

リモートセンシングの基礎とデジタル画像の基礎的理解

－ MIRINKids による画像判読および画像処理入門（その1）－

■ 目的

- ・ 画像から判読により情報を抽出するスキルを身につける
- ・ 判読を補助するための最も基本的な画像処理の手法を習得する

■ ステップ1：リモートセンシングの基礎

演習時に最低限知っておかなければならないリモートセンシングの基礎的知識

- 1) センサとプラットフォーム
- 2) 電磁波
- 3) 画像処理（画像の表示、幾何補正、分類）

■ ステップ2：MIRINKids による画像データの表示

MIRINKids は簡易なリモートセンシング用画像処理システムであるが、画像表示機能に加えて指標計算、分類等の解析も行うことができる。

1) 幾何補正済みの教材画像

- | | |
|-------------|---|
| ①Data 火山 | 雲仙、三宅島、有珠山 |
| ②Data 植生・都市 | 印旛沼周辺 (ASTER 春夏秋冬、Landsat1972、Landsat1984)
船橋周辺 (ASTER2002、Landsat1972、Landsat1984、土地被覆分類) |
| ③Data 地質・地形 | キューブライト、中央構造線 |
| ④衛星データ集 1 | |
| 海岸地形 | 風連湖、石垣、上甕、九十九里、宮古、野島、ノルウェー、野付、御前崎、潮岬 |
| 侵食地形 | カナダ、グランドキャニオン |
| 堆積地形 | 広島、石狩、木更津、甲府、ミシシッピー、濃尾、沼田、下総、富山 |
| 都市 | 北京、ブラジル、ラパス、パリ、サンフランシスコ、東京 |

⑤衛星データ集2

火山	箱根、ハワイ、伊豆大島、富士山、セントヘレンズ
環境の変化	房総 (ASTER、Landsat_MSS、Landsat_TM) ホータン (ASTER、Landsat_MSS)
地質・鉱床	アルプス、オーストラリアの鉄、同左の岩、チリ、イラン、クウェート、MTL、パキスタン、サンアンドレアス、南アフリカ
農業	アルゼンチン、ブラジル、サウジアラビア、十勝

