

深海底鉱物資源採集システムに関する概念検討

(社) 日本深海技術協会 高川 真一

1. 調査の目的

日本はかねてから資源小国といわれてきたが、近年日本の排他的経済水域 EEZ の中に豊かな有用鉱物資源が眠っていることがわかってきた。これらを採集する方法は特に新しい技術開発を要するものでなく、既存の技術をうまく組み合わせることにより十分採算に合う操業ができるものである。このため、外国の企業が国内での創業を目指して日本法人を設立し、既に多くの鉱業権を取得しており、このままでは日本が採集に乗り出す時点でその多くが採掘済みになっている恐れも大きくなっている。

深海底熱水鉱床開発については政府レベルでも積極的に取り組んでいるが、まずは資源調査が重要であるとして 10 年をかけ、この後に採集技術開発 5 年を経て初めて試掘に取り掛かるという大予定である。このような計画では前述のように外国企業に後れを取る事態も大いにありうることである。

本調査研究は、外国企業にこのような創業をさせない法律的規制や環境問題も含め、採集システムに関する概念検討を行ったものであり、探査が終了してから徐に採集システムの技術開発に移行するのではなく、いつでも設計・建造に入れるよう問題点の抽出と対応策の準備を予めしておくことを念頭に、日本として積極的に深海底鉱物資源を開発する姿勢に転換を図らせることを目的としたものである。

2. 調査の進め方と成果

調査研究は、本協会に調査研究委員会（委員長 山崎哲生大阪府立大教授）を設置し実施した。委員には協会会員のほか外部の専門家も迎え 15 名で構成し、委員会開催 5 回とその間の書面審議を活発に行い、次のような検討を行った。

資源開発の必要性と経済性評価、法制面からの検討、 海洋環境問題

先行企業における技術開発動向と既存技術、 全体システムの技術的検討

調査研究の期限は 9 月末であったが、成果は一刻も早く世の中に出す必要があるとして、調査研究の成果は報告書として 5 月末に発行し、海洋関係の政・官・学・企業・メディア界に 750 部以上配布すると共に、協会会報に報告概要を、協会ホームページには報告書全体を掲載した。また 5 月 16 日八重洲ホールで報告会を開催（40 名参加）、さらに 8 月 6 日開催予定の海洋工学シンポジウム（日本船舶海洋工学会主催）にも投稿した。

3. 調査の概要

(1) 経済的評価

年間生産量 70 万と及び 50 万 t (2000t/日 x 350 日または 250 日) について、金属の価格、初期投資、年間操業費を仮定して予察的経済性を試算し、経済的に十分魅力的な試算結果となった。経済性把握のためにはさらなる正確な見積もりが必要となる。

(2) 法制面からの検討

「EEZ 及び大陸棚に関する法律」及び「鉱業法」、特に「鉱業法」に定める鉱業権の享有能力、先願主義、鉱業権の性質・種類、鉱区を検討した。また Neptune Minerals 社の鉱区申請マップやその日本法人による申請鉱区位置図も調査した。

(3) 海洋環境問題

予想される開発対象と採鉱の環境影響、これまでの日本の先進的取り組み、海底熱水鉱床採鉱に伴って予想される環境影響、環境影響のモニタリング概念、日本が目指すべき方向などを検討した。

(4) 先行企業における熱水鉱床開発技術動向と既存技術

現在採鉱に向けて技術開発している企業、Nautilus 社と Neptune 社の開発技術を調査した。また熱水その他、深海用機器で技術を持つ会社として、ソイルマシンダイナミクス社、テクニップ社とその製品も調査した。さらにわが国における過去の研究成果として (社) 深海底鉱物資源開発協会 DOMA の研究成果も調査した。

熱水鉱床採集システムは、一連のプロセスで描けば

採掘→搬送・集積→揚鉱→洋上積み替え→陸上搬送→選鉱→精錬→残滓処理

となり、ここの作業そのものは陸上鉱山におけるものと基本的に同じであり、その構成要素は多くの部分が既存技術であることがわかる。しかし、深海底で活動する部分は大水压がかかること、陸では考える必要のない大きな浮力を受けること、そしてメンテナンスをするに人間のアクセスができないことである。また海面で使用する部分は常に動揺しておりこの環境下で作業しなければならないことであり、特に日本近海での海象条件は厳しい。

① 採掘技術

対象の地質、構造、岩盤強度、採鉱量、周辺環境等により、掘削方式はカッターヘッド、グラバ、鋤、高圧ジェット、エジェクターなどが使い分けられるとして、その例を示した。また海底移動方式は、地盤の耐荷重、傾斜、障害物、移動量、移動速度を考慮して決定するとして、スラスト式、クローラ式、多足歩行式の例を示した。

② 海底搬送・集積装置

鉱石のハンドリングの重要なパラメーターはその対象塊の大きさと分布や比重であ

るとして、コンベア式、バッチ処理式、スラリー方式についてその得失を調査した。

③ 揚鉍装置

要綱方式ではライザー式、グラバー式、連続バケット式があり、それぞれの方式を調査し特質を検討した。ライザー方式が有力であるが鉍石と一緒に上がってくる水と泥の処理が問題である。グラバ式は揚鉍量が大して期待できないこととグラバを定位置に下ろすことが難しい、連続バケット式はワイヤロープの揺れやもつれが懸念され、リジッドなレールなどが必要とされる。

