

海洋科学掘削委員会

我が国における海洋科学掘削の現状

令和4年4月



国立研究開発法人

海洋研究開発機構

我が国における海洋科学掘削の現状

1. 「ちきゅう」

- a. 「ちきゅう」概要
- b. 「ちきゅう」運用実績
- c. 成果及び目標達成の状況
 - (1) 主な科学成果
 - (2) 社会的成果
 - (3) 技術的成果
 - (4) オペレーション・マネジメント体制
 - (5) 技術者の育成
 - (6) アウトリーチ
- d. 「ちきゅう」の予算

2. 「かいめい」・高知コアセンター

- a. 「かいめい」による海洋科学掘削
 - (1) 「かいめい」概要
 - (2) 海洋科学掘削における「かいめい」の成果
- b. 「高知コアセンター」
 - (1) 高知コアセンター概要
 - (2) 高知コアセンター実績

1.a 「ちきゅう」の概要

地球深部探査船「ちきゅう」とは

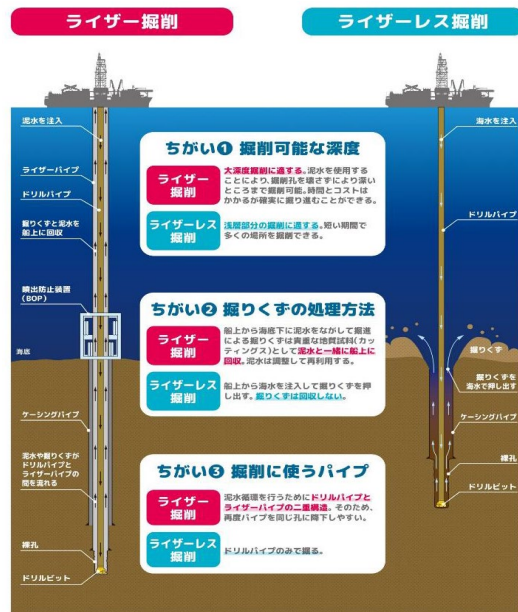
国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）が保有する科学掘削船で、平成17年に就航。日米欧が主導し、世界各国が参加する国際深海科学掘削計画（IODP 2013-2024）の枠組みの中で運用されている。

「ちきゅう」の特徴

海底下をより深く掘削するため、世界で初めてライザー掘削技術を科学掘削に導入。科学掘削における世界最高の掘削能力（水深2,500m、海底下7,000m）を備える。



地球深部探査船「ちきゅう」全景



ライザー掘削

掘削時にドリルパイプとライザーパイプを2重構造にすることで泥水を循環させ、掘削孔を壊さず大深度の掘削を可能とする、民間の石油・ガス掘削発祥の技術。

1.a 「ちきゅう」の概要：スペック

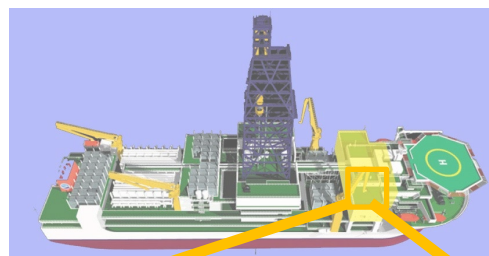


地球深部探査船「ちきゅう」

- 就航：2005年
- 全長：210 m
- 幅：38.0 m
- 総トン数（容積）：56,752トン
- 最大速力：12ノット（時速22 km）
- 定員：200名
- 推進装置：アジマススラスト
 - 4,200 kw（5,720 PS）× 6
 - 外径最大 4.6 m
 - サイドスラスト 2,550 kw（3,470 PS）× 船首部1
- 科学掘削能力：海底下 7,000 m（水深 2,500 m）
- 製造企業：三菱重工業、三井造船、川崎重工、欧米掘削機器メーカー（元請：三菱重工業）

1.a 「ちきゅう」の概要：ラボ

航海で得たコア試料等をその場で分析し、最大限の科学的成果を引き出すため、
 ラボは「ちきゅう」前方に4フロアにわたり設置され、高度な分析機器等研究設備を備えている。
 また、これらの設備を活用して、停泊時における船上コア分析も、近年国際科学プログラムで行われている。

