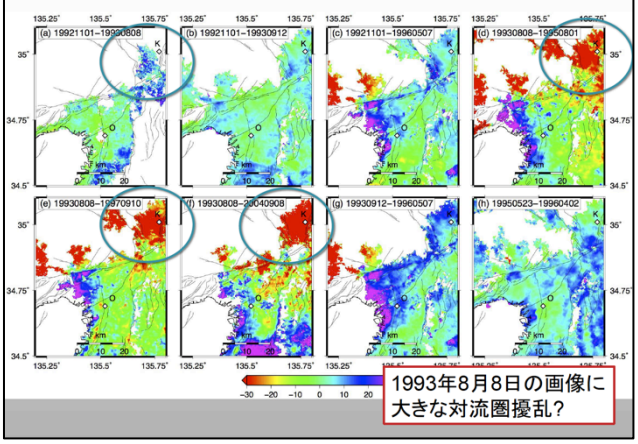




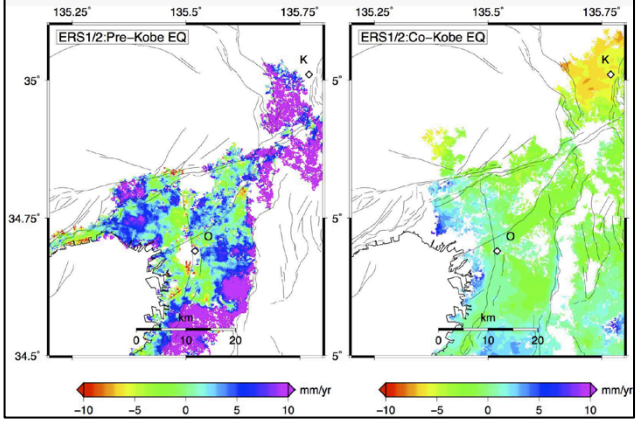
ERS-1/2解析結果

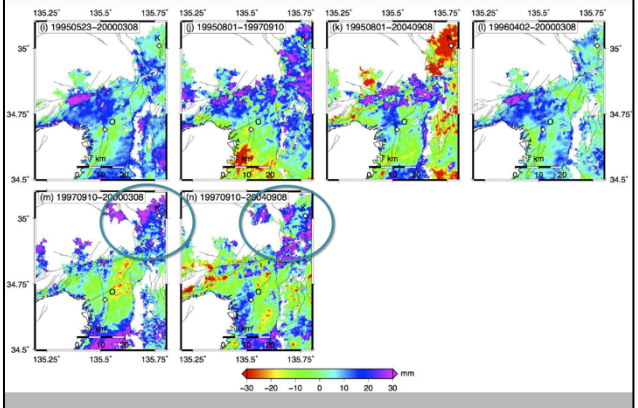
ERS干渉画像の例:1993年9月12日 – 1996年5月7日





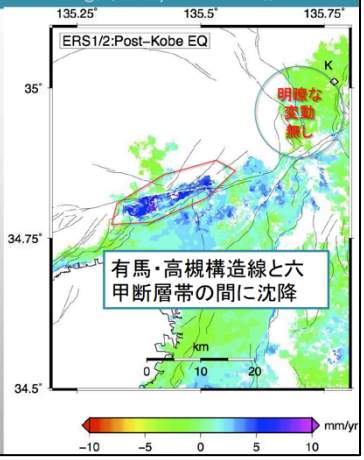
スタック干渉画像





兵庫県南部地震後のスタック干渉画像

1997年9月10日の画像を含む干渉画像を除く

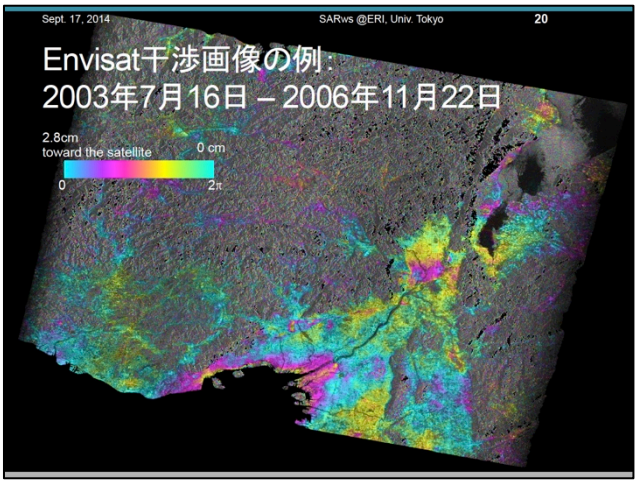


ERS-1/2解析のまとめ

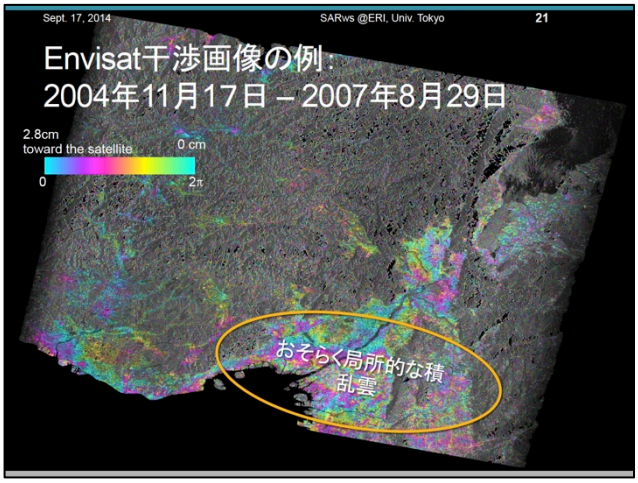
- 有馬・高槻構造線と六甲断層帯間のくさび形の沈降領域
  - 西側は兵庫県南部地震前にも認められる.
- 京都盆地南部には2000年までには明瞭な変動なし

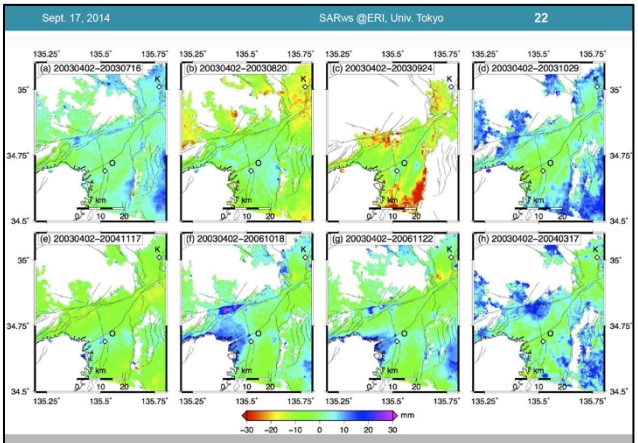
ENVISAT解析結果

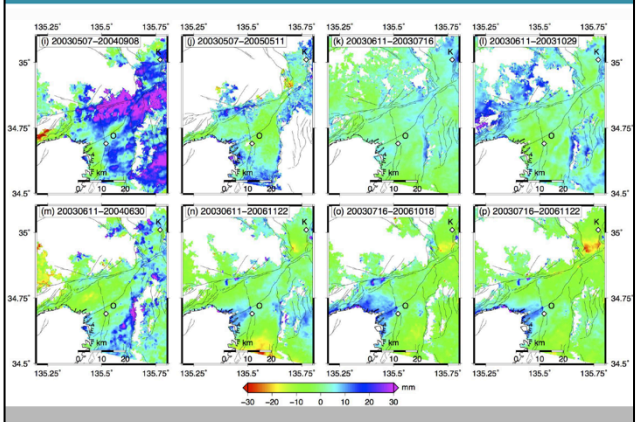
Envisat干渉画像の例：2003年7月16日 – 2006年11月22日

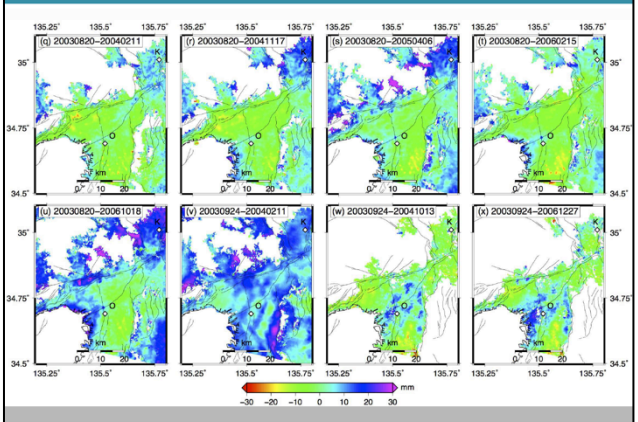


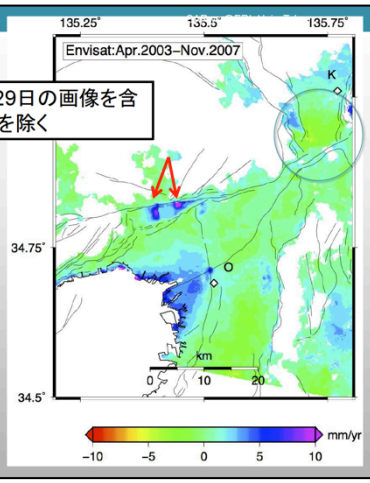
Envisat干渉画像の例：2004年11月17日 – 2007年8月29日

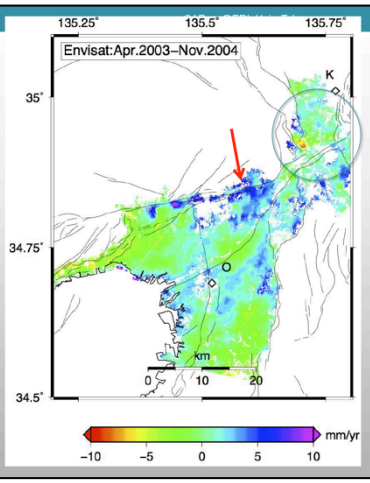


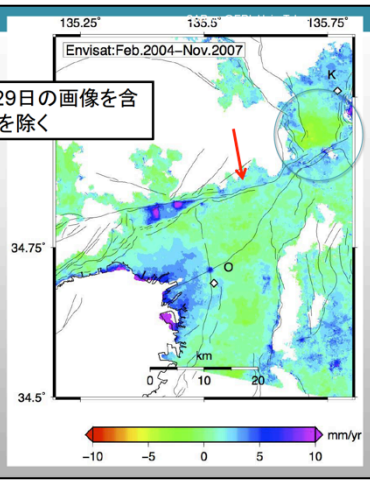


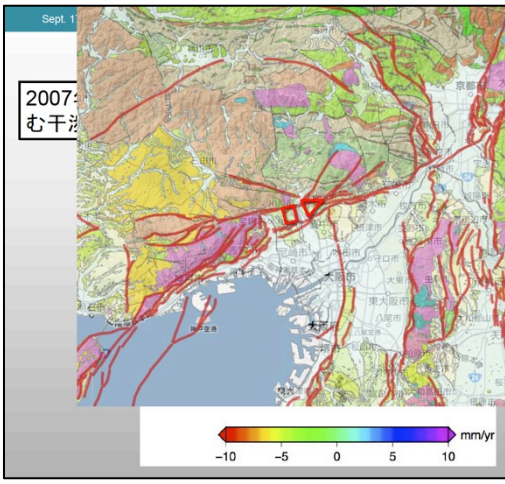












Envisat解析のまとめ

- 有馬・高槻構造線西端周辺での沈降
  - 2つの断層に挟まれたくさび形の領域
    <- Ozawa et al.(2000)により検出されたもの
  - 2つに分割 ~ 地表地質の影響?
- 有馬・高槻構造線に沿った沈降
  - 2004年から顕著
- 京都盆地南部の隆起は，2003～2004年ころに開始．ただし，隆起速度は< 5 mm/yr

まとめ

- 有馬・高槻構造線に沿った沈降
  - 兵庫県南部地震前には，最西端の領域
  - 兵庫県南部地震後，くさび形の沈降域
    - 地盤構造の反映
  - 2つのスポット
  - 2004年以後，移動した？
- 京都南部の隆起
  - 2003年までは明瞭な変動無し
  - 2003～2004年ころに開始
  - ただし，やや遅い (< 5 mm/yr)

議論と次の課題

- 有馬・高槻構造線に沿った沈降
  - 兵庫県南部地震にトリガーされたか?
  - 2つのスポットは何? -> 地表地質の影響?
  - 東部で遅れたのはなぜ？
- 京都盆地南部の隆起
  - 2000年の地下水くみ上げ停止との関係？
  - 3～4年の遅れの原因？
  - 加速している?
  - ➢ ***次は時系列解析***

鹿児島県宮崎県県境付近の地殻変動検出の試み

鹿児島大学大学院
理工学研究科地球環境科学専攻

中尾　茂

目次

- 目的
- GPSによる地殻変動観測結果
- 九州南部のブロックモデル
- StaMPSでの解析
- まとめ

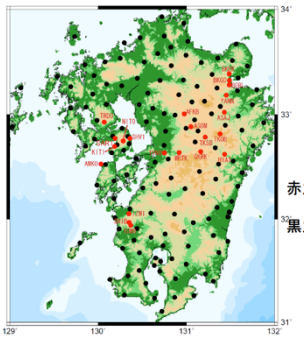
謝辞：用いたSAR画像は，PIXELグループ共有画像を使わせていただきました．

目的

- 定常的な地殻変動を

InSAR技術を使うことにより，
空間分解能をあげて
求めたい．

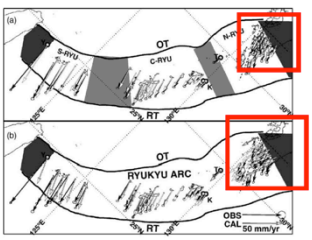
観測点配置図



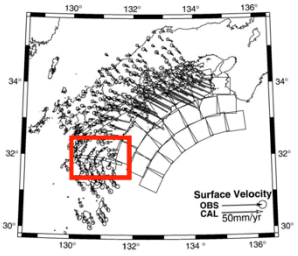
赤丸：本研究による観測点
黒丸：GEONET観測点

中尾・他（2011）

九州南部のブロックモデル

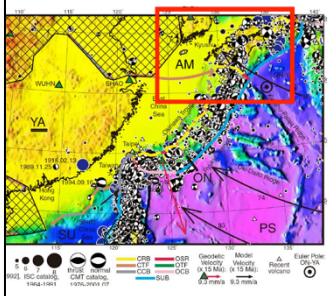


Nishimura et al. (2004)

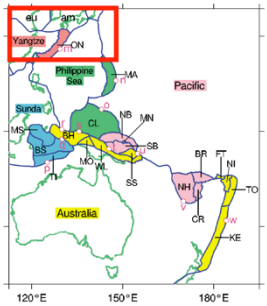


Nishimura and Hashimoto (2006)

九州南部のブロックモデル（2）

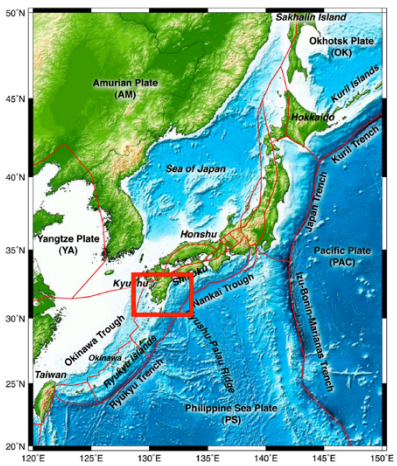


Bird (2003)



Argus et al. (2011)

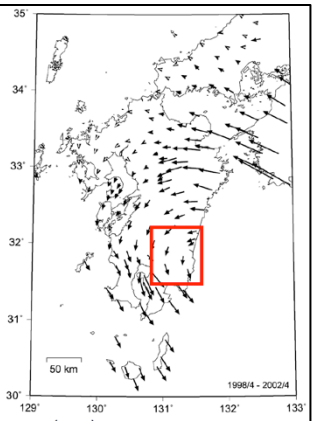
九州南部ブロックモデル（3）



Loveless and Meade (2010)

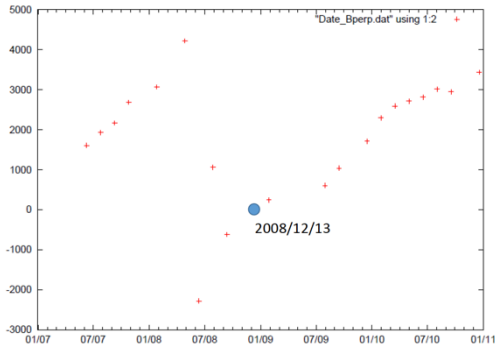
InSAR解析

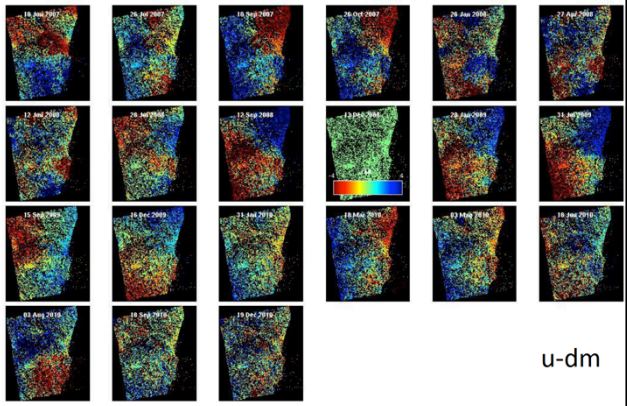
- StaMPS　v3．3b1使用
- アセンディング軌道
　21シーン



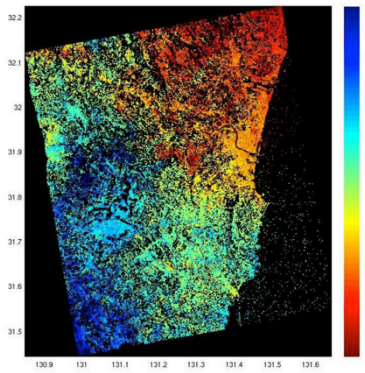
Takayama and Yoshida (2007)
50 mm/year　observation

Bperp

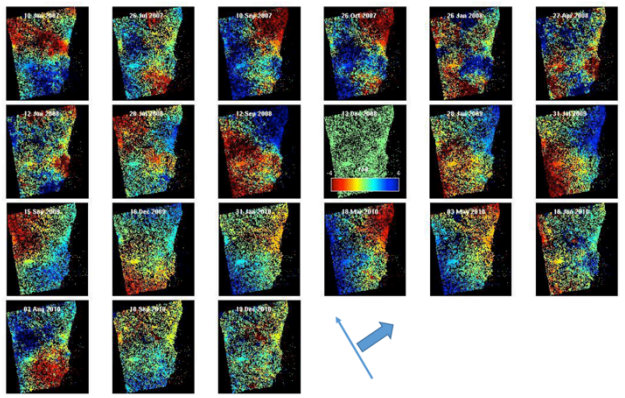


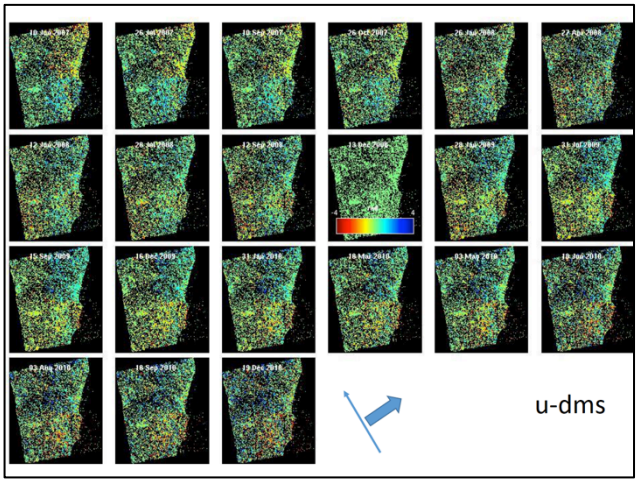


Atmosphere and orbit error (AOE)

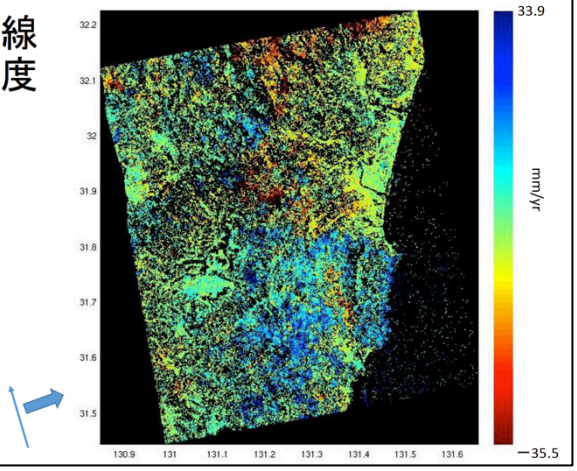


AOE in slave

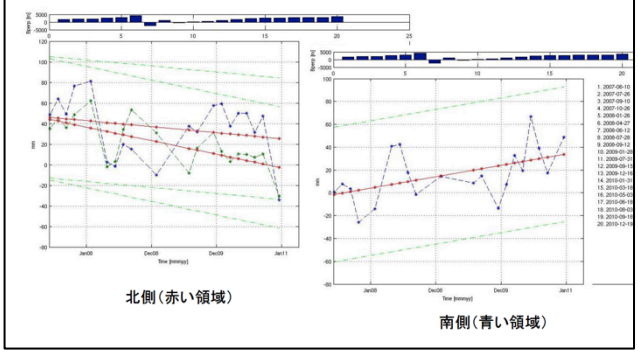




視線速度



時系列



まとめ

- 鹿児島県・宮崎県境界付近の地殻変動をあきらかにするために，StaMPSによる解析をおこなった．
- シーンの東半分では，GPSと調和的な変位が観測されているが，西半分では調和的ではない．
- 今後，ディセンディングについても解析を行う．

御前崎周辺における差分干渉画像解析のスタッキング結果について

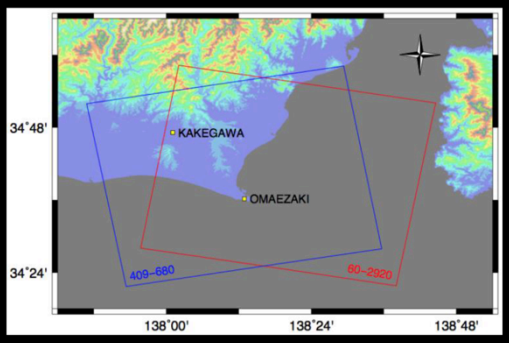
気象研究所　安藤忍
気象庁予知情報課　迫田浩司
気象庁予知情報課　岩切一宏

謝　辞

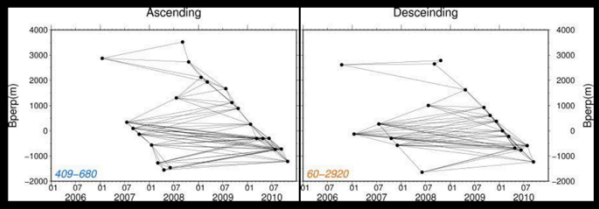
- 本解析で用いたPALSARデータの一部は，国土地理院が中心となって進めている防災利用実証実験（地震WG）に基づいて観測・提供されたものである。
- 一部はPIXELで共有しているものであり，宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。
- PALSARに関する原初データの所有権は経済産業省及びJAXAにある。
- 解析には，JAXAの島田政信博士により開発されたSIGMA-SARを使用させていただいた。
- 干渉画像の処理過程及び結果の描画において，国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）及び10メッシュ（標高）を使用した。

