

Cloud と Crowd の基盤技術としての インターネットデータセンター

On the Platform Technologies of Cloud Computing and Social Media based on iDC

大橋正和
Masakazu Ohashi

中央大学総合政策学部
Faculty of Policy Studies, Chuo University

1. まえがき

2006 年以降、インターネットデータセンター（iDC）においてはメガセンターが出現し Cloud Computing が始まった。一方、多くの群衆（Crowd）が発信する Social Media が急速に浸透していったのも同じ年である。その後、世の中に流通する情報量は、さらに急増しそれを支える iDC も様々な変容を経験した。本稿では、それらの発展の基盤となった技術の進展と基本的な考え方、および現状と将来について iDC を核として明らかにする。

2. iDC と Cloud の発展過程

90 年代の後半になって、インターネット・データセンター（iDC）がインターネットの中核となったばかりでなく、ビジネス活動、電子政府等様々な分野に利用されるようになっていった。日本でも、2000 年に iDC イニシアティブを中心に様々な iDC に関するガイドラインや公共 iDC の概念を確立した。

米国では、インターネットと iDC 同士を高速ネットワークで直接接続する仕組みが確立し、両者を 2 つのクラウドと呼んでいた。すでにこの当時ストリーミングなどに iDC のクラウドを利用するビジネスモデルが登場していた。また、ディザスタリカバリーの観点やデータやアプリケーションのバックアップ等にこのクラウドは多様に利用されつつあった。日本でも、2000 年に MAN（メトロポリタン・エリア・ネットワーク）を利用した iDC 同士を高速回線で結びデータ交換やバックアップのための実験プロジェクトが行われた。都心部に 180Km の光ファイバーのリングを形成し、3 つの iDC を WDM で接続しデータ交換やストレージ協調、ディザスタリカバリーの実証実験、さらに、リングでのトラブル回避など様々な実証研究が行われた。

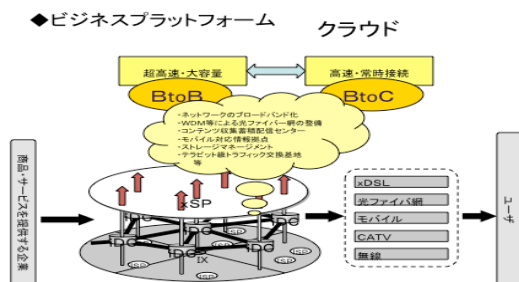


図1 クラウドの概念(2000)

2000 年から XML Web サービスの技術が登場し、アプリケーションなどより高次のレイヤーでの協調や異なるシステム間での協調が可能になり iDC 間での協調サービスは、ディザスタリカバリーの次元を超えてさらなる高度化が行われるようになった。これが、後の Web 2.0 を生み出す基本技術となった。2001 年からは、仮想化の研究も行った。さらに 2003 年には、国内外の大学や研究組織を WDM の高速回線で都心にある 2 つの iDC に接続した現在のクラウドコンピューティングの原型とも言える実証実験を行った。このときには、ネットワークのレイヤー別に様々な実証実験を行うと共に、2 つの研究施設でのリアルタイムの燃焼実験、ネットワークロボットの実験などとともに、iDC 間とネットワーク上で想定されるディザスタリカバリーの実証実験を行った。海外の大学と日本の大学の間を Web カメラを利用して常時接続の実証も行った。この実証実験で、痛感したのは、分散認証の仕組みの必要性で現在のクラウドでも同じ認証の仕組みの高度化が必要であると考え 2004 年には、Web サービスイニシアティブが発足し iDC イニシアティブを吸収合併して XMLWeb サービス技術の普及啓蒙活動を行った。

