

# Scientific Approach to Marine Mineral and Fuel Resources

## 科学で海底資源に迫る

### The pioneer of seabed resource exploration

In recent years, increased attention has been focused on mineral resources under the sea. However, an optimal method of finding seabed mineral resources has not yet been established. Our current surveys are focused heavily on the areas around submarine volcanoes, where resources are considered most likely to be found. The survey results will be used to accumulate scientific information on the geological features of such localities, including knowledge of where resources can be found.

Comprehensive earth science research is essential for seabed resource exploration. Especially indispensable is elucidation of the formation process of submarine hydrothermal systems; this will provide important information needed to localize submarine deposits.

We are engaged in joint research with other institutions such as JOGMEC\* and JAMSTEC\*\*. The Geological Survey of Japan's task is to narrow down and identify promising areas for seabed resource exploration based on its geological background. In other words, we are pioneering seabed resource exploration. Recently, in a shallow area of the sea near Iou-torishima in Okinawa Prefecture, we discovered a submarine volcano and an area of hydrothermal activity where polymetallic massive sulfides are being formed.

\* JOGMEC: Japan Oil, Gas and Metals National Corporation

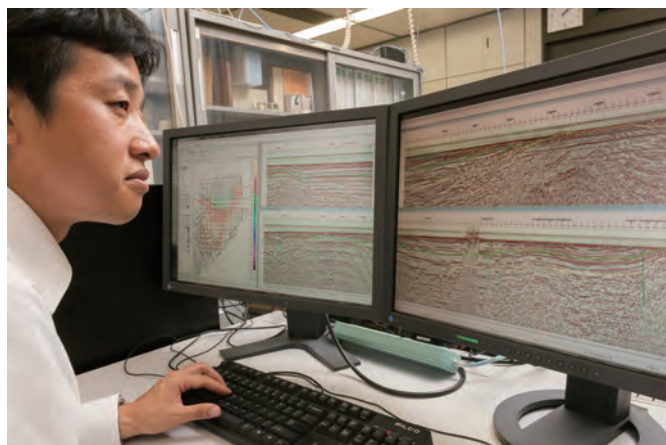
\*\* JAMSTEC: Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

### 海底資源探査の先駆け

近年、海底下の鉱物資源についての注目が高まっています。しかし、海底鉱物資源を見つける手法は、いまだ確立していません。現在は、最も可能性の高いと言われている海底火山周辺の調査を重視しています。その調査結果をもとにして、「どのような場所にあるのか」という科学的知見を蓄える必要があるからです。

海底資源の探査には、総合的な地球科学の研究が必要になります。とくに、海底熱水系の形成過程の解明が不可欠です。形成過程を解明することができれば、海底鉱床の場所を把握するために必要な情報を得ることができます。

