

南極域における地震学研究の展望

宮町 宏樹¹・金尾 政紀²

¹ 鹿児島大学大学院理工学研究科

² 国立極地研究所

The Foresight in Seismological Research in Antarctica

Hiroki MIYAMACHI¹, Masaki KANAO²

¹ Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

² National Institute of Polar Research

In this report we show the recent situation on seismic observations carried out in East Antarctica and propose the prospective seismic observation in the near future. In general, it is necessary to utilize seismic data such as seismic waveform, travel times and mechanism data derived from the natural earthquake occurred in the whole earth, in order to elucidate the deep and shallow structures and dynamics of the earth. For the purpose, it is important to perform seismic observation continuously in Antarctica under severe environment.

Broadband seismic deployments at Showa and temporary stations have been carried out since 1996 in the Lutzow-Holm Bay (LHB) region. As shown in Fig. 1, the recorded teleseismic and local events are of sufficient quality to image the heterogeneous structure, depth variations at the 410 km and 660 km discontinuities and dynamics of the crust and mantle beneath the continental area of LHB. During a period of IPY (2007-2008), the broadband arrays in LHB make a significant contribution not only to the permanent global network of FDSN, but also to such projects as the Global Alliance of Regional Networks (GARNET) and the Polar Earth Observing Network (POLENET). These observations within the framework of international cooperation can conduct the cross section of the crust in East Antarctica (see Fig. 2). In the near future, it will be necessary to promote the international cooperation. Under the JARE operation, we hope to install the semi-permanent seismic stations in the inland and ocean areas.

The first refraction seismic exploration were carried out in the Mizuho plateau by JARE-21(1980-1981). The new program “Structure and Evolution of the East Antarctic Lithosphere (SEAL)” started in 1996. According to this program, JARE-41(2000) and JARE-43(2002) conducted the refraction and wide reflection exploration with the high density temporary stations to investigate the crustal structure beneath the Mizuho plateau (see Fig. 4). The refraction and reflection analyses revealed that the crust is composed of three layers and the moho discontinuity is located at about 40 km depth in Figs. 5 and 6. Because of clear reflection waves observed in these explorations, it is expected that the reflection exploration using the big vibrator or the land-airgun will be carried out in Antarctica in the near future.

一般に、地球の中心核～表層構造とダイナミクスを解明するためには、全地球上の自然地震の波形、走時、震源データを用いる必要があり、そのためには、過酷な環境下の南極地域においても地震観測を継続的に行うことが重要である。以下では、JAREによる自然地震観測と人工地震観測の主要な成果と今後の展望について述べる。

[1] 自然地震観測

リュツォ・ホルム湾周辺においては、定常観測点の昭和基地と沿岸域を中心とする5カ所に臨時観測点を展開してきた。この観測は、globalあるいはregionalな構造解析を研究目的としているため、広帯域地震計が採用されている。得られたデータを基に、上部マントルの異方性、410kmおよび660kmの速度不連続面の分布などについての新たな知見を得ている (Fig. 1)。

また、「国際極年 (IPY;2007-2008)」を契機に、国際協力の下、南極大陸全域に地震計を大幅に増強する計画 (GARNET, POLENET 等) が組織的に進められた (Fig. 2)。その結果、これまでにない高い空間分解能による構造解析が可能となり、重力データと融合することにより、東南極の縦断断面 (Fig. 3) を推定することができた。

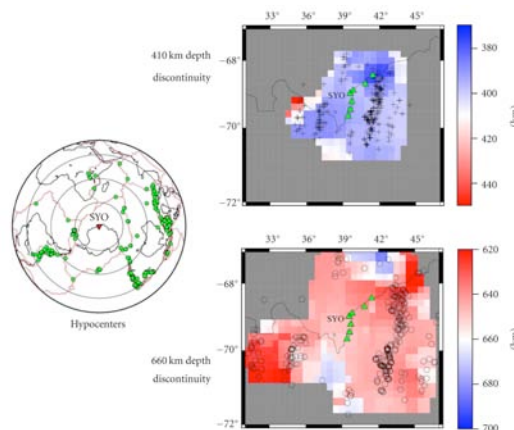


Fig. 1 Distribution of the seismic stations in the LHB region (left). Distributions of the 410 and 660 km depth discontinuity (right).

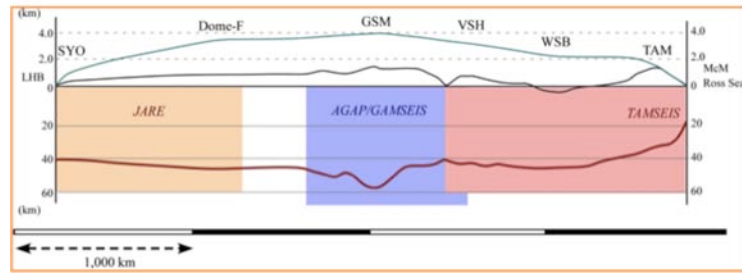
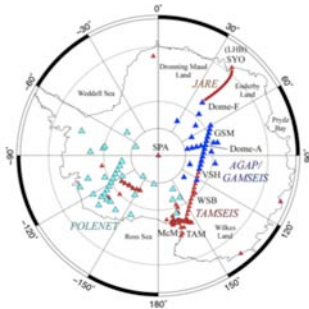


