



METHANE HYDRATE

砂層型メタンハイドレート研究開発

フェーズ

4

MH21-S 研究開発コンソーシアム



2001年に国のプロジェクトとして始まったメタンハイドレートの研究開発。
2019年度からフェーズ4へ突入し、新たなコンソーシアムMH21-Sが
経済性に見合う量のガスを安定的に生産する生産技術の研究開発、
日本近海の開発に適した濃集帯の抽出といった海洋調査を担っていきます。
ここでは、フェーズ3までの振り返りと、今後の研究開発のテーマをご紹介します。



18年間にわたる研究開発で
多くの成果と課題を抽出

2001年に経済産業省が「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」を発表して以降、18年間、商業化に向けたメタンハイドレートの研究開発が行われてきました。その結果、日本近海のメタンハイドレート濃集帯の発見や、陸上産出試験および2度の海洋産出試験で減圧法の有効性を実証するなど、多くの実績を積み上げてきました。一方、商業化にはまだ多くの課題も残っています。フェーズ4では、これら課題の解決に向け、研究開発が進められる予定です。

▶ これまでの成果と課題

これまでの総合的な検証を踏まえた
生産技術の開発、有望濃集帯の抽出に向けた
海洋調査、環境影響評価の実施

フェーズ4ではこれまでの研究成果の総合的な検証を行い、次の海洋産出試験等に向け、生産技術の開発、有望濃集帯の抽出に向けた海洋調査を行います。

生産技術については、貯留層評価手法の改善により生産挙動予測の信頼性を向上させることとあわせて、アラスカで長期陸上産出試験を実施し、その成果を海洋産出試験につなげていく計画です。陸上は海洋に比べて比較的単純かつ作業の柔軟性が高いため、メタンハイドレート分解挙動の把握や生産挙動予測の信頼性向上に

必要な長期生産挙動のデータを取得できると考えています。これにより、安定生産を阻害する要因の抽出と解決策の検討、さらに生産量を増大させる手法の技術的検討を進めます。また、日本周辺海域で有望濃集帯抽出のための海洋調査も進めます。地震探査で得たデータ等から有望濃集帯候補を抽出し、試掘作業を実施して一定の規模を有する濃集帯を選定。将来の海洋産出試験につなげたいと考えています。

環境面では、既に海洋産出試験を実施した海域で環境調査やモニタリングを継続し、環境影響や海洋の自然環境に関する知見を確実なものにしていくとともに、将来の海洋産出試験の候補海域での調査に着手する計画です。さらに商業生産を見据えて、生産コスト低減に関する新たな技術の開発等も進めます。

What is Methane Hydrate?

>>> メタンハイドレートとは？

低温かつ高圧環境で存在する メタン分子と水分子でできた固体です

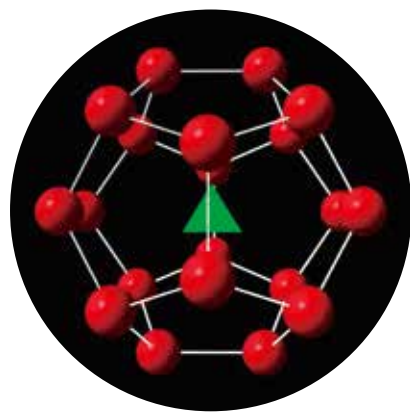
メタンハイドレートとは、水分子が作るかご構造が、可燃性ガスであるメタンを取り囲んだ物質です。メタンハイドレートは体積の160～170倍のメタンを取り込めるため、分解すると多くのメタンガスを得ることができます。メタンは社会で広く利用されている天然ガスの主成分で、発電所の燃料を中心に、都市ガスなどに使われる資源です。それゆえ、メタンハイドレートは新たなエネルギー資源として注目されているのです。

メタンハイドレートが存在するのは、永久凍土地帯の地下や海底

面下など、低温高圧で、水とメタンが存在している環境です。たとえば私たちが暮らす地上は気温も高く気圧も低いため、メタンハイドレートがあってもすぐに分解が進み、溶けてなくなってしまいます。そう聞くと「溶けやすい」と感じるかもしれませんが、分解させるには多くのエネルギーが必要で、自然の状態では分解しにくい物質です。このような物質からガスを取り出さなければならないことが、メタンハイドレートを資源として開発する難しさです。

