

情報通信技術の医療福祉分野における役割

A Role of Information and Communication Technology for Social Welfare

太田 茂^{*1}

Shigeru OHTA

要 約

コンピュータに代表される情報機器は全ての情報を電子化して取り扱う。情報社会の特徴の一つは、コンピュータの処理対象であるデジタル情報を通信経路でやりとりすることである。

デジタル機器は使える人と使えない人を峻別するという問題点を有するが、情報社会における代表的な情報媒体である電子文字は、両者の垣根を取り払う重大な役割を担っている。例えば、伝統的な情報交換手段である音声言語や文字言語では対話できない人同士の相互交流を可能にする。

筆者が「コンピュータは福祉機器である」と主張する理由は、上記の事実に基づいている。機器の制御面でも高い能力を持つデジタル技術の有用性は医療福祉分野でも高い。

1. はじめに

学生時代に黎明期のコンピュータに出会い、運命的なものを感じて富士通に入社しソフトウェア開発に取り組んでいた私は、予想外の成行きで大学に転じた。それから16年経った今も気持は技術者のまま。そんな経歴にも拘らず、電子メールより手紙や電話を好み、パソコンはもっぱら原稿作成機と考えている古風な人間である。富士通在職中は、昨日の最新技術が今日は陳腐化する現場にいたが、そんな業界にも変化を嫌う人は多かった。人間は本質的に保守的な動物らしい。

最近、情報関係の不祥事が相次ぎ腹立たしい限りだが、情報不足や制度不備に基づくトラブルの多発は過渡期には起りがちなことで、便利さの裏に潜む危険性は火やクスの例から容易に推察できることである。情報通信技術^{†1)}はコミュニケーション手段を多様化する利点も大きいので、いたずらに敬遠するのではなく、荒馬を調教するように飼慣らして活用すべきである。

2. なぜ、情報通信技術が重要なのか

筆者はパソコンや携帯電話等の情報機器は福祉機器として利用できると信じている。その理由を説明する前に、ヒトの特徴を明確にしておきたい。

まず二足歩行だが、歩行困難なら車椅子という固定概念からパワースーツ装着で自立歩行させようという時代にはやや古いかも。では状況判断能力？ それなら染井吉野だっている。春の一斉開花がその証拠。では情報伝達能力か？ 多くの動物は鳴声で仲間と連絡しあっており、犬の声を聞き分ける玩具の存在は鳴声の規則性を示唆している。しかし、正確ではない。そう、ヒトの最大の特徴は言語を発明し意思伝達や思考の手段として活用している点である。それゆえに、情報通信機器は人間が社会生活を営む上で欠かせない。

福祉のシンボルマークは車椅子だが、最も重い障害は視覚障害と答える人が多い。確かに視覚や移動能力は動物の生存に重要だし、もう一つの危険察知手段である聴覚は水中や騒音下では役に立たない。

†1) Information & Communication Technology の訳語で ICT はその略語。technology は最新技術の応用結果という意味も含むので、情報通信機器という訳が適切な場合も多い。

*1 川崎医療福祉大学 医療福祉マネジメント学部 医療情報学科
(連絡先) 太田 茂 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-Mail: ohta@mw.kawasaki-m.ac.jp

しかし、視覚障害の過大視は一種の偏見だと私は考える。

話し言葉でも口伝えという形での伝承は可能だが、伝言ゲームの結果から分かるように伝送中の変形が半端では無い。また、記憶は時間経過と共に薄まり変形する。文字が発明された最大の理由は正確な記録を残すため、文明国の公式記録は例外なく文書である。つまり、文明社会に参加し貢献するためには読み書きの能力が欠かせない。ただし、日常の情報交換は主に音声で行われ、聞き取りが困難な聴覚障害児のために存在する聾学校ですら口話を重視している。しかし、聴覚障害の不便さを感じることなく暮らせる社会が米国東部の漁業主体の島にかつて存在していた。下記の報告書^{†2)}は、聴覚障害児には、まず手話を学ばせ、言語観念を獲得した後に他の言語を習得させることの合理性を示唆している。

人類は生活を豊かにするために様々な技術や道具を開発し活用してきた。パソコンや携帯電話に代表される情報通信技術もその延長線上にある。しかし、我々は最古の新技术と呼ばれる火さえ完全に制御しているとは言い難い。情報通信技術という荒馬の制御には手こずることだろう。

伝統的言語にはそれぞれ限界がある。喋れない人や耳が遠い人は会話に参加できず、目や手が不自由だと読み書きだけでなく手話の利用も制約される。また、点字を指先で読む能力は誰でも習得できるものではなく、中途失明した成人には難しい。因みに、世界的にみて点字利用者は視覚障害者の1割程度で、視覚障害者の9割を占める弱視者は拡大文字を使っている。

情報通信技術には上記の各媒体の橋渡し役が期待できる。その実情を以下の章で解説する。

3. 高齢社会と情報社会の相互関係

高齢化と情報化の波が世界中に押し寄せている。両者は一見無縁のようだが、長寿化は医学の進歩や食生活ならびに衛生状態の改善のみならず健康知識の普及、即ち、知識水準の向上に依存している。少子化の最大要因である女性の高学歴化や晩婚化も情報化の影響を受けている。つまり、社会の高齢化は情報化の必然的結末である。その証拠に高齢化した国は例外なく先進国である。

しかし、社会の情報化には問題が多い。例えば、加齢は視聴覚や筋力や記憶力を低下させ、日常生活や社会参加に影響を及ぼす。情報処理技術と電気通信技術が融合し社会基盤化した情報社会では、情報

通信機器の性能向上や機能増大が日常茶飯事であるが、その結果生じる操作の複雑化は高齢者や障害者の利用を阻害する。今や、世界一の高齢国である日本だが金融機関のATMや駅の自動券売機の前で困惑する高齢者は無視できない。

