

GLI プロダクトの利用上の注意

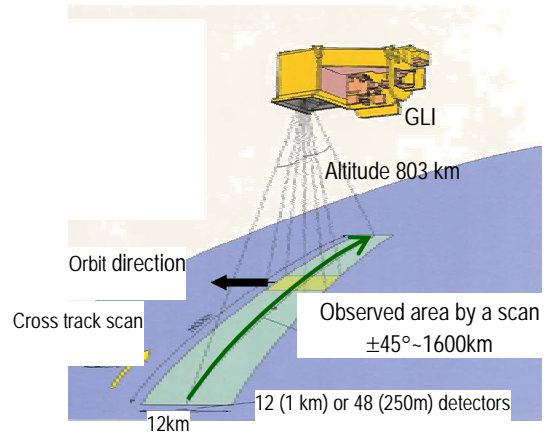
JAXA EORC December 24, 2003

<http://www.eoc.jaxa.jp/>

1. GLI センサ概要

GLI 軌道観測方式の概要は以下のとおりである。

- Cross track scan swath: 1600km
- Resolution (at Nadir): 1 km, 250m (ch20-23,28,29)
- Mission period: Dec. 2002- Oct. 2003
- Orbit: Sun synchronous
 - descending local time: 10:30am
 - altitude: 803km, period: 101min
 - inclination: 98.6°, recurrent period: 4 days
- 12-bit digital resolution
- 36 channels from visible to thermal infrared
 - 380-865nm (VNIR 23 channels)
 - 1050-2210nm (SWIR 6 channels)
 - 3700-12000nm (MTIR 7 channels)
- Tilt operation along track direction



地上試験によって求められた波長やダイナミックレンジ、SNR を表 1 にまとめて示す。

表 1 Characteristics of GLI channels (From GLI Mission Data Evaluation Test)

ch	Wave length [nm]	Dynamic range [W/m ² /str/mm]	SNR (input L)	ch	Wave length [nm]	Dynamic range [W/m ² /str/mm]	SNR (input L)	ch	Wave length [nm]	Dynamic range [W/m ² /str/mm]	SNR (input L)
VNIR (1km) (#p: <i>piecewise linear channel</i>)				15	710.1	233 (369)	300 (10)	250 m channels			
1	380.7	683	467 (59)	16	749.0	11 (17)	991 (7)	20	462.4	691	241 (36)
2	399.6	162	1286 (70)	17	762.0	246 (473)	293 (6)	21	542.1	585	141 (25)
3	412.3	130	1402 (65)	18	866.1	8 (13)	1309 (5)	22	661.3	115 (156)	255 (14)
4p	442.5	110 /680	893 (54)	19	865.7	211 (339)	386 (5)	23	824.1	210 (287)	218 (21)
5p	459.3	124 /769	880 (54)	SWIR (1 km)				28	1644.9	76	298 (5)
6	489.5	64	1212 (43)	24	1048.6	227	381 (8)	29	2193.8	32	160 (1.3)
7p	519.2	92 /569	627 (31)	25	1136.6	184	412 (8)	MTIR (Kelvin, NEΔT at 300K)			
8p	544.0	96 /596	611 (28)	26	1241.0	208	303 (5.4)	30	3721.1	345 K	0.07 K
9	564.8	39	1301 (23)	27	1380.6	153	192 (1.5)	31	6737.5	307 K	0.03 @285K
10	624.7	28*1 (39*2)	1370 (17)	•Dynamic range and SNR are cited from "Tanaka, K., GLI Mission Data Evaluation Test results, JAXA ADEOS-II Project, ADEOS-II/GLI Workshop, November 14-16, 2001, Tokyo, Japan". •Center wavelength is derived from GLI spectral response. •S/N tests are in ambient (VN+SW) and high temp (MT) condition. •*1 Maximum radiance for linear response (VN2) •*2 Predicted maximum radiance for DN=4095 (12bit) or saturation.				32	7332.6	322 K	0.03 K
11	666.7	22 (31)	1342 (13)					33	7511.4	324 K	0.02 K
12	679.9	23 (33)	1293 (12)					34	8626.3	350 K	0.05 K
13	678.6	342 (522)	235 (12)					35	10768.0	354 K	0.05 K
14	710.5	16 (24)	1404 (10)					36	12001.3	358 K	0.06 K

