

外部評価委員会報告書

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所

2013年1月

前書き

2003年10月、旧宇宙科学研究所（ISAS）、旧宇宙開発事業団（NASDA）、旧航空宇宙技術研究所（NAL）の宇宙三機関統合により、日本の宇宙開発に責任を担う独立行政法人である宇宙航空研究開発機構（JAXA）が誕生し、ISASはその一部となった。

独立行政法人であるJAXAは、毎年度及び中期計画期間の後に、日本政府内に設置された独立行政法人評価委員会による評価を受ける。JAXAの中期計画では、中期計画の最終年度までに、ISASの活動に対して外部評価委員会による評価を受けるよう定めている。JAXAの研究所として最初の外部評価は、第1期中期計画期間の2007年に行われた。そして2012年度は、第2期中期計画期間（2008年4月から2013年3月）の最終年度となっている。

ISASの学術研究及びそれに関連する活動等について、日本の宇宙科学の長期的な視野に立って評価するために、小野田淳次郎宇宙科学研究所長により、ISASの外部評価委員会のメンバーが招集された。

評価の最初のステップとして、ISASは「宇宙科学研究所の活動報告書」を準備し、外部評価委員会に他の関連文書と共に提出した。外部評価委員会は、報告書は適切に書かれ、評価に役立つと判断した。外部評価委員会の各メンバーは、活動報告書を点検し、事前にE-mailで評価書を提出した。

そして2012年10月24日と25日の二日間にわたり、JAXA相模原キャンパスにおいて外部評価委員会が開催された。日本国内から8名、海外から8名の全16名の委員全員が出席した。

ISAS所長による開会の辞の後、委員会は評価方法について議論した。続いて、ISASの代表が、現在の研究活動の内容とその成果、将来計画、そしてISASのいくつかの統計情報についてプレゼンテーションを行い、委員からの質問に答えた。

外部評価委員会は二日目も評価作業を継続し、相模原キャンパスの施設視察も行った。二日目の朝には、委員会から一日目に出された質問に対してISASから回答が行われた。委員会は、いくつかのサブグループに分かれ、「エグゼクティブサマリー」と「意見および勧告」の一次案作成に取り組んだ。そして後日、全委員からの意見を集めた上で、評価報告書の最終案を調整することを合意した。

エグゼクティブサマリーに対する委員からの意見は11月末までに集められ、副委員長がまとめた原案に反映された。この修正された原案は、全委員及びISASの主要なメンバーに回覧され、外部評価報告書英語版が完成した。

外部評価報告書日本語版は、英語版の翻訳としてISASによるドラフトが作成され、日本人委員による査読を経て、最終版が完成した。

日本の宇宙理学及び宇宙工学の中心組織として、旧宇宙科学研究所時代を含めてISASは、その始まりから、世界レベルのオリジナリティの高い理学研究及び工学研究を行ってきた。真に興味深い

宇宙プロジェクトの仕事は、困難とリスクを伴う。このような使命に取り組むには、勇気が必要である。しかし、リスクある困難な仕事であっても、強い責任感を持ち取り組まないと、仕事はルーチン化し、陳腐化しかねない。外部評価委員会は、ISASが長年に渡り輝かしい記録を積み上げることを支えてきたものが、いくつかの変化にさらされているように感じた。ISASの職員は、常にプライドと責任感を持って、必要な役割を果たしてきた。ISASがJAXAの一員として、これまでの素晴らしい実績を将来さらに発展させることを、外部評価委員会は心から期待する。

2013年1月

外部評価委員会

委員長 八坂哲雄
副委員長 メグ ユーリィ

外部評価委員会委員

海外委員

BAUMJOHANN, Wolfgang	オーストリア宇宙科学研究所 所長
BONNAL, Christophe	フランス国立宇宙研究センター 技術局次長／ シニアエキスパート
GU, Yidong	中国科学院 宇宙科学応用総局 高級顧問／教授
MINSTER, Olivier	欧州宇宙機関 有人飛行局物理科学部長
SCHRIMPF, Ron	ヴァンダービルト大学 教授
SQUYRES, Steve W.	コーネル大学 教授
URRY, Megan C.	イエール大学物理学部長／教授
ZARKO, Vladimir E.	ロシア科学アカデミー 化学動力学燃料研究所 凝縮系燃焼システムラボラトリー所長／教授

国内委員

保立 和夫	東京大学 大学院工学系研究科 教授
釜江 常好	東京大学 名誉教授、スタンフォード大学名誉教授
河村 洋	諏訪東京理科大学 学長
小畑 秀文	独立行政法人 国立高等専門学校機構 理事長
室山 哲也	日本放送協会 解説主幹
岡野 章一	東北大学 名誉教授、ハワイ大学天文学研究所
相馬 芳枝	神戸大学 特別顧問
八坂 哲雄	九州大学 名誉教授

目次

前書き	i
外部評価委員会委員	iii
エグゼクティブサマリー	1
1 意見、勧告	3
1.1 業績	3
1.1.1 活動全般	3
1.1.2 理学的成果	3
1.1.3 工学的成果	3
1.2 大学院教育と大学共同利用システム	3
1.3 一般教育とパブリックアウトリーチ	4
1.4 宇宙プロジェクト	4
1.4.1 基礎研究は将来の重要な宇宙理学／宇宙工学ミッションを目指して行われているか？	4
1.4.2 プロジェクトは基礎研究において意義ある理学成果と工学成果を創出しているか？	5
1.4.3 プロジェクトは十分な国際協力により推進され、ISAS は国際的な宇宙科学の発展の中で意義ある役割を担っているか？	5
1.4.4 ISAS の目的とリソースに照らし合わせて、理学分野と工学分野は ISAS のプロジェクトによって適切にカバーされているか？	5
1.5 ISAS の重要な特長	5
1.5.1 研究テーマ選択における研究者の自律性	5
1.5.2 ミッション選定におけるボトムアップ方式	6
1.5.3 大学共同利用システムによる大学との協力	6
1.5.4 国際協力と国際交流	6
1.5.5 宇宙科学プログラムを通じた現場教育	6
1.6 JAXA における ISAS、及び上位組織との関係	7
1.6.1 ISAS は JAXA 内の一組織として十分な成果を生み出しているか？	7
1.6.2 ISAS は JAXA 内の他の組織に貢献し十分な協力を行っているか？	7
1.7 その他意見	8
1.7.1 ISS と地球観測	8
1.7.2 科学気球と観測ロケット	8
1.7.3 産業界との関係	9
1.7.4 組織	9
2 委員個人の意見	10
2.1 BAUMJOHANN, Wolfgang 委員の意見	12
2.2 BONNAL, Christophe 委員の意見	14
2.3 Gu, Yidong 委員の意見	16
2.4 MINSTER, Olivier 委員の意見	20
2.5 SCHRIMPF, Ron 委員の意見	22
2.6 SQUYRES, Steven W. 委員の意見	23
2.7 URRY, Megan 委員の意見	25

2.8	ZARKO, V. E. 委員の意見	26
2.9	保立和夫委員の意見	29
2.10	釜江常好委員の意見	31
2.11	河村洋委員の意見	33
2.12	小畑秀文委員の意見	35
2.13	室山哲也委員の意見	38
2.14	岡野章一委員の意見	40
2.15	相馬芳枝委員の意見	42
2.16	八坂哲雄委員の意見	43
A	外部評価委員会の活動	45
B	外部評価委員会資料一覧	47

エグゼクティブサマリー

- 1) **成果：** ISAS の成果は、絶対的に見ても世界中の研究者との比較においても、非常に高いレベルにある。この結論は、次の点から裏付けられている。
 - (a) 理学及び工学論文の高い生産性
 - (b) 世界を主導する多数の競争力あるミッション
 - (c) 日本主導による国際協力の拡大
- 2) **ボトムアッププロセスと大型ミッション：** プロジェクト遂行のために大学共同利用による ISAS の長年のボトムアッププロセスの成功は特筆すべきである。これにより ISAS は、日本の宇宙科学において最適な研究目標を設定するよう導かれている。同時に、理学的及び工学的な課題を予見し軽減させるような専門的知識を求めるトップダウンアプローチも効果的であるように思われる。いずれにしても、ISAS の固定的な（あるいは減少しつつある）予算は打上げ機会の減少を意味するため、大規模な大型ミッションは難題となるであろう。いかなる場合でも、新規の活動やミッションが、最も高い科学的優先度や実現可能な技術を確実に反映するためには、理学と工学グループのより密接な協力が必要である。
- 3) **大学共同利用システム—さらなる向上：** ISAS は宇宙科学分野の共同研究における大学共同利用モデルを切り拓いてきた。これは、できる限り多くのアイデアを集約するボトムアッププロセスにおいて、多くの教授や学生たちの宇宙プロジェクトへの参画をもたらした。
 - (a) 事実上利用可能な人的資源を考慮すると、現在 ISAS で実行されている任務の多くは、大学の研究者によってはるかに高度なレベルで責任を持つ形で実行できるだろう。その他の多くの利点の中でも、マンパワーの減少をいくらかでも補う利点がある。
 - (b) ISAS と協力して活動を行っている大学研究者は、ISAS のために働いていると見なされてしまい、その協力について所属元の大学に十分に認識されていないケースがある。この大学共同利用のスキームを成功裏に進めるならば、大学からの対等な協力が必要なのは明らかである。
- 4) **国際協力：** ISAS はこれまで、すばらしい国際協力の伝統を確立しており、日本のリーダーシップは益々重要となっている。ISAS の ESA や NASA のプロジェクトへの参加、およびその逆の形態の協力は、国際的な宇宙科学における日本の卓越した役割を証明している。国際的な立案プロセスを効果的にするためには、日本の優先事項や日本が重点を置く項目について、ISAS と ESA や NASA 等との二国間協議を進めることが重要である。
- 5) **インターナショナルトップヤングフェローシッププログラム：** ISAS のインターナショナルトップヤングフェローシッププログラムは、非常に成功している。これは ISAS に才能あふれる科学者をもたらし、研究所としての科学的な生産性を高め、より多くの訪問者や交流を通じた ISAS の国際的な認知度を高めている。これは日本の宇宙理学及び宇宙工学の国際化において、極めて費用対効果の高い方策となっている。
- 6) **外部研究資金：** ISAS は例えば日本学術振興会（JSPS）といった外部研究資金を効果的に獲得してきた。しかしながら、世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）のような大型助成金は、より大学向けのものとなっている。もし ISAS と密接に協力している大学がそのような主要な助成プログラムに選定されれば、ISAS もまた間接的に恩恵を受けるだろう。

- 7) **パブリックアウトリーチ—— 一般市民にストーリーを語る：** ISASはこの数年で一般の認知度を大きく増加させてきたが、それでもなお、さらに ISAS の活動を一般市民に見せる必要性は残されている。実際の宇宙科学プロジェクトがどのように進められているのかを目に見えるようにすることは、一般市民にとって興味深く、かつ有益であろう。我々は、ISAS がこのような話題を一般市民に伝えることを検討するよう提案する。それにより一般市民の宇宙科学に関する幅広い理解を増進するとともに、資金がいかに注意深く、かつ厳しい選定の上で使用されているか、納税者に理解されるだろう。そのために、内部委員会の審議を公開できるようにすることも考えるべきかもしれない。
- 8) **予算と研究者数の減少：** 2007 年度の報告書では、実質予算が着実に減少していることが主要な懸念事項であると指摘されていた。我々もその懸念を繰り返す。さらに、JAXA 他部門への参画によって、事実上の ISAS の研究者数はますます減少している。これら 2 つの流れが組み合わさり、進行中のミッション成功や打上げ後の研究実施に対して、現在、重大なリスクを及ぼしている。
- 9) **上位組織との関係：** JAXA 他部門、文部科学省 (MEXT)、日本政府組織との ISAS の関係について、我々委員会メンバーは完全には理解できない部分が残った。その一つの理由は、個々の事業体の役割と人員に重なりがあるためである。
ISAS の実績はすでに極めて高いことを認めるが、他組織との関係を明確にすることは様々な面で価値があると思われる。我々は宇宙開発や宇宙利用の体制の大きな改革が、この確立した成功レベルを危険にさらさないか懸念している。我々は惑星ミッションの実行における、ISAS と月探査グループとの役割を明確にするよう勧める。
- 10) **JAXA における ISAS：** ISAS は、JAXA 全体の制度である、多様な任務を通じた新人職員の人事ローテーションを行うよう、これまで以上に求められている。これは一般的には多くの長所があるが、これまでの成功例が示すように、専門知識が必要となるプロジェクトにはダメージを与える可能性がある。日本では、人事ローテーションが政府機関や主要な企業で一様に行われている。ISAS において、人事ローテーションのようなスキームを強いることは、少数の人材 (場合によっては唯一の人材) によって維持されてきた鍵となる専門知識をいとも簡単に失わせてしまう。プロジェクトの成功を確実なものとするためには、経験豊富な専門家、技術者及び科学者が必要不可欠である。
大学院生を教育する ISAS の役割は、JAXA 全体の若手技術者や科学者の育成・教育に拡大することができる。具体例としては、若手研究者が宇宙プロジェクトの手順を最初から最後まで学ぶことができる科学気球や観測ロケットがある。JAXA の異なる部門間で重複している基礎研究分野が存在する研究開発については JAXA レベルで項目ごとの適切な担当者を見つけ出し、ISAS は JAXA を代表して基礎研究を実行する役割を担うべきである。
- 11) **結び：** 外部評価委員会は、ISAS が、その意思決定やマネジメント、及び大学との協力における海外では他に類を見ないシステムによって、その創設以来、理学と工学の両面において世界レベルの独創的な研究を続けてきていると評価する。そのシステムは、いかなる変化の基においても、親組織である JAXA のもとで今日において何よりも継続・発展すべきものである。外部評価委員会は、ISAS が宇宙プログラムを進めるにあたり、高水準の実績を上げ続ける多くの要因と同時に、すでに確立されている世界有数の宇宙科学機関であるとの名声をさらに高める要素を見いだした。外部評価委員会は、ISAS 職員の専門的知見と献身によって、これまでの輝かしい業績をさらに発展させ、宇宙科学の驚異の世界を明らかにし、全ての人類に恩恵をもたらすことを期待する。

1 意見、勧告

1.1 業績

1.1.1 活動全般

ISAS の活動報告書 (ISAS レポート) には、理学と工学の多くの分野の印象的な成果と、役に立つ有益な数多くの成功したミッションのリストが並んでいる。その予算や人員の規模からみて、ISAS の活動全般は、優れている (excellent) という言葉でしか要約できない。