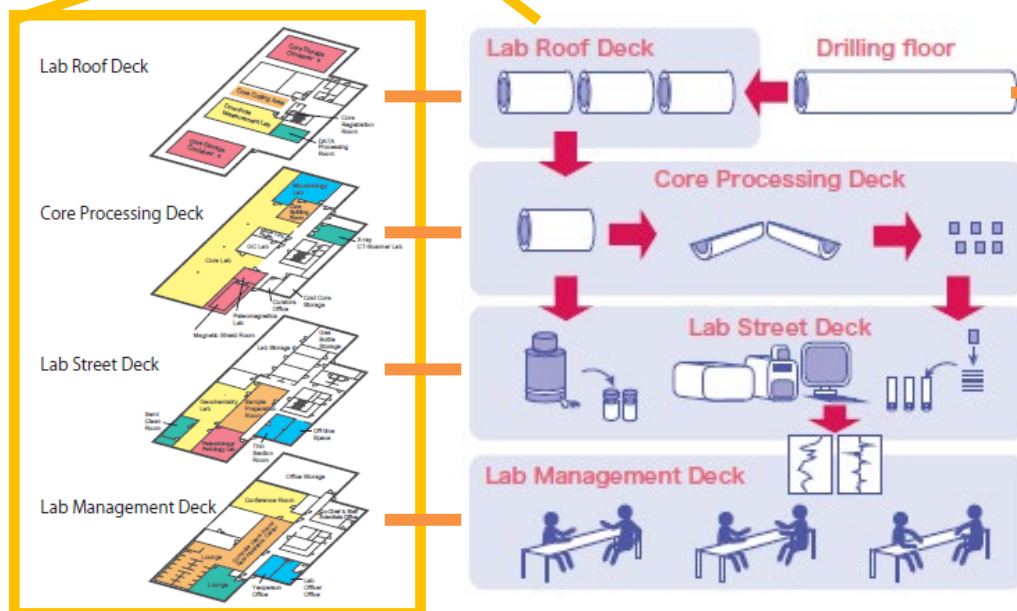
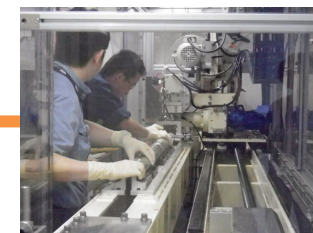


主要ラボ設備：

X線CTスキャナー、古地磁気ラボ、セミクリーンルーム

誘導結合プラズマ質量分析計、誘導結合プラズマ発光分光分析装置

X線回析装置、蛍光X線分析装置、電子顕微鏡、偏光顕微鏡 等



1.b「ちきゅう」運用実績

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
平成17年度					試験航海	一般公開	試験航海	一般公開	試験航海	一般公開	試験航海	
平成18年度	整備工事 (操舵訓練等含む)	一般公開			国内試験掘削 (北北八戸沖)			海外資源掘削 (ケニア沖)			海外資源掘削 (豪州沖)	
平成19年度	海外資源掘削 (豪州沖)		年次検査		南海掘削 (Exp314/315/316)				一般公開		中間検査	
平成20年度	中間検査		アジマススラスタギアの製作、 アウトリーチ活動				アジマススラスタギア 交換工事		一般公開		試験航海	
平成21年度	試験航海		南海掘削 (Exp319/322)		一般公開		試験航海		保守整備、 操作訓練	一般公開	定期検査	
平成22年度	定期検査		試験航海	南海掘削 C2 (Exp326)	沖縄掘削 (Exp331)	一般公開	南海掘削 (Exp332/333)		JOGMEC (海底ボーリング)		地震被災 回航	
平成23年度		船底修復工事			海外資源掘削 (スリランカ沖)				JOGMEC (マハイ事前掘削)			
平成24年度	東北沖掘削 JFAST (Exp343)	修復 工事	試験航海	JFAST2 (Exp343)	下北掘削 (Exp337)		南海掘削 C2 (Exp338)		JOGMEC (マハイ海洋産出試験)			
平成25年度	JX (基礎試験)		JOGMEC (マハイ廃坑)	中間検査			南海掘削 C2 (Exp348)		保守整備			
← → 統合国際深海掘削計画 ← → 国際深海科学掘削計画												
平成26年度	日本原燃	保守整備	試験航海	保守整備	SIP 沖縄		保守整備		海外資源掘削 (インドONGC社)			
平成27年度	海外資源掘削 (インドONGC社)		定期検査		一般公開	定期検査	試験航海	保守整備	SIP 沖縄			
平成28年度	南海掘削 C10 (Exp365)	JOGMEC (マハイ海洋産出試験)	試験航海	保守整備	一般公開	試験航海	保守整備	室戸沖掘削 T-Limit (Exp370)	一般公開	SIP 沖縄	試験航海	保守整備
平成29年度	JOGMEC (マハイ海洋産出試験)	保守整備	船上分析 (ICDPコア)	一般公開	SCORE	造船所工事、 保守整備	試験航海	一般公開	試験航海	保守整備	南海掘削 (Exp380)	保守整備
平成30年度	JOGMEC (マハイ廃坑)	保守整備	船上分析 (ICDPコア)	保守整備		南海掘削 C2 (Exp358)						

