

# 第1章 序論

## 1.1 研究の動機

日本の宇宙開発事業団で受信・処理された事業団地球観測衛星データ及び、海外地球観測衛星データは、リモートセンシング技術センター(**RESTEC**)を通してあらゆる目的の一般利用者に提供されている。本研究では衛星 **CD-ROM**データを利用して衛星データ画像変換について研究する。

## 1.2 研究の目的

本研究では **C++**言語と **Win32 API** を用いて、**LANDSAT 5**号、**LANDSAT 7**号、**SPOT 2**号の **CD-ROM**データの **CEOS-BSQ**フォーマットと **FAST-L7A**フォーマットからビットマップファイルへの変換プログラムを作成する。

## 1.3 各章の要旨

第1章では、研究の動機、目的、各章の要旨について述べる。

第2章では、リモートセンシングについて述べる。

第3章では、画像変換について述べる。

第4章では、プログラムについて述べる。

第5章では、結論について述べる。

謝辞

参考文献

付録

## 第2章 リモートセンシング

### 2.1 リモートセンシングの概要

リモートセンシングとは、人工衛星や航空機などに搭載した観測機器（センサ）を使い、対象物に直接触れずに対象物の大きさ、形及び性質を観測する技術である。

対象物に直接触れることなく観測できるのは、観測を行う対象物が反射したり、放射したりしている光等の電磁波の特性を利用しているからである。観測の対象物が反射したり、放射したりしている光等の電磁波は、地球観測衛星に載せられたセンサで受けとめている。

一般に物質から反射、放射される電磁波の特性は、物質の種類や状態によって異なる。すなわち、物質から反射、放射される電磁波の特性を把握し、それらの特性とセンサでとらえた観測結果とを照らし合わせることで、対象物の大きさ、形、性質を知ることができる。

### 2.2 地球観測衛星によるリモートセンシング

人工衛星による地球観測は、広範囲にそして同一地点の観測データをくり返し収集することができ、地上の移り変わりをグローバルな範囲で、詳細にしかも長期にわたってモニターすることができ、人間の目で確認することができない温度などの情報も観測することができる。

こうして得られる観測データを地上で受信しコンピュータで解析することにより、地球規模での環境変化、台風や火山、流氷などの自然界の現象など、私たちの生活に関わりの深さまざまな分野で活用することが可能である。

### 2.3 分光反射・放射特性について

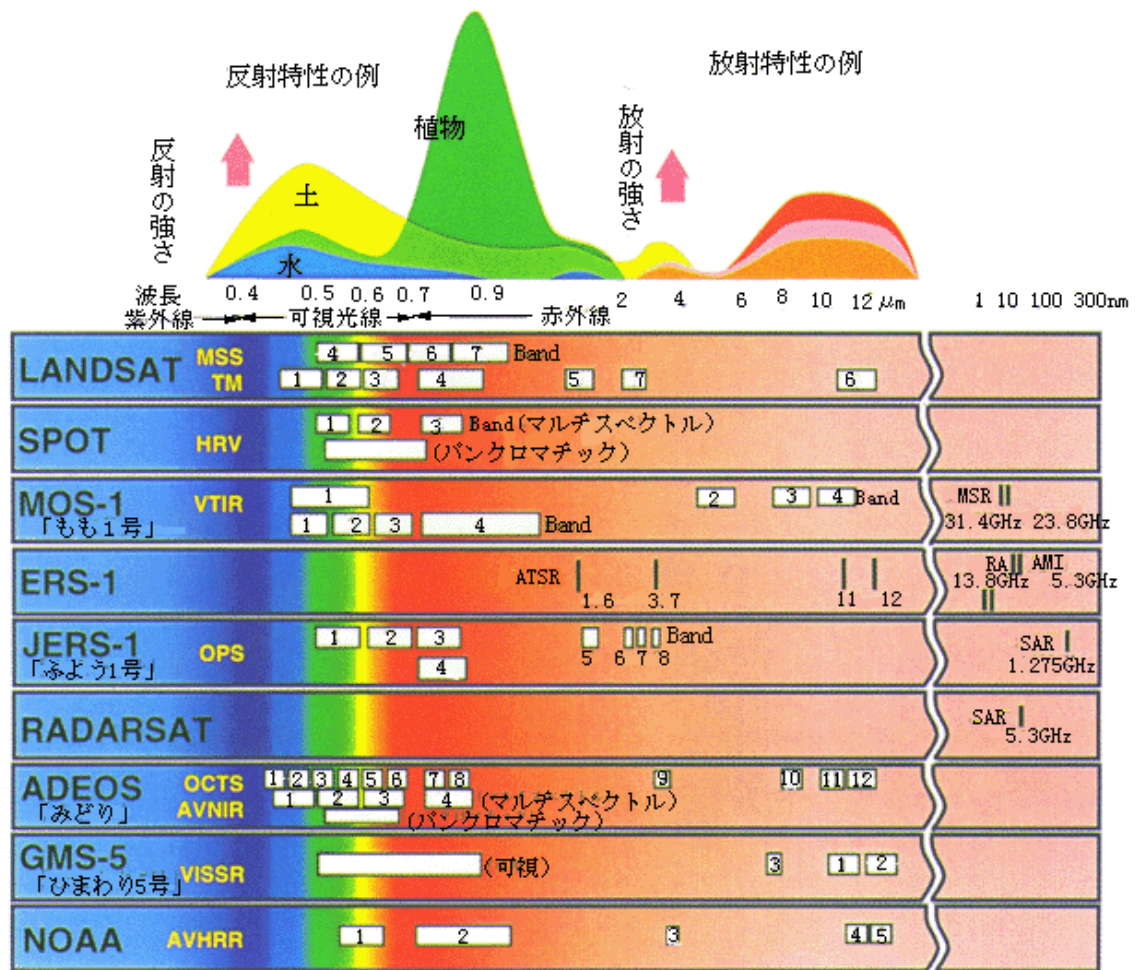


図 2.1 分光反射・放射特性

リモートセンシングにおいて、調査しようとする物質の分光反射特性を正確に把握することは正確な調査結果につながる。私たちが実際に目にしている色とほぼ同じ色で表現するためには、可視光線に反応するセンサを使う必要がある。

