

特集 21世紀産業社会への挑戦

通信情報革命と産業社会の行方

楠 菊 信

論 旨

近年の情報通信技術は、革命的に高度化・多様化・大衆化され、21世紀においても技術革新の中核の座を占めることは確かであろう。一方近代における生産活動の大規模化は、世界的な規模で深刻な環境問題を惹起している。

ここでは、この環境問題の根源を正しく認識し、情報技術との関連をも明らかにするとともに、情報通信技術が単なる情報処理の分野に止まることなく、産業活動・社会システムのあり方に大きなインパクトを与えていることを示す。さらに、21世紀での展開をグローバルな視点と技術的な視点から、願望を込めて予測する。

1. 環境問題の発生と情報

(1) エントロピー増大

19世紀から20世紀にかけて、物理の世界の原理を示す重要な法則が次々と明らかにされた。ここではエネルギーに関する次の2つを挙げる。なお資源はエネルギーと等価とし、エネルギーに含めて考える。

・熱力学第1法則(エネルギー保存の法則)

『宇宙の全エネルギーは一定であり、創生・消滅することはない。』

石油を燃やせば、熱を出し 2 酸化炭素(CO_2)と水蒸気(H_2O)になる。これらは散らばるが天空を含めて地球上のどこかにあり、“無から有は生じない”の通りである。物の形と居場所は変わるが、エネルギーの総量は前と同じで変わらない。このような観点からは資源の枯渇という問題は生ぜず、少しも心配する必要はない。

・熱力学第2法則(エントロピー増大の法則)

『自然な過程では、エネルギーの価値は退化する方向すなわちエントロピーが増大する方向に進む。』

石油を燃やしても、上記第1法則によりエネルギーの総量は変わらないが、石油としての直接的な利用価値は消滅する。普通の自然科学では、価値という概念は出てこない。この言葉を使うときには、暗黙の中に人間の生存に役立つか否かが意識されている。ここでエネルギーの価値は、退化する方向に進み回復されることはない。すなわち“覆水盆に返らず”なのである。地球上の人間は、一定の食糧を携えて山に登り、道に迷っている状態に似ている。食べ方の工夫によって、生存時間は大幅に違ってくる。第2法則は応用面からは「ごみ増大の法則」と考えてもよい。

熱の拡散によるエントロピーの増大の例を図1に示す。高温物体と低温物体を接触

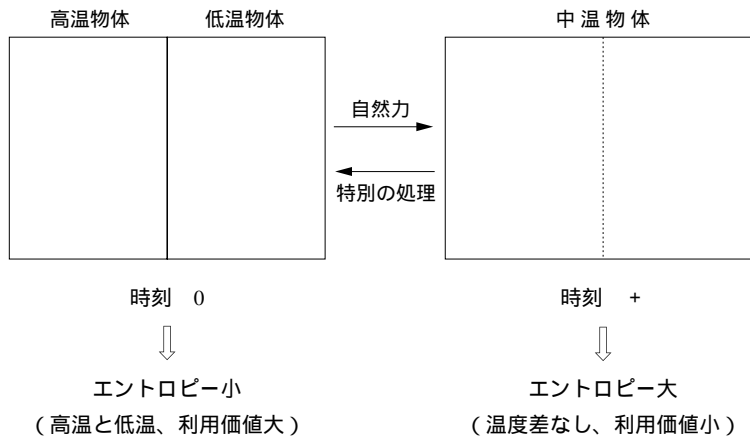


図1. 熱の拡散によるエントロピーの増大

させておくと、接触面で高温物体から低温物体に熱が移動し、中間の温度の中温物体に変わる。高温物体と低温物体が別々に存在すれば、例えばゼーベック効果を利用して電力を発生させることもできる。これはエントロピー小の状態では利用価値が高いことになる。一方中温物体になればこのような意味での利用価値はなくなる。これはエントロピー大の状態であり、ごみ化したことになる。この現象からエントロピー増大の法則は次の2つに拡張される。

ごみ増大化

物(ハードウェア)については既述のように、必ずエントロピー増大すなわちごみ化の方向に進む。計算機のプログラムや規則・法律(広義のソフトウェア)も年月が進むにつれて同様にごみ化するが、その処置は却って難しい。大形プログラムの場合には、局所的な変更でも波及する範囲を慎重に特定する必要がある。規則・法律では、さらに既得権益などが絡むために、対策が遅れて全体の利益を損なうことが少なくない。規制緩和が

言うべくして行い難い所以である。

均質化・ボーダレス化

2つの経済・文化圏は、この間に何の作為もなければ必ず均質化の方向に進む。これに関しては次が顕著な例となる。

ベルリンの壁に象徴される独裁体制の崩壊の背後には、情報の大衆化を可能とする情報・通信技術の発達があった。すなわち、電話、ビデオ、ファクシミリ等により情報が自由に往来し、国境によって耳目を塞ぐことが最早不可能になっていたのである。これは政治面のボーダレス化であり、シングルメディア時代の大きな功績であった。

最近のインターネット通信の利用拡大は目覚ましい。これを介して簡単に且つ廉価に世界と通信が可能となり、その範囲は日々拡張されつつある。すなわち世界中の全てのデータベース及び全ての個人のノーハウにアクセスし得る可能性が出てきたことになる。これは文化、産業のボーダレス化であり、マルチメディア時代の大きな功績となろう。

発展途上国への技術移転は、ブーメラン効果を恐れて躊躇しがちであるが、ノーハウの流出は上記の原理により時間の問題に過ぎないということになる。然るべき処置をして早く公開し、デファクト(事実上の)標準化などを急ぐ方がむしろ得策であろう。

(2) 社会活動の規範

地球上に生物が生存し得るという条件が保たれて、初めて地球の存在の意味がある。すなわち地球の持続的発展のために、何がなされなければならないかという地球規模での行動規範が重要となる。これは横方向の水平的な現代と、未来を含む縦方向の垂直的な世界の両者を満足するものでなければならない。この規範に基づく具体的な活動を要約すれば次となる。