凡例

科学掘削（船上分析も同時実施）	資源掘削	SIP
一般公開	船上分析	試験航海
	ドック・保守整備作業	

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12	1月	2月	3月				
平成31年度	保守整備		一般公開	保守整備	船上分析C2	保守整備			試験航海	一般公開	試験航海	保守整備	SCORE	定期検査		
令和2年度	定期検査				保守整備			試験航海	保守整備							
令和3年度	保守整備				試験航海	SCORE	保守整備	SIP 2	保守整備			JMH (メタハイ事前調査掘削)			船上分析 (Exp386)	

凡例

科学掘削（船上分析も同時実施）

資源掘削

SIP

一般公開

船上分析

試験航海

ドック・保守整備作業

●航海等の延べ日数

約17年間の運航の中で、下記の航海等を行っている。

科学掘削：1,201日
資源掘削：1,177日
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）：103日
船上分析：162日
一般公開：23回
※各日数には港での資機材積込日数等は含めていない

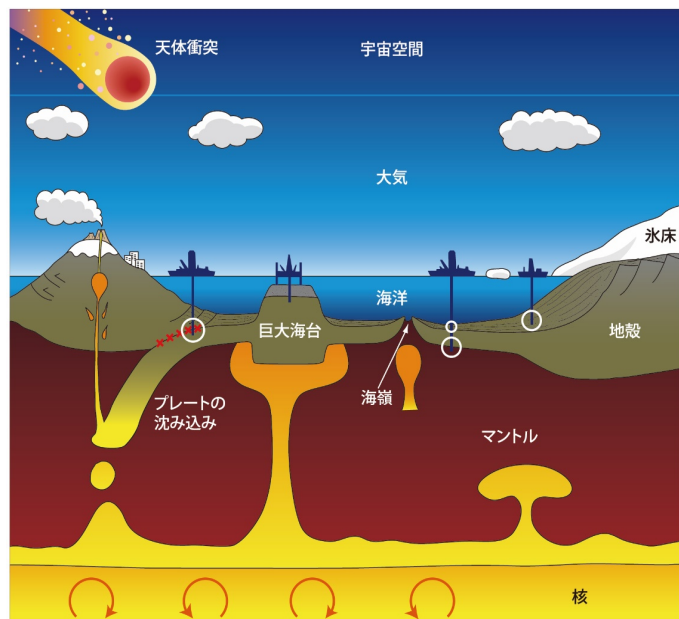
●最近の傾向

- ・H30年度の南海トラフの掘削（IODP第358次研究航海）以降、政府予算及び外部資金双方の予算的制約の中で、大規模な科学掘削を実施できていない。一方、令和3年度は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）や、船上ラボを利用したコア分析など、様々な形で「ちきゅう」を活用している。
- ・また、令和3年度補正予算において南海トラフゆっくり滑り断層監視のための長期孔内計測装置の開発費、令和4年度予算においてその設置のための掘削費用の一部が措置されており、現在、当該掘削の実施に向けて準備を進めている。
- ・資源掘削に関しては、油価は多少高値に戻りつつも、主なマーケティング地域であるアジアの地政学的な影響、また商業目的の掘削船と比較して「ちきゅう」の装備・性能が十分に要件を満たさない部分があるなどに加え、COVID-19の影響も重なり海外資源掘削を受託できていない。
- ・この状況も踏まえ、国内の資源掘削案件受注に向けて努力した結果、令和3年度は国内の資源掘削を受託。令和4年度も引き続き受注に向けて取り組んでいる。

1.c (1) 深海地球ドリリング計画に基づく「ちきゅう」の使命

深海地球ドリリング計画

機構が海洋科学掘削を進める根拠の1つとなっている計画。この計画のもと、機構は海洋科学最大の国際共同プロジェクト=IODPにおける主導的立場を担っている。海洋開発分科会より平成25年に第2次中間評価を受け、この計画は現在も推進中である。



