



# 研究レポート

---

No.407 June 2013

---

---

ビジョンの変遷に見る ICT の将来像

Innovation and Technology Insight Team

---

富士通総研(FRI) 経済研究所

## ビジョンの変遷に見る ICT の将来像

Innovation and Technology Insight Team

### 【要 旨】

1. コンピューティング（ヒトとコンピュータとの関係）の変化の根底に流れるビジョンを正しく理解することは、ICT 企業が短期的な変化のスピードに翻弄されることなく、明確なビジョンを語り、その実現のための戦略を実践することを可能にするだろう。本稿は、1945 年から現在に至るまでに生み出されてきたコンピューティングのビジョンを考察することで、将来の ICT のあり方とコンピューティングの将来像を議論する。
2. 現在のコンピュータが空想のものに過ぎなかった時代から、コンピューティングは民主化、オープン化という大きなビジョンの下で発展してきた。このことにより人間はそれぞれの知能を拡張すると共に、知能を拡張された人間が繋がることで更なる ICT の発展を生んできた。近年生まれ続けているビジョンから考えれば、コンピューティングは今後、知能だけでなく、人間のあらゆる機能のエンパワーメントに活用されるだろう。ICT 企業は今後とも、コンピューティングが促す民主化、オープン化の現象を踏まえると共に、社会やコミュニティ全体のエンパワーメントも視野に入れてビジネスを行う必要がある。

キーワード: ICT、コンピューティング、Artificial Intelligence (AI)、Intelligence Amplifier (IA)

## 目 次

1. 研究の概要	1
1.1. 問題意識と研究の目的	1
1.2. 既存の文献調査	1
1.3. 研究の方法	5
1.4. 研究の意義	6
1.5. 本稿の構成	9
2. 1980年代までのコンピューティングの考え方	11
2.1. 1980年代までのコンピュータに対する認識の多様化とその分類	11
2.2. Artificial Intelligence (AI) の考え方	12
2.3. Intelligence Amplifier (IA)	16
2.4. IA のインパクト	36
3. 1990年代以降のコンピューティングの考え方	42
3.1. 1990年代以降のビジョナリー	42
3.2. Technology	46
3.3. Communication	54
3.4. Business	62
3.5. コンピューティングの進展に関わる負の側面	74
4. IA からエンパワーメントへ	77
4.1. 「民主化」「オープン化」から見た1990年代以降のコンセプト	77
4.2. Beyond IA	81
5. コンピューティングの潮流とICT企業のあり方	85
6. コンピューティングの将来像	88
7. 今後の研究課題	90
参考文献	91

## 1. 研究の概要

### 1.1. 問題意識と研究の目的

インターネットの普及やそれに伴う様々な技術革新、新たなハードウェアの登場などICTは急速に発展している。こうしたICTの急速な発展に関して、様々な技術予測がなされ、ICT企業は自社のビジョンを積極的に公開し、技術ロードマップも書き換えられ続けている。しかし、コンピューティングの変化の根底に流れるビジョンやコンセプトを正しく把握しておくことではじめて、ICT企業はこうした短期的な変化のスピードに翻弄されることなく、明確なビジョンを語り、その実現のための戦略を検討し、実践することが可能になるのではないかと。そしてICT企業が将来ビジョン、戦略策定に資する考察を行うためには、短期的な変化ではなく、コンピューティング自体が、どのようなものになると考えられ、どのように変化していくのかに関する洞察を得ることが必要と考える。

本研究は、ICT企業の戦略策定に資するために、これまでICTの将来像について、どのようなことが語られてきたかに焦点を当てる。この将来像は、研究者がコンピュータという新しい機械を開発する目的であり、コンピュータを活用して実現する新しい機能やビジネスなどについての考えである。本研究では、このような考えをビジョンと呼ぶこととする。このビジョンとして語られるものを、コンピュータ（技術そのものの変化）とコンピューティング（人とコンピュータとの関係）の2つに分けると、一般に、コンピュータに関する技術や製品を歴史（技術史）として記述することが多い。しかし本研究では、コンピューティングに焦点を当て、コンピューティングに関わってきた研究者や技術者などの専門家（ビジョンを語った人物として「ビジョナリー」と呼ぶ）が、コンピューティングの今後についてどのようなことを語ってきたのかを分析し、長期的な視点でこれまでのICTの大きな潮流の変遷を明らかにすることを目的とする。

### 1.2. 既存の文献調査

先行研究となる既存の文献について、以下では、本稿と同様の過去を振り返るアプローチの方法に関し、概観し、整理した上で、本稿がどのようなビジョナリーによって生み出されたビジョンを考察の対象にするのかに関して考察する。

#### 1.2.1. 過去を振り返るアプローチの方法

コンピュータ発展の経緯、あるいはコンピュータを発展させたビジョンを扱った文献は数多い。これらの文献は、大きく2つに分けることができる。1つは、コンピュータあるい

は情報産業の歴史をその時代の背景と共に正確に解釈することを目的としたものである。もう1つは、特定の人物に焦点を当て、彼らへのインタビューや著作物から、あるいは彼らの著作物をアンソロジー的に編集する中で、歴史的な考察を行い、コンピューティングの未来の姿を描く、あるいは問題提起を行うものである。

### (1) 歴史的な記述を中心とするもの

歴史的な記述を中心とするものとは、ハードウェアやソフトウェアなどの技術的側面を中心に、コンピュータのあり方やその開発を歴史的に記述したものである。Campbell-Kelly and Aspray (1996) では、当初は計算機として考えられていた「コンピュータ」が、データ処理や会計機械としてのように、ワープロやビジネス分野に使われるようになった理由を明らかにすることを目的に、コンピュータを情報処理機械として歴史を捉えようとした。Ceruzzi (2003) は、コンピュータが発明者の当初の意図（計算機）とは異なり、多くのことに活用されるようになったことを重視して記述している。

コンピュータの歴史を俯瞰するというよりも、当時の研究者達の活動のダイナミズムを描くことで、過去を考察するものもある。McCorduck (1979) は、「機械は考えることができるか」という問いに魅せられ人工知能を作ろうと試みた歴史について、ギリシャ時代にまで遡り、神話や物語、実際に作られた自動機械、哲学理論などを通じてまとめた上で、20世紀の人工知能研究もこの西欧の伝統を引き継ぐものであるとの論を立て、特にチューリング以降の中心的な研究者に焦点を当て考察している。Markoff (2005) は、コンピュータ発展の舞台となったアメリカ西海岸におけるコンピュータ開発を、代表的な科学者の活動や当時の西海岸特有の文化を踏まえて詳細に描き、カウンターカルチャー的な文化がパーソナルなコンピュータを生んだことを指摘している。あるいは、Hiltzik (1999) は、XEROXのPARC (Palo Alto Research Center) を対象に、現代のコンピュータの原型とされるAltoを開発しただけでなく、マウスやイーサネットの開発を通じて現在の情報産業の発展に多大な影響を与えた研究者たちの活動や関係、思想などを基に、当時のコンピュータ開発の実態を描写している。

### (2) 特定の人物に焦点を当てるもの

歴史的な経緯を踏まえつつ、特定の人物に焦点を当てて、その人物のビジョンや活動、著書からコンピューティングの未来の考察を試みるものもある。取り上げる人物の数は様々で、一人に焦点を当てる場合もある。

Rheingold (1985) は、コンピュータを思考のための道具として考えた人々を対象に、歴

史的な経緯を踏まえつつ、製品や技術よりも、彼らのビジョンに焦点を当て、彼らへのインタビューを踏まえ検証している。あるいは、ビジョナリーの著作物のアンソロジーからアプローチを行った文献もある。例えば、Stefik (1996) は、情報インフラを理解するためには「メタファー」から考えることが有効であるとした上で、電子図書館、電子メール、電子市場、電子世界という4つの「メタファー」を取り上げ、それぞれに関して過去のビジョナリーの論文を再掲し、解釈を加えることで、情報技術の進歩が与える影響を考察している。西垣 (1997) は、ヒトとコンピュータとの新たな関係をデザインすることを目的に、過去のコンピュータの研究開発に大きなインパクトを与えたビジョナリーの主な著作を訳出し、彼らの思想に関して歴史的背景を踏まえつつまとめている。

その一方で一人に焦点を当て、彼らへのインタビューや文献を活用して、彼らのビジョンや取り組みについて歴史的な検証を行ったものもある。例えば、浜野 (1992) は、Alan Kayを対象に、代表的な論文等4報を取り上げ、パーソナル・コンピュータに関する彼のビジョンの重要性を指摘した。Kita (2003) はJ.C.R. Lickliderを、Barnes (1997) とBardini (2000) はDouglas C. Engelbartを、Barnes (2007) はAlan Keyを取り上げている。特にBardini (2000) では、Engelbartを中心に、彼の活動を詳細に検証し、さらに同じ時代の他のコンピュータ研究者達の取り組みとも関連させて、Engelbartの果たした役割を再評価している。あるいは、Oinas-Kukkonen (2007) はハイパーテキストにおけるBushとEngelbartとの関連を検証している。このように、特定の人物に焦点を当てた研究では、歴史的な観点で彼らの業績を評価する研究も行われるようになってきている。

### 1.2.2. 対象とすべき人物の選定基準

初期のコンピュータは、様々な研究者や開発者達の実現しようとする目的や目標として語られたビジョンが主導する形で研究開発が進められた。当時のコンピュータは、実際に利用されることが少なかったことから、当然ユーザ・ニーズはなく、技術はビジョンを実現する手段として開発された。先行研究においても、McCorduck (1979) は、人工知能の研究者を対象に、彼らがどのような考えで人工知能にアプローチをしたのかを探り、あるいはRheingold (1985) はコンピュータを思考のための道具と考えて、彼らのビジョンやその背景を探った。Stefik (1996) や西垣 (1997) も、アンソロジーを組むにあたり、取り上げる人物のビジョンに焦点を当てた。

本稿では、長期的にコンピューティングを捉える上では、処理速度のような性能よりもコンピュータの果たす役割・機能に焦点を当て、どのようなコンピュータを作るか、それをどのように活用するかといった、コンピュータと人との関係に関するビジョンに焦点を当て

の方がより適切と考える。そこで、ビジョンを対象とする研究のフレームワークを構築するに当たり、先行研究がいつまで歴史をさかのぼり、誰を対象としているのかを整理する。

本節で取り上げた文献が歴史をみる起点として扱う年は、ギリシャ時代 (McCorduck 1979)、1820年 (Rheingold 1985、Campbell-Kelly and Aspray 1996)、1945年 (Hiltzik 1999、Ceruzzi 2003)、1960年 (Markoff 2005)、1969年 (Stefik 1996) と様々であり、「機械で数字を計算する」ための取組みをどの時点まで遡るかを検討する必要がある。

取り上げる人物については、コンピューティングに対する著者の見方が反映される。例えば西垣 (1997) は、ヒトとコンピュータとの新たな関係をデザインすることを目的に、過去のコンピュータの研究開発に大きなインパクトを与えた7人のビジョナリー (Vannevar Bush、Alan M. Turing、J.C.R. Licklider、Douglas C. Engelbart、Ted Nelson、Terry Winograd、Philippe Quéau) を取り上げている<sup>1</sup>。Rheingold (1985) においても、Charles Babbage、George Boole、Alan M. Turing、John von Neumann、Norbert Wiener、Claude E. Shannon、J.C.R. Licklider、Douglas C. Engelbart、Robert Taylor、Alan Kay、Avron Barr、Brenda Laurel、Ted Nelsonら13人のビジョンに注目している<sup>2</sup>。コンピュータの発展に影響を与えたビジョナリーに関して、両者に多少の違いはあるものの、これは先に挙げたコンピュータの黎明期の捉え方、及び両文献の著された年代に起因するものと考えべきである。

こうした考察の過程で、西垣 (1997) では、コンピュータの歴史には「メインフレームによるAI (Artificial Intelligence: 人工知能)」と「パソコンによるIA (Intelligence Amplifier: ヒトの知能の増幅機械)」という二つの流れがあるとし、7人の思想をAIとIAに分類している点で、他の文献と一線を画すフレームワークを提示している。また、Markoff (2005) も、1960年代にスタンフォード研究所と人工知能研究所で行われていた研究を比較し、「一方は人間の心を拡大し、他方はそれを代替する研究をしていた」としており、西垣 (1997) の考察に類似している。前述のように、コンピュータの歴史に関する学術雑誌でもLicklider、EngelbartやKayが取り上げられ、彼らの業績の重要性が指摘されており、現在にまで影響を与え続けているビジョナリーの選定に関しては、ある程度の合意形成がなされつつあると考えるとよいだろう。

以上、本節で取り上げた先行研究からは、コンピュータの黎明期の研究開発の実態、あ

---

<sup>1</sup> ここで西垣 (1997) は、Alan Kay と Marvin Minsky の思想が重要であることを指摘しながらも、邦訳が存在するために扱っていないとしている。Alan Kay の重要な論文の邦訳の例として浜野(1992)がある。

<sup>2</sup> Rheingold (1985) では、Vannevar Bush のビジョンに関しても数多く言及している。

るいは当時の思想に関し、多くの知見を得ることが可能である。しかし、インターネットが普及し、過去の識者が予測した世界が実現しつつある現在、過去の思想を敷衍して、近年起こっている現実世界の変化、あるいは近年のビジョナリーの考察を再考した文献は数少ない。

### 1.3. 研究の方法

本稿の目的はICT企業の将来ビジョン、戦略策定に資する考察を行うことであるため、ICT企業が行うビジネスの前提となる、コンピューティングのあり方、つまりヒトとコンピュータの関係に関してこれまでに著されてきた文献に関して調査を行い、過去に行われてきた未来洞察が、現在にどのような影響を与えているのかを考察する。

まず、過去に語られた未来のコンピューティングに関するビジョンに関し、コンピュータの黎明期にまで遡って、整理・分析する。次に、それらのビジョンが、当時とは激変した近年のコンピューティング環境のなかで生まれてきた新たなコンセプトと、どのように関連しているのかを考察する。同時に、近年生まれたコンセプトが互いにどのように関連・相似する、あるいは相反するのかについても整理して提示する。

具体的には、本稿ではコンピューティングの未来像を考えるにあたって1945年を起点とし、それ以降の文献調査を行っている。1945年は、初期のビジョナリーに多大な影響を与えたVannevar Bushの論文“*As We May Think*”が著された年であり、また、コンピュータに要求される基本的な性能が確立された年と考えられるためである<sup>3</sup>。

その上で、1980年代以前と1990年代以降に年代を分け、それぞれの時代のビジョナリーによるコンピューティングの未来像に関するビジョンやコンセプトを、文献調査を基に整理・分析する。この年代分類に関しては、現在我々が使用しているようなパーソナルコンピュータ（PC）が普及する以前と以降という考え方に基づいている。

また、過去から現在に及ぶビジョナリーの考察をみると、1980年代～1990年代にかけ、思考の質が変わったと思われる点が多い。1980年代以前のビジョナリーの考察は、現在我々が形として目にするコンピュータが普及しなかった時代であり、その開発を後押ししてきたのは、将来のコンピュータのあり方に関する彼らのビジョンであると考えられる。つまり、彼らは、経験することのできないコンピュータという漠然としたものに関し、半ば空想的・

---

<sup>3</sup> Campbell-Kelly and Aspray (1996) は、1945年に提出された John von Neumann による EDVAC の設計に関する報告書が、全世界のコンピュータ産業における技術標準になったとしている。



革新的ともいえる形で、そのあり方を考えている<sup>4</sup>。実際、John McCarthyは、1961年にユーティリティコンピューティングの概念を論じていた<sup>5</sup>ように、今日において重要な姿を洞察していた一方で、当時描かれたコンピュータの未来は、今日においても未だに実現していないものが多く、コンピューティングの将来像に関する未来洞察が多いと考える。

例えば、1971年PARCがXeroxに提出したPendery Papers（将来の技術予測に関する論文集）で、James G. Mitchellは未来のオフィスシステムを支える「エラーフリーで無限にカスタマイズでき、ベンダーから買い手にネットワーク接続で送られ、互換性のないマシンでも何の支障もなく走る」ソフトウェアの出現を予見している。しかし、Hiltzik (1999) は、Mitchellの予見した未来のオフィスは完全に実現しているとはいえないとしている。

これに対し、1990年代以降のビジョナリーの考察は、個人向け端末やインターネットの普及等により、実際に起こっている現実を踏まえた上で生まれた、あるいは生まれつつある、より具体的なビジネスのあり方に関する構想まで提示している。上述の通り1980年代以前のビジョナリーらの構想は、まさに未来像を描いたビジョンと呼ぶべきものが多いが、1990年代以降は、ビジョンというよりも具体化されたコンセプトと呼ぶ方が、ふさわしいと思われる。このような、ビジョナリーの思考の質の変化も、1980年代を分岐点として考察を行った理由である。

なお、ビジョナリーの選定に関しては、1980年代以前は、既存の文献調査を基に選出している。1990年代以降に関しては、ICTビジネスに対して大きな影響を与えたと思われるものを中心に、コンピューティングの利用者側の視点に重きを置きながらできるだけ網羅的に選出した。

また、これまで「情報化社会」の未来像的な考察は、何度も行われてきたし、こうした考察には現在でも示唆に富むものも多い。しかし、本稿では、目的に鑑み、あくまでもコンピューティングのありかたに関するビジョンやコンセプトに焦点をあてて考察を行うこととする。

#### 1.4. 研究の意義

本研究のような過去を振り返った成果の殆どは、ICT業界に身を置く人にとって、今となっては当たり前であり、知っていることであろう。しかし、ビジョンあるいはビジョンの一

---

<sup>4</sup> Rheingold (2000) は「1983年当時、テクノロジーの未来を考えるのは今よりもずっとたやすかった」としているが、コンピュータをどのように活用するのかに関するコンセプトは、ほぼ1980年代以前に形作られたと考えられる。

<sup>5</sup> Symson Garfinkel の2011年10月3日にMIT Technology Review に載せた論文“The Cloud Imperative” (<http://www.technologyreview.com/news/425623/the-cloud-imperative/>) より。

部を実現した技術や製品が明らかになった当時、こうした存在を知らなかった、または知ったとしても無視したことも多いのではないか。

イノベーションが普及するには相当な時間がかかることが殆どであり (Rogers 2003)、先行者が利益の大半を手にするのは稀である (Teece 1986) ことから、大きな痛手を被るに至らなかったといえる。しかし現在は、製品のライフサイクルは短くなっており、次のイノベーションの潮流の変化への対応の遅れが致命的になることは否定できない。

そもそも画期的なアイデアや考えたこと (思いつきも含め) の実現は、一人の力ではなく、色々な人のアイデア・発明、相当な労力や時間が投入されて、初めてなされるものである。しかも最初に実現した企業や個人が、実際の普及に大きな役割を果たすことは少ない。あるいは、それは競争 (あるいは同時期に別の所) でなされることもある。そして、最初に実現した人や企業の名前が忘れ去られることも多い。ある人物の思想を取り上げることは、必ずしもその人物が、最初の発案者と我々が考えているのではない。ビジョンを出した人が、必ずしも、その後で自分のビジョンを実現した訳でもない。取り上げたビジョナリーの中には、後年、現実に対して不満を表明している場合もある。本研究で取り上げるビジョナリーは、その当時のあるビジョンを代表する人物として捉えている。

ICT企業の戦略を考えることを目的とした本研究に対して、過去の延長のような Incremental な見方や過去の繰り返しで将来を考えることはできないとの批判もあろう。あるいは、仮に本研究から将来の方向性に関する考察が生まれたとしても、その方向性を、そのまま組織として行動に移せる訳でもない。例えば、本稿で取り上げる Alan Kay は、「未来は自分で創るもの」と語ったといわれる。あるいは、Wiggins and Ruefli (2002) が指摘したように、競争優位を失ったとしても直ぐに対応し競争優位を回復することを繰り返す企業が、長期に亘り持続する企業と考えるならば、Hamel (2000) が指摘したように、未来を予測するよりも迅速に対応する組織を構築することの方が重要といえる。

しかしながら、それでも過去を振り返ることは重要といわざるを得ない。例えば、Utterback (1994) は、長期的に観察することは、短期的な見方では見失うような変化のパターンを識別することを可能にすることから、その重要性を指摘している。あるいは、Bardini (2000) は Engelbart の取り組みを分析した書籍の中で、パーソナルコンピューティングの起源には、この技術のユーザーを無経験の万人、単なる消費者とする概念をはるかに超えた人間の概念があったこと、何が普及したかに基づいて過去が認識されるのと同様に、過去の疑問に基づいて未来が認識されることもめずらしくないこと、パーソナル・コンピュータの未来、それを使った人間の未来については、過去の疑問の中にはまだ答えがでていないものもあり、答えがどのようなものであったかについての手がかりは、普及しなかったも

のを思い出して再評価することによって見つかることもあること、を指摘している。また、O'Reillyは、「ニューロマンサー」の著者であるWilliam Gibsonの「未来はここにある。ただ均等に分配されていないだけだ」を引用して、「未来予想は「当たり」より「外れ」が多い。なぜなら、そこには予測不能な要素が必ず含まれるからだ。(中略) だから私は未来予想をあまりしたくない。むしろ、「今ここにある未来」を把握しようとする。」とも語っている<sup>6</sup>。

ICTの発展が、ビジョンで描いたような一種のユートピアを構築するのではなく、マイナス面も生じていることについても、過去を振り返ることで学ぶことができる。例えば、Ceruzzi (2003) は、コンピュータによって多くの価値観をわれわれは共有し、そうした自由が保証されている反面、コンピュータは管理エージェントとしても機能し、この両者は対立するものなのかどうか、と問題を投げかけている。この点について同書では、パーソナル・コンピュータは、大衆への技術開放とみなされていたが、1980年代にオフィスに導入されたときに、当初の個人所有の考え方が、結果としてゆがめられたのではないかとの問題意識を提示している。そして、インターネットの時代でも同じ問題に直面していることを指摘している。歴史は繰り返す面があることも事実であり、同様の指摘は、19世紀の電信の歴史を扱ったStandage (1998) でも指摘されている。だとすれば、歴史を考察することで未来を予測できる可能性は広がるともいえよう。

以上から、将来を考える上で、過去を知ることが最低限必要なことを考えるべきであろう。本研究の成果は、これまでの企業の対応を振り返る(反省する)ことにも活用できるだろう。戦略を策定する経営者<sup>7</sup>はもちろんのこと従業員も含め、企業全体、あるいは個人がそれぞれ振り返り、組織として歴史を共有することは、新しい戦略を実施に移すことを容易にさせるであろう。

また、本稿で考察するのは、コンピューティングの歴史そのものではなく、コンピューティングに関するビジョンの変化である。言い換えれば、これは過去に予測された未来を歴史的に考察することである。こうした考察により、過去のビジョンが現在どの程度進展しており、現在語られているビジョンは、過去に語られたビジョンとどのように関連しているのかを明らかにすることになるだろう。そして、こうしたことこそがICT企業の将来の姿を描

---

<sup>6</sup> 『KDDI 総研 R&A 2007 年 5 月号』「インタビュー： Web 2.0 の提唱者 Tim O' Reilly、発想の方法から 2007 年のトレンドまでを語る」(インタビュー日は 2006 年 12 月 7 日)

(<http://www.kddi-ri.jp/pdf/KDDI-RA-200705-03-PRT.pdf>) より。ここでは、「つまり何か新しいことは既に起きているのだが、ごく一部の人を除いて、それが見えないということだ。(中略) 技術がこれから、どの方向に進もうとしているか知ることができるのは、技術が既にその方向に進んでいるからだ。問題は、それに着目できるかどうかだ」とも語っている。

<sup>7</sup> Bill Gates(1995)では、コンピュータ産業の成功者が次に失敗者となる例を述べている。

く上では重要になると考える。

## 1.5. 本稿の構成

本研究ではコンピューティング、すなわちヒトとコンピュータの関係に焦点を当てて、そのあり方がどのように変化していくかについての洞察を得ることで、ICTの大きな潮流の変遷を明らかにすることを目的とする。そのアプローチとして「1.3 研究の方法」の項で述べたように、コンピューティングのあり方に関して過去にビジョナリーが語ったビジョンを、文献調査を基に整理・分析し、過去のビジョンに見られる潮流やその変遷について考察を行うという方法をとった。特に、PCやインターネットが普及する時期を境としてビジョナリーの思想の質が変わったことに着目し、1980年代以前と1990年代以降に分けて、過去に語られたコンピューティングの未来像に関するビジョンを整理し、考察を加えている。

そこで次の第2章では、1980年代までのコンピューティングについての考え方を整理する。コンピュータはヒトの知能を増幅するものであるというIA (intelligence amplifier : 知能増幅機械) の考え方に焦点を当て、このIAの観点からビジョンを語り、今なお影響力のあるビジョナリーである、Bush、Licklider、Engelbart、Nelson、Kayの5人を取り上げている。彼らの考え方を、対象としたユーザーは誰か、ヒトとコンピュータの関係をどう描いているかという二つの視点で整理・分析することを通じて、1980年代に語られたビジョンから、コンピューティングに関して「民主化」「オープン化」という二つの大きな潮流が見られることを論じていく。

続いて第3章では1990年代以降のコンピューティングについての考え方を整理する。PCやインターネットの普及が前提となるこの時代のビジョナリーは、実際に起こっている、あるいは起こりつつあるICTの現実を踏まえ、具体的にコンセプトを提示している。そこで1990年代以降については、ヒトとコンピュータの関係について、主に利用者側の視点で語ったビジョナリーを中心に選び、Technology、Communication、Businessの3つの分野に分けて彼らの語ったコンセプトを整理・分析していく。また、これらのビジョナリーが語ったICTの発展に関わる負の側面についても整理し、考察する。

これらを受けて第4章では、第2章で導き出した1980年代までの潮流と、第3章で整理した1990年代以降のコンセプトの関係を考察し、1990年代以降も「民主化」「オープン化」の二つの潮流が引き継がれていること、またそれらの定義が広がり、さらに新しい形で発展してきていることを論じる。同時に、コンピューティングについての考え方が、IAから人間自身のエンパワーメントへとつながっていくことについても考察を加える。

第5章では、「民主化」「オープン化」というコンピューティングの潮流を踏まえたICT企

業の将来ビジョンのあり方について考察する。コンピューティングを活用して、地理的にも社会階層的にも、また他産業においても民主化やオープン化を促すような方向性が考えられる。また、ICT企業自体の変容も示唆されるであろう。

また第6章では、これまでに得られた洞察を振り返り、改めてコンピューティング自体のあり方を議論することで、今後のビジョンの方向性について考察を試みる。ヒトの知能の増幅（IA）、個人のエンパワーメントに加え、新たに集団・コミュニティの様々な能力を拡張することも視野に入れていく。

最後に第7章で、今後の研究課題を整理する。

## 2. 1980年代までのコンピューティングの考え方

これまでの人間のコンピュータに対する認識はAI (artificial intelligence : 人工知能) とIA (intelligence amplifier : 知能増幅機械) に二分することができる。以下では、これらの考え方に関して概説した上で、本稿でコンピューティングをIAの観点から考察する理由を述べる。そして、IAの観点からビジョンを描いた5人のビジョナリーのビジョンを分析して、1980年代に考察されたICTの将来像を貫く考え方を抽出する。

### 2.1. 1980年代までのコンピュータに対する認識の多様化とその分類

コンピュータという言葉が元来計算する人を指した言葉であるように、当初コンピュータは軍事用途を中心とした数値計算を目的に開発された。その中で1945年にはプログラム内蔵式コンピュータ (ノイマン型アーキテクチャー) の基本設計が発表され<sup>8</sup>、これが今なお全世界のコンピュータの基本となっている。Rheingold (1985) は当時の大多数の人々の認識においてコンピュータは「数学的計算を行うための神秘的な装置」いう社会的地位を与えられていたと述べている。

また、1950年代になると数値計算だけでなく、データ処理や会計処理、言語処理などビジネス分野への活用が拡大してきた。様々なシステムの開発とともに用途は広がり、パーソナル・コンピュータの普及を経て、今やコンピュータは企業活動になくはならないものとなっている。しかし、数値計算にせよビジネス活用にせよ、これらの用途はあくまでも数値やデータの処理にとどまる。基本的には、いかに大量で複雑な人間の作業を代替し、生産性を上げるかということに主眼が置かれていたのである。

一方、コンピュータは知性や思考の道具でもある。情報を知識として蓄積し、またコミュニケーション媒体 (メディア) として機能することにより、コンピュータは人の思考活動を補助するのだという考え方は、コンピュータの黎明期から既に少数の人々によって唱えられていた。その後この「知性や思考の道具」という考え方が追求されていく中でコンピュータも進化を遂げたが、思想面でも様々な研究者が理想とするビジョンを唱えた。

このようにコンピュータを思考の道具と考える時、そこではヒトとコンピュータの関係という視点が重要になる。この視点から1980年代までのコンピュータの歴史を紐解くと、その思想は大きく二つのグループに分けられる。第一のグループは、人間の知性・思考そのものをコンピュータで模倣・代替することを目的とするAI (artificial intelligence : 人工知能) の考え方である。第二のグループは、コンピュータはあくまでも人間の知性・思考の道

---

<sup>8</sup> 構想の背景や経緯は Campbell-Kelly and Aspray (1996) に詳しく書かれている。

具であるという点に立脚し、人間の能力を補強し引き出すことを目的とするIA (intelligence amplifier：知能増幅機械) の考え方である。

AIという言葉は1956年のダートマス会議において命名されたが、その概念についてはAlan Turingがその先駆者であると言われる。Turingは1950年に“Computing Machinery and Intelligence”（「コンピュータと知能」）を著し、機械が考えるということについて論じた。一方、IAという言葉は同じく1956年に、William Ross Ashbyが“Introduction to Cybernetics”において“Amplifying Intelligence”と使った<sup>9</sup>のが最初だとされているが、概念自体は1945年のVannevar Bushの論文“As We May Think”におけるmemexの構想に遡ると言われる<sup>10</sup>。Bush (1945) はmemexについて、人間の記憶を拡大し補完する個人用の装置であると述べている。

この「AI」と「IA」という分類は、1.2でも触れたように西垣 (1997) も提示しており、ヒトとコンピュータの関係という観点からコンピューティングの歴史を考察していくにあたり、一つの明確な切り口を提供している。そこで本稿では、この分類に従ってビジョナリーの考え方を整理していきたい。

## 2.2. Artificial Intelligence (AI) の考え方

AI (人工知能) は、人間の知能、人間の思考をコンピュータに模倣させ、代替させることを目的に、コンピュータという機械自体の可能性を追求するものである<sup>11</sup>。こうしたAI研究の本質はヒトの知能を機械とみなし、ヒトとコンピュータは同質であると考えるところにある。機械人間や自動機械など人工知能的な考え方は古くはギリシャ時代から存在し、その後も神話、物語の中に度々登場してきた。また、アリストテレスに始まり、デカルトやライプニッツは哲学の立場から人間の思考を機械的に数学的に再現する可能性を探求している。

20世紀半ば、機械による計算が可能になると、人工知能の先駆けとなる動きが生まれた。Warren McCullochとWalter Pittsによる人工ニューロンの提案、Norbert Wienerらによ

---

<sup>9</sup> Ashbyはこの表現を使う前の節で選択の能力の増幅について論じており、ここでは、知能が適切な選択をする能力であるとする、選択の能力を増幅することが可能なら知能の増幅も可能であると述べている。

<sup>10</sup> 西垣 (1997) で、「ブッシュは人間の情報処理・情報蓄積の機能を補強する機会をつくらうと提案」したことから「ブッシュは知能増幅機械 (IA) の祖」と述べている。

