

Whirlwind II の情報技術史的意義

— タイムシェアリングとの関連 —

高橋 信 一

- はじめに
- 第 1 章 SAGE とタイムシェアリング
 - 第 1 節 MIT の Project Whirlwind
 - 第 2 節 国防総省の Project SAGE
- 第 2 章 System 360 の開発とタイムシェアリング
- 第 3 章 MIT Project MAC から UNIX へ
 - 第 1 節 MIT の Project MAC
 - 第 2 節 Project Multics と UNIX
- おわりに

はじめに

最近では、クラウド・コンピューティングという言葉が頻繁に使われるようになってきた。組織や企業が自前でサーバを用意するのではなく、他の業者からサーバや必要なアプリケーションをサービスとして受ける傾向が強まってきている。それらの背景には、セキュリティ機能の強化を始めとするインターネット関連技術の発展があり、サーバ機能を高い品質で提供する専門業者の誕生がある。とそれによるビジネスの成長がある。長引く世界同時経済不況を追い風に、自前でサーバを構築するよりは専門のサービス提供者からサーバや必要な機能をサービスとして提供してもらう方が情報化投資の大きな節約になるからである。

このクラウド・コンピューティングはインターネットを基礎とするものであるが、インターネットはさらにクライアント/サーバ型システムを基礎にしている。クライアント/サーバ型システムが Local Area Network (LAN) を構成し、それぞれのサーバがルータを経由してインターネットという巨大なネットワーク、すなわち Wide Area Network (WAN) を構成するからである。そもそもサーバとして機能するコンピュータが存在しなかったならば、インターネットもクラウド・コンピューティングも存在しえなかったであろう。

UNIX と呼ばれる OS を搭載したミニコンピュータあるいはワークステーションがクライアント/サーバ型システムを普及させたがゆえに、コンピュータがサーバという機能を持ったことに大きく貢献したのは UNIX である。UNIX は Multics というタイムシェアリング・システム開発プロジェクトの成果と影響を受け継ぐことによって誕生したオペレーティング・システム (OS) で

ある。UNIX は今日ではタイムシェアリング・システムとして議論されることはないが、UNIX が搭載されたコンピュータは明らかにタイムシェアリング・システムである。ちなみに UNIX の Seventh Edition には「UNIXTM TIME-SHARING SYSTEM」という表題が付いていた。今日のインターネットやクラウド・コンピューティングに至るコンピュータ・ネットワークの歴史はタイムシェアリング・システムの歴史であると言っても過言でない。その認識はタイムシェアリングの出発点、最初のタイムシェアリング・システムに関する私の理解に基づいている。通説¹⁾では、1950年代末頃にタイムシェアリングの研究が始まり、最初のタイムシェアリング・システムは、1960年代の初めにMITのProject MACとの関連で開発されたものであるとされる。しかし多くの研究者が見落としているのがSAGE用コンピュータ、すなわちWhirlwind II (米国空軍番号AN/FSQ-7およびAN/FSQ-8)である。Whirlwind IIは1956年6月に試運転に成功し、1958年6月には空軍本部に配備されたが、防空システムに最初に利用された軍用コンピュータであるというだけでなく、リアルタイム処理、オンライン処理、タイムシェアリング処理の3つを実現した最初の本格的なタイムシェアリング・システムでもあった。

本稿では、Whirlwind IIが誕生する過程を詳しく紹介するとともに、そのタイムシェアリング・システムとしての成果が一般的な商業利用へと普及する過程をも明らかにしたい。この普及の過程は2つのルートがあり、1つはIBM社のSystem 360を通じた普及であり、もう1つはUNIXの誕生を通じた普及である。

第1章 SAGEとタイムシェアリング

第1節 MITのProject Whirlwind

Project Whirlwindが開始されるきっかけとなったのは、MITサーボ機構研究所 (Servomechanisms Laboratory) による研究であった。第二次世界大戦中の1943年、米国海軍航空局 (Bureau of Aeronautics) の特殊装置部は短期間に軍用機パイロットを育成する必要に迫られ、実際の軍用機による訓練では費用があまりにかかりすぎるので、訓練装置、すなわち今日で言う飛行シミュレーターの開発をめざすようになった。しかし、どんなタイプの飛行機でもシミュレートできるようにするためには計算機を必要とすることが明らかとなり、MITサーボ機構研究所との間で実現可能性に関する最初の事前調査契約を結んだ。それは、1941年に軍事関連の研究を行うために設立されたMITのサーボ機構研究所が軍用の様々な電気機械式の制御装置や計算機を開発していたからである。調査プロジェクトの責任者にはサーボ機構研究所副所長であったジェイW. フォレスターが任命され事前調査が開始された。そして1945年にMITはサーボ機構研究所が担当して軍用機操縦シミュレーターを87万5000ドルで開発することを海軍航空局に提案し、契約の了解を得たので正式に操縦シミュレーター開発プロジェクトが発足した。

