

## コンピュータシステムの性能指標の変化 —ビッグデータ処理システムの性能ランキングリスト作成の動き—

コンピュータシステム（以降、システム）間の性能比較は難しい課題である。システムは、社会・市場からの要請に適合すべくその活用領域を拡大（新展開）している。システム間の性能比較には、そうした新展開に沿った適切な指標が必要となる。近年、デジタルデータの爆発的増加に伴い、収集された膨大なデータからの価値創出や、蓄積されているデータ資源を別目的のために再利用（リパーシング）するなど、ビッグデータの活用に向けた研究開発の動きが欧米を中心に活発化している。このような動きは、システム活用の新しい展開である。

現在、カリフォルニア大学サンディエゴ校のサンディエゴ スーパーコンピュータセンター（SDSC と略す）が中心となり、ビッグデータ用のアプリケーションを処理するシステムを性能順にランキングすることをめざし、そこで使用されるベンチマークを設定すべく検討が開始されている。このビッグデータの性能ランキングリスト「BigData Top100 List」は、ビッグデータ処理用のシステムに焦点をあてた世界で最初の試みである。システムの新しい活用に沿った「システムの性能指標の変化」の動きと捉えられる。

ビッグデータ分野は日進月歩に変化を遂げており、今までとは異なる様々な課題も発生している。それらの解決にはグローバルなコラボレーションは必須であり、今回の動きからはグローバルな連携がうかがえる。そして、産業界はもとより、SDSC のリーダーシップをはじめとして学界からの関心の高さと積極的な姿勢もうかがえる。「ベンチマークの存在は、テクノロジーやソリューション開発での健全な競争を可能とし、最終的に製品の改善や新テクノロジーの革新を生む」との意見もある。こうした動きに日本からの参加も望みたい。

図表 ベンチマークのワークロード仕様の候補

Data Analytics Pipeline (DAP)	BigBench
データの取り込み、テーブルの結合、モデル構築や評価などを含む8ステップからなる処理のパイプラインからなり、前ステップから次ステップにデータが供給される。各ステップでのワークロード仕様が定められる。	トランザクション処理性能評議会 (Transaction Processing Performance Council: TPC) が定める既存の意思決定支援ベンチマークであるTPC-DSを半構造化、非構造化データに対応できるように拡張している。

(ここで使用されている用語の内容)

構造化データ : リレーショナル (関係) データ

非構造化データ : テキスト、ビデオ、音声

半構造化データ : XML、ウェブログ、センサーからの情報

参考文献<sup>7)</sup>(本文 21 ページ掲載) を基に科学技術動向研究センターにて作成

# コンピュータシステムの性能指標の変化

## —ビッグデータ処理システムの性能ランキングリスト作成の動き—

野村 稔  
客員研究官

### 1 はじめに

コンピュータシステム（以降、システム）間の性能比較は難しい課題である。システムは、社会・市場からの要請に適合すべくその活用領域を拡大（新展開）している。システム間の性能比較には、そうした新展開に沿った適切な指標が必要となる。近年、デジタルデータの爆発的増加に伴い、収集された膨大なデータからの価値創出や、蓄積されているデータ資源を別目的のために再利用（リパーピング）するなど、ビッグデータの活用に向けた研究開発の動きが欧米を中心に活発化している。このような動きは、システム活用の新しい展開である。

米国政府は、2012年3月にビッグデータの利活用を目的とした研究開発イニシアティブを発表している。これは、オバマ政権の科学技術政策を推進する5つのイニシアティブのひとつとして位置づけられており、6つの政府機関が2億US \$以上を投じ、大規模

なデジタルデータの取り扱いに必要とされる技術の向上を図っている<sup>1)</sup>。2013年4月に発表された2014年予算教書には、国立衛生研究所（NIH）でのバイオ医薬品に関するビッグデータの活用や、ネットワークングおよび情報技術研究開発（NITRD）プログラムにおけるビッグデータからの価値創出や科学的推定機能を改善する研究の重要性などが記載されており、ビッグデータへの継続した注力がみられる<sup>2)</sup>。

欧州においては、「ビッグデータに関しては、ほとんどの公的な研究計画が、まだプロジェクト募集段階が終わったか、予算の割り当てが決まった段階で、具体的な成果は今後になる。しかし、一般の関心も確実に高まってきており大きな発展を遂げる可能性がある」との報告がある<sup>3)</sup>。日本においてもビッグデータ活用の重要性は認識されており各種推進策がみられる<sup>1)</sup>。これらは政府関連の

