

# ビッグデータの集積化とその活用を支える大規模情報インフラの構築・運用 Development and Operation of a Large-scale Information Infrastructure for Gathering, Storing and Utilizing Big Data

## アジア情報ハブプロジェクト(第二報) Asian Information HUB Project (2nd Report)

岩爪 道昭<sup>\*1</sup>      岩瀬 高博<sup>\*2,\*1</sup>      田中 康司<sup>\*1</sup>  
Michiaki IWAZUME      Takahiro IWASE      Koji TANAKA

藤井 秀明<sup>\*1</sup>      原口 弘志<sup>\*1</sup>      泥谷 誠<sup>\*1</sup>  
Hideaki HIDEAKI      Hiroshi HARAGUCHI      Makoto HIJIIYA

<sup>\*1</sup>独立行政法人 情報通信研究機構  
National Institute of Information and Communications Technology

<sup>\*2</sup>株式会社 神戸デジタル・ラボ  
Kobe Digital Labo, inc

Raising expectations for and interests in making strategic use of large-scale dataset called big data in recent years. This paper discusses the basic issues on a large-scale information infrastructure development and operation for gathering, storing and processing and utilizing big data.

### 1. はじめに

ビッグデータの利活用では、個別の要素技術の研究開発ももちろん重要であるが、データの収集から蓄積、解析、それに基づくサービスの提供や意思決定のサイクルが漸進的にまわっていくためのエコシステムの確立が重要である。また、そのためのプラットフォームや ICT インフラをコスト面も含めいかに整備、維持し、実社会に実装していくかが重要な課題である。

とりわけ大量データを前提とした研究開発では、たとえ商用目的ではなくとも、インフラとしての大規模な計算機設備と大量データの収集・管理のためのソフトウェア環境の整備・運用が不可欠であり、これらの環境整備がなくて研究開発自体が成立しない状況になりつつあるといっても過言ではない。

このような ICT インフラの調達・維持は、一般的に高コストであり、投資に対する対費用効果が見込める一部の商用サービスや巨大な資本力のあるごく限られた民間企業を除いて導入は困難である。仮に、商用クラウドサービス等を利用しコンピューティングリソースを一定程度確保できたとしても、「そもそも大量データを所持していない」、「データを所有していてもクラウド環境へのデータ送受信のコストが膨大となる」などの理由から現実的でない場合も少なくない。

さらに、ビッグデータを取り扱うシステムは、計算機基盤やその上で動作するプラットフォームミドルウェアも大規模化・複雑化し、システム自体が大量のログデータを生成するため、これらをうまくハンドリングして運用・管理のコストを低減化する仕組みも必要となってくる。

このようにビッグデータ分野の研究開発のスパイラルを回していくためには、インフラ面の整備・運用でのボトルネックが非常に大きく、同分野への新規参入者にとっては障壁となっているのが現状である。このような課題を解決するためには、ビッグデ

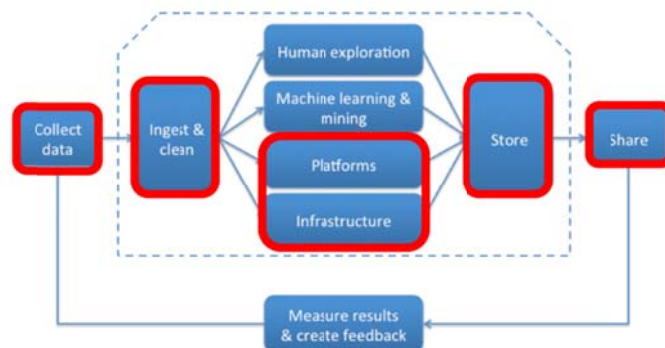
ータ分野の研究開発のためのテストベッドの整備が不可欠であるが、そのためのシステムアーキテクチャや実際の運用・管理のための仕組みは必ずしも自明ではない。

本稿では、我々が取り組んでいる Web 上の情報の収集・蓄積・管理のための ICT インフラの管理・運用事例に、ビッグデータ活用に向けた研究開発テストベッドにおける課題と方策について検討する。

### 2. ビッグデータ研究開発のための ICT インフラに諸課題

#### 2.1 ビッグデータ・サプライチェーン

ビッグデータにおける研究開発およびサービス化においては、データの集積から蓄積、分析、活用まで一連のプロセスが絶え間なく回り続けることが不可欠であり、ビッグデータ・サプライチェーンと呼ばれている[O'Reilly 12]。以下では、ビッグデータ・サプライチェーンにおいて、特にインフラおよびプラットフォームの



