

氏名(本籍)	よし	え	とも	てる	照 (茨城県)
学位の種類	理	学	博	士	
学位記番号	博	甲	第	279	号
学位授与年月日	昭和60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 物理学専攻				
学位論文題目	Monte Carlo Calculations with Renormalization Group Improved Lattice Gauge Action. (くりこみ群により改良された格子ゲージアクションをもつ系のモンテカルロ計算)				
主査	筑波大学教授	理学博士	岩	崎	洋 一
副査	筑波大学教授	理学博士	原	康	夫
副査	筑波大学教授	理学博士	亀	渕	迪
副査	筑波大学助教授	理学博士	宇	川	彰

## 論 文 の 要 旨

素粒子のうち強い相互作用をする陽子、中性子、パイ中間子などハドロンは、更に基本的な粒子クォークとグルーオンから構成されている。このクォークとグルーオンの基本法則は量子色力学であると考えられているが、万人を納得させるだけの定量的な理論の確証は未だ存在しない。摂動論を用いることが出来ない為に、定量的な計算が非常に難しいことによる。摂動論によらない計算法として有力な方法は格子ゲージ理論である。この格子ゲージ理論から解析的な方法によって物理量を計算することは困難であり、通常モンテカルロ法などの数値的方法によって計算を行う。

数値計算は、空間三次元時間一次元、合計四次元の物理系に対して行われる。この次元数の為に、現在利用できる最大規模の計算機を用いても $20^4$ 程度の大きさの格子が計算できる最大限のものである。格子上で計算した物理量を外挿して連続極限をとって、初めて現実の物理量と比較できる。 $20^4$ 程度の大きさの格子上で計算したものから連続極限を得る為には、ゲージ場の格子作用をうまく選んでおくことが非常に重要なことになる。この作用をくりこみ群による考察から選んだものが、くりこみ群によって改良された格子ゲージ作用(アクション)である。ここではそのような作用を用いて計算が行われている。

格子ゲージ理論では、原理的には、ハドロンのすべての物理量が計算できるはずであるが、現在の計算機的能力、また問題の重要性から考えて、基本的な物理量として、クォークと反クォークの静的ポテンシャルと、ハドロンの質量が考えられる。静的ポテンシャルの遠方での振舞から、いわ

ゆるひもの強さが求められる。著者はこの二種類の基本的な物理量を計算している。

これらの計算は歴大であるので、通常の計算機ではなかなか計算ができない。そこで、スーパー・コンピューターと呼ばれるパイプライン型の計算機を用いて計算を行っている。この計算機を用いる為には新しいアルゴリズムを開発する必要があるが、上記のひもの強さの計算、ハドロンの質量の計算の両方に対してそのような新しいアルゴリズムを開発している。

具体的には、ひもの強さは、 $12^4$ の格子の上で結合定数の大きさ $g$ を $6/g^2=2.4$ にとって計算を行っている。ここで得られたひもの強さを実験から得られている値に合わせることで、この時の格子問題を具体的に求めることができる。ハドロンの質量も、同じ結合定数を用いて、 $8^3 \times 16$ の格子の上で、クウェンチ近似と呼ばれるクォークの対発性・対消滅を無視する近似で計算を行っている。この近似は、現象論的な考察から、10%程度の近似値を得る為には問題ないと予想されている。計算した結果に、パイ中間子とロー中間子の質量を代入すると、他の陽子、デルタなどの質量を求めることができる。得られた値は現実の値と比べると、まだ大きいですが、いままで得られていた値に比べると、現実の値に近い。また、ハドロンの計算から格子間隔を求めることができるが、この値と、ひもの強さから求めた値とは非常に良く一致する。陽子、デルタの質量が現実より大きくでてきた原因について、著者は $8^3$ という大きさが、陽子などの大きさに比べて充分大きくなかった為で、この大きさを例えば $12^3$ にすれば、現実の値に近い値が得られるであろうと推論している。

## 審 査 の 要 旨

格子ゲージ理論から、ひもの強さ、ハドロンの質量などを正しく計算して出してみせることは、素粒子物理学の最重要な問題の1つである。特に、現時点で利用可能な計算機で計算可能な格子サイズの範囲内で正しく物理量を計算できるかどうかは、どの格子作用を採用するかにかかっている。著者は、世界で初めてくりこみ群で改良された格子ゲージ作用を用いて、ひもの強さとハドロンの質量の計算を行った。通常的作用を用いた計算と比べて、いくつかの改良点が見られる。1つ目は、同じ結合定数を用いたひもの強さの計算及びハドロンの質量の計算から得た格子間隔が一致した点である。これは理論が矛盾を含まないことを示す為に非常に本質的な点である。2つ目は、ハドロンの質量が現実の値に近くなった点である。これらの結果は、物理量を計算する際に、くりこみ群で改良された作用を用いる重要性を示唆すると同時に、近い将来に、格子ゲージ理論から正しい物理量が導ける可能性が強いことを示している。この仕事は、この方面の研究に寄与するところが多いと思われる。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものとみとめる。