

わが国における IODP 科学支援体制に関する提言(案)

日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC)

目次

1. はじめに	1
2. 深海研究の成果・特にその社会的効果について	2
3. IODP 研究の実施体制と現状	4
4. わが国における IODP 科学支援に対する基本理念	5
5. 提言	6
5.1 研究育成支援プログラム	6
5.2 IODP 支援プログラム	7
5.3 科学支援プログラムの実施機構	9
6. 緊急性について	10

図 1 IODP 研究の実施体制と現状

図 2 わが国における IODP 科学支援体制

補足資料 日本地球掘削科学コンソーシアムの科学支援活動

1. はじめに

1968年から開始された海洋域における科学掘削は、DSDP(Deep Sea Drilling Project)から ODP(Ocean Drilling Program)へと引き継がれ、そして2003年10月からは、我が国が建造中のライザー装置を装着する地球深部探査船「ちきゅう」と、米国が用意する非ライザー型掘削船、ヨーロッパ諸国が提供する特定任務掘削船の、少なくとも3種類の掘削船を用いた IODP(Integrated Ocean Drilling Program)として、新たなステージに入った。

これまでの深海掘削は、プレートテクトニクスの実証、急激な気候変動の実態の解明、地下生命圏の重要性の認識などの、輝かしい成果をあげてきた。IODPでは、これらの科学成果をさらに発展させ、地球システムを構成する大気・海洋・地殻・マントル・コアなどのサブシステムにおける変動の詳細を解明し、これらのサブシステム間の相互作用を理解し、さらには、全地球システム変動の根本的な原因を解明することが期待されている。すなわち IODP は、地球科学においてプレートテクトニクス以来の革命を引き起こし、新しい地球観を創り上げる事を目指す、野心的な国際共同研究プログラムである。

IODP では、わが国と米国とが、イーブンパートナーとして計画を遂行する。従って、わが国の IODP に対する取り組みは、米国主導で行われてきたこれまでの深海掘削計画と必然的に異なり、掘削船の運航、掘削計画の管理運営に加えて、科学面でも主導的な役割を果たすことが要求される。

このような背景のもと、わが国はこれまでに、ライザー掘削を用いた科学計画に関する CONCORD (Conference on Cooperative Ocean Riser Drilling) を1997年に東京で開催し、1999年にバンクーバーで開催された非ライザー掘削船を用いた科学計画を検討するための国際会議 (COMPLEX; Conference on Multiple Platform Exploration) でも積極的な提言を行ってきた。また、これらの会議の成果を踏まえた IODP 初期科学計画 (Initial Science Plan: ISP) の作成にも主導的に加わってきた。さらにこの ISP に基づいて、わが国が重点的に実施すべき、独自の科学計画を2002年11月に発表した。この独自の初期科学計画を更に具体化・先鋭化する作業が、引き続き日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) を中心に行われている。

いよいよ実行段階に入った IODP では、その準備段階においてわが国が行ってきた科学計画面での主導的な取り組みをさらに発展させ、掘削提案・乗船研

究を通して、研究成果においても世界をリードして行くことが国際的な責務である。しかしながら現時点では、この点におけるわが国の取り組みは、極めて未成熟なものであることを認めざるをえない。

本報告では、このような現状を認識し、IODP 研究を通してわが国の地球生命科学が国際的に主導的役割を果たすために必要な、国内科学支援体制についての改善に関する提言を行う。

2. 深海掘削研究の成果・特にその社会的効果について

地球科学分野における革命と言われる「プレートテクトニクス」を、観測データとして初めて実証してみせたことは、最も衝撃的な ODP の科学成果の 1 つであろう。そしてこの他にも、これまでの深海掘削研究は、地球生命科学において数々の輝かしい成果を上げてきた。これらの内容は、ISP でも要約、紹介されている。しかしながら、以下に述べる提言を実現するためには、科学者コミュニティのみならず、広く国民に深海掘削の意義についての理解を得ることが必要である。実際、純粋に科学的な成果に加えて、深海掘削研究が、大きな社会的インパクトを与えた事例も少なくない。そして IODP 研究においても、このような社会的に明瞭な意義を持つ成果が期待されている。このような背景に基づいてここでは、深海掘削研究が果たしてきた、そしてこれから果たすであろう社会的な役割について、要約記述を行う。

