

# 再生可能エネルギーを利用した揚鉱・輸送によるマンガン団塊開発システムの概念構築

大阪府立大学 大学院 工学研究科 海洋システム工学分野 博士前期課程1年 山田阿門

## 本研究の目的

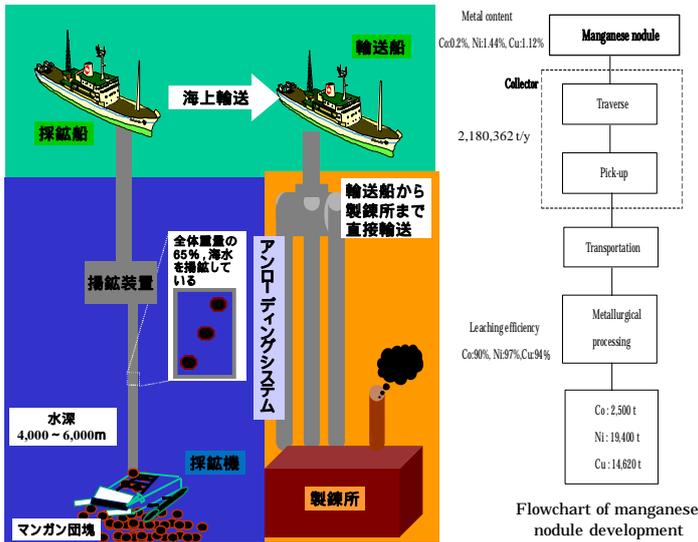
マンガン団塊は、銅・コバルト・ニッケルなどの利用価値のある金属資源を多く含んでおり、実用化に最も近い深海底鉱物資源の一つとして多くの研究が行われている。しかし現在でも開発に伴う環境指標を加えた総合的な評価はほとんど行われていない。そこで本研究ではTotal Materials Requirement（関与物質総量）によってマンガン団塊開発の環境指標を求めた。また、Total Materials Requirement基準での環境低負荷によるマンガン団塊開発システムの概念設計を試みる。

## マンガン団塊とは



マンガン団塊は、海水中に溶けているマンガン、鉄などの金属が核や基盤となる岩石などに沈殿、付着してできたものと考えられ、銅とニッケルが1%程度ずつ含まれ、コバルトも0.2%程度存在する。(AIST,HP)

## 既存のマンガン団塊の開発の流れ



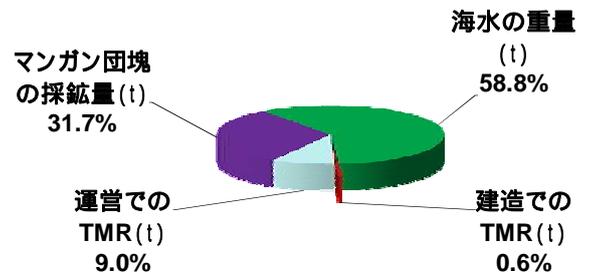
## Total Materials Requirement

Total Materials Requirement (TMR)とは人為的に物質を動かすことが環境負荷の本質であると考えられる環境指標であり、採掘での土石、脈石、水などの人為的に移動した地球資源を含めた投入物質の総重量(t)であらわし、次の式で計算することができる。

$$M_{TMR} = \sum M_{DI} + \sum M_{I} + \sum M_{HF} = \sum M_i R_i$$

$M_{DI}$ は直接投入された物質、 $M_{I}$ は間接投入された物質、 $M_{HF}$ は隠された物質フロー量(土や石)をあらわし、 $M_i$ はその原料やエネルギーの物質投入量、 $R_i$ はその原料やエネルギーの単位あたりのTMRを示す。

## マンガン団塊開発でのTMR

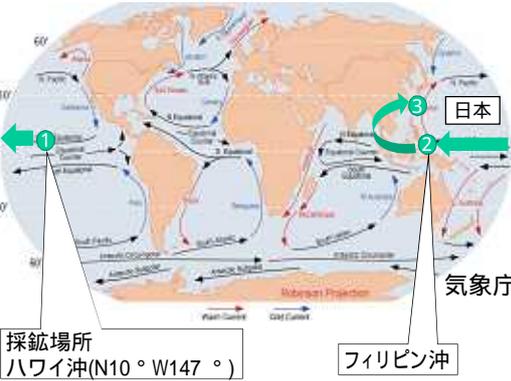


採掘の際に吸い上げる海水の重量が大きな割合を占める。建造に比べ運営による原料やエネルギーの量の割合が大きい。

運営をRenewable Energyで揚鉱装置のシステムを変更

## 海流の利用

→ : 北赤道海流 → : 黒潮



海流で輸送が可能!

