

デジタル画像とは？

物体から反射(放射)された光(電磁波)の
大きさ(明るさ)を

0 ~ 1023 (1024段階: 10ビット)

0 ~ 255 (256段階: 8ビット)

0 ~ 127 (128段階: 7ビット)

0 ~ 63 (64段階: 6ビット)

等の整数値で表したものの

注1) 人間の眼が濃淡を判別する能力は64
階調が限界と言われている

注2) ビットとは数字を2進数で表したときの
桁数



10進数	2進数	16進数
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	1F
255	11111111	FF

コンピューターによる数値の表し方

1バイト整数

2バイト整数

4バイト整数

4バイト実数

注) 1バイトは8ビット

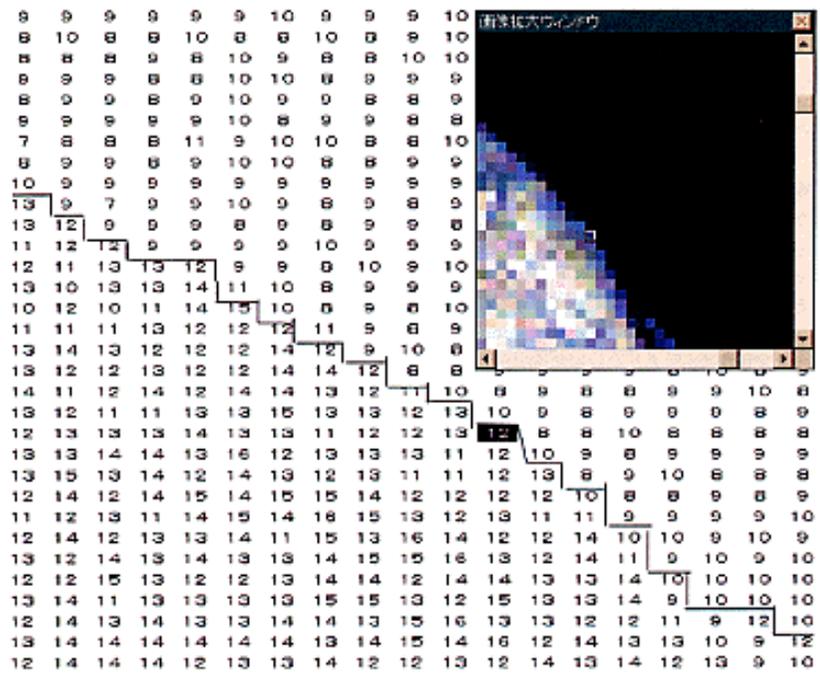


図5 デジタルデータの例
このデータは、図6の衛星観測近を示しており、補遺法の値で表されている。図中の線は海岸線で、右が道域左が陸域を示しこれを境に値が急変している。

