

# 地上分解能の異なる熱画像における輝度温度の分散

—— LANDSAT/TM と NOAA/AVHRR の場合 ——

西之園 雅 靖\*・奥 藺 俊 一\*・飯 野 直 子\*\*・  
矢 野 利 明\*\*・鳥 居 修 一\*\*

Dispersion of Brightness Temperature for Thermal  
Image of Differential Resolution

—— In case of LANDSAT/TM and NOAA/AVHRR ——

Masayasu NISHINOSONO, Shunichi OKUZONO, Naoko IINO,  
Toshiaki YANO and Shuichi TORII

Abstract: A detailed distribution of land surface temperature is necessary to analyze the urban thermal environment. LANDSAT/TM, with its very high spatial resolution, is suitable for this analysis. But the ground surface temperature estimated from LANDSAT thermal data turns out to be higher than the measured one. The aim of this study is to correct the temperature from TM data by using NOAA/AVHRR data which give a relatively accurate land surface temperature. However, it is difficult to compare the LANDSAT data with NOAA data, because of the difference of their ground resolution and satellite orbits. In the present study, affine transformation is employed to superimpose the image of NOAA onto that of LANDSAT. The dispersion of brightness temperature of LANDSAT is examined for one pixel of NOAA data. As a result, it is found that there is a very high dispersion of LANDSAT brightness temperature in the city and forest regions.

## 1. 緒 論

近年、環境問題に対する関心が高くなってきている。二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球の温暖化もその一つとして注目されいろいろな対策が練られている。この地球規模の温暖化の約10倍ものスピードで進んでいるのが都市の温暖化である。都市の温暖化は人口と産業機能の集中によって引き起こされる人工放熱量の増加や、ほとんどの都市の表面をコンクリートやアスファルトなどで覆っていることによる熱容量の増大など様々な要因が重なり合っていると考えられている。このような都市の熱環境の現状を把握するためには地表面の詳細な温度分布図が必要となる。温度分布図は直接その地域の温度を測るのが最も正確ではあるが、実際に広い地域の温度を同時に測るのは難しい。そこで人工衛星を使っ

て温度分布図を作るのが有効であると考えられる。

LANDSAT/TMは高い分解能を持つことが知られており、都市などの細かい地表面温度分布を知るのには非常に適していると考えられている。しかしながらTMの熱バンドから得られる温度データは実測値と一致しないことが指摘されている。<sup>(1)(2)(3)</sup>

本研究は比較的正確な温度データを与えてくれるNOAA/AVHRRデータを用いてLANDSAT/TMの温度補正を行うことを目的としている。しかしながらLANDSATとNOAAは地上分解能が異なるため、両者のデータを比較するとき問題となるのは、NOAAデータの1ピクセル中にLANDSAT輝度値が、どのように分散しているかである。今回は海、都市、森の3つのカテゴリーについて調べた。

## 2. 解析方法

### 2.1 使用データ

本研究で使用したLANDSATとNOAAデータの概要を表1に示す。できるだけ正確な比較ができるように観

平成9年5月31日受理

\*博士前期課程機械工学専攻

\*\*機械工学科

測日は同じ日とした。また解析への影響を少なくするために、両画像とも比較的良好に晴れていて雲も少ない日を選んだ。ただLANDSAT画像には桜島の噴煙が現れているためその部分はさけてデータを取った。

## 2.2 解析方法の手順

解析方法の手順を図1に示す。まず座標系の違ったLANDSAT/TMとNOAA/AVHRR画像の座標をアフィン変換によって一致させた。次にLANDSAT画像に対してM.D.M. (最短距離法)による土地被覆分類をおこなった。それにより海、森、都市の3つのカテゴリーごとの輝度値をそれぞれの画像から取り出した。最後に輝度値をそれぞれの変換式で輝度温度に変換し比較検討を行った。

