

気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)搭載 多波長光学放射計(SGLI)の軌道上運用結果

第62回 宇宙科学連合講演会
2018年10月26日
久留米シティプラザ

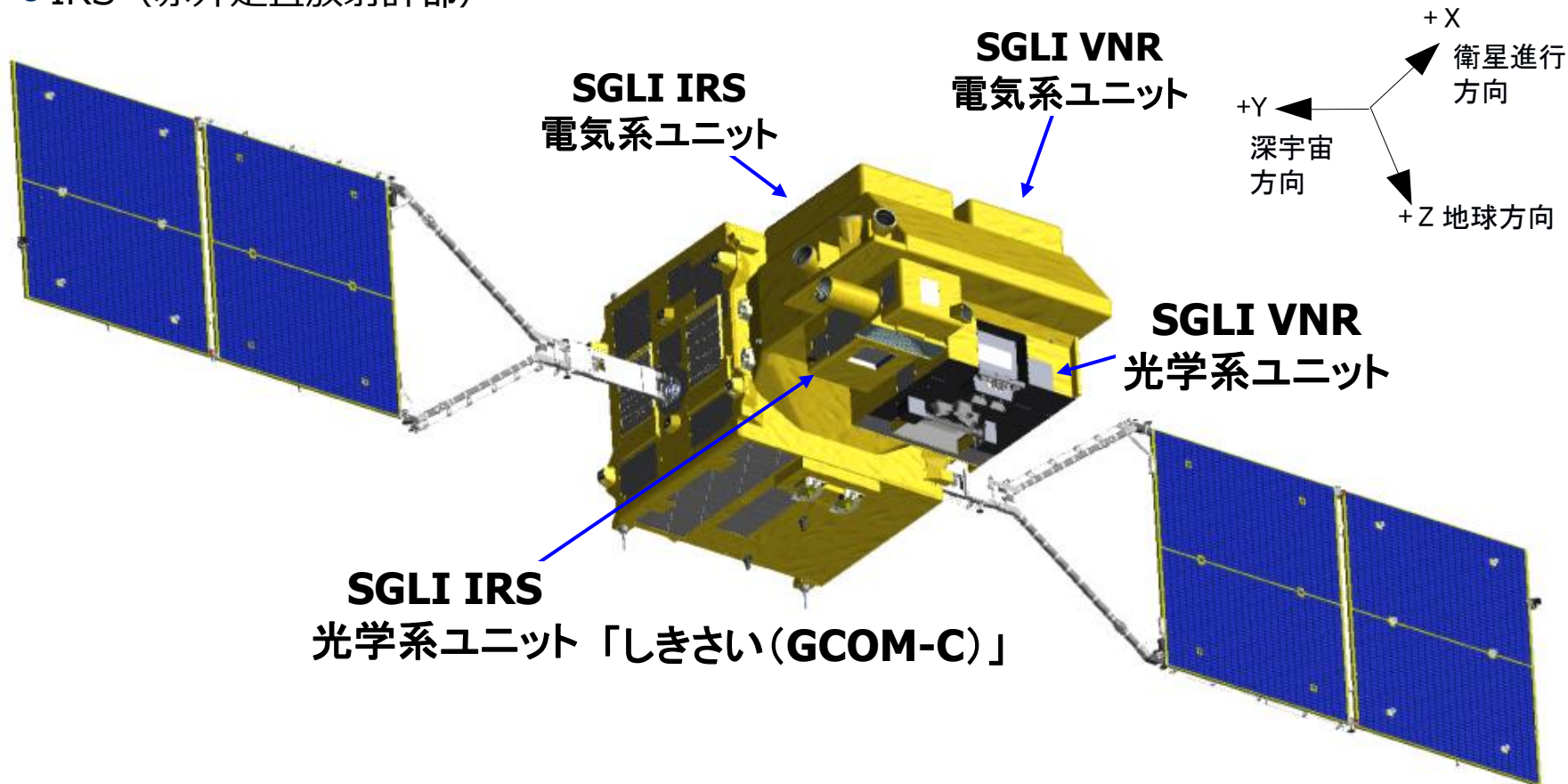
吉田 純*,小菅 勇司, 内方 達也, 對田 俊二, 吉本 誠司, 天野 高宏 (NEC)
安藤 成将, 岡村 吉彦, 田中 一広 (JAXA)

1. SGLI (Second Generation Global Imager) 概要
2. 「しきさい (GCOM-C)」 / SGLI運用状況
3. SGLI軌道上校正
4. SGLI-VNR (可視・近赤外放射計部) 初期性能確認結果
5. SGLI-IRS (赤外走査放射計部) 初期性能確認結果
6. まとめ

1. SGLI (Second Generation Global Imager) 概要 (1/3)

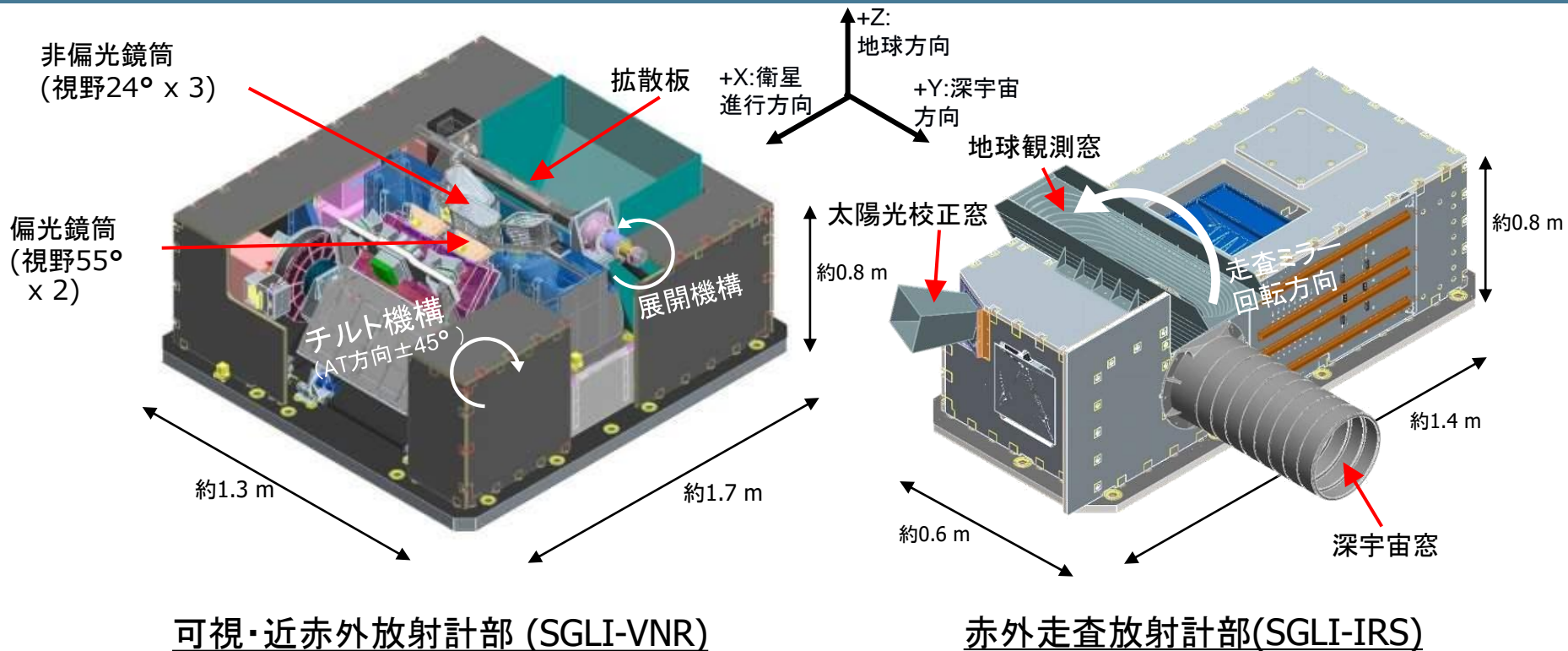
SGLI (多波長光学放射計)

