■ 総合文化研究所年報　第18号（2011）pp. 69–79

情報革命の道程

宮田 雅智

〈要旨〉
まず、コンピュータとコンピュータ・ネットワークの歴史を概観し、今日のICT環境に至る道のりを整理しておく。当初、研究者間の情報交換用に開発されたインターネットがハードウェアや通信技術の進歩に伴ってその利便性が広く注目されるようになった。企業や大学といった組織的な利用から、個人向けインターネット接続サービスが開始されるや否や、WWWの出現とMosaicやNetscapeといったいわゆるブラウザの提供によって利用者は爆発的に増えていった。Webアーキテクチャを基礎としたクラウド・コンピューティング環境が整えられると、今まで掛かっていたユーザーへの負荷は大きく軽減される。従って、質量共にICT利用は増大することは衆目の一致するところである。これは見方を変えると、情報革命の歴史はコミュンケーション革命の歴史である。

キーワード：インターネット、クラウド・コンピューティング、ウェブ、サーバー

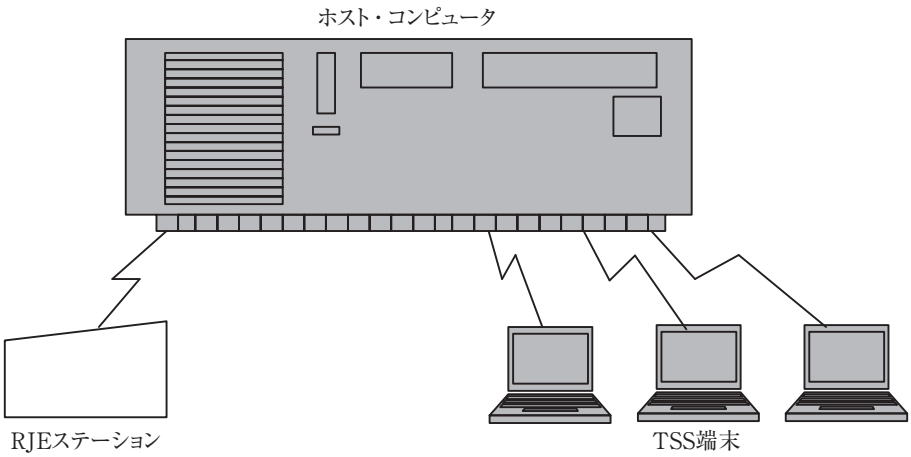
1. コンピュータの進化―計算機の歴史概観

簡単な2次方程式の解を求めるのにIBM1130というコンピュータを使ったのが私のコンピュータとの出会いである。その後、いわゆる第3世代コンピュータと言われる汎用マシン・IBM360シリーズ（1964年発表）を使う機会を得た。大型汎用機と呼ばれるこのコンピュータのメインメモリーは32キロバイト、今では考えられないほどの記憶容量である。使う目的はもっぱら数値計算であり、私自身も科学技術演算用言語であるFORTRANを使って様々な計算処理を行っていた。計算需要の増大でコンピュータは大型化かつ演算スピードの高速化の一途をたどることになる。画像処理、構造計算、天気予報あるいは複雑な社会システムの解析など非線形系の問題解決には無くてはならない道具として確固たるものとなった。しかし、一方で、小型化への流れも芽生えていた。

1971年にはワンチップコンピュータが誕生し、マイコン・ブームのさきがけとなった。アップル、タンディ、petなどの小型コンピュータが続々と発表された。同時に、これらの小型汎用コンピュータにビジネス・ソフトとしてビジカルク、Lotus1–2–3、エクセルといった表計算ソフト、ワードマスター、ワードスターといったワープロソフトなどを搭載

することにより、コンピュータの利用の様相は一変した。単なる計算処理機械であったコンピュータはいわゆる情報処理機械となったのである。しかも、小型ではあるけれども個人でスタンド・アロンの汎用コンピュータを手に入れることができるようになったのである。