JAXA GLI CAL Group, May 1, 2002

2. プロダクト体系

2.1 GLI 軌道定義

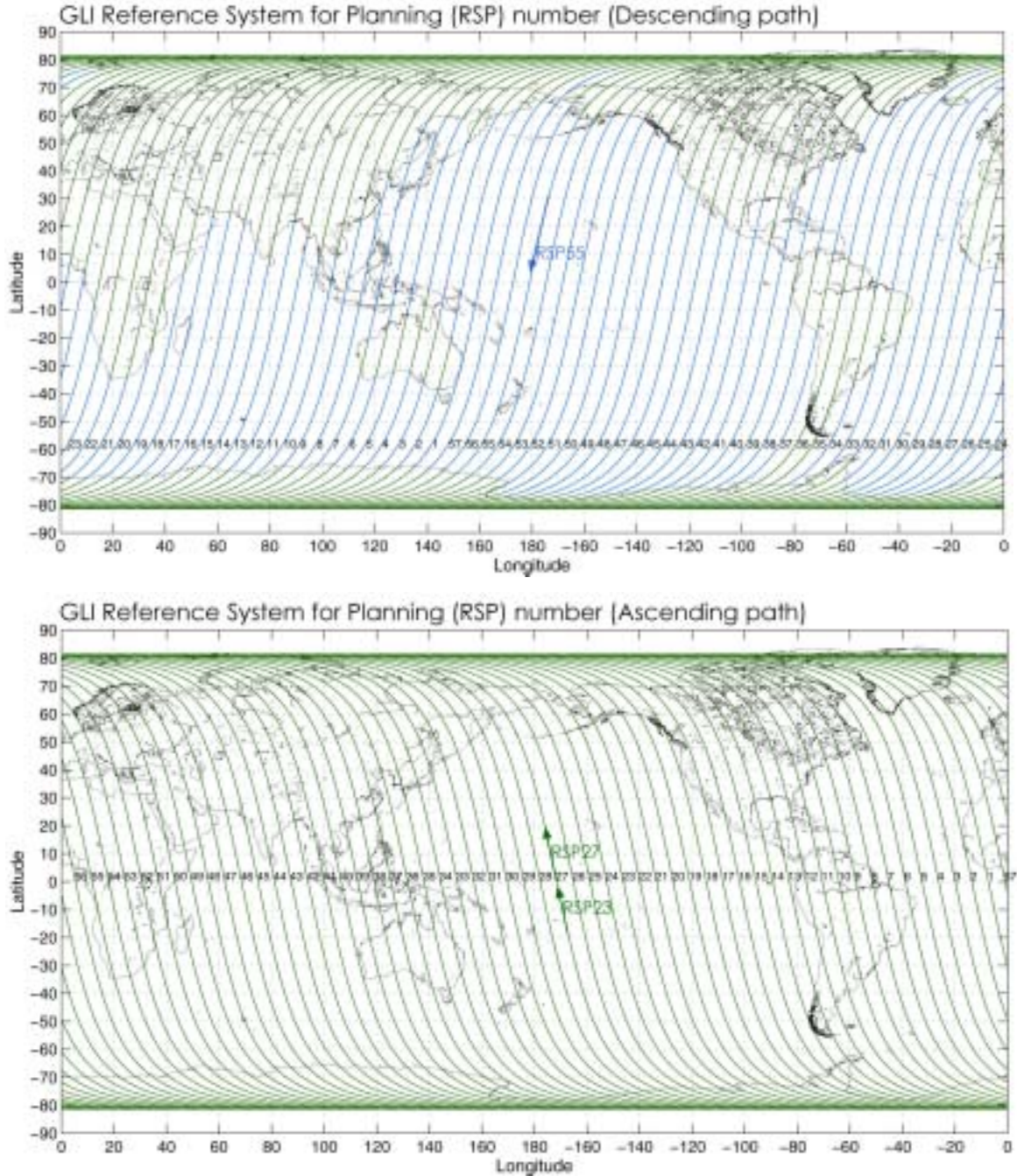


図1 GLI RSP 定義

GLI の軌道は図1のような昇交パスの赤道で切り替わる Reference System for Planning (RSP) number で定義されている。RSP パスは全部で 57 パスあり、RSP 1→5→9...のように 4 刻みで進み、4 日で元のパスに戻る。

詳細な観測日とパスパターンの対応及び観測位置と観測時刻の対応は、以下の URL から参照できる。

URL: http://www.eoc.jaxa.jp/adeos2/orbit_time_j.html

2.2 シーン定義

軌道上において、昇交点をシーン 1 の中心とし、パスに沿って 13.8528 度の緯度引数サイズ（平均 130 スキャン、チルトしない場合で観測距離約 1560km に相当）で区切られるパス上から撮像される 1~26 の領域を、GLI のシーンと定義する。昇交/降交それぞれでは、シーン番号と観測緯度はおおよそ対応している（Tilt 運用においては 2.5 度程度ずれる）。図 2 は RSP2-RSP54 を通る日において Tilt 運用を行なわなかった場合のシーン区切りの例である。