- VNR (可視・近赤外放射計部)
- IRS (赤外走査放射計部)



SGLI Second Generation Global Imager
VNR Visible and Near Infrared Radiometer
IRS Infrared Scanning Radiometer

1. SGLI (Second Generation Global Imager) 概要 (2/3)



センサユニット	特徴
SGLI-VNR	非偏光観測 (NP: Non Polarized) : 11 ch, 瞬時視野: 250 m, 刈幅: 1,150 km 偏光観測 (PL: Polarized) : 2 ch, 瞬時視野: 1 km, 刈幅: 1,150 km
SGLI-IRS	短波長赤外 (SWI: Shortwave Infrared) : 4 ch, 瞬時視野: 250 m/1 km, 刈幅: 1,400 km 熱赤外 (TIR: Thermal Infrared) : 2 ch, 瞬時視野: 250/500/1000 m, 刈幅: 1,400 km

1. SGLI (Second Generation Global Imager) 概要 (3/3)

特長

- 地表面分解能 : 250 m(VNR-NP, SW3, TIR)
- 偏光観測、+45°前方視/-45°後方視観測 : VNR-PL

NP Non Polarized
 PL Polarized
 SWI Short Wavelength Infrared
 TIR Thermal Infrared

陸域&沿岸エリア: 250 m
 海上: 1 km

SGLI諸元		SGLI観測波長帯							
軌道	太陽同期準回帰軌道 (降交点地方時: 10:15-10:45) 高度(赤道上): 798 km 軌道傾斜角: 98.6°	放射計	CH	λ	Δλ	L _{std}	L _{max}	NP, PL, SWI: SNR at Lstd TIR: NEΔT at 300K	IFOV m
設計寿命	> 5年								
走査方式	プッシュブルームによる電子走査 (VNR) ウィスクブルームによる機械走査 (IRS)	VNR- NP	VN1	380	10	60	210	250	250
走査幅(CT方向)	1,150 km (VNR-NP&PL) 1,400 km (IRS-SWI&TIR)		VN2	412	10	75	250	400	250
量子化ビット数	12ビット		VN3	443	10	64	400	300	250
偏光観測	3偏光方位角 (VNR-PL)		VN4	490	10	53	120	400	250
AT方向観測	直下 (VNR-NP, IRS-SWI&TIR) +45° and -45° (VNR-PL)		VN5	530	20	41	350	250	250
軌道上校正	VNR-NP&PL: 太陽拡散板、LED、月校正マヌーバ、感度偏差校正マヌーバ、暗時校正(地表日陰時に撮像) IRS-SWI: 太陽拡散板、内部光源(LED、ハロゲン)、月校正マヌーバ、暗時校正(深宇宙窓を撮像) TIR: 搭載黒体、深宇宙による二点校正		VN6	565	20	33	90	400	250
			VN7	673.5	20	23	62	400	250
			VN8	673.5	20	25	210	250	250
			VN9	763	12	40	350	1200	250/1000
			VN10	868.5	20	8	30	400	250
			VN11	868.5	20	30	300	200	250
		VNR- PL	PL1	673.5	20	25	250	250	1000
			PL2	868.5	20	30	300	250	1000
		IRS- SWI	SW1	1050	20	57	248	500	1000
			SW2	1380	20	8	103	150	1000
			SW3	1630	200	3	50	57	250/1000
			SW4	2210	50	1.9	20	211	1000
		IRS- TIR	T1	10.8	0.7	300	340	0.2	250/500/1000
			T2	12.0	0.7	300	340	0.2	250/500/1000

多方向観測
(674 & 869 nm)

2. 「しきさい (GCOM-C)」 / SGLI運用状況

打ち上げ段階 (2017/12/23)

- 「しきさい (GCOM-C)」 は、2017/12/23 10:26:22JSTに種子島宇宙センターからH-IIAロケット37号機により打ち上げ、所定の軌道に投入。

クリティカル運用期間 (2017/12/23～12/24)

- ロケットから分離後、太陽電池パドルの展開、標準姿勢制御モードへ移行、クリティカル運用期間を終了。

初期機能確認期間 (2018/01/01～03/28)