大型汎用コンピュータ導入当初の利用形態はバッチ（一括）処理であった。高価な計算機を個人で所有することなど叶わないことであった。何とか、コンピュータを共有することはできないか、ということでコンピュータ通信のアーキテクチャが検討された。RJE（Remote Job Entry）ステーション経由のリモート・バッチ処理に始まり、物理的に接続された端末から利用するタイムシェアリング（時分割）・サービス（TSS）へと変化していった。さらに、このようなホスト・コンピュータへの集中処理からワークステーションと呼ばれるコンピュータを配した分散処理へと転換していく。



IC技術の劇的な進歩で、コンピュータは重厚長大から軽薄短小へと一気に加速し、利用形態を大きく変化させた。それをさらに推進し加速させた技術の一つが、リモート・バッチやTSSあるいは分散処理を実現するために蓄積されたコンピュータ・ネットワーキングの手法である。

2. コミュニケーションの進化

E. M. ロジャーズは「Communication Technology―The New Media in Society」（邦訳「コミュニケーションの科学」）（1992）の中でコミュニケーションの進化過程を4つに区分し、重要な27の出来事を挙げている。幾つかの特徴な事項を挙げると以下のとおりである。

①筆記コミュニケーションの時代

1041　中国（宋）で書籍印刷術が出現。畢昇（ピ・シェン）の陶土製の活字による活版印刷。

1230　韓国で金属活字を発明。

②印刷コミュニケーションの時代

1456　グーテンベルグが金属活字による活版印刷術を発明

③電気通信の時代

1844　モールスによる電信メッセージ発信

1876　ベルによる電話メッセージ発信

④インタラクティブ・コミュニケーションの時代

1946　コンピュータENIACの開発

これら4つの過程は過去のものではなく、現在なお脈々と役割を継続している。コミュニケーションの進化の歴史は時間の短縮、距離の克服と情報量の増加を追及してきた歴史と言える。情報が短時間のうちに、より多くの人々に伝播する過程で正確性が損なわれるとか、情報を公開することにより、知識が広く行き渡ることで自分たちの権威が危ういものになる、あるいは多大な損失を被るから、といった様々な抵抗は、大衆の知的好奇心の渦の中にあえなく飲み込まれていったのである。読み書きできる人が増え、知ることへの欲望が駆り立てられ、思想を共有できることに対するインパクトのほうがはるかに強かったのである。加えて、時間と距離を克服したコミュニケーションの技術は商用戦略上有用な武器となり、そのことが普及の後押しをし、加速度的に進歩していったのである。ロジャーズが示した4つの過程もそれぞれの時代にあって、社会的に革命的な大きな影響を与えてきたことは疑う余地は無い。

グーテンベルグの活版印刷技術による聖書の印刷は、情報伝達の革命であり、思想の共有という大きなうねりを作り出した。コンピュータの開発に端を発するディジタル技術は単なる情報の伝達革命ではなく、生成、加工、流通を速く大量に処理することで活版印刷技術とは意味を異にする。

1960年代以降、コンピュータ・ネットワーク、情報のディジタル化技術、公衆網の活用を基礎に、電子メールやWWW（World Wide Web）といった道具が出現し、新たなインタラクティブ・コミュニケーションの時代が到来し、情報革命の扉は大きく開かれたのである。