この場を借りて、御礼申し上げます。

解析場所

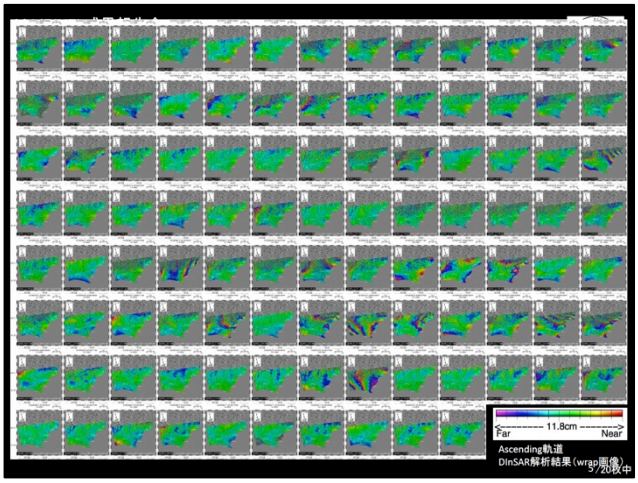


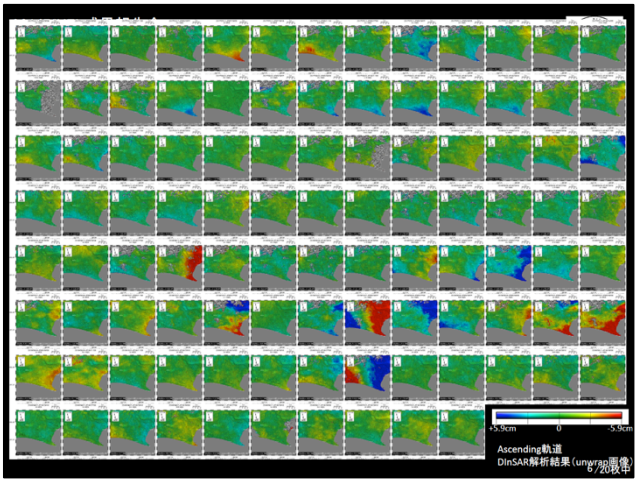
解析ペア時系列

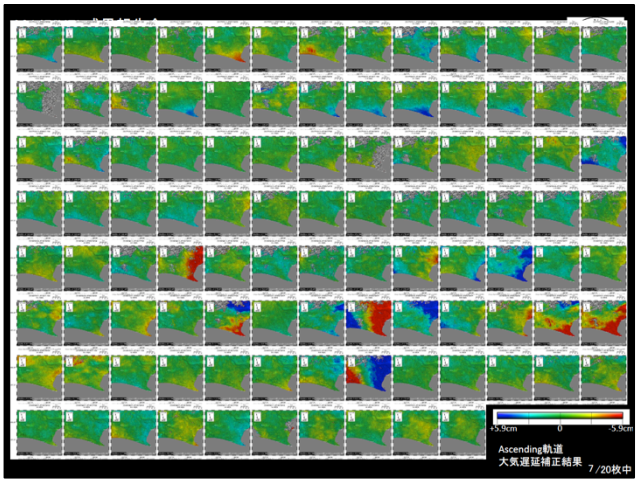


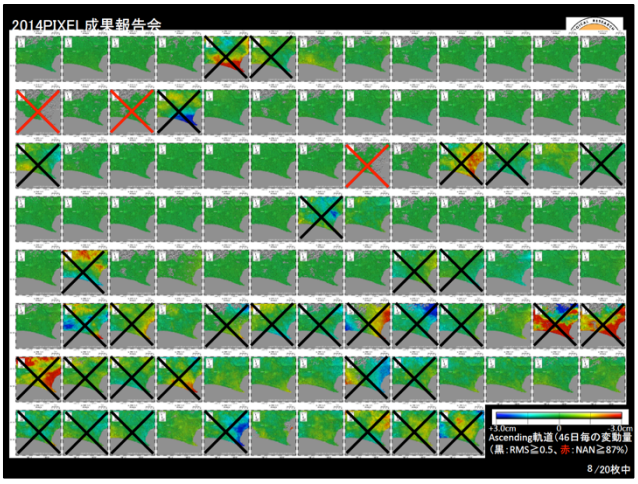
B_{perp}が約1km以下のペアについて差分干渉解析を実施

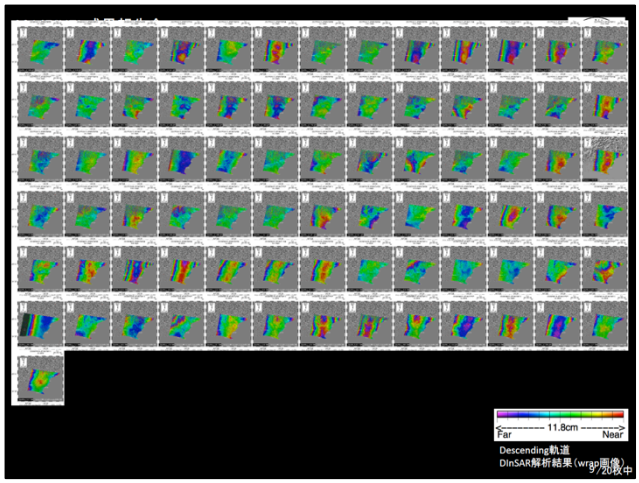
Ascending:101ペア　　Descending：79ペア

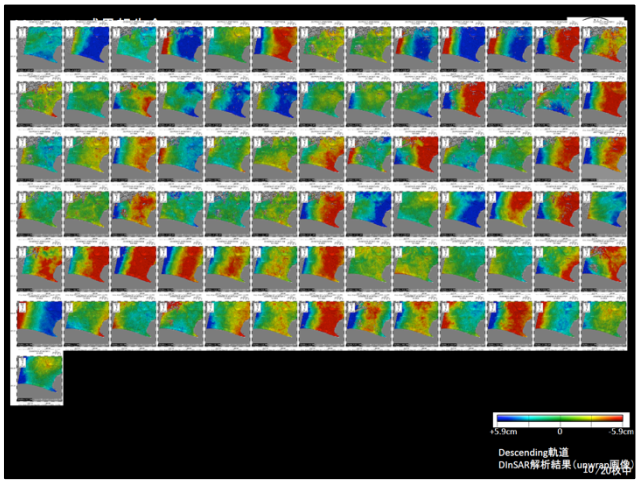


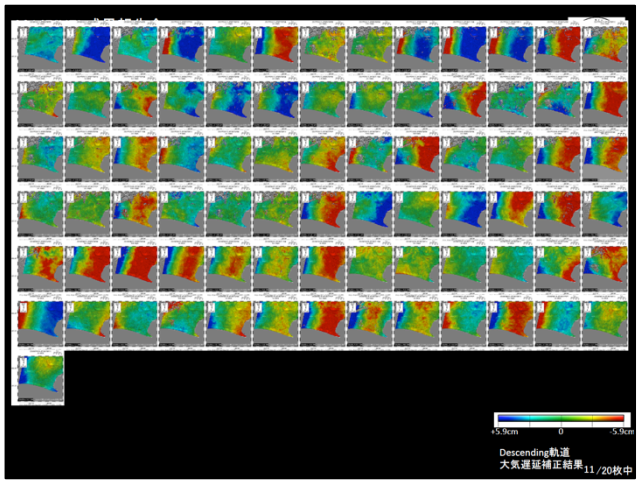


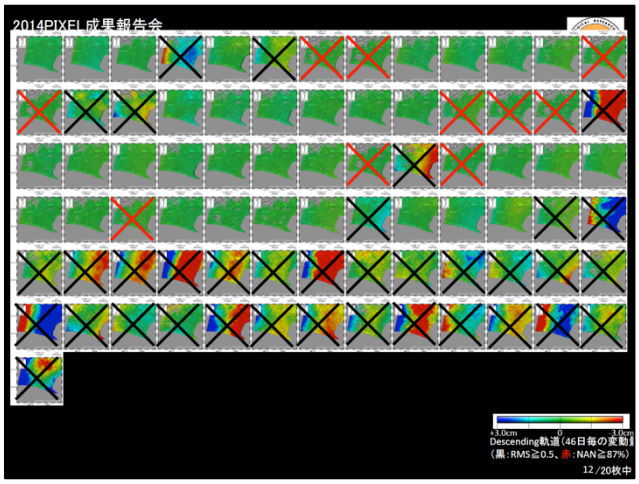


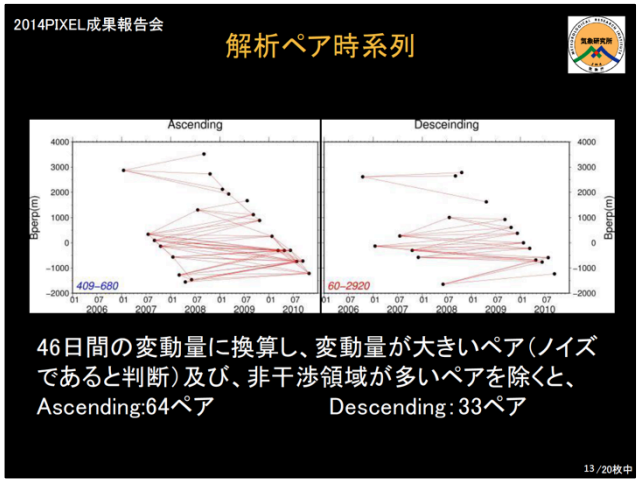


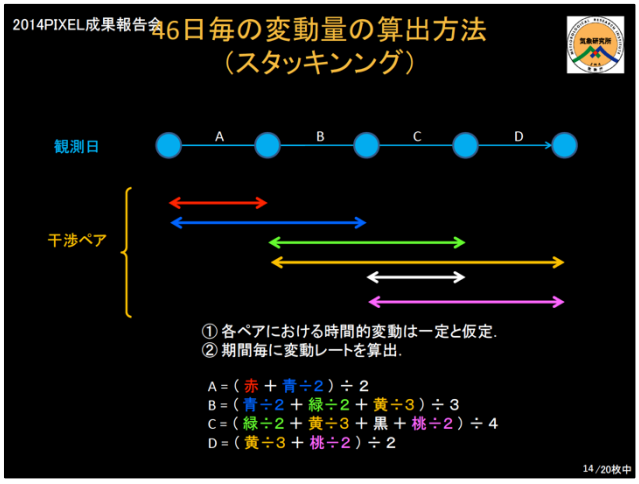

Far
11.8cm
Near
Descending軌道
DInSAR解析結果(wrap画像)
9/20枚中

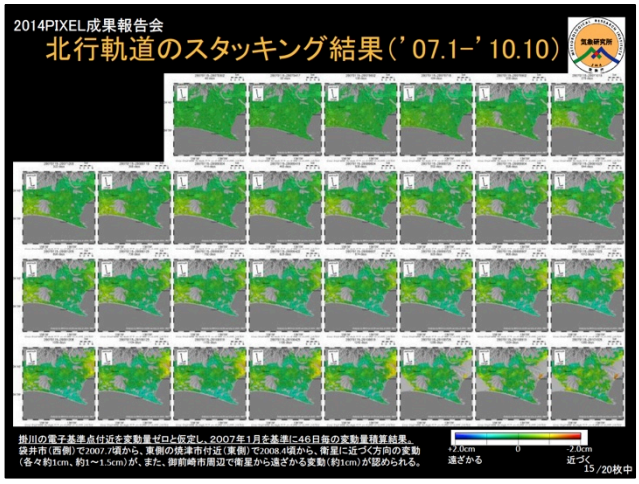

+5.9cm
0
-5.9cm
Descending軌道
DInSAR解析結果(unwrap画像)
10/20枚中

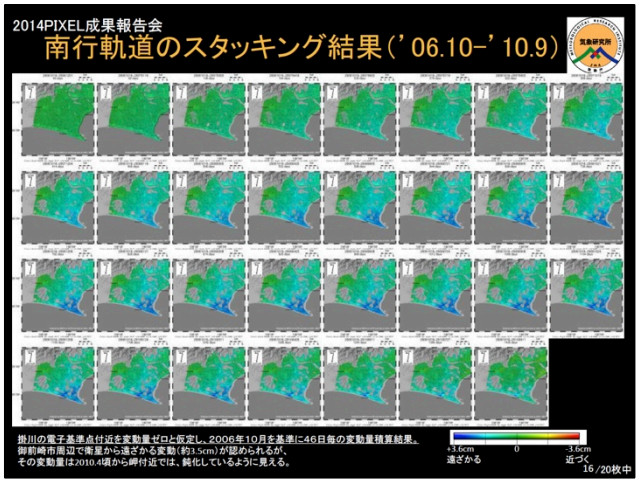

+5.9cm
0
-5.9cm
Descending軌道
大気遅延補正結果
11/20枚中


2014PIXEL成果報告会
+3.0cm
0
-3.0cm
Descending軌道(46日毎の変動量
(黒:RMS≦0.5、赤:NAN≧87%)
12/20枚中


2014PIXEL成果報告会
解析ペア時系列
Ascending
Desceinding
Bperp(m)
409–680
60–2920
2006
2007
2008
2009
2010
46日間の変動量に換算し、変動量が大きいペア(ノイズであると判断)及び、非干渉領域が多いペアを除くと、
Ascending:64ペア
Descending:33ペア
13/20枚中

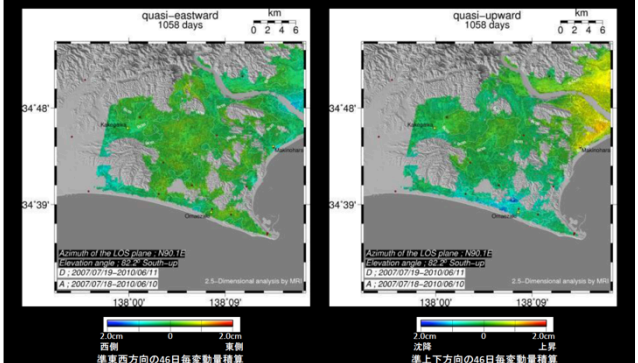

2014PIXEL成果報告会
46日毎の変動量の算出方法
(スタッキング)
観測日
A
B
C
D
干渉ペア
① 各ペアにおける時間的変動は一定と仮定.
② 期間毎に変動レートを算出.
A = (赤 + 青÷2) ÷ 2
B = (青÷2 + 緑÷2 + 黄÷3) ÷ 3
C = (緑÷2 + 黄÷3 + 黒 + 桃÷2) ÷ 4
D = (黄÷3 + 桃÷2) ÷ 2
14/20枚中


2014PIXEL成果報告会
北行軌道のスタッキング結果(’07.1–’10.10)
+2.0cm
0
-2.0cm
遠ざかる
近づく
15/20枚中


2014PIXEL成果報告会
南行軌道のスタッキング結果(’06.10–’10.9)
+3.6cm
0
-3.6cm
遠ざかる
近づく
16/20枚中

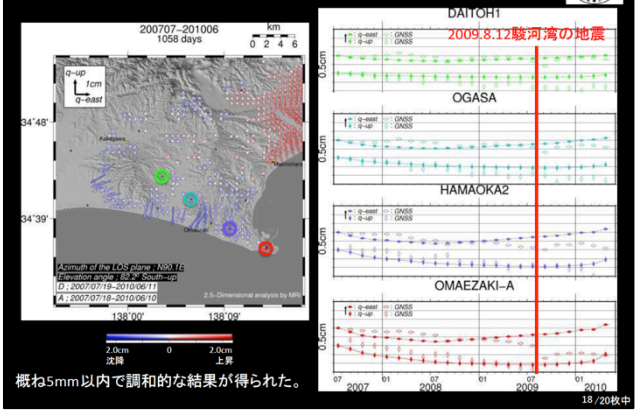
2014PIXEL成果報告会

2.5次元解析（’07.7-’10.4）



2014PIXEL成果報告会

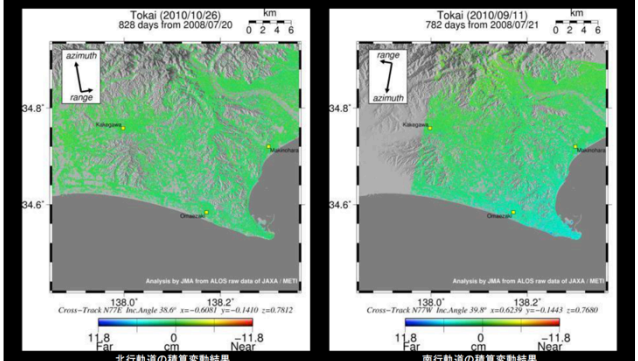
2.5次元解析結果とGNSSの比較



概ね5mm以内で調和的な結果が得られた。

2014PIXEL成果報告会

StaMPSによるPSInSAR解析結果（参考）



2014PIXEL成果報告会

まとめ

- 御前崎周辺における差分SAR干渉解析を行った（北行軌道：101ペア、南行軌道：79ペア）。
- 大気補正後の結果について、明らかなノイズと考えられるペアを除き、スタッキングを行った（北行軌道：64ペア、南行軌道：33ペア）。
- 南行軌道の結果において、衛星から遠ざかる方向の地殻変動が検出された。
- 2.5次元解析の結果は周辺のGNSSの結果と5mm以内で一致した
- が、2009年8月以降では、やや誤差が大きくなった。
- 今後、StaMPSによるSB解析を実施し、比較する予定。

Ground deformation associated with the eruption of Lumpur Sidoarjo (LUSI) mud volcano, East Java, Indonesia

Yosuke Aoki (1) and Teguh Purnama Sidiq (2)

(1) Earthquake Research Institute, University of Tokyo
(2) Institute of Technology Bandung, Indonesia

J. Volcanol. Geotherm. Res., **278-279**, 96-102 (2014)
doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.04.012

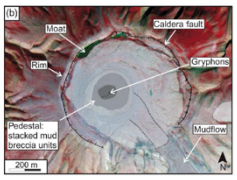
17 September 2014
PIXEL Workshop
ERI, Univ. Tokyo

Mud vs magmatic volcanism

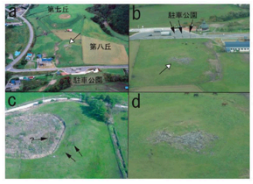
Similarities:
- ✓ Formation of calderas and aligned vents.
- ✓ They are controlled by ambient stress.

Differences:
- ✓ Magmatic volcanoes exist mainly near plate boundaries.
- ✓ Mud volcanoes are mainly in where fluid-rich sediments exist.

Difficulties:
- ✓ Difficult to observe eruptions in real time due to the rare occurrence.



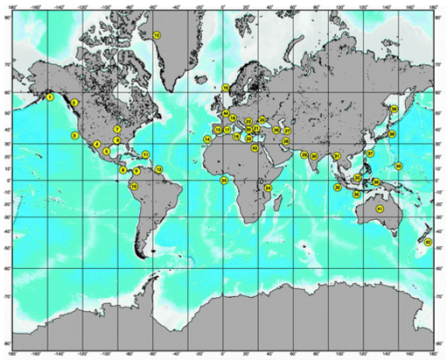
Qaraqus-Dagi (Evans *et al.*, *J. Geol. Soc.*, 2008)



Niikappu, Hokkaido (Tajika *et al.*, 2009)

2/17

Mud volcanism on the Earth

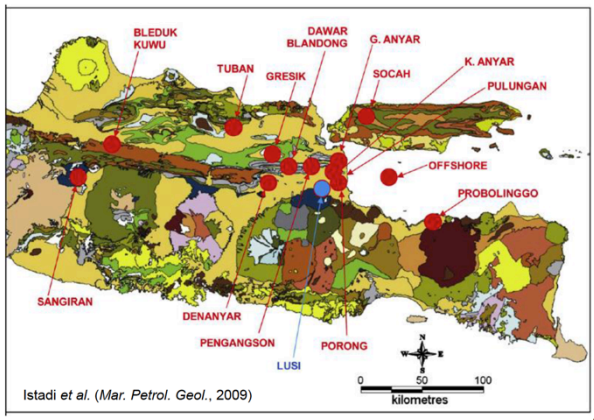


Kopf
(*Rev. Geophys.*, 2002)

Mud volcanism usually occurs where fluid-rich sediments exist.

3/17

Mud volcanoes in eastern Java island

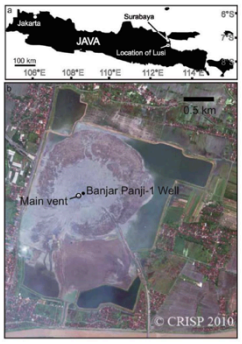


Istadi *et al.* (*Mar. Petrol. Geol.*, 2009)

4/17

Lumpur Sidoarjo (LUSI) eruption

- ✓ Started on 29 May 2006 and still ongoing.
- ✓ Initial eruption rate of ~50,000 m^3/day.
- ✓ Eruption rate ~125,000 m^3/day in Sep. 2006.
- ✓ Maximum eruption rate at ~180,000 m^3/day.
- ✓ Eruption rate ~90,000 m^3/day in Aug. 2008.
- ✓ Eruption rate 5000-10,000 m^3/day in 2011.
- ✓ Flat topography due to the low viscosity of mud.
- ✓ Mud covered >7 km^2.
- ✓ >60,000 people evacuated.
- ✓ >4B USD of economic loss.
- ✓ Controversial triggering mechanisms.



Davies *et al.* (*J. Geol. Soc.*, 2011)

5/17

Objective of this study

✓ Derive the temporal evolution of ground deformation through time-series analysis of ALOS SAR images.

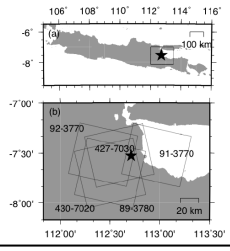
✓ To gain insights into the mechanics of the eruption.

Note: L-band SAR satellites such as ALOS are powerful in extracting deformation in vegetated regions and where not many GPS data are available.

6/17

SAR images

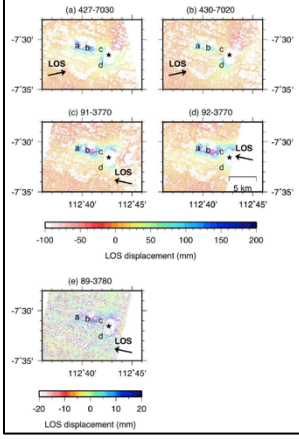
Path-Frame	Orbit	Look angle	Start date	End date	# of images
427-7300	Ascending	34.3	30 Dec. 2006	25 Feb. 2011	21
430-7020	Ascending	41.5	19 May 2006	9 Jan. 2009	14
89-3780	Descending	41.5	3 Jan. 2007	21 Feb. 2008	9
91-3770	Descending	34.3	24 Mar. 2007	4 Apr. 2011	22
92-3770	Descending	34.3	8 Oct. 2006	21 Apr. 2011	25



- ✓ Obtained Line-of-sight (LOS) displacements, atmospheric and ionospheric errors, and Digital Elevation Map (DEM) errors for each persistent (permanent) scatterers (PS).
- ✓ Average spacing of PS is 10-50 meters.

7/17

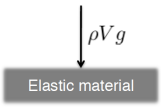
Total LOS changes



- ✓ LOS extension up to 200 mm around the vent (star) and the western neighborhood where gas exploration is ongoing.
- ✓ Subsidence is dominated over horizontal displacements.
- ✓ Sills are likely source of deformation.
- ✓ Decorrelation around the vent due to the mud extrusion.
- ✓ Cause of decorrelation around the deformation center to the west is unknown.

8/17

Mud loading?