機械部分から成る飛行訓練装置の開発はとりあえず開始され、アナログ計算機では訓練装置をリアルタイムに制御できないことは明白となったが、計算機による制御の問題は未解決のまま残された。その解決のヒントになったのは、プロジェクト・チームの一員であったジェリー・クロフォードから得た「デジタル計算機が解決策となるかもしれない」という示唆であった。第二次世界大戦終結直後の1945年10月に、国防研究委員会が主催した先進計算技術会議 (Conference on Advanced Computational Techniques) がMITで開催され、ENIACで使われたデジタル技術が詳しく紹介された。フォレスターとクロフォードがその会議に参加したことにより、操縦シミュレーター開発プロジェクトは大きく前進することになった。汎用のプログラム内蔵式コンピュータを開発するには巨額な費用が必要となるので、フォレスターはMIT上層部に十分な根回しをしたうえで、1946年3月に海軍航空局にプロジェクト契約の改定を申し出た。それが了承されて、操縦シミュレーター開発プロジェクトは正式にProject Whirlwindと名付けられた。コンピュータの高速化に向けて困難な課題となったのが記憶装置の開発であった²⁾。記憶装置に水銀遅延管を使うのが当時は一般的であったが、これを操縦シミュレーター用コンピュータに使うにはあまりに遅すぎた。記憶装置の開発を始めとして、リアルタイム処理コンピュータの開発は次々と困難な課題に直面するようになり、操縦シミュレーターの開発というそもそもの出発点は背後に迫りやられ、リアルタイム処理コンピュータの開発がプロジェクトの前面に現れるようになった。戦後における軍事機関の再編成により、海軍航空局特殊装置部は海軍研究局 (ONR: Office of Naval Research) に移管され、ONRがProject Whirlwindの費用対効果を厳しく管理するようになった。そのような背景もあって1947年10月に、クロフォード、フォレスター、エバレットの3人は「Information System of Inter-Connected Digital Computers」という報告書を共同で発表した。この報告書はコンピュータを利用した戦闘情報制御システムというコンセプトを示すものであった。この発表は、のちにProject Whirlwindの成果がSAGEシステムに大きく活かされることに結びつく。

フォレスターは、“Deltamax”という新しい磁気セラミックの広告を見たときに、新しい記憶装置を開発するヒントがひらめいたとしており³⁾、1949年8月に、自分のノートにアイデアを書き込んで研究を開始した。その後、何人かのスタッフを引き連れて研究所に籠るようになり、コンピュータの歴史において画期的な記憶装置となる磁気コア・メモリを開発することになった。

ところで、最初に磁気コア・メモリのアイデアに至り、情報を記憶させるドーナツ状のコアを作るのに最高の磁気素材としてDeltamaxという製品 (ニッケルと鉄の合金) に最初に着目したのはハーバード大学のアン・ワン (An Wang: 王安) であるので、ここでアン・ワンの経歴とエピソードを紹介しよう⁴⁾。上海出身の中国人留学生であったアン・ワンはハーバード大学の学部を卒業後、大学院で応用物理学の博士号を取得した。1947年7月頃の中国では国民党政權の敗北が明らかな状況にあり、ワンはアメリカに永住することを決意した。ワンはハワード・エイケン (Howard Aiken) の面接に合格してハーバード大学電気式計算機研究所の研究者として働くことになり、エイケンの指導を受けてコンピュータの研究をすることになった。エイケンは

