

# 南鳥島海域のレアアース泥に 関する勉強会報告書

【調査・研究実施計画】

平成 25 年 11 月

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構



## 目 次

要 旨	1
1. はじめに	3
2. 検討の背景	4
3. 勉強会の設置	7
3 - 1 委員の構成	7
3 - 2 開催日程と検討内容	8
4. 調査・研究計画	9
4 - 1 概略資源量・賦存状況の調査	10
(1) 南鳥島周辺海域の概要調査	11
(2) 濃集域の詳細調査	13
(3) 技術分野の調査・研究用のための泥試料の採取	13
(4) 環境基礎調査	14
4 - 2 技術分野の調査・研究	18
(1) 採鉱分野(採泥・揚泥)の調査・研究	18
(2) 選鉱・製錬分野の調査・研究	20
(3) 脱水処理法等の検討	22
(4) 残渣処理の検討	22
4 - 3 生産システムの検討と資源ポテンシャル総合評価	23
(1) 生産システムの検討	23
(2) 資源ポテンシャルの把握等	23
4 - 4 調査・研究の実施計画(案)	23



## 要 旨

本年4月に閣議決定された「海洋基本計画」は、我が国排他的経済水域内に存在が指摘されているレアアースを含む海底堆積物(いわゆる「レアアース泥」。)については、将来のレアアース資源としてのポテンシャルを検討することを掲げた。

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)は、そのための調査・研究計画案の策定に資するため、資源工学分野等における有識者からなる勉強会を設置し、今後の取組方針についての議論を行った。

本報告書は、これらの議論の結果を基に以下のとおり、今後3年間の調査・研究計画(案)を提案する。

### (1) 調査・研究の実施計画

調査・研究は、平成25年度から27年度の3カ年で実施することとし、以下の計画で実施する。

洋上調査では、各年毎に試料採取と分析及び環境調査を実施し、並行して同海域において1年間の長期環境観測等を実施する。

技術分野の調査研究については、各種分析、試験実施、検討・取りまとめを3カ年で実施する。

### (2) 概略資源量・賦存状況把握等の調査

南鳥島周辺EEZ内の概略資源量評価、賦存状況調査のため、試料採取を主とした調査を約100km間隔の地点で堆積物(試料)を採取し、成分分析等を実施する。

試料採取でレアアース元素の濃集域が捕捉された場合、その水平的な広がりを把握するため、採取地点間隔を更に狭めて調査を実施する。

将来の実海域試験や生産の際の環境影響評価のため、周辺環境の基礎情報の収集を実施する。

### (3) 技術分野の調査・研究

採鉱分野(採泥-揚泥)は、石油・天然ガス開発等における既存技術の応用も視野に、揚泥に係るシミュレーション解析等を含めて検討を行う。

選鉱・製錬手法は、基礎試験を踏まえて、システムの概念設計等を行う。

残渣処理/脱水処理法については、既存の処理法等により比較検討等を実施し、総合評価の観点から処理概念を決定する。

### (4) 生産システムの検討と資源ポテンシャル総合評価

上記の検討を基に、生産システムの概念を定めて、資源ポテンシャルの総合評価を行う。また、事業化・商業化に向けた検討の要点や課題等があれば、これを抽出し、その後の計画を策定する。



## 1. はじめに

レアアースは、ハイテク産業分野での用途を中心として、今後の日本の経済成長の鍵となる金属資源といわれている。レアアース原料鉱石は、1980年代には米国、豪州、インドなど多数の国から産出されていたが、近年は低コスト生産によって生産規模を拡大した中国が世界の供給の約97%を占めている。我が国は、レアアース供給の90%以上を中国に依存してきたが、こうした資源の供給が一国に集中することによるリスク回避策として、経済産業省は、鉱山開発・権益確保による新たな供給源の確保、代替材料・使用量低減技術開発、リサイクルに係る技術開発等々の施策を推進してきた。

このような情勢の下、平成23年7月に東京大学の加藤泰浩教授ほか太平洋の広い範囲にレアアースを高濃度に含む泥(堆積物)が存在し、これが全く新しいレアアース資源となり得ることを英国科学誌「Nature Geoscience」電子版に発表し、さらに平成24年6月には資源地質学会において同様の堆積物が南鳥島周辺海域に大量に賦存する可能性について発表した。

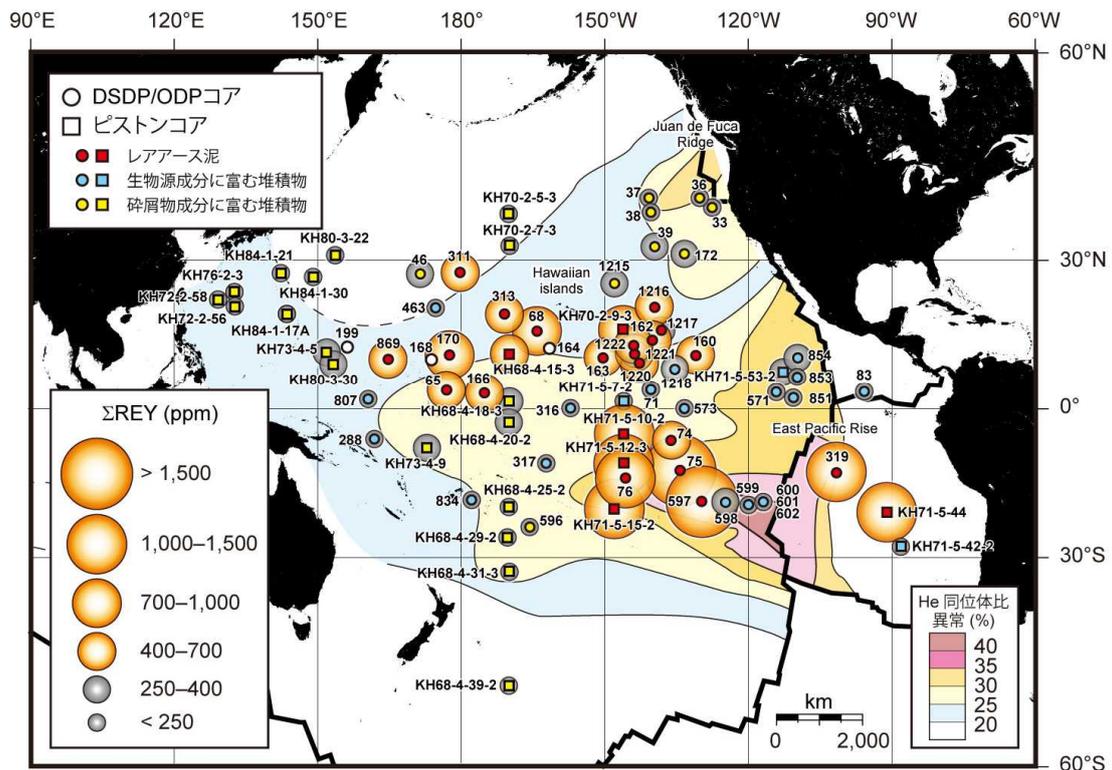
これを受け、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(以下「JOGMEC」という)では、経済産業省からの受託業務の一環として、平成23年度からレアアース泥について調査を開始すると共に、探査や採泥・揚泥、製錬、環境保全・残渣処理等の様々な分野の方法、技術の現状や課題、今後あり得る選択肢について専門家からのヒアリングを実施し、調査研究の計画案の策定を進めてきた。