運用に関連する各プロセスにおける課題について整理する。

連絡先: 岩爪道昭, 独立行政法人情報通信研究機構, 〒619-028 京都府相楽郡精華町光台 3-5, iwazume@nict.go.jp

### (1) データ収集(Collect Data)

あらゆるビッグデータ分野において、データの収集は不可欠なプロセスであり、データなくしてはそもそも研究開発も新しいイノベーションなサービスも生まれない。しかし、対象にも依るが、一般的にデータ収集にはコストが伴う。

データ収集の方法としては、非デジタル情報のデジタル化とすでにデジタル化された情報がある。前者は、実世界における事象や物理実体などをセンサデバイス等の何らかの手法でデジタル化した上で収集を行うが、このような設備を整備するにも多大なコストが伴う。この他には、スマートフォンや Web サービス等を通じて人が入力した情報を収集する方法もある。この方法では、すでにインフラが普及しており、比較的低コストにデータ収集が可能である。ただし、個人情報や著作物等が含まれている可能性があり技術以外に法的・制度的な観点から実施可能か注意が必要である。

デジタル化された情報については、インターネット(Web)上に流通する情報を収集する方法が一般的である。Web については、既存の検索エンジンサービス API や SNS サービスが提供する API を利用する方法と、ロボット型検索エンジンで用いられている Web クローラを利用する方法がある。

前者は、提供された API にアクセスするための簡単なプログラムのみで利用可能で最もコストが低いが API で取得可能なデータ量やアクセス回数が制限されている場合が大半でありビッグデータと呼べる規模のデータを集めるのは困難である。また、制限のないデータアクセス API が提供されている場合も、有償サービスが一般的で、多額の費用が発生する可能性が高い。

Web クローラは、ネットワーク上の情報を自動的に収集するソフトウェアの一種で、古典的ではあるがもっとも確実に大量のデータを収集可能な手段の一つである。その実行原理は、Web 文書のリンクを順次たどるだけの極めて単純なものであるが、近年の SNS やマイクロブログ等のソーシャルネットワークサービスの普及、高度なスパム情報や自動生成情報サイト等の増加などにより、従来のアプローチだけでは有用な情報を収集することは必ずしも容易ではない。また情報サイトによっては、まったく更新されない情報源もあれば非常に更新頻度が高いものや、プッシュ型、ストリーム型の情報メディアも存在する。一方でネットワーク環境や取得先の Web サイトに過度な負荷をかけないよう十二分な配慮も不可欠となる。

ビッグデータ研究開発においては、単に大量のデータを収集するだけでは不十分であり、多様な非構造化データやデータの鮮度に応じて効率的な収集を行うために、クローラ制御の高度化、計算機やネットワーク環境に応じて柔軟にスケールアウトする非同期的並列分散収集機構を備えた高性能なクローラの整備が求められている[藤井 12]

### (2) データ取り込み・洗浄(Ingest and Clean)

広帯域・大容量のデータ収集チャンネルが利用可能だとしてもそれらを何らかの形で計算機環境に取り込む必要がある。ストリームオンライン処理を行う場合は、I/O レイテンシの低い大規模なメモリ空間上に取り込む必要がある。大容量のメモリを搭載できるハードウェアは一般的に高コストであり、小規模なメモリを搭載するサーバノード群から、仮想的に大規模なメモリ空間を安価に構築する方法も重要である[岩瀬 12] 一方、データ生成速度が比較的遅くリアルタイム解析を必要としないバッチ処理的なアプリケーションでは、低レイテンシのディスクストレージであれば十分である。

収集された一次データは、学術情報や企業内情報のように定型化されたレガシーデータ異なり、構造化されておらず、情

報の出処が不明でその内容の信頼性・信憑性の判断が困難な場合や、ノイズや SPAM が多く含まれている場合も少なくない。どんなに高度な解析アルゴリズムでも入力データにノイズが混入していると解析精度が低下する。しかし、情報収集の段階から過度なフィルタリングやデータ選別を行うと、重要な事項の予兆を見落とす可能性があり、そもそもノイズや SPAM 判定なども、最終的なアプリケーションの目的に依存するため注意が必要である。

