

みんなでふたたび木星へ、そして氷衛星へ その7 ～木星系氷衛星探査機 JUICE, 日本からの 参加の経緯と現状～

齋藤 義文¹, 関根 康人², JUICE-Japanチーム

(要旨) 木星系氷衛星探査計画JUperiter ICy moons Explorer—JUICEは2023年4月に無事打ち上がり、その後搭載機器の初期チェックが実施された。これまでにJUICE探査機は、Near Earth Commissioning Phase (NECP) に予定していた作業の実施を完了しこれからCruising Phaseに入るところである。日本が参加している搭載観測装置であるRPWI, PEP/JNA, GALA, SWI, JMAG, JANUSに関しても、ここまでの初期チェックの結果はほぼ良好である。本稿では、JUICE-JAPAN所内プロジェクトがスタートしてから現在までの経緯と、日本が参加している機器を含む初期チェックの現状についてその概要を述べることにする。

1. はじめに

木星氷衛星探査計画 JUICE探査機は2023年4月14日の現地時間午前9時14分にフランス領ギアナ/クールーにあるギアナ宇宙センターからアリアン5ロケットで、予定より1日遅れて打ち上げられた。打ち上げ約3分後にはノーズフェアリングが開き、28分後には衛星が分離、JUICEは所定の軌道に投入されて打ち上げは成功した。その後、JUICE探査機および搭載観測装置の初期チェックが実施されたが、本稿を準備している7月の中旬までには、予定されていたNear Earth Commissioning Phase (NECP) の作業はすべて実施され、JUICEの初期チェックを完了したとの連絡がJUICEのプロジェクトマネージャからあった。これらの初期チェックの結果は7月19日にオランダ・ノルドヴァイクにあるESAのESTECで開催されたNear Earth Commissioning Review (NECR) Board Meetingで発表された。ほとんどの機器は想定通りの動作を確認することができ、ここまでは満足のい

く結果であったと言える。また、打ち上げがノミナル日程で実施されてロケットによる軌道投入精度が良好であったため、燃料に余裕があることからガニメデ周回高度200 kmでの30日間の観測実施が現実になりつつある。本稿では、日本からのJUICEへの参加に関して、JUICE所内プロジェクトがスタートしてから、現在までの経緯と現在の状況について簡単に紹介する。

2. JUICE所内プロジェクトスタート

EJSMの検討に始まりJUICEへの参加に至った経緯については、本連載の前回記事[1]で紹介された。ここでは、宇宙理学委員会の国際共同木星総合探査計画WGがJUICEを出口として新たにスタートした頃からのJUICEへの日本からの参加について紹介する。私がJUICEに最初に関わったのはそれより少し前の2012年の前半であった。JUICEの搭載機器提案チームが欧州を中心に形成され、搭載機器の国際AOに対して提案を準備する段階で、私は機器提案チームの1つに参加することになった。機器提案チームの多くのメンバーとは、当時、BepiColombo/MMOに搭載される観測装置の開

1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

2.東京工業大学 地球生命研究所

saito@stp.isas.jaxa.jp



図1: 左:打ち上げ前, フランス領ギアナの発射台に設置されたアリアン5ロケット. 右:打ち上げ直後のアリアン5ロケット.

発を一緒に進めていたという経緯があり, その機器提案チームに招待されたためである. このような, 機器提案チームに参加したいというグループが7つあったが, 提案に先立って理学委員会の機器提案参加に関する審査が行われ, 7つ全てのグループが, 宇宙研からのサポートを得て提案に参加することとなった. 2013年2月には, 搭載機器の国際AOの結果が発表され, 日本から参加する4つの機器RPWI, GALA, SWI, PEP/JNAが選定されると同時に日本からサイエンス参加する2つの機器JMAG, JANUSも選定された[2]. 残念ながら私の参加した提案チームの提案は採択されなかったが, そのこともあり私は日本からのJUICEへの参加を取りまとめる立場でJUICEに関わることとなった. その時, 2013年9月に誕生したのが, JUICE所内プロジェクトの前身となった木星探査WGであった.

木星探査WGはその後, 2014年2月末に, 当時新たに作られた小規模プロジェクト(小規模プロジェクトはその後, 小規模計画と戦略的海外共同計画の2つにカテゴリが分かれることとなった)にミッション提案し, 理学委員会の審査を受審, 2014年9月に採択されたことで, 小規模プロジェクトの第1号ミッションとして進められることになった.

3. 審査の日々

JUICEは小規模プロジェクト第1号ミッションとして, 宇宙科学研究所の所内プロジェクトという位置づけで進められたが, より大きな規模の機構プロジェクトと同様, ミッションの進行に伴って段階的に審査を受けることになった. ただ, それらの審査が宇宙研のミッションに適用された歴史はまだ浅かったという事に加えてJUICEは小規模プロジェクトの第1号ミッションであったことから, 初期の審査では一体何を審査すればいいのか審査委員も十分には理解していなかったというようなことがあった. 現在ではミッション立ち上げ時に使われることになったCML(Concept Maturity Level)もJUICEが小規模プロジェクトとして進められることが決まった時にはまだなく, 通常のタイミングよりは少し遅いタイミングではあったが, 2017年9月に実施されたプロジェクト移行審査の際にCMLの達成状況を確認することとなった. CMLの達成状況を確認することによって, ミッション立ち上げ時に何を明確しておく必要があるのか, 審査の際に何を審査されるのかが大変分かりやすくなったと感じたことを覚えている.

