

日本惑星科学会将来計画委員会報告書

目次

1	惑星科学将来計画案策定への経緯	1
2	月惑星探査計画の立案・推進方法の検討	2
2.1	日本の月惑星探査の現状とそれに関連する環境の変化	2
2.2	今後の月惑星探査に対する取り組みの基本原則	3
2.3	H-IIによる大型月探査に対する取り組み	3
2.3.1	背景	3
2.3.2	基本方針とその具体化のための提案	4
2.3.3	H-IIを用いた大型月探査計画の位置づけとその試案	5
2.4	月惑星探査の長期戦略(MUSES-C計画以後)	5
2.4.1	基本的考え	5
2.4.2	探査ターゲット案	6
2.5	Science Working Groupの設置	8
2.6	「月惑星探査連絡協議会」の設置	8
3	宇宙物質科学研究体制の今後	9
3.1	背景と基本認識	9
3.2	隕石研究者の間でのこれまでの議論	9
3.2.1	現状の問題点と当面の対策	9
3.2.2	充実化の案	10
3.2.3	本学会への要望	10
3.3	隕石研究者へのアンケート調査	11
3.4	将来の宇宙物質研究体制に対する本委員会からの提案	12
3.4.1	基本姿勢	12
3.4.2	宇宙物質研究体制をめぐる境界条件の変化	12
3.4.3	宇宙物質研究センター構想	12
3.4.4	実現へのステップ	13
3.5	関連学会連絡会設置の提案	13
4	研究教育ネットワーク	15
4.1	背景と現状の問題点	15
4.2	現状打開のための方向性	16
4.3	教育ネットワーク	17
4.3.1	基本姿勢	17

4.3.2	現行大学院教育の充実	17
4.3.3	新たな多様な大学院教育	18
4.3.4	テキストの整備	19
4.3.5	大学院学生への経済的支援	19
4.3.6	若年および社会人教育への取り組み	20
4.4	研究ネットワーク	21
4.4.1	研究環境整備のための基本的方向	21
4.4.2	拠点研究組織の育成	22
4.4.3	惑星科学総合研究教育機構	24
4.4.4	人事の流動化と業績評価基準の多様化	25
4.4.5	評価システムの確立	25
5	提言のまとめ	27
A	日本惑星科学会将来計画委員会委員	29
B	資料	30
B.1	資料(1):地球惑星科学関連の学科,専攻一覧(平成7年度)	30
B.2	資料(2):惑星科学関連研究者数	30
B.3	資料(3):惑星科学関連学科専攻の新設など	30
B.4	資料(4):「惑星」,「宇宙」などを冠した学科,専攻,講座などの一覧	30

1 惑星科学将来計画案策定への経緯

惑星科学の発展と普及を目指し、1992年4月に日本惑星科学会が設立されて以来、日本の惑星科学推進のための具体案を策定することが広く望まれてきた。本学会内に将来計画委員会が設けられ、前委員長留岡和重氏を中心に国内の惑星科学研究機関の現状調査や研究環境の改善のための基礎的な議論がなされてきた（遊・星・人 Vol. 2, No. 3 (1993), p. 150 参照）。

その後、国立大学の改組や大学院重点化の進展、日本の月惑星探査の具体化等、国内の惑星科学を取り巻く環境が急速に変化しつつある。このような変化に柔軟に対応し、惑星科学を強力に推進するため、1995年6月に中沢清会長より本委員会に対して、次のような諮問がなされた：『惑星科学関連研究教育機関の規模、設備、改組状況等について調査を行い、それに立脚して、

- 1) 月惑星探査計画の立案・推進方法の検討
- 2) 南極隕石研究の推進の方策
- 3) 研究教育ネットワークの構築

について提言をまとめる。3) については、「月惑星探査計画の立案・推進方法」と関連して探査支援拠点大学の充実、人材の育成の観点を重視する。スケジュールとしては、1995年10月までに中間報告をまとめ、内外の批判等を仰いだ上で審議を続け、1996年4月までに最終報告書を印刷・製本したい。なお、最終報告書は学会誌に掲載するとともに関係機関に送付し、提言実現に向けた働きかけを行いたい』

これを受けて、本委員会では1995年6月から10月にかけて、研究教育環境の現状調査を行うとともに、数回の会合を開催し上記項目について議論を行ってきた。1995年9月上旬には、隕石および惑星物質の研究の現状と今後の研究体制について、隕石研究者に対してアンケート調査を行った。1995年9月までの議論をまとめ、10月に「将来計画委員会中間報告」を作成した。中間報告は本会会員および関連学会に配布し、御意見・御批判を仰いだ。これを促進するため、1996年1月に拡大将来計画委員会として、札幌市定山溪にて今後の月惑星探査の将来像についてのシンポジウムを開催した。このシンポジウムでは月惑星探査だけにとどまらず、その基盤となる研究体制等についても議論が及んだ。その報告は遊・星・人 Vol. 5, No. 1 (1996), p. 10 に行った。本報告書では、以上の活動を総括し、会長諮問の上記3項目についての提言を行う。

2 月惑星探査計画の立案・推進方法の検討

2.1 日本の月惑星探査の現状とそれに関連する環境の変化

1960年代から本格的に始まった月惑星探査はアメリカと旧ソ連が中心となって行われてきた。1986年のハレー彗星探査において、わが国も初めて惑星間空間に乗り出すことが可能となった。ヨーロッパ、旧ソ連、日本、アメリカがそれぞれ自前の探査機を打ち上げ、ハレー彗星探査を実行し、大規模な国際共同観測が行われた。わが国も宇宙科学研究所が核となり、M3S-II ロケットを用いて打ち上げられた2機の探査機がハレー彗星探査に参加した。それから約10年、現在までの状況の進展は以下のようにまとめられる：

- 月惑星探査に利用できる宇宙科学研究所のM-Vロケットの開発が現在、完成しつつある。
- M-Vロケットを用いた月惑星探査として現在、次の計画が進行中である。
 - － LUNAR-A (1997)：ペネトレーターを用いた月内部構造探査
 - － PLANET-B(1998)：火星の上層大気、プラズマ探査
- M-Vロケットを用いた小惑星サンプルリターン (MUSES-C) が2002年の打ち上げを目標に準備が進められつつある。
- 宇宙開発事業団のH-IIロケットが完成し、月惑星探査に利用できる状況になりつつある。H-IIはM-Vに比べ、大きな搭載能力をもつ。
- 1994年7月および1996年3月に策定された宇宙開発政策大綱に「宇宙開発事業団と宇宙科学研究所などが連携・協力し、2000年代初頭以降、月の科学探査及び月の利用可能性調査を目的として、月周回観測や月面着陸探査をはじめとした体系的な無人月探査計画を実施すべく、その具体的な進め方を検討する」ことが唱われている（別冊資料）。
- これを受けて、宇宙開発事業団から宇宙科学研究所に対して、2010年ころまで3回の月科学探査を行う提案がなされた。現在その1号機による月科学探査計画について、宇宙科学研究所と宇宙開発事業団で検討が行われつつある。
- 1995年6月の測地審議会建議「地球科学における重点的課題とその推進について」において、月惑星探査が推進すべき重要なプロジェクトとして挙げられている（別冊資料）。
- 1995年11月に制定された科学技術基本法に基づき、今後進めるべき重要課題の一つとして宇宙科学技術の推進が挙げられている。

2.2 今後の月惑星探査に対する取り組みの基本原則

従来からの理論，実験，分析，地上観測による研究に加え，探査は惑星科学に特有の強力な手法であり，その発展のために欠くことはできない．これまでのアメリカ，旧ソ連を中心とした月惑星探査の成果が惑星科学の発展に果たした大きな役割をみれば，このことは明らかであろう．最近ではヨーロッパも独自の探査計画を進めつつある．

探査は多数の人員と多額の費用を要する大規模プロジェクトである．このため国際協力を進める必要があることは言うまでもない．国際協力を本格的に進めるためには，まず自力での独自の探査能力を確立することが必須である．その結果初めて，対等な立場での国際協力が可能となる．

上述のわが国の月惑星探査の現状から，現時点は，これまで欠けていた独自の探査能力を確立する重要な時期と位置づけられる．独自の探査能力を獲得することによって初めて，わが国の惑星科学の総合的な発展を図ることができる．

本学会としても，会員の意見を集約し，月惑星探査計画の立案とその推進に積極的に取り組む必要がある．わが国の惑星科学の健全な発展を図るうえで，月惑星探査を推進する際の基礎として置くべき原則を以下に提案する．

