

加工技術が切り開く地球の過去・未来 ～地球深部を科学する加工技術～

株式会社マルトー 営業部 石井 毅志

1. はじめに

私たちが生存するこの地球は、赤道半径が6,378.137km、極半径が6,356.752kmの回転楕円体の岩石質の惑星である。

地球の誕生から約46億年、ホモ・サピエンスの登場から約20万年、科学技術の発達により地表からは人跡未踏の地は、ほぼ皆無と言って良いほど探索されている。

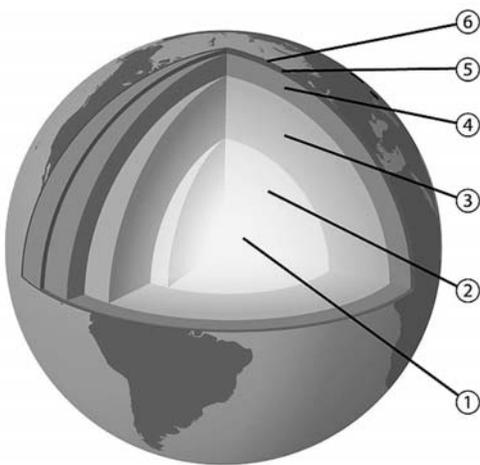
しかし、地表から一転、地球表面の約70%を占める海面下、足下に広がる地殻・マントル・コアなど、まだまだ未知なる空間が広大に存在している。

生命を生き育んだ海、また、その生命の歴史や地球規模の環境変化などを記録し続けている地質には未だ多くの情報を内に秘め、我々の足下に深く静かに眠っている。

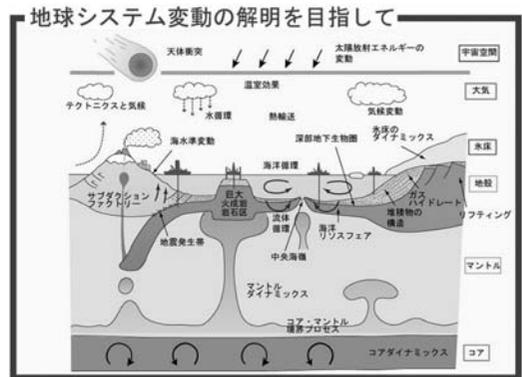
現在その眠りを覚ますべく1つのプロジェクトが動き始めている。

2. 地球深部探査船「ちきゅう」

2005年7月29日に海洋研究開発機構において統合国際深海掘削計画（IODP）の主力科学掘



地球の構造 1:内核, 2:外核, 3:下部マントル, 4:上部マントル, 5:地殻, 6:地表



©JAMSTEC

削船として、人類史上初めてマントルや巨大地震発生域への大深度掘削を可能にする世界初のライザー式掘削システムを搭載した、地球深部探査船「ちきゅう」が誕生した。

地球深部探査船「ちきゅう」の大きな目的は「地震発生のメカニズムの解明」「生命誕生の謎の解明」そして「地球深部マントルへの到達」である。

巨大地震の震源地であるプレート境界までの掘削によりプレート境界を直接観察し、そのメカニズムの究明、また、掘削孔に観察装置を設置し地震発生の情報をいち早く伝えるシステムの構築を目指す「地震発生メカニズムの解明」。

高温・高圧・無酸素の環境であった原始地球に類似した海底地下深くの地層から原始的な地下生命の探索による「生命誕生の謎の解明」。

地球全体の約80%を占めるマントル、大陸移動、大規模地震、火山活動等、地球規模で大きな環境変化の源である、流動する固体マントル。人類史上、未だに直接の採取がなされていないマントルを採取し、地球規模での変遷や予測を目的とした「地球深部マントルへの到達」。

このような大きな目標を乗せ、地球深部探査船「ちきゅう」は洋上を航海している。

3. 地球深部を科学する



©JAMSTEC/IODP

この目標を達成するためには悠久の地球の歴史、その記録を読み取り分析することが必要となる。

実は我々の足下にある地質は過去の地球規模の環境変動を記録している貴重なレコーダである。

その克明な地球の記録を読み取ることにより、地球の変動の歴史・仕組みを理解し、この先、地球がどのように変遷していくのかを理解・予測することが可能になる。

地球深部探査船「ちきゅう」により、海底深くから採取しもたらされる地質サンプル(コア)が、その貴重なレコーダである。

海底深くから採取されたコアは環境の変化により性質が刻々と変化する。そのため、迅速にそのコアを分析する為、「ちきゅう」船上には研究設備が備えられている。

採取されたコアは形状が崩れないよう保護管に詰め込まれた状態で約9mの長さで採取される。その採取されたコアを1.5mごとに切断し、まずX線による非破壊計測で地質の記載、密度・帯磁率など構造等を記録。

その後コアを縦割りに半裁し、分析用のコア(ワーキングハーフ)と保存用コア(アーカイブハーフ)に分けられる。

アーカイブハーフはそのまま冷蔵保存され、ワーキングハーフは分析に必要なサンプルを抽出し、磁気分析による年代測定や堆積物中含



©JAMSTEC/IODP



©JAMSTEC/IODP

まれる微化石や鉱物を観察、堆積物の年代判定や過去の地球環境推測、岩石の成因や地殻内環境の特定が行われる。

4. コアの半裁加工機

採取されたコアの半裁であるが、地中深くから採取された貴重なサンプルであり、半裁されたサンプルの半分は分析等に利用され、残り半分は保存されるため、加工には細心の注意を払う必要がある。