理工系の領域

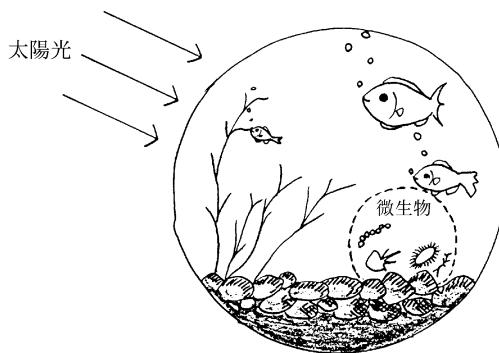
- ・地球に優しい特性を有する生物の基

本機能を解明し、生物循環系を確立する(図2)。

- ・資源、エネルギー、製品等に関し、発生、利用、消滅の“揺りかごから墓場まで”の全過程を評価対象とする学術研究、産業構造への転換を図り、物質循環系を確立する(図3)。

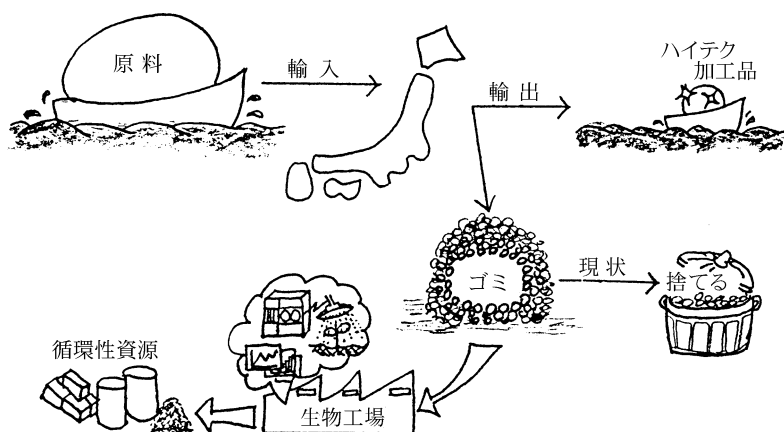
人文系の領域

- ・自己破滅的な人口爆発を抑制するための国際間の協調
 - ・省資源、省エネルギー、産業公害の抑制等を誘導する市場メカニズムへの転換
 - ・資源、エネルギー等の有限財の浪費を悪と自覚する倫理観の醸成
- 等の実現により、運命共同体の認識の下に宇宙船地球号の永存化を図る(図4)。同図に示す世界人口、CO₂、酸性雨等の非線形の急増は、人類史上の未曾有の経験である。これは地球号に対する緊急警報



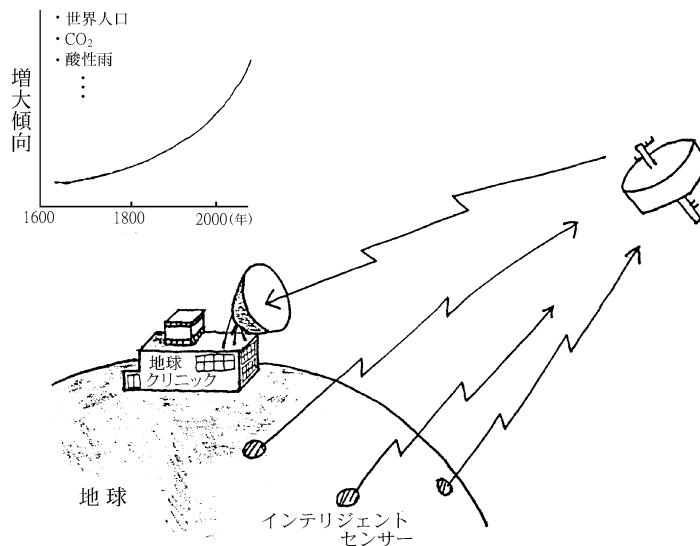
- ・水草は太陽光を受けて酸素を発生し、魚はその酸素を吸い、水草を食べて成長する。微生物は魚の排泄物や死骸を分解し、水草に栄養を与える。水草は魚の出す2酸化炭素を吸い、微生物の作る栄養により成長する。
- ・これらの3者間に互恵が成立する。世界は万物共生によって成り立っている。

図2. 生物循環系の確立



- ・燃料、鉱石等の原料(年間20億トン)を輸入し、高付加価値加工品(10億トン)を輸出し、残りはゴミ(10億トン)として処分される。
- ・ゴミは生物原理による工場で再生可能であるが物を大切に
する環境倫理観が基本となる。

図3. 物質循環系の確立



- ・地球の汚染、資源の浪費、人口問題等を常に地球レベルで監視し、地球号の永存化に努める。
- ・子孫を含む世界一家観により、初めて子孫に美田を残すことができる。

図4. 地球号の永存化

であり、待ったなしの状態であることを認識しなければならない。

2. 情報通信システムと社会システム

トランジスタは産業の米といわれたが、最近のコンピュータの中核をなすマイクロプロセッサは産業の頭脳であり、時計、家電、自動車等の日用品をはじめ、計算機、ネットワーク等の知脳となる。一方ネットワークは光ファイバ等の通信媒体の発展により、膨大な量のデータを遍く地域に高速且つ廉価に供給できるようになった。

通信は本来物理的移動に代替可能である。このとき貧弱な通信では代替可能な範囲は狭いが、マルチメディアのような高度な通信になればなるほど、代替可能な範囲は広くなり省エネルギー効果は著しくなる。出来るだけ少ないエネルギー消費で、高度な文化や文明を維持することが今後の重要な課題である。

ここで、社会に内在する情報量が極めて膨大になり、これらが瞬時に世界を駆けめぐることから、社会システムの組織のあり方に次の問題を生じてきている。

・ 企業レベルの組織階層

通信コストが低廉化し、情報の分配・収集が容易になったために、組織管理の階層の見直しが必要になってきた。

・ 国家レベルの組織階層

情報量が膨大となり、技術管理と経営管理との間に乖離が生じ、情報の適切な取捨選択が困難になってきた。したがって少数者による一極集中的な管理に限界が生じ、意思決定、危機管理等に不都合を生じるようになった。

