# 我が国における研究資源としての コアの保管・管理・活用の現状 について

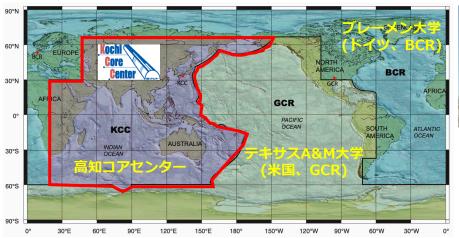


高知大学海洋コア総合研究センター 池原 実



### 高知コアセンター(KCC)概要

- IODP世界3大コア保管拠点の1つとして、 高知大学と海洋研究開発機構が共同運営
- 国際プロジェクト(DSDP/ODP/IODP)で50年以上にわたり採取された海洋掘削コア試料のうち、 西太平洋~インド洋の掘削コア約146 km分を保管
- 年間150件程度のサンプルリクエストに対応





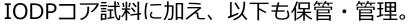


教員・技術職員 12名 ▼

基幹職員 19名



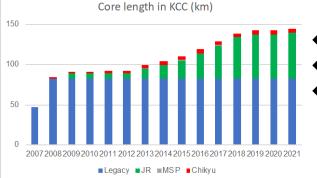
推進



- ・IODPちきゅうカッティングス
- ・IODP微生物研究用冷凍コア
- ・ちきゅうSCOREコア
- ・学術コア(共同利用船のコア等)
- ・JAMSTEC船舶で採取したピストンコア







◆ 航海数:91

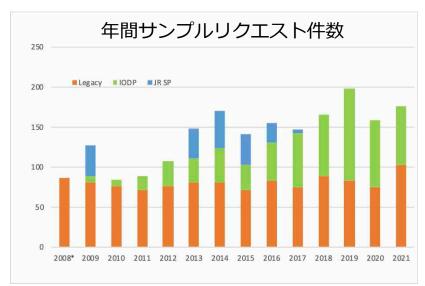
◆ 掘削地点数:486

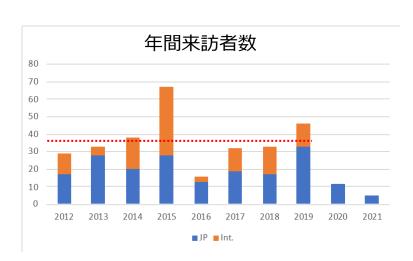
◆ 総コア長:約146 km

※今では掘削できない海域 の貴重なコアも保管・公開



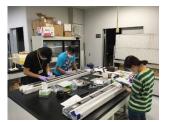
### 高知コアセンター(KCC)の活動実績

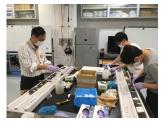




- ▶ 年間150件程度のサンプルリクエストに対応 し、国際科学コミュニティーへ試料を提供 【キュレーション】
- ▶ レガシーコアの非破壊計測を実施し、データ 提供(年間5-10件程度、一部有償対応) 【解析拠点】
- ちきゅう航海(IODP、SCORE)のサンプリングパーティーを開催【支援】
- ➤ IODPに関連して年間30-40人程度の来訪者 を国内外から受け入れ(コロナ禍以前の実 績)【コアの実物観察の重要性】
- ▶ コアスクールやプレ・ポストクルーズ会議 【若手研究者・技術者の実践的育成】

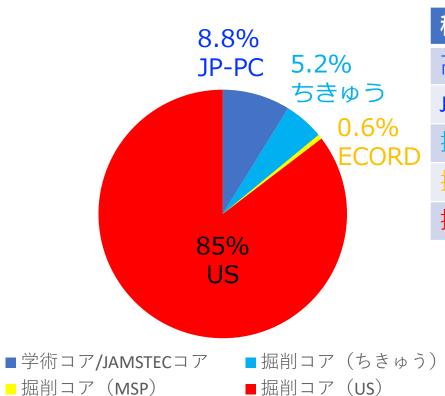






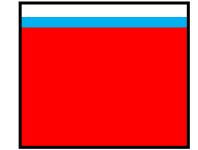


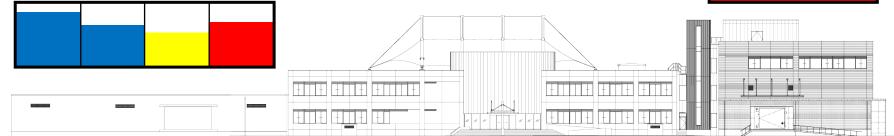
### 高知コアセンター(KCC)で保管しているコア試料



種類	総数(本)	採取国	
高知大・学術コア	8,000	日本	
JAMSTECコア	14,000	日本	
掘削コア(ちきゅう)	13,000	日本	
掘削コア (ECORD)	1,500	欧州 -	IODP INTERNATIONAL OCEAN DISCOVERY PROGRAM
掘削コア (US)	213,000	米国	