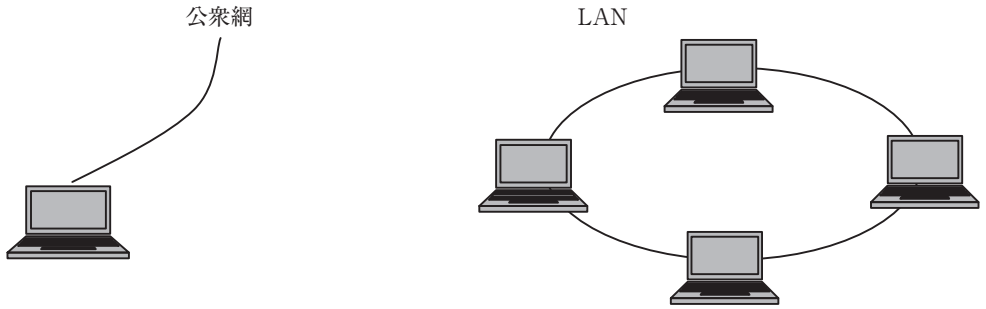
3. インタラクティブ・コミュニケーション

電話の受話器をスピーカーとマイクが一体となった機器に接続し、アナログの音声データに変換し、電話線を通してデータを送受信する装置である音響カプラを使ったインタラ

クティブ・コミュニケーションが登場した。雑音に弱く通信速度も遅く、しばしば通信障害を起こしたが、遠隔地からホスト・コンピュータにアクセスできる環境は、当時としては得がたいものであった。1970年代後半には、低速ながらディジタル・データが公衆電話回線網の上で送受信できるようになった。アナログとディジタルのデータ交換機MODEM（MOdulator/DEModulator）を介してディジタル・データの送受信ができるようになると、例えば〈キャプテン〉やフランスのミニテルという専用端末を使った〈テレテル〉（1980）といったビデオテックスのシステムが登場し、そしてさらに、1980年代半ばにはパソコンを公衆電話網で繋げて情報を送受信する仕組みのPC-VANやニフティ・サーブといったパソコン通信が登場する。インタラクティブ・コミュニケーションということで話題性はあり、有用性はそれなりに評価されたが、しかし、この環境はインターネットの出現で早々にその役目は終焉を迎えたのである。

まず、企業や大学のキャンパス内など単一の組織内に点在するコンピュータを繋いだLAN（Local Area Network）が構築された。ここで用いられたデータ通信の手順はインターネットとも親和性の高いものであった。

1969年にアメリカ国防総省高等研究計画局（Advanced Research Project Agency、後のDARPA：Defense Advanced Research Project Agency）の支援で小規模の実験的ネッ



トワークARPAnetが構築された。TCP/IPという伝送手順を採用し、研究者間の情報交換の道具として利用された。その道具の有用性はすぐに認められ、民間にも開放されるに至った。これがインターネットの始まりである。従って、その歴史は40年を重ねたことになる。

日本ではIBMのホストコンピュータ間を接続した国際学術ネットワークBITNET（Because It's Time Network, 1981）がさきがけである。ARPAnetと同様に電子メールとファイルの送受信を実現した。次いでJUNET（Japan University NET）、WIDE（Widely Integrated Distributed Environment）ネットがスタートした。日本のインターネットの黎明期である。

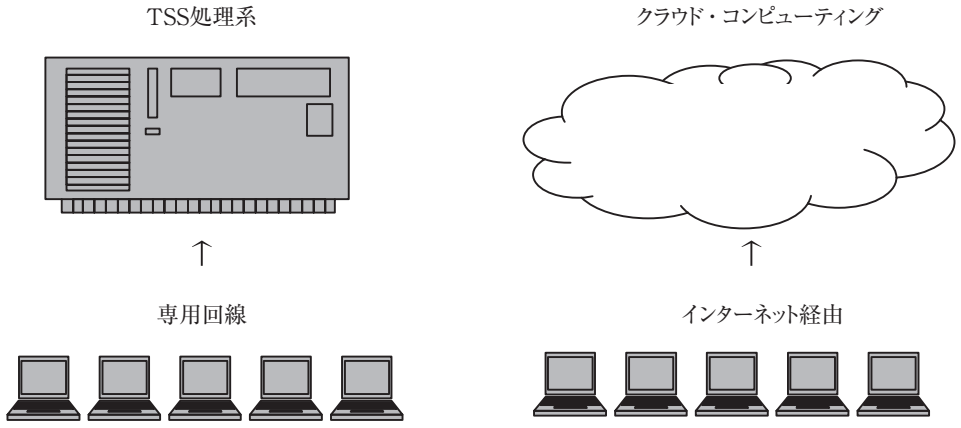
インターネットの特徴は1960年代半ばにポール・バランとドナルド・デービスが前後して公表したパケット通信の理論が採用されていることである。情報を細切れにし、小包

