



土佐沖メタンハイドレートの実用・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－

提 言

2015年9月

土佐経済同友会

土佐沖メタンハイドレートの実用・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 -

土佐経済同友会

代表幹事

小川 雅弘

代表幹事

吉澤文治郎

メタンハイドレート推進委員長

徳山 英一

<概要>

提言 1 国による土佐沖メタンハイドレート資源量評価（探査）を早急に実施すべき

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年から100年分が存在するとの見積もりがある。とりわけ、土佐沖においては、音波を使用したりリモートセンシングの結果や地層形成の状況、大規模な泥火山の存在から、砂層型メタンハイドレート鉱床の宝庫の可能性が高い（図1）。

このため、国は精密地形探査、高密度2次元音波探査、3次元音波探査により、メタンハイドレートの掘削位置を決定するとともに、掘削点周辺の環境影響評価を行ったうえで、生産量を把握するための試掘という、一連の資源量評価（探査）を早急に実施すべきである。

高知沖メタンハイドレート開発概念図

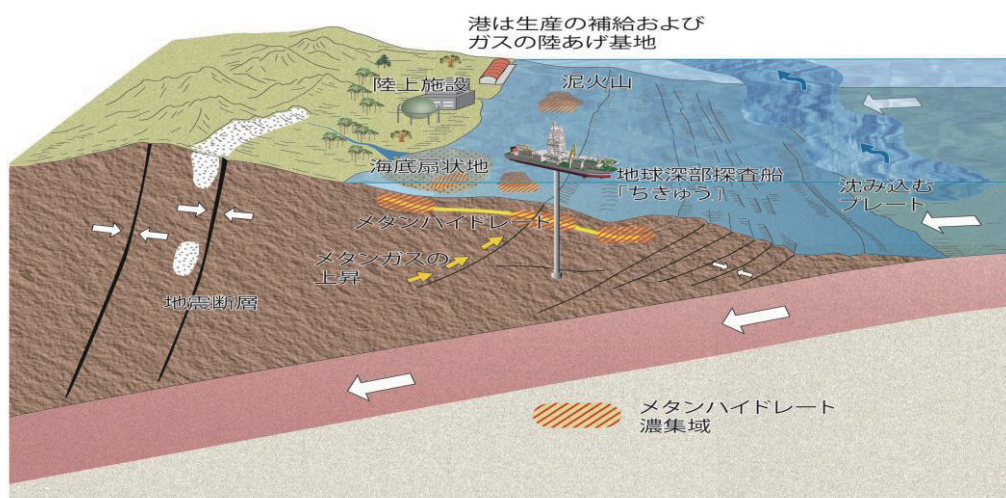


図1

提言 2 オール高知で土佐沖メタンハイドレートの実用・商業化に向けた産学官連携体制を構築すべき

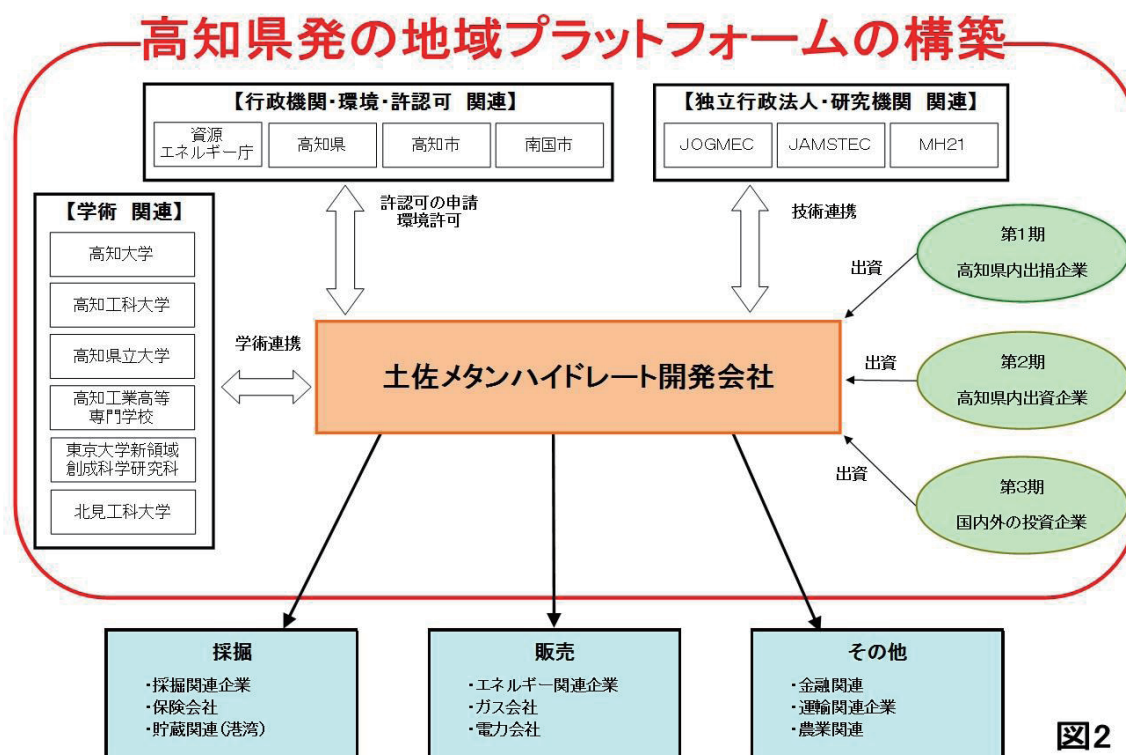
高知県は地理的要因から産業に乏しく、若者の県外流出が進むことにより人口減少と経済の縮小を余儀なくされ、県民の暮らしが厳しくなるという負の連鎖をたどっている。土佐沖メタンハイドレートの実用・商業化は、高知県の産業振興への貢献が期待され、県経済の負の連鎖を断ち切ることでできる夢のある取り組みであり、地方創生の理念にも合致するといえる。

このため、本構想を実現化するために、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。

提言 3 高知県におけるエネルギー自給率 100%を目指し、高知経済界が主体となってメタンハイドレートの開発会社設立を目指すべき

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、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、メタンガスが加わることで、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（地産外商）こととなる。

これを実現するために、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）に呼応し、以下のスケジュールで世界初のメタンハイドレート実用化に向けた会社を設立するとともに、順次会社の体制を強化し、メタンガスの本格掘削に備えるべきである（図 2）。



- 世界初のメタンハイドレート実用化に向けた会社の設立 -

Step1 : 2016 年度に民間企業による目的会社を設立

(国家プロジェクトに呼応し、資源量評価(探査)を支援)

Step2 : 2020 年度に官民による体制強化(増資)

(探査結果を踏まえ、商業化に向けた採掘、回収、輸送技術の本格的調査・研究)

Step3 : 2023 年度に民間企業を中核とした実用化(再増資)

(本格的な商業生産の開始)

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、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、さらに太陽光発電、風力発電、地熱発電他の自然エネルギーの開発・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。

しかし、長期的視野に立てば資源の不足する時代が直ぐそこまで来ていると言って間違いはないであろう。例えば、化石エネルギーの代表である石油・天然ガスは、21 世紀の早い時期に需要が供給を上回るとの試算が行われている。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するのみならず、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・天然ガスを安定に供給することは、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もりがある(付図 1)。

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。

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(付図 2)、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(付図 3)。温度・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に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(付図 4)。

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。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たといつて過言でない。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・マップであることから、世界の海域を地形・テクトニクスの視点からゾーニングすることにする。それらは下記の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海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。中国および台湾は南シナ海で、韓国は日本海西部でメタンハイドレート開発を進めているが、未だリモートセンシング探査の段階である。

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）である（付図5）。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。