変動する地球

～人間活動の時間スケールにおけるプロセスと災害～

人間活動の時間スケールで起こる地震、地滑り、津波などの地球変動に伴う災害の頻度、メカニズム、影響を明らかにする。

生命圏フロンティア

～深部生命、生物多様性、生態系の環境影響力～

海底下生命圏の探査により、その生息環境や多様性、環境変化に伴う微小動物相の進化を明らかにし、人類を含む生命の起源に関する見識を提供する。

地球活動の関連性

～地球深部の活動とその表層環境へのインパクト～

惑星進化の過程にある地球規模の変化の原理を理解するため、地球の核から大気に至って影響を与える海洋堆積盆地の形成・消滅、大陸の移動、火山・地震の発生など、地球のダイナミックな活動を理解する。

気候・海洋変動

～過去を読み解き、未来へ知らせる～

気候、海洋、氷床が現在起こっている温室効果ガスの急速な増加に対してどう反応するかを予測するため、過去の環境と気候状態の記録を海洋底堆積物コアから読み取る。

深海地球ドリリング計画の構成要素である現IODPの科学目標

1.c (1) 深海地球ドリリング計画の達成状況

変動する地球

14航海 論文431編

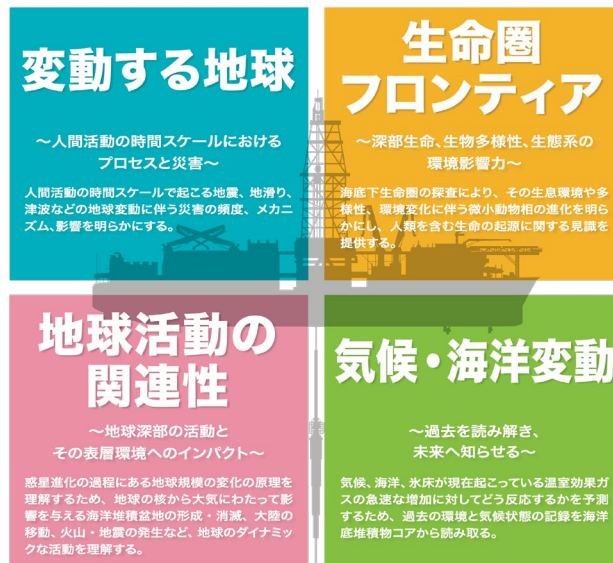
- 平成19年、南海トラフ地震発生帯掘削計画の開始。地震性すべり断層の発見
- 平成24年、東北地方太平洋沖地震調査掘削を実施。地震すべり断層の回収と断層摩擦熱の計測
- 平成31年、南海トラフ地震発生帯掘削計画第358次研究航海終了。海洋科学掘削における世界最深度掘削。震源域までの到達は未達成

地球活動の関連性

- 平成24年、上部マントルに到達可能な3箇所の掘削候補地点を示した新しいモホール計画（M2M）がIODPに提案された
- 令和2年、ハワイ沖の海洋地殻掘削をM2Mのパイロット掘削孔として位置付けることが国際科学コミュニティで合意された。詳細計画書がIODPで評価中。

生命圏フロンティア 3航海 論文81編

- 平成22年、沖縄トラフ伊平屋海域において、黒鉱タイプの金属鉱床と熱水活動に依存する微生物生態系を確認
- 平成24年、下北八戸沖で世界最深部の海底下生命圏の検出と、微生物起源ガスを含む石炭層の採取に成功。
- 平成28年、室戸沖で掘削を実施。海底下生命圏の温度限界要因などに関する研究が進行中



