

大陸棚画定調査への挑戦

— 国の権益領域拡大と地球科学の貢献 —

西村 昭^{1*}、湯浅 真人¹、岸本 清行¹、飯笹 幸吉²

大陸棚画定調査は政府一体として取り組まれた事業である。その目的は国連海洋法条約に定められた「大陸棚」について、科学的根拠を含む延伸大陸棚の限界に関する情報の取りまとめを行い、国連へ提出することであった。産総研の海洋地質に関わる研究者は、海域調査の実施、採取岩石試料の分析・解析・解釈、ならびに国連への申請書作成のための作業部会への参加を通じて、海洋地質学の専門家集団としての総合力を発揮することにより大陸棚画定調査に貢献した。関係省庁各機関が協力してとりまとめられた日本の延伸大陸棚に関する情報は、2008年11月12日、日本政府が国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に申請書として提出した。そして、同委員会より、申請の審査の結果としての「勧告」を2012年4月26日に日本政府は受領した。本報告では、「大陸棚」および日本の「大陸棚」に関する簡単な解説とともに、科学的な情報が基礎となってわが国の海域における権益の及ぶ範囲の増大に貢献できるという稀有な機会に、産総研の研究者が組織の一員として、また研究者として参加したことの経緯とその成果を示し、さらに、このような事業を実施するうえでの問題点について議論した。

キーワード: 大陸棚、国連海洋法条約、海洋地質学、海底地形、大陸棚画定調査

A scientific challenge to the delineation of Japan's continental shelf

– Contribution to validating the Japan's rights over marine areas based on earth science –

Akira NISHIMURA^{1*}, Makoto YUASA¹, Kiyoyuki KISIMOTO¹ and Kokichi IIZASA²

The national project of the delineation of the extended continental shelf was conducted by ministries of the government of Japan as one. The intention of the project was to summarize the information containing scientific basis on the limits of the extended continental shelf and to submit the application to the United Nations. The researchers of AIST in the field of marine geology carried out the marine survey, analyzed the collected rock samples and interpreted the results, and attended the working group for the preparation of the submission. In this way, AIST contributed to the delineation of Japan's continental shelf by utilizing all the required resources as a professional marine geologist group. The information on Japan's extended continental shelf made up through the cooperation of concerned government ministries and agencies became the basis of the application which was finalized and submitted to the "Commission on the Limits of the Continental Shelf" of the United Nations by the government of Japan on November 12, 2008. And the government of Japan has received "the recommendation" as the result of the review by the commission on April 26, 2012. In this manuscript, the authors first explain the "continental shelf" and the "continental shelf of Japan". Then, they describe the background and the results of the participation of AIST researchers in the working group, which was really a rare opportunity in the sense that the utilization of scientific information contributed to the expansion of the legal rights over marine areas of Japan. Finally, they discuss the issues encountered in the operation of such a project.

Keywords: Continental shelf, United Nations Convention of the Law of the Sea, marine geology, submarine topography, Japan's Program for Delineation of the Outer Limits of Continental Shelf

1 はじめに

大陸棚画定調査は、「海洋に関する国際連合条約」(United Nations Convention of the Law of the Sea^[1]; 以下、海洋法条約と呼ぶ)に定められた「海底及びその下の天然資源開発に沿岸国が権利を有する大陸棚」を200海里を超えて確保するため、日本政府が一体となって行った海域調査とそれらの結果を国連への申請文書としてまとめていく一連の事業を呼ぶ。国連への申請の提出期限は、

申請する沿岸国の海洋法条約批准時期等に関連して定められており、日本の提出期限は多くの国と同様に、2009年5月12日であった。それまでに申請書を提出することが、大陸棚画定調査の第一の関門であった。もちろん、その申請が審査に耐え、法的に定められた制約の中で最大の範囲を日本の大陸棚として確保することが最終的な目標であった。作業の結果として、日本政府は2008年11月12日に日本の延伸大陸棚の申請を提出し、その申請が審査さ

1 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第7、2 東京大学大学院新領域創成科学研究科 〒277-8561 柏市柏の葉 5-1-5

1. Institute of Geology and Geoinformation, AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan * E-mail: akira-nishimura@aist.go.jp, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa 277-8561, Japan

Original manuscript received October 18, 2012, Revisions received December 5, 2012, Accepted December 5, 2012

れた結果として2012年4月26日に勧告を受領した。

本報告においては、最初に「大陸棚とはどのようなものか」「大陸棚画定調査とは何をしたのか」「結果はどのようなものか」ということを示す。そして、産業技術総合研究所（以下、産総研）の研究者がその中でどのような役割を果たしたかを中心に、日本の大陸棚画定調査の実施と国連への科学的根拠に基づいた申請書作成に貢献するという目的にいかに取り組み、目標に近づこうとしたかを記述した。さらに、その過程での大陸棚の延伸申請に関する問題点、作業を進める際の困難性とそれの克服のプロセスも示した。

2 大陸棚と大陸棚画定調査とは何か

大陸棚の画定は、国の海底資源の開発権の範囲拡大ということであり、端的に表現すれば国の領域拡大と同義語である。しかし、海洋は一方で人類共通の財産として管理・利用・保護されるものであり、単なる沿岸国の財産として勝手な利用は許されるべきものではない。大陸棚の画定は、海洋法条約により法的に位置づけられた国の管轄権の範囲を決定することにより、海洋の開発の権利の秩序ある行使・管理がなされる体制を作ることである。それを武力等による国家間の争いでなく、科学的根拠に基づいて行うということで、科学に携わる者が貢献できる稀有な機会となっている。

海洋法条約に定められた大陸棚を最大限に確保するという日本の政策に、科学的根拠を整備し協力することは、科学が国際的な枠組の中で掲げた政策に役立つことを社会に示すこととなる。また、日本の申請において、日本の高い技術力と科学を国際的に示す機会でもある。そして、大陸棚の画定のために行われた調査・研究は、日本の大陸棚の候補域やその隣接域の地球科学的データを飛躍的に増大させ、その理解を大きく進める学術的な貢献の機会ともなった。大陸棚の範囲の拡大は、本来の大陸棚の定義のとおり、天然資源の開発対象域の拡大をもたらすことにより、将来の社会・国民へ還元されるものである。

本章では、この報告でいう「大陸棚」や「大陸棚画定」とはどのようなものかを記述する。

2.1 海洋法条約における大陸棚の定義

大陸棚は、沿岸国が海域に持つ権益の範囲を示す海洋法条約に定義された用語であり、一般にもよく知られた「領海」や「排他的経済水域」等と並ぶ言葉である。「海域における海底及びその下の資源開発に権益を有する範囲」を呼ぶ用語であり、「排他的海底・海底下資源開発域」とでも呼べば分かり易いかもしれない。一方、大陸棚という言葉は、「大陸や島嶼の周りにある平坦、緩やかな傾斜を持つ一般に200 m以浅の地形」として、地学（地形学・地質

学）の分野や一般社会で使用される用語であり、その用語の概念を一般の人が持っているために、逆に、海洋法条約における「大陸棚」が理解しにくいものとなっている。

海洋法条約の大陸棚の概念は歴史的な議論により構築されてきた。第2次世界大戦終了直後の1945年9月に、米国大統領トルーマンが「合衆国の沿岸に接続する大陸棚の地下および海底の天然資源を合衆国に属するもの」として、米国の大陸棚の資源の権利を主張した。それに引き続き、他の沿岸国も海底の資源開発の権利を主張し始めた。1958年の第1次海洋法会議で「大陸棚に関する条約」が採択され、大陸棚を「200 mまたは天然資源の開発可能な水深まで」とし、「海底とその地下の天然資源の探査・開発についての主権的権利を持つ」とした^[2]。その当時の関心を持たれていた資源は海底油田で、それらの開発可能な水深もおよそ地形的な大陸棚に限られていた。その後、技術の進歩により「開発可能な水深」は地形的な大陸棚を越えて深くなり、海底の天然資源も深海底のマンガン団塊まで拡大していった。そして、1982年に海域のすべての問題についての体制を定めた海洋法条約において、「海底と海底下の天然資源の探査・開発についての主権的権利を持つ」範囲を示す用語として「大陸棚」が継続使用されることとなって今日に至っている。

先にも述べたように、大陸棚画定調査で用いられる「大陸棚」は地学的な意味での大陸棚とは異なる概念として、海洋法条約第76条に規定されている。その大陸棚の定義は、「沿岸国の大陸棚とは、当該沿岸国の領海を越える海面下の区域の海底及びその下であって、その領土の自然延長をたどって大陸棚縁辺部の外縁に至るまでのもの又は、大陸棚縁辺部の外縁が領海の幅を測定するための基線から200海里の距離まで延びていない場合には、当該沿岸国の領海を越える海面下の区域の海底及びその下であって当該基線から200海里の距離までのものをいう。」（第1項）となっている。200海里を超える大陸棚は、次に述べる海洋法条約76条の第4項から第6項に定められた方法により決定し（第2項）、その限界線は経緯度を定めた点を結ぶ60海里を超えない直線で引くこと（第7項）になっている。

大陸棚の限界は、限界を伸ばすことが可能な以下の二つのいずれかにより設定する^[3]（図1）。

- ・ある点の堆積岩の厚さが大陸斜面脚部からの距離の1%以上の点
 - ・大陸斜面脚部から60海里を超えない点
- （大陸斜面の脚部とは、大陸斜面の基部における勾配の最大変化点である）

上記の規定に従い引いた限界では、大陸棚の延伸が無限に広がる可能性があるため、次のいずれかの制限を超え

てはならないとされている。

- ・領海基線から350海里を超えてはならない
- ・2500 m等深線から100海里を超えてはならない（ただし、大陸縁辺部の自然の構成要素でない海底海嶺ではこれは適用されず350海里を超えることはできない）

これらの規定により、大陸棚の外側限界は決定される。

大陸棚を規定する「領土の自然延長をたどって大陸縁辺部の外縁」とその限界を規定する「自然の構成要素であるか」を決定するためにも、地形・地質等の地球科学的なデータが根拠となる。

