

2021 年版

土佐沖メタンハイドレートの 実用・商業化にむけての提言 (案)

-土佐沖は我が国におけるメタンハイドレート開発の最適海域-



もくじ

<提言概要>

<背景>

1. はじめに
2. 地球科学的視点からみた深海資源分布と、土佐沖の位置づけ
3. 土佐沖はメタンハイドレート開発に有望な海域である
4. メタンハイドレート資源量評価（探査）から環境影響評価までの行程
5. メタンハイドレートの実用・商業化における産官学の役割と連携
6. メタンハイドレートの実用・商業化が高知県経済へもたらす効果
7. メタンハイドレート実用・商業化にむけたスケジュールと組織体制

2021 年 2 月

土佐沖メタンハイドレート実用・商用化プラットフォーム研究会

2021 年版

土佐沖メタンハイドレートの 实用・商業化に向けての提言

-土佐沖は我が国におけるメタンハイドレート開発の最適海域-

土佐沖メタンハイドレート

实用・商用化プラットフォーム研究会

座長 徳山 英一

副座長 中山 一夫

<提言概要>

提言 1 オール高知による産官学連携体制を形成し、適地調査の一環として土佐沖 3D 震探調査を誘致すべし【JOGMEC へ調査申請】

- 本構想を実現するために、本研究会（土佐沖メタンハイドレート实用・商用化プラットフォーム研究会）が中心となって、県内の産官学を中心とした関連機関を連携させ、高知県発の事業支援体制（地域プラットフォーム）を立ち上げる
- 国への要望を含め、中長期的な視点を持って、国等の施策動向や開発計画、各機関における取り組み状況等の動向について情報収集に努めるとともに、それら国家プロジェクトに呼応し、土佐沖での資源量評価（3次元地震探査）を提案申請した【2019年11月】

提言 2 「土佐沖メタンハイドレート実用・商業化プラットフォーム研究会」は、メタンハイドレートの商業化に向けて国による試掘井掘削、及び中長期生産試験を国（経産省）に要請すべし【2022 年度まで】

- 土佐沖に誘致された 3D 地震探鉱調査の実施及び解析に地元として協力するとともに、米国における産出試験の情報をもとに、掘削及び生産試験の課題・研究結果を総合的に検証する。
- 上記の 3D 地震探鉱調査の結果を踏まえ、メタンハイドレートの商業化に向けた次のステップ、すなわち、国による土佐沖での試掘井掘削、及び中長期生産試験を要請する【2022 年度まで】

提言 3 国のメタンハイドレート中長期開発試験を通じて実用化を検証し、本格的な商業生産の開始へ向けた“開発会社”を設立すべき【2027 年度まで】

- 国の中長期生産試験に協力し、将来の土佐沖メタンハイドレートの商業化へむけて、本格的な採掘、回収、輸送技術の調査・研究を進め、実用化を検証する。
- その結果をみて、高知県経済界が主体となって本格的な商業生産の開始へ向けた“土佐沖メタンハイドレート開発会社”を設立し、メタンガスの本格的開発に備えるべきである。
- 現在、高知県では再生可能エネルギーの導入に取り組み、導入量は増加しているものの、エネルギー自給率はまだ低い値にとどまっている。再生可能エネルギーに、メタンハイドレートが加わることで、大幅な自給率向上が実現する（地産地消）とともに、生産量の状況次第では高知県外への販売が可能となり、産業振興にも寄与する（地産外消）こととなる。

<背景>

2018年12月に経済産業省から「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（案）」に対する意見公募要領が出され、意見公募が行われた（2018.12.10－12.21）。さらに2019年11月には、JOGMEC 新規探査船による3D地震探鉱調査地域の候補地として、足摺岬沖海域を申請した（図-14）。

「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（案）」には、砂層型メタンハイドレート開発に関して、

①次回海洋算出試験等に向けて、解決すべき技術課題として、

- a) 生産の安定性阻害要因の抽出と課題解決
- b) 生産量の工場、コスト削減の検討
- c) 生産挙動予測と技術的可採量評価
- d) 長期生産挙動の把握
- e) 有望濃集帯の抽出

が挙げられており、特に e)については、「既存の探査データの解析や三次元地震探査による探査データの取得・解析等が必要である」と謳われ、「試験海洋域候補地点を抽出し、掘削作業（簡易生産試験を含む）を行う必要がある、とされている。さらに、

②長期的に取り組むべき課題として、

- a) 新しい技術の取り込み（オープンイノベーション）
- b) 我が国周辺海域の資源量評価
- c) 経済性や環境影響など、商業化に必要な条件の検討

が必要であると提言されている。特に b)に関しては、「これまでに抽出した BSR の範囲など、三次元地震探査データによる評価が実施されていない海域については、継続的に評価する必要がある。」とされている。

以上に基づき、足摺岬沖約 2670km²の海域を3D地震探鉱調査域として申請した。

1. はじめに

20 世紀まで人類が利用してきた化石エネルギーは、陸域および沿岸域から生産されていた。しかし、多くの人口を抱える発展途上国の急速な発展により、21 世紀においてエネルギーを安定に供給することは困難であると危惧されている。一方で生産技術の革新は目覚しく、ブラジル沖やメキシコ湾に代表される深海油田開発、従来は経済的に採算が合わないことから賦存量に含まれていなかった小規模油田の開発や、既存油田の回収率の向上が可能となった。また、オイルシェール、タールサンドなど非在来型エネルギーの開発・研究も進んでいる。そのため、近々にエネルギーの供給不足から価格の高騰が引き起こされる可能性は低いとする意見も多い。

一方、2015 年に国連で採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」の中で、2030 年までにより良い世界を目指す国際目標として持続可能な開発目標（SDGs: Sustainable Development Goals）が設定された。わが国でも「誰一人取り残さない(leave no one behind)」ことを誓って、持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現に向けた取組が行われている。

掲げられた 17 のゴールの中に、ゴール 12「持続可能な生産消費形態を確保する」があり、このゴールを達成するべく、次のターゲット及び指標が明示されている（外務省 HP より）。

ターゲット 12.2 2030 年までに天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する。

[指標] マテリアルフットプリント (MF) , 一人当たり MF 及び GDP 当たりの MF

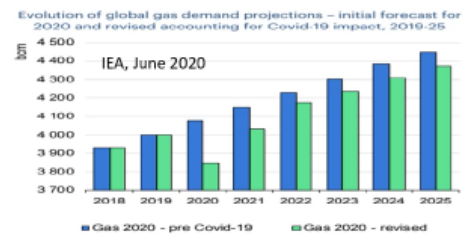
天然資源等消費量 (DMC) , 一人当たりの DMC 及び GDP 当たりの DMC

