

はやぶさ2可視カメラによるスイングバイ地球・月撮像速報

¹杉田精司、²山田学、³澤田弘崇、⁴諸田智克、⁵亀田真吾、⁶神山徹、⁷本田理恵、⁸鈴木秀彦、
⁹本田親寿、¹⁰小川和律、³飯島祐一、¹¹石黒正晃、ONC Science Team

¹東京大、²千葉工大、³JAXA、⁴名古屋大、⁵立教大、⁶産業総合研究所、⁷高知大、⁸明治大、⁹会津大、¹⁰神戸大、¹¹ソウル大

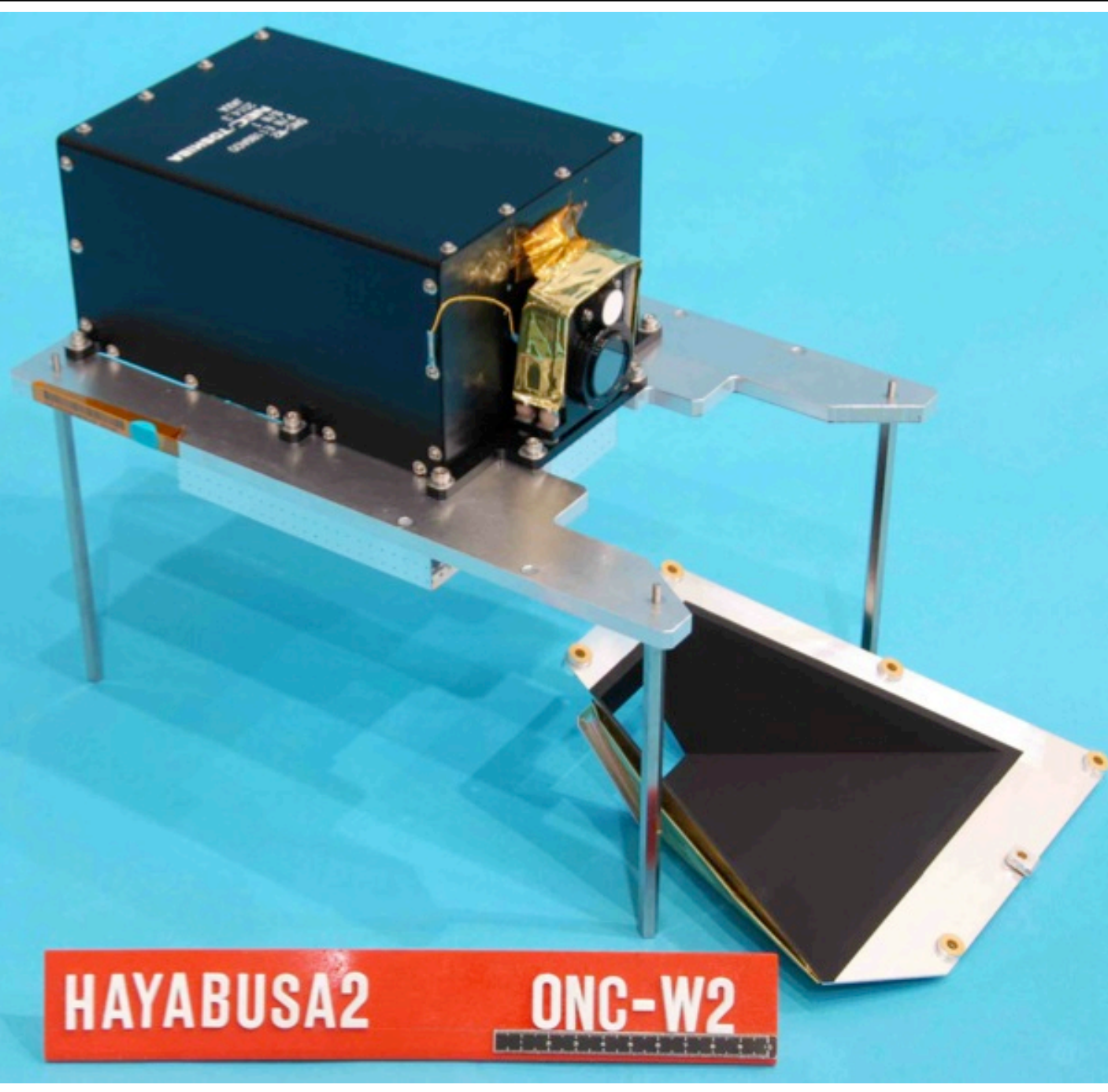
