

サイバースペースにおける自我と新産業

新 田 義 彦

1. はじめに

現代が高度情報化社会と呼ばれるようになって久しいが、この呼称はもはや時代遅れとなりつつある。ユビキタス・コンピュータ社会そしてクラウド・コンピューティング社会、などの新技術概念が出現し定着し始めているからである。

現代人は、巨大かつ高性能のコンピュータ機能に囲まれて仕事や生活をせねばならぬようになってきた。その最大理由はインターネットの普及定着であるが、このインターネットは単なる情報の検索提供のための利便環境以上の能力を身につけ、仮想的な新社会の構築に着手した。この仮想社会の住人は、元来エージェントと呼ばれる人造人間（プログラムで記述されたロボット）であった。しかし、近年コンピュータ・ユーザとの連携性が強化され、人間もまた仮想社会のエージェントに同化して等質な振る舞いができるようになってきた。いわゆる生身の人間のサイボーグ化である。この動向は、Virtual Reality（仮想現実感）と呼ばれる三次元画像音声ゲームマシン技術の発展普及、そして高性能の携帯電子機器（いわゆるモバイル端末）の普及により、さらに加速している。

つまり、世界規模のコンピュータ・ネットワークシステム、いわゆるサイバースペースの中に、個々人の自我（存在意識とオントロジー）が埋め込まれつつあると言える。このような傾向を忌避して、本来の人間性（健全な古典的自我）を確保する方策を探求する批判的研究も重要である。しかし本論文では光の当たる側面、つまり肯定的な新自我の形態を新しいサイバースペース・ビジネ

スとの関係から考察してみたい。

サイバースペース（cyber-space）という語は、電腦空間という訳語から類推されるようにサブカルチャーの分野、サイバーパンク（cyberpunk）と呼ばれる仮想科学小説（SF）で扱われた超現実的な空間を意味する語として誕生した。しかし最近では、インターネットが張り巡らした情報空間という意味合いで、ゲーム感覚以上の情報処理に関わる概念として通用するようになってきた。

広辞苑（第5版）には、サイバーパンクという語が見出し語に採用されており「SFの一。コンピュータが支配する未来社会を描くもの」と定義されている。またインターネット上で通用している説明は「SFの一種。ハイテク的なプロットと異常で虚無的な思想が一体になっている」のようになっている。

広辞苑（第5版）ではまだ「サイバースペース」は見出し語には採用されていない点が興味深い。

新グローバル英和辞典第2版（2001）における「サイバースペースの定義」は「電子頭脳空間。全世界のコンピュータ・ネットワークで形成された未来の三次元空間」のようになっている。

辞書の語義文から、「未来の」という限定詞が取れたものが現行の定義と見なしてよいであろう。いずれにせよ、サイバースペースを辞書的に厳密な定義をすることは、あまり意味が無いように思われる。今後さまざまな機能やサービスが開発付加され、この空間は目まぐるしく変容すると予想されるからである。

一方サイバースペースに入りエージェント・プ

プログラムと同化した人間は、様々な肉体的・社会的制約を離脱して行動できる。社会的制約としては、社会的地位、職業、学歴、などがあるかもしれない。肉体的制約は年齢、性別、人種、などであるが、様々な観点から、性別（男女の区別）からの離脱を論じた研究が多くみられる。ジェンダー論からの精密な検討は、たとえば〔NE03〕〔NE04〕に詳しく論じられている。男女の区別を超越したことによりジェンダーに対する新しい視座が浮かび上がってくる点が「光」つまり効用の部分である。逆に仮想空間に入り込むことにより、男女区別（2つの属性の対立）が、異状なまでに高まりさらに暴力的になるという「影」もあり得る。キラー・ホール〔HA96〕は、サイバースペース上における男女区別激化の可能性のパターンを、サイバーフェミニズム、リベラル・サイバーフェミニズム、ラディカル・サイバーフェミニズム、サイバーポルノ、サイバースカリニティー（男らしさ）、という概念に区分して論じ、望ましいサイバー・ジェンダーの方向を探る手立てを示唆している。

本論文ではしかし、これらのジェンダー論的分析や考察は行わない。もっぱら、人間の知的活動空間が、時間と空間の制約を離脱することにより拡大・増強されるという観点から論じる。このような観点は、ある意味で素朴で楽観的に過ぎるといふ批判に直面することは承知している。サイバー空間における人間の行動規範や倫理（サイバー倫理）規範が未だ確立（あるいは成熟）していないからである。サイバー空間¹⁾における倫理問題については後の論文で論じたく思うが、本論文でも「人間が本来持つ自我（自己のアイデンティティ）」の堅持という観点で少し触れてみたい。

2. 情報産業の発展

2.1 世界の情報産業の発展概観

情報産業はハードウェア指向で発展してきた。まずそれをみてみよう。コンピュータの性能向上

の研究開発に余裕ができた1980年代になって、通信回線網（そしてその上の基本ソフトウェアというべきThe Internet）の上によりやくサイバースペースという概念が誕生したのである。

1946年の第1号電子計算機ENIAC²⁾の誕生以降、真空管、半導体（トランジスタ）、集積回路（IC）、超高密度集積回路（VLSI）、…というような電子回路技術の飛躍的進展に伴って、電子計算機（コンピュータ）もまた高性能化の道を邁進した。これと並行して通信網の高速化と大容量化が世界規模で拡大進展したことは周知の通りである。一方、電信電話装置とは別物の、高性能計算機もしくは情報処理装置と見なされてきたコンピュータも、パーソナルコンピュータ、いわゆるパソコンとして、高性能化と低価格化の道を邁進し続け、1995年に米国マイクロソフト社がWindows95OSを販売するにおよび、一般個人用の汎用情報処理機器（いわゆる電子化事務機器）あるいは情報受信装置として地位を確立した。このパソコンが情報受信装置として普及する基盤を築いたのが、1970年頃米国国防総省高等研究計画局（DARPA）が開発した非常時用頑健通信回線網としてのインターネットである。日本では、1993年頃より急速に普及し始め、今日、パソコン経由電子通信網の王座を占めている。

インターネットの爆発的普及に代表される今日の電子通信網の発展状況は、「情報通信のビッグバン（爆発的膨張）時代」あるいは「IT（Information Technology）革命」と俗に呼ばれている。

このような電子通信網の世界的拡大普及の趨勢と伴って、インターネット上の情報処理サービス機能も飛躍的に発展した。特筆すべきはGoogleに代表される検索サービス、種々の機械翻訳機能（補足：最近では統計ベース機械翻訳SBMTと総称される、翻訳知識を自動学習構築する技術も実用化した）、電子マネーによる買い物システム、種々の広域ゲーム、などである。また

多数のパソコンを連動させてスーパーコンピュータの機能に匹敵する計算能力を実現する技術も確立している。

2.2 日本の情報通信産業の発展概観³⁾

本節の以下の部分ではわが国の情報通信系産業の技術的・政策的進展の歴史を簡潔に概観する。これらの概観は、わが国にサイバー空間産業が誕生する基盤を与えた産業技術整備の歴史の通観とも言える。

政府施策の概要と年数は参考文献〔AI91〕のpp.2-17)に準拠し、コンピュータ技術の概要は筆者の記憶と古い研究ノート群の記録によった。

・第1世代——真空管式コンピュータの時代 (1946年～1950年代前半)：

日本におけるコンピュータの研究開発は、第1号のコンピュータ ENIAC を紹介した1946年2月18日付けの News Week 誌の記事に刺激されて開始され、大阪大学の10進法加減算マシンの開発、東京大学の開発、富士写真フィルムのレンズ設計用のFUJIC (1956年4月完成)の開発、通商産業省工業技術院電気試験所(後の電子技術総合研究所)におけるETL/MARK Iの開発(1953年に完成)、MARK IIの開発(1954年に完成)、などが行われた。これらのコンピュータは、真空管式の第1世代コンピュータであった。この草創期には官の補助や規制・介入はなかった。日本ではトランジスタ型の第2世代に入る直前の一時期に、パラメトロンという独自の素子を使うコンピュータの研究開発が東京大学を中心に行われたこともあった。しかし、パラメトロン型コンピュータは、消費者電力が大きく、計算速度も遅いという理由で継続されなかった。

・第2世代——トランジスタ式コンピュータの時代 (1950年代後半～1960年代前半)：

トランジスタ型コンピュータは、電気試験所のMARK III (1956年7月)およびMARK IV (1957

年11月)が初代であるが、この時期は海外の論文経由による技術導入期でもあった。1924年に事務処理機械やカードパンチ・マシンを製造する目的で誕生した米国のIBM社は、1939年よりコンピュータ製造に参画し、1950年代には、その資金力・技術力およびレンタル制度という賢明なビジネス方式で世界市場の過半を占めるに到っていた。

1950年代中頃からは海外のコンピュータ特許が増加してきたので、日本企業はその対応が必要になり、1960年代には、政府の慎重な検討結果を踏まえて、日立製作所、富士通、日本電気(現在のNEC)、三菱電機、東京芝浦電気(現在の東芝)、松下電器産業(現在のパナソニック)、シャープ、などがIBM社と技術導入契約を結んだ。日本の技術系企業の多くは、IBM以外にも、米国のRCA、ハネウェル、TRW、GE、スペリーランドなどと技術導入契約を結んで、技術の導入と実力涵養に努めた。

この時期の政府あるいは公的機関による指導施策は、社団法人日本電子工業振興協会の設立(1958年4月)、電子計算機研究組合の設立(1962年4月、富士通、日本電気、沖電気工業が参加)による大型計算機開発の支援、レンタル専門民間会社JECC⁴⁾(日本電子計算機株式会社、1961年8月16日設立)などであるが、日本の民間企業の研究技術力育成に重要な役割を果たしたと評価できる。

・第3世代——LSI(高密度集積回路)式コンピュータの時代 (1960年代後半～1970年代前半)：

IBM社が新しい設計概念に基づく新コンピュータ・システム360を1964年4月、世界102カ国で同時発表してからが、第3世代と呼ばれる。集積回路SLTを採用したマシンであり、事務処理、数値計算、シミュレーション、OR、プロセス制御、などすべてを満遍なくこなせるコンピュータであり、360度の方向性を持つという

意味で、“システム 360”という名称がつけられた。日本の各コンピュータメーカーも技術提携先と共に対抗する第3世代コンピュータを発表した。

しかし、日本のコンピュータ開発技術や半導体開発技術は、欧米と比較して未だ後進・弱体であったので、1957年に制定された7年間の時限立法「電子工業臨時措置法」の保護と奨励の基で、官民協力体制によるコンピュータの研究開発が推進された。この時限立法は、1964年にさらに延期された。1964年4月の通商産業大臣の諮問に応えて、1966年4月に電子工業審議会が提出した「電子計算機工業の国際競争力強化のための施策」においては、“電子工業を産業として定着・確立させ、技術の自己開発力の形成に施策の基本をおくべきだ”と述べられている。具体的には、“技術水準の向上した国内コンピュータメーカーの開発生産する国産機が相当台数普及することを予測しながらも、輸入制限の存続、JECC体制（cf. 注4）の維持、研究開発に対する国の支援がまだ必要である”と述べている。

この時期の国の施策として特筆すべきことは、電気通信事業、特にコンピュータによるデータ通信の展開を基礎付けた大型コンピュータ開発が、通商産業省工業技術院（当時）の指導した「（通称）超高性能大型コンピュータ開発プロジェクト³⁾（1966年～1971年の7年間）」によって時宜を得て実行されたことである。つまり、国の指導による官民協力体制の先端技術研究開発が、公益・公共性という判断基準に照らして成功したことである。