*マテリアルフットプリントとは、国内最終需要を満たすために消費された天然資源量

近年、特に化石燃料の消費による二酸化炭素 (CO₂) 排出による地球規模の温暖化が問題にされ、SDGs に沿って、石炭をはじめとした化石燃料の代わりに、太陽光発電、風力発電、地熱発電などの自然エネルギーや水素燃料などの代替エネルギーの開発が進められている。特に 2020 年はコロナ感染症によるエネルギー需要の低迷を受けて石油・天然ガスの生産量は低下した。さらに、日本政府をはじめ先進国は 2050 年までにゼロエミッション (CO₂ 排出量をゼロにする) と宣言しており、化石燃料の需要が抑えられる傾向にある。

しかしながら、ゼロエミッションというのは、CO₂ を全く出さないということではない。ある程度の排出は許容し、植林、CCS (二酸化炭素地中貯留)、バイオエネルギー CCS (BECCS)、DACCS (直接大気回収・貯留) 等の負の排出技術 (NETs) を活用し、トータルに CO₂ の排出をゼロにするということである。

発展途上国の経済発展を支えるために、安価な化石燃料はこれからも必要であり、2025 年に向けては年率 1.5-2%の需要増加が見込まれ (図 1 上部)、2050 年までの長期的にみても石油の生



In contrast to oil, gas demand in 2021 is expected to surpass 2019 and will then rise at pre-pandemic (1.5 to 2%/yr.) rates

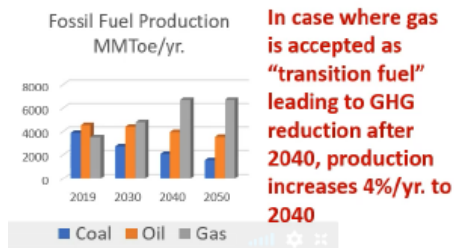


図-1 天然ガスの消費量の予想

産量はやや低下するものの、CO₂の排出が少ない天然ガスは転換期燃料として使われ、生産量は年率 4%でむしろ増えていくと予想されている（図 1 下部）。

このような状況のもと我が国は省エネルギー技術開発を積極的に推進し、自然エネルギーへの転換を図っているが、21 世紀中は依然として石油・天然ガスへの依存度は大きいといえる。そのため、石油・天然ガスを安定供給することは、我が国のエネルギー安全保障から極めて重要であると言って過言でない。そこで、注目されるのは、これまで全く回収・利用されることが無かった深海底に賦存するメタンハイドレートである。我が国の周辺海域には日本で 1 年間に消費されているメタンガスの 70-100 年分が存在するとの見積りがある（図 2）。

メタンハイドレートを現実に利用可能な資源とするためには、成因、探査、生産、運搬、精油等に関する基礎研究と新技術の開発のみならず、開発と環境保全を両立させるための基礎研究・技術開発が不可欠である。

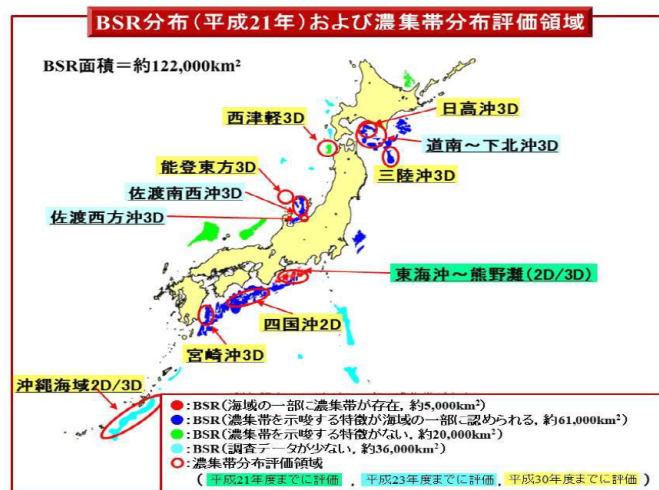


図 2-日本周辺海域のメタンハイドレート分布図*1

参考 1 : メタンハイドレートとは

メタンハイドレートはメタンガスと水から構成される水和物（クラスレート）であり（図 3）、外見は氷に類似した物質である。メタンガス+水とメタンハイドレートの関係は相平衡により支配されている（図 4）。温

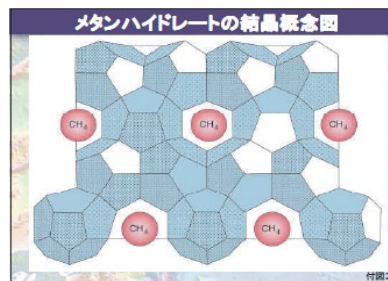


図 3-メタンハイドレートの結晶概念図

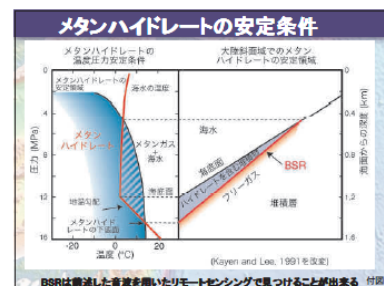


図 4-メタンハイドレートの安定条件

度・圧力に注目した場合、500m 以深の一般の深海底ではメタンハイドレートは安定して存在することが出来る。したがって、十分なメタンガスが存在する場合、深海の表層堆積物中にメタンハイドレートはどこにでも存在可能である。メタンハイドレートを形成するメタンガスの起源は堆積物中に含まれる有機物がメタン発酵細菌により分解・形成されたメタンガスが大半を占めると考えられている。しかし、現在エネルギー資源として使用されている天然ガスと同様に、地殻深部まで埋積された有機物が地熱の上昇により分解・形成された熱分解起源のものも報告されている。土佐沖と類似したテクトニック環境にある米国オレゴン沖からは大量のメタンハイドレートが回収されている（図 5）。



図 5-天然のメタンハイドレート

2. 地球科学的視点からみた深海資源分布と、土佐沖の位置づけ

天然資源は地質学的時間スケールの地球の営みにより形成されたものである。メタンハイドレートについても例外ではなく、成因について地球科学的条件が満たされている海域でのみ形成されている。深海域において地球科学的特徴をもっとも端的に表現するのは海底地形図、そして海域テクトニック・マップであるので、世界の海域をその両者（地形及びテクトニクス）の視点からゾーニングすると、下記の4つに大別することが出来る。

第1はプレート沈み込み境界およびその近傍に位置する**島弧・海溝系型**である。

第2は海洋性プレートの中央部に位置し、水深4000–6000mの比較的平坦な海底と、その上に分布する海山および海台から構成される深海平原型である。

第3は大陸の縁辺に位置しプレート境界で活発な地学現象が認められない**陸-海非活動境界型**である。

そして、第4は新たに海のプレートが形成される**拡大海嶺型**である。

深海底資源の特性と分布は、上記4つのゾーニングと密接に関連しており、メタンハイドレートは第1の**島弧・海溝系型**と、第3の**陸-海非活動境界型**に産出する。土佐沖は南海トラフでフィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込む**島弧・海溝系型の典型**であり、メタンハイドレートの形成が最も期待される海域である。

