

おつ ほ よつ し
応募用紙

【個人用】

えいせい かだいめい
わたしの衛星データ課題名

西文島の火山活動の人工衛星(ランドサット)による観測

おうぼしやめい
応募者名

望月 達人

学年

高校2年

郵便番号
住所

E-MAIL

しどうしやめい
指導者名

見つけたこと

以下別紙参照

わかったこと

考えたこと

これからやって見たいこと

その他

※行が不足な場合はA4の紙に追加して下さい。

第4回衛星データ利用コンテスト

高校2年 望月達人

テーマ名：西之島の火山活動の人工衛星（ランドサット）による観測

1. 概要

人工衛星ランドサットから得られる面積、温度、植生という3つの西之島のデータから画像という形だけでなく、定量的に数値化を行い、人工衛星の可能性を探った。

2. 動機

2013年の11月頃に東京の南方約1,000kmに位置する小笠原諸島の一つ、西之島にて火山活動が見られた[1][2]。一方で、陸地から1000kmも離れた海上に存在するので通常の方法では長期的な観測は難しい[3]。なので、今回、衛星データから火山活動がどの程度分かるのかということ調べたいと思った。

3. 使用した衛星画像

今回使用した衛星データは次の表1のように使用した。

通し番号	画像名	年月日	衛星種類	センサー種類	温度センサー	分解能(m)		一画素の面積(km ²)		使用バンド
						可視光域	温度域	可視光域	温度域	
1	LM41050411986308HAJ00	1986/11/4	ランドサット4号	MSS	無	60	-	0.0036	-	1,2,3
2	LM51050411996008HAJ01	1996/1/8	ランドサット5号	MSS	無	60	-	0.0036	-	1,2,3
3	LM51050411996280HAJ00	1996/10/6	ランドサット5号	MSS	無	60	-	0.0036	-	1,2,3
4	LM51050411997218HAJ00	1997/8/6	ランドサット5号	MSS	無	60	-	0.0036	-	1,2,3
5	LM51050411998173HAJ00	1998/6/22	ランドサット5号	MSS	無	60	-	0.0036	-	1,2,3
6	p105r041_7t20000315_z54	2000/3/15	ランドサット7号	ETM+	有	28.5	57	0.0008	0.0032	1,2,3,4,6
7	LT51050412007230HAJ00	2007/8/18	ランドサット5号	TM	有	30	30	0.0009	0.0009	1,2,3,4,6
8	LC81050412013246LGN00	2013/9/3	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	2,3,4,5,10
9	LC81050412013358LGN00	2013/12/24	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	1,2,3,4,5,10
10	LC81050412014089LGN00	2014/3/30	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	1,2,3,4,5,10
11	LC81050412014185LGN00	2014/7/4	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	1,2,3,4,5,10
12	LC81050412014233LGN00	2014/8/21	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	2,3,4,5,10
13	LC81050412014281LGN00	2014/10/8	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	2,3,4,5,10
14	LC81050412014297LGN00	2014/10/24	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	2,3,4,5,10
15	LC81050412014329LGN00	2014/11/25	ランドサット8号	OLI,TIRS	有	30	30	0.0009	0.0009	2,3,4,5,10

表1 使用した衛星画像リスト

以降、衛星データは表1の通し番号で示す。

4. 使用したソフト名

- ・EISEI バージョン 0.2.5071 (画像の作成に利用)
- ・Microsoft Windows ペイント (画素(面積)の計測に利用)
- ・JTrim Version 1.53c (画素(面積)の計測に利用)

5. 手法

5-1. 画像処理

5-1-1. EISEIでの画像の処理手法 通常加工(トゥルー、ナチュラル、温度画像)

それぞれの画像データをEISEIによって処理を行った。温度センサーが付いていないデータ(1~5)に関してはナチュラルカラー画像と植生計算画像を作成する。温度センサーが付いているデータ(6~15)に関してはナチュラルカラー画像と植生計算画像に加えトゥルーカラー画像と温度分布画像を作成する。使用するバンドに関してはそれぞれのセンサーの波長[表2]を考慮して、対応させる[表3]。

5-1-2. EISEIでの画像の処理手法 時間別加工

今回、時間とともに変化する火山を視覚的にとらえるためにEISEIの色合成機能を利用して撮影された日付の異なる同じバンドのデータで加工する。

センサー名	MSS Bands				TM Bands	ETM+ Bands	OLI Bands	TIRS Bands	AVNIR-2						
	MSS Bands(L1-L3)		MSS Bands(L4-L5)												
分解能	68 m X 83 m (commonly resampled to 57 m, or 60 m)				30 m (120 m - thermal)	30 m (60 m - thermal, 15-m pan)	30 m (15-m pan)	100 m	10 m (直下)						
バンド数	4, 5 (Landsat 3 only)				7	8	9	2	4						
衛星名	ランドサット1~5				ランドサット4,5	ランドサット7	ランドサット8		だいち						
バンドナンバー	最小波長(μm)	最大波長(μm)	最小波長(μm)	最大波長(μm)	最小波長(μm)	最大波長(μm)	最小波長(μm)	最大波長(μm)	最小波長(μm)	最大波長(μm)	電磁波の波長と種類				
											min	max			
1					0.45	0.52	0.45	0.515	0.433	0.453			紫外線		0.38
2			0.52	0.6	0.52	0.6	0.525	0.605	0.45	0.515			紫	0.38	0.43
3			0.63	0.69	0.63	0.69	0.63	0.69	0.525	0.6			青	0.43	0.49
4	0.5	0.6	0.76	0.9	0.76	0.9	0.75	0.9	0.63	0.68			緑	0.49	0.55
5	0.6	0.7			1.55	1.75	1.55	1.75	0.845	0.885			黄	0.55	0.59
6	0.7	0.8	2.08	2.35	10.4	12.5	10.4	12.5	1.56	1.66			オレンジ	0.59	0.64
7	0.8	1.1			2.08	2.35	2.09	2.35	2.1	2.3			赤	0.64	0.77
8	10.41	12.6					0.52	0.9	0.5	0.68			赤外線A	0.77	1.4
9									1.36	1.39			赤外線B	1.4	3
10											10.6	11.2	赤外線C	3	
11											11.5	12.5			
1					青	緑	青	緑	青	青			紫	緑	
2			緑	オレンジ	緑	オレンジ	緑	オレンジ	青	緑			緑	オレンジ	
3			オレンジ	赤	オレンジ	赤	オレンジ	赤	緑	オレンジ			オレンジ	赤	
4	緑	オレンジ	赤	赤外線A	赤	赤外線A	赤	赤外線A	オレンジ	赤			赤	赤外線A	
5	オレンジ	赤			赤外線B	赤外線B	赤外線B	赤外線B	赤外線A	赤外線A					
6	赤	赤外線A	赤外線B	赤外線B	赤外線C	赤外線C	赤外線C	赤外線C	赤外線B	赤外線B					
7	赤外線A	赤外線A			赤外線B	赤外線B	赤外線B	赤外線B	赤外線B	赤外線B					
8	赤外線C	赤外線C					緑	赤外線A	緑	赤					
9									赤外線A	赤外線A					
10											赤外線C	赤外線C			
11											赤外線C	赤外線C			

表2 人工衛星(ランドサットとだいち)のセンサーのバンドと波長 [4][5]