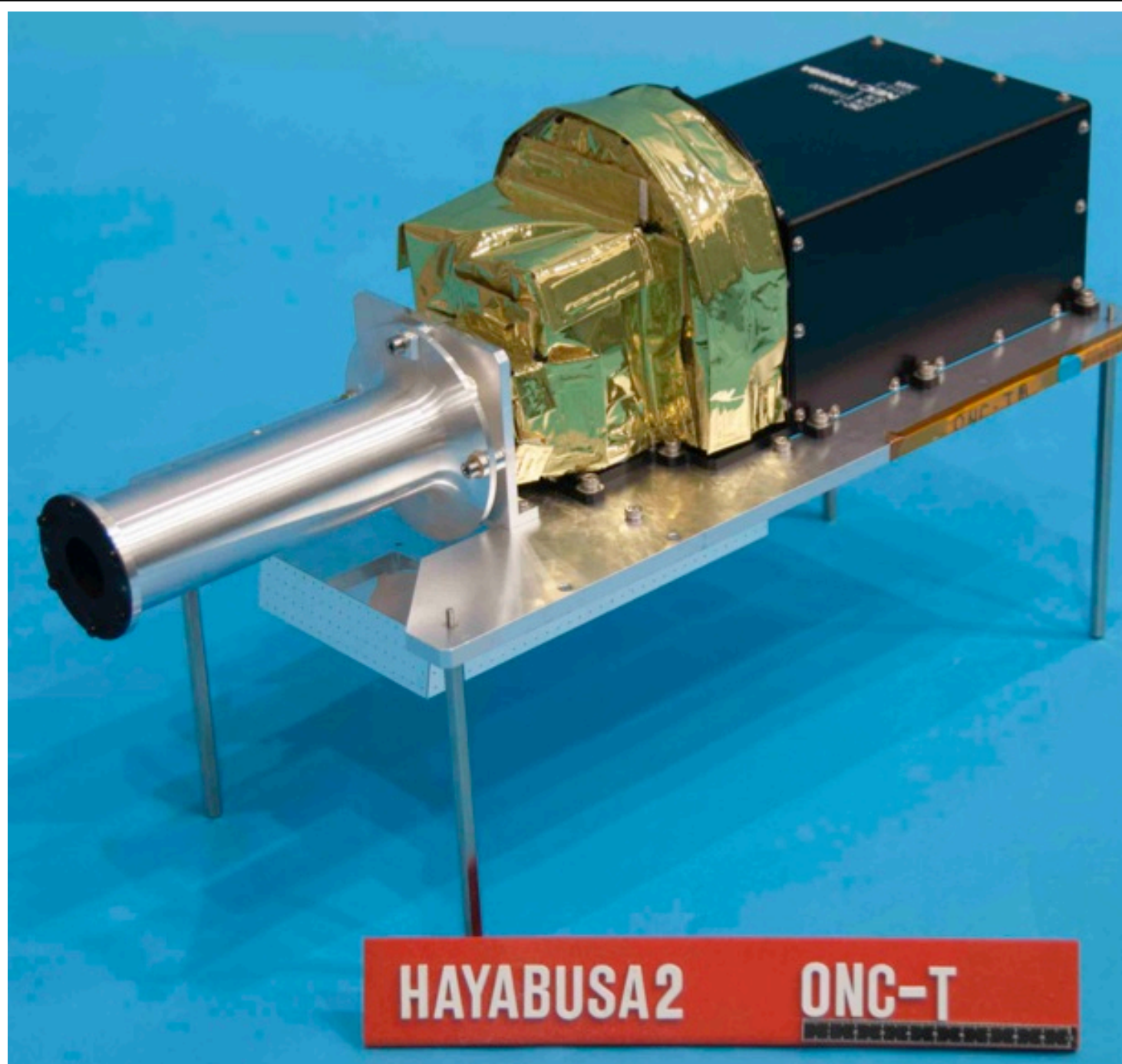
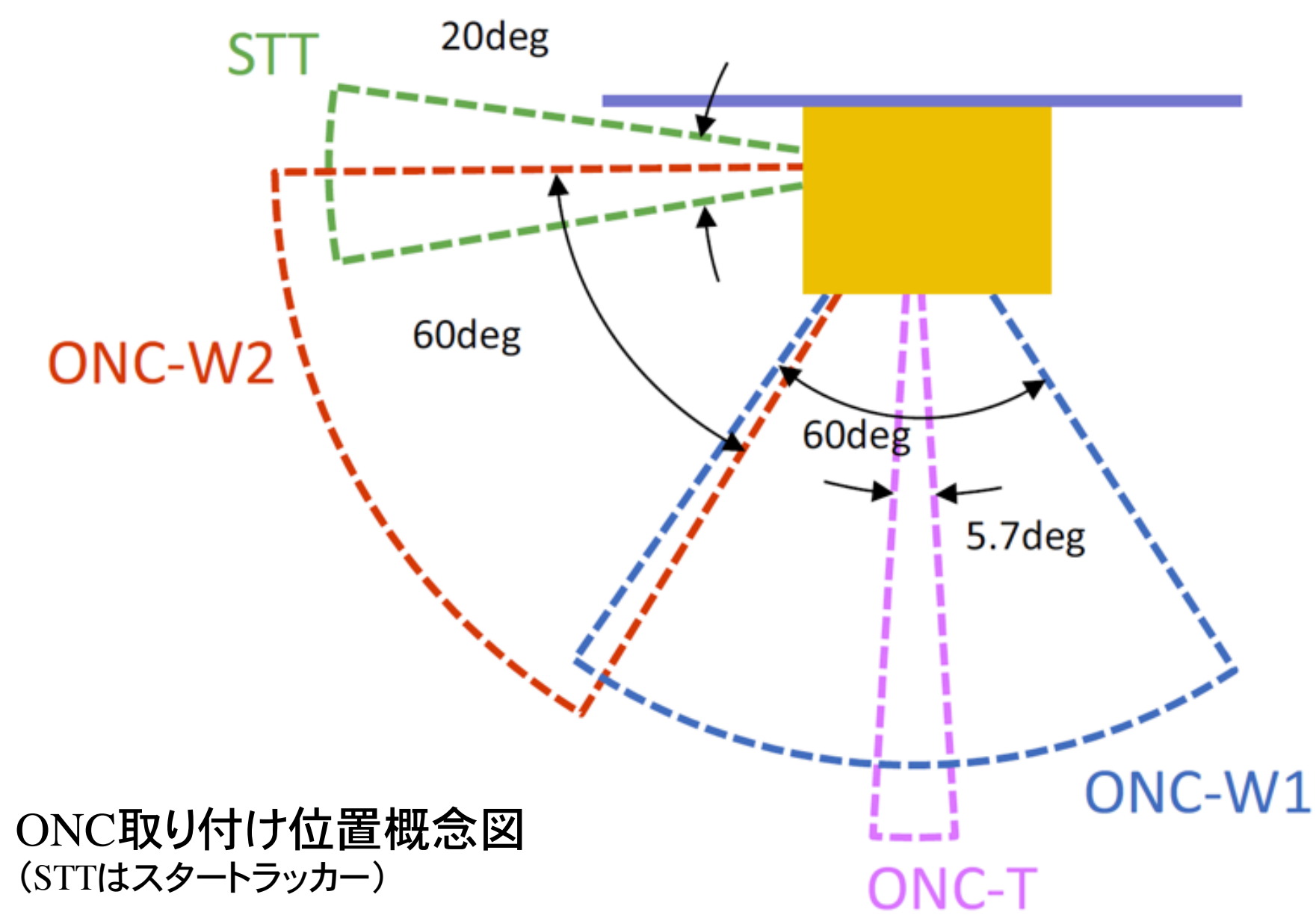
要旨