2) 単バンド画像の表示

MIRINKids を W クリックして起動し、単バンド画像を表示させる。

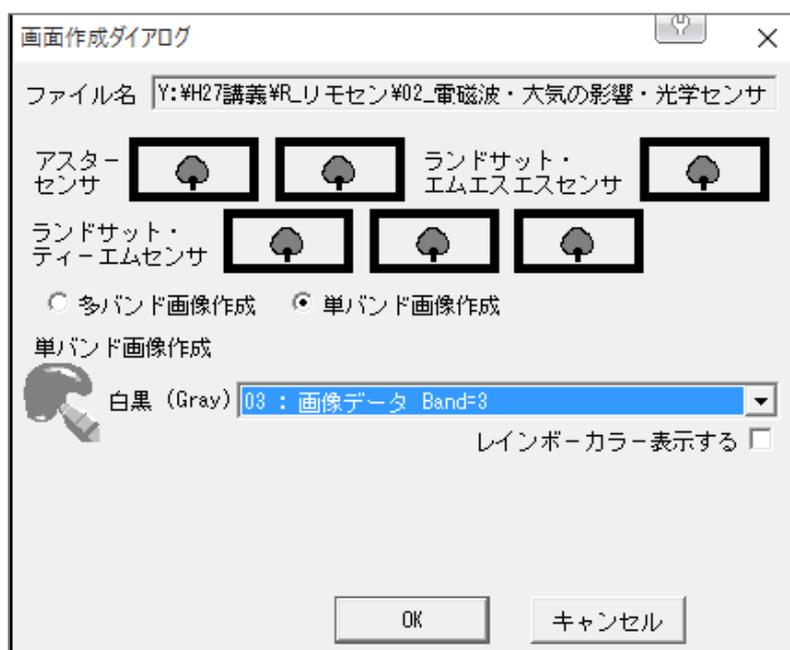


①ファイルオープン:教材画像の中の ②Data 植生・都市 から、舟橋周辺 Landsat1984 を選択。

②単バンド画像作成のラジオボタンをチェック

③バンド選択では03 (赤のバンド) を選択。[OK]をクリック。

注) TM ではバンド3は赤の波長域で、緑の植生は暗く見えるはず。



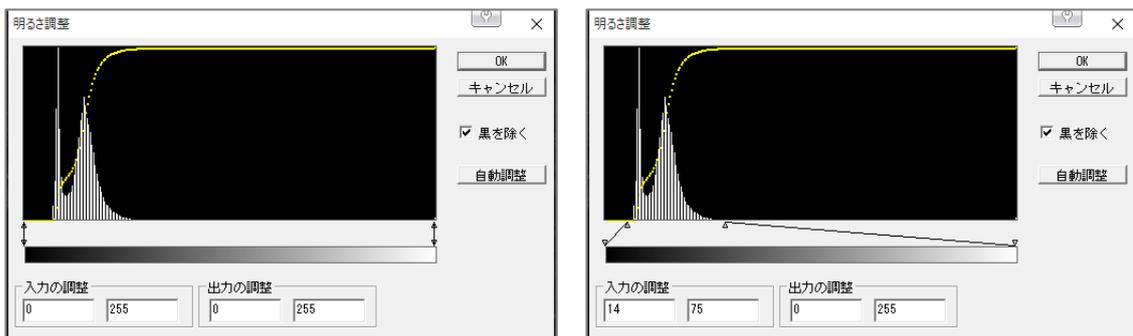
④画像が表示される。何が見えたか？ まだ、よく見えないはず。

⑤メニューから[表示]→[明るさの調整]を選択。

ヒストグラムが現れる。横軸のグレースケールが 0 から 255 の階調を表すが、データはその中の一部にしか存在しない。

これは約 90 分で地球を一周するランドサット衛星は極域の明るい雪氷から暗い海まで撮影しなければならないので、ひとつのシーン（ランドサットでは約 180km 四方単位で画像が調製される）ではその一部の輝度値（明るさ）しか存在しないためである。

⑥グレースケール上の矢印をドラッグして、ディスプレイ上の明るさ(0-255)をデータの値域に合わせる。[OK]をクリック。



すると、ランドサット TM バンド 3 画像が表示される。



・バンド 3 は赤の波長なので、視覚的には自然な画像になる。緑の葉の吸収帯であるので、郊外の樹木は暗く写っている。

・水域は波長が長い電磁波を吸収するので、情報量は少なくなっている。

[実習（単バンド画像）]

舟橋周辺 Landsat1984 の他のバンドを単バンドで表示させて、観測波長の違いによる画像の特徴を判読してみよ。

観点	コメント
可視光の画像と近赤外の画像の違い	
東京湾海域の見え方の違い	
陸域の河川の見え方の違い	
都市、住宅地の形状による見え方の違い	

3) カラー表示

下の画像が赤く見えるのは、Landsat 1 号に搭載された MSS(Multi Spectral Scanner) は緑と赤と近赤外の画像を撮影できるが、青のバンドがなかった。そこで、コンピュータの青・緑・赤に、それぞれ緑・赤・近赤 外で撮影した画像を割り当てて発色させたため。緑の葉を持つ植生は近赤外の光を強く反射するという性質があるので、これらの画像では植生域が赤く発色している。



1972年11月26日

1985年 1月23日

2001年11月27日

- ・ 1972 年は MSS 画像で、分解能は 60m に調整。(収録分は 30m)
- ・ 1985 年は TM 画像で、分解能は 30m。
- ・ 2001 年の ETM+画像には 15m 分解能の白黒画像が追加されたので、ソフトウェア処理によって 15m の分解能。(収録分は 30m)
- ・ ランドサット 4 号以降に搭載された TM(Thematic Mapper)というセンサは青のバンドを持っているので、自然の色を発色させることが可能。2001 年 11 月 27 日の画像はトゥルーカラー (True Color) 画像

[実習（多バンド画像の表示）]

