

「はやぶさ2」、リュウグウに人工クレーター生成成功!

衝突装置 (SCI) がリュウグウ表面に生成した人工クレーター。左がSCI衝突前のリュウグウ表面で(撮影は2019年3月22日)、右がSCI衝突後の表面(撮影は2019年4月25日)。幅約15mにわたって表面が陥没したことが分かる。陥没した領域は半円形に近い形のように見える。また、大きな岩が移動している様子も分かる。(関連記事4ページ)

©JAXA、東京大学、高知大学、立教大学、名古屋大学、千葉工業大学、明治大学、会津大学、産業技術総合研究所



クレーター生成前



クレーター生成後

The Forefront of Space Science

宇宙 科学 最前線

明滅するオーロラの起源に光を照らす

東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻 准教授 笠原 慧 (かさらは さとし)

2017年3月27日11:00UT頃、カナダ上空で明滅するオーロラ(脈動オーロラ)が舞い乱れる最中、「あらせ」(ERG)衛星は地球から30,000km以上離れた磁気圏でプラズマと電磁場を観測していました。このとき「あらせ」とカナダ上空の脈動オーロラは、地球磁場の磁力線を介して繋がっていました(図1)。これは極めて好都合なことで、なぜなら、脈動オーロラの種である電子は、磁力線に沿って磁気圏から降り込んでくると信じられており、したがって、オーロラから磁力線をたどった先の磁気圏にいる「あらせ」は、電子の降り込みを引き起こす源たる現象を直接捉えたと期待できるからです。実際にこ

の時、コーラスと呼ばれるプラズマ波動によって散乱を受けた電子が地球大気に向けて降り込んでいく様子を、人類は初めて目の当たりにしました。

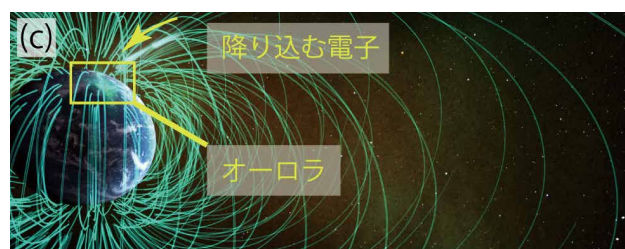
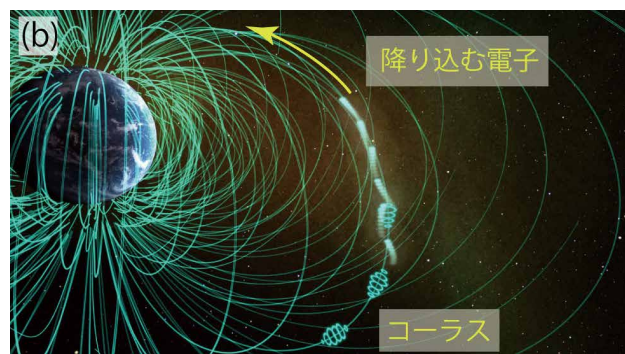
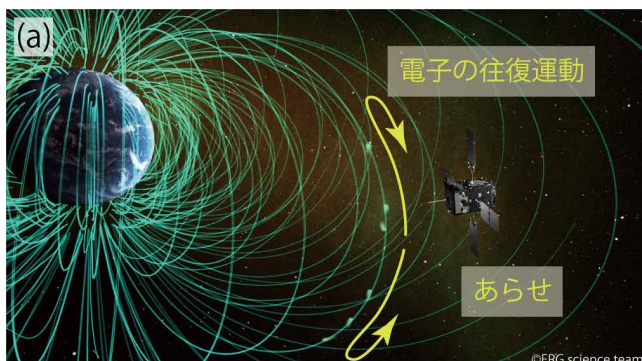


図1:「あらせ」衛星、地球、およびオーロラの位置関係。緑色の線が地球磁場の磁力線を表す。(a) 地球のまわりの宇宙空間内で磁力線に沿って往復運動する電子。(b) コーラス波動の電磁力により往復運動が破られ、磁力線に沿って大気へ降り込もうとする電子。(c) 降り注ぐ電子で発生するオーロラ。