領海は領海基線から12海里、排他的経済水域は同じく200海里というように、領土に関連して基準として定められた領海基線からの位置関係（距離）のみで決まるものであるのに対し、200海里を超えて設定される大陸棚（延伸大陸棚；Extended Continental Shelf）は、地形・地質条件によって決まるものであること、さらに沿岸国がその根拠と範囲を記述した申請書を提出し、その審査を経て出された勧告により決まるものであるという特徴がある。大陸棚と認められれば200海里の排他的経済水域（海底の上部水域並びに海底及びその下の天然資源の探査、開発、保存及び管理のための主権的権利を有する；海洋法条約第56条）の外側に、「沿岸国は、海底及び海底を探索し及び天然資源の開発等の主権的権利を持つ」（海洋法条約第77条）ことが可能になる。

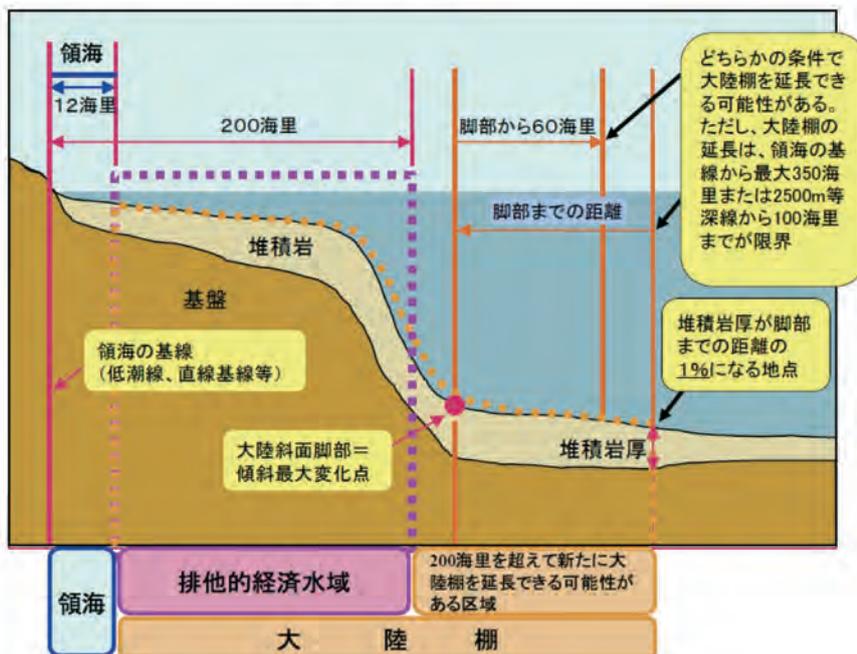
2.2 大陸棚画定のプロセス

大陸棚と認められるためには、沿岸国はその根拠を含めた大陸棚の限界情報をまとめて申請しなければならない

い。1999年5月13日に「大陸棚の限界に関する委員会（CLCS）」（以下、限界委員会と呼ぶ）は、申請の審査のための解説として、「大陸棚の限界に関する委員会の科学的・技術的ガイドライン」（Scientific and Technical Guidelines of the Commission on the Limits of the Continental Shelf；以下、ガイドライン）^[4]を作成した。ガイドラインは、限界委員会が申請に対し勧告を出すための申請検討の際の許容される科学的技術的証拠の範囲を明確化することを目的として作成されたが、申請する沿岸国にとっては申請書作成の指針として位置付けられる。さらに、「条約に含まれている科学的及び技術的ならびに法的な用語の解釈を明確化することも目的とする」として、重要な概念や用語について、いくつか例をあげて説明している。それでもなお、いくつかの重要な問題点について、海洋法条約における解釈は確定せず、ガイドライン策定後も何度も議論や解釈の表明が行われてきた^[5]。さらに、科学や技術の進展により、ガイドライン作成時に想定されていなかったデータや根拠に基づく議論も必要になってきている。ガイドラインには、ガイドラインがすべてを述べているものではなく、ケースバイケースで検討されるべき問題があることも明記されており、申請においては申請国が対象を解析して明確に記述することが重要であると考えられる。

申請期限は海洋法条約批准後10年間と定められているが、ガイドラインの制定以前に条約を批准していた国は、ガイドラインの示された時点から10年間が申請の期限となった。日本はガイドラインの制定以前の1996年に海洋法条約を批准したので、他の多数の国とともに2009年5

大陸棚の定義



どちらかの条件で大陸棚を延長できる可能性がある。ただし、大陸棚の延長は、領海の基線から最大350海里または2500m等深線から100海里までが限界

堆積岩厚が脚部までの距離の1%になる地点

図1 国連海洋法条約の大陸棚の定義
 地学上の定義とは異なり、法的に規定されている大陸棚。
 出典：海上保安庁からの記者発表（2008.10.31）^[9]

月12日が申請提出期限となった。

3 日本の大陸棚画定調査の枠組み

日本では、大陸棚の規程を含む海洋法条約が採択された1982年の後、1983年より海上保安庁水路部（現：海洋情報部）が大陸棚調査を開始していた⁶⁾。国連への延伸大陸棚の申請を初めて行った2001年提出のロシアの申請に対し、大陸棚申請の審査を行った限界委員会による2002年6月の勧告は、その内容や科学的根拠に関して厳しいものであった。そこで、日本政府として大陸棚の申請の科学的根拠を確固たるものとし、大陸棚を確保するための方策が推進された。2003年には、地球科学・法律の専門家からなる大陸棚調査評価・助言会議が発足し、また、全体調整を行う大陸棚調査対策室が内閣官房の下に置かれた。そして、大陸棚調査の方針が作成され、日本政府の関係省庁各機関が一体となった調査が開始されることとなった。

産総研は、地球科学の総合的な調査研究を実施する研究所として、大陸棚画定調査に参加し、本事業への係わりを持つこととなった。産総研の参加は、本検討の対象海域で進めてきた産総研研究者の研究ポテンシャルの高さと長年にわたり培われた海洋調査技術や海域の岩石の年代・化学成分の最高レベルの分析技術、さらにそれらに基づいて大陸棚画定のとりまとめにおける研究者の総合的な取り組みへの期待によるものである。

大陸棚画定調査は、調査から申請書を作成提出するまでの一連の事業であり、日本での体制も調査実施から、とりまとめ作業を全体包括するものである。以下に、①全体

調整、②調査実施、③とりまとめに分けて記述する（図2）。

①全体調整

大陸棚画定調査の体制は、内閣総理大臣が本部長である総合海洋政策本部を頂点とする。その下に、調査や最終の申請書案の作成に責任を持つ関係各省庁の連絡・調整・協議を行うワーキンググループと国連提出情報案作成委員会等関係3委員会があり、それらの総合調整は、総合海洋政策本部事務局（2007年までは大陸棚調査対策室）が行う体制が作られた。さらに、専門家委員が構成する大陸棚評価・助言会議が専門・学術的な面から、これら委員会等に提言することとなっていた。

大陸棚画定調査は、政府一体となった調査として組織されたものではあったが、行政組織としては、その事務局・総合調整を行う大陸棚調査対策室（現在の総合海洋政策本部事務局）が新たに設置されたのみであった。

②調査実施

日本の大陸棚画定のための科学的根拠を確固たるものとして確立するために、日本周辺海域の複雑な地形と地質状況の把握を考慮して、三つの調査（精密海底地形調査、地殻構造探査、基盤岩採取）を実施することが設定された。調査対象域は大きくは、海上保安庁海洋情報部のそれまでの調査で絞り込まれており、三つの調査での具体的な調査測線や試料採取候補点の大枠は、その後、調査実施機関やとりまとめに参加する予定機関の研究者が非公式のワーキンググループにおいて議論し、その結果が、大陸棚調査評価・助言会議での意見を受けて、調査方針として決定された。

精密海底地形調査（担当機関：海上保安庁） 地形の連

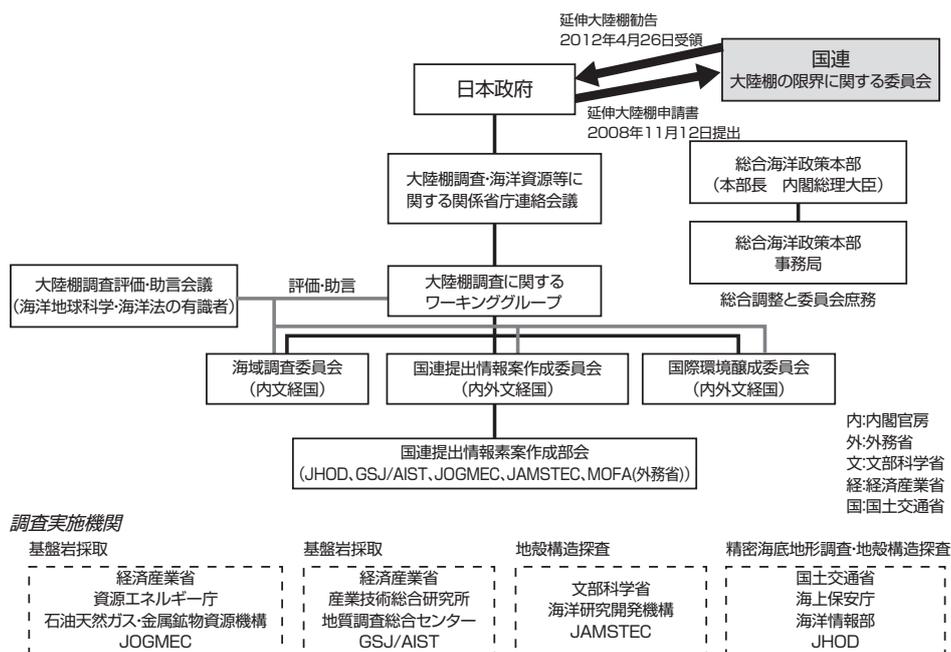


図2 大陸棚画定調査に関する国としての取り組み体制

続性、および大陸棚の外縁を決定する地形・測深データの把握を行う。調査対象海域をマルチナロービーム測深で全域カバーする。

地殻構造探査（担当機関：海上保安庁、および海洋研究開発機構） 地質の連続性を地殻構造から検討する。地殻構造を浅部から深部まで決定するために、マルチチャンネル反射法音波探査、および海底地震計による屈折法地震探査を同じ測線で行う。