- 1) 第一級の科学目標：
惑星科学の本質的問題を解明するうえで重要な成果が期待できる科学目標を掲げる．
このため探査計画において科学的意義の検討を充分に行う．
- 2) 独自性：
探査計画の立案において独自性を重視する．
- 3) 手段の最適化：
探査の実行において自由度をできるだけ広く確保し，最適な手段を用いる．
- 4) 完結性：
計画からデータ解析に至る全過程をわが国が独力で行える体制のもとで探査を実行する．
- 5) 国際協力：
4)のもとで国際協力を進める．

2.3 H-IIによる大型月探査に対する取り組み

2.3.1 背景

§2.1で述べた宇宙開発政策大綱による提言を受けて，宇宙開発事業団から宇宙科学研究所に対して，H-IIを用いた大型月科学探査の提案が行われている：2010年ころまでに3機の科学探査機をH-IIで打ち上げる．H-II利用の第1回目のミッションとして，2002年予定の月周回衛星からのリモートセンシングミッションが宇宙開発事業団から宇宙科学研究所に提案されている．

この探査は，H-IIロケットによる月惑星探査の口火となるミッションであり，わが国の今後の月惑星探査の進め方に大きな影響をもつ．このため本学会としてもタイミング

を失することなく、柔軟な対応を早急に行う必要がある。宇宙開発事業団と宇宙科学研究所の2機関間のみの協議にととまらず、本学会としても積極的な関与をする必要がある。ただし、現在進行中の月惑星探査計画(LUNAR-A, PLANET-B, MUSES-C)や国内の惑星科学コミュニティの現状人員や実力を鑑みるとき、その具体的対応方法には十分な配慮が必要である。

2.3.2 基本方針とその具体化のための提案

本学会としては、上述の事情を考慮し以下の方針に基づいて、大型月探査に取り組むべきである：

- i) 現在進行中のLUNAR-A, PLANET-Bおよび計画の具体化が行われているMUSES-C計画の推進・完結を最優先する。
- ii) 月惑星探査計画の長期戦略 (§2.4) に基づいた探査計画の実現の一環として、H-IIを用いた大型月探査計画を位置づける。この観点から、大型月探査計画の立案に対しては積極的に協力する。
- iii) 長期戦略に整合した科学テーマについて、このi), ii) を考慮しつつ、惑星科学コミュニティの実力相応な形態で探査計画に参加する。

上記基本方針に基づき、本学会として大型月探査に関して次のような諸方策を実行に移すように提言する。

- 他学会を含め、学会等の組織を基本とした「月惑星探査連絡協議会」 (§2.6 を参照) を設け、大型月探査の科学目標、人材投入、他個別プロジェクトとの関連等につき、早急に協議を開始する。
- 探査実行機関である宇宙科学研究所と宇宙開発事業団の協議に際して、上記「月惑星探査連絡協議会」の代表も参加した「三者協議機関」を設けるよう両機関に要求する。
- H-IIを用いた月科学探査を実行するために、宇宙開発事業団内に科学部門を設立するよう同事業団に働きかける。
- H-IIを用いた月探査を行ううえで、機器開発および幅広い調査・基礎研究が必要である。そのための研究費の確保を文部省と科学技術庁に要求する。
- 「月の科学」の研究を積極的に支援・推進する。「月の科学」の研究会やシンポジウム等を時宜に応じて企画・開催し、月探査の科学的成果を最大にするための議論の場を設ける。

2.3.3 H-II を用いた大型月探査計画の位置づけとその試案

大型月探査計画を月惑星探査長期戦略に基づいた計画の実現の一環として位置づける必要がある。長期戦略については §2.4 で議論するが、ここではこれを踏まえて、H-II を用いた大型月探査計画についての試案を提案する。

- i) 1号機：打ち上げ時期は2002年が想定されている。次号機以降の大型月探査に向けた基礎データの取得と、探査機器および探査機の技術を確立するミッションとして位置づける。オービターを用いたりリモートセンシングによって、グローバルな表層の地形、構造、物質の観測を行う。このための準備時期はLUNAR-A, PLANET-B, MUSES-C 計画が進行中あるいは準備中の時期と重なるため、実行グループはこれらの計画に直接関わっていない人を中心に構成されるように配慮する。本学会は、3者協議機関を通じて探査項目の企画に積極的に協力する。また現在開発中の延長線上にある搭載候補機器については、開発を促進するための研究費の予算化を関係機関に働きかける。
- ii) 2号機：LUNAR-A の成果を踏まえ、月の起源の解明に向けた本格的な内部構造探査を中心とした計画を提案する。LUNAR-A で蓄積された技術をもとに、より高性能・多機能のペネトレータを開発し、月震観測の広域ネットワークの展開を中心とした観測を行う。このためには、2号機打ち上げ時期はLUNAR-A が完結した数年以上後であることが望まれる。
- iii) 3号機：ローバーを用いた月面探査、および月面物質のサンプルリターン、またはその場分析が考えられる。

これら3つのミッションの目的は月の形成過程と進化を解明することであり、小天体から惑星へと天体が成長する過程を一般化するうえで必要な探査を指向した最初のステップである。これらのミッションの成果は、今後の月資源開発および月利用のための具体的な指針を与えるための基礎データとしても利用できることは言うまでもない。

計画の検討や実行において、§2.3.2 で述べた諸方策の実現が伴うべきであることを強調しておきたい。

2.4 月惑星探査の長期戦略 (MUSES-C 計画以後)

2.4.1 基本的考え

これまでアメリカや旧ソ連が中心となって広範な月惑星探査を行ってきた。これらの探査を通じて、現在の惑星科学の進歩につながる第1級のデータがもたらされた。今後の探査においては、この成果をもとに、次の新しいステップを考える必要がある。今後の月惑星探査の長期的戦略においても §2.2 で述べた原則が基礎となる。科学的な面からもっとも重要な原則は 1) および??), すなわち、

- 1) 惑星科学の本質的問題を解明するうえで重要な成果が得られること、
- 2) 諸外国の探査と比べて独創的であること

の2点に集約される。上記1)については、一般に単発的な探査ではなく、継続的な探査が必要である。この場合、各探査で到達しようとする目標を明確にする。

探査実行の手段や体制については、§2.2の原則3), 4), 5)を考慮する必要がある。すなわち、

- 3) 探査の規模や内容に応じて、打ち上げロケットとして宇宙科学研究所のM-Vと宇宙開発事業団のH-IIを使い分ける道を拓く。
- 4) わが国で計画されたミッションについて、計画からデータ解析に至る全過程をわが国の研究者で責任をもって行える体制のもとで、相互乗り入れ的な国際協力を行う。すなわちこの体制のもとで、外国の研究者が開発した機器をM-VやH-IIを用いるミッションに相乗りさせる。

上記4)に関連して、国内外を問わず、搭載機器を開発したそれぞれの研究者グループがその機器によって得られた成果に対するプライオリティーをもつことは言うまでもない。一方、国内の研究者グループが開発した機器を、当該グループの自主性と責任のもとで外国の探査機に搭載する道も開いておくべきである。

2.4.2 探査ターゲット案

どのような探査を行うかについては、§2.2の原則に基づいて広く議論を行う必要がある。本委員会ではこの原則を考慮し、

- 太陽系の起源とその初期環境の解明、
- 惑星の形成過程と形成後の進化の解明

が、惑星科学において本質的問題と考え、今後のわが国において強化・推進すべき月惑星探査項目として、次の項目を提案する：

- A. 月惑星内部構造探査（ターゲット：月，火星，水星）
- B. 太陽系小天体（小惑星，彗星，衛星）探査
- C. 惑星大気・磁気圏探査（木星，金星，水星）

(A)は現在進行中のLUNAR-Aで開発されたペネトレータや今後の改良型を用いた月惑星の内部構造探査を目的とする。これまでのアメリカや旧ソ連を中心として広範な月惑星探査が行われてきた。しかしそれらはすべて惑星表層や大気・磁気圏探査に限られている。ペネトレータは内部構造を調べることのできる現時点における唯一の測定機器であり、国際的にも高く評価されている独創的方法である。

これを用いて

- 1) LUNAR-Aのネットワークをより拡張した月震計・熱流量計ネットワーク観測
- 2) 火星や水星の内部構造探査

が考えられる。(1)は§2.3.3で述べたH-IIの2号機ミッションとすることが現実的である。

(B)は太陽系の初期状態を保った天体である小惑星と彗星の探査を目的とする。In situにおける測定だけでなく、できるかぎりサンプルの持ち帰りと地上の実験室における分析まで含めたい。小天体は太陽系の初期状態に関する情報を保持した化石天体であるものの、太陽系の起源の研究に直接かつ広く結びつく本格的な探査はまだなされていない。このためにはサンプルの持ち帰りと地上の実験室における分析がきわめて重要である。これによって、宇宙物質科学の研究に飛躍的進歩がもたらされることが期待される。また従来の実験室物質科学の研究者も探査に参加する道を開くことができる。小惑星探査については、現在、宇宙科学研究所を核に小惑星サンプルリターン(MUSES-C)計画が進行中であり、種々の技術開発が行われつつある。

