



新しいエネルギー資源

メタンハイドレート

海洋エネルギー資源開発促進日本海連合

メタンハイドレートとは

なぜ注目されるのか



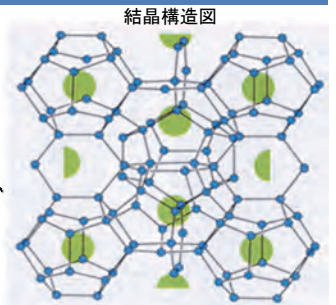
出典:メタンハイドレート資源
開発研究コンソーシアム

- メタンハイドレートは、石油、天然ガス、石炭などのエネルギー資源が少なく、そのほとんどを外国からの輸入に頼っている日本の近海にも相当量が存在すると推測されており、新しい資源として注目されています。
- 人工のメタンハイドレート結晶を机の上に置いて観察すると、色が白く、触ると冷たい、氷のような物質です。常温下で分解が進むため、火を近づけると放出されたメタンガスに引火し、メタンハイドレート自体が燃えているように見えることから、「燃える氷」と呼ばれることがあります。

参考:メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム、JOGMEC

構造・特徴

- メタンハイドレートという単語は、メタン（天然ガスの主成分）とハイドレート（水和物）の2つの言葉から構成されています。
- 水分子が低温高圧の環境に置かれると、カゴ状の構造になり、その中にメタン分子が閉じ込められた化合物がメタンハイドレート $\text{CH}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ です。
- メタンハイドレート 1m^3 が分解すると、メタンガス約 $160 \sim 170\text{m}^3$ と水 0.8m^3 になります。
- メタンハイドレートの起源は・・・①動物・植物プランクトン等が海底に堆積し、微生物により分解され、生成されたガス、②①がさらに沈下して地底熱により熱分解し、生成されたガス・・・これらが安定的に存在できる低温高圧の環境で結晶し固体となったものがメタンハイドレートです。（化石燃料の一種です）



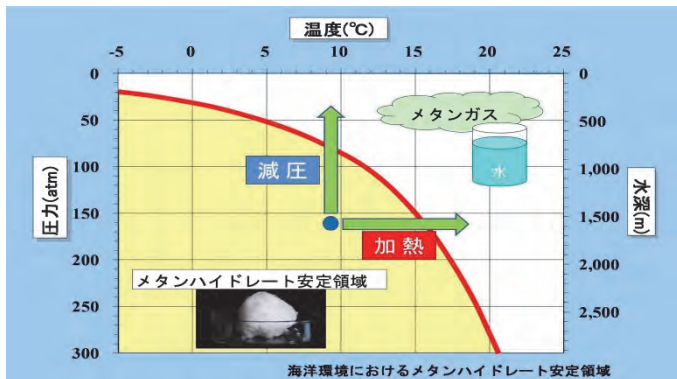
青丸は水分子、緑丸はメタン分子

出典:明治大学ガスハイドレート研究所ホームページ2016 (<http://www.kisc.meiji.ac.jp/~hydrate/about/index.html>)

存在するための条件

- メタンハイドレートは、人が住む地上環境の温度・圧力では、存在できません。
- メタンハイドレートは低温高圧で存在することができ、その条件は、
 - ・1気圧だと・・・マイナス80℃以下
 - ・10気圧だと・・・マイナス30℃以下
 - ・50気圧だと・・・4℃以下
 - ・100気圧だと・・・12℃以下

このため、長い間、天然のメタンハイドレートが人の目に触れることはなく、20世紀になってようやく世界の海洋の広い範囲で確認されるようになりました。

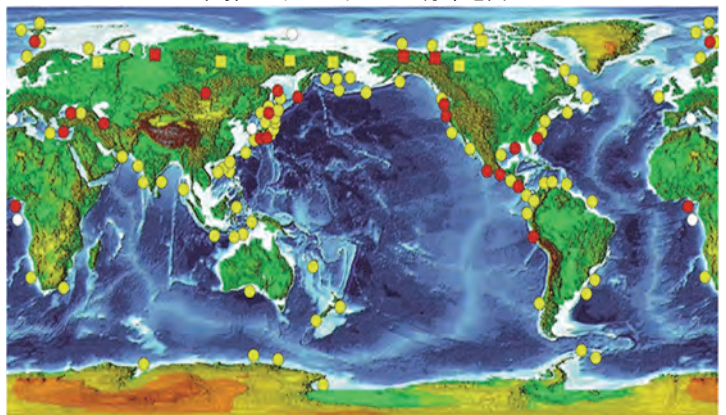


出典:メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム

どこにあるのか

- 自然界で存在できる場所は、陸上では、カナダなどの永久凍土層、海洋では、水深数百m以深の海底の下です。
 - ・永久凍土層・・・地表から地下数百mまで凍った地層が存在する所
 - ・水深数百m以深の海底・・・50気圧以上4℃以下が保てる所
- メタンハイドレートは、世界の大洋周辺に分布しています。