・ 複雑適応系

情報通信の急速な発展により、社会が複雑化してきたために、従来の単純系では扱い切れず、複雑適応系により新環境に対応する必要が生じてきた。

(1) 企業レベルの組織階層

公衆通信網は種々の通信媒体によって作られる通信回線と、交換点に設置され情報を収集・分配する交換機によって構成される。通信網の構成には2つの仕方がある。1つは既存の電話網に代表されるトリー形、他は最近のデジタル回線網に代表されるメッシュ形である。

NTTの電話網の構成を図5に示す。これは北から南へ幹線を設け、これから支線を分岐しトリー(樹枝)状に展開する形式である。交換点はRC, DC, TC, EOの4階梯からなり、電話番号はRC, DC, TCに対応する市外局番号, EOに対応する市内局番号, EO内の各加入者線を指定する端末機番号からなる。

通信回線にコスト大の撚り線や同軸ケーブルを用いた時代には、交換点を多数設けて回線数を絞りに絞る、回線の総延長を減らす方が総合経済性に優れるために、4階梯方式をとるに至った。

近年開発されたNTTのデジタル回線網の構成を図6に示す。これはデジタル信号を伝送・交換する回線網であり、交換系と集束系からなる。交換系はTSとLSの2階梯のメッシュ形で構成される。これは高性能の光ファイバケーブルが安価になり、電話網とは逆に、通信回線を増やしても交換点を減らす方が総合経済性に優れるためである。

以上の電話網とデジタル回線網の比較

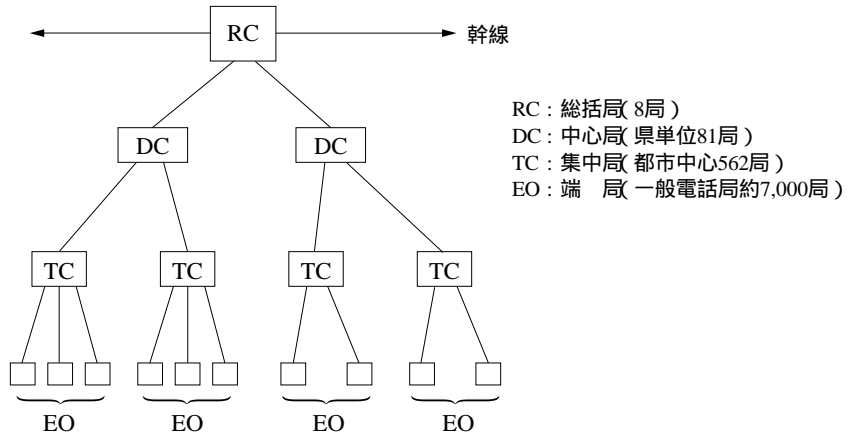


図 5. NTTの電話網の構成

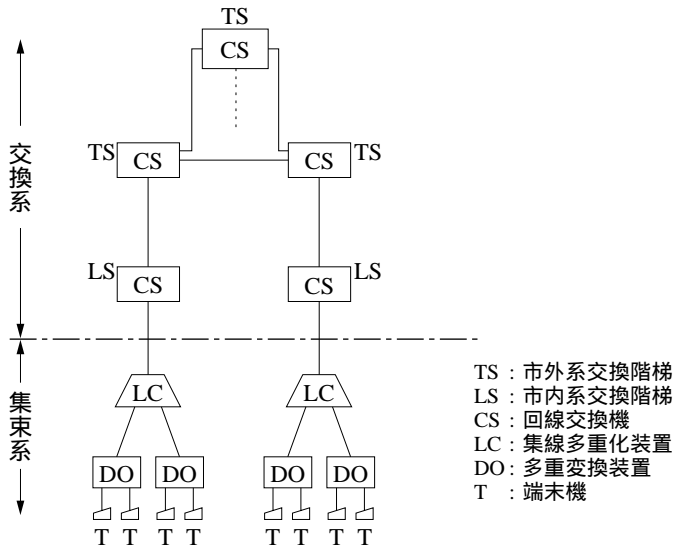


図 6. NTTのデジタル回線網の構成

から、それらの特性間の関係は次のように一般化される。すなわち『通信コストが安くなれば、情報収集・分配の階梯数は減少する方向に向かう。』

組織階層の縮小化

この原理は企業の組織構成のあり方に

も影響を与える。計算機網が企業内にLANの形で、企業間にインターネットなどの形で張りめぐらされ、通信コストが非常に安くなってきている。従来の企業の組織構成は、社長 部長 課長 係長 主任、などと多段階階梯であった。階梯

数が多いということは多数合議という利点はあるが、意思決定が遅く、意思決定参加者が分散されて責任の所在が曖昧になりがちである。

これに対し、近年の通信コストの低廉化に伴い、階梯数を減少させる新しい試みを行う企業も現れてきている。従来縦割りの弊害が多く指摘される所であり、縦の階梯を減らすとともに、むしろ横の通信を強化して、メッシュ形により近付ける方向が重視されてきている。

縦の階梯数の削減には一般に中間管理者層が狙われる。中間管理者が単なる情報の仲介者であるならば、到底コンピュータには及ばない。存在価値を主張するためには、その階梯に応じた情報の取捨選択はもちろんのこと、新情報の創出など何らかの創造的努力が必要になる。

この考え方は物品の流通機構にもあてはまる。日本の流通機構は非常に複雑で、交換点が多階梯化され、これが流通

コストを高め、高物価の一因をなしている。最近のコマースネット(インターネットによる商取引のための仮想ネットワーク)の出現により、中間卸業者の存在が改めて問われるようになってきている。

電子商取引の例を図7に示す。顧客からみると、通信ネットワークにより中間階梯が大幅に圧縮される。したがって小資本でバーチャルコーポレーション(仮想商店)が容易に開設可能となり、国際的レベルの分業で特化が容易になり、且つ中間段階の在庫が一切不要になる。一方料金決済について、従来の信頼度の高い計算機ネットワークを使えば問題はないが、インターネットのような開放形ネットワークの場合には、情報の紛失・遅延、犯罪情報などに対し、信頼性向上のための諸対策が必須となる。

