

隕石中の同位体異常：短寿命核種の存在度と太陽系の起源について

Isotopic anomalies in meteorites: abundances of short-lived nuclides and their implications for the origin of the solar system

比屋根 肇[1]

Hajime Hiyagon[1]

[1] 東大・理・地球惑星物理

[1] Dept. Earth Planet. Phys., Univ. Tokyo

隕石中には、太陽系形成時に存在していたと思われる短寿命の放射性核種の壊変からの寄与によると考えられる同位体異常が見ついている。それら放射性核種(Ca-41, Al-26, Mn-53, Fe-60 など)の半減期は、多くが数百万年以下であるため、それらの形成は太陽系形成の直前(<数百万年)でなければならない。この事実は、これら放射性核種の起源と太陽系形成プロセスを考える上で重要な制約を与えてくれる。本講演では、隕石から得られた太陽系初期における短寿命核種の存在度のデータと、その起源について提案されている様々な議論についてレビューをおこない、太陽系の起源と関連させて問題点の整理をおこないたい。

Reynolds (1960)が隕石中に過剰のXe-129を発見し、それが隕石形成時に存在したI-129からの壊変によるものであることが明らかになって以来、精力的な隕石の同位体分析によって、以下に挙げるような数多くの短寿命放射性核種(消滅核種)が太陽系形成時に存在したことがわかってきた。すなわちCa-41(半減期0.10My; 娘核種K-41), Al-26(0.72My; Mg-26), Fe-60(1.5My; Ni-60), Mn-53(3.7My; Cr-53), Pd-107(6.5My; Ag-109), Hf-182(9My; 182W), I-129(16My; Xe-129), Pu-244(81My; Xe-131 to -136), Sm-146(103My; Nd-142)等である。これら放射性核種の半減期の多くは数百万年以下であり、とりわけ最近その存在が明らかになったCa-41(Srinivasan et al., 1996)に至っては10万年しかない。この事実は、上記のうち最も寿命の短いいくつかの放射性核種については、それらを生成した核合成プロセスが太陽系形成の直前(~百万年以内)に起こっていなければならないことを示唆する。さらに、それらを生成し太陽系に供給した核合成イベント(超新星爆発など)が、分子雲コア収縮~太陽系形成のトリガーとして作用した可能性も示唆する。したがって、太陽系形成時におけるこれら放射性核種の存在度は、それらを生成した核合成プロセスばかりでなく、太陽系形成プロセスに対しても非常に大きな制約を与えることになる。本講演では、太陽系形成時に存在した短寿命放射性核種のデータを吟味した上で、それらの起源に関するいくつかの議論をレビューし、太陽系の起源と関連させて問題点の整理をおこないたい。

これら短寿命放射性核種の起源(とくに原始太陽系星雲収縮のトリガーになった可能性もある)については、大きく(1)超新星爆発起源説、(2)赤色巨星(AGB star)起源説、(3)太陽あるいは恒星からの高エネルギー粒子による核反応起源説、の3つに大別できる。いずれの説をとるにせよ、太陽系形成時におけるそれぞれの短寿命核種の相対的な存在度が整合的に説明できなければならない。

一方、隕石そのものに目を転じると、コンドライトと呼ばれる始源的隕石中には、難揮発性包有物(CAI)と呼ばれる高温鉱物でできた粒子や、コンドルールと呼ばれる溶融を経験した多数の粒子が存在し、それらの成因や、Al-26の“時計”によるそれらの相対年代差(ウ2My)の持つ意味あいについて多くの議論がある。またCAIには特徴的な酸素同位体異常(O-16が4-5%過剰に存在する)が知られており、その起源についても大きな論争がある。本講演では、これら物質科学における観測事実との関連も視野に入れながら問題点を整理したい。