

砂層型メタンハイドレートフォーラム 2024

メタンハイドレート研究開発の ための圧力コアリングツール

MH21-S研究開発コンソーシアム (MH21-S)

試掘作業チーム (JOGMEC) 永岡 卓也

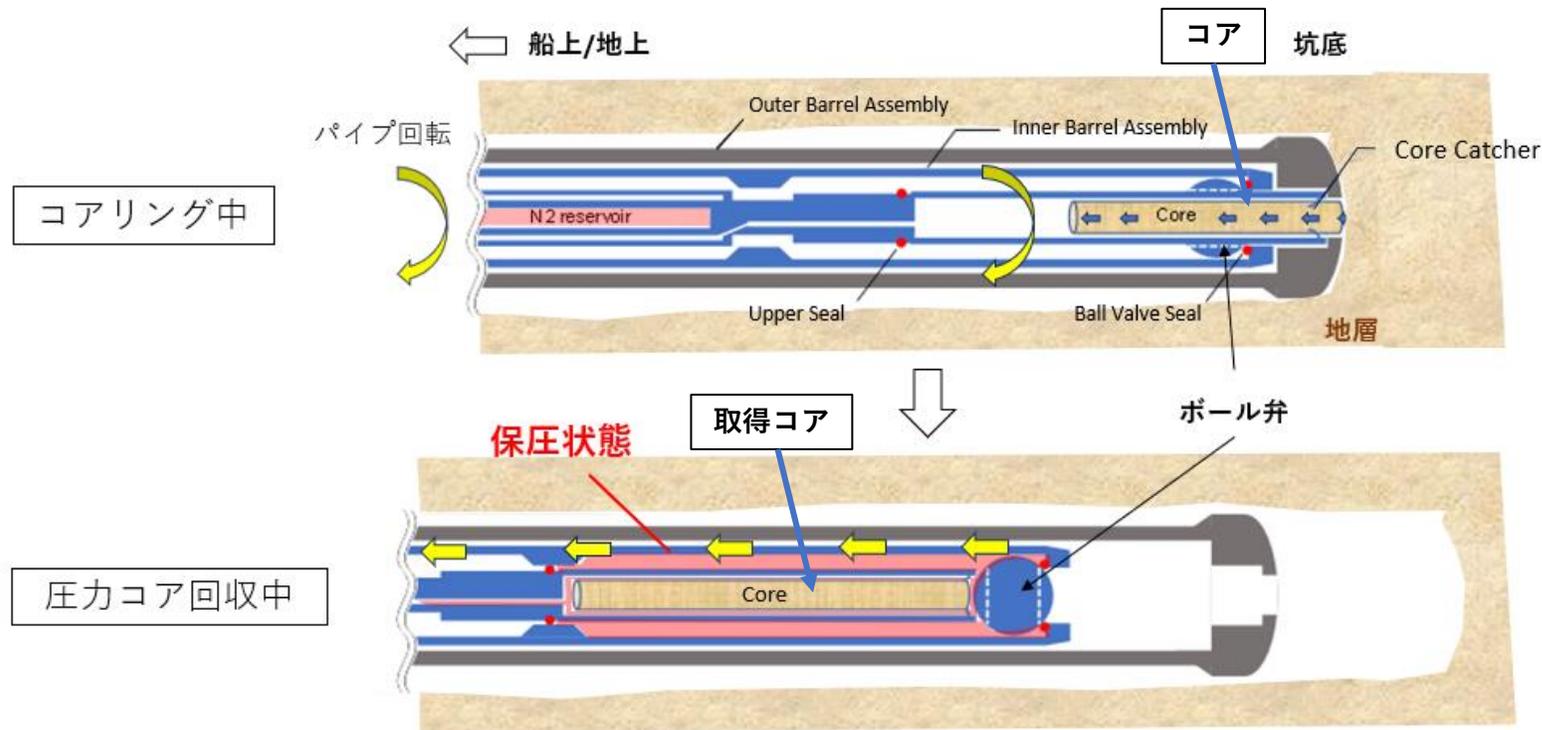
2024年12月4日 (水)