<sup>11</sup> 人工知能の歴史を著したMcCorduck (1979) は「人工知能とは、我々人類が最も重要であると考え、人間たる所以である特質—すなわち、我々の知性を、人工物に複製しようとする大胆な努力のこと」と書いている。また、初期のAIを主導したMarvin Minskyの「AIとは人間が行うのであれば知能 (intelligence) を必要とすることを機械にさせる科学である」(筆者訳) という定義も広く受け入れられている (Crevier 1993)。

るサイバネティクスの提唱、Marvin MinskyとDean Edmondsによる最初のニューラル・ネットワーク・コンピュータSNARCの開発などである<sup>12</sup>。また、von Neumannは1945年にプログラム内蔵型コンピュータ(ノイマン型コンピュータ)を設計したことで知られるが、新しい機械は特定用途向けのものではない汎用マシンであり、人の思考の延長線上にあると期待していた。実際、その設計において人間の神経系統との比較対応により計算機の機能や構造を論じており、記憶、制御器官、入出力器官といった生物的な言葉で計算機の機能を名づけた<sup>13</sup>。

こうした中、1950年にAlan Turingが“Computing Machinery and Intelligence”において「機械は思考できるか?」という問いを立て、チューリングテストを示すとともに真の知性を持ったコンピュータの可能性を論じたことにより、AIはその理論的な基礎が築かれたとされる。そして1956年、John McCarthy、Marvin Minsky、Claude Shannon、Nathaniel Rochesterにより提案されたダートマス会議にて「AI」という言葉が提唱され、学問として誕生した。

1960年代から1970年代にかけて、AI研究は多くの成果を生み出した。Terry Winogradが1968年から1970年にかけて開発した、英語による指示を理解し自然言語処理を行うプログラムSHRDLUはその大きな成果の一つである。これまで計算機械にすぎないと考えられていたコンピュータが、学習、推論、自然言語での会話などの知的活動ができるようになったことは、当時の人々にとっては驚くべきことであった。また理論面ではMarvin Minskyらがフレーム理論、心の社会理論など枠組みとなる理論を提唱した。

これらの流れは全て考える機械を実現しようという試みであり、あえて言えば、AIの定義自体がAI研究者に共通した一つのビジョンであるとも言える。Herbert Alexander Simon、Allan Newell、Marvin Minskyなど当時のAIを主導した研究者達は、初期の目覚ましい成果を受けてコンピュータの進歩を楽観的に捉え、10~20年の間に人工知能が実現するという大胆なビジョンを描いていた。例えば、Simonは1957年に、近い将来人間ができることは

---

<sup>12</sup> この辺りの背景と歴史については、Crevier (1993)、Russell and Norvig (2010)にまとめられている。

<sup>13</sup> しかし、von Neumann自身は晩年、人間の神経行動を厳密に数学的言語で表現することには望みがないと確信し、人間の脳と計算機の関連性については懐疑的であったと言われる(McCorduck 1979)。また、Rheingold (1985)でも、彼はコンピュータの機能が使用者の能力を拡大してくれるものと見なしており、人の思考活動を増幅するその機能を実現させようとしたと書かれているなど、von NeumannはAI研究の先駆けでありながら必ずしもその思想を貫いたとは言えない側面もある。



何でも機械でできるようになるだろうと述べており<sup>14</sup>、Minskyは1967年に、一世代のうちに（中略）人工知能を生み出すにあたっての問題のほとんどは解決されるだろうと述べている<sup>15</sup>。また、人間並みの知性を備えた人工知能搭載コンピュータ「HAL9000」が1992年に稼動するとした映画『2001年宇宙の旅』<sup>16</sup>が公開されたのも1968年のことである。

しかし本稿は1980年代以前の思想の系譜としてAIに焦点を当てるものではない。先に見たようにAIはヒトの知能を模倣・代替することを目標に機械そのものの可能性を追求してきたが、その思想が必ずしもその後のコンピューティングの流れに大きな影響を与え続けてきたとは言えないと考えるからである。

実際、コンピュータの歴史を紐解く学者でもAIを考察の対象から外している。例えば Campbell-Kelly and Aspray (1996) は、「我々にとって、そのメリット、デメリット、ならびにそれをコンピューター史の主流に意識的に加えることの妥当性、について評価を下せるほどにはまだ十分進歩していないと感じたから」との理由でAIに関する考察を行っていない。また、Ceruzzi (2003) も、「AIが探求していることは、一般に人間の知能に相当するタスクをコンピュータが実行できるかどうかである。（中略）AIの適用範囲は、通常のビジネス業務向けのごくごく平凡なアプリケーションから、人間の本質に関わる哲学的問いにいたるまで広がっている。AI研究をどう定義するかは日々変わる。」としてAIの問題は取り上げていない。

歴史的に見ても、1970年前後から、徐々にAI研究の限界が明らかになり、諸学界からの批判も相次いだ<sup>17</sup>だけでなく、必ずしも予言された通りの成果が実現しない<sup>18</sup>ことから資金供給も細り、AIの冬を迎えた。1980年代にはAIの産業化を意識したブームが再度訪れたがその後再び停滞し、第2のAIの冬と言われることとなった<sup>19</sup>。一方でコンピュータ環境が大

---

<sup>14</sup> Simon はさらに具体的に、10年以内にチェスの世界チャンピオンになる、重要な新しい数学の定理を発見かつ証明する、芸術的価値のある音楽を作曲する、人間の心理分析を行うと予言した (Russell and Norvig (2010)、Crevier (1993)、溝口 (1990))。

<sup>15</sup> Crevier (1993)にこのMinskyの予言他、当時の主だった予言が紹介されている。

<sup>16</sup> Stanley Kubrick と Arthur C. Clarke のストーリーに基づき Kubrick が製作した SF 映画。

<sup>17</sup> 他学界からの批判としては哲学者である Hubert Lederer Dreyfus が 1972 年に著した “What Computers Can’t Do” などがある。SHRDLU を構築し、自然言語理解の分野を切り開き主導した Winograd も 1986 年に Flores と “Understanding Computers and Cognition” を著し、人工知能の限界を論じた。

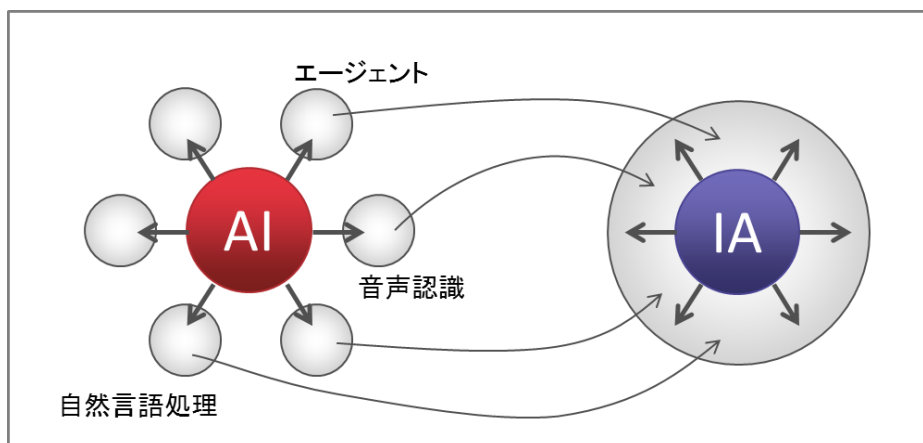
<sup>18</sup> 後になって、AIの実現について Minsky は、人工知能はつねに遠ざかっていく目標として設定されたと述べている (Brand 1987)。また MIT 人工知能研究所所長の Rodney Allen Brooks は AI の一部が理解されるたびに、それは魔法の力を失うと述べた (Kurzweil 2005)。

<sup>19</sup> 1980 年代には、エキスパートシステムの興隆や日本の第五世代コンピュータプロジェクトに触発された各国の資金投入など、AIの産業化を意識したブームが再度訪れたが、やはり期待に沿う結果が得られなかったのに加え、メインフレームからデスクトップ・コンピューティングへの流れの影響もあり、再び AI 研究への関心が低下した。

大きく変化したこともAI研究には大きな影響を与えた。すなわち、1990年代にパーソナル・コンピュータが普及し、それらがネットワークでつながるようになると、西垣（1997）が示すように、コンピュータの主な目的自体がAIから、後に詳述するIAへと変化していったのである。

その一方で、自然言語理解、意味ネットワーク、遺伝アルゴリズム等、AI分野から出された個々の研究成果は、ICTの様々な分野で活用されており<sup>20</sup>、IAの思想を深め実現していく上で重要な要素として役割を果たしている<sup>21</sup>。西垣（1997）の言葉を借りれば、「IAの大きな枠組みの中でAIの成果を生かそう」としていると言える。図表 1はこうしたAIとIAの関係に関する考察を概念図にまとめたものである。エージェント、音声認識、エキスパートシステム等のAIの技術が、IA思想を深め拡張していく過程で取り入れられ、人間の知能を増幅するために貢献している様を表現している。したがってIAの思想を中心に考え方をまとめていくことで、コンピュータの歴史に影響を与えたAIの技術的な側面もカバーすることができるものと考えられる。

図表 1 AI と IA の関係（概念図）



（出所）富士通総研作成

<sup>20</sup> この傾向は特に 1990 年代以降、AI 研究が細分化され、特定の領域での研究を深めるようになりより顕著になった。

<sup>21</sup> ビジネスの観点から 1980 年代に喧伝された AI が見向きもされなくなった要因について、『キャズム』（Moore 1999）を紹介する。Moore は、ヒトの意識決定をコンピュータが支援することに期待を持った Early Adopter 層から AI は強力な支持を得ていたが、市場の主流となるかどうかの試金石となる Early Majority の支持を得ることができなかった。その要因として、AI を稼働させるハードウェアに対するサポートの不足、既存のシステムにインテグレーションするためのスキルの欠如、確立されたデザイン方法論の欠如、AI を実際に導入するための技術者の不足を挙げて、AI を大衆にとって使いやすいものにできなかったと考えた。そして、AI は今日でも健在であるが、AI を前面に出すものはいなくなり、「AI は失敗した」というレッテルを貼られたとしている。

## 2.3. Intelligence Amplifier (IA)

前述のように、本稿では1980年代以前のコンピューティングの思想として、AIではなくIAに焦点を当て考察を行う。なかでも、そのIA思想の幹を成す5人のビジョナリーを中心に考察する。本節では、まず、どのような観点から5人のビジョナリーを選んだのかを述べた後、それぞれのビジョナリーについてその考え方を整理する。

### 2.3.1. IAに関するビジョナリー

IAについて考える上で、本稿はVannevar Bush、J.C.R. Licklider、Douglas C. Engelbart、Alan Kay、Ted Nelsonの5人のビジョナリーの考察に焦点を当てて整理・分析を行う。これら5人のビジョナリーの示したビジョンは互いに深く関連しているものの、本稿では、互いの関連性に注目するのではなく、それぞれのビジョンを独立したものとしてみることで、共通点や相違点を考察する。

図表 2は、先に挙げた西垣 (1997)、Rheingold (1985) が挙げたビジョナリーと主な文献をまとめたものである。なお、ここで分析対象とした文献は、先の1.2に挙げたものなどを参考に抽出している。

これらのうち、いわゆるAIに関する考察を残したビジョナリー、及び主な業績がここで調査対象としている1945年～1980年代以外に著されているものを除くと、Bush、Licklider、Engelbart、Nelson、von Neumann、Taylor、Kayの7名となる<sup>22</sup>。

このうちvon Neumannは、今日のコンピュータの礎を作った人物として知られ、その他数多くの研究に理論面で貢献したものの、そのビジョンを語る文献は入手できなかったため、本稿でIAに関する過去のビジョンを考察する上では除外して考えている。

Robert Taylorは、アメリカ国防総省高等研究計画局・情報処理技術局 (IPTO)、パロアルト研究所 (PARC) において、当時最先端の研究に関わり、今日のコンピューティングに大きな影響を与えた研究活動を支援すると共に、研究者のネットワークを築き上げた人物であるが、本稿では、その代表的考察であるLickliderとの共著に関して考察を行う。

図表 2 主なビジョナリーと文献

文献	ビジョナリー	分析対象とした文献 (年)	年
西垣 (1997)	Vannevar Bush	“As We May Think”	1945
	Alan M. Turing	“Computing machinery and intelligence”	1950

<sup>22</sup> 1940年代当時、AIとIAに関する明確な境界はなかったものの、McCorduck (1979) によれば、WienerはTuring、Minsky、McCarthy、Simonと並んでAIの初期の研究者と位置づけられているため、ここでは除外した。

	J.C.R. Licklider	“Man-Computer Symbiosis”	1960
		“Libraries of the future”	1965
	Douglas C. Engelbart	“A conceptual Framework for the Augmentation of Men's Intellect”	1963
	Ted Nelson	“Interactive Systems And The Design Of Virtuality”	1980
		“Literary Machines”	1981
	Terry Winograd	“A Language/Action Perspective On The Design Of Cooperative Work”	1988
	Philippe Quéau	“Alerte: leurs virtuels”	1994
		“Qui contrôlera la cyber-économie?”	1995
Rheingold (1985)	Charles Babbage	具体的な文献の引用なし	
	George Boole	“An Investigation of the Laws of Thought”	1854
	Alan M. Turing	前掲	
	John von Neumann	“Theory of Self Reproducing Automata”	1968 (没後)
	Norbert Wiener	“Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine”	1948
	Claude E. Shannon	“A Mathematical Theory of Communication”	1948
	J.C.R. Licklider	前掲	
	Douglas C Engelbart	前掲	
	Robert Taylor	“The Computer as a Communication Device”	1968: J.C.R. Licklider との共著
	Alan Kay	“Personal Dynamic Media”	1977 Adele Goldberg との共著
		“Microelectronics and the Personal Computer”	1977
	Avron Barr	“Artificial Intelligence: Cognition as Computation”	1982
	Brenda Laurel	“Computers as Theatre”	1991
Ted Nelson	前掲		

(出所) 富士通総研作成

### 2.3.2. Vannevar Bush

Bushは、本稿で扱う他のビジョナリーに対しても多大な影響を与え続けた科学者といえるだろう<sup>23</sup>。ICTの将来像をはじめに描いたという点では、後のビジョナリーの原点と考えられる。1930年にMITでアナログ計算機を発明したBushは、第2次大戦中に科学研究開発局（OSRD: Office of Scientific Research and Development）の局長を務めている。ここで

<sup>23</sup> BushとLicklider、Engelbartらの関係に関しては、Rheingold（1985）、Markoff（2005）に詳しい。

は、マンハッタンプロジェクトを含む第2次世界大戦中の連邦政府科学研究開発予算が調整されたが、こうした戦争遂行のための研究はコンピュータの発明を助けることになったとされる (Rheingold 1985) <sup>24</sup>。

本稿では、IAに関するBushのビジョンを1945年に出版された“*As We May Think*”から考察するが、ここで示唆されている情報機器の未来の姿は、Bushの経験に深く根ざしたものであることが推測できる。

Bush (1945) は、冒頭の戦争と科学者の関係から始まり、研究者の知識の扱い方に関する問題意識を中心に展開される。増殖し続ける研究者の研究成果を記録し、それを正確に活用し続けることで、人間の知識を拡張する方法としてメメックス (memex : 機械化された私的なファイルと蔵書のシステム) を提案している。

Bush (1945) には、確かに「機械がヒトの頭脳を決定的に打ち負かすことが可能なはずだ」という記述はあるものの、基本的には機械を人間の機能を拡張するためのものと考えている点で、その考えは、今でも今後のコンピューティングのあり方をIAの観点から捉えるためには非常に重要だといえるだろう。

実際、memex自体は、現在のPC (モバイル端末を含む) に近く、また、その考察がハイパーテキストを生んだとも言えよう。西垣 (1997) はBushの構想が未だに部分的にしか実現されていないと指摘している。もちろん、データをアナログ (マイクロフィルム) と捉えていることを考えれば、現実にはBushの予想を超えているが、近年になってようやく、彼の指摘したことが現実になりつつあるものもある。

例えば、Bush (1945) では、「もしユーザーが決まった規則に基づく反復的な細かい変換作業以外のことに頭を使うべきだとすれば、彼らは高等数学の細かくて骨の折れる操作からも解放されなければならない」としているが、近年発展しつつあるBusiness Intelligence (BI) はBushのビジョンの一部を実現しつつある。

また、Bushは情報検索のあり方を非常に重視しており、「索引ではなく、連想による選択を機械化できるかもしれない。memexとは、個人が自分の本、記録、手紙等を蓄え、また、それらを相当なスピードで柔軟に検索できるように機械化された装置である。ヒトがその心理的な過程を人工的に完全複製することは望めないとしても、これから学ぶことは可能である。」とするが、Google(Suggest)は連想による選択の機械化を一部実現している。

検索に関しては、他にも「ユーザーは、利用できる資料の迷路の中に、自分の興味のあるものへの検索経路を作り上げるのだ。(中略) ユーザーは複製装置を始動させ、全検索経路を写真に撮り、友人自身のメメックスに挿入するようにそれを手渡す。こうしてこの検索

---

<sup>24</sup> OSRD はインターネットを生んだ国防総省国防高等研究計画局 (ARPA) の前身。

経路は、更に一般的な検索経路へ統合されていくのである。」と未来の検索のあり方を示唆している。Googleを初めとする検索エンジン各社の検索アルゴリズム、あるいはFacebookのソーシャルグラフは他人の検索経路の利用を一部実現しようとしているともいえよう。

このように、**Bush (1945)** で提示されたビジョンには、近年それに近い技術を体験できるようになって、やっと理解できるものもある。また、人間の感覚器官から直接機械が振動を読み取り、記憶することも考察されている。こうした機械がヒトの感覚器官から考えを直接読み取る方法に関しては、今のところ一般の個人が体験することは、不可能である。

このような、ビジョンの大きさから考察すると、**Bush**の考えた機械による人間の機能拡張は、未だに示唆に富んでいるといえよう。どのように現在のコンピューティングのあり方、あるいはそのコンセプトに影響を与えているのかは改めて考えてみる必要がある。

### 2.3.3. Joseph Carl Robnett Licklider

もともと音響心理学者であった**Licklider**は、1950年にMITの教授時代に、BB&N社という、軍と契約するコンサルティング会社で対話型コンピュータの開発を行った後、MITとアメリカ国防総省の出資で設立されたリンカーン研究所で、防衛システムの研究に携わる。その後、1962年に国防総省国防高等研究計画局 (ARPA) の研究部門IPTO (Information Processing Techniques Office) の部長となり、当時の国防に関わる情報処理の技術レベルを向上させるための予算と権限を使って、対話型コンピューティング関連研究のレベルアップを推し進めた。

**Licklider**は、そのビジョンだけでなく、実際の開発や、ビジョンに基づく様々な研究の支援においても、その後のコンピューティングのあり方に大きな影響を与えたといえるが、本稿では、彼のビジョンを、主に、“**Man-Computer Symbiosis**” (1960)、“**Libraries of the future**” (1965)、及び**Robert Taylor**との共著である“**The Computer as a Communication Device**” (1968) から考察する<sup>25</sup>。

**Licklider (1960)** は、人間が他の人間と協力するのと同様に、コンピュータと相互協力することでこそ、リアルタイムで進行する人間の思考を効果的に拡張できるとの考えを示す。時々刻々と変化する人間と対話できるコンピュータのあり方を考えている点は、今日のコンピューティング環境を既に予見していたとも思える。

---

<sup>25</sup> これら代表的な業績の他にも **Licklider** の業績には、今日のコンピューティングに大きな影響を与えたものは多い。例えば、1962年にIPTOの助成機関宛に送ったとされる“**Intergalactic Computer Network**”では、今日のインターネットに通じる、巨大なタイムシェアリングシステムに対するアイデアが書かれている。このことから、**Licklider** が当時からコンピュータをコミュニケーションの道具として考えていたことがわかる。

また、「技術的思考にあてたといわれる時間の多くを占める作業は、ヒトよりも機械の方が効率よくできる。ヒトと、高速な情報検索とデータ処理を行う機械との共生関係を築くことができれば、ヒトの思考プロセスそのものを発展させることができるだろう」と指摘しているが、これは**Bush (1945)** のビジョンと非常に類似している。

そして、人間とコンピュータは共生することにより、両者がそれぞれ大きく発展できることを主張し、そのために必要とされる要件を提示している。この論文では、まさしくIAを考察する上での条件を語っていると考えることもできる。

**Licklider (1960)** が「ヒトとコンピュータの共生に欠かせない前提条件」として挙げているのは「ヒトとコンピュータの処理速度の不一致、ハードウェアのメモリの要件、メモリ編成の要件、言語の問題、入出力装置」である。

「ヒトとコンピュータの処理速度の不一致」を調整する手段として描かれる、情報蓄積検索機能や人間との共生機能を併合した「シンキング (思考)・センター」は、現在のクラウドコンピューティング、あるいはデータセンターと考えれば、実現しつつあるのかもしれない。また、「ハードウェアのメモリの要件」や「メモリ編成の要件」は**Licklider**の時代と比べれば、格段の進化を遂げ、ここで想定されたものとは異なる次元に至っているといえる。しかし一方で、人間とコンピュータが対話するための「言語の問題」は、様々なコンピュータ言語が開発された今日においても、未だ大きな問題だと考えられる。そして、「入出力装置」に関しては、ディスプレイは大いに多様化してきたものの、音声の合成や認識は**Licklider**が考えたような、人間がコンピュータと対話を行うレベルには未だ達していないと思われる。

**Licklider (1965)** で示されているのは、人間とコンピュータの共生とは異なるものであり、人間が情報を利用するための媒体のあり方を論じている。**Licklider (1965)** は、本が情報処理機能を備えていないという問題から、それは人間が知識を獲得する上での致命的な欠陥だと指摘し、本だけでなく、図書館とコンピュータを融合することが必要であることを提案する。

ここでは、図書館とコンピュータを融合するために提案する「プロコグニティブ・システムの要件」を提示しているが、**Stefik (1996)** は、現代の技術は**Licklider (1965)** の構想をことごとく実現できるまで進歩しているとする一方で、構想されている電子図書館は未だその片鱗すら見せていないと指摘する。この理由としては**Stefik (1996)** は、誰でもアクセスできるネットワークの実現やあらゆる研究成果へのアクセシビリティの実現がいまだ達成できていないことを挙げ、これらは経済的な問題だとしているが、21世紀以降の端末の低価格化やネットワークインフラの進展から考えれば、**Licklider (1965)** の構想を阻んでい

るのは、むしろ著作権の扱いといった制度的な制約とも考えられる。

また、Licklider (1965) では、「2000年には情報や知識がモビリティ（移動性）と同じくらい価値あることになっているかもしれない。その時代には普通の人々が『インターメディアム（仲介物）』や『コンソール』を買うようになるだろう。（中略）デスクは、テレコミュニケーション・テレコンピューテーション・システムの表示・制御ステーションとして使われるだろう」と予測している。こうしたビジョンはPC、モバイル端末によりほぼ実現していると思われるが、時代まで言い当てている点は、Lickliderのビジョンの確かさの証左となりえるのではないだろうか。

ここで述べられた、デスクが制御ステーションとして使われるようになるとの考えは、PCをコントロールステーションと捉えたAppleの構想と特に近い。O'Reillyは2005年に、“What Is Web 2.0”で、「Web2.0の原則」の一つとして、「単一デバイスの枠を超えたソフトウェア」を挙げている。そこでは、iTunesはユーザーが携帯端末を使って、ウェブ上の膨大な情報にシームレスにアクセスすることを可能にしており、PCはローカルキャッシュコントロールステーションとして機能するとした上で、「ウェブ上の情報を携帯端末に配信する試みは、これまでも数多く行われてきたが、iPodとiTunesの組み合わせは、複数の機器で利用されることを前提に設計された、最初のアプリケーションのひとつ」としている。これはLicklider (1965) のビジョンの一部が、2005年にやっと一般の個人が利用可能になったことを示す。

Licklider and Taylor (1968) はコンピュータで結ばれた研究者コミュニティから生じるようになった人間のコミュニケーションの意味について論じている。ここではコンピュータは人間のコミュニケーションの増幅装置として捉えられており、こうしたコミュニケーションから人間が新たな発想を得ることができるようになるとする。また、人間が機械を通じて交わす会話のほうが、普通の会話よりも効率的なものとなるとのビジョンや、コンピュータを通じた対面コミュニケーションの将来像などのビジョンからは、彼らが、当時からコンピュータをコミュニケーションの道具として考えていたことがわかる。

実際に、電子メール、Skypeなどのオンラインコミュニケーションを考えれば、現在の我々のコミュニケーションは、スマートフォン等携帯端末を含むコンピュータを通じて行うケースが飛躍的に増加していると思われる。また、効率的になっているとも考えられるだろう。こうした点もLickliderの描いた、コンピューティングのビジョンの確かさを示していると考えられる。



#### 2.3.4. Douglas Carl Engelbart

Douglas Carl Engelbartは、コンピューティングに関するビジョンを構想するだけでなく、実際にビジョンを実現するための実践をしてきた人物である。ここでは、最初に彼の活動概要及びコンピューティングに対するビジョンを概説する。次に、彼の実践の中心に位置する、コンピュータを使って人の知能を増強させるためのシステムであり、コンピュータを使用する人達が共同する場であるNLS (oN Line System、後のAugment)を取り上げる。Engelbartは、NLSを実現するための活動から、今日のICTにとって先駆的な数多くの開発を行っている<sup>26</sup>。ここでは特にユーザー・インターフェース及びハイパーテキストを取り上げ、彼の取り組み及びビジョンを振り返る。

##### (1) 人物の概要

Engelbartは、1925年にオレゴン州ポートランドで生まれ、米国海軍に徴兵されることが決まり、オレゴン州立大学においてレーダー技術員としての教育を受け、1944年から1946年まで海軍に在籍した。その後、1948年に同大学にて理学士となり、エームズ海軍研究センターにおいて電気技術者として採用された。ここでの3年間の勤務の後、1951年にカリフォルニア大学バークレー校に入学し、1956年に電気工学の博士号を取得した。1957年にStanford Research Institute (SRI) に入社した。

彼のSRIでのコンピュータの研究は、空軍科学研究所 (AFOSR)、ARPA<sup>27</sup> のIPTOやNASAからの資金により実施された。特に、1964年にはSRIでの彼の研究に対してARPAから年間50万ドルの資金が提供されることにより、SRI内にAugmentation Research Center(ARC)というグループを結成した。ARPAの資金は1975年に終了したが、SRIにおいて13年間の活動を行った。1978年に、NLSの商業権がTymshare Corporation (後にMcDonnell-Douglas社が同社を所有) に譲渡され、Engelbartも同社に移った。そこでさら

---

<sup>26</sup> Engelbart にはマウスや GUI などの先駆的な成果があるが、大橋 (2002) は、次の多くのことを挙げている。the mouse, 2-dimensional display editing, in-file object addressing and linking, hypermedia, outline processing, flexible view control, multiple windows, cross-file editing, integrated hypermedia email, document version control, shred-screen teleconferencing, computer-aided meetings, formation directives, context-sensitive help, distributed client-server architecture, uniform command syntax, universal “user interface” front-end module, multi-tool integration, grammar-driven command language interpreter, protocols for virtual terminals, remote procedure call protocols, compatible “Command Meta Language”。

<sup>27</sup> Bardini (2000) によると、ARPA の IPTO が支援した研究を、人間の知的能力補強プロジェクトを含む知的能力の増幅と人工知能の開発という 2 つに分けた場合に、大きな注目と資金の大部分を集めたのは後者であるという。また、1992 年に Engelbart へのインタビューの中では、当時の AI などの研究者の多くが、コンピュータを人間に適合させて、人間は何も変えたり、学んだりする必要がなくなることを想定していると批判をしている。

に12年にわたり開発を行い、Conference Subsystem、Mail System、Journal Systemが商用サービスとして提供され、Augmentは空軍で使用された。その後さらに、1989年にBootstrap研究所を設立して活動している。

## (2) コンピューティングに対するビジョン

Engelbartは、コンピュータは人の知力を増大させ、人間のコミュニケーションへの強力な補助手段としての役を果たさなければならない、というビジョンを持っていた。ビジョン実現へのアプローチの方法は、1963年に発表された論文“A Conceptual Framework for the Augmentation of Men’s Intellect”において述べられている。

このEngelbart (1963) は、知性を増大させることとは、複雑な問題状況への人間のアプローチ能力を増強し、必要に応じた理解力と問題の解決策を引き出す能力を得ることと考えた。複雑な問題として、外交、経営、社会科学、生命科学、物理、法律やデザインなどを想定していた。ヒトとコンピュータの関係においては、電子頭脳の将来は、人間が指を使って考えることを学んだように、肉体的な知覚を全て使って、身体感覚的に考えるように進化してきた道筋と結びついて進むと考え、Human Using Language Artifacts, and Methodology, in which he is Trained(H-LAM/Tシステム)という、ヒトと機械の複合システムを提案した。それは、直観、試行、あいまいな考え、その時々のお勘などと、有用な構想、用語法、記号法、方法論と高度な能力を持つ電子機器の支援を巧みに共存させるものであった。コンピュータを使うのは人間の知性であり、思考の力は人が生み出したコンピュータに制限されることはないとも考え、ヒトとコンピュータの対話に関して、ユーザーから機械への一方的な入力だけでなく、機械からユーザーへの情報を運ぶフィードバックループ<sup>28</sup>を取り込もうとした。H-LAM/Tシステムの中に”trained”という言葉が含まれていたことから分かるように、彼は学習・訓練を重要だと考え、コンピュータを教育に利用することを提唱し、また、コンピュータの利用に訓練が必要でも、習得後は大きな力を発揮できるようにすべきであるとの考えを持った。これは、慣れる容易さと慣れた後の使い易さが違うことを考えていたことを意味する。Engelbartが当初想定したユーザーは、コンピュータ・プログラマ(Knowledge Workerを代表して)であり、彼らを対象にした、仕事を進める手段を改良できる有望な研究成果を研究者にフィードバックすることが、彼のビジョンの実現に大きな価値があると考えていた。

---

<sup>28</sup> フィードバックという言葉は1943年に最初に使用したWiener (1961) は、フィードバックは過去の成果によって将来の行為を調整できるという特性と述べている。1946年開催の、サイバネティクスを創造した心理学者、数学者、技術者、社会学者が参加した会議から約10年は、サイバネティクスの概念、方法やメタファーが流行し、1950年から60年代の多くのコンピュータ科学者に影響を与えた (Bardini 2000)。

### (3) NLS

Engelbartは、コンピュータとの対話を通じた共同作業の場として、NSL (oN Line System、後のAugment) というシステムを開発しようと考えた。これは、コンピュータ支援によるコミュニケーションであり、知性だけでなくコミュニケーションも増強させるものと位置づけていた。彼は、NLSをKnowledge Worker向けの作業場であるKnowledge Work Shopへのポータルと考え、データやツールを見つけて知識作業を行い、それによって同じような装置を使う他の作業する人と共同作業する仮想的な場所<sup>29</sup>の構築を考えていた (Bardini 2000)。

彼は、1968年10月9日開催のThe 1968 Fall Joint Computer Conferenceにおいて、Window、User-interface、Hypertext、mouse、collaborative computing、CRT、multimedia等を使用したデモンストレーションを実施し、彼の取り組みは大きな反響を巻き起こした。このデモンストレーションは、BushやLickliderが描いたものの最初の情報空間とも指摘されている (Barnes1997)。後述のAlan Kayもこのデモンストレーションに影響を受けた一人であった。