サービスの広域化

電子スクールの例を図8に、電子医療システムの例を図9に示す。これらはイ

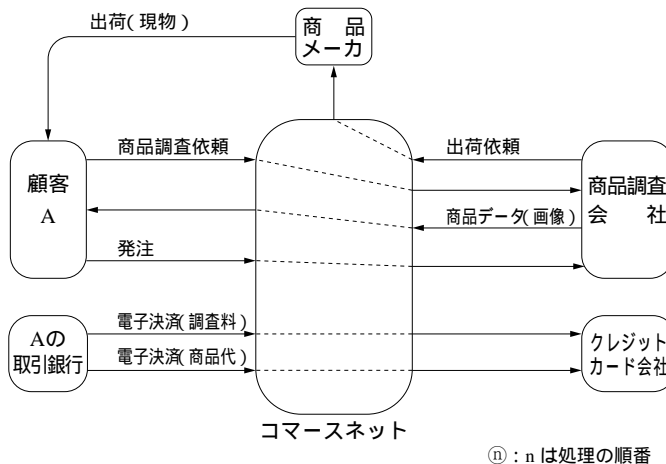


図7. 電子商取引の例

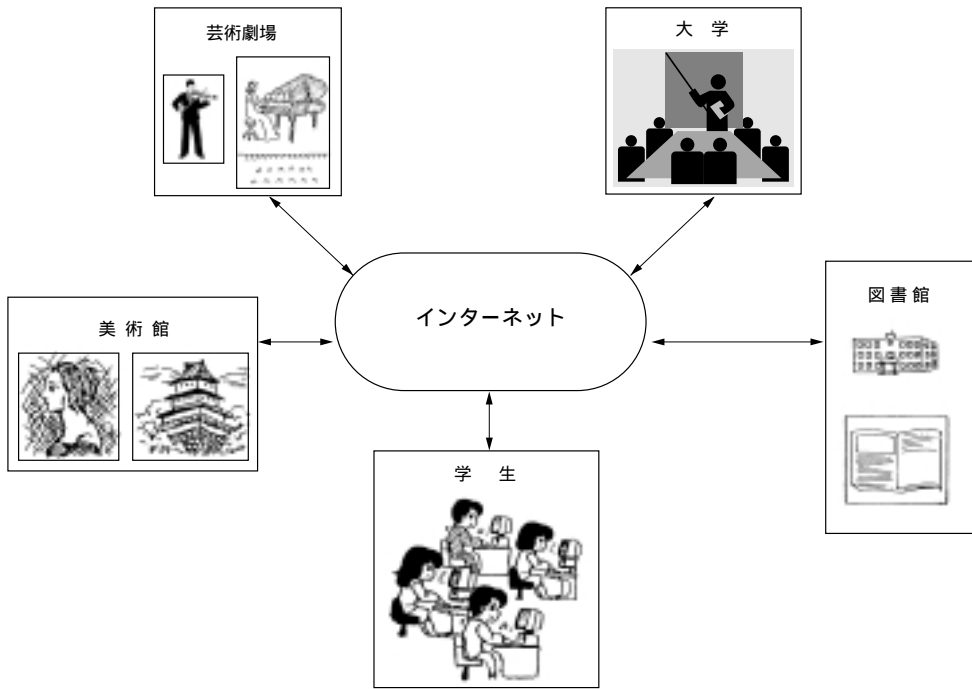


図8. 電子スクール

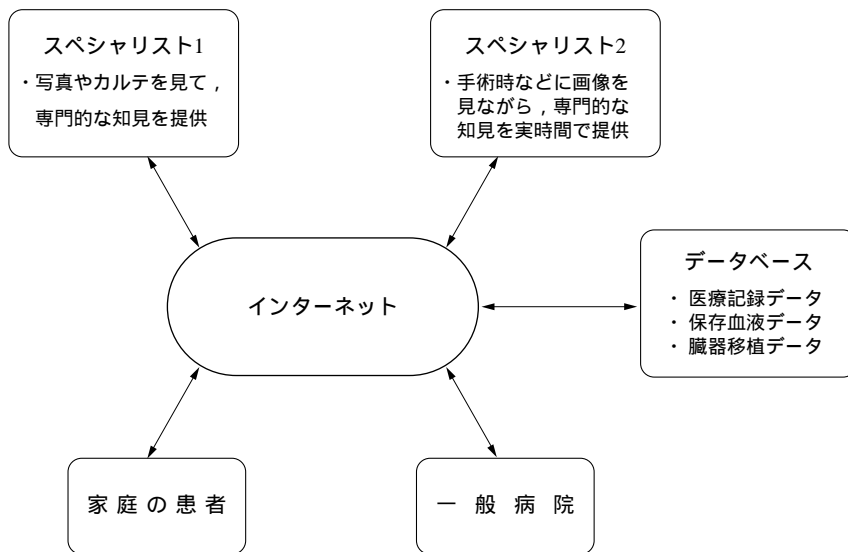


図9. 電子医療システムの例

インターネットなどの計算機ネットワークを通して、適用範囲が容易に全国的又は全世界的規模に拡張される。したがって階梯数は相対的に縮小されたことになる。

電子スクールでは、ネットワークを教育環境に取り込むことによって、常に生徒のレベルに最適な教材を入手可能となる。但し、音楽のような連続性を要する一連の情報では部分的な遅延は許されない、高精細な絵画の再現には十分な伝送帯域が必要になる、講義とそれに対する質問には双方向性とある程度の実時間性が求められる等、信頼性が高く、高性能なネットワークが必要になる。

しかし現在のインターネットの方式では、社会的に価値のある情報とそうでない情報を市場メカニズムによって淘汰する方法がなく、ユーザの良心に訴えるのみという所が、インターネットの泣き所である。なお電子スクールは知識面の教育には非常に有効であるが、生身の人間の直接接触による教育効果も極めて重要