内容

1. 圧力コアリング
2. MH研究開発のための圧力コアリングツール
3. ツール開発の変遷
4. 関連機器・パイプ類
5. 過去の作業実績例
6. まとめ

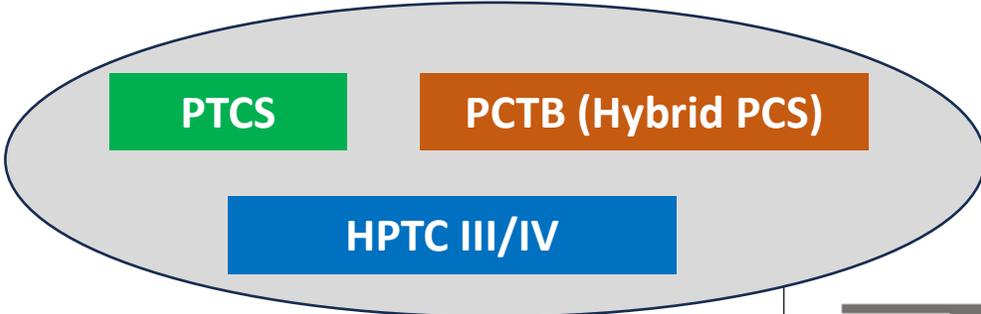
1. 圧力コアリング

メタンハイドレート（MH）の成因・物性・地層中の分布状況等のMH開発のための研究に資する**原位置圧力を保ったコア試料（圧力コア）**を取得すること



圧力コアリング概念図

2. MH研究開発のための圧力コアリングツール



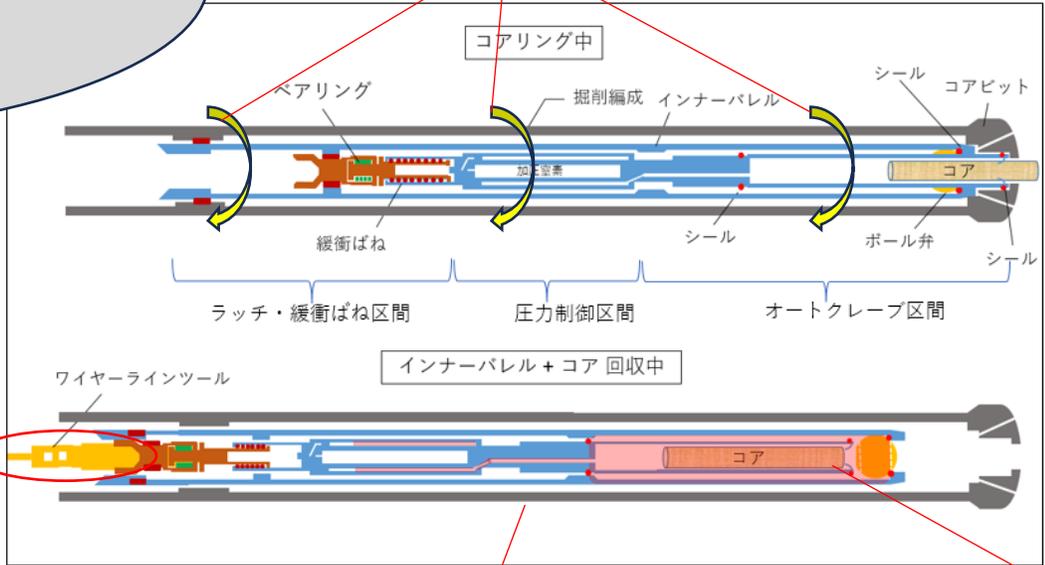
MH研究開発のため適用

略語

- PTCS: Pressure Temperature Core Sampler
- PCTB: Pressure Coring Tool with Ball Valve
- PCS: Pressure Coring System
- HPTC III/IV: High Pressure Temperature Corer Mark III/IV

③ワイヤーライン方式
ワイヤーラインツールを使用してインナーバレル（圧力コアリングツール）を設置・回収

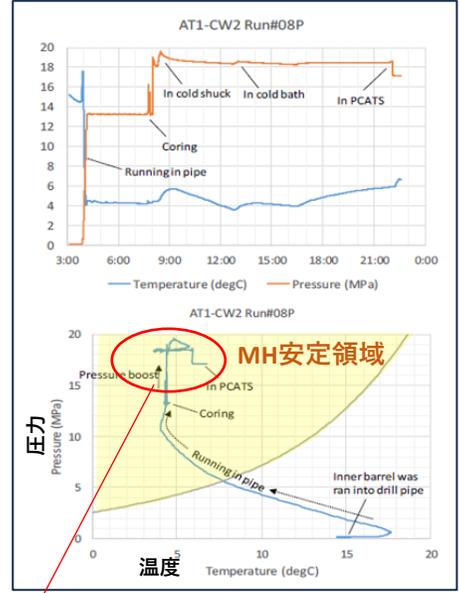
②ロータリーコアリング
通常の掘削同様に専用の掘削編成を用いて掘削（コアリング）



