

「北極における固体地球科学研究の現状と 展望に関する研究集会」報告

金尾政紀*

Report on workshop “Present status and future plans for Solid Earth science in the Arctic region”

Masaki Kanao*

(2005年6月21日受付; 2005年8月26日受理)

Abstract: A workshop on “Present status and future plans for Solid Earth science in the Arctic region” was held on 23rd March 2005, at the National Institute of Polar Research with 19 participants. The meeting provided the opportunity to review recent Earth Science activities in the Arctic region, followed by a discussion concerning future plans. The first section of the workshop covered the present status of geophysical observations, such as seismic and gravimetric monitoring. Information on scientific investigations and logistic infrastructure of international stations, such as Ny-Ålesund, Svalbard, Norway, was introduced for future utilization by participants. Next, there are several topics concerning heterogeneous structure and dynamics in the interior of the Earth, viewed from the Arctic region. Useful discussions were held involving time variations in gravimetric values associated with Post Glacial Rebound, together with the seismic structure in the depth range between the Inner Core and the Lower-most Mantle. The most suitable geometrical position of new permanent stations in the Arctic region, by taking into consideration the density of seismic ray paths from global teleseismic events was also discussed. Finally, several international cooperative activities are introduced with regard to programs of the International Polar Year (IPY) 2007–2008.

要旨: 平成 17 年 3 月 23 日に国立極地研究所講堂にて、「北極における固体地球科学研究の現状と展望に関する研究集会」が開催された(参加者計 19 名)。最近の北極域での固体地球科学研究に関連する研究者が集まり、研究成果の発表と学際的な情報交換を行い、今後の研究の取り組み方を議論した。最初に、地震計や重力計など近年の観測経過や、わが国の観測拠点であるニューオルスン基地の現状について紹介が行われた。また、北極直下の地球内部の不均質構造やダイナミクスに関する研究発表があり、北極域の観測データを用いた内核-最下部マントルの地震学的構造や、氷河の後退に伴う重力値の変動現象について活発な議論が行われた。さらに地球内部を有効に調べるため、グローバル観測網を補う形で北極域のどの場所に新たな観測点を設けるべきか、に関して具体的な意見交換を行った。最後に、シベリアや極東ロシアを中心に、国際極年 2007–2008 に関連した観測計画の紹介があり、国際共同研究の実際の進め方を議論した。

* 情報・システム研究機構国立極地研究所. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

1. はじめに

「北極における固体地球科学研究の現状と展望に関する研究集会」が平成17年3月23日に国立極地研究所講堂で開催された。地球上のフロンティアの一つとしての北極域では、これまでに地球の表層を占めるリソスフェア（岩石圏）の構造や形成過程の研究、プレートテクトニクスに関連したマントル内部の不均質構造の研究、中心核などの地球深部の構造とダイナミクスの解明、固体地球（地圏）とそれを取り巻く雪氷圏・海洋圏・大気圏との物理化学的相互作用の理解、など様々な固体地球の構造と変動現象に関連した研究が行われてきた。

本集会では、こうした最近の北極域での諸々の研究活動や調査観測の実例紹介をはじめ、国際共同研究や定常観測拠点の構想などについて関連研究者により情報交換を行い、今後の北極域における固体地球科学研究推進のための取り組み方を議論することを目的とした。

2. 経 過

集会では、計14の講演とそれに対する質疑応答が行われた（表1）。前半は、主に北極域における各種観測研究の現状認識を行うため、地震計や重力計をはじめ様々な観測経過の紹介や、北極域直下の地球内部の不均質構造に関する研究が紹介された。特に、地震波の解析による内核～最下部マントルの構造や、重力計による氷河の後退に伴う重力値の変動現象について活発な意見交換がなされた。後半は、極東域を中心とした将来の広帯域地震計やGPSによる観測計画、人工震源を用いた構造探査などの紹介があった。最後の総合討論では、ロシアやカナダをはじめとして国際共同研究の実際の進め方や国際極年2007-2008への取り組みについて議論した。

以下、各講演の内容について簡単に紹介する。冒頭に主催者（著者）により、北極域における固体地球研究の科学的意義と集会の概要が説明された。両極から地球の内部構造とダイナミクスを調べることの意義について、南極の研究例も引用して説明された。グローバル地球科学への貢献の重要性と共に、国際極年2007-2008に向けての具体的な計画準備の必要性が説明された。

ユーラシア大陸の北極域での研究例として、シベリアクラトンからバイカル湖周辺のリフト帯、さらに南部のモンゴル・オホーツク変動帯の深部構造とテクトニクスに関するレビューが紹介された（2. 金尾講演）。太古代のシベリアクラトン地殻の地震波速度構造が、その後のキンバーライトを伴うマグマ活動により複雑な様相を呈することや、バイカルリフト帯では他リフト地域とは異なる深いモホ面が検知されていることが示された。バイカルリフト帯の中央部では、さらに詳細な地殻構造を調べる目的で、2004年よりロシア科学アカデミーとの共同で広帯域地震計による臨時観測が開始された。また、1992年にフランスがバイカルリフト帯を南北に横切る測線で実施した臨時アレイ観測のデータを使用して、上部マン

表 1 「北極における固体地球科学研究の現状と展望に関する研究集會」プログラム
 Table 1. Program of workshop "Present status and future plans for Solid Earth science in the Arctic region".