はやぶさ2探査機は2015年12月3日に地球スイングバイを行った。はやぶさ2の可視カメラは、この機会に地球と月を撮像した。得られた画像は、小惑星リュウグウに到着する前に撮像できる最後の面光源画像であるため、本カメラの性能評価をする上で非常に貴重な機上データとなる。また、一般市民からの非常に高い期待と注目を集める「はやぶさ2」探査機だが、どのように報道されるかは、その可視カメラが撮像する画像の良否や速報性にも大きく左右される。実際、今回の「はやぶさ2」地球スイングバイはマスコミからも高い注目があつた。この意味で、今回の撮像機会は、取得画像を正確かつ迅速に解析し、平易で且つ誤解を招かない説明を付して広報発表する予行演習ともなった。本ポスターでは、今回の地球スイングバイ前後において得られた地球・月撮像の結果を速報する。

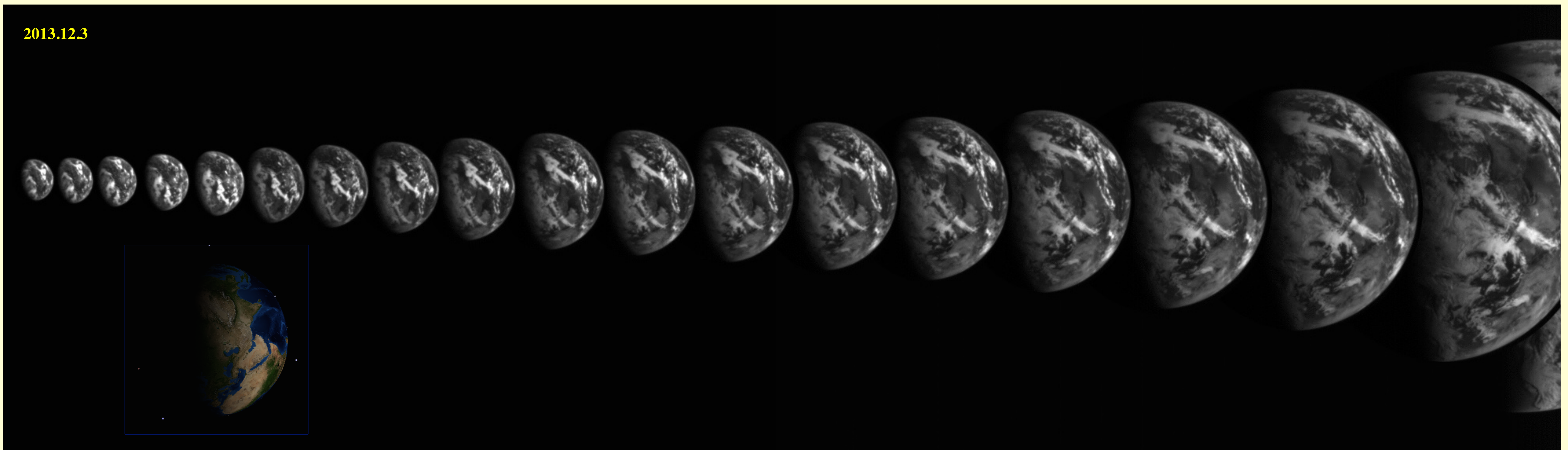
1. ONCとは

ONCはOptical Navigation Cameraの略称で、探査機誘導と科学計測のために恒星と探査小惑星を撮像する可視カメラである。T,W1,W2の3つから構成され、1024x1024の2次元CCDを持つ。地上試験結果は[1,2]を参照。

