

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画

平成 21 年 3 月
経済産業省

目 次

| | |
|---------------------------------------------|-----------|
| 総 論 | 3 |
| 第1章 メタンハイドレート | 4 |
| 1 . 基本的な方針 | 4 |
| (1) メタンハイドレート生産技術開発の重要性 | 4 |
| (2) メタンハイドレート生産技術開発を巡る現状と課題 | 5 |
| (3) 基本的な方針 | 8 |
| 2 . 計画の内容 | 9 |
| (1) 『生産技術等の研究実証』段階(平成21～27年度(7年間程度)) | 9 |
| (2) 『商業化の実現に向けた技術の整備』段階(平成28～30年度(3年間程度)) | |
| | 10 |
| (3) 全体を通じて取り組む課題(平成21～30年度(10年間程度)) | 10 |
| 第2章 石油・天然ガス | 13 |
| 1 . 基本的な方針 | 13 |
| (1) 国産石油・天然ガスの重要性と海洋開発の現状 | 13 |
| (2) 国内基礎調査事業実施によるこれまでの成果 | 14 |
| (3) 三次元物理探査船『資源』の導入 | 15 |
| (4) 基本の方針 | 16 |
| 2 . 計画の内容 | 16 |
| (1) 石油・天然ガスの探鉱開発対象となる海域について | 16 |
| (2) 基礎物理探査の実施について(探査能力の構築及び探査目標) | 17 |
| (3) 基礎試錐の実施について(調査目標) | 18 |
| (4) その他留意すべき事項 | 18 |
| 第3章 海底熱水鉱床 | 21 |
| 1 . 基本的な方針 | 21 |
| (1) 海底熱水鉱床の重要性 | 21 |
| (2) 海底熱水鉱床の開発を巡る現状と課題 | 21 |
| (3) 基本的な方針 | 24 |
| 2 . 計画の内容 | 25 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| (1) 第 1 期 (平成 24 年度まで) | 25 |
| (2) 第 2 期 (平成 25 年度～平成 30 年度) | 26 |
| 第 4 章 その他のエネルギー・鉱物資源等 | 29 |
| 1 . コバルトリッチクラスト | 29 |
| (1) コバルトリッチクラスト開発の現状 | 29 |
| (2) 調査の基本方針 | 29 |
| (3) 計画の内容 | 30 |
| 2 . マンガン団塊 | 30 |
| 第 5 章 各省庁等との連携並びに国と民間との役割分担等 | 31 |
| 1 . 各省庁との連携 | 31 |
| (1) メタンハイドレート | 31 |
| (2) 石油・天然ガス | 32 |
| (3) 海底熱水鉱床 | 32 |
| 2 . 国と民間の役割分担 | 33 |
| (1) メタンハイドレート | 33 |
| (2) 石油・天然ガス | 33 |
| (3) 海底熱水鉱床 | 34 |
| 3 . 国民の理解の増進 | 34 |
| 参考資料 | 35 |

総 論

陸域のエネルギー・鉱物資源に乏しい我が国は、その需要量のほぼすべてを海外からの輸入に頼ってきたが、近年は資源産出国において資源ナショナリズムが急速に高まりつつある。このような状況は、我が国のエネルギー・鉱物資源の安定供給確保に影響を及ぼしかねないものである。この対策として、現在、我が国は資源外交を活発化し資源産出国との関係強化に努めているが、これに加えて、他国の資源政策に影響されない安定的な自らの資源供給源を持つための取組を進める必要がある。我が国の領海・排他的経済水域（EEZ）・大陸棚において、エネルギー・鉱物資源の探査・開発を行うことは、この意味からも極めて重要である。

一方、我が国は世界第6位の領海・排他的経済水域（EEZ）・大陸棚の広さを誇り、近年、これら海域には石油・天然ガスに加え、メタンハイドレートや海底熱水鉱床などのエネルギー・鉱物資源の存在が確認されてきている。しかしながら、これらエネルギー・鉱物資源には、賦存量・賦存状況の把握、生産技術の開発、開発による環境への影響等、様々な課題が多く残されている。

こうした中、平成19年7月に海洋に関する基本理念を定めた「海洋基本法」が施行され、同法に基づき「海洋基本計画」が平成20年3月に閣議決定された。同計画は海洋に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために策定されたものであり、同計画の中で「平成20年度中に、関係府省の連携の下、『海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（仮称）』を策定する。同計画においては、目標達成に至るまでの探査・開発の道筋とそのために必要な技術開発等について極力具体的に定める。あわせて、これら探査・開発において、国、研究機関及び民間企業が果たすべき役割分担を明示する。」とされた。

以上を踏まえ、第1章において「メタンハイドレートの開発計画」を、第2章において「石油・天然ガスの開発計画」を、第3章において「海底熱水鉱床の開発計画」を、第4章において「その他エネルギー・鉱物資源等の開発計画」を、第5章において「各省庁等との連携並びに国と民間との役割分担等」を定める。

なお、エネルギー・鉱物資源開発の成否には不確定要素が少なからずあるため、それらが計画全体の進行速度を大きく左右する可能性があることは否めない。このため、計画が常に早期開発を目指した適切な計画であり続けるよう、必要に応じ、探査の進捗や資源価格の見通し等の諸状況を踏まえて見直しを行うものとする。

第1章 メタンハイドレート

1. 基本的な方針

(1) メタンハイドレート生産技術開発の重要性

メタンハイドレートとは、低温高圧の条件下で、水分子にメタン分子（天然ガス）が取り込まれ、氷状になっている物質である。メタンハイドレートは、よく「燃える氷」と称されているが、温度を上げる、ないしは圧力を下げるなどの変化を与えると水分子と気体のメタン分子に分離する。分離されたメタン分子は在来型天然ガスの主成分と同じものであり、メタンハイドレートは非在来型の炭化水素資源として、期待されている（参考1）。

また、メタンハイドレートは、世界でも、水深の深い海底面下や極地の凍土地帯の地層に広く分布しており（参考2）、我が国海域でも、南海トラフ海域を中心に相当量の賦存が見込まれている（参考3）。

メタンハイドレートは、地層中に固体の状態で賦存しており、在来型の石油・天然ガス資源のように、井戸を掘るだけでは自噴しない。メタンハイドレート層からメタンを安定的かつ経済的に生産するためには、在来型石油・天然ガス資源の生産技術のみでは不可能であり、それら在来型生産技術に基づき、新たな技術開発を行うことが必要である（参考4）。そのため、メタンハイドレートは、「将来のエネルギー資源」と呼ばれることがある。

しかしながら、一次エネルギー供給の8割以上を海外からの輸入に依存する我が国にとっては、炭化水素資源の一種であるメタンハイドレートが我が国領海・排他的経済水域（EEZ）・大陸棚（以下「我が国周辺海域」という。）に相当量賦存していることから、メタンハイドレートの生産技術が確立され、メタンハイドレートの実用化・商業化が実現すれば、極めてインパクトの大きい国内エネルギー資源（天然ガス資源）の供給源を持つことになる。言うまでもなく、国内（陸域・海域）に存するエネルギー供給源は、供給リスクの観点から、最も安定した供給源である。したがって、メタンハイドレートの安定的、かつ経済的な生産を可能とする技術の開発に成功することは、国内に極めて大きな炭化水素資源の供給源を持つことに等しい。そのため、メタンハイドレートの生産技術開発は、我が国へのエネルギーの安定供給確保の観点から、極めて重要な課

題といえる。

(2) メタンハイドレート生産技術開発を巡る現状と課題

これまでの技術開発の成果

こうしたメタンハイドレート生産技術開発が有するエネルギー政策上の重要性に鑑み、我が国では、平成13年度に「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」を策定し、メタンハイドレートを経済的に掘削、生産回収するための本格的な技術開発に着手してきた。これまで8年近くにわたり、国が主導する技術開発プロジェクトとして、メタンハイドレートの生産技術開発事業を行ってきたことで、以下のような成果を挙げるにいたっている。

1) 我が国周辺海域におけるメタンハイドレート有望賦存海域の抽出及び賦存量の推定等

我が国周辺海域で、メタンハイドレートの賦存が有望視される海域の抽出を進めるとともに、有望海域の一つであるとされた、静岡県から和歌山県の沖合海域（いわゆる「東部南海トラフ海域」）をモデル海域として、物理探査や大規模な掘削調査を実施した^(注1)。こうした調査活動の結果、我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状況と賦存特性が把握された。また、同海域におけるメタンハイドレート層に含まれるメタンガスの賦存量の把握を進め、平成19年度に同海域における原始資源量^(注2)を推定（1.1兆立方メートル。我が国の天然ガス消費量の約14年分に相当する）し、公表した。

注1) 掘削調査を実施した際、海底面下の地層から大量のメタンハイドレート試料を採取することに成功し、採取試料の詳細分析の結果、メタンハイドレートの賦存状況と特性を把握するに至った（参考5）。

注2) 原始資源量は、地下に集積が見込まれる資源の単純な総量であり、技術的に採掘可能な可採埋蔵量ではない点に留意。

2) 陸上における産出試験の実施

メタンハイドレートの物質特性の把握、メタンハイドレートが水とメタンに分離する際の挙動を室内実験、コンピュータシミュレーション等により研究して生産手法の検討を進めた。更にこうして検討を加えた生産手法の検証のため、陸上における生産試験を実施した。特に、平成18年度と平成19年度の二回にわたり、カナダ国との国際共同事業として行われた、同国北極圏の永久凍土地帯のメタンハイドレート層（地下約1,100m）を対象とした陸上産出試験（参考6）においては、世界で初めて「減圧法（注3）」という方法を採用した。平成20年3月の産出試験においては、世界で初めて「減圧法」を用いて、約6日間に渡って、メタンハイドレートを地中で分解するという形で、メタンハイドレート層から、メタンガスを連続的に採取することに成功した。