である。電子スクールが決してオールマイティではなく、その適用範囲を正しく認識する必要がある。

電子医療システムはメディアの伝送条件に関しては電子スクールと全く同様であるが、人間の生命に直接係わることから、信頼性に関しては特段の配慮が必要になる。現在の医療は高価な装置に依存する傾向が益々強くなること、「3時間待ちの3分診療」に象徴される大病院集中、無駄な投薬など多くの問題点を抱えている。制度の改善に合わせて電子医療システムをうまく利用するならば、高度な大衆医療の経済的な実現が可能となる。

(2) 国家レベルの組織階層

多数の計算機を結合して計算機網を作る時の基本形式を図10に示す。中央にMH(主ホスト)があり、その傘下にSH(サブホスト)がトリリー状に順次結合される。MHとSHの業務分担により、種々の変形が生まれる。SHが単に情報を仲介するのみであり、

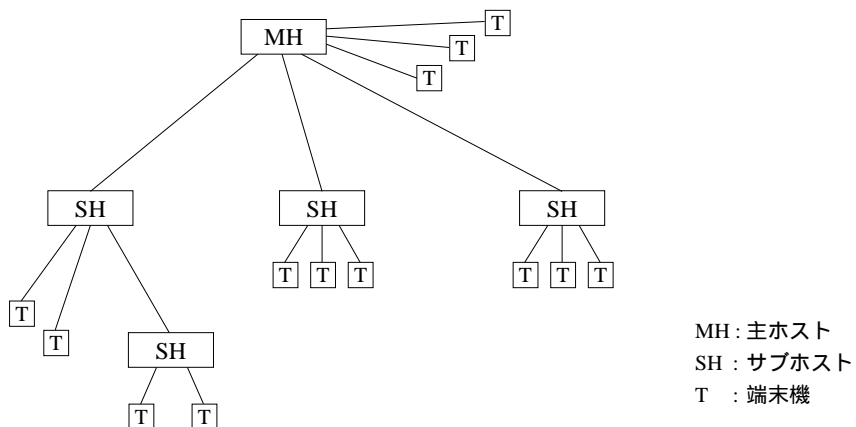


図10. 計算機網の基本形式

情報の処理を中央のMHがすべて行うときには集中処理システムとなる。又ローカルな情報の処理はすべてSHで行い、全体に係わる情報のみをMHで処理するときには分散処理システムとなる。両者の特徴は表1の通りであり、適用条件により使い分けられる。

計算機システムが小規模の段階では、集中処理システムの欠点が目立たないために、管理の容易性の点からこれが用いられる。一方規模が拡大するにつれて、両システムの利点と欠点が反転し、分散処理システムを用いその欠点を補強する方が、総合的に有利となる。以上の比較から、それらの特性間の関係は次のように一般化される。すなわち『情報発地点が多極化し且つ各情報量が膨大化すれば、システムはローカル情報を自己処理する分散処理の方向に向かう。』

国家レベルの大規模システムの統治にお

いて、各種情報の役割は量的拡大に伴い、かつての小規模時に比し益々重要になってくる。集中処理システムを中央集権システム、分散処理システムを地方分権システムと置き換えれば、計算機網と殆ど同様の属性をもつ。日本で最近特に目立つ中央集権システムの弱点を、表1の項番対応に追記すれば次となる。

項番2：情報量が膨大となり、中央が細部まで厳密にチェックすることが不可能となり、種々の不祥事を引き起こす原因になっている。

項番3：緊急時に遠く離れた中央と地方の間では、的確な情報が得難く意思決定が遅くなる。特に中央側に重要障害が発生した場合には、全体が機能不全に陥る。

項番4：陳情のための遠距離からの中央参りが無駄な金とエネルギーを消費させる。

項番5：システムの改善は適時に行われるべきであるが、今まで放置され一斉にビグ

表1. 集中処理システムと分散処理システムの比較

項番	集中処理システム		分散処理システム	
	内容	評価	内容	評価
1	管理機能の一元化が容易である		システム全体の一元的管理は困難となる	×
2	全体が一体的に動作し、システムが巨大化する	×	各SHが主体的に動作し、ほとんどMHの指令を受けない	
3	MHの故障で全システムが停止する	×	各SHの故障は他に波及しない	
4	通信回線の総延長が長くなる	×	各SHとMH間の通信回線数は少なくて済み、総延長は短くなる	
5	MHに機能が集中するために、システムの機能拡張が困難となる	×	各SHが小規模なので、機能拡張を行い易い	
6	システム管理のベテランは、MHにのみいればよい		システム管理のベテランが全てのホストに必要となる。	×

：利点，×：欠点

パンを迎えるに至っている。

上記は国家レベルの組織階層について述べたが、世界的規模の大企業も同様の属性をもち、統治のあり方が問われている。

(3) 複雑適応系

従来の自然現象の解析対象に単純適応系があり、その動きはほぼ完全に捉えられるようになった。例えば一般相対性理論で示される分野は、重力と宇宙の大局的な関係を、力学的に一意に記述可能とする単純適応系である。これは宇宙全体の大きさに係わる尺度の構造を対象とするが、対象個数は一般に少ない。人工衛星の制御にみられるように、空間的・時間的に極めて精度の高い解析が可能である。

これに対して近年、多くの素子が群れをなして行動する複雑適応系に興味を持たれるようになった。例えば上記に対置される量子力学は、各粒子の状態の起こり易さを確率分布で記述する立場をとる。これは極度に小さな尺度の構造を対象とし、しかも対象個数は一般に極めて多い。生物の成り立ち、経済現象のように我々の身近な世界には複雑適応系の方が遙に多い。

ここで、上記の素子や粒子のような系を構成し相互に影響し合う活動単位をエイジェントと名付ける。このとき複雑適応系は、多くのエイジェントが集まり群として行動することになるが、エイジェント間の結合アルゴリズム及びこれと全体の動きとの関係などの中身は余り分かっていない。