基盤岩採取（担当機関：石油天然ガス・金属鉱物資源機構および産総研） 地質の連続性を地質体の構成岩石から検討する。地質体の現地性試料採取のために、可能な限り海底設置型ボーリングマシン（BMS）を用いた掘削を行う。地形や水深の条件によってはドレッジ（浚渫）で試料採取を行う。年代測定や微量元素・同位体分析やその解析・解釈は産総研が全域の試料について担当する。

複数機関が担当した地殻構造探査と基盤岩採取では、担当機関で対象海域を地域分けして実施する。

③とりまとめ

申請文書の作成に携わる作業部会として、関係各省庁の行政担当責任者の構成する国連提出情報案作成委員会の下に、国連提出情報案作成部会（以下、素案作成部会）が設置された。関係調査実施機関を中心としたメンバーにより構成され、外務省、海上保安庁、海洋研究開発機構、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、および産総研が参加した。素案作成部会は、取りまとめと申請書案の作成を行うことが最終目標であったが、同時に進行している海域調査結果の解析の他、海域調査の調整検討の役割も担っていた。素案作成部会には調査実施機関からメンバーが参加しており、素案作成部会は調査の進行状況の把握は良くできた。

素案作成部会では、統一的な方針の議論、現状の把握、相互の作業の問題の解決やスケジュールの決定や確認等を行う全体会合、専門分野や個別海域の検討や課題解決のための少人数での作業会合が適宜開催された。多数の機関からの部会員が部会を構成しており、作業は、各担当者がその所属機関で行ったので、顔を合わせ、議論や調整を行う会合の意義は大きかった。素案作成部会の全体会合の開催は50回以上の多数にのぼり、作業会合もそれ以上の開催であった。

産総研からは、海洋地質・地球物理（地質構造・岩石・層序・資源・重力・磁力）の専門家9名が参加した。申請文書案作成に至るには、大陸棚が何であるかの学習からスタートしたが、産総研の部会メンバーは、それぞれの技術分野・学問分野の専門性に基づき、全海域の検討を行うとともに、データの解析と統合による大陸棚の限界決定の

ための個別海域におけるシナリオの検討を行った。申請文書のうち、調査データの取得、分析・解析に用いた技術に関すること、そして延伸大陸棚に係る根拠を記述した海域文書についての執筆を担当した。

4 産総研の大陸棚画定調査の実施と成果

総合的な地質調査研究を行う日本で最大の地球科学分野の研究機関である産総研地質分野は、大陸棚画定調査に参加するにあたり、産総研内に大陸棚プロジェクトチームを発足させ、「海域調査」、「岩石の分析・解析・解釈」、「申請書作成のとりまとめ」を担い、実施した。産総研はこれまで日本周辺海域の全域で海洋地質調査を実施し、海域の地球科学データおよび海域の地質調査のノウハウを蓄積してきた。また、産総研の地質分野は、ある地域の地球科学的全体像を地質・地球物理データから捉え、地質図に統合化する視点を持っていること、大陸棚画定関連海域の調査を実施してきたさまざまな専門研究者が多数いることから、総合的に貢献できる基盤があった。さらに、海域の岩石の年代測定^[7]や微量元素の分析・解析・解釈において、技術と研究のポテンシャルも極めて高く、海域の岩石の年代測定においては、海水との接触による風化・変質の評価を行い正確な生成年代を出すという国際的にも最高レベルの技術を有している。

産総研が大陸棚画定調査として実施した中で、「海域調査」と「岩石の分析・解析・解釈」について、4.2および4.3節で記述した。「とりまとめ」については、次章の申請書類作成に関連したところで、産総研の研究者が素案作成部会の活動として行った作業内容も含めて記述している。本来は「とりまとめ」も含め、これら三つの項目は独立したものではなく密接に関連しており、産総研として、また研究者がこれらの複数の項目を担当したことで、それぞれの項目をより深化できたことは特筆すべきことである。

4.1 産総研の海洋地質調査

産総研地質分野の前身である地質調査所は、1882年に設立されて以来、130年の歴史を持つ研究機関である。日本の陸域の地質については、その設立時から資源開発を中心として着実に調査研究を進め、日本の地質の解明と各種地質図の発行等を進めてきた。海域の地質に関しては、マンガン団塊等海域資源開発への期待が持たれた社会的背景と、沿岸海域や日本の湖沼での地層形成環境の基礎研究等の蓄積を基盤として、1974年に海洋地質部が設立され、本格的な海洋地質調査研究が開始された。また、設立年に就航した地質調査船白嶺丸を使用して、日本周辺海域の100万分の1海洋地質図の発行に象徴される海域地質の概要の把握、日本主要4島の周辺海域の地質・

地質構造・表層堆積物分布の詳細解明を行ってきた。今回の大陸棚画定調査に係わる海域については、「小笠原弧からマリアナ弧北部海域」の100万分の1地質図作成のための調査、「フィリピン海北西部」でのマンガン団塊等の資源と地質構造の調査、「伊豆・小笠原海域」を熱水鉱床の調査技術開発の試験調査海域として行った詳細調査を実施してきた。さらに、その蓄積のもとで、国際深海掘削計画や米国の大学等のこれら海域の調査への参加、東京大学海洋研究所の調査船共同利用研究や海洋科学技術センター（現：海洋研究開発機構）の公募研究への参加により研究を進めてきた。以上のような調査研究をとおして、大陸棚画定調査関連海域のうち、特に伊豆・小笠原弧とその周辺海域については、研究者のポテンシャルは極めて高いものである。

4.2 海域調査および基盤岩の採取

「基盤岩採取」は、海底岩石を可能な限り現場でのボーリング等により採取し、それぞれの地点の岩石の形成場や年代を明らかにして、海域の地形・地質構造の形成過程を明らかにするとともに、地質学的な連続性の検討を行うものである。政府の各省庁分担の中では経済産業省の担当となっており、実施機関は石油天然ガス・金属鉱物資源機構と産総研である。第2白嶺丸とその搭載機器である海底設置型ボーリングマシン(BMS)を強力なツールとして、二百数十点の試料採取候補地点で基盤岩を採取した。

産総研は、東日本沖の海域を担当し、2005年と2007年の2回にわたり、各30日の調査航海を実施した。この海域は他の大陸棚延伸可能性域に比べると詳細地形データも十分でなく、地形調査による試料採取候補点の選定も含めての調査となった。

実際の調査では、BMSまたはドレッジによる海底岩石の採取を試みた。調査海域の海流が強いことや水深が深くBMSでの試料採取ができない地点もあり、ドレッジの多用となった。その際には、素案作成部会での議論が進行する中での調査であり、大陸棚延伸の根拠として地形と

関連して必要な地質の連続性に直接的に結び付く試料採取地点の選定を行った。また、産総研がこれまでの地質調査をとおして培ってきたドレッジ試料と地形や音波探査記録との対応を関連付ける狭いポイントでの岩石試料採取を行う操船技術と、採取岩石が基盤を構成しているか否かの評価に留意して実施された。

八丈島沖の伊豆・小笠原海溝には、茂木海山と呼ばれる白亜紀に形成された海山が存在している。海溝の最深部の軸は茂木海山により連続せず、同海山の西側の斜面は伊豆・小笠原弧の大陸斜面と一体になっている。この海山の山体は、太平洋側の海底の沈み込みに伴う正断層による大きな変位構造で変形している。大陸棚画定調査として、この海山の山体の範囲を採取試料により決定することに成功した(図3)。

また、2005年の調査により行った地形調査等を基に、この調査海域の名称のなかった海山について名称を付けることの提案を行い、地形命名委員会において、堀田(ほった)海山・一明(かずあき)海山・任弘(たかひろ)海山の三つの新海山名が決定された^[8]。

4.3 基盤岩採取の試料の分析・解析・解釈

基盤岩採取の最大の意義は、海底を形成する地質の連続性および地質構造発達史上における個々の地質体(基盤岩試料)の密接な関連性の証明に資するという点にある。それは、地形の連続性の議論を支える地質学的な連続性の証明であり、また、連続する高まりの地形については、それが「海底海嶺」なのか「海底の高まり」であるのかの識別根拠となるからである。この識別は、二つの制限線の適用に係わるため、延伸大陸棚の広さに直接関係してくることとなる。

産総研では、伊豆-小笠原-マリアナ海域を中心にした海域で、大陸棚画定調査以前より、さまざまな機会に地質・地質構造の調査や岩石学的な研究がなされてきており、この海域のテクトニクス、およびマグマの起源・成因の歴史の変遷について議論してきている^[9]。それらの蓄積の上に、

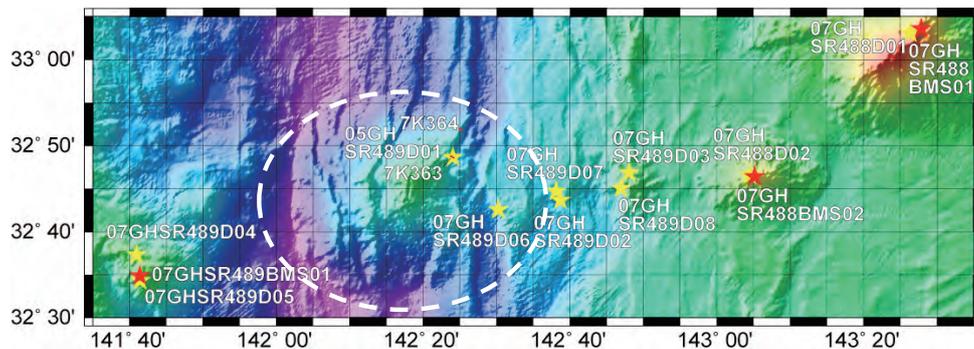


図3 東日本沖海域での基盤岩採取(石塚、原図)
八丈島沖の茂木海山(白破線で囲む)周辺での試料採取点(赤星:ボーリング、黄星:ドレッジ)

