



# 提言－土佐沖MHの開発に向けて (第5回プラットフォーム研究会)

はじめに  
NHK Geo-JAPAN：土佐沖の付加体とは

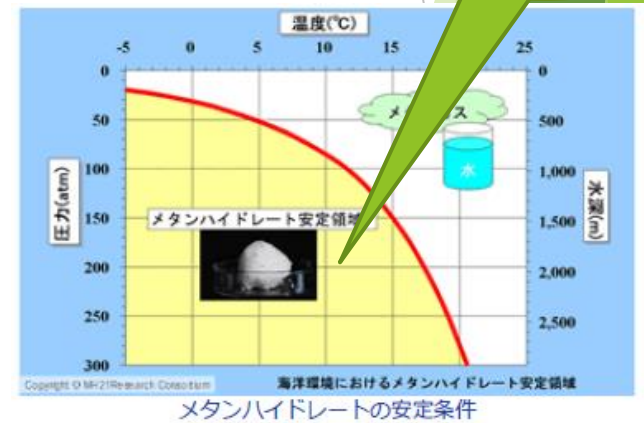
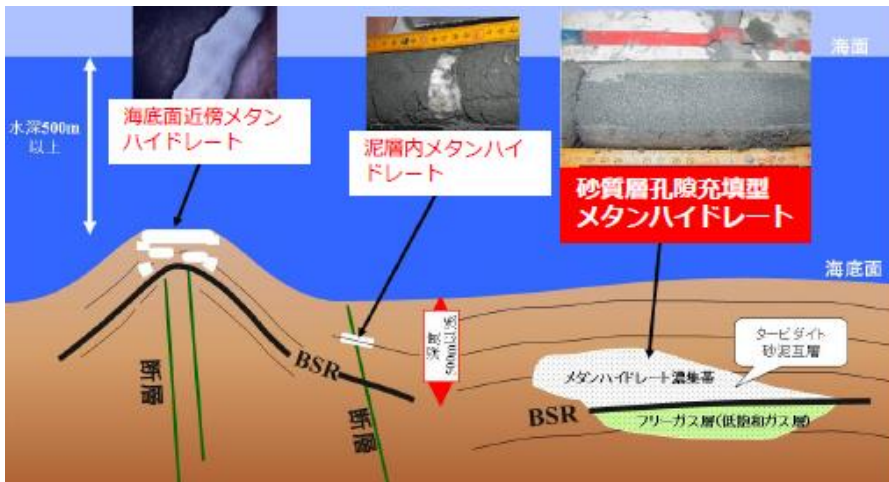
2018年12月13日 於:三翠園（高見の間）  
土佐沖メタンハイドレート実用・商業化プラットフォーム研究会  
中山 一夫（公益財団法人 深田地質研究所）

# メタンハイドレートとは？

非常に特殊な資源で、  
これまで稼行対象に  
もなっていなかった。



## 海洋型メタンハイドレートの産状

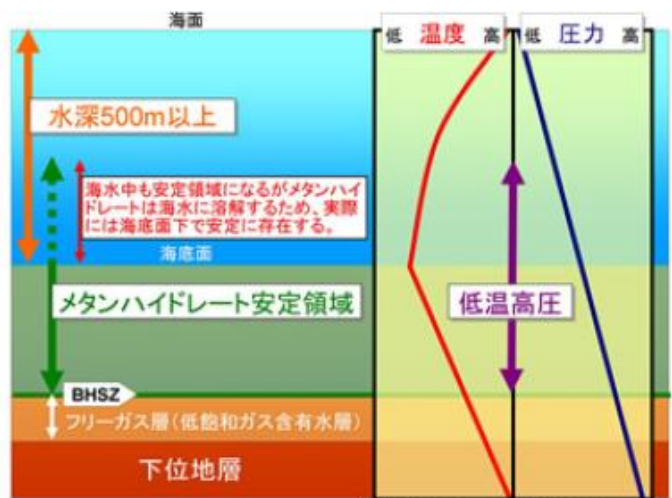


# 日本近海にメタンハイドレートは存在する

## BSR分布図(BSR=Bottom Simulating Reflector)

- BSR(海底擬似反射面)とは、メタンハイドレートが存在する海域の地震探査データに現れる「特徴的な反射面」。
- このため、BSRの分布を知ることが、メタンハイドレート調査の第一歩。
- しかし、BSRだけでは、メタンハイドレートの存在(平面的広がり)しかわからず、濃集帯推定や資源量評価(空間的広がり)には三次元地震探査や試錐などの詳細調査が必要不可欠。