注3）「減圧法」とは、メタンハイドレートを埋蔵している地層内の圧力を下げるによって、地層内においてメタンハイドレートを水とメタンに分離し、地表から通したパイプを通じてメタンガスを回収する手法（参考7）。

3)環境影響の予測・評価手法の検討

メタンハイドレートの開発に際しては、開発作業自体の安全性への影響、海洋生態系への影響、漏洩メタンガスが試験サイト及び周辺海域等に与える影響などを考慮する必要があるため、環境影響を予測・評価するために必要な技術開発を進めている。これまでの技術開発では、賦存海域の基礎情報の把握を目的とした海域環境調査（東部南海トラフ海域で実施）や、メタンハイドレート開発に伴う影響（メタン漏洩と地層変形）についての事前評価のための基本モデルやセンサー類の開発などを実施した。

メタンハイドレート生産技術開発の課題

これまでの技術開発によって、上述したような成果が得られた一方で多くの課題も残っている。

1)我が国周辺海域におけるメタンハイドレート賦存可能性の高いエリアの抽出及び賦存量の推定等の更なる推進

我が国周辺海域のうち、これまでの取組においてメタンハイドレートの賦存可能性や、賦存量の把握が進んでいるのは、モデル

海域として検討を行ってきた東部南海トラフ海域である。一方で、それ以外の海域でもメタンハイドレートの賦存が有望視される海域が存在することから、こうした海域についても更なる調査（基礎データの解析等も含む）を進め、メタンハイドレートの有望賦存海域の抽出や賦存量の推定等を進めていくことが必要である。

2)より長期にわたる産出試験の実施

これまでの取組では、カナダ陸域での試験において「減圧法」を用いたメタンハイドレート層からメタンガスを分離・採取する連続生産に成功したが、その期間は6日間にとどまっている。

しかしながら、6日間にわたるメタンハイドレート層からのメタンガスの採取だけでは、メタンガスの生産は更に長期にわたって継続できるのか、そのときメタンハイドレート層はどういった動きをするのか、連続生産を続けることで新たな生産障害は生じないのか等々、更に検証が必要な課題も残されている。そのため、より長期にわたる産出試験を行い、これらの挙動解析等の精度を高めていくことが必要である。

また、こうした長期の産出試験は、様々な技術面のリスクや困難さを伴うことから、次のステップとしては、短期の産出試験に成功している陸上サイトにおいて、より長期の産出試験の実施を目指すことが必要である。

3)海域における産出試験の実施（及び実施に向けた慎重な準備）

メタンハイドレート資源が我が国周辺海域に賦存していることを踏まえれば、海域におけるメタンハイドレート層からの安全かつ経済的なメタンガス生産技術の確立が不可欠である。

我が国は、陸上において、短期間とはいえ減圧法による連続生産に成功しているが、海洋におけるメタンハイドレート層からのメタンガスの連続生産といった試験を行った前例は無い（世界でも皆無である）。海洋におけるメタンハイドレート層からのメタンガスの採取は、水深500m以深の高水圧環境下でのオペレーションが必要であるなど、陸上とは実施環境の全く異なるものである。こうした「新たな環境下」でのメタンハイドレート層からのメタンガス採取を実現するため、新たな生産技術の開発を進めていかなければならない。

海域におけるメタンハイドレート層からのメタンガス採取を可

能とする生産技術を確立していくには、海域における産出試験の実施が必須であるが、その産出試験の実施に当たっては、周辺海域環境等に与え得る影響等について調査及び評価を行い、その結果を踏まえた十分な配慮をしつつ、想定され得る最大限の準備を慎重に行った上で、海洋における産出試験の実施に踏み切る必要がある。

（3）基本的な方針

平成20年3月に閣議決定された『海洋基本計画』において「今後10年程度を目途に商業化を実現することを目標とする」とされていること、及び上述したメタンハイドレート技術開発を巡る状況を踏まえ、以下の基本的な方針に則って、技術開発に取り組む。

1)二段階のステップ

平成20年度までの基礎研究段階（メタンハイドレートの物理特性の解析、陸上での連続産出試験等）の成果を踏まえ、これから10年程度の技術開発期間を「生産技術等の研究実証」段階と「商業化の実現に向けた技術の整備」段階とに分けて技術開発を推進する。

2)技術開発実施にあたって考慮すべきポイント

平成21年度以降の技術開発においては、フィールドでの実証試験などが主な技術開発課題となり、規模も大きく、技術開発コストもかさむこととなることが予想されている。こうした状況を踏まえ、技術開発の実施に当たっては、各段階（「年度」が一つの単位となるが、それだけではなく、上述した二段階も含むこととする。）において、得られた成果を十分に評価・検討し、専門家や関係者の評価・助言を踏まえて、目標（課題）の明確化・再設定等を機動的に行いながら技術開発を行う。また産出試験を中心に、当該技術開発の実施が試験実施サイト周辺の環境等に影響を与えることに鑑み、産出試験の実施に当たっては、専門家・関係者等の意見を聞きつつ事前準備段階も含めこうした点等に十分な配慮を行いながら、技術開発を進める。

2. 計画の内容

(1) 『生産技術等の研究実証』段階（平成21～27年度（7年間程度））

平成21年度から平成27年度までの7年間では、陸上におけるより長期にわたる産出試験の実施、及び我が国周辺海域での海洋産出試験の実施等の技術開発を通じて、メタンハイドレートの開発技術の整備に必要となる技術課題の抽出を行う。

陸上におけるより長期にわたる連続的産出を目指した産出試験の実施

平成20年度までのカナダでの陸上産出試験の成果を踏まえ、本段階でも、我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの商業的産出の実現に貢献し得るようなフィールドを選定した上で、より長期の連続的産出を実現する。地層内のメタンハイドレートの生産挙動等についてより詳細な把握を行うことを目指して、陸上産出試験を行う。

なお、陸上産出試験の実施フィールドの選定に当たっては、平成20年6月に日米両国の当局間で作成したメタンハイドレートに関する研究のための協力意図表明文書に基づき、米国との国際共同研究による陸上産出試験の実現も意識しながら、進めていく。

海洋産出試験実施に向けた準備

平成21年度から平成23年度までの3年間では、平成24年度以降に計画する我が国周辺海域での海洋産出試験に向けた事前準備と検討を行う。海洋産出試験については、これまで我が国が経験したことのない大水深海底面下の厳しい環境で行われることに留意し、メタンハイドレート賦存層の詳細評価、生産量及び生産挙動の予測、資機材の調達、必要な技術課題の整備、試験実施サイト周辺の環境等に与える影響等を踏まえて、安全に行うための試験計画を立案する。

我が国周辺海域での海洋産出試験の実施

平成24年度から平成27年度までの4年間の間に、我が国周辺海域での海洋産出試験を実施する。産出試験では、我が国近海のメタンハイドレート層を対象とした生産手法と生産技術の検証を行うとともに、産出試験前後における海底地形、海中メタン濃度、試験実施サイト周辺の生態系などへの環境等に与える影響等に係る評価もあわせて行い、生産技術の確立に必要な課題の抽出及び課題の克服に取り組む。

途中段階における目標の明確化・再設定等

技術開発の適切かつ効率的な実施と、国民に対する説明責任を果たす観点から、前述の「陸上におけるより長期にわたる連続的産出を目指した産出試験の実施」又は「海洋産出試験実施に向けた準備」の終了時、及び「我が国周辺海域での海洋産出試験の実施」の終了時を目処にプロジェクト評価を実施し、技術開発の進捗状況に応じ、目標、内容及びスケジュールの評価と見直しを行う。

(2) 『商業化の実現に向けた技術の整備』段階（平成28～30年度(3年間程度)）

本計画の最終段階である平成28年度から平成30年度までの3年間では、平成13年度から蓄積した我が国周辺海域のメタンハイドレートに関する研究成果について、技術課題、経済性評価、周辺環境への影響等の観点から総合的な検証とまとめを行い、全体最終評価を実施する。

(3) 全体を通じて取り組む課題（平成21～30年度(10年間程度)）

我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存海域・賦存量のより詳細な把握に向けた取組

これまでの東部南海トラフ海域の技術開発で蓄積された知見と経験を踏まえて、我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存ポテンシャルを把握する観点から、既存、若しくは物理探査船「資源」等により取得された新規の我が国周辺海域の物理探査データを

用いて、東部南海トラフ海域以外の海域におけるメタンハイドレートの有望賦存海域の抽出と賦存量の推定に取り組む。

生産手法の高度化に必要な技術開発や開発システムの最適化の検討

メタンハイドレート層からメタンガスを経済的に生産回収するためには、フィールドでの産出試験に加え、最終的に経済性を確保するためのより効率的な生産を可能とする技術の高度化に向けた取組が必要である。このため、メタンハイドレート層からのメタンガスの生産性と回収率を向上させるための生産技術の開発に取り組む。更に、経済性向上のための掘削、開発システムの検討を行い、開発対象海域のメタンハイドレートからのガス商業生産を想定した開発の概念設計を行う。

メタンハイドレートにかかる開発計画

生産技術等の研究実証(7年間程度)

平成21年度

～

平成27年度

商業化の実現に向けた技術の整備(3年間程度)

平成28年度～平成30年度

陸上産出試験

減圧法での長期生産試験を行う

海洋産出試験に向けた準備(21～23年度)

大水深(50～100気圧相当)での生産試験を安全に実施するための計画立案

中間評価

海洋産出試験(24～27年度)

