

平成 25 年 10 月 11 日

中国、台湾、韓国のメタンハイドレート調査の現状

今年 3 月、経済産業省資源エネルギー庁は、愛知・三重（渥美半島～志摩半島）沖の深海において、世界初の海洋でのメタンハイドレートからのガス生産に成功したと発表した。これにより、日本はメタンハイドレートの商業生産に向けて大きな一歩を踏み出した。

こうしたメタンハイドレートの探査・開発・生産技術で先行する日本を追って、中国や韓国、さらに台湾など近隣諸国も調査・研究を強化しようとしている。

中国は南シナ海およびチベット高原で、台湾も南シナ海で、韓国は日本海の鬱陵島近海でメタンハイドレートの調査を進めている。中国、台湾及び韓国のメタンハイドレートに関する調査活動を紹介する。

1. 世界のメタンハイドレート調査	p.1
2. 中国のメタンハイドレート調査	p.3
2.1 中国陸上の調査	
2.2 中国海域の調査	
3. 台湾のメタンハイドレート調査	p.8
4. 韓国のメタンハイドレート調査	p.9

1. 世界のメタンハイドレート調査

ガスパイプライン閉塞の原因となる厄介者であったメタンハイドレートが自然界に存在することが、シベリアの永久凍土帯で確認されてから約半世紀が経過した。1970 年には米国フロリダ沖の海域でもメタンハイドレートが発見され、この間、世界各地の海洋調査でメタンハイドレートの存在を示す、海底擬似反射面（BSR : Bottom Simulating Reflector）が次々に確認されたことで、現在、メタンハイドレートの埋蔵が期待される地域は、ほとんど全世界に及んでいる（図 1、図 2 参照）。

1980 年代から米国、カナダ、ロシアなどが、次世代エネルギー資源の有力候補の 1 つとして、国家レベルのメタンハイドレートの調査・研究に取り組み始めた。アジア・太平洋地域においても、日本を始め、中国、韓国、台湾、インド、さらにパキスタン、マレーシア、ニュージーランド、最近ではベトナムなどもメタンハイドレートの調査を進めようとしている。

