

[紹介]

サイバーサイエンスセンター—高性能計算技術開発 (NEC) 共同研究部門のご紹介

部門主任教授 小林広明

1. はじめに

東北大学と NEC は、東北大学サイバーサイエンスセンター内に「高性能計算技術開発 (NEC) 共同研究部門」を 2014 年 7 月 1 日に設置し、4 年間の活動期間を設けて、将来の学術基盤・社会基盤として期待される次世代スーパーコンピュータの技術研究を行っています。本稿では、本研究部門の活動について簡単にご紹介します。

2. 設置の背景

東北大学と NEC は 1958 年にパラメトロン式の電子計算機 SENAC-1 (NEAC-1102) を共同開発しており、その後も継続して高性能計算技術の研究や、ユーザアプリケーションの高速化・並列化に関する研究を行ってきました。東北大学で稼働してきたベクトル型スーパーコンピュータは、高いメモリ性能を活かし、地震・津波・気候変動シミュレーション解析などの防災・減災に関する研究開発や、最新の航空機開発など、最先端のものづくり分野を含む幅広い計算科学分野において活用され、多くの研究成果をあげています。2015 年 2 月から運用し全国の研究者に活用していただいているサイバーサイエンスセンターの新スーパーコンピュータシステム「SX-ACE」の開発においても、これらのノウハウが活用されております。また東北大学と NEC は、文部科学省の委託業務である「将来の HPCI システムのあり方の調査研究」(2012~2013 年度) に共同で参画し、エクサスケールコンピューティングに向けて、特に高いメモリバンド幅を要するアプリケーションに適したシステムの実現性について、有用な知見を得てきました。このように東北大学と NEC は、60 年近くもコンピュータシステムとその高性能化、およびシステムソフトウェアとアプリケーションに関する共同研究を実施して参りました。

3. 設置の目的

このような背景のもと、東北大学に高性能計算に関する産学共同研究拠点を形成し、次世代スーパーコンピュータ実現のための要素技術とそれを最大限に活用した高度シミュレーションの研究開発を行い、それをもって我が国の HPCI 基盤の強化・発展に資することを目的として、東北大学の研究者と NEC の技術者が密接に連携して研究に取り組む「高性能計算技術開発 (NEC) 共同研究部門」がサイバーサイエンスセンターに設置されました。活動を通じて、日本の高性能計算環境の強化・発展に貢献するとともに、高性能シミュレーション技術の先端科学技術分野や学際融合分野への応用を促進していきたいと考えています。そしてこれらの成果を、近年特に重要性が高まりつつある防災・減災、ものづくり分野に還元することにより、災害に強い国土づくり、グロ

ーバルな産業競争力の形成に貢献していきます。また、東北大学の関連する大学院研究科や国内外の研究機関等と積極的な共同研究や人材交流を通じて、今後の計算科学・計算機科学分野における実践的な人材育成にも取り組みます。

4. 共同研究部門の体制と研究内容

本共同研究部門の開設に伴い、東北大学サイバーサイエンスセンターおよび同情報科学研究科から研究者および技術系職員、NEC から技術者が参加し、研究活動を行っています。また、外部から客員教授2名、客員准教授1名を任用し、本学の教員と連携して研究教育に従事しています。また、本年10月以降には専任の教員を配置する予定です。図1に現在の体制（サイバーサイエンスセンター組織図）を示します。

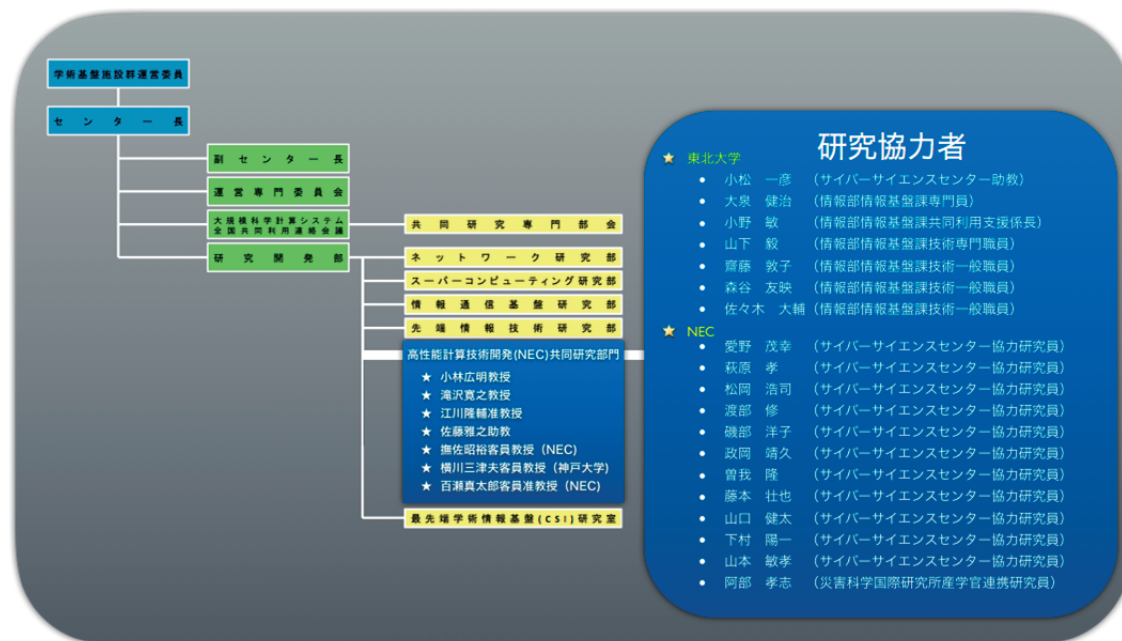


図1 高性能計算技術開発 (NEC) 共同研究部門体制図

主な研究内容は、次世代スーパーコンピュータに必要とされる要素技術と、地震・津波・気候変動シミュレーション解析などの防災や、最新航空機開発など先進ものづくりなど様々な科学的・社会的課題を解決するためのアプリケーションプログラムの研究開発に取り組みます。