単画像は輝度値の2次元配列

整数値が入っている

スプレッドシート(表計算ソフトウェア)と同じで、バンド数分のシートがあると考えれば良い

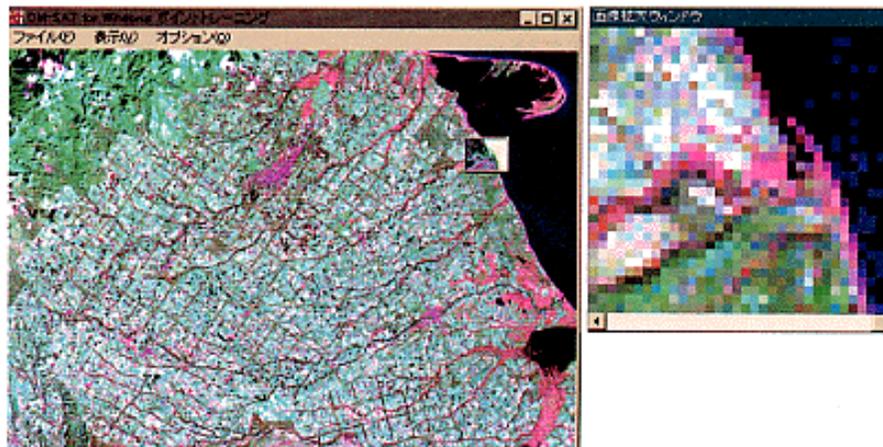
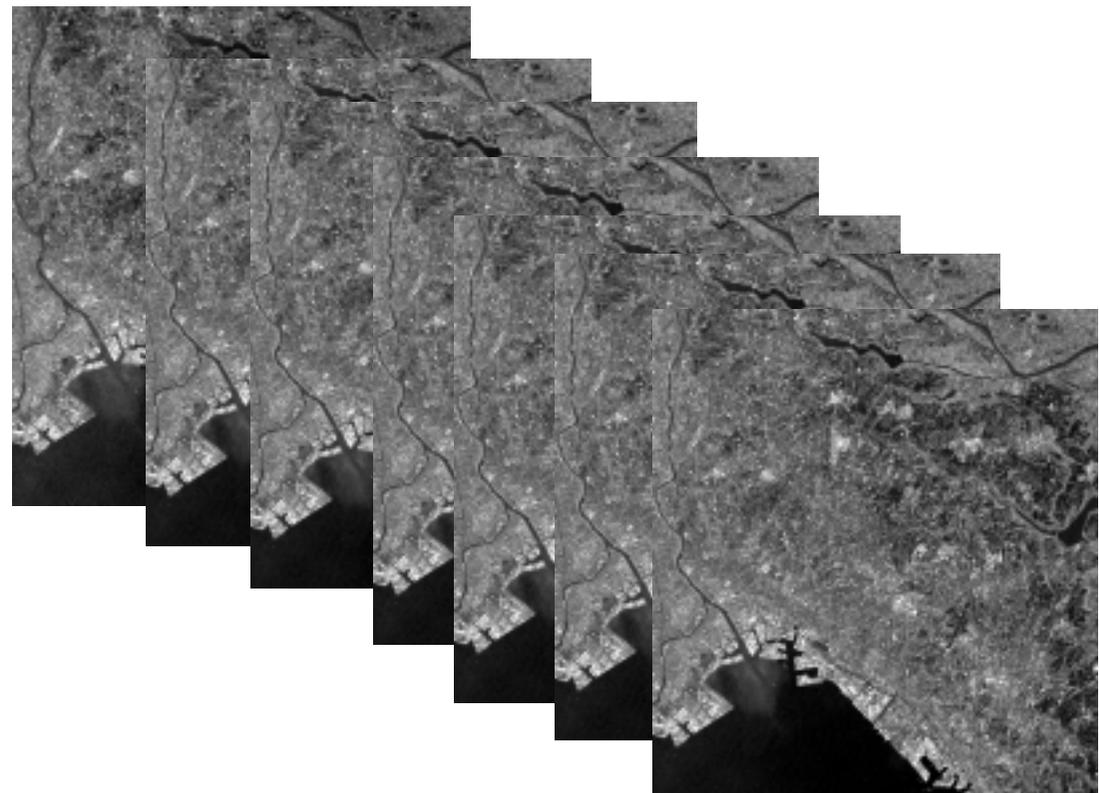


図6 北海道胆振地方のMSS画像(58×46kmの範囲)
1981年11月5日の観測率2のMSS画像。画像の右上が野付岬、右下が釧路湾にあたる。中央部の格子模様は道路である。リモートセンシング画像はタイル絵のようなもので、画像を拡大していくと最後には四角形の集合になる。右側のウインドウは、海岸線付近を拡大したもので、一つの四角形をピクセル(画素)という。



デジタル値(DN:Digital Number)と観測輝度値の関係

- ・衛星で観測される電磁波のエネルギーの単位は

mW/cm²sr (単位面積、単位立体角あたりのエネルギー)