減圧法等による生産の実証試験
生産時の地層変形や海中メタン濃度など周辺環境への影響を評価。

最終評価

技術課題、経済性評価、周辺環境への影響等の総合的検証を実施し、商業化の実現に向け技術を整備

最終評価

我が国周辺の賦存海域・賦存量の把握

生産性と回収率を向上させるための掘削・開発システムの検討

第2章 石油・天然ガス

1. 基本的な方針

(1) 国産石油・天然ガスの重要性と海洋開発の現状

我が国の一次エネルギー供給源として、石油・天然ガスは現在でも、その約60%を担っており、今後も重要なエネルギー源の一つとして位置づけられる。一方、その供給については、国内資源に乏しいことから、そのほとんどを海外からの輸入に依存する状況は避けられず、供給安定確保の観点から外交政策を含めた多方面な取組が不可欠である。

一方、我が国周辺海域に存在する石油・天然ガス資源は、その供給安定性という観点からすれば、最も供給リスクの少ないエネルギー資源である。国は、民間企業の事業活動を補完し、促進することによって、国内（陸域・海域）における資源の探鉱・開発を進め、国産石油・天然ガス資源の生産量拡大を目指すとの観点から、国の事業として、基礎物理探査^(注4)及び基礎試錐^(注5)からなる国内石油天然ガス基礎調査（以下、国内基礎調査とする。）等を実施してきたところである。

注4) 基礎物理探査：国が行う物理探査。人工的に発生させた音波が地層の境界面で反射して戻ってきたもの（反射波）を受信機でとらえて、地下の地質構造を調査するもの。三次元物理探査は、その地質構造を空間的に把握することが可能な高精度音波探査のことをさす。

注5) 基礎試錐：国が行う試錐。様々なデータを基に地質解釈を行って集油・集ガスの可能性が高い地域として選定されたエリアにおいて、地下の地質構造を直接的に把握するため、大型掘削装置等を用いて実際に掘削を行うことをさす。

これまでの学術的調査等の結果、我が国周辺海域に45カ所、総面積にして約84万平方キロメートルの海域において、水深2千メートル以下で、かつ総堆積物量2千メートル以上の堆積盆地を抱えていることが判明している（参考8-）。しかし、我が国周辺において物理探査を行った海域は極めて限られている。具体的には、

これまでに国が二次元物理探査を行ったのは、約12万キロメートル（20キロメートル間隔で約21万平方キロメートル）のみであり、また三次元物理探査については、6千平方キロメートルしか行っていない。また、我が国周辺海域における基礎試錐等の坑井は、そのほとんどが技術的制約と経済性から水深3百メートル以浅の海域を対象としたものである。我が国周辺海域のうち、一定程度の石油・天然ガス埋蔵ポテンシャルの見込まれる、いわゆる大水深海域（注⁶）では、ほとんど試掘がなされておらず、今後、精査すべきエリアが相当程度残っている。

注6）大水深海域における生産・開発を行うための技術の発展、資源価格の高騰等もあり、世界各国では、水深の深い海域における資源探査・開発が進み、例えば、メキシコ湾や西アフリカ沖、ブラジル沖等では、1990年代以降水深2千m以深での探鉱が商業ベースで行われ、その結果、多くの新規巨大油ガス田が発見されている。

＜参考＞

国内基礎調査事業の実施に当たっては、昭和36年度から国の諮問機関である石油審議会の建議・答申に基づき5ヶ年計画が策定されてきた。さらに第8次5ヶ年計画が終了した平成12年度以降は、石油審議会開発部会基本政策小委員会国内石油・天然ガス基礎調査検討WGの検討結果を踏まえ、国内基礎調査実施検討委員会が設立された。現在、調査地点の選定に係る審議は同委員会が担っており、その中で調査準備状況や石油・天然ガス資源ポテンシャル、民間探鉱への波及効果などを勘案し、年度毎に実施地点を選定し、効率的・機動的な調査を実施しているところである。

（2）国内基礎調査事業実施によるこれまでの成果

国は、我が国の陸域・海域における石油・天然ガス資源ポテンシャルの把握を戦略的かつ計画的に進めることで企業の探鉱開発活動を促進し、我が国エネルギー安定供給確保を図ることを目的に、国内基礎調査事業を実施してきた。

国内基礎調査事業で得られた地質データ並びに解析結果は広く開示され、新潟、秋田、北海道、福島において企業探鉱による出油・

出ガスに貢献してきた。また、勇払油ガス田（北海道）、岩船沖油ガス田（新潟県）、南長岡ガス田（同）、片貝ガス田（同）等、我が国の代表的な油田・ガス田は、そのほとんどの発見に基礎試錐の成果が寄与している。大水深海域で実施された直近2件（三陸沖、佐渡南西沖）の基礎試錐では開発規模の油田・ガス田発見には至らなかつたものの、従来想定していなかつた大水深海底面下という未探鉱・未開発海域での原油サンプルの回収や産ガスの確認に至つた点で地質的フロンティアにおける企業探鉱活動の促進という成果を上げている（参考8-）。

（3）三次元物理探査船『資源』の導入

国内基礎調査事業は、我が国の陸域・海域における油田・ガス田の探鉱・開発という企業活動との関係において、国が先導的に調査を行うというものであり、こうした性格を踏まえ、その実施の際に積極的に世界の先進技術導入に努めてきた。その一つが三次元物理探査技術であり、これまででは、海外から探査船を傭船することにより我が国周辺海域において三次元基礎物理探査を行つてきた。

油田・ガス田を発見するには、実際に坑井を掘削すること（試掘）により原油・天然ガスが実際に地下に存在しているか否かを確認する必要があるが、その成功如何は、試掘をするに際してのロケーション選定が鍵となる。三次元物理探査は、従来の二次元物理探査に比べ試掘ロケーション選定の精度を飛躍的に高めるものであり、今後も積極的に国内基礎調査事業に活用する方針である。

しかしながら、国内に三次元物理探査を行う能力（ソフト・ハードの両側面において）を有している企業等は存せず、さらには、三次元物理探査船は、近年、世界的に不足した状況にあり、必要なタイミングで、かつ機動的に海外から傭船することが困難な状況となつてゐる。

こうした事情を踏まえ、我が国に、海域における石油・天然ガス資源の発見を目指す探査能力を構築し、開発活動をより計画的かつ機動的に実施することを目的として、平成20年2月、資源エネルギー庁所有の公船として我が国初の三次元物理探査船『資源』が導入されることとなつた（参考8-）。

（4）基本の方針

このような状況を踏まえ、あらためて我が国周辺海域における石油・天然ガス資源の探査・開発活動の推進を、重要な国の海洋政策の柱の一つとして位置付け、上述したような国内基礎調査事業を軸に、以下の基本の方針に則って、積極的に取り組んでいく。

我が国周辺海域における石油・天然ガス資源の探査活動は、まずは以下の点を踏まえつつ、「物理探査」を重点的に進める。

- 1)三次元物理探査船『資源』を最大限活用し、平成23年度までの期間は、三次元物理探査実施にかかる技術習得に重きを置きながら、我が国周辺海域における三次元物理探査を行う。
- 2)我が国の技術習得に一応の目処が立つと見込まれる平成24年度以降は、三次元物理探査船『資源』の探査能力を最大限活用しつつ、我が国周辺海域のうち、資源埋蔵ポテンシャルが相対的に高い海域であり、かつ探査データが未入手である海域を中心に、計画的かつ機動的に最大限の物理探査活動を行う。

計画的な三次元物理探査の結果、我が国周辺海域の探査データが順次蓄積されてきたところで、石油・天然ガス資源の埋蔵が有望視される地点を選定し、機動的に基礎試錐を行っていく。

さらに、国内基礎調査を行うに当たっては、調査海域の海洋環境に与える影響に配慮して進める。

2. 計画の内容

（1）石油・天然ガスの探鉱開発対象となる海域について

石油・天然ガスの元となる有機物を多く含む地層が地熱による熟成を受けて石油を生成するためには2千メートル以上の堆積盆の層厚が必要である。我が国周辺海域に分布する堆積盆地の中で、当面の石油・天然ガス探鉱対象となり得るものは、現在の掘削技術を考慮すれば、水深2千メートル以浅の海域とせざるを得ない。そのよ

うな条件に該当する堆積盆地は総数45個程度が確認され、総面積は約84万平方キロメートルと見積もられる。

さらに、過去に実施した基礎物理探査の実績から、この84万平方キロメートルのうち約1割程度の面積が、今後の三次元基礎物理探査の調査対象面積として適当であると見込まれる。

また、二次元物理探査については、三次元物理探査を実施するエリアを選定する上での事前検討データとして活用できるもの（測線間隔約20キロメートル毎）であるが、上記84万平方キロメートルのうち、三次元物理探査の調査範囲を絞り込む際に活用できるデータとして既に約21万平方キロメートル分の海域を調査済みであり、残り63万平方キロメートルを今後の調査対象範囲とする。

(2) 基礎物理探査の実施について（探査能力の構築及び探査目標）

平成20年2月に三次元物理探査船『資源』が導入されたことから、我が国周辺海域における物理探査は、この『資源』の効率的、かつ最大限の活用により、行っていくことを基本とする。

ただし、我が国には、三次元物理探査船の運航・管理の経験が無い。このため、三次元物理探査船『資源』を導入後、まずは、一定期間にわたって集中的に操船技術・船舶安全管理・物理探査技術・データ処理技術等にかかる技術移転を受け、我が国自身にこうした探査を行っていく能力を構築していく。

一方、三次元物理探査船『資源』の探査能力は、我が国周辺海域のように多様な船舶が頻繁に航行し、かつ漁業が活発に行われ、更には台風等による影響も大きい海域では、各海域における調査範囲を小規模に設定せざるを得ない場合が多く、年間の調査面積が制限されることになる。

こうした点を踏まえ、以下のような形で基礎物理探査を行っていく。

三次元物理探査を行う能力（操船技術・探査技術等々）の移転（技術移転）には最低でも今後3年程度の期間が必要であると見込まれることから、平成23年度までは、探査能力構築にかかる技術移転に集中的に取り組みつつ、三次元物理探査を行うこととし、平均約5千平方キロメートル／年の探査を行う。