（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、音波を使用したりリモートセンシングにより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（付図 6）。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（付図 7）。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（付図 8）。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濃集する砂層が存在する。また、巨大地震の際に地形の隆起も期待される。

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（付図 8）。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（付図 8）。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（付図 9）。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（付図 8）。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（付図 10）。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ことから、海底下の地層中に大量のメタンガスが存在することを示唆している。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。

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次元音波探査

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音波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（付図 11）。

（c）３次元音波探査

試掘の位置を決定するためには３次元音波探査が必須である。３次元音波探査出により、濃集域の３次元的広がりのみならず、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。

（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次元音波探査、３次元音波探査、試掘の基地となる港湾は高知新港が地理的に最も有力である。

（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、生産抗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

生産前に掘削抗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。

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）、メタンハイドレート 21（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。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 390,000 t / 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 710,000 t / 年となる（県内発電量 4,845 百万 kW（内訳 1,699 百万 kW 水力、1,383 百万 kW 火力等）：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得る。

生産量次第ではあるが、再生可能エネルギーにメタンガスのエネルギー量が加わることで、エネルギーの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）。この場合、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濃集域の分布域は狭いのが特徴であることから、1 か所のメタンハイドレート鉱床で在来型石油・天然ガスに匹敵する大量のメタンガスを回収することは困難と推測される。そのため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ると考えられる。また、プラットフォームにはメタンガスと海水とを分離する設備を備え、逐次小型の輸送船でメタンガスを消費地に輸送することが、経済効率が低いと考えられる。

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）に呼応し、世界初のメタンハイドレート実用化に向けた会社を 2016 年度にも設立するとともに、段階に応じて会社の体制を強化し、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。

具体的な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会社設立スケジュール、組織体制は、以下のとおりとすべきである。

（1）全体スケジュール

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
（提言 1 関連） 土佐沖での資源量評価（探査）									
精密地形探査		←→							
高密度 2 次元音波探査		←→	←→	←→					
3 次元音波探査			←→	←→	←→				
掘削点周辺の環境影響評価				←→	←→	←→			
掘削 & 経済性評価					←→	←→	←→	←→	
（提言 2 関連） 産学官連携体制の構築	←→	←→	←→	←→	←→				
（提言 3 関連） メタンハイドレート 開発会社設立	←→		Step1	←→	←→	Step2	←→	Step3	←→

（2）メタンハイドレート開発会社の設立スケジュール

（a）Step1：（2016 年度）

民間企業による目的会社を設立

（国家プロジェクトに呼応し、資源量評価（探査）を支援）

- ・ 出資金募集：金額は 5 千万程度を予定（出捐金に近い性格で配当は想定しない）
- ・ 出資予定者：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

(b) S t e p 2 (2020 年度)

