

JAXA 推進 DE 組織とその活動

梶原 堅一*

JAXA Propulsion Disciplinary Engineering Group and its Activities

By

Kenichi KAJIWARA*

Abstract : JAXA 研究開発部門の再編に伴い、従来、研究開発本部および宇宙科学研究本部に個々に設置されてきたプロジェクトを支援する専門技術担当グループの連携を図っている。推進技術グループもその1つとして組織化された。本組織による、今後の電気推進に係わる研究開発への取り組みを紹介する。

Key words : 推進系グループ、推進技術、電気推進、技術ロードマップ、試験装置

1. はじめに

平成 20 年 10 月 1 日を以って宇宙航空研究開発機構(JAXA)は創立 5 周年を迎えた。それに先立ち同年 4 月 1 日から第 2 期中期計画に移行した。宇宙科学研究所(ISAS)、航空宇宙技術研究所(NAL)、宇宙開発事業団(NASDA) 3 機関統合の最も期待するところは人的資産を含むリソースの有効活用である。この趣旨に基き、研究開発部門についても効率良い機能発揮を目指し再編を図ってきた。その結果、プロジェクト遂行を支える専門技術を担当すべきグループを識別し、各グループに強力なプロジェクト支援を期待している。

推進系もその 1 グループである。今後の技術ロードマップの策定、研究開発の遂行は、従前の各本部・組織が持つ特長を尊重しつつも、事に当たっては一丸となった取り組みが期待されている。そのような環境にあつて、電気推進の応用拡大、技術発展に当たり、JAXA 推進技術グループが JAXA のみならず、ALL-JAPAN の研究者の中で担うべき役割を認識し、広く協力を仰ぎたい。

2. 推進 DE 組織

2.1. DE 組織

DE(Disciplinary Engineering)、“Discipline”の第 1 義は「訓練」「鍛錬」等のほか、「学問(分野)」という意味を持ち、JAXA では「専門技術」という意味で用いている。即ち、ロケット、衛星、有人等のプロジェクトを支える「専門技術」あるいはこれらを構成するサブシステム、コンポーネントを扱う「専門技術」を指す。

誘導・制御、構造・機構、電源、通信、推進などのように宇宙機を構成するサブシステムに限らず、軌道・航法、流体、宇宙環境などのような解析技術も含まれる。

2.2. DE 組織の再編

3 機関統合後もロケット、衛星プロジェクトは筑波、相模原と別れて存在し、調布には航空プログラムが存在した。そして各地区の研究開発部門が参画・支援を行われてきた。また、一部では緩やかな連携により相互支援も行われている。しかし、統合の趣旨を踏まえ、人的資産の有効活用とより強力なプロジェクトへの支援を目指

* Propulsion Group, Aerospace Research and Development Directorate (ARD) /JAXA

し、筑波、相模原、調布に分散する研究開発部門の統合を図ることが望まれる。これは必ずしも地域的集結を意味していないが、各フィールドに分散しつつも共通する DE 組織が同じ課題に協力して取り組み、より強力な成果を挙げることを期待している。

その移行段階として平成 20 年 4 月 1 日筑波・調布（研究開発本部）と相模原（宇宙科学研究本部）に共通する DE 組織を設置、「推進系グループ」もその両本部に置かれている。（図 1 参照）