Fig. 2 Distribution map of seismic stations planned for deployed during IPY (left) and the cross section in East Antarctica (right).

global 構造の解明を目的とした地震観測では、広域的な観測網の展開が必須であり、特に、南極地域においては、各国が local な観測網の展開を分担し、それぞれのデータを統合し、はじめて、高解像度な構造を明らかにできるであろう。したがって、今後、JARE を中心に、最新の観測機材の導入による観測網の増強が望まれる。内陸域においては、既存の観測拠点を活用した準定常的観測点の設置が期待されるであろう。また、海域においては、海水の存在という問題点を解決できれば、長期広帯域海底地震計を活用することにより実現可能である。

[2] 人工地震観測

JARE-21による大規模な屈折法探査が1980～1981年に実施された。1996年、“Structure and Evolution of the East Antarctic Lithosphere (SEAL)” 計画がスタートし、この計画の一つのプロジェクトとして、JARE-41 (2000年) と JARE-43 (2002年) による大規模人工地震探査が実施された (Fig. 3参照)。高密度観測点と多点発破点から成る探査により、みずほ高原下の詳細な地殻構造を明らかにすることができた (Fig. 4参照)。

みずほ高原下の地殻構造の大きな特徴は、地殻が3層構造であること、そして、日本のような島弧の構造と比較し、その速度構造がシンプルであることである。これは、一つの大きな地質学的岩体内においては、地震学的に均一な構造から成り立っていることを示唆している。一方、JARE-43 の測線の SP5 と SP6 の区間に見られる上部地殻の異なる P 波速度分布は岩石地質区分の境界領域の延長とほぼ一致し、上部地殻の構成物質が異なることを示唆している。

JARE で実施されてきた屈折探査法を中心とした人工地震探査の観測波形には、明瞭な反射波が観測されている。ことから、南極域における反射法探査は有効であると考えられる。実際、JARE-51 では、東オングル島において、浅層反射法探査の予備実験が実施された。今後、さらなる基礎調査と予備実験を積み重ねることが必要であろう。将来的には、大型バイブロサイスやランド・エアガンを人工地震とする反射法探査の実施が期待され、それによって、大規模な地質学的に異なる岩体の接合部あるいは遷移帯などの領域の解明が進むことが期待される。

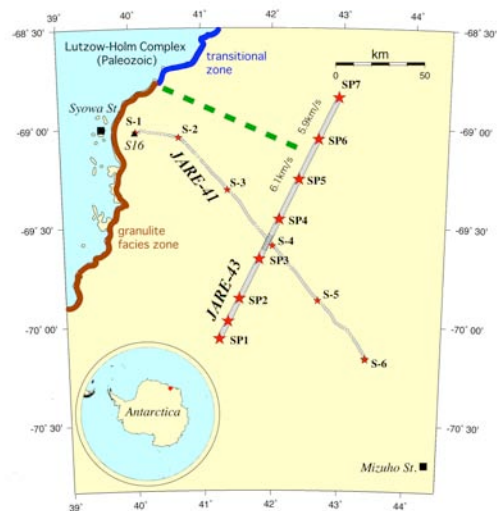


Fig. 3 A map showing the seismic profiles operated by JARE-41 and JARE-43.

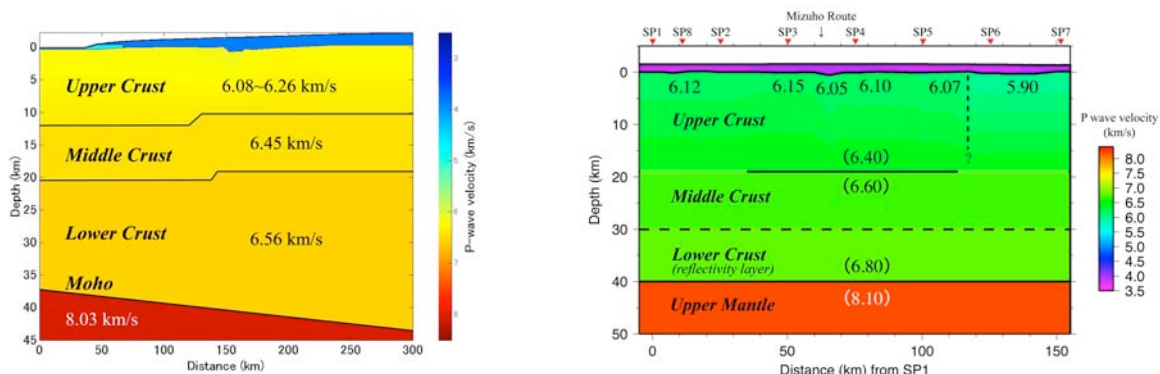


Fig. 4 P-wave velocity models along the JARE-41 (left) and the JARE-43 (right) profiles.