

地球観測用小型赤外カメラの開発 Development of the compact infrared camera for earth observation

片山 晴善、岡村 吉彦、菅沼 正洋、内藤 聖貴、
中右 浩二、丹下 義夫

Haruyoshi Katayama, Yoshihiko Okamura, Masahiro
Suganuma, Masataka Naitoh, Koji Nakau, and Yoshio Tange

(宇宙航空研究開発機構)

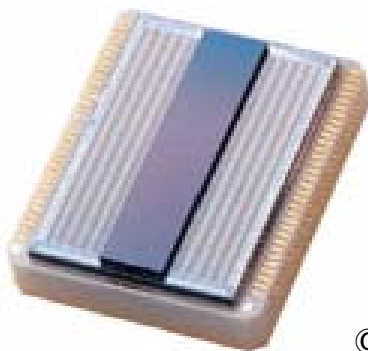
katayama.haruyoshi@jaxa.jp

Outline

- 非冷却赤外検出器について
- Small Demonstration Satellite (SDS) 計画について
- Compact InfraRed Camera (CIRC)について
- CIRCによる森林火災検知
- 火山観測への応用可能性
- その他の応用可能性
- まとめ

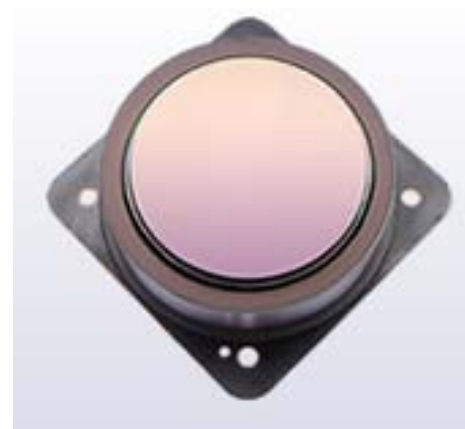
冷却型と非冷却型の赤外検出器 の比較

冷却型検出器



©Sofradir

非冷却型検出器



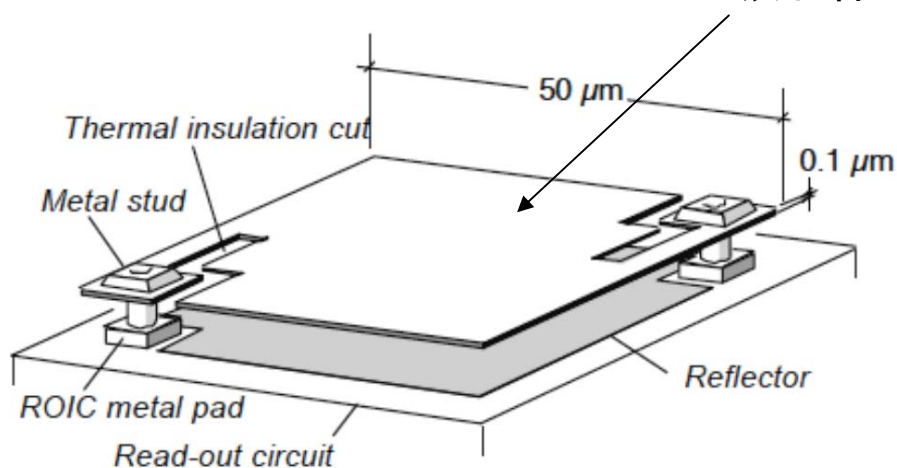
©NEC

	冷却型検出器(MCT)	非冷却型検出器
検出原理	HgCdTe半導体のn型とp型の境界面にできる空乏層で生成される電荷を、電圧あるいは電流として読み出す。	赤外線熱入力による温度上昇を電気信号に変換して捕らえる。
感度	高感度。	MCTに比べると感度は低い。
動作温度	数10Kに冷却	冷却の必要がない
センサリソース	質量・電力大	質量・電力小
ミッション	高精度の赤外観測(物理量抽出)	赤外イメージャ
軌道上実績	ADEOS-2/GLI, ASTER/TIR等で多数の実績あり	宇宙用実績は少ない

