

タイトル	ICTの現状と課題(<特集論文>平成21年度教員免許状更新講習選択領域：「インターネットと教育」)(栃内香次教授退職記念号)
著者	栃内，香次
引用	北海学園大学経営論集，7(3)：177-183
発行日	2009-12-25

ICT の現状と課題

栃 内 香 次

第 1 部 ICT の現状

1. はじめに

60 年足らずという短い歴史しか持たないにも関わらず、コンピュータの起源はかなり曖昧である。世界最初のコンピュータであると長い間言われていた ENIAC も、今ではそうでないとされている。このような曖昧さがあるのは、恐らく二つの理由からであろう。一つは、そもそも何をもってコンピュータとするか、というコンピュータの定義自体が論者によって異なることである。もう一つは、コンピュータ開発のかなりの部分が第 2 次大戦中の軍事技術開発の一環として行われ、今日なお不明な部分が多いことである。そこで、年代は少し後になるが、本講では商用のコンピュータが出現し、企業情報システムの中核となっていった時期をコンピュータの歴史の始まりとしたい。

ENIAC の後、EDSAC、EDVAC など、様々の試作段階を経て商用のコンピュータが出現したのは 1950 年前後で、スペリーランド社から発売された UNIVAC I が最初であるとされる。その後の発展は極めて急速で、大きな技術革新が繰り返され、今日に至っている。

ここで、大体 10 年を単位としてコンピュータの発展の大まかな歴史を振り返り、それぞれの時代を代表する事項を一覧して見

ることにしよう。

1950 年代：商用コンピュータの出現

この時代はコンピュータの黎明期で、ハードウェア、ソフトウェアの基礎が確立し、今日のコンピュータの源流をなす基盤技術が固まっていた。

1960 年代：アーキテクチャの確立

企業、大学等でのコンピュータの利用が一般的となり、1964 年に IBM システム 360 が現れて小型から大型にわたる汎用コンピュータのアーキテクチャが確立した。

1970 年代：ミニコン、パソコンの登場

ミニコンピュータが現れ、企業の各部門、大学の研究室など、小規模なグループでのコンピュータ利用を可能にした。その延長として PC が現れ、家庭やオフィスの机上で個人が使用できるコンピュータが出現した。

1980 年代：分散処理への転換

イーサネットによる構内 LAN が発展し、コンピュータ利用の形態は、汎用メインフレームコンピュータと各個人の PC を LAN で結ぶ分散処理型へと移行して行った。

1990 年代：インターネット時代の到来

世界中のコンピュータネットワークを相互接続するインターネットの広がりによってコンピュータのネットワーク化が急速に進展した。そして、WWW 技術によって家庭やオフィスから地球規模の巨大なデータ集合に接続し、利用することが可能になった。

2000 年代：ユビキタス情報社会への道

携帯電話を主役とする移動しながらの通信と情報処理が一般化し、ユビキタス情報社会、すなわちコンピュータと情報がどこにでもある社会への道を歩み始めた。

2. コンピュータの急速な発達

上記のように、コンピュータの歴史は60年足らずしかない。しかし、その間の発達は人類史上ほとんど他に例を見ない急速なものであった。ここで、1960年代後半からの約40年間における伸びを様々な指標で見ると、ほぼ以下に示すようになる。

性能増大：CPU 速度とメモリ容量双方とも
4～5桁

価格低下：10億円から10万円へ
3～4桁

小型化：建物1棟からカバンの中へ
3～4桁

省電力化：数百kWから数十Wへ
3～4桁

これだけの進化は量の変化にとどまらず、質の変化を引き起こしてきた。その中でも大きな変化は、個人とコンピュータとの関わり方であろう。前章と同じように10年単位で見て行くとほぼ次のように変遷してきたことがわかる。

1970年代まで：多人数で1台（組織全体での共同利用）

1980年代：グループで1台（学科、研究室、オフィスなどでの共用）

1990年代：1人が1台（パソコンの時代）

2000年代：1人が数台（現在）

2010年代以降：1人が無数（コンピュータの存在を意識しないユビキタス時代）

このような変遷の歴史を見ると、コンピュータは「特別な存在」から「当たり前の存在」へと大衆化していったと言えるであろう。このことは、コンピュータという「装置」の問題というよりも、むしろコンピュー