超高性能コンピュータ開発に参加した企業は、日立製作所、日本電気、富士通（以上、本体部分担当）、東芝、三菱電機、沖電気工業、東光（以上、周辺／入出力装置担当）の7社であった。主要な技術的成果は、超高速LSIの開発（1ゲートあたりの遅延時間が1.5ナノ秒）、MOS・ICメモリ、鍍金式磁気ディスク装置、多層基板技術、バッファメモリ方式、バーチャルメモリ方式、パイプ

ライン制御方式、大規模OS、などであった。

政府は、情報処理産業の育成を図るために「電子計算機買戻損失準備金制度（1968年制定）」、「電子計算機特別償却制度（1970年制定）」などによりコンピュータメーカーを税制的に保護し、「情報処理技術者試験の実施（1969年）」により情報処理技術者の育成をし、「情報処理振興事業協会等に関する法律（1970年制定）」に基づく同協会の設立によってソフトウェアの開発・利用・普及の促進を行った。

またコンピュータの高度利用の進展に伴ない、“電気通信法を改正して、民間の共同専用・他人使用の制限を無くし、公衆電話回線網を自由に使用させるべきだ”という「回線解放運動」が強くなり、1969年9月郵政省（当時）は、「データ通信のための回線利用自由化方針」を公表し、わが国の総合電気通信網の整備に力を入れた。

IBM社は1970年に新コンピュータ・システム370シリーズを発表して、LSI（高密度集積回路）利用コンピュータの性能向上・価格低下を実現し、第3.5世代コンピュータ時代の到来などとも言われた。わが国のコンピュータ技術は、この第3.5世代については出遅れであったが、政府からの資金的助成を得て「超高性能コンピュータ開発技術研究組合」などを1971年に設立して、複数企業間の提携協力（日立+富士通、沖+三菱、日電+東芝）、官民学の連係などの必死の努力を1976年までの5ヵ年プロジェクト計画として推進した。結局、日立+富士通のMシリーズ・コンピュータ、日電+東芝のACOSシリーズ、沖+三菱のCOSMOシリーズ、という第3.5世代コンピュータ+aの成果を上げることができた。

政府は、1971年3月に「特定電子工業及び特定機械工業振興臨時措置法」を施行し、コンピュータの研究開発技術を持つ民間企業のグループ化（提携協力体制）による高度化計画を指導すると共に、1972年に「電子計算機等開発促進費補助金制度」を制定して資金的援助を開始したが、これらの官の介入・支援体制は大きな効果を

上げた」と評価できる。

このような官民学連系の体制により、わが国のコンピュータ開発技術力は向上し、かつ経済力も向上していったが、それに伴ない国際社会から、輸入制限品目の削減などの「自由化要望」が高まっていった。1967年3月の第1次資本自由化以来、輸入制限品目は徐々に削減されてきたが、コンピュータは、日本の技術力が十分ではなく国産コンピュータのシェアは（保護をしても）50%前後であるとう理由で、非自由化品目の聖域に長く留まっていた。

1970年の日米繊維交渉の後、貿易不均衡による日本の外貨累増を激しく批判する米国に押されて、1971年に政府は「コンピュータの自由化方針」を決め、1974年7月に、コンピュータのソフトウェアおよびハードウェアの技術導入に関する全面自由化を決定した。この間、ニクソン新経済政策による「円の変動相場制移行」、「日本製品に対する米国の10%輸入課徴金」など、日米の貿易関係は波風が高かった。

わが国の国際収支の黒字は累積する一方であったため、政府は一層の自由化を進め、1970年9月から1975年12月にかけて、集積回路産業、コンピュータ産業、ソフトウェア産業、をすべて（100%）、資本、輸入および技術導入の全面で自由化した。わが国は、官民協力の自由化対策体制に突入したと言える。先に述べた、官民学の関係と官の指導による第3.5世代コンピュータ技術開発（いわゆる超高性能電子計算機開発の国営プロジェクト）は、このような自由化の洗礼を受けながら推進されたと言える。官や公の指導・育成・補助（そしてインプリシットな規制）が、公益という効果を発揮した時代・事例である。

この第3世代ないしは第3.5世代の時期は、コンピュータ開発からGEが撤退（1970年5月）、RCAも撤退（同年6月）、CDCとNCRの提携、など世界のコンピュータ業界再編の時期でもあり、厳しい風雪の時代であったが、わが国は官の指導よろしきを得て、民が必死の技術開発努力を

行い乗り切った時期であったと言える。

- ・第4世代—— VLSI（超高密度大容量集積回路）式コンピュータの時代（1970年代後半～1980年代初頭）：

第4世代のコンピュータとは、サブミクロン技術による“超LSI”に基礎を置く、さらに高性能なコンピュータであり、1980年にはIBM社が発表すると予想されていた。

日本のコンピュータ技術産業は、「特定電子工業及び特定機械工業振興臨時措置法」および、それに続いてソフトウェア技術の振興を追加した1978年の「特定機械情報産業振興臨時措置法」などにより振興が加速されていたが、依然として民間企業が単独で超LSIを開発するだけの体力はなかった。そこで、通商産業省は、超LSI技術の研究開発を国家プロジェクトとして推進することを決定して、1976年度から「超LSI技術開発補助金」を交付する決定をした。また通商産業省の指導により、日立製作所、富士通、日本電気、三菱電機、東芝などからなる超エル・エス・アイ技術研究組合を結成させた。さらにこの組合の国家プロジェクトに、当時、電子交換機用の超LSI開発の研究を進めていた電電公社・武蔵野通信研究所も参加して、文字通り官民一体の技術研究開発体制を組んで、サブミクロン（1～0.1 μ ）の微細加工技術を研究開発した。微細加工技術の研究結果は、電子ビーム露光技術、X線露光技術、などによる超LSI（後のVLSI）製作技術を1980年3月に完成したことである。

第4世代コンピュータの技術開発においては、上述の超LSI技術などのハードウェア技術以外に、さらに高性能で使い易いOS（基本ソフトウェア）や日本語情報処理、などのソフトウェア技術の研究開発も、1979年度から1983年度まで（5カ年間）一部並行して、次期電子計算機基本技術開発プロジェクト（国家プロジェクト）として行った。

IBM社の発表した第4世代コンピュータは、

中型モデル 4300 シリーズ (1979 年発表) と大型モデルの 3081 (1980 年発表) であった。日本のメーカーも超 LSI 技術による 64 k メモリマシンなどの第 4 世代コンピュータを発表した。

超 LSI の開発製造には、徹底した工程管理が必要であるが、細かい作業が得意で家族的経営方式を採用していた当時の日本企業の体質が適合したこと、コンピュータ以外の家電品、事務機器、自動車、なども大量の超 LSI を必要としていたこと、などが幸いして、超 LSI の開発・製造は産業として成功裏に発展していった。また超 LSI 技術の成功と発展は、パソコン⁶⁾ の出現と発展を、1980 年代に誘発することにもなった。

パソコンの出現と普及は、既に述べたように、産業・社会・経済の構造を、製造主体構造から情報通信主体の方向に転換させる要因ともなった。

この傾向は、1971 年のデータ通信自由化の一部法制化、電電公社⁷⁾ によるデータ通信サービスの実施などにより益々強まり、1982 年に第 2 次回線解放が実施されるにおよび、“電電公社を民営化して電気通信事業を自由化すべし”，という声は政財界で抗しがたいほど強くなっていった。そして 1985 年には電電公社が民営化されて NTT (日本電信電話株式会社) となった。また同時に、第一種電気通信事業には合計 5 社⁸⁾ が参入し、日本は本格的な情報通信ネットワーク時代に入った。

日本の情報産業が、本格的な情報通信ネットワーク時代へ移行する過程は、官もしくは公による、第 3 世代ないしは第 3.5 世代コンピュータの開発指導、超高性能集積回路の開発指導、データ通信の自由化、そして NTT の民営化、という施策により、一応成功裏に乗り切れたと評価できる。ただし、データ通信の自由化や NTT の民営化の時期については、少し遅きに失したという反省・批判もありうる。

少し話が前後するが、この時期に政府が設定し

た「情報通信産業関連の法律」を以下にまとめる。1980 年代には民間企業各社のコンピュータ開発技術やソフトウェア開発技術の実力も高まり、振興法の存在意義が薄れてきたので、1985 年には「振興臨時措置法」を廃止して「情報処理の促進に関する法律」を制定して、ソフトウェア開発などを振興した。この法律は、1970 年に制定された「情報処理振興事業協会等に関する法律」の改正版である。

コンピュータの高性能化研究は、官主導で推進された。つまり通産省 (当時) 配下の電子技術総合研究所 (電総研) と官民協力の非営利研究機構である ICOT (新世代コンピュータ技術開発機構、1982 年～1991 年) により推進された。ICOT の研究成果については次節で述べる。

・第 5 世代——非ノイマン型 (人工知能・自然言語・ヒューマンインターフェイス指向) コンピュータ模索の時代 (1980 年代前半～1990 年代初頭) :

やはり官の指導、国家的組織がコンピュータ技術や情報通信技術の進展に大きな影響力を持ち続けた時代であったが、これまでの世代とは少しニュアンスが変化している。国家経済社会の必要や生き残りに向けて、官民学上げて必死の努力をして“国家生命維持手段としてのコンピュータ技術を開発する”という切迫感が薄れてきた。少し余裕のある (換言すれば、夢のある) 純粹研究的な国家研究プロジェクトが推進できた時代であったと、筆者は振り返っている。このような夢のある研究プロジェクトは、第 5 世代のコンピュータ・システム (FGCS, Fifth (あるいは Future) Generation Computer System) の開発を目標とする「(財団法人) 第 5 世代 (新世代) コンピュータ技術開発機構 (ICOT)⁹⁾」として、通商産業省配下の電子技術総合研究所所員と日立・東芝・富士通・三菱・松下・シャープなどの民間企業研究所の所員を中心とする官民協力体制で、1982 年から 1991 年まで 10 カ年間続けられた。

ICOTの研究目標は、従来の命令記憶式のノイマン型コンピュータを脱却して、新しいアーキテクチャのコンピュータ原理を打ち立てること、および、その上の応用プログラム¹⁰⁾の構築原理を樹立することであった。この研究プロジェクトの終了後の成果は、従来型の積み上げ型逐次計算命令の実行方式とは異なる、述語論理式を直接に逐次的あるいは並列的に実行できる推論マシン、専用の基本ソフトウェア(OS)、および推論アルゴリズム記述専用言語、などであった。推論マシンは、“SIM、(Sequential Inference Machine)”と“PIM(Parallel Inference Machine)”であり、推論マシン用OSは“曼荼羅”であり、アルゴリズム記述用言語は“キホーテ(QuiHote)”である。

これらのマシン、OS、および記述言語は、商用システムとして民間企業に引き継がれることはなかったが、論理式ベースの推論や知識処理の計算量を実証的に示すなど、基礎計算機科学としての貢献は大きかったと筆者は評価している。

また筆者の関与したICOTにおける自然言語理解研究の成果について一言すれば、言語理解メカニズムの論理的解明などの理論成果と共に「大規模辞書知識ベース」の開発基盤の樹立¹¹⁾など、単独の民間企業研究所では賄いきれぬような大資金・大人数研究ならではの成果が得られたことは、特筆すべき国家プロジェクトの長所と思われる。

またこの時期は、米国クレイ社と並んで、日立、富士通、NECが高性能のベクトル演算型スーパーコンピュータの開発・製造・販売を行い、米国との輸出摩擦(ダンピング疑惑問題)を起こすほどに高性能低価格の製品を完成した時期でもあった。

スーパーコンピュータ¹²⁾の開発も、日本では官僚の指導により行われた。つまり、「科学技術用高速計算機システム技術研究組合」および「通商産業省所属の電子技術総合研究所」が主体となって、公的な大型研究プロジェクトを1981年