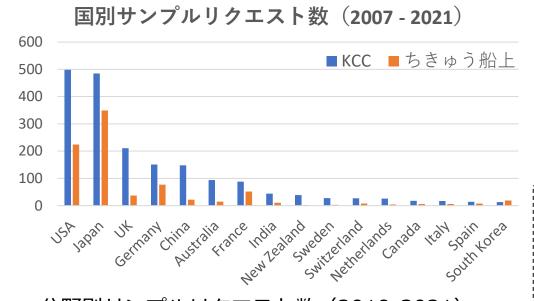
✓ 深海掘削コアのうち 約94%は米国資産

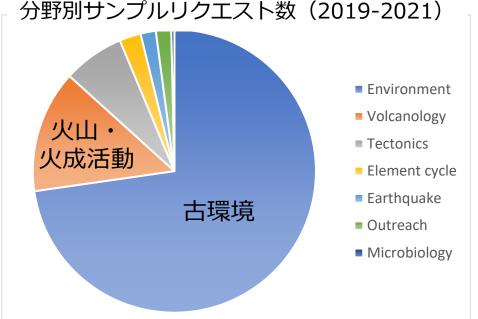






# IODPサンプルリクエストと成果創出





- これまでのリクエスト総数2000件程度
- 国別では米国、日本、英国の順に多い
- 過去三年の傾向では、リクエストの4分 の3が古環境、14%程度が火山・火成活 動
- 航海乗船者に優先アクセス権(モラトリアム 1年間)
- モラトリアム以後のコアは、全世界にオープン (IODP参加国に限定せず)
- 教育・アウトリーチにも公開
- 2007年以後、KCCで保管しているコア から1500本以上の論文が出ている
- ▶ そのうち引用数の

Top 1% paper: 30 (全体の2.3%)

Top 10% paper: 226 (全体の25.4%)

▶ Top 1%論文: 2%超

⇒倍以上のインパクトを創出

(参考)宇宙惑星科学分野のTop1%

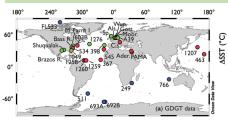
論文は1.2%



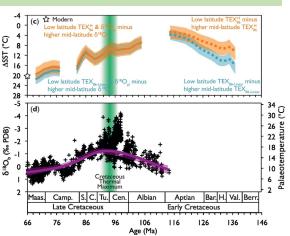
### 代表的な成果(分野横断、地点・海域横断)