1969年にARCが、Arpanetシステムに接続できる2番目のサイトとなり、彼のNLSは地理的に離れていてもアクセスが可能となったため、ソフトウェアやアーキテクチャーも分散された参加者間での共同作業を支援できるようにしていった。Engelbartは、1970年春に開催されたマルチアクセス・コンピュータ・ネットワークの国際会議において、端末の前に長い時間座って仕事をする人間の数が今後増加し、拡散していた個人のオーグメンテーション・システムが、将来的にはネットワークコミュニティを通じてつながりあい、新しい種類の社会制度をつくるかもしれない、特に知識、サービス、情報という分野、あるいは知識や情報を処理や保管するなどの新しい市場が登場すると推測していた (Rheingold 1985)。このようなNLSは、電腦オフィスのプロトタイプといえるものであった。

彼が考えた学習 (訓練) による人とコンピュータの共進化については、様々な困難に直面した。例えばBarnes (1997) によると、1969年頃から彼のチームは様々なプレッシャーに苛まれたという。技術的な面では、コンピュータシステム (ハードとソフト) を最新のものとするために、半年から8か月に一回の割合でシステムのアップグレードや再設計などをしなければならなかった。また、参加者は新しい役割を学習しなければならず、その過程でこれまで学習してきた古い取り組みを変えなければならない、あるいは共同作業を進めたり新しい技術を取り扱ったりするためにこれまでとは違う手法を導入しなければならないと

---

<sup>29</sup> 彼が開発を開始した当時は、メインフレームをベースとしていた。

いう、心理的あるいは社会的な面でのプレッシャーにも苦しめられた。こうした状況に対して、彼は心理学者と社会学者を観察者及びファシリテータとして参加させた。その結果、彼らの目からは、Workplaceの変化に対する抵抗、すなわち、システムを学習することに最初反対していた人は、学習した後はそのシステムを諦めることはしなくなるということが指摘された。このようなプレッシャーの結果もあり、多くのメンバーがPARCへ移っていくことになった。

#### (4) ハイパーテキスト

Engelbartは、ハイパーテキスト（タイプ付けされたリンクで互いに結び付けられたノードからなるネットワークによって情報の表現と管理を行う形式のシステム）も構想していた。ハイパーテキストのアプローチには、Ted NelsonとEngelbartによる2つの方向があった。Nelsonは、ザナドゥに代表される、個人の文学的創造性の向上を助けることを目指し、個人の頭脳の働き方のモデルにおけるアイデアの連想を中心にしたアプローチをとった。一方のEngelbartはNLSのようなグループの共同作業を支援する方法を目指したように、自然言語システムにおける言葉の相互主体的な関係を中心にしたアプローチをとった。

Engelbart (1963) では、当時、言語学<sup>30</sup> を席卷していたWhorf (1956) の「ある文化の世界観は、その文化が使っている言語の構造によって制約を受ける」から影響を受けて、「ある文化において使われる言語と知的活動を効率的に行う能力は共に、個人が記号の外面的操作をコントロールする手段によって、進化の過程で直接的影響を受ける」という仮説を立て、人間-コンピュータ・インターフェースにおいて自然言語がどのような働きをするかを考えた。

記録へのアクセスやその使用が、理論的な一般原理に基づくべきか、個人の連想に基づくべきかという問題は、情報検索システムをハイパーテキストと区別する主な問題点である。Engelbartは、Bush (1945) の影響を認めているが、ハイパーテキストの考えの系譜におけるBushの位置づけについては、彼をハイパーテキストの父と呼ぶことには疑問が出されている。例えば、Bardini (2000) は、Bushのmemexが情報検索のための個人的な道具として考案されたものであり、メディアとして考案されたのではないという指摘をしている。あるいは、Oinas-Kukkonen (2007) はハイパーテキスト におけるBushとEngelbartとの関連

---

<sup>30</sup> Bardini(2000)は、AI研究が人と機械との境界線の本質を考える上で、慣習的な言語の特質が与える影響について洞察をもたらしたと指摘している。Winogradは、AIはデカルト、ホップス、ライプニッツ以来の厳密な記号計算の方法による論理的条理の形成を求めてきた西洋哲学研究の化身であり、機械化された条理の形成は記号システムに対する規則により決定される操作の定式化の手法に大きく依存していたことを批判し、コンピュータを思考機械ではなく、言語機械とみるべきと主張している。

について、Bushをハイパーテキストの父と呼ぶのは適切でなく、両者が父となることを指摘<sup>31</sup>している。

## (5) インターフェース

Engelbartはマウスの発明者として有名であるが、彼が最終的に目的としたものはマウスの開発ではなかった。最初の目標は、ユーザーとして想定していたコンピュータ・プログラマが、片手にマウスを、もう一方の手にキーセットを持てるようにしたかったのである。しかも、それらはいくまでも、インターフェースの部品として考えられていた。人の手と目は、ヒト-コンピュータ・インターフェースとして制約の多い入力装置であり、ジェスチャーにも頼った完全に触覚的なフィードバックループでのコンピュータとの対話を考えていた。

入力方法に関しては、Licklider (1965) は、タッチタイピング以外の方法に慣れるのは難しすぎると考えていた。あるいは、他の殆どのコンピュータの研究者は、人間の手は二本であることやその筋肉運動を制約とみなしていたのに対して、Engelbartはこの人間の身体的な制約条件の改良を考え、学習とコンピュータの進展が、筋肉運動スキルと人々がそれを利用して問題を解決する能力と、どこまで改善できるか（人間の側の共進化）を見出すことを考えていた。そのためEngelbartは、ヒト-コンピュータ・インターフェースの一部である入出力装置に様々な種類のものを用いる可能性を探求した。彼は、手と目に限定されず、ひざや背中、頭など身体のおの他の部分を画面上のポインタを制御するための感覚運動と結びつける方法として利用しようとした。

## (6) Engelbart の活動の今日における意義

西垣 (1997) は、パソコンの基礎技術を作った最大の貢献者としてEngelbartを挙げている。一部の研究者等がEngelbartのビジョンや取り組みの重要性を指摘、あるいは理解を示していたが、当初から彼が考えたビジョンや取り組んできた様々なことが、多くの人に理解されたということにはなかった (Rheingold 1985, Barnes 1997)。Rheingold (1985) では、Engelbartに焦点を当てた章のタイトルを「長距離考者の孤独」と題した。Rheingold (1985) は、彼のようにコンピュータを人々の教育の助けにするとのは、冒険的な考えであり、1968年のデモンストレーション当時ですら、コンピュータを使って画面を表示させることは奇抜な考えだったと指摘していた。

1998年12月9日に『エンゲルバートの未完の革命』というシンポジウムが開催され、よう

---

<sup>31</sup> Oinas-Kukkonen(2007)では、Ted Nelson の貢献については検討に含めていないことを明記しており、あくまでも Bush と Engelbart の関係に限定した記載であることに注意。

やく彼のビジョン及び活動の重要性が理解され、しかもそのビジョンが十分に実現されていないことも認識されるようになった。Rheingold (1985) では、彼の未来のビジョンが正しかったことを歴史が証明したと述べている。彼の活動の意義の1つとして、Bardini (2000) は、人間-コンピュータ・インターフェースに慣れる容易さ、ユーザフレンドリネスとインターフェースに慣れた後での使いやすさの違いの重要性を挙げ、覚えやすさと使いやすさは多くの場合対立するものと考えられ、同じ基準で比較できないが、慣れた後で使いやすいインターフェースの利点を考えるべき時と指摘している。彼が、NLSで考えていたことが、今日ようやく実現されるようになったともいえ、今日でも彼のビジョンや取り組みから得られることが多いと考えられる。

### 2.3.5. Theodor Holm Nelson

Theodor Holm Nelsonは、ユーザーの立場から、コンピュータがもたらす自由な知的活動の可能性に大きな魅力を見出し、その実現のために取り組んでいる人物である。最初に彼の活動概要及びコンピューティングに対するビジョンを概説した後、彼が今なお取り組むザナドゥ計画の構想、及びインタラクティブ・システムの鍵と考える「バーチャリティ」の概念を取り上げ、彼のビジョンを振り返る。

#### (1) 人物の概要とコンピューティングに対するビジョン

Theodor Holm Nelsonは大学で哲学を学んだ後、ハーバード大学大学院で社会学の修士号を取得し、その後も、社会学で教鞭を執り出版社にも勤務するなど、コンピュータ関連の学术界や産業界を渡り歩いた当時の多くの研究者と比べると、異色のキャリアを辿った。

ハーバード時代にコンピュータ・プログラミングのコースを履修したことからコンピュータの魅力に取り付かれ、西垣 (1997) が言うところの「市民のためのパソコン」という理念を掲げた。Markoff (2005) によれば、Nelsonは1974年に自費出版された最初の著書“Computer Lib / Dream Machine”の前書きに「私には思惑がある。コンピュータが個人に有用なものであることを確認したい。」と書いている。その後もNelsonは“The Home Computer Revolution”を1977年に自費出版し、コンピュータ神話の終わりを語る<sup>32</sup>とともに、当時世に出回り始めていたパーソナル・コンピュータの未来について、それがいかに個

---

<sup>32</sup> Nelson (1977) では、「恐るべき、無慈悲な、誤ることのないコンピュータ」「コンピュータ聖職者説 (コンピュータは聖職者なのだから、そのやったことを批判することは許されないし、たとえわけのわからない手品のようなことに対しても、賞賛するしかない)」といったような“神話”が大衆のコンピュータに対する受け取り方を規定したきたとし、こうしたことは全部間違いであると述べている。

人の学習・理解に広い可能性を生み出し、個人の自由を可能にするかということについて具体的に語っている。しかし、Nelson (1977) の訳者である西順一郎の書いた前書きによれば、Nelsonの主な関心は、執筆や創作活動に適したコンピュータ・システムの創出に置かれ、コンピューティングそのものの発展というよりは個人的なニーズに根ざしていた。こうした彼の経歴や関心により、Nelsonはハードウェアに囚われず、自由な発想で個人のためのコンピュータのあり方についてビジョンを語る事ができたとも言えよう。

Nelsonは1981年の著書“Literary Machines”において「ふたつの希望」と題してそのビジョンを述べている。一つは「コンピュータを個人の情報ツールとして利用することにより、日常生活を単純で柔軟なものに変えていくこと」、二つ目は「コンピュータの画面を通して、膨大な量の情報を収めた図書館が利用できること。そこでは、互いに関連し合った文書やアイデアのなかから、好きなものを簡単に的確に選び出すことができること」とある。このようにNelsonは、コンピュータを個人が簡単に使えるようになること、誰もが情報にアクセスできるような世界的なネットワークを構築することを目指している。後者のビジョンはWorld Wide Webにおいて一部実現したと見られるものの<sup>33</sup>、Nelson自身はこれに満足せずその探求を今なお続けている。

## (2) ザナドゥ計画

Nelsonの二つ目の希望である情報の蓄積とリンクのしくみは、壮大なザナドゥ計画として今なお取り組まれている。Nelsonはハーバード時代にVannevar Bushの論文“*As We May Think*”に触れ、大きな影響を受けた。Nelson (1981) でBushの論文を全文掲載しているほどである。NelsonはBushと同様、研究活動において、アイデアを系統立てて記録・保管し、それらに関連付けるしくみを模索し、それを実現するため1960年秋にザナドゥ・プロジェクトを開始した。西垣 (1997) は、Bushが知的エリートによる研究活動を念頭に置いていたのに対し、Nelsonは普通の一般市民にも使えること、さらに世界規模のネットワークを構想していた点でBushと異なるとしている。

ザナドゥは、世界中の文書を蓄積・保管し、相互にリンクづけ、アクセスや使用を可能にする新しい文書保管システムのネットワーク構想である。Nelson (1981) ではザナドゥ・

---

<sup>33</sup> Tim Berners-Lee が 1989 年に CERN の経営陣向けに著した World Wide Web (当時は Mesh と呼んでいた) の最初の提案書とされる、“*Information Management: A Proposal*”のハイパーテキストに関する部分に、ハイパーテキストという言葉は Nelson により 1950 年代に作られたとある (<http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>)。一方 Nelson は、WWW 自体は彼自身がやりたかったことを全て実現しているものではなく、WWW の生みの親として広く称賛されることに対し、複雑な思いを抱いているようだ (Nelson 自身のホームページより ; <http://hyperland.com/#NoSuchClaim>)。

ハイパーテキスト・システムの概要としていくつかの説明を記しているが、その中に「コンピュータ利用を単純かつ明確にするための新しい文書保管形式で、電子出版を瞬時のうちに行うための新しい形式を実現する」<sup>34</sup>とあるとおり、ザナドゥ計画が文書の管理と関連付けだけではなく、出版までを視野に入れた構想であることが分かる。実際Nelsonは、自動的に著作権が管理され使用料が徴収される仕組みまで包含したシステムを構築しようとしている。

このザナドゥにおける重要な概念は「ハイパーテキスト」である。Bush (1945) では「われわれが記録を入手するときに使う不自然な索引システムが、大半の愚行の現況なのである。(中略) ヒトの頭脳はこのように動作するわけではない。それは連想にもとづいてはたらく。」とあり、さらに「連想索引法の基本的なアイデアは、どんな事項からでも他の望みの事項を、瞬時かつ自動的に選択するようにはできる、という点にある。重要なのは二つの事項をむすびつける過程なのだ。」と述べられている。Nelsonはまさにこの連想のしくみを具体化するシステムを構想したと言えよう。ハイパーテキストは同時期にEngelbartも実現させている<sup>35</sup>。しかし元々エンジニアではないNelsonは、ハイパーテキストという機能がもたらす新たな文章記述、すなわち非連続的な形式による文章記述の可能性に興味を抱き、ザナドゥ構想によりそれを新たな電子出版のしくみとして実現させようとしている。このためにNelsonは、単なる一方向のリンクだけではなく、双方向のリンク、バックトラック、トランスクルージョン、バージョン比較といったことも構想しているが、これらはまだ完全に実現しているとは言えない。

### (3) インタラクティブ・システム

Nelsonのもう一つの希望であるコンピュータが個人の生活を単純にすることについても見てみたい。この点についてNelson (1977) では、会話型コンピュータ・システムの出現が、コンピュータ画面を使った新しい形の読み書きを可能にし、知的自由の新たな誕生を可能にすると述べている。そしてその具体的なあり方はNelsonが1980年に書いた論文“Interactive Systems and the Design of Virtuality”で論じられている。これは、ディスプレイ画面（対話式画面）による現実世界のコントロールは既に始まっているとした上で、インタラクティブ・システム設計のための正しい原理を述べるのを目的に書かれた論文であ

---

<sup>34</sup> Nelson (1981)ではザナドゥ・ハイパーテキスト・システムの概要について一行コメントから長い説明まで四段階の説明を試みている。この引用はそのうち「少し詳しい説明」の中から一文を引用したものである。

<sup>35</sup> Engelbartによれば、実際にそういうシステムを作って動かすだけの技術や資金は、Engelbartの方が持っていたということらしい (Rheingold 1985)。



る。誰もがコンピュータを使えるようになるために、インタラクティブ・システムは10分以下で理解でき使いこなせるようになるものでなくてはならないとし、その設計の要として「バーチャリティ」という概念を提示した。

「バーチャリティ」とは「リアリティ」に対峙する概念として説明されている。インタラクティブ・システムのリアリティがデータ構造やプログラミング言語であるのに対し、バーチャリティは、そのシステムがユーザーにとってどのように見えるかという外見、ユーザーに与える感覚を意味する。西垣（1997）によればNelsonはこれを映画の製作に喩えて説明した。映画のリアリティとは舞台裏のことであり、それは観客には関係ない。観客にとっての映画とは「外見」すなわちバーチャリティなのである。Nelson（1981）では、このようにバーチャリティを重視した、単純で統一感のある設計を行うには「メカニズムの検討よりも、概念的な構造を決めたり、どのような使用感が得られるべきかを決めたりすることが優先する」と述べられている。技術偏重になりがちなシステム開発の世界において、ユーザーの観点からのシステム設計の重要性を述べている点で、現代のシステム開発のあり方にも通じ、示唆に富むものである。

Nelson（1980）ではこうした設計の例としてNicholas NegroponteのDatalandやDaniel S. BricklinらのVisiCalcを挙げ、いずれも見えない部分では複雑なデータを扱いながら、インターフェースは視覚的に理解でき極めて使いやすくなっている点を評価した。また、ザナドゥのサービスも「バックエンド」と「フロントエンド」の2つの部分に分け、ユーザーはどんなカスタム機器からもアクセスできるが、バックエンドシステムには一切関与しないようにできている。こうした考え方は現代のクラウドコンピューティングにも通ずると考えられる。また、このような設計は技術指向の設計者には難しく、デザインや芸術の様式と捉えるべきだとしている点は、近年提唱されているデザイン思考に通じるところがあるかもしれない。

#### (4) Nelson の活動の今日における意義

Nelsonの構想は、自身の研究・創作活動を念頭に置いた個人的な興味に端を発するものであるにせよ、ユーザーの視点から語られた構想である点で意義が大きい。Nelsonは個人がコンピュータを使えるようになることで自由な知的活動の可能性が大きく広がることを見通していた<sup>36</sup>。ザナドゥ計画は、Bushの目指したmemex構想を、その裾野を広げネット

---

<sup>36</sup> Rheingold（1985）では、Nelsonは「これまで図書館の書棚で名前を見かけるような研究者だけが使えた人間の文化を、いずれは全世界の人間が参加できるような、壮大な対話に使える文化にするという夢を見ている人物だ。」と述べており、また彼の予想は「薄気味悪いほど正確に未来を言い当てていた」としている。

ワーク化した形で実現しようとしているとも言える。その構想の一部はWorld Wide Webに取り入れられているものの、Nelson自身がそのホームページで語っているように全てが実現しているわけではない。双方向のリンク<sup>37</sup>、トランスクルージョン、自動的な著作権料課金システムなど、今後実現していくものもある。

一方、バックエンドとフロントエンドを分け、ユーザーが接するフロントエンド側のインターフェースを極力簡単に直感的なものにしようとした「バーチャリティ」の概念は、その後のコンピュータの裾野の広がりにおいて極めて重要であり、端末自体が多様化する現在においてもなお重視されている。

### 2.3.6. Alan Kay

Alan Kayは、米国のコンピュータ科学の最初の教育を受けた世代に属し、コンピューティングに関するビジョンを描き、実際にビジョンを実現するための実践を進めてきた人物である。最初に彼の活動及びコンピューティングに対するビジョンを概説する。次に、彼の具体的な取り組みとして、パーソナル・コンピュータであるDynabookの構想及びPARCでのAltoの開発、コンピュータ言語であるSmalltalkの開発やソフトウェアに対する彼のビジョンを取り上げ、彼のビジョンや取り組みを振り返る。

#### (1) 人物の概要

Kayは、1940年にマサチューセッツ州スプリングフィールドで生まれた。1961年に徴兵制により空軍に入隊し、コンピュータ・プログラムを学習し、兵役終了後も空軍の国立大気研究センター（National Center Atmospheric Research）に籍を置いたまま、コロラド州立大学に入学し、1966年に生物及び数学の学士号を取得した。その後も軍が学費を提供してユタ大学コンピュータ科学学部の第一期生として入学した。同大学にはIvan Sutherland（Sketchpadを開発）が講師として赴任し、以後米国の三次元CG研究の中心地となる。1968年に修士号、1969年にFLEXマシンをテーマに博士号を取得した。博士論文の審査員としてSutherlandも参加していた。卒業後は、Stanford Artificial Intelligence Laboratoryで活動した後、1971年にXeroxのPARCに入社した。

PARCでは、Learning Research Groupを率いて、1972年から73年にかけてAltoを開発

---

<sup>37</sup> 双方向のリンクはトラックバックにおいて一部実現しているという見方もあるが、O'Reilly（2005）では、トラックバックについて、Nelsonのザナドゥ計画が目指した双方向リンクと同等の効果を生み出す可能性はあるものの、厳密には対称的な一方向リンクであり、その違いはわずかなものに思えるかもしれないが、双方向の注目は偶発的にしか起こらない点など、実際には非常に大きいと述べている。

した。その後<sup>38</sup>、MITのMedia Labの前身の組織の研究員となる。さらにアタリ社に副社長兼Senior Scientistとして入社したが、1984年に同社はKayが率いるチームを解雇したため、アップル社の名誉研究員となった。1997年にDisneyへ移り、Imagineering divisionを率いた後、Viewpoint Research Instituteを立ち上げた（浜野 1992、Rheingold 1985、Barnes 2007）。

## (2) コンピューティングに関するビジョン

Kayは、コンピュータは表現行為に使えるメディアであり、しかもメディアのメディアとして機能するメタメディアになると考えた。メディアとしてのコンピュータは、あらゆる年齢層・職業の人々が、必要性に合わせ、その機能を何らかの形に変形し、アクセスできるように設計されるべきであり、各人が専用の強力なコンピュータを保有し、双方向の会話に参加できるようにすべきとした。但し、コンピュータを紙や粘土のような柔軟性と汎用性、同時に自動車やテレビのようなパワーを持つ道具と組み合わせたいと考え、設計戦略として、システム設計と特殊化はユーザーに任せる方向にした。

また彼は、コンピュータでの読み書きする能力を流暢なものにし、楽しいものにできるほど、十分に深くコンピュータと接することができるようにすることの必要性を主張した。一方で、自己表現の新しいメディアとしてのコンピュータが社会と個人に与える影響は微妙なものであり、社会及び個人にとって、その影響を察知することは容易でないことから、コンピュータと社会との関係に齟齬をきたす可能性があることも考えていた。

## (3) Dynabook

彼のコンピューティングの歴史上での位置づけは、技術的視点からではなくビジョンで技術を統一したことにある。1960年代後半から70年代前半に彼が考えたコンピュータに関する基本的なビジョンは1977年に著した2つの論文に述べられている。1つは、KayとGoldbergの共著による“Personal Dynamic Media”、もう1つはKayの単著である“Microelectronics and Personal Computer”である。Kay and Goldberg (1977) では“Personal Dynamic Media”、Kay (1977) では“Personal Computer”という言葉がタイトルに使われていることからわかるように、MediaとしてのPersonal Computerの存在を最初に意識した人物と位置づけられよう。特にPersonal Computerという言葉が最初に使用したのはKayであろうと浜野 (1992) は指摘している。

---

<sup>38</sup> PARC での研究が Smalltalk の商品化に集中するようになり、Dynabook を作るという本来の目的から外れていったので PARC を去った。

以下、Kayが構想したコンピュータについて、彼の構想（Dynabook）と、PARCでの同僚と開発したコンピュータ（Alto）に分けて述べる。Kay（1993）は、Dynabookの構想を振り返り、彼のアイデアの源泉を次のように述べている。1962年に最初のパーソナル・コンピュータであるLINC（生物医学用のコンピュータ）や最初のパーソナル・ソフトウェア・システムであるSketchpadが開発され、同時期にB5000（Bob Bartonが開発した、スタック、ポインタ、バイトコードなど装備）が登場し、さらに数年後にEngelbartによるNLS、Nyggard and Dahlが開発したシミュレーション用のプログラムであるSIMULAが発表された。これらに接して、オブジェクト指向プログラミングとパーソナル・コンピューティングというアイデアが閃いたという。そして、1967年に、彼は同僚のEd Cheadleと一緒に、コンピュータ以外の専門家をユーザーと想定したデスクトップ・パーソナル・コンピュータ（FLEXマシン）を構想した。ここでは、タブレット・ポインティング・デバイス、アイコン、マルチウィンドウ、オブジェクト指向デザイン等を盛り込んだが、使いにくい機械であったという。

その後1968年に、平面ディスプレイの存在（ARPAのgraduate student meetingにて）、子供たちを対象としたSeymour Papert<sup>39</sup>のLOGOの研究及び最初の手書き文字認識システムのGRAILの存在を知り、コンピュータは、電話やネットワークと結びついて、消費者向けの製品として、あらゆる人々が手に入れられるようにしなければならないとDynabookを構想した。

このDynabookは、当時のコンピュータの数百倍の能力と高速さという高性能で、形も大きさもノートと同じポータブルな入れ物に収まるような携帯性を有し、人間の感覚機能に迫る量の情報を出し入れ可能なコンピュータであった。しかも彼は、タイムシェアリングシステムのようにそれを共有するのではなく、各人に専用の強力なコンピュータを与えることを考えた。入力、タイプライター型キーボード、コード・キーボード、マウス、オルガン型キーボードを想定し、出力はディスプレイ、ハイファイ・アンプとスピーカーに接続した組み込みのA/Dコンバータで行い、書籍なみの品質のフォントで表示できるようにすることを考えた。これは、フォントが異なれば雰囲気も変わるし、読み書きの本質にまで影響を与えかねないこと、個人用メディアとして、フォントを変えることで情報の見方を自由に選ぶことができることを重視したからである。

彼は、Marshall McLuhanの” Understanding Media”（McLuhan 1964）からヒントを得て、コンピュータを、コミュニケーション・ツールではなく、コミュニケーション・メデ

---

<sup>39</sup> Papertは「マインドストーム」の著者であり、BBN社と共同で子供にプログラミングをさせていた。彼はSuper Toyとしてのコンピュータを考えていたようである。

メディアと考えた (Barnes 2007)。従来のメディアは受動的であるのに対して、コンピュータ・メディアは能動的になるべきとした。ユーザーを双方向の会話に参加させることができるコンピュータは、記述可能なものなら、どんなモデルでも詳細にシミュレートする能力があるため、シミュレーションの方法が適切に記述されている限り、他のいかなるメディアでもシミュレートできるメタメディアとなる、と考えた。パーソナル・マシンとしては、エンドユーザーが自分のツールとして自分の仕様 (tailored) で、自分で構築できるような、拡張できるシステムとして設計すべきと考えた。メディアとして機能するためには、印刷に匹敵する高解像度のスクリーンが必要だと考えた。

#### (4) Alto

Altoは、PARCで開発されたコンピュータであり、そこで実現されたものは、Kayと同僚のButler Lampson及びCharles P. Thackerの3人が必要と考えていた要件 (彼らの希望) のベクトル和<sup>40</sup>といえるものであった。Dynabookとの大きな違いは、ポータブルな形状を実現できなかったことである。Markoff (2005) は、このマシンの特徴について、Altoのメモリの3分の2はプログラムではなく、ディスプレイ用であり、コンピュータの処理能力のほとんどが画面での情報表示のために使用されていたと指摘している。個人用コンピュータは、Datageneral社のNovaが最初の観念的モデルであるが、Altoは開発された最初のパーソナル・コンピュータ (コンピュータができることを一人の利用者のために行う (Markoff 2005)) であり、分散型コンピューティングが可能なものであった。

今日では実現されている先駆的な技術や機能を取り込んだコンピュータのAltoは、対話型メモリ、ファイルキャビネットを備え、キーボードとアクティブエディタで文章を入力し、呼び出し、自由に変更し、書籍なみの品質のフォントで表示できるものであった。また、ポインティング・デバイスとアイコン・エディタで線や絵を描け、修整でき、ダイナミックな検索で、どこからでも読むことができるようにした。曲線はディスプレイ上のペンで描ける。

文章やオブジェクトはすべて表示と編集が可能となり、テキストは、構造化・シーケンシャルなものでも、単純なメニューでコマンドを選択するだけで、削除、移動、構造化ができる。さらにマルチウィンドウで、様々な編集段階のドキュメントを作成し、みることができる。Windowを最初に考えたのはEngelbartであるが、AltoではPARCで開発されたGUIと組み合わせて新たなWindowを実現した。ドキュメントの構成要素 (フレーム) は、マウスで指し示すと自動的に起動するエディターを持っている。内容を補助記憶装置にマップで

---

<sup>40</sup> Kay は、Stanford 時代に KiddieKomputers というノートブックを構想している。これも Alto にデザインの考え方として取り込まれている。

き、自動的に和・否定・積をとる機能をもつ集合機能や（自動的に右揃えする）モードレスのテキスト・エディタも備えていた。

#### (5) Smalltalk（プログラミング言語）

Kay (1993) において、Smalltalkの初期（1983年まで）の歴史を述べている。Kayは、コンピュータのユーザーが求めるものはそれぞれ異なる中で、コンピュータのコミュニケーション能力を拡充し対応できるようにするためには、それぞれの要求を明確に予測するのは困難なことから、専門家でないユーザーがプログラミングをしなければならないと考えた (Kay 1977)。その中でPapertによるLOGOの開発にヒントを得る。Papertは、勉強は楽しくてためになるものだと感じられるようにすることを目指し、床を這いながら線を引く“ボットタートル”や同様の機能をもつテレビ画面上のタートルなどを制御するプログラムであるLOGOや、子供でも単純な音楽合成機能を開発した。あるいはKayは、SIMULAのオブジェクト指向の概念に影響を受けた。そして、単純で使いやすいアクセス方式と専門家レベルでのプログラミングの質的改善を同時に達成することを目的に、Smalltalkの開発を目指したのである。この言語の文法は単純で変化しない。行動の記述の次にメッセージが続き、起動される行動の性質を選択できるようにし、同時に複数の実行を保留していることもできるようにした。

Smalltalkは最初のDynamicなObject Oriented programming Languageと位置づけられる<sup>41</sup>。Smalltalkには、最初に開発されたSmalltalk72、1972年から76年にかけて開発したSmalltalk76、Smalltalk80がある (Kay 1993)。Smalltalk76は、Smalltalk72を使用した地元の小学生を対象とした実験を行い、ダイナミックなモデルを開発できるように改良したものであり、Smalltalk72の200倍の速さで走らせることができる。

利用場面として、三次元モデルのシミュレーション、建築家による設計の見直し、訂正や相互参照のほか、医師が患者の全記録、事務記録、薬物反応などをファイルに収録して持ち運べる、作曲家が作曲をしながら同時に演奏して聴くことができる（自分が演奏できない場合に特に有効）、自分の演奏の記録と聴き直し、大家の解釈との比較ができる、などのシーンが想定された。さらには、家庭の記録、ビジネスマン、教育者の活用も考えた。

#### (6) ソフトウェア

Kayはコンピュータの処理速度のようにハードウェアが重要視されていた時代に、ソフトウェアの重要性も指摘した人物でもあった (Kay 1984)。Kayは、ユーザー・インターフェ

---

<sup>41</sup> 言語が開発された後に OS やグラフィカル・ユーザー・インターフェースが開発された。

ースが、人間とプログラムを媒介して、コンピュータを何らかの目的を達成するための道具にするソフトウェアであり、最も重要なものだと考えていた。ユーザーの目の前にある知覚できるもの（ユーザーのイリュージョン）が、その人にとってのコンピュータとなる。このユーザーの幻像を改善するための原理はWYSIWYG（What You See Is What You Get）である。Kayは、ウィンドウ、メニュー、アイコン、ポインティング・デバイスが、ユーザーのイリュージョンを利用し、新世代の対話型ソフトウェアが台頭すると考えていた。

さらに、エージェントの必要性を認識していた（Kay 1984）。エージェントは、目標を与えられると、適切と思われる細部のオペレーションを実行し、障害にぶつかった場合は助言を求め、しかも人間の助言を理解できるものである（MITのJohn McCarthyが考え、MITのOliver Selfridgeが命名したという）。当時ですら、数百のデータ検索システムがコンピュータネットワークで実現されており、あらゆるシステムについて、アクセスの手順のすべてを熟知することは不可能であった。そのため、膨大な選択肢を扱うためには、司書の役割をするエージェントが必要であり、この司書はDBからDBへの道を縫って通る、一種のパイロットとしても機能しなければならないと考えた。すぐれたエージェントは、あらゆるシステムをまとめて、ひとつの巨大なシステムとしてユーザーに提示できるものが理想と考えた。

#### (7) Kay の活動の今日における意義

彼は、当初コンピュータをコンピュータ以外の専門家向けに考え、やがて子供も使える、つまり誰もが使えるコンピュータを作ることを考えた。しかも、ポータブルで持ち運び自由なものとして構想した。こうした構想及びその実現は、様々な先人達のアイデアや技術を活用しており、ビジョンの元で技術を開発、活用することの重要性を示している。また、ハードウェアよりもソフトウェアが重要となることを当時から指摘しており、誰もが自由に使える（プログラムすることも含め）コンピューティング環境については、今日でも課題として残されているといえる。