・次世代スーパーコンピュータに向けた要素技術の研究

プロセッサアーキテクチャ、ノード・メモリシステム、ネットワークシステム、I/O・ストレージシステムの設計と、それらの実現に求められるデバイステクノロジーなどを対象としています。またマルチノード・ベクトルスーパーコンピュータシステムにおいて求められる高効率のベクトル処理や、大規模並列化技術の研究開発を実施します。

・アプリケーションプログラムの高速化・並列化技術の研究

防災・減災、ものづくり分野などのアプリケーションプログラムの特性解析技術、高速化技法、大規模並列化技術などの研究を行います。また、その知見を次世代・次々世代のスーパーコンピュータ設計へ活かします。

取り組みの具体的な例をご紹介しますと、先ず、世界的な性能評価指標である HPCG を使った SX-ACE の性能評価があります。他のペタフロップス級のスーパーコンピュータがピーク性能の 0.3%~5%程度しか性能を引き出せないのに対し、本研究部門では HPCG の SX-ACE 用チューニングを施し、ピーク性能の 10%を超える実効性能を達成しました。このことは、量に頼らず質の高い高性能計算が実現できることを示唆します。本成果は 2014 年 11 月に米国ニューオーリンズで開催された世界最大のスーパーコンピュータに関する国際会議 SC14 の HPCG ベンチマークに関するセッションにおいて報告され、その潜在能力が高く評価されました(文献 1, 2)。

また、実用的な高性能アプリケーション開発では、本学災害科学国際研究所や国際航業株式会社と連携して取り組むリアルタイム津波浸水被害予測システムの研究開発があります。本研究開発では、大規模地震発生時の地震情報や GNSS 測位技術を活用した地殻変動データから、サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータ「SX-ACE」を用いて、東北大学と国際航業が開発した津波浸水被害予測シミュレーションを高速に実行することによって、津波による浸水被害の予測を地震発生から約 20 分以内といったリアルタイムで行うことを目指すものであり、スーパーコンピュータを用いてリアルタイム津波浸水被害予測を行う実証実験は、世界で初めての取り組みとなります。これにより、スーパーコンピュータで高速・高精度な予測を行うことで、大規模地震発生時の迅速かつ高精度な広域被害把握と地方自治体の災害対応の効率化に貢献します(文献 3)。現在、本システムはいつでも動作できる状態にあり、サイバーサイエンスセンターの「SX-ACE」は通常は学術用プログラムの実行を行いながら、大規模地震発生時には瞬時にジョブを切り替え、津波浸水予測システムとして機能するようになっております。実際、昨年 11 月 22 日に発生した M7.2 の東日本大震災の余震では、システムが自動的に起動され、本津波浸水予測システムが無人で動作し、浸水被害予測データを生成できたことが確認できました。この他、センター利用者の研究者と取り組む高性能アプリケーションの研究開発でも多くの成果が得られています(例えば、文献 4)。

5. まとめ

現在、2020 年頃の実現可能なスーパーコンピュータシステムの基本設計とその性能評価に取り組んでおります。今後、国際会議等でその成果を随時発表していきたいと思っております。今後ともご支援のほど、よろしくお願いいたします。

(文献1) Kazuhiko Komatsu, Ryusuke Egawa, Yoko Isobe, Ryusei Ogata, Hiroyuki Takizawa, Hiroaki Kobayashi, “An Approach to the Highest Efficiency of the HPCG Benchmark on the SX-ACE Supercomputer,” International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC15) Poster, 2015.

(文献2) Ryusuke Egawa, Kazuhiko Komatsu, Shintaro Momose, Yoko Isobe, Akihiro Musa, Hiroyuki Takizawa, Hiroaki Kobayashi, “Potential of a modern vector supercomputer for practical applications: performance evaluation of SX-ACE,” Journal of Supercomputing, pp.1-29, DOI 10.1007/s11227-017-1993-y, 2017.

(文献3) 井上拓也, 阿部孝志, 越村俊一, 撫佐昭裕, 村嶋陽一, 小林広明, “多角形領域接続・MPI 並列による広域津波解析の効率化,” 土木学会論文誌 B2 (海岸工学), Vol. 72, No. 2 (11 月号) pp. I_373-I_378, 2016.

(文献4) Raghunandan Mathur, Hiroshi Matsuoka, Osamu Watanabe, Akihiro Musa, Ryusuke Egawa and Hiroaki Kobayashi, “A Memory-Efficient Implementation of a Plasmonics Simulation Application on SX-ACE,” International Journal of Networking and Computing, Vol. 6, No. 2, pp. 243-262, 2016.