参考2：メタンハイドレート開発に関する海外の動向

米国ではシェール・ガス、シェールオイルの生産が可能となり、メタンハイドレート開発はやや沈静化している。しかし、我が国と共同で掘削技術の開発が北極海に面した陸域で予定されている。インドは2015年5月から8月にインド大陸東部沖で地球深部探査船「ちきゅう」をチャーターし、メタンハイドレートの資源量調査のための掘削を実施している。中国は、2017年に香港沖合300km地点で、継続的生産に成功したとされているが（表層型か？）、日産16,000m³という報道のみで総生産量について確かな情報はない。台湾も南シナ海で、韓国も日本海西部でメタンハイドレート開発を進めているが、未だ探査の段階である。

3. 土佐沖はメタンハイドレート開発に有望な海域である

メタンハイドレートの産状は大きく2タイプに分類される。それらは海底下の砂層を構成する砂の粒子間をメタンハイドレートが充填するタイプ（**砂層充填型**）と、海底面に塊状メタンハイドレートが分布するタイプ（**海底面塊状露出型=表層型**）である（図6）。前者は後者と比較してメタンハイドレート濃集層が広域に分布する。これまでの研究成果から、土佐沖のメタンハイドレートは前者が卓越していると考えられる。

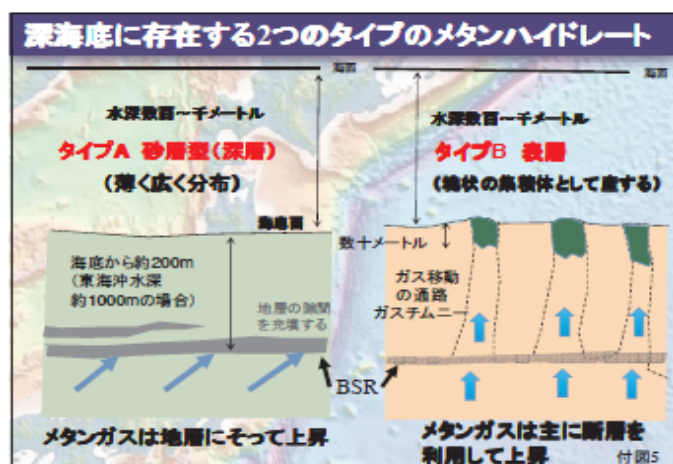


図6-深海底に存在する2つのタイプのメタンハイドレート

(1) メタンハイドレート濃集域の地球科学的特徴 -地層の傾斜、隆起、そして砂層の発達-

海底下に存在するメタンハイドレートの存否は掘削のみならず、音波を使用した反射法地震探査により BSR と呼ばれる顕著な反射面の存在から確認することが出来る。これまで蓄積された調査成果から、土佐沖の砂層充填型のメタンハイドレート濃集層形成条件として砂質の地層が傾斜していることがあげられる。その理由は地層が傾斜している場合、メタンハイドレートを構成するメタンガスは上方に向かい地層内を移動・集積する。また、地層が隆起する場合、形成されたメタンハイドレートが再び解離と形成を繰り返すことにより、地層中の単位体積あたりのメタンハイドレートが濃縮する(図7)。土佐沖に代表される南海トラフ海域では、有機物がバクテリアにより分解され形成されたメタンガスがメタンハイドレートの起源の大半であるが、泥質堆積物中の有機物は1%以下である。そのため、メタンガスの移動・集積、さらに地層中でのメタンハイドレートの濃集プロセスは必須である。

南海トラフの陸側はプレート沈み込みにより地殻が圧縮されることにより逆断層が発達し、その結果地形の傾斜と隆起が極めて顕著である。2013年に海域産出試験が行われた渥美第二海丘は、逆断層による隆起運動で形成された地形である(図8)。隆起以前は濃尾平野から流れ込む河川の海域延長部で安乗口海底谷を經由して運搬される砂層が分布していたと推察される。

(2) 土佐沖土佐海盆のメタンハイドレート濃集域

土佐沖には4タイプの濃集域が存在すると期待される。

タイプ1(海底扇状地型)は大陸斜面と土佐海盆の境界に発達する(図9)。境界には四万十川から続く海底谷が海底扇状地を形成している。海底扇状地は砂層と



図7-メタンハイドレート濃集の模式

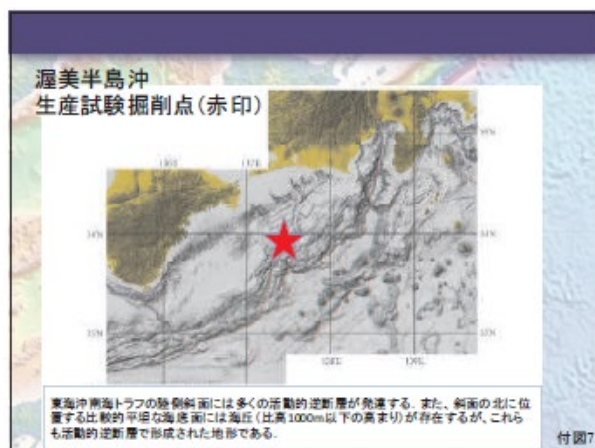


図8-渥美半島沖の生産試験掘削地点

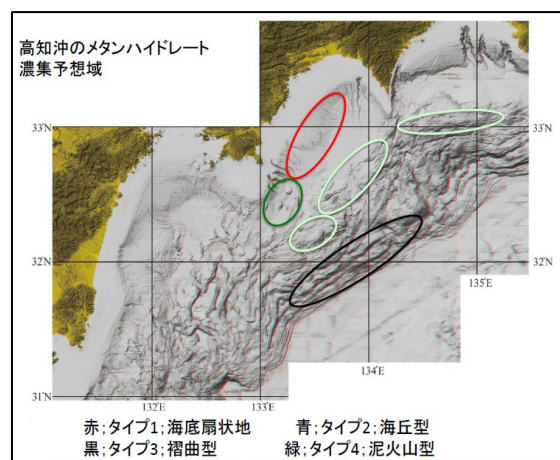


図9-高知沖のメタンハイドレート濃集予想域

泥層の形成時に下流に向かって傾斜する地層から構成されており、メタンハイドレートを賦存する砂層が存在する。また、巨大地震の際に地形が隆起し農集されることも期待される。

タイプ 2 (海丘型) は土佐海盆と南海トラフ斜面との境界近傍、**タイプ 3** は南海トラフ陸側斜面に発達する (図 9)。両タイプはやや砂層の発達は乏しいが、地層の傾斜、隆起は極めて顕著である。

特に**タイプ 3 (褶曲型)** は現在形成中の付加プリズムであり、連続性の良い背斜構造が特徴的である (図 9)。既存の 3 次元構造イメージングでは BSR の分布に連続性が認められることから、メタンハイドレート濃集層の分布域が連続した広がりを持つことが推定される (図 10)。そのため、大水深に分布するが、メタンハイドレート鉱床として有望と考えられる。

