

# ビデオカメラによる近赤外画像の利用研究

金 柿 主 税\*・川 野 和 昭\*\*・木 下 紀 正

(2003年10月20日 受理)

## Study of Near-Infrared Images using Video-camera

KANAGAKI Chikara, KAWANO Kazuaki and KINOSHITA Kisei

### 要旨

ビデオカメラのナイトショット機能と赤外線透過フィルタを用いた近赤外画像は、広域の衛星データと同様に植生と裸地、灰煙と雲を識別するのに有用であった。さらに、近赤外・可視の画像間演算によって植生・大気中エアロゾル粒子をより鮮明に検出できた。また、身の回りの物について近赤外撮影を試み、物理教育での教材化を検討した。

キーワード：近赤外線・ナイトショット・リモートセンシング・教育利用

### 1. はじめに

赤外線による映像では、ヒトの視覚で見ることのできない独特の光景が得られる。従来、赤外線フィルムを使用し、一般赤外線写真や赤外線を利用した芸術・科学写真が撮影されてきた。しかし赤外線フィルムは、入手しにくい、劣化しやすい、現像所が限られている等の問題がある。他方、衛星画像データでは、可視光だけでなく様々なバンドの赤外線が解析に利用されてきた。

最近、オプトエレクトロニクスの進歩により身近なビデオカメラやデジタルカメラによって赤外画像を得ることが容易になり、さらに適当なフィルタを組み合わせることによって赤外線のうち可視光に近い波長域を用いた近赤外画像の利用が報告されている。身近にあるビデオカメラによる近赤外画像は教育現場での容易な利用を促すことが可能であろう。

そこで、この稿ではビデオカメラのナイトショット機能と適当なフィルタを用いて様々な撮影を行い、地上観測や衛星リモートセンシングにおける近赤外画像の研究と教育利用について報告する。

## 2. 近赤外線の種類

光は電磁波の一種である。電磁波は一般に波長により分類され、波長の長い方から電波（放送電波、マイクロ波、サブミリ波）・光（赤外線、可視光線、紫外線）、X線、ガンマ線と呼ばれる。電磁波は、波長が数百kmの超長波から $10^{-11}$ m以下のガンマ線まで極めて広範囲に及ぶが、我々が見ている世界は、この電磁波のうち極狭い波長領域である可視光領域（波長380～780nm）によるものであり、それより長い波長領域、赤外線はわれわれヒトの目には感知されない（図1）<sup>(1,2)</sup>。

赤外線は大きく二つに分類され、波長の長い方が遠赤外線（波長4～100 $\mu$ m）、短い方が近赤外線（波長0.78～4 $\mu$ m）である。さらに、遠赤外線と近赤外線の間を短波長赤外線（1.4～3.2 $\mu$ m）中間赤外線（3.2～4.3 $\mu$ m）として詳しく分類する場合もあり、短波長赤外線は岩石の識別に利用され、中間赤外線はリモートセンシングにおいてエアロゾルと雲の識別に有効であることが報告されている<sup>(3)</sup>。

ビデオカメラ等に用いられる CCD の波長感度範囲は、種類にもよるが300～1100nm程度であるため、赤外線では近赤外領域のみを検出している。つまり、近赤外線というヒトの目には見えないものを、ビデオカメラ等を通して映像として認識できるのである。したがって、リモコンの送信する近赤外線をビデオカメラやデジタルスチルカメラの CCD を通して可視化することによって見えない世界の一部を見ることができる。ただし、可視映像と近赤外映像との見え方には大きな違いがある。

太陽を光源とする屋外の光では、可視光と共に近赤外線も大量に含まれている。白熱電灯では近赤外線のエネルギー量が可視光よりもはるかに大きい。蛍光灯や水銀灯では近赤外線は僅かである。通常のカラービデオカメラでは、人間の色彩感覚と同様な映像結果を得るため、近赤外領域をカットするフィルタがかけられていて、さらに外光の波長特性に対応するホワイトバランス機能がある。ナイトショット機能を使えばこのフィルタが外れて高感度になり、近赤外線もモニターすることになる。但し、この時ホワイトバランス機能は働かず、得られる映像は無彩色に近いものである。さらに、ナイトショットの状態では、可視光をカットする IR-84フィルタを用いることによって840～

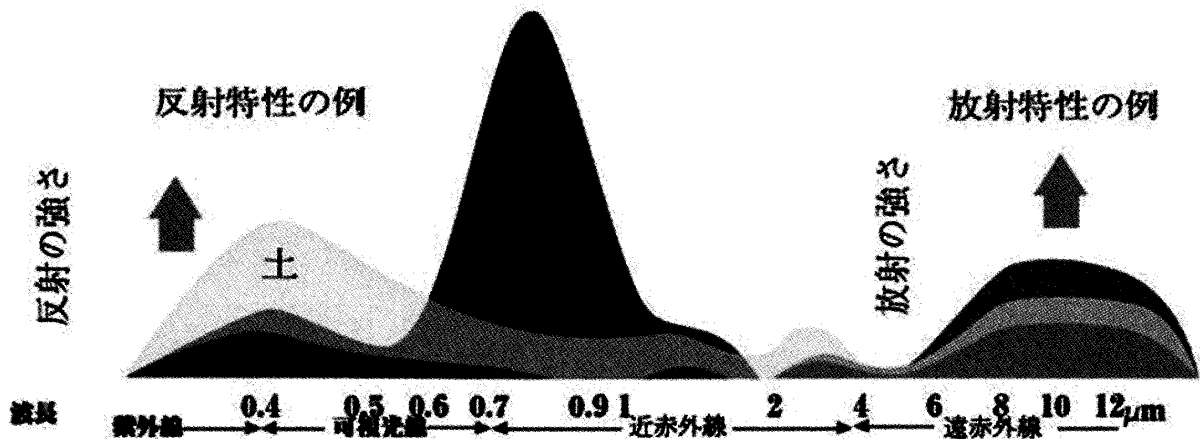


図1 物質の分光反射特性（リモート・センシング技術センター HP に基づき改編）

1100nmの近赤外線だけを検出することが可能となる（図2）<sup>(4)</sup>。実際の撮影で気を付けなければならないのは、ピントのずれである。屈折率は波長により変化するため、可視光と近赤外線では、ピントの位置がかなり異なる。

