



## なぜ岩石や地層のできた年代がわかるの？

私たちの周りの山々や岬を構成する地層や岩石は、数万年、数千万年、はたまた数億年前という途方のない大昔にできたものがあります（図1）。ところで、どうして岩石や地層ができた年代が分かるのでしょうか。誰かがタイムマシンで見てきたの？それとも専門家は岩を見るだけで分るの？もちろん、そんなことはありません。

今回は、岩石や地層ができた年代が分かる理由を説明します。

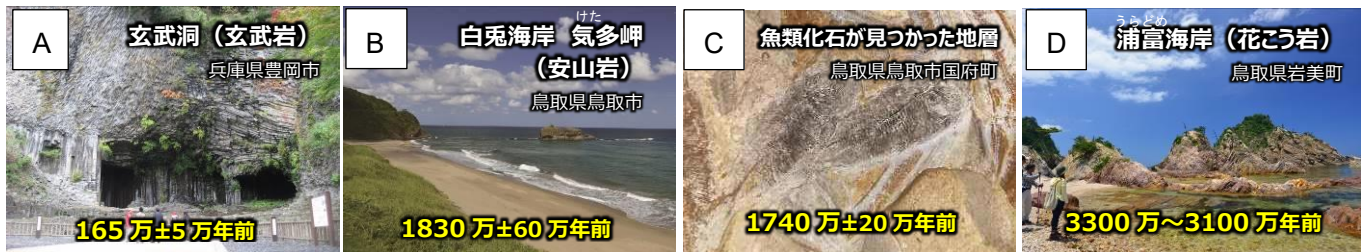


図1 山陰海岸ジオパークの代表的な見どころの岩石・地層ができた年代  
年代値はそれぞれ、A:Furuyama et al. (1993)、B:菅森他 (2003)、C:羽地他 (2022)、D:菅森他 (2019) から引用。

### キーワードは「放射性同位体」

物質を構成する最小の単位を原子といいます（図2）。原子は、中心にある原子核とその周囲に存在する電子から成り立っています。原子の種類（陽子の数が異なる）を元素といいます。原子核を構成する陽子の数によって元素の種類が決まっており、例えば、陽子が1個なのは水素（H）、19個なのはカリウム（K）です。

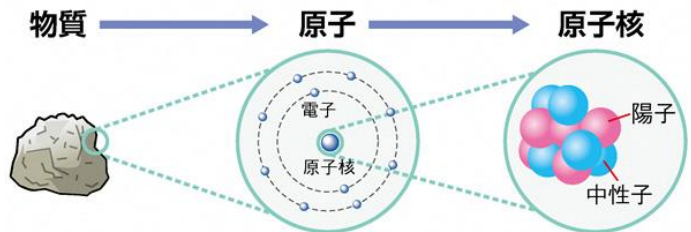


図2 原子と原子核の構成  
文部科学省 ([https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/attach/1314239.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/attach/1314239.htm)) より引用。

元素の中には、同じ元素であっても原子の重さがごく僅かだけ違うものが存在します。これは、原子核を構成する中性子の数が異なるためです。例えば、カリウムには中性子が20個（カリウムの93.26%）、21個（0.01%）、22個（6.73%）のものがあります。これらを互いに同位体といい、中性子と陽子の数の合計をとって、それぞれカリウム39（<sup>39</sup>K）、カリウム40（<sup>40</sup>K）、カリウム41（<sup>41</sup>K）のように呼びます。

同位体には安定なもの和不安定なものがあり、不安定なものは放射線を出して別の元素に変化していきます。このような同位体を放射性同位体といいます。カリウムの場合は、カリウム40が放射性同位体であり、カルシウム40（<sup>40</sup>Ca）とアルゴン40（<sup>40</sup>Ar）に変化します。岩石や地層の年代は、この放射性同位体を利用して調べられています。

### 放射性同位体の時計（半減期）

カリウムは岩石にたくさん含まれる元素です。岩石中のカリウム40がアルゴン40に変化することを利用した方法がカリウム-アルゴン（K-Ar）法です。図1（A）玄武洞の玄武岩と（B）白兔海岸気多岬の安山岩の年代はこの方法によって求められました。（裏へつづく）

実は、ある放射性同位体が別の元素に変化する速さは、その放射性同位体の種類によって決まっています。カリウム 40 は約 12.5 億年たつと元々あった量の半分になり、さらに 12.5 億年が経過するとまたその半分(元の量の4分の1)になります。この12.5億年をカリウム 40 の半減期といいます(図3)。アルゴン 40 は気体であり、ドロドロの溶岩の状態では大気へ放出されますが、いったん冷え固まると、岩石中のカリウム 40 が変化して生じたアルゴン 40 は岩石にとどまります。したがって、冷え固まった時点でのアルゴン 40 は「0」で、時間の経過とともに岩石中にアルゴン 40 が増えていきます(図4)。岩石中のカリウム 40 とアルゴン 40 の割合を正確に測定できれば、半減期を使うことで溶岩が冷え固まった時期(火山が噴火した時期とほぼ同じ)が分かるのです(実際にはもう少し複雑です)。ただし、この方法