タイプ 4 (泥火山型) は土佐海盆に分布する大規模な泥火山である (図 9)。泥火山は海底下に存在する未固結の泥層が地震等により上昇し海底面に形成された火山体状の地形である (図 11)。泥が地層内を上昇する力は、泥と周囲の岩石との比重の差である。そのため、泥の中にメタンガスに代表される気体に富んでいる場合、大規模な泥火山の形成が期待される。土佐海盆では大規模な泥火山が認められる事から、海底下の地層中に大量のメタンガスが存在することが示唆される。また、泥火山の形成に伴い海底面近傍の地層を隆起させることから、泥火山本体および周辺域にメタンハイドレートが堆積物中に濃集する可能性が極めて高い。このような環境は在来型石油天然ガスの貯留層が岩塩ドーム周辺に分布する事実と極めて類似している。

以上から土佐沖は砂層型メタンハイドレート鉱床の宝庫と言って過言でない。

(3) メタンハイドレート開発における新しい技術革新の可能性 (オープンイノベーション)

① 熱源を節約した加熱法によるメタンハイドレート生産の可能性

これまでの試験結果から、メタンハイドレートの生産手段としては減圧法が主流となっている。これは加熱法では、スチームを作るための熱エネルギーが大きいのでそれを考慮すると、メタン開発の意義が失われかねないことから、消去法で減圧法に頼らざるを得なかったことによる。しかし、安価な熱源により地下のメタンハイドレート層を溶かすことが出来れば、加熱法も開発方法の一つとして再考の余地がある。生石灰が水と反応すると 70-80℃になることを利用して、地下のメタンハイドレートを溶かし、ガスとして回収することは理論的に可能である。

今、並行した 2 本の水平井を掘削し、低コストの生石灰を砕いて海水とともに地下に送り込むことで

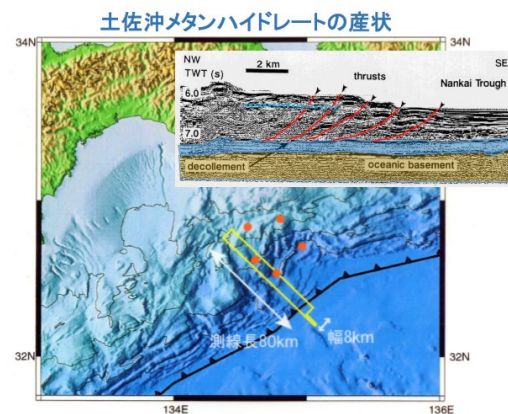


図 10-土佐沖メタンハイドレートの産状

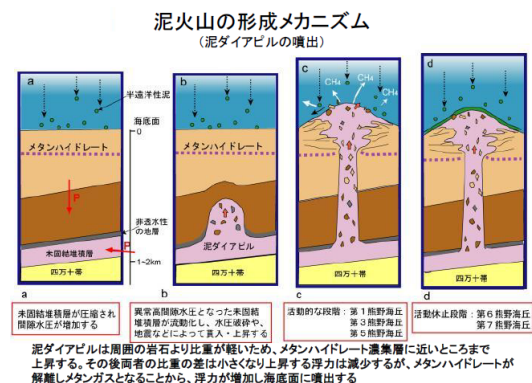


図 11-泥火山の形成メカニズム

熱を供給し、ガス化したメタンを並行して掘削されたもう 1 本の坑井から回収することは技術的に可能である (SAGD 法) (図 12)。

②小型 LNG プラントを利用したメタンガス配送方式の低コスト化

これまでの LNG プラントは、その経済効率から大型化にせざるを得ず、したがって高コストであった。しかるに近年 LNG 利用の多様化によって、小型 LNG プラントも実用化されている*。メタンハイドレート開発の場合、生産性も限られているので、それほど大型化する必要はなく、さらに海上に小型 LNG プラントを搭載した船舶型プラットフォームから掘削し、船舶上で LNG 化して小型 LNG 船、或いはコンテナにて出荷することで大幅に設備費を圧縮できると思われる。

*世界に先駆けて、国内で石油資源開発株式会社 (JAPEX) が、北海道で実用化している。

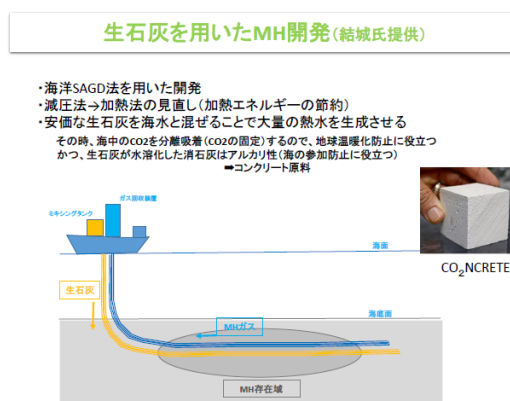


図 12-生石灰を用いたメタンハイドレート開発

4. メタンハイドレート資源量評価 (探査)から環境影響評価までの行程

資源量評価 (探査) から環境影響評価までは以下の行程で実施すべきである。

(1) 資源量評価 (探査)

a) 地形探査

土佐沖では上述したように高解像地形探査は既に一部の海域で実施されているが、全域をカバーするベースマップを作成する必要がある。

b) 高密度 2 次元地震探査 (図 13)

濃集域の抽出のため、測線間隔の短い高密度 2 次元探査が求められる。土佐沖ではタイプ 3 の南海トラフ陸側斜面を除くと濃集層抽出のための地震探査データは存在しない。そのため、早急に探査を実施する必要がある。

c) 3 次元地震探査

試掘の位置を決定するためには 3 次元地震探査が必須である。3 次元地震探査により、濃集域の 3 次元広がりのみならず、掘削ポイントを的確に決定することが出来る。そのため、早急に探査を実施する必要がある。2019 年 11 月に JOGMEC から調査域の提案が公募に付され、高知ニュービジネス協議会名で図 14 に示す海域の 3 次元調査を申請した。

d) 試掘

メタンハイドレート濃集の度合い、生産量の把握のために試掘を行う。なお、土佐沖メタンハイドレート開発で今後求められる、高密度 2 次元地震波探査、3 次元地震探査、試掘の基地となる港湾は高