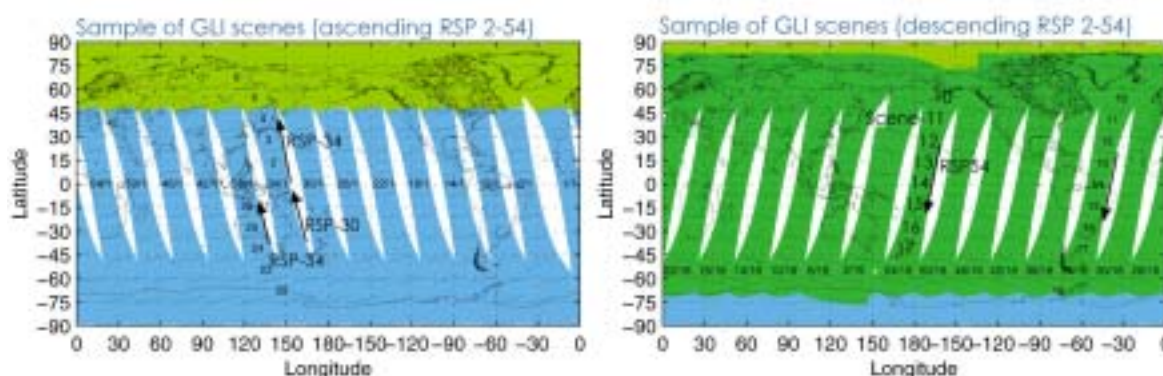


図 2 昇交（左）と降交パス（右）におけるシーン区切り例。図中の数字は RSP とシーン番号

2.3 観測モード

GLI の観測モードには、日中観測モード OBD と夜間観測モード OBN があり、OBD では可視近赤外（VNIR）・短波長赤外（SWIR）・熱赤外（MTIR）が ON になり、OBN では MTIR のみが ON となる。それぞれにおいて軌道に沿った方向に +/-20 度（+は衛星進行方向）のチルト運用ができる（ファイル名中の OD2：-20 度、OD3：+20 度に対応）。この他に校正モードとして太陽光校正（SCA）、内部光源校正（LCA、LC1：Nadir、LC2：+20 度チルト）、電気校正（ECA、EC1：Nadir、EC2：+20 度チルト）があり、SCA 時には地球観測データは OBD 扱い、LC1,2 時には地球観測データは OBN 扱い、EC1 の時には地球観測データは取得されない（表 2）。