## 2.3 座標の変換

両データの輝度温度を比較するためにはできるだけ同地域のデータを比較することが望ましい。しかし

LANDSAT画像はNOAA画像に比べ10度傾いていることや分解能の違い、観測域の違いなどにより直接比較することは難しい。そこでNOAA画像の座標をアフィン変換を用いてLANDSAT画像の座標に一致させ、両データを比較した。アフィン変換は基準地点を岬、湾などのできるだけわかりやすい地点を9点とった。式(1)(2)

$$P=A * X+B * Y+C \quad \text{--- (1)}$$

$$L=D * X+E * Y+F \quad \text{--- (2)}$$

のアフィン変換係数を表2に示す。

図2にLANDSAT フォールスカラー画像、NOAA シュードカラー画像、LANDSAT画像に一致させたアフィン変換後のNOAA画像およびLANDSATを用いた土地被覆分類図を示す。

## 2.4 輝度値の算出

NOAAデータの輝度値はアフィン変換後のNOAA画像から抽出する。また、LANDSATデータの輝度値は

表1 使用データの概要

観測衛星	LANDSAT-5	NOAA-12
センサ	TM	AVHRR
観測日	1992年10月28日	1992年10月28日
観測時刻	10時10分頃	7時55分
観測地域	鹿児島県全土	南九州
間引き率	6	1
使用バンド	3,5,6,7	4,5

表2 アフィン変換係数

A	B	C	D	E	F
1.355605E-01	-1.629651E-02	8.599671E+01	2.364797E-02	1.334171E-01	9.130981E+01

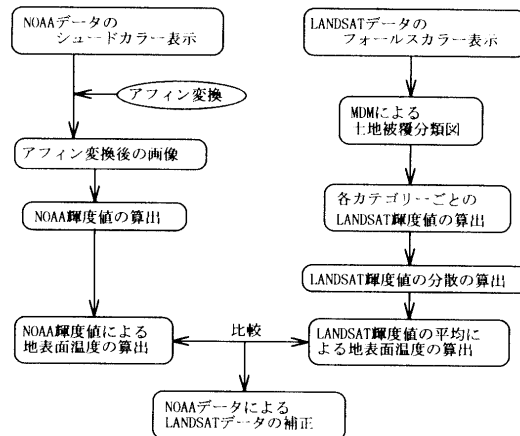
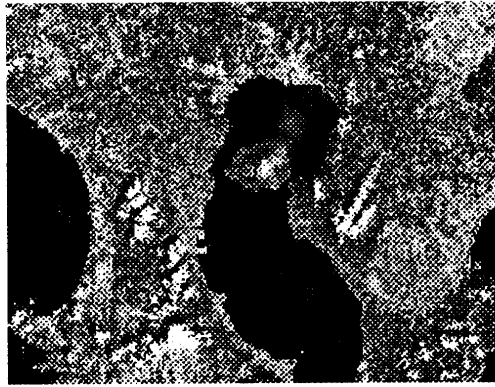


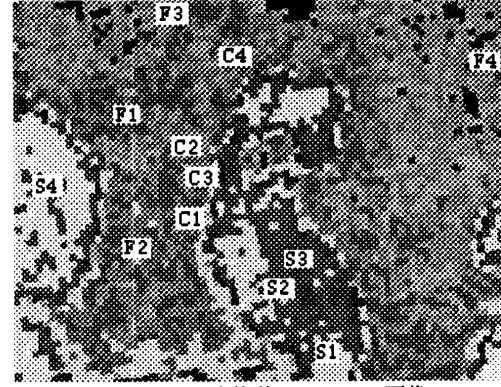
図1 解析手順



(a) LANDSAT フォールスカラー画像



(b) NOAA シュードカラー画像

(c) LANDSAT データを用いた  
土地被覆分類図

(d) アフィン変換後の NOAA 画像

図2 LANDSAT 画像と NOAA 画像

NOAA データと比較するために NOAA 1ピクセルと同じ位置の LANDSAT 輝度値のヒストグラムから平均値を求めた。また、この時 LANDSAT データのバンド3,5,6,7を用いて M.D.M. (最短距離法) を行い、海、森、都市の3つのカテゴリーに分け、それぞれの NOAA 1ピクセル中の LANDSAT 輝度値の分散を調べた。