#### 2.4. IA のインパクト

これまで、5人のビジョナリーそれぞれのビジョンとそれらのビジョンを考察する現代的な意味、あるいはなぜこれら5人のビジョナリーに関して考察を進めるかに関して述べてきた。以下では、彼らのビジョンに関して新たな視点から考察してみたい。具体的には、これらのビジョンが「対象としたユーザー」は誰かという視点と、これらのビジョンが描く「ヒトとコンピュータの関係」という視点である。

#### 2.4.1. ビジョンが対象としたユーザー

図表 3は、これまで述べてきたビジョナリーのビジョンが想定したユーザーを整理したものである。最もビジョンが明らかにされた時代が古く、それ故に本稿でも分析の起点としたBush (1945) が人間の知識を拡張する方法、すなわちIAの対象として想定したのは、あくまでも研究者であり、memexは研究者の研究成果の記録、活用、あるいは検索のための道具として提案されている。

先に述べたようにLickliderのビジョンは、Bush (1945) と類似しているが、Lickliderがユーザーとして想定しているのは研究者のコミュニティである。Licklider (1960) はタイムシェアリングシステムのあり方に大きな影響を与えたとされるが、彼が念頭においていたのは、当時希少なリソースであったコンピュータを研究者が共有し、ヒトとコンピュータが共生する方法である。また、Licklider and Taylor (1968) において考察されているのは、まさしく研究者のコミュニティにおけるコミュニケーションの問題である。

Engelbartは、Knowledge Workerの代表としてのコンピュータ・プログラマを想定してNLSの開発を進めていた。彼は1970年の国際会議で、あらゆる人がコンピュータを活用する世界を述べているが、1980年代以前のコンピューティングを実現するための実践者としての彼の活動の対象は、オフィスで働く人々であった。

Nelsonはパーソナル・コンピュータの出現を受け、そのユーザーの立場から個人が自由にコンピュータを使えるようになることを目指した。ここで言う個人とは一般市民を想定しているが、Nelsonが想定していたのは執筆活動や創作活動におけるコンピュータの活用であった。ザナドゥ計画に見られるように、研究者だけでなく誰でもが自由に情報を発信し、またそれにアクセスすることで、人々が自由に思考し表現できるようになることを目指したのである。

Kayは、FLEXマシンを構想した当時は、コンピュータ・プログラマ以外の専門家を想定していた。その後、Papertの影響やメディアとしてのコンピュータを考える過程で、コンピュータが、専門家だけでなく、子供でも活用できるように、つまり誰もが活用できるようにすべきとの考えを持つに至った。

図表 3 ビジョナリーと想定ユーザー

	Bush	Licklider	Engelbart	Nelson	Kay
想定したユーザー	研究者	研究者 コミュニティ	知識労働者	一般市民	個人（子供）

(出所) 富士通総研作成



このようにみると、本稿で分析したビジョナリーのビジョンが想定したコンピュータのユーザーも、時代が進むにつれ、高度な知識をもつ研究者（Bush）から子供（Kay）へと、次第にその裾野が広がっていることがわかる。

#### 2.4.2. ビジョンが描くヒトとコンピュータの関係

図表 4は、図表 3と同様、それぞれのビジョナリーのビジョンにおいてヒトとコンピュータの関係がどのように描かれているのかを整理したものである。ここでは、先に分析したそれぞれのビジョナリーのビジョンの中で、ヒトとコンピュータの関係に関して象徴的と思われる言葉を記した。

図表 4 ビジョンが描くヒトとコンピュータの関係

	Bush	Licklider	Engelbart	Nelson	Kay
ヒトとコンピュータの関係	機械化された私的なファイルと蔵書のシステム	Symbiosis	Collaborative	Interactive	Personal

(出所) 富士通総研作成

Bush (1945) で語られたビジョンは、その後のビジョナリーが考察の対象としたようなコンピュータ自体が存在しなかった時代のものであるため、memexは「機械化された私的なファイルと蔵書のシステム」として構想された。しかし、Bush (1945) はmemexを複数のユーザーが使用することで、個々のユーザーの検索経路を他のユーザーが活用することも想定しており、「私的な」システムを超えたコンピュータの未来を構想しているとも捉えることができる。

Licklider (1960) はヒトとコンピュータの共生 (Symbiosis) による協調が、互いの長所を統合して、価値のあるものを生むことを示唆しており、こうした考え方はその後タイムシェアリングシステム構想の基になっている。実際にLickliderは IPTOの部長として、タイムシェアリングシステムの開発を積極的に推し進めている (Markoff 2005)。LickliderはBushの時代と比較して格段に進歩していたコンピュータに関し、それを私的なものとしてみるのではなく、タイムシェアリングシステムにより、複数の研究者が共有する、あるいは、相互の研究内容の情報を共有するためにコンピュータネットワークを構築することを構想

していた<sup>42</sup>。こうしたLickliderのビジョンや行動からは、ヒトとコンピュータの関係を、個別に捉えるのではなく、ネットワークとして考え始めていたことがわかる。

EngelbartのNLSは、オフィスでのオフィスワーカー達の共同活動を想定したものであった。彼はIAについてヒトとコンピュータの関係だけでなく、ヒトとヒトがコンピュータを介してどう関わるかまで考えた。さらに、Arpanetへの接続後は、オフィス内だけでなく、地理的に離れた人達が共同作業を行うところまで拡大した。このように、Engelbartは、ヒトとヒトが関係することで、新しいIAを実現することを考えたといえる。

Nelsonは誰もがコンピュータを使えるようになるための要素として対話型 (interactive) であることを重視している。Nelson (1980) ではディスプレイ画面を通じてインタラクティブにヒトがコンピュータとやりとりすることを念頭に、それをいかに自然に簡単に行うかという視点からインタラクティブ・システムの設計を考え、バーチャリティという概念を提唱した。Engelbartがヒト側をトレーニングすることによりコンピュータとヒトとの相互作用を高めようとしたのに対し、Nelsonはコンピュータ側のインターフェースを改善することでそれを実現しようとした点で、発想の転換が見られる。よりヒト側の視点に立っていたと言えよう。一方でNelson (1981) はザナドゥ計画を通じて世界中の個人の文書が蓄積されリンクされるネットワークを考えており、ヒトとコンピュータが対話的にやりとりしつつ、自由に知的活動を行っていく世界を考えていたことがわかる。

Kayは、タイムシェアリングシステムのように一つのコンピュータをシェアするのではなく、パーソナル・コンピュータとして、各人が(強力な)コンピュータを持つことを考えた。ただし、このコンピュータはメディアとして機能することを考えたように、スタンドアローンの世界ではなく、他の様々な機器とつながることを考えていた。

このように、本稿で分析したビジョナリーのビジョンにおいては、ヒトとコンピュータの関係が、私的なもの (Bush) から次第に、ひとつのコンピュータを複数の研究者がネットワークを通じて利用するタイムシェアリングシステム (Licklider)、オフィスの中で知識労働者達が共同で作業を行い (Engelbart)、ヒトとコンピュータが対話的 (interactive) に作用する (Nelson) ことで、誰もがコンピュータを使え、かつコンピュータがつながっている世界 (Kay) へと広がってきている。すなわち、研究者コミュニティの中だけに限定されたproprietaryなネットワークからより広い世界の中でのネットワークへと、ヒトとコンピュータの関係を考察する視点が変化してきていることがわかる。

---

<sup>42</sup> Memorandum For Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network (<http://www.kurzweilai.net/memorandum-for-members-and-affiliates-of-the-intergalactic-computer-network>)

### 2.4.3. 1980年代までのビジョンから考えるコンピューティングの潮流

本章で分析対象として考察してきた5人は、いずれも1980年代までにIAに関する先進的なビジョンを描いたビジョナリーである。彼らの考えに基づき、コンピュータを人間の知能増幅機械（IA）としてみれば、コンピューティングは知能増幅のための方法であろう。そして、この知能増幅という概念は、個人のエンパワーメントに繋がると捉えられる（この点に関しては4章で触れる）。

このように、IAを捉えなおした上で、先の「対象としたユーザー」は誰かという視点と、これらのビジョンが描く「ヒトとコンピュータの関係」という視点から整理した5人のビジョナリーのビジョンから考えると、二つのコンピューティングの潮流が明らかになる。

一つは、民主化への流れが次第に加速しているということである。ここでの民主化とは、イデオロギーを指すのではなく、コンピューティングという知能増幅のための手段が、誰でも利用可能なものとなることを指す<sup>43</sup>。それぞれのビジョナリーが対象としたユーザーは、時代に進むにつれ、「研究者」(Bush) から「子供」(Kay) まで広がってきている。つまり、コンピュータを活用して知識を拡張することのできる人間の裾野が広がっている。

二つ目は、コンピューティング自体がオープン化しているということである。1945年には、最も先進的なビジョンですらコンピュータを私的なものとししか捉えていなかったが (Bush)、その後、タイムシェアリング (Licklider) や、子供でも使えるコンピュータ (Kay) を介してコンピュータは、単体ではなくコンピュータネットワークとして利用するというビジョンが生まれ始めた。

そして、これら二つの潮流が起こす相互作用として、コンピューティングによる個人の知識拡張のスケールが更に増大することが想定されている。これは、コンピュータとヒトとの関係を一対一のものと見るのではなく、1台のコンピュータを複数のヒトが利用する、あるいは複数のコンピュータをネットワークとして利用することを通じ、コンピューティング本来の目標である個人の知能増幅が更に進むとするものである。

民主化によって誰でも使うことができるようになったコンピュータは、それにより知能を増幅された個人の数を増加させ、知能を増幅された個人は、コンピューティングのオープン化によって、更に他の知能を増加させた個人とネットワーク化される。つまり、コンピューティングの目標であったIAを達成するために、民主化とオープン化は、車の両輪のように機能すると想定されていたと思われる。

---

<sup>43</sup> von Hippel(2005)は“Democratizing Innovation”において、民主化を「ユーザー自身の、イノベーションを起こす能力と環境が向上している状態」と定義しているが、本稿における民主化の考え方もこれに近い。また、本稿で述べるコンピューティングの民主化が背景となって、von Hippel(2005)が指摘する意味での民主化が起こっていると考えられる。

もちろん、以上で行ってきたのは1980年代までのビジョンから考察したコンピューティングの潮流であり、当時はビジョンに過ぎなかったといえよう。しかし、こうしたビジョンで描かれたコンピューティングの未来像は、その後大きく進歩し、多くは実現すると共に、様々な新しいコンピューティングのコンセプトを生んでいる。

次章では、1980年代までに語られたビジョンが、その後どのような新しいコンセプトとなってコンピューティングを変化させているのかを考察する。

### 3. 1990年代以降のコンピューティングの考え方

以下では1990年代以降にビジョナリーによって語られたコンセプトの分析方法に関して述べた上で、それらのコンセプトを整理し、分析する。また、これらのビジョナリーはICTの発展に関するポジティブな側面だけではなく、同時に考慮すべきネガティブな側面についても語り、警鐘を鳴らしてきた。これらの負の側面についても整理し、考察したい。

#### 3.1. 1990年代以降のビジョナリー

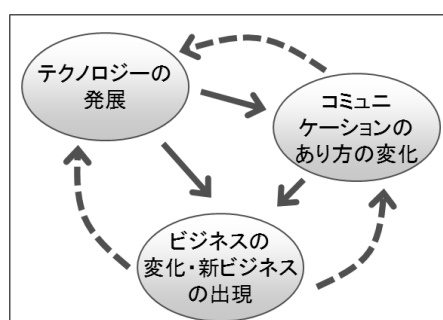
第2章で、1980年代までにおいては、IAの考え方を発展させていく中でコンピューティングの未来像が語られてきたことを見てきた。前述の通り、そこには民主化、オープン化という二つの潮流があり、その相互作用により個人の知能が増幅されていくものと考えられる。本章では、こうした1980年代までのコンピューティングに関する潮流を1990年代以降のビジョナリーがどう受け継ぎ、発展させているのかを見ていく。

##### 3.1.1. 分析の枠組み

「1.3 研究の方法」で述べたように、1980年代までと1990年代以降では、ビジョナリーの思考の質が変わっている。1980年代のビジョナリーが、限られたコンピューティング環境から自由に理想の未来像を語ったのに対し、1990年代以降のビジョナリーは、既に個人向け端末やインターネットが普及した世界、またそのコンピューティング環境が日々進化している世界を前提としている。ビジョンを語るというよりは、実際に起こりつつあるICTの現実を踏まえて具体的にコンセプトを提示していると言えよう。

これらのコンセプトは多岐に亘るため、1990年代以降のコンセプトを具体的に整理するにあたっては、Technology、Communication、Businessの3つの分野に分けて考察を行う。ICTの将来像に関わる考察は、人の生き方、社会やコミュニティのあり方など広範に及ぶものであるが、本稿では特にこの3分野に焦点を当てていく。

図表 5 テクノロジー・コミュニケーション・ビジネスの関係



(出所) 富士通総研作成

図表 5に示すように、テクノロジーの発展がコミュニケーションのあり方を変化させ、それがまたテクノロジーの発展と相俟って新しいビジネスの出現を促し、そしてまた、コミュニケーションの変化やビジネス上の要請からヒントを得て、新たにテクノロジーが発展するという循環が働いていると考えられるためである。

そこで本章では、まず1990年代以降のビジョナリーの提示したコンセプトについて、実際のICTの発展を念頭に置きながら、Technology、Communication、Businessの分野ごとに具体的に整理し考察を加える。1990年代以降にはICTに関わるビジネスが次々と生まれたが、これらを可能にしたのはテクノロジーの発展によるところが大きい。特に1990年代以降は、ネットワーク環境や端末操作など、民主化やオープン化を促進する技術上の進歩が多く見られた。それらについてどのようなコンセプトが語られたのかを見ていく。

次に、こうしたテクノロジーの変化の影響を大きく受けたのがコミュニケーションのあり方である。つながっていることが当然の環境においてどのような新しいコミュニケーションが想定されたのか、ビジョナリーの語るコンセプトを見ていきたい。

その後、テクノロジーやコミュニケーションの変化を受け、新しく生まれたビジネスのコンセプトを整理し、その大きな流れを分析する。

そして最後に、1990年代以降のビジョナリーにより語られたICTの発展に伴う負の側面を整理し、考察する。

### 3.1.2. ビジョナリー・文献の選定

先に述べた通り、1990年代のビジョナリーは目の前に起こりつつあるICTの現実を踏まえ、具体的にコンセプトを語っている。一般に、これから実現する、あるいは既に実現した技術・製品の評価は、開発した技術者や販売した企業ではなく、利用者が行うものである。先に分析してきたビジョナリーの多くはコンピュータ・サイエンティストであったが、本章では、ICT関連ビジネスに関わる経営者、起業家、評論家、コンサルタントなども含め、利用者側の視点でコンセプトを語ったビジョナリーのビジョンを分析する<sup>44</sup>。図表 6は、こうした観点から考察の対象としたビジョナリー及びその文献をまとめたものである。本章で取り上げた1990年代以降のビジョナリーとその文献を年代順に並べ、同年の場合は著者の姓のアルファベット順とした。文献名は本稿で参照した文献を記載したが、同一著者で二つ以上文献がある場合には年毎に分けて記載した。さらにそれぞれの文献について、Technology (T)、Communication (C)、Business (B) のどの分野についてのコンセプトを語ったものを○印で示している。

<sup>44</sup> ただし Dertouzos などヒトとコンピュータの関わりを広範な視点から洞察したコンピュータ・サイエンティストは、本章の考察の対象とした。

図表 6 1990年代以降の対象ビジョナリーと文献

(T: technology, C: Communication, B: Business)

年	著者名	文献名	T	C	B
1991	Laurel, Brenda	“Computers as Theatre”	○		
1995	Gates, Bill	“The Road Ahead”	○	○	○
1995	Mitchell, William J.	“City of Bits: Space, Place, and the Infobahn”		○	
1995	Negroponte, Nicholas P.	“Being Digital”	○	○	
1998	Kelly, Kevin	“New Rules for the New Economy: 10 Radical Strategies for a Connected World”		○	○
1999	Evans, Philip and Thomas S. Wurster	“Blown to Bits: How the New Economics of Information Transforms Strategy”			○
2000	Gilder, George	“TELECOSM: How Infinite Bandwidth Will Revolutionize Our World”	○	○	
2000	Levine, Rick et al.	“The Cluetrain Manifesto”			○
2000	Seely Brown, John and Paul Duguid	“The Social Life of Information”		○	○
2001	Dertouzos, Michael	“The Unfinished Revolution”	○	○	○
2003	Mitchell, William J.	“Me++: The Cyborg Self and the Networked City”	○	○	○
2004	Gillmor, Dan	“We the Media: Grassroots Journalism by the People, for the People”		○	
2005	O'Reilly, Tim	“What Is Web2.0 Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software”		○	○
2006	Anderson, Chris	“The Long Tail”		○	○
2006	Scoble, Robert and Shel Israel	“Naked Conversations: How Blogs Are Changing the Way Businesses Talk with Customers”		○	
2006	Tapscott, Don and Anthony D. Williams	“Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything”			○
2008	Carr, Nicholas	“The Big Switch: Rewiring the world, From Edison To Google”	○	○	○
2008	Li, Charlene and Josh Bernoff	“Groundswell, Expanded and Revised Edition: Winning in a World Transformed by Social Technologies”			○
2009	Anderson, Chris	“Free: the Future of a Radical Price”			○
2010	Botsman, Rachel and Roo Rogers	“What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption”		○	○
2010	Gansky, Lisa	“The Mesh: Why the Future of Business Is Sharing”			○
2011	Davidow, William H.	“Overconnected: The Promise and Threat of the Internet”		○	
2011	Jarvis, Jeff	“Public Parts: How Sharing in the Digital Age Improves the Way We Work and Live”		○	○
2011	Rosenbaum, Steven	“Curation Nation: How to Win in a World Where Consumers are Creators”			○
2012	Anderson, Chris	“Makers: The New Industrial Revolution”			○

(出所) 富士通総研作成

全体を俯瞰すると、2000年代前半頃までは、Negroponte (1995)、Gates (1995)、Dertouzos (2001)、Mitchell (2003) などにより、ICTの技術的な変化が世の中のあり方をどう変えていくかが包括的に語られてきた。彼らは現実に起こりつつある技術進歩を前に、将来の可能性を期待と共に語っていることが分かる。

Negroponte (1995) は、デジタル化された世界、すなわちアトムがビットに置き換わった世界はどう変わるのかについて語ったものである。コンピューティングはもはやコンピュータを扱うことだけを意味するのではなく、人が生きることと関わりを持つようになったと述べた上で、あらゆるものがデジタル化されることによる新たなデジタルライフについて、メディアの性格の根本的な変化からインターネットによる知識の共有と活用、ユビキタス・コンピューティングやエージェントまで広範に語っている。

Gates (1995) は、これまでのICTビジネスの盛衰を踏まえつつ、企業としての対応について述べ、インターネットの出現と急速な普及によりネットワークにつながる新しい世界について、ビジネスの観点だけでなく、教育や家庭の今後の姿を、具体的に描いている。

Dertouzos (2001)<sup>45</sup>は、コンピュータは人間の非本質から本質への移行を助けるべきである、すなわち人間が本来ならやらなくてよい仕事を減らす一方で、本当に重要なことをより多く実現してくれるべきであるとの目標を設定し、その目標へのアプローチとして人間中心型コンピューティングを唱えた。その実現のための人間中心型テクノロジーとして、音声理解、自動化、情報アクセス、コラボレーション、カスタマイゼーションの五つを挙げ、具体的にそれらが可能にする世界を描いている<sup>46</sup>。

また、Mitchell (2003) は、ネットワークが拡大し、あらゆる人工物がつながるだけでなく、ネットワークに接続される人工物が小型化することで、建物、衣服、さらには皮膚など、これまでの作られていた様々な境界が消滅することを想定し、先端的な研究を引用しつつ、ユビキタス・コンピューティング、人のサイボーグ化や将来の都市像について、広範な世界を描いている。

この時期には、Kelly (1998) など、インターネットの急速な普及という大きなうねりを感じ取り、そこで期待される新しいビジネスについて、その条件や可能性を示して考察する

---

<sup>45</sup> 本書は“Unfinished Revolution”と題されている。Dertouzos は、原動機が存在を意識せずにならなくなったことで産業革命が完了したとの認識の下、IT 革命も情報システムの存在が完全に見えなくなったときに完了すると述べた。

<sup>46</sup> ここで語られた具体的なコンセプトについては、MIT コンピュータサイエンス研究所が Oxygen というプロジェクトにおいてプロトタイプ構築を始めていた。これは、「単に未来を推測するのではなく、未来を構築しようとするならば、その予測の精度は高くなる」という Dertouzos の考え方によるものである。



ビジョナリーも生まれている。

2000年代前半はインターネットバブルの崩壊等、ICTを取り巻く環境が大きく変化した。2005年にO'ReillyによりWeb 2.0が提唱されると、それ以降はビジネスを中心に具体的に未来の姿を語るビジョナリーが増え、ロングテール、フリー、パブリック、メイカー・ムーブメントなど、ビジネスのあり方を大きく変えるコンセプトが多く生まれた。またこの時代には、ビジネスだけではなくコミュニケーションの変化に関するコンセプトも、新しいビジネス環境を生み出すものとして多く語られた。

以上、1990年代以降のビジョナリーと文献について概観したが、次節以降では、ビジョンをTechnology、Communication、Businessに分類し、コンセプトについて整理し、考察を加えていくこととする。

### 3.2. Technology

本節では、コンピューティングに関連する技術の将来の姿について、ビジョナリーが1990年代以降にどのようなことを述べているのかを取り上げる。第2章で取り上げたビジョナリーは、コンピュータがつながる世界を想定していたとしても、一人のヒトと1台のコンピュータの関係を中心にビジョンを語っていたといえる。本章で取り上げるビジョナリーは、パーソナル・コンピュータが普及し、インターネットが一般に開放され、光ファイバー網や無線通信など、コンピュータが通信と接続する世界を踏まえてビジョンを語っている。コンピュータが通信と接続され、ヒト同士やコンピュータ同士も含めてヒトとコンピュータが接続されて形成される世界を前提としたビジョンである。それはコンピュータとネットワークの境界の消滅 (Mitchell 2003) を意味し、ヒトとコンピュータの関係から、ヒトとネットワークの関係へ移行した世界になった。

本節では、こうしたコンピューティング環境の変化を踏まえて、コンピュータや通信に関する個々の要素技術の将来ではなく、ヒトとコンピュータ、あるいはヒトとネットワークとの関係の観点から、技術面についてどのようなコンセプトが語られてきたのかを整理する。コンピュータは、ネットワークに接続する端末であり、端末の向こう側にある世界では、コンピュータだけでなく、様々な人工物が通信を介してネットワークを形成している。我々は、インターフェースを介して、コンピュータを含むネットワーク環境を利用すると考えられる。本節では、我々がコンピュータを含むネットワークにアクセスする領域をインターフェースと定義し、インターフェースの先にある世界を端末も含めてネットワーク環境と定義する。本節は、ネットワーク環境とインターフェースの2つに分けてビジョンを整理する。

### 3.2.1. ネットワーク環境

最初に、現在のコンピューティングに大きな影響を与えた通信から始める。通信については、90年代に普及が拡大した光ファイバーによる通信網だけでなく、さらに無線通信の（広）帯域幅の活用の重要性が語られた（Negroponte 1995、Gates 1995やGilder 2000）。特にGilderは、2000年に”Telecosm”を著し、通信において、電磁波の高周波帯域の広くて弱い広帯域出力方式に着目し、大きな通信能力を獲得するためにマイクロ波と光を活用することの重要性を強調した。彼のいうTelecosmとは、stand aloneのコンピュータ時代が終了し、コミュニケーションの時代が始まり、この新しいコミュニケーション技術によって実現される世界である。これまでのコンピュータの能力を示す代表的な指標であったコンピュータの処理速度に代わり、帯域（Bandwidth）が情報を伝達するコミュニケーションの能力の代表的な指標になると指摘した<sup>47</sup>。また、究極的には光速の限界まで通信速度が達し、距離による遅延の問題が大きくなるのを解決するために、インターネットのような分散モデルが必要になると考えた。そこでは、Local Area Network（LAN）で活用されていたEthernetを活用することで自立分散型のネットワークが形成されると考えた。

このような無線技術が発展、普及することで、Dertouzos（2001）は、コンピューティングの資源が電力と同じようになるとした。さらにCarrは、2008年に著した“Big Switch”において、1960年代にJohn McCarthyがコンピュータはPublic Utilityになると予想したことを紹介し、十分な帯域幅の不足やネットワークの障害が克服された状況においては、コンピュータと通信が融合したネットワークが、電力のようなユーティリティ<sup>48</sup>になるとの考えを詳細に述べている。

このように誰もが、何時でもどこでもネットワークに接続できる環境が作られる中で、Gates（1995）は、情報家電（Information Appliance）が汎用コンピュータになるとし、その代表例として札入れタイプのウォレットPCを挙げ、またGilder（2000）も携帯電話とスマートカードを挙げている<sup>49</sup>。さらに、Gates（1995）は、情報家電がネットワークで接続され、人間、機械、エンターテインメント、情報サービスのすべてにアクセスでき、通信やコンピューティングのコストが大幅に下がり、ネットワークが究極の市場になると語っていた。

---

<sup>47</sup> 彼は、すぐに大量の情報を通信でやり取りできるとは想定しておらず、第一歩として貯域（Storewidth）という帯域とストレージを介在するダムが存在が必要と考えた。

<sup>48</sup> 電力が利用され始めた当初は、使用者自らが供給しなければならなかった状況から、電力サービスとして購入できる状況へ変化したのと類似の状況が生じていることを指摘した。

<sup>49</sup> Reid Hoffman は、クレジットカードが次のアプリケーションのプラットフォームになると予想していた。

[\(http://www.forbes.com/sites/bruceupbin/2012/03/01/the-credit-card-is-the-new-app-platform/\)](http://www.forbes.com/sites/bruceupbin/2012/03/01/the-credit-card-is-the-new-app-platform/)

Negroponteは、1995年の著書”Being Digital”において、パーソナル・コンピュータが登場したことで、コンピュータ科学は純粋な技術的な動機づけから切り離され、コンピューティングが社会のあらゆる階層の豊かな想像力を持つ個人の手と直接つながり、創造的な表現手段になりつつあると述べた。すなわち、Alan Kayが考えたコンピュータがメディアになる時代に本格的に入ったといえる<sup>50</sup>。

コンピュータが何時でもどこでも、高速で大容量を送受信できる通信環境とつながる世界が実現することで、メインフレームやクライアント=サーバー型、あるいはハードウェアとソフトウェアから構成される1台のコンピュータで機能を果たす（処理をする）だけでなく、ネットワークを活用して他のコンピュータと接続して、機能を分散させる、または、より高度な機能を果たすようになった。Gates (1995) は、ネットワーク化されたコンピュータがサーバーとなるとし、Dertouzos (2001) はMobile Computing、あるいはCarr (2008) ではUtility Computingのようにあらゆるコンピュータがネットワークに接続されて機能を果たすコンピューティングの時代が到来した<sup>51</sup>。さらに、Carr (2008) は、コンピュータ、ストレージ、ネットワークのすべてを包含する仮想データセンターによりWorld Wide Computingが構築され、さらには全世界のコンピュータが接続された1つの機械が実現するとも述べている<sup>52</sup>。

コンピュータ以外の人工物のコンピュータ化（デジタル装置化）、あるいは人工物とデジタルの融合（アトムとビットの融合）も進んでいる。例えば、Negroponte (1995) では、ウェアラブル・コンピュータ、センサー、RFID、ロボット等と既存のシステム処理が相互接続されたユビキタス・コンピューティングの環境について語った。Dertouzos (2001) も家電やマイクロプロセッサが埋め込まれた装置が増加して、無線技術により相互に接続されることを述べている。William Mitchellが2003年に著した“Me++:The Cyborg Self and the Networked City”では、人工物はすべて通信能力と知性を持つことが可能になり、ビットが仮想空間から現実に戻ったと明言した。さらに彼は、衣服や繊維などに付着させるヒトへの小さく電子的な寄生体の登場も含めた、機器の小型化や分散化、あらゆる場所で接続できる世界の実現により、様々な遠隔操作や遠隔活動が可能となり、手足や精神が拡張される世界が生まれるとも語っている。同じくMitchell (2003) は、Desktop Fabricationのような製

---

<sup>50</sup> Dertouzos (2001) は、コンピュータが万能な機器（汎用コンピュータ）になるのかどうかについては、運輸や医療においてカスタマイズされたハードウェアが登場するとしており、コンピュータが万能の機器となるとは考えていない。

<sup>51</sup> 並列マシンやコネクションマシン、Universal Computing 等の考えも出された。

<sup>52</sup> Gilder (2000) や Carr (2008) では、Sun Microsystems や Novel の経営に参画していた Eric Schmidt が、既に 1990 年代にコンピュータの空洞化や、ネットワークがコンピュータになることを語ったこと、また“Computer in the cloud”と述べたことを紹介している。

造機器の小型化により、製造手段が個人の手にも渡るようになることで、分散的で、新しいタイプのカスタマイズ化された生産方法が生まれると指摘している<sup>53</sup>。

以上、無線通信技術に支えられた接続とネットワークの拡大は、これまでの境界を越えて、コンピュータだけでなく様々な機械がつながるユビキタスなネットワークになり、コンピュータとネットワークを区別する時代が終焉した。我々は人とネットワークとの関係を考えなければならない時代に入ったのである。

新たなネットワークの環境は、ソフトウェアの存在にも影響を与える。Dertouzos (2001) は、遊牧民型のソフトウェアと名付けて、どこでもいつでも必要に応じて利用でき、さらにコンピュータ間を渡り歩けるような移動性を備えることができようになると述べ、Mitchell (2003) は、情報の生産者と消費者の可動性が高まることを指摘した。こうした特徴は、ハードウェアやソフトウェアを含む、コンピューティングの資源の所有や管理の方法に影響を与える。Dertouzos (2001) は、ソフトウェアのアップグレードが自動的に行えるようになることを予想し、Carr (2008) は、パソコンの時代はクライアント=サーバー型のコンピューティング環境であり、複雑で非効率であったが、これからは、コンピューティングにおいても、各社が同じようなコンピューティング環境を構築するのではなく、ネットワークを介してサービスとして購入できるようになると述べた<sup>54</sup>。さらにCarr (2008) は、企業におけるパーソナル・コンピュータの普及が、企業のIT部門から一般の社員へコンピューティングを開放及び民主化し、その過程で企業は、コンピューティングに関する資産管理と運用方法を変えたことにも触れ、今日のCloud Computingの世界でも同様なことが起こることを予想した<sup>55</sup>。

### 3.2.2. インターフェース

第2章で見たように、当初はコンピュータとの共生、あるいは対話性 (Interactive) が強

---

<sup>53</sup> 当時MIT Media LabのNeil Gershenfeldは、Desktop Fabricationのプロジェクトを主導し、小型生産機器を設置したFabLabというPublicな空間を国際的(貧困地域も含め)に展開した。地域レベルで草の根的な発明を推進する取り組みであり、生産が特定の組織や個人の物ではない、Personal Fabricationの時代へ移行しつつあるといえる(Gershenfeld 2005)。

<sup>54</sup> Gilder(2000)は、1990年代後半にジョン・ドーアが進めた「アットホーム」のシステムの中で、ソフトウェアをコンピュータという機械の中には殆ど取めずにネットワークに移したデモンストレーションを取り上げている。