技術移転が概ね完了し、本格操業を行う能力が我が国関係者に備わる平成24年度以降、平成30年度までの間は、平均約6千平方キロメートル／年の探査を行う。

以上により、平成30年度までに我が国周辺海域において概ね6万2千平方キロメートルの三次元物理探査を行う。

二次元物理探査については、二次元物理探鉱対象海域（63万平方キロメートル）のうち、太古の地質構造の形成過程や既に石油・天然ガスの賦存が確認されている地層と類似する地質構造、我が国周辺海域の調査結果等から、特に石油・天然ガス資源ポテンシャルの期待される海域を対象に、計画的に調査を行っていくこととし、その際使用する二次元物理探査船は、必要に応じ傭船する。

この他、必要な調査については、その都度調査手法を検討し実施する。

（3）基礎試錐の実施について（調査目標）

上述したように、今後は、今般導入された三次元物理探査船『資源』の効率的かつ機動的な運行により我が国周辺海域の三次元物理探査データが段階的に蓄積されることとなり、また、こうした三次元物理探査データを用いた地質構造解釈結果は、順次平成22年度以降に揃い始める事となる。

一方、基礎試錐は、基礎物理探査と異なり、実際に掘削作業等を海洋で行うことから、その費用は膨大であり、基礎試錐を実施するに当たっては、実施地点の選定を慎重に行う必要がある。

このため、探査データ及び地質構造解釈結果を慎重に検討した上で、石油・天然ガス資源ポテンシャルの高い地点を選定し、基礎試錐を行うことが有効かつ効率的であることから、データ及び解釈結果の蓄積具合を見ながら、民間開発企業の探鉱意欲も十分考慮しつつ、機動的に基礎試錐を行う。

（4）その他留意すべき事項

三次元物理探査は、受信機を内蔵した最長 6 千メートルのケーブルを約百メートル間隔に最大 10 本を広範囲に展開し、極めて低速度（3 ノット程度）で曳航することから、他の船舶が調査海域に進入し誤ってケーブル切断するなどの事故が懸念される。そのため安全確保のために調査海域を一定の期間占有する必要がある。また、基礎試錐では、大型掘削装置等を設置し掘削作業を数ヶ月間行うため、物理探査に比べ占有面積は小さいものの長期間海域を占有することとなる。したがって計画的かつ着実に調査を行うためにも、調査海域において事業を営む漁業等関係者の意向を十分配慮しつつ、調査を実施していく。

また、事業を行うに当たっては、周辺海域の水産資源等に配慮して、専門家・関係者等の意見を聞きつつ、事業を実施していく。

石油・天然ガスにかかる開発計画

国の取組

基礎物理探査の実施

平成20年度～

二次元基礎物理探査(三次元物理探査のための広域調査)

平成30年度

調査海域
の絞り込み

平成20年度～

三次元基礎物理探査

<年間調査量5,000km²>

(4年間は技術移転も実施)

平成24年度～

<年間調査量6,000km²>

総調査量: 6.2万km²

試錐地点
の検討

基礎試錐の実施

平成22年度～

基礎試錐(機動的に実施)

(※調査海域、試錐地点の検討は、基礎調査実施検討委員会が審議)

地質情報
の提供

(二次元・三次元・試錐の各種データ)

民間石油天然ガス開発企業による探鉱・開発を促進

我が国周辺海域における
詳細な地質情報を取得

第3章 海底熱水鉱床

1. 基本的な方針

(1) 海底熱水鉱床の重要性

海底熱水鉱床は、水深1,000-3,000mの中央海嶺の海底拡大軸や西太平洋の島弧・海溝系の背弧海盆等にある多金属硫化物鉱床で、世界で350箇所程度発見されている。

これらは地下深部に浸透した海水がマグマ等の熱により熱せられ、地殻に含まれている有用元素を抽出しながら海底に噴出し、それが冷却される過程で、熱水中の銅、鉛、亜鉛、金、銀等の重金属が沈殿したものである。

我が国周辺海域では、島弧・海溝系に属する沖縄トラフ及び伊豆・小笠原海域において、(独)海洋研究開発機構や(独)産業技術総合研究所等の科学的調査や(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構による海洋資源調査によって、多くの海底熱水鉱床が発見され、これらのうち幾つかは広範囲に分布することが確認されている。また、分布水深が700m-1,600mと世界的にも浅く、中央海嶺に分布するものと比較し金、銀の品位も高いことから、技術的・経済的にも開発に有利であると期待されている。

一方、海底熱水鉱床が分布する熱水噴出口周辺には、化学合成に依存する生物群集(熱水活動域生物群集)が生息しており、これらの寿命は熱水が噴出する期間に限定しているという特徴を持つ。これらの生物群集は特異な海洋生態系として貴重であるばかりでなく、遺伝子資源のソースとして医薬品、化学産業から期待されている。

こうした我が国周辺海域に分布する海底熱水鉱床は、我が国固有の資源であり、開発が可能になれば、太宗を海外に依存している金属鉱物資源の新たな供給源として期待できる(参考9)。

(2) 海底熱水鉱床の開発を巡る現状と課題

海底熱水鉱床開発の現状

我が国では、深海底鉱物資源探査等調査事業の一環として、海底熱水鉱床を対象に昭和60年度からメキシコ沖海域、沖縄海域及び伊豆・小笠原海域において、地形調査、磁気調査、海底観察、及び

試料のサンプリング調査等を実施し、各海域で熱水鉱床の鉱徴を発見している（参考10）。

しかし、これまでの調査は、海底熱水鉱床の存在確認が中心であり、深度方向の連続性、品位等の鉱床に関する詳細情報は十分に確認されておらず、資源量を評価するためのデータは不十分である。

また、これまでの調査により、鉱床周辺には貴重な生態系の存在が確認されているが、海底熱水鉱床の開発がこれらの生態系に与える影響についての十分な検討は行われていない。

こうした現状を踏まえ、国は、平成20年度から、沖縄海域及び伊豆・小笠原海域に分布する海底熱水鉱床開発に向けて、

- ・ボーリング調査を中心とした資源量評価
- ・海洋環境基礎調査、環境影響予測モデル開発、環境保全策の検討
- ・採鉱システム、揚鉱システム、採鉱母船システムの技術的検討
- ・製錬工程の既存プロセス、新技術検討

に着手したところである。

海底熱水鉱床開発の課題

1) 海底熱水鉱床の資源量評価の状況

これまで（独）海洋研究開発機構、（独）産業技術総合研究所、（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構等による調査によって、沖縄海域及び伊豆・小笠原海域において、15箇所程度の海底熱水鉱床の徴候が確認され、これらのうち幾つかは広範囲に分布することが確認されている。特に、沖縄トラフの伊是名海穴及び伊豆・小笠原海域の明神海丘やベヨネース海丘において、地形調査、海底観察及びサンプリングによって広範囲（500m×500m以上）で鉱床の徴候を確認している。しかし、深度方向の連続性、品位等の情報が得られていないのが現状であり、資源量評価を行うためには、高密度のボーリング調査、物理探査等による厚さ方向の品位データ等の着実な蓄積による資源量の把握が急務となっている（参考11）。

2) 海底熱水鉱床の生態系、海洋環境保全に関する状況

近年、生物多様性保全の高揚、海洋における保護区設定の動き、生物多様性基本法の成立等により、環境保全に対する重要性が高まりつつあるとともに、ロンドン条約においても鉱業廃棄物の海洋投棄を禁止する方向での議論が始まっている。

こうした状況の中で、海底熱水鉱床の開発に当たっては、開発域での生態系の保全のための科学的な知見の蓄積、根拠の提示が不可欠な状況となっている。

また、過去の探査や科学調査で取得された熱水活動域の海底映像や気象・海象データが多数蓄積されており、こうした既存データを用いて生態系の詳細な解析等を実施することが、効率的な環境特性（生態系等）の把握、ひいては熱水鉱床の開発及び利用と海洋環境の保全と調和につながるものと期待される。

3) 海洋開発機器の開発状況

海底熱水鉱床を海底から採掘するためには、掘削システムの開発が不可欠であるが、これまでに国内では国家プロジェクトや民間企業主導により一般海洋産業向けの掘削機や海底浚渫ロボットが開発されてきている。海外では35度の急峻な海底でも歩行可能な浚渫機やダイヤモンド採掘機などが開発・稼働している。

ただし、いずれも浅海域での掘削や海底の未固結な堆積物の浚渫等を目的とするもので、水深1,000m内外に分布する硬質の海底熱水鉱床を掘削できるかどうかは現時点では不明である。

このため、海底熱水鉱床の採鉱については、現存する技術を検証するとともに、耐水圧の克服や硬岩掘削のための走行システム等、新たな掘削システムの開発が必要である。

4) 金属回収方法（選鉱・製錬）の状況

海底熱水鉱床は、かつて我が国の東北地方を主体に採掘していた火山性塊状硫化物鉱床である黒鉱鉱床と地質成因的に類似しており、その有用金属の分離・精製には、黒鉱処理で培われた技術（浮遊選鉱・乾式製錬法）の応用が可能であると考えられる。

しかし、海底熱水鉱床は、海底表面に噴き出し、沈積されていることから黒鉱鉱床のように地中深部での高圧を受けておらず、個々の鉱物粒子が通常の黒鉱鉱床（鉱石）よりも細粒である。このため、有用鉱物と非有用鉱物の相違が現れず、通常の浮遊選鉱法では、有用鉱物の分離が阻害される可能性がある。また、海底熱水鉱床にはガリウム、セレン、テルル等の有用なレアメタルが含まれる一方、砒素等の不純物も多く含むが、既存の乾式製錬法では、銅、鉛、亜鉛といったベースメタルの製