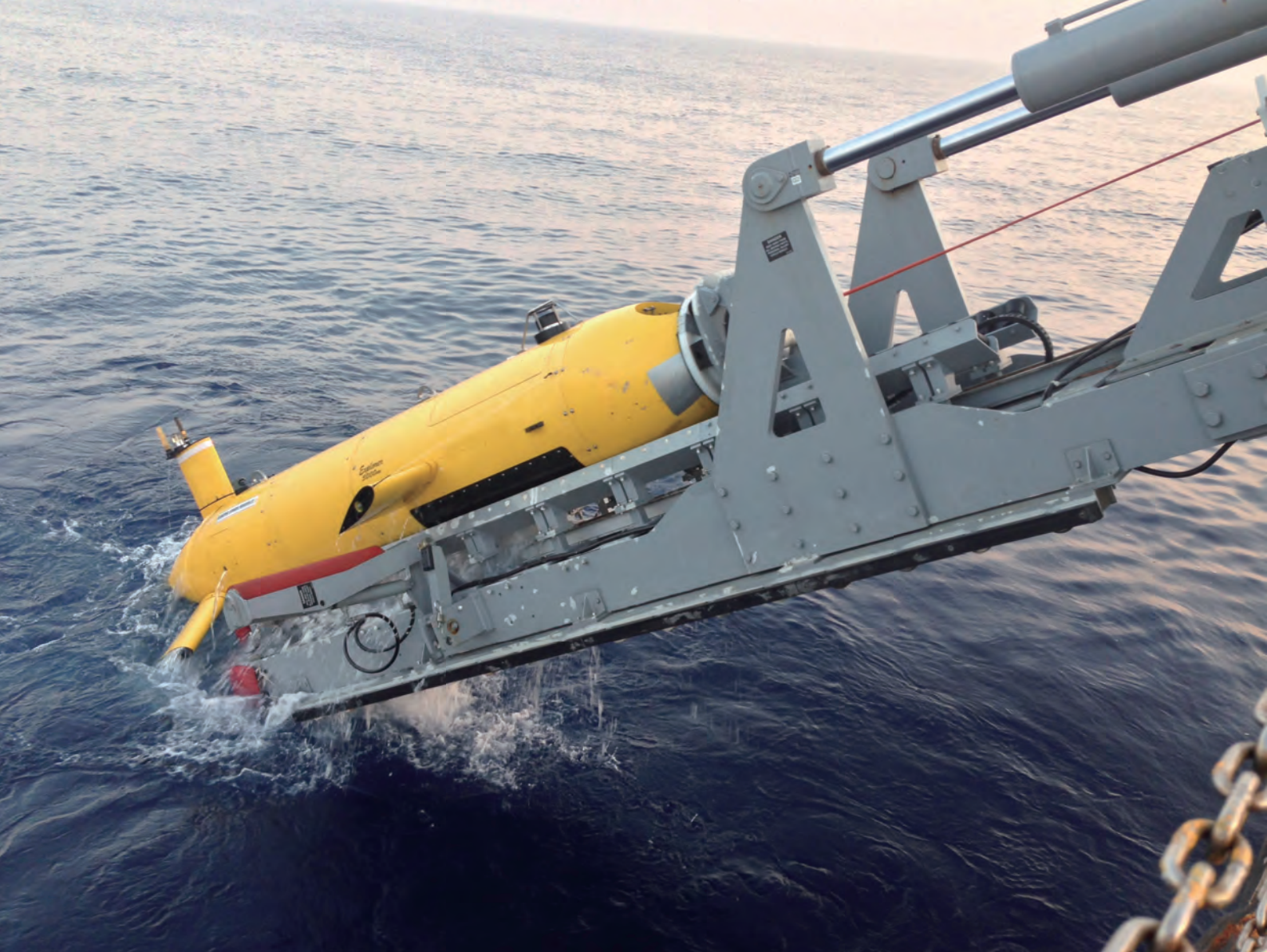
私たちは、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC\*）や、海洋研究開発機構（JAMSTEC\*\*）などの機関と共同で研究を進めています。地質学的な背景をもとに、海底資源開発に有望な海域を絞り込むことが、地質調査総合センターの役割です。いわば、海底資源探査の「先駆け」の役割を担っています。近年では、硫黄島周辺の周辺海域に、海底火山と、多金属塊状硫化物を伴う熱水活動域を発見しました。



Analysis of sea-bottom strata by using seismic reflection survey data.

Geological Breakthroughs in

**Marine  
Mineral  
Resources**



# 海底鉱物 資源

の地質学的解明



*Resource exploration requires all the skills and expertise in every field of earth science.*

## **Takahiko Inoue**

Marine Geology Research Group  
Research Institute of Geology and  
Geoinformation

資源探査は、地球科学のあらゆる分野の力を結集する必要があります。

## **井上 卓彦**

地質情報研究部門 海洋地質研究グループ



*Japan has led research into methane hydrate and will continue to lead the world.*

## **Sumito Morita**

Fuel resource Geology Research Group  
Research Institute for Geo-Resources  
and Environment

日本はハイドレート研究のリーダーとして、常に世界を牽引していきます。

## **森田 澄人**

地圏資源環境研究部門  
燃料資源地質研究グループ



## Observing the seabed by using a wide range of sound waves

Key information about marine geology includes geological cross-sections of areas beneath the seabed; seabed-surface information, including topography, gravity, and magnetic data and sediment information. Collecting and analyzing these data in an integrated way enables us to compile and manage marine geology information.

To obtain information on the geology on and under the seabed, we use sound waves with frequencies that differ according to the purpose. Lower frequency sources such as air guns (about 10 to 50 Hz) are used to analyze large-scale geological structures; higher frequency sources such as boomers (about 1 to 10 kHz) are used in high-resolution surveys of geological structure; and even higher frequency sources (more than 30 kHz) are used to obtain seabed-surface information. Multi-channel streamers (MCSs) and cables are used efficiently to receive more detailed geological cross-sectional images, and multibeam echo sounders (MBESs) are used to obtain detailed information on submarine topography. The MBES, which can detect underwater acoustic anomalies in two dimensions, is useful for identifying promising seabed resource areas with outpourings of materials containing metals and other useful elements.