世界のメタンハイドレート分布地図



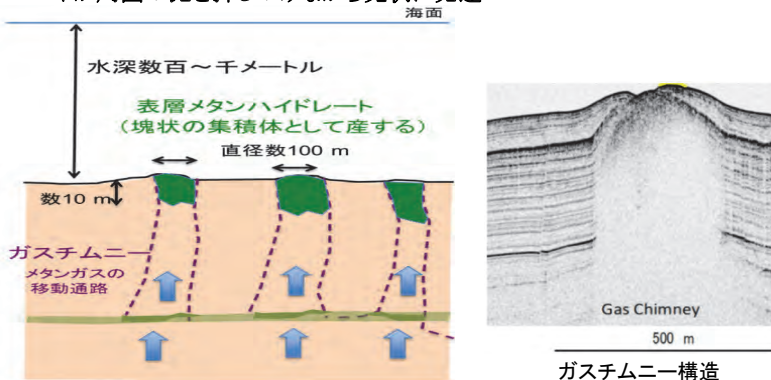
●● 海洋もしくは湖 ●● 天然のハイドレートが回収された場所
■ 陸上(永久凍土層) ●● ハイドレートが存在すると考えられている場所

出典:明治大学ガスハイドレート研究所ホームページ2016 (<http://www.kisc.meiji.ac.jp/~hydrate/about/index.html>)

海洋の2つのタイプ

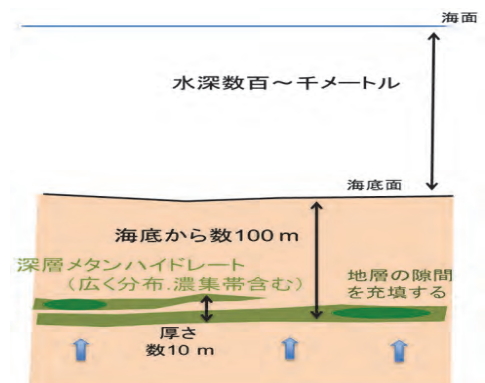
「表層型」・・・主として日本海側

- 【場所】水深数百m以深の海底の泥質堆積物中の表層に数cmから数mの塊状に分布
- 【生成】地中の深い所から「ガスチムニー」と呼ばれるガスの通り道を経て供給されるメタンガスから形成されたメタンハイドレートが周囲の泥を押しつけるながら塊状に発達



「砂層型」・・・主として太平洋側

- 【場所】水深数百m以深の海底から100～400m下の砂層に水平に広がって分布
- 【生成】微生物ガスが砂層の隙間を充填しながら集積して、凍った砂層としてメタンガス濃集帯を形成



出典:明治大学ガスハイドレート研究所ホームページ2016 (<http://www.kisc.meiji.ac.jp/~hydrate/about/index.html>)

メタンハイドレートの開発計画

メタンハイドレートは、日本のエネルギーの安定供給に貢献する新たな国産エネルギー資源になるものと期待されており、国では、平成13年7月に「我が国におけるメタンハイドレート開発計画（経済産業省）」を発表し、実用化に向けて段階的に研究開発を進める開発スケジュールが示されました。

平成25年4月には、新たな「海洋基本計画」を閣議決定し、平成30年度を目途に商業化の実現に向けた技術の整備を行うことと、商業化プロジェクトに向けた目標を初めて設定しました。また、主に日本海側に賦存する表層型メタンハイドレートについては、資源量調査目標を初めて設定し、平成25年度以降3年間程度で広域的な分布調査等を実施することとなりました。

また、同計画を踏まえ、同年12月には、「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（経済産業省）」が示されました。

我が国におけるメタンハイドレート開発計画

目的
我が国周辺に相当量の賦存が期待されるメタンハイドレートについて、将来のエネルギー資源として位置づけ、その利用に向けて、経済的に掘削・生産回収するための技術開発を推進し、エネルギーの長期安定供給確保に資する。