- ・小数を実数で表すとひとつの数字に4バイト必要だが、実際にはそれだけの精度がない。そこで、絶対放射輝度を整数に変換

$$DN = \text{gain} \times R + \text{offset}$$

ここで、R : 絶対放射輝度、
DN : 画像データのデジタル値、
gain : ゲイン、
offset : オフセット

- ・データのサイズを減らすことができる

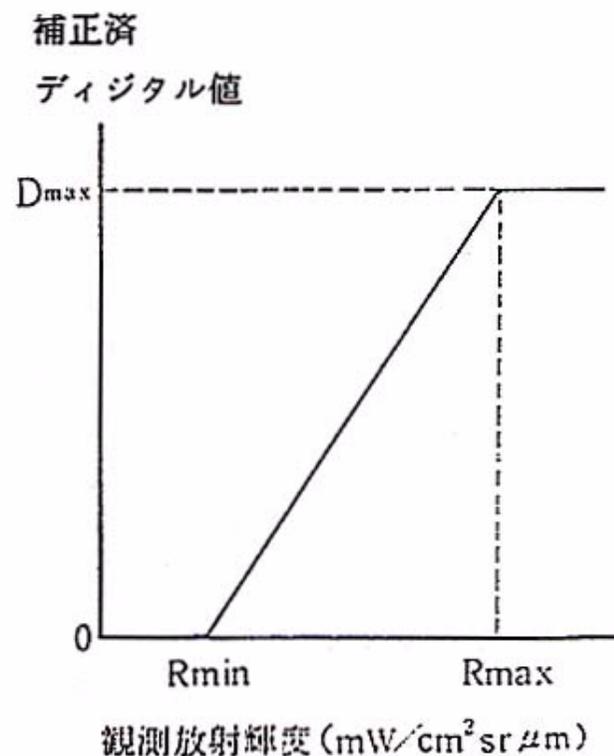


表 6-1-1 ランドサットMSSの最大・最小放射輝度

(単位: mW/cm^2sr)

バンド	ランドサット 2号		ランドサット 3号		ランドサット 4号		ランドサット 5号		バンド幅 (μm)
	Rmin	Rmax	Rmin	Rmax	Rmin	Rmax	Rmin	Rmax	
4	0.08	2.63	0.04	2.50	0.04	2.38	0.04	2.38	0.1
5	0.06	1.76	0.03	2.00	0.04	1.64	0.04	1.64	0.1
6	0.06	1.52	0.03	1.65	0.05	1.42	0.05	1.42	0.1
7	0.11	3.91	0.03	4.50	0.12	3.49	0.12	3.49	0.3

(ただしローゲイン値を示す)。

- ・ 前ページの関係は次式で表すことができる

$$R = V / D_{max} \times (R_{max} - R_{min}) + R_{min}$$

ここで、V : 画像に記録されているデジタル値 (DN)

R : そのDNに対応する絶対放射輝度

R_{max}, R_{min} : センサーの最大および最小放射輝度

D_{max} : TMの場合255 (8ビット)、MSSの場合127 (7ビット)

画像から読みとったDNを上式に代入すると観測絶対放射輝度を得る

なぜ、Dmaxの値が異なるの？

TM(MSS)は反射輝度を0～255(127)の256(128)段階で記録する様に設計されているから

TMの熱赤外バンド(バンド6)は？

TMの熱バンド(バンド6)のデータにおける放射輝度 R ($\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$) と絶対温度 T (K) の関係は、

$$R = 5.1292 \times 10^{-5} T^2 - 1.7651 \times 10^{-2} T + 1.6023 \quad (6-2)$$

により与えられる。デジタル値0に対応する温度は200 K、255に対応する温度は340 Kである。

表 6-1-2 ランドサット5号TMの最大・最小放射輝度
(単位 $\text{mw}/\text{cm}^2 \text{sr}$)

バンド	R_{\min}	R_{\max}	バンド幅 (μm)
1	-0.0099	1.004	0.066
2	-0.0227	2.404	0.081
3	-0.0083	1.410	0.069
4	-0.0194	2.660	0.129
5	-0.00799	0.5873	0.216
7	-0.00375	0.3595	0.250
6	0.1534	1.896	1.239

