

**宇宙開発委員会計画部会
第 2 回宇宙科学ワーキンググループ 議事録 (案)**

1. 日時 平成 18 年 11 月 8 日 (水) 15:00 ~ 17:30
2. 場所 三菱ビル 9F 964・965 会議室
3. 議題
 - (1) 宇宙科学研究における長期的展望について
 - (2) その他
4. 資料
 - 資料 2-1-1 宇宙科学研究における長期的展望 補足説明
 - 資料 2-1-2 太陽系探査科学分野
電磁気学・プラズマ物理学による宇宙探査
 - 資料 2-1-3 宇宙環境利用科学分野
 - 資料 2-2 第 1 回宇宙科学ワーキンググループ議事録 (案)
 - 資料 1-1-3 宇宙科学研究における長期的展望
赤外線天文学分野 【差換え版】
5. 出席者

宇宙開発委員会計画部会部会長	青江 茂
〃 部会長代理	松尾弘毅
〃 委員	野本陽代
(座長) 宇宙開発委員会計画部会特別委員	鶴田浩一郎
宇宙開発委員会計画部会特別委員	河野 長
宇宙開発委員会計画部会特別委員	観山正見
国際基督教大学教養学部教授	北原和夫
東京大学理学系研究科教授	佐藤勝彦

日本学術振興会学術システム研究センター所長	戸塚洋二
東京大学理学系研究科教授	永原裕子
自然科学研究機構核融合科学研究所長	本島 修
オブザーバー (JAXA)	井上 一

文部科学省研究開発局参事官 (宇宙航空政策担当)	池原充洋
〃 参事官付宇宙科学専門官	笹川 光
〃 参事官補佐	萩原貞洋

【説明者】

独立行政法人宇宙航空研究開発機構	小杉健郎
東北大学大学院理学研究科教授	小野高幸
東京理科大学理工学部教授	河村 洋
国立天文台教授	佐々木 晶

6. 議事内容

【鶴田座長】 本日の議題は、JAXA の長期展望(その 2)である。前回は JAXA の小杉先生に JAXA の長期展望を説明いただき、コミュニティの代表として X 線天文学の牧島先生、赤外線天文学の芝井先生、太陽系探査科学の佐々木先生に説明いただいた。そして、そのことに関連していくつかの質疑があった。このようなワーキンググループは平成 15 年にも設置して議論したが、そのときから 3 年間経過して、現在の JAXA をどのように評価しているのか、それぞれのコミュニティがどのような状況であるか、この 3 年間の国際環境の変化に伴った JAXA の対応はどのようであるか、などの御質問である。そのことについて、今回、まとめて JAXA から回答いただくことになっているので、初めは JAXA から前回の質問に関連して御説明をいただきたい。その後、20 分程度関連する質疑

を行いたい。そして、太陽系探査コミュニティ、宇宙環境利用科学のコミュニティの状況について、それぞれ小野先生と河村先生に続けて説明いただき、質疑を行う。また、後半には、これまでに説明があったコミュニティの目指す方向性に対して、ある程度のまとめの議論に移りたい。また御意見によっては多少変わると思うが、概ねそのように進めていきたい。それでは、JAXA から前回の御質問に対する回答をいただきたい。

【JAXA(井上)】 前回の第1回ワーキンググループにおいては、法人化後のJAXAにおける宇宙科学・学術研究の部分に対して、各先生から御心配、御懸念をいただいた。具体的に御指摘、御質問いただいた件については、この後、小杉研究総主幹から回答させていただくが、その前に私の方から、JAXAにおける宇宙科学の部分の現状を簡単に説明したい。

JAXA が設立されてから、全体として厳しい予算状況に置かれ、また当初は幾つかの失敗があり、その原因究明、信頼性の確立に追われ、また、そもそも生まれ育ちの違う3機関が一つの組織として動き出すために種々の作業に追われ、JAXA 全体としては苦しい時期を過ごしてきた。

しかし、昨年来のいくつもの衛星の打上げ成功と、軌道上投入の成功が続き、JAXA として新しい方向を作る作業が本格化してきている。その中で、宇宙科学の部分についても、前回の宇宙科学に関する懇談会の報告に書き込まれた内容の実現に最大限の努力をしてきた。「はやぶさ」のイトカワへの着陸及び離陸の成功、「すざく」、「れいめい」、「あかり」、「ひので」の軌道投入の成功と観測開始など、計画実施の部分では着実に成果を挙げつつある。また、第25号科学衛星の選

定、立上げについても、JAXA という新しい環境の中で、大学の研究者、コミュニティが主体的に計画を評価、選定していく道筋を明確にしつつ、着実な手順を踏んできた。

全体として、JAXA としても、また学術研究の部分に関しても、まずは着実に歩み出すことができていると考えている。

もちろん、道半ばの部分もあると考えている。特に宇宙科学・学術研究の部分に責任を持つ立場の者としては、JAXA という組織になって、旧宇宙科学研究所から引き継がれた全国の大学研究所の研究者コミュニティが主体的に運営していくべき全国共同利用機関としての活動、機能というものが、外に対して、広い研究者コミュニティに対しても、以前より見えにくくなっていると感じており、今後、工夫、検討が必要であると考えている。他にも不足していること、方向性が誤っていることがあると思うが、その点については御指摘をいただき、忌憚のない御意見をいただきたい。それでは、小杉から前回の質問等について回答する。