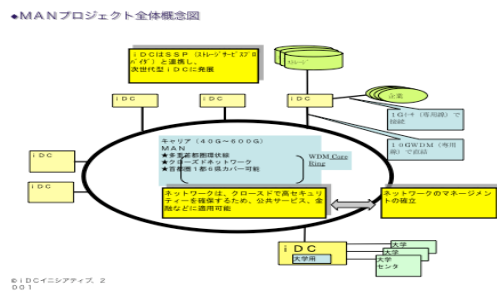


図2 MANプロジェクト(2000) 実証実験システム構成概念図

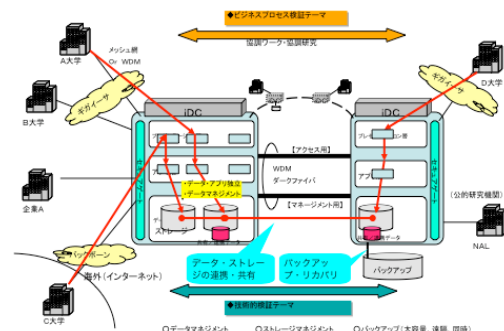


図3 2003年実証実験

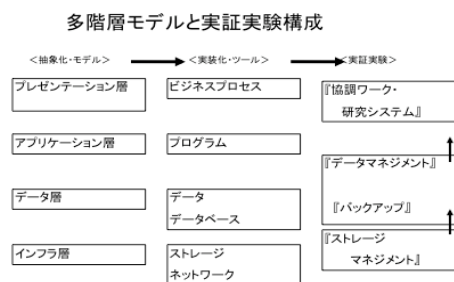


図4 階層モデルと実証実験構成

3. 分散処理と Cloud の基本的な理念

・CAP の定理と BASE の考え方

分散データ処理に関して、UC-Berclay の教授で Inktomi (Scale-out)の創始

者の一人である Eric Brewer が 2000 年に CAP の定理と呼ばれる概念を発表した。

分散データ処理に関しては、

1. データの一貫性 Consistency
2. システムの可用性 Availability
3. システムの分散 (耐性) Partition (tolerance)

の 3 つの内、同時に 2 つしか実現しないことを発表した。

現在のクラウドでは、可用性、分散性 重視のため、一貫性が犠牲になる傾向がある。

銀行等金融機関システムでは、ACID (Atomicity(原子性), Consistency (一貫性), Isolation(独立性), Durability (永続性)) を重要視するためクラウドには向かないと言われている。

しかし、クラウドでは、Basically Available(可用性最優先)にして Soft-state(柔軟な状態)な状態で、Eventual consistency(結果一貫性)結果としての一貫性を考えることが BASE の考え方である。すなわち、可用性 (Availability) を優先してシステム連携を緩く (Soft-state) 考え、すべてのデータに対し、複製と同期 (Eventual) を行うことにより、システム全体の一貫性 Consistency)を考慮することである。

これに対応する iDC としては、前章の実証の結果次の 3 つの観点が重要であると考えられる。

1. セキュア
2. エコ
3. 仮想化

4. Cloud and Crowd 2006 年からの発展

雑誌 Times は、年度末の最終号でその年に最も活躍した人物を「Person of the Year」選出し表紙を飾るのが習わしである。2010 年度に選出されたのは、Facebook の創設者で CEO のマーク・ザッカーバーグである。2006 年の Person of the Year は、個人ではなく「You」が選ばれた。広告の専門誌である Ad-age は、同じく 2006 年度の「Agency of the Year」に「Consumer (消費者)」を選んだ。どちらも、個人がクチコミなどを通じて大きな働きをした年であったことを示している。また、この年はインターネ

ットデータセンターにおいて、メガセンターと呼ばれる CPU5 万台以上の大規模データセンターが登場し Cloud Computing が本格的にスタートした年でもある。

Cloud(雲)の上の Crowd (多数の人一市民)とも呼ぶべきインターネット上の新しい仕組みが登場した。Crowdソーシングという Crowd にタグ付けなどの仕事をアウトソースする方法も多くの成功事例が報告されるようになり、Crowd という言葉は世間に知られるようになった。Social Media (Social Networking 等) は、Cloud の登場により Cloud の機能をフルに利用して大きく発展・変容した。従来から、動画・写真投稿サイト、マイクロブログ、ソーシャルネットワークワーキングサイトなど様々なシステムが稼働しており、Social Media、Social Marketing, Social Technology, etc. など様々な呼び名が与えられていた。Facebook は、2010 年 7 月にアクティブユーザーが 5 億人 (2010 年度末、5.8 億人) を超えグローバルなコミュニティを形成し、米国大統領選でのインターネット利用や 2009 年と 2010 年のスーパーボールの広告戦略の変容をみると社会の根幹に係わるような変容が見られる。すでに多くの人が、Cloud Computing を利用し Social Media をコミュニケーションツールやマルチメディアの情報の場として利用している。これらの iDC の状況を、Sun CTO Greg Papadopoulos は、2007 年に大規模なコンピューティング・パワーに対する需要への対応は、Moor's Law を超えてエクスポネンシャルに増大するとして Red-Shift Theory を唱えた。これに対応出来る企業を Red-Shift Companies と呼び、対応出来ない企業を Blue-Shift Comp. と呼んだ。