表 2 観測モードと生産されるプロダクトの対応

Observation mode	Earth observation data		Calibration data
	VNIR/SWIR	MTIR	
OBD (OD1,2,3)			-
OBN (ON1,2,3)	×		-
SCA (SC1)			
LCA (LC1,2)	×		
ECA (EC1,2)	×	×	

上記のモードは、プロダクト中の "opr_mode" やファイル名中の OD, ON... で識別できる（表 2 参照）。

2002 年 12 月 14 日の ADEOS-II 打ち上げから約 3 ヶ月半は、衛星・センサの機能確認試験のため特別の観測モードを設定し運用している。その後 4 月 2 日からは、EORC と EOC から日中/夜間、Tilt、校正、250m 観測モードなどの計画を立案している。

これらの観測モードの違いは、プロダクトファイル名からも識別可能である。(2.4 節参照)

2.4 L0/L1 プロダクト構成

L0 データはパケット (1km) やマイナフレイム (250m) データからなる Raw データである。これらのデータから必要な項目を抽出し HDF に変換した未補正データが、L1A データである。この L1A データから、ディテクタレジストレーション、バンド間レジストレーション、輝度校正を行なったものが L1B データである。L1B データには緯経度情報を含んでいるが画像データ自体は地図投影されていない(地図投影済みプロダクト L1Bmap を取得するには処理要求が必要である)。高次プロダクトはこの L1B を基点にして作成される。

地球観測 L1A/L1B データファイルは、VNIR、SWIR、MTIR の3つに分かれている。加えて L1B として、VNIR と SWIR の各ピクセルのディテクタ・スキャン・サンプル番号を格納した衛星位置情報ファイル (SLPT) があるが、ディテクタ・スキャン番号は VNIR、SWIR、MTIR にも格納されている。

L1 ファイルの命名規則 (グラニューール ID) を表 3 に示す。基本的に、衛星、センサ、年、月、日 (観測日)、RSP、シーン、モード、チルト、プロダクト種別で命名される。

表 3 Level-1 プロダクトのファイル名

	Band	HDF file name (granule ID)
L1A	MTIR	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PM1A0000000.00
	VNIR	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PS1A0000000.00
	SWIR	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PV1A0000000.00
	250m	A2GL2YYMMDDPPSSOOT_P01A0000000.00
	CAL	A2GLRYYMMDDPPSSOOT_PC1A0000000.00
L1B	MTIR	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PM1B0000000.00
	SWIR	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PS1B0000000.00
	VNIR	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PV1B0000000.00
	SLPT	A2GL1YYMMDDPPSSOOT_PP1B0000000.00
	250m	A2GL2YYMMDDPPSSOOT_P01B0000000.00

YY: year, MM: month, DD: day, PP: RSP, SS: scene,
 OO: mode (OD: day, ON: night, SC: sun cal, LC: lamp cal, EC: electrical cal), T: tilt (1: 0°, 2: -20°, 3: +20°), R: 1, 1km, 2, 250m

3. L1B フォーマット

3.1 NCSA HDF

GLI データは HDF (Hierarchical Data Format) 4.1r1 フォーマットで作成されている。HDF は、National Center for Supercomputing Applications (NCSA) で開発されたデータフォーマットである。HDF フォーマットのデータを C や Fortran のプログラムを使って読むためには、NCSA からフリーで配布されている HDF ライブラリを、利用する計算機環境にあらかじめインストールしておく必要がある。HDF ライブラリ (HDF 4.1r1) のインストール方法については NCSA のホームページ

<http://hdf.ncsa.uiuc.edu/>

及び、EORC/TRMM ホームページの、「Document TRMM データ利用手引き書及び講習会資料第3版 データの読み出し方法」

http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/document/text/text3_2.pdf