気候・海洋変動

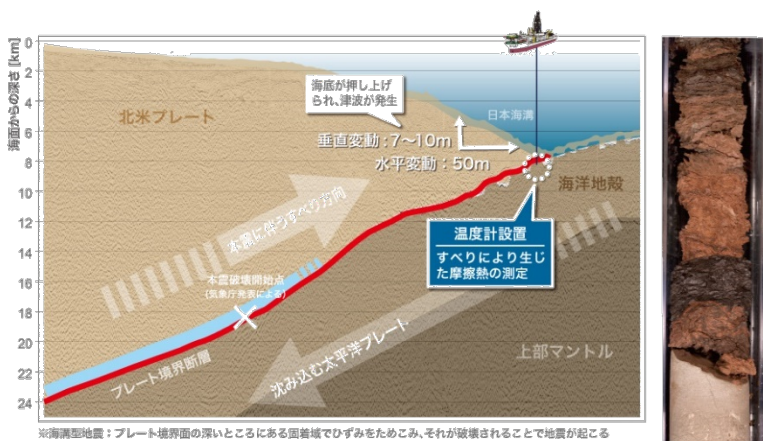
- 平成26年、地中海の乾陸化と塩分危機の要因を解明する掘削を提案、評価中。
- 平成26年、豪州東方沖での大陸分裂と沈降過程を解明する掘削（ロードハウライズ掘削）を提案、実施待ち。
- 令和2年、鬼界カルデラの表層掘削により、噴火史の復元が可能となるコア試料を回収
- 令和3年、四国沖の表層掘削により、黒潮変動史の復元が可能となるコア試料を回収

1.c (1) 「ちきゅう」による主な科学成果

地震研究

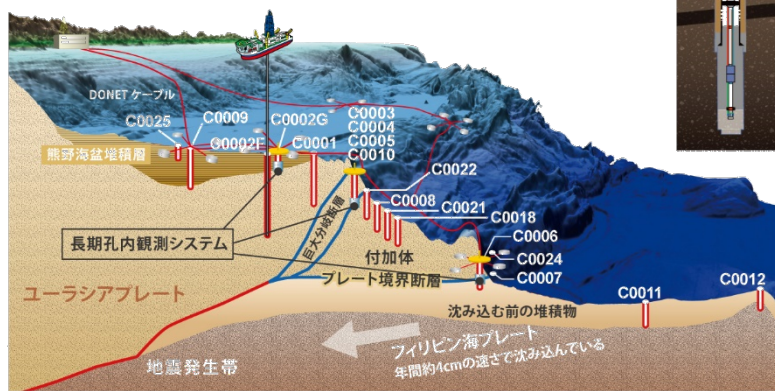
東北地方太平洋沖を掘削
(水深 約6,900m、海底下850m)

- ・ 3.11の**地震断層**の同定と試料採取に成功
- ・ 断層は**薄く** (5m 以下) **弱かった** (粘土層)
- ・ そのため海溝軸付近で、水平方向に 50m、垂直方向に 7-10m 変動し、**大津波**を発生させた



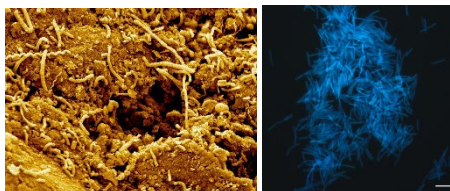
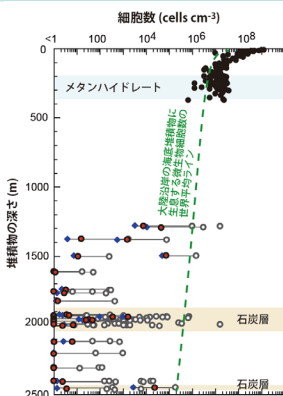
南海トラフ掘削 (水深 1,939m、海底下 3,262.5m)

- ・ 海溝軸付近での**地震性すべり**断層を発見
- ・ 1944 年の**東南海地震断層**を発見
- ・ **長期孔内観測装置**を設置 (DONETに接続)
- ・ 海洋科学掘削として**世界最深**となる
海底下深度 3,262.5m まで到達



海底下生命圏掘削

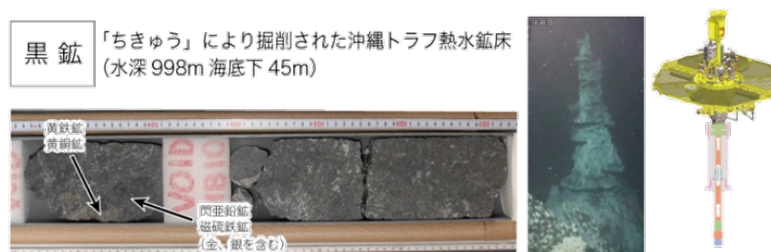
下北八戸沖を掘削
(水深 約1,180m、海底下2,466m)



- ・ **世界最深の海底下微生物生態系**を発見し、その培養に成功
- ・ 海底下微生物の**炭素循環・資源形成への寄与**を解明

沖縄トラフ熱水噴出域掘削 (水深 約1,000m、海底下100~300m)

