



ASTER

ユーザーズガイド

第3編

3D Ortho Products (L3A01)

Ver.1.1

2005年7月

ERSDAC

財団法人 資源・環境観測解析センター

ASTER ユーザーズガイド 第3編
3D Ortho Products (L3A01)
Ver.1.1

目次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. はじめに..... | 1 |
| 2. システム構成..... | 3 |
| 3. 3D ORTHO 生成アルゴリズム | 4 |
| 3.1. 処理概要..... | 4 |
| 3.2. アルゴリズムフロー | 4 |
| 4. プロダクト説明..... | 7 |
| 4.1. 構成概要 | 7 |
| 4.2. ユーザ指定パラメータ..... | 8 |
| 4.3. 画像データ | 9 |
| 4.4. DEM-Z(標高)データ | 11 |
| 4.5. DEM-Z フラッグデータ | 12 |
| 4.6. 地表画素位置 (GEOLOCATION)データ | 13 |
| 4.7. メタデータ | 13 |
| 4.8. サプリメントデータ(SUPPLEMENT DATA)..... | 14 |
| 5. 品質情報..... | 15 |
| 5.1. 絶対精度 | 15 |
| 5.2. 望遠鏡間バンド間レジストレーション精度..... | 16 |
| 5.3. 望遠鏡内バンド間レジストレーション精度..... | 16 |

1. はじめに

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer)は1999年12月にTerra衛星に搭載されて打ち上げられた高度多チャンネルイメージャであり、高い空間、波長、輝度分解能をもち、可視から熱赤外の広い波長範囲を14バンドでカバーしている。この広い波長範囲は、空間分解能15mで3つのバンドを持つ可視近赤外放射計(VNIR)、30mの空間分解能で6つのバンドを持つ短波長赤外放射計(SWIR)、90mの空間分解能で5つのバンドを持つ熱赤外放射計(TIR)の3つの望遠鏡でカバーしている。さらに、このユーザーズガイドの主目的である3Dオルソ(L3A01)プロダクト作成に用いられる標高データ生成に必要なステレオ機能のための後方視望遠鏡が、近赤外スペクトルバンド(バンド3B)に設けられている。スペクトルパスバンドの詳細は表1-1に示されている。Terra衛星は今、高度705mを円形のほぼ極軌道で飛行し続けている。赤道通過の地方時10時30分、16日の回帰周期を持つ太陽同期の軌道である。軌道パラメータは地方時を除けばLandsat-7と同じである。

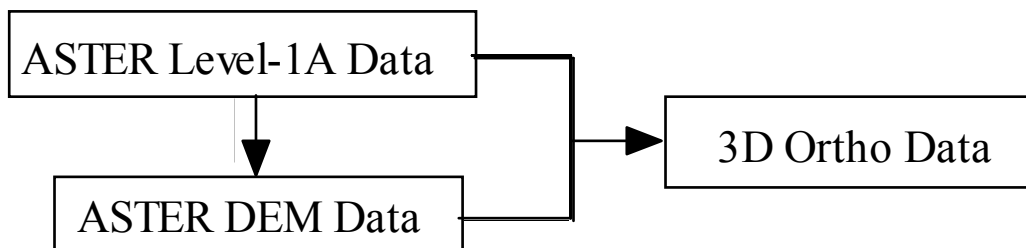
ASTER センサはレベル1Aとレベル1Bの2種類のタイプのデータプロダクトを持っている。レベル1Aはフル分解能で、レベル1処理で生成された種々の係数が画像に適用されず、単に添付されているプロダクトとして定義されたものである。この定義に従えば、ASTER レベル1データは画像データ、輝度係数、幾何係数、その他の補助係数から構成されている。レベル1データが最もセンサの性能を高度に維持したプロダクトになる。レベル1Bデータはこれらの係数を輝度補正、幾何的リサンプリングのために適用して生成されたプロダクトである。

オルソ画像は正射投影画像とも言われ「標高による地形歪みがなく、画素と緯度経度との関係が精密に決まっており、地形図との対応が直接とれるデータである」ことを指す。3Dオルソプロダクトは標高データ付きの正射投影画像である。このプロダクトの公式名は「Level-3A data Product」である。作成には元データとしてレベル1Aが用いられる。レベル1Aデータ、DEMデータ、3Dオルソデータの関係を図1-1に示す。

視線ベクトル、ポインティング軸ベクトルなどのセンサの幾何的パラメータは、多くのGCPを用いた検証活動を通して正確に調整されている。これによって、優れた水平並びに垂直位置精度を持つ3Dオルソデータがシステムパラメータだけの処理で実現されていることも実証されている。