が参考になる。

3.2 GLI L1B フォーマット概要

GLI の L1B には、

- チャンネル・ディテクタレジストレーション、輝度校正済みの地球観測データを 2byte の Digital Number (DN)にしたもの (HDF の SD name では " l1b_ch[ch]_data "、[ch]は GLI チャンネル番号 1~36)
- 2byte DN から輝度[W/m²/str/μm]への変換係数 (" gsys " あるいは " gsys_2km "、 " c1 ")
- 打ち上げ後の校正係数 (" gcal ")
- 12pixel /line 毎の緯経度 (" l1b_blk_lat "、 " l1b_blk_lon ")
- 12pixel /line 毎の衛星天頂角と方位角 (" sc_zenith "、 " sc_azimuth ")
- 12pixel /line 毎の太陽天頂角・方位角 (" solar_zenith "、 " solar_azimuth ")
- スキャン毎の時刻 (" msec ")

などが格納されている。輝度を用いる場合は、

$$\text{輝度}[W/m^2/str/\mu m] = l1b_ch[ch]_data \times gsys[i] (\times gcal[i]^*)$$

* gcal は VNIR と SWIR のみで、最初のバージョンでは 1.0

とする。この ch と i の対応は以下の表 4 のようになっている。

表 4 GLI HDF ファイル中の輝度データ(2-byte)と輝度変換係数の配列の対応

Band	SD_name	Dimension																						
VNIR	l1b_ch[ch]_data	1	2	3	4*	5*	6	7*	8*	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
	gsys[i]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
SWIR	l1b_ch[ch]_data	24		25	26	27																		
	gsys[i]	1		2	3	4																		
	l1b_ch[ch]_data_2km	28		29																				
	gsys_2km[i]	1		2																				
MTIR	l1b_ch[ch]_data	30	31	32	33	34	35	36																
	c1	1	2	3	4	5	6	7																

High low gain

VNIR の*印チャンネルはピースワイズリニアチャンネルで、gsys では high、low ゲインの順番に格納されている。l1b_ch[ch]_data の 13bit 目 (=4096) が 1 の時 high、0 の時 low ゲインである。

l1b_ch[ch]_data では下位 12bit は輝度値 (0-4095) で、上位 4bit はフラグとして使用している (表 5)。ピースワイズリニアチャンネルでは画素毎に bit12 を見てゲインを判断し、表 4 のゲイン (gsys) を適用する必要がある。フラグの構成を図 3 に示す。(レベル 1A プロダクトではフラグの構成が若干異なる。詳細はファイル説明書を参照)

地球観測データ l1b_ch[ch]_data を通常の可視化ソフトで 2 次元配列として表示すると、例えば descending のシーンでは左右反転したように見える。これは GLI が図 1 のように進行方向を頭にして左から右へ Scan したデータを格納しているからであり、地図上に表示する場合は、HDF ファイル中の緯経度情報を用いて補正すればよい。