非冷却赤外検出器の原理

非冷却赤外検出器の画素の構造

赤外線吸収体



赤外線が入射すると赤外線吸収体に赤外線が吸収される。



吸収体の温度がわずかに上昇。



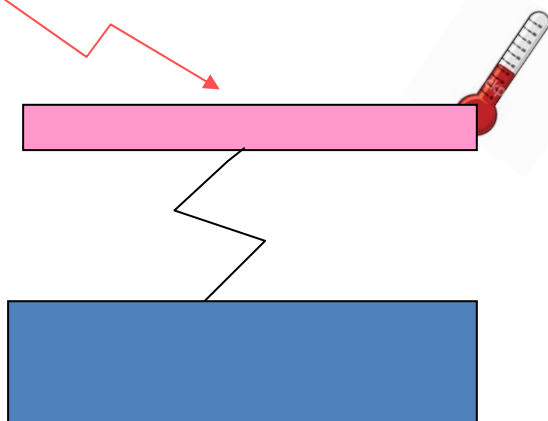
わずかな温度上昇を電気信号に変えて出力。

温度を低くする必要はないが、高い精度で温度を一定に保つ(1/100から1/1000度のオーダー)必要がある。

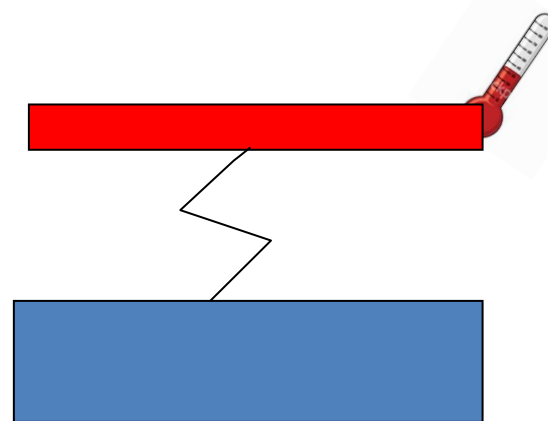
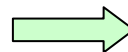
赤外線

赤外線吸収体

読出し回路



温度上昇



非冷却赤外検出器を利用した 宇宙用赤外センサ

- 地球観測用としての使用実績は多くない。
- リソースを削減できるメリットから惑星探査用としては広く利用され始めている。

	地球観測					惑星探査
センサ名	ISIR (Infrared Spectral Imaging Radiometer)	IIR (Infrared Imaging Radiometer)	NIRST (New IR Sensor Technology)	MSI (Multi-Spectral Imager)	IRCIR (Infrared Cloud Ice Radiometer)	LIR (Longwave Infrared Camera)
衛星計画	STS-85 (NASA)	Calipso (仏)	SAC-D (加/アルゼンチン)	EarthCare (ESA)	SIRICE (米)	Planet-C (日)
検出器	320x240	320x240 (64x64素子使用)	512x2	384x288	640x480	320x240
ミッション	技術実証	雲頂高度	森林火災/海面水温	雲頂高度	雲頂高度	金星(雲)

MEMS技術の発達とともに非冷却赤外検出器の性能も向上しており、将来的に多様な地球観測ミッションへ応用できる可能性がある。

Small Demonstration Satellite (SDS) Program

- SDS計画の目的
 - 様々な新規技術の実証
 - 短期間での実験、技術実証
 - JAXA若手技術者の育成

SDSシリーズの1号機(SDS-1)は温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)のピギーバックとして打ち上げ。
CIRCはSDSシリーズの2号機に搭載予定(打ち上げ時期未定)



SDS specification

Size	70x70x60cm
Mass	100kg
Bus power	130W
Attitude control	Three-axis attitude control
Orbit	Sun-synchronous orbit (TBD)

Compact InfraRed Camera (CIRC)

● CIRCの特徴

- 小型、軽量
- 低消費電力
- 大フォーマット検出器

*地球観測用の非冷却赤外検出器としては過去最大



小型軽量のメリットを生かせば
将来的に複数の衛星に搭載して、
高頻度の観測も可能

Parameter	Specification
Size	< 15cm x 10cm x 20cm
Mass	< 3kg
Power	<20W
Wavelength	8 - 12 μ m
Number of pixels	640 x 480
Spatial resolution	< 200 m @600 km (< 0.33 mrad)
Field of View	12° x 9°
Dynamic range	High gain 180 K - 340 K
	Low gain 180 K - 400 K
NEdT	0.2 K@300 K