Inspired by Fukushima *et al.* (*Mar. Petrol. Geol.*, 2009)
Point mud loading (Boussinesq's problem)

$$u_z = -\frac{(1-\nu^2)}{2\pi E}\frac{\rho V g}{r}$$

$$u_r = -\frac{(1+\nu^2)(1-2\nu^2)}{2\pi E}\frac{\rho V g}{r}$$

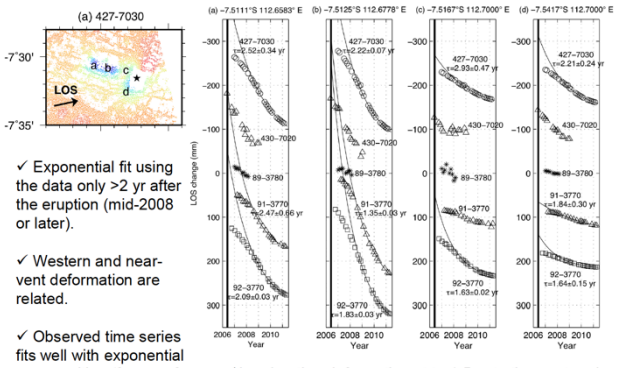
ν Poisson's ratio (=0.25)
E Young's modulus (=5 GPa)
r Radial distance from the load point
ρ Mud density (=1500 kg/m^3)
V Mud volume (=5 × 10^7 m^3)

✓ Both horizontal and vertical displacements are ~10 mm at 2 km from the load point and 7 mm at 3 km.

✓ Not completely negligible but much smaller than the observed LOS change.

9/17

Temporal evolution at selected points



✓ Exponential fit using the data only >2 yr after the eruption (mid-2008 or later).

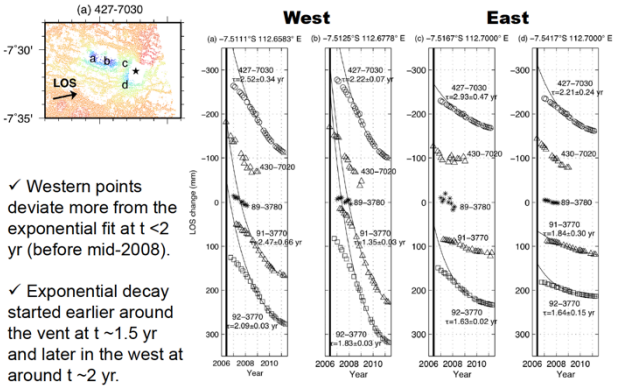
✓ Western and near-vent deformation are related.

✓ Observed time series fits well with exponential curves with **a time scale of 1.5-2.5 yr.**

✓Accelerating deformation at t <1.5 yr to the west and t <2 yr to the east, then exponential decay.

10/17

Closer look at temporal evolution

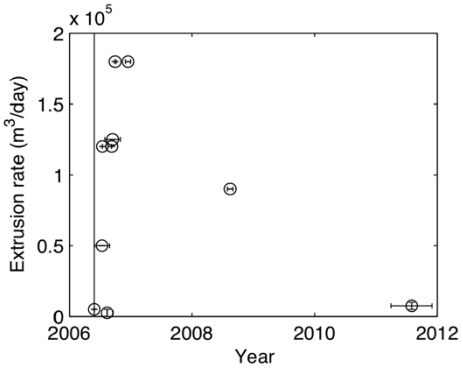


✓ Western points deviate more from the exponential fit at t <2 yr (before mid-2008).

✓ Exponential decay started earlier around the vent at t ~1.5 yr and later in the west at around t ~2 yr.

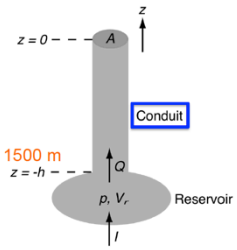
11/17

Mud extrusion rate



12/17

Conservation of mass and momentum inside the conduit



Conservation of mass:

$$\frac{d\rho_c}{dt} + \frac{d(\rho_c v)}{dz} = 0$$

Flow velocity

=0 if density and flow velocity are independent of position

Conservation of momentum neglecting convection:

$$\frac{d(\rho_c v)}{dt} = -\frac{dp}{dz} - \rho_c g - \frac{8\pi\eta}{A}$$

Viscosity

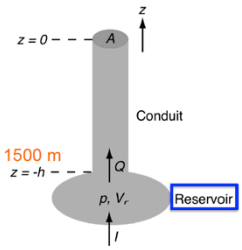
Pressure gradient ~ p/h

Flux = Av

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{8\pi\eta}{\rho_c A}Q + \frac{A}{\rho_c h}p - Ag.$$

13/17

Conservation of the fluid mass inside the reservoir



$$\frac{d(\rho_c V_r)}{dt} = \rho_c(I - Q)$$

Influx = 0 in this case

is rewritten as (note $d\rho_c/dt = 0$)

$$\frac{dp}{dt} = \frac{I-Q}{\beta V_r + \Gamma}$$

Fluid compressibility

Compliance of the Reservoir = dVr/dp

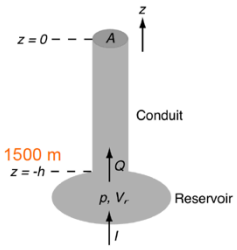
A value depending on the shape of a reservoir.

14/17

Solving differential equations

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{8\pi\eta}{\rho_c A}Q + \frac{A}{\rho_c h}p - Ag.$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{I-Q}{\beta V_r + \Gamma}$$



gives

$$p(t) = c_1 e^{\lambda_+ t} + c_2 e^{\lambda_- t} + p(\infty)$$

$$Q(t) = c_3 e^{\lambda_+ t} + c_4 e^{\lambda_- t} + Q(\infty)$$

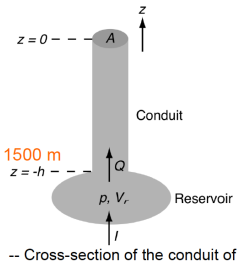
$$\lambda_\pm = -\frac{4\pi\eta}{\rho_c A}\left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{A^2}{4\pi h\eta(\beta V_r + \Gamma)}}\right)$$

=1500 m
=10^4 Pa s
=10^7 m^3

For the system to be underdamped, the cross-section of the conduit must be larger than ~1.4x10^4 m^2 or a radius of 66 m, much larger than the current vent on the surface (35 m). – the system should be overdamped.

15/17

An overdamped system



If the system is highly overdamped,

$$\lambda_+ = -\frac{8\pi\eta}{\rho_c A}\left(1 - \frac{A^2}{16\pi h\eta(\beta V_r + \Gamma)}\right)$$

Shorter relaxation time

$$\lambda_- = \frac{-A}{2\rho_c h(\beta V_r + \Gamma)}$$

Longer relaxation time

-- Cross-section of the conduit of 0.6 m^2 (smaller than the visual inspection at the surface)
-- Mud rigidity of 0.2 GPa (lower than mud samples)

gives a relaxation time of ~2 years. The conduit may be narrow at depth.

16/17

Summary

✓ We derived the temporal evolution of the ground deformation associated with the LUSI eruption from ALOS SAR images.

✓ We observed the LOS extension of up to 200 mm around the vent and ~3 km to the west of the vent. Subsidence is dominated over horizontal displacements.

✓ The deformation accelerated until mid-2008 then decayed exponentially with a time scale of ~1.5-2.5 years.

✓ The eruption triggered subsidence to the west.

✓ Two subsiding regions may now be connected.

✓ A simple physical modeling suggests that 1) the conduit is narrow at depth, or 2) the effective rigidity of the mud is lower than that estimated from drilled samples, or both.

気象庁での SAR を用いた火山活動把握に関する取組（H24 ～）

気象庁火山課：○三浦 優司，鬼澤 真也，中橋 正樹，中村 政道

気象研究所：安藤 忍，高木 朗充，新堀 敏基

【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に基づいて観測・提供されたものです．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す．PALSARに関する原初データの所有権は経済産業省およびJAXA，PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAにあります．RADARSAT-2 データの所有権はMDA が有するものであり，(株)イメージワンから配布されたものです．なお解析については，JAXAの島田政信氏により開発されたSIGMA-SAR，GAMMA REMOTE SENSING社のGAMMA-SAR，StaMPS [Hooper et al., 2007] を使用させていただきました．記してお礼申し上げます．

火山においてSAR衛星を利用するメリット

衛星全般

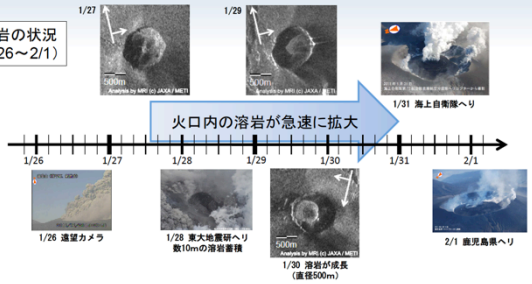
- 観測場所を選ばないため，アクセスが困難な火山や観測設備の設置が困難な火山の観測ができる．
- 火山活動が活発な火山でも安全に観測ができる．
- 広範囲の均一な観測データが取得できる．
- 周期的に観測ができる．

SAR

- 雨や雲を通して地表面を観測できる．また，夜でも観測できる．
- 2時期の撮像データを干渉処理することで，地殻変動を位相差として検出できる．

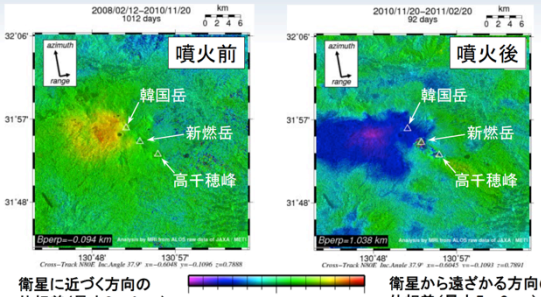
これまでの成果事例（～H23）：霧島山（新燃岳）

溶岩の状況（1/26～2/1）



航空機や目視による火口内の観測は日中に限られ，悪天候（雲や霧）や噴煙などにより，火口内を定期的に監視することは難しかったが，「だいち」のデータを活用することにより，高い頻度で火山活動の推移を確認することができた．

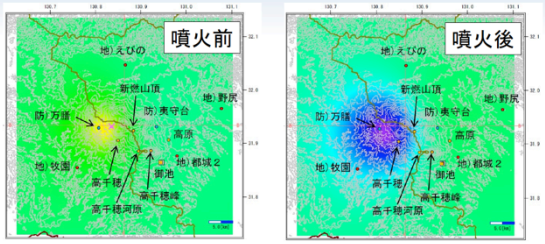
これまでの成果事例（～H23）：霧島山（新燃岳）



衛星に近づく方向の位相差（最大3～4cm）　Far ← 11.8cm → Near　衛星から遠ざかる方向の位相差（最大5～6cm）

火山活動に伴う地殻変動を面的に捉えることができた．

これまでの成果事例（～H23）：霧島山（新燃岳）



緯度：31.9319°
経度：130.8358°
深さ：6.1km
体積増加量：$6.2\times10^6 m^3$

緯度：31.9271°
経度：130.8388°
深さ：7.2km
体積減少量：$1.2\times10^7 m^3$

圧力源を推定し，マグマ供給過程等の評価に活用．

H24年度以降の取組状況

ALOS運用停止（2011. 5）　➡ 解析手法を中心とした研究にシフト

＜干渉SARによる時空間変動情報の取得＞

InSAR時系列解析（StaMPS等導入）の取組

＜補正手法の高度化に向けた取組＞

気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）を用いた対流圏遅延補正の試み

＜海外衛星を使用した干渉SAR解析の実施＞

RADARSAT-2による干渉SAR解析を実施

ALOS-2打上げ（2014. 5. 24）

ALOS/ALOS-2を用いた強度画像の比較（口永良部島）

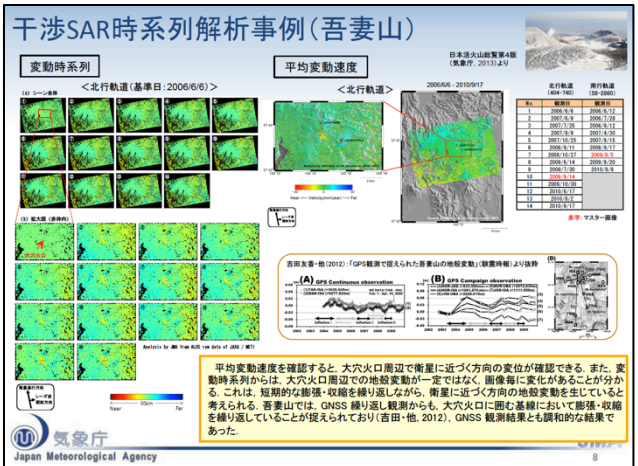
干渉SAR時系列解析の取組

- 国内の主な活火山を対象に，ALOS 運用中に蓄積された複数のPALSARデータを用いて干渉SAR時系列解析を実施し，火山活動に伴う地殻変動の検出を試みた．
- 解析ソフトは，StaMPS（Hooper et al., 2004, 2007）で，解析手法は PSI（Persistent Scatter Interferometry）及び SBAS（Small Baseline Subset Algorithm）を使用．
- 解析事例：

  三浦ほか（2014）：十勝岳，吾妻山，伊豆大島，三宅島，薩摩硫黄島

  安藤ほか（2014）：国後・択捉島に存在する11火山
  （茂世路岳，撒布山，択捉焼山，小田萌山，指臼岳，択捉阿登佐岳，ベルタルベ山，爺爺岳，ルルイ岳，泊山，羅臼山）

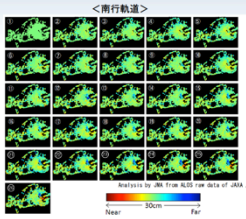
干渉SAR時系列解析事例（吾妻山）

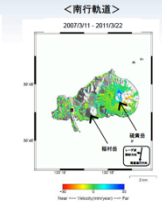


平均変動速度を確認すると，大穴火口周辺で衛星に近づく方向の変位が確認できる．また，変動時系列からは，大穴火口周辺での地殻変動が一定ではなく，画像毎に変化があることが分かる．これは，短期的な膨張・収縮を繰り返しながら，衛星に近づく方向の地殻変動を生じていると考えられる．吾妻山では，GNSS 繰り返し観測からも，大穴火口に囲む基線において膨張・収縮を繰り返していることが捉えられており（吉田・他，2012），GNSS 観測結果とも調和的な結果であった．

干渉SAR時系列解析事例（薩摩硫黄島）

変動時系列　　平均変動速度





No.	北行軌道（429-4001）	南行軌道（74-3000）
1	2006/5/26	2007/3/11
2	2006/8/26	2007/4/26
3	2006/10/11	2007/6/11
4	2006/11/26	2007/7/27
5	2007/1/11	2007/9/11
6	2007/7/14	2007/10/27
7	2007/8/29	2007/12/12
8	2007/10/14	2008/1/27
9	2008/1/14	2008/4/28
10	2008/5/29	2008/7/29
11	2008/5/31	2008/9/13
12	2008/7/16	2008/12/14
13	2008/8/31	2009/3/16
14	2008/10/16	2009/6/18
15	2009/1/18	2009/8/1
16	2009/3/3	2009/9/18
17	2009/7/19	2009/11/1
18	2009/9/3	2009/12/17
19	2009/10/19	2010/2/1
20	2010/1/19	2010/6/4
21	2010/3/6	2010/8/19
22	2010/4/21	2010/8/4
23	2010/6/6	2010/9/19
24	2010/7/22	2010/11/4
25	2010/9/6	2010/12/20
26	2011/1/22	2011/3/22
27	2011/3/9	

非干渉：マスター画像

硫黄岳山頂火口縁での GNSS 測量の結果から，2006年～2013年の間に火口の収縮が進行しているとの報告がある（産業技術総合研究所・京都大学防災研究所，2013）．南行軌道での硫黄岳火口周辺において衛星から遠ざかる方向の変位は，火口の収縮傾向と一致している．

薩摩硫黄島では，気象庁で監視に使用している GNSS 連続観測点が2点であり，硫黄岳山頂部の地殻変動を定期的にモニタリングすることができていない．干渉 SAR 時系列解析を用いることで，これまでの2ペアのSAR干渉画像に見られてきたノイズ等の影響を軽減し，GNSS連続観測点の空白域を時空間的に補完できることを示している．

対流圏遅延補正の取組

メソ数値予報ルーチン

解析値（MANAL）→ 予報値（MSM）→ 高分解能予報値 → 大気遅延量推定

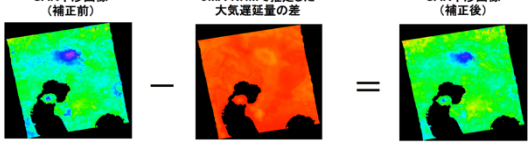
温位，気圧，混合比（水蒸気）

非静力学メソ4次元変分法（JNoVA）　気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）

1）島田（1999）で用いられた解析値（GANAL）よりも分解能の向上した解析値（MANAL）を使用．

2）解析値から高分解能用予報値作成まで一貫して同じ気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）を使用するため，変換誤差等の少ない，より高精度な対流圏遅延補正が期待できる．

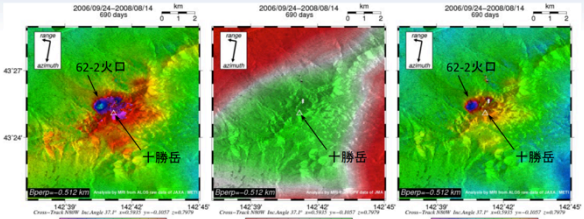
SAR干渉画像（補正前）　JMA-NHMで推定した大気遅延量の差　SAR干渉画像（補正後）



撮像日：2010/11/20－2011/02/20
撮影地域：桜島・霧島周辺

対流圏遅延補正の適用事例（十勝岳）

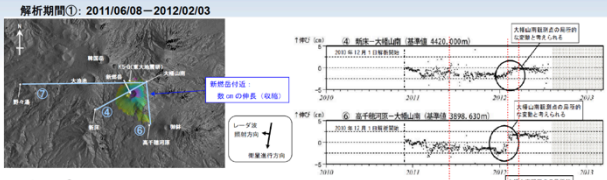
SAR干渉画像（補正前）　JMA-NHMで推定した大気遅延量の差　SAR干渉画像（補正後）



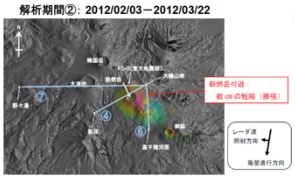
本ペアにおける大気遅延量は非常に大きく，十勝岳周辺では2.5cmから1.3cm程度の位相遅れが生じていることが分かった．また，これらの補正量を元の干渉画像に適用した結果，山腹から山頂の標高に相関して重畳していた衛星に近づく方向の位相差がきれいに除去され，62-2火口周辺の局所的な地殻変動が顕著になり，繰り返しGNSS観測や連続GNSS観測の結果と整合的な地殻変動が得られた．

RADARSAT-2を使用した干渉SAR解析事例（霧島山新燃岳）

解析期間①：2011/06/08－2012/02/03



解析期間②：2012/02/03－2012/03/22



霧島山GPS 連続観測による基線長変化
（第125 回火山噴火予知連絡会資料に加筆）

大幡山南 GNSS観測点間連基線の変動センスと調和的な衛星視線方向の変化が見られた．

PALSAR/PALSAR-2を用いた強度画像の比較（口永良部島）

平成26年8月8日火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料より抜粋

2014年8月3日 12時24分頃，新岳付近で噴火が発生し，灰色の噴煙が火口縁上800m以上に上がった．

陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（以下，ALOS-2）に搭載された合成開口レーダ（PALSAR-2）による緊急観測を実施．

PALSAR-2データ（緊急観測）

撮影日時：2014年8月7日 0時38分（JST）
衛星/センサー：ALOS-2/PALSAR-2
観測モード：高分解能モード（分解能：約3m，）
軌道・観測方向：北行軌道・右方向観測
オフナディア角：53.3°
偏波：HH

⇔

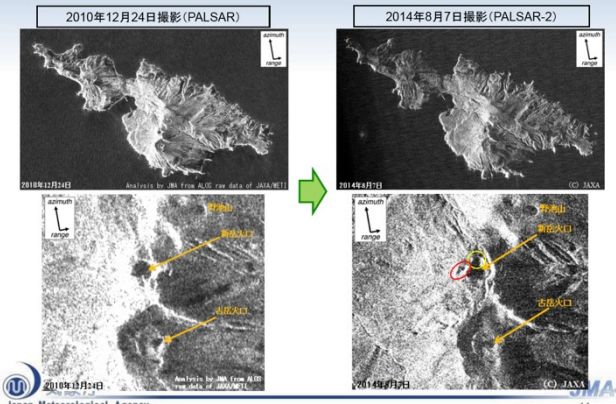
比較に使用したデータ

撮影日時：2010年12月24日 22時48分（JST）
衛星/センサー：ALOS/PALSAR
観測モード：高分解能モード（分解能：約10m，観測幅：約70km）
軌道・観測方向：北行軌道・右方向観測（分解能：約 10m，観測幅：約 70km）
オフナディア角：34.3°
偏波：HH

2つの画像を比較することで，噴火による地形の変化を確認する．

PALSAR/PALSAR-2を用いた強度画像の比較（口永良部島）

2010年12月24日撮影（PALSAR）　2014年8月7日撮影（PALSAR-2）



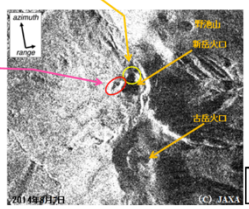
PALSAR-2で確認した口永良部島新岳の地形変化

2014年8月6日撮影（国土交通省災害対策ヘリコプターはるかぜ）

新岳火口縁の北側の一部がわずかに広がっていた（平成26年8月8日火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料より抜粋）

2014年8月6日撮影（国土交通省災害対策ヘリコプターはるかぜ）

新岳火口縁の西側に8月3日の噴火に伴う新たな割れ目を確認（平成26年8月8日火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料より抜粋）



2014年8月7日撮影（PALSAR-2）

新岳火口周辺の地形変化を確認．
（噴煙が激しく，ヘリを飛ばせなかった場合は，より貴重な情報となっていた）．

まとめ

H24～：ALOS-2運用前

- InSAR時系列解析（StaMPS等導入）の取組
  - 通常の差分干渉画像に見られていたノイズ等の影響を軽減し，GNSS連続観測点の空白域を時空間的に補完できることを確認した．
- 気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）を用いた対流圏遅延補正の試み
  - 干渉処理時の大きな誤差原因のひとつである大気中の水蒸気による位相遅延誤差を軽減し，より高精度な地殻変動の検出が可能であることを確認した（更なる補正手法改善の試み）．
- RADARSAT-2による干渉SAR解析を実施
  - 火山地域でも植生の少ない場所では，CバンドSARによる干渉処理により地殻変動の検出が可能であることを確認した．ただ，植生の影響で広範囲な地殻変動の検出はできなかった．
  - → 日本のように植生が多い火山地域での地殻変動検出にはLバンドSARが優位．

H25～：ALOS-2運用後（今後の課題）

- ALOS/ALOS-2を用いた強度画像の比較
- ALOS/ALOS-2を用いた SAR干渉解析/時系列解析

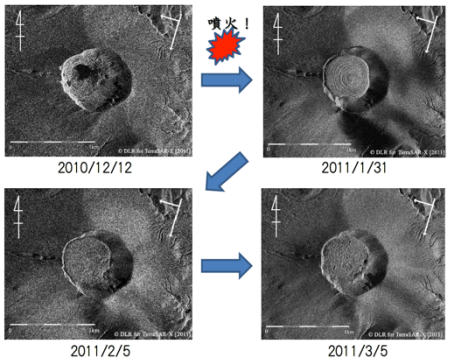
DInSARによって検出された霧島山・新燃岳の地殻変動

宮城洋介，小澤拓（防災科研），小園誠史（東北大学），
島田政信（JAXA）

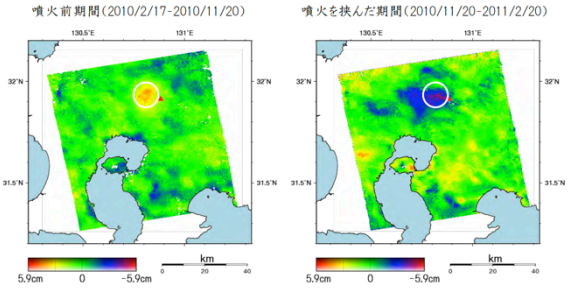
霧島山新燃岳

- 霧島山新燃岳は鹿児島県と宮崎県の県境に位置する活発な火山である．
- 1716-1717年，1822年，1959年に中，大規模の噴火を起こした［井村・小林，1991］．
- 2011年1月に噴火活動を開始し，爆発的噴火に伴い，火口内に溶岩を蓄積した［Ozawa and Kozono, EPS, 2013］．
- 2011年9月の噴火を最後に，これまで目立った噴火活動は起こっていない．
- 噴火前後に見られた広域の地殻変動［宮城他，火山，2013］も2011年11月に停止した．
- 2011年噴火前から2014年4月までTSX及びTDXによる観測が継続して行われた．