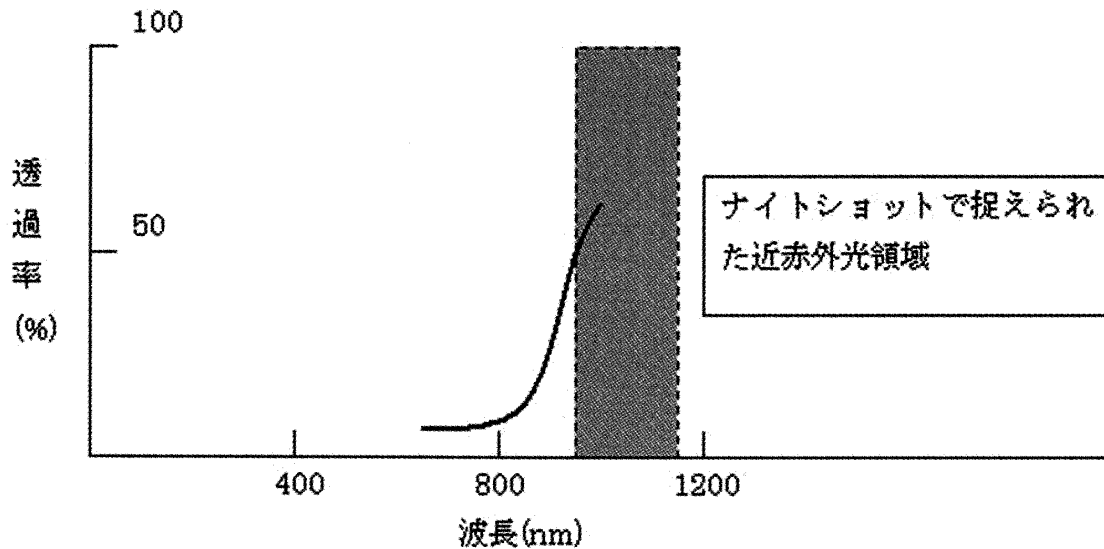


図2 IR-84 フィルタの分光特性（富士フィルム HP をもとに作成）

近赤外線は、緑色の葉に含まれるクロロフィルによる反射率が高く、川や海など水面による吸収が大きい。このため、衛星によるリモートセンシングでは、植生分布調査、河川・湖沼の汚染状況、土地利用状況調査等に利用されている。従来、近赤外線による撮影では赤外線フィルムが使用されてきたが、最近では、手軽になったデジタルスチルカメラを用いて、弓場（2001）・林（2001）は植物等の近赤外映像の地上観測撮影を行っている<sup>(5,6)</sup>。また、相馬（2003）や東郷他（2003）により、CCD カメラを用いて植生指標観測がなされている<sup>(7,8)</sup>。京大グループ（2002）は赤外線透過フィルタとSONY Handycamのナイトショット機能を利用して、火口温度の測定を行っている<sup>(9)</sup>。フィリピンで最も活動的なマヨン火山では、ナイトショット機能を火山活動監視に利用している<sup>(10)</sup>。

図3に示す衛星データによる桜島の近赤外画像において、白色に近い部分は植物のクロロフィルによる反射を示していることから、北側に植物が多く、降灰・火山ガスの影響が出やすい南側には少ないことが分かる。また、太陽光の当たる部分と陰になる部分で反射量が異なるため、平面画像(a)でも起伏を立体的に見てとることができる。このような陰影の効果は、赤外線では直射日光に比べ散乱光が非常に少ないため、可視画像よりも際って見える。また、河川や裸地（溶岩）では光が吸収されるため黒っぽく表されるので、土地被覆状況が一目で確認できる<sup>(11,12)</sup>。なお、図3の原画では海面が真黒になるが、海岸線を鮮明にさせ島の形を見易くするため白色に置き換えた。

