



# 「だいち2号」の運用状況 Status of ALOS-2 operation

平成27年11月17日 (Nov.17, 2015)

鈴木 新一 (Shinichi Suzuki)

JAXA/ALOS-2プロジェクトチーム (ALOS-2 Project Team)

ALOS-2データ利用シンポジウム@秋葉原  
(ALOS-2 Data Applications Symposium)

# 目次

1. 「だいち2号」(ALOS-2)の概要
2. 観測画像例
3. 運用状況と観測実績

# 1. 「だいち2号」(ALOS-2)の概要



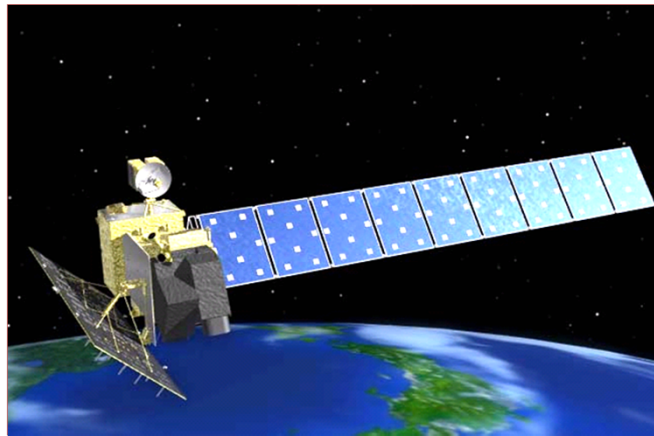


2014年5月24日(大安)

# Lバンド合成開口レーダの伝統と進化



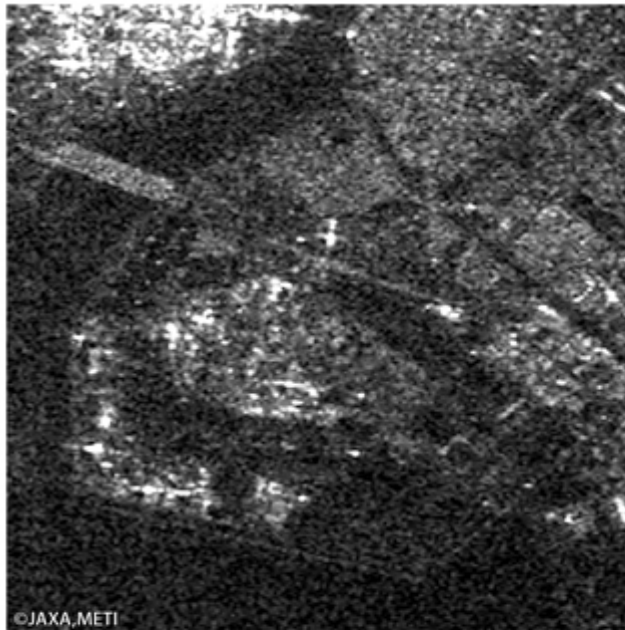
ふよう1号 (1992~1998)



だいち (2006~2011)



だいち2号 (2014~)



「ふよう1号」 SAR  
1992年4月21日  
(分解能約18m)



「だいち」 PALSAR  
2006年4月27日  
(分解能約10m)



「だいち2号」 PALSAR-2  
2014年6月19日  
(分解能約3m)

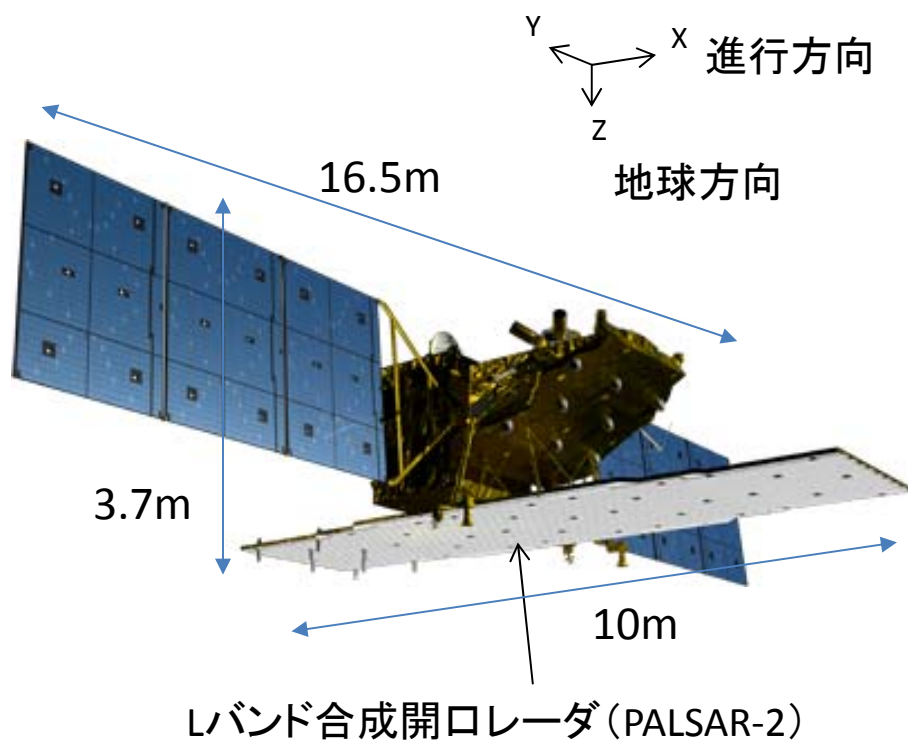
# 合成開口レーダ（SAR）の特徴

- ✓ 夜でも観測できる
- ✓ 雨や雲を通して地表を観測できる

## LバンドSARの特長

- ✓ 草や木を通して、地面を見ることがもできる
- ✓ 地面の動きを精密に観測できる

# ALOS-2衛星システム概要

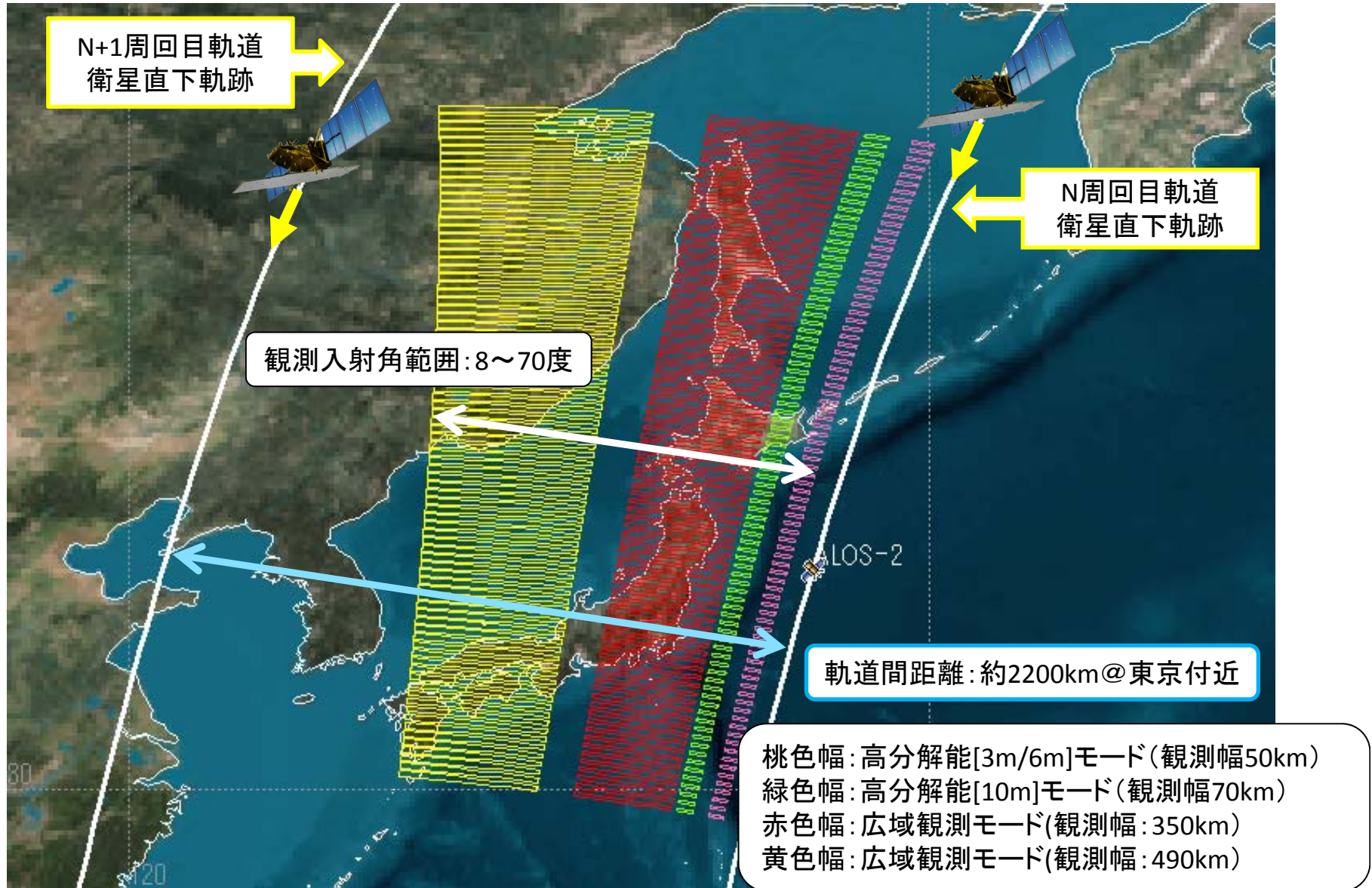


ALOS-2 軌道上概観図

運用軌道	種類	太陽同期準回帰軌道(14日回帰)
	高度	628km(赤道上)
	通過時刻	12:00(正午)@赤道上(降交軌道)
設計寿命		5年(目標7年)
打上	時期	平成26年(2014年)5月24日
	ロケット	H-IIA
衛星	質量	約2トン
	パドル	2翼パネル
ミッションデータ伝送		直接伝送およびデータ中継衛星経由
合成開口レーダ周波数		Lバンド(1.2GHz帯)
観測性能	スポットライト	分解能:1~3m 観測幅:25km
	高分解能	分解能:3/6/10m 観測幅:50/50/70km
	広域観測	分解能:100/60m 観測幅:350/490km

技術実証ミッションとして小型赤外カメラ(CIRC)、船舶自動識別(AIS)信号受信機(SPAISE2)を搭載

# 観測幅と観測可能範囲

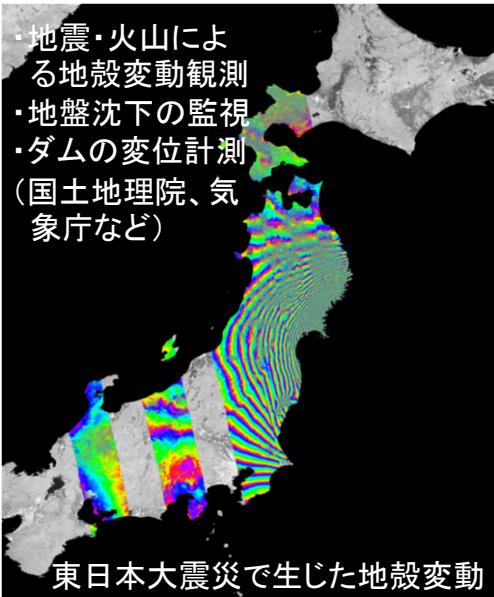




# ALOS-2のミッションと利用例

## ①暮らしの安全の確保

- ・地震・火山による地殻変動観測
- ・地盤沈下の監視
- ・ダムの変位計測  
(国土地理院、気象庁など)



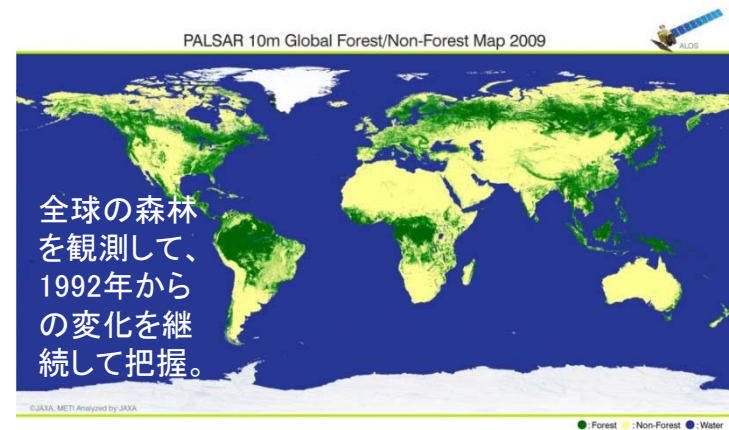
東日本大震災で生じた地殻変動



- ・台風・津波による冠水状況の把握
- ・土砂崩れの状況把握  
(内閣府、国土交通省、自治体など)

## ②地球規模の環境問題への対応

PALSAR 10m Global Forest/Non-Forest Map 2009

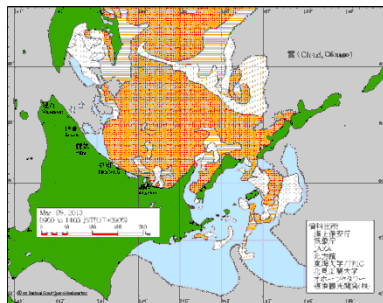


全球の森林を観測して、1992年からの変化を継続して把握。

©JAXA, METI Analyzed by JAXA

● Forest ● Non-Forest ● Water

## ③社会・経済への貢献



オホーツク海の海水監視による船舶への情報提供  
(海上保安庁)

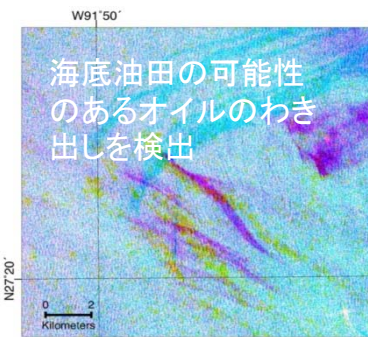


水稲作付面積の把握  
(農林水産省)

資源探査の例



海面に浮上直後のオイル



3時期のSAR画像  
(出展:JSS HP)

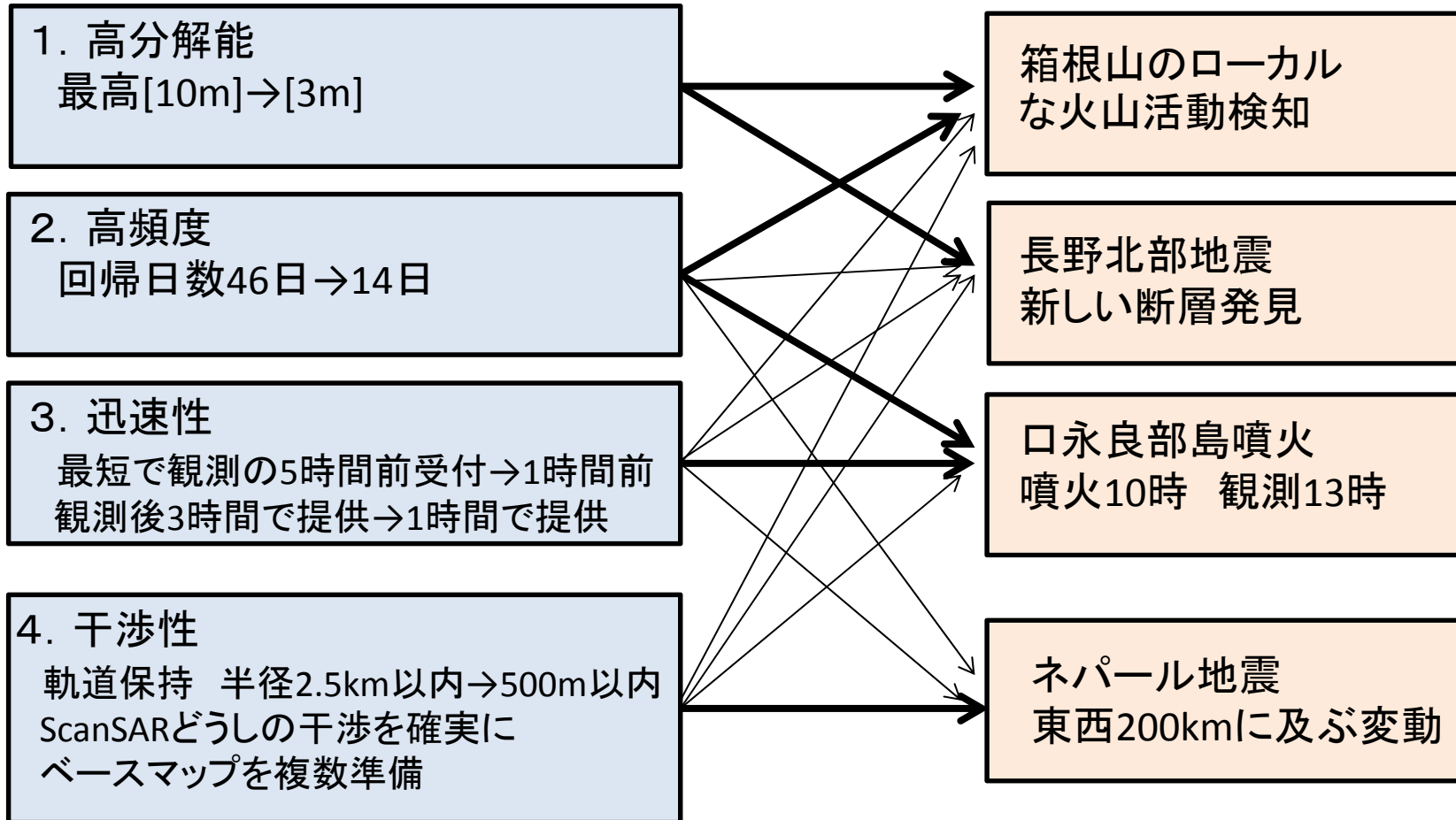
# ALOS-2の主な利用用途と実利用ユーザ

ミッション	利用用途		ユーザ	頻度	
暮らしの安全の確保	災害監視	地震災害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内防災機関、自治体</li> <li>・センチネルアジア</li> <li>・国際災害チャータ</li> </ul>	内閣府防災担当	発災時
		水害・土砂災害		国土交通省	発災時
		火山災害		気象庁 (火山噴火予知連)	対象火山について高頻度で
		海上・沿岸災害		海上保安庁、環境省	発災時
		地殻変動の予測・監視	国土地理院(地震予知連)		年4回以上
		その他	行政機関		要請時
		基本データ収集	行政機関、民間事業者		年4回以上
		海水調査	海上保安庁		毎年12月から5月にかけて、オホーツク海の観測を週2回以上
地球規模の環境問題への対応	森林観測		REDD+関係機関	雨季、乾季	
	湿地観測		環境省、ラムサール条約事務局	年8回程度	
	森林伐採監視		JICA	2週間に1回程度	
	極域海水モニタリング		極地研究所		
経済・社会への貢献	水稲作付面積把握		農林水産省、ADB	年1回以上	
	資源探査		JOGMEC		
	船舶動静管理		海上保安庁、水産庁、関東地方整備局	月1回以上	

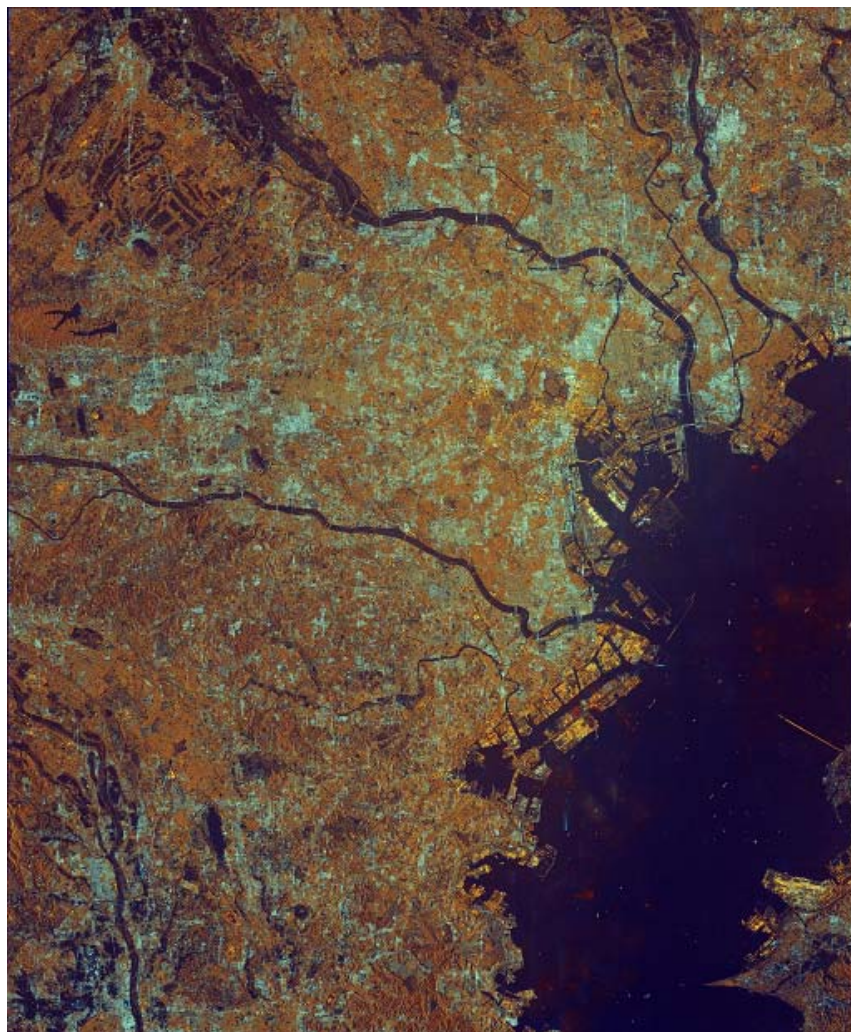
# ALOS-2の新たな利用

ミッション	利用用途	ユーザ	備考
新たな利用	インフラ変位モニタ	国土交通省(SIP)	
	積雪期の地すべり把握	寒地土木研究所	
	ダムの変位モニタ	土木研、国総研	
	火山監視・低潮線保全	九州地方整備局	
	地盤沈下監視	環境省	
	メコンデルタ水田土壌監視	国際農林水産業研究センター	