基盤岩採取で採取された岩石試料の微量元素・年代測定の高技術を駆使して、極めて系統的に全域をカバーする「基盤岩データセット」を整備した。精密な年代とその地球化学的特性の把握は、この海域の地質体の形成のメカニズムとその時間的変遷について極めて多数の新たな事実を提起した。それらは、国連提出の申請文書に記述された他、科学論文として公表され、さらに今後の公表に向けて解析が進められている。

一例として、九州-パラオ海嶺の岩石試料の分析・解析による地質学的な連続性の証明がある。この海嶺は、その名のとおりに九州からパラオ諸島に達する海底の高まりの連続である。ここは全体として狭い帯状の高まりと認定でき、その上に個々の大小の海山が成長している。大陸棚画定調査が始まるまで、この海嶺の基盤をなす火山岩の年代と成因を示す化学組成のデータセットはほとんどなかった。海嶺を構成する海山から採取された基盤岩についての今回の主・微量成分の化学分析結果に、微量元素のスパイダーダイアグラムパターンや同位体組成によるマグマ起源・成因の決定法を適用し、これらがすべて島弧性の火山岩からなるという地質学的同一性を示すとともに、測定された火山岩の放射年代が、四国-パレスベラ海盆拡大直前

の2500～2900万年前に集中していることが明らかになった^[10](図4)。島弧の火山岩の性質と形成時期の同時性は、九州-パラオ海嶺が四国-パレスベラ海盆形成前の古伊豆-小笠原-マリアナ弧の一部を構成していた火山弧で、地形的にも地質学的にも連続した海底の高まりであることを明確に示した。

海域の火成岩を中心とした基盤岩のデータのみでなく、この海域における石油天然ガス・金属鉱物資源機構の基盤岩採取の調査により取得された海洋地質・地球物理データについても産総研で分析・解析を進め論文として公表されている^[例として、11,12]。

5 信頼性の高い申請書の作成と申請

申請文書案を作成するための素案作成部会は、当然のことながら大陸棚が何であり、大陸棚申請の提出書類に盛り込むべき内容について、何が必要であり、どのように取り組んでいくかを検討するところから始まった。そして、最終的には、日本の大陸棚関係海域の地質学的・地形学的特性の検討から、申請書案を作成した。ここでは、その作成の過程も含め、申請書の信頼性・説得性を高めるための課題やその克服への取り組みを記述する。

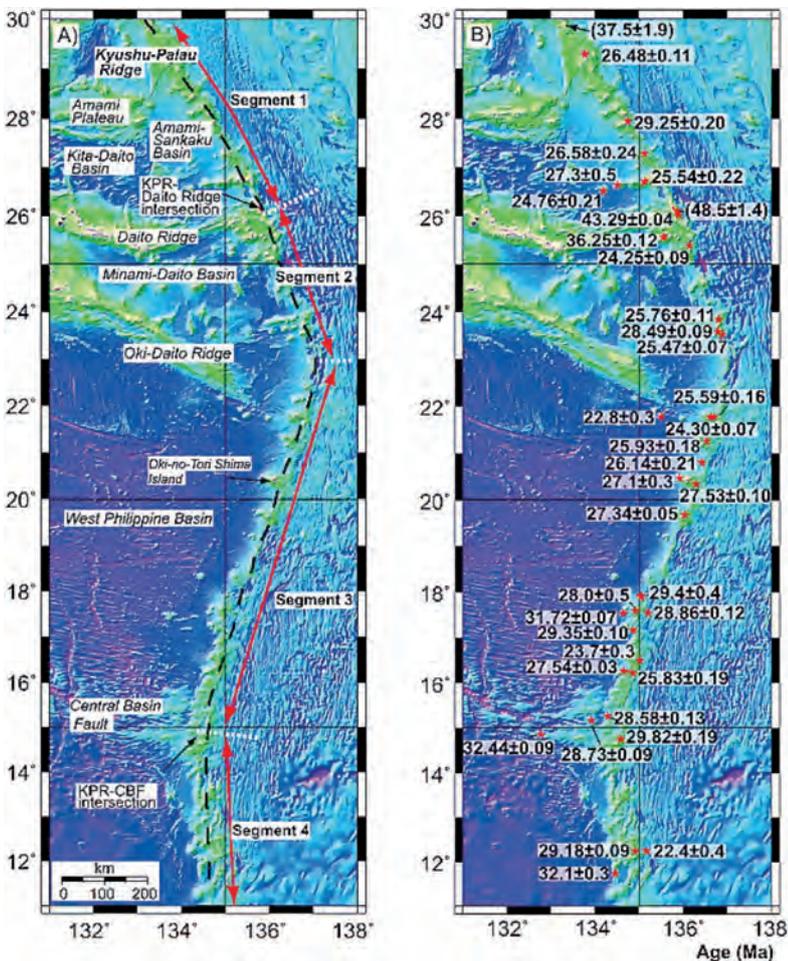


図4 九州-パラオ海嶺の火山活動年代
A) 地形名, B) 火山岩の⁴⁰Ar/³⁹Ar年代で数字はMa(百万年前)を示す。
出典: Geochem. Geophys. Geosyst., 12, Q05005, Fig. 2.^[10]

5.1 法的記述の理解

大陸棚の申請をするにあたり、その根拠となるのは、「海洋法条約」「ガイドライン」「大陸棚限界委員会（CLCS）の各文書」等である。日本語は国連での公用語ではない。海洋法条約に関しては、その日本語訳が出版されている^[13]。しかし、現実に海洋法条約76条を適用して、申請文書を考えるとき、日本語文章を基本にするのではなく、元の条文により考える必要がある。一方、ガイドラインについては、日本語訳として公認のものはない。申請書を作成する作業や申請文書の議論のため、また、検討結果をまとめて国内で説明する際には、ガイドラインの用語・文章について共通の認識を持つておく必要がある。素案作成部会では、海洋法条約・ガイドライン・手続き規則等について、議論や対訳を作る作業を行った。科学的用語を除くと、外務省やその関係部署の経験者が法律的な厳密さや慣例用法等の適用等を主導して、対訳を完成した。知識や経験を異にするものが、議論や取りまとめを共同にするための基礎として、必要で重要な一つのプロセスであったと思われる。

5.2 海洋法条約およびガイドラインにおける用語の問題

海洋法条約とそれに従い限界委員会が審査のために定めたガイドラインには、科学的用語が使用されている。科学的というのは、最初に「大陸棚」という用語が、地形・地質学や一般社会の通念と異なる法的意味を持つ用語であるといったのと同じように、科学の世界でも使用されるが、そのとおりの意味では使用されていないこともあり、十分吟味の必要な用語であるということである。これらについては、これまでも大陸棚の限界を決定するためにどのように区分あるいは定義されるべきかが、議論されてきた。素案作成部会では、それらの歴史的な議論を含めて理解し、日本への適用での注意点を検討した。海洋法条約に出てくるそれらの用語は下記のものがある。

- ・大陸縁辺部（continental margin）
- ・陸塊（land mass）
- ・棚（continental shelf）
- ・斜面（continental slope）
- ・コンチネンタル・ライズ（continental rise）
- ・大洋底（deep ocean floor）
- ・海洋海嶺（oceanic ridge）
- ・海底海嶺（submarine ridge）
- ・海底の高まり（submarine elevation）
- ・海台（plateau）
- ・海膨（rise）
- ・キャップ（cap）
- ・堆（bank）

- ・海脚（spur）

また、下記のフレーズは、延伸大陸棚の決定の基本となる法的意味を持つ海洋法条約独特の概念で、また、その適用には科学的な議論と証拠を必要とするものと考えられた。

- ・領土の自然延長（natural prolongation of the land territory）
- ・大陸縁辺部の自然の構成要素（natural components of the continental margin）

最終的には、用語の適用は可能な限りガイドラインに記述される一般的な概念を尊重し、日本の各海域の延伸大陸棚の特性を検討して適用し、日本の申請の中での用語と概念の使用に関する全体での矛盾がないように統一した。

5.3 申請文書の内容・形式への対応方針

申請文書の作成を他の国の申請や勧告内容を参考にして作業を進めたかったが、素案作成部会の作業開始当時には申請や勧告の詳細な内容は非公開であった。先に申請した各国の情報収集に努め、コンテンツの概要は知ることができたが、詳細は不明であった。2008年の秋からはそれまでの限界委員会での議論と勧告の内容も公開されるようになり、審査過程での委員会と申請国の間でのやり取りや勧告についての具体的なことを知ることができるようになっている^[14]。しかし、日本の申請の作成段階では公開情報として、限界委員会での議論等は知ることができなかった。

大陸棚延伸に係る国連への限界情報を申請書としてまとめるにあたり、その実際の文書をどのような構成で作成するのかについては、記述すべき内容がガイドラインに書かれている。文書の形式や提出部数については手続き規則に示されており、概要、主文書、科学的および技術的支持データの三つの部分からなる。その内、概要のみが「Executive Summary」として申請文書提出後、国連の限界委員会のHPに公開される。先に申請されたその概要の内容を解釈することで、大陸棚決定の考え方や申請の根拠についての解析も行って参考にした。申請書に書き込むべき大陸棚の限界情報とは、申請国による海洋法条約の条文の解釈、対象海域の地形地質の概要を述べ、最も重要な情報は領土から大陸縁辺部への地形および地質に基づいた連続性の根拠である。具体的には、大陸斜面の基部の情報とそれに基づいて決定される斜面脚部の位置、条約に則して描かれる大陸棚の範囲をガイドラインに従い記述することであるとの理解で作業を行った。