- ・ 熱水噴出孔の下に**巨大熱水循環**を発見
- ・ 金、レアメタル等金属鉱床 (**黒鉱**) 生成場を発見
- ・ 熱水が噴出した掘削孔の**モニタリング**を実施



1.c (1)「ちきゅう」による主な科学成果

国土強靱化の成果

平成22年から平成30年に3基の海底下観測監視装置を熊野灘（紀伊半島東方沖）に設置し、世界で初めて海底下の微細な地震活動とゆっくりすべりの状況を把握することに成功し、その情報と地震発生との関係性の解明も進めている。

これによって、南海トラフ地震震源域（熊野灘部分のみ）の浅部における断層のゆっくりすべり運動がリアルタイムに観測可能となった。

このリアルタイムの情報は、気象庁の南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会へ提供され、同会が発表する南海トラフ地震に関連する情報（臨時情報）を通し、沿岸の地方自治体等に伝わる。ここで、地方自治体が南海トラフ地震臨時情報を発信するかどうかの検討に際し、重要な情報を提供できるようになった。

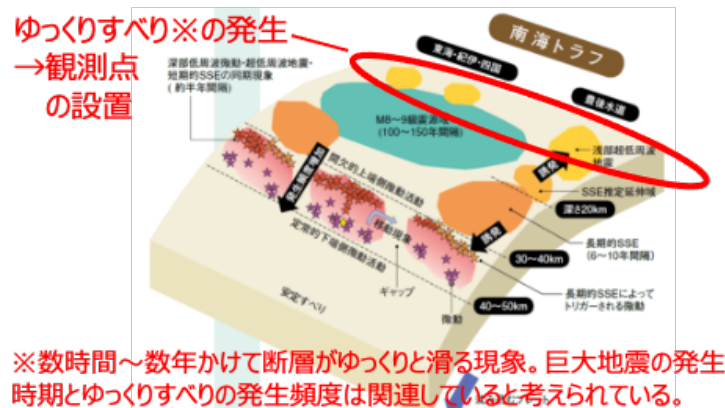
さらに、半割れ地震後の地震活動に関する情報発信はその後の復旧・復興計画の意思決定に活用され、被害軽減に活用されている。

・地震調査研究の推進について（令和元年5月31日）

時間・空間分解能を向上させた陸海の地殻変動データ・地震活動データ等を用いたプレート間固着・すべりのモニタリングの高度化を図る。南海トラフでは、反割れケースなど大地震後の地震活動の推移予測が特に重要であることから、プレート間固着・すべりの状況を高い解像度でリアルタイムに把握することを目指す。

・防災基本計画（令和3年5月）

- ・国は、関係機関間の緊密な連携を図りつつ、観測データおよび研究成果の流通の促進、活断層等の観測研究の推進、観測研究体制の充実等を推進するものとする。
- ・国は、南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する観測及び測量のための施設等の整備に努めるものとする。



出典：東京大学地震研小原研究室

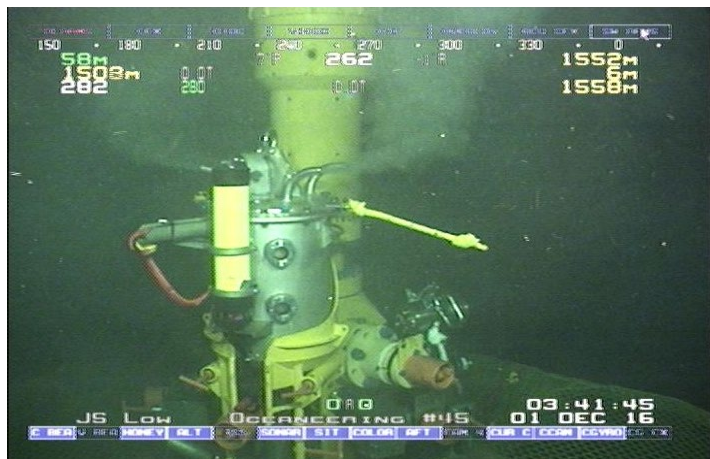
図 巨大地震震源域（緑色）の浅部延長でパッチ状にゆっくりすべりが発生（黄色）

1.c (2) 社会的成果：SIP

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）への貢献

・第1期SIPでは、海底熱水鉱床の開発のため、「ちきゅう」による沖縄トラフの掘削航海を3度実施。超高温対策を行い、掘削同時検層によるデータやコア試料を取得した他、噴出する熱水の温度・圧力・流量の観測や容器内に鉱物を析出できる観測装置を設置した。それらで得た情報をもとにした成果は、海底熱水鉱床の調査技術プロトコル等の形で社会に公表されている。