同時に、JOGMECはレアアース泥について将来の資源としてのポテンシャルを評価するための調査研究に関する取組方針を議論し、今後の調査計画案の策定に資するため、資源工学分野等における有識者からなる「南鳥島海域のレアアース泥に関する勉強会」を平成25年2月から計4回にわたり開催してきた。

本報告書は、同勉強会での議論を基にレアアース泥に対する今後の取組の案について、とりまとめたものである。

## 2. 検討の背景

平成 23 年 7 月、東京大学の加藤泰浩教授ほかの研究グループは、東京大学海洋研究所保存のピストンコアラーのコアや深海掘削計画<sup>1</sup> (DSDP: Deep Sea Drilling Project) 及び国際深海掘削計画 (ODP: Ocean Drilling Program) において採取された 78 地点のコアから採取した大洋底の堆積物 2,037 試料を分析し、平成 20 年度の JOGMEC とのレアメタル製錬技術開発事業の共同研究の結果も加えて研究を行い、太平洋の広い範囲にレアアースを高濃度に含む泥(以下「レアアース泥」と記す。)が存在し、これが全く新しいレアアース資源となり得ることを英国科学誌「Nature Geoscience」電子版に発表した。



Kato et al., 2011 Nature Geoscience

図 2 - 1 太平洋におけるレアアース泥の分布  
( < 2 m の表層部) と平均総レアアース含有量

また、平成 24 年 6 月 28 日には、我が国の南鳥島周辺の排他的経済水域 (EEZ) 内や周辺で実施した ODP のコアの解析から、この南鳥島周辺の EEZ の海底にもレアアース泥が分布し、これが我が国のレアアースの国内資源となる可能性について資源地質学会において発表した。

<sup>1</sup> 深海底の掘削・研究を行った米国の科学プロジェクト (1968 年開始)。1985 年に国際研究協力事業となり、「国際深海掘削計画 (ODP)」に改称された。米国の科学掘削船ジョイデスレゾリューション号を主軸に世界中の海洋底を調査。

こうした発表を受け、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)は、経済産業省からの受託業務の一環として平成 23 年度にレアアースの賦存状況について、予察的な海域調査を開始し、平成 24 年度には実海域で本格的な調査を開始した。

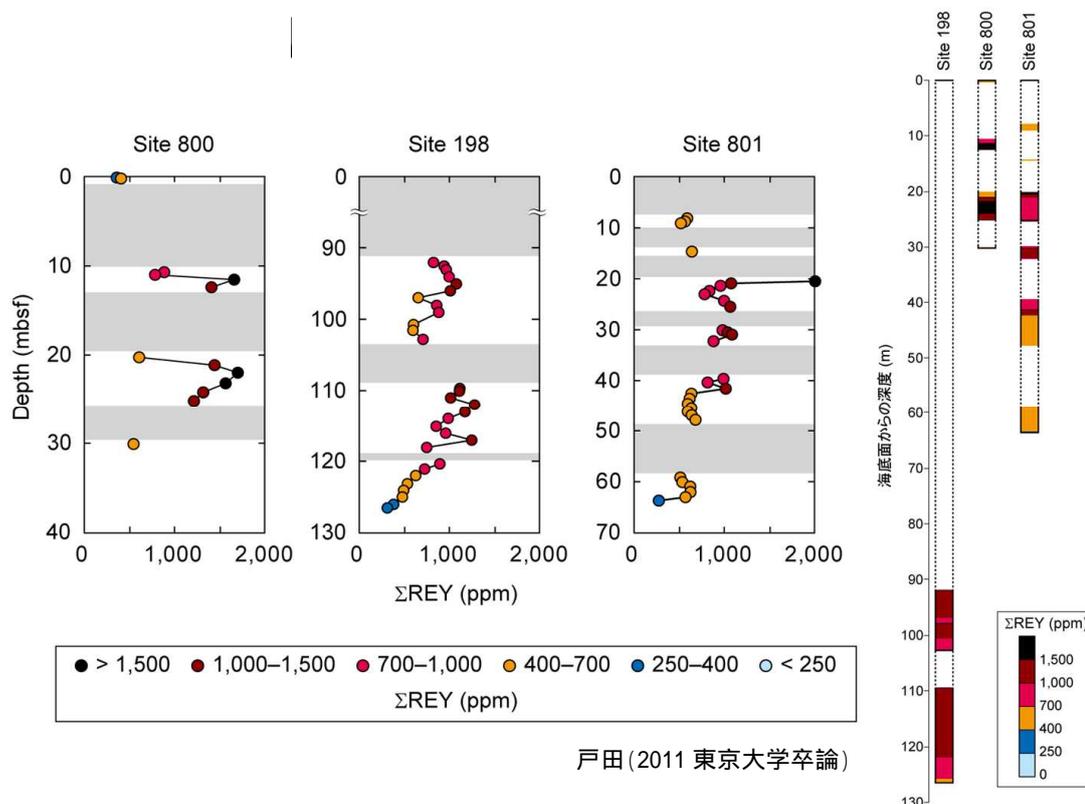


図2 - 2 南鳥島周辺の排他的経済水域内及び周辺のレアアース泥の分布とレアアース含有量

また、新たな海洋基本計画の策定に向けて、海洋を巡る環境の変化を踏まえた今後の政策課題について検討していた内閣官房総合海洋政策本部参与会議は、このレアアース泥について、「最優先課題は、広域的な探査による濃集域と資源ポテンシャルの把握である。それに引き続き、揚泥システムの実海域実験を含めた、海底泥からレアアースを生産するための広範な技術分野の調査・研究を実施し、技術開発計画を策定するべきである。」との意見書を平成 24 年 11 月 27 日、総合海洋政策本部長(内閣総理大臣)に提出した。