5.4 説得力のある表現の工夫

日本の大陸棚の申請書を作り上げる作業では、先にも述べたように大陸棚を規定する海洋法条約の条文の解釈から始め、日本の検討対象海域の地形地質の特性から、海洋法条約を適用して最大の大陸棚を示すことに中心が置かれ

ていた。そのために、最終結論である大陸斜面脚部の決定とそこに至る領土からの連続性の解釈や記述に検討を集中した。しかし、最終段階でのまとめの記述や提出後の説明においては、全域および各対象海域の地形・地質の形成の時間的変遷の理解を通して、地形・地質の連続性を実証的に説明することへと重点が変化した。そこで、基本として、現在の地形・地質がどのようになっており、それはどのようにして形成されてきたかという、いわゆる歴史のプロセスをわかりやすく説明することとした。そのために、各海域でのバックグラウンドとしての地形・地質の記述が重要であることを意識して、またそれらを図で示すことで、簡便に、かつ総合的に理解されるような工夫がなされた。

地形については、地形がもともと「形」であるため、言葉を尽くす前に図で示すことが理解への必須条件である。地形的連続性についてもどのように示すかの決定的な基準があるわけではなく、表現とそれによる理解が重要である。日本の大陸棚画定調査での精密地形調査は、長期にわたり、かつ最新のシービーム海底地形調査により対象とする海域のおよそ 100 % をカバーする測深データを集積してきた。そのデータにより、大陸棚の外側限界の決定で極めて重要な大陸斜面の脚部（その決定法はガイドライン）の決定についても、おそらく他国の申請には無い特徴的な手法が用いられることとなった。陸域の地形では、空中写真のステレオビューによる立体視での地形判読や、DEM（数値標高モデル）により作成された立体画像等が使用される。海域の地形は、海水が邪魔をしているため、その上空を航空機で飛んでも、船から眺めても、潜水艇で潜っても全体像を見ることはできない。しかし、大陸棚の調査のように精密で広域のデジタル水深データからは、地形の 3D イメージを作ることができる。地形はいわゆる地形図の他、コンター図や陰影図等、さまざまな表現法があるが、地形全体像の把握や小地形要素の形態や配列、それらと大地形との関係等、さまざまな地形に含まれる情報の理解には、立体像が優れている。産総研のメンバーは、地球物理データの可視化技術で蓄積した経験に基づき、地形の 3 次元表現やアナグリフ等立体可視化に高度な技術^[15]を駆使して、説明資料の作成に大いに貢献した（図 5）。

5.5 日本の地質の特性に基づく大陸棚延伸議論

海洋法条約の大陸棚は、大西洋の大陸の周辺で見られる地形地質状況を基にして定義されたと想像される。「大陸縁辺部は、沿岸国の陸塊の海面下まで延びている部分からなるものとし、棚、斜面及びコンチネンタル・ライズの海底及びその下で構成される。」（海洋法条約第 76 条 3）という記述は、そのことを示す。コンチネンタル・ライズは、大陸が分裂、分離した後の大陸の削剥、浸食によりもたら

された堆積物が斜面下部に堆積し形成された地形で、非活動的縁辺部の産物である。そして、海洋法条約における大陸縁辺部の決定の際の基準の点として大陸斜面の脚部が使用され、斜面の外側にコンチネンタル・ライズが存在する際には基準の点はコンチネンタル・ライズの上限となる。一方、活動的縁辺域である日本の大陸棚延伸の検討対象海域での地形的な高まりは、島弧とプレート内火山であり、それらはプレートの沈み込み域における付加・衝突作用や島弧火成活動、プレート内火成活動のプロセスにより形成された。縁辺域の成長に伴う堆積物、すなわち島弧火山やプレート内火山の活動に由来する火山性堆積物、および溶岩等の火山岩が、火山体成長の進行とともに斜面を形成したもので、これらの斜面はコンチネンタル・ライズではない。このような地形・地質形成プロセスの違いに留意して、日本の大陸棚の申請では、日本の地質の特性と海洋法条約上の定義や解釈との整合性、説明方法には注意を払って記述された。

伊豆・小笠原弧の西側斜面（内弧斜面）はこの島弧の活動的な火山列から四国海盆へと至る地形を形成している（図 6）。この斜面地形が限界委員会でどのように判断されるかは、大陸棚の限界を決めるのに重要な大陸斜面の脚部の認定に関連して、大陸棚の範囲に大きな影響を及ぼす条件となる。伊豆・小笠原弧の成長過程を見ると、始新世における海洋プレートの海溝での沈み込み由来する火山活動から出発している。成長を続けた島弧はやがて島弧下に蓄積された熱源の増大により弧内リフトを発生させ、次の世代の島弧（現在の伊豆・小笠原弧）と背弧側の残留島

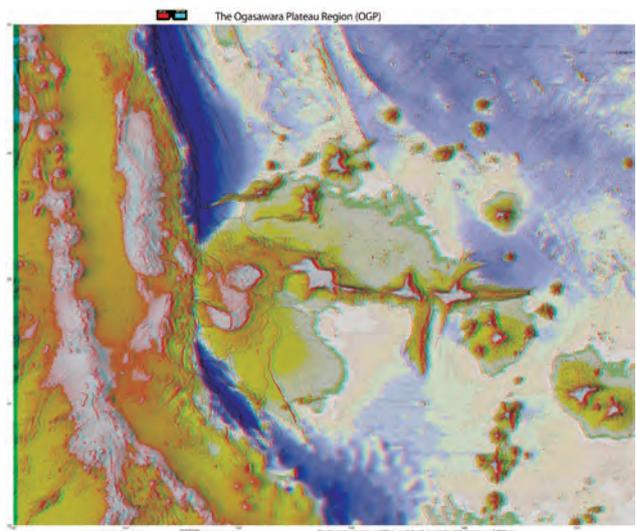


図 5 「小笠原海台」周辺のアナグリフ立体視地形図
伊豆・小笠原海溝-マリアナ海溝の会合部を越えて、東から西に向かって小笠原海台が伊豆・小笠原弧に衝突付加しているダイナミックな様子がわかる（赤青メガネで見ると立体視できる）。
出典：産総研 TODAY, 9 (6), (2009)^[16]

弧（九州-パラオ海嶺）とに分裂する。両者の間に形成されたのが背弧海盆としての四国海盆である。四国海盆の両端では島弧、残留島弧とも分裂に伴うリフト壁が形成され、非活動的縁辺域の特徴を示す。そこで、非活動的縁辺域としての伊豆・小笠原弧の西側において、一連の島弧を形成する斜面として形成されたものであることを、その地質的データや形成史をとおして具体的に説明した。

伊豆・小笠原弧の背弧海嶺である西七島海嶺から西方の比較的平坦な内弧斜面域（図6下図）には、線状の磁気異常が存在するとされている。これが、四国海盆拡大に伴う海洋地殻の存在を直接示すものとすれば、伊豆・小笠原弧の内弧斜面が大洋底そのもの、あるいは、大洋底の上に形成された堆積体のコンチネンタル・ライズと同様のものとみなされ、その上限が大陸斜面基部であるとする認定がなされる可能性もある。しかし、この内弧斜面を構成する地質体が島弧起源の火山性岩体（堆積物および貫入岩体等）であること、それらが地質構造上、背弧海嶺の火山体から連続していることを示すことにより、地質学的には一連の斜面であり、伊豆・小笠原弧上の島嶼の棚から続く、大陸斜面の一部であることを示すことができる。同海域から採取された基盤岩類は、主・微量成分の化学分析の結果、明瞭な島弧火山岩の特徴を示し、放射年代測定の結果、四国海盆拡大停止後の、伊豆・小笠原弧の火山活動と時期を同じくし、かつ内弧斜面上で西から東（火山プロ

ント）に向かって新しい時代の活動になっていること、すなわち背弧火山活動から現世火山フロントの活動にいたる一連の島弧火山活動の幅広い拡がりを示していることが明らかとなった^[17]。つまり、分裂した片方の、現在の伊豆・小笠原弧はその後も活発な火山活動を伴っており、背弧側の斜面域に広く火山体の形成や大量の火山性堆積物による堆積体を形成してきた。島弧の背弧側は活動的縁辺域と非活動的縁辺域の二面性を持っているが、内弧斜面は島弧火山活動により島弧の成長とともに形成されたものであると結論された。これは、日本の地質の特性と大陸棚延伸議論の一例である。

6 今後の展望

6.1 大陸棚関連調査以降の地球科学的課題

大陸棚画定調査として実施された海域調査で、日本の南方海域について、極めて詳細で多様で多量の科学データが蓄積された。それらは、大陸棚限界情報として申請書に記述され、審査対応において活用された。すでに、学術誌に公表された成果もあるが、現在さらに公表のための解析作業や論文化が進められている。また、これらの調査をとおして、地形、地質、地殻構造のデータセットがもたらす相乗効果による大きな成果も生まれつつある。今後、進めるべき地球科学の研究課題として、産総研研究者に係わるものを簡単に記述した。

1. 伊豆・小笠原-マリアナ島弧、およびフィリピン海の構造発達史：大陸棚画定調査の新たなデータやその解釈を使用して、日本の南方海域の構造発達史を全球のプレート形成・運動の枠組みの中で構築することは、完成されていない。多様で多量の新たなデータとその解析から、新たな詳細なモデルを提起することは、日本の大陸棚画定調査の科学的なとりまとめとしてなされるべき大きな課題である。
2. 精密地形と地質データを総合した海域火山の形成史：大陸棚画定調査で、精密海底地形調査により、日本の南方海域は世界でもまれな極めて精緻な地形情報のある海域となった。この海域には、島弧火成活動やプレート内火成活動により形成された地形的な高まり、背弧の海底拡大により形成された海盆地等、火成活動による地形が主要な構成要素をなしている。それらに合わせ、基盤岩採取によるそれらの構成岩石の特性（成因）と形成年代のデータ等も組み合わせ、広域的な火成活動史と個々の火山山体の形成過程等を詳細に明らかにする研究への発展が期待できる。
3. 海底鉱物資源の生成場の地質構造・火成活動規制とポテンシャル評価：ここ2-3年の海外企業の日本周辺海域における海底熱水鉱床の開発の動きや世界市場でのレアメタル価格の高騰等から、海域の鉱物資源開発への動きは、日