資料2-1-1「宇宙科学研究における長期的展望 補足説明」に基づき、JAXA 小杉研究総主幹より、JAXA 統合後の3年間の到達点、成果、問題点等について説明があった。

【鶴田座長】 前回のコミュニティの代表者に関する質問も含め、説明いただいたと理解してよいか。

【JAXA (小杉)】 コミュニティの代表者に関する質問に対応するため、コミュニティの数を記入している。

【鶴田座長】 この件に関連して御質問、御意見等はないか。

【戸塚委員】 前回の私の質問に対し、忙しいところ大変結構な回

答をいただいたことに感謝する。大分はっきりとしたので、是非今後、宇宙科学を推進していただきたい。

4 ページの(2)プロジェクト遂行の規模等についてであるが、問題点としては、年1機程度の中型、5年に1機程度の大型、その他新規挑戦がなかなか実現していない。今後、どのような方策で対応するかについては、後に説明があるのか。

【JAXA (小杉)】そのことについては、方針を次回説明するが、骨子としては小型衛星をある程度重視しつつ、この10年程度の実績から、中型計画もしっかりと実施していきたい。

また、宇宙科学の発展に伴いミッションが大型化していくという傾向があるので、グローバルな視野で、より大型、包括的な国際協力の方向に検討を進めていく。例えば、「SCOPE」では、衛星の大きさ、規模からするとこれまで日本は従来の中型衛星程度の規模で実施してきたが、欧州が参加した「クロススケール」という計画では、遥かに大きな計画となると考えている。

【戸塚委員】資料の7ページに、宇宙に関する最近の注目すべき国際動向ということで、「月から火星への探査の拡大」を見据えた米国・欧州等の新しい動きとある。私たちは全部フォローしているわけではないが、「Science」又は「Nature」のニュースに、ブッシュ政権が月、火星に人を送ることから、NASAの科学的なプロジェクトの科学予算は削減されているという、科学者からの悲鳴に近い記事がよく掲載されているが、それとの関連はどうであるか。日本は、月から火星への探査の拡大を見据えた米国・欧州等の新しい動きに、どのように対応するのか。

【JAXA (小杉)】この記述は、探査という言葉は人によって定義

が違うが、有人探査のことを指していると理解する向きもある。資料の7ページに記述したとおり、我が国が独自に保有すべき探査技術、特徴のある技術で科学を進めたいというのが科学部門の回答である。ただし、有人を全く実施しなくてもいいのかという観点には、我々はここでは態度を表明していない。JAXA全体では、ブッシュ政権にも該当するが、必ずしも科学だけではない理念を掲げて推進している面がある。

【戸塚委員】私の理解では、科学ではないから科学者が困っていると理解しているが、喜んでいる方もいるのか。

【JAXA (小杉)】ほとんどの方は困っていると理解している。

【戸塚委員】そのような状況であるから、それを他山の石として、日本はそのようなことのないように、科学が遅れてはいけないということを記述しているのか。

【JAXA (井上)】そのような意味では、日本では、宇宙ステーションにおいて有人の技術のステップを着実に踏んでいる。また、国際的にもJAXAが一定の発言権を持って活動しており、有人という活動がそれなりの価値があるとJAXAとして認識している。

現在、国際的な動向を見据えつつ、日本でもそれなりの貢献が可能であることを視野に入れて月惑星探査を考えようとしている。しかし、今の段階では、将来有人につながることも視野に入れつつ、まずは、これからの広い太陽系探査の中で、日本として基盤技術をしっかりと築いていき、日本として外国に振り回されることがないようなステップを踏んで進めていこうと考えている。その中において、科学は重宝な貢献ができると考えている。

【戸塚委員】8ページのコミュニティの数値を見ると、大変強力な

部隊であることがよく分かる。数値を示していただき、コミュニティの方に感謝したい。そこで、今後ともお願いしたいことは、X線、赤外線、電波といくつかの分野があるが、その分野が有機的に結合し、一つのコミュニティとしてのアイデンティティを持つような努力を是非して欲しい。更に「周辺分野を巻き込む」ということが先程の説明にあったが、それを是非実施して欲しい。

【鶴田座長】 貴重な御意見に感謝する。それでは、次に進ませていただきたい。最初は、太陽系探査科学のコミュニティを代表して、東北大学の小野先生にお話しいただきたい。

資料 2-1-2「太陽系探査科学分野 電磁気学・プラズマ物理学による宇宙探査」に基づき、東北大学の小野教授より、電磁気学・プラズマ物理学による宇宙探査に関する現状及び長期的な目標、JAXA への期待・要望について説明があった。

【鶴田座長】 今の御説明について、質問はあるか。

【観山委員】 プラズマ・磁気科学分野の惑星探査に関して、衛星で捉えたデータはどのような形で多くの研究者に提供されているのか。

【小野教授】 今のところ、宇宙科学研究本部の中に公開用のデータベースがあり、それにアクセスする研究者が多い。また、我々の学会の中にも、データベースを新たな視点で構築しようという動きがある。具体的には愛媛大学のある研究グループが、衛星観測だけではなく地上観測のデータとリンクしたデータベースを構築しようという試みを5年以上続けている。我々はそのデータベースに、ほとんどのデータをリンク