# ALOSからALOS-2への改良点と効果



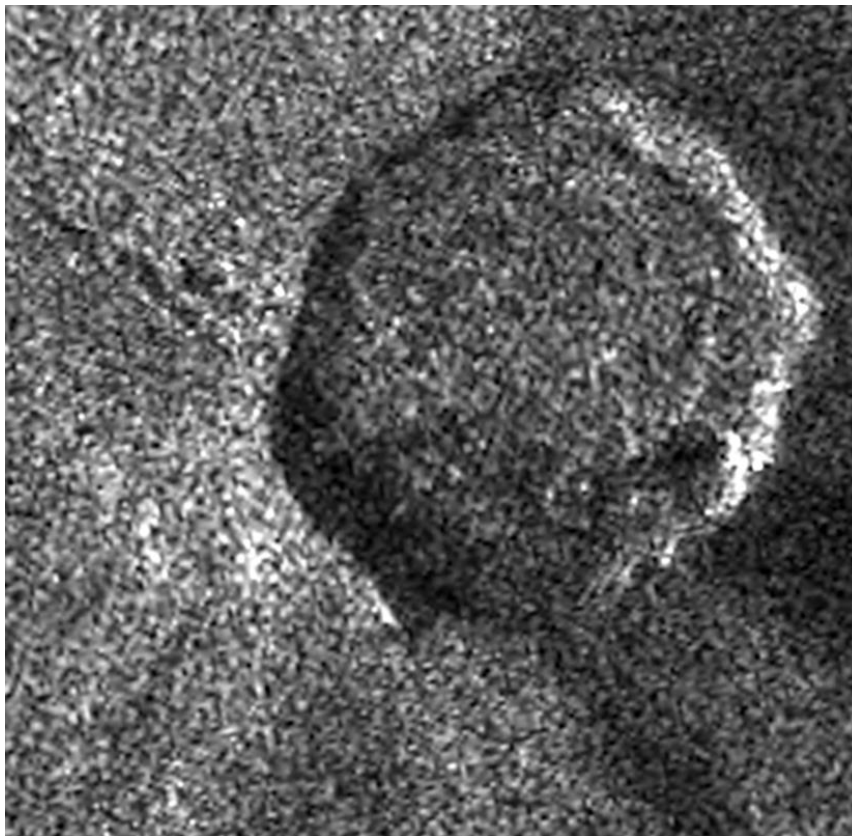
## 2. 観測画像例



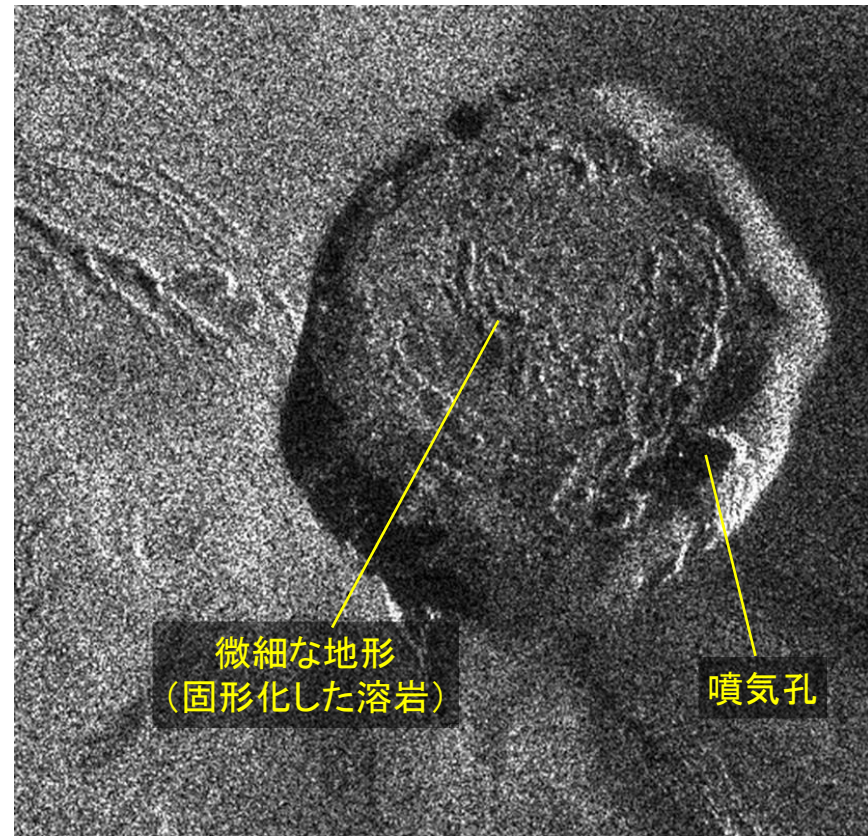
# (1) 火山監視

- 霧島山新燃岳火口の比較 ※2011年1月に大規模な噴火
- PALSAR-2では、高分解能化により、小さな噴気孔の存在や微細な地形を確認できる
- 火山活動の状況把握、避難情報等の判断材料に活用できる

偏波:HH



PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2011年4月7日

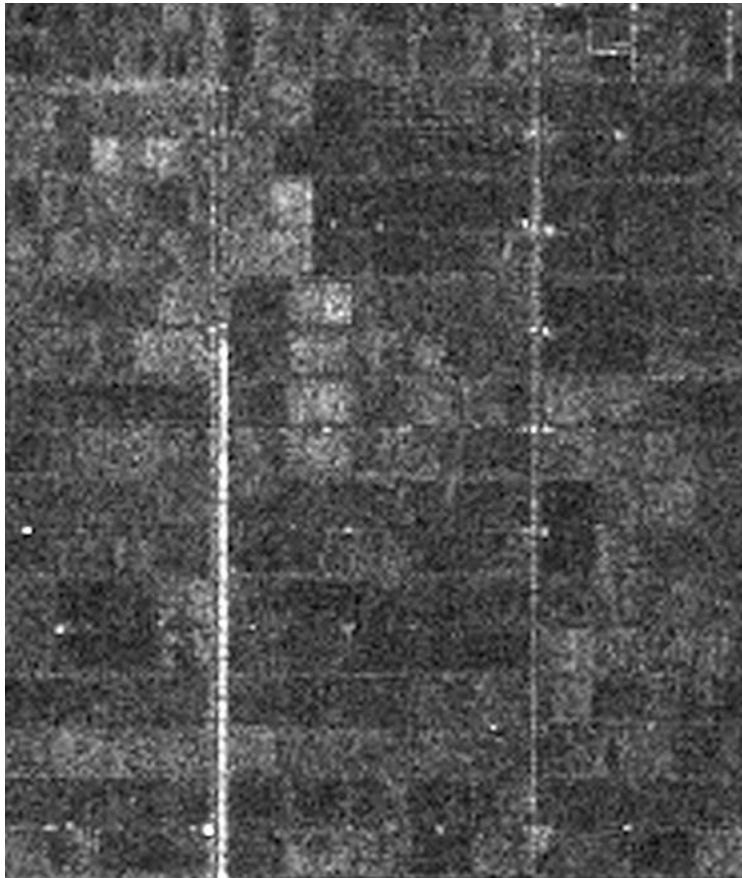


PALSAR-2 高分解能モード(分解能3m)  
2014年9月30日

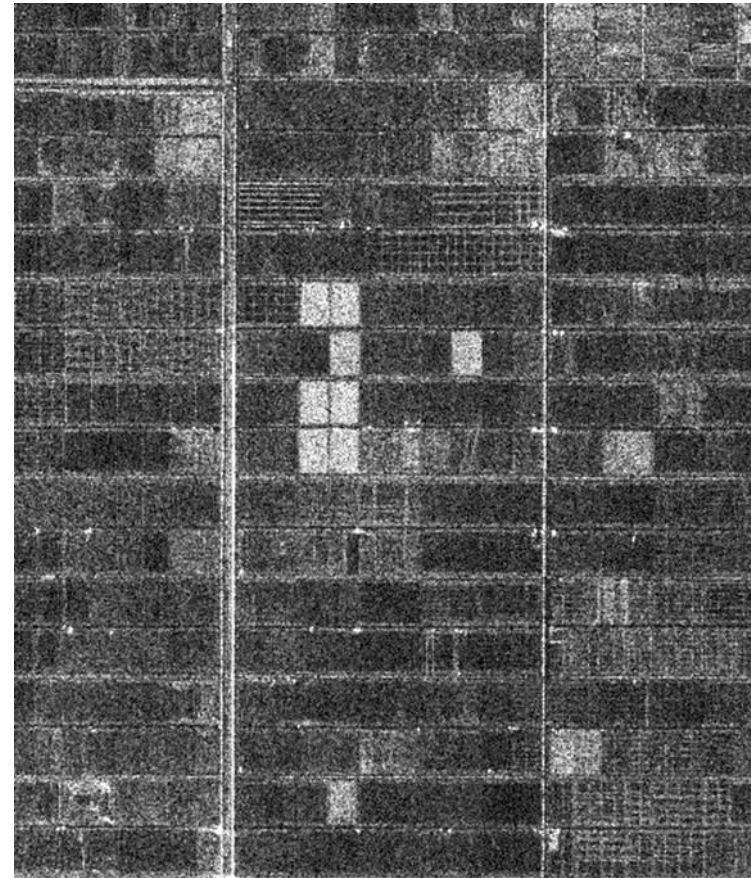
## (2) 農業

- 秋田県大潟村(八郎潟)の同季節の画像比較
- PALSAR-2では、高分解能化により農地の区画を区別でき、水田の圃場ごとの作付状況などを把握できる

偏波:HH



PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2009年10月07日



PALSAR-2 高分解能モード(分解能3m)  
2014年10月09日

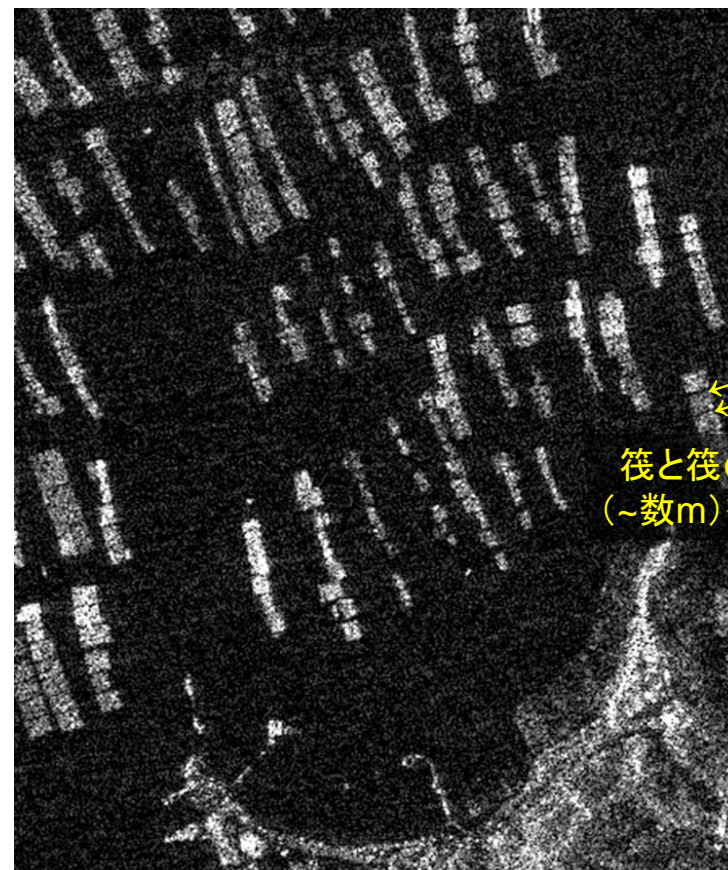
### (3) 漁業・洋上監視

- 広島県江田島市の養殖筏(いかだ)の比較
- PALSAR-2では、高分解能化により個々の筏を区別でき、津波や高潮の被害を受けた場合にもその状況を詳細に把握できる
- 同様に、漂流物の把握なども詳細化できると考えられる

偏波: HH



PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2010年9月13日



PALSAR-2 高分解能モード(分解能3m)  
2014年8月3日

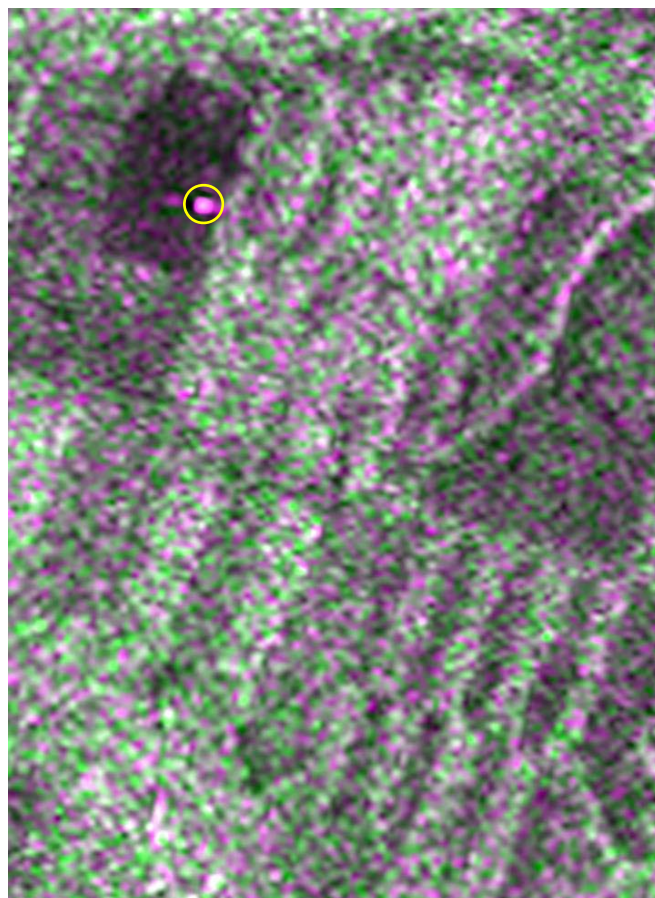


## (4) 森林

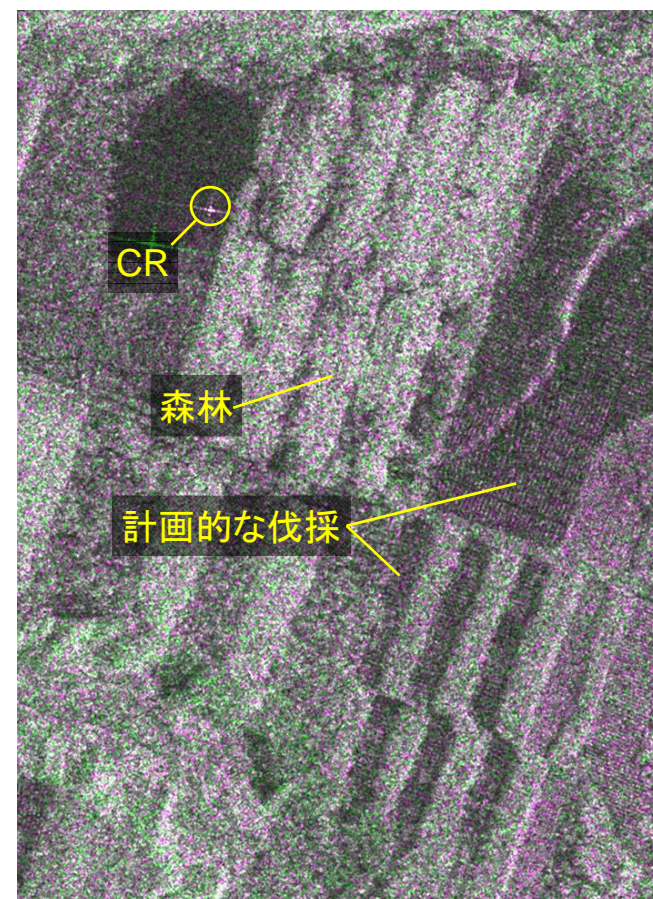
- 森林地域の二偏波モードでの比較(苫小牧PALSAR-2校正サイト)
- PALSAR-2では、高分解能化により森林の分布が明瞭
- 校正用のCR※が、よりシャープな点像になっている



※CR: コーナー反射鏡



PALSAR高分解能二偏波モード(分解能12.5m)  
2009年3月20日



偏波  
(HH:HV)

PALSAR-2 高分解能モード(分解能3m)  
2014年7月31日

## (5) 人工構造物

- 千葉県浦安市(東京都ディズニーリゾート周辺)
- PALSAR-2では、高分解能化により、大きな建物や、道路、橋梁などはその形状まで把握できる



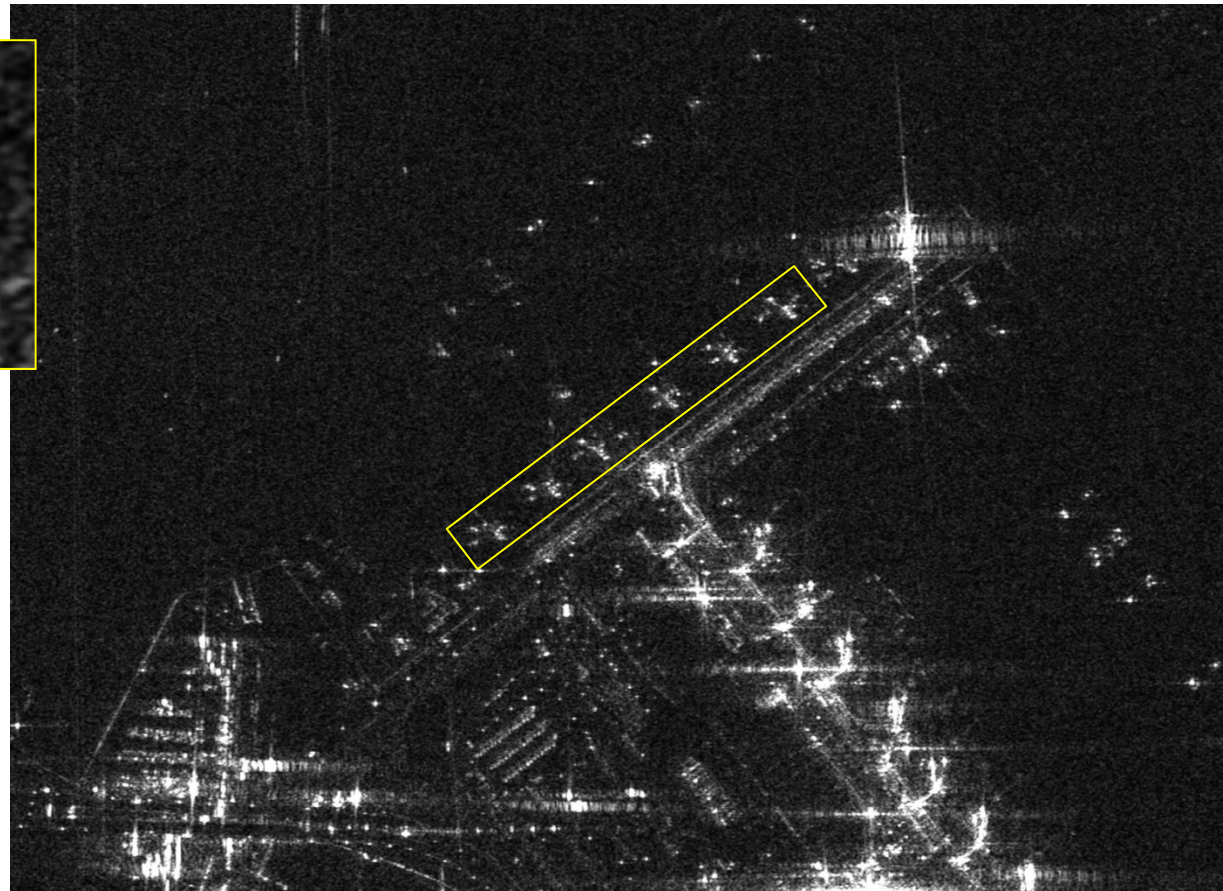
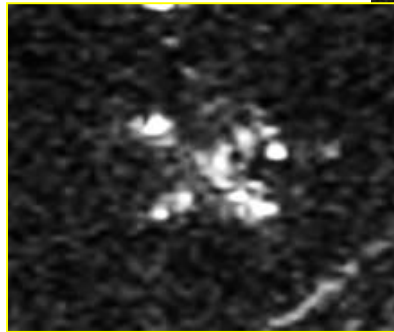
PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2010年9月6日



PALSAR-2 スポットライトモード(分解能1m×3m)  
2015年9月23日

## (6) 人工構造物

- 人工構造物の形状把握の例: 駐機している航空機  
(羽田空港国際線ターミナル)