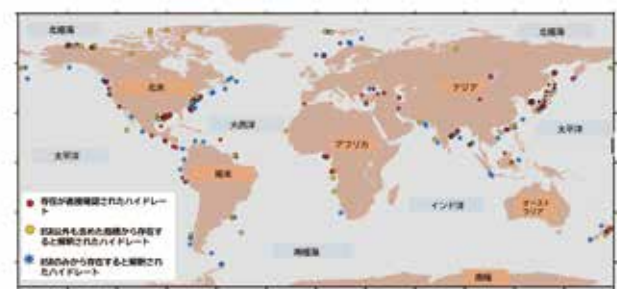
かご構造の水分子が メタン分子を取り囲んでいる

メタンハイドレートの結晶構造です。赤玉は水分子、緑の三角がメタン。水分子がかご構造を作り、その中にメタン分子が取り込まれています。人工のメタンハイドレートに火をつけるデモンストレーションでは、分解が進み、放出されたメタンが燃え、あとには水が残る。これが、「燃える氷」のメカニズムです。



陸上にも海洋にも 豊富に存在すると考えられている

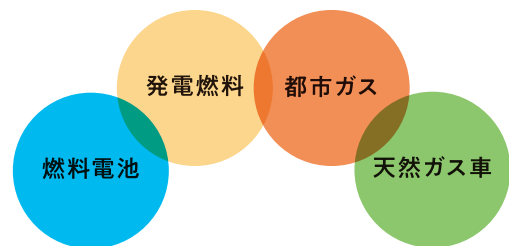
自然界に広く存在すると考えられているのも、メタンハイドレートの特徴のひとつです。日本近海をはじめとする海洋のほか、永久凍土層が発達するような場所にも存在することから、これまで天然ガスを産出できなかった地域が新たな天然ガス供給エリアになる可能性もあると期待されているのです。



ガスハイドレートがあると推定されている地点
(USGSデータにMH21-Sが日本周辺情報を追記)

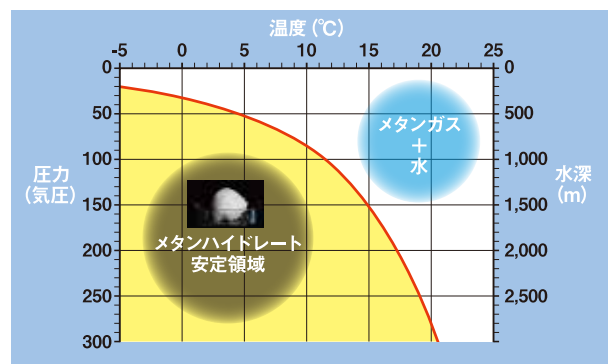
発電燃料や都市ガスなど さまざまな用途に利用できる

メタンハイドレートから得られるメタンは、天然ガスの主成分として多くの用途があります。現在、日本が輸入する天然ガスは、発電利用が6割以上です。天然ガスは化石燃料の中で二酸化炭素排出量が少ない比較的クリーンなエネルギーとして、新興国を中心に需要の急拡大が見込まれています。



“低温高圧”の環境では なかなか分解が進まない

メタンハイドレートは、私たちが暮らす地上のように、1気圧の環境では-80℃という低温でなければ存在できません。気温0℃では23気圧という高い圧力でなければ存在できません。ところが、圧力を下げて分解させると温度も下がってしまうので、意図的に分解させるのはとても難しいことです。