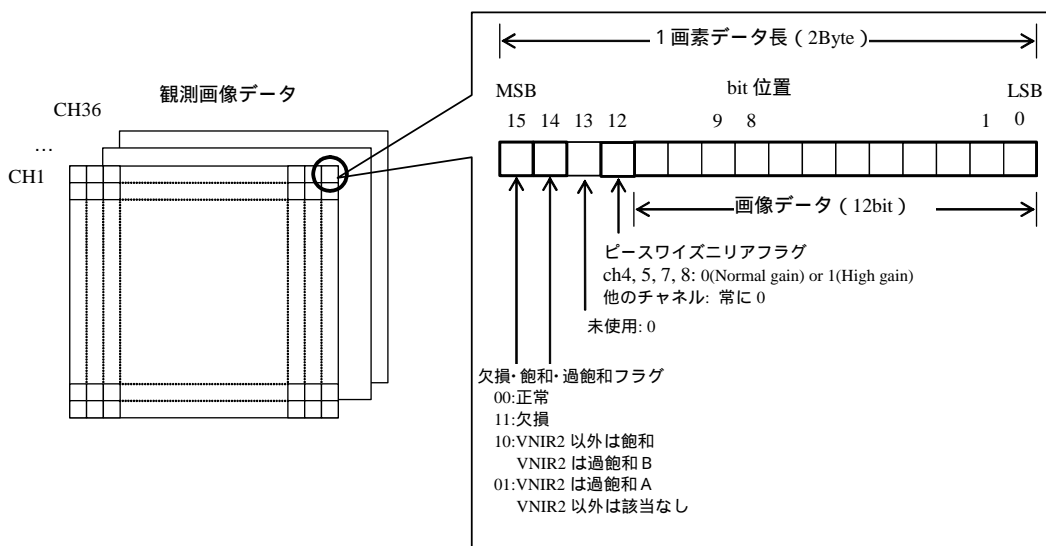


図3 GLI レベル 1B プロダクトのフラグの構成

表5 GLI レベル 1B プロダクトのフラグの概略

位置	値	項目	定義・内容	備考
12	4096	ピースワイズニアフラグ	ch4, 5, 7, 8 以外は常に 0 ch4, 5, 7, 8 については、GLI センサから配信される 13bit データの最上位 bit がピースワイズニアフラグであり、1 のとき High ゲイン、0 のとき Normal ゲインを示す。	輝度値換算時に使用
13	8192	(未使用)	常に 0	
14	16384	欠損・飽和・過飽和フラグ	2 ビットで以下の 4 つの状態を示す。	欠損、飽和・過飽和 B の画素は使用不可。過飽和 A は使用に注意が必要 (詳細は 4.1.3 過飽和を参照)
15	32768		“11” : 欠損 “10” : VNIR2(CH 10~19)以外は飽和、VNIR2 は過飽和 B “01” : VNIR2(CH 10~19)以外は該当なし、VNIR2 は過飽和 A “00” : 正常	

4. L1 校正情報

4.1 輝度校正

4.1.1 センサ基本機能

VNIR, SWIR, MTIR, 250m の全てのチャンネル・ディテクタは運用異常の発生直前まで健全に機能していた。チルト機能、軌道上校正機能なども健全に機能していた。

本章では現状の GLI プロダクトの特性の概要を示す。最新情報は JAXA/EORC のホームページを参照のこと。

http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GLI/index_j.html

4.1.2 飽和

飽和レベルはおおよそ地上試験結果 (表 1) と同様な値を示している。予想された通り、高ゲインチャンネル (CH6, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18) では晴天海洋域で、250m の Ch22 では雲域および

明るい砂漠域でしばしば飽和している。また、CH13, 15, 19 及び 250m CH23 でも地上試験結果と同様の飽和レベルであるが、高高度の雲頂部で飽和している場合が見られた。CH4, 5, 7, 8 のピースワイズリニアチャンネルの低ゲイン部でも一部の氷雲で局所的に飽和している場合が見られた。

これらの画素の識別のため飽和フラグ(VNIR2 チャンネルでは過飽和 B フラグ)が画素ごとに設定されている。飽和フラグ及び過飽和フラグ B が設定された画素のカウント値は使用できない。

4.1.3 過飽和

地上試験で予想されたように VNIR2 で飽和輝度を過ぎて輝度 DN が折り返して下降する過飽和現象が見られた。輝度が折り返す結果、素子が出力するカウント値に対して入力輝度が 2 価になる場合がある。このような 2 価になる可能性のある画素には、過飽和フラグ A が設定される。過飽和フラグ A が設定された画素のカウント値は 2 価であることを考慮して、注意して使用する必要がある。

4.1.4 CH30 におけるゼロ値

高高度の雲頂や極域など 240K を下回るような低温域の夜間において、CH30 (3.7 μ m) データが頻繁にゼロ値を示していた。これは MTIR の応答特性を 2 次関数で表現しており、その切片(0 次の項) が負になっていることに起因すると思われる。