(パケット)のようにパッケージしてそれぞれに宛名を付けてネットワーク上に送り出す。パケットは蜘蛛の巣のように張り巡らされたノードを経由して相手側に送り届けられる。途中のノードに障害があればそれを迂回し、多少の遅延が生じてもノイズの入らない正確なデータを送り届ける。電話やテレビといったメディアのリアルタイム性を多少犠牲にしても確実に伝送できることが基本であり本来の設計思想なのである。現在では、通信速度が速くなりストレス無く送受信が実現している。

4. クラウド・コンピューティング（cloud computing）

重厚長大のメインフレーム・コンピュータ（大型汎用機）による中央集中処理から、軽薄短小のパソコンあるいはワークステーションによる分散処理に移行した。エンド・ユーザーは端末の高性能化によって独立性は益々高まり、多くがローカルに処理ができるようになった。つまり、エンド・ユーザー側で多く処理ができるようになったのである。しかし、一方で、メインフレーム・コンピュータの運用コストは益々増大していった。また、個人利用あるいは端末としてのパソコンについても、ソフトウェアのバージョンアップやカスタマイズに掛かる労力は相当なもので、それを回避するシン・クライアント（thin client）即ち、端末PCにはアプリケーション・ソフトウェアはインストールしないでサーバーに置いてあるソフトウェアを利用する方式で、インフレーム時代のTSS処理に似たアーキテクチャが出現した。様々な処理系が、一度はエンド・ユーザー側の高機能端末に移行したものの、結局、再び中央集中型に戻ってくることになったのである。

このように、ネットワークを介してコンピュータを利用する（サービスを提供する）という環境は新しいものではない。1章で述べたように、1960年代からのデータセンター利用（遠隔からのCPU使用時間課金）、1980年代のVANの利用形態としてもすでに実現していた形態である。



クラウド・コンピューティングはその最先端に位置するアーキテクチャである。従来の

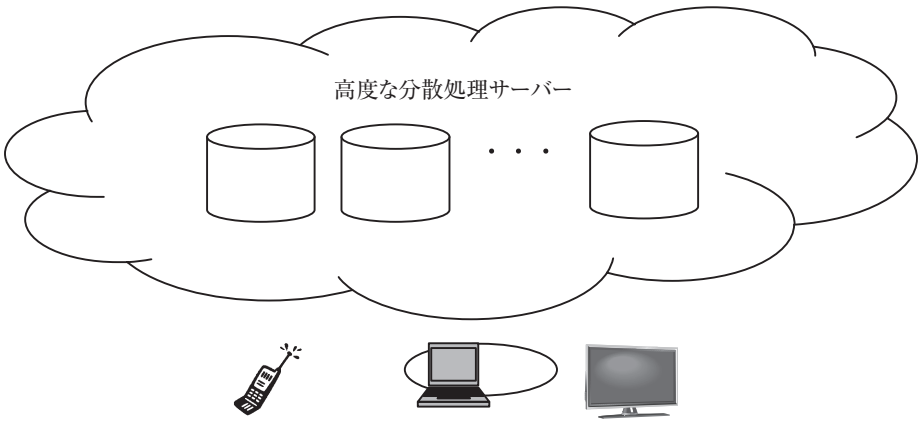
TSS処理系やサーバー／クライアント方式と決定的に異なるのは、クライアント側のシステム要件は①インターネットに接続できること、②ブラウザが搭載できることである。つまりWebアーキテクチャを基本にして、インターネットを通じて外部組織が運用している巨大なサーバーを利用し、仕事を行わせる方法である。要するに、インターネットの接続環境さえあれば有償ではあるが、サービスを受けることができるのである。

