

氏 名	高 塚 龍 之
	たか つか たつ ゆき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 339 号
学位授与の日付	昭 和 48 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	PAIRING EFFECT IN MANY-NUCLEON SYSTEM (核子多体系に於ける対効果)
	(主 査)
論文調査委員	教 授 片 山 泰 久 教 授 向 坂 正 勝 教 授 岡 本 朴

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、多数の核子（中性子・陽子）からなる集合系が、核子対間に働らく引力による相関効果の結果、そのエネルギーにギャップを生じ、極限状態すなわち超流動状態を生じるかどうか、具体的に中性子星および核物質について検討したもので、3部14章よりなっている。

第1部では、極限状態に関するバーデーン・クーパー・シュリーファーおよびボゴリューボフの理論(BCS-B 理論)の拡張が論じられ、3章よりなっている。第1章では、核力が非中心力であり角運動量によるという事情から理論の拡張の必要性が強調されている。第2章においては BCS-B 理論のボゴリューボフの方法がのべられている。第3章では、玉垣および著者によって行われたゼロでない角運動量をもつ対相関を考慮した理論の拡張が展開されている。

第2部では、中性子星の超流動性の存在を導く可能性の検討で、7章よりなっている。第4章では核力が中性子密度によって変化するため、中性子星の密度が評価されている。第5章ではここで用いられる計算法の大要が論じられている。第6章では一重S状態の対効果によるギャップは密度が比較的小さい場合のみ存在すること、一重D状態（全角運動量2）はこれに反し効果のないことが示されている。第7章は、三重P状態（全角運動量2）の対効果が検討されている。ここでギャップを与える方程式が具体的に解かれ、5つの解とそれぞれのギャップ値が求められている。それらの値はいずれも小さい。第8章では、前章の結果を改良するため、三重P状態と三重F状態（いずれも全角運動量2）との結合による引力効果によってギャップ値を高めることが試みられている。第9章では、前2章で得られた結果にもとづき、中性子星の超流動性が論じられている。第10章では、中性子星の表面附近の密度が小さい領域では一重S状態の、内部の密度の大きな領域では三重P状態の超流動性が実現すること、また内部領域では陽子による一重S状態の超流動性も混在することが結論されている。

第3部では、通常の原子核内と同じ密度、および核子の混在の割合をもつ核物質の超流動性の可能性が検討され、4章よりなっている。第11章では、この場合に中性子間および陽子間のみならず中性子・陽子

間の対効果によって超流動性の生じる可能性があることが指摘されている。第12章では、三重D状態（全角運動量2）が検討され、通常の密度では一重S状態よりもむしろこの状態が超流動性を与えることが示されている。第13章では、三重D状態よりも強い引力を与える三重S状態が考慮され、これら二つの状態による対効果が検討されている。第14章では、前2章の結果にもとづいて核物質の超流動性の可能性が検討され、通常の密度では三重S状態の効果が主に超流動性を生むこと、一重S状態および三重P状態の超流動性はなく、三重D状態のそれは僅かに存在する程度であることが結論されている。

附録Aは同種核子間の、附録Bは陽子・中性子間のギャップを与える方程式の導出に関するものである。

論文審査の結果の要旨

最近電波天文学の進展によって、この分野における大きな発見が続きつづきと報告されている。1967年に周期的に電波のパルスを放出する天体が発見され、パルサーと名づけられた。パルサーは現在まで100個近く見出されているが、とくに1969年にかに星雲の中心部に周期0.033秒の電波と可視光とのパルスを同時に放出するパルサーが発見された。これらのパルスは、強い磁場をもつ中性子集団をとり囲み、ともに回転しているプラズマが指向性をもつ非熱的放射をしているものと考えられる。この場合、パルサーの中心にある部分は中性子が高密度で凝集したとするモデルが有力と見られ、中性子星といわれる。

さて、中性子星が急速に回転し冷却する様子を知るには、その状態方程式をしらべなければならないが、それは中性子星が極限状態にあるかどうかで結果は大きく左右される。一方、放出するパルスが、ある場合に急に下降し、その緩和に予想より長い時間のかかることが報告されている。パルスの急な下降は星震によるものと推定されるが、緩和時間の長いのは中性子星が超流動状態にあると考えざるを得ない。このため、金属の超電導状態に関するバーデーン・クーパー・シュリーフェーおよびボゴリューボフの理論（BCS-B理論）を中性子星に適用することが多くの人々によって試みられた。しかし、中性子対の間に作用する力は、金属の場合と異なり、核力であるための複雑さや、僅かに混在するであろう陽子の対効果まで考慮すべきかどうか定説はなく、その結論も明確でなかった。

著者は、通常の原子核で用いられる核力を適用し、中性子星の表面附近の密度の小さい領域では、従来考えられた一重S状態の中性子対効果が超流動性を与えるが、内部の密度の大きな領域ではそうならず、全角運動量がゼロでない対効果が重要になる点に着目した。この目的のためには、従来のBCS-B理論を拡張する必要があるが、まずそれが試みられた。ついで、その理論が与えるギャップ方程式を解き、この課題に具体的な解答を与えた。中性子星と同じように、通常の原子核、とくに中および重原子核の回転励起エネルギーの偶奇差に関連して、この場合にも超流動性が問題にされている。著者は同一の方法によって、これにもひとつの解答を与えた。

得られた成果の主なものは次の通りである。

(1) 全角運動量がゼロでない対相関を含め、非中心力を考慮したBCS-B理論の拡張を行なった。異方性をもつ極限状態の研究は、新しい可能性を提供している。

(2) 中性子星は、その表面附近では一重S状態の中性子対効果が超流動性を生むが、密度が大きい内部ではその効果はなく、三重P状態（全角運動量2）の中性子対効果が超流動性の原因となる。この場合、

三重F状態と結合する非中心的な核力が重要になる。混在する少数の陽子はまたこの内部領域で一重S状態での超流動性を与えることが示される。

(3) 核物質では、通常の原子核密度の場合、一重S状態の超流動性はなく、陽子・中性子対の三重S状態の対効果が超流動性を与える可能性をもつ。また、中性子星で重要となった三重P状態の対効果によるそれはあらわれない。

以上要するに、この論文は核力による極限状態の実現を中性子星および原子核物質について具体的に検討し、著しい成果をあげたものである。学術上寄与するところ少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。