加齢による能力低下は行動範囲を狭め新しいことに挑戦する意欲を減退させる。少子化の影響で減少した我が国の生産人口は急増する高齢者の介護需要にも割かれ近々枯渇するだろうが、副作用が予想される労働力輸入に走る前に情報通信技術の活用を真剣に考えるべきである。問題点を強調した後で、実は有用と薦めるのは自己矛盾のようだが事実である。例えば、文字情報の電子化は音声化や点字化を容易にするだけでなく、コンピュータの記憶能力や検索能力を利用し易くする。誰もが生活し易い社会基盤を整備し、新技术を緩やかに導入することで高齢者や障害者の社会参加を可能にし、彼らを生産人口に変える努力を続けて現実に立ち向かわなくてはならない。その際、全ての技術には利便性と危険性の二面があり、「良く効く薬には毒がある」ことや火の恐ろしさを念頭に置く必要がある。情報通信技術についても、危険性を抑えながら利便性を高める努力を続けてゆかなければならない。

情報通信技術の影の部分を紹介しておこう。約百年前に米国人ベルが発明した電話は瞬く間に世界中に広まり、聴覚障害者を事務作業の場から排除した。ベルの本業は聴覚障害関連の教育者だったという。なんとも皮肉な話である。彼の名を冠したベル研究所で生まれた技術、トランジスタやLSIが補聴器の小型化に貢献したことをベルのために喜びたい。

電話の先輩である電信は文字情報を送受する。聴覚障害者用の電気通信手段として印刷電信機を利用する試みが40年ほど前に始まり、タイプライタを常用する横文字圏で普及した。これが文字電話機TDD^{†3)}へと進化し、聴覚障害者の生活環境の改善や文章力向上に大きく貢献した。米国では官庁への設置が義務化され、量産効果で価格が低下し、TDDを使った情報サービスが一般にも広まった。これに対し、日本の聴障者の電話網利用はFAXの公的助成が始まった1981年が起点である。

インターネットが米国で爆発的に普及した理由としては国防技術を転用した技術的優位性のみが強調され、TDDを利用した情報サービスに一般大衆が馴れ親しんでいた事実は殆ど伝えられていない。しかし、TDDによる情報サービスに対する慣れや信頼感があったからこそ、インターネットは短期間に

†2) ノーラ・エレン・グロス著、佐野正信訳：みんなが手話で話した島、築地書館(株)。

†3) Telecommunication Device for Deafの略語で直訳すると聾者用通信機。

普及したのである。

パソコンにも問題は多い。音声も点字も扱えるパソコンの普及は視覚障害者の事務作業を可能にし、個人で購入できる価格帯の盲人用読書機を実現させ全盲者の積年の悲願を具現化した。しかし、子供や外国人でも容易に理解できる映像情報が主役の座に付くと、それまで視覚障害者の頼もしい味方であったパソコンは一転して画像表現に資源を集約しマルチメディア化に走った。

多くの動物は映像と音声から情報を摂取しており、人間も例外では無いが、画像情報は点字化も音声化もできない。また、パソコンや携帯電話等の多機能機器の操作は一般に複雑で、今のままでは大量の情報障害者を生み出すだろう。それを防ぐためにも進歩の速度を緩やかにして高齢者も追従できるようにすべきである。

4. 情報社会を生き抜くための常識

本章では、今や日常語として使われてはいるものの正確に理解されているとは思えない情報分野の基本概念や専門用語について概説する。

4.1. データと情報そして知識

広辞苑は、情報は「判断や行動に必要な知らせ」で、知識は「体系化された情報あるいは蓄積された情報」、データは「未評価の諸事実であり情報の素材」と説明している。これに対し、日本工業規格は、データを「人間や自動手段が行う通信・解釈・処理に適する形式化された事実、概念または指令の表現」、情報を「データを表現するための約束に基づき人間がデータに与えた意味」と定義している。間違いではないが分りにくい。実際には、データと情報の差はかなり曖昧で、強いて言えば、素材であるデータは発生源寄り、それを加工した情報は利用者寄りに位置する。

生物が外界の変化を認知する場合、感覚器官への刺激に基づく原信号がデータで、これを取捨選択し整理評価したもの、つまり、事実を解釈し形式化した意味が情報という定義もある。会話の場合、内容が理解できたもののみが情報で、それ以外は単なる音声データに過ぎない。良く耳にする「情報が多過ぎる」という表現は間違いで「データが多過ぎる」というべきである。

データと情報、知識の関係は図1に示すように食品材料と料理、身体の関係に例えられる。比喩的に云えば、知識とは判断や行動に必要な情報を咀嚼し体系化したもので、適切な食事と運動が健康維持に不可欠なように、適切な量と質の情報を継続的に摂取し体系化することで、判断の基礎となる知識が蓄積され適確な行動が可能になる。なお、そのまま

も食べられる果物のようなデータもあり、それらは加工不要なので即情報ということになる。

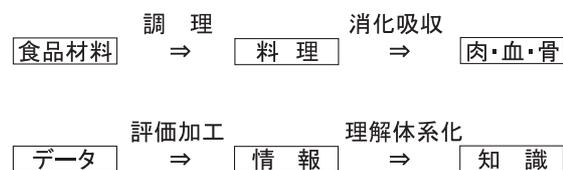


図1 データと情報、知識の相互関係

4.2. アナログ通信より古いデジタル通信

地上波テレビのデジタル化が進行中である。アナログは過去の遺物でデジタルに移行できない人は時代に取残されそうだが、それは大きな間違い。そもそも、電気通信の祖である電信はれっきとしたデジタル通信でアナログ方式の電話より歴史は長い。

デジタル方式には利点もあるが問題点も多い。文字を扱う電信にデジタル方式が自然なように、音声や動画を扱う電話やラジオ、テレビのアナログ方式採用は放送開始当時の技術的水準から見て当然の選択であった。情報圧縮技術の進歩でテレビのデジタル化が可能になり、その方が有利な環境が最近やっと整っただけのこと。いずれはデジタルという流れは否定できないが、まだ使えるテレビ受像機を捨てさせる行為は正に「勿体ない」。