(1) 多バンド画像フォルダに入っている画像を開いて、ArcMap で表示せよ。

画像のパラメータ：

空間分解能 15m、日本測地系、UTM54 帯

左上座標（北緯 36 度 10 分、東経 139 度 40 分）

右下座標（北緯 34 度 50 分、東経 140 度 55 分）

(2) それぞれの分解能（ラスタの画素）を調べよ。

4) 衛星データと画像の関係

ビット数

Landsat_MSS、Landsat_TM、ASTER バンド 1~9 の生データ（データ配布機関が提供する元データ）では、衛星データの各画素の値が 256 (=2⁸)段階の数値になっている。これは、対象物から反射・放射された電磁波を衛星に搭載されたセンサが観測し、その電磁波エネルギーの強さの情報をデジタル情報に変換する際に、エネルギーの強さを相対的に 256 (=2⁸)段階に置き換えているからである。このように観測した電磁波エネルギーの強さを 256 (=2⁸)段階で記録したデータのことを「8 ビットデータ」という。

一方、ASTER バンド 10~14 の生データと ASTER データから作成された DEM データは、16 ビット(65536 (2¹⁶)段階) の画像として配布されている。

ただし、ソフトウェアの MIRINKid's は 8 ビットデータのみに対応するため、教材画像の衛星データはすべて 8 ビットデータになっている。そのため、ASTER バンド 10~14, および ASTER DEM データに関しては、予め 16 ビットから 8 ビットに画像をビット圧縮されている。

輝度値 (DN)

衛星データの各画素の値は、すべて輝度値 (DN 値) となっている。このため、反射率・放射率を得るためには、輝度値を衛星に搭載されたセンサが電磁波を観測した際の電磁波エネルギーの強さである「放射輝度」に変換し、さらに放射伝達方程式を用いて反射率・放射率を計算する必要がある。ただし、輝度値は無単位であるが、衛星が観測した電磁波エネルギーの強さを反映した値なので、反射率や放射率に変換しなくても衛星データの解析に用いることができる。

幾何補正

衛星データに所要の地図投影法で緯度・経度の情報を与え、各画素を再配置して幾何学的な歪を除去することを「幾何補正」という。データ配布機関が提供する元データを入手

した場合、衛星データの幾何補正は各ユーザが行わなければならないが、幾何補正には様々な知識と手間が必要となる。教材画像は「地図投影法：国際横メルカトル (UTM) 図法」と「楕円体:WGS84」にて、画像の上が真北になるように幾何補正済みである

空間分解能と画素サイズ

衛星データの空間分解能は、画像中の1画素がどのくらいの大きさ(長さ)になるか？によって決まる。下表に ASTER、Landsat_MSS、Landsat_TM センサの空間分解能を示す。

センサ名	バンド	空間分解能
ASTER	1,2,3	15m
	4, 5, 6, 7, 8, 9	30m
	10, 11, 12, 13, 14	90m
Landsat TM	1,2,3,4,5,7	30m
	6	120m
Landsat MSS	1,2,3,4	80m

5) 色彩理論

パソコンのディスプレイや液晶プロジェクタでは、「赤 (R)」「緑 (G)」「青 (B)」の3色を使用して様々な色を合成する。この3色は「色光の三原色」と呼ばれており、衛星画像データを用いて多バンド画像を作り出す際にもこの原理を利用する。色を混ぜることを混色といい、色の混ぜ方には「加法混色」「減法混色」の2種類がある。

加法混色

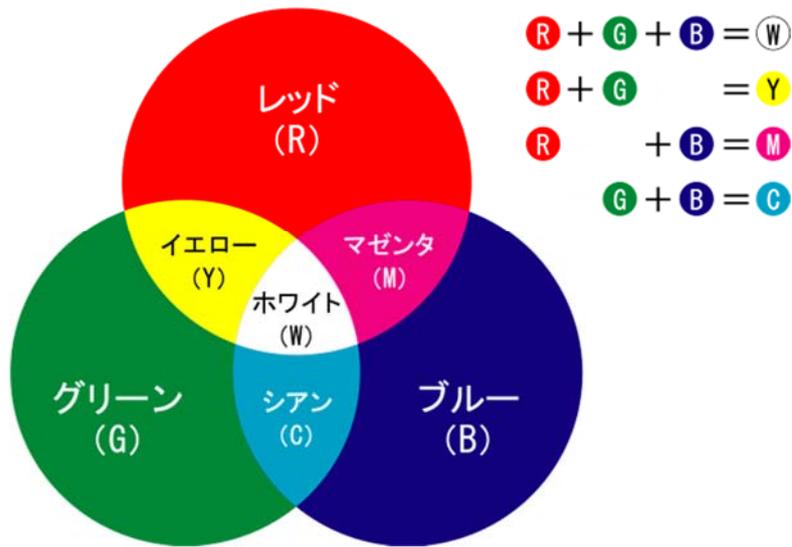
光を重ね合わせて色を合成する場合で、加法混色の三原色（「色光の三原色」という）は「赤 (R)」「緑 (G)」「青 (B)」である。赤と緑の光を重ね合わせると黄、緑と青の光を重ね合わせるとシアン、赤と青の光を重ね合わせるとマゼンタ、赤・緑・青の光を重ね合わせると白色が作れる。