土佐沖にあることは判明  
濃集帯があるかどうか？  
量は？



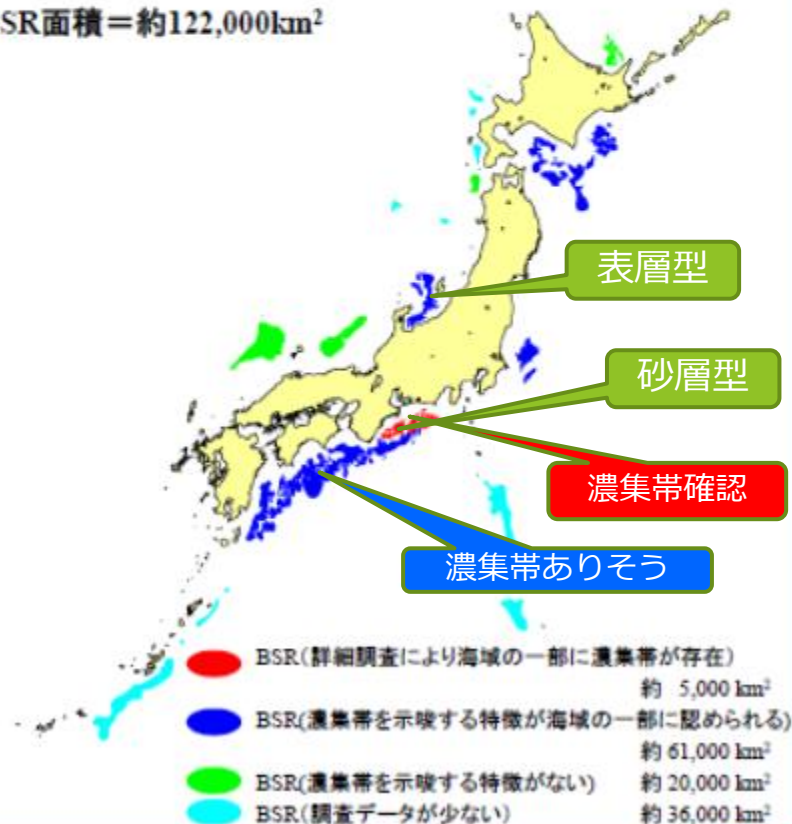
東部南海トラフの環境を例としたモデル

Copyright ©MHI Research Institute

海洋のメタンハイドレート

### 最新のBSR分布図(2009年)

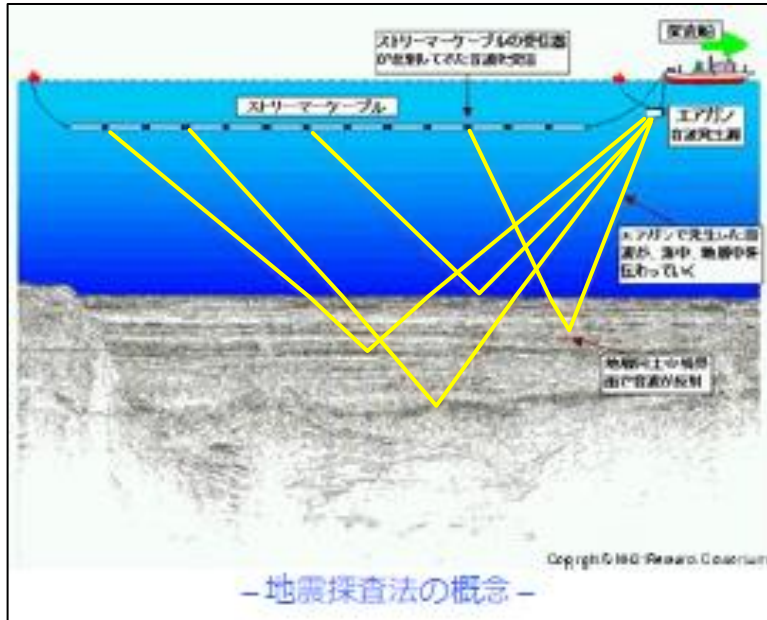
BSR面積=約122,000km<sup>2</sup>



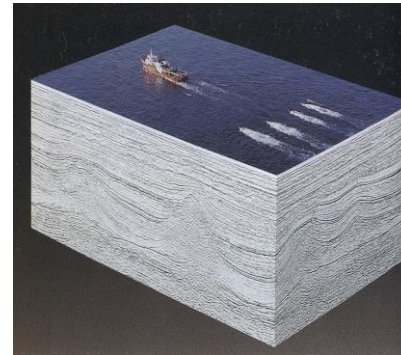


# メタンハイドレートの存在を定量化する (地震探鉱調査)

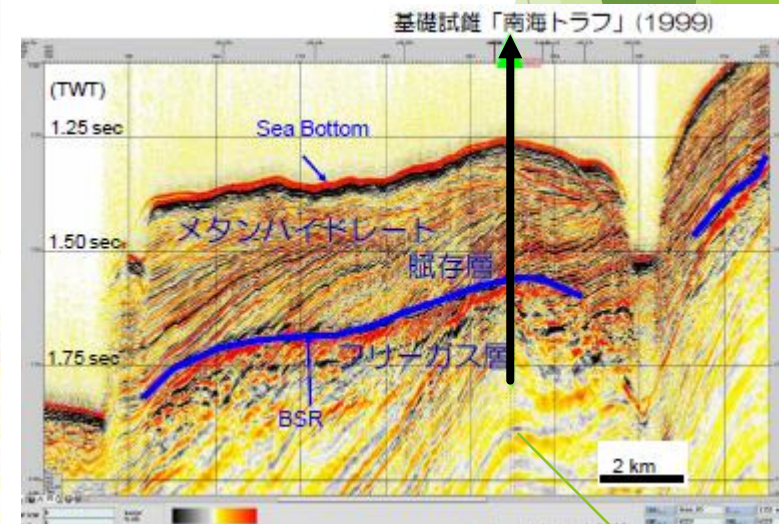
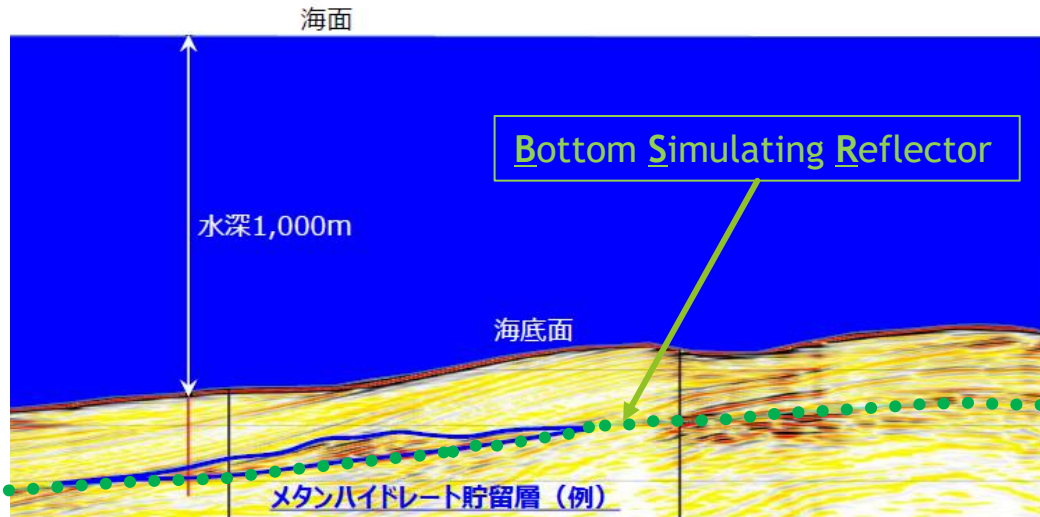
海洋