森林火災検知への応用可能性

- ASTERデータによる feasibility study

Terra/ASTER (90m TIR resolution)

で取得された森林火災データ
(森林、ツンドラ、泥炭火災など)



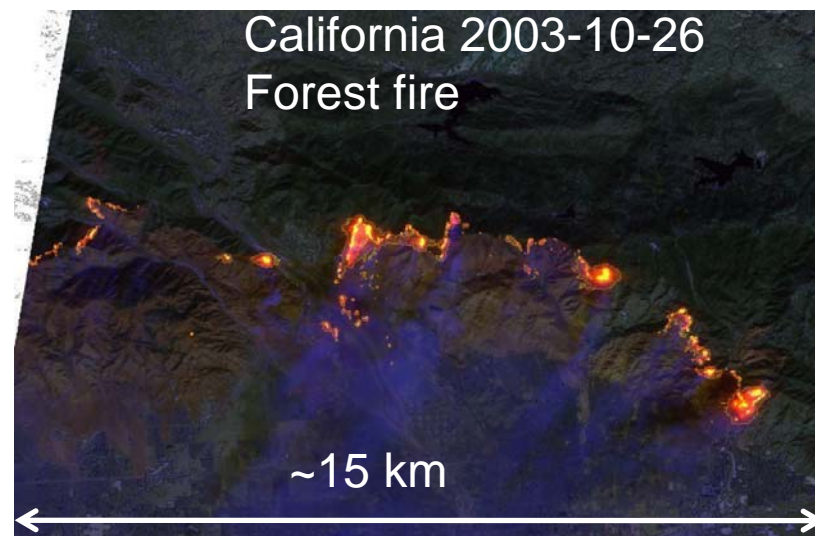
異なる分解能のイメージを作成
(180m, 270m, 540m)