「あらせ」と波動粒子相互作用

地球を取り巻く高エネルギー電子の雲である放射線帯は、ダイナミックに生成と消失を繰り返すことが知られていますが、発見から60年以上経った今日でもその消長のメカニズムは解明されていません。放射線帯に存在する高エネルギー電子の起源は太陽風や地球電離圏にあります。そのエネルギーはもともとエレクトロンボルト (eV) 帯あるいはそれ以下であり、その電子をメガエレクトロンボルト (MeV) もの高エネルギーにまで加速する機構の解明は、磁気圏プラズマ研究における最重要課題のひとつとなっています。また、これらの電子は地球磁気圏に貯められ、何かの拍子に地球の両極へと降り注ぎ、ときにオーロラを発生させつつ消失することもあります。その加速・消失機構として電磁波動と荷電粒子の相互作用 (波動粒子相互作用) の重要性が理論的に指摘されていますが、観測的な検証は追いついていません。このような背景のもと、「Exploration of energization and (loss of electrons via electromagnetic) Radiation in Geospace」を標榜して計画されたのが、ジオスペース探査衛星 ERG プロジェクト (打上げ後の衛星愛称が「あらせ」) でした。

中間エネルギー粒子分析器MEPの開発

エレクトロンボルトからメガエレクトロンボルトという、6桁に及ぶエネルギーレンジにわたって起こる粒子加速・消失現象を捉えるためには、低エネルギー (eV-keV) から高エネルギー (数100 keV-MeV) までの広範囲にわたる荷電粒子の観測が必要です。このなかでも中間エネルギー (数keV から数100 keV 程度) の計測技術は世界的に未発達であり、その観測を成功させることが、比較的小型な「あらせ」という衛星で一級の成果を創出するための鍵となると目されていました。私にとって幸運

だったのは、宇宙科学研究所で修士論文のテーマを探していた当時 (2004年頃)、この中間エネルギー粒子分析器の開発がほとんど白紙状態だったことです。特に、従来の低エネルギー粒子観測に用いられてきた、トップハット型と呼ばれる静電分析器の相似拡大で中間エネルギー粒子を計測しようとした場合、観測器のサイズが巨大になってしまうという問題があったため、私は新しい静電分析器の形状 (カスプ型) を考案し、実験室モデルでその性能を検証しました (静電分析器の原理の詳細は図2a,b参照)。この静電分析器が、「あらせ」の中間エネルギー電子分析器MEP-e (図2c,d) および中間エネルギーイオン質量分析器MEP-iのエネルギー分析機能を担っています。

「あらせ」に向けて粒子分析器のプロトモデルを検討する段階で、特に深刻だったもう一つの課題が、放射線帯探査ゆえの背景雑音でした。放射線帯での粒子観測では、観測器筐体を貫通する高エネルギー粒子や二次生成粒子が検出器を直接叩くことで、背景雑音が生じます。そこで私は、半導体検出器であるAPD (Avalanche PhotoDiode) と前述のカスプ型静電分析器とを組み合わせることで、背景雑音を除去しようと考えました。静電分析器とAPDは独立にエネルギーを測定するため、それらを比較することで、雑音信号を棄却するわけです (雑音の場合は両エネルギーが一致しにくい)。さらに、1年を超える放射線帯領域での観測を念頭に、APDに高エネルギー陽子・電子を照射してその劣化の度合いを定量的に評価し、「あらせ」ミッションにおける要求性能を満たす放射線シールド厚および検出器温度を算出しました (APDの温度が高いと、放射線照射による劣化の影響が大きいので、一定程度の低温状態で動作させることが求められる)。ここで得られた実験結果を基盤として、MEP-eの設計が固まっていきました。