MUSES-C以降の小天体探査は、MUSES-Cによって解明された結果とそこから新たに生じる課題に即応した探査が行われることが理想的である。しかし探査の準備に多くの時間を要するため、同時に、MUSES-C以後を射程においた計画を前もって検討しておくかねばならない。これらの要求を同時に満たすためには、現時点においてできるだけ柔軟な計画を検討しておく必要がある。

小天体は多数あり多様性に富むことから、科学的な狙いを何に置くかについての戦略的議論が必要である。また諸外国の動向も同時に考慮に入れることも重要である。ここでは叩き台として以下の案を提案する。

- 1) Nereus 以外の Near-Earth asteroids のサンプルリターン
- 2) Main-belt 小惑星の系統的探査(複数個)
- 3) Near-Earth 彗星の核物質サンプルリターン

太陽系の起源と進化に直結する上記両探査に対して、惑星大気・磁気圏探査(C)は現在の太陽系環境における現象の現象の解明に重点が置かれている。しかし、大気組成や磁場の測定は惑星表層環境の進化や中心核の組成と運動に関する情報を与え、一方、内部構造探査は惑星磁場の起源に対して大きな手がかりを与えることから、両系統の探査は相補的な関係にある。両系統の探査は単にそれぞれ固体探査とガス・プラズマ探査と言うだけでなく、太陽系形成論と比較惑星学と言う惑星科学の両輪を健全に発展させて行く上で欠くことはできない。

惑星大気・磁気圏探査は、現在、地球磁気圏衛星観測やPLANET-Bに携わっている研究者の多くが興味をもっている探査である。当面はこれらの研究者が惑星大気・磁気圏探査の担い手となると考えられる。しかしターゲット天体では共通するところもあるため、両系統の探査において、一部の機器を相互乗り入れで搭載する道を順次拡げて行くべきであろう。このためには、探査の立案段階から、研究者間の相互交流を推進してゆく必要がある。この際、従来の枠内に留まることなく、探査になじみの少なかった分野の研究者、たとえば気象学や地質学、鉱物学等の研究者が参加できる道を積極的に拓いてゆくことが重要である。

上述の月惑星内部構造探査(A)、太陽系小天体探査(B)、大気・磁気圏探査(C)のどの探査においても、できれば有機物や生命探査機器を相乗りさせる。この種の探査は新分野

であり、これまでほとんどなされていないだけでなく、どのような有機物が存在するかがわかるだけでも、今後の宇宙物質科学や化学進化の研究に大きなインパクトを与えることが期待される。有機物や生命探査のための機器は、国内においても横浜国立大学、東京工業大学、東京大学宇宙線研究所、三菱化成生命科学研究所などのグループで開発されつつある。

2.5 Science Working Group の設置

以上で述べてきた月惑星探査の計画立案と推進をより具体化し実行するため、本学会に Science Working Group を設け、以下の項目について詳細な検討を行うことを提言する。

- MUSES-C 以後の長期的な月惑星探査計画の戦略の検討と立案
- H-II を用いた大型月探査の科学目標の設定
- 広い範囲の会員からの意見を聞く機会をつくるためのシンポジウム等の企画

本 Working Group は月惑星探査の実行研究者や関心をもつ研究者から構成する。本 Working Group は上記の事項について、本学会に対して提言を行うとともに、次に述べる「月惑星探査連絡協議会」における本学会からの提案の原案作成を行う。

2.6 「月惑星探査連絡協議会」の設置

上述の Science Working Group の機能をさらに拡大し、今後の月惑星探査計画をより広い視野から検討するため、関連学会代表からなる「月惑星探査連絡協議会」を設置することを

地球電磁気・地球惑星圏学会、日本地震学会、日本火山学会、日本地球化学会、日本地質学会、日本鉱物学会、日本岩石鉱物鉱床学会、日本測地学会、日本気象学会、日本宇宙生物科学会、生命の起原および進化学会

等の関係他学会に呼びかけることを提言する。

「月惑星探査連絡協議会」では、

- H-II を用いた大型月探査の科学目標、人材投入、他の月惑星探査計画との関連についての協議、
- 大型月探査に関して提言した「3者協議機関」 (§2.3.2 参照) への参加、
- わが国の長期的な月惑星探査計画の戦略の検討と立案

等を行う。

月惑星探査推進のための環境整備と人材養成の具体案については、§4 の研究教育ネットワークにおいて詳述する。

3 宇宙物質科学研究体制の今後

3.1 背景と基本認識

国立極地研究所と日本南極地域観測隊の努力によって、多量の南極隕石が発見・収集され、日本は世界で有数の隕石保有国になった。この結果、国内においても、隕石研究がたいへん活発となり、研究者数も大きく増加した。

一方、§2でも述べたように、月惑星探査の進展により、月や小惑星物質のサンプルリターンが具体的に検討され、より広い対象の宇宙物質が入手できる時代に入りつつある。また国立極地研究所が中心となって、南極に集積した惑星間塵の採取するユニークな計画も検討されている。隕石研究自体も、例えば隕石中に含まれている星間塵 (presolar grains) の同定とその起源の研究の進展に見られるように、その対象をさらに広げつつある。新しい宇宙物質の研究は太陽系の研究を時間的にも空間的にもさらに拡大するものである。隕石学は宇宙物質科学へと新たな発展段階を迎えている。この新しい発展において、従来の隕石学で培われてきた種々の分析および実験の手法が基盤になってきたことを指摘しておかねばならない。

このような研究動向をもとに、今後の宇宙物質研究をどのように充実させてゆくかは、隕石研究者だけでなく、広く惑星科学の研究者にとっても重要な問題となっている。学会としても、今後の宇宙物質科学の研究についての方針を示す必要がある。

3.2 隕石研究者の間でのこれまでの議論

隕石研究の充実の方策について、国内の隕石研究者の間で議論が行われてきた。本委員会において今後の隕石研究体制について議論するにあたり、本委員会委員の隕石研究者から隕石研究者の会合における議論の概要と国立極地研究所の将来計画について聞く機会をもった。また今後の隕石研究に関して、隕石研究者へのアンケート調査 (§3.3 参照) を行った。本節 (§3.2) では、§3.4 以下の議論の背景として、隕石研究者の間での議論の概要を簡単にまとめておく。

3.2.1 現状の問題点と当面の対策

隕石研究の発展において、国立極地研究所の隕石部門の果たしてきた役割は隕石研究者の間で高い評価がなされている。また南極隕石の研究成果の発表の場として、「南極隕石シンポジウム」も国際的にも高い評価が得られている。一方、南極隕石の研究の更なる発展を図るうえで、次のような問題点が指摘された：

- 国立極地研究所隕石部門のスタッフ数は現在、助教授 1，助手 1 にすぎない。この少ないスタッフに、南極隕石の管理，分類等の業務上の多大な負担がかかっている。
- この結果，分類の結果の公表まで時間がかかる。

- また一般の研究者がプロポーザルを出してからサンプルの配分を受けるまで、長い時間がかかり、迅速な研究に対応できない、等の問題が生じてきている。

隕石研究者の間での議論から、これらの問題に対して当面の対策として、

- 配分をスムーズにする具体的方法を検討する。
- 分類については、外部の研究者を含めた分類委員会が設置されているが、その結果をニュースレターやコンピュータネットワークを利用して迅速に流す。

が打ち出された。その結果、以下の改善が行われた：

- 配分に関しては、かなりの隕石が curator の判断で配分できるようになり、特別な問題のない限り、遅くとも2か月以内で配分することが可能となった。
- 分類については、外部の研究者を含めた分類委員会を組織して分類を進めており、年に2回のペースでメテオライトニュースで公表して行ける目処がついた。また、分類規定等の情報はネットワーク上にホームページが作成され、すでに外部からも自由にアクセスできる状態にある。近いうちに隕石の分類に関する情報もネットワークを通じて公開できる予定が立った。