通し番号	衛星種類	センサー種類	温度センサー	使用バンド								
				トゥルーカラー			温度	ナチュラルカラー			植生計算	
				青	緑	赤		青	緑	赤	A	B
1~5	ランドサット4,5	MSS	無	-	-	-	-	1	3	2	3	2
6	ランドサット7	ETM+	有	1	2	3	6	2	4	3	4	3
7	ランドサット5	TM	有	1	2	3	6	2	4	3	4	3
8~15	ランドサット8	OLI,TIRS	有	2	3	4	10	3	5	4	5	4

表3 衛星データ EISEI での加工手法

5-2. 面積計測

5-2-1. 島面積

作成したトゥルーカラー画像やナチュラルカラー画像からペイントを用いて見た目で島の陸地を抽出する。次に JTrim を用いて輝度の画素数から島の陸地の画素数を出す。分解能から一画素あたりの面積が分かるので、そこから島面積を算出する。

※注 今回のデータは一時的にできた新島との境があいまいで、さらにすぐに西之島と合体したため面積は西之島と新島の面積とする。

5-2-2. 温度別面積

EISEI を用いて温度のデータを 40.00℃~90.00℃(ランドサット 8 のみ、それ以外は約 40℃~約 60℃)まで 10℃ごとの色分け画像を作成する。その画像から JTrim を用いて輝度の画素数から温度の画素数を出し、温度別の面積を算出する。これは基本的に気温や地面の温度が 40℃を超えることはないのでもし超えていれば、火山活動の影響が考えられる。

5-2-3. 植生面積

EISEI の植生指数計算を用いて植生指数が一定の閾値より大きな範囲の面積を JTrim を用いて輝度

の画素数から算出する。今回、閾値は衛星データでの最小値である 0.004 とした。

6. 結果

1 の衛星データに関しては西之島が確認できなかった【図 1】。15 の衛星データに関しては西之島からの噴煙が多く陸地がほとんど確認できなかった【図 2】。そのため、1 と 15 は面積計測の候補から外した。また、今回は注目される画像のみをピックアップしている。

陸地は北東部に西之島と同サイズの島が繋がったような形になり【図 8】、それが拡大し、西之島を包み込むように拡大していった【図 19】。

温度分布に関しては、火山活動以前は温度が 40℃以上の地点は全くないが【図 6】、活動後は島の様々な部分に部分的に高温部があった【図 8、図 10、図 12、図 14、図 16、図 18】。

島周辺の特に東岸や北岸で火山活動の影響と思われる海水変色が見られた【図 10、図 14】。

植生に関してはもともと島の中西部に多く見られた【図 4、図 5、図 7】。最初の火山活動が南東部で起きた影響か火山活動初期には植生は見られた【図 9、図 11、図 13、図 15】。しかし、最終的には植生は見られなかった【図 17】。