で注意をしなければならないのは、年代を測定しようとする岩石が風化・変質している(岩石の専門家の間では俗に「腐っている」といいます)場合、岩石中のアルゴン 40 が大気中へ出て行ってしまっている可能性があります。こうなってしまっは、いくら精密に分析をしても、正確な年代を得ることができません。「腐っていない」岩石を選ぶことが必要で、これが専門家でも結構難しかったりします。

### 小さな「ジルコン」が活躍

図1(C) 魚類化石が見つかった地層と(D) 浦富海岸の花こう岩の年代は、ウラン-鉛(U-Pb)法という方法で求められました。この方法では、岩石中のジルコンという鉱物が使われることが多いです(写真1)。放射性同位体であるウラン 238 ( $^{238}\text{U}$ , 半減期: 44 億 7000 万年)とウラン 235 ( $^{235}\text{U}$ , 半減期: 7 億 400 万年)は、放射線を出しながら最終的にそれぞれ鉛 206 ( $^{206}\text{Pb}$ )と鉛 207 ( $^{207}\text{Pb}$ )になります。ジルコンにはウランがよく含まれているうえに、鉛がほとんど含まれていません。したがって、ジルコンができた時点(おおよそ岩石ができた時点)での鉛 206 と鉛 207 は「0」で、時間の経過とともにジルコン中の鉛が増えていくため、ジルコン中の同位体の割合の測定により、カリウム-アルゴン法と同様の原理で年代を求めることができます。ジルコンには、熱によって融けたり、化学変化したりということが起こりにくく、何億年ものあいだ安定に存在するという、大きな利点があります。岩石自体が風化・変質を被っていたとしても、岩石中のジルコンを取り出して分析することで、より正確な年代が得られます。

今回は岩石の年代を調べる方法のうち、代表的なものを2つ紹介しました。このように、放射性同位体を使って岩石のできた年代が分かることにより、私たちの暮らす地球がどのように変化して今の姿になったのかを知ることができるのです。(金山)

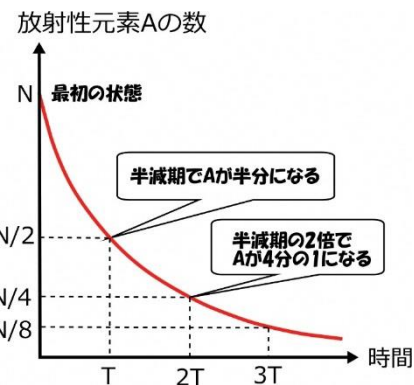


図3 半減期  
ある放射性元素 A の半減期が T 年だとすると、はじめに N だけあったのが、T 年後に半分に、2T 年後に4分の1になる。

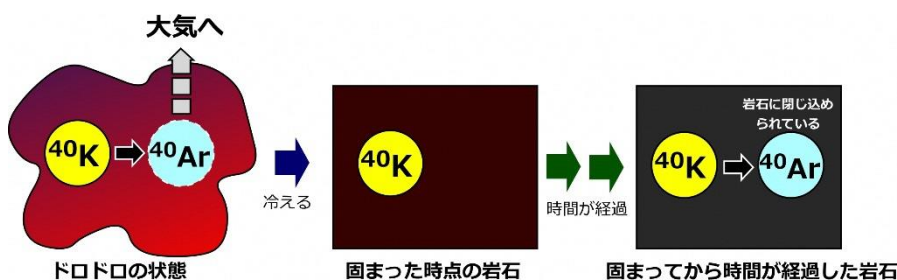


図4 カリウム-アルゴン (K-Ar) 法の原理  
ウェブ上の解説記事 (<https://web.quizknock.com/kaseki-nendai>) の図を参考に筆者作成。

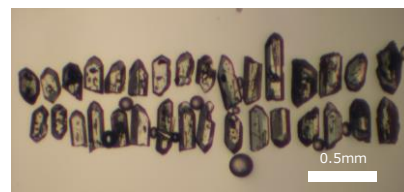


写真1 岩石から取り出したジルコン  
ジルコンは、岩石中に0.05~0.5mm程度の大さの結晶として含まれる。

♪イベント♪ 12/10(日) 10:00~12:00 クリスマスの飾りをつくろう! (電話のみで受付中)

★詳細は当館 HP へ⇒

