

# STT軌道上不明事象の条件整理 (STT事象A~D)

参考

STT事象	番号	追尾→捕捉移行日時 (JST)	発生回数	STT振舞い	衛星日照/日陰	固体地球から視野中心への角度 (deg)	視野方向地表昼夜	地蝕	SAA	要因
B	1	2/28 14:37:56	1	星数少1	日照	47.5	昼			星数少
	2	2/28 19:22:26	1	星数少2	日照	32.0	昼			
	3	2/29 11:18:39~ 11:18:47	3	地蝕明け動作	日照	19.2	昼	地蝕		地蝕
	4	3/3 09:44:41	1	地蝕明け動作	日照	19.8	昼	地蝕		
	5	3/8 05:06:57~ 05:07:05	2	地蝕入り動作	日照	5.9	昼	地蝕		
	6	3/8 05:31:52	1	地蝕明け動作	日照	6.2	夜	地蝕	SAA	
	7	3/8 09:40:05	1	地蝕明け動作	日照	-16.0	昼	地蝕		
	8	3/16 08:26:01~ 08:26:05	2	地蝕入り動作	日照	16.6	昼	地蝕		
	9	3/16 08:33:56~ 08:34:05	3	地蝕明け動作	日照	16.6	昼	地蝕		
	10	3/16 23:49:03~ 23:49:09	2	地蝕入り動作	日陰	2.4	夜	地蝕		
	11	3/17 00:13:35	1	地蝕明け動作	日照	17.8	昼	地蝕		
	12	3/17 02:01:00	1	地蝕入り動作	日照	16.0	昼	地蝕	SAA	
	13	3/17 02:40:50 ~02:41:40	8	地蝕明け動作	日陰	1.2~4.8	夜	地蝕		
	14	3/17 03:37:07~ 03:37:12	2	地蝕入り動作	日照	16.2	昼	地蝕		
	15	3/17 04:16:33~ 04:16:39	2	地蝕明け動作	日陰	1.0	夜	地蝕		
A	16	3/26 04:10:00	?	星数少	日照	33.1	夜		SAA通過後	星数少
C	17	2/28 00:07:34	1	星数少	日照	32.6	昼			星数少
	18	3/16 05:15:06~05:15:11	2	地蝕入り動作	日照	16.5	昼	地蝕		地蝕
	19	3/20 06:35:27	1	星数少	日照	96.3	昼			星数少
D	20	2/19 20:16	1	全面地蝕	日照	0	昼	地蝕		地蝕

# 【参考】姿勢変更マヌーバを可視終了の間際とした考え方1

参考

## 1. 前提

- ASTRO-Hは宇宙の様々な天体にX線望遠鏡を向けて観測する。観測の要求から、1日に複数回の姿勢変更が必要となる場合があるのに対して、1日に5回しかコンタクトのない内之浦局をコマンド運用の主局とするので、定常運用では「直後にリアルタイムテレメトリによる確認が不可能な内之浦非可視マヌーバ」を実行することは必須であり、どこかのタイミングでこれを実施する必要があった。

## 2. 姿勢系チェックアウト計画と実施状況

- 姿勢系のチェックアウト計画は、JAXAが打上前に初期運用計画書の一部として規定していた。クリティカルフェーズ終了後はこの部分を切り出して、JAXAが運用支援業者の支援の下で、機能確認の計画・実績を一体的に管理していたが、運用主体であるJAXAの正式な規定文書とはしていなかった。
- 姿勢系のチェックアウト計画の項目には、クリティカルフェーズまで、定常運用開始前までの完了期日のつけられた項目と、完了期日の指定のない項目があった。
- 進捗状況は、クリティカルフェーズ中に完了すべき項目は全てクリティカルフェーズで完了した。本事象発生時は、定常運用開始までに完了させる項目の中に未完の項目が残っている状況であった。特に、STTチェックアウトは軌道上事象の検討を進めている段階であったため未完了（実施時期も未定）であった。
- 「直後にリアルタイムテレメトリによる確認が不可能な内之浦非可視マヌーバ」を開始してよい条件は、姿勢系チェックアウト計画では定められていなかった。このため、実際の運用を行う中で、その様子を見ながら判断することになった。

