

日本学術会議大型研究計画とその後の展望

Master Plan of Large Research Projects 2017 and its Future

*大久保 修平¹

*Shuheï Okubo¹

1. 東京大学地震研究所

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

日本学術会議による「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」（以後、マスタープランと言う）の改訂は、2016年2月上旬から3月末日まで公募された。2016年6月ごろまでにまず、200程度の大型研究計画が決まる見込みである。本ユニオンセッションでは、各課題の概要を発表していただき、大型研究計画の中から重点大型研究計画候補として推薦すべき研究課題について、地球惑星科学委員会で決定する予定である。

キーワード：日本学術会議、マスタープラン2017、重点大型研究

Keywords: Science Council of Japan, Masterplan 2017, Selected Research Project

航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進

Promotion of Scientific Research on Climate and Earth System Sciences Using Aircrafts

*新野 宏¹*Hiroshi Niino¹

1.公益社団法人日本気象学会

1.The Meteorological Society of Japan

本提案は、大気や海洋、海氷・雪氷、陸面・地形・火山、植生などの生態系を含む地球表層圏システムなどの研究に不可欠な航空機を整備し、気候・地球システム科学研究を推進するものである。

文部科学省の科学技術・学術審議会地球観測推進部会がまとめた「我が国における地球観測の実施方針」では、課題解決型の地球観測が重要とされており、特に「気候変動の影響把握やそのメカニズム解明のための地球観測」が緊急の課題とされている。このためには人工衛星・地上・船舶・航空機を統合した観測が重要とされているが、特に航空機は、他の観測手段では難しい多くの物理・化学要素を高精度かつ長時間・空間解像度で機動的かつ直接に観測できるため、プロセスの解明と信頼できる数値モデルの構築に不可欠である。しかしながら、我が国には地球観測専用の航空機が無く、欧米をはじめとする諸外国に比べ航空機観測体制の整備が大きく立ち遅れている。

航空機観測で解明が期待される中心的課題は、気候・地球システムとその変動機構である。気候変動、とりわけ地球温暖化は、二酸化炭素などの温室効果気体による地球の放射バランスの変化が原因で起きる。一方、エアロゾルには温暖化の抑制効果があるが、放射バランスの最大の不確定要因となっている。さらに放射バランスの変化に対する気候システムの応答の最大の不確定要因は雲であり、地球温暖化による集中豪雨や台風の変化も注目されている。航空機による直接観測を衛星観測や我が国の世界最先端の数値モデルと統合することにより、世界をリードする研究が推進できる。アジア域は、PM2.5を含むエアロゾルや温室効果気体のホットスポットであるほか、北西太平洋は世界で最も台風の発生が多い地域であるが、この地域は航空機観測の空白域になっており、航空機観測における日本のリーダーシップが国際的に強く期待されている。

本研究の中心として想定している航空機はMRJである。国産のため改修が容易で、比較的大きなスペースを有するため多くの測器による同時観測が可能である。予算規模は航空機の購入費が60億で、運用費等が年間12億を想定している。年次計画としては、3年間で準備期間で、4年目から本格的な共同利用を開始する予定である。専用の航空機を有することは、長期間の継続および災害発生時に機敏に対応して観測する必要のある研究の両方で利点がある。また、将来現業的に航空機観測を実施できる機関への技術移転のためのノウハウの蓄積も成果目標の1つとすることを考えている。MRJは比較的余裕のあるスペースにより、常時利用できる測器の搭載や相乗り観測も可能となり、これまで経費的に航空機を利用できなかった研究者の参加も見込まれる。

これらを踏まえた観測推進体制としては、共同利用・共同研究拠点である名古屋大学宇宙地球環境研究所の飛翔体観測推進センターが中心となり、外部の支援事務局・機体運営会社の支援のもと、20数名体制で運用する計画である。拠点には全国の専門家からなる航空機観測推進委員会を置き、研究計画の公募・審査・採択・機体運用計画の作成を行う。委員会の下には、研究対象ごとの観測部会を設け、各研究対象を専門とする全国の組織が責任を持って、ユーザーの支援を行うほか、横串として、観測機器開発とデータ公開の作業部会を設ける。このような共同利用・共同研究拠点制度により、継続的・戦略的な測器開発と若手研究者の養成が可能となる。以上の研究体制作りには、様々な分野の研究者との意見交換の場として上記共同利用・共同研究拠点のスキームを利用してきた実績がある。

本研究計画に関しては、国際組織、海外機関や大学から、航空機観測の空白域での貢献、日本の有する最先端の観測技術の継続・発展、台風観測のための北西太平洋域での国際協力などに対して大きな期待が抱かれており、多くのサポートレターが寄せられている。また、COP21のパリ協定では温室効果気体の放出量の報告・検証が国際公約となっており、アジア域における航空機による温室効果気体の高精度の推定（観測）は必須である。

社会的には、これらの観測研究を通じて台風の予測精度の向上や地球温暖化の影響評価研究が進むことにより、自然災害による損失の軽減・環境変動要因の解明と信頼できる予測・水資源管理の改善・生態系の管

理・保護の向上などに寄与ができる。

地球観測の専用航空機は、水文学、生態学、海洋・海氷、雪氷、火山・地形ほかの固体地球科学、地表リモートセンシング研究分野でも、アジア域における新しい観測情報の取得のツールを提供し、新分野の開拓に寄与するほか、船舶観測・無人飛行機・数値モデル研究と連携した研究の発展も期待できる。