- ・画像は輝度に対応する整数が格納された2次元配列がバンド数重なったもの

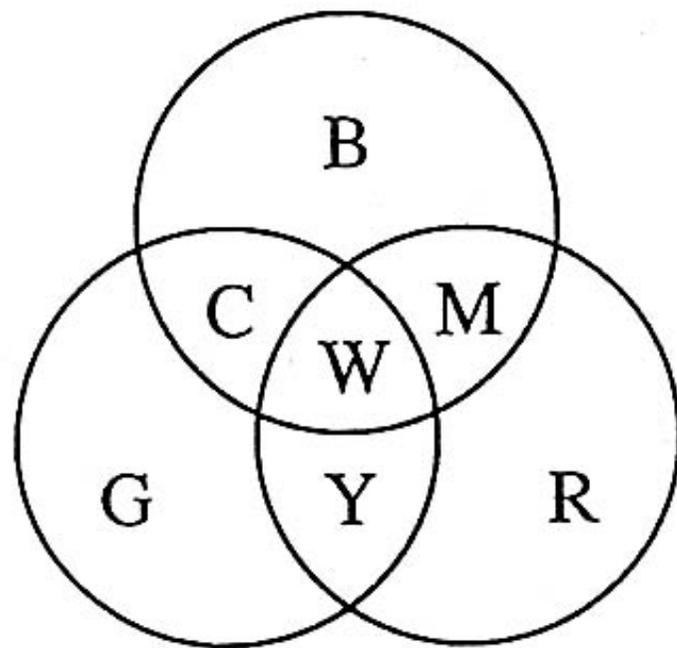
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	12	10	6	3	4	5	4	
2	13	12	7	6	4	5	6	
3	14	13	12	8	5	3	5	
4	12	14	13	12	3	4	3	
5	11	12	14	13	12	5	6	
6	23	11	12	14	13	12	7	
7	24	23	11	12	14	13	12	
8	23	24	23	11	12	14	13	
9	25	23	24	23	11	12	14	
10	34	25	23	24	23	11	12	
11	22	34	25	23	24	23	11	
12	26	22	34	25	23	24	23	
13	12	26	22	34	25	23	24	
14	11	12	26	22	34	25	23	

- ・このスプレッドシートはA ~ Fの6つのバンドを持つ画像データの一部を表している
- ・この値の組み合わせを用いて画像解析を行う
- ・絶対放射輝度に変換してする場合もあるし(例えば、熱収支や反射率の研究)、DNのまま解析する場合もある(例えば、分類)

