

# 計算科学アライアンス海外派遣報告書

理学系研究科物理学専攻・藤堂研究室

博士 2 年 Xu, Ruqing



Figure 1 FCRC 大会議場

申請者は、ACM FCRC (Association for Computing Machinery's Federated Computing Research Conference) の一環として開催された ACM ICS (International Conference on Supercomputing) 会議に参加しました。FCRC 会議は、コンピューターハードウェア、アルゴリズム、ネットワークなど、多くの側面を特徴とする総合的な会議です。FCRC 会議の中でも、ICS は高い評価を得ているスーパーコンピューティング技術に関する会議です。これは、アメリカ計算機学会 (Association for Computing Machinery) が主導し、世界中から集まった多くの専門家が参加する国際会議です。主な目的は、スーパーコンピューティング技術の最新の進歩と応用について深く理解し、その結果を広く共有することです。今回申請者はこの ICS 会議に参加し、「Towards a Unified Implementation of GEMM in BLIS」という会議論文を発表し、さらに、世界各地から集まった多くの専門家と議論する機会を得ました。

初日のセッションは、主催者からの開会の辞および最優秀論文パネルで構成されていました。発表された最優秀論文のうち、Tennessee 大 Neil Lindquist 氏の「Using Additive Modifications in LU Factorization Instead of Pivoting」は、申請者が汎用変分モンテカルロアプリ「mVMC」(<https://www.pasums.issp.u-tokyo.ac.jp/mvmc>)の開発で解決しようとしている速度及び安定度問題との親和性から、注目を集めました。彼らは、密線形方程式の系の直接解法では数値安定性確保のために使用したピボット操作が同期やデータ移動による性能損失に着目し、加法的な更新を通じて数値安定性を得る代替手段を提案した。彼らのこのアプローチは、GPUにより高速化された数値線形代数ライブラリであるSLATEを使用して実装し、Summit スーパーコンピュータ上で評価しました。そこでは、部分ピボット付きガウス消去法と比較して同等の精度で最大5倍の速度向上を提供することが出来ました。

申請者のセッションが、2日目に割り当てられました。私の研究では、行列積の伝統的な実装、すなわちGotoBLASアルゴリズムにおけるパッキングのコストと利益を分析しました。その後、パッキング有りコードとパッキングなしコードの間のパフォーマンスギャップを埋めるための新しい統合アプローチ「GEMMFIP」を提案しました。このアプローチは、BLAS-like Library Instantiation Software (BLIS) フレームワークで実装しました。これにより、問題の大きさスペクトル全体でのパフォーマンスが向上します。その結果、「小さな行列」アプローチと「大きな行列」アプローチの間の選択ヒューリスティクスを表現し、パラメータ化する必要性を排除するため、汎用ライブラリのチューニングが簡単になります。セッションの後、質問してくれた理研 R-CCS 所属のMohamed Wahib氏と議論を展開し、BLISにおけるKernel/Compiler相互作用や、「富岳」A64FXのメモリ特性についてより深く理解を得ました。

ACM FCRC への参加後、申請者はテキサス州ダラスの南メソジスト大（化学専攻）へと向かいました。そこで申請者はDevin Matthews教授と会い、反対称数値線形代数アルゴリズムの体系的な形式化に関する進行中の作業について議論しました。私たちはこのプロジェクトの未来の作業と実装についての計画を立てました。そこで更なる貢献が期待できます。