自然界の森羅万象、例えば、温度、湿度、重さ、長さは全て連続的に変化するアナログ量である。アナログの本来の意味は類似だが、これは度量衡制度が普及するまで貴金属の重さを天秤で量り、子供の身長を柱の刻み目で記録した歴史的経過の名残りであろう。これに対し、デジタルの語源 digit は指を意味し、文字どおり指折り数えられる量がデジタル量である。世界中で十進法が使われている理由は我々の手に十本の指があるからに他ならない。

アナログとデジタルの違いは連続量か離散量かという点である。多くのデジタル時計の最小表示は1秒だが内部的には千分の1秒程度の精度を持つ。それでも、連続量ではない。処理中に誤差が累積し10進3桁程度の精度維持も苦しいアナログ機器に対し、デジタル機器は桁数次第で十分な精度が確保できる。だからこそ、我々は長さも重さもデジタル数で表わしている。

デジタル信号の基本要素であり脈拍という意味も持つパルスは、情報の世界では持続時間が短く振幅一定の矩形波を指す。電信は電鍵と呼ばれるスイッチの押下中だけ電流が流れる典型的な2進デジタル信号を用いる通信方式である。伝送中の信号波形は誘導雑音等の影響を受けて乱れるが、2進法の世

界には0と1しか存在しないので、受信電圧に閾値(シキイチ/イキチ)と呼ばれる境界値を設定し、それより上は1、下は0と見做すことで原波形をほぼ完全に復元できる。これが、2進デジタル信号が雑音に強いとされる理由である。

回復不可能な程、変形する前に元の形を復元し再送することを中継という。電信信号の中継にはモールス符号の考案者でもあるモールスが発明した電磁継電器が活躍した。この時宜を得た回路素子の登場で長距離伝送が可能になり電信は普及した。

遠くにいる人と話をしたいという人類の夢に応えたのが電話である。3極真空管の登場でアナログ信号の増幅や中継が可能になり長距離通信が実用化した。偶然だが、テレビ受像機や画像表示装置に使われたブラウン管も同年に発明されている。

4.3. 情報社会を支える要素技術

電磁継電器の発明が電信の普及を促し、多極真空管の登場が電話やラジオの躍進を支え、ブラウン管の存在がテレビの魅力を高めた。つまり、新技術登場の裏には、それを可能にした画期的な要素技術が必ずある。情報社会の進展を支えているのは半導体素子の進歩である。

狭義の半導体は電気の良い導体と絶縁体の中間に位置するシリコン等を指す。しかし、世間で半導体製品と呼ばれているのは、不純物半導体(高純度シリコン結晶中に超微量の砒素やインジウムを混ぜたもの)を用いた能動的回路素子、つまり、トランジスタや集積回路(IC: Integrated Circuit)のことである。

ICはコンピュータの普及発展に貢献した画期的回路素子である。単体ではゴマ粒大のトランジスタも天文学的回路規模になれば巨大スペースを占める。そこで、複数部品を一体化する集積回路のアイデアが生まれた。世界最大の半導体企業インテルの設立者、ノイスが1959年に申請した特許は、シリコン基盤上にトランジスタのみならず抵抗やコンデンサも作り込む画期的方式でモノリシックICと呼ばれている。集積度の向上は目覚しく、記憶素子を例にとると、1970年に1K(10^3)だった1製品あたりのビット数は2005年には1G(1×10^9)段階に達しており、3年で4倍という爆発的拡大を続けている。こんな凄まじい進化を続ける技術は過去に例が無い。こうした大規模ICをLSI(Large Scale Integrated circuit)と呼ぶ。なお、量産段階に達したICの価格は一定値に収斂するから、集積度向上はビット単価の低下をも意味する。

モノリシックICの恩恵は記憶素子に留まらず、コンピュータの中核機能を集約したマイクロ・プロ

セッサ(Micro Processor)も誕生し、これを利用したパーソナルコンピュータが個人でも購入できる価格で登場した。日本ではパソコン、米国ではPCと呼ばれているものである。

マイクロプロセッサは嶋正利氏の発想をインテル社が具現化した。同時に処理できるデータ長は当初の4ビットから倍増を続け、まもなく64ビットが主流になるうとしている。先発の強みを活かして矢継ぎ早に新機種を投入し業界トップの座を死守してきたインテルと、OS市場で世界最強のマイクロソフトとが組んだWINTEL連合が世界のパソコン市場を支配している。独自の商品で一時は健闘した日本も衆寡敵せず制圧された。日本企業がメモリIC市場を独占した時期もあったが韓国企業に圧倒され、パソコンの生産は台湾に集中している。電子先進国と呼ばれる日本だが、パソコンや携帯電話の市場では肩身が狭い。

4.4. 進化し続ける計算機

コンピュータの規模はスーパーコンピュータから製品組込用マイコンまで幅広いが、全てデジタル式自動計算機で、制御方式は①プログラム内蔵方式、構成素子は②モノリシックICである。これに③マイクロプロセッサを加えたコンピュータの三大発明の相乗効果によって電子機器の性能向上と価格低下が進行し情報時代が到来した。

デジタル式自動計算機の開発者はペンシルバニア大学のエッカートとモークリーである。ENIACという略称は電子的数値積分機兼計算機を意味する。演算は真空管で行い、主に、弾道計算等の軍用途に利用された。プログラムやデータを配線盤に設定する外部プログラム方式だったので、システム開発も大変なら起動操作も面倒で、稼働率は極めて低かった。プログラム作成に苦労した二人は、プログラムもデータとみなして記憶領域に置く方式を思い付いたが、この話を聞いた数学者ノイマンが単独で論文を発表した(1945)ので、この方式はノイマン方式とも呼ばれる。プログラム内蔵方式の特徴は①処理手順を示すプログラムを事前に作成し、②実行する前にプログラムを記憶装置に格納して起動することである。なお、各命令は並べた順に実行される。

さて、コンピュータ本体をハードウェアと呼び、プログラムをソフトウェアと呼ぶ。本来は鍋釜等の金物を指すハードウェアに硬いという意味は無いが、プログラム内蔵方式の採用で開発が容易になったプログラムの多様な変身ぶりを「軟らかい」と感じて命名したのだろう。以下、両者をハード/ソフトと略す。後に楽曲や映画入りのCDやDVD、磁気テープもソフトと呼ばれるようになった。