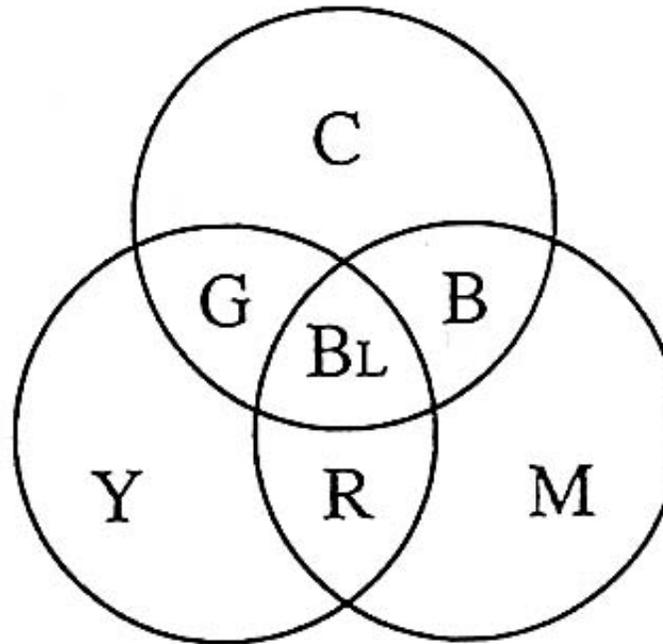
・どのようにして画像表示を行うか

衛星データは観測波長帯に対応するバンドを複数持つ

一方、コンピュータではR (赤) G (緑) B (青) の3つのプレーンに明るさを割り当てて発色を行う



(a)加法混色



(b)減法混色

B: 青
G: 緑