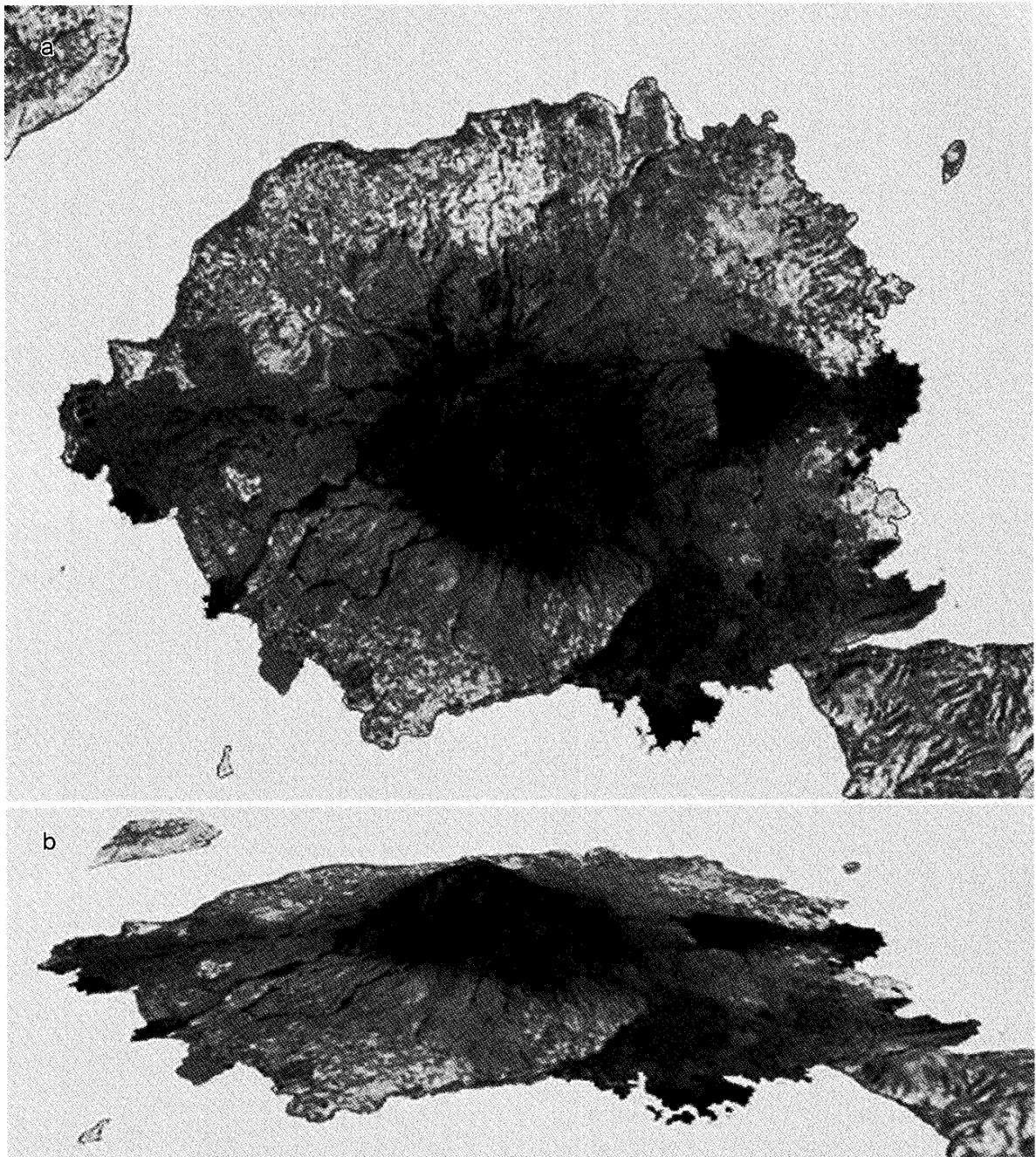


図3. a 桜島のランドサット近赤外画像(1998年8月26日10:26JST)  
b 同・国土地理院数値標高データを用いたSiPSEシステムによる立体表示

衛星による噴煙観測において、火山灰を多く含む有色噴煙の検出には、熱バンドの差画像(AVI, Aerosol Vapor Index,  $12\mu\text{m}-11\mu\text{m}$ )が有効であり、夜間にも利用できる。しかし、三宅島噴煙の場合、2000年7月噴火の半年後には白色噴煙が主となり、このAVI処理では検出が難しくなった。小山田ら(2001)は、NOAA/AVHRRの可視と近赤外バンド差を用いて、普通の雲粒より小さな粒子(火山性エアロゾル)を検出し、噴煙と雲を区別している<sup>(13)</sup>。

### 3. 可視・近赤外画像の比較と画像間演算

#### 3.1 可視・近赤外画像の実際

晴天の昼間に教育学部理系棟 6 階東側階段より撮影した可視と近赤外画像の例を図 4 a, b に示す。可視画像はビデオカメラ DCR-TRV30 を用いて通常の設定で撮影し、近赤外画像は同カメラに ND-400, IR-84 フィルタ（富士フィルム、840nm 以下をカット）を装着し、ナイトショットモードで撮影した。映像はメモリースティックに JPEG 画像ファインモードで保存した。ナイトショットモードでは自動露出機能が働かないので、近赤外撮影では映像が白トビしてしまうのを避けるため減光フィルタ ND-400 を装着し光量を 400 分の 1 に抑えた。なお、ND フィルタは **Neutral Density Filter** と呼ばれ、意図的な長時間露光や絞り開放で焦点深度を浅くするほか、直射日光など大きな光量を減少させ、写真フィルムや CCD センサを痛めないようにするために利用されている。

図 4 a の可視撮影で暗い部分、とくに眼下の楠並木や桜島山麓の植生等は、近赤外画像では太陽光を反射し白く鮮明になっている。また、桜島山頂に近い部分の岩石や裸地は、太陽光を吸収するため、近赤外画像で黒っぽく表示されている。この様子は、図 3 に示した衛星による近赤外画像と良く対応する（但し、観測時期は 5 年の差がある）。なお、この時期の桜島は非常に活発で常時薄い噴煙を出しており、上空に可視で黄色に近い霧、近赤外で白くコントラストがついていることが分かる。さらに、近赤外画像では建物の日向と日陰の部分でコントラストが付き非常に分かりやすい。

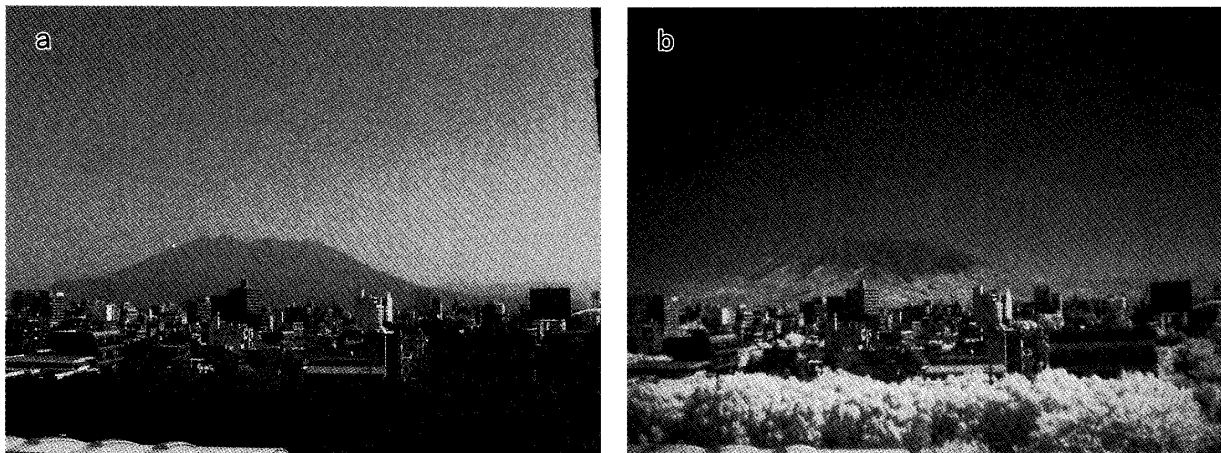


図 4 教育学部理系棟 6 階階段から撮影した画像の比較（2003 年 9 月 29 日 11 : 50JST）

a. 可視画像

b. 近赤外画像

#### 3.2 桜島の爆発噴煙

##### 撮影と映像のキャプチャ方法

2 台のビデオカメラ（SONY Handycam）のうち DCR-TRV17K は通常の撮影を行い、他方

の DCR-TRV30はナイトショットモードで赤外線透過フィルタ IR-84を装着して撮影し、映像は miniDV テープに録画した。

ビデオカメラ DCR-TRV30から i-Link ケーブルでパソコン PCG-FX77G/BP に接続し、ソフトウェア SmartCapture4.1を用いて、可視および近赤外のビデオ映像をそれぞれ静止画に変換した。ここでは画像解析に用いるため、JPEG ファイルではなく画質の落ちないビットマップ24bit (BMP ファイル) 形式でキャプチャして保存した。

### 画像の補正等

画像処理ソフト ENVIver. 3.5を用いて、可視と近赤外画像を重ねて幾何補正を行い、それぞれ画像の重なり合う範囲を PhotoShop6.0で切り出し、ファイルに保存する。また ENVIver. 3.5上で差画像や NDVI (正規化植生指数) などの処理を行った。

鹿児島大学教育学部理系棟 6階屋上 (南岳の西, 10.8km) より撮影したものをを用いた。晴天下での可視画像 (図 5 a) において、火山灰を多く含んだ噴煙と雲は色による区別が可能であるが、画像処理ソフトによってコントラストを強調すれば更に分かりやすくなる。ナイトショットによる近赤外画像 (図 5 b) では、噴煙と雲の輝度の違いによって判別しやすい。背景の青空が暗く写るた