プログラム内蔵方式ではプログラムもデータとみなして加工する。つまり、覚え易い言語規約に沿って書いた原始プログラムを機械語に翻訳する作業をコンピュータに担当させられる。その結果、プログラムの開発や改良、転用が容易になり、プログラム開発作業の生産性が飛躍的に向上した。ただ、プログラムとデータの同一視には問題がある。例えば、実行中のプログラムの変更は、処理結果に不都合があっても原因追求ができないため禁じ手となっている。

様々な問題を抱えてはいるが、未だに後継技術は成育せず、プログラム内蔵方式は半世紀生き延びた。

ここで、コンピュータの基本機能を電卓を参考に説明する。テンキー(=入力機構)から入力した数値は記憶機構に蓄えられ、表示部(=出力機構)にも示される。+、-等の演算指示に続いて、再度、数値を入力すると演算機構が働いて演算結果を表示する。なお、計算手順を使用者が毎回指示する電卓は自動計算機ではない。

プログラム内蔵式コンピュータでは、プログラムもデータの種類として記憶機構に格納(内蔵)する。制御機構にプログラムの格納番地を知らせて起動を指示すると、先頭番地の命令を読み出し、その指示内容を解釈して他の機構に指示する。その処理が終われば、次の番地(実行した命令が分岐命令なら指示された番地)の命令について同様の処置を繰り返す。この過程をプログラムの実行と呼ぶ。実際には、制御機構と演算機構は一体化して中央処理装置と呼ばれており、この機能をLSI化したものがマイクロプロセッサまたはMPU(Micro Processing Unit)である。

コンピュータの演算速度は速い。クロック1GHzのMPUは1秒間に 10^9 回の計算を行う。この高速性のおかげで、四則演算と論理演算、比較、分岐という単純な基本命令しかなくても、複雑な処理が短時間に実行できる。なお、自動処理を可能にする条件付分岐命令は、二つの数の大小関係を判断する減算処理の結果を利用している。

実行中のプログラムやデータを格納する主記憶は、高速性が求められるので最新のメモリ用ICで構成する。ICの価格は年々低下しているが、OSの要求量の伸びが甚だしいために主記憶は常に不足気味である。パソコンとENIACを比較すると、消費電力や占有面積は千分の1以下になったのに、演算速度や主記憶容量は約百万倍以上になっており、コンピュータの凄まじい量的進歩と、半世紀不変という超保守的な制御方式とのアンバランスが目立つ。なお、処理速度や記憶容量の進歩は画像処理やデータベースの実用化に貢献した。

4.5. 通信機能とインターネット

昨今のパソコンは通信機能を標準装備しており、インターネットが簡単に利用できる。電子メールは便利だし、俗にホームページと呼ばれているWeb Siteは貴重な情報源である。

インターネットの仕組みは固定電話とは異なる。電話機で相手先の番号をダイヤルすると、まず最寄の電話局に繋がり、電話網の一部を占有する回路が一時的に形成されて通話できる。携帯電話の場合は無線接続で最寄局は非固定という点が異なるが、基本的な仕組みは同じである。この仕組みは、最寄駅から列車を乗り継いで所望の場所に辿り着く過程で、一時的に車両の一部を占有する鉄道に似ている。電話網も鉄道も信頼できる専門業者が運営している。しかし、阪神大震災クラスの大災害発生時には途絶する。

コンピュータ内部では文字も音声も画像も全て電子化されている。インターネットの世界では、この電子情報を一定長のケットに分割して送受する。ケットは小包を意味する英単語で、各ケットには宛先と発送者が明記されている。発信から着信までの流れは電話とは違う。例えば、私が東京の知人に連絡する場合、所定のケット群を倉敷市内の通信基地に預けると、誰かが岡山まで運んでくれ、次に、大阪行きの便に載せられ最終的に相手先に届けられる。ただ、この例え話は少々古めかしい。今や、主要都市間には高速通信網が張り巡らされていて普段は積換は殆んどない。しかし、基幹通信路が使えなければ、昔ながらのパケツリレーに頼る。鉄道や道路が寸断され孤立した被災地に、四駆のジープで生活必需品を届けるといった情景を思い浮かべて欲しい。通信網破壊時を想定した頑丈な通信手段という米国国防省の設計思想が窺われる。郵便のような確実性は保障されていないが、先進国相互のアクセスはまず問題ない。

中央集権的管理機構が存在しないため、反社会的行為に対する防御が困難で、様々な社会的問題を引き起こしている現実は無視できないが、前述したように、便利なモノには副作用が付き物である。反社会的と感じたら、その都度、対応策を考えて対処する覚悟が必要であろう。

5. 情報障害者の登場と対応策

目や耳・口・手などの機能障害で、情報摂取や表現が困難な人を情報障害者と定義すると、身体機能の一部を代行できるコンピュータは情報障害者の社会参加を支援する道具になりうる。例えば、全盲者は墨字を読む代わりに指先で点字を触知する。しかし、実用的な速さで点字を読むためには、触知した図形

を大脳の視覚野や言語野で文字として認知する過程が不可欠で、触覚で視覚を代行する脳機能の再構成が必要である。これは成長過程にある盲児なら対応できても、病気や事故で失明した成人の適応は極めて厳しい。しかし、こうした人でも、音声合成装置なら情報が摂取できるので、各人の要望に応じて音声装置と点字装置が選択できる環境が望ましい。

画像処理の比重が高まったのは比較的最近のことで、コンピュータは長らく計算と文字処理用の機械だった。パソコンにはキーボードとディスプレイが必ず付いており、これにプリンタが加われば手が不自由な人でも文章の作成や印刷が可能になる。印刷時や表示時に拡大文字を使えば、高齢者や弱者も使える。音声合成装置は口話代行や盲人用読書機の実現を可能にした。アクセシビリティ（使い易さ）と総称される上記諸機能は、米国連邦政府の強い意志と指導力のおかげでパソコンに標準装備され、聴覚障害者と視覚障害者との直接対話がパソコンを介して可能になった。