図 13-渥美沖南海トラフにおける地震探査

知新港が地理的に最も有力である。

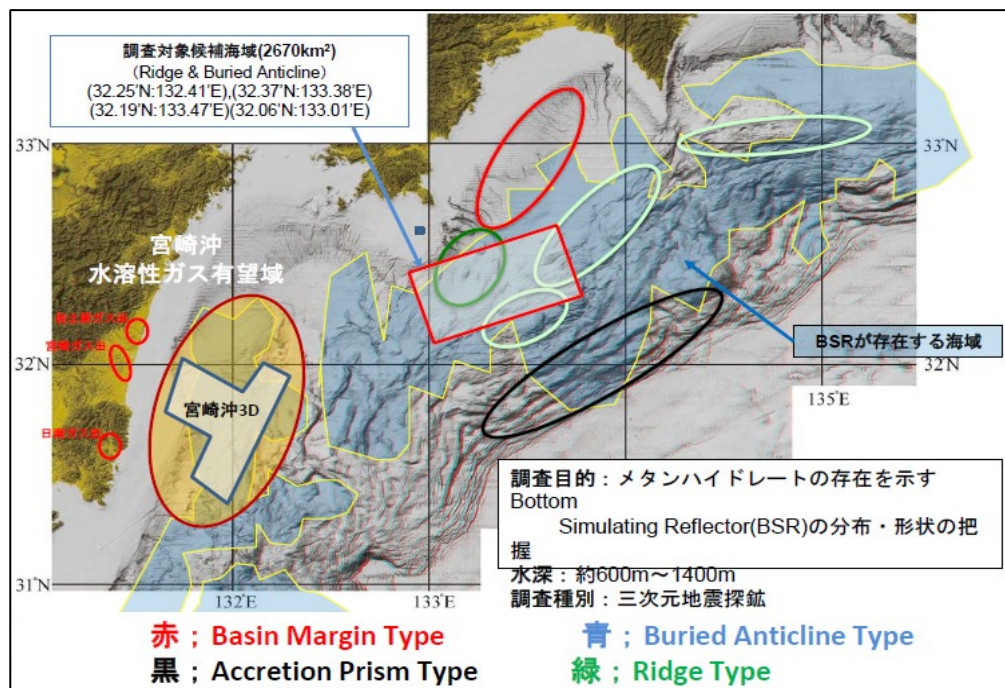


図 14-高知沖付加帯におけるメタンハイドレート分布域の三次元地震探査探査候補域

(2) 生産手法の開発

砂層充填型メタンハイドレートの生産手法は、現国家プロジェクトとして資源エネルギー庁が推進し、JOGMEC が受託先である。2013 年 3 月に実施された渥美沖での生産実証試験で、世界初となるメタンハイドレートからメタンガスの回収に成功した。しかし、安定かつ長期生産を実現するには様々な問題を解決しなければならない。生産技術の開発は世界に先駆けた試みであり多くの困難を伴うが、我が国の技術を集結することによりプロジェクト期間中に解決されるものと期待される。

(3) 環境影響評価

a) 斜面の安定性評価

生産時に砂層充填型メタンハイドレートが大量にかつ急速に解離した場合、メタンハイドレート濃集域で斜面の崩壊が起こることが危惧される。この際にメタンガスが海水中のみならず大気中に放出されオゾンホールが拡大するとの意見もある。そのため、生産坑周辺斜面の過去数万年の安定性を評価する必要がある。

b) 生産に伴うメタンガス漏洩のモニタリング

生産前に掘削坑周辺域の海水中メタンガス含有量をあらかじめ測定し（ベースライン調査）、生産に伴いメタンガス量がどの程度変動するかをモニターする必要がある。また、海底下および海底面に生息する微生物および底生生物、また海水中に生息する魚類をはじめとする大型生物、微生物やプランクトンの生態系が生産に伴いどのように変動するかをモニターする必要がある。

c) 環境影響評価指標の作成

メタンハイドレート開発に伴い海底面/海底下および海水中で様々な擾乱が引き起こされる可能性がある。そのため、開発による海洋環境の破壊を防止する目的で国際条約に合致する環境影響評価指標を作成する必要がある。

5. メタンハイドレートの実用・商業化における産官学の役割と連携

本構想を実現化するために、高知県内の産官学を中心とした関係機関の連携により、高知県発の事業支援体制（地域プラットフォーム）の構築を行い、国への要望を含め、中長期的な視点を持って、国等の施策動向や開発計画、各機関における取組状況等の動向について情報収集に努めるべきである。「土佐沖メタンハイドレート実用・商業化プラットフォーム研究会」が中心となって、以上の連携を推し進める。

官学の連携候補としては、以下の機関が候補となりうる。

- ・高専・大学：高知大学、高知工科大学、高知県立大学、高知工業高等専門学校、東京大学新領域創成科学研究科、北見工科大学
- ・行政機関：資源エネルギー庁、高知県、高知市、南国市
- ・独立行政法人等：JOGMEC（石油天然ガス・金属鉱物資源機構）、JAMSTEC（海洋研究開発機構）、MH21（メタンハイドレート資源研究開発コンソーシアム）

このうち、メタンハイドレートの資源量評価（探査）および環境影響評価は資源エネルギー庁、JOGMEC、JAMSTEC を中心として、高知大学、高知工科大学、高知県立大学等による連携支援体制を構築し、進めるべきである（JOGMEC に調査を申請中）。その後の商業化の段階においては、高知県経済界、自治体がオール高知で出資を行い、担うべきである。

6. メタンハイドレートの実用・商業化が高知県経済へもたらす効果

現在、高知県では新エネルギービジョンにおいて、木質バイオマスの利用促進をはじめとする再生可能エネルギーの導入に取り組み、導入量は増加しているもののまだ低い値である（2007 年度時点の高知県エネルギー消費量に対する再生可能エネルギー導入比率 16.8%：高知県新エネルギービジョン）。メタンハイドレートの実用・商業化が行われれば、以下の効果があると考えられる。

（1）高知県におけるエネルギー需要の代替

経済活動において主要なエネルギー需要である石油需要量と年間発電量について、メタンガスにより代替することが可能となる。

高知県における石油需要については、その総量をメタンガスに熱量換算すると、約 39 万トン/年となる（県内燃料油販売数量約 57 万 KL/年：平成 24 年度石油連盟調べ）。例えば、自動車用燃料として利用されているガソリン・軽油・LP ガスを、メタンガスから水素を生産し、燃料電池車用の燃料として安価に安定供給することができれば、高知県を水素社会のモデル地区とすることも可能となる。加えて、農業用ハウス加温燃料として使用する A 重油・灯油については、メタンガスに置き換えることで SOx 排出量を軽減することができる。また発生する CO2 は作物の成長促進に活用でき、クリーンなハウス栽培が期待される。栽培品種としてはメロン、ピーマン、ミョウガ、オクラ等が考えられる。

高知県における年間発電量については、メタンガス量に置き換えた場合、約 71 万トン/年となる（県内発電量 4,845 百万 kW/年（内訳、水力 1,699 百万 kW/年、火力 1,383 百万 kW/年等）：平成 18 年（換算根拠は <http://www.gepr.org/ja/contents/20130422-03/> 東京工業大学名誉教授 久保田宏著より引用））。

メタンガスをタービン発電に活用することにより、電力必要時に負荷変動に追従可能となり、天候など

に影響を受けやすい太陽光発電や風力発電などの弱点（不安定な出力）をカバーでき、共に運用することで結果的に自然エネルギー普及にも貢献し自給率向上に貢献する（エネルギーの地産地消）。

なお、港に近い高台に貯蔵施設を建設してメタンガスを貯蔵することにより、エネルギー源の分散化が図られることから、南海トラフ地震等の災害時においてもエネルギー供給の安定性を増すことも可能となる。

