

画像情報技術分野におけるイノベーション —技術の社会的役割を考える—

山之内 昭夫

1. 序 論
2. コミュニケーション・メディアの変革
3. 人々の生活と思考を変えた発明
4. 三大発明とF. ベーコンの思想
5. グーテンベルグの印刷術と宗教改革にみる情報革新
6. 映像・印刷・通信の各情報技術分野の変遷
7. 情報の技術文化史的な変遷
8. 技術の社会的役割の変遷
9. 疾走する科学技術文明の光と影
10. 結 言

1. 序 論

1993年から8年間に亘る大東文化大学・経済学部（現・経営学部）のキャンパス・ライフの終焉に際して、表題の論述を自らの一つのモニュメントとしてまとめることとした。以下、その背景について先ず触れて置きたいと思う。

論者が社会人として出立したのは1952年（昭和27年）であったが、以来現在に至る約半世紀の間、一貫して“技術”と向かい合ってきた。その四分之三の期間は産業人として、残余の四分の一は大学人としてである。長期に亘ってかかわってきた“技術”の内容は2つの領域に大別される。その第一は、研究・技術開発の技術者、またはマネジャとしてかかわったイメージング・テクノロジーである。産業人としては、専ら写真・精密機器業界に身を置き、

- i) 銀塩写真カメラ—映像機器
- ii) 電子写真複写機—電子映像機器
- iii) ファクシミリ送受信機—画像通信機器
- iv) コンピュータ用プリンター—電子印刷機器

以上の4つの何れも画像情報機器分野の研究・技術開発に携わってきた。とくに、そのうちで画像情報記録技術を専門分野としてきた。因みに論者の学位論文（1976年、東工大）は、ii)、iii)、iv) に応用される有機光半導体の増感法に関する研究をまとめたものである。

“技術”の第2の領域は技術マネジメント論（Management of Technology）である。狭義には研究開発管理論であるが、企業経営における研究・技術開発の使命・役割を問う技術経営がその立場である。論者は「技術経営とは、技術がかかわる企業経営の創造的、かつ戦略的なイノベーションのマネジメントである」との定義を与え、1986年以降論を展開してきた。^{1), 2)}

これらの2つの“技術”の領域について、第1の領域に関しては1952年～1976年の四分の一

世紀、第2の領域については1977年から現在に至る四分の一世紀の間、それぞれかかわってきたことになる。なお、この間企業実務家から大学人へ、そして自然科学系から社会科学系へと、いわば転進をしてきた結果が論者の現在の姿といえる。

さて、1990年代に入り、デジタル経済、IT（情報通信技術）革命、第3次産業革命なる言葉をしばしば耳にし、また肌身に実感するようになってきている。しかし、情報技術の歴史は最近始まったのではなくて結構古く、1960年代に始まっていたことに気付く。電子計算機をシステムとして構成するという今日的な考えは、1960年代前半にスタートしている。電子計算機の単体利用を脱して、多目的、かつ多方面の利用に供していくというシステムの構想が生まれてきた。電子計算機本体の内部技術がIC、LSIを含め日進月歩に進展していく過程の中で、単体的な設計思想では費用的にも背負い切れない環境が生まれてきたといえる。そして、ファミリー・コンセプトとしてIBM360（1964）、IBM370シリーズ（1970）など第3世代の電子計算機時代へシフトしていく。この間、コンピュータのプログラム言語はIBMのFortran（1956）に始まり、COBOL、APL、LISP、BASIC、PL/1、PROLOG等と1960年代次々と進展した。1970年代にはエキスパート・システム、パーソナル・コンピュータの出現となり、1980年代に並列処理と人工知能（AI）が注目され、またニュー・メディア時代と喧伝された。このように1960年代以降、世界の先進地域を中心に、コンピュータ・システムは確実に進展したが、ニュー・メディアや1990年代に入ってからマルチメディアのブーム的論議が一過性に終わっていることにも留意が必要である。そして、いまIT革命が声高に叫ばれているが、その意味する本質的な部分を十分に理解する必要があるように思う。

ここで重要なことは、1960年代から1990年代半ばに至る間の情報技術が取り扱ってきた情報は主としてデータであり、コンピュータ・システムに乗せ得るように記号化された形式情報に限定されてきた。いま、世界的に注目されているIT革命は先に述べた在来型の情報技術とは異なり、人々の生活の仕方、仕事の仕方、戦い方や守り方、そして自らの癒し方などいわゆる新しい人間環境を創造する可能性に期待がかけられている点にあると思われる。その人間を含め生物が処理できる情報は大半がアナログ情報である。人間は特殊な動物であって数を扱い、計算することがあるレベルまでは可能であるが、生物の身体はすべてアナログであり、身に迫る危険への認知能力を含め、パターン認識能力はとくに優れていると考えられる。人間の相互のコミュニケーションはその80%以上が、視覚情報に依存していると言われている。したがって、人間にとって望ましい情報処理は映像情報・音声情報・画像情報の処理が可能でなければならない。ニュー・メディアやマルチメディアが有望視されながら期待外れに終わっている原因を考えると、一つはパソコンがビジネス・ユース中心のため一般の人々には難しい点があろう。今後デジタル・テレビやゲーム端末、モバイル端末とかCATV端末等の多様な機器が開発され、普及することによって、家電機器感覚の操作が可能となり、パソコンの難しさの解決と共にイメージ情報も容易に取扱えるようになると予測される。もう一つの要因は情報インフラの整備不足があげられる。ISDN回線を情報サイトに引かずに一般電話回線を利用する場合には、せいぜい29～58キロビット/秒の水準であり、動画や映像の処理は困難である。現在、地上波のテレビ放送はアナログ方式であるが、概算すると数十メガビット/秒に対応する情報量を送っており、多様な映像を楽しむためには、地上波・衛星波を含むデジタル・テレビの

インフラ構築が待たれるのである。このような障壁を乗り越えて真の意味でのデジタル社会が形成されるように思う。

デジタル化社会ではデジタル衛星放送や携帯電話等を含め、これまでのITと決定的に異なるのはイメージ情報を伝える点にある。したがって、21世紀へのデジタル・ネットワーク社会の主役はイメージであるといえる。これまでのデジタル世界はアナログタイプの人間に否応なしにキーボードを強制し、記号化情報中心の情報処理に限定するいわば冷たいイメージの世界であった。これからのデジタル社会がイメージが主役となれば、人間にとって冷たくないなじみ易い世界であろう。デジタル化は実はイメージ情報が伝え易く、記録し易く、また編集し易くするイメージ社会の提供が可能となるのである。デジタル情報通信ネットワークを通じて、オーディオ・ビジュアルの多様な情報を自由に受信・発信することができるようになる。在来の情報技術は産業・企業の効率化に大きく貢献してきたが、それらの効果に加えて人間が本来もつ感性を十分に発揮でき、わくわくすることができるような情報処理が期待もされ、また現実に可能となりつつあると思われる。

21世紀へ向けてのIT革命を以上のように捉えたとき、論者が半世紀に亙る社会人生活の前半の25年間に経験した画像情報技術分野について、改めて史的な変遷を現時点において整理して見ることは意義あることであると考えた。元より、論者の過去の経験と来るべきイメージが主役の情報社会形成との間に直接の因果関係は存在しないし、偶然に巡ってきた時の流れと捉えるべきであろう。しかし、論者にとっては偶然とはいえ興味深く思われるのである。

2. コミュニケーション・メディアの変革

論者が過去にかかわった3つの技術分野—映像技術、電子印刷技術、画像通信技術のそれぞれの史変遷については、第6章で詳しく触れることとし、ここではこれらの技術を基盤とするコミュニケーション・メディア分野に見られる近年の著しい変革の潮流について述べておこう。

そこで先ず想起されるのが、1979年から活動をスタートさせたMIT（マサチューセッツ工科大学）のメディア・ラボ（Media Lab.）である³⁾。メディア・ラボには、人工知能のマービン・ミンスキー、コンピュータ教育のシーモア・パパート、パーソナル・コンピュータ創始者のアラン・ケイ、元MIT学長のジェローム・ウィズナー、そして所長でインターフェース研究のニコラス・ネグロポンテと当時の世界的学者が集まってスタートした。ネグロポンテ教授はギリシャ人の海運業者の一族に生まれ育った当時40歳そこそこの若き俊才でメディア・ラボの創設の責任者である。彼の基本的な考え方は

「コミュニケーションのためのメディアとテクノロジーは、いままさに定義し直されようとしており、コミュニケーション・メディア全体—テレビジョン、電話、レコード、映画、新聞、雑誌、書籍、そしてこれらに関係し、それらを作り変えつつあるコンピュータ—に“収束現象”が起きている。」

というものである。彼は収束されつつあるコミュニケーション・メディアの基盤となるテクノロジーに“メディア・テクノロジー”なるコンセプトを提示した。

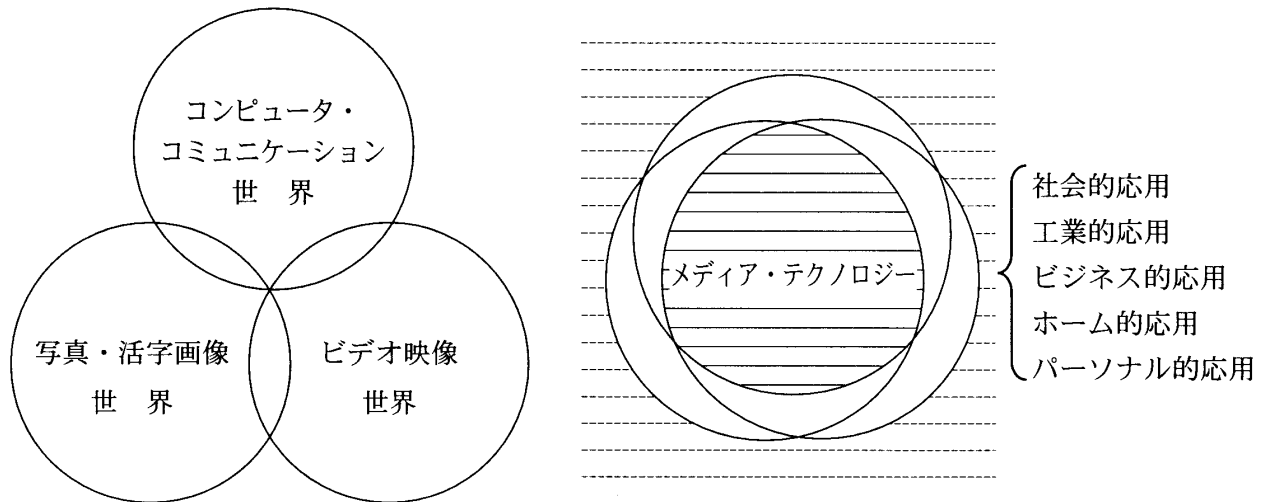
人々にとって身近であり、不可欠な存在のコミュニケーション・メディアとして、つぎの3

つが重要な領域と考えられる。

- (a) 写真・活字画像の世界
- (b) ビデオ映像の世界
- (c) コンピュータ／テレコミュニケーションの世界

(a)はダゲールおよびグーテンベルグ以来の世界であり、(b)は1936年以降に飛躍的な普及をした。そして(c)は近年もっとも革新の著しい分野である。これらの三者は本来独立的に発展してきた分野であるが、80年代に至り図1-1のように相互に重畳が見られるようになり、1990年代から21世紀へかけてその重なりは図1-2のように深くなるという予測的変革である。すなわち、深く重なった領域はもはや個別の領域と考えるべきではなく、新しいメディア・テクノロジーという領域と考えることが妥当であるという考え方である。3つの領域の融合をサポートする主な技術はデジタル・エレクトロニクス技術であると思う。この融合現象は確実に進展しつつある。そしてメディア・テクノロジーをベースとして市場的にはパーソナル市場、ホーム市場、ビジネス市場、社会市場におよび国レベルのアプリケーション市場となると思われる。このような融合をさらに促進する背景的要因として、ネットワーク社会の到来が大きく寄与すると思われる。

図1-1 メディア・テクノロジーの概念 図1-2



ネグロポンテ教授はメディア・ラボの研究活動が目指すイメージとして以下のように述べたことがある。

「あなたがたは、そのうちに左のカフス釦が人工衛星を經由して、あなたの右のカフス釦とコミュニケーションするようになっているのに気付くでしょう」

「すべてのライセンス・プレートやワイン・ラベル、値札などは小さくて平らな電子ディスプレイになるでしょう」

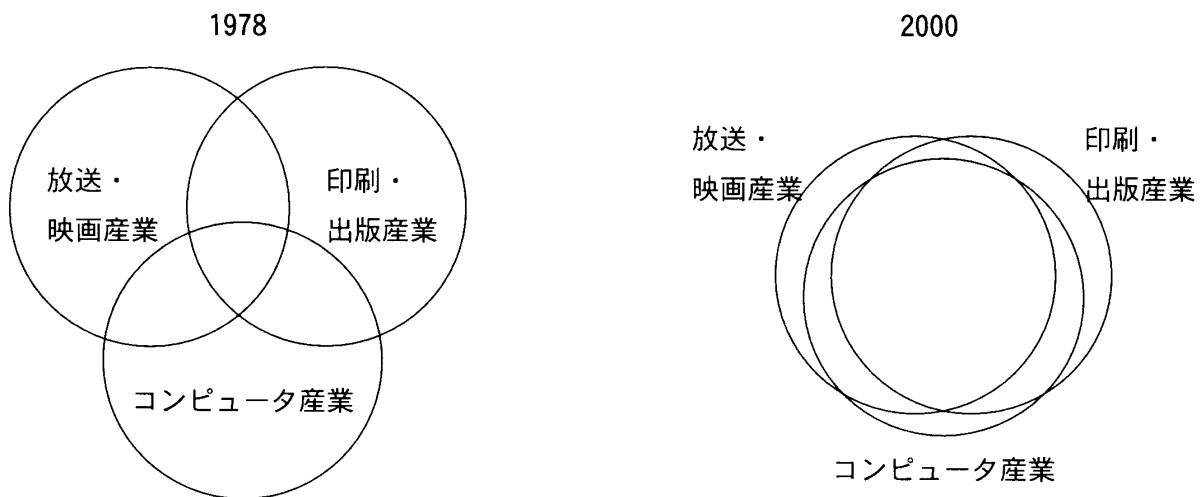
「世界が直面しているのは、光ファイバーが自転車にとって代わり、薄型ディスプレイが新聞紙に置き換わるといったものより、もっと奥深い変化なのです。モノローグは会話になり、お仕