キーワード：気候、地球システム、航空機観測、生態系、海洋、火山

Keywords: Climate, Earth system, Aircraft observations, Ecosystem, Oceans, Volcano

海陸・掘削統合観測による革新的地震・噴火予測科学

—沈み込み帯の時空間情報科学の挑戦—

Earthquake and volcanic eruption prediction science through integrated onland, seafloor and ocean drilling observations

-Challenge of the spatio-temporal informatics in subduction zones-

*平田 直¹、木下 正高¹、篠原 雅尚¹、渡辺 俊樹¹、西 弘嗣³、山田 泰広⁵、稲垣 史生²、村山 雅史⁴、石川 剛志²*Naoshi Hirata¹, Masataka Kinoshita¹, Masanao Shinohara¹, Toshiki Watanabe¹, Hiroshi Nishi³, Yasuhiro Yamada⁵, Fumio Inagaki², Masafumi MURAYAMA⁴, Tsuyoshi Ishikawa²

1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構高知コア研究所、3.東北大学学術資源研究公開センター、4.高知大学海洋コア総合研究センター、5.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター

1.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2.KCC/JAMSTEC, 3.Center for Academic Resources and Archives, Tohoku University, 4.KCC/Kochi Univ., 5.ODS/JAMSTEC

日本は、地球上で最も活動的なプレート収束域に位置する、自然災害「大国」である。海洋地殻が日本列島の下部に沈み込むことで、水や二酸化炭素などの地球や生命にとっての普遍物質が上部マントルや島弧・大陸地殻に還元されている。そこには地殻や生命の進化を駆動する巨大なエネルギー蓄積場が形成されている。その結果発生する巨大地震や津波、火山噴火が、日本国民の安寧と生活・社会基盤を突然に奪う。しかもその発生間隔は世代をはるかに超えた長さであるため、危機感はずしも受け継がれない。これらに対する自然科学からの学術的貢献は、その現象を徹底的に記録し、沈み込み帯の地質現象として科学的・包括的にモデル化して後世に知を継承するとともに、これらの切迫度評価や発生予測につなげることであろう。

本研究計画では、日本周辺の沈み込み帯（海溝=島弧=背弧システム）において、「海底・陸域での地震・地殻変動観測網整備」と「超深度掘削による地下圏孔内観測」を軸とした統合観測体制の飛躍的な強化を通して、先進的な島弧形成・発達史、プレート運動とマントルレオロジーによる沈み込み帯のプレート相互作用、マグマ形成・上昇過程、巨大地震断層の固着=滑りサイクルとカップリング、岩石・流体相互作用や流体移動に関連した物理的・化学的過程、深部流体や地下生命圏の動態など、沈み込み帯に固有の地球科学諸現象を解読する。これらの知見を基に、地震発生および火山噴火現象の本質に迫り、地震および火山活動のポテンシャル評価や活動推移予測を実現するための物理モデル構築や事象系統樹を確立する研究を推進し、地震発生・火山噴火の新しい予測科学の創出を目指す。

具体的には、現時点で特に観測が不足している海底とその下の地下圏において、掘削によるサンプルリターンを行うとともに、海底・孔内における列島規模の稠密な地震・地殻変動観測網を整備する。海底ケーブルによるリアルタイム地震津波測地海底観測網は、最大で、全長21,000kmの海底ケーブルによる海底観測点1050点、海底孔内観測点150点の新規整備を想定するが、ケーブルシステムが既設ないし設置予定の海域においても、観測点密度を増すことで、検知能力と空間分解能の大幅な向上を図る。陸域では1万点規模の地震観測を可能とする次世代稠密地震・火山観測システムの整備とそれを活用した集中観測計画により、地震の発生場と活火山の内部構造やダイナミクス の解明を推進する。一方超深度掘削では、今後5年間で、南海トラフ（紀伊半島沖）地震発生帯、同（室戸沖）付加体先端部、日本海溝軸部～アウターライズにおける国際科学掘削（IODP）を重点的に実施し、海底下5kmから震源断層物質を採取するとともに現位置物理化学特性モニタリングを開始し、地震・津波の発生メカニズムや切迫度解明に挑戦する。

