



Title	相互作用するフェルミ粒子系でのt-行列の特異点について
Author(s)	山崎, 修一郎
Citation	大阪大学, 1962, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28366
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【20】

氏名・(本籍)	山崎修一郎
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 276 号
学位授与の日付	昭和 37 年 3 月 26 日
学位授与の要件	理学研究科 原子核宇宙線学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	相互作用する Fermi 粒子系での t -行列の特異点について
(主査)	(副査)
論文審査委員	教授 内山 龍雄 教授 伏見 康治 教授 山部昌太郎 助教授 砂川 重信 助教授 佐野 光男

論文内容の要旨

§ 1 序 説

§ 2 外場中の Fermi 粒子系

§ 3 相互作用する Fermi 粒子系

§ 4 Bethe-Goldstone 方程式

§ 5 議論と結論

§ 附録

ここで扱うのは同種 Fermi 粒子の系であるが、その相互作用のポテンシャルが核子間の力のように近距離での強い斥力 (hard core) とその外に続く引力の部分とからなる場合を問題にするのである。この様な場合には攝動論の第一近似乃至 Hartree-Fock の近似は無限大の行列要素を含むため適用不可能となる。この困難を避けるため、エネルギーの計算の際にポテンシャルの行列要素の代りに攝動論のさらに高次の項の一部を取り入れた t -行列を用いる方法が Brueckner により導入された。これにより hard core の困難は避けられたのであるが、相互作用が他に引力部分を含む場合にこの t -行列の要素が引力の強さの函数として特異点 (極) を持ち得る事が判って来た。この事については二つの考え方があって、一方はこの極が束縛状態にある粒子の対が系内に存在する事を意味すると解釈し、他方はこの極は近似不十分のため現われたもので近似をよくすれば元来現われるはずのないものだと解釈する。後者の立場に立てばこの極を除去するような攝動論的な項を見出す事が必要であるが、それは未だ成功していない。この論文はそれを為そうとするのである。

Brueckner の方法と攝動論の第一近似との相異は、後者が相互作用を無視した場合の二体の波動函数を用いてポテンシャルの期待値を計算するのに反し、前者が相互作用を考慮に入れた波動函数を用いる点にある。但しここでは相互作用の結果として占拠状態へ散乱する事は禁止されているものとする。この場

合占拠状態として他の粒子の占める状態ばかりでなく、励起状態に出た二つの粒子が残す空孔状態も含まれている事に注意しよう。Brueckner がこのような結果を得た理由は、一つには攝動論のエネルギー公式が中間状態として何時でも元の状態を除外するようになっているためであり、もう一つにはこの公式の中でも代表的な項だけしか取らなかったためである。しかし残りの代表的でない項は如何にも複雑で簡単な過程には対応しないけれども、波動函数の規格化という観点からは大切な意味を持っている。それ故この論文ではこれらの項の中で散乱された二粒子の残す空孔に關係ある部分を詳しく調べてエネルギーの表式を求めた。その結果として得られる表式では引力の強さの函数としての極が取除かれている。また、エネルギーを計算するのに用いる二体波動函数の運動方程式が他の粒子の占める状態への散乱は禁止するが、自ら残して来た空孔に入る事は許容する性質のものである事も示した。

以上で攝動論のどの項が従来欠けていたかが判明したが、無限に広がった系の場合は格別の注意が必要である。今までの Brueckner の理論では t -行列の極に相当する所謂共鳴エネルギー以外の処では何の異常も無いものと考えられていた。しかしここでの研究によりこの極が除かれる事と、共鳴エネルギーより更に Fermi 面に近い粒子の対に対しては従来考えられていたよりも低いエネルギーを与える分岐があり、それが系の体積とともに無限大になる事が知れた。この結論は所謂共鳴エネルギーが実在の束縛状態を表わすとの解釈を覆し、かつ他方超伝導物質の研究から知られる事実と矛盾しない。というのは第一にこのような物質ではその特性は Fermi 面に近い粒子の対によるものであり、第二にその物理的性質は相互作用の強さの函数として解析的でなく攝動論の適用が不可能だからである。 t -行列の極を除く試みは今まで成功していないが、それ等はもし仮に成功したとすると却って無限大の系に関する上記の二つの性質に反するようなものであった。

最後にこの論文が他の今までの不成功に終った試みとどこが相違しているかを述べる。今までの試みでは二つの空孔が恒対を為して運動するものとし、この対を Bose 粒子として扱っている。しかしこの対は実は二つの Fermi 粒子から成るので、同じ状態に二つの空孔は実現出来ないのである。この論文は今まで無視されていたこの事実に注目したのであって、空孔に対する排他原理を考慮したものといえる。

論文の審査結果の要旨

相互作用するフェルミ粒子系のエネルギーを計算する最も代表的な近似はハートレー・フォック近似であるが、これは原子核のように粒子間に近距離で強い斥力が働く場合には応用できぬ。この理論的取扱いの困難を避けるためブルックナーによって t -行列が導入されたが、これにも実は不都合な点があり、それがこの論文で論ずる処である。その不都合な点とは t -行列が引力の強さの函数として極を持つことであり、それを真正直に解釈すると核内の核子が共鳴状態に入ることになる。一方この解釈は不明瞭な点もあるので上記の極が理論の近似度を上げることによって除去されることを証明しようとした試みがあるのだが、これらはすべて成功しなかった。というのはある理論は、 t -行列にさらに他の極を持ち込むことになり、他のものは実でないエネルギーの値を与えたからである。当論文では、エネルギーに対して今までの人達によって考えられていなかった寄与を考えることによって、上述の理論的困難に解決を与えた。ここで判然とした結果は

①上記の極が形式的に二粒子の共鳴状態に類似してはいるが、系内に実在する束縛対を表わすものでなく、従って超電導物質との対応において従来行なわれていた解釈は、誤まりであること。

② t -行列の極を除去するような寄与は散乱された粒子対がいつでも元の状態に戻れるという事実に対応している。

③ ②の寄与を考慮する際、従来のように空孔に対してパウリの排他律が働いていることを無視すると満足な結果が得られずこれが非常に大切であること。等である。

この仕事は相互作用しているフェルミ粒子系の取扱いにおける理論的困難を解決したという意味において重要な意味を有するものである。勿論博士論文としてもその価値を十分有するものと認める。