

# 論文審査の結果の要旨

氏名 上林 海ちる

太陽系の形成を理解するために必要な原始太陽系円盤の温度や圧力条件およびその変化は、理論モデルや系外天体の観測だけでは定量的に決定することができず、始原的太陽系物質の物質科学的分析が重要である。原始太陽系円盤の温度条件は、始原的隕石に含まれる鉱物の相変化や形成条件を用いることで理解が進んできた。しかしながら、円盤圧力条件に関しては、明確な圧力指標がないためほとんど制約されてこなかった。本論文では、始原的隕石中に含まれる難揮発性包有物 (Calcium-Aluminum-rich inclusions; CAI)のうち、熔融を経験した type B CAI の一部がもつメリライトマンツルの形成条件が、温度や冷却速度に加えて、水素圧力に依存しうることに着目し、隕石中のメリライト組成を模擬したガラスの熔融・結晶化実験をおこない、形成されるメリライト組織と冷却速度および水素圧の関係性を解明した。実験生成物の化学組成、組織、同位体組成などを詳細に分析し、type B CAI 中のメリライトがマンツル構造をもつかどうかは、メルト中の拡散過程とメルトからの蒸発過程の競合により決まり、両者の競合関係は水素圧力に強く依存することを明らかにした。本論文により、CAI 中のメリライトマンツルの形成機構が明らかにされただけでなく、CAI は形成年代に大きな隔たりがないことから、制約された圧力条件は CAI 一般に適用され、原始太陽系円盤の圧力条件として、CAI 形成場の水素圧力が  $10^4$ - $10^6$  bar の条件であったことが示された。定常降着円盤モデル計算により、近年議論が行われている CAI 形成時の太陽からの距離が決定されれば、CAI 形成時の円盤ガスの降着率などの円盤条件が推定可能であると示唆した。本論文により初めて円盤水素圧が制約されたことは、圧力計としての鉱物組織分析が重要であるという示唆を与え、今後の物質分析の発展・展開に与える影響は大きい。円盤圧力の定量的制約により今後の太陽系形成モデルの発展にも貢献すると期待される。

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、原始太陽系円盤の形成および難揮発性包有物 CAI の形成過程をレビューしている。また、先行研究で指摘されている CAI の蒸発過程についてレビューし、type B CAI にみられるメリライトマンツルを形成する水素圧力を決定することで、原始太陽系円盤の圧力条件を制約できる可能性を述べている。第2章は、CAI 組成のガラスの合成およびそれを用いた熔融・蒸発・結晶化実験の手法の概要が述べられている。第3章では、実験および分析の結果が述べられており、水素圧力、冷却速度とメリライトマンツル生成の関係を明らかにした。第4章では、メリライトマンツルの形成機構、メリライト中の Mg 同位体組成ゾーニングを蒸発と拡散の競合で説明している。また、type B CAI の形成条件をまとめ、定常降着円盤モデルをもちいて、原始太陽系円盤での CAI 形成場について議論している。第5章は、本論文のまとめとより発展的な展望について述べられている。

なお、本論文第2-4章の一部は、橘 省吾博士、山本大貴博士、坂本尚義博士、川崎教行博士との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び分析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。

以上のことから、博士（理学）の学位を授与できると認める。