

## メタンハイドレート開発における環境影響研究

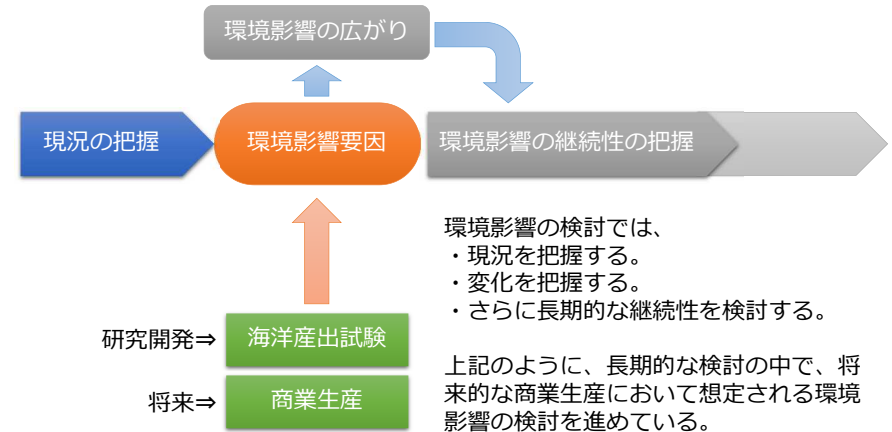
メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21)  
環境チーム 中塚 善博 (JOGMEC)

2014年11月25日  
東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム  
Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan

## メタンハイドレート開発における環境影響研究

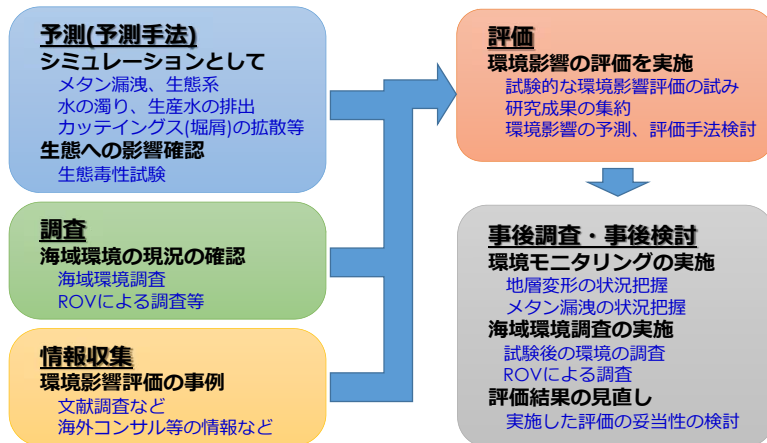
メタンハイドレート開発に伴う環境影響はまだ未知の部分が多い。  
MH21における環境影響研究では、**予測手法の検討**や**石油天然ガス開発における環境影響**を参考とし開発により生じる可能性のある**環境影響を抽出**するとともに、**調査、モニタリング**等により**現況**、および**海域環境等の変化を把握**する。



## 環境影響研究の目的

### 将来的な商業生産に向け、

- ・ MH開発に伴い生じる可能性のある環境影響を抽出し、影響を把握する
- ・ 環境影響を及ぼす要因について環境影響の予測手法を提案する
- ・ 予測される環境影響に対し、必要と考えられるモニタリング手法を提案する
- ・ 環境影響評価手法を提案する