3D地震探鉱

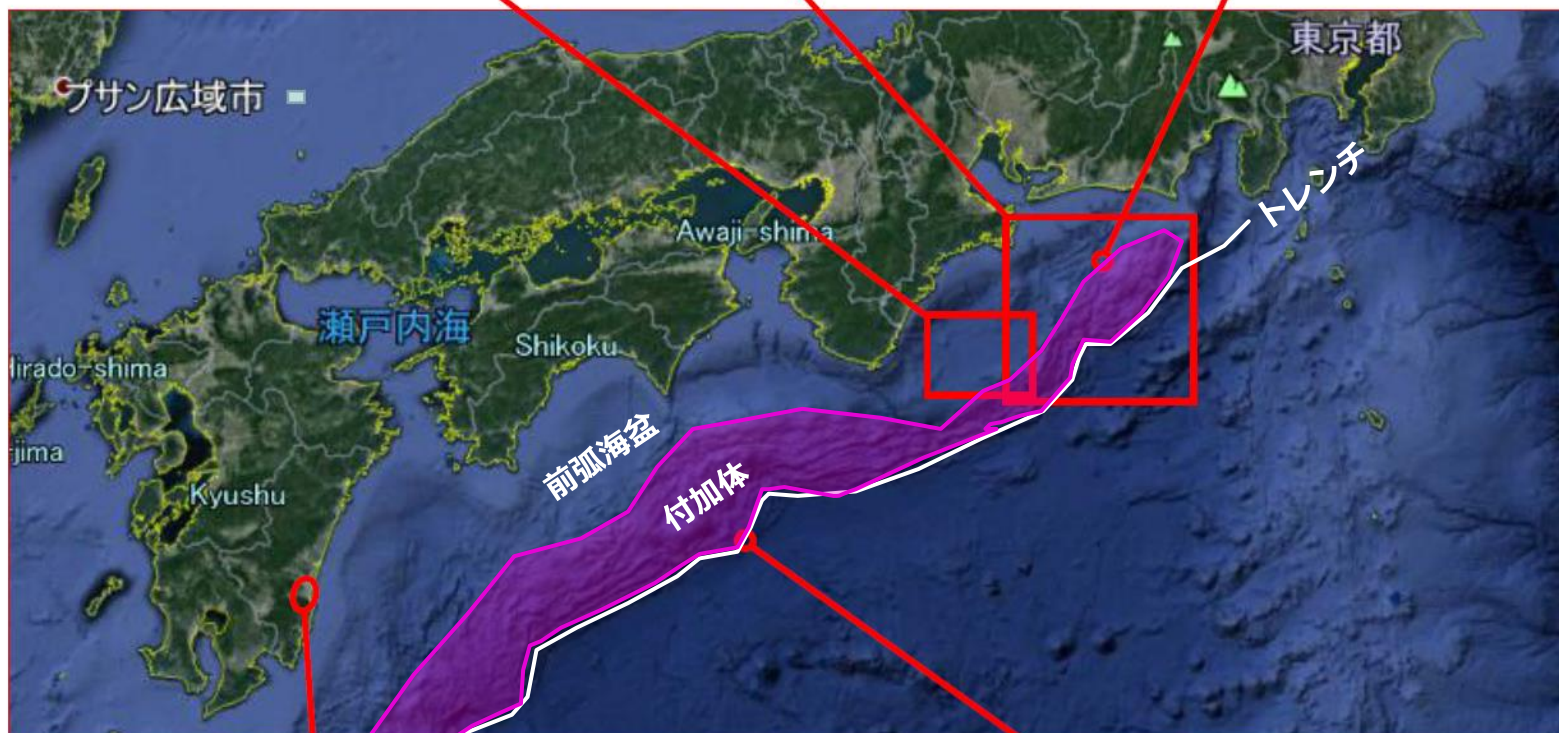


2次元地震探鉱



# 土佐沖は、付加帯と呼ばれる複雑な地質構造

**泥火山 冷湧水 MITI南海トラフ**



**宮崎・日南ガス田  
沖縄本島南部ガス田**

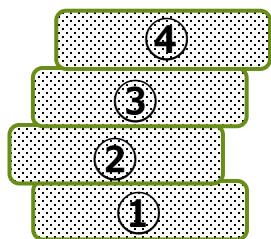
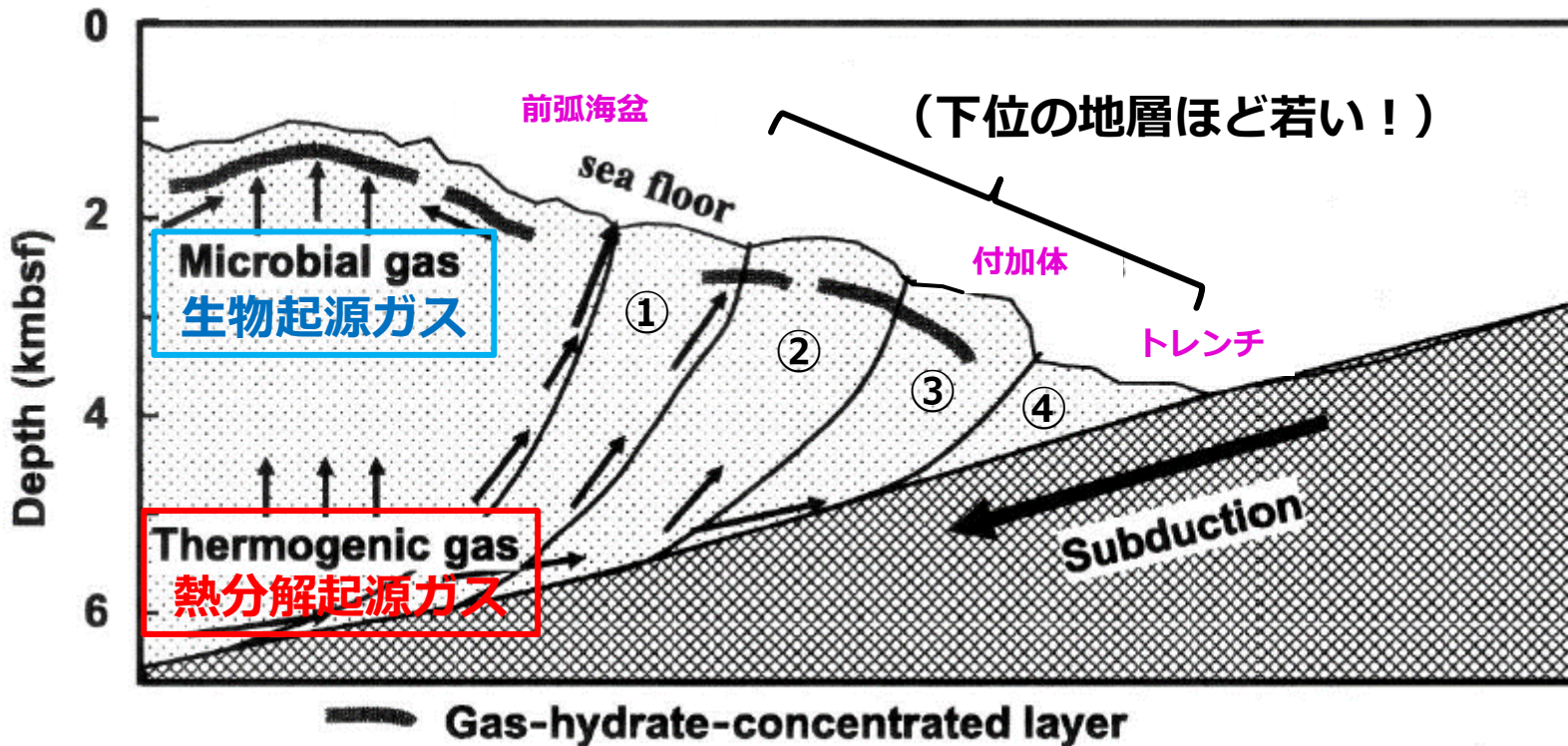
**ODP Site 808**