### 2.5 輝度温度の算出

NOAA データの輝度温度変換は NOAA データのバンド相関を利用した Sakaida らの大気補正式をもちいて算出した。<sup>(4)</sup> また、LANDSAT データは NASA の輝度温度変換式を用いた。

## 3. 結果と考察

### 3.1 LANDSAT 輝度値の分散

NOAA 1ピクセル中に含まれる LANDSAT 輝度値の分散を海、森、都市の3つのカテゴリーについて調べた。図2(d)に示す代表的な地点の結果を図3に示す。

図3において、海 (S1~S4) に関しては LANDSAT の CCT 値のばらつきの最大幅が3~6とかなり狭い範

囲に固まっているのがわかる。これは海では比較的に温度が均一であるためであると思われる。それに対して森 (F1~F4) や都市 (C1~C4) では広範囲にわたって輝度値が分散している。これは陸地は海と違って NOAA 1ピクセル中にいろいろな物体があり、温度が均一でないためであると思われる。また森のばらつきが都市なみに大きいのは、アフィン変換後の画像では NOAA 1ピクセルの大きさが拡大され純粋な森データをとるのが難しかったためである。これらのことから海に関しては NOAA 輝度値と LANDSAT 輝度値の平均値を直接比較してもよいように思われる。しかし森と都市に関しては、LANDSAT データのばらつきが大きく平均値を用いて比較するには問題があるように思われる。

### 3.2 輝度温度の相関

NOAA の輝度温度と LANDSAT の輝度温度をそれぞれ3つのカテゴリーについて、海21点、森9点、都市12点について比較したものを図4に示す。ここで LANDSAT の代表輝度温度は1地点の分散値を平均した値としている。

