



国立大学法人長崎大学

**GPU クラスタによる高性能計算技術の実証：
長崎大学濱田剛テニュアトラック助教らの
GPU クラスタによる計算がゴードン・ベル賞を受賞**

1. 研究の概要

国立大学法人長崎大学は、独立行政法人理化学研究所、ブリストル大学、電気通信大学、慶應義塾大学と共同で GPU（ゲームの描画処理用のプロセッサとして発展し、コストパフォーマンスに優れたグラフィックス向けプロセッサ）の科学計算に向けた応用研究を進めています。今回、本グループは 380 台の GPU を並列に動作させることで、天文学・流体力学への応用計算において、158 テラフロップス(毎秒 158 兆回計算)の実効性能を達成しました。長崎大学の濱田剛テニュアトラック助教と、ブリストル大学の横田理央研究員、理化学研究所の似鳥啓吾基礎科学特別研究員らによる共同研究の成果です。この成果は、2009 年 11 月 14～20 日に米国オレゴン州ポートランドで開かれた国際学会「Supercomputing 2009」において、高性能計算の世界で最も権威のある賞の一つであるゴードン・ベル賞（Price/Performance 部門）を受賞しました。

本研究においては、長崎大学に構築した大規模な GPU クラスタを利用し、その上に天文学向けにはツリー法、流体計算では高速多重極法と呼ばれる手法を実装しました。これらは実用的に用いられている高速な計算手法ですが、その反面複雑で並列化がしにくく、GPU による並列化が難しかった手法です。しかし、新しく開発した「マルチウォーク法」により効率の良い並列化を可能とし、高い効率を得ることに成功しました。

近年、GPU の科学技術計算などへの応用は非常に盛んに行われるようになりましたが、GPU を大規模に並列化しても、実用的な計算手法に対して高い実効性能が得られた例はほとんどありませんでした。今回の成果は、GPU 並列化による計算において、これまでで最速の計算性能であるとともに、GPU を 100 台規模で組み合わせることで、スーパーコンピュータを構築することができることを実証しました。今後の GPU の並列利用に向け弾みがつくとともに、生命科学などの広い分野のシミュレーションの加速が期待されます。

2. 今後の展望

GPU の特徴は、安価でしかも性能あたりの消費電力が低いことです。これにより低消費電力で安価なスーパーコンピュータの構築が可能になります。また、将来のスーパーコンピュータにおいては、GPU のような加速装置（アクセラレータ）の利用、メニーコアプロセッサ（大量のコアを並列にしたプロセッサ）の利用が、性能面ならびに消費電力面から必須です。本研究などによりアクセラレータ・メニーコア技術の利用技術を確立し、ソフトウェア資産を蓄積するとともに、来るべきエクサフロップス(毎秒 100 京回計算)スーパーコンピュータに向けた次世代のプロセッサ開発に貢献していきます。



受賞式の様子



濱田 剛 長崎大学テニユアトラック助教



論文の著者（一部）



長崎大学 GPU クラスタ

本研究は、長崎大学において文部科学省特別教育研究経費（研究推進）「新世代 GPU 型スーパーコンピューティング環境の実現」の支援により研究を進めてきたものです。

（問い合わせ先）

長崎大学 工学部

超高速メニーコアコンピューティング研究センター

センター長 小栗 清（おぐり きよし）

TEL : 095-819-2570 FAX : 095-819-2575

長崎大学、 2009年のゴードン・ベル賞を受賞

2009年11月14~20日に米国オレゴン州ポートランドで開催されたスーパーコンピュータ国際会議で、長崎大学「超高速メニーコア・コンピューティング研究センター」の濱田テニユア・トラック助教らの論文が、ハイ・パフォーマンス・コンピューティングの世界でもっとも権威のあるゴードン・ベル賞 (Price/Performance部門) を受賞しました。

受賞した論文のタイトル

42 TFlops Hierarchical N-body Simulations on GPUs
with Applications in both Astrophysics and Turbulence

「天体物理と乱流解析のための
GPUクラスタ上で42Tflopsの性能を持つ
階層化N体シミュレーションプログラム」

論文の著者

濱田 剛(長崎大)、横田 理央(英ブリストル大)、似鳥啓吾(理研)、成見 哲(電通大)、泰岡 顕治(慶応)、泰地 真弘人(理研)、小栗 清(長崎大)

論文の内容

N体問題ならびに乱流解析を解く、粒子法の高度なアルゴリズム2種：バーンズ・ハット・ツリーコード (Barnes Hut Treecode) と高速多重極法 (FMM: Fast Multipole Method) のGPUクラスタによる世界最高速のプログラムを開発した。バーンズ・ハット・ツリーコードをGPUクラスタによりどのように高速化するかの方法に特徴があり、256台のGPUを使って、1,608,044,129体計算を42.15TFlopsの性能で実行できる。高速多重極法のプログラムは、16,777,216粒子の乱流解析を20.2TFlopsの性能で計算できる。

