



# 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



JOGMEC



**JMH**

日本メタンハイドレート調査株式会社

# メタンハイドレートを国産資源へ!

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。



>>> メタンハイドレート研究開発のこれまでとこれから >>>>>>>>>>>>>

## 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

生産手法	エネルギー効率がよいと考えられる「減圧法」を用いて短期的にガスを生産することは成功。しかし、安定性や生産性にはまだまだ課題が残る。そうした課題の原因の究明、対策の検討を進める必要がある。
資源量	日本近海の海底面下にはメタンハイドレートが存在することが確認されているものの、確認されているのはごく一部の海域。他の日本近海の資源量調査も引き続き実施していく必要がある。
環境	これまでの産出試験において、短期的なメタンガス生産での環境影響の評価を実施している。多くのデータが得られているが、より長期間、大規模生産した場合に環境へ与える影響の程度を評価していく必要がある。

## 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？

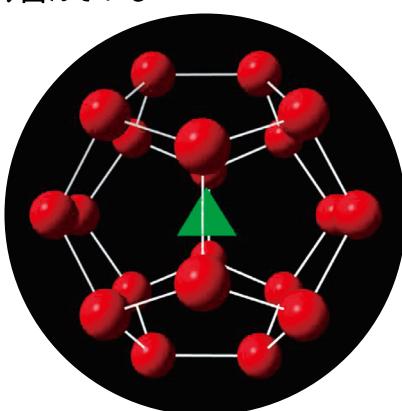
低温かつ高圧環境で存在する  
メタン分子と水分子でできた固体です

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

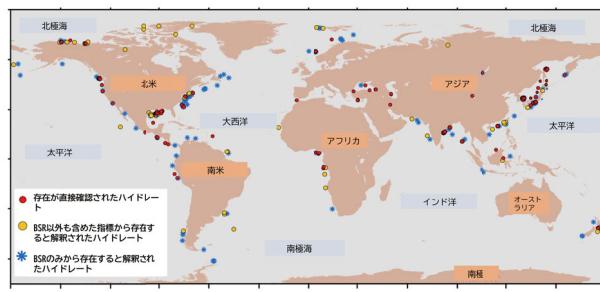
かご構造の水分子が  
メタン分子を取り囲んでいる

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を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。



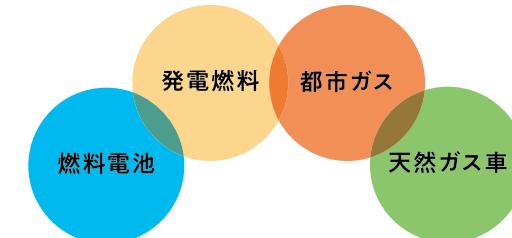
ガスハイドレートがあると推定されている地点  
(USGSデータにMH21-Sが日本周辺情報を追記)

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、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。

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

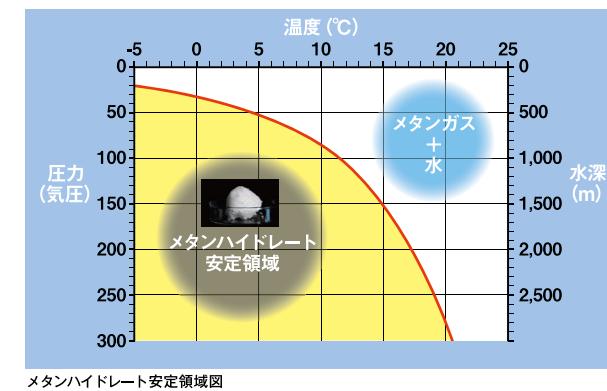
発電燃料や都市ガスなど  
さまざまな用途に利用できる

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”的環境では  
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°Cという低温でなければ存在できません。気温0°C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。