ISAS の活動はよく国際化されている。ISAS はいくつかの重要なプロジェクトで主導的な役割を担っており、じつにほとんどの研究が国際協力で行われている。外部評価委員会は、ISAS 所長とその幹部が、最高水準の国際競争力ある科学を重視し続けることを信じている。

1.1.2 理学的成果

理学的な成果¹は、これまで長きに渡り着実に成長している。その成果は、規模で規格化すると海外の主たる宇宙機関と同等であり、ISAS の論文引用率は世界の平均を優に上回っている。従って、理学的成果は優れていると評価する。

より強固な国際協力関係をもつ ISAS のグループ／プロジェクトが成果創出に大きな貢献をしていることに留意すべきである。

1.1.3 工学的成果

工学的研究活動は (ISAS の組織と予算の規模を考慮すると)、非常に印象的である。最終的にいくつもの困難や障害を乗り越えた上での「はやぶさ」ミッションの成功は、ISAS における工学研究のクオリティが優れていることを示す顕著な例である。

しかしながら、ISAS レポートには、宇宙工学研究全体の明確なプログラマティックな筋道が記されていない。外部評価委員会は、工学と理学の間の協調したより強固な計画設定が行われているか懸念する。これによって、すでに非常に印象的な活動をさらに発展させることができるであろう。また、ISAS が工学活動における国内大学や産業界とより強く協力するよう推奨される。

1.2 大学院教育と大学共同利用システム

ISAS の学術ミッションは、JAXA における ISAS の中心的なアイデンティティである。外部評価委員会は、宇宙科学研究の独創性と高い品質には、研究所としての強い学術精神が必要不可欠であると信じている。

具体的には、世界的な大学における学科メンバーと同様に、ISAS の研究者は自らの研究実績や指導力にもとづき選任され評価されている。この方針は学術環境と ISAS 研究者の高い士気に寄与している。

ISAS の学術文化を十分に生かしている大学共同利用システムは、JAXA における学術との接点の中心として ISAS が貴重な機能を果たし、ISAS と JAXA の両方に利益をもたらしている。外部評価委員会は、こういったつながりに基づき ISAS が大学における ISAS プロジェクトのための研究開発 (R&D) 資金を提供する方法を探るよう勧める。

さらに、ISAS は日本全国の一流の研究者とつながり、学生やポスドクに対して優れた育成機会を提供している。ISAS の優れた評判は、この上もなく優秀な将来性ある若者を惹きつけ、彼らの先進

¹ここで「理学的な成果」とは「Report of ISAS/JAXA Activities for the Visiting Evaluation Committee」の 1.1 項の脚注 2 により定義される狭義の「宇宙科学」の成果を指す。

的な研究プロジェクトへの参加は、育成の質の向上に寄与している。我々は、国際的な水準から見ると、ISASにおける教育職あたりの博士課程の学生の数がやや少ないことに触れておく。大学院生を増やす1つの方法は、海外から大学院生が訪れるための新たな機会を創ることだろう。

インターナショナルトップヤングフェロースHIPプログラムは、将来有望な若手研究者をISASに惹きつけることに非常に成功している。彼らは他の国際的なトップの研究所から専門的知識をもたらし、ISASにとっての利点は明らかである。しかしながら、参加しているフェローの数が比較的少ないままとなっており、我々はポストクに対する育成と指導におけるISASの役割は強化されるべきと考えている。

一般的に、ISASは訪問する研究者との交流から非常に多くの恩恵を受けている。そのためISASは、このような訪問者のために、もっと研究スペースと宿泊施設を提供すべきである。これはISASとJAXAの影響力を拡大させる、非常に費用対効果の高い方法である。

1.3 一般教育とパブリックアウトリーチ

ISASが実施している一般教育と広報は、非常に素晴らしく効果的であり、十分なレベルにある。施設特別公開、無料のキャンパスツアー、展示物、一般向け講演等といった多くの活動が存在する。映像デスクなど、美しく読みやすく理解しやすい資料が、有益かつ魅力的な情報とともに訪問者に提供されている。ISASは毎日門戸を開き、一般市民や子供たちに宇宙科学の紹介を行っている。例えば、展示室に足を踏み入れると、相模原やその他の一般市民たちは、衛星や宇宙機の歴史と設計を含む、日本の宇宙研究成果について直接学ぶことができる。ただ残念ながら、展示室はやや小規模である。

学校教師が各々の教室で宇宙科学を紹介する助けとなるような教育資料をISASが提供することは、非常に有益なことだろう。これは、原理的に展示室を訪れることができる学校よりも多くの学校に対して広報活動を拡げることができる。このような力を増大させる他の方法としては、ISAS講師による学校教師向けの不定期なワークショップを開催し、教師が教室のたくさんの生徒達に持って帰れるような知識を提示することだろう。

もちろん、宇宙探査をトピックスとした年次行事は、幼い子供たちに直接刺激を与えることに役立つ。同様に、1~2校の上位の公立学校をISASの教授による講義に招待できれば、彼らのうち何人かは、特に優秀な生徒向けの夏期研究プロジェクトを指導するかもしれない。

1.4 宇宙プロジェクト

1.4.1 基礎研究は将来の重要な宇宙理学/宇宙工学ミッションを目指して行われているか？

ISASの基礎研究は、現在及び将来のプログラムによく的を絞っていると思われる。将来ミッションのための基礎研究活動は、ISASが長い伝統を有する分野（例えばX線天文学）においては強固に進められている。しかし、新しい分野（例えば火星探査）の研究活動はさほど強力ではない。同様に、「はやぶさ」の成功や「はやぶさ2」が重要視されているとしても、ISASにおいて惑星物質の基礎研究が欠けていることは指摘され、是正されるべきである。ISASは、優先度の高い研究分野と、それに関連した可能性あるミッションとを定義し並行して実行する戦略的アプローチを採用することで、おそらく恩恵を得られるだろう。

プロジェクトが大型化するにつれて、ISASの研究者はますます多忙となっているため、より多くのISAS外の研究者をプロジェクトに引き込むことが有益だろう。技術面からみれば、このような試みは今日まで適度なものとなっている。

1.4.2 プロジェクトは基礎研究において意義ある理学成果と工学成果を創出しているか？

科学的なインパクトを測る論文統計分析によれば、ISAS の科学論文の平均的なインパクトは世界平均を大いに上回っている。ISAS で最も大きなインパクトを有する分野は、圧倒的に宇宙物理学及び天文学である。規格化された ISAS の研究生産性は、他の日本の研究機関と比較して優れている。

ISAS の研究者は、管理業務がやや超過気味であり、研究のデータ解析を行う時間さえ十分に割くことができないことがある。場合によっては、ISAS は専門的知見への高まる需要に応えるため、ISAS 外の科学者に協力を求める必要が出てくるだろう。

1.4.3 プロジェクトは十分な国際協力により推進され、ISAS は国際的な宇宙科学の発展の中で意義ある役割を担っているか？

ISAS は宇宙ミッションへの国際参加において強固な実績を積み上げてきた。これは、ISAS が伝統的に強みを有している宇宙物理学と宇宙空間物理学を含むいくつかの分野において特にあてはまる。典型的な国際協力は、他の国際パートナーが主導するミッションへの ISAS の中規模な貢献、あるいは ISAS が主導するミッションに対する国際パートナーの中規模な貢献、という形をとってきた。

ISAS が軸となる国際プログラムでは、このような相互作用は実にうまく進んでいる。米国や欧州が軸となるプロジェクトにはポストドクや ISAS 以外の研究者が多く貢献している。国際ミッションのデータ解析において指導的役割を担っている ISAS のシニアな研究者の姿がみられれば素晴らしい。

宇宙科学においては、大型プロジェクトによってしか取り組むことができない分野が存在し、そのために幅広い国際協力を必要とする。この流れのもと、BepiColombo 計画に対する「MMO」の貢献のような価値ある方法が取られている。いくつかの待ち望まれている将来プロジェクトは、その実現のために大規模な新しい国際協力体制の構築を要するかもしれない。このため ISAS は、JAXA や他の主要な宇宙機関との間で二国間協議を行い、国際協力体制の可能性について明確に確認すべきである。

1.4.4 ISAS の目的とリソースに照らし合わせて、理学分野と工学分野は ISAS のプロジェクトによって適切にカバーされているか？

ISAS は、現在の制約の中で、自らが軸となっているプロジェクトについて主たる責任を果たすよう最善を尽くしている。今後、もっと多くの他の研究所や機関と協力するとともに、予算増大によって組織内の能力をいっそう高める必要が出てくるだろう。

1.5 ISAS の重要な特長

1.5.1 研究テーマ選択における研究者の自律性

外部評価委員会は、新しく独創的なアイデアの創造を可能とするために、研究者が自らの研究テーマを選定する自律性を維持すべきであると確信している。これは、自らの優れたアイデアに従うことを推奨されると同時に新しいミッションを定義し実行する訓練を受けるべき、若く才能あふれる研究者に対して特に当てはまる。全てのミッションは、科学的な卓越性、技術的な実現性及び適切なコストの観点から、最終的には徹底的かつ適切な評価を受け、淘汰されなければならない。ISAS の活動に対する監視と助言を与える独立評価の仕組みは、提案されたミッションのあらゆる側面が十分に評価されるようになっているべきである。

外部評価委員会は、これら基本原則が、現在の ISAS の組織や手順において十分に尊重されるものと信じている。

1.5.2 ミッション選定におけるボトムアップ方式

ワーキンググループはいつでも宇宙理工学委員会に提案され設置されることが可能であるが、ISASのミッション提案の公募に対して十分に練られた提案を行うべくプリフェーズAの研究を行う責任を持つ。そしてその提案は、宇宙理工学委員会により評価され、ISASに推薦され、そこで最終的な決定が行われる。このアプローチは、新たな研究手法やプロジェクトを構築する際に、研究者の専門的知見や多岐にわたる幅広い知識を活用するため、最も高い科学的価値と最も独創的な技術へとつながる。

それでもなお、外部評価委員会は、もっと多くのワーキンググループが支援を受けるに値するだろうと考えており、それと同時に、各ワーキンググループに割り当てられる予算は、より大胆なアイデアが実現できる可能性を与えられるように増大されるべきと考える。

さらに外部評価委員会は、提案に対する評価プロセスは、技術的にあまりに挑戦的なミッションや科学的優先度が低い技術の選定を避けるために、宇宙理学と宇宙工学委員会をできるだけ同時に巻き込むべきであると強く主張する。現在の宇宙理工学委員会の構成（半数が内部、半数が外部の委員）は、競争と評価の独立性を保証する。

1.5.3 大学共同利用システムによる大学との協力

組織の壁を無くすことは、共通プロジェクトに追加的な（外部の）リソースを呼び込むための大変効率的なアプローチであり、ワーキンググループは自然な形でこの目標を効果的に達成する。宇宙理学と宇宙工学の両分野からの研究者の英知が必要とされている。

従って、外部評価委員会は、ISASに確立された大学共同利用システムをJAXA内の他の基礎科学研究や基礎科学のミッション立案活動に拡大することを強く勧める。科学の進歩を促し、一般社会の宇宙科学への認知を増大するために、適切な専門知識を擁する国内のあらゆる大学は参加するよう招かれるべきである。

またISASは、このような協力において海外の機関を巻き込むための方法も検討すべきである。

1.5.4 国際協力と国際交流

国際協力と国際的認知度は、ISASのプログラムの影響力を評価するのに役立つ基準である。具体的に言えば、国際的な理学及び工学コミュニティがISASのイノベーションを採用しているかどうかや、ISASの成果を認識しているかどうかは、研究所の影響力を反映している。

さらに、国際的な研究者が、訪問者あるいは雇用者（例えばインタナショナルトップヤングフェロー）のいずれでもISASに滞在したいと熱望することは、研究界のヒエラルキーにおけるISASの国際的な立場の現れである。

従って、ISASのリーダーシップは、国際的に競争力のある科学的活動を重視することによって、最高レベルの国際的認知を得ることを目標にするべきである。職員の国際化はこのようなグローバルな認知を高めるだろう。

1.5.5 宇宙科学プログラムを通じた現場教育

大学院生指導におけるISASの成功は高く称賛すべきである。外部評価委員会は、大学院教育プログラムが継続され、そして可能ならば規模を拡大するよう勧める。さらに外部評価委員会はポストドクの訓練や指導におけるISASの役割を称えたい。

外部評価委員会は、国内外からより多くの若手研究者がISASを訪れるようになることを期待する。これはISASの国際的な認知度を高め、新たな専門的知見や活力をもたらし、最上級のクオリティへとつながる。

ISAS を出た後のポストクのキャリアを追跡すること、少なくとも最初の役職を追跡することは、若い研究者の科学者や技術者としての ISAS での経験が、いかに効果的であったかを評価するのに役立つだろう。

1.6 JAXA における ISAS、及び上位組織との関係

1.6.1 ISAS は JAXA 内の一組織として十分な成果を生み出しているか？

ISAS は日本の主要な宇宙科学研究機関として傑出した成果を生み出している。これは、ISAS の予算と人員規模を考慮すると、特に当てはまる。科学的な成果、分量及び質をどのような方法で定量化しても、ISAS の生産性が非常に高いことは明らかである。

とりわけ、ISAS の国際レベルでの評価や認知度は、非常に明確である。明らかな証拠は、国際的な共同研究者によって国際的な学術誌に投稿されている、ISAS が関連する多くの優れた論文である。

ISAS の国際的な評価は、JAXA の価値を増大させている。JAXA は ISAS の業績を誇りとし、そして ISAS の活動を継続することによって、あるいは可能ならば JAXA における他の理学や工学の領域にまで ISAS の活動範囲を拡大させることによって、その成功をうまく活用してよいだろう。

いくつかの研究テーマは、JAXA の 1 つ以上の部門によって実施される。例えば、ゼロ重力下での推進薬のふるまいに関しては、少なくとも 3 つの異なる部門にまたがる。研究開発において誰が何を実行しているかを JAXA レベルで把握することが望ましく、そして ISAS が JAXA を代表して基礎研究を実行することが推奨される。

