

超域研究機構第1期プロジェクト 研究成果（中間）報告書— 概要 —

1. 研究プロジェクト名

「日本地球掘削科学の拠点形成：海洋底地球科学分野の強化と新領域（地下生物圏）の創成」

2. 研究プロジェクト構成員職・氏名

プロジェクトリーダー	宮下純夫	(自然科学研究科・教授)
	松岡 篤	(理学部・教授)
	赤井純治	(理学部・教授)
	栗田裕司	(理学部・助教授)
	高澤栄一	(理学部・助教授)
	藤林紀枝	(教育人間科学部・助教授)
	豊島剛志	(自然科学研究科・助教授)
	小林健太	(自然科学研究科・講師)
	野中昌法	(農学部・助教授)
	志村俊昭	(理学部・助教授)
学外者等	植田勇人	(弘前大学教育学部・助教授)
	足立佳子	(北海道大学研究支援員)
	根尾夏紀	(新潟大学自然学研究科後期課程)
	秋元 梓	(新潟大学自然学研究科後期課程)
	田中真二	(新潟大学自然学研究科後期課程)
	山崎秀策	(新潟大学自然学研究科前期課程)

3. 研究成果の概要

(1) プロジェクトにおいて目標としたもの

本プロジェクトは、日本地球掘削科学コンソーシアムの設立に対応して、新潟大学に強力な海洋底地球科学分野を構築することを基本的な目標として設定した。

これまでの深海掘削や海洋底地球科学分野の研究はアメリカ主導で行われてきた。しかし、新たに開始された統合国際深海掘削プログラム（IODP）では日米が共同でになることが求められており、それに対応して行くために「日本地球掘削科学コンソーシアム」（J-DESC）が設立された。本プロジェクトでは海洋底地球科学に関連した研究を発展・創成し、コンソーシアムの有力な構成部隊となることを目指している。

(2) 目標に到達するために選択した方法・手段

研究グループ毎の研究推進を基本として、国内外から広く参加者を募ったシンポジウムを開催し、研究拠点として本プロジェクトを確立して行く事を基本的な方法とした。

また、IODP の国内における啓蒙・宣伝活動にも積極的に加わり、新潟大学内外への IODP の概要とその意義を広める事も重視した。

(3) その結果、得られた成果

○学術的成果

海洋底掘削に直接関連した研究では、高澤が大西洋中央部における IODP 第 209 次航海（2004

年5-7月)に参加,ポストクルーズミーティングを北海道において開催。高澤はこのミーティングのホスト。宮下は太平洋における世界初の海洋地殻第三層までの掘削に成功したIODP Exp. 312 (2005年11-12月)の首席研究者を務め,2名の本学大学院生も参加した。この成果の概要はサイエンスに掲載された。また,インド洋ロドリゲス三重点における「しんかい6500」を用いた研究航海(2006年1-2月)に本プロジェクトの大学院生が参加した。南西インド洋海嶺から採取された岩石とオフィオライトに関する研究において,宮下は同院生とともに日本地質学会優秀講演賞を2回受賞した。

過去の海洋地殻-上部マントルの世界最大の岩体であるオマーンオフィオライトに関する研究は,着々と進行しており,博士論文1件,修士論文5件,卒業論文5件がこの期間に行われた。新潟大学がオマーンオフィオライト研究の拠点であることは内外に知られるようになってきた。

赤井はIODPの重点である地下生物圏の解明に関連して,深部地下におけるイオウサイクル及び微生物-鉱物相互作用の研究を推進しており,オーストラリアのマーブルバーで,NASA,オーストラリア,日本の国際プロジェクトとして,アストロバイオロジーの視点からボーリング試料の解析をおこなっている。

松岡は同一の珪酸塩試料から酸素と珪素の安定同位体比を同時に求めるための酸素・珪素同位体抽出・精製装置を完成させ,太平洋の海底から得られたコアサンプルについて,放散虫化石で年代を決定した試料の酸素同位体比を測定し,放散虫生層序と酸素同位体層序の関係を示すことに成功し,深海堆積物による古海洋環境変動の解析を行う上での道筋をつけた。