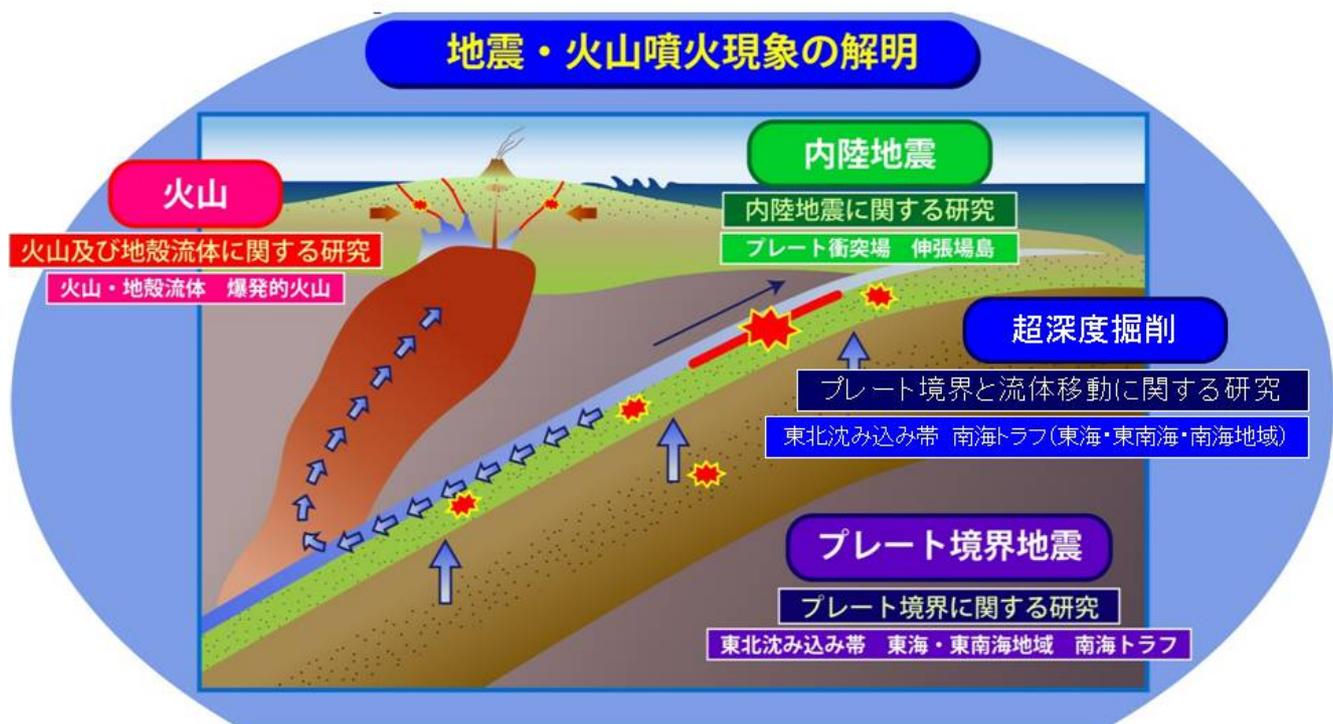
本提案の中核をなす地震・火山噴火予測研究は、文部科学省の科学技術・学術審議会により定められた建議「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について」に基づき、東大地震研をハブとした地震・火山噴火予知研究協議会により実施されている。海底掘削は、J-DESC（日本地球掘削科学コンソーシアム）がIODPの日本代表機関として全国の大学等の要となっているが、今後は実際に研究を国際的に牽引している8機関（東北大、東京大、海洋研究開発機構、筑波大、神戸大、金沢大、静岡大、高知大）を中核とした体制に遂行する。予知研究協議会、J-DESCでは、互いにリエゾン派遣等による人材・情報の流通をさらに活発化していくことが合意された。

海底・陸上での地震・地殻変動観測網整備を軸とした観測体制の飛躍的な強化に加えて、海底での超深度掘削と能動探査・孔内連続観測を統合し、水平+垂直展開による時空間（広域+局所）スケールでモデル解析を行うことにより、地震・火山噴火現象の動態描像が初めて可能となる。島弧の詳細な地下構造探査によりプレート形状、プレート境界カップリングの空間分布を把握し、プレート運動による载荷や巨大地震後の除荷に対する地殻応答の観測データ、掘削試料を用いた地震・津波履歴を合わせてモデル化し、海溝型巨大地震や非地震性滑りの発生、内陸活断層や火山への応力蓄積や擾乱を説明できる地震発生シミュレーション研究を行う。これらの成果に、連続観測網から得られるリアルタイム観測データを加えて、世界に先駆けて地震発生および火山噴火の予測科学研究を推進し、人文社会学・工学との連携により、持続可能な環境形成に貢献する。

キーワード：地震・火山噴火予測研究、沈み込み帯地球科学、地震・地殻変動観測網、超深度海洋科学掘削、地震・火山噴火予知研究協議会、日本地球掘削科学コンソーシアム

Keywords: Prediction Research for earthquake and volcanic eruption, Earth science in subduction zones, Observatory network of earthquake and geodesy, IODP Ultra-deep drilling, YOTIKYO, J-DESC

沈み込み帯の科学：地震・火山現象の解明



2015/12/25

1

深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化

Global deployment of Deep Argo floats toward accurate prediction of future climate and ecosystem changes

*日比谷 紀之¹

*Toshiyuki Hibiya¹

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻

1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

近年の地球温暖化の進行に伴って、海洋中の貧酸素化、酸性化の問題が進行している。さらには、地球温暖化の影響が、すでに深層海洋にも現れているという可能性も否定できず、もし、それが事実だとすれば、長期的かつ不可逆的な地球環境変動/海洋環境変動に繋がっていく可能性もある。深層海洋循環が弱化すると4℃を超える温度変化がグローバルにもたらされるとともに、20%にも及ぶグローバルな海洋生物生産の減少がもたらされるという最近の数値シミュレーションの結果もある。長期にわたる不可逆的な地球環境変動/海洋環境変動に繋がる可能性が強いにもかかわらず、依然、未解明のまま残されている深層海洋の実態を把握することは、今後の地球環境変化予測そして海洋生態系の応答を予想する上で、必要不可欠な課題である。

