

## 論文審査の結果の要旨

氏名 森瀬 博史

本論文では、**Stability of Bose-Einstein Condensates** (ボーズ・アインシュタイン凝縮体の安定性) という題のもと、ボーズ・アインシュタイン凝縮体の安定性についての考察が理論的な観点から述べられている。本論文で議論されている主な点は、(1) 2成分から成るボーズ・アインシュタイン凝縮体の安定性、(2) 引力相互作用する1成分ボーズ・アインシュタイン凝縮体の動的な振る舞いと安定性、の2つである。

第1章のイントロダクションの後で、第2章では、平均場理論についての総括が述べられている。 $\delta$ 関数型相互作用で相互作用し、3次元調和振動子ポテンシャルに束縛されているボーズ・アインシュタイン凝縮体について、基底状態の存在、集団励起について議論されている。

ボーズ・アインシュタイン凝縮体に関するこれまでの多くの研究では1成分から構成されるものを考えているが、第3章では、2成分から成るボーズ・アインシュタイン凝縮体について議論されている。まず基底状態について述べられている。3次元調和振動子ポテンシャルに閉じ込められた2種類の原子を考え、それらの波動関数をガウス関数で表わしたものを試行関数として変分計算を行なう。相互作用のチャンネルごとに、引力、斥力の場合に分けて、粒子数に対する条件として安定化の条件を得た。それを相図として提示している。さらに数値計算の結果も示しており、全体として新しく興味ある結果を示している。

第4章では、2成分系の励起について議論している。凝縮体の不安定性は集団振動モードのソフト化という観点から見る事ができる事を述べている。変分法と総和則を組み合わせて、振動周波数についての解析的な近似式を求めた。粒子数の関数として、安定性を議論した。これも新しいアプローチであると言え評価できる。また、これについての数値計算による確認も行なわれている。

第5章では、引力相互作用する1成分系の動的な性質について議論している。このような性質に注目する事によって、自己集束的な崩壊が起こる条件の初期状態との関連を調べた。分散（動径の自乗の期待値）についての微分方程式、さらにその変形としての微分不等式を導き、それに対応する微分方程式を解くことによって、波動関数の崩壊を論じている。これも新しい手法である。さらに、大きさと異方性をパラメータとし、ある密度分布を実現する凝縮体波動関数を設定し、これをトラップ中で時間発展させる、という問題を扱っている。その結果、長軸と短軸の長さが大きく異なる、軸対称楕円体のような異方性の高い凝縮体では、動的な運動が時間発展中も維持される事により、崩壊が妨げられる場合がある事が示唆されている。粒子数がかかなり大きい凝縮体であっても、異方性が十分に高い初期状態にあると、崩壊しない可能性がある、と主張している。この結論にはさらなる検討が必要であろうが、このような視点そのものは新しいものを含んでおり、意味があると評価される。

第8章では、全体のまとめが示されている。

以上のように、ボーズ・アインシュタイン凝縮体の従来 of 理論研究とはやや異なる視点から、この学位論文は展開されている。解決すべき、或いは、発展させるべき問題点は多々指摘できるが、その成果は種々の興味深い新しい示唆を含んでおり、今後この分野の発展に大いに貢献するものと期待される。

これらの結果は既に約7篇の論文として、レフェリーのある学術雑誌に発表されている。また、これらの論文は指導教官である和達教授との共同研究ではあるが、主要部分は論文提出者の手になるものであり、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。