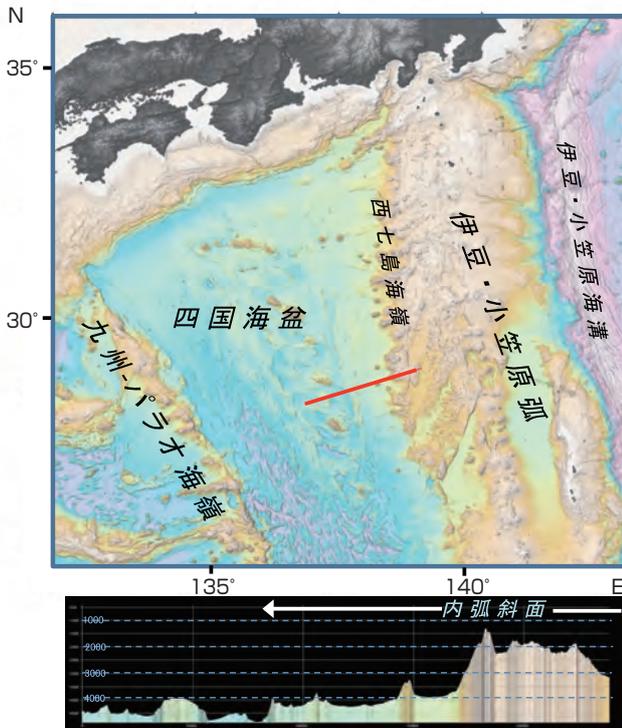


図6 伊豆・小笠原弧から九州-パラオ海嶺の地形
下図は上図の赤線の地形断面（縦横比を12倍に強調している）。

本でも活発になりつつある。日本の排他的経済水域等、大陸棚調査でその地質構造発達史や形成史が明らかになった海域に、既存の海底熱水鉱床が存在する。今後の海底熱水鉱床の開発には、それらの鉱床の存在する場所の構造的な位置付けとそれらを利用した新たな開発対象となる鉱床の発見への探査の指標を提起することが必要である。

さらに、調査や試料の分析・解析の過程での技術の向上、手法の有効性の確認、および技術ノウハウの蓄積も大きく、これらは上記の課題を進める際にも活用されていくべきものである。

6.2 日本の申請

日本政府は、2008年11月12日に国連の大陸棚限界委員会に申請書を提出して、受領された。その概要を示す「Executive Summary」は、限界委員会のHPにおいて公表された^[18]。その中には延伸大陸棚として申請した海域を示す地図と大陸棚の外側境界を規定する緯度・経度の座標、どの規程で設定した点かを示す表が示されている。大陸棚延伸の根拠を示した申請文書本体は大部の文書であるが、公表されない。他の国の文書も公開されていないので比較はできないが、マルチビーム測深データに基づく面的な地形情報、多数の岩石試料の分析、解析データの

地質解釈、海底地震計を使用した地殻構造探査データ等、科学的データの質の高さが、他の国と比較して最上級であることは確かである。

日本の延伸大陸棚の申請は7海域の総面積約74万km²の海域である^[19]（図7）。それらの中には、大陸棚として限界委員会が認めても、その後隣国との調整が必要な海域が含まれる。日本申請後にパラオが申請した延伸大陸棚は日本の九州-パラオ海嶺南部海域の延伸大陸棚の申請とおおよそ重複した範囲を含んでいる。また、南硫黄島海域、南鳥島海域、および小笠原海台海域は、アメリカの延伸大陸棚と重複する可能性がある。この両国は、重複可能性を認めて、日本の延伸大陸棚の申請が行われることを了解していることを申請前に日本に伝えている^[18]。

日本の申請は、13番目の申請として提出された。日本の申請の後、日本を含めて多くの国の申請期限であった2009年5月12日までに37の申請が提出された。審査は原則として提出順に進められ、限界委員会委員と小委員会委員の人数から同時に3件しか行われない。日本の申請の提出が2009年5月の締め切り直前の提出になっていたら、審査の開始もかなり遅れて審査開始がいつになるか予想もできない事態であったかと思われる。

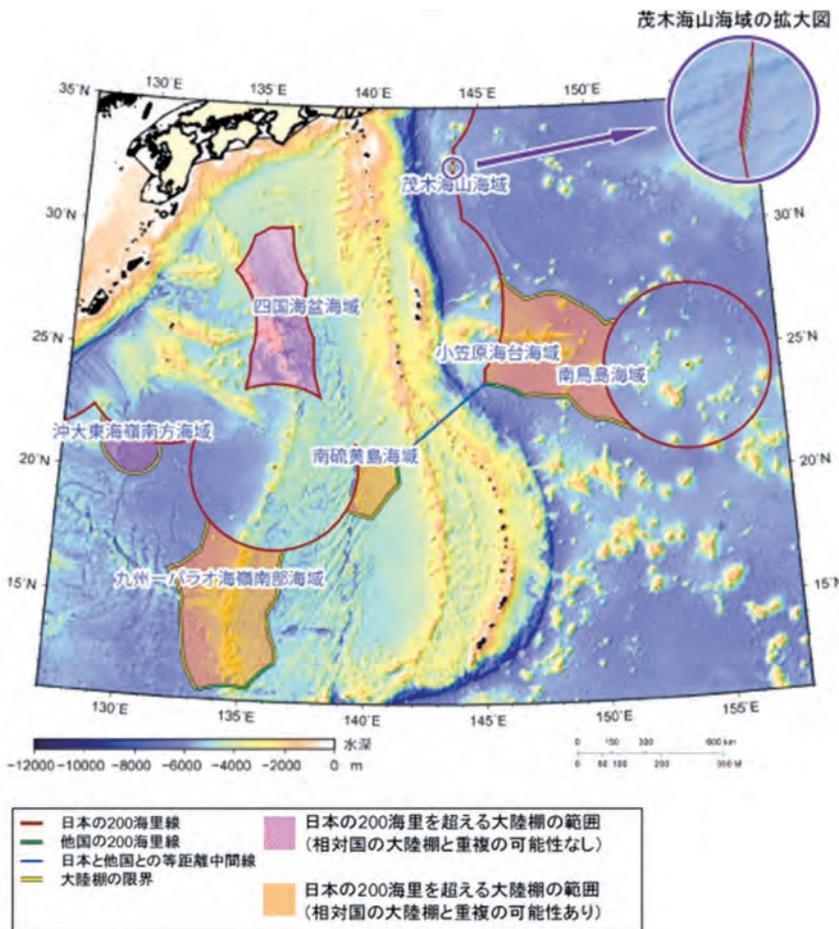


図7 日本の申請した延伸大陸棚

日本の申請した延伸大陸棚は7海域（九州-パラオ海嶺南部海域・南硫黄島海域・南鳥島海域・茂木海山海域・小笠原海台海域・沖大東海嶺南方海域・四国海盆海域）で、その総面積は約74万km²である。

出典：総合海洋政策本部：「大陸棚の限界に関する委員会」へ提出した我が国の大陸棚の限界について^[19]

6.3 審査と勧告

提出された大陸棚の申請は国連の大陸棚限界委員会において審査される。この委員会のメンバーは21名からなり、地質学、地球物理学、水路学の専門家が世界の地域的なバランスもとる形で、海洋法条約締結国会議での選挙によって選出されている。各国から出された申請に対して、限界委員会のメンバーから7名による小委員会が構成されて、詳細な検討が行われる。審査結果は最終的に勧告としてまとめられ、限界委員会で採択・決定されて公表される。

日本の申請についての審査は、2009年3月の限界委員会の第23会期全体会合での申請についての日本からの申請概要の発表からスタートした。日本の申請の審査を行う小委員会は、第24会期会合の2009年9月2日に設置され、この時点から本格的審査を開始した。小委員会は、第24会期から第28会期の2年半にわたり審議し、2011年8月の第28会期に勧告案を採択し本会合へ報告した。本会合では、第28会期に勧告案の審議を始め第29会期の2012年4月19日に勧告を採択した。そして、2012年4月26日に日本政府は勧告を受領した。

勧告は、申請した7海域のうち、この時点での勧告を行わないとして先送りとされた九州パラオ海嶺南部海域以外の6海域について行われ、隣国との調整の必要な海域等を含む総面積約31万km²の延伸大陸棚が認められた^[20]（図8）。この中には、前項で述べたようにアメリカの大

棚と重複する可能性のある範囲を含んでいる。勧告の概要は限界委員会のHPに公開されている^[21]。

産総研の部会メンバーは、2008年の申請書の提出後、限界委員会や同小委員会の日本の申請の審査に対応して、質問への回答や追加説明への対応のために、素案作成部会を母体に2009年1月に設置された大陸棚審査対応部会のメンバーとして活動した。その活動には、審査過程での質問への回答作成や回答のプレゼンテーションの実施、ニューヨークの限界委員会開催時の日本代表団への参加等を含んでいた。

7 おわりに

日本は周りを海に囲まれ、世界で第6位の排他的経済水域を有している。さらに「勧告」に従い日本政府が大陸棚の外側限界を決定すれば延伸大陸棚が確保され、海底資源の開発対象域もさらに拡大する。2007年海洋基本法が制定され、2008年にはそれを政策に反映すべく海洋基本計画も決定された。さらに、2009年3月には「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」も決定され、海域の資源の開発へ向け調査の推進が図られている。日本の排他的経済水域や大陸棚については、基本的な情報が十分整備できていない現状なので、海域の地形・地質・資源賦存状況等の情報を整備し、それに基づいて海域の資源や空間の利用・開発の長期的なビジョンを持つことが最も重要である。