豊島,小林は中越地震に関連した地震断層や変状構造,地下水異常などについて精力的に調査研究を行っており,その成果の一部は新潟大学中越地震報告書に掲載されている。

栗田は,日本各地の第三紀堆積盆の堆積構造の解析や堆積盆の形成プロセスの解明を進めており,日本海形成前後のリフトの形成テクトニクスについて着々と解析を続けている。

藤林は日本海沿岸や佐渡などに分布する新第三紀火山岩について,火山地質学的観点から研究を進めており,海底火山の形成プロセスや,火山岩に含まれる捕獲岩から下部地殻の実体解明などについて成果を挙げている。

○研究集会の開催

宮下・藤林は,2004年12月に日本海超深度掘削を目指すシンポジウムを新潟大学超域研究プロジェクトとして主催した。このシンポジウムでは日本海超深度掘削の目的は,1)大陸地殻の薄化過程と日本海の成因の解明。2)日本海海洋地殻の実体と現在の日本海東縁収束帯の活動史の解明が上げられた。後者のテーマには,中越地震も深く関わっている。

栗田・藤林は上記の研究集会を発展させ,2006年4月末に日韓合同海洋掘削シンポジウム(JKOD2006-Niigara)を開催した。本シンポジウムには韓国から9名,両国あわせて74名,18研究機関からの参加者があり,口頭発表29件,ポスター発表17件の合計46件の講演があり,日本海を舞台とした掘削計画の推進や海洋モホール計画の推進にとって重要な一歩となった。

以上,本プロジェクトが基本目標とした日本地球掘削科学コンソーシアムの拠点形成が着実に進行した事を示している。

○その他のワークショップ等のイベント

イベント名:IODP暫定科学立案評価パネル新潟会議 2003年5月22-25日 藤林が主催
「地球を掘る」市民講演会 2003年5月24日 栗田が事務局長

イベント名:IODP大学&科学館キャンペーン(in新潟)2005年4月28-29日

教育人間科学部と新潟県立自然科学館とにおいて,展示および講演会を開催 藤林・宮下が主催

(4) 更新する期間(3年間)で目標とする事項及びその研究計画

①目標

巨大掘削船「ちきゅう」の運行を迎え,本プロジェクトでは新潟大学における海洋底地球科学分野の飛躍的強化と海洋モホール計画への拠点形成を図る。日本海などでの超深度掘削により,人類未踏のマントルまでの掘削やマントル地殻相互作用と地殻形成プロセス,日本海の形成プロセスとその要因,日本海東縁変動帯による収束過程,日本海形成時から現在ま

での環境変動を解明する。このために1) 海洋地殻・マントルの実体解明, 2) 大陸地殻の薄化現象, 3) 堆積盆形成機構および堆積層からの環境変動解析, 4) 構造解析・収束テクトニクスの4つのグループで有機的に協力・研究推進を図る。これらを核として新潟大学において、日本海や海洋モホールに関するシンポジウムを組織し、日本海掘削プロポーザルの作成・実現へ向けて、富山大・金沢大・島根大・信州大、海洋研究開発機構などとの連携を深める。これまでに既に2回のシンポジウムを主催しているが、本プロジェクトを実施する事により、日本における研究拠点としての位置を強固に確立する。