タで扱われる「情報」の大衆化、すなわち民主化ととらえることができる。すなわちコンピュータ技術の革新は、情報を支配者から全ての人へと開放する歴史的な流れの一環と考えることができる。

しかしながら、極めて急速な発展は、一面では技術の急速な陳腐化につながり、ある時点での技術が通用する期間が極めて短くなっている。このため、コンピュータ技術に携わる人々は絶え間ない技術革新の動きにさらされている。これは、今後の技術開発、技術の継承等に対する制約になる可能性をはらんでいて、現在すでにコンピュータ技術者の不足が大きな問題になっている。このことはまた、ICTに携わる人材を育成し、社会に送り出す役割を担っている情報教育にとっても大きな課題であり、絶え間ない革新に即応した先端技術の教育を実施して行かなければならないという問題に直面しているのである。

最後に、もう一つの問題点として、このような大きな変動に社会は適応できているのだろうか、ということをおきたい。現在、コンピュータとネットワークに関連して様々な問題、事件が頻発しているのを見ると、社会はまだ適応できていないのではないかと考えられる。

3. 情報通信技術の発展

ICTのもう一つの柱は情報通信技術である。情報通信技術の歴史はコンピュータ技術より古く、ある時期まで両者はそれぞれ別々に発展してきた。しかし、特に近年におけるPCとインターネットの急速な発展と普及により、情報処理と情報通信は一体であるという認識が一般化した。つい数年前までよく使われていたIT（情報技術）という用語が急速にICTに置き換えられつつあるのはこのことを示している。

本節では、情報通信技術の根幹をなす電気

通信の発展を振り返って見る。まず、電気通信における大きな革新を以下に示す。

電信：モールス符号による通信

19 世紀中頃

電話：誰でも使える通信手段

19 世紀末

無線通信：どこからでも可能な通信手段

20 世紀初頭

地球全域にわたる電話網：情報ネットワークのさきがけ

20 世紀中頃

地球規模の情報通信網の出現はコンピュータの出現とほぼ同時期であり、そのためほとんど間をおかずにコンピュータネットワークが生まれ、1960 年代には銀行などのオンラインリアルタイム処理が開始されている。

この中でも極めて重要な出来事は無線通信、すなわち電波による通信の出現である。電気通信は、極めて高速な電気信号を介して情報を伝達するもので、その結果地球全域にわたる高速な情報通信が可能になった。しかし、そのためには情報の送り手と受け手の間に電気信号を伝送する通信回線（ケーブル）を設置する必要がある、これは時間と多額の費用を要する大事業である。これに対し、無線通信は通信ケーブルを必要とせず、その結果として以下に示すような新しい応用を生み出した。

- (1) 情報を不特定多数の人に伝達する通信形態、すなわち放送の出現
- (2) 船舶、航空機、自動車、そして人間自身など、移動する相手との通信
- (3) 僻地、離島、各種の観測、登山など通信ケーブルを設置しにくい場面での通信

近年の携帯電話の隆盛はこのような応用、特に移動しながらの通信に極めて大きな需要があることを示している。そして、通信ケーブルの設置が不要になることは通信コストの低減につながり、このことも情報通信の普及、大衆化をもたらしたと考えられる。

4. 現代の情報化社会

情報化社会（あるいは情報社会）という用語はかなり以前（1960 年代）から使われており、社会において情報の役割が増大し、主役を演じるようになる、といった意味で使われてきた。しかしながら、真の意味で情報中心の社会が現実化してきたのはやはり 1990 年代になってであろう。本章では、1990 年代以降を現代情報化社会と考え、次の 3 点を中心にその性格あるいは特徴を考察する。