表 1-1 スペクトル特性

| Subsystem | Band No. | Spectral Range | Spatial Resolution |
|-----------|----------|----------------|--------------------|
| VNIR | 1 | 0.52 – 0.60 | 15 m |
| | 2 | 0.63 – 0.69 | |
| | 3N | 0.78 – 0.86 | |
| | 3B | 0.78 – 0.86 | |
| SWIR | 4 | 1.600 – 1.700 | 30 m |
| | 5 | 2.145 – 2.185 | |
| | 6 | 2.185 – 2.225 | |
| | 7 | 2.235 – 2.285 | |
| | 8 | 2.295 – 2.365 | |
| | 9 | 2.360 – 2.430 | |
| TIR | 10 | 8.125 – 8.475 | 90 m |
| | 11 | 8.475 – 8.825 | |
| | 12 | 8.925 – 9.275 | |
| | 13 | 10.25 – 10.95 | |
| | 14 | 10.95 – 11.65 | |



3D Ortho data are the ortho images with elevation data for each pixel

図 1-1 3D オルソ作成のための元データとの関係

2. システム構成

図 2-1 に示したように、VNIR サブシステムは 2 つの望遠鏡、直下視と後方視、を持っている。この 2 望遠鏡方式は、最小の重量で同一軌道ステレオ機能と 0.6 の B/H (base-to-height)比を実現するために採用された。JERS/OPS に採用された 1 本望遠鏡方式は小さな B/H 比にのみ採用可能である。直下視と後方視の組み合わせは性能と必要なリソースのトレードオフの結果である。

図 2-2 はステレオ構成を示す。B/H 比と視差角度 α の関係は $B/H = \tan \alpha$ である。ここで α は地表の観測点での直下視と後方視の角度である。B/H 比 0.6 に相当する角度 α は 30.96 度になる。地球の球としてのわん曲と考慮すると直下視望遠鏡と後方視望遠鏡の設定角度は 27.60 度になる。

隣接軌道間隔が 172km であるのに対して、ASTER の刈幅は 60 km であるために、軌道直交方向を全部カバーするためのポイントング機能を持っている。直下視と後方視望遠鏡の光学軸が軌道直交方向に傾けられるようになっている。

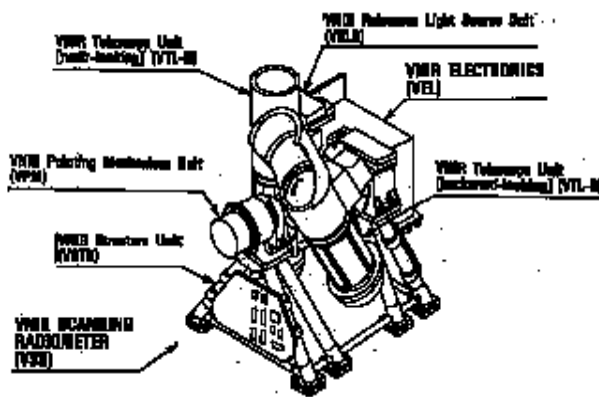


図 2-1 VNIR 構成

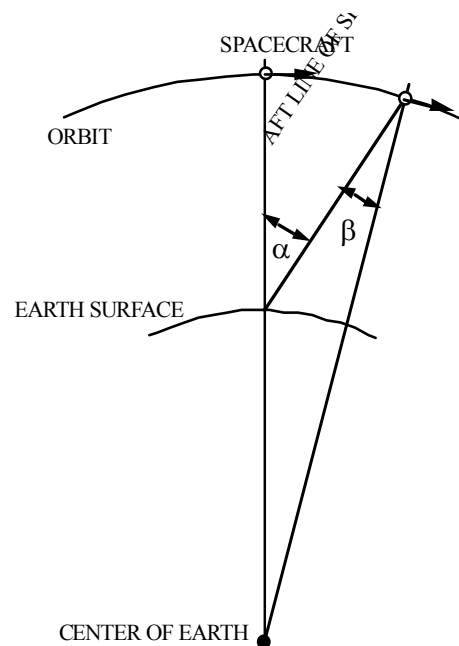


図 2-2 ステレオ構成

3. 3D Ortho 生成アルゴリズム

3.1. 処理概要

3D オルソ処理では、入力イメージデータとしてレベル 1A データを用いる。また、レベル 1A データに対して正射投影及び地図座標投影を施すための地表画素位置情報としてレベル 4A01X (DEM XYZ) データを用いる。レベル 1A データとレベル 4A01X DEM データに対していくつかの補正処理を施した後、イメージデータの幾何学的変換処理を行う。この際、SWIR 画像については、検出素子配列に依存して生じる軌道方向の視差補正処理、及び地球自転の影響により生じる軌道直交方向の視差の補正処理を合わせて行う。

生成されるレベル 3D オルソプロダクトは、正射投影処理及び地図座標投影処理が施された画像データである。また、画像データの地表画素位置情報として利用するレベル 4A01XDEM データから生成される DEM Z (楕円体高) データ、及び DEM 品質フラグデータについても、画像データと同じ座標変換を行った上でプロダクトに添付される。これは、データ処理で位置決定に利用した DEM が品質情報としても有用であるほか、イメージデータと幾何学的に一致した DEM を添付することでユーザの利便性を向上させることができるためである。

3.2. アルゴリズムフロー

図 3-1 に 3D オルソデータ生成のアルゴリズムフローを示す。このプロセスは以下のように実行される。

- 1) レベル 1A データ並びに DEM データの入力
- 2) レベル 1A イメージデータに対して、前処理としてラジオメトリック補正、バッドピクセル補間、ストライプノイズ除去といった補正処理を施す。これらの補正処理のアルゴリズムは、レベル 1A から 1B へのデータ処理アルゴリズムに準じる。
- 3) DE 前処理として DEM 異常値に対して、以下の 3 種類の補間処理を施す。異常値の判定には品質フラグデータを用いる。

異常値領域の周囲の正常値の値から線形内挿を施す。この内挿はピクセル方向、ライン方向の順に実施する(CROSS-WISE INTERPOLATION)。

海面の異常値に対してジオイドデータ (EGM96, 0.25°メッシュ) を用いて補完する。

周辺のデータに対して変化が異常に大きい画素に対して平滑化(SMOOTHING)処理を実施する。平滑化は複数回繰り返す。

- 4) SWIR 焦点面に配列されている 6 バンドのアレイ検出素子の幾何学的配列 (図 3-2) に由来する視差の補正量を求める。以下の 2 種類の視差がある。視差補正解析には、標高データと観測オフナディア角を用いる。処理の実行は次段の幾何補正 (GEOMETRIC CORRECTION) のところで他の補正と同時に実行する。

軌道方向の検出素子の配列間隔に基づく視差補正量を求める。

軌道直交方向の視差補正量を求める。この視差は、バンド毎に観測時間が異なるために発生する地球自転分の視差補正である。バンド 6 とバンド 7 の観測時間の差は 1.8 秒である。