から1989年まで9年間実行し、新材料素子¹³⁾による超高速の論理素子および記憶素子の開発、約1000個の基本プロセッサによる並列演算処理方式、高速演算用並列処理装置+大容量機構装置+分散処理用並列処理装置からなる総合システム、などの研究開発を行った。そこで培った知見を生かして、日立、富士通¹⁴⁾、日電、などが、欧米に恐怖を与える程に高性能な商用スーパーコンピュータの開発・販売に成功したのである。

1980年代には、政府指導のFGCSの開発以外にも、政府施策として、次世代産業基盤技術研究開発制度(1981年創設)による新材料、バイオテクノロジー、新機能素子、などの研究開発が官の指導援助で推進された。また1985年から1989年までの5年間で、ソフトウェアの生産工業化システム(シグマシステム)開発プロジェクトが構築運営され、ソフトウェアの生産性向上、ソフトウェアの生産コスト低減、ソフトウェアの品質向上、などの研究が進められた。またISO(国際標準化機構)の提唱したOSI(異機種コンピュータ接続プロトコル)などに準拠して、異機種コンピュータ・ネットワーク上でマルチメディア情報を利用できる分散データベースシステムの研究も推進された。また高度なヒューマンインターフェイス、高度日本語処理技術、高度画像(アナログ)処理技術などの開発を目的とするFRIEND21プロジェクトも、1988年から6年推進された。

これらの研究開発は官の指導による国家的研究プロジェクトではあるが、国の経済を掛けた生き残りのための欧米先進技術の追跡という深刻さを脱却した、わが国独自・主体のスタンスのものと言える。

コンピュータ技術や情報通信技術の立ち上げ期間における、わが国政府(特に通商産業省の官僚)が果たした役割は大きかったと評価できる。

1970年代の自由化の嵐を官民一体の努力で乗り越えた後、1980年代には、日本のコンピュータ産業は、日本特有の高信頼性技術¹⁵⁾を背景に

して、IBM 互換機の製造を中心として、大型機の OEM 供給、パソコンや周辺機器の輸出など海外市場形成に邁進していった。しかし日本企業の急速な海外進出は、すべてが歓迎されたわけではなかった。海外メーカーとの特許抗争、日米間のスーパーコンピュータ係争問題（1986年12月～1990年6月）などがあった。スーパーコンピュータ問題は、日本製スーパーコンピュータの価格が安過ぎて米国製コンピュータの販売（特に政府機関への納入）が阻害されるという米国側の不満に端を発するものであったが、民間取引価格を考慮した政府の予定価格決定、性能をも含めたコンピュータの総合評価性の導入、などの改正を基にした1990年6月の日米往復書簡により決着した。スーパーコンピュータ問題は、日本のコンピュータ技術が1980年代にはコンピュータ先進国であった米国と肩を並べるに到った証拠とも見なせる。

また半導体に関しても、日本製半導体市場が閉鎖的であり、ダンピング（大幅値引き）を第3国にしている、などという提訴を主体とする日米間半導体摩擦¹⁶⁾があった。日本製の高性能低価格プリンタに対する EC からのアンチダンピング関税、TRON プロジェクトに対する米国の懸念表明などもあった¹⁷⁾。これらの事例は、国際競争社会に進出した日本の情報産業が当然直面すべき問題であったと〔今では〕見なせるが、当時は官も民も学も十分な国際政治（外交手腕）・国際協調・そして国際競争の経験と知恵が十分ではなく、適切かつ迅速な対応を取れなかったように思われる。

・第6世代——ユビキタス（遍在）式コンピュータの時代（1990年代前半～2000年代）：

WindowsOS 搭載のパソコンの普及、インターネット経由による国境のない自由なデータ通信の爆発的増大、携帯電話機器などのモバイル情報端末の爆発的普及、などにより、地球環境の到る所

に、そして社会やビジネス、家庭や趣味・娯楽など、“仕事と生活の空間”の到る所にコンピュータが普及・浸透し始めた時代である。コンピュータのユビキタス（ubiquitous）化により、情報通信の急速拡大、通信の自由化要求の増大、などが顕在化した時代であり、日本政府も規制緩和や NTT の民営化・分割再編、放送通信業界の分割再編構想などにより対応を進めた。バブル崩壊の影響、IT 不況の影響、同時多発テロ事件などの国際的事件の影響、中国の WTO 加盟、など、複雑かつ変化の激しい世界情勢ではあるが、適正な政治経済の舵取りにより新しい飛躍が期待できる時代であると考えられる（後述）。

情報通信放送業務の進展と飛躍には、自由化と規制緩和が必要不可欠ではあるが、官や公の規制や指導・管理・補助・支援も、分野と段階により必要な場合も当然あり、そのダイナミックなバランスが微妙かつ困難な問題と言える（後述）。

・第7世代——クラウド・コンピューティング（外置コンピュータ機能の拡散普及）の時代（2000年代～）：

高度な情報処理ソフトウェアを、個別システムが内蔵する必要がなくなった。コンセントをつないで電源を利用する家電品のように、計算機能を外からコンセント電源のように導入して利用できる。データベースの管理も外に設置できる。利用可能なハードディスクの容量に煩わされることから開放される。さらに進化したインターネットの重層的利用技術といえる。またクラウド・コンピューティング機能を提供する新しいビジネス（企業）の誕生¹⁸⁾も意味する。携帯電話（携帯端末）の高性能化・高機能化の傾向も、この動向を加速している。携帯電話はすでに電話機能を超越して手帳型携帯コンピュータとなった。

2.3 日本の情報産業が目指してきた方向

情報通信分野における通信回線利用（需要）の拡大に、貢献した伝統的技術のキーワードを、そ

の簡単な説明と共にまず列挙する。10年ほど前には最先端技術と称されてきたものである。下記の技術キーワードは、公共性、つまり個人（≒一般国民）が新技術の恩恵に浴する機会を拡大させること、そして情報産業における個人消費を拡大させることを目指したものであった。

後述するようにサイバー空間産業として、今また先端的通信ネットワーク技術の個人消費（利用）拡大が図られつつあるのは、興味深い歴史の輪廻というべきかもしれない。

・マイライン：

複数ある電話会社からユーザが自分好みの会社の回線を選択して事前登録しておくことにより、電話会社識別番号を入力することなく通話できる機能サービスである。マイライン自体は、電話会社による事前登録サービスに過ぎないが、事前登録された会社は高頻度に利用される利点を持つ。これが動機となって各電話会社は事前登録誘致のための電話料金引き下げに走り、NTTの3分間10円という通話料金体制を崩す効果があった。日本テレコムとKDDIは8.5円/3分、フュージョン・コミュニケーションズは市内市外の区別無く20円/3分というサービスを提供し始めている。

・iモード：

NTTドコモがプロバイダー機能を提供することにより、携帯電話器をインターネット・アクセス端末として利用可能とするサービス機能である。銀行口座の扱い、種々のチケット購入や催しものへの参加予約、ゲームプログラムの実行（iアプリ）など、従来はパソコン経由でしか実行できなかったサービス機能が、携帯電話上で実行可能となり、携帯電話利用者とインターネット接続利用者を一挙に拡大する効果があった。課金額が接続時間ではなく伝送文字数（伝送情報量）に従う点も、普及に有利に作用している。第3世代携帯電話の目玉技術として海外でも注目さ

れた。

・Lモード：

一般家庭の電話器でも、インターネットへのアクセスやメールの発信受信を可能とするサービス機能である。NTT東日本、および西日本で2001年6月からサービスを開始した。携帯電話より少し大き目の液晶画面（約4インチ幅）を使うため、ショッピング情報、タウン情報、行政サービス情報、などの受信がやりやすいが、専用電話器を必要とすることが若干の普及阻害要因となった。液晶画面付き電話が一般化し、この問題は解消した。パソコンに不慣れな高齢者でも利用可能となりデジタル・デバインド解消効果といった公共性もあった。

・携帯情報端末（PDA）の普及と高性能化：

手帳型のモバイル情報機器である。いくつかの独自OS（基本ソフトウェア）が競合状態で存在することが、若干の普及阻害要因となった。公共性という観点から、OSの標準化による統一仕様の樹立が切望される。2000年前後に存在した主要OSは、シャープのザウルスOS、マイクロソフト社のWindowsCE OS、およびパーム社のOSである。現在はマッキントッシュのANDROIDが席捲している。

・ナノ技術によるテラ・ヘルツCPU/MPUの開発：

1970年代後半のコンピュータのCPU（中央演算ユニット）で使われていた半導体の集積度は、1チップあたりのゲート数が高々100~200程度であり、線密度（配線の間隔）はミリから漸く数百マイクロメートル¹⁹⁾オーダに到達したところであった。CPUの計算速度（クロック数、1秒間に実行可能な基本演算の回数）は数千（K）のオーダであった。現在は、普及型パソコンであっても、クロック数はギガ（G、つまりKの3乗、十億）のオーダであり、半導体の集積度は数十万/チップ

に達している。このように半導体の集積密度と1秒あたりの計算回数は年々指数オーダで増加している。この成長率は、2年で1.5倍というムーアの法則にほぼ従う。

このような高密度半導体開発のような微細加工技術は、「ナノ技術」といわれる。ナノ技術が目標とする次世代コンピュータ用半導体の線密度は、1.5ナノ・メートルであり、これは分子レベルの微細度である²⁰⁾。この技術によりコンピュータの計算速度は、テラ (TつまりKの4乗、1兆) のオーダになった。またパソコン用ハードディスク容量もテラバイトのオーダになった。このようなパソコンの高性能化は、必然的にパソコンのインターフェイス (使い安さ) の改善に向かい、CUI (文字列ベースのコンピュータ操作)、GUI (アイコンなどの図形標識によるパソコン操作) の後継方式として、VOI (Voice User Interface、音声によるパソコン操作) および3D (3次元画像インターフェイス) に向かっている。このVOIや3Dにより「デジタル・デバイド²¹⁾」が大幅に改善できる。

また高密度高性能半導体の開発は、パソコンの高性能化のみならず、携帯用通信器機のさらなる普及発展を促進している。携帯通信端末の普及は、必然的にインターネットなどの世界規模の通信網を利用するサービス産業の活性化に結びつく。また通信回線網の高速・大容量化 (ブロードバンド化) を必要とする。

(実際、今日の帯用通信器機は番号記号文字キーボード・インターフェイスの次の世代として、タッチパネル・インターフェイスの方向に向かいつつある。アップル社の先行開発製品 i-pad を契機として、電子計算機メーカ各社の新製品開発が続いている。これらの端末機器はサイバー空間へ手足や脳を伸ばすための入り口として機能する。)

(補足：若干話が前後するかもしれないが、コンピュータ用半導体 (CPU や MPU の実質的構成

単位であるチップ) の発展は、前世代のマイクロ技術や現代のナノ技術のような微細加工技術の為せる業であると考えるのは正鵠を射ていない。第2章で見たように1946年の第1号電子計算機の誕生以来、半世紀以上の長きに亘り営々と積み上げられてきたコンピュータ動作や回路、周辺機器に関する研究成果が、文字通り‘集積’されて高密度半導体回路としての集積回路が実現しているのである。実際、現在の半導体回路のほとんどすべてに標準装備されている、バッファメモリ方式、バーチャルメモリ方式、パイプライン制御方式、インターリーブ方式、などの概念は、第3世代コンピュータの研究開発努力、たとえば、1966年から1971年に行われた日本の (通称) 超大型コンピュータ研究開発プロジェクトの成果概念である。