着せのメディアはその人だけのパーソナル・メディアとなり、伝統的なマスメディアは、本質的には消滅する可能性もあるでしょう。」

一般に“世界”という言葉は、人類のコミュニケーションによって取り囲まれている世界を意味する。あるローカルな地域の人々の間で言葉が飛び交っているときには世界は一つである。しかし、貿易でひと稼ぎしようとか、信仰に燃えた宣教師たちが新しい世界に向かって出発すると様子は異なってくる。何世紀にも亙って、郵便、印刷、電信、電話などが進歩してきたが、その発展の段階ごとに世界という言葉の意味は進展するとともに、世界は変貌を遂げてきたといえる。

メディア・ラボのネグロポンテ教授は、「人間と機械との関係がどんな形態をとるにせよ、目標とするのは機械を通じたヒューマニズムの追求である。」と述べている。ネグロポンテの目標は、特別に個人化され注文通りに作られた親密なテクノロジーである。メディア・ラボが創出する装置は、通常の工業機械とは対立する。つまり、規格化された製品を対象とするのではなく、次から次へと違うものを終わりになく創出し続けることである。人類のもっとも豊かな多様性に到達するというのではなく、そのもっとも豊かな多様性から出発して、それをより深く広く押し広げようというものである。メディア・ラボは多様性のテクノロジーを創出しつつある。工業的な画一性を尊ぶ組織では、多様性のテクノロジーは受容し難いテクノロジーと考えるであろう。

図2 産業融合



1979年以来、メディア・ラボがトレードマーク的に使っているが、図2に示すように放送・出版・コンピュータ産業と示してある3つの輪は部分的に重なり合っている。これら3つの産業には、それぞれ別個に、いくつもの専門家による学・協会があり、専門誌もあり、その道のヒーローも当然存在する。異なるそれぞれの分野では、使う言葉も異なる表現を用いてきた。誰かと数分間話をしてみて、担当が「ピクセル」か「ペル」の何れを使ったかで、その人がどの世界の人間なのかが分かる。どちらも電子画像の画素のことだが、「ピクセル」はコンピュータ用語であるし、「ペル」はテレビ用語である。1978年に浅く重なり合っている3つの分野は今

後もそれぞれ成長していくと思われるが、西暦2000年の姿として示してあるように、もっとも重要なことは3つの分野が重なり合った部分がかつ将来性があるということである。これら3つの産業分野は、新しいテクノロジーの開発と発展によって、重なり合いながら一つの大きな産業となり、放送・映画・印刷・出版・コンピュータなどの産業は、その中に多様性を内包する大きなメガメディア産業となっていくと考えられる。

メディア・ラボのニコラス・ネグロポンテが、20年以前に予測したコミュニケーション・メディアの“収束現象”は実際に起こったのであろうか。1980年代にボストンのMITメディア・ラボに何度か足を運び討論したことのある論者としては感慨深いものがあるが、1990年代に入り、米国での情報スーパーハイウェイ構想の打ち上げと、大幅な規制緩和に促されてメガ電子産業が生まれてきた。すなわち、コンピュータ、通信、家電、半導体、ソフトウェア、放送、映画、出版、エンタテインメント等の融合化が起こりつつあり、以下に示す各業種が垣根を越えての合従連衡が大規模に起こりつつあるのが現実の姿である。

- i) コンピュータ関連企業（ハードウェア、ソフトウェアを含む）
- ii) 長距離電話サービス関連企業（AT&T, MCI, その他）
- iii) デジタル衛星放送関連企業（ディレクTV, アスカイB, その他）
- iv) 地上波ネットワーク関連企業（NBC, CBS, ABC, その他）
- v) エレクトロニクス関連企業（GE, Westinghouse, Sony, その他）
- vi) CATV番組提供関連企業（TBS, CNN, その他）
- vii) CATVシステム・オペレータ関連企業（コムキャスト, TCI, その他）
- viii) 映画関連企業（MGM, ディズニー, MCA, Sony Pictures, その他）
- ix) 地域電話サービス関連企業
- x) コングロマリット関連企業（タイム・ワーナー・パイアコム, その他）
- xi) その他（出版関連企業, エンタテインメント関連企業など）

わが国の現状を眺めて見ると、徐々にではあるが新しい情報産業への再構築が始まってはいるものの、スピーディ、かつダイナミックな変革には至っていないように思われるのである。

メディア・ラボのネグロポンテ教授の関心は、メディア・テクノロジーだけではなく、それらと文化との関係にあり、彼の新しい生活スタイルの創造を目指すコミュニケーション世界を変える変革への挑戦は、いま、第3次産業革命として現実のものとなりつつあるといえる。

3. 人々の生活と思考を変えた発明

— ニュー・ミレニアム記念の最近の調査 —

ニュー・ミレニアムの2000年を目前にして、1999年11月米国で興味ある調査が実施された。後に紹介するジョン・ブロックマンが自ら主宰するウェブ・サイト「エッジ」のメイリング・リストにつきのような質問を送って回答を求めた。

「過去2000年のなかで、もっとも重要な発明は何か？」

「その理由は？」

この「エッジ」は、進化生物学、遺伝学、コンピュータ・サイエンス、神経生理学、心理学、物理学等の広い分野の高名な科学者や技術者たちが、反論の出ることを前提として自分の意見

を公開し、相互に披露し合う場となることを目的としており、以下のような標語を掲げている。
「世界中の知識のエッジ（前縁）に到達することを目指し、きわめて複雑、かつ精妙な思考の持ち主を見つけ出し、彼等をひとつの部屋に集め、各自が疑問に思っていることを互いに質問し合う」

「エッジ」の主宰者ブロックマンは Brockman, Inc.の創設者であり、同社はソフトウェアエージェント、リテラシー・エージェントの役割を持っており、同氏は米国で出版、ソフトウェア分野の企画・プロデュースでは最高の人物とされている。

さて、上記の質問に対して、「エッジ」に寄せられた多数の回答の中からジョン・ブロックマンが108通の回答を選択し、2000年1月1日に全世界同時出版の形で下記のレポートが上梓された⁴⁾。

“The Greatest Inventions of the Past 2000 years”

このレポートでは、第1部「人々の生活を変えた発明」（57人の回答）と、第2部「人々の思考を変えた発明」（51人の回答）の計108通の回答が掲載され、紹介されている。本年はニュー・ミレニアム・イヤーということから、技術史関連の学協会でも同じ趣旨のシンポジウムなどが企画されているようであるが、ブロックマンの試みも一つのデータとして興味あるものである。表1に「人々の生活を変えた発明」57人の回答を一覧リストとして示した。

表－1

番号	回 答	回 答 者	摘 要
1	印刷機	ブライアン・C・グッドウィン	
2	電動モーター	ロドニ・ブルックス	
3	長距離電話	トム・スタンデージ	
4	犁（すき）	コリン・タッジ	
5	静電気をつくる機械	アーノルド・トレハブ	
6	カラベル船	アリン・アンダーソン	15世紀初期のポルトガルの帆船
7	科学の組織化	サミュエル・H・バロンデス	学会・学術誌
8	緑の革命	ジョン・R・サール	農業技術
9	電灯とアスピリン	マーク・D・ハウザー	
10	インド・アラビア計数法	ジョン・D・バロウ	
11	印刷機と魔法瓶	レオン・レーダーマン	
12	空飛ぶ機械	リチャード・ポッツ	
13	大学	パウロ・ピニャテッリ	
14	消しゴム	ダグラス・ラシュコフ	
15	テレビ	ビビアナ・グスマン	
16	グーテンベルグの印刷機	ガーニス・カーティス	
17	ピル	スーザン・ブラックモア	
18	電気の实用化	パトリック・ベイトソン	
19	水道	カール・ジマー	
20	遺伝子配列の決定法	ロバート・シャピロ	
21	クラシック音楽	ハワード・ガードナー	

22	インターネット	ロジャー・C・シャンク	
23	印刷機	ランドルフ・ネス	
24	蒸留法	ロン・クーパー	
25	テレビー配偶への影響	デービッド・バス	
26	コンピュータと原爆	ダン・スペルベル	
27	ピル、銃、水道	マリア・レポウスキー	
28	教育の普及	ロバート・R・プロバイン	
29	33年周期暦	ダンカン・スティール	実用化されなかった英国プロテスタントの周期暦
30	馬のあぶみと首あて	ピーター・タラック	
31	発明を可能にした社会構造	ジョン・C・バエズ	
32	デジタル・ビット	テレンス・J・セジノウスキー	
33	読書用眼鏡	ニコラス・ハンフリー	
34	製紙技術	クリフォード・ピックオーバー	
35	乾草	フリーマン・ダイソン	
36	電池	ダニエル・C・デネット	
37	プログラム可能なコンピュータ	ロレンス・M・クラウス	
38	レンズ	ジーノ・セグレ	
39	万能チューニング機械	ジョージ・ダイソン	
40	椅子と階段	カール・サバーク	
41	複式簿記法	ゴードン・グールド	
42	ガトリング砲	ボブ・ラフェルソン	
43	馬の家畜化	スティーブン・ブディアンスキー	
44	コンピュータ	デービッド・ヘイグ	
45	コンピュータ	ウィリアム・H・カルビン	
46	インド・アラビア計数法	V・S・ラマチャンドラン	
47	真空管	ピーター・コフラン	
48	印刷術	ヘンドリック・ハーツパーグ	
49	公開鍵暗号システム	チャールス・サイモニー	パブリック・キー暗号システム
50	ボルタ電池	ジョン・レニー	
51	麻酔	スチャアート・R・ハメロフ	
52	20世紀後半の医療	ジェームズ・J・オドネル	
53	都市	ステブン・ジョンソン	
54	籠	ジェレミ・チャーファス	モノを入れる容器
55	インド・アラビア計数法	キース・テプリン	
56	言及に値するものなし	エバハート・ツァンガー	
57	なし	ヘンリー・ワーウィック	

「人々の思考を変えた発明」の回答51通を加え、計108通の回答のうち回答が多く集まった分野は以下の6つの分野である。

コンピュータ関連分野	9件
印刷術・印刷機分野	6件
テレビ	2件
望遠鏡・レンズ	各2件

原爆	2件
インド・アラビア計数法	2件

以下、本論文が対象とする3つの画像情報技術分野毎に、もっとも重要な発明として、回答者が選択した理由の中から、とくに興味あるものを拾い出して要約を紹介することとする。

1) 映像技術分野

○ レンズ (ジーノ・セグレ)

眼鏡が最初に使われたのがいつかは不明である。14世紀のイタリアでは眼鏡はめずらしいものではなかったし、1600年には既にレンズを丹念に磨く専門の職人がいた。その技は秘密にされていた。そのうちの一人、リップルヌハイという名のオランダ人眼鏡師は、2枚のレンズを組み合わせると遠くのものが大きく見えることに気がついた。彼は2枚組レンズを使った装置をいくつか作った。1609年には、そのうちの 하나가、フィレンツェからの移住者で、パドバ大学で教えていたガリレオ・ガリレイの手に渡っていた。ガリレオはその装置一後に望遠鏡と呼ばれる一を夜空に向け、天体を観察した。彼は望遠鏡を分解し、組み立て直し、改良を施し、さらに観察を続けた。その観察結果はわれわれの世界観を変えた。太陽は自転し、金星は太陽のまわりを巡っていた。月には山や峡谷があり、木星は四つの月をもっていた。天の川は無数の星でできていた。旧来の天動説による宇宙観が間違っているのは明白だった。コペルニクスやケプラーの考えは正しかった。地球は宇宙の中心ではなかった。もはや後戻りはできない。

望遠鏡から顕微鏡までの道のりは短い。驚くに当たらないが、何れもほぼ同じ時期に発明されている。何れにせよ、両者はともに適切な2枚のレンズを正しい位置に組み合わせただけのものである。ガリレオは望遠鏡を見事に利用したが、ある種の顕微鏡も覗いてみた。ヒツジ程の大きさのハエや、岩のような見える埃の粒を見たが、それをどう利用すればよいのかわからなかった。1665年、ロバート・フックは“ミクログラフィ”というベストセラーを出版した。この本には、フックが顕微鏡で観察したものを描いた美しい図版がいくつも掲載されていた。ハエの目、バラの葉についたカビ、シラミの姿など。何れもなかなかきれいだ。それだけのことで終わった。顕微鏡という道具は問題を探し求めていた。やがて問題が生じてきた。それは生命の起源を理解することに外ならなかった。この問題が焦点を結んだのは、1678年にアントニー・ファン・レーウェンフックが500倍に近い倍率を得られるレンズを作ったときである。その時点で、あるひとつの豊かな下部構造の全貌が明らかになってきた。ひとしずくの池の水には、小さな極微動物がうようよと泳ぎまわっていることがわかった。ファン・レーウェンフックはバクテリアを発見したのだ。彼の観察したものの意味が真に理解されるには、200年の歳月が必要だったが、天の川が多数の銀河系の一つに過ぎないことが理解されるのには、300年かかった。