する方向で考えている。しかし、作業がそう簡単ではないため、完璧に仕上がっていないが、少なくとも今後のミッションはそれを通じて十分公開できる。このように、現在、地上観測の方々が、衛星データだけではなく、他の地上観測のデータも同時に見られるような体制を確立しようとしている。

【観山委員】 研究者ユーザーを増やすためには、データの提供の仕組みやソフトウェアをいかにうまく作るかなどが重要である。このことについて、例えば、世界のこのような分野のデータベースの中でどのように位置づけられており、どのような共通性があるのか。

【小野教授】 現在のデータベースは、例えば、NASA の PDS ファイル、CDS ファイルなどの世界共通のものに比べると、若干まだ遅れている。しかし、先程紹介した愛媛大学の取組みにおいては、CDS ファイルとして研究者がアクセスすれば、プロットまで自動的にできるようなソフト体系を作成しているところである。

現在、私が関わっている SELENE 衛星では、PDS ファイルをスタンダードなファイルとしてデータベースを公開する。我々の衛星計画は、打ち上げ後、サイエンスのコミュニティの衛星計画に携わった者には即座に公開し、およそ1年後にグローバルに公開するというのがスタンダードになっている。

【JAXA (小杉)】 JAXA では宇宙科学研究本部にある宇宙科学情報解析センターで、誰でも、これまでの科学衛星のデータにアクセスできるシステム作りを進めており、それを DARTS と呼んでいる。最近の天文衛星のデータベースは相当整理が進んでいる。また、「ジオテール」等のデータについても、全部の搭載機器のキャリブレーション済みのものが DARTS の

データベースから直ぐに手に入るようにはなっていないが、現在、データベースの整理を進めているところである。

【鶴田座長】それでは、宇宙環境利用科学分野を代表して、河村先生にお話しいただきたい。

資料 2-1-3「宇宙環境利用科学分野」に基づき、東京理科大学の河村教授より、宇宙環境利用科学分野の現状と長期的な展望、JAXA への要望について説明があった。

【鶴田座長】太陽系探査科学、宇宙環境利用科学について御質問、御意見はあるか。

【佐藤委員】小野先生の地球電磁気・プラズマ関係の説明は、大変おもしろい成果や立派な成果が挙がっており結構なことである。

確かにこの分野は、X 線天文学など分野と同じように極めて強力なコミュニティがあり、オールジャパンで、本当に強力な研究が推進できていると思っている。そこで、周辺分野に関して、この分野の先生方がどのように対応されているかお聞きしたい。

つまり、固体地球、大気の問題、LUNAR-A などの関連する分野についてのコミュニケーションや相互の批判などがあると思うが、それらにどのように対応されているかお聞きしたい。小野先生の直接の分野ではないが、我々はそこに大変興味がある。

【小野教授】非常に具体的な話であるが、私は SELENE 衛星の月のレーダーサウンダーの PI (代表研究者) をしており、月の地下を研究するグループを率いている。私も月の地下には非

常に関心があるが、私の出身は宇宙プラズマやオーロラである。しかし、我々はサイエンスをもちろん行ってきたが、そこで私が学んだものは、いかにしてスペースサイエンスのプログラムを作るか、或いは人工衛星というのはどうしたらうまく動くのか、どのようなコミュニティを作れば、グループとして非常にアクティビティが高い衛星ミッションをなし遂げるかということを経験してきた。そのような意味で、私は SELENE 衛星の一つの観測装置の担当をすることで貢献できる。また、実際に月に行ってデータとして固体月の地下の地層面を調べることで、月の昔からのテクトニクスが分かるという優れたテーマがあったが、私がそれに貢献できることから担当させていただいた。

もう一つは、LUNAR-A が非常に困難な状況にあると話があったかと思うが、私が聞いている限りではかなり解消されている。私と長い間「のぞみ」ミッションで一緒であった一人の研究者が一つの観測装置、観測システムを仕上げる能力を全面的に発揮したことにより、ペネトレータが抱えていた通信機能の問題を解決する糸口を掴んでいる。

このような例のとおり、我々は宇宙プラズマの中で非常に興味深いことを行っているが、そこで踏み留まっている者は多くはなく、多くの者は自分のサイエンスをもっと広げるためにより積極的に固体地球物理を行ってきた。その先にある月のミッションや、固体惑星のミッションに関わることは実際に行っている。

また、太陽物理についても、私の大学の研究室では昔から木星電波の研究を行っており、今度、SOLAR-B が上がって、それと併せて研究するために太陽電波の観測を始めた。それ

で、最先端の太陽電波と SOLAR-B の観測データをどのようにリンクするか、今、学生と真剣に議論しているところである。決して自分の分野に留まっておらず、そのような状況であることを理解いただきたい。

【佐藤委員】先生が大変努力していることは理解したが、全体として、固体地球や大気分野や、コミュニティの大きさなどに関しては若干心配があるのではないか。先生の説明はプラズマ分野の人、そのような分野に多数進出しているということであるのか。

【小野教授】そうである。もう一つ大事なことは、PLANET-C のサイエンスのマネジャーの方は、もともと我々と一緒に「のぞみ」を担当したり、地球周辺のプラズマ圏の撮像を行ったりしている。自分の能力をもっと広く広げて、サイエンスのために貢献できる道は何かと考えている人はかなり多いことを理解していただきたい。

