

## 画像の幾何補正処理の可視化

2M-7

星 仰, 相田 真貴  
茨城大学

## 1. はじめに

1972年に地球観測衛星LANDSATが打ち上げられ、マルチスペクトルスキャナー(MSS)とリターンビームビジコン(RBV)のセンサーによる画像が世界中に配布されるようになった。LANDSATは、太陽同期軌道を取り10数日でもとの軌道に戻る。MSS画像は、約60m×80mの地上解像力があり、4バンドのマルチスペクトルデータが計算機用の磁気テープ(CCT)に1byte/pixel/bandの形式で記録されており、これを用いて定量的な処理と解析が進められ、現在ではLANDSAT6号が計画されている。

一般に提供されているMSSデータは、衛星の姿勢、軌道の安定性がよいことから、極端な画像歪のない画像データであるが、データをより有効に活用しようとするとき、画像の分解能に比べて画像歪、位置誤差が大きく、この障害のため利用に先立って幾何学的歪の補正と地図座標への位置合せは不可欠な前処理である<sup>1)</sup>。

従来の位置合せの方法では残差が基準点のどの方向にどれくらい残されたかということが数値でしか表現されなかつたため、非常に理解しにくいという問題があった。

本研究では、これらの残差を可視化してベクトル表示することを考え、アルゴリズム開発を行ったので、その内容を報告する。

## 2. 画像の幾何補正

リモートセンシング画像には大きく分けて次の二つの幾何学的歪が含まれる。一つは、構成機器の誤差、動作中の誤動作、動作機構上必然的に起こる画像歪などの、センサーの幾何学的性質に起因する内部歪である。もう一つは、航空機および人工衛星などセンサーを搭載しているプラットフォームの位置、高度および姿勢の変化や傾きに起因する外部歪である<sup>2)</sup>。

ここでいうリモートセンシング画像の幾何補正とは、外部歪みによる幾何学的歪を補正して

目的とする地図座標系の正しい位置に対応させることをいう。

本研究では、幾何補正の方法として標定点を用いたブラックボックス補正を取り扱う。これは与えられた画像座標系と出力すべき地図座標系との座標変換式の未定係数を複数の標定点のみを用いて求め、変換式を決定するというものであり、データ収集時の種々の条件の情報を必要としないため、最も手軽で広く用いられている方法である。図1中の点および数字が、標定点の位置とその番号を示している。

画像座標系を $(x, y)$ 、地図座標系を $(u, v)$ としたとき、座標 $(x, y)$ から座標 $(u, v)$ への変換式には、次に挙げるものが用いられてきている。

- i) ヘルマート変換(縮尺歪、原点移動、回転歪の補正)

$$u = ax + by + c$$

$$v = -bx + ay + d$$

$$\theta = \tan^{-1}(b/a)$$

- ii) アフィン変換(スキュー歪、線形変換)

$$u = ax + by + c$$

$$v = dx + ey + f$$

- iii) 擬似アフィン変換(線形ねじれ変換)

$$u = a_0xy + a_1x + a_2y + a_3$$

$$v = b_0xy + b_1x + b_2y + b_3$$

これらの変換式を用いて、原画像から地図座標系であるUTM投影(ユニバーサル横メルカトル投影)座標への変換に関して視覚効果を取り入れることにする。変換式の未定係数は最小二乗法により決定した。

## 3. 補正処理過程の可視化

通常、画像の幾何補正は一度補正処理を施すだけで許容誤差の範囲内に収まるとは限らない。

このため、繰り返し計算することが必要となる。実際に、上記の各変換式による一度の補正処理での標定点誤差を調べてみると、その誤差が許容範囲内に収まらないものも少なくなかった。誤差の大きい値などを取り扱うとき、この誤差の残差補正処理は、従来その誤差を数値で表示して再計算を行ったが、この手法には再入力補正量およびその符号が不明確でミスが発生し易いという難点がある。

この問題点を解決するために、幾何変換後の標定点の誤差を、図2に示すような地図上の標定点付近を拡大したベクトル図で視覚的に表示することにする。これにより、それぞれの標定点がどの方向にどれだけずれているかが明確になり、再補正処理の必要性を判断することができる。なお、図2の矩形は許容誤差を示す。

実験により、標定点の数が増えるとその誤差が減少する傾向にあることが確かめられているが、その影響はあまり大きなものではない。幾何補正の精度には標定点の数よりもむしろ、その分布が重要であるといえよう<sup>1)</sup>。

そこで、図2に示されるように複数の標定点のうち誤差の大きな点を指定し、その標定点を除いた場合の他の標定点の誤差を調べることにより、指定した標定点の、そのほかの標定点に及ぼす影響が明らかになる。また、繰り返し処理したときの誤差の変動量を把握することができる。

図2の事例では、8個の標定点を取り、その中で誤差の大きかった2点を省いたときの、他の標定点の変動量が示されている。第一ベクトルはGCP 5を、第二ベクトルはGCP 6をそれぞれ省いたときの他の標定点の誤差の変動量であり、2点を省くことにより地図座標系に接近していることを示している。

これにより、指定した標定点の位置がそのほかの標定点の分布上好ましいものか否かを判明し、それを参考に、抽出する標定点の位置を再考することで、実用に適う幾何変換を与えるような標定点の分布を得ることが可能となる。

本研究では、1975年に打ち上げられたLANDSAT 2号のMSSデータの未補正画像データを用いて幾何補正を行った。図1に、使用したMSSデータの原画像を示す。この画像データは1979年11月2日のもので、Path118、Row 35の琵琶湖、若狭湾、福井市等が含まれる地域である。

#### 4. おわりに

本研究では、原画像1シーン全体を対象として幾何補正処理を施したが、実際には分析地区として必要となる領域に適用される。

ここで論述した幾何補正の繰り返し計算結果の可視化は、技術的には高度なものではないが、実際にリモートセンシングの画像データを解析する技術者にとってはマンマシンインターフェースとして重要な一処理過程となろう。

#### 参考文献

- 1) 鮫島 善史 (他) : MOS-1・MESSR画像の距離精度の評価、情報処理学会第36回全国大会、1988、pp.1865
- 2) 村井 俊治 (他) : 現代測量学、日本測量協会、Vol.7、pp.317、1988



図1. MSSデータの原画像

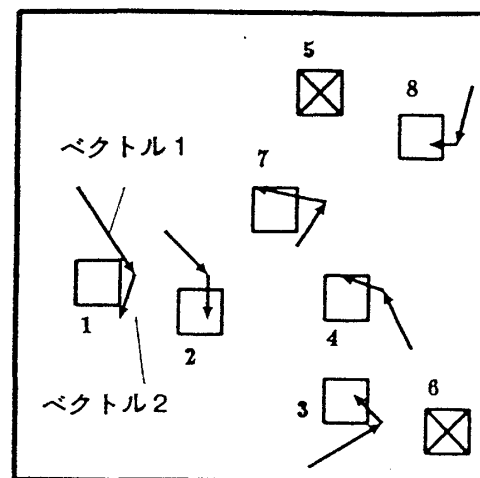


図2. 誤差ベクトルの性状事例