○ レンズ (スティーブン・ピンカー)

レンズは時間と室内におけるわれわれの視覚能力を拡張する。レンズがなければ、光学望遠鏡はなかっただろうから、惑星や太陽系、銀河系、宇宙の本質に関する近代の概念は生まれなかった。光学顕微鏡もなかっただろうから、微生物や細胞、染色体、遺伝子、脳に関する近代の概念は生まれなかった。スチール写真も映画もなかっただろうから、画家や作家の

心を介在する以外には、別の場所、別の時間を知覚することはできなかった。

○ 望遠鏡（クリストファ・ラングトン）

わたしの考えでは、もっとも重要な発明とは、われわれの世界観をもっとも大きく変えさせたものということになる。この基準に従い、わたしは次の2つを選ばなくてはならない。望遠鏡と自然淘汰による進化論だ。なぜ2つ選んだかといえば、重要な発明は2つのカテゴリーに大別されるように思うからである。つまり、(a)複雑さを増大させる発明と、(b)複雑さを減少させる発明だ。（中略）

第一のカテゴリーでは、望遠鏡に匹敵するものはない。われわれの世界観をこれ程徹底的に再構築するきっかけを作った装置は他にない。望遠鏡は、地球（そしてわれわれ自身）がより広大な宇宙の一部分に過ぎないのだという事実をわれわれに受け入れさせた。もちろん、望遠鏡の発明以前から、地球中心の宇宙論だけでなく多数の宇宙論が存在していたが、望遠鏡は、それまで主として哲学上の論争になっていた問題に解決をつけることになる大量のデータをもたらした。望遠鏡の親類の顕微鏡も、これまでは目に見えなかった世界をわれわれに提示してくれた。世界観を揺るがす深度で測れば、望遠鏡に僅差で顕微鏡が2位ということになる。

2) 印刷技術分野

○ 印刷機（ランドルフ・ネス）

過去2000年で何よりも世界を変えたのは印刷機だと思うし、みんなもそう思っているに違いない。それにしても、どうしてこんな単純なテクノロジーが、こんな莫大な影響をもたらしたのか？

察するに、テキスト（書き記された文章）が特別なものだからだ。それは人間の精神の形成と独特な関係を持っていて、われわれの精神と文化を発達させる上で中心的な役割を果たしてきた。それはもっとも大きな革新—言語・思考・話しことばが共進化することから始まった—の第3波だった。話しことばは、互いに外部世界の心的モデルを共有し、比較することができる。この能力は、自然淘汰においてきわめて有利な立場を人類に与えた。しかし、音の振動が続くのは束の間で、たちまち消えてしまい、だれがいつ、なにを言ったのかわからなくなる。

第2波となったのは文字を書くことだ。これは過冷状態の空気が吹きつけられたかのように、ことばを空中で捉えて凍結し、石板や巻き物にたたきつける。それは場所と時にかかわらず、だれでも調べることができた。文字を書き記すことによって、圧倒的な影響力をもつ聖書はいうまでもなく、法律や契約、歴史、物語、詩が可能となった。

第3の波が印刷である。印刷術は、書くことをはじめてマスメディア化し、以後世界は二度と昔に戻ることはなかった。グーテンベルグが聖書を印刷した1455年から半世紀の間に、1000人以上をこえる出版者が百万冊以上の本を出版した。文字を読めるようになることが、ごく普通の人にとっても、不意に価値あることとなり、やがてどうしても必要なこととなった。今日では、こうした芸当をこなす知力が十分でない人はいちじるしい不利をこうむる一方、並はずれた言語能力をもつ人々は紙の上のことばを並べるだけで生計を立てることができる。（後略）

○ ゲーテンベルグの印刷機（ガーニス・カーティス）

約5000年前には楔型文字が使われはじめ、急速に発展した。2500年後、ギリシャ人は演劇、文学、美術、建築の傑作をものにし、観測に基づく初歩的科学と数学の分野で立派な業績を残した。ローマ人はこうした伝統を引き継いだ、のちにローマは滅亡する。キリスト教文化が侵入してきて、こうしたヨーロッパの偉大な遺産を手当たり次第破壊したのだ。アレクサンドリアの大図書館もその犠牲になり、こうしたヨーロッパの暗黒時代が始まった。知識の普及は、キリスト教文書に記された知識は例外として、遅々として進まなかった。そこでゲーテンベルグは1400年代半ばに可動活字式の印刷機を発明した。ほぼ最初に手がけたのは、一、二種類の聖書で、それは飛ぶように売れた。固定（非可動）活字はしばらく前から存在していたが、手書きで筆写するのときほど変わらない程に時間がかかり、費用も高かった。したがって、印刷された書物を通じての知識の急速な普及は、ゲーテンベルグとともに始まったのである。

暗黒時代は西暦1000年前後に終わりを迎え始めたが、真の進歩が始まるのはルネサンスになってからであり、ことにゲーテンベルグの活字印刷機による書物が普及し始めてからである。書物が出版されると、人々は本を読めるようになりたいと感じ始めた。読書することによって、読んだ内容について考えるようになり、さらに出版物が増え、人々間のコミュニケーションが豊かになった。最初のワールド・ワイド・ウェブが出現したのである。

○ 印刷機（フィリップ・キャンベル）

文字を書き記すことは時代を超えたもっとも偉大な発明の少なくとも一つに数えられる。しかし、シュメールの楔型文字は、今回の設定である西暦紀元をさらに3000年もさかのぼるものなのであげないことにする。というわけで回答は印刷機である。インターネットのウェブでさえ、結局のところは精密な電子的、光子的仕掛けの印刷機に過ぎない。

3) 情報通信技術分野

○ デジタル・ビット（テレンス・J・ゼジノウスキー）

コミュニケーション技術の進歩 — 粘土板文書からパピルス、可動活字に至るまで — は、社会に決定的な影響を及ぼしてきたし、こうした進歩は現在も加速を続けている。世界中で蓄積される知識がほぼ一夜のうちに一つの分散式デジタル資料収蔵庫に結集されていく。文書だけでなく映像と音楽も、世界的な情報通貨であるデジタル・ビットに変換される。このデジタル・ビットがこの2000年で最大の発見だと思う。他の形の文書保管と異なり、ビットは永久不変である。粘土は割れ、パピルスはぼろぼろになり、絵画はぼやけてくる。だが、デジタル文書になった情報は、貯蔵に使われる媒体に関係なく、完全な複製をつくることができる。次の1000年の間に、このデジタル資料収蔵庫はわれわれの想像もつかない程に拡大しつづけ、一人の人間が一生かかっていることや、われわれの文化が共同して世界とわれわれ自身について発見できることを大いに増やしてくれるであろう。

○ コンピュータ・ネット（ジョン・C・ドゥボラック）

第一位はコンピュータ・ネットワークだ。印刷機や蒸気機関、あるいは18世紀の大型ナットなどをあげて、過去を美化するのはたやすいが、一方でわれわれは、文明としてのわれわれの創意が低下するどころか高まりつつあるという事実、より新しい発明がもっとも重要な発

明になるという事実を無視している。また、何も選ぶに当たっては、派生物については議論からはずし、それだけで単独に成立している発明をあげることにしようではないか。いま現在、世界を大変革しつつあるのは、コンピュータ・ネットワークである。明確に言えば、インターネットだ。

4. 三大発明とF・ベーコンの思想⁵⁾

17世紀イギリスの思想家フランシス・ベーコン (Francis Bacon, 1561~1626) は、文明の繁栄をもたらした三大発明として以下の3つの発明、すなわち

- 1) 火薬
- 2) 羅針盤
- 3) 印刷術

これらをあげている。火薬は1313年にベルトルト・シュバルツ (独) による発明で、武力による覇権を拓き、羅針盤は1302年フラヴィオ・ジョーヤ (伊) による発明で、大航海の指針となった。そして、後章で詳しく触れるように印刷術は、1447年頃ヨハン・グーテンベルグ (独) により発明され、知識の普及に革命的役割を果たしたとされている。

印刷術、火薬、羅針盤を最大発明と呼ぶ習慣は、主としてフランシス・ベーコンの『ノヴム・オルガヌム』(1620年)のなかの次の文章から生まれたと言ってよい。

「偉大な発見をもたらすことは、人間の行為のうちで、断然第一位を占めるようなもののように思われる……発見者たちの恩恵が人類全体に及ぶことができるのにたいして、政治の恩恵は特定の場所にしか及ばない。政治の恩恵がわずか二、三代しか続かないのに、発見者たちの恩恵はいわば永遠に続くからである。発見は新しい創造であり、神の業の模倣である。

文明の進んだ地方と、未開で野蛮な地方との人間の生活にどれほどの違いがあるかを考えると、その違いは実にひどいもので、〈人が人にとって神である〉ということが、その援助と恩恵についてだけでなく、状態の比較についても正しいと考えるだろう。この違いは、土地、気候、体力によるものではなくて、技術によるのである。

発見されたものの力と効能と結果を考へてみることは、有益である。古代人には知られていず、その起源は、新しいのに忘れられている無名の三つの発見、すなわち印刷術と火薬と羅針盤にもっとも明らかに効能と結果が現れている。印刷術は学問において、火薬は戦争において、羅針盤は航海において、全世界の事物の様相と状態をすっかり変えてしまって、そこから無数の変化が起こった。どんな帝国も、宗派も、[運命を支配する]星も、この三つの機械的発明以上に、人間の事柄に大きな効果と影響を及ぼしたものはないように思われる。

光から受ける恩恵が実に大きなものであるにもかかわらず、光を見ることは、それ自体として、そのさまざまな効用よりもすばらしくて美しいことであるように、事物をありのままに、迷信、欺瞞、誤謬、混乱なしに観想することは発見のすべての成果よりもいっそう価値あることにちがいない。

学問と技術が邪悪と贅沢におちいると非難する人があったとしても、これに心を動かされてはならない。というのは、このような邪悪と贅沢は、知能、勇気、力、容姿、富、光自体

など、地上のあらゆる支配権を回復して、それを発揮する力を与えられさえするならば、健全な理性と正しい信仰が、それを正しく用いるように導くであろう。」（『ベーコン』世界の大思想6、服部英次郎訳、河出書房、第1巻129節、293～294頁）

ここに述べられた思想を要約してみよう。

① [人類の普遍的な利益] 技術と学問によって自然を支配することは、個人のためでも、祖国のためでもなく、永遠に人類全体のためになる高貴な野心である。

② [進歩の原動力] 印刷術、火薬、羅針盤のような発見は、人間世界を大きく変え、進歩した文明人と未開な野蛮人との違いは、神と人ほどの違いにもなる。

③ [真理の認識それ自体の効用をはなれた価値] 事物をありのままに、迷信、欺瞞、混乱なし観想することは、発見のすべての成果よりもいっそう価値がある。

④ [理性と信仰の導き] 健全な理性と信仰が舵をとるから、学問と技術が、邪悪と逸脱におちいることを心配する必要はない。

ずいぶん楽天的な科学技術への期待だと思える人もいるかもしれないが、フランシス・ベーコンの思想がすぐれているのは、彼がこの言葉を語ってから370年以上を経た今日でも科学技術への期待は、ほとんど同じ言葉で語られるということである。平凡で個性的なところがなく、だれも思いつかないような独創が含まれているわけではないが、技術、進歩、真理、指導理念について、だれもが考える肯定的な評価の基本をフランシス・ベーコンは、的確に表現している。

ベーコンの著作から、すぐれた発見として評価されているもののリストを作ると、次のようになる。コロンブスによる「西インド」の発見、船、大砲、火薬、楽譜、文字、印刷術、天体観測、金属加工、ガラス、絹、酒、穀物、パン、砂糖の発明である。しかし、これらは過去の発明で、彼は未来の発明のリストも作っている。

ベーコンの三大発明のうち、画像情報技術の範囲に含まれるものは、印刷術であり、前章の調査でももっとも注目すべき発明にあげられているが、その価値について一つの考察がある⁶⁾。

印刷機はこの千年紀における最良の単独「発明」だと評価したい（ただし、印刷機については「発明」という言葉はまったくふさわしくない、ということをおあとで説明しよう）。近代社会にとって印刷がどれほど桁はずれの結果をもたらしたかを考えてみるだけでいい。印刷術がなかったら、何千万という人びとが、伝達のミスもなしにすばやくこんな文書——マルティン・ルターの九十五箇条の提題、アメリカの独立宣言、共産党宣言、あるいは同じように社会の大変革をもたらした他の電撃的想念——を読むことはできなかつただろう。印刷術がなかったら、われわれは真の大衆民主主義を発展させることはできなかつた。印刷術がなかったら、近代科学も存在しなかつただろう。アリストテレスの時代にくらべると、近代の科学は、過去の知識を集積して新たな知識を築く立場にある人びとにきわめて大きく依存している。印刷術がなかったら、1492年 [コロンブスの第1回航海] 以降にヨーロッパ人が地球上の各地にちらばることもなかつただろう。なぜなら、ヨーロッパ人による最初の征服を足場に支配を固めていくには、フランシスコ・ピサロの行動記録を読んで自分もコンキスタドール（新大陸征服者）になろうと思った人びとが、何万人もその地に移住する必要があったからだ。

