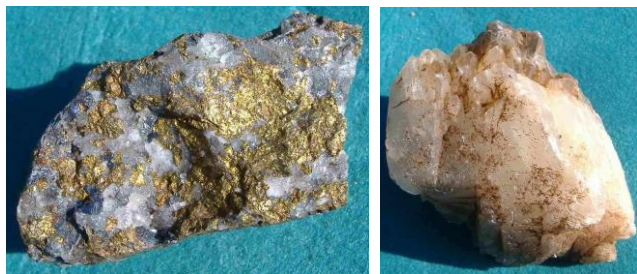


わかった！（ユリーカ！） - アルキメデスの方法で鉱石を見つけよう 棒、ひも、定規、バケツ、そして水を使って、密度を測る

重いと感じる岩石は鉱石を含む可能性がある。しかし、大きさの割に重く感じる岩石が普通の岩石よりも密度が高いことをどのようにして確かめるか？

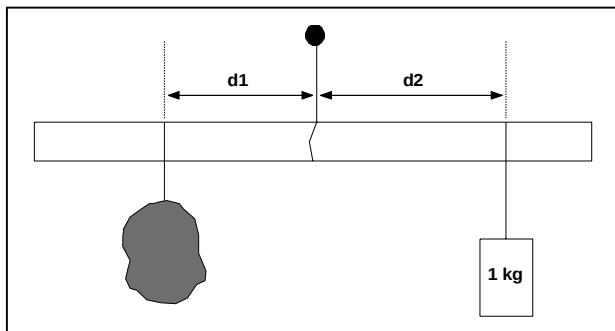


‘岩石、一方は鉱石を含む。写真：Peter Kennett

これを確かめる簡単な方法は、2000 年以上も前の有名な科学者アルキメデスが発見した方法を用いることである。大きさの割には重い（高密度）か、または軽い（低密度）かどうかを調べるには、それがどのくらい重くてどのくらい大きいか（その質量と体積）を測定する必要がある。

質量の測定

棒や竿の中央でひもを結び、自由に揺れるようにする。棒ができるだけ水平になるようにひもの位置を調節する。一方の端に 1 リットルの水が入ったボトル（重さ 1 kg または 1000 g）を吊り下げ、反対側の端に岩石を吊り下げ、図のようにそれらが釣り合うようにする。



回転力は棒の片方ともう片方で同じなので、

棒の左側の回転力 = 棒の右側の回転力

岩石の質量 × 距離 d_1 = 水のボトルの質量 × 距離 d_2

すなわち、岩石の質量(g) × d_1 (cm) = 1000 (g) × d_2 (cm)

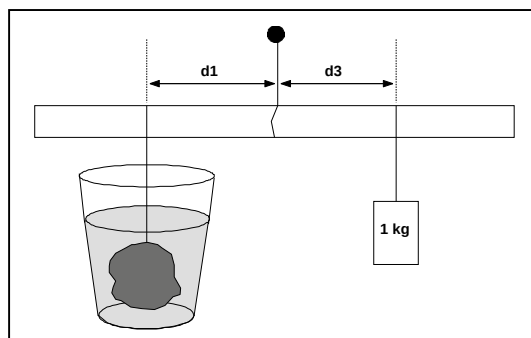
d_1 と d_2 を測定すれば次の式から質量が求まる

$$\text{岩石の質量(g)} = \frac{1000 \times d_2}{d_1}$$

体積の測定

これは賢明な方法 - アルキメデスの原理を用いる。岩石を水中につると軽くなるように見える。見かけ上減少した分の質量は、置き換わった水の質量である。水の密度は 1 g/cm^3 なので、これは置き換わった水の体積、すなわち岩石の体積に等しい。

d_1 の距離を変えずに、すなわち岩石をつるした位置を変えずにバケツの水の中に岩石をつける。次に、水が入った 1000 g のボトルを、下図のようにつり合いが取れる d_3 の位置まで動かす。