このような原理考案・実証をしていたのが2004-2011年頃でした。当時は、外部的なスケジュールの縛りもない牧歌的な

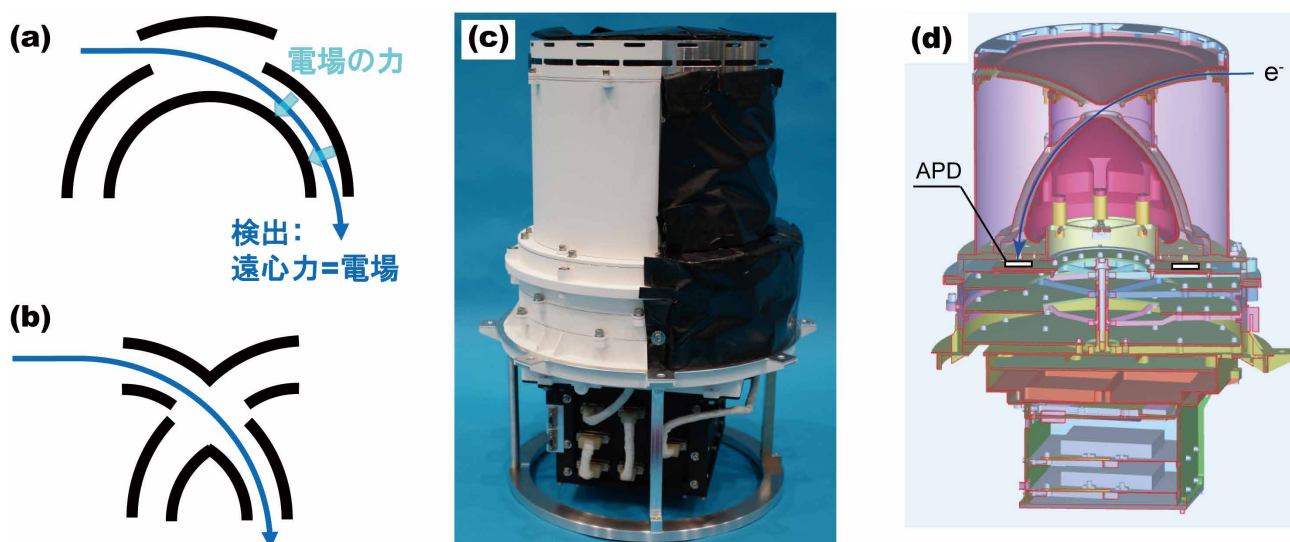


図2：トップハット型静電分析器の概念図(a)、カスプ型静電分析器の概念図(b)、および中間エネルギー電子分析器MEP-eのフライトモデル(c)と断面図(d) (Kasahara et al., Earth, Planets and Space, 2018より転載)。静電分析器とは、入射粒子のエネルギーを測定するために、分析器内の荷電粒子の通り道に電場を印加して特定のエネルギーを持つ粒子のみを検出器に導くもので、二重球殻型の電極を利用した設計が広く用いられている。球殻間の電場とちょうど釣り合うような遠心力を感じる粒子のみが球殻間を通過して検出される (エネルギーの高すぎるもの、低すぎるものは球殻の内壁に衝突して、出口にたどりつけない)。電場を強くせずに、すなわち遠心力を固定して、計測エネルギーを高くしようとすると、電極の曲率半径を大きくする必要がある。トップハット型(a)では、入射電子を通す二重球殻の曲率中心が分析器中央の対称軸付近にあるが、カスプ型(b)では、曲率中心を対称軸から大きくずらすことで、一定の曲率半径に対して分析器全体のサイズを約半分は縮小している (それでも他機器に比べると大きいので、質量管理の調整会議などではずいぶん肩身の狭い思いをした。次に手掛けるのは小型の分析器にしたいと思っている)。なお、フライトモデル(c)の外観で異彩を放つ白色塗装面と黒色面 (ブラックカプトンMLI) のコントラストは、熱設計の産物である。検出器を性能維持温度範囲に保つ (本文参照) ため、熱設計には腐心した。フライトモデル設計前にはエンジニアリングモデルの熱平衡試験を繰り返し、衛星システムとのインタフェース調整もぎりぎりまで繰り返した。熱グループの方々には大変お世話になった (ご迷惑をおかけした)。

雰囲気の中、「観測器の名前はなににしよう」と考えたり、「オーロラ電子を狙って高い角度分解能を持つ設計にしよう」と議論したりしていました（前者については結局、プロジェクトで統一感のある名称ということであえなく機械的に決まりました。後者の角度分解能は後述の成果につながりました）。その後、ERGが2012年8月にプロジェクト化されてからはほとんどプロジェクト専属となり、特に2013年春の基本設計確認から2016年6月にMEPのフライトモデルを最終的に衛星側に引き渡すまでは、MEP開発スケジュールの線表を管理しつつ実験室にこもる日々になりました。実際には、むしろ線表に管理される日々でしたが（ISASニュース2017年12月号ERGプロジェクトリレートーク「MEPの闇と影」、要求性能の実現とスケジュールだけ気にすればよく、作業に没頭させてもらえたことは大変にありがたいことで、ERGプロジェクト経営陣および当時の所属であるISAS太陽系科学研究系の懐の深さがあればこそだったと思います。