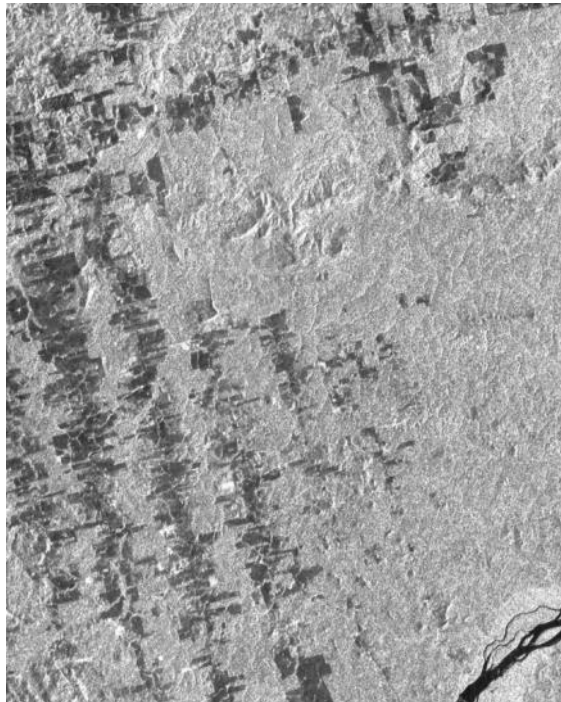


PALSAR-2 スポットライトモード(分解能1m×3m)  
2015年9月23日

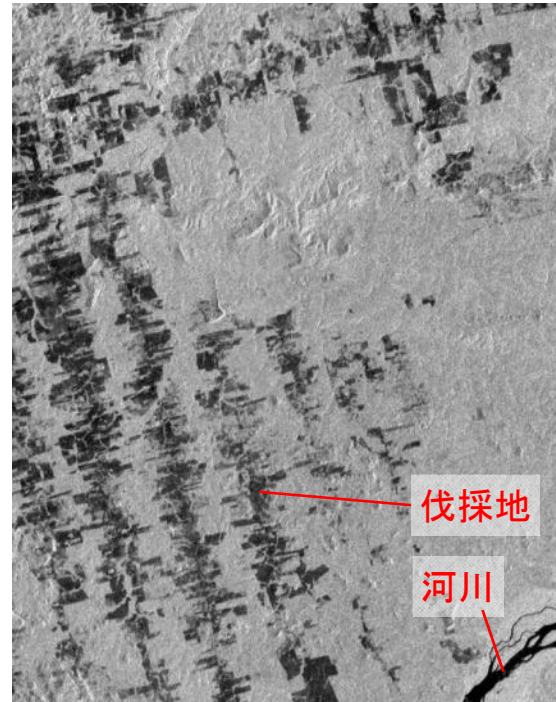
## (7) 森林

- 森林監視の例(アマゾン川流域の熱帯雨林)
- 単偏波HH画像(PALSAR相当)と比べ、二偏波(HH+HV)画像では森林・非森林の判別が容易

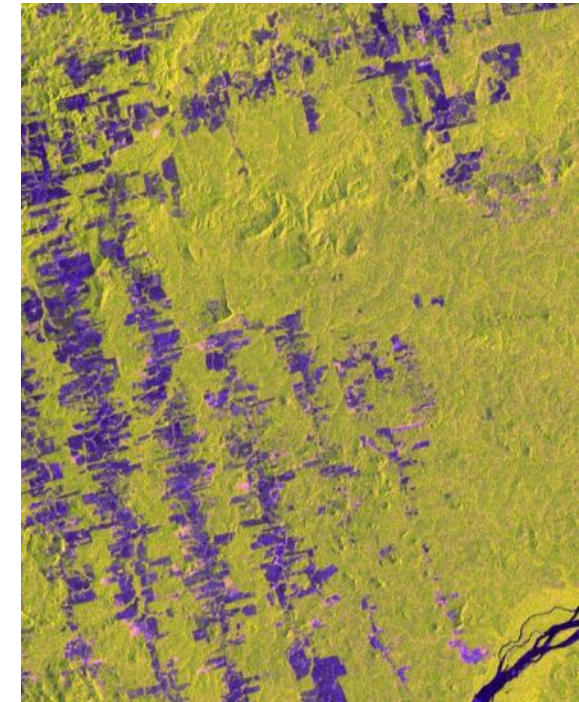
PALSAR-2広域観測モードの画像(分解能約100m)  
2014年11月18日



HH偏波画像  
(PALSAR相当)



HV偏波画像



偏波カラー合成画像  
(HH:HV:HH/HV)

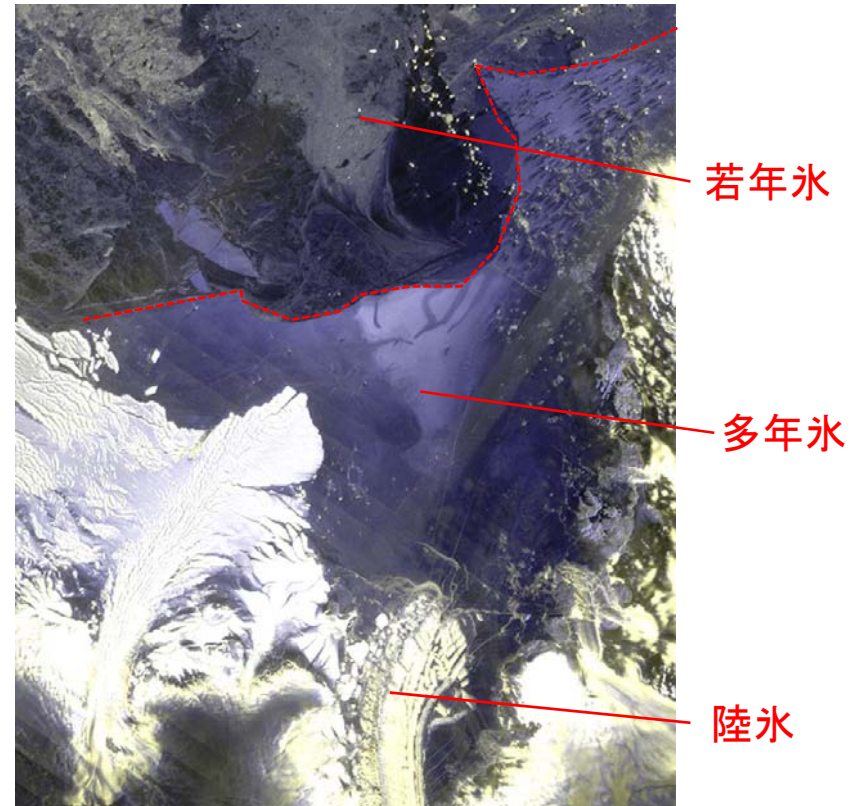
## (8) 海氷

- 海氷監視の例(南極昭和基地周辺)
- 単偏波HH画像(PALSAR相当)と比べ、二偏波(HH+HV)画像では海氷の判別が容易

PALSAR-2広域観測モードの画像(分解能約100m)  
2014年11月27日

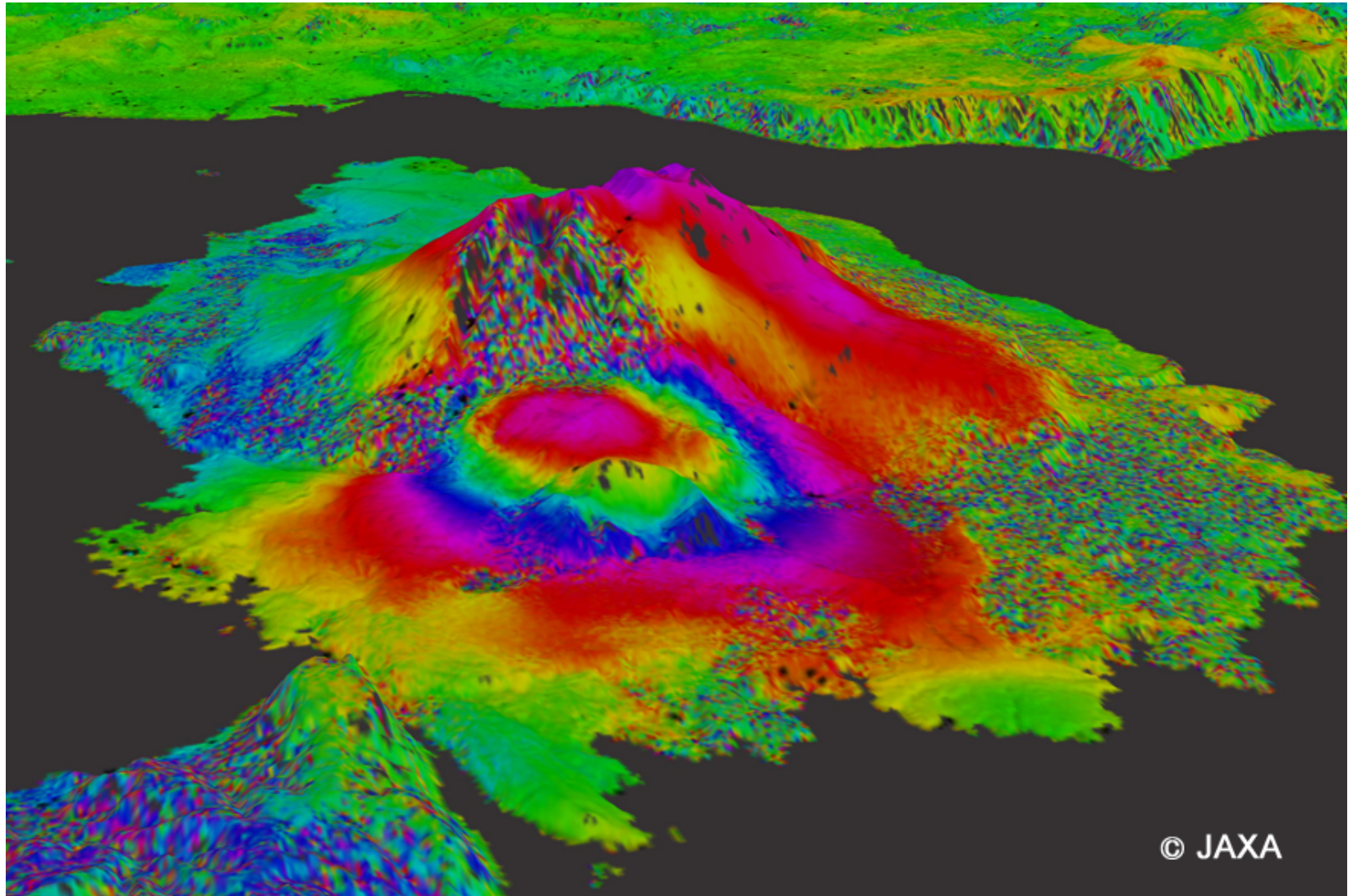


HH偏波画像  
(PALSAR相当)



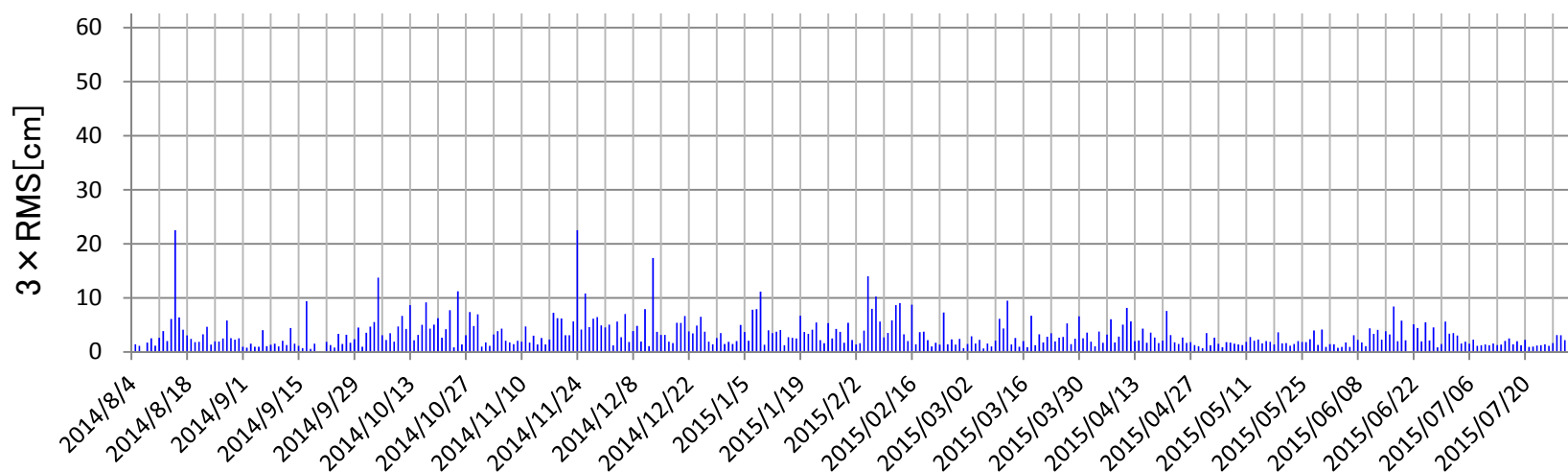
偏波カラー合成画像  
(HH:HV)

### 3. 運用状況と観測実績



# ALOS-2衛星・軌道制御の状況

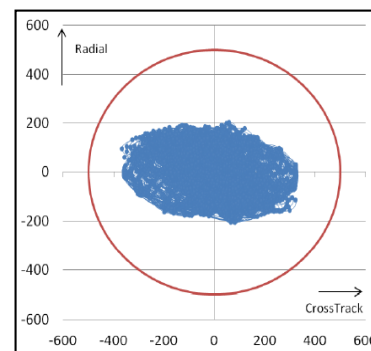
- ✓ 衛星バスおよびセンサは打上げ1.5年経過後も正常に動作している。
- ✓ 軌道決定精度は高い水準で推移しており、軌道保持状況も95%以上の確率で軌道上±500mチューブ内に保持されている。



軌道上±500mチューブ内の保持確率

評価期間	保持確率[%]
2014/8/4～2015/8/2※	99.99

※デブリ回避運用期間を除く



# 主な災害観測実績

発生事象	活用事例	備考
平成27年9月関東・東北豪雨	・国土交通省からの要請により緊急観測を実施し、解析プロダクトを国土交通省、国土地理院、内閣府、東京消防庁などに提供。浸水域抽出等の解析プロダクトは国土交通省の統合災害情報システムに掲載され、省内及び地方整備局に情報共有され災害活動に活用された。	国土交通省ほか
桜島地殻変動	・火山WG(事務局:気象庁)からの要請により緊急観測を実施。解析結果は気象研究所および国土地理院により「火山噴火予知連絡会拡大幹事会」(平成27年8月21日)に報告され、地殻変動の変動源の推定に活用された。	火山WG
口永良部島噴火	・ALOS-2観測画像にて新岳火口の変化が確認され、 <u>火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料</u> (平成26年8月8日開催)に報告された。 ・SAR干渉解析結果からスラントレンジ変動が確認され、 <u>第130回火山噴火予知連絡会</u> (平成26年10月23日開催)に報告された。 ・平成27年5月29日再噴火を受け、緊急観測を実施。SAR干渉解析結果は、翌日開催の <u>火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料</u> に報告された。	火山WG
箱根山火山活動	・火山WGからの要請により緊急観測を実施し、取得したデータを提供。SAR干渉解析結果は神奈川県温泉地学研究所および国土地理院により <u>箱根火山対策連絡会議</u> (平成27年5月11日)に報告され、規制区域への立入再開及び安全対策の判断材料として活用された。 ・SAR干渉解析結果は <u>第276回地震調査委員会</u> (平成27年5月14日)に報告された。	火山WG 国土地理院
ネパール地震	・地震WGからの要請により緊急観測を実施し、取得したデータを提供。SAR干渉解析結果から地殻変動が認められ、国土地理院HPへの公開及び <u>第276回地震調査委員会</u> (平成27年5月14日)に報告された。 ・センチネル・アジアの枠組みでICIMOD(国際総合山岳開発センター)に提供した。	地震WG センチネル・アジア
長野県北部地震	・SAR干渉解析結果から地表変化が確認され、 <u>非常災害対策本部資料</u> (平成26年11月26日)、 <u>第205回地震予知連絡会</u> (平成26年11月28日)、 <u>第271回地震調査委員会</u> (平成26年12月9日)に報告された。 ・国土地理院では、SAR干渉解析結果に基づく地表変形現地調査を実施し、位相不連続線の2箇所では地表変形を確認した。	地震WG 国土地理院
御嶽山噴火	・ALOS-2緊急観測対応が <u>非常災害対策本部資料</u> (平成26年10月2日)に報告された。 ・SAR干渉解析結果から地表変化が <u>非常災害対策本部資料</u> (平成26年10月4日)に報告された。 ・SAR干渉解析結果からスラントレンジ変動が確認され、 <u>第130回火山噴火予知連絡会</u> (平成26年10月23日開催)に活用された。	文科省 国土地理院 火山WG



# 基本観測シナリオ(日本域)

■1年目		2014年							2015年																					
回帰年	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27				
回帰開始日	08/04	08/18	09/01	09/15	09/29	10/13	10/27	11/10	11/24	12/08	12/22	01/05	01/19	02/02	02/16	03/02	03/16	03/30	04/13	04/27	05/11	05/25	06/08	06/22	07/06	07/20				
ディセンディング	災害ベースマップ						災害ベースマップ						災害ベースマップ+流氷						災害ベースマップ + 流氷						災害ベースマップ					
アセンディング	災害ベースマップ						災害ベースマップ						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測											
ディセンディング	U2 (6)R	U2 (7)R		U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R		U2 (6)L	U2 (7)L	W2 (2)L	W2(2)L	W2(2)L	W2 (2)L	W2(2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R		U3 (10)L	U3 (11)L	U3 (12)L	U3 (13)L	U3 (14)L				
アセンディング	U2 (6)R	U2 (7)R		U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R		U2 (6)L	U2 (7)L	W2 (2)L	U2 (8)L	U2 (9)L	W2 (2)L		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R		U2 (6)R	U2 (7)R	U2 (8)R	U2 (9)R					

■2年目		2015年							2016年																					
回帰年	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53				
回帰開始日	08/03	08/17	08/31	09/14	09/28	10/12	10/26	11/09	11/23	12/07	12/21	01/04	01/18	02/01	02/15	02/29	03/14	03/28	04/11	04/25	05/09	05/23	06/06	06/20	07/04	07/18				
ディセンディング	定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測+流氷						定期的な差分干渉観測 + 流氷						定期的な差分干渉観測					
アセンディング	定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測											
ディセンディング		W2 (2)R	U2 (6)R	U2 (7)R	U2 (8)R	U2 (9)R		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R		U2 (6)R	U2 (7)R	U2 (8)R	U2 (9)R					
アセンディング	FP (3)R	FP (4)R	FP (5)R	FP (6)R	FP (7)R		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R			U2 (6)R	U2 (7)R	U2 (8)R	U2 (9)R					

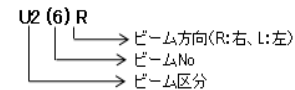
  

■3年目		2016年							2017年																					
回帰年	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79				
回帰開始日	08/01	08/15	08/29	09/12	09/26	10/10	10/24	11/07	11/21	12/05	12/19	01/02	01/16	01/30	02/13	02/27	03/13	03/27	04/10	04/24	05/08	05/22	06/05	06/19	07/03	07/17				
ディセンディング	定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測+流氷						定期的な差分干渉観測 + 流氷						定期的な差分干渉観測					
アセンディング	定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測						定期的な差分干渉観測											
ディセンディング	U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R	W2(2)R	W2(2)R	W2 (2)R		U2 (6)R	U2 (7)R	U2 (8)R	U2 (9)R					
アセンディング	FP (3)R	FP (4)R	FP (5)R	FP (6)R	FP (7)R		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R		U2 (6)R	U2 (7)R	W2 (2)R	U2 (8)R	U2 (9)R	W2 (2)R			U2 (6)R	U2 (7)R	U2 (8)R	U2 (9)R					

※1 海保流氷観測要求期間では、オホーツク海を「海氷観測」のための広域観測モードによる観測を行い、北海道より以南の本州は高分解能モードによる観測を行う。

- 白字 W2右(No.2)
- 黒字 W2左(No.2)
- 白字 U2右 (No.6-9)
- 黒字 U2左 (No.6-9)
- 白字 U3右(No.10-14)
- 黒字 U3左(No.10-14)
- フリー :リカバリ観測のための回帰
- 白字 W2右(No.2)【490km】
- 白字 U2右 (No.3-7)

【番号体系】  
例: U2(6)Rの場合



# 災害ベースマップ取得状況(2014/8/4~2015/10/11)

「災害用」ベースマップ(高分解能3m/84MHz/HH)の取得率(2回帰(2014/8/4)~32回帰(2015/10/11))を下表に示す。

U2では左観測の取得率はおよそ90%以上、右観測の取得率はほぼ100%に達した。

U3では左観測の取得率はおよそ95%以上、右観測の取得率は77%となっている。

U2/左/アセンディング(2014/08/04~2015/10/11)

ビーム	総シーン数	取得済みシーン数	未取得シーン数	取得率
U2-6	121	111	10	91.7%
U2-7	120	114	6	95.0%
U2-8	124	124	0	100.0%
U2-9	125	123	2	98.4%
総計	490	472	18	96.3%

U2/右/アセンディング(2014/08/04~2015/10/11)

ビーム	総シーン数	取得済みシーン数	未取得シーン数	取得率
U2-6	134	134	0	100.0%
U2-7	128	128	0	100.0%
U2-8	108	108	0	100.0%
U2-9	128	128	0	100.0%
総計	498	498	0	100.0%

U2/左/ディセンディング(2014/08/04~2015/10/11)

ビーム	総シーン数	取得済みシーン数	未取得シーン数	取得率
U2-6	125	125	0	100.0%
U2-7	120	120	0	100.0%
U2-8	130	117	13	90.0%
U2-9	125	101	24	80.8%
総計	500	463	37	92.6%

U2/右/ディセンディング(2014/08/04~2015/10/11)

ビーム	総シーン数	取得済みシーン数	未取得シーン数	取得率
U2-6	130	130	0	100.0%
U2-7	128	128	0	100.0%
U2-8	121	121	0	100.0%
U2-9	120	119	1	99.2%
総計	499	498	1	99.8%

U3/左/ディセンディング(2014/08/04~2015/10/11)