一方、サーバー側では時々刻々変動する接続数やデータ量の増減に柔軟に対応させるために「仮想化」の技術を導入し、高度な分散処理を実現した。1台のサーバーの中に論理サーバーを構築し、実際には1台しか存在しないのに複数台のサーバーが存在しているかのように見せかけ処理する方式である。サーバー群を巨大な汎用メインフレーム・コンピュータのように稼動させる仕組みである。この環境により、ユーザーは比較的ストレスなしにリアルタイムで仕事を処理することができる。

このようなサービスにより、利用者はサーバーの存在を意識することなしに利用することができるようになってきた。このサービスには、例えばGoogle Apps、Gmail、Amazon Web Services、Windows Live、Windows Azureなどがある。このサービスを受けるためのクライアント側のハードウェアはコンピュータである必要は無く、携帯電話、ゲーム機、ネットブック等などインターネットに接続できるデバイスであれば何でもいいのである。こうなると様相は一変してくる。インターネット利用状況はユーザー数や利用内容など、その振る舞いを一変させるに違いない。

しかし、手放しでクラウド・コンピューティング利用に転換するにはまだ時間を要するであろう。その最大の要件はセキュリティである。高度な分散処理であるがゆえに、そこに脆弱性があることも事実であり、雲の中に重要なデータやシステムを預けて大丈夫だろうか、という不安は付きまとう。つまり、充分なセキュリティが担保される必要がある。

従って、現時点では、まだリスクが高いためクラウド・コンピューティングの普及は企業の業務を処理するための利用より、どちらかといえばリスクを気にしない個人ユーザー



様々なクライアント・デバイス

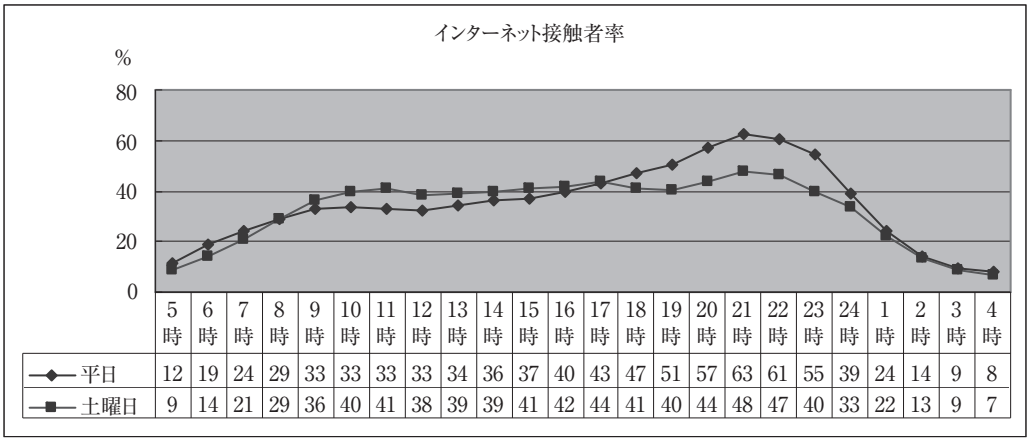
による利用により推進されると考えられる。

何れにしても、村井が『インターネット新世代』（2010）で指摘しているように、今後のインターネットによるインフラストラクチャを考えるうえで、クラウド・コンピューティングがどのような意味を持つのかを丁寧に議論することが、クラウド・コンピューティングがバズワードになるか否かの分岐点になる。

5. 情報革命はコミュニケーション革命

インターネット利用目的で最も多いのが、検索エンジンを使ってネットワークに接続されているデータベースを閲覧する機能である。データベースを構築するためには当然のことながら仕様が統一されていなければならず、これにはHTMLという言語が開発され、その仕様が公開されたので一気に拡がった。最初はテキストベースであったが、画像、音声といったマルチメディアが扱えるようになり、接続されるデータベースも増え、利用も爆発的に増大した。