事業化に向けての活動（第 1 段階の各委員会の課題・研究結果を総合的検証し、商業化に向けた官民による体制強化（増資）

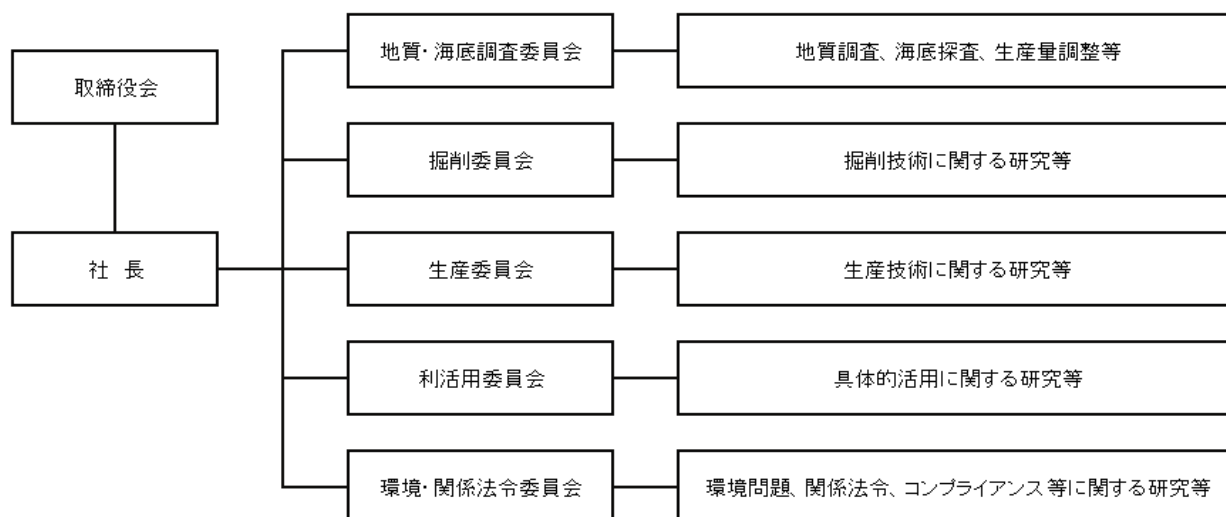
- ・ 出資金募集：金額は 10 億円程度を予定
- ・ 出資予定者：金融機関、運輸関連企業、採掘関連企業、エネルギー関連企業等、原則、高知県に関連ある法人及び個人、県、市町村（オール高知による出資）
- ・ 商業化プロジェクト開始に向けた準備として、採掘、回収、輸送技術の本格的調査・研究等に着手

(c) S t e p 3 (2023 年度)