### 2.4 衛星データの解析

初期に衛星画像が公開された頃は、今まで見たことのない映像に人々は興奮した。しかし、年月が経って現実にはこれが地球観測のデータとして使えるのかという段階になり、多くの人々が検討をはじめた。このなかに様々な情報が含まれていることは確かだ、これをどうやって取り出すかが問題となる。

## 第3章 画像変換

Borland C++ Compiler 5.5 を用いて、テストコードを作成し、画像変換実験を行う。

### 3.1 画像変換の方法

人工衛星に搭載されたセンサは、複数のバンドに分かれており、それぞれのバンドはそれぞれの波長帯だけを観測し、観測された電磁波の強度の数値を 0 から 255 の濃淡にして送ってくる。CD-ROMにはそれぞれのバンドのデータがイメージファイルとして入っている。この中から任意のバンドのイメージファイルを取りだして、ビットマップ形式に変換することによって、パソコンで一般的に使用できる画像になる。

### 3.2 簡易ビットマップ変換実験

可視域で観測された 3 バンドを用い、それぞれを R, G, B に割り当てて合成する。実験に使用したイメージデータは LANDSAT-5 で 1997/1/13 撮影の Band=3, 2, 1 である。このバンドを用いて合成するとトゥルーカラー（人間が見たものに近い画像）になるはずである。

まず、イメージデータを単純にビットマップ形式に置き換えてみる。イメージデータとビットマップは座標の採り方が違うので上下が逆になる。

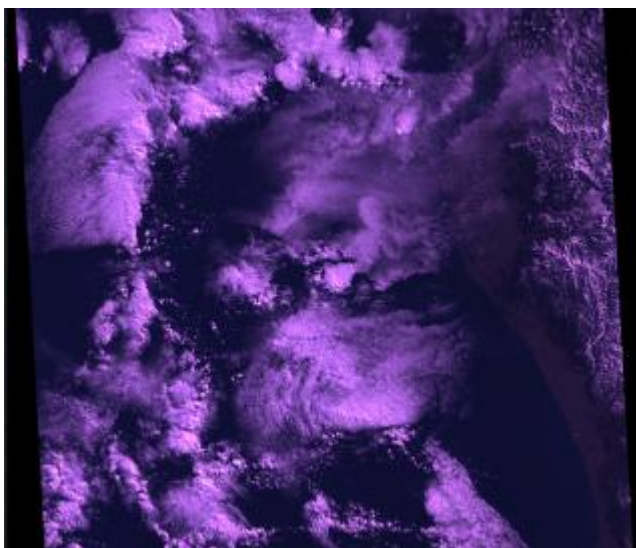


図 3.1 ビットマップ変換後のイメージ (Band=3, 2, 1)

出力画像が図 3.1 である。「人間が見たものに近い画像」とは、とても言えない画像が出力されている。これは、センサの特性とパソコンのグラフィックアクセラレーターの特性には違いがあるためだと思われる。例えば、白（雲）を表す数値がセンサの場合には (R, G, B)=(179, 105, 245) であるのに対し、パソコンでは (R, G, B)=(255, 255, 255) である。

画像変換をするためにはこの画像にレベル補正をする必要がある。レベル補正はピクセルの明るさの最大値とピクセルの明るさの最小値を定義することにより画像を補正する作業で

ある。

### 3.3 画像処理ソフト（手動）によるレベル補正

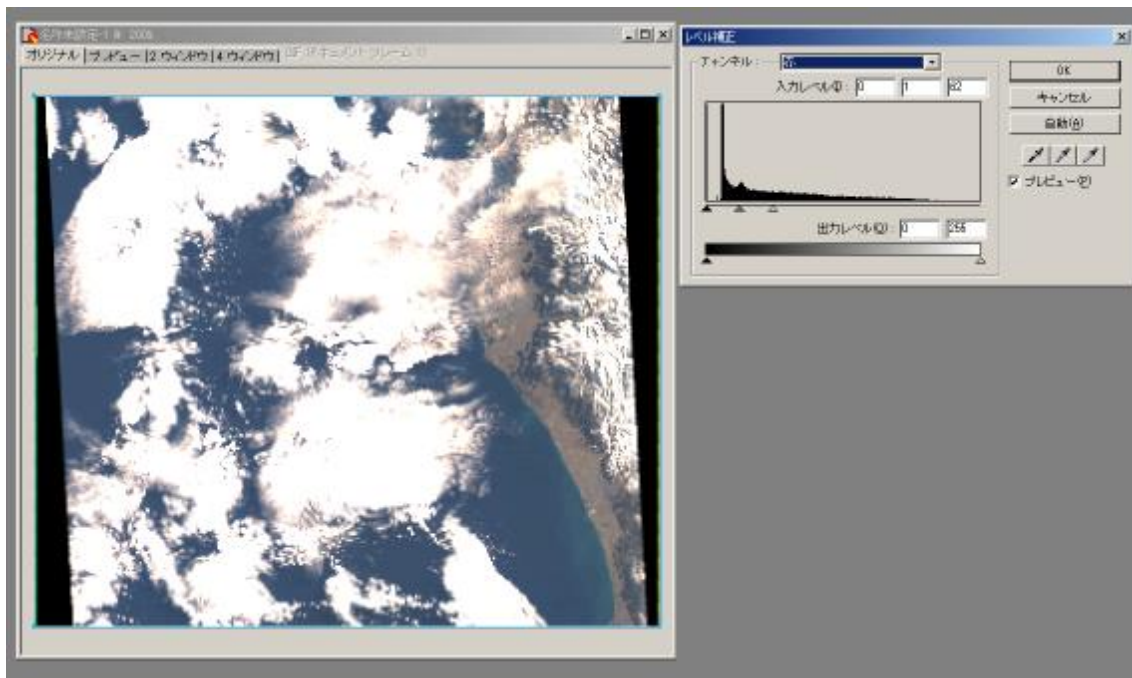


図 3.2 画像処理ソフト（手動）によるレベル補正

図 3.2 は画像処理ソフトを使って手動でレベル補正をおこなっている様子である。衛星の画像の容量は 100MB 以上あるのでメモリの少ないパソコン上での作業は何時間もかかる。