（２）我が国のエネルギー供給基地としての役割

メタンガス生産量次第では、高知県内のエネルギー需要に応えることのみならず、県外への販売により産業振興にも寄与する可能性もでてくる（**エネルギーの地産外商**）。在来型の石油・天然ガスに比較すると、メタンハイドレートの開発生産においては 1 坑井当たりのメタンガス回収量が限られることから、自力で移動可能な船舶型プラットフォームを用いて、複数のメタンハイドレート濃集域を巡回して生産することが適すと考えられる。また、プラットフォームにはメタンガスと海水とを分離後、LNG 化する設備（**小型 LNG プラント**）を備え、逐次小型の輸送船で LNG を消費地に輸送することも考えられ、海底パイプラインを敷設するよりもはるかに経済効率が高められる可能性もある（**オープンイノベーション**）。

7. メタンハイドレート実用・商業化にむけたスケジュールと組織体制

メタンハイドレートの実用・商業化を実現するために、高知県経済界は国のメタンハイドレートの資源量評価（探査）に応じ、世界初のメタンハイドレート実用化に向けて段階に応じた以下のスケジュールで体制を強化し、最速で 2020 年代中盤にも開始されるメタンガスの本格掘削に備えるべきである。

メタンハイドレートの実用・商業化に向けた全体スケジュールとしては、まず研究業務と情報収集を当研究会が中心となって推し進め（第一段階）、国（経産省）のメタンハイドレート開発計画に協力する体制を構築する。協力活動を行っていく中で、メタンハイドレートの生産実用化の目処が立った時点で、“土佐沖メタンハイドレート開発会社”を設立するという 2 段階とする。具体的なスケジュール、組織体制は、以下のとおりとする。

（１）全体スケジュール

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
【提言1】オール高知による産官学連携体制“開発機構”の設立	★										
高密度2次元震探または3次元震探の誘致											
3次元地震探査の準備・実施・解析											
【提言2】土佐沖でのメタンハイドレート試掘の実施及び中長期生産試験の要請			★								
試掘(含、簡易生産実験)準備・実施											
試掘(含、簡易生産実験)結果の解析											
【提言3】国によるメタンハイドレート実用化の検証と商業生産へ向けた開発会社の設										★	
海域環境調査											
掘削&経済性評価											
会社設立へ向けた準備											
生産井掘削へ向けた準備											

(2) メタンハイドレート開発のための県内連携及び開発会社の設立スケジュール

a) Step1 : (2019～2020 年度)

本研究会（土佐沖メタンハイドレート実用・商用化プラットフォーム研究会）が中心となって、県内の産官学を中心とした関連機関を連携させ、高知県発の事業支援体制（地域プラットフォーム）を構築し、中長期的な視点を持って、国等の施策動向や開発計画、各機関における取り組み状況等の動向について情報収集に努める。さらに、それら国家プロジェクトに呼応し、土佐沖での資源量評価（3次元地震探査または高密度2次元地震探査）の誘致国に働き掛けるとともに、地元としての受け入れ態勢を整える。

（国家プロジェクトに呼応し、資源量評価（探査）を支援）

b) Step2 (2020～2022 年度)

さらに本研究会は、土佐沖に誘致した3D地震探査調査の実施及び解析に地元として協力するとともに、米国における産出試験の情報をもとに、掘削及び生産試験の課題・研究結果を総合的に検証する。それらと地震探査結果を踏まえ、2022年度までにメタンハイドレートの商業化に向けた次のステップ、すなわち、国による土佐沖での試掘井掘削、及び中長期生産試験を要請する。

（試掘井掘削に対する地元協力体制を強化し、受け入れに備える）

・連携予定者：金融機関、運輸関連企業、採掘関連企業、エネルギー関連企業等、原則、高知県に関連ある法人及び個人、県、市町村（などオール高知による連携を目指す）。

c) Step3 (2023 年度～2027 年度)

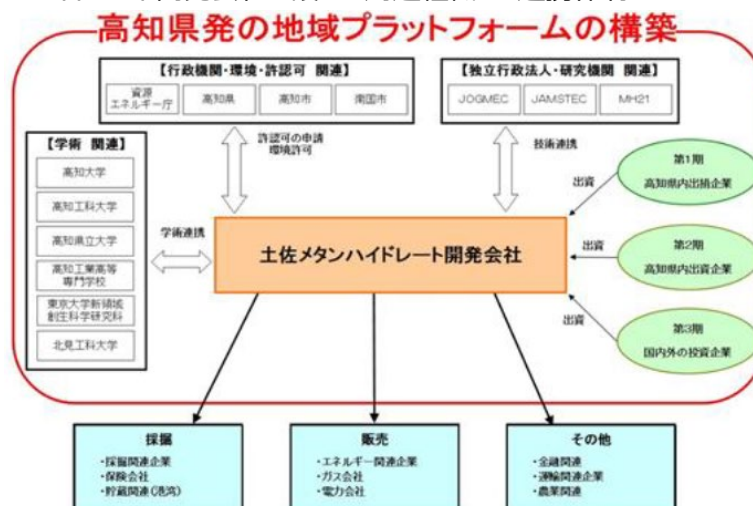
本研究会は、国の試掘井の掘削及び中長期生産試験に地元として全面的に協力する。また国と一体となって、将来の土佐沖メタンハイドレートの商業化へむけて、本格的な採掘、回収、輸送技術の調査・研究を進め、実用化を検証する。その結果を見つつ、2027年度までに高知県経済界が主体となって本格的な商業生産の開始へ向けた“土佐沖メタンハイドレート開発会社”を設立し、メタンガスの本格的開発に備える。

（実用化を見極め、本格的な商業生産へ向けて民間企業を中核に実用化集団の形成）

・出資金募集：金額は1億円程度（埋蔵量を担保にした Reserve Based Loan を想定）

・出資予定者：Step2における連携予定者に加え、日本国内、海外の投資家主体、クラウドファンディングなどを募る。

(3) 土佐メタンハイドレート開発会社の設立と周辺組織との連携体制



【土佐沖メタンハイドレート実用・商用化プラットフォーム研究会構成員一覧】

代表世話人 小川雅弘

座長 徳山英一

副座長 中山一夫

上田貢太郎 石田哲朗 宮本福一 梅田昭彦 大石宗 大野幾男 岡村憲男 北井達朗
北本大輔 久保公晶 小林達司 小松宗二 西原敬三郎 眞田直也 瀬谷正晴 高野一郎
立田雅弘 川渕孝 筒井敬士 中田道弘 野村勉 藤川誠心 舟越康浩 松本淳 三浦哲弘
三谷剛平 吉村文次 依光晃一郎

【その他 一般社団法人高知ニュービジネス協議会構成員一覧（上記重複構成員は除く）】

家田邦夫 入交章二 小上茂樹 岡林雅士 岡村浩達 久保雄一郎 坂本圭一郎 佐竹新市
塩見俊久 篠田拓 勢田博之 仙頭桂一 竹内嘉菜 田中幹人 田村泰一郎 中澤一眞
西口昌宏 萩野由夫 橋本誠 濱田八絵 樋口信之 藤本ゆかり 藤原恵理子 増田博和
松下保幸 安並寛明 山内一人 吉田尚人 吉野学 渡邊基文