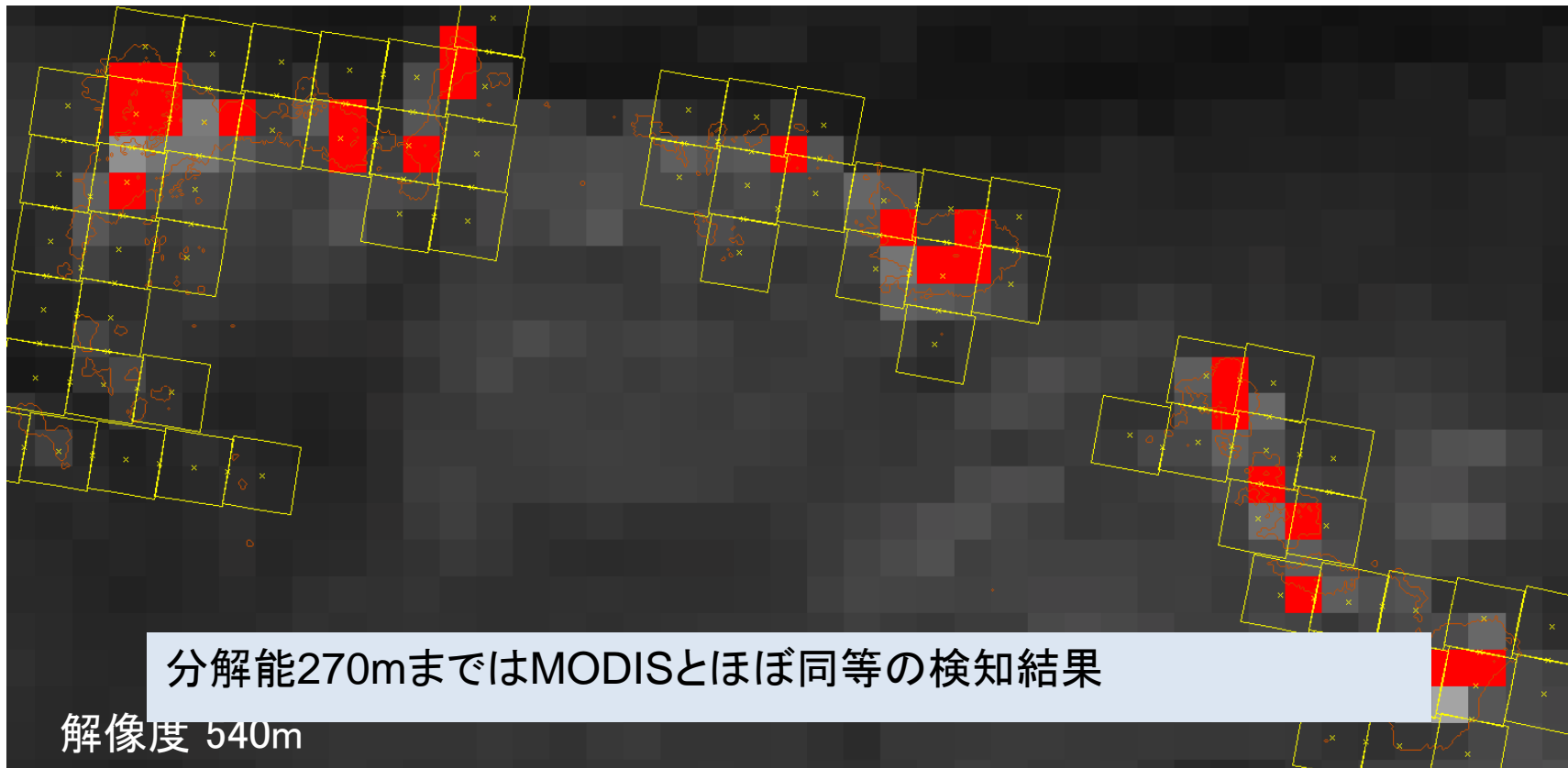
TIRのデータのみから火災検知を
実施



MODIS(1km分解能) の森林火災
検知結果(MOD14v4)と比較

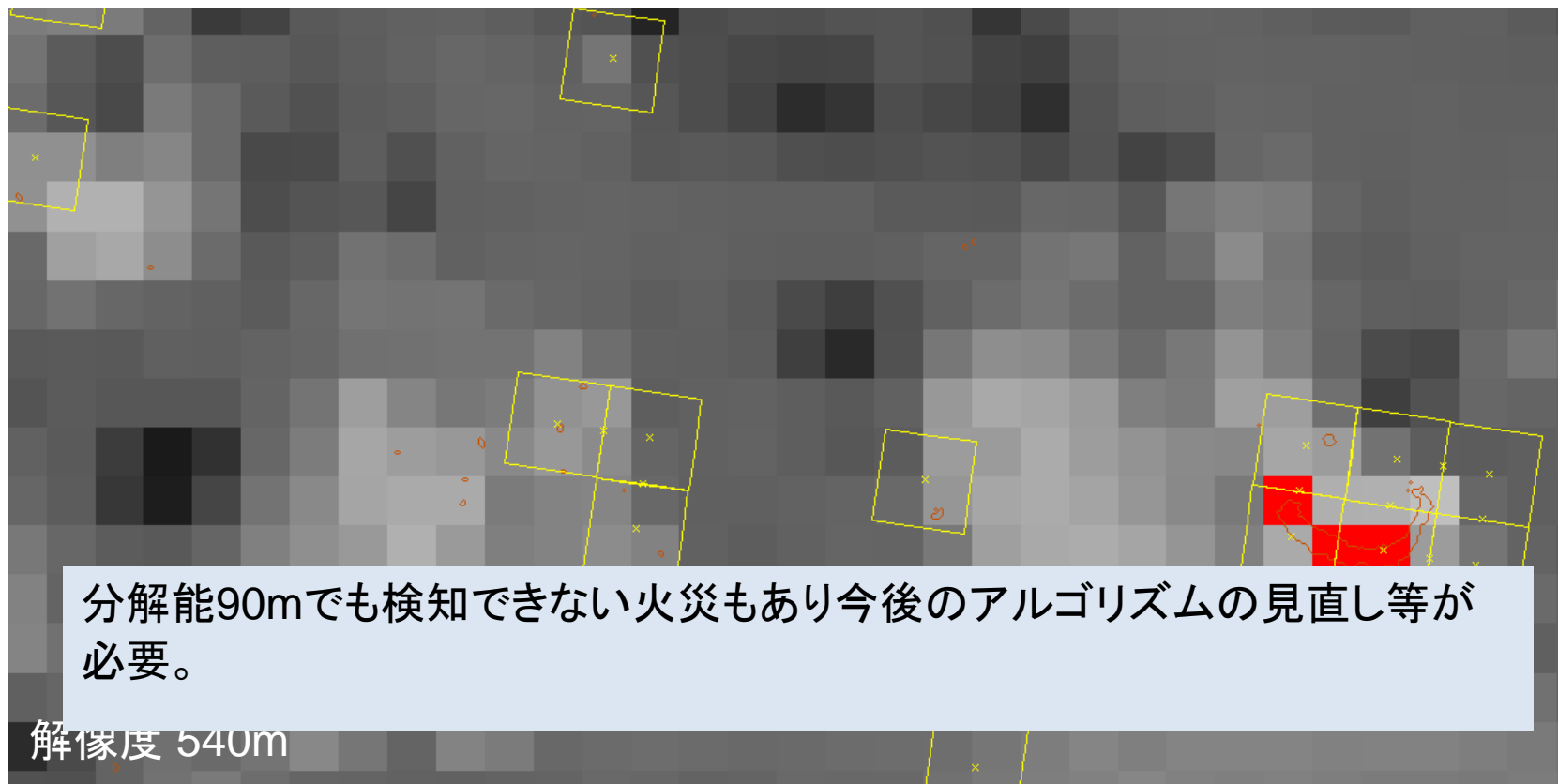


森林火災検知 (カリフォルニア森林火災)



- : Results of wildfire detection using thermal infrared data only
- : Results using MOD14. (1km resolution)

森林火災検知 (インドネシア泥炭火災)



- : Results of wildfire detection using thermal infrared data only