グーテンベルグは印刷機の発明ということ以上の功績をもつが、印刷術を発明したとはとうていいえない。より正確に言えば、こういう形式ばった文言になるだろう——「グーテンベルグは、かつて紀元前1700年ごろ、ミノア文明が繁栄するクレタ島で開発された印刷技術を、大幅に改良したかたちで、より受容力に富んだ社会において独自に再発明するにあたって、実際上も象徴的にも中心的役割を演じた」。中国ではグーテンベルグよりずっと以前から印刷術がおこなわれていたのであり、彼が発明者ではない、ということをやがて知るようになる。中国の印刷術は紀元2世紀前後にまでさかのぼる。すなわち、仏典の語句が彫ってある大理石の石碑に墨を塗り、中国で発明された紙にその文字を転写したのだ [拓本]。紀元968年にはすでに、中国では書籍が印刷されていた。だが、グーテンベルグのように一文字ずつ並べる方法（アルファベットを使用するその後の印刷者のほとんどすべても同方式）はとらなかつた。というわけで、グーテンベルグが発明したのは「印刷術」ではなく、「可動活字による印刷術」だと訂正されることになる。これは、一文字ずつ切り離されている活字を組み合わせて文章をつくり、印刷し、そのあとまた活字をばらばらにして、再使用する印刷法である。

これで物語は訂正されたといえるだろうか。ノーだ。可動活字による印刷術ですらグーテンベルグの功績ではない。西暦1041年ごろすでに、中国の錬金術師、畢昇^{ひっしょう}は、泥土をにかわでかためて焼いた可動活字を考案している。畢昇のアイデアを改良した後続の発明者のなかには、朝鮮の李王朝第三代の王、太宗（1403年ごろ、青銅の活字を鑄造させた）と、オランダの印刷者、ラウレンス・ヤンスゾーン・コステル（1430年ごろ、文字を手で彫った木活字をつくる）もいる。そうした発明者のなかから印刷術の効率を格段に高めた功労者としてグーテンベルグを選びだすのは、そうすると都合がいいからだが、わたしの考えでは適切であると思う。彼がもたらした重要な進歩のなかには、プレス（加圧機）を使用するという新機軸や、既存の技術に加えたいくつかの改良——耐久性のある金属活字を大量生産する技術、活字用の新合金、油性の印刷インキ——が含まれる。また、象徴的理由からも、グーテンベルグに焦点をあてておくと都合がいい。1455年にグーテンベルグによって印刷された美しい聖書は、現存するヨーロッパの書物の最初のものであり、西洋における書籍製作の起点となったと考えてよい。

だが、グーテンベルグよりも畢昇よりもずっと以前に可動活字による印刷術を発明したといえるのは、ミノア文明時代のクレタ島で活躍した無名の印刷者である。ミノア文明の印刷術を証明する唯一の遺物は、窯で焼いた直径6インチの円盤状の粘土板で、これが考古学全体のなかでもっとも興味ぶかいミステリーの一つとなっている。紀元前1700年ごろクレタ島に建てられたファイストス宮殿の遺跡の土中深くから発見されたその円盤の両面には、45種の「文字」（じつは、音節記号）からなる241の符号がきれいな螺旋状に並んでいる。この符号はいまから2年ほどまえにようやく解読され、ホメロスよりもさらに古いギリシヤの形だと判定された。おどろくべきことに、「ファイストスの円盤」は、他の古代粘土板の場合のように、粘土に手で刻み目を入れたものではなく、45の記号が、それぞれ独立したパンチ（押印）で記入されている。明らかに、古代クレタの先駆者は、畢昇よりも2741年まえに可動活字を考案しているのだ。どうしてミノアの印刷術は、中国やルネサンス期ヨーロッパの印刷術のように後続の技術を発展させることなく、滅び去ってしまったのか？ どうしてルネサンス期のヨーロッパは、千年紀の最良の発明をすぐ活用したのにたいして、ミノア文明のクレタはそうしなかつたのか？

いくつかの問題点があったために、ミノアの印刷術の価値はきわめて限定されてしまった。技術面でいえば、手にもって使用する手づくりのパンチは、取扱いが不便だった（1866年に発明された内燃機関も、取扱いが不便だったために、オートバイや自動車に利用されることはなかった。装置の高さが7フィートもあった）。ミノアの印刷術を効率のよいものにするためには、多くの技術上の進歩を必要としたであろうが、紙や改良されたインク、金属活字、プレス機といったようなものが実現するのは、ずっとのちの時代になってからである。初期ミノアの言語表記法——アルファベットではなく、音節記号を使う——そのものも、きわめて曖昧で、限られた種類の文章、たとえば課税台帳や王の声明文ぐらいにしか利用できなかっただろう。その結果、ミノアの文章を読めたのは、おそらく、ごく少数の宮廷にいたわずか十数人の書記官ぐらいで、ほとんどの人間は読めなかっただろう。中国語の表記法がアルファベットを使用していないため、中国の印刷術も限られた実用性しかなかった。何万という漢字を個別の可動活字としてそろえる必要があるのでは、畢昇の発明も、当時すでに普及していた版木印刷には、効率の面でとうていかなわなかった。

こうした点で、ルネサンス期ヨーロッパにおいてゲーテンベルグが印刷術に加えた改良は、中国の印刷術にくらべて一つの大きな利点をもっていたし、ミノアの印刷者にくらべれば数多くの利点をもっていた。中国語の表記法とちがってヨーロッパの言語はアルファベット表記なので、何万という種類の活字がなくても、わずか数十種の可動活字さえあれば印刷できる。古代クレタの印刷者とちがって、ルネサンス期ヨーロッパの印刷者たちは、紙（紀元前1700年には未知のものだった）に加えて、大幅に改良された金属活字、インク、プレス機を使用することができた。

ゲーテンベルグは千年紀の最良の発明をもたらただけでなく、発明なるものがいかにして花を開くかをうかがい知る絶好の機会をわれわれにあたえてくれた。その結果として見えてきたことの一つは、進歩のための要因として発明があるという、われわれの通常の見方は、しばしば的はずれだという点だ。発明をするということ自体は、容易な作業だといえるかもしれない。現実に進歩の障害となるのは、社会がその発明を利用する能力を欠いていることだろう。可動活字による印刷も着想することはそれほど困難ではなかったかもしれない。というのは、畢昇もコステルもクレタの無名の人間も、それぞれ独自に同じアイデアを思いついているからだ。ところが残念なことに、クレタのゲーテンベルグは、ミノア文明時代のクレタがそれほど印刷術を必要としていなかったために、挫折をあじわう羽目になった。

以上のジャレド・ダイヤモンドの考察のうように、ゲーテンベルグの印刷技術は、発明とは何かについても興味ある示唆を与えている。

ベーコンの思想を含め、一般に近代科学技術は西欧世界の拡大と軌を一にして発展してきたと捉えられているが、本論述の本旨ではないものの文明史的な見方も念頭に置くべきであると思う。つまり、以下の3つの文明圏

- i) 中華文明圏
- ii) イスラム文明圏
- iii) ヨーロッパ文明圏

これらの3つの文明圏を対比したとき、西欧世界は文明的には、中華世界とイスラム世界に比し、後進地域であったと考えられる。その西欧世界で何故に近代科学技術が開花したのか興味あることである。ここでは深い論議は控えるとしても、中華・イスラム文明圏に共に存在せず、西欧世界だけが持っているものは、キリスト教であることに気付く。近代科学技術が歴史的に果たした役割の一つは、その成果が西欧諸国の世界制覇の原動力として活用され、大きな成功を収めたということであろう。その背景には、キリスト教的な世界観が存在すると思われ、F・ベーコンの三大発明も、そのような背景の中で理解すべきものと考えられる。

5. グーテンベルグの印刷術と宗教改革にみる情報革新¹¹⁾

— 現代の情報革新への投影 —

ヨハン・グーテンベルグ(1394/1399~1468)(独)が15世紀に発明したのは、既に述べたように可動活字式の印刷機である。グーテンベルグは南独マインツに生まれた金細工師ギルドに所属する熟練職人であった。鉛・錫合金の鑄造活字を用いた活版印刷術を1447年頃に発明している。

グーテンベルグの活版印刷術は、聖書の普及を通じて、聖書の情報を独占していた中世カトリック教会の権威を低下させ、ルターの宗教改革につながった。この点を想起すると、情報革命とは、技術体系の変化を通じた生産構造の変化という産業革命的な要素に加え、情報のもつ特殊な性質から、宗教改革に匹敵する社会の変貌を引き起こしていると考えられるのである。こう考えると、情報革命が進行中の社会現象を総体として認識するには、まさに歴史観が必要となる。以下では、産業革命と宗教改革の時代を振り返り、われわれの身の回りで現に進行中の変革を歴史的アナロジーのなかから捉えていきたい。とくに印刷術は、16世紀前半から17世紀にかけて欧州全体を席卷した宗教改革との関連で重要な発明であった。

宗教改革とは、印刷された文字情報を「読む」という行為を人間の重要な活動に位置づける運動であった。1517年にルターが「95箇条のテーゼ」をヴィッテンベルク城の教会の扉に貼り出したのをきっかけとしてはじまる宗教改革は、プロテスタント特有の聖書中心主義が引き金となった。ルターの根本思想は、信仰の徹底的内面化と聖書のみを唯一至高の権威とする立場、それから帰結される万人司祭制であった。良心の導きは教会を通じた神との間接会話ではなく、個々人がみずからの良心と神との直接会話を求めるので、その対象は聖書そのものをおいて他にはなく、敬虔なプロテスタントにとっては聖書を読むということは最も基本的な信仰生活であった。ルターの諸説撤回を求めたカール五世の召還によるヴォルムス国会で、ルターは国王の要求を拒否し、不退転の決意を示した後、国会からの帰途、ヴァルトブルグ城に隠れ聖書の独訳を完結したのも民衆が自分で聖書を読むことができるようにするためであった。

そのような社会的な空気が醸成される技術的背景に、グーテンベルグの活版印刷術の発明があった。活版印刷術の発明は、出版物の増加、読み書き能力を有する民衆の増加をもたらした。グーテンベルグによる42行聖書は1452年のものといわれているが、印刷術の発明がなければ聖書を大量に普及させることはできなかったであろうし、ルターの主張が支持されるような共通意識も生まれなかったに違いない。「九五箇条のテーゼ」はラテン語で書かれていたが、直ちに

ドイツ語に訳されて印刷されたことからわかるとおり、宗教改革にとって印刷術の発達が大いに力となった。1520年の公刊物200冊のうち132冊がルターの手書であったといわれている。多くのキリスト教徒が聖書を直接読み、教会に独占されていた聖書の情報を直接得ることで、教会の権威性が失われ、また身近な現実の教会の墮落がこうした意識の高まりを加速させた。この意味で、宗教改革はある日突然、ルターによって引き起こされたのではなく、宗教改革に向けた社会的空気が長年にわたって醸成されてきたことを見失ってはいけない。「宗教改革は、16、7世紀における情報改革の申し子であったし、「宗教改革全体を、印刷物という新たなメディアを利用した精神世界における主導権争いとみることもできる」のである。

印刷術、宗教改革は人々の読み書き能力による階層分化も引き起した。人々の読み書き能力が低い中世の教会においては、聖書の物語を視覚と聴覚によって訴える方法がとられる。ここではラテン語のミサの意味はわからなくとも、鮮やかなステンドグラス、恐怖と慈悲の彫刻、荘厳なオルガンの演奏などを通じて信仰が訴えられる。聖書という文字情報は教会に独占され、視覚、聴覚的な情報伝達を行っていた教会は生活と文化の主導権を有していた。グーテンベルグの印刷術と結びついたルターの宗教改革は書物の広範な普及をもたらし、読み書き能力がある者は聖書を読み、教会の権威を媒介せずに直接神の言葉に触れることを可能にした。その一方で、そうしたリテラシーをもたない者には退屈で難解な毎日をもたらした。また、ローマ教会という媒介を経ずに直接「王権が神授される」主権国家の出現は、宗教改革と密接な関係があったが、その結果として行政は文書という形によって執行される傾向が強まり、行政の末端役人でさえも読み書き能力のないものは排除されることにつながっていったのである。

印刷術の宗教改革に及ぼした影響からは、現在進行中の情報革命による社会的権威構造のシフトの輪郭がおぼろげながら浮かんでくる。情報技術革新は、情報の非対称性そのものを完全に消滅させることはないにしても、情報流通コストを飛躍的に引き下げ、情報分布の偏りを従来よりも小さくする。その意味で、分権的な意思決定を特徴とする市場メカニズムが従来に比べて機能しやすい環境を生み出している。聖書の情報を独占していた中世カトリック教会の権威が、グーテンベルグの活版印刷術による聖書の普及で低下し、ルターの宗教改革につながった歴史的事実は、現在の日本において質、量ともに多くの情報が偏って分布する地位に形づくられていた情報専有型の官僚機構や金融システムに限界と綻びがみられる状況に重なる。