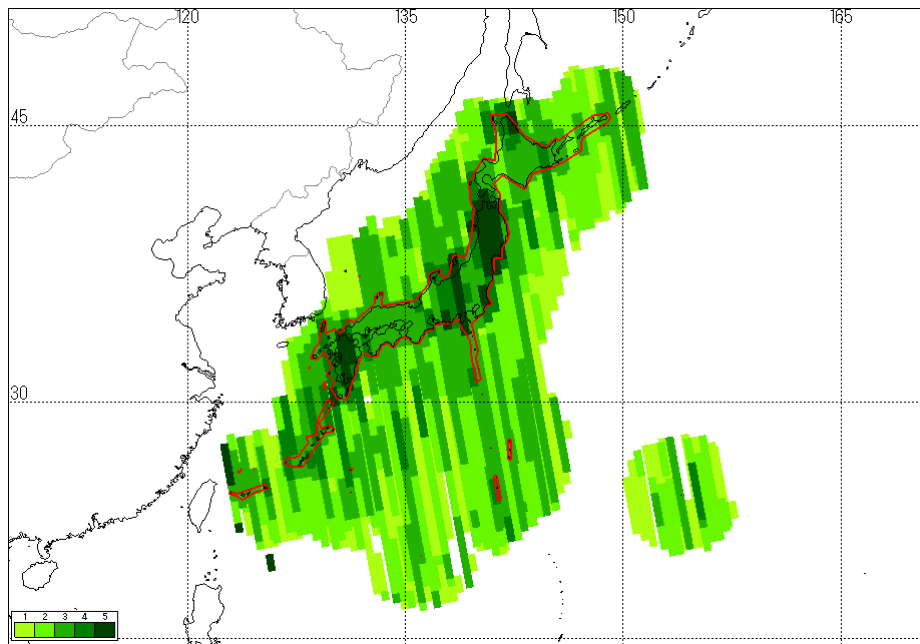
ビーム	総シーン数	取得済みシーン数	未取得シーン数	取得率
U3-10	115	107	8	93.0%
U3-11	122	121	1	99.2%
U3-12	126	126	0	100.0%
U3-13	113	113	0	100.0%
U3-14	120	120	0	100.0%
総計	596	587	9	98.5%

U3/右/ディセンディング(2014/08/04~2015/10/11)

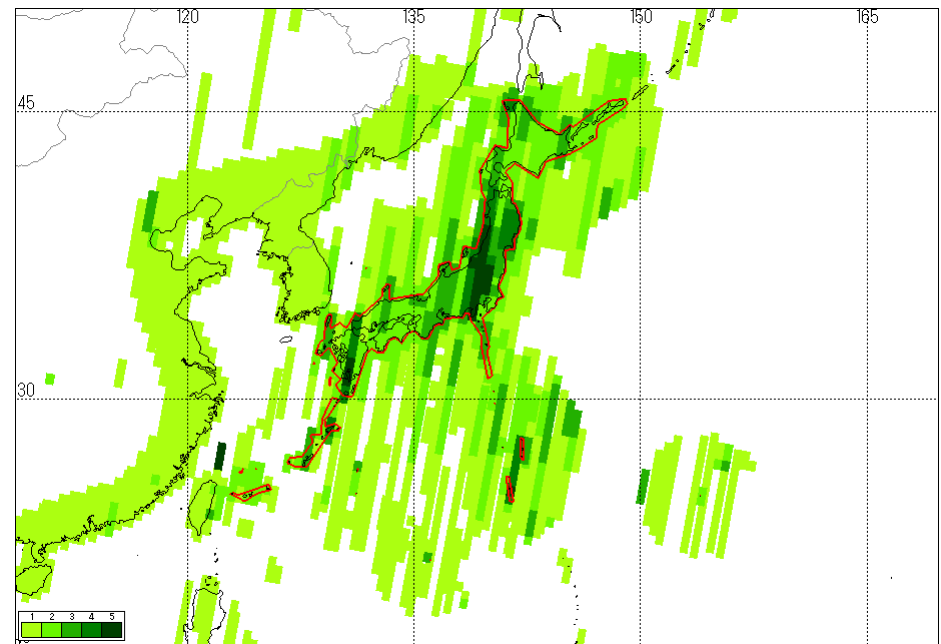
ビーム	総シーン数	取得済みシーン数	未取得シーン数	取得率
U3-10	127	100	27	78.7%
U3-11	118	99	19	83.9%
U3-12	117	71	46	60.7%
U3-13	126	100	26	79.4%
U3-14	121	99	22	81.8%
総計	609	469	140	77.0%

# 災害ベースマップ取得状況(2014/8/4~2015/10/11)

日本域観測実績(高分解能3m/84MHz/HH) U2右観測(2-32回帰の観測実績マップ)



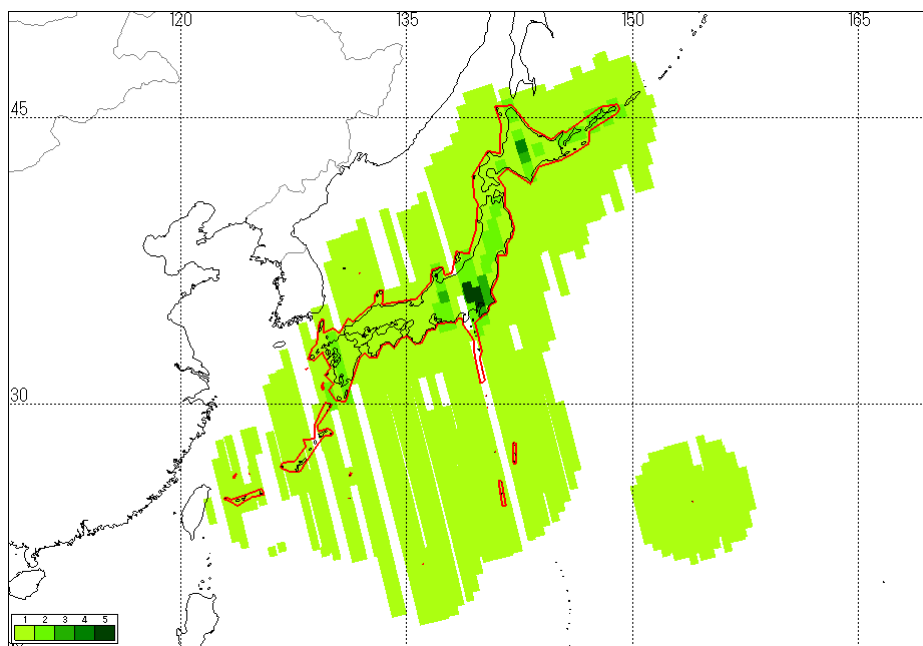
U2-6~9/昇交軌道



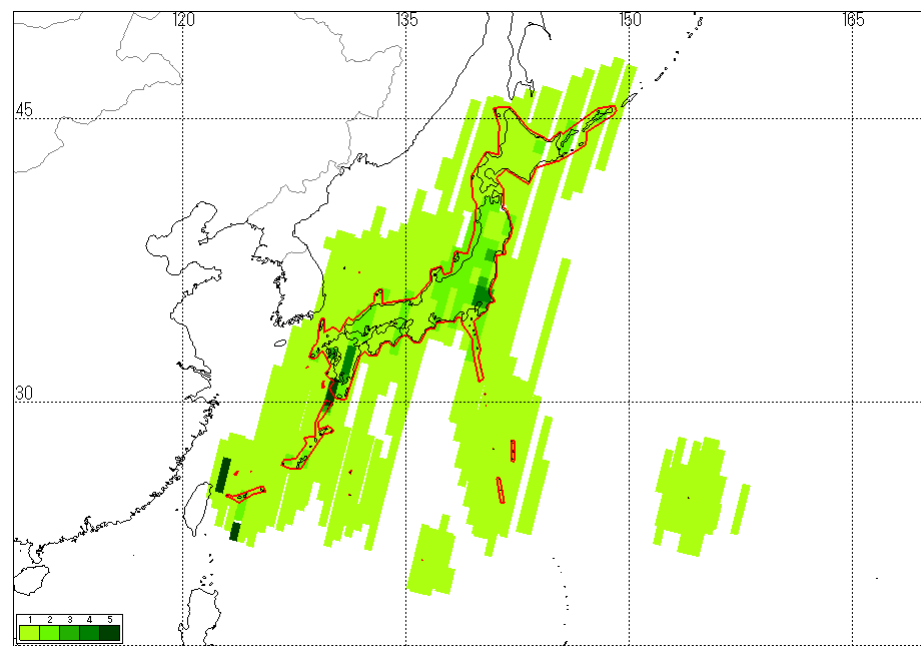
U2-6~9/降交軌道

# 災害ベースマップ取得状況(2014/8/4~2015/10/11)

日本域観測実績(高分解能3m/84MHz/HH) U2左観測(2-32回帰の観測実績マップ)



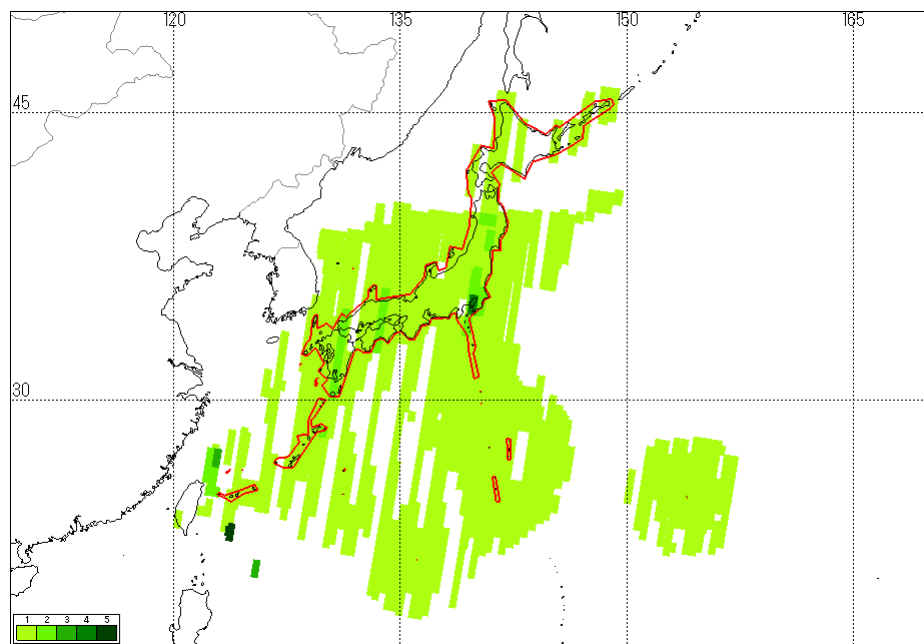
U2-6~9/昇交軌道



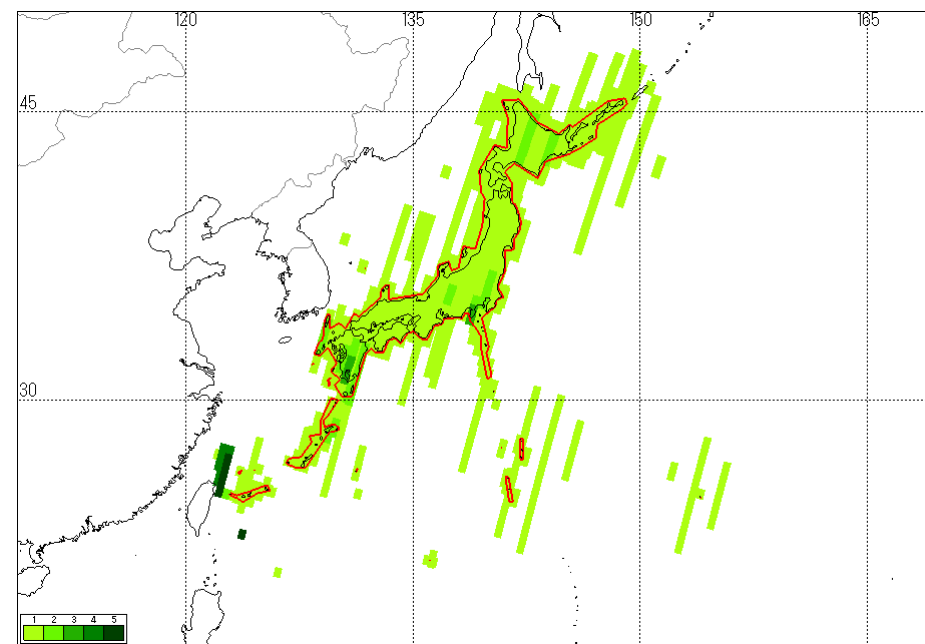
U2-6~9/降交軌道

# 災害ベースマップ取得状況(2014/8/4~2015/10/11)

日本域観測実績(高分解能3m/84MHz/HH) U3左右観測(2-32回帰の観測実績マップ)



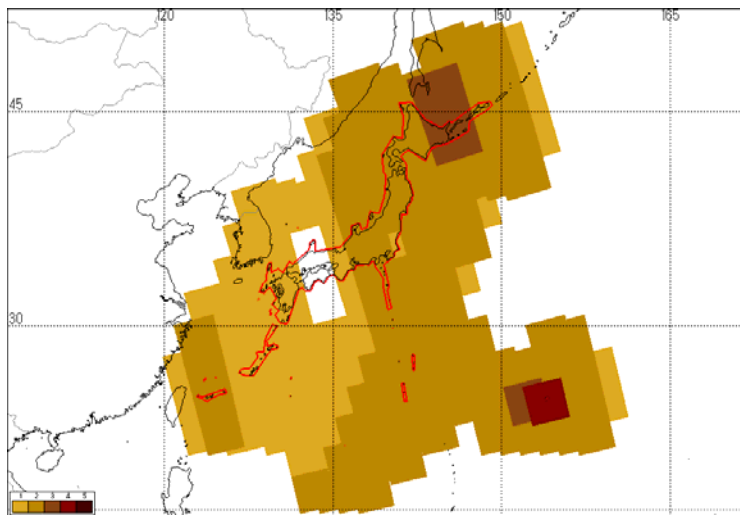
U3-10~14/右観測/降交軌道



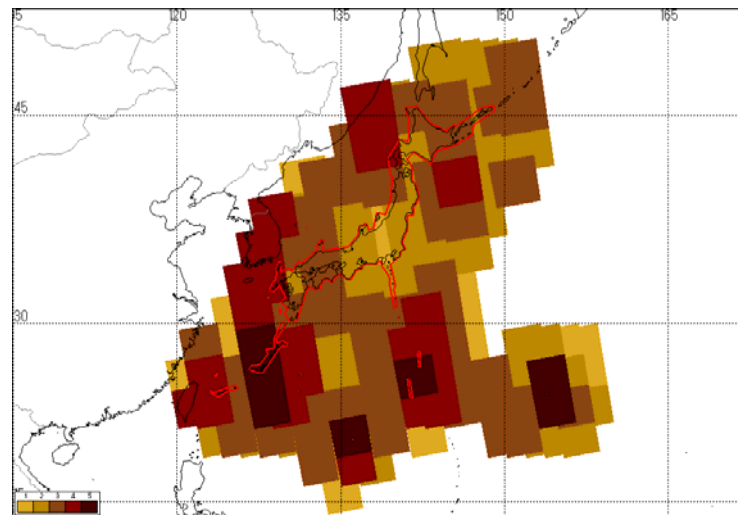
U3-10~14/左観測/降交軌道

# 災害ベースマップ取得状況(2014/8/4~2015/10/11)

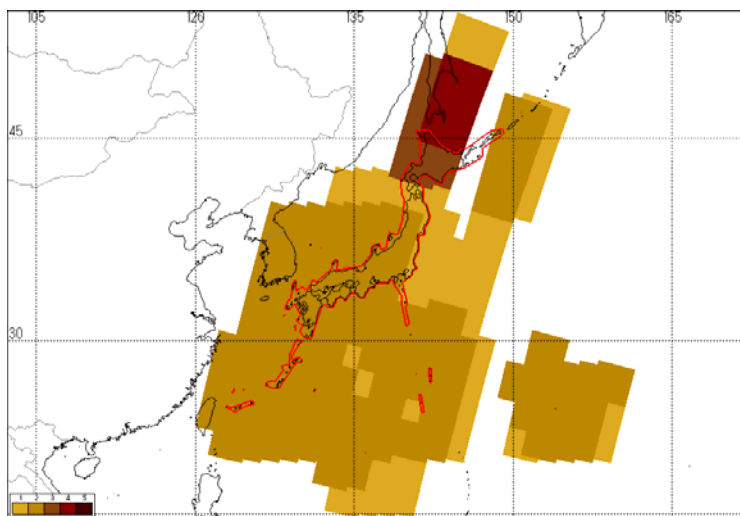
日本域観測実績(広域観測350km/28MHz/HH+HV)(2-32回帰の観測実績マップ)



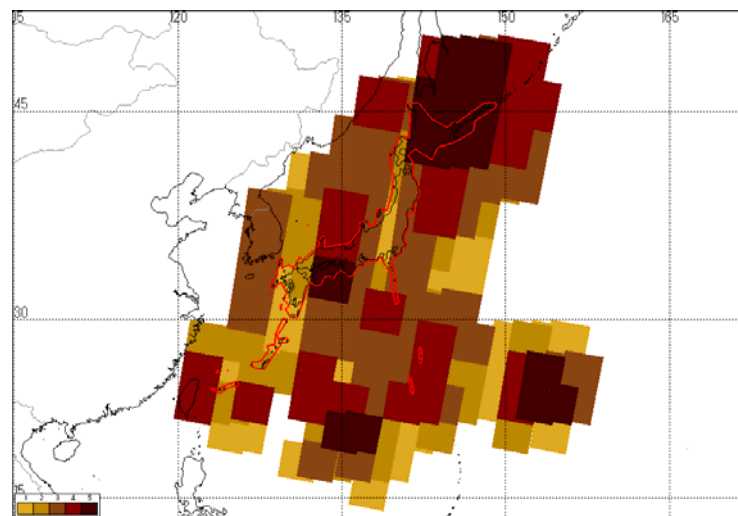
W2/左観測/昇交軌道



W2/右観測/昇交軌道



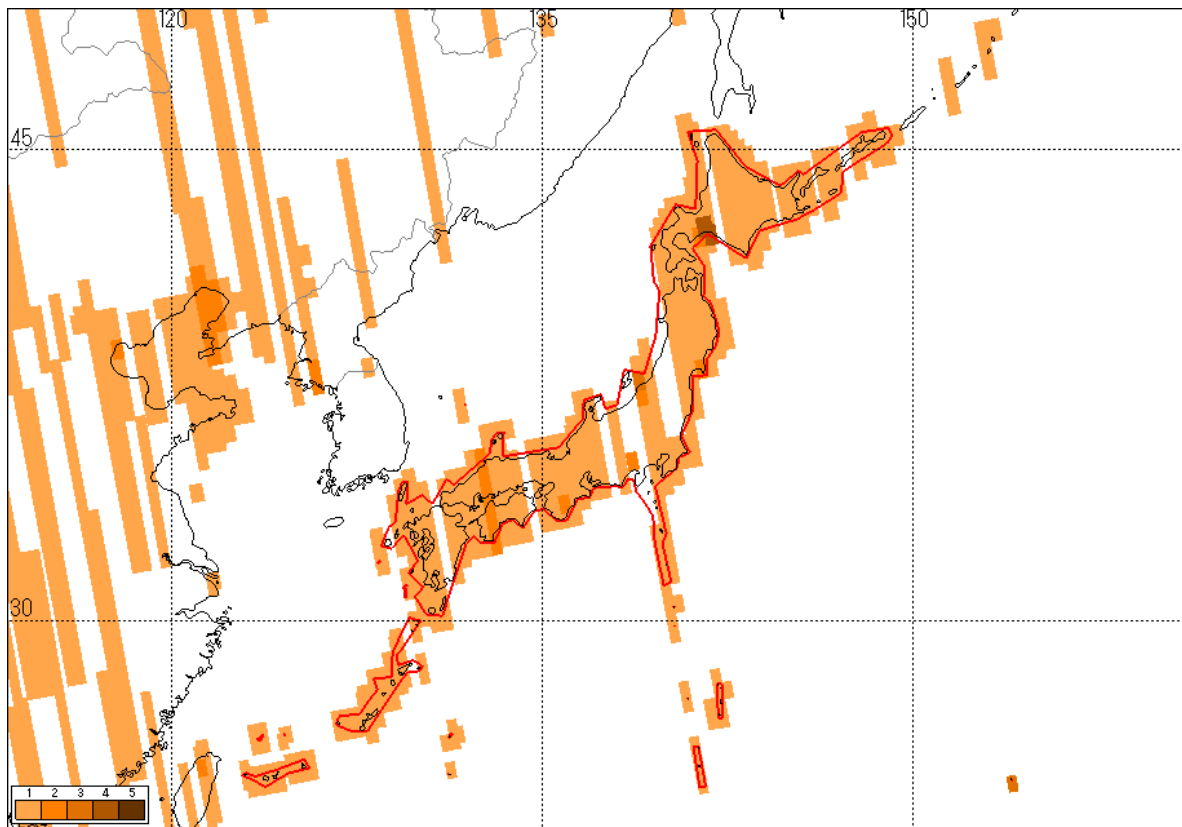
W2/左観測/降交軌道



W2/右観測/降交軌道

# 日本域フルポラリメトリ 取得状況(2014/8/4~2015/10/11)

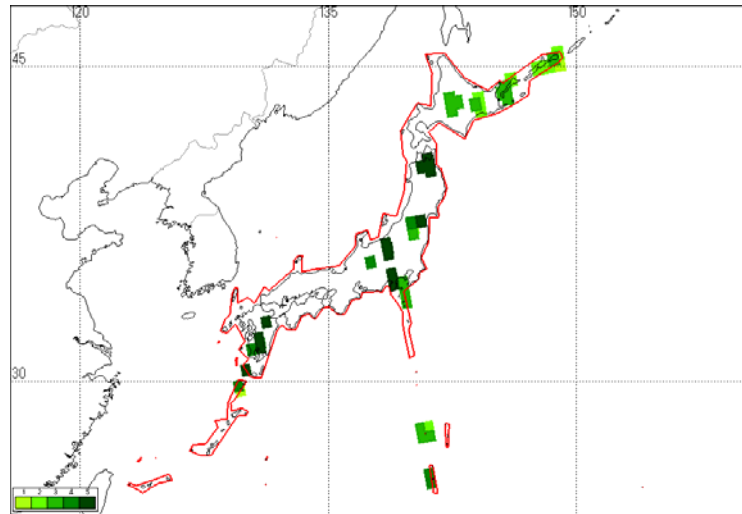
日本域観測実績(高分解能6m/42MHz/HH+HV+VH+VV)(2-32回帰の観測実績マップ)