# 【参考】姿勢変更マヌーバを可視終了の間際とした考え方2

参考

## 3. 運用の実際

### ■ ①USC可視群でのコマンド運用、海外局のレンジング運用

- クリティカルフェーズ終了(~2/28)までは、可能な限り多くのパスを割り当てて、24時間体制で衛星コマンド運用・状態監視モニタを実施した。
- その後2/29~3/16は、内之浦USC可視群でのコマンド運用を原則とし、MSP/MGN可視群は状態監視・レンジング運用のみとした。
- 3/16に軌道上でのGPSR航法解の性能評価を完了したため、3/17以降は、軌道決定をレンジングからGPSRデータに切り替え、GPSRの継続的な評価の観点から、テレメ監視立ち会いなしでレンジング運用のみを行う方針とした。

### ■ ②姿勢変更マヌーバのタイミング決定

- 姿勢制御系の立上げ状況に応じて、最初は「可視時間内に収まる」ように始め、「可視中で開始し次可視で終了確認」「タイムラインコマンドで可視上空に実施」「タイムラインコマンドで非可視中に実施」「メーカ姿勢系担当を連絡待機で実施」というように段階を踏んで進めた。
- 上記の段階が問題なく終了したことで、STTチェックアウトが未完了だったもののIRUチェックアウト完了を確認したことから、初めて、USC最終可視に開始し、直後の可視でテレメ状態監視しない状態で長時間の不可視運用に入れるというマヌーバを行った。

- 上記①②の通り、JAXAとしては、衛星の初期機能確認の状況を見極めつつ、定常状態への移行も見すえた段階的な運用を行う考え方を採っていた。

# 【参考】異常発生メカニズム①に関する部品やソフトウェア、アルゴリズム等のヘリテージの詳細(表)

姿勢系機器	略号	ベースライン機器の搭載実績	TRL	補足
リアクションホイール	RW	Type-L HSRW	9	JAXA戦略コンポーネントとして開発されたホイールである(Type-Lホイール)。軌道上実績がある同機種(Type-Mホイール)の回転子を大きくし、最大蓄積角運動量を 30Nmsから80Nmsに増やしたモデルである。JAXA認定モデルによるQT試験が実施されている。
磁気トルカ	MTQ	ZARM社MTQ新規開発品	6	ASTRO-Hで搭載する新規設計品であるため、EM品にて検証を行った。(EM1台/FM3台)
恒星センサ	STT	JAXA戦略コンポーネント(次世代STT)	6	JAXA戦略コンポーネントとして開発された機器である。認定モデルとしてQMが製作され、QT試験が実施されている。
慣性基準装置	IRU	GCOM-W、GCOM-C、ALOS-2などに搭載されている	9	ASTRO-H搭載IRU(Type-3AS)は、TDGコマが3個搭載されているIRU(Type-3A)のTDGコマを一つダミーに交換したものである。Type-3AはGCOM-W1、ALOS-2など多くの軌道上実績があり、Type-3ASはASNARO、SPRINT-Aなどに搭載が決まっていた。
粗太陽センサ	CSAS	ADCOLE社実績多数、海外調達品	9	SPRINT-A、ASNARO、あかつき等、多数の軌道上実績がある太陽センサである。
磁気センサ	GAS	ZARM社PROBA-2(民生部品) SPRINT-A(宇宙部品)	9	海外プロジェクト品(民生部品使用)を宇宙用部品に置き換えた磁場センサである。宇宙用部品としては新規設計品のため、EM品にて検証を行った(EM1台/FM2台)。
3Nスラスタ	RCS	はるか、すざく、あかり、あかつき等、軌道上実績が多いスラスタである。	9	触媒を変更したため、寿命試験モデルにより寿命試験を実施した。
姿勢制御系フライトソフトウェア	ACFS	—	—	すざく等の過去の科学衛星の考え方(ロジック等)を踏襲した。また、SpWを採用し、標準ミドルウェア、シミュレータ、単体試験ツールなどを共通化したことで、コスト/時間の削減を図った。