- ONC-T(望遠の直下視): 視野角: $6.35^{\circ} \times 6.35^{\circ}$
フィルタ中心波長: 390, 480, 550, 700, 860, 950, 589.5nm, Wide
焦点距離: 100m $\sim\infty$
空間分解能と視野:
2m/pixで 全球を撮像
1cm/pixで 10x10m領域を撮像
- ONC-W1(直下視), W2(側方視)
視野角: $65.24^{\circ} \times 65.24^{\circ}$
焦点距離: 1m $\sim\infty$
空間分解能と視野:
1m/pixで 100x100mを撮像
1mm/pixで 1x1mを撮像



2. W2によるスイングバイ直前の地球撮像



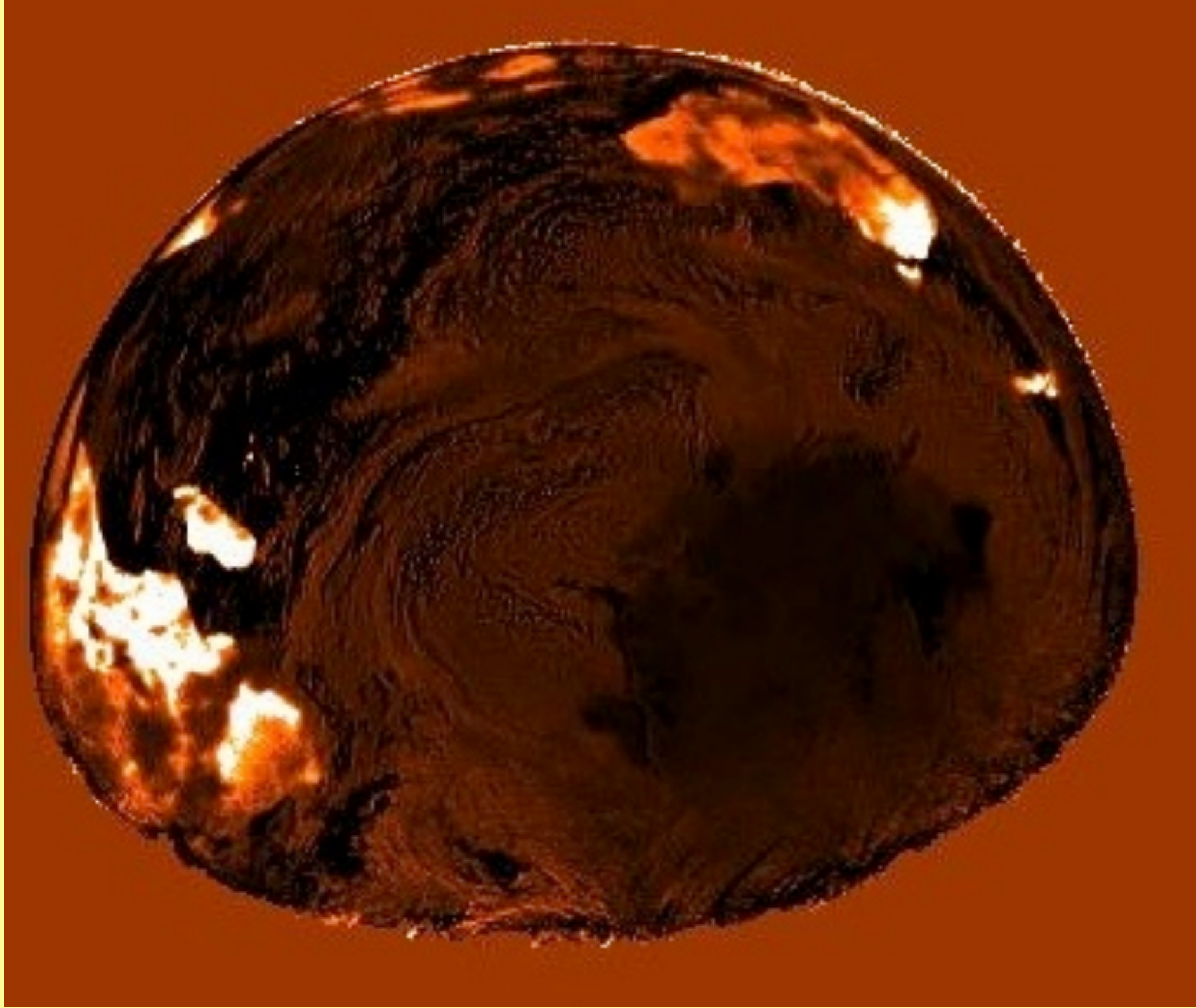
地球スイングバイ直前の2015年12月3日9:00から18:15(日本時間)に側方視のW2で撮影された19枚の地球像。左下は、同時刻の地球の模擬画像[†]。北アフリカからアラビア半島、インドに掛けての赤道域が移っていることが分かる。
[†]: 地球の模擬画像は宇宙科学研究所、科学衛星運用・データ利用センター (C-SODA)が運営するData ARchives and Transmission System (DARTS)にて 公開されている FLOW プロジェクト(<https://darts.jaxa.jp/planet/tools/flow/>)で公開されているソフトウェアを利用。