平成17年3月23日(水)	13:00-18:00
1. はじめに - 集會の意義と概要 -	
2. シベリアクラトン～バイカルリフトの深部構造と広帯域地震観測 金尾政紀(極地研)・V. D. Suvorov・G.I. Tatkov(ロシア科学アカデミー)	
3. 北極における固体地球科学研究のための国際観測施設 伊藤 一(極地研)	
4. Svalbard における測地観測と地球粘弾性、氷河、陸水の問題 佐藤忠弘(国立天文台)	
5. 北極における地球深部研究の現状と今後 田中 聡(東北大学大学院理学研究科)	
6. 極域から見たD"層の異方性と不均質構造 臼井佑介(金沢大学大学院自然科学研究科)	
7. 北極域のスーパーステーション構想 神田啓史(極地研)	
8. ロシア・カムチャツカでの広帯域地震観測 山田功夫(名古屋大学大学院環境学研究科)	
9. ロシア極東域での地震・GPS 観測ネットワーク 宮町宏樹(鹿児島大)・笠原 稔[北大]	
10. 深部地震探査によるロシア極東地域の地殻構造とテクトニクス 金尾政紀(極地研)・戸田 茂(愛知教育大)・A. Liseikin・V.S. Seleznev (ロシア科学アカデミー)	
11. 北海道と周辺の歴史地震史料の収集について(1): 極東ロシアの史料 中西一郎(京大大学院理学研究科)	
12. グローバル固体地球観測網における北極域の役割 坪井誠司・石原 靖(海洋研究開発機構)	
13. 臨時地震観測網を用いたバイカルリフト帯下の上部マントル構造 井上智史(愛媛大学地球深部研究センター)	
14. 北極域での広帯域地震計観測網の展望 金尾政紀(極地研)	
15. 討 論	

トルの地震波走時トモグラフィー解析が行われた。その結果、リフト帯直下の約 600km 深まで、ホットブルームの上昇に関連すると思われる低速度領域の存在が確認された(13. 井上講演)。

我が国の北極域における観測拠点、並びにそこで行われている観測の紹介があった。スバルバル諸島のニーオルスン国際観測基地の現状について、現地の写真を交えた説明が行われた(3. 伊藤講演)。今回の集會参加者の多くの調査地域は極東であり、スバルバルはあまりなじみのない地域であったが、基地の観測や設営の状況がよく理解されたと思われる。今後、固体地球を含めさまざまな研究分野での基地利用が望まれている旨が述べられた。ニーオルスン基地では、1999年より超伝導重力計による観測が行われており、そのデータを用いた地球の粘弾性と氷河、陸水の問題について紹介された(4. 佐藤講演)。重力値の経年

変化から予想される近年の温暖化による氷河の融解速度として、従来よりも大きい値(約 70 cm/年)が推定された。北極域における氷河や陸水の進化モデルを詳細に検討するために、重力観測の連続データの有効性が示された。また、北極全域を研究対象として、観測を組織的に推進するためのスーパーステーション構想が紹介された(7. 神田講演)。ニーオルスン基地以外にも、長期環境モニタリングを目的として、他に二つの観測拠点(カナダとロシア)を新たに設置し、両極における比較研究をさらに推進する計画である。

北極域における地球深部の地震学的研究については、ヨーロッパとアジアとのように震源と観測点とをうまく組み合わせることで、マントル最下部の不均質構造を中心に研究が進められている。しかしながら、北極域における地震観測点数は未だに少なく、グローバル観測網の空白域になっている。そこで、世界中で発生した自然地震に対して、北極域での地震波線の集積密度の空間分布を元に、将来定常的な観測点をどこに設ければ一番有効であるかを調べた(5. 田中講演)。その結果、目的とする地震波を捉えることのできる震央距離の違いにより、地震波線密度の空間分布にかなりの違いが生じるため、現実的には設営面を考慮しつつ現地の研究者とも協議しながら、最善の候補地を選定することが妥当であると思われる。外核とマントルの境界から上部数百 km の領域にある D'' 層は、マントル対流などの地球のダイナミクスを知る上で重要な場所である。この D'' 層の地震波速度の異方性について、南北両極域のそれぞれの成果がまとめられた(6. 臼井講演)。北極域では、ウラル山脈とアラスカの直下で D'' 層の異方性が報告されており、両者共に 2-3% の地震波速度の高速度領域に対応している。

ロシア極東域では、地震学を中心にこれまでいくつかの研究・観測が行われてきた。カムチャッカ半島の付け根に位置するカメンスコエ観測点は、1994年に我が国のグローバル地震観測網(当時の POSEIDON、現在の PACIFIC21)の最北の点として開設され、現在まで継続して観測されている。遠隔地であるがためのアクセスの不便さと保守の困難さについて、写真をまじえて観測の概要が紹介された(8. 山田講演)。この観測点のノイズレベルはかなり低く、遠地地震以外にも周辺の活断層に関係した微小地震が多数記録されている。この既存のカメンスコエ観測点を含めて、極東ロシア地域に新たに 12 点の広帯域地震計と GPS の観測網を、2005 年度より 5 年間設けることが計画されている(9. 宮町講演)。この臨時観測網により、沈み込む太平洋プレートが東アジア直下の上部マントルに滞留するメカニズムや、1995 年 5 月の北サハリン地震(マグニチュード 7.6)に代表される極東ロシアの地震活動、等についての解明が期待される。