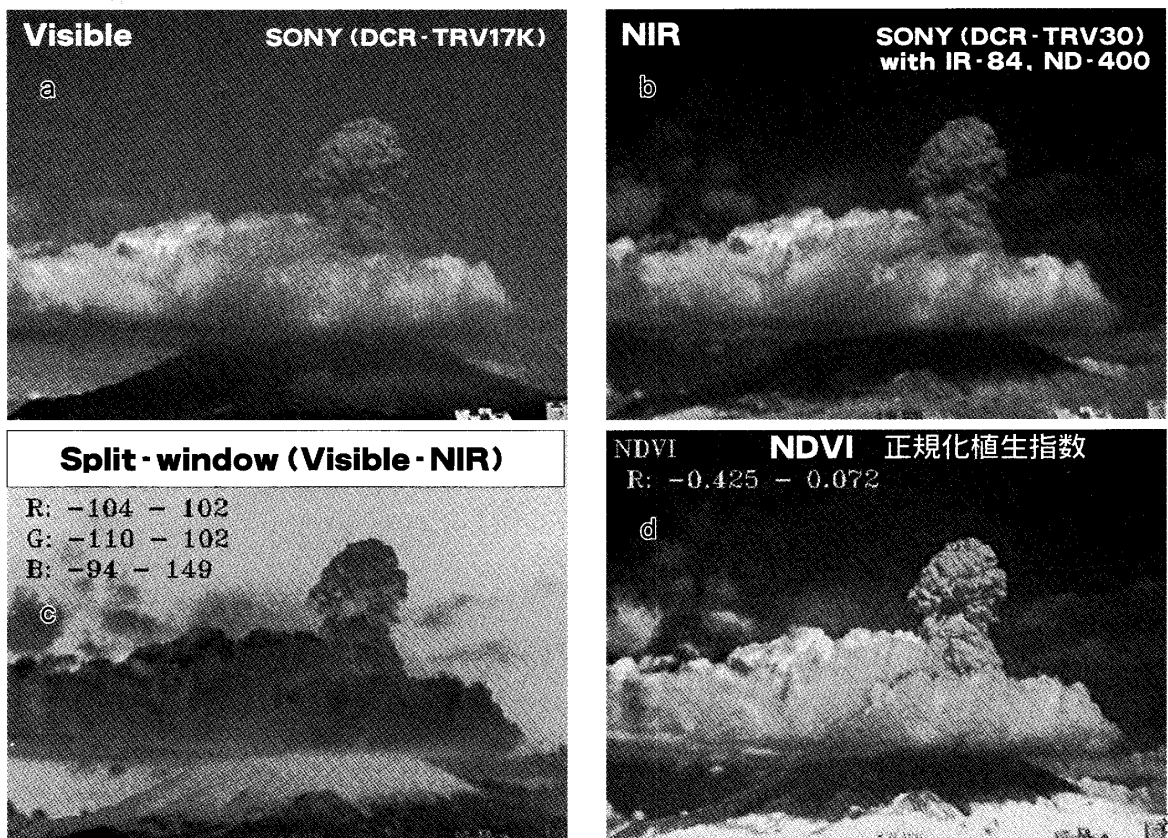


図5 教育学部理系棟屋上から撮影した桜島噴火の各種画像比較 (2003年9月24日 15:10JST)

- a. ビデオカメラ可視画像    b. ナイトショットと赤外線透過フィルタによる近赤外画像  
c. 可視と近赤外の差画像    d. NDVI 処理画像

め、雲の形状も鮮明である。なお、可視と近赤外の差画像（図 5 c）においては、火山性エアロゾルが、爆発噴煙内部に留まり大気中へ薄く拡散されてはいないと思われ、その外部にエアロゾルを画像として見出すことはできない。

NDVI は正規化植生指数（Normalized Difference Vegetation Index）と呼ばれ、植物が光合成で利用可能な可視光の吸収割合を定量的に示す指標である。可視と近赤外の反射特性の違いを強調したもので下記の式で表すことができる（1）<sup>(14)</sup>。

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (1)$$

NIR；近赤外の波長      R；可視域の赤波長

NDVI 処理画像は、可視および近赤外画像のビットマップファイル RGB 成分の R（赤）成分をもとに作成した（図 5 d）。ナイトショットによる近赤外画像（図 5 b）同様、輪郭のはっきりした鮮明な噴煙を検出できた。このほか、画像 RGB 成分のそれぞれに G（緑）、B（青）R（NDVI）をとり、擬似カラー合成を行うと更に強調でき、噴煙と雲を色分けすることも可能である。