3. ONC-Tによるスイングバイ前の地球・月画像



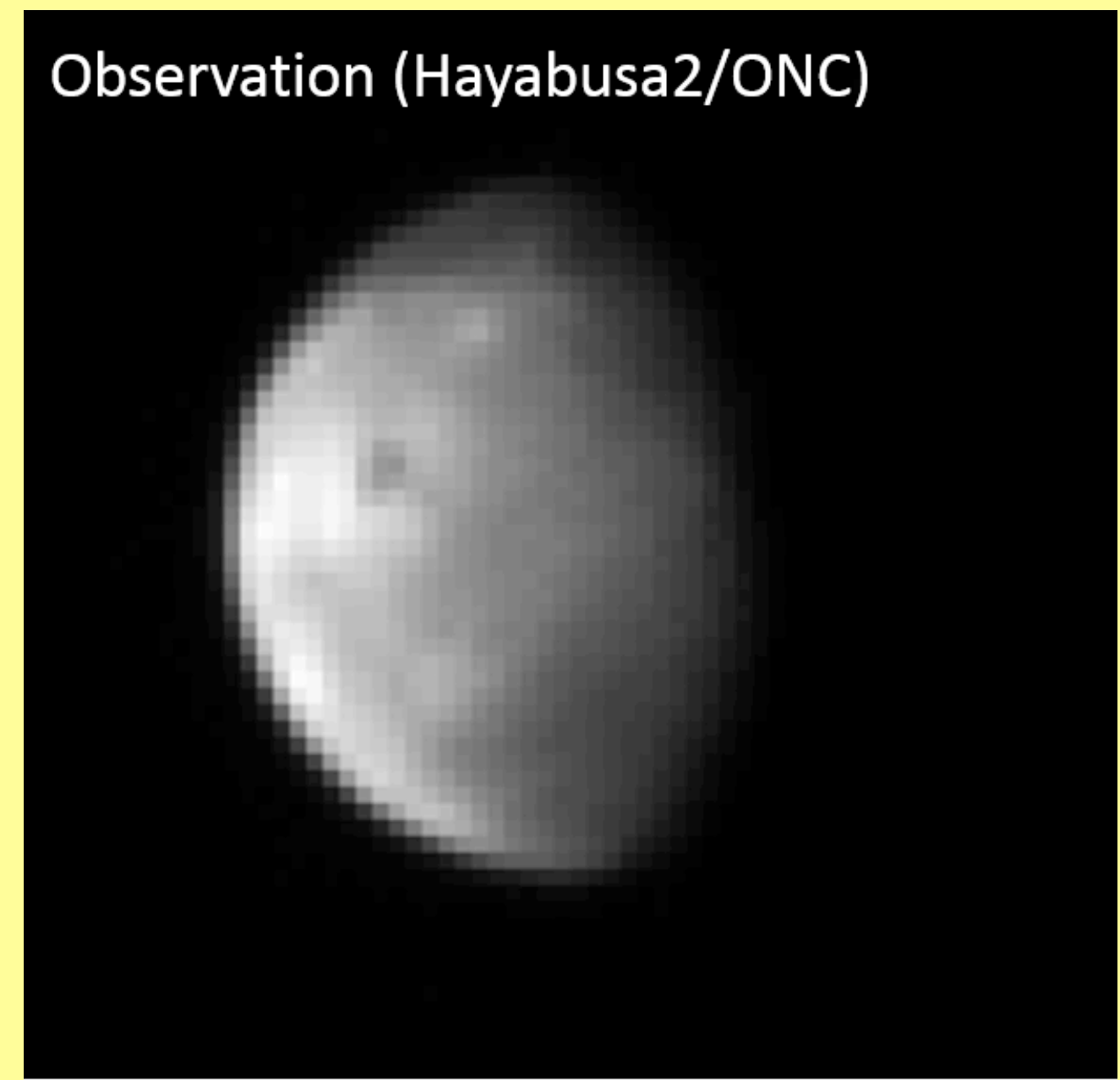
11月26日の軌道修正運用の際に得た地球と月の同時画像。画面右に地球が、左に月が写っている。図中右下の四角は、地球画像の拡大図。

