

利 用 報 告 書

課題名	量子場理論の温度・密度に依存する相構造の研究
	Study on the phase structure at finite temperature and density in quantum field theories
利用者名	中川 寿夫 (教養部 教授)
<p>1. 研究目的・内容</p> <p>量子場理論の温度・密度に依存した相構造を解析的に調べるには、非摂動的な効果を有効かつ本質的に取り込むことを可能とする計算処方が必要とする。この目的にかなう有力な処法として、i)繰り込み群 (RG) による摂動計算結果の改善、ii)SD方程式によるフェルミオン質量やカイラル凝縮体の分析、等が上げられる。</p> <p>i)については、我々の開発したRGによる摂動結果の改善処方を有効ポテンシャルの計算結果に適用し、摂動の次数に依存しない改善された結果を用いて相構造を詳細に検討する。ii)については、有限温度 QED/QCD におけるフェルミオン質量に対する SD方程式の構造を調べ、その上で方程式を解析的ないし数値的に解いて結果を分析する。</p> <p>2. 研究方法・計算方法</p> <p>i)については、massive Φ^4 model に対し、我々の開発したRG改善処方を適用し、得られた改善された有効ポテンシャルの full structure を詳細に分析すると共に、熱力学的諸量を精密に計算して温度に依存した相転移の機構を明らかにする。このために数学支援システム(Mathematica)を利用した計算と共に、高速演算装置による数値計算も実行する。</p> <p>ii)については、このSD方程式を実時間形式熱場理論における硬熱ループ近似の範囲で解析することを目指す。そのためにまず実時間形式での硬熱ループの計算を正確に確定し、ついで数学支援システムを用いて方程式の構造を確定する。この方程式は非線形積分方程式であるので、これを微分方程式に変換する処方について検討する。その後、これらの方程式を解析的、ないしは直接数値的に解いて結果を分析する。</p> <p>3. 研究成果</p> <p>i)については、massive Φ^4 model における具体的分析を完了した：有効ポテンシャルへのRG改善処法の適用、そしてその有効性の証明、改善された有効ポテンシャルの構造の詳細分析の実行（熱力学的諸量の精密計算）。出発点でのone-loop摂動計算に立脚しつつ、相転移は2次の機構に従うことを証明できた。また、熱力学的諸量は平均場近似の結果からの顕著なずれを示すことがわかり、精度良く決定できた各種臨界指数の計算結果は、実験値と良い一致を示すことがわかった。</p> <p>ii)については、実時間形式での硬熱ループの計算を2点および3点関数に対して任意性なしに正確に計算する処方を確立し、硬熱ループ補正項を正しく決定することに成功した。この結果を用いて、有限温度 QED/QCD におけるfermion mass およびpure gauge理論でのmagnetic mass of gluons に関するSD方程式の構造の確定と有効な近似法の開発に取り組んでいる。</p> <p>4. 成果の発表</p> <p>i) <i>Physics of Hadrons and QCD</i> : Proc. of the APCTP-RCNP Joint International School and the 1998 YITP Workshop (World Scientific, Singapore, 1999, Ed. by H. Yabu et al), p. 238.</p>	