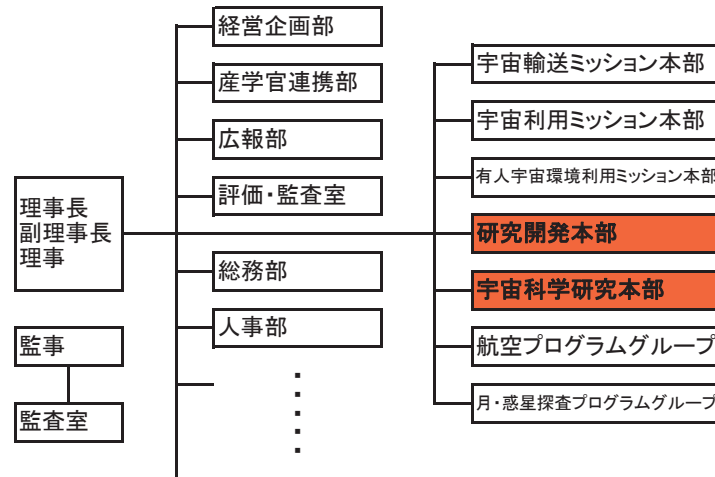


図 1 JAXA 組織図抜粋

2.3. DE 組織の役割

DE 組織の第一の役割は各々が担当する専門技術を如何に発展させるか、その計画と推進を担うことである。即ち、将来プロジェクトで採用されるべき推進系の構想を練り、そこに向かうためのロードマップを設定する。正に「電気推進に関する研究会」開催趣旨の実現を目指す実行部隊に他ならない。

第二の役割は各々が専門技術能力を以って JAXA が遂行するプロジェクトを支援することである。各プロジェクトで進められる開発作業に参画し、推進系サブシステムの構築、コンポーネントの開発を担当する。電気推進の場合は構成機器の開発、検証、状況によっては運用計画立案まで関わることになる。

第三の役割は人材の育成である。これには各 DE 組織で活動する研究者・技術者の育成に限らず、プロジェクト組織での活動に際し、システムとサブシステムの間を取り持つ要員に必要な知識教育も含まれる。

3. JAXA の方針

3.1. 長期ビジョン

平成 17 年(2005 年)4 月、長期ビジョン JAXA2025 を策定した。

『世界最高の信頼性と競争力のあるロケットや人工衛星を開発し、安全で豊かな社会の実現に貢献する。また、トップサイエンスを推進するとともに、独自の有人宇宙活動や月の利用への準備を進める。さらにマッハ 5 クラスの極超音速実験機の実証を行う。これらにより、宇宙航空の基幹産業化に貢献する。』

これに基く具体的な活動指針は以下のとおりである。

- ◆ 宇宙航空技術を活用することで、安全で豊かな社会の実現に貢献する。
- ◆ 宇宙の謎と可能性を探求することで、知の創造と活動領域の拡大に貢献する。
- ◆ 世界最高の技術により、自在な宇宙活動能力を確立する。
- ◆ 自立性と国際競争力をもつ宇宙産業への成長に貢献する。

- ◆ 航空産業の成長への貢献と将来航空輸送のブレークスルーをめざす。

3.2. 研究開発計画への展開

長期ビジョン実現に向けた具体的な活動指針を遂行するために各ミッション本部、プログラムグループには、全体ロードマップ達成に必要なミッション設定、即ち、ミッションロードマップの策定が求められる。そして、そのミッション達成に必要な技術は何か？ サブシステム技術、コンポーネントの抽出が行われる。

各サブシステム、コンポーネントは、通常は現時点で達成されていない技術であり、現在のレベルから如何にその目標とするレベルに引き上げを図るかを計画しなければならない。その道筋、手法が技術ロードマップとして設定されることになる。

設定された技術ロードマップに従い、各段階を追って研究開発項目の切り出しが行われる。即ち、具体的に行っていくべき研究の内容・試験等が計画されるわけである。各研究計画およびそれに対応した研究成果はそれぞれの段階で評価を受ける。この評価と研究を取り巻くプロジェクトの進捗に合わせ、技術ロードマップの新たな策定、維持および研究計画の設定を行っていくことも DE 組織の役割である。

3.3. 長期ビジョンにおける電気推進の位置付け

前記の工程を電気推進研究に当て嵌めるとどのようなことになるか。第一は「具体的な活動指針」遂行に際し電気推進活躍の場を見出すことである。即ち、大量のマヌーバを必要とするミッションをターゲットとして捉え、そこへの適用を目標とした技術ロードマップを設定することになる。

