

先端研究拠点事業 - 拠点形成促進型 -

平成17年度 実施計画書

採用年度	平成 16 年度	採用番号	1 6 0 0 1	系	数物系科学	分科	物理学
------	----------	------	-----------	---	-------	----	-----

研究交流課題名 (和文) 計算素粒子物理学の国際研究ネットワークの形成

(英文) International Research Network for Computational Particle Physics

研究交流課題に係るホームページ : <http://www.rccp.tsukuba.ac.jp/ILFTNetwork/>

経費支給期間 平成 16 年 4 月 1 日 ~ 平成 18 年 3 月 31 日(24 ヶ月)

先端研究拠点事業としての全期間(経費支援終了後5年間を含む)を通じた交流目標

素粒子物理学は、物質を構成する基本粒子とその相互作用を探る学問である。その理論的研究には、最先端のスーパーコンピュータを用いた大規模シミュレーションが極めて重要な役割を果たしており、「計算素粒子物理学」と呼ぶべき分野を形成しつつある。本計画は、当該分野における日米欧の主要研究拠点を結び、大規模シミュレーションの生成データを共有して研究推進を図ることを目的とする International Lattice Data Grid を構築し、それを共通基盤として、国際的な研究協力体制を構築することにより、素粒子物理学の理論的研究を推進することを目的とする。

前年度までの交流活動による目標達成状況

平成 16 年度に開催した 2 回のインターネットワークショップでの検討により、ILDG 構築作業において、middleware 開発の基本となる共通インターフェースについて世界標準の合意が得られた。これを基本として各国グループがインターフェースの開発を進め ILDG の稼動開始に向けることとなった。格子 QCD 用の専用計算機として、米国・英国において QCDOC が稼動を開始し、ドイツにおいても ApeNEXT が近いうちに稼動する。我が国においても、筑波大学計算科学研究センターの次期高速計算機システムが稼動するので、生成データ量にも急速な成長が予想され、ILDG の整備が一層の急務である。

物理課題については半年サイクルのワークショップにおいて検討を行っている。インフォーマルな形式で、講演と質疑応答に十分な時間を取ることで、世界的にも最もアクティブな参加拠点群における最新の成果の検討が可能となり、本事業参加者の間で深い討議の行われる、内容的に非常に濃い会合となった。また、大学院生を含む若手研究者が十分な発表時間を与えられ、国際的な舞台上でシニア研究者との交流を深める機会となったことも若手育成に極めて役立っている。研究者交流では、若手研究者に加えて、優秀な大学院生を相手国拠点に長期派遣することができ、相手国からも高い評価を得ることができている。

本年度の交流計画の概要

(共同研究)

前年度の成果を踏まえ、拠点形成と物理研究の推進を念頭に、4つの共同研究を実施する。

(1) ILDG middleware の開発: ILDG の稼動に向けて、データのサーチ・ダウンロードを行うための middleware の開発を行う。参加各国の研究者間で各種の調整が必要となるため、日本及び米国で各1回の技術討議会合を実施する。

(2) 軸性ベクトルカレントの非摂動的 $O(a)$ 改良: ハドロンの基本物理量の一つである崩壊定数の精密計算のための非摂動的研究を、日本・ドイツの国際協力により実施する。技術検討のため日本側から一回ドイツに派遣、ドイツ側からは第四回セミナー(日本開催 下記参照)開催時に派遣を得て、共同研究を推進する。

(3) オブジェクト指向格子 QCD コードの開発: 各種格子 QCD 専用計算機の開発が行われる一方、計算に採用される作用も様々になり、コード開発を標準化する必要性が強くなっている。日本・米国間でこのための作業を行う。主として日本から米国への派遣調査と現地での共同研究を実施する。

(4) 格子 QCD の展望: 本事業による ILDG の構築とそれによる国際的な研究環境の実現を念頭において、今後推進すべき計算素粒子物理学のテーマの精査並びに問題解決の手法の検討のために、日本・米国・英国・独国・伊国の共同研究を実施する。検討結果は報告書として出版を予定する。

(セミナー)

(1) 第三回セミナー: 「軽い力学的クォークを用いた格子 QCD シミュレーションによるハドロン物理」

本計画も2年目を迎え、昨年9月に開催された第1回セミナーでの種々の問題提起、本年3月に開催された第2回セミナーでの問題解決への研究の進展の報告などを受けて、実際にどのように問題が解決されつつあるのかを総括する。特に、米国・英国で稼動が開始された QCDOC による成果は大いに期待される所であり、集中的な討議を行う。開催は、米国バージニア州 Jefferson Lab において10月3日 6日を予定する。

