

氏名(本籍)	さいとうかずお 齊藤和夫(青森県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博甲第640号
学位授与年月日	平成元年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Numerical Studies of Quantum Systems (量子系の数値的研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 高田 慧
副査	筑波大学教授 理学博士 高野 文彦
副査	筑波大学教授 理学博士 小寺 武康
副査	筑波大学教授 理学博士 岩崎 洋一

### 論 文 の 要 旨

本論文は、量子多体系のスーパーコンピューターによる数値的研究方法の開発とその応用に関するものである。論文は二部に分かれ、第一部では一次元スピン系が、第二部では二次元電子系が取り扱われている。

第一部の量子スピン系では、トロッター公式を用いて、等価な二次元古典系に変換し、実空間転送行列法によりスピン相関関数を求め、低温極限を調べることにより、帯磁率、相関距離、各種臨界指数を求める方法が展開されている。その際、トロッター方向への外挿と絶対 $0^\circ$ への外挿が用いられている。この方法の特長は、有限トロッター数に於いて実質的に熱力学的極限と考え得るに十分大きな系の相関関数を数値的に正確に求める点にあり、上記の外挿が機能することで、この方法の有効性を示している。応用として、整数スピンと半整数スピントで等方的反強磁性点近傍の基底状態が異なるという Haldane の予想を  $S=1$  と  $S=3/2$  について調べ、確認しており、又  $S=3/2$  については実験と比較し得る帯磁率の振舞いが古典系と異なることを明らかにしている。

第二部では、電子系として、二次元 Hubbard モデルが、高温超伝導に関連して研究されている。ここでは、固体電子系の新しいシュミレーションの方法として、Langevin 法が開発され応用されている。その際、この種の他のシュミレーションにも伴う大きなフェルミオン行列の逆をとる方法として共役傾斜法が採用され、その有効性が示されている。この方法の特長は、スーパーコンピューターによるベクトル化に適した方法であることであり、種々の工夫を為すことにより、有効に働くことが示されている。論文では、今まで詳しく研究されてなかった電子の第2近接遷移の効果が調

べられており、当該モデルで超伝導の可能性あることを示唆している。

## 審 査 の 要 旨

量子多体系についての数値的研究は、スーパーコンピューターの発達に伴い、近年重要性を増している分野である。

本研究では、一次元スピン系と二次元 Hubbard モデルに対して、各々有効な数値的方法が開発され、応用されて、一次元スピン系では Haldane の予想の確認が為され、二次元 Hubbard モデルでは電子相関による超伝導の可能性が示されている。

これは、方法論的にも得られた物理結果についても、この分野への重要な貢献をなしたものと認められる。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格があるものと認める。