([http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/sanyo/sanyo\\_iken.html](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/sanyo/sanyo_iken.html))

これを受けて、平成 25 年 4 月 26 日に閣議決定された新たな海洋基本計画において、「将来のレアアース資源としてのポテンシャルを検討するための基礎的な科学調査・研究を行う。また、平成 25 年度以降 3 年間程度で、海底に賦存するとされるレアアースの概略資源量・賦存状況調査を行う。さらに、高粘度特性と大深水性を踏ま

え、将来の開発・生産を念頭に広範な技術分野の調査・研究を実施する。」と、国による政策的な取組方針、位置付けが掲げられた。

(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/kihonkeikaku/130426kihonkeikaku.pdf>)

JOGMEC では、こうした国の施策としての重要性の指摘を受け、レアアース泥の探査や採泥・揚泥、製錬、並びに環境保全・残渣処理等様々な分野の方法、技術の現状や今後あり得る選択肢について国内外の有識者からヒアリングを実施し、今後の調査・研究の方針について検討を進めてきた。これらの結果を踏まえ、レアアース泥の調査・研究の各分野について有識者を交えた検討を行い、今後の調査・研究実施計画を策定することとした。

このため、平成 25 年 2 月、海洋基本計画に定められた「3 年程度の期間でレアアース泥について将来の資源としてのポテンシャルを評価する、および将来の開発・生産を念頭に広範な技術分野の調査・研究を実施する」という目的のための調査研究の方針と内容に関する取組方針を議論し、今後の調査計画や将来の開発・生産を見据えた技術分野の調査・研究計画案の策定に資するため、資源工学分野等における有識者からなる「南鳥島海域のレアアース泥に関する勉強会(以下「勉強会」と記す。)」を設置し、専門家からの意見を聞き、今後の長期計画の策定を行うこととした。

### 3. 勉強会の設置

#### 3-1 委員の構成

勉強会の委員は、資源探査・開発、海洋調査、海洋掘削、海洋石油開発、海洋土木、環境保護等の各分野の専門家から26名を選任し、東京大学の山富二郎教授を座長に選任し、検討を実施した。

表3-1-1 南鳥島海域のレアアース泥に関する勉強会委員名簿

	氏名	所属
座長	山富 二郎	東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 教授
委員	秋山 義夫	三菱マテリアルテクノ(株) 顧問
	足立 吟也	大阪大学 名誉教授
	磯崎 芳男	(独)海洋研究開発機構 海洋工学センター長
	稲垣 史生	(独)海洋研究開発機構 海底資源研究プロジェクト 地球生命工学研究グループリーダー
	井上 四郎	(社)日本中小型造船工業会 専務理事
	岩森 光	東京工業大学 理学研究科 地球惑星科学科 教授
	後根 則文	住友金属鉱山(株) 執行役員
	浦 環	九州工業大学 社会ロボット具現化センター センター長 特任教授
	大和田 秀二	早稲田大学 理工学術院 創造理工学部環境資源工学科 教授
	織田 洋一	(株)三井物産戦略研究所 マテリアル&ライフイノベーション室 シニアプロジェクトマネージャー
	加藤 泰浩	東京大学 工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター 教授
	北詰 昌樹	東京工業大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻 教授
	齋藤 隆之	静岡大学 グリーン科学技術研究所副所長、創造科学技術大学院エネルギーシステム部門長、超領域研究推進本部統括
	鋤崎 俊二	(株)日本海洋生物研究所 技術研究本部 本部長
	高橋 嘉夫	広島大学 理学部 地球惑星システム学科 教授
	田中 幹也	独立行政法人 産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 副研究部門長
	田村 兼吉	(独)海上技術安全研究所 運航・システム部門長
	長縄 成実	東京大学 工学研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター 助教
	中西 二郎	(株)三徳 常務取締役
	中原 裕幸	海洋資源・産業ラウンドテーブル 事務局長
	中村 拓樹	三井海洋開発(株) 事業開発部長
	藤田 豊久	東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 教授
	守分 敦郎	東亜建設工業(株) 執行役員 技術研究開発センター長
	山崎 哲生	大阪府立大学 工学部 海洋システム工学科 教授
	(五十音順) 和田 一育	(独)海洋研究開発機構 地球深部探査センター 工務グループ サブリーダー

また、この勉強会には、所管庁である経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課の参加を得たほか、国土交通省、文部科学省、東京都、東京大学等のオブザーバー参加を得た。

### 3 - 2 開催日程と検討内容

勉強会は下記のとおり4回開催し、それぞれのテーマについて検討を行った。

- ・第一回 : 平成 25 年 2 月 20 日(水) 16:00 ~ 18:00  
(議題) 概略資源量把握のための探査の進め方
- ・第二回 : 平成 25 年 4 月 11 日(木) 15:30 ~ 18:00  
(議題) 採泥・揚泥技術への取り組み方
- ・第三回 : 平成 25 年 5 月 13 日(月) 16:00 ~ 19:00  
(議題) 1) 選鉱・製錬、残渣処理技術への取り組み方  
2) 環境影響評価への取り組み方
- ・第四回 : 平成 25 年 6 月 25 日(火) 15:00 ~ 17:15  
(議題) 1) レアアースの需給動向  
2) 今後の調査・研究の取組方針



図 3 - 2 - 1 第2回勉強会

#### 4. 調査・研究計画

本計画の期間は、平成 25 年度から 27 年度の 3 年間とし、その目的を「資源としてのポテンシャルを明らかにするための概略資源量調査と、将来の開発・生産を念頭に広範な技術分野の調査・研究の実施を行うこと」として検討を行った。