よって、手動による補正を行うのは、あまり現実的な方法ではない。

### 3.4 画像処理ソフト（自動）によるレベル補正

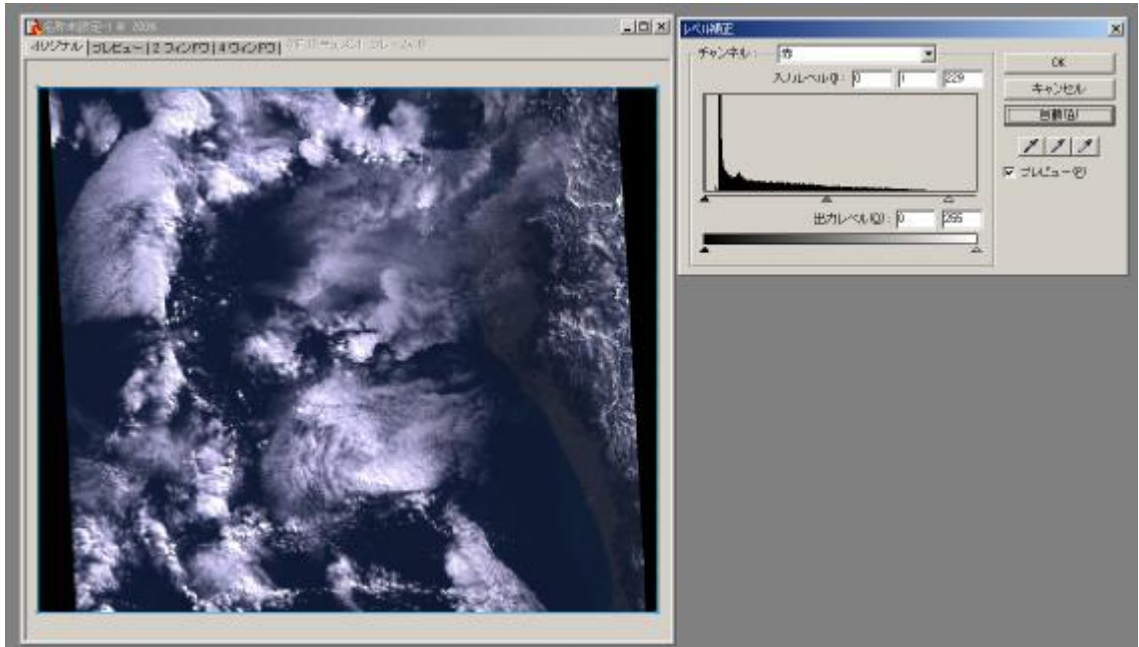


図 3.3 画像処理ソフト（自動）によるレベル補正

図 3.3 は画像処理ソフトを使って自動でレベル補正おこなった際の画面であるが、目的の画像は出力されていない。これは、地球の自転によるデータエラーを補正する際に、センサの値とは全く関係ない値が混じっているためだと思われる。



図 3.4 バンド 3（赤）のヒストグラム

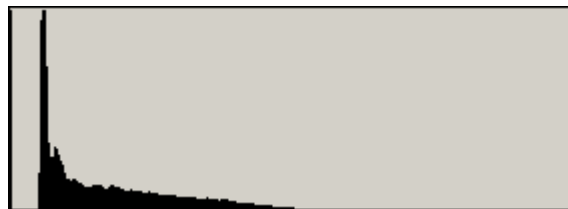


図 3.5 バンド 2（緑）のヒストグラム



図 3.6 バンド 1 (青) のヒストグラム

図 3.4, 図 3.5, 図 3.6 はイメージデータのヒストグラムである。0 の値が集中している事がわかる。255 の値が集中しているのは、255 を超えた値を強制的に 255 にしているためだと思われる。CEOS-BSQ フォーマットの場合、データを探ると 1 から 254 までの値にも、関係ない値が 1000 回程度出現している。これは各レコードにヘッダーが挿入されているためである。

### 3.5 自動レベル補正プログラム作成

衛星のイメージデータをパソコンのグラフィックアクセラレーターに対応した形で変換するには、衛星専用の自動レベル補正プログラムを作る必要がある。

### 3.6 トゥルーカラー合成

ピクセルの最小値は平均値と標準偏差を元に求めている。(一見、グラフの最小値がピクセルの最小値のように思われるが、地表面には完全な黒、つまり、反射率 0 の物体はないと思われるため、平均値と標準偏差を用いている。)

ピクセルの最大値に定義する値は、イメージ全体の最大値(雲自体の反射率は非常に高いため、雲の値になる)ではなく、地表面の値であることが望ましい。平均値と標準偏差に加え、Cloud Coverage 値(雲の割合)を元に求めることにする。ただし、雪の反射率の高さを考慮していないので、手作業による微調整が必要となる。

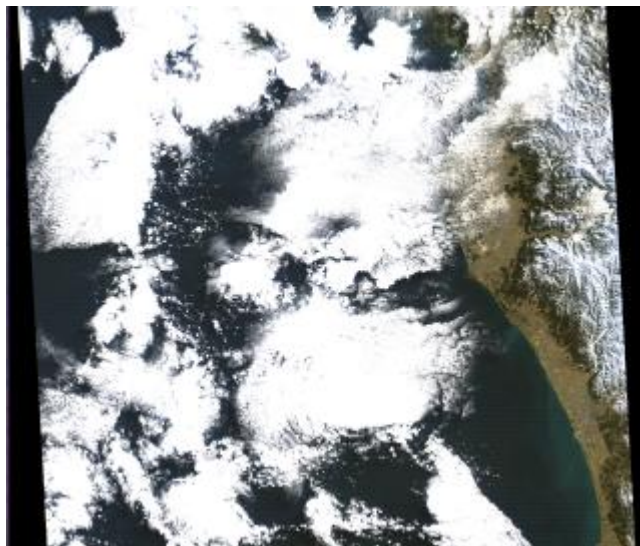


図 3.7 LANDSAT-5 1997/1/13 Band=3, 2, 1 (補正イメージ)



図 3.8 LANDSAT-5 1997/3/18 Band=3, 2, 1 (補正イメージ)