MHの採取実績あり



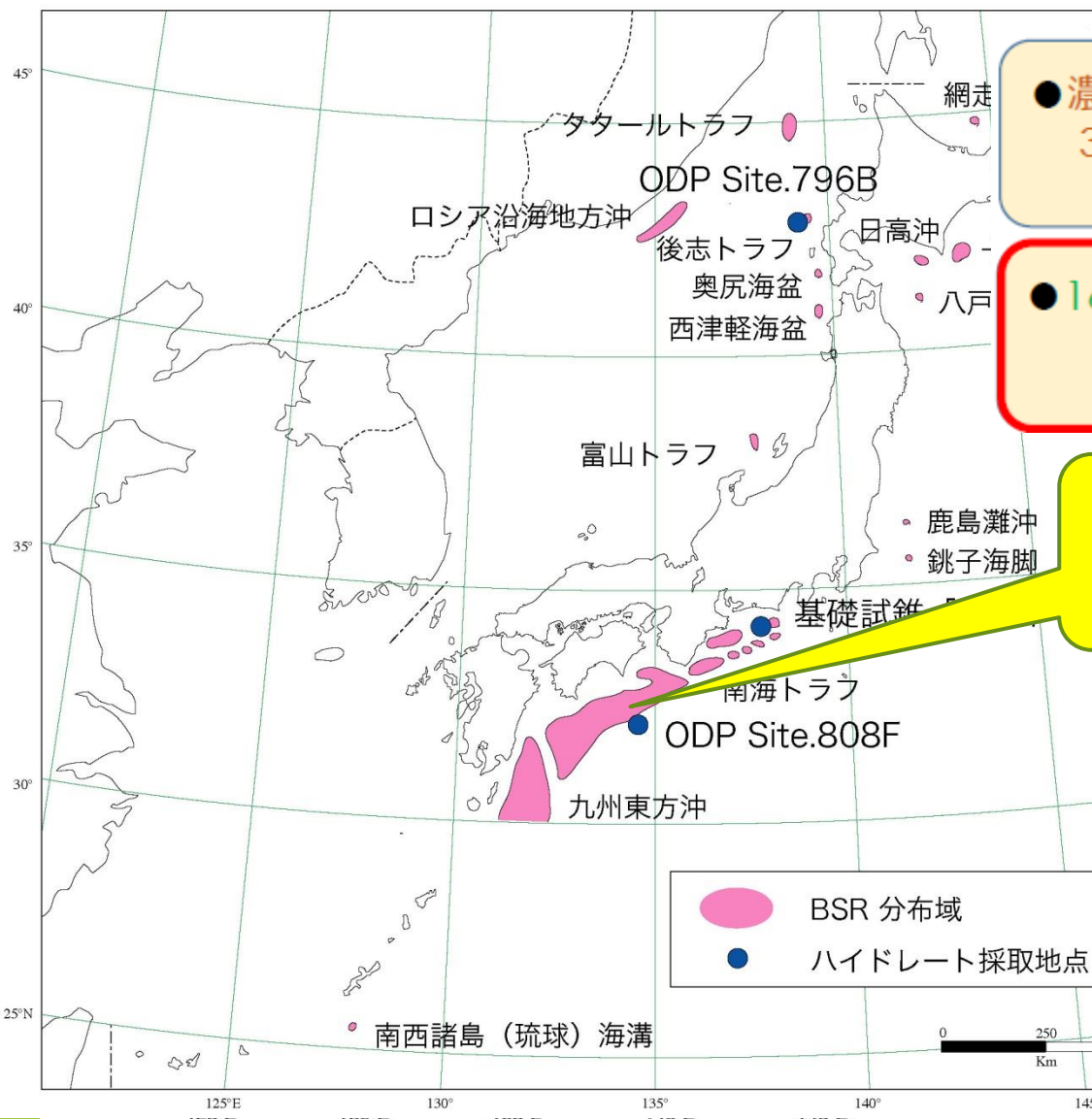
# 土佐沖は、付加帯と呼ばれる複雑な地質構造

生物起源ガスだけでなく、熱分解ガスもあれば、  
相応の埋蔵量が期待できる！



地層累重の法則  
(地層は下から堆積する)

# 土佐沖メタンハイドレート埋蔵量の概算



● 濃集帯が存在しないエリアの原始資源量  
3,920km<sup>2</sup>の海域で5676億m<sup>3</sup>(ガス換算)  
→1m<sup>2</sup>あたり144m<sup>3</sup>

● 16箇所濃集帯の原始資源量の合計  
総面積767km<sup>2</sup>で5739億m<sup>3</sup>(ガス換算)  
→1m<sup>2</sup>あたり748m<sup>3</sup>(ガス換算)

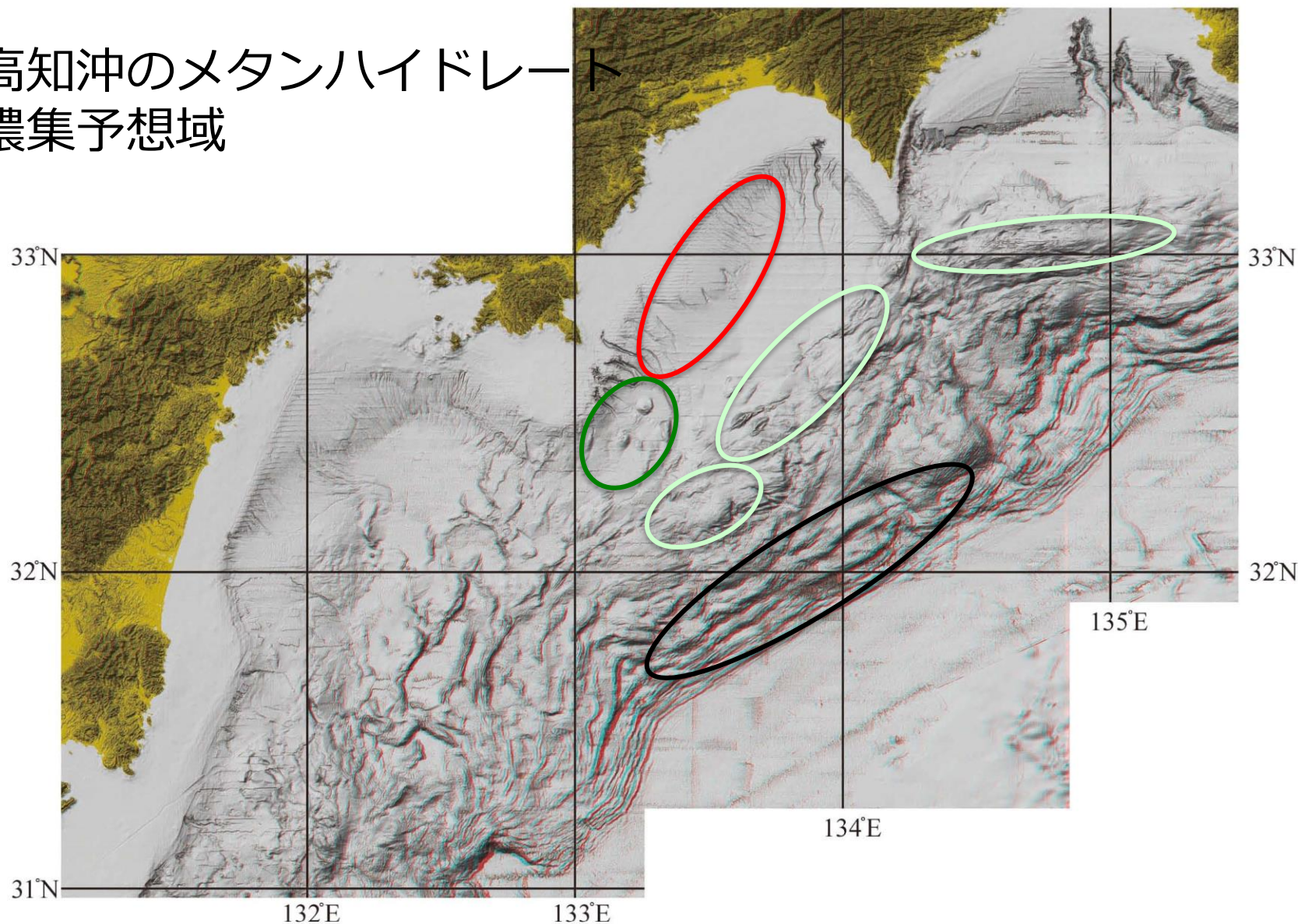
土佐沖でも6000km<sup>2</sup>の10%に濃集帯が存在(するだろう)  
⇒5000億m<sup>3</sup>のMH (ガス換算)

BSR下位のフリーガス  
60000km<sup>2</sup>の海域で2.7兆m<sup>3</sup>  
⇒究極可採資源量2兆m<sup>3</sup>  
⇒土佐沖で2000億m<sup>3</sup>