(2) 第四回セミナー: 「国際研究ネットワークによる格子 QCD の研究」

2年間の本研究を終えるに当たってこの2年間の活動を総括することを目的としている。2年間の活動を通して議論されてきた種々の点についてのこの時点での結論を出し、この分野での研究協力の発展とそれによる問題解決の枠組を将来的にどのように遂行して行くかを議論して行く。開催は、日本とし平成18年度3月1日 4日。本セミナーの内容を含め、本事業の成果報告を出版する。

(3) ILDG ワークショップ

第6回ワークショップ(5月12日を予定)、第7回ワークショップ(12月を予定)を開催し、ILDG 構築に向けての討議・調整を進める。いずれもインターネット会議形式を採用する。

(研究者交流)

日本から若手研究員2名を米国に派遣する。また、独国及び米国から主として非摂動繰り込みを専門とする研究者を受け入れ研究方法等の技術情報交換を行う。また研究者交流として明記しないが、若手研究者・学生を共同研究及びセミナー事業に極力参加させ、国際的経験のある若手育成に資する。

実施組織

日本側実施組織

拠点機関	国立大学法人筑波大学
実施組織代表者 職・氏名	学長・岩崎洋一
コーディネーター 所属部局・職・氏名	計算科学研究センター・教授センター長・宇川彰
協力機関数	4
協力機関名	高エネルギー加速器研究機構・広島大学・金沢大学・京都大学

相手国側実施組織 1

国名	アメリカ合衆国
拠点機関	Fermi National Accelerator Laboratory
コーディネーター 所属部局・職・氏名	Theory Division Senior Scientist Paul Mackenzie
協力機関数	14
協力機関名	Boston University, Columbia University, Brookhaven National Laboratory, MIT, UCSB, Jefferson National Accelerator Facility, University of Arizona, Indiana University, University of Utah, University of Illinois at Urbana-Champaign, Ohio State University, University of Connecticut, DePaul University

相手国側実施組織 2

国名	英国
拠点機関	University of Edinburgh
コーディネーター 所属部局・職・氏名	School of Physics Professor Richard Kenway
協力機関数	4
協力機関名	University of Glasgow, University of Wales Swansea, University of Southampton, University of Liverpool

相手国側実施組織 3

国名	ドイツ
拠点機関	Deutches Electronen Synchrotron
コーディネーター 所属部局・職・氏名	John von Neumann Institute for Computing Group Leader Karl Jansen
協力機関数	5
協力機関名	Humboldt University at Berlin, University of Bielefeld, University of Muenster, University of Regensburg, Max Planck Institute fuer Physik

相手国側実施組織 4

国名	イタリア
拠点機関	University of Rome I
コーディネーター 所属部局・職・氏名	Dept of Physics・Professor・Guido Martinelli
協力機関数	3
協力機関名	Univ. of Rome II, Univ. of Rome III, Univ.of Milano

共同研究による交流計画

【研究課題・テーマ別の内容】(研究課題・テーマ別に作成してください。)

整理番号	1
研究課題・テーマ名	(和文) ILDG middleware の開発
	(英文) Development of ILDG middleware
代表者 国名	日本
氏名・所属・職	(和文) 佐藤三久・筑波大学・教授
	(英文) Mitsuhsa Sato・Univ. of Tsukuba・Professor
17年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	<p>International Lattice Data Grid (ILDG)において、計算素粒子物理分野の計算データを安全に共有するためのミドルウェアを各国の研究者と共同して開発を行う。開発に最しては、各国の拠点で蓄積されているデータに対するアクセスに対して相互接続性を保証をするために、Web Service 技術を用いたインタフェースを共通にする。</p> <p>グリッド技術と web Service 技術を用いたミドルウェアを開発することにより、インターネットによるデータ共有が円滑に行うことができるようになり、研究協力が促進される。さらに、データが共有化され、統合化されることにより、大規模データの利用した研究や利活用が可能になる。</p>