### 3.7 単バンド画像

赤外線データを元に地表の温度を表示する．実験に使用したイメージデータはLANDSAT-5で1997/1/13撮影のBand=6である．

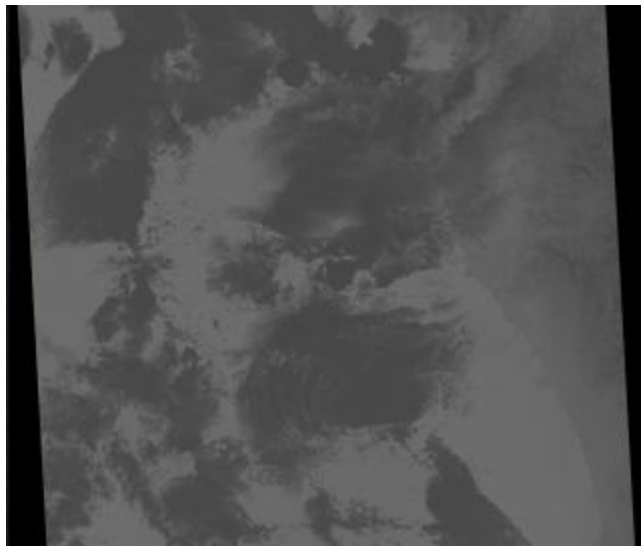


図 3.9 イメージデータ



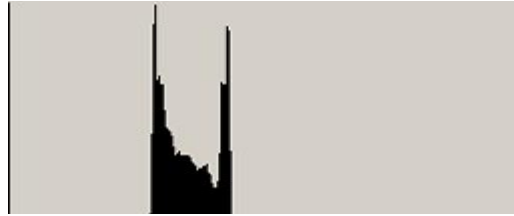


図 3.10 ヒストグラム

データが出ている部分だけを利用して表示をおこなうために範囲の最小値と最大値を求める。まず、0の値は無視する。CEOS-BSQフォーマットの場合、ヘッダーの値もヒストグラムに反映されるため、モードの度数を100で割ったものより小さい度数の場合は無視する（度数0とみなす）。

### 3.7.1 シュードカラー法

シュードカラー法は、単一バンドの衛星画像に対して、画像の濃度値の範囲を複数個の区分に分割し、個々の区分に対して適切と思われる色彩を設定する。例えば、温度をあらわす画像に対しては、低い値には青色、高い値には赤色、その間を階調により表現すると、データの意味するところが直感的に把握しやすくなる。ただし、色覚障害者（男性20人に1人の割合）にとっては理解しにくい画像になる可能性があるため白黒の画像も用意してある。

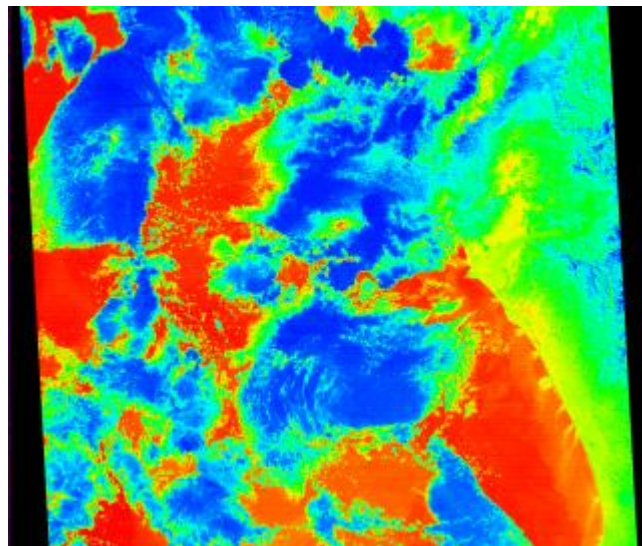


図 3.11 温度のシュードカラー画像（青～緑～赤）



図 3.12 温度のシェードカラー画像（黒～灰～白）

## 第4章 プログラム

Visual C++と Win32 API を用いて画像変換アプリケーションを作成する。

### 4.1 プログラムの流れ

- | プログラムを起動.
- | 一時ファイルの保存先を指定.
- | CD-ROM内の任意のバンドのイメージデータを選択.
- | レベル補正表示・階調表示前の一時ファイルを保存. (この時, ビットマップ形式に変換される.)
- | レベル補正.
- | 保存