鍊・精製を主体としたプロセス設計をしていることから微量に含まれるレアメタルの回収ができず、また有害物質の除去が阻害される可能性がある。

近年、乾式製鍊法とは異なる製鍊プロセスである湿式製鍊法を適用する動きが広まってきており、湿式処理は乾式製鍊法に比べ、大きな施設を必要とせず、またレアメタルを含む多種多様な金属の回収が可能であり、さらにバクテリアを使うことで有用金属の分離速度を高める研究などが行われる等、将来的に非鉄製鍊において大きな比重を占めるものと期待されている。

したがって、乾式製鍊法の改良や湿式製鍊法の適用の検討が必要である（参考12）。

（3）基本的な方針

海底熱水鉱床の開発は、日本はもとより世界的にも開発事例のない未踏の分野であり、多くの課題が存在することから、中長期的な観点での取組が必要である。

開発に当たって取組が必要な分野は、資源量評価、環境影響評価、資源開発技術、製鍊技術等、多岐に亘ることから、効率的かつ効果的に開発を推進するため、各分野の進捗状況を見極めつつ全体を整合して進め、計画的に各段階で評価を行いつつ開発を推進していくこととし、開発の進捗状況に応じて、目標（課題）の明確化・再設定、内容及びスケジュールの評価と見直しを行う。

海底熱水鉱床の開発には、技術的要素のみならず、金属価格、陸上資源の生産コスト、環境規制等、不確定要素が多く、こうした海底熱水鉱床の開発を取り巻く諸条件を踏まえて、開発を進めていく必要がある。

また、国連海洋法条約に基づき、公海域の海底鉱物資源を一元的に管理している国際海底機構において、現在、公海域の海底熱水鉱床に関する鉱業規則（マイニングコード）が審議中であるが、我が国の取組の成果等を踏まえ、これら国際的な検討にも積極的に関与・貢献していくことが重要である。

これらの検討は、専門家等の意見を踏まえつつ実施することとする。

（注）国際海底機構等について

- ・国連海洋法条約に基づき公海域の海底鉱物資源を一元的に管

理するために設立された国際機関（本部ジャマイカ）。国際海底機構が管理するのは、沿岸国の管轄権の及ぶ排他的経済水域（EEZ）・大陸棚の外側の海域。

2. 計画の内容

計画は、平成24年度までを第1期とし、平成25年度から平成30年度までを第2期として資源量評価、環境影響評価、資源開発技術及び製錬技術について、各期を前半・後半に区分し、中間及び最終評価を実施し、効率的かつ効果的に計画を推進する。

（1）第1期（平成24年度まで）

資源量評価

沖縄海域及び伊豆・小笠原海域において、海底熱水鉱床（微候）が確認されている区域を中心に、ボーリング調査、物理探査等により、鉱物の垂直方向の連続性や品位等の資源情報を把握し、前半では概略資源量、後半では詳細資源量を把握する。

さらに、この既知鉱物資源量の把握と同時に潜在鉱物資源量を明らかにすることは今後の開発を進めるために重要である。このため、音響調査、サンプリング等による広域調査を実施し、未探査海域での新たな海底熱水鉱床の発見に努める。

環境影響評価

前半では、沖縄海域及び伊豆・小笠原海域で確認された海底熱水鉱床周辺の環境特性を把握するため、海洋環境基礎調査を実施し、当該海域全体の環境特性を把握する。また、海洋環境基礎調査の結果等を踏まえ、環境影響予測モデルの開発に着手するとともに、生物遺伝子構造の研究による環境保全策の検討を行い、海洋環境実証試験海域を選定する。

後半では、選定した実証海域において、詳細な海洋環境基礎調査を実施し、当該海域の詳細な環境特性の把握に努めるとともに、実証試験海域に即した環境影響予測モデルの開発と環境保全策の検討を行う。

資源開発技術

前半では、広範囲に海底熱水鉱床の徵候が確認されている海域を対象に、採掘方式（移動方法、採掘方法等）、揚鉱方式、採鉱船（位置保持システム等）の基礎的検討を行う。後半では、基礎的検討を踏まえ、実験海域に即した、最適な海洋実験機器の設計を行う。

製錬技術

既存プロセス（浮遊選鉱 - 乾式製錬法）及び湿式製錬法の適用について、鉱物粒子が細粒であること、含有レアメタルの回収、ヒ素等の不純物除去などの課題の解決のため、前半ではビーカー・スケール等での基礎的検討を行い、後半ではスケールアップ試験、パイロットプラントの設計等を行う。

（2）第2期（平成25年度～平成30年度）

資源量評価

第1期の広域調査で発見された新たな海底熱水鉱床を対象に、ボーリング調査、物理探査等により、鉱床の垂直方向の連続性や品位等の資源情報を把握するとともに、商業化促進に資する既知鉱物資源量の拡大に努める。

環境影響評価

前半では、実証試験装置を製作し、第1期で選定した実証試験海域において、実証試験を実施する。後半では、事後モニタリング調査を実施するとともに、環境影響予測モデルの検証及び環境保全策の有効性の検証を行う。

資源開発技術

前半では、第1期で行った設計を踏まえ、海洋実験機器の製作、

採掘等の海洋実証試験を行うとともに、海洋実証試験結果等を踏まえ商業機の概念設計を行い、後半では商業機の詳細設計を行い、商業的規模での生産コストについて評価する。

製鍊技術

前半では、第1期の結果を踏まえ、乾式製鍊法及び湿式製鍊法についてパイロットプラント試験を行い、最適製鍊法を検討する。後半では、海底熱水鉱床の最適な製鍊プロセスによる実証試験を実施し、技術実証を行う。

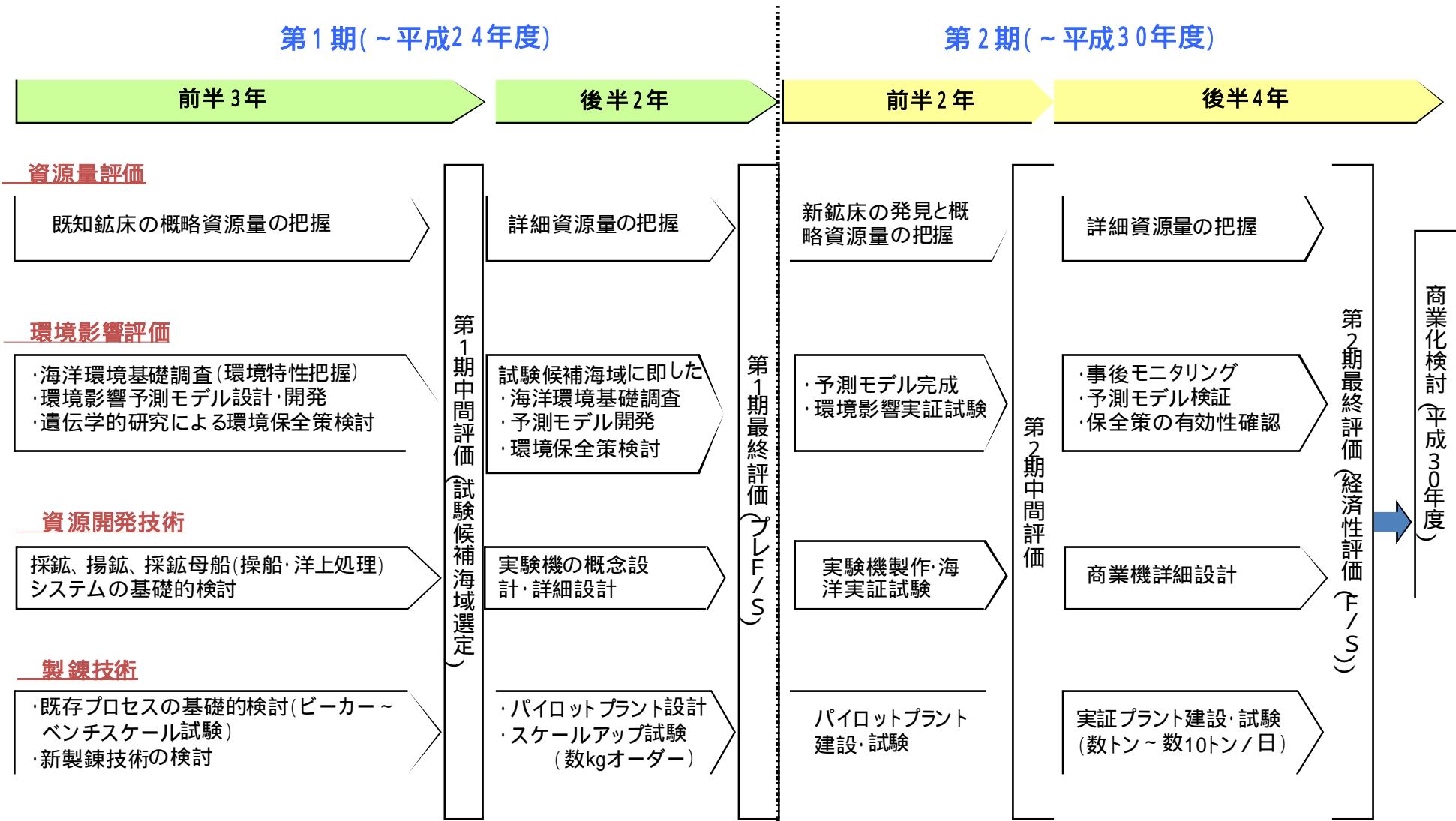
経済性評価

資源量評価、環境影響評価、資源開発技術及び製鍊技術の開発成果を踏まえ、経済性評価（フィージビリティスタディ（F/S））を行う。

商業化検討（平成30年度）

上記の検討を平成29年度末までに行い、その成果を民間企業に引き継ぐことにより、民間企業による商業化を促進する。

海底熱水鉱床にかかる開発計画



第4章 その他のエネルギー・鉱物資源等

1. コバルトリッヂクラスト

(1) コバルトリッヂクラスト開発の現状

コバルトリッヂクラストは、海山斜面から山頂部にかけて、海底の岩盤を皮殻状に覆うマンガン酸化物で、特に電池の電極等に用いられるコバルトの品位がマンガン団塊に比べ3倍程度高いことや白金が含まれることが特徴である。