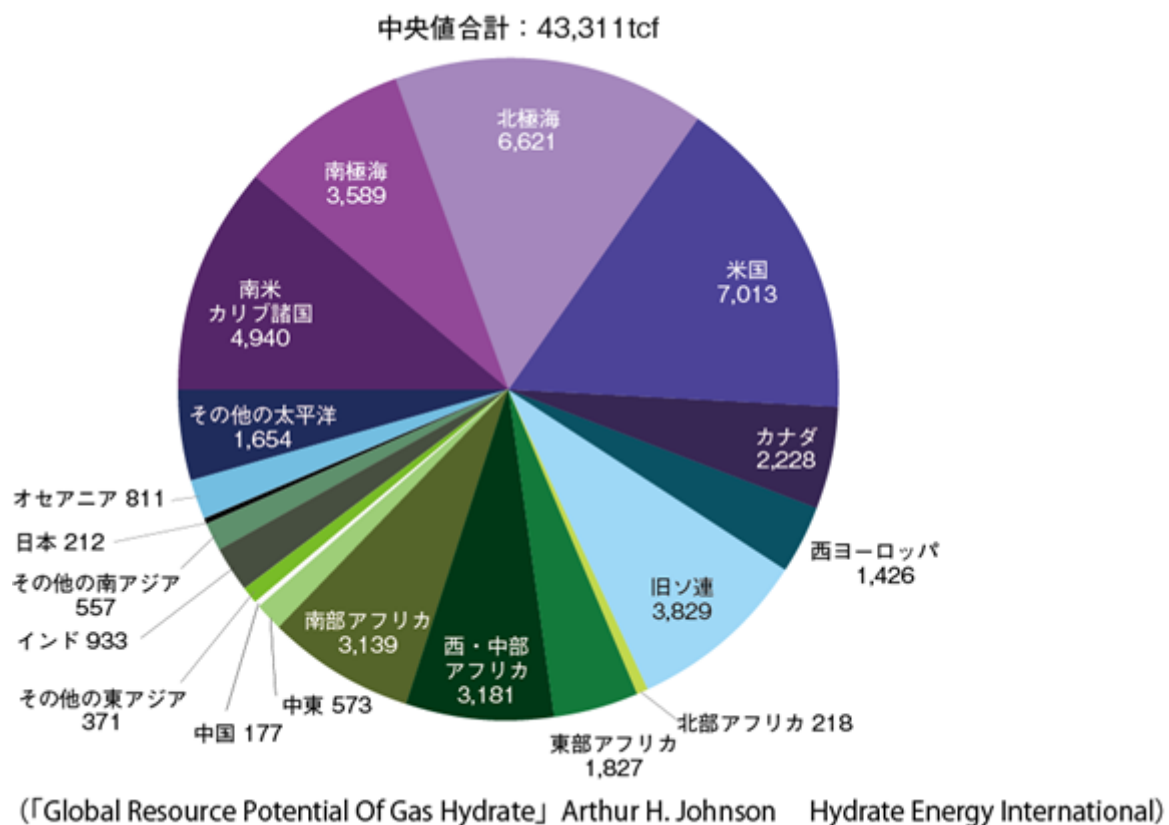
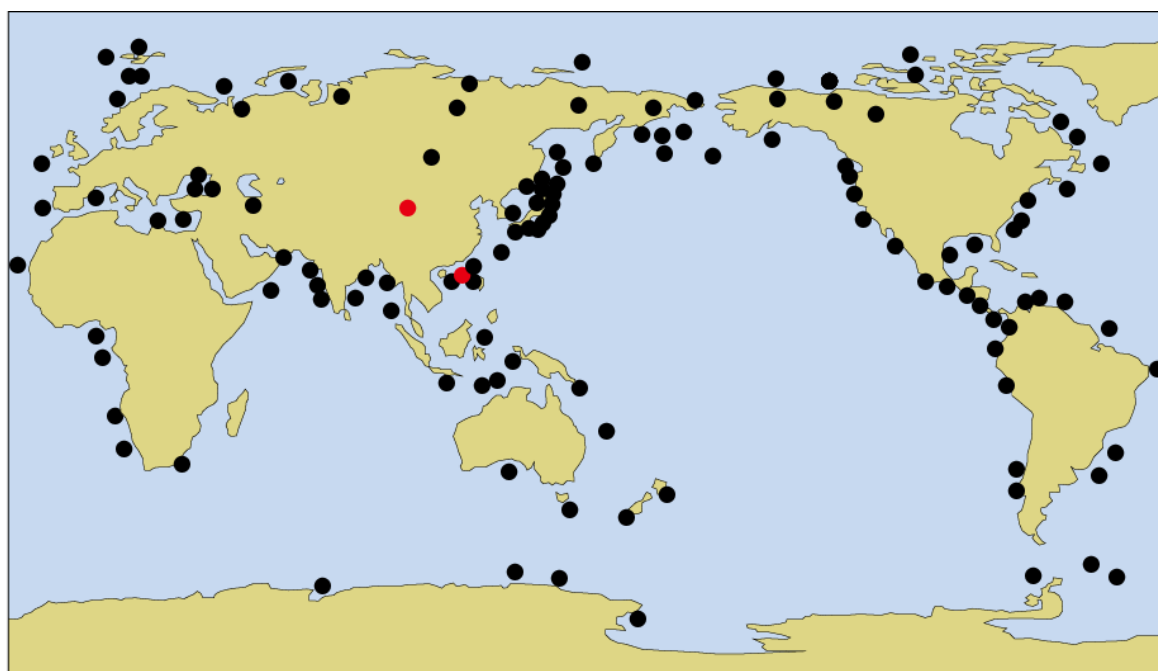


図1 ハイドレート堆積土のガス資源量 (単位：tcf)



(NETL , USGS , MH21 Research Consortiumなど各種資料より作成)

図2 世界のメタンハイドレート分布予測

2. 中国のメタンハイドレート調査

中国は在来型の天然ガス資源、タイトガスやシェールガス、炭層メタンガスなど非在来型ガス資源に加えて、長期計画として南シナ海北部や青海省のチベット高原でメタンハイドレート（中国語では甲烷水合物あるいは可燃氷と呼称、また天然ガスハイドレートを意味する天然気水合物と呼称されることも多い）の調査・研究に取り組んでいる。

中国は、1990 年頃から中国化学院蘭州凍土研究所がロシア・モスクワ大学と共同で実験室レベルのメタンハイドレートの基礎研究を進め、その後、中国科学院の広州能源研究所や地質・地球物理研究所、国土資源部（旧地質鉱産部）広州海洋地質調査局および青島海洋地質研究所、国土資源部中国地質調査局、中国地質大学、中国石油大学、国家海洋局、中国石油天然ガス集团公司（CNPC）、中国海洋石油総公司（CNOOC）などが調査・研究を進めてきた。