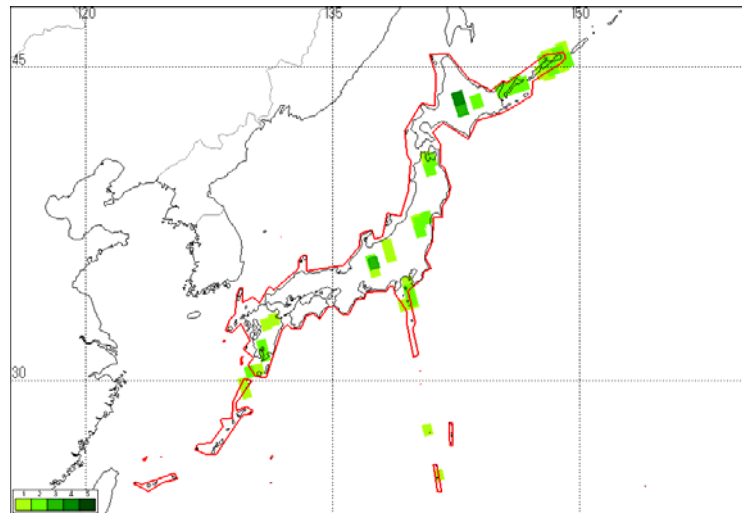
FP6-3~7/右観測/昇交軌道

# 日本域重点火山観測実績 (2014/8/4~2015/10/11)

## 重点火山観測実績(高分解能3m/84MHz/HH) (2-32回帰の観測実績マップ)



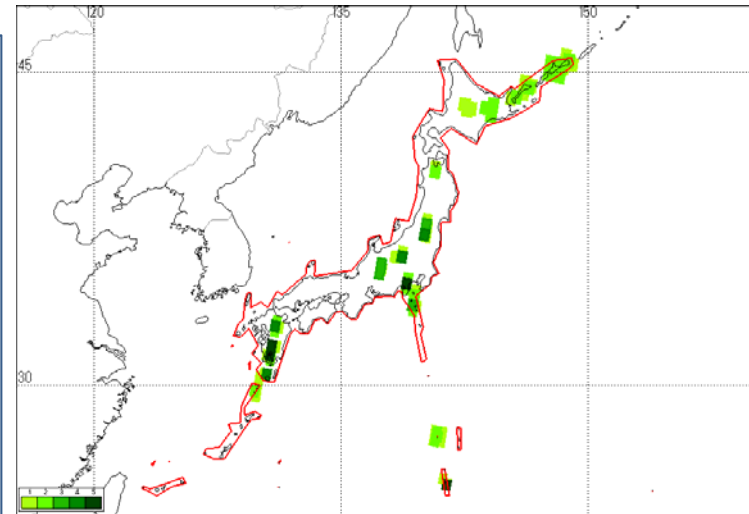
U2-6~9、U3-10~14/右観測/昇交軌道



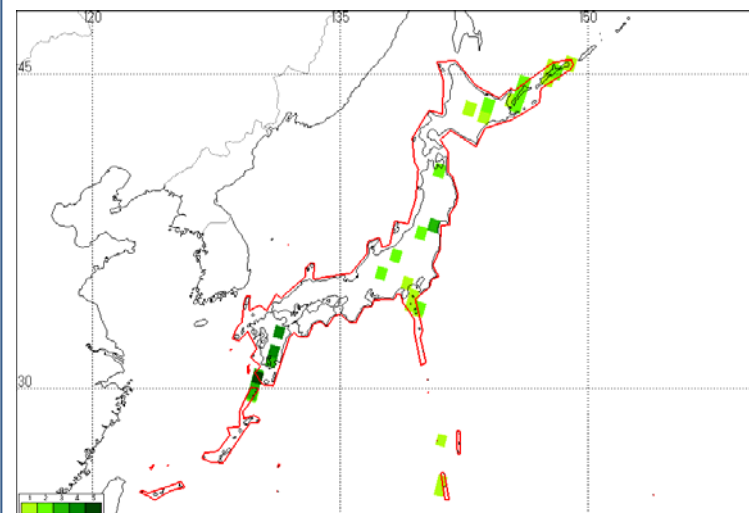
U2-6~9/左観測/昇交軌道

【重点火山  
:24地点】

- ①御嶽山
- ②蔵王山
- ③白根山
- ④霧島山
- ⑤阿蘇山
- ⑥三宅島
- ⑦吾妻山
- ⑧十勝岳
- ⑨桜島
- ⑩口永良部島
- ⑪諏訪之瀬島
- ⑫西之島
- ⑬硫黄島
- ⑭伊豆大島
- ⑮九重山
- ⑯八甲田山
- ⑰雌阿寒岳
- ⑱茂世路岳
- ⑲指臼岳
- ⑳択捉焼山
- ㉑爺爺岳
- ㉒羅臼山
- ㉓泊山
- ㉔箱根山



U2-6~9、U3-10~14/右観測/降交軌道



U2-6~9、U3-10~14/左観測/降交軌道



# 基本観測シナリオ(世界)

■1年目																												
回帰年	2014年												2015年															
回帰開始日	08/04	08/18	09/01	09/15	09/29	10/13	10/27	11/10	11/24	12/08	12/22	01/05	01/19	02/02	02/16	03/02	03/16	03/30	04/13	04/27	05/11	05/25	06/08	06/22	07/06	07/20		
ディセンディング	地殻 W2 (2)R	南域 Super Site F2(6)L	地殻 W2 (2)R	南域 Super Site F2(6)L	N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R	全球3m (1/3) U2 (6)R U2 (7)R			地殻 W2 (2)R	全球3m (1/3) U2 (8)R U2 (9)R			地殻 W2 (2)R		N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (5)R F2 (5)R		地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (6)R F2 (6)R		地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (7)R F2 (7)R		地殻 W2 (2)R	N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R
アセンディング	地殻 W2 (2)R	極域 W2(2)R W2(2)L	World 1-1(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R				World 2-1(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R			極域 W2(2)R W2(2)L	北極域 W2(2)R	World 1-2(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R			GR Super Site	GR Super Site	ポラリメトリ観測6m (1/5) FP (6)R FP (5)R FP (4)R FP (3)R FP (7)R					World 2-2(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R						

■2年目																												
回帰年	2015年												2016年															
回帰開始日	08/03	08/17	08/31	09/14	09/28	10/12	10/26	11/09	11/23	12/07	12/21	01/04	01/18	02/01	02/15	02/29	03/14	03/28	04/11	04/25	05/09	05/23	06/06	06/20	07/04	07/18		
ディセンディング	南域 Super Site F2(6)L	南域 Super Site F2(6)L	地殻 W2 (2)R	南域 Super Site F2(6)L	N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R	全球3m (2/3) U2 (6)R U2 (7)R			地殻 W2 (2)R	全球3m (2/3) U2 (8)R U2 (9)R			地殻 W2 (2)R		N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (5)R F2 (5)R		地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (6)R F2 (6)R		地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (7)R F2 (7)R		地殻 W2 (2)R	N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R
アセンディング	北極域 W2(2)R	極域 W2(2)R W2(2)L	World 1-1(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R				World 2-1(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R			極域 W2(2)R W2(2)L	南極域 W2(2)L	World 1-2(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R			GR Super Site	GR Super Site	ポラリメトリ観測6m (2/5) FP (6)R FP (5)R FP (4)R FP (3)R FP (7)R					World 2-2(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R						

■3年目																												
回帰年	2016年												2017年															
回帰開始日	08/01	08/15	08/29	09/12	09/26	10/10	10/24	11/07	11/21	12/05	12/19	01/02	01/16	01/30	02/13	02/27	03/13	03/27	04/10	04/24	05/08	05/22	06/05	06/19	07/03	07/17		
ディセンディング	南域 Super Site F2(6)L	南域 Super Site F2(6)L	地殻 W2 (2)R	南域 Super Site F2(6)L	N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R	全球3m (3/3) U2 (6)R U2 (7)R			地殻 W2 (2)R	全球3m (3/3) U2 (8)R U2 (9)R			地殻 W2 (2)R		N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (5)R F2 (5)R		地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (6)R F2 (6)R		地殻 W2 (2)R	地殻・森林 (14-day InSAR) F2 (7)R F2 (7)R		地殻 W2 (2)R	N 65以上 490km V2(2)R	地殻 W2 (2)R
アセンディング	北極域 W2(2)R	極域 W2(2)R W2(2)L	World 1-1(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R				World 2-1(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R			極域 W2(2)R W2(2)L	南極域 W2(2)L	World 1-2(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R			GR Super Site	GR Super Site	ポラリメトリ観測6m (3/5) FP (6)R FP (5)R FP (4)R FP (3)R FP (7)R					World 2-2(10m) F2 (7)R F2 (5)R F2 (6)R						

**F2 10m** 10m(HH+HV)28MHz Right

**U2 3m** 3m(HH)84MHz Right

**FP 6m** 6m(HH+HV+VH+VV)42MHz Right

**W2 350km** ScanSAR350km(HH+HV)14MHz Right

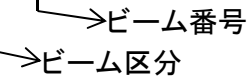
**W2 350km** ScanSAR350km(HH+HV)14MHz Left

**V2 490km** ScanSAR490km(HH+HV)14MHz Right

**F2 10m** 10m(HH+HV)28MHz Left

【番号体系】

例: U2(6)Rの場合 U2 (6) R → ビーム方向(R:右、L:左)



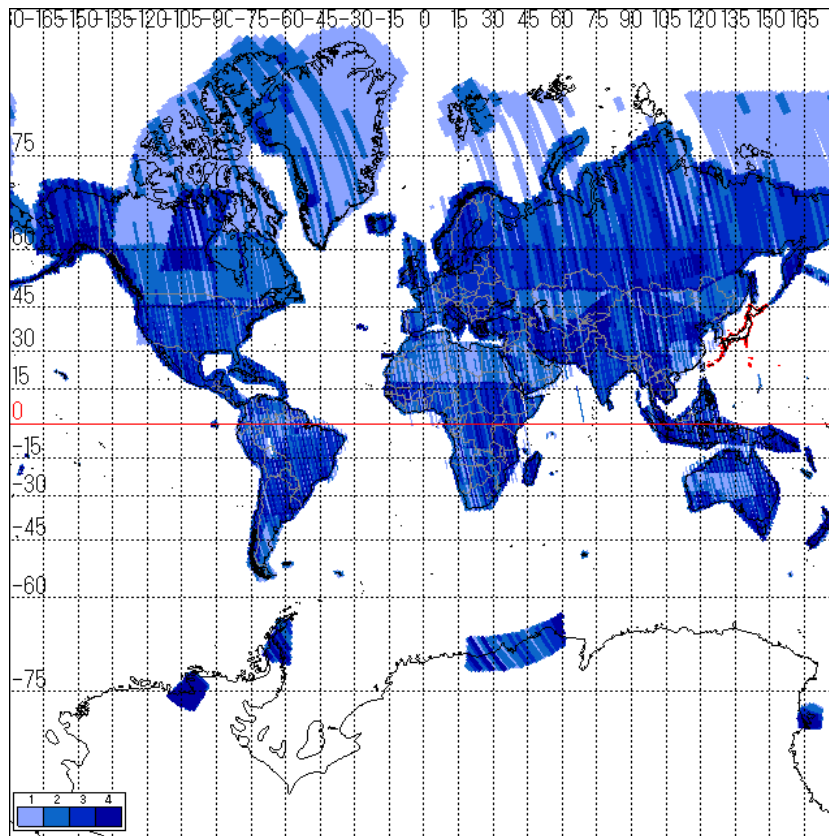
     スーパーサイト(TBD)

(\*) \*Beam No.

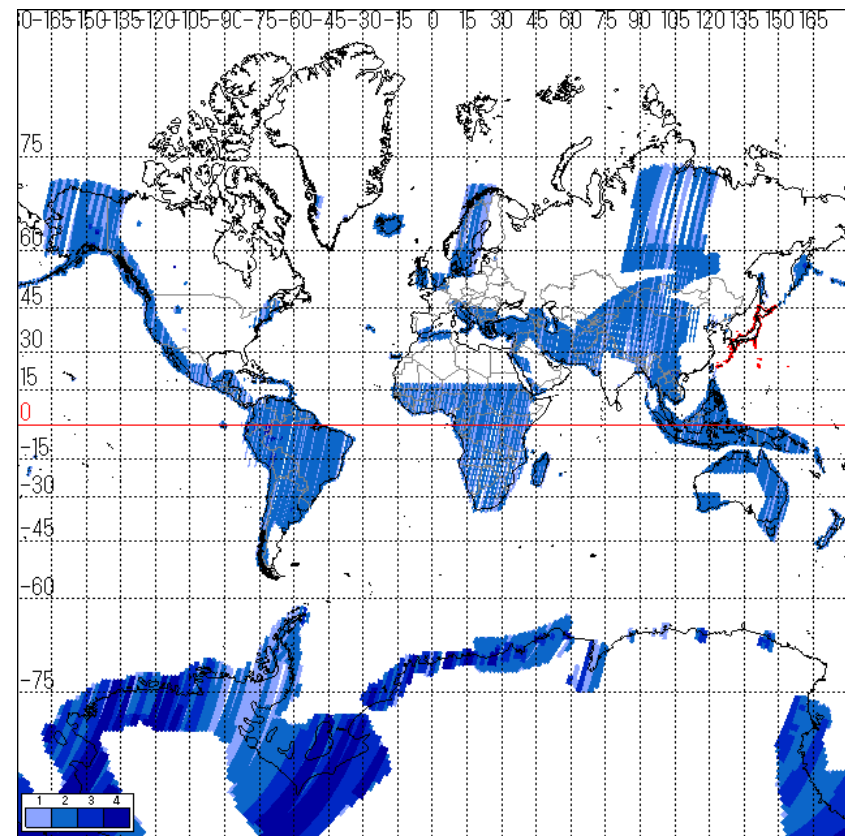
\* 高分解能3m と 6m 観測モードは 3年 もしくは5 年で全球をカバーする

# 基本シナリオ観測実績(2014/8/4~2015/10/11)

## 世界観測実績(高分解能10m/28MHz)



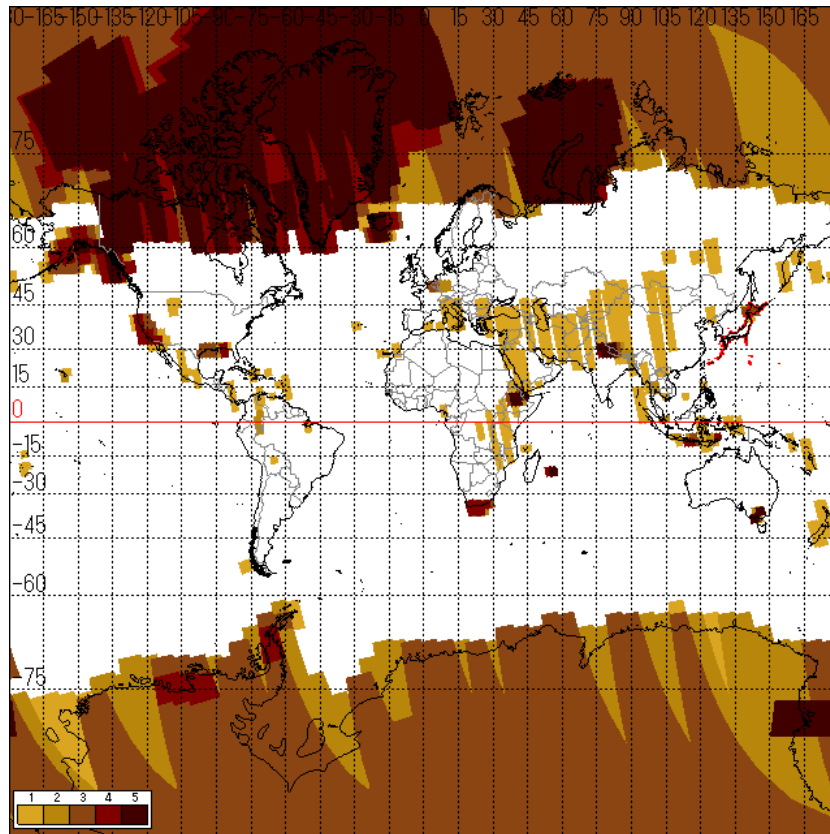
F2-5~F2-7/右観測/昇交軌道/HH+HV  
『グローバル観測』



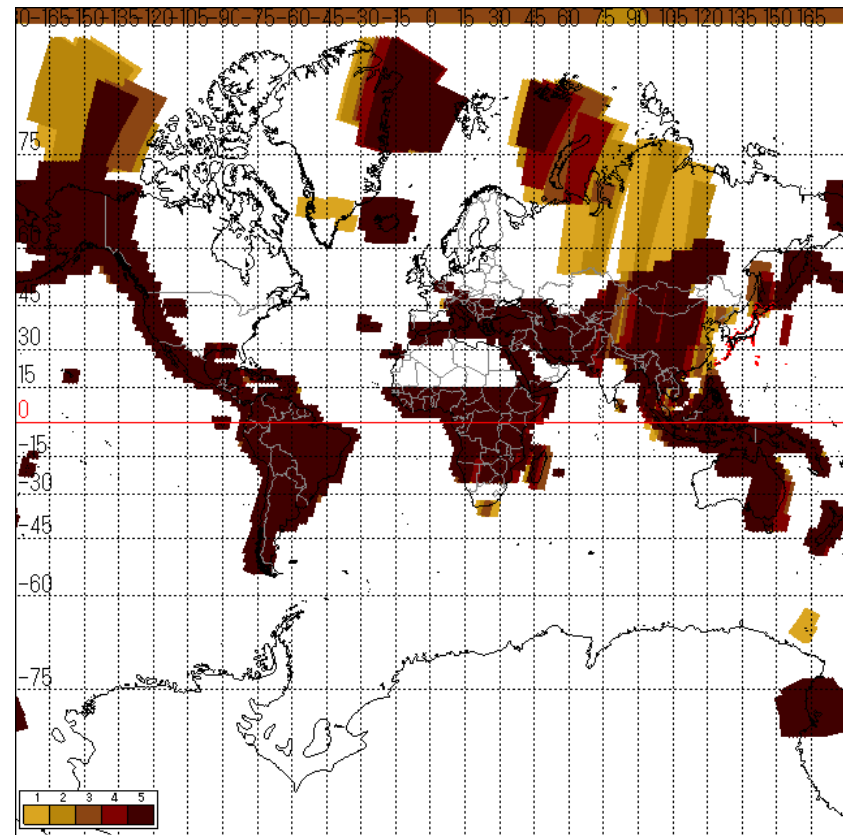
F2-5~F2-7/右観測/降交軌道/HH+HV  
『地殻変動/森林/氷河』

# 基本シナリオ観測実績(2014/8/4~2015/10/11)

## 世界観測実績(広域観測350km/14Mhz/HH+HV)



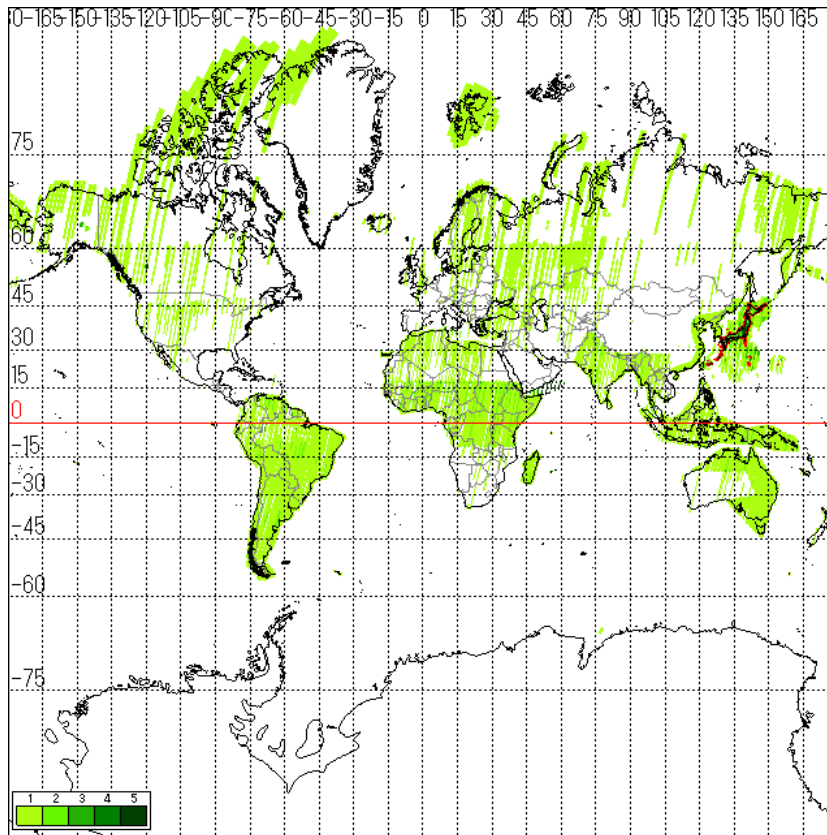
W2/右(北極)・左(南極)/昇交軌道  
『極域観測』



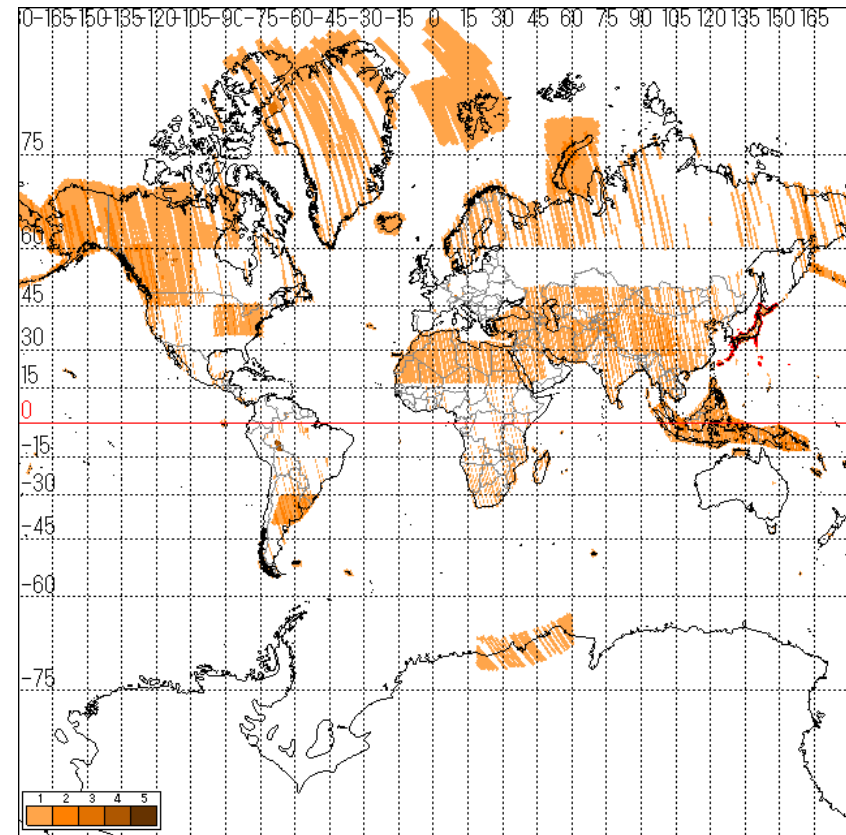
W2/右観測/降交軌道  
『地殻変動、湿地、伐採』

# 基本シナリオ観測実績(2014/8/4~2015/10/11)

## 世界観測実績(高分解能3m/6m)



U2-6~9/右観測/降交軌道/HH/84MHz  
『グローバル観測/その他』



FP6-3~7/右観測/昇交軌道  
/HH+HV+VH+VV/42MHz  
『グローバル観測/その他』

# まとめ

- ALOS-2は2014年5月24日の打ち上げ後、8月20日に定常段階(初期校正検証)に移行、11月25日より、画像の一般配布を開始。
- 打ち上げから1.5年、衛星バス、センサは正常に動作している。
- 基本観測シナリオに沿った観測を行い、ベースマップデータを着実に蓄積中。
- 活発化する火山活動の監視など防災機関の現業に活用されるとともに、新たな利用も広がっている。

