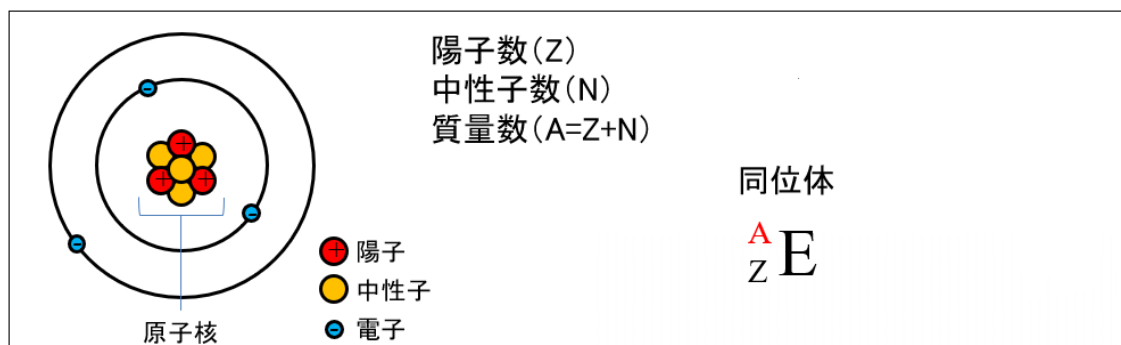
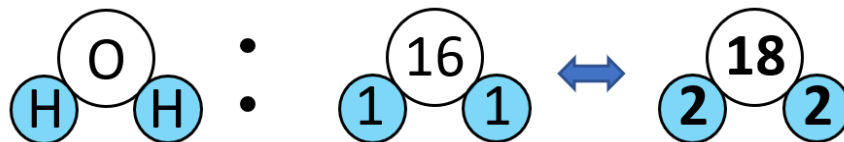


同位体比・同位体比の変動・ δ 表記

地球上に存在するさまざまな元素は、その化学的性質をもとに作成された周期表に、原子番号順（原子核中の陽子の数の順番）に整然と並べられています。原子核には陽子のほかに中性子が存在し、同じ陽子数でも中性子の数が異なるものが存在します。この、原子番号（陽子数）が同じで、中性子数が違うものを相互に、同位体と呼びます。同位体を区別するために、陽子数と中性子数を足し合わせた、質量数を使います。同位体は原子番号が同じなので、元素としての性質は同位体相互で非常に似ていますが、重さに相当する質量数が違うため、わずかにちがう物理的・化学的性質を持っています。



本研究では、水(H_2O)分子のなかの水素(H)と酸素(O)の同位体(1H , 2H ; ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O)に注目しています。これらの同位体の組み合わせからは、一番軽い $^1H_2^{16}O$ と一番重い $^2H_2^{18}O$ では、分子量が 18 と 22 と約 20%異なるために、分子の挙動に若干の違いが生じ、例えば沸点は、前者が $99.97^\circ C$ なのに対して、後者は $101.54^\circ C$ です。分子量が大きいため、液体の水を水蒸気にするために多くのエネルギーを要する結果です。



地球上の様々な水の同位体比を測定すると、たとえば ^{18}O と ^{16}O の粒子数の比である $^{18}O/^{16}O$ 同位体比は、0.00188 から 0.00206 まで変動することが知られています。この同位体比の変動幅は非常に小さいため、習慣的に「ずれの割合」として千分率で表記します。同位体比の場合は、分析試料の $^{18}O/^{16}O$ 測定値に対して、基準となる水試料（標準海水）の $^{18}O/^{16}O$ 測定値との差（ずれ）をとり、この差を基準値で割ったあとに 1000 倍することで、千分率となります。この計算から得られる千分率の値を δ 値と呼び、酸素の場合は $\delta^{18}O$ 値、水素の場合は δD 値と呼びます。このような計算は日常生活においても、昨日の株価からくらべて今日は 5% 上昇した、などとニュースで、ずれの百分率として述べられることと同様です（千分率では‰を利用します）。

地球表層を循環する水の $\delta^{18}O$ 値は、0‰の標準海水に対して、おおよそ +10‰から -40‰の範囲に入ります。軽い同位体を含む水は液体の水から水蒸気になりやすく、逆に雲の中では、重い同位体を含む水蒸気が降雨として液体の水に変化しやすい性質があります。このような性質から、低緯度地域から高緯度地域に向かって、また海岸部から内陸部に向かって、さらに山地の低標高域から高標高域に向かって、雨雲から生成する雨水の同位体比は軽くなっていく、つまり $\delta^{18}O$ 値は小さな値をとるようになります。本研究の例でも、図 2 a の低標高山体湧水と高標高山体湧水では、標高が高いほうが δ 値が低い、つまり、軽い同位体に富んだ雨水が降り、地下水となっていることを反映しています。