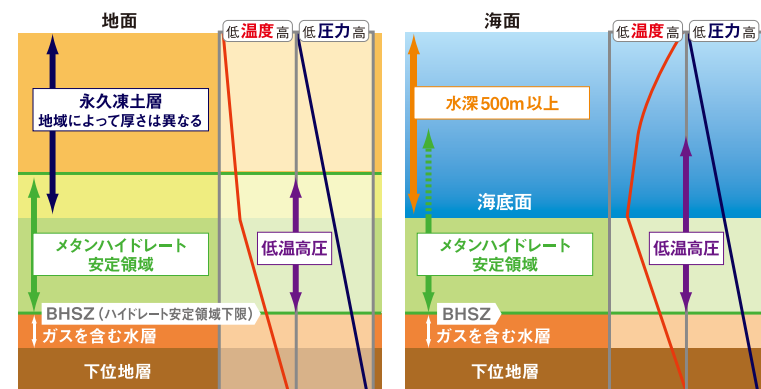
メタンハイドレート安定領域図

日本近海を含む深海の海底面下や 永久凍土地帯など世界中に分布します

低温高圧で存在するメタンハイドレートが、自然界で存在する場所はふたつ。ひとつはシベリアなどの永久凍土地帯です。永久凍土層の下にメタンハイドレートが存在します。

ふたつ目は海洋です。これまでの研究で、水深500m以深の海底面下にメタンハイドレートが存在することがわかっています。一方、海底面下の一定の深さを超えると、地熱の影響で温度が上がり、メタンハイドレートは存在できません。「海底面下数百m」。これが、海洋でメタンハイドレートが存在できる環境です。日本には永久凍土層は存在しないので、メタンハイドレートは海洋にのみ存在するということになります。

この海洋のメタンハイドレートは、地震探査で得られるBSR (Bottom Simulating Reflector: 海底擬似反射面) という特有の地震波反射面の分布によってこれまで推測されていました。BSRの上位にはメタンハイドレートが存在する可能性が高いことがわかっており、世界中に分布しています。ただしこれは、メタンハイドレートの存在を示唆するものの、その体積や含有するメタンの量まではわかりません。メタンハイドレートを資源として開発するには、メタンハイドレートの飽和率が高い「砂質層孔隙充填型メタンハイドレート」がある一定の広さ、厚さを有している、「メタンハイドレート濃集帯」を探し出すことが重要なのです。



カナダ北西準州マリックスサイトの環境を例としたモデル

東部南海トラフの環境を例としたモデル

海底面近傍メタンハイドレート

海底面近傍に存在するメタンハイドレートで、「表層型メタンハイドレート」とよばれる。氷のような白い固形物で、見た目は人工のメタンハイドレートに近い

海底のメタンハイドレートは 存在の形態がさまざま

水深500m以深の海域に存在すること、海底面付近から海底面下数百mまでの、地質学的には比較的新しい地層に存在することは共通しますが、海底面付近で固まっているものや泥に埋もれているもの、砂と混じりあっているものなど、海底のメタンハイドレートの存在形態はさまざまです。

MH21-Sが取り組む

メタンハイドレートを含む砂質堆積物

「砂質層孔隙充填型メタンハイドレート」は、タービダイトとよばれる泥と砂が交互に堆積した地層(砂泥互層)に主に存在するメタンハイドレート。堆積した砂の粒の間にごま塩のようにメタンハイドレートが入り込む。在来型の石油や天然ガスも同様の存在形態だ。MH21-Sはこのタイプのメタンハイドレートからのメタンガス生産を研究開発している

泥層内メタンハイドレート

「泥層内メタンハイドレート」は、海底にある泥でできた層の隙間に、塊で存在するメタンハイドレート。海底面にあるものと同様、見た目は氷のよう

>>> どこにあるの？

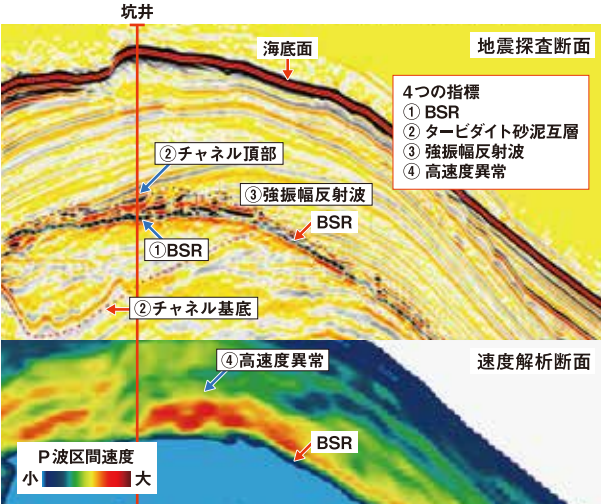
Where are they ?

How to Find?