<sup>55</sup> こうしたビジョナリー達の指摘に関して、当時のMicrosoft社のRay Ozzieが2008年に、“Software is Dead. Long Live the Web.”と発表したように、コンピュータにインストールされた単体としてのソフトウェアではなく、ネットワークの中でソフトウェアを考えなければならない時代となった、と変化を認めている。

([http://news.cnet.com/2008-1012\\_3-6234468.html](http://news.cnet.com/2008-1012_3-6234468.html))

調されていた。しかし、IAの研究者の中でもインターフェースに関する研究については、Engelbart、Nelsonのような一部の人を除いて関心が持たれていなかった。それは、コンピュータが当初、研究者達の目的、彼らの研究課題を解決するために使用されるものであり、インターフェースの開発に費用や時間を、あるいはコンピュータの処理能力をインターフェースに割り当てるべきではないと考えたからである。コンピュータの普及の面から多くの人々がどこでも使える世界が作られてきた一方で、コンピュータの使いやすさについては、これまでも様々な批判がなされている。

Brenda Laurelは、演劇という舞台が観客を観劇に没頭させる活動であることに着目し、1991年に著した“Computers as Theatre”において、インターフェースは、ヒトがコミュニケーションする（話しかける）対象であり、ヒトと機械内部の働きを媒介するものであるとし、コンピュータを擬人化するのではなく、コンピュータを見えなくする方法の重要性を指摘した<sup>56</sup>。デザインの専門家であるDonald A. Normanは、1990年に（カリフォルニア大学サンディエゴ校の認知科学の教授であり、Appleにも所属していた）、当時のコンピュータのインターフェースが役に立たないと批判し、インターフェースはヒトがなすべき仕事と密接に関連するものであり、意識されずに溶け合うように構築されるべきと主張した（Norman 1990）。さらにNorman (1998) では、パーソナル・コンピュータは、全くパーソナルではなく、しかも計算（コンピュータ）にも殆ど利用されていないとし、コンピュータが万人に万能であろうとするために、我々をコンピュータの枠にはめ込もうとし、複雑性を増すことで一層使いにくくすると批判した。MITのMedia LabのThings that thinkグループを率いていたNeil Gershenfeldも1999年に著した”When Things Start to Think”において、人間がコンピュータという機械に合わせるのではなく、機械を変えるべきと主張した。

これらの考え、全ての人々がコンピュータを使用する世界においては、我々と機器の間に位置するインターフェースは、これまでのようにコンピュータとのInteractionにおいて、人間側に重荷を負わせるのではなく、対話性の原点に戻らなければならないと言っているのである。

Carr (2008) は、キーボードによる入力方法はなくなり、コンピュータと対話する新しい方法が登場すると予想した。例えば、音声認識技術は手を入力作業から開放する意味からも重要であり、Gates (1995) は、音声認識技術に関して10年以内に不特定センテンスの認識技術が確立されると予想していた。あるいは、Laurel (1991) では、自然な言語の中で、身振りは、話し言葉や書き言葉を助け、あいまいさをなくし、あるいはその代りをするに使用されることから、その重要性を指摘していた。Negroponte (1995) では、インターフェ

---

<sup>56</sup> この考え方は2.3.5.で述べたNelsonの「バーチャリティ」の考え方に近い。

ースとして意識されずにコンピュータを活用してコミュニケーションができるようにするために、言葉を超えた形で、ジェスチャー、指を使った入力 (Multi-touch)、あるいは目を使うような、あらゆる感覚的な要素を含むインターフェースを語った。同様にDertouzos (2001) は、あらゆる機器で同じコマンドで同じ処理ができることや人間指向型のOSが作られること以外に、音声認識技術、触覚、嗅覚や味覚を利用したインターフェースが作られると述べた。このような様々な入力方法が考えられている中で、Moss (2011) は、MITのMedia Labにおいて、Rosalind Picardを中心に、Affective Computingというヒトの感情を検知、測定及び反応できるコンピュータとソフトウェアの開発を進めていることを紹介している。

入力方法だけでなく、ネットワーク上の情報の処理に関してもコンセプトが語られている。例えば、Negroponte (1995) を初めとする多くの人が、情報<sup>57</sup>をカスタマイズでき、個人用に受発信できるようになると指摘した<sup>58</sup>。Dertouzos (2001) は、ヒトの考える意図と合致するシステムが必要であり、「e-ブルドーザー」と名付けた人間の要求に合わせて情報を処理するシステム、情報が何を意味しているかを理解する意味プロセッサ、セマンティック・ウェブ、意味指向情報モデルなど、個人が必要な情報を獲得する方法の実現を述べている。Negroponte (1995) は、デジタル (ビット) になった (“Being Digital”) 素材同士が、新しい組み合わせにより、新しい内容を生み出す力が与えられることで、情報の受信 (受動) 側がインテリジェンスを獲得するようになると指摘した<sup>59</sup>。メディアになったコンピュータにおいて、文字、画像、映像、音楽、通貨やコードのような情報が提供、交換されることで現実と仮想の境界がなくなっており、Mitchell (2003) は、物理的空間と仮想空間の境界が消滅し、仮想性 (Virtuality) というメタファーが消滅したと指摘した。

インテリジェンスの獲得に関して、Markoff (2005) は、Intelligence Augmentationの観点からAIが重要であることを指摘しているように、現在では様々な分野でAI (人工知能) が活用されており、Gates (1995) では、個人の行動を把握したエージェントが登場し、情報のカスタマイズ<sup>60</sup>と、個人向けコンサルティング機能が充実した世界が作られると考えた。

---

<sup>57</sup> Carr (2008) では、ジョージ・ダイソンが、ネットワーク上の情報は、明確に規定される必要のない問題に対して探し当てられることを自ら望んでいる状態と紹介している。

<sup>58</sup> Jarvis (2011) では、デンマーク人のグループの定義を引用し、1500年から2000年までをグーテンベルグの時代として、メディアが書き記され、直線的で、固定され、普遍であることなどをその特徴として挙げ、グーテンベルグ時代以降 (2000年以降) については、対話型で、オープンで、シェアされ、リミックスされる等の特徴をあげている。

<sup>59</sup> Brand (1987) では、広く情報を獲得して、ユーザーに必要なもの以外を廃棄する「ブロードキャッチ」の考えが述べられている。

<sup>60</sup> Gates (1995) は、通信で伝送される情報の多くが娯楽に関するものであること、さらにはこれまでの文書がデジタルドキュメンテーションとして普及することで、ビジネスや我々の生活に大きな影響を与えると予想した。

Negroponete (1995) は、デジタル執事やエージェントのようなインテリジェントなインターフェースが作られ、このインターフェースエージェントは、コンピュータ・プログラムやコンピュータの集合体から作られる非集権型の構造をとり、インターフェースは多様化すると述べている。そしてコンピュータの入力方法の多様化、インターフェースのマルチモード化、双方向化、エージェントの登場によりコンピュータがよりヒトに近づくようになると考えた。

さらにCarr (2008) の中では、完全AIやエージェントにより機械同士が会話を行うように能動的にタスクを行うこと<sup>61</sup>、脳とインターネットを接続すること、ヒトと機械の境界が消滅してヒトがコンピューティングのプラットフォームになることや前述のWorld Wide Computingがヒトと融合する世界も想定している<sup>62</sup>。

あるいは、コンピュータにもものを見る方法を教える研究も行われている。これらのことが実現することは、命令されたことだけを実行するノイマン型コンピュータの世界とは異なり、コンピュータは我々の指示に従うだけの存在ではなくなり、その全体像は皆目見当が付かなくなるとCarrは述べている。このようにして、インターネットに接続されたコンピュータは考えるコンピュータとなり、その中ではヒトの意思のデータベースが作られ、彼のいうWorld Wide Computing上の人工頭脳と人間の頭脳の融合が見えてくることを指摘している。

### 3.2.3. まとめ

端末の小型化及び通信のユーティリティ化の進展により、ヒトは、時間や空間に関係なく、コンピューティングを利用できるようになった。さらに、人工物がネットワークと接続されるようになり、ネットワークが拡大した。同時に、人工物同士のコミュニケーションへと展開し、さらにこうしたネットワーク化された人工物をヒトが遠隔操作することが可能となり、コンピューティングはヒトの能力を身体的な領域でも拡張できるようになる。こうしたTechnologyに関してビジョナリー達が考えたコンセプトは、通信のユーティリティ化、ユーザビリティの向上、AtomとBitの融合、サイボーグ化の4つにまとめることができる。

---

<sup>61</sup> Mitchell (2003) は、時間と場所に関する瞬間的な要望を正確に同調することで代理システムが能動的にタスクを実行できると述べている。

<sup>62</sup> Google 社の Larry Page と Sergey Brin は、情報技術をヒトの頭脳の物理的限界を克服する手段と考えており、このことは AI の研究者達の願望と同じであると Carr は指摘している。Page 達は、全知識人の頭脳を直結させ、ワイヤレス頭脳機器による情報伝達を自動化し、脳とインターネットの接続が 2020 年までに実現するという説を紹介している。

### (1) 通信のユーティリティ化と Cloud Computing

通信環境に関して、光ファイバーによるブロードバンドに加えて、無線通信の環境が普及し拡大し (Gates 1995, Negroponte 1995, Gilder 2000)、通信がユーティリティとなった。このように時間及び場所に関係なくコンピューティングを利用できる環境が整備されたことは、コンピュータとネットワークの境界が消滅 (Mitchell 2003) し、Utility Computing の環境となった (Carr 2008)。そして、ソフトウェアはこれまでのようなコンピュータにインストールして利用するだけでなく、ネットワークにアクセスすることで利用が可能になり、端末の空洞化も進む。これは現代における Cloud Computing の世界と言えよう。

### (2) ユーザビリティの向上

こうしたコンピューティングのユーザビリティに関して、端末は WalletPC (Gates 1995) や携帯・スマートカード (Gilder 2000) が主流になると語られたように、端末が小型化・ポータブル化することで、通信のユーティリティ化により、我々は場所に関係なくコンピューティングを利用できるようになった。さらに、キーボードに加えて、音声認識技術が普及するだけでなく、手や目、さらには身振りなど多様な入力方法の実現やインテリジェントなインターフェースの実現が語られた (Gates 1995, Negroponte 1995, Dertouzos 2001)。

### (3) Atom と Bit の融合

物理的な人工物にセンサーやデジタル情報を付加することで、ネットワークに接続できるのはコンピュータだけではなく、あらゆる人工物がネットワークに接続できるようになる (Atom と Bit の融合)。このことにより、AI を活用した人工物同士の情報 (データ) のコミュニケーションが可能になる。ヒトの命令に従うだけでなく、考えるコンピューティングも指摘された (Mitchell 2003, Carr 2008)。

### (4) ヒトのサイボーグ化：ヒトとコンピューティング環境の融合

上記の Atom と Bit の融合の動きを受け、このようなセンサーを搭載した人工物を遠隔操作するという行動により、ヒトは身体的能力を拡張することが可能になる (Mitchell 2003)。さらに、コンピューティングと脳・人体が直接結合 (接続) することでサイボーグ化 (Mitchell 2003) することが指摘されたが、インターネットが脳にも接続されるようになることで、コンピュータは、考えるコンピュータとなり、その中ではヒトの意思のデータベースが作られ、AI と人間の頭脳の結合も想定されるようになった (Carr 2008)。



### 3.3. Communication

前節で見たような技術的發展に伴い、1990年代以降コミュニケーションのあり方が大きく変化してきた。コンピューティング環境が大きく変化したことで、ヒトがネットワークに直接つながる世界を前提としてビジョンが語られるようになった。Carr (2008)はコンピュータと通信が融合したネットワークがユーティリティになることを論じたが、Gates (1995)は既にインターネットの黎明期に、コミュニケーションが将来無料に近づくことを想定していた。

その上でGates (1995)では、情報ハイウェイの登場に伴い、コミュニケーションの方法が最も大きく変化するだろうと予見し、このコミュニケーション革命は、20年前のパーソナル・コンピュータ革命より人々の生活に大きな影響を与えるものになるはずだと語っている<sup>63</sup>。また、Gilder (2000)も、コンピュータの時代は終わったとし、新しいコミュニケーション技術によって実現され、規定される世界は、人間のコミュニケーションを普遍的で瞬時的、かつ無限の容量を持った限界のないものにするであろうと述べている。

1980年代以前にはproprietaryなものであったネットワークだが、1990年代のインターネットの普及により、大学や研究機関に限られたものから一般生活者へと対象が拡大し、また地理的にも世界規模に広がった。こうしたコミュニケーションの領域の拡大に加え、前節で述べた通信環境のユーティリティ化、端末の多様化も含むネットワーク環境の変化、インターフェースの向上と多様化といった技術的な発展がコミュニケーションのコストを下げ、そのことがあらゆるメディアやコンテンツのデジタル化を促し、コミュニケーションのあり方をさらに変えていくという正のスパイラルが働いてきたと言えよう。

本章で取り上げているビジョナリーはこうした新しいコミュニケーションの形態に様々な可能性を見出してきた。インターネットの黎明期から既にNegroponte (1995)やGates (1995)は情報ハイウェイをマーケットと捉え、あらゆる人間の活動が生じ、また、そうした活動と関わりを持つ場となることを予見している<sup>64</sup>。

また1990年代以降は、通信技術、端末技術等の發展に伴い、モノ同士のコミュニケーションも、個別的限定的なものから、ネットワーク化されたものへと進展してきた。そこから

---

<sup>63</sup> さらにこの1年後に出されたアップデート版であるGates (1996)の序文では、初版以降の変化のはやさと変わりようには自分自身驚いていると述べ、インターネットを最大のテーマに大幅に書き直したとしている。

<sup>64</sup> Gates (1995)ではものの売買、人の出会い・議論をはじめ、ありとあらゆる種類の人間活動が生じる場所になると考えており、職場環境や教育といった言葉の意味も変わるだろうと予見し、またNegroponte (1995)では「コンピューティングはもはやコンピュータを扱うことだけを意味するのではなく、人が生きることと関わりを持つようになった」と述べている。

また新しいコミュニケーションの可能性も広がっている。そこで本節では、コミュニケーションのあり方をヒト同士のコミュニケーションとモノ同士のコミュニケーションに分け、ビジョナリーの語ったコンセプトを整理する。

### 3.3.1. ヒトとヒトとのコミュニケーション

「いつでも、どこでも、だれとでも」というよく使われる表現は、昨今のヒトとヒトとのコミュニケーションのあり方の変化の要諦を捉えている。ネットワークがインフラ化する中で、時間・空間を越えたコミュニケーションが可能になった。そして、多対多・双方向の情報の流れは、それまでのコミュニケーションのあり方だけでなく、コミュニケーションが可能とする価値の創造形態までも大きく変えたと言える。そこで、本項では、ヒトとヒトとのコミュニケーションについて、その形態の変化と価値の変化を中心にビジョナリーのコンセプトを整理する。

#### (1) コミュニケーション環境

ヒトとヒトとのコミュニケーションを考える際に、まず想定するのは一対一のコミュニケーションである。ネットワークの黎明期から電子メールによるやりとりが始まり、その後、SMS、インスタント・メッセージング、チャット、インターネット無料電話（Skypeなど）など、デジタルなコミュニケーション手段が発達し、より双方向性、即時性が高まってきた。

他方、従来型のマスメディアは一対多のコミュニケーションである。インターネットの黎明期、Negroponte (1995) は特にメディアの観点からコミュニケーションのあり方の変化を洞察した。集中から分散へという大きな流れの中で、「押しつけるメディアから引き出すメディアへ」という言葉を使って、情報の受け手の側でカスタマイズ化、パーソナル化されていく情報の流れを予見している。同様のことはGates (1995) も自分専用のニュース番組という言葉で語っている。また、Dertouzos (2001) は個人化された情報アクセスという概念で、情報の整理・検索におけるカスタマイズ化を語り、また情報のカスタマイゼーションについても、パーソナル・マーケティング、サービスのカスタマイゼーションなど、マーケティングへの応用を語った。

ここでNegroponte (1995) は、コミュニケーションの形態がリアルタイム性を重視したものから、欲しいものを欲しい時に直接間接に要求できるオンデマンドの情報が主流になる

と見ている<sup>65</sup>。Gates (1995) もコミュニケーション革命がもたらす利点のひとつとして、非同期なコミュニケーションにより自分のスケジュールを今まで以上に自分でコントロールできることを挙げ、例としてビデオ・オン・デマンドを挙げている。またMitchell (1995) でも電子メール等の電子環境により非同期のコミュニケーションのシステムが普及していることを挙げ、完全に同期するよりもコントロールされた非同期の方が有利であると述べている<sup>66</sup>。Negroponteはこれを時間の束縛からの解放と捉えた。現代においてはリアルタイム化とオンデマンド化が共に進み、両方の意味で「いつでも」コミュニケーションが可能になったという点で、コミュニケーションが時間から解放されていると言えるだろう。

一方でNegroponte (1995) は空間からの切り離しという概念も同時に指摘する。ネットワーク化の進展により、時間だけでなくコミュニケーションにおける場所の必然性もなくなった。これについてはCarr (2008) も機器の所在地は重要でなくなると述べている。Technologyの節で述べた端末の多様化、ポータブル化もコミュニケーションを空間から解放することに貢献したと言える。

## (2) ヒトとヒトとのつながり方

上述のように、情報の送り手と受け手とが固定化され情報が一方向に流れていた状態から、送り手と受け手との関係が流動化し、誰もが情報の発信者となって情報が双方向に流れるようになったことは、コミュニケーションのあり方を大きく変えることとなる。一対一、一対多から、多対多かつ双方向への変化である。公文俊平は『テレコズム』(Gilder 2000)の解説において、自立分散協調型のネットワークをインフラとし、21世紀にはグループコミュニケーション<sup>67</sup>が発展し、さらにそれをもとに多種多様なコラボレーションが展開されると予見している。

O'Reilly (2005) はこうした情報の流れの変化に伴うウェブのあり方の変化を捉え、Web

---

<sup>65</sup> Brand (1987)では、膨大な情報を受信したコンピュータが、後でユーザーに必要となりそうな情報を残して残りを破棄してしまうという形での非同期の方式を「ブロードキャッチ」という言葉で予見していた。Negroponte はこれを引用し、この方式でも非同期の配信は実現できると述べている。

<sup>66</sup> Negroponte も Gates も Mitchell もこれを「非同期」のコミュニケーションという言葉で表現している。Gates (1995) によれば技術用語で全視聴者に同時に流される放送を「同期的」と呼ぶ。かつては録画により、そして今度はインターネットにより人間はテレビ番組という同期コミュニケーションを非同期なかたちに変換し、自由度を得たと述べている。また Mitchell (1995) は電子環境がもたらす「非同期」のコミュニケーションへの傾向が都市生活や都市形態に劇的な変化を与えるだろうと述べている。

<sup>67</sup> 公文(2001)はグループコミュニケーションを、20世紀の「マスコミュニケーション」(その典型がテレビ)や「パーソナルコミュニケーション」(その典型が電話)を超えるものと位置づけている。

2.0と称した。当初、ネットワークを介して人々が双方向に多対多でコミュニケーションする手段としては、パソコン通信があったが、インターネットが普及すると、これらはウェブサイト置き換わっていった。ところが、ブログの誕生は人と人とのつながりのあり方を大きく変えた<sup>68</sup>。1999年頃から徐々に広まりつつあったブログは、ウェブサイトと比較すると手軽に発信できるメディアである。コメントやリンク、トラックバックを通じて自由な会話を形成し、Gillmor (2004) が指摘するようにコミュニケーションの連鎖をつなぐ<sup>69</sup>。2001年の同時多発テロ以降、無数のブログが相互のリンクにより大きなコミュニティを形成していることが意識され、この共同体はブログスフィアと呼ばれるようになった。

こうした多対多の新しいコミュニケーションの形態は、人と人の交流をはかる「ソーシャル」というコンセプトを生んだ。アリストテレスが今から2千年以上も前に「人間はソーシャル・アニマル（社会的動物）である」と述べたように、人間はもともと他の人間との交流を求める存在である。テクノロジーの発達により、これまでリアルの世界で行われていたソーシャル・ライフがオンラインに移されたとも考えられるが、実際は、リアルの世界では想定され得なかった広範なつながりをもたらすこととなったと言えよう。

ソーシャルネットワークサービス（SNS）はこれを体現したメディアの代表格である。2000年代前半からSNSは人と人をつなぐメディアとして重要な位置を占めるようになった<sup>70</sup>。インターネット上のソーシャル・サービスはSNSに限らず、先に述べたブログ、ソーシャル・ブックマーク、写真・動画等の共有サービス<sup>71</sup>、Wikiのようなユーザー発信型情報提供サービス、ページランク等の情報を提供する情報検索サービスなど、様々に広がっている。O'Reillyの提唱するWeb 2.0が集合知の活用を前提とするように、これらのソーシャル・サービスにおいてはUGC（User Generated Contents）がコミュニケーション上大

---

<sup>68</sup> Scoble and Israel (2006) はブログの特徴として、公開性がある、見つけやすい、社会性がある、感染性がある、シンジケート性（配信性）がある、リンクできる、の6つを挙げている。

<sup>69</sup> Gillmor (2004)は、ブログは多対多、少対少の両方を丸ごと兼ね備えたメディアであると述べている。

<sup>70</sup> Cisco の Internet Business Solutions Group(Cisco IBSG)未来技術研究者であり技術者でもある Dave Evans は 2011 年に発表した「今後 10 年間で世の中を変える 10 種類のトレンド」の中で、アラブの春を例に、常時接続されたソーシャル・ネットワーキングは文化そのものを変える力を持っていると述べている。事件の勃発や情報の伝播が「近時間(near time)」から「リアルタイム(real time)」に変わろうとしており、これは、文化の発展、改革などがより迅速に行われる原動力となると説明している。

(<http://www.computerworld.jp/topics/634/200544>)

<sup>71</sup> Negroponte (1995) はメディアの観点から「一人ひとりがテレビ局」と表現したが、YouTube 等の動画共有サイトはこれが実現したものとも言える。

きな役割を担っていることがその特徴である。また、ソーシャルグラフ<sup>72</sup>のようにヒトとヒトとの交流を視覚的に表現するツールも現れ、さらなる交流の広がりへとつながっている。ソーシャル・ライフがリアルの世界からオンラインに移行することにより、その広がりには匿名性を帯び、無限で自由自在なものとなった。

こうしたソーシャル型のコミュニケーションは、先に述べたコミュニケーションのモバイル化と結びつくことで、より自由度を高め、発展を遂げていると言える。O'Reilly (2005) もWeb2.0の特徴として、PCプラットフォームに限定されず、単一デバイスの枠を超えたソフトウェアが大きな利益をもたらすことになるだろうと述べている。

しかし、時代が下り2010年になると、Chris AndersonとMichael Wolffは“The Web Is Dead. Long Live the Internet”と述べ、インターネット上のインタラクティブ・メディアとして、従来型のブラウザを介したウェブサイトから、より使いやすいプッシュ型のアプリへと主流が移ってきていると指摘する<sup>73</sup>。多対多で双方向のソーシャル型へと向かってきたコミュニケーションのあり方の流れが、モバイル端末とアプリの登場により再びプッシュ型へと動いているとすれば、それは一種の揺り戻しとも言え、今後の動きに注意する必要がある<sup>74</sup>。

### (3) コミュニケーションの価値

多対多かつ双方向のコミュニケーションの実現を見据え、インターネットの黎明期から多くのビジョナリーが、ネットワーク・コミュニケーションを媒介とした新しい価値創出の形を予見している。Negroponte (1995) は「路上の知恵」という言葉で、情報の獲得が、広くネットワーク上で双方向のコミュニケーションを通じて行われることを予見した。この後、O'Reilly (2005) は、個人が発信したコンテンツがリンクを通じてネットワーク上に取り込まれ、他のユーザーの参加を得て成長し、新たな価値を付加されることを「集合知」という言葉で表現した。これらはまだインターネットが出現する前に、BushやNelsonが描いていた世界にも通ずるものと考えられる。

またDertouzos (2001) も新しいコラボレーション型の情報労働について語っている。こ

---

<sup>72</sup> Fitzpatrick が 2007 年 “Thoughts on the Social Graph” で提唱した。

(<http://bradfitz.com/social-graph-problem/>)

<sup>73</sup> 彼らはまた、Web はインターネット上のアプリケーションの 1 つとなっており、ネット上のトラフィックの 4 分の 1 以下を占めるに過ぎないと指摘している。残りのトラフィックは P2P、電子メール、企業 VPN、M2M、スカイプ電話、ゲーム、VoIP、動画のストリーミング等で占められている。( [http://www.wired.com/magazine/2010/08/ff\\_webrip/](http://www.wired.com/magazine/2010/08/ff_webrip/) )

<sup>74</sup> Anderson と Wolff は、この変化はモバイル端末を通じたインターネットへのアクセスが主流になっていくことに起因することではあるものの、人々が flexible なことよりも fast なことに価値を見出しているからだと分析している。

の新しい協業においては人々が時間と空間を越えてやりとりするだけでなく、マンマシン・コミュニケーションを通じて機械ともやりとりすることが求められると述べている。その他、後述のcrowdsourcingのような新しいコラボレーションの形態は、インターネットを通じてアマチュアを含む人々“crowd”の潜在的な能力を集め、様々な企業活動に生かす動きの興りを告げている。

こうした多対多のコミュニケーションの出現は、マーケティングにおけるコミュニケーションのあり方も大きく変化させた。Anderson (2006) が示すように、旧来の広告に変わり、インターネット上で交わされるブログのコメントや、商品レビューといった口コミ、レコメンデーション、タグ付けと検索といった集合知を通じ、消費者である個々人が「新たな流行発信者」となり、新たな需要を創出している。Kelly (1998) も顧客と企業との関係性の構築や顧客同士の対話を通じた集合的な知識の形成の重要性を述べており、特に「ホビートライブ」と呼ばれる、趣味で結ばれエキスパート化された顧客の影響力を挙げている。こうした新しいマーケティングのコミュニケーションにおいては信頼が重要となることは、Kellyが「チップにはじまり信頼に終わる」と語っているとおりである。Botsman and Rogers (2010) も個々人のインターネット上での消費活動の履歴が評判資本として「評判の口座」に蓄積されるようになるだろうと述べている。

### 3.3.2. モノとモノとのコミュニケーション

テクノロジーの進化は、モノがコミュニケーションの主体となるという新しい世界を生み出した。Negroponte (1995) はデジタル化により、機械どうしの通信方式を、プロトコルを定めるだけで標準化することができる可能性を見出した。その結果として「小物たちのビット」という言葉で表現するように、通信手段を使って様々なものがネットワークにつながり、データをやりとりしながら互いに調整することが可能になると述べている。さらに消費電力を極小化する技術により、ラベル側がデータを受動的に読み取られるだけでなく能動的にデジタル・データを放射できるようになれば、この「アクティブ・ラベル」や「アクティブ・バッジ」を通じてあらゆるモノやヒトがデジタルの領域に持ち込まれることになると予見している<sup>75</sup>。その可能性についてはKelly (1998) が「あらゆるものが知性を帯びる、愚鈍なものも結ばば聡明になる」と語っている通りである。

Gates (1995) は、情報ハイウェイプラットフォームは、サーバーや全ての情報家電を含

---

<sup>75</sup> 前出の CISCO の Evans も、次は大容量のデータを収集、伝送、分析、波及できる低電力センサーを使ったセンサーネットワークの番だと予見している。単に家電や計器類をネットワーク化するだけでなく、家畜や植物にセンサーを埋め込み状態を監視したり、医療装備や手術道具にセンサーを内蔵したりする事例も出てきている。

めたさまざまなコンピュータをサポートする必要があり、これに高性能情報家電が接続された暁には、人間、機械、エンターテイメント、情報サービスのすべてにその機会を通じてアクセスできるようになると予想している。Negroponte (1995) も生活に密着した処理や器具が相互接続されることにより、真の意味でのインテリジェントな環境が生まれると述べている。またDertouzos (2001) も、家電とコンピュータが通信可能になることでありふれた家電機器がコンピュータの世界の重要なプレーヤーになると予測し、そこでは位置情報の公開が重要な要素となると予見している。オフィス、車、住居等に固定された「エンバイロ21」がこれらの機器と有線・無線で接続し、知覚資源、コンピュータ資源、外界とネットワークとの通信資源を提供する姿を描いている。さらにO'Reilly (2005) も、新しいプラットフォームに接続される機器が増えるにつれ、大きな変化が起きる可能性が高いと述べており、例として電話や自動車がデータを受け取るだけでなく発信するようになった場合を想定している。これらはいずれもInternet of thingsを予見するものであろう。

Jarvis (2011) は、コンピュータとソフトウェアが機器を制御し、インターネットにつながってデータを集めることで、ネットを通じた運転の効率化や改良が可能になると述べている。これは現にM2Mの世界で実現し始めている。またAPIも公開されることで、ネットを通じてプログラムをダウンロードし、機器を最適に自動制御することも可能になるだろうと、次世代の家電の可能性を「進化するオープン」という言葉で語っている。

機器から生成されるデータは膨大なものであり、これを分析活用する試みは、コンピュータの処理能力の増大と相俟って進んできており、Big Dataという言葉も盛んに使われている<sup>76</sup>。O'Reilly (2005) もデータは次世代の「インテルインサイド」とし、データベース管理がWeb2.0企業のコアコンピタンスであると述べている。データの例として、位置情報、アイデンティティ（個人識別）情報、製品の識別番号等が挙げられているが、現在ではブログ、SNS等で日々生成される言語データや、ライフログ、医療データのようなヒトのデータも解析対象として注目されている。データの質的量的規模の拡大と分析速度の向上によりこれまでとは違ったアプローチでのデータの活用が可能となってきた。

こうした世界では、モノがヒトに情報を提供し、また解析結果を元に一定の行動を指示したり選択肢を与えたりすることで、モノどうしだけではなく、モノから人へのコミュニケーションが生まれる。例えばNegroponte (1995) は家電から情報を受けてドライバーに伝

---

<sup>76</sup> Big Data という言葉は 1990 年代後半にシリコン・グラフィックス社の John R. Mashey が使い始めたのが最初だと言われる（1998 年の Usenix でのプレゼンテーション“Big Data and the Next Wave of Infrastrass”など）。（“New York Times” “The Origins of ‘Big Data’: An Etymological Detective Story” February 1, 2013）その後 2008 年に“Nature”、2010 年に“Economist”が特集で取り上げ話題となった。

達するスマートカーや、株価情報を得てトーストの焼き具合で伝えるトースターなどを想像している。

また、先に述べたNegroponte (1995) の「アクティブ・ラベル」のようなチップやセンサー等を媒介とすることで、ヒトもモノ同士のコミュニケーションに組み込まれる。Mitchell (1995、2003) はヒトを含むあらゆるモノがセンサーでつながれることから何が生まれるかという世界を描いている。例えば、NegroponteやMitchell (2003) は繊維に織り込んだりアクセサリーの形で身につけたりする電子機器の出現を予見しており、またGates (1995) はVRを触覚で実現するためのボディースーツ、Mitchell (1995) は触覚を表現するデータスーツ等のアイデアを紹介している。

ある意味では、このようなセンサーに頼らずとも、携帯端末が位置情報を発信することでヒトがモノとつながる世界は既に実現している。また、機器に組み込まれた通信モジュールを使ってモノとヒトがSNS上で対話しながら遠隔モニタリングを行うことも始まっている。このような形でヒトもモノも包含したコミュニケーション・ネットワークが生成されることで、コミュニケーションの領域も用途もさらに広がっていくと考えられる。