インターネットなどの世界規模の通信回線網とその上の接続サービスシステムの確立と標準化は、単に個人々人へのサービスや利便の提供 (公共性) に留まらず、国家の政治形態・政府組織の軽量化と透明化・普遍化にも貢献する²²⁾。また、政治的貢献と共に、経済再編、景気回復のトリガーともなり得る。具体的には企業の経営や営業が、効率化・精密化・高信頼化すると期待できる。米国が良好なマクロ経済的好況を、1991年4月から2001年3月まで呈していた²³⁾のは、早期にタイミングを逸することなくIT化や情報革命のダイナミズムを考慮した対応を政府も民間企業もしていたからであるという判断 [SH99] も成り立つ。単に1990年代の設備や雇用に対する過剰投資に伴う米国流バブル景気であった、として片付けるのは即断に過ぎるように思われる²⁴⁾。

日本では1986年から1990年初頭に到るまで、バブル景気が続いていた。金融緩和による土地や株式の高騰により、企業や個人が名目的に²⁵⁾ 裕福となり、日本は表層的に好景気となっていた。つまり表示金額という見せ掛けだけ高価な土地や

株を担保に、低金利の借り入れを受けて事業へ拡大投資を繰り返すという仮想的景気浮揚循環現象が続いた。実質的収益から遊離して仮想的に高いだけの資産価格に依存する好景気はやがて崩壊（いわゆるバブル崩壊）することとなるが、このバブル好景気の持続期間の間に、IT化、高度情報化（情報革命）に対する先行的な適正投資のタイミングを逸してしまった恨みがわが国にはある。

民間企業群、および民営化した公的企業群は1990年から2000年にかけて必死のIT化努力をし、この遅れをある程度は回復できた。このIT分野における回復努力と政治経済レベルの安定化努力が適正に均衡していたならば、日本の経済回復はもう少し実効的であったかもしれない。しかし現状はそうはならず景気低迷を続けている。短命の政権が連続し哲学と一貫性のある財政が行われぬことも、景気の回復・国力の増強に負の効果を与えているようである。適正なIT化や情報通信技術の利用は、日本のみならず世界の経済の活性化にも有効と思われる。

本論文で取り上げるサイバー空間上での新産業は未だ成熟産業にはなっていないが、景気浮揚に対する正の効果は大いに期待できる。

3. 自然言語処理研究の潮流概観

サイバー空間産業の基盤技術である自然言語処理の研究の潮流を概観する。

電子計算機の誕生以来の自然言語処理研究の流れ〔参考文献：〔NIT04〕〕を、簡潔な年表に要約すると次の表1のようになる。ただし記号の意味は下記に示す。

- 〔IR〕: Information Retrieval (情報検索)
- 〔TR〕: Text Retrieval (テキスト検索)
- 〔WP〕: Word Processor (単語処理器)
- 〔TP〕: Text Processor (テキスト処理器)
- 〔MT〕: Machine Translation (機械翻訳)

〔MAT〕: Machine Aided Translation (機械援助型翻訳)

〔DB〕: Data Base (データベース)

〔DTP〕: Desk Top Publishing (パソコンによる簡易印刷出版処理)

〔W〕: Word (単語) レベル処理

〔S〕: Sentence (文) レベル処理

〔T〕: Text (文章) レベル処理

〔構〕: 構文処理

〔意〕: 意味処理

この年表の意味するところは、次のように要約できる。計算機の情報処理能力の向上に随伴して、自然言語処理をするための文法や辞書的知識（語彙知識ベース）は巨大化・複雑化・精密化して行った。しかし人間（＝言語知識データを構築する研究作業）の作業能力の限界、複数作業間で一貫性のある知識ベースを構築することの困難さ、などが認識されるようになり、最近では、言語知識構築を計算機に任せる方法が主流となりつつある。そのやり方の基本は、大量の言語データ（コーパス）を統計的に処理して、言語解析規則や語彙データを〔半〕自動抽出することである。統一性や一貫性が簡単に実現する反面、どのような言語理解処理を行なっているのか、人間には見えない（つまりブラックボックスとなる）という不安要素が侵入する。

このようなブラックボックス化の不安は、手作業、頭脳労働による古典的な自然言語処理知識ベースの構築方法との組み合わせで改善できる。

改善の基本は、正規表現をベースとする「パターンマッチング処理」であり、自然言語処理の全体は有限状態オートマトンにより統一的に実行可能である。この考え方は言語工学的と言えるが、「言語産業」の中心的技術理念でもある。

4. サイバー産業の基礎技術

4.1 言語工学の概要

サイバー産業の基礎を支える技術は、下記のよ

表 1. 自然言語処理 (NLP) 研究の潮流 (直観的サーベイ)

* 情報処理の言語工学的側面の一例として *

t	IR/TR	WP/TP	MT/MAT
'45	第1号電子計算機 ENIAC 誕生 IR 研究開始		'46 キーワード翻訳 [W]電子辞書構想 (booth) [S] '49MT 研究開始 (Booth の Translation Memo)
'50	[W] NLP はキーワード空間で作動 [意] NLP はインデクス空間で作動	'58AI 研究の実質的開始 (Chess Program など) Computational Linguistics なる術語の誕生 (David Hay の創案)	'52 第1回 MT Conf. (Bar Hillel の Talk) [構] '52 第2回 MT Conf. (at MIT) 仏国 CETA 開始 日本 MT 研究開始 (電総研)
'60		'61AI (=Artificial Intelligence) なる学問名称の定着 (by Minsky の A Step toward Artificial Intelligence 論文)	'60 Bar Hillel の悲観的 MT サーベイ '66 ALPAC レポートの衝撃 (実用的 MT 実現の見通しは無い) MT 研究の氷河期が始まる
'70	HIRIS/HISIS 日立製作所情報検索システムの開発 (対象文書: 製品事故情報, 半導体研究情報) by Y. Nitta et al. [Computer OS:MS-DOS, UNIX]	[構] 日本語を計算機入力する研究開始 (九州大学: 田町, 吉田, 日高など) [W] '78 東芝 (森, 天野, 河田, 等) 第1号商用 WP JW-10 (価格 ¥630 万円) の販売開始, TOSSWORD が続く	MT 研究再建の動き 仏国 GETA, LOGOS 米国 SYSTRAN (Peter Toma) ('70 米国政府導入, '76 EURATOM 導入) TITUS
'80	[S] NLP はセンテンス空間で作動 QA (質問応答) の研究開発本格化 [NEC パソコン PC98] [一部 Mac IBM-DOS]		'80 知識工学 (Faigenbau 等), 知能工学の研究の活発化 '80 日本における機械翻訳 (MT) 研究の活発化: 日立, 東芝, 富士通, など '82 ICOT 設立: (FGCS: Future Generation Computer System) の研究開発開始, PROLOG ベース推論マシンの開発

<p>'85</p>	<p>T NLPはテキスト空間で動作 IRにおける全文検索・内容検索の研究開発 本格化 [Windows32によりDOSマシンの人気PC98のそれを抜く] [Windows95の爆発的人気] マイクロソフト社優勢 [Windows 98 誕生]</p>	<p>'84~'85 個人用の小型可搬型WPの普及拡大(2~3行の液晶表示から多数行の表示に拡大) 意 単語変換→単文節変換→複文節変換→'87 AI変換・AI辞書なるキャッチフレーズが流行 変換率向上競争から付加機能増加競争への切り替え</p>	<p>意 '86 EDR(電子辞書開発研究所)30万語/言語の開発を目標 例文主義MT [いわゆるExampleBase MTの流行] '92 ICOT終了 SIM(逐次推論マシン)からPIM(並列推論マシン)へ移行, 専用OC 曼荼羅から汎用OS UNIXへの翻訳移行 '94 Java 誕生(Web Runner) '94 日本におけるインターネットの爆発的普及 '94 EDR終了 Post EDR 発足</p>
<p>'90</p>	<p>インターネット上のエージェントとしての検索エンジン(GoogleやYahooなど)の普及, 意味・意図の推論処理</p>	<p>S Word Processing から Sentence Processing へ移行 DB/DTPの普及</p>	<p>'90 e-mail, ftp, www/HTML Internet + Webの普及</p>
<p>'00</p>	<p>[Windows 2000 誕生] 「言語産業」という概念の確立 また「サイバースペース」という概念もインターネットが醸成する仮想現実的な空間として定着</p>	<p>T SPからTPへ 脳科学・認知科学の進歩, しかし脳の高次情報処理の研究は, 人工知能や自然言語処理とは関係が手薄(現状)</p>	<p>コーパス・ベース, テキスト意味論の研究本格化 統計ベースの自動的言語リソース生成の普及(手作り・頭脳作業による文法構築の衰退・不人気) T 超大規模コーパス/大規模アーカイブ構想 VR(Virtual Reality 仮想現実感), Second Life, 人工生命, Agent</p>

出所) 文献 [NIT04] の表1を要約

うな言語工学の応用技術として把握できる。

言語工学(Language Engineering)の本質部分は、有限状態マシン(FSM: Finite State Machine)による言語変換(Language Transduction)として理解できる部分が多い[参考文献: Karttunen et al.(1997)]. 言語変換器(Language Transducer)は、正規表現(Regular Expression)として記述した言語リソースを直接コンパイルして生成することが

できる。この簡便性と実用性が言語工学、つまり言語を工学的に処理する学問、の存立基盤である。

正規表現ベースの言語変換においては、複雑な構文解析や深い意味処理を行わないため高度な文書処理はできない。しかし、簡便な浅深度処理を中核に据えている恩恵として、広範囲なドキュメントが取り扱える頑健性・汎用性・可容性が実現

する。この特徴が言語産業の経済性を保障する基盤を与える。

有限状態マシン (FSM) ベースの方法は、形態素解析 (Morphological Analysis)、あるいは単純な文生成などの分野では確たる評価を得ているが、もう少し複雑な自然言語処理、例えば機械翻訳、質問応答、文章解析による索引付与、などの分野でどの程度の可用性や実用性を持つかについては未知な部分が多い。つまり今後の研究開発に期待される余地が多いと言える。

FSMで処理可能な比較的単純な局所文法 (Local Grammar) [参考文献: M. Silberstein (1993)] の開発も重要課題である。局所文法による機械翻訳では精緻な訳文生成は期待できないが、膨大な外国語文献を通覧するための粗訳文を大量迅速に作成するためには有効である。粗訳文は、部分翻訳 (Partial Translation) と呼ばれることもある。翻訳を産業化するための重要な技術であるといえる。部分翻訳はインターネット上に多数公開されている²⁶⁾。

正規表現ベースの浅い言語変換処理の中心的オペレーションは語や句などの文構成要素、あるいは文断片における「パターン一致」と「パターン置換」である。これらの「パターン処理」の目的は、入力文に品詞記号や語句記号などを付与しつつ切断する「トークン変換処理」である。品詞コードを付与するトークン処理は、一般に「形態素解析」と呼ばれる。トークンに語句記号などの構文情報を含ませた場合には、トークンは「タグ」と呼ばれることがある。タグ付与された文は、統語解析 (Parsing) への入力となる。トークン付与やタグ付与をする言語変換器 (Transducer) は、形態素解析規則 (= 品詞タグ付与規則) などの文法情報をコンパイルすることにより [半] 自動的に生成 (あるいは構成) できる。このように静的な文法記述から動的な変換プログラムを [半] 自動生成しつつ言語処理をする技法を言語工学が提供し、言語産業が利用している。

4.2 正規表現の本質

正規表現 (Regular Expression) とは文字列 (一般的には、テキスト) 中に存在する「関心のある部分文字列 (パターン) を表現するための特別な記号系 (言語)」のことである。特に、正規表現を用いて記述したパターンのことを「正規表現」とも呼び、多くの場合後者のような意味でこの語を使う [参考文献: 佐良木, 新田 (2003)]。本論文でも後者の意味で「正規表現」という語を使う。

正規表現だけでは、キーワード検索、情報抽出、テキスト・マイニング、などの文字列処理の仕事はできない。正規表現をサポートしている言語処理プログラムの中で、正規表現を用いてパターン検索、置換、変換、などの処理プログラムを記述し実行しなければならない。正規表現をサポートしている言語処理プログラムとしては、Perl, Java, Ruby, Python, sed, awk, MS-word, 秀丸エディタ、などがある。