④ 洋上積み替え方式

積み替え方式として、機械式（固体）、スラリー式（液体）、粉体式（気体）の例を調査し、その得失を比較検討した。ダウンタイムを最小にするには粉体式が有力であるが、鉍石や余剰水の前後処理をしなければならないというデメリットがあり、多少の待機日数が許容できるなら機械方式でもっと簡単な方式も考えられるとした。

⑤ 採鉍母船システム

環境対策システム、採鉍機など重量物の着水揚収システム、ROV のオペレーション、定位置保持システム、巨大波検知手法などの例を調査検討した。

採鉍母船システムを検討するにあたっては、まず選鉍機能と尾鉍処理、緊急離脱機能と自航・鉍石運搬機能などを議論することが重要であるとした。

(5) 全体システムの技術的検討

熱水鉍床採集システムの概念を検討する上で基本的な考え方を以下のように定めた。

- ・ 採鉍場所：熱水活動停止帯。チムニー林立。硬い地盤も軟泥地盤もある。
- ・ 採鉍装置の概念：陸上の採鉍装置を基に水中特有の機能を持たせる。

操縦簡単化のため鉍石移送用ロボットは設けない（自己完結型）

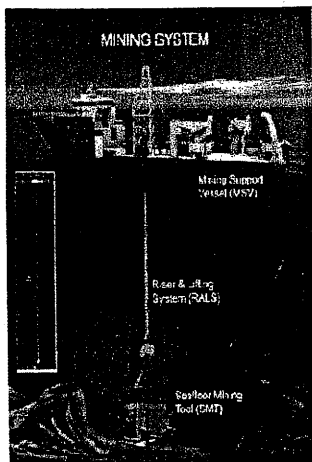
グラバでの採鉍・揚収は技術的に問題が多く採用を見送る。

鉍石の水平移送はフレキシブルパイプを用いスラリー輸送とする。

- ・ 廃棄物の海洋投棄：一度船に挙げたものは投棄しないを原則とする。
- ・ 目標鉍床の概算：鉍床 400mx400mx30m 1700 万 t

日産 2000 t 年間 350 日稼動 約 24 年（250 日稼動の場合 34 年）

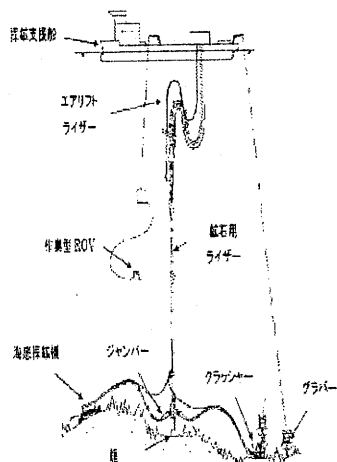
これらの仮定の下に採集システムの概念を図のように提案した。本提案システムは、今まで他の研究機関や先行企業でも検討されてない形式であるが、すべて深海技術を踏まえた既存技術の組合せで対応できるものである。本検討では水深、鉍床サイズ、年産量を仮定したが、どのような仕様値にも対応できる。いずれにしても採鉍技術は消して遠くにあるものでなく、現有技術ですぐにでも実現できる内容であることが今回の検討でわかった。



Solwara! 採掘計画

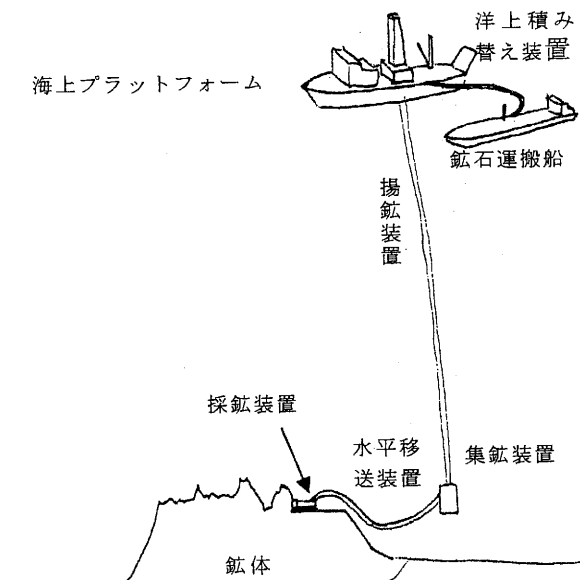
ノーチラス社パプアニューギニア

Solwara プロジェクト採掘計画

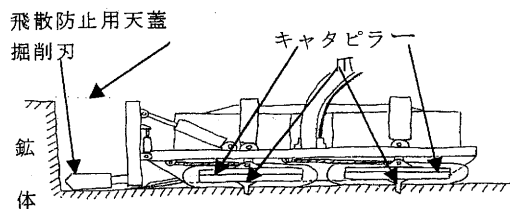


ネプューン社ニュージーランド

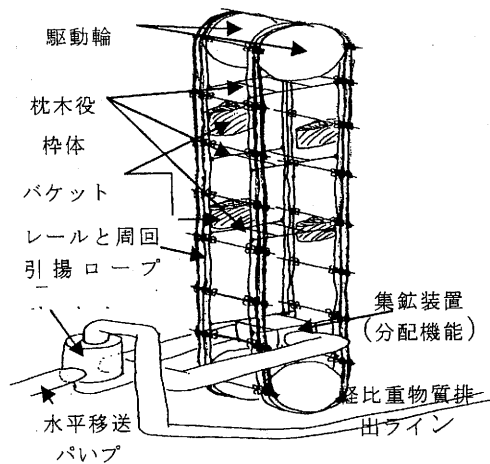
Kermadec プロジェクト全体計画



提案 採鉱システム全体基本図



採鉱装置概念図



揚鉱装置概念図