# 人間に、健康診断があるように。 地球には、だいち2号がある。

自分の身体のごことは、自分がいちばんよくわかる。  
そう自信満々に言う人ほど、身体のごさいな変化を見逃してしまうもの。  
感覚だけでは決してわからない、小さな数値の異常を  
健康診断が教えてくれるように。  
宇宙から地球を見つめ続けて  
地上にはわからない、大地や海の変化を送り続ける。  
それが、だいち2号のミッションです。

私たちの足下で、大地は今日も動き、変化しています。  
地震、火山噴火、土砂崩れ。災害だけではなく人の手による自然破壊も原因。  
地球の健康を維持するために、宇宙から精密に診断する。  
それは未来の、私たちの子孫のためにも、必要なことなのです。

大地にも、  
精密検査が必要だ。

宇宙なら、できる。  
第一衛星利用ミッション本部



# バックアップ



# Lバンドの長所

波長が長い  
(Lバンド)

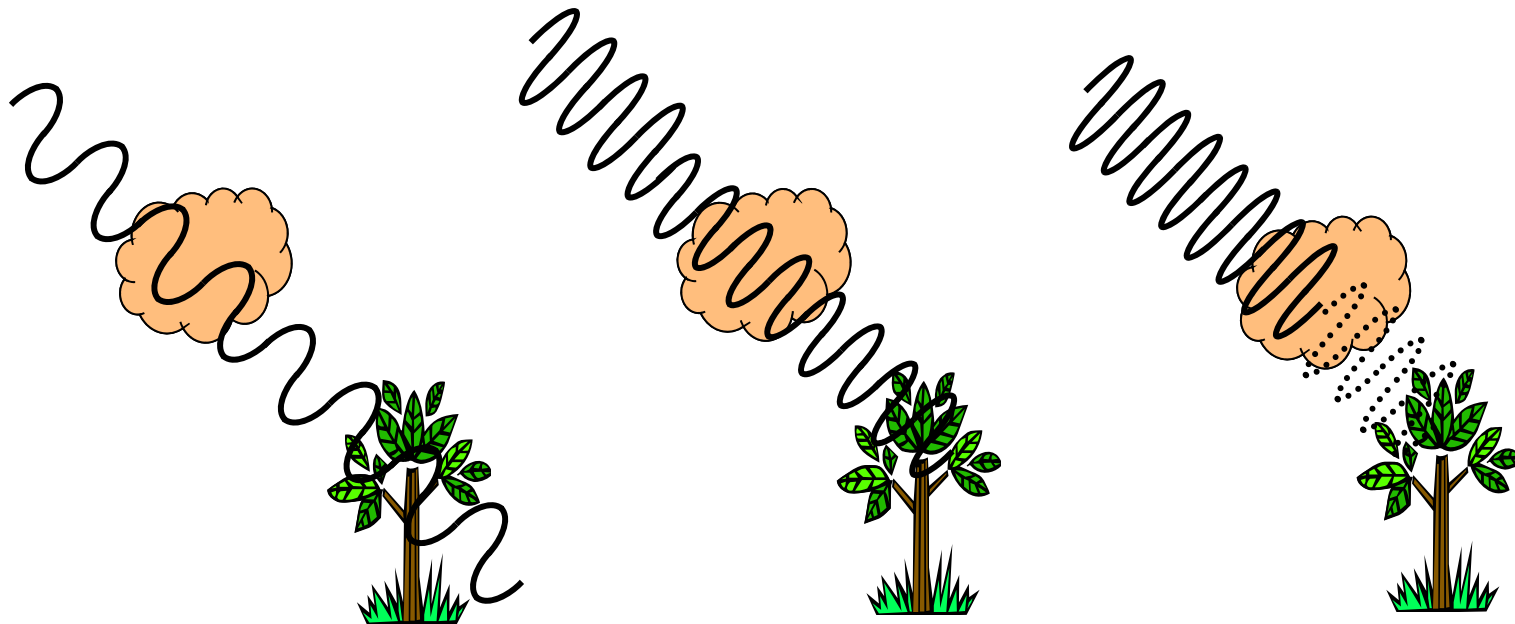
雲・雨・葉・枝を  
通過して、  
幹・物体・地表面  
で反射

波長が中間  
(Cバンド)

雲・雨を通過して、  
葉・枝で反射

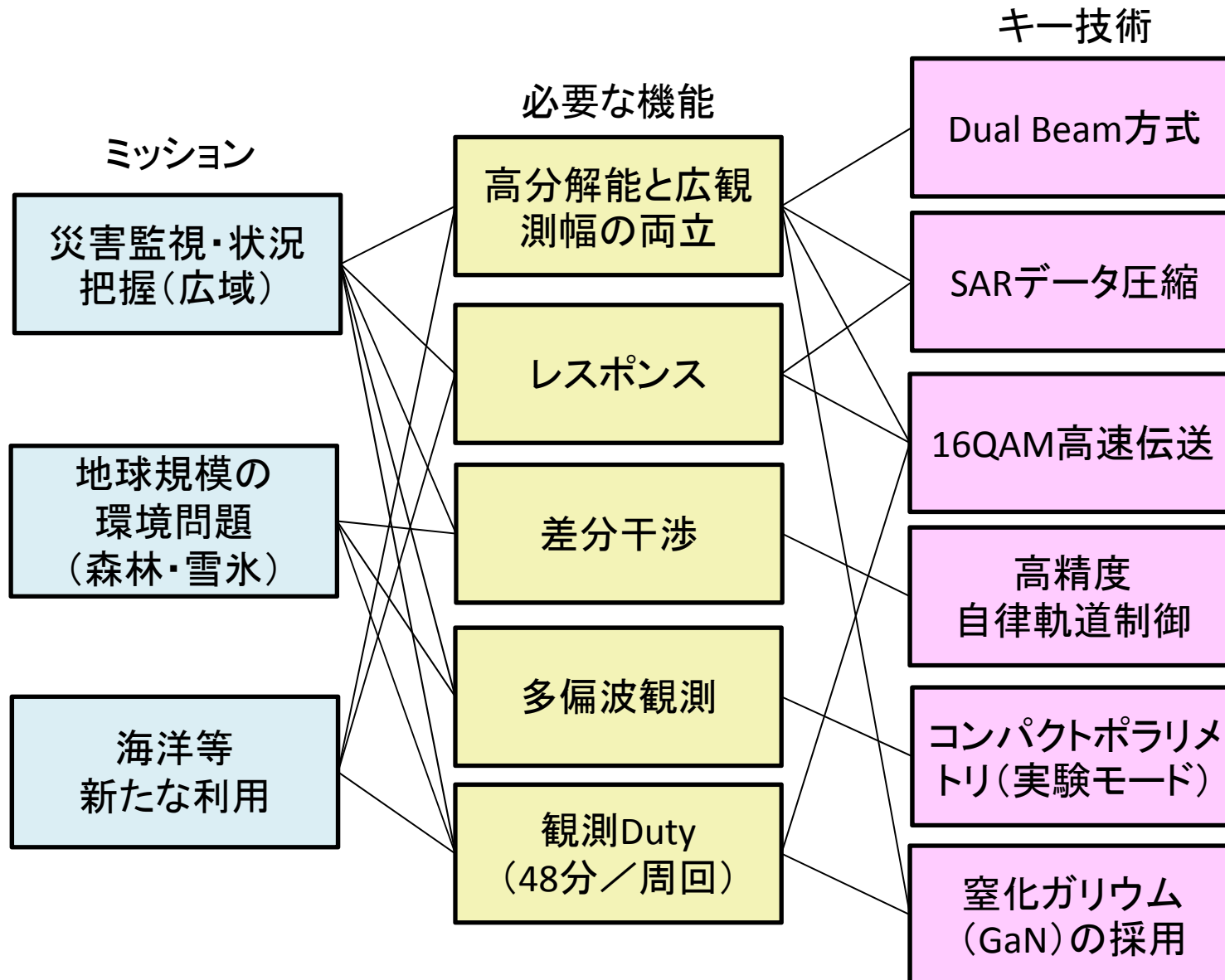
波長が短い  
(Xバンド以上)

雲・雨で減衰  
葉で反射





# ALOS-2の特徴



# さまざまな最先端技術によって大型(3m×10m)展開フェーズドアレイアンテナを実現



約1000個ものアンテナが目となり地球を観測

2次元ビーム走査技術

低消費電力技術

高出力RF技術

低発熱技術

窒化ガリウム素子の採用



# ALOS-2のミッションを支える宇宙技術

## データ伝送能力の向上

より高速に

多値変調(16QAM)方式\*による800Mbps伝送

\*位相だけでなく、振幅も組み合わせることで同じ帯域でありながら、QPSKの4状態に対して16QAMでは16状態を表現可

より効率的に

直接伝送とデータ中継伝送の併用可

## データ撮像機会・蓄積能力の向上

より俊敏に

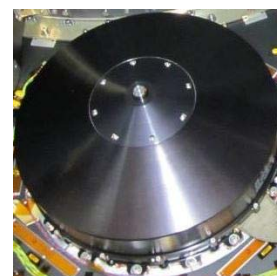
高トルクリアクションホイールによる姿勢変更

より大量に

大容量データレコーダ(128Gバイト)



高速マルチモード変調器(XMOD)



高トルクリアクションホイール(RW)



ミッションデータ処理装置(MDP)

# ALOS-2のミッションを支える宇宙技術

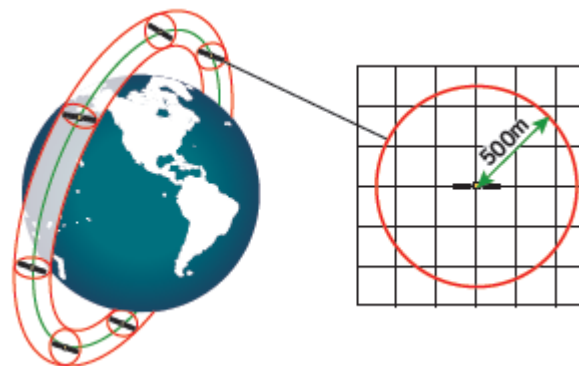
## 位置精度・回帰精度の向上

より精密に

2周波搬送波測位型GPS受信  
高精度自律軌道制御



GPSアンテナ



高精度自律軌道制御

## 将来を見すえた開発

リチウムイオンバッテリーを採用

リチウムイオンバッテリーはメモリ効果がなく、軽量

統合化ドライバの開発

駆動のための機器を一つに統合し、軽量化



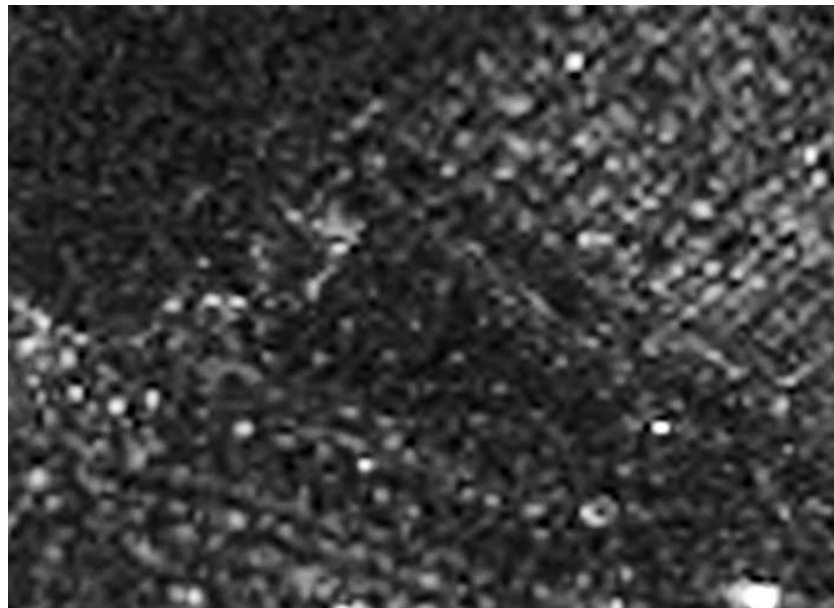
統合化ドライバ(UDE)

# 従来(PALSAR)と比較したPALSAR-2の分解能(5)人工構造物①

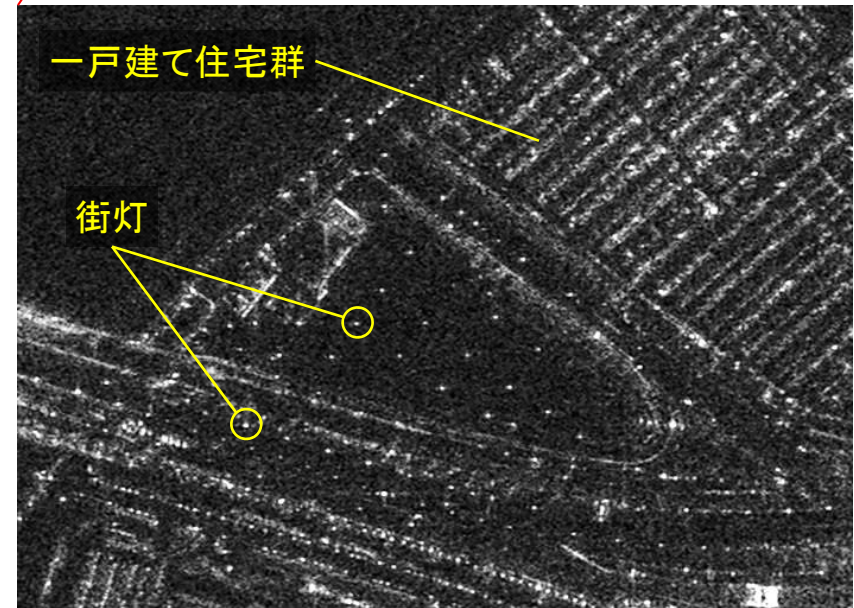
- 千葉県浦安市(東京都ディズニーリゾート周辺)
- PALSAR-2では、高分解能化により建物や街灯などの構造物が判読できる



偏波:HH



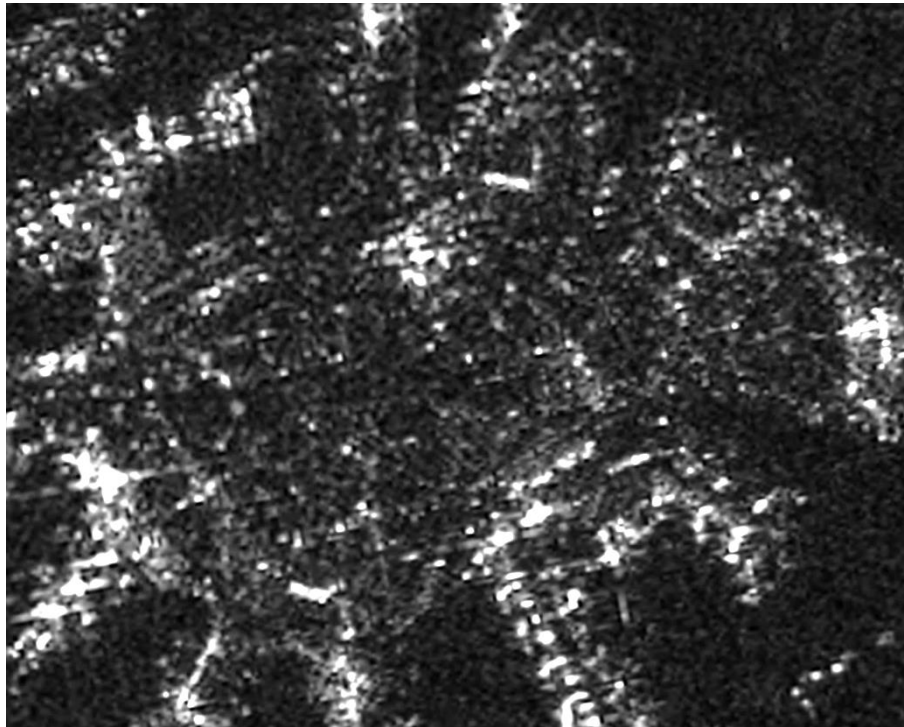
PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2010年9月6日



PALSAR-2 スポットライトモード(分解能1m×3m)  
2015年9月23日

## 従来(PALSAR)と比較したPALSAR-2の分解能(構造物)

- ニューヨーク・J.F.ケネディ国際空港ターミナルビル群



PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2011年2月7日



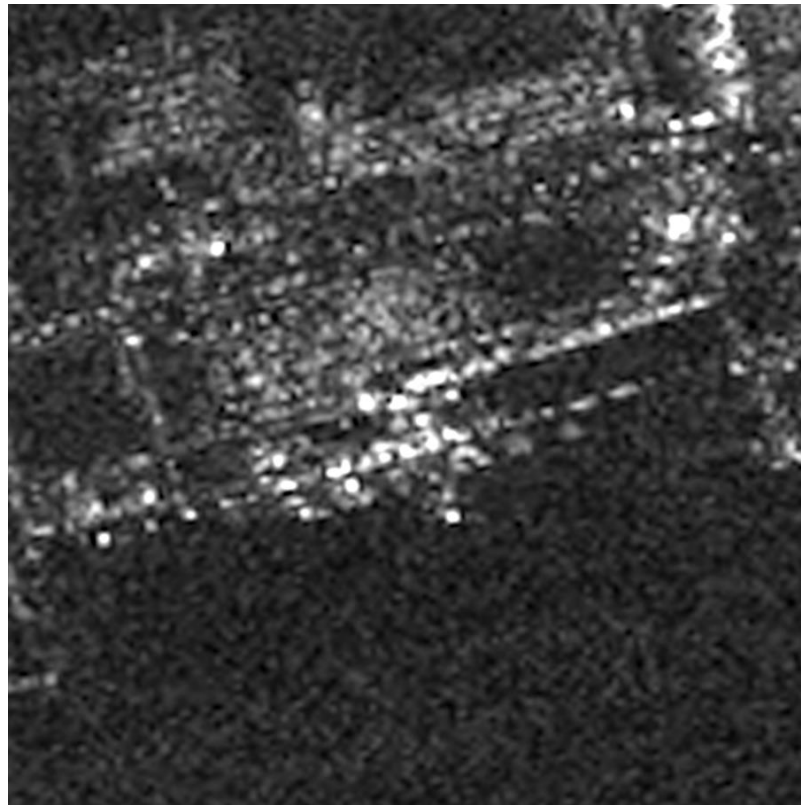
PALSAR-2 スポットライトモード(分解能1m×3m)  
2014年10月21日