目標

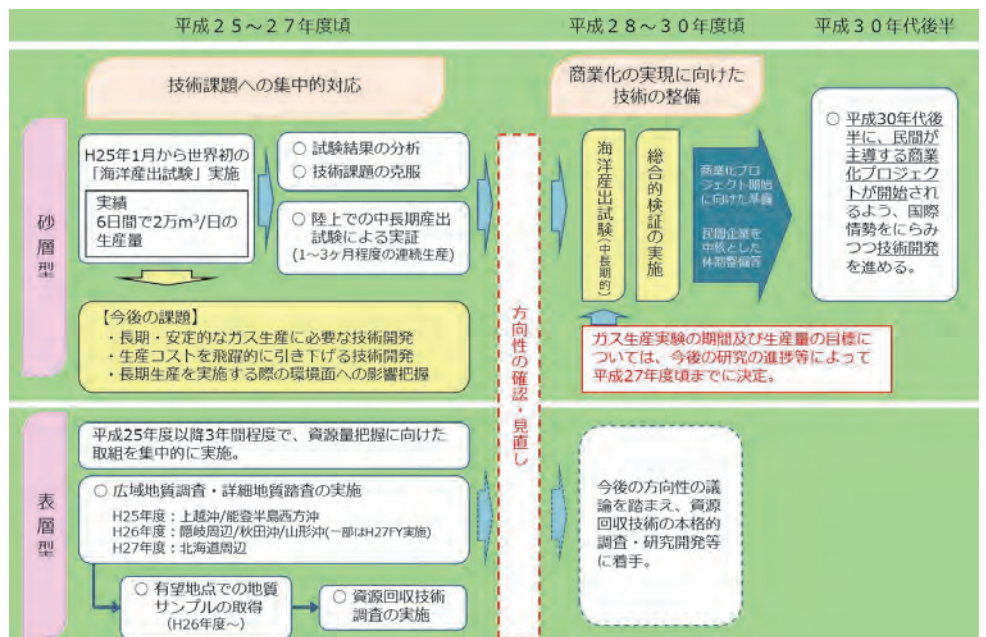
1. 日本周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状態と特性の明確化
2. 有望メタンハイドレート賦存海域のメタンガス賦存量の推定
3. 有望賦存海域からのメタンハイドレート資源フィールドの選択、並びにその経済性の検討
4. 選択されたメタンハイドレート資源フィールドでの産出試験の実施
5. 商業的生産のための技術の整備
6. 環境保全に配慮した開発システムの確立

開発スケジュール

- フェーズ1(2001~2008年度、8年間)
基礎的研究(探査技術等)の推進、海洋産出試験の対象となりうる資源フィールドの選択、陸上産出試験実施による技術の検証 など
- フェーズ2(2009~2015年度、7年間)
基礎的研究(生産技術など)の推進、我が国近海での海洋産出試験の実施 など
- フェーズ3(2016~2018年度、3年間)
商業的生産のための技術の整備、経済性・環境影響評価などの実施 など

我が国におけるメタンハイドレート開発計画 (平成13年7月 経済産業省) をもとに作成

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画



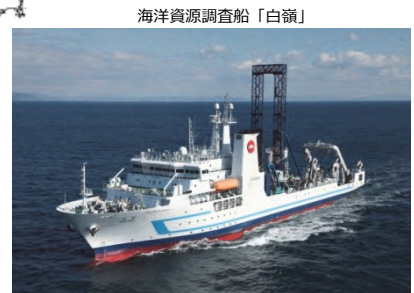
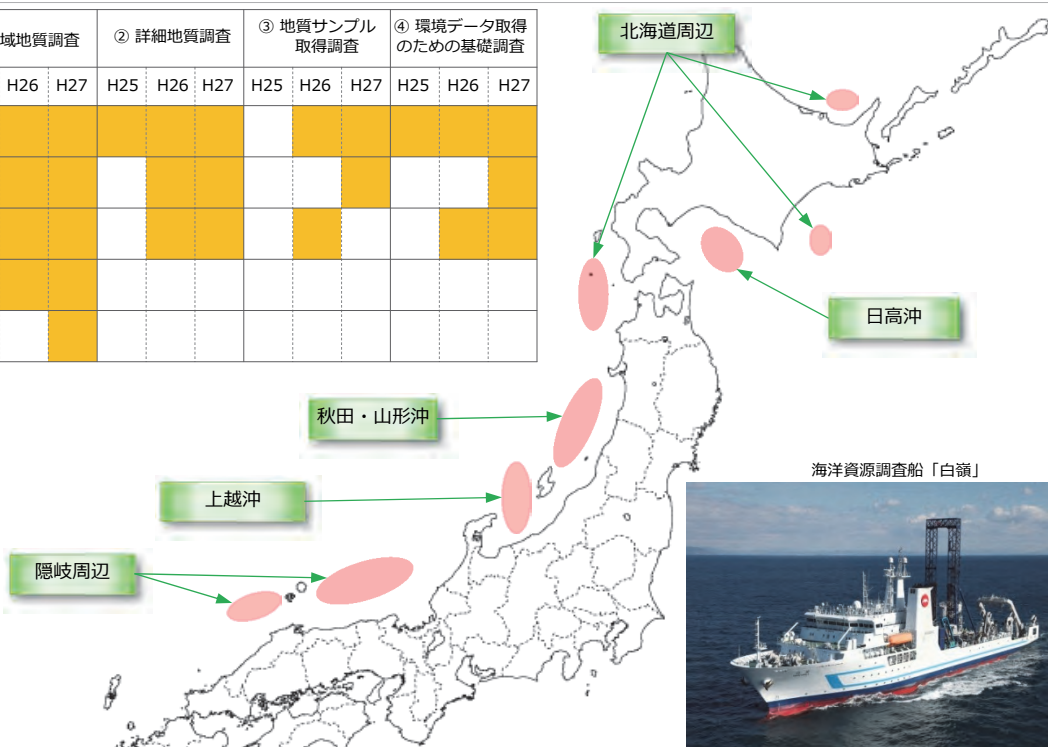
海洋エネルギー・鉱物資源開発計画 (平成25年12月 経済産業省) をもとに作成