情報革命は、技術体系の変化を通じた生産構造の変化という産業革命的な要素に加え、情報のもつ特殊な性質から、宗教改革に匹敵する社会の変貌を引き起こしていると考えられる。情報は、広く共有されることで価値を高める共有型の性質をもつ一方で、いったん公開されると価値を失うが、独占することで経済価値を生み出す社会的権威をもたらす専有型の性質もっている。どちらの性質が強く表われるかは、経済が市場メカニズム型の環境か管理統制型の環境かによって変わる。

たとえば、金融市場が未発達で間接金融が中心であった資金不足の時代に形成された日本のメインバンク制度を考えてみよう。もともと企業に関する情報はその企業内部に満ちており、他者との間に非対称性が存在する。こうした企業情報の非対称性に加え、企業の情報開示が不十分な体制では、メインバンクのみに情報が集中するという二次的な情報の非対称性が生まれる。企業情報の偏在が銀行の審査力を介した情報生産機能を補強し、モニタリングなどのエー

ジェンシーコストを節約することで、メインバンクの存在価値を著しく高めた。だが、直接金融市場の発達と資金余剰の続く環境のなかで、メインバンクの依存度が低下し、取引企業の情報を充分把握できなくなったために民間銀行の情報生産機能は低下した。それに代わって、現在では、市場参加者に広く情報を提供する格付機関の地位が向上している。

情報の独占ないし集中という二次的な非対称性がなくなりつつあるなかで一気に進んだ80年代後半の貸出競争は、バブルの崩壊という形で日本経済に今日に至るまで長期の禍根を残した。メインバンクの企業情報の把握力が低下していたにもかかわらず、その融資実行を企業の信用リスク判断のシグナルと認識し、誤った追従行動をとった無惨な結末といえる。民間銀行相互間の認識は、情報の流れや分布の偏在が大きくシフトしたなかで依然としてメインバンクの情報発信に頼ったという点で時代遅れであった。バブル崩壊で露呈した民間金融機関の深刻な状況は、情報を独占することの權威性を喪失した姿に他ならない。このような權威性のシフトは、流通分野などでも顕著にみられるように、その他の経済活動においても交渉力の変化として表われている。

また、情報技術革新が多様な媒体を生みだし、代替取引の可能性を高めたことで隘路が取り除かれている点も見逃せない。放送にしても通信にしても、あるいは新聞にしても、これまでは情報ツール（媒体）を有するものが圧倒的な優位性をもっていた。経済性を発揮できるほどにネットワークを築くことは容易なことではなかったからである。したがって、内容はともかく手段をもちさえすれば十分な事業基盤が保証されていた。だが、放送の多チャンネル化でも明らかなおとおり、これからの社会では情報のコンテンツの優劣が圧倒的に重要で、媒体を有する者の權威性は大きく低下する。つまり、情報流通が圧倒的に高まる社会では、情報の重要性は量よりも質に求められることになる。

情報革命の影響はさらに、官と民の関係も変貌させていく。これまでの社会では、官僚機構に象徴される全社会的規模でのネットワークを個人レベルで構築することはまったく不可能であった。したがって、たとえば所得の再配分機能などは主として国家財政など公的な機能によって行われてきた。ところが、ネットワーク社会においては、非営利団体を通じた所得分配機能に可能性が広がる。これまでもボランティアを通じた募金活動は部分的にみられたが、それを大規模に展開することは、全国的な組織網を有する機関しかできなかつたし、用途の明瞭さを考慮すると、公共性の高い機関に対する信頼に依存せざるをえなかつた。しかしながら、情報技術革新によって外部取引コストが劇的に低減すると、大規模な組織基盤がなくてもこうした活動は可能になる。この場合、用途の公正さを保証する仕組みは、徹底した情報公開によるしかない。寄付に対してどれだけが活動費として消費され、実質的にどれだけの金額が誰に対して分配されたかを、会計士など第三者を通して客観的で公正（due professional care）に公表する必要がある。情報技術革新と情報公開は表裏一体の関係にあり、アカウントビリティーの本質もここにある。

こうした社会では「官と民」という分類が必ずしも「公共と個人」を意味しなくなり、従来は組織力と公共性を備えた国や自治体など「官」でしか行えなかつたような公共的活動が「民」においても可能となる。つまり、公共的活動に「代替取引」の可能性が生まれることになる。代替取引が生まれることは選択肢の多様化を意味し、社会的に固定化された関係に起因する隘

路が取り除かれ、それを基盤とする権威性が揺らぐ。そして、多様性と革新性を取り込みチャンスが広がる時代を迎える。

グーテンベルグの印刷技術は確かに新しい印刷技術であったが、封建的社会の根底から突き崩し、新しい市民社会の起爆剤となった。この技術により知識が、思想が、市民社会に急速に浸透していくことになる。その知識や、思想の持つ力はすさまじいものであった。

インターネットを、技術的な分野からではなく、社会的な視点から捉えた場合、それは社会全体の構造を基礎から組替えてしまうほどの重大な変化をもたらすものとなる。グーテンベルグの印刷術は、知識、思想の普及を実現し、封建制に対峙する近代市民社会（理念的かつ理想的な組織論）を形成した。これに対して、インターネットは個々の市民そのものが、組織という呪縛を離れて、自ら情報を発信し、思想を広め、個の解放を実現する可能性をもたらした。近代市民社会という枠組みは、マスをいかに合理的に統制するかに腐心してきた。マスの混乱を回避しながら、同時にマスの支持を正当性の契機とする仕組みが必要であった。それが代議制であり、間接民主主義であった。基礎となるマスを組織し、統制しようとする点において、個の前に組織を置き、統制することを合理的とする選択であった。インターネットでは、存在そのものにおいて個人に重きが置かれ、管理組織の隙間からはみ出し、組織や統制が何をめざし、何を犠牲にするかを問う。そして統制のかかっているはずの、この現実社会の脆弱さを包み隠さず見事に映し出す。見たいものを見せ、関心あるものを次から次へと繰り出してくる。情報の独占が維持できなくなり、情報は流れ出し、共有され、更に拡散していく。情報の力を独占し、その独占の上に立っていた社会や組織が崩壊し始めるであろう。

6. 映像・通信・印刷の各情報技術分野の変遷

本章では、論者がかかわってきた3つの情報技術分野の史変遷について、調査結果を表2、3、4にまとめて示した。かなり時代をさかのぼっての調査であり、不確実性が含まれる部分も一部あるが、今後さらに調査の精度を高める努力を致したいと考えている。しかし、これら3つの分野の歴史的な主な流れは、十分に把握可能であると思う。

表2 映像技術の主な変遷

西暦年	関与者	史実
2世紀	プトレマイオス(P.Ptolemaios) トレミー (Ptolemy)	ギリシャの天文学者 の2人 は光の屈折・反射など光学研究を行い、天体模型を完成
不詳	イスラム世界	イスラムでは眼医学が発達し、眼の構造への関心、とくに透明体を通る光の経路から近代光学の扉が開かれる
14世紀	イタリア	眼鏡の考案
不詳	リップルスハイ (オランダ)	眼鏡師は2枚のレンズの組み合わせで遠方のものが大きく見える望遠効果を発見
1590	ヤンセン父子 (オランダ)	眼鏡師は複式顕微鏡を発明
1604	ケプラー (Johanne Kepler, 1571~1630, 独)	望遠鏡の可能性提示
1608	リップルスハイ (オランダ)	望遠鏡の発明

1609	ガリレイ (Galileo Galilei, 1564~1642, 伊)	屈折望遠鏡の発明、天体観測により木星の衛星と月面の凹凸を発見
1609	ケプラー (独)	天体観測—惑星の楕円軌道則発表
1612	ガリレイ (伊)	望遠鏡で太陽の黒点の発見
1615	シャイネル (Christoph Scheiner, 1595~1650)	ケプラー式屈折望遠鏡を完成—高性能望遠鏡のスタート
1639	メルセンヌ (Martin Mersenne, 1588~1648, 仏)	反射望遠鏡の提案
1655	ホイヘンス (Christian Huygens, 1629~1695, オランダ)	ケプラー式屈折望遠鏡の改良 (分解能、色収差、球面収差など)
1668	ニュートン (Sir Issac Newton, 1642~1727, 英)	反射望遠鏡の製作 (口径34mm、焦点距離159mm、倍率38)
1672	ニュートン	ニュートン光学—光と色に関する新理論—提示
1678	アンソニー・ファン・レーウエンフック (オランダ)	500倍の倍率のレンズ製作
1683	レーウエンフック (オランダ)	顕微鏡によるバクテリアの発見
1816	ニセフォール・ニエプス (仏)	世界初の写真撮影の実験に成功
1829	ニエプス・ダゲール	写真術の共同研究目的の会社設立
1839	ダケール (L.J.M.Daguere, 1789~1851, 仏)	銀塩写真法を完成し、パリ科学アカデミーで発表
1857	島津斉彬 (日)	日本で初の銀塩写真撮影に成功
1884	イーストマン (George Eastman, 1854~1932, 米)	写真用乾板の発明
1885	イーストマン (米)	セルロイド・ロール・写真フィルムの発明
1888	イーストマン (米)	写真フィルム用コダック・カメラ完成
1891	リップマン (仏)	リップマン方式の天然色写真法の発明
1893	エジソン (Thomas Alva Edison, 1847~1931, 米)	活動写真方式の発明
1895	レントゲン (Wilhelm Röntgen, 1845~1923, 独)	X線の発見
1897	ブラウン (Karl Braun, 1850~1918, 独)	ブラウン管の発明
1900	—	パリ万国博で初のトーキー映画の上映
1918	MIT ハーバート・カルマ ス (米)	3色分解テクニカラーの発明
1924	独	ライカA型カメラ完成
1925	ベアード (John Logie Baird, 1888~1946, 英)	機械式走査による実用TVの発明
1927	ベル研究所 (米)	テレビジョンの実験成功
1928	イーストマン・コダック社 (米)	初のカラー映画公開

1929	小西六写真	初の国産写真フィルム“さくらフィルム”発表
1930	高柳健次郎(日)	走査線100本、20枚/秒画像のTV実験成功
1933	精機光学研究所(キヤノンの前身)	日本初のレンズ交換式35mmカメラ“観音”完成
1938	カールソン (Chester F. Carlson, 米)	乾式電子写真法(Xerography)の発明
1946	3M社	感熱複写機発表
1950	オリンパス光学	ガストロカメラGT-1発表
1952	ビングクロスビー研究所	ビデオテープの開発
1955	理研光学	ジアゾ方式複写機(リコピー)発表
1959	ハロイドゼロックス社	静電複写機Xerox914発表
1975	キヤノン	レーザー・ビーム・プリンタ開発
1981	キヤノン	インクジェット・プリンタ(バブル・ジェット方式)開発
1996	日本	デジタル・カメラ普及始まる

表3 通信技術の主な変遷

西暦年	関与者	史実
1792	シャップ(Claude Chappe, 1763~1805, 仏)	光学的通信信号機(腕木式信号機)の発明
1800	グラウト(米)	腕木信号機の特許取得(海軍用)
1807	ゼメリング(Samuel Thomas Von Sömmerling, 1755~1830, 独)	電気化学的信号機
1817	—	マリアット手旗信号
1825	シリング(Paul Von Canstadt Schilling, 1786~1837, 独)	電磁検出器タイプ・シリング電信機
1831	ヘンリー(Joseph Henry, 1797~1878, 米)	電磁式電信機原理実験(1.6km)
1833	ガウス(Karl F. Gauss, 1777~1855, 独) ウェーバー(Wilhelm E. Weber, 1804~1891, 独)	電磁式電信機の発明(3km)
1836	シュタインハイル(K. A. Steinheil, 1801~1870, 独)	音響記録電信機の開発(鈴鐘による音響符号)
1837	ページ(Charles Grafton Page, 1812~1868, 米)	音声伝達研究
1837	モールス(Samuel F. B. Morse, 1791~1872, 米)	実用的電信機の発明
1841	ホイートストン(英)	初の印刷電信機の発明
1844	—	世界最初の実用電信開通(米)ワシントン~ボルチモア間
1848	ベークウエル(英)	実用機に近いファクシミリ製作
1851	—	ドーバー海峡海底電線敷設