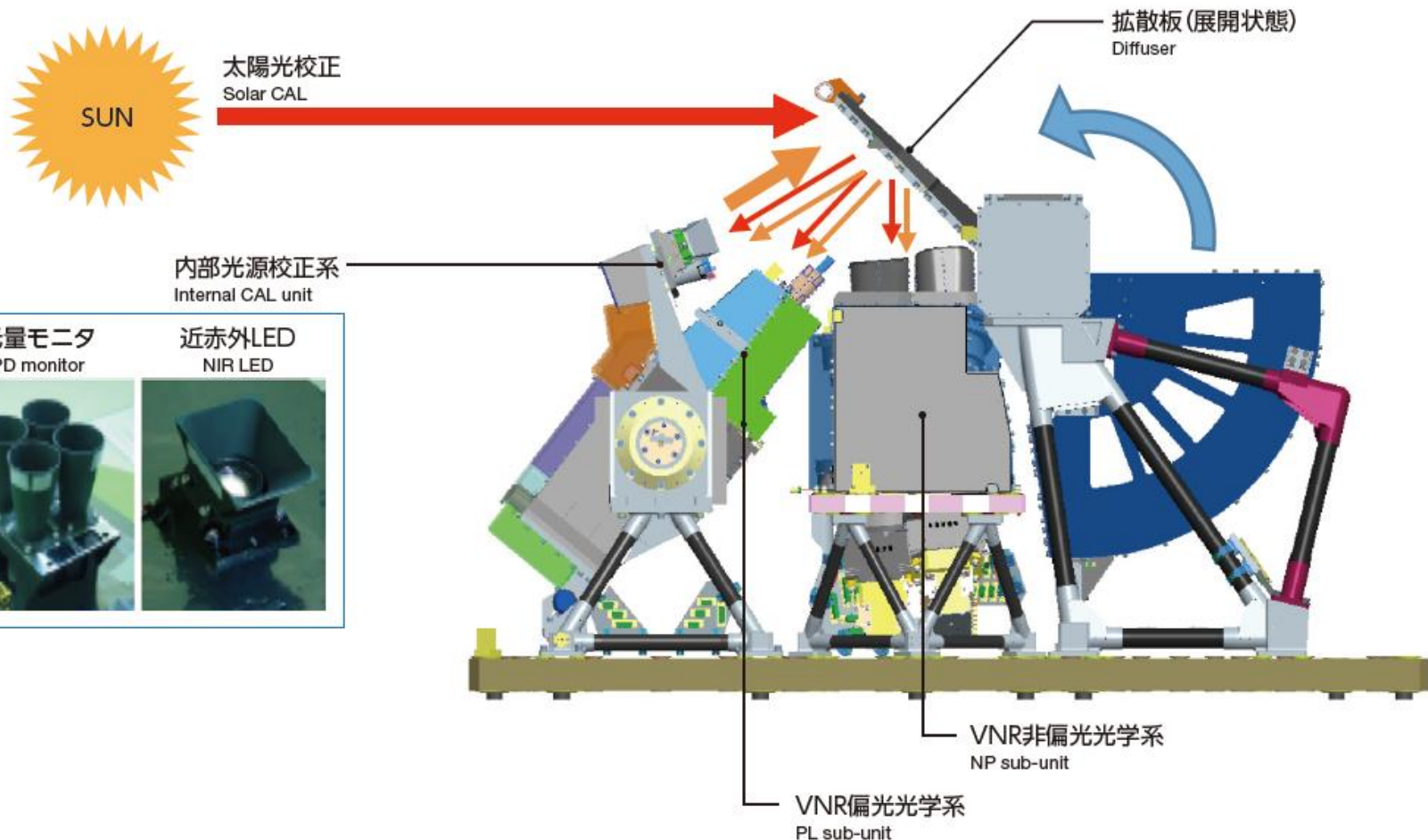
- バス系の各サブシステム及びSGLIのチェックアウトを順次実施、予定していた全ての初期機能確認を終了。軌道上において、全てのSGLIの機能は正常であり、また打上前試験から予測された性能が維持されていることを確認。2018/03/28に初期校正検証運用へ移行。

初期校正検証運用期間 (2018/03/28～2018/12)

- 2018年12月に予定されているSGLIプロダクトのリリースに向けて、初期校正検証作業を実施中。

3. SGLI軌道上校正 (1/3) –VNR校正コンセプト (太陽・内部光源)

展開された拡散板の反射光を利用して、太陽光校正、内部光源校正を実施。



SGLI-VNR校正コンセプト

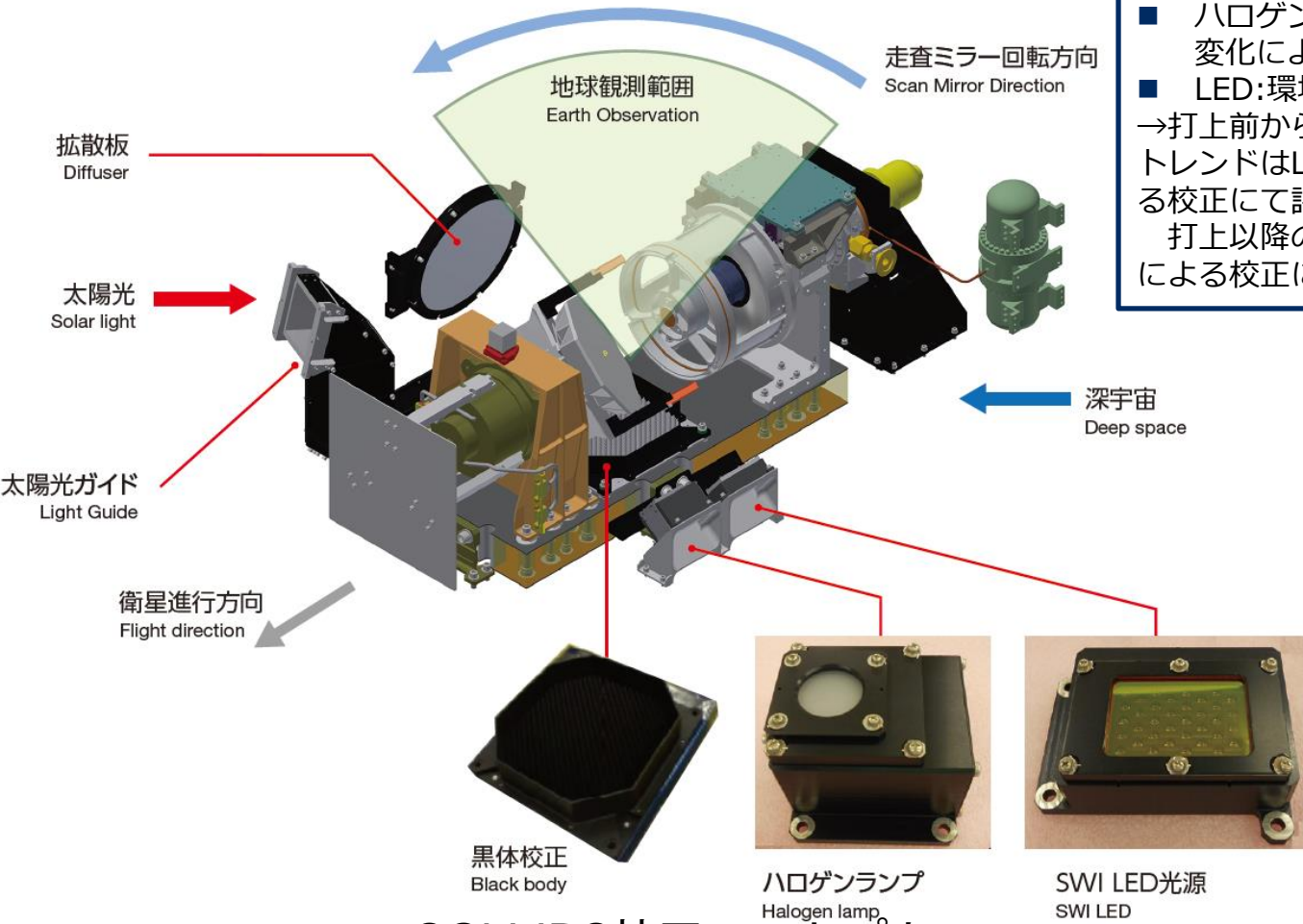
3. SGLI軌道上校正 (2/3) -IRS校正コンセプト (太陽・内部光源・暗時、黒体・深宇宙)