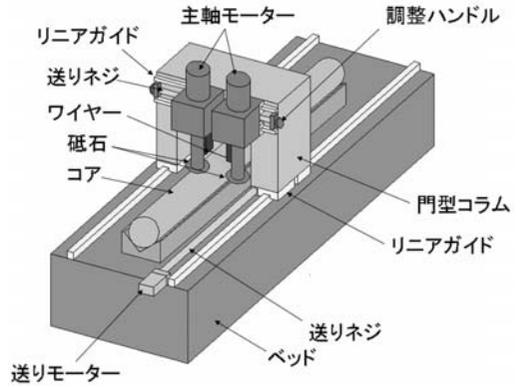
採取されたコア内部は均一な状態ではなく、柔らかいものは泥岩、砂岩から固いものでは火成岩などまで様々な状態の地質の集合体であり、また、コア周囲は保護管により保護されている、各種の複合材の集合状態である。

このように様々な状態にあるコアを半裁するにあたり、コア内部の状態(積層状態など)を損なうことなく切断加工を行わなければならない。

また、船上において使用するためスペースの制約があり、切断様式に応じ複数台の加工機を設置することが難しいため、1台の加工機でこれらの加工が可能であることが必要である。

必要とされる切断様式は、

- ① 火成岩など比較的硬いコアのワンパスもしくはオシレートによる切断
- ② 軟質コアなど、構造の崩れやすいコアのワ



イヤール切断

である。

そこで、マルターでは円盤型のダイヤモンドブレードを使用する2つの主軸スピンドルと1本のワイヤーソーを併用した複合型の切断機の開発を行った。

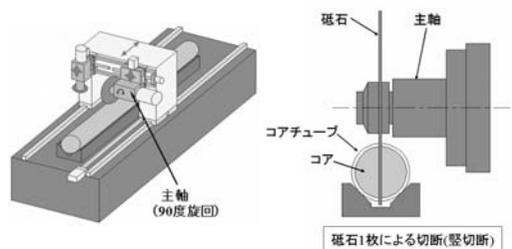
この異なる切断様式を複合的に使用し、各種コアに対応する切断を可能にした。

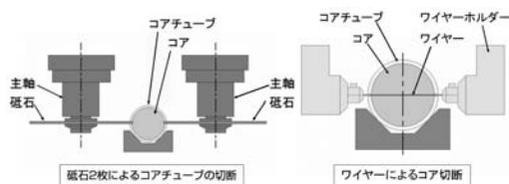
1) 構造の崩れにくいコアの切断

堆積岩、火成岩、変成岩等、比較的構造の崩れにくいサンプルの切断時においては、2つのスピンドルのうちの1つを90度回転させ保護ケースごと切断を行う。

その際、切断の容易な岩石コアはクリープフィード方式で切断を行い、加工の難しい岩石等はオシレート方式にて切断を行うことが可能である。

これにより、岩石コアの加工の難易度により、最適な加工方法を選択でき、加工時間の短縮、加工精度の向上を可能とした。





2) 軟質コアの切断

堆積物（軟泥層、砂層等）のコアは内部が非常に脆く、構造が崩れやすいため円盤型のブレードでの切断には難があるため、ワイヤーでの切断方式を採用。

しかしながら、コア外周部には保護管（コアチューブ）があるため、ワイヤーソーのみでの加工では非常に時間がかかり、迅速な切断が行えない。

そこでまず、2つのスピンドルを使用し、コア外周を覆っている保護管の2か所を水平に保護管のみを切断し、ワイヤーソーの通り道を作り、その通り道に沿ってワイヤーソーを通し切断を行う構造とした。

これにより、軟質コアの構造に与えるダメージを最小限に抑え、効率的な加工を可能とした。

このように異なる切断様式を複合的に使い、マルトーでは1台の加工機で様々な状態のコアの効率的な加工を可能とした切断機的设计開発を行った。

この切断機は「コア半裁機」として地球深部探査船「ちきゅう」に採用され、現在、船上で稼働している。

5. 加工技術開発の姿勢

加工技術を開発するにあたり、TPOは重要なポイントとなる。加工時間（効率）、設置環境、そして目的。

これらを取り巻く問題点を的確に焙り出し、把握し、クリアしていく必要がある。

今回の事例は既存の技術の組み合わせであるが、場合によっては新たな技術を開発する必要



©JAMSTEC/IODP

画像提供：独立行政法人海洋研究開発機構

も生じる。

必要なのは問題点の的確な把握である。これこそが、新たな加工技術を生み出す原動力である。

加工技術の開発に限らず、問題点を把握しそれを一つ一つクリアにしていく姿勢というのは、基本的ではあるが、もっとも重要なポイントである。

6. おわりに

現在、地球深部探査船「ちきゅう」は大きな目的と、マルトーの加工機を乗せ洋上を航海し、日夜研究を進めている。

マルトーの加工技術が地球深部探査船「ちきゅう」の科学技術に多少なりとも寄与できることは非常に光栄であり、また、加工されたサンプルが地球の過去、そして未来の姿を我々人類に教えてくれることを願っている。

人類史上初めて、地中深く休むことなく活動している流動する固体「マントル」を直接手にする日が、そう遠くない未来に実現するであろう。

その時には、マルトーの「コア半裁機」が人類史上初めて直接採取された「マントル」を切断する加工機になることを期待しつつ。