動きであるが、産業界ではビッグデータを大きなビジネスチャンスと捉え、一歩進んだソリューション開発に注力している。

こうした中、米国では、カルフォルニア大学サンディエゴ校のサンディエゴスーパーコンピュータセンター（SDSCと略す）が中心となり、ビッグデータ用のアプリケーションを処理するシステムを性能順にランキングすることをめざし、そこで使用されるベンチマーク（後述）を設定すべく検討が開始されている。これはビッグデータ処理用のシステムに焦点をあてた世界で最初の試みであり、システムの新しい活用に沿った「システムの性能指標の変化」の動きと捉えられる。

本紙では、現在検討が進められているビッグデータの性能ランキングリスト「BigData Top100 List」の内容を紹介する。（なお、「ビッグデータとは何か」については、参考文献<sup>1)</sup>を参照願いたい）

## 2 BigData Top100 List 作成の動き

SDSC を中心にした BigData Top100 List (以下、新リストとする) 作成に向けた動きから、その提案内容について示す<sup>4)~8)</sup>。

### 2-1

#### 背景

新リスト作成の背景として、過去数年、ビッグデータを処理対象とした様々なシステムが登場しているが、それらシステムを比較する手段がなかったと SDSC は述べる。

システムの性能を比較するためには共通ベンチマークプログラム (以下、ベンチマーク) が設定され、そのベンチマークの処理性能順にランク付けがなされるのが一般である。ベンチマークとは、コンピュータやネットワークなどの性能評価のために用いられるテストプログラムのことで、演算処理性能、入出力性能、ネットワーク性能など、多様な指標を相互比較するために、多くのベンチマークが既に開発されている。ランキングリストの具体例としては、スーパーコンピュータの処理性能ランキングである TOP500、データインテンシブアプリケーションに関する性能ランキングである Graph500 などが挙げられ、各々異なるベンチマークを使用して測定された性能を基にシステムを比較している<sup>9)</sup> (これらは一部であり、これら以外にもトランザクション処理性能計測の TPC ベンチマークなどもある)。今回検討しているビッグデータ領域に適したベンチマークは、ある特定機能の性能評価に限定されたものではなく、ダイナミックで頻繁に変化

する実態に合った特性を備えるべきとし、TOP500 や Graph500 を補完するものと位置づけている。

### 2-2

#### 目標

新リスト作成プロジェクトのミッションは、アカデミア (学界とする) にはビッグデータのための新しいテクニックを現実的環境下で評価する方法を提供すること、インダストリ (産業界とする) には開発をドライブするためのツールを提供すること、そして顧客にはビッグデータへのシステムの適否を判断できる標準的な方法を提供すること、である。

本ベンチマーク作成上で特に考慮すべき点は、ビッグデータの世界はダイナミックにかつ頻繁に変化しており、あるデータセットだけに有効な固定したベンチマークを作成してはならないこととしている。そのため、このプロジェクトは、変化に適合するための工夫を盛り込むことを目指している。具体的には、最初のベンチマークを次のベンチマークのベースとし、変化に追従するベンチマーク (constantly-shifting benchmark: 絶えず変化していくベンチマーク) を生成するまで、反復を繰り返すとしている。そして、産業界と学界の視点のバランスをとったオープンなベンチマーク開発プロセスをとるとしている<sup>4)</sup>。

### 2-3

#### 経緯

新リスト作成への経緯としては、2011 年末に SDSC の大規模データシステム研究センターが、産業界の専門家と協力して本ベンチマーキングに関するコミュニティを形成して検討を開始した。その後、米国科学財団 (以降、NSF) と企業の後援によるワークショップが連続して開催された。最初のワークショップは、2012 年 5 月初旬に米国で行われた。このワークショップへの参加者は、ビッグデータの管理、データベースシステム、性能ベンチマーク、ビッグデータアプリケーションなどの領域での経験や専門性を基に選定されている。その後、幾つかの会合を経て、第 2 回目が同年 12 月中旬にインドで行われた。技術やプラットフォームを公平に比較するために必要となる、データ生成処理とデータ定義、典型的なビッグデータアプリケーションのワークロード (作業負荷)、指標・実行規則・完全公開レポート (Full Disclosure Report) などが検討された。図表 1 は、これら 2 回のワークショップへ出席した組織、国別・セクター別の分布を示す。図表から明らかな様に 52 の組織からの出席が見られる。産業界から 75%、学界から約 20% の参加である。そこには Facebook, Inc.、Google, Inc.、Twitter, Inc.、LinkedIn Corporation なども名を連ねており、ビッグデータへの注力がうかがえる。国別では米国が圧倒的だが、インド、欧州からの参加がありグローバルな動きが見える。