【河野委員】小野先生が説明された資料の 13 ページの中期的な目標が国際共同になっている。徐々に経費のかかる大きな計画となっており、一国で賄い切れなくて、国際共同で行うという非常に分かり易い方向であると思うが、例えば、「ベピ・コロンボ」は日欧共同で行うが、NASA は関係しないで「メッセンジャー」を先に飛ばしており、一方では国際共同はあるが、もう片方では競争関係もある。

私がよく分からないのは、どのような人がリーダーシップをとって、国際的なプロジェクトを立ち上げるか。「ベピ・コロンボ」の場合は、それぞれに推薦ミッションがあったのが、要するに ESA のみで行うのは経費が足りない。日本は、宇宙研の時代は、飛ばすロケットに困るような状況があり、何

となく一緒になった。ところが、NASA は、自分だけで実施できるので、それより先に行って、観測機器を見ると「ベピ・コロンボ」の方が性能がよいが、先に結果を挙げようという意図があるのではないかと思う。

「SCOPE」は、もう少し進化した段階のプロジェクトで、物理的なスケールがいろいろあるものを一緒に見ないと理解できないという思想的背景があると思うので、これはもう少し先であろうが、水星探査であれば、協調と国際的な競争が入り組んだ形で発言し、かつ、その中で日本が本当にリーダーシップをとって、ベストな協調として計画を組み上げたか分からない。

宇宙研の方針として、今後このようなものが増えていくと思うが、どのように捉えているのか。特に私の興味があるのは、国際的な共同計画を行う時に、日本側がある意味でアイデアを出して、それに他の国が是非一緒にやりたいというようないリーダーシップがとれるのかお聞きしたい。

【JAXA (小杉)】競争と協力は必ず相伴ってある。「ベピ・コロンボ」の場合では、日本は磁場観測に強みがある。非常に安定した磁場の計測を地球の周りにおいて実績を挙げていることから、MMO (水星磁気圏探査機) を日本が担当する。日本は、磁場の測定と粒子の観測が強い。欧州側は、MPO (水星表面探査機) により、表面を中心に観測する。それぞれの特徴を出しつつ、それぞれの探査機に、相手側にも優れた観測機器があれば搭載を依頼できるという仕組みで、「ベピ・コロンボ」のミッションが成り立っている。

そのような一般的な回答しか今はできない。もし、詳しいことが必要であれば、担当の者と連絡し追って資料を提出し

たい。

【河野委員】このミッションの具体的な状況というよりは、最初にしっかりしたアイデアがあって、そのアイデアに沿ってミッションを組むが、特に国際的な計画である場合に、日本側がアイデアを出してプロジェクトを引っ張っていくような力量があるかどうかということである。小杉先生の説明のように、単純に日本は磁場観測や粒子観測が得意であるから日本で行い、表面観測に経験を積んでいるから ESA で行うということではないと私は思っている。

これも準備期間から考えれば 10 年以上かかり、かなりの経費を使ったプロジェクトである。それだけの人的資源も投じ経費も使い、いろいろな国の納税者の輿望を担って探査機を飛ばすので、非常に卓抜したアイデアを基に行わないと、お金とファシリティを持っている NASA が先に行って、結果を先取りすることも起こる。そのようなことを、どのようにお考えなのか聞きたかった。

【JAXA (小杉)】「ベピ・コロポ」のケースでは、MMO は日本単独で実現しようというワーキンググループが既に走っていて、ある程度計画が具体化したところに、欧州が打上げロケットとの関係で、MPO の他に別の衛星を搭載し、1 回のフライトでより大きな成果が挙げることができるパートナーを探しており、そこに日本の MMO 計画が合致したということであったと思う。

また、別の協力形態としては日本単独ではできないが、日本には優れた技術があり、アメリカも、1 回計画したが失敗によって、その後立案されていないような場合、両方の技術を併せて一つの望遠鏡が成り立ったという例もある。「ひの

で」の可視光望遠鏡では、日本は「すばる」で開発した様々な技術により望遠鏡は製作可能であるが、検出器部を製作する経験がない状況を結びつけた。ケース・バイ・ケースなのではないか。

【観山委員】磁気圏は非常に輝かしい成果があり、「あけぼの」、「ジオテール」など様々な連携があるが、惑星系探査では、火星、金星、水星、ソーラーセイルによる木星と進めているのは、非常に多様な惑星系を見て、そこから普遍性を探るということを目指しているのか。例えば、日本が非常に強いサイエンスや技術をもっと突き詰めていくという方向も必要ではないか。

「はやぶさ」は、今後、帰れるか分からないが、国民的には「はやぶさ」を上げてはどうかと思う。「のぞみ」は残念ながらうまくいかなかったが、なぜ「のぞみ」のような形で突き詰めようとしなかったのか。何か方針があれば、それはそれで非常にいいが、私は以前から自分の非常に強いところを持っていくという方向もあるのではないかと考えていた。

【小野教授】私はそのようなプログラムを提案しなければいけないものの一人として、幾つかジレンマを感じているものがある。例えば、我々が非常に意義のあるミッションを考えると、もっと小回りが利くミッションでアメリカが行う。それは仕方がないし、止めるわけにはいかない。しかし、我々は、観測装置の技術では、幾つかの部分は、比較にならないほど優れたものを持っている。そこで勝負するのが一つである。しかし、新聞ネタとしては、例えば、水星到達 1 番、2 番ということではどうかと思う。やはり、最終的にはサイエンスの成果で国際的に尊敬されるかどうかということが残る。