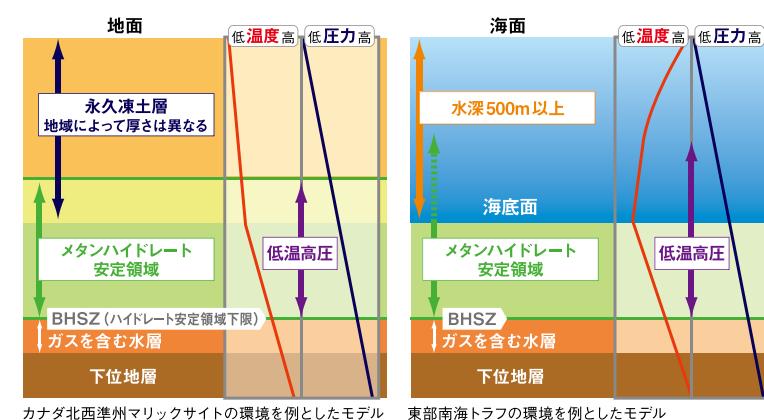
メタンハイドレート安定領域図

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。

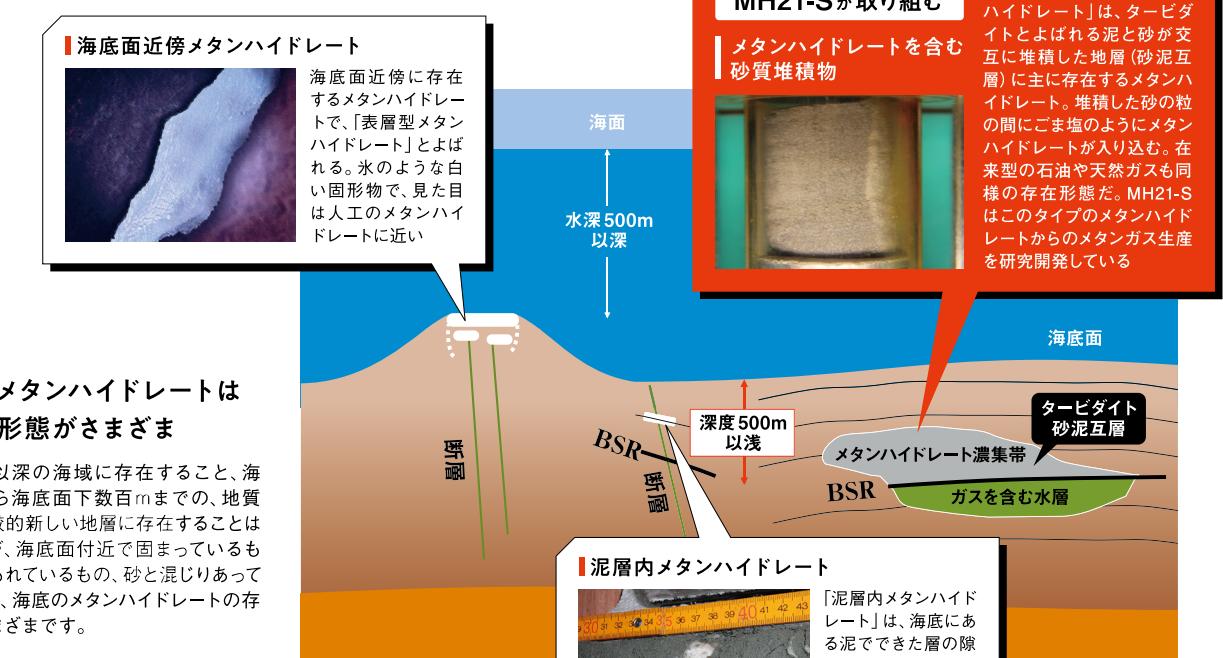
この海洋のメタンハイドレートは、地震探査で得られるBSR (Bottom Simulating Reflector: 海底擬似反射面) という特有の地震波反射面の分布によってこれまで推測されていました。BSRの上位にはメタンハイドレートが存在する可能性が高いことがわかつており、世界中に分布しています。ただしこれは、メタンハイドレートの存在を示唆するものの、その体積や含有するメタンの量まではわかりません。メタンハイドレートを資源として開発するには、メタンハイドレートの飽和率が高い「砂質層孔隙充填型メタンハイドレート」がある一定の広さ、厚さを有している、「メタンハイドレート濃集帯」を探し出すことが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



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

条件を満たした安定領域で  
固体として存在

1気圧でメタンハイドレートが安定するのは-80度。極地でもそんな低温になることはありませんが、高圧なら話は別です。たとえば地層の重みがかかる地層中は、温度がもう少し高くてもメタンハイドレートになりますし、水深500m以深の海底は、水圧が50気圧以上で水温も低いため、メタンハイドレートが存在しやすい条件が整っています。



>>> どこにある？

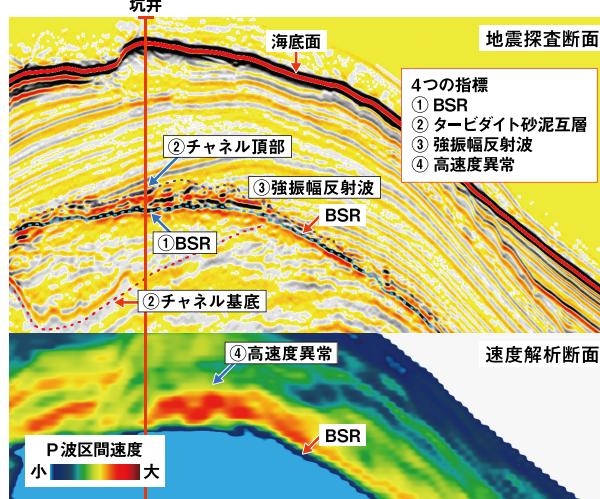
# Where are they ?