【JOGMEC/MH21】  
資源としてのフリーガスは未評価  
低飽和ガス層かもしれない  
⇒生産方法は確立されている



# 高知沖のメタンハイドレート濃集予想域



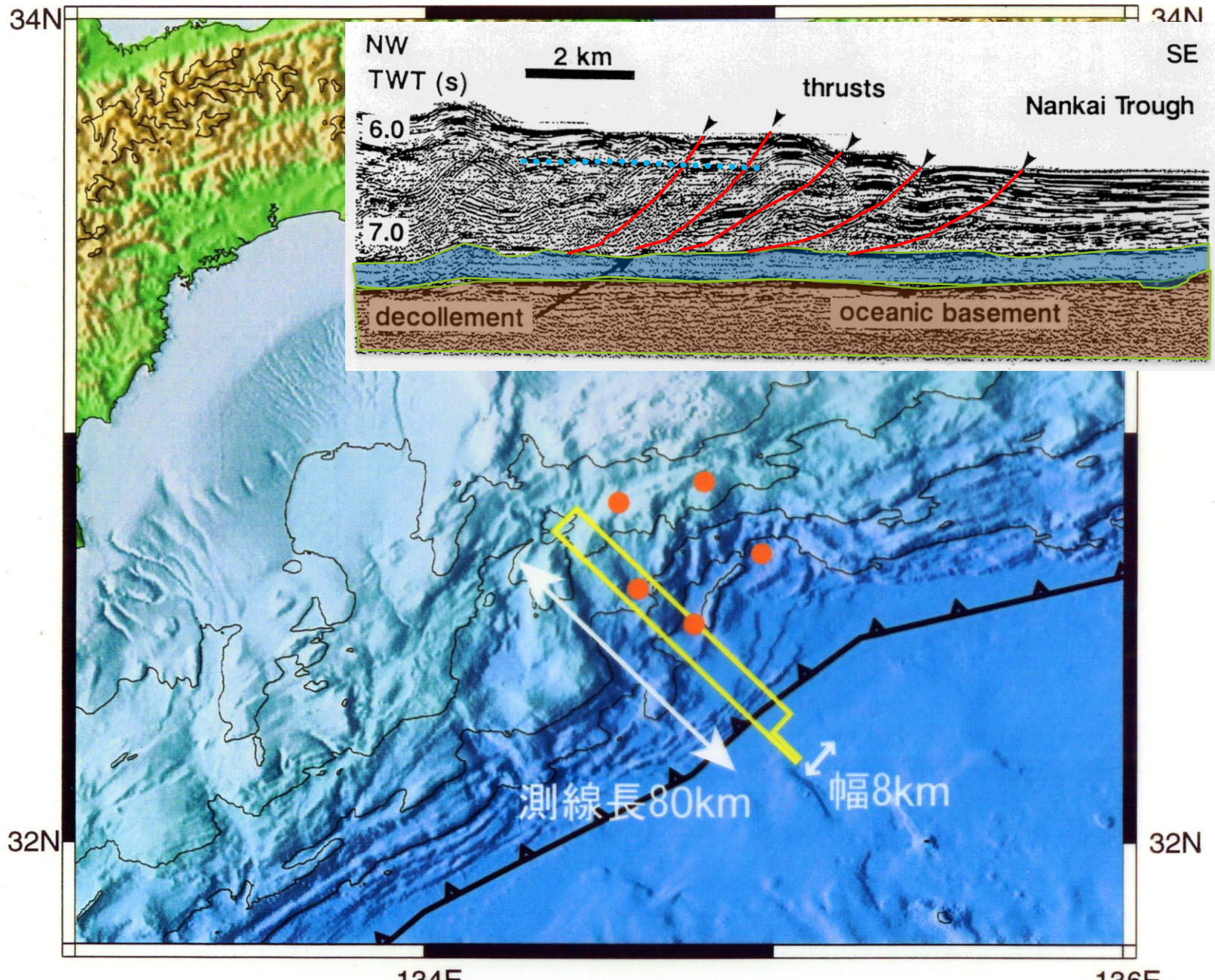
赤 ; タイプ1 ; 海底扇状地  
黒 ; タイプ3 ; 褶曲型

青 ; タイプ2 ; 海丘型  
緑 ; タイプ4 ; 泥火山

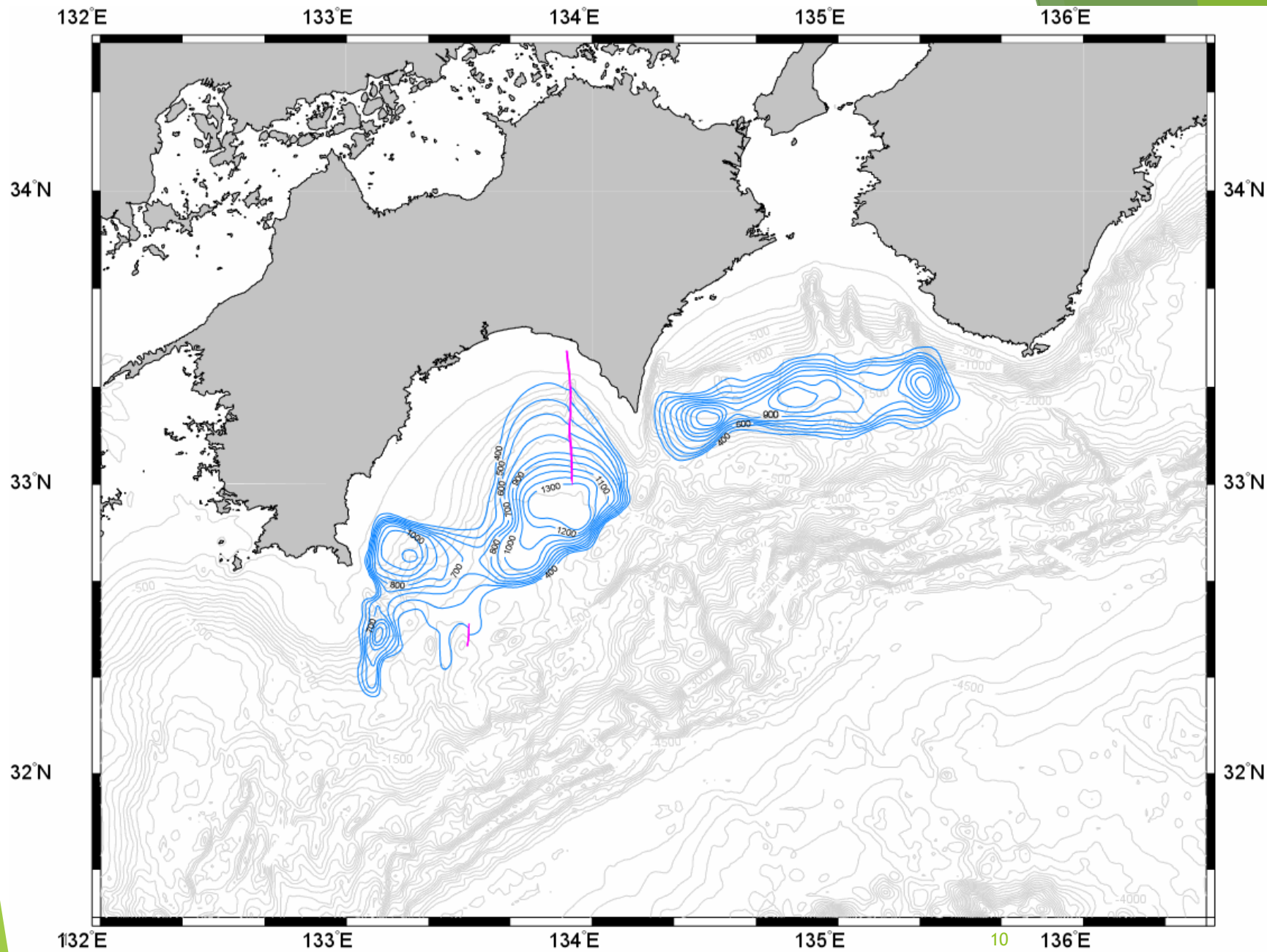
型



# 土佐沖メタンハイドレートの産状







高知沖の堆積物の厚さ（厚いほどメタンガスの供給が期待される）



# メタンハイドレート(MH21)開発の歴史

2002 (H14) 年  
第1回陸上産出試験@カナダ・マリック  
(温水循環法) 累計470m<sup>3</sup>@5日

2007 (H19) 年～2008 (H20)年  
第2回陸上産出試験@カナダ・マリック  
(減圧法) 累計13,000m<sup>3</sup>@6日

2012 (H24) 年～2013 (H25)年  
第1回MH海洋産出試験@東海沖  
(減圧法) 累計120,000m<sup>3</sup>@6日  
出砂による目詰まり、集ガス半径10m

2017 (H29) 年  
第2回MH海洋産出試験@東海沖  
(減圧法) 累計220,000m<sup>3</sup>@24日  
減圧降下せず (8 MPa)、出砂、広域集ガス



