

令和2年度戦略的研究開発領域課題(S - 7) 公募方針補足資料

## 新たな海洋保護区(沖合海底自然環境保全地域)管理のための深海を対象とした生物多様性モニタリング技術開発

研究代表者・ テーマ1リーダー (国研)海洋研究開発機構 藤倉 克則  
テーマ2リーダー 千葉県立中央博物館 宮 正樹  
テーマ3リーダー 東京大学大気海洋研究所 濱崎 恒二

1

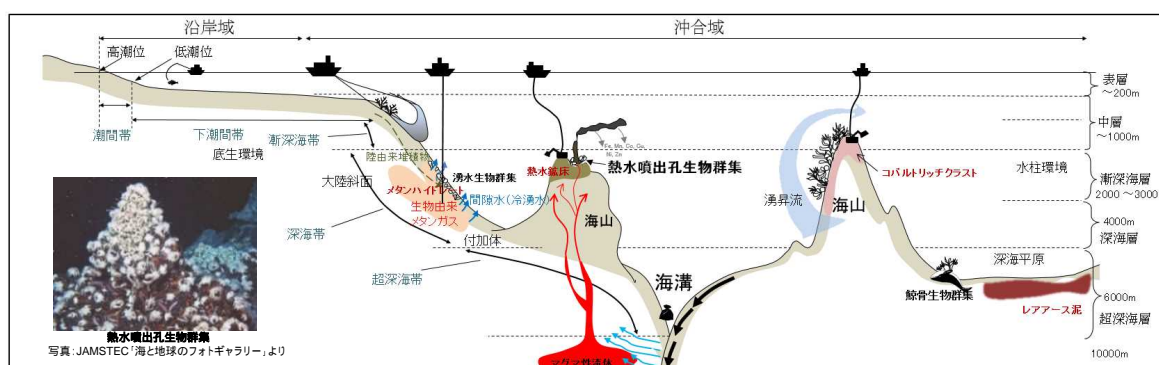
### 沖合の海洋保護区の制度の設計経緯

- ・生物多様性条約の下で我が国が議長国として策定した愛知目標の達成のため、環境省では、沖合域におけるとりわけ海底の生態系を保全対象とした新たな海洋保護区(「沖合海底自然環境保全地域」)の設置を2020年までに実現するよう、これまで準備を進めてきた。
- ・具体的には、2011～2013年度に「生物多様性の観点から重要度の高い海域(重要海域)」を抽出し、2016年に公表の後、2018年に中央環境審議会・自然環境部会における諮問、検討会による検討、答申を経て、自然環境保全法の改正案について2019年3月に閣議決定がされ、国会審議を経て、同年4月に成立した。
- ・設置した海洋保護区での生物多様性の変動がどの程度あるのか、開発等により自然環境が劣化してしまっていないか、海洋保護区として保全効果が発揮できているか等を評価するためには、継続的にモニタリングする必要がある、上記答申や国会の附帯決議でもこうした取組の重要性が指摘されている。

2

## 沖合の海洋保護区の制度の設計経緯

- 生態系は変動するため、一度海洋保護区に設定したからといって、設定場所が以降も海洋保護区に適しているとは必ずしもいえない。深海生態系は、安定しているように思われがちだが、テクトニクスに伴う海底変動は常にあり、また、深海漁業や今後の資源開発による影響も懸念される。
- 他方で、深海を対象とした海洋保護区では、沿岸域・表層に比べて調査観測が難しく、効率的なモニタリング法が確立されていない。海洋科学分野において開発されている調査研究の技術及びデータ解析手法を応用し、海洋保護区における実用的なモニタリングを実現することが必要である。



3

## 沖合の海洋保護区の制度

- 「生物多様性の観点から重要度の高い海域(重要海域)」のうち、海山、化学合成生態系が形成される熱水噴出域や湧水域、海溝等を対象として、可能な限りどの生態系の種類も、いずれかの海洋保護区に含めるよう指定する。
- 鉱物掘採、海底又は海底に付着する動植物に漁具が接した状態でのえい航行為について規制対象とする。

「生物多様性の観点から重要度の高い海域(重要海域)」とは

- ✓ 生物多様性条約において、抽出・記載することが奨励。
- ✓ 我が国では、周辺海域の生物多様性を保全していく上で重要度が高い海域を、生態学的及び生物学的観点から、科学的・客観的に明らかにし、各種施策の推進のための基礎資料とするために選定。