計画の立案にあたっては、概略資源量・賦存状況調査と、技術分野の調査・研究とその他の大きな三分野に分け、それぞれについて、本勉強会での委員からの発表と意見を基に検討を行った。

技術分野の調査・研究では、既存の技術の応用・改良によって実現が見込まれる分野については情報収集にとどめる一方、総合評価の際に必要な基礎データの収集については早々に調査研究を行い、今後のプロセス全体に影響を与える可能性のある分野については、早々に検討を進めることとした。

#### 4 - 1 概略資源量・賦存状況の調査

南鳥島(英名: Marcus Island)は、東京都小笠原村に所属する面積 1.5km<sup>2</sup>、一周約 6 km、 海拔 8 m の平らな島であり、東京から南東方約 1,860km に位置する。周辺の海底は水深 5,000 ~ 6,000m の"深海底"であり、標高数千 m(山頂部の水深が 2,000 m 前後)の海山が点在している。

同島には、現在、気象庁職員、海上自衛隊南鳥島航空派遣隊員、及び関東地方整備局東京港湾事務所南鳥島港湾保全管理所の職員が常駐している。

これまでの調査から、レアアース泥は、この島を中心とする排他的経済水域(面積約 43 万 km<sup>2</sup>)の"深海底"の海底面下の堆積物中に分布し、DSDP/ODP のコアからは深度 20-30m 前後と 100m 前後の 2カ所に高濃度の層が分布するように見える(図 2 - 2)ほか、その後の調査により海底面下数 m の浅所にも高濃度な泥が存在することが明らかとなっている。

南鳥島周辺の排他的経済水域(EEZ)におけるレアアース泥の分布状況と、含まれているレアアースの概略資源量・賦存状況を明らかにするためには、この泥の地層の広がりを調べると同時に実際の泥を採取し、レアアース濃度を分析し、分布状況を調べる洋上調査が必要である。

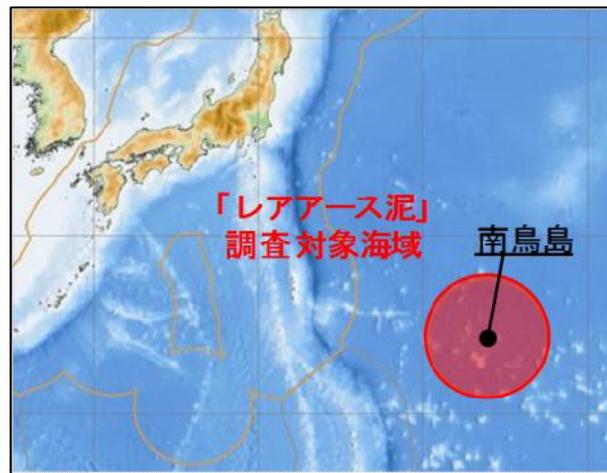


図 4 - 1 - 1 レアアース泥調査海域

このため、海域においては全体の評価を行うため、表層地質調査を行うとともに約 100km 間隔で海域内の堆積物を広域に採取して、高濃度にレアアースを含む堆積物の分布の特定を目指すこととした。

また、上記調査によってレアアースの濃集域が特定された場合、その海域において、試料採取地点の間隔を更に狭めた詳細調査を行い、濃集域の分布範囲や深度を把握し、この海域のレアアース資源としてのポテンシャルを検討するための、基礎的な科学的データを収集することとした。

使用する機材は、ピストンコアラー(長さ 20m)を主要機器とし、併せてボックスコアラー等で陸上試験用に泥試料を採取することとし、以下のとおり調査計画をとりまとめた。

#### (1)南鳥島周辺海域の概要調査

南鳥島周辺海域における概要調査は、以下の調査、手法等により実施する。

##### a) 表層地質調査

海底面下浅所の地層の広がり調べるため、「サブボトムプロファイラー(SBP)」を使用する。

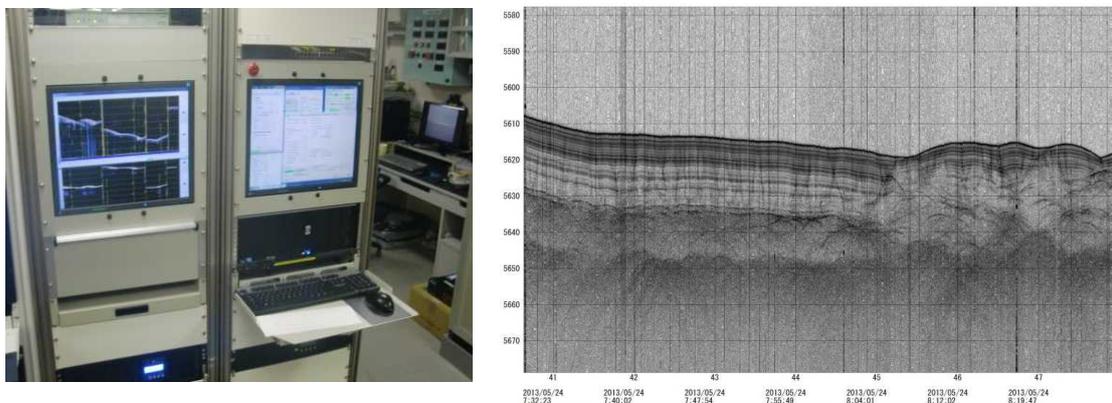


図4 - 1 - 2 サブボトムプロファイラー  
SBP の操作卓(左)と得られた海底面下の地層図(右: 海域の地層例)

SBP は海底面下の数 10 ~ 100m 前後までの範囲の地層の連続や褶曲・断層といった地質構造を把握することができ、この断面図からレアアース泥の水平的な広がりを検討する。

##### b) サンプリング調査

海底の堆積物の試料採取には、「ピストンコアラー(PC)」や「ラージコアラー(LC)」を使用する。

PC は、長さ約 20m の細長い金属パイプと頂部の錘からなる機器で、錘の重さで金属パイプを海底に突き刺して深さ 20m までの柱状の泥の試料を採取する。LC はパイプの長さは 5m と短いですが、パイプが太く頑丈なため、より大量の泥試料が必要なときや泥が堅いときに使用する。



図4 - 1 - 3 試料採取のための機器 PC(左)とLC(右)