もう一つは、「のぞみ」がなぜ提案できないのかは、それを提案するだけの見通しが見えていなかったからである。やはり信頼できる宇宙プログラムとして、例えば2年に1回程度のチャンスが確実に設けられていれば、中型衛星としての計画の立案が期待できる。しかし、この数年間、一生懸命努力して計画を立てて、この時期に上がるミッションを国際的な枠組みも踏まえ、明確な展望を持って外へ向かって提案するのは非常に難しい時期であったというのが残念ながら日本の現状である。それは我々も反省しなければならないし、ロケット計画、衛星宇宙探査の計画を肅々とやっていかなければいけない中核研究所、或いはJAXAがその使命をしっかりと果たして欲しいというのが、外にいる者としての希望である。

【戸塚委員】この分野はよく分からないので、是非教えていただきたいことがある。

まず、宇宙環境利用科学は、要するにスモールサイエンスであり、それを宇宙に乗せるのは他に任せて、自分たちは装置を製作し研究を行うものと理解しているか。

【河村教授】宇宙に乗せることを任せるとするのはどのような意味か。技術的なことであるのか、それとも努力のことか。

【戸塚委員】宇宙に持っていくことである。

【河村教授】ロケットについては確立されているので、それを打ち上げるスペースを定期的に用意してもらうことについては我々も努力する。それに合わせて我々が計画できるということが非常に望ましいと思っている。そのための努力はするが、技術開発は基本的には不要である。

【戸塚委員】理解した。

プラズマの装置は絶対の自信があるとの説明があったが、具体的に大型なのか小型なのかどの程度の装置なのか。

【小野教授】装置によるが、小型で軽量なものは間違いなく競争力がある。

【戸塚委員】例えば、X線の計測器に比べるとかなり小型であると理解してもいいのか。

【小野教授】それは分野が違うので、X線の望遠鏡と我々の小さなパッケージとを比べることはできない。

【戸塚委員】学問分野で比べるのではなくて、装置のサイズで比べると小さいのか。

【小野教授】それは小さい。

【戸塚委員】そうすると、装置の開発や物性関係の開発研究などの予算は、どこから得ているのか。

【小野教授】宇宙プラズマで、我々がどのように装置開発を行うかであるが、まず机の上での基礎実験を行うが、これについては宇宙科学研究本部に基礎開発という研究経費があり、直ぐに立ち上げるミッションには関係しないかもしれないが、将来的なミッションの基礎的な回路技術やセンサーを開発するための予算をある程度配分するシステムがある。それは宇宙理学委員会の中でかなり厳密に審議されて配分される。

もう一つは、比較的小回りがきく我々の測定装置の検証の場としてはロケット実験がある。ロケット実験の目的は、電離層やオーロラの物理を実施することが非常に大事なポイントであるが、そこに最先端の測定器を積む。この間、スピッツベルゲン島で打ち上げたSS-520というロケットがよい例である。

【戸塚委員】時間がないようなので、その装置のお金はどこから

とられたのか。

【小野教授】それはロケットの開発実験費である。

【戸塚委員】JAXAの中で完結していると理解しているか。

【小野教授】その他には競争的資金として科研費があるが、我々の分野では非常に難しいというのが現状だ。

【河村教授】我々の分野では、科研費等を獲得し、基礎的なことを進め、その中から宇宙へ持っていきたいものについては、装置、原理は科研費等で開発し、それをJAXAと協力をしながら宇宙で実験できるように開発するというスタイルが基本である。

最近、研究者ワーキンググループが組織され、そこで基礎的なものにも多少ファンドをしつつ、さらに地上公募研究があり、もう少し宇宙に行きやすいようにしているのが現状である。

【戸塚委員】コミュニティが800名との説明があったが、フルタイムなのか。

【河村教授】フルタイムではない。

【戸塚委員】通常FTE（フルタイム換算）で示すものであるが、例えば、何%、何%と全部足すと何人になるのか。

【河村教授】人によるが、およそ20%から50%であるとする、それを掛けた数になる。これ以外に、大学院生等はほぼフルタイムに研究にその研究に従事している。ここに計上しているのはファカルティメンバーである。

【本島委員】科学本部のアクティビティが、それぞれの分野についてどの程度であるのか、データで示して欲しい。

非常に多くの興味深いテーマがあることは本日も再確認したが、先程の国際協力にしても、我が国で科学的な基盤をい

かに高く持てるかで、国際協力の優位性が決まってくる面があると思う。

そのような観点で、例えば多くのテーマがあって、多くのカテゴリーもあるが、それをどのように学問的に体系化されてきたのか、また、今後10年を見通したときに課題に非常にディペンデントであると思うが、ボトムアップでどのように体系化されていこうとしているのか。

それから、衛星に目が行きやすいが、実験物理と理論、もう少し細かく分けると実験解析、シミュレーションも同じく重要な分野だと思うので、そのあたり是非聞きたい。

【JAXA（井上）】少なくとも、どこに重点を置いて宇宙科学を進めているかについては、前回説明した内容が答えになる部分が多い。それから、これからどのように考えていくかは、次回、我々としての考えを述べさせていただきたい。