IBM社と共同でリレー式の汎用コンピュータ Mark I (IBM社が製造した最初のコンピュータであり、IBM社はそれを ASCC: Automatic Sequence Controlled Calculator, 自動逐次制御計算機と呼ぶ)を開発してハーバード大学に寄贈したコンピュータ開発の先駆者として有名である。当時 IBM社に勤務し、後にプログラミング言語 COBOL の母と言われるグレース・ホッパーも Mark I の開発に携わり、そのときにプログラムの欠陥をバグ (虫: Bug) と初めて呼んだという逸話は有名である。Mark IV の開発に従事していたエイケンがワングに、「機械的な動きをせずに、磁気を使って情報を記憶し、記録し、読み取る方法」を発見するよう研究課題を課した。ワングが初めて磁気コア・メモリのアイデアに至ったのは 1948 年 6 月末であり、磁気素材として Deltamax に着目してようやくワングの磁気コア・メモリが完成し、Mark IV に組み込まれた。ワングは言う。「皮肉なことに、このメモリ・コアは世に認められなかったが、私のアイデアはそれから 20 年の間コンピュータ・メモリの基本理念となった。それは MIT のジェイ・W・フォレスター博士が、1つ1つのコアを取りだしては読み出すという私の概念を耳にして、ディレイ・ラインよりはるかに広い応用力のあるシステムにコアを組み合わせてみようと考えついたのが始まりだった。」⁵⁾ ワングはマトリックスにコアをつなぐフォレスターの発展したアイデアを同時に称賛もしている。

この同じ頃、MIT の学生であったケネス・オルセン (Kenneth Harry Olsen) は Whirlwind に磁気コア・メモリを組み込む仕事に従事したとされる⁶⁾。彼はその後、1950 年代の中頃に MIT リンカーン研究所で働いた後、1957 年に Digital Equipment Corporation (DEC) を創業している。

ちなみに磁気コア・メモリにかかわりを持った 2 人がそれぞれ創業した会社、すなわちケネス・オルセンが創業した DEC とアン・ワングが創業したワング・ラボラトリーズ社がボストンのルート 128 地域を象徴する企業へと急成長し、やがては衰退し始め⁷⁾、ついには買収によって姿を消すという共通性も持っている。

フォレスターとエバレットは 1947 年にプログラム内蔵式コンピュータの設計を完了させた後、1950 年には磁気コア・メモリの開発と組み込みにも目処が立ち、Whirlwind コンピュータの完成に近づきつつあった。しかし、Project Whirlwind の 1951 年度予算をめぐって、Project Whirlwind の成果を疑問視して予算を削ろうとする ONR と予算の増額を求めるフォレスターのチームとの対立が生じ、Project Whirlwind の継続も危うい状況になっていた。そのようなとき、この状況を一変させる国際情勢の大きな変化があった。ソ連で原子爆弾の開発が成功したという情報がアメリカの軍事関係者にもたらされ、ソ連の輸送機によるアメリカ本土への直接的な原子爆弾攻撃の危険性とそれへの対策が軍事関係者の中で盛んに議論されるようになり、朝鮮戦争が勃発するに及んでついに防空システムの改善が国防計画全体の中で最優先課題となった⁸⁾。それ以前とは違った理由から、Project Whirlwind はパレー委員会から注目されるようになり、やがて誕生し国家的規模で取り組まれる Project SAGE の中に新しい役割を見つけることになった。それによって Project Whirlwind は存続されただけでなく、MIT サーボ機構研究所から独立し、MIT デジタル・コンピュータ研究所 (DCL) に昇格した。ただし 1952 年春に、DCL のうち防空に関連した作業と人員は MIT の中に新しく誕生したリンカーン研究所の Division 6 に統合

された⁹⁾。

第 2 節 国防総省の Project SAGE

ソ連による原爆攻撃が現実味を帯びてきた 1949 年、空軍科学諮問委員会（Air Force Scientific Advisory Board）は MIT の物理学教授ジョージ E. バレーを長とする防空システム工学委員会（Air Defense Systems Engineering Committee）、いわゆるバレー委員会を設置した。バレー委員会の勧告に基づいて WE 社とベル電話研究所に既存のシステムを改良する仕事を与えられた。これが Continental Air Defense (CADS) と呼ばれるプロジェクトである¹⁰⁾。

さらにバレー委員会は MIT での Whirlwind コンピュータの開発を念頭に置いて、次期防空システムへのコンピュータの広範な利用を勧告した。クロフォード、フォレスター、エバレットの 3 人が以前に発表した報告書により Whirlwind コンピュータが多くの航空機をリアルタイムで制御できる可能性を示し、またベル電話研究所と空軍のケンブリッジ研究所がデジタル情報を電話線で送る可能性を示していたからである。バレー委員会の報告書に従って、空軍科学諮問委員会は MIT に防空問題に関する暫定研究を委託した。Project Charles と呼ばれたその研究は 1951 年の 2 月から 8 月まで行われ、コンピュータを基礎としたシステムというコンセプトをさらに発展させた。1951 年に MIT に Project Lincoln が設立され、1952 年にリンカーン研究所に昇格した。リンカーン研究所は Project Whirlwind の成果であるリアルタイム処理コンピュータとレーダーを使った実験的な防空システムである Cape Cod System とを結びつける新たな防空システムの構築を提案し、これが空軍科学諮問委員会により承認され Project SAGE が開始されることになった¹¹⁾。

SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) とはコンピュータを活用した半自動の防空システムという意味である。既存の防空システムは少数の大きなレーダーとそれによるデータを手作業で処理・伝達する方法から成り立っており、迅速な対応という点で問題があった。したがって SAGE システムがめざす改善は、国のより広範囲な地域に多数の小型レーダーを設置し、それらを電話回線で結び、情報を半自動的に処理する中央集中的なシステムを作り上げることであり、またそのためにレーダーからの膨大な情報を素早く処理する高速コンピュータを大量に活用するというものであった。

Whirlwind コンピュータを大量生産やメンテナンスが可能なコンピュータ、すなわち Whirlwind II に仕上げるために、コンピュータ・メーカーの参加が必要であった。多数のコンピュータ・メーカーによる激しい入札競争が繰り返される中、契約を最終的に受託したのは IBM 社であった。1952 年、IBM 社は MIT リンカーン研究所から 6 カ月の研究 (study) 下請契約を受け、“Project High” が始まった。その期間に、IBM 社チームは Cape Cod System について知るためにボストンをしばしば訪問し、リンカーン研究所の全体的な設計戦略や中央演算装置の設計について知るようになった。リンカーン研究所の Whirlwind II (のちに空軍番号である AN/FSQ-7 お

よび AN/FSQ-8 と改名された) 開発チームは主要なサブシステム (算術的要素, メモリ, ドラム設計, 等々) に沿って組織されたが, IBM 社もほぼその線で組織された。しかも, Whirlwind II は MIT と IBM 社が共同で再設計することになり, 幾度となく共同の会合が持たれて情報交換が行われた。1953 年 4 月, 空軍から IBM 社にコンピュータ仕様設計に関する主契約が与えられた。

SAGE 用コンピュータのために開発された設計方法は, IBM 社が後に商用コンピュータのハードウェアを規格化するのに大いに役立つ¹²⁾。IBM 社への最初の生産契約は 1954 年 2 月に与えられ, 最初に生産された SAGE 用コンピュータは 1956 年 6 月の試運転で無事に機能することが確認された。1958 年 6 月にマクガイア空軍基地 (空軍本部) に設置され, SAGE システムの一部として無事に利用できることが確認されて以降, IBM 社はニューヨークのキングストンに製造工場を建て, 全部で 24 台の AN/FSQ-7 と 3 台の AN/FSQ-8 を製造した¹³⁾。

Whirlwind II には記憶装置という面では, 主記憶装置としてコンピュータの高速処理化に大きく貢献した磁気コア・メモリだけでなく, 流体力学的なスライダ・ヘッドを使用した最初の磁気ドラム装置も使われ, これはデータの読み書き時間が極めて短いのでランダム・アクセスに適したものであり, その後の外部記憶装置の主流となった。特に IBM 社の 1301 ディスク・ドライブは IBM 社の人気シリーズ 1400 シリーズやその後の System 360 シリーズの成功も支えた¹⁴⁾。

しかしなると言っても, Whirlwind II が実現し, その後のコンピュータ・システムの利用形態を大きく変えることになる最大の技術的成果は, リアルタイム処理, タイムシェアリング処理, オンライン処理の 3 つを同時に実現したことにあると筆者は理解する。ただしそもそもリアルタイム処理とオンライン処理が技術的に可能になったことにより初めて, さらにタイムシェアリング処理実現に向けた追求も可能になったと言えよう。リアルタイム処理の可能性は Project Whirlwind の研究成果により示され (磁気コア・メモリの搭載), オンライン処理の可能性は MIT リンカーン研究所が実現した実験的な Cape Cod System, すなわち多数レーダーとコンピュータを組み合わせた防空システムの実験により示されていた (このときにデジタル信号とアナログ信号を相互変換するモデムが設計される)。あと必要なのは全タスクの時間配列を正しく制御する新しいプログラミング技法とランダム・アクセスに適した外部記憶装置の発明である。