中国は、メタンハイドレートの調査を国土資源大調査項目の 1 つに指定しており、2007 年に南シナ海北部でメタンハイドレートのサンプル採取に成功、陸上でも 2008 年に青海省祁連山南縁の永久凍土帯でサンプル採取に成功しており、主にこの 2 地域が有望とみられている（図 2 赤点部参照）。

ただ、採算性の問題から CNPC や CNOOC など国営石油会社は、メタンハイドレートの探鉱開発に積極的ではないといわれる。

2.1. 中国陸上の調査

中国は永久凍土の分布面積が世界 3 位で、世界の約 10% を占め、うちチベット高原の永久凍土面積は世界の 7% を占めているが、中国科学院などの研究者は、中国陸上のメタンハイドレート埋蔵地域として、青海チベット高原の羌塘盆地を中心とする高山永久凍土地帯に注目、中国科学院蘭州氷河凍土研究所によるボーリング調査や中国地質大学（武漢）および中南石油局第 5 物理探査チームによる物理探査で、2000 年頃までには、チベット高原永久凍土地帯にメタンハイドレートが存在する可能性が非常に高いことが確認されていた。

チベット高原羌塘盆地でのメタンハイドレートの本格的な調査を前に、中国科学院寒冷乾燥地区環境・工程研究所の呉青柏研究員は 2004 年、羌塘盆地の永久凍土地帯にはメタンハイドレートが生成される温度と圧力の条件が備わっており、大量に埋蔵されている可能性があるとして発表、チベット高原は中緯度の最も若く、最も広い高地凍土層地帯であり、石炭紀や二疊紀、第三紀、第四紀堆積層が厚く、河湖海成層堆積物の有機質含有量が多いこと、第四紀層は高原の大きな隆起に伴い、広い範囲で氷河の作用を受け、氷河の圧力によって堆積物の中のメタンハイドレートの安定性が強まり、特に羌塘盆地と甜水海盆地には安定して存在する条件が揃っていると指摘した。

また、国土資源部がまとめた 2004 年の中国国土資源公報によれば、羌塘盆地でメタンハイドレートが存在する直接的証拠である「冷泉」噴出で形成された超大型炭酸塩岩

が初めて発見され、その分布面積は 430km^2 に達すると報告されている。

そして 2009 年 9 月、国土資源部は青海省祁連山南縁の永久凍土帯である標高 4,062m の天峻県木里鎮でメタンハイドレートのサンプル採取に成功したと発表した。国土資源部によれば、2008 年 11 月に祁連山でサンプルを採取していたが、探査を継続して 2009 年 6 月に再び採取したという。国土資源部は、これにより中国は世界で初めて中低緯度凍土地域でメタンハイドレートを発見した国となったこと、さらに、カナダが 1992 年にマッケンジー・デルタで、米国が 2007 年にアラスカ北斜面でメタンハイドレートを発見したのに続き、陸域の掘削でメタンハイドレートを採取した 3 番目の国となり、中国の凍土地域に豊富なメタンハイドレート資源が存在することを証明したとしている。

これに続き、中国は祁連山脈の凍土地帯で 2010 年から 2020 年まで 3 段階・11 年間にわたるメタンハイドレートの資源調査を実施することを決定、祁連山脈地域のメタンハイドレート資源の潜在的資源量を明らかにするとともに、理論研究や技術開発、開発利用試験も同時に展開し、これらの研究を融合したシステムの構築を目指している。

第 1 段階では、対象地区の優先的研究を重点的に展開し、試験井を掘削、メタンハイドレート埋蔵地の再発見を目指すとともに探査技術の開発にも取り組む。第 2 段階で、資源探査を重点的に進め、生産試験のための事前の研究に取り組む。2016 年から 2020 年の第 3 段階では、第 2 段階までの成果を踏まえて資源探査を継続し、生産試験と研究を進める。2013 年 8 月に国土資源部中国地質調査局は、祁連山で再びメタンハイドレートの発見に成功した。