5) 以下の幾何学的な補正処理を行う。

DEM-xyz の位置情報を用いて、バンド 3N 画像を地図座標に変換する。

幾何補正(GCT)テーブルを用いて、バンド 3N に対する他のバンドの位置関係を求める。

前記位置関係から、3N 以外の VNIR バンドと TIR バンド画像を地図座標に変換する。

SWIR バンドについては倒れ込み効果による地形歪み(TERRAIN ERROR)の補正を同時に考慮して地図座標に変換する。

VNIR, SWIR, TIR 毎の標高データを作成する。

DEM-Z の標高データと品質データを地図座標に変換する。

6) 3D オルソ (Level-3A01) データを出力する。

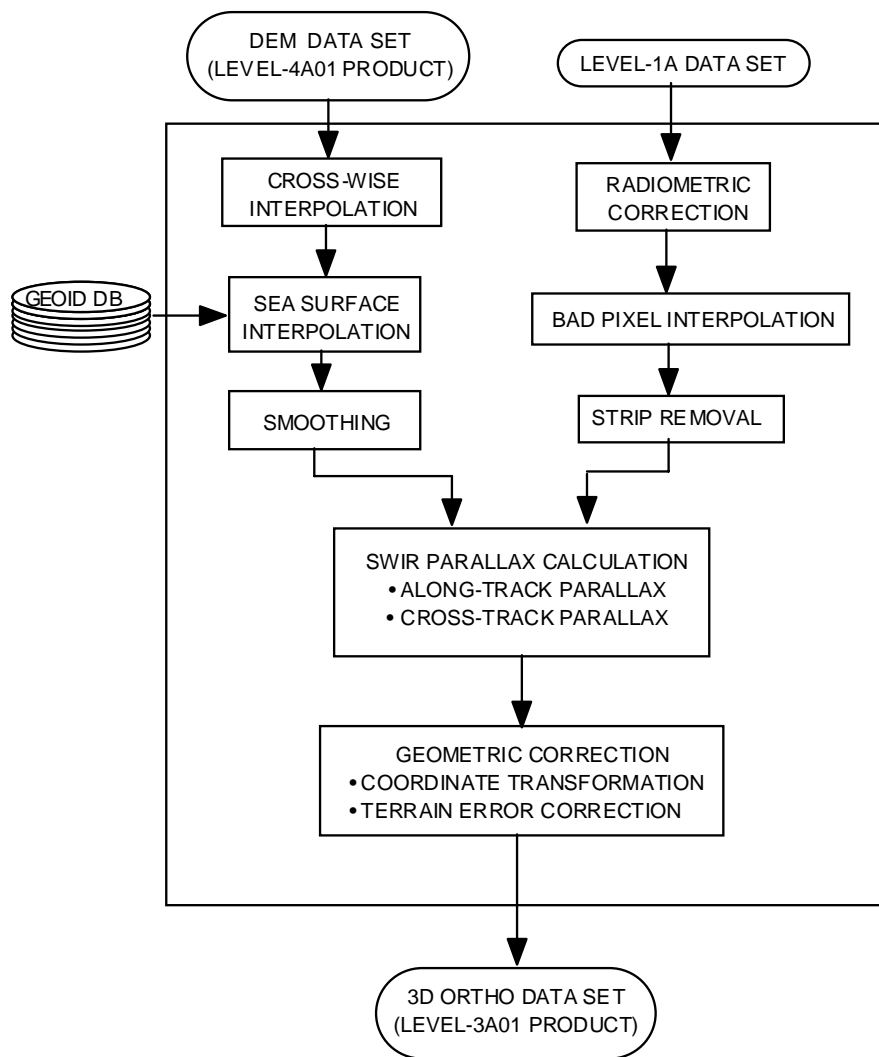


図 3-1 3D オルソプロダクト生成アルゴリズムフロー

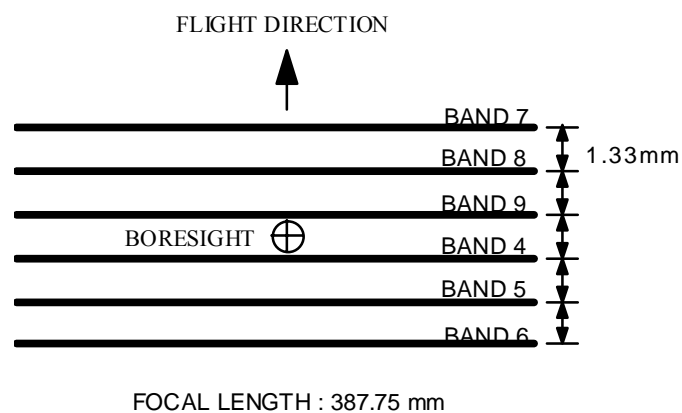


図 3-2 SWIR 焦点面検出素子配列

4. プロダクト説明

4.1. 構成概要

3D オルソ (Level-3A01) プロダクトの構成概要を図 4-1 に示す。

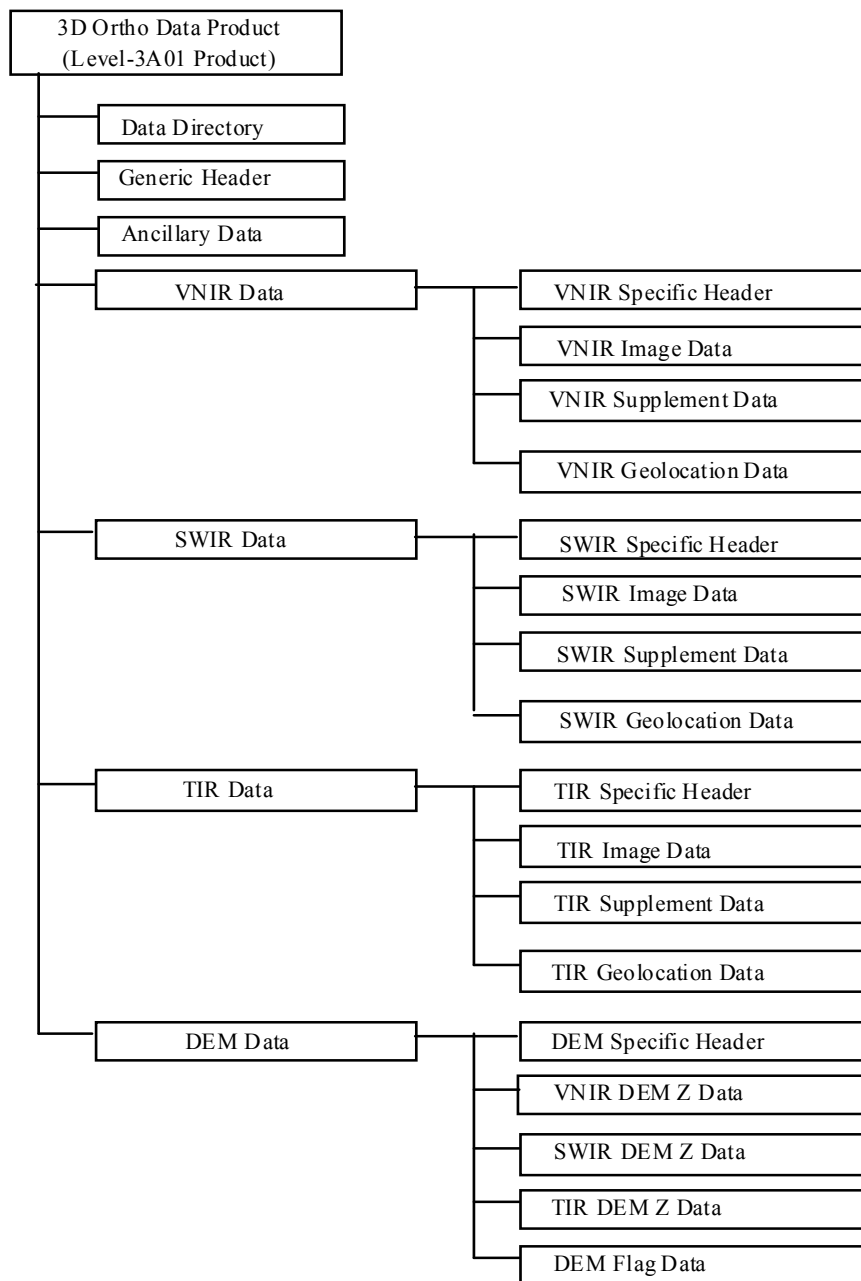


図 4-1 3D オルソデータプロダクト構成概要

3D オルソプロダクトは、倒れ込み効果による地形歪みが補正された正射投影図であり、且つ、地図座標方向(Map oriented)に画素が配列されている点を除けば、基本的にはレベル 1B プロダクトと同じである。プロダクトサイズは可変であるが、典型例を表 4-1 に示す。

表 4-1 3D オルソプロダクトのサイズ (典型的な例)

| No. | Item | Data Size(bytes) |
|-----|-----------------------|-------------------|
| 1 | Data Directory | 4,0960 |
| 2 | Generic Header | about 3,000 |
| 3 | Specific Header | about 8,000 |
| 4 | Ancillary Data | about 1,728 |
| 5 | Supplement Data | about 1,379,550 |
| 6 | VNIR Image Data | about 100,000,000 |
| 7 | SWIR Image Data | about 35,000,000 |
| 8 | TIR Image Data | about 7,000,000 |