MEP-eが照らす光

2016年12月20日にイプシロンロケット2号機による「あらせ」の打上げが成功裏に実施され、その後の初期運用を経て2017年3月24日に定常運用に移るや否や、地上の観測カメラと「あらせ」の同時観測が実現しました。その中には、地上カメラが「脈動オーロラ」を捉えている事例もありました。脈動オーロラとは、数秒から数十秒の周期で明滅（脈動）する淡い斑点状のオーロラです。通常、磁気圏の電子は、地球磁場の磁力線方向に沿って南北運動を繰り返しており、地球の大気へ降ってくることはありません（図1a）。というのも、電子が磁場中を運動する際には、ローレンツ力により磁力線に沿って螺旋運動しますが、地球磁場中では、さらに地球から磁気圏へ磁力線に沿って押し返す力（これもローレンツ力）も働くために、磁力線の方と電子の進行方向とのなす角（以後、ピッチ角）が小さい、すなわち電子の進行方向が磁力線方向によく揃っている場合でないと、大気に届かずに跳ね返されてしまうからです。脈動オーロラが明滅するのは、時々、一部の電子の進行方向が磁力線に揃えられて大気に降りこむからだと考えられますが、そのようなピッチ角変動を駆動するメカニズムが問題です。その主要候補が「コーラス波動」とよばれる、磁気圏内のプラズマ波動によるピッチ角散乱でした。コーラス波動によるローレンツ力が電子を散乱すると、なかには磁力線の方へ進み、地球大気に到達できる電子も発生する、というわけです。ただし、そのようなピッチ角散乱の現場で、大気に到達できるピッチ角（今回の場合は2.5度以下）の降り込み電子が本当に発生しているかどうかを調べるには、過去の観測では角度分解能が不足しており、実証の決定打を欠いていました。例えば、角度分解能が20度の場合、電子のピッチ角が3度から2度に散乱されても、判別できないためです。一方で、角度分解能3.5度（磁力線方向を中心とすると、 ± 1.75 度）のMEP-eならば、降り込み電子だけにフォーカスして量の変動を調べることができます。私は、地上の観測カメラが脈動オーロラを捉えており、かつ、その視野の中に「あらせ」につながる磁力線の根元があり、さらに「あらせ」が（波動粒子相互作用の現場である）赤道面に滞在していた幸運な事例（図1）を探し出し、MEP-eを中心とする観測データを解析しました。すると、間欠的に発生するコーラス波動と同期して、降り込み電子の

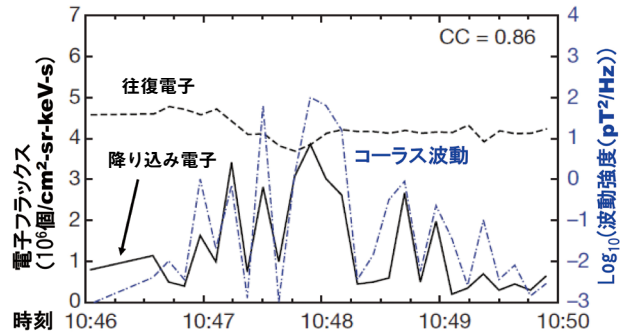


図3：電子フラックス（黒線）と波動強度（青線）の時系列対応。コーラス波動が強まった時に降り込み電子のフラックス（黒実線）が増大する（往復電子が流れ込んでくる）。Kasahara et al., Nature, 2018の図を再編集した。センサ開発着手からこの黒い実線を得るまでに十有余年の歳月が流れた。

フラックスも大きく変動する様子が驚くほど明瞭に抽出されました（図3）。これは、前述のようなコーラス波動による電子のピッチ角散乱がオーロラの起源となっている決定的証拠であり、MEP-eの高い角度分解能によって初めて観測が可能になったものです。こうして、(1) コーラス波動の発生 → (2) 波動によるkeV電子の「南北往復運動の破れ」 → (3) keV電子の大気への降り込み → (4) オーロラの発光、という一連のプロセス（図1）が間欠的に起きることで脈動オーロラが発生していることが、疑いようなく実証されました。かつて闇の淵から生まれたMEP-eが、これまで見えなかったオーロラの起源に光を照らした瞬間でした（参考動画：<https://vimeo.com/255272730>）。

光の先に、再び闇

では、脈動オーロラや電子の降り込みの謎がすっかり解けたかという、そうでもありません。まず、脈動オーロラの明滅メカニズムについていえば、コーラス波動がどうして間欠的に出現するのか、という根本的疑問が残されたままです。これについては、今後の観測や理論が明らかにしてくれるかもしれませんが、現時点ではどこから攻めるべきかも、正直なところ、はっきりしません。一方、放射線帯のMeV電子の消失（大気圏への降り込み）という観点でも、コーラス波動による電子の散乱をより深く観察していく必要があります。電子の降り込みに関しては理論・モデリング研究が古今東西にわたって展開されていますが、現実の自然界で成り立っていないような仮定が（無意識的あるいは意識的に）しばしば取り込まれてしまうため、観測との比較は不可欠です。しかしながら、観測の方にも様々な制約があるため一筋縄ではいかず、これから小さな灯りをたよりに暗闇を手探りで進まねばなりません。

