

氏名(本籍)	ちか ずみ しん べい 近 角 真 平 (東 京 都)
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	博 甲 第 2846 号
学位授与年月日	平成 14 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	物理学研究科
学位論文題目	Molecular Simulation of Expanding Matter and Nuclear Multifragmentation (膨張物質の分子シミュレーションと原子核のマルチフラグメンテーション)
主 査	筑波大学客員教授 理学博士 岩 本 昭 (日本原子力研究所東海研究所)
副 査	筑波大学教授 理学博士 李 相 茂
副 査	筑波大学助教授 理学博士 矢 花 一 浩
副 査	筑波大学講師 理学博士 宇 根 司
副 査	筑波大学教授 理学博士 坂 田 文 彦

論 文 の 内 容 の 要 旨

重イオン反応のマルチフラグメンテーションは核物質相転移との関連で熱心な研究が続けられている。実験的にはフラグメント質量分布が核物質相転移の性質を反映する観測量として注目されている。質量分布には participant 領域における指数分布と spectator 領域におけるパワー則の二つが知られており、特に power 則は二次の液相相転移の証拠と考えられている。

本論文では、この二つの領域を同一の枠組で調べることができる「膨張物質モデル」が開発される。モデルは分子動力学を基礎としており、膨張速度をパラメータにすることで、participant 領域と spectator 領域を同じ膨張核物質として扱うことができる。さらに膨張速度がゼロの極限として熱平衡核物質も同一の枠組に組み込むことができる。

膨張核物質の時間発展を調べることにより、膨張運動が核物質相転移に与える影響を調べるのが本論文の主題の一つである。膨張物質中では平均密度減少とともに密度揺らぎが進行していく。熱平衡物質では液相気共存線が密度揺らぎの開始点であるが、膨張物質ではその膨張運動のために密度揺らぎが、より低い密度で始まることわかる。この効果は比較的小さな膨張運動でさえも顕著であり、遅い膨張核物質に対応する spectator 領域の相転移が必ずしも液相気相転移ではないことを示唆している。

膨張核物質は最終的に特定のフラグメント質量分布を与える。この分布が膨張速度と温度にどのように関係しているかを調べるのが二つめの主題である。膨張物質モデルは速い膨張核物質から生じたフラグメント質量分布が指数則を示し、その膨張速度依存性が重イオン反応実験と同様であることを明らかにする。一方、遅い膨張核物質ではパワー則分布が得られるが、その生成機構は Fisher 液滴模型などの熱平衡モデルで考えられたものとは異なっている。その違いは膨張物質のパワー則が臨界温度以下でも現れることで浮き彫りになる。

膨張物質モデルは核物質以外の系にも適用できる。本文では核物質と平行して Lennard-Jones (LJ) 相互作用を持つ多体系についても同様の計算を行っている。両者を比較することによって、一般的な膨張系の持つ性質が議論される。LJ の膨張系から生じるフラグメント質量分布は bimodal 指数分布になることが知られているが、その軽い質量部分はパワー則と形が似ていることがわかる。すなわち、原子核のような少数多体系で見られるパワー

則は bimodal 指数分布の一部である可能性が示唆される。

審 査 の 結 果 の 要 旨

マルチフラグメンテーション現象は近年、物質系の広い分野で注目されており、核物理分野でも重イオン反応などで典型的に観測されている。著者は原子核のマルチフラグメンテーションの機構解明のため、膨張核物質模型を新たに構築し、分子動力学手法を用いて数値計算を行うことにより、液相気相相転移の役割を明らかにして、実験的に得られているフラグメント質量分布を説明した。この模型により系の膨張速度に依存して相転移の性質が変化することが示されたことは、この分野の研究の重要な成果であると判断される。

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。