図表1 ワークショップへ出席した組織、国別・セクター別の分布

組織名	
Actian	MapR/Mahout
AMD	Mellanox
Anna University	Microsoft
BMMsoft	NSF
Brocade	NetApp
CA Labs	NetApp/OpenSFS
Cisco	Oracle
Cloudera	Persistent
Convey Computer	Red Hat
CWI/Monet	San Diego Supercomputer Center
DBSync LLC	SAS
Dell	Scripps Research Institute
EPFL	Seagate
Facebook	Shell
Google	SNIA
Greenplum	SoftCorner
Hewlett-Packard	Teradata Corporation
Hortonworks	Twitter
Indiana Univ / Hathitrust Research Foundation	UC Irvine
IIT Chicago	Univ. of Minnesota
InfoSizing	University of Passau
Informatica	Univ. of Toronto
Infosys	Univ. of Washington
Intel	VMware
Jacobs University	WhamCloud
LinkedIn	Yahoo!

国	セクター別分布				合計
	産業界	学界	政府機関	研究機関	
米国	35	6	1		42
インド	3	1			4
オランダ	1			1	2
ドイツ		2			2
カナダ		1			1
スイス		1			1
合計	39	11	1	1	52

参考文献<sup>8)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

## 2-4

### ベンチマークの特徴

本ベンチマークは、システムの各要素レベル（例えば、ハードウェアの要素）を評価するものではなく、システムのエンドツーエンド（全領域）をアプリケーションレベルで評価するものであると

提案している。そして「対照的に、ファンクショナルベンチマークは、特定の機能にフォーカスする（例えば、TeraSort）；データジャンルベンチマークは、データの特定な分野（ジャンル）の操作にフォーカスする（例えば、Graph500）；マイクロベンチマークは、より下位レベルのシステム操作にフォーカスするものである。また、TPCベンチマークもアプリケーションレ

ベルのものであるが、それらは構造化（リレーショナル）データにフォーカスしている」と述べており、これらのベンチマークとは異なるものとして本ベンチマークを位置づけている。そして、ビッグデータベンチマークを定義するためのガイドラインとして「簡潔さ」「ベンチマーク容易性」「タイムツーマーケット」「結果の検証可能性」を設定している。

「ベンチマークの各バリエーションは、ビッグデータ領域における急激な市場変化に歩調を合わせるためにタイムリーなリリースが必要である。3年から4年も開発に要するとそのベンチマークは時代遅れとなる」とし、リリースのタイムリー性を重要視している。

ビッグデータ処理は多様であり、単一のベンチマークでは多数の使用事例を代表することができない。そのため、オンライン広告業界、銀行業界、保険業界、医療業界などの幾つかの使用事例を調査し、それらが共通のステージと共通な処理アルゴリズムから構成

されることを認識したとある。そして、その共通性を基にしてベンチマークのワークロード仕様を提案しようとしている。

現在、ベンチマークのワークロード仕様の候補としては、図表2に示す2案が挙げられている。

図表2 ベンチマークのワークロード仕様の候補

Data Analytics Pipeline (DAP)	BigBench
データの取り込み、テーブルの結合、モデル構築や評価などを含む8ステップからなる処理のパイプラインからなり、前ステップから次ステップにデータが供給される。各ステップでのワークロード仕様が定められる。	トランザクション処理性能評議会 (Transaction Processing Performance Council: TPC) が定める既存の意思決定支援ベンチマークであるTPC-DSを半構造化、非構造化データに対応できるように拡張している。

(ここで使用されている用語の内容)

構造化データ : リレーショナル (関係) データ

非構造化データ : テキスト、ビデオ、音声

半構造化データ : XML、ウェブログ、センサーからの情報

参考文献<sup>7)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

ベンチマークの実行に対しては、次のような主要な4ステップを挙げている。

- ①システムのセットアップ (被試験システムの環境設定とインストール)、
- ②データの生成 (ベンチマーク仕様に合ったデータセットの生成)、
- ③データのロード (データをシステムにロードする)、
- ④アプリケーションワークロードの実行 (クエリやトランザクションのセットからなるビッグデータワークロードの実行)

ここでベンチマークメトリック (指標) としては、③と④のステップを完了するために必要とされた時間が対象とされ(①、②のステッ

プに要した時間は含まれない)、再現性保証のため試行回数は3回とし、その中で最遅の計測結果を報告することなどが検討されている。新リストは、合計時間順にシステムをランク付けし、合わせて価格性能比 (システム効率) も示す予定である。この案はコミュニティに開示され、意見を反映する作業が進められている。

