

吉備国際大学研究紀要  
 (国際環境経営学部)  
 第20号, 13-25, 2010

## コンピューティングの歴史記述のための序論—— 「誰が(本当に)コンピュータを発明したか」という問いの意義と限界

大谷 卓史

An Essay for Historiography of Computing:  
 Meaning and limit of a question, "Who (actually) invent computer?"

Takushi Otani

キーワード: コンピューティング史、歴史記述、ABC、ENIAC、EDVAC

### 1. はじめに

本稿は、コンピューティング史について、日本語で読める文献を比較検討し、科学技術史の観点から見たときどのような歴史記述を行うべきかを考察する。

そのために、1930年代の電気機械式計算機開発から1946年までのEDVAC報告書が発表されるまで、現代的なコンピューティング(modern computing)が登場するまでの歴史を要約し、「誰が(本当に)コンピュータを発明したか」という問いがどこまで有効で、どのような回答がありえるのかを示す。

現代のコンピューティングに至る計算機の歴史に関しては、日本語で読める文献としては、欧米の定評あるコンピューティング史の教科書の翻訳に加えて、計算機研究者によるすぐれた歴史書・概説書が存在する。

教科書としては、機械式計算機から現代のコンピューティングまでの歴史を各時代の社会・経済との関係から概説するCampbell-KellyとAsprayによ

る教科書は、第1版が翻訳されている<sup>1</sup>。現代のコンピューティングに関する歴史では、最近Ceruzziの教科書が翻訳されている<sup>2</sup>。同書の第1章が、現代のコンピューティングの登場を扱っている。

一方、日本人の手になる研究書は、計算機研究者によるものが目立つ。彼らは、「誰がコンピュータを(本当に)発明したのか」という問いをめぐって歴史記述を進める。

まず、並列計算機や人工生命の研究者として著名な星野は、バベッジ(Charles Babbage)からEDVAC報告書におけるフォン・ノイマン・アーキテクチャ登場までの歴史をわかりやすくまとめている<sup>3</sup>。とくに、同書はコンピューティングの歴史にまつわる「神話」や謬説を正すことを大きな目的とし、近年の欧米におけるコンピューティングの歴史を踏まえて書かれており、一般向けという体裁だが、コンピューティング史研究者にとってもたいへん有益である。大駒は、星野と同様に近年のコンピュー

ティング史を踏まえて、コンピューティング史をめぐる通説を正すという立場である<sup>4</sup>。その著書は大判で計算機やその内部機構、開発者たちの肖像を含む多数の写真・図版を含み、その点でも教えられることが多い。一方、能澤は、エンジニアの視点から初期の電子式自動計算機のアーキテクチャを分析し、現代のコンピューティングの淵源を探るというアプローチをとる<sup>5</sup>。

能澤は、現代のコンピューティング以前の計算機を「演算器」、「データフロー型」、「プログラム制御型」と分類し、現代のコンピューティングに至る歴史を理解するためには、プログラム制御方式の発明に至る流れを理解することであると見る大きな枠組みは非常に優れたものであるし、また、実際にプログラミングがどのように行われたかなどエンジニアリング的観点から初期の計算機を分析する点も、システム・デザインやOSの開発経験を有するエンジニアである筆者の独擅場であるように思われる。ただし、フォン・ノイマン(John von Neumann)やチューリング(Alan Turing)などの数学者による現代のコンピューティング理論形成については不当に低い評価が与えられているという印象を受ける。

以上の研究は、ジャーナリズムの逸話や古い計算機史研究の誤りを鵜呑みにして一般に流布している通説を批判するという立場では共通していて、一次文献や信頼性の高いコンピューティング史の研究者による二次文献に依拠して書かれたものである。なお、コンピューティング史の文献サーベイとしては、後藤と佐藤によるものがあって、近年急速に充実しつつある同分野の近年の研究動向がコンパクトにまとまっている<sup>6</sup>。

このように詳細な研究は蓄積されてきたが、信頼できる文献をもとにある程度物語として通読できるコンピューティング史の記述は、上記の教科書を除くと、日本語では少ない。科学技術史に限らず、歴史分野においては、一般読者も意識して通読可能で

あり、かつ信頼できる文献に依拠した歴史記述が重要と考える。第一の理由は、教育的なものである。初学者が読むことで、コンピューティング史の流れを理解できる書籍や論文があれば、わざわざ技術的詳細の理解に膨大なエネルギーを取られる研究書に取り組まなくてもよくなる。少数の教科書による記述だけでなく、新しい研究成果を取り入れたり、別の視点を取り入れて歴史記述した書籍や論文があることは、歴史研究の拡がりを初学者に教えるだろう。

次に、科学技術史を取れば、研究者自身にとっても、自分自身が研究対象となる科学技術や時代などをどう見ているかという個々の歴史観を見直す機会となるだろう。異分野の研究者を含む一般読者対象の書籍を書く場合と同様に、教養ある市民にとって必要な知識が何であるかというより大きな問いを念頭に置きながら物語ることで、私たちの時代における歴史記述を行うことの意義を再確認できるように思われる。