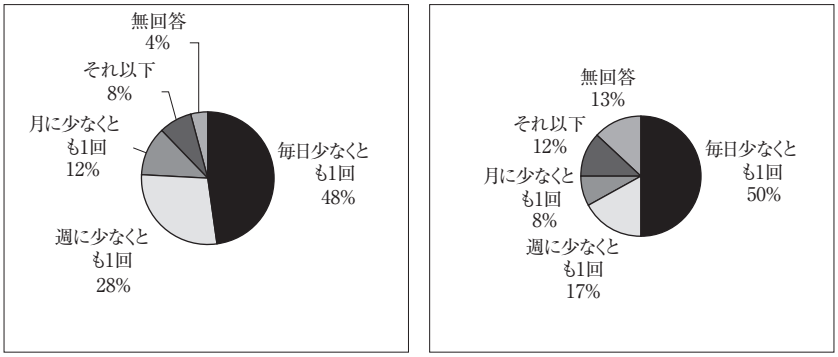
総務省の調査で、2008年のインターネット利用者数は9000万人を突破した。「情報メディア白書2010」によるとパソコンからの利用者は約8300万人、携帯電話・PHS・携帯情報端末からの利用者は約7500万人、両方を使っているのは6100万人という数になっている。また、ブロードバンド・サービスの契約数は3000万を超え、しかもFTTH（Fiber To The Home）がDSL（Digital Subscriber Line）の1118万契約を超え1502万契約となった。CATVも微増ながら契約数を伸ばしており、高速のディジタル通信による、快適なインターネット利用環境はもはや特殊なケースではなく、ごく常識的な環境となりつつあることは明らかである。



	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	1時	2時	3時	4時
平日	12	19	24	29	33	33	33	33	34	36	37	40	43	47	51	57	63	61	55	39	24	14	9	8
土曜日	9	14	21	29	36	40	41	38	39	39	41	42	44	41	40	44	48	47	40	33	22	13	9	7

（「情報メディア白書2010」の数値を基に作成）

次のグラフは2009年6月時間帯別接触者率である。平日推定接触者数34767千人として



パソコン　　携帯電話

（「情報メディア白書2010」の数値を基に作成）

インターネット利用状況（2008年）

いるので、平日明け方の5時には12%つまり約417万人の人がインターネットを利用していることになる。

上の数値は総務省の通信利用動向調査によるが、インターネットを毎日少なくとも1回は利用する、と回答した人はパソコン及び携帯電話共に半数に及ぶ。

村井は『インターネット新世代』（2010）の中で、

1970年代：ディジタル・ネットワークとコンピュータ・システムが独自に発展
1980年代：ディジタル・ネットワークとコンピュータ・システムの融合の時代
1990年代：インターネットの商用化
2000年代：コンピュータ以外のデバイスでインターネット利用

と大まかに区分している。「コンピュータ以外のデバイスでインターネットの利用」はまさにクラウド･コンピューティングを意識した分類のように見える。つまり､コンピュータであることを意識させないデバイスでインターネット接続し、様々な用途でクラウド・コンピューティングを利用する環境を示している｡このようなユビキタス･コンピューティング環境においては、ICTバリアフリーあるいはアクセシビリティの向上で利用者が格段に増えていくのは想像に難くない。

もともとリアルタイム処理を目指したわけではないインターネットは、様々なブロードバンド技術により即時性を伴ってきた。情報がインターネット上を瞬時に駆け巡る状況が現実のものになった今、従来から指摘されている様に、手軽さゆえの無責任さが引き起こす問題は、さらに深刻さを増している。

『情報通信白書2008』の「メディアによる評価」（出典ユビキタスネット社会における情報接触及び消費行動に関する調査研究）では、テレビ、新聞、雑誌･書籍、ラジオといった従来から使われている4大マスメディアからの情報入手は、パソコン即ちインターネッ