謝辞

ERGプロジェクトを通じて（プロジェクト化以前から）かけがえのない体験をさせていただきました。チームでなければ成しえないプロジェクトには悪魔のような魅力がありました。機器開発および衛星開発を通じてお付き合いいただいたメーカーの方々、「あらせ」を成功裏に打ち上げてくださったイプシロンロケットプロジェクトの皆様にこの場を借りて改めて感謝の意を表します。ERGプロジェクトメンバーをはじめとするJAXAの教育職・一般職・秘書の方々には、技術的・事務的・精神的にいつも支えていただきました。たくさんの人に支えられ美しい宇宙の神秘を垣間見られたことに、謹んで感謝いたします。

「はやぶさ2」、リュウグウに人工クレーター生成成功!

4月24日、16:42 (機上、日本時間、以下同様)、「はやぶさ2」はホームポジション (リュウグウからの距離が約20km) から降下を開始しました。「クレーター探索運用 (事後)」の開始です。ここで「事後」とは、衝突装置 (SCI) がリュウグウ表面に衝突した後に、リュウグウ表面に生成されたはずのクレーターを探す運用ということになります。実は、「クレーター探索運用 (事前)」を3月20日から22日に行っていました。「事前」と「事後」の運用では、リュウグウ表面の同じ場所を同じように撮影しています。このことで、SCI衝突前後での変化を正確に調べることができるのです。

探査機は順調に降下を続けて、予定通り4月25日、11:16に最低高度である高度約1.7kmに到達しました。そして、12:53に上昇を始めるまでリュウグウ表面の撮影を行いました。

探査機が降下していくときには、航法用に広角の光学航法カメラ (ONC-W1) でリュウグウの画像を取得しています。この画像はほぼリアルタイムで確認できるのですが、この画像ではクレーターを見分けることはできませんでした。最低高度では、望遠の光学航法カメラ (ONC-T) で撮影をしますので、この画像を見ればクレーターが確認できると期待されます。

当初、ONC-Tの画像を探査機から降ろすことができるのは4月25日の夕方以降になると思われていました。ところが、探査機の運用が非常に順調であったことと、プロジェクトメンバーも早くクレーターを確認したいということで、急ぎでONC-Tの画像を探査機から伝送することにしました。その結果、17時から予定していた記者説明会に間に合って、人工クレーターの画像を公開することができたのです (画像は表紙)。

人工クレーターの形状や大きさなどの正確な情報は、今後の詳細な解析を待つ必要がありますが、探査機から降りてきた画像をぱっと見ただけで、非常に大きなクレーターができたことを確認できました。地形が変化したように見える領域の最大の幅は20mくらいあるように見えます。その後の検討で、地形が陥没した領域が人工クレーターとすれば、その大きさは15mくらい

になることが分かりました。

これは、想定外の大きさです。SCIから発射される銅の塊は、質量2kgで大きさでは15cmくらいです。これが秒速約2kmという高速でリュウグウ表面に衝突するわけですが、高速と言っても小さな塊ですからこれほど大きなクレーターができるのは誰も想像していなかったのです。実際、事前にクレーターを探す訓練をやっていたのですが、そのときには画像を丹念に見ても見逃してしまうような小さいクレーターを探す訓練を行っていました。そのような訓練は、全く行う必要がなかったことになります。(あとでクレーターのまわりの地形を丹念に調べたところ、非常に小さなクレーターができていたり、地形が少し変わったりしていることが分かりました。ですから、小さなクレーターを探す訓練は実際には役に立ちました。)

この結果は、小惑星に隕石などが衝突する現象の研究において、これまでの常識をひっくり返すようなことにつながっていくのかもしれませんが、人工クレーターについては、単に写真を撮影しただけでなく、可視光のスペクトル観測や、中間赤外カメラ (TIR)・近赤外分光計 (NIRS3) による観測も行っています。今後、この人工クレーター上空にかなり接近して、さらにいろいろな観測を行うことを検討しています。これらのより詳しいデータで何が分かってくるのか楽しみです。

