



衛星搭載型赤外線センサによる 火山観測

Volcano observation using space borne infrared sensors

産総研地質調査総合センター 浦井 稔

Minoru Urai, Geological Survey of Japan,
AIST

urai-minoru@aist.go.jp

内容



- はじめに
 - 衛星搭載型赤外線センサの位置づけ
 - 現在、利用可能な衛星搭載型赤外線センサ
 - 観測頻度・観測幅と空間分解能の関係
- 衛星搭載型赤外線センサで観測可能な火山活動
 - 熱異常の検出
 - 噴煙高度の推定
 - SO₂放出量の推定
 - 火山灰の検出
- まとめ

はじめに



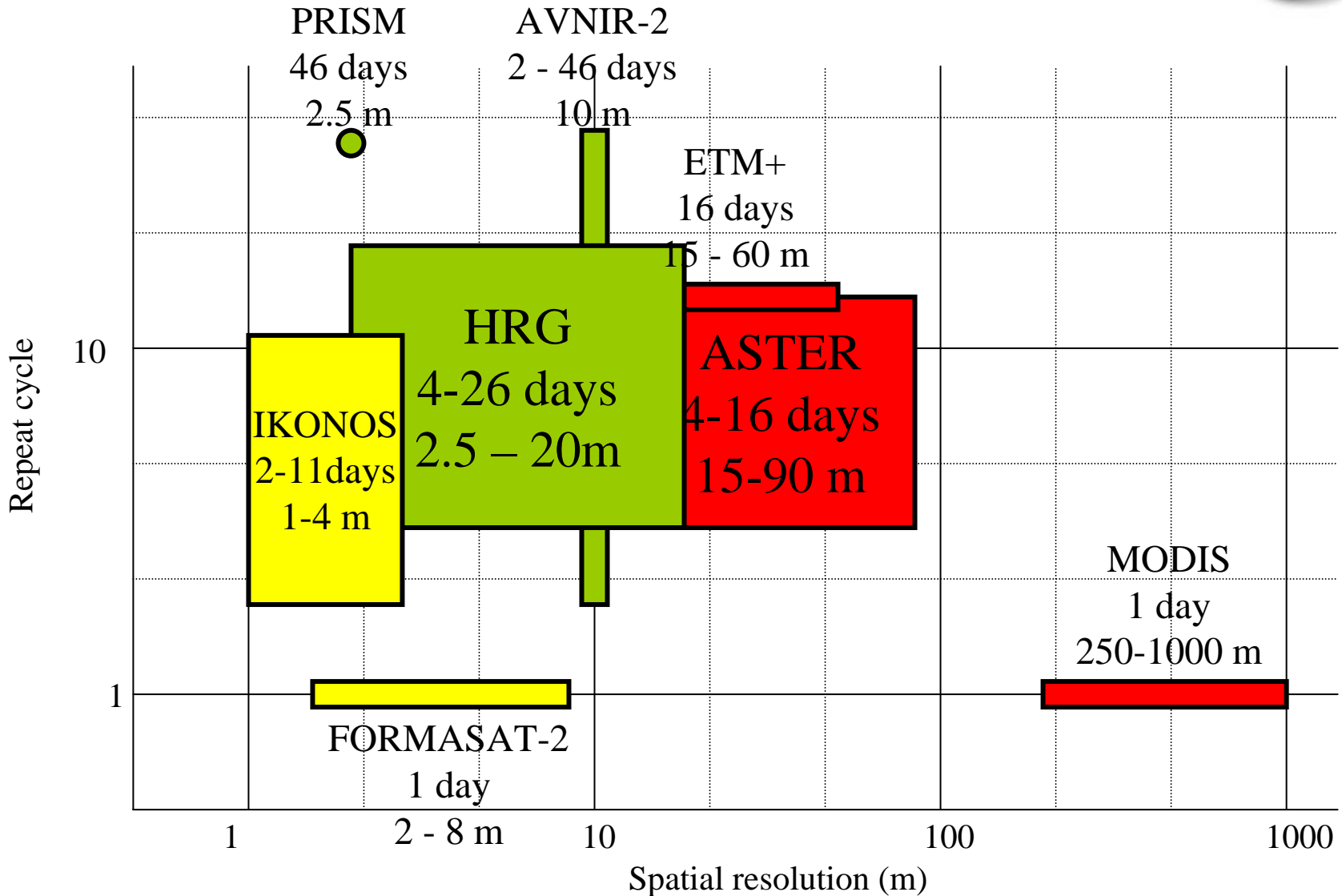
- 火山観測におけるリモートセンシングの役割
 - 火山観測の一つの手法
 - 特徴
 - 利点：広域的・周期的・定量的
 - 欠点：観測対象が大気中および火山表面に制限
- 観測できる火山活動(波長別)
 - 紫外域
 - SO₂
 - 可視
 - 地形・地質判読、噴煙、DEM、変色海水など
 - 赤外
 - 熱異常、噴煙高度、火山灰、SO₂など
 - マイクロ波
 - 地殻変動など

はじめに



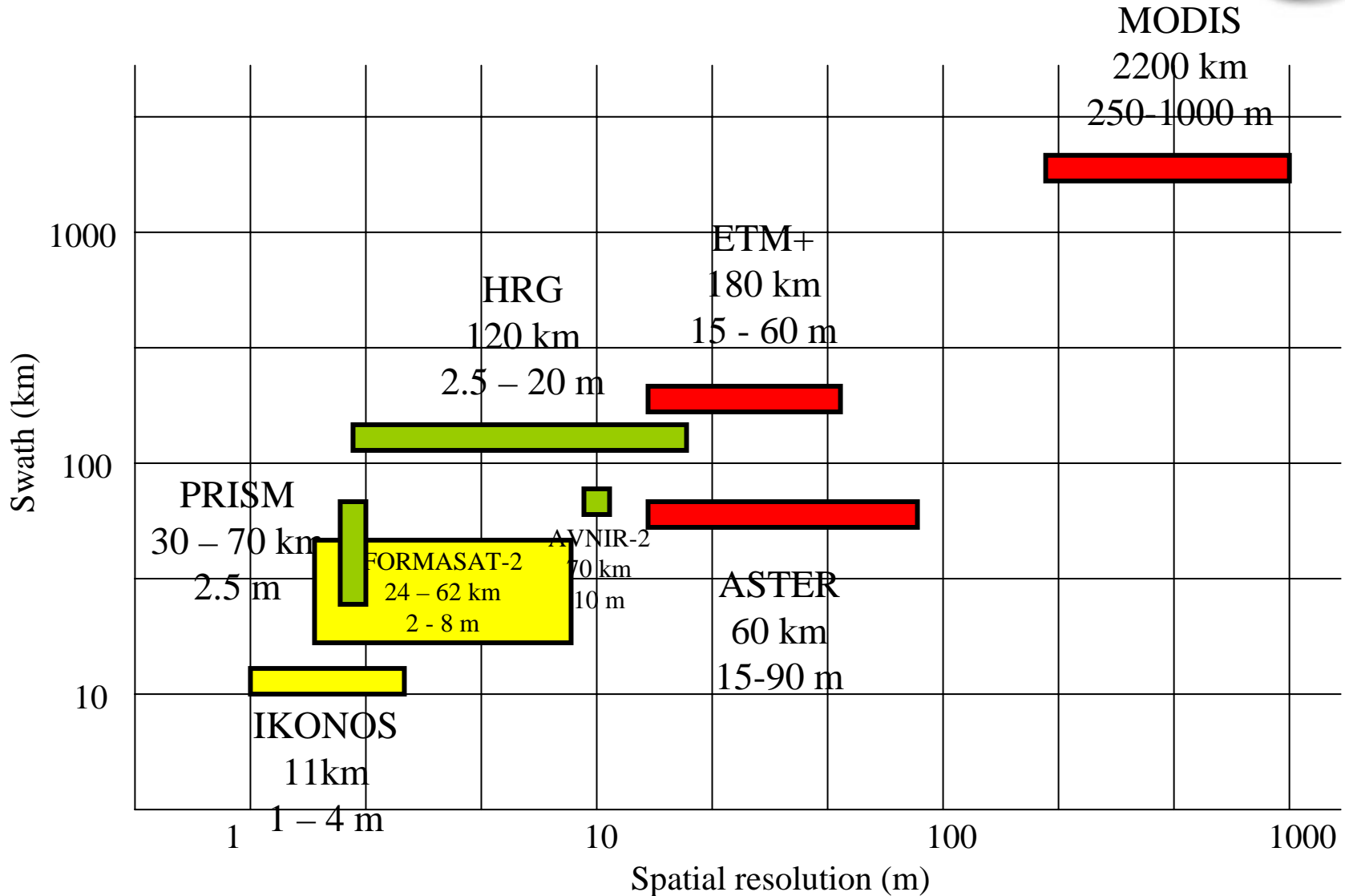
- 現在、利用可能な衛星搭載型赤外センサ
 - MTSAT 4バンド、4km、30分毎、無料
 - AVHRR 4バンド、1.1km、12時間毎(2機)、無料
 - MODIS 25バンド、0.5–1km、12時間毎(2機)、無料
 - Landsat 4バンド、30–60m、8日毎、無料
 - ASTER 11バンド、15–90m、8日毎、有料