HPTC III 模式図

④専用パイプ
地表/船上と坑底付近の間でドリルパイプ等を導管としてインナーバレルを上げ下げするため、内径の大きなドリルパイプ、専用掘削編成等を使用

(例)
PTCS, HPTC III/IV → 6-5/8" DP, 8-5/8" DC, etc.
Hybrid PCS / PCTB → 5" DP (S-140), 5-1/2" DP (S-140 or S-150), etc.



2018年第二渥美海丘での圧力コアリング (例)

①保圧機能
ボール弁（オートクレーブ区間）、加圧室素（圧力制御区間）、各種シール等を用いて原位置圧力を保持

3. ツール開発の変遷 (1/2)

- 略語
- PTCS: Pressure Temperature Core Sampler
 - Hybrid PCS: Hybrid Pressure Coring System
 - PCTB: Pressure Coring Tool with Ball Valve
 - HPTC: High Pressure Temperature Corer
 - PCATS: Pressure Core Analysis and Transfer System
 - IODP: International Ocean Discovery Program

PTCS開発～1999年基礎試錐「南海トラフ」にて使用～
PTCS改良～2004年基礎試錐「東海沖～熊野灘」にて使用

ツール	PTCS
開発	1995年度～1999年度に石油公団（当時）と民間会社10社が共同で実施した特別研究「メタンハイドレート開発研究」により開発
適用	1999年度基礎試錐「南海トラフ」及び2003年度基礎試錐「東海沖～熊野灘」にて使用
コア分析関連	コア観察・分析のためにコアを一旦脱圧する必要あり

PCTB (Hybrid PCS)開発
 2012年第二渥美海丘における圧力コアリングで使用

ツール	PCTB (Hybrid PCS)
開発	Geotek社の圧力コア分析装置PCATSと適合する圧力コアリングツールとして米国のAAI社 / 海洋研究開発機構 / JOGMECが共同開発
適用	2012年度第二渥美海丘にてMHを含む砂泥互層を対象とした圧力コアリングで使用
特徴	地球深部探査船「ちきゅう」で使用されているIODPコアリングツールと併用可能
コア分析関連	PCATSと併用して原位置圧力を保持したコア分析可能

HPTC III開発～ 2018年第二渥美海丘における圧力コアリングで使用
HPTC IV (HPTC III改良) ～ 現在

ツール	HPTC III/IV
開発	2014年度 PTCSを改造しPCATSに適合可能なHPTC IIIを開発 2019年度 HPTC IIIの設計を一部変更してHPTC IVにアップグレード
適用	2018年第二渥美海丘にて第2回MH海洋産出試験追加データ取得のため使用
コア分析関連	PCATSと併用して原位置圧力を保持したコア分析可能

PCATSとの併用により保圧状態の圧力コア分析が可能

3. ツール開発の変遷 (2/2)

PTCSを改造してHPTC III開発したため PTCSと仕様が類似している

保圧状態のコア分析可能

		圧力コアリングツール		
		改良型PTCS	HPTC III/IV	PCTB (Hybrid PCS)
コア直径		66.7 mm	54 mm	51 mm
取得可能な最大コア長		3.0 m	3.5 m	3.5 m
耐圧 (Autoclave)		24 MPa	35 MPa	35 MPa
断熱構造 (Autoclave内二重管)		あり	あり	無し
ボールバルブ		固定ピン式、ロワーシール	固定ピン式、ロワーシール	スプリング式、トップシール
PCATSとの適合性		無し	あり	あり
IODPコアリングツール*との適合性		無し	無し	あり
コアリングビット径		10-5/8"	10-5/8"	10-5/8"
ドリルパイプ	ネジ	6-5/8" IF	6-5/8" IF	5-1/2" DSTJ or 5-3/4" DSTJ
	管体 (外径)	6-5/8"	6-5/8"	5" or 5-1/2"
	最小内径	5-29/32"	5-29/32"	4-1/8"
ドリルカラー	ネジ	6-5/8" IF	6-5/8" IF	6-5/8" FH MOD
	管体 (外径)	8-5/8"	8-5/8"	8-1/2"
	内径	5-29/32"	5-29/32"	4-1/8"