サンプリングは、約100km間隔の地点で実施し、採取された泥は船上で観察記載や物性等の現地測定を行い、その後専門機関でレアアースの含有量などの様々な分析を行う。



採取した泥の柱を切断



2分割した泥の柱



採取した泥の柱(約13m分)

図4 - 1 - 4 採取された泥の試料

### c) 使用する調査船

洋上調査は、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構が所有する海洋資源調査船「白嶺」などを使用する。



全長×幅×深さ	118.3m×19.0m×9.2m
総トン数	約 6,200t
航海速力	15.5kt
航続距離	約 9,000 海里
最大搭載人員	70 人

図4 - 1 - 5 海洋資源調査船「白嶺」

## (2) 濃集域の詳細調査

濃集域の調査においては、以下の調査手法等により実施する。

### a) 表層地質調査

調査によって確認した"高濃度にレアアースを含む堆積物の分布域(所謂「濃集域」)においては、レアアース泥の地層の連続性、層厚や内部構造をより詳しく把握するために、SBPをより密な間隔で実施する。

### b) サンプルング調査

濃集域内では、広がりを正確に把握するため、より高密度にサンプルング調査を行う。サンプルングの間隔は、確認できた濃集域の広さや、含まれるレアアースの濃度により決定する。

## (3) 技術分野の調査・研究用のための泥試料の採取

レアアース泥を海底で採掘(採泥)したり、海面まで6,000mを持ち上げ/吸い上げてくる(揚泥)のための技術の調査研究や、泥からレアアース成分を抽出する選鉱・製錬の試験、残泥の有効利用の検討を行うためには泥の試料が必要となる。

このため、白嶺に搭載しているボックスコーラーの一種であるスペードコーラー(SC)や、より大型のカメラ付パワーグラブ(FPG)といったサンプルング機器によって泥

の採取を行う。この試料の一部は学術分野にも提供し、学術研究についても推進を図る。

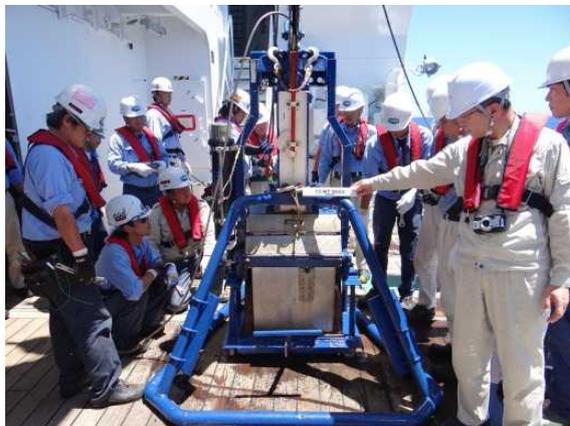


図4 - 1 - 6 レアアース泥の採取機器  
スピードコアラー(SC)[左]とカメラ付パワーグラブ(FPG)[右]

#### (4)環境基礎調査

レアアース泥が分布する水深 5,000 ~ 6,000mの深海底は、海面近くに比べると遙かに生物の種類は少なく、生息密度も低いところとなっている。そのような深海底でも、海面近くから降ってくる「マリンスノー」といった生物遺骸片等からなる沈降粒子をえさとする小動物や、それらの小動物をえさとする生物が分布している。

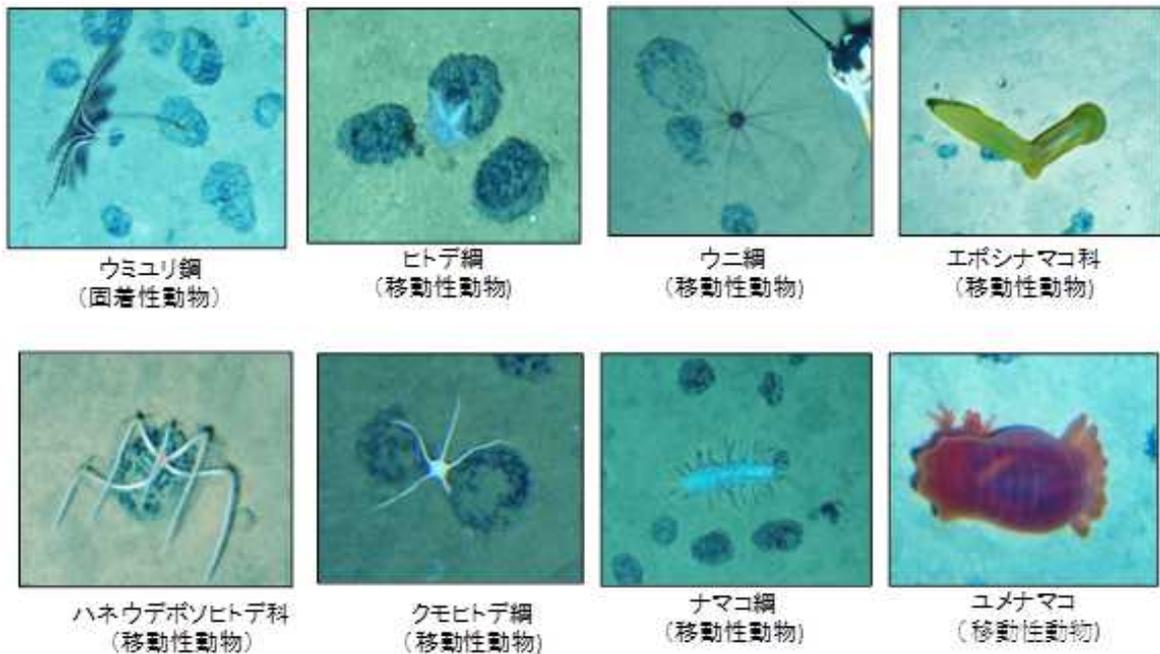


図4 - 1 - 7 水深 6,000mの深海底で観察できる底生大型生物

将来、レアアース泥の商業的な採掘活動を検討する場合には、賦存海域における環境への影響を考慮した採掘方法の検討が不可欠である。また、海洋実験にあたっては事前の影響評価が不可欠である。

そのためには、現在の海域の状況を調査してデータを蓄積し、得られたデータから数値モデル等を作成し、採掘活動による環境影響を予測し、予測された影響の規模や程度から環境保全への配慮策などを検討することが必要で、そのためのデータを収集することが必要である。

