

研究責任者名 Name	湯浅富久子	所属機関 Affiliation	高エネルギー加速器研究機構
受理番号 Proposal No.	12/13-12	研究課題名 Program title	ファインマン振幅の自動計算

研究を終了しましたので、下記の通り報告します。

成果の概要

Abstract

(和文)

高エネルギー加速器研究機構を中心とした本研究グループでは、素粒子反応の自動計算システム GRACE を開発してきている。最近の研究では、将来のリニアコライダー実験のために 2 ループまでの高次補正の完全な計算を数値計算のみによって確立するため、ループ積分の積分方法を直接数値計算する方法 (DCM: Direct Computation Method) を開発している。これまでの研究で 2 ループ 4 点までのループ積分に対して DCM を用いて精度のよい結果が得られることがわかってきている。一方、DCM では、5 次元以上 7 次元までの多次元積分計算を実行するため、計算時間が長大になるという課題に直面しており、並列化 DCM のプログラム開発も進めている。本研究期間中に並列化 DCM の性能評価を行うとともに、基本的な調査をすすめた。

(英文)

For large-scale calculations for the higher-order corrections in the current and future colliders experiments we have been developing the automatic system, GRACE, to evaluate the cross sections of elementary particles scattering.

We also have been developing a fully numerical method, *Direct Computation Method* (DCM), to evaluate loop integrals appearing in the calculation of two-loop order corrections. In earlier work, we devised an effective multivariate method for the loop integrals by iterated (repeated) numerical integration and extrapolation, applicable to some problem classes where standard multivariate integration techniques fail through integrand singularities. To reduce the computation time in DCM, we have developed the parallel program code on the function evaluation level in the iterated integration procedure and performed the timing test on SR16000.

研究成果を公開しているホームページアドレス

研究成果の 公表	口頭研究発表 件数	査読付きの 学術論文数	プロシーディング 論文数	その他 (投稿中を含む)
	2	0	3	1

成果の公表リスト（それぞれの枠に番号をつけて記入願います。）

口頭研究発表 Presentations at scientific meetings concerning the program		
1. 濱口 信行、石川 正：SR16000/M1 と BG/Q における性能、精度評価 情報処理学会第 136 回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会、2012 年 10 月 3 -4 日 2. 湯浅富久子:完全数値的手法によるループ積分法の並列計算、日本物理学会第 68 回年次大会広島大学、2013 年 3 月 26 - 29 日		
査読付きの学術論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (*) 不足する場合には追加願います。 Refereed Journal Articles (name of journal, volume, page, year)		
1	著者名 Author	
	タイトル title	
	雑誌名 name of journal	
	URL	
2	著者名	
	タイトル	
	雑誌名等	
	URL	
3	著者名	
	タイトル	
	雑誌名等	
	URL	
プロシーディング論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (*) 不足する場合には追加願います。 International Conference Proceedings (name of journal, volume, page, year)		
1.	著者名 Author	F Yuasa, T Ishikawa, N Hamaguchi, T Koike and N Nakasato
	タイトル title	“Acceleration of Feynman loop integrals in high-energy physics on many core GPUs”
	雑誌名等 name of journal	<i>J. Phys.: Conf. Ser.</i> 454 012081.
	URL	doi:10.1088/1742-6596/454/1/012081
2.	著者名	E de Doncker, F Yuasa and R Assaf
	タイトル	“Multi-threaded adaptive extrapolation procedure for Feynman loop integrals in the physical region”
	雑誌名等	<i>J. Phys.: Conf. Ser.</i> 454 012082.
	URL	doi:10.1088/1742-6596/454/1/012082
3.	著者名	濱口 信行、石川 正
	タイトル	SR16000/M1 と BG/Q における性能
	雑誌名等	IPJS SIG Technical Report 2012-HPC-136 No. 6 (2012)
	URL	http://id.nii.ac.jp/1001/00083946/
その他 (学位論文、紀要、投稿中の論文を含む) (URL を記載) Others (thesis for a degree, bulletin, papers to be published, etc.)		
1. URL: ftp://ftp.u-aizu.ac.jp/u-aizu/doc/Tech-Report/2013/2013-001.pdf T. Sakai and S. G. Sedukhin : “3D Discrete Transforms with Cubical Data Decomposition on the IBM Blue Gene/Q”		
特記 (本研究に関係した、新聞記事・著作、受賞など) (過去に遡っても構いません。) Special Notes (newspaper article, literary works, awards, etc.)		
1. 2.		

実施報告書

研究責任者 湯浅富久子
所属機関 高エネルギー加速器研究機構
研究課題名 ファインマン振幅の自動計算

研究組織

湯浅 富久子 (代表研究者) KEK・計算科学センター・准教授
石川 正 KEK・計算科学センター・准教授
Elise de Doncker 米国ウェスタンミシガン大学
濱口 信行 KEK・計算基礎科学拠点・研究員
酒井 智哉 会津大学・コンピュータ理工学部・修士2年

協力研究者

金子 敏明 KEK・計算科学センター・センター長・教授
清水 韶光 KEK・名誉教授
加藤 潔 工学院大学・基礎・教養教育部門・教授
栗原 良将 KEK・素粒子原子核研究所・講師

実施報告の詳細

最近の研究で、素粒子反応の散乱断面積の計算に現われるファインマン・ループ積分（積分領域内に特異性をもつ多次元複素積分）について、数値積分法と外挿法（具体的には Wynn のイプシロン算法）を組み合わせた直接計算法（DCM: Direct Computation Method）を用いて、内線に粒子が質量をもつような場合でも2ループ4点積分まで計算可能であることを示した。この計算では積分が多次元積分（現在5次元以上7次元積分まで）になるため、計算時間が長大になる。これを並列化により大幅に短縮することが必須であり、並列化プログラムの開発を進めてきている。これまでに、多次元積分法に二重指数関数型積分法を繰り返して用いる手法（DE-DCM）については並列化を終了し、2ループ積分の計算時間の短縮に成功している。しかし、特異性が積分領域の端点以外にも現れる場合も取り扱える最適型積分法を繰り返して用いる手法（DQ-DCM）については、並列化プログラムを開発中でこれを進めることが課題となっていた。本期間中に、DQ-DCMの並列版コードを作成しSR16000で性能評価を行った。結果を、国際会議で発表しプロシーディングス（査読あり）としてまとめた。