ガスハイドレート：有望なエネルギー資源

DSDP/ODPでは、深海域に多量の凍結メタン（ガスハイドレート）が分布することを示し、さらにそれらが掘削によって採取可能であることを実証した。ガスハイドレートは高埋蔵量かつ高効率であることから、近未来の有望なエネルギー資源として注目されるようになった。例えば多くの場合化石燃料資源に乏しいわが国において、日本列島周辺海域に多量（約 $7.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ：我が国が消費する天然ガスの140年分）に分布するガスハイドレートは、エネルギー資源としてきわめて重要である。

一方では、これらのガスハイドレート貯留層が海水準変動や地震の発生に伴う海底斜面崩壊によって破壊され、その結果多量の炭化水素ガスが大気中に放出

されて、地球表層環境に大きな影響を与えた可能性があることも、深海掘削研究によって指摘されている。

したがって、ガスハイドレートをエネルギー資源として有効に利用してゆくためにも、IODP 掘削研究によって、その分布や安定性を詳細に解明する必要がある。それによって初めてガスハイドレートの有効利用への道が開けるであろう。

地下圏微生物：有用酵素の発見と利用

ODP の最大の成果の1つは、生物活動がない世界だと思われていた地下の岩石圏に、実に多種多様な生物が生息していることを明らかにしたことであろう。これらの成果に基づいたある試算によれば、地下に生息する生物のバイオマスは、地表に生息する生物の総量に匹敵するとまで言われている。地球は、地上のみならず地下にも一大生物圏を有しているのである。

遺伝子技術は、これまでも、そして将来はこれまでも増して人類にとって必要不可欠な科学技術の1つとなることは疑いない。そして、現在用いられている遺伝子技術において必須な酵素は、その多くのものが高温下で生息する好熱菌から見つけ出されたものであるという興味深い事実がある。すなわち、深海底熱水噴出孔などの高熱環境下で働く酵素系から、新しいバイオテクノロジーが拓かれる可能性が高いと考えることができる。深海底熱水噴出孔近傍の深部掘削は IODP の重要な科学ターゲットの1つにあげられており、この研究を通じて新たな有用酵素の発見のみならず、それらの生成環境などが解明されることが期待される。

海溝型地震発生帯：高精度地震予知の実現

プレート沈み込み帯において、数十 km 程度までの深さのプレート境界で頻発する、いわゆる「海溝型地震」は、地球上で発生する地震モーメントの約 90% を解放し、「海溝型地震」によって発生する津波と地震動は、地球上では最大級の自然災害を引き起こす。しかし、一方で地震は、多くの自然災害の中で唯一、短期的予測が確率的にも成功していない現象である。海溝型地震を予知する上で最大の障害となる点は、その発生場所が海域であるために、観測調査がきわめて制限を受けることであろう。

しかしながら、これまでの ODP による海溝近傍の沈み込み帯浅部における掘

削研究を通じて、その発生場所が沈み込みに伴って形成される断層領域（アスペリティ）であることや、その周辺の地質構造や物性に関する様々の知見が得られてきた。

IODP では、これらのアスペリティー領域への直接掘削を実施し、地震発生帯を構成する岩石を採取し、その物理化学的特性を明らかにして、地震断層の運動様式を解明することをめざしている。さらに、掘削孔に様々な測定装置を配置して、地震発生に大きな役割を果たすと考えられる流体の物理化学的特性の変化を直接モニタリングする。これらの研究成果は、高精度の海溝型地震発生予測を実現可能にするであろう。このことは、世界で有数の地震国であるわが国では、社会的に重要な意義を持つ。

地球環境変動：その実態の解明と予測

地球システムはその 46 億年の歴史の中で、様々な変動を繰り返してきた。中でも、中生代 / 新生代境界における温室期の終焉、新生代に繰り返された急激な気候変動は、最も顕著な変動の例である。前者については、恐竜の絶滅事件として広く知られている事件であるが、ODP の掘削研究によって、この現象がユカタン半島沖に落下した巨大隕石の衝突と強く関連していることが明らかになった。また急激な気候変動については、ODP 掘削で得られた深海底堆積物の連続試料から、初めてその存在が明らかになったものである。