### 3. 3 焚火の煙

2003年 9月24日 15:00JST, 鹿児島大学教育学部理系棟 6階屋上から鹿児島女子短期大学方面

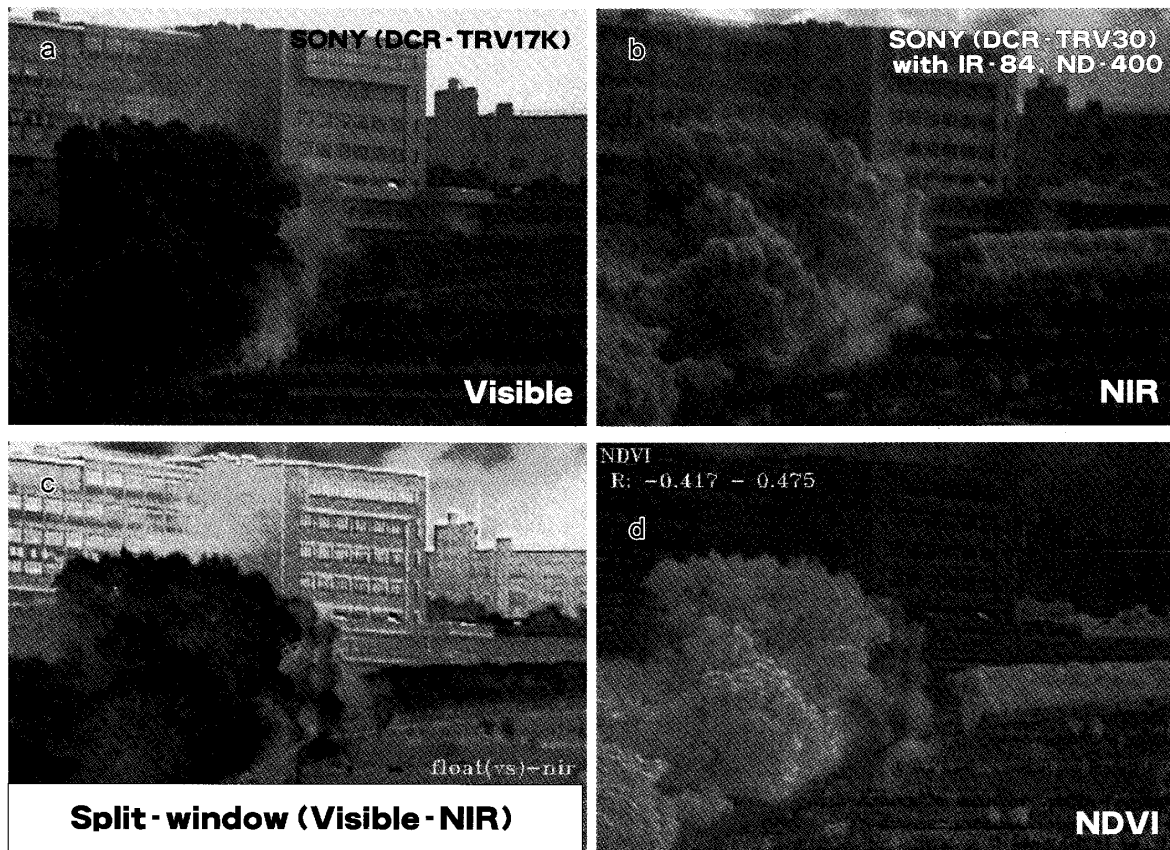


図6 教育学部理系棟屋上から撮影した焚火の煙の各種画像比較（2003年9月24日15:05JST）  
 a. ビデオカメラ可視画像      b. ナイトショットと赤外線透過フィルタによる近赤外画像  
 c. 可視と近赤外の差画像      d. NDVI 処理画像

(南々西, 2 km) を撮影した。晴天下の可視画像で中央の植生と上部の建造物の手前に焚火の煙を確認した(図6 a)。映像中の背景(とくに可視で煙と同系色)によっては確認しづらいこともあるため、画像処理ソフトによってコントラストをつけ、更に識別しやすくすることを試みた。

ナイトショットによる近赤外画像では、植生の手前に白く映る煙を確認できたが、建造物の手前は透過して煙を見ることはできない(図6 b)。可視と近赤外の差画像では、図6 bとは逆に植生を背景とする煙は確認しづらいが、建造物の前に広がる煙を認めることができる。このことは、画像中の背景に反射率の少さい建造物、裸地、海域があれば、可視と近赤外の差画像をとることで噴煙・エアロゾルを検出できるものといえる(図6 c)。

NDVI 処理画像では、植生部分が白く表示され、そのうち煙の部分だけ黒く表現される。背景に植生があれば、NDVI 処理によりエアロゾル部分を浮き上がらせることができる(図6 d)<sup>(12)</sup>。したがって、背景の植生分布状況によって、差画像処理やNDVI 処理を使い分けることで対応できると考えられる。

### 3. 4 MODIS 衛星データによる火山性エアロゾル検出

非常に活発な噴煙活動を行った薩摩硫黄島硫黄岳の Terra 衛星搭載 MODIS センサによるシーンを NASA GES Distributed Active Archive Center よりダウンロードした。なお、筆者らは2003年2月より硫黄岳の Web カメラ(可視画像)、2003年7月よりビデオカメラ DCR-TRV30 に赤外線透過フィルタ IR-85 (KENKO, 850nm以下をカット) を装着し、硫黄岳の西3 km 三島村総合体育館より近赤外画像を撮影している。これらの映像も参考にした。

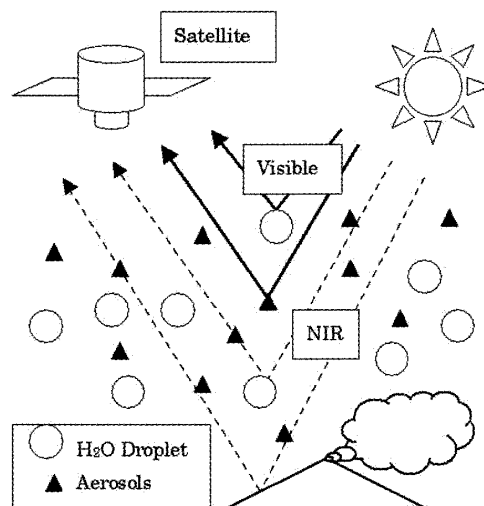


図7 衛星によるエアロゾル検出

薩摩硫黄島硫黄岳は900°C近い多量の火山ガス(SO<sub>2</sub>放出量300~500t/day)を放出しており<sup>(15)</sup>、白色噴煙が移流して拡散した乾燥大気中では粒径の小さい硫酸エアロゾルが存在していると推測さ



れる。なお、MODIS は多くのバンドを有しており、遠赤外域の Band-27 (6.535~6.895 $\mu\text{m}$ )、28 (7.175~7.475 $\mu\text{m}$ )、29 (8.400~8.700 $\mu\text{m}$ )、30 (9.580~9.880 $\mu\text{m}$ )、31 (10.780~11.280 $\mu\text{m}$ )、32 (11.770~12.270 $\mu\text{m}$ )、36 (14.085~14.385 $\mu\text{m}$ ) は 1 km 分解能であるが、二酸化硫黄や硫酸エアロゾル検出に現在利用されている<sup>(16)</sup>。火山ガスの遠赤外域吸収スペクトルは、地上リモートセンシングにも利用されている<sup>(17)</sup>。

可視域の Band-1 (620~670nm)、近赤外域の Band-2 (841~876nm) の 2 バンドは 250m 分解能であるため、NOAA/AVHRR (軌道直下分解能 1.1km) 等の衛星データよりも詳細に検討することができる。可視バンドは、雲中の大きな粒子やエアロゾルに反射して雲の形状しか捉えることができないが、近赤外バンドでは、エアロゾルを透過するが、大きな粒子で散乱される特徴がある<sup>(18)</sup>。薄い雲であれば、地表の様子を検知することもできる。可視と近赤外画像の差をとる差画像法により、エアロゾルを検出でき、この差画像法で火山性エアロゾルを多く含む噴煙かどうか判別できる (図 7)。

薩摩硫黄島噴煙 Terra-MODIS 画像 2003 年 8 月 19 日 11:35JST の可視画像を図 8 a に、近赤外画像を図 8 b に示す。True Color (図 8 d) で北西に流れる白色噴煙を確認した。また、可視と近赤外バンド差画像において、同様に火山性エアロゾルを検出できた (図 8 c)。