>>> どうやって見つけるの？

濃集帯を見つけるためには
4つの指標があるかを解析する

▶ 4つの指標を用いたメタンハイドレート濃集帯の抽出例



メタンハイドレート開発の可能性がある濃集帯を探すには、地震探査で得られる情報を解析します。BSRを第一の指標に、タービダイトと呼ばれる砂と泥の混濁流が堆積しているか、音波の反射・伝わり方はどうか、音波の進むスピードが高速かなどの情報から、体系的に判断できるのです。

大規模天然ガス田クラスのメタンが
東部南海トラフに眠っている

東部南海トラフには日本が2021年に輸入した天然ガスの
約6年分相当の原始資源量が確認できる

MH=メタンハイドレート

MH層の対象部分	MH中のメタンガス原始資源量 (億m ³)		
	P90	Pmean	P10
MH濃集帯の部分	1,769	5,739	11,148
MH濃集帯以外の部分	1,067	5,676	12,208
合計	2,836	11,415	23,356

P90: この値より大きい量が賦存する確立が90以上と推定される量
Pmean: 平均値に相当

東部南海トラフで5,739億m³という規模の濃集帯を確認しています。この量は、2021年の日本のLNG輸入量の約6年分に相当する量です。約6年分という少なくとも聞こえるかもしれませんが、これをすべて生産できれば、大規模天然ガス田クラスです。ただし、これは原始資源量であり、回収率がわからないので経済的に生産できる量ではないことに注意が必要です。

BSRをはじめとする4つの指標で
地震探査データからメタンハイドレート濃集帯を抽出します

MH21-Sが開発のターゲットと考える濃集帯「砂質層孔隙充填型メタンハイドレート」の抽出には、①BSRの存在に加えて、②タービダイト砂泥互層の分布、③強振幅反射波、④高速度異常の4つの指標が鍵となります。これらが認められれば、メタンハイドレート濃集帯と推測できるのです。この手法は世界で初めて、MH21-Sの前身であるMH21コンソーシアムの研究で見つけられました。

日本近海のBSR面積は
約122,000km²
(2009年現在)



BSR (詳細調査により海域の一部に濃集帯が存在)
約5,000km²

BSR
(濃集帯を示す特徴がない)
約20,000km²

BSR (濃集帯を示唆する特徴が海域の一部に認められる)
約61,000km²

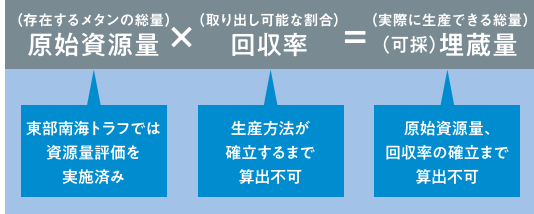
BSR
(調査データが少ない)
約36,000km²

POINT

資源量と埋蔵量は同じでない点に注意

存在する資源量と経済的に生産可能な埋蔵量は、同じではありません。現在、日本近海では東部南海トラフの資源量評価を実施しましたが、生産方法が確立していないため、そこからどれだけのメタンが回収できるかという回収率も見えていません。そのため現時点では、実際に生産可能な埋蔵量は算出できません。

▶ 資源量・埋蔵量の関係



この手法を日本近海で適用した結果、東部南海トラフで10以上のメタンハイドレート濃集帯を発見しました。さらに掘削調査などを行い、東部南海トラフのメタンハイドレート中のメタンガス原始資源量を確率論的に計算し、東部南海トラフには大規模天然ガス田クラスの天然ガスを含むメタンハイドレートが存在すると推定されています。