iDC の規模によるコスト比較

IDC 規模 コスト 種類	中規模 iDC (1000 台クラス)	メガ iDC (50000 台以上)	規模の 効果
ネットワーク	1Mbit/Secの 通信コスト \$ 95/Mbps/Mon.	1Mbit/Secの 通信コスト \$ 13/Mbps/Mon.	14% (7.3倍)
ストレージ	1GB容量当たり \$ 2.2/GB/Mon.	1GB容量当たり \$ 0.40/GB/Mon.	18% (5.5倍)
マネジメント	管理台数/人 約 140 台	管理台数/人 > 1000 台 最新 50000 台以上	14% (7.1倍) 2.8% (35.7倍)

Amazon 仮想マシン 1 台 1 時間 10¢ から
© M. Ohashi 再利用率
J. Hamilton + 著者作成
基本 (2006) のデータ + α

表 1 iDC の規模によるコスト比較

5. iDC の利用形態の変化と効率化

iDC の利用形態が、90 年代後半に行われていたようなラックや場所を提供するような形態から様々な資源の提供する場合へと変化していった。21 世紀に入って最初に顕著になったのはストレージの急拡大である。1999 年を 1 とすると 2003 年には 13 倍から 15 倍に急拡大しその後も急拡大を続けており 2009 年には、情報発信量がストレージの能力を上回ってしまったと言われている。

2001 年から 2006 年までの間に、米国ではサーバー数が 2 倍になり平均 サーバー当たりの消費電力は 4 倍になったと言われる。さらに、1180 万台のサーバーが、iDC に存在するが、その能力の 15% しか利用されていない。iDC は、すでに米国の電力の 1.5% を消費しているといわれこれは、2000 年の 0.6%, 2005 年の 1% からみても大きな数字であり

iDC がオフィスの 100 倍のエネルギー消費(単位当たり 平方フット)をしている。

さらに iDC は、今後世界の CO₂ の 2 % を消費しこれは、航空機が排出する全量に匹敵する。そこで、これらの消費をグリーン技術で 50 % カット可能にしようという為努力が始まっている。

効率化についてはいくつかの方向性があるがそのいくつかを考えてみたい。まずは、効率の悪い小規模の iDC からメガセンターへの移行である。これはすなわちクラウド化であり、エネルギーの効率化のためにコンテナデータセンターが広く用いられている。コンテナ型データセンターは、同じ能力で面積約 1 / 8、空冷、水冷など様々な環境対応の工夫がなされると同時に、設置の柔軟性や、ラックそのものに免震装置を備えた物もあり最新のメガセンターとしての iDC ばかりでなくエッジのセンターへの応用も始まっている。

コンテナ化と同時に、仮想化による効率の制御が積極的に行われている。仮想化の技術は、ストレージから始まり現在では、ハード・ソフトの広い領域に用いられておりクラウド化を支える基盤技術の一つとなっている。

すでに存在する iDC では、ラックの配置の改善(列単位の空調) すなわち- コールドアイルとホットアイルの分けや電力・電源・空調の改善、電力伝送・電源の非効率化の改善、空調の非効率化の改善が行われている。さらに、機器の AC から DC への変換により電力の 13~28 % の改善が試みられている。