4.1.5 ストライプ状ノイズ

画像中に縞状のノイズが現れる事がある。それらは、ディテクタ感度補正誤差、ミラー面反射率補正誤差、電気系ノイズ(MTIR のみ) が原因と想定されるものに分類できる。

ディテクタノイズ は地上試験データで補正した L1B では比較的目立たない。CH10-19, 22, 23 では、雲周辺などの飽和に近い高輝度域でディテクタ間の輝度換算値に大きな違いが見られ、縞状のノイズになっている。上記のチャンネルでは、飽和に近い輝度レンジで非線形性が現れることがわかっている。

鏡面偏差 の原因は、実際の鏡面偏差と地上試験モデル(2 次関数で近似)との差などが考えられる。統計的手法により補正係数を算出し適用しているが、一部の領域ではノイズが目立つことがある。

電気系ノイズ は、MTIR のみに現れるもので、電気回路部のノイズとディテクタ信号のサンプルタイミングによって、数ピクセル周期の斜めの縞として画像中に現れる(図 4 参照)。これは地上試験でも見られていたもので、現在補正可能かどうか検討中であり現状、未補正であ

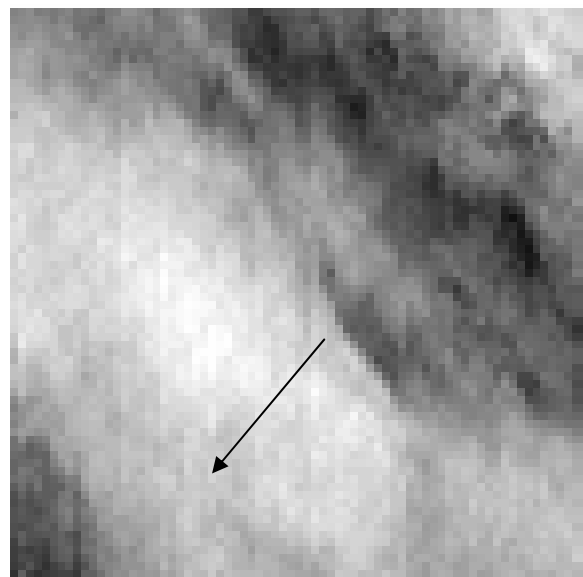


図 4 MTIR 電気ノイズの例(L1B ch.30)

る。

4.1.6 迷光

一部の観測データから迷光の可能性を示唆する解析結果が得られている。しかしその詳細は評価中であり、現状は未補正である。

4.2 幾何補正

4.2.1 Global Positioning Satellite system Receiver (GPSR)による位置決定

GLI の位置精度は RMS で 1km 以下(1km チャンネルで 1 画素、250m で 2~3 画素以内)を実現している。

なお GPSR はその運用を停止していた期間がある。運用を停止していた期間は、GPS 時刻(TT)ではなく衛星時刻カウンタ(ST)を用い時刻を推定して使用する。その推定誤差は 70~80m であり、GLI の分解能に比べ小さいため、大きな影響はない。

GPS に関しては、グローバルアトリビュートの”GPS Flag”にて識別可能である(表 6 参照)。

表 6 GPS Flag による GPSR 関連処理の識別

GPS Flag	軌道データ	走査開始時刻	備考
“ OK ”	GPS データが使用されたもの	TT から時刻復活されたもの	
“ NG ”	軌道決定値(計画生産)または軌道予測値(準リアル)が使用されたもの	TT から時刻復活されたもの	
“ TX ”	軌道決定値(計画生産)または軌道予測値(準リアル)が使用されたもの	ST 及び走査開始時刻信号モニターを使って走査開始時刻を算出したもの(10msec 程度の誤差)	

4.2.2 バンド間レジストレーション

0.5画素以内のバンド間レジストレーションを実現している。

4.2.3 幾何形状

L1Bプロダクトでは、各チャンネルの同じライン・サンプル番号の画素が同一観測地点となるよう、L1Aプロダクトの画像に対し再配列(リサンプリング)を行っている。このリサンプリングはニアレストネイバーで実施しているため、一部の海岸線が滑らかではない(1画素程度ずれる)箇所が存在するが、異常ではない。例を図5に示す。