1.6.2 ISAS は JAXA 内の他の組織に貢献し十分な協力を行っているか？

1.6.2.1 ISAS と月・惑星探査プログラムグループとの関係

JAXA は、現在と将来の月・惑星探査ミッションを月・惑星探査プログラムグループ (JSPEC)² が実行できるように組織体制を変更している。その一方で、ISAS はいくつかの太陽系探査ミッション (2008 年までの、「さきがけ」、「すいせい」、「ひてん」、「のぞみ」、「はやぶさ」、「かぐや」) を実行してきており、現在では「あかつき」(金星大気科学ミッション) を運用し、水星探査ミッションの BepiColombo 計画のために「MMO」を開発している。ISAS の太陽系科学研究系は、太陽、太陽系及び惑星科学の研究を行い、また将来ミッションの検討を行っている。ISAS では、この部門と宇宙飛行工学研究系及び宇宙機応用工学研究系が、太陽系ミッションに関与してきており、今後も関与する。

外部評価委員会は、組織再編の動機づけとなるような中止ミッションの増加に対する懸念と同時に、多くの (一般市民と政治家のいずれもが) もっと多くの太陽系探査ミッションを望んでいることを理解する。しかしながら、月・惑星探査グループと ISAS との間で、将来の惑星探査ミッションの責任分担がどのようになされるのかは明確でない。例えば、BepiColombo のようなミッションは現在 ISAS の責任で実行されているが、その一方で「はやぶさ 2」は月・惑星探査グループが実行している。

おおよそ 40 名の ISAS 研究者が、ISAS での業務を続けながら、月・惑星探査グループの併任である。この構造は責任分界を不明瞭にし、月・惑星探査グループとそのパートナーである ISAS 内の部門の月・惑星プログラム双方に対してリスクを与えている。

外部評価委員会は次のことを提言する：

- (A) 月・惑星探査グループのミッションを明確化すること
- (B) ISAS に蓄積された経験を十分に「MMO」、「はやぶさ 2」、「SELENE-2」などの将来ミッションに活用できるようなマネジメント体制を明らかにすること

²JSPEC は 2007 年に JAXA 内の本部相当として創設された。以前は JAXA's Space Exploration Center という名称であり、JSPEC はこの略称に由来する。

1.6.2.2 ISAS の拡張

ISAS は宇宙物理学と宇宙工学における成功記録を積み上げてきた。従って、外部評価委員会は、現在の ISAS のポートフォリオを拡張する（あるいは最低限それを維持する）ことで JAXA が恩恵を受けると信じている。さらに外部評価委員会は、ISAS の科学ミッションの実行における世界レベルの名声を維持するために、ISAS は政府からさらなる予算を受け取るべきであると信じている。

今後 25 年を対象とした「JAXA 長期ビジョン」によると、科学は JAXA 予算のうち 8.9% に相当するが、これは他の世界有数の宇宙機関と比べると小さい（例えば ESA が科学に充てる予算割合は 12%）。従って、外部評価委員会は、JAXA 予算のうち科学すなわち ISAS に充てられる割合は増大されるべきだと感じる。さらに、長期計画とミッション遂行を可能とするために、予算は安定していることが重要である。

外部評価委員会は、次のことを提言する：

- (A) JAXA は政府からより多くの宇宙科学予算を確保すること
- (B) ISAS は JAXA 内でより多くの宇宙科学予算の割り当てを確保すること
- (C) プログラム計画に基づく中期的な予算額の明確なビジョンを持つこと
- (D) ISAS と JAXA は、より多くの野心的なプロジェクトを実行するため、さらなる国際協力を模索すること

1.6.2.3 宇宙科学と ISAS の国内における認知度

国内における宇宙科学と ISAS の認知度は十分ではない。日本の財政状況はますます厳しさを増しているため、政治家や納税者に対して、一般的には宇宙科学の、とりわけ ISAS と JAXA のプロジェクトの重要性と妥当性をもっと説明する努力を払うべきである。必要な資金調達は、豊かな社会の実現のために宇宙科学が重要な役割を担っていることの説明によって与えられるかもしれない。ISAS によるアウトリーチの努力は増大しており、そのため特に影響力がある（例えばメディアを通じての）方法は賢明な投資である。

1.7 その他意見

1.7.1 ISS と地球観測

外部評価委員会は、宇宙科学の拡大と、より一層の支援を得るために、JAXA の他部署との協力を強化するよう提案する。国際宇宙ステーション（ISS）を利用した微小重力環境分野の科学研究は、大学共同利用システムのもと ISAS が実行するが、その一方で ISS 自体は JAXA の有人宇宙環境利用ミッション本部が責任を有している。

外部評価委員会は、宇宙環境利用科学や ISS を利用した新規技術実証のより多くの機会を得るために、ISAS は ISS プログラムにもっと積極的に参加するよう勧める。

ISAS は今までのところ地球観測に関わっていない。外部評価委員会は、ISAS が JAXA の関連部署とこの領域における協力を開始するよう提案する。

1.7.2 科学気球と観測ロケット

科学気球は非常に費用対効果の高い研究手段であり、新技術の開発に役立つテストベッドである。ISAS は 1990 年代から南極の科学気球事業を開始しており、これは継続・発展させるべきである。内

モンゴルには中国科学院によって気球設備が設置されている。適切な時期に、中国との協力について議論することを検討してもよいだろう。

かつて観測ロケットは、日本の宇宙理学や工学の礎となっていた。

現在では、技術の向上のみならず、科学、技術、マネジメントの広い分野に関して職員を訓練する効果的な役割をも担っている。このような活動は増大されるべきであり、そして追加予算（JAXA や ISAS の他の活動を比べても少ない規模だろう）を投入して、さらなる打上げ機会を可能とすべきである。

1.7.3 産業界との関係

ISAS と産業界の間の綿密な交流の重要性は強調されなければならない。なぜなら産学の協調は宇宙ミッションの成功に必要不可欠だからである。ISAS の宇宙工学活動から日本の産業界へのフィードバックもまた重要である。

1.7.4 組織

外部評価委員会は、ISAS が世界をリードする宇宙研究機関としてさらに認知されるため、ISAS が検討した方がよいと思われるいくつかの重要な意見を指摘したい。

- (1) 幅広い国際経験を有し、大規模な国際協力を主導できるようなシニアな研究者を補強すること。このような人材は ISAS 外あるいは海外から採用されるかもしれない。
- (2) 女性研究員数の増加。増加が見られないことは、能力と意欲のある女性が力を発揮する機会が失われている可能性を示唆する。

2 委員個人の意見

評価の視点

- (1) ISAS はこれまで十分な成果を生み出しているか？以下の (a)～(c) までの各項目ごとに評価をお願いします。

評価に際し、重要な視点の1つとなるのが国際協力の観点です。例えば、ISAS の基礎研究は十分な国際協力のもとで実行されているかどうか、国際的な宇宙理学と宇宙工学の研究の中で ISAS は意義ある役割を担っているかどうか、についてもコメントをお願いします。

(S (excellent) / A (good) / B (fair) / C (poor) のいずれかで評価し、コメントをお願いします)

- (a) 活動全般
- (b) 理学研究
- (c) 工学研究

- (2) 大学院教育は ISAS の重要な任務の1つです。ISAS はこの大学院教育で意義ある成果を生み出しているか？

(S (excellent) / A (good) / B (fair) / C (poor) のいずれかで評価し、コメントをお願いします)

- (3) 一般教育とアウトリーチ活動 (E&PO) もまた、宇宙科学の推進のために重要です。ISAS は E&PO において意義ある成果を生み出していますか？

(S (excellent) / A (good) / B (fair) / C (poor) のいずれかで評価し、コメントをお願いします)

- (4) 宇宙プロジェクトは宇宙科学の推進において最も重要な要素です。以下の a.～d. までの各項目ごとに評価をお願いします。

(S (excellent) / A (good) / B (fair) / C (poor) のいずれかで評価し、コメントをお願いします)

- (a) ISAS の基礎研究は将来の重要な宇宙理学／宇宙工学ミッションを目指して行われているか？
- (b) プロジェクトは基礎研究において意義ある理学成果と工学成果を創出しているか？
- (c) プロジェクトは十分な国際協力により推進され、ISAS は国際的な宇宙科学の発展の中で意義ある役割を担っているか？
- (d) ISAS の目的とリソースに照らし合わせて、理学分野と工学分野は ISAS のプロジェクトによって適切にカバーされているか？

- (5) ISAS における以下の重要な特長についてどのように評価しますか？これらは 2007 年度に実施された外部評価において、今後も維持すべきであると強く勧告されました。ISAS ではこれらの特長を維持・強化することが重要であると考えています。

- (a) 研究テーマ選択における研究者の自律性
- (b) ミッション選択におけるボトムアップ方式

- (c) 宇宙科学プログラムを通じた現場教育
 - (d) 大学共同利用システムによる大学との協力
- (6) JAXA における ISAS
- (a) ISAS は JAXA 内の一組織として十分な成果を生み出しているか？
 - (b) ISAS は JAXA 内の他の組織に貢献し十分な協力をおこなっているか？
- (7) その他コメント

2.1 BAUMJOHANN, Wolfgang 委員の意見

まず最初に2点のコメントを提示する：

- (A) 統計データ（人員、予算、国際協力、成果等の要約データ）は総じて ISAS により提供されたもののみ。ISAS レポートを読むと、評価は部門によって異なってくるのではないかという印象をいくらか感じたが、情報が足りず立証はできない。
- (B) なぜ ISAS は ISAS の伝統的な活動に近いであろう無人“探査”ではなく、ISS における有人宇宙飛行活動をカバーするのか、私には不明瞭である。
- (1) (a) 評価：S
その組織規模からみて非常にすばらしい。
- (b) 全体として評価：S
ただし、A 評価となるグループもあるように思う（冒頭のコメント (A) を参照されたい）
- (c) 評価：S
私のような技術者ではない者にとっては、工学の活動は非常に素晴らしく見える（ISAS の組織規模と予算を留意しつつ）。従って、私はいくらか無条件的に S 評価をつけたい。
しかしながら、私は以前から明確な計画の流れが見えていない：おそらく計画段階での工学と理学の緊密な連携があればより明確になるであろう。
- (2) 評価：S
- (3) 評価：S
特に、急激に増加している点（ISAS レポート P32 を参照されたい）は非常に印象的である。
- (4) (a) 評価：概して S
(b) 評価：概して S
(c) 評価：全体として S
ただし、国際協力が物足りないプロジェクトが見受けられる（冒頭のコメント (A) を参照されたい）。
- (d) 評価：S
ただし、冒頭のコメント (A) を参照されたい。
- (5) (a) 評価：S
ただし、SPICA の選定はそれを危うくするかもしれない（ISAS のリソースの大部分を必要とするため、これまで非常に成功を収めてきた年間1機の打上げといった伝統を危うくしかねない）
- (b) 評価：S
ただし、上記と同様に SPICA の選定はそれを危うくするかもしれない。
- (c) 評価：S
- (d) 評価：S
- (6) (a) 評価：S
ただし、冒頭のコメント (A) を参照されたい。

(b) 得られた情報からはこれを判断するのは大変難しい。

(7)

2.2 BONNAL, Christophe 委員の意見

- (1) (a) 評価：S
予算と人員の規模からみて、非常に質の高い活動をしている。国際レベルでも高く評価されている。
- (b) 評価：S
宇宙物理学及び天文学、さらに太陽系の分野に置ける理学研究は素晴らしい。
- (c) 評価：A
質の高い実証実験の賜物（推進系、RRV など）で素晴らしい実績がある。国際協力の不足や JAXA 内での研究活動が重複する可能性を秘めている。ISAS は推進系や航空力学などの基礎技術の研究において、より明確なリーダーシップをとるべきである。
- (2) 評価：S
ISAS と大学の連携は素晴らしい。目を見張る成果を出している。学生の間でも ISAS の評価が高いことを記したい。
- (3) 評価：S
委員会 1 日目の夜に配布された宇宙教育センターの報告書によると、素晴らしい成果をあげている。
- (4) (a) 評価：A
選定された研究課題は全て、興味をひくものである。しかし ISAS での研究（おもに、液体推進系、GNC など）から恩恵を受けられる他の分野があるのではないか。なぜ ISAS が JAXA の技術的なトピック（TRL-技術成熟度レベルが低いもの）を普段から主導しないのか明らかにされるべきである。それにより、JAXA が開発を主導できる。JAXA と ISAS の活動の共有について明確にすべきである。
- (b) 評価：S
はい。疑いなく創出している。ISAS が打ち出す成果は、工学分野でも理学分野でも世界レベルで引用されている。
- (c) 評価：A
工学分野に係る国際協力をさらに広げることにより恩恵を受けられるいくつかの分野がある。技術分野、航空力学、推進系、RRV など。
- (d) 評価：A
いくつかの分野について JAXA との境界線がはっきりせず、これについて評価委員会で議論したい。ISAS は、カバーしている科学、技術研究、技術実証の全ての分野、そして JAXA 責任で行われる開発前の段階、開発中、研究開発にわたる全般について普段からリードすべきである。これを受け、全般的な活動範囲に耐えうるように、ISAS のリソースは拡大される（または JAXA とのバランスをとる）べきである。
- (5) (a) 評価：A
私は“若い”研究者の自律性が全て認められるべき、とは考えていないが、今回のレポートは 2007 年の評価の課題を正しくカバーしているようだ。自律性の基礎は「探究心」であり、委員会の戦略会議やロードマップに由来する「調整」ではない。
- (b) 評価：A
選定プロセスはよく説明されていて、極めて標準的である。ただ、運営協議会メンバーのプロフィールが明確でない。また、少なくとも学生の代表一人を委員会メンバーにしてはどうだろうか。理事に提案したあとに最初の評価をするのはどこか。宇宙科学評議会か。フェーズ A

検討のあとに委員会に出される提案の種別が明確でない。「MDR と SRR に似ている」とはどういう意味なのか。ISAS と JAXA では普通に使われている表現なのか。このフェーズ（またはこの後に）で公式なレビューが設定されるのか。エンドユーザである宇宙産業（MHI, IHI）からの代表者が工学委員会にいてもよいのではないか。

(c) 評価：S

現場教育は完璧であると見受けられる。前年までと比べても明らかに増加している。

(d) 評価：A

大学との連携は大変うまくいっていると見受けられる。ただし我々評価委員は記載された大学の妥当性を判断できる立場にない。大学はどのように選択されるのか。宇宙にかかわる高等教育機関を全てカバーしているのか、それとも一部だけか。

(6) (a) 評価：S

絶対値でも予算・人員を考慮しても ISAS は並はずれた成果をあげている。JAXA は ISAS の仕事の質の高さを誇りに思うべきである。ISAS は、科学、研究および JSPEC の実証機といった JAXA の他テーマに対して、業務と組織の拡大を検討することを提案したい。

