

Title	Use of a Method of Coherent States for a Many-Boson System at High Density
Author(s)	Tsujii, Masakazu
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/24435
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【14】

氏名・(本籍)	辻 ^{つじ} 井 ^い 正 ^{まさ} 和 ^{かず}
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 3 7 5 8 号
学位授与の日付	昭和 51 年 12 月 15 日
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	コヒーレント状態の方法を用いた高密度多ボーズ粒子系の理論
論文審査委員	(主査) 教授 西山 敏之 (副査) 教授 砂川 重信 教授 金森順次郎 教授 森田 正人 助教授 神吉 健

論 文 内 容 の 要 旨

多ボーズ粒子系を扱う従来の絶対零度の理論のうち、集団変数理論は、長波長領域における励起エネルギー、構造因子、運動量分布などを定性的に説明する。しかし、その理論における物理量の計算の途中に現れる発散項の取り扱いおよび理論に導入される密度に対する正準共役量(たとえば、位相演算子)の存在に、疑問が残されている。本研究では、空間を格子に分割することにより上述の発散項を厳密に取り扱い、また、格子空間の上で、従来おもに量子光学において用いられていたコヒーレント状態と密接な関係をもつ新しい状態を導入することにより、位相演算子の存在を直接仮定しない理論を展開した。

この理論にもとづく基底エネルギーの表式は、格子空間上の和をとった後に連続的空間への極限をとることにより求められる。この結果には、従来の集団変数理論による結果には含まれない新しい項が、付加されている。この付加項の存在により、この基底エネルギーから正しい運動量分布に対する表式を導くことができるという点で、本理論は従来の集団変数理論より優れていると考えられる。さて、その固有値の振幅が 1 に等しいコヒーレント状態に、ガンマ関数で表わされるある因子を掛けることにより、上述の新しい状態がえられる。この事実にもとづき、ボゴリューボフ変換の集団変数理論と西山の密度位相理論が、格子空間の上で同等であることが明らかにされた。また、広池が導いた非ユニタリー変換は、上のガンマ関数に対してスターリングの公式を用いる近似式であることが証明された。さらに、西山の理論における位相演算子の導入は、負の粒子数を除去するためのある種の補助条件を付加することにより合理化されることが示された。粒子数に関する高密度極限では、現理論による基底エネルギーに対する表式が、一次元的体系においては、その厳密解と一致すること

からみて、上の補助条件は無視することができると考えられる。最後に、位相演算子の波数が零のフーリエ成分は、超流体の速度ポテンシャルと密接に関係していることがわかった。

論文の審査結果の要旨

多ボーズ粒子系の微視的理論には、第2量子化法を用いたBogoliubovの理論、N粒子系の座標空間における波動関数を近似的に求めるFeenbergの相関基底関数の理論、および集団変数の理論がある。集団変数の理論は前記の二つの理論にくらべて、高密度ボーズ気体における長波長の励起に関する問題に対して、より良い結果を与える利点があるが、本論文要旨にも述べているように、この理論には二つの疑問点があり、これらの明確な解決が望まれていた。

辻井君は、第1の疑問点、すなわち摂動計算によって求めた最低エネルギーの式に含まれる発散項の処理を、座標空間を格子に分割することによって解決した。また第2の疑問点、すなわち密度に正準共役な量が存在するか否かについては、従来おもに量子光学において用いられていたコヒーレント状態の方法を援用して、密度に正準共役な量の存在を仮定することなく集団変数の理論を再構成することに成功した。ここで得られた最低エネルギーの式は断熱定理の要請を満しており、本論文と前後して発表されたRajagopal達の理論においても求められていない新しいものである。

またコヒーレント状態の方法を用いた本論文は、未だ解決をみない凝縮相の超流動性を微視的な立場から解明する糸口を与えたものとして評価され、理学博士の学位論文として十分価値あると認める。