整理番号	2
研究課題・テーマ名	(和文) 軸性ベクトルカレントの非摂動的 O(a)改良
	(英文) Non-perturbative O(a)-improvement of axial vector current
代表者 国名	日本
氏名・所属・職	(和文) 金児隆志・高エネルギー加速器研究機構・助手
	(英文) Takashi Kaneko・KEK・assistant
17年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	<p>日本側では、これまで、クォークのダイナミクスを考慮した格子 QCD の数値シミュレーションを行い、ハドロンの質量、崩壊定数等の高精度決定に取り組んできた。しかし、その結果、摂動論によって O(a) 改良、くりこみをした軸性ベクトルカレントを用いて計算された崩壊定数が非常に大きな格子間隔依存性を持ち、連続時空への極限值を精度良く決めることができないことが明らかになった。</p> <p>一方、ドイツ側でも物理量の高精度決定を目指し、格子作用と演算子を非摂動的に改良する方法を考案し、その改良係数の計算を精力的に行ってきた。本共同研究では、両者の経験を活かして、崩壊定数の高精度決定に向けた軸性ベクトルカレントの O(a)改良係数の非摂動論的計算に取り組む。特徴は、既に日本側で得られた崩壊定数のデータに適用できるよう、改良されたゲージ作用を用い、クォークのダイナミクスを考慮して計算を行うことである。これによって、比較的短期間に崩壊定数の値を得ることができると期待される。</p>

整理番号	3
研究課題・テーマ名	(和文)オブジェクト指向格子QCDコードの開発
	(英文) Development of object-oriented lattice QCD codes
代表者 国名	日本
氏名・所属・職	(和文)青木慎也・筑波大学・教授
	(英文) Sinya Aoki・Univ. of Tsukuba・professor
17年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	<p>格子QCDシミュレーションに使われる大規模計算機は、特に国内ではこれまで主としてベクトル型スーパーコンピュータか、その流れをくむアーキテクチャのものであったが、最近キャッシュを最大限活用する一般的なPCなどのクラスターに移行しつつある。そこでのプログラミングは、従来のベクトル型のものとは異なり、性能よりも保守性を重視したオブジェクト指向にもとづくものが求められる。一方、最大限の性能を引き出すためにはアセンブリ言語を手書きするなど高度な最適化が必要である。QCDで必要となるプログラムはもちろん、計算機のアーキテクチャも各国で共通のものが使われているため、各国がそれぞれの経験を持ち寄ってより使いやすく、かつ高い性能を得られるコードを開発することで、研究をさらに加速することが期待できる。17年度は、このための情報交換および将来のコードの共同開発のための戦略を立てる。日本側では、そのプロトタイプを構築する。</p>

整理番号	4
研究課題・テーマ名	(和文)格子QCDの展望
	(英文) Perspectives in lattice QCD
代表者 国名	日本
氏名・所属・職	(和文)蔵増嘉伸・筑波大学・講師
	(英文) Yoshinobu Kuramashi・Univ. of Tsukuba・Lecturer
17年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	<p>格子ゲージ理論のこれまでの発展と現状について各テーマごとに集中的な討議を行い、それをもとに広い視野にたって今後の課題と進むべき方向性について議論を行なう。</p> <p>今後の課題と進むべき方向性について共通認識を持つことが、今後の新たな共同研究へとつながる。また、集中的な討議の場に若手・大学院生を参加させ、若手研究者の育成および交流に役立たせる。</p>

セミナー開催予定

セミナー名 (和文)	軽い力学的クォークを用いた格子QCDシミュレーションによるハドロン物理
(英文)	Hadron physics from lattice QCD simulations with light dynamical quarks
開催予定期間	2005年10月3日－10月6日
開催国・場所(和文)	アメリカ・ジェファーソン研究所
開催国・場所(英文)	Jefferson Lab., 12000 Jefferson Avenue, Newport News, VA23606, USA
日本側開催責任者 (所属・職・氏名)	筑波大学計算科学研究センター・教授、センター長・宇川彰
相手国側開催責任者 (所属・職・氏名)	Jefferson Lab., senior scientist, David Richards
参加者数	56 人

セミナー名 (和文)	国際研究ネットワークによる格子QCDの研究
(英文)	Lattice QCD via International Research Network
開催予定期間	2006年3月1日－3月4日
開催国・場所(和文)	日本・葉山
開催国・場所(英文)	Hayama, Japan
日本側開催責任者 (所属・職・氏名)	筑波大学計算科学研究センター・教授、センター長・宇川彰
相手国側開催責任者 (所属・職・氏名)	University of Edinburgh, Professor, Richard Kenway他
参加者数	57 人