またさらに MIT リンカーン研究所が実験的な Cape Cod System で実証した仕組み (レーダーからのデータを電話回線で伝達してコンピュータで解析し, その情報を司令部のコンピュータに集めてディスプレイに表示する) を全米レベルで達成するために, SAGE システムは新しくモデムを設計して組み込み, オンライン処理を実現することも不可欠であった。オンライン処理の実現はコンピュータを相互に結びつけてネットワーク化して利用するという, コンピュータの新たな利用形態を生み出すことになった。

SAGE 用コンピュータにおいてタイムシェアリングが実現したことは, 実際に SAGE 用コンピュータの開発に従事した 2 人が述べている。1952 年から 1958 年まで MIT リンカーン研究所の側から参加した J. F. Jacobs と IBM 社の側から参加した Morton M. Astrahan は共同の論文に

において、タイムシェアリングが磁気コア・メモリや標準電話線を通じたデジタル通信（すなわちオンライン処理）と並んでイノベーションのハイライトであるとして、タイムシェアリングについて次のように書いている。「1台のコンピュータが数百の飛行機をリアルタイムで追跡し、兵器をリアルタイムで管理し、人である監督者とやり取りするというのがタイムシェアリングの大まかなコンセプトであった。それは全てのタスクを時間的に確実に連続させるプログラミング技法の発明を要求した。プログラムとデータ表がドラムにページ化され、その表だけが書き換えされた。データの入出力と表示データがドラムに完全に一時保存された。」¹⁵⁾ これはタイムシェアリングがしっかりとマルチタスクとして定義されているとともに、タイムシェアリングの実現のために磁気ドラム装置の開発が重要であったことを示すものでもある。

第2章 System 360 の開発とタイムシェアリング

System 360 の開発は 1961 年から 1965 年まで（ただし、システム・プログラムの開発はそれ以後も続く）IBM 社によって行われたプロジェクトであり、一企業が自社のために行ったプロジェクトとしては、支出総額 50 億ドルという前例のない規模を持った¹⁶⁾。

1961 年、IBM 社の副社長でグループ・エグゼクティブである T.V. リルソンは 1960 年代のデータ処理システムに関する新しい開発計画を作成するよう特別委員会、すなわち SPREAD (Systems Programming Research Engineering and Development) 委員会の設置を指示した¹⁷⁾。そして 1961 年 12 月 28 日、その委員会は最終報告書を提出したが、その報告書では次のような要因が考慮されていた¹⁸⁾。

- ① コスト / 性能の改善や信頼性を約束する固体論理素子技術 (SLT)
- ② 多数端末、オンライン、リアルタイム、多重プログラミングが可能なシステムに対する新たな市場ニーズ
- ③ 多くの異なるシステムによって要求されたアプリケーション・プログラムの爆発的増加
- ④ プロセッサ製品を生み出す 15~20 のエンジニア・グループ間における調和の確立
- ⑤ 事業部や WT 社 (IBM 社の多国籍子会社) のそれぞれの製造ラインにまたがる既存のプロセッサ製品と新しいプロセッサ製品間の連関

まず注目すべきは SPREAD 委員会が考慮した要因②である。タイムシェアリングを意味するのが「多数端末」と「多重プログラミング」であり、リアルタイム処理とオンライン処理とともに、既に Whirlwind II において実現されたものである。IBM 社は MIT と Whirlwind II を共同開発したことによって必要なノウハウや技術的成果を吸収することができ、したがって、将来計画として商用コンピュータへの応用を念頭に置いたことは当然の結果であろう。

次に注目すべきは要因③である。要因③で言われているアプリケーション・プログラムに対する需要の増大は、いわゆるソフトウェアの危機と呼ばれる問題と結びついている。1960 年代に

入ると、コンピュータがビジネスに広く利用されるようになり、アプリケーション・プログラムに対する需要が急激に増大するとその開発が追いつかなくなったため、プログラム開発を担当する優秀な技術者をいかに確保するかはどのコンピュータ・メーカーも共通して抱える最大の難題であった。それまでのコンピュータ・システムは用途に応じて特殊化される傾向があり、ある機種群で使えるプログラムは別の機種群では使えなかった。例えば IBM 社では、1952 年から 1962 年までに 7 種の機種群が、すなわち 1400, 1620, 7030, 7040, 7070, 7080, および 7090 が開発されたが、それらの機種群同士では全く互換性がなかった。それゆえ、ニーズが多様化して多様なアプリケーション・プログラムへの需要が増大すると、機種に制約されて、それだけ余分にプログラムの開発が必要となった。しかしながら、IBM 社は技術者の多くをコンピュータ本体¹⁹⁾の開発に振り向けていたので、プログラム開発を担当する技術者は不足していた²⁰⁾。IBM 社の場合には、国内だけでなく、WT 社を中心に国外でもコンピュータへの需要が増大し²¹⁾、より深刻であった。