## Japan's methane hydrate research is leading the world

Among the many seabed resources, methane hydrate is expected to be the most promising future energy resource. Japan is surrounded by sea with the physical conditions suitable for the formation of methane hydrate.

Japan has always led the world in the development of methane hydrate resources. In a national project launched in 1995, after repeated surveys in the Nankai Trough area of the western Pacific Ocean, natural gas was successfully extracted in 2013 for the first time in the world from frozen methane layer hydrate found beneath the seabed.

The existence of another type of massive methane hydrate, called "shallow-type methane hydrate," has been confirmed at very shallow depths in the Sea of Japan. We are currently studying this shallow-type methane hydrate. We are conducting sound probing, drillings, and other surveys to obtain more accurate information on the distribution and quantity of methane hydrate. We also aim to answer the question, "Why is it there, and how did it get there?" and to obtain a wide range of comprehensive information applicable to other research areas.

## 多様な音波で、海底を“見る”

海洋地質の重要な情報として、海底下の地質断面、海底地形を含む海底面情報、重磁力情報、海底堆積物情報などがあります。私たちは、これらの情報を統合的に取得・解析を行い、海洋地質情報として整備しています。

例えば、海底面及び海底下の地質情報を得るために、その目的に応じて、様々な周波数の音波を使用しています。大きな地質構造を把握する際にはエアガンなどの低周波（10～50Hz程度）を、高分解能な地質構造を得る必要がある際にはブーマーなどの高周波（1～10kHz程度）を、海底面の情報を得る際には更に高周波（30kHz以上）を用いて調査を行います。また、より明瞭な地質断面を効率的に得るためにマルチチャンネルストリーマ（MCS）ケーブルを受信器として使用したり、詳細な海底地形を得るために、マルチビーム音響測量装置（MBES）を使用したりします。MBESでは水中音響異常も面的に捉えることができるため、海底からの物質の湧昇等で特徴づけられる海底資源有望域を把握することが可能です。

## 世界をリードする日本のメタンハイドレート研究

さまざまな海底資源の中でも、「将来のエネルギー資源」として期待されているのが「メタンハイドレート」です。日本のまわりには、メタンハイドレートの存在条件を満たす海域が広がっています。

メタンハイドレートの資源開発研究で、日本は常に世界をリードしてきました。1995年から国のプロジェクトが始まり、太平洋側の南海トラフで調査を重ね、2013年には世界で初めて海底下のメタンハイドレートから天然ガスを生産する試験に成功しました。

近年、日本海側の海底下のごく浅い部分に、「表層型」と呼ばれる塊状のメタンハイドレートの存在が確認されるようになりました。現在私たちは、この表層型メタンハイドレートに集中した研究を行っています。主に音響探査や掘削調査を行うことで、メタンハイドレートの分布の様子や量などをより正確に評価することを進めています。同時に「なぜ、そこに、そのようにあるのか」という問題を解明し、他海域も含めた汎用的な理解を目指しています。

Find

# Methane Hydrate

and Find out

# 'Why is it there?'

# メタンハイドレート

を探し、

# 「なぜそこにあるか?」

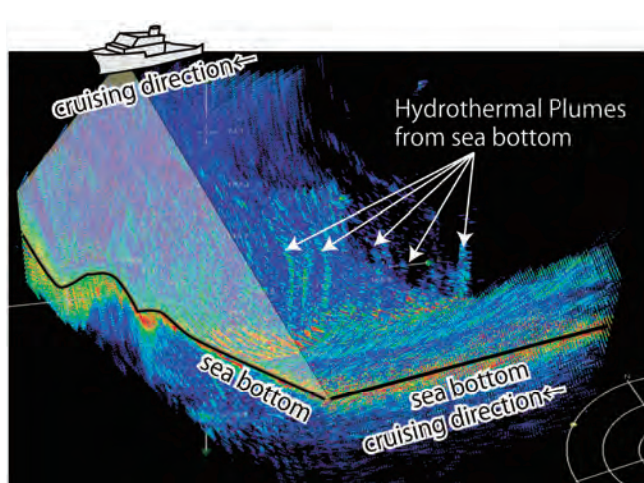
を探る



Rhyolite rock collected from a region of abnormal sound in shallow seas.