このような、過去の地球システムに於いておこってきた変動を、最新の掘削・分析技術を用いて更に高解像度で解析することが IODP の主要研究計画の 1 つにあげられており、この成果によって、地球システム変動の根本原理が解明され、更には未来の変動予測が可能になると期待される、

3. IODP 研究の実施体制と現状

図 1 に、IODP による掘削研究の実施体制を示す。国際共同プロジェクトとしての IODP を遂行するための運用部門は、1) プロジェクトの運営管理を行う CMO (Central Management Office) と、2) 掘削船を運航し掘削を実施する IO (Implementation Organization) で構成されている。これら運用に関する組織としてわが国は、CMO 機能を担当する IMI (IODP Management International) 機能の

一部（科学計画・成果公開活動）と、ライザー掘削船の運航と掘削を実施する CDEX（Center for Deep Earth Exploration）を整備し、国際共同研究運用の重要な部分を担っている。

さらに IODP では、掘削提案の採択などの科学計画の立案を担当する国際組織として SAS（Science Advisory Structure）が設置されている。国内では、SAS に対応し、掘削提案の育成・研究遂行を推進する組織として、日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）が 2003 年 2 月から活動を開始した。

また図 1 には、研究立案から掘削の実施、研究遂行、成果公開に至る IODP 研究の流れと、それらを実行する過程で必要な経費項目を示す。第 2 回深海掘削委員会で報告したように、米国ではこれらの科学支援経費を、USSSP（US Science Support Program）と NSF 科学研究費 IODP 特別枠として、戦略的に配分することを既に決定しているのに対して、わが国ではそれらの殆どが未処置である。

4. わが国における IODP 科学支援に対する基本理念

わが国の研究者が、IODP 掘削研究において最大限の研究成果を達成し、科学遂行において主導的な役割を果たすことは、IODP 計画遂行のイブンパートナーとしてのわが国の責務である。しかしながらわが国は、国際的なリーダーシップの下に大型の国際共同研究を遂行した経験に乏しく、その実施体制・科学支援体制を構築した例もない。従って、IODP 掘削研究の実施は、わが国における科学遂行に関する、一種の革命をもたらすものであり、この経験は、将来わが国の科学界にとって大きな財産となるであろう。逆に、IODP 研究遂行にあたって、適切な科学支援体制が整備できない場合は、わが国は、掘削船の提供などの運用面のみ国際貢献を行うこととなり、既に整った科学支援体制を構築している米国に、科学的成果を奪われるのは明らかである。

わが国が国際的な責務を果たし、IODP 計画を成功へと導くためには、以下の諸点に留意した科学支援を、戦略的に実施することが肝要である：

IODP に関連する地球生命科学コミュニティーの意見が十分反映され、IODP 研究を遂行しようとする研究者が、科学支援を受ける機会を平等に有する体制であること。

IODP の根幹とも言うべき科学計画を担う SAS 活動において、わが国が継続的に主導的役割を果たすことができる科学支援体制であること。

魅力的かつ、競争力のある掘削提案を継続的に行うためには、技術開発の推進、関連研究の強化による掘削目標の明確化、周到的な事前研究・事前調査に基づく掘削地点の選定が、必要不可欠である。これらの活動を強力に支援できる体制であること。

乗船研究者に対する研究遂行・成果公表義務の実行を支援し、さらに先駆的な研究成果を上げるために、高度な分析解析を提供できる中核的研究拠点の整備を含む、継続的、効率的かつ強力な国内科学支援体制を構築すること。

わが国が、将来にわたって科学面において主導的な役割を果たし、年間 100 人にも及ぶ乗船研究員を継続的に派遣するために、研究者・技術研究者の育成を目的とした支援を行うこと。

IODP による研究成果を広く国民に周知し、地球システムに対する正確な認識を深め、IODP については地球生命科学に対する広範囲な支持を得るための支援を行うこと。

