

|       |        |
|-------|--------|
| 受付 ID | 15a-29 |
| 分野    | 素粒子分野  |

## 課題名 (和文) ハドロン散乱によるハドロン間相互作用の研究

## 課題名 (英文) Hadronic interaction from hadron scattering

代表者氏名 佐々木 潔

所属 東京工業大学 理学流動機構・流動研究員

## 1. 研究目的

本プロジェクトは、ハドロン二体系の散乱位相差を QCD 第一原理計算から求め、ハドロン間相互作用を QCD から理解する事を目的としている。平成 27 年度は、 $\Lambda$  粒子の  $\pi N$  系への弱崩壊を研究した。これは、ハドロン間相互作用という観点からは少し外れるが、有限体積における行列要素から無限体積における崩壊振幅を評価するのに終状態である  $\pi N$  系の構成とその散乱位相差の評価が必要であり、前年度の研究課題である  $\pi N$  ( $I, J=3/2, 1/2$ ) 系の散乱位相差の延長線上にある研究となっている。

中間子の  $\pi\pi$  系への弱崩壊過程において、 $I=0$   $\pi\pi$  崩壊振幅が、 $I=2$   $\pi\pi$  崩壊振幅と比べて極端に大きくなる(22 倍程度)という実験的事実( $\Delta I=1/2$  則)はよく知られている。これは格子 QCD の立場から解明されるべき問題であると考えられており、この線に沿ったいくつかの研究が近年報告されている。一方で、 $\Lambda$  粒子の  $\pi N$  系への弱崩壊過程においても、 $I=1/2$   $\pi N$  崩壊振幅が、 $I=3/2$   $\pi N$  崩壊振幅と比べて極端に大きい(20 倍程度)事が実験的に知られている。それゆえ、 $\Lambda$  粒子の弱崩壊過程を研究する事が、 $K$  中間子の弱崩壊過程に対して、間接的な情報を与えると期待出来る。また、 $\Lambda$  粒子の弱崩壊過程においては、時間方向に対してクォーク線非連結な寄与が存在しないため、 $K$  中間子の弱崩壊過程の研究と比較して十分な統計精度が得られる事が期待出来る。

## 2. 研究成果の内容

$\Lambda \rightarrow \pi N$  弱崩壊振幅の評価に必要な寄与に関して、必要なダイアグラム(大分類として 12 種、各分類に対して 18-72 種)の調査と、それに掛かる係数の評価を事前準備として行った。これらの全ダイアグラムに対応する行列要素のモンテカルロ計算を、HA-PACS 上で遂行した。 $\Lambda \rightarrow \pi N$  同様に、 $\Delta I=1/2$  則を示すことが知られている  $\Sigma \rightarrow \pi N$ 、 $\Xi \rightarrow \pi \Lambda$  過程に関しても、行列要素のモンテカルロ計算を行った。また、ウィルソン項に起因して連続極限で発散を与える、演算子混合の寄与についてもモンテカルロ計算を行った。現在、これらの行列要素をまとめて、物理的な弱崩壊振幅を得るためのデータ解析を行っている最中である。

### 3. 学際共同利用として実施した意義

ハドロン間相互作用の研究は、素粒子分野、超高速計算システム分野、原子核分野の学際的領域にある課題である。格子 QCD という素粒子分野における理論的定式化を、超高速計算システム分野の研究開発で可能となった大規模数値計算により実行し、得られた計算結果は原子核分野の現象論に還元される。特に、本プロジェクトで行った計算は、クォーク伝播関数を計算する部分、および、クォーク伝播関数を縮約して $\Lambda$ - $\pi$ N 行列要素を評価する部分において多大な計算コストを必要としたため、HA-PACS の GPU 性能を活用する事無しには遂行不可能であった。

### 4. 今後の展望

まず、これまでに得られたモンテカルロ・データから、物理的な( $\Lambda \rightarrow \pi N$ 、 $\Sigma \rightarrow \pi N$ 、 $\Xi \rightarrow \pi \Lambda$ 過程)弱崩壊振幅の評価を与え、実験値との比較を行う。その過程において、行列要素の S・P 波成分が混合する問題を解決する必要があるが、これは終状態の散乱位相差における S・P 波成分の分離が出来れば、解決可能であると考えている。その後、カイラル摂動論などの有効理論を援用し、バリオンの $\Delta I=1/2$  則に関する深い知見を得る事が出来たらと考えている。

### 5. 成果発表

#### (1) 学術論文

現在の所、ありません。

#### (2) 学会発表

現在の所、ありません。

#### (3) その他

- “ $\pi$ N 散乱位相差と $\Lambda$ - $\pi$ N 行列要素”, 佐々木 潔, 石塚 成人, 岡 眞, 山崎 剛, 第7回「学際計算科学による新たな知の発見・統合・創出」シンポジウム(ポスター発表)

| 使用計算機                             | 使用計算機に○ | 配分リソース*          |
|-----------------------------------|---------|------------------|
| HA-PACS                           | ○       | 700 + 150 (追加配分) |
| HA-PACS/TCA                       |         |                  |
| COMA                              |         |                  |
| ※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。 |         |                  |