- : Results using MOD14. (1km resolution)

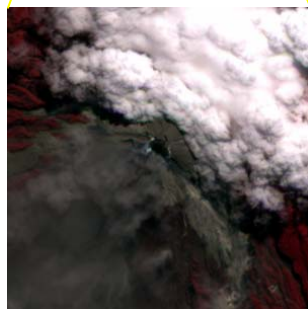
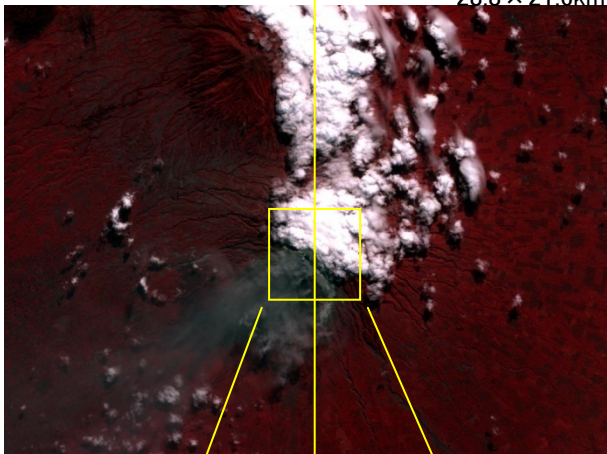
火山観測への応用可能性

- インドネシア メラピ火山の例
(2006/06/09 日中)

VNIR画像

(R: Band3, G: Band2, B: Band1)

28.8 × 21.6km

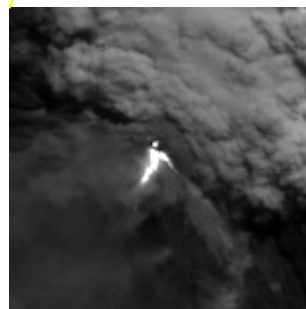
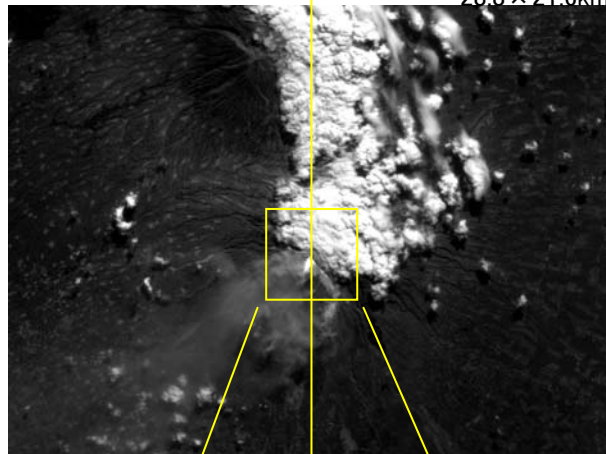