正規表現の記述の仕方 (= 仕様、特にメタ記号の種類と記法、作動の仕方など) は、サポート言語ごとに多少の異同がある点に注意すべきである。

現在、もっとも強力な機能を持ち、種々の正規表現の中で標準仕様と見なされているのは、「Perl 6がサポートする正規表現」である。

正規表現の原型 (母型) というべき正規言語 (Regular Language, チョムスキー階層における3型言語) の概要を理解すること、および正規言語を受理 (認識) するメカニズムである [非決定性または決定性] 有限状態オートマトン (FSA, Finite State Automaton) の構造と動作の概要を理解することは、正規表現の本質を正確に理解するために大切なことと思われる。本節の記述はこのような観点で行う。

以下では「正規表現」について少し抽象的あるいはメタな観点から箇条書き形式で議論する。細かい記号や操作の表層的な複雑さは、正規表現の

本質的な簡潔性や強力な計算可能性とは別物である。

- * 本来「正規表現」と「正規言語」は等価な概念であった。すなわち、任意の（任意個の）正規表現を、 a, β, γ, \dots とすると、それらを生成元とする集合 $\{a, \beta, \gamma, \dots\}$ が、正規言語である。任意の正規言語は、適当な非決定性有限状態オートマトン（NFSA）あるいは決定性有限状態オートマトン（DFSA）という簡単なメカニズムによって受理される記号列として定義できる。有限状態オートマトンについては後述する。
- * 上記で使った言い回し「 a, β, γ , などを生成元とする集合」という意味を少し正確に説明する。そのためには、「正規言語という集合」の元（＝要素，Element）である正規表現は、下記のように帰納的に（つまり生成的に）定義できることを知る必要がある。

アルファベット $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ 上の正規表現は、下記の規則により帰納的に定義される。（任意の規則を任意回組み合わせ適用して生成される記号系が、正規表現である、と言ってもよい）

- (1) ϕ は正規表現である。これは空集合 $\{ \}$ からなる正規言語を生成する。
- (2) A の任意の要素 a_i は、正規表現である。これは元 a_i のみからなる正規言語 $\{a_i\}$ を生成する。
- (3) a と β が正規表現であるならば、
 - (3.1) $a \mid \beta$ も正規表現である。これは、集合 $\{a\}$ と集合 $\{\beta\}$ の和集合からなる正規言語 $\{a\} \cup \{\beta\}$ つまり $\{a, \beta\}$ を生成する。
 - (3.2) $a\beta$ も正規表現である。これは、集合 $\{a\}$ の元 a と集合 $\{\beta\}$ の元 b とを連結して得られる元 ab からなる正規言語 $\{ab: a \in a, b \in \beta\}$ を生成する。

(3.3) a^* も正規表現である。これは、集合 $\{a\}$ の元 a を 0 個以上有限個連結して得られる元からなる正規言語 $\{a^n: a \in a, n=0,1,2,3,\dots\}$ を生成する。ただし、 a^0 は ϕ と等価である。

(3.4) 上記(1), (2)あるいは(3.1), (3.2), (3.3)を、有限回繰り返し適用して得られる記号列だけが、「アルファベット A 上の正規表現」であり、「正規言語」を生成する。

(補足 1) 空集合 ϕ を生成元とする集合 $\{\phi\}$ つまり ϕ^* つまり $\{\phi, \phi\phi, \phi\phi\phi, \phi\phi\phi\phi, \phi\phi\phi\phi\phi, \dots\}$ を表す記号として、 ϵ を導入することもある。 ϵ は正規表現であり、正規言語 $\{\epsilon\}$ を生成する。

(補足 2) $a \mid \beta$ の代わりに $a + \beta$, $a\beta$ の代わりに $a \cdot \beta$ と書く正規言語仕様もある。

- * 直観的な状態遷移図として表現できる「単純な構造のメカニズム（＝オートマトン）」で処理ができる点が、「正規表現」あるいは「正規言語」の強力さと簡潔さの根源である。

- * 正規表現（Regular Expression）を用いてサイバースペースを展開する実務に論点を移す。正規表現は、文字列パターン的一致判定、変換処理などを目的に開発されたが、その数学的な基礎構造は前述した正規言語に置かれていた。しかし多くの分野で利用され発展改良が進み、文字列や記号操作の機能が強化された結果、現状の正規表現は正規言語（＝チョムスキー階層の 3 型言語）よりも少し強力な言語となっている。

- * 「メタ記号」と呼ばれる、文字列をまとめて掌握するための特殊な記号系が、正規表現には装備されている。このメタ記号を使って文

字列パターンをマクロに表現して、高効率に一致判定、置換、変換などの処理ができる。この処理機能は、Perl, Java, awk, sed, などの言語処理プログラムが提供している。またMS-Word や秀丸エディタなどのワープロや文書処理システムも（制約された範囲内であるが）正規表現を処理する機能を装備している。言語処理系により提供される「正規表現の仕様（特にメタ言語記号の種類と定義）」は、少しずつ異なっている点に注意する必要がある。現状では、強力かつ汎用性の高い「正規表現の仕様」はPerl6 (Version6) が提供しており、正規表現の標準版とみなされている。日本語を扱う機能を追加するためのソフトウェア Jperl, Windows 環境で動作する Active Perl, 日本語機能を追加するためのソフトウェアなど、多くの関連ソフトウェアが無償品 (Freeware) あるいは有償品 (Shareware) としてインターネット上で提供されている。

- * 正規表現を使う目的は、一言でいえば「テキストつまり長い文字列の中から、ある特定の文字列パターンを検出して、別の記号や表現に変換すること」である。このようなパターン検出・変換機能を、複数個組み合わせる通常のプログラムの中で利用すれば、データマイニング (= 有効情報の発掘・抽出) や文章要約、情報検索、あるいは部分翻訳、などの文書処理が効率よく実現する。
- * 正規表現は、文字列パターンの処理を効率よく実行できるように、様々な演算子やメタ記号を用意している。
- * 文字列あるいはテキスト断片を調べて、特定のパターンがあるかどうか判定し、その有無により異なる処理をするプログラムの書き方は、たとえば下記ようになる。

\$textfragment= “検査対象の文字列またはテキスト断片”

```
If ($textfragment =~ / a /) {  
    パターンが検出された場合の処理  
} else {  
    パターンが検出されなかった場合の処理  
}
```

ただし“a”は、関心のあるパターンを表現する適当な正規表現である。

4.3 テキスト・マイニング技術

前節で示した正規表現とそれを受理する有限状態オートマトンによる文内のキーワード抽出が基本となる。さらにこの有限状態オートマトンを非決定性 (Nondeterministic) にして、可能な状態遷移に確率を付与する。また各状態より複数の記号を、ある定まった確率分布に従って出力する。このようにオートマトンを増強すると隠れマルコフモデル (HMM; Hidden Markov Model) が構成できる。HMM はテキスト・マイニングの強力なツールになる。さらに出力記号列の決定に、EM アルゴリズム (尤度最大化アルゴリズム, Expectation Maximize Algorithm) や最大エントロピー・アルゴリズムを使うこともある。これらの統計技法の記述と検討は本論文では割愛する。

サイバー空間における自我を創成しそれを健全に保持できるためには、テキストマイニング技術は、どの程度の能力 (パフォーマンス) を持たなければならぬか、について論じる。

そのためにまず興味深い引用をする。

柴田勝征 (しばたかつゆき) 氏の「言問いメール 450 号 (2010.12.13)」の PISA の学力テスト批判論文の中で引用されている

北村和夫氏 (環境教育) の論文「PISA の理念は問題に具体化されているか」<http://www.kyoiku-soken.org/official/report/userfiles/document/08gakuryoku.pdf> からの引用。二重の入れ子構造引用になって

いることを 柴田氏と北村氏にこの場でお断りし失礼を詫びます。

〈北村論文からの引用開始↓〉

まとめると、免疫について分ったとは、最低限、次のことが分ったということである。

- 第1は、体の基本をつくっているのはタンパク質であり、タンパク質は形が機能を決定する。
- 第2に、タンパク質はアミノ酸を繋げたものであり、その順番がタンパク質の形を決定する。
- 第3に、免疫とは自己と非自己を区別し、非自己を排除するシステムであり、脳とは独立に体を取り仕切っている。
- 第4に、侵入する可能性のある非自己の種類はあまりに多く、そのすべてに対応するメカニズムを事前に用意することはできない。
- 第5に、しかし、巧妙な仕組があり、侵入したなどの非自己にも効果的に対応するメカニズムを比較的短期間に構築することができる。
- 第6に、一度構築したメカニズムを保存（記憶）することは、生存の可能性を大いに高める。

といったことである。

〈北村論文からの引用終了↑〉

インターネット上（さらにはサイバー空間上）に多数存在する膨大なテキスト情報から、有効な情報を抽出するテキスト・マイニングの技術の進展はめまぐるしいが、いまだ十分に知的な情報を抽出する水準にはいたっていない。

たとえば「免疫」に関する情報や解説文は 無数といっていいほどに膨大な量のテキストが存在する。そこから上記に引用した、〈北村論文〉の要約に相当する情報抽出が可能になったとき初めて、テキストマイニング技術は、サイバー空間上

の自我を保護できる基盤技術となれるのである。

英国 Oxford 大学インターネット学科で、Yorick Wilks 教授の指導のもとで展開されている Companions Project もこのような完成度の高いテキスト・マイニング技術を手に入れてこそ実用水準に到達できるように思われる。

Companion の効用として、故人との対話、過去の知識人との交流という「時空を超越できるサイバー空間産業の威力」を論じている。最先端の Text Mining, Data Mining, Web Mining の研究開発を励起する提言として正鵠を射ていると思われる。

4.4 サイバー空間における自我

すでに見てきたようにサイバー空間には、様々な高機能知的処理プログラム（エージェント・プログラム）が備わっているので、この空間を訪れたユーザは、めんどろな手順や検討を放棄して怠ける快樂の味を覚える危険性がある。「エージェントにすべて任す。よきに計らえ」となる可能性がある。これは自我の崩壊の可能性を意味する。あるいはまた、サイバー空間においては、ユーザの能力が現実世界におけるよりも飛躍的に増強されるため強烈な自我が形成される危険性もある。その実例の1つを第1章で「サイバー空間における過激なジェンダー意識」として触れた。

現在の技術水準ではまだその危険性が発現していないが、高度な知的判断機能を具備したエージェント・プログラムが、自意識に近い判断ロジックを実装して「仮想的自我」を形成して行動する可能性も否定できない。現象的にはエージェント・プログラムの知的暴走として観察されるだろう。この問題はまだSFの世界にとどまり、文学や映画の評論で語られるだけではあるが、サイバー空間の危険性を知る手掛かりを与えてくれるように思われる²⁷⁾。

人間本来の自我、情報倫理を守る自我を保持する要諦は、サイバー空間における、全自動サービスの廃止、禁止もしくは制限である。生身の人間

の脳による判断が必要な核部分を堅持すべきと思われる。クリティカルな局面では人脳による判断に従うようサイバー空間のエージェントはプログラムされるべきであるというサイバー倫理規範の確立が必須のように思われる。このような主張の正当性・妥当性の部分的証左は、航空機の完全自動操縦の内包する危険性に見られる。この危険性を回避するために最近の航空機のオートパイロット・システムにおいては、人間の判断と機械の判断が相反した場合には人間の判断を優先（人間の命令に優先的に従うこと）するようプログラムされている。

サイバー空間におけるエージェント・プログラムを定義・記述するメタ言語手段を、ユーザ（人間）が持つことも重要である。サイバー空間内で、エージェント・プログラムが自己増殖し変容・暴走することを防止するためである。サイバー空間におけるメタ技術の問題は次報で扱うことにしたい。