入手すべき環境のデータには、四季の変化を把握するために1年間以上の計測期間を要するものもあることから、海域のデータ収集については早々に調査を開始することが必要である。

このため、下記のとおり調査計画を策定した。

・海域の水質等の"水塊構造"の把握

- ・電気導電度-水温-水深計測センサー(CTDセンサー)等による水温・塩分濃度の上下方向の変化の計測
- ・ロゼットサンプラー(RO)等による水深毎の海水の採取と分析



図4 - 1 - 8 海水の計測/採取に使用する機器  
CTD センサー[左]とロゼットサンプラー(RO)[右]

・**海域の海流・底層流等の把握**

- ・海底に設置した係留系による海面近くから海底面近くまでの間の海流の方向と速度の長期測定
- ・海底に設置したセジメントトラップによる海水中の沈降粒子の採取と成分・量の分析



図4 - 1 - 9 海流の測定等の長期観測のために使用する機器  
超音波ドップラー流速計[左]とセジメントトラップ[右]

・**海域の生物分布状況の把握**

- ・マルチプルコアラー(MC)による海底面の泥の精密な採取と、泥中の生物の解析
- ・深海カメラ(FDC)や ROV による海底観察で、大型底生生物の生息状況を把握



図4 - 1 - 10(1) 生物調査に使用する機器  
MC(左)と MC で採取された泥試料(右)



図4 - 1 - 10(2) 生物調査に使用する機器  
FDC(左)と ROV(右)

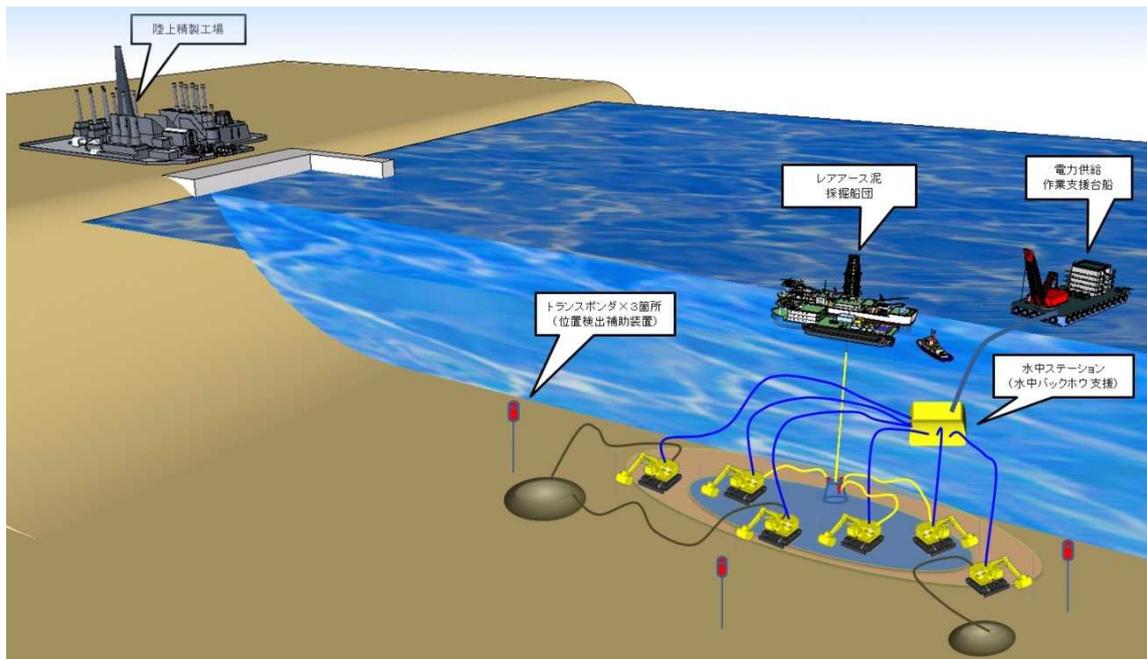
## 4 - 2 技術分野の調査・研究

### (1) 採鉱分野(採泥・揚泥)の調査・研究

海底にあるレアアース泥からレアアースを資源として回収するためには、レアアース泥を海底で掘削(採泥)し、それを洋上の生産浮体(母船)まで6,000mの高度差を持ち上げ/吸い上げる(揚泥)ことが必要である。

国内では、これに関連する技術の蓄積として、採泥分野においては、港湾土木分野の水中掘削技術や海底熱水鉱床のために開発されている採掘システムがあり、揚泥分野では、深海掘削(ドリリング)や深海油田の生産(汲み上げ)システムが準用できると考えられる。

しかし、世界の深海油田生産においても、水深 6,000m での実用化実績はなく、実際の開発対象(泥)の性状や力学特性等を踏まえて、シミュレーションや試験により、採鉱システムの概念を十分に検討する必要がある。



中村委員(三井海洋開発株式会社)  
守分委員(東亜建設工業株式会社)  
発表資料

図4 - 2 - 1 採泥-揚泥の全体イメージ

策定した調査・研究実施計画は下記のとおりである。

#### a) 採泥システム

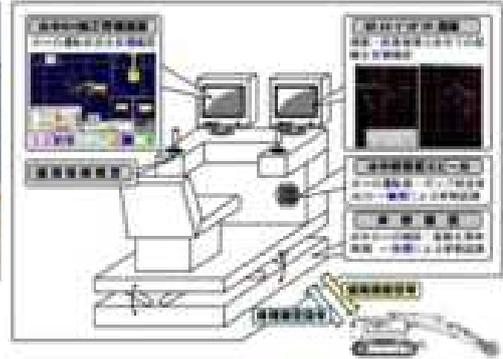
レアアース泥を採泥するにあたっては、既存の港湾土木工事の際の水中掘削機器等を基に、レアアース泥に適合した掘削器具を耐圧化することが検討の基礎になると考えられるが、水深 6,000m の海底で施工するシステムの構築などの研究要素

が多い。また、商業生産のためには、これに加えて、"レアアース泥を大量に効率良く採泥していくこと"が必要である。

このため、まずは泥の物性値(せん断強度、液性限界・塑性限界等)や基本的性質(含水比、粒度分布等)の測定・分析を多地点の多数の試料で実施して、設計のためのデータを蓄積する。そして、この"泥"の分析値を基に、採泥方法や掘削器具の検討を開始する。