5. 提言

先に示した、わが国における IODP 科学支援に関する理念に基づいて、1) 新規掘削提案の積極的な育成を目指した、競争的研究資金の提供、2) 科学計画活動・乗船研究活動・研究者育成活動・普及広報活動を実施する経常的資金の提供、の 2 つのコンポーネントからなる科学支援体制を提案する。図 2 にこれらの概要を示し、以下にその詳細説明を行う。

5.1 研究育成支援プログラム

(A) 科学研究費補助金における新規分科細目の設置

わが国が IODP を主導的に遂行してゆくためには、良質の掘削提案を継続的に提出し、わが国主導の深海掘削研究を実施することが肝要である。従って、IODP 科学支援の重要項目の 1 つは、将来掘削提案に発展する可能性を有する IODP 科学関連研究（シーズ研究）に対する支援である。シーズ研究

に対する支援は、IODP 研究における基本概念の 1 つである「ボトムアップ」の精神に基づいて、また、全ての国内研究者が掘削提案に関して均等かつ公正な機会を有するべきである点を考慮して、競争的研究費を用いることが適切である。

わが国における主要な競争的研究費の 1 つは科学研究費補助金である。この科学支援システムでは、学問分野に基づいて、分科・細目が設けられている。例えば IODP 関連研究の場合は、「地球惑星科学分科」に含まれる、固体地球惑星物理学、地質学、層位・古生物学、岩石・鉱物・鉱床学、などの細目に応募される場合が多いと予想される。実際にこれまでも J-DESC 会員機関からこれらの細目に対して、ODP/IODP 関連研究の応募がなされてきたし、今後 IODP のスタートに伴いこれまで以上の応募が予定されている。しかし、IODP 関連研究を重点的に活性化させるためには、例えば米国 NSF も行っているように、IODP 関連研究に対する細目（例えば、「掘削科学」）を、科学研究費枠内に設置することが必要不可欠である。

(B) プロジェクト型研究費

IODP では、1 つの航海である程度まとまった研究成果の達成を目指す従来の掘削提案に加えて、より包括的な科学目標の達成を目指し、複数の掘削船、複数の航海を用いた掘削研究である CDP (Complex Drilling Project) が、特徴的に盛り込まれている。このように大型かつ包括的な研究を実施するためには、J-DESC における研究領域横断型の議論に基づいて策定される研究計画に従って、科学研究費補助金特定領域研究、科学技術振興調整費、学術創成研究費などのプロジェクト研究費を戦略的に獲得する必要がある。

5.2 IODP 支援プログラムとその実施体制

わが国が継続的かつ主導的に IODP を遂行するためには、上記の研究育成プログラムに加えて、わが国が科学計画および研究遂行などの国際的な責任を負う活動に対する、以下の支援が必要不可欠である。国際的責任の継続的な遂行という観点から、これらの支援は競争的資金ではなく、経常的経費によるべきものである。

(A) 科学計画活動支援プログラム

IODP の科学面を支える SAS 活動において、わが国が継続的に主導的な役割を果たすことを目的とした支援プログラム。

平均年 2 回開催される各パネルへ参加する委員の旅費。

日本で開催時の会場費，運営費。

パネル委員支援費：各委員は，掘削提案書の査読，パネル内に設置される WG 活動などに，責任を持った対応が要求される。この義務を遂行し，かつ所属研究機関における研究遂行義務を満たすためには，パネル活動業務支援者及び研究支援者の任用を行う必要がある。また，パネル活動を兼業業務とみなし，その責務に見合う謝金を用意するべきであろう。米国では，このような委員への支援を行うことで，パネル委員の定常的な確保に成功している。

(B) 掘削提案育成支援プログラム

競争的資金によって実施されたシーズ研究の成果に，多様な観点からのインプット加えることにより，新規掘削提案に育成することを目的とした支援プログラム。

掘削提案の実効化，掘削地点の選定に必要不可欠な事前調査にかかる経費。

掘削提案の先鋭化，包括化を目的としたワークショップの開催にかかる経費。

(C) 研究遂行支援プログラム

乗船研究者および陸上研究協力者は，「IODP 試料データ分配指針：IODP Sample and Data Distribution Policy」に基づく研究遂行義務を有する。この義務を果たすための支援プログラム。

