

Title	Relativistic Quantum Many-Body Theory
Author(s)	大作, 理文
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42482
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	大 作 理 文
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 1 5 8 1 2 号
学位授与年月日	平成 12 年 12 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Relativistic Quantum Many-Body Theory (相対論的量子多体系の理論)
論文審査委員	(主査) 教授 東島 清 (副査) 教授 赤井 久純 教授 細谷 裕 教授 阿久津泰弘 教授 土岐 博

論 文 内 容 の 要 旨

1) 「量子電磁力学的自己無撞着場理論の研究」

完全に首尾一貫した相対論的多体理論とは、量子電磁力学的に構成されるべきものであることは、自明である。よって、いかにすれば量子電磁力学的な多体理論が構築出来るのかという、基礎的な興味が生じる。本論文では、量子電磁力学的多体理論、とくに自己無撞着場とそこからの展開についての、探求を行い、さらにその作業途上で生じた幾つかの問題の吟味と、理論の応用を含めた可能性について追求した。

先ず、非相対論的理論で行われている如く、Green 関数を用いた Hartree-Fock 理論の導出を、量子電磁力学的に行った。この Hartree-Fock 理論の導出にあたり、特に理論が真空分極を正しく記述する様に注意をはらった。又、方法固有の非摂動的な繰り込みが、課題として提起された。

次に、この Green 関数による結果を参照しつつ、生成・消滅演算子で書き下された Hamiltonian の導出を行った。さらに、Wick の定理とコントラクションを従来の方法から変更する事で、この相対論的 Hamiltonian の Fermi の海の期待値が、Hartree-Fock の結果を再現する事を示した。又、相対論的な Slater 行列式の、Thouless parametrization を与えた。これは系の自由度を露わに示しており、生成・消滅演算子を用いた多体理論の展開に、極めて有用なものである。これらの準備の下、時間依存 Hartree-Fock 理論、Hartree-Fock 条件、乱雑位相近似方程式を、演算子形式に基づき、密度行列の展開によって得た。この導出過程そのものにより、展開された理論的方法の有用性・可能性の一端が示された。以上の方法によって得られた各理論は、それぞれ Dirac 真空を N -電子系と対等な力学的自由度として含んでおり、この点が本理論の扱い得る対象の可能性を拡大している。

以上、本論文により、量子電磁力学的に首尾一貫した多体理論の構築の、一例が示されたのである。

2) 「相対論的場の量子論による BCS 及び一般化された BCS の理論」

超伝導現象が自然界に広く存在する事はよく知られているが、同時に、相対論的效果も大変一般的に存在している。よって両者を同時に扱う理論に興味が持たれる。本論文では、相対論的場の量子論を用いて、BCS 及び一般化された BCS の理論の構築と、そこから導かれる諸結果についての考察を行った。

先ず、QED の Lagrangian に 4 体接触相互作用を導入、これから相対論的 Gor'kov 方程式を導出した。又、平均場の群論的考察を行い、幾つかのタイプの平均場に分解した。さらに、 s -波以外の対相互作用を扱えるよう、一般化された BCS 理論の道具立てを、相対論的に行った。

次に、各タイプの平均場を持つ Gor'kov 方程式をある条件下で解いて、一体の Green 関数を得、それらの有する諸特徴に関し議論を行った。さらにこれらを用いて gap 方程式を構成し、これを数値的に解いて幾つかの興味深い知見を得た。さらに系の物性を調べる為に、比熱、spin 常磁性、Meisner 効果に関して調べ、従来の非相対論的方法には無い新しい知見を得た。比熱では従来の方法の破綻を示し、spin 常磁性帯磁率や Meisner 効果 (London 侵入長) では従来に無い温度依存性を示すものを得た。

論文審査の結果の要旨

本論文は、(1) 量子電磁力学に基づいて平均場近似を正しく導く相対論的ハミルトニアンを、生成消滅演算子を用いて書き下し、それを用いてハートリーフォック近似および時間依存ハートリーフォック近似の相対論的拡張を行い、(2) 相対論的な BCS および一般 BCS 理論を構築し、秩序変数にある種の分解を施すことによって、ギャップ方程式を近似的に解き、可能な超伝導秩序の型とその振る舞いを考察したものである。博士 (理学) の学位論文として十分価値のあるものと認める。