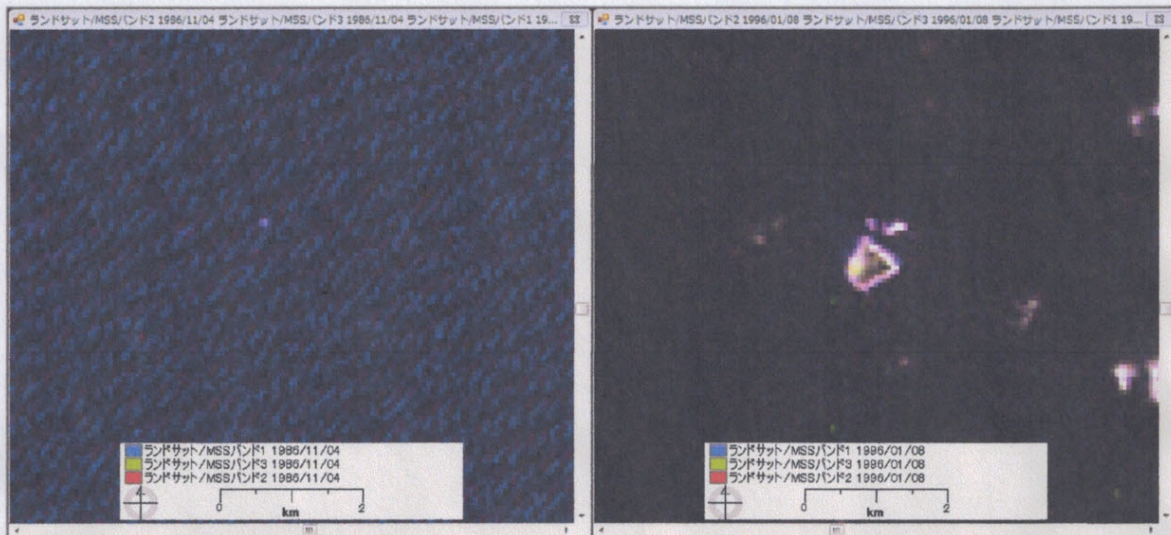


図 1 1 と 2 のナチュラルカラー画像比較

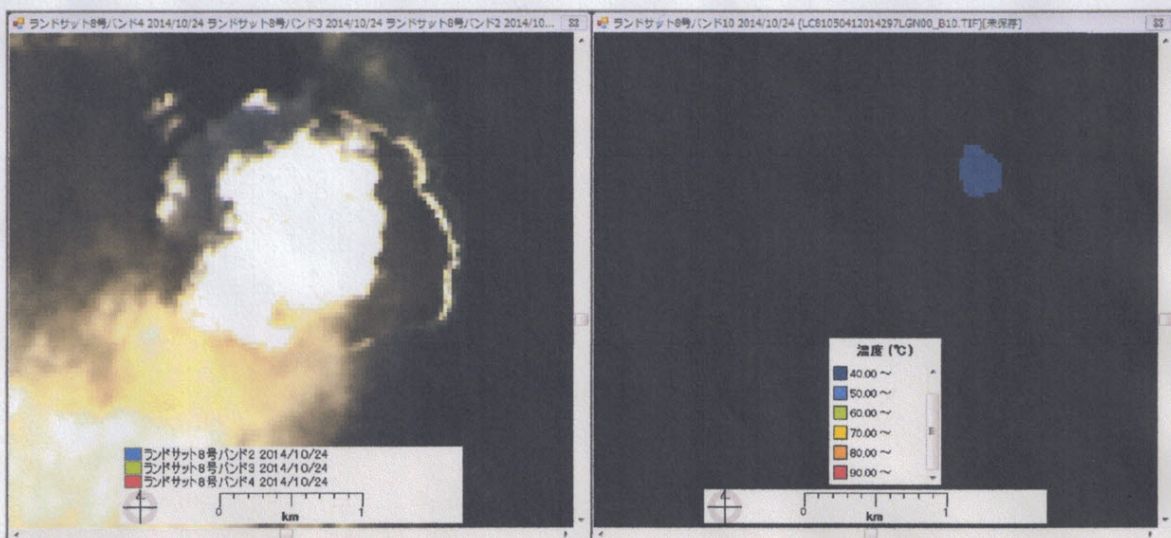


図 2 15 のトゥルーカラー画像と温度分布画像

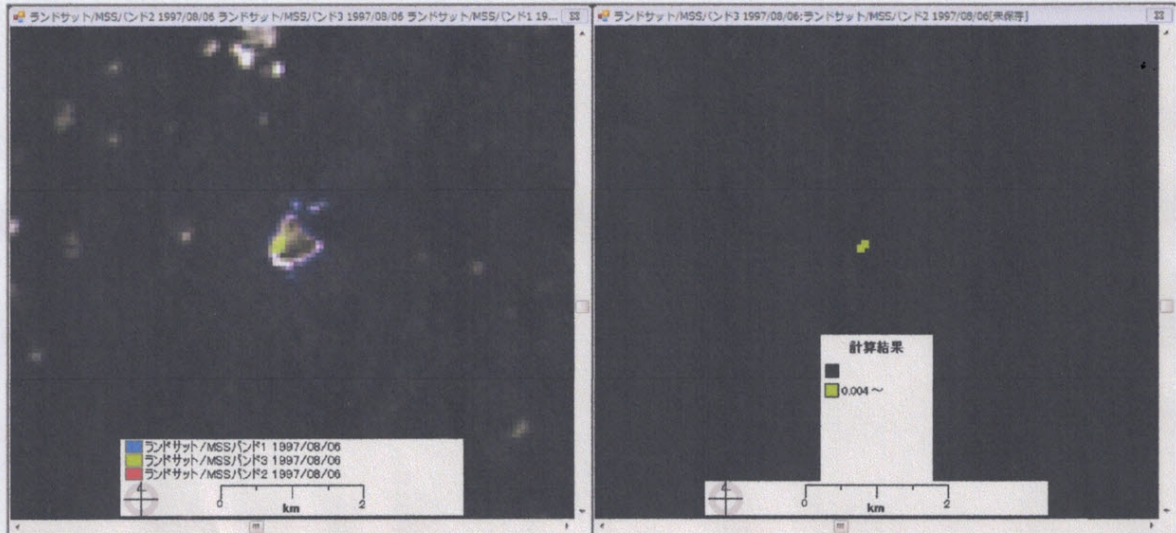


図4 4のナチュラル画像と植生画像

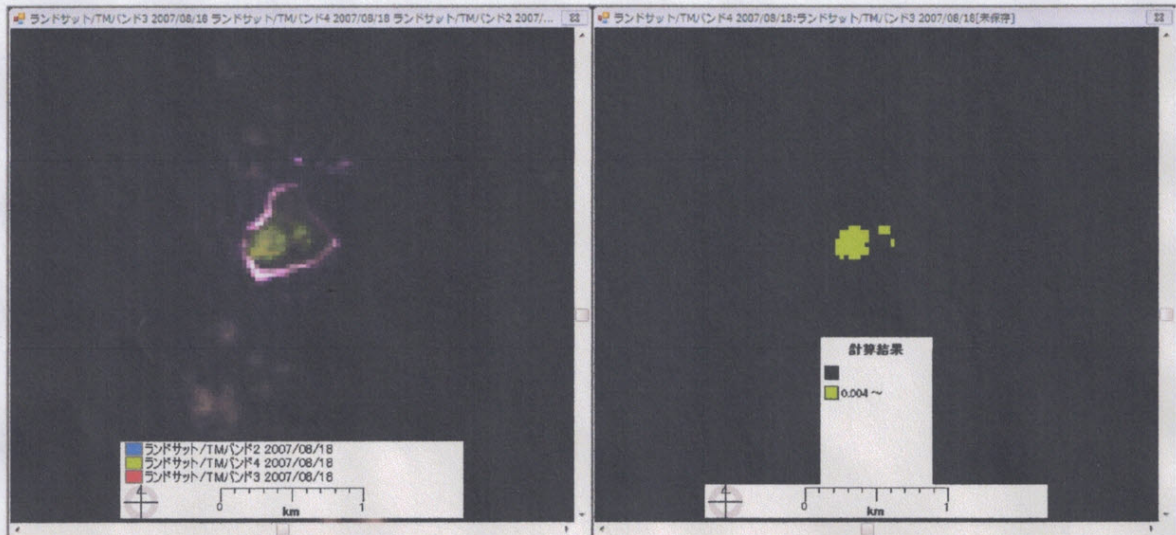