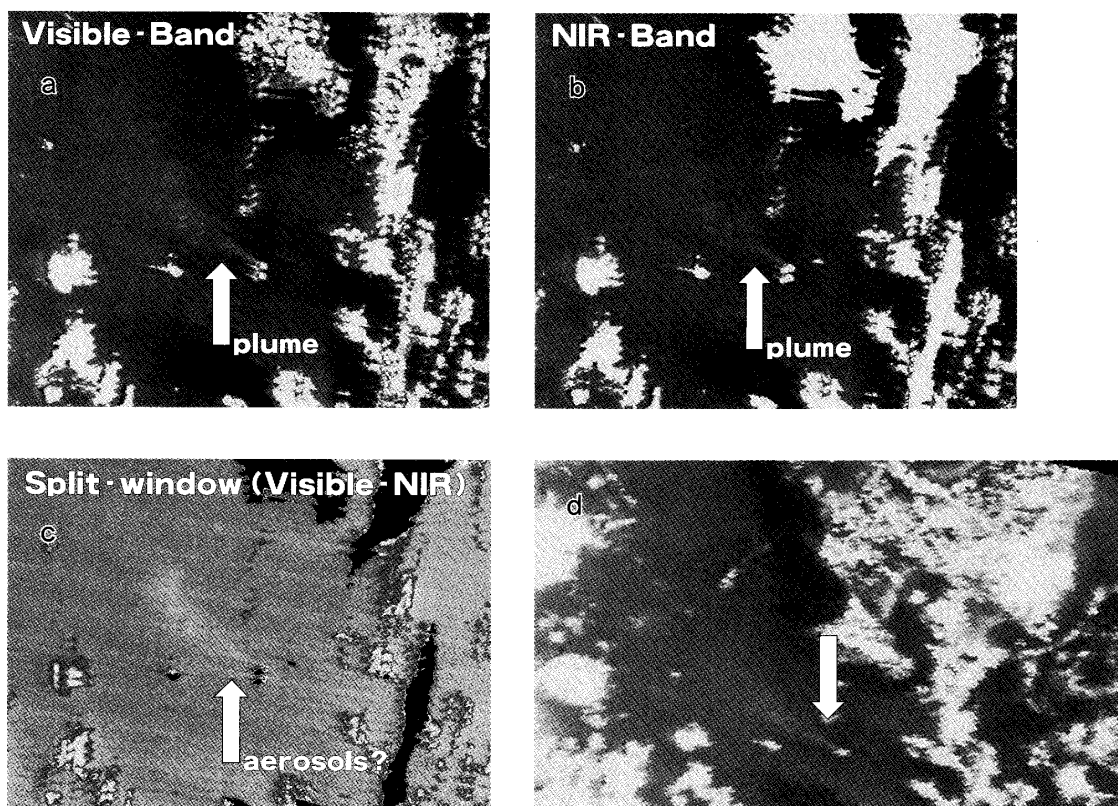


図 8 薩摩硫黄島噴煙 Terra-MODIS データの各種画像の比較 (2003 年 8 月 19 日 11:35JST)  
 a. 可視画像 Band-1      b. 近赤外画像 Band-2  
 c. 可視と近赤外の差画像      d. True Color 画像 (1 km 分解能)

図9 aに2003年8月19日11:41JSTのライブカメラ映像(可視), 図9 bに2003年8月19日11:37JSTの赤外線透過フィルタIR-85とナイトショットによる近赤外画像を示す。硫黄岳は2003年7月26日以来, やや活発な活動をしており, 連日800~1000mもの噴煙をあげている。なお, SONY Handycamには, 夜間の高温部検出のためNDフィルタを使っていないため, 日差しの強い時間帯には画像に白トビ傾向がある。地上観測(図9 a, b)では活発な噴煙の様子を捉えている。

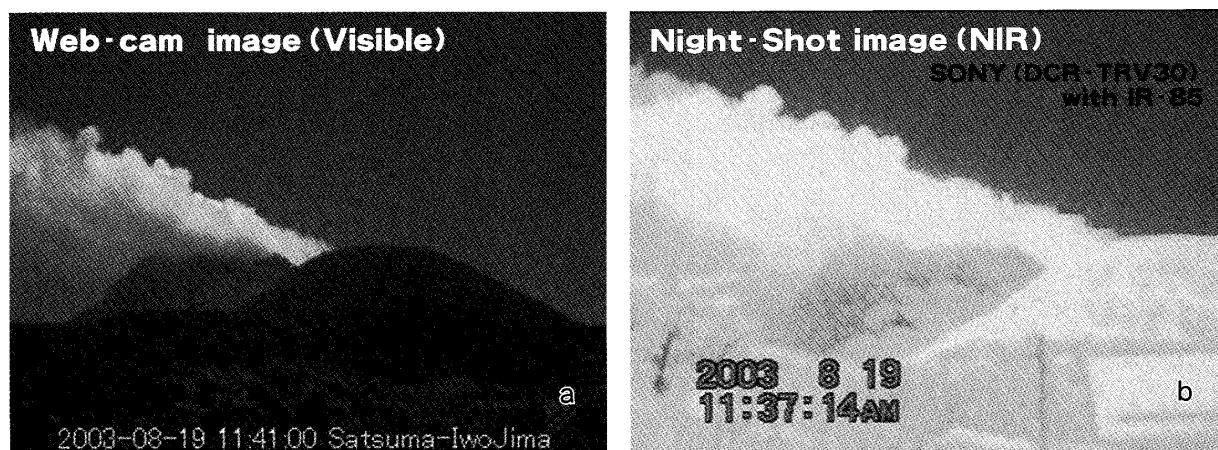


図9 薩摩硫黄島の地上観測映像

a. ライブカメラ画像(可視画像)  
2003年8月19日11:41JST

b. ナイトショットによる近赤外画像  
2003年8月19日11:37JST

#### 4. 教育への活用

ビデオカメラは物理教育実験の題材として様々な活用が考えられる<sup>(19,20)</sup>。さらに, これまで述べてきたような近赤外画像はどのような教育利用が可能であろうか。平成15年度施行の新学習指導要領の高校理科では, 物理Iの「(2)波」の中で, 「(イ)音と光・(ウ)光の伝わり方・(エ)光の回折と干渉」において光の波動性を取り扱っている。通常この単元の最初で光の波長の違いによる種類と性質について簡単に述べるので, 近赤外画像はトピックとして取り上げる極めて有効な教材となりうる。

例えば授業の冒頭で, リモコンの見えない光がビデオカメラでモニターされていることを示して関心を引く。その際, 赤外線透過フィルタがあればより鮮明な画像が得られる(図10)。赤外線の利用例としてリモコンを取り上げる場合は, リモコンのボタンを押すことで機器の操作ができるという結果だけで説明するのではなく, 赤外線を可視化して提示することが効果的であろう。そうすることで生徒の知的好奇心を