| 9 | VNIR Geolocation Data | about 3,000 |
| 10 | SWIR Geolocation Data | about 3,000 |
| 11 | TIR Geolocation Data | about 3,000 |
| 12 | DEM ZV Data | about 50,000,000 |
| 13 | DEM ZS Data | about 12,500,000 |
| 14 | DEM ZT Data | about 1,400,000 |
| 15 | DEM Flag Data | about 25,000,000 |
| | Total | about 260MB |

4.2. ユーザ指定パラメータ

ユーザが 3D オルソプロダクトの注文時に指定可能なパラメータは、表 4-2 の通りである。

Table 4-2 レベル 3A01 データ処理でのユーザ指定パラメータ

| Parameter | Value |
|----------------|--|
| Datum | Arbitrary (Default: WGS-84) |
| Map Projection | <ul style="list-style-type: none"> • UTM(Default) • LCC • PS • Uniform Lat., Lon |
| Interpolation | <ul style="list-style-type: none"> • Nearest Neighbor • Bi-linear • Cubic Convolution (Default) |

4.3. 画像データ

(1) 画素値の定義

画像データは、レベル 1A プロダクトの画像データを輝度補正テーブルを用いて補正した上でラジアンから DN 値に変換したデータである。DN 値からラジアンに変換するには、スペシフィックヘッダに格納されているラジアン変換係数を用いる。ラジアン変換係数は、全運用期間を通じて同一の値が採用される。DN 値とラジアンとの関係を以下に示す。

- (i) DN 値 0 をダミー画素に割り当てる。
- (ii) DN 値 1 をラジアン 0 に割り当てる。
- (iii) VNIR と SWIR に対しては、DN 値 254 を最大ラジアンに割り当てる。
- (iv) TIR に対しては DN 値 4094 を最大ラジアンに割り当てる。
- (v) VNIR と SWIR に対しては DN 値 255 を飽和画素に割り当てる。
- (vi) TIR に対しては、DN 値 4095 を飽和画素に割り当てる。