図5 7のナチュラル画像と植生画像

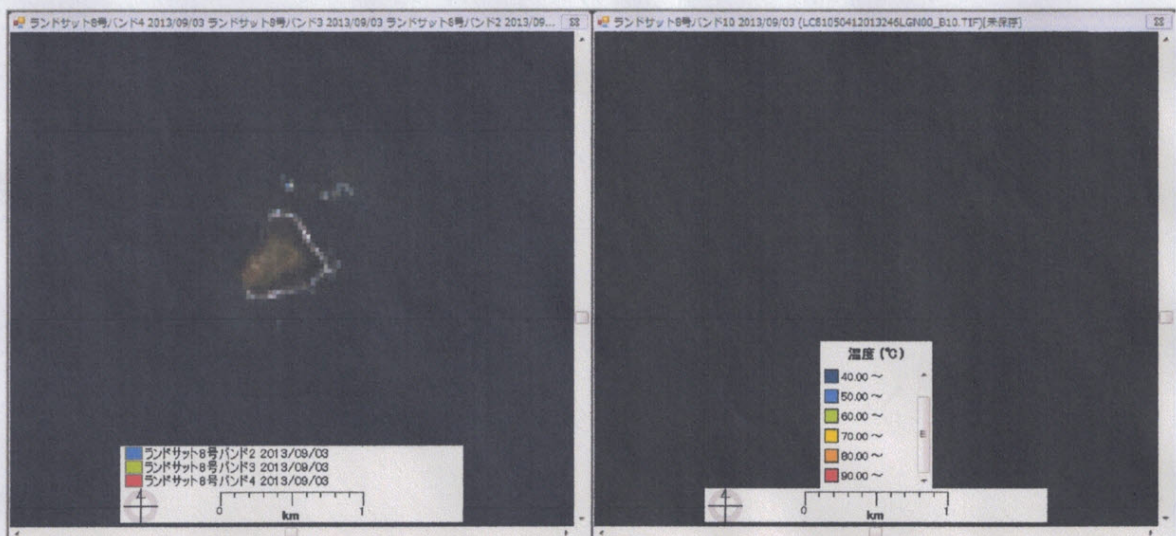


図6 8のトゥルー画像と温度分布画像

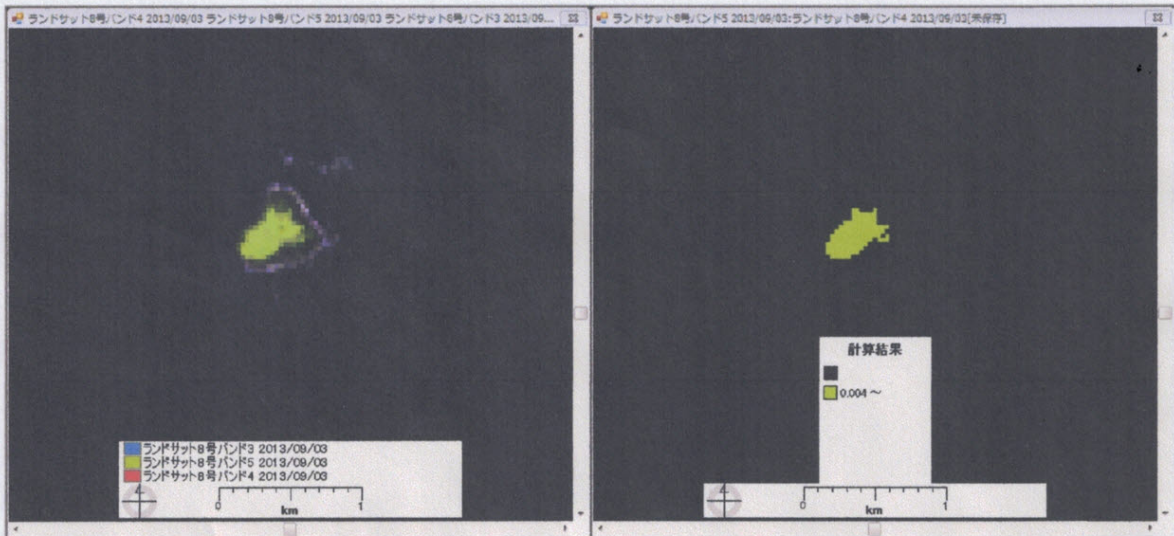


図7 8のナチュラル画像と植生画像

以上 火山活動前

以下 火山活動後

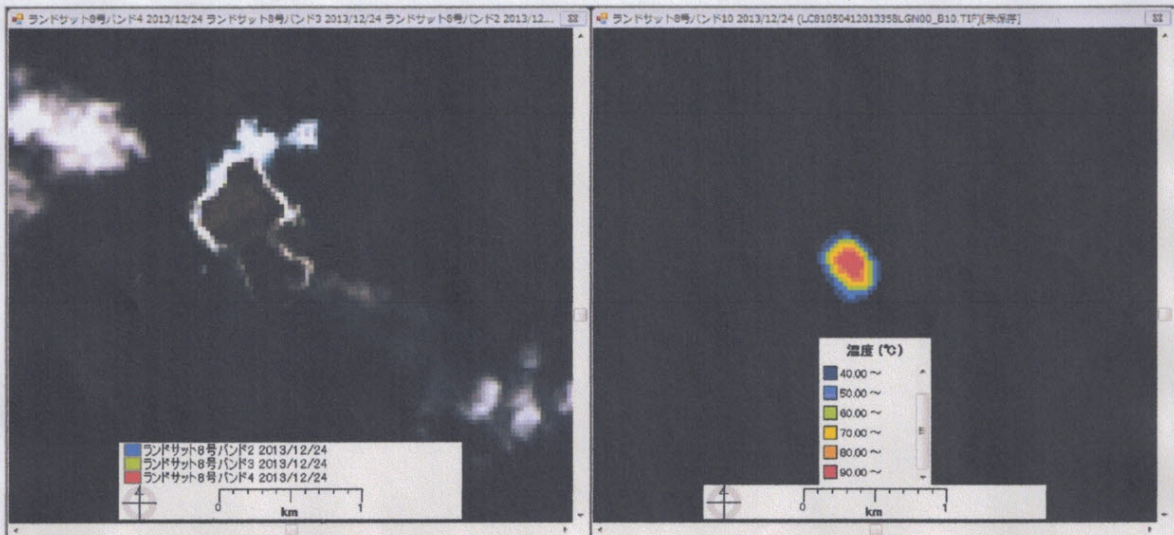


図8 9のトゥルー画像と温度分布画像