TerraSAR-Xの強度画像による噴火前後のモニタリング

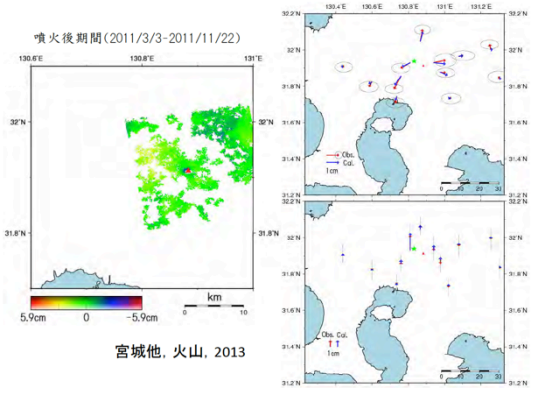


PALSAR/DInSARによる地殻変動検出



宮城他，火山，2013

RADARSAT-2による地殻変動（膨張）の検出



宮城他，火山，2013

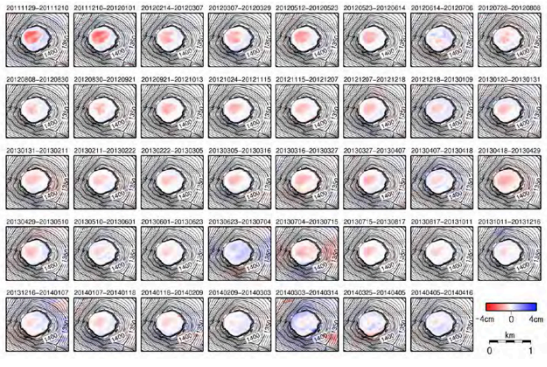
TerraSAR-X（テラサーエックス，以下TSX）

- ドイツ航空宇宙センター（DLR）が運用しているX-band（波長3.1cm）SARセンサ搭載の衛星．
- 高分解能spotlightモードで約1.1m，stripmapモードで約3.5mの空間分解能を持つ．
- 回帰周期は11日間．
- 現在は，2010年に打ち上げられたTandem-Xと同時運用されている．

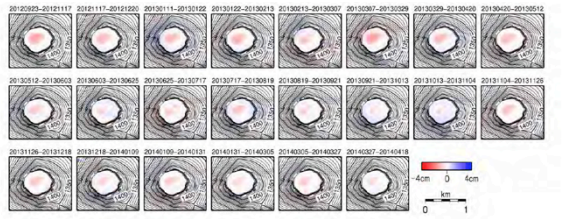
2007年6月打ち上げ

火口内溶岩表面の隆起（結果）

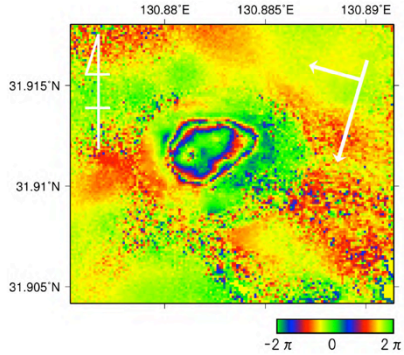
TSX（南行軌道）データから得られた干渉画像（2011/11/28-2014/4/16）



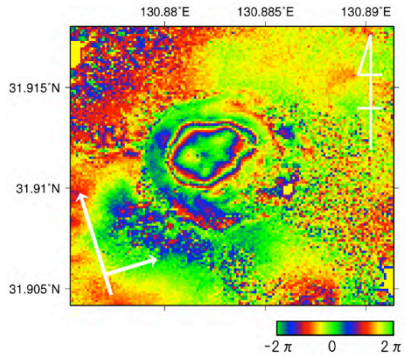
TSX(北行軌道)データから得られた干渉画像 (2012/9/23-2014/4/18)



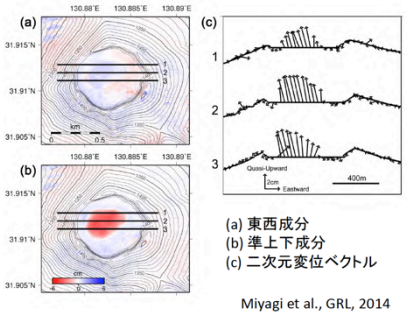
2012/11/15-2012/12/18 (Descending)



2012/11/17-2012/12/20 (Ascending)



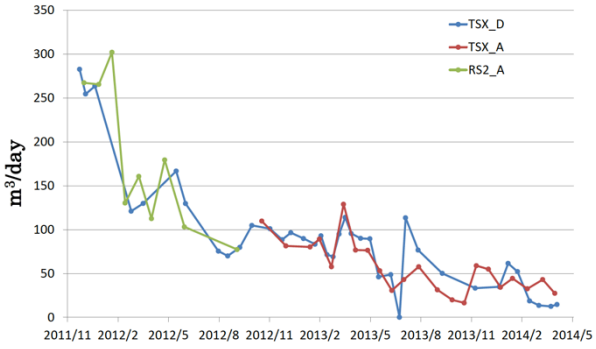
2.5次元解析[Fujiwara et al, 2000]の結果



(a) 東西成分
(b) 準上下成分
(c) 二次元変位ベクトル

Miyagi et al., GRL, 2014

火口内溶岩の体積変化レート (m^3/day)

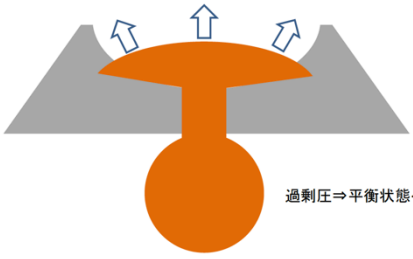


火口内溶岩表面が隆起し続けている，すなわち火口内溶岩が増加し続けている原因は？(解釈)

仮説

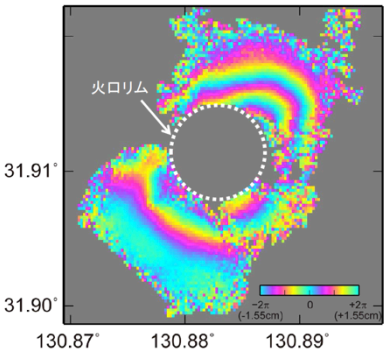
- 火口地下浅部に，regionalな深部ソースとは異なるlocalな浅部ソースがあり，そこから少しずつ押し出されてきている．

浅部ソースからの流出

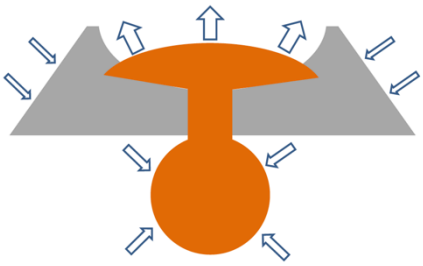


過剰圧⇒平衡状態への移行期間

長期観測データ(2011/11/28-2013/5/10期間)を用いたDInSAR解析による結果 [Miyagi, et al., GRL, 2014]

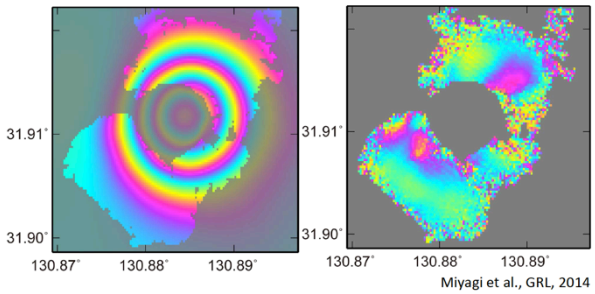


浅部ソースの収縮に対する地殻変動



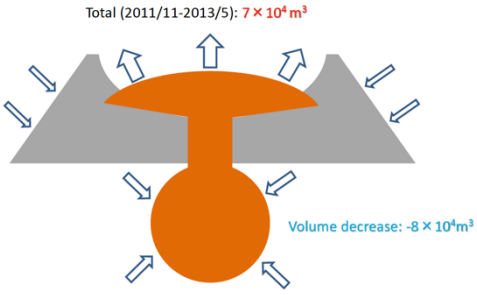
Sillポイントソース[Okada, 1985]によるモデリング

Sillポイントソースによる計算値　　観測値と計算値の残差



Miyagi et al., GRL, 2014

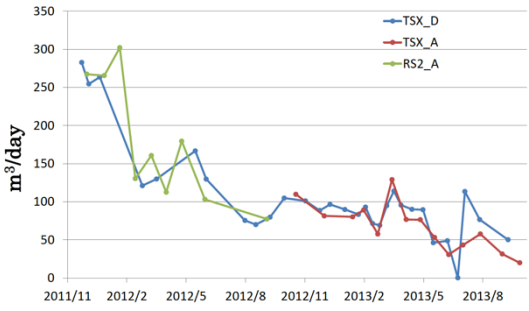
火口内溶岩の体積増加量と，火口周辺の地殻変動から見積もられる浅部ソースの体積減少量との比較



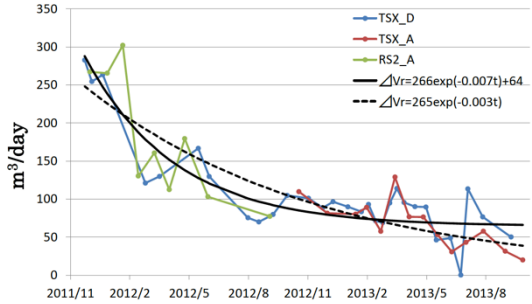
解釈

- 火口内溶岩の増加が継続的に見られた2011年11月-2013年5月期間に，火口の北側斜面における沈降(最大約4.5cm)がDInSAR解析により検出された．
- この地殻変動の変動源をSillポイントソースモデルを用いて推定すると，火口底北部の地下800mにある浅部ソースが求まり，体積減少量は$8 \times 10^4 m^3$と見積もられた．
- 同期間における火口内溶岩の体積増加量は$7 \times 10^4 m^3$であり，浅部ソースの体積減少量とcomparableである，と言える．

火口内溶岩の体積変化レート（m^3/day）



指数関数によるフィッティング
Y=Aexp(BX); Y=Aexp(BX)+C



系は閉じているか？

- 隆起の検出が1年半以上継続している．
- “浅部ソース-火口内溶岩”で系が閉じていれば，0に収束するはず．

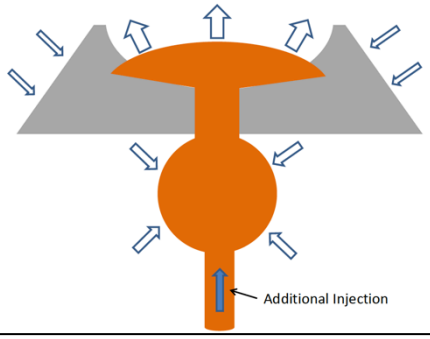
⇒0に収束せず．

- Y=Aexp(BX)+Cの方が(定数項を含む方が)フィッティングが良い(残差もAICも小さい)．

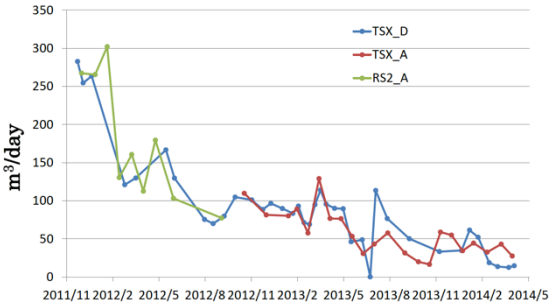
⇒系は閉じていない．

Huppert and Woods (Nature, 2002)

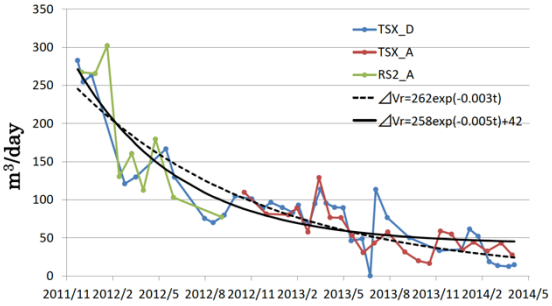
深部ソースから微量のマグマの供給が続いているのでは？



火口内溶岩の体積変化レート（m^3/day）

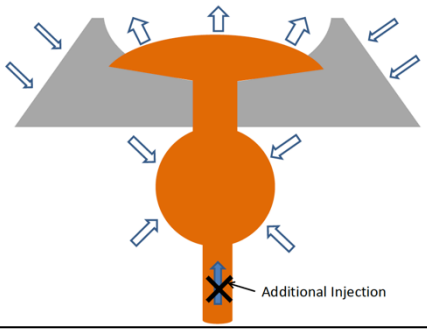


指数関数によるフィッティング
Y=Aexp(BX); Y=Aexp(BX)+C



AICに差がなくなった！

深部ソースから微量のマグマの供給が停止した？



まとめ

- 主な火山活動停止後継続された衛星SARを用いたモニタリングにより，新燃岳火口内溶岩表面の継続的な隆起（溶岩の体積増加）が検出された．この隆起（体積増加）は，2014年4月まで継続していたことが分かっている．
- 火口内溶岩が増加する原因は，浅部ソースからの流出であると考えられる．
- その証拠の一つとして，火口周辺に浅部ソースの収縮に伴うと思われる地殻変動が検出され，その地殻変動から見積もられるソースの体積減少量は，流出した溶岩の体積とほぼ同じである．
- 体積流出レートの減少の仕方から，2013年後半までは深部ソースから浅部ソースへのマグマの供給が，微量ながら継続している可能性が考えられたが，2014年4月の段階では，その供給も停止した可能性が考えられる．

謝辞

This study is based upon the results from the cooperative activities between German Aerospace Center (DLR) and JAXA in the field of Satellite Disaster Monitoring. We are grateful to DLR for contributing to this research activity with TerraSAR-X data.

TSXデータの所有権は，DLR(ドイツ航空宇宙センター)が有する．なお本研究で使用したTSXデータはJAXAとDLRによる共同研究活動を通じて取得した．

Thank you for your attention!!

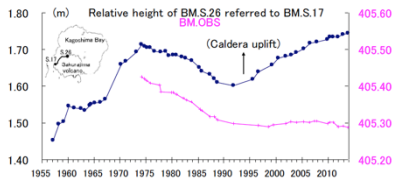
ALOS/PALSARデータの解析による桜島火山の地殻変動

Crustal deformation of Sakurajima volcano revealed by the analysis of ALOS/PALSAR data

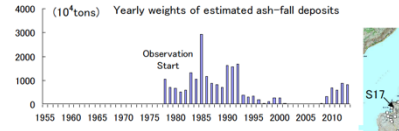
山本圭吾（京都大学防災研究所附属火山活動研究センター）
Keigo Yamamoto (Sakurajima Volcano Research Center, DPRI, Kyoto Univ.)

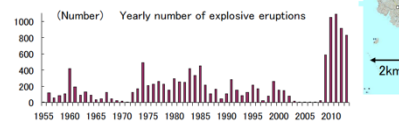
東京大学地震研究所特定共同研究B「SARを用いた地殻変動研究」
東京大学地震研究所−宇宙航空研究開発機構共同研究「ALOS-2/PALSAR-2(ALOS/PALSAR)干渉処理による地震火山活動等に関する地殻変動の検出とその高精度化」
成果報告会
2014年9月17日　at 東京大学地震研究所2号館第二会議室（東京都）

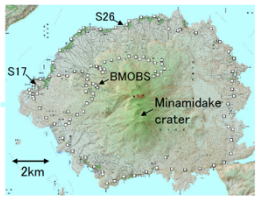
Leveling data



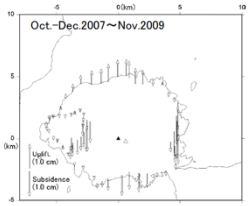
Relations among secular changes of relative heights of BMs and eruptive activities at the active craters of Sakurajima volcano

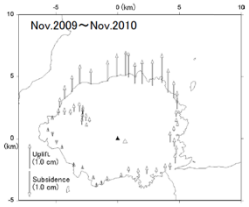






Vertical displacement (2007.10–2010.11)





＊Reference bench mark: S.17

2007年10−12月～2009年11月

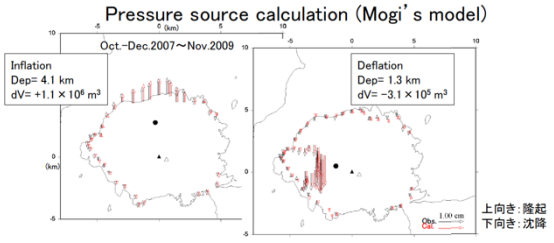
桜島北部の水準点：
　地盤隆起（最大6.8 mm）
桜島中央部に近い水準点：
　地盤沈降（最大10.2 mm）

2009年11月～2010年11月

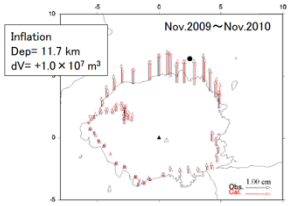
桜島北部の水準点：
　地盤隆起（最大11.6 mm）
桜島中央部に近い水準点：
　僅かな地盤隆起（最大4.1 mm）

（Yamamoto et al., 2013）

Pressure source calculation (Mogi's model)



上向き：隆起
下向き：沈降



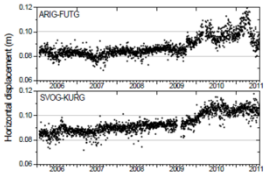
2007年10−12月～2009年11月：
桜島北部地下に増圧源、桜島中央部地下浅部に減圧源が求められた。

2009年11月～2010年11月：
姶良カルデラ地下に増圧源が求められた。

（Yamamoto et al., 2013）

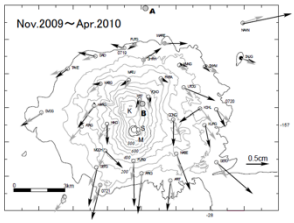
Horizontal displacement (GPS)

（井口・他, 2011）



南北（ARIG−FUTG）および東西（SVOG−KURG）の基線における水平距離の日々の値

Daily horizontal displacements along north-east baseline between ARIG and FUTG and east-west baseline between SVOG and KURG.

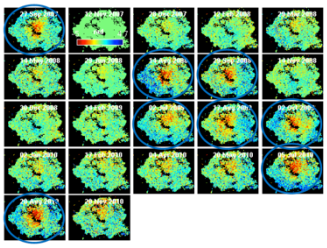


A: Inflation	B: Inflation
Dep= 12 km	Dep= 6 km
dV= +7.5 × 10⁶ m³	dV= +3.3 × 10⁵ m³

Vectors of horizontal displacement in Sakurajima. Horizontal displacement vectors are shown by arrows and the displacements are obtained by fixing the station ONEG. Black arrows are observed horizontal displacements and gray ones are obtained by assuming two pressure sources "A" and "B". Symbols "M", "K" and "S" indicate craters Minamidake, Kitadake and Showa, respectively.

固定：ONEG（桜島山頂から約40 km）

StaMPS results



Unwrapped PS Phase

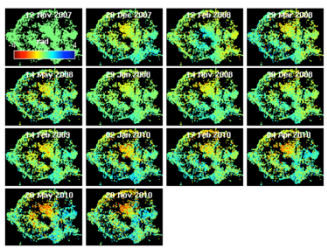
minus dem error and master AOE (Atmospheric and Orbit Error)

Ascending (ALOS/PALSAR:424_620)
master: 2008/06/29
62615 ref PS selected
Color Range: −5.01692 to 4.71952 rad

Each image shows changes from the image of 2007/11/12

1	27-Sep-2007	870 m	12	14-Feb-2009	−569 m
2	12-Nov-2007	1585 m	13	02-Jul-2009	−229 m
3	28-Dec-2007	1168 m	14	17-Aug-2009	−234 m
4	12-Feb-2008	2121 m	15	02-Oct-2009	310 m
5	29-Mar-2008	2176 m	16	02-Jan-2010	781 m
6	14-May-2008	2569 m	17	17-Feb-2010	1212 m
7	29-Jun-2008	0 m	18	04-Apr-2010	1293 m
8	14-Aug-2008	−2638 m	19	20-May-2010	1493 m
9	29-Sep-2008	−1651 m	20	05-Jul-2010	1663 m
10	14-Nov-2008	−1205 m	21	20-Aug-2010	1859 m
11	30-Dec-2008	−1279 m	22	20-Nov-2010	2035 m

StaMPS results

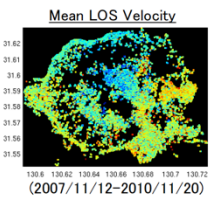


Unwrapped PS Phase

minus dem error and master AOE (Atmospheric and Orbit Error)

Ascending (ALOS/PALSAR:424_620)
master: 2008/06/29
weed_standard_dev = 0.5
20505 ref PS selected
Color Range: −4 to 4 rad

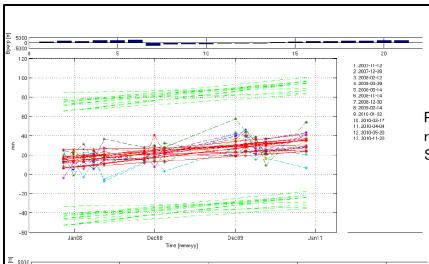
Each image shows changes from the image of 2007/11/12



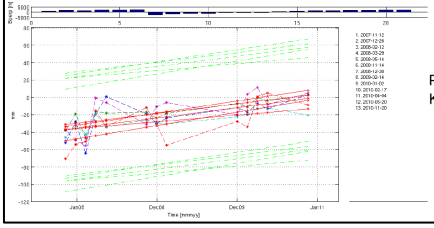
（2007/11/12−2010/11/20）

2	12-Nov-2007	1585 m	11	30-Dec-2008	−1279 m
3	28-Dec-2007	1168 m	12	14-Feb-2009	−569 m
4	12-Feb-2008	2121 m	16	02-Jan-2010	781 m
5	29-Mar-2008	2176 m	17	17-Feb-2010	1212 m
6	14-May-2008	2569 m	18	04-Apr-2010	1293 m
7	29-Jun-2008	0 m	19	20-May-2010	1493 m
10	14-Nov-2008	−1205 m	22	20-Nov-2010	2035 m

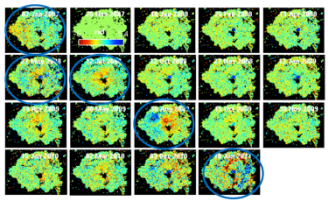
Time series plots (StaMPS)



Points around northern coast of Sakurajima



Points around Kita-dake



StaMPS results

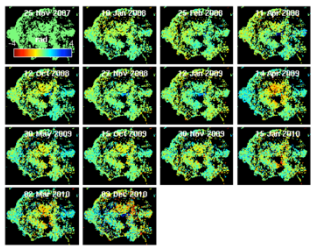
Unwrapped PS Phase

minus dem error and master AOE (Atmospheric and Orbit Error)

Descending (ALOS/PALSAR:73_2980)
master: 2009/10/15
61961 ref PS selected
Color Range: −5.03731 to 5.39863 rad