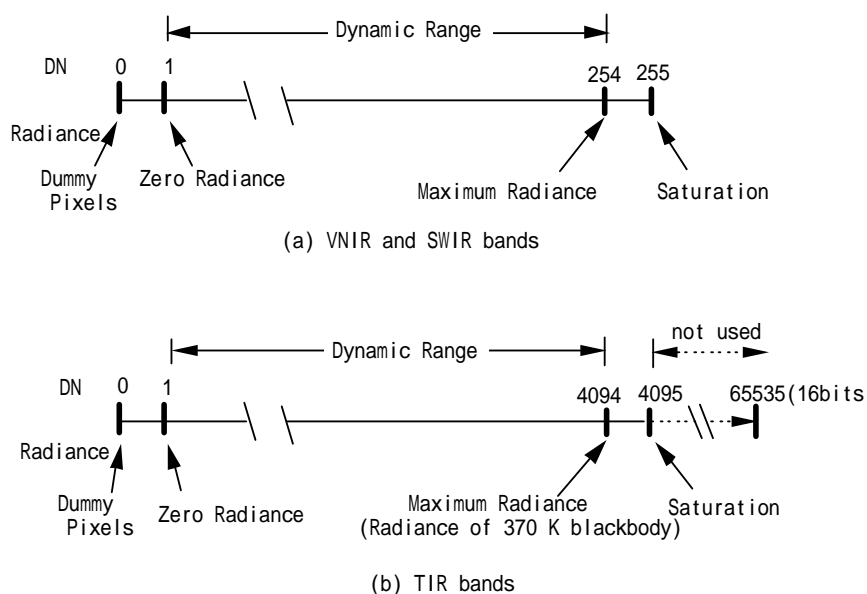


図 4-2 DN 値とラジアンの関係

表 4-3 に各バンドの単位変換係数を示す。また、使用しているシーンの単位変換係数は specific header にも示されている。レベル 1B データとの互換性を考慮して、同一の仕様となっている。

表 4-3 単位変換係数

| Band No. | Coefficient (W/(m ² •sr•μm)/DN) | | | |
|----------|--|--------------------------|------------|------------|
| | High gain | Normal gain | Low gain 1 | Low gain 2 |
| 1 | 0.676 | 1.688 | 2.25 | N/A |
| 2 | 0.708 | 1.415 | 1.89 | |
| 3N | 0.423 | 0.862 | 1.15 | |
| 3B | 0.423 | 0.862 | 1.15 | |
| 4 | 0.1087 | 0.2174 | 0.290 | 0.290 |
| 5 | 0.0348 | 0.0696 | 0.0925 | 0.409 |
| 6 | 0.0313 | 0.0625 | 0.0830 | 0.390 |
| 7 | 0.0299 | 0.0597 | 0.0795 | 0.332 |
| 8 | 0.0209 | 0.0417 | 0.0556 | 0.245 |
| 9 | 0.0159 | 0.0318 | 0.0424 | 0.265 |
| 10 | N/A | 6.882 x 10 ⁻³ | N/A | N/A |
| 11 | | 6.780 x 10 ⁻³ | | |
| 12 | | 6.590 x 10 ⁻³ | | |
| 13 | | 5.693 x 10 ⁻³ | | |
| 14 | | 5.225 x 10 ⁻³ | | |

上述の関係から、ラジアンスは以下の式で求められる。

$$\text{Radiance} = (\text{DN value} - 1) \times \text{Unit conversion coefficient}$$

(2) 画素の大きさ

画素の大きさは望遠鏡サブシステムごとに固定値であり、以下の値となっている。

VNIR : 15m
 SWIR : 30m
 TIR : 90m

(3) 画像データサイズ

画像データのサイズ(ピクセル数及びライン数)は、入力データ及び処理パラメータに依存して可変である。

4.4. DEM-Z(標高)データ

VNIR、SWIR、TIR 毎にすべての画素に対応して標高データが添付されている。標高データには16ビットが割り当てられており、1DN が1mの相当している。標高データはWGS-84 回転楕円体ベースで算出されている。公式のジオイドベースに変換するにはジオイド高を減じる必要がある。

ダミー画素には-9999 が割り当てられている。内挿によって求められた画素はフラッグデータから知ることが出来る。表 4-4 に標高データの要約を示す。

表 4-4 標高データ要約

| Item | Description |
|------------------------|---|
| Data Size | Variable (value in each product is described in DEM Specific Metadata) |
| Pixel Spacing | VNIR: 15 m SWIR: 30 m TIR: 90 m |
| Data Type | 2 dimensional data array 16 bits integer (signed) |
| Unit Conversion Factor | 1 m/DN |
| Reference Elevation | WGS-84 ellipsoid |
| Dummy Area Data | -9999 |

4.5. DEM-Z フラッグデータ

DEM-Z フラッグデータは DEM データ中の 2nd QA データを 3D オルソプロダクトと同一の座標系に投影したものである。8 ビットフラッグでもって DEM データの良否等の状態を各画素に対して示している。下位の 5 ビットはバンド 3N の画像の状態を示し、DEM データの生成に利用される。さらに、上位の 3 ビットは DEM の状態を示す。

表 4-5 DEM-Z フラッグデータのフォーマット

| Item | Description |
|-----------|---|
| Data Size | Variable (same as VNIR image data) (value in each product is described in DEM Specific Metadata) |
| Data Type | 2 dimensional data array 8 bits integer (unsigned) |

表 4-6 DEM-Z フラッグデータの構造

| DEM Status | | | VNIR Status | | | | |
|------------|---|---|-------------|---|---|---|---|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