4. ONC-Tによるスイングバイ直後の地球画像



2015年12月4日13:09(日本時間)にONC-Tで撮影した地球の画像。地球と「はやぶさ2」の距離は約34万km。画像右上にオーストラリア大陸、右下に南極大陸が見える。(左) 青: 480nm、緑: 550nm比、赤: 700nmによるカラー画像、(右) 植生の分布図。植生が持つスペクトルのレッドエッジを860/700nm比で代表させた。雲が覆う領域は植生が見えないため、見かけの値は小さくなることに注意。

5. ONC-Tによるスイングバイ直後の月画像



左: ONC-Tによって2015.12.8に撮影された月の画像(vバンドを表示)。右: 「かぐや」の分光計SPの全球スペクトルデータを基にして作成したアルベド地図[3]。両者に見られる白黒パターンは良く一致していることが分かる。

月の上端部に見える反射率の低い地域は、嵐の大洋(Oceanus Procellarum)に広がる玄武岩である。その下の低い反射率を持った小さな黒い領域は、東の海(Mare Orientale)であり、地球からは観測できない地域である。さらに、月の右下部分に見られる濃い色の部分は、月面最大の衝突盆地South-Pole Aitkenである。

6. 撮像結果のまとめ

打上げから地球スイングバイまでの撮像によって得た画像データによって、ONCの各カメラのCCDおよび光学系が正常な機能と性能を有していることが確認された。具体的には、暗電流値、バイアス値、各バンドでの感度、電磁ノイズレベル白キズなどの確認を行った。

スイングバイ前後の地球・月撮像で得た画像データは、複雑な輝度分布を持つ面光源の撮像に耐える画質をONC-TやW2が持っていることを示した。

また、地球・月画像は、点像関数(PSF)の視野領域の詳細な形状を推算したり、視野外迷光レベルの上限値を高い精度で計測するために非常に有効なデータである。これらのデータは、環境光の完全除去ができない室内実験に比べて質が高いこと、また打上げ等の擾乱によってカメラ性能が劣化した可能性も含めて、性能評価ができる点で優れている。

特に、スペクトル特性が非常に正確に計測されている月の分光計測データを得られたことは、高い精度の分光計測校正の確認ができることを意味しており、その異議は非常に高い。

最後に、今回の一連の撮像で得たデータは、NIRS3やTIRなどとの同時観測も大になっているので、アラインメント確認やデータ統合の予行演習の材料を提供してくれる。

References: [1] Kameda et al. (2015) *Adv. Space Res.* 56, 1519-1524. [2] Kameda et al. (2016) *Sp. Sci. Rev.*, in press. [3] Kouyama et al. (2016) *LPSC*, in press.

謝辞: W2の連続画像のカラージュは、JAXAの吉川真さんが広報発表用に作成下さったものを使わせて戴いています。