

別紙 4

| | | | |
|------|---|---|---|
| 報告番号 | ※ | 第 | 号 |
|------|---|---|---|

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Anomaly and holographic local renormalization group

(量子異常とホログラフィック局所くりこみ群)

氏 名 菊池謙

論 文 内 容 の 要 旨

場の量子論は素粒子物理から物性物理、また天体物理まで記述できる適用範囲の広い枠組みである。ところが、場の量子論において一般的な（典型的には強結合）理論を与えられたとき、理論に含まれる自由度は何か、理論がどの相にあるのか（例えばある対称性が自発的に破れているのか否かなど）、といった基本的な問題でさえ答えるのは難しい。これらの問題に答える手段としてはいくつかの方法が考えられる。最も有効な手段は対称性を用いることである。具体的にはアノマリを用いる手法、あるいは比較的調べ易い、対称性の高い理論から調べる手法が挙げられる。

場の量子論では古典的に存在する対称性が量子効果によって破れることがあり、これをアノマリ（量子異常）と呼ぶ。アノマリはパイオンの崩壊振幅の研究によって見つかった。このアノマリを高次元に拡張しようとする試みから代数幾何学との深い関係が明らかになった。具体的には、関連するバンドル（束）が非自明であるときアノマリが現れる、ということが明らかになった。この知識を用いると、いつアノマリが現れるか明快に判断できる。

また、アノマリの一種のトレースアノマリは、理論に含まれる自由度を勘定していると考えられている。我々は AdS/CFT 対応を用いて奇数次元を含む一般次元で、ゲージ場の寄与も考慮に入れてトレースアノマリを計算した。その結果、理論に含まれる自由度と同定される中心電荷がくりこみ群の下で単調減少することを示した。更に、重力双対がある場合、奇数次元ではトレースアノマリが存在しないことも証明した。

高い対称性を理論に課すのも有効な手段である。大きな対称性は強い制限を与え、より強い主張が得られる。高い対称性としては超対称性や共型対称性などが挙げられる。そこで我々は共型場理論を考えた。一般的な場の量子論は共型場理論の変形によって得られるものが多く、共型場理論の変形問題は場の量子論の重要な研究対象である。変形の中には共型対称性を壊さないものがあり（例えば 4 次元 N=4 超対称ゲージ理論の Yang-

Mills ラグランジアン)、これらは *exactly marginal* 変形と呼ばれる。したがって *exactly marginal* 変形のパラメータは連続的な共型場理論の族をラベル付けしていると考えることができ、このパラメータの集合を共型多様体と呼ぶ。この多様体がどのような幾何学を持つか、という問題は数理物理学的に興味深い問題であり、例えば平坦な 4 次元時空中の超対称共型場理論の共型多様体はケーラー多様体となることが知られている。このケーラー性は共型変換の下で保たれることが示せる。したがって分配関数が赤外発散を含む平坦な時空中ではなく、共型変換を施して得られる（赤外発散のない）コンパクトな時空中で作業するのが良い。コンパクトな多様体としては典型的には球面が挙げられる。よって球面上の超対称共型場理論の分配関数は共型場理論を調べる上で良い観測可能量である。以上の議論から 4 次元球面分配関数はケーラーポテンシャルを計算することがわかる。ところが近年超対称レニー・エントロピーという量が提案された。この量は球面を少し変形した分岐球面分配関数を用いて定義される。したがって、分岐球面分配関数がやはりケーラーポテンシャルを計算するか、というのは自然な問題である。我々はこの問題を調べた。