(b) 評価：A

委員会を通じて、推進系、アビオニクス、GNC、などの分野における ISAS と JAXA のつながりが明確になった。（おもにイプシロン推進系と RRV 技術の枠組みの中で。）ただし、ISAS は TRL(技術成熟度レベル) が低いものについて、今より大きな役割を与えられるべきである。

(7) ISAS の活動と JAXA の活動の境界線が明確でない、という印象を受けた。工学分野の類似する研究分野で明らかな重複がある（液体推進系、航空力学系など）。JAXA 全体における学術と研究技術に関しては ISAS が主導すべきであると表明することも有益ではないかと考えられ、それは取り組む TRL（技術成熟度レベル）を 5 程度（軌道実証を含む）にすることも該当する。それにより、プロジェクト牽引は、宇宙輸送ミッション本部などの JAXA の他の部門で行われるようになるだろう。

2.3 Gu, Yidong 委員の意見

(1) (a) 評価：S

2008年以降の4年間を含む過去40年の間、ISASは宇宙科学の多くの重要な分野において著しい成果をあげてきた。さらにISASはその活動の全ての面で傑出した成果をあげており、これによりISASは世界的に有名で、極めて効率的で、ユニークで、活動的で、ハイレベルな宇宙研究機関となっている。私はその明白なる次の功績に感銘を受けている。

— 一般的にみて、ISASにおける宇宙科学活動の設計は理にかなっており、さらに明確なコンテキストや、将来の発展に向けた合理的な戦略とロードマップを有している。主要なサイエンステーマが浮き彫りにされている。

— ISASは、宇宙機、打上げロケットなど最新の宇宙探査技術を発展させている。とりわけ、その際立った特長を持つ科学ミッションのための先進的な主要機器が含まれる。プロジェクトは顕著な成果をあげている。

— 1つの研究所で、衛星や輸送ロケット、観測ロケットや科学気球が一体となって科学探査や技術試験に用いられているのは世界でも珍しい。これはISASの持つアドバンテージであり、これにより科学者たちを惹きつける研究所となっている。

— ISASは理学と工学に関する深い研究を行っている。活発で革新的な思考がISASを世界クラスの研究所にしている。学術研究における主導的な役割は明らかである。学術研究、科学ミッション及び技術開発は、密接につながり、お互いに促進され、好循環が形成されている。

— ISASの活動は計量書誌学的な指標は、理学と工学の成果は著しいことを示している。職員数と予算の制約を考慮すると、ISASは高い効率性を有し、現在の成果を生み出すために大変な努力を払っている。

(b) 評価：S

私はISASの理学活動を高く評価する。それらは宇宙科学の多くの分野をカバーしている。理学研究は宇宙科学の第一線と科学的な重要課題を志向して行われている。

— 質の高い宇宙科学研究は宇宙観測と実験に密接に左右される。ISASは多くの先進的なX線・赤外線・電波天文衛星、太陽観測衛星、月・惑星・小惑星探査機、さらには天文学、微小重力科学、生命科学等のためのISS/JEMへの搭載装置を計画して打上げてきた。これらの観測や実験は、観測の隙間を埋め、あるいは新たな課題に直面する。これらのミッションは科学コミュニティに最新のデータを提供するだろう。さらには、将来の衛星プログラムと他の宇宙ミッションは、その努力が継続され広げられることを示している。

— ISASの科学衛星プログラムは、持続可能で、実用的で、スマートで、著しい科学的成果をあげている。

— 活動的で、学術研究の自由な環境、徹底的な研究はISASをトップレベルの研究所へと導いている。

(c) 評価：S

— ISASにおける工学活動は効果的である。多くの新しい技術が進展している。印象的なものは、小惑星探査における試料回収と再突入技術や、ソーラーセイル技術が初めて深宇宙探査に用いられたことなど。

— ISASは、探査準備の進展、重要な科学課題のための検出技術、将来ミッションのためのキーテクノロジーの事前研究、さらには新素材と宇宙工学における最新のIT利用を推進している。

— 私が馴染みのある科学気球の活動においては、非常に綿密な研究が行われており、パンプキン型のスーパープレッシャー気球からダイヤモンド型のネットを被せた俵型気球にてR&Dや実験的検証が行われている。それはスーパープレッシャー気球技術において正しい方策であるように見える。

- (2) 評価：A
- － ISAS は大学院教育に力を入れ、目立った成果をあげている。
 - － 大学院教育は学生と研究者の双方に利益がある。そのようなシステムの利点は、大学におけるそれと比較して、理学と工学の最先端により近く、専門能力の育成に資することである。
 - － ISAS の大学院教育の規模は縮小している。近年の博士課程や修士課程の人数は増えていない。
- (3) 評価：S
- － ISAS における E&PO は多様性に富んでいる。映像を含む美しく読みやすく理解しやすい素材が来訪者に必要かつ魅力的な情報を提供している。
 - － ISAS は一般と子供向けに特別公開を実施している。洗練されたウェブサイトが多くの情報と解説を提供している。正面ゲートにある実機模型と原寸模型による展示は目を見張るものがある。残念ながら展示室はやや小規模である。
 - － 1つの提案は、若い学生から企画を求め、あるいは学生と直接触れ合う教育プロジェクトや科学実験を準備することである。その結果、彼らは科学に引き込まれ、科学への興味をより深めることになるだろう。
- (4) (a) 評価：S
- － 深い基礎研究と優れた科学的思考は、宇宙プロジェクトで成果をあげるために最も重要な要素である。ISAS における基礎研究は、宇宙プロジェクトの立案と選定を導いている。宇宙物理学と天文学、太陽系科学、微小重力科学、及び宇宙生命科学において、ISAS は明らかな科学目標を持ち、その中で徹底的な研究と非常に良い継続性を有している。将来の宇宙ミッションに向けて、ISAS は徹底的な理論研究、モデリング、データ解析（海外衛星のデータを含む）、いわゆる探索的物理研究、さらには一連のシミュレーションに取り組んでいる。－ 宇宙工学では、将来の宇宙探査ミッション要求に着目し、そのために ISAS は技術課題を解決するための一連の研究に取り組んでいる。
- (b) 評価：S
- 衛星、月・惑星探査、さらには ISS/JEM に搭載された研究設備を含む、ISAS における終了あるいは実行中の宇宙プロジェクトは、理学と工学において卓越した成果をあげている。
 - － 宇宙物理学及び天文学の分野では、太陽物理学、宇宙 X 線の起源、太陽地球物理学、惑星プラズマ物理学、及び地球大気を含んでいる。ISAS は一連の改良した衛星について計画を実行し開発を進めてきた。顕著な基礎科学研究成果が得られている。
 - － 月・惑星科学では、ISAS は、太陽系の惑星、小惑星及び彗星の探査を実施した。落下着陸を含む月周回ミッションである「SELENE」が大きな成功をおさめたことや、小惑星サンプルリターンミッションである「はやぶさ」等、非常に印象的である。これらは顕著な基礎研究成果ともいえる。
 - － 科学探査と技術メソッドにおいて、ISAS はイマジネーションを持ち、顕著な成果をあげている。
- (c) 評価：S
- － ISAS の国際協力は、近年その広さと厚さが一層増しており、国際的な宇宙研究において、ISAS は活動的でより重要なパートナーとなっている。このことは IXO、SPICA、EXCEED、BepiColombo 等のような国際プロジェクトにおいて重要な役割を果たしており、科学に対する重大な貢献となるだろう。－ ISAS における国際協力は、学术交流の面や、将来の宇宙プロジェクト及びパートナーのリソースを集約させる面において、実用的で効果的である。
- (d) 評価：S
- ISAS の活動は理学分野と工学分野にまたがっており、それはまさに ISAS の強みである。両分野の視点を結集して、ISAS は素晴らしい成果をあげてきた。ISAS が取り組んでいる理学と工学の範囲は、概してその目的とリソースを照らし合わせてみると合理的である。

- (5) (a) ー研究テーマを選択する際の研究者の自律性は欠くことのできないものであり、同時にそれは研究を進展させる基礎である。ISAS は研究所として自らの学術的環境や議論の自由のような伝統を維持し続けるべきである。新しいアイデアや革新的思考は歓迎されるべきである。ー研究所として、ISAS は科学プロジェクト選定にふさわしい独立性を有すべきである。
- (b) ー科学ミッション選定におけるボトムアップ方式はベストな手法である。公募ー提案ーワーキンググループー評価委員会ー宇宙研所長、プリフェーズ化等、ISAS のプロジェクト選定プロセスは合理的である。委員会は、科学的なコンセプト、技術的なコンセプトと手法、さらにリスクと予算を含む評価をまとめている。
ーそれは、プリフェーズ A やフェーズ A に移行するプロジェクトを増やし、優れているが未成熟のプロジェクトを育て、プロセスをより競争的なものとすることに資するかもしれない。その結果、卓越した宇宙プロジェクトが選定されるかもしれない。
- (c) 1つの提案は、博士課程の人数を、平均して修士課程の最大 50%まで増やすことである。
- (d) ー ISAS は日本において宇宙科学の主要な専門組織である。その規模が限られているため、大学との協力は必要不可欠であり重要な責務でもある。ISAS は学術研究、重要なプロジェクト、大学院教育などでも、日本の大学との密接な協力を維持すべきである。
ー ISAS が文科省に所属していたときには、大学との協力に関して非常に明確な説明と考えられる「共同利用」の概念が存在していた。今回の評価資料にはそれが強調されていない。ISAS は今もその概念を忠実に守り、プリンシプルとして位置付けていることと思われる。
- (6) (a) ISAS は JAXA のサブ組織として、基本的に理学と工学の分野を担当している。その成果は、JAXA 全体の理学、工学及び技術的なアウトプットを増大させ、JAXA を日本における国の宇宙機関として強固なものにしている。
- (b) ISAS は JAXA の他の組織に対して多大な貢献をしており、衛星ミッションや月探査ミッション、ISS/JEM の微小重力科学や生命科学において、JAXA の他部門と十分かつ効果的な協力をおこなっている。
- (7) 1. 設立以来 40 年以上に渡り、ISAS はその特色や強みを形成してきた。私は、ISAS はその研究所としての伝統を維持し、科学研究やプロジェクト及びミッション選定の独立性を維持し、宇宙物理学や工学における活力を維持すべきと考える。これに基づき、ISAS は JAXA の他組織との協力を強化して宇宙プロジェクトにおける一層の技術的な選択と支援を得て、ISS/JEM の利用によって、宇宙ミッションや新技術のデモンストレーションを行う機会を増やすべきである。
2. 太陽物理学と太陽地球系物理学の研究は、実質的には、国際的なコミュニティが関心を寄せるグローバル変動を含む地球科学と関連している。地球観測は ISAS の活動領域に含まれていないが、地球科学と宇宙物理学の間に結びつきが構築されていないように見える。それにふさわしい組織やアレンジについて検討してみてもどうだろうか。
3. ISAS は月や深宇宙探査といった任務においても責任を有しているのか。もしそうであれば、品質と信頼性を確保するために、効果的な技術マネジメントが非常に重要である。評価のための報告書にはプロジェクトマネジメントやハードウェアやソフトウェア開発における標準的な仕組みについても含まれるべきである。
4. 将来計画において、多くのプロジェクト候補が存在している。その多くは非常によいアイデアでありエキサイティングなプロジェクトのように見える。いくつかの計画は規模が大きいため、予算と人員の増大が検討されるか、あるいはプロジェクト計画を最適化すべきだろう。
5. 科学気球は非常に効果的で低コストの研究手段であり、その活動強化が提案されている。南極での気球飛翔は、数十日間もの非常に長い期間を要する可能性がある。ISAS は南極での科学気球を 1990 年代に開始し、継続・発展させてきたと思われる。陸上での気球飛翔については、適

切な時期に、中国科学院と協力に向けた議論を検討してもいいだろう。気球設備は中国科学院によって内モンゴルに建設されている。

2.4 MINSTER, Olivier 委員の意見

(1) (a) 評価：S

成果が十分かどうかを判断することは定量的指標が必要な困難な作業であるが、ISAS レポートには、理学と工学の両方の領域において、成功ミッションの数に劣らず多くの重要かつ大変意義深い内容が含まれている。レポートで提供されている計量書誌学的分析（一部のグラフで補足説明を要する）から、ISAS の成果は世界平均以上の引用率であり、過去 10 年間着実に成長している。国際協力の推進に費やした ISAS の労力により、国外の機関との共著論文は着実に増加している。JAXA-ISAS は、国際宇宙ステーションの利用において、これまでより複雑で費用のかかる宇宙ミッションの具現化のために海外機関との提携を模索中であり、国際協調と協力の開発に非常に積極的な立場を取っている。

(b) 評価：S

ほぼ全ての活動において、特に本評価者がより優れていると感じているものは、ISAS が推進するプロジェクトから得られる科学的成果が素晴らしく、広く関係のコミュニティで言及されている点である。

(c) 評価：S

将来の宇宙機や宇宙機器の性能を強化するための新しい高性能、小型化技術を進める非常に素晴らしい工学的成果が多数レポートに記載されている。

(2) 評価：S

ISAS レポートに記載されている、外部の高等教育大学と ISAS と共に行われている学生の共同参加のつながりは、ISAS の活動と日本にいる他の研究者を結びつけ、学生の宇宙活動に形成に貢献する理にかなった効率的な方法である。

(3) 評価：S

ISAS は、国民に周知し若い学生を宇宙研究や STEM に引きこむために非常にアクティブで非常に効率的なプログラムを実施しているようである。公開講演の数は、実に素晴らしい！

(4) (a) 本評価者が優れていると感じている分野では、ISAS が行う研究は、将来の宇宙ミッションの目的と要件を定義するための鍵となる。地上研究無しで稼働する宇宙計画は、疑いもなく ISAS が達成したと同様の科学的なインパクトを持っていないだろう。これは必須であり、確実に ISAS は実施してきた。

(b) 評価：S

繰り返しになるが、ISAS レポートに含まれる計量書誌学的分析は、科学と工学の ISAS の成果レベルが平均以上であることを説得力のある方法で示している。忘れてはならない事の 1 つは、そのような活動の真の影響は、レポートに表示される活動期間よりもはるかに長い時間がかかるということである。