トから入手に転換している。一方で、インターネットからの情報入手に関して、娯楽性、共有性、多量性、有用性、簡便性、速報性、親近性、正確性を問うたところ、多くの人は、多量性は高いものの正確性に欠けると回答している。情報革命の本質は無責任体制であるといことを認識していながら、それにもかかわらず人はインターネットを利用する。テレビ広告の最後に気を引くようなキーワードを見せ「詳細はウェブで」といってHPに誘い込む、あるいは新聞広告にURLを載せて「詳細はこのアドレスに」といって誘導するクロスメディアという広告手法、ブラウザにキーワードを入れて検索するとヒットしたURLのほかに関連企業の広告が表示される検索連動広告など、人間の好奇心を巧妙に利用した仕掛けが氾濫していてそれに翻弄されてしまうことが多々ある。

また、インターネットはコミュニティの社会的繋がりを強める働きをする、とはよく言われることである。しかし、インターネットというメディアによるコミュニケーションの爆発的拡大、バーチャル・リアリティに伴う現実認識の混乱、弱体化は人間関係の希薄さを誘引するのも事実である。

様々な問題は技術で解決できるというのは幻想ではないだろうか。科学の進歩に人間の知恵が追いついていけないという分析もある。

インタラクティブ・コミュニケーションの黎明から60余年、インターネットの歴史は40年を経た。2011年7月には全てのテレビ放送がディジタル化されるなど、押し寄せるディジタル化の波に背を向けることは不可能である。むしろ、ディジタル環境が基本の情報社会について積極的に考える重要な時期に来ているのである。

E. M. ロジャーズは『Communication Technology』の中で、「新通信技術は社会への望ましく、かつ直接的で予期されたインパクトをもたらすとともに、望ましくない間接的で予期されなかったインパクトも同様に随伴する」と述べている。科学技術の進歩には必ず光と影が存在すると言っているのである。従って、情報化社会のインフラであるディジタル・コミュニケーション・テクノロジーの開発においては、それが実現したとき、社会にどの様に作用し、どのようなインパクトを与えるのかを今まで以上に真摯に問わなければならない。

情報革命はコミュニケーションの革命ともいえる。

参考文献

1. 栗本裕、河本仲聖訳：メディア論、みすず書房、1987
   原著　M. McLuhan: Understanding Media, 1964
2. 安田寿明訳：コミュニケーションの科学、共立出版　1992
   原著Everett. M. Rogers: Communication Technology ― The New Media Society, 1986
3. 高山宏監修、中沢豊訳：メディアの法則、NTT出版、2002
   原著　M. Mcluhan, E. Mcluhan, Laws of Media, 1988
4. 松岡正剛監修：情報の歴史、NTT出版、1990

5. 北山節郎訳：情報革命という神話、柏書房、1998
原著　LIGHT, CAMERA, WAR − Is Media Technology Driving International Politics? 1996
6. 佐藤俊樹：ノイマンの夢・近代の欲望、講談社、1996
7. カルチュラルエコロジー研究委員会編：情報革命の光と影、2001
8. 水島宜彦：情報革命の軌跡、裳華房、2005
9. 金子務：オルデンバーグ―17世紀科学・情報革命の演出者、2005
10. 柏倉康夫編：情報化社会研究―メディアの発展と社会、日本放送協会、2006
11. 総務省編：情報通信白書（平成20年度版）
12. 村井純：インターネット新世代、岩波新書、2010
13. 電通総研編：情報メディア白書2010、ダイヤモンド社、2010

The Progress of Information Revolution

Masanori MIYATA

At first, the Internet was developed as a tool for information exchange between researchers. Subsequently, it came to be used at companies or universities as hardware and communications technology developed. Finally, the number of Internet users increased explosively when they, as individuals, were able to use Internet browsers such as Mosaic or Netscape. When the cloud computing environment based on the Web architecture is ready in the future, the burden to the user will be greatly reduced. Accordingly, the speed of the spread of ICT use will accelerate more than before. In this respect, the information revolution can be called the communication revolution.

keyword：internet, cloud computing, Web, server