以下では複雑適応系の身近なモデルのいくつかを挙げ、その動作メカニズムを考察する。

対流現象

対流現象を図11により示す。(a)の水

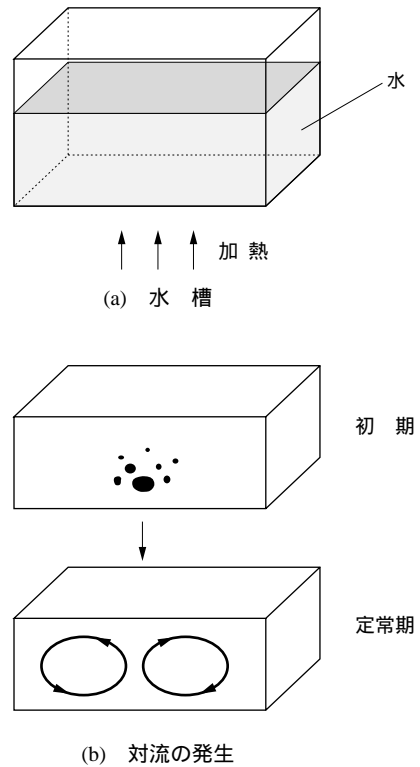


図11. 対流現象

槽に水を入れ、底面の中央部を中心に加熱を続ける。対流発生状況を同図(b)に示す。加熱の初期にまず暖かい水の塊ができ、これが徐々に成長して、次に示す機構により対流を生ずるようになる。

水に限らず一般に液体の圧縮は難しく、密度を殆ど一定に保とうとする。水分子同志がある限度を越えて近付くと、密度増加を伴うので相互に反発する。すなわちある一群の水の塊が移動すれば、密度を一定に保つために近傍の水の塊も移動して空き空間を埋めようとする。すなわち分子間には短距離力があり、個々の分子は近くの分子の様子のみを感知して、密度一定の状態を保つように調節し

合う。そのためにこれらの分子は大体同じ方向に同じ速度で運動するようになり、対流の規則的なパターンが形成される。一旦パターンが形成されると、遠く離れている分子も相互に関連し合いながら運動し、長距離相関も形成され、安定且つ定常的な対流に落ち着く。ここでは、各水分子がエイジェントとなる。

以上のように対流の規則的なパターン形成は、『隣接するエイジェントは、その間の短距離力により相互調整を行う。』という結合アルゴリズムによって、秩序が自発的に形成されるのであり、全体の統治者は存在しない。

雁行飛翔

雁の住地間の飛翔は、雁行パターンすなわち1群の雁が綺麗なV字形パターンを形成して行われる。ここでは個々の雁がエイジェントである。先頭の一羽の雁の作りだす気流は、次位の雁の飛翔を楽にするように作用する。この気流は順次受け継がれ、グループ全体の飛翔エネルギーを少なくするように働く。ここで先頭の雁のみはこの恩恵を受けることができず、負荷は他に比して重くなる。

この場合も各エイジェントは隣接エイジェントしか意識せず、全体を支配する統治者は存在しない。したがって先頭の雁が疲れて速度が鈍ると、次位エイジェントがこれに交代する。このときのエイジェント間の結合アルゴリズムは必ずしも明らかではないが、次のように推測される。

すなわち長い年月をかけて飛翔パターンの試行錯誤を繰り返し、グループ生存に最も都合のよいパターンが残る。これが『先頭エイジェントの飛翔力が弱った

ならば、次位エイジェントがこれに代わる。先頭以外のエイジェントは、最も楽に飛べる位置を選んで後続する。』という単純な結合アルゴリズムに集約され、DNAレベルにまで昇華されたのであろう。したがって動植物の結合アルゴリズムの変更には、超長年月を要し、即応不可は自明である。文明の利器を持つ人間の飽くなき欲望が、彼らの環境を急変させ、多くの種の絶滅を来していることに、思いを致さなければならない。

このような進化の過程は遺伝的アルゴリズムと呼ばれ、エレクトロニクスの分野ではしばしば利用される。他の例を蟻にとってみる。蟻の結合アルゴリズムは雁と同様に簡単なものと思われるが、これから複雑且つ精緻な集団行動が導かれる機構は、神秘的でさえある。蟻の集団行動に似せた集合ロボットなどの研究が行われている。

自立経済システム

経済システムは大きく分けて、社会主義による計画経済と自由主義による自立経済の2つになる。計画経済では多量の情報の交換が必要であるが、現在のように複雑な社会ではこれは極めて困難になり、投資と消費のバランスを適切に決めることができなくなる。これは共産主義的経済運営の破綻により実証済である。

一方自立経済では、代表的な例として個々の顧客が業者に、『より安く、より高性能な商品をより速く求める。』という1つの原理の下に、投資と消費のバランスが適切に定まり、市場が形成される。ここでは顧客や業者がエイジェントであり、原理がエイジェント間の結合アルゴ

リズムとなる。又商品はハードウェア、ソフトウェア、サービスなどの広義の被生産物である。なおエージェントは、善悪の間を揺れ動く人間をベースとするので、公正な競争を保証する環境整備が必須となる。

このように市場は、これを構成する個々のエージェントの行動の結果であり、誰かが全体的に意図して計画したものであるのではないが、それにも係わらずある1つの経済秩序が自然に形成される。これが自立経済と呼ばれる所以である。

但し現在は前述の環境問題すなわち資源・エネルギーの枯渇と廃棄場所の枯渇という2つの大きな問題を抱えており、これに対処するために、新しい条件の付加が必要となる。すなわち上述の結合アルゴリズムを進化させ、『より安く、より高性能な且つ環境負荷のより小さい商品を、より速く求める。』としなければならない。そうでないと現代人の安楽のために、宇宙船地球号の寿命の短縮を加速し、後代に厳しい苦難を負わせることになる。

軽環境負荷という条件が追加された新しい結合アルゴリズムは、市場メカニズムで誘導可能とするにはしくはないが、各人が地球号運命共同体の一員としての最低のモラルを持つようになれば、自立経済システムは一層円滑に機能することになるだろう。

なおこの場合、エージェントは個人を起点として家庭、業者、会社、企業グループ、国家等へと順次結合を拡大し、より上位のエージェントを構成することができる。但しこのときの国家はエージェントの1つであり、全体を統治するもので