はじめに



衛星搭載型光学センサの観測頻度と空間分解能の関係

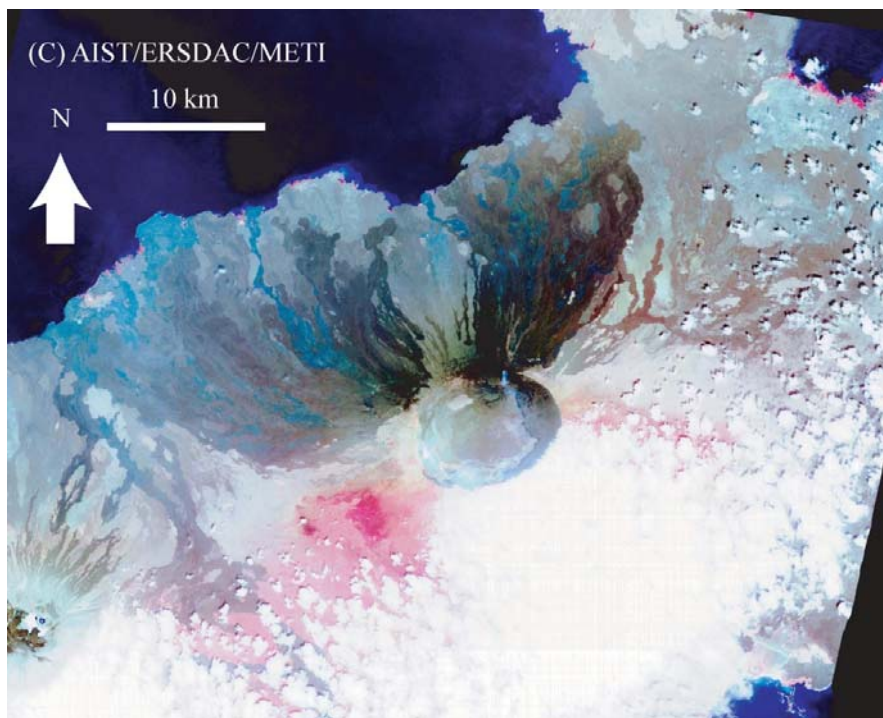
はじめに



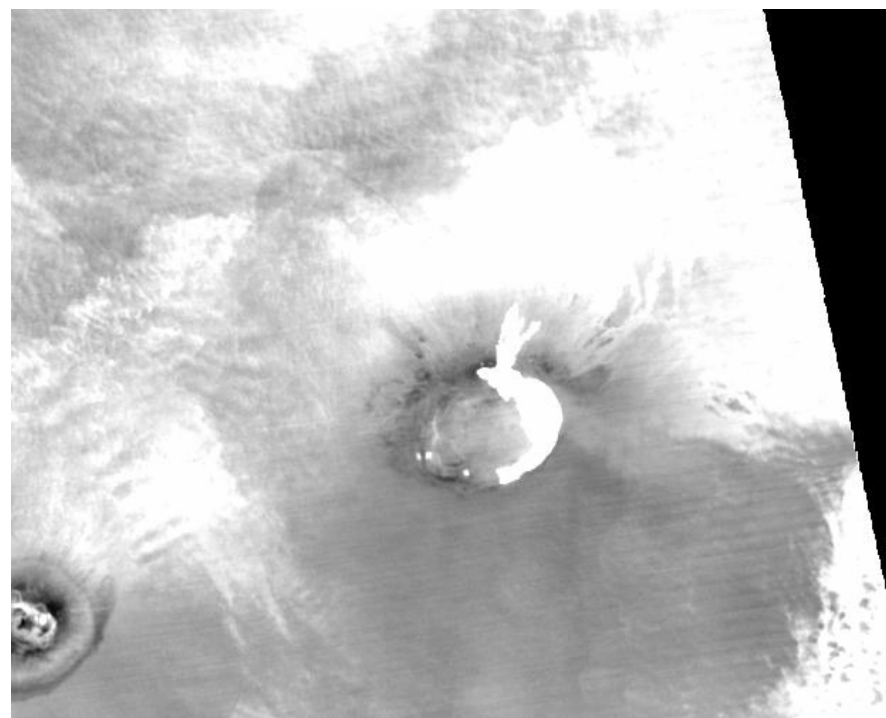
衛星搭載型光学センサの観測幅と空間分解能の関係

熱異常の検出

新たに噴出した溶岩の熱異常



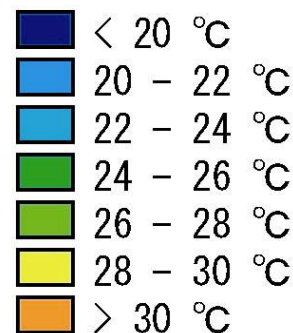
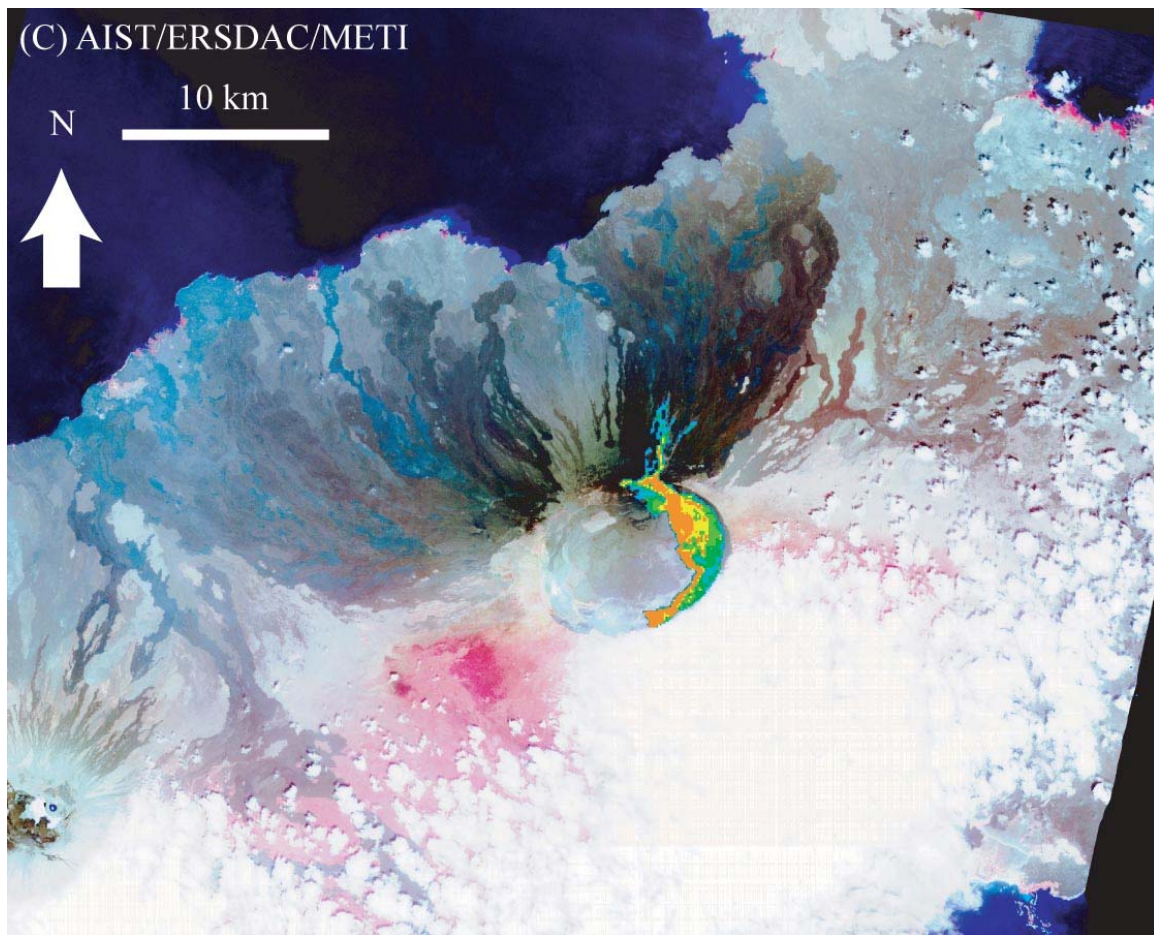
2005年10月30日に観測された
ASTER VNIR画像



