

# 論文審査の結果の要旨

氏名 日比谷 由紀

本論文は 5 章からなる。第 1 章はイントロダクションであり、初期太陽系物質科学における短寿命放射性核種の重要性、また、短寿命放射性核種の太陽系誕生時の存在度を決定するためのタイムアンカーとなる地球外物質（短寿命放射性核種の壊変系が閉鎖系となった絶対年代が求まる物質）の重要性が述べられている。さらに、本論文で対象とする短寿命放射性核種  $^{92}\text{Nb}$  に関する研究の意義や現状について述べられている。 $^{92}\text{Nb}$  は恒星起源であることから、太陽系に短寿命放射性核種をもたらした恒星について制約を与える重要な核種であるが、 $^{92}\text{Nb}$  存在度が決定された隕石は限られ、特に太陽系外側領域に起源を持つと考えられる隕石から、その存在度が決定されていないという問題が指摘されている。これらの問題を解決するため、近年発見された始原的エコンドライト（分化隕石）NWA6704 を対象に、太陽系外側領域における  $^{92}\text{Nb}$  存在度を決定することが目的として、述べられている。

第 2 章では、クロムとチタンの同位体分析に関する新たな手法開発について述べられている。近年、クロムとチタンの同位体組成から、多様な隕石群が二つのグループに大別されることが指摘されており、それぞれ太陽系の内側領域、外側領域に起源を持つのではないかと考えられている。しかし、従来の分析では、クロムとチタンの同位体分析に同一隕石の異なる岩片が用いられてきた。この手法では隕石中に化学的不均一がある場合には問題となり、ひとつの岩片から両元素の同位体組成を決定することが理想である。本研究では、ひとつの岩片からクロム、チタン両元素同位体を高精度で分析することを可能とする化学処理法を新たに開発した。手法の妥当性は、クロム、チタン同位体組成が既知の地球岩石、隕石に適用することで確認された。本研究で初めて確立された、この分析手法は多様な地球外物質に適用できるものである。

第 3 章では、絶対年代が既知である始原的エコンドライト NWA6704 の岩石学、鉱物学、地球化学研究についてまとめられている。岩石組織観察、鉱物組成分析などから、対象隕石は母天体での大規模溶融の後、速やかに冷却されて、形成されたことが明らかにされた。これにより、NWA6704 が短寿命放射性核種存在度の決定に適したタイムアンカーとして用いることができることが示された。また、第 2 章で開発した化学処理のプロトコルを用いたクロム、チタン同位体分析や酸素同位体分析の結果が示され、それらの同位体組成から、NWA6704 が炭素質コンドライトと同じグループに属することが示された。炭素質コンドライトは太陽系外側領域で形成されたと考えられている隕石グループであり、NWA6704 は太陽系外側領域での  $^{92}\text{Nb}$  存在度の決定に適した隕石であることが示された。

第4章では、NWA6704形成時の $^{92}\text{Nb}$ 存在度をアイソクロン法で決定した結果について、まず述べられている。得られた $^{92}\text{Nb}$ 存在度( $^{93}\text{Nb}$ に対する相対存在度)は、 $^{92}\text{Nb}/^{93}\text{Nb} = (2.8 \pm 0.3) \times 10^{-5}$ であった。NWA6704の絶対年代 $4562.76 \pm 0.30 \text{ Ma}$ および $^{92}\text{Nb}$ の半減期(3700万年)を考慮して、太陽系形成時の $^{92}\text{Nb}$ 存在度が $^{92}\text{Nb}/^{93}\text{Nb} = (3.0 \pm 0.3) \times 10^{-5}$ であったことを示した。この存在度は、太陽系内側領域を起源とすると考えられる隕石に対して、これまで決定されてきた存在度( $^{92}\text{Nb}/^{93}\text{Nb} = (1.7 \pm 0.6) \times 10^{-5}$ )に比べ、有意に大きく、太陽系の内側領域と外側領域で $^{92}\text{Nb}$ の初期存在度に違いがあったことを意味する。本章後半では、 $^{92}\text{Nb}$ の起源について考察されている。陽子過剰核である $^{92}\text{Nb}$ はIa型超新星爆発もしくはII型超新星爆発で合成されると考えられるが、本研究で決定された太陽系外側領域の $^{92}\text{Nb}$ 存在度は、Ia型超新星爆発による合成では説明できないことが示された。これにより、初期太陽系に存在した $^{92}\text{Nb}$ は太陽系誕生の1億年前以降に、II型超新星爆発で合成され、太陽系にもたらされたことが結論づけられた。

第5章は終章として、今後の研究の展望とともに、研究全体がまとめられている。

なお、本論文第2章、第3章、第4章は、飯塚毅、グレゴリー・アーカー、田中亮史、マシュー・サンボーン、佐藤雄也、小澤一仁、リチャード・ウォーカー、山口亮、チンズー・イン、中村智樹、アントニー・アービン、山下勝行、米田成一、山川茜、榎本葉月との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析や検証、議論をおこなったもので、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。