- 1: Bad / Suspect
- 2: Overflow / Underflow
- 3: Sea
- 4: Lake / Pond
- 5: Cloud
- 6: Abnormal Value
- 7: Blank Pixel
- 8: Interpolated Pixel

4.6. 地表画素位置 (Geolocation)データ

地表画素位置データは、画像データ上に一定の間隔で格子点を設定し、その格子点での画像座標値と緯度経度座標値とを格納したものである。各サブシステムにおける格子点の間隔を表4.7に、格子点ごとに格納される情報を表4.8に示す。

Table 4-7 地表画素位置データの格子点間隔

| No. | Subsystem | Interval of lattice points |
|-----|-----------|----------------------------|
| 1 | VNIR | 498 x 420 |
| 2 | SWIR | 249 x 210 |
| 3 | TIR | 83 x 70 |

Table 4-8 地表画素位置データの内容

| No. | Type | Description | Unit |
|-----|--------|----------------------|-------|
| 1 | double | Geocentric latitude | deg. |
| 2 | double | Geocentric longitude | deg. |
| 3 | int | Pixel coordinates | pixel |
| 4 | int | Line coordinates | line |

レベル1Bデータプロダクトとの互換性を考慮して、地表画素位置データのフォーマットは両者で同一である。ただし、レベル1Bデータではイメージデータのサイズが固定であるため格子点数も固定であるが、3Dオルソデータでは画像データのサイズが可変であるため格子点数も可変となっており、この点が異なっている。

4.7. メタデータ

3Dオルソメタデータは以下に示す8つのグループからなっている。

- (1) Inventory Metadata
- (2) ASTER Generic Metadata
- (3) GDS Generic Metadata
- (4) Product Specific Metadata VNIR
- (5) Product Specific Metadata SWIR
- (6) Product Specific Metadata TIR
- (7) Bad Pixel Information
- (8) Product Specific Metadata DEM

「メタデータ」はプロダクト又はデータセットに関わる情報を記述したものである。これには、源泉データ、品質、その他の状態を知るための情報が含まれている。メタデータとしてデータの解釈、デコードしたり処理したりするのに必要な情報が供給されている。また、データを生成するために用いたソフトウェアに関する項目も含まれている。メタデータはオブジェクト記述言語とクラスシステムで記述されている。詳細は“ASTER Level-3A01 Data Products Specification”を参照されたい。メタデータと HDF 属性名の関係は表 4-9 に示されている。

表 4-9 メタデータと HDF 属性名の関係

| Metadata | HDF Attribute Name |
|---------------------------|--|
| Inventory Metadata | coremetadata.0 |
| ASTER Generic Metadata | productmetadata.0 |
| GDS Generic Metadata | productmetadata.1 |
| Product Specific Metadata | VNIR: productmetadata.v SWIR: productmetadata.s TIR; productmetadata.t |
| Bad Pixel Information | badpixelinformation |
| DEM Specific Metadata DEM | productmetadata.d |

4.8. サプリメントデータ(Supplement Data)

VNIR, SWIR, TIR それぞれのサブシステム毎のセンサの状態はサプリメントデータに記述されている。詳細は“ASTER Level-3A01 Data Products Specification”を参照されたい。

5. 品質情報

3D オルソデータの幾何学的精度は、VNIR3N データを基準として定義される。絶対的な位置決定精度は DEM データ(Level-4A01)によって定義され、また望遠鏡内及び望遠鏡間の相対的な位置決定精度は、レベル 1A データの幾何補正テーブルによって決定される。以下に、初期検証作業で求められた 3D オルソデータの幾何学的精度を示す。また、検証に使用したシーンの一覧を表 5-1 に示す。

表 5-1 レベル 3A01 データ検証シーン一覧

| Target Area | Observation Date | Pointing Angle |
|-------------------------|------------------|----------------|
| Tsukuba (107,100,4) | June 4, 2001 | 0.027 ° |
| Kiso-koma (109,99,7) | May 30, 2000 | 8.59 ° |
| Saga (113,106,4) | April 8, 2000 | 0.022 ° |

5.1. 絶対精度

高精度 GCP (要求精度：水平方向 1.5m, 高さ方向 0.5m) と 3D オルソデータとを比較してその誤差量を算出した結果、及び 3D オルソデータの位置決定に利用された DEM データの誤差量とを比較した結果を表 5-2 と表 5-3 に示す。

表 5-2 レベル 3A01 データの絶対精度 (筑波)

| | 3D ortho | | DEM | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Δ lon(m) | Δ lat(m) | Δ lon(m) | Δ lat(m) |
| Average | -15.7 | -1.6 | -19.8 | 3.4 |
| Standard Deviation | 6.4 | 6.2 | 5.3 | 6.6 |
| RMSE | 16.9 | 6.4 | 20.5 | 7.4 |