## 第一回海洋産出試験を例とした想定される環境影響(例)

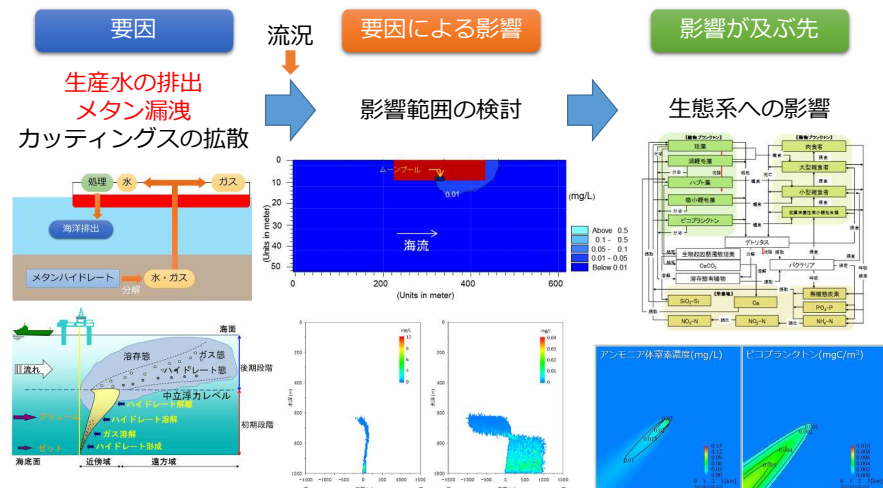


### 環境影響の一例

- ① 処理を行った生産水の海洋への排出**  
現場海域における海水を排出することに伴う現場海域における水環境の変化と生態系への影響などが考えられる。
- ② 坑井周りなどからのメタン漏洩**  
MH21で対象とするメタンハイドレートは海底面下の浅い層に賦存しており、分解により生じたガスが海底面の亀裂や坑口近傍など海底と導通した部分より漏洩する事が考えられる。
- ③ 海底地盤の変形**  
軟弱かつ未固結な地層に存在するため、分解により圧密等が生じ、地盤沈下のような現象を生じる可能性がある。

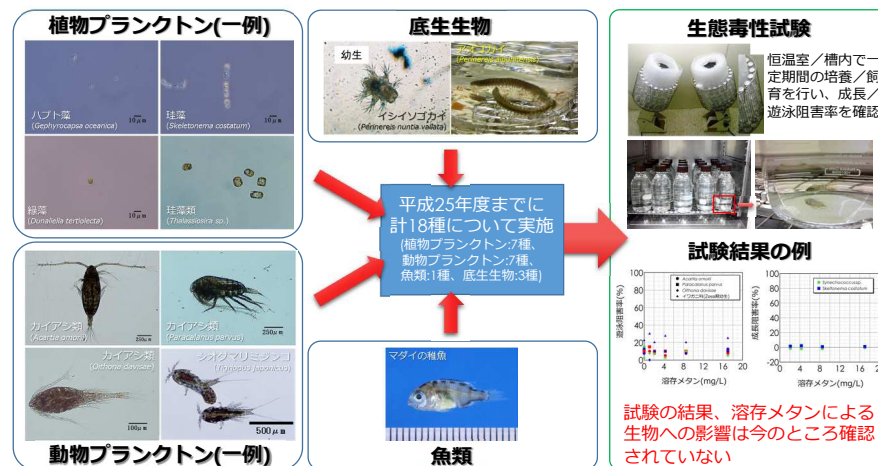
## 予測手法の検討

シミュレーションによる検討では、環境への影響が想定される要因について、海域における流況を考慮した影響範囲の検討と、その結果をもとに生態系への影響の検討を行っている。予測の結果は環境影響の評価に反映させた。



## 生物に対するメタンの影響

メタンが漏洩した際の、メタンガスが生物に与える影響を検討するため、溶存メタン環境下における生物への影響を確認するための生態毒性試験を実施した。深海魚を用いた海底面近傍の環境を再現しての試験は困難であることから、大気圧下での試験を実施した。試験結果からはメタンの影響は確認されていない。



## 環境影響予測手法に関する検討と今後

環境影響予測手法の検討では、想定される環境影響に関するシミュレーション手法を検討するとともに、メタンハイドレート開発において生産される主成分であるメタンの生態系への毒性の検討を実施した。

### 【成果】

- 各種シミュレーションにより、第1回海洋産出試験における環境影響の予測計算を実施した。結果としては、大きな影響が及ぶような結果は得られていない。
- 生態毒性試験においては、メタンの毒性を調べるため動物プランクトン、植物プランクトン、底生生物、魚類などを用いた暴露試験を実施した。これまでの試験では、大気圧下で溶存可能なメタン濃度では、生物への影響は確認されていない。

### 【今後】

- 第1回海洋産出試験を想定した検討を実施してきたが、今後実施される中長期海洋産出試験では、期間の長期化とともに、生産水の排出期間など、より長期化することが想定される。また、影響もより広域に及ぶ可能性が考えられることから、広域的な検討を進める。