2005年11月2日に観測された
ASTER TIR画像

熱異常の検出

新たに噴出した溶岩の熱異常



溶岩の堆積面積

全体 : 16.3km²

カルデラ内部 : 14.2km²

現地調査

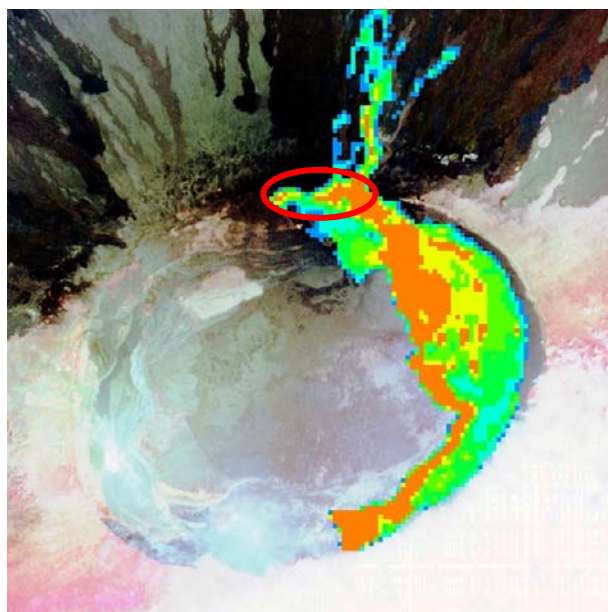
溶岩の堆積面積

カルデラ内部 : 14km²

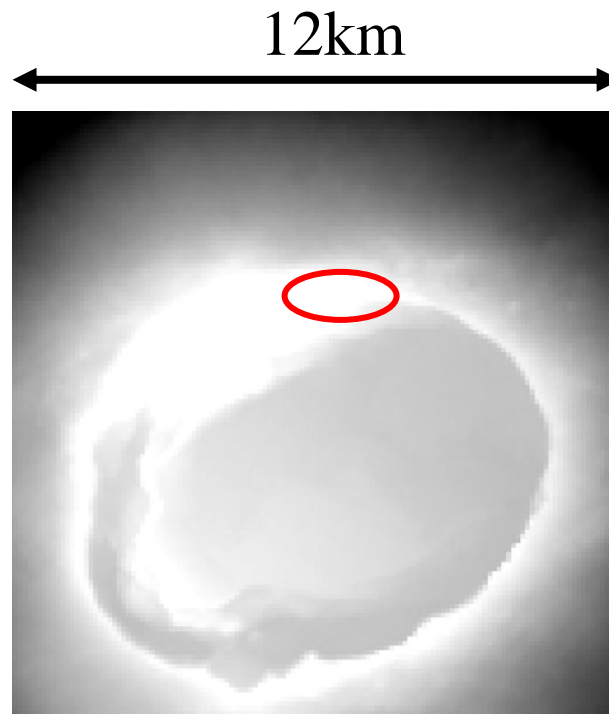
2005年10月30日に観測されたASTER VNIR画像と11月2日に観測されたTIRの温度異常

熱異常の検出

地形と熱異常から溶岩噴出地点を推定

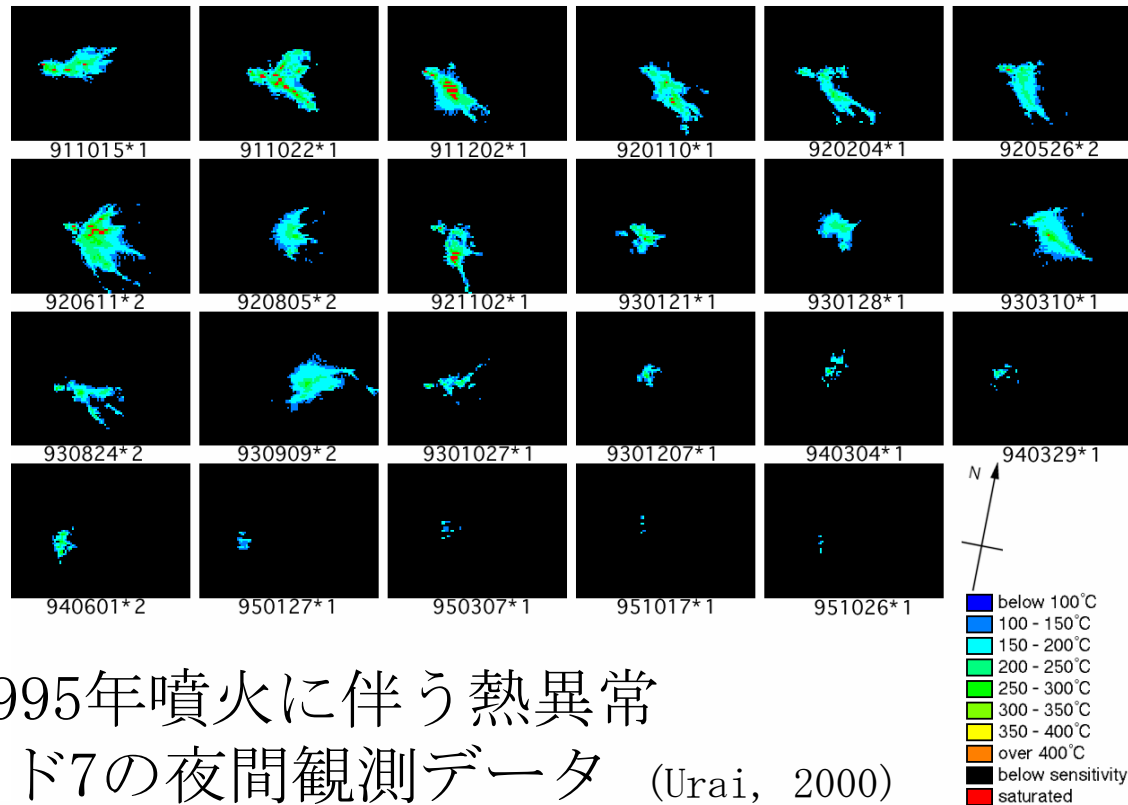
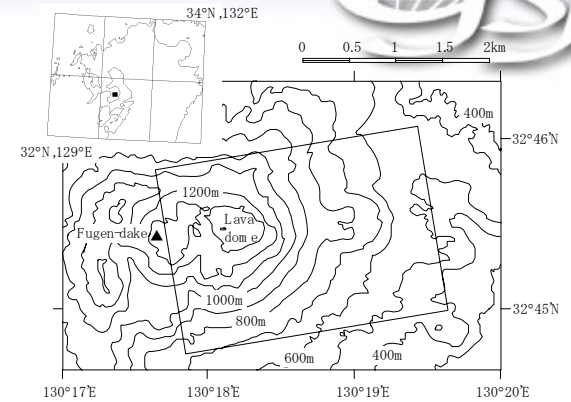
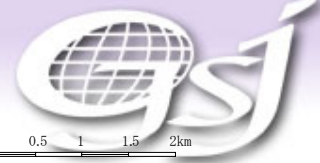


