



2014年6月24日
独立行政法人理化学研究所
国立大学法人東京工業大学
ユニバーシティ・カレッジ・ダブリン
独立行政法人科学技術振興機構

スーパーコンピュータ「京」が Graph500 で世界第 1 位を獲得

ービッグデータの処理で重要となるグラフ解析でも最高の評価ー

理化学研究所（野依良治理事長）と東京工業大学（三島良直学長）、およびアイルランドのユニバーシティ・カレッジ・ダブリン（Andrew J Deeks 学長）は、大規模グラフ解析（互いに関連性のある複雑なデータの分析）に関するスーパーコンピュータの国際的な性能ランキングである Graph500^{*}において、スーパーコンピュータ「京（けい）」^[1]による解析結果で第 1 位を獲得しました。これは、東京工業大学博士課程（理化学研究所研修生）の上野晃司氏らによる成果です。

大規模グラフ解析の性能は、大規模かつ複雑なデータ処理が求められるビッグデータの解析において重要となるもので、今回のランキング結果は、「京」がビッグデータ解析に関する高い能力を有することを実証するものです。

※) ドイツのライプツィヒで開催中の HPC（ハイパフォーマンス・コンピューティング：高性能計算技術）に関する国際会議「International Supercomputing Conference(ISC) 2014」で 6 月 23 日（日本時間 6 月 24 日）に発表。前回（2013 年 11 月）のランキングでは、「京」は第 4 位。

1. Graph500 上位 10 位 (<http://www.graph500.org/>)

本日公開された Graph500 の上位 10 位は以下の通りです。

| 順位 | システム 名称 | 設置場所 | ベンダー | 国名 | ノード数 | プログラム スケール | GTEPS |
|----|------------|-------------------------|------|----|-------|---------------|-------|
| 1 | K computer | 理研 計算科学研究機構 | 富士通 | 日 | 65536 | 40 | 17977 |
| 2 | Sequoia | ローレンス・リバモア研 | IBM | 米 | 65536 | 40 | 16599 |
| 3 | Mira | アルゴンヌ研 | IBM | 米 | 49152 | 40 | 14328 |
| 4 | JUQUEEN | ユーリッヒ研 | IBM | 独 | 16384 | 38 | 5848 |
| 5 | Fermi | CINECA | IBM | 伊 | 8192 | 37 | 2567 |
| 6 | 天河2A | 国防科学技術大学 | NUDT | 中 | 8192 | 36 | 2061 |
| 7 | Turing | GENCI | IBM | 仏 | 4096 | 36 | 1427 |
| 7 | Blue Joule | ダーズベリー研 | IBM | 英 | 4096 | 36 | 1427 |
| 7 | DIRAC | エジンバラ大学 | IBM | 英 | 4096 | 36 | 1427 |
| 7 | Zumbrota | EDF 社 | IBM | 仏 | 4096 | 36 | 1427 |
| 7 | Avoca | ビクトリア州生命科学計算 イニシアティブ | IBM | 豪 | 4096 | 36 | 1427 |

2. Graph500 とは

近年活発に行われるようになってきた実社会における複雑な現象の分析では、多くの場合、分析対象は大規模なグラフ（節と枝によるデータ間の関連性を示したもの）として表現され、それに対するコンピュータによる高速な解析が必要とされています。例えば、インターネット上のソーシャルサービスなどでは、「誰が誰とつながっているか」といった関連性のある大量のデータを解析するときにグラフ解析が使われます。また、サイバーセキュリティや金融取引の安全性担保などのためにもグラフ解析が使われています。このような社会的課題に限らず、脳神経科学における神経機能の解析やタンパク質の相互作用分析などの科学分野においてもグラフ解析が用いられ、応用範囲が大きく広がっています。こうしたグラフ解析の性能を競うのが、2010 年から開始されたスパコンランキング「Graph500」です。

TOP500^[2] においては、「京」は 2011 年（6 月、11 月）に第 1 位、その後、2013 年（6 月、11 月）は第 4 位になりました。2014 年 6 月 23 日に公表された最新のランキングでも引き続き第 4 位に位置付けています。

TOP500 では、規則的な行列演算である連立一次方程式を解く計算速度（LINPACK^[3]）でスーパーコンピュータを評価していますが、Graph500 ではグラフの幅優先探索（1 秒間にグラフのたどった枝の数（Traversed Edges Per Second;TEPS））という複雑な計算を行う速度で評価されており、計算速度だけでなく、アルゴリズムやプログラムを含めた総合的な能力が求められています。