走査鏡 (周期: 0.74 sで回転) を用いて、1走査中において地球観測と校正の両方を実施。

- SWI校正: 太陽拡散光、内部光源光 (ハロゲン、LED)、深宇宙 (暗時)
- TIR校正: 校正用黒体、深宇宙による2点校正

【SWI校正コンセプト】

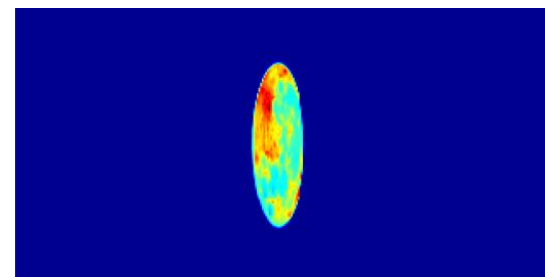
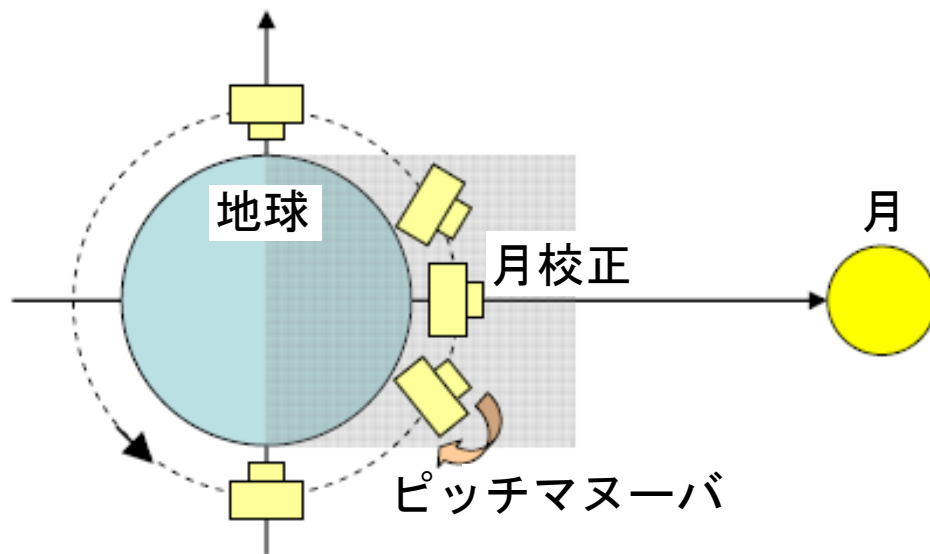
- ハロゲンランプ: 環境条件 (重力等) の変化により光量が変わる
- LED: 環境条件の変化を受けにくい
→ 打上前からの軌道上におけるセンサ出力のトレンドはLED (波長 $1.6 \mu\text{m} = \text{SW3}$) による校正にて評価。
打上以降のSW3以外のトレンドはハロゲンによる校正にて (SW3比として) 評価。



SGLI-IRS校正コンセプト

3. SGLI軌道上校正 (3/3) -VNR&IRS(SWI) 月校正コンセプト

- 月面における太陽反射光を安定な光源として用い、長期トレンドを評価。
- 定常運用期間中、29.5日に1度の頻度で、月校正マヌーバを実施（ピッチ軸周りに衛星を $0.15^{\circ}/s$ で回転させることで実現）
- 月校正データは全球衛星搭載センサー相互校正システム（GSICS）の月校正ツール（GIRO：GSCIS Implementation of the ROLO）を用いて評価を実施（GIROにより計算された月放射輝度に対するSGLI出力値の比として評価を実施）。