異なる研究航海で採取されたコアを横断的に分析することによって進んだ研究の実例

#### 白亜紀の海水温変化



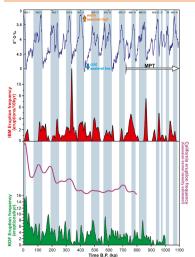
新しいプロキシTEX86 による白亜紀温暖期の 古水温復元



O'Brien et al. (2017) Earth-Science Reviews

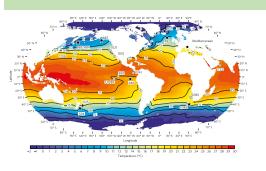
被引用数 221

#### 火山活動と気候変動のリンク



- 退氷が火山活動を強制している仮 説の検証
- 4つのテフラ記録を再解析した結果、 気候変動周期である4万年と10万 年のミランコビッチ周期を示した

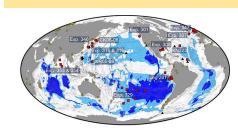
#### 中新世の全球寒冷化

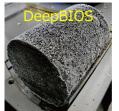


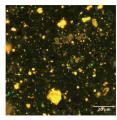
- 複数の古水温プロキシ
- 600万年前頃に一時的な寒 冷化

Herbert et al. (2016) Nature Geoscience 被引用数 358

#### 海底下の微生物多様性は海洋や土壌に匹敵







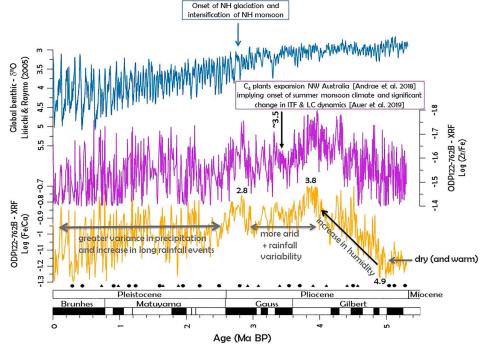
- IODP掘削試料(全球)に生息する微生物多様性を評価
- エネルギーに乏しい過酷な環境にもかかわらず、海底堆積物中の微生物の多様性は、土壌や海洋と同等であることが判明
- 地球の全ての微生物群集について、バクテリア(真正細菌) の方がアーキア(古細菌)よりも圧倒的に多様



### 高知コアセンターの分析解析能力による成果

#### 蛍光X線コアスキャナ ITRAX

- ✓ 2014年新規導入
- ✓ 非破壊
- ✓ 連続化学分析
- ✓ KCC、産総研に各1台
- ✓ GCR:同等品2台体制



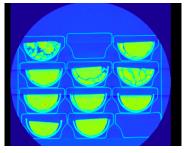
● 非破壊で高時間分解能の古環境記録をコア から抽出

Stuut et al. (2019) Geophysical Research Letters 被引用数 15

### X線CTスキャナ



- 2001年導入、2017年更新
- ✓ 非破壊イメージング
- ✓ 更新により解像度が2倍、 撮影時間等が1/10に向上



多コア同時X-CT解析

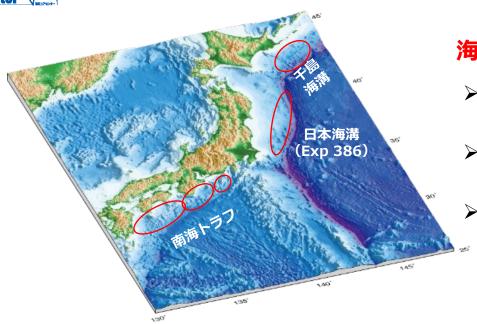
#### 全コアデジタル化計画の 実行により、今後コア DXを促進し、コアのさ らなる活用につなげる

#### 古海洋復元の新プロキシ等の開発と応用

- 有孔虫殻1個体ずつの同位体分析
- 珪藻殻の酸素同位体分析(高知メソッド)
- Clumped isotope geochemistry
- ▶ クリプトテフラ など
  - コアの分析解析技術の進展によって、 今後もコア研究の革新が期待



### 高知コアセンター(IODP掘削コア)の役割



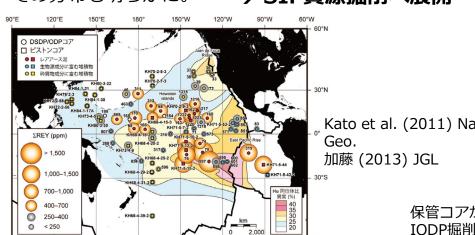
#### 海溝型巨大地震の履歴研究と防災

- ▶ 地震の履歴・規模・セグメントを広域 掘削試料の比較から探る。
- ▶ 古文書など陸上地震履歴からは追えな い過去の地震履歴を探ることが可能。
- ▶ 海底ケーブル網の展開により最適な掘 削地点を見出すのが年々困難に。