### 3.3.3. まとめ

以上、コミュニケーションに関してヒトとヒト、モノとモノに分けて1990年代以降のビジョナリーが語ったコンセプトを整理してきた。時代を通して見ると、1995年頃には急速なデジタル技術の進展、インターネットの普及を目の当たりにし、Gates (1995)、Negroponte (1995)、Kelly (1998) は、全てがデジタル化されネットワーク化される世界を想定し、そこで生まれる新しいコミュニケーションの可能性を描いていた。しかし、その活用の主流は個人同士のコミュニケーションやコンテンツ配信／情報収集など、従来型のメディアの延長であった。2000年代になると、通信技術の進歩により常時接続が前提となり、インターネットはまさにコミュニケーションのインフラとなった。こうした世界を前提に、または見通して、Dertouzos (2001)、Mitchell (2003) は、ヒト同士だけではなくモノも含めた新しいコミュニケーションのあり方を提示した。そして2005年頃からの流れは現在につながっている。双方向かつ多対多のコミュニケーションが価値創造の源ともなった新しい世界を、O'Reilly (2005) はWeb 2.0と称した。それを受けAnderson (2006) などが、ビジネスにもつながる新しい可能性を語っている。

これらビジョナリーがコミュニケーションに関して語ったコンセプトは、まとめると以下の4点に集約される。



### (1) 時間や空間からの解放

時間と場所に縛られることなく、いつでもどこでも情報にアクセスし、コミュニケーションすることが可能になる。時間に関してはオンデマンド化が進み (Negroponte 1995, Gates 1995)、情報のカスタマイズ化も進む (Dertouzos 2001)。空間に関しては端末の多様化とポータブル化、無線通信技術の発達によりモバイル化が進む (Negroponte 1995, Gates 1995, Carr 2008)。

### (2) 一対一、一対多から、多対多へ

コミュニケーションの対象範囲が格段に広がり、匿名性を帯びる。情報の送り手と受け手の関係が流動化し、情報のカスタマイズ化が可能になるとともに、誰もが情報の発信者になり得るようになる (Dertouzos 2001, Negroponte 1995)。それらの結果、多対多かつ双方向に情報が流れるようになり、ソーシャル化が進む (O'Reilly 2005)。

### (3) ネットワーク・コミュニケーションを通じた価値の創造

ソーシャルなコミュニケーションにおいてはUGCが大きな役割を担う。またコミュニケーションの連鎖が集合知を生む (Negroponte 1995, O'Reilly 2005)。コラボレーションやマーケティングの新しい形態も生まれ (Dertouzos 2001, Kelly 1998, Anderson 2006)、ソーシャルなネットワークを活用した価値の創造が進む。

### (4) ヒトもモノもネットワーク化

センサー等によりモノに通信手段を持たせることにより、あらゆるものがネットワークにつながり、データをやりとりしながら互いに調整するようになる (Negroponte 1995, Gates 1995, Kelly 1998, Dertouzos 2001)。ヒトもセンサー等を通じてこのネットワークに組み込まれ、モノとのコミュニケーションが可能になる (Negroponte, Gates, Mitchell 1995,2003)。そこでは日々生成される膨大なデータが価値を生むようになる (O'Reilly 2005, Jarvis 2011)。

## 3.4. Business

上述してきたように、Technologyの進展とそれに伴うCommunicationの変化によって、1990年代になっても、多くのビジョナリーによって、様々なコンセプトが生み出され、ICTの与えるインパクトに関するものからICT企業のあり方に関するものまで幅広い観点から語られてきた。以下では、こうした様々なコンセプトの中から、特にビジネスのあり方に関

してなされたものを整理する。

具体的には、まず年代を区切って、コンセプトの系譜を確認し、類似するもの、相反するものなどを時代背景と合わせて整理してまとめる。次にこうしたビジネスに関するコンセプトの中でも中心的に議論されてきた消費、コラボレーションのあり方、及びビジネスモデルに関するコンセプトに関して整理する。

### 3.4.1. コンセプトの系譜

上述したように、インターネットの普及によるコンピューティングのあり方の変化が、企業活動のあり方に及ぼす影響に関して、これまで様々な考察が行われてきた。

これらに関して年代を区切って明確にその特徴を提示することは困難であるものの、以下では①2000年まで、②2000年～2005年、及び③2006年以降に年代を区分して、それぞれの年代においてビジョナリーによって生み出されたコンセプトに関して分析を行う。

#### (1) 2000年までのコンセプト

Gates (1995) は、PCとインターネットの普及による社会全体の変化に関して、ビジネスや教育、家庭のあり方など非常に幅広い観点から未来を語っているが、特にデジタル化が企業活動に与える影響に関しては、詳細に未来の姿を描いている、ここでは、デジタル署名付きのデジタル文書が原本になり、紙の印刷は副次的なものになるため、オフィスの文書の大部分がそのまま紙で印刷できるものではなくなると予見している。そして、電子文書が紙媒体で不可能なことを可能にするため、著者、出版社、オフィス、教室等のあり方は全て再考の余地があるとする。また、電子メールを初めとするコミュニケーション手段の変化により、都市に拠点を置き都市型サービスを楽しむメリットは薄れること、外部専門家を見つけ協力を仰ぐことが簡単になるであろうことを予測している。

Gates (1995) は空想力を働かせ、大胆に未来の姿を描いているが、一部は当時マイクロソフトで実践されていたものであるため、説得力がある。こうした、いわばSF小説のような未来の企業の在り方よりも、概念としての抽象度の高い考察を行っているのがKelly (1998) であろう。

Kelly (1998) は、小さくなるコンピュータと大きく広がるコミュニケーションによって生み出された新たな経済の特徴として、1. グローバルであること、2. 無形のもの（アイデア、情報、関係）に重きが置かれること、3. 全てのものが相互に深く結びついていること、を挙げる。こうした環境の中で、企業は、できるだけ多くのシステムやスタンダードに対して自らを開放し、何かを創り出すことによって価値が生み出せるようになるとする。こ

の考え方に従えば、より多くのネットワークに結ばれれば結ばれるほど、企業の価値は増すことになる。そして、企業活動の中心は、自社の価値の最大化から、ネットワークの価値の最大化になるとしている。

1990年代後半の議論の特長には、インターネットの普及により中間業者が排除される可能性が生まれることが大きな話題となったことが挙げられる。Kelly (1998) は、インターネットの普及により「中間排除」が起こるとするのは幻想であり、むしろ仲介者の機会は増大すると予見している。

この点に関して、Evans and Wurster (1999) が、より具体的かつ理論的な考察を行っている。ここでは、インターネットの普及がビジネスにもたらす変化の本質を情報のリッチネスとリーチの観点から考察している。情報はコストをかけずに無限に複製可能な一方、モノは収穫逓減の法則に支配されている。しかし、物理的な媒体から情報を分離すると、リッチネス（情報の質）とリーチ（到達範囲）の間に従来存在していたトレードオフは解消されると論じる。そして、リーチがあまりに広がり過ぎて、そこでのナビゲーションがだれの手にも余るようになるため、新たにナビゲーターが必要になることを指摘する。こうした考察は、Kelly (1998) と類似している。

しかし、一方でGates (1995) は、売り手と買い手が仲介者なしにやりとりする世界を予見しており<sup>77</sup>、現在行われているECビジネスをみても、どちらの予見が正しかったのかは未だに見解が分かれるところであろう。確かに、生産者と消費者が直接にやり取りを行うことは可能になっているものの、Amazon等の新たな仲介者は様々な分野で生まれている。また、Googleのような検索エンジンも仲介者と捉えれば、Kelly (1998) や、Evans and Wurster (1999) の指摘したことに現実味も感じられる。

一方当時、Seely Brown and Duguid (2000) は、PCやインターネットの普及により企業活動に劇的な変化が起こるとする見方とは異なる見解を示している。ここでは企業のあり方に関し、大部分の変化は、情報以外のものによってもたらされるため、体験や企業内部のコミュニティ、組織のあり方や制度等は依然として重要であると唱えている。

2000年以降になると、こうした、インターネットが企業活動に与える影響を総論的に論じるのではなく、インターネットを活用してどのように企業活動を行うべきかという、いわば各論的なコンセプトが話題になる。こうしたものの嚆矢となったのは、「市場とは対話の積み重ねである」から始まるThe Cluetrain Manifesto (Levine et al., 2000) であろう。

The Cluetrain Manifestoは、インターネット時代のマーケティングのあり方に関して95

---

<sup>77</sup> ただし、Dertouzos (2001)はこのGatesの考えを引用した上で、この概念は標準品の購買やオークションなどで現実化するものの、大部分の電子商取引やコラボレーション型の情報労働では仲介者が必要とされると述べている。

か条の条文を提示し、企業組織内の個人が直接市場と会話する必要を説いている。これらの条文の中には、今でこそ企業に認識されているユーザーコミュニティの重要性を訴えるものもあり、現在マーケティング担当者が読んでも示唆に富むものが多いだろう。また、これらの条文からは、インターネットの普及により、企業に対して個人が直接訴えることができ、企業と個人の対話を世界中に拡散できることが可能になった世界が生まれたことを再認識することができる。つまり、企業と個人の間を考えると、以前と比較して、相対的に個人の力が強くなっていることがわかる。

## (2) 2001年～2005年にかけてのコンセプト

1999年～2000年にかけてインターネットの普及によって生まれた新たなコンピューティングのあり方は、企業活動だけでなく社会のあらゆることを根本的に変化させる可能性があるのではないかという期待を膨らませ、それはインターネット企業に対する過度な期待となって、インターネットバブルを生んだ。バブル崩壊により一時的にインターネットやインターネット企業に関する考察はあまり話題とならなくなる。

しかし、O'Reilly (2005) は、インターネットバブル崩壊を生き延びた企業によって引き起こされた技術進歩には一種の特徴があるとし、バブル崩壊を転換点としてそれを生き延びた、あるいはそれ以降に生まれた企業によってインターネットの世界を“Web 2.0”と呼び、それをいくつかの観点から考察している。O'Reilly (2005) はウェブで公開され、“Web 2.0 Conference”<sup>78</sup>という、GoogleやAmazon等主要なインターネット企業のCEO等を招いたO'Reilly Media主催の会議が行われたことで、“Web 2.0”という言葉はインターネットビジネスの当事者たちに熱狂的に受け入れられた。このように広くこの言葉が普及したのは、O'Reilly (2005) が指摘しているように、インターネットバブル当時と比較して、インターネットビジネスや、検索技術をはじめとするインターネットビジネスを支えるテクノロジーが進展したためであるが、O'Reilly (2005) が“Web 2.0”という言葉を一義的に定義せずに、

---

<sup>78</sup> 2004年に初回の“Web 2.0 Conference”が行われ、その後“Web 2.0 Summit”と改名して2006年から2010年まで毎年行われた。

様々な解釈の余地を与えたことも大きな原因であろう<sup>79</sup>。

O'Reilly (2005) は、Web 2.0の「原則」として (1) プラットフォームとしてのウェブ、(2) 集合知の利用、(3) データは次世代の「インテルインサイド」、(4) ソフトウェアリリースサイクルの終焉、(5) 軽量なプログラミングモデル、(6) 単一デバイスの枠を超えたソフトウェア、(7) リッチなユーザー体験、という7つのコンセプトを挙げている。これらのうち、「プラットフォームとしてのウェブ」と「ソフトウェアリリースサイクルの終焉」というコンセプトはその後のクラウドコンピューティングと非常に類似している。これらのコンセプトの説明のために挙げられている例はどちらもGoogleであり、それはソフトウェアをサービスとして、ウェブブラウザ経由で提供する形態が、主流になるだろうとするものである。つまり、ソフトウェアをはじめとするICTサービスを提供する企業の活動はインターネットを介したものになることを、予見していたとも考えられる。

### (3) 2006年以降のコンセプト

その後ブロードバンドを中心としたインターネットの本格的普及により、AmazonやiTunesのようなサービスを実際に個人が体感する機会が増加するにつれ、インターネットと繋がった世界観はさらに拡大し、現実を基に、企業活動のあり方を考察するコンセプトが生まれ始める。

Anderson (2006) の主張する「ロングテール理論」は、その代表と捉えることができるだろう。Anderson (2006) は、完全にデジタル化された製品は製造コストも商品棚のような流通コストも、ほぼ不要なので、ヒット商品とニッチ商品を企業が同様に扱うことができるようになったとしているが、こうしたコンセプトの基になっているのはAmazonや音楽配信ビジネスを行うRhapsodyのビジネスの実態である。

同様に、Tapscott and Williams (2006) は、P&Gやボーイングのような伝統的な大企業がインターネットを通じて個人の知識を活用することで自社のイノベーションを促進する例など、豊富な事例を基に、インターネットを通じて互いに繋がった個人とのコラボレーシ

---

<sup>79</sup> O'Reilly (2005) は、新たなインターネットのあり方を議論するために、論点が必ずしも明確に整理されてないまま公開されている。例えばここでWeb 2.0の“原則”として挙げた7つのコンセプトの一部は、論文中に他の論点として再提示される。ここで最も紙幅が割かれているのは「原則」として挙げられた(1)プラットフォームとしてのウェブの部分であるが、この部分ではスケッチレベルだとしながら、「meme map (日本語訳では要素マップ)」を示して、「プラットフォームとしてのウェブ」に関わる7つのアイデアを挙げている。しかし、この7つのアイデアの一部は、先の7つの原則に包含される。また、「Web 2.0企業のコアコンピタンス」として、またしても7点を挙げ、論文中のコラムには「Web 2.0のデザインパターン」として8点を挙げている。そして、ここでもこれらの論点は論文の骨子である7つの原則と一部重複している。

ヨンの活用が、企業活動に大きな影響を与えつつあることを指摘している(“Wikinomics”)。このように2000年代半ばになると事例から生まれた新たなコンセプトが更に多くの事例を生み出し始めたように思われる。

このように、インターネットを前提としたコンピューティングの世界では、ビジネスを行うための要素として、個人のあり方やそれぞれ保有する知識が注目され始めると共に、かつてToffler (1980) が予言したようなプロシューマー (生産者 (producer) と消費者 (consumer) とを組み合わせた造語) に近い個人によって、企業活動、あるいは社会全体に大きな変革が訪れることを指摘するようなコンセプトが生まれている。

その後、個人がインターネットを通じて繋がったことで生まれるネットワークをサービスとして提供するSNSが注目を浴びるようになる中、ソーシャルネットワークあるいはソーシャルメディアと、そのビジネスへの影響に関する注目が集まるようになる<sup>80</sup>。Li and Bernoff (2008) はソーシャルメディアを活用したマーケティング戦略のあり方を、豊富な実例を基に提示している。ここで Li and Bernoff (2008) は個人がテクノロジーを使って、自分が必要としているものを企業などの伝統的組織ではなく、お互いから調達するようになっていることを指摘し、それが社会的な趨勢となりつつあることを“Groundswell” (大きなうねり、高まり) と呼んでいる。更に、既存の企業や組織は管理によって支えられているが、ソーシャルメディアやそれを実現するテクノロジーがこの基盤をむしばみ、破壊しつつある可能性を論じ、企業に対応を提案している。

Gansky (2010) はソーシャルネットワークによって繋がった個人が原料、製品、サービスなど様々なものを共有 (シェア) することが可能であると指摘し、そうしたビジネスを“Mesh”と呼び、既存のビジネスに大きな影響力をもつとしている。この考察において、モバイル端末を個人が保有、活用していることが前提となっているのは、これまでの考察と大きく異なるところであろう。

Botsman and Rogers (2010) は、Gansky (2010) と非常に類似したコンセプトを提示している。ここでは、ソーシャルネットワークで繋がった個人の欲求がコミュニティや地球のニーズと調和する新しい経済・社会のメカニズムとしての「コラボ消費=シェア」が提唱されている。そうした社会において、企業は、販売量だけを基準にした生産中心の経済指標から、現在と未来の人々の幸せを反映した多面的な価値の指標への移行という、より大きな変化に直面することを予見する。

こうした考察の中で、Botsman and Rogers (2010) は、人々はこれまでの銀行口座と並

---

<sup>80</sup> 例えば、MySpace が創業したのは 2003 年であり、2008 年までは最も訪問者数の多い SNS であった。また Facebook が大学生だけでなく、一般に開放されたのは 2006 年である。

行して「評判の口座」をもつようになることも示しており、個人のインターネット上での活動が、リアルな社会での活動以上に重要になる可能性を示唆している。こうした考え方は、Jarvis (2011) の、インターネット上で個人がプライバシーに固執し過ぎることで互いにつながり合う機会を失うかもしれないとの指摘に近い (“Public”)。

Rosenbaum (2011) では、インターネット上で公開される情報量が膨大になった世界では、機械やアルゴリズムのようなテクノロジーではなく、個人による情報の分類が必要不可欠になると論じ、こうした分類を“Curation”と呼んでいる。そして、インターネット広告のプラットフォームやテクノロジーが進化したことから、意味のある情報分類を行う“Curator”である個人は、誰でも起業家になれるとする。このRosenbaum (2011) の考えは、Li and Bernoff (2008) に近いが、ソーシャルメディアが一般的になった時代の企業の対応ではなく、個人の活動に焦点を当てて、その可能性を考察している。

ロングテールというコンセプトを生み出したChris Andersonはその後、インターネットの普及により変化する企業活動に関して重要なコンセプトを発表している。Anderson (2009) では、後述する無料のサービス提供によるビジネスモデルのあり方を類型化し、Anderson (2012) ではインターネットの世界で起きたことが、ものづくりの世界でも同様に起き始めており、誰でも生産者になれる時代が到来しつつあると予見している (“Makers Movement”)。こうしたコンセプトはTapscott and Williams (2006) とも非常に近いが、時代が進み3Dプリンタのようなハードウェアの量産可能性、すなわち一般個人への普及すら考えられるようになると、個人が大企業とコラボレーションを行うというよりは、インターネットを介したコンピューティングの活用によって、個人が自ら、製造業を含むどのようなビジネスでも行うことができるようになる可能性が示唆される<sup>81</sup>。

#### (4) まとめ

図表 7は以上で解説してきたコンセプトを生み出したビジョナリーに関し、彼らの生み出したコンセプトを年代毎にまとめたものである。このように整理すると、2000年～2005年には、注目されたコンセプトが少ないことがわかる。これは、インターネットバブルの崩壊がインターネットビジネス、あるいはインターネットを活用したコンピューティング自体に対する疑念を生み、その結果実際のビジネスも生まれづらくなったためであろう。しかし、2005年に世界的に注目された“Web 2.0”を境に、2006年以降、実際のビジネスや企業の変化を基に、新たなコンセプトが次々と語られるようになった。

---

<sup>81</sup> 製造機器の小型化、量産化、及びそのインパクトに関しては、先に挙げたとおり、Mitchell (2003)でも指摘している。

図表 7 コンセプトの系譜

～2000年	2000年～2005年	2006年以降
Gates (1995) Kelly (1998) Evans and Wurster (1999) Seely Brown and Duguid (2000) Levine et al. (2000)	Dertouzos (2001) O'Reilly (2005)	Anderson (2006) Tapscott and Williams (2006) Anderson (2009) Gansky (2010) Botsman and Rogers (2010) Jarvis (2011) Rosenbaum (2011) Anderson (2012)

(出所) 富士通総研作成

2000年までに生まれたコンセプトや未来予想は、半ばSF的に未来を予想したものの (Gates, 1995) から、より抽象度を上げて将来の企業活動のあり方全般に関して考察したもの (Kelly, 1998)、そして、より企業活動の具体的な変化に関して理論的に論じたもの (Evans and Wurster, 1999) など、様々に語られてきた。これらは、当時からようやく個人にも実感できる形で始まっていたインターネットを活用したコンピューティングの未来を、大胆に予想したものである。

そして、ブロードバンドも十分普及しておらず、現在とは比較にならないスペックの情報端末しか個人が使用できなかった時代に考察されたものであるにもかかわらず、非常に深い洞察を現代にも与えている。例えば、Kelly (1998) の予想した無料のビジネスモデルは、その後インターネットビジネスの趨勢となっており、The Cluetrain Manifestoの与えた示唆を本当に実行している企業は未だに稀であろう。

また、当時、新たな時代のコンピューティングが社会全体を大きく変革してしまうという半ば妄信的な論調に対する反証 (Seely Brown and Duguid 2000) がなされていたことは注目に値するだろう。こうした反証に対してより注目していれば、その後のインターネットバブルは生まれなかったのかもしれない。

そして、2000年～2005年の間は、Dertouzos (2001) のように技術進歩のあり方を中心に未来を予測したものを除けば、O'Reilly (2005) によって“Web 2.0”が大きな注目を集めるまでの間、ICTビジネスに関して目立ったコンセプトは生まれていない。これは、先に述べたように、インターネットバブルの崩壊が与えた、ICTビジネス全体に関する不信感を払拭す



るまでにある程度の期間が必要であったためだと推察できる<sup>82</sup>。

2006年以降になると、ブロードバンド普及やモバイルインターネットアクセスの環境整備、様々な個人向け端末の高度化などに伴い、実際のビジネスが加速し、そうしたビジネスが更に普及することを基に様々なコンセプトが生み出される。“Long Tail” (Anderson, 2006)、“Wikinomics” (Tapscott and Williams, 2006) “Free” (Anderson, 2009)、“Groundswell” (Li and Bernoff, 2008)、“Mesh” (Gansky, 2010)、“Public” (Jarvis, 2011)、“Curation” (Rosenbaum, 2011)、“Makers Movement” (Anderson, 2012) は全て、実際のビジネスのあり方を観察し、そうしたビジネスが今後普及するとの考え方から生まれたコンセプトである。

本稿では、先に、1980年代以前のビジョナリーらの構想は、まさに未来像を描いたビジョンと呼ぶべきものが多いが、1980年代以降は、ビジョンというよりも具体化されたコンセプトと呼ぶ方がふさわしいと思われると指摘した。本節で見てきた近年のビジョナリーによってなされたビジネスのあり方に関する未来洞察は、いずれもICTビジネスに大きな影響力を与えてきたと思われる。しかし、先に1980年代以前のビジョナリーに関する分析で見たような、実際のビジネスや技術変化が空想のものに過ぎない時代になされたものと比較すると、2005年以降相次いで生み出されているコンセプトは、先行する実際のインターネットビジネスを基にそれを概念化して生み出されたものである点が特徴といえよう。そして、1990年代以降、更に多くの個人がインターネットを通じて協働することが想定されてきたということが、これらのコンセプトの底流となっているといえる。

### 3.4.2. 消費

新たなコンピューティングの世界が拓く未来の消費者の姿には懐疑的な考察も行われてきた。例えば、Seely Brown and Duguid (2000) は、デジタル化が進んでも、多くの人は、現実の世界で評価の定まった企業以外からはモノを購入しないだろうと指摘した。しかし、その後、当時は評価の定まっていなかったAmazonのようなベンチャー企業が隆盛を極めつつあり、eBayのようなC2Cのマーケットプレイスも拡大を続けている。これは、インターネットが普及した世界において新しい消費の形が生まれてきたことを示唆していると思われる。

インターネットの普及による消費のあり方に関して、最も影響力のあるコンセプトは「ロ

---

<sup>82</sup> 実際には Google が創業したのは 1998 年であり、Adwords を開始してビジネスと機動に乗せたのは 2000 年である。インターネットバブルの最中においても、O'Reilly (2005) が指摘するように、その後のインターネットビジネスのあり方に変革を促すような企業が生まれていたことになる。

ングテール理論」であろう。この提唱者であるAnderson (2006) は、デジタル化した情報によって、市場から限界がなくなると指摘する。この結果、「文化と経済が（需要）曲線のヘッドにある比較的少数のヒット（主流派の製品や市場）に焦点を合わせるのをやめ、テールにある無数のニッチへ移行する。」と定義した上で、「ロングテールは不足の経済の影響を受けない文化の真の姿である。」と結論づけている。

当然、ロングテールが実現するには、ニッチ製品を手に入れるためのコストの低下が必要であるが、Anderson (2006) では、このコストの低下に関して「三つの追い風」が吹いていると指摘する。そしてこれらは、①生産手段の民主化（PCや様々な編集ソフト）、②流通の民主化（インターネット）。そして③需要と供給の一致（一致させる媒体：レコメンデーション、検索エンジン等）であると主張している。

確かに、生産や流通の民主化に関しては、これまでも多くの識者が指摘してきた。しかし、いくら生産コストや流通コストが低下しても、需要と供給をうまく一致させるナビゲーション機能を誰もが低コストで活用できなければ、ロングテール現象は起こりようがない。しかしブログやSNS、各種ECサイトのレコメンデーション機能、あるいは高度化した検索エンジンは、この需要と供給の一致を低コストで可能にするものだろう。そして、こうしたものにより、以前と比べ市場から個人の需要に適合するものを発見することが格段に容易になったといえよう。

このような新たな消費の形は、その後のソーシャルネットワークの拡大やモバイル端末の普及により、更に革新的な形のコンセプトへと受け継がれている。Botsman and Rogers (2010) は、オンラインの取引が巨大なものになったことを、テクノロジーが古い形の信頼を新しい形に変えつつあることだと解釈している。

そして、そのような経済・社会のメカニズムとして、「コラボ消費（＝シェア）」を、Airbnbのようなベンチャー企業を例に提唱している。「コラボ消費」とは、インターネット上では様々な場所に散らばった多様な個人や企業がグローバル、かつモバイル端末を活用してリアルタイムでつながるため、お互いを知らなくても「持っているもの」と「欲しいもの」を効率よく結び付けられるようになった結果生まれた消費の形態であるとする。

このようなコンセプトからは、実際にコンピューティングの変化がニッチ商品の概念を変え、更には個人の共同所有による消費のような新たな消費形態を生み出していることが示唆される。

### 3.4.3. コラボレーション

インターネットの普及により個人のコンピューティングのあり方が変化した結果、従来

リアルな世界でしか実現しようのなかったコラボレーションはデジタルの世界でも可能になり、大きく変化した。その結果、インターネットを通じた新たなコラボレーションのあり方に関して、様々なコンセプトが生まれている。

Nicholas G. Carr (2008) は、コラボレーションの新たな形態として“Crowdsourcing”を挙げている。“Crowdsourcing”とは、Wired誌の記者であったJeff Howeが2006年に発表したコラムによって知られるようになったコンセプトであり、インターネットを介して繋がった人々“Crowd”に対してOutsourceを行うことを指す造語である<sup>83</sup>。

また、不特定多数の個人がインターネット経由で他の人々や組織に資金提供を呼びかけることを指す“Crowd Funding” (crowd+funding) のような新たなコンセプトも生まれており、“Crowd”という言葉は、インターネットを介して外部の知識や資源を獲得する際に一般的に用いられ始めている。また、O'Reilly (2005) が「Web2.0の原則」のひとつとして挙げた「集合知の利用」も、「群衆の英知」 (“The Wisdom of the Crowds”) <sup>84</sup>と非常に類似したコンセプトである。ここでO'Reilly (2005) が主張しているのは、インターネットを通じて収集された知識を有効活用することの重要性であり、コラボレーションに繋がるものである。

同様に、Tapscott and Williams (2006) は、インターネットを通じて個人の知識を活用することで自社のイノベーションを促進する大企業の事例などから企業と個人、あるいは個人間のコラボレーションの重要性を指摘する。そして、インターネットを通じたコラボレーションが前提となった時代を、個人や小規模メーカーにとっての「新しい時代、おそらくは黄金時代の幕開けといえるものとなる。これはイタリアのルネッサンスやアテネにおける民主主義の台頭に匹敵する出来事である」と述べる。更に、Tapscott and Williams (2006) は、企業は、ユーザーとのコラボレーションにより、ウェブサービスを継続するコスト以外は、実質的に無償でイノベーション活動に取り組むことができる上、共同開発者が生んだ成果で販売が増加すれば両方に利益のあることを強調する。実際に、ユーザーの自発的参加によるコラボレーションを活用できれば、従来型の雇用関係に基づく階層構造の職場から、企業外部の知識と資源を活用する職場への転換が起きる可能性は高いだろう。

確かに、現在では、ひとつの企業内で働くことにより、オンラインでプロジェクトを動かすよりも取引コストが高くなることも多いだろう。世界中の才能が集まるオンラインコミュニティで、簡単に自分達が求めるスキルを持った人間を選べる時代の企業のあり方を、根本的に考え直す必要があると思われる。

---

<sup>83</sup> The Rise of Crowdsourcing (<http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html>)

<sup>84</sup> Surowiecki が 2004 年に著した書籍の原題。

その後も、企業と顧客のコラボレーションに関するコンセプトは進展している。Jarvis (2011) は、インターネット上での個人の活動が、次第に実名で行われることによって信頼が増し、顧客は企業にとっての共同クリエイターとなることを指摘しており、ソフトウェア企業の製品リリースの際のコンセプトとしての、永遠のβ版という考え方自体がユーザーに共同開発者になってほしいという願望を表しているとする。こうした考察によれば、既に企業はユーザーとのコラボレーションを前提に製品開発を行い始めているとも考えることができる。これは、Tapscott and Williams (2006) の指摘が実際のビジネスでも進展しつつあることを示すものとも思われる。

Anderson (2012) は、インターネットを活用して個人がものづくりを行うことができることを主張するが、その過程で“Crowd Funding”を活用することが重要であると述べる。これは、①起業家（ここではものづくりを行う個人とほぼ同義）が利子を払うことも、株式を譲渡することもなく、資金を調達できること、②“Crowd Funding”による資金調達のプロセス自体が市場調査になり非常に有用であること、及び③衆目のもとの資金調達することによって、メディアの関心が集まり、それが無料のマーケティングになることによる。“Crowd Funding”をコラボレーションとみなせば、インターネット上でのコラボレーションは、開発、製造、マーケティングから資金調達まで、従来の企業活動全てに大きな影響を与えつつあると考えられる。

#### 3.4.4. ビジネスモデル

インターネットの普及は、既存のビジネスの収益構造に大きな影響を与えている。代表的な例は、様々な情報が無料で公開されるようになったことであろう。Kelly (1998) は、デジタルの世界では、あらゆるものが無料で近づくため、これまで企業が考えていたビジネスモデルを転換する必要があることを指摘する。Anderson (2009) が指摘し、モデル化した無料のビジネスを既に予見していた点は注目に値する。ただし、Kelly (1998) では Anderson (2009) のようにあらゆるものが無料になった際のビジネスモデルを提案しているのではなく、無料が相場になっているものの商業化を急いではならず、成功するまでに分かち合いの段階を経なければならないと指摘するに留めている。

Anderson (2009) では、経済学、心理学、歴史などの観点から、無料のビジネスモデルを考察している。ここでは、無料のビジネスを他の収益でカバーすることのためのモデルも提示している。Anderson (2009) の議論は、インターネットの普及により、流通コストが不要になるものが大幅に増えたことが、共有（シェア）をひとつの産業規模にしたとしており、これは先に述べたBotsman and Rogers (2010) の見方と非常に類似していると考えら

れる。また、既存企業は、製品やサービスを無料にすることにより収入源をなくす恐れがあり、既に多くのユーザーを抱えているため、サービス提供コストが桁外れに大きくなりかねないと指摘して、インターネットビジネスにおいては既存企業と比較してベンチャー企業が優位性をもつことを示唆する。

無料以外の新たなビジネスモデルに関する考察も行われてきた。O'Reilly (2005) は、ビジネスモデルを考える上で最も重要になるのは、顧客のデータであるとし、これを『データは次世代の「インテルインサイド」』と呼んでいる。そしてこのコンセプトを“Web 2.0の原則”のひとつに挙げた。この考え方は、いわゆる「ビッグデータ」の活用として、現在では様々な分野で収益源として注目され始めている。

### 3.5. コンピューティングの進展に関わる負の側面

以上、Technology、Communication、Businessに分けて1990年代以降のビジョナリーが述べたコンセプトを整理し、分析を行ってきた。個人向け端末やインターネットが普及し、コンピューティング環境が日々進化する世界を前に、ビジョナリー達は実現可能性を伴った具体的なコンセプトを提示している。ここで重要なことは、複雑化するネットワークにヒトが依存する傾向が見られる中で、ヒトの知能をどのように拡張していくのか、そのためにどのようにコンピューティングを活用していくのかを併せて考えることである。それは、コンピューティングの問題よりも、ヒトの問題に帰着する。