VNIR+TIR



SRTM DEM

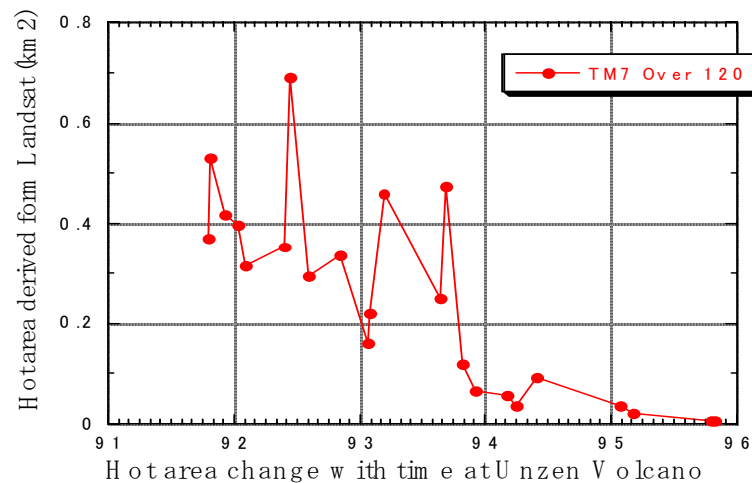
熱異常の検出



雲仙1991－1995年噴火に伴う熱異常
 ランドサット7TMバンド7の夜間観測データ (Urai, 2000)

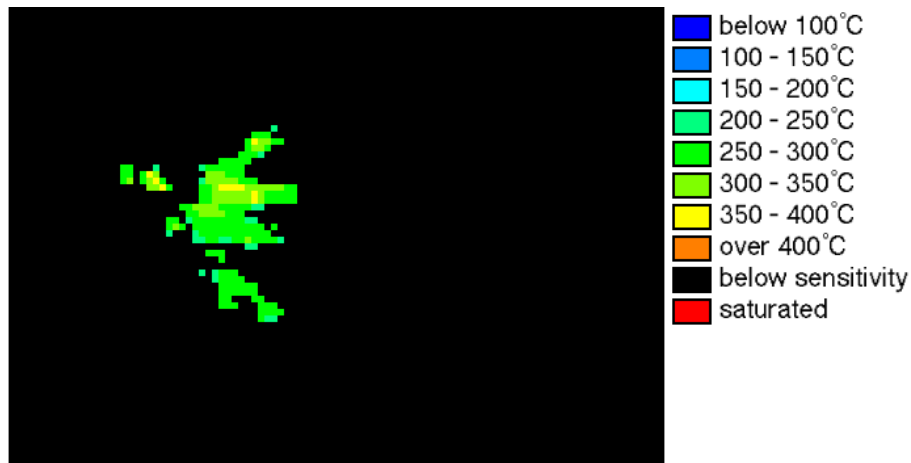
熱異常の検出

熱異常の面積と溶岩噴出率の相関

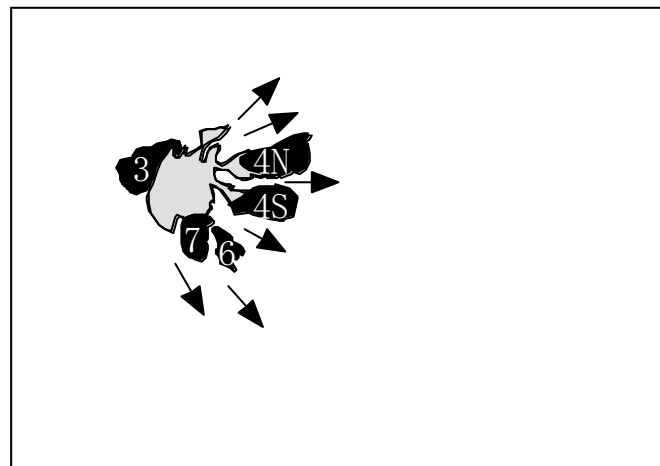


Nakada and Shimizu (1995)

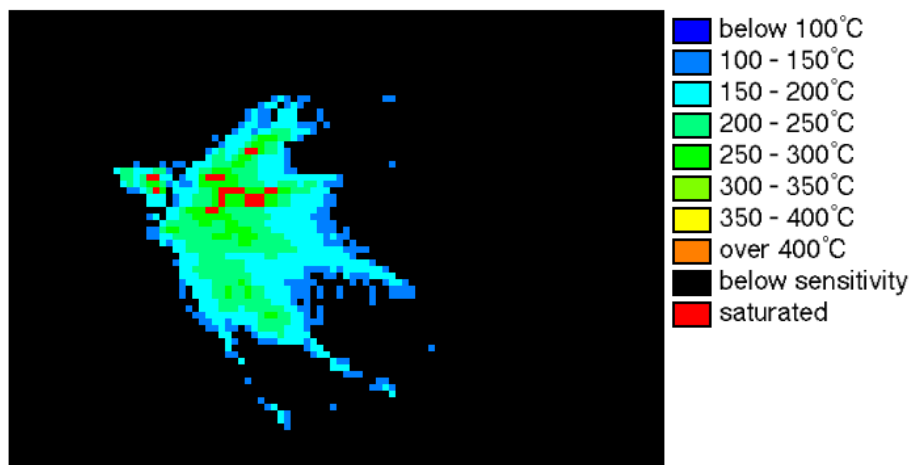
熱異常の検出



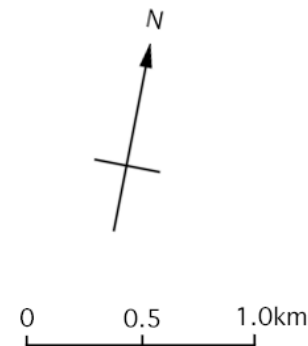
(a)



(c)

