

博士論文公聴会の公示(物理学専攻)

学位申請者：上岡 良季

論文題目：Some fundamental studies of critical phenomena of the Anderson transition in the Wigner-Dyson universality class
(ウィグナー・ダイソンクラスにおけるアンダーソン転移の臨界現象に関する基礎的研究)

日時：2016年2月3日(水) 16:20-17:50

場所：理学研究科 H棟 6階セミナー室 (H601号室)

主査：黒木和彦

副査：Keith Slevin、川村光、浅野建一、小林研介

論文要旨：

不純物や格子欠陥などにより結晶の不規則性が十分強くなると、電子の波動関数は空間的に局在する(アンダーソン局在)。そのため、結晶の次元性が十分高い場合には、不規則性によって、系は金属から絶縁体へと転移する(アンダーソン転移)。アンダーソン転移点近傍に現れる臨界現象は高い普遍性を持つため、その性質を解明していくことは重要な課題である。

本研究ではまず最も基本的な **Orthogonal** 対称性クラスに着目し、臨界指数の次元依存性を調べることから始めた。転送行列法を用いた数値計算で 4, 5次元の相関長の臨界指数を高精度で見積もった。この結果は、冷却原子系での有効模型を用いたアンダーソン転移の実験、理論の高次元での検証に有用である。また、非線形 σ 模型から摂動的に見積もられる臨界指数が数値計算の見積もりと食い違うことは大きな問題であった。本研究では、その要因の 1 つが近似的総和法の 1 種である **Borel-Padé** 解析にあると考え、無限次元での漸近性を正しく取り入れるように **Borel-Padé** 解析を改良することで、臨界指数の解析の見積もりを改善することに成功した。

次に、コンダクタンスに対する β 関数の数値的・解析的見積もりを行った。 β 関数はアンダーソン転移の特徴づけに有用であり、例えばアンダーソン転移の下部臨界次元や臨界指数の見積もりに用いられる。非線形 σ 模型による摂動計算から得られている金属側からの漸近展開と、絶縁体側で予想される振る舞いとを同時に取り入れられるように **Borel-Padé** 解析を拡張した。これにより **Wigner-Dyson** クラスの β 関数および臨界指数の見積もりを得た。特に、**Symplectic** クラスでは非整数次元の下部臨界次元が得られ、非整数次元に特有な **attractive** な固定点の存在が示唆される。 β 関数の理論的見積もりを検証するため、転送行列法を用いて 1 次元 **Symplectic** クラスの β 関数を数値的に計算した。その結果、**Symplectic** クラスの下部臨界次元が 1.8 次元程度であり、非整数次元に特有な **attractive** な固定点が存在し得ることが強く示唆された。