本格的な商業生産の開始をにらみ、民間企業を中核とした実用化（再増資）

- ・ 出資金募集：金額は 1000 億円程度を予定
- ・ 出資予定者：日本国内、海外の投資家主体

(3)メタンハイドレート開発会社の組織体制



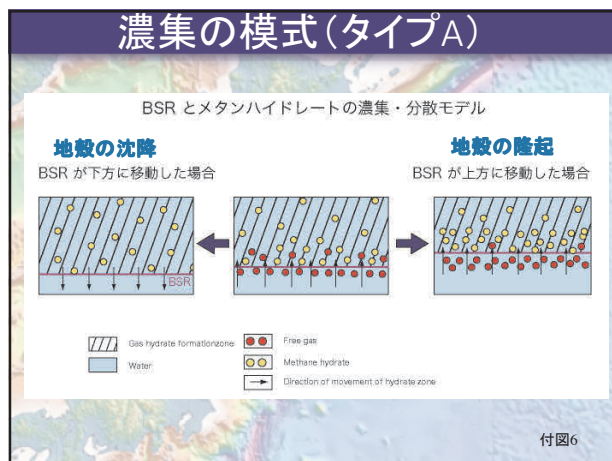
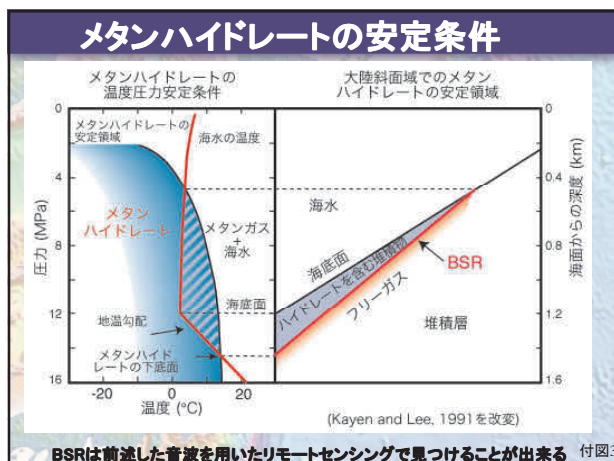
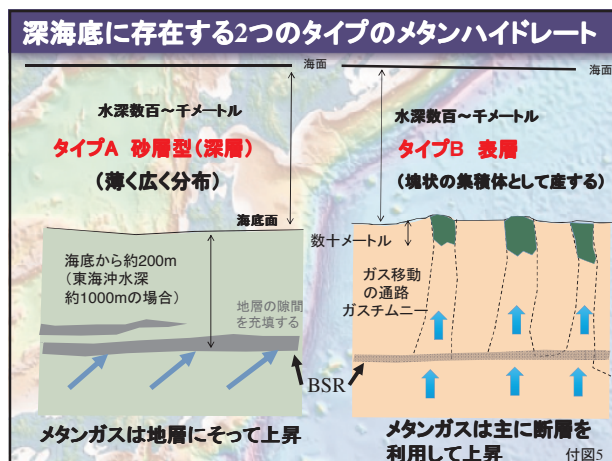
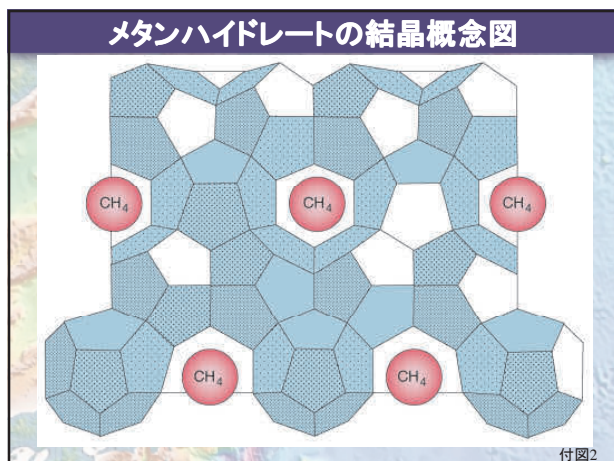
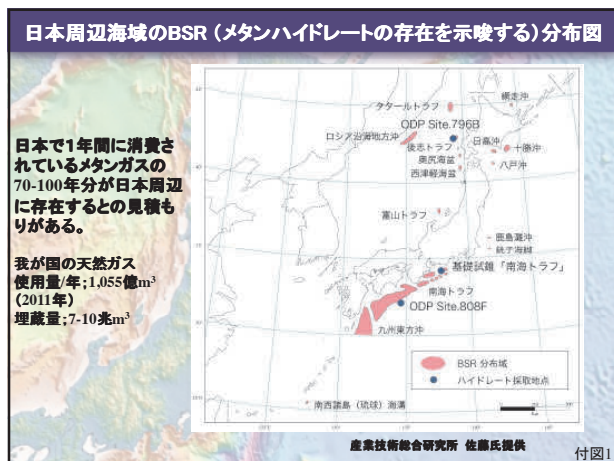
【メタンハイドレート推進委員会 検討委員一覧】