青海省政府は 2011 年 11 月、中国最大の石炭企業である神華集団とメタンハイドレートを共同開発する戦略的協力協定に調印している。

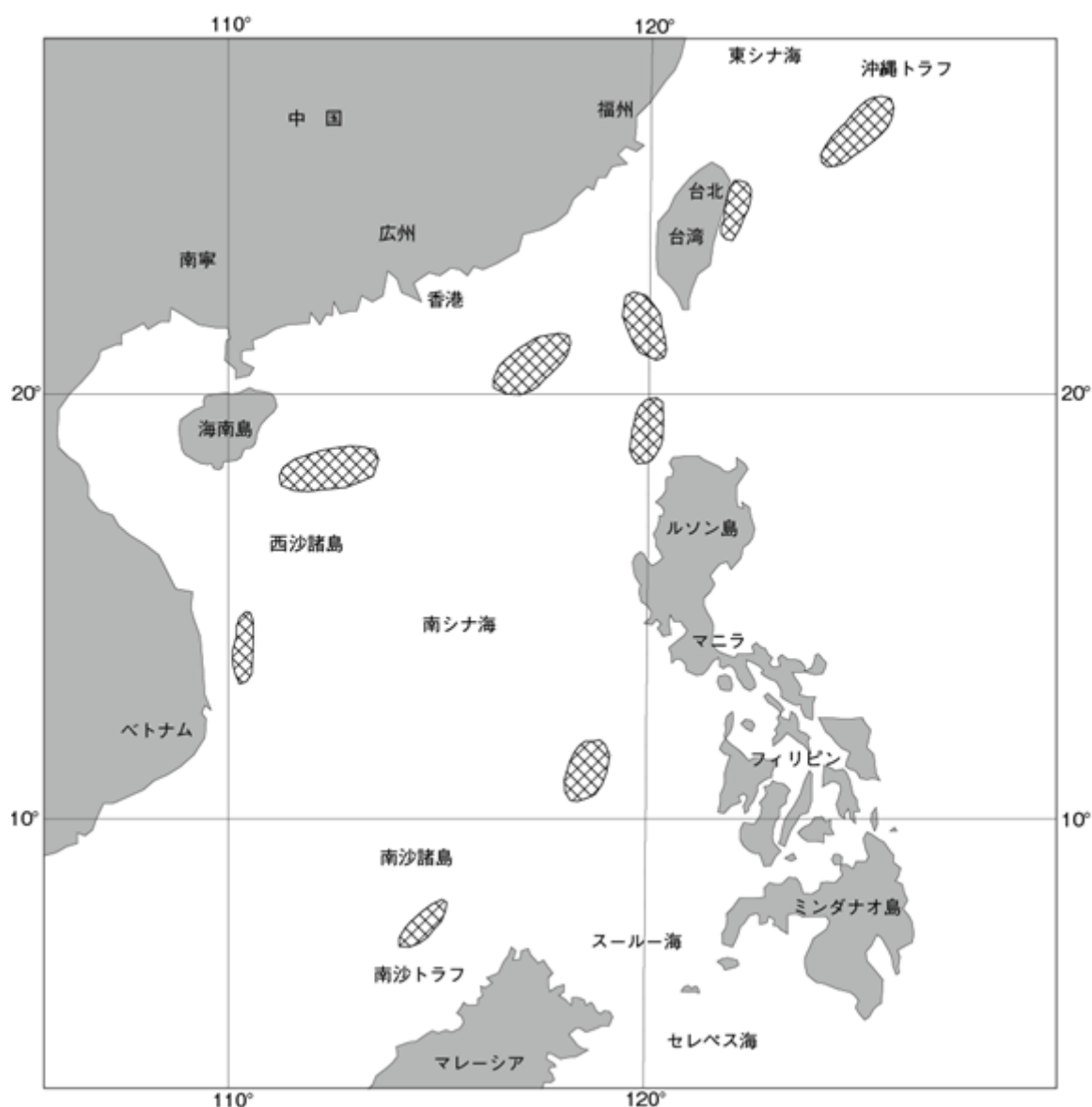
2.2. 中国海域の調査

中国海洋では南シナ海北部大陸斜面、特に西沙凹地、神狐、東沙、瓊東南などの海域が有望とみられており、国土資源部の広州海洋地質調査局や中国科学院広州能源研究所などを中心に調査・研究を進めてきた（図 3、図 4 参照）。

南シナ海では、BSR によってメタンハイドレートの存在が予想されており、1999 年 10 月から本格的な調査が開始された。これにより広州海洋地質調査局は 2000 年 4 月、西沙舟状海盆の複数の地点でメタンハイドレートの存在を確認したと発表した。中国海域でメタンハイドレートが確認されたのはこれが最初とされている。

また、中国地質調査局は 2002 年 1 月、南シナ海における 2 年余りの調査により約 400km に及ぶ断面でメタンハイドレートの埋蔵を確認したと発表した。

2004 年にはドイツの調査船を使用して中国とドイツが共同で実施した南シナ海の調査でメタンハイドレートの胚胎が確認された。調査団は南シナ海北部でメタンを噴出する巨大な炭酸塩岩区域を発見、その面積は 430km^2 近くに達し、世界最大級だと発表した。