2002年第1回陸上産出試験



## 技術的課題

- ① 資源としては濃集帯確認が必須：70m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> @非濃集帯→750m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> @濃集帯
- ② 埋蔵量は100年分：BSR下位に存在するフリーガスを含めて、4.5兆m<sup>3</sup>
- ③ 熱交換効率から減圧法：MH1m<sup>3</sup>=原油1bbl (\$60) →400MJ@加熱法、8MJ@減圧法
- ④ 回収法が未開発：出砂対策、未固結地層の不安定性
- ⑤ 微生物起源ガス→BSR下位にフリーガスとして存在する可能性

# メタンハイドレート商業化プロジェクトの概念

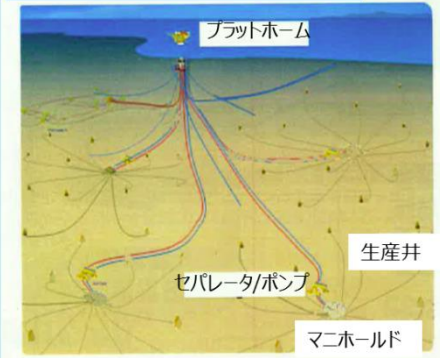
## ● 商業化段階の開発システムのご概念

- A 商業開発可能な規模のメタンハイドレート濃集帯が存在する大水深の海域において、
- B 在来型石油・天然ガス開発と比較して比較的掘削長の短い複数の坑井を用いて同時並行して生産することで、
- C 1個の濃集帯ベースで、長期的に安全かつ経済的なガス生産を実現し、消費地へのガス供給を行う。

### 商業化段階

#### 【想定する開発コンセプト】

1つの濃集帯（MHフィールド）  
海底生産システム+プラットフォーム  
開発年数 15年程度  
ガス生産量 数百万m<sup>3</sup>/日



※ フィールド全体からのガス供給量は、日量数百万m<sup>3</sup>規模

(考え方)

在来型天然ガス開発とは異なる開発システムを適用して、経済的な開発を実現させる

- メタンハイドレート層の場合は、貯留層の特徴から1坑井当たりの生産能力は在来型天然ガスの坑井の場合より劣る
- 掘削深度が浅く、ガス処理や坑井の仕上げなどに要する費用は小さい



# メタンハイドレート開発はコストがかかる

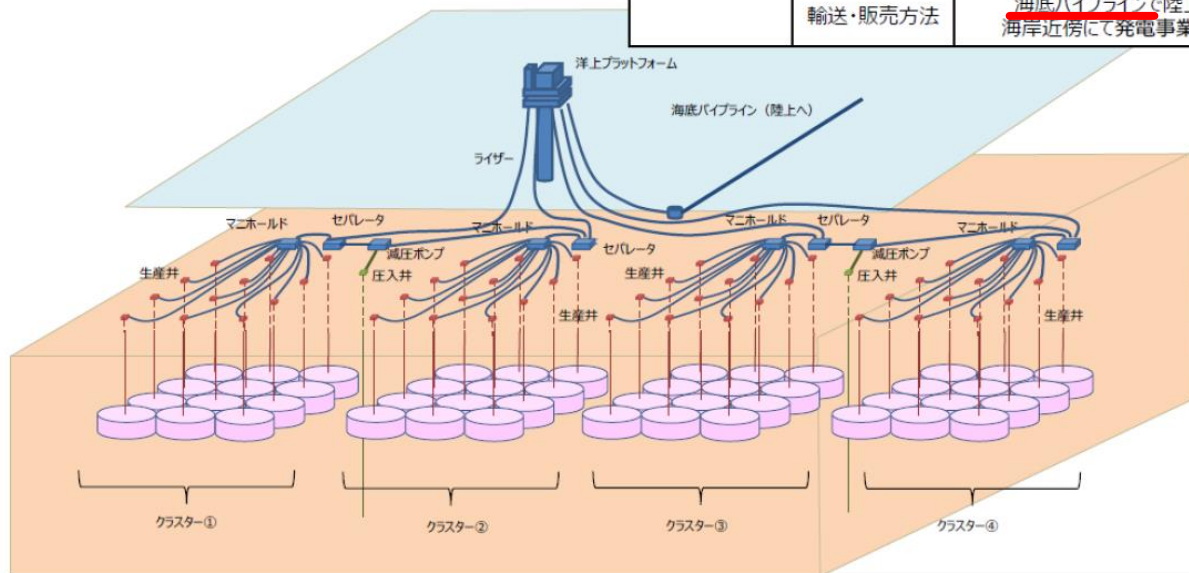
## LNGとコスト競争力を持ち、経済性のある開発システム例 ～MHフォーラム2017より～

モデル①の条件を元に、経済性が得られる  
限界条件の例を試算した。

重要なのは単位設備あたりのガス生産量

**想定開発費：5,000百万\$**

濃集帯	開発エリア面積	約20km <sup>2</sup>
	原始資源量	約500億m <sup>3</sup> (約1.5～2TCF)
	ガス生産量	約200～250億m <sup>3</sup>
開発システム	坑井数	48坑井
	坑井当たり生産 レート	平均8～18万m <sup>3</sup> /日
	プラットフォーム数	1基
	坑井群数	4群
	輸送・販売方法	海底パイプラインで陸上に輸送 海岸近傍にて発電事業者へ販売





# メタンハイドレートを開発するために

1. MHが土佐沖に存在する。  
BSR (Bottom Simulating Reflector=海底面と並行する反射面)の存在は確認されているが、どれだけあるか量については不明。  
土佐沖は付加帯と呼ばれる非常に複雑な地質構造
2. MHの採取方法は確立されていない。  
技術的に日本が最先端を走っているが、未だ1ヶ月かけて20万 $m^3$ の試験的生産に成功したのみ。
3. それでも、開発するとして大まかな予算をはじくと、  
想定開発費約5000億円、在来型の海洋油田開発でもほぼ同額。
4. この経済的な開発規模は、500億 $m^3$  (土佐にとって多すぎる)
5. 環境調査により、MH開発が社会的に受容されなければならない。



6. METIのロードマップによれば、ここ4~6年は  
生産技術開発についてはアラスカで検証 (国際コンソーシアム)、  
資源量評価については、日本近海で最適候補地を探す (ポスト『資源』)。
7. 常に代替策としてフリーガスを考慮せよ。  
→フリーガスは在来型鉱床。生産方法が確立済。  
→MHの成因 熱分解起源vs微生物起源



ちょっと  
イイ話

# 小規模LNGシステムの開発 (JAPEX提供)



SSLNG Plant  
On Land

Land



Lorry Track  
(LNG Container)