2015年にJUICEはプリプロジェクト候補チームと

なり、翌2016年には、プリプロジェクトとなったが、JUICEの予算要求はなかなか認められず、一方で欧州ではプロジェクトのフェーズが先へと進んでいく時期がしばらく続いた。この間、欧州のJUICEプロジェクトマネージャに会って日本の予算状況について説明する機会が何度かあったが、その度にまだ予算要求が認められていないと説明せざるを得なかったのは大変苦しかった。2018年になってようやく予算が認められて、プリプロジェクトからプロジェクトとなったが、プロジェクトになるまでに何度か足踏みしたこともありそれだけ受審した審査の数も増えることになってしまった。

4. 予想外のコロナ禍の下で

2018年度からは晴れてプロジェクトとなり、プロジェクト期間全体の予算も認められて日本が担当する機器の開発を全速力で進めることができるようになったのであるが、そこでまた難題が発生することになった。2019年度の終わりから全世界に大きな影響を及ぼしたコロナ禍である。日本が担当する機器のうち、RPWI、PEP/JNAについては、欧州におけるコロナウイルス感染拡大の影響が大きくなる前にフライト品の欧州への納品を終えていて良かったのであるが、GALAは大きな影響を受けることになってしまった。GALAのPI機関はドイツのDLRで、ハードウェアはドイツの他日本、スペイン、スイスなどいくつかの国が担当部分を製作し、ドイツで最終的な観測装置として組み上げられた。これらの欧州の国々では日本より少し早くコロナウイルスの感染拡大によって都市封鎖などが行われ、ドイツへの出張も禁止となってしまったことなどからフライト品を仕上げるために必要な現地での組合せ試験が思うようにできず、日本担当部分のフライト品製作が予定よりも遅れることになってしまった。欧州側でも遅れは生じてはいたが、それでも何とかフライト品の準備を進めており、日本でもこれ以上の遅れは許されない状況であった。結果的には、多くの方々の努力により、何とかこの困難は乗り越えることが出来、ハードウェア開発の責任を果たすことができた。コロナ禍は当然のことながら予想外の出来事であり、一時はどうなることかと思ったが、何とかになって本当に

良かったと思う。

5. 初期チェックの結果に満足

フライト品を欧州に納品した後は、欧州の観測装置取りまとめ機関やメーカでそれぞれの観測装置全体の組み上げと試験が実施されたのち、各観測装置は、衛星に組み込まれて衛星の総合試験が実施された。日本におけるハードウェア開発という意味では、欧州における試験中にフライト品に問題が発生した場合にフライト品と置き換えるためのフライトスペアの欧州への納品で完了した。これについても、一部はコロナ禍の影響を受けることとなったが、それほど大きな問題は無く進めることができた。

JUICEの打ち上げは元々の計画では2022年5-6月であったが、コロナ禍の影響などで探査機の一部の構成機器・観測機器の納入が遅れていたため、一旦2022年8-9月に延期されることになった。その後、やはりコロナ禍の影響で各PI機関、製造担当企業の閉鎖に伴う作業遅延が生じたことなどから再度延期されて2023年4月となった。冒頭で述べたように、JUICEは2023年4月14日の現地時間午前9時14分に打ち上がり、その後、NECP期間中である4月16日から7月11日の間に、搭載観測機器の初期チェックが実施された。最初に、磁力計のブームの伸展や、搭載機器の1つであるRIME(Radar for Icy Moon Exploration)のアンテナの伸展があった。磁力計のブームは問題なく伸展したものの、RIMEのアンテナの伸展が途中で止まってしまい、その対処にしばらく時間がかかっていたが、5月12日に無事伸展できたとの知らせがあり関係者一同胸を撫で下ろした。日本がハードウェアを提供したRPWI、PEP/JNA、GALAについては、RPWIのアンテナ伸展の成功も含めて機器は正常に動作することが確認された。他、日本がサイエンス参加しているJMAG、JANUSに関しても、機器の動作に問題ないことが確認された。SWIについては、一部正常に機器が動いていない部分があることが判明したが、これについては運用でカバーできるという報告があった。PEP/JNAについては、低圧部の試験と、フルレベルではないが、高圧ONの試験も実施されて正常に動作することが確認された。フルレベルの高圧ONの試験は、

衛星からのアウトガスが減ると考えられる金星フライバイ後に実施される予定である。GALAについては、レーザーを照射しても反射する対象がない状態での試験ではあるが、日本が提供したレーザー光の受信部分も正常に動作していることが確認できた。今後、月・地球スイングバイ時にレーザー照射の試験を行うべく、DLRとESA間で協議中である。各機器の現状とその詳細については、各機器の担当から今後本連載で報告される予定であるため、本稿では概要の状況報告にとどめることにしたい。ここまで実施された初期チェックの結果は概ね満足できるものであったと言える。

6. おわりに

今後JUICEは、2024年に月・地球スイングバイ、2025年に金星スイングバイ、2026年に2回目の地球スイングバイ、2029年に最後の地球スイングバイを経たのち、木星へと向かい、2031年に木星軌道に投入され、最終目的地のガニメデ軌道に投入されるのは、2035年の予定である[2]。

JUICE所内プロジェクトの前身となった木星探査WGが設立されてから10年経ったが、JUICEミッションが終了して、プロジェクトを終了するまでまだあと15年近く続く予定で、JUICEは4半世紀にわたる長期のプロジェクトであると言える。ハードウェアの開発は打ち上げ後の機器チェックをもって完了するが、これからは木星系における観測に向けてサイエンス活動を活発化させていく予定である。

参考文献

- [1] 関根康人ほか, 2023, 遊星人 32, 128.
- [2] JUICE-Japan公式ホームページ<https://juice.stp.isas.jaxa.jp/>