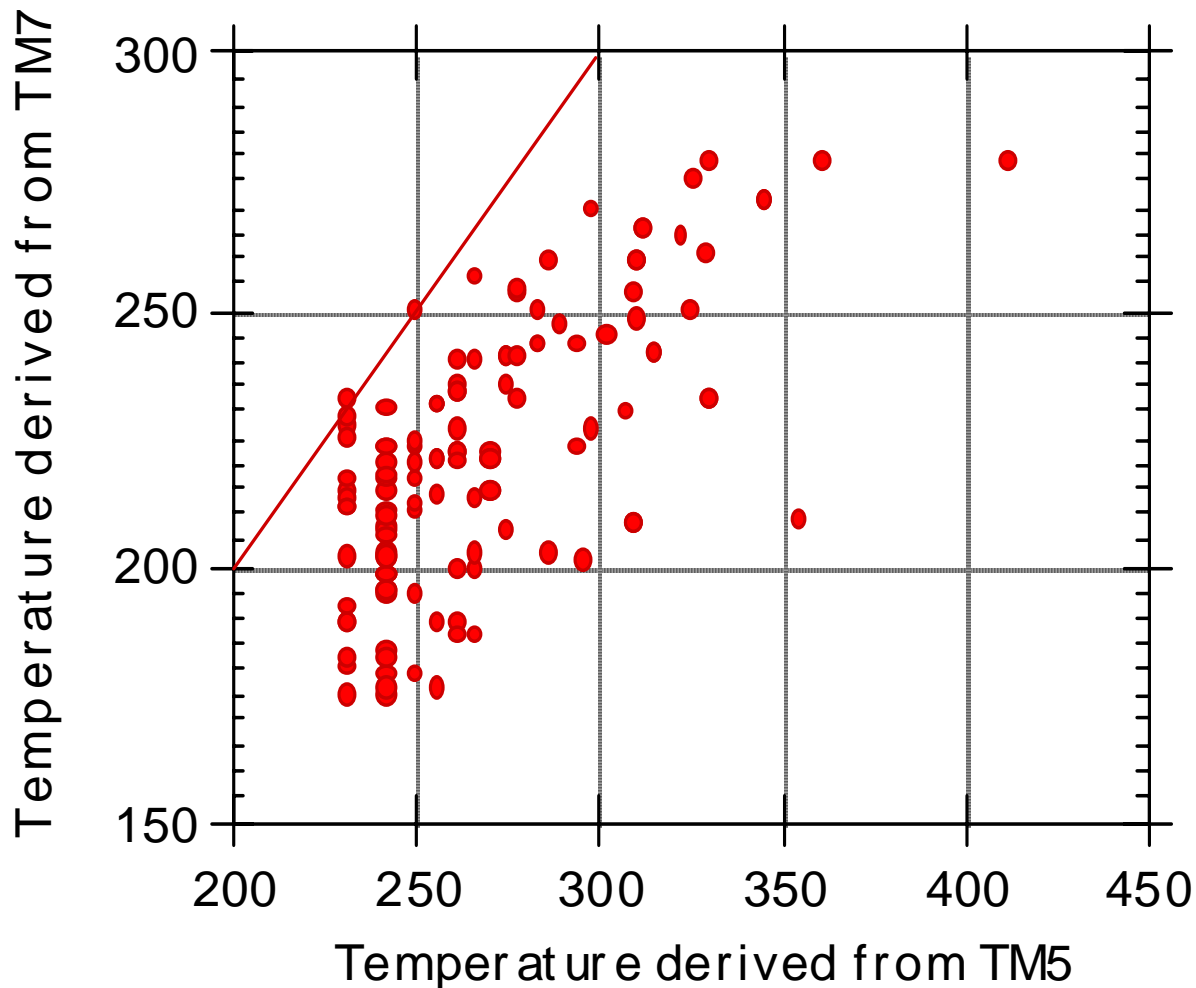


(b)



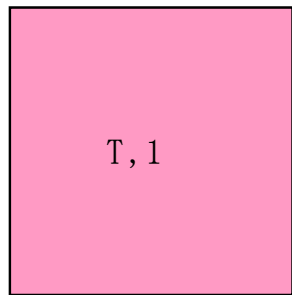
1992年6月11日にLandsatバンド5とバンド7で観測された
雲仙火山の熱異常