減法混色

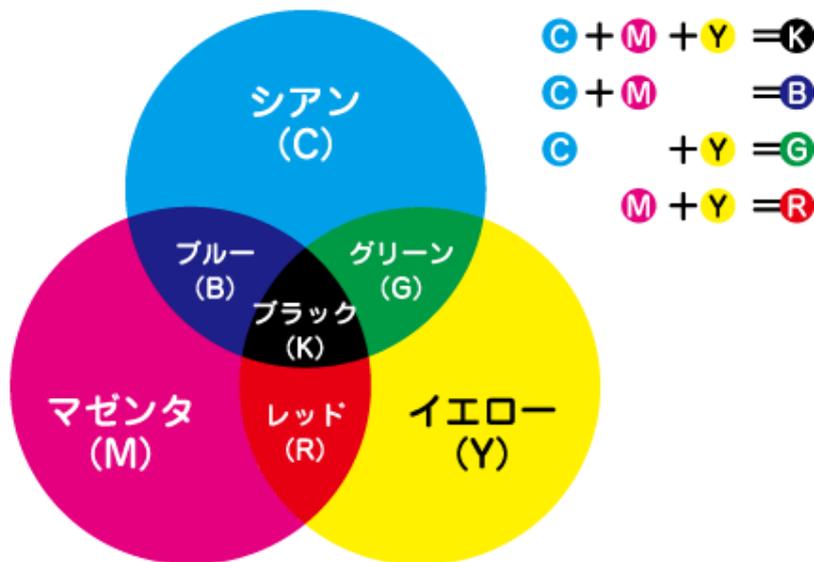
絵の具のように光を吸収・反射することで人間が色として認識する物質を混ぜ合わせることにより、元の色とは異なる色が見える現象をいう。減法混色の三原色（「色材の三原色」という）は「シアン (C)」「マゼンタ (M)」「黄 (Y)」であり、パソコンのプリンターで使用するインクの基本構成になっている。シアンと黄を混ぜると緑になるが、これは次のような原理で緑に見える。

- ・シアン絵の具は、白色光を当てた場合、赤の光を吸収し、青と緑の光を反射する。加法混色では青と緑の光の混色はシアンになるので、この絵の具はシアンに見える。
 - ・黄の絵の具は、白色光を当てた場合、青の光を吸収し、緑と赤の光を反射する。加法混色では緑と赤の光の混色は黄になるので、この絵の具は黄に見える。
 - ・シアンと黄の絵の具を混合し、そこに白色光を当てると、赤と青の光を吸収し、緑のみが反射する。そのため、緑に見える。
- * 原色：どんな色を混ぜ合わせてもつくり出せない色
- * 色光：色をもつ光 * 色材：色をもつ材料

加法混色の3原色 (光の3原色)



減法混色の3原色 (色の3原色)



6) 多バンド画像の作り方

パソコンのディスプレイや液晶プロジェクタの場合と同様に、衛星データによる多バンド画像も「色光の三原色」の原理を用いて作成することができる。センサ毎に任意の3バンドの衛星データを選択して、それぞれに「赤 (R)」「緑 (G)」「青 (B)」を割り当てることで、多バンド画像を作り出すことが出来る。