(c) 評価：A

宇宙プロジェクトはハイインパクトのある真のチャンスが高めるために多くの頭脳と資源を費やし、ますます複雑になってきている。加えて、地球からはるか彼方を訪れるという人類としての宇宙の未来は、必然的に国際的なものである。ISAS が主導権を握った幾つかの取り組みは、確実に長期的な協力を構築することにつながるだろう。現実的には、まだ多くの国が PI 文化に直面しているが、やはり複雑さとコストは最終的にプロジェクトを定義し、準備し、実行するために大規模な国際的なチームを必要とするだろう。さらなるこの概念は、チームとミッションの成功のチャンスを持ち込む。その点において、リーダーシップの概念は、協力とチーム精神が相反する課題である。日本の科学者が主導的な役割を取るのか、又は文化的背景によりできなかったのか、ISAS が日本の科学者に奨励するこの方向は非常に

前途有望な動きである。本評価者の経験は、優れた科学者たちは刺激のようなものを必要とせず、自然にリードを取るということである。

(d) 評価：S

ISAS は、研究や広範囲のトピックでの開発が必須であるほぼ全てのフィールドをカバーし、将来の宇宙プロジェクトのためのユニークな可能性を追求しているようである。ただ、発展進行中の妨げとなるリソースの制限については触れられておらず、それによって優先順位を設定することに関する質問がないため、完全にこの質問に答えることは困難である。

- (5) (a) 自律性は適切なレビューが行われる限り研究においての鍵となる。
- (b) ボトムアップ方式も成功した科学的プログラムへの鍵である。トップダウンアプローチが科学的卓越性と革新性に生かされることはほとんどない。
- (c) プロジェクトやミッションの中心部での実地経験は、間違いなく学生が受けることができる最高の教育である。しかしながら本評価者は学生のためのプロジェクトで発生する必然的なコスト高を負うことに懸念がある。
- (d) これは、純粋な科学者の頭脳や、経験を有し自然と自らを抑制する傾向がある「プロ」の科学者たちを引き寄せるため、科学的卓越性を保証することとなる。
- (6) (a) 十分に定義するための定量的な基準は何だろうか。本当の問題はむしろ、新たな知識の獲得に真にユニークな宇宙活動の成果であり、またそれらが相補的な専門知識を持つ科学者チームが最大限可能な範囲で利用されたということではないか。日本の大学または国際的なパートナーと ISAS の科学者をチームとしてまとめることは、成果を増大し、投資の科学的リターンを最大化するための重要な要因である。
- (b) ISAS レポートから、ISAS は JAXA の他部門とのコラボレーションを増やし、JAXA の組織内に存在する能力の蓄積が十分に行われ成功に貢献しているように見受けられる。
- (7)

2.5 SCHRIMPF, Ron 委員の意見

- (1) (a) 評価：S
組織の規模を考えると素晴らしい成果をあげている。
- (b) 評価：S
宇宙科学の重要な側面をカバーする幅広い活動を行っている。
- (c) 評価：A
この規模の組織においてこのような包括的なエンジニアリング活動を行うことは困難であるにもかかわらず非常に質が高い。
- (2) 評価：S
これは、ISAS の強みの一つ。研究に関与する大学院生のため複数の方法があることは非常に貴重。生産性が高い。
- (3) 評価：A
訪問者の数は非常に多く、アウトリーチの広さは良い。
- (4) (a) 評価：S
基礎研究は、よく定義されており、将来のミッションのための有用な結果につながるはず。
- (b) 評価：S
仕事の質は高く、十分に国際宇宙コミュニティに認識されている。
- (c) 評価：A
非常に良く関与している。国際的な大学との連携を強化することも可能であると考える。
- (d) 評価：S
個別のプロジェクトの数は ISAS チームと予算の規模としては非常に大きい。
- (5) (a) 研究者の自律性は研究課題の創造性と多様性につながる。大変重要であるということに同意する。
- (b) ボトムアップ方式は非常によく機能しているようだ。強固な意見の相違が発生するおそれのある状況かもしれないが、これまで問題となっているようには思えない。
- (c) これは、ISAS ミッションの重要な部分である。研究の優先順位は高くあるべきだが、その結果とプロセスについて教育することは、研究過程の中心となる。
- (d) 大学との協力は不可欠である。ISAS は、宇宙理学/工学に関連するすべての局面を網羅するための専門知識の十分な幅を持っているため、大学のコネクションを活用しなければ、難しいだろう。大学院生の関与は技術移転を推進している。
- (6) (a) 評価：S
生産性は非常に高い。
- (b) これは重要なことであり、ISAS は JAXA 内での連携を推進することに努めているように見える。
- (7) ISAS / JAXA は、特にその規模と予算を考慮すれば、非常に強力かつ生産的な組織である。他の機関や大学の関与との強力なコラボレーションが成功の重要な要素である。

2.6 SQUYRES, Steven W. 委員の意見

- (1) (a) 評価：S
(b) 評価：S
(c) 評価：A
- (2) 評価：大学院教育はS。ただし・・・
ポスドクに対する指導と教育の成果に関して改善の余地があると考えられる。これは大学院教育と同じくらい重要であり、ISASの強みにもなる。現状では、ポスドクへの指導は組織的というよりは場当たりの行われているように見える。
- (3) 評価：S
ISASは小規模ながら、E&PO分野の業績は素晴らしい。「はやぶさ」の成功が宇宙探査において日本の一般市民を興奮させ、感動を与えていることは特に印象的である。
- (4) (a) 評価：A
ISASで行われている基礎研究は、現在進行中の探査プログラムとよくマッチしているように見える。基礎研究プログラムと（ISASレポートの）表1.2のワーキンググループに代表されるような将来ミッションとを比べると、そのつながりははっきりしない。ISASの研究は、ISASが強みを有してきた伝統的な領域（例えばX線天文学）に係るミッションには強力であるが、今後見込まれる新しい領域（例えばMELOS）ではそうとはいえない。ISASは、強みのある最優先にすべき分野と、将来の見込みがあるミッションとを識別した上で同時に展開するといった戦略的なアプローチをとることが有益かもしれない
- (b) 評価：A-
科学的なインパクトに係る計量書誌学的な指標を用いると、ISASの科学論文の平均的な被引用率は、世界標準を60%上回っている。これは優れた数値である。しかし、それはNASAの換算値の半分でもあり、向上する余地がある。ISASが最も被引用率の高い分野は、圧倒的に宇宙物理学及び天文学である。ISASの標準的な論文生産性は、他の日本の研究機関と比べ優れている。
- (c) 評価：A
ISASは宇宙ミッションにおいて力強い国際参加実績を維持してきている。それは、ISASが伝統的に強みを有する宇宙物理学分野において特に言える。典型的には、このような参加は、他のパートナーが主導するミッションに対する中規模の貢献、あるいは日本のミッションに対する国際的パートナーによる中規模の貢献という形がとられてきた。
いくつかの宇宙科学分野（例えば、惑星表面探査）において大きな進歩を遂げるためには、より大きなプロジェクトに関与することが重要であり、必然的により幅広い国際協力を伴うだろう。この流れの意義ある取組として、BepiColombo計画に対するMMO衛星の貢献といったミッションが進められている。いくつかの期待される将来プロジェクト（例えばMELOS）は、その実現のために大規模な国際協力関係の構築を要求するかもしれない。
- (d) 評価：S
- (5) (a) 研究者は研究テーマ選択においてかなりの自律性を持っているように見受けられる。
(b) 打上げに向けたミッション選定プロセスは、強固なボトムアップ方式となっている。またとても強力な委員会主導の元で推進されている。ワーキンググループ（WG）はPIと予算を持ち、実質的にはプリプロジェクトである。これらのPre Phase A研究は極めて重要である。（というのも、Phase A移行後の技術的問題とコスト増加を最小化するのに不可欠だからだ。）

WGが多数ありながら、WGの研究資金が比較的少ないことを懸念している。全体資金を増やすか、WGの数を減らすかして、ひとつのWGにつく資金を増やすのが良いのではないか。

- (c) ISASが大学院教育を非常に重視することは重要であり、JAXA内で唯一なことに見える。これは維持され強化されるべきである。大学院の学生に対する指導のために強固なプログラムは明確に存在しているが、ポスドク教育に対する同じようなプログラムの存在についてははっきりとしない。
 - (d) 歴史的なつながりが存在するためと思われるが、東京大学との協力関係は強固に見える。しかし国内の他の大学とより強固な関係を築く機会があつてよい。
- (6) (a) ISASは小規模でありながら、そのJAXA内での貢献は相当なものがある。ISASやNASDAのJAXAへの統合はごく最近であることを考えると、統合前の遺産が今日の組織に根強く残っていると思われる。効率化のために、将来的に二重構造を排除していくことを勧めたい。
- (b) ISASは明らかにJAXAに対して重要な貢献を果たしている。ISASとJSPEC（月惑星探査グループ）は双方とも相模原キャンパスにあり、これらの連携は特に不可欠である。プロジェクトが進む中で、限られたISAS/JSPECのマンパワーを最大限に引き出すためには、職員がISASとJSPECの間を必要に応じて異動できることが極めて重要である。

(7)

2.7 URRY, Megan 委員の意見

- (1) (a) 評価：S
X線天文学（私が最もよく知っている分野である）は素晴らしい活動がなされており、他の注目すべき分野と同様に、ISAS は世界のリーダーとなっている。
- (b) 評価：S
特に宇宙物理学及び天文学分野の論文発表は素晴らしい。その説明は謙虚であるが、引用は本質的なものである。
- (c) 評価：S
キーテクノロジーの開発。
- (2) 評価：S
私が X 線天文学を教授した 2012 年 8 月の京都でのサマースクールにおいて、ISAS に関連のある団体から来た学生たちが非常に印象的であった。大学院の学生たちは大変知性に富み優秀であった。
- (3) 評価：S
- (4) (a) 評価：S
ISAS は着実に伸ばしている能力をもとに周到なプログラムを実行してきた。今や世界をリードするレベルに到達しつつある。
- (b) 評価：S
主要な ISAS のプロジェクトはインパクトある成功を遂げている。
- (c) 評価：S
ISAS の活動は広範な国際協力で行われ、多くの場合においてプロジェクトは日本人科学者によってリードされている。
- (d) 評価：S
- (5) (a) 暫定評価：S
組織体制は外部の人間には効果的に見えるが、私はこれについてもっと多く学びたいと思っている。
- (b) 評価：S
このアプローチは、最も強力な科学成果を伴う最も有能なミッションを生み出すことを目的として設計されているように見える。
- (c) 評価：S
学生たちは素晴らしい。
- (d) 評価：S
この協働システムは私が最もよく知るミッションにおいて非常によく機能しているように見える。
- (6) (a) 評価：S
ISAS は非常に強力な研究所であるという認識を JAXA にもたらしめている。
- (b) 評価：S
- (7)

2.8 ZARKO, V. E. 委員の意見

実際に、ISAS の理学及び工学成果は、世界の科学コミュニティに非常に認識されている。おそらく、最も際立った成果は、「はやぶさ」と「かぐや」の成功により得られた。ISAS を代表する研究者は恒久的に重要な会議やシンポジウムの組織に参加し、論文を提供し、国際誌に投稿している。

(1) (a) 評価：S

ISAS の活動の全体評価は非常に高い。しかし、理学と工学の成果を個別に評価することは困難である。それは幾分、容易には識別しづらい“基礎科学”と“応用科学”の違いのように見える。同時に、我々が ISAS の工学活動の成果について述べる際には、私はその科学的内容を強調する必要がある。明らかに、推進系の開発の進展は、化学と物理学（エネルギー物質の燃焼、流体力学など）の分野の成果に基づいている。私は、工学活動における高いレベルの ISAS の成果は、適切な研究計画、ハードワーク、そして高いプロ意識を持つ研究者によるものと考えている。

(b) 評価：S（下記 c. と同時に回答）

(c) 評価：S

私のバックグラウンドからは、主に推進関連分野で成果を評価することができる。ISAS の研究者は、アメリカやヨーロッパの一流の科学者と協力し宇宙用固体推進のロードマップの策定に参加した。彼らは十分に固体推進における現在の動向を知っており、その発展に不可欠な貢献をしている。推進剤の AP 粗大粒子の 3D データを利用した、固体ロケットモータのコンピュータシミュレーションによる内部バリステイクスにおける成果は特筆すべき点である。計算により、局所燃焼速度の値と推進剤粒子形状が導かれる。有望な成果は、新たに開発した超音波方法による高価な X 線検査方法の置き換えや、HTPB バインダーを強力なバインダーである GAP（グリシジルアジドポリマー）に置き換えることによって得られる。次世代グリーン燃料のための液体ロケット推進の研究では、HAN（硝酸ヒドロキシルアンモニウム）が硝酸アンモニウムやメタノールと組み合わせて使われ、最初の有望な成果が得られた。ハイブリッドロケット推進では、新しい多断面旋回方式によって世界最高の燃料後退速度を達成した。先進的な電気推進原理の開発と利用においては、素晴らしい成果が存在する。マイクロ波放電 $\mu 10$ イオンエンジンは、7年間で 40,000 時間を超える深宇宙飛行を経て、はやぶさカプセルの無事な地球帰還をもたらした。太陽風のエネルギーを利用して宇宙船の推進システムを実現する計画もある。しかしながら、この計画のほかに、最も効率的なハイブリッドロケットエンジン開発の研究を続けることが必要であろう。実際に、これは現代の化学推進工学における現在の世界的なトレンドであり、ISAS はこの方向での活動を承認し推進する必要がある。

(2) 評価：S

ISAS の大学院教育システムは非常に効率的に見える。10 年以上の期間の間に、私は ISAS の大学院生と対話し、彼らの論文執筆の編集に携わった。学生の研究内容や宇宙工学勉強への関心のレベルは非常に高かった。私は、ISAS の非常に優秀な研究者への直接のコンタクトと、高度な研究プロジェクトへの参加は、高い教育レベルの強固な基礎を与えたと判断している。同様のシステムはここ数年効果的にロシア科学アカデミーノボシビルスク学術センターで稼働している。

(3) 評価：S

ISAS は一般教育と広報を素晴らしく効率的な方法で主催、実施している。展示ホールの開設以来、相模原市民と他の市民は、日本の宇宙活動の成果に関する情報を直接得ることができ、子供たちは宇宙研究の歴史と現在の状況、そして宇宙機や衛星の設計に親しむことができる。この業務は継続的に進化を続けている。私は 2011 年 11 月、個人的に ISAS の展示ホールを訪問した。