我が国では、中部太平洋の公海域のコバルトリッヂクラストの権益確保のために、昭和62年度から、南鳥島・ウェーク島海域及びウェーク島・ジョンストン島海域の2海域（いずれも公海域）を対象に音響調査、海底観察、サンプリング調査を実施し、平成17年度に有望海山の9海山の絞り込みを行った。

その後、選定した有望海山について、国際海底機構への鉱区申請に資する資源量評価に必要な一定密度の精密ボーリング調査を実施中である。また、平成15年度から19年度まで製錬技術の基礎的検討を実施した。

平成20年度から、従来の公海域におけるコバルトリッヂクラストの権益確保のための精密ボーリング調査に加え、当該公海域に隣接する南鳥島周辺の排他的経済水域（EEZ）においてもポテンシャルが期待できることから賦存状況調査に着手している。また、鉱区申請に必要な情報を取得するため、基礎的な環境調査等を実施している（参考13）。

(2) 調査の基本方針

国際海底機構への鉱区申請に即応できるデータ取得を行うため、これまでの調査によって有望海域として選定した海山について調査を実施する。また、近隣の排他的経済水域（EEZ）にも賦存の可能性が期待できることから、当該海域での基礎的調査を実施し、コバルトリッヂクラストの賦存量の把握に努める。

一方、国際海底機構において国際的なルール（マイニングコード）が現在審議中であることから、その動向を注視しつつ、公海域の調査と近隣のEEZの調査の優先順位等について柔軟に検討する。

(3) 計画の内容

目標

これまでの調査で有望と考えられる南鳥島の公海域について、鉱区申請のための準備に必要な調査を行い、国際的な権益確保を目指す。また、隣接する南鳥島周辺海域の排他的経済水域（EEZ）についても資源ポテンシャルを把握する。

調査計画（～平成24年度）

- ・南鳥島の公海域で選定した有望海山において、深海用ボーリングマシン（BMS）等を用いて、鉱量を推定するための調査を実施する。
- ・併せて、南鳥島のEEZにも賦存の可能性が期待されることから、基礎的調査を実施する。
- ・国際海底機構への鉱区申請に必要な記載項目（環境、採鉱等）に対応できるための技術的検討を行う。
- ・なお、平成25年度以降は、国際海底機構等の動向を踏まえ、調査方法、内容等について検討を行う。

2. マンガン団塊

マンガン団塊は、直径2～15cmの球形ないし橢円形を呈し、銅、ニッケル、コバルト等の有用金属が含まれており、水深4,000～6,000mの大洋洋底の堆積物上に分布している。特に、ハワイ沖やインド洋の公海上に広く分布している。

我が国におけるマンガン団塊の取組としては、昭和62年にハワイ沖の公海域に鉱区を取得するとともに、資源量評価、環境影響調査、採掘技術開発を実施してきた。我が国以外にもフランス、ロシア、旧共産圏諸国連合（ブルガリア、キューバ、ポーランド、ロシア、スロバキア）、インドなどが同時期に鉱区を取得し、その後中国、韓国、ドイツが鉱区を取得している。

マンガン団塊については、その分布水深が5,000m程度と他の深海底鉱物資源と比較して深く、現時点では経済性などの理由から開発機運が高まっていないのが現状である。

しかし、中長期的な観点から、当面は、我が国の権益を維持し、各国の活動状況や生産技術等の動向も注視しつつ、情勢の変化に機動的

に対応していくことが必要である（参考 14）。

第5章 各省庁等との連携並びに国と民間との役割分担等

1. 各省庁との連携

計画を進めるに当たっては、関係省庁が保有する船舶、機器設備や海洋データの活用は不可欠である。特に文部科学省では、科学技術・学術審議会海洋開発分科会において、（独）海洋研究開発機構が有する探査機技術や大学等に蓄積された知見・技術も踏まえ、海洋資源の広域かつ効率的な探査に資する技術開発等について検討を行っており、これらの検討結果を活用すべく関係省庁間で連携を図る。また、遠隔離島における燃料輸送や補給、荒天時の待避等が可能な活動拠点の整備について、国土交通省と連携を図る。

(1) メタンハイドレート

平成 21 年度より開始される生産技術等の研究実証段階の期間中に、「我が国周辺海域での海洋産出試験」を実施する予定である。海洋坑井の試錐に当たっては、海洋油井掘削装置（リグ）または掘削船を傭船する必要があり、国内の研究機関等が保有する研究船等の活用も積極的に検討することで、効率的かつ機動的な技術開発を実施する。

特に、文部科学省では、（独）海洋研究開発機構が、地球深部探査船「ちきゅう」により、巨大地震の発生メカニズムの解明に向けた科学掘削を実施している。「ちきゅう」は、この調査の過程でメタンハイドレートを採取する等の実績を有しており、今後得られたデータを共有する等の連携を図ることが必要である。

また、海洋産出試験に当たっては、「ちきゅう」の掘削装置や技術を活用できる可能性があることから、各種設備の適合性や経費等について検討を実施していく。

さらに、国際的な研究協力の視点に立てば、世界の関係機関や先進企業と連携し、技術開発の効果的な進展を図ることが重要である。国際連携を進める上では、我が国が有するリソース（技術と資金）、貢献すべき分野、得意な分野及びパートナーの資質等を考慮の上、特許の取得等も考慮した戦略的な展開を進めていくことが必要である。

(2) 石油・天然ガス

取得データの公開

国内基礎調査の計画立案やデータ解釈作業の際には、関係省庁(海上保安庁、(独)海洋研究開発機構)等が取得したデータの提供を受けるなど、現時点でもデータの相互利用が行われてあり、今後もより一層の情報交換・情報共有を行い、効率的・効果的な調査を実施する。

関係機関保有の探査船・掘削船の活用

国内基礎調査の実施に際しては、今般導入された三次元物理探査船「資源」による三次元物理探査がその中心となる。一方、三次元物理探査に先駆けて実施される二次元物理探査についても「資源」を用いることが可能であるが、重複期間中に他の海域で調査が見込まれる場合には、別途二次元物理探査船を傭船することも必要となる。また、海上基礎試錐については、掘削リグ・掘削船を傭船する必要がある。国内の研究機関((独)海洋研究開発機構)等が保有する研究船等の活用も積極的に検討することで、効率的かつ機動的な調査実現を目指す。

関係省庁等との協力体制の確立

調査実施に当たっては、調査海域にかかる地元漁業関係者等の理解・協力が不可欠である。したがって、関係者との円滑な関係を構築するためにも、関係省庁(水産庁)や都道府県等関係機関との横断的な協力体制を構築する。

(3) 海底熱水鉱床

海底熱水鉱床の開発は、世界的に見ても未踏の分野であり、いまだ多くの克服すべき課題がある。このため、効率的かつ迅速な調査・開発を進めるためには海洋に関する知見・能力を有する関係省庁等との間でより一層の連携の強化が必要である。

特に、文部科学省では、海底熱水鉱床の広域かつ効率的な探査に資するセンサー、探査機等の技術開発について検討を行っており、また、(独)海洋研究開発機構は、海底生物や海底地質等に関する豊富な調査成果を有するとともに、各種の海洋探査機器を保有する等高い調査能力を有している。今後、こうした機関における技術開発成果や保有

するデータ及び船舶、海洋探査機器の活用等積極的な連携の強化を図っていくことが必要である。

現在、海底熱水鉱床等の海底鉱物資源の調査は、（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構が保有する第2白嶺丸を用いて実施している。同船は、1980年に建造されたが、資源調査に不可欠な深海用ボーリングマシンをはじめとする各種のサンプリング機器を搭載し、調査内容に応じた最新の調査機器の導入を図ること等により、着実に調査を実施している。

また、自律型無人潜水機（AUV）や有索式遠隔探査機（ROV）等を利用した、より高度な調査を実施する場合には、（独）海洋研究開発機構等が保有している各種調査船舶の活用も含め、調査体制の検討を行う。

2. 国と民間の役割分担

（1）メタンハイドレート

メタンハイドレート層からのメタンガスを経済的に採取し、利用するためには未だ解決すべき多くの課題が存在している。これまでの陸上産出試験等では、我が国民間企業の参画により大きな成果が得られたところであり、海洋産出試験が主体となる今後の技術開発においても、オペレーションの経験と技術を有する民間企業との積極的な連携の下で推進していく必要がある。

一方、平成20年度に行われたプロジェクト中間評価では、外部有識識者から、「これまでの基礎研究段階では一定の成果が得られたものの、商業化までには新たな技術開発や既存技術の応用発展など更なる技術的・科学的課題に取り組む必要があり、いまだ民間事業の対象になるレベルには達していないことから、本技術開発は国家的なイニシアティブのもとで推進することが妥当である」との提言も受けており、現段階では、民間企業の参入リスクの観点から、民間に委ねることが困難であり国の負担により実施することが妥当である。

したがって、民間企業と連携を図りつつ、商業的規模での生産システム等の設計や経済性評価までは国が率先して行い、その成果を民間企業に引き継ぐことにより、民間企業による商業化を促進する。

（2）石油・天然ガス

国は、我が国エネルギー安定供給確保を図ることを目的に、国内基礎調査を実施し、得られたデータを民間開発企業に提供し、企業の探鉱意欲を促すとともに、探鉱補助制度を設け企業の探鉱活動を支援し、更に商業的な開発に至っては、開発資金への低利子融資（利子補給制度）を行ってきた。

引き続きリスクの高い企業の探鉱活動の先導的調査として、国は国内基礎調査を推進し、既存の支援制度を維持することとし、民間企業は国内基礎調査で得られたデータを有効的に活用し、積極的な探鉱活動を行うとともに、探鉱補助制度や利子補給制度を活用し、我が国エネルギーの安定供給確保に努めることが期待される。

（3）海底熱水鉱床

海底熱水鉱床の開発は、多額の研究・開発資金が必要と予想されることや開発事例がないこと等から、陸上資源に比べても参入リスクが高い。このため、民間企業と連携を図りつつ、商業的規模での生産システム等の設計や経済性評価までは国が率先して行い、その成果を民間企業に引き継ぐことにより、商業化を促進する。

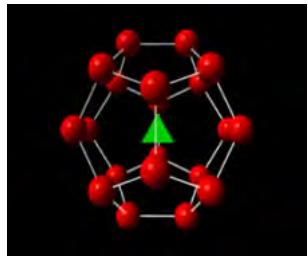
3. 国民の理解の増進

国民の理解の増進のため、海洋エネルギー・鉱物資源の開発に関する施策の現状については、海洋関係の学会が主催するシンポジウムや関係省庁のホームページ等を通じて、国民に分かりやすく情報発信を行うこととする。

参考資料

(参考1) メタンハイドレートとは?