Sea



SSLNG Plant  
On Ship



SS LNG Tanker

Akebono Maru

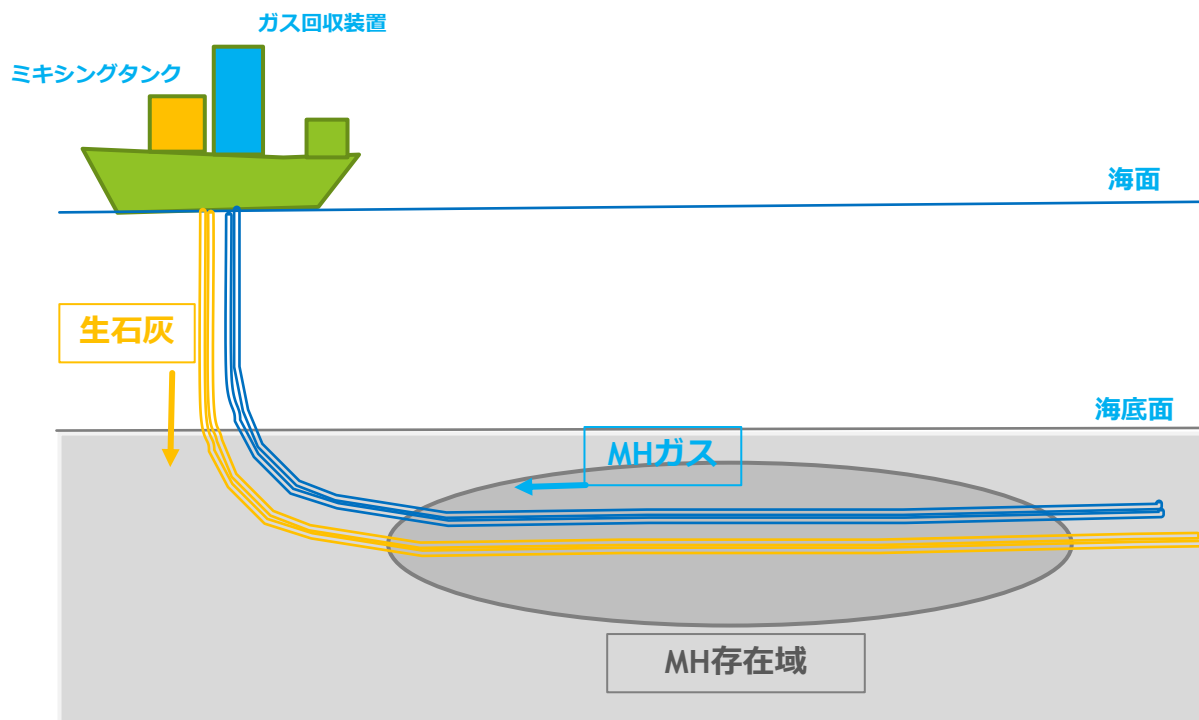


LNG on Container ship  
(LNG Container)

ちょっと  
イイ話

# 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CO<sub>2</sub>を分離吸着（CO<sub>2</sub>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



CO<sub>2</sub> NCRETE

# 土佐沖メタンハイドレート 实用・商業化プラットフォーム研究会の 提言に向けて（第4回研究会より）

土佐沖3D地震  
探鉱の誘致

土佐沖実験井の誘  
致と生産テスト

## シナリオ（A）国の政策と歩調を合わせる。

1<sup>st</sup> Step(4～6年): MHの存在確認と実用化への準備  
(3D調査の実施とテスト井掘削)

2<sup>nd</sup> Step(4～5年): より詳細なフイージビリティスタディ  
と国への働きかけ

3<sup>rd</sup> Step(5年程度): 実用化へ向けた本格的な掘削、開発計画  
の策定、実行

経産省を動かす**政治力**、開発への時間がかかる**忍耐力**



## 提言

# —土佐沖メタンハイドレートの開発に向けて—

(土佐経済同友会)

国のスケジュールに従い、メタンハイドレート試験井の掘削と中長期生産試験、その結果の解析過程においては、国の研究に協力する機関として“開発機構”で対応することとし、実用化の目途がついた段階で“開発会社”をたちあげることとする。また、次善の策としてメタンハイドレートに拘らず、直下のフリーガス開発も念頭に置いておく。

# 提言の前提

提言 1

提言 2

提言 3

## METIのMHロードマップ案 (2017.12時点)

期間	~2018 (H30)	2019 ~ 2024	2025~ 2030	2025~以降	
フェーズ	産出可能性検証	技術開発フェーズ 応用生産技術開発・検証	安定生産検証 (海洋における複数坑井での検証)	商業化に向けた実証フェーズ (パイロット実証)	商業化
資源量評価	原始資源量調査 (取得データの再解析・再評価)	適地探査 (次フェーズの先行準備) 主次元地震探査 → 試掘 (詳細な地質状況把握) → 適地評価	必要に応じて継続		
生産技術開発	第2回海洋産出試験 ガス生産試験 → 挙動観測解析評価 → 追加的検討 長期陸上産出試験 (米国アラサカ、米国との共同事業) 試験実施に向けた調整・準備作業等	課題解決 解決への技術課題のための検討 (生産挙動把握・不均質地質対応) 陸上産出試験結果を受けた追加的検討 米国で実施 試掘 → 試験準備 → ガス生産試験 → 結果解析評価 → 必要に応じ追加実証試験	中長期海洋産出試験 (複数坑井、数か月) ガス生産試験の検討・実施・検証 本フェーズ以降の海洋産出試験は商業化を目指す濃集帯を対象	商業化に向けたパイロット実証試験 (1年程度、1クラスター)	商用に移行
生産システム開発		海洋技術開発の検討 (出砂・ガス水分離・低コスト化技術・増進回収等)	海洋技術開発本格化		
環境影響評価					
各種制度検討			パイロット試験に必要な制度整備	商業化に必要な制度整備	
研究体制等の検討					
実施主体	国主導 (MH21)	国主導	国主導 + 民間 国主導 (民間研究開発を促す)	国 + 民間	
費用負担	国主導	国主導	国主導 + 民間 国主導 (民間研究開発を促す)	国 + 民間	民主導