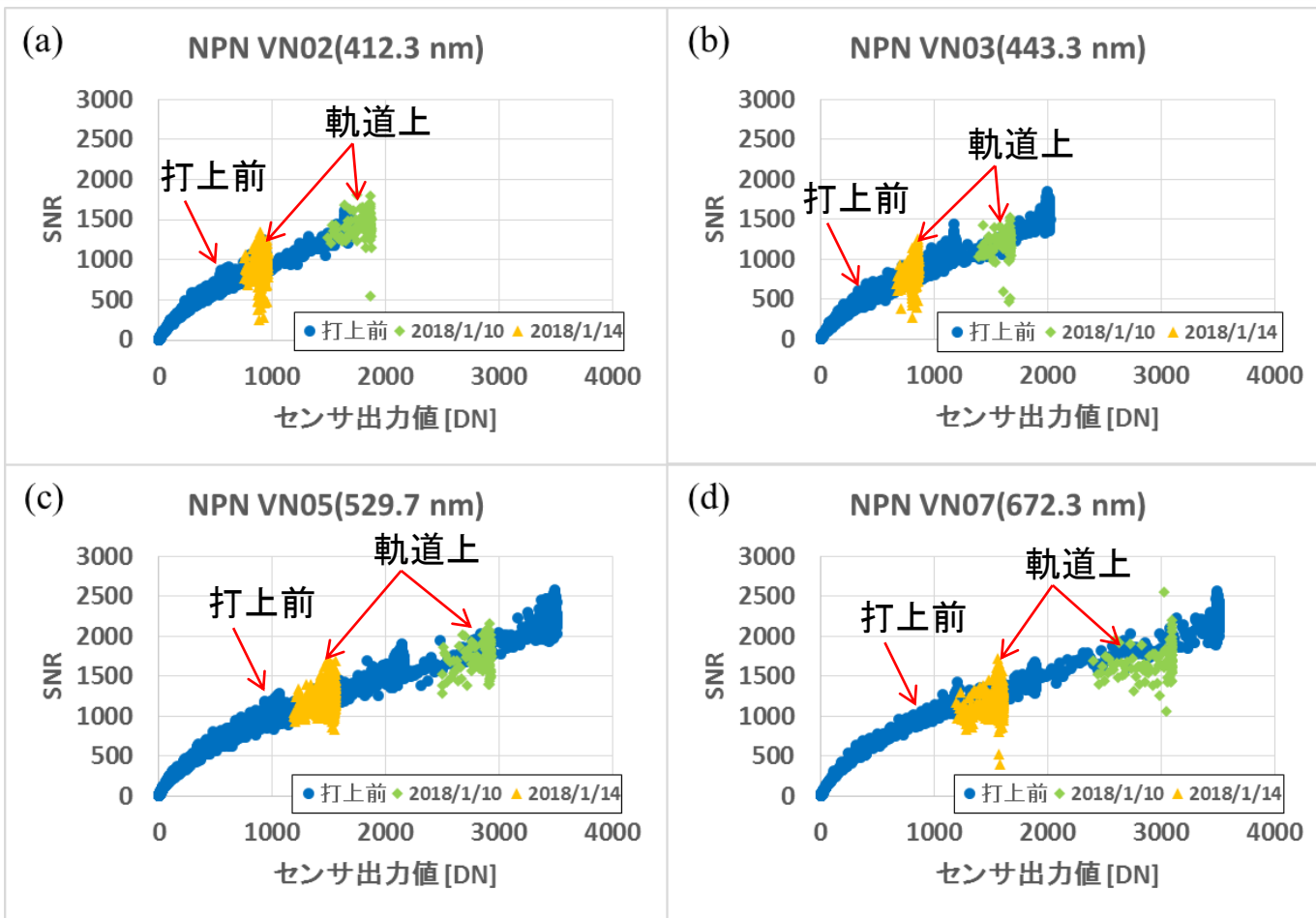


VNR月校正画像の例

4. SGLI-VNR初期性能確認結果 (1/2) -SNR

内部光源点灯時のデータを用いて、センサ出力値の関数としてSNRを評価し、打上前試験（光源：積分球）と比較し、概ね同一曲線上にあることを確認。

VNRのSNRは、軌道上においても打上前の性能を維持していることを確認。

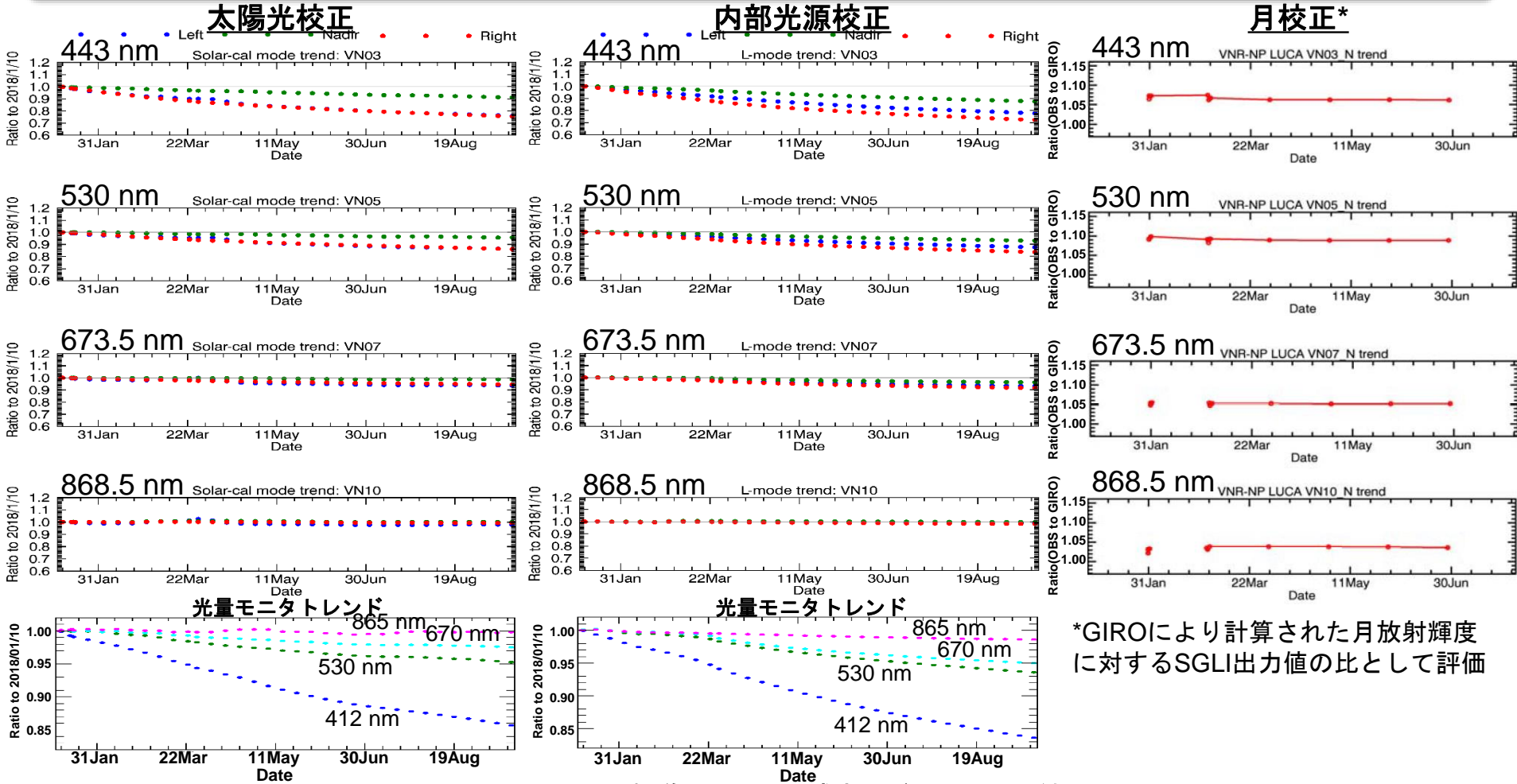


SGLI-VNR 軌道上におけるSNR評価結果の例*

4. SGLI-VNR初期性能確認結果 (2/2) - 感度 (ゲイン)

- 太陽光校正・内部光源校正では、短波長ほど出力が減少傾向（光量モニタにも同様の傾向あり）。
- これに対し、月校正での出力は±1 %以下で安定していることを確認。