IODPコアリングツールと併用可能

*IODPコアリングツール : HPCS、ESCS、EPCS

4. 関連機器・パイプ類

(HPTC III/IVの例)

➤ 関連機器 (JOGMEC所有)

- サービスバン、コアリングパーツ等



サービスバン

➤ パイプ類 (JOGMEC所有)

- 6-5/8" DP、8-5/8" DC、10-5/8" stabilizer等
 ← 6-5/8" IFネジ、DP min ID = 5.906" (HPTC inner barrel → max OD = 5.688"が通るID)
- HPTC用掘削編成 (10-5/8" PDC coring bit、Bit sub、Outer Core Barrel、Landing sub)



パイプ類 (6-5/8" DP)

➤ その他

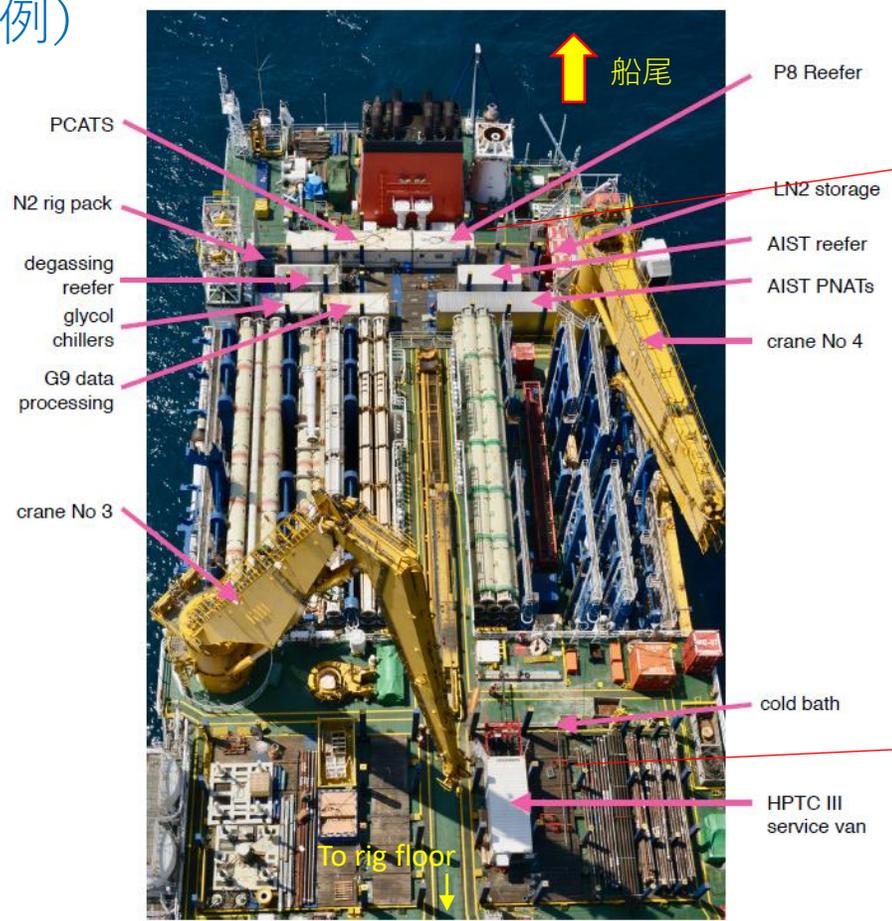
- PCATS (Geotek社所有)



HPTC III/IV 用掘削編成

4. 関連機器・パイプ類

(HPTC IIIの例)

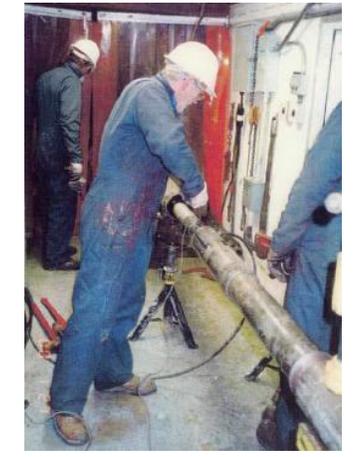


地球深部探査船「ちきゅう」デッキ上に配置した
関連機器・パイプ類等
2018年圧カコアリング時撮影

5. 過去の作業実績例 (1/4)

～PTCSの適用～ 基礎試錐「南海トラフ」(1999年度)