4. JAXA における電気推進ミッション

4.1. 電気推進研究の経緯

電気推進研究は JAXA 設立以前から ISAS、NAL、NASDA 各機関において進められてきた。

ISAS では MPD アークジェット、DC アークジェット、ホールスラスタ、イオンエンジン($\mu 10$)、パルスプラズマスラスタ(PPT)、磁気プラズマセイルの研究が行われてきた。そして、イオンエンジン $\mu 10$ が小惑星探査衛星「はやぶさ」に乗り、イトカワへの航行に寄与した。また、SFU では MPD アークジェットの宇宙実証が行われた。

NAL ではイオンエンジン研究が継続的に行われ、推力も 2mN、20mN、150mN と大型化が図られた。「きく4号」、「きく6号」で NAL/NASDA 共同研究の成果として 2mN、20mN のイオンエンジンの搭載に寄与した。

NASDA では推力 2mN、20mN のイオンエンジン、電熱式ヒドラジンスラスタ(EHT)、DC アークジェットの研究が行われた。「きく4号」では 2mN イオンエンジンが搭載、軌道上で運用した。「きく6号」、「かけはし」、「きく8号」にはいずれも 20mN イオンエンジンを南北軌道制御用推進系として搭載した。「きく6号」には実験機器として EHT も搭載した。

南北軌道制御用推進系として搭載した初めの2衛星はアポジ推進系、打上げロケットの不具合により静止軌道には至らず、イオンエンジンは本来のミッションを果たせなかったが、「きく8号」で初めて南北軌道制御用推進系としての役目を果たすことが出来た。これにより「はやぶさ」が実証した惑星間の動力航行とともに、イオンエンジンの主要な2つの用途を国産技術により実現したことになった。

4.2. 電気推進研究の現状

「はやぶさ」と「きく8号」の2つの電気推進搭載ミッションが研究開発において過去の物となった現在、新たなミッションを開拓しなければならない。ひとつは超低高度衛星試験機用イオンエンジンの研究である。超低高度衛星はセンサの高分解能化と低消費電力化を実現する一つの解として、衛星を超低高度で周回させる概念である。その際、軌道高度の維持に必要な大気抵抗補償を電気推進により行う。

そのような超低高度軌道を衛星が周回する時の影響評価、電気推進による大気抵抗の補償による軌道維持など、超低高度衛星システムの成立性を実証するための試験機が計画されている。その推進機としてイオンエンジンを

選定、「きく8号」搭載イオンエンジンをベースに適用に必要な改良研究を行っている。

一方、「はやぶさ」搭載イオンエンジン($\mu 10$)をベースとした大型化、改良化による新たなミッションへの適用を目指した電気推進の研究も進められている。また、深宇宙探査、磁気セイル衛星搭載を想定したPPT、磁気プラズマセイル、より大推力なイオンエンジン研究も行われている。

5. 今後の大型ミッションへの対応

5.1. 大型ミッションの創出

南北軌道制御、惑星間の動力航行さらに超低高度における大気抵抗の補償という、電気推進が担える役割を実現もしくは実現しつつある。電気推進技術の更なる発展のためには、より難易度の高い目標が必要である。そのためには電気推進搭載により大幅な利得が得られる、あるいは電気推進搭載なしでは実現し得ないミッションを創出することが求められる。電気推進が大きな寄与を果たす条件、それは言うまでもなく、

- 1) 大量の物資を輸送する。即ち、有人計画、軌道間輸送、太陽発電衛星など。
- 2) 遠くへ行く。大きな ΔV が要求される。即ち、惑星探査機など。
- 3) 1) および2) の複合ミッション。

である。長期ビジョンから想定されるミッションロードマップでは①宇宙観測、太陽系探査、②月探査・利用が有力な応用先と目される。また、宇宙輸送システムのうち③有人輸送技術の確立への寄与も期待できる。(図2参照)