乗船および乗船後会議，学会発表などの旅費。

陸上研究における研究費。

乗船研究者と共同研究を実施する「中核的研究拠点」の整備・運営経費。中核的研究拠点は，IODP 関連研究遂行に必要不可欠かつ，個々の大学で整備困難な，高度な分析・解析技術を提供し，共同研究を遂行する。

(D) 技術開発支援プログラム

研究遂行に直結した、かつ世界をリードする技術開発を行うための支援プログラム。

それぞれの掘削提案に最適の孔内計測技術の開発にかかる経費。
分析解析技術の開発に伴う経費。

(E) 教育活動支援プログラム

年 100 名以上の乗船研究者を確保し、将来に渡って IODP 研究を国際的にリードしてゆくために必要不可欠な、若手研究者・技術者・コーディネーター育成を支援するプログラム。

学部学生、大学院学生、教員を対象とした講演会の開催にかかる、会場費、運営費、講師旅費謝金。

IODP フェローシップ（大学院学生）の採択、研究費の支給。
海外留学および外国人招聘制度の設置。

(F) 普及広報活動支援プログラム

国民に対して広く IODP 研究の成果を公開し、IODP 科学を含む地球海洋科学に関する国民の理解を深め、次世代の科学サポーターの育成を支援するプログラム。

市民向け講演会、戦略的なマスコミ報道、HP の整備など。
会場費、講師謝金、広告料。

(G) J-DESC 支援プログラム

地球生命科学コミュニティの代表者であり、また IODP 支援プログラムに対する諮問機関としての J-DESC を支援するプログラム。

部会長支援費：謝金、支援職員人件費、旅費など。

新たな研究計画を育成するためのシンポジウムの開催経費。

専門部会・委員会活動旅費、謝金。

5.3 科学支援プログラムの実施機構

ここで提案した、複数の独立したプログラムで構成される IODP 科学支援プログラムを、効率的にかつ戦略的に実施するためには、文部科学省からの

委託を受けて本プログラムを統括的に実行する機構（管理運営機構）を設置することが必要である（図2）。米国では、JOI（Joint Oceanographic Institution）において約20名の専任スタッフがこの任を受け持っている。

さらにプログラムの管理運営と実行にあたって、地球生命科学コミュニティの意見を反映させるための諮問機構（IODP 研究諮問委員会）を、コミュニティの代表である日本掘削科学コンソーシアム内に設置することが望まれる（図2）。

6. 緊急性について

わが国とともにイーブンパートナーとしてIODPを実行する米国では、既に極めて戦略的な科学支援組織を完成させている。一方、わが国におけるIODP研究に対する科学支援体制は貧弱なものであり、IODP科学の遂行に対する国際的責任を果たすことは、極めて困難な状況である。

わが国が、ライザー掘削船の提供とその運営を行うのみであるならば、IODPによって得られる科学的成果の殆どを米国が占有することは明らかである。現状の改善が成されなければ、わが国は科学技術において米国に対して決定的な遅れをとることになり、その結果として、著しく国益を損なうであろう。