したがって、現状で上述の分類と配分の迅速化については、国立極地研究所を中心とする関係者の努力により、当面の解決がなされる目処がつつある。

しかし隕石部門のスタッフ数の少なさは依然として今後の問題として残されている。

3.2.2 充実化の案

現在の国立極地研究所隕石部門を拡充し、「隕石センター（または資料館）」に改組する案が同研究所の将来計画案に盛り込まれている。しかしまだその実現には至っていない。「隕石センター」の内容については、隕石研究者から国立極地研究所に対して、次のような提案がなされている。その内容は：

- 1) 2～3部門相当の規模で、i) 現在の部門に近い隕石探査と分類（curation を含む）を行う部門と、ii) 隕石の岩石学的・鉱物学的研究を行う部門とに拡充する。3部門相当の場合はii)を始原隕石と進化隕石を研究する部門とに分ける。
- 2) 理想的には上記に加えて、分析部門（MS, SIMS 他を装備）が必要である。
- 3) 2000 - 2002年の国立極地研究所の立川市移転の時期を目処にセンター化の実現を図る。

3.2.3 本学会への要望

隕石研究の充実に対する惑星研究者のサポートを要望する。特に、南極における隕石探査への隕石研究者の参加や、南極観測隊員の推薦などに関して学会からコミットしてもらいたい。南極観測隊員の推薦に対して、日本地質学会は協力を表明している。

3.3 隕石研究者へのアンケート調査

国立極地研究所の南極隕石メーリングリストに記載されている隕石研究者を対象に、本節の試案や隕石研究の今後の体制についての意見を聞くためのアンケート調査を1995年9月に行った。アンケートでは、1995年10月付の「将来計画専門委員会中間報告」における本節 (§3) の原稿を添付し、以下の質問についてのご意見をうかがった：

- 1) 中間報告における提案についての意見。
- 2) 以前に構想された「隕石学研究所」が実現されなかった原因について。
- 3) 小惑星サンプルリターン計画 (MUSES-C) についての意見。
- 4) 国立科学博物館所蔵の隕石の研究。
 - 現状についての意見。
 - 研究の必要性 (ある/なし) 。ある場合、その方策についての提案。
- 5) その他、隕石研究の今後に対するビジョン等

✓切までの時間が短かったにもかかわらず、アンケート送付者の約1/3の方々から熱意に満ちた貴重なご意見を多くいただきました。ご協力いただいた方々に、この場を借りてお礼を申し上げたい。

アンケートでは、相反する意見も含め、多様なご意見が寄せられた。率直なご意見をいただくため、アンケートの際には、公表することについての回答者からの同意を得ていない。ここでは各質問項目についての回答を簡単に要約しておきたい。

- 1) 中間報告における提案については、「宇宙物質研究センター」構想に関する意見が多く寄せられた。必要であるという意見が多かった。しかしどのような性格のものにすべきかについては多様な意見が寄せられた。
- 2) 「隕石学研究所」が実現されなかった原因については、世代が変わったせいもあるのか、詳しいことを知らない人が大部分であった。
- 3) 小惑星サンプルリターン計画 (MUSES-C) については、実現を希望する意見が多くを占めた。
- 4) 国立科学博物館所蔵の隕石の研究については、所蔵の隕石の curation システムを確立し、貸与等を通じて隕石研究に寄与すべきであるとの意見が寄せられた。一方、管理スタッフは現在1人であり、人員の不足に加えて、国立科学博物館が法的に研究所としての機構になっていない問題が指摘された。
- 5) 隕石研究の今後に対するビジョンについては、これまでの隕石研究の手法等を基盤に宇宙物質研究として今後、発展してゆくべきであるとの意見が寄せられた。これを行ううえで、大学において「宇宙物質科学」の教育のできるスタッフが少ないことが将来を考えるうえで重要な問題であるとの認識が寄せられた。

3.4 将来の宇宙物質研究体制に対する本委員会からの提案

3.4.1 基本姿勢

§3.1 で述べたように，隕石研究は宇宙物質研究へと新たな発展段階を迎えつつある．隕石研究の拡大・深化に加えて，現時点および近い将来新たに入手できる宇宙物質-小惑星サンプル，月面物質，惑星物質，惑星間塵（IDP）-の研究に充分対応できる体制を構築する必要がある．特に，

- §2 で述べた月惑星探査によるサンプルリターンは今後の宇宙物質研究の更なる発展を計るうえできわめて大きな契機となることから，宇宙物質サンプルの分析と curation の体制を早急につくらねばならない．
- これに加えてやや長期的な問題として，従来ともすれば研究交流が充分に行われてこなかった分析，実験・観測，理論的研究を有機的に組織化し，三位一体の研究体制の構築を促進する方策を学会として示す必要がある．

3.4.2 宇宙物質研究体制をめぐる境界条件の変化

今後の宇宙物質の研究体制を考えるうえで，以下の環境の変化を考慮に入れておかねばならない．

- 隕石研究者を中心に，国立極地研究所の「隕石センター（または資料館）」の実現の要望がなされている（§3.2.2 参照）．
- 国立極地研究所の全体的な今後の方向として，新たに北極圏環境研究も加わり，研究の範囲が広がりつつある．
- 宇宙科学研究所を核に隕石研究者も参加して，小惑星サンプルリターンを目指した MUSES-C 計画が進行しつつある．
- 岡山大学固体地球研究センターが国内における地球および地球外物質の分析拠点の一つとして充実しつつある．
- いくつかの大学で資料館構想が具体化しつつある．
- 1995年6月の測地審議会建議「地球科学における重点的課題とその推進について」において，太陽系始源物質に関する総合的研究が推進すべき重要なプロジェクトの一つとして挙げられている（別冊資料）．

3.4.3 宇宙物質研究センター構想

宇宙物質科学の研究動向と §3.4.2 の境界条件を考慮した新しい研究環境をつくる上で，「宇宙物質研究センター」のような共同利用組織がぜひ必要である．この組織は以下の機能と性格をもつことが望まれる．

- 宇宙物質として、隕石に加えて、小惑星サンプル、月物質、惑星物質、IDP も研究対象とする。
- 宇宙物質科学分野（実験、分析、理論）の人材養成の核の一つとしての役割を果たす。
- 宇宙物質資料のキャラクタリゼーションおよび分析的研究（地球化学的、岩石学的・鉱物学的）のためのクリーンルームと分析機器を設置する。当面の具体的課題として、MUSES-C 計画によるサンプル回収時の分析の実行および積極的支援が行えることが望まれる。
- 分析研究および機器の運用・開発のための教官と専門技術者のポストをつける。

3.4.4 実現へのステップ

現実に「宇宙物質研究センター」を設立するためには、順次いくつかの手順を踏む必要がある。以下にその試案を示す。

- 1) 当面のステップとして、拠点となる既存のいくつかの研究所を充実し、その特徴を明確化してゆく。
 - 南極隕石の研究の発展において、国立極地研究所が果たしている大きな役割を考え、従来の国立極地研究所隕石分門の活動を継承するとともに更なる充実を図る。具体的には、国立極地研究所においては、隕石探査、分類、curation を行うとともに、岩石学的・鉱物学的研究を主体とする部門を新設する。
 - 一方、地球物質の分析的研究の核として充実しつつある岡山大学固体地球研究センターをさらに強化し、宇宙物質の分析においても拠点の一つとして活動できるための環境を整える。
 - 宇宙科学研究所に小惑星サンプルリターンの受け皿をつくる。具体的には、宇宙科学研究所に少なくとも、サンプル保管のためのクリーンルームと curation 部門を新設する必要がある。
- 2) 個々の既存研究機関を強化する過程の中で、「宇宙物質研究センター」が担うべき役割とその性格をより具体化する。これを効果的に行うために、しかるべき時期に、学会内に「宇宙物質研究センター検討委員会」をつくることを提案する。「検討委員会」では、上記研究機関の活動を評価するとともに、宇宙物質科学の総合的発展のために何が新たに必要かを議論し、「宇宙物質研究センター」の役割と設立形態をより具体化する。

3.5 関連学会連絡会設置の提案

宇宙物質科学の研究者は本学会だけではなく、日本地球化学会、日本鉱物学会、日本岩石鉱物鉱床学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、生命の起原および進化学会、日本宇宙生

物科学会等においても存在している。宇宙物質科学の総合的发展のためにはこれらの学会との協力を欠くことはできない。上記の「宇宙物質研究センター」構想の検討を含め、今後の宇宙物質科学の研究体制について議論する共通の場が必要である。方策の検討や必要な提言の作成を行い関係機関、省庁等に働きかけてゆくために、関連学会である上記学会に呼びかけて「連絡会」をつくることを提言する。