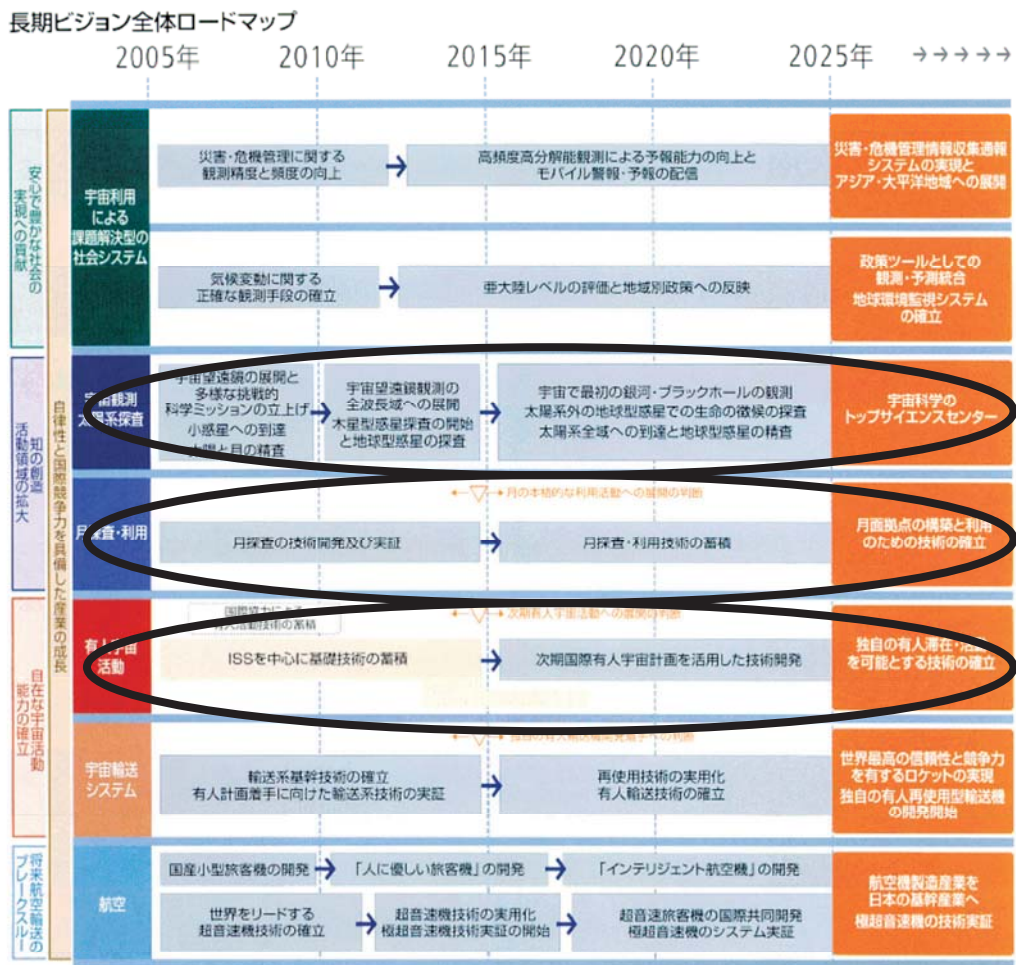


図2 JAXA長期ビジョン全体ロードマップと電気推進搭載候補

電気推進搭載候補ミッション

しかし、「電気推進」は限られた範囲では良く知られた技術であるが、宇宙機システムを扱う担当者に親しみがある技術とは言いがたい。いくらミッション達成に多大な貢献をする技術であっても、肝心の担当者がその存在・利点に気付いてくれないと採用されない。従って、今後は新たな搭載ミッション候補先に向け、電気推進の啓発が必要である。そして、その有用性を知ってもらうことにより、新たなミッション創出も期待できる。

これらの作業に向け、現在の電気推進技術を総覧し、ユーザーに対し来るべき時期において達成し得る技術レベルを示さなければならない。そのためには現在と目標の間にある技術ギャップを認識し、研究項目を明らかにしたロードマップを策定したうえで、各研究項目の分担を決め、ミッション側へのアプローチ、予算獲得の努力を払うことになる。