- (1) ネットワークとの密着
- (2) モバイルコンピューティング
- (3) 社会全体を満たす情報

(1) ネットワークとの密着

現在、我々が日常使用しているコンピュータのほぼ全てが何らかの形でコンピュータネットワークに接続され、インターネットを介して全世界のコンピュータが結ばれている。言い換えれば、我々がコンピュータを利用するということは、世界に存在しているほとんど全てのコンピュータを利用することにほかならない。

(2) モバイルコンピューティング

1980 年代まで、コンピュータの大部分は据え置き型であり、特定の場所に設置されて稼動するのが一般的であった。しかしながら、1990 年代以降、移動体通信技術とコンピュータ本体の小型化の急速な進展により、移動しながら情報処理を行うモバイルコンピューティングが一般化してきた。特に、携帯電話の高機能化が進み、電話よりもむしろ情報機器としての性格が強まるにつれて、人々が常時情報処理機器を身につけ、いつでも、どこでも自由にインターネットに接続して情報を利用する時代に入ったといえる。

(3) 社会全体を満たす情報

インターネットによって世界中のコンピュータが結ばれたことにより、それらのコンピュータ上にある大量の情報にアクセスする道が開かれた。そのバックグラウンドはWWWである。WWWが形をなしたのは1990年代初めであるが、爆発的に普及し、現在どれだけのウェブサイトが存在するのかは恐らく誰にも分からない。一方、WWWを閲覧するためのブラウザソフトはあらゆるコンピュータに組み込まれており、WWW上を流通する無尽蔵といえる情報に誰もが自由にアクセスし、利用できる社会を形成するに至った。現代の情報社会はこのような、「情報に満たされた社会」を意味している。

情報化が社会に受容され、PCとインターネットがその基盤システムとして普及してきたのは、それによって有用な情報が大量に供給され、容易にアクセスできることの利便性が認知されたからにほかならない。すなわち、ICTのさらなる発展、進化をもたらす最大の要因は、有用な情報が十分に供給され続けることである。

第2部 近未来のICTとその課題

5. ICT社会の将来像

現在の情報化社会は上述のような経過をたどって発展してきた。次に、それを受けて今後どのように発展して行くであろうかということを考えて見る。ただし、これまで見てきたように、情報通信技術の進化は現在もなお極めて急速であり、長期にわたる未来予測はほとんど不可能である。そこで、本章では一応は現在の姿の延長として考えることのできるような、10年から20年程度の近未来像を探ることにする。

まず確実な予測として、ICTはますます身近で我々の行動に密着したものになり、

人々の活動は常に情報機器とともにあるという状況が現在以上に一般的になると考えられる。その観点で、今後注目されると思われる事項のいくつかを以下に述べる。

(1) 携帯電話のコンピュータ化

前章でも述べたように、携帯電話の最近の流れは情報処理機能の充実という方向である。現在もメール、ウェブアクセスなどは普通に可能であるが、さらに高性能のCPU、大容量のメモリを搭載して処理能力を高めたり、あるいは通信回線のさらなる高速化を受け、サーバーマシンに接続してより高機能な情報処理を行う形態が一般化されると思われる。

最近、スマートフォンと呼ばれる高機能携帯電話の売れ行きが好調で、続々と新製品が登場しているのはその現実化にほかならない。

(2) GUIを超える次世代ユーザインタフェース

1980年代に現れたGUI（グラフィカルユーザインタフェース）はパソコンの急速な普及を可能にした決定的な要因であったと考えられる。しかし、現在のGUIにはまだ不完全な点が多い。例えば、情報機器の小型化に伴ってインタフェースも小型になって行くが、人間が操作するものである以上限界がある。さらに高齢化社会を迎え、視力、指先の機能が衰えたユーザが次第に増加し、現在より大型化したインタフェースが求められることもあり得る。これらの問題点を克服してさらなる高度化を実現するためには、現在のGUIを超える次世代のインタフェースの創成が必須の課題であると考えられる。

(3) マルチモーダルインタフェース

前項とも関連するが、現在のGUIもその基本は文字と図形（アイコン）という記号が主体であり、連続情報である画像、音、あるいは映像を積極的に利用しているとはいえない。一方、人間同士のコミュニケーションで