作業箇所	静岡県天竜川河口沖合約50 km
オペレータ	石油資源開発(株)
作業期間	1999年11月10日～2000年2月5日
掘削リグ	Reading & Bates Falcon Drilling社 M.G. Hulme Jr. (セミサブ)
水深	945 m



【PTCSを使用したコアリング】

坑井	コアリング実績		採取コアサンプル		圧力保持能力		温度保持能力	
	実施回数(回)	コア掘削長(m)	回収長(m)	回収率(%)	成功回数*(回)	成功率(%)	成功回数**(回)	成功率(%)
1本坑	27	79.0	29.1	36.8	11	41	16	59
2追加調査井 No. 2	12	36.0	16.9	46.9	6	50	8	67
計	39	115.0	46.0	40.0	17	44	24	62

* コアリング深度の水頭圧(海水)の80%以上の圧力を保持していた場合を成功とした
 ** コアリング深度付近の地層温度を13℃と仮定し、地上での測定温度が13℃未満の場合を成功とした

【主な成果】

- ・ **原位置状態に近いハイドレートを含むコアを海上に回収することに成功**

【主な技術課題】

1. コア回収率の向上
2. 圧力・温度保持機能の改善
3. コア掘り作業効率の向上
4. PTCSの基本性能の更なる向上
5. 地上に回収されたハイドレートコアのハンドリング方法(コア抜き出し方法)の検討

5. 過去の作業実績例 (2/4)

～改良型PTCSの適用～ 基礎試錐「東海沖～熊野灘」 (2003、2004年度)

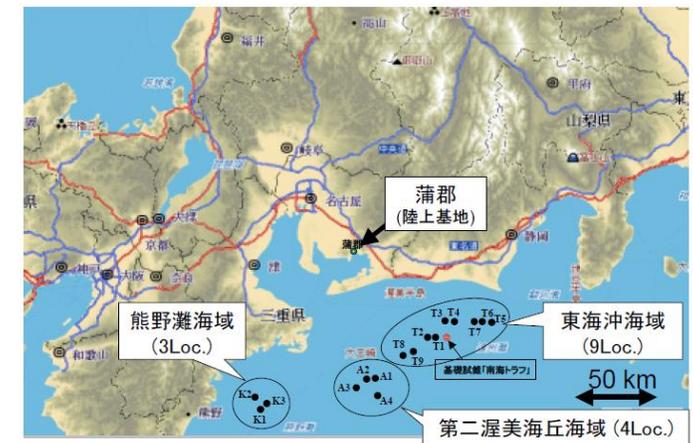
作業箇所	南海トラフ海域（東海沖～熊野灘海域） <--- 約140km x 40 kmの海域（33坑）
オペレータ	石油資源開発・帝国石油共同企業体（石油公団より委託を受けて実施）
作業期間	2004年1月18日～5月18日
掘削リグ	Overseas Drilling Limited社 JOIDES Resolution（ドリルシップ）
水深	720 - 2033 m

【PTCSを使用したコアリング】

坑井	コアリング実績		採取コアサンプル		圧力保持能力		温度保持能力	
	実施回数 (回)	コア掘削 長 (m)	回収長 (m)	回収率 (%)	成功回数* (回)	成功率 (%)	成功回数** (回)	成功率 (%)
東海沖エリア集計	54	133.5	105.3	78.9	51	94	49	91
第二渥美海丘エリア集計	28	70.0	56.0	80.0	23	82	27	96
計	82	203.5	161.3	79.3	74	90	76	93

* コアリング深度の水頭圧（海水）の80%以上の圧力を保持していた場合を成功とした。

** コアリング深度付近の地層温度を13℃と仮定し、地上での測定温度が13℃未満の場合を成功とした。

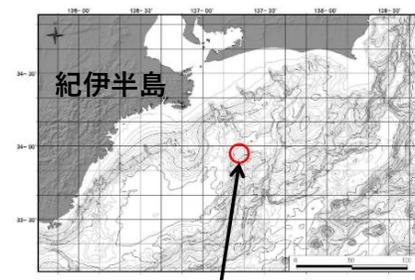


5. 過去の作業実績例 (3/4)

～PCTB (Hybrid PCS) の適用～ 第二渥美海丘海域における圧力コアリング (2012年度)

英国のGeotek社が開発した**圧力コア分析装置PCATS (Pressure Core Analysis and Transfer System)** と併用できるHybrid PCSを使用して圧力コアリング実施