## 2-5

### 推進体制と今後の予定

2013年2月に開催された、O'Reilly Strata Conferenceで、新リストの作成を主導するBigData

Top100 List イニシアティブが発表された。新リストの最初のステアリングコミティには、SDSC、Greenplum, Inc.、Facebook, Inc.、Mellanox Technologies, Ltd.、IBM Corporation、Cisco Systems, Inc.、Seagate Technology、Brocade Communications Systems, Inc.、Oracle Corporation、トロント大学、NetApp, Inc.、Google, Inc. からのメンバーが名を連ねている。

今後の予定として、第3回目のワークショップが2013年7月に中国の西安で、第4回目が2013年10月に米国で開催される。また、2013年の8月末には最初のベンチマーク仕様をリリースすると計画している。

## 3 おわりに

米国を中心に現在進められているビッグデータ処理用のシステムの性能ランキングリスト作成という動きについて述べた。SDSCは

主にNSFから資金の助成を受けた研究組織として、データインテグレーションコンピューティング、データ統合、データマイニング等を含

むビッグデータ関連に力点を入れている。今回のSDSCの動きからは、システムの新しい活用に沿ってシステムアーキテクチャが

変化しつつある様子がうかがい知れる。そしてその変化に適合するための「システムの性能指標の変化」の動きと捉えられる。NSFは、昨年発足した米国政府のビッグデータイニシアティブで挙げられた政府機関のひとつでビッグデータの研究開発に注力している。今回の新リスト作成へのサポートもその一環であろう。

この動きとは別であるが、2013年4月からは、NSFのBIGDATA AND EXTREME-SCALE COMPUTING (BDEC) ワークショップ<sup>10)</sup>が設けられ、日本、米国、欧州の研究者によっ

てビッグデータを含めた高性能コンピューティングの検討が開始されている。スーパーコンピュータの世界でも膨大な計算結果をはじめとしたビッグデータの問題に直面している。ビッグデータ処理は多様であることを前記した。扱うデータの種類も多様である。ビッグデータへの対応はこのように様々な領域からの多面的な研究成果の融合で進められることになろう。

ビッグデータ分野は日進月歩の変化を遂げており、今までとは異なる様々な課題も発生している。それらの解決にはグローバ

ルなコラボレーションは必須であろう。上記したワークショップへの出席組織名からはグローバルな連携の動きがうかがえる。そして、SDSCのリーダーシップをはじめ、ワークショップやステアリングコミティーへの学界からの出席があることを見ると、学界の関心の高さや積極的な姿勢もうかがえる。「ベンチマークの存在は、テクノロジーやソリューション開発での健全な競争を可能とし、最終的に製品の改善や新テクノロジーの革新を生む」との意見もある<sup>6)</sup>。こうした動きに日本からの参加も望みたい。

## 参考文献

- 1) 「米国政府のビッグデータへの取り組み」、科学技術動向 2012年9・10月号
- 2) Fiscal Year 2014 ANALYTICAL PERSPECTIVES budget of the U.S. Government : <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BUDGET-2014-PER/pdf/BUDGET-2014-PER.pdf>
- 3) NICT 欧州連携センター、「欧州のビッグデータ利活用とサイバーフィジカルシステムの研究開発・標準化動向の調査」、2013年3月28日
- 4) A New Benchmark for Big Data : [http://www.datanami.com/datanami/2013-03-06/a\\_new\\_benchmark\\_for\\_big\\_data.htm](http://www.datanami.com/datanami/2013-03-06/a_new_benchmark_for_big_data.htm)
- 5) Big Data Top100 (<http://www.bigdatatop100.org/>)
- 6) SDSC Coordinates Effort to Establish the BigData Top100 List 02/28/2013
- 7) BENCHMARKING BIG DATA SYSTEMS AND THE BIGDATA TOP100 LIST、BIG DATA MARCH 2013、2013.02.13
- 8) Chaitan Baru et al., The BigData Top100 List Initiative、2013年3月
- 9) 「スーパーコンピュータの新たな性能リスト Graph500 の登場」、科学技術動向 2011年2月号
- 10) <http://www.exascale.org/bdec/>

## 執筆者プロフィール



### 野村 稔

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>

企業にてコンピュータ設計用 CAD の研究開発、ハイ・パフォーマンス・コンピューティング領域、ユビキタス領域のビジネス開発に従事後、現職。スーパーコンピュータ、ビッグデータ、半導体技術、LSI 設計技術等の科学技術動向に興味を持つ。