【研究会開催記録】

2018年

第1回 3月15日 19名：土佐沖メタンハイドレート開発の全体説明（徳山座長）及び
メタンハイドレートの実用・商用化の弁上と課題（中山副座長）

第2回 5月24日 13名：高知沖メタンハイドレート開発に向けて-開発コンセプトと費用試算-

第3回 7月12日 15名：高知沖メタンハイドレート開発-レビューと今後に向けて-

第4回 10月3日 15名：高知沖メタンハイドレート開発提言に向けて。

第5回 12月13日 14名：2019年版提言書骨子の提案。

2019年

第6回 2月14日 16名：国の方針(海洋エネルギー・鉱物資源開発計画)と我々の進むべき道

第7回 4月17日 12名：国の方針その後と我々の方針の確認

第8回 6月17日 17名：我々の方針の確認

第9回 10月3日 13名：海域調査公募と地元の協力要請

2020年

第10回 2月25日 17名：土佐沖メタンハイドレート開発の提言書 2020年版

第11回 8月21日 28名：高知県内におけるプラットフォーム構築の重要性（安芸市にて開催）

第12回 12月17日 15名：土佐沖メタンハイドレート開発の提言書 2021年版

<注>

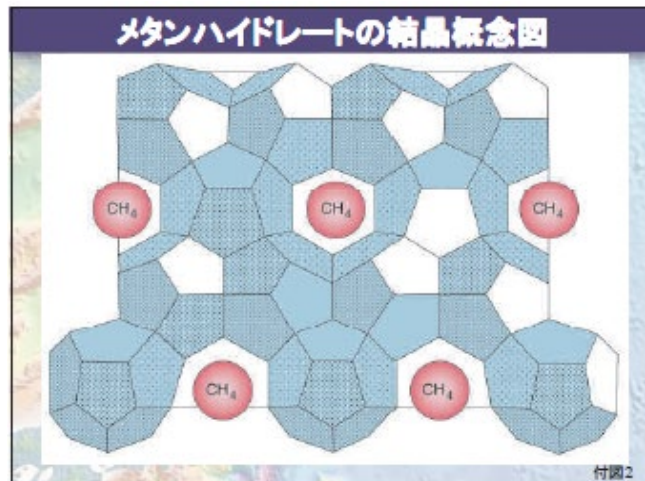
*1：（出所）国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業中間評価検討会（第1回）
（平成30年11月21日）資料5：事業の概要（http://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/c00/C0000000H30/181121_methane_1st/methane_1st_.html）