ここに、IODP研究に関する支援体制の緊急なる整備を、強く提言するものである。

図 1 : IODP研究の実施体制と現状

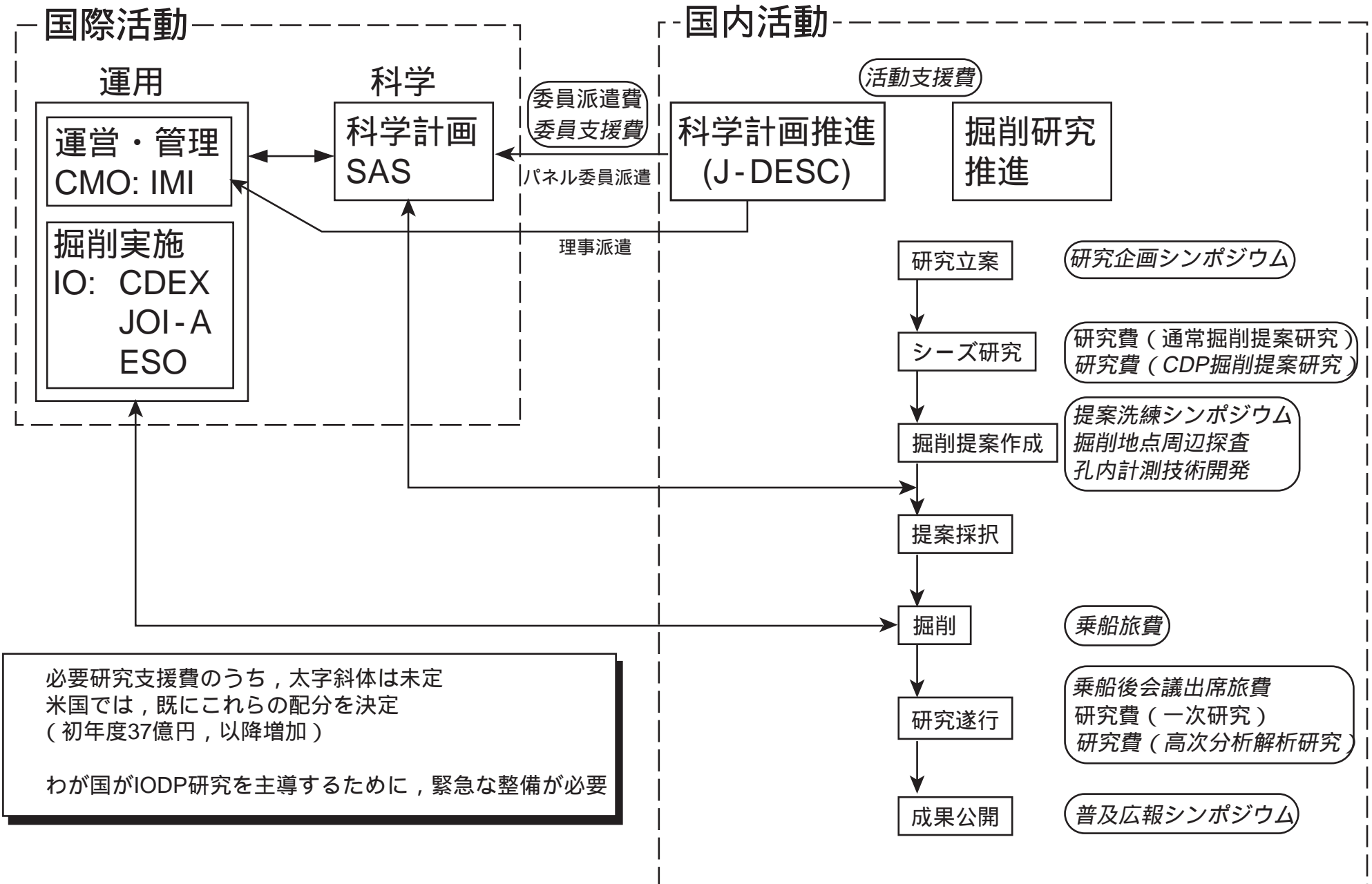
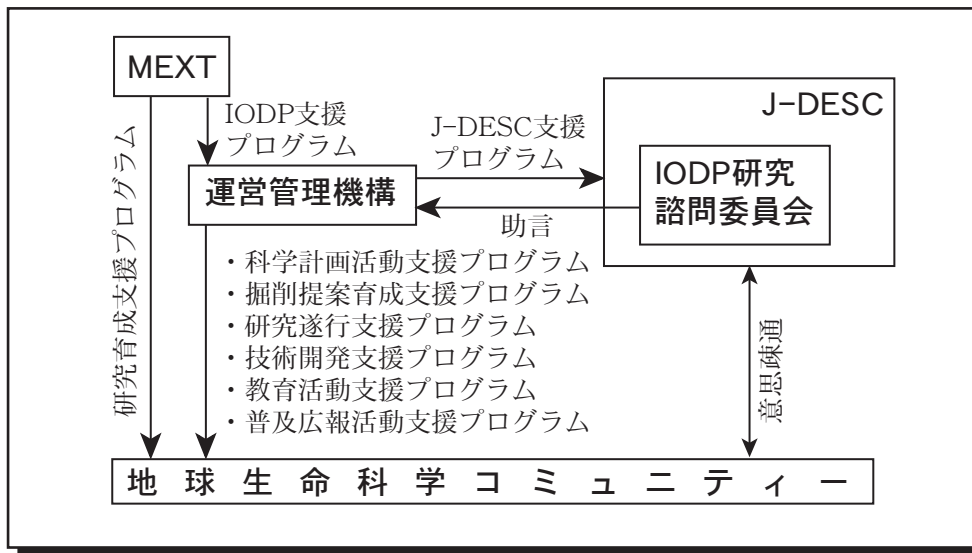