はない。又システムは経験を通して学習し、より現実適合するように、絶えず構成を改変し進化していく力を持たねばならない。

現代のように情報量が多く複雑化された社会では、経済と同様に政治においても一括統治はあり得ない。自立経済の原理を政治に当てはめれば、草の根民主主義となり、地方分権主義となる。ここでも各エージェントが主役であり、それが確かな原理のもとに行動して、初めて真の民主主義が成り立つことになる。

3. 21世紀への期待

21世紀へ余す所2年となった。20世紀後半では、自然科学すなわち電気・情報、機械、化学、土木・建築などの分野毎に、科学原理の発見とそれに基づく研究開発が活発に行われ、これらが社会を豊かにする原動力となった。一方グローバルにみれば、南北問題、環境問題、人口問題等の種々の歪みを残した。このために科学技術が20世紀に社会に果たした役割と、21世紀でのそれとは大きく異なる。後者では自然の生態系を含め、人間自身は時には控え目になりながら、地球全体の永続的な豊かさを求めることとなる。

(1) グローバルな視点

日本の抱えている問題を中心に、グローバルに物を見ると、21世紀には少なくともも次が実現されなければ、不幸な事態も生じかねない。

① 情報インフラが世界的にあまねく整備され、教育、芸術、文化等に関する情報の授受が自由に行われる。ネットワーク

とデータベースを介して、世界の教養・文化の資産が全ての人間に共有される(教育問題)。

② 資源のリサイクル技術,安全なエネルギーの発生・利用技術が進み,地球の温暖化,環境汚染,資源の枯渇等の問題が緩和される(環境問題)。

③ 癌,エイズ,痴呆症等の難病の予防・治療技術が進み且つすべての人がこの恩恵を受けられるようになり,活動寿命が伸びる。人口爆発の危機意識も広く浸透し,教育レベルの向上と相まって,多くの国が静止人口に落ち着く(人口問題)。

④ 日本ではバブル崩壊後,オウム問題,行政・金融システムの乱脈,個人・集団エゴの横行等積年の病弊が一気に噴出した。これらの主原因は社会システムの老朽化である。一方今世紀後半には,コンピュータ・ネットワークの発展により,社会システムに内在する情報量が膨大化し,直接の関係者でも拱手傍観する程管理を複雑化し,そのチェック機構の甘さが上記の老朽化に拍車をかけた。政治もようやく腰を上げ,行政システム,金融システム,経済構造,財政構造,社会保障・福祉システム,教育システム等の改革に強い意志を示した。なお今後は情報公開を徹底し,内容を大衆の眼に不断に曝して,チェックを効率化する機構の併用が必須となる(日本再生のシナリオ)。

以上の4つに共通する技術要素は,情報基盤の整備とそれによる良質な各種メディア情報の広範な流通である。

(2) 技術的な視点

従来のリーディング産業は,かつての繊維から現在のエレクトロニクスに至る,

ハードウェア志向の単一技術が中心であったが,今後は製造業とサービス業,ハードウェアとソフトウェアなどとそれらが混在する融合型技術が支配的となろう。特にソフトウェアの比重は年々高まり,この傾向はマルチメディアなどの情報通信産業の発展経緯に,最も顕著に現れている。

また従来のリーディング産業は,経済の論理を優先する大量生産・大量消費型の産業に偏在したが,今後は地球的課題や生命の維持を優先する産業が重要となろう。

以上のような視点から21世紀のリーディング産業は,エレクトロニクス部品関連産業,情報通信システム関連産業,環境・新エネルギー関連産業,健康・福祉関連産業等となろう。但しこれらの産業は各独立ではなく,相互に関連し刺激し合いながら発展することとなる。上記の4つのリーディング産業の内容を表2に示す。

エレクトロニクス部品関連産業

日本は天然資源に乏しいため,原材料のほとんどを外国から輸入する。そしてその原材料を加工して高機能化し,高付加価値の部品や装置を作るのを得意とする。なおソフトウェアとしては各種基本プログラム,データベースやマルチメディアの情報コンテンツ等があり,これらは他の産業で共通的に使用されるので,ここでは共用の部品と考えこの中に含めている。

又マイクロコンピュータの普及により,ハードウェアよりも情報サービス実現のためのソフトウェアの価値や重要性が,相対的に高まってきている。このソフトウェア化への流れは,工業製品における重厚長大から軽薄短小への傾向を一段と加速している。

表2. 21世紀のリーディング産業

エレクトロニクス部品関連産業 ・LSI(メモリ, 論理) ・IC(半導体レーザ等) ・光ファイバ ・IO機器(DVD等) ・表示装置(液晶, プラズマ等) ・各種プログラム ・各種情報コンテンツ	環境・新エネルギー関連産業 ・廃棄物処理・リサイクル ・環境保全 ・エコマテリアル ・コジェネレーション ・太陽光・風力発電 ・電気自動車
情報通信システム関連産業 ・通信ネットワーク ・移動体通信 ・携帯情報端末機 ・双方向CATV ・衛星デジタル放送 ・情報家電類	健康・福祉関連産業 ・健康増進・維持サービス ・在宅ケアサービス ・介護機器 ・リハビリ機器 ・生体機能補助機器 ・住宅設備類

主要工業製品の価格/トンを表3に示す。同じ重さでも鉄鋼と超LSIチップとの間には5桁の開きがあり,付加価値の

高さを示している。なお超LSIはソフトウェアと協同することによって,さらに付加価値を増すことになる。

表3. 主要工業製品の価格/トン

製 品	価 格
鉄鋼	5万円
自動車	200万円
テレビ	400万円
VTR	2,000万円
カメラ	1.5億円
超LSI製品(16メガDRAM)	5億円
金	15億円
超LSIチップ(16メガDRAM)	60億円

佐々木元ほか『超LSIの話』より

情報通信システム関連産業

これは21世紀の最も典型的なリーディング産業となろう。すなわち日本の得意としてきた製造業，ハードウエアからサービス業，ソフトウェア志向という比較的不得意な分野への転進が必要となり，今後大いに努力を要する所である。なおソフトウェアの中でもゲーム用に限れば大幅な出超であり，ソフトウェアに対する基本的資質に欠けているとは思われない。今後の失地回復も十分可能である。