なお、ホームポジションからの観測ではクレーターは認められませんでした。SCIが衝突した跡については確認できています。図にホームポジションからONC-Tで撮影した画像を示します。色の変化がかなり淡いのですが、SCI衝突の前と後で、リュウグウ表面の色が変化していることが分かります。色の変化の原因は今後詳しく調べる必要がありますが、SCIによってリュウグウの地下から巻き上げられた砂礫が表面に積もったために色が変わっているものと考えられます。

図からは、SCIはほぼ狙った場所に衝突していることも分かります。SCIを用いた実験は、これで完全に成功したことが分かりました。(吉川 真)

SCI衝突前



2019-03-21 13:03 (日本時間) 高度 14 km

SCI衝突後



2019-04-17 21:04 (日本時間) 高度 19 km

SCI衝突後(説明図)

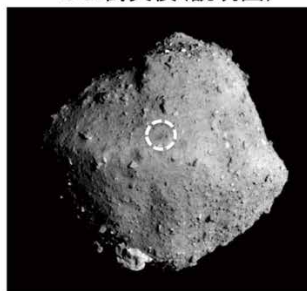
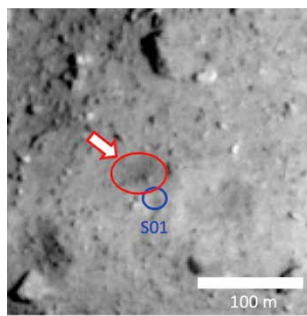
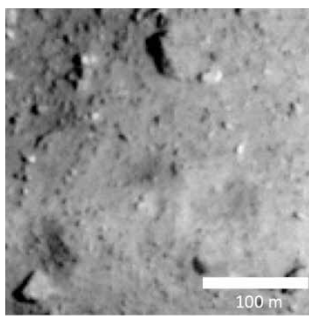
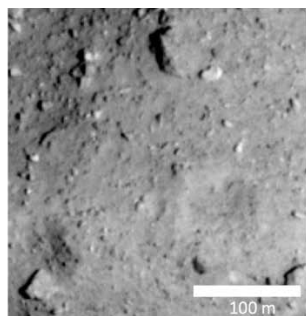


図 ホームポジションからONC-Tで撮影したリュウグウ表面のようす。左がSCI衝突前で中央と右がSCI衝突後。上段がリュウグウの全体像で下段はSCI衝突付近を拡大した画像。右の図に示した部分が変色していることが分かる。変色した部分の中央付近に生成されたクレーターがある。なお、S01は事前に調査を行ったタッチダウン候補地である。SCIはS01の近傍を狙った。©JAXA、東京大学、高知大学、立教大学、名古屋大学、千葉工業大学、明治大学、会津大学、産業技術総合研究所)



「みお」つくし

第1回

世代も国境も越え水星へ挑むベピコロomboの物語

水星／「惑わない星」より



ベピコロomboプロジェクト概要と歴史

「BepiColombo（ベピコロombo）国際水星探査計画」は日欧協力により、2機の周回軌道衛星を用いて水星の内部・表層・大気・磁気圏にわたる総合的観測を行い、水星の現在と過去を明らかにすることを目的とする、史上三番目かつ最大の水星探査計画である。水星は、地球型惑星のなかで最も解っていない惑星である。この惑星に関する知識は、限られた地上観測と1970年代に行われたMariner10の3回のフライバイ観測及び2011年から5年間にわたり周回軌道から観測したMESSENGERからのものであり、大きな謎を我々に投げかけている。

Mariner10のフライバイ観測により、水星の固有磁場の存在が明らかになった。この水星に磁場が存在することは全く予想外であった。惑星が固有磁場を持つには溶けた中心核が必要とされるが、小質量の水星でどのようにしてこれが可能となっているのかは発見から40年以上が経過した現在でもわかっていないだけでなくMESSENGERの観測によって、より謎は深まっている。この特異な惑星はその全貌の解明が、地球および太陽系の現在の姿・過去の歴史のより深い理解に直結するため、固体惑星・宇宙プラズマの双方の観点から興味深い対象である。しかしながら探査機を水星周回軌道に入れるためには膨大なエネルギーを必要とする（減速に必要なエネルギーを加速に使用すれば太陽の重力圏を飛び出していける）ため「行くことが困難」である。また、地球近傍と比べ太陽光のエネルギーは最大で11倍を超え、さらに水星表面からの反射光、熱輻射もあり、「生き延びることも困難」な環境である。