は多様なメディアが融合されて利用され、緻密なコミュニケーションを行っている。近未来のインタフェースを考える際、このようなマルチモーダルインタフェースの実現が重要な課題となるであろう。

また、現在我々がコンピュータインタフェースで利用している視覚情報は3次元の現実世界を2次元に圧縮した画像情報であり、奥行きを失っている。これは、コンピュータの利用がオフィスにおけるデスクワークという2次元の情報を扱うことから始まったため、その意味では必然であった。しかし、これは我々が日常暮らしている3次元世界とは異なった世界であり、インタフェースとしては不十分なものである。

さらに、触覚を利用し、ものに直接触れる感じをもったインタフェースを実現しようという研究も開始されており、近い将来これらの新しいインタフェースが実用化され、複合的に利用できるようになることが期待される。

(4) 人間の暮らしの中へ入り込む情報機器

最近、ロボットが暮らしの中に入り込んできている。ペットロボットや人型のロボットなど、かなり高度の情報処理機能を備えたロボットの開発が進んでいる。この流れは今後も続き、介護、家事など高齢、少子化時代の要請に応じたロボットの開発が大きな流れになって行くと考えられる。最近話題になっているお掃除ロボットもこの範疇に属するものである。

一方、モバイルコンピューティングのさらなる進展の方向の一つとして、コンピュータという意識なしに何時でもコンピュータが身の回りにある、という状況が求められるかもしれない。このような方向の試みとして、衣服に情報機器を組み込む(縫いこむ?)ウェアラブルコンピュータの開発が進められている。これにより、情報を身にまとうて暮らすというライフスタイルが生まれるかもしれない。

い。

また、高齢化が一段と進む中で、視聴覚をはじめとする感覚機能や運動機能の支援が大きな問題となっている。これには、失われたり低下したりした感覚機能の代行や、補聴器などの支援機器の高度化など様々の分野があり、いずれもさらに高度なICTが必要な応用分野である。

6. 情報化社会はどこへ行くのか

コンピュータとネットワーク技術は現在もお極めて急速な進展を続けている。それに伴い、我々の社会活動の全てが情報システムの下でなされるという状況になっている。しかし、コンピュータ技術自体は未だ種々の問題点を抱えている。また、我々人類がこのような状況に完全に適応しているとはいえない部分があると思われる。このように、現在の情報化社会は様々の問題をはらみつつ発展を続けているといえるであろう。本章では、そのような問題点について触れてみたい。

第一に、前章で触れたような次世代のインタフェースを実現するためには、乗り越える必要のある障壁が存在することである。これらの新しいインタフェースの多くは人工知能と関わっている。コンピュータに人間と同じような知能を持たせようという人工知能の研究はコンピュータと時を同じくして始まり、精力的な研究が行われてきた。しかしながら、この問題は知能という人間の「心」に関わる極めて難しい研究分野で、実用につながる成果が得られるのはまだ先のことであり、次世代インタフェースの実現にはまだ高い障壁が立ちはだかっていると考えられる。

第二に、コンピュータシステムの脆弱性があげられる。コンピュータには様々な脆弱性があり、誤動作、情報漏洩などの事故がある確率で発生することは避けられない。コンピュータの多様な情報処理機能を実現するの

はソフトウェアの働きであり、ソフトウェアを作成するのはコンピュータ以上に過ちを犯しやすい人間なので、これらの脆弱性は実は人間自身の脆弱性に起因するのである。

インターネットによりほぼ全てのコンピュータが結ばれている今日、このような事故の影響は瞬時に広範囲に伝播し、社会活動に極めて大きな影響を与える。また東海地震等、近い将来の発生が危惧されている大地震を中心とする大規模な自然災害に伴う非常に広範囲にわたる情報ネットワークの破壊が憂慮されている。

一方、コンピュータ内に潜む様々の脆弱性を悪用した、コンピュータウィルスの作成、伝播などの犯罪により広範囲に被害をもたらす事例も後を絶たない。さらに、犯罪的意図のない状況で発生する情報の漏洩や紛失の問題も、USBメモリの小型大容量化などによりますます多発し、大きな被害を生むようになってきている。