## 海域環境の把握

海域環境調査では、第1回海洋産出試験に伴う海域環境の変化を把握するための計測を定期的にも実施するとともに、長期的な海域環境の把握を目的とし、継続的に調査を実施している。

### 海域環境調査

- 試験海域近傍における環境の変化を定期的に調査
- 生産試験実施海域近傍における水質の変化
- 生産地点周辺における海底面の泥の状況
- 試験海域付近における生物相の変化  
(浅い層：動物プランクトン、植物プランクトン、魚卵・稚仔魚  
海底：ベントス(ナノ～マクロ)、バクテリア)

### ROV調査

- ROV(水中ロボット)を用いた海底面の観察
- 観察画像を用いた海底面の生物の確認
- ピンポイントでの採泥による海底の泥の状況の確認

### 魚類調査

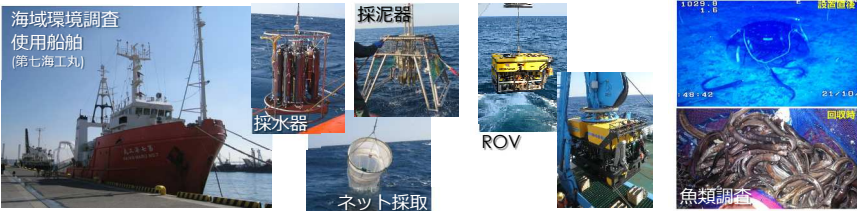
- 試験海域における生物相の調査
- 胃内容の確認による生態系の確認



## 海域環境の把握

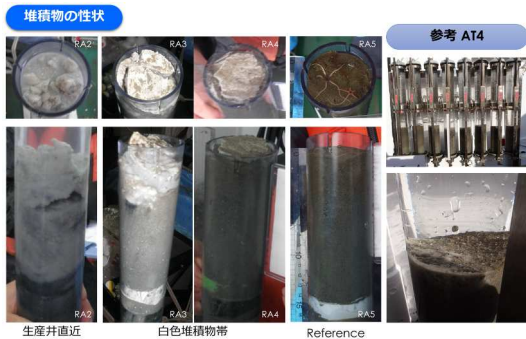
海域環境調査については、定期的かつ継続的に調査を実施している。一方でROV調査については、作業時の映像確認などを通じ必要と感じ実施している。

	H23 (2011年)				H24 (2012年)				H25 (2013年)				H26 (2014年)			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q		
海洋産出試験 関係作業																
事前調査 実施期																
海域環境調査	●	▲			●	●			●	●			●	▲		
ROV調査													●	●		
魚類調査													●	●		
年度	H22				H23				H24				H25		H26	



## ROV調査

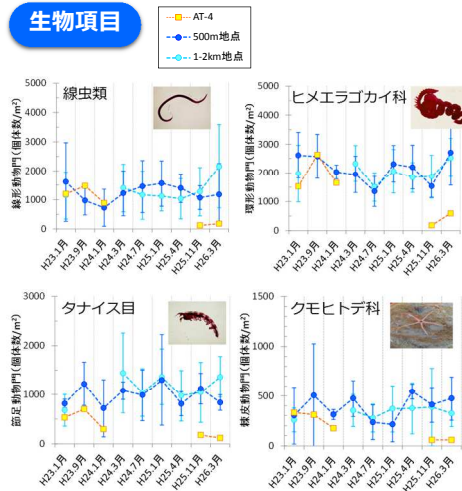
水中ロボット (ROV) を用い、目視による環境変化の確認を実施するとともに、ピンポイントでの試料採取を実施している。



白色堆積物など試験後の海底環境の調査のほか、目視による底生生物や深海生物の観察なども実施することで、海底環境の状況の把握を行っている。

## 海域環境調査

試験作業前後の環境変化の一例



海域環境調査では

- ・水柱中のプランクトン
- ・堆積物表層に生息する生物
- ・堆積物表層の化学物質
- ・魚卵、稚仔魚

などについて調査を実施し、現在も定期的かつ継続的な調査を行っている。

各種調査の結果、生産井から500m範囲内では、掘屑の堆積等による変化が確認された。500mより離れた場所では大きな変化は確認されていない。

試験に伴い生じた環境変化は500m以内の範囲と推定される。長期的かつ継続的な調査を行い、その変化を確認していく。

## 魚類調査

実際の試験海域における大型底生魚介類等の調査を実施した。海域に生息する生物の把握を行うとともに、胃内容物の調査を行うことで、海域に生息する底生魚介類の食性と生態系の検討を進めている。