1990年代になり、技術的進展により周回衛星計画が現実味を帯び、日本でも1997年に水星探査ワーキンググループを結成し単独での探査を検討し、1998年11月に日本独自の水星探査計画の提案を行った。その後、同時期に水星探査「BepiColombo」を検討していたESA（欧州宇宙機関）から1999年11月に協力の打診があり、2000年9月からは日欧協力の元で検討が進められた。ESAでは計画全体がコーナーストーンミッションとして、日本では担当衛星の開発全体及びESA側の衛星へ搭載する科学観測機への日本側貢献分を合わせた衛星計画として採用され、共同で開発を実施することとなった。BepiColomboは日本と欧州の初の本格的な宇宙機共同プロジェクトであり、新たな協力関係を築く大きな一里塚となった。また、国際協力チームによる競争的な観測装置開発も初の実績で、国際的な大型ミッション参加への大きな足がかりともなった。

当初は2010年度打上げ、2014年度水星到着、周回機2機と着陸機1機による同時かつ多面的な観測が計画されていたが、着陸機開発にかかるコストが膨大なことと期待される寿命が2週間程度と短いことから2003年11月に周回機2機による



京都で2005年10月に開催された第2回BepiColombo SWT（サイエンスの全体会合）の様子。



ESA側プロジェクトマネージャ（左から3人目）、ペイロードマネージャ兼「みお」対応（右から3人目）、プロジェクトサイエンティスト（右端）と「みお」開発メンバー（極一部）。筆者中央。2019年3月JAXA東京事務所にて

探査とすることに変更された。開発中は何度も危機に見舞われたが、最大の危機は2008年であった。ESA側の基本設計審査を前にして重量・コストの大幅な超過が明らかとなり、開発終了までには更なる技術的困難が予想されることなどから、ESAとしてミッションをキャンセルするか継続するかを6月のSPC（Science Programme Committee：ESAの科学ミッションの最上位意思決定委員会）に諮ることとなった。投票の結果はキャンセルに賛成が9票、反対は7票であった。キャンセルには3分の2以上の賛成を要するため2票差でキャンセルは否決されたが、SPCの元にTracking Committeeが設置されプロジェクトの活動をモニターすることとなった。その後1年にわたりモニターが継続されTracking Committeeの報告に基づき2009年11月のSPCではミッションの継続に賛成16票、反対0票となり最大の危機を乗り切った。

その後も打上げ機会の延期が何度も行われたが、2018年10月20日（日本時間）に無事打ち上げられ、現在惑星間空間を順調に航行中である。水星周回軌道には2025年末に投入され、その後地球年にして1年の観測と1年間の延長観測が予定されている。

BepiColomboプロジェクトマネージャ 早川 基（はやかわ はじめ）

NASA, DLR, ESA, CNES,

国際宇宙探査センター火星衛星探査機プリプロジェクトチーム

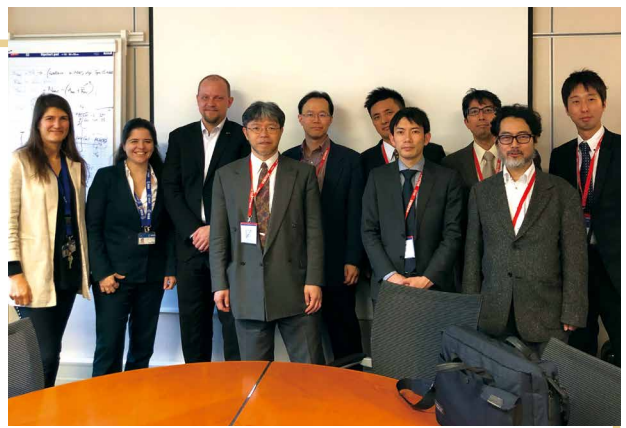
大嶽 久志 (おおたけ ひさし)

3月から4月にかけて、火星衛星探査 (Martian Moons eXploration; MMX) の審査・会議でメリーランド州 (アメリカ東部) のジョーンズ・ホプキンス大学応用物理学研究所 (JHU/APL)、ブレーメン (ドイツ) のドイツ航空宇宙センター (DLR)、ノルドヴァイク (オランダ) の欧州宇宙機関 (ESA)、オーバープファッフェンホーフェン (ミュンヘン郊外) のDLRに行きました。

ここで簡単にMMX計画を紹介させてください。MMXは世界初の火星衛星からのサンプルリターンミッションです。火星衛星の起源の解明、惑星形成過程と水などの物質輸送への制約、火星圏進化史への新たな知見の獲得とともに、宇宙工学を先導する航行・探査技術の獲得を目的とし、2024年度の打上げを目指して検討を進めています。国際協力プロジェクトとして多くの海外機関と協力してプロジェクトを進めており、そのために今回の東奔西走に至ったわけです。