▲ ゲート1      ▲ ゲート1'      ▲ ゲート2      ▲ ゲート3      ▲ ゲート4

3D震探誘致

土佐沖試験井生産テスト誘致

開発機構設置

開発会社

# 提言の前提

2019~2020

提言 1

2020~2022

提言 2

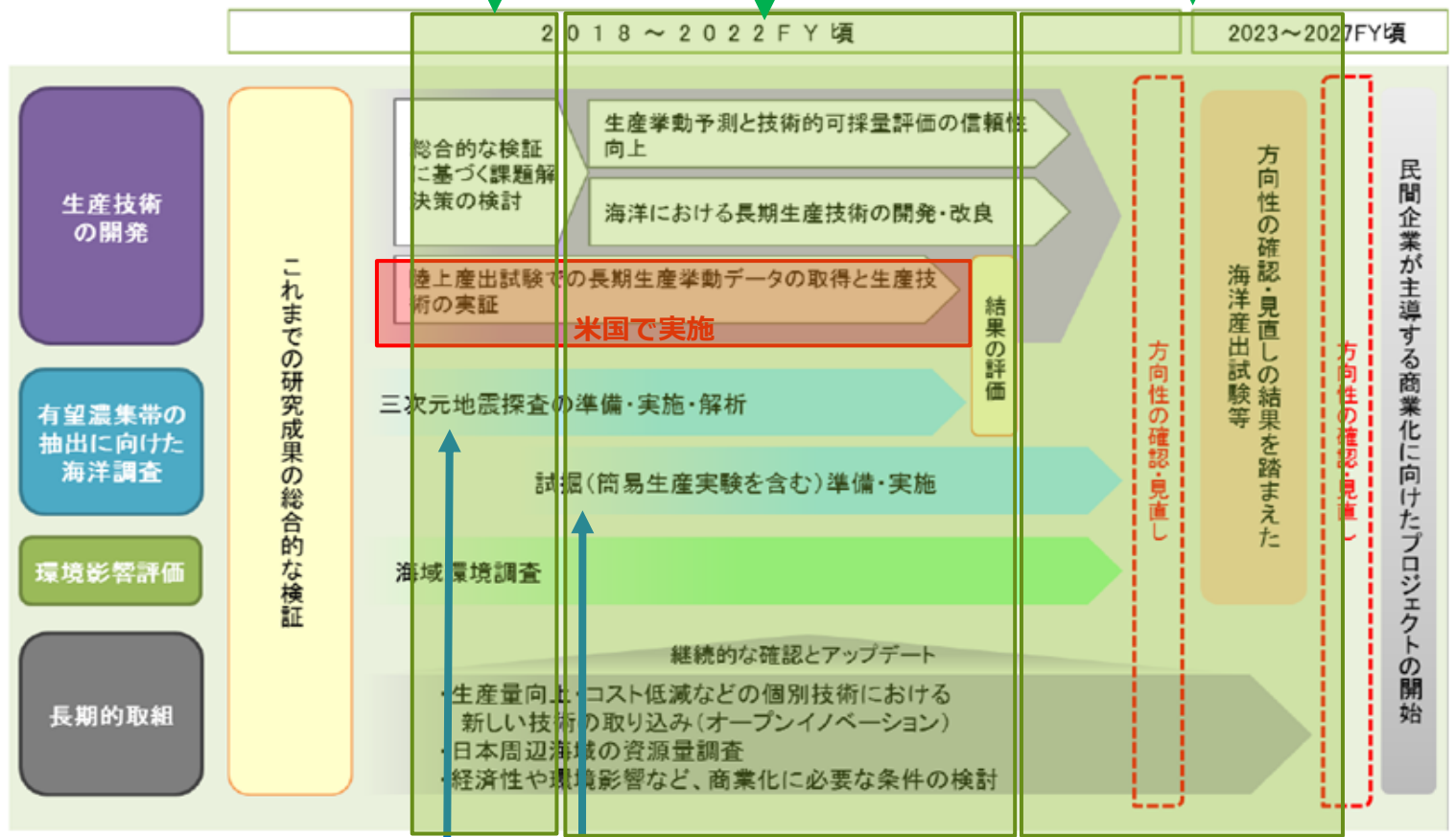
2022~2027

提言 3

## 砂層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

海洋基本計画(平成30年5月15日閣議決定)

- 平成30年代後半に民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。



開発機構設置

開発会社



# 提言 I

## オール高知による産官学連携体制 “開発機構”の設立【2019年度中】

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実用・商用化プラットフォーム研究会）をさらに拡張し、県内の産官学を中心とした関連機関の連携により、高知県発の事業支援体制（地域プラットフォーム）として“**開発機構**”を立ち上げる

“**開発機構**”は、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）の誘致を国に働き掛ける

## 提言Ⅱ

### 土佐沖でのメタンハイドレート試掘井の掘削、 及び中長期生産試験の要請【～2022年度】

“開発機構”は、土佐沖に誘致した3D地震探鉱調査の結果を踏まえ、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

# 提言Ⅲ

## 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立【～2027年度】

“**開発機構**”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。

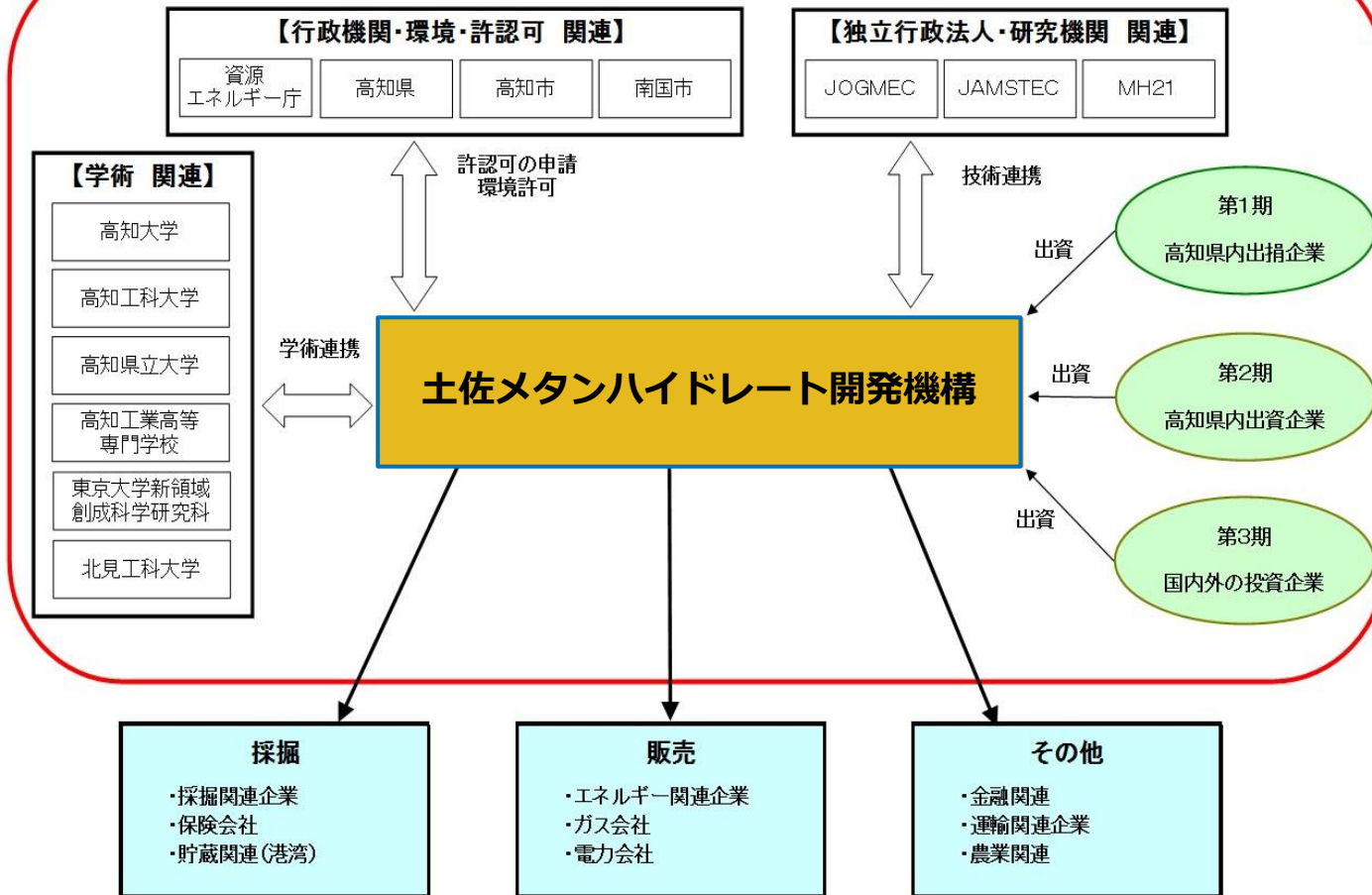
また国と一体となって、将来の土佐沖メタンハイドレートの商業化へむけて、本格的な採掘、回収、輸送技術の調査・研究を進め、実用化を検証する。

その結果をみつつ、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“**開発会社**”を設立し、メタンガスの本格的開発に備える。

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



# 高知県発の地域プラットフォームの構築



-世界初のメタンハイドレート実用化へのマイルストーン-

提言Ⅰ:2019年度に民間企業による開発機構を設立し3D調査を誘致

提言Ⅱ:2024年度までに土佐沖での試掘、生産試験を要請

提言Ⅲ:2030年度までに中長期開発試験を通じて実用化を検証後会社設立

# メタンハイドレート開発会社の設立スケジュール

## 提言Ⅰ：(2019年度)

高知経済界が主体となって、民官学連携による”開発機構”を設立

国家プロジェクトに呼応し、資源量評価（3D地震探鉱探査）を土佐沖に誘致を目指す。

出資金募集：金額は1千万程度を予定（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

## 提言Ⅱ：(2024年度までに)

”開発機構”は事業化に向けての活動（国による土佐沖でのメタンハイドレートの試掘及び中長期生産試験の誘致）

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(a)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

## 提言Ⅲ：(2030年度までに)

本格的な商業生産の開始をにらみ、開発機構を発展的に解散し、民間企業を中核とした”開発会社”を設立（再増資）

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

出資予定者：日本国内、海外の投資家主体、クラウドファンディング

\*2015年の提言では、(a)として10億円、(b)として1000億円が想定されていましたが、ここでは(a)として1億円、(b)として100億円を提案したいと考えています。