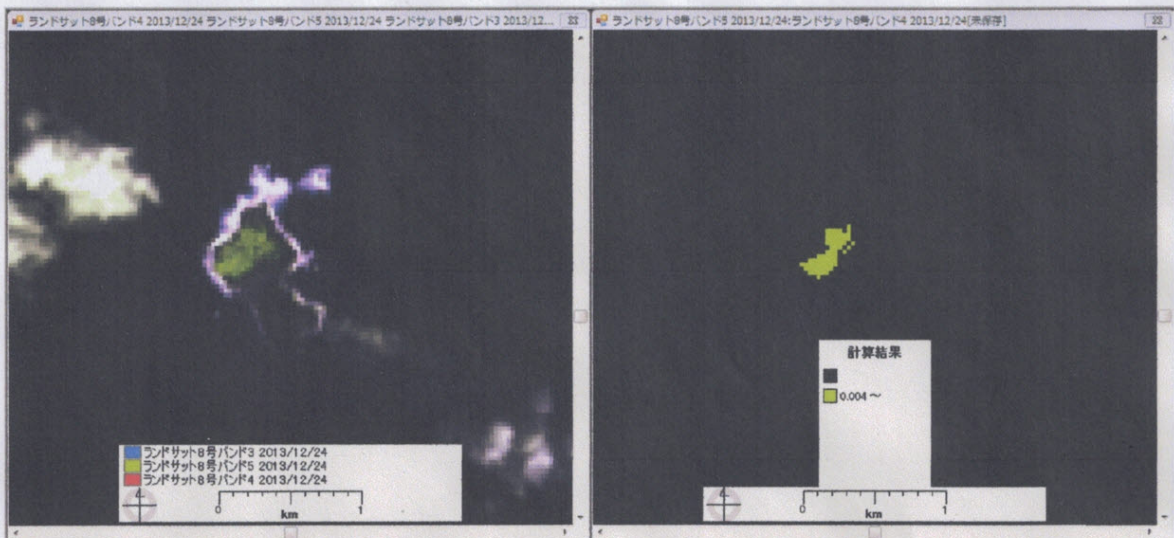


図9 9のナチュラル画像と植生画像

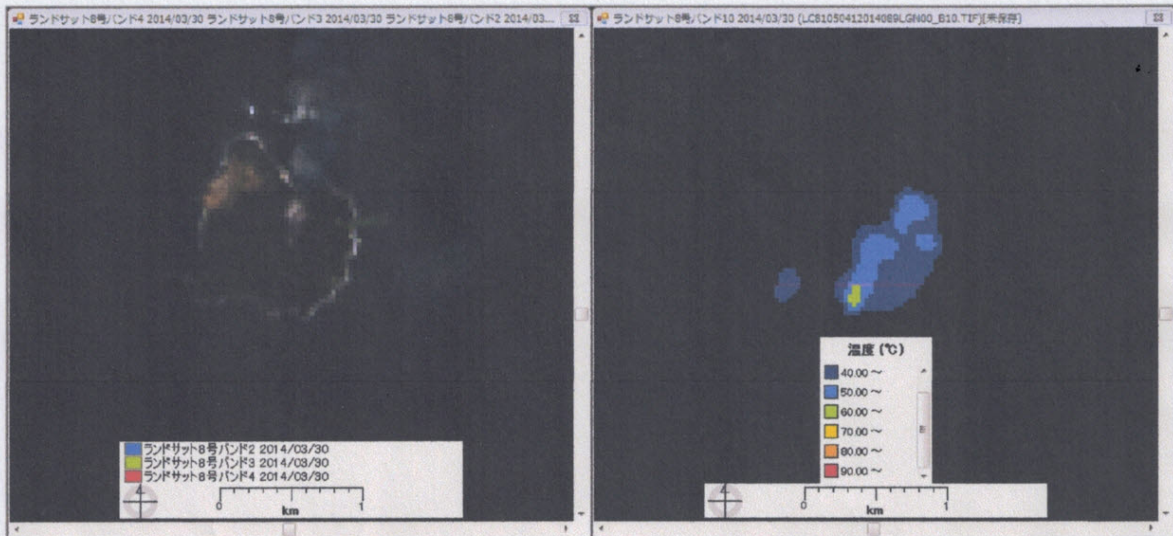


図 10 10 のトゥルー画像と温度分布画像

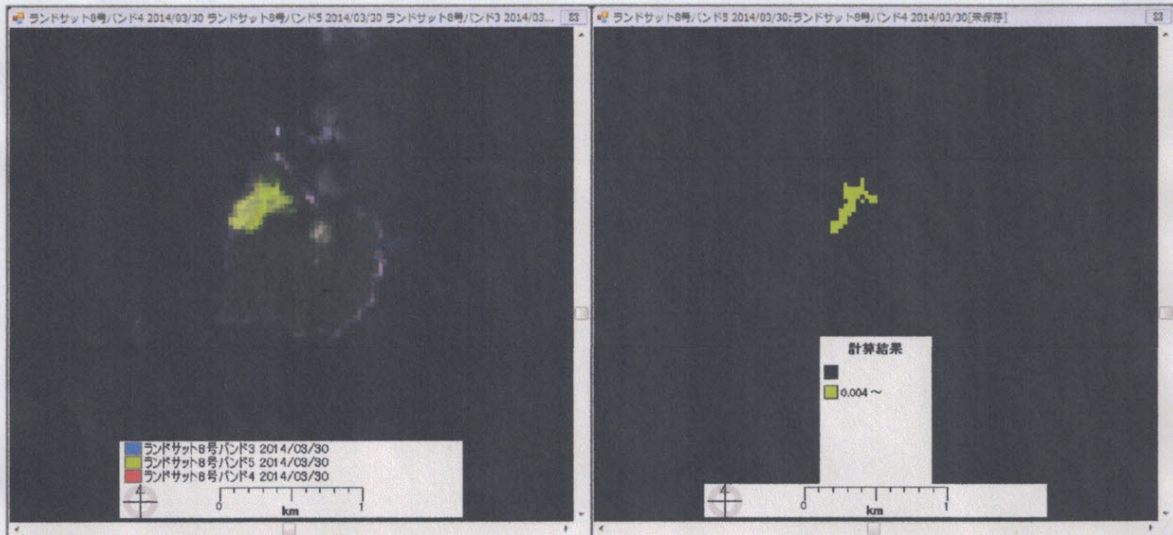


図 11 10 のナチュラル画像と植生画像

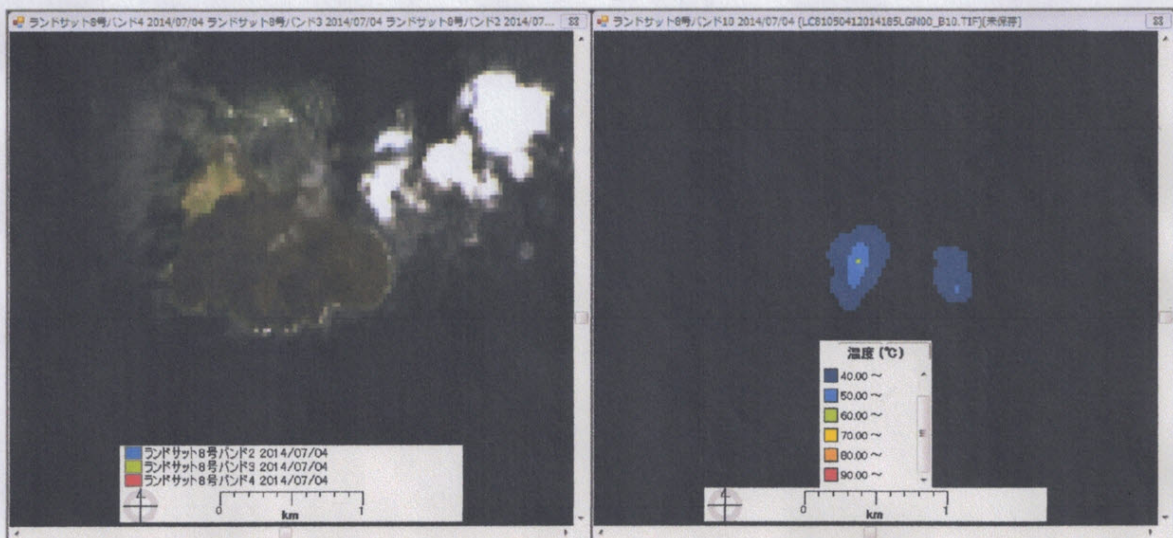


図 12 11 のトゥルー画像と温度分布画像