4.5 × 4.5km

SWIR画像

(Band 6 : 2.2um)

28.8 × 21.6km

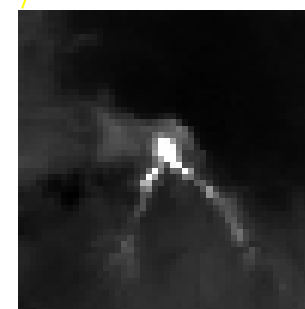
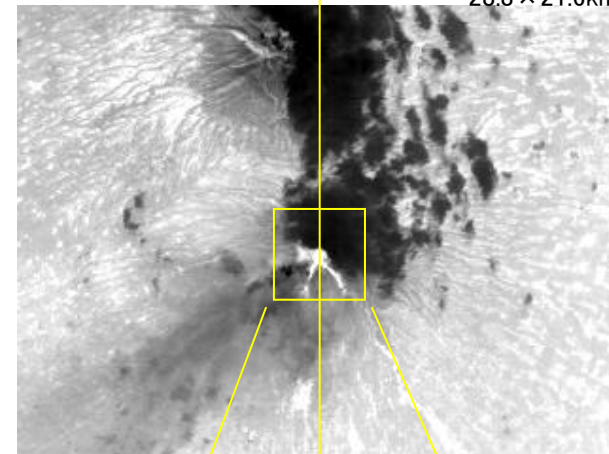


4.5 × 4.5km

TIR画像

(Band 13 : 10.7um)