これらの問題を解決する特効薬はなく、我々が個人として常にこれらの問題を意識し、日常生活の全ての場面で情報の取り扱いに細心の注意を払うことを習慣づけることが必要であろう。これは倫理の問題であり、情報教育の一環としての情報倫理教育の充実が大きくクローズアップされてきている。

第三に、ICTの継続的、かつ急速な進展に伴い、新しい応用分野も急速に拡大していることが社会活動にさまざまな影響を与える可能性があげられる。現在すでにそのような新しい応用が次々に社会に入り込んでくる傾向が見られる。そのような新しい応用として最近話題になっている応用の例をあげてみる。

- ・走行中の自動車をすべて把握し、追跡できるシステム
- ・空き瓶、空き缶などの廃棄物に微小なRFIDタグをつけ、適正な廃棄処理がなされることを確証するシステム
- ・認知症などで現在位置がわからなくなった

人をすぐ発見できるシステム

- ・店舗や街頭の監視カメラのネットワーク化
- ・ネットワーク・フォレンジック技術（ネットワークを流れる情報の証拠保全）

これらは一見便利なようであるが、個人情報・個人行動の管理、監視の強化につながり、監視社会が出現する可能性、危険性を持っており、これもまた「情報化社会の影」の一つであるといえよう。

7. おわりに

最後に、ICTの急速な進展が我々人間自体へ与える影響について触れておきたい。これまで述べてきたように、現在我々は常時大量の情報にさらされながら生きている。このことが人間自身に及ぼす影響については未知である。もちろん、何の影響も与えないのかもしれないが、いずれにせよ人類がこのような状況を経験したことはこれまでなく、全く未知の何かが起きることも考えておかなければならない。

このことは人間の情報受容能力は有限か無限か、有限であるとすればどうなるかという問題に帰着するのではないかと考えられる。そして、もし有限であるならば、限界を超えた情報受容は人間に何らかの影響を及ぼすと思われ、それは決してよい影響ではないであろう。情報とコンピュータを巡って最近起きている様々な問題は、その現れではないかと考えられる。

そうすると、次の時代の情報化社会の姿として現在盛んに論じられているユビキタス情報社会、すなわちどこにでも情報がある社会で暮らすまでには人間は成熟していないのではないか、という疑問が生じる。恐らく、我々は現在よりもさらに高度な情報リテラシーを持つ必要があり、情報教育の場においてもそれを目指して行く不断的努力が必要であると考えられる。

主要参考文献

- ・星野 力；誰がどうやってコンピュータを創ったのか；共立出版（1995）
- ・星野 力；甦るチューリングーコンピュータ科学に残された夢；NTT 出版（2002）
- ・情報処理学会 歴史特別委員会（編）；日本のコンピュータ発達史；オーム社（1998）
- ・大駒 誠一；コンピュータ開発史；共立出版（2005）
- ・岡田謙一，西田正吾，葛岡英明，仲谷美江，塩澤秀和；IT Text ヒューマンコンピュータインタラクション；オーム社（2002）
- ・石原秀男，魚田勝臣，大曾根匡，斉藤雄志，出口博章，綿貫理明；コンピュータ概論——情報システム入門 第4版；共立出版（2006）
- ・富田眞治，藤井康雄（編著）；大学生の新教養科目 情報社会とコンピュータ；昭晃堂（2005）
- ・喜多村直；ロボットは心を持つか——サイバー意識論序説——；共立出版（2000）
- ・加藤 隆；IT Text 認知インタフェース；オーム社（2002）
- ・錦見美貴子；認知科学モノグラフ 11 言語を獲得するコンピュータ；共立出版（1998）
- ・栃内香次；センター・システムの10年：北海道大学大型計算機センター十年史，pp.67-102；北海道大学大型計算機センター（1980）
- ・情報処理学会；特集 変わりつつある情報教育；情報処理，Vol.48，No.11，pp.1179-1224（2007）
- ・情報処理学会；特集 情報専門学科カリキュラム標準 J07；情報処理，Vol.49，No.7，pp.719-774（2008）