

ALOS PRISM 画像を用いた四国全域オルソ画像の作成

1100454 米田 紘司

高知工科大学工学部社会システム工学科

現在、精度が高い四国全域の画像ベースマップは整備されていない。そこで ALOS PRISM 画像を用いた四国全域オルソ画像の作成を試みた。四国全域をカバーするため、全 34 シーンを用いた。1 シーンあたり 10~30 点の基準点を利用し、オルソ画像を作成した。画像の位置精度は平均二乗誤差で 0.22~1.75 ピクセルとなった。特に山間部の画像は位置精度が 1.0 ピクセルを超える傾向があった。今後、山間部における基準点の精度を向上させる必要がある。

Key Words : 衛星画像、オルソ化、濃度補正、平均二乗誤差

1 はじめに

現在、インターネットでは Google Map や Yahoo 地図などを利用することがほとんどである。しかし、これらの地図は人口密集地では詳細な画像であるが、それ以外では分解能が低く、分解能が一定でない。そのため、一定の分解能を持った精度の高い四国全域のベースマップが求められている。

高木研究室では JAXA(宇宙航空研究開発機構)と共同研究をしているため ALOS PRISM 画像を自由に利用することが出来る。「PRISM」は、可視域の波長を用いて、前方視・直下視・後方視の 3 方向の画像を同時に取得することが出来る光学センサである。ALOS PRISM 画像の分解能は 2.5m なので、ベースマップに適した画像と言える。したがって、分解能 2.5m の四国全域ベースマップが作成可能である。

一般に衛星画像は、画像の中心から離れるとひずみが生じる。そのため、他の地図と重ね合わせても地上座標と一致しない。オルソ画像にすれば衛星画像に生じていたひずみがなくなる為、地図と重ね合わせが可能となる。したがって、衛星画像を用いて画像ベースマップを作成するためには基準点を用いたオルソ画像への変換が必要となる。

本大学の高木研究室では、2008 年より小島、田内によって進められてきた高分解能衛星画像 ALOS PRISM/AVNIR-2 に利用可能な基準点データベースが構築されており、現在では四国全域で 562 点整備されている。

そこで本研究は、基準点データベースを用いて ALOS PRISM 画像から四国全域オルソ画像に変換し、四国全域のベースマップの作成を試みる。

2 使用データ

1. JAXA から取得した ALOS PRISM 画像 (表 2-1) 34 シーン
2. 基準点データベース (図 2-1)
3. 標高データ (国土地理院によって発行されている四国 10m メッシュ標高データを使用。)

表 2-1 ALOS PRISM 画像(直下視)の仕様

画像サイズ	14496 × 16000 ピクセル
	29024 × 16000 ピクセル
空間分解能	2.5m
量子化ビット数	8
観測波長域	0.52~0.77μ m

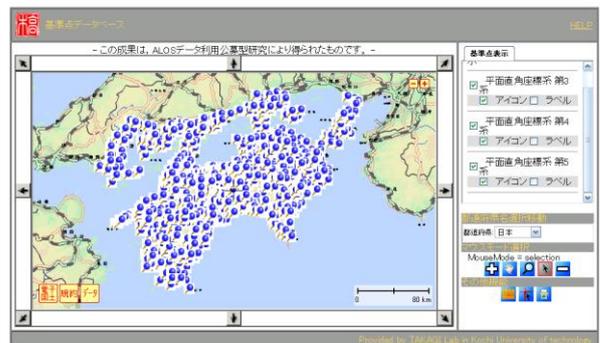


図2-1 基準点データベース

3 オルソ画像とは

衛星画像は中心投影のため、図 3-1 の左図のように、画像の中心から離れた位置や標高が高い位置にひずみが生じている。衛星画像にひずみがあると地図と重ならず正確な地図として利用出来ない。そのため、図 3-1 の右図のように、衛星画像からひずみを除く必要がある。そのひずみを除いた画像がオルソ画像である。オルソ画像にすることにより、他の地図との重ね合わせも可能となる。

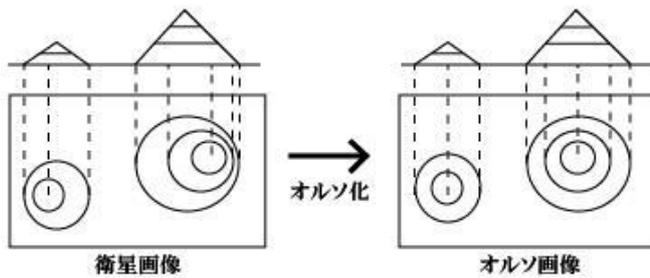


図3-1 オルソ化 イメージ図

4 オルソ画像作成

4-1. 基準点の選点

座標変換により、オルソ画像を作成する。この座標変換のためには、地上座標 (x,y,z) と、対応する画像座標 (u,v) の情報が必要となる。地上座標の取得には、基準点データベースを利用する。基準点データベースは、道路交差点や橋梁の中心等、衛星画像上で認識しやすい地物の正確な地上座標がデータベース化されているものである。

