

氏名(本籍)	やす だ せい じ 保 田 誠 司 (和歌山県)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 甲 第 4907 号		
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	<b>Theoretical Study on Compound Chondrule Formation</b> (複合コンドリュール形成に関する理論的研究)		
主査	筑波大学教授	理学博士	梅 村 雅 之
副査	筑波大学教授	理学博士	中 井 直 正
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	森 正 夫
副査	東京工業大学准教授	博士(理学)	中 本 泰 史

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

コンドリュールはコンドライト隕石に含まれる 1mm 程度の球形のシリケート構成物であり、原始太陽系星雲中で急激な加熱を受け、熔融し、急冷することで形成されたと考えられており、原始太陽系星雲の物理的、化学的情報を保持していると期待されている。多くのコンドリュールは単体で含まれているが、2つ以上のコンドリュールが付着した、複合コンドリュールが全体の 5% 程度存在する。多くの複合コンドリュールは独立なコンドリュールが熔融中に衝突することにより形成されたと考えられているが、原始太陽系最小質量モデルでダスト同士の衝突確率を見積ると、複合コンドリュールの存在割合に遠く及ばず、これまで理論的な説明はなされていなかった。

本論文では、2つのフォルステライト ( $Mg_2SiO_4$ ) 液滴の衝突を様々なパラメータ(衝突速度、衝突角度、液滴の粘性、液滴の直径)のもとで、3次元流体シミュレーションにより模擬し、複合コンドリュール形成のための衝突条件を定量的に調べた。様々なパラメータで計算を行った結果、衝突後に2つの液滴が付着する「合体」、衝突角度が大きく、いったん付着するが、最終的には二つの液滴に分離する「伸張分離」、衝突速度が速く最終的に多くの液滴に分裂する「破壊」の3つのカテゴリーに分類できる事がわかった。そして、複合コンドリュール形成の有力なモデルの一つである分裂—衝突モデルの検証を衝突条件の観点から行った。コンドリュール形成の有力なモデルの一つである衝撃波加熱モデルでは、ダストはガス摩擦加熱を受け、ダスト表面から熔融し始める。熔融部分は高速のガス流にさらされるため、その動圧で熔融部は分裂する。この分裂片同士の衝突を考えたのが、分裂—衝突モデル (Miura et al. 2008) である。分裂片同士の衝突のパラメータを求めるため、部分的に熔融したダストの熔融部の分裂現象と分裂片の運動を3次元流体シミュレーションにより調べた。数値計算の結果、32個の分裂片を同定し、12回の衝突を確認した。さらに分裂片の位置、速度、サイズの時間進化を追うことで、12回の衝突の衝突パラメータを調べ、衝突条件を満たすかどうか調べた。その結果、11回の衝突に関しては合体条件をクリアする。しかし、これらの衝突での液滴の変形は動圧支配であり、形状保持条件を満たさない。これは、分裂、衝突の時間スケールに比べて、冷却の時間スケールが長いこと、粘性の低い状態で衝突するためである。したがって、Miura et al. (2008)

で考えられていたような、分裂直後の分裂片同士の衝突では、複合コンドリュールの形成は難しいことがわかった。一方、異なる分裂現象（複数回の分裂現象）による分裂片同士の衝突によって形成されるというシナリオでは、分裂片が十分に冷却されてから衝突するため、有力なモデルとなることがわかった。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

複合コンドリュールの形成過程については、これまで理論的な説明はなされていなかったが、本論文では2つのフォルステライト液滴の衝突を様々なパラメータのもとで、3次元流体シミュレーションし、複合コンドリュール形成のための衝突条件を定量的に調べることにより、複数回の分裂現象による分裂片同士の衝突によって形成される複合コンドリュールが、実験を説明することの出来る有望なモデルとなることを明らかにした。本論文は、複合コンドリュール形成の理論的モデルを初めて提唱したものであり、その学術的価値は高く評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。