# 従来(PALSAR)と比較したPALSAR-2の分解能(構造物)

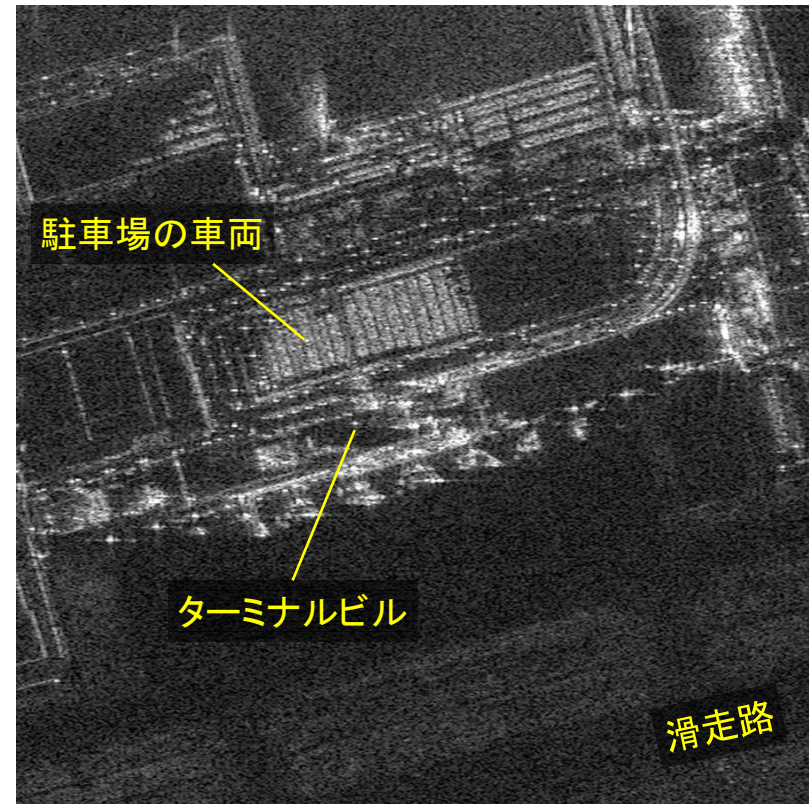
- 神戸空港旅客ターミナル周辺



偏波: HH



PALSAR高分解能単偏波モード(分解能10m)  
2014年6月20日



PALSAR-2 スポットライトモード(分解能1m×3m)  
2014年6月20日

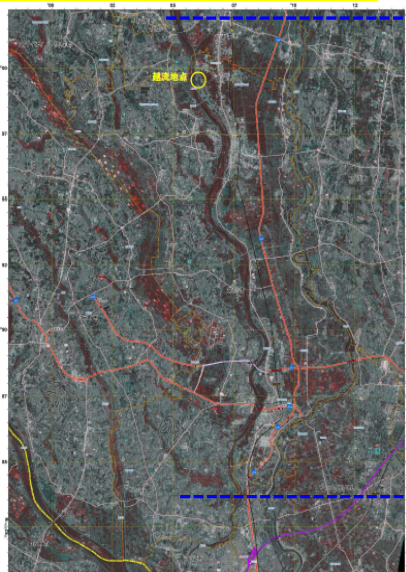
# ALOS-2緊急観測事例(平成27年9月関東・東北豪雨)

2015年9月10日に台風18号等による豪雨の影響で鬼怒川流域で越水及び破堤による洪水災害が発生。

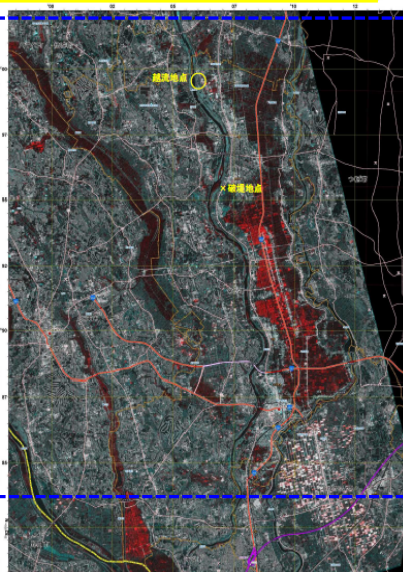
国土交通省からの要請により緊急観測を実施し、浸水域抽出などの解析プロダクトを国交省・東京消防庁などの防災関連機関に提供。国交省では、光学衛星画像、航空機撮影画像などに加え、ALOS-2観測画像も参考にして、鬼怒川の堤防の決壊に伴う浸水域の把握並びに排水ポンプ車の配置及び運用を実施した。

2時期RGBカラー合成画像  
(だいち防災WEB 掲載画像)

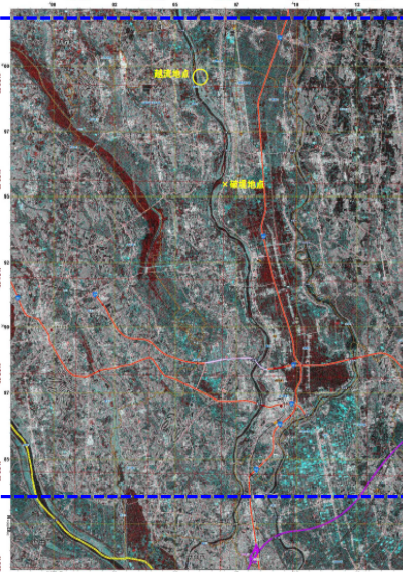
SAR衛星(ALOS-2)による浸水域の把握 9月10日(木)11:42観測



SAR衛星(ALOS-2)による浸水域の把握 9月11日(金)22:56観測



SAR衛星(ALOS-2)による浸水域の把握 9月13日(日)23:37観測



国土地理院  
9月12日15:30時点での浸水範囲



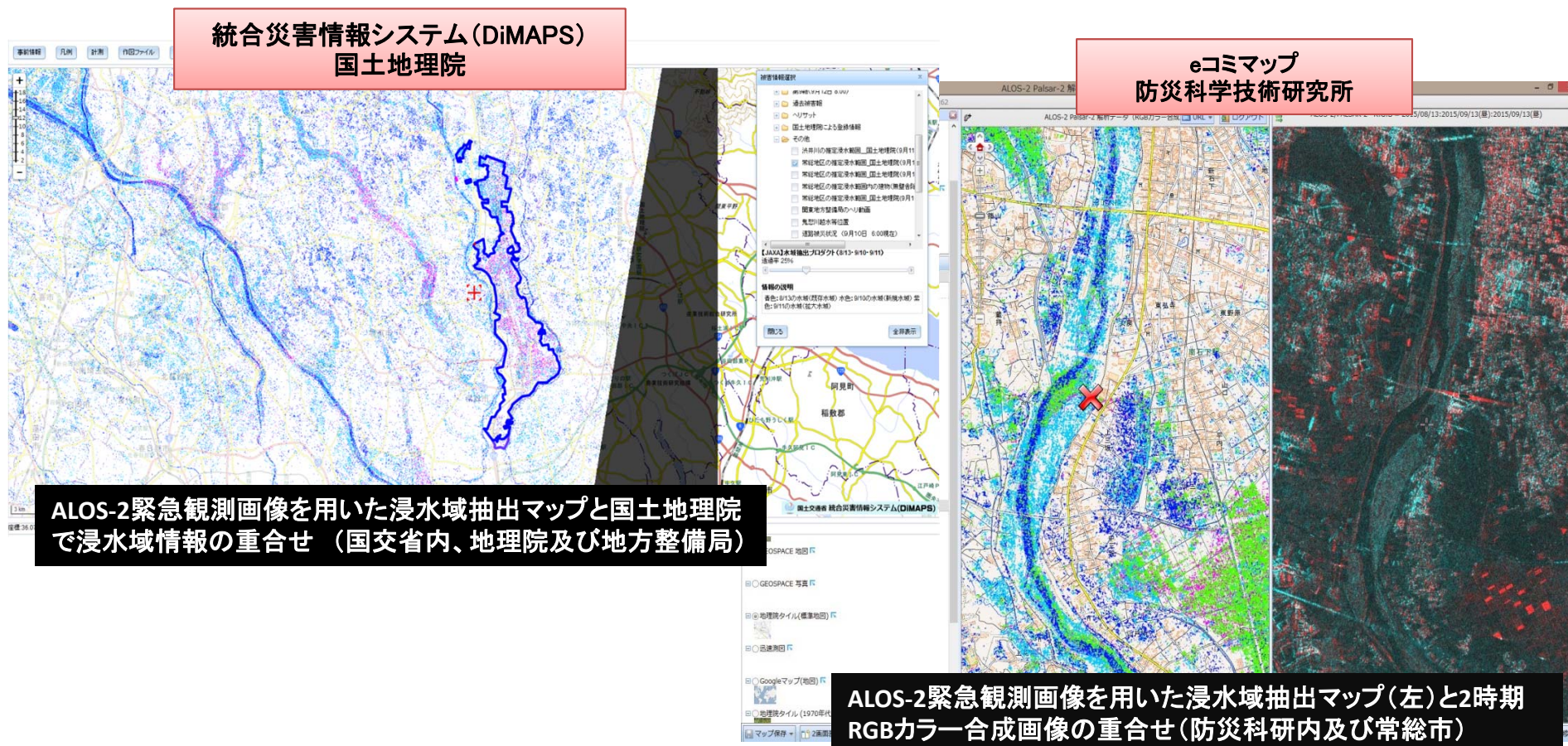
堤防決壊前の9/10 11:42観測に比較し、決壊後の9/11 22:56観測では決壊地点の東南側に赤色範囲(浸水域と推定)が拡大。9/13 23:37観測では赤色範囲が縮小しているのが確認できる。



# ALOS-2緊急観測事例(平成27年9月関東・東北豪雨)

防災関連機関等が運用する防災GISシステム等に対し、緊急観測の解析プロダクトを迅速にオンライン提供し、GIS利用ユーザに迅速に情報共有が図られた。

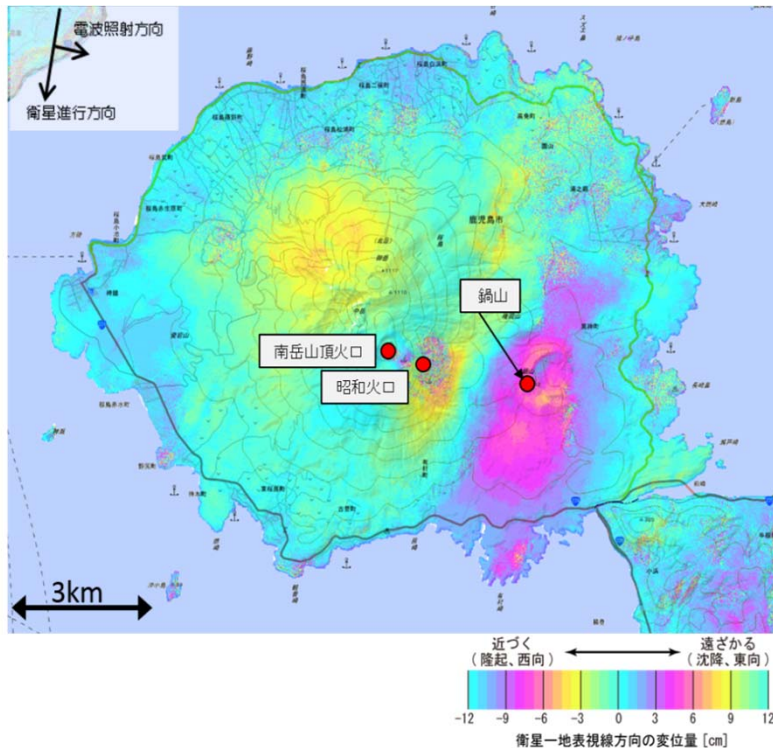
国土交通省内の統合災害情報システム(DiMAPS)に登録され、省内及び地方整備局に迅速に情報共有されると共に、地理院推定浸水範囲その他の災害情報や地図情報と組合せ、衛星プロダクトが活用された。



# ALOS-2緊急観測事例(桜島の地殻変動検出)

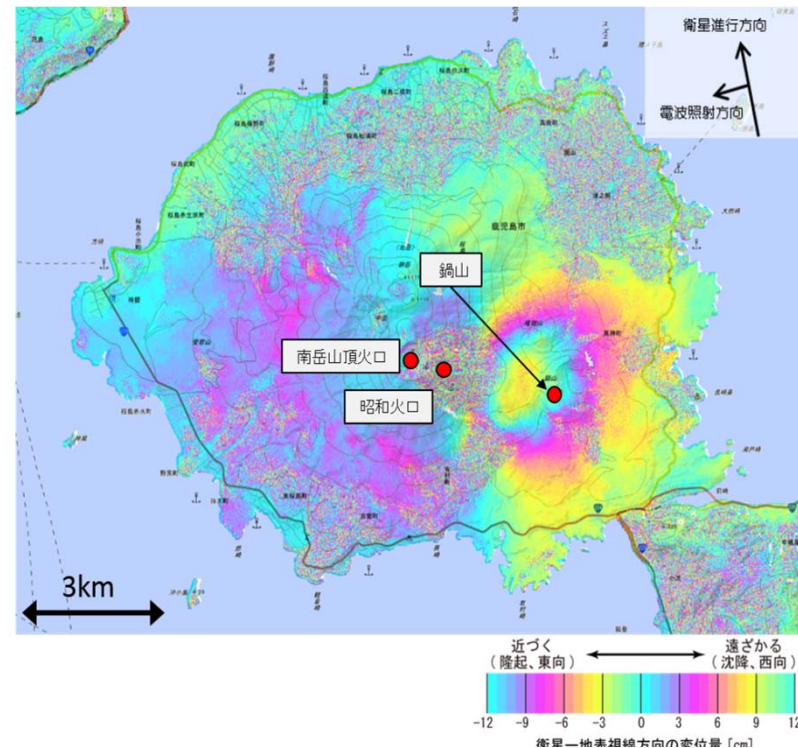
桜島では、8月15日に島内を震源とする地震が多発し、また、設置している傾斜計および伸縮計では山体膨張を示す急激な地殻変動が観測されたことから、火山WG(事務局:気象庁)からの要請によりALOS-2の緊急観測を実施した。解析結果は気象研究所および国土地理院により「火山噴火予知連絡会拡大幹事会」で報告され、地殻変動の変動源の推定に活用された。

地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
(2015年7月6日/2015年8月17日)



南岳山頂火口と鍋山の間を境に、東側で最大6cm程度の衛星から遠ざかる地殻変動が、西側で最大5cm程度の衛星に近づく地殻変動が見られる。

地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
(2015年1月4日/2015年8月16日)



南岳山頂火口の東側の広い範囲で最大16cm程度の衛星に近づく地殻変動が見られる。

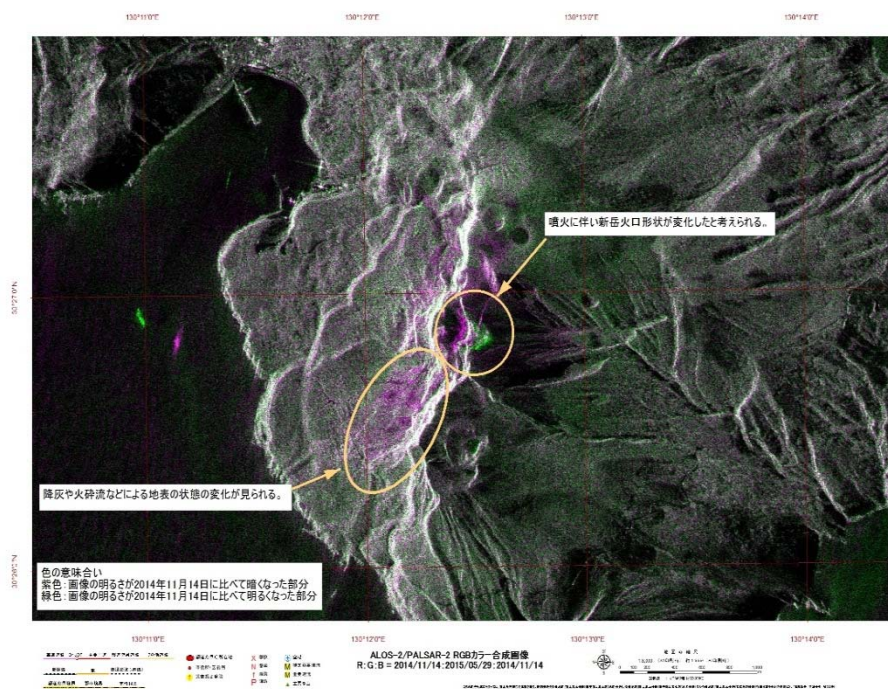
# ALOS-2緊急観測事例(口永良部島 火山活動)

2015年5月29日10時頃、大規模な噴火が発生し、内閣府、火山WG、九州地方整備局の要請により同日の12時頃に緊急観測を実施した。解析結果はだいち防災WEBに掲載した他、火山WGメンバーの気象研、防災科学技術研究所および国土地理院により「火山噴火予知連拡大幹事会」で報告され、火口の変化や降灰、火砕流の状況把握に活用された。

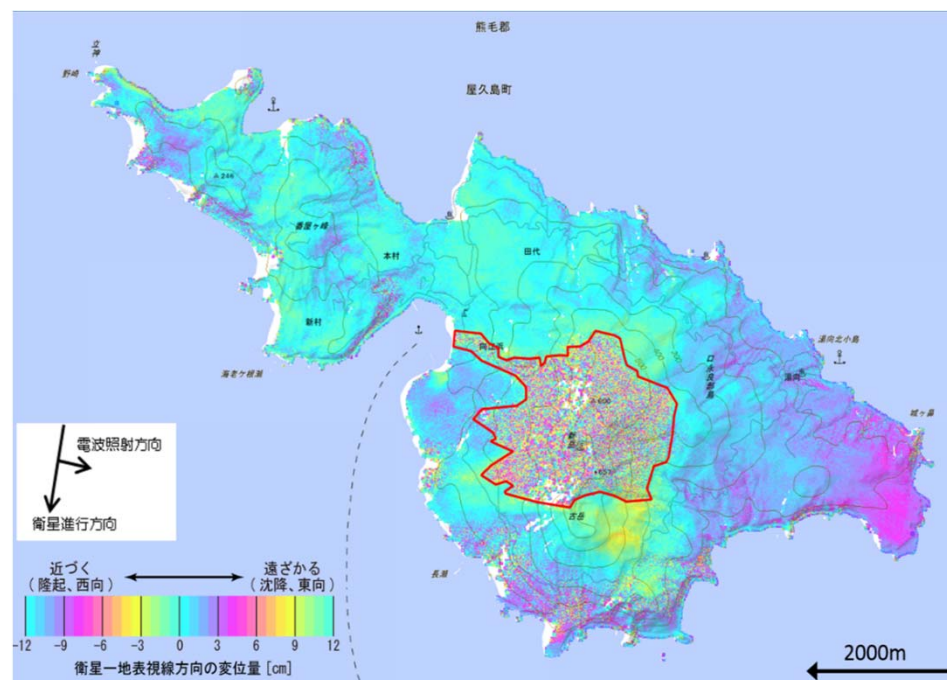
データ提供タイムライン:

5/29 9:59噴火 ⇒ 10:20 緊急観測要請 ⇒ 12:53 緊急観測実施 ⇒ 13:55火山WGへデータ提供

災害速報図(解説付き)RGBカラー合成画像 (JAXA だいち防災WEB)  
(2014年11月14日/2015年5月29日)



地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
(2014年11月14日/2015年5月29日)



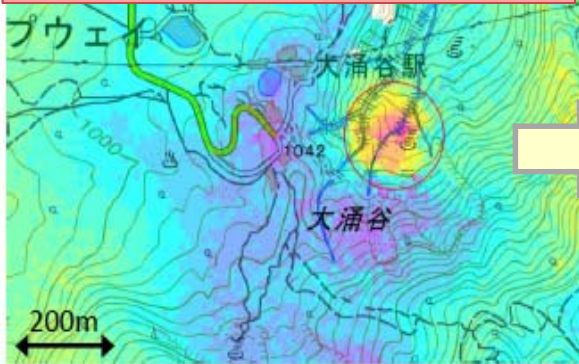
⇒噴火前後の変化箇所が着色される災害速報図RGBカラー合成画像から火口の変化や降灰や火砕流の影響範囲が推測できる

⇒干渉性が低下する赤の範囲において降灰や火砕流等による影響が推測される。左図のカラー合成画像より影響範囲が明瞭である。

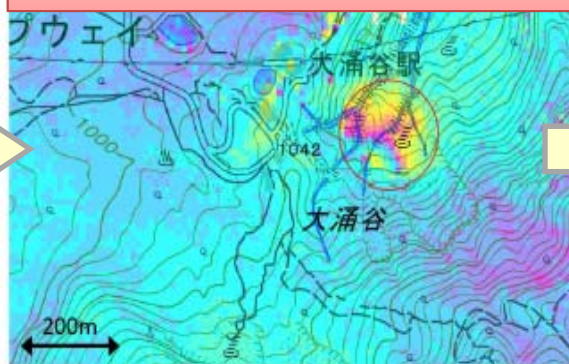
# ALOS-2緊急観測事例(箱根山火山活動)

2015年5月4日に箱根山の大涌谷の火山活動が活発になり、火山WG(事務局:気象庁)からの要請により緊急観測を実施した。解析結果は火山WGメンバーの神奈川県温泉地学研究所および国土地理院により「箱根火山対策連絡会議」で報告され、規制区域への立入再開及び安全対策の判断材料として活用された。警戒時観測(2週間に1~2回程度)を8月まで継続。