R: 赤
C: シアン
M: マゼンタ
Y: イエロー
W: 白
BL: 黒

図10.4.1 カラー合成の方法



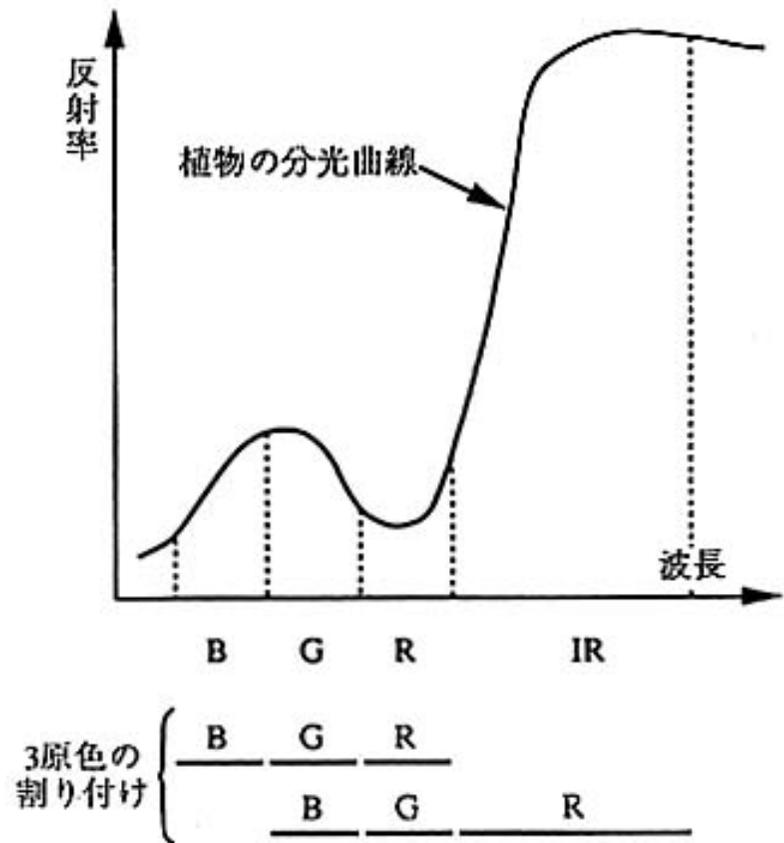
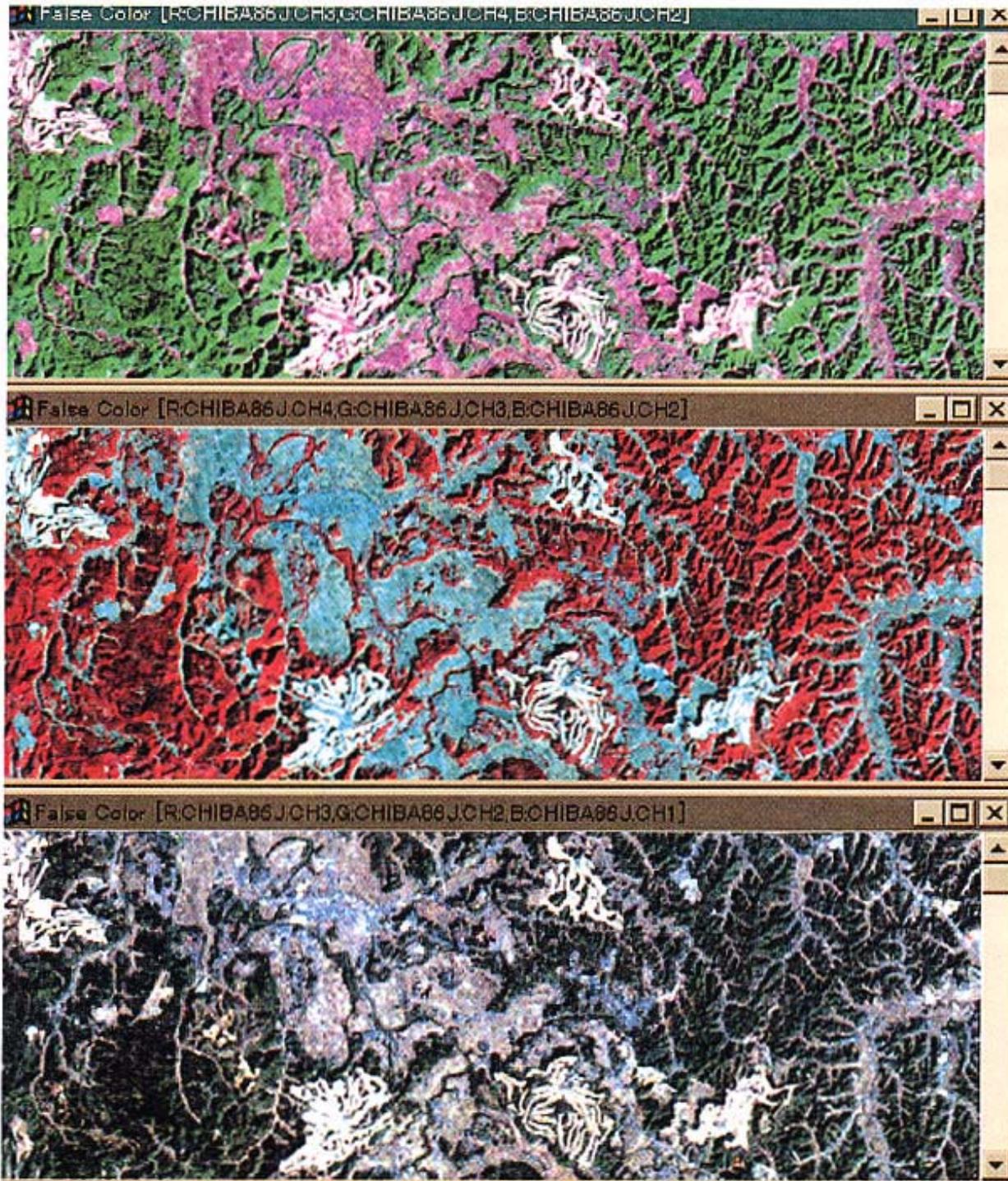
・白黒写真で、青、緑、赤のフィルターを装着して撮影 (左列)