【鶴田座長】次回、JAXAからプレゼンテーションがあるので、その中で配慮して欲しい。

【本島委員】学問としてという意味で、体系化という言葉がいろいろ誤解を招く部分もあるかとは思いますが、決して悪い言葉ではないと思うし、その部分で科学本部が果たされる役割はかなり大きいと思う。

【永原委員】組織的な問題は次回になるのか。共同利用機関としての問題が外部から指摘されているが、そのような問題を伺いたい。

【JAXA（小杉）】次回に報告する。

【佐藤委員】河村先生にお聞きしたい。他の衛星を使った観測と宇宙環境利用の分野は密接であるが、科研費で応募するような形で、皆さんが提案され成果を挙げられると思うが、その

過程で一番大事であるのは採択がどのようにされるのか。つまり、コミュニティの中でピアレビューがしっかりとされているのか。それとも、国の政策に基づいて、重点4分野という観点で、オリエンテッドされたプロジェクトが選ばれ進められているのか知りたい。先生のお話は大変魅力的であったが、そのシステムがうまく機能しているかが大事であるので、全体としてそのようなシステムがしっかりとできているのかをお聞きしたい。また、宇宙理学委員会とは今は全く無関係であるのか。

【JAXA (小杉)】それについては、私からお答えしたい。体制的には、宇宙環境利用科学委員会という理学委員会に相当する委員会があり、選定を行っている。しかし、ISS「きぼう」を利用する宇宙環境利用科学は、もう10年程度前にテーマが選ばれているが、ISSの実施が遅れに遅れ、統合後にどのような議論をしても、ISSに登載する実験装置が間に合わないというジレンマがある。現在、一生懸命、河村先生を含めた宇宙環境利用科学委員の方が、ピアレビュー的な議論をしているが、それ以前からの選定過程の歴史を引きずっていると理解している。また、国際的に既に選ばれたテーマもある。

【河村教授】一次選定テーマは10年程度前に選ばれたテーマではあるが、その後何度かレビューを受けてきた。また、昔のテーマをそのまま実施しているのではなく、この10年間新しいことを行ってきた。そうでなければ、私自身の関心が続かない。新しいことを行ってきたので、今までテーマが生き残ったと理解いただきたい。

それから、レビューの仕方については、サイエンスレビューの組織の中で行っており、先程科学技術基本政策への貢献

について説明したのは、そのようなところで役に立つという趣旨であり、それを基準にしているということではない。フライトの選定のシステムは我々の中でやっている。

【佐藤委員】10年経過している中で、本当に科学的な価値があるようにデザインを直していくシステムが機能しているか。何か具体例があれば、お聞きしたい。

【河村教授】たとえば先ほどの紹介した画像であるが、計画当初には、白い筋状に線が集まることは知らなかった。地上で準備実験をしていくうち新たな現象が発見された。さらに数値計算にも大きな進歩があり現象の理解が進んだ。そのように新しいことが見つかってきたので、そのようなことを主体に実施している。当初は50テーマあり、現在は8テーマ残っているが、削除されたものは、既に、シャトルにおいて実施できたり、地上研究から結果が分かったり、レビューの結果除外されたなどによるものである。しかし、幾つかの重要なことがまだ残っているので、是非、宇宙ステーションで実施したいと考えている。

【青江部会長】河村先生が言われたようなサイエンスとしてのバリューがあるものというのはどのような意味なのか。恐らく、知の地平を開くような論文が多く出てくるものという定義であると思う。しかし、人間の未知のフィジカルな地平を開くものと、どれくらいの価値の差があるのか。知りたいということにおいて、人々が持っている欲求というのは多分同じようにあると思う。知的にバリューのあるものと、フィジカルにバリューがあるものを比べて、こちらはより価値のないものと言っているように私には聞こえる。

先程、佐藤先生が言われた宇宙理学委員会におけるボトム

アップにより、現在、メカニズムが健全に働いていると思うが、そこで、同じように価値があるように見えるものが、やや劣位に置かれるような扱いがされることは、正しいのかどうか分からない。同じように、知るという欲求に対しては応えており、どちらも人々、研究者、技術者の知的資産である。恐らくそれは、ともに経済的実益に直結しないという観点では、同じようなものである。また、人々をワクワクさせるという点においては全く同じである。そのことについては、サイエンスコミュニティの方々はどのように整理されているのか。

【戸塚委員】それについては、私は割り切って、そもそも、この委員会は、宇宙科学研究とあるように科学がタイトルとなっている。例えば、国民に対する啓蒙、教育、教育は入るかも知れないと思うが、JAXA がどのようにそれを捉えているかは我々のミッションではないと理解している。まず、サイエンスをここで議論する。宇宙科学研究本部の設置目的は、科学を行うことになっているのではないか。もしそのようにテーマを広げるならば、もう少しこのミッションを、広げてもらわなければいけない。例えば、教育の問題、青少年に対する教育その他などである。