表層型メタンハイドレートの資源量把握に向けた調査

経済産業省資源エネルギー庁では、平成25年度から平成27年度にかけて、「海洋基本計画」(平成25年4月閣議決定)に基づき、日本周辺における表層型メタンハイドレートの資源量把握に向けた本格的な調査が実施されました。

調査海域とスケジュール

調査項目	① 広域地質調査			② 詳細地質調査			③ 地質サンプル取得調査			④ 環境データ取得のための基礎調査		
	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27	H25	H26	H27
上越沖	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
隠岐周辺 ※能登西方沖を含む	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
秋田・山形沖	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
日高沖	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
北海道周辺	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



経済産業省報道発表資料をもとに作成

※調査海域は概念的なイメージで表示

- ① 広域地質調査; メタンハイドレートの存在の可能性がある海域を把握するため、調査船から音波を発信し、海底の地形や海底下浅層部の地質構造データを取得する調査。
- ② 詳細地質調査; より精密な海底地形や海底下浅層部の地質構造、海底面の状態を把握するため、自立型巡航探査機(AUV)に設置された機器から音波を発信し、データを取得する調査。
- ③ 地質サンプル取得調査; ガスシーム二重構造の内部のメタンハイドレートの状態を直接確認するため、地質サンプル取得の掘削調査を実施する調査。
- ④ 環境データ取得のための基礎調査; 海底付近の微地形、表層型メタンハイドレートの産状、海底付近の生物の生息状況等の解明と、海水や海底表層の堆積物の成分把握のため、無人探査機による海底観測、海水や海底表層の堆積物を採取し成分分析する調査。

■調査結果

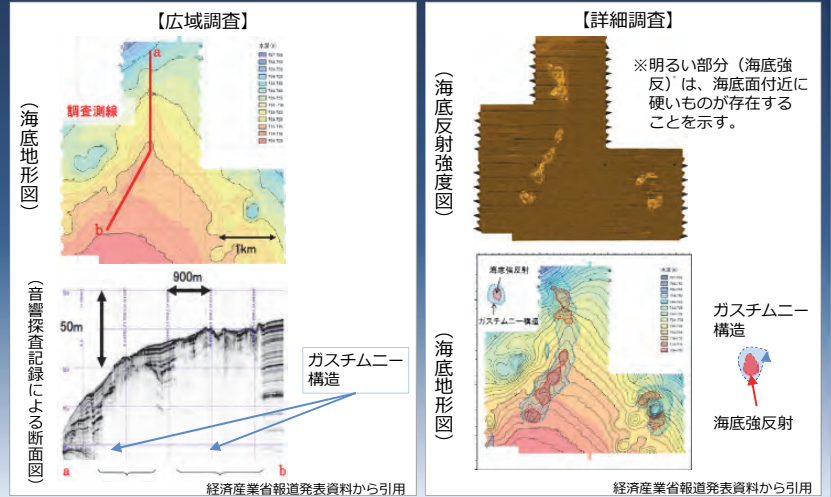
1,742箇所の
ガスチムニー構造の存在を確認



明治大学ガスハイドレート研究所ホームページ2016から引用
海底に設置された各種のモニタリング装置

※ ガスチムニー構造：表層型メタンハイドレートの存在可能性がある特異的な地質構造。

(参考) 広域地質調査及び詳細地質調査の結果概要



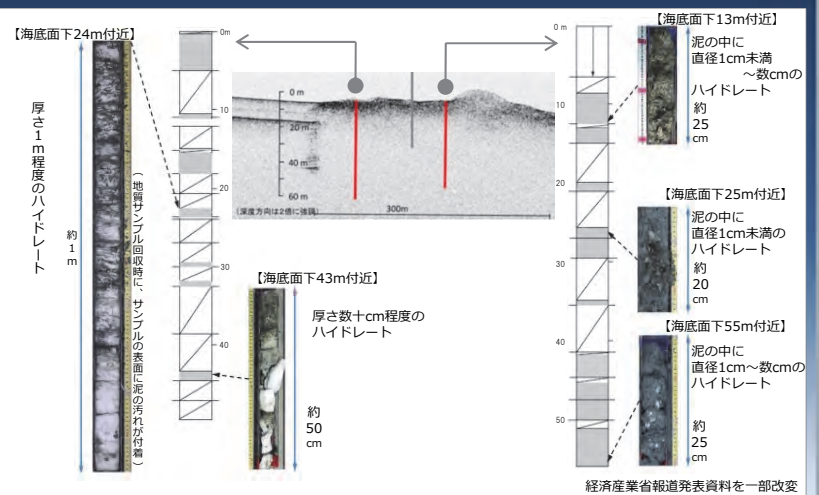
ガスチムニー構造の内部の様子
を確認



上越沖で取得された厚さ約1.3mの表層型メタンハイドレート

※ 場所によって、メタンハイドレートの存在形態(深度、形状、量)が大きく異なることが判明。

(参考) 地質サンプル取得調査の結果概要(上越沖で取得された地質サンプルの様子)