その際私は（週末に）隣接する淵野辺公園において、子供のための催事が行われる施設公開のようなものを見る機会があった。マスメディア、公開講座や特別展を介して情報を広めることにも非常に効果的である。私はさらに、ISAS が日本の宇宙活動や歴史についてロシア市民に伝えるため、ノボシビルスク宇宙博物館に”ペンシルロケット”と ”M-V”の模型を贈ったことを申し添える。

(4) (a) 評価：S

宇宙工学における重要な役割は、非毒性、非デブリと高性能促進剤の探索に属する。本研究の一部は、多かれ少なかれ、効率的に、ISAS で行われている。このように推進系システムの効率化が向上し、ハイブリッドロケットエンジン分野の研究がロケットの最終ペイロードに利益をもたらすかもしれないと思われる。

(b) 評価：S

大気や太陽系科学だけでなく、宇宙物理学に関する宇宙プロジェクトは確かに基礎科学の重要な結果を創出する。工学はどうかと言うと、最も効率的な推進システムの開発要求と、関連のある問題を解決するための努力は、我々の知識の科学的背景（例えば、燃焼理論、燃焼の安定性など）並びに実用化のために非常に重要である。

(c) 評価：A

ISAS の国際協力は、基本的な宇宙科学プロジェクトで顕著である。工学では、しばしば、特定のセキュリティ問題に直面しているが、この方向での活動を強化する必要がある。

(d) 評価：S

当方の知る限り、科学スタッフのサイズと資金規模を考慮した場合、ISAS プロジェクトの数と質は大変合理的でありレベルが高い。

(5) (a) 評価：S

ISAS レポートのセクション 1.6 で説明されている ISAS の宇宙科学活動における意思決定の方式及びプロセスは、魅力的かつ合理的に見える。これは、新しいプロジェクトの徹底的な議論と評価を提供し、異なる研究グループと個々の研究者の間の自然なコラボレーションが容易になる。段階評価とプロジェクトのパフォーマンスの手順は、プロジェクト開発の現状管理のための良い基盤を提供する。

(b) 評価：A

プロジェクトの開始において、このシステムの意味と価値は疑いなく高い。それは本当に専門知識と新しいアプローチとプロジェクトの形成における様々な研究者の膨大な知識を伴うための最善の機会を提供する。しかしながら、ISAS レポートに示されているように、このシステムは、新しいプロジェクトを開始するための唯一の方法のように見える。JAXA の 1 部門である ISAS は日本の宇宙活動の主要なプレーヤーであるため、唯一のボトムアップ方式が新しいミッションを計画するためのユニークな源として機能するのか、疑問である。

(c) 評価：A

ISAS の大学院教育は、ISAS のために資格を与えられた研究者の育成だけでなく、日本の教育機関と産業組織のために重要な役割を果たしている。そのような教育のシステムがうまく配置されており、良好な結果を与えている。多くの優秀な研究者の数を見るに、私は ISAS は日本のみならず海外から多くの優秀な若手研究者を招くためポストドクポジションの数を増加させることを提案する。

(d) 評価：S

大学共同利用システムがうまく構築され、それが ISAS の宇宙活動の計画の結果から見られるように効率的に機能している。

(6) (a) 評価：S

JAXA の構造や、総組織内の既存の連携及び他の組織とのコラボレーションに関する詳細な情報がなく、本質問に答えることは困難である。JAXA の統合は宇宙プロジェクトの規模において強力な効果をもたらし、日本の宇宙活動における ISAS の役割を変更した。大規模プロジェクトへの参加は、不可欠なマネジメントの増加を意味し、科学的な研究の一部を減少させることとなるであろう。同じことが教育や広報活動について想定される。現時点で、ISAS は、日本の宇宙理学と宇宙工学研究の中心としての役割を果たし、この状況は、非常に優秀な専門家の功績と、開発された科学的なアプローチのチームの偉大な価値のため将来的に保持されなければならない。宇宙の理解促進が必要との JAXA 長期ビジョンのステートメントは、ISAS の活動への直接的な関係を持っており、この活動を維持することは JAXA にとって重要なタスクである。

(b) 上記 a と同時に回答

(7) 化学推進の観点について少しコメントする。

(a) 再利用可能なロケットシステムの問題は魅力的かつ合理的に見える。しかし、報告書 (p.451) に記載されている 100 回以上の輸送におけるコスト低減の狙いは、明確には説明及び具体化されていない。

(b) ADN (p.455) に基づいて固体推進薬の開発を計画する際には、それが 1990 年代の米国 (L. Caveny、1994 年から 1995 年における AIAA 会議) での意見を思い出すことが役立つだろう。ここでは ADN は推進剤製剤における唯一の添加剤 (例えば燃焼速度調整剤) とされている。これは、固体推進剤に ADN を使用するというコンセプトは慎重に検討し、議論されなければならないことを示している。

(c) 宇宙ミッションの成功のためには、ISAS と産業界の密接な交流が必要条件である。同時に、ISAS から宇宙工学研究の成果を日本産業界にフィードバックすべきである。この点は ISAS レポートからは明確に述べられていない。

(d) 宇宙科学における ISAS の主導的役割を宣伝する効果的な手段は、各専門分野の国際的な会議である。この方法は研究所 (及び JAXA) のしかるべき部門により支援され推奨されなければならない。

2.9 保立和夫委員の意見

(1) (a) 評価：S

活動成果は、英文の学術論文として多数発表されている。レフェリー付き論文数はNASAのその約1/8ではあるが、予算規模(1/100)を考慮すると十分に評価できる。1論文当たりの被引用数も約17(NASA約25)と、やはり評価できる。NASAやスタンフォード大などの海外の研究機関との共著論文も多く、国際協力の活性度を表していると言えよう。実際、国際協力に基づく宇宙プログラムが複数立案されて稼働しており、また将来に向けて計画されてもいる。

(b) 評価：S

たとえば、ISASのHighly-cited papers全27編の内、22編はAstronomy & Astrophysics分野であり、NASAとの比較では全体で27:272に対してこの分野では22:124であって、評価に値する。

(c) 評価：A

宇宙工学分野での英文論文数は、国際的な研究分野別論文数で規格化すると、ISASの全研究分野中で最も多く、評価できる。「はやぶさ」の帰還達成を見ても、ISASの宇宙工学の実力・底力がうかがわれる。

(2) 評価：S

4つのカテゴリーの大学院教育スキームを有し、毎年50~80人の修士と10~25人の博士を送り出している。理学と工学に関する大学院での教育・研究において、宇宙理学と宇宙工学を正にその実研究の場で担当して貢献していることは、高く評価できる。

(3) 評価：S

オープンハウス、フリーキャンパスツアー、アニバーサリーレクチャーなどの幾つものスキームを用意し、アウトリーチ活動を活発に行っていて、宇宙科学の推進に役立つ大きな成果を挙げたと考える。特に「はやぶさ」の帰還は、本活動に大きな弾みを付けた。

(4) (a) 評価：S

ISASでは、人工衛星や宇宙機を開発・稼働させて地球上からの観察や理論研究では得られない知見の獲得に資するため、理学と工学が歩調を合わせて宇宙プロジェクトを立案・実施している。多くの実績を蓄積してきたx線天文衛星に加えて、我が国初の赤外線天文衛星「あかり」を打ち上げ、「かぐや」、「はやぶさ」等でも大きな成果をあげている。BepiColomboやSPICA等の計画もあって、将来とも重要なミッションを果たして行くものと確信できる。

(b) 評価：S

「はやぶさ」ミッションではサンプルリターンを達成して、理学的にも大きな成果を挙げた。これは、様々な工学的成果の帰結として「帰還」を実現させたことによっている。「あかつき」の金星軌道投入への再チャレンジにも期待したい。今後も、ソーラーパワーセイル技術など世界をリードする独創技術の開発と、それらによる新たな理学的成果の蓄積が進むものと期待する。

(c) 評価：S

宇宙機の打ち上げは海外からも行われ、海外研究機関との共著論文も多数あって世界的な成果を挙げている。水星観測機BepiColomboもフルスケールでのヨーロッパ/日本の共同ミッションであり、SPICAもJAXAとESAとの共同プログラムである。国際協力の推進も国際的な宇宙科学の発展への貢献も、ISASは十分に行っている。

(d) 評価：S

限られた予算の中で特徴あるミッションを計画して実施するというISAS設立以来の活動によ

り、ユニークな成果を独自の技術開発によって達成してきたと考える。今後も、Hayabusa2 や SELENE2 等、宇宙理学と宇宙工学をさらに発展させるものと期待できる計画が種々検討されている。

(5) (a) 評価：S

ISAS の役割は、独創性に富んだ宇宙科学の推進である。そのためには、多くの研究者の自由な発想による研究テーマの提案が重要である。これは、ISAS のオリジンである大学から独創研究が生まれる根幹でもある。研究テーマ選択における研究者の自律性は、今後とも堅持して頂きたい。

(b) 評価：S

ミッション選択におけるボトムアップ方式は、研究テーマ選択における研究者の自律性の確保と対をなすものである。世界的にも独創性の高い研究成果を創出し続けるためにも、これらを堅持するべきと考える。

(c) 評価：S

大学院教育は次世代の宇宙科学人材を育成するために必須である。ISAS におけるそれは臨場感にあふれた教育の場を提供しており、優れた人材の育成にとって価値がある。大学院教育の仕組みを包含する ISAS の教育体としての側面は、今後も維持し発展させるべきと考える。

(d) 評価：S

宇宙科学における世界的な貢献には、「オリジナリティ」に富んだ研究テーマの設定が鍵となる。このためには、宇宙理学と宇宙工学における多くの研究者の様々な側面からの発想を結集するべきであり、大学共同利用システムによる大学との協力も維持し発展させるべきであると考えられる。

(6) (a) 評価：S

JAXA の多様なミッションの中で、「宇宙科学」の推進が ISAS のミッションであって、宇宙理学と宇宙工学の両面で、科学の発展と次世代高度科学技術人材の育成に関して十分な成果を挙げていると考える。それぞれの宇宙プロジェクトでの成果の蓄積と世界的な論文発表の活発さが、その証である。

(b) 評価：S

宇宙科学の展開による工学面および理学面での成果は、宇宙活用等の面でも応用され、貢献しているものと考えられる。

(7) 宇宙に関する真理の探究と、宇宙で役立つ極限技術の実現は、私達に夢を与えるとともに、宇宙の活用を通じて日常生活にも大きなメリットを与えている。さらに、これら知見と技術の蓄積は、社会にイノベーションを起こす原動力ともなっている。次世代の科学技術人材の育成をも包含した ISAS の活動が、一層活発化するよう期待する。

2.10 釜江常好委員の意見

- (1) (a) 評価：A
全般的には良好であるが、日本あるいは周辺国の大学の研究者との連携では改善の余地がある。また計画立案にあたり科学・工学の成果を出すための人員確保、予算確保が不十分。
- (b) 評価：A
全般的には限られた人的資源で休日返上の仕事振りをみると頭が下がる。しかし各計画が巨大化複雑化する中でそれに対応する人的資源、予算が充分確保できないまま進んでいるため科学成果を摘み切っていない。
- (c) 評価：A
私の専門と離れるので少し的外れになるかも知れないが、大学の研究者との共同研究か、東大以外にも広がってよいのでは。定員削減下では地方大学を含む多くの大学との協力が重要となる。
- (2) 評価：B
加速器を使う研究分野（KEK. Spring8）では数カ月にわたる Visitor をサポートする施設が整っている。Visitor 用の研究スペースや宿泊施設の拡充が望まれる。また、ISAS のプロジェクト（データ解析を含む）に参加する ISAS 外部の研究者を支援する予算は増大されるべきである。
- (3) 評価：A
はやぶさのお蔭で急速に成果を生みつつある。NASA やヨーロッパの研究所と比較してやや弱いのが、小中高の先生方への教育と教育に使われる資材の提供ではないだろうか。
- (4) (a) 評価：A
非常に忙しい仕事の中で基礎開発や研究がおこなわれているが、その中に大学の研究者を取り込むあるいは協力する必要があるのでは（2）（3）とも関連するが人材が手薄であると思う。ISAS の研究者の多くはすでに ISAS での任務を果たすために、持っている時間の全てを使い果たしている、ということを書いておく。
- (b) 評価：B
研究者と技術者の人数が限られている現状の人数では、ISAS はプロジェクトの数を制限せざるを得ない。ISAS は研究発表段階に至るまでのリソースを確保すべきである。
- (c) 評価：S
ISAS の規模の研究所で、よくこれだけの国際的なプロジェクトのホストを務め、パートナーとしての責任を果たしていると賞賛したい。しかし国外からの長期滞在者をサポートする体制が弱いのでは。
- (d) 評価：S
よくカバーされているが、プロジェクトの規模と数を考えるともっと慎重にプロジェクトを絞る必要がある。他分野を批判し合わない日本の風土が「この人員では無理」と思いつつ認めてしまう結果になっている。
- (5) (a) 評価：A
私は絶対的な「研究の自律性」や「学問の自由」が悪いことだとは思わない。ISAS が守るべきことは2つある。1. 厳しい批評に耐え得るように、研究テーマが熟慮される文化を育むこと。2. 研究の進捗を注意深く、批判的な視点で監視する習慣を育むこと。
- (b) 評価：A
ボトムアップ方式も大切であるが、今日の日本の研究所あるいは研究者コミュニティではリーダーたちがもう一度初心に戻り「今なにが一番大切か」を考え直す努力が足りない。

(c) 評価：S

多くの努力をされていることは理解するが、教育現場に影響を及ぼすには、何よりも先生方がそのまま使える実験セットアップと指導者が必要と考える。ISAS の努力は生徒達に大きなインパクトを与えつつある。

(d) 評価：A

大学共同利用システムについて、いくつかの小規模大学では ISAS プロジェクトに関わる教育職が存在しない。このような大学の多くの学生は宇宙科学分野に興味を持っており、教育職は専門家からのガイダンスを必要としている。このような大学を支援する仕組みとして、退職した科学者を活用するのも一つの手である。

(6) (a) 評価：S

十分以上の成果を生み出している。研究所の国際的な認知度さらには共同研究者の質と数においても JAXA 内他組織を圧倒している。

(b) この点では十分な知識を持ち合わせていない。

(7) ISAS の終了したプロジェクト全てを「評価」し、改善点をリスト化することには価値があると思われる。そうしないと、第一世代の科学者や技術者の貴重な経験から学びを得る機会がすぐに失われてしまう可能性があるからだ。また ISAS と大学は組織の枠を超えてより多くの役割を担う必要がある。