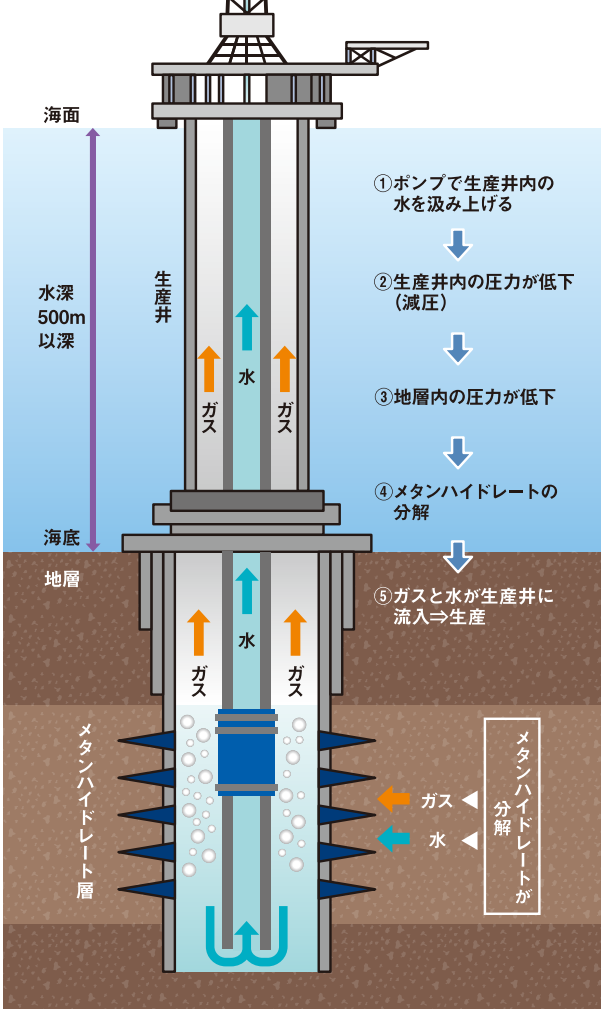
MH21-Sでは「減圧法」を主体に
研究開発を行っています

日本近海に広く存在するメタンハイドレートは、石油や天然ガスと異なり、低温高压環境下では安定しているため、井戸を掘っても自噴しません。そのためMH21-Sでは、地層内の圧力を下げることでメタンハイドレートを分解し、メタンガスを回収する「減圧法」を主体とした生産方法の確立を目指しています。これまで、2007～2008年に陸上産出試験、2013年と2017年の2回、海洋産出試験を行

メタンハイドレートが濃集する層の
圧力を下げることでメタンを回収する減圧法

減圧法はメタンハイドレート層に井戸を掘り、水をくみあげることで圧力を下げ、メタンハイドレートを水とメタンに分解して回収するシステムです。熱を加える回収方法よりもエネルギー効率に優れると考えられている、商業化に向けた有望技術です。一方、水とメタンの分離、回収に伴う出砂や安定した生産挙動など、まだまだ多くの課題が残ります。課題をひとつひとつクリアしていかなければなりません。

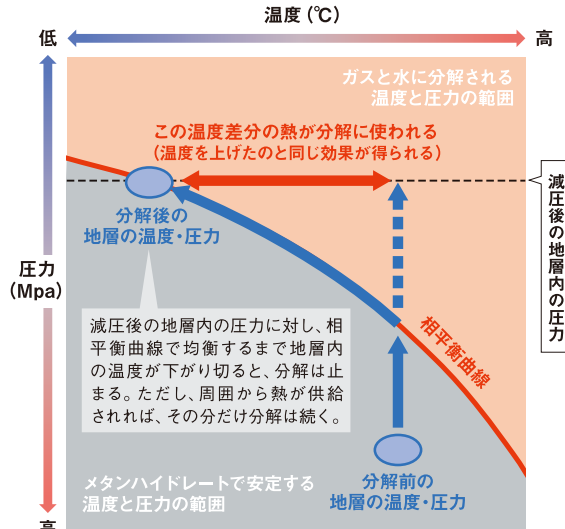
▶ 減圧法イメージ図



POINT

減圧法の課題は“熱”

メタンハイドレートの分解は熱を消費するため、減圧すると周辺の地層が冷却され温度が下がり、分解しにくい状態となります。現在検討している減圧法では、坑内の水を汲み上げ減圧するとともに、メタンハイドレートが存在する砂層の周りにある泥層や、運ばれてくる水によって供給される熱を用いることで、継続的に分解を続けます。どのくらいの生産量でメタンガスを得られるかは、周囲から十分な熱が供給できるかにかかっています。ただし、現時点ではどの程度まで分解するのかかわっていないため、これらの現象の持続性を把握することが、回収率を検討する上での重要な課題のひとつといえます。



商業生産に向けた
環境影響の評価手法を研究中

新しい資源であるメタンハイドレートの開発が、自然環境に与える影響の評価を確実なものにするには、まだまだ長い時間をかけた調査が必要です。MH21-Sでは、これまでMH21で実施してきた産出試験の現場海域で、継続的に環境データを取得する予定です。長期にわたり詳細な環境情報を取得することで、自然環境に配慮した資源開発を目指しています。

>>> どうやって生産するの？

How to Produce?