郵政省による情報通信基盤整備計画を図12に，マルチメディア産業の市場規模を表4に示す。これによれば2010年までに光ファイバ網が整備され，表4の市場が形成される。この中で光ファイバ網を用いる高度なマルチメディアサービス関連の市場の発展が，大いに期待される。

環境・新エネルギー関連産業

環境産業の市場規模を図13に示す。2010年には35兆円と現在の2倍以上に拡大すると予想されている。

毎年排出される一般廃棄物が5000万トン，産業廃棄物が4億トンに達し，埋め立て処分場が今後数年間でほぼ飽和状態に達することを考えると，それらを限りなく資源として再利用していく“ゼロ・エミッション”の発想が欠かせない。なおこれらの廃棄物の他に，2酸化炭素やフロンのように天上に放出され蓄えられる有害廃棄物もあることを忘れてはならない。

新エネルギー分野も期待の市場である。発電時に排出される熱を暖房や給湯などに有効利用するコジェネレーションシステム，太陽光・風力発電，燃料電池などによる新エネルギー関連産業も，上記

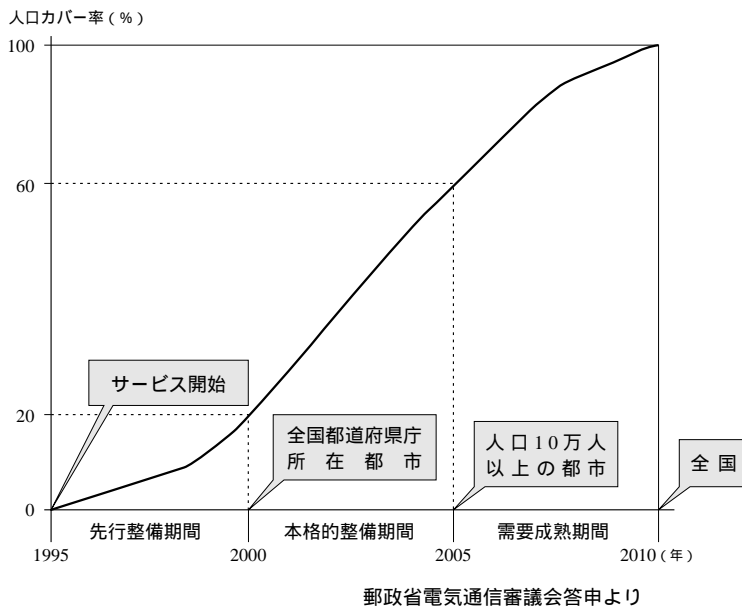
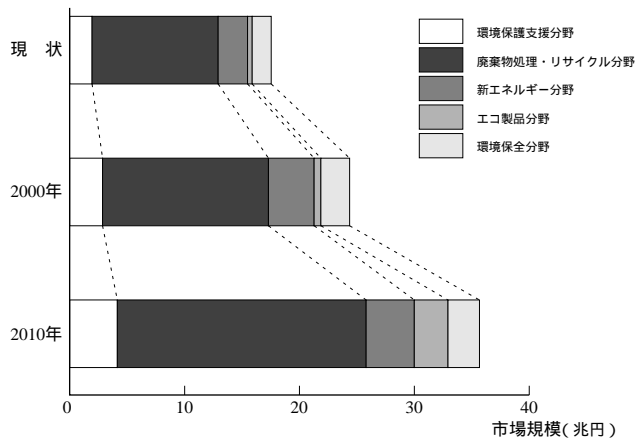


図12. 情報通信基盤整備計画

表 4. マルチメディア産業の市場規模

産 業	生 産 額	生産額 / 国内総生産額 (%)
自動車(1990年)	39兆9,816億円	4.59
電子・通信機器(1990年)	26兆6,803億円	3.06
民生用電気機器(1990年)	11兆7,285億円	1.35
マルチメディア全体(2010年)	約123兆円	5.46
うち光ファイバ網関連の新市場	約56兆円	2.49

郵政省電気通信審議会答申より



通産省編「産業環境ビジョン」(1994年)

図 13. 環境産業の市場規模

のゼロ・エミッションと関連して重要な産業となろう。

健康・福祉関連産業

日本の人口は1995年時点で約1億2000万人,その中65歳以上の高齢者人口は14.5%を占める。その比率は年々上昇し続け,2020年には約25%に達すると予測される。これらの高齢者は,多かれ少な

かれ身体機能の低下や疾患から免れ得ず,健康維持及び介護対策が強く求められる。なお若年人口の減少を考えると,このような消極的な救済面の対策のみではなく,生産人口として社会に参加しうる活動寿命の延長も積極的に考えるべきであろう。在宅ケアサービスの市場規模を表5に示す。ホームヘルプ,訪問看

護などの比重の高いことが分かる。

表5. 在宅ケアサービスの市場規模

在宅ケアサービス	市場規模(億円)		倍率
	現在A (1991年)	将来B (2005年)	B / A
訪問看護・リハビリ	404	3,931	10
ホームヘルプ	301	7,858	26
入浴サービス	51	1,201	24
給食サービス	59	1,668	28
看護・介護機器レンタル	107	1,346	13
緊急通報サービス	14	641	46
搬送サービス	20	218	10
デイサービス	52	128	2
ショートステイ	50	486	10
情報・相談サービス	21	275	13
ケア付き住宅	9	1,250	139
合計	1,088	19,002	18

長銀総合研究所「総研調査」No. 51(1996年4月)より

参考文献

- 1) ジェレミー・リフキン著,竹内均訳 1990,「エントロピーの法則」祥伝社.
- 2) 富永英義/石川宏監修 1995,「標準ATM教科書」(株)アスキー.
- 3) 甘利直幸 1996,「標準ネットワークスペシャリスト教科書」オーム社.
- 4) 志村幸雄 1996,「日本の産業技術に未来はあるか」NTT出版(株).
- 5) 武田暁 1997,「形の科学」裳華房.