

## 学位申請論文公開講演会

日時：2021年2月3日(水) 15:00~17:00

申請者：居石 直久 (素粒子論研究室(E研))

場所：オンライン(Zoom)

接続先の問い合わせ先：酒井 忠勝 [tsakai@eken.phys.nagoya-u.ac.jp](mailto:tsakai@eken.phys.nagoya-u.ac.jp)

題目：Unified understanding of different quantization methods via resurgence

(リサージェンスを用いた異なる量子化の手法の統一的な理解)

### 主論文の要旨

量子論において経路積分の手法で物理量を求める際には、古典解まわりのファインマンダイアグラムの足し上げを用いた摂動展開が用いられる。しかしながら、一般に摂動級数は収束半径がゼロの漸近級数に過ぎない。こうした漸近級数を解析関数にする手法としてボレル総和法が存在するが、この際に被積分関数に生じる特異性を通して、独立だと思われていた別々の古典解回りの寄与を関連付けることが可能になる(ストークス現象)。これを用いて物理量の非摂動的定式化を試みる手法がリサージェンスである。

また、リサージェンスの考え方は、シュレーディンガー方程式のモノドロミーを解析する手法である exact WKB 解析にも適用された。しかしながら、これらの発展は物理学者と数学者の側で独立になされてきた側面が強く、両者の間の有機的な関係に立脚した、リサージェンスに関するより深い理解が求められていた。

申請者の研究目的は、様々な量子化法に現れるリサージェンスの構造を統一的に理解することである。申請者はまず、経路積分法と exact WKB 解析におけるリサージェンスの関係を調べた。そして経路積分における2つの停留点、真空解とバイオン解(インスタントンと反インスタントンの結合状態)を結びつけるストークス現象が exact WKB 解析におけるストークス曲線のトポロジー変化に対応することを示した。

次に申請者は exact WKB 解析により得られた量子化条件式を用いることで、ポーア-ゾンマーフェルトの量子化条件、グッツヴィラーのトレース公式及び経路積分法の関係とそれらにおけるリサージェンスの構造を厳密に示した。特に、グッツヴィラーのトレース公式において鍵となる prime-periodic orbit の同定法及びその足し上げ方を非摂動的に定式化し、経路積分におけるストークス現象が各 orbit の向きが逆転することに対応することを示した。また、経路積分法における摂動展開のボレル和は、ピカール-レフシェッツ理論におけるレフシェッツ シンプルと対応させることができるが、その際に生じるレフシェッツ シンプルの intersection number と呼ばれる量がグッツヴィラーのトレース公式に現れるマスロフ指数と対応することを示した。

以上に述べたように、申請者は量子論における様々な量子化の手法がどのように関連しているかをリサージェンスの立場から統一的に理解することを試みた。それにより、それぞれの量子化における摂動寄与と非摂動寄与の関係について、これまで知られていなかった数多くの事実を見出した。