熱異常の検出

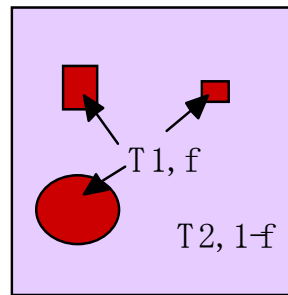


1992年6月11日にLandsatバンド5とバンド7で観測された
雲仙火山の熱異常

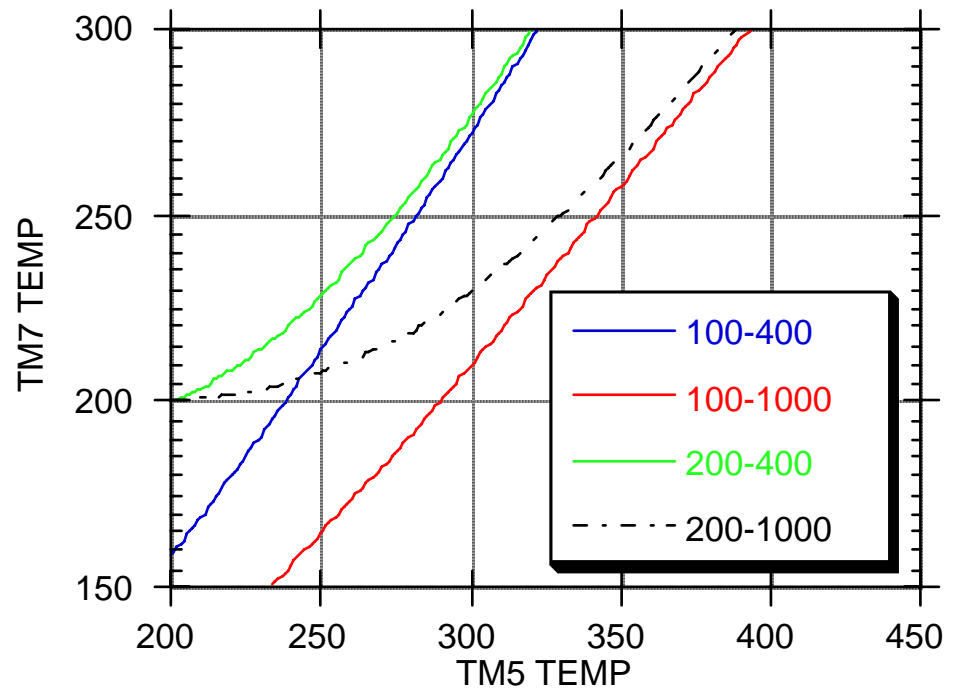
熱異常の検出



Uniform Temperature Distribution Model

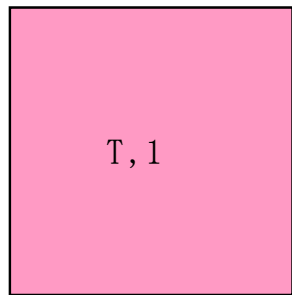


Dual Temperature Distribution Model

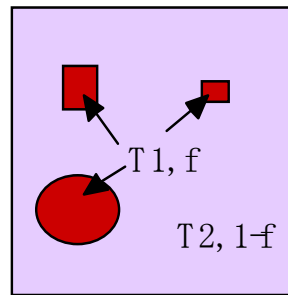


1992年6月11日にLandsatバンド5とバンド7で観測された
雲仙火山の熱異常

熱異常の検出

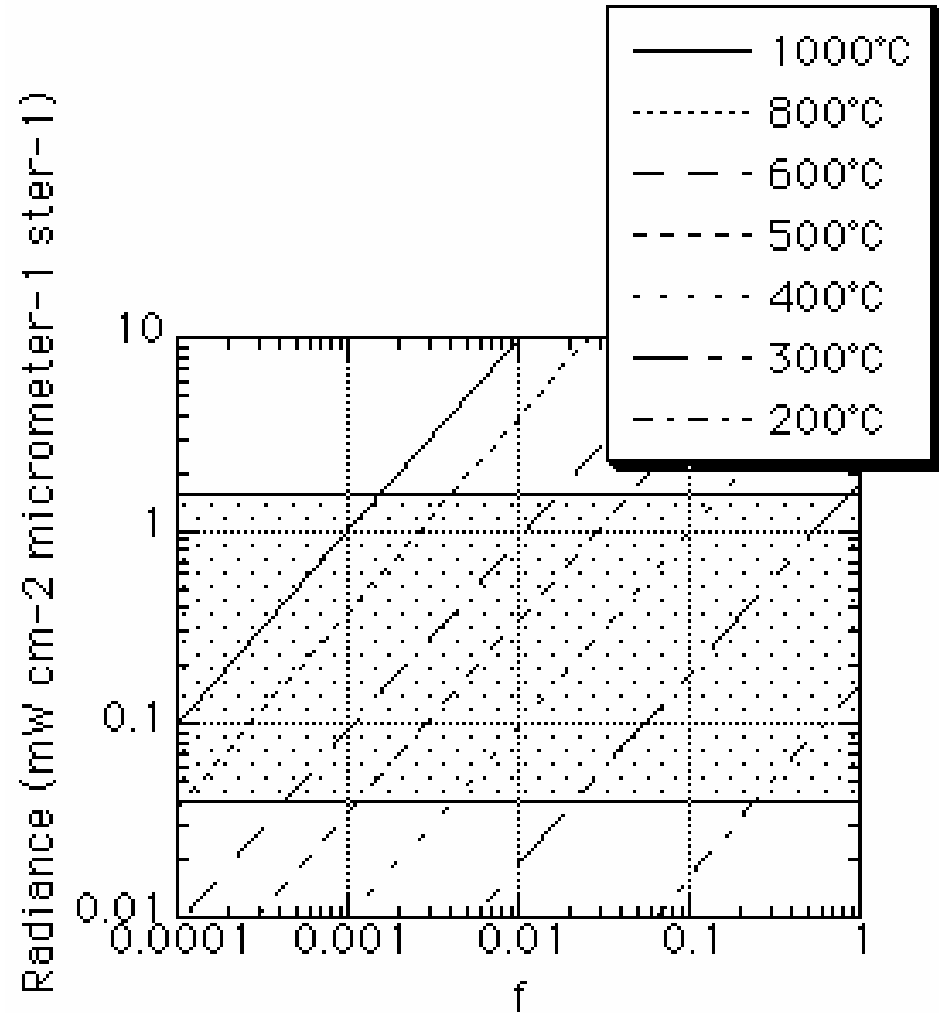


Uniform Temperature Distribution Model



Dual Temperature Distribution Model

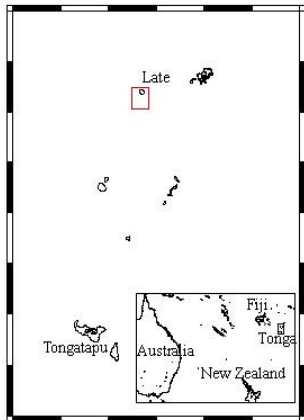
30m



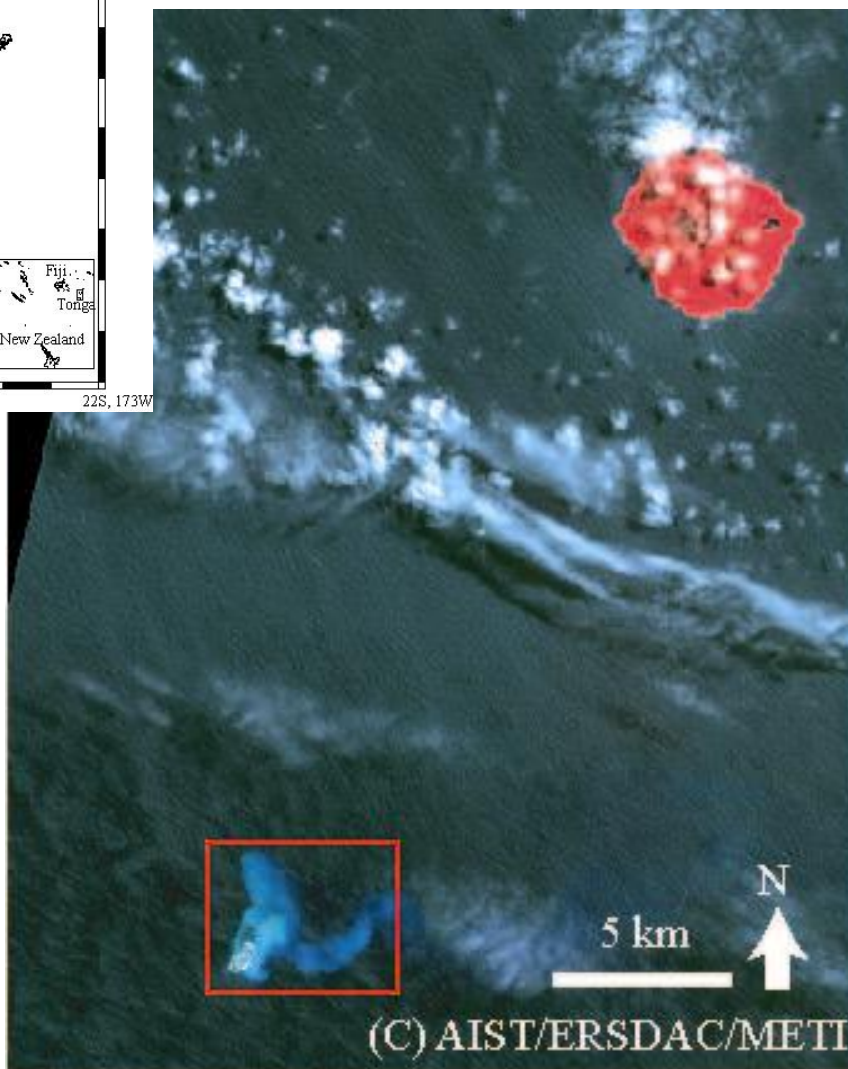
ランドサットTMバンド7で観測可能な高温対象

熱異常の検出

18S, 176W

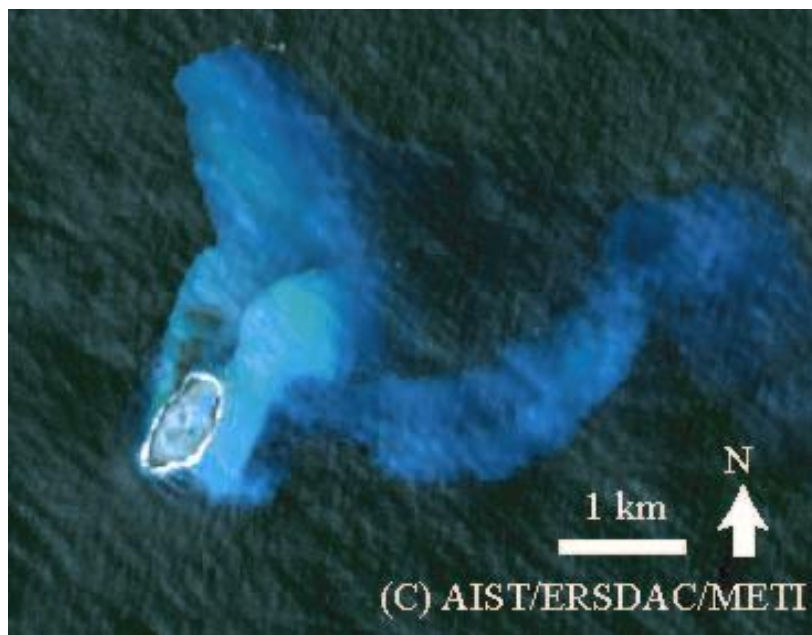


22S, 173W