5.2. 研究開発体制

前述の大型ミッションの創出を見据え、大きく3つの機能を果たすべく研究体制作りが求められる。

◆ 技術ロードマップの策定と展開

現在の電気推進の技術レベルから来るべき大型ミッションに必要なレベルへの引き上げに必要な研究課題を識別し、研究計画とそれを担う実行部隊を設定する。ここには ALL JAPAN の電気推進研究者、技術者が分担して取り掛かることが求められる。(図3技術ロードマップ例)

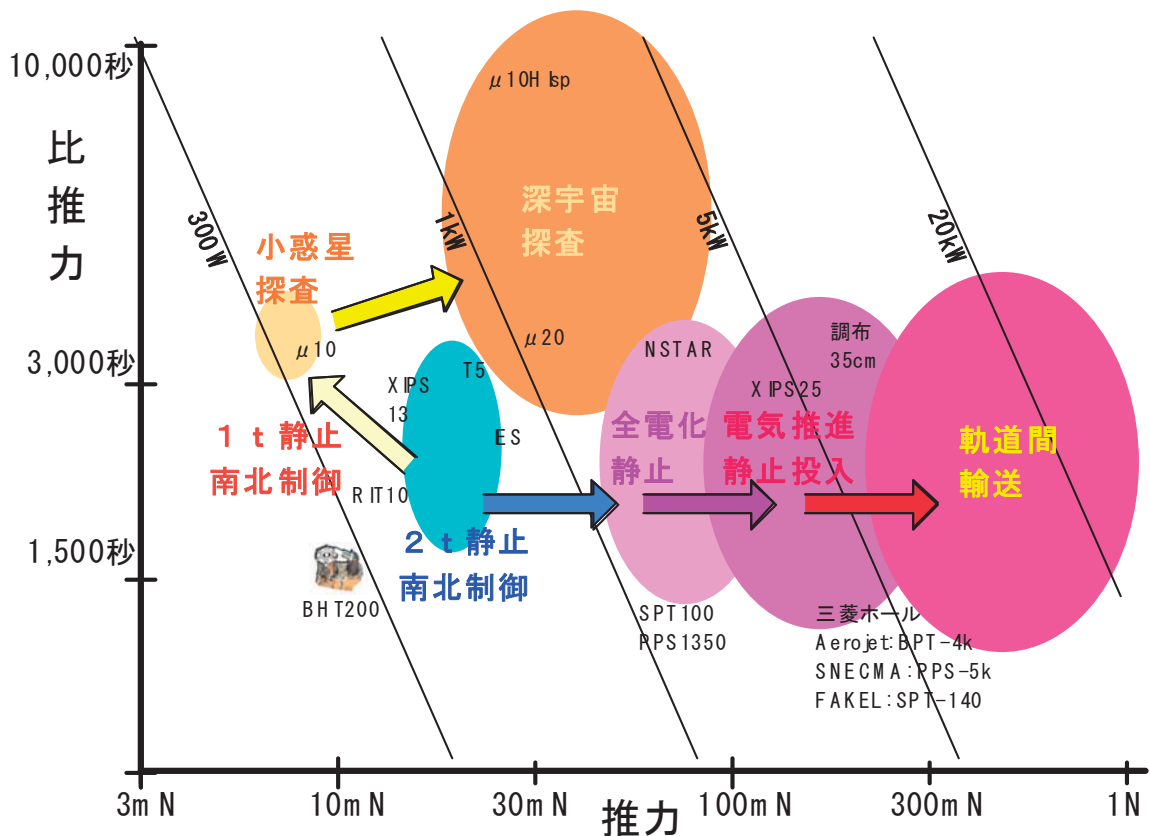


図3 電気推進の技術ロードマップ例

◆ 広報活動

電気推進に係わる研究活動を「電気推進関係者」外に広く発信し、ミッション創出が期待される場およびそれに伴うシステム設計が決定される場に電気推進を紹介し適用を促す。そして電気推進へ注目を惹きつけることによりその存在感を高め、資金の流れを誘導する。