めざす解決の方向性は、System 360 が示す 1 つの大きな特徴であるシリーズ間でのコンピュータの互換性、すなわちシリーズ間で利用できるプログラムや周辺装置の互換性の実現であった²²⁾。コンピュータ本体や周辺装置に互換性を持たせるためには、アーキテクチャーに統一性を持たせることが必要である。System 360 が示すアーキテクチャーの特徴の中で特に重要なのが 8 ビットを単位に処理されることである。8 ビットをまとめて 1 バイトとし、2 の 8 乗 = 256 通りの区別が可能となる。これにより、ほとんどの応用分野、および異なるアルファベットや記号を持つほとんどの国を対象とした製品を生産することが可能となった²³⁾。ただしこの統一アーキテクチャーの開発は Project SAGE とは別の IBM 社関与の軍事関連プロジェクト、STRETCH の際に既に試みられていたので、それを基礎にして発展させることになった。

System 360 におけるタイムシェアリングの実現は難航したとされる。『ビッグブルー——IBM はいかに市場を制したか』の著者 R. D. DeLamarter は、IBM 社はタイムシェアリング方式の採用には乗り気でなく、System 360 を発表した当初はタイムシェアリング用モデルを全く予定しなかったが、General Electric (GE) 社がタイムシェアリング・システムに専念して大手ユーザーを奪うに及んで、GE への対抗のためにタイムシェアリング対応の System 360/67 の開発に着手したと評価している²⁴⁾。IBM 社 SPREAD 委員会最終報告書で述べられているように、System 360 開発計画の当初からタイムシェアリングの実現は念頭に置かれていたが、まずは System 360 シリーズ内での互換性の完成に優先順位が置かれ、過去の様々な機種群を System 360 シリーズに置き換える作業に難航したからであると筆者は見ている。ちなみに、GE が開発したタイムシェアリング・システムは次の章で紹介する Project Multics の成果であった。Project Multics において中心的な役割を担ったのは、IBM 社と同様に Project SAGE に参加した AT&T ベル電話研究所（オンライン処理関連）であったが、AT&T ベル電話研究所の撤退により Project Multics それ自体が頓挫することになった。

第3章 MIT Project MAC から UNIX へ

第1節 MIT の Project MAC

1963年7月、マサチューセッツ州ボストンにあるMIT（マサチューセッツ工科大学：Massachusetts Institute of Technology）にタイムシェアリング・システムを研究するための研究所、Project MAC が結成された。この研究所の結成はジョセフ・カール・ロブネット・リックライダー（J.C.R. Licklider）の提案に基づくものであり、初代所長にはロバート M. ファーノ（Robert M. Fano）が就任した。この研究所の成果の1つがフェルナンド J. コルバト（Fernando J. Corbato）のチームが開発した CTSS（Compatible Time Sharing System）である²⁵⁾。

Project MAC の設立を提案したリックライダーはインターネットの誕生やカリフォルニア大学バークレー校で始まるコンピュータ研究プロジェクト、Project GENIE の発足にもかかわる人物であるので、ここで彼の経歴を詳しく紹介してみよう²⁶⁾。リックライダーはワシントン大学とその大学院で心理学を専攻した後、1942年からボストンのハーバード大学にある音響心理学研究所の準研究員として働き始めた。その後、彼は1950年にMITの音響学研究所に移り、翌年にMITの中に設立されたリンカーン研究所に採用された。ちなみに、このMITリンカーン研究所は第1章で詳しく紹介したように、SAGE システムの開発に携わることによりタイムシェアリング・システムの開発にもかかわった。リックライダーは1950年代にリンカーン研究所においてウェズリー・クラークという若手技術者と出会い、彼からコンピュータに関する大きな影響を受けることになった。このクラークは同僚であるケネス・オルセンとともに既にTX-0というデジタル・コンピュータを開発していた。オルセンは後にリンカーン研究所を辞めてDEC社を創業し、TX-0の成果を基礎にしてPDPシリーズを開発することになる。リックライダーは1960年に「Man-Computer Symbiosis」という論文を発表したが、この論文が大きな反響を呼んだことにより、音響心理学の専門家であった彼はコンピュータ科学の専門家としても名声を得ることになった。