#### 日本近海の新たな鉱物資源

保管コアからレアアース泥を発見。 その分布も明らかに。

→ SIP資源掘削へ展開

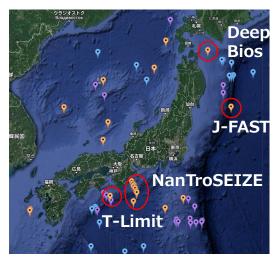


Kato et al. (2011) Nature

保管コアが活用された IODP掘削4航海

#### 新たな掘削研究航海の立案

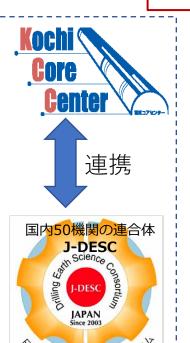
保管コア・データの事前解析により確度 の高い研究・掘削計画を立案





### レガシーコアのさらなる利活用策(検討中)

### バーチャル研究航海 (Virtual Expedition) 構想



### 4成果発表

- 論文発表
- データ公開



ちきゅう

| 対地球掘削科学コンソ

※「ちきゅう」
の活用策にも

### ③サンプリング ・分析

- KCCで集中サンプリング
- サンプル処理・専門分析 もKCCで可能

- ´ インターンシップ等による 技術者養成
- / コアスクールとの連携に**88** る若手人材育成



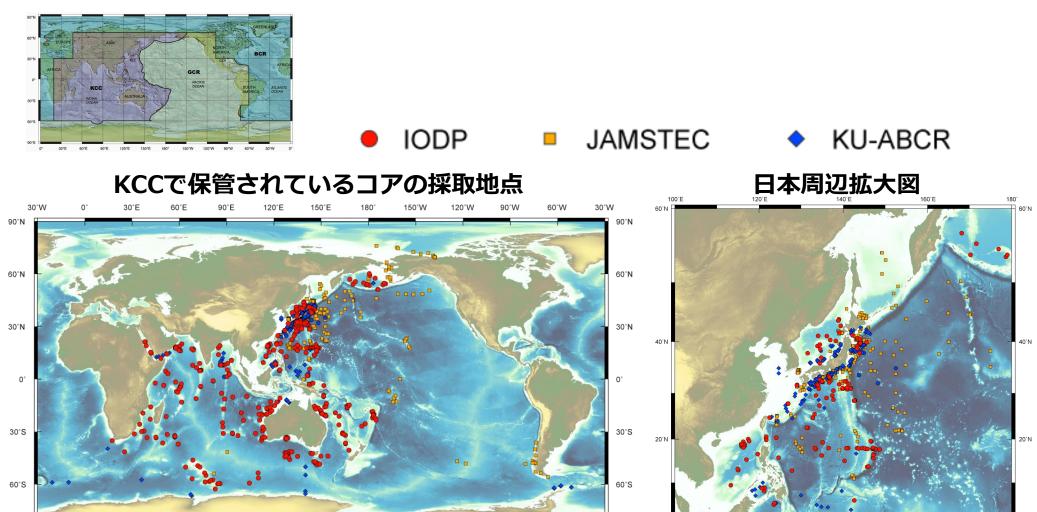
- ✓ 高知コアセンターは、掘削コア等の保管解析拠点として、我が国と国際的な地球掘削科学コミュニティの研究活動を支援
- ✓ コアのデジタルアーカイブ化を促進し、掘削コアの さらなる利用と研究の利便性を向上
- ✓未来のサイエンスへ備えコア試料を的確に保管し、 かつ、それらのコアを活用して持続的に地球惑星科 学研究を支援



IODP

**JAMSTEC** 

## 追加資料:KCCで保管されているコアの地点マップ



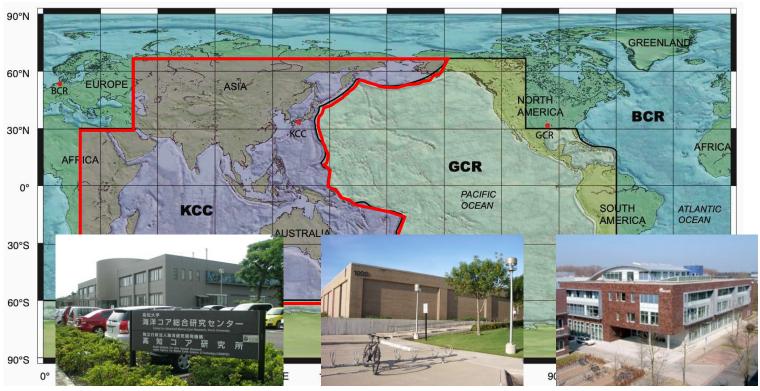
KU-ABCR

KU-ABCR

JAMSTEC



# IODP 3大コアレポジトリの現状



高知コアセンター

テキサスA&M大学 (米国、GCR)

ブレーメン大学 (ドイツ、BCR)

	KCC	GCR	BCR
担当海域	西太平洋、ベーリン グ海、インド洋	太平洋、カリブ海、メ キシコ湾、南極海	大西洋、北極海、地中 海、黒海、バルト海
コア長 (km)	146	140	>160
サンプルリクエスト 数 (2014 - 2021)	1259	1427	1896