4 研究教育ネットワーク

4.1 背景と現状の問題点

この数年，多くの国立大学において，さまざまな形で改革が行われてきた．その結果，惑星科学に関連する研究教育環境も大きく変化しつつある．資料として，

- 1) 地球惑星科学関連の学科，専攻の一覧，
- 2) 国立 10 大学，17 大学および地球惑星科学関連の共同利用研究所等における惑星科学研究者数，
- 3) 惑星科学関連学科専攻の新設，改組状況
- 4) 「惑星」，「宇宙」を冠した学科，専攻，講座等の一覧

を添付した．1) と 4) には，これらの教育研究組織における惑星科学研究者の割合を示した．

国立 10 大学に代表される「大大学」の多くでは，旧来の地球科学科（専攻）あるいはそれに類する学科から地球惑星科学科（専攻）等への改組が行われている．より小規模の「中小大学」では「地学専攻」等と言う形への改組が行われつつある．

「大大学」においては，惑星科学を冠した専攻等への大学院重点化が行われたにもかかわらず，改組に見合った惑星科学研究者の増加が伴わず，新専攻名にふさわしい研究教育の責務を十分に果たしていない大学があることは重大な問題である（資料(1)，(4) 参照）．一方，「中小大学」や多くの私立大学においては，これらの問題はさらに深刻である．改組は学問の内在的な論理が無視されて，他の要因によって行われている場合も多く見られる．また，旧態依然の大学も多い．すなわち，

- 大学改革が名目だけにとどまり，改革の実が伴っていない大学や専攻が多くある．

現場の研究者という観点から見たとき，「大大学」においても周りに惑星科学の研究者が少ないため孤立してたり皆無であるため，研究を進めてゆくうえで大きな支障になっている研究者も多い．「中小大学」や多くの私立大学においては，問題はさらに深刻である．これらの大学では惑星科学研究者はゼロまたはせいぜい 1 名程度の大学が大部分である．これらの大学の研究者は研究を行ってゆくうえで多大な努力を強いられている．研究は，他の大学や研究所の研究者との共同研究等，個人の多大な努力に依っている場合が多い．一方，研究設備においても，多くの大学において惑星科学の研究に必要な施設や機器が不足している．すなわち，

- 惑星科学は新興分野であるためポストが少なく，研究基盤が脆弱である．

地球惑星科学の世界的な研究潮流を反映して，惑星科学に関心をもちその教育を望む学生や惑星科学の研究を志す学生が増加してきた．それにもかかわらず，上述の障害によって，

- 多くの大学で惑星科学の十分な教育ができていない状況にある．

4.2 現状打開のための方向性

上述の現状の打開のため、

- 関係する教育研究機関および行政機関に大学改革の実質化の実現を学会から強く働きかける

ことを提言する。これは以下で議論する研究教育ネットワークを有効に機能させるためにもぜひ必要である。

同時に、学会としても、新しい時代に対応した全国的規模での研究教育環境の基盤の整備と充実のための活動を行う必要がある。これを具体化するため、以下の事項を提言する：

- 1) 学会内に大学改革の実をフォローアップするための「評価委員会」をつくる。
- 2) 研究ネットワークを構築する。
- 3) 教育ネットワークを構築する。

1) の「評価委員会」は、学会が大学改革の実質化を関係機関に働きかけるための資料収集や提言の作成などを行う作業部会の役割を果たす。

「ネットワーク」は研究教育環境の整備と充実のための全国的規模のシステムである。これは今後の国際的なプロジェクトや共同研究を行ううえでの基礎ともなる。研究と教育は本来密接な関係があるが、問題を単純化するため、以下では「研究ネットワーク」と「教育ネットワーク」とに分離して考える。教育ネットワークについては、主に博士課程前期（修士課程）を問題にする。また主に講義を中心に考える。実験的研究のための教育、および博士課程後期（博士課程）の教育は研究ネットワークの中で位置づけることが現実的と思われる。

教育ネットワークでは主として、

- 1) 多様な形態の併用、
- 2) 大学院学生とポスドクの経済的支援の拡大

について提案を行う。

研究ネットワークでは、今後の月惑星探査および宇宙物質科学のための人材養成と環境整備のための方策と手順、およびそれらをさらに発展させたネットワークの形態について議論する。主な内容は以下の通り：

- 1) 特に必要とされる人材、
- 2) 拠点研究教育組織の育成と充実、
- 3) 共同利用研究所-大学、大学間ネットワーク、
- 4) 総合ネットワーク「惑星科学総合研究教育機構」の提案。

4.3 教育ネットワーク

4.3.1 基本姿勢

教育ネットワークを通じて、学生が惑星科学の広範な教育を受ける自由度を広げるとともに、教員にとっても、研究交流の活発化の機会を拡げ、研究の場の拡大および人事の流動化につながるようなシステムが望まれる。

教育については、法的な規制が多いため、短期間での大幅な改革は困難である。このために、

- まず現行法の枠内で可能なことから、順次、付加的に進展させてゆくことが現実的である。
- 多様な形態を共存させることが重要である。
- ネットワークを有効に機能させるためには、研究教育機関が集中している東京圏や京阪神の学生のみだけでなく、それ以外の地方の学生が積極的にメリットを受けられる特別な方策や運用が必要である。

4.3.2 現行大学院教育の充実

1) 特別講義の充実

現在、多くの大学で外部からの講師による特別（集中）講義が行われている。しかし、現在の予算で招聘可能な人数は、1研究室あたり年間1、2名以下に過ぎない。講師謝金予算を増額し、招聘可能な人数をもっと増やすことが必要である。

2) 大学間の単位互換の確立

惑星科学の研究グループのある大学間で単位互換が可能なようにする。これは現行法の枠内で可能である。東京工業大学などがすでに行っている。多くの大学間で単位の互換が可能となれば、少なくとも学生が広範な教育を受ける自由度は広がる。また学生間の交流も深まるであろう。これを効果的に機能させるために、次のような方策が考えられる：

- 集中講義方式：遠方の大学院学生が毎週受講することは現実には不可能なので、当該研究グループ間で相談し、単位互換科目を時期をずらした集中講義にする。
- 本学会の電子メールネットワーク（oml）で自由に情報を流す。単位互換を拡げるうえでの宣伝にもなる。

2) は現状で可能な方法であるにもかかわらず、少数の大学間においてしか行われていない。多くの大学で新しい時代に即応したカリキュラム改革が充分に行われていないこと、および事務機構も含め大学の閉鎖性がその一因と考えられる。しかし§4.1で指摘した問題を克服し、教育ネットワークが実をあげるうえでぜひ必要であり、かつ現状で可能な方法であることを強調しておきたい。

4.3.3 新たな多様な大学院教育

1) 講師派遣型の集中講義

前節の1)と相補的に、会員がその所属する機関で必要な講義の内容と講師を学会に提案し、集中講義を依頼する。学会は提案のしかるべき選考を経て講師を派遣する。学会は「選考委員会」をつくとともに、そのための予算枠を確保し講師の旅費に充てる。この方式は理論天文学懇談会で行われている。

2) 単位を取得できる「夏の学校」方式の集中講義・研究会

現在、毎年行われている若手の「夏の学校」と「フロンティアセミナー」をさらに発展させた形態。これらにおいて、複数の講師が集中講義を行うとともに、フロンティアセミナーは研究会的な性格をもたせる。講義に対しては、受講生が単位をとれるようにし、この単位は受講生が所属する大学の単位として認定できるようにする。「研究会」にすることにより、共同利用研の「共同研究員等旅費」を利用できる道を拓く。これを現実化するうえで、次の点に留意する必要がある。

- 現在の夏の学校の自主性を損なわないようにするとともに、マンネリ化に陥らないようにする。またオーガナイザーの負担を軽減する。このため、現在の夏の学校を学会が認知し、企画部会がその支援をする。具体的には、オーガナイザーの若手教員や大学院学生が企画部会に加わり、テーマの設定や講師の選出、運営を行うことなどが考えられる。
- 法的に単位を保証する道を拓く必要があるとともに、各大学の現行のカリキュラムの変更を伴う。
- 共同研究員等旅費を用いるためには、開催場所等に制限がつく可能性がある。

3) 公的基金による「夏の学校」

諸外国においては、大学院学生や若手研究者を対象にした研修会や講義が研究所や公的機関の資金によって行われている（例えば、Enrico Fermi Summer School, NATO Advanced Study, NASA JSCにおける隕石学研修や Woods Hole Oceanographic Instituteの夏の学校等）。これらは特定のテーマについて一定期間、集中的に講義や研修を行うシステムで講師、受講者とも国際的な範囲にわたっている。また参加者には滞在費、旅費の支援がつく。2)の「夏の学校」に比べ、制約が少なくフレキシブルであるが、定常的な運営を行うためには、必要な資金や施設（場所）を確保する必要がある。