今後、こうした点を考えていくためには、ICTの発展に関するポジティブな側面だけを考えるのではなく、ネガティブな面も同時に考えなければならない。ビジョナリー達による警鐘や留意点を、ヒトのコミュニケーションや情報の活用の仕方やその影響、著作権やセキュリティのような制度などの観点から整理し、二つの論点から考察を試みる。

一つは、使う側であるヒトのコンピュータやネットワーク、あるいは情報との関わり方の問題である。コンピューティングにおける「民主化」が進み、これまでは専門知識を有する専門家のものであったコンピュータやネットワークを、誰もが使うことができるようになった。さらに「オープン化」により誰もが溢れる情報にアクセスし、また発信できるようになっている。玉石混交の情報が溢れ、また瞬時に情報が伝達されるネットワークにおいては、その活用の仕方を誤れば情報が歪められ、思わぬ結果をもたらすことにもなりかねない。Negroponte (1995) やGates (1995) は、ネットワーク化の進展がそれを利用する個々人のモラルの問題を生むことを見抜き、ネチケットの重要性を喚起している。Quéau (1994) では情報の操作が容易になり、故意にまたは無意識にバイアスをかけることに対し警鐘を鳴らした。また、Negroponte (1995) は、複製の容易さやアナログの世界とは異なるデータの

概念から来る著作権侵害の問題を指摘した。また、Mitchell (2003)が指摘するように、ネットワークが複雑になれば脆弱性も併せ持つようになったことも忘れてはならない。これらについては、コンピューティングの進展の度合いに応じて個人のリテラシーを醸成する教育が求められよう。

また、コンピューティングが進展するにつれ、意識するとせざるとにかかわらず、それを活用している個人において、リアルとバーチャルの境目が曖昧になってきているとも言える。Carr (2008) は、Cloud Computingの世界では、Lickliderが指摘していた共生のように、まさしくヒトもその一部になることを指摘した。今後、コンピューティングにおいて、前述の通り非言語によるコミュニケーション、暗黙の知識やコンテキストの理解、知能だけでなく身体をも一体化したヒトの能力の拡張といったことが進めば、現実と仮想の境界はますます曖昧になることが考えられる。コンピュータとの共生において、ヒトはどこまでコンピュータに依存するのか、自律性をどこまで、そしていかに確保するかが問われるようになる。Carr (2008)は、ヒトとコンピュータの関係において、コンピュータがヒトのように考えるのではなく、ヒトがコンピュータのように考え、我々が作っているAIが我々自身の知能となるかもしれないとの危険性を指摘している。

二点目は、ヒトとヒトのコミュニケーションを支える制度のあり方に関する問題である。本稿を通じて述べてきたように、コンピューティングの民主化・オープン化が進展し、ヒトとヒトのコミュニケーションはますます緊密にそして複雑になっている。Seely Brown and Duguid (2000) は、本来コミュニケーションはリアルな社会ネットワークに支えられているとの認識の下、デジタルなテクノロジーに過度に依存したコミュニケーションに対して警鐘を鳴らした。Davidow (2011) は、インターネットによって世界が制御不能なまでに繋がりがすぎた状態を過剰結合 (overconnectivity) と呼び、緊密に結びついたネットワーク内ではバブル、パニック、熱狂が起りやすくなると指摘している。またCarr (2008) 、Dertouzos (2001) 、Jarvis (2011) はプライバシーの問題を取り上げている。特にJarvis (2011)は、現代においてはパブリックがデフォルトであり、努力によりプライベートを獲得しなければならないという逆転の現象が起きていると指摘する。

こうしたコミュニケーション上の問題は、新たなコンピューティングの時代に制度面が追いついていないことの表れだとも言える。Gates (1995) は実際のビジネスの観点から暗号化やセキュリティ技術の重要性を説いていた。また、前述の通りNegroponte (1995) が指摘した著作権の問題に関しては、Quéau (1995) も創作活動の促進と保護との兼ね合いやマルチメディア作品における著作権の問題などを提起している。先に述べたプライバシーの問題も制度との関わりが深い。またさらには国家等による個人の管理の問題もあろう。

Mitchell (2003) は、ネットワークにつながれることで監視力・観察力の拡張に使用されるセンサーとなりうることを指摘し、Carr (2008) は、Cloud computingは個人に力を与える<sup>85</sup>が、それ以上に企業や国家等に力を与えると注意を促している。ヒトが自由を得、ネットワーク化が進む中、それを支える制度の重要性は一層増していく。そこに参加する誰もが民主的にかつオープンにICTの恩恵を享受することができるよう、また日々進歩する技術に対応できるよう、大局に立った規範と柔軟性を併せ持つ制度設計が求められる。先に見たように個人におけるリアルとバーチャルの境界が曖昧になってくれば、それに応じた制度設計も必要になろう。

Seely Brown and Duguid (2000) は、デジタルエージェント、ホームオフィス、ペーパーレスの社会といった予言が必ずしもその通りには実現せず予言のままで終わっている理由を、組織、制度などの社会的資源、社会的文脈に求め、これらを置き去りにしてテクノロジーによる情報化だけを推し進めても期待される社会は実現しないと述べている<sup>86</sup>。ヒトが真にコンピュータを活用し知能を増幅させていくためには、ヒトを取り巻く社会的文脈や制度設計の役割がますます重要になってくるであろう。

---

<sup>85</sup> Carr (2008) では、人は新しい道具を使い始めるたびに知覚や言葉を変えてきたという説を紹介している。

<sup>86</sup> 例えば、デジタル化によりコミュニケーションが非効率化しているとし、効率的なコミュニケーションのためには、情報技術のデザインにおいて紙の文書を有益な先例とすべきだと述べている。紙の書籍を読む場合には、そのデザインや構成を手がかりに文脈を読み取ることによって効率性が得られているとの指摘である。

## 4. IA からエンパワーメントへ

第3章では、テクノロジー、コミュニケーション、ビジネスの3つの領域に分けて1990年代以降ビジョナリーの提示したコンセプトを整理してきた。1990年代以降のビジョナリーが示したコンセプトからは、IAを超えて個人のエンパワーメント、すなわち単なる知能の増幅ではなく個人の様々な能力の拡張へと向かうコンピューティングの可能性が示唆される。本章では、第2章で整理した1980年代以前のビジョンと、第3章で整理した1990年代以降のコンセプトがどのように関連しているのかを考察する。多くのコンセプトは、民主化、オープン化といったIAの進展に沿って生み出されてきた。しかし一方で、1990年代以降のコンセプトには、必ずしもIAの枠組みの中だけでは語れないものも存在する。こうしたコンセプトに関しても整理して考察したい。

### 4.1. 「民主化」「オープン化」から見た 1990 年代以降のコンセプト

1990年代以降の変化の底流となるテクノロジー面での重要なコンセプトはICTのユーティリティ化である。これにより、いつでもどこでもだれでもコンピューティング環境を享受できる世界が生まれる。特に利用できる場所の制限が大幅に減り、どこでも活用できる点は、一般にユーティリティとされる電気・ガス・水道などとは異なる。そのことが多対多かつ双方向のコミュニケーション環境を生むとともに、モノとヒトをもつなぎ、多くの新しいビジネス・コンセプトを生む素地となった。多くの個人がインターネットを通じて協働する世界が想定され、それによって生まれた新たなビジネスやビジネスの方法論が次々とコンセプト化されたのである。

では、これらのコンセプトは1980年代以前の潮流であった「民主化」「オープン化」の流れをどのように受け継ぎ、発展させているのであろうか。また、1990年代以降に生まれた／生まれかけている新しい潮流はあるのだろうか。この観点から考察を行うため、1990年代以降のコンセプトを「民主化」「オープン化」「その他」の視点で改めて整理する。以下、Technology、Communication、Businessの3分野について上記視点で考察した後、図表 8 に主要なコンセプトをまとめた。

#### 4.1.1. Technology

「3.2 Technology」で語られたコンセプトを民主化、オープン化及びそれ以外に分けて整理する。

通信がユーティリティ化して、コンピューティングの利用環境において、特定の建物や場



所への依存度が減少し、利用面において、電力のような他のユーティリティでは存在している場所や建物の境界を消滅させ、距離の制約もなくなり、どこでも利用できるネットワーク環境が構築された。こうした通信のユーティリティ化と時期を同じくして、端末の小型化やポータブル化が進み、携帯やスマートカード等が主流になると語られたように、モバイルでコンピューティングを広く活用できる世界が誕生した。さらに、コンピュータの空洞化が進むことで、誰もが手軽にコンピューティングを利用できるようになっている。このように多くの人が、コンピューティングを利用できる環境が作られてきたが、コンピューティングのユーザビリティに関しては、音声認識、目や手振りなどを活用して、より深くヒトのコミュニケーション能力を増強する取り組みも行われ、こうした多様化されたインターフェースが実現することで、より広範にコンピューティングの民主化が進むと考えられる。

前述の通信のユーティリティ化とインターフェースの多様化によるユーザビリティの改善により、これまでより多くのヒトが、メディアとしてのコンピュータを活用してヒト同士がつながる世界を構築できることを意味する。さらに、人工物（atom）にセンサーやデジタル情報を付加することにより、ネットワーク環境にアクセスできるのは、コンピュータやメディアだけではなく、他の人工物にまで拡大する。つまり、ヒト、コンピュータ、それ以外の人工物がネットワーク環境の中でつながるようになり、オープン化が拡大することになる。

このように人工物同士がつながる世界では、AIを活用した人工物同士のやり取りが可能になり、ヒト同士のオープン化だけでなく、人工物同士のコミュニケーションの拡大につながっている。あるいは、ヒトの命令に従うだけでなく考えるコンピューティングの登場も考えられている。近年、あまり脚光を浴びていないAIの研究を再考する時期に来たとも考えられる。さらに、当初コンピュータが想定していた以外のヒトの能力の拡張の可能性が広がった。例えば、人工物を遠隔操作できるようになることは、ヒトが身体能力を拡張できるようになったと考えられる。さらには、ヒトの脳や人体とコンピュータやネットワークとを直接接続して、ヒトのサイボーグ化も可能となり、ヒトは遠隔操作だけでなく直接身体能力を拡張できるようになる。

#### 4.1.2. Communication

同様に「3.3 Communication」で述べられたコンセプトも、民主化、オープン化、それ以外に分けて整理する。コミュニケーションが相互伝達と定義されるとすれば、コミュニケーションの広がりとはオープン化とほぼ同義であるとも言え、全てのコンセプトがオープン化に分類されるとも言える。しかし図表 8では個人のコミュニケーション環境の改善による

簡易化や自由度の拡大に関わるものを民主化に分類した。

通信環境の向上やあらゆるコンテンツのデジタル化によりコミュニケーションが時間的制約から解放され、必要な時に欲しい情報にアクセスできるオンデマンド化が進む。同時に端末のポータブル化や通信のユーティリティ化を通じてモバイルでコンピューティングを利用できるようになると、コミュニケーションも空間的制約から解放され、モバイル化が進む。このように時間や場所にとらわれずにいつでもどこでも、そして自由にコミュニケーションができるようになることはコンピューティングの民主化を進める力となる。また、送り手、受け手の双方で情報のカスタマイズ化が可能となり、さらに誰もが情報の発信者になり得るようになることで、民主化が一層進むと考えられる。

一方、図表 8でオープン化に分類したものは、つながり方そのものを捉え、その質的変化を語ったものである。インターネットの普及によりコミュニケーションの対象範囲が格段に広がり、さらには、情報の送り手と受け手の関係が流動化することで、ソーシャルネットワークが生まれる。これは多対多かつ双方向のコミュニケーションという新しい形のつながりであり、それによりコミュニケーションのオープン化が進展していくと考えられる。この新しいネットワークにおいては、集合知の活用やコラボレーションといった、コミュニケーションを通じた価値の創造も見られるようになる。また、(1)Technologyで述べられた人工物までネットワーク化した世界では、モノとモノのコミュニケーションという新たなオープン化の方向性が見える。

この人工物のネットワーク化はセンサー等を介してヒトをも巻き込み、新たにヒトとモノをつなぐコミュニケーションも生まれる。これは前述の通りテクノロジーの発展とあいまって新たな可能性を生むものと期待されるため、その他に分類した。

#### 4.1.3. Business

「3.4 Business」で述べたコンセプトのうち、2006年以降に生まれたものを整理すると、これらのコンセプトは総じてコンピューティングの変化によって民主化、オープン化された世界における現象を基に生まれたものであるといえよう。これは、端末等のコンピューティングデバイスが普及して、インターネットによって互いに繋がった個人が増加した結果、コンピューティングが新たなビジネスを生み出すと共に、既存のビジネスのあり方に大きな変化を与えている。そして、本章で取り上げたビジョナリーは、今後の更なる民主化、オープン化によって生まれるビジネスの環境変化を予測していると考えてよいだろう。

図表 8において、「3.4 Business」で整理したコンセプトを、民主化、オープン化の双方にまたがって整理したのは、先に述べたように、これらのコンセプトが、一律にどちらか

に分類するのは非常に困難であるためである。これらコンセプトの全てが、誰でもインターネットにアクセスして人と人が繋がる世界を前提として生み出されたものであるため、当然のことながら、一概にどちらか一方のみを論じているとはいえない。

例えば、「マスコラボレーションによる製造・開発」は、研究・開発におけるインターネットを通じた共同作業 (Tapscott and Williams, 2006) 、あるいは、製造業の生産手段やサプライチェーンの民主化 (Anderson, 2012) といった観点から語られている。しかし、その前提となっているのは、誰もがインターネットアクセス可能な世界である。

一方で、「シェア」は、どちらかといえば多くの個人が繋がるオープンな世界を想定しているものの、誰でも使えるモバイルデバイスをもつ個人が前提 (Gansky, 2010) 、あるいはインターネットに繋がることが可能な個人間による共同消費 (Botsman and Rogers, 2010) を前提に考察されたコンセプトである。

こうしてみると、Technology、Communicationの分野における民主化、オープン化双方の進展を基にBusinessが変化しようとしていると考えられる。

図表 8 「民主化」「オープン化」から見た 1990 年代以降のコンセプト

	民主化	オープン化	その他
Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信のユーティリティ化 (Gilder 2000、Carr 2008)</li> <li>・端末のポータブル化と空洞化 (Gates 1995、Gilder 2000、Carr 2008)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信のユーティリティ化 (Gilder 2000、Carr 2008)</li> <li>・コンピュータ以外の人工物のネットワーク化 (Mitchell 2003)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠隔操作による身体能力の拡張 (Mitchell 2003)</li> <li>・人とコンピュータ、人工物の結合 (サイボーグ化) (Mitchell 2003)</li> </ul>
Communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オンデマンド化 (Negroponte 1995、Gates 1995)</li> <li>・モバイル化 (Negroponte、Gates、Carr 2008)</li> <li>・カスタマイズ化 (Dertouzos 2001)</li> <li>・情報の送り手と受け手の流動化 (Negroponte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソーシャル化 (O'Reilly 2005)</li> <li>・集合知の活用、コラボレーション (Dertouzos、O'Reilly、Kelly 1998など)</li> <li>・モノとモノのコミュニケーション (Negroponte、Gates、Dertouzos、Kelly など)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒトもモノもネットワーク化し、互いにデータをやりとりし調整 (Negroponte、Gates、Mitchell 2003)</li> </ul>
Business	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニッチ市場の拡大 (Anderson 2006)</li> <li>・マスコラボレーションによる開発・製造 (Tapscott and Williams 2006、Anderson 2012)</li> <li>・無料経済 (Anderson 2009)</li> <li>・新たなコンテンツ流通 (Rosenbaum 2011)</li> <li>・ソーシャルネットワークの拡大 (Jarvis 2011)</li> <li>・企業内の変革 (Li and Bernoff 2008)</li> <li>・シェア (Gansky 2010、Botsman and Rogers 2010)</li> </ul>		

(出所) 富士通総研作成

## 4.2. Beyond IA

1980年代と比べると1990年代の考え方は、単なるIA（知能増幅）ではなく、より広く個人のエンパワーメントにつながるものである。以下ではこの点について考察する。

### 4.2.1. コンピューティングの潮流の検証

第2章においては、1980年代までのビジョンを基にコンピューティングには民主化、オープン化の潮流があることを確認してきた。そして第3章では、1990年代以降のビジョナリーが実際のビジネスを基に展開している新たなコンセプトを整理、分類することで、民主化、オープン化への流れが更に加速していることを述べてきた。

通信のユーティリティ化やインターフェースの多様化、コミュニケーションのオンデマンド化やモバイル化により、コンピューティング環境はますます誰でも容易に扱うことができるようになり（民主化）、広がるネットワークを通じて、ますます多くのヒトが自由自在に、そしてより広い範囲で他のヒトと繋がり価値を生み出す世界が生まれつつある（オープン化）。そして民主化とオープン化の相乗効果により、個人の知能の更なる増幅（IA）へと繋がっていると考えられる。

第3章で、Technology、Communication、Businessといった観点から整理したコンセプトからは、1990年代以降のビジョナリーは、互いに繋がった個人の力が、コンピューティングのもたらしたIAにより、極端とも捉えられるほど増大されることを見通すコンセプトを提示していることがわかる。例えば、誰でも製造業者になれる未来を提示するAnderson (2012)、世界中で個人がモノやサービスをシェアできる未来を描くBotsman and Rogers (2010) やGansky (2010)、あるいは誰でもコンテンツ起業が可能になったとするRosenbaum (2011)などは、実際に起こっている現象を基に、コンピューティングの拓く未来像を非常に大胆に予測しているといえよう。

このような考察からは、コンピューティングの将来は、これからも1980年代以前から予測されてきたビジョンの下、言い換えれば民主化、オープン化の潮流を基に発展する可能性が高いといえるのではないだろうか。このことは今後のコンピューティングの方向性を考える上で非常に重要な示唆であると言える。

では、1990年代以降は1980年代にビジョンとして描かれていたことが実現しているだけののだろうか。改めて1990年代以降の「民主化」「オープン化」の潮流について1980年代以前のビジョンとの比較で考えてみたい。

まず「民主化」について考える。1980年代までは、第2章で述べたように、コンピュータを扱えるユーザーが、研究者コミュニティからオフィスワーカーへ、そして一般市民へと、次第に広がってきた。子供も使えるコンピュータというKayの発想は、誰もがコンピュータ

を活用できるようにすべきだという思想の表れと言えよう。ただし、この「誰もが」という考え方は、あくまでもサプライヤーと対置する意味でのユーザーを想定したものである。1990年代以降もユーザビリティの向上によりコンピュータはさらに使いやすくなり、さらに多くの人々が簡単にコンピューティング環境を享受できるようになっているという点で、「民主化」が一層進んだ形で実現していると言える。この点に関して、Engelbartはヒトをトレーニングすることでコンピュータの使いやすさを向上させようとしたのに対し、Nelsonは誰でもすぐに使えるインターフェースを重視し、Kayはプログラミングも含めたユーザビリティの向上により、子供でも使えるコンピュータの実現を目指した。1990年代以降はNelsonやKayの考え方がさらに進み、端末の多様化やインターフェースの改善が進んだとも言えよう。

一方1990年代以降は、三つの点で新たな形での「民主化」も見られ、「民主化」の定義が広がったと考えられる。一点目は、ただコンピュータが使いやすくなるだけでなく、使えるものが広がったという点である。コンピュータと他の端末等が接続、さらには融合し、例えば携帯電話やテレビ、家電等でもコンピューティング環境を扱えるようになった。二点目は、ただコンピュータを使う人が増えるだけでなく、コンピュータを使う人ができることが増えたことである。例えば、情報財の生産が挙げられる。従来は、メディアであるコンピュータやネットワークを通じて、いかに多くの情報を自由自在に受け取り活用するかという点が焦点になったが、最近では映像を含むコンテンツやプログラムなどもユーザーが簡単に作れるようになってきた。今では、ビットの世界だけでなくアトムの世界でもユーザーによる生産という現象が起りつつある。そしてこのことが三点目の新しい民主化につながっていると言えよう。すなわち、参加型の民主化とも言える動きである。コンピューティング環境をユーザーとして利用するだけでなく、自らもコンテンツなどのサプライヤーとなる人が増え、ユーザーとサプライヤーの関係が流動化してきている。

次に、「オープン化」についてはどうだろうか。1980年代までのビジョナリーが描いたヒトとコンピュータの関係は、第2章で述べたように、研究者コミュニティの中だけに限定されたproprietaryなネットワークからより広い世界の中でのネットワークへと拡大してきた。1990年代以降も、インターネットで結ばれる地域や社会階層が増大し、ますます多くのヒトがますます多くの人とつながるネットワークが拡大してきたという点で、1980年代以前の「オープン化」が一層進展してきたと言えよう。

一方で、「民主化」同様、「オープン化」の定義も広がってきている。一つは、ヒトだけではなくモノも含めたネットワークが拡大してきたことである。TechnologyやCommunicationの項で見たように、センサー等を通じてモノがネットワークに組み込まれ、

モノとモノ、ヒトとモノのコミュニケーションまでもが可能になってきた。そして二点目は、ネットワーク化の進展に伴い、集合知の活用など、ただつながるだけではない、新しい「オープン化」の動きが出てきていることである。これまでヒトとコンピュータとの関係は基本的にpersonalなものであり、コンピュータは個人であるヒトの知能を増幅するIntelligence Amplifierとしての役割を担ってきた。しかし、それらの個人がネットワークを介してオープンにつながることで、個々人の知が集まり、または意識的に知を集め、それらを活用するという新しい動きが起きている。また、ヒトとヒト、ヒトとモノが情報をやり取りすることを通じた新しいコラボレーションも生まれている。3.3で述べたネットワーク・コミュニケーションを通じた価値の創造がまさにそれに当たろう。コンピュータとヒトの関係はpersonalなものであっても、それをcollectiveに活用することによって新たな知の増幅が起こっているとも言える。

以上をまとめると、1990年代以降は「民主化」「オープン化」の定義が広がるとともに、ヒトができることが一層広がり、それらの相互作用が相乗効果を生んで、ますますコンピューティングによるヒトの知能増幅（IA）が進んでいると言えよう。上述の通り、新しい民主化の一つの特徴は参加型であり、これはオープン化の進展なくしては語れない。また、モノも含めたオープン化が進んだことがコンピュータを使って個人ができることの可能性を一段と拡大し、民主化に寄与していると言えよう。

#### 4.2.2. Beyond IA とは？

第2章において、コンピュータの黎明期から80年代までのビジョナリー達が、コンピュータをヒトのIntelligence Amplifierとしての存在と考え、さらにヒトとコンピュータの関係を両者が共生する関係と捉える中で、コンピューティングの民主化、あるいはオープン化という潮流があると考えた。第3章において、最近に出されたビジョナリー達のコンセプトでも、この潮流は、長期的にみて、承継されているものと認識しておかなければならないことを確認した。

しかしながら、技術の発展により、コンピュータをIntelligence Amplifierとして捉えるという当初の想定を超えて、ヒトの様々な能力をコンピューティングにより拡張できるというコンセプトも生まれている。このようなコンセプトが、研究開発だけでなく、デモンストラーションや、実際に利用され始めたという現実を踏まえて打ち出されていることにも留意しなければならない。この点に関して、ここでは三点取り上げる。

1つは、遠隔操作による身体能力の拡張である。例えば、通信を介してコンピュータとつながる人工物が増えており、ネットワークを通じて人工物を操作することで、遠隔操作が

可能になった。スマートフォンを使用した様々な遠隔操作以外にも、手術や医療用ロボット<sup>87</sup>、危険な環境での作業向けのロボットの開発などがある。

2つ目は、ヒトとコンピュータ、人工物の結合（サイボーグ化）（Mitchell 2003）である。例えばBMI（Brain-Machine Interface）は、障害を持った人を支援することが目的ではあったが、人体と人工物を直接つなぎ、脳の作用を伝達することで、ヒトの身体的な能力を拡張することも可能にしている。これら2点で示したようなヒトと人工物のつながりは、通信を介して、また直接接続することにより、Intelligence以外のヒトの能力も拡張することが可能になったのである。

3つ目は、ヒトもモノもネットワーク化し、互いにデータをやりとりして調整する（Negroponte 1995、Kelly 1998）というコンセプトである。コンピュータを含む人工物同士が接続する環境の中で、人工物同士が直接ヒトを介さずに様々なデータをやり取りし、情報を処理することも行われるようになる<sup>88</sup>。それは、第2章でみた当初のAIの考えにあった、コンピュータにヒトと同じような機能を担わせることを部分的に実現することであり、AIの研究成果がIAの実現に活用されてきたことも含め、AIの研究の考え方や意義を再考する必要がある。

#### 4.2.3. IA からエンパワーメントへ

本稿の考察は、コンピュータは計算機ではなく人の知能を増幅するものであるというところを出発点としたが、1980年代までのコンピュータの役割は、主に情報とヒト、または情報を介してヒトとヒトとをつなぐメディアであった。しかし、1990年代以降は、コンピュータを、何らかの人工物またはヒトを介して使うことで、これまで考えられなかったような使い方が生まれ、コンピューティングのバラエティが広がっている。例えば生産の現場では、これまではCAD/CAMを活用し閉じた世界で設計・製造を行っていたが、今ではAnderson（2012）に見られるようにアイデアさえあれば、コミュニティを通じて設計、資金調達、生産などが可能になり、個人でも生産者になれる時代となっている。また消費の現場でも、コラボ消費などネットワークを活用した新しい消費の形態が生まれている。

すなわちコンピューティングは、情報を媒介するという意味でのメディアのみならず、「何かをする、何かができるようになるための媒体」となってきたと言えるのではないだろうか。これにより、コンピューティングは知能を増幅する（IA）だけでなく、個人のエンパワーメントを可能にするのである。

---

<sup>87</sup> 手術用ロボット「ダ・ヴィンチ」による遠隔手術の例がある。

<sup>88</sup> Googleによる無人（Driverless）自動車が一例として挙げられる。

## 5. コンピューティングの潮流と ICT 企業のあり方

本稿は、ICT企業の将来ビジョンや戦略策定に示唆を与えることを目的に、過去に語られたICTの将来像に関するビジョンを整理、分析してきた。以下ではこれまで行ってきたコンピューティングのビジョンの変遷に関する考察を振り返ることで、今後のICT企業のあり方を議論する。

本稿ではコンピューティングのビジョンを2つの時代に分けて整理、分析を行った。まず、コンピュータ自体が存在せず、いわば空想のものに過ぎなかった1945年から、タイムシェアリングシステムからPCへの移行期であった1980年代までの間に関し、5人のビジョナリーが描いたビジョンを分析した。彼らのビジョンは、誰もがコンピュータを活用できるようになる（民主化）と共に、コンピュータを介して誰もが互いに繋がることのできる（オープン化）コンピューティングの未来像を描いていたといえる。

次に、インターネットが本格的に普及し始め、次第に情報端末の多様化やモバイルネットワークの高速化が進展しつつある1990年代以降のビジョナリーのビジョンを幅広く取り上げ、これらをTechnology、Communication、Businessの観点から考察すると共に、1980年代のビジョンから得られた民主化、オープン化という二つの潮流との関連性に関して分析を加えた。1990年代以降のビジョンは、基本的にこれら二つの潮流の下で進展してきていると考えられる。しかし、1990年代以降は、参加者の増加やヒトだけでなくモノもインターネットに繋がることで、民主化、オープン化の規模が急拡大した結果、「何かをする、何かができるようになるための媒体」としてのコンピュータを活用することがコンピューティングの潮流となっている。

そして、この「何か」も日々多様化しているといえよう。既に活字情報を記憶したり持ち歩いたりする必要はなくなったため、基本的にヒトは仕事をする場所を選ぶ必要はなくなりつつある。拡大の一途をたどる携帯端末のアプリには、放射線量の測定を行うものまで生まれており、コンピュータを活用してできることは際限なく増加している。

また、端末がカメラという「目」やマイクという「耳」をもち、これらが位置情報を活用しつつ使用されることを考えると、人間自体が世界中に分散したセンサーとしての役割を果たしつつある。こうしたセンサーにより収集された情報を分析することで、更にコンピューティングによりヒトができることは拡大すると思われる。

本稿では、コンピュータの目的がIA（intelligence amplifier：知能増幅機械）であるという観点からコンピューティングを考察してきた。依然としてコンピュータは人間の知性・思考の道具であり、人間の能力を補強し引き出すことを目的にヒトはコンピュータを活用す



る。しかし、現在のコンピューティングは、1980年代以前にビジョナリーが描いたヒトの知能の増幅をはるかに超えつつある。

これまでは、生産性向上のためにICTを活用するという考え方は一般的であったし、生産性の向上は今でも業務システムの導入などを中心に、ICTがヒトや企業にもたらす最大の効果のひとつであろう。これは、まさしく1980年代から語られているIAが具現化した姿と考えられる。さらに、1990年代以降のIAの進展は、生産性や効率性の向上といったものでは測定できない効果をもたらしつつあるといえるだろう。Kelly (1998) はテクノロジーによって生産性で測れるような仕事は、人間のすべき仕事リストから削除されるべきだと主張している。また、コンピューティングによって誰もが繋がることで、知能だけでなく、ヒトのあらゆる機能が拡張される時代になりつつある。

例えば、ネットワークコミュニティを活用することで、製品のアイデアだけで、個人の求めるモノを製造でき、コラボ消費のようなネットワークを活用した新しい消費の形態が生まれ、生産及び消費のいずれの側でも、個人が力を発揮できる時代が到来した。あるいは、ネットワークを通じて人工物を遠隔操作することや、ヒトと人工物を直接つなぎ脳的作用を伝達することにより、ヒトの身体的な能力を拡張することが可能になった。このように、コンピューティングを、ヒトのあらゆる能力をエンパワーメントする手段として捉えなければならぬ時代となった。

コンピュータをメディアとしてみた場合に、情報を媒介するという意味でのメディアのみならず、「何かをする、何かができるようになるための媒体」となったことにより、コンピューティングは知能を増幅する (IA) だけでなく、身体機能を含む個人の能力全てのエンパワーメントを可能にするのである。

ICT企業のあり方、あるいは企業ビジョンも、これまで見てきたようなコンピューティングの潮流を踏まえたものであることが求められる。大きな潮流と異なるビジョンや戦略を策定することは危険である一方、潮流に沿って将来を考えることは企業の成長や競争力の向上に繋がる可能性があると考えられる。

ICT企業の将来ビジョン、あるいは基本的戦略は民主化、オープン化といった潮流に沿ったものであることが求められる。ICTの活用は様々な分野で進展しているが、ICT企業の提供する製品・サービスは、民主化・オープン化を促すものであることが重要となる。例えば、これまでコンピューティングを活用することができなかったような地域や階層の人達は数多いだろうが、ICT企業には、これらの人々が容易に使える製品を生み出すことが求められている。また、サービスはできるだけ多くのヒトに対して開放的に提供されるべきだろう。当然、多くのヒトが参加できないようなプラットフォームの構築は、今後も成功する可能性

が少ないと考える。

また、コンピューティングを活用すること自体があらゆる場面で民主化、オープン化を促すため、ICTビジネス以外の産業も民主化、オープン化が進展する可能性が高いと思われる。例えば、教育や医療、農業といった、限られたヒトがproprietaryなネットワークの中で活動してきた産業においては、コンピューティングによって、既存の秩序が崩れる可能性がある。

こうした産業においては、コンピューティングを活用して、民主化やオープン化が進展することにより、業界内、あるいは企業内における既存の秩序を破壊することを嫌う場合が多いだろう。しかし、本稿で考察してきたように、コンピューティング自体が民主化、オープン化を促すものであることを考えれば、ICT企業はこうした産業に対しても、コンピューティングによる「民主化」「オープン化」を販売するべきであろう。