地上基準点付近の衛星画像を拡大し、地上基準点と対応した画像上の点を目視で取得する。図 4-1 の画像は、ある PRISM 画像上において選点した基準点を黄色で表している。図 4-2 は、基準点データベースにおける地上座標 (x,y,z) を示している。

図 4-3 のように海岸沿いや市街地の道路、橋などの基準点は画像上で認識しやすかった。一方、図 4-4 のように、山間部では画像上の位置が特定しづらい傾向があった。また、雲や雪が基準点と重なっている場合は精度が悪くなる為、基準点として使用出来ない。さらに、選点した基準点の空間的分布が偏ると精度が悪くなる為、基準点の空間的分布は、画像上で一様にばらつくように選点する必要がある。

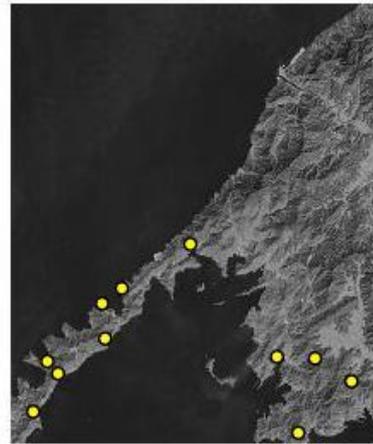


図 4-1 ALOS PRISM 画像



図 4-2 ALOS PRISM 画像の範囲となる基準点データベース



図4-3 取りやすい基準点



図4-4 取りにくい基準点

4-2. 変換係数の算出

オルソ画像の作成には、画像座標を地上座標に変換しなければならない。座標変換をする場合には、変換係数を求める必要がある。今回オルソ画像に用いた変換式には、式 5-1 の独立三次元射影変換を用いた。 $a_1 \sim a_{14}$ の変換係数の算出は、目視で取得した画像座標とそれに対応する地上基準点を 7 点以上を変換式に代入し、最小二乗法により導出した。

$$\begin{cases} u = \frac{a_1 X + a_2 Y + a_3 Z + a_4}{a_9 X + a_{10} Y + a_{11} Z + 1} \\ v = \frac{a_5 X + a_6 Y + a_7 Z + a_8}{a_{12} X + a_{13} Y + a_{14} Z + 1} \end{cases} \quad (\text{式4-1})$$

X, Y, Z : 地上座標
u, v : 画像座標
a₁~a₁₄ : 変換係数

4-3. 濃度補正

衛星画像は、撮影条件の違いに大きく影響される。例えば、太陽高度が違えば衛星画像の濃度に差が生じる。濃度に差が大きいと、34シーンのオルソ画像を合成して1枚の四国全域画像にした時に不自然な画像となる。そのため、濃度を補正する必要がある。

放射量補正は、太陽の高度の差や大気の影響によって生じた濃度をある程度補正することが出来る。放射量補正は式 4-2 の線形変換式を使用した。変換係数 *a* のゲインと *b* のオフセットについては、JAXA の ALOS プロダクト(レベル 1-B-1)から提供されているデータを使用した。

$$y = ax + b \quad (\text{式 4-2})$$

a : ゲイン
b : オフセット
x : 画像の pixel 値

4-4. オルソ画像の作成

まず、オルソ画像化の範囲を決定するために、衛星画像の四隅の地上座標を基準点の選点と同様に目視で取得した。次に、その範囲に対応した標高データを用意する。座標変換の際、地上座標 (*x, y, z*) の値を変換式に代入し、画像座標 (*u, v*) を求める必要がある。そのため *z* の値を得るには、PRISM 画像と同じ 2.5m の分解能の標高データが必要である。しかし、国土院で発行されている標高データの分解能は 10m である。そこで、最近隣内挿手法により、標高データを分解能の高い ALOS PRISM 画像の 2.5m に変換した。

式 4-1 で算出した変換係数と対象範囲の標高データを使ってオルソ画像を作成した。対象範囲をオルソ化した画像が図 4-5 である。ALOS PRISM 画像をオルソ画像に変換すると、画像が回転するが、正しい位置情報を持った画像となる。



図 4-5 オルソ画像

5 オルソ画像の精度検証

衛星画像を座標変換する際、最小二乗法により変換式を導くが、この時、各基準点における誤差を求めることが出来る。シーンごとに全基準点の誤差を平均二乗誤差 (RMSE) により評価した。平均二乗誤差の算出方法は式 5-1、式 5-2 である。