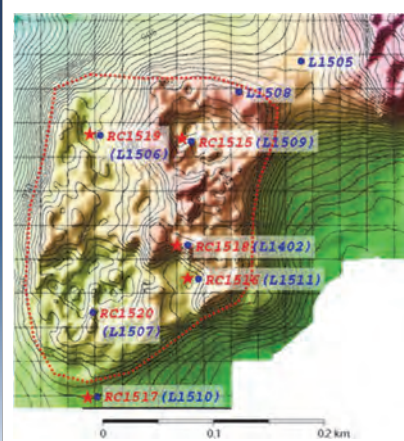
上越沖にある1箇所の
ガスチムニー構造での
推定資源量を約6億m³と試算
(メタンガス換算値)



明治大学ガスハイドレート研究所ホームページ2016から引用
メタンハイドレートが露出する
上越沖のハイドレートマウンド頂上付近

※ 今回の推定資源量は、海鷹マウンド構造での推定資源量。限られた掘削地点の情報に基づくものであり、地質構造についてある程度の不確実性を伴うため、一定の幅をもって解釈されるべき値とされている。

(参考) 試算の対象となった海鷹マウンド構造(上越沖・海鷹海脚中西部水深約900m)



- 掘削同時検層(LWD)のデータを利用した試算
(図中の青点の位置で掘削調査を実施)
- コア分析のデータを利用した試算
(図中の赤点の位置で掘削調査を実施)
- 海洋電磁探査により取得した海底下の電気抵抗のデータを利用した試算
(ほぼ同様の範囲にわたり、海底下120m程度まで高い電気抵抗部分の体積を積算)

以上の試算結果を基に、メタンガス換算約6億m³に相当する表層型メタンハイドレートの存在が推定された。

注) この推定値は回収可能性を考慮しない「原始資源量」というべき数値であり、「可採埋蔵量」とは異なるものである。

経済産業省報道発表資料から引用

今後の
国の対応

○ 表層型メタンハイドレートの回収技術の調査研究

表層型メタンハイドレートを回収する原理等に係る調査研究。産業界などの知見を広く活用する観点から、提案公募を実施。

○ 表層型メタンハイドレートの賦存状態の解明のための調査

回収技術の調査研究の進展に伴って将来的に現場での回収試験等を行う際に必要となる情報を収集しておくため、表層型メタンハイドレートの賦存状態の解明のための調査を産業技術総合研究所と連携しつつ実施。

1 海洋エネルギー資源開発促進日本海連合について

海洋エネルギー資源開発促進日本海連合（略称「日本海連合」）は、日本海・日本海沿岸地域のポテンシャルを活かし、海洋エネルギー資源の開発を加速化させるため、平成24年9月に発足し、日本海沿岸の12府県で構成されています。

日本海連合では、日本海のメタンハイドレート、石油、天然ガス（在来型）等の海洋エネルギー資源の開発を促進するため、日本海沿岸の府県が連携して情報収集や調査研究、国への提案等を行っています。

設 立：平成24年9月8日

構成府県：青森県、秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県、京都府、兵庫県、鳥取県、島根県、山口県（12府県）

役 員：（会 長） 京都府知事
（事務局長） 新潟県知事
（監 事） 山形県知事、鳥取県知事
（事務局） 新潟県

2 海洋エネルギー資源開発促進日本海連合の活動について

（1）国への要望

平成24年度より毎年、経済産業省等へ要望を行っており、28年度には安倍首相にも要望を行いました。開発にかかる事業費の拡充、商業化に向けたロードマップ策定、地元技術を活用した採掘技術の開発促進、エネルギー供給基地やガスパイプライン網の整備促進などを要望しています。

国は、平成25年度、海洋基本計画において初めて表層型メタンハイドレートの資源量調査（H25～H27）と開発の方向性を明記しました。



国要望（H28.5.10）



日本海海洋資源フォーラム（H27.9.9 京都府）

（2）日本海海洋資源フォーラムについて（H27 京都府、H28 兵庫県）

平成27年度より毎年、日本海側におけるメタンハイドレート等の海洋エネルギー資源の開発を一層促進するため、普及啓発を目的とした一般向けのフォーラムを開催しています。

