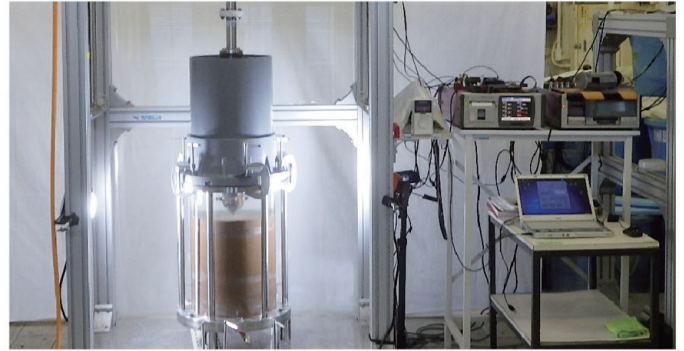


ブレード方式



レアアース泥の解泥試験の様子



ウォータージェット方式



振動方式



解泥後のレアアース泥

テーマ2-2

深海資源生産技術の要素試験

日本の排他的経済水域 (EEZ) の深海底には、レアアース元素を多く含む泥の地層の存在が確認されています。その泥はレアアース泥と名付けられ、新たな資源として注目され始めています。しかし、液体や気体である石油や天然ガスとは異なり、固体の海底堆積物であるレアアース泥を水深約6,000mの深海底から洋上にまで引き揚げ回収する技術は、世界を見渡しても、まだ確立していません。この技術開発に挑戦しているのが、革新的深海資源調査技術のテーマ2-2「深海資源生産技術の開発」です。

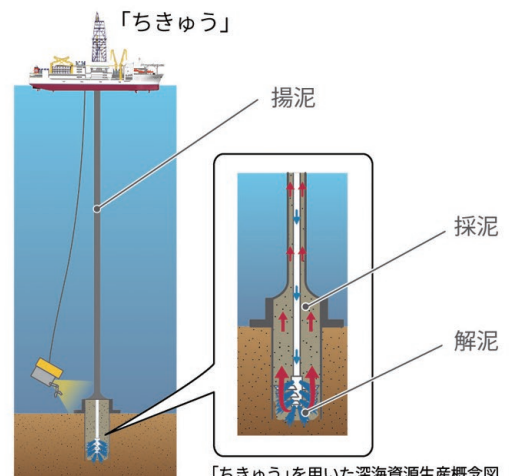
テーマ2-2では、レアアース泥を連続的に深海底から回収する技術開発を目標としています。このための技術は、「解泥」「採泥」「揚泥」の3つに大きく分けることができます。各々の技術での課題を克服すると同時に、これらの作業が一連の流れとなる総合的なシステム開発を目指しています。今回は、News Letter vol.6で紹介した、今年3月の海底広域研究船「かいめい」航海時に、南鳥島において深海底から採取したレアアース泥及びそれを模擬した地盤を用いた解泥試験と、関連するシミュレーションの様子をご紹介します。

南鳥島沖のレアアース泥は、粘土のように固く締まった

状態で堆積しており、これを回収するためには、塊から適度の大きさの粒子にまで細かく(解泥)する必要があります。解泥実験では、次の3種類の方法について検討を行いました。

- ① ブレード方式：扇風機の羽のような攪拌装置を作製し、レアアース泥をかき回して解泥する方法
- ② ウォータージェット方式：勢いよく噴射する高圧水をレアアース泥に吹き付けて解泥する方法
- ③ 振動方式：ふるいをレアアース泥の中で振動させて解泥する方法

これらの試験により、特にブレード方式でレアアース泥を十分細かい粒子にできることが確認できました。今後、この方式を中心として試作機の検討を進めていくこととしました。