# 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2018年に輸入した天然ガスの  
約5年分相当の原始資源量が確認できる

MH層の対象部分	MH中のメタンガス原始資源量(億m³)		
	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

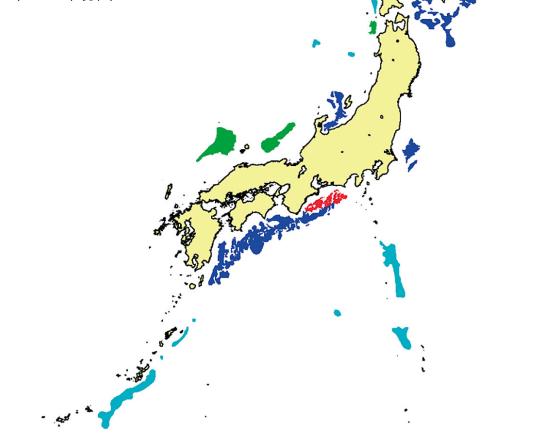
Pα: この値より大きい量が賦存する確立がα以上と推定される量  
Pmean: 平均値に相当

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、2018年の日本のLNG輸入量の約5年分に相当する量です。約5年分といふと少なく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5,000 km²
- BSR（濃集帯を示唆する特徴が海域の一部に認められる） 約61,000 km²
- BSR（濃集帯を示す特徴がない） 約20,000 km²
- BSR（調査データが少ない） 約36,000 km²

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す。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

$$\text{原始資源量} \times \text{回収率} = \text{(可採)埋蔵量}$$

(存在するメタンの総量) × (取り出し可能な割合) = (実際に生産できる総量)

東部南海トラフでは資源量評価を実施済み 生産方法が確立するまで算出不可 原始資源量、回収率の確立まで算出不可

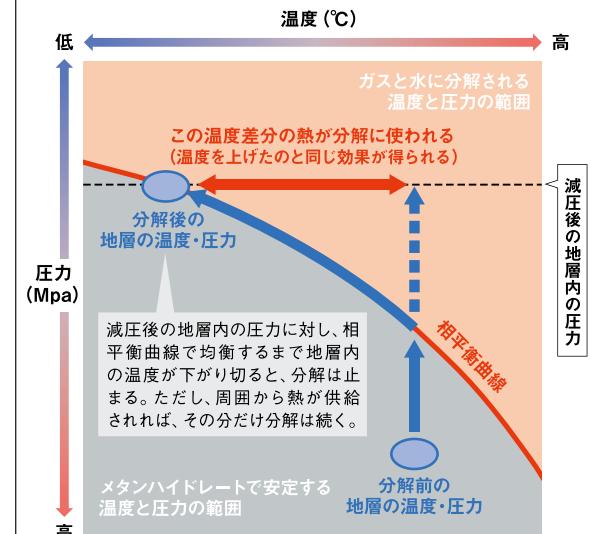
MH21-Sでは「減圧法」を主体に  
研究開発を行っています

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、低温高圧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

い、2017年にはのべ36日間のメタンガスの生産を実施。減圧法が有効なメタンハイドレートの生産手法であることを実証しました。しかし、減圧法を用いた場合のより正確な分解挙動の把握や、安定性や生産性などにはまだ多くの課題が残ります。加えて、商業生産を見据え、環境影響の広がりや期間など、環境影響評価の信頼性を高めることも必要となっていきます。

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、分解しにくい状態になります。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わかっていないため、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。



POINT  
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?

# How to Produce?

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実行し、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。

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°Cでなければ安定して存在できません。例えば20°C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。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。大気圧の空気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** 低温高圧の場所があれば  
メタンハイドレートは必ず存在するのですか？

**A** 有機物が多く堆積する場所に  
分布します

メタンハイドレートが生成するためにはメタンが必要です。メタンは植物や動物などに由来する有機物が分解されて生成されるもので、陸から海に運ばれた有機物が砂や泥と一緒に堆積した地層で作られます。中面「メタンハイドレートとは？」の項で記載のガスハイドレートがあると推定されている地点をご覧ください。海洋の深海域よりも堆積物の厚い陸に近い海、もしくは陸上にメタンハイドレートが多く存在していることがわかります。

**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らとしても、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  
<http://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



リサイクル適性(A)  
この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。