図 2 : わが国におけるIODP科学支援体制



(1) 研究育成支援プログラム（競争的経費）

★わが国における新規プロポーザル開拓のため、シーズ的研究を支援する。

- A) 科学研究費分科細目「掘削科学」：関連研究・事前研究の実施
- B) 特定領域研究・振興調整費・学術創成研究費：CDPの育成

(2) IODP支援プログラム（経常的経費）

★わが国が世界をリードする責任・義務を遂行するための、継続的な支援を行う。

- A) 科学計画活動支援プログラム
 - ・SASにおける主導的な活動の支援
 - ・会議旅費、委員支援費（業務・研究支援者の雇用、謝金）、会議開催費
- B) 掘削提案育成支援プログラム
 - ・シーズ研究の成果を掘削提案への育成を支援
 - ・ワークショップ開催（会場費、旅費）
 - ・事前調査の実施
- C) 研究遂行支援プログラム
 - ・乗船研究義務の遂行を支援
 - ・乗船旅費、乗船後・陸上研究費、共同研究拠点の整備運営
- D) 技術開発支援プログラム
 - ・世界をリードする科学技術の開発を支援
 - ・孔内計測技術、分析解析技術開発費
- E) 教育活動支援プログラム
 - ・掘削科学分野の若手研究者・技術者・コーディネータの育成を支援
 - ・講演会（対象：大学生、大学院生、教員）、単位認定特別講義を開催
 - ・IODPフェローシップ（大学院生）の採用
 - ・海外留学・外国人招聘制度の設立
 - ・会場費、旅費、謝金、フェロー研究費、派遣招聘費
- F) 普及広報活動支援プログラム
 - ・国民に対する、研究成果の公開を支援
 - ・講演会、マスコミ報道、HP整備
 - ・会場費、旅費、謝金
- G) J-DESC支援プログラム
 - ・J-DESC活動を支援
 - ・部会長支援、専門部会活動経費、研究諮問委員会活動経費

日本地球掘削科学コンソーシアム(J-DESC)の科学支援活動

2003年2月に、わが国の掘削科学関連研究者の連合組織として設立されたJ-DESCは、IODP 科学遂行における国際対応機関としてその任に当たってきた。それに加えてJ-DESCでは、IODP 科学遂行に係る科学支援の重要性・緊急性を強く認識し、可能な限りの活動を実施してきた。以下に、それらの科学支援活動の概略を示す。

1) 科学計画活動

- ・ 国際 SAS 活動に対応し、国内科学計画活動を活性化するために、地球内部、地球環境、地下圏微生物、事前調査検討、科学計測、汚染防止安全、技術開発推進の7つの専門部会を設置。
- ・ 国際 SAS パネルの議長、共同議長、パネル委員の推薦、乗船研究者の推薦、科学計画・技術開発に関する検討。
- ・ 専門部会での検討を元に、「IODP における我が国の科学戦略－掘削提案の実現に向けて(1)－」を作成。(IODP 国内科学計画委員会(財団法人地球科学技術総合推進機構設置)と共同執筆)

2) 掘削提案育成活動

- ・ 会員提案型活動経費を設定し、掘削提案育成のためのシンポジウム等を8回開催。

3) 普及広報・教育活動

- ・ 国内外の学会会場に展示ブースを出展。
- ・ 市民向け講演会を新潟・札幌で開催。
- ・ ラジオ番組・新聞などで IODP 国内活動を紹介。
- ・ 4月より、大学・博物館などでの、普及・教育キャンペーンを実施予定。

4) 科学支援体制検討活動

- ・ 米国における科学支援体制を調査し、国内における体制を検討。