日本海連合と国が役割分担・連携して日本海側の海洋エネルギー資源の開発を進めるための国との意見交換（促進対話）や、有識者による特別講演、アイデアコンテストの表彰式等を行っています。

（3）メタンハイドレート採掘技術アイデアコンテスト

平成25年度から27年度にかけて、全国の次世代を担う中学生・高校生や一般の方から、表層型メタンハイドレートの採掘につながる技術アイデアを募集し、未来に向けての技術の芽となるような柔軟な発想による優れた作品を顕彰することにより、エネルギー問題への国民の関心と表層型メタンハイドレートの開発気運を高めることを目指し、コンテストを実施しました。

メタンハイドレート採掘技術アイデアコンテストの優秀作品について

H25～H27の3年間で約664作品の応募があり、身の回りの機械や装置を大型化したりその知識を利用した中高生らしい作品から、経済性を考慮した高度な作品まで幅広い作品が集まりました。ここでは、最優秀作品の一部をご紹介します。なお、全ての優秀作品について、日本海連合HPでご覧いただけます。

■各年度の最優秀作品

	中学生の部	高校生の部
25年度	「海底エレベーター」 洛南高等学校附属中学校 吉井 琢人さん	「膜構造によるメタン回収方法」 独立行政法人国立高等専門学校機構富山高等専門学校 古賀 寛人さん
26年度	「サイクロン型採掘機」 鳥取県立鳥取西高等学校 中尾 勇輝さん	「流体導入式中空孔形成チューブを利用して、海底で採掘・回収・細断された塊状のメタンハイドレートを海上へ送る方法」 鳥取県鳥取市 菊川 清さん
27年度	「耕耘機・コンパイン・減圧弁を応用した採掘機」 鳥取県立鳥取西高等学校 網田 智宏さん	「発破工法によるメタンハイドレート漁」 福井県坂井市 前田 吉一さん

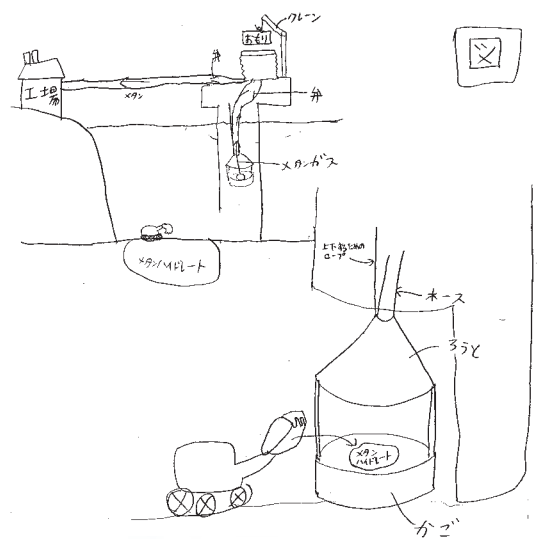
※学校名は応募当時

■最優秀作品の紹介

(25年度・中学生の部)「海底エレベーター」

洛南高等学校附属中学校 吉井琢人さん

海底エレベーターの仕組みは図のようになっている。海底の表層型メタンハイドレートをブルドーザーですくいとり、海底エレベーターのかごに入れる。そして、エレベーターを上昇させる。浅いところにつくと水圧が低くなるのでメタンハイドレートがメタンガスの泡と水になる。その泡を漏斗で集めてホースに通し、ポンプへ送る。このポンプには弁がついていて、灯油を石油ストーブに入れる時に使う道具のようになっている。ポンプに十分な量の気体がたまると、クレーンからおもりを落とし、ポンプを圧迫させて気体を陸地の工場へと送る。かごの中のメタンハイドレートが消滅するとエレベーターを海底へ戻す。これを繰り返す。

