

論文審査の結果の要旨

氏名 藤谷 渉

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクション、第2章は実験手法、第3章から第5章までが本論文、第6章が全体のまとめとなっている。

第1章では、太陽系初期の天体形成史に関する年代学の現状と問題点、特に炭素質隕石中の炭酸塩についておこなわれた年代測定の問題点を述べた後、本研究の概要と目的を説明している。太陽系初期の年代測定に用いられている消滅核種を用いた年代測定法のうち、半減期370万年の ^{53}Mn が ^{53}Cr に壊変することを利用するものをMn-Cr年代測定法という。これまでに報告されていた二次イオン質量分析計(SIMS)を用いたCMコンドライト中の炭酸塩のMn-Cr年代は、大きなばらつきを示していた。申請者は、報告されている年代のばらつきが、従来の研究で標準試料として用いられていたオリビン結晶が炭酸塩と大きく異なる物質であるという、いわゆるマトリックス効果の違いに起因していると考えた。

第2章では、このマトリックス効果を適切に補正することを目的としてMnとCrを添加した炭酸塩結晶の合成と、合成炭酸塩中のMnおよびCr濃度の測定について述べている。この炭酸塩とオリビンのSIMSによる測定結果は、オリビンに比べて炭酸塩のMn/Cr相対感度比が30%も低い値を示し、オリビンが炭酸塩分析の標準試料としては不適切であることを明らかにした。

第3章では4個のCMコンドライト中のカルサイトとドロマイトのMn-Cr年代を合成炭酸塩結晶を標準試料として測定して、これら隕石中の炭酸塩が太陽系最古の固体物質CAIの形成から約480万年後にほぼ同時期に形成されたことを示した。短半減期核種 ^{26}Al を熱源として天体内部で達成される温度を見積もった結果、炭酸塩結晶が示す年代に水の存在した生成環境が実現するためには、CAI形成から350万年後にCMコンドライト母天体が形成される必要があることを示した。

第4章では3個のCIコンドライトとTagish Lake中のドロマイトを測定して、CMコンドライトについて得られたMn-Cr年代とほぼ一致する年代を得て、これら隕石の炭酸塩が太陽系最古の固体物質CAIの形成から約480万年後にほぼ同時に形成されたことを示した。CMコンドライト母天体より大きく(約100 km)、水も多く含むCIコンドライト母天体がCAIより320万年後に集積したとすれば、測定した年代に ^{26}Al を熱源としてCIコンドライトの炭酸塩を生成する環境が実

現できることを数値計算で示した。

第5章では、炭酸塩の炭素の起源について議論している。マーチソン隕石中の11個の炭酸塩結晶が、炭素同位体比が高く微量元素に乏しいタイプ1と、炭素同位体比が低く微量元素に富むタイプ2の2つのグループに分けられることを初めて明らかにした。同一母天体中でこのような2つのタイプの炭酸塩が析出した原因として、液体の水が生成した初期に高い炭素同位体比を持つ有機炭素が選択的に分解溶出した可能性を指摘している。

第6章では、上記の知見をまとめている。

本研究では、強い水質変成を被った炭素質隕石中に含まれる炭酸塩にSIMSを用いたMn-Cr年代測定法を適用し、信頼度が高く炭素質隕石間でほぼ一致する晶出年代を世界で初めて得た。これを達成した最大の要因は、SIMS分析で肝要な異なる元素間の検出感度の校正を、MnとCrを添加した炭酸塩結晶を製作して達成したことである。得られたMn-Cr年代と ^{26}Al を熱源とした母天体形成後の熱史のシミュレーションに基づいて、太陽系最古の物質とされるCAI形成から約350万年後に母天体の集積が始まり、内部の温度上昇により液体の水が生成した480万年後に炭酸塩が形成したと結論づけている。これらの結果とAl-Mg年代測定法などで詳しく調べられている普通コンドライトやエコンドライトの結果を総合すると、太陽系形成初期における微惑星形成は、太陽に近くて水が乏しい領域で ^{26}Al がまだ多く存在した早期に始まり、次第に水に富む外側の領域で ^{26}Al が減少した後期まで続いたという、簡明なシナリオが描けることを指摘している。以上の研究は太陽系形成初期の種々の隕石母天体形成シナリオを矛盾なく統一的に解明する糸口を与えるものであり、今後の惑星科学の発展に寄与するところが大きい。

なお、本論文の第2章は杉浦直治・市村康治・高畑直人との共同研究、第3章は杉浦直治・堀田英之・市村康治・佐野有司との共同研究として既に論文として公表されているが、いずれの論文も申請者が筆頭著者として主体的に関わったものである。したがって、博士（理学）の学位を授与出来ると認める。