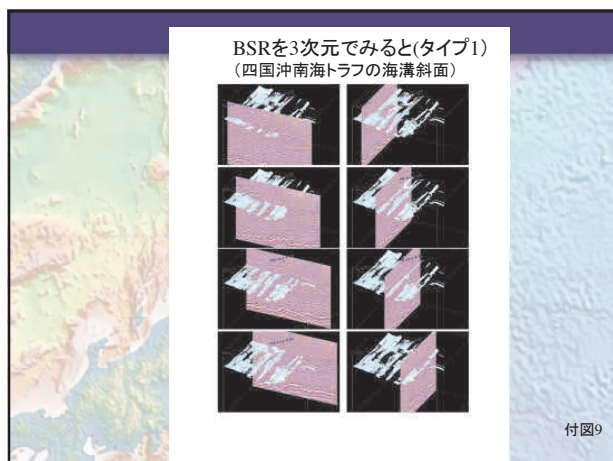
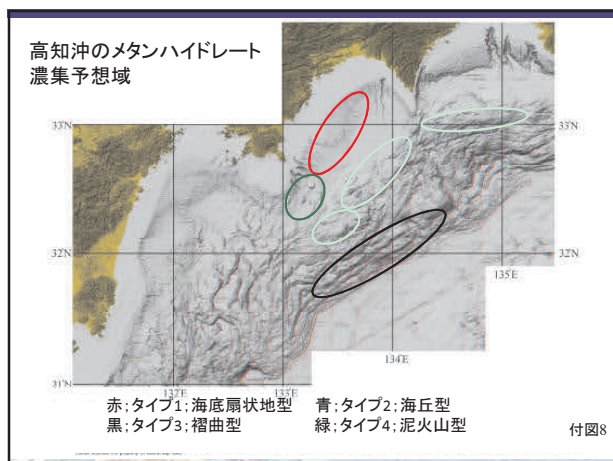
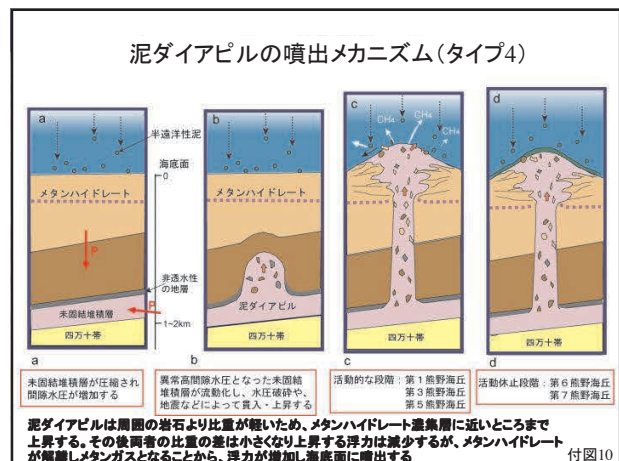
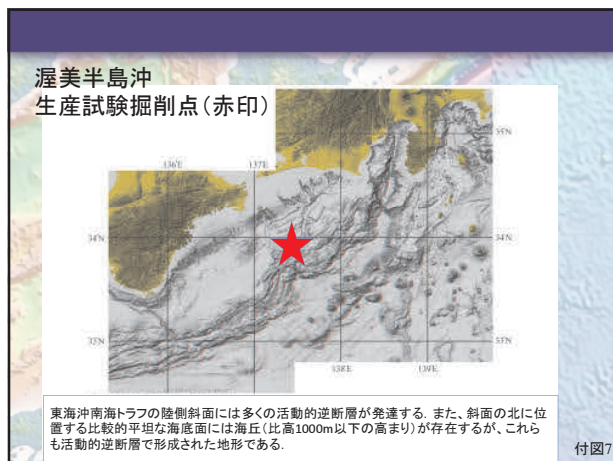
徳山 英一（委員長） 高野 一郎（副委員長） 森本 道義（書記） 泉田 優 岩田 和久 梅田 昭彦
岡村 岳尚 小川 雅弘 久保 雄一郎 小園 哲也 西原 敬三郎 瀬谷 正晴 高村 禎二 中西 清二
西山 正晃 野村 茂 濱田 直隆 日和崎 二郎 溝渕 基浩 三谷 剛平 井上 哲郎（特）

【委員会開催記録】

2015 年

- 第 1 回 3 月 6 日 12 名：徳山委員長による土佐沖メタンハイドレート開発の全体説明および今後の提言の進め方について検討
- 第 2 回 5 月 22 日 14 名：高知沖メタンハイドレート開発に向けた提言書のたたき台を元に、提言の内容を委員会で検討
- 第 3 回 6 月 26 日 10 名：提言内容を要約した骨子（概要）の作成
- 第 4 回 7 月 15 日 15 名：提言書の調整、内容の確認
- 第 5 回 8 月 24 日 12 名：提言書の最終構成





本件に関する問合せ先

土佐経済同友会 事務局

〒780-0823

高知市菜園場町 1-21 四国総合ビル 3F

(株)四銀地域経済研究所 内

TEL : 088-885-6707 FAX : 088-883-1156

メール・アドレス : tosadoyu@orange.ocn.ne.jp

インターネット・ホームページ :

<http://www.tosadoyukai.com/>