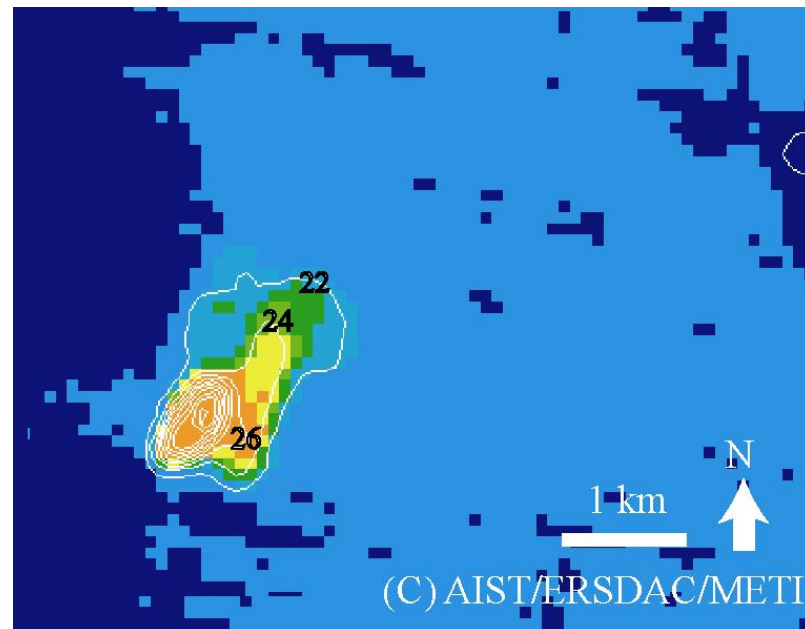


2006年10月4日観測のホームリーフ海底火山周辺のASTER画像

熱異常の検出



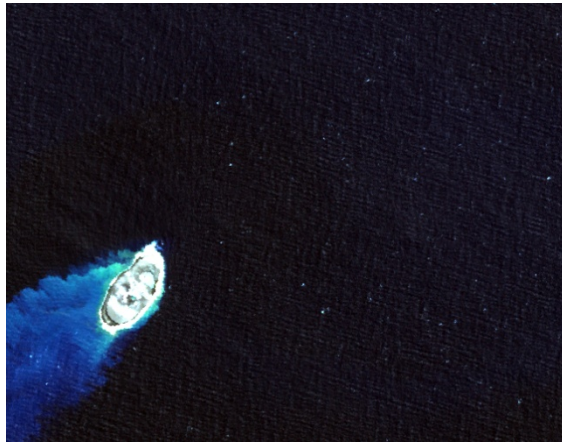
VNIR画像



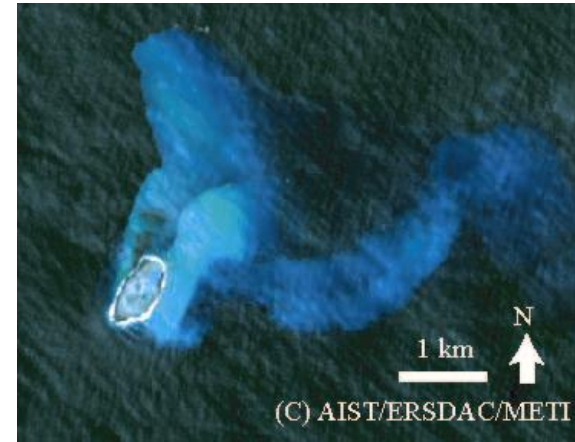
温度画像

2006年10月4日観測のホームリーフ海底火山周辺のASTER画像

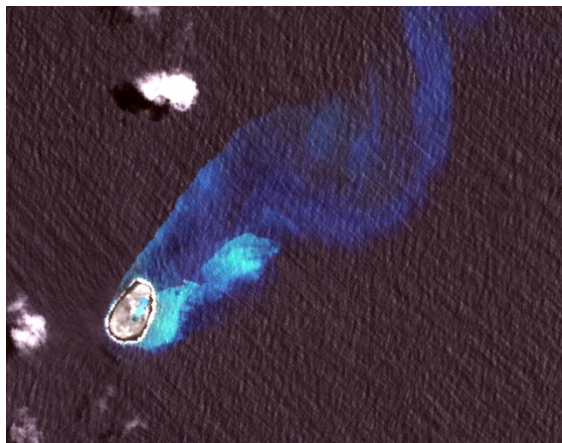
熱異常の検出



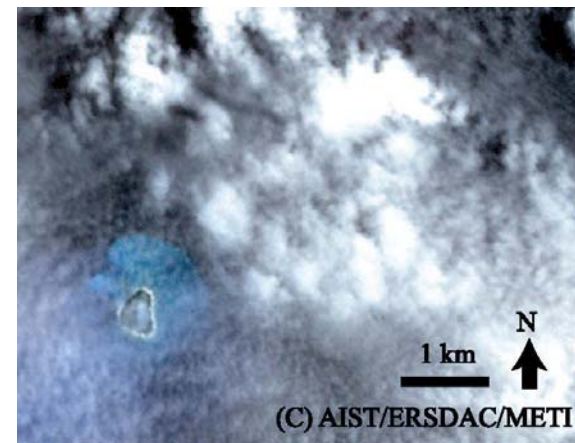
2006. 9. 1 AVNIR-2



2006. 10. 4 ASTER



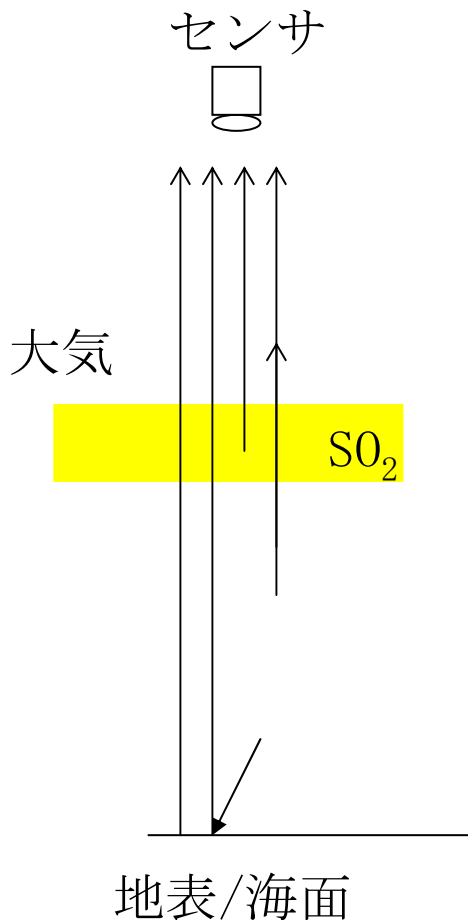
2006. 10. 17 AVNIR-2



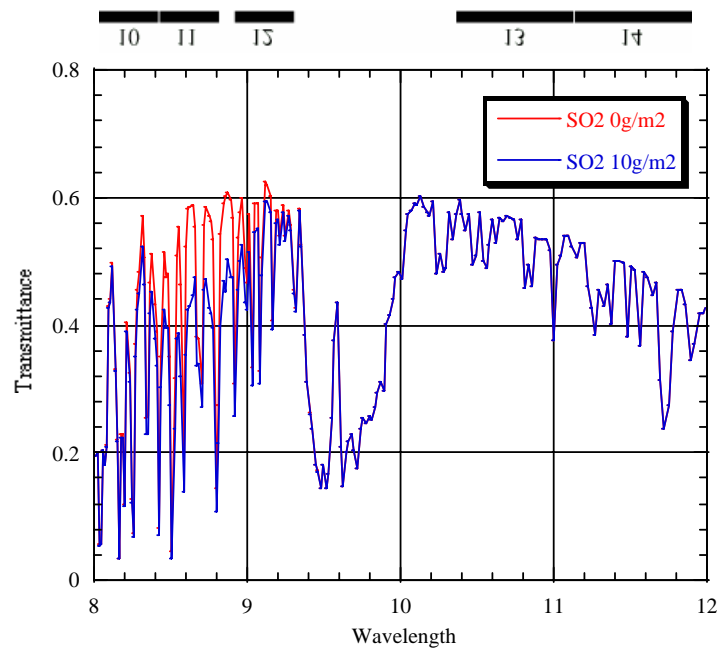
2006. 11. 12 ASTER

SO₂放出量の推定

SO₂含む大気の放射伝達モデル

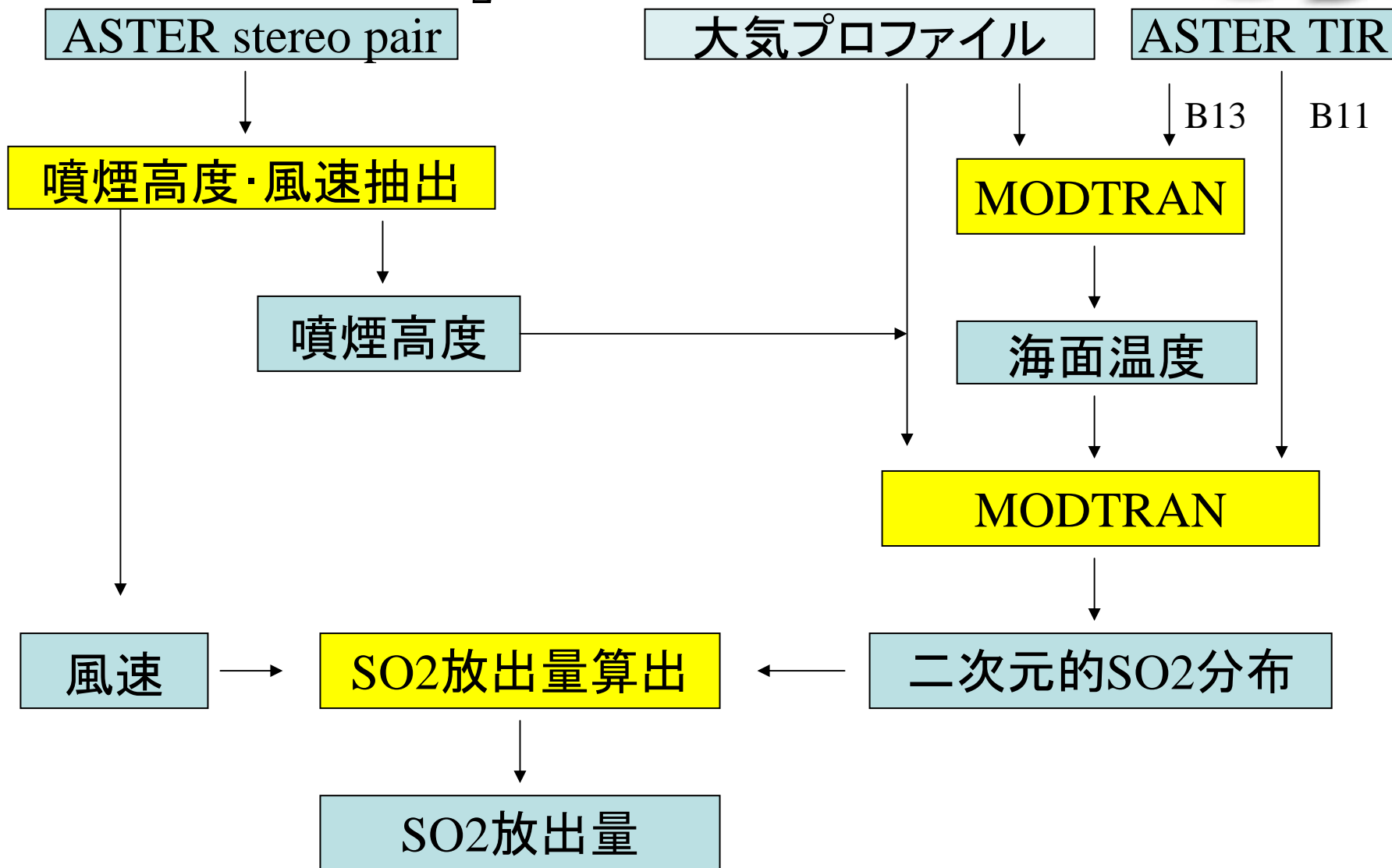


$$R_{\lambda} = \tau_{so2}\tau_{\lambda} \left(\varepsilon_{\lambda} \frac{B(\lambda, T)}{\pi} + (1 - \varepsilon_{\lambda}) R_{d, \lambda} \right) + \tau_1 (1 - \tau_{so2}) \frac{B(\lambda, T_{so2})}{\pi} + R_{u, \lambda}$$