既存の水中バックホウ(油圧ショベル)  
施工水深:50m、施工能力:粘性土で20t/時間



遠隔操縦システム



土砂対応の攪拌掘削ヘッド



粘性土対応の掘削ヘッド

中村委員(三井海洋開発株式会社)  
守分委員(東亜建設工業株式会社)  
発表資料

図4 - 2 - 2 既存の水中掘削機器とシステム

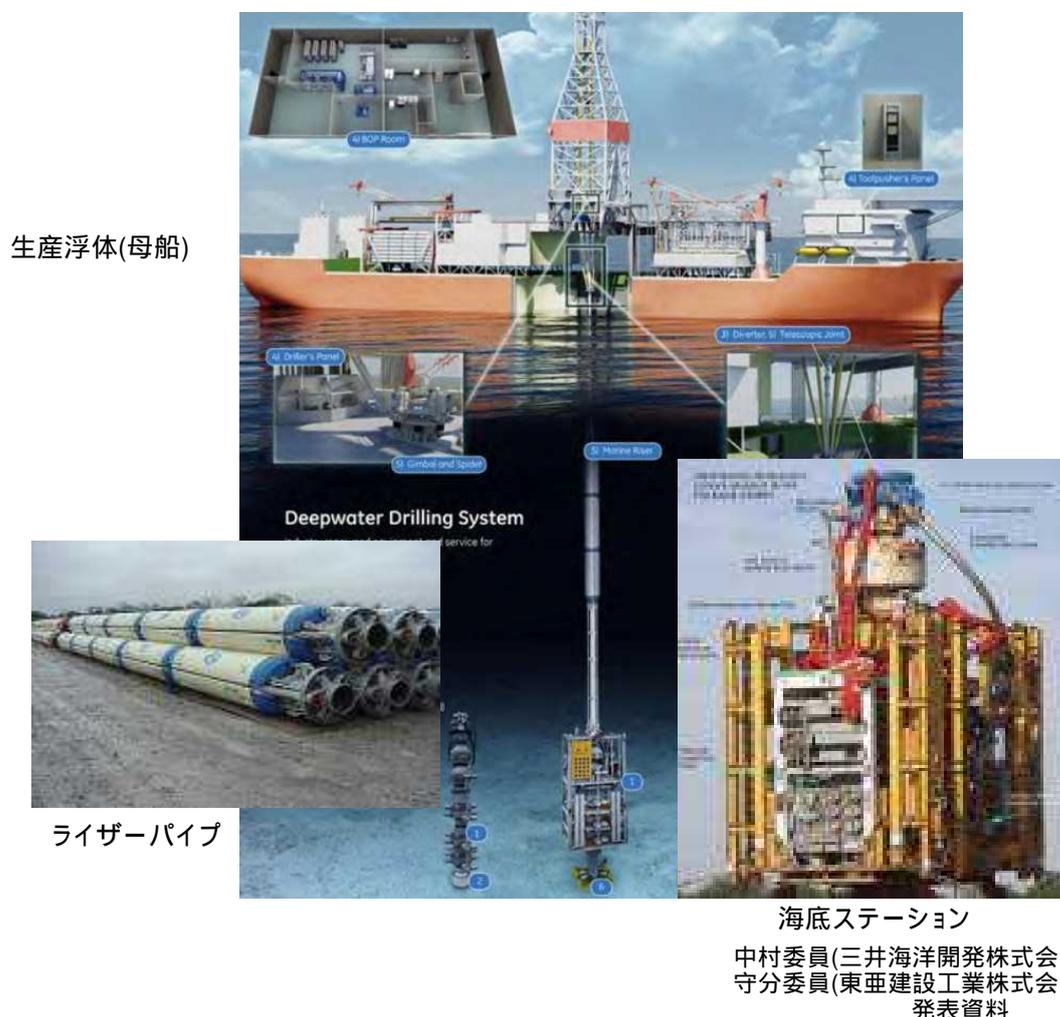
## b) 揚泥システム

揚鉞のハードウェアとしては、大きくは揚泥管とリフトシステムとから構成される。

揚泥管は、最新の石油掘削用ライザーパイプの技術を応用すれば成立する可能性があるとの指摘があったが、現時点では、水深6,000mの状況下で実用化されているものは存在せず、要求諸元が未確定のため、まずはパイプの詳細を検討するための諸元を検討することとする。

リフトシステムは、ポンプリフト方式(海底に設置したポンプで汲み上げる方法)と、エアリフト方式(パイプの中に空気を吹き込んで、あぶくが浮かび上がる勢いによって水を汲み上げる方法)が他の深海底鉞物の資源の揚鉞の検討に付されているが、背圧式エアリフトと呼ばれる深海石油生産で既に実用化されているエアリフトの改良・効率化手法が有望であると提案された。

このため、リフトシステムについては、まずはシミュレーション分析等により、最適なリフト条件等を検討する。



中村委員(三井海洋開発株式会社)  
守分委員(東亜建設工業株式会社)  
発表資料

図4 - 2 - 3 既存の深海油田生産システム

### c) 全体システム

上記の採泥システム-揚泥システムが円滑に作動し、レアアース泥を効率良く採取するためには、両システム個別の検討に加え、これら両システムの連携が必要である。このため、とりまとめ評価に必要な部分から検討を開始する。

また、洋上設備や実際のオペレーションの概念を検討する際には、太平洋上という地理・気象・海象条件を十分に考慮して検討する。

### (2) 選鉱・製錬分野の調査・研究

採泥・揚泥を行い、生産浮体上に集めたレアアース泥を処理し、レアアースを抽出する工程や、残った大量の泥(残渣)の処理方法について、検討を行うことが必要である。

一般的に、金属資源を抽出する工程は、選鉱と製錬の二つの工程を経ることとなるが、レアアース泥では高粘度質の泥に含まれる海水を分離する脱水工程が追加されることとなる。また、レアアースの抽出が終わった大量の泥(残渣)、廃水の処理方法についても環境への影響を最低限とする処理、活用法などを検討することが必要であり、策定した調査・研究実施計画は、下記のとおりである。