◆ 研究開発体制の整備

研究開発のリソース、即ち人的資産の充実化と ALL JAPAN 研究者・技術者のより活発な交流を図るために、その拠り所となる強力な試験設備の獲得を目指す。(図4参照)

5.3. インフラ整備

現在 JAXA が所有する電気推進試験装置は、

- 1) μ 10 開発に使用した装置 (相模原キャンパス)
- 2) 35cm イオンエンジン研究用装置 (調布航空宇宙技術センター)

の2つである。「きく6号」以降使用した筑波宇宙センターの試験装置は既に運用を終了しており、前述の大型ミッションに対応した電気推進の研究開発を支援できる設備は JAXA には、従って、日本にはない。

大型ミッションを創出し、これをターゲットとした電気推進機の性能試験、機種認定、搭載品の受入試験を行うだけでも、この電気推進機に見合う試験装置が必要不可欠である。同時にそれは今後の新たな電気推進研究の COE 形成に寄与する。

しかし、新たなかつ大規模な電気推進試験装置整備は多大な費用を必要とすることは明らかであり、単に JAXA 電気推進研究部門の力で成しえるものではなく、ALL-JAPAN の研究者が総力を結集する場として要求してこそ実現しうるものと考えている。

6. おわりに

現在、JAXA が進めている研究開発部門再編の一環として、電気推進研究を担う推進 DE 組織の概要とその役割を示した。また、3機関統合以前を含め、この推進 DE 組織でこれまでかつ現在進められている研究開発を紹介した。以上を踏まえ、JAXA 長期ビジョンに示す活動方針に添った、新たな電気推進技術が求められる応用の場を模索した。

従来、電気推進の適用ミッションは少なく、宇宙機の開発全体から見てもその研究が占める割合は大きくない。また、前述のとおり、新たに創出されるべき大型ミッションに対応した電気推進研究は、JAXA だけで成し遂げられるものではない。従って、新たな電気推進の発展に向け ALL-JAPAN の研究者各位の支援を仰ぎたい。

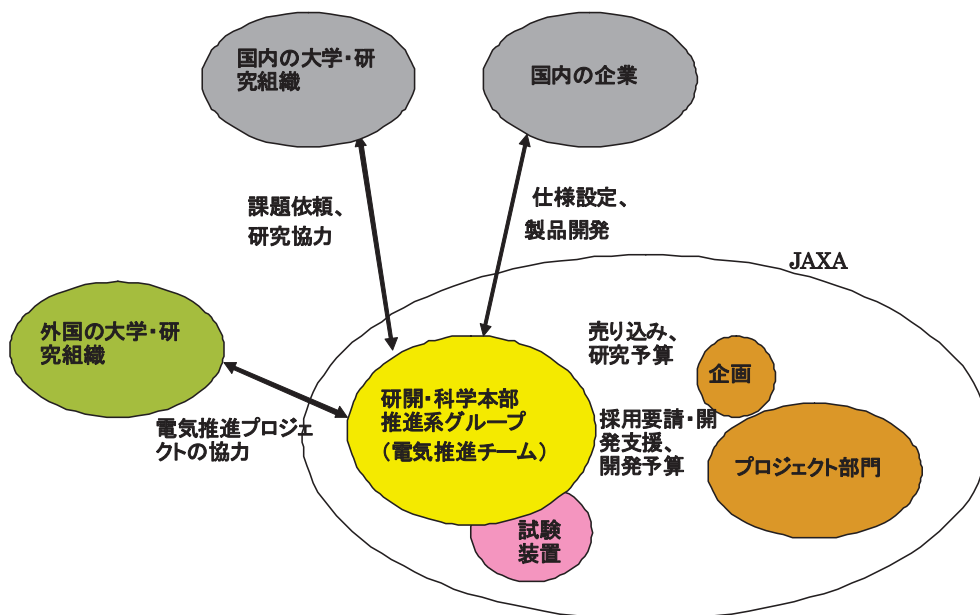


図4 電気推進の研究開発体制案