### 4.2 起動画面作成

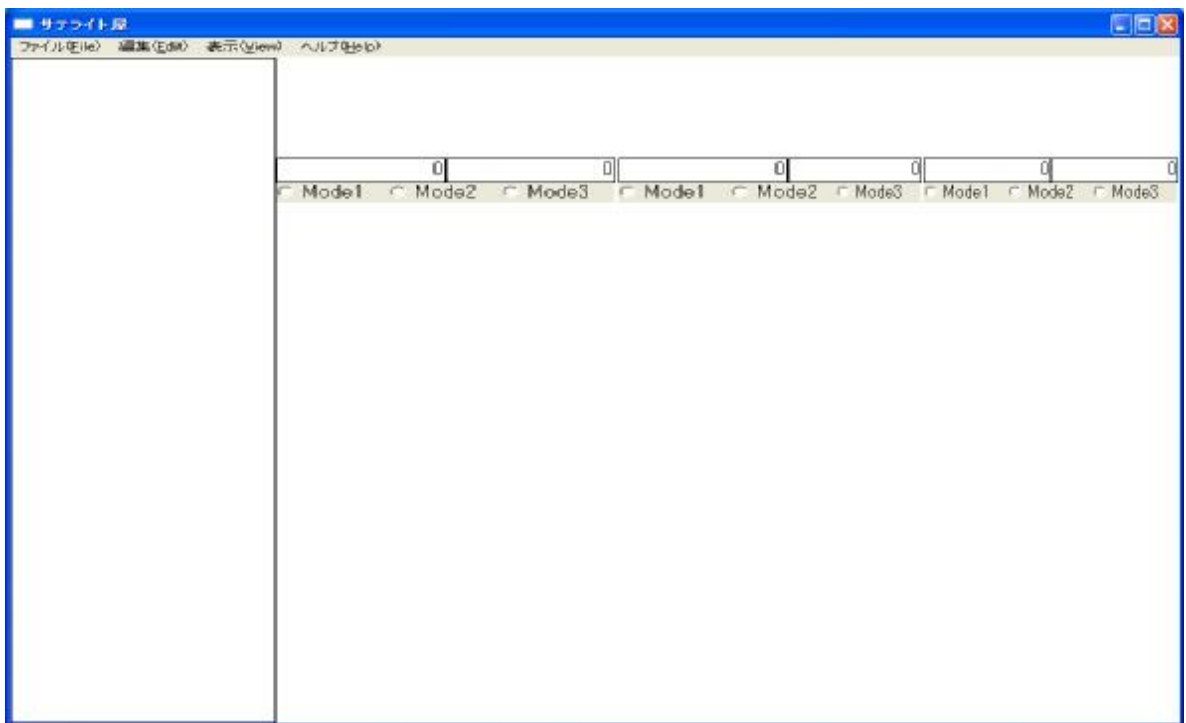


図 4.1 起動画面

図 4.1 のような GUI を用意した。

### 4.3 一時ファイル保存先指定

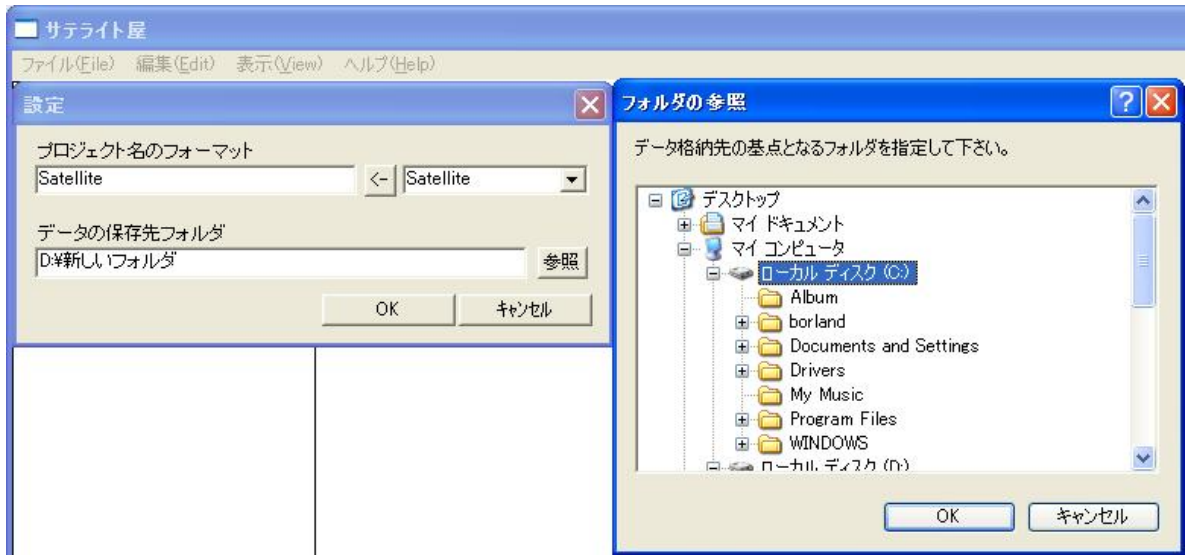


図 4.2 一時ファイル保存先指定

図 4.2 のような GUI で、一時ファイルの保存フォルダを指定するようにプログラムしてある。この時、指定するフォルダはハードディスク上の空のフォルダを指定する。

### 4.4 CD-ROMファイルを開く

CD-ROMの中にはフォーマットに基づいて、バンドごとの画像データが入っている。変換するためには、このファイルの位置を取得する必要がある。市販されているソフトを参考にする、7 バンドあった場合はファイル名を 7 回手動で指定する方式を採用しているが、本プログラムでは lab ファイルを指定するだけで全てのイメージファイル名を自動取得する。

lab ファイル内には、いろいろな画像の情報が収められているので、その情報も変数内に取得する。

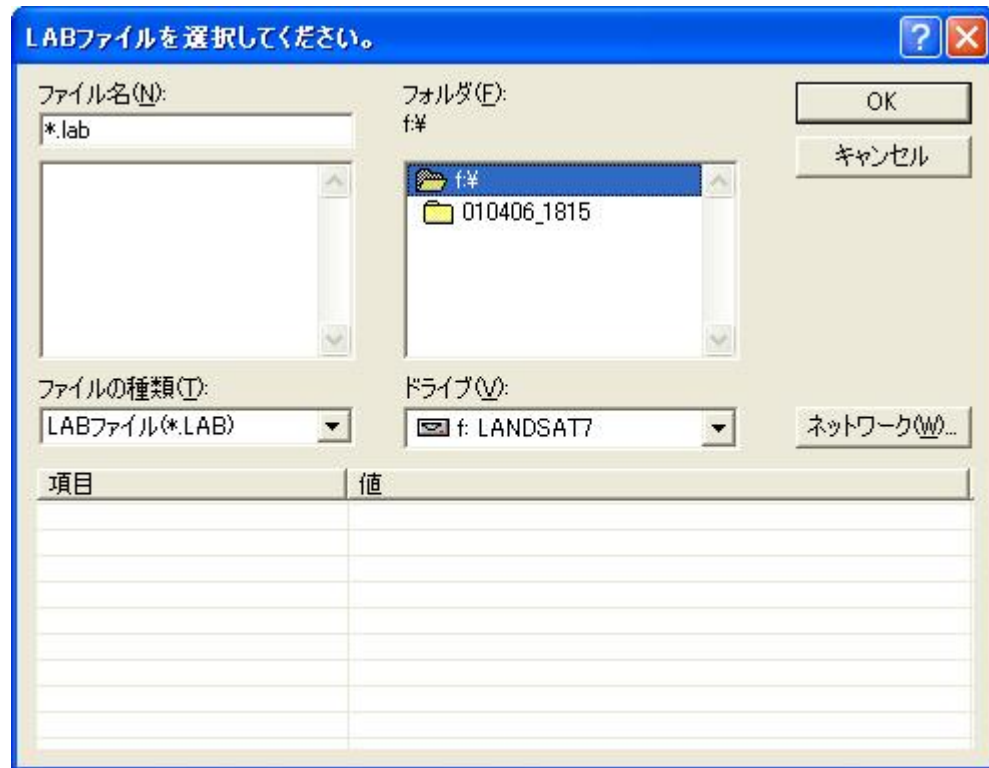


図 4.3 lab ファイル選択画面

図 4.3 のような GUI で、lab ファイルを指定する。



図 4.4 lab ファイル選択後の画面

lab ファイルを指定すると、図 4.4 のように lab ファイル内の情報が変数に取得される。

#### 4.4.1 CEOS-BSQ フォーマット

フォーマットを解析した結果、lab ファイルと同じ名前の下層フォルダにバンドごとのイメージファイルが収められている。ファイル名を見るとバンド 1 は **IMGY\_01.DAT** であり、バンド 7 は **IMGY\_07.DAT** と連番になっている。

lab ファイルを手動で指定することにより自動的に画像データの位置を取得できるようにした。

#### 4.4.2 FAST-L7A フォーマット

名前から察するに、LANSAT-7 専用のフォーマットだと思われる。

CEOS-BSQ フォーマットと同じく、lab ファイルと同じ名前の下層フォルダにバンドごとのイメージファイルが収められている。ファイル名の例 (2001/10/15 の場合) を見ると、バンド 1 は **L71110035\_03520011015\_B10.FST** となっており、**B1** の部分がバンド 1 だということを表していると考えられる。