上: メタンハイドレートの結晶構造モデル(三角緑はメタン分子、球赤は水分子)。低温高圧の条件下で、水分子の結晶構造の中にメタン分子が取り込まれた氷状物質



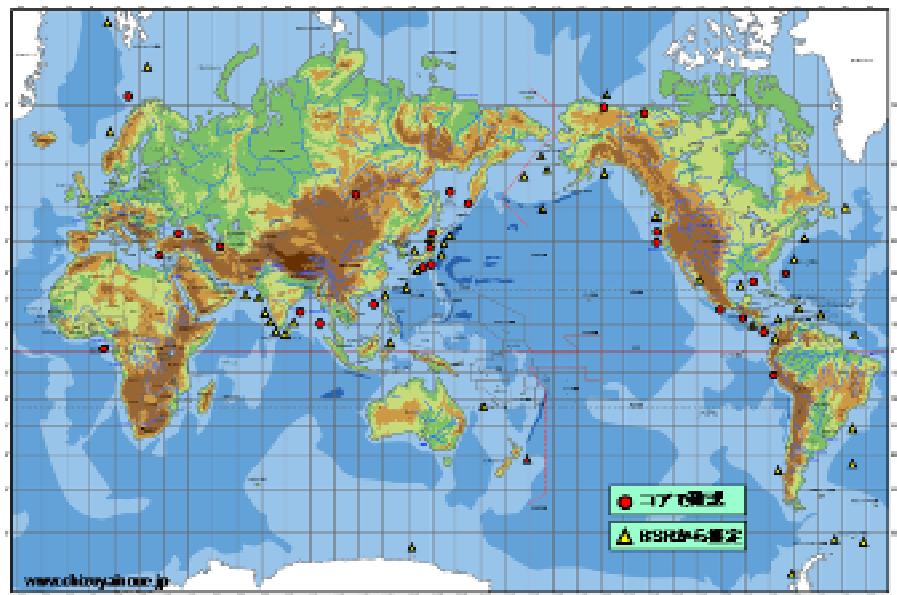
(理論化学式 $\text{CH}_4 \cdot 5.75\text{H}_2\text{O}$)。結晶構造の空間に隙間なくメタンが取り込まれている場合、 1m^3 のメタンハイドレートを分解すると、水 0.8m^3 とメタンガス 172m^3 (大気圧下、 0°C) が得られる。



下: 燃焼するメタンハイドレート(人工メタンハイドレート)

(参考2)

世界のメタンハイドレート分布予想域
(出所: Kvenvolden et al.(2001) に林他(2007年)が加筆)



(参考3)

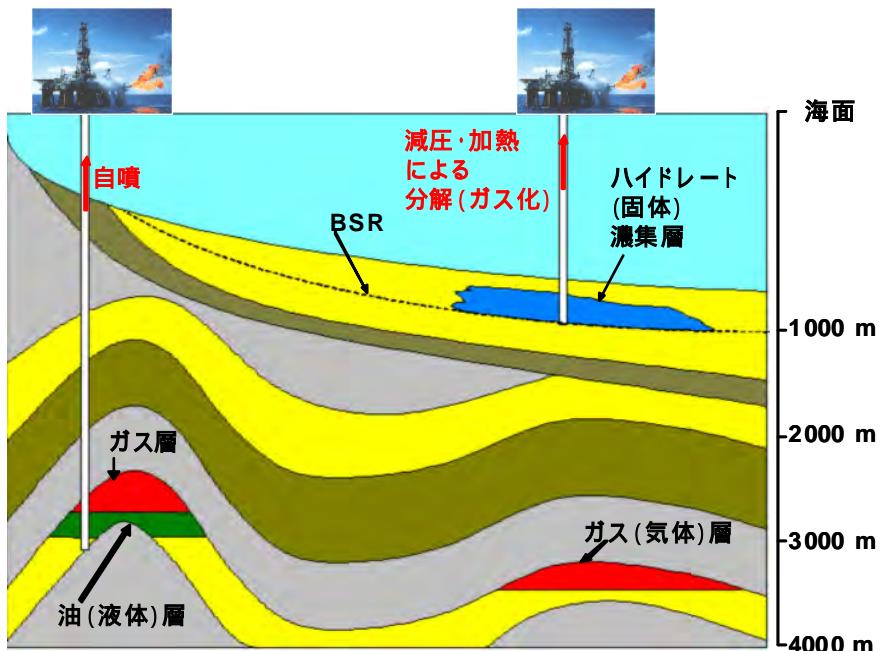
我が国周辺海域の BSR 分布域

(注) BSR とは地震探査で観測される海底疑似反射面の略で、メタンハイドレートの存在を示す指標として用いられる。



(参考4)
天然ガスとメタンハイド
レートの生産概念

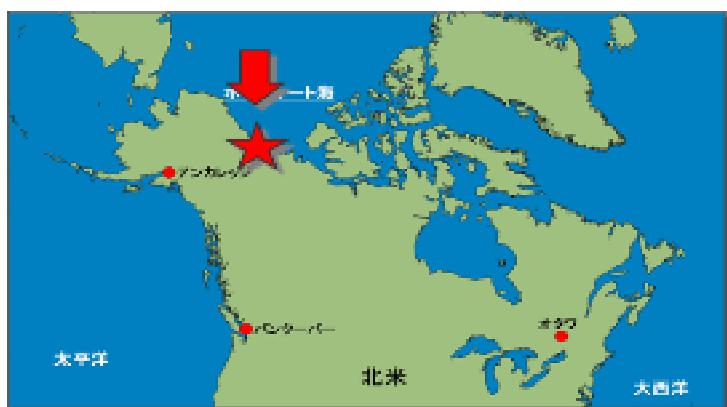
メタンハイドレートは、固体で掘り出すのではなく、地層内で、水とメタンガスに分解し、メタンガスを採取管を通して洋上に回収する。



(参考5)
南海トラフ（水深約500m）の海底面下約800mの地層中から取り出されたメタンハイドレートのコア（砂の孔隙をメタンハイドレートが充填している）



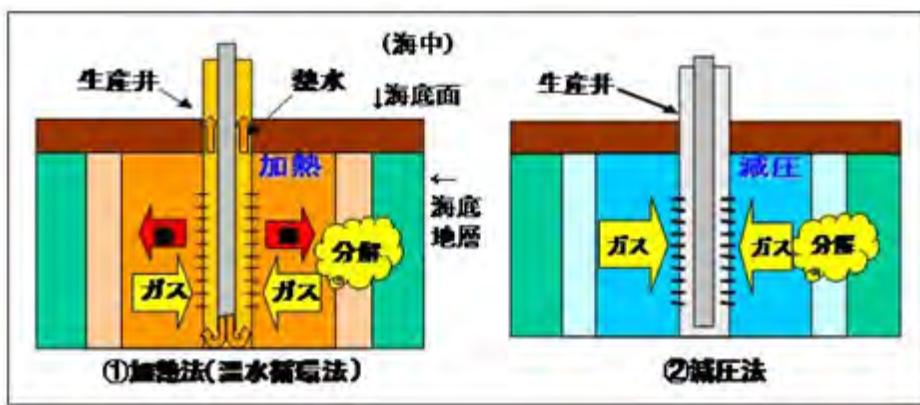
(参考6)
『カナダ陸上産出試験』
左下：カナダ北西部・マッケンジーデルタ（永久凍土地帯）
右下：産出したメタンガスをフレアスタックで燃焼している様子
(2008年3月10日～16日)



(参考7) メタンハイドレートを分解する基本的な3手法

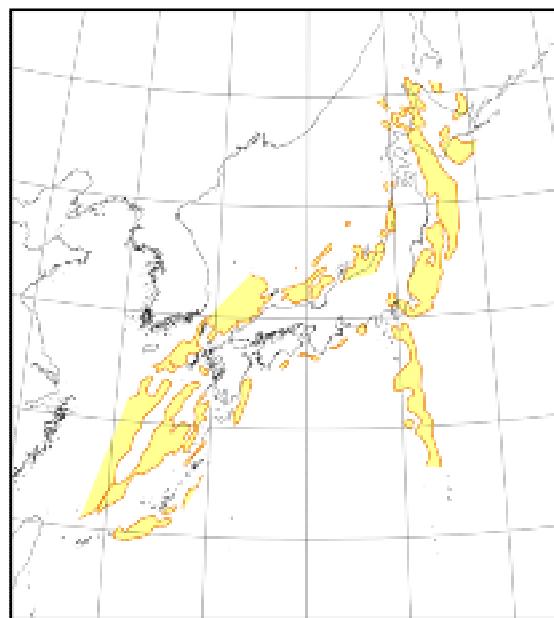
温度を上げる(加熱法)