1854	ブルサーール (Charles Bourseul, 仏)	電話機の原理的提案
1855	ヒューズ (David Edward Hughes, 1831~1900, 英)	タイプ印字式電信機
1857	—	大西洋横断海底電線の敷設事業開始
1866	—	大西洋横断海底電線の敷設事業完成
1871	エジソン (Thomas A. Edison, 1847~1931, 米)	印字電信機械の発明
1876	ベル (Alexander Graham Bell, 1847~1922, 米)	電話機の発明
1880	—	ベル電話会社設立 (80kmの通話に成功)
1888	ヘルツ (Heirich Roudolf Hertz, 1874~1937, 伊)	マクスウェル電磁波説の実証
1895	マルコーニ (Guglielmo Marconi, 1874~1937, 伊)	ヘルツ電磁波による無線通信に成功
1897	マルコーニ	英国で特許取得し、灯台船舶火花式無線通信業務開始
1899	マルコーニ	英仏海峡横断通信成功
1901	マルコーニ	大西洋横断通信成功
1904	—	日本初の無線電信成功 (長崎~台湾基隆間)
1905	日本海軍	信濃丸「敵艦見ゆ」無線電信の初の軍事利用
1920	ピッツバーグ市 (米)	ラジオ放送開始 (大統領選挙の速報)
1925	ベアード (John Logie Baird, 1888~1946, 英)	機械走査式の実用TVの発明
1925	ベル研究所	単一側帯波写真電送方式 (A T T方式) 開発
1928	高柳健次郎	電子式テレビジョン実験成功 走査線40本、14コマ/秒
1928	丹羽保次郎 (1893~1975) 小林正次 (1902~1975)	N E式写真電送装置開発 昭和天皇即位大礼の報道
1928	セレニー (P. Seleyi, 米)	静電記録 (Electrography) 方式の開発
1948	シャノン (Claude Elwood Shannon, 1916~, 米)	情報理論の創始
1957	—	電話線利用のデータ通信米国で開始
1960	メイマン (Theodore H. Maiman, 米)	固体レーザーの発明
1960	ジャバン (Alji Javan) ベネット (W.R.Benett) (米) ヘリオット (D.R.Herriot)	赤外ガスレーザー発振成功
1962	I B M、G E、M I T他	GaAs 半導体レーザー発振成功
1963	—	日米宇宙TV中継放送成功 (ケネディ大統領暗殺)
1966	スタンダード・テレコミュニ ケーション・ラボラトリ (英)	光ファイバー開発
1969	米・国防省	ARPA-NET (現在のインターネット) 稼働
1969	米・NASA	アポロ11号人類初の月面着陸成功
1970	カプロン (F. P. Kaplon et al., 米)	低損失光ファイバー開発
1972	CCITT	ISDN、IDNの概念提示

1973	電電公社	電話FAX全国サービス開始
1974	—	米国AT&T分割～通信独占体制終焉
1976	—	米国電気通信自由化
1977	電電公社	光ファイバーVAD法製造方式確立
1977	KDD	通信用長波長帯半導体レーザー開発
1978	電電公社	INS構想提唱
1979	電電公社	光ファイバー大容量電送成功
1980	Xerox (PARC)	LAN-Ethernet 開発
1984	電電公社	三鷹・武蔵野INS実験開始
1985	電電公社	日本縦貫光ファイバー網完成
1985	日本	NTT発足
1993	米・政府	情報スーパー・ハイウェイ構想
1995	日本	インターネット普及始まる
1996	日本	デジタル衛星放送始まる
1996	日本	携帯電話・PHS市場急成長始まる

表4 印刷技術の主な変遷

西暦年	関与者	史実
105	蔡倫 (後漢時代、中国)	製紙技術を確立し、和帝に献上
704	—	「無垢浄光大陀羅尼經」印刷 (新羅) 現存する世界最古の印刷物
720	唐	木刷印刷始まる
751	—	製紙技術 イスラム文化圏への伝播
794	イラク	バグダード (イラク首都) に製紙工場設立 中央アジア・バルマク家の支援
932	後唐	中国の印刷術確立、全経典の木版出版 現在の冊子の形態が整う
1041	畢昇 (中国・宋)	膠泥活字 (泥土を膠で固めて焼く) 世界初の可動活字の考案
1189	スペイン	西欧最初の製紙工場がトレドに設立される
1232	高麗	金属活字で印刷した「詳定今礼文」完成
1403	太宗 (朝鮮・李朝第3代王)	王立活字鑄造所で青銅活字を鑄造 多くの書籍印刷を行う
1430	ラウレンス・ヤンスゾーン・コステル (オランダ)	手彫文字による木活字の製作
1445	—	中国の活字印刷術が欧州に伝播 銅活字による出版始まる
1447	グーテンベルグ (Johanne Gutenberg, 1394~1468)	鉛・錫合金の鑄造活字による可動活字式の印刷術の発明
1452	グーテンベルグ	42行聖書を活字約150種を用い刊行
1517	ルター (Martin Luther,独)	95ヶ条のテーゼをヴィッテンブルク城の教会扉に掲げ宗教改革始まる
1714	ミル (英)	タイプライタ特許取得 (英)
1796	ヨハン・ゼネフェルダー (独)	リトグラフ (石版画) 印刷法発明
1811	ケーニッヒ・バウア (独)	蒸気機関と連動する輪転印刷機発明

1839	ダゲール (Jacques daguere, 仏)	銀塩写真法を発表 後に写真製版法に発展
1846	ホー (米)	蒸気機関による毎時8000枚能力の輪転印刷機の発明
1851	本木昌造 (日)	活版印刷術の開発
1867	ウォルター (英)	新聞用輪転印刷機の原型製作
1868	ショールズ (英)	タイプライタ発明、特許取得
1871	本木昌造 (日)	鉛製活字完成、活字見本作成
1878	クリーチェ (チェコ)	グラビア印刷法に成功
1888	デビッド・ゲステトナー (英)	ポーランド移民のゲステトナー、タイプライタ謄写版の開発と発売
1892	バロース (米)	計算と印刷が同時に可能な加算機完成
1901	黒沢貞次郎 (日)	仮名文字タイプライタ製作
1903	I. ルーベル (米)	オフセット印刷法発明
1915	杉本京太 (日)	邦文タイプライタ考案発明
1920	カレー、コーゲル (独)	ジアゾ式乾式複写機発明
1924	石井茂吉・森沢信男 (日)	個別に写真植字機を発明
1928	セレニ (P. Selenyi, 米)	静電記録方式 (Electrography) の発明、後のファクシミリ記録の原型で電送製版方式に発展
1938	カールソン (Chester F. Carlson, 米)	電子写真法 (Xerography) の発明、後の Copier-Duplicator に発展
1960	メイマン (Theodore H. Maiman, 米)	固体レーザーの発明
1960	ジャバン (Ali Javan) ベネット (W. R. Bennet) (米) ヘリオット (D. R. Herriot)	赤外ガスレーザー発振成功 後のレーザー走査製版に発展
1975	キヤノン (日)	レーザー・ビーム・プリンタ開発 後の Desk Top Publishing (DTP) へ発展
1981	キヤノン (日)、HP (米)	個別に新方式のインクジェットプリンタ開発 後のカラー電子印刷システムに発展

7. 情報の技術文化史的な変遷

前章で示した各種情報技術分野の変遷を中心に、これらに若干関連する技術領域を付加し、それらを対象に技術文化史的な考察を加えて、技術文化史的な意味を時系列的に別記すると、以下のように整理できる。その視点は“コミュニケーションとメディアが依拠した考え方”の変遷にあり、主として、西欧を対象として整理を試みている⁷⁾。

1) 時間の円環化と活版印刷革命

- 時計・眼鏡・複式簿記・羅針盤・三角法により、情報革命が拡大した。
- 活版印刷の発明と製紙技術の急速な普及により、リテラシーが革命的に進展した。

2) クラブと新聞の出現

- 郵便制度の定着により、情報ネットワークが次第に整備される。
- クラブ・サロンが出現し、新聞と雑誌が生まれる。
- 博物誌と百科全書 (1750) により情報のデータベース化のさきがけとなる。

3) 鉄道と通信のネットワーク

- 腕木式光通信と蒸気汽船・蒸気機関車の登場より、情報伝播の速度化が図られる。
- モールス電信機（1835）とダゲレオタイプ（1839）が、情報コピー化の可能性をひらく。
- 鉄道と通信と輪転印刷が力を持ち、情報量を前提とするコミュニケーションが出現する。
- 海底電線が開通して、新しいインフラのネットワークが形成される。

4) 電話ネットワークと電気の普及

- ベルの電話（1876）とエジソンの電球（1878）により、情報が距離と時間を超えはじめる。
- カメラと製版技術によって、情報の正確性、忠実度を高める。
- 通信の写真との結合により、報道のリアリティが強化され、ニュース文化時代が出現する。

5) 情報の個人生活へのインパクト

- 電話ネットワークが拡大した結果、情報の個人性の基盤が形成される。
- タイプライタの普及によって、筆記的世界像が決定的に後退する。
- 映画が流行し、映像の連続化と自動化で、情報が時間を占める性格を有するに至る。

6) トランジスタとコンピュータの時代

- 自動電話交換と電子複写法の実用化により、情報の自動的コピー化がはじまる。
- シャノンの情報通信理論による情報通信時代が到来する。
- トランジスタの実用化により、軽薄短小化と情報圧縮の発想が広まる。

7) 家電革命と情報コピー時代

- テレビの登場により、マスメディアと大衆の関係に変化が起こる。
- コンピュータが普及し、情報の省力性についての概念が定着する。
- 家電製品の一般化により、家庭における情報文化が定着する。
- IC開発と人工衛星が登場し、マイクロとマクロの両面からの情報交信の時代に入る。

8) 情報のパーソナリゼーション

- パソコン出現により、情報のパーソナリゼーションが進展する。
- LSIとマイクロプロセッサが情報記憶容量に大きな変化を及ぼす。

9) ニューメディアと高度情報通信ネットワーク

- メディアの多様性と分散化が著しく進展する。
- 電卓の普及で数値情報の一般化が進み、関連して“意味情報”への関連が高まる。
- ISDNによるテレコミュニケーション社会の構想が提起される。
- ハイパーネットワークとテラビット・コミュニケーションの時代への移行はじまる。

8. 技術の社会的役割の変遷²⁾

8.1 技術の起源

技術の「技」という字は、手と支の複合文字である。支は第一にわかれ、第二にささえるの意味がある。技術は人間の手の延長・分岐であり、人間を手で支え、手の動きを支えるのが技術の根源といえる。現代のハイテクノロジーの一つであるロボット技術は、まさに人間の手そのものであり、またそれ以上の知能ロボットの時代となっている。

表5 労働過程の発展段階

段 階		勞 働		労働対象	勞 働 手 段		
		労働者	労働の質		作業系	動力系	制御系
第1期	前期	全人間	動 力	自然生産物	天然道具	人 力	人 力
	後期	奴 隸			人工道具		
第2期	前期	熟練者	制 御	無機鉱物	作業機械	畜 力	
	後期	半熟練者				自然力	
第3期		不熟練者	操 作	化石鉱物	自動機械	蒸気力	機械力
第4期			知 能			電 力	電子力

肉体的武器をもたない人間は生存競争的には弱い立場にあるが、今日、世界の主人公たり得たのは道具を造り、用いて生産労働をしてきたからである。人間の労働は、足から分化し、独立した手によって素手の限界を乗り越え、手の働きを支える道具を得て、生存のための労働を行ってきた。

表5のようにまとめられるが、労働手段の作業系として、天然道具（手を支える道具としての例えば石片）、人工道具（斧、槌、鋸、つるはしなど）、作業機械（テコ、コロ、くさび、滑車など）を用いて、生存のための労働を人間は行ってきた。人間はまた、道具の製作の過程で材料の発見をするに至る。石器→土器→青銅器→鉄器と道具の材料は進展し、その後さらに非鉄金属材料、非金属材料へと材料利用は拡大し、20世紀の新石器時代（シリコン系電子デバイス中心）を迎えている。

このように技術は人間の労働の道具としての起源をもつ歴史的な背景があり、技術の概念定義が生産の場に限定されて論議されてきた。技術論争史に残る二つの説は、体系説と適用説である。体系説では、「技術とは労働手段の体系である」（相川春喜氏）とし、適用説では「技術とは生産的实践における客観的法則性の意識的適用である」（武谷三男氏）と定義されている。これらはいずれも狭い生産の場に限定して技術を捉え論じた点が問題であることが指摘された。

8.2 技術と人間のかかわり

技術の「技」に焦点を当てると、人間の労働・生産の場における役割が浮き彫りになるが、人間とのかかわりは、さらに広範囲であると思われる。

技術の「術」に焦点を当てよう。術とは第一にみち、第二にわざ、はかりごと、てだての意味である。広辞苑によると技術は「科学を実地に応用して自然の事物を改変・加工し人間生活に利用するわざ」と示している。また、ウェブスター辞典では“the totality of the means employed to provide objects necessary for human sustenance and comfort”と示している。何のための技術か、労働・生産以外に広範な目的があるようである。歴史的に遡って中世以後の技術の役割を眺めてみよう。

13世紀の時代には、神の栄光をたたえ、仏の尊厳を示す教会・寺社建築に主に技術が役立てられていた。いわば「宗教に仕える技術」といえる。14世紀に入ると公共時計、羅針儀、火薬

の発明など教会と直接関係のない技術が生まれている。16世紀末に至る間は、教会の力が衰えて諸侯が台頭し、諸侯同士が相争う時代であり、したがって各種の武器とか築城が技術開発の中心となった。いわば「政治権力に仕える技術」といえる。

欧州では百年戦争・宗教改革等の激動期を経て、日本では戦国時代の動乱を経て、17世紀には政治中心の国家が成立する。統一国家建設のために道路、橋梁、港湾、都市、運河の構築・整備が求められた。つまり、シビル・エンジニアリング中心の「国家のための技術」へと移行した。エリザベス1世、ルイ14世、徳川家康等に例をみるように、国家を代表する王は宗教性を有し、国家が宗教となり、経済主体となり、学問思想の主体でもあり、技術の担い手でもあった。

しかし、ジェームズ・ワットの蒸気機関発明（1765年）を契機とする産業革命とフランス革命（1789年）によって、状況は一変した。フランス革命以降、国家は単に王や貴族のものではなく国民国家が実現し、国家は純粋に政治的国家となり、経済の営為を解放・推進・発展させる機関となった。