5 .1 . 伝達方法による情報の分類

5 .1 .1 . 実時間認識を前提とする伝達方法

音声言語は空気振動を聴覚で認知し、手話は動画像を視覚で認知する。いずれも原信号を瞬時に認識する一過性の情報伝達方法で、文字のように時間を充分かけて認識する方法とは本質的に異なる。その違いは情報処理の2形態、即時処理と一括処理に似ている。なお、音声や動画も記録できるが、意味合いも利用方法も文字とは異なる。

対面時に使う一過性言語という手話の特徴は音声言語と共通だが、身振り手振りを記号化した言語という背景から異質な面も多い。まず、身振りや表情で情報を伝達するので、上半身の運動機能と視覚が必要で、この点は文字言語と共通する。手話の伝達にはテレビ並の動画品質が必要で、低速の電信回線や電話回線で十分な文字情報や音声情報より敷居が高い。当然、コストも嵩むが、光ファイバー設置率が高い日本なら対処可能だろう。手話の個々の動作は単語より文章に近いので情報の伝達効率は高く日常会話には便利だが、人名や地名等を正確に伝える場合には不便で、かな文字に対応する指文字を併用する。

5 .1 .2 . 一括認識を前提とする文字言語

静止した図形を用いる情報伝達方法を一括認識と呼ぶことにすると、筆談や文字電話は、この延長線上にある。対象は文字や図形、絵画、写真等で、いずれも記録や保存が可能という共通点を持つ視覚情報である。文字情報と図形は補完的な関係にあり、機器等の操作説明は文章と図の組合せが最も分かり易い。

この事情は点字の世界でも同様で、地図や建物の間取り図には点図と呼ばれる図形が利用されている。

音声言語や手話は手軽に使えるが、記憶力に頼る要素があり正確さに限界がある。これが、文明国の公式記録が全て文書化されている最大の理由である。当然、文明社会に参加するためには読み書きの能力が不可欠で、口話が苦手な聴覚障害者も例外扱いは認められない。従って、前述したTDDが米国の聴覚障害者の地位向上に果たした役割は極めて大きい。

紙等の記録媒体に墨やインクで書く墨字は目で読むが、先端が丸まった鉄筆を使って厚手の紙を変形させた小さな点状突起で構成する点字は指先で触知する。発明者に因み Braille とも呼ばれる点字は、縦3、横2の6点で64種の記号が表現できる。この数は日本語表記には不十分だが指先の大きさの制約からやむを得ない。

墨字も点字も手書き時には、筆記具を保持し制御できる上肢能力が欠かせない。加えて、墨字を書くためには手の動きをモニタする視力も必要である。

5 .2 . 身体障害の影響

音声言語は声帯から生じる音声を符号化したもので、聞き手の聴細胞は、それを電気信号に変え、大脳で言葉として認知する。会話成立には発話機能や聴覚に加え、音声符号の認知能力や文意を理解する能力も必要である。道具が不要で日常生活に不可欠という特徴は手話と共通だが、手作業を阻害しない点は手話に勝る。

中途失聴者なら音声情報摂取の困難さを活字媒体や字幕で補うことができる。また、昨今のパソコンは音声合成機能を標準装備しているから、安定した発音が困難な人は積極的に利用すべきである。

さて、幼児は周囲の話し声を聞き真似する過程で言語概念を獲得する。話し言葉を言語の代表とみなす理由は、多くの人の言語習得過程を反映しているものと思われる。しかし、言語能力を獲得する最初の段階を口話に限定すると不都合な場合がある。聴覚障害児に対する早期訓練体制の整備で、聾啞という言葉は死語になったが、健聴児同様に喋れるわけではない。言語能力を育む初期の段階に手話を併用する試みはもっと評価されてしかるべきである。

聞き手の反応で言い間違いに気づき訂正するという健聴者には当然の学習サイクルを聴覚障害者は利用できない。こうした環境が会話能力および文章力に影響を及ぼす。日常会話を認識し会話内容を全て文字化できる機械があれば聴覚障害の不便さはかなり改善されるが、実用に耐える音声認識装置は当面期待できそうにない。手話の自動認識の研究はそれ以前の段階である。

文字利用に必要なのは視覚と上肢機能である。視力1.0の人は30cm先の0.1mm離れた2点が識別できる。この際立って高い分解能のお陰で文字が読める。水晶体や虹彩を経て網膜に結像した映像を、視細胞は電気パルスに代えて大脳内の視覚野に送る。ここで図形として認知された墨字は、言語野で文字として認識され、最終的に文章の意味が理解される。

視覚障害者は全員点字を使うと誤解している人が多いが、前述したように、中途失明者の利用は難しく、視覚障害者の9割を占める弱視者は拡大文字を使用している。科学技術の進歩は視覚障害者に大きな影響を与えており、例えば、音声多重放送は状況説明という補助的情報を伝達することで視覚障害者を支援するが、その一方で、画像情報の氾濫が視覚障害者を疎外している。

手が使えないと書字動作や手話表現に支障が出る。つまり、感覚障害が情報摂取を妨げるのに対し、上肢障害は情報発信に影響する。上肢障害者の人数は、肢体不自由者の総数（約300万人）や高齢者数から推定するとかなり多いと思われるので、以下、肢体不自由全般について考察する。

脳性まひや筋障害、脊髄損傷、頸椎損傷等による肢体不自由者は障害部位によっては書字動作や身振りによる情報表現だけでなく、音声表現にも支障が出ることがある。しかし、書字動作や手話動作は無理でも、その人の身体特性に応じた専用機器を使って情報を摂取し電子文字や合成音声による自己主張が可能である。英国の天文学者ホーキング博士がALSの身で活躍できるのは、本人の意欲をコンピュータが支えている好例といえよう。このように、肢体不自由者にとってコンピュータの有用性は極めて高い。操作に慣れるために訓練が必要だとしても、試みる価値は充分ある。

なお、肢体不自由者の多様な症状に合わせた入力装置が市販されている。多くの入力装置の本質はスイッチなので外国製でも問題なく使える。苦労して自作するより既製品利用が賢明である。