【青江部会長】教育とは少し違う。要するに、人の知りたいという欲求に応えるものという点において同じではないか。

【戸塚委員】もう少し具体的に言っていたかかないと分からない。

【青江部会長】端的に言うと、例えば、単に月へ行って、こういうものであったというようなことを見出してくることである。

【観山委員】例えば、日本語で実況をして、それを日本人が聞いて、体現したという感じを言われていると思うが、それも新

しい発見である。

【JAXA (井上)】戸塚委員へのコメントであるが、私どもが言う宇宙科学には宇宙に行っているいろいろな可能になる学問領域は含んでいる。つまり、宇宙工学の部分も、宇宙科学の中に一緒に入っているという考え方で進めてきている。そのような意味では、先ほど青江部会長が言われた新しい技術を導入して初めて行けるというようなことは、宇宙科学の一つのアクティビティの中にあると思う。結果として、それが科学の前進にも繋がる。それは車の両輪のようなものであり、ニーズとシーズのような関係のものであると考えている。

【戸塚委員】私も当然そのように思っている。今、私は科研費のお手伝いをしているが、それは、いわゆる学術研究であり、人文・社会科学から理工、生命まで入っている。それをサイエンスと私は定義した。

【JAXA (井上)】理解した。

【戸塚委員】当然のことであるが、エンジニアリングも含まれる。

【鶴田座長】それでは、各分野の方針について議論していただきたい。4つの分野があるが、宇宙空間からの宇宙物理学・天文学、太陽系探査科学、宇宙環境利用の学術研究、宇宙科学と探査活動を支える工学研究、このうち、工学研究と太陽系探査の一部を除き、一応プレゼンテーションはしていただいた。

例えば、議論は少し難しいが、X線天文学でいうと「すざく」の成果を踏まえて、NeXTで、これは高エネルギーの方にシフトし、その先、大型国際ミッションであるXEUSに加わるという大きな流れを提案してあるが、このような流れで特に問題がないのか。第1回のJAXAの報告の12ページ以

降に、それぞれの分野について記述がある。今日は、それぞれの分野について、こういう考え方は違うのではないかというようなことがあれば、意見をいただきたい。それをベースに議論を深めたいと思っている。

【河野委員】議論を整理するために是非指摘したい。世界に冠たるサイエンスが実現できるから行うというのは非常に結構であるが、そうでない場合がある。つまり、日本のサイエンスとしてやらなければならないものや、或いは何とか育てていかないと将来的には日本全体の科学の発展の中で困るかもしれないものがあり、その非常にいい例は恐らく惑星探査であると思う。惑星探査は、残念ながら日本ではあまり伝統がない。惑星科学の方はいるが、やはり地球上で得られる試料に基づく研究や、シミュレーションを行う方が多く、惑星探査に関係する方は最近までほとんどいなかった。

しかし、日本が仮に太陽系探査科学を行おうとすると、当然そこでしっかりした科学をやらなければいけないので、それについては育てていく必要がある。僕は昔々、理学委員会で議論に参加していて非常に違和感を覚えたことがあったのは、理学委員会ってやはりサイエンスオンリーの状況であるため、そのようなグループは物凄く追及され、非難されてしまうが、それは恐らく違うと思う。

科学者として科学の評価をするには、ピアレビュー方式でもいいが、恐らくこのような研究は、例えば、科学研究費のような競争的資金では絶対できない種類の研究で、このようなことに経費を使うのは、国としての意思がある場合であると思う。それは、例えば原子力の研究、素粒子の研究、「すばる」のような大型望遠鏡になると、ピアレビューにより、科

学だけで判断するというよりは、かなり政策的な面が強くなってくると思うので、それをしっかりと認識しなければいけない。

したがって、理学委員会のような仕組みは、前回は非常に擁護する発言をしたが、端的に言えば、宇宙科学の予算がこれだけであるという時に、政策的に使う予算と科学者が中で取り合いしてもいい予算とを分けるべきであると思う。こちらの方には強い人たち、X線天文学、赤外線天文学、プラズマ物理という強い人たちは、そこでお互いに心行くまで議論をした上で、予算を獲得するのがいいと思う。

一方で、日本として育ててでも行わなければならないサイエンスには、政策的にしっかりと予算を措置して実現する。宇宙科学委員会のようなところが関与するとしたら、サイエンスのコミュニティとして、科学的な成果が最大になるようなことを、提案又は助言することを諮問すべきである。

そこが、昔の宇宙研では全く区分がなかったため、うまくいかなかった。つまり、その頃、既に月に観測機器を持っていく必要があったが、それがある意味で一緒に議論されたため、強者と弱者のような関係になっていた。これについては、はっきり分けた上で、科学的なレベルでは公明正大に競争すればいいのではないかと思う。

【鶴田座長】これは大変重要な御指摘であると思うが、次回にこのような話はされるのか。

【JAXA (井上)】月惑星探査をJAXAとしてどのように取り組んでいくかということについては、今、言われたような方向を取り込んでいこうと考えている。次回、考え方を説明したい。

【JAXA (小杉)】これまでの過去は、宇宙理学委員会は実績に立

って、質の高い観測や研究ができそうなテーマが、どうしてもピアレビューのプロセスで大きな得点をとっていたが、それにある意味でカウンターバランスのような役割を果たした宇宙工学委員会があり、宇宙を先導する技術がここまで来たので、このようなミッションを行おうという提案が挙がってきている。

例えば、「はやぶさ」は工学委員会からの提案で、理学の関係の人たちを巻き込みながら工学試験衛星として行ったし、「はるか」というVSOP 1号機もそうである。現在、工学グループの方はソーラーセイルで木星まで行くことを提案している。河野先生が参加された頃の理学委員会や今の理学委員会でも、やはり理学の方はどうしてもサイエンスの論文がどれくらい書けるかというところを重視するため、多少視野が狭くなる。これからは、長い開発を見据えた部分について、理学委員会、工学委員会を、もう少し融合して機能させるようにしていかなければならないと思っている。