2.11 河村洋委員の意見

- (1) (a) 評価：S
活動全般について、優れた成果をあげていると評価できる。
- (b) 評価：S
理学研究において、優れた成果をあげていると評価できる。
- (c) 評価：S
工学研究においても、すぐれた成果をあげていると評価できる。これを代表する例として、「はやぶさ」が、各種のトラブルを乗り越えて小惑星からサンプルを持ち帰ったことは、非常に優れた工学上の成果として、高く評価できる。他方、その途上においては、多くの主要な機器が機能を失っており、またそれ外にも使命を達成できなかったミッションもあるので、これらは宇宙開発には避けがたいとはいえ、工学上の課題として、十分に検証し今後にかすべきである。
- (2) 評価：A
大学院教育は、教育を受ける学生にとっても、受け入れる ISAS にとっても、有効なシステムである。学生は、宇宙に関わる第一線の研究に参加することが出来、他方 ISAS は、未だ経験は十分ではないが若い活力をチームに加えることが出来る。ただし、今回の報告書では、大学院生数や付与した学位の数のみが記載されていて、このシステムが十分有効に作用しているかどうか、すなわち学生が十分に教育を受けて成長しているか、あるいは学生の参加が ISAS の研究あるいはプロジェクトの進展にとっても十分に寄与したかどうかは記載されておらず、評価委員会でも明確にはならなかった。従って、この評定とした。
- (3) 評価：S
最近では、「はやぶさ」のカプセル公開や、ISAS 職員の講演や露出といった PR 活動が推進されている。これらの活動は、宇宙科学と宇宙開発に対する一般国民の関心を増大させ、夢を与え、日本の未来に対する国民の自信を取り戻させることに大きな貢献となる。また、多くの町で「宇宙学校」の講師派遣も積極的に行っており、若年層への宇宙教育や一般の理科教育にも大きく貢献している。
- (4) (a) 評価：A
ISAS の基礎研究が将来の重要な宇宙理学／宇宙工学ミッションを目指している部分及び過去のミッションにおける寄与も大きい。しかしながら、将来ミッションとの関連が明確でない基礎研究もいくつか存在する。その一方で、一般的には基礎研究は必ずしもミッションに直結する必要はない。
- (b) 評価：n/a
基礎研究がプロジェクトの成果に触発されれば好ましいが、必ずしもその必要はないと思われる。
- (c) 評価：S
これについては、つねに競争的な面と協力的な面がある。全体としては、ISAS はプロジェクトで世界を主導し、集中的に国際協力に参画してきている。
- (d) 評価：n/a
理学分野と工学分野が、ISAS のプロジェクトによって適切にカバーされていると思われるが、現状が最適かどうかについては、評点をつけるのは、難しい。
- (5) (a) 研究テーマ選択における研究者の自律性は、独創的で先端的な研究を遂行する上で重要であり、今後も維持されるべきである。他方、ISAS は一般の研究機関ではなくミッションを実

行する機関であるため、各研究者から自律的に提案された研究テーマは、学術的、技術的先駆性、そしてリソースの観点からも十分に検討され厳格に選定されるべきである。提案されたテーマと進行中あるいは将来のプロジェクトとを連携を持たせる各種委員会や協議会の役割は非常に重要であり、広い視野と高い専門性が共に求められる。

- (b) ミッション選択におけるボトムアップ方式も、独創的で先端的なミッションを遂行する上で有効に機能していると認められ、今後も維持されるべきである。

ボトムアップ方式を発展させることは重要であり、そのための仕組みや予算は増進されるべきである。それらは長期的に必要なものとなるため、もし十分に用意されなければ、外部の研究者は宇宙研究から離れようとする。

他方、日本における宇宙理学と宇宙工学の両方をカバーする唯一の機関として、ボトムアップによる選定システムを唯一の方法とするのではなく、並行して他の選定ルートも提供されるべきである。

- (c) 現場教育（大学院教育）は、教育を受ける学生にとっても、受け入れる ISAS にとっても、有効なシステムである。学生は、宇宙に関わる第一線の研究に参加することが出来、ISAS は未だ経験は十分ではないが若い活力を獲得することが出来るもので、積極的に維持していくことが望まれる。その際、ISAS のみならず、JAXA 全体に拡がっていくことが望まれる。

- (d) 大学共同利用システムは、ISAS に外部の力を取り込み、また外部に ISAS のポテンシャルを提供するシステムである。これは重要な役割を果たしていると評価でき、維持すべきである。他方、科学者個人のレベルでは、大学共同利用システムによりもたらされた成果は外部研究者にも帰属し、機関レベルでは、ISAS のみならず、科学者の貢献の度合に応じて外部機関にも帰属すべきである。

- (6) (a) JAXA という我が国の唯一の宇宙航空に関わる研究開発機関の組織の一つとして、十分な成果を生み出していると評価できる。

- (b) ISAS の JAXA 全体に対する最近のもっとも大きな貢献は、前出の質問にも答えたように、ISAS によるアウトリーチ活動（E&PO）である。「はやぶさ」の成果と JAXA の有人宇宙活動は、両輪となって、宇宙科学、宇宙開発への一般の関心を高め、さらに ISAS を含めて JAXA 全体の評価を高めている。

他方、ISAS と JAXA の他の組織の具体的な個々の接点については、統合後の時間も経過していることであるから、ISAS がさらに積極的に関与し、協力できる分野が存在する。たとえば、「人工衛星（国際宇宙ステーションを含む）を用いた宇宙環境利用による科学研究」も宇宙科学に含めると定義としているのであるから、JAXA で宇宙科学研究を所掌する機関である ISAS としては、実施体制、資金、人員の配置や処遇について、より積極的な関与が望まれる。

- (7) ISAS は、大学共同利用やそれに伴う教授、助教授等の研究遂行上優れたシステムを保有しているので、これを JAXA 内の他の部局にも拡げていくことが、非常に大きな寄与になる。それに適した組織は、JAXA の他の部分にも十分に存在する。

2.12 小畑秀文委員の意見

(1) (a) 評価：S

研究者数を考慮した優れた論文の数を NASA のそれと比較 (highly cited paper 数および hot paper 数) した場合、やや劣るものの、世界トップクラスと判断してよい。また、国内の有力大学との比較においては千人の研究者当たりで換算するといずれもトップとなること、ISAS からの論文の平均引用率も世界の平均を約 60% 上回る。これらの客観的な評価値を考慮すると、ISAS の研究活動は極めて活発であり、宇宙理工学研究分野で世界の主要な位置を占める存在であると判断できる。

(b) 理学研究には知識が無く、評価を差し控えたい。ただし、上記 a での評価の中で理学分野が少なくとも半分を占めることから、S と評価したい。

(c) 評価：S

・ ISAS レポートにあるように、極めて広い範囲の分野でしっかりとした基礎研究が行われ、その成果が「はやぶさ」などの実際のプログラムに生かされ、ミッションを完遂し大きな成果を生む原動力となったと判断される。どこかの部分で弱点があれば、全体を無に帰するような結果になる危険性をはらんでいるのが宇宙プロジェクトであることから、総体として優れた研究成果を生んでいると判断した。しかも限られた陣容と予算という制約の中で、質の高い研究課題の設定と実施により、世界的にも高く評価される実績を残している。

・ 各宇宙・航空プログラムは総合科学・総合工学といえるものである。その広い範囲の中の個々の先端的分野が着実に進歩していればこそ、日本の宇宙科学・宇宙工学が着実に進歩しているとの手応えを得た。

(2) 評価：A

・ 質の高い ISAS としてのミッションに大学院生が係り、優れた成果をあげていることから、そこで得られる教育効果は極めて大きなものと判断される。それが宇宙理工学の分野を担う人材育成だけでなく、広く一般の産業界を担う研究者・技術者として社会で果たす役割も大きいと判断される。ISAS の研究推進において大きな戦力にもなっているといえる。

・ 教授・准教授の数と大学院生の数とを比較すると、ほぼ教員数の倍が大学院生となる。また、修士修了生の約三分の一が博士へと進学しているとみられる。大学院教育は、研究の推進、次代を担う研究者や宇宙産業を担う技術者の育成に極めて重要であり、ISAS はその機能を良く果たしていると判断される。日本の中では恵まれた環境にあることから、大学院生、特に博士課程の学生がより増加することを期待したい。

注) 報告書 30 ページの Fig.1.8 の Doctor Degrees の図が上の表にある数値と比較するとおかし。Special Research Students の部分が Master の数になっているように思われる。

(3) 評価：S

・ ISAS の活動を広く社会に紹介する活動に関しては、open house や guided and free campus tours などの拡充をしてきた経緯などを始め、他の活動等も含め、十分なレベルにあると判断される。科学知識や先端技術について次代を担う青少年に興味を持たせる活動は、広い意味での理科離れを食い止め、それが宇宙理学・工学の推進に繋がる活動とも言え、これからも積極的に推進されんことを望みたい。

・ 限られた予算とスタッフで対応することから、本務に支障が及んでいないことを望む。

(4) (a) 評価：A

・ 宇宙プロジェクトに関しては ISAS 内の各種運営委委員会や委員会が、具体的な項目ごと設置された WG との連携により、何を ISAS のミッションとするかを議論し、その結果に

についての審査も行う体制となっており、全般的に有効に機能していると判断される。

・宇宙プロジェクトに関しては、宇宙科学全般に関してバランスよく企画・実施されていると判断される。かつ、海外と比較し、日本らしさ、あるいは日本の独自性も多々感じられ、そこから生まれる研究成果も引用率や highly cited paper 数および hot paper 数を研究者単位で比較するとハイレベルの研究成果を生み出す優れたものが多いと判断できる。

・これらを総合的に判断し、ISAS の基礎研究は長期的な視野に基づいて的確に行われているといえる。

(b) 評価：S

・宇宙科学では打ち上げ失敗や観測機器等の故障などにより、当初のミッションを完全に遂行できないことはある程度の確率で避けられない。それを考慮すると、ISAS の多数の宇宙プロジェクトではミッションを十分に果たしたと判断される。その結果として、意義ある理学成果と工学成果を創出していると判断できる。専門分野が遠い領域に関しては適切な根拠に基づく判断はできませんが、発表されている論文数や引用率などのデータからそのように判断した。

・「はやぶさ」や「かぐや」の成果は一般市民にも大きな感動を与えたもので、そのような大航海の末にミッションを成し遂げたプロジェクトでは、工学的あるいは理学的な成果が大きいものと推測でき、“S”と判断した大きな根拠である。

・「はやぶさ」の道中のトラブルについては、それを乗り切った対応は賞賛に値し、あるいは工夫により危機を乗り越えられる冗長性を持たせたシステム設計は優れたものと言え、最終的には大成功に導いたプロセスは感動的ではある。しかし、この種の感動は本来は望ましいものではない。今回のトラブルから多くを学び、より信頼性の高いレベルの宇宙技術へと進展する糧としてほしい。

(c) 評価：S

日本の宇宙科学は世界の中で大きな存在感を持つものと判断され、宇宙先進国といってよい。限られた予算の中で、特徴ある手法や視点からの取組が目立ち、その中で海外の有力機関との協力関係のもとで観測機器の相互搭載や観測データの共有を通してそれぞれのミッションを進めていると判断され、国際協力における日本の担っている役割は大きい。

(d) 評価：A

・広い分野の研究者を擁する ISAS として、それぞれの専門を適切に生かすプログラムが計画され、実行されつつあり、さらに将来計画プロジェクトにおいても、研究の継続性・進展に十分に配慮したプランニングになっていると判断される。

・上記のプログラムにおいて、限られた陣容と予算の中で、最適なプロジェクトの形でプランニングがなされているように見受けられる。

・特に欠けている、あるいは不十分と思われる部分は見あたらない。

(5) (a) ・ISAS は研究者の自律性を十分に配慮した運用がなされるべきである。一般的には優れた研究を生み出す研究者に対しては curiosity-driven research で十分に力を発揮する環境を保証することが望ましい。それが結果的にも優れた研究を生み出すことにつながると思われる。

・一方では JAXA としてのミッションもあり、それに ISAS も重要な責務を負うことも避けられない。これを否定するならば、ISAS が JAXA 内の研究所として存在する意義は無いとも言える。

・JAXA としてのミッションの遂行のための研究で研究者の自律的発想に基づく研究にマッチしてもものもあることから、JAXA のミッションを無視した自律性となると問題と思われる。

・2つを矛盾する命題とするのではなく、両立する姿勢を持つことも必要であろう。具体的にはミッションの選定プロセスを上記の視点が生かされるような仕組みとその任を担う委員の選定をバランス良く選べるような体制を維持強化する必要がある。現状は許容範囲にある

のではと期待している。

- (b) ・優れた研究者の自由な発想から生まれる研究課題の中から適切に選択することにより、真に優れたプロジェクトが生まれると考えてよい。その意味で、ISASの基本としているボトムアップ方式は適切であるといえる。
 - ・プロジェクトの選定を行う委員会やその評価を行う委員会がISASの内と外のメンバーが等しく係る形になっていることも重要で適切と思われる。
 - (c) ・ISASが大学院学生に対して実際の研究開発の現場を通じた教育を行うことは、日本の宇宙科学・工学を担う人材育成に大きな役割を担っているといえる。特に実体験は単なる座学では不可能な教育効果を生むことから、その意義は大である。
 - ・教育効果だけでなく、ISASの研究推進にも大きな力となっているものと判断される。
 - ・(2)でも触れたが、大学院学生の数をより増やすことを望む。
 - (d) 大学共同利用システムを通じた大学との協力関係は、国内の宇宙関連分野の研究者のすそ野の拡大や研究者間の連携による研究の推進に大きな効果を生み出し、結果的に日本の宇宙科学・工学の進展に寄与していると判断される。
- (6) (a) 現在の宇宙プログラムは巨大化・複雑化が進み、広い分野にわたる基礎研究の裏付けが必要であり、ISASが欠けたJAXAで十分なミッションを完遂することは不可能である。ISASがJAXA内の研究機関としてJAXAのミッションにも深くかかわり、JAXAの機能をISASが補い、重要な役割を果たしていればこそ、JAXAのミッションが達成されていると言って良い。
- (b) 巨大なJAXAの中の各組織との関連についての十分な情報が無く、判断は控えたい。
- (7)