生物多様性の観点から重要度の高い海域抽出基準

- ✓ 2011～2013年度に、国際基準等を参照し、抽出のための原則や基準を定め、科学的なデータ解析や専門家等の意見を踏まえて抽出。
- ✓ 2016年4月に公表(沿岸域、沖合表層域、沖合海底域で計321海域を抽出)

1. 唯一性、希少性	2. 種の生活史における重要性	3. 絶滅危惧種などの生育・生息地	4. 脆弱性、感受性、低回復性
5. 生物学的生産性	6. 生物学的多様性	7. 自然性	8. 典型性、代表性

4

## 国際・国内の研究動向

### 国際的な動向

- 深海域の生物や環境をモニタリングする動きは、現在、国際海底機構 (ISA) がハワイ沖に設定したマンガン団塊の国際鉱区において、海底鉱物資源開発の事前調査がある (Simon-Lledo et al. 2019など)。

### 国内の動向

- 日本でもCRESTにより海洋生物多様性を分析手法の開発、環境研究総合推進費S9による重要海域選定のための情報創出が進められてきた。
- 深海域では、戦略的イノベーション創造プログラムSIPにより海底鉱物資源開発の事前調査として、海底での生物分布調査と生息環境のモニタリング、東北マリンサイエンス拠点形成事業による巨大地震後の生態系モニタリングを含め、JAMSTECでは30年以上の深海研究に関する知見の蓄積がある。
- 本研究でもこれらで構築されたノウハウは活用できる。

5

## 沖合の海洋保護区の設定にあたっての社会的な要請事項

中央環境審議会・自然環境部会による「生物多様性保全のための沖合域における海洋保護区の設定について(答申)」(抜粋)

最後に、本答申が対象とする沖合域の生態系は科学的に解明されていない事象が多く、沿岸域ほど高い精度で科学的情報が蓄積されていないことから、沖合域の生物多様性の保全にあたっては、それに関する科学的情報の充実に努めることが極めて重要である。

第198回国会(衆議院・参議院)による自然環境保全法の一部を改正する法律案に対する附帯決議(抜粋)

我が国の生物多様性保全上重要な海域を後世に引き継ぐために、沿岸域を含めた我が国の周辺海域について、自然環境保全基礎調査による調査を充実させ、海洋保護区の指定の推進を図ること。また、的確な調査の実施のために十分な予算及び人員を確保するよう努めること。

沖合海底自然環境保全地域制度導入に係る新聞記事の例

- 2019年1月22日(火)東京新聞「小笠原海底域 保護区に」
- 2019年1月23日(水)日本経済新聞「深海に保護区設定へ」
- 2019年3月19日(火)朝日新聞「沖合域を対象に海洋保護区を指定して…」
- 2019年3月31日(日)毎日新聞「深海に保護区設定へ」

6

## 必要性

- 深海の調査を充実させ、海洋保護区の指定の推進を図る必要がある。
- 設置した海洋保護区での生物多様性の変動がどの程度あるのか、開発等により自然環境が劣化してしまっていないか、海洋保護区として保全効果が発揮できているか等を評価するためには、継続的にモニタリングしなければならない。
- 沖合海底域(深海)を対象とした海洋保護区では、沿岸域・表層に比べて調査観測に大がかりな調査機器と高額な費用がかかる。
- 今後、国が沖合海底域(深海)を対象とした海洋保護区を管理するためには、簡便な深海生態系のモニタリング法が必要。

### 沖合海底域(深海)における海洋保護区のモニタリング法を構築

7

## 研究開発の要件

### 政策貢献

環境省が、今後実施する沖合海底域(深海)における海洋保護区管理に使える技術

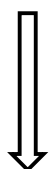
### 想定されるかく乱要因と変動

漁業・海底資源開発・地殻変動(海底火山・地震)など  
 ▶ 生物採取・生息地改変・化学物質噴出・濁度増加など



### モニタリング項目の設定

生物相・生物量・生態系・地形や底質・環境(化学物質や濁度)についてのかく乱前の現状把握(ベースライン)  
 ▶ 海洋保護区管理に使える生物情報  
 ▶ 生物多様性の観点からの重要海域の抽出基準



