

何かと便利な原子の目印

同位体（アイソトープ）

(Dec. 15, 2008)

■原子

原子は+の電気を帯びた原子核と-の電気を帯びた電子からなります（図1）。原子核の+の電気は陽子が持っています。

元素の性質は原子核を作る陽子の数によって変わるので、陽子の数で元素に番号をつけます。これが原子番号です。陽子1個を持つ水素は原子番号1、陽子6個の炭素は原子番号6です。

陽子だけでは反発し合い、原子核をまとめることができません。このため、原子番号が2以上の元素では、電氣的に中性な中性子が仲立ちをします。陽子と中性子の質量はほぼ同じですが、電子の質量は陽子と比べると約1800分の1です。原子全体の質量を考えると、電子の質量は無視できるほど小さいので、陽子の数と中性子の数の和を質量数といいます。

■同位体（アイソトープ）

炭素の原子核には、中性子数の違いによって、質量数が11、12、13、14の4種類の核種があります。原子番号が同じで質量数が違う関係を同位体といいます。質量数12の炭素の同位体は ^{12}C と表し、カーボン12（炭素12）と読みます。

同位体には、安定同位体と、放射線を出して別の核種に変わる放射性同位体があります。放射線というと悪いものという印象が強いですが、放射性同位体を利用できるようになって明らかになったことがたくさんあります。例えば、放射性同位体である ^{14}C で標識した物質を追跡することで、光合成などの生体内の化学反応の経路が明らかにされたなど、生物学や医療の分野で広く利用されています。

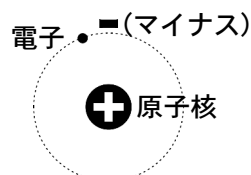


図1 原子の構造
原子は、+の電気を帯びた原子核と-の電子からなる。



図2 原子核の構造
原子核は+の電気を帯びた陽子と電氣的に中性な中性子からなる。

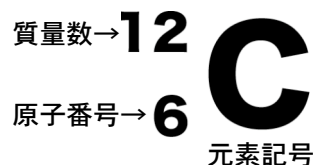


図3 原子の表し方
質量数12の炭素の場合

■放射性同位元素と年代測定

ある物質中の放射性同位体数は、外部との原子のやり取りがなければ、一定の時間ごとに半減します。この時間を半減期といいます（図4）。生き物ならば死んだ時、岩石・鉱物ならば、それらが固化した時がスタートになります。

半減期は核種により決まっているため、ふさわしい核種を選ぶと、年代を計る時計になります。例えば、遺跡から出土した木簡に含まれる ^{14}C （半減期約5730年）を調べると木簡が作られた年代（木が切られ、板にされた年代）が、岩石中のウラン238（半減期44.68億年）を調べると岩石の固化年代がわかります。

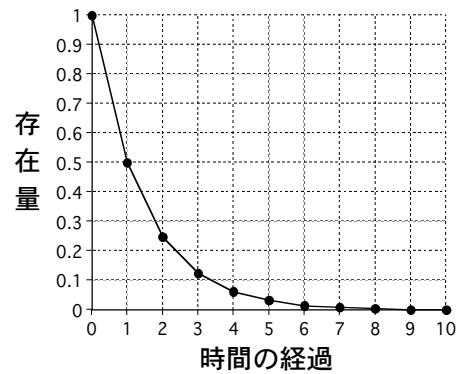


図4 放射性同位体の減り方
半減期（図中の横軸1目盛り）ごとに存在量が半分になる。

■同位体の存在比と昔の環境

同位体は核種によって質量が違うので、気体や液体中での動き方が変わります。酸素の安定同位体には、質量数が16、17、18の3種類があります。このため、海水の水分子も、酸素のどの同位体を含むかによって質量が変わります。 ^{16}O を含む水分子の方が軽くて空気中に逃げやすい

（蒸発しやすい）ため、海水中には相対的に重い ^{17}O や ^{18}O が蓄積します（図5）。気候が安定していれば、水蒸気→

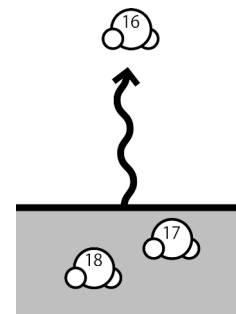


図5 酸素の同位体と水分子
酸素の同位体の質量数により、水分子の蒸発しやすさが変わる。

雲→雨→川→海という水の循環により酸素の同位体の存在比は一定になりますが、氷河期には、軽い酸素を含む水が氷河に取り込まれるため、 ^{16}O が海に戻る割合が減ります。この現象を利用して、有孔虫（殻を持った海のプランクトン）の化石に含まれる酸素の同位体比（ $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ）の地層ごとの変動を追跡すると、氷河の発達の程度、つまり、地球全体の気温の変化を推定することができます。

光合成生物が炭素を利用する時にも、 ^{13}C よりも ^{12}C を選択的に取り込む性質があります。光合成が盛んな場所では、生物を取り巻く環境の ^{13}C 濃度が上がるため、石灰岩などに取り込まれる $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ から光合成の活発さを推定することができます。

以上のように、同位体は、見えないところを調べたり、昔のことを調べることができる原子の目印となります。

徳重哲哉（姫路科学館学芸員）