・単純に足し合わせると一般の白黒写真(右上)になる

・RGBのフィルターを通して合成するとカラー写真になる(右下)

・フィルムでは近赤外まで撮影することができる(右中)

・では、近赤外が入ったらどのように合成するの？



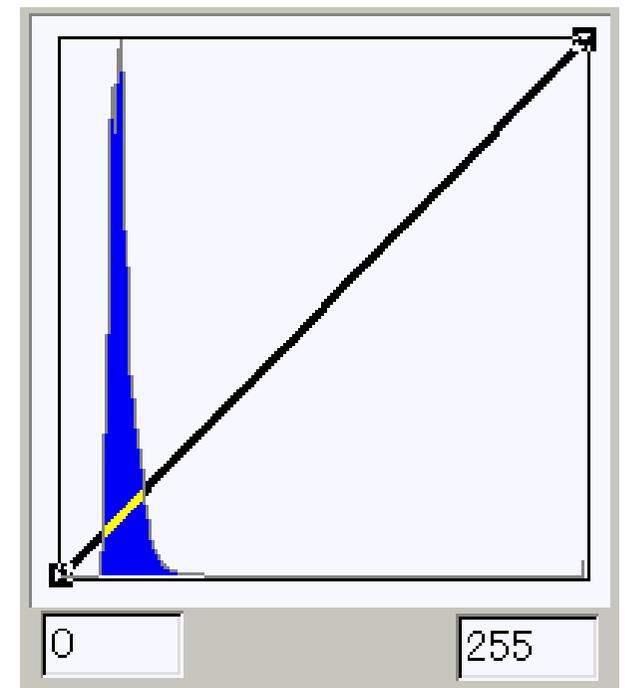
植生は近赤外の光を強く反射

近赤外バンドを赤に割り当てる組み合わせはフォールスカラーと呼ばれ、植生が赤く表現される

・画像データはレンジ全体の値を持つとは限らない
右はある画像のヒストグラムだが、0～256のレンジの一部を占めるにすぎない

・明るい雪氷や沙漠から暗い熱帯林や海までを対象にしているから

・そこで、ヒストグラムを変換して、レンジいっぱいになるようにすると見やすい画像になる

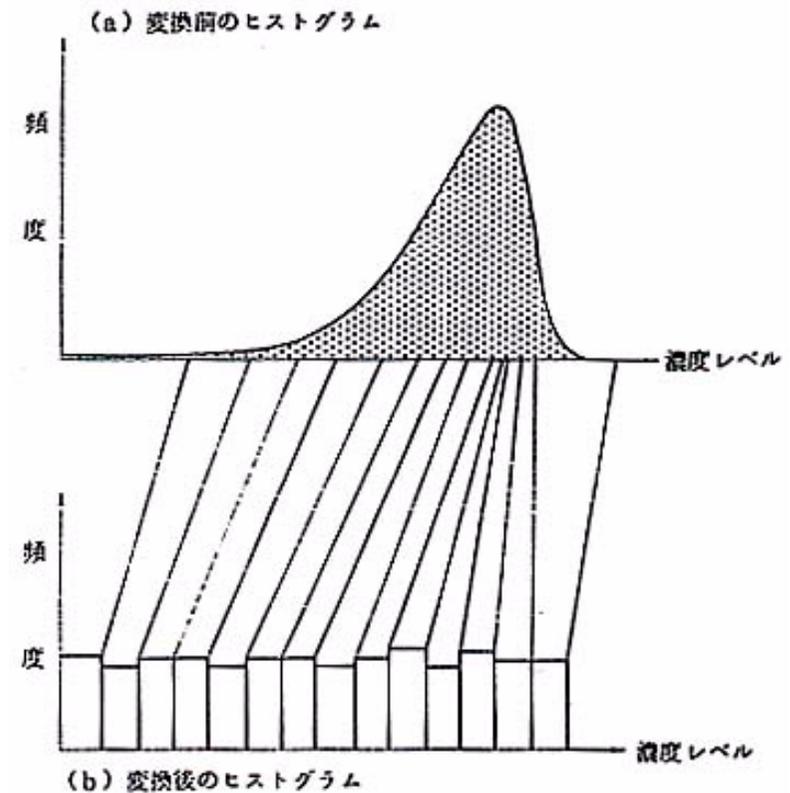
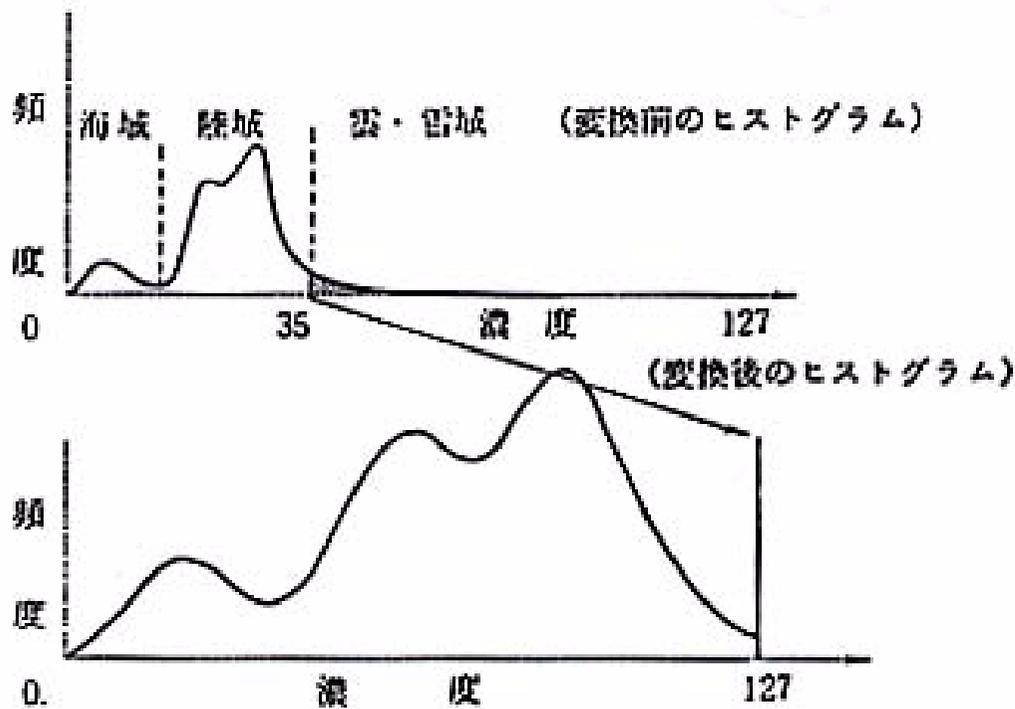