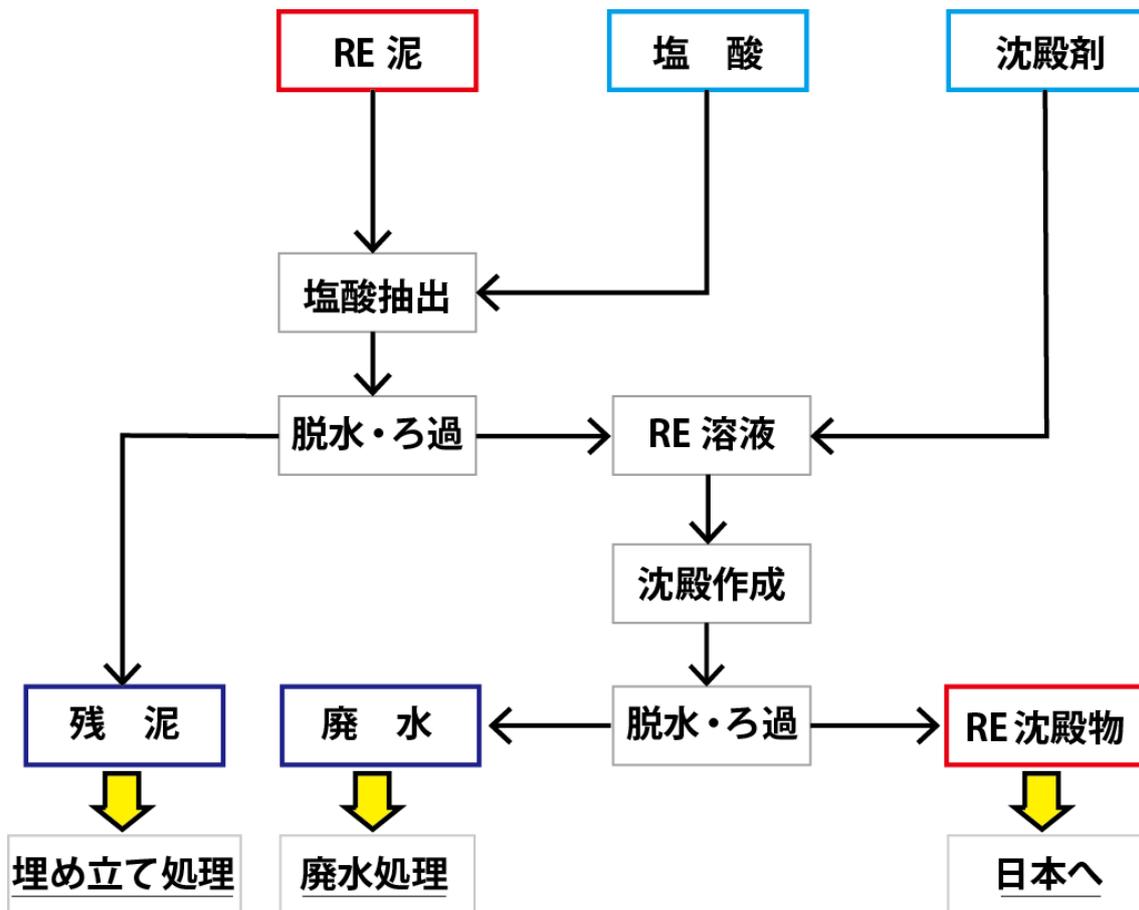
**a) 選鉱手法の検討**

勉強会では、レアアース泥からレアアースを含む物質のみを抽出することが指摘され、技術的に可能かどうかについて検討を実施する。

**b) 製錬手法の検討**

レアアース泥では、"製錬"工程は2段階に分かれている。第一段階として、レアアース泥からレアアース成分を溶かし出す"浸出工程"が必要となる。この工程は、既に東京大学によって研究された手法があり、これをベースに検討を実施する。

上述の手法の検討においては、始めにピーカーレベルでの確認と、次に工業規模に規模を拡大する上での問題点について検証する。



中西委員(株式会社三徳)発表資料

図4 - 2 - 4 想定される製錬プロセス

第二段階である浸出液からレアアース成分を回収してレアアース金属を作る"分離工程"については、現存する工業的なレアアース回収システムがそのまま使えるとの想定から、小規模試験によりこれを検証する。

これらの検討結果を踏まえ、船上での製錬処理システム等についても検討を行い、システム全体の検討を行う。

### (3) 脱水処理法等の検討

残泥の処理法については、現存する泥の脱水処理システム等についての情報収集と処理能力等の把握を行う。

### (4) 残渣処理の検討

残渣処理については、現存する埋立土砂の物性改良処理法の情報収集を行い、概念を決定する。さらに、土砂の骨材原料化といった有効利用法の情報収集につい

ても検討を行い、残渣の有効利用策、及び必要なインフラやコストについても検討を実施する。

#### 4 - 3 生産システムの検討と資源ポテンシャル総合評価

##### (1)生産システムの検討

生産システムについては、上の検討結果をとりまとめて検討を行い、想定されるシステムの概念について設計を行うこととなる。

また、既存の深海石油掘削等を基に概略コストの計算を行う必要がある。

##### (2)資源ポテンシャルの把握等

資源ポテンシャルの把握にあたっては、洋上調査結果から概略資源量の把握を行い、レアアースの需給動向等から評価を行うこととなる。

本事業では、最終年度に総合評価を行い、これらの事業化・商業化に向けた検討の要点の抽出と今後の計画を検討する。

#### 4 - 4 調査・研究の実施計画(案)

実施計画(案)を下表に示す。計画では、海域の概略の資源量を把握すると共に、全体の生産システムの概念を決定し、それらの概略コストを把握した上でレアアース市場の動向等と併せて検討し、最終年度に総合評価ととりまとめを実施する。

表4 - 4 - 1 レアアース泥の調査・研究実施計画(案)

調査・研究項目	年度	平成25年度(2013)	平成26年度(2014)	平成27年度(2015)	
1. 概略資源量・賦存状況調査 海域の概要調査		→		3. 生産システム の検討と 資源ポテ ンシャル 総合評価	
	濃集域の詳細調査				→
	環境基礎調査				→
2. 技術分野の調査・研究	探鉱分野(探泥・揚泥)		→		→
	選鉱・製錬分野		→		→
	脱水処理法等		→		→
	残渣処理法				→