1. 唯一性、希少性	2. 種の生活史における重要性	3. 絶滅危惧種などの生育・生息地	4. 脆弱性、感受性、低回復性
5. 生物学的生産性	6. 生物学的多様性	7. 自然性	8. 典型性、代表性

- ▶ 多様な生物群の情報
- ▶ 原核生物～無脊椎動物～脊椎動物

### 手法と対象海域

#### 簡便な方法

- ▶ 既存技術の応用: 映像・遺伝子(環境DNA・メタゲノム)解析
- ▶ 深海用の探査機・ケーブルウインチなどを使わずに海水・堆積物・映像からデータを取得



### 技術開発と提示

想定される海洋保護区における実施



[http://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/project/project\\_ocean.html](http://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/project/project_ocean.html)

8



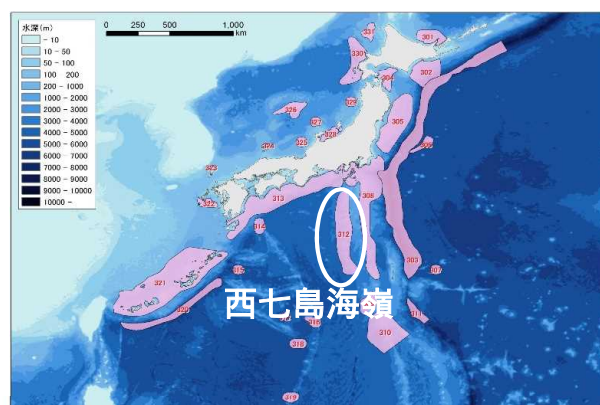
## 本研究における対象海域

沖合深海底の「生物多様性の観点から重要度の高い海域」の水深は9000m以深まで含む。

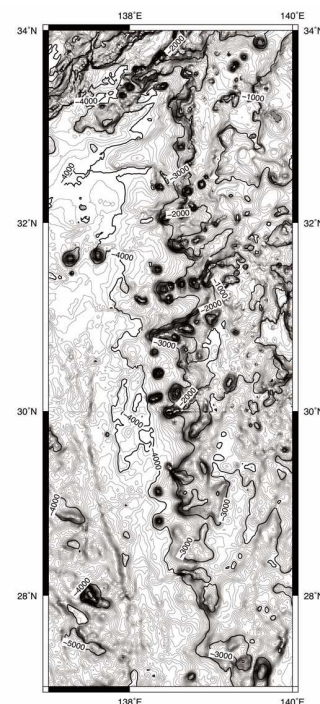
- 日本で計画されている熱水鉱床開発は、水深2000m以浅。
- 沖合漁業の世界的平均水深は約水深500m。底引きトロールの最大水深は約1500m。
- 小笠原方面の沖合域が沖合海底自然環境保全地域候補として検討。
- 重要海域選定時に海山が注目。マンガクラストや団塊が確認されている場所。
- 調査船が行きやすい場所。

### 現地検証海域

- ・西七島海嶺
- ・主に水深2000mまで
- ・複数の海山(初年度は4海山程度)で実施



ピンク: 生物多様性の観点から重要度の高い海域



西七島海嶺の海底地形。多数の海山分布。 8

## 研究課題の達成目標

### 全体目標

深海の生物多様性や環境に関して、簡便なモニタリング法を構築し、海洋保護区(沖合海底自然環境保全地域)の指定の基礎となる重要海域の抽出基準を踏まえて、生物情報等を取ることができることを目標とする。

### 個別目標

- 無人探査機ROVなどの映像から大型生物の分類群同定と個体数測定ができる画像解析法を開発し、映像による重要海域の抽出基準に基づいたモニタリング法を構築する。映像から判別できない堆積物中の底生生物組成をサンプルの画像から解析できる方法を開発し、重要海域の抽出基準を踏まえたモニタリング法を構築する。深海用調査機器が充実した大型研究船を用いなくても、以下の解析などに用いるサンプルを取得できるようにする。
- 環境DNAを用いたメタバーコーディング法(同時並列多種検出法)を深海性の脊椎動物(魚類等)と無脊椎動物(刺胞動物・甲殻類・環形動物・棘皮動物・軟体動物等)で構築する。実験手法の構築と並行して、種判定に用いるリファレンスデータを充実させることで、採水により簡便にできる重要海域の抽出基準を踏まえたモニタリング法を構築する。
- メタゲノム解析技術(環境微生物群集に由来する全ゲノム混合物からの遺伝子解析技術)を用いて、沖合海底域の海水、堆積物中の微生物群集の変動を把握する手法を構築する。特に、原核生物および小型底生生物を対象として、重要海域の抽出基準を踏まえたモニタリング法を構築する。