以上

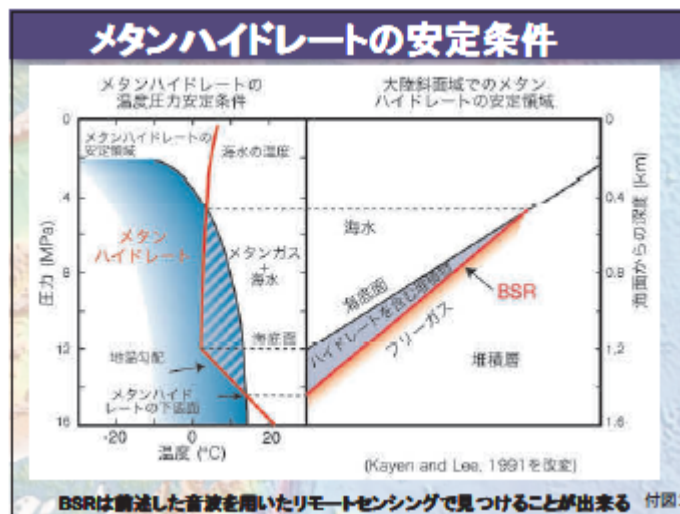
<付図>



付図1-日本周辺海域のメタンハイドレート分布図



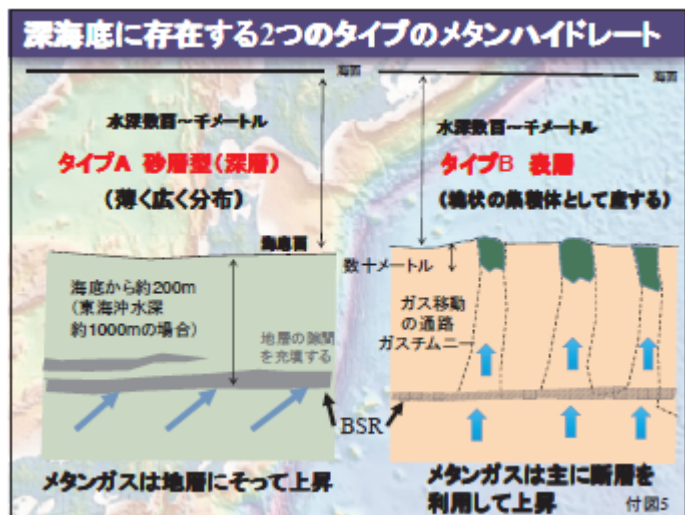
付図2-メタンハイドレートの結晶概念図



付図3-メタンハイドレートの安定条件



付図 4-天然のメタンハイドレート

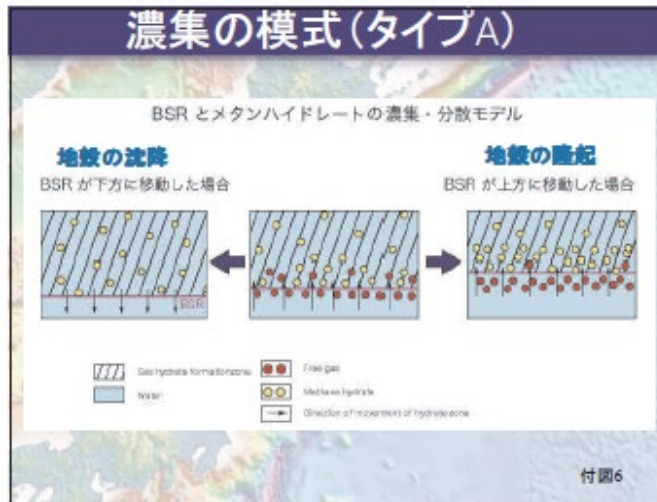


付図 5-深海底に存在する 2つのタイプのメタンハイドレート

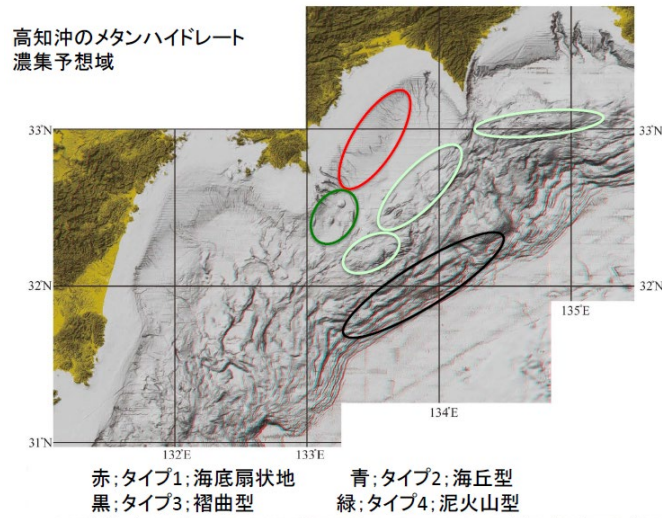


付図 6-メタンハイドレート濃集の模式

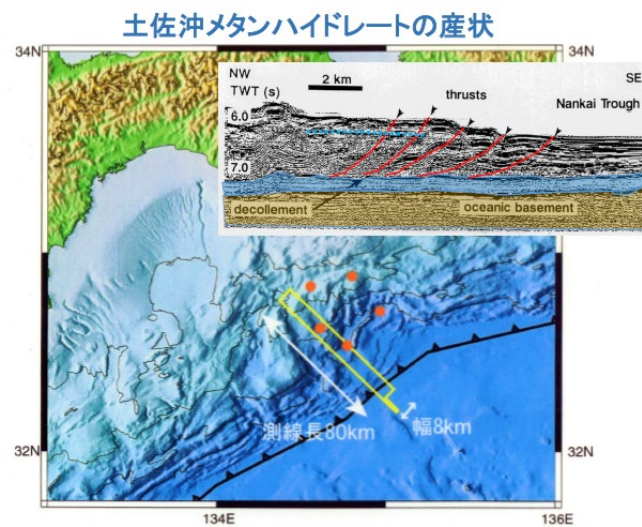
済



付図 7-渥美半島沖の生産試験掘削地点

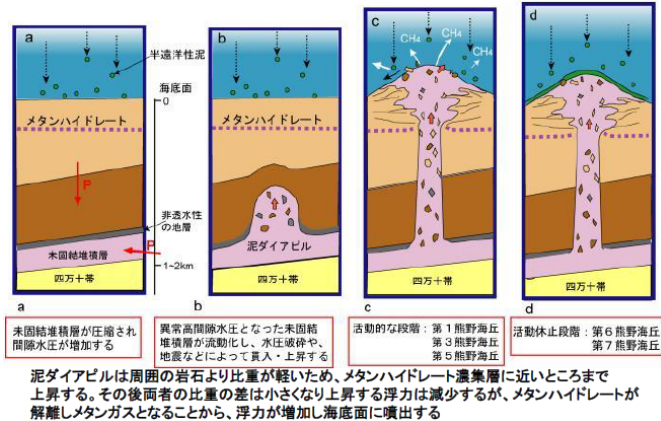


付図 8-高知沖のメタンハイドレート濃集予想域



付図 9-土佐沖メタンハイドレートの産状

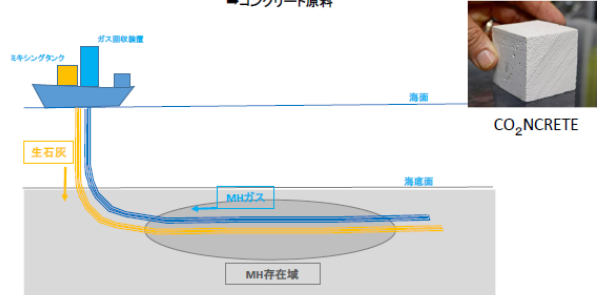
泥火山の形成メカニズム (泥ダイヤピルの噴出)



付図 10-泥火山の形成メカニズム

生石灰を用いたMH開発(結城氏提供)

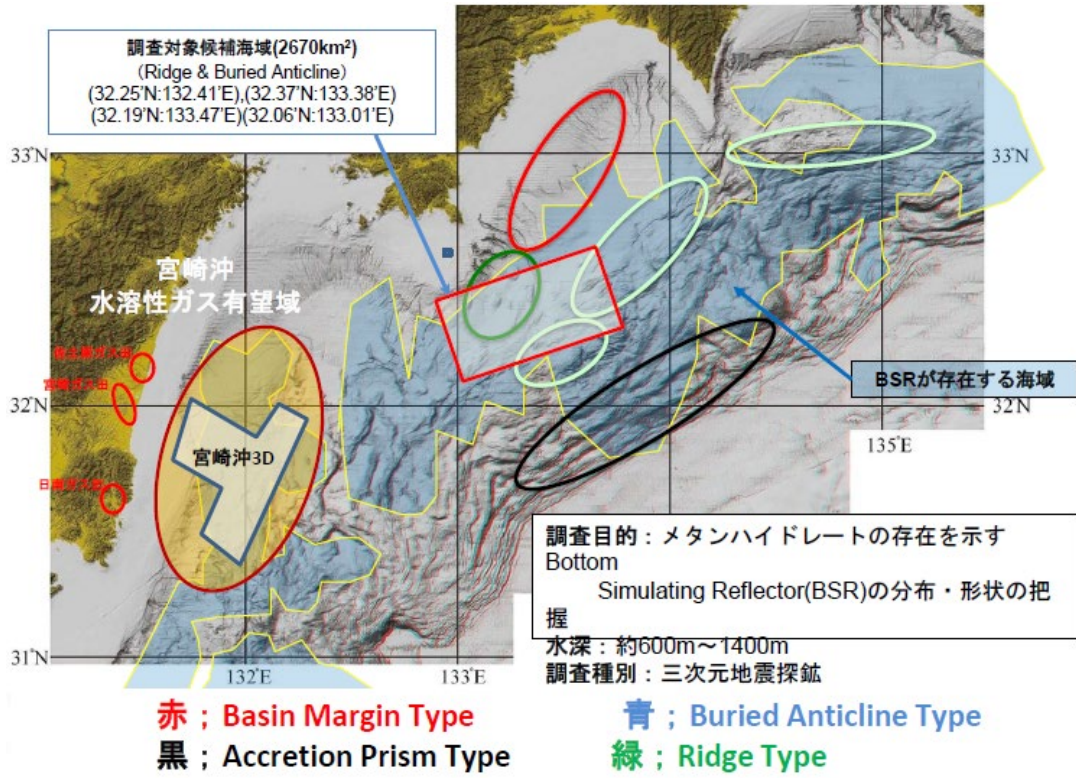
- ・海洋SAGD法を用いた開発
 - ・減圧法→加熱法の見直し(加熱エネルギーの節約)
 - ・安価な生石灰を海水と混ぜることで大量の熱水を生成させる
- その時、海中のCO₂を分離吸着(CO₂の固定)するので、地球温暖化防止に役立つ
かつ、生石灰が水溶化した消石灰はアルカリ性(海の参加防止に役立つ)
⇒コンクリート原料



付図 11-生石灰を用いたメタンハイドレート開発



付図 12-渥美沖南海トラフにおける地震探査



付図 13-高知沖付加帯におけるメタンハイドレート分布域の三次元地震探鉱調査