5.3. 知的障害の問題点

障害者の社会参加には言語能力が不可欠である。そのためには、聴力や視力の他に、筆記や手話動作に必要な筋力が必要だが、言語概念を理解できる知的能力も重要である。人体をコンピュータに例えると、目や耳は入力機構、手足は出力機構であり、これらは代行手段が考え得る。しかし、知的障害は中央処理装置の不調に相当する。パソコンならプロセッサ交換も可能だが、ヒトの場合は難しい。ただし、パソコンを短期記憶の容量拡大装置と考えるなら有用性は高い。

十数年前の話だが、知的障害を持つ施設入居者がワープロ専用機を使って長文の手紙を書きあげた。それを受け取った両親は感涙にむせんだという。時は移りワープロ専用機は絶滅した。パソコンのワープロ機能は複雑過ぎる。今どうしているのだろう。

失語症の治療や計算能力の支援にコンピュータや電卓は間違いなく役立つが、この分野におけるコンピュータ利用の報告は意外に少ない。しかし、個人差はあるが身体機能は年々確実に低下する。頻繁な度忘れの原因が記憶力低下のせいならコンピュータは役に立つ。最終的には誰もが辿る道なので、世界一の高齢国に住む我々はもっと真剣に考える必要がある。

6. 福祉分野におけるコンピュータの役割

コンピュータは、ハンディキャップ解消にも役立つ。それを証明しよう。

6.1. 障害の重さは社会に依存する

音声言語の利用に不可欠な口や鼻、喉、肺は本来、生命維持に不可欠な酸素や栄養の摂取器官である。同様に、目や耳、手足も本来は外界の変化を把握し、危険を回避するための器官である。つまり、我々は生命維持手段をコミュニケーションの手段に利用している。

野生動物なら死に繋がる視聴覚や運動機能の低下は、言語を意思疎通や知識獲得、文明継承の手段として利用する人間にとっても大問題である。身体障害の影響は日常生活の不便さに加えて、情報摂取と表出能力の低下が社会参加を困難にする。社会参加の困難さは、障害の医学的重篤度よりも、本人の知的能力や意欲、生活環境に依存することは、ホーキング博士の生き方から明らかであり、障害種類の比較は無意味である。しかし、現実には、各障害の間には自然発生的な序列があり、多くの方が視覚障害を聴覚障害より重いと考えている。確かに、農業や漁業には歩行能力や視覚が不可欠だが、電話が必須の社会では聴覚障害の影響は甚大である。

聴覚障害者を事務所から一掃した電気通信技術は、他方で文字認識と音声合成の両機能を統合した盲人用読書機を実現させ視覚障害者の事務作業を可能にした。ベル研究所生れの半導体技術は補聴器の小型化や性能向上に貢献した。TDD（文字電話機）が普及した欧米では聴覚障害者も電話網が利用でき、言語能力も向上したが、日本の聴覚障害者はFAX登場まで電気通信の恩恵を受けられなかった。漢字かな交じり文の存在が和文用盲人読書機の普及を困難にした例からもハンディキャップの社会依存性は明らかである。世界一の高齢国、日本は生産力確保の観点からも暮し易い環境を整備し、障害者や高齢者を保護対象から生産の担い手に変える必要がある。

6.2. 情報社会の到来と情報障害者の出現

工業生産力即国力という時代は去り、特許等の知的財産つまり情報の価値が高まり、生産は発展途上国に委ねる情報社会では、情報価値の優位性を保持するために高度の情報収集能力と処理能力が重視され、高性能コンピュータと高速通信網が不可欠である。

目や耳・口・手などの機能が低下すると、情報摂取や表現が困難な情報障害となるが、コンピュータは一部機能の代行や支援が可能であり、情報社会への参加の可能性を高める。

情報障害の影響度は社会環境に依存する。例えば、農業漁業中心の社会では聴覚障害の影響は小さい。社会の多様化で識字能力や計算能力の重要性が高まった。明治政府が富国強兵策の一環として国民に課した義務教育の主たる目的は、優れた兵士に必要な知的能力の向上であって、国民の権利ではなかった。その目的や集合教育に適さない障害児は就学猶予という名の下に人間らしく生きるために不可欠な教育機会が与えられなかった。知的能力の高い障害児に高度の教育を授け頭脳労働者としての自立を期待する欧米に対し、我が国では重度障害児も就学可能になった今も高等教育の機会乏しく、機能障害と知識不足という二重のハンディを強いられる不平等な実態は今も変わっていない。

一般に好ましいこととされる科学技術の進歩にも問題は多い。電話の普及が聴覚障害者の職域を狭めた前例に加え、音声合成装置や点字機器の普及で恩恵を受けた視覚障害者は、今、画像偏重傾向に困惑している。社会の情報化は、障害者や高齢者にとって有利な面も多いが、住みやすい社会になる保障は無く、情報障害者が増加する可能性も大きい。加齢による視聴覚や筋力、知的能力(判断・記憶力)の低下も情報障害の原因となるから、こちらの面への気配りも必要である。

6.3. 電子文字の有用性

文字が極めて経済的な情報媒体でもあることを証明しよう。まず、A4用紙に印刷できる文字数は約3千字。これの電子化には1文字あたり2B(バイト)必要なのでデータ量は6kB(キロバイト)になる。一方、人間の喋る速度は毎分約3百字とされているので、3千字の原稿を読むのに10秒かかる。この音声データをデジタル化すると文字情報の約17倍^{†4)}になる。また、用紙全体を静止画とみなしてスキャナで読み込むと約千倍^{†4)}のデータ量になる。文字情報の経済性は明らかである。

コンピュータの発明後、半世紀が経過したが当初の30年間は記憶容量の制約で英数字とカタカナしか扱えなかった。記憶素子の価格低下でまず漢字、次に、音声や静止画と処理対象が徐々に拡大し、今や動画も扱えるようになった。滑らかな動きの表現に必要な静止画は、テレビで每秒60枚(映画は24コマ)である。テレビのデジタル化に伴う負担増は生半可なものではなく、情報圧縮技術の飛躍的進歩が無ければ実現不可能であった。