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u - u_i)^2 / n} \quad (\text{式 5-1})$$

$$V = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v - v_i)^2 / n} \quad (\text{式 5-2})$$

U, V : 平均二乗誤差
u, v : 最確値
u_i, v_i : 計測値
n : データ数

一般的に平均二乗誤差の値は 1.0 ピクセル以下が精度が良いとされ、1.5 ピクセルを超えると精度が悪いとされる。

今回 ALOS PRISM 画像 34 シーンをオルソ化したのが、平均二乗誤差 U, V 共に 1.0 ピクセル以下になったのは 22 シーンだった。また、平均二乗誤差 U, V どちらかが 1.5 ピクセル以上になったのは 3 シーンであった。

今回、平均二乗誤差の小さい上位 5 シーン(表 5-1)と大きい下位 5 シーン(表 5-2)の結果を考察した。

誤差の小さい画像は海岸部を含む地域が多かった。目視で基準点の選点をする為、図 4-3 のように、岸沿いの基準点や市街地や広い道路の基準点は高い精度で画像座標を得ることが出来たからである。

一方、誤差の大きい画像は、海や市街地がほとんどなく、山間部が多い。図 4-4 のように、山間部では地上基準点が画像上で認識出来ないものもあり、平均二乗誤差がより悪くなる傾向にある。

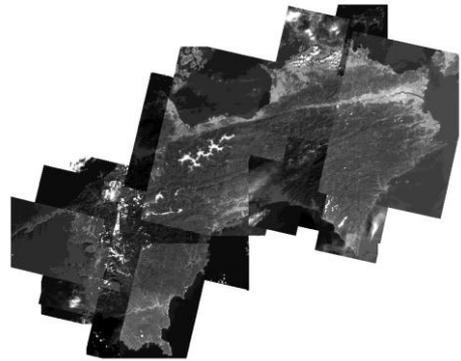


図6-1 四国全域モザイク画像

表5-1 平均二乗誤差(RMSE)の良い例 単位(pixel)

上位	RMSE U	RMSE V	Point	備考
1	0.38	0.40	12	山間部、海あり
2	0.35	0.49	11	市街地、海あり
3	0.40	0.47	11	市街地、海あり
4	0.48	0.44	11	海あり
5	0.49	0.49	14	市街地あり

表5-2 平均二乗誤差(RMSE)の悪い例 単位(pixel)

下位	RMSE U	RMSE V	Point	備考
1	1.75	1.37	36	山間部、広範囲
2	0.78	1.64	17	山間部、雲あり
3	1.50	0.94	19	山間部、雪あり
4	1.14	1.22	29	山間部、広範囲
5	1.03	1.28	19	山間部

6 モザイク画像の作成

モザイク画像とは、複数の画像を 1 枚の画像にまとめた画像のことである。

今回は四国全域となる 34 シーンの ALOS PRISM 画像をオルソ化し、それらのオルソ画像を 1 枚のモザイク画像にした。画像が重なり合う範囲がある為、その場合は出来るだけ雲や雪がない画像を使用し合成した。まだ、欠落している部分や雲のある画像もあるが、ほぼ四国全体をカバーすることが出来た。

7 考察

今回 ALOS PRISM 画像 34 シーンをオルソ化した。多少、雲のある画像も含まれているため、今後は雲の少ない画像を新たに処理していく必要がある。平均二乗誤差 U,V 共に 1.0 ピクセル以下になったのは 22 シーンという結果となった。しかし、平均二乗誤差 U,V が 1.0 ピクセル以上となった画像が 12 シーンあり、精度を向上させる必要がある。山間部における基準点の精度を向上させることが課題となる。

また、四国全域のオルソ画像の作成の際に複数の画像を 1 枚にする為の濃度補正の手法として放射量補正を用いたが、放射量補正だけでは完全に濃度を統一することは出来なかった。その原因は、衛星画像の撮影時の大気の状態が異なる事が考えられる。

今後は、大気の影響を考慮した新しい濃度補正の手法を確立し、濃度を統一した四国全域オルソ画像の作成が必要となる。

8 参考文献

地球科学における GRASS GIS 入門

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/~masumoto/vuniv99/gis11.html> (2010/1/18 取得)

正射写真(オルソ画像)の提供開始 国土地理院

<http://www.gsi.go.jp/kibanchizu/kibanchizu60003.html> (2010/1/18 取得)

国土地理院 電子国土基本図(オルソ画像)の整備

<http://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html> (2010/1/15 取得)

ALOS PRISM 画像を用いた三方向視による三次元計測手法開発

2008 年度 高知工科大学 学部 石田 圭佑 著