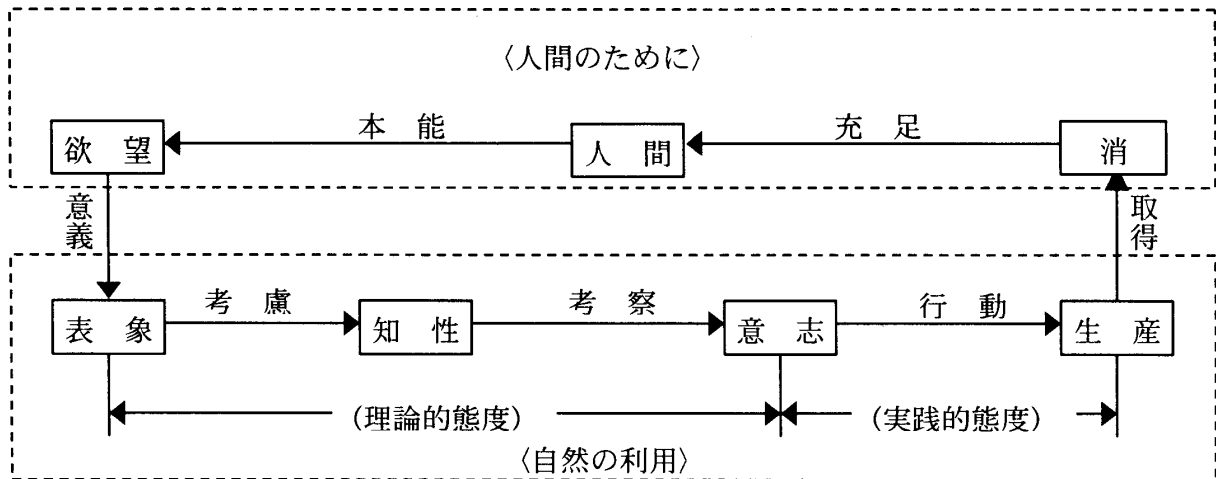
つまり、世界史は政治中心の世界から経済中心の世界へと移行した。経済の時代を体現するのは企業であり、これ以後技術は「企業に仕える技術」へと変貌する。蒸気機関の発明は動力革命（表5参照）であり、英国での1760年代から1840年代に至る産業革命の推進力となり、技術が産業・企業機構の中に不可欠要素として組み込まれることとなった。資本主義体制下の経済競争の中で、企業間競争の武器としての技術開発が一部社会的にある種の矛盾を露呈し始め、技術の倫理が問われている。

人間が生存するための道具として発現した「技」は、歴史的過程の中で人間の基本的存在から乖離した「術」によって一部は人間から離れたところへ移ってしまった感がある。人間が他の動物と異なるところは、本能の発現としての欲望の充足を「物」として造り出し、消費を通じて遂行していくことにある。

このような立場から「技術とは人間のための自然の利用である」との概念が提起でき、図3に技術の構造を示している。ここでいう「人間のため」は単に人間の欲望の充足にとどまらず、人間の機能・感覚の限界の拡大という枢要な役割が包括されていると論者は考える。

第一の拡大は時間的機能拡大である。Johannes Gutenbergの印刷技術の発明（1450年）は、先人の知的財産を印刷物として時間を超えて後世に伝えるに役立っている。また、Jacques Daguerreの写真術（1839年）は、画像情報の記録手段として人類にとって重要な時間的拡大の技術である。第二の拡大は、記憶・演算・処理能力の拡大である。Blaise Pascalによる機械歯車式計算機（1645年）以来、今日のコンピューターに至るまでの流れをみれば明らかである。第三の拡大は、人間の識別能力の限界の拡大である。人間は透視能力は保有していないし、暗やみでは物が見えない。また、ある水準以下の微小なものは肉眼では観察できない等々識別能力に限界がある。Wilhelm RöntgenのX線の発明（1895年）や赤外線暗視野カメラ、各種顕微鏡の技術はこれらに役立ってくれた。第四の拡大は空間的拡大である。G.Marconi以来の無線通信（1897年以降）、Alexander Graham Bellによる電話機の発明（1876年）、丹羽保次郎の写真電送装置の発明（1928年）等はいずれも遠隔の地に在る人々のコミュニケーションに大きく貢献してきた。また鉄道、自動車、航空機関連技術もこの範囲といえる。第五の拡大は、人間の

図3 技術の構造



思考・判断・行動能力の拡大である。最近のエキスパート・システム、人工知能関連技術、データ・ベース技術や知能ロボット、極限作業ロボット等の技術は人間に対する創造性支援ということもできる。

そして、最後に第六は人間の生存能力拡大、すなわち生の営みに対する支援である。最近の高度医療電子技術は元より、日本が世界に対して誇りとしてよい各種の医療用内視鏡の技術がどれほどの人の命を救ったか測りしれない。また、医薬品技術が人類の生存に不可欠の存在であることもいうまでもない。

「技術とは人間のための自然の利用である」との概念を技術に携わる者は再度かみしめる必要がある。技術が専ら企業間競争のための自然の利用であったり、また破壊であってもならないのである。

9. 疾走する科学技術文明の光と影

9.1 科学技術の進展による光明

これまで、画像情報技術という限定された技術領域の発展について展望してきた。それらの変遷からもたらされた“正の効果”に着目すると、第一には人類の数々の夢が実現し、第二には人々の保有する感覚とか能力に対して、それらを大きく拡張することが可能となってきた。そして、第三には経済的価値の創出に大きく貢献し得たといえる。このような人々にとっての光明は21世紀においても、引続き追求され、また実現していくと予測される。そこで、以下に現時点で語られつつある21世紀への科学技術への期待や夢を、いくつかの事例から紹介したいと思う。

1) OECDの予測⁸⁾

OECDは1998年に「21世紀の技術——ダイナミックな未来の有望性と危険性——」を発表している。その中に今後数十年に完成が予測される科学技術29項目がある。

表1 今後数十年に完成が予測される科学技術

-
- ・惑星工学、例として地球マントルへの廃棄物処理
 - ・沙漠地帯に灌漑を造るための氷山牽引
 - ・海洋採掘
 - ・総合物流、人手に触れることなく、物資を統合して共同一貫輸送するシステム
 - ・コンピュータを使用したインテリジェント高速自動車道システム
 - ・大陸規模の総合給水システム
 - ・1ガロンあたり120マイル走行する自動車
 - ・耐久性、再製品化、再利用を考慮した製造法
 - ・海洋牧場、海洋農場
 - ・安全保障機構の原子力工場
 - ・人間及び動物用の人工装具、移植装置、補助装置
 - ・大脳工学
 - ・農業、酪農のオートメーション化
 - ・野外ロボット
 - ・遺伝子を応用した診断法、治療法、健康増進のための道具
 - ・コンピュータを組み込んだインテリジェント建築物
 - ・ダイナミックな建築物
 - ・あらゆる装置、部品、システムのコンピュータ化
 - ・天候の変更
 - ・地震防止
 - ・製品の個別化
 - ・あらゆる装置、システムの設計シミュレーション
 - ・オートメーション・キッチン
 - ・人間工学と設計の統合
 - ・地表下の建築物
 - ・ナノ単位の製品とシステム
 - ・ロボット工学を応用した補助システム
 - ・宇宙ステーション
 - ・天体を地球型に変化させる計画
-

これらの中には、地球マントル内へのゴミ廃棄、海洋牧場、気候調節といったSF的な世界も挙げられているが、光と見るべきか、あるいは、一面影と見るべきか論議があろう。しかし、この報告書では21世紀の技術の柱としては、以下の2つの領域を明示している。

○ もっと速く、もっと賢く、広い結合を求めて—情報通信の可能性

○ 21世紀に向かうバイオテクノロジー

2) MIT・メディア・ラボの夢

第2章で紹介したように、1980年代以来、MITのメディア・ラボは、コンピュータを中心としたデジタル・エレクトロニクス技術の新たな可能性を提案し続け、世界中からその動向が注目されてきた。20年以前から活動を始めたメディア・ラボだが、いま、どんなことに挑戦しているのかは、メディア分野に関心のある者にとって興味あることである。1999年メディア・ラボのニール・ガーシェンフェルド教授により、「考える“もの”たち」(Things That Think)と題する報告が刊行された⁹⁾。この報告と同名の「考えるものたち」というプロジェクトが、

5年前からメディア・ラボに組織されている。その意味について、ガーシェンフェルドは以下のように述べている。

「私達の周囲には、益々多くの“もの”が溢れている。例えばそれは、最新のテクノロジーを搭載した様々な機械である。多くの機械装置が人々の関心を集めるにつれ、デジタル革命の約束する未来は、政治家の情報キャンペーンと似通い始めている。そこでは相変わらず、人間の自由は機械たちのワイヤにがんじがらめにされているようなものだ。

わたしにも未来について語る権利はある。なぜなら未来までずっと生き続けるつもりだからだ。わたしの描く未来は、人間が機械のニーズに応じるのではなく、機械が人間のニーズに応じられるというものだ。わたしはそういう未来を築く手助けをしたい。これはコンピュータの容量を挙げることでなく、コンピュータを捨て去ることでない。わたしは、“本とコンピュータとどちらが読み易いか”といった二者択一の問いをする代わりに、“両者の最良の特徴を融合させるにはどうしたらよいか”ということを示していきたいものである。」

このプロジェクトでは、例えば、電気や電話線の来ていない場所で、マニュアルなしで使える限りなく安価なコンピュータ、あるいはコンピュータの存在を感じさせないようなウェアラブルな装置、また生活環境がデジタル装置化して、それが自ら判断し、作動するような状態を生み出すこと、さらには、人間の心を読むインターフェースへの夢等々が提案されているという。

面白いのは、現在の液晶のモニターは、既に印刷された状態よりも可読性が劣っていることを認め、今後のモニターには、紙を使い、紙にトナーのようなもので、印字したり、それを消したりすることができるようにできないかといった提案もある。

詳細は報告に譲るとして、以下のような一見すると奇想天外と思われるテーマに、真顔でチャレンジしているのが、現在のメディア・ラボの姿である。

- 別の本に変わることでできる本
- 本物の楽器を超える表現ができ、ビギナーにも使い易い楽器
- 人間の身体を通じてコミュニケーションする靴（靴コンピュータ）
- 動くものを印刷するプリンタ

以上のように、メディア・ラボでは、デジタル・テクノロジーは、これまでのより良い環境を否定するのではなく、その長所を取り込み進化させることができるのではないかと考えており、そこが特徴であろう。メディア・ラボの夢は相変わらず、いまま走り続けていることが示されている。

3) 近未来に実現可能な構想例

○ マイクロソフト

「ゲーテンベルグ以来の画期的発明」としてマイクロソフト社のビル・ゲーツ会長が、次の事業の芽として期待する技術がある。コンピュータ画面の文字を活字並みに読み易くする“クリアタイプ技術”がそれである。ペーパーレス社会の到来を阻んでいる理由の一つは、ディスプレイ上の文字の読みにくさにある。クリアタイプ技術は、それを飛躍的に改善し、オンラインで書籍の内容を配信する「eブック」などの新規ビジネスの道を開こうというのである。クリアタイプは端末搭載用のソフトウェアで、HP社やコンパック社等の携帯情報端末に標準搭載

するほか、マイクロソフトはeブック専用端末の開発も進めていると言われる。

マイクロソフトの活字世界の電子化の日程を、以下のように目標として示している。

i) 2005年

eブックの売上高が世界で10億ドル突破

ii) 2009年

米国でeブックがペーパーバックの売り上げを追い抜く。

iii) 2018~2020年

米国で最後の紙による日刊紙発行。それ以降はすべての新聞が電子版へ移行。

○ NTTドコモの未来ビジョン¹⁰⁾

1999年、NTTドコモは2010年の未来ビジョン“MAGIC”を策定し、内外に発表している。MAGICは示すように、今後の事業の5本の柱を示している。

i) モバイルマルチメディアの推進

M : Mobile Multimedia

ii) いつでも、どこでも、誰とでも

A : Anytime, Anywhere, Anyone

iii) グローバルにサポート

G : Global Mobility Support

iv) ワイヤレス技術でソリューション

I : Integrated Wireless Solution

v) 個々人の情報生活支援

C : Customized Personal Service

MAGIC 構想はより具体的には、次のようなモバイル・フロンティアへの挑戦を意図しているという。

Mobile Multimedia :

1人1台の移動通信環境の実現

Global Mobility Support :

国境を越えたモバイルサービスの提供

Integrated Wireless Solution :

無線・移動通信技術の強みを活かした顧客のニーズに合致したデータ通信・システム関連サービスの提供

Customized Personal Service :

ID、データベース、コンテンツを核にした個人に対する新しい情報流通ビジネスの提供

○ デジタル・インテリジェント・プリンティング/パブリッシング方式の出現

1980年以降のパーソナル・コンピュータの急速な普及と1990年代に入ってからネットワーク化の進展、そして、高速・高画質のコンピュータ・プリンタ（レーザー・プリンタ、インクジェット・プリンタ）の実用化によって、印刷出版界を揺るがすような変革が起こりつつある。すなわち、グーテンベルグ以来、500年以上続いてきた編集・レイアウト・版下・製版を前提とした大量複製技術である「プレス印刷方式」を真向から否定する方式が可能となっている。具体

的には、

- ① データベースに蓄積された素材データ（テキスト、図形、写真各原稿）を、
- ② 熟練技能者らの人手を煩わすことなく、自動的に編集し、
- ③ 版を作らず、プレスも使用せず、
- ④ 出力部数の多寡にかかわらず、（一冊の本でも、小部数の研究論文でも）
- ⑤ 必要な時、必要な部数だけ部単位で、
- ⑥ デジタル・プリンタからプレスレスで出力（製本）する。