5. サイバー産業の実例

サイバー空間における新しい自我（self と identity）の構築を担う言語産業の2つの実例を概観する。

5.1 カナダの言語産業²⁸⁾

一般分野の翻訳は年8%の成長率、技術分野の翻訳は年25%の成長率を示していることに注目して、カナダ政府が支援して言語産業の育成に努めている。カナダは英語とフランス語の2つの言語を公用語としているので、多言語の使用を前提とする多文化に有利であると考えられる。翻訳による売上高は、年4億カナダドル以上であると報告している。（これは世界の翻訳市場の約6%を占める）また、語学トレーニング・スペシャリストによる収益は年約4.5億カナダドル（世界市場の約12%を占める）であると報告している。

これらの活発な言語産業を支える技術としては、下記7点を挙げている。

- ・機械翻訳と翻訳支援ツール
- ・多言語文書処理とコンテンツ管理
- ・音声処理（例：音声認識、音声バイオメトリクス、テキストの音声変換）
- ・テキスト情報管理（例：顧客関係管理、知識管理、コンテンツ管理）
- ・語学テクノロジー・トレーニング・ツール
- ・リスニング、発音補助システム

カナダが言語産業に有利な点として下記2点が指摘できる。

- ・多言語文化を基盤に持つ海外交流・貿易が、昔から活発であった。
- ・計算機科学、インターネット、機械翻訳、文書情報管理、などの言語工学の教育・研究・開発も基盤が堅固である。

カナダの言語産業を担う企業の概要は、下記5点に要約できる。

- ・2000社以上が活動
- ・言語スペシャリストは3万人以上。
- ・オンライン公共サービスの提供
- ・欧米・極東など主要な市場への強力なアクセスルートを長年保持している。
- ・翻訳や通訳の高水準の技術に加え、翻訳者養成にも力を入れており、大学レベルの12校が専門に実施している。

言語産業に従事するカナダの主要企業の名称、特色、会社のホームページを表2として示す。

5.2 Oxford 大学 Internet 研究所（等）の COPANION プロジェクト

2007年2月英国Sheffield大学計算機科学科からOxford大学インターネット研究所（Oxford Internet Institute (OII)）の教授・上級研究員に移籍したYorick Wilks教授が、Professor Marc Cavazza（Project Leader）University of Teesside, Dr. Debora Field（Project Manager）University of Sheffield, Department of Computer Science等と共

表 2. 言語産業に従事するカナダの主要企業

BabelFish Corporation	www. babelfish. com 総合的オンライン言語サービスの提供. 翻訳, 現地語化, 語学トレーニング, など.
Etraffic Solutions	www. etrafficsolutions. com 学習テクノロジー, カスタム・コンテンツ開発. カナダの一流企業. 国際賞を受賞. オンライン言語学習支援システム: LLEARN 第2言語としての英語教育システム: ESL-connection
The International Language Institute (ILI)	www. ili. ca ノバスコシア州に存在する私立語学専門学校. 第2言語としての英語教育を行う. カナダ政府の公式フランス語トレーニングセンター, 公認ケンブリッジ教員トレーニングセンターなどを抱える.
Lexi-Tech International	www. lexitech. ca カナダ最大の翻訳会社. 30ヶ国語の翻訳を20年以上実施. 分野は, 技術, 行政, 自動車, 製薬, 財務, など多岐.
MutiCorpora R&D Inc.	www. multicorpora. ca フルテキスト・コーパス構築技術, 術語管理技術などを提供. 国連関連機関, 外国政府・企業における多言語コンテンツ作成を支援.
Terminotix	www. terminotix. com LogiTerm を開発した企業として有名. これは35カ国以上の民間・政府機関で利用されている専門用語辞書. フルテキスト・コーパスも作成している.

出所) 文献 [NIT08] の表2

に2007年から2011年の4年間の研究プロジェクト, 予算は1200万ユーロ(約132億5774万円), 14の機関が連携, 16の部分プロジェクトの集合体として推進しているCOPANIONプロジェクトの概要を分析的に検討してみる.

個人の生涯伴侶としてインターネット上に存在して人生行路のお手伝いをするインターフェイス・プログラムとして位置づけている. 企業活動ではなく個人, そしてその人の志向, 指向, 思考, 嗜好のすべてを理解し唱和して手伝いをするという最終目的には, サイバー空間上の自我および産業の方向を考える上で有意義なヒントが内蔵されていると思われる.

デモンストレーションでは, 個々人の人生の記

録というべきアルバム(人生の様々な局面で撮影した写真集合)のきめ細かい配列管理検索を行うPHOTO-PAL(写真の友)の実演がなされている. システムと対話しながら自分の人生のスナップ写真が的確に検索表示されることをデモで示し, コンパニオンの有難み(概念)を分かりやすく提示した. また健康管理や運動アドバイス(ジョギングやシェイプアップの介助)をしてくれるサービスも示しているが, 一般の需要と関心の高い面白い例題であると思われる.

インターネット上の先進的インターフェイスであるCOMPANIONは, その原始形態として日本のロボットであるAIBOや一世を風靡した「卵っち」にも言及している. COMPANIONを研究開発する深い動機は, 社会における人間関係, 規範

などのありようを（現実束縛を緩めて）抽象的に深く追求することと述べているが、これはまさにサイバー空間における自我や社会道徳を探求することに通じる。

このような個々人の伴侶を勤めるインターフェイス・プログラムは、個々人のプロフィールや行動履歴のデータベースを構築し管理する必要がある。履歴DBの容量を18テラバイト程度と見積もり、クラウド環境で分散管理可能としている。数テラ・オーダの可搬型ハードディスクが出回る時代であるから、個人ごとに数十～数百テラバイトのデータベース記憶領域を、インターネット上のクラウドとして提供することは、近い将来十分に可能と言える。問題は、人間のように、あるいは人間以上に知的にきめ細かく随伴奉仕できるような、聡明なインターフェイス機能の実現性にある。そのような最先端の人工知能インターフェイスを開発しそのフィジビリティを検証することもこのプロジェクトの目的であると言っている。

基礎にある技術は、音声による対話を理解し進行できる技術に置いている。対話管理（Dialogue Management）およびテキスト・マイニング（文章を理解して情報を抽出）という人工知能分野の理論と技術である。

将来の対話管理システムは、単なる記録情報の抽出だけではなく、個々人の思想や思考の癖や様式をも理解できる。したがってCOMPANIONシステムが、その人に成り代わる（模倣する、シミュレーションする）ことも可能となる。さらに進めば、この模倣機能を利用して、現代に生きる個人は過去の人々（鬼籍に入っている人々、故人達）を呼び出して対話することも可能となる。また高齢化してしわがれ声の自分が、若く輝いていた頃の（声にも艶がある）自分と対話することも可能となる。「筋ジストロフィーの病魔に犯され発声できなくなった天才的天文物理学者ステーブン・ホーキングが、自分の二十代の声を出す音声合成装置に固執するように、人々はこの

機能を求めるであろう、たとえ道徳的に不遜であると知っていても」とWilksは予想している〔Death and the internet, Yorick Wilks 2010〕。これはインターネット上に電子化された恐山の「いたこ」である。サイバー空間が時空を超越的に包摂していることを示す具体例となり得る技法である。（もちろん実現には多くの技術課題があり長期の目標といえるが。）

現在使っている技術は、プランゴール生成型の対話管理と大規模有限状態オートマトンによる対話理解であると述べている。古典的手法を大規模化して発展的に活用している点が注目される。

機械翻訳の分野、音声理解の分野で隆盛を極めている統計ベースのコーパス解析についてはあまり言及されていない点が意外であったが、個々人の特性を学習し音声で対話するからには、コーパス（学習用データ）を統計的に処理する過程は不可避のように思われる。今後この方向の論文報告が出されるものと予想する。

このプロジェクトの概要の公式の陳述は、下記のように要約できる。参照にした主な文献は〔BE07〕, 〔CÔ07〕, 〔DI09〕, 〔LCP10〕, 〔MI08〕, 〔WI05〕, 〔WI10〕である。

一般人がこれまでに抱えてきた「人とコンピュータの関わり」に対する基本的な考え方を革新すべく、新しい「仮想的伴侶プログラム」をインターネット上に構築することが目標である。伝統的なタスク・ベースの対話システムのはるか先を行く革新的な社会関係（あるいは対人関係）システムを、長期的目標として開発する。欧米の14機関が参加するコンソーシアム形式のプロジェクト研究である。欧州共同体が第6期基盤研究の1つとして1200万ユーロ（約132.6億円）出資して4年間のプロジェクトを推進する。

6. サイバー産業の誕生——情報通信網の発展による世界の総体的生態系化

本章では少し視点を拡張して、情報論、人工知能論、あるいは情報経済学という観点から情報産業の発展と〔世界の〕経済発展の関係について考察してみる。紙幅も残り少ないので十分な実証検討以前の試論である。

動物あるいは機械のような生態系においては、通信と制御が生存行動の本質であるという考え方、つまり現在「情報制御」あるいは「情報帰還(Feedback)」と呼ばれる概念が、今から1500年以上昔の Alexandria の哲学者 Heron によって議論されていた。この「動物と機械における通信と制御」という概念を1つの語で表現したものが、“サイバネティクス (cybernetics)” であり、Andre Marie Ampere が約160年前に初めて用いた。“cybernetics” の語源はギリシャ語の “κ υ β ε ρ υ η ’ τ η ζ ” であり、“運転するもの” という意味である。これはラテン語では、速度調節機という意味の “gubernator” に対応する。“Cybernetics: On Control and Communication in the Animal and the Machine” (1946) という啓蒙的な書物を書き、今日知られるような近代的な意味を“情報と制御という概念” に与えたのは、ロシアの数学者 Nobert Wiener の功績である。“情報と制御” という概念は、機械系や生態系の合目的的行動、つまり自然な最適化行動を説明するための必須概念である。最近では(ある意味で当たり前のことであるが)経済学、つまり個人や組織体の経済行動、を説明する原理としても援用されるようになった。特に、このような“情報と制御”を重視して経済現象を研究する経済学を「情報経済学 (info-economics)」と呼ぶようになってきた。“情報通信”によって変貌しつつある経済現象を、“情報経済学”が追跡・分析しようとしている動向には、単なる言葉のつながり以上の“因縁”を感じる。しかしながら「情報経済学」は未だ新興の学問分野である。ミクロ・マクロ経済学や数理経済学の

ように方法論が確立しているわけではない。十分な理論装置や分析手法を装備するには到っておらず、スローガンのレベルで留まっている研究論文や著述も多いことを否定できない。

経済学にサイバネティックス的な思考を持ち込む発想が、ある意味で当たり前であると考ええる理由は、経済学の対象である経済行動主体が、人間の集合体であり、人間は他ならぬ“生態系”、つまりサイバネティックス的思考系であるからである。

経済学にサイバネティックス的な概念と方法論、つまり情報・通信・制御という概念を持ち込む努力は、1950年頃から多くの経済学者や文明論者達によってなされてきた。代表的なものを拾うと下記ようになる。

- ・ F. マッハルプ (Fritz Machlup) の「アメリカにおける知識の生産と分配 (The Production and Distribution of knowledge in the United States) (1962)」: 1958年の米国におけるGNPの29%を知識生産が占めることを指摘したが、知識は情報と解釈できる。
- ・ P. F. ドラッカー (Peter F. Drucker) の「断絶の時代 (The Age of Discontinuity) (1968)」: 知識経済の出現を契機として、1968年～1970年の米国経済には断絶があることを指摘した。断絶もしくは不連続とは、知識や情報の生産が、直接的な生産(つまり第一次産業)よりも(1970年代以降の米国でGNPの50%強に)増加したことであり、“財の経済から知の経済”に移行したと述べ、知識情報こそが望ましい生産要素であると称えた²⁹⁾。
- ・ ダニエル・ベル (Daniel Bell) 「脱工業社会の到来 (The Coming of Post-Industrial Society) (1973)」: マルクスの社会発展理論の批判を出発点として理論構築し、社会的変化は、前工業社会³⁰⁾、そして工業社会³¹⁾を経て、脱工業社会 (post-industrial society) へと発展するという主張をした。ベルは脱工業社会では、