②研究計画

- ②-1 本プロジェクトは4つの研究グループ毎に、プロジェクトの研究目的に沿った先端的な研究を推進することを第1の柱とする。これまでの努力により整備されてきた地球物質分析室を効率的に稼働させ、先端的な研究を推進して成果を出していくことが、新潟大学の地位を高めて更なる大型予算の獲得へとつながるであろう。
- ②-2 本プロジェクトでは、日本海超深度掘削・海洋モホール実現という目標を設定した。これは狭い専門分野や一大学のグループだけでは困難で広い協力が必要である。そのため、本プロジェクトに関連しうる大学、とりわけ環日本海の諸大学の研究者との強力な連携を作り出すために、シンポジウムなどを必要に応じて開催し、日本での中核としての役割を果たすとともに、韓国、ロシア、中国の環日本海諸国の大学・研究機関との連携も強めながら、科学的に価値の高いプロポーザル作成を行う。
- ②-3 特に重点を置く研究実施項目として、1) 高速拡大海嶺の地殻の実体とその形成プロセスの解明 (IODP Exp. 312 サンプルによる精密研究と同一孔におけるさらなる掘削プロポーザル、しんかい6500を用いた潜航調査による地殻物質採取とその解析 (インド洋および太平洋)、2) オマーンオフィオライト (世界最大・最良の過去の海洋地殻-上部マントル) に関する研究をさらに推進する事により、精密な海洋地殻-上部マントルにおける地質学的・岩石学的プロセスを解明し、海嶺下のマグマシステムの総合的解析において世界をリードする。

(5) 研究発表実績

- ア：学術雑誌 (レフリー付き) 69 編
イ：口頭発表 209 編
ウ：出版物 9 件

(6) 研究成果による知的財産権の出願・取得状況

特になし

(7) 新聞等のメディアに掲載された事項

新聞報道

1. 毎日新聞, 2. 読売新聞, 3. 朝日新聞, 4. 新潟日報, 5. 北海道新聞, 6. Yahoo News, 7. 新潟日報, 8. 産経新聞, 9. 朝日新聞

1-6 ではサイエンスに掲載された論文について報道され、宮下のインタビューが掲載されている。7, 8 は掘削へ出発前に行なわれた宮下へのインタビューが掲載されている。9 には中越地震に関連した記事が掲載されている。

テレビ:サイエンス・チャンネル

「科学コミュニケーターによる IODP の紹介」: 宮下が共同首席研究者を務めた IODP Exp. 312 に乗船した科学未来館の科学コミュニケーターによる紹介番組で、船上での様子や下船後に宮下が受けたインタビューが掲載されている。本番組はサイエンス・チャンネルで放映されるとともに、サイエンスライブラリーとして全国の博物館等に配布予定となっている。英語版も製作されている。

Drilling to Gabbro in Intact Ocean Crust

Douglas S. Wilson,^{1,9,10} Damon A.H. Teagle,^{2,10} Jeffrey C. Alt,^{3,8} Neil R. Banerjee,^{4,8} Susumu Umino,^{5,8} Sumio Miyashita,⁶ Gary D. Acton,⁷ Ryo Anma,¹⁰ Samantha R. Barr,⁸ Akram Belghoul,⁹ Julie Carlut,¹⁰ David M. Christie,¹⁰ Rosalind M. Coggon,^{8,10} Kari M. Cooper,⁸ Carole Cordier,⁹ Laura Crispini,^{8,9} Sedelia R. Durand,⁹ Florence Einaudi,^{8,9} Laura Galli,^{9,10} Yongjun Gao,⁹ Jörg Geldmacher,⁹ Lisa A. Gilbert,⁹ Nicholas W. Hayman,¹⁰ Emilio Herrero-Bervera,⁹ Nobuo Hirano,¹⁰ Sara Holter,⁹ Stephanie Ingle,¹⁰ Shijun Jiang,⁸ Ulrich Kalberkamp,⁸ Marcie Kerneklian,⁸ Jürgen Koepke,¹⁰ Christine Laverne,^{8,9,10} Haroldo L. Lledo Vasquez,⁹ John MacLennan,¹⁰ Sally Morgan,¹⁰ Natsuki Neo,¹⁰ Holly J. Nichols,⁹ Sung-Hyun Park,¹⁰ Marc K. Reichow,¹⁰ Tetsuya Sakuyama,⁹ Takashi Sano,⁹ Rachel Sandwell,⁸ Birgit Scheibner,¹⁰ Chris E. Smith-Duque,⁹ Stephen A. Swift,¹⁰ Paola Tartarotti,^{8,9} Anahita A. Tikku,¹⁰ Masako Tominaga,^{9,10} Eugenio A. Veloso,^{9,10} Toru Yamasaki,¹⁰ Shusaku Yamazaki,¹⁰ Christa Ziegler⁸