Each image shows changes from the image of 2007/11/25

1	07-Jan-2007	1275 m	11	14-Apr-2009	−611 m
2	25-Nov-2007	1224 m	12	30-May-2009	104 m
3	10-Jan-2008	1546 m	13	30-Aug-2009	−480 m
4	25-Feb-2008	2001 m	14	15-Oct-2009	0 m
5	11-Apr-2008	2214 m	15	30-Nov-2009	284 m
6	27-May-2008	2602 m	16	15-Jan-2010	742 m
7	12-Jul-2008	−81 m	17	02-Mar-2010	1096 m
8	12-Oct-2008	−1711 m	18	03-Dec-2010	2477 m
9	27-Nov-2008	−1565 m	19	18-Jan-2011	2743 m
10	12-Jan-2009	−1257 m			



StaMPS results

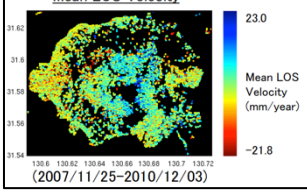
Unwrapped PS Phase

minus dem error and master AOE (Atmospheric and Orbit Error)

Descending (ALOS/PALSAR:73_2980)
master: 2009/10/15
weed_standard_dev = 0.5
17965 ref PS selected
Color Range: −4 to 4 rad

Each image shows changes from the image of 2007/11/25

Mean LOS Velocity

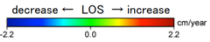


(2007/11/25–2010/12/03)

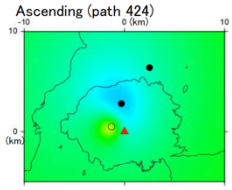
2	25-Nov-2007	1224 m	11	14-Apr-2009	−611 m
3	10-Jan-2008	1546 m	12	30-May-2009	104 m
4	25-Feb-2008	2001 m	14	15-Oct-2009	0 m
5	11-Apr-2008	2214 m	15	30-Nov-2009	284 m
8	12-Oct-2008	−1711 m	16	15-Jan-2010	742 m
9	27-Nov-2008	−1565 m	17	02-Mar-2010	1096 m
10	12-Jan-2009	−1257 m	18	03-Dec-2010	2477 m

Expected InSAR images vs. StaMPS results

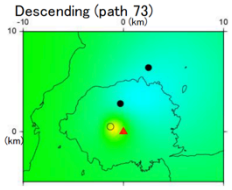
Expected InSAR images by using the pressure source calculated from leveling data (2007/10,11,12–2009/11–2010/11)



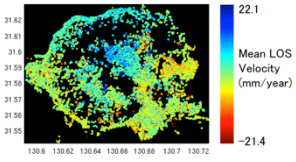
Ascending (path 424)



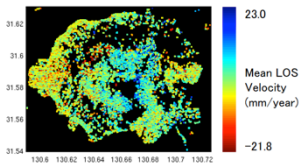
Descending (path 73)



StaMPS (2007/11/12–2010/11/20)



StaMPS (2007/11/25–2010/12/03)



まとめ

(1) 2007年から2010年の期間におけるALOS/PALSARデータおよび解析ソフトウェアStaMPSを用いたPS-InSAR時系列解析を桜島火山に適用した。

(2) 桜島北部山麓および北部海岸付近の地盤が衛星視線方向に近づく変動が、また、桜島東部・南部・西部においては衛星視線方向から遠ざかる変動パターンが面的に検出された。

(3) 桜島北部山麓および北部海岸付近の変動は、特に2009年末から2010年にかけて急速に進行したように見受けられる。

(4) 得られた地盤変動量やパターンおよびその時間変化の傾向は、同期間に水準測量やGPS観測によって測定された地盤変動のパターンや時間変化の傾向とも調和的であった。

謝辞
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。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。また、科学研究費補助金(基盤研究(B)課題番号:22340123)を使用して行われました。

SAR解析による火山活動に伴う地表変動の検出およびRINCの開発

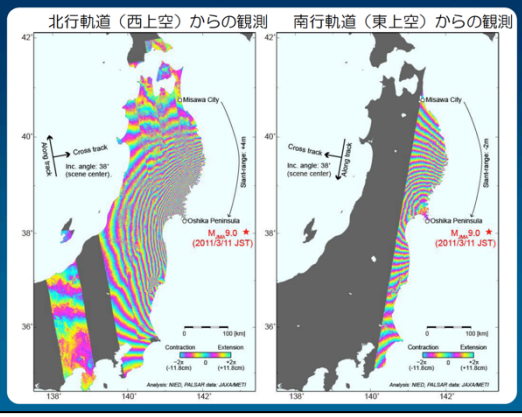
小澤拓（防災科研）

特定共同研究（B）（2012-B-01）「SARを用いた地殻変動研究」においてH24～H26に実施したこと

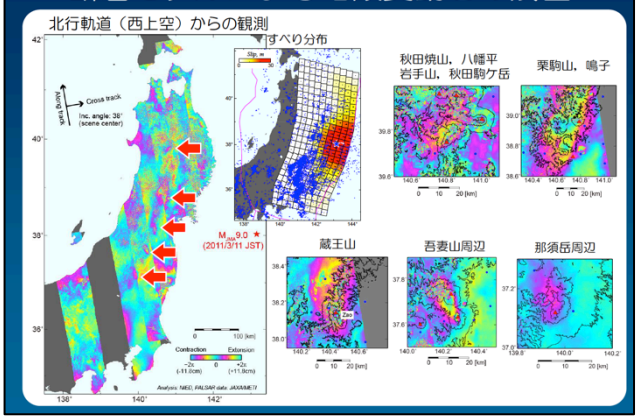
1. 2011年東北地方太平洋沖地震に関する解析
2. 2011年新燃岳・霧島山噴火に関する解析
3. RINCの開発

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」成果報告会（地震研究所, 2014/9/17）

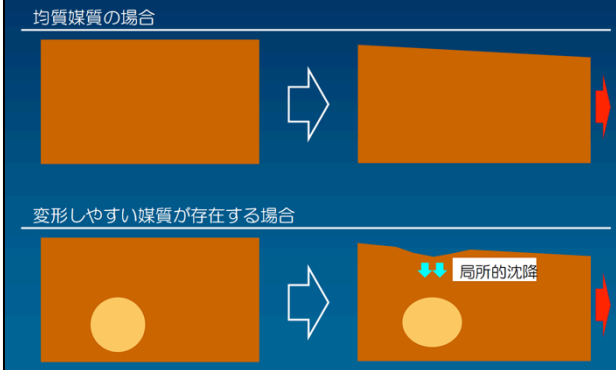
2011年東北地方太平洋沖地震



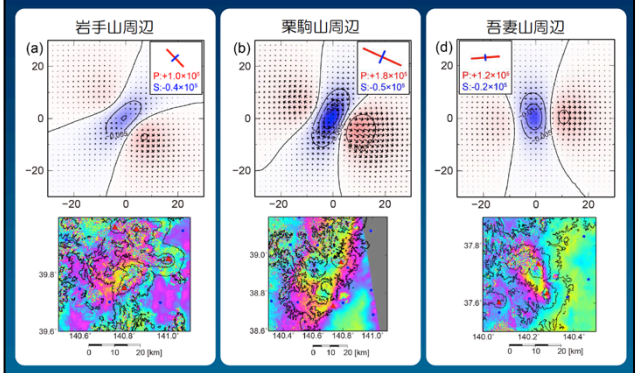
断層モデルによる地殻変動との残差



なぜ沈降するのか？



FEMによる数値実験の結果

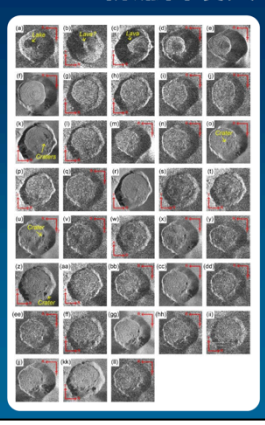


Ozawa, T. and E. Fujita (2013), Local deformations around volcanoes associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *J. Geophys. Res.*, **118**, doi:10.1029/2011JB009129.

2011年新燃岳・霧島山噴火

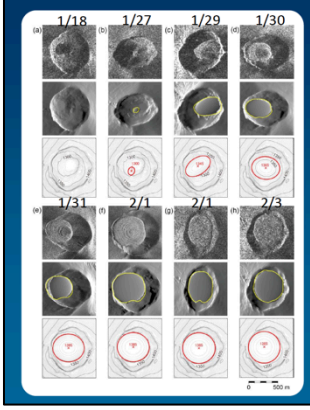
写真：長井（防災科研）, 2011/1/27

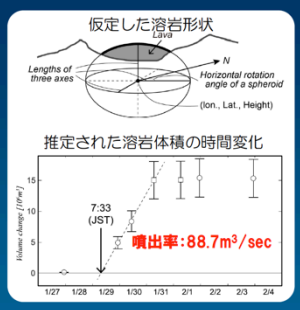
新燃岳噴火に関するSAR観測



	Date	Time (JST)	Satellite	Inc. angle	A/D	Path (ALOS)
a	2011/1/18	10:44	ALOS	39	D	73
b	2011/1/27	22:53	ALOS	50	A	428
c	2011/1/29	22:36	ALOS	24	A	430
d	2011/1/30	10:39	ALOS	44	D	71
e	2011/1/31	6:28	TerraSAR-X	21	D	-
f	2011/2/1	6:11	TerraSAR-X	52	D	-
g	2011/2/1	22:59	ALOS	55	A	431
h	2011/2/3	22:24	ALOS	35	A	423
i	2011/2/4	10:45	ALOS	35	D	74
j	2011/2/6	10:28	ALOS	55	D	66
k	2011/2/7	18:10	TerraSAR-X	31	A	-
l	2011/2/8	22:48	ALOS	44	A	426
m	2011/2/9	10:52	ALOS	24	D	77
n	2011/2/11	10:35	ALOS	50	D	69
o	2011/2/12	6:11	TerraSAR-X	52	D	-
p	2011/2/15	22:38	ALOS	29	A	421
q	2011/2/18	10:23	ALOS	58	D	64
r	2011/2/18	18:10	TerraSAR-X	31	A	-
s	2011/2/18	23:01	ALOS	58	A	432
t	2011/2/20	22:44	ALOS	39	A	424
u	2011/2/23	6:11	TerraSAR-X	31	D	-
v	2011/2/23	10:30	ALOS	54	D	67
w	2011/2/25	22:50	ALOS	47	A	427
x	2011/2/26	6:11	RADARSAT-2	52	D	-
y	2011/2/28	10:36	ALOS	47	D	70
z	2011/3/3	18:25	RADARSAT-2	46	A	-
aa	2011/3/4	22:34	ALOS	32	A	422
bb	2011/3/5	10:43	ALOS	39	D	73
cc	2011/3/6	6:11	TerraSAR-X	52	D	-
dd	2011/3/8	10:25	ALOS	57	D	65
ee	2011/3/12	10:31	ALOS	50	D	68
ff	2011/3/14	22:51	ALOS	50	A	428
gg	2011/3/17	6:11	TerraSAR-X	52	D	-
hh	2011/3/17	10:38	ALOS	44	D	71
ii	2011/3/19	22:58	ALOS	55	A	431
jj	2011/3/22	6:18	RADARSAT-2	36	D	-
kk	2011/3/27	18:25	RADARSAT-2	46	A	-
ll	2011/3/29	10:35	ALOS	50	D	69

SARによる火口内溶岩の成長

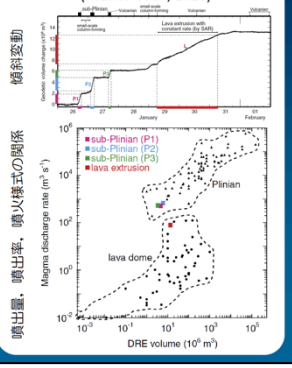




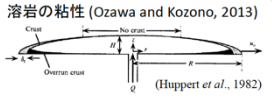
Ozawa, T. and T. Kozono (2013), Temporal variation of the Shinmoe-dake crater in the 2011 eruption revealed by spaceborne SAR observations, *Earth Planets Space*, **65**, 527–537.

推定された噴出率に基づく研究

準プリニー式噴火における噴出率 (Kozono et al., 2013)



溶岩の粘性 (Ozawa and Kozono, 2013)



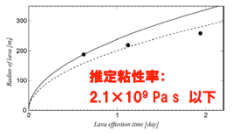
(Huppert *et al.*, 1982)

噴出率一定時の溶岩半径rと時間tの関係

$$r = Ct^{1/2},\ C = 0.715\left(\frac{g\Delta\rho Q^3}{3\eta}\right)^{1/8}$$

η：マグマ粘性率　$\Delta\rho$：密度差（マグマ−大気）
Q：マグマ噴出率　g：重力加速度

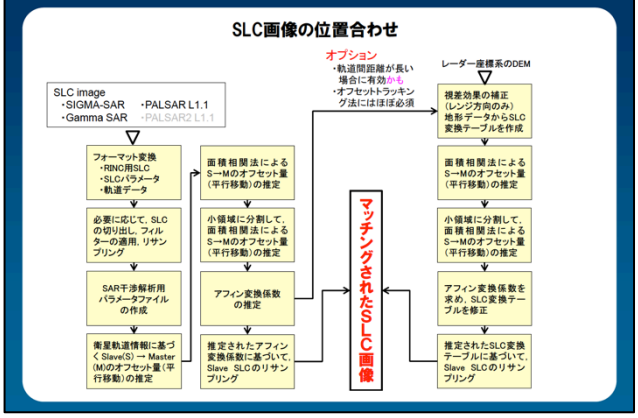
推定された溶岩半径の時間変化



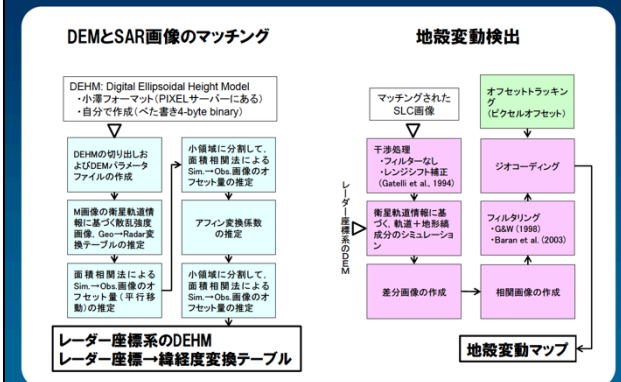
RINC の開発

- ○ 高度SAR解析手法の研究の基礎となるソフトウェア
- ○ SAR地殻変動研究グループにおける共有ソフトウェア
  - ・ALOS-2対応ソフトウェアの準備
  - ・ソースコードも公開
- ○ これまで開発した解析手法の提供
  - ・数値気象モデルからの大気遅延シミュレーション（小澤・清水，測地学会誌，2010）
  - ・複数軌道データを用いた時系列解析（Ozawa and Ueda, JGR, 2011）
  - ・SBAS（噴火予知連への報告などで使用）
  - ・PS-InSAR解析的手法（将来）

解析の流れ１

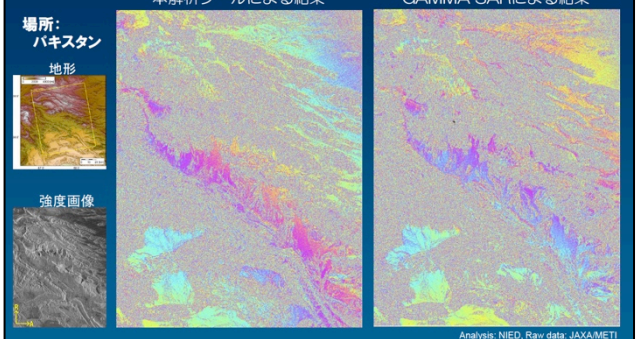


解析の流れ２



InSAR解析

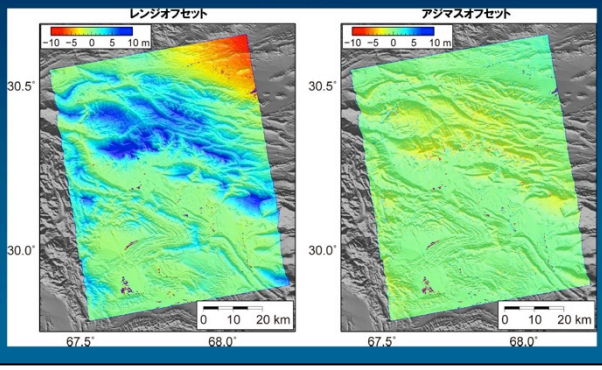
本解析ツールによる結果　GAMMA SARによる結果



ALOS/PALSAR, P542/F590, M:2008/3/11, S:2008/12/12, B_{PERP}: −3168m

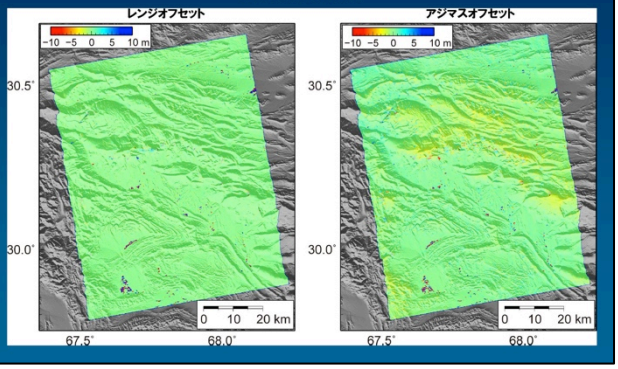
Offset tracking (Pixel offset)

視差効果補正なし



Offset tracking (Pixel offset)

視差効果補正適用

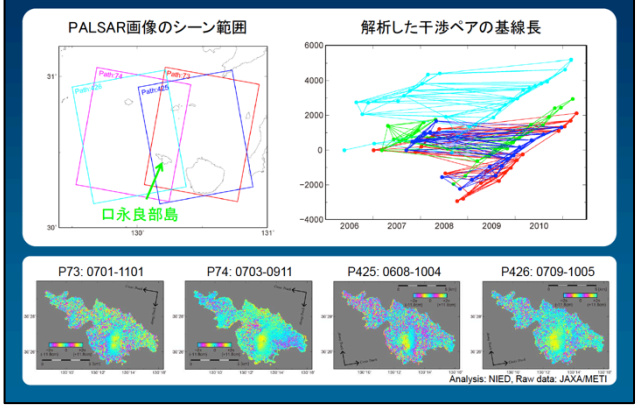


口永良部島

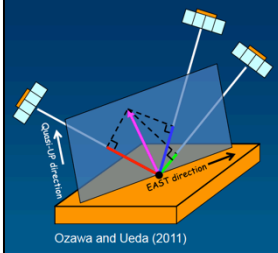
- ○ 2014年8月3日に噴火発生．
- ○ 防災科研においては，観測施設を設置中．
- ○ 過去の地殻変動を調べたい．

PALSAR/InSAR解析に関する先行研究：
山本 (2012)，安藤 (2013)，Tanaka and Lundgren (2014)

PALSAR干渉解析

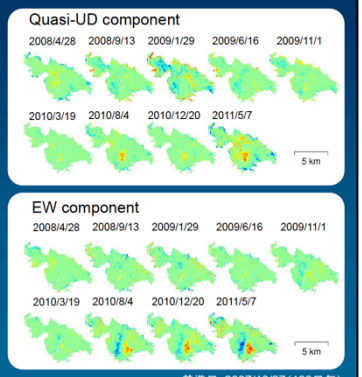


複数軌道データに基づくInSAR時系列解析



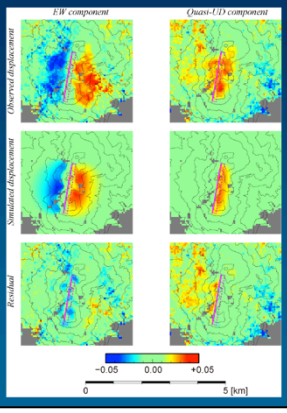
Ozawa and Ueda (2011)

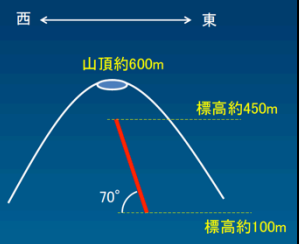
各パスにおけるSBAS解析によるスラントレンジ変化時系列から，準上下成分と東西成分の時系列を推定する．



基準日：2007/10/27（138日毎）

地殻変動およびモデル





ごく浅部に位置するダイク状力源で説明できる．

まとめ

○ 2011年東北地方太平洋沖地震
- 地震時に，火山周辺に局所的な地殻変動が生じていた．
- 変形しやすい媒質が火山下に存在していることに起因すると考えられる．

○ 2011年新燃岳・霧島山噴火
- SARの散乱強度画像から溶岩形状・噴出率を求めた．
- 噴火様式の急激な変化に関する考察．
- 溶岩の粘性率の推定．

○ RINCの開発
- InSAR解析ソフトウェアを開発．
- 他のソフトウェアと同等の精度が得られる．
- 一部（主に特定(B)研究グループ）で公開を開始．

謝辞

本研究ではPIXEL（PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）で共有しているPALSARデータを使用した．これは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．本研究の一部は，東京大学地震研究所共同研究（B）「SARを用いた地殻変動研究」で行われた．PALSARデータの所有権は経済産業省およびJAXAにある．関係各位に感謝の意を申し上げる．

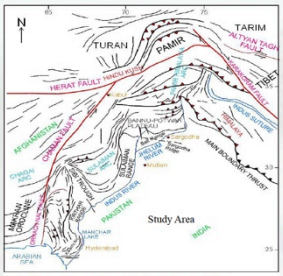
Complex Faulting in the Quetta Syntaxis: fault source modeling of the October 28, 2008 earthquake sequence in Baluchistan, Pakistan, based on ALOS/PALSAR InSAR data

Muhammad USMAN and Masato FURUYA

Space Geodesy Research Section, Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, Sapporo, Japan

Literature Review

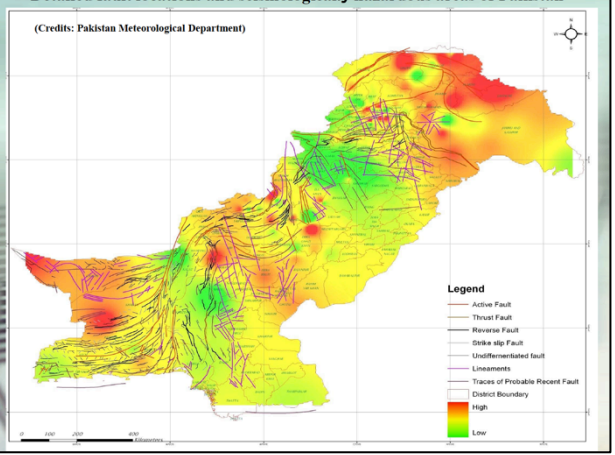
Regional tectonics of Pakistan



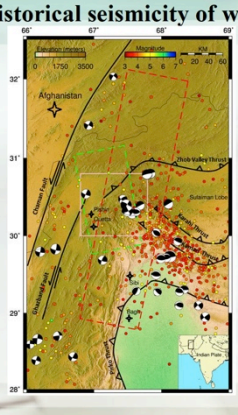
Major Tectonic on and around the northwest of the Indo-Pakistan subcontinent

(Kazmi and Jan, 1997)

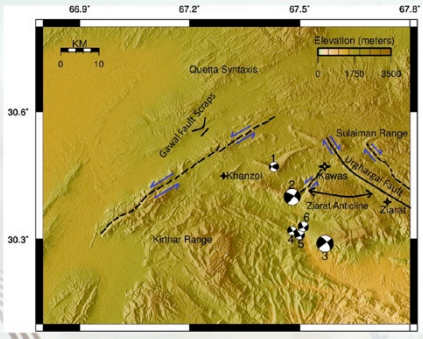
Detailed fault locations and seismologically hazardous areas of Pakistan



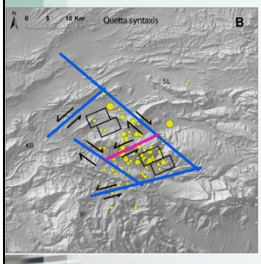
Tectonics and historical seismicity of western Baluchistan