### 4.5 バンドの選択

R, G, B それぞれに、バンドごとのイメージファイルを指定する。

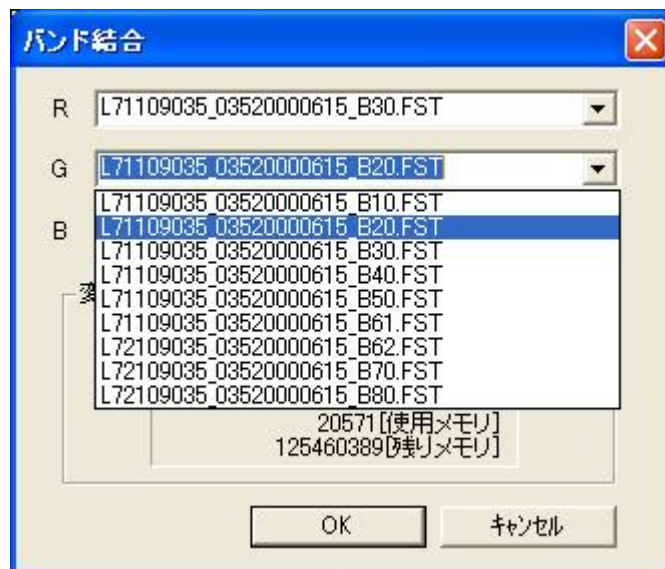


図 4.5 バンド選択画面

図 4.5 のような GUI で、バンドファイルを指定する。ダイアログボックスを採用しているので、素早く指定することができる。



と標準偏差を元にした自動レベル補正（第3章で開発したものをを用いる）や手動による補正等がある。衛星画像を縮小したものをプレビューに用いているので手動による作業でもスムーズに行える。