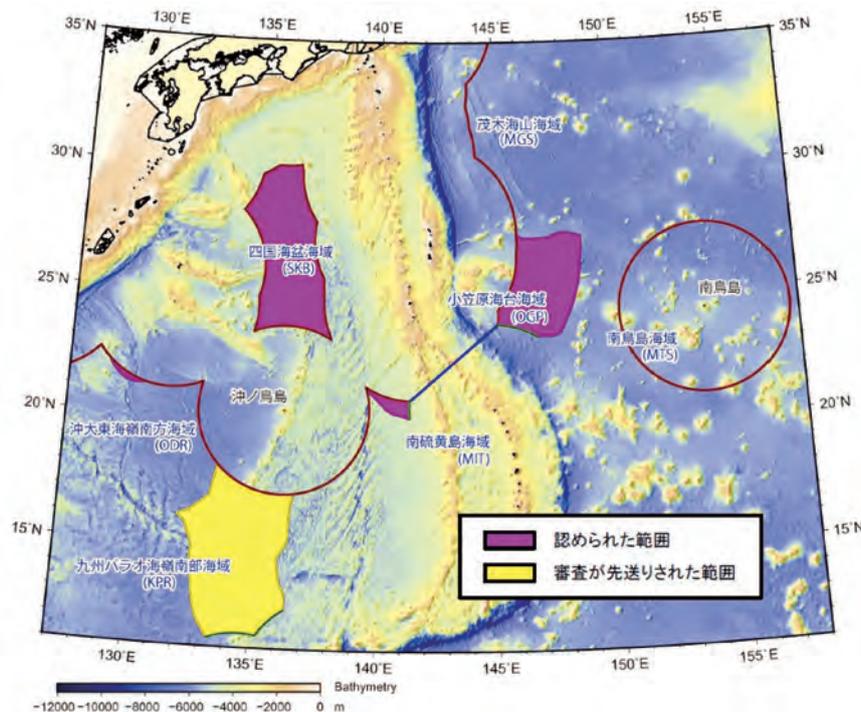


図8 日本の延伸大陸棚の勧告

出典：総合海洋政策本部：我が国大陸棚延長に関する大陸棚限界委員会の勧告について^[20]

本報告に関連した大陸棚プロジェクトに参加した産総研の地質分野のメンバーは世代・役割等それぞれで異なり、「勧告」が出た時点での大陸棚画定調査に関する達成感とその研究活動に関連した意味合いも異なっている。しかし、地球科学の研究に携わってきたものが、日本の国際的な権益確保に科学的成果の上で係われたことは、今後の研究活動の一つの原点にできると確信している。

謝辞

これらの事業を進めるにあたり、資源エネルギー庁鉱物資源課および内閣官房総合海洋政策本部事務局にさまざまなサポートをしていただいた。国連提出情報素案作成部会や大陸棚審査対応部会での活動や作業は、外務省の葉室和親氏、海上保安庁の加藤幸弘氏をはじめとする同部会のメンバーとの共同作業で行い、産総研の担当についてもいろいろ議論や援助をいただいた。

産総研においては、理事・地質分野研究統括（前研究コーディネータ）の佃 栄吉氏、歴代の地質情報研究部門長の富樫茂子氏、栗本史雄氏、牧野雅彦氏、地質分野副研究統括（前地圏資源環境研究部門長）の矢野雄策氏を始め多くの方々から援助をいただいた。

東京大学大学院工学研究科教授で限界委員会委員であった玉木賢策氏は、2011年4月ニューヨークの限界委員会開催中に体調を崩され、同地で帰らぬ人となった。同氏は、元地質調査所の所員であり、本報告著者すべてのものと旧知の仲で、調査航海や研究をともにした仲間であった。さらに、同氏は、「大陸棚」に関して、限界委員会委員として、また大陸棚評価・助言会議のメンバーとして日本の大陸棚画定について大きな貢献をされるとともに、我々の取り組みにもさまざまな場でご支援いただいた。我々の活動と日本の大陸棚画定調査が「勧告」として実を結んだことに関するこの報文を玉木賢策氏へのお礼をこめた報告としたい。

最後に、本著者の他、産総研の大陸棚プロジェクトのメンバーとして参加いただいた方々の氏名を記す。棚橋 学、石塚 治、石原丈実、上嶋正人、下田 玄、森尻理恵、斎藤英二、山崎哲生（2008年4月より大阪府立大学）、田中弓。また、石塚治氏には八丈島沖海域の原図の掲載を快諾いただいた。

以上の方々をはじめ、さまざまな形でご支援いただいた皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] United Nations Convention on the Law of the Sea
http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

- [2] 葉室和親: 第6章大陸棚, 島田征夫, 林司宣(編); 海洋法テキストブック, 66-78, 有信堂 (2005).
- [3] 海上保安庁: 大陸棚の限界の申請について, 海上保安庁からの記者発表 (2008.10.31).
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAIYO/tairiku/20081031_css_conclusion.pdf
- [4] Scientific and Technical Guidelines of the Commission on the Limits of the Continental Shelf
http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/commission_documents.htm#Guidelines
- [5] M. H. Nordquist, J. N. Moore and T. H. Heidar (eds.): *Legal and scientific aspects of continental shelf limits*, Martinus Nijhoff Publishers, 467 (2004).
- [6] 春日 茂: 日本における大陸棚調査の現状と展望, *学術の動向*, 10 (2), 18-25 (2005).
- [7] 石塚 治: 極微量の岩石鉱物試料についての地質年代測定, *産総研 Today*, 6 (2), 38-39 (2006).
- [8] 飯笹幸吉, 岸本清行, 石原丈実, 上嶋正人: 東日本沖海域における地形概要、及び新海底地形名, *地質調査総合センター速報*, 40, 3-8 (2007).
- [9] 湯浅真人, 村上文敏: 小笠原弧の地形地質と孀婦岩構造線, *地学雑誌*, 94 (2), 115-134 (1985).
- [10] O. Ishizuka, R. N. Taylor, M. Yuasa and Y. Ohara: Making and breaking an island arc: A new perspective from the Oligocene Kyushu - Palau arc, Philippine Sea, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12, Q05005, 40 (2011).
- [11] T. Ishihara and K. Koda: Variation of crustal thickness in the Philippine Sea deduced from three-dimensional gravity modeling, *Island Arc*, 16 (3), 322-337 (2007).
- [12] T. Nakazawa, A. Nishimura, Y. Iryu, T. Yamada, H. Shibasaki and S. Shiokawa: Rapid subsidence of the Kikai Seamount inferred from drowned Pleistocene coral limestone, Implication for subduction of the Amami Plateau, northern Philippine Sea, *Marine Geology*, 247 (1/2), 35-45 (2008).
- [13] 外務省経済局海洋課 監修: 英和対訳 国連海洋法条約[正約], 成山堂書店, 479 (1997).
- [14] Recommendations issued by the Commission on the Limits of the Continental Shelf.
 2008年時点 http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/commission_recommendations.htm
 2012年より http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/commission_submissions.htm
- [15] 岸本清行: 日本列島やその周辺海域の地形・地質を立体画像で体験する—最近の表現技術とデータの精度の向上—, *地質ニュース*, 594, 42-44 (2004).
- [16] 西村 昭, 湯浅真人, 岸本清行: 大陸棚の限界を決める 地質学が日本の海底権益の確保に貢献, *産総研TODAY*, 9 (6), 23 (2009).
- [17] O. Ishizuka, M. Yuasa, R. N. Taylor and I. Sakamoto: Two contrasting magmatic types coexist after the cessation of back-arc spreading, *Chemical Geology*, 266 (3-4), 274-296 (2009).
- [18] Japan's submission to the Commission on the Limits of the Continental Shelf (2008).
http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/submissions_files/jpn08/jpn_execsummary.pdf
- [19] 総合海洋政策本部: 「大陸棚の限界に関する委員会」へ提出した我が国の大陸棚の限界について (2009.3.24).
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/CS/area.pdf>
- [20] 総合海洋政策本部: 我が国大陸棚延長に関する大陸棚限界委員会の勧告について(2012.5.25), 総合海洋政策本部会合(第9回)議事配布資料
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/dai9/siryou4.pdf>
- [21] Summary of Recommendations (2012).
http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/submissions_files/jpn08/com_sumrec_jpn_fin.pdf

大陸棚問題の理解には下記の文献も助けになる。

- 加藤幸弘：大陸棚画定のための科学的調査，*地学雑誌*，115 (5)，647-651 (2006)。
 玉木賢策：国連海洋法と大陸棚限界画定問題，*学術の動向*，10 (2)，8-11 (2005)。
 玉木賢策：地球科学と国連海洋法条約大陸棚問題，*日本地球惑星科学連合ニュースレター*，4 (1)，1-3 (2008)。
 棚橋 学，西村 昭：日本の排他的経済水域などの海底資源をめぐって，*土木施工*，45 (8)，68-75 (2004)。

執筆者略歴

西村 昭（にしむら あきら）

1977年京都大学大学院理学研究科博士課程修了、1978年工業技術院地質調査所入所。1988年博士（理学）。2001年産業技術総合研究所海洋資源環境研究部門副研究部門長、2005年から地質情報研究部門副研究部門長、2010年4月より招聘研究員。海洋地質学・層序学を専門として、マンガン団塊の地質学的成因研究や伊豆・小笠原海域の地質調査研究に従事。大陸棚調査では、素案作成部会の副座長・大陸棚審査対応部会のサブグループリーダー・産総研の大陸棚プロジェクトの代表者（2010年3月まで）を務めた。



湯浅 真人（ゆあさ まこと）

1972年北海道大学理学部卒業、1972年工業技術院地質調査所入所。1989年博士（理学）。2001年産業技術総合研究所地質調査情報部地質調査推進室長、2005年から地質情報研究部門総括研究員、主幹研究員、2010年4月より研究顧問。海洋地質学・岩石学を専門として、日本周辺海域の海底地質図作成および伊豆・小笠原海域の海底熱水活動の研究に従事。大陸棚調査では、素案作成部会・大陸棚審査対応部会の海域担当として伊豆・小笠原海域関連の申請書作成等を行った。