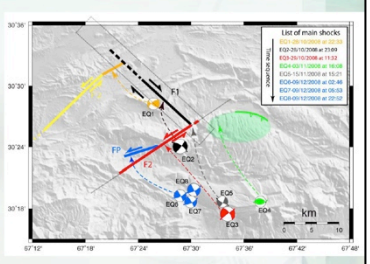
Local tectonics and earthquake sequence of October 28, 2008



Source Modeling Results Review



(G. Pezzo et al. in GJI, 2014)



(Pinel-Puyssegur et at. in JGR, 2014)

Similarities between two models

- Both concluded results on the basis of ENVISAT/ASAR data
- Both models suggest complex system of new faults
- Both suggest that conjugate faulting can be responsible for the earthquake doublet
- On the basis of kinematic study, they suggest clock wise movement of the block or blocks
- They also suggest that the after shock of December 09,2008 was probably produced by a different left lateral fault then the main conjugate left lateral fault

Major differences between two models

- Piezzo et al (2014) suggests a five faults model (three left laterals and two right laterals) and Pinel et al (2014) suggest a four faults model (three left laterals and one right lateral): **So we can conclude that one fault segment is either missing in Pinel et al (2014) fault model or is extra in Piezzo et al (2014) model.**
- The is also a different in the size and location of left lateral fault, which is supposed to be responsible for after shock of December 09, 2008

Our Results

Image along path 542, covering the seismic sequence
(22012007-12122008)

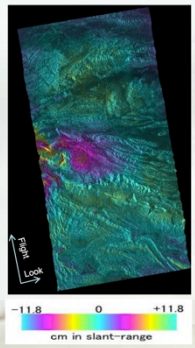


Image along path 543 covering the seismic sequence
(08022007-13022009)

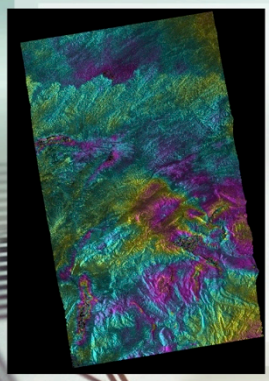


Image along path 543 covering the seismic sequence
(27122007-16022010)

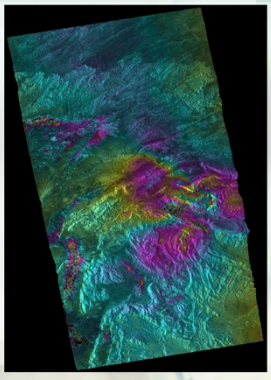
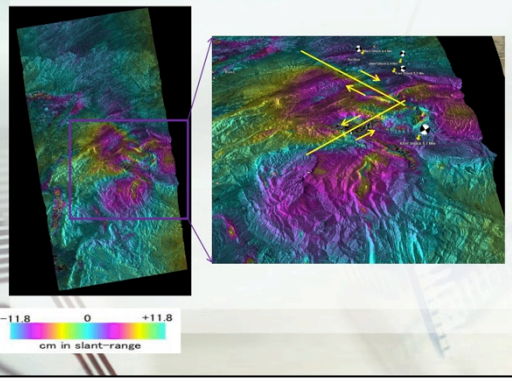
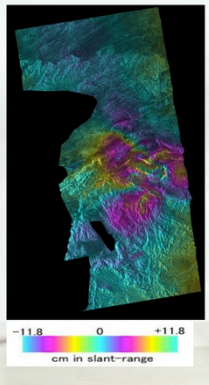


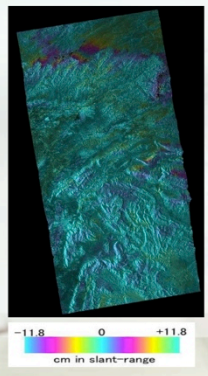
Image along path 543, covering the seismic sequence
(27122007-16022010)



Masked image along path 543, covering the seismic sequence
(27122007-16022010)

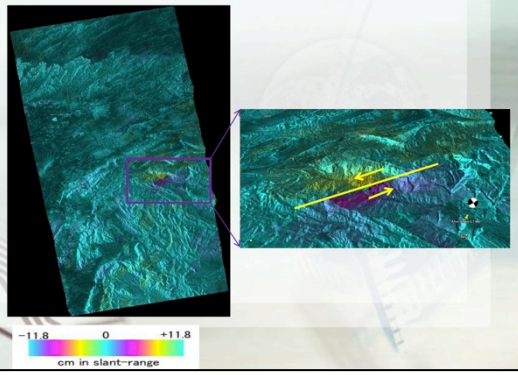


Pre-seismic InSAR image along path 543
(11022008-28032008)



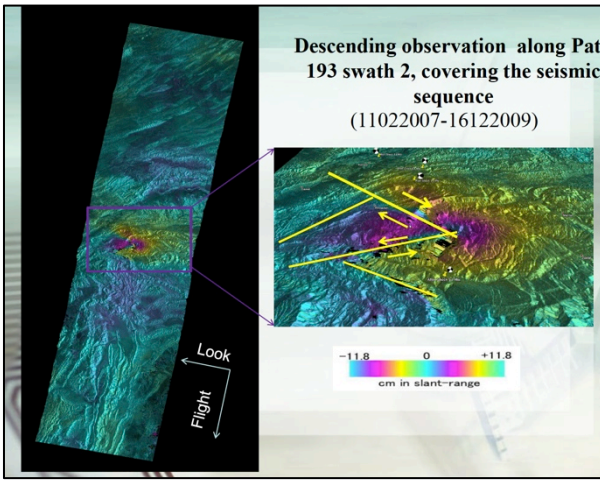
Observation along path 543, covering the after shock of December 09, 2008

(13112008-13022009)



Descending observation along Path 193 swath 2, covering the seismic sequence

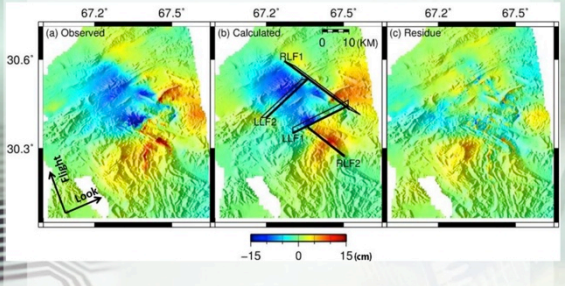
(11022007-16122009)



Fault Modeling Results

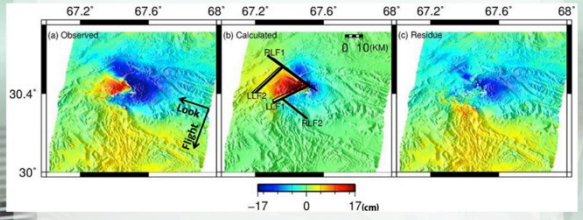
Results covering the seismic sequence

(Ascending Path 543)



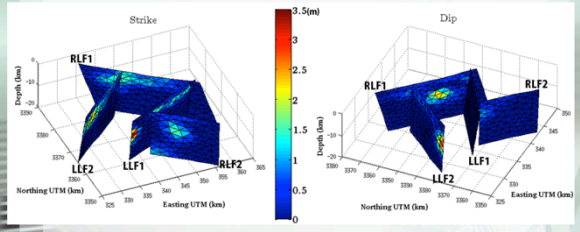
Results covering the seismic sequence

(Descending Path 193:swath 2)

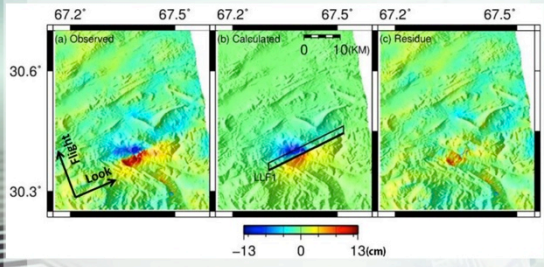


Slip distributions for the different faults of the proposed model

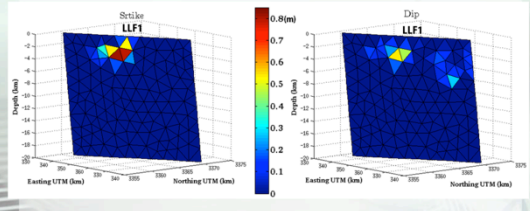
(covering the seismic sequence)

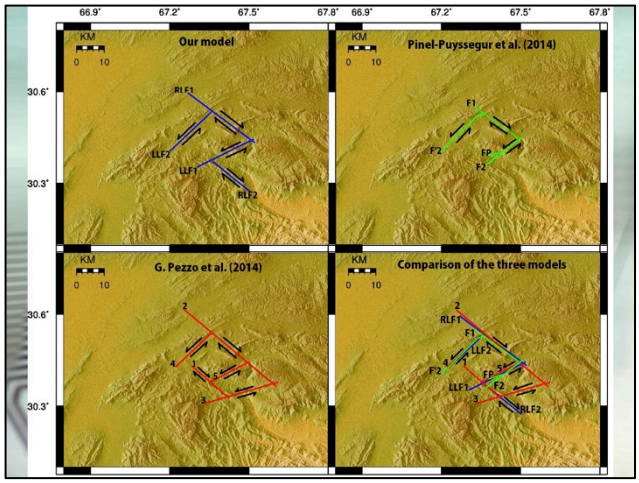


Co-seismic due to the M5.7 event on December 9, 2008



Slip distribution for the after shocks of December 09,2008





Summary

- Modeling has been done on the ALOS/PALSAR ascending and descending data which has not been previously used to study this shock sequence.
- The after shock of December 09, 2008 might be produced by the left lateral fault of conjugate faulting and not by a different fault.
- The position of RLF2 is perhaps different than proposed by Piezzo et al (2014) model and is missing in Pinel-Puyssegur et al (2014) model.

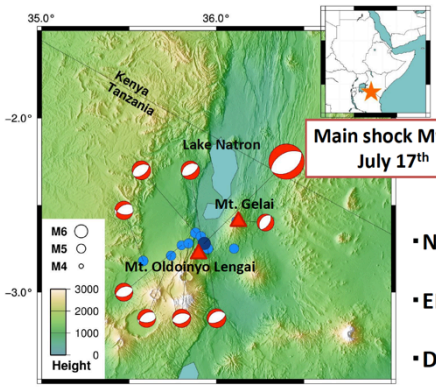
Thank you so much

PIXEL workshop @ The university of Tokyo
Sept. 17th, 2014

ダイク貫入時の非地震性横ずれ滑りの検出：2007年タンザニア北部

姫松　裕志，古屋　正人
北海道大学大学院理学院

Distribution of the earthquake epicenters in North Tanzania



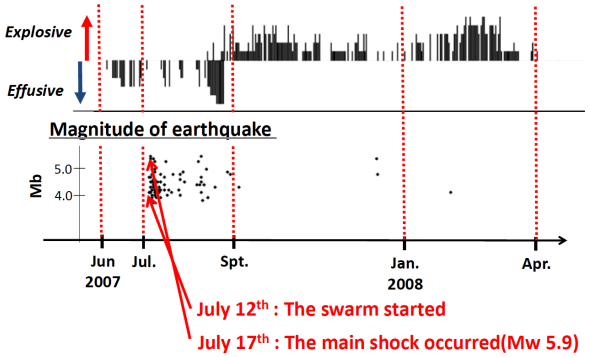
Main shock Mw5.9
July 17th

- Normal faulting
- ENE-WSW striking
- Depth <15km

1/15

Time-series of the earthquake swarm & eruption

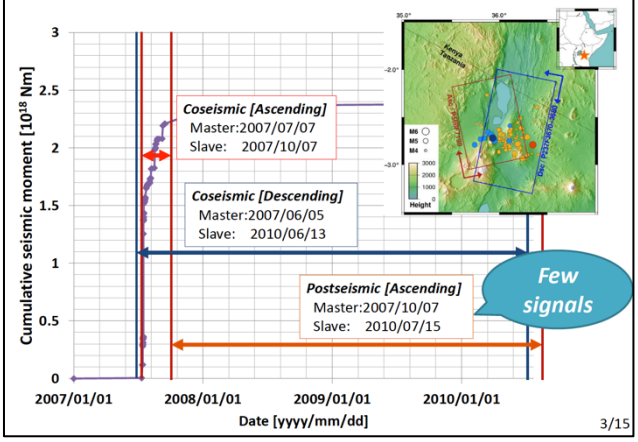
Relative eruption intensity of Mt. Oldoinyo Lengai [Kervyn et al.,2010 Fig. 2]



July 12th : The swarm started
July 17th : The main shock occurred(Mw 5.9)

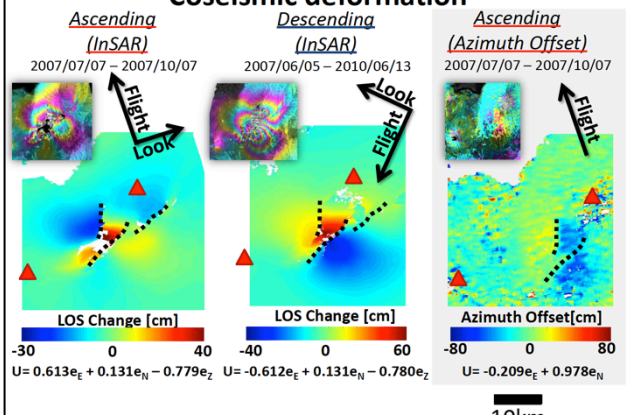
2/15

Data sets



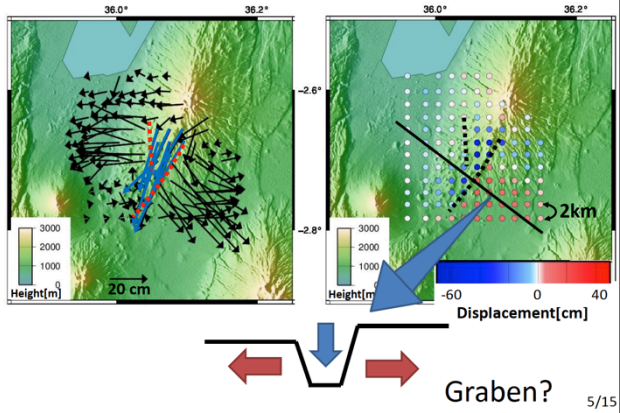
3/15

Coseismic deformation



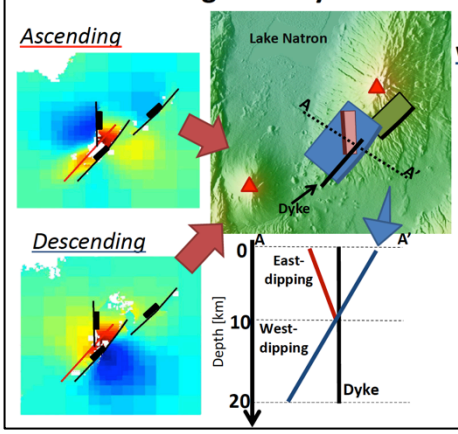
4/15

3D displacement



5/15

Fault geometry in this study



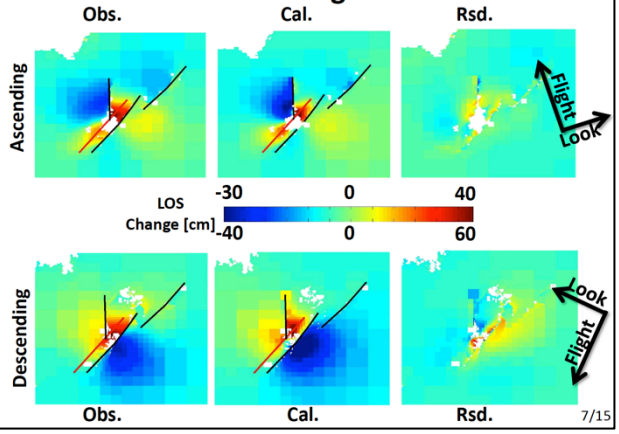
West-dipping fault
Normal
&
Left-lateral

East-dipping fault
Normal
&
Right-lateral

- Trial and Error
- Least square

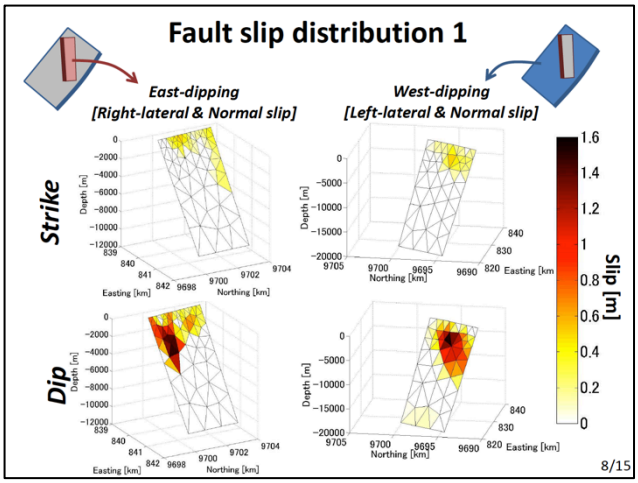
6/15

Fault modeling results



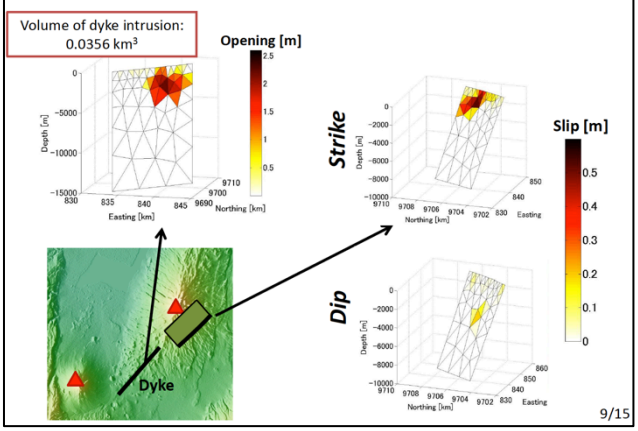
7/15

Fault slip distribution 1



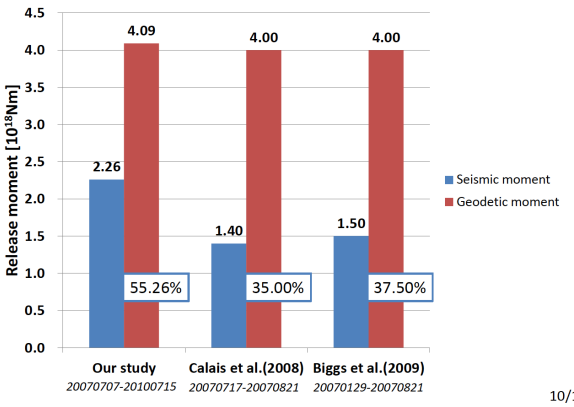
8/15

Fault slip distribution 2



9/15

Comparison of release moment



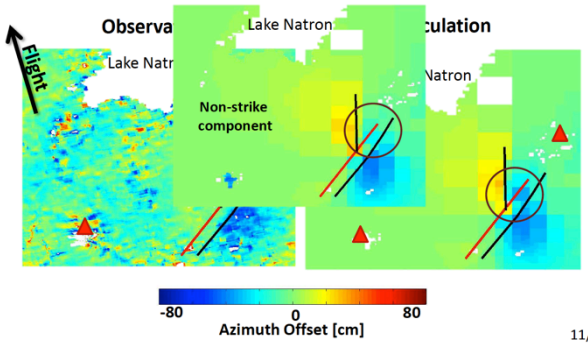
10/15

Forward calculation

Ascending (Azimuth Offset)

20070707 – 20071007

$U = -0.209e_E + 0.978e_N$

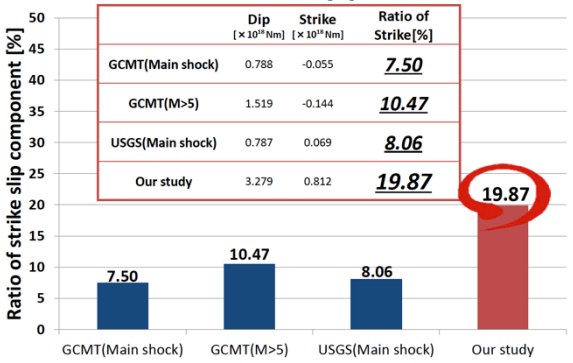


11/15

Strike slip v.s. Dip slip

ratio of strike[%]

	Dip [×10¹⁸ Nm]	Strike [×10¹⁸ Nm]	Ratio of Strike[%]
GCMT(Main shock)	0.788	-0.055	***7.50***
GCMT(M>5)	1.519	-0.144	***10.47***
USGS(Main shock)	0.787	0.069	***8.06***
Our study	3.279	0.812	***19.87***



※Normal slip and Southward strike slip are positive.

12/15

Previous studies & Our study

Bear et al.(2008), Calais et al.(2008), Biggs et al.(2009, 2013)

[Data]

- ENVISAT/ASAR data(C-band)
- ***Only one pair*** of ALOS/PALSAR data(L-band)
- ***Only descending*** passes
- ***No offset tracking***

[Fault source modeling]

- ***Normal slip & Dyke***

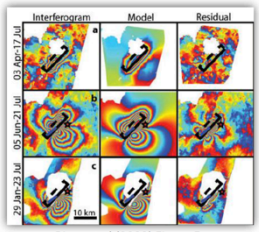
Our study

[Data]

- ALOS/PALSAR data(L-band)
- ***Ascending & Descending pairs***
- ***Offset tracking in the azimuth direction***
- ***Full 3D displacement***

[Fault source modeling]

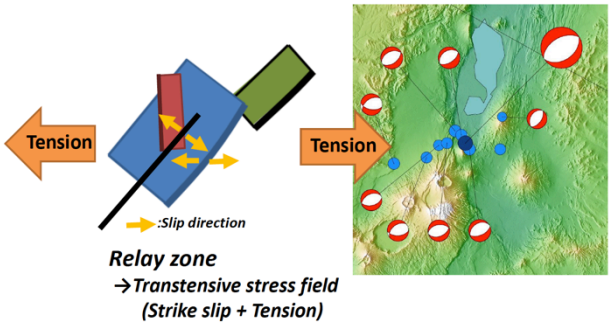
- ***Strike*** & Normal slip & Dyke



Biggs et al.(2009) Figure 5.

13/15

Fault geometry in this study



Relay zone

→Transtensive stress field (Strike slip + Tension)

14/15

Conclusion

・2007年タンザニア北部で発生した群発地震に伴う3次元の地殻変動が明らかになった.

→大局的にはグラーベン構造のような変動を示した.

→沈降した領域では，水平南向きの変動が起こった.

・求められた変動を説明する為に，少なくとも3枚の断層と1枚のダイクの貫入が必要である.

→断層上のすべりには横ずれ成分も必要である.

・なぜ沈降した領域は南へ動いたのか.