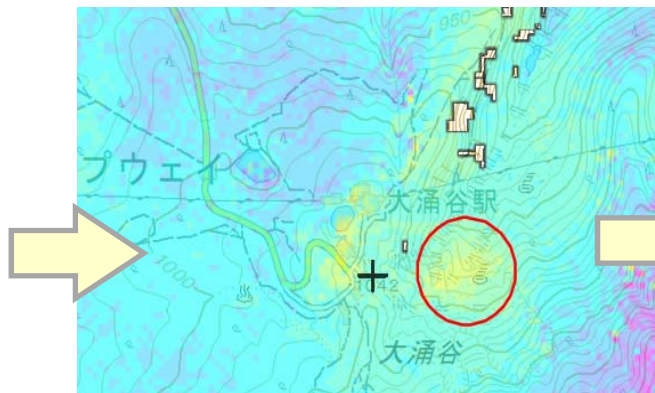
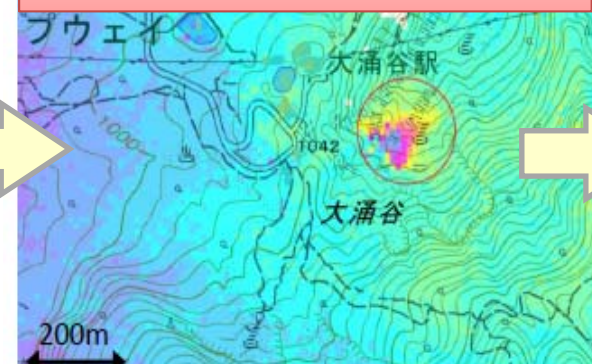
地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
図①(2014年10月9日/2015年5月7日)  
変動量:最大6cm程度



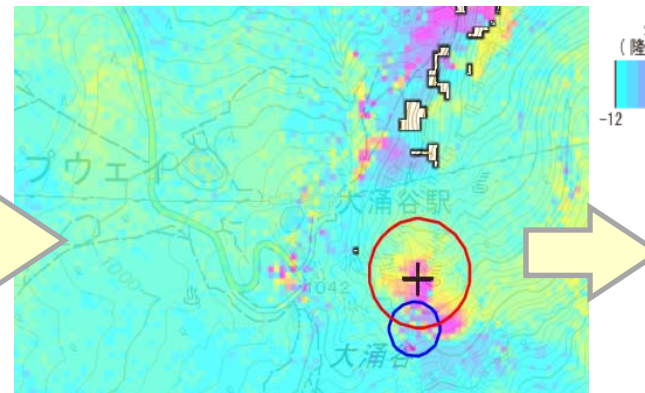
地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
図②(2015年5月7日/2015年5月21日)  
変動量:最大15cm程度、累計20cm程度



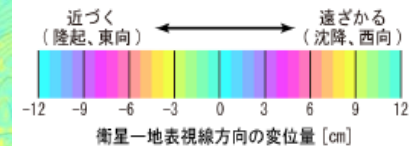
地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
図③(2015年5月21日/2015年6月4日)  
変動量:最大10cm程度、累計30cm程度



地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
図④(2015年6月4日/2015年6月18日)  
変動量:最大3cm程度、累計33cm程度

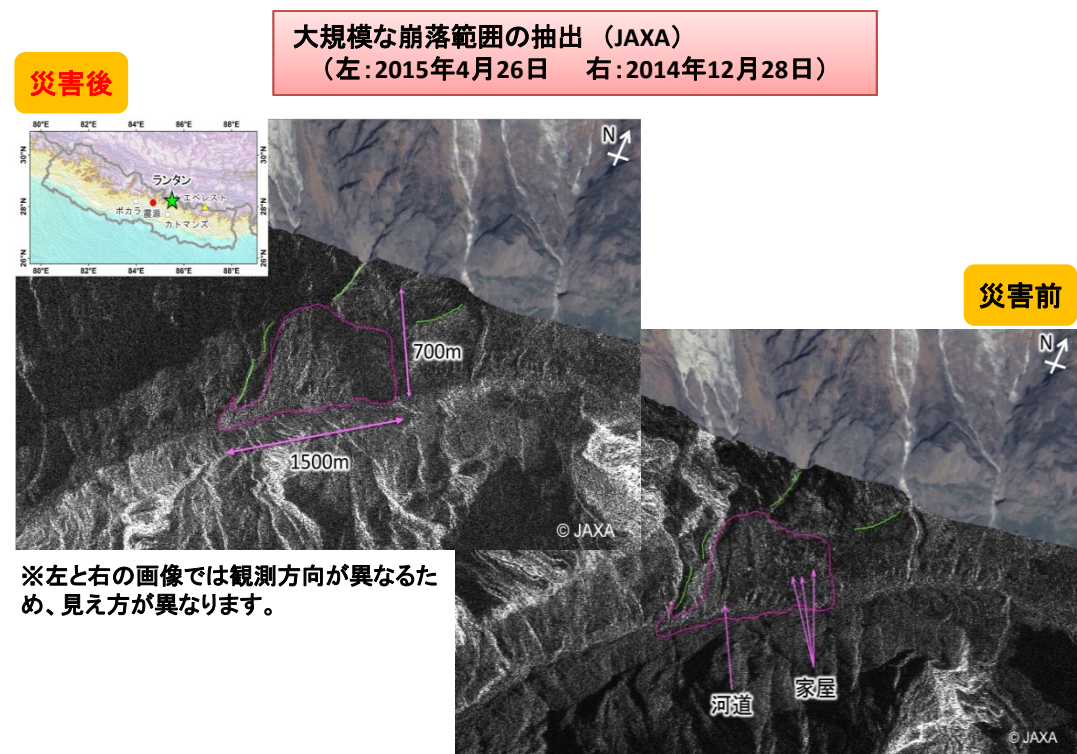
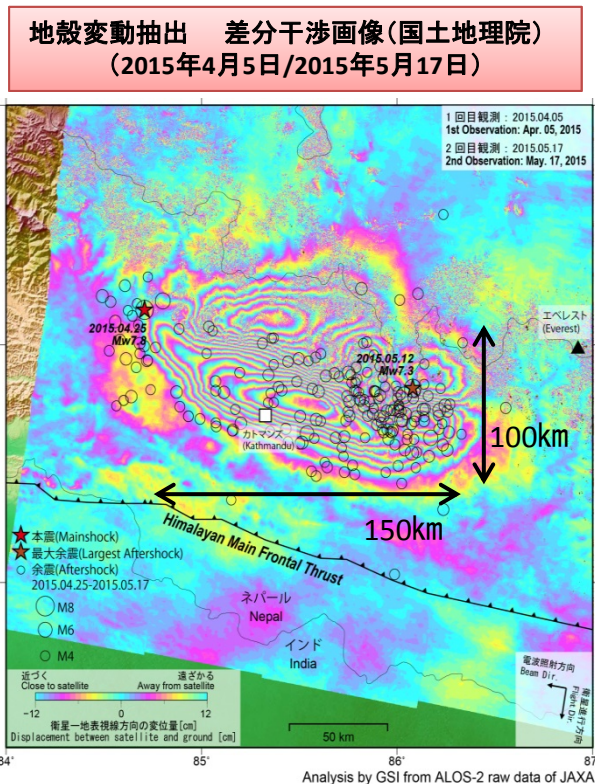


地殻変動抽出 差分干渉画像(国土地理院)  
図⑤(2015年6月18日/2015年7月2日)  
変動量:最大7cm程度



# ALOS-2緊急観測事例(ネパール地震)

2015年4月25日にネパールで発生した地震について、センチネル・アジアや国際災害チャータ等や地震WG（事務局：国土地理院）の緊急観測要請に基づき、4月26日以降ALOS-2による緊急観測を実施し、センチネル・アジアの枠組みでICIMOD（国際総合山岳開発センター）に提供した。地震WGによる解析結果は、国土地理院のHPで公表され、「平成27年5月14日の第276回地震調査委員会」で報告された。また、ALOS(だいち)データはネパール入りした日本赤十字社と現地支援組織に活動拠点へのアクセスルートの資料として活用された。



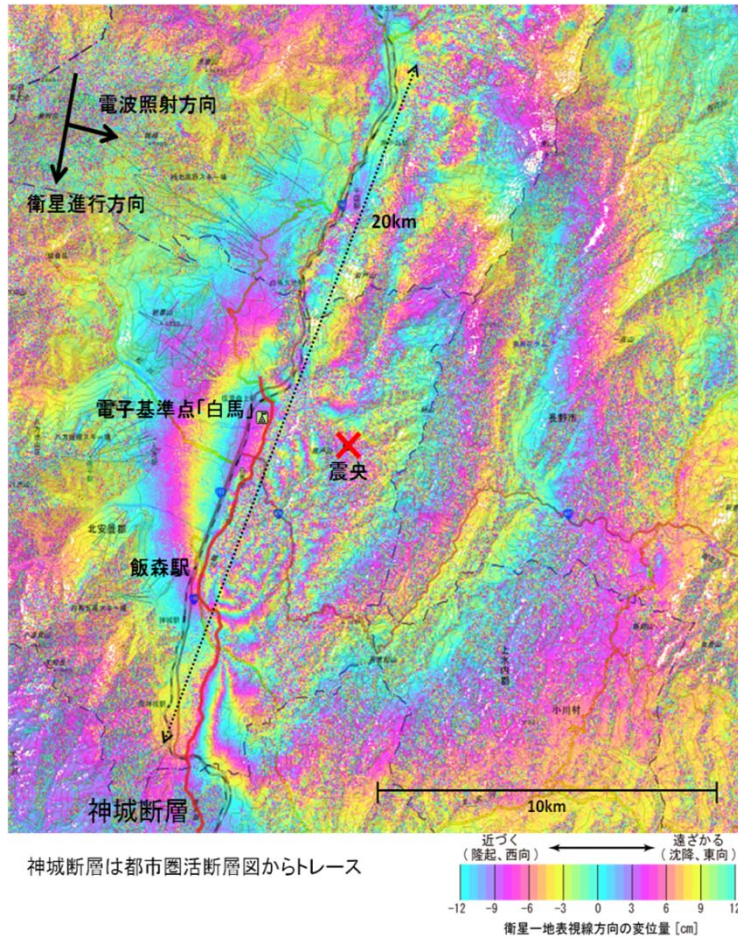
⇒ 20cm以上の地殻変動が見られる領域は、カトマンズ北東約20kmを中心として、東西150km程度、南北100km程度の範囲で、最大で約1.4m隆起していることが推測された。

⇒ ランタン村において雪崩または地すべりのような大規模な崩落が発生し、ALOS-2画像から幅約1500m、長さ約700mにわたる崩落による河床を覆っている状況が推測された。

# ALOS-2緊急観測事例(長野県北部地震)

地震前後の干渉解析結果に基づく、地表変形現地調査の実施 (国土地理院HPより抜粋)

差分干渉画像(国土地理院)  
(2014年10月2日/2014年11月27日)



地表変形現地調査(国土地理院)

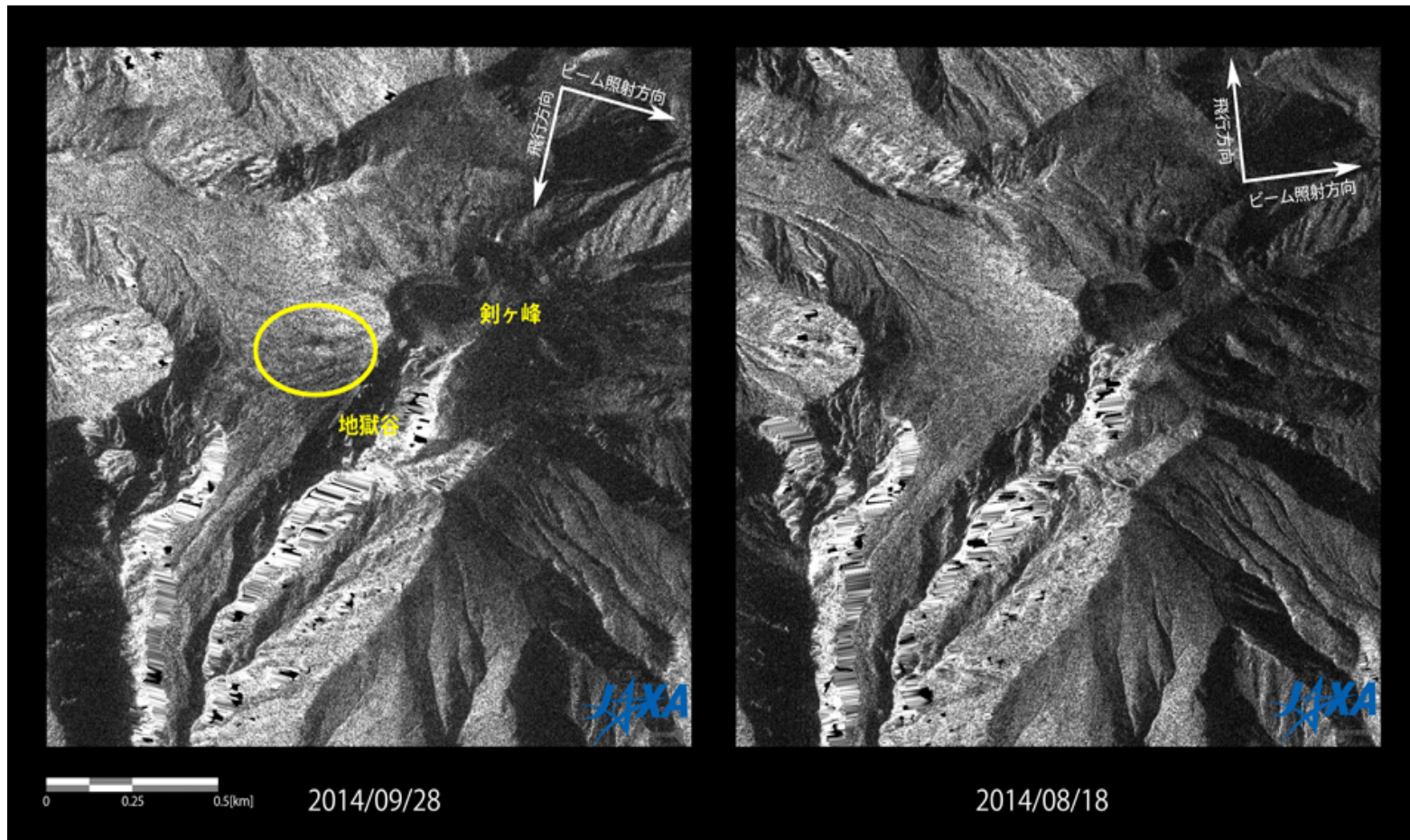


国土地理院が解析を行った「だいち2号」(ALOS-2)のSAR干渉画像の中には、衛星と地表間を結ぶ距離の変化を示す色が急激に変化する境界線が見られます。南部の白馬村では干渉領域と非干渉領域の境界線が都市圏活断層線と一致する箇所が多い一方、北部の小谷村では、干渉領域の中に色(干渉位相)の不連続線が見られます。この北部の小谷村内の位相不連続線の現地調査を2014年12月2日に実施し、2箇所地表変形を確認したので報告します。

# ALOS-2緊急観測事例(御嶽山噴火)

2014年9月27日に発生した御嶽山の噴火について、火山噴火予知連絡会(事務局:気象庁)及び内閣府(防災担当)からの要請により緊急観測を実施し、取得したデータを提供。

この対応は「平成26年(2014年)御嶽山噴火非常災害対策本部」で報告されたほか、噴火前後の「だいち2号」データを利用した差分干渉解析結果が火山噴火予知連絡会で報告された。

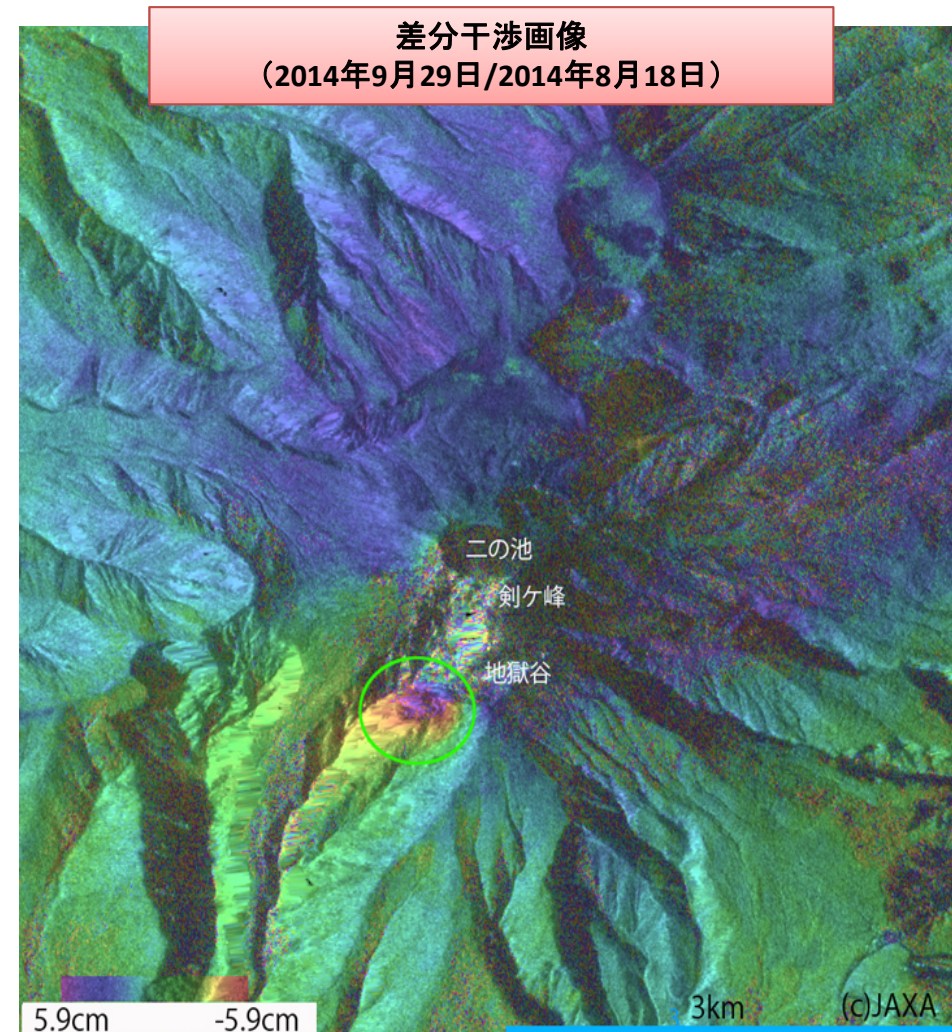
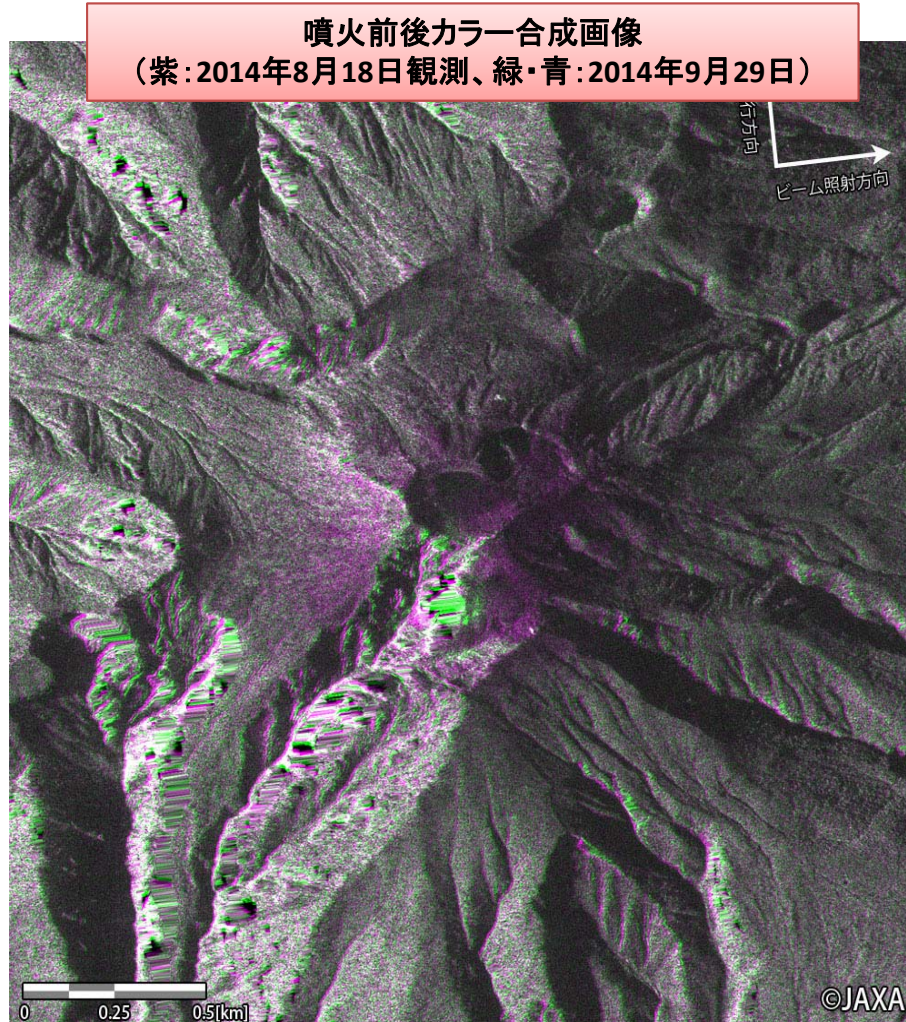


噴火後(2014年9月28日観測)

噴火前(2014年8月18日観測)

# ALOS-2緊急観測事例(御嶽山噴火)

噴火前後のALOS-2画像に基づく、高次プロダクト処理により、噴火前後の地表変化・変動を抽出



噴火前後カラー合成画像(左)は、変化したところは紫に色づけされており、衛星画像においても御嶽山山頂の火口周辺に降灰堆積が多く分布していることが推察される。

差分干渉画像(右)は、衛星と地表の距離の変化(地形の変化)を色で示したもの。地獄谷近傍の円内が黄色～赤色に変化しており、ここで衛星に近づく変化(西側へ地面の移動)があったものと思われる(最大約9cm)。