「ちきゅう」を用いた深海資源生産概念図

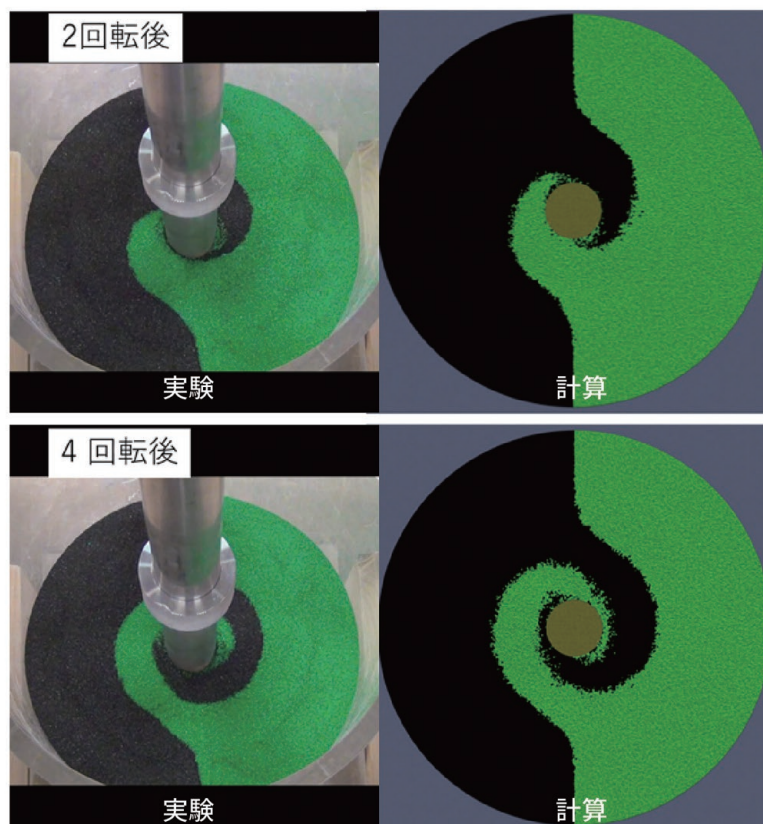
深海からの生産技術開発において大きな問題は、大掛かりなオペレーションとなる実海域での実証が決して容易でないことです。そこで、私たちは、解泥、揚泥プロセスに焦点を当てた数値シミュレーションを実施することで、深海底開発での性能評価技術の確立を目指し研究開発を行っています。

ブレードを用いたレアアース泥の解泥シミュレーションの開発については、3次元数値計算により、解泥に最適なブレード形状、並びに貫入・回転速度を数値的に示すことを目指しています。下図は、初期条件を一致させた数値計算と室内実験との表層模様と比較です。これまでに、軸を回転させるための力（トルク）や地中でのブレード回転時の表面隆起についても検証を行い、数値実験が室内実験を十分に再現することを確認しました。数値実験は、室内実験と比較して、ブレード形状等の変更が容易であるため、様々な条件でのシミュレーション結果を反映することで、解泥機デザイン設計を低コストで最適化する技術の確立したいと考えています。

揚泥シミュレーションにおいては、地球深部探査船「ちきゅう」が有するライザー方式による、深海底からの揚泥性能

評価に取り組んでいます。これまでに、ポンプ性能、ライザー管を巡回する泥水の物性、ライザー管形状から、揚泥可能な泥の粒度、含有量、流量、吐出圧の関係を求める数値モデルを開発しました。それにより、ライザー方式による引き上げが可能となる泥粒子の粒径及び、引き上げにかかる時間とエネルギーの関係を示すデータが得られています。今後はデータの精度向上を図ることで、水深6,000mからの揚泥性能に関する技術を確立することを課題として取り組んで参ります。

テーマ2-2は、高度な技術開発であるプロジェクト全体の中でも、もっとも難易度の高い課題に取り組んでいます。深海からの資源生産を可能にするには、もう一つ、水深7,000m超の深海での掘削船の運用技術が不可欠な要素となります。言い換えれば、テーマ2-2は、これまで述べてきたレアアース泥の解泥・揚泥等生産技術開発と作業船としての「ちきゅう」の運用技術とがあわさる統合システムの確立であり、これによっではじめて目標達成が可能となるのです。



ブレード回転による混合の比較(左：実験、右：計算)

左右対称な初期条件から、埋められたブレードが1分あたり10回転する場合、2回転、4回転した後の表層の混合度合いを色で表し比較したところ、実験と非常に調和的な計算結果が得られました