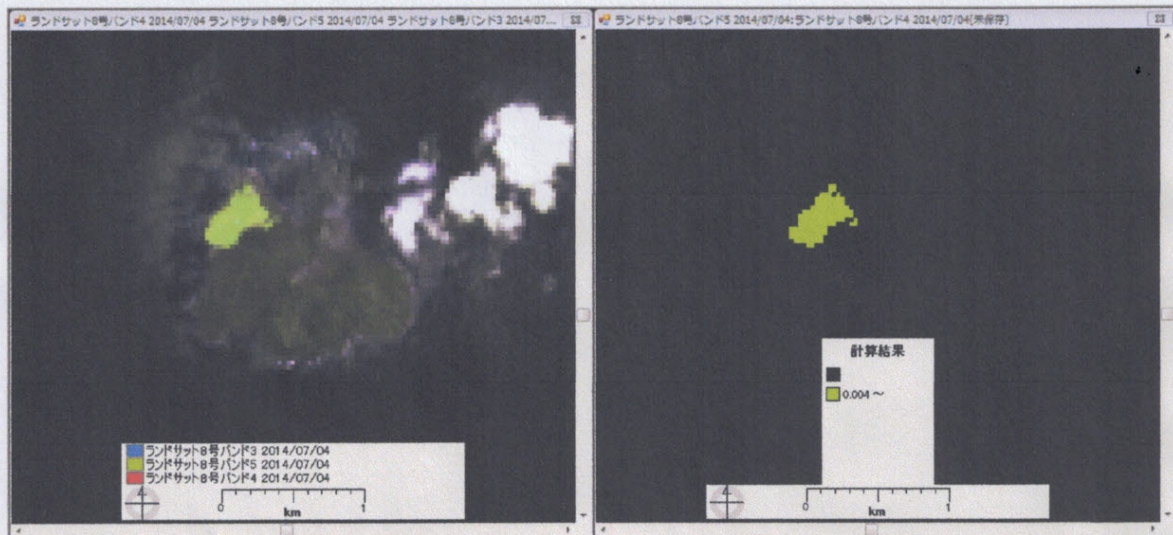


図 13 11 のナチュラル画像と植生画像

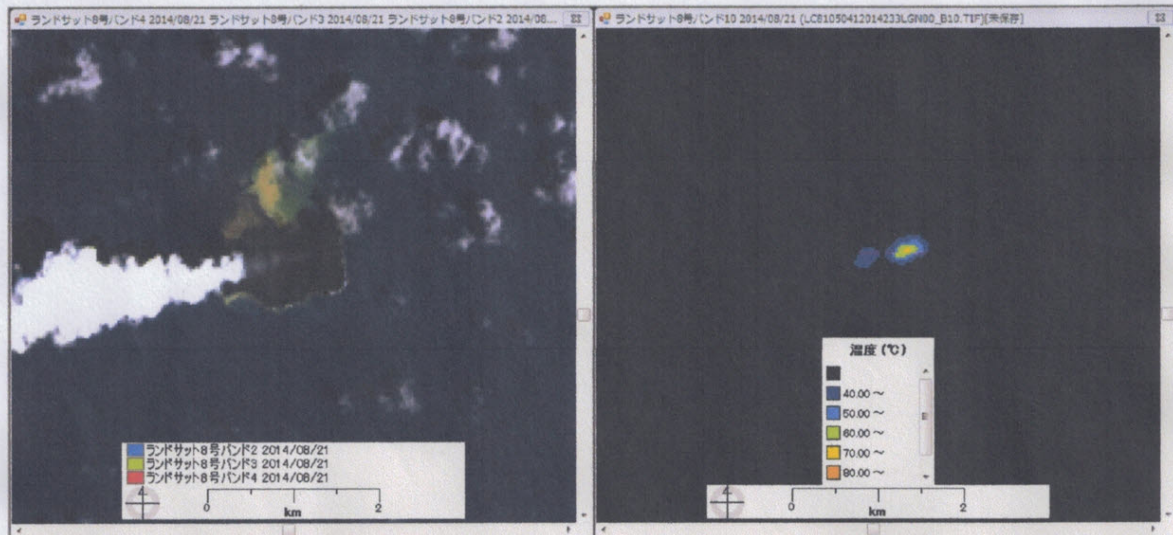


図 14 12 のトゥルー画像と温度分布画像

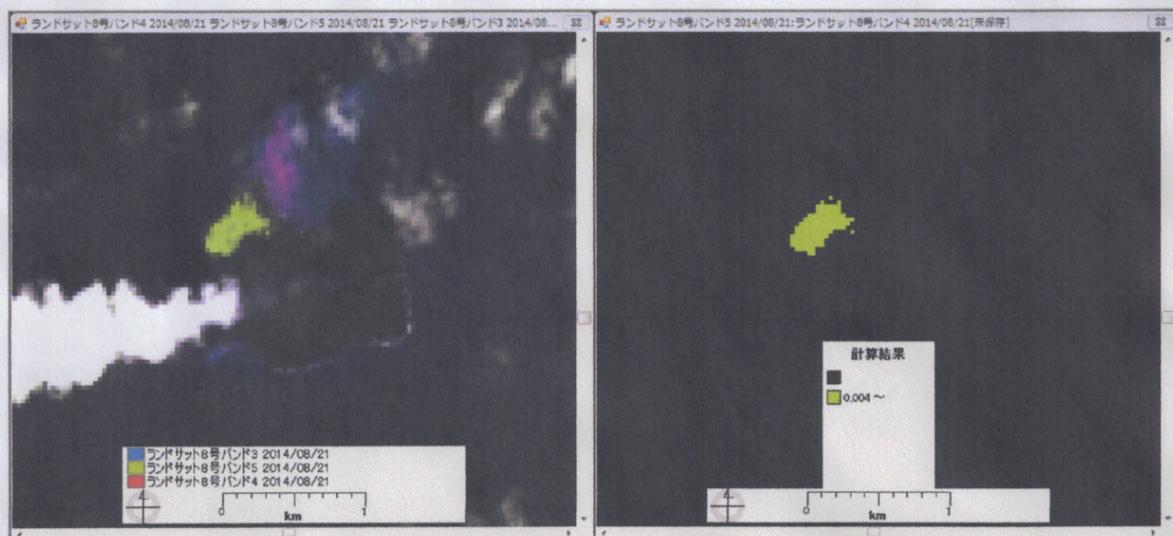


図 15 12 のナチュラル画像と植生画像

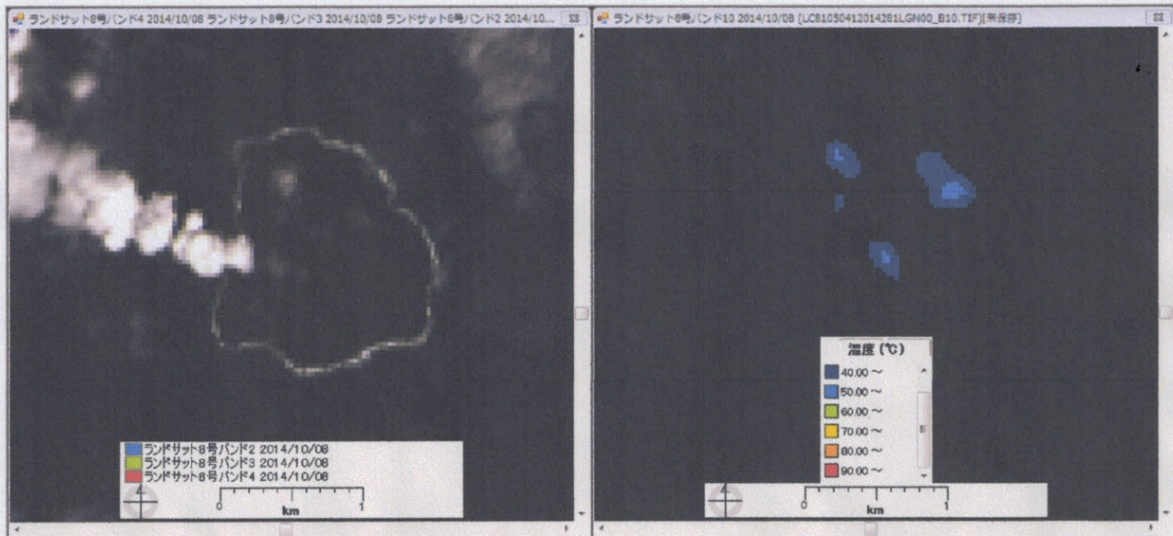