Left: Long piston coring during methane hydrate exploration in the Sea of Japan. Sedimentary cores up to 40 meters long were recovered.  
Right: Results of a submarine topography survey using multibeam echo sounders (MBESs). This Figure shows seabed-surface information and the echo sound record around an area of submarine hydrothermal resources.



## 資源確保のための“地球科学総合力”

海域での海底資源の調査や開発の権利や管理は、「海洋法に関する国際連合条約」に定められています。この条約で定められた「延長大陸棚」は、沿岸国が 200 海里を超えて、海底資源の探査・開発の権利を有する区域を示すものです。延長大陸棚の決定には、沿岸国の領土からの連続性を示す地形・地質に関する科学的根拠に基づいた申請を国連へ提出する必要があります。

地質調査総合センターは国の地質調査を担う研究機関として、2004 年から大陸棚画定調査に参加しています。日本周辺海域の地球科学データ統合のノウハウや、岩石試料の最高レベルの分析解析技術を駆使して、日本の延長大陸棚の申請文書作成と審査での対応に貢献しました。

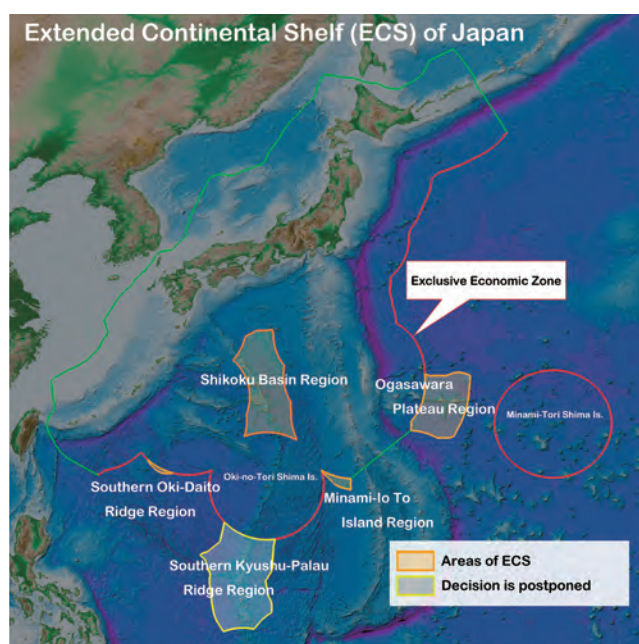
人類共有の財産である海底資源を沿岸国の管轄・管理下に置くことは、一見、国の利益独占と見えるかもしれませんが、しかし、国際的に定められたルールに従って、資源の開発の権利の行使や海域の管理をすることは、我が国のためだけでなく世界の発展と平和にも貢献するものです。私たちは、今後も地球科学調査研究の総合力を発揮して、開発に向けた科学調査を進めていきます。

## Collective capabilities of earth science for peaceful and equitable resources management of the ocean

The United Nations Convention on the Law of the Sea defines the extent of the sovereignty or jurisdiction of coastal States over the seas and the oceans. As defined in the Convention, coastal states have the right to explore and exploit resources on and under the extended continental shelf or ECS outside the 200-nautical-mile limit. The ECS to be approved, the coastal state is required to submit information to the United Nations with the topographic and geological evidences justifying that the continental shelf is a continuation of the state's territory.

Since 2004, the Geological Survey of Japan, as a national organization, has been participating in the task to delineate the outer limits of Japan's continental shelf. We have contributed to both preparation of the application to extend the continental shelf around Japan and the judgment process. To do this we are making the best use of our know-how on the integration of earth science data on the seas around Japan and our state-of-art techniques for analyzing rock samples.

Seabed resources are the common heritage of mankind. Placing resources under the jurisdiction and management of a coastal country may sound like granting that country a monopoly on the resources. However, executing the right to develop resources and manage the sea in accordance with internationally agreed rules can contribute not only to the coastal state itself but also to the global peace. We are committed to using all of our knowledge and skills in earth science survey and research to promote scientific surveys for the development of seabed resources.



The area of the extended continental shelf of Japan.