【河村教授】そのことは、宇宙ステーションについて当てはまる。宇宙ステーションを行うということは、有人宇宙技術開発に参加しようとする国家の意思である。その中に実験を幾つか乗せるが、何を乗せるかは、サイエンスコミュニティにおいてピアレビューで決定している。

【永原委員】特に惑星科学の問題は、JAXA の中期計画としてだけで捉えても型がつかないので、確かに予算をある程度、分けるという河野委員の言われた捉え方は非常に重要な点であるが、やはりコミュニティとか大学が、しっかりカウンターパートとして育つかという問題を含めて考えないといけないので、次回そのような議論をなされるのであれば、コミュ

ニティとか大学を含めて議論する方が実効的であると思う。

【鶴田座長】次回の議論で、太陽系探査科学の学問内容ではない体制的な内容は予定されているのか。

【JAXA (小杉)】月・惑星をどのような体制で実施するのか。これはJAXAの中で、宇宙科学研究本部に閉じて行うのか、広く行うのかということ提案する予定である。

【松尾部会長代理】先程の河野委員の話で、強いところを伸ばすのか、または新しいところを捉えておくべきであるのかという話があったが、これは宇宙研にとって随分長い課題であった。しかし、そのようなX線や赤外を相手に「のぞみ」を実施し、SELENE を実施している。したがって、一方でそのようなカテゴリーがあり、伸ばさなければならないということは、皆さん頭の中に、形成されているのではないかという気がする。経費を分けるのは、私も賛成であるが、幾らにするかといった途端に難しいことになると思う。

【河野委員】何か配慮があって、そのようなものが実現しているというのは、望ましい状態ではないと思う。本当のところを言えば、やはりサイエンスであるから、理学委員会の知り得た議論を経て、残るものだけ実施すればよいと思う。

【松尾部会長代理】そのような話は、経費の額の境目にして他に追いやればよいということか。

【河野委員】そうではない。そのように、本当にサイエンスの方法だけを採用してやろうとしたら、そのようなになるのは決まっている。その際に、強い者が弱い者に配慮して、進めていく方法は健全でないと思う。それはやはり政策の問題であって、つまり強いサイエンスだけを行えばいいのであれば、全部サイエンス側に任せればよいと思う。そうではなく、日

本としてはこのようなこともやらなければいけないと思うのだったら、それには政策的に経費を措置する。したがって、別なカテゴリーを考えなければいけない。

【松尾部会長代理】それで、実際のカテゴリーの境目は、額で分けるべきと言われるのか。

【青江部会長】メカニズムは大変難しい。本当に探査は、今、皆さんがイメージしているサイエンスという物差しだけで行うのか。本当にそれでいいのかという気がしてならない。

【鶴田座長】問題はかなりクリアになった気がするが、答えはクリアではない。つまり、サイエンスという中で時間のスケールを入れて考えたとき、現時点では将来は非常に重要になるかもしれないが、とても実施レベルにないサイエンスのような政策的な問題をどのように扱うか。それから、サイエンスとは多分一線を画するような探査をどのように取り入れていくのか、または取り入れないのか。それについては、次回に少し時間をかけて議論させていただきたい。

これはお願いであるが、12 ページ、X 線天文学から 19 ページまでに書いてある内容、第 1 回目に御出席いただいた方は第 1 回のコミュニティのプレゼンを思い起こしていただき、ここで書いてあることのうち、不適當或いはこうではないのではないかというようなことを次回に意見して欲しい。または、文書で前もって事務局に伝えていただければ、次回の議論が効率的になると思う。E メールなどで事務局に、御意見を送っていただきたい。

【戸塚委員】重点研究分野の話で、分野的にこれでいいのかと理解していいか。

【鶴田座長】そのとおり。

【戸塚委員】緊急の新たな研究分野が出た場合、それを迅速に行うなど、そのような文章はあらゆる分野で必ずどこかに入っている。それを入れておかないと、どうにもならなくなる可能性があるのでは、是非それは一文加えたらいいか。

【鶴田座長】それについては事務局で整理して欲しい。

【本島委員】私も、サイエンスはルーツでは必ず同じところへ行き着くため、枠組みをあまりリジットにしない方がいいというのはそのとおりであると思う。

【永原委員】分野間の壁というような問題が指摘されたが、そのようなこと自体はそもそも議論にはならないのか。

【鶴田座長】実は私もこれから先 10 年というと、中間領域が独立して新たな領域になる可能性もあるので、もしそういうことをお考えであれば、少し提案をしていただけるとありがたい。次回の前までに事務局に提案していただくと次回に議論できる。

【笹川参事官付宇宙科学専門官】次回ワーキンググループの日程については、12 月 4 日の月曜日 10 時から 13 時を予定している。場所については決まり次第、速やかに御連絡申し上げます。

それから、資料 2-2 として、前回、第 1 回ワーキンググループの議事録(案)を配付している。既に御確認もいただいているところであるが、修正等があれば、11 月 24 日、今週の金曜日までにお申しつけいただきたい。

【鶴田座長】以上で終了する。