

氏 名	石 井 一 成 いし い かず しげ
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 234 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 47 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 一 専 攻
学 位 論 文 題 目	Localization of eigenstates and transport phenomena in the one-dimensional disordered system (一次元不規則系における固有状態の局在と輸送現象)
論文調査委員	(主 査) 教授 寺本 英 教授 富田和久 教授 松原武生 教授 松田博嗣

論 文 内 容 の 要 旨

液体・無定形固体・混晶などのように、構造が周期性をもたないような、いわゆる不規則系の物性を、ミクロな観点から理解するための、基礎的理論研究が近時活潑に行なわれている。この方面の研究としては、i) できるだけ広い適用範囲をもつ近似的方法の開発と、ii) 比較的簡単なモデルに対して、厳密な立場で解析する、という2つの立場の研究が展開されているが、申請者の論文の内容は一貫して後者の立場に立った研究である。

不規則系のフォノンや電子の力学状態に関する問題では、とくにモデル系の固有値分布について、不規則系特有の特性が、厳密な立場から解析され、多くの興味ある知見が得られている。これに対して、固有関数に関連した諸問題は、それが輸送現象など動的性質を理解する上に、極めて重要であるにもかかわらず、取扱いが困難であることもあって、研究が遅れているのが現状である。主論文では、1次元系について、不規則系の特徴である固有関数の局在性と、それに関係して議論できる輸送現象の特異な性質について、詳しい解析を行い、いくつかの極めて重要な結論を得ている。まず、いくつかの典型的な1次元の不規則系モデルを設定し、それらに共通して適用可能な数学的手法として、伝達行列の方法を採用した。不規則性を反映したランダム・マトリックスの漸近的性質を解析することによって、申請者は、半無限系において、境界条件を与えた方程式の解が、確率1で指数関数的に増大するという性質を、一般的に証明することに成功している。また、じっさいに、その指数 γ の具体的な表現をいくつかのモデルについて与えている。さらに、この半無限系での固有関数の指数関数的増大という特性が、以前から予想されていた不規則系の固有関数の局在性の主張と、どのように論理的に関連しているかを明白にしている。

この固有関数の局在性が、波の透過現象、熱伝導、電気伝導などの具体的現象にどのように反映するかを詳しく解析し、とくに、1次元不規則系の熱伝導は一般にフーリエの法則にしたがわず、熱伝導率は境界条件、すなわち熱槽との接触の条件に著しく依存するという結果を得ている。

さらに、申請者は、1次元系でのいわゆる量子拡散の問題をとりあげ、1次元不規則系では弱い意味で

の拡散不在が起ることを証明している。

参考論文では、不規則系として1次元調和振動子系の固有状態の局在性と熱伝導の議論、ある1つのモデルについての局在度の厳密な表現の計算、長距離相互作用のある調和振動子系の解析、などの研究が報告されている。

論文審査の結果の要旨

一般に構造が周期性をもたないような、いわゆる不規則系のフォノンとか電子の力学状態についての研究は、比較的最近になって活潑に展開されてきた。とくに、1次元不規則系の固有値の分布に関する問題については、厳密な立場からの解析がなされ、多くの興味ある知見が得られている。これに反して、固有関数に関する研究は、その数学的取扱いの困難さもあって、それほど進んでいないのが現状である。とくに不規則系の輸送現象に関連して、不規則系の固有状態は空間的に局在している、という予想を10年ほど前にモットが提示して以来、ポーランドがそれについて多少詳しい議論をしたほかには、最近に到るまで目立った研究はなされなかった。

申請者は、主論文で、この問題について厳密な立場からの詳しい解析を行い、局在性の証明と、それに関連した輸送現象に関するいくつかの重要な結論を報告している。数学的手法としては、伝達マトリックスの方法を採用し、不規則性を反映したランダム・マトリックスについての漸近的性質を解析することによって、半無限系において、境界条件を与えた方程式の解が、確率1で指数関数的に増大するという性質を、一般的に証明した。また、じっさいに、その指数 γ の具体的な表現をいくつかのモデルについて与えている。さらに、この半無限系での固有関数の指数関数的増大という特性が、不規則系の固有関数の局在性の主張と、どのように結びつくかを明確にしている。

この固有関数の局在性が、波の透過現象、熱伝導、電気伝導などの具体的な現象にどのように反映するかを詳しく解析し、とくに、1次元不規則系の熱伝導は一般にフーリエの法則にしたがわず、熱伝導率が境界条件、すなわち熱槽との接触の条件に著しく依存するという結果を得ている。

さらに、申請者は1次元でのいわゆる量子拡散の問題をとりあげ、1次元不規則系では弱い意味での拡散不在が起ることを証明している。

このように、申請者は、この学問分野でのいくつかの非常に基本的で重要な問題を、厳密な形でとりあげ、見事な解釈を与えており、その研究は不規則系の物理学において重要な寄与をなすものである。申請論文ならびに参考論文を通じて、申請者が非常に優れた解析能力と、深い学識をもっていることが認められる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。