サイエンティフィック・システム研究会　　2013 年 8 月 27 日
SS 研 HPC フォーラム 2013

将来の高メモリバンド幅アプリケーションに適したシステムについて

板倉憲一
独立行政法人海洋研究開発機構

[アブストラクト]
東北大学、海洋研究開発機構、日本電気は、共同で「高メモリバンド幅アプリケーションに適した将来の HPCI システムのあり方の調査研究」に取り組んでおり、防災・減災、先進ものづくり分野で、2020 年頃に解決が求められる問題で要求される高メモリバンド幅性能と、実装制約条件の低消費電力を両立するシステムを検討している。本講演ではこの取り組みについて紹介する。

[キーワード]
防災・減災　ものづくり　高メモリバンド幅　高演算スループット　低消費電力

[講演要旨]

1. はじめに

2018 年頃に実現が求められ、我が国の安全安心な社会作りと、産業界の国際競争の強化に不可欠な先端ものづくり技術の実現に資するスーパーコンピュータシステムの在り方について調査研究がすすめられている。具体的には、国立大学法人東北大学、独立行政法人海洋研究開発機構、日本電気株式会社は共同で、防災・減災、先進ものづくり分野をターゲットアプリケーション分野として考え、同分野での 2020 年頃に解決が求められる社会的・科学的課題の明確化とその解決のためのアプリケーションの検討、およびその開発ロードマップの策定を行なっている。

2. ターゲットアプリケーション

本調査研究では、自然災害に対する防止・減災、及び先進ものづくり分野での社会的・科学的課題の達成可能性の検討を行なっている。科学的根拠に基づいた防災計画、減災対策の立案のためには、地震、津波、気象のシミュレーションとそれらが引き起こす災害のシミュレーションの活用が必須であり、「複合災害」を踏まえた防災・減災には多

数のシナリオによる連携シミュレーションを行う必要がある。一方ものづくりの分野では、高安全性、高信頼性、低環境負荷が重要なテーマとなっている。ここでは、特に発電機器産業と航空機産業にターゲットを絞って、社会的課題とその解決方法を検討している。

これらの分野の社会的・科学的課題に対して、そのためのアプリケーションの設計と分析を行った結果、本調査研究でターゲットとするアプリケーションプログラムは 2Bytes/Flop (演算命令当たりのメモリアクセスデータ量、以下 B/F と呼ぶ)以上の高いメモリバンド幅を要求し、また、1 回のプログラム実行における浮動小数点演算数が、1.0x10^20 を越えるものがある。これらのプログラムは、領域分割法により並列化されているが、並列数の増加と共に通信のオーバヘッドにより性能向上が鈍化する。できる限り大きな計算粒度で並列数を抑制することができれば、高いスケーラビリティを比較的用意に得ることができる。

3. システムアーキテクチャ

システムアーキテクチャの検討では、実効メモリバンド幅が 2B/F 以上になることを目指し、新デバイス技術によるメモリ設計、オンチップベクトルロードストアユニットの概念設計を行った。短ベクトルでの性能向上のための処理機構の高度化を含めて、高いコア性能を有するベクトルコアを設計した。特に高いメモリバンド幅の実現に向けて、HMC(Hybrid Memory Cube)などの汎用の 3 次元積層型メモリを用いることや、2.5 次元積層技術と 3 次元積層技術を組み合わせた 5.5 次元積層技術を用いたメモリモジュールのカスタム設計も検討している。また、ノードのファット化と高基数スイッチによる小直径のノード間ネットワークを検討し、性能・コスト・電力を評価している。更に、ストレージシステムやシステムソフトウェアの課題も明らかにし、性能可搬性や耐故障性についても検討している。

4. おわりに

本調査研究は、アプリケーションを用いたシステムアーキテクチャの評価を行うと共に、想定システムに対するアプリケーションのアルゴリズムの改良や問題規模の絞り込みを行うなどの双方の協調設計により、より高い実効性能を実現する取り組みとなっている。更に、他のアーキテクチャの設計チームや理研を中心としたアプリケーション分野の取り組みとも協力・協調し、日本のエクサスケール・スーパーコンユーターシステムの構築に貢献していく。