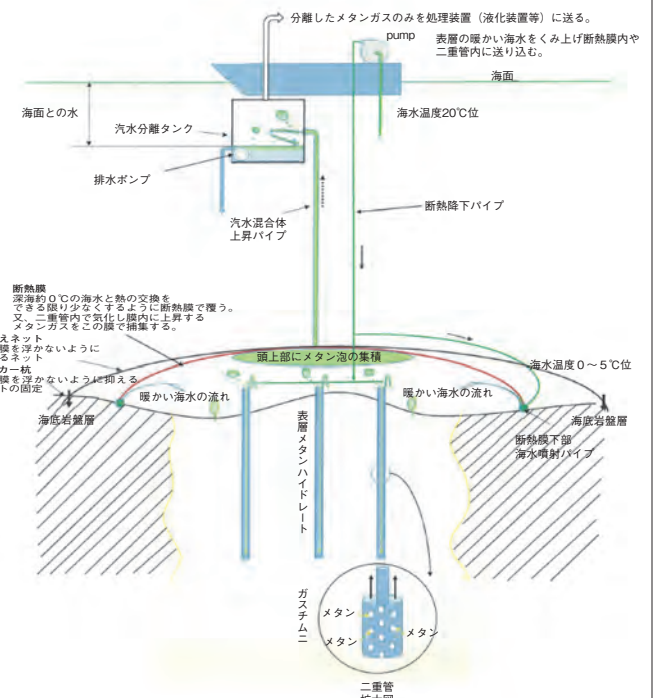


(25年度・高校生の部)「膜構造によるメタン回収方法」

独立行政法人国立高等専門学校機構富山高等専門学校 古賀寛人さん

装置概要は添付図のように海面には船底下に設置する汽水分離タンク及び海面付近の暖かい海水(以下、温海水という)を海底に送るポンプ。海底にはハイドレートの分解によりできるメタンの気泡を捕集し、又、採掘部周辺の海水温度環境を隔離する断熱膜を有し、断熱膜の端には膜内面に緩やかな温海水の流れを作る海水噴射ノズルが全周に亘って設置され膜内に汽水層・温海水層・冷海水層を作ります(図参照)。断熱膜はガスの浮力、温海水の比重差による浮力、深海の海流等による力から膜を固定する押えネットとこれを固縛するアンカー杭を伴います。

ハイドレート層には層底部近くに達する二重管が埋め込まれ、その外管には3～5mmφ穴が等間隔で千鳥に孔けられています。内管はストレートに二重管底部まで導かれ開口しています。二重管はハイドレート層の規模により数十本埋め込まれ、内管は夫々船上のポンプより温海水を海底まで送る断熱降下パイプに接続され管底部より温海水を噴出させます。二重管の外管・内管の間隙部には底部から温海水が上昇し外側の多数の穴を通じてハイドレートを分解し、汽水混合体として同じく侵入してくるであろう夾雑物を伴い二重管上部の開口部より噴出されます。噴出した汽水混合流は断熱膜により周辺環境より若干温度の高い環境下にある海水の中で汽水混合状態を維持し断熱膜内側上部に上昇、同頂部に接続された汽水混合上昇パイプにより船下の汽水分離タンクに導かれメタンガスと海水に分離、ガス成分のみ処理装置に送ります。汽水分離タンクは海面下に位置するため海水とタンク内液面との水頭差並びに汽水と海水の比重差により上昇パイプより自然にタンク内に流れ込みます。但し、タンク液面を一定にするためタンクに流入する海水を排出する排水ポンプが必要です。