今回、日本海洋学会が中心となり、水産・海洋科学研究連絡協議会関連学協会16学会、日本古生物学会と共同で提出する本研究計画は、上述した観点から、過去および将来の気候変動/地球環境変動を数値モデルで再現する上でボトルネックとなっている深海の実態解明を図る。具体的には、深層における循環を解明する上で最も不確定性の強い深海乱流強度の把握を目的に、現在、南大洋で10数台稼働している深海アルゴフロート（到達深度:約4000メートル）“Deep NINJA”の温度・塩分センサーに加え、新たに乱流センサーを装着し、約1000台を世界展開することで、表層から底層に至るまでの温度/塩分、および、深海乱流の強度分布の観測を行う。さらに、これらの測定データを我が国が誇る超高速計算機の使用を前提とした大気海洋結合モデルに組み込むことで古気候の再現、気候変動の将来予測を画期的に高精度化していく。特に、古気候の下で再現された海洋環境変動に対する生物の応答に関しては、海底コア化石試料のデータなど、古生物学的なデータから情報を取得できるので、この情報を将来の気候変動予測/海洋環境予測の情報とあわせることで、食糧問題と密接に関係する将来の海洋生産/生物資源のアセスメントを従来とは比較にならない程の高精度で実行していく予定である。

キーワード：深海アルゴフロート、深海混合、深層海洋循環、気候変動予測、古環境変動、海洋生物資源

Keywords: Deep-sea Argo Float, Deep Ocean Mixing, Global Overturning Circulation, Climate Change Prediction, Paleo-environmental Change, Marine Bio-resources

高圧地球惑星科学コンソーシアム

Consortium for High-pressure Earth and Planetary Science

*入船 徹男¹*Tetsuo Irifune¹

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

1. Geodynamics Research Center, Ehime University

高圧地球惑星科学分野における代表的研究拠点である、愛媛大学・東北大学・東京大学・東京工業大学を中核とした、超高圧と量子ビーム（放射光・中性子線など）を利用した共同研究・人材育成のためのコンソーシアムを形成する。コンソーシアム主導で、（1）SPring-8の高度化に対応した新しい地球惑星科学ビームライン（以下BL）の建設、（2）既存の放射光施設（SPring-8, PF）・X線自由電子レーザー施設（SACLA）・中性子実験施設（J-PARC）における地球惑星科学関連BLの高度化、（3）中核拠点における超大型高圧合成装置の建設、などを進める。

これらの大型設備・施設の建設や高度化のみならず、各施設に博士研究員・高度技術員を配置しその維持管理と運用、実験技術の開発や研究支援とコンソーシアムの運用支援を行い、設備の有効利用とともに技術・人材交流や新たな学際的共同研究を促進する。また、愛媛大学で開発されたナノ多結晶ダイヤモンドを応用した新しい超高圧実験技術を推進するとともに、これらの新素材を利用した超高圧装置や、新しい実験技術の開発を進める。

コンソーシアムによる大型実験装置や設備の設置とその活用により、特に（1）地球深部の化学組成と始原物質、（2）高圧下での変形・破壊現象と深発地震の原因、（3）マントルと核のダイナミクスと進化、（4）地球表層と深部の物質循環、（5）太陽系惑星及び系外惑星内部の物質と進化、などに焦点をあてた先端研究を推進する。またコンソーシアムを基盤に、地球惑星科学の他分野はもとより、材料科学・物性物理学・無機化学・分析化学・生命科学分野等との学際的研究の展開も目指す。

本コンソーシアムの提言は、学術の大型研究計画マスタープラン2014において、地球惑星科学分野に対して策定された13課題のうちの一つである。この間、計画の中心である愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター（GRC）は、共同利用・共同研究拠点「先進超高圧科学研究拠点」（PRIUS）として文科省の認定を受けたが、平成28年度からの国立大学法人化第三期においても再認定を受け、超高圧地球科学及び関連分野の我が国の共同拠点としての機能を強めている。一方で、GRCを中核とした新学術領域研究「核-マントル相互作用と共進化」が平成27年度に採択され、超高圧科学分野を中心に、地球化学、岩石・鉱物学、地震学、電磁気学、地球ダイナミクス、物性・素粒子物理学などの幅広い分野を取り込み、地球惑星科学分野における新しい学術領域の創成を目指した取り組みが開始された。また中核拠点の一つである東北大学においては、平成28年度からヨーロッパの高圧地球科学の中心であるBGIとの国際共同大学院を設置し、高圧地球科学分野の国際連携を開始し人材育成活動を強化している。

マスタープラン2014策定から2年ほどの間のこのような状況の変化や、量子ビーム関連施設建設・高度化に関連した動きに鑑み、今回の改定においては前回の提案に対して主に以下の点において変更を加える。（1）BLの建設についてはSPring-8の改造計画（Spring-8 II建設計画）に対応して新BL設置に絞るなど予算面において前回（約130億円）の半分程度に絞り込む、（2）共同利用・共同研究拠点としての実績を積んでいる

GRC（PRIUS）をコンソーシアムの中心と位置付ける、（3）新学術領域研究を発展させ、地球化学、岩石・鉱物学、地震学、電磁気学、地球ダイナミクス、物性・素粒子物理学等、より幅広い分野の研究者を取り込んだ計画とする、（4）4つの中核拠点の国際的な研究教育活動の実績を踏まえ、国際連携・人材育成活動の強化を行う。なお、申請にあたっては状況に応じて上記分野等からの提案との連携や合同にも柔軟に対応する。

キーワード：高圧地球科学、量子ビーム、コンソーシアム

Keywords: high-pressure geoscience, quantum beam, consortium

衛星による全球地球観測システムの構築

Construction of a satellite Earth observation system

*中島 映至¹*Teruyuki Nakajima¹

1.宇宙航空研究開発機構

1.Japan Aerospace Exploration Agency

Today the satellite observation systems are indispensably important for producing global and regional data sets that are used in scientific research and services of every life like weather forecasting. With increasing public concerns on the issues of climate change and environmental problems, a tight collaboration between space agencies and meteorological agencies have been promoted internationally. Each sectors of the world are making effort to establish geostationary and polar orbiter satellite systems to contribute to such coordination as in the plans by CEOS and WMO. Japanese contributions have been and are expected to be important in this international coordination, because of the advanced technologies producing unique and useful data sets from, for example, GOSAT, GCOM-W, GPM, ALOS-2, Himawari-8 and future GCOM-C, EarthCARE, GOSAT-2, and High resolution imagers. In this talk, we like to discuss the current issues of the earth observation and present ideas for future satellite system planning.