1962年、彼はARPA（国防総省付属の高等研究計画局）の当時の局長であったジャック・ルイナから誘われてARPAに移り、「指揮・統制研究」部門の責任者を引き受けた。しかし彼が着任して以来、彼の部門における研究の重点が軍事作戦上のシナリオに関する研究から、タイムシェアリング・システムやコンピュータ・グラフィックス、コンピュータ言語の改良などコンピュータ関連の先端的な研究へと変わり、ついに彼のオフィス名も「Command and Control Research」から「Information Processing Techniques Office（以下、IPTO）」に変更された。それゆえ、リックライダーがIPTOの初代部長ということになる。リックライダーは1964年にARPAを辞職する際、IPTO部長の後任に同僚でコンピュータ・グラフィックスの専門家であったアイヴァン・サ

ザーランドを選んだ。ちなみに、このサザーランドがボブ・テイラーを雇って彼を副部長に据え、そのボブ・テイラーが MIT リンカーン研究所からラリー・ロバーツをスカウトして、IPTO はインターネットの基になる ARPANET の開発を開始することになる。ボブ・テイラーがラリー・ロバーツを説得するに当たってはリックライダーに相談したとされている。またこのボブ・テイラーは後にゼロックス社パロアルト研究所に移って、コンピュータ史上最も画期的なパーソナル・コンピュータの試作機となる ALTO の誕生をもたらすことになる。

リックライダーは ARPA を辞職して MIT に戻り、IPTO 部長時代に彼自身が提案して設立させた Project MAC に参加し、その二代目所長 (1968 年から 1971 年まで) としてタイムシェアリング研究に携わるようになった。

第 2 節 Project Multics と UNIX

Project MAC においてフェルナンド J. コルバトのチームによって開発された CTSS (Compatible Time Sharing System) を基礎にして、さらに進化したコンピュータ・システムを開発すべく、Project Multics が結成された²⁷⁾。Multics は Multiplexed Information and Computing System の略称であり、Project Multics は MIT のコルバトのチーム、AT&T 子会社のベル電話研究所 (以下、BTL) のチーム、GE のチームにより 1964 年に開始された共同研究開発プロジェクトである。彼らがめざした開発目標は多数の利用者 (100 人) が同時に利用できるマルチユーザー & タイムシェアリング・システムであった。完成したシステムはハネウェル社製の大型コンピュータの上で動くよう設計されたが、あまりに巨大で複雑なシステムになりすぎて極めて高価なものになった。高価なシステムのゆえに BTL の幹部は Project Multics からの撤退を決定したが、その決定に納得がいかなかった BTL のケネス・トンプソン (Kenneth Thompson) とデニス・リッチー (Dennis Ritchie) はマルチユーザー & タイムシェアリング・システムの研究を継続した²⁸⁾。そして彼らは独自システムの開発をめざすようになり、開発したのが UNICS (Uniplexed Information and Computing System) であり、後に UNIX と改称されたものである。タイムシェアリング関連では BTL から研究予算が得られないトンプソンとリッチーは廃棄処分となっていた DEC 社の旧式ミニコンピュータ PDP-7 によって UNIX の開発を開始し、このミニコンピュータが故障で使えなくなるや、別の口実で得た最新式の PDP-11 を使って UNIX の開発を続け、ようやく 1971 年 11 月に First Edition を完成させた。UNIX の開発に当たっては Multics の失敗を教訓とし、完成したシステムは極めてシンプルで独立したモジュール群により構成されるようにした (このことは UNICS という名称が Multics の Multi を Uni に変えたことに表されている)。

おわりに

SAGE 用コンピュータは MIT リンカーン研究所と IBM 社が共同開発した最初のオンライン &

タイムシェアリング・システムであったが、それが誕生したのは米国にとってソ連との冷戦が激しさを増す時代であり、防空システムの一部であるがゆえに最高度の軍事機密であり、その存在だけでなく技術的な成果もが厚いヴェールに覆われていた。それゆえ、それがコンピュータ・ネットワークの歴史に真に果たした役割について多くの研究者が見過ぎていたとしてもやむをえない事情であったろう。

SAGE システムにおいて初めて実現したタイムシェアリング・システムが民需利用に広く普及する過程は、一方は IBM 社の System 360 以降、汎用大型コンピュータによるオンライン&タイムシェアリングの実現を通じてであり、他方は UNIX の誕生・進化・普及を通じてであった。UNIX がミニコンピュータやワークステーションの代表的な OS となり、クライアント/サーバ型システムの普及という形でタイムシェアリングを普及させ、そしてついにはダウンサイジングの波となって大型汎用コンピュータを脇役に追いやることになった。そしてある意味で、大型汎用コンピュータやミニコンピュータの時代に行われていたコンピュータの時間貸しサービスがクライアント・サーバ型システムを基礎にした今日のクラウド・コンピューティング・サービスに進化したと言っても間違いではないだろう。