### レガシーコア(保管コア)を半永久的に保管し活用する重要性

#### 50年超の深海掘削 & コア保管庫によって成り立つ研究

- 約50年に掘削された<mark>九州-パラオ海嶺</mark>コア(DSDP 296)の再解析(Matsui et al., 2019)
- ⇒ 微化石、同位体比による統合年代層序を確立
- 北西太平洋における2000万年間の連続コア試料であることを証明(おそらくここにしかない)





DSDP Site 296海洋コア (50年前に掘削されたコアが まだ分析出来る状態で保管さ れている)

2019/9/21: 共同プレスリリース 北日本新聞(2019/9/21) 日刊工業新聞(2019/9/23)

- <u>紅海</u>で掘削された蒸発岩(岩塩)コアの再解析(東 大・黒田ほか)
- ➤ 二度と得られない超貴重な地質試料が高知にある!



DSDP Leg 23 (1972)



約700万年前に 地中海が干上がった 時に形成された 蒸発岩など

はやぶさ/はやぶさ2が持ち帰った試料と同じように、二度と同じコア試料は採取できない!

我が国の地球掘削科学コミュニティの研究活動を支援し、未来のサイエンスへ備え試料を的確に保管し活用する



# IODP-KCCは試料アーカイブ・オープンサイエンスの先端を走っている



#### 提言

第24期学術の大型研究計画に関する マスタープラン (マスタープラン2020)

#### 計画番号94

地球惑星研究資料のアーカイブ化と キュレーションシステムの構築

- 地球惑星研究資料アーカイブセンター新設
- 地球惑星試料統合データベースの構築
- **オープンサイエンスの深化と推進に関する検討委員会** 
  - ▶ 2020年5月28日に提言書を公開
- 3つの提言
  - (1)データが中心的役割を果たす時代のルール作りの必要性
  - (2)データプラットフォームの構築・普及の必要性
  - (3)第1次試料・資料の永久保存の必要性
- 先進的成功例としてIODPコア保管・キュレーションが例示された
- 研究に使った1次試料の保管が重要。加えて、研究に使わなかった0次試料 についても、同等の扱いが必要。

- ◆ 報告書取りまとめ方向性(案)
- 1. 我が国における海洋科学掘削の現状及び課題について
  - (1)「ちきゅう」を用いた海洋科学掘削の現状及び課題 ア 現状
    - (ア) 建造当初の目標及びこれまでの活動実績・経費 第1回にて J-DESC、JAMSTEC より発表
      - ・ ちきゅうには、これまでに相応の国費が投入。
      - ・ 建造技術をはじめ、掘削技術や操船技術など関連技 術が確立。
      - ・ (後述のとおり) 関連分野において優れた科学的成 果が創出
      - ちきゅうがあることで、外国の掘削船との乗船枠交換が可能となり、多くの研究者が掘削航海に参加し研究者のすそ野が広がった
      - ・マントルまで掘りぬく掘削船というイメージが先行。 「マントルまで掘る技術を建造時に有していたわけ ではなく、運用していく中で段階的に技術開発して いくということ」を知らせる、過剰な期待を抑える 努力が不十分
      - 海洋分野に対するニーズの多様化などがあり、近年 は十分な運航ができていない

#### (イ) 科学的視点による評価

第2回にて巽委員より発表

- ・ 当初プラン通りすべて達成できたわけではない。一 方でプラン以外の成果もあり、総合的には科学的視 点では、優れた成果を挙げてきている。
- ・ 未達成部分については、当初思い描いたサイエンス のプランに未熟な点がある計画が存在。一方、サイ エンスの計画は詰められていたが、運用側の事情(予 算、技術未達、マネージメント)により実施できて いない掘削計画も存在。
- 運用側は、実現可能性を十分に踏まえつつ、研究コミュニティからのニーズに応える必要
- ・ 研究コミュニティ側は、俯瞰的かつ綿密なサイエンスのプランを策定し、個々の成果を着実に上げながら、研究を進める意義について社会に共感されるよう全体としてサイエンスを進めていく必要

#### (ウ) 社会的視点による評価

第2回にて小原委員・石井PDより発表

- 長期孔内計測によるゆっくりすべり発生の検知、防災・減災システムの構築など、非常に高い成果をあげてきている。
- ・ 海溝型地震に起因する被害軽減のため、社会的ニー ズは今後も高い。