## 研究課題のテーマ構成

テーマ	サブテーマ
テーマ1: 深海生物相の画像解析によるモニタリング法及びサンプリング法の開発	サブテーマ1: 深海大型生物相の画像解析をはじめとする深海生態系の多角的モニタリング法の提案 (海洋研究開発機構・藤倉克則) サブテーマ2: 深海堆積物中生物相の画像解析によるモニタリング法の開発 (公募)
テーマ2: 深海大型生物相の環境DNAによるモニタリング法の開発	サブテーマ1: 脊椎動物における調査方法の開発と実践, ならびに基盤データの整備 (千葉県立中央博物館・宮正樹) サブテーマ2: 無脊椎動物における調査方法の開発と実践, ならびに基盤データの整備 (公募)
テーマ3: 深海微小生物相のメタゲノム解析によるモニタリング法の開発	サブテーマ1: 深海原核生物のメタゲノム解析によるモニタリング法の開発 (東京大学・濱崎恒二) サブテーマ2: 深海小型底生生物のメタゲノム解析によるモニタリング法の開発 (公募)

11

## 全体の流れと連携



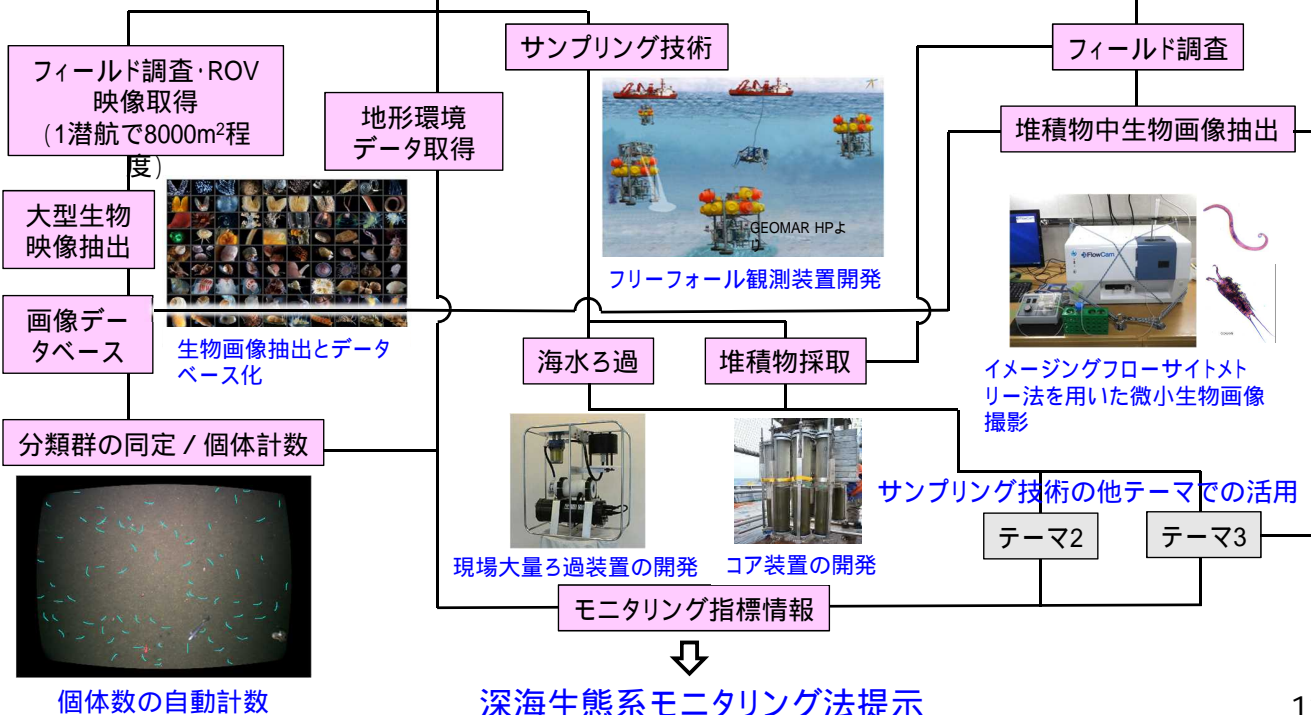
12

## テーマ1 深海生物相の画像解析によるモニタリング法及びサンプリング法の開発

画像解析による分類群判別と個体数計測・現場海水と堆積物のサンプリング法を開発

サブテーマ1: 大型生物画像解析・海水ろ過と堆積物サンプリング法をはじめとする深海生態系の多角的モニタリング法の提案

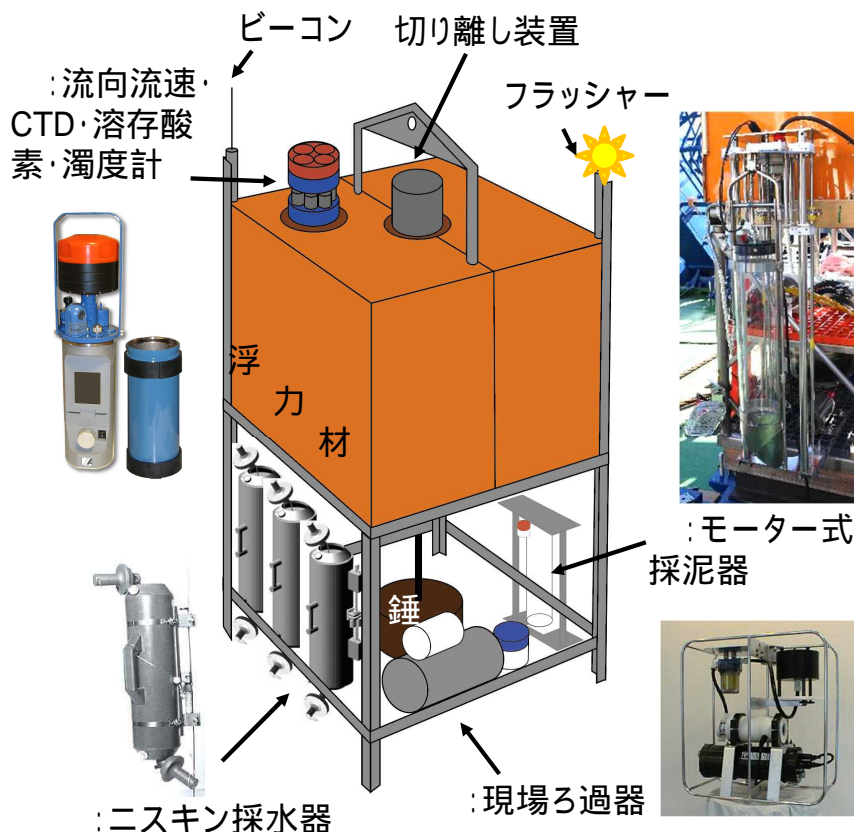
サブテーマ2: 堆積物中生物画像解析



## テーマ1 深海生物相の画像解析によるモニタリング法及びサンプリング法の開発

サンプリング法の開発: フリーフォール観測装置(ランダー)