画像情報が氾濫する時代でも言語の重要性は変わっていない。ラジオの実況放送は、スポーツ観戦に欠かせない情景という画像情報が言葉で描写できることを証明している。また、それらは文字化して保存できる。

文字は人類が長い時間をかけて磨き上げた貴重な表現手段で、コンピュータが扱う電子文字は多様な情報媒体に容易に変換可能である。電子文字を墨字に変換するプリンタや表示装置は需要が多いので価格が低下して買い易くなった。価格は高いが点字用のプリンタや表示装置も昔からある。印刷文字を電子文字に代える技術は文字認識と呼ばれ、画像スキャナを買うとそのためのソフトが付いてくるほどありふれたものになっている。しかし、手書き文字については、例外的に、数字だけ読む郵便番号読取機が商品化されているが、それ以外の実績はない。

電子文字と音声言語との相性は必ずしも良くない。例えば、音声言語を認識して文字化する機能は特定条件下でのみ有効である。音声合成機能も、漢字かな交じり文の直接音声化は無理で、まずカナ文字列に変え、さらに、分かち書きにするという予備作業が必要である。実は、点訳作業の途中段階にも同様の問題があり、視覚障害者の電子文書利用を阻害している。しかし、長年の研究実績がある音声認識に対し、手話は、自動認識どころか文字列を手話化する仕組みも存在せず、定型文をアニメ画像による手話で表現するシステムのみ存在する。

ところで、筆談の成立範囲は狭いが、キーボードを使っただけの会話は、インターネットが登場する前からアマチュア無線やパソコン通信の世界で人気があった。パソコンや携帯電話を使った電子メールも会話の間隔がやや長い文字会話と見做すことができよう。

電子文字は視覚も聴覚も失った盲聾者の意思疎通にも役立つ。相手がキーボードから入力した文章を点字表示装置で読み取り、点字キーボードを使って

†4) 音量を千分の1秒間隔で256段階で表すと10秒間の音声データ量は100kB。また、A4用紙(297mm×210mm)全域を縦横0.1mmの小区画に分け、各区画の濃淡を256階調(1B)で表現すると、データ量は6,237kB(=漢字312万文字相当)。カラー画像の場合は、この3倍必要。

返信することで会話が成立する。

つまり、電子文字は多種多様な意思疎通手段の中心になりうる史上最強の情報媒体であり、情報交換の基軸という役割を持つ。電子文字が視聴覚障害者も肢体不自由者も包含する汎用的情報表現であることを図2に示す。図から全盲者と聾者の直接対話は電子文字を介してのみ可能であり、話し言葉も書き言葉も手話も無力であることが分かる。この事実はコンピュータや電子文字の福祉分野における重要性を雄弁に物語っている。

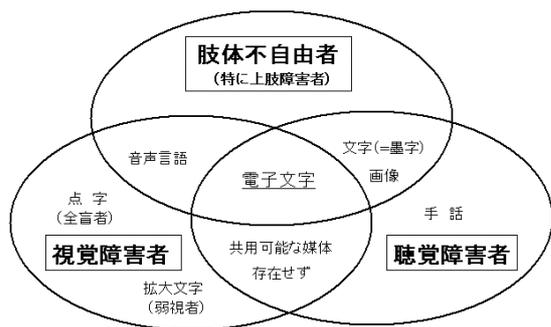


図2

6.4. 画像の氾濫に戸惑う視覚障害者

コンピュータの進歩は全ての人に恩恵を与えるわけではなく、一部の人に不利益をもたらす。電子文字の音声化や点字化は簡単だが、画像情報を全盲の人に伝える方法は存在しない。印刷した文章を朗読する盲人用読書器の商品化は、視覚障害者の社会参加に大いに貢献した。その一方で、増大し続ける処理能力を画像処理機能に集約させ大きな成果を挙げた結果、画像情報偏重の傾向が最近あらわになり視覚障害者を困惑させている。

20年も前に米国政府は情報機器が進化し、画像重視の環境(GUI: Graphical User Interface)への移行が視覚障害者を疎外する可能性を予見し、情報機器を使い易くするアクセシビリティという概念を提案し、リハ法508条や「電子機器アクセシビリティ指針」を制定して、障害があっても使える電子機器の調達を連邦政府に命じた。筆者が主宰する福祉システム研究会はこうした動向を危惧し、通商産業省等に働きかけ、同省の「障害者等対応情報機器アクセシビリティ指針」制定(1990)に協力した。2004年制定のJIS X8341(通称「アクセシビリティJIS」)は、この概念を工業規格の世界に投影したものである。その一部を紹介すると、画像情報は点字や音声へ変換出来ないから、視覚障害者の利用を意識した視覚以外の手段で内容が把握できる方法、例えば、

図表や画像に説明文を付けることを求めている。こうした配慮は副音声で情景を説明するテレビの音声多重放送に通じ、視覚障害者に対するマナーの一つであると同時に、全ての人が同等の情報を送受できる権利を保証する役割を果たす。

画像重視傾向は多くの人にとって便利で操作性を向上させる効果がある。時代の趨勢なので反対して止めさせられるとは思えない、それだからこそ現状改善の努力が重要である。

7. コンピュータは福祉機器である

7.1. タイプライタも福祉機器?

