



Title	有限温度に於けるモノポールによる核子の崩壊
Author(s)	宋, 鶴山
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34620
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	すん 宋	ほう 鶴	さん 山
学位の種類	理	学	博士
学位記番号	第	6781	号
学位授与の日付	昭和60年3月25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	有限温度に於けるモノポールによる核子の崩壊		
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 圭二 (副査) 教授 森田 正人 教授 小谷 恒之 助教授 佐藤 行 講師 細谷 暁夫		

論文内容の要旨

Maxwell方程式は電場と磁場の交換に対して対称でない。1931年Diracは磁荷の存在を仮定することにより、Maxwell方程式を電場と磁場の交換に対して対称な形に書き直した。磁場の導入は必然的にモノポールの存在を仮定しなければならない。Diracは修正したMaxwell方程式から一つの解を求めた。この解は紐を持つ解で、この解がつまり、Diracのモノポール解である。Diracはさらに磁荷の量子化の条件 $\frac{eg}{4\pi} = \frac{h}{2} n$ (n は整数)を求め、経験的に知られている電荷の量子化に理論的解釈を与えた。

1974年、't HooftとPolyakovは、Yang-Millsゲージ理論で、考えているシステムのある群Gに対する対称性が自発的にGの部分群Hに破れて行く時、その運動方程式は有限なエネルギーをもつ安定な解——トポロジカルなモノポール解が存在することを見いだした。この理論を大統一理論と組合せると宇宙初期におこる相転移によって、大量のモノポールが創生されたはずであり、その質量は $10^{16} \text{GeV}/c^2$ 程度で、極めて大きいことが分かる。

最近、RubakovとCallanは大統一理論で予見されるこのようなモノポールは、バリオン数を破るプロセスの強い触媒になるであろうことを指摘した。彼らは、モノポールとフェルミオンのダイナミクスを解くことによってモノポールの周囲にはバリオン数を破るフェルミオンの凝縮が生ずることを示した。最も注目すべきことは、フェルミオンの凝縮密度はゲージ結合定数や、モノポールの大きさのどちらの制限も受けないという事実を証明したことにある。この事実はモノポールの触媒作用による核子の崩壊の断面積が通常の強い相互作用の断面積とはほぼ同じ程度ということを表わしている。著者はこの論文で先ず、Diracモノポールと't Hooft-Polyakovモノポールに対して論評し、RubakovとCallanが計算した、ゼロ温度でモノポールのまわりのフェルミオンの凝縮密度に対して簡単に紹介する。それから、著者は

RubakovとCallanが用いたモデルの基本仮定を用いて、モノポールが存在する時のフェルミオンの温度グリーン関数、凝縮密度及び相関関数を有限温度の場の理論で計算した。計算結果によると、モノポールのまわりのフェルミオンの凝縮密度は温度が上がると蒸発することが分かる。と言うことは、モノポールの触媒作用も、温度が上がることによって弱くなることを説明している。著者の計算結果には、凝縮密度と共に、非単調な相関関数が出て来たが、これはRubakovとかCallanの計算（ゼロ温度の場合）結果では表われていなかった項である。ゼロ温度の極限で、著者の計算結果はRubakovとかCallanの結果と完全に一致している。

論文の審査結果の要旨

現在、素粒子の重力を除く全ての相互作用は一つの統一的な理論（大統一理論）によって記述されると考えられている。大統一理論によると、陽子が $10^{30} \sim 10^{31}$ 年程度の寿命を持つ不安定粒子になること、磁気単極子が存在し得ることなどが予言される。また、磁気単極子は、陽子崩壊の触媒作用をもすることが最近RubakovとCallanによって発見され注目を浴びた。この触媒作用の素過程に関しては、くわしく分析され、磁気単極子が中性子星に捕獲された場合の r 線放出量の計算値と観測値の比較から単極子の存在密度に関する上限などが推定されている。

しかし、単極子の中性子星中のふるまいにしても、宇宙初期におけるふるまいにしても、まわりの温度効果を考慮しなければならないが、これらの分析は、今迄に実行されていなかった。

この理由で、宋氏の研究目的は、磁気単極子の有限温度媒体中のふるまいを分析することにある。

本論文では、最初にDiracの磁気単極子理論から説き起し、大統一理論にあらわれる't Hooft-Polyakovの単極子の性質を概説する。その後、有限温度中で磁気単極子のまわりのフェルミ粒子の凝縮が温度によってどのように変化するかを調べる。その結果、単極子近傍のフェルミ粒子凝縮は、温度と共に蒸発することが示された。また、単極子近傍においては、フェルミ場の二重演算子の相関関数が、温度によって単調でない奇妙なふるまいをすることも示されている。

これらの分析の結果、中性子星中での単極子の性質は、局所的加熱効果を考慮しても、温度の影響は余り見られないが、初期宇宙における温度効果は、非常に大きく 10^{12}K 以上では、触媒作用は、事実上無視できることを結論している。

以上の内容を見るに温度効果の分析は、世界で初めてであること、また分析も非常にいいいになされていることなどから、本論文は、理学博士の学位論文として価値あるものと認める。