中国近海天然気水合物找鉱前景（中国国土資源部鉱産資源研究所 2001）より作成

図3 中国近海のメタンハイドレート有望海域

広州海洋地質調査局の試算によれば、南シナ海北部のメタンハイドレート資源量は石油換算で185億トンとされ、これは中国が南シナ海で確認している石油・天然ガスの埋蔵量の約6倍に相当する量になる。

このほか、地質調査局は2004年の調査で東シナ海の大陸棚斜面海域でも同様の発見があったと発表した。東シナ海もメタンハイドレートが有望とされ、国家海洋局第2研究所が調査を行っていたが、それまで具体的な成果があがったという報告はなく、これが最初の発見とみられる。

そして2007年5月1日、中国地質調査局は広州海洋地質調査局がオランダFugroの海洋調査船Bavenitによって実施した南シナ海北部海域でのボーリング探査によりメタ

ンハイドレートサンプル採取に成功した。これにより中国は、世界で4番目のメタンハイドレート採取に成功した国となった。採取場所は神狐海域で、世界で24番目のサンプル採取となった。サンプルは第1および第4探査地点で採取された。第1地点のサンプルは海底地下183-201m、水深1,245mで採取した。水和率は約20%、メタンハイドレートを含む堆積層の厚さは18mで、気体中のメタン含有量は99.7%。第4地点のサンプルは海底地下191-225m、水深1,230mで採取。水和率は20-43%、メタンハイドレートを含む堆積層の厚さは34mで、気体中のメタン含有量は99.8%。埋蔵量は石油換算100億トンに達する可能性があると考えられている。



(「Progress of Gas Hydrate Research in Northern South China Sea 新電源進展2013年8月」より作成)

図4 南シナ海北部のBSR分布とハイドレート調査エリア

2008年10月には、武昌造船所で中国が初めて自主開発したメタンハイドレート調査船である「海洋6号」が進水、2009年10月に船舶堪航証明書が交付された。メタンハイドレートの調査には高度な装備や性能が要求されるが、海洋6号は燃料補給なしで60日間の航行が可能な性能をもつ。全長106m、幅17.4m、最大喫水5.7m、設計排水量4,600トン、航続距離1万5,000カイリ。電力推進システムや自動操船システム(DPS)、ラダープロペラ推進装置など世界水準の設備を搭載。地震探査、地質調査など多くの機能を初めて一体化するとともに、深海中リモートセンシング探査システム、深海サン

プル採集・分析装置、高解析度地震探査システムといった高度な探査設備を搭載している。

2009 年 6 月には広州海洋地質調査局が、新たに開発した「気密性間隙水原位置サンプリングシステム」を搭載した調査船「海洋 4 号」により、南シナ海中央海盆の約 4,000m という大水深海底において堆積物に含まれる水（間隙水）サンプルを取得することに初めて成功したと発表した。これまで間隙水の採取では間接サンプリングが通常の方法で、堆積物を採集した後、実験室で圧縮、遠心と真空濾過抽出などを使って取り出していた。通常は湖沼や浅海などでのみ浸透法で原位置間隙水を取っており、比較的深い海域での間隙水原位置採取は大きな課題だったという。

このため、国家技術高度化計画「863 計画」の第 11 次 5 年計画で、「可燃氷流体地球化学現場高速探査技術」の研究開発が進められ、広州海洋地質調査局を中心に、中国地質科学院鉱床研究所、浙江大学、同済大学、中国地質大学、四川海洋特殊技術研究所などが参加した。

「863 計画」においては、2013 年より広州海洋地質調査局がメタンハイドレートの探鉱開発技術に関する新たな体系的研究を開始した。実施期間は 2016 年までの 4 年で、地球物理立体探測技術と流体地球化学精密探測技術、サンプルの圧力保持移転・処理技術の 3 点が研究課題。

2008 年 8 月には、南シナ海のメタンハイドレートの集積法則と開發生産の基礎研究が、国家重大基礎研究發展計画「973 計画」の審査を通過した。国土資源部によれば、今後は、採掘価値のあるメタンハイドレートの発見が重要な目標になっており、南シナ海北部の大陸斜面には世界の他の地域と類似したメタンハイドレート形成の地質環境と温度・圧力条件がみられるが、新生代の構造が強く、頻繁なマグマ活動、高い熱流など、他の地域とは異なる条件下にあることも判明している。「973 計画」として初めてメタンハイドレートの研究を支援することになり、2009 年から南シナ海北部におけるプール形成メカニズムと集積法則および採掘理論の研究を進めた。中軸は国土資源部、担当は中国地質調査局で、広州海洋地質調査局、中国科学院広州地球化学研究所、中国科学院広州能源研究所、中国地質科学院矿产資源研究所、中国科学院地質・地球物理研究所、中国地質大学（北京）、中国石油大学（北京）、中海石油（CNOOC）研究センターなどが参加した。2 年の研究を踏まえ、2011 年からは「新 973 計画」でメタンハイドレート開発と環境管理面の研究を進めている。