科学技術史の歴史記述がどのようなものであるべきか、前述のコンピューティング史に関するヒストリオグラフィの研究をはじめとして、先行研究の蓄積が見られる<sup>7</sup>。

筆者は、すでにチャールズ・バベッジによる先駆的な自動計算機開発の試みに関して、一般向け書籍中で発表を行った<sup>8</sup>。本稿は、信用できる二次文献に依拠して、チャールズ・バベッジ以後、EDVAC報告書に至るまで、どのようにコンピューティングの開発が進んできたかその概略を物語る。この時期のコンピューティング史の歴史記述を行ったうえで、「誰が(本当に)コンピュータを発明したか」という問いの意義と、この問いに対する上記三者の回答と歴史記述を検討する。科学技術史にとってそれらにどのような意義があるかをまとめる。

## 2. 電気機械式計算機—プログラム可能なデジタル自動計算機の実現

1930年代以降、エイケン (Howard Hathaway Aiken, 1900-1973) をはじめとして<sup>9</sup>、欧米では自動計算機を建造する複数の試みが盛んにおこなわれるようになる。さまざまな科学計算のニーズが高まり、専門的な分野の問題を高速で解ける自動計算機が求められるようになったのである。バベッジが構想したプログラム可能なデジタル自動計算機は、100年近く経ってやっと実現した。

1930年代初めには、投射体の運動や着地点の予測など時間的に変化する物理現象を解析するアナログ計算機として微分解析機が実用化されていた。しかし、微分解析機では解けない問題も存在した。たとえば、建物の構造計算や自動車や飛行機の機体にかかる応力など静力学的問題は、多数の連立一次方程式を解かねばならない。

1934年か1935年には、当時ベルリン・シャルロテンブルグ高等工業専門学校で機械工学を学んでいたコンラッド・ツーゼ (Konrad Zuse, 1910-1995) が、プログラム可能なデジタル計算機の開発を構想した。1935年、彼は高等工業専門学校を卒業し、ベルリンのヘンシェル・エアクラフト社で応力計算を行うエンジニアとして働き始めた。彼は、仕事が終わった後、電気工学などの知識を有する友人たちの協力を得て、両親の家のリビング・ルームで彼が構想した自動計算機の開発を開始したのである<sup>10</sup>。

彼は、1938年に Z1 と呼ばれる機械式のデジタル自動計算機を完成した。この計算機は 2 進数を採用し、記憶部と算術部、制御部が分離されていた。Z1 は、曲がりなりにも動く世界初のプログラム可能な自動計算機だったと考えられる。

第二次世界大戦中には、ツーゼは召集されるが、友人の努力もあって、空力学研究所 (DVL) から補助金を得て、計算機の研究を続けた。彼は、友人の助言にしたがって、計算と記憶の素子に継電器を採

用し、入出力には安価な中古の映画フィルムに穿孔する方法を選んだ。1941年には、実用的なプログラム可能な自動計算機である Z3 を完成させた。この計算機もやはり彼の両親の家で製作が行われた<sup>11</sup>。

その後、ドイツの敗色が濃くなる中でツーゼはベルリンを離れるが、各地を転々としながら Z3 の後継機である Z4 の研究を続ける。両親の家に残した Z3 はベルリン空襲で失われた (なお、1960年代には同機の再現実験が行われた、図 1)。

米国では、ハーヴァード大学とベル研究所で継電器を使用するデジタル自動計算機の開発が行われた。前出のハーヴァード大学のエイケンによる計算機開発は、IBM の協力ですべて始まり、1944年には継電器を使った ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator。後に「ハーヴァード・マーク I」と呼ばれる) というデジタル自動計算機が完成した。ASCC はプログラムが可能だったが、継電器の故障で計算が失敗したかどうかチェックする機構がなかったため、検算が必要だった<sup>12</sup>。また、1939年には、ベル研究所の数学者ジョージ・スティビッツ (George Stibitz, 1904-1995) が提案した複素数の乗除算を行う計算機が完成した。この計算機には紙テープでプログラムが入力された。その後、ベル研

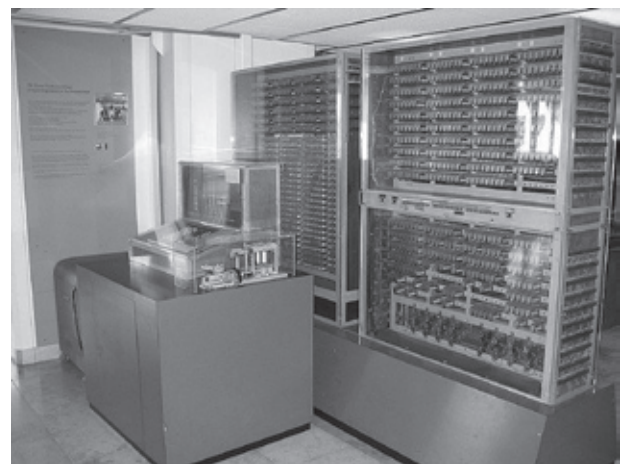


図 1 ドイツ博物館で復元された Z3 (Wikipedia ドイツ語版より。User: Teslaton の撮影。クリエイティブ・コモンズの「表示—継承 3.0 Unported」ライセンスによる)。