日本海連合 各府県の活動について

日本海連合を構成する各府県では、連合での取組の他に各府県独自の取組も進めていますので、ご紹介します。

	活動内容		活動内容
秋田県	<p>県内での地下資源開発に対する県民理解の醸成を図ることを目的に、平成 25 年度から、秋田大学、資源開発に係わる県内企業及び民間団体、県が連携し、メタンハイドレートなどの地下資源・エネルギー開発の現状や今後の展望などに関する講演会を、継続して開催しています。</p> <p>平成 28 年 7 月に、一般県民を対象にした産学官連携講演会『新たな地下資源を探る』を秋田市内で開催し、県の再生可能エネルギーに関する施策紹介、地下資源に対する民間企業・大学の取り組み紹介、エネルギーに関する県内高校生の活動報告の他、経済産業省資源エネルギー庁によるメタンハイドレートの現状と展望に関する基調講演を行い、県内で開発が進む地下資源に関する情報提供を行いました。</p>	京都府	<p>京都府民の方に広くメタンハイドレートについて周知関心を持っていただくため、平成 27 年 9 月に京都府で開催した「日本海海洋資源フォーラム in 京都」の講演内容等について、地元新聞紙に特集記事を大きく掲載し、併せて啓発パンフレットを作成しました。</p> <p>また、表層型メタンハイドレートの開発を促進させるため、国内外の海洋エネルギー資源開発の動向と現状や課題等について調査を実施し、平成 28 年 3 月に、大学及び事業者等による表層型メタンハイドレートの実用化に向けた調査・開発が促進されるよう府内の大学を会場にフォーラムを開催しました。</p> <p>平成 28 年度も引き続き、幅広い世代の京都府民の方を対象に、メタンハイドレートの周知と関心を持っていただくため、11 月に府北部で表層型メタンハイドレートを含むエネルギー関連をテーマにしたフォーラムを開催するとともに、12 月には、京都府が主催する環境イベントにて、小中学生向けのメタンハイドレートの体験教室等を開催します。</p> <p>今後も日本海側の表層型メタンハイドレートの資源量把握と回収技術開発が促進されるよう、大学等の研究機関や事業者と連携を取りつつ、気運醸成の取組を進めていく予定です。</p>
山形県	<p>平成 26 年度より、メタンハイドレートに関する一般向けの講演会を開催しています。講演会では、メタンハイドレートが存在する海底条件等の基本的な特性や、これまでに行われた調査研究等について、専門研究者より説明をいただき、県民や県内企業のみならず理解を深めていただいております。</p> <p>平成 28 年度も継続して講演会を開催し、メタンハイドレートに対する県民の関心を高めて行く予定です。</p>	兵庫県	<p>県では、㈱独立総合研究所と共同して、平成 24 年度に但馬沖でメタンハイドレート賦存を確認するため計量魚群探知機等を活用した音響調査を、平成 25 年度には賦存の可能性の高い海域において海底地形の観測や試料採取を実施しました。これらの調査結果を基に国による調査を働きかけたことにより、但馬沖での表層型メタンハイドレート調査が進むこととなりました。</p> <p>その後、調査は国に委ね、県としてはメタンハイドレートの基礎的情報、県・国・日本海連合の取組等をPRし、開発に対する気運の醸成を図るために、平成 27 年度から香美町立ジオパークと海の文化館で常設のパネル展示を行っています。また、平成 28 年 3 月には、但馬地域(豊岡市)でメタンハイドレートに関する講演会を開催し、国による調査の状況や地域資源を活用した地域振興について情報提供しました。</p> <p>平成 28 年度は、メタンハイドレートの開発促進に向け、日本海連合主催のフォーラムを本県で開催します。</p>
新潟県	<p>平成 25 年度には、佐渡北東沖のメタンハイドレートの賦存状況を確認するための調査を行い、26 年度には、採掘技術に関する研究・開発状況を調査しました。</p> <p>平成 27 年度には県内企業が技術開発等に参画できるような環境整備を目的に、産学官による表層型メタンハイドレート研究会を設立しました。国の資源量調査結果等の情報共有や、県内企業が有する関連技術の整理を通じた理解増進や気運醸成など、将来を見据えた調査研究の体制整備を進めています。</p> <p>また、資源開発で活用が見込まれる県内企業等の技術情報の共有や技術の発掘、県内技術のPR等を目的として県内企業等の技術を調査した他、新潟大学に委託しメタンブルーム(メタンの気泡)の賦存状況調査やブルーム回収試験を行いました。</p> <p>平成 28 年 8 月に普及啓発・気運醸成を目的として、一般向け講演会を実施し、国の開発情報や昨年度実施したメタンブルームの賦存状況調査結果について、情報提供しました。</p> <p>また、研究会で県内技術・人材の活用策の検討や国の動きに対応した回収技術の調査研究等を行っていく予定です。</p>	鳥取県	<p>研究・開発を促進させるために3つの取組を行っています。</p> <p>1 つ目が人材育成の取組です。調査開発を担う高度技術者を輩出するために、鳥取大学大学院に「メタンハイドレート科学講座」を鳥取大学、明治大学、鳥取県が連携して平成 28 年 4 月に開講しました。海洋資源開発に必要な工学、理学(地質・地球物理学)、水産学を横断的に学べる環境を提供し、実習やフィールド研究を重視したカリキュラムによって即戦力になる人材の育成を目指しています。</p> <p>2 つ目の取組は、地元の理解が重要であることから、その理解促進と開発にむけて意識を盛り上げるために、一般向け講座、学生向けセミナー、小中学生向けの実験教室など普及啓発活動を行っています。</p> <p>3 つ目の取組は、資源開発に伴う環境影響について配慮する必要から、県として環境影響について知見を深めておく必要があると考え、有識者と連携して環境影響の手法の検討や評価に資する基礎データ収集を行っています。またデータについて分析、評価を行うワークショップを開催しています。</p>
富山県	<p>富山県立大学では、平成 27 年度及び 28 年度に行った海洋実習調査において、上越沖での表層型メタンハイドレートの採取に成功し、メタンハイドレートが私達の身近な海域に存在していることが明らかになりました。</p> <p>平成 28 年度は、富山県立大学では、高知大学海洋コア総合研究センターと共同で、メタンハイドレートからのメタンガス生産支援に関する技術開発の研究を行うこととしています。</p> <p>また本県では、再生可能エネルギー等推進会議を設置し、地熱や小水力などの再生可能エネルギーの今後の導入のあり方や、水素やメタンハイドレートなど新たなエネルギーに関する取組みについても、検討を行っているところです。</p>		
石川県	<p>県民への普及啓発の一環として、県職員が地域の集会に出向き、県の施策を説明する「県政出前講座」において、テーマ「再生可能エネルギー」の中で、メタンハイドレートを紹介しました。</p> <p>平成 28 年度は、県政出前講座のテーマに「海洋エネルギー資源(メタンハイドレート)」を新たに追加し、次世代のエネルギーであるメタンハイドレートの特徴や開発の状況等について紹介する機会を設けています。</p>		



海洋エネルギー資源開発促進日本海連合

事務局：〒950-8570 新潟県新潟市中央区新光町 4番地1
新潟県産業労働観光部産業振興課