4) 講習会

惑星科学に必要な技術や技法の実習を伴った講習会を行う。内容は特定の実験技術、数値計算・シミュレーション技法、画像を含むデータ処理法などが考えられる。固有の施設や技術をもつ研究所や大学等の研究室の施設を借り、希望者に対してある期間、集中的に講習会を行う。ただし、ホスト研究者の時間的・経済的負担をできる限り軽減する方策が必要である。

これらは共存させ、相補的にすることによって、全体として多様性をもたせるようにすることが重要であることを強調しておきたい。

4.3.4 テキストの整備

惑星科学に興味をもつ一般人向けに書かれた惑星科学の普及書は、商業誌として多数出版されている。一方、惑星科学の研究を志す学生が増加しているにもかかわらず、それらの学生の学習の本格的なテキストになりうる本は少ない。以下のような性格をもったこの種のテキストが望まれる：

- 1) 学部から修士課程のレベル。
- 2) 惑星科学を研究してゆくうえで必要な基礎的知識や方法論を体系的に学ぶことができる。
- 3) 盛りだくさんではなく、内容が精選された theoretical minimum 的な性格をもつ。

テキストとしては、従来の印刷物に限ることはなく、電子テキストの形態も積極的に検討されるべきである。例えば、各自のホームページ上につくったテキストを公開し、それらをリンクする。これを学会のオフィシャルリンクとして認定する。以下の利点が挙げられる：

- インターネット上にあり簡単にアクセスできる。
- 惑星科学の急速な発展に対応した迅速な改訂が容易である。
- 特にデータベース的な資料はインターネット上で公開することによって、学生に限らず一般の研究者も広く利用できる。
- 惑星科学の各分野へのガイドブックの役割を果たす概論ホームページを兼備することにより、各自の必要とするテキスト部分への検索が容易にできる。
- インターネット上でアクセス可能とすることによって、後述 §4.3.6 の社会人向け教育や理科教育にも資することができる。

これを行ううえで、著作権の問題等を考慮しておく必要がある。

テキストの具体的検討は本委員会の役割を越えているので、学会にワーキング・グループを作り検討されることを提案したい。

4.3.5 大学院学生への経済的支援

1) 大学院学生旅費

現状では公的には「大学院学生旅費」がそもそも存在していない。大学院重点化等によって、大学院の研究環境の整備が行われつつあるにもかかわらず、大学院学生の教育・研究のための旅費が欠けているのは片手落ちと言わざるを得ない。研究教育ネットワークを有効に機能させるとともに、大学院重点化の実をあげるためには、大学院学生旅費が公的に制度化されることがぜひ必要である。

2) 大学院学生への経済的支援

大学院学生，特に博士課程 (DC) の学生は，研究を担う重要な一員であるとともに，将来の研究の主導的な担い手でもある．将来の研究の推進者となるべき優秀な学生が経済的に自立し，研究に専念できるための支援を行う必要がある．

日本学術振興会 DC 特別研究員の人数の拡大，日本育英会の奨学金枠の拡大を求めてゆく必要がある．日本育英会に関しては，奨学金を現在の貸与から給与にする努力を行うよう学会から働きかけるべきである．1996 年度から発足した文部省の RA (Research Assistant) 制度は DC 学生が加わるプロジェクト研究において，優秀な DC 学生に給料を払う制度であり，新しい改善が見られる．しかし現状では残念ながらその枠が小さい．今後さらに拡大するよう働きかける努力をする必要がある．

3) ポスドク (PDF) 制度の確立

これとともに博士課程を修了した優秀な若手研究者に対しても，PDF 制度を法的に確立し，視野を広げ研究能力をさらに伸ばすための経済的支援が必要である．ポスドクに対しては，日本学術振興会の PD や大学付置研を含む文部省関係の研究所における COE 制度によって，従来と比べてかなり充実しつつある．今後更なる充実を求めるとともに，文部省以外の省庁からの PDF 支援枠もさらに拡大するよう求めてゆく必要がある．これに加えて，関連企業からの PDF への援助を仰ぐための学会の努力も必要である．

外国では常識であるが，国内にない新しい形態として，教員側に対しても，申請・審査を経て予算をつけ，PDF を募集できる道も拓く必要があることを強調しておきたい．これは若手研究者の流動化を促進するうえで有効であるとともに，教員側にとっても自らの研究を活性化するうえで効果的である．

4.3.6 若年および社会人教育への取り組み

1) 理科教育への取り組み

小・中・高等学校の地学教育 (指導要領，教科書，他) に対して学会からの発言を行ってゆくべきであろう．現在，地学関連学会でこの問題が議論されつつあり，特に日本天文学会などが積極的に取り組んでいる．地学関連学会と協力してゆく体制を早急につくる必要がある．

2) 学会による公開講座の開講

毎年全国各地で開催される本学会の秋期講演会の際に，惑星科学の面白さを伝えるための一般向けの公開講座を開催することを提案する．対象は惑星科学に興味をもつ小・中・高・大学生および社会人とする．これは惑星科学の普及を図る一助ともなり，本学会の設立の主旨とも一致する．また納税者に対する研究成果の還元や惑星科学の裾野の拡大にもつながる．

3) 社会人教育

上記の公開講座に加えて，やや専門的な社会人向けの生涯教育および研修の機会を設けることも重要である．社会人の対象としては，例えば小中高校教員やプラネタリウム等の惑星科学関連の職業についている社会人が考えられる．§4.3.3 で述べた「夏の

学校」や講習会は学生だけでなく、社会人に対しても開かれたものにする。

広い範囲への社会教育形態の一つとして、衛星を利用した講義が挙げられる。国内向けでは放送大学ですで行われているが、国際的な範囲、例えばアジア地域を対象を拡げることなども長期的には検討されるべきであろう。

2), 3) については、本学会のメールサーバー上にホームページを開設し、広く一般への広報を図る。

4.4 研究ネットワーク

4.4.1 研究環境整備のための基本的方向

わが国の惑星科学は、太陽系形成論の構築に見られるように、理論的研究の面で惑星科学の発展において大きな役割を果たしてきた。研究者数においても理論や解析の研究に携わる研究者が相対的に多い。これは学会講演数等においても端的に表れている。一方、実験的研究においても、いくつかの分野で先駆的な研究がなされてきたが、みずからの研究目的に適合した装置を開発できる十分な数の実験家 = 広い意味での実験物理学者が育っていない。従来わが国の地球惑星科学では、機器の開発より、それをを用いたデータ取得やその解析がもたらす直接的成果にのみ意義を認める傾向があり、機器開発のできる人材を十分に評価してこなかったことがその一因と考えられる。

わが国の今後の惑星科学の発展のために、理論・解析偏重の現状から、理論、解析、実験、開発のバランスがとれた研究体制への転換が必要である時期となってきている。わが国の惑星科学が月惑星探査という新たな手法を獲得しつつある現在、特に従来手薄であった機器開発ができる研究者の増加は急務となっている。科学の歴史から明らかなように、新しい機器の開発は研究にブレイクスルーをもたらし、新しい研究分野を切り開く原動力となる。この事情は宇宙物質科学についても同様である。分析に関しては、すでに稼働している分析機器のユーザーであるだけでなく、精密分析機器の立ち上げやそれらをシステムとして組み上げる能力をもった人材が求められている。実験についても、宇宙物質科学に関する今後の月惑星探査ミッションの搭載機器の開発のできる人材が求められている。

また、多くの個別研究を広い視野から評価し組織化できる研究企業家としての能力を備えた人材の増加がぜひ必要である。

研究の発展にともなって、研究の場としての現在の大学および研究所の機能についても限界が見え初めている。月惑星探査については、現状では探査に興味をもつ全国の大学や研究機関の研究者は、宇宙科学研究所を核に結集して探査計画が推進されている。そして多くの研究者は個人あるいは小グループレベルで参加している。しかし多くの大学では機器開発を支える技術スタッフやワークショップは不備であり、現状では固体月惑星の機器開発ができるグループや優れたワークショップを擁する大学は一部の大学に限られている。また探査のための機器開発は旧来の教室運営形態においてはオーソライズできていない。月惑星探査の機器開発のできる研究者を独自に育てられる研究グループは宇宙科学研