今回 Graph500 の測定に使われたのは、「京」が持つ 88,128 台のノード^[4]の内の 65,536 台で、約 1 兆頂点、16 兆枝から成る大規模グラフに対する幅優先探索問題を 0.98 秒で解

くことに成功しました。ベンチマークのスコアは 17,977GTEPS (ギガテップス) です。Graph500 第 1 位獲得は、「京」が科学技術計算でよく使われる規則的な行列演算によるだけでなく、不規則な計算が大半を占めるグラフ解析においても高い能力を有していることを実証したものであり、幅広い分野のアプリケーションに対応できる「京」の汎用性の高さを示すものです。また、それと同時に、高いハードウェアの性能を最大限に活用できる研究チームの高度なソフトウェア技術を示すものと言えます。「京」はこれまでも 5,524GTEPS の性能を達成しており、第 4 位に位置づけられていましたが、今回「ポストペタスケールシステムにおける超大規模グラフ最適化基盤プロジェクト」研究チームによってアルゴリズムおよびプログラムの改良が行われ、大幅な性能向上を達成することができました。

3. 今後の展望

大規模グラフ解析においては、アルゴリズムおよびプログラムの開発・実装によって今回のように性能が飛躍的に向上する可能性を示しており、今後も更なる性能向上を目指していきます。また、上記で述べた実社会の課題解決および科学分野の基盤技術へ貢献すべく、スーパーコンピュータ上でさまざまな大規模グラフ解析アルゴリズムおよびプログラムを研究開発していきます。

なお、本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 CREST「ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」(研究総括: 米澤 明憲 (独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構)) における研究課題「ポストペタスケールシステムにおける超大規模グラフ最適化基盤」(研究代表者: 藤澤 克樹 九州大学、共同研究者: 鈴木 豊太郎 ユニバーシティ・カレッジ・ダブリン) および「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」(研究総括: 喜連川 優 (国立情報学研究所)) における研究課題「EBD: 次世代の年ヨッタバイト処理に向けたエクストリームビッグデータの基盤技術」(研究代表者: 松岡 聡 東京工業大学) の一環として行われました。

4. 関連サイト

- ・ Graph500 の詳細について (英語) <http://www.graph500.org/>
- ・ 理化学研究所計算科学研究機構 <http://www.aics.riken.jp/>

<補足説明>

[1] スーパーコンピュータ「京(けい)」

文部科学省が推進する「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI)の構築」プログラムの中核システムとして、理化学研究所と富士通が共同で開発を行い、2012年に共用を開始した計算速度 10 ペタフロップス級のスーパーコンピュータ。「京(けい)」は理化学研究所の登録商標で、10 ペタ (10 の 16 乗) を表す万進法の単位であるとともに、この漢字の本義が大きな門を表すことを踏まえ、「計算科学の新たな門」という期待も込められている。

[2] TOP500

TOP500 は、世界で最も高速なコンピュータシステムの上位 500 位までを定期的にランク付けし、評価するプロジェクト。1993 年に発足し、スーパーコンピュータのリストを年 2 回（6 月、11 月）発表している。

[3] LINPACK

米国のテネシー大学の J. Dongarra 博士によって開発された規則的な行列計算による連立一次方程式の解法プログラムで、TOP500 リストを作成するために用いるベンチマーク・プログラム。ハードウェアのピーク性能に近い性能を出しやすく、その計算は単純だが、応用範囲が広い。

[4] ノード

スーパーコンピュータにおけるオペレーティングシステム（OS）が動作できる最小の計算資源の単位。「京」の場合は、ひとつの CPU（中央演算装置）、ひとつの ICC（インターコネクトコントローラ）、および 16GB のメモリから構成される。

<報道担当・問い合わせ先>

（問い合わせ先）

独立行政法人理化学研究所

計算科学研究機構 広報国際室

担当 干場 真弓

TEL:078-940-5623 FAX:078-304-4964

E-mail: aics-koho@riken.jp

（報道担当）

独立行政法人理化学研究所 広報室 報道担当

TEL:048-467-9272 FAX:048-462-4715

国立大学法人東京工業大学 広報センター

TEL:03-5734-2975 FAX:03-5734-3661

独立行政法人科学技術振興機構 広報課

TEL:03-5214-8404 FAX:03-5214-8432