# 海域環境調査の成果と今後

海域の環境調査では、採泥、採水、ネット採取による調査のほか、ROV等による調査を行い、海域における生態系、環境の変化の検討に資する結果の取得を実施してきた。

## 【成果】

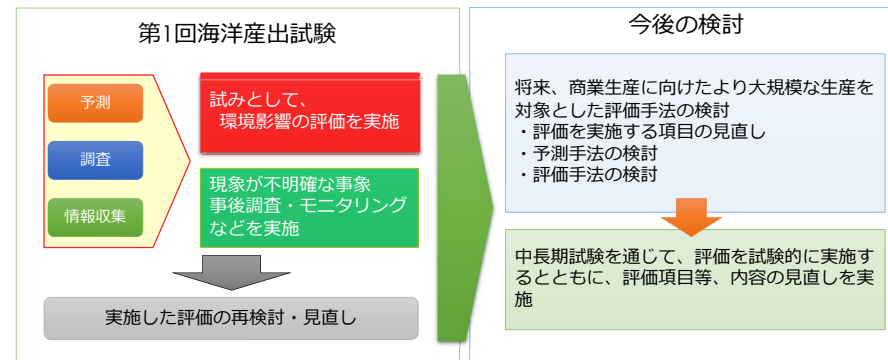
- ・試験海域における海域環境の変化を把握した。第1回海洋産出試験を実施した結果として、500m以内の範囲においてカッティングスの堆積等が確認されている。
- ・底生生物、魚介類等の把握を行い、胃内容物の分析も含め、生態系などの検討に資する情報を得ることができた。

## 【今後】

- ・中長期試験におけるより長期かつ広域的な環境への影響、変化の可能性を考え、広域的なベースラインの把握のための調査が必要である。
- ・調査手法、検討手法などの再検討を行い、自然現象と試験に伴う影響がある程度区別できるよう工夫を検討していく必要があることが第1回海洋産出試験後の調査などから課題として抽出されている。

# 環境影響の評価の実施

第1回海洋産出試験では、実施した予測手法の検討、海域環境調査の結果などをもとに、環境影響の評価を試験的に実施した。環境影響研究では、さらに将来の商業生産を対象とした評価手法の検討のため、第1回海洋産出試験における評価結果の見直しを行うとともに、中長期及びより大規模を対象とした評価項目の検討を実施する。



※ 石油、天然ガス開発及びMH開発については、現在、環境影響評価法において評価の対象となっておらず、環境影響評価の実施は義務化されていないが、環境の保全を目的とし、開発者が自主的に検討を行う可能性もあることから評価手法の検討を実施している。

# 環境影響の評価(海洋産出試験における評価手法)

評価は、国内の環境影響評価や、石油天然ガス開発における環境影響評価の海外事例を参考とし実施した。

抽出した評価項目の一例

環境要素	影響要因(事業内容)	共通作業		生産試験		関連作業		
		船舶の移動	船舶の存在	試験準備	フロートテスト	廃坑	コアリグ	モニタリング(その他)
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持	大気環境	●	●					
	水環境	●	●	●	●	●	●	●
	地質・土壌環境	●	●	●	●	●	●	●
	その他の環境	●	●	●	●	●	●	●
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全	海洋生物	●	●	●	●	●	●	●
	生態系	●	●	●	●	●	●	●
人と自然との豊かな接触の確保	海洋レクリエーション	●	●					
	海中公園等	●	●					
環境への負荷	廃棄物	●	●	●	●	●	●	●
	温室効果ガス	●	●	●	●	●	●	●
社会経済的影響(海域利用)	漁業	●	●	●	●	●	●	●
	海上交通	●	●	●	●	●	●	●

