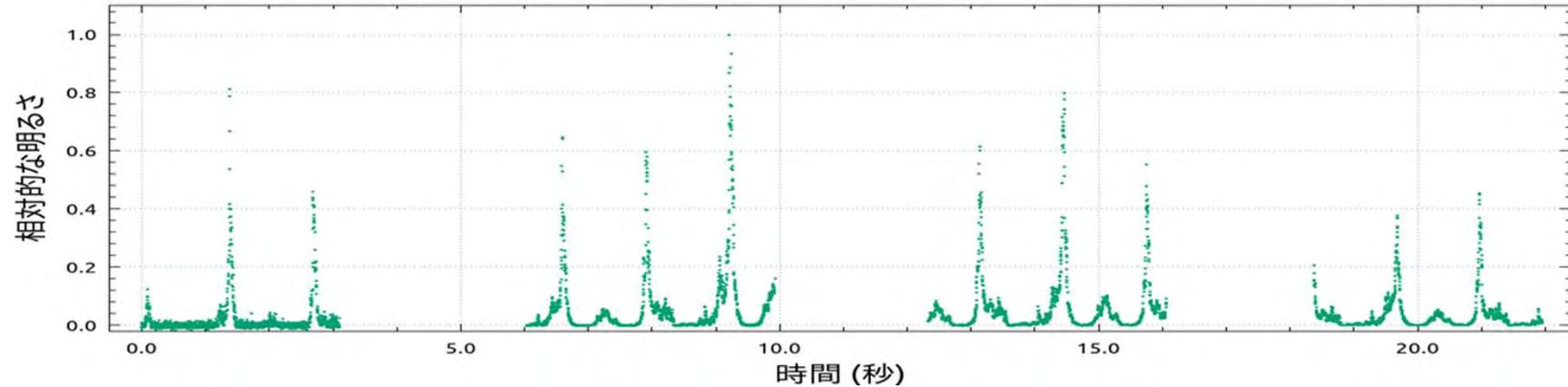


3.4 事象発生後の地上観測の状況(2/3)