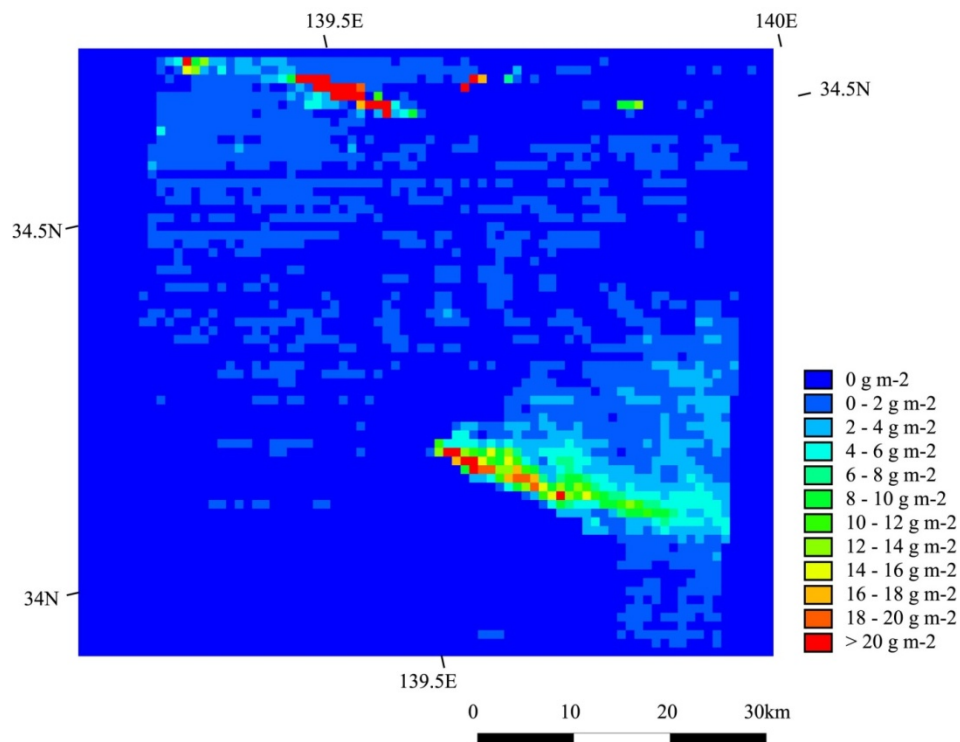
SO₂を含む大気と含まない大気の
透過率

SO₂放出量の推定

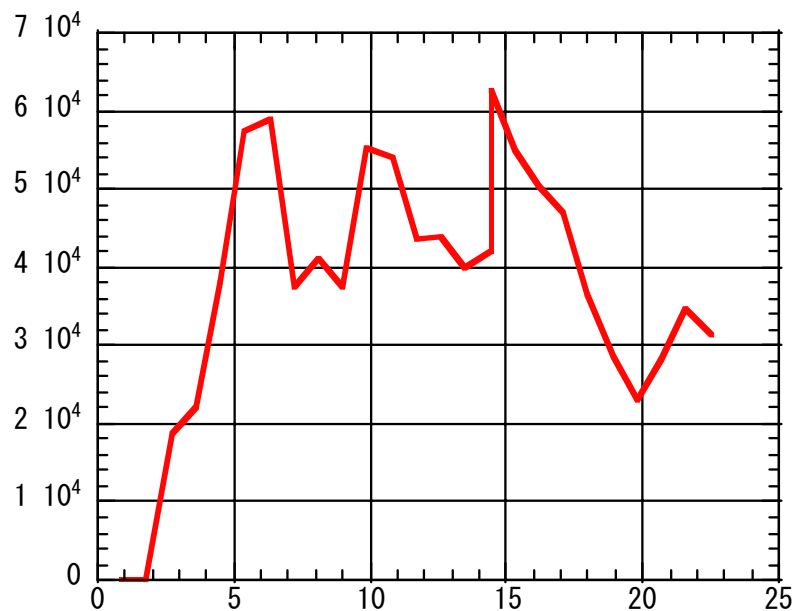


ASTERによるSO₂放出量算定フローチャート

SO₂放出量の推定



ASTERによって2000年11月8日に観測された二次元カラムSO₂量



ASTERによって2000年11月8日に観測されたの三宅島のSO₂放出量

火山灰の検出

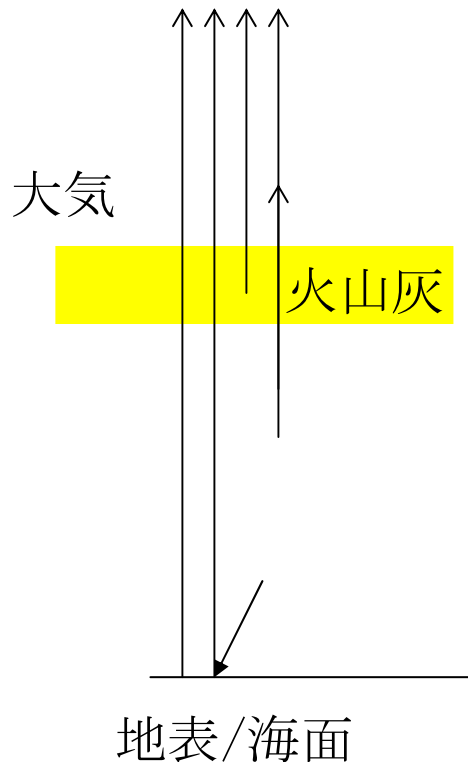
火山灰と雲の識別が重要

11 μm 帯と12 μm 帯の輝度温度の差が負なら火山灰 (Prata, 1989)

センサ



$$\Delta T = BT_4 - BT_5 < 0$$



安山岩の粉末(火山灰)と氷(雲)の透過率
(Watson et al., 2004)

まとめ



- 衛星搭載型赤外線センサは熱異常、噴煙高度、 SO_2 および火山灰の検出が可能
 - 火山防災
- 単独のセンサで得られる情報は限られる
 - 波長・空間分解能の異なるセンサの情報を組み合わせ
- 100m以下のセンサはASTER以降の運用計画が無い
 - 衛星搭載型高空間分解能赤外センサの開発が望まれる