岸本 清行（きしもと きよゆき）

1982年京都大学大学院理学研究科博士課程修了、工業技術院地質調査所入所。2001年産業技術総合研究所海洋資源環境研究部門海洋地球物理研究グループ、2004年地質情報研究部門地球変動史研究グループ主任研究員。地球物理学に基づき、海嶺系・島弧系の海底地形・地質の研究に従事。大陸棚調査では、素案作成部会・大陸棚審査対応部会の海域担当として申請文書作成を行うとともに、情報処理・画像処理の技術を駆使し、国連でのプレゼンテーション作成に貢献した。2010年4月より産総研の大陸棚プロジェクトの代表者。



飯笹 幸吉（いざさ こうきち）

1985年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、博士（工学）。1986年地質調査所入所。2004年産業技術総合研究所地質情報研究部門海底系地球科学研究グループリーダー、2009年9月より、東京大学大学院新領域創成科学研究科教授、産総研客員研究員。伊豆・小笠原海域の明神海丘で海底熱水鉱床を発見する等海底鉱物資源の調査研究に従事。大陸棚調査では、産総研の基盤岩採取の海域調査の総括・主席研究員を務め、また、素案作成部会・大陸棚審査対応部会では試料採取・分析等の技術担当としてとりまとめを行った。



査読者との議論

議論1 大陸棚画定調査における産総研地質分野の貢献

コメント（富樫 茂子：産業技術総合研究所）

この論文は、政府一体として取り組まれた事業である大陸棚画定調査において、産総研の「大陸棚プロジェクト」が実施した、「科学的根拠に基づき、国の大陸棚延伸の申請に貢献するプロセス」を示したものであり、科学者が成果を国連へのプレゼンにまで直接的に関与して、社会に還元している例として、シンセシオロジー論文としての確です。

具体的には、産総研が海洋地質に関する国の総合研究機関として分担した「海域調査」、「岩石の分析・解析・解釈」「とりまとめ」について、全体シナリオの中で産総研の研究の位置付けや、産総研の研究者が国の素案作成部会の活動として行った内容も含めて記述しています。

コメント（瀬戸 政宏：産業技術総合研究所）

この論文は、国としての重要な施策“大陸棚画定調査”に地質分野が総力を結集してかかわった結果について、これまでの技術ポテンシャル、科学的ポテンシャルに基づき貢献し、さらに新たな科学的な知見も明らかにした点を中心にとまとめたものであり、シンセシオロジーへの掲載論文として適当であると判断します。

議論2 構成学的視点による論文の再構成

コメント（富樫 茂子）

初稿は「解説」的であったが、研究の進め方や社会貢献の方法論を意識した再構成により大幅に改善されました。

コメント（瀬戸 政宏）

初稿では活動報告書のように読めましたが、修正によって構成についても変更され、さらに対象となった技術的なポイントも明確になり初稿から大きく改善されたかと判断します。

初稿における指摘は以下の通り。

コメント（富樫 茂子）

論文の構成が「解説」的であるので、シンセシオロジー論文として章立てと記述を再構成し、シナリオの提示、研究ポテンシャルおよび研究成果等について追加の記述をしていただきたい。また、研究の方法論を意識して、シナリオの中で産総研の研究を位置付けて、記述するようにしてください。

コメント（瀬戸 政宏）

この論文は全体を通してワーキンググループの活動報告書という内容になっているように思います。まず、本画定調査の中で産総研がこの事業に参画することとなったベースとなる技術ポテンシャル、科学的ポテンシャルが何であったのかを具体的に記述してください。岩石の年代測定や微量元素の分析・解析・解釈等が評価されたという記述がありますが、それぞれで技術的にはどのような内容で、その内容が今回の調査とどのように関係していたのかが分かりにくいと思います。

回答（西村 昭）

一次の査読で、根本的な問題や再構成のアドバイスをいただき、二次査読では詳細に読んでいただき、細部までチェックいただいたことを感謝いたします。ご指摘いただいた点は、ほとんど修正いたしました。

議論3 産総研に期待された役割や挑戦課題

コメント（瀬戸 政宏）

“1.はじめに”において、産総研に期待された役割や挑戦課題を整理していただくと分かりやすいと思います。

これまでの基礎研究の蓄積も含めた産総研の科学ポテンシャルに加えて、それらを統合し、かつ新たな課題も解決することによって、延伸範囲を高い信頼性で確定できたという流れで具体的に論述してください。また、この中で、画定調査で延伸範囲を決める上で必要となった新たな挑戦としての技術的な課題は何で、それを克服するための取り組みとしては具体的にどのようなものであったのかも記述していただくと「挑戦」の意味がでると思います。

また、「産総研の役割」で海洋地質部の設立等の組織的な変遷が書かれていますが、ここでは先にも記しました産総研の海洋地質調査に関するポテンシャルや科学的にどの領域で我が国トップあるいは世界的な水準であるのかを記述する方が産総研が本調査に参画した意義が明確になると思います。

回答（岸本 清行、西村 昭）

「はじめに」を簡略化して、その最後に、「日本の大陸棚画定調査の実施と科学的根拠に基づいた国連への申請書作成に貢献するという目的にいかに関わり、目標に近づこうとしたかを記述した。」というところで役割を書きました。さらに、4章の最初に産総研の大陸棚画定調査への参加の意味・役割を記述し、組織の変遷やこれまでの海域調査の実績を現在の産総研のポテンシャルへの道筋としての記述にしました。4.3 および 5.5 で、ご指摘の産総研の貢献による「延伸範囲を高い信頼性で確定」の実例を記述しました。

表題に使用した「挑戦」の意味（ニュアンス）も含めて、「挑戦としての技術的な課題」については次のとおりです。

ここで言う「挑戦」という言葉遣いは英語のチャレンジの直訳に近いものです。つまり、英語で表現すると、The task was a scientific challenge for all geo-scientists. と表現できるかもしれませんが、日本語に意識すれば、「延伸画定（領土拡大）」というこれまで扱ったことのない目標のために、科学技術的知見に基づいて科学者が直接寄与する役割を負った希有な機会であった」という意味だと思います。通常の科学技術論文が想定する「ある特定の先端技術や発見、機能」が果たした役割（挑戦）のことはニュアンスが違います。我々は一般の人に大陸棚の仕事を説明するとき、挑戦という言葉は使わず、「科学にとって希有な機会」という言い方をしています。大陸棚の仕事を通して、各国の地質調査所等の研究機関の人達や仕事内容を調べながら進めている中で、「It is a scientific challenge ~」という表現にぶつかったのだと思います。そのとき、英語ではこういう時にも challenge というのか、と納得したのです。

産総研の地球科学ポテンシャルのうちの特定のもの challenge されたのではなく（もちろんそれもありますが）、大陸棚画定に必要な地球科学ポテンシャルを国家的な威信をもって担保している機関として、海洋情報部や JAMSTEC や JOGMEC とともに産総研が challenge され、それに応えたのだと思います。これまでに大陸棚申請を提出した国は 60 カ国を超え、日本は 13 番目の申請国として審査が行われました。日本の申請はこれまで提出され、審査されたものに比べて圧倒的な質と量の地形、地球科学情報に基づくものであるといえます。科学技術大国のアメリカがまだ提出していませんが、おそらく、現在まで出されたどの国の申請も量、質ともに遥かに及ばないものと言えます。しかし、日本の申請が圧倒的に優位であったかといえばそうではないと思います。世界の中で日本が位置する地形

的、地質的背景は海洋法条約的「延伸大陸棚」を証明・説得させるにはとても challenging なものだからです。そういう意味では、「挑戦」は二重の意味合いをもっています。

議論4 新たな知見や発見は何か

コメント（瀬戸 政宏）

今回の画定調査全体の中で、地質学、地球物理等における新たな知見や発見、発明はあったのでしょうか。全体に委員会や書類策定にかかわるご苦労は詳しく書かれていますが、技術的な部分の内容をもう少し盛り込んでいただくとよいと思います。例えば、基盤岩データセットを整備した中で、地質体の形成のメカニズムとその時間的変遷について極めて多数の事実を発見したということですが、本誌で紹介できる範囲でもう少し具体的な記述をご検討ください。

回答（西村 昭）

4.3 および 5.5 で記述しました。

議論5 “延伸大陸棚”や“限界情報”の意味

コメント（瀬戸 政宏）

“延伸大陸棚”というワードが出てきますが、こう書く定義が必要になります。“延伸される大陸棚”のような書きの方がよいと思います。また、大陸棚の延伸範囲の申請で必要となった“限界情報”とは主にどのような情報なのかを整理していただくと、課題と実際にやったことが分かり易くなると思います。

回答（西村 昭）

最初に“延伸大陸棚”が出てくるところ (2.1) で、「200 海里を超えて設定される大陸棚（延伸大陸棚；Extended Continental Shelf）」として、定義して述べました。また、5.3 の最後に、「申請書に書き込むべき大陸棚の限界情報」として簡単に記述しました。

議論6 技術的な課題の具体的な記述

コメント（瀬戸 政宏）

“海域調査”、“基盤岩採取の試料の分析・解析・解釈”の章は、技術的な課題に対してどのような取り組みや研究を実施したのかを具体的に論述してください。“海域調査”では試料を採取するポイントの設定も重要であったと思いますが、このポイント設定において産総研のこれまでの知見が生かされたということが具体的にあれば記述してください。

回答（西村 昭）

前者については、4.3 において、「微量元素のスパイダーダイアグラムパターンや同位体組成によるマグマ起源・成因の決定法を適用し、」と説明を加えました。

後者のご指摘には、4.2 において、「産総研がこれまでの地質調査を通して培ってきたドレッジ試料と地形や音波探査記録との対応を関連付ける狭いポイントでの岩石試料の採取を行う操船技術と、採取岩石が基盤を構成しているか否かの評価に留意して実施された。」と書き加えました。