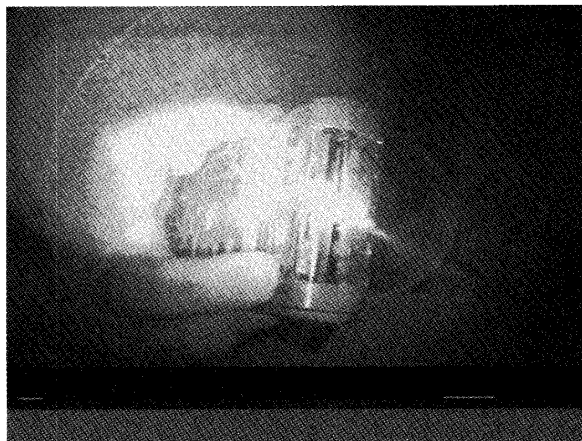


図10 ナイトショットによるリモコンの近赤外線

喚起し、どうして見えない光を捉えることができるのか疑問を持たば有効な導入となる。リモコンはどの家庭にもあるため、デジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話があれば、実際に自分で再現する生徒もいるかもしれない。光の性質について一通り説明した後で赤外線の利用例として、ナイトショットによる近赤外画像や赤外線透過フィルタの役割と意義等を紹介することで理解が深まるだろう。ビデオカメラは比較的普及しているが、ナイトショット機能を知っていても暗闇で使うものと固定的に捉えている生徒が多い。ナイトショット機能を暗闇で使うことができるのはビデオカメラが内蔵の赤外線ライトを照射してモニターした結果であって、昼間は太陽光による近赤外線をモニターできることを示せば、驚きをもって興味を示すはずである。さらに、赤外線透過フィルタのあるなしによる違いを実際に提示すれば、近赤外線の理解に大いに役立つだろう（図11a, b）。いずれにしても身近にある機材を利用して具体的に示すことで有効な教材となりうるのである。

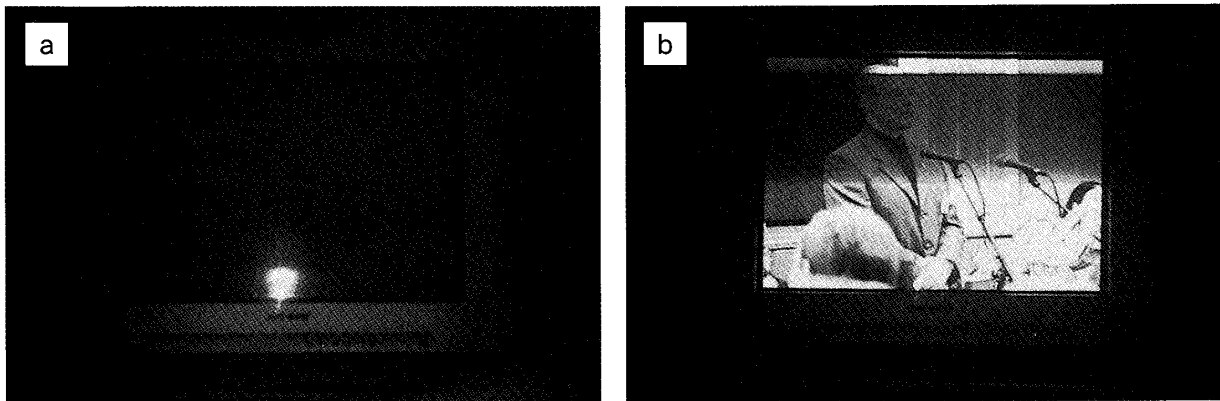


図11 ナイトショットによるテレビ画面

a. 赤外線透過フィルタ IR-85 あり      b. 赤外線透過フィルタなし

さらに、熱現象を提示できることも利用価値が大きい。物質が熱放射によって熱エネルギーを伝えるとき、プランク分布に見られる通り温度により放射する電磁波の波長は異なる。非常に高温で放射する電磁波は可視光領域がピークであるが、白熱電灯では近赤外光領域がピークとなり、日常的な熱現象は遠赤外線の放射量が多いので、遠赤外線を熱線と呼ぶこともある。図12a, bはナイトショットを利用して室内の蛍光灯によって電熱線がどう撮影されるかを示したものである。図12bでは照明光を反射しているため、全体的にははっきりと映っているが、図12aは室内が暗く照明の反射光を取り込めないため、近赤外線を放射している電熱線の部分だけ明るくなっていることが分かる。

また、ナイトショット機能を利用した近赤外画像と可視画像との比較は、前述の差画像処理やNDVI処理が行えると利用価値は高まるが、ただ比較するだけでも良い教材となる。図4 a, bの比較で植物のあるところや図5 a, bの雲が近赤外画像で白くなっていることが分かり、クロロフィルの波長吸収特性や水とエアロゾルの近赤外光反射率の違いを踏まえて提示すれば、光の波長による性質の違いの理解を助ける非常に良い教材となるであろう。そして発展的に、差画像処理や

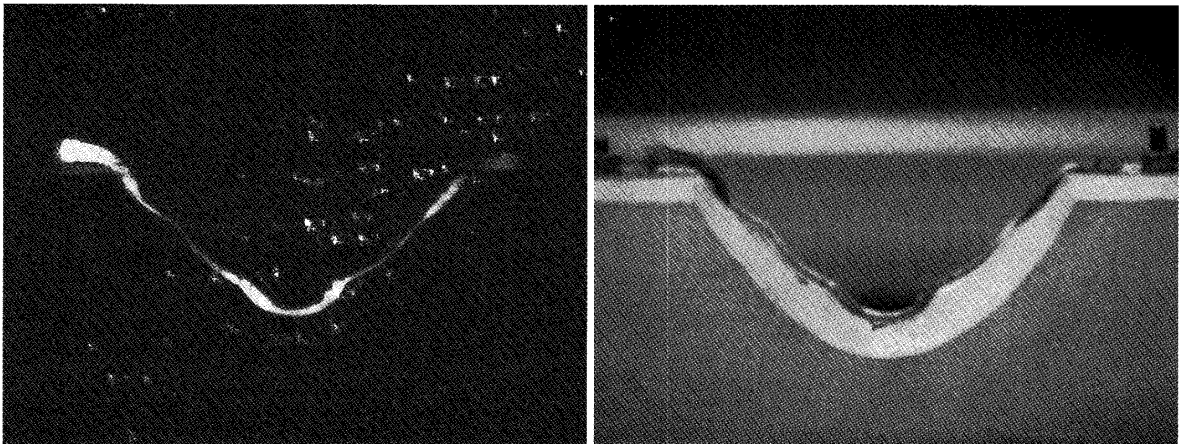


図12 ナイトショットによる電熱線  
a. 室内蛍光灯消灯 b. 室内蛍光灯点灯

NDVI 処理が行える環境があれば，課題研究や総合学習の題材としてユニークなものになることが考えられる。

## 5. おわりに

ビデオカメラを利用すれば，ヒトの目に見えない近赤外のような光を可視化することができる。この近赤外画像は，大気中の小さな粒子を捉えることができ，光がなくても赤熱に近い高温域を映すことができることから，通常の映像観測とは違った視点で環境モニタリングに広く利用できる。とくに植生部分では太陽光中の近赤外線が反射し，水面では吸収されるため，森林や水系の状況を一目で判断できる利点がある。学校教育の中においては，身の回りの自然科学教材としてユニークな活用ができるものと考えられる。これまで，人体に有害なものとして紫外線は注目されてきたが，近赤外線についてはほとんど取り上げられていない。正しい総合的な知識をつけることは環境教育においても重要なことであるといえる。