2012 年 5 月に広州海洋地質調査局は、「海洋 6 号」を投入して再び南シナ海北部での詳細調査を実施し、条件が整えば、2013 年に再びボーリングを行い、新しいサンプルを採集するという計画を発表した。同調査局によれば、神狐海域のメタンハイドレート埋蔵量は約 194 億 m^3 と予想されており、これまで数年をかけて 140 km^2 の海域を調査し、11 カ所のメタンハイドレート鉱床を発見した。鉱区の総面積は約 22 km^2 、厚さは平均 20m、メタンガスの平均含有量は 98.1% で、微生物起因ガスが中心だという。

また、中国は、メタンハイドレートの調査研究でも国際協力計画を推進している。例えば、中国科学院広州能源研究所は米国エネルギー省（DOE）傘下の Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory（LBL）と協力し、中国の実際の埋蔵に合わせて新しいタイプの採掘井を設計、採掘モデルを構築し、神狐海域における採掘数値シミュレーションの研究を行った。さらに、中国科学院海洋研究所は、米 Monterey Bay 水族館研究学会と共同で、深海有索水中ロボット（ROV）を基に、深海メタンハイドレートの原位置測定システム（in-situ measuring system）の開発に成功している。

ただ、中国のメタンハイドレートの調査や採掘などの重要技術は、米国、日本、カナダなどに比べ遅れていることを中国側も認めており、さらに、リスクおよびコストの問題から、中国企業はメタンハイドレートへの大規模投資には慎重な姿勢をとっていると伝えられている。調査技術において、中国は依然として、地質、地球化学、震探などの間接的な方法でデータを収集して研究しており、実地調査で入手したサンプルは少ないこと、探査機材も十分ではなく、2007 年のサンプル採取にはオランダの調査船を使用したことなども例としてあげている。また、中国海洋ガス開発の中軸を担う中国海洋石油総公司（CNOOC）の湛江分公司や深圳分公司の関係者によれば、現在、CNOOC には、メタンハイドレートに関する小規模な研究チームがあるが、商業開発に向けた研究は開始していないという。

関係者は、こうした研究開発水準から、中国でメタンハイドレートが商業化される可能性は 2030 年頃になるとみているようだ。

3. 台湾のメタンハイドレート調査

台湾は 2000 年頃から行政院国家科学委員会、經濟部中央地質調査所や旧中国石油（現在の台湾中油、CPC）を中心にしてメタンハイドレートの調査を開始したものとみられる。

CPC は 2005 年 11 月、台湾島南西の南シナ海で巨大なメタンハイドレートの埋蔵を確認したと発表した。当時の CPC の発表によれば、メタンハイドレートは面積 8 万 km^2 の海底に眠っており、少なくとも 1 兆 2,000 億 m^3 の天然ガス資源に相当するが、海面から 700m、海底から 400m の深さがあり、本格的な調査には探査技術の開発が必要で、今後 5 年から 10 年はかかるとしていた。

2007 年 7 月の經濟部報告によれば、台湾南西と南シナ海東沙島（高雄の南西約 450km）との間のメタンハイドレート埋蔵量は 5,000 億 m^3 以上に達し、国内ガス需要の 50 年分に達すると見積もられている。

2007 年 11 月になり、中央地質調査所は、台湾南西沖の海底部で 2008 年から 4 年間にわたり、メタンハイドレートの調査を実施するとの計画を発表した。中央地質調査所は、調査対象海域では、これまで 2-3 年の事前調査で約 5,000 億 m^3 相当のメタンハイドレートの徴候があると述べた。

2011 年 6 月には、メタンハイドレート調査を含め本格的な海洋調査事業を展開するために、台湾行政院国家科学委員会が建造していた海洋調査船「海研五号」が進水し、2012 年 8 月から使用が始まった。