iDC 上の負荷の急拡大の事例を挙げると、Animoto という動画共有サイトがあり写真に楽曲をつけて動画風に見せるサイトであるが 2008 年 4 月創業 6 ヶ月で Facebook から利用可能にしたところ公開後 3 日間で、ユーザーが 25000 人から 25 万人に急増した。これに対応するため、Amazon Web サービスのサーバーを 3 日間で、従来借りていた 50 台から 3500 台に急増した。Amazon のクラウドサービスは CPU の稼働率 85 % 超えるとサーバー追加しスケールアップする事が可能である。仮想化の技術の応用であり Amazon EC2 のサービスを 2009 年には 8000 台以上利用している。EC2 は(Elastic Computer Cloud)の略で 2006 年 12 月から仮想 CPU1 台 1 時間 10 セントでサービスを開始している。Twitter は、ストレージのサービスである Amazon S3(Simple Storage Service)を利用しており Amazon Web Services は、このサービスを 2006 年 3 月から始めている。Cloud Computing の進展により、iDC がコンピューティングサービスの工場に(例 Amazon Web サービス)になり、負荷のピークへの柔軟な対応(コンピューティング、ストレージ等への)になっている。これらの背景には、米国における企業内のデータセンターやシステム進歩に追いついていない(特にネットワーク化)ていないのと、会計上情報システムへの投資の収益性が問題になるなどバックグラウンドの問題も浮かび上がってくる。

米国での企業内データセンターは、約 7000 といわれるが、使用されているサーバはわずか 6 % で、30 % はすでに使われていないと言われている。

これらの背景から、NIST (米標準局) は、Cloud Computing の標準化に着手しており、骨子は下記の様である。

・ オンデマンドのセルフサービス (必要なとき必要な資源を利用)

・ ユビキタスとネットワークによるアクセス (多様なプ

ットフォームからアクセス)

・ 場所に依存しない資源プール (動的なコンピュータ資源の利用)

・ 迅速な柔軟性のあるサービス (自由なスケールダウン、スケールアップ)

・ 従量課金 (資源の量における課金システム) 等 を特徴としてあげている。

6. 現在と将来へむけて

すでに、個別の機器や iDC の効率化だけでは、Social Media 等による発信情報量の急増やセンサーネットワークなど従来想定されていなかった需要の急増に追いついていけない状況がすでに生まれている。これには、利用方法や社会制度・システムの変容が必要でありクラウドはすでにその一端を担っている。

セキュリティなどについてはいろいろな指摘がある。

安全利用のためには、CIA とよばれる機密性、完全性、可用性が必要である。また、従来のアウトソースの利用の問題と同じ問題が存在する。また、境界の問題があり、パブリックとプライベート、論理的な分離に対する境界(仮想化等も含む)がある。API (クラウドの制御)に関する問題も指摘されている。

認証の問題は、アイデンティティ基盤等従来より厳しい考え方が必要であり分散型認証が必要とされる。

信頼性のあるネットワークを基盤とした安心・安全な情報社会を実現するためには、セキュリティ基盤、アイデンティティ基盤、サービス基盤の 3 つの基盤を確立する必要がある。特に、情報の適正な利用を図るためのアイデンティティ基盤とタイムスタンプ(時刻認証)が重要である。

・ 情報の適正な利用について

① 情報システムを利用する全てのアイデンティティを漏れなく分散環境下で統合的に管理・運用すること(アイデンティティ基盤)

② 認証・許可・属性といった厳密な本人認証と、許可された必要な範囲内に限られた情報アクセス制御を行うこと(アイデンティティ基盤)

③ 誰がどの情報アクセスをいつ行ったのかをきちんと記録し、内容も含めて第三者による原本性の証明が可能なこと(タイムスタンプ)

・ アイデンティティの 5 A の考え方が必要である。

① 認証 (Authentication) …利用者ユニークに特定するための情報。

② 認可 (Authorization) …利用者に与えられる権限情報(情報へのアクセス・操作許可)。

③ 属性 (Attribute) …利用者の個人属性(所属、役職など)。

④ 運営・管理 (Administration) …アイデンティティの適切な運営・管理

⑤ 監査・追跡 (Audit) …セキュリティ上の問題がないことを保証・説明する(監査・追跡)

これらを有機的に運用するためには相互運用性が必要である。5 A 全てにおいて異なる認証主体間、サービス主体間で連携し、ワンストップサービスとそれに伴う認可、属性の交換、複数の認証主体にまたがる追跡・監査の実現が必要である。このアイデンティティ基盤は、RFID などの広範な普及によって航空手荷物のように荷物にも人のアイデンティティを付与したり、ユビキタス環境では、物品(生