近赤外線の利用実践において，市販のビデオカメラに赤外線透過フィルタを用いれば，散乱光を抑えられるため，霧や薄い雲があっても輪郭のシャープな噴煙を撮影できた。可視およびナイトショットで得られた近赤外画像を用いて，噴煙の強調処理や植生（NDVI）の検出も行うことができた。夜間の火山赤熱や火映等を撮影できる可能性もある。Web（USB）カメラ，デジカメ，ビデオカメラなど，光学特性が公開されれば，定量的な検討も可能になると思われる。

噴煙の動態解析や火山活動の危険性評価には多様な監視システムによる情報が重要である。ライブカメラや MODIS 衛星データなど多くの情報を用いて，火山爆発噴煙の高度や移流方向等を即時に把握できる。また，赤外ビデオ映像や衛星データの赤外バンド等を解析することにより，火山噴煙や熱異常の監視が可能である。ここでまとめた MODIS 画像は，次に示すのホームページ SiNG Kagoshima 「R. 西太平洋の火山噴火 MODIS データベース」に掲載している。

<http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/volc/ocean/>

なお、観測カメラ映像・観測方法の詳細は下記で公開中である<sup>(21)</sup>。

<http://www-sci.edu.kagoshima-u.ac.jp/volc/>

## 謝辞

オーストラリア気象庁の Andre Tupper 氏には MODIS データに関わる様々な議論を丁寧にして頂いた。MODIS データは、NASA の Web サイトよりダウンロードした。画像加工処理には鹿児島大学工学部の飯野直子氏にご助言頂いた。薩摩硫黄島観測カメラおよびナイトショットによる硫黄岳近赤外映像撮影には鹿児島大学教育学部学生の山本昌史氏に大へんお世話になった。記して深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- (1) 木下紀正・八田明夫, 地球と環境の科学, 東京教学社, pp.99-119, 2002.
- (2) 財団法人リモート・センシング技術センター <http://www.restec.or.jp/>
- (3) 内藤千鶴子・山口靖, ASTER SWIR バンドによる岩相識別のためのスペクトル指標, 日本リモートセンシング学会第24回学術講演会論文集, pp.145-146, 1998.  
飯野直子・矢野利明・木下紀正, AVHRR Channel 3 データを用いた鉱物質エアロゾルと雲との識別の試み, 日本リモートセンシング学会第33回学術講演会論文集, pp.71-72, 2002.
- (4) 富士フイルム <http://www.fujifilm.co.jp/>
- (5) 弓場憲生, デジタルカメラを使った赤外写真の撮り方とその応用, 森林航測, **193**, pp.12-16, 2001.
- (6) 林治克, わくわく追試-デジカメで赤外写真!~貧乏なキミにも出来る~1万円以下で赤外カラー, 森林航測, **194**, pp.17-21, 2001. <http://www.jafta.or.jp/news/shinrinkosoku/194>
- (7) 相馬孝志, 地上用植生指標観測カメラの開発, 岩手大学工学部技術部報告, **6**, pp.96-99, 2003.  
<http://akikoma.remos.iwate-u.ac.jp/>
- (8) 東郷雄喜・黒岩昇平・石黒悦爾・灘波博章, 豪雨ハザードマップ作成に関する基礎的研究-分光反射特性の差異による二次災害地点抽出の可能性-, 鹿児島リモートセンシング研究会, 2003.
- (9) 京大地球学職人衆, ナイトショットの正しい使い方-火口の温度を測る-, 地球惑星科学関連学会2002年度合同大会 J067-006. <http://ns.kyoto-u.co.jp/sekinetu/>
- (10) E. G. Corpuz, Active Volcano in the Philippines - Mayon, Pinatubo and Taal, Talk at the Seminar in IUGG Pre-Conference Fieldtrip, June, 2003.
- (11) K. Kinoshita, S. Ikebe and K. Isogai, Satellite Observation of Volcanic Phenomena in Kyushu Japan, Bulletin of Faculty of Education, Kagoshima Univ., Natural Science, **48**, pp.37-63, 1997.
- (12) 飯野直子・矢野利明, LANDSAT/TM データによる鹿児島市の都市化の推定, 日本リモートセンシング学会第27回学術講演会論文集, pp.125-128, 1999.
- (13) 小山田恵・木下紀正・飯野直子, 2001年夏季の NOAA/AVHRR に見る三宅島噴煙, 日本リモートセンシング学会第31回学術講演会論文集, pp.149-150, 2001.
- (14) 日本リモートセンシング研究会, リモートセンシングハンドブック, 宇宙開発事業団, pp.184-199, 1997.
- (15) 篠原宏志・風早康平・斉藤元治・松島喜雄・川辺禎久, 薩摩硫黄島の活動状況について, 南太平洋海域調査研究報告, **37**, pp.116-121, 2003.
- (16) A. Tupper, J. P. Davey, R. J. Potts, Monitoring volcanic eruptions in Indonesia and the South west Pacific, Kagoshima University Research Center For The Pacific Islands Occasional Papers,

- 37, pp.153-163, 2003.
- (17) 小野暁・神宮司元治・藤光康宏・江藤幸雄, FT-IR による九重硫黄山における CO ガスの遠隔観測, 火山, 42, pp.47-51, 1997.
- (18) 高橋幹二, 基礎エアロゾル工学, 養賢堂, 1982; 応用エアロゾル学, 同, 1984.
- (19) 木下紀正, 物理実験におけるビデオカメラの利用, 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要, 2, pp.85-93, 1992.
- (20) 木下紀正, ビデオカメラによる物理教育実験, 大学研究 (筑波大学大学研究センター), 12, pp.287-291, 1993.
- (21) 金柿主税・A. Tupper・木下紀正・町田晶一・山本昌史・浜田智志, 観測カメラと MODIS による離島火山の爆発噴煙, 日本火山学会2003年秋季大会, PA12.

### Study of Near-Infrared Images using Video-camera

Chikara KANAGAKI \*, Kazuaki KAWANO \*\* and Kisei KINOSHITA

Physics Department, Faculty of Education, Kagoshima University

(\*Amura Junior High School, Kumamoto, \*\*Fukiage High School, Kagoshima)

#### Abstract

Near-infrared images using the video-camera were found to be useful, similar to the satellite data to discriminate the vegetation from bare ground, and ash cloud from normal water cloud. We detected the vegetation area using the near-Infrared image and/or NDVI method, and aerosols using subtraction method from visible and near-infrared images. We tried the experiments of the near-infrared ray using handy materials, and discussed the use of them as teaching materials in physics education.

**Keywords** : Near-infrared ray, night-shot, remote sensing, educational use.