キーワード：地球観測、人工衛星

Keywords: Earth Observation, Satellite

"サイエンス"指向型マススペクトロメーターで拓く宇宙・地球・生命科学

New frontier of Earth, Space and Life Sciences pioneered by the developments of
Science-oriented mass spectrometer

*寺田 健太郎¹、豊田 岐聡¹、平田 岳史²

*Kentaro Terada¹, Michisato Toyoda¹, Takafumi Hirata²

1.大阪大学大学院理学研究科、2.京都大学大学院理学研究科

1.Graduate School of Science, Osaka University, 2.Graduate School of Science, Kyoto University

So far, various mass spectrometers, which can determine elemental abundance, isotopic composition and molecular weight of macromolecules have greatly contributed to understanding of the Earth, Space and Life sciences. Above all, high-precision isotopic measurements of natural samples using sensitive mass spectrometers provide us an important clue to decipher the origin and evolution of the Earth and Planetary system. On the other hand, it is well known that many unknown/unresolved scientific issues are still remained because of technical restrictions of "general-purpose" commercially-available mass spectrometers. Therefore, "science-oriented" development of mass spectrometer has been highly desired.

Here, Osaka University, Geochemical Society Japan, and Mass Spectrometry Society of Japan collectively propose the ideas of an innovative development of mass spectrometers that are specialized for the "Scientific issues", in order to pioneer a new horizon of the Earth and Planetary Science (e.g. deciphering of the pre-solar history, Galactic chemical evolution, on-site real-time geochemistry, big-data geochemistry, and so on).

Future Earth -持続可能な地球社会をめざして
Future Earth - Towards Global Sustainability

*安成 哲三¹

*Tetsuzo Yasunari¹

1.総合地球環境学研究所

1. Research Institute for Humanity and Nature

Future Earth is an international program towards global sustainable society through the integrated global change research and transdisciplinary studies with many social stakeholders. particularly, we emphasize the importance of international collaboration in Asia, where global environmental issues are so serious under the rapid economic growth and development in this region. High potential of natural disaster risks of this region also needs to be seriously considered which frequently cause environmental issues more seriously.

キーワード：地球環境問題、持続可能性、アジア、学際および超学際研究

Keywords: global environmental issues, sustainability, Asia, interdisciplinary and transdisciplinary studies

飛行艇を用いた新しい地球惑星科学の創成

Applying flying boat for promoting Geosciences

*角皆 潤¹、植松 光夫²、小畑 元²、谷本 浩志³、川口 慎介⁴、篠原 宏志⁵、田邊 優貴子⁶、和田 章⁷

*Ururu Tsunogai¹, Mitsuo Uematsu², Hajime Obata², Hiroshi Tanimoto³, Shinsuke Kawagucci⁴, Hiroshi Shinohara⁵, Yukiko Tanabe⁶, Akira Wada⁷

1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.国立環境研究所、4.海洋研究開発機構、5.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、6.国立極地研究所、7.東京工業大学名誉教授

1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3.National Institute for Environmental Studies, 4.Japan Agency for Marine-Earth Science & Technology, 5.Geological Survey of Japan, AIST, 6.National Institute of Polar Research, 7.Tokyo Institute of Technology

本研究グループは、学術目的に共同利用出来る「飛行艇」を日本に導入し、これを地球惑星科学分野を中心に活用することを構想している。本講演ではその概要と、実現の際に得られる大きなメリットについてご紹介したい。ここで言う飛行艇とは、新明和工業製US-2（全長33.3 m）に代表されるような大型飛行艇のことであり、時速400-500 km/h前後で空中を飛行する航空機の性能と、海洋上の任意の場所に離着水して、海面上で各種観測作業を実現する船舶の性能を併せ持つ。特にUS-2の場合、その離着水距離は300 m前後で済むため、海洋はもちろん、湖沼観測や極域の観測にも使用出来る。また船舶でも観測を断念する波高3 mの海況で離着水出来る。もし東シナ海大陸棚海底から突発的にガスが噴出し、大量の気泡が海面上に到達しているのが発見されたとしても、飛行艇があれば、発見から数日以内に現場海域に着水してガス試料採取や各種観測を実現し、噴出の原因や影響を解明することが出来る。一方、国内の観測船を利用して観測する場合は、現場到着まで一ヶ月以上かかっても不思議では無い。これは「海底からのガス噴出」を、「宇宙からの隕石の落下」や「座礁した大型タンカーからの原油流出」に置き換えても同様のことが言える。

想定される新しい観測の具体例としては、上記のような、①突発イベント（地震や火山噴火、隕石落下、タンカー座礁、油田事故、原発事故等）発生直後の即応観測がまず第一に挙げられるが、それだけでは無い。他にも、②海洋定点における繰り返し観測、③陸上の大型・特殊分析機器や施設を用いた不安定物質（プランクトンや微生物等を含む）の定量、④島嶼部（噴火中の火山島を含む）や流氷の上陸観測、⑤台風・竜巻観測、⑥大型海洋生物や特定水塊、漂流ゴミなどの追跡観測、⑦長期観測装置（Argoや地震計など）の広域同時設置・回収、⑧人工衛星を用いた海洋観測の補完、⑨沿岸都市計画・防災研究等が挙げられる。これらは、船舶や航空機では実現が困難であるか、実質的に実現不可能だった観測ばかりで、飛行艇の導入によって世界初の観測が実現する。もちろん単に航空機として利用することも可能で、しかも低速・低空飛行可能な飛行艇の方が、高速・高高度飛行を余儀なくされる一般のジェット機より、対流圏や接地境界層の観測に都合が良い。

さらに飛行艇は、現状では船舶を用いて約一ヶ月かかる海洋観測を、半日で終了させることが出来る。大学教員を中心に長期出張を実現することは年々困難になって来ており、観測所要時間や出張所要時間の削減は国内の観測研究のポテンシャルを維持・発展させるのに必須である。また、実験室レベルで高い分析・解析技術を保有する分野外の研究者の参入を容易にすることになるため、国内の地球惑星科学コミュニティ全体にその利益を還元することも出来る。

飛行艇を利用した地球惑星科学研究は世界に前例が無く、従って「欧米ではあたりまえ」が導入の口実としては使えない。しかし日本の飛行艇建造技術は世界一の水準にあり、飛行艇を学術研究に導入出来るポテンシャルが最も高いのは日本である。また四方を海に囲まれた日本は、迅速な移動による海洋観測へのニーズが最も高い。さらに東アジア諸国の台頭も顕著で、研究船の数に勝る相手に先んじて成果を挙げるには、機動力を高めるより他に手は無い。世界に前例が無いことは、導入の促進要因となっても、障害となるべきでは無く、高い優先度で飛行艇を導入すべきである。

課題は金額であり、初期投資で200億円程度が必要となる。ただしこれは大型観測船と同レベルであり、「ちきゅう」や「はやぶさ2」より安い。また大型観測船なら30名以上、「ちきゅう」なら100名以上の乗員が運航に必要となるが、飛行艇は3名で済むため、長期的な運用コストは一般の観測船より安く済ませられる。現在同

志と実現のためのアイデアを広く募集しているので、希望される方は遠慮無く角皆に声を掛けて欲しい。

キーワード：飛行艇、マスタープラン2017「大型研究計画」

Keywords: flying boat, Large-scale Research Projects: Master Plan 2017

太陽地球系結合過程の研究基盤形成

Study of Coupling Processes in the Solar-Terrestrial System

*津田 敏隆¹*Toshitaka Tsuda¹

1.京都大学生存圏研究所

1. Research Institute for Sustainable Humanosphere

「太陽地球系結合過程」の研究目的は、地球に太陽エネルギーが流入する過程、ならびに、それに対する地球周辺環境の応答を解明することである。太陽から地球に与えられるエネルギーは、太陽光ならびにプラズマ粒子の流れである太陽風に大別される。太陽光は赤道で最大となるが、太陽放射により加熱された地表面が熱源となって大気擾乱を起こし、その擾乱が大気波動に姿を変えて伝わることでエネルギーが上方に運ばれる。一方、太陽風に起因する電磁エネルギーは、地球磁場の磁力線を通じて北極と南極に集中する。極域でも擾乱が起こり、太陽エネルギーの一部は、下向きおよび低緯度方向に伝わる。本計画では、これら2つの特異点に大型大気レーダーを設置して拠点観測することを目指している。赤道域のなかでも、大気変動が最も強くなるインドネシアに、「赤道MUレーダー」を設置する。また、北欧に国際協力により「EISCAT_3Dレーダー」を建設する。国内に既設のMUレーダー、インドのMSTレーダー、南極・昭和基地のPANSYレーダー、さらに中国等で建設が進んでいる大型大気レーダーの観測ネットワークによる国際共同研究を推進する。また、小型計測機器により赤道から極域までをつなぐ広域観測ネットワークを構築して、エネルギーと物質のグローバルな流れを解明する。

キーワード：太陽地球結合系、赤道MUレーダー、EISCAT-3Dレーダー、広域観測ネットワーク

Keywords: Solar-Terrestrial coupling process, Equatorial MU Radar, EISCAT-3D Radar, global observation network

極低雑音・大口径ミュオン検出器アレイによる、火山ダイナミクス統合研究計画

Integrated research of volcano dynamics with an ultra-low noise large muon detector array