〔注〕

- 1) 新田謙二郎/高山由『タイムシェアリング・システム』竹内書店、1971年、横山保『コンピュータの歴史——先駆者たち：その光と影の軌跡』中央経済社、1995年を参照されたい。
- 2) Martin Campbell-Kelly and William Aspray, *Computer—A History of the Information Machine*, Basic Books, 1996, p. 161.
- 3) *Ibid.*, p. 164.
- 4) アン・ワングの経歴や彼が経験したエピソードについては、彼が自叙伝を出版しているので、それを参照した。アン・ワング（邱永漢監訳、古谷美登里訳）『戦略はシンプルほど成功する——IBMを標的にしたわが半生』ダイヤモンド社、1987年。
- 5) 同上、51頁。
- 6) Paul E. Ceruzzi, *A History of Modern Computing*, The MIT Press, 1998, p. 127.
- 7) ポストン・ルート 128 地域とそこで誕生した企業の発展と衰退については、ルート 128 地域とシリコンバレー地域とを比較研究し、2つのハイテク地域の違いを分析したアナリー・サクセニアン の名著を参照されたい。Annalee Saxenian, *REGIONAL ADVANTAGE—Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, 1994.
- 8) M. M. Astrahan and J. F. Jacobs, “History of the Design of the SAGE Computer— The AN/FSQ-7”, *Annals of the History of Computing*, Vol. 5, October 1983, p. 341.
- 9) *Ibid.*, p. 342.
- 10) J. F. Jacobs, “SAGE Overview”, *Ibid.*, pp. 323–24.
- 11) Astrahan & Jacobs, *op. cit.*, pp. 341–42.
- 12) *Ibid.*, pp. 344–47.
- 13) *Ibid.*, p. 347.
- 14) 1301 ディスク・ドライブの特徴と果たした役割については、Franklin M. Fisher, James W. McKie and Richard B. Mancke, *IBM and The U.S. Data Processing Industry: An Economic History*, Praeger Publishers, New York, 1983, p. 55 を参照。
- 15) Astrahan & Jacobs, *op. cit.*, p. 348.
- 16) T. A. Wise, “IBM’s \$5000000000 Gamble”, *Fortune*, Sep. 1966, p. 118.

- 17) Fisher and others, *op. cit.*, p. 103.
- 18) “Final Report of SPREAD Task Group, December 28, 1961” (以下, “Final Report” とする), *Annals of the History of Computing*, Vol. 5, Num. 1, January 1983, pp. 6–26 に全文が転載されている。最終報告書の詳しい内容については, これを参照した。
- 19) 当時の IBM 社の報告書においてプロセッサとか CPU とかいう用語が盛んに使われるが, これは大型コンピュータ本体を意味しており, パソコンにおけるデバイスの意味のプロセッサや CPU と混同すると大きな誤解となる。
- 20) Bob O. Evans, “Introduction to SPREAD Report”, *Annals of the History of Computing*, *op. cit.*, p. 4.
- 21) “Final Report”, *op. cit.*, p. 7. 「ワールド・トレード社 (WTC) の急速な市場拡大予測のゆえに, 新たなファミリーのそれぞれの要素では, 開発と価格設定の全ての段階で, 国内市場だけでなく, この市場をも考慮に入れなければならない」。
- 22) Kenneth Flamm, *Creating the Computer: Government, Industry and High Technology*, The Bookings Institute, Washington, D.C., 1988, p. 98.
- 23) Evans, “Introduction”, *op. cit.*, p. 5.
- 24) R. D. デラマター (青木榮一訳) 『ビッグブルー —— IBM はいかに市場を制したか』日本経済新聞社, 1987 年, 122–123 頁。
- 25) Peter H. Salus 『UNIX の 1/4 世紀』ASCII, 2000 年, 37 頁。
- 26) Katie Hafner and Matthew Lyon (加地永都子・道田豪訳) 『インターネットの起源』ASCII, 2000 年, 20–31 頁を参照。
- 27) Peter H. Salus, 前掲訳書, 38 頁。
- 28) ロバート・スレーター (馬上千成・木元俊宏訳) 『コンピュータの英雄たち』朝日新聞社, 1992 年, 299 頁。