手が不自由で筆記具が保持できなくても、コンピュータのキーボードなら使えるかもしれない。キーボードという名前は鍵盤楽器に由来する。キーを押すと先端に活字が付いた金属棒が飛び出すタイプライタの印字機構は、鍵盤を押すとハンマーが絃を打つピアノの機構に良く似ている。それもその筈、タイプライタはピアノをお手本に手が不自由な人のための筆記用具として開発されたもので、いわば、福祉機器の大先輩である。便利なので普通の人でも使うようになり普及した。

目や耳・口・手等の機能に支障があり情報摂取や表現が困難な人を情報障害者と呼ぶなら、身体機能の一部を代行できるコンピュータは障害者の情報社会参加も支援できる。

目や耳は生命維持に必要なだけでなく言語操作に欠かせない感覚器官であるから、文字や音声、画像を併用するマルチメディア環境は人間にとって自然なものである。当初からマルチメディア指向でカラー化や高精細度化を進めてきたテレビにやっと追いついたパソコンだが、極端な画像偏重傾向は視覚障害者を疎外する。画像情報の音声化や点字化は不可能でも、内容を説明する文章を付けるだけで状況は多いに改善される。その効果は、視覚障害者のために情景を説明するテレビの副音声証明している。

7.2. 誰もが参加できる高度福祉社会の実現方法

障害者も参加できる社会の実現には様々な配慮が必要である。多様な媒体が併用できるマルチメディア環境は人間にとって自然なものである。

阪神大震災が残した教訓の中に、聴覚障害者に対する情報伝達の困難さがある。災害発生後の避難先とか救援物資等に関する連絡は主に音声で流されたが、聴覚障害者に対する周知徹底は極めて困難だったという。

完全無欠な広報体制などそもそもありえないが、電子文字を基軸に据え、墨字・点字・音声・画像を併用することで確実性を高めた通報体制を整備すれ

ば、網の目から漏れる人を減らす効果が期待できる。そこで、伝達洩れ防止策としてマルチメディアの活用、つまり、全員に周知すべき情報を墨字・音声・点字・手話を並行して送受できる環境の整備を提唱したい。

基本案として、まず、情報を電子化し、電話網や放送網を用いて送信する。受信側は、必要に応じ、墨字や点字あるいは音声化する。音声化や点字化が難しい災害現場も想定して、音声や画像をそのまま伝送できる通信環境の整備も考える必要がある。コンピュータに電話をかけさせてもいい。肉声の方が望ましいが大勢の要員召集は非現実的なので合成音声で代用する。ただし、問合せに応じるため完全無人化は難しい。聴覚障害者に対するFAX自動配信も可能とする。テレビの文字多重放送や音声多重放送も利用したいが、商用放送との連携には、著作権その他の法律への目配りが必要になる。なお、手話の電送にはテレビ並の画質が必要である。

受信側では、①視覚障害者は受信した電子文字を音声や点字、拡大文字の形で利用する。送信元で音声化した後の通報も可能とする。②聴覚障害者は受信した電子文字をディスプレイで読むか印刷する。FAXによる通報や手話アニメーションの利用も可能にする。高速伝送路が利用できる環境なら手話も利用する。③視聴覚複合障害者は受信した電子文字を点字化して利用する。④上肢障害者は受信した電子文字をディスプレイで読むか音声化する。なお、点字文書や録音テープの郵送といった伝統的手段は郵便制度が健在なら当然使えるものとする。

以上述べたように、マルチメディア環境は高齢者や障害者の機能を補い社会参加を支援する役割を果たすことができる。一方で、情報機器の進化は、環境に適応できない情報障害者を切り捨てる危険性を含んでいる。矛盾するようだが事実である。

米国リハ法508条や通産省のアクセシビリティ指針の影響で社会は変化し、視覚障害や上肢障害に対応したパソコン、専用機器、ソフトウェアなどに適用されるJIS X8341が制定される時代になった。通産省指針の起案者としてこうした流れは嬉しい。既に、視覚障害や上肢障害に対応した機器やソフトも登場している。開発企業に敬意を評すると同時に、より多くの企業の対応を切望する。

障害者対応機器の日米格差は利用者にも責任がある。公的補助制度が無い米国の障害者は社会参加のコストとして製品を購入し市場を活性化させている。優れた製品は利益を生むから企業は良い福祉機器を安く提供する努力を継続する。しかし、補助金に頼る限り市場は育たない。

マイコンの価格低下は福祉機器の分野にとっても有利に働く。ただ、半導体産業では量販の可能性が重視される。巨大な需要が見込めるゲーム機には先端技術が投入されるが、需要が少ない福祉機器は手作りのまま残される。こうした背景から、生産台数が少ない福祉機器の価格引き下げは難しい。そこで、開発経費の公的補助や減免制度導入等の福祉機器開発企業の支援策実施を行政に期待したい。

8. おわりに

コンピュータでなすべきこととコンピュータでできることは必ずしも一致しない。福祉分野では前者を優先させるべきである。例えば、パソコンは文章作成にもインターネット利用にも役立つが、多くの人はパソコン無しでも生活できる。しかし、視覚障害者にとって音声機能付パソコンや盲人用読書機はかけがえのない道具である。多様な環境下で人と人を繋ぐ架け橋になりうるコンピュータは優れた福祉機器という一面を持っているから、情報通信技術と福祉は無縁ではありえない。

情報通信機器は、まだまだ未熟な使い難い製品ではあるが、誰もが平等に情報を利用できる環境の実現手段として不可欠な存在であり、我々の生活を豊かにしうるものである。この技術を福祉分野で活用する道を目指すのか、インフラ化した情報機器に適應できない高齢者や障害者を切り捨てる社会を選ぶのかは、日本国民の考え次第である。問題は多いが長い目で見守り大切に育てたい。

筆者が福祉活動に関心を持つ技術者を集めて福祉システム研究会を発足した1985年は、神戸大震災がボランティア活動を日本に定着させるずっと前で企業内の社会活動はタブーに等しく、周りの目は冷たかった。そんな時代を生きた人間として、福祉サービスの需給関係が固定的であることが気になる。

ある障害者団体の総会で「他の障害者のために何か努力したことがありますか？」と質問したら会場が凍りついた。耳が聞こえなくても車椅子は押せる。車椅子使用者も朗読奉仕はできる。目が見えなくても誰かの悩みを聞いてあげられる。他人の不幸に無関心な人に世間の冷淡さを責める資格は無い。

高齢化社会には豊富な社会経験や優れた技術を持ちながら、それを生かす機会が少ないことを嘆いている人が大勢いる。そうした人たちの能力を社会に活かそう。労力や資金面だけでなく、イベントの企画とか行政に対する働きかけとか社会貢献の方法は人の数だけある。前向きな高齢者と障害者が連携すれば、日本を変えることも可能だろう。