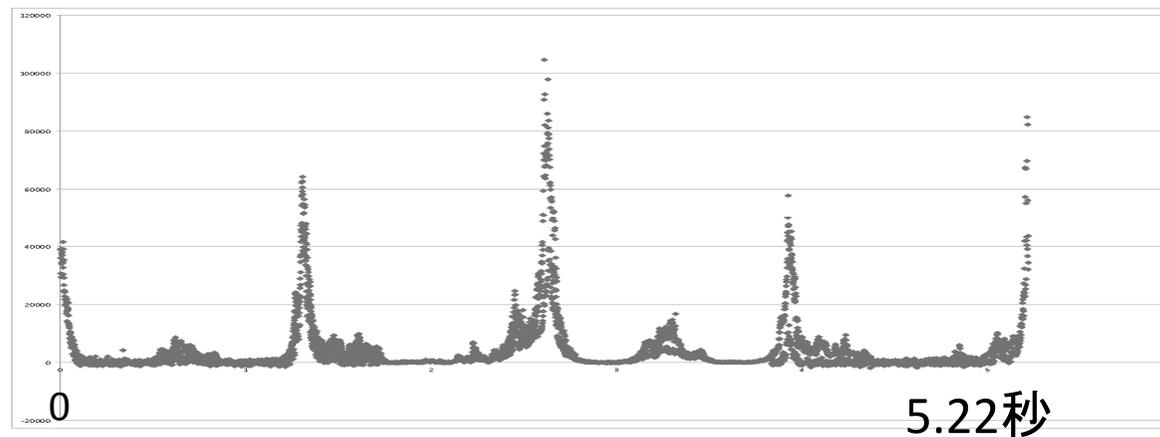
木曾観測所による41337の光度曲線



3/31 11:24:11.3 からの経過秒数

上図：木曾広視野高速カメラ
Tomo-e Gozenプロトタイプ機
による光度曲線

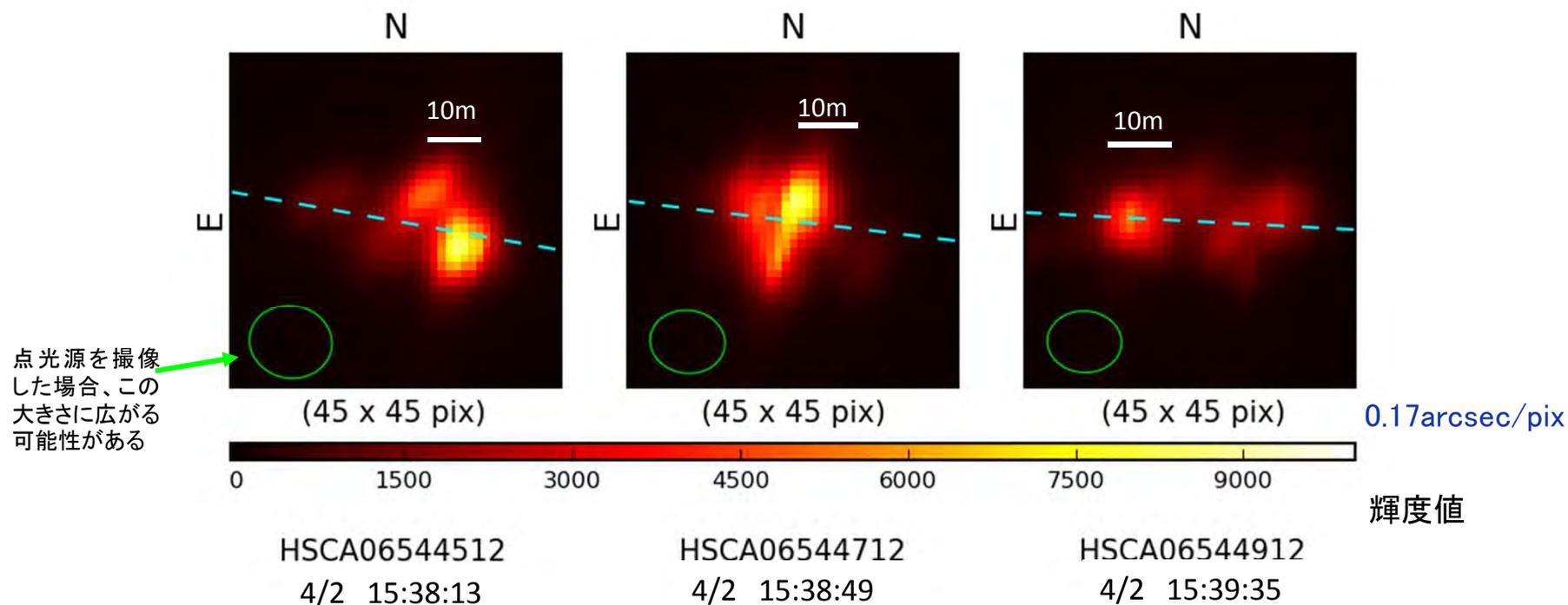
右図：上記データを元にJAXA
で光度曲線を周期5.22秒で折
り重ねたもの。



元図は東京大学の提供による

3.4 事象発生後の地上観測の状況(3/3)

すばる望遠鏡による41337の観測画像



画像は国立天文台の提供による

追尾誤差と大気のゆらぎによる像の広がりがあるものの、明るい部分の広がりから数m以上の物体であると推定される。

3.5 ASTRO-Hの運用について

以下の状況、及び複数の海外機関から太陽電池パドルの両翼分離を示唆する情報を得たことを踏まえ、今後衛星が機能回復することは期待できない状態にあるとの判断に至り、復旧に向けた活動は取りやめ原因究明に専念することとした。(4月28日)

- 物体の分離に至る異常発生メカニズムについてシミュレーションを含めた解析の結果がほぼ確定し、構造的に弱い部位である太陽電池パドルが両翼とも根元から分離した可能性が高いと考えられること。
- 物体が分離した後も電波を受信できていたことを根拠とし、通信の復旧の可能性があると考えていたが、得られた電波の周波数が技術的に説明できないこと等から、受信した電波はASTRO-Hのものではなかったと判断されること。