# 略語集

略称	英語	日本語
ACFS	Attitude Control Flight Software	姿勢制御ソフトウェア
ALOS-2	Advanced Land Observing Satellite-2 “DAICHI-2”	陸域観測技術衛星2号「だいち2号」
AOCP	Attitude and Orbit Control Processor	姿勢軌道制御計算機
AOCS	Attitude and Orbit Control Subsystem	姿勢及び軌道制御サブシステム
ASTRO-H	X-ray satellite “Hitomi”	X線天文衛星「ひとみ」
CAMS	Canadian ASTRO-H Metrology System	アラインメント計測システム
CDR	Critical Design Review	詳細設計審査
CdTe	Cadmium telluride	テルル化カドミウム
CPR	Cloud Profiling Radar	雲プロファイリングレーダ
CSA	Canadian Space Agency	カナダ宇宙庁
CSAS	Coarse Sun Aspect Sensor	粗太陽センサ
EarthCARE	Earth Cloud, Aerosol and Radiation Explorer	雲エアロゾル放射ミッション
EM	Engineering Model	開発モデル
EOB	Extensible Optical Bench	伸展式光学ベンチ
EOL	end of life	寿命末期
ERG	Exploration of energization and Radiation in Geospace “ERG”	ジオスペース探査衛星
ESA	European Space Agency	欧州宇宙機関
FOB	Fixed optical bench	固定式光学ベンチ
FDIR	Fault Detection Isolation and Reconfiguration	故障検出, 分離及び再構成
FM	Flight Model	フライトモデル
FTA	Fault Tree Analysis	故障の木解析
GCOM-C	Global Change Observation Mission – Climate	気候変動観測衛星
GCOM-W	Global Change Observation Mission – Water “SHIZUKU”	水循環変動観測衛星「しずく」
GPSR	GPS receiver	GPS (Global Positioning System Receiver) 受信機
HXI	Hard X-ray Imager	硬X線撮像検出器
HXT	Hard X-ray Telescope	硬X線望遠鏡
IRU	Inertial Reference Unit	慣性基準装置
ISAS	Institute of Space and Astronautical Science	JAXA宇宙科学研究所
IV&V	Independent Verification and Validation	独立検証及び妥当性確認
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構

略称	英語	日本語
JSpOC	Joint Space Operations Center	米国国防総省戦略軍統合宇宙運用センター
JST	Japan Standard Time	日本標準時
KTU	Katsuura Tracking and Communications Station	勝浦宇宙通信所
MELCO	Mitsubishi Electric Corporation	三菱電機株式会社
MGN	Mingenew ground station	JAXA GNミンゲニュー局(オーストラリア)
MHI	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	三菱重工業株式会社
MMO	Mercury Magnetospheric Orbiter	水星磁気圏探査機
MOI	moment of inertia	慣性モーメント
MSP	Maspalomas ground station	JAXA GNマスパロマス局(スペイン)
MTQ	Magnetic Torque	磁気トルカ
NASA	National Aeronautics and Space Administration	米国航空宇宙局
NEC	NEC Corporation	日本電気株式会社
NIPPI	NIPPI Corporation	日本飛行機株式会社
PDR	Preliminary Design Review	基本設計審査
PI	Principal Investigator	主任調査員, 代表研究者
PM	Project Manager	プロジェクト管理責任者
QM	Qualification Model	認定モデル(認定試験用モデル)
QT	Qualification Test	認定試験
RCS	Reaction Control Subsystem	推進系
RFP	Request for Proposal	提案依頼書
RW	Reaction Wheel	リアクションホイール
SAA	South Atlantic Anomaly	南大西洋異常地域
SAC	Space Activities Commission	宇宙開発委員会
SANT	S-band Antenna	S帯アンテナ
SAP	Solar Array Paddle	太陽電池パドル
SDR	System Definition Review	システム定義審査
SED	Space Engineering Development Co., Ltd.	宇宙技術開発株式会社
SGD	Soft Gamma-Ray Detector	軟ガンマ線検出器
SH	Safe Hold	セーフホールド
SHI	Sumitomo Heavy Industries, Ltd.	住友重機械工業株式会社

略称	英語	日本語
SHNT	Shunt Dissipater	シャント装置
SLATS	Super Low Altitude Test Satellite	超低高度衛星技術試験機
SPRINT-A	Spectroscopic Planet Observatory for Recognition of Interaction of Atmosphere "HISAKI"	惑星分光観測衛星「ひさき」
SpW	SpaceWire	スペースワイヤ
SRON	Netherlands Institute for Space Research	オランダ宇宙研究機関
STT	Star Tracker	スタートラッカ
SXI	Soft X-ray Imager	軟X線撮像検出器
SXS	Soft X-ray Spectrometer	軟X線分光検出器
SXS-ADR	SXS Adiabatic Demagnetization Refrigerator	SXS断熱消磁冷凍機
SXS-PSP	SXS Pulse Shape Processor	SXSデジタル波形処理装置
SXT-I	Soft X-ray Telescope for Imager	SXI用軟X線望遠鏡
SXT-S	Soft X-ray Telescope for Spectrometer	SXS用軟X線望遠鏡
S&MA	Safety and Mission Assurance	安全・開発保証
TDG	Tuned Dry Gyro	チューンドドライジャイロ
USC	Uchinoura Space Center	内之浦宇宙空間観測所
UT	Universal Time	世界時
UTC	Coordinated Universal Time	協定世界時