研究所および一部の大学や国立研究所の研究グループに限られている。このため、多くの大学の研究者は基礎開発を行うことはできても、具体化に至る過程で宇宙科学研究所に頼らざるを得ない状況となっている。その結果、大学および宇宙科学研究所の研究者双方は大きな負担を強いられている。一方、宇宙物質科学分野では、国立極地研究所が南極隕石の探査、分類、curation、南極隕石シンポジウムを通じて隕石研究の発展に大きな役割を果たしてきた。しかし多くの研究者は日常的には所属する大学や研究所において、個人または小グループレベルで、従来の路線の延長線上での研究を個別に行っている段階にとどまっている。このため、§3 で述べた宇宙物質科学の新しい進展に対応することができる体制ができていない。例えば、小惑星サンプルの curation や分析の体制、今後の宇宙物質科学ミッションの提案やそれに伴う新しい搭載機器の開発など、大学や研究所の個人レベルの努力では限界がある。一方、分析のための機器が徐々にいくつかの大学や研究所に設置されつつあるが、それらの共同利用体制は明確ではない。

このような状況を打開し、わが国の今後の惑星科学を強力に推進してゆくためには、研究環境の整備と必要な人材の養成を早急に行ってゆく必要がある。このための方策として、以下のステップを提案する：

- 1) まず、ネットワークのノード的役割を担う複数の拠点研究組織を育成し、
- 2) これらを核としたネットワーク構築を行う。

4.4.2 拠点研究組織の育成

研究ネットワークの基本要素は言うまでもなく個人である。個人または小グループ規模のネットワークを経て、より広いネットワークに拡がって行くであろう。この過程で自由競争によって、拠点となる組織が自然発生的に生まれてくることが理想的である。しかし現状では、月惑星探査や宇宙物質科学研究において、研究ネットワークの拠点となりうる組織が少数に限られている。研究ネットワークを有効に機能させるためには、当面、拠点となりうる研究組織をできるだけ多く育成する必要がある。このためには、拠点研究組織として種々の規模を想定しておくことが重要である。

拠点研究組織の育成・充実に効果的に行うため、大学をはじめとする研究教育機関から複数の拠点研究組織を評価・選択し、そこに人的および予算上の優遇措置をとり、集中投資をすることが考えられる。集中投資は、拠点研究教育組織の施設・装置の充実、研究者の増員、機器開発を支援する有能な技術者を擁するワークショップの充実等をはかることを目的とする。有能な技術者の確保のために、民間への長期委託による技術者の確保なども検討される必要がある。これを強力に行うためには、予算的な裏付けが必要である。

この際、拠点研究組織の選択においては競争原理をはたらかせる必要がある。ある種の A.O. (Announcement of Opportunity) によって公募し、審査する方法などが検討されるべきであろう。評価・選択はこれまでの実績や現状でのポテンシャルを考慮することによって、本学会と関係機関の代表者から成る「評価委員会」を設け行う。

以下、月惑星探査と宇宙物質科学研究における拠点研究組織の育成に関する固有事情について議論する。

4.4.2.1 月惑星探査 月惑星探査においては、拠点研究組織の要件は機器開発をかなりのレベルまで行うことができる研究グループである。§4.4.1 で述べた大学の研究者のおかれている環境を考えると、当面は宇宙科学研究所を核として、その他の複数の拠点研究組織を全国的に育成してゆくことが現実的と思われる。

これまでも宇宙科学研究所を核として、個人または小グループが探査計画を進めてきた。これに加えて、新しい形態として、「機関」としても参加できる道を新たに拓くことを提案する。これらの「機関」が機器開発の将来の拠点として機能できるための基盤整備の方策を講じる。「機関」としては種々の規模の単位が考えられる。大学院の大講座や専攻から大学共同利用研究所の規模までの単位が可能であろう。様々な参加形態を保証するためには、種々の規模での参加単位を可能にしておくことが重要である。

この段階では拠点研究組織をできるだけ多く育成することを重視する必要がある。今後の月惑星探査を広く展開・推進するために、この段階では狭く探査機搭載に直結する機器開発だけに限らず、やや広く機器の研究・開発の基盤の充実に重点を置くべきである。したがって、各拠点研究組織がその実状に応じた基盤整備ができるように、予算の使途に自由度を保証しておくことが望まれる。

各地の拠点研究組織の育成・充実とともに、探査実行の核となる機関自体の充実も図らねばならない。このため、学会から

- 宇宙科学研究所に対して、今後の月惑星探査を推進するうえで必要な数の惑星科学研究部門および月惑星探査工学部門の増設、
- 宇宙開発事業団に対して、H-II を利用した月探査の科学的成果をあげるために、月探査科学部門の新設 (§2.3.2 参照)

を働きかけることを提言する。

4.4.2.2 宇宙物質科学 宇宙物質科学分野においては、月惑星探査における宇宙科学研究所のような核となる共同利用研が現存しない。国立極地研究所は南極隕石の探査、分類、curation において核となっている共同利用研であるが、これに加えて、新たな宇宙物質の研究のための核となる可能性のある既存の研究機関がまず充実される必要がある。これについては §3.4.4 において、「宇宙物質研究センター」の実現のためのステップで具体的提案を行った。「宇宙物質研究センター」自体も核の一つとして位置づけられる。

裾野の広い宇宙物質科学の研究を推進するためには、月惑星探査の場合と同様に、核となる研究機関に加えて、全国規模で拠点研究組織の育成を図らねばならない。現在、実験・分析施設や機器が徐々に大学や国立研究所において整備されつつある。§4.4.2 で述べたように、これらの施設や機器の運用グループに対して、学会として「評価委員会」を設置する等の方法で独自の評価を行い、拠点となりうる研究組織に対して、人的および予算上の優遇措置をとり、集中投資をするための積極的支援を行うべきである。この際、以下の点に考慮することが必要である。

- 今後の物質科学ミッションに向けた搭載機器の開発および持ち帰られたサンプルの分析の拠点の育成を重視する。

- 施設や機器の共同利用化を積極的に進めるとともに、そのための原則を打ち立てる。
- 施設や機器を全国的に分散して配置する。

4.4.3 惑星科学総合研究教育機構

拠点研究組織が整備されつつある段階で、これらの組織および共同利用研究所を有機的に結合したネットワークを構築してゆく方向を目指す。ネットワークの中で拠点研究組織の自立を推進し、核である共同利用研究所と対等な関係を築いてゆく必要があるだろう。すなわち、参加拠点研究組織が機器開発およびそのための環境整備に必要な予算を直接、概算要求等のかたちで得ることができる道を拓き、これによって、機器開発や必要な環境整備を参加研究組織がある程度、自律的に行えるようにする。

このネットワークはオープンにし、参加拠点研究組織の数をさらに増やす。ネットワークを拡げ、様々な参加形態を保证するためには、前節と同様に、種々の規模での参加単位を可能にしておくことが重要である。

これらを有効に行えるようにするためには、この研究組織ネットワークに協議・評価機構を備える必要がある。またこの拠点研究組織ネットワーク自体が法的にオーソライズされねばならない。

最終的には上記ネットワークをリンクさせるとともに、より広い惑星科学分野を含むネットワークとして、総合的な惑星科学研究教育機構 (inter-university- institute organization for planetary science) が形成されることが理想的である。この「機構」においては、省庁の壁を越えた様々な研究教育機関がその特色を生かした多様な参加形態を可能とする「機構」を有効に機能させるためには、法的にオーソライズされた事務局をもつことが必須である。このような「機構」の実現のためには現行法の改正や関係省庁の理解が必要となる。

「機構」として以下の機能を備えることが必要である：

- 月惑星探査や時宜にかなったプロジェクト研究を組織化するため、「機構」に参加する研究組織の研究者代表からなる「企画・調整委員会」を備える。
- 惑星科学の大規模な国際共同研究の窓口としての役割を果たす。
- 研究に必要な予算の概算要求を行うことができる。
- 研究交流の促進の企画，調整
- 博士後期課程学生の教育・研究の場を拡げるための企画，調整
- 研究成果の公開のための「惑星科学情報センター」の機能を備える。
- 人材を時宜に応じて柔軟に活用するとともに、人事交流を図るため「機構」の拠点研究教育組織の一部に客員ポストをつける。そこでは企業の技術者、実務者も積極的に参入できる道を開いておく。また国際協力や教育研究情報公開において生じる様々な法律問題の処理のため、法律の専門家も必要であろう。