4. 異常発生メカニズム

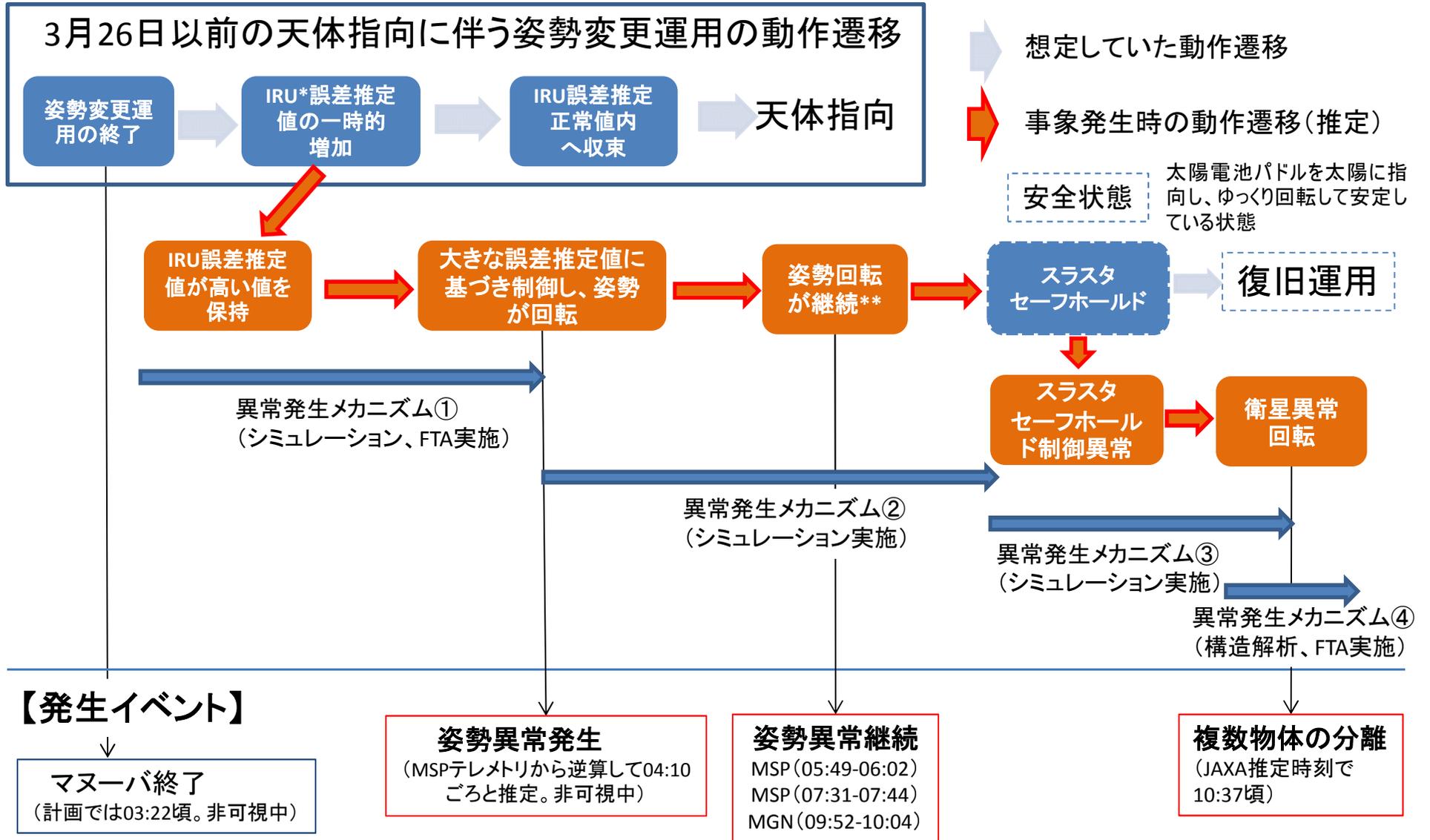
「衛星正常状態」から「姿勢異常」が発生し、「物体の分離」に至るまでのメカニズムを記載する。