### (3) プラットフォームおよびインフラストラクチャ(Platforms and Infrastructure)

ビッグデータを解析するためには対象データ相応の計算機資源が不可欠となる。ムーアの法則により近年、高性能なメモリーコア計算プロセッサ、大容量のメモリ、ストレージを搭載し、一昔前のスーパーコンピュータに迫る性能を有した汎用計算機(パーソナルコンピュータ)が比較的安価に入手できるようになってきた。ビッグデータの研究開発では、このような汎用な計算機を、少なくとも数百台から数千台集積化した PC クラスタシステムを構成し、スーパーコンピュータ並みの計算機処理性能とデータストレージを実現することになる。では、相応の資源を投入し、多数の計算機をただ沢山並べれば、ビッグデータに対応するスケラブルなシステムが構成できるのかというと、問題はそれほど単純ではない。

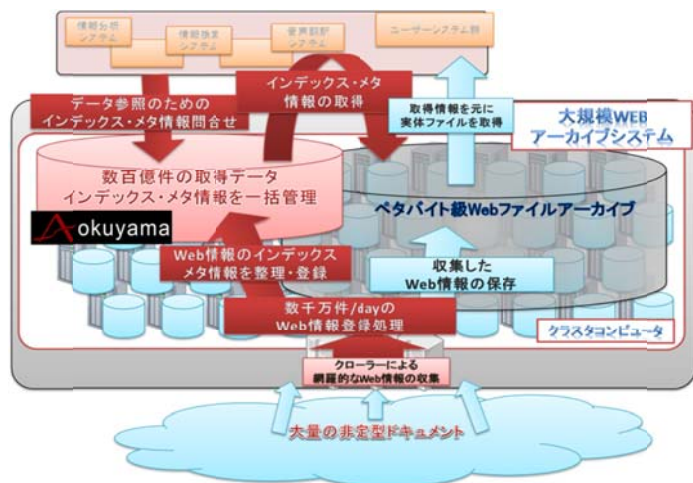
従来のハイパフォーマンスコンピューティングの分野では、浮動小数点演算をいかに高速に実行するかということに主眼が置かれていました。しかし、ビッグデータ時代の到来によって、その様相は一変し、いかに大量のデータを高速に取り扱えるかということが重要になっている。例えば、我々が取り組んできた Web 情報の収集・蓄積基盤では、1 個の Web 情報はたかだか 100 キロバイト程度の小さいものに過ぎないが、これを数億～数十億件のオーダーで取り扱うことになる。この際に、最も問題になるのは、計算機の演算速度ではなく、ストレージ上に存在する大量のデータへの書き込み/読み出し(I/O)の速度である。特にハードディスクは、最新の高性能モデルでも、メモリと比較すると  $10^6 \sim 10^5$  の速度になるため、データ I/O の遅延(レイテンシ)がボトルネックとなり、情報システム全体のスループットがスケールしないという問題がある。膨大なデータを効率よく活用するには、ハードウェアを構成する機器の特性を、計算機の持つポテンシャルを最大限に引き出すために、分散ファイルシステム、分散処理フレームワーク、仮想化ミドルウェアなどのソフトウェアも一体となったシステム構築技術が不可欠である。また大規模な計算機基盤を少人数、低コストで運用するための管理技術も非常である。

### (4) データ蓄積(Store)

数億～数百億エントリー、ペタバイト級のデータ量に及ぶ大量かつ非定型なデータを研究開発やイノベーションのために戦略的に活用するためには、超高速に蓄え、必要に応じて取り出す仕組みが不可欠である。

しかし、従来の関係データベースシステム(以下、RDBMS)は、このような用途に適していると言いがたい。近年 NoSQL と呼ばれる新しいデータベース技術が注目されている。従来の RDBMS ではデータの一貫性を重視し、単一サーバ上でデータを管理する設計を採用する傾向にある。このためデータ量の増加には、単一サーバのリソースを増強する垂直スケラビリティの範囲内でしか対応することができないという問題があった。

一方で NoSQL はネットワーク分断耐性の重視しており、各処理ノードがメモリや HDD 等のリソースを共有せず、それぞれが独立して自律的である shared nothing アーキテクチャを採用し



ている。これにより複数のサーバ上でデータを管理することで、単一サーバあたりの負荷分散を実現している。またデータ量の増減に対して、ノードを追加／削除することで比較的柔軟かつ低コストに対応することができる水平スケーラビリティを備えている。このため、NoSQL は大規模かつ高頻度で発生するビッグデータに適したシステムであると言える。