¹Co-Chief Scientist Leg 206, Department of Earth Science and Marine Science Inst., University of California, Santa Barbara, CA 93106, USA. ²Co-Chief Scientist Leg 206 and Expedition 309, National Oceanography Centre, Southampton, University of Southampton, SO14 3ZH, UK. ³Co-Chief Scientist Expedition 312, Department of Geological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA. ⁴Staff Scientist Expedition 309 and 312, Integrated Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, TX 77845, USA. ⁵Co-Chief Scientist Expedition 309, Department of Biology and Geosciences, Shizuoka University, Shizuoka 422-8529, Japan. ⁶Co-Chief Scientist Expedition 312, Department of Geology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan. ⁷Staff Scientist Leg 206, Geology Department, University of California, Davis, CA 95616 USA. ⁸Leg 206 Scientific Party, c/o Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, TX 77845, USA. ⁹Expedition 309 Scientific Party, c/o Integrated Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, TX 77845, USA. ¹⁰Expedition 312 Scientific Party c/o Integrated Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, TX 77845, USA.

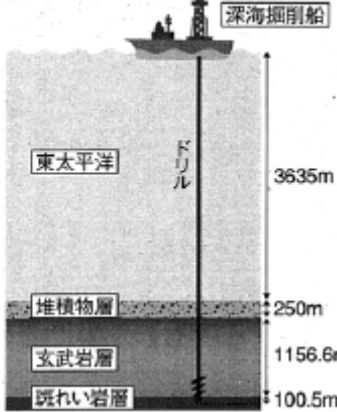
Sampling an intact sequence of oceanic crust through lavas, dikes, and gabbros is necessary to advance the understanding of the formation and evolution of crust formed at mid-ocean ridges, but has been an elusive goal of scientific ocean drilling for decades. Recent drilling in the eastern Pacific Ocean in Hole 1256D reached gabbro within seismic layer 2, 1157 meters into crust formed at a superfast spreading rate. The gabbros are the crystallized melt lenses that formed beneath a mid-ocean ridge. The depth at which gabbro was reached confirms predictions extrapolated from seismic experiments at modern mid-ocean ridges that melt lenses occur at shallower depths at faster spreading rates. The gabbros intrude metamorphosed sheeted dikes and have compositions similar to the overlying lavas, precluding formation of the cumulate lower oceanic crust from melt lenses so far penetrated by Hole 1256D.

Ocean crust formed at mid-ocean ridges covers over 60% of the Earth's surface, yet our understanding of its accretion at mid-ocean ridges and evolution on the ridge flanks has been severely limited by the extreme difficulty of direct sampling. Remote geophysical measurements have produced longstanding models for the structure of ocean crust, including the size and shape of magma chambers at mid-

ocean ridges (1–3), but the lack of direct sampling of *in-situ* crust has prevented testing these models. Gabbros are coarse-grained mafic rocks commonly formed from slow cooling of magma chambers beneath mid-ocean ridges. Drilling a complete section of upper oceanic crust down to gabbro will enable testing models for the formation and structure of oceanic crust (4–9).

Multichannel reflection seismic (MCS) profiling of active intermediate and fast spreading ridges commonly shows bright reflectors at 1 to 4 km depth that have the properties expected for a thin (20–100 m) lens of partial melt (10–14). These melt lenses extend less than 1 km from the ridge axis having crystallized to form gabbroic rocks. The depth to the reflectors decreases with increasing spreading rate (Fig. 1) (15, 16), and is controlled by the rate of magma supply from below and hydrothermal cooling by seawater from above (7). Melt lenses are hypothesized to play a critical role in the formation of the lower oceanic crust. According to the “gabbro glacier” model (6–8), as oceanic crust spreads away from the ridge axis the accumulated crystal residues in these melt lenses subside to form the lower ocean crust, which is the major portion of the crust. Alternative models, however, argue that the lower crust is formed by injection of sills at