4.1 異常発生メカニズム(サマリ)

(「衛星正常状態」から「姿勢異常」が発生し、「物体の分離」に至るまで)

- (1) 3月26日に、活動銀河核指向での初期機能確認を行う為の姿勢変更運用を計画通り実施した。
- (2) 姿勢変更運用終了後、姿勢制御系の想定と異なる動作により、実際には衛星が回転していないにもかかわらず、姿勢制御系は衛星が回転していると自己判断した。その結果、回転を止めようとする向きにリアクションホイール(RW)を作動させ、衛星を回転させるという姿勢異常が発生した。【異常発生メカニズム①】
- (3) 加えて、姿勢制御系が実施する磁気トルカによる角運動量のアンローディングが姿勢異常のため正常に働かず、RWに角運動量が蓄積し続けたと考える。【異常発生メカニズム②】
- (4) 姿勢制御系はこの状況を危険と判断し、衛星を安全な状態とするためセーフホールド(SH)に移行し、スラスタを噴射したと推定される。この際、姿勢制御系は不適切なスラスタ制御パラメータにより、想定と異なる指示をスラスタに与えたと推定される。その結果、スラスタは想定と異なる噴射を行い、衛星の回転が加速する作用を与えたと考える。【異常発生メカニズム③】
- (5) 衛星の想定以上の回転運動により、太陽電池パドル、伸展式光学ベンチ(EOB)など、回転状態で発生する力に対して構造的に弱い部位が破断し分離したと推定される。特に太陽電池パドルについては、取付部周辺で破損し、両翼とも分離した可能性が高い。【異常発生メカニズム④】