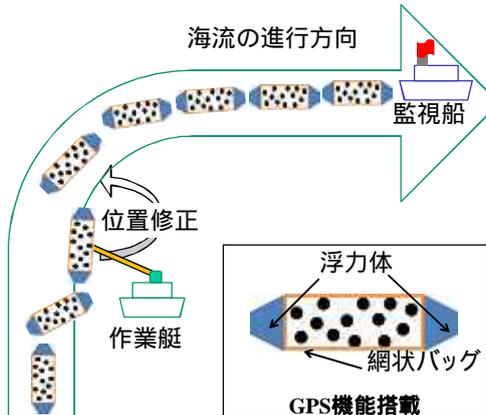
## 海流エネルギー

流れに垂直な鉛直断面1m<sup>2</sup>を通過する海流の運動エネルギーは  
 $W = (1/2) \rho v^3 \times 10^{-3} [\text{kW/m}^2]$   
 ハワイ沖では  $7.8125 \times 10^{-3} \text{kW/m}^2 = 7.8125 \text{W/m}^2$

出力計算  
 揚鉱システムは約6720kWの定格電力  
 $7.8125 \times 10^{-3} \text{kW/m}^2 \cdot S = 6720$   $S = 860160 \text{m}^2$   
 仕事率  
 1日7000tのマンガン団塊が5000mから揚鉱される  
 $S = 254074 \text{m}^2$

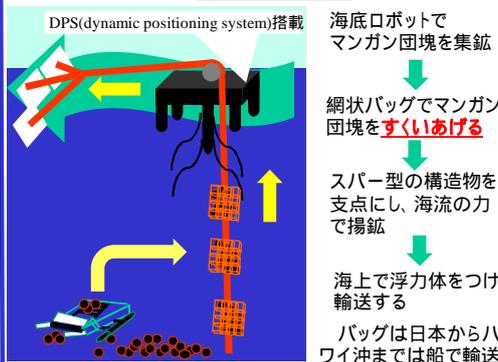
海流を揚鉱に直接利用

## 輸送システム



GPSによる位置情報 作業艇による位置修正

## 揚鉱システム



## 開発条件

海流輸送で1年かかる 従来 建造期間5年・生産20年間

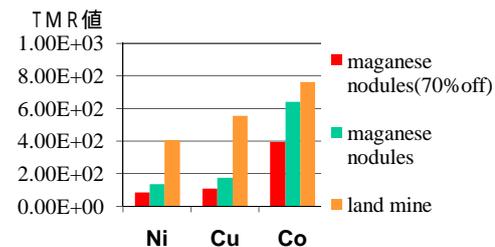
建造期間6年、生産19年間とした

採鉱システム・輸送システムの建造量と運営量を20.40.70%削減

## 経済性評価 TMR評価

従来のシステムでの開発では14% 最大10%UP

採鉱システム	輸送システム		
	70%減	40%減	20%減
70%減	24%	22%	20%
40%減	21%	19%	17%
20%減	19%	17%	15%



この開発システムを設計する妥当性があることがわかった

## 今後の課題

1. 支点にする浮体式海洋構造物の主要決定
2. 風力エネルギー利用
3. 揚鉱・輸送の連続性
4. サブシステム間のインターフェイス決定
5. 開発システムのコストと環境負荷の最適化



【問い合わせ先】

大阪府立大学大学院 工学研究科 航空宇宙海洋系専攻 海洋システム工学分野 山崎研究室

山崎哲生, 中谷直樹, 新井 勲

E-mail : yamazaki@marine.osakafu-u.ac.jp