

科学研究費補助金（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	18104005	研究期間	平成18年度～平成22年度
研究課題名	超並列クラスタ計算機による計算素粒子物理学の展開	研究代表者 (所属・職)	宇川 彰 (筑波大学・大学院数理物質科学研究科・教授)

【平成21年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準
A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○	A
	B
	C

(意見等)

格子QCD理論計算により実験で得られた質量や崩壊幅などの物理量を計算することは非常に重要である。これまでは、計算機パワーの問題でクォーク質量が大きな値しか採用できなかったが、本研究課題では現実に近いクォーク質量を使った計算がなされたことが論文として報告されている。

考えうるアルゴリズムの改善がなされて、パイ中間子の質量が155MeVのシミュレーションが実現したことは高く評価できる。この結果を実現することは非常に困難だとされていたが、演算時間を激減できたことは素晴らしい成果である。今後、各種の計算がなされて現実の実験値との直接比較や、既存の理論モデルの検証も可能になった。

u、d、sを含むハドロンの質量が非常に精度よく計算された。ほぼ実験値が完璧に再現されていることで、QCDが強い相互作用の物理の基礎理論であることの検証がなされている。さらには、カイラル摂動論の詳しい分析がなされており、軽いクォークについては良いが、sクォークのように重いクォークに関しては良くないことが示された。

今後の発展については、インスタントンの問題やクォークグルオンプラズマのシミュレーションが予定されており、しっかりと成果が出せるものと期待できる。研究者間の協力体制や成果の発表などは着実になされている。

【平成23年度 検証結果】

検証結果	研究進捗評価結果と比べ十分進展した研究成果であった。
A+	平成21年度の研究進捗評価で高い評価を得ているパイ中間子の質量が155MeVでのシミュレーションを大きく上回り、実際に実験値135MeV直上でのシミュレーションに成功した。これは世界初の結果である。この成功により、強い相互作用基礎理論の枠内で物理量を格子QCD計算手法で計算し、その結果を実験と比較することが可能となった。ハドロンの質量、強い相互作用結合定数、崩壊幅、 $\pi$ 中間子の内部構造などの計算結果が、実験値とよく合っている。これはいずれ可能になると思われたが、早期に実現された。重いハドロンの崩壊定数、クォーク・グルオン・プラズマ、インスタントンなどの計算もいずれ成功するであろう。当初の目標に無かったさらなる大きな格子での計算にも挑戦している。