*田中 宏幸¹*Hiroyuki Tanaka¹

1.東京大学地震研究所

1.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

火山噴火におけるマグマの移動様式についてはまだよく理解されていない部分が多い。たとえば板状に貫入するマグマが火山表層部では管状の火道に変化する理由や爆発的な噴火と非爆発的な噴火を分けるメカニズムなどがその例として挙げられる。これらの理解が火山活動がどのような経過をたどり、いつ終息するかについての予測を与えるが、地震波観測や地殻変動等の従来の地球物理手法では得られる情報が限られる。したがって、より直接的な火山「内部」の診断が必要である。そこで、特に浅部のマグマダイナミクスの理解に直接的な情報を与えると期待されるのが、高空間分解能で巨大物体内部を描き出す素粒子透視法である。宇宙から到来する宇宙線に起源をもつ素粒子ミュオンを利用した巨大物体の透視技術「ミュオグラフィ」を使えば火山内部の密度プロファイルを詳細にイメージングできる。2008年の薩摩硫黄島の観測では、火道内マグマ対流を示唆する発泡マグマのイメージングに、また2013年には噴火に伴うマグマの上下動を可視化することに成功している。しかし、従来のミュオグラフィでは2次元平面に投影した画像しか得られていない。また、時間分解能も3日と限られる。本提案は超低雑音・超高位置分解能型革新的ミュオグラフィ観測装置をアレイ状に配置することで従来技術を飛躍的に発展させ、超高時空間分解能3次元イメージングを可能にするものである。すでに、薩摩硫黄島の観測において、性能が実証されている開発中のテストモジュールの位置分解能を向上させ、火山の周囲に配することで、これまで固体地球科学分野では実現できていない、医療的イメージングに迫る、極めて高解像度の3次元画像の動画が得られる。本ミュオグラフィ技術が確立することで、地下構造のイメージング、惑星探査、また歴史遺産の内部構造調査など他の地球惑星科学分野への技術的な波及も期待される。さらに、ミュオグラフィの原子炉や産業プラントインスペクションへの応用に対する社会の期待も高い。

キーワード：ミュオン、ミュオグラフィ、マグマ、火山、イメージング

Keywords: muon, muography, magma, volcano, imaging

極域科学のフロンティア -南極観測・北極観測の新展開による地球環境変動研究-

Frontier of Polar Science - Study on Global Environmental Change through Development of the Antarctic and Arctic Observations -

*中村 卓司¹、白石 和行¹、杉本 敦子²、杉山 慎³

*Takuji Nakamura¹, Kazuyuki Shiraishi¹, Atsuko Sugimoto², Shin Sugiyama³

1.国立極地研究所、2.北海道大学大学院 地球環境科学研究科、3.北海道大学 低温科学研究所

1.National Institute of Polar Research, 2.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3.Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

本計画は、過去から現在、未来にわたる地球環境の変動が際立って反映される南北両極域の重要且つ貴重な情報について、プラットフォームを整備活用して取得することで学際的研究の推進をはかるものである。

北極では地球温暖化による平均気温の上昇が最も大きく、気候変動による影響が最も顕著に現れ、生態系や地域住民の生活に影響を及ぼしており、さらには世界全体の経済活動を変化させる可能性がある。一方、南極域では地球温暖化に対する巨大な氷床の応答も未だ不明な点が多いなど、大規模な地球規模変動の可能性とその予測が大きな関心となっている。また、これらの両極の変化は独立でなく、海洋・大気循環を通じて連鎖していることから、両極をひとつのシステムとして捕らえることが必要となる。これらに留まらず、南極・北極は、様々な宇宙惑星科学、大気水圏科学、固体地球科学の最適な観測・調査フィールドとなっており、まさに地球惑星科学の窓となる重要な研究領域である。具体的な計画は下記の通りである。

(1) 新内陸プラットフォームを活用した南極観測

通年で地球観測や天文観測が可能な「南極内陸基地」を世界先端拠点として新たに整備する。新内陸プラットフォームでのアイスコア掘削により百万年前までの気候を詳細に解析し、国際競争での一番のりをめざす。地球史における最重要テーマの一つである氷期・間氷期サイクルの正しい理解再現に挑戦する。さらに、周辺海水縁まで含めた古気候データや、内陸大気の観測、大型大気レーダーによる鉛直精密観測、次世代VLBI による地球回転変動を含めた環境動態監視などと協調することで、地球大気上空から内部までの水平・鉛直観測によりデータを蓄積し、将来の地球環境変動予測の高度化・精緻化を目指す。

(2) 北極域環境変動研究

オールジャパンの北極域研究プロジェクト補助金事業で国際協働体制による整備をすすめる「環北極観測網」を活用した、大気・陸域現地観測やモニタリング観測、時間変動情報を構築するアイスコア掘削及び氷床・氷河観測と広域機動性を持つ観測船・航空機・衛星による観測データにより、急激に変化する北極域の理解を深める。

(3) 総合解析による極域およびグローバルな地球システム変動の研究

(1)・(2)の極域のデータを総合的に解析しモデル研究と協働で全球的な地球環境変動を理解する地球システムのモデルの高精度化に寄与する。また、両極域の観測・解析による膨大なデータを集積し、研究者へ提供するとともにフィードバックを観測側へ伝える双方向性の共同研究を整備し地球惑星科学の新展開を図る。

キーワード：極域科学、南極、北極

Keywords: Polar Science, Antarctic, Arctic

太陽系生命前駆環境の実証的解明のための統合研究プログラム

An integrated research program elucidating the solar system environment leading the emergence of life

*倉本 圭¹

*Kiyoshi Kuramoto¹

1.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻

1.Department of CosmoSciences, Graduate School of Sciences, Hokkaido University

生命誕生に至るまでの惑星環境の様態と物質進化過程を解明することが、来る百年の惑星科学の大目標である。小惑星探査機「はやぶさ」や月周回衛星「かぐや」の成功により、本格的な太陽系探査に参入した我が国は、プロジェクトを推進する宇宙科学研究所（ISAS）を機器開発や科学検討の面で支える周辺拠点を充実させるべき段階にある。そこで、国際協力のもと、魅力的で実現性の高い太陽系探査プログラムを立案し、それに必要な次世代機器の開発を戦略的に進めるとともに、データ解析・モデリング及び宇宙物質分析研究を有機的に連携させ、実践的な人材育成・交流が展開できる多拠点ネットワーク型の「惑星科学研究コンソーシアム」を、ISASを取り巻く形で構築することをめざす。