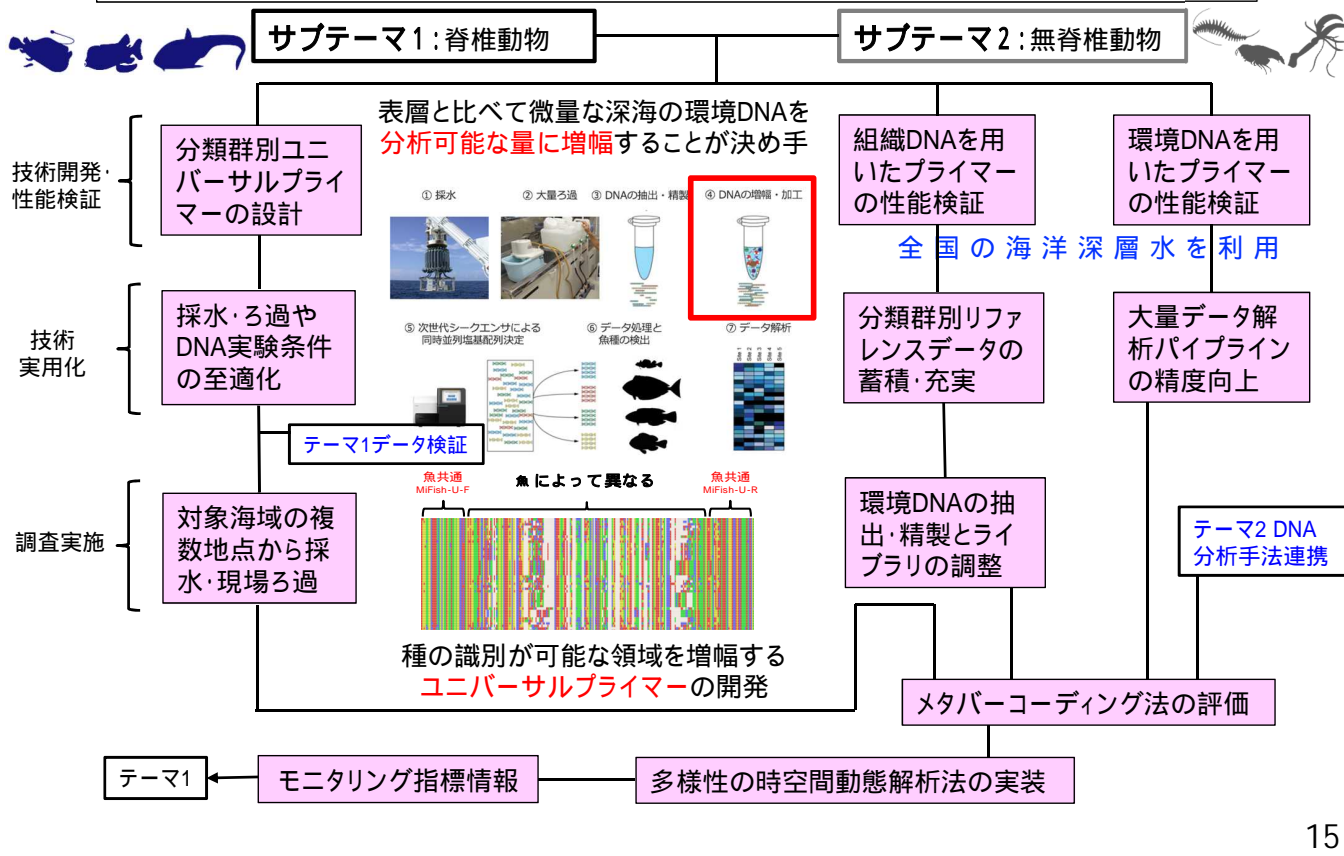
- 海底に投入。
- 着底後、表層堆積物を自動的に採取。
- 懸濁が十分に収まった後、採水器による採水。
- 現場ろ過器で海底付近の海水大量ろ過。
- 流向流速・CTD・溶存酸素・濁度計による環境データの取得。
- 船舶からの音響信号 / タイマーによって錘を切り離し浮上。