- 海洋研究開発機構がAAI社 (現 Geotek Coring社) と開発
- 地層の原位置圧力を保持した状態でコア分析可能**
- 従来型ワイヤーライン式コア取得ツール (IODPで使用) と互換性あり
- コア冷却機能無し (取得コア)
 - 代わりに船上に氷水 (Rig FloorにCold Shack、Service Container横にIce Bath設置)
- 耐圧性能 5,000 psi



圧力コアリング実施地点
(第二渥美海丘エリア)

作業箇所	第二渥美海丘海域
オペレータ	石油資源開発(株)
作業期間	2012年6月29日～7月4日
掘削リグ	地球深部探査船「ちきゅう」
水深	998.7 m

【主な成果】

原位置圧力を保持した状態のコアを海上に回収するとともに、Geotek社のPCATSと併用することで**保圧状態でコア分析を行うことができた** (圧力コア分析の有効性が実証され、第1回海洋産出試験の評価作業に貢献)

坑井	コアリング実績		採取コアサンプル		圧力保持結果		
	実施回数 (回)	コア掘削長 (m)	回収長 (m)	回収率 (%)	圧力保持 (1750 psi以上) (回)	圧力一部保持 (800 psi以上) (回)	圧力保持せず (800 psi未満) (回)
第二渥美海丘 (AT1-C)	18	51.0	35.0	68.6	8	4	6

5. 過去の作業実績例 (4/4)

～HPTC IIIの適用～

MH第2回海洋産出試験追加データ取得及び廃坑等作業 (2018年度)

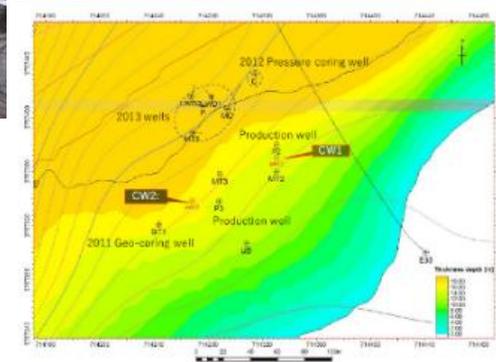


Figure 1. Location of coring wells CW1 and CW2 relative to production wells

作業箇所	第二渥美海丘海域
オペレータ	日本メタンハイドレート調査(株)
作業期間	2018年3月26日～6月4日
掘削リグ	地球深部探査船「ちきゅう」
水深	994.5 m

坑井	コアリング実績		採取コアサンプル		圧力保持結果	
	実施回数 (回)	コア掘削長 (m)	回収長 (m)	回収率 (%)	推定原位置圧力 約13 MPa以上 (回)	保圧成功率 (約13 MPa以上) (%)
AT1 CW-1	24	61.39	46.06	75	23	96
AT1 CW-2	25	65.99	50.34	76	23	92
計	49	127.38	96.40	76	46	94

【成果】

原位置圧力を保持した状態のコアを良好な回収率・保圧率で船上に回収するとともに、Geotek社のPCATSと併用することで保圧状態のコア分析を実施。第2回海洋産出試験の評価作業に貢献。

【主な技術課題（作業後）】

1. コア昇圧発動機能の改良
2. ベアリング機能の改良
3. 一部のシール脱落等

6. まとめ

1. 我が国のメタンハイドレート研究開発のための圧力コアリングでは、これまで**PTCS**、**PCTB (Hybrid PCS)**、**HPTC III/IV**が適用された。
2. コンベンショナルなコアリングツールと異なり、圧力コアリングツールの使用には特殊パイプや専用機器等が必要となる。
3. **PCTB (Hybrid PCS)**、**HPTC III/IV**ではGeotek社のPCATSと併用することでメタンハイドレートを分解させずにコア分析が可能である。
4. 現在、JOGMECでは**PCTB (Hybrid PCS)**と**HPTC III/IV**を所有しており、2018年度以降はコア回収率・コア保圧率が高い**HPTC III/IV**を使用している。
5. 1995年度～1999年度 特別研究「メタンハイドレート開発研究」で**PTCS**を開発して以降、圧力コアリングツールを改良・改造することで、コア回収率・コア保圧率・取得コア品質を高めることに成功。
6. 圧力コアリングツールは我が国のメタンハイドレート研究開発に貢献している。
(**HPTC IV**は2022年度にアラスカで使用した。今年度は志摩沖での圧力コアリングでも使用する予定。)

謝辞

本資料は経済産業省の委託により実施しているメタンハイドレート研究開発事業において得られた成果に基づいています。