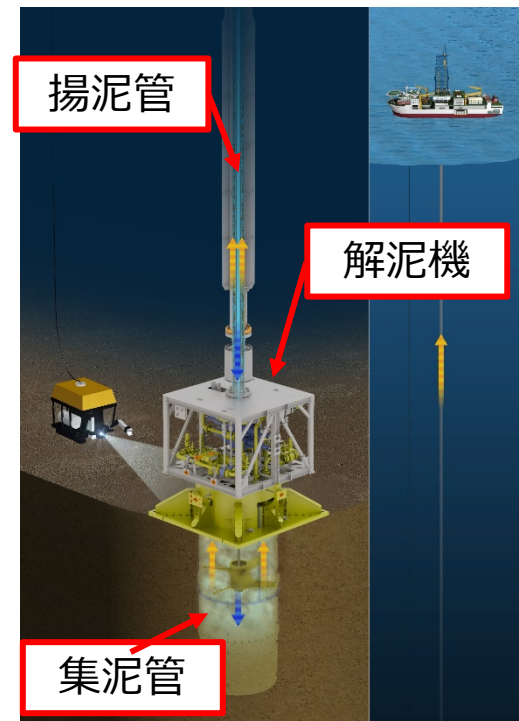
・第2期では、テーマ2-2（深海資源生産技術の開発：レアアース泥の解泥・採泥・揚泥技術）において、「ちきゅう」のライザー掘削機能を活用した技術開発を行っている。令和3年度にはライザー管（揚泥）揚降管試験を実施し、令和4年度は解泥・揚泥確認試験等を実施する予定。そこでの機器設計や、作業限界環境検討、リスクアセスメント、作業計画検討等の運用において、これまで科学掘削に係わってきた機構の技術者が主体、あるいは協力者となって取り組んでいる。



第1期 モニタリング装置の様子



第2期 開発機器の試験

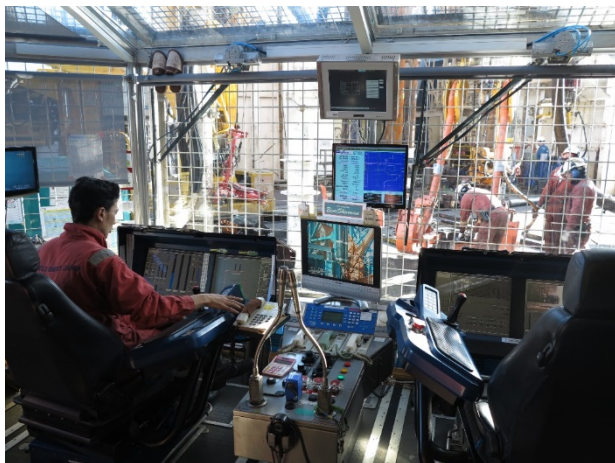


1.c (2) 社会的成果：メタハイ開発

砂層型メタンハイドレートの研究開発への貢献

- 経済産業省では、将来の国産天然ガス資源として期待されているメタンハイドレートの商業的な利用を目指して研究開発を行っている。
- そのうち、「砂層型メタンハイドレートの研究開発」フェーズ 2 / 3 において実施された、第 1 回メタンハイドレート海洋産出試験（世界初 平成25年 1 月～3月）及び第2回海洋産出試験（平成29年 4 月～7月）に、それぞれ「ちきゅう」が供用され、ガス生産を実現した。
- 「砂層型メタンハイドレートの研究開発」は現在フェーズ 4 にあり、生産技術に関する課題や有望濃集帯の抽出に関する課題が示されている。直近では、このうち後者に係る事前調査掘削（令和3年12月～令和4年1月）にも、「ちきゅう」を供用した。

我が国の船舶、運用事業者及び技術者で、大水深における新たな資源掘削を実施し、我が国のエネルギー政策推進に貢献したことは、深海地球ドリリング計画における技術的成果が波及した、社会・経済的成果と考えられる。



掘削現場：ドリラースハウスとドリルフロア
出典：MH21-S研究開発コンソーシアム（転載不可）



第 1 回海洋産出試験時のフレア
出典：MH21-S研究開発コンソーシアム（転載不可）