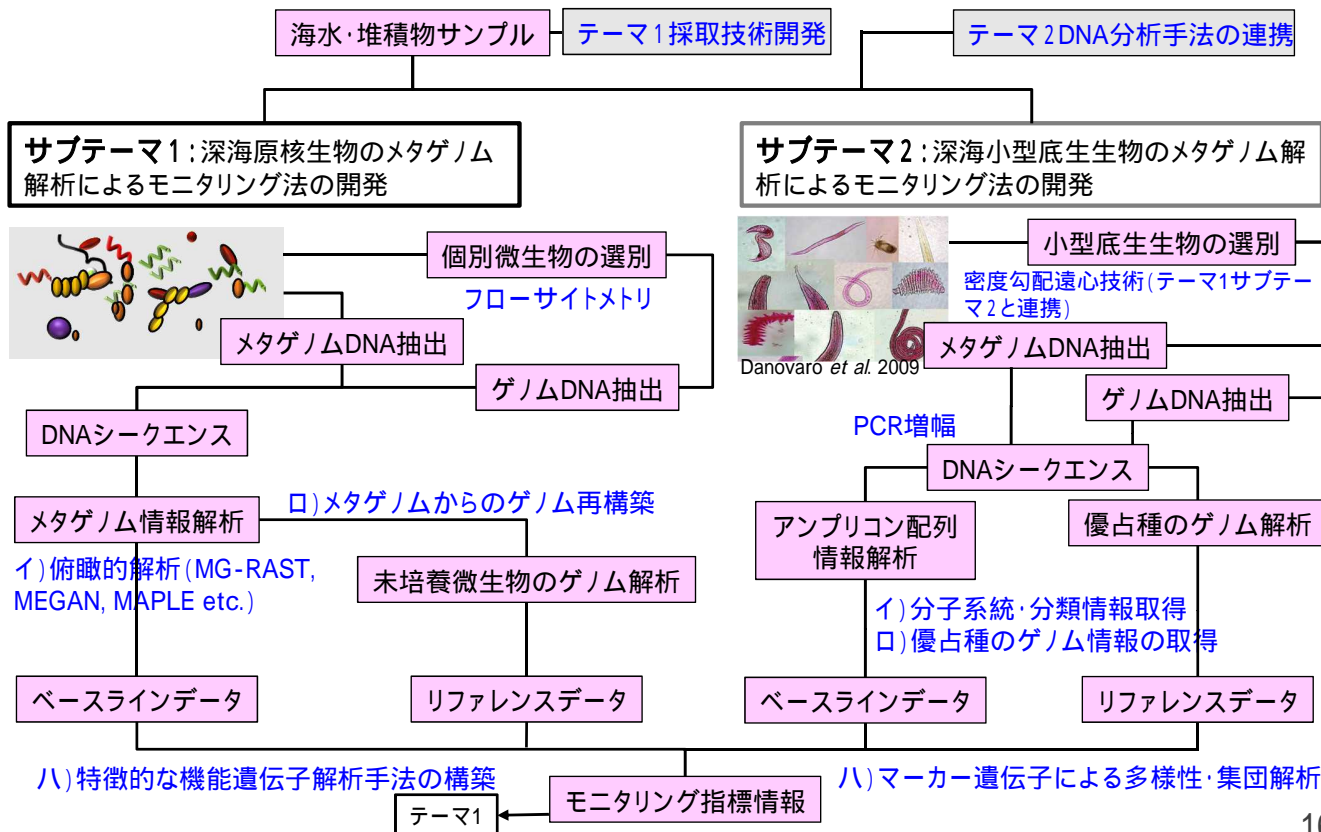
## テーマ2 深海大型生物相の環境DNAによるモニタリング法の開発

各動物群で環境DNAメタバーコーディング法（同時並列多種検出法）を開発



## テーマ3 深海微小生物相のメタゲノム解析によるモニタリング法の開発

メタゲノム解析技術を用いて海水、堆積物中の微小生物群集の変動を把握する手法を確立





# 全体年次計画

	FY2020(R2)	FY2021(R3)	FY2022(R4)
<b>テーマ1</b> <b>大型生物画像解析</b> ・技術開発 / 性能検証 ・技術実用化 ・調査実施 ・モニタリング指標 <b>サンプリング方法</b> ・技術開発 / 性能検証 ・技術実用化	ソフト導入と最適化 既存画像試験 / 実画像取得 地形環境計測	大型生物映像抽出 / データベース化 分類群の同定 / 個体計数 フリーフォール採集・観測装置開発 既存法によるサンプリング	指標化 現場ろ過サンプリング 堆積物現場サンプリング
<b>テーマ2</b> <b>環境DNA解析</b> ・技術開発 / 性能検証 ・技術実用化 ・調査実施 ・モニタリング指標	プライマーの設計 / 検証 (海洋深層水利用) 実験条件の至適化 / リファレンスデータ蓄積 既存法サンプル分析試行		現場ろ過サンプル分析 指標化
<b>テーマ3</b> <b>メタゲノム解析</b> ・技術開発 / 性能検証 ・技術実用化 ・調査実施 ・モニタリング指標	メタゲノム情報解析手法の構築 (多様性 / 機能遺伝子解析 / ゲノム再構築) 既存法サンプル分析試行	機能遺伝子解析手法の構築 堆積物現場サンプル分析	指標化

## おわりに

本研究により、法制度の運用執行に役立つ実用的モニタリング技術が開発され、当該技術が海洋保護区(沖合海底自然環境保全地域)の実効的管理の第一歩となることが期待される。

今後の継続的な運用に向け、研究期間中に大深度域で実施する際の問題点も洗い出しながら、その後の方法改善、向上につなげていく。