国際研究グループが掘削した
海洋地殻の構造



掘って掘って 海底下1.5%

マントルめざし 地殻最下層到達

世界初

日米を中心とする国際研究グループが、世界で初めて、地殻の最下層まで掘削することに成功した。東太平洋の海底から約1.5%を掘り続け到達、岩石試料も採取。米科学誌サイエンス電子版に21日発表する。

国際研究班

統合国際深海掘削計画（IODP）が運用する掘削船「ジョイナス・レソリューション号」の成果。研究グループは昨年7～8月、10～12月の2度にわたり、中米コスタリカ西方沖約800キロの海域で掘削した。この場所は、海洋地殻を構成する堆積物層、玄武岩層、斑れい岩層のうち、2層目の玄武岩層が通常より薄いことから選ばれた。

ドリルによる掘削を繰り返した結果、昨年12月、海

底から深さ1406.6メートルの地点で斑れい岩層に到達、さらに約100メートル進めて柱状の黒い岩石を採取した。

約6キロメートルある海洋地殻を掘り続け、その下にあるマントルの採取を目指す米国の「モホール計画」が始まったのは1961年。しかし、40年以上たってもその前線にある斑れい岩層にさえ到達していなかった。

新

研究グループの海野進・静岡大理学部教授は「さらに掘り進めてマントルに近づき、地球の内部構造を明らかにしていきたい」と話している。

2006年4月21日（金）
読売新聞

国際深海掘削計画に新潟大教授

人類未踏の地解明へ

中南米沖「地殻形成論争に決着」

海底を掘削し地球環境変動の解明などを目指す国際プロジェクトに、新潟大学の宮下純夫教授と共同首席研究者として参加することが決まった。今月中旬から中南米沖の海底を掘削し、謎に包まれた海洋地殻の形成過程の解明に挑む。中越地震新潟大学調査団事務局長も務めた宮下教授は「地震とは直接関係はないが、発生メカニズム解明にもつながる、人類未踏領域の研究機会が与えられて光栄」と意欲をみせる。



「海洋地殻の形成メカニズムを解き明かしたい」と意欲をみせる宮下純夫教授 —新潟市五十嵐の新潟大学

宮下教授が今回参加するのは、平成十五年十月から始動した国際研究協力プロジェクトの「統合国際深海掘削計画」（十五カ国参加、IODP）。チームは二十五人で、日本からは共同首席研究者に起用された宮下教授のほか、六人が参加し、今月中旬から四十五日間のプロジェクトを実施する。

東太平洋中米沖の水深約三六〇〇メートルの海底。今年七月のプロジェクトで海洋地殻の第一、第二層の海底下約千二百五十メートルで掘削が進み、今回はさらに第三層にまで到達させるため約五百メートル掘り下げるという。

プロジェクトの意義について、宮下教授は「第三層（ハンレイ岩層）まで掘削できれば人類初のケースになる。ここで得られるデータを分析し、海洋地殻の形成メカニズム論争に決着をつけた」と意欲込む。

宮下教授は岩石学、地質学が専門で、中東のオマーンで過去約十年間、地殻研究を続けてきた。こうした経験が買われ米国人学者とともに共同首席研究者として今回のチームを率いる。「若い研究者と協力して新しい協同研究の輪を広げたい」（宮下教授）としている。

また、宮下教授は今年八月に中越地震新潟大学調査団が発行した報告書「新潟県連続災害の検証と復興への視点」に事務局長として作成に携わった。報告書の中で、宮下教授は、大西洋の拡大が起きているのかを把握し

「起した」とする論文を共同執筆している。「地球上の動きは、表面上は関係ないように見えても、関連している。今回の研究では、その辺も含め海洋地殻の現場で何が起きているのかを把握し