知識・情報・サービスが生産の中心となる社会であると述べた。バルの理論は工業にのみ重点を置いて経済社会の発展を捉えているという点、企業は社会に従属して下位に置かれ、社会の利益に適正な配慮を払いつつ経営を行うという企業観を基底に据えている点、市場経済社会を否定している点、など多くの問題点を持つ (cf. 参考文献 [MA98] 特に、pp.22-31) が、知識情報が経済社会システムを大きく変えると主張している点は先見の明と言うべきである。

- ・ M. U. ポラト (Marc Uri Porat) の「情報経済論 (The Information Economy,; Definition and Measurement) (1977)」: “組織化されて伝達されるデータ”として“情報”を定義し、情報財、情報サービス、情報産業、などの部門分類をして、情報労働者の雇用所得や情報資産財の減価償却など、経済社会の効用を分析的に議論した。情報の分類と定義には、多少の無理があるとはいえ、“情報の流れ”が経済社会の営みの本質であることを指摘した点は評価できる。
- ・ A. トフラー (Alvin Toffler) の「第三の波 (The Third Wave) (1980)」: 文明の発展を3段階で捕らえ、第一の波は農業段階、第二の波は工業段階、第三の波は“1955年～1965年頃到着しており、最も深い社会的大変動と創造的再構築を齎し、グローバルな革命を引き起こした”と述べた。コンピュータにより情報量が増大し、情報社会となること、電子共同体、高度電子情報社会、注文生産方式、電子郵便 (今風に言うと e-メール)、ワードプロセッサの普及によるオフィスのペーパーレス化、などが「第三の波」の具体例であると述べた。コンピュータによる情報社会を好意的・楽観的にユートピア視しすぎるといえる問題があるとは言え、今日のいわゆる“高度情報化社会”をかなり正確に予言・描写していると評価できる。

・ その他に、「文明の生態史観」を著した日本の梅棹忠夫も「情報産業論 (1963)」において、情報社会の到来を予言し、この情報社会では、従来の、農業・漁業・林業・鉱業・工業などを扱う経済学では不十分で、財としての情報を扱う「情報経済」が必要であることを主張している。情報の価値が、発信側と受信側の相対的關係により動的に変化する側面を、“僧侶 (発信人) と檀家 (受信人)、お経 (情報) およびお布施 (情報の価格) の関係”という諧謔的な例題で論じている。

以上のような多様な個性を持つ経済学者や思想家、哲学者、文明論者、などの研究や著述発表を経て、経済学者 G. スティグラー (G. Stigler) が名著「情報の経済学 (1961)」を上梓するに到り、「情報経済学 (info-economics)」は正規の学問分野として確立したと言える。スティグラーの功績は、これまでのミクロ経済学が“完全情報”を前提として構築されていることへの批判、つまり“経済系におけるすべての経済主体が、完全な情報を持って行動している”という前提の誤謬を指摘し、その修正理論を提示したことと言える。

情報経済学に関する著述は最近少しずつ増加しているが、筆者の目に触れた日本語文献のごく一部として [OK01], [AK01], [MA98], [II96], [FU97] などがある。これらの著述においては、経済的財つまり「生産物としての知識情報」および経済現象や経済社会を制御する手段としての「メタ経済ツール (i. e. 経済を制御するツール) としての知識情報」の両者を、〔使い分けて、あるいは組み合わせ〕適切に取り扱えば、日本のみならず世界の経済が好転するだろうという予想を様々な視点と例題により論じている。換言すれば、いずれの著述も、IT 産業や情報通信産業への〔適正な〕投資が景気浮揚に有効というプラス面の議論を展開しており、IT 産業や情報通信産業、さらにはサイバー産業の展開が景気に対して負の効果を持つ可能性を議論する研究者はいない

ようである。

しかし、IT産業やサイバー産業がメタ産業である以上、その下部に位置する実質産業（オブジェクト産業）というべき直接・半直接・半間接・間接産業にも適切かつ十分な投資が行われなければ、産業構造は空洞化してしまい、景気回復は覚束ないことになるだろう。実際、今日通俗的に「IT不況」と呼ばれる経済現象は、半導体製造産業の世界的拡大³²⁾とそれに随伴する価格低下を正確に予測できぬままに、過剰な設備投資に走った既存の有力半導体製造産業界が、経営悪化に陥ったことがその端緒である。IT不況と関連して、米国および日本ではほぼ同時（2000年2月頃）並行して発現した「ネットバブル崩壊」は、電子商取引やポータルサイトなどのインターネット関連新興企業への過大な期待から、インターネット関連株が“高騰してやがて急落した現象”であるが、米国で2001年9月に起きた同時多発テロ事件が、バブル崩壊による不況に追い討ちを掛けたように見える。

メタ産業であるからといって、適切な経営判断を欠いた偏りのある投資をサイバー産業に施すと、景気回復どころか、却って景気悪化を引き起こすことは言うまでもない。

メタ産業とオブジェクト産業に対する適切な投資比率の問題は、今後の慎重な分析が必要な重要課題であると思われる。そしてその適切な事業展開が、サイバー空間上に有意義な産業を展開するための要（かなめ）と言えよう。

7. おわりに

1946年の電子計算機の誕生と同時に、言語を計算機に理解させる研究が、機械翻訳を典型的問題として始まった。一方またチェスなどのゲームを人間と対等の能力で計算機に代行させることを典型的問題として人工知能の研究が同時に開始された。これらの研究の中間成果が、まず大規模データベースや情報検索という形式で商用化され、言語や数値データを処理するビジネスとして

発展して行った。1980年代前半までは、大規模集中型コンピュータ・システムによるデータ処理産業の成長期であると見なせる。

やがてワードプロセッサ（WP）の開発と個人使用を前提とする小型廉価版専用器の爆発的普及、パーソナルコンピュータ（PC）の普及とその上で稼動するWPソフトウェアの普及、マイクロソフト社のWindows 95 OSの誕生によるPCの爆発的普及、インターネット上の分散型通信網ソフトウェアWWWの誕生と定着普及が1990年代に起きた。このPC+インターネットが、データ処理産業の購買対象者層を企業や機関から、個人ベースに移行させる契機となった。今や個人がインターネット経由で、アドホックあるいはカスタムメイドのデータ処理産業の出力製品を利用可能となったのである。この意味でデータ処理産業は、インターネットの張るサイバー空間上の産業となり、サイバー産業という考え方が自然に誕生した。インターネット上の翻訳、チャット、メールシステムの利用、音声送受によるインターネット電話、などはサイバー産業の典型的成果物である。

サイバー産業の基盤技術は主に言語工学（Language Engineering）および人工知能（AI: Artificial Intelligence）という学問分野が提供している。その中核は正規表現をベースとする言語変換ソフトウェアの[半]自動生成である。さらにまた文法や辞書などの言語知識データベースも、大規模コーパスから統計的処理を主体とする技法で[半]自動生成できるようになってきた。音声認識技術の進歩、そして対話理解の研究の進歩も大きく貢献している。このような技術基盤に依拠して、サイバー産業を営む企業が中小規模のベンチャーとして誕生成長しつつある。また欧州のCOMPANIONプロジェクトのように多国籍の研究開発テーマに取り上げる動向も強くなっている。

本論文では、計算機システム関連の産業・商売（ビジネス）が、まずはコンピュータ本体、半導

体回路などのハードウェア、種々の応用ソフトウェア、データベース管理サービス、などを経て、個人ベース・カスタムメイド・分散アドホック型のデータ処理産業へと発展・変貌し、自然にサイバー産業に辿り着いた状況を展望したつもりである。

上記が本論文の要約であるが、サイバー産業の経済的規模などを金銭的に把握し、成長率、利益率、他の産業要素との関わりなどを分析することは今後の課題としたい。

现阶段のサイバー産業は、インターネット上のサービス産業という性格を強めつつあるように見えるが、同じインターネット上に多種多様大量に存在する音声・音楽・画像などのマルチメディア・リソースとも密接な関係を持つようになると予想される。音声、画像、そして言語を有機的に連係させてサイバー産業が進展していくことは間違いないが、その1つの可能性を生涯的電子伴侶(Lifelong Learning Companion)というか形で追究している欧州のComanions Projectは、注目すべき先行研究開発のように思われる。

情報通信産業あるいはサイバー産業を、単なる高度知的新技術産業という特性に集約して理解するのは適切ではない。情報通信産業やサイバー産業は、ある種の「メタ産業」あるいは「メタ技術」として認識すべきである。その意味は、情報通信産業あるいはサイバー産業は、既存の農業・水産・畜産・資源開発などの直接的産業、製造・製作などの半直接・半間接産業、ならびに流通・交通・運輸・宿泊・金融などの間接的産業、など全ての既存産業の上部構造として機能するからである。つまりこれらの直接的・間接的産業の管理・制御・運用・連係・評価などを行う中核機能を提供するからである。もちろん既に見てきたように、IT産業やサイバー産業そのものは、半導体製造や次世代情報機器開発といった半直接的産業という側面も、種々の情報サービスや通信サービスといった古典的な間接産業の側面も有している。

メタ産業はその下部³³⁾にあるオブジェクト産業に対して決定的な影響を持つから、産業全般の死命や発展・衰退の鍵を握っている。ゆえにメタ産業としてのサイバー産業に、適正な投資をして発展させることこそが、経済を活性化する中核的戦略となるであろう。

サイバー産業の進展、そしてサイバー空間上でのビジネス活動が普及・浸透することにより、世界経済は総体として一種の「生態系」となる。生態系の特徴は自己保存本能つまり「自我」により最適行動を取ることであるが、そのための状況判断と制御は脳が行う。脳が発信する制御情報を生体構成の各要素に伝達するため、および構成要素が発信する反応・評価・観測などの情報を脳に帰還(フィードバック)するためには、高速・大容量で頑健な情報網³⁴⁾の具備が必須要件である。

世界経済も、高速大容量の情報通信網つまりインターネットを具備しているわけであるから、脳(つまり世界各国政府の頭脳)が真に友好協調型の最適制御をするならば、総体としての幸福、つまり世界的規模の好況に、世界は向かうであろう。そしてそれこそが理想的なサイバー空間産業の動態であると主張する。

(日本大学経済学部教授)

謝辞

サイバー空間上のジェンダー論に関し興味深い議論をして下さった、本学、根村直美教授に感謝する。本研究は平成21年度日本大学本部学術助成金を得て行なわれた。記して謝意を表明する。

註

- 1) 本論文の以下の記述においては、「サイバースペース」という術語の代わりに「サイバー空間」という術語を使う。両者は同義であるが、後者の方が簡潔であるのでこちらを使う。そのほかほぼ同義の術語として、仮想空間、バーチャルスペース