VNRの感度 (ゲイン) は、軌道上において±1 %以下で安定していることを確認。
 (太陽光校正・内部光源校正の出力減少は拡散板反射率の劣化によるもの)



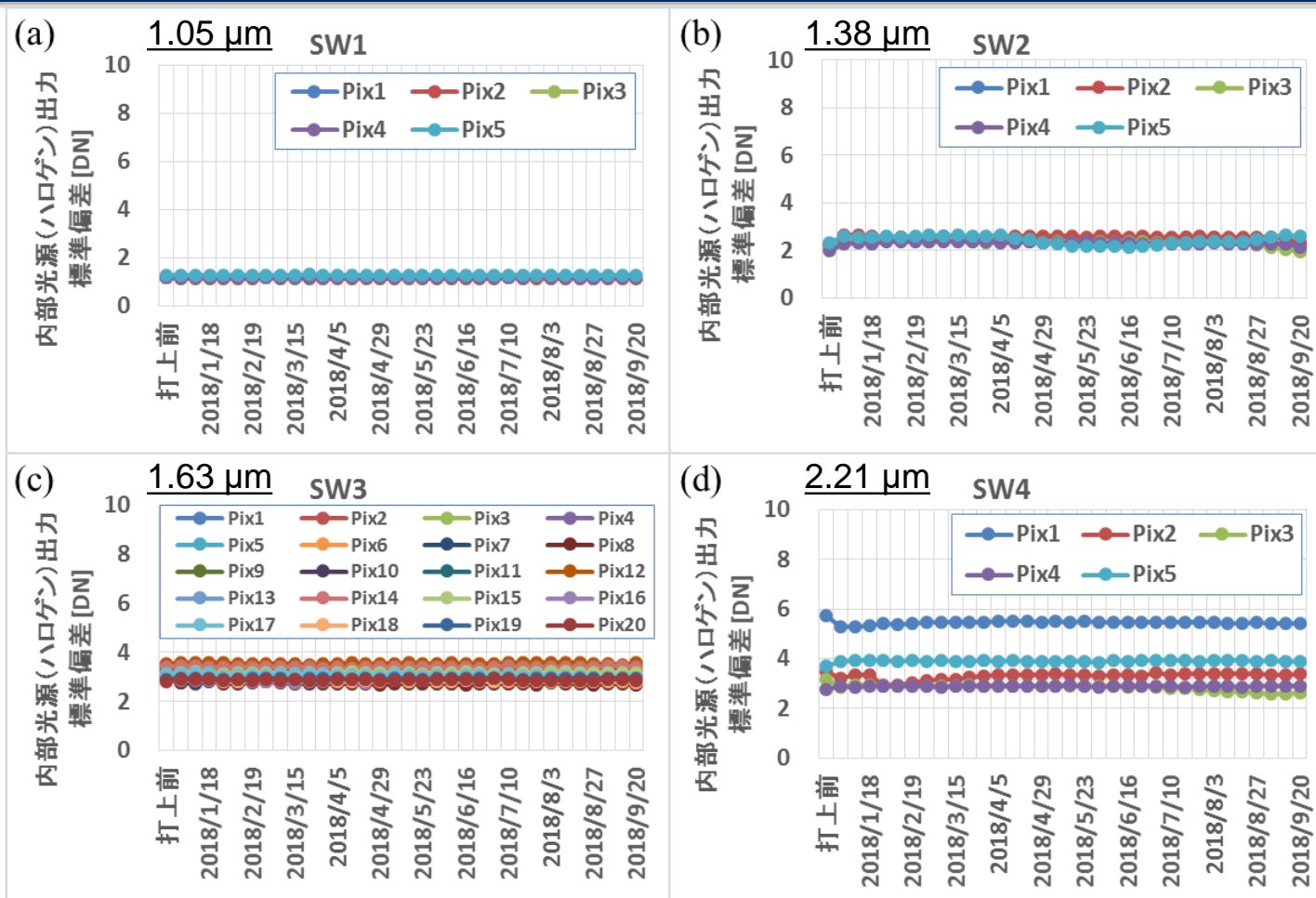
*GIROにより計算された月放射輝度
 に対するSGLI出力値の比として評価

SGLI-VNR 軌道上における感度 (ゲイン) 評価結果

5. SGLI-IRS初期性能確認結果 (1/4) –SWIノイズ特性

内部光源（ハロゲンランプ）点灯時のセンサ出力値の標準偏差として、SWIのノイズ特性を評価し、打上前から有意な変化がないことを確認。

SWIのノイズ特性は、軌道上においても打上前の性能を維持していることを確認。



SGLI-IRS 軌道上におけるSNR評価結果の例