アメリカ (3月1日) ではガンマ線・中性子線分光計の設計審査に出席しました。JHU/APLは水星探査機「メッセンジャー」(2004年打上げ、2015年終了) で同種の観測機器を開発・運用した実績があり、MMX計画においてJAXAと共同検討しているNASAからの公募によってMMX搭載の機器開発チームに選定されています。印象深かったのは開発の進め方です。ミッション要求 (何をどれ位の精度で測りたい) から設計・検証 (機器の機能・性能をどのように確認するか) まで要求をつなげて、最高性能で実現可能なミッション目標を設定しますが、複雑な衛星システムになると細かい要求の反映漏れなどを生じる可能性があります。JHU/APLでは要求管理ツールで自動的に全体の流れを生成・把握して開発しているため、昨今の複雑化したシステムでも細かな要求まできちんと反映できる上に、将来の探査計画にも、その設計内容はうまく引き継がれていくように感じました。開発手法があつてこそその最先端の技術でしょうから、参考にできる点が多いです。

ドイツ (ブレーメン) とオランダ (3月19-21日) は、DLR、ESAと国際協力を推し進めていくためのキックオフ会議でした。火星衛星のような重力が非常に小さい天体に探査機が着陸すると探査機全体やタンク内の推進薬 (液体) でどのような運動が起こるのか、これはMMXの安全着陸に重要な課題であり、DLRとはこの分野などで協力します。ブレーメンには



ESAでの会議後の集合写真。ハプニングを乗り越えた安堵感が表情に出ていているのは気のせいでしょうか。左から5番目が筆者。

ZARM落下塔という高さ146m、落下時間4.7秒の微小重力実験設備があり、MMXはDLRの協力により、ここで実験を実施する予定です。この塔は先端が見晴らしの良いガラス張りの部屋となっており、ここで結婚式が行われることもあるそうです。また、ESAは地球局へ観測データを高速で伝送するための通信機器の開発を担当し、ESA受信局もMMX用に使わせていただく予定です。これにより、MMXはより多くの観測データを地球局へ送ることが可能となります。ESAへ移動するためにアムステルダム空港へ到着したときは、同行メンバーが1人だけ入国審査の長蛇の列に巻き込まれて何時間も空港から出られなかったり、移動中に足首を骨折したメンバーがいたりして、いろいろなハプニングがありましたが、皆さん予定通りに出席できて実りの多い会議でした。

ドイツ (オーバープファッフェンホーフェン) では4月9、10日に、火星衛星の表面を走行して探査する「ローバ」の設計審査に出席しました。このローバはフランス国立宇宙研究センター (CNES) とDLRが共同で開発し、MMXの着陸候補地点が安全な着陸に適しているかどうかを、予め調査するという重要な役割を担います。また、ここのセンターはケルンと並んでDLR最大の研究所の1つで、1,700名ほどが勤務しており、最先端の研究が行われています。審査会の合間には宇宙での人間の活動を支援するロボット開発の現場なども紹介していただきました。特に地上からの遠隔操作による宇宙での手術用のロボットアームは、高い精度で微小な動作を実現していたのが印象的でした。こちらの2日間は大きなハプニングも無く、敢えて挙げるとすれば、日本の午前中 (欧州の未明) に予定していたネットでの会議を全て、私が寝過ごしてしまったことでしょうか。

どの出張先でも審査会だけでなく、バックグラウンドである研究や開発の現場にも触れることにより、改めて国際協力でミッションを進めることの意義を肌で感じました。一方で度重なる長旅で腰痛の一手手前の状態でしたので、次の東奔西走は腰痛にならないような若い人に行って貰おうと思います。

編集後記

新緑の美しい季節となりました。誌面デザインも「3年ぶり」(前回は2016年5月号)の刷新です。引続き、宇宙科学コミュニティー発展の基盤となるべく、研究者の息づかいと共に、より高いレベルの記事をわかりやすく伝えられる誌面を目指します。ご意見をいただけると幸いです。(斎藤 芳隆)



ISASニュース No.458 2019年5月号

ISSN 0285-2861

発行/国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
発行責任者/宇宙科学広報・普及主幹 生田 ちさと
編集責任者/ISAS ニュース編集委員長 山村 一誠
デザイン制作協力/株式会社アズディップ
〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1 TEL: 042-759-8008