- スが使われることもあることを注意しておく。後二者は、コンピュータ記憶領域内で仮想的に増大されたメモリー領域の意味で使われることもあるので、混同しないよう注意する必要がある。
- 2) 第1号のコンピュータ（電子化計算機）は、真空管 18,800 本、リレー1500 個、抵抗 80,000 個からなる総重量約 30 トン、消費電力 150k ワット、約 140 平方メートルの部屋を占有する巨大な機械であった。主記憶容量は 400 語であり、1 秒あたりの計算回数は 5400 回であったが、当時の最高性能機械式計算機の計算速度の数百倍の計算速度を持つ“夢のマシン”であった。現在の普及型パソコンの主記憶（メインメモリ）容量が、1~4 ギガバイト、1 秒間の計算回数が数 G（ギガ、十億）回、であることを考えるとまさに隔世の感がある。この ENIAC が情報通信の現代社会を誕生させる種であったと言える。通信網の存在だけでは情報革命は起こりえないのである。
 - 3) 本節の記述は論文〔NIT08〕の 2.1 節を増補したものであることをお断りする。
 - 4) JECC とは、“日本電子計算機株式会社”という名称の略記であり、日本のコンピュータメーカが共同出資して設立した民間会社である。国産コンピュータのほとんどすべてのレンタル業務を行う会社である。コンピュータのレンタル制度は当時 IBM 社が採用していた上手なビジネス方式であったが、大きな資金力を要するため発展途上であったわが国の各メーカは、1 社単独では実施できなかった。そこで、共同出資をし、日本開発銀行から低金利の融資を受けてレンタルビジネスを行う会社 JECC を設立したのである。レンタル方式とは、メーカがユーザとコンピュータ導入契約を締結すると、そのコンピュータを JECC が一旦買い取ってからそれをユーザにレンタル（賃貸）するという方式であり、ユーザにとっては有利であるが、当時のメーカにとっては資金力が必要な負担の多いビジネス方式であった。
 - 5) 筆者もこの研究開発に参加した。
 - 6) 当時は 16 ビットメモリ・マシン。
 - 7) NTT の前身。
 - 8) 地上系 3 社、衛星系 2 社。
 - 9) ICOT には筆者も参画して、主に自然言語理解の研究を行った。この研究は情報検索、機械翻訳、情報抽出、自動要約、などの応用プログラムに関して現在も（筆者と他大学の研究者との関係・協力体制で）続行している。中国語も日本語も漢字（表意文字）により言語表現をするという特質を持ち、欧米のアルファベット文字（表音文字）の言語表現とは大きく異なっている。表音文字列処理とは異質の計算言語学的困難性を持つが、このような研究を中国の研究者と日本の研究者の連携協力により行う意義は大きいと思う。
 - 10) 自然言語理解、高次推論処理、高次知識処理、など。
 - 11) その後、電子化辞書研究所の EDR 辞書、NTT 基礎研究所による日本語語彙大系、などとして継承。
 - 12) スーパーコンピュータが処理対象とする科学技術用高速計算とは、核融合、原子力、資源探査、気象解析、である。米国の場合は軍事目的の計算処理の比重も大きく、自国以外（たとえば日本製）のスーパーコンピュータを、公的研究機関が購入することに極端なアレルギー反応を示す原因にもなったと推察される。
 - 13) 新材料素子の例は、ジョセフソン接合素子（JJ 素子）、高電子移動トランジスタ（HEMT）、ガリウム砒素電界効果型トランジスタ（GaAsFET）、などである。
 - 14) 単独スーパーコンピュータの機能は、2000 年代に入りコンピュータ間的高速接続技術が飛躍的に向上した結果、高性能小型コンピュータの並列作動により代替できる見通しが得られ、スーパーコンピュータ開発競争は少し冷却フェーズに入った観がある。特に富士通は、このような理由で 2002 年中にスーパーコンピュータの代表機種開発から撤退すると発表した。
 - 15) 一種の職人芸的管理技術。
 - 16) 1985 年 6 月の SIA（米国半導体工業会）からの

提訴に端を発する。

- 17) 結果的に日本企業が、円高対応などの目的もあって、パソコンや半導体の製造拠点を海外に求める動機ともなった。
- 18) 実際に日立、富士通、日電などコンピュータ・ハードウェア製造開発会社のほとんどが参入しサービス提供を開始している。
- 19) 数百 μ メートル、マクロ (μ) は $1/K^2$ 、百万分の 1。
- 20) 2002 年末には、100 ナノメートル・オーダーの線密度が実現し、1cm 四方のチップに乗るゲート数は億のオーダーに達した。
- 21) パソコン操作に不慣れな人々が蒙る差別的な不公平。
- 22) たとえば参考文献 [JO98], [JO01], [KD99] を参照せよ。
- 23) NBER (米経済調査局、非営利民間団体) が 2001 年 11 月に発表した米国景気循環の調査結果。2001 年 3 月から米国経済はリセッション (景気後退) に入り、“インフレなき経済成長の神話” は終焉したとされる。
- 24) 1990 年代の設備・雇用・債務の拡大、その後の IT 不況 (ネットバブルの終焉)、2001 年 9 月の不幸な同時多発テロ事件の影響、など米国経済の分析については、本論文ではこれ以上扱わぬことにする。
- 25) つまり実質的裏付けのない表示金額の上だけで。
- 26) たとえば [参考文献: A. Hassan (2007)] を参照せよ。
- 27) 過去の世界にトリップさせる仮想現実感のゲームマシンの暴走を描いた「13 F (The Thirteenth Floor)」, 造反するエージェントと生身の人間が脳内空間で戦う「Matrix」などを想起せよ。
- 28) 本節は [参考文献: カナダ政府 (2005)] を要約した文献 [NIT08] の 4.2 節の引用である。
- 29) 経済生産財として知識情報の方が、直接的生産物よりも望ましいという考え方は必ずしも正しくないと思うが、この議論はしない。いずれにせよ、知識情報が、経済的財としての実力 (効用)

を持つことを指摘したのは慧眼と思う。

- 30) 農業・鉱業・漁業・林業などの第一次部門を生産の中心とする社会。
- 31) 製造業・加工業などの第 2 次産業が中心の社会。
- 32) 特に、台湾、韓国、中国、などのアジア圏における急速拡大。
- 33) ここで、上部・下部という区別は本質的ではないことを注意する。実際、メタ産業という用語の代わりに、インフラ産業 (基盤産業) という用語が使われることも多い。
- 34) 生体の場合は神経回路網。

参考文献

- [AI91] 相磯秀夫, 田中英彦 (編) (1991) 『コンピュータの事典第 2 版』朝倉書店。
- [AK01] 秋山哲 (2001) 『情報経済新論—D & N 革命を読む』ミネルヴァ書房。
- [AR99] 荒川行 (1999) 『どうなる NTT 一分割・再編 現場からの報告』エール出版。
- [AS99] 浅井澄子 (1999) 『電気通信事業の経済分析 [増補改訂版]—日米の比較分析』日本評論社。
- [FU06] 藤井一 (1996) 『分割 NTT vs 郵政省—大義なき戦い』ダイヤモンド社。
- [FUK97] 福田豊, 須藤修, 早見均 (1997) 『情報経済論』有斐閣アルマ。
- [GS07] 言語資源協会 (GSK) のホームページ, <http://www.gsk.or.jp> (2007-12)
- [II96] 飯沼光夫, 大衡号声, 増田祐司 (1996) 『情報経済論 (新版)』有斐閣。
- [JO98] 株式会社情報通信総合研究所 (編) (1998) 『情報通信ビッグバンへの期待—情報通信アウトロク』NTT 出版。
- [JO01] 株式会社情報通信総合研究所 (編) (2001) 『情報通信アウトロク—IT 立国への課題と展望』NTT 出版。
- [KD99] 建設省大臣官房技術調査室 (監修), 国土情報化研究会 (編著) (1999) 『国土情報化新時代—情報化による国土マネジメント』日刊工業新聞社。

- [KO98] 小島郁夫 (1998) 『NTT21世紀への挑戦 経営—通信ビッグバンを勝ち抜くNTTの野望と戦略』三心堂出版社.
- [MA91] 松原聡 (1991) 『民営化と規制緩和—転換期の公共政策』日本評論者.
- [MA08] 松石勝彦 (編著) (1998) 『情報ネットワーク経済論』青木書店.
- [NE03] 根村直美 (2003) 『情報社会のリアリティとアイデンティティ』根村直美編著 (2003) 『ジェンダーで読む健康／セクシュアリティ—健康とジェンダーII—』明石書店, pp.37-58.
- [NE04] 根村直美 (2004) 「ヴァーチャル・ワールドのジェンダー／セクシュアリティ—その両義性—」『研究紀要』第47号, pp.71-81.
- [NI07] 新潟大学広報委員会 (2007-12) 『新潟大学ベンチャービジネス』新潟大学ホームページ, <http://www.niigata-u.ac.jp/gakugai/st/languetech.html>.
- [NIT04] 新田義彦 (2004-10) 「自然言語処理研究の潮流概観」『経済集志』第74巻第3号, 日本大学経済学研究会, pp.79-89
- [NIT08] 新田義彦 (2008-3) 「言語産業を支える基礎技術の展望」『産業経営研究』第30号, 日本大学経済学部産業経営研究所, pp.57-69
- [OB98] 小尾俊夫 (1998) 『情報通信ビッグバン—日本の戦略』時事通信社.
- [OK01] 奥野正寛, 池田信夫 (編著) (1991) 『情報化と経済システムの転換』東洋経済新報社.
- [SA08] 佐良木昌, 新田義彦 (2008) 『正規表現とテキスト・マイニング (重版)』明石書房.
- [SH99] 篠崎彰彦 (1999) 『情報革命の構図—日米経済に何が起きているか』東洋経済新報社.
- [TA00] 高橋徹 (2000) 『インターネット革命の彼方へ—IT国家戦略と情報化社会』KKベストセラーズ.
- [TAN01] 田中穂積 (2001) 「電子協・機械翻訳・自然言語処理」『ITインダストリーレポート』3月号, pp.35-37.
- [BE07] Benryon, D. and Mival, O. (2007) “Introducing the Companions Project: Intelligent, Persistent,” *Personalised Intelligences to the Internet*, In: Corina Sas and Tom Ormerod (eds) Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference (HCI 07), 2007
- [CA07] The Canadian Government Language Industry in Canada, Home-Page of the Canadian Government, <http://www.infoexport.gc.ca> (2005-2)
- [CO07] COMPANION project, introduction <http://www.companions-project.org> (2007)
- [DI09] Dingli, A., Wilks, Y., Catzone, R. and Cheng, W. (2009) “The Companions: Hybrid-World Approach. KRPD09 Workshop,” International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), Pasadena, CA, 11-17 July 2009, pp.60-65.
- [HA96] Kira Hall (1996) “Cyberfeminism”, in Susan C. Herring (ed.), *Computer-Mediated Communication: Linguistic, Social and Cross-Cultural Perspectives*, John Benjamins Publishing Company. also you can see at 松村路代氏による紹介記事 サイバーフェミニズム—FINE (Foundations of Information Ethics) www.fine.bun.kyoto-u.ac.jp/.../matsumura.html
- [HAS07] A. Hassan: Partial Translation of Sunan ABU-Dawud, <http://www.iiu.edu.my/deed/hadith/abudaood/> (2007)
- [KA97] I. Karttunen, J-P. Chanod, G. Grefenstette and A. Schiller (1997) “Regular Expressions for Language Engineering,” *Natural Language Engineering*, Cambridge University Press, pp.1-24
- [LCP10] The Learning Companions Project のホームページ (2010) (<http://www.companions-project.org>)
- [MI08] Mival, O., O’Keefe, B., Bradley, J., Roa-Seiler, N. and Benyon, D. (2008) “PhotoPal: Companionship, Sharing and the Digital Echo,” *Proceedings of the Collocated Social Practices Surrounding Photos Workshop at CHI 2008*.
- [SI93] M. Silberztein (1993) “Dictionnaires électroniques et analyse automatique de texts,” *Le systeme INTEX*.

Masson Paris.

[WI05] Wilks, Y. (2005) "Artificial companions,"
Interdisciplinary Science Reviews, June, Volume 30,

pp.145-152 (8).

[WI10] Wilks, Y. (2010) "Death and the internet,"
Science and Technology, Issue 176.