・Oldoinyo Lengai山の噴火との関係

謝辞

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。本研究（の一部）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」で行われた。

15/15

Hokkaido University SPACE GEODES

サーシ型氷河の静穏期における冬期加速

Winter speed-up during a quiescent phase at surge-type glaciers

#阿部 隆博, 古屋 正人
北海道大学大学院理学院

Abe, T., and M. Furuya (2014), Winter speed-up of quiescent surge-type glaciers in Yukon, Canada, *The Cryosphere Discuss.*, 8, 2614-2635

平成26年度PIXEL成果報告会@東大地震研

Introduction

Introduction

氷河表面速度

$$u_s = u_b + \frac{2A}{n+1}\tau_b^n H$$

底面滑り + 内部流動/変形

一般的に氷は非ニュートン流体として扱う → n=3

内部流動 u:

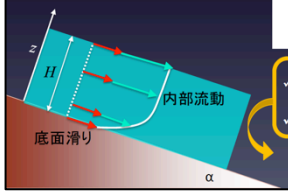
底面滑り u_b:

$\tau_b \propto \rho g H \alpha \Rightarrow$ 流動速度 $\propto H^4 \alpha^3$

✓ Regelation復氷 + Creep (Weertman, 1957)

$$u_b = c \times \left(\frac{\tau_b}{R}\right)^{n+1}$$

R: Roughness of the bump

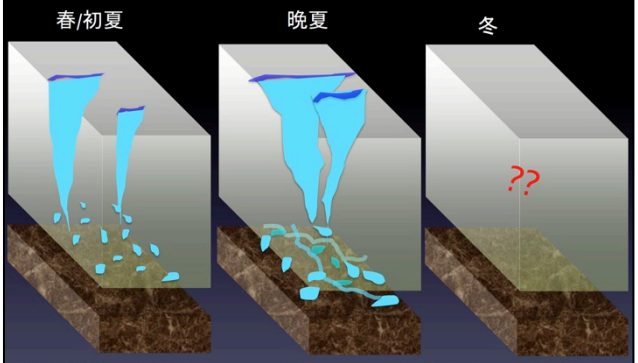


✓ 底面水圧の上昇 -> 氷が"浮く"ような状態
✓ 基盤の変形 (底面堆積物の変形)

短期的流動変化の要因

Introduction

夏期の加速



➢ 非効率な排水システム
➢ 高水圧 & 低有効圧力

➢ 効率的な排水システム
➢ 低水圧 & 高有効圧力

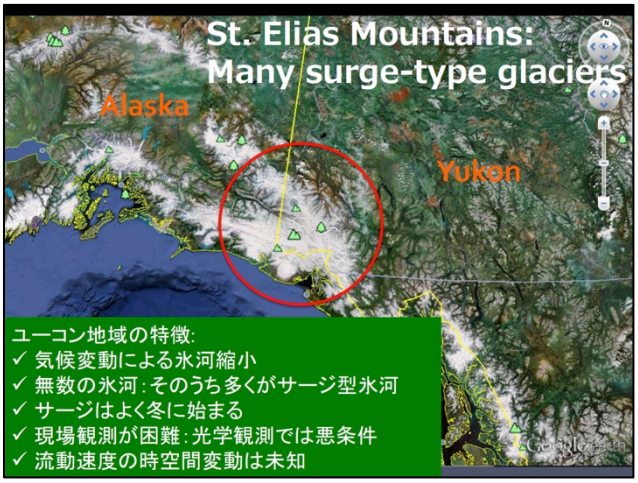
➢ 表層からの融解水は無い
➢ 排水経路は閉じている

Introduction

冬期の流動速度

- 夏期に比べて観測データが極めて少ない
  (現場観測の難しさ、光学は冬には不向き)
- 夏期の融解水量と逆の相関関係
  (Burgess et al., 2013; Sole et al., 2013)

冬期の流動速度の時空間変化は未知



ユーコン地域の特徴:
✓ 気候変動による氷河縮小
✓ 無数の氷河:そのうち多くがサージ型氷河
✓ サージはよく冬に始まる
✓ 現場観測が困難:光学観測では悪条件
✓ 流動速度の時空間変動は未知

Introduction

研究目的

➢ ユーコン地域における氷河流動速度の時空間変化を明らかにする

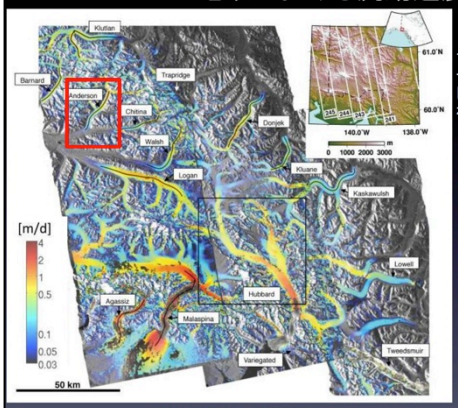
➢ 季節変化や氷河サージなどの短期的な変動のメカニズムを明らかにする

氷河サージの理解 ➡ 海水準変動シュミレーションへの貢献

Method and Results

Results

ユーコン地域における流動速度マップ



解析方法:
合成開口レーダー(SAR)データを用いたオフセットトラッキング(画像相関による変位抽出)

解析データ、期間:
ALOS/PALSAR:
2006–2011

速度変換:
得られた変位を水平変位に変換(上下方向は無視)、それをペア間の日数で割り、1日あたりの水平速度とする

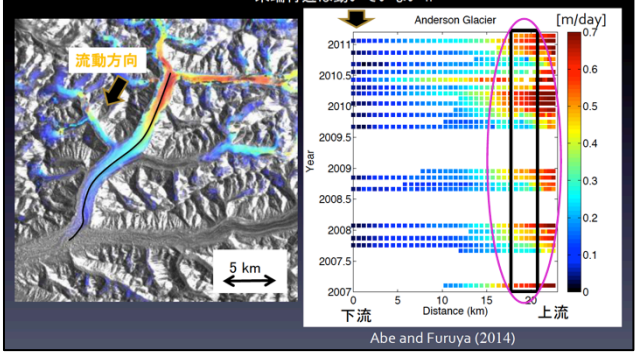
誤差 < 0.1 m/day

Abe and Furuya (2014)

Results

Anderson Glacier

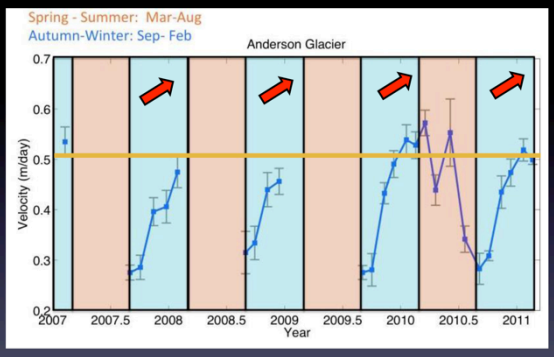
末端付近は動いていない!!



Abe and Furuya (2014)

Results

Anderson Glacier



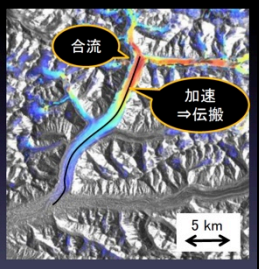
毎年の冬期加速 & 速度が初夏と同等

Discussion

Discussion

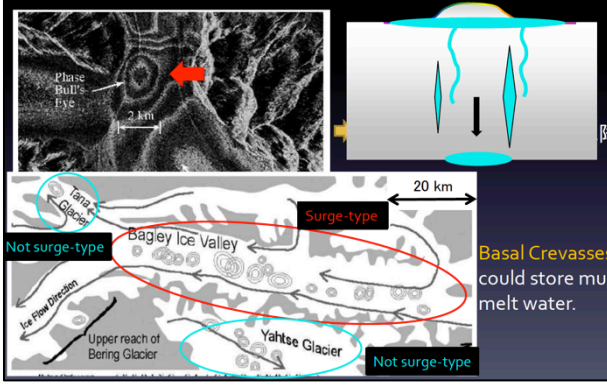
冬期加速の特徴

- 上流(支流同士の合流地点)から始まる(≠下流から)
- 下流へ伝搬する(≠上流へ)
- 速度が初夏と同等
- 毎年起こる(2006-2011)
- 地域内の全ての氷河ではない
  - ✓ この地域の氷河サージと明らかな関連性
  - ✓ 秋から冬への水理環境の変化を示唆



Discussion

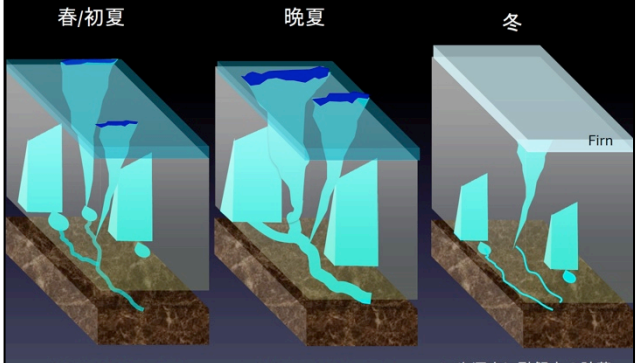
Englacial water storage hypothesis



Basal Crevasses could store much melt water.

Discussion

冬期加速のメカニズム



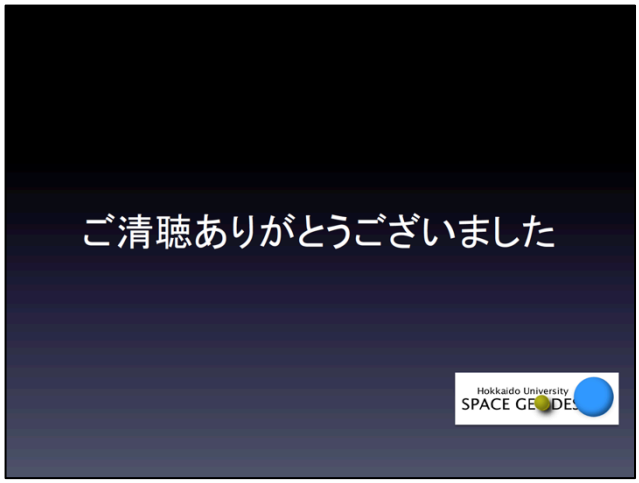
春/初夏	晩夏	冬
➢ 非効率な排水システム ➢ 高水圧 & 低有効圧力	➢ 効率的な排水システム ➢ 低水圧 & 高有効圧力	➢ 氷河内に融解水の貯蓄 ➢ クリープによる高圧水

Summary

まとめ

- ユーコン地域における冬期の加速 ⇒ 速度は初夏と同等
- ヨーロッパで見られる夏期加速とは異なる様相
- 冬に上流で貯水できるシステム(Basel crevasses)
  クリープ/気温の低下による排水経路/クレバスの縮小
  →排水システムの非効率化→水圧上昇→底面すべりの活発化
- 長期観測が必要(Sentinel-1, ALOS-2)
- モデル計算による底面環境の推定 (Werder et al., 2013)

謝辞:PALSARデータの所有権は経済産業省およびJAXAにある. 本研究で用いたPALSARデータは, PIXELとALOS-3rd PI (#538)から提供された. PIXELのデータは共有されており, JAXAと東大地震研の共同研究契約によりJAXAから提供された. 本研究は, 科研費(24651001)の支援を受けている.


ご清聴ありがとうございました
Hokkaido University
SPACE GEODES

Hokkaido University
SPACE GEODESY

InSAR水蒸気シグナルは気象モデルでどこまで再現可能か：データ同化の効果

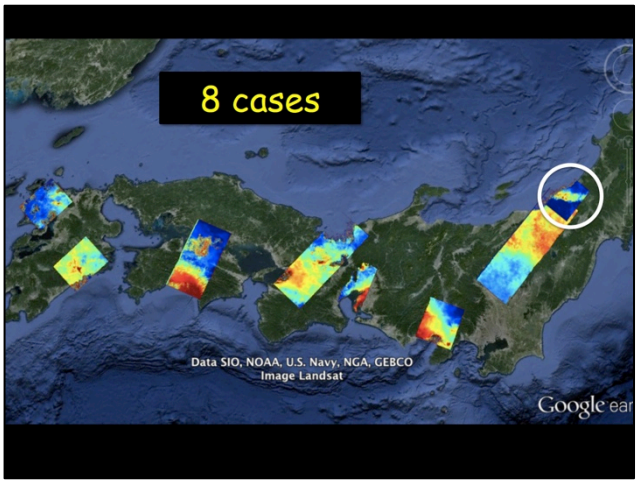
木下 陽平, 古屋 正人
（北海道大学理学研究院）

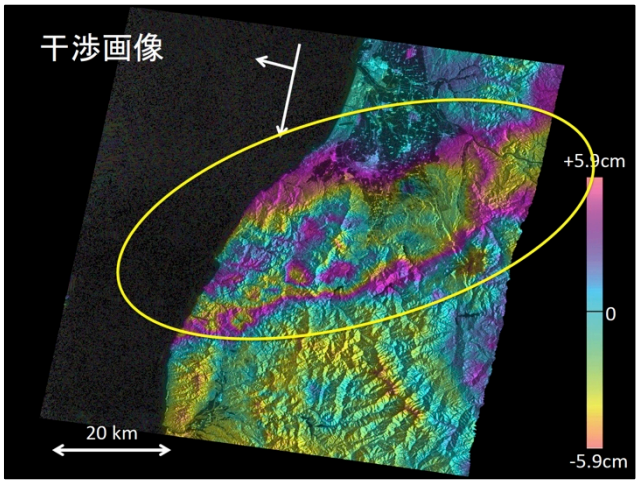
2014PIXEL成果報告会 17 Sep 2014

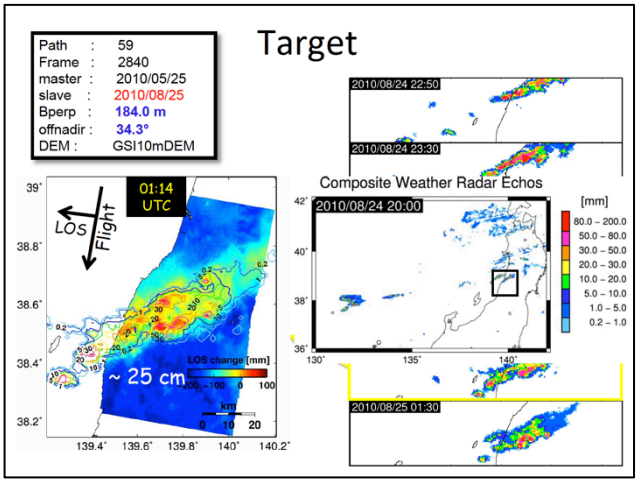
何故InSARで水蒸気を見る？

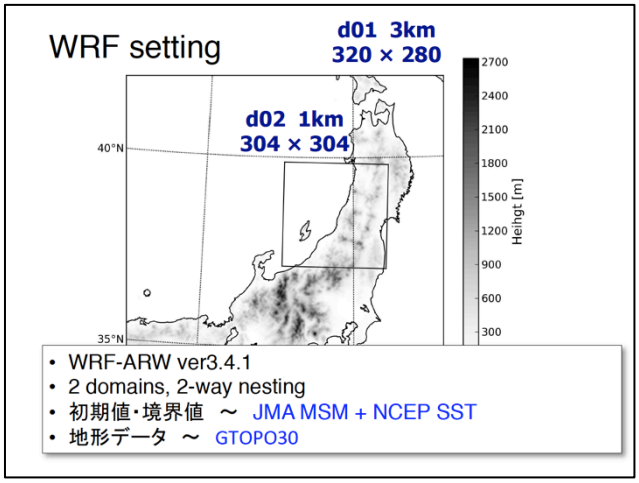
- 水蒸気は気象学的に最も重要な観測量のひとつ （が、観測手段が少ない）
- 他に類を見ない高空間分解能(～数10m)な水蒸気分布が得られる
  - ・・・ 豪雨のような激しい擾乱に伴う水蒸気の"実態"が見える

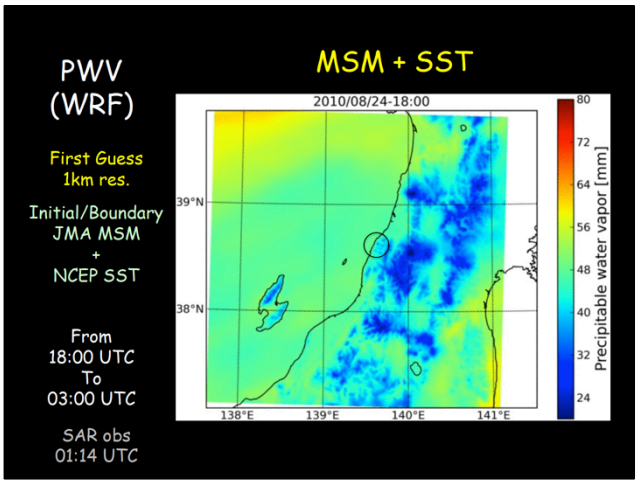
メソスケール以下の現象のメカニズム解明へ貢献

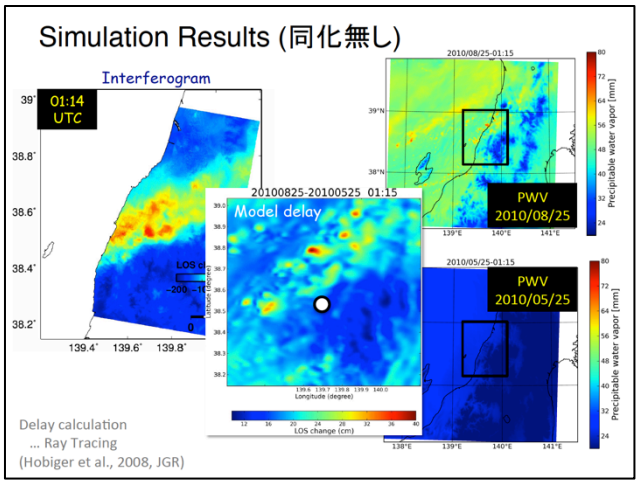












目標: 対流システムの発生位置の改善

To improve the location of the convective system in WRF

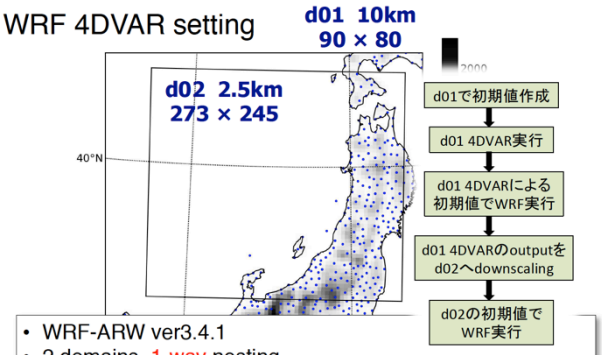
初期値の改善が重要

方策

- MSM以外の客観解析値
- データ同化
- 空間解像度の向上
- 適切なパラメタリゼーション

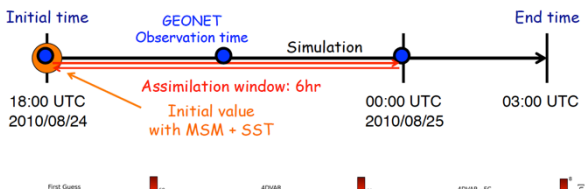
データ同化 … 観測や実験データを最適化理論を用いてうまく取り込み(同化して)モデル結果を修正する技法

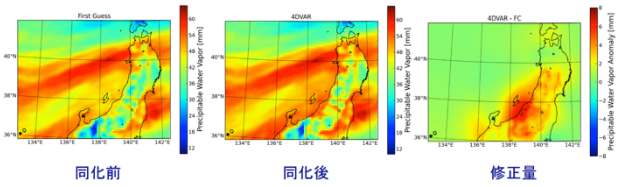
WRF 4DVAR setting



- WRF-ARW ver3.4.1
- 2 domains, 1-way nesting
- 初期値・境界値 ～ JMA MSM + NCEP SST
- 地形データ ～ GTOPO30
- 同化データ ～ GEONET F3遅延データ

WRF 4DVAR





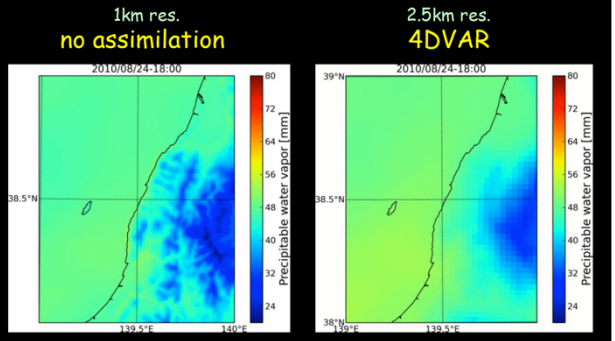
※ 18:00 UTC

PWV (WRF)

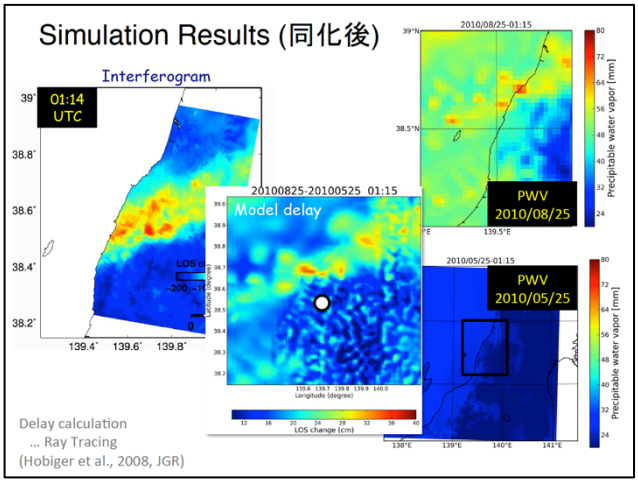
SAR obs 01:14 UTC

Initial value: MSM + SST

From 18:00 UTC To 03:00 UTC



Simulation Results (同化後)



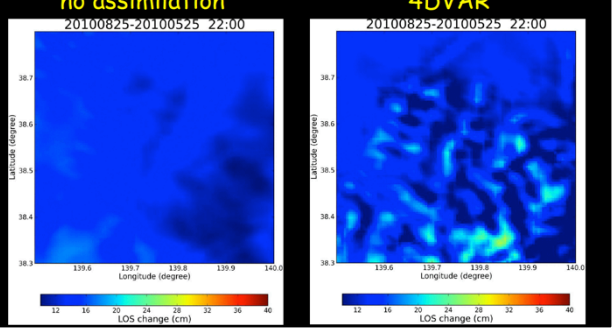
Delay calculation
… Ray Tracing
(Hobiger et al., 2008, JGR)

Model Delay (WRF)

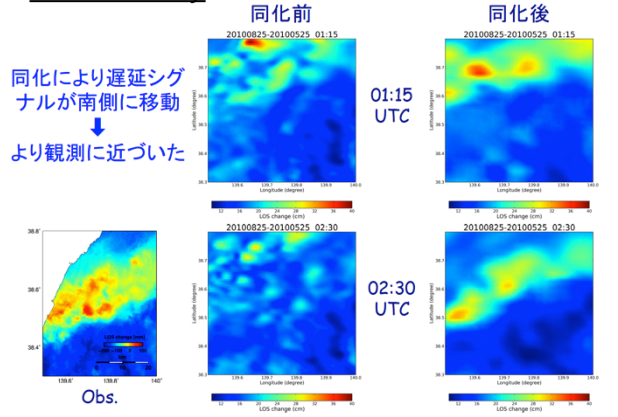
SAR obs 01:14 UTC

Initial value: MSM + SST

From 22:00 UTC To 03:00 UTC



Model Delay



まとめ

- InSARデータで, 新潟において局所的な水蒸気シグナルを捉えた. シグナルは東西に伸び, 最大で25cmのLOS変化.
- WRF実験の結果, 観測と同程度の振幅を持つ対流群の再現に成功. しかし再現位置が北側に30kmずれていた.
- WRFDAを用いてGEONET F3解天頂遅延データを同化. 結果, 対流群の発生位置が同化前に比べて南に移動した.

ご清聴ありがとうございました。

謝辞

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す. PALSARデータの所有権は経済産業省およびJAXAにあります. 解析には国土地理院による10mメッシュ数値標高データを用いました. MSMデータ, 気象レーダーデータは京都大学生存圏研究所がアーカイブしているデータを利用しました(http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jmadata/). また, 国土地理院のGEONET RINEXデータ及びF3解天頂遅延量データを利用しました.

