

審査の結果の要旨

氏名 亀岡 健太郎

亀岡健太郎氏は、博士論文において、量子力学の基礎方程式であるシュレディンガー方程式を、半古典解析および超局所解析の観点から研究した。具体的には、亀岡氏の博士論文の研究成果は、以下の三研究に分けられる。第一の研究成果は、シュレディンガー作用素の半古典極限において現れるアグモン型評価と呼ばれる、古典力学的に禁止された領域における指数減衰評価を、離散シュレディンガー作用素に拡張した。さらに、その指数減衰の大きさは、シュレディンガー作用素においてはアグモン計量と呼ばれる擬リーマン計量で与えられるのに対し、離散シュレディンガー作用素の場合は擬フィンスラー計量となることを見出し、最良評価であることまで証明した。この研究は、過去の研究結果を大きく深めたとともに、半古典解析にフィンスラー計量が現れることを初めて示した点でも独創的であり、優れた研究である。他の二つの研究成果は、どちらも量子力学的共鳴を扱っており、特に消散極限を用いた共鳴エネルギーの定義に関わるものである。消散極限を用いた量子力学的共鳴の研究は、近年 M. Zworski (UC Berkeley) により数学的な定式化が与えられて研究が盛んになりつつある。第二の研究成果は、ウィグナー-フォン・ノイマン型のポテンシャルの場合には、消散極限を用いて共鳴を定義すると実軸に収束する共鳴が稠密に現れるだろう、という Zworski の予想を否定的に解決したものである (Pure and Applied Analysis, 2020)。その予想外の研究成果はこの研究分野において注目を集めており、この研究を土台にした類似の研究結果も既に発表されている。第三の研究成果は、定電場中の電子を記述するシュタルク型シュレディンガー作用素の量子力学的共鳴を、消散極限の方法で定義できることを示したものである (Journal of Mathematical Physics, 出版予定)。亀岡氏はここにおいて、修士論文 (Journal of Spectral Theory, 2021) で開発した、特殊な解析的変形の枠組みを用いている。この研究成果は、この枠組みを巧妙に用いて消散極限の議論を行う高度な半古典解析・超局所解析の数学的研究である。これは物理的にも自然かつ一般的なものであり、より具体的な物理的問題への応用が期待される。

これらの研究成果は、偏微分方程式論・作用素論の大きな研究分野となっている半古典解析学に大きなインパクトを持つものであり、また亀岡氏の数学者としての高い資質を証明するものである。よって、論文提出者亀岡健太郎は、博士 (数理科学) の学位を受けるにふさわしい十分な資格があると認める。