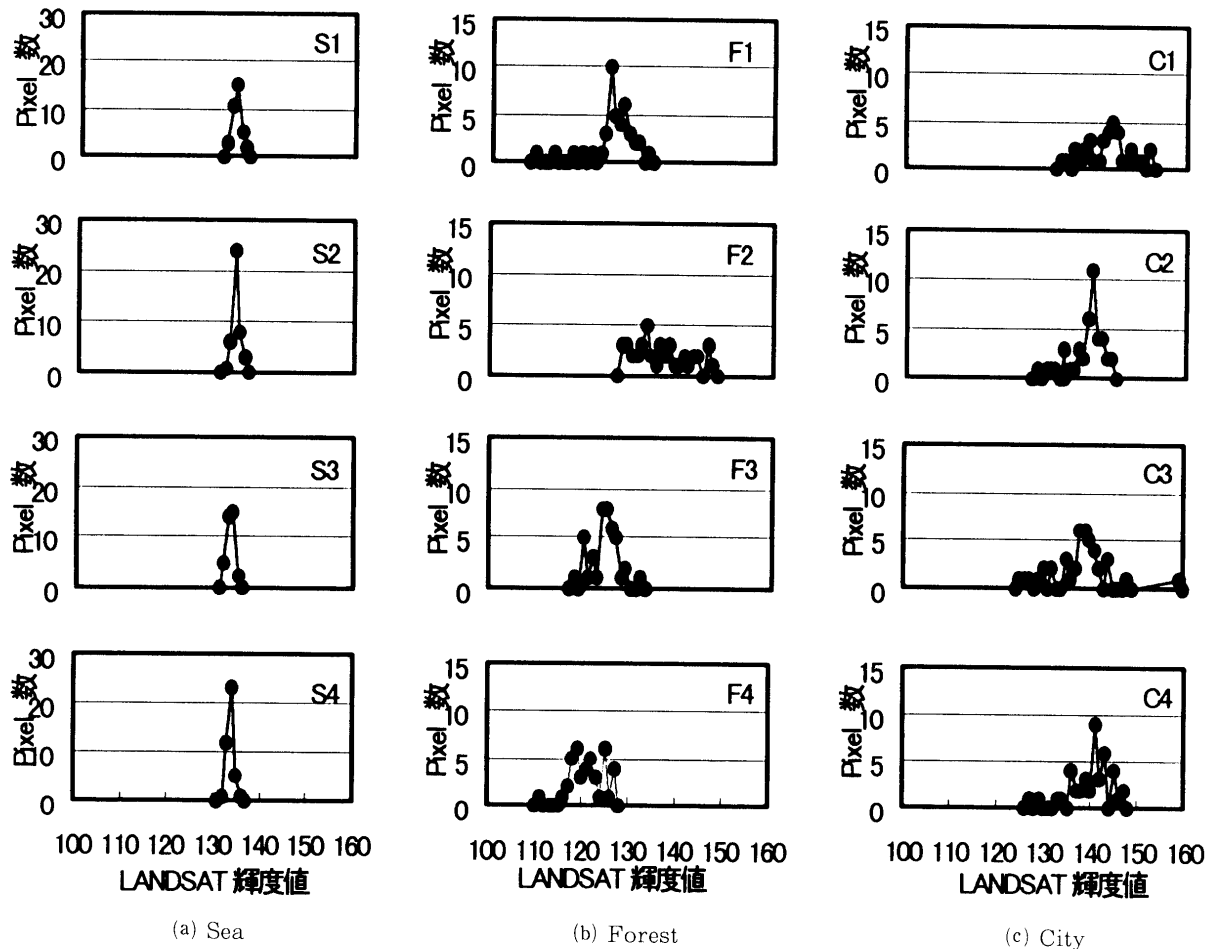


図3 NOAA 1 Pixel 中における LANDSAT 輝度値の分散

海に関しては NOAA 輝度温度と LANDSAT 輝度温度は比較的一致している。また温度のばらつきもほとんどみられない。これは海洋では熱容量が大きいこと、衛星の観測時間の違いによる温度変化がほとんどないこと、海が比較的一様な温度分布を示すことに起因している。また両者の間には比較的良好一致がみられる。

森に関しては、NOAA 輝度温度と LANDSAT 輝度温度に  $6 \sim 8^\circ\text{C}$  の差がみられる。海データと比較して NOAA の温度変動幅はさほど変わらないが LANDSAT の温度変動幅が約  $4^\circ\text{C}$  と大きくなっている。NOAA の温度変動幅がさほど変わらないのに対し LANDSAT の温度変動幅が大きくなっているのは、CCT 値のばらつきが大きいため、平均したときに誤差が大きくなったためと考えられる。データの中に 1 点だけ値の大きく異なったものがみられるが LANDSAT の土地被覆分類の精度によるものと考えられる。

都市に関しては、NOAA 輝度温度より LANDSAT 輝度温度が約  $13 \sim 14^\circ\text{C}$  高くなっている。温度変動幅は 3 つ

の中で最も大きく NOAA で約  $6^\circ\text{C}$ 、LANDSAT で約  $4^\circ\text{C}$  である。これは CCT 値のばらつきが森とは逆になっている。また 3 つのデータに共通するのは NOAA と LANDSAT の観測時間の差による温度差である。この日の観測時間は NOAA は 7 時 50 分、LANDSAT は 10 時 10 分頃であり、観測時間の差による温度差もかなり影響していると考えられる。

#### 4. 結 論

本研究においてはアフィン変換によって NOAA/AVHRR データの座標を LANDSAT/TM データの座標と一致させることにより、NOAA/AVHRR データと LANDSAT/TM データの比較をおこなった。その結果次のようなことがわかった。

①熱バンドにおいて、NOAA/AVHRR のデータの 1 ピクセル中の LANDSAT/TM データの CCT 値のばらつきは海洋ではほとんどなく、それらの平均値を代表値とする事ができる。