一方で、既存のICT企業は、民主化、オープン化されるコンピューティングの最前線に自らが位置していることを忘れてはならない。ICT関連製品、サービスの供給者は最もこの影響を受けやすい。実際、ICT産業のリーディングカンパニーの多くは、ベンチャー企業であった。そして、近年では起業コストの低下、更には子供向けプログラミング教育の進展などが、ICT分野における起業を容易にしつつある。つまり、大企業だけでなく、様々なICT供給者も民主化・オープン化によって、大きく変化しつつあるのである。

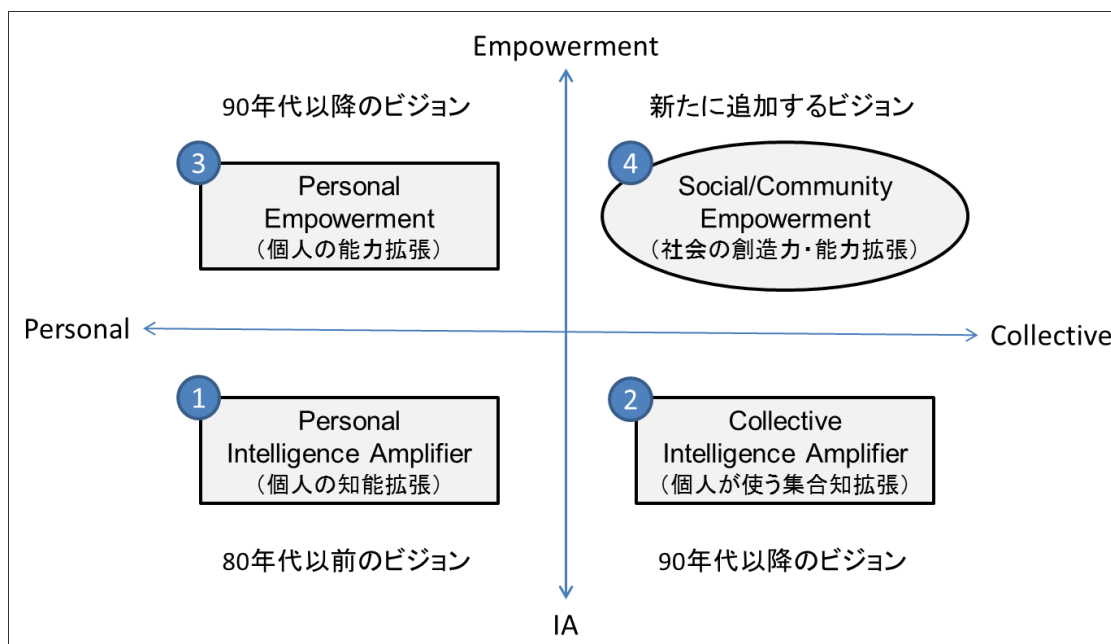
1990年代以降に生まれたコンセプトからは、コンピューティングを通じて、ヒトができることが急速に拡大し、消費のあり方や働き方をも激変させる可能性が示唆される。1980年代以前に予測されたICTの潮流は普遍であるものの、その流れは速くなり、結果的に過去の予測を大きく超えていると思われる。民主化とオープン化の相乗効果が生み出す世界では、個人のエンパワーメントの拡大が加速しており、これは今後も続くと考えた方がよいだろう。このようなことから考えれば、ICT企業は、コンピューティングを通じた、人間のあらゆる機能の拡張を視野に入れたビジネスを行うことが重要になるのではないだろうか。

## 6. コンピューティングの将来像

本稿ではIntelligence Amplifierを最初に取り上げた。第2章のビジョナリーが考えたIAとは、コンピュータがネットワークに接続された環境を想定したとしても、あくまでも個人の知能を中心とする”Personal Intelligence”のAmplify（個人の知能拡張）の実現といえる。これまでみてきたように、IAから個人レベルの様々な能力を拡張できるPersonal Empowermentに拡大している。その一方で、個人だけでなく、集団・コミュニティの力についてもコンピューティングの支援が可能でもある。この支援は、既に述べてきたように、ネットワーク化の効果を最大限に引き出すことで実現すると考えられる。本章では、これまで見てきた、IAとエンパワーメントに加えて、個人と集団・コミュニティとの観点を追加して、ヒトを支援する今後のコンピューティングの方向性の概略を考える。

最初に語られたのが”Personal Intelligence Amplifier”としてのコンピューティングであった。ネットワーク化が進展し、個人が集団の知の活用、その知の拡張を支援する”Collective Intelligence Amplifier”、あるいは個人の様々な能力を拡張する”Personal Empowerment”を支援するコンピューティングへ拡大してきた。今後は、新たに集団・コミュニティの様々な能力を拡張する”Social/Community Empowerment”を支援することが加わる（図表 9）。

図表 9 今後のビジョンの方向性



(出所) 富士通総研作成

コンピューティングは、コンピューティングの民主化やオープン化が急速に拡大し、時間や空間を超えて、個人レベルで集団の知（"Collective Intelligence"）やコラボレーションの活用の拡大を支援している。これらは、Collective Intelligence Amplifierとしてのコンピューティングと呼べる。そして、人々がネットワーク化された知の蓄積を活用して、ヒト同士が新たな知を創出することも拡大している。今後は、ヒトが設定した「問題」にコンピューティングを活用して「答え」を出すだけでなく、問題を設定することにコンピュータが関与し、コンピューティングが複数の知識を利用し、新しい知を創出する能力の向上により、"Collective Intelligence Amplifier"としての機能が強化されることが考えられる。

Personal Intelligenceの拡張からPersonal Empowermentを支援する方向へ拡大する中で、最近、特に拡張・強化されているメディアとしての機能では、言語だけでなく、表情やジェスチャーのような非言語によるコミュニケーション機能を強化し、メディア機能の高度化が進む。そこでは、直観、あいまいな考え、勘などの取り込み、暗黙の認識の解釈や、行動や場面などの個人的なコンテキストの解釈によるコンピューティングの実現が考えられる。また、コミュニケーション以外にもヒトの様々な能力を拡張し、不足している能力を支援することに一層活用され、"Personal Empowerment"が実現する可能性がある。

新たに我々は、よりよい世界を実現していくために、コンピューティングをコミュニティや社会の能力拡張（"Social/Community Empowerment"）を支援することも考えることになる。Rheingold(2000)では、Rheingold(1985)で期待したような増幅されたKnowledge Communityの出現は、十分に実現されていないと書いた。ただし、既に生産やコラボ消費、あるいは政治などにおいて、社会レベルで知あるいは我々の能力拡張につながる変化が見られる。ビッグデータの新たな解析結果、社会的なコンテキストの解釈のような技術上の課題を含むコンピューティングのパラダイムの変革だけでなく、それをヒトがどのように活用するのか、制度や規範のような人工物も重要な要素となるであろう。"Empowerment"という言葉の中にはヒトがコンピューティングやネットワークに依存しないで、統治できるような意味も含まれるかもしれない。こうして、ヒトとコンピュータの長所が融合した、真の両者の共生が実現して、ヒトは、社会や集団の知や創造力、他の能力を拡張することができるようになると思われる。

## 7. 今後の研究課題

本章ではこれまでの検討を踏まえ、今後の研究課題を指摘して本稿の締めくくりとする。本稿ではまず、ビジョナリー達が考えたビジョンの大きな潮流として、コンピューティングの民主化とオープン化を抽出した。続く第3章において、最近のビジョナリー達が現実起こった事象を踏まえて具体的なコンセプトとして、集合知やコラボレーションの進展、モノ同士のコミュニケーションを含むヒトとモノが広範に接続される世界が実現すること、あるいは、ビジネス分野においては、ニッチ市場の拡大や無料経済のような企業ビジネスモデルの変革、あるいはシェアやコラボ消費のような消費者側の行動の変化などを抽出した。

今後は、こうした潮流やコンセプトがどの程度実現されているのか、あるいは残された課題について、製品やサービスを提供する側（主に企業）とこうした製品やサービスの利用者や消費者の両方から検証し、コンピューティングの将来の洞察につなげていく必要がある。

最初にIntelligence Amplifierとしてコンピュータを取り上げたことに関して、本当に当初のIAを実現しつつあるのか等、IAの結果も考察すべきであろう。さらに、ヒトの様々な能力の拡張のためのコンピューティングの活用やその影響も見えていく必要がある。さらに、個人の力の拡張だけでなく、より良い社会を構築するために、どのようにコンピューティングを活用して社会や集団の力や知を拡張していくかも考える必要がある。

また、将来のコンピューティングに関して、ヒトの考え方、意識や行動をどのように理解し、コンピューティング（あるいはビジネスやコミュニケーション）に反映していくのかも課題であろう。この点に関しては、AIの研究者達による、ヒトの思考やヒトの心などをどのように考えてきたのかも参考になるであろう。また、これまでは、コンピュータに慣れる容易さを重視してきたが、慣れた後の使いやすさの意義ということも、ヒトとのコンピュータの関係、共生の在り方を考える上で重要な項目といえよう。

最後に、ICTがユーティリティとなった今日、社会のあらゆる分野でICTが活用されるようになった。今後のICTの将来像を洞察するためには、我々が本稿でアプローチしたような、ICTのビジョナリー達のビジョンを対象とするだけでなく、社会の色々な分野（働き方、子ども、教育等）の将来を捉える中でICTを考察していくことも必要になるであろう。

## 参考文献

Anderson, Chris (2006) *The Long Tail*, Hyperion (篠森ゆりこ訳 (2006) 『ロングテール—「売れない商品」を宝の山に変える新戦略』早川書房)

Anderson, Chris (2009) *Free: the Future of a Radical Price*, Hyperion (小林弘人監修・高橋則明訳 (2009) 『フリー〈無料〉からお金を生み出す新戦略』日本放送出版協会)

Anderson, Chris (2012) *Makers: The New Industrial Revolution*, Crown Business (関美和訳 (2012) 『MAKERS—21世紀の産業革命が始まる』NHK出版)

Ashby, William Ross (1956) *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall

Barnes, Susan B. (1997) “Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing”, *IEEE Annals of the History of Computing*, Vol.19, No.3, pp.16-26

Barnes, Susan B. (2007) “Alan Kay: Transforming the Computer into a Communication Medium”, *IEEE Annals of the History of Computing*, April-June, pp.18-30

Bardini, Thierry (2000) *Bootstrapping: Douglas Engelbart, coevolution, and the origin of personal computing*, Stanford University Press (森田哲訳 (2002) 『ブートストラッパー人間の知的進化を目指して』コンピュータ・エージ)

Botsman, Rachel and Roo Rogers (2010) *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*, Harper Business (小林弘人監修、関美和訳 (2010) 『シェア〈共有〉からビジネスを生み出す新戦略』日本放送出版協会)

Brand, Stewart (1987) *The Media Lab: Inventing the Future at M.I.T.*, Viking Adult (室謙二・麻生九美訳 (1988) 『メディアラボ—「メディアの未来」を創造する超・頭脳集団の挑戦』福武書店)

Bush, Vannevar (1945) "As We May Think", *The Atlantic Monthly*, Vol.176 No. 1 (July), pp.101-108 (「われわれが思考するごとく」西垣通編著訳 (1997)『思想としてのパソコン』NTT 出版 pp.65-89)

Campbell-Kelly, Martin and William Aspray (1996) *Computer: a history of the information machine*, Harper Collins (山本菊男訳 (1999)『コンピュータ 200 年史—情報マシーン開発物語—』海文堂出版)

Carr, Nicholas (2008) *The Big Switch: Rewiring the world, From Edison To Google*, WW Norton & Co. (村上彩訳 (2008)『クラウド化する世界』翔泳社)

Ceruzzi, Paul E. (2003) *A History of Modern Computing*, MIT Press (宇田理・高橋清美監訳 (2008)『モダン・コンピューティングの歴史』未来社)

Crevier, Daniel (1993) *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence*, Basic Books

Davidow, William H. (2011) *Overconnected: The Promise and Threat of the Internet*, Delphinium (酒井泰介訳 (2012)『つながりすぎた世界』ダイヤモンド)

Dertouzos, Michael (2001) *The Unfinished Revolution*, Harper Business (栗原潔訳 (2001)『MIT コンピュータサイエンス・ラボ所長ダートウズス教授の IT 学講義』翔泳社)

Dreyfus, Hubert L. (2001) *On the Internet (Thinking in Action)*, Routledge (石原孝二訳 (2002)『インターネットについて—哲学的考察』産業図書)

Engelbart, Douglas C. (1963) "A Conceptual Framework for the Augmentation of Men's Intellect", Howerton, Paul W. and David C. Weeks (ed.), *Vistas in Information Handling*, Spartan Books, pp.1-29 (「ヒトの知能を補強増大させるための概念フレームワーク」西垣通編著訳 (1997)『思想としてのパソコン』NTT 出版 pp.149-189)

Evans, Philip and Thomas S. Wurster (1999) *Blown to Bits: How the New Economics of Information Transforms Strategy*, Harvard Business School Press (ボストンコンサル

ディンググループ訳 (1999) 『ネット資本主義の企業戦略—ついに始まったビジネス・デコンストラクション』ダイヤモンド)

Gansky, Lisa (2010) *The Mesh: Why the Future of Business Is Sharing*, Portfolio Hardcover (実川元子訳 (2010) 『メッシュ すべてのビジネスは〈シェア〉になる』徳間書店)

Gates, Bill (1995) *The Road Ahead*, Penguin Books (西和彦訳 (1995) 『ビル・ゲイツ未来を語る』アスキー出版局)

Gates, Bill (1996) *The Road Ahead (Completely revised and up-to-date)*, Penguin Books (西和彦訳 (1997) 『ビル・ゲイツ未来を語る アップデート版』アスキー出版局)

Gershenfeld, Neil (1999) *When Things Start to Think*, Hodder & Stoughton (中俣真知子訳 (2000) 『考える「もの」たち—MIT メディア・ラボが描く未来』毎日新聞社)

Gershenfeld, Neil (2005) *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop — from Personal Computers to Personal Fabrication*, Basic Books (田中浩也監修、糸川洋訳 (2012) 『Fab —パーソナルコンピュータからパーソナルファブリケーションへ』オライリージャパン)

Gilder, George (2000) *TELECOSM: How Infinite Bandwidth Will Revolutionize Our World*, Free Press (葛西重夫訳 (2001) 『テレコズム：ブロードバンド革命のビジョン』ソフトバンククリエイティブ)

Gillmor, Dan (2004) *We the Media: Grassroots Journalism by the People, for the People*, O'Reilly Media (平和博訳 (2005) 『ブロッグー世界を変える個人メディア』朝日新聞社)

浜野保樹 (1992) 「評伝アラン・ケイ—本当の予知能力とは何か」浜野保樹監修、鶴岡雄二訳 (1992) 『アラン・ケイ』アスキー pp.170-217

Hamel, Gary (2000) *Leading The Revolution*, Harvard Business School Press



Hiltzik, Michael A. (1999) *Dealers of Lightning: Xerox PARC and the Dawn of the Computer Age*, Harper Business (鴨澤真夫訳 (2001)『未来をつくった人々—ゼロックス・パロアルト研究所とコンピュータエイジの黎明』毎日コミュニケーションズ)

Jarvis, Jeff (2011) *Public Parts: How Sharing in the Digital Age Improves the Way We Work and Live*, Simon & Schuster (小林弘人監修、関美和訳 (2011)『パブリック—開かれたネットの価値を最大化せよ』NHK 出版)

Kay, Alan (1977) "Microelectronics and the Personal Computer", *Scientific American*, September, pp.231-244 (「マイクロエレクトロニクスとパーソナル・コンピュータ」浜野保樹監修、鶴岡雄二訳 (1992)『アラン・ケイ』アスキー pp.61-91)

Kay, Alan and Adele Goldberg(1977) "Personal Dynamics Media", *IEEE Computer*, Vol.10 No.3, pp.31-41 (「パーソナル・ダイナミック・メディア」浜野保樹監修、鶴岡雄二訳 (1992)『アラン・ケイ』アスキー pp.31-59)

Kay, Alan (1983) "Learning vs. Teaching with Educational Technologies", *EDUCOM Bulletin*, Fall/Winter, pp.16-20 (「教育技術における学習と教育の対立」浜野保樹監修、鶴岡雄二訳 (1992)『アラン・ケイ』アスキー pp.121-144)

Kay, Alan (1984) "Computer Software", *Scientific American*, Vol.251 No.3, pp.41-47, (「コンピュータ・ソフトウェア」浜野保樹監修、鶴岡雄二訳 (1992)『アラン・ケイ』アスキー pp.93-120)

Kay, Alan (1993) "The Early History of Smalltalk", *ACM SIGPLAN Notices*, Vol. 38 No. 3 (Mar), pp.69-95

Kelly, Kevin (1998) *New Rules for the New Economy: 10 Radical Strategies for a Connected World*, Viking Adult (酒井泰介訳 (1999)『ニューエコノミー勝者の条件—インターネット時代のマーケティング 10 則』ダイヤモンド)

Kita, (Ishikawa) Chigusa (2003) "J.C.R. Licklider's Vision for the IPTO", *IEEE Annals of the History of Computing*, July–September, pp.62-77

公文俊平 (2001) 「『テレコズム』解説」 葛西重夫訳 (2001) 『テレコズム：ブロードバンド革命のビジョン』 ソフトバンククリエイティブ pp.406-421

Kurzweil, Ray (2005) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*, Viking Adult (井上健監訳、小野木明恵・野中香方子・福田実共訳 (2007) 『ポスト・ヒューマン誕生—コンピュータが人類の知性を超えるとき』 NHK 出版)

Laurel, Brenda (1991) *Computers as Theatre*, Addison-Wesley (遠山峻征訳 (1992) 『劇場としてのコンピュータ』 トッパン)

Levine, Rick, Christopher Locke, Doc Searls and David Weinberger (2000) *The Cluetrain Manifesto*, Perseus Books (倉骨彰訳 (2001) 『これまでのビジネスのやり方は終わりだ—あなたの会社を絶滅恐竜にしない 95 の法則』 日本経済新聞社)

Li, Charlene and Josh Bernoff (2008) *Groundswell, Expanded and Revised Edition: Winning in a World Transformed by Social Technologies*, Harvard Business School Press (伊東奈美子訳 (2008) 『グラウンズウェル—ソーシャルテクノロジーによる企業戦略』 翔泳社)

Licklider, J.C.R. (1960) "Man-Computer Symbiosis", *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, volume HFE-1 March, pp.4-11 (「ヒトとコンピュータの共生」 西垣通編著訳 (1997) 『思想としてのパソコン』 NTT 出版 pp.127-148)

Licklider, J.C.R. (1965) *Libraries of the future*, MIT Press (「未来の図書館 (抄録)」 石川千秋監訳、近藤智幸訳 (2000) 『電網新世紀—インターネットの新しい未来』 パーソナルメディア pp.64-78)

Licklider, J.C.R. and Robert Taylor (1968) "The Computer as a Communication Device", *Science and Technology*, no.76, (Apr), pp.21-31

Markoff, John (2005) *What the Dormouse Said: How the Sixties Counterculture Shaped the Personal Computer Industry*, Viking Adult (服部桂訳 (2007) 『パソコン創世「第3の神話」—カウンターカルチャーが育んだ夢』 NTT 出版)

McCartney, Scott (1999) *Eniac: The Triumphs and Tragedies of the World's First Computer*, Walker & Company (日暮雅通訳 (2001) 『エニアクー世界最初のコンピュータ開発秘話』 パーソナルメディア)

McCorduck, Pamela (1979) *Machines Who Think*, W. H. Freeman and Co. (黒川利明訳 (1983) 『コンピュータは考えるー人工知能の歴史と展望』 培風館)

McLuhan, Marshall (1964) *Understanding Media: The Extensions of Man*, McGraw-Hill (栗原裕・河本仲聖訳 (1987) 『メディア論ー人間の拡張の諸相』 みすず書房)

Mitchell, William J. (1995) *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*, MIT Press (掛井秀一・田島則行・仲隆介・本江正茂訳 (1996) 『シティ・オブ・ビット』 彰国社)

Mitchell, William J. (2003) *Me++: The Cyborg Self and the Networked City*, MIT Press (渡辺俊訳 (2006) 『サイボーグ化する私とネットワーク化する世界 ME++』 NTT 出版)

Minsky, Marvin (1986) *The Society of Mind*, Simon & Schuster (安西祐一郎訳 (1990) 『心の社会』 産業図書)

溝口文雄 (1990) 『人工知能の研究者たち』 共立出版

Moore, Geoffrey A. (1999) *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers*, Harper Business (川又政治訳 (2002) 『キャズム』 翔泳社)

Moss, Frank (2011) *The Sorcerers and Their Apprentices: How the Digital Magicians of the MIT Media Lab Are Creating the Innovative Technologies That Will Transform Our Lives*, Crown Business (千葉敏生訳 (2012) 『MIT メディアラボ 魔法のイノベーション・パワー』 早川書房)

Negroponte, Nicholas P. (1995) *Being Digital*, Alfred A .Knopf (西和彦監訳、福岡洋一訳 (1995) 『ビーイング・デジタル』 アスキー)

Nelson, Theodor H. (1977) *The Home Computer Revolution* (自費出版) (西順一郎監訳、吉田久夫・志水理男訳 (1980) 『ホームコンピュータ革命』 ソーテック社)

Nelson, Theodor H. (1980) "Interactive Systems and the Design of Virtuality", *Creative Computing*, Vol.6 No.11 (Nov.) pp.56-62 and Vol.6 No.12 (Dec.) pp.96-106 (「インタラクティブ・システムとバーチャリティ設計」西垣通編著訳 (1997) 『思想としてのパソコン』 NTT 出版 pp.191-228)

Nelson, Theodor H. (1981) *Literary Machines* (自費出版) (竹内郁雄・斉藤康己監訳、ハイテクノロジー・コミュニケーションズ翻訳 (1994) 『リテラリーマシン』 アスキー)

西順一郎 (1980) 「『ホームコンピュータ革命』 訳者まえがき」西順一郎監訳、吉田久夫・志水理男訳 (1980) 『ホームコンピュータ革命』 ソーテック社 pp.iii-vii)

西垣通 (1997) 『思想としてのパソコン』 NTT 出版

Norman, Donald A. (1990) 「ユーザーインターフェースは役に立たない」ブレンダ・ローレル編、上条史彦訳 (2002) 『ヒューマンインターフェースの発想と展開—人間のためのコンピューター』ピアソン・エデュケーション pp.170-182

Norman, Donald A. (1998) *The Invisible Computer: Why Good Products Can Fail, the Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution*, MIT Press (岡本明・安村通晃・伊賀聡一郎訳 (2009) 『インビジブルコンピューター—PC から情報アプライアンスへ』新曜社)

大橋正和 (2002) 「『ブートストラッパー人間の知的進化を目指して』解説」森田哲訳 (2002) 『ブートストラッパー人間の知的進化を目指して』コンピュータ・エージ pp.447-455

Oinas-Kukkonen, Henry (2007) "From Bush to Engelbart: 'Slowly, Some Little Bells Were Ringing'", *IEEE Annals of the History of Computing*, April-June, pp.31-39

O'Reilly, Tim (2005) "What Is Web2.0 Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software" (<http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>, [http://japan.cnet.com/sp/column\\_web20/20090039/](http://japan.cnet.com/sp/column_web20/20090039/))

Papert, Seymour (1980) *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*, Basic Books (奥村貴世子訳 (1995) 『マインドストームー子供、コンピューター、そして強力なアイデア』未来社)

Quéau, Philippe (1994) "Alerte: leurre virtuels", *Le Monde Diplomatique*, fevrier, p.28 (「警鐘バーチャルの罠ーバーチャル画像技術のもたらすもの」西垣通編著訳 (1997) 『思想としてのパソコン』NTT 出版 pp.271-280)

Quéau, Philippe (1995) "Qui contrôlera la cyber-économie?", *Le Monde Diplomatique*, fevrier, pp.16-17 (「誰が未来のサイバー・エコノミーを統御するのかー通信技術における新たな争点」西垣通編著訳 (1997) 『思想としてのパソコン』NTT 出版 pp.280-290)

Rheingold, Howard (1985) *Tools For Thought: The People and Ideas behind the Next Computer Revolution*, Simon & Schuster (栗田昭平監訳、青木真美訳 (1987) 『思考のための道具 異端の天才たちはコンピュータに何を求めたか?』パーソナルメディア)

Rheingold, Howard (2000) *Tools For Thought revised edition: The history and Future of Mind-Expanding Technology*, MIT Press (日暮雅通訳 (2006) 『新・思考のための道具 知性を拡張するためのテクノロジーーその歴史と未来』パーソナルメディア)

Rogers, Everett M. (2003) *Diffusion of Innovation (Fifth ed.)*, The Free Press

Rosenbaum, Steven (2011) *Curation Nation: How to Win in a World Where Consumers are Creators*, McGraw-Hill (田中洋監訳、野田牧人訳 (2011) 『キュレーション 収集し、選別し、編集し、共有する技術』プレジデント社)

Russell, Stuart J. and Peter Norvig (2010) *Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.)*, Prentice Hall

Scoble, Robert and Shel Israel (2006) *Naked Conversations: How Blogs Are Changing the Way Businesses Talk with Customers*, Wiley (酒井泰介訳 (2006) 『ブログスフィアーアメリカ企業を変えた 100 人のブロガーたち』日経 BP)

Seely Brown, John and Paul Duguid (2000) *The Social Life of Information*, Harvard Business School Press (宮本喜一訳 (2002) 『なぜ IT は社会を変えないのか』 日本経済新聞社)

Standage, Tom (1998) *The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's on-Line Pioneers*, Walker & Co (服部桂訳 (2011) 『ヴィクトリア朝時代のインターネット』 NTT 出版)

Stefik, Mark (1996) *Internet Dreams: Archetypes, Myths, and Metaphors*, MIT Press (石川 千秋、近藤智幸訳 (2000) 『電網新世紀』 パーソナルメディア)

Surowiecki, James (2004) *The Wisdom of Crowds*, Doubleday (小高尚子訳 (2006) 『「みんなの意見」は案外正しい』 角川書店)

Tapscott, Don and Anthony D. Williams (2006) *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*, Portfolio Hardcover (井口耕二訳 (2007) 『ウィキノミクス マスコラボレーションによる開発・生産の世紀へ』 日経 BP)

Teece, David J. (1986) "Profiting from Technological Innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy", *Research Policy*, Vol.15 No.6 December, pp.285-305

Toffler, Alvin (1980) *The Third Wave*, Bantam Books (徳岡孝夫訳 (1980) 『第三の波』 日本放送出版協会)

Turing, Alan M. (1950) "Computing machinery and intelligence", *Mind*, Vol.59, pp.433-460 (「コンピュータと知能」西垣通編著訳 (1997) 『思想としてのパソコン』 NTT 出版 pp.91-126)

Utterback, James M. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press (大津正和・小川進訳 (1998) 『イノベーション・ダイナミクス—事例から学ぶ技術戦略』 有斐閣)

von Hippel, Eric (2005) *Democratizing Innovation*, MIT Press (サイコム・インターナショナル訳 (2005) 『民主化するイノベーションの時代』ファーストプレス)

Whorf, Benjamin Lee (1956) *Language, Thought, and Reality: Selected Writings of Benjamin Lee Whorf*, edited by J.B. Carroll, MIT Press

Wiener, Norbert (1961) *Cybernetics, Second Edition: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT Press (池原止戈夫・彌永昌吉・室賀三郎・戸田巖訳 (2011) 『サイバネティックス——動物と機械における制御と通信』岩波書店)

Wiggins, Robert R. and Timothy W. Ruefli (2002) "Sustained Competitive Advantage: Temporal Dynamics and the Incidence and Persistence of Superior Economic Performance", *Organization Science*, Vol. 13 No. 1 (January-February), pp.82-105

Winograd, Terry (1988) "A Language/Action Perspective On The Design Of Cooperative Work", Greif, Irene (ed.), *Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings*, Morgan-Kaufmann, pp.623-653 (「協調活動の設計における言語／行為パースペクティブ」西垣通編著訳 (1997) 『思想としてのパソコン』NTT出版 pp.229-270)

Zittrain, Jonathan (2008) *The Future of The Internet - And How to Stop It*, Yale University Press (井口耕二訳 (2009) 『インターネットが死ぬ日 そして、それを避けるには』早川書房)

## 研究レポート一覧

No.407	ビジョンの変遷に見るICTの将来像	Innovation and Technology Insight Team	(2013年6月)
No.406	インドの消費者・小売業の特徴と日本企業の可能性	長島 直樹	(2013年4月)
No.405	日本における再生可能エネルギーの可能性と課題 ーエネルギー技術モデル(JMRT)を用いた定量的評価ー	濱崎 博	(2013年4月)
No.404	System Analysis of Japanese Renewable Energy	Hiroshi Hamasaki Amit Kanudia	(2013年4月)
No.403	自治体の空き家対策と海外における対応事例	米山 秀隆	(2013年4月)
No.402	医療サービス利用頻度と医療費の負担感について 高齢者の所得と医療需要、負担感に関するシミュレーション	河野 敏鑑	(2013年4月)
No.401	グリーン経済と水問題対応への企業戦略	生田 孝史	(2013年3月)
No.400	電子行政における外字問題の解決に向けて ー人間とコンピュータの関係から外字問題を考えるー	榎並 利博	(2013年2月)
No.399	中国の国有企業改革と競争力	金 堅敏	(2013年1月)
No.398	チャイナリスクの再認識 ー日本企業の対中投資戦略への提言ー	柯 隆	(2012年12月)
No.397	インド進出企業の事例研究から得られる示唆	長島 直樹	(2012年10月)
No.396	再生可能エネルギー拡大の課題 ーFITを中心とした日独比較分析ー	梶山 恵司	(2012年9月)
No.395	Living Lab(リビングラボ) ーユーザー・市民との共創に向けてー	西尾 好司	(2012年9月)
No.394	ドイツから学ぶ、3.11後の日本の電力政策 ～脱原発、再生可能エネルギー、電力自由化～	高橋 洋	(2012年6月)
No.393	韓国企業の競争力と残された課題	金 堅敏	(2012年5月)
No.392	空き家率の将来展望と空き家対策	米山 秀隆	(2012年5月)
No.391	円高と競争力、空洞化の関係の再考	米山 秀隆	(2012年5月)
No.390	ソーシャルメディアに表明される声の偏り	長島 直樹	(2012年5月)
No.389	超高齢未来に向けたジェロントロジー(老年学) ～「働く」に焦点をあてて～	河野 敏鑑 倉重佳代子	(2012年4月)
No.388	日本企業のグローバルITガバナンス	倉重佳代子	(2012年4月)
No.387	高まる中国のイノベーション能力と残された課題	金 堅敏	(2012年3月)
No.386	BOP市場開拓のための戦略的CSR	生田 孝史	(2012年3月)
No.385	地域経済を活性化させるための新たな地域情報化モデル ー地域経済活性化5段階モデルと有効なIT活用に関する研究ー	榎並 利博	(2012年2月)
No.384	組織間の共同研究活動における地理的近接性の意味 ー特許データを用いた実証分析ー	齊藤有希子	(2012年2月)
No.383	企業集積の効果 ーマイクロ立地データを用いた実証分析ー	齊藤有希子	(2012年2月)

<http://jp.fujitsu.com/group/fri/report/research/>

研究レポートは上記URLからも検索できます





**富士通総研 経済研究所**

〒105-0022 東京都港区海岸1丁目16番1号 (ニューピア竹芝サウスタワー)  
TEL.03-5401-8392 FAX.03-5401-8438  
URL <http://jp.fujitsu.com/group/fri/>