2.13 室山哲也委員の意見

- (1) (a) 評価：A
大変奮闘しており評価できるが、「宇宙科学」の独立性と、国の宇宙政策（JAXA統合など）とのすり合わせの問題があり、今後研究の自立に向けた検討がさらに必要と思われる。
- (b) 評価：S
国際的にレベルの高い研究を展開しており高く評価できる。
- (c) 評価：S
はやぶさなどの活躍を見ても、国際的にレベルの高い水準を維持しており、大きく評価できる。あかつきも奮闘中であり、ぜひとも復活してほしい。
- (2) 評価：S
各大学教育とうまく連動しており、出される論文の質も高く（一本当たりの費用対効果が高い）国際的に活躍していると評価します。しかし、日本全体の課題として、若い科学者育成システムの不備があり、その波に巻き込まれないような方策を立てていくことを望みます。
- (3) 評価：S
はやぶさの活躍で映画が3本作られ、マスコミでも多く露出するなど、国民の支持が広がりました。情報を提供する教授たちの魅力的キャラクターもあり、日本の科学研究組織としては珍しくうまくいっていると思います。宇宙教育センターの存在も大きい。今後は「宇宙」を通じて「人間とは何か」「生命とは何か」といった普遍的教育にも影響を与えてほしい。
- (4) (a) 評価：S
構想としてはユニークなものが多く評価できる。しかしJAXA統合後のプランの質を維持し、実行に移していける持続的システムの構築をお願いしたい。はやぶさ2に見られる、意思決定の順序（トップダウンとボトムアップ）の問題などがあり、改善してほしい。
- (b) 評価：S
失敗は成功の種。その中から将来に役立つ教訓を抽出し、成功につなげてほしい。論文の質も高く、いまのところ研究成果としては十分評価できると思います。
- (c) 評価：S
日本の科学研究機関の中では突出した組織の一つだと思います。
- (d) 評価：A
だいたいカバーされていると思います（印象）。
- (5) (a) 評価：A
自律的研究はだいたい実現していると思いますが、自律研究を維持する前提には科学者への信頼や具体的成果が必要。国民や政治家へのアウトリーチは重要であり、残念ながらまだ不足している印象があります（はやぶさの成功も、国民はイトカワでの科学的研究の重要性より、映画的でドラマチックなプロセスに興奮しているだけ）
- (b) 評価：A
科学者の自律的発想がすべての原点であり大切にしていってほしいと思いますが、「科学者の一部は社会状況を無視してやりたい放題やっている（一般論）」という国民（政治家）の意見があるのも事実。対外的説明をさらに充実させ、ボトムアップシステムを守ってほしい。
- (c) 評価：A
詳細をよく熟知していませんがよくやっている印象があります。
- (d) 評価：A
詳細を熟知していませんがよくやっている印象があります。

(6) (a) 評価：A

ISAS は自律的で高度な科学研究をしていると思いますが、JAXA 統合との兼ね合いの問題をまだ解決できていない印象があります。問題解決のための組織的な手立てが必要。(NASA 中の JPL のような存在を目指すなど)

(b) 評価：B

ISAS には組織内で自立を求める傾向が強く、きぼうプロジェクトなどのように二重構造を抱える現実もある。ISAS も JAXA 組織的対応と解決が必要。

(7) 社会の中の基礎科学の重要性を国民や政治家に伝え、説得していく作業がまだ不足しています。文句を言うだけでは解決しない。積極的なアクションが必要だと思います。評価会議の議論は内輪うけするものが多くなる傾向があります。外部からの批判や圧力の内容を取り込んだうえで、耐久力のある報告書を作ってほしい。

2.14 岡野章一委員の意見

- (1) (a) 評価：S
専任研究者・技術者・行政職員の数および予算規模を考慮して、NASA や ESA, IKI などと比べると ISAS は非常によくやっている。
- (b) 評価：S
太陽物理学や天文学では世界をリードする活動が認められる。惑星科学においても今後の発展が予想される。
- (c) 評価：A
日本独自の工学研究が限られた予算でよく進められているが、現場技術者の人数減少に伴い、これまでの蓄積が今後も保たれるか不安もある。
- (2) 評価：A
宇宙科学の現場での教育は有能な科学者・技術者を社会に送り出す点で高く評価できるが、ISAS の立場を考えると海外の学生をもっと受け入れることを考えてもよい。
- (3) 評価：S
活動に対する成果を数量的に評価することがたいへん難しい分野だが、スタッフの数からするととてもよくやっている。
- (4) (a) 評価：A
現在までの ISAS の基礎研究は十分に理学・工学両面で将来を見据えてよくやってきたと評価するが、世界の趨勢が系外惑星に向かっている現在、それを充分フォローできているかが気がかりでもある。
- (b) 評価：S
ミッションプロジェクトは理学・工学両面で ISAS を刺激し、十分な成果を生み出してきた。若い研究者を成長させるためにも十分以上に機能してきた。
- (c) 評価：A
太陽物理学、天文学、宇宙プラズマの分野ではいままで十分な国際協力が行われ意義ある役割を担ってきた。太陽系科学においては BepiColombo が現在進行中で成果が期待されるが、他の太陽系天体や系外惑星についてもさらなる国際協力が期待される。JUICE（木星）も頑張ってもらいたい。
- (d) 評価：A
これからのさらなる発展を期待すべきであろうが、惑星・系外惑星の分野により人的・資金的リソースが注がれることを望む。
- (5) (a) 評価：S
ワーキンググループから委員会でのプロジェクト審査、ミッション遂行へと進むプロセスの根本は、所外研究者との協力を含む ISAS 研究者の自発的アイデアから発展するものであり研究者の自律性は維持すべきである。
- (b) 評価：A
ボトムアップでミッションを選定することは重要であり、形式的にはそれが維持されているが、委員会の判断が真に合理的であるかどうかのルールが確実でないようにもみえる。
- (c) 評価：A
ISAS での宇宙開発の現場での大学院教育は今後も維持すべきであるが、学生・ポストクのさらなる国際化を図ることが ISAS の地位向上に貢献するだろう。

- (d) 評価：A
所外研究者の ISAS での短期的・中期的滞在による研究推進が制度的により保証されるようなシステムがつくられれば協力関係はより発展すると思われる。
- (6) (a) 評価：S
ISAS の活動が JAXA を支えているといっても過言ではない。
- (b) 評価：S
月惑星探査グループとの協力関係をよい例として、ISAS が JAXA を活性化している。いままでの日本は軍事抜きで宇宙開発を進めてきたが、今後は少し変わっていくだろう。それでも ISAS が JAXA を代表するようになることこそが日本の特色として世界の尊敬を集めるようになって欲しい。
- (7) 東京大学宇宙航空研究所時代からのよき伝統を維持しつつ、時代の変化に適合しながら今後ますます国際的に評価が高まるようになることを期待しますし、それが可能だと思います。

2.15 相馬芳枝委員の意見

- (1) (a) 評価：S
はやぶさの奇跡的な生還だけでなく、7つの科学衛星が運用中なので、十分な成果を出していると思う。
- (b) 評価：S
これまで論文数が着実に増加しており、理学研究は素晴らしい。
- (c) 評価：S
「はやぶさ」が、イオンエンジンで7年間運行し、イトカワに着陸して、サンプルを持ち帰ったのは素晴らしい。
- (2) 評価：A
ISASでは4種の大学院教育システムがあり、多くの学生が宇宙科学研究の機会を得ている。多くの学生が修士や博士の学位を得ている。
- (3) 評価：S
宇宙科学に関心を持つ人が、著しく増えている。
- (4) (a) 評価：S
イカロスの成果が期待される。
- (b) か？評価：S
「はやぶさ」の成功は素晴らしい。
- (c) 評価：S
「はやぶさ」は、イオンエンジンで7年間運用し、サンプルリターンが出来ることを実証した。
- (d) 評価：A
ISASは理学分野および工学分野をカバーするよう最善を尽くしていると思う。
- (5) (a) 評価：S
すべての科学研究は研究者個人の科学的関心で始まるが、類似の関心を持つ研究者は互いに協力を行っている。
- (b) 評価：A
プロジェクトを目指すワーキンググループ活動といった高度なフェーズA研究からのボトムアップシステムは、よく機能している。
- (c) 評価：A
4種の大学院教育システムを通じて、多くの学生がISASで実験研究に取り組めることは素晴らしい。
- (d) 評価：A
多くのプロジェクトが大学共同利用システムによって実行されている。
- (6) (a) 評価：S
はやぶさ、イカロスなど、立派な成果を出している。
- (b) 評価：A
ISASは共同研究を通じてJAXAと協力している。
- (7) ISASが、JAXA内でmainといえる人員と予算を配分されているのかどうか、興味がありました。

2.16 八坂哲雄委員の意見

- (1) (a) 評価：S
積極的な研究・開発を行い、十分な成果を出している。
- (b) 評価：S
長期的な視野の中で計画を立て、得意分野を中心にリソースをつぎ込んでトップレベルの成果を出している。国内他大学との協調が見事になされており、また国際協力の利点を十分生かした計画と実行となっている。
- (c) 評価：A
各分野で得意な研究開発を行い、ミッションの要求にこたえる基盤を作っている。分野毎に積極的な目標を持ち、それに向けて実行をしている。ただし、工学全体を通した長期目標がどうあるのか ISAS レポートでは明確には見られない。国内他大学との協調ならびに国際協力をさらに伸展させることが重要である。
- (2) 評価：A
大学院教育はプロジェクトと相互につながっており、ユニークかつ高く評価されている。ISAS は所属学部に関係なく大学院生を受け入れており、それが十分な教育効果をもたらしている。
- (3) 評価：A
一般に対するアウトリーチ活動は活発であり評価に値する。
活動領域の拡大のために、ISAS にはプロジェクト選定及び制約（すなわち予算）に関する一般市民の支援を得る広報活動を促進することを勧める。
- (4) (a) 評価：A
そのように理解する。
- (b) 評価：A
プロジェクトと基礎研究は調和している。特に理学研究では、プロジェクトの成果が、確固たる裏付けとなる手段を提供し、基礎理論を生み出している。工学研究では、プロジェクトが基礎的な工学技術の裏付けに貢献している。その一方で、問題ははまだプロジェクトのための開発に至っていない基礎研究を育むために何をすべきかである。s
- (c) 評価：A
国際協力は十分行われている。
欲を言えば、我が国がリードするプロジェクトを明確に打ち出してほしい。特に工学ならびに惑星など宇宙探査の分野。
- (d) 評価：B
天文、太陽系に代表される科学は系統だっで行われている。宇宙飛行ミッションと衛星ミッションは、おそらくプロジェクトの中で重要な役割を担うと考えられる。
- (5) (a) 評価：S
研究、プロジェクトの目標を研究者自身が持ち寄り、切磋琢磨してより有効な目標を選定する中において、研究者の自律性は強固に維持されている。
- (b) 評価：A
研究対象の選定が大学共同利用機関の機能を用いて有効に行われている。一方、選定できる項目とその数は予算の制約を受けるのは当然であるが、予算の枠組みが過去何年も拡大できていない状況は看過できない。ボトムアップであるからこそ自ら枠の拡大にむけた有効な動きを取ることが強く望まれる。

(c) 評価：A

東京大学、総合大学院大学に加え、連携大学院、特別共同研究員の多くの学生が研究に参加していることは注目に値する。現実のプロジェクトを踏まえた実践的な教育が、学生自身が研究の意義をみとめモチベーションを高めることにつながっている。

(d) 評価：S

大学共同利用システムが宇宙開発の中に組み込まれていることは、宇宙科学そのものの発展のみならず、宇宙科学が広く国民の中に根付くことにつながっている。今後とも維持強化に努められたい。

(6) (a) 評価：S

近年のJAXAの成果はISASの成果によっているところが大きい。その意味でJAXA内の組織としての評価は一般に認識されている以上に高く評価されるべきである。反面、そのような優れた成果と、さらに優れた成果をもたらす可能性に対してより多くのリソースを要求することが自然であろう。

(b) 評価：A

輸送系、太陽系探査では、JAXA全体との融合が進んでいる。ISASの蓄積を生かしてJAXA活動をけん引するモデルで、これは結構である。一方でISASの守備範囲が縮小している、あるいはアイデンティティが薄れかけていくとの見方があるのも現実である。新しい分野を思い切って（自主性をもってともいえる）開拓する方向性を強く持ち続けることがJAXA全体からも必要とされている。このためにも従来の枠にとらわれないリソース配分を要求し実現することが前提として重要である。

(7)

付録

A 外部評価委員会の活動

2012年8月

外部評価委員に対する評価資料の送付

2012年9月

外部評価委員から事前評価書の提出

外部評価委員会開催

1日目：2012年10月24日（水）

09:30-09:40	開会の辞	小野田 淳次郎
09:40-10:00	メンバー紹介	藤井 孝蔵
	委員長及び副委員長推薦	
	委員会の進行について	
	－ ISAS 全体説明（130分）－	
10:00-11:00	全体概要	小野田 淳次郎
	研究系概要	中村 正人
11:00-11:50	宇宙科学プログラム概要	稲谷 芳文
11:50-12:10	2007年度外部評価報告書の対応状況	藤井 孝蔵
12:10-13:00	昼食	
	－ ISAS 研究成果等の説明（300分）－	
13:00-13:30	宇宙物理学及び天文学	満田 和久
13:30-14:00	太陽系科学	藤本 正樹
14:00-14:30	宇宙飛行工学	森田 泰弘
14:40-14:45	休憩	
14:45-15:15	宇宙機応用工学	橋本 樹明
15:15-15:45	学際科学	吉田 哲也
15:45-15:55	統計から見た活動状況	嶋田 徹
16:00-18:00	ポスターセッション	
18:00	閉会	

2日目：2012年10月25日（木）

09:30-12:00	自由討議	全員
12:00-13:00	昼食	
13:00-14:30	所内視察	阪本 成一
14:30-16:00	報告書ドラフト作成（クローズド）	全委員
16:00-16:10	評価講評	委員長
16:10-16:20	評価講評	副委員長
16:20-16:25	報告書（案）提出	委員長
16:25-16:30	謝辞・閉会の辞	
16:30	閉会	

2012年12月

外部評価委員から最終報告書提出

2013年1月

外部評価委員会報告書編集

2013年3月

外部評価委員会報告書 公式公表

B 外部評価委員会資料一覧

1. Report of ISAS/JAXA Activities 2012 (ISAS レポート)
2. 外部評価委員からの事前評価書
3. 外部評価委員会でのスライド
4. ポスターセッション・ハンドアウト