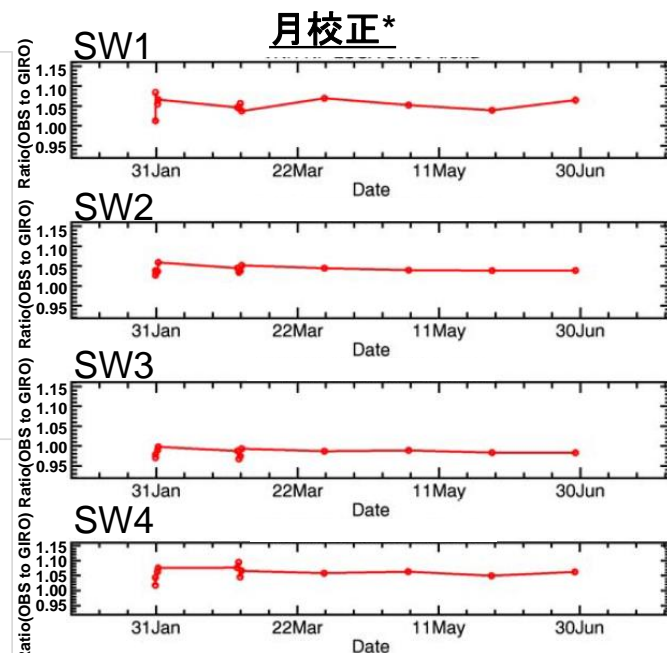
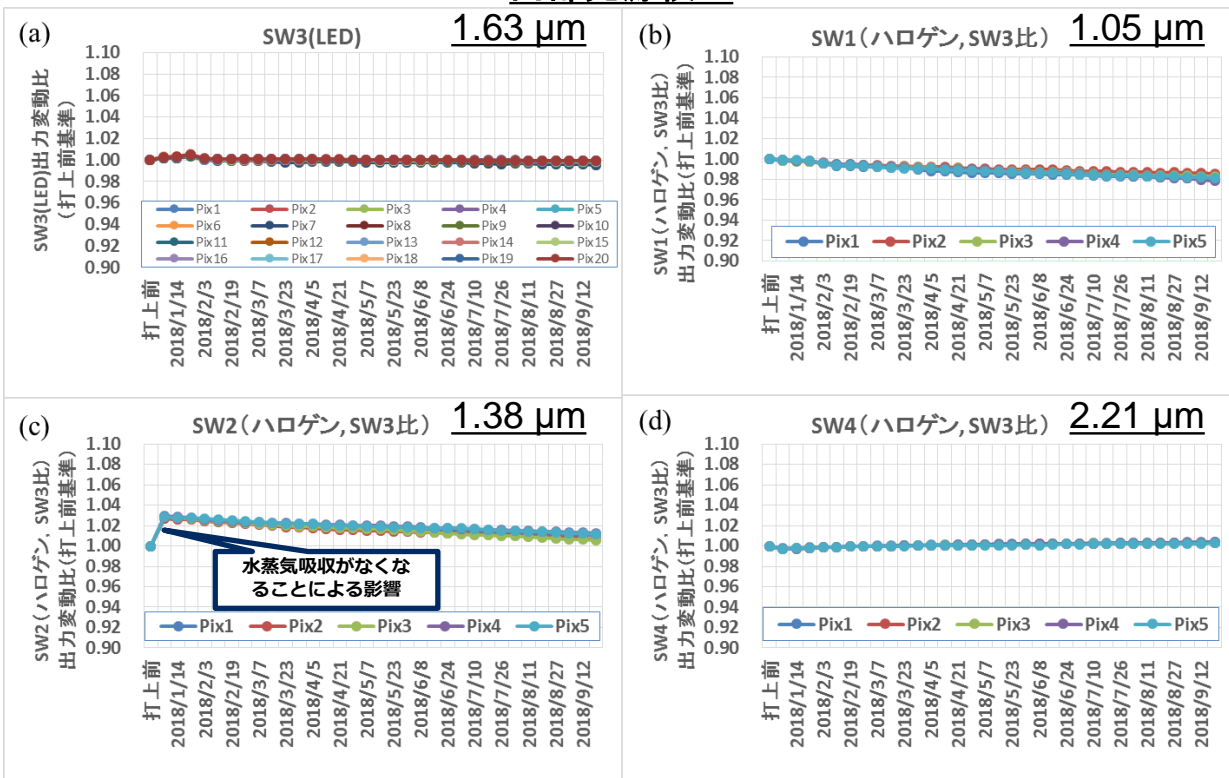
5. SGLI-IRS初期性能確認結果 (2/4) –SWI感度 (ゲイン)

軌道上における内部光源出力値は、各CHとも連続的な変動を確認 ($\pm 2\%$ 以下@2018/9)。詳細評価中。

これに対し、月校正におけるセンサ出力は安定していることを確認。

SWIの感度 (ゲイン) は、軌道上において安定していることを確認。

内部光源校正



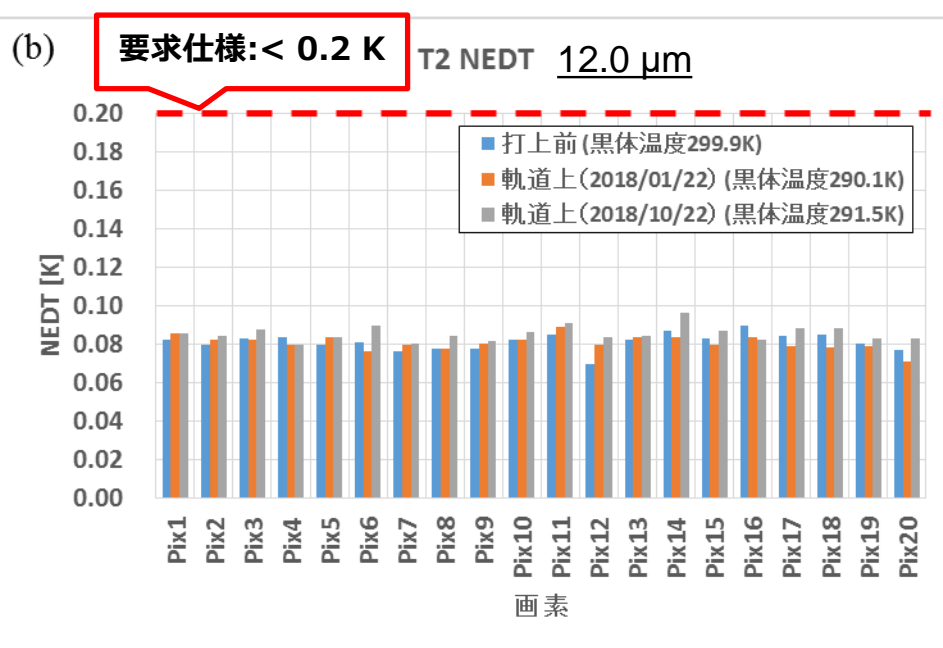
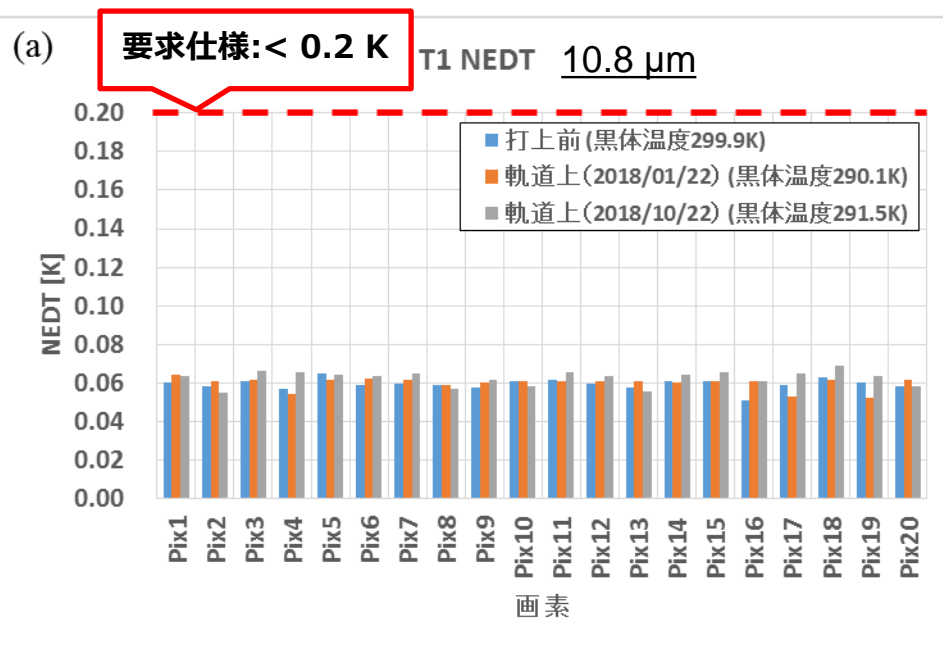
*GIROにより計算された月放射輝度
に対するSGLI出力値の比として評価

