

宇宙・地球をつくる元素 指導資料

1 目的

地球は太陽系を構成する天体であり、構成元素の共通性を確かめる。また、地球内部が密度差による層構造になっていることを推測する。

2 中学校までの既習事項

- ・地震の原因としてプレートの動きと関連していることについては学んでいる。地球内部の構造については発展として扱われる。
- ・惑星の内部構造には触れない、太陽系の形成については学んでいない。
- ・日常に存在する 10 数種の元素の記号、および簡単な化学反応式を学んでいる。

3 実習間のつながり

地球内部が層構造になっていることを推測する内容も含まれるため、天文分野だけでなく固体地球分野にも関連する。宇宙（太陽系）および各天体の元素存在比から、宇宙誕生から太陽系・地球の誕生についての学習に関連させたい。

4 所要時間

解説も含めて 50 分程度

5 実習上の留意点

存在比は質量%であるため、モルで取り扱う化学反応を想定すると、鉄などの重い元素の割合が大きく出ていることに注意する。宇宙の元素の存在比を個数比であらわすと、
水素：ヘリウム：その他 = 91.1 : 8.8 : 0.09

6 解答・解説

問1 質量数の大きな元素ほど少ない。

原子番号（質量数）の大きいものほど多くのプロセスを経て作られたので、存在比が小さくなっている。ビッグバンで形成されたのは、水素とヘリウムである。これら以上の重い鉄までの元素は、恒星の核融合反応でできた。さらに重い元素は、超新星爆発によって誕生した。

<発展>

存在比の凸凹は、元素の安定性である。質量数が偶数（陽子数と中性子数がともに偶数）の元素は、そのとなりの質量数が奇数（陽子数、中性子数の一方が偶数、他方が奇数）の元素より安定であるため、このようなグラフになる。さらに、ところどころにピークが存在するのは、特定の陽子数、中性子数を持つ元素はきわめて安定性が高いからである。さらに、He、C、O、Si、Fe は、恒星の核融合の各段階での安定生成物であるため多くなっている。

問2 地球には、Fe、O、Si が多く存在する。

鉄は外核、内核に多く含まれる。
Oが多いのは地球大気に含まれて

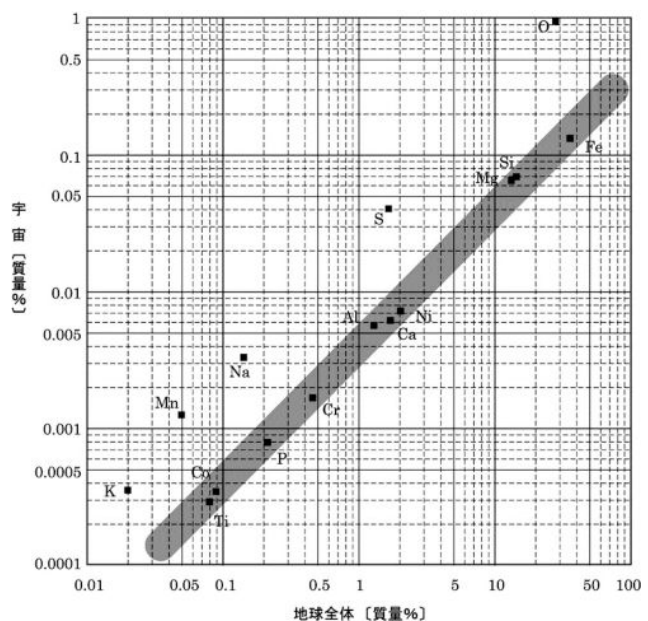


図1 地球と宇宙の元素の相関

いる量が原因ではない。Siと結合して岩石中に存在しているからである。SiO₂、SiO₄という基本単位に、金属元素が結びついたものが、地球にある岩石(ケイ酸塩)である。

地球には、恒星の核融合反応によってつくられた元素が多い。ビッグバンからしばらくの時間を経て、星間物質(星くず)から生まれたことがわかる。私たちの人体の材料も「星くず」が材料となっているのである。

一方で、宇宙と地球の元素の相関をとると(図1)、揮発性元素であるOは、むしろ少ないことがわかる。

問3 質量数の大きいFeは核に多く、地殻にはO、Siが多い。

地球の核・マントル・大陸地殻の元素存在比の比較から、鉄を主成分とする高密度の核とSiO₂を主成分とする低密度のマントル・地殻が層構造をしていることが推測される。

問4 地球全体・月・金星・水星の元素存在比の上位4つは共通である。地球全体と比較すると、月はFeの比率がかなり低く、金星はほぼ同じであり、水星はFeの比率がかなり高い。