「海研五号」は台湾が独自に設計建造した台湾最大の海洋調査船で、国家科学委員会が国家実験研究院に指示し、中信造船が建造した。建造費は 14.6 億台湾元で、全長 72.6m、幅 15.4m、総トン数 2700 トン、ガソリンと電動モーターで動くハイブリッド船で、連続航行時間 50 日、航続距離 1.3 万カイリ、最大速力 12 ノット。水深 3,000m の深海で遠隔操作によって作業可能な無人探査機 (ROV)、マルチビームソナーシステム、マルチチャンネル地震探査システムなどを搭載している。

「海研五号」は、2013 年 2 月から 3 月にかけて南シナ海の東沙諸島南方海域でメタンハイドレートの探査を行った。国立中央大学地球科学系教授の許樹坤氏によれば、19 日間の調査作業の結果からこの海域でのメタンハイドレート胚胎が説明できるという。海面下の地滑りによって天然ガスの一部が漏洩している可能性があり、資源量がどの程度あるかを確定するにはさらに調査する必要があるとしている。

そして 2013 年 3 月 31 日から 50 日間にわたり台湾とドイツの科学者らを乗せた海洋調査船の「Sonne」がメタンハイドレート探査のため、高雄港を出発して南西海域で作業を進めた。行政院国家科学委員会、台湾大学、海洋大学、ブレーメン大学などが参加、コストは 398 万ドルで、4 分の 3 をドイツ、4 分の 1 を台湾が負担した。Sonne に搭載されていた機器の一部は海研五号に提供された。

4. 韓国のメタンハイドレート調査

韓国では 1994 年から韓国科学技術院 (KAIST) で基礎研究が開始され、1996 年から 2004 年にかけて科学技術部(MOST)、韓国地質資源研究院 (KIGAM) を中心にメタンハイドレートの調査プログラムを開始し、韓国東部の対馬海盆で調査船「R/V Tamhae II」を投入し、BSR によってメタンハイドレートの探査を進めた。2000 年から 2004 年までに第 2 ステージで、地質・地球物理学的調査が進められ、メタンハイドレートが存在する可能性を確認した。また、1990 年代から海洋水産部(MOMAF)と韓国海洋研究院 (KORDI) が調査船「R/V Onnuri」を使用してメタンハイドレート探査を進めたほか、漢陽大学や高麗大学なども研究を行っている。

2005 年に、10 年間の国家プログラムとして策定された Korea Gas Hydrate R&D Program に基づき、当時の知識経済部 (MKE) が KIGAM、韓国石油公社 (KNOC)、韓国ガス公社 (Kogas) の参加を得てガスハイドレート開発事業団 (Gas Hydrate R&D Organization) を創設、対馬海盆で本格的な探査を開始した。これにより 2007 年 6 月 19 日、鬱陵島から南に 100km 離れた海域でメタンハイドレートの採取に成功した。水深 2,072m の海底を 7.8m まで掘削して 6.5m の深さからハイドレートが点在していることを確認し、サンプルを採取した。韓国は、米国、日本、インド、中国に続きハイドレ

ート採取に成功した 5 番目の国となった。

2007 年 9-11 月に実施した水深 1,800m 以深の 3 カ所の探査においては、浦項から北東 135km の対馬海盆で厚さ 130m のハイドレート構造を発見した。さらに、ここから北に 9km の地点では 100m の構造、南に 42km の地点では 1m の構造を発見した。韓国は、対馬海盆のメタンハイドレート埋蔵量は LNG 換算で約 6 億トンとしていたが、再評価を行なった結果、8-10 億トン規模に上方修正した。

2007 年の第 1 次探査 (UBGH1 : 1st Ulleung Basin Gas Hydrate Drilling Expedition) は、オランダ Fugro が、Fugro Seacore の R100 マリンドリルを搭載した調査船 Rem Etive 号で実施した。続いて 2010 年の第 2 次探査 (UBGH2 : 2nd Ulleung Basin Gas Hydrate Drilling Expedition) Fugro が Fugro Seacore の R190 マリンドリルを搭載した調査船 Fugro Synergy で、水深 950-2,300m の地点にてメタンハイドレート調査を実施し、Schlumberger および Geotek が分析などの技術支援を行った (図 5 参照)。