SGLI-IRS 軌道上におけるSWI感度 (ゲイン) 評価

5. SGLI-IRS初期性能確認結果 (3/4) -TIRノイズ特性 (NEDT)

黒体・深宇宙指向時のセンサ出力値を用いて、黒体温度290 K程度におけるNEDT（雑音等価温度差）を評価し、打上前（黒体温度300 KにおけるNEDTとして評価）から有意な変化がないことを確認（要求仕様：<0.2 Kを満足）。

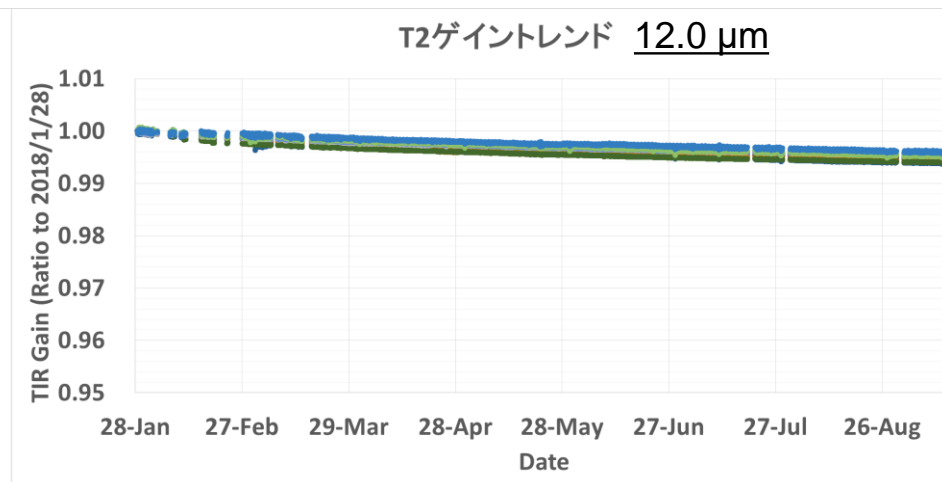
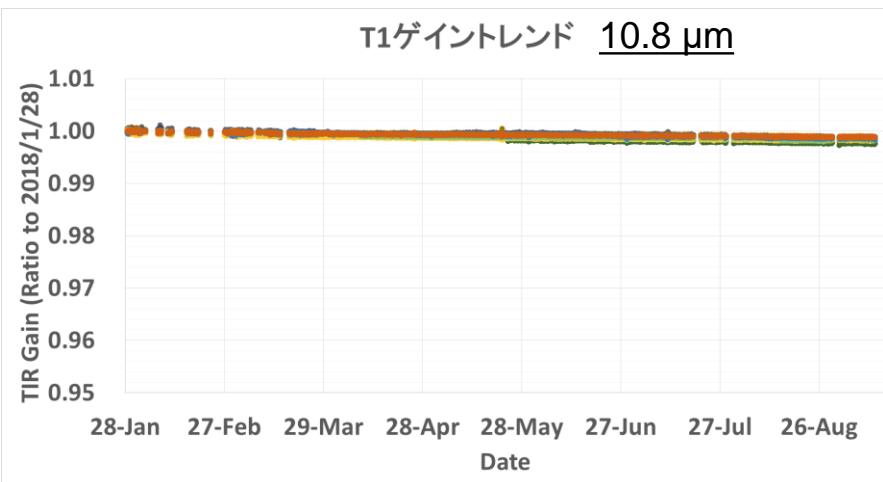
TIRのノイズ特性 (NEDT) は、軌道上においても打上前の性能を維持していることを確認。



SGLI-IRS 軌道上におけるTIR NEDT評価結果

5. SGLI-IRS初期性能確認結果（4/4） – TIR感度（ゲイン）

- TIRのゲインは、「黒体放射量*/（黒体出力値-深宇宙出力値）」として評価を実施（*黒体放射量は黒体温度計測値から算出）。
- 軌道上におけるTIRのゲインは、各CHとも連続的な低下が見られる（T1:約0.2%, T2:約0.5%@2018/9）。要因調査中。



SGLI-IRS 軌道上におけるTIR感度（ゲイン）評価の例

6. まとめ

■ SGLIは2017/12/23の「しきさい（GCOM-C）」打上後、約3カ月にわたるチェックアウトを実施し、全てのSGLIの機能が正常であることを確認した。

■ 校正データによるSGLIのトレンド評価（SNR（ノイズ特性）、感度（ゲイン））の初期評価を実施し、打上前の性能が維持されていることを確認した。

■ 2018/12のSGLIプロダクトのリリースに向けて、初期校正検証作業を継続中である。

【謝辞】

- SGLIの月校正データは、全球衛星搭載センサー相互校正システム（GSICS）の月校正ツール（GIRO : GSCIS Implementation of the ROLO）を用いて評価を実施しました。GIROの使用方法等、技術的支援をいただいたGIRO Implementing Agency（EUMETSAT）、及びGSICS月校正コミュニティに感謝の意を表します。