● : 生産試験時に実施した評価で抽出された項目

評価基準としてマトリクスを用いた評価を試験的に実施。

影響範囲

	広域	中域	近域	直近
長期	5	4	3	2
中期	3	3	2	2
短期	4	2	1	1

5:影響は甚大、4:影響が大きい、3:影響あり、2:影響は小さい、1:影響は軽微

影響の大きさ

	甚大	大	中	小	軽微
高	高	高	中	中	低
中	高	高	中	中	低
低	高	高	中	中	低

【発生頻度】  
高: ほとんどいつも発生中: 発生しやすい(時々発生) 低: ほとんど発生しない

影響の程度を推定

※ 上記はあくまでも一例であり、今後、検討の中で適した手法を検討していきます。

# 環境影響の評価(評価実施の結果)

試験的に、考える基準を用いた環境影響の評価を実施したが、評価の結果では、発生頻度が中や高と高い状況であっても、影響の程度が軽微となり、リスクレベルは低いという結果が得られた。

➡ 結果をもとに実際の状況の確認、比較検討などを実施することで、項目の再検討などを進めている。

環境要素	評価内容	発生頻度	影響の程度	リスクレベル
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持	水環境	高	高	短期 直近
	環境音(水中騒音)	高	高	短期 直近
	底質	高	高	短期 直近
	その他の環境	高	高	短期 直近
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全	海洋生物	高	高	短期 直近
	動物	高	高	短期 直近
	植物	高	高	短期 直近
	生態系	中	中	短期 直近
環境への負荷	廃棄物	高	高	短期 直近
	温室効果ガス	高	高	短期 直近
	漁業	中	中	短期 直近
	海上交通	高	高	短期 直近

ROVによる観察結果

試験時の情報

シミュレーションによる再検討



## 環境影響評価に関する研究の今後

環境影響評価に関する研究では、第1回海洋産出試験を通じ、環境影響の評価手法に関する検討を進めてきた。検討では主に、国内における環境影響評価法における他の事業の事例などを参考とした評価を実施したが、以下の課題が確認された。

### 【課題】

- ・国内における環境アセスを参考としたが、大水深開発の経験がなく、また、石油天然ガス開発を対象としていないため、メタンハイドレート開発への手法の応用には適していない面もあった。
- ・知見がない状況における検討であり、評価基準などの設定に曖昧な面があった。

### 【今後】

- ・石油天然ガス開発などの海外事例を参考とし、より開発に適した評価手法の検討を進める。
- ・中長期海洋産出試験に向け、評価項目等の抽出を進めるとともに、将来的な評価手法に関する検討を進める。

## 環境モニタリング

環境モニタリングでは、生産試験前から生産試験後にかけての海底環境の変化のうち、生産に伴う地層の変形(沈下)と生産井近傍におけるメタン漏洩についてのモニタリングを実施した。

### 地層変形

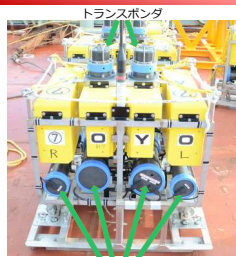
メタンハイドレートが胚胎する地層は、海底面下の浅い地層に存在する。研究開発の対象として検討している砂層孔隙充填型メタンハイドレートが存在する地層については、未固結堆積層にあるため、メタンハイドレートの分解時に圧密などが生じ地層が沈下する可能性が考えられた。

### メタン漏洩

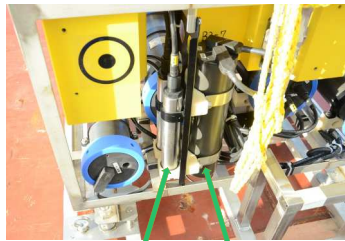
メタンの漏洩については、坑井回りや海底の断層などからの漏洩の可能性を考え、検討を行ってきた。特に坑井回りについては、減圧法により生産を実施していることから、生産時の漏洩の可能性は低いと考えられているものの、廃坑後に坑井のセメントの不具合などにより漏洩が生じるリスクが考えられた。