山地における地震間地殻変動検出の試み

京都大学防災研究所
高田陽一郎

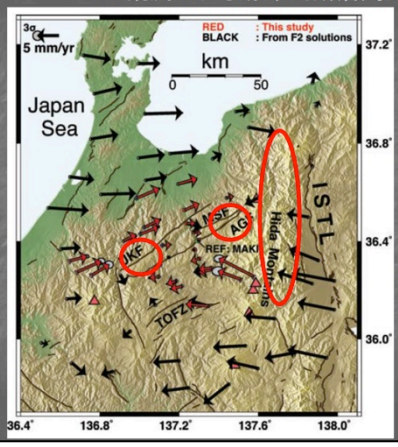
動機

InSAR時系列解析が大ブームだが、残念ながら
湿潤・山岳地域における地震間変動の検出成功例は少ない。
断層クリープ以外も捕まえられないものか…。

GPS(GNSS)観測とInSAR時系列解析を組み合わせるのが良い。
末広がりで、日本が勝てる可能性も高い。

課題:
山地では(1000mとかでも)どうしても地形の影響が残る。
これをどうしたものか…

GPS観測による跡津川断層周辺の速度場



East: 1998-2006
West: 2002-2006

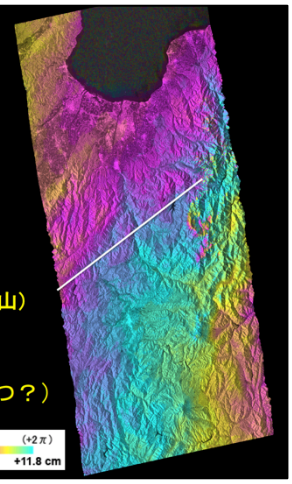
Ohzono, et.al. (2011)

大局は分かったが、
山岳部はまだ。

とても条件の良いInSAR画像

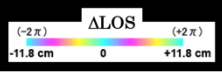
20071104-20101112.
上昇軌道. Path 410, Frame 710-720.
Bperp 304m.
国土地理院発行50m DEM使用.
白線は跡津川断層.

軌道再推定, 大気遅延補正, 位相ramp除去,
全て無し.



やっぱり地形の影響が残る(谷筋や山)

→ 時系列解析に期待
(多少条件悪いのも役に立つ?)



InSAR時系列解析 PSとSBAS

PS法 (permanent/persistent scatterer) Ferretti et al. (2001)
位相の安定した点散乱源を追う。

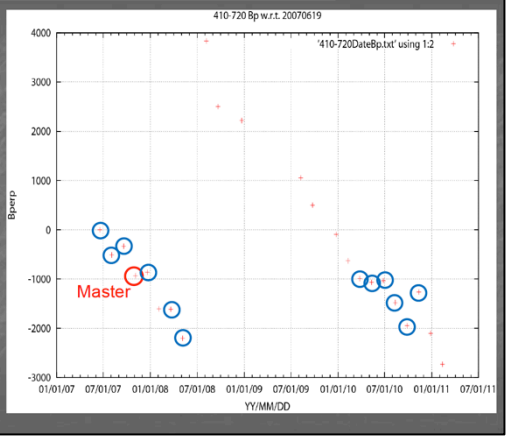
SBAS法 (Small BAseline Subset) Berardino et al. (2002)
コヒーレンスの良い干渉画像を用いる(面)。

StaMPS/MTI (Hooper et al., 2007)で、やってみた

→うまくいかなかったので(測地学会で話した)、
GAMMA+SBAS(Berardino et al.2002)でもやってみた。

Atotsugawa fault by PS InSAR (StaMPS)

Date	Bp(m)
20070619	0
20070804	-513
20070919	-335
20071104	-935
20071220	-862
20080204	-1608
20080321	-1615
20080506	-2202
20080806	3833
20080921	2501
20081222	2217
20090809	1053
20090924	500
20091225	-97
20100209	-630
20100327	-991
20100512	-1069
20100627	-1031
20100812	-1480
20100927	-1945
20101112	-1264
20101228	-2106
20110212	-2729



GPSデータによる長波長トレンドの補正 (Fukushima and Hooper, 2011)

i 番目の干渉画像中の k 番目のピクセルにおける誤差

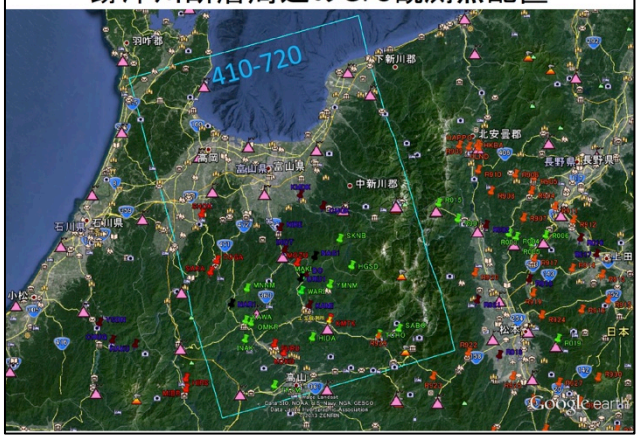
$$d_{i,k}^{err} \equiv d_{i,k} - d_{i,k}^{GPS} = a_i + b_i x_k + c_i y_k + f_i h_k$$

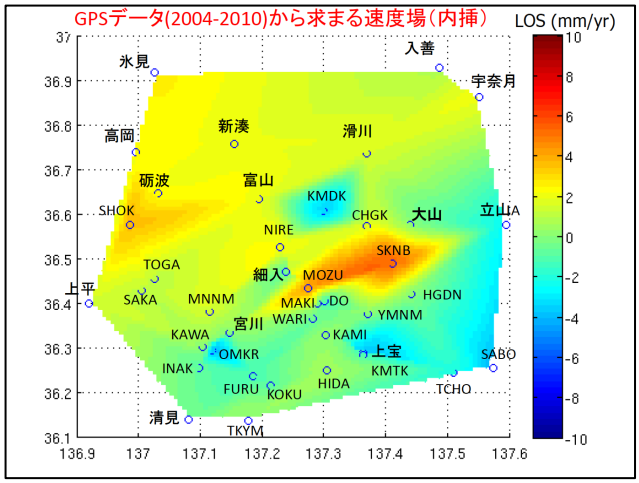
$$\begin{bmatrix} \mathbf{d}_{i,1}^{err} \\ \mathbf{d}_{i,2}^{err} \\ \vdots \\ \mathbf{d}_{i,P}^{err} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & h_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & h_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_P & y_P & h_P \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \\ c_i \\ f_i \end{bmatrix}$$

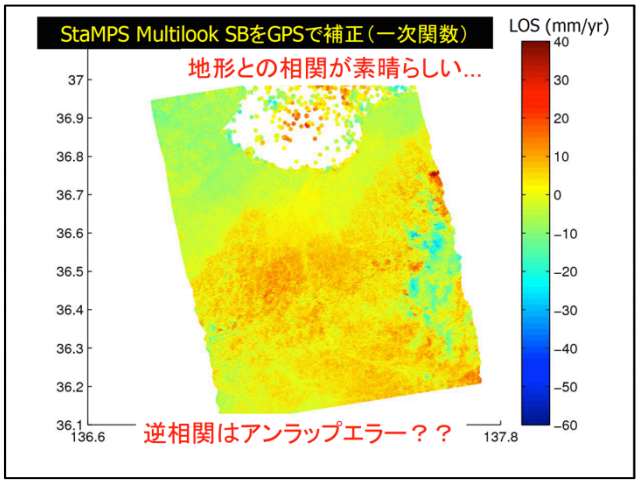
最小二乗法で解く

干渉画像全部は面倒臭いので、平均速度について補正。
変位の定常性を仮定→昔のGPSデータも使える。
標高は考慮しない(いまいちうまく行かない)

跡津川断層周辺のGPS観測点配置

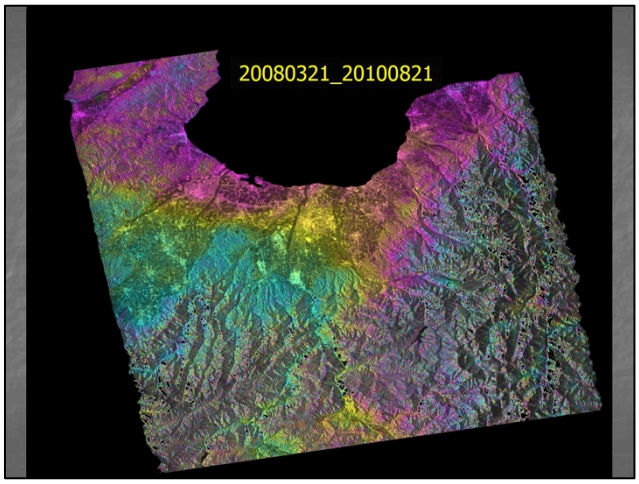




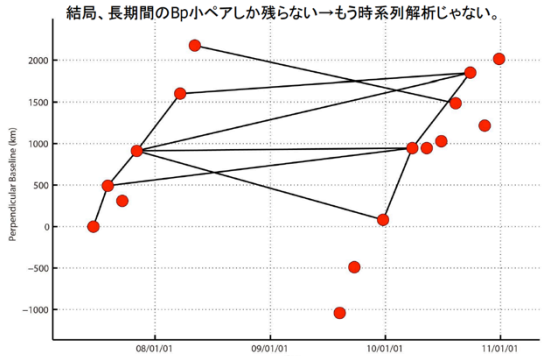


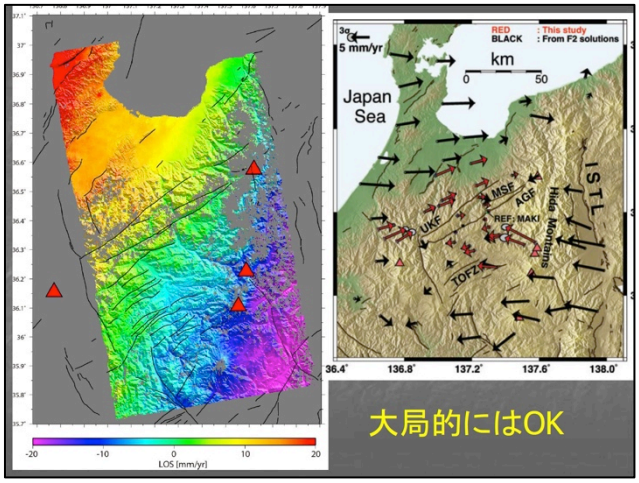
GAMMAで干渉処理→SBAS (Berardino et al.2002)

何をやっているのか、良く分かる。



汚いのは、思い切って全部捨てる！！





GPSによる補正について

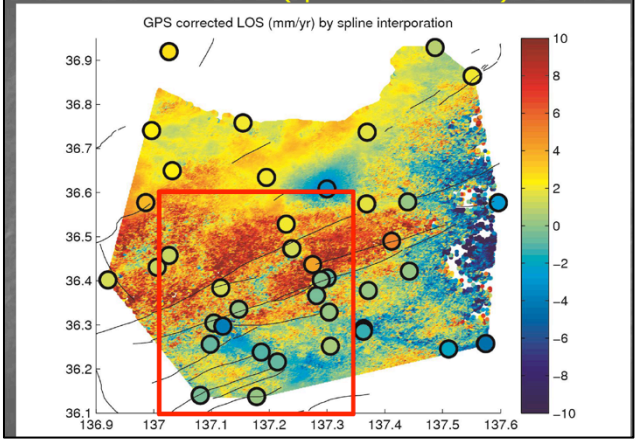
GPSで地形とトレンドを一緒に補正しても良いが、
標高のバラエティに乏しいので、うまくいかない。

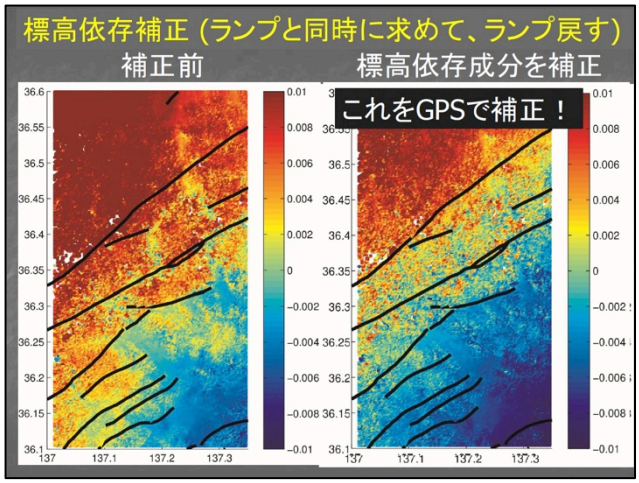
干渉画像とDEMからトレンドと標高依存性を求め、
標高依存性だけ除去する（トレンドはシグナル）。
その後GPS補正するのが良い。

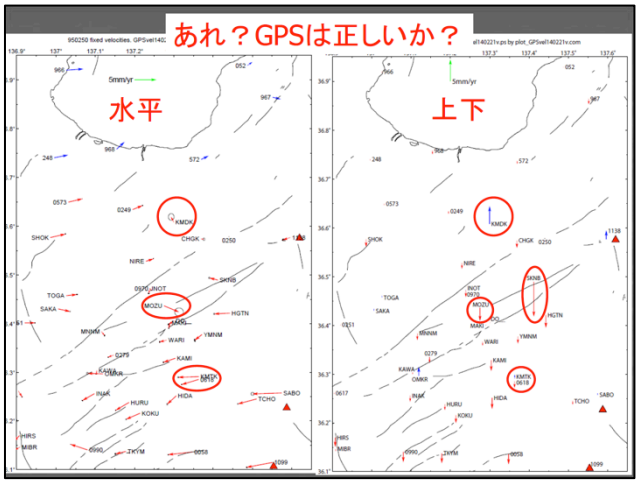
（あるいは、一度GPSで補正して、標高補正し、
GPS補正分を足し戻して、再度GPS補正しても良い。）

領域をクリップしないと、うまくいかない。

GPSで補正（spline関数で内挿）







まとめと今後の課題

・InSAR時系列解析で跡津川・糸静の地震間速度場を求めた。
全体的な右横ずれは求まった（跡津川）。
山地の標高依存成分はまず干渉画像とDEMで推定・除去すべき。
この際、DEMとランプは同時に推定し、ランプは足し戻す。
標高補正をした後、あらためてGPSで補正する。
以上を、狭い範囲ごとに行う（画像をクリップする）。

・Noisyなペアは容赦なく捨てる（一番重要？）。

・長波長誤差はGPSによる補正で激減。内挿しないとダメ。
GPSデータの上下成分誤差に注意！

★日々の座標を用いて各干渉画像を補正しないとダメ。

SARが切り拓く地球人間圏科学の新展開：申請の経緯と今後

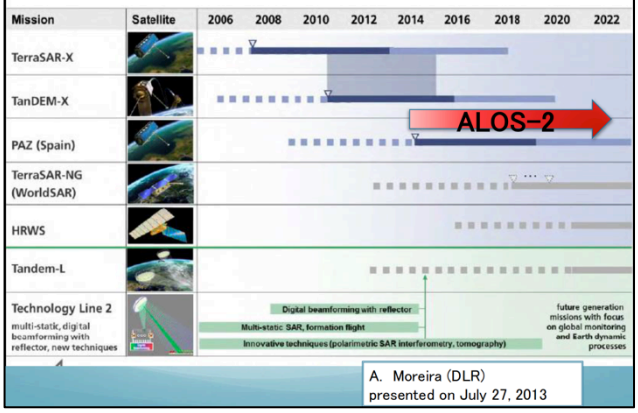
京大防災研　橋本　学

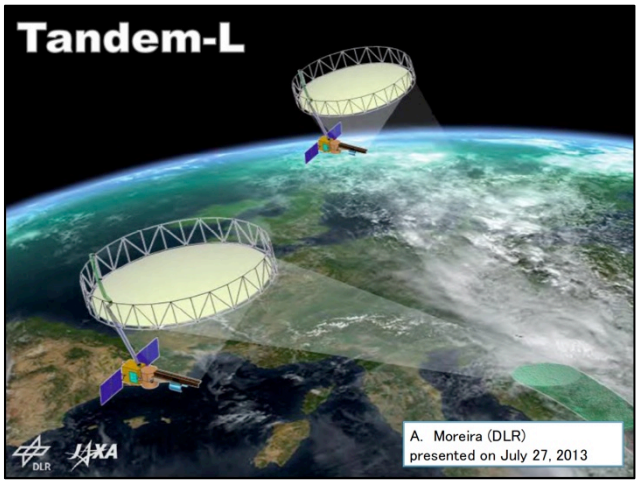
背　景

- ALOSの運用停止とALOS-2，Sentinel-1aなどの打ち上げ
- ALOS Next Generationの議論
- 4期目に入るPIXELの活動

➢大型研究の提案を！

SAR Roadmap (X-Band und L-Band)





準備状況

- 2012年10月：測地学会講演会の会期中に会合。参加者は、測地学会関係者約20名程度。
  - 科研費新学術領域（研究領域提案型）を目指す方針を決定
  - 他分野への呼びかけを開始。
- 2012年12月：京大防災研の特定研究集会に申請→採択。
- 2013年5月：地球惑星科学連合大会の会期中に会合。関連分野に声がけ→参加者は37名。計画の基本路線の確認。
- 2013年6月：「京都大学科研費【新学術領域研究】獲得支援制度」に申請→採択。
- 2013年7月：コア会議
- 2013年8月：防災研特定研究集会開催
- 2013年10月：申請
- 2014年2月：不採択（ヒアリング対象にならず）通知
- 2014年7月：審査結果通知

新学術領域研究（研究領域提案型）の概要

1　目的

研究者又は研究者グループにより提案された我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について、共同研究や研究人材の育成等の取組を通じて発展させる。

新学術領域研究（研究領域提案型）の概要

2　対象

次のいずれかに該当する研究領域であって、協同して推進する複数の研究者で構成される研究グループの有機的な連携の下に領域の学術水準の向上を図ることにより、革新的・創造的な学術研究の発展が期待できるもの。

- 多様な研究者による新たな視点や手法による共同研究等の推進により、当該研究領域の新たな展開を目指すもの。
- 異なる学問分野の研究者が連携して行う共同研究等の推進により、当該研究領域の発展を目指すもの。
- 既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指すもの。
- 当該領域の研究の発展が他の研究領域の研究の発展に大きな波及効果をもたらすもの。
- 学術の国際的趨勢等の観点から見て重要であるが、我が国において立ち遅れており、当該領域の進展に格段の配慮を必要とするもの。

新学術領域研究（研究領域提案型）の概要

3　応募金額

- 1研究領域の応募金額は、単年度当たり1千万円から3億円程度。

4　研究期間（領域設定期間）

- 5年間（左記以外の研究期間の応募は審査に付さない）

5　審査希望区分の選定

- 応募に際しては、研究計画の内容に照らし、審査を希望する区分を「人文・社会（人社）」、「理工」、「生物」、「人社・理工」、「人社・生物」、「理工・生物」、「人社・理工・生物」から必ず1つ選択。なお、「理工」については、「数物系科学」「化学」「工学」のうちから関係が深いと思われる区分を1つ又は複数選択。

目　的

現代・次世代のSARでは、これまで見えなかったものが見えるようになってきている

SARデータから異なるプロセスに起因する情報を抽出し、関連分野の研究を切り拓く

対象分野

地震・火山・地すべり・氷河

水資源・資源（地熱やCO2 貯留）

土木（地盤やダムやビル等の安定性）

レーダ工学（新たな手法の開発）

気象・電離層

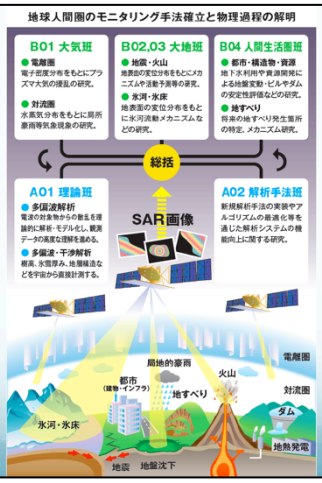
GIS・都市

研究対象地域

- 地球全体を対象と考えて良いが、アジアを重点地域と位置づける。
  - 自然現象・人間活動の両面において研究対象分野すべてがカバーされている。
  - フィールド研究とのタイアップもやりやすい。

研究組織（案）

- 総括班領域代表者：橋本学（京大防災研）
  - 総括班は、コアメンバー（コア会議の出席者＋若干名（今後調整））で構成
- 理論班：佐藤源之（東北大）
- 解析手法班：小澤拓（防災科研）
- 大気班：竹見哲也（京大防災研）
- 大地班（地震・火山）：村上亮（北大）
- 大地班（氷河・氷床）：古屋正人（北大）
- 人間生活圏班：六川修一（東大）



- A）地球の諸物理過程の分離・抽出のためのSAR観測にかかる理論、解析手法の研究
- A01）地球の諸物理過程の分離・抽出のためのSAR観測にかかる理論開発（理論班）
- マイクロ波の地表面および地表物体による散乱や大気（対流圏・電離層）における屈折（伝播遅延）など、理論的な研究を進める。また多偏波、同時干渉計測など、新しい計測手法に対応した情報の利用法、物理パラメータ導出のための新しい手法開発を目指す。
- A02）高分解能SAR画像解析の高度化（解析手法班）
- 理論班の成果に基づいて新しい解析手法・アルゴリズム開発を行う。
- B）高分解能SARデータを用いた地球の諸物理過程の研究
- B01）SAR高分解能イメージングによる大気変動の微細構造の解明（大気班）
- 理論班の研究成果を導入し、SAR画像から得られる高分解能の対流圏遅延から可降水量推定と豪雨発生機構の解明および気象予測への導入の研究、電離層中の全電子数の推定と電離層の物理過程と宇宙天気予報への導入の研究を行う。
- B02）高分解能SARによるテクトニック変動の実態の解明（大地班（地震・火山））
- 大気班等の研究成果を活用し、地震・火山噴火等に伴う地表面変動の高精度検出を行う。その結果から地震・火山噴火等の物理過程を推定する。人間生活圏班と協力し、地殻変動と地すべり等の地表面変動を分離する研究も行う。

- B03）高分解能SARによる氷河氷床ダイナミクスの実態解明（大地班（氷河・氷床））
- 大気班等の研究成果を活用し、氷河・氷床等の変動の高精度検出を行う。得られた変動から地氷河・氷床等の物理過程を推定する。
- B04）高分解能SARによる災害脆弱制診断（人間生活圏班）
- 大気班等の研究成果を活用し、地盤沈下・構造物変形・地すべり等の高精度検出を行う。大地班と協力し、地震・火山等による地殻変動と地すべり等の地表面変動を分離する研究も行う。
- X00）得られた知見・情報の社会への成果還元（総括班）
- 高機能・高分解能の地表面変動や大気に関する情報を、社会へ還元するための実践的な活動を行う。

審査結果

- 応募件数87、ヒアリング対象18、採択件数8
- 順位50%以下
- コメント
  - 本研究領域は，近く打ち上げ予定の人工衛星に搭載される高性能合成開口レーダー(SAR)を用いた観測から、地球表層の様々な活動や変動を精度よくモニタリングする技法開発やシステム基盤の構築を行い、人間社会へのフィードバックを年頭に地球表層変動過程の解明を進めようとするものである．宇宙利用を促進し、環境変動や自然災害の高度予測・把握に貢献する、社会的な必要性の高いテーマであると認められる．

- SAR技術やその応用研究は従来から存在するが、本研究領域はデータの品位や解析手法の飛躍的な向上により，ブレイクする一を得ようとしている．新たな解析手法の開発がうまくゆく可能性について、電離圏変動の影響の除去などの基本的な課題が解決できるのか等の見込みを明確に示すことが望まれる．
- 他方、各項成分やへのSARデータ利用促進が主眼になっている印象があり、計画研究間の連携による相乗効果や領域外への波及効果など、新学術領域としても意義をより明確にする必要があるように思われる．また衛星打ち上げや運用の失敗リスクへの配慮が必要であるとの意見もあった．

議論すべきポイント

- 現状認識と展望の共有
  - 関係機関の動向
  - 研究計画骨子
  - 各研究班の研究内容
- 計画のブラッシュアップ
- 分野間交流