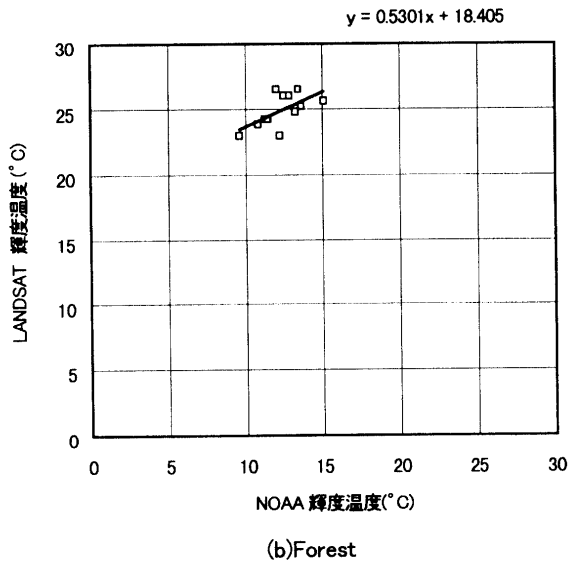
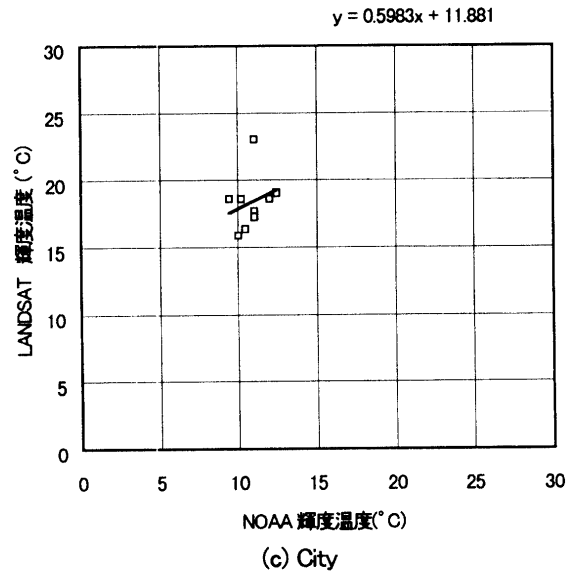
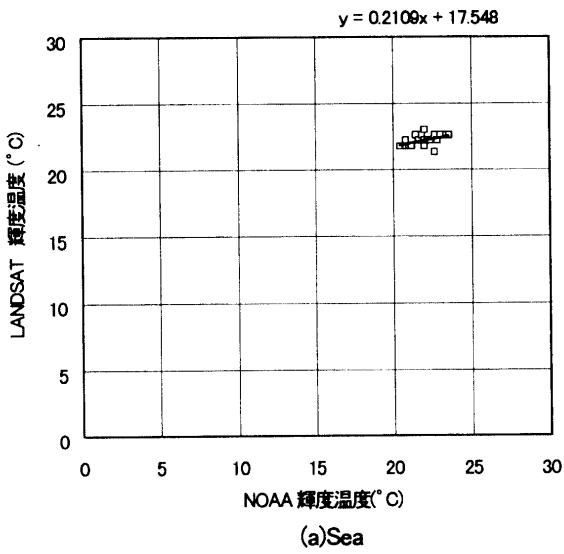


図4 NOAA と LANDSAT の輝度温度の相関

②海洋の NOAA/AVHRR データと LANDSAT/TM データを用いることによって LANDSAT/TM の熱バンド 6 の温度補正が可能である。

**参考文献**

- (1) 矢野利明, 鳥居修一, 木下紀正, 平田賢志, 日本機械学会論文集, (B編), 61巻, 585号, (1995), pp. 1907-1913.
- (2) 平田賢志, 矢野利明, 木下紀正, 鳥居修一, 日本機械学会講演論文集, Vol. E, No. 930-63(1993), pp. 1-3.
- (3) 稲永, 竹内, 杉村, 吉村, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 16, No. 4(1996), pp. 10-20.
- (4) F. Sakaida and H. Kawamura, J. of Oceanography, Vol. 48, (1992), pp. 179-192.