- 定期的に「機構」に参加する研究教育組織の評価を行う。学会としても「評価委員会」を作り、異なる観点から独立に評価と提言を行う。

4.4.4 人事の流動化と業績評価基準の多様化

どの段階におけるネットワークも開かれた組織として有効に機能するためには、長年にわたって研究者が特定の研究教育機関に固定することなく、異動が容易なシステムを保証する必要がある。この際、例えば大学間のみでの異動ではなく、大学、国公立研究所、民間企業間のような異なる種類の機関間の異動も容易にする。これは研究者個人の視野を拡げる効果をもつとともに、それぞれの機関を活性化するうえでも有効である。積極的な異動が、当人に経済的な面も含めたメリットをもたらすシステムになることが望まれる。しかし、現状では異なる省庁間の異動は給与体系の違いなどのため、必ずしも当人にメリットを与えていない。

この点を別にしても、現状において異なる種類の機関間の異動を妨げる原因が存在している。すなわち、異なる研究教育機関で、人事の際の業績評価の価値基準が異なることがその大きな原因の一つと思われる。特に大学においては論文至上主義的な傾向があり、地道に機器開発に集中してきた実験的才能をもつ有能な人材や、専門家としての知識知見が要求されるデータベースの作成や計算機ネットワークの整備など研究の基盤を担っている人材は評価されにくい傾向がある。他機関からの異動に限らず、大学間の異動や大学での教員の採用や昇任における業績評価にもこの傾向が見られる。その結果、地道な機器開発より手っ取り早く論文になる仕事に走る研究者を多く産む傾向を招いている。§4.4.1において述べたように、自ら必要な機器開発ができる実験物理的センスをもった研究者の必要性が高まっている現在、特に実験研究者の業績評価においては、論文数だけでなく、多様な尺度に基づいて業績を評価すべきであることを多くの人が認識する必要がある。このため、多様な尺度をもつ客観的な業績評価システムをつくってゆくことが望まれる。

人事流動や適正な業績評価は研究を支援する技官や事務官においても重要である。全国的規模でのこれら職員の異動や研修、有能な技官や事務官の昇任の道を拡げる必要がある。その一案として、研究現場付きの上級職待遇の事務官や技官のポストを設け、その増員を図ることが考えられる。これとともに、給与を含めた待遇を大幅に改善し、企業の技術者やマネジメントの専門家の参入を促進できる環境を整えることも重要である。

4.4.5 評価システムの確立

研究教育ネットワークを有効に機能させるうえで、ネットワークの各部分において適正な評価システムを導入・確立することが必須である。本節 §4 における各論ですでに提言したが、以下に学会として行うべき評価をまとめておく。

- 「大学改革評価委員会」 (§4.2)
- 拠点研究組織の評価・選択 (§4.4.2)

- 研究ネットワークにおける拠点研究組織の育成および惑星科学総合研究教育機構に参加する研究教育組織の「評価委員会」 (§4.4.2, §4.4.3)

言うまでもなく「評価委員会」は個々の研究グループの利益調整の場ではなく、わが国の惑星科学の発展を広い観点から客観的に議論できる場として機能させねばならない。このために、その委員は広い視野をもった研究企業家のセンスを備えた研究者から構成される必要がある。評価においては、実験や観測のデータや結果のみを見るのではなく、むしろ機器開発のプロセスを重視すべきであろう。

教育研究の自己評価が多くの大学において行われつつある。これは一大学で閉じたかたちでの大学組織としての評価である。これに直交する方向で、研究分野という観点からみたときの各大学の評価もなされるべきであろう。これによって、それぞれの大学の特色が明確になり、大学の個性化が促進されることが期待される。また研究ネットワークにおける評価を行う際の参考資料の一つともなる。

上記の「大学改革評価委員会」は大学改革評価を行った後、全国の大学の惑星科学研究グループの評価委員会に発展させる方向性を学会として探求することを提言する。実際、オーストラリア物理学会はこの種の評価委員会をもち、その有効性を発揮している（北原和夫，日本物理学会誌 Vol. 50, No. 9, p. 752, 1995）。従来わが国ではそれまでの活動に対する長所と短所・弱点を指摘するにとどまる「評価」が多くなされる傾向があったが、ここで言う「評価」は当該研究グループの将来の研究の方向性についての建設的な提言であることを強調しておきたい。

5 提言のまとめ

月惑星探査

- 1) Science Working Group の設置し，以下の項目について検討を行う． (§2.5) .
 - H-II を用いた大型月探査の科学目標の設定．
 - MUSES-C 以後の長期的な月惑星探査計画の戦略の検討と立案．
 - 「月惑星探査連絡協議会」における議論に向けて，本学会からの提案の原案の作成．
- 2) 関連学会代表からなる「月惑星探査連絡協議会」の設置の呼びかけ． (§2.6) .
 - わが国の長期的な月惑星探査計画の戦略の検討と立案．
 - H-II を用いた大型月探査の科学目標，人材投入，他の月惑星探査計画との関連についての協議，
 - 「3者協議機関」 (§2.3.2) への参加，

上記のうち，H-II を用いた大型月探査に関する事項については，学会が早急な活動を行うことが必要である．

探査実行の核となる機関に対しては，学会から以下の働きかけを行う：

- 1) 「3者協議機関」の設置 (§2.3.2) .
 - H-II を用いた大型月探査の進め方に関する宇宙科学研究所と宇宙開発事業団の協議に際して，上記「月惑星探査連絡協議会」の代表も参加した「3者協議機関」を設けることを両機関に要求する．
- 2) 宇宙科学研究所に対して，今後の月惑星探査を推進するうえで必要な数の惑星科学研究部門および月惑星探査工学部門の増設 (§4.4.2.1) .
- 3) 宇宙開発事業団に対して，H-II を利用した月探査の科学的成果をあげるために，月探査科学部門の新設 (§4.4.2.1, §2.3.2) .

宇宙物質科学研究体制

- 1) 「宇宙物質研究センター検討委員会」の設置 (§3.4.4) .
 - 宇宙物質科学分野の核となりうる研究機関の活動の評価，および「宇宙物質研究センター」構想の検討を行う．
 - 「関連学会連絡会」における議論に向けて，本学会からの提案の原案の作成を行う．
- 2) 「関連学会連絡会」設置の呼びかけ (§3.5) .

- 「宇宙物質研究センター」構想の検討を含め今後の宇宙物質科学の研究体制について議論する共通の場として「関連学会連絡会」を設ける。そこで、方策の検討や必要な提言の作成を行い、関係機関、省庁等への働きかけを行う。

教育ネットワーク

- 1) 「大学改革評価委員会」の設置 (§4.2) .
 - 全国の大学の地球惑星間連学科や専攻における改組の実態を調査し、大学改革の実をフォローアップする。
 - この委員会での調査をもとに、関係する教育研究機関および行政機関に大学改革の実質化の実現を学会から強く働きかける。
 - 「大学改革評価委員会」は大学改革評価を行った後、全国の大学の惑星科学研究グループの評価委員会に発展させる (§4.4.5) .
- 2) 教育ネットワークの具体化のためのワーキンググループの設置
 - §4.3 で提言した教育ネットワークに関する種々の提案の検討と実行のための方策を具体化する。
 - 大学院学生への経済的支援 (§4.3.5)、理科教育への取り組み (§4.3.6) に関しては、関連学会との協力体制をつくり、関係する省庁、組織への働きかけを行う。

研究ネットワーク

- 1) 「拠点研究組織の評価委員会」の設置 (§4.4.2) .
 - 本学会と関係機関の代表者から成る「評価委員会」を設け、月惑星探査および宇宙物質科学の拠点となる研究組織の選択と評価を行う。
- 2) 「惑星科学総合研究教育機構」に参加する研究教育組織を、本学会として独自に評価する「評価委員会」の設立 (§4.4.3) .

A 日本惑星科学会将来計画委員会委員

加藤工	東北大学大学院理学研究科，筑波大学地球科学系（現所属）
川口淳一郎	宇宙科学研究所システム研究系
香内晃（副委員長）	北海道大学低温科学研究所
小島秀康	国立極地研究所
小林憲正	横浜国立大学工学部
関谷実	九州大学大学院理学研究科
土山明	大阪大学大学院理学研究科
留岡和重	神戸大学理学部
並木則行	九州大学大学院理学研究科
林正彦	東京大学大学院理学系研究科
林祥介	東京大学大学院数理科学研究科
山本哲生（委員長）	北海道大学大学院理学研究科
塚本尚義	東京工業大学理学部
渡辺誠一郎	名古屋大学大学院理学研究科

B 資料

B.1 資料(1)：地球惑星科学関連の学科，専攻一覧（平成7年度）

B.2 資料(2)：惑星科学関連研究者数

B.3 資料(3)：惑星科学関連学科専攻の新設など

B.4 資料(4)：「惑星」，「宇宙」などを冠した学科，専攻，講座などの一覧