- ・ 資源掘削で活用可能な技術開発にあたり、事業ベースに乗せる前の段階で「ちきゅう」の活用により進めることができているものがある。
- (エ) 技術的視点による評価

第2回にて石井委員より発表

- ・ 日本における海洋掘削技術(ライザー方式、アジマススラスタによる定点保持など)を開発・実用段階にしており、高い成果を挙げている。
- ・マントル掘削に向けた軽量型ライザーパイプの開発など、JAMSTEC だけで対応できない技術課題が残存しているのは事実。課題解決のハードルは高いと認識。
- イ 技術面等での課題

<第4回にて JAMSTEC より発表>

- マネジメント面
- 技術面
- (2)「かいめい」等を用いた研究開発の現状及び課題

第1回にて JAMSTEC より発表

- ・ 「かいめい」は IODP 航海でジャイアントピストンコアラーを活用したコア採取の実績もあり所要の成果を挙げている。
- ・ 今後、「かいめい」等で地球物理学、古環境、極限生 物等の研究を進めることが可能。

<第4回にてJAMSTEC、高知コアセンターより発表>

- ・ 「かいめい」の能力及び海洋科学掘削への活用可能 性について
- ・ 研究資源としての既存コアの現状及びその研究への 活用状況について
- 2. 我が国の海洋科学掘削を取り巻く動向
  - (1) 地球惑星科学分野の研究開発動向

第2回、第3回にて各専門家より発表

- ・ 深海掘削の他、陸上掘削、氷床掘削を用いることで進む研究がある。一方、採泥や堆積物のコア採取を用いて進む研究に加え、サンプル・データを基にシミュレーション・室内実験・理論を活用して進む研究もある。
- 研究対象に応じて適切な手法を用いて研究が行われている。

- ・ 掘削の場合、大深度掘削に限らずとも、進む研究が 存在する
- (2) IODP の動向
  - 第1回にて J-DESC IODP 部会長より発表
  - 第2回の非公開部分にて事務局より発表
  - 第3回の非公開部分では事務局(補足 JAMSTEC)から発表
    - ・これまで掘削航海を通年で行ってきた米国掘削船も 就航40年を超過。今後の米国の動向が不確定である ことをはじめ、現行IODP立ち上げ時に比べ主要各国 の状況や指向にも様々な変化。その結果、「IODPの 継続」はなく、2024年以降の枠組みは不透明
    - ・これまでの国際的枠組みでは、米欧との相互乗船や 科学評価パネルや環境保護安全パネルといった国際 委員会メンバーとして日本人研究者を派遣すること により、互恵的な研究者交流が進展し、広い視野に より研究マネジメントに携わる科学者が育成されて きたことは事実。2024年以降の枠組みにおいて、求 められるもの・得られるものの精査を行ったうえで の方針検討が必要
- 3. 今後の海洋科学掘削を利用した地球惑星科学分野の研究開発の考え方
  - (1) 科学的視点:地震メカニズムの解明、地球環境変動の解明、海底下生命圏の解明、地球内部の組成・構造の解明 等
  - (2) 社会的視点:防災・減災への貢献、海底資源調査への貢献 等 <第4回以降で議論>
    - ・ 海洋科学掘削の活用の優先度が高い分野・課題、比較的低い(影響が限定的な)分野・課題はそれぞれどのようなものか(見込まれる成果の重要性、掘削以外の手法との比較、フィージビリティ等を総合的に勘案)
- 4. 国内外の研究資源を用いた今後の海洋科学掘削の方策
  - (1) 今後の海洋科学掘削の方向性

<第4回以降で議論>

- 「ちきゅう」が5~10年というタイムレンジで優先して行うべき掘削や技術開発はどのようなものか
- 「ちきゅう」以外の研究資源はどのように活用すべきか。
- ・ 将来「ちきゅう」の退役も念頭にこれまで主として海洋科学掘

#### 削で進められてきた科学はどのように進められるのか

(2) 国際協力を通じた研究開発のあり方

#### <第4回以降で議論>

- IODP 終了後の我が国の国際協力を通じた研究開発のあり方と してどのような形があり得るか
- ・ IODP 終了後の我が国の国際協力を通じた研究開発のあり方を 具体的に検討する上で考慮すべきことは何か