図 16 13 のトゥルー画像と温度分布画像

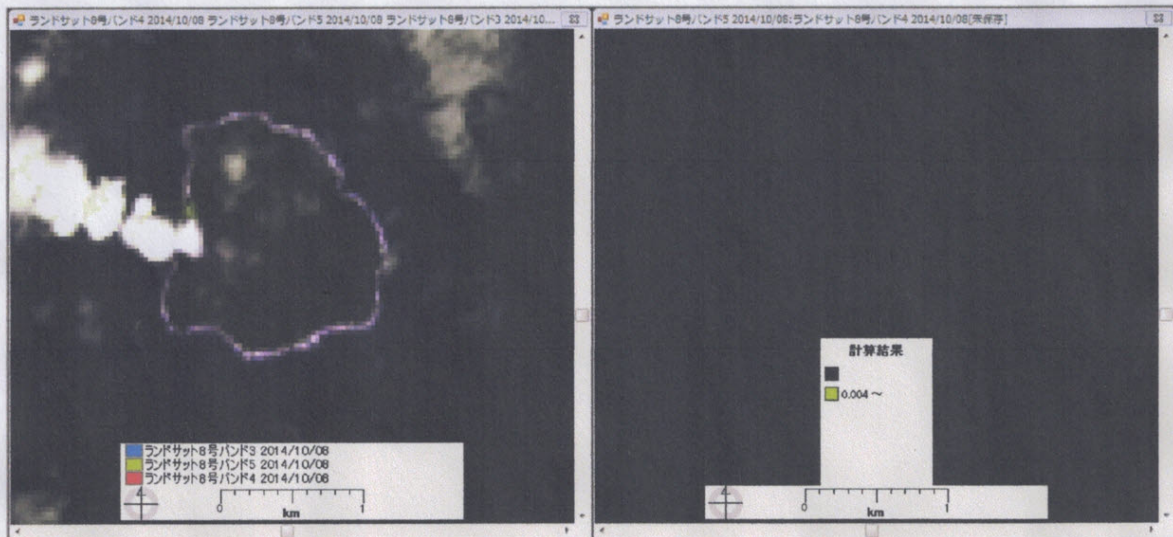


図 17 13 のナチュラル画像と植生画像

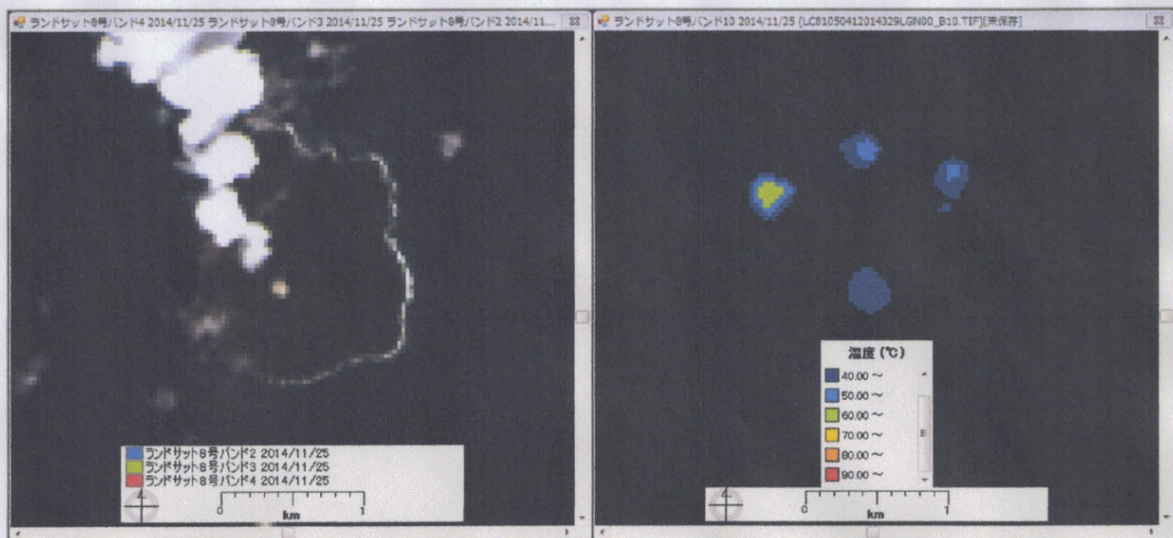


図 18 16 のトゥルー画像と温度分布画像

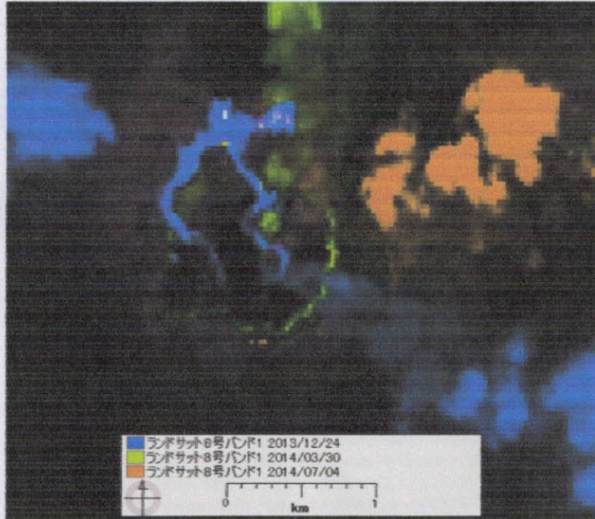
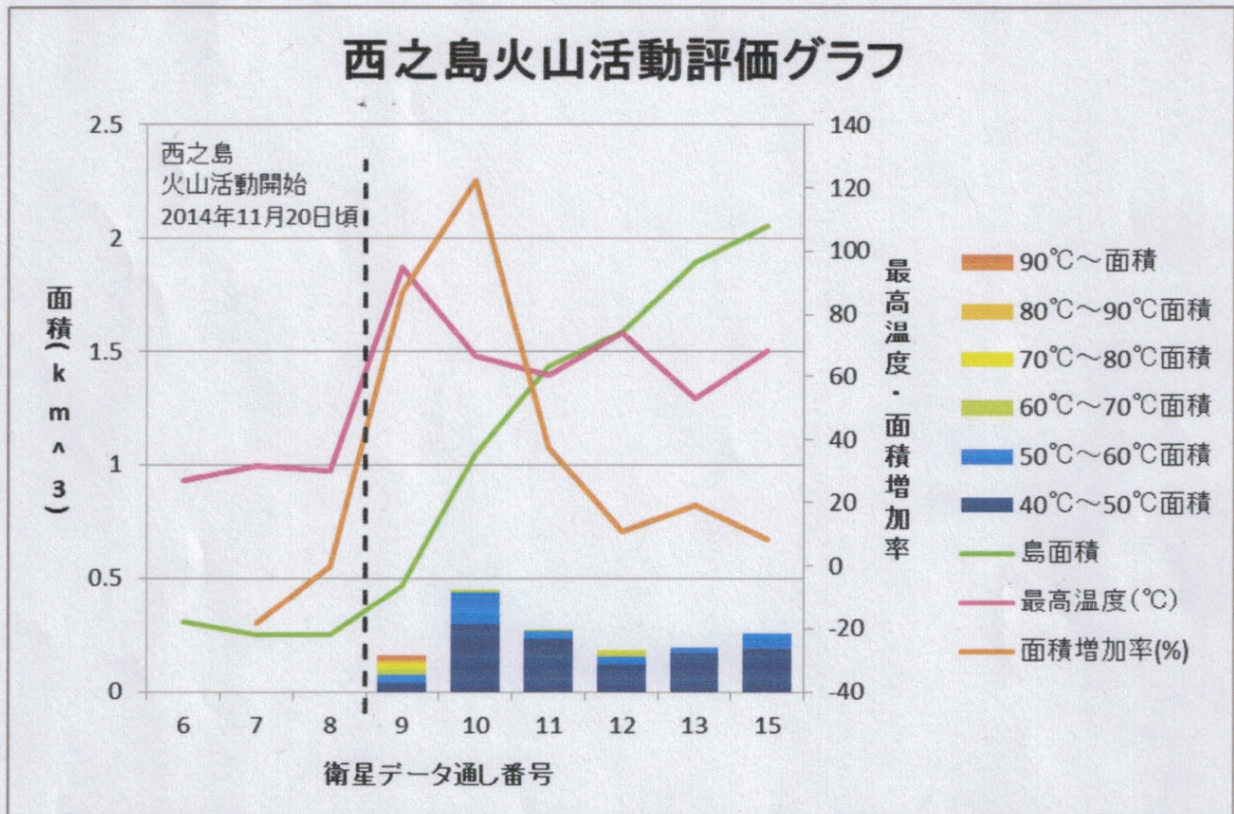