よくある質問にお答えします

メタンハイドレート

Q&A



Q メタンハイドレートは分解しやすい物質ですか？

A 地層中では分解しにくい物質として存在しています

私たちが住む1気圧の環境では、メタンハイドレートは-80℃でなければ安定して存在できません。例えば20℃の環境にメタンハイドレートを置くと、急激に分解します。それを見てメタンハイドレートは分解しやすいと思うかもしれませんが、しかし、メタンハイドレートの分解は多くのエネルギーを消費します。大気圧の空气中に置かれたメタンハイドレートは周囲からたくさんの熱を得られるので、分解が継続するのです。メタンハイドレートが地層中で安定しているということは、逆に分解しにくいということになります。分解しにくいため効率のよい生産手法の確立が必要となっているのです。

Q 日本周辺にはどれくらいのメタンハイドレートが存在するのですか？

A 東部南海トラフ以外では詳細な調査が必要です

1996年に発表された論文をもとに「日本の天然ガス消費量の100年分」のメタンハイドレートが日本周辺に存在する、と言われたことがあります。しかし、この計算は当時のデータをもとにしたものであり、現在は様々なデータがかなり変わってきています。資源量を正確に計算するには詳細な調査が必要ですが、日本周辺全体に詳細な調査を行うと多大な時間とコストがかかります。MH21-Sの前身であるMH21では東部南海トラフ（静岡県沖～和歌山県沖）をモデル海域として詳細な調査を行い、その海域のメタンハイドレート原始資源量を計算しました。その結果については、見開きページにてご紹介していますので、ご覧ください。東部南海トラフ以外の海域にどの程度の量のメタンハイドレートがあるかは、東部南海トラフで行ったような詳細な調査を行う必要があり、現在はわかっていません。なお、「日本の天然ガス消費量」をもとにし、何年分という表現がよく使われますが、日本の天然ガス消費量は増加傾向にあるので、年によって数字が変わることになります。

Q メタンはなぜ地中にあるのですか？

A 地中にある微生物の活動でも生成されます

石油・天然ガス（メタンを含む）は、植物や動物由来の有機物が地熱により分解されて生成されます。また、メタンは微生物（メタン生成菌）が活動することでも生成されます。中面「メタンハイドレートとは？」の項に「ガスハイドレートがあると推定されている地点」の図がありますが、メタンが地中に存在する要因はエリアごとに様々です。東部南海トラフで確認されたメタンハイドレートを構成しているメタンは、主に微生物の活動によって作られたメタンです。

Q 日本のメタンハイドレート資源量は世界一だと聞きました

A 日本の研究が進んでいることからそう見えるのだと考えます

メタンハイドレートは日本だけでなく、世界に広く分布することが予測されています。日本の研究が進んでいるため日本に多く存在しているように見えているだけです。世界には日本よりも多くメタンハイドレートが存在する国があると考えられます。

Q メタンハイドレートを開発すると地球温暖化に影響するのですか？

A 万全の漏洩対策を講じることで安全や環境に配慮した開発を目指します

メタンは二酸化炭素の23倍の温暖化効果があるため、メタンが大気中に放出されることは避けなければなりません。

メタンハイドレートの開発・生産は石油や天然ガスの開発と同様の手法なので、石油や天然ガスの開発・生産時にその漏洩防止対策を講じるのと同様に、メタンハイドレートの開発・生産時にメタンガスの漏洩防止対策を講じ、安全面で万全を期すことになります。ただし、石油や天然ガスと異なり、メタンハイドレートは地層内で安定して存在しているため、井戸を掘っても自噴せず、その点でメタンハイドレートからのガス生産はより安全と言えます。

さらに、仮に減圧法を適用して生産しているときに海底面の生産設備等が何らかの理由で損傷したり、パイプ等に穴が開いたりしたとしても、海水が生産井に流れ込むことにより、メタンハイドレートが存在している地層の圧力が上がり、メタンハイドレートの分解は自然に止まります。

このようなメカニズムのため、メタンハイドレートの分解により生じたメタンガスの海水中への漏洩が継続することは考えられず、減圧法主体のメタンハイドレートからのメタンガスの生産は安全な生産手法と言えます。



MH21-S 研究開発コンソーシアム
<https://www.mh21japan.gr.jp>

【発行】 独立行政法人 エネルギー・金属鉱物資源機構
エネルギー事業本部 メタンハイドレート研究開発グループ
〒261-0025 千葉県千葉市美浜区浜田1-2-2