問5 人体に多い元素はC、H、O、Nで、生体を構成する主要物質であるタンパク質のもととなるアミノ酸はこれらの元素の化合物である。

アミノ酸は、C、H、O、Nからなる化合物であり、宇宙においては、ありふれた元素からできている。人体の細胞は特殊な元素からできているわけではない。

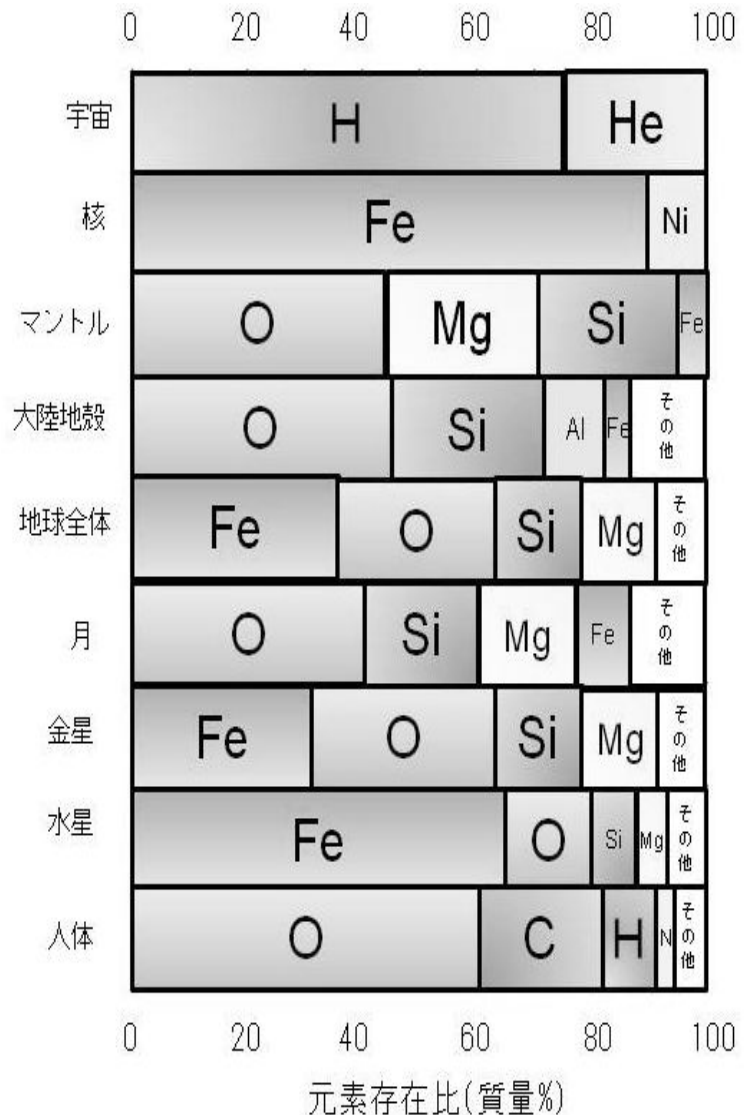


図2 実習の解答例

7 補足

■月と水星

月の起源としてもっとも有力なのは、「巨大衝突説(ジャイアント・インパクト説)」である。原始地球に火星よりも大きな原始惑星が斜めに衝突し、その際に地球軌道上に飛散した破片が衝突合体して月が形成された。

水星の平均密度が高くなった原因については、「水星軌道領域の温暖な環境では、金属は展性を示し合体しやすいが、岩石は衝突によって破碎されやすいため、物質の選択的な集積が起こった」「水星が形成され、地殻・マントル・核が分離した後で、太陽形成初期の強い放射熱や太陽風によって表層が蒸発した」、「原始水星が形成された後、他の原始惑星と衝突した際に、金属の核は合体したが表層の岩石ははぎ取られた」という諸説がある。

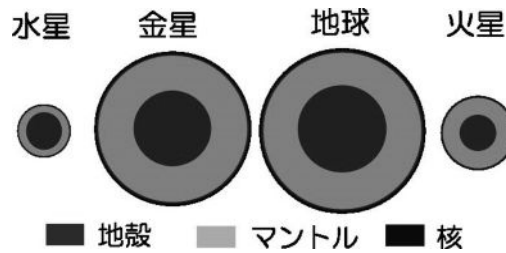


図3 地球型惑星の内部構造

■人体を作る元素

生体内に存在する元素で比較的多いのは、H、C、N、O、Pである。これらの元素で、細胞の95%にも達する。Pはとくに骨に豊富である。Na、Mg、Cl、K、Caは、おもに体液中に存在している。Sはタンパク質を構成するアミノ酸に含まれている。これらを常量必須元素という。

- C 生体を構成する最も重要な元素である。炭素は生体分子のあらゆるものに関わっていると言ってよい。タンパク質、核酸(DNA)、脂質、糖などの分子の骨格となっている。
- N 生体有機物の中のNは、大気成分由来のものであり、窒素固定、窒素同化などを通じて循環が起こっている。
- O 生体内では水分として体重の約60%をしめる。また、タンパク質、核酸、脂質、糖など多くの生体物質に存在する。
- P 成人体重には800g近く含まれている。動物の体内では骨の中に存在し、リン酸カルシウムとなっている。そのほかには、細胞内の緩衝液の成分としてpHを一定に保つ働きを担っている。DNAや生体エネルギーのATPもリンの化合物である。