しかし、ビッグデータの中には、課金情報など一貫性が重視されるレガシーデータも含まれており、すべてが NoSQL でカバーできる訳ではない。また、複雑なクエリをアドホックに生成、検索するようなアプリケーションには適さない。そこで、レガシーデータは RDBMS により管理し、SNS のユーザ最終アクセス時刻などの多少正確性に欠けても大きな問題がなく、しかしアクセス数が大量となるようなデータの管理には NoSQL を利用するというように、対象データの特性やアプリケーションの目的に応じて使い分けが求められる。さらに、近年では RDBMS でありながら shared nothing な複数のノード上にデータを分散して配置し、データ量の増減に応じてノードの追加が可能なスケラブル RDBMS (Scalable RDBMS. 以下、「SRDBMS」とする) が開発されてきており、NoSQL に匹敵するスケラビリティとパフォーマンスを備える SRDBMS も出現している。今後は、より柔軟かつ大規模なデータ管理を実現するハイブリッドなデータ管理システムの構築・活用が当たり前になると予想される。

### 3. 研究開発基盤としての大規模情報インフラの整備・運用

ビッグデータを集積化、利活用するためには、研究開発のためのプラットフォームおよびインフラの整備が喫緊の課題である。しかし、そのために前章で議論したように多くの課題があり、単独の研究開発機関だけですべてを解決するのは困難である。したがって、研究開発テストベッドに求められるのは一極集中型のアーキテクチャではなく、広帯域の有無線ネットワーク上に並列分散化・仮想化されたアーキテクチャで構成されることが望ましい。また関連する基盤技術を、対象データやアプリケーションの目的に応じ柔軟に選択、利用できることも重要である。特に、競合する関連技術において、それぞれの長所を融合させ、相補的なハイブリッドなシステムを実現していくことが今後ますます求められる。

我々はこのような考え方に基づき、ビッグデータ研究開発のテストベッドとして、大規模な情報のためのハイパフォーマンス・エラスティッククローラ[藤井 12]と Web アーカイブを中心に多様なネットワーク上の情報を蓄積する

大規模分散データストア (図 2 参照)、大規模リンク情報解析基盤等のプラットフォームソフトウェアの開発を進めている。これらは現在、数百台規模の大規模計算機基盤上で開発、運用されており、運用による性能検証を通じて、さらなる機能拡張・改良等が進められている[藤井 13, 田中 13]。今後は、ギガビットネットワーク上に分散配置された PC クラスタシステムを相互接続し、トータルで 1000 台規模のサーバ群と数十 PB の分散共有ストレージからなる大規模な計算機基盤上で、Web 情報に加え、センサーデータから収集されたデータも蓄積・解析可能なテストベッドの構築を目指している。このため、計算機やソフトウェアの内部状態やデータの処理状況をリアルタイムにプロビジョニング、可視化することで、この規模の情報インフラを比較的低コストで管理・運用可能とする管理・運用環境の研究開発も進めている(図 3 参照)。

### 4. まとめ

ビッグデータの集積化とその利活用のためには、研究開発テストベッドとしての大規模な情報インフラおよびプラットフォームの整備と極低コストかつ継続的な運用・管理が不可欠である。本稿では、このような大規模インフラの構築にあたって懸念される諸課題について整理・検討し、問題解決の端緒として、我々の取り組みの一部について紹介した。

### 参考文献

[O'Reilly 12] O'Reilly Radar Team, Planning for Big Data A CIO's Handbook to the Changing Data Landscape, O'Reilly Media, Inc.2012.  
 [岩瀬 12] 岩瀬他: ビッグデータ・イン・メモリ, 2012 年度人工知能学会全国大会, 1A1-OS-17a-1, 2012.  
 [藤井 12] 藤井他: ハイパフォーマンス・エラスティック・クローラ, 2012 年度人工知能学会全国大会, 1A1-OS-17a-1, 2012.  
 [藤井 13] 藤井他: 大規模 Web クローラの運用事例にみる課題と対策 2013 年度人工知能学会全国大会, 2N5-OS-21b-6, 2013.  
 [田中 13] 田中他: 大規模リンク解析の高速化手法の検討とケインさん貴基盤構築 2013 年度人工知能学会全国大会, 2N5-OS-21b-5, 2013.