圧力を下げる(減圧法)

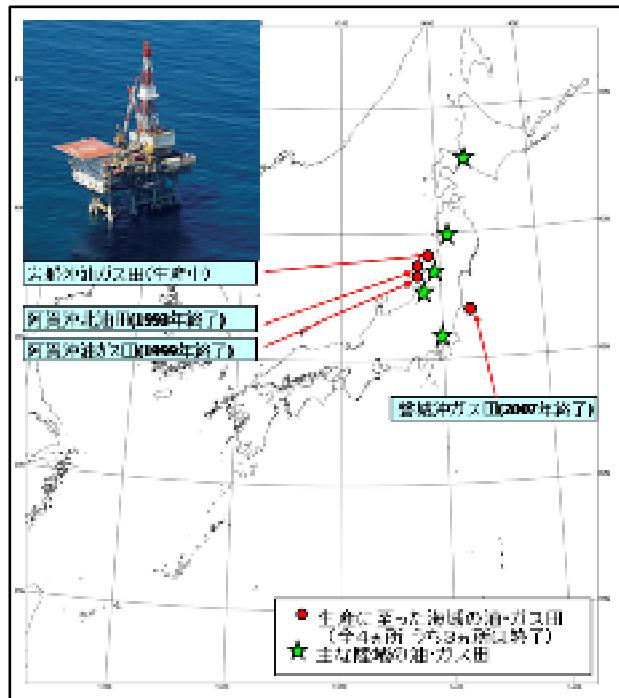


(参考 8) 石油・天然ガスの開発

石油・天然ガス賦在ポテンシャル
の高いエリア（堆積量 2000m 以上の
堆積盆）



国内海域における石油。天然ガスの
開発状況

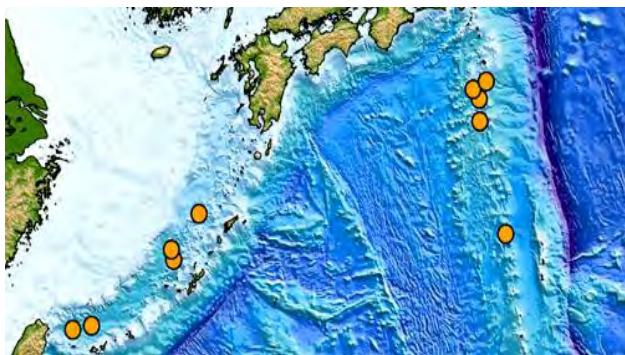


平成 20 年 2 月に導入された三次元物理探査船「資源」



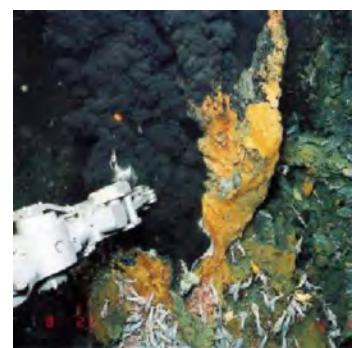
(参考9) 海底熱水鉱床について

日本周辺の主要な海底熱水鉱床分布図（オレンジ色）



（出典：(独)海洋研究開発機構）

海底熱水鉱床と周辺生態系

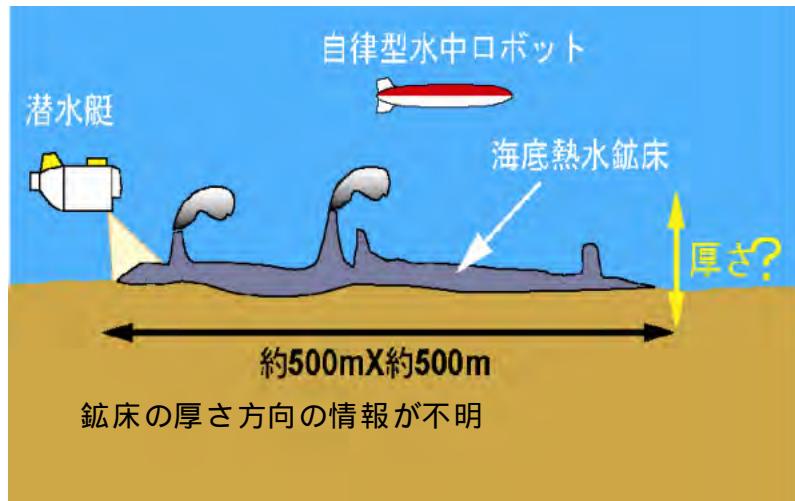


（出典：(独)海洋研究開発機構）

(参考10) 我が国((独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構等)の海底熱水鉱床調査等の取組状況

| 1985 | 1994 | 1995 | 1999 | 2000 | 2003 | 2008 |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|
| メキシコ沖(公海) (音響調査、海底観察、サンプリング) | 沖縄海域(EEZ) (音響調査、海底観察、サンプリング) | 伊豆・小笠原海域(EEZ) (音響調査、海底観察、サンプリング) | 沖縄/伊豆・小笠原 海域(EEZ) (サンプリング等) | | | |
| 採鉱技術機上検討 (1984-1989) | Hakurei-site発見(伊是名海穴) | 白嶺鉱床発見(ベヨネース海丘) | 開発概念検討 (2002) | | | |

(参考11) 海底熱水鉱床調査の現状



(参考12) 金属回収方法(選鉱・製錬)の状況

海底熱水鉱床と陸上鉱床の主な含有元素と品位例比較

| 含有元素 | 海底熱水鉱床 | 陸上鉱床 |
|------|---------------|---------------|
| 銅 | 2 . 6 % | 1 . 0 % |
| 鉛 | 13 . 5 % | 3 . 6 % |
| 亜鉛 | 34 . 8 % | 9 . 2 % |
| 金 | 11 . 8 g / t | 5 . 8 g / t |
| 銀 | 1 , 423 g / t | 130 g / t |
| ガリウム | 190 g / t | 110 g / t |
| セレン | 23 g / t | 2 g / t |
| テルル | 8 . 1 g / t | 7 . 2 g / t |
| ヒ素 | 2 , 830 g / t | 1 , 030 g / t |

<出典>: (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 調査データ

乾式製錬法と湿式製錬法について

乾式(かんしき) 製錬



高温で鉱石あるいは精鉱を処理して金属の濃縮または還元を行う製錬方法

湿式(しつしき) 製錬



鉱石中の金属を酸などの溶液に溶かして電気的、化学的金属を回収する製錬方法

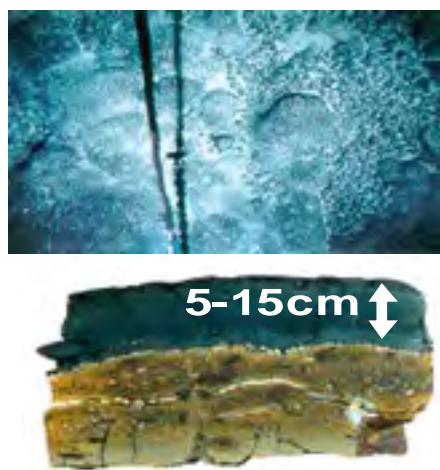
(参考13) コバルトリッヂクラスト開発の現状

コバルトリッヂクラスト品位例

| | コバルトリッヂクラスト | マンガン団塊(参考) |
|------|-------------|------------|
| マンガン | 26.2% | 25.2% |
| 銅 | - | 0.95% |
| ニッケル | 0.67% | 1.28% |
| コバルト | 0.5% | 0.21% |
| 白金 | 0.7ppm | - |

<出典>: (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 調査データ

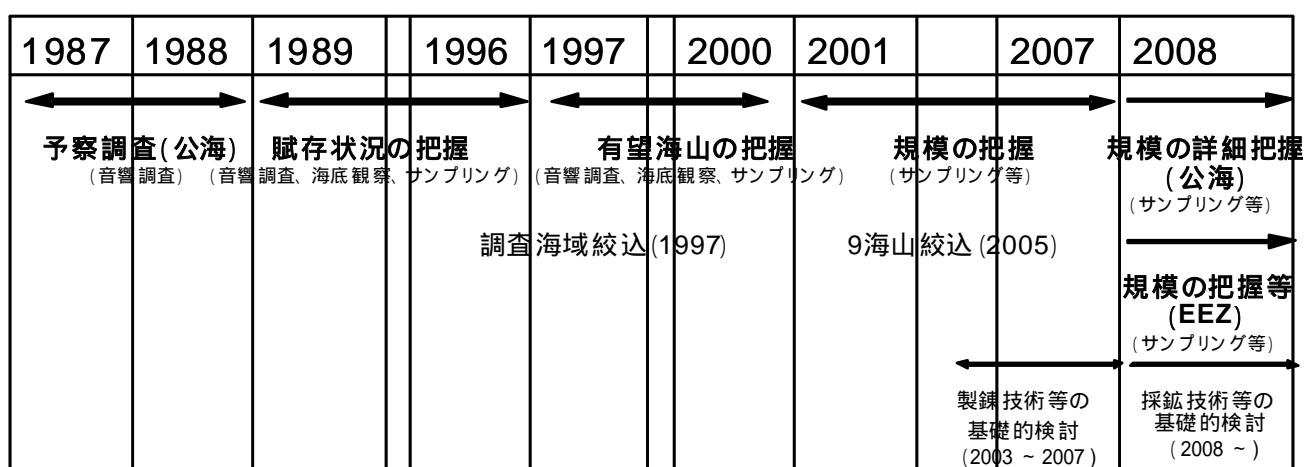
コバルトリッヂクラスト
(上: 海底の賦存状況、下: 断面)



コバルトリッヂクラスト調査海域



我が国((独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構等)の
コバルトリッヂクラスト調査等の取組状況



参考 14) マンガン団塊の開発について

マンガン団塊の産状（左：海底画像、右：断面）



マンガン団塊の鉱区図

