

受付ID	15a-33
分野	素粒子

## 格子 QCD 共通コードの超並列 GPU・メニーコアクラスタ計算機への実装

Implementation of Lattice QCD common code to large scale parallel supercomputer with GPU and manycore acceleration

根村英克

筑波大学計算科学研究センター

### 1. 研究目的

格子 QCD 共通コードプロジェクトは、2008 年より発足した新学術領域研究「素核宇宙融合による計算科学に基づいた重層的物质構造の解明」の中の A04 班「分野横断的アルゴリズムと計算機シミュレーション」のプロジェクトのひとつとして開始された。そこで掲げられた目標は、『(a) 初心者にも使いやすく、理解可能であるシンプルな構造を持つこと。(b) 修正、追加が簡単に出来ること。(c) 検証や管理が容易であること。(d) 並列化や演算加速機などにも対応していること。(e) 十分な計算スピード(効率)を持つこと。特に、計算機固有の最適化も可能であること。』である。この格子 QCD 共通コードは、2012 年 7 月に最初の公開版が発表された。最新版は、2016 年 1 月に公開されたバージョン 1.3.2 である。

本共通コード開発プロジェクトの活動の大きな柱のひとつは、共同利用可能な大型計算機を具体的なターゲットとして、その性能を引き出せるようにコードの開発を継続し、今後の本格的な研究への適用に向けて整備していくことである。従って、本学際共同利用プロジェクトへの応募の目的は、(1)HA-PACS など演算加速機構を持つ大型計算機の性能を引き出すようなコードの開発を行うことにより、格子 QCD 共通コードの有用性を高めること、(2)それに伴って、格子 QCD 共通コードのユーザー数を増やすこと(格子 QCD 計算を主としている研究者だけでなく原子核や宇宙など関連分野の研究者が格子 QCD 計算を理解するための教材的な役割も含める)、(3)ひいては、原子核や宇宙などの関連分野を含めた日本における基礎科学研究体制の層の拡大・充実に資することである。

### 2. 研究成果の内容

活動開始以来、国際会議等で講演発表を行い、会議報告書を発表している。2015 年度では、以下の 5.成果発表に記したように講演発表もしくはポスター発表を行い、会議報告書を発表した。これまで格子 QCD 共通コードを用いた論文が(こちらで把握しているものについて)13本出版されており、その情報は、以下のページ [<https://www.bridge-hpc.org/dokuwiki/>]から参照できる。

### 3. 学際共同利用として実施した意義

他分野で盛んに行われているように、格子 QCD 計算においても、GPU のような演算加速機構を備えた大規模並列計算機を活用する例が増えてきている。ただし、QUADA に代表されるように演算加速機構に専用のコードを使用する機会が多い。それに対して、我々が行っている格子 QCD 共通コード開発プロジェクトでは、スーパーコンピュータからワークステーションまで、幅広い環境で利用されることを想定している。更にこれら様々な環境で、ある程度のパフォーマンスを提供することを目的として開発を行っている。GPU お

よび TCA を搭載した超並列大型計算機の典型的な環境である HA-PACS 上で高い性能を発揮できるようにコード開発を行い、演算の高速化が達成できれば、格子 QCD 分野の更なる発展が期待される。

また、今後のペタスケールからエクサスケールへと期待される計算機は、オーダー 10,000 を超えるメニーコアの環境となっていくと考えられる。その発展の方向性に合わせて、格子 QCD 用コードの基礎を築いていくためにも、現状の最新技術が盛り込まれた具体的な環境として HA-PACS 並びに COMA(PACS-IX)は最適であると考えられる。

#### 4. 今後の展望

本申請課題によって HA-PACS など高い性能での計算が可能となれば、この共通コードを用いた本格的な計算のためのターゲット計算機として HA-PACS やメニーコアを有する将来の大型計算機を利用した具体的な研究計画を立てて、実行に移していくための道筋が付けられると考えている。

#### 5. 成果発表

##### (1) 学術論文

- [1] H.Matsufuru et al., OpenCL vs OpenACC: Lessons from Development of Lattice QCD Simulation Code, Procedia Computer Science 51 (2015) 1313-1322 <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.316>
- [2] S.Ueda et al., Lattice QCD code Bridge++ on multi-thread and many core accelerators, PoS LATTICE2014 (2015) 036 <http://inspirehep.net/record/1373046>

##### (2) 学会発表

##### (3) その他

- [1] H. Matsufuru, for Bridge++ Project, "OpenCL vs OpenACC: lessons from development of lattice QCD simulation code", ICCS2015: International Conference on Computational Science (1-3 June, 2015).
- [2] S. Motoki, for Bridge++ Project, "Lattice QCD code set Bridge++ on arithmetic accelerators", The 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2015), 14-18 July, 2015.
- [3] S. Ueda, for Bridge++ Project, "Collaborative code development, through the development of the lattice common code `Bridge++'", Symposium on 「Quarks to Universe in Computational Science (QUCS 2015)」, 4-8 Nov, 2015.

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS	○	144 時間
HA-PACS/TCA	○	72 時間
COMA	○	81.75 時間
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		