第1回海洋産出試験では、上記2点に関するモニタリングを生産井を中心とした海域において実施した。

## 環境モニタリング(地層変形)



バッテリー、データロガー、切り離し装置



圧力計 高度計

### 使用したセンサー

#### 圧力計

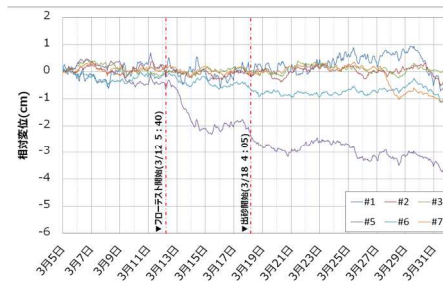
圧力を計測することにより、設置地点における海底面の鉛直変位を計測する。

#### 傾斜計

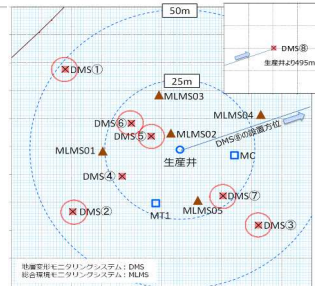
傾斜計では海底面の傾きの変化を計測する。

#### 方位計

海底面に設置した機器の方位を把握するとともに傾斜の方位検討を行う。

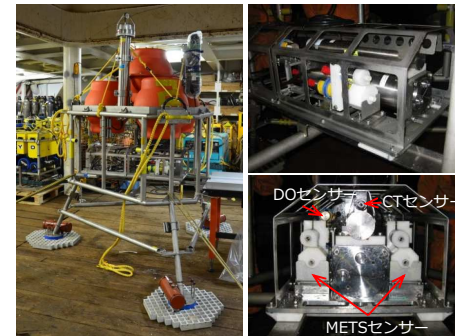


生産性直近に設置したモニタリングシステムでは、数センチ程度の海底の変形が計測された。



地層変形モニタリングシステム: DMS  
総合環境モニタリングシステム: MLMS

## 環境モニタリング(メタン漏洩)



### 使用したセンサー

#### METSセンサー(溶存メタン)

海水中に溶存しているメタン濃度の変化を計測する。

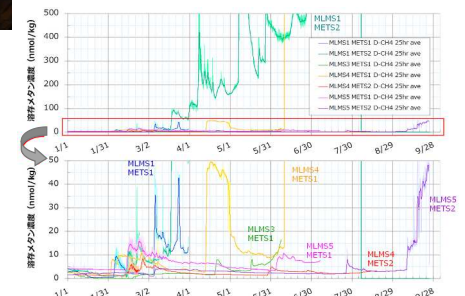
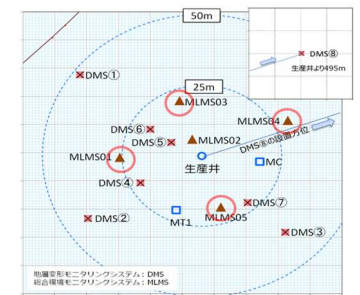
#### DOセンサー

海水中の溶存酸素濃度の変化を計測する。

#### CTセンサー

塩分の計測に使用

作業に伴うメタン濃度の変化が計測された。しかしながら、回収後の確認においてセンサーの損傷などが確認されており、一部のデータについては信頼性が低いことが確認された。



## 環境モニタリングに関する成果と課題

第1回海洋産出試験における環境モニタリングでは、地層変形とメタン漏洩それぞれについてモニタリングシステムの開発から計測までを実施した。

### 【成果と課題】

#### 1. 地層変形

- ・生産に伴うと考えられる海底地盤の変形が確認された。
- ・6日間の生産に伴う変形は生産井近傍の極限られた範囲でのみ生じている可能性が高い。
- ・地盤の変形のモニタリングとしては、選定したセンサーは適切であったが、システムの形状等、作業が実施される海域では不適切な形状であった。

#### 2. メタン漏洩

- ・作業に伴うと考えられるメタン濃度の変化が確認された。
- ・選定したセンサーは深海での長期モニタリングには不適切であることが確認された。

### 【今後】

- ・機器の設計、センサーの再選定を行い、より確実に計測ができるシステムを構築する。
- ・より長期的な生産に伴い生じる海底地盤の変形、メタン漏洩を計測し、将来的な商業生産における環境影響の検討を進める