さらに、
棒の左側の回転力 = 棒の右側の回転力

d_1 は変わらないので d_3 を測定する。

水中の岩石の質量 × d_1 = 1000g × d_3

$$\text{水中の岩石の質量} = \frac{1000g \times d_3}{d_1}$$

$$\text{空気中の岩石の質量} - \text{水中の岩石の質量} = \frac{1000d_2}{d_1} - \frac{1000d_3}{d_1}$$

$$\text{岩石の体積} = \frac{1000d_2}{d_1} - \frac{1000d_3}{d_1} \text{ cm}^3$$

$$\text{密度} = \frac{\text{岩石の質量}}{\text{体積}} = \frac{1000d_2}{d_1} \div \frac{1000d_2}{d_1} - \frac{1000d_3}{d_1}$$

$$\text{これより、} \quad \text{岩石の密度} = \frac{d_2}{(d_2 - d_3)} \text{ g/cm}^3$$

したがって、（実験 1）では d_2 を（実験 2）では d_3 を測るだけで密度を直接計算できる。



実際の装置 写真はPeterKennett による

最も密度が高いのはどの岩石か？

この方法でどのような岩石の密度も体積もわかる。この方法を使い、最も密度が高い岩石 - 価値のある鉱物を一番含んでいそうな岩石がどれかを調べる。

指導の要領：

題名：わかった！（ユリーカ！） - アルキメデスの法則で鉱石を見つけよう

副題：棒、ひも、定規、バケツ、そして水を使って、密度を測る

概要：非常に簡単な装置を使って密度を測定する

対象年齢：11 - 18 歳

活動時間：20 分

学習効果：

- 簡単な装置を使うことができる
- 距離を正確に測定することができる
- 簡単な計算を行うことができる
- 体積に関する質量を測定して密度を求めることができる

活動内容と関連事項：

この活動はかなり精巧な測定を時には非常に簡単な装置で行うことができることを示す。

発展的な活動：

生徒にアルキメデスの話をする。

アルキメデスは王様から王冠が純金だけでできているか、または軽い金属が混ざっているかどうか確かめるよう命じられた。アルキメデスは、これを調べるには王冠の密度を測定する必要があることに気づいた。王冠の密度があまりに低い場合は、軽い金属が混ざっているに違いない。王冠の質量を測定するのは簡単だったが、特殊な形をした物体の体積を測るのは難しかった。それはアルキメデスが風呂につかったときだった。風呂の水がいっぱいだったので水があふれ、彼は体積の測定方法を発見した。容器一杯に水を入れ、その中に物体を落としてあふれ出た水の量が物体の体積と同じである、これがアルキメデスの原理である。アルキメデスは興奮のあまり、裸のまま風呂から出て、‘ユリーカ！’ - ギリシャ語で ‘わかった！’ と叫びながら通りを走っていったと言われている。この物語によると、王冠は純金製でなかったことがわかり、王様は金細工職人を斬首してしまった。

この活動に関する原理・原則：

- この活動は、流体に浸した物体は押しのけた流体の質量に等しい力で浮くというアルキメデスの原理に基づく
- 装置は、中心から片側にはたらく回転力（力×距離）はもう片方の回転力と等しいというモーメントの原理を用いたものである。これはアルキメデスの別の発見 - てこの原理に基づくものである

思考力の発達：

密度は二つの要因、質量と体積から求まるという密度に関するパターンがわかり、建設的な思考が促される。

準備するもの：

- 長さ約 1 m のまっすぐな棒や竿
- 質量がわかっている物体、例えば、水で満たした 1 リットルのボトル（1 リットルの水 = 1 kg = 1000 g）
- ひも
- 定規または巻き尺
- バケツの水
- 装置をつくるすもの
- 測定用の岩石 - 写真に示すような大きな鉱物標本

参考になるサイト：

グーグルなどの検索サイトでアルキメデスを検索し、彼に関するより詳細な話や実績を探す。

原典：（アルキメデスの後に）Keele 大学教育学部の John Perry が考え、図を提供。



©Earthlearningideateam. The Earthlearningidea team は、学校教育程度の地理や科学を通じて地学を教える教員指導者や教員のために、最小限の資金と手段で、毎週、教材開発をしようと努めるとともに、国際的な支援ネットワークを発展させるために各教材についてオンラインでの議論も行っています。‘Earthlearningidea’ はほとんど資金提供を受けていませんが、自発的な努力によって大きな成果を上げています。

この活動に含まれる著作物の著作権は、教室や実験室での授業に使用する場合に限り、放棄されており、一緒に掲載されている他の発行者からの著作物についても同様です。この著作物の利用を希望する場合は、いかなる組織の方も、the Earthlearningidea team に連絡をお願いします。

この活動に含まれる著作物の著作権者には許可を得よう努めています。万が一、著作権を侵害している可能性がある場合は改訂などを行いますので、我々に連絡をおねがいします。どのような情報でも構いませんので、お気づきの点がありましたら情報をお寄せください。

また、これらの文書に関して不明な点などございましたら、the Earthlearningidea team にご連絡ください。

The Earthlearningidea team の連絡先：info@earthlearningidea.com