1) 線型変換: 画像データの最大値、最小値を0、255に割り当てる

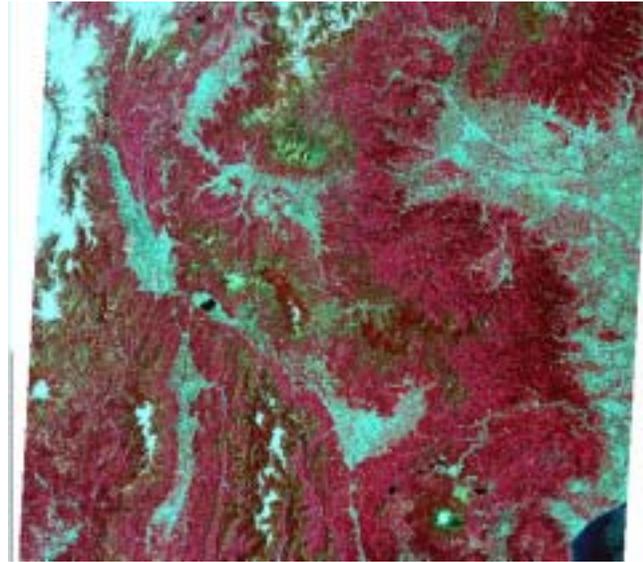
2) 平均・標準偏差方式: 画像のヒストグラムで ± 3 (標準偏差)を最小・最大値に割り当てる

3) ヒストグラム平滑化方式: ヒストグラムをフラットにする。すなわち、0～255の各輝度段階に含まれる画素の数が同じになるように変換

4) その他の方式



- ・線型変換(左)ではDNの最小値と最大値の間を0、255に割り当てる
- ・ヒストグラム平滑化(右)では0～255のDNの各段階に同じ数の画素が入るようにヒストグラムを変換する
- ・これをストレッチングと呼ぶ

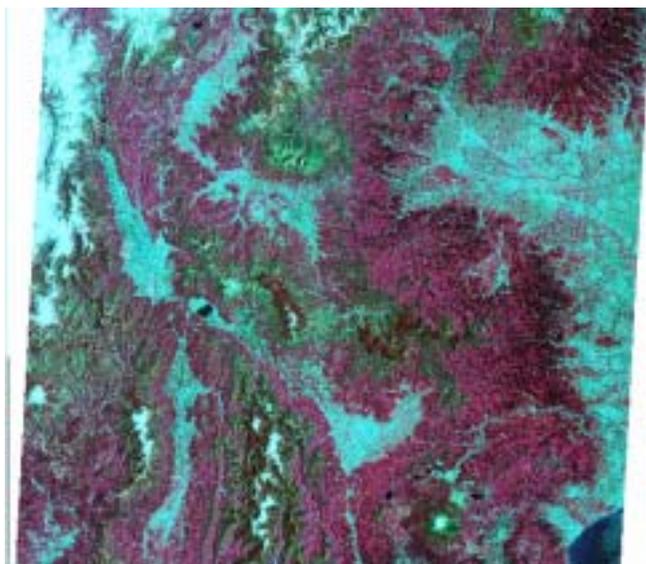


・フォールスカラー画像をストレッチングなしで表示
(上左)すると暗い

・自動で最小値、最大値を抽出してストレッチング
したらあまり変わらなかった(上中)

・そこで、対話的にレンジを指定したら左上のよう
に見やすくなった(上右)

・ヒストグラム平滑化では左下の様になった



色合いは相対的なもの、いかようにも変えることができる