本統合研究プログラムの科学目標は以下のように整理される：(1) 生命前駆物質の形成・進化、(2) 惑星材料物質・生命前駆物質の分布・移動、天体への供給、(3) 地下熱水環境：鉱物—水—有機物反応系、(4) 大気（海洋）散逸・光化学反応、(5) 惑星・衛星の形成・初期分化。これらを、惑星探査計画の戦略的な推進により解明する。

次期戦略的中型探査計画「火星衛星探査計画MMX」において、火星衛星の起源をその場リモートセンシングとリターンサンプル顕微解剖学研究により解明する。そのための搭載機器開発と分析システム整備を進め、外惑星領域から内惑星領域への物質輸送ならびに最も地球に似る表層環境を有する火星の形成と進化に最大限の情報を引き出すモデリング研究、探査シナリオ構築を行う。MMXに先行する、現在飛翔中のC型小惑星サンプルリターン計画「はやぶさ2」により、鉱物・水との相互作用による有機物進化を解明する。国際共同探査計画「JUICE」において、原始地球海洋に似る内部海を氷下に保持するとされる木星巨大氷衛星のモデリングと探査シナリオ構築、搭載機器開発を推進し、科学成果の最大化を目指す。また、世界最高品質をもつ「かぐや」の月全球リモートセンシングデータに基づき、月・地球系への小天体供給率の変遷とその供給源を解明し、新物質生成をもたらす衝突現象を探る。水星と金星を含む天体システムのモデリング研究と探査観測技術の開発を進め、次期探査計画の定量的立案を行う。

関連周辺分野からの幅広い連携協力の継続が必須である太陽系探査の特性に鑑み、優れた特色ある資産を有する研究グループを拠点として拡充整備するとともに、コミュニティへ共同教育研究支援サービス機能を提供することにより、全国に分散する研究者の有機的な結合を図って研究推進体制を発展させていく。

https://www.wakusei.jp/~shourai/for_all/2016/index.html

キーワード：太陽系探査、惑星科学

Keywords: space exploration, planetary science

集中豪雨に伴う生態系の攪乱とレジームシフト

Ecosystem disturbances and regime shifts due to extreme rainfall events

*山室 真澄¹*Masumi Yamamuro¹

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科

1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

生態系の安定性と予測可能性は人類の安全と持続にとって根本的な問題である。近年、多くの淡水生態系が極端な気候現象によって急激な攪乱を受けており、それらのうちには未だ回復していないものもある。気候の温暖化は、生態系に対する一方向への長期にわたるストレスを伴うような極端な気候現象を増大かつ増幅させている。社会的な要求として、極端な気候現象に対応した生態系の潜在的な損傷や復元性に関する実用的なガイドラインの必要性が増しているが、十分な観測や理論が不足していることから現段階における我々の知見は限定的なものでしかない。土木学会など他学会との協力のもとに日本陸水学会によって先導される本プロジェクト研究は、SNSを活用した集約的な監視を行うことによって、極端な気候現象と一方向への長期的な気候変化が淡水生態系に及ぼす影響を評価することを目的としている。特に、異なった滞留時間を有するさまざまな生態系が、衝撃の大きなものから小さいものまで、異なったレベルでの攪乱を受けるとされる集中豪雨の影響に着目している。この大型プロジェクト研究は、同時に、一方向への気候変化に伴った生態系の質的变化やレジームシフトを長期モニタリングから感知することも意図している。プロジェクト研究の拠点は滋賀県立大学に置き、観測データをリアルタイムで受発信できるようにする。モニタリングサイトを日本全国の都道府県にある河川や湖沼、湿地帯（例えば琵琶湖や尾瀬沼、王滝川集水域、物部川）など選択した場所に設置し、学会員や関連した地域の人々が潜在的なレジームシフトや急激な変化を監視する。集中豪雨による極端現象の増加は地球規模での環境問題であり、生態系の量的および質的な変化は世界中の人々に災害をもたらしている。例えば、洪水は地域の生物種を他の場所へ輸送し、時には地域の植生や景観を破壊し、その結果として微生物・昆虫・魚などにより構成される食物網が我々に提供する生態系サービスを低下させる可能性もある。もし我々が信頼できるデータを持ち合わせなければ、洪水の後に行政が元の生態系を復元することができない。何よりもまして極端な現象の前後における環境の体系的な記載が必要である。このような現象の規模と緊急性からして、この問題に正面から取り組むことが日本陸水学会の責務であると考えている。5年間のプロジェクト研究を通して、学会としては研究者と住民の協調的なネットワークを組織し、非常に大きな攪乱を受ける生態系の最新情報を発信するために本観測システムを開発しようと考えている。

<http://www.jslim.jp/>

キーワード：湖沼、河川、湿原、森林、レジリエンス

Keywords: lakes, rivers, marsh, forests, resilience

セッション終了に当たって

Concluding remarks of the session

*藤井 良一¹

*Ryoichi Fujii¹

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Nagoya University

発表された大型研究計画の簡単なまとめと今後の地球惑星科学分野の大型研究計画の重点化に向けた支援計画について述べる。

キーワード：地球惑星科学、重点大型研究計画、学術会議

Keywords: Earth and Planetary Sciences, Highest priority large-scale research project, Science Council of Japan