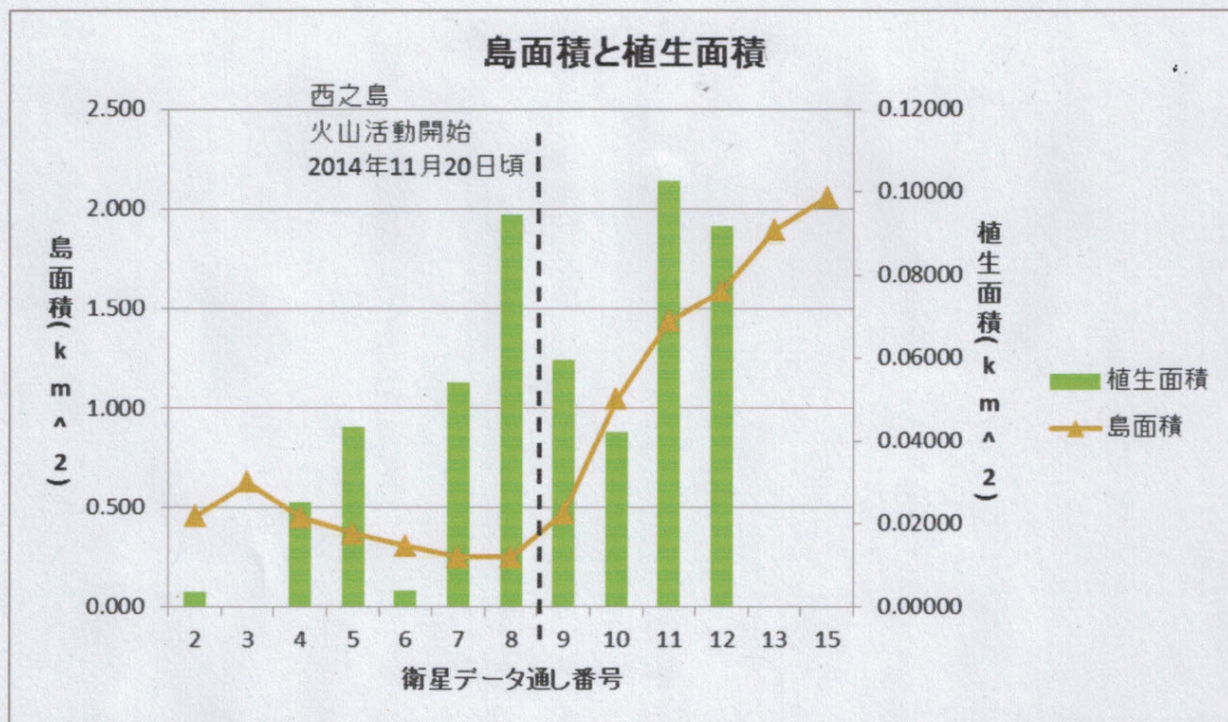
図 19 9,10,11 のバンド 1 の重ね合わせ画像

7. 分析

島面積、温度別面積、最高温度、面積増加率の画像別の値をグラフ 1 に載せた。また、島面積と植生面積の画像別の値をグラフ 2 に載せた。詳細データは 12. 付録 を参照。



グラフ 1 西之島火山活動評価



グラフ 2 島面積と植生面積

8. 考察

8-1. 温度変化

火山活動後、最高温度は火山活動直後にピークを迎えるが、40℃以上のやや高温の面積はしばらくしてピークを迎えた[グラフ 1]。これは噴火口から出た溶岩などが広がって冷めていったと考えられる。

8-2. 島面積変化

火山活動前は島の面積が徐々に少なくなっている。これは海の浸食作用によるものも考えられるが、1～7の画像は分解能が大きく、データとしては誤差が大きくなっている可能性も考えられる。また、火山噴火後は急激に面積が増加しているため火山活動が活発であるといえる。

8-3. 植生面積

植生は季節の影響が頻繁に変化しているため火山活動による影響が分かりにくいですが、13と14では植生がまったくなくなっているため、これは火山活動による影響であると考えられる[グラフ 2]。また、1～7の画像は分解能が大きく、データとしては誤差が大きくなっていると考えられる。

8-4. 総合考察

これらのことから、まとめると火山活動により溶岩が流れだし、一部が高温になる。流れた溶岩は広がり、やがては冷え、島面積の拡大へとつながる。その冷える過程でやや高温の広い面積が見える。さらに植物などが生えていた部分にも溶岩が達して植生が見られなくなった。といった西之島の火山活動の一連の流れが見えたと考えられる。

9. まとめ

今回、衛星データを活用することで面積、温度、植生という3つの側面で西之島の火山活動の様子をとらえることができた。

10. 展望

今後、火山活動が終了するとまた植生が復活する可能性があるため、それも調査してみたいと思う。

また、さらに他の様々な形式の火山噴火を衛星データから分析することで火山噴火予測などもできたらいいと思う。

11. 参考資料

[1] http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/326_Nishinoshima/326_index.html

気象庁、全国の活火山の活動履歴等、西之島、2015/1/27 閲覧

[2] <http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/volmonita/volmonita.html>

気象庁 各種の火山観測（常時観測・機動観測）、2015/1/28 閲覧

[3] https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/nishinoshima/index.html

詳細火山データ集 西之島火山、2015/1/28 閲覧

[4] <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=3231>

NASA The Worldwide Reference System Landsat、2015/1/20 閲覧

[5] <http://www.satnavi.jaxa.jp/project/alos/gaiyo.html>

JAXA 第一衛星利用ミッション本部、だいち(ALOS)概要、2015/1/20 閲覧

12. 付録 ～詳細データ～

通し 番号	40°C～ 50°C面積 (km ²)	50°C～ 60°C面積 (m ²)	60°C～ 70°C面積 (km ²)	70°C～ 80°C面積 (m ²)	80°C～ 90°C面積 (km ²)	90°C～面 積(m ²)	最高温度 (°C)	島面積 (km ²)	島面積増 加率(%)
6	-	-	-	-	-	-	26.86	0.308	
7	-	-	-	-	-	-	31.62	0.252	-18.1
8	-	-	-	-	-	-	30.22	0.251	-0.357
9	0.0414	0.0315	0.0261	0.0252	0.0153	0.0216	94.88	0.470	87.1
10	0.295	0.146	0.00990	-	-	-	66.45	1.04	122
11	0.232	0.0369	0.000900	-	-	-	60.33	1.44	37.4
12	0.1224	0.0315	0.0234	0.0045	-	-	73.75	1.59	10.7
13	0.171	0.0243	-	-	-	-	53.12	1.89	19.1
15	0.1863	0.0729	-	-	-	-	67.97	2.06	8.56

表5 衛星画像別温度面積と最高温度と面積

通し 番号	島面積 画素数	島面積 (km ²)	植生面積 画素数	植生面積 (km ²)
2	126	0.454	1	0.00360
3	174	0.626	0	0
4	125	0.450	7	0.0252
5	103	0.371	12	0.0432
6	379	0.308	5	0.00406
7	280	0.252	60	0.0540
8	279	0.251	105	0.0945
9	522	0.470	66	0.0594
10	1161	1.04	47	0.0423
11	1595	1.44	114	0.103
12	1766	1.59	102	0.0918
13	2104	1.89	0	0
15	2284	2.06	0	0

表6 衛星画像別島面積と植生面積