産者証明等)にも数々の情報を付与するときにはアイデンティティ基盤が重要な役割を果たすことになる。

現状では、5 A の内最初の認証の部分しか議論されていない。

デジタル・フォレンジックも重要であり、物理的な実態と論理的な実態の乖離(ログ追跡性)も考えなくてはならない。

そしてなにより、Social Media は、Facebook や Twitter を例に挙げるまでもなく、リアルタイムで運用されるという点である。ネットワークや iDC の負荷を考えると運用やマネジメントの面で新しい考え方をしなくてはならない。これら全ての面で日本における議論は、個別の技術については優れたものを持っているにもかかわらず総合性や社会基盤としての議論に劣っていると言わざるを得ない。

目標はエコや CO₂ の削減ではなく 1992 年のアジェンダ 21 に示されたような持続型社会の構築であり、デジタル化されたデータの長期保存性等解決しなければならない課題は多いが、情報社会そのものが持続型社会とどのように関わっていくのかを真剣に考える時が来ていると思われる。さらに効率化だけでなくより便利に快適に豊かさを感じる社会への指針を情報という概念を基盤として社会をどのように設計し直すか(Social Design)を示すときである。

参考文献

- 1 Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, and Matei, "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing", UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, February 10, 2009
2. Special Report : Economist CORPORATE IT CORPORATE IT Let it rise ,Oct 23rd 2008
CORPORATE IT Where the cloud meets the ground Oct 23rd 2008
CORPORATE IT Creating the cumulus Oct 23rd 2008
CORPORATE IT On the periphery Oct 23rd 2008
CORPORATE IT Highs and lows Oct 23rd 2008
CORPORATE IT The long nimbus Oct 23rd 2008
CORPORATE IT Computers without borders Oct 23rd 2008
3. NIST、クラウド標準化ドラフト May. 2010
4. iDC イニシアティブ、「iDC 活用ガイドライン」、2001年10月
5. Web サービス イニシアティブ、「Web サービス 適用ガイドライン」、2005年1月
6. 総務省 情報通信政策局 情報通信政策課、「次世代の認証システムの在り方に関する 調査研究報告書」(中央大学総合政策学部)、2007年3月
7. 大橋正和・長井利之『インターネットデータセンター革命』、インプレス、2001年1月、p. 235
8. 大橋正和、『公共 iDC と c-社会』、工学図書、2003.01、p. 196
9. 大橋正和編著、次世代 XML Web サービスとシブズン・セントリックの考え方』紀伊國屋書店、2005、p. 229
10. M.Hori, and M.Ohashi, "ChapterVII, Adaptive Collaborative Work and XML Web Services", pp.86-100, "Internet Strategy: The Road to Web Services", edited by Dr. Guah and Dr. Currie, IRM Press .2005.09, p.323.

11. M. Hori and M. Ohashi,"Chapterp.14 Knowledge Creation and Adaptive Collaboration Based on XML Web Services", pp.292-305, "Knowledge and Technology Management Virtual Organizations:Issues, Trends, Opportunities ,and Solutions", Edited by Dr.Goran D.Putnik & Dr.Maria Manuela Cunha , IDEA Group Publishing, 2007. p.368

12 Ohashi, M. and M.Hori, "Certified Originality of Digital Contents by the Time Authentication", Chapter 6, pp.67-80, "Information Communication Technology Law, Protection and Access Rights; Global Approaches and Issues", pp.560. edited by Irene Maria Portera and Maria Manuela Cruz-Cunha, Information Science reference, IGI Global, 2010, Hershey New York

13. 大橋正和、「クラウドがもたらす社会変革 -A Walk in the Clouds-」、講演資料、JGN 2 plus シンポジウム 2009年12月15日

14. 大橋正和、「クラウドがもたらす地域社会の変革」、長崎県地域情報化セミナー、講演資料、2010.6

15. 大橋正和、「省電力データセンターの現状と将来」、日本学術振興会光ネットワークシステム技術第171委員会十周年記念シンポジウム、講演資料、2010. 6

16. 大橋正和、「Social Media による新しいコミュニケーションの進展—人間のリアルタイム・ネットワークの構築—」、中央大学出版会ドラフト、2010. 11