4.1 異常発生メカニズム(図解) 衛星正常状態から物体の分離に至るまで



MSP: JAXAマスパロマス局
MGN: JAXAミンゲニュー局

表示時刻は
全て日本時間3/26

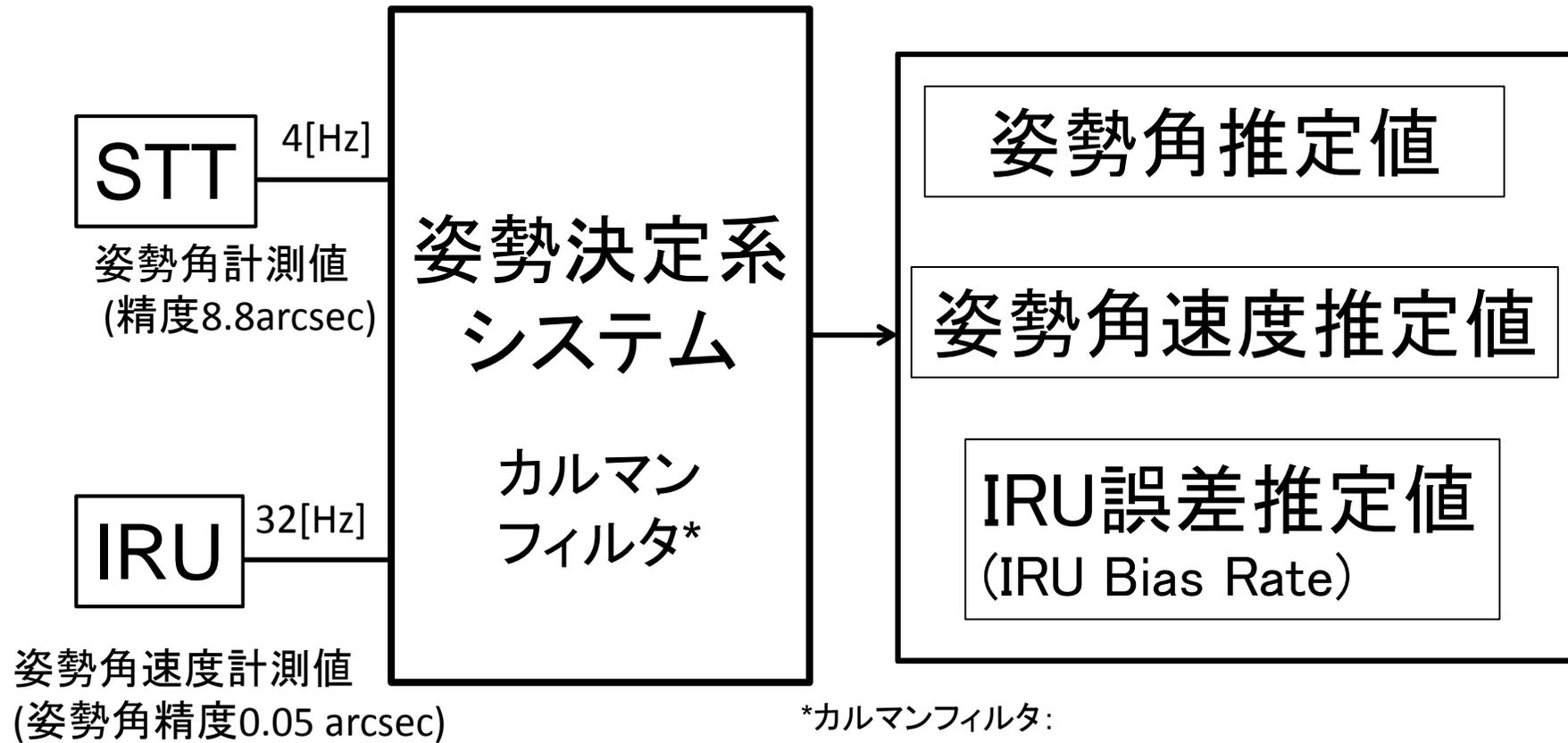
* IRU: Inertial Reference Unit、慣性基準装置
**ASTRO-Hの姿勢制御系は、姿勢異常判断に太陽センサを使用せず、姿勢制御系ソフトウェアによる推定値をもとに姿勢異常を判断している。

4.2 【異常発生メカニズム①】 衛星正常状態から姿勢異常発生まで

- ASTRO-Hは通常時、慣性基準装置(IRU)とスタートラッカ(STT)の情報をもとに姿勢決定を行う。【補足A参照】
- 3/26の姿勢変更運用は、姿勢変更中はSTTデータの取り込みを一時的に停止し、姿勢変更運用終了後にSTTデータの取り込みを再開する運用としていた。STTデータの取り込み再開の際、IRU誤差推定値【補足B参照】が一時的に実際の誤差推定値よりも大きな値となり、その後、STTデータによる補正により正常値範囲内に収束する動作を行うことを想定していた。
- しかしながら、3/26の姿勢変更運用終了後、IRU誤差推定値が実際とは異なる高い値を保持し続け、その結果、MSP局のテレメトリとして21.7[deg/h]という高いIRU誤差推定値が確認されたと考えている。
- この場合、実際には衛星が回転していないにもかかわらず、姿勢制御系が衛星が回転していると自己判断し、その結果、回転を止めようとする向きにリアクションホイール(RW)を作動させたと判断している。
- IRU誤差推定値が高い値を保持する要因について、搭載ソフトウェアを用いてSTTのモード遷移をインプットしてシミュレーションしたところ、次ページに示すSTTの動作においてIRU誤差推定値が高い値のまま保持されることを確認した。
- なお、IRU誤差推定値が高い値に保持された件についてFTAを行い、IRUの異常や搭載コンピュータのハードウェア異常といったその他の要因により、高い値に保持される可能性は低いと判断している。

【補足A】 ASTRO-H姿勢決定方法

補足A



姿勢制御系への要求

- 姿勢決定精度要求 (X・Y: 3[arcsec]、Z:12[arcsec])

arcsec: 秒角 (1度の1/3600)