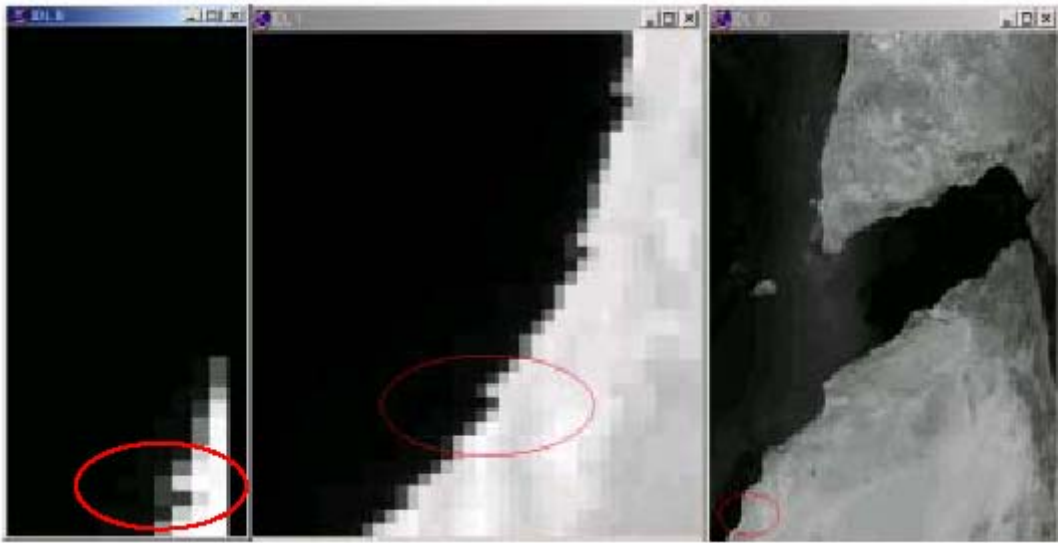


図 5 L1B プロダクトに存在する海岸線のずれ(1km ch.24)

4.2.4 L1B 画像右端の欠損状現象

L1B画像において画面の右端の部分がわずかに欠損しているように見える(図6参照)。これはMTIR ch30、36でのみ起きる現象で、L1A画像からL1B画像へリサンプリングする時にMITR素子の検知器取付位置の関係からL1B画素の位置に対応するL1A画像が存在しない場合に原理的に発生するものであり、異常ではない。

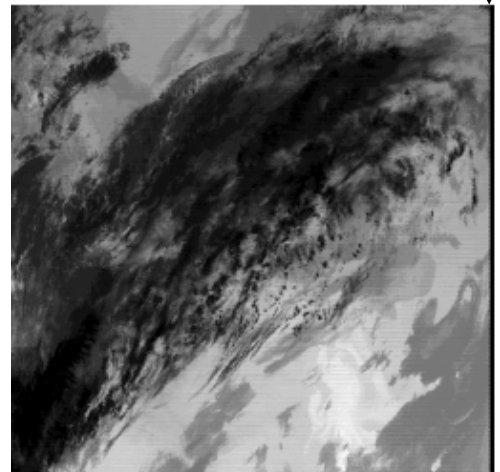


図 6 画像右端の欠損状現象の例(L1B ch.30)

以 上

5. 降交点通過時刻について

5.1 対象プロダクト

レベル1A、1B、1BMAPの全プロダクト

5.2 影響内容

観測日付をまたぐパスでは、グローバルアトリビュート「Node Crossing Time (降交点通過時刻)」の日付の値を、以下のように修正してご利用下さい。

パス番号	シーン番号	修正内容
01	19 ~ 26	1 日分差し引く
02	01 ~ 12	1 日分加算する
03	01 ~ 05	1 日分加算する
57	26	1 日分差し引く