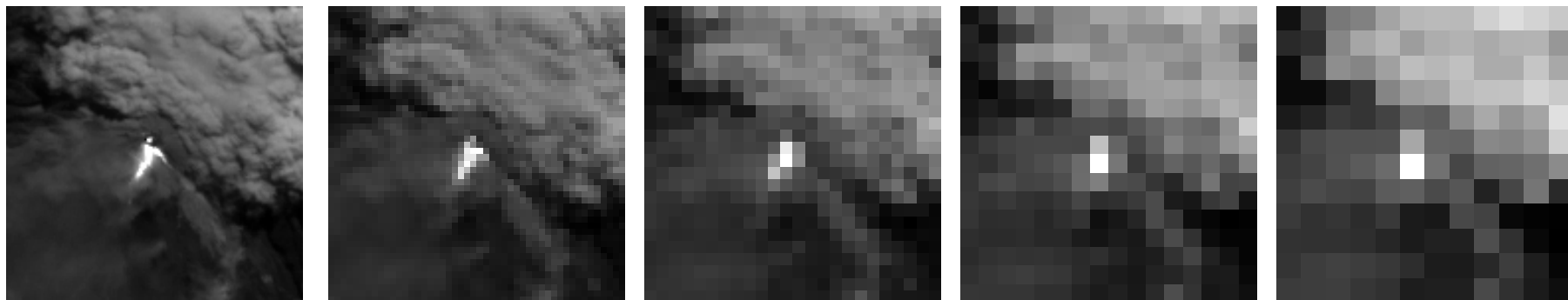
28.8 × 21.6km



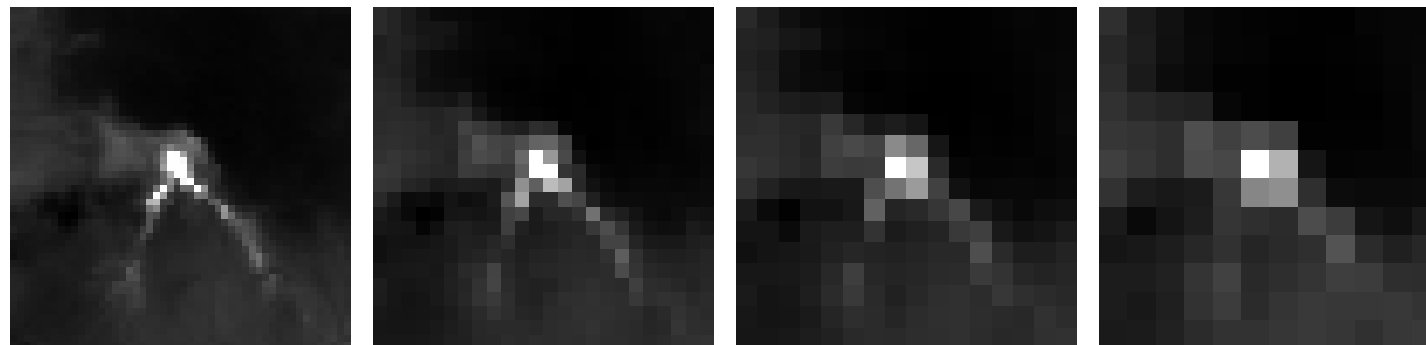
4.5 × 4.5km

火山観測への応用可能性

<SWIR : band6 (2.2um)>



<TIR : band13 (10.7um)>



分解能: 30m

分解能: 90m

分解能: 180m

分解能: 270m

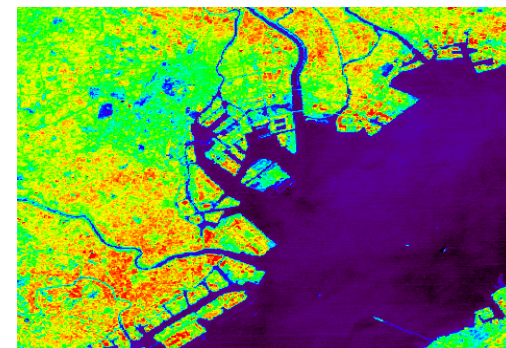
分解能: 360m

- ・ 比較的低温と思われる火砕流の痕は、TIRの方が識別能力が高い。
- ・ 分解能が270m以上では、ほとんど火口周辺の温度分布を識別できない。

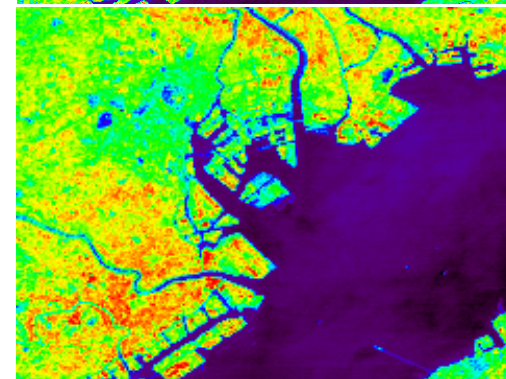
その他の応用可能性(ヒートアイランド)

- 2003/9/5の東京湾の日中の画像
- NEdTにもよるが、日中の場合、ある程度の地表分解能まで温度差の識別が可能
- 温度精度については校正の方法など今後の検討が必要(現在の目標は $\pm 2K$)

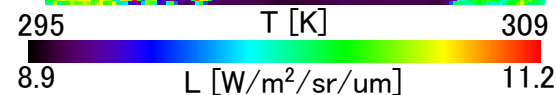
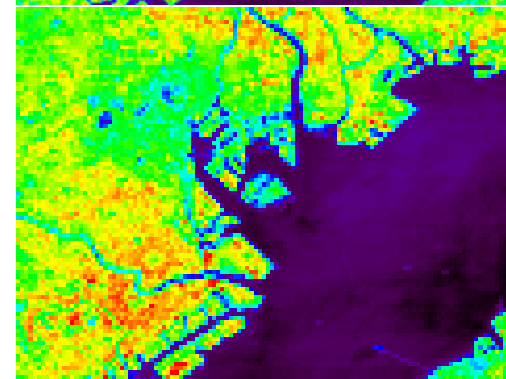
90m
分解能



180m
分解能



360m
分解能



まとめ

- JAXA/EORCでは非冷却赤外検出器を利用した地球観測用小型赤外カメラ(Compact InfraRed Camera :CIRC)の開発を行っている。
- SDSによる技術実証により、様々な地球観測ミッションに対する非冷却赤外検出器の応用可能性を探る。
- CIRCは非冷却赤外検出器が冷却機構を必要としないメリットを活かして、小型軽量の赤外カメラの開発を目指す。
- 森林火災検知に関しては現状ベースライン仕様である200m分解能でも熱赤外バンドのみで、火災検知が可能であるが、火災の種類によっても検知能は異なるため、今後もfeasibility studyを継続する。
- 火山観測に関しては、火砕流跡のような火口温度に比べて低温のターゲットに対してはTIR画像のみでもその特徴を捉えられる。
- 火山、ヒートアイランドの把握などの feasibility studyについても引き続き継続して行なっていく。