表 5-3 レベル 3A01 データの絶対精度 (八ヶ岳)

| | 3D ortho | | DEM | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Δ lon(m) | Δ lat(m) | Δ lon(m) | Δ lat(m) |
| Average | -27 | 11.6 | -24.5 | 12.0 |
| Standard Deviation | 8.7 | 11.7 | 12.2 | 9.2 |
| RMSE | 28.4 | 16.5 | 27.4 | 15.2 |

地表画素位置精度については、レベル1 処理における地球章動補正等の不具合に伴う誤差の増大が報告されている。詳細はユーザーズガイド「ASTER レベル1 プロダクト」編の「データ品質情報」を参照のこと。

5.2. 望遠鏡間バンド間レジストレーション精度

3D オルソデータの望遠鏡間で画素合わせを行ってその誤差量を集計した結果を表 5-4 に示す。

表 5-4 レベル 3A01 データの望遠鏡間レジストレーション精度

| Band | | Tsukuba | | Yatsugatake | | Saga | |
|--------|--------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | Δx | Δy | Δx | Δy | Δx | Δy |
| V2-S6 | Average | -0.10 | -0.04 | -0.06 | 0.01 | 0.03 | 0.01 |
| | Standard Deviation | 0.12 | 0.10 | 0.16 | 0.11 | 0.11 | 0.10 |
| | RMSE | 0.16 | 0.11 | 0.17 | 0.11 | 0.12 | 0.10 |
| V2-T11 | Average | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| | Standard Deviation | 0.13 | 0.09 | 0.14 | 0.10 | 0.05 | 0.04 |
| | RMSE | 0.14 | 0.09 | 0.15 | 0.10 | 0.05 | 0.04 |

Note 1--- V2: VNIR Band 2, S6: SWIR Band 6, T11: TIR Band 11

Note 2----Unit is pixel of coarser resolution

5.3. 望遠鏡内バンド間レジストレーション精度

3D オルソデータの各望遠鏡内でイメージマッチングを行って誤差量を集計した結果を、表 5-5 から表 5-7 に示す。

表 5-5 レベル 3A01 データの望遠鏡内レジストレーション精度 (VNIR)

| Band | | Yatsugatake | |
|--------|--------------------|-------------|------------|
| | | Δx | Δy |
| V3N-V1 | Average | 0.06 | 0.02 |
| | Standard Deviation | 0.17 | 0.12 |
| | RMSE | 0.18 | 0.12 |
| V3N-V2 | Average | 0.04 | 0.02 |
| | Standard Deviation | 0.22 | 0.16 |
| | RMSE | 0.22 | 0.16 |
| V2-V1 | Average | 0.03 | 0.02 |
| | Standard Deviation | 0.08 | 0.07 |
| | RMSE | 0.09 | 0.08 |

(Unit: VNIR pixel)

表 5-6 レベル 3A01 データの望遠鏡内レジストレーション精度 (SWIR)

| Band | | Yatsugatake | |
|-------|--------------------|-------------|------------|
| | | Δx | Δy |
| S6-S4 | Average | 0.03 | -0.01 |
| | Standard Deviation | 0.16 | 0.12 |
| | RMSE | 0.16 | 0.12 |
| S6-S5 | Average | 0.01 | 0.01 |
| | Standard Deviation | 0.18 | 0.10 |
| | RMSE | 0.18 | 0.10 |
| S6-S7 | Average | -0.01 | -0.09 |
| | Standard Deviation | 0.12 | 0.12 |
| | RMSE | 0.12 | 0.15 |
| S6-S8 | Average | 0.00 | -0.04 |
| | Standard Deviation | 0.14 | 0.11 |
| | RMSE | 0.14 | 0.11 |
| S6-S9 | Average | -0.01 | -0.03 |
| | Standard Deviation | 0.12 | 0.11 |
| | RMSE | 0.12 | 0.11 |

(Unit: SWIR pixel)

表 5-7 レベル 3A01 データの望遠鏡内レジストレーション精度 (TIR)

| Band | | Yatsugatake | |
|---------|--------------------|-------------|------------|
| | | Δx | Δy |
| T11-T10 | Average | 0.00 | -0.03 |
| | Standard Deviation | 0.05 | 0.04 |
| | RMSE | 0.06 | 0.05 |
| T11-T12 | Average | 0.03 | 0.02 |
| | Standard Deviation | 0.06 | 0.04 |
| | RMSE | 0.06 | 0.04 |
| T11-T13 | Average | 0.06 | 0.02 |
| | Standard Deviation | 0.10 | 0.04 |
| | RMSE | 0.11 | 0.05 |
| T11-T14 | Average | 0.05 | 0.06 |
| | Standard Deviation | 0.12 | 0.05 |
| | RMSE | 0.12 | 0.08 |

(Unit: TIR pixel)