さらに、ロシア科学アカデミーを中心とした深部地震探査による、ロシア極東地域(マガダン~コリマ丘陵~チュコト半島)の地殻構造とテクトニクスが紹介された(10. 金尾講演)。2001 年の探査結果からは、オホーツク~チュコト火山帯やコリマ変動帯の直下に厚い地殻の存在が明らかにされ、古生代~中生代に集積した小さな大陸地塊(マイクロプレート)の境界

も検知されている。また、地震予知の観点からも、ロシア極東地域のデータを利用することが検討されている。被害地震の予知にとって重要な歴史地震の研究を行うにあたり、北海道及びその周辺域については他の地域に比べて歴史史料が特に少ない。そのため、極東ロシアの史料が情報として有力であり、その具体的な調査方法について紹介があった(11. 中西講演)。北海道周辺の地震に関する史料がどの程度ロシアに所蔵されているかは現段階では不明確だが、歴史地震研究の空白域を埋めることの重要性が指摘された。

講演の最後には、グローバル固体地球の観測における北極域の役割りと具体的な観測計画の展望について発表があった。これまで我が国の地球物理観測網は、西太平洋域を中心に地震計や重力計、GPS等の観測点を展開してきた(PACIFIC21計画)。しかし、今後はアジア・オセアニア地域、またロシア極北を含む北東アジア地域にも観測網を広げることで、グローバルな内部構造やダイナミクスの研究のみならず、被害地震や津波等に対する広域防災システムの構築にも積極的に役立つと考えられている(12. 坪井講演)。そのため、北極域での広帯域地震計の定常観測点を将来的に設ける展望が示された(14. 金尾講演)。特に、ロシア極北を中心に今後候補地を選定し、ロシア科学アカデミーの協力を得て実施する方向性が示された。

総合討論では、それまでの各講演のうち、十分に質問と議論ができなかったものについて質疑応答がなされた。特に、極東域を中心に近い将来に計画されている広帯域地震計やGPSの観測、さらに人工震源を用いた構造探査等に関して、ロシアやカナダをはじめ国際共同研究の実際の進め方を議論した。また、国際極年2007-2008への取り組み方については、すでに国内委員会に申請している観測計画(2. 及び14. に関連)について共通理解を得た。最後に北極域での今後の研究指針について意見交換が行われた。現段階ではまだ組織立った調査研究はないものの、今回参加していない他の関心のある国内研究者を含めて、今後もこのような集会を継続して実施していくことが共通理解された。

3. ま と め

本集会により、これまで個別に観測研究を行ってきた研究者同士がお互いの現状を把握し、今後の共同研究の足がかりを模索することができたといえる。また、国立極地研究所側からニーオルスン基地をはじめ我国の北極域における観測拠点の現状についての報告と共に、今後のスーパーステーション構想等の計画を所外の研究者に紹介することで、新たな場所・方法での研究計画の進展が期待される。

今後は、今回の集会参加者以外の北極研究に関心のある固体地球に関する幅広い学問分野の研究者を交え、科学的成果と調査研究の推進のための情報交換の場を持つことが大切であると思われる。また、ロシアやカナダをはじめ、北極周辺の現地各国の共同研究者を含めた国際共同研究をさらに推進することが望まれる。特に、シベリア北極域やカナダ北方諸島な

どは、人類が未知の地球表層環境が残されたフロンティアであり、地球形成史への理解を深め、またグローバルな地球表層の環境変動を知る上でも、南極域と並び重要な場所と言える。今後さらに北極域についての地球科学的な理解が深まることを期待する。

謝 辞

本集会での研究発表のために、以下に示した多数の参加者（敬称略）のご協力を頂き、無事成功裏に終えることができた。ここに記して感謝する。また本集会の開催に当り、ご協力を頂いた所内外の関係者の皆様に、重ねてお礼を申し上げる。

参加者一覧（順不同）:

佐藤忠弘（国立天文台水沢観測センター）、山田功夫（名古屋大学大学院環境学研究科）、坪井誠司（海洋研究開発機構）、臼井佑介（金沢大学大学院自然科学研究科）、田中 聡（東北大学大学院理学研究科）、池田 博（筑波大学研究基盤総合センター）、奥野淳一（東京大学地震研究所）、根岸弘明（防災科学技術研究所）、宮町宏樹（鹿児島大学理学部）、山田 朗、井上智史（愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター）、中西一郎（京都大学大学院理学研究科）、神沼克伊（元国立極地研究所）、亀山敬輔（信州大学理学部）、神田啓史、伊藤 一、外田智千、Martine Amalvict、金尾政紀（国立極地研究所）、計 19 名。