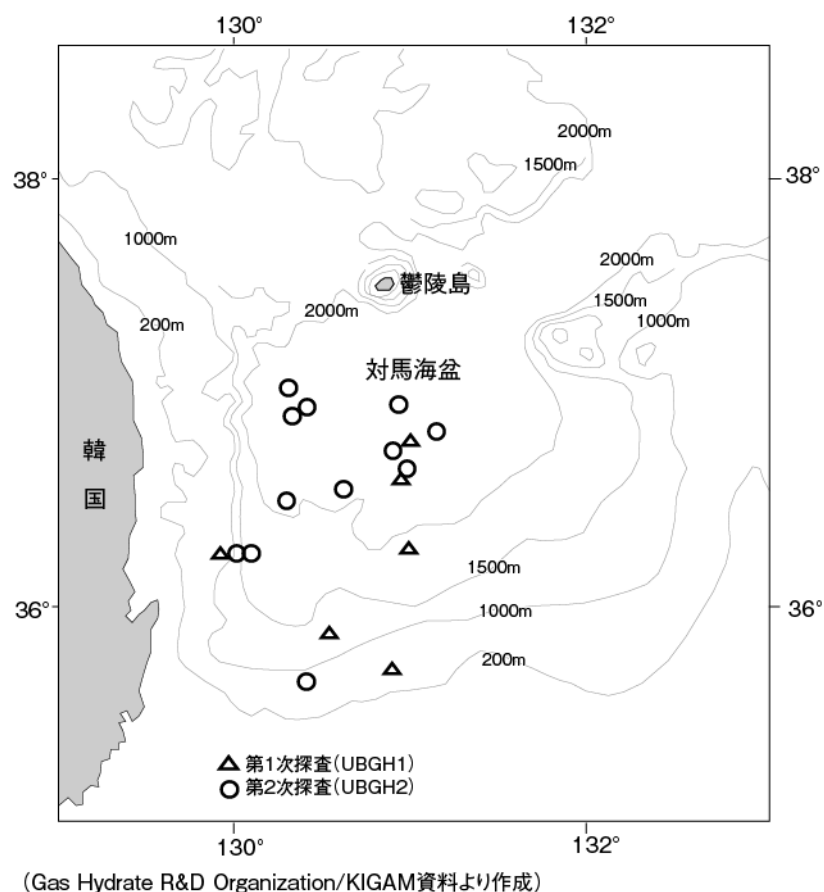


図 5 第 1 次、第 2 次対馬海盆ハイドレート探査

なお、MKE は、2008 年 4 月の李明博大統領訪米を機に、米国エネルギー省 (DOE)

とメタンハイドレート共同開発に合意、意志表明書に調印している。

UBGH2 の分析作業には、U.S. Geological Survey (USGS) や Geological Survey of Canada (GSC)、 Oregon State University (OSU) が協力している。

以上

参考

中国国土資源部 <http://www.mlr.gov.cn/>

中国国家海洋局 <http://www.soa.gov.cn/>

中国地質調査局 <http://en.cgs.gov.cn/>

中国科学院寒冷乾燥地区環境・工程研究所 <http://www.careeri.cas.cn/>

広州海洋地質調査局 <http://www.gmgs.com.cn/>

中国科学院広州能源研究所 <http://www.giec.ac.cn/>

台湾經濟部中央地質調査所 <http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp>

韓国地質資源研究院 <http://www.kigam.re.kr/english/index.asp>

韓国海洋研究所 http://eng.kiost.ac/kordi_eng/main/main.jsp

中国近海天然気水合物找鉱前景（祝有海, 吳必豪, 盧振權 国土資源部礦産資源研究所）

南海北部深水盆地油気滲漏系統及天然気水合物成藏機制研究（吳時國, 龔躍華, 米立軍, 王志君, 王秀娟）

南海北部陸坡天然気水合物研究進展（吳能友, 張光學, 梁金強, 蘇正, 鄔黛黛, 盧海龍, 陸敬安, 沙志彬, 付少英, 龔躍華, 徐華寧, 劉麗華, 蘇明, 管紅香, 楊睿 新能源進展）

Korea Gas Hydrate R&D Program (Jong-Hwa Chun, Sung-Rock Lee KIGAM)

Recent Developments Of Gas Hydrate Program In Korea: Ulleung Basin Gas Hydrate Drilling Expedition 2 (Sung Rock Lee, Dong Soo Kim, Byong Jae Ryu, Jang Jun Bahk, Dong Geun Yoo, Gil Young Kim, Joo Yong Lee ICGH 2011)

中国の石油産業と石油化学工業 2012（東西貿易通信社）

東アジアの石油産業と石油化学工業 2012（東西貿易通信社）

East & West Report 各号（東西貿易通信社）

本資料は、一般財団法人 石油エネルギー技術センターの情報探査で得られた情報を、整理、分析したものです。無断で複製、複製を禁止します。本資料に関するお問い合わせは pisap@pecj.or.jp までお願いします。

Copyright 2013 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved

次回の JPEC レポート（2013 年度 第 18 回）は

「ブルネイの石油・ガス産業」

を予定しています。