代表的な多バンド画像の作り方とその特徴

<u>トゥルーカラー画像</u>	<u>ナチュラルカラー画像</u>
ASTER :----- Landsat_TM :R:3 G:2 B:1 Landsat_MSS :----- 青～緑の可視域を観測する Landsat_TM センサのみ作れる画像。肉眼で見た場合の 地上の画像が得られる。Landsat_TM のバ ンドを B:1 G:2 R:3 に割り当てる。	ASTER : R:4 G:3 B:2 Landsat_TM : R:5 G:4 B:2 Landsat_MSS : R:4 G:3 B:2 トゥルーカラー画像とはやや見え方が異な るが、植物が緑で表示されるのでトゥルー カラー画像の代わりに使うことができる。
<u>フォールスカラー画像</u>	<u>シュードカラー画像</u>
ASTER : R:3 G:2 B:1 Landsat_TM : R:4 G:3 B:2 Landsat_MSS : R:3 G:2 B:1 植物が赤で表示されるのでそれ以外の要素 (地形, 地質, 都市域) が区別しやすい。 植物の分布や活性度を調べるのに有効。	1つのバンドだけで作られる画像レインボ ーカラーを使用して単バンド画像を表示し たレベルスライス画像。NDVIの結果や熱 (温度) 分布を見る際に使用する。

「赤 (R)」「緑 (G)」「青 (B)」に割り当てた各バンドの輝度値 (DN 値) の大小による発色

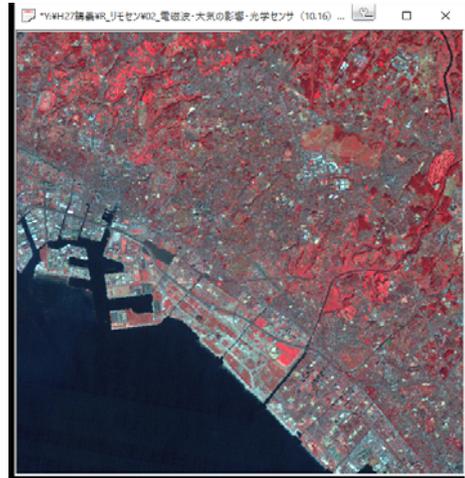
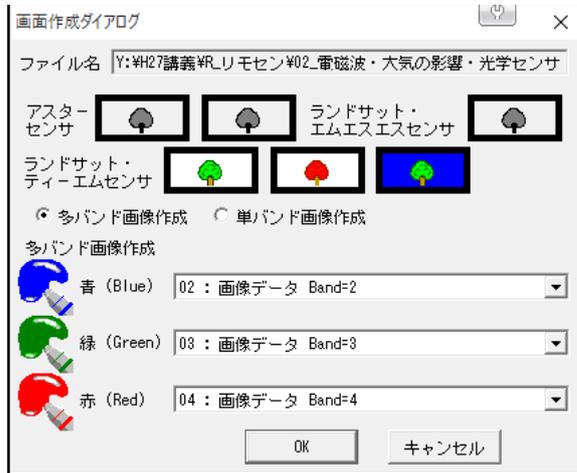
赤 (R)	緑 (G)	青 (B)	発色する色
255	0	0	赤 (R)
0	255	0	緑 (G)
0	0	255	青 (B)
0	255	255	シアン (C)
255	0	255	マゼンタ (M)
255	255	0	黄 (Y)
0	0	0	黒 (K)
255	255	255	白

[実習（多バンド画像の作成）]

①MIRINKID'S の画像作成ダイアログで[多バンド画像作成]をチェック。

②キノコのマークの青・緑・赤がコンピュータディスプレイの三原色に相当。

画面ではコンピュータの青にバンド2（緑）、緑にバンド3（赤）、赤にバンド4（近赤外）が割り当てられている。



④[OK]を押して画像を表示し、[表示]→[明るさの調整]で、バンドごとに明るさを調整し、画像を表示してみよ。明るさの調整の仕方によって、見え方が異なることを確認せよ。

一つの画像の中における“色”の違いは対象や状態の違いを表すが、複数の画像で比較する場合は、同じものが同じ色になるように調整することは困難である。

目で見た“色”で判読を行う場合には画像の性質を十分理解した上で行うこと。

[実習] 様々な色の組み合わせを試して、画像の特徴を記述してみよ。

●重要なこと

- ・衛星データに記録されているDN（デジタルナンバー）に意味がある。
- ・しかし、その値はコンピュータが明るさを表示する段階のダイナミックレンジ（0～255）の、ごく一部にしか分布していない。
- ・したがって、そのまま画像を表示すると一般に暗くなってしまふ。
- ・そこで、値の分布する範囲を、ダイナミックレンジ全体に対応させると、見やすい画像になる（ストレッチング）。
- ・もとのDNを保持したままで、表示の明るさを変えることができるのが画像処理システムの特徴。