という電子印刷システムがテークオフしつつある。つまり、「原稿素材の入力から最終の印刷物・出版物の完成までを一つのコンピュータ・システムの中で完結する技術」の出現である。

このようなシステムを完成に至らしめた革新技术について簡単に触れておこう。

① ソフトウェア領域

わが国のソフトウェア・ベンチャー企業が完成に漕ぎつけた画期的な技術であり、在来の PostScript 技術を用いずに、独自に Windows の環境上で、画像データベース技術、編集組版技術、フォント生産技術、2次元・3次元の高速ラスタ・イメージ処理技術、四色分解・網点発生技術など印刷にかかわる全分野に亘って開発されたソフトウェアが実用化されている。

② ハードウェア領域

画像情報入力装置としてのパーソナル・コンピュータ、デジタルカメラ、イメージ・スキャナーなどの普及と、出力装置としての各種の高速・高画質のプリンタ（白黒・カラー）の飛躍的な技術進歩が大きく寄与している。

この電子印刷・出版システムの特徴を挙げると次のように整理できる。

- (i) Windows 環境上のパソコンによるシステムであるので、一般のパソコン・ユーザーが作成したデータをそのまま印刷・出版することが可能である。
- (ii) イメージ・データベースを基盤とするシステムであるので、データの多目的利用が可能であり、出力形式も手元ドキュメントのサイズから大判ポスターまで拡大出力が可能である。
- (iii) 在来のプレス印刷方式に替わる本格的な印刷・出版システムであるに拘わらず、通常の Windows パソコンのオペレーションのみで生産が可能である。
- (iv) このシステムを利用するショップ顧客が自分のパソコンでデータ作成を行い、ショップはそれらを出力するという役割を担う。
- (v) 印刷出力一枚一枚毎に氏名・店名・写真などを差し替えることにより、セルフ印刷物を自動処理で簡便に調達できる。

このような電子印刷システムの実現は、グーテンベルグ以来の印刷システムの否定につながり、インターネットのウェブが、精密な電子的、光子的仕掛けの印刷機であるとの考え方を実証しているといえよう。

9.2 科学技術文明に潜む影

コンピュータ化されたオフィス、電子システムに制御された交通手段、CTスキャンやMRI（磁気共鳴装置）などを使用した医療システム等々、われわれの社会はいまや、最新テクノロジーなしには語れない。しかし、人間の役に立つべきテクノロジーに、マイナスの働きをす

る側面があることに留意せねばならない。癌細胞を殺すために開発されたはずの新薬が、別種の癌を生み出すとか、オフィスの効率化のために導入されたコンピュータが、人々から思考能力を奪うといった現象が見られるようである。

神ならぬ人間が作り出すテクノロジーがパーフェクト（完全無欠）であるという保証はない。むしろ、その光と影とがコインの表裏のように一体化されていると考えるべきであろうと思う。そこで、技術革新の進展がもたらしつつあるマイナスの効果が、どのような面に現出しているかについて触れておこう。

1) 知識獲得競争の激化と知の独占

科学技術に関する新たな知識の追求と獲得競争が、国家間・産業間・企業間・大学間・個人間などで世界規模に激しく展開されている。科学技術に関する知識は、本来、人類の公共財としての性格を持つべき知的資産であると思われるが、経済的優位性とか国際的パワーの確立といった立場から、知を独占して知的覇権を握ろうとする動きが一部に見られ、その傾向が最近とくに強まりつつあるように思われる。

2) 社会の行動規範・倫理観との衝突

クローン羊“ドリー”の誕生に端を発した哺乳動物のクローン技術に対して論議が活発化した。それはヒトに関してもこの方法が成功しない理由が見当たらないからである。一部の政府機構や宗教界はいち早く反応を示した。科学技術の知および行動規範と社会の行動規範や倫理感との間に衝突が生じた場合に、どう解決すべきかの問題を提起した。

このような問題は生命の世界だけに止まらない。インターネットのホームページにポルノ画像を載せて配信することの規制について、それらが社会に及ぼす悪い影響と表現の自由との間に相剋がある。この種の問題は、在来印刷メディアで争われてきたが、インターネットというメディアの故にその影響は全世界に、そしてきわめて身近に及ぶという深刻さがあると考えられる。

3) 人々の思考阻害と精神面の荒廃

CAD（Computer Aided Design）システムは、広範な産業分野の開発設計業務に導入され、業務効率向上に役立っている。さらにこの方向を強化すべく、エキスパート・システムや自動設計システムの導入へと展開が計られているが、この結果、設計技術者は次第に“思考を避けるオペレータ”となりさがり、思考能力が低下する傾向が見られる。身近な例では、電卓が子供達の算数能力を阻害したり、ヘッドフォン・ステレオが若者達から思考を排除するといった現象も気になる。

コンピュータ・エンタテインメント（ゲーム、アニメなど）に没入する余り、ヴァーチャルな世界とリアルな世界との区別がつかない青少年も増大傾向であると言われている。対人関係を避けてパソコンに専ら向き合う内向性が、多分に健全なコモン・センスの育成の阻害要因となるように思われる。

4) 新たな不平等格差の発生

科学技術の知の進展は、人々の中の相違を際立たせる可能性がある。地球上の60億人の人間が平等にその恩恵に浴せる保証はない。最近のIT革命でもデジタル・ディバイドが話題になっているが、21世紀へ向け貧困国・地域への対応や、南北格差は避けて通れない地球的課題の

ように思われる。先進国・先進地域のみが科学技術の進展の成果を専ら享受する姿は決して望ましい姿ではない。

5) 人工システムへの過度の依存

個々人の日常の生活から、経済活動、国の安全保障活動、各種レベルのコミュニケーション等、人類のすべての活動が、科学技術が実現可能ならしめた人工システムに依存している。コンピュータの2000年問題は記憶に新たであるが、情報通信ネットワークにおける“ハッカー”の攻勢も新たな脅威である。人工システムは予期せざる異常の発生に対して意外に脆さを露呈し勝ちである。

6) 文明の均質化

科学技術文明という文明の形態は、国・民族の軍事力、経済力と威信の源泉となるから、他の形態の文明を蚕食してこの文明に転換させる力を持っている。加えて、科学技術知識獲得競争で先頭を走る米国が、軍事的パワーゲームの勝利者であることから、米国型の資本主義形態や米国型機械文明が他の地域を席卷して、世界を均質化するという懸念をもつのは論者一人だけであろうか。人々が求めているのは多様な文明であり、文化であるように思えてならない。

7) 環境破壊・人口爆発

科学技術文明の部分、または全体が起こすシステム爆発が環境の持つ許容限界を超えると環境の破壊が起こる。地球環境問題はその典型であり、科学技術分野がもたらした生存能力の飛躍的向上がヒトという生物種の人口爆発を生んでいる。論者が生を受けた1927年の地球人口は20億人であり、以来70年余りで3倍の60億人を越えた訳である。科学技術文明は自らが招来した結果に対して、改めて対応すべき責任を負っていると言える。

10. 結 言

論者がこれまでかかわってきた画像情報技術分野の史的変遷を整理して見ると、この領域のイノベーションに関係した多くの世界の挑戦者達の果たした役割に改めて感銘を受けるのである。

- i) 人々の生活を変え、
- ii) 人々の思考を変え、
- iii) 人々の行動に変革をもたらし、
- iv) 新しい技術文化を形成しつつ、
- v) それぞれの時代に応じた社会的な大きな役割を果たしてきた。

論者が直接かかわった4つの領域で身近かに起こった変化を改めて想起して見たい。

① 銀塩写真カメラ

眼にした“ある映像カットを瞬間的に切り取る”という役割のカメラを、戦後、通常の給料生活者はそれを手中にすることを夢見て、何ヶ月分かの給料相当分を蓄えて入手した。しかも、その時代のカメラは露出制御も焦点合わせもマニュアルであり、被写体の条件を考慮しつつ智慧を絞っての撮影であった。1970年に入り、カメラはLSIによるシステム制御型に変化すると共に、1980年代以降にオートフォーカス方式も導入されて、全自動化カメラの時代に入り、殆ど頭を使わない大衆化が実現した。そして、1990年代以降、デジタルカメラが出現して様相

は一変し、2000年後半には、デジタル方式カメラがアナログ方式のコンベンショナル・カメラを台数で抜くという現状に至っている。

② 電子複写機

Xerography 方式の電子複写機が世界市場に登場したのは、1960年代初頭である。したがって、論者の学生時代は元より、若い時代には電子複写機は存在していない。当時の文献複写は、研究活動の中で厄介な作業であった。銀塩カメラに複写用フィルムを装填し、所望の文献紙面を照明しつつ、シャッターを切ってカメラ撮影する。次に、暗室でフィルムの現像・定着・水洗・乾燥した上で、引伸装置で印画紙に1頁宛プリントするという一連のプロセスを余儀なくされていた。一件の文献のコピー文献は実に貴重で、それこそ隅から隅までよく読んだものである。現在の電子複写機の多様な機能はユーザーに戸惑いを与える程であり、カラー・コピー、デジタル・コピーへと進展して、複写速度は軽印刷機レベルに、複写物の画質は印刷品質レベルにそれぞれ向上している。

③ ファクシミリ送受信機

ファクシミリがオフィスや家庭にまで普及浸透したのは、比較的新しく在来は特殊な業務用途に限定されていた。警察・鉄道・気象庁といった機関での使用が中心であった。家庭に例をとると、オペレーターを呼び出す共電式電話機を設置した家庭はきわめて限定的で、いわばステータス的な存在でさえあった。戦後、電電公社から固定電話を設置して貰うには、相当長期の待機を余儀なくされ、かつ公社の電話債権の購入を義務付けられていたのである。

電話回線によるファクシミリ・サービスは1973年に開始されたが、一般への普及は、電電公社がNTTへ民営化された1980年代半ば以降である。欧米社会ではアルファベットと数字で多くのコミュニケーションが果たされ、またタイプライタに慣れた社会では“テレックス”方式が長く使用され、ファクシミリの普及はむしろ遅れた。わが国では漢字・かな文字・数字とコミュニケーションに必要な文字数は膨大であり、ファクシミリの普及に適合した社会であった。

しかし、1990年代半ば以降のパーソナル・コンピュータと携帯電話端末の急速な普及が、関連分野の様相を一変させている。

固定式電話機 → 携帯電話端末

ファクシミリ → Eメール

④ コンピュータ用プリンタ

1960年代からわが国で本格化した電子計算機利用に関連して、計算機出力をプリント・アウトするプリンタは、汎用大型コンピュータから電卓に至るまで、メカニカル方式が主流であった。大型コンピュータではライン・プリンタがメカニカル方式のため、コンピュータ本体の演算処理の速度向上に比して、プリンタの印字速度が向上せず、その電子方式化によるノン・インパクト・プリンタが求められてきた。ノン・インパクト・プリンタの方式は種々考案されてきたが、もっとも適合した方式がレーザー・ビーム・プリンタであり、1975年に発表されている。この方式のプリンタ・エンジンの開発に関しては、米国に先駆けて日本勢が優位に立つことができたといえる。とくに、1980年代以降のパソコンの市場のテイク・オフに対して、わが国のレーザー・プリンタとその後のインクジェット・プリンタが国際市場できわめて強い競争力を発揮して現在に至っている。

論者が経験した限られた範囲でも、半世紀の技術革新のインパクトは、まさに隔世の感という以外の表現はない。本稿で扱った技術革新の社会への影響をメタファとして表現するならば、以下のようにも言うことができよう。

- グーテンベルグは、世のあらゆる人を“読者”にした。
- ゼロックスは、世のあらゆる人を簡易な“印刷業者”、または“出版者”にした。
- パソコンは、世のあらゆる人を“作家”に仕立てた。
- インターネットによるEメールとデジタルカメラ、デジタル・コピーそしてレーザー・プリンタは統合されて、“記述、印刷、出版、配布”という知的プロセス全体を個人管理の下に置き、出版・報道の自由化を推進した。

さて、21世紀はどのような世紀になるのであろうか。きっとまた様々な技術革新が出現して、若き後輩達がよりよき世紀へ導いてくれるに相違ないと論者は信じている。

本稿を閉じるに当たり、8年間に亘り知的活動の場を与えて頂いた経営学部の諸先生に、心から感謝の気持ちを捧げたい。

参 考 文 献

- 1) 山之内昭夫：『企業変革の技術マネジメント』、日本経済新聞社（1986）
- 2) 山之内昭夫：『新・技術経営論』、日本経済新聞社（1992）
- 3) スチュアート・ブランド：『メディア・ラボ』、福武書店（室・麻生共訳）（1988）
- 4) Jhon Brockman：『The Greatest Inventions of The Past 2000 Years』、Simon Schuster, Inc. (N.Y.)（2000）
- 5) 加藤尚武：『ヒトと技術の倫理』、NHK出版（1993）
- 6) 4) と同一
- 7) 松岡正剛編著：『情報の歴史』、NTT出版（1992）
- 8) OECD編：『21世紀の技術』、中央経済社（1999）
- 9) ニール・ガーシェンフェルド：『考えるものたち』、毎日新聞社（中俣訳）（2000）
- 10) NTT DoCoMo 編：『NTTドコモの未来ビジョン』NTT出版（1999）
- 11) 篠崎彰彦：『情報革命の構図』東洋経済新報社（1999）