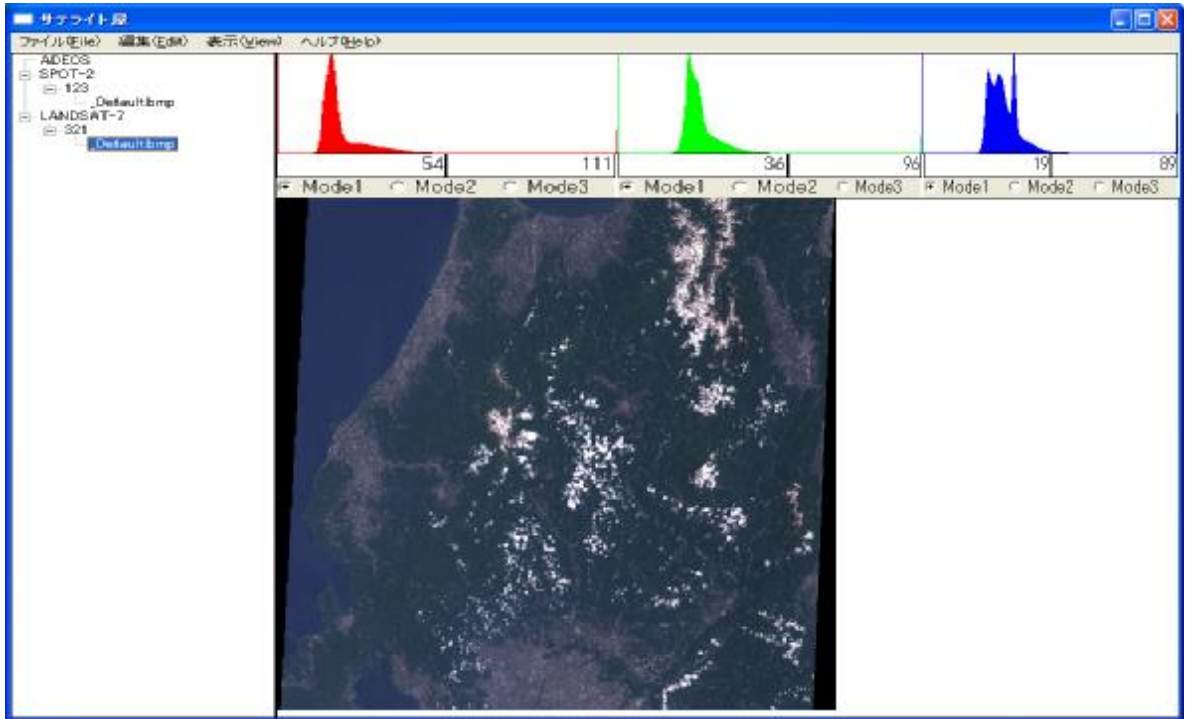


図 4.8 レベル補正前

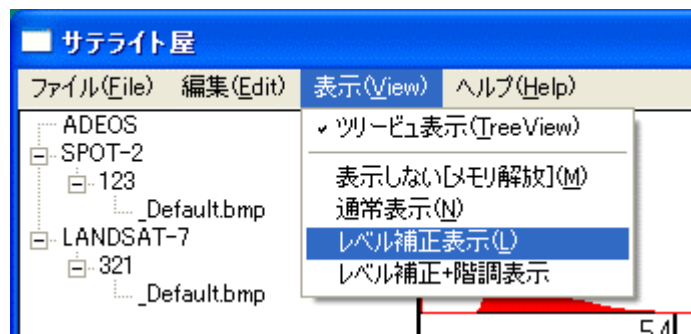


図 4.9 レベル補正表示を選択



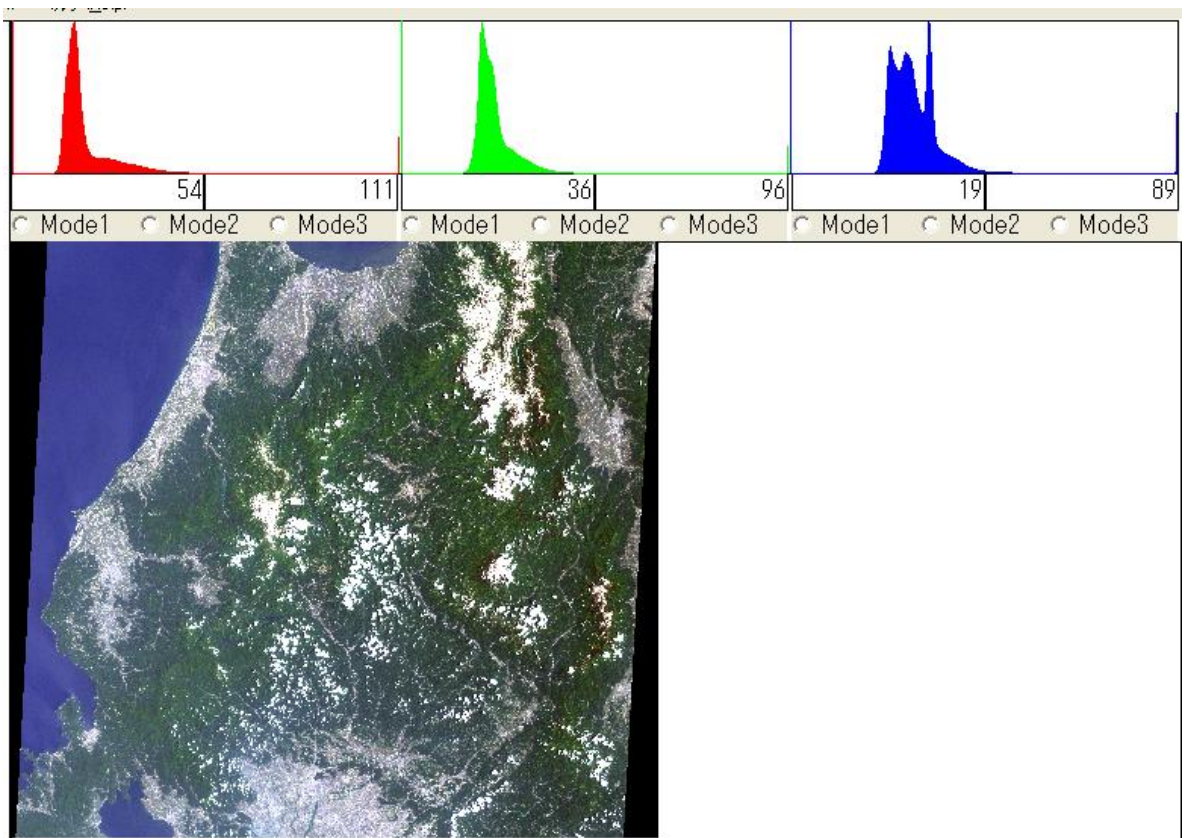


図 4.10 レベル補正後

レベル補正表示をクリックすると、レベル補正画像のプレビューが表示される。微調整が必要な場合は補正值を手動で入力出来る。

#### 4.8 変換画像の保存

保存ボタンを押すと、補正後のビットマップファイルをディスクに保存できる。

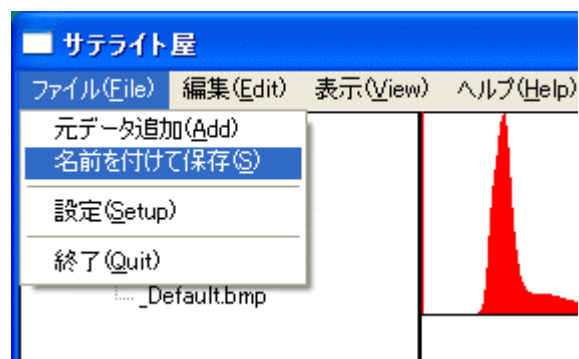


図 4.11 保存を選択

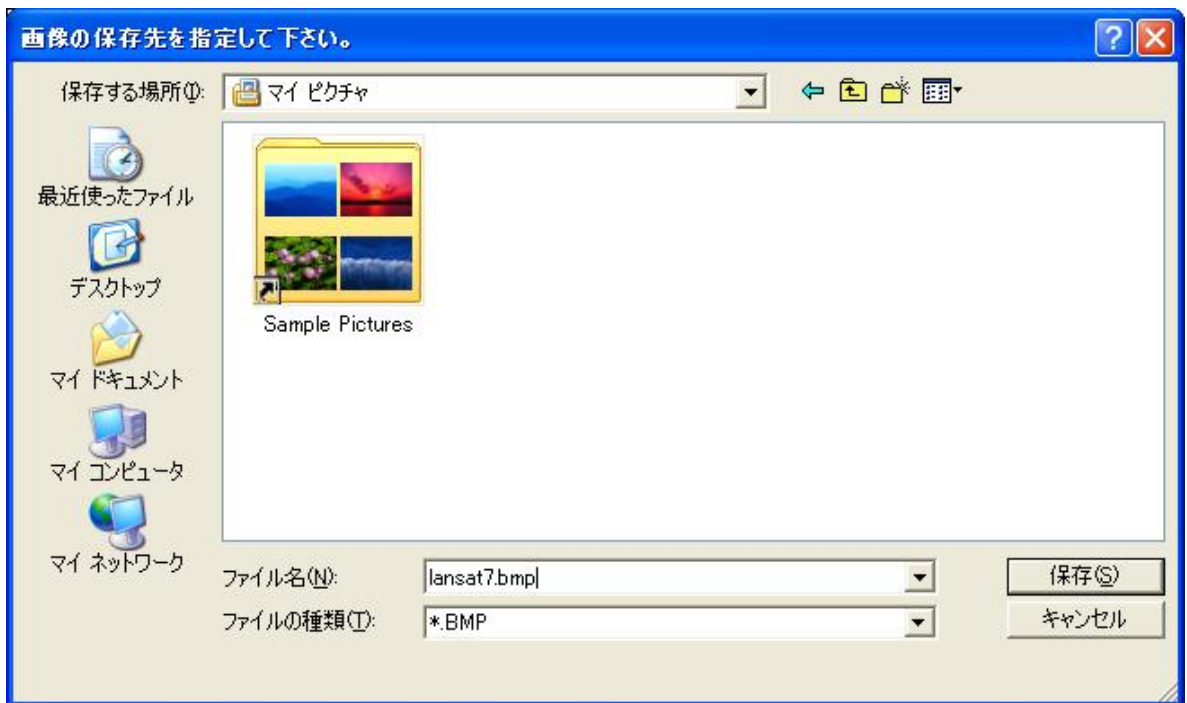


図 4.12 ファイル名入力

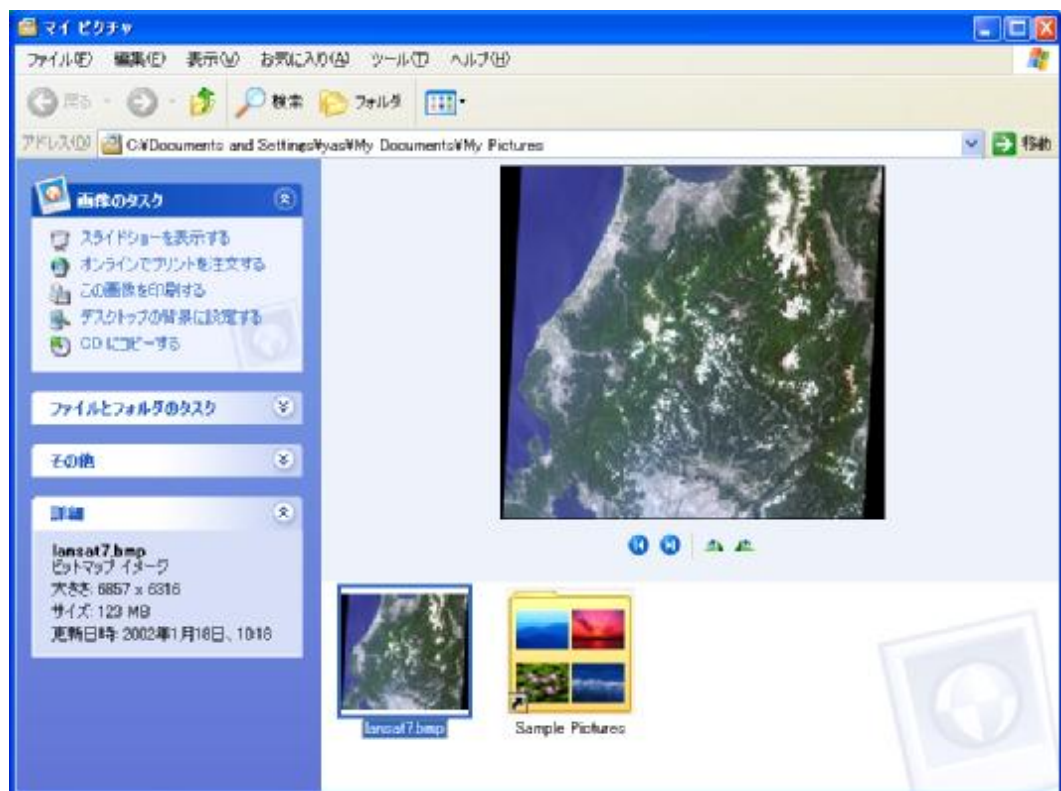


図 4.13 保存後に画像を表示

保存後は図 4.13 のようにグラフィックツール上でも読み込むことができる。

## 第5章 結論

### 5.1 研究の成果

本研究により，衛星のバンドを選択し，レベル補正を行い，ビットマップファイルへの保存が行えるプログラムが完成した。

本プログラムにより，LANDSAT 5号，LANDSAT 7号，SPOT 2号のCD-ROMデータのイメージファイルをビットマップファイルに変換することができた。ビットマップファイルは標準的な画像ファイルなので，いろいろな画像処理ソフトで読み込むことができる。また，衛星専用にレベル補正プログラムを開発したので，画像処理ソフトよりも高速にレベル補正ができた。

### 5.2 特徴

- ┆ 最新のLANDSAT 7号に対応している。
- ┆ ひとつのファイルを選択するだけで，バンドのイメージデータを全て読み込むことができる。
- ┆ 衛星専用の自動レベル補正機能があり，ヒストグラムを表示しているので手動での補正も手軽に行える。

### 5.3 応用例

- ┆ 手動でのレベル補正にスライドバーのGUIを採用すれば，よりわかりやすくなる。
- ┆ 画像のプレビュー形式が全体表示しかないので，等倍表示と画面移動ができるようにすれば，画像表示プログラムとしての機能も備えられる。

### 5.4 問題点

- ┆ バンドを変えるたびに一時ファイルを作成するので，頻繁にバンドを変える作業には向かない。
- ┆ 1024ドット以上のディスプレイを使用しないと作業できない。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり，ご指導いただきました加藤芳信助教授に深く感謝します。また，いろいろと教えてくれた稲田先輩に感謝いたします。

福井工業大学在学中にご指導いただきました電気工学科の諸先生方，ならびに卒業までに温かい目で見守っていただきました福井工業大学の教職員の皆様，学友諸君に深く感謝いたします。

## 参考文献

- (1) “地球観測衛星データ利用ガイド” (CD-ROM)  
財団法人リモートセンシング技術センター
- (2) 戸川隼人  
“ザ・C [第2版]” (書籍)  
サイエンス社
- (3) 寺田文行／桶口禎一  
“高校数学解法事典” (書籍)  
旺文社
- (4) “カラーコーディネーション” (書籍)  
東京商工会議所
- (5) 稲田昌恭  
“衛星データ画像処理プログラムに関する研究” (平成11年度 卒業論文)
- (6) 佐藤義朗  
“衛星データ画像解析に関する研究” (平成12年度 卒業論文)
- (7) “地球観測リサーチ” (WWW)  
<http://www.asahi-net.or.jp/~gf4r-wtnb/>
- (8) “EOC” (WWW)  
<http://www.eoc.nasda.go.jp/>
- (9) “iLEE” (WWW)  
<http://www5b.biglobe.ne.jp/~ilee/>
- (10) “AST的電子記憶箱” (WWW)  
<http://www.freedom.ne.jp/ast/>
- (11) “猫でもわかるプログラミング” (WWW)  
[http://www.kumei.ne.jp/c\\_lang/](http://www.kumei.ne.jp/c_lang/)