

課題名 (タイトル) :

レプトン異常磁気能率の QED 摂動 10 次項の数値積分値の改良

利用者氏名 : 仁尾 真紀子

所属 : 仁科加速器研究センター 初田量子ハドロン物理学研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

本研究では H27 年度上期 G15012 の研究課題に引き続き、レプトン異常磁気能率の QED 摂動 10 項の数値積分計算を行った。

2. 具体的な利用内容、計算方法

RICC においては、従来の積分計算を引き続いて行った。摂動 10 次項のうち、光子だけの補正を表す 389 個の積分があるが、そのうち赤外発散が存在して桁落ちの危険性が大きい積分が 254 個ある。そのうち、特に数値積分の不確実性が大きいもの 104 個の積分について計算を行った。数値積分のアルゴリズム VEGAS の開発者である P. Lepage の助言を受け、現実的に可能な範囲で、一回の積分実行での積分点のサンプル点を多くすることを計画した。

HOKUSAI では FX100 において、254 個の積分のうち 150 個の比較的、収束の早い積分を行う計画を立てた。これらは RICC において偽 4 倍精度実数計算で一度、倍精度実数計算で評価されている。さらに、積分変数の選び方を変更した偽 4 倍精度の計算を行い、過去の計算結果と比較検証を行うことを計画した。

3. 結果

従来は RICC において 128 コアを使用すると、一つの積分を 10 億個の点を用いて評価するために、概ね 20 時間前後、ごく一部で 24 時間超の実行時間を要した。あらためて RICC でのチューニング条件を精査し、1 割ほどの高速化を達成した。これにより従来の 4 倍、40 億個のサンプル点を採用しても、128 コアでのバッチジョブ制限時間内である 72 時間以内で、ほとんどの積分が実行可能となった。

この統計数の増加した計算を続けた結果、104 個の積分のうち比較的簡単に収束する 50 個は目標とする数値積分値の不確実性(各々の不確実性

が 0.025 以下)までに到達した。残りの 50 余の積分については一日あたり数個から 10 個程度の計算が継続中である。

FX100 は今年度の利用の混雑度が高く、計画した計算を行うことができなかった。

積分アルゴリズム VEGAS の場合、まずは平坦な領域分割から開始し、少数のサンプル点での評価をもとに次回積分のための領域分割の軸を決めるということを繰り返す。このようにして最適な領域分割まで到達してから、多くのサンプル点を用いた大規模計算に移る。積分変数の選び方を変更すると、解析的には同一の積分であっても、数値積分としてみると全く別の被積分関数となり、一から最適領域分割を決めるための準備計算を行わなくてはならない。

今下期では、パラメタのマッピングを書き換え、準備を行うだけとなり、最適な領域分割を準備するための数値計算は実行できなかった。

4. 今後の計画

来年度 12 月の RICC の完全閉鎖まで、RICC においては残りの 50 個の積分計算を継続し、各積分の不確実性を目標値 0.025 より小さくする。

より計算の難しい積分においては、コア数を増加してサンプル数を増やすことも考える。ただし、ジョブのスケジューラによっては要求コア数を多くすると、待ち時間が長くなって、プロジェクト全体の計算資源の利用効率が落ちる可能性もあるので、そこは RICC の利用状況を判断材料に、適宜対応する。

FX100 においては運用方針の変更により、来年度は計画的な計算の実行が可能であろうと思われる。まずは、残りの 104 個の積分で、最適領域分割を得るための準備計算を完遂させ、順次、生産的な計算への移行する予定である。