

論文審査の結果の要旨

氏名 大澤 崇人

本論文は 10 章からなり、第 1 章は宇宙塵収集と研究の歴史が、第 2 章は研究の目的と実験方法の詳細とが述べられており、第 3 章から第 9 章までが本論となっている。第 10 章では研究全体のまとめが述べられている。

本研究は宇宙塵の希ガス同位体分析と赤外分光分析を中心に述べられている。宇宙塵とは惑星間空間に存在する微小な塵であり、数ミリメートル以上のサイズの隕石とは起源が異なるとも言われている。このような観点からも、年間降下量数万トン程と見積もられている宇宙塵は、惑星間空間に存在する重要な宇宙物質である。日本は 1996 年に、南極ドームふじ基地で行われた宇宙塵収集を皮切りとし、南極氷床で組織的な宇宙塵採集を始めた。本研究は、これら南極にて採取された宇宙塵試料の希ガス同位体分析と赤外分光分析による研究を中心としているが、宇宙塵中に検出された太陽風起源希ガスおよび水・有機物と始源的隕石やいわゆる *gas-rich* 隕石中のこれら揮発性物質との関連についても研究の領域を広げている。

マイクログラム程度以下の個々の宇宙塵中に含まれる、He から Xe まで全希ガス元素の存在度と同位体組成を測定した例は皆無である。この様な分析を可能にするためには、個々の微粒子を的確に取り扱う技術と、極めて高感度かつ低バックグラウンドの質量分析装置を必要とする。論文提出者は、個々の宇宙塵粒子の光学顕微鏡・電子顕微鏡・X線回折などによるキャラクタリゼーションや秤量、超高真空中に置かれた試料のレーザービーム加熱溶解法による効率的ガス抽出、希ガス分析に於ける妨害イオンの除去および補正法などの分析技術の向上と開発をおこなった。これら一連の分析法の開発により、個々の宇宙塵に含まれる全希ガス同位体分析を可能とした。

第 3 章から第 5 章では宇宙塵の希ガス同位体組成について述べられている。南極で収集された宇宙塵試料はコンソーティアム形式で多方面からの包括的研究が行われ、希ガス分析もその一環として行われている。分析した宇宙塵は最近落下したドームふじ宇宙塵、約 3 万年前のやまと山脈裸氷域宇宙塵、希ガス検出の報告が全くなかったスフェール（溶融して球状になった宇宙塵）など多岐・多数である。この研究により、宇宙塵が太陽風起源の希ガスを大量に含有していること、宇宙線照射年代が極端に短いこと、普通コンドライト的希ガス組成を持った試料がほとんど存在しないことなどが明らかになり、宇宙塵は

地球に最も多数落下する隕石を起源とするものではなく、太陽系空間に連続的に塵として供給されていて、滞在時間が極めて短い粒子であることが明らかになった。

第 6 章と第 7 章では宇宙塵と炭素質コンドライトの赤外分光分析について述べられている。論文提出者は、個々の宇宙塵の赤外吸収スペクトルを得ることに成功し、宇宙塵の起源物質と考えられている CM コンドライトに見られる O-H 伸縮振動が宇宙塵には検出されないことを見出した。これを大気圏突入時の加熱によるものと考え、CM コンドライトを用いた加熱実験により、宇宙塵は 800°C 以上の強い加熱を受けていることを示した。第 6 章では、赤外吸収スペクトルの特徴を用いた炭素質隕石分類の可能性を示している。

第 8 章では、地球史上最大の生物の大量絶滅があった時期として知られている約 2 億 5 千万年前のペルム紀―三畳紀境界における、大絶滅の隕石衝突説を検証する目的で、P-T 境界堆積岩の希ガス分析を行った。境界直下で発見されたヘリウム同位体比異常が地球外起源物質よる可能性を示した。第 9 章は、宇宙塵が現在の太陽風の組成を示しているのに対して、太陽系形成初期の太陽風起源希ガスを多量に保持しているポリミクト角礫岩の希ガス組成を調べて、太陽風の進化を調べることを目的とした研究である。一部の隕石では、太陽の進化過程において太陽風の元素組成が変化した可能性を示唆する結果も得られている。

以上の研究は、太陽系を構成する物質の中で、その微小さ故に研究が進んでいなかった宇宙塵について、希ガス同位体組成および赤外吸収スペクトルを用いた研究を大きく発展させたもので、惑星物質科学の発展に寄与するところが大きい。

なお、第 4 章は茨城大学の野口高明博士との、第 5 章は九州大学の中村智樹博士との、第 6 章、第 7 章は東京大学の鍵裕之博士との、第 8 章は東京大学の角和善隆博士との共同研究であるが、論文提出者が主体となって行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。