GPU: Graphics Processing Unit Tflops: 1秒間に1兆回実数の計算が出来る性能
粒子法: 数値解析手法の名称、他に差分法、有限要素法、境界要素法などがある。

ゴードン・ベル賞とは

計算機設計者として著名な米国のゴードン・ベル(Gordon Bell)氏が並列計算技術の推進のため1987年に創設した賞で、運営は米国電気電子学会コンピュータ協会(IEEE Computer Society)が行っており、高速科学計算のオリンピックとも言えるものです。

ゴードン・ベル賞は並列計算機を実用的な科学技術計算に応用し、その年に最も優れた性能を出したプロジェクトとその関連した人々に与えられます。性能賞、価格性能賞、特別賞の部門があり、それぞれ応募のあった論文の中から候補論文がノミネートされ、11月に米国で開催されるスーパーコンピューティング国際会議の会場で最終受賞者が決定されます。

これまでのゴードン・ベル賞受賞者

| 年 | 部門 | 受賞者 | ノミネーション数(日本チーム) |
|------|-------------------------------------|---|-----------------|
| 2009 | Peak Performance | Oak Ridge National Laboratory, Cray | 9(1) |
| | Price Performance | 長崎大学, NVIDIA GPU Cluster | |
| | Special Category | IBM, Lawrence Livermore National Laboratory, IBM Blue Gene | |
| | Special Category | D. E. Shaw Research, ASIC | |
| 2008 | Peak Performance | Oak Ridge National Laboratory, Cray | 6(0) |
| | Special Category | Lawrence Berkeley National Laboratory | |
| 2007 | Peak Performance | Lawrence Livermore National Laboratory, IBM | 4(2) |
| 2006 | Peak Performance | U. of California, Lawrence Livermore National Laboratory, IBM, Carnegie Mellon U. | 6(4) |
| | Special Category | IBM, Lawrence Livermore National Laboratory | |
| | Peak Performance (Honorable Merit) | 理研, Intel | |
| 2005 | Peak Performance | Lawrence Livermore National Laboratory, IBM | 6(1) |
| 2004 | Peak Performance | 海洋研究開発機構 | 4(1) |
| | Special Category | Sandia National Laboratories, Abaqus Corp., U.C. Berkeley | |
| 2003 | Peak Performance | California Institute of Technology, 海洋研究開発機構 | 6(2) |
| | Special Category | Carnegie Mellon U., New York U., Pittsburgh Supercomputing Center | |
| | Special Category | 東大, 国立天文台 | |
| 2002 | Peak Performance | 海洋研究開発機構, NEC, NEC情報システムズ, 産総研, 宇宙開発事業団 | 6(4) |
| | Special Category | 海洋研究開発機構, NEC, 原研 | |
| | Special Category | 海洋研究開発機構, 名古屋大 | |
| | Special Category | Sandia National Laboratories, U. of Colorado at Boulder | |
| 2001 | Special Category | U. of Illinois at Urban-Champaign | 7(2) |
| | Peak Performance | 東大, 国立天文台 | |
| | Price Performance | Seoul National U. | |
| 2000 | Special Category | U. of Chicago, Northern Illinois U., Max Planck Institute for Gravitational Physics | 6(2) |
| | Peak Performance | 理研, 慶應大 | |
| | Peak Performance | 東大 | |
| | Price Performance (Honorable Merit) | U. of Kentucky | |
| 1999 | Special Category | U. of Chicago, Intel | |
| | Performance | Lawrence Livermore National Laboratory, U. of Minnesota | |
| | Price Performance | 東大 | |
| | Special | NASA Langley Research Center, Argonne National Laboratory | |
| | Special | U. of Chicago, Argonne National Laboratory | |

受賞の様子



長崎大学GPUクラスター

190 Core i7 Cpus
360 Gpu Cards
760 Gpu chips
2.93 TB Memory
60.8 TB HD



研究に対する支援状況

文部科学省特別教育研究経費(研究推進)
「新世代GPU型スーパーコンピューティング環境の実現」

今後の研究計画

工学部の研究センターから今後は長崎大学の研究センター(仮称:長崎大学アドバンスト・コンピューティング・センター)として拡充し、今回の受賞で認められたコスト性能比に優れたスーパーコンピュータのハードウェア技術ならびにソフトウェア技術とこのスーパーコンピュータで可能になる科学技術の研究を一体として進める予定としています。