

論文審査の結果の要旨

氏名 フロップ タマーシュ

論文の主目的は、量子力学における境界条件の意義と役割を考察することにある。そのために、自己随伴性と一般化された境界条件の理論を用い、反射壁をもつ半無限線、点状特異点をもつ無限線や円、などの上での自由量子粒子を調べ、その応用を考察した。

本論文は8章からなる。第1章は序説であり、境界条件をもつ量子系の研究の歴史、境界条件とそれによる特異点の記述の意義、関連する物理的諸現象、が述べられている。第2章は、数学的記述の全般的まとめである。境界条件、ハミルトニアン²の自己随伴性、境界値空間、などが導入される。これらの定式化に基づいて、次の章より種々の系が調べられる。

第3章は、半無限線上を自由に動き、その一端で完全に反射される粒子を議論する。この系は、デイリクレ条件とノイマン条件をつなぐ、一つの自由パラメタをもった境界条件で特徴づけられる。WKB法の適用性、反射における時間的遅れ、このような境界条件をもたらずポテンシャル、古典系との比較、が議論されている。第4章では、点状特異点をもつ線上を動く自由粒子を考察している。この場合、可能な接続条件（整合条件）は $U(2)$ 行列によって与えられる。その結果のひとつとして、高々2つの束縛状態が存在することが示される。第5章では、円上で点状特異点がある場合が議論されている。周長の役割、位相パラメタの意義、が考察された。

第6章と第7章は、前章までの結果の応用についてである。第6章では、デイリクレ壁で囲まれた箱の中に、片面がデイリクレ条件、他面がノイマン条件の仕切り壁をおいた場合の量子理想気体を考察する。両面での圧力差（または、力の差）をボース粒子系とフェルミ粒子系に対して計算し、それらの温度依存性を調べている。中間温度領域に対して、多くの近似法を適用した。第7章では、重陽子の束縛状態、陽子 中性子の散乱、の整合条件による記述が述べられている。フェルミ偽ポテンシャルと2つの角運動状態による模型化により、束縛状態や散乱状態に対する定性的結果を得た。この議論は、初期的成果

であり、原子核物理としては、さらに詳細な考察を期待する。また、付録として、自己随伴性や自己随伴領域の数学、負の時間遅れをもつ古典系、一次元系の諸対称性、円上での点相互作用、陽子 中性子系のデータ、がまとめられている。

これらの考察の意義は次のようにまとめられる。第一に、ハミルトニアン
の自己随伴性とそれにより拡張された境界条件についてである。この問題設定は、数学的にも物理的にも、自明ではないと考えられる。理論自身にたいする論文提出者の寄与は特に独創的ではないが、統一的視点から一連の研究が行われたことを評価する。論文では、多くの場合に一次元系を設定したが、多次元空間ではさらに多くの成果が得られるであろう。第二に、具体的な応用例が解析されている。反射壁による時間的遅れ、境界条件の違いによる圧力差、陽子 中性子散乱のモデル化、などの境界条件がもたらす物理的諸効果の解析である。実際にどのようにして一般化された境界条件を実現するか、また、実際にこれらの現象・効果が測定されるかは、未だ不明である。さらに、多くの吟味が必要であろう。一方、理論がさらに整備され、物理系を注意深く準備するならば、観測可能な状況を設定できる可能性がある。このようにして、量子力学における境界条件の役割に対し、新しい知見をもたらした。

なお、本論文は、筒井泉、全卓樹との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析・考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。