は計算機の改良を重ねて、1946年には、さまざまな計算が可能な電気式の汎用デジタル自動計算機「モデル V」を完成した<sup>13</sup>。

### 3. 電子計算機—アタナソフの計算機と ENIAC

はじめて真空管を素子とするデジタル自動計算機を開発したのは、アイオワ州立大学のジョン・アタナソフ (John V. Atanasoff, 1903-1995) である。1930年代半ば、物理学者だった彼は、多くの物理分野で使用される連立一次方程式を解くことができる自動計算機を構想した。最初はアナログ計算機を考えたが、変数がたくさんある大規模な方程式を高速に解くには当時勃興してきた電子工学を利用すべきと考えられるようになった<sup>14</sup>。

アタナソフは、クリフォード・ベリー (Clifford Berry, 1918-1963) を助手として、1939年終わりに計算機のプロトタイプを完成した (図2)。このプロトタイプは演算部と記憶部が分かれていて、演算部には真空管が採用されていた。この演算部は、真空管を素子とする論理回路を組み合わせて、30ビットの2進計算を行う加算器から構成される。この計算機は、ガウスの消去法を加算と乗算、減算だけでできるように変形したアルゴリズムにしたがって、



図2 アタナソフとベリーの計算機。(Wikipedia 日本語版より。User:Manop の撮影。クリエイティブ・コモンズの「表示—継承3.0Unported」ライセンスによる)。

連立方程式を解くことができた。変数の係数や計算の途中結果は、コンデンサを円周上に配置したドラムの記憶部に記憶された。回転するドラムと接触するブラシでデータの読み書きを行い、時間が経過してコンデンサの電荷が少なくなるともう一度書き込みが行われる (アタナソフはこの操作を「ジョギング」と呼んだ)<sup>15</sup>。

1940年12月、アタナソフは米国科学振興協会 (AAAS) の会合で、ジョン・モークリ (John W. Mauchly, 1907-1980) と出会った。モークリも物理学者で気象学に関心を持っていた。彼は、太陽の活動が天候に及ぼす影響を調べようと、真空管かネオン管を使って計算機を組み立てようと考えていた。しかし、電気工学の知識がなかったモークリは、アタナソフと会うまでは計算機のデジタル回路を自分ではまったく組み立てられなかった。アタナソフは、モークリに自分の計算機のことを話し、その後数カ月にわたって文通が続いた<sup>16</sup>。

1941年6月、モークリは当時の勤務校があったフィラデルフィア郊外からアイオワ州まで自動車を飛ばして、アタナソフを訪ねた。5日間にわたって、アタナソフとともに過ごし、アタナソフの計算機を見学した。アタナソフの当時の妻によると、モークリは詮索好きと思えるほど根ほり葉ほり質問をし、アタナソフやベリーといっしょに計算機の部品を取り付けたり、操作をしたという。1942年、アタナソフは計算機研究を中断して戦時研究のためにワシントンに向かった。ベリーもやはり就職してカリフォルニア州に移った。結局、アタナソフとベリーの機械は試作機のままで終わった<sup>17</sup>。

1941年12月、米国が参戦すると、米国陸軍弾道研究所 (BRL) は、砲弾を正確に目標に向けて撃つために必要な弾道表の整備を緊急に推進した。この頃には、モークリはペンシルヴァニア大学ムーア・スクールの電気工学科に勤務しており、長く研究上のパートナーとなる電気工学者プレスパー・エッカー

ト (J. Presper Eckert, 1919-1995) と出会っていた。エッカートは当時修士課程を終えたばかりの大学院生だった<sup>18</sup>。

アタナソフとの邂逅によってデジタル自動計算機に関心を強めていたモークリは、1942年8月、「高速真空管装置の計算への利用」というメモをつくり、真空管によるデジタル計算機構想の概略をまとめた。1943年4月には、エッカートとともに「電子差分解析機」の製作を提案する企画書を作成し、陸軍に提出した。この提案はBRLに採用され（「プロジェクトPX」と名づけられました）、1年後には基本設計がまとまった。このとき、自動計算機の名前は、ENIAC（電子自動数値統合・計算機）に変更された<sup>19</sup>。

ENIACは、約1万8000本の真空管を組み合わせた装置で、微分解析機を多数組み合わせたようなアーキテクチャを持っていた(図3)。計算を行う際には、ケーブルの配線を組み替えて命令を与えた。内部の数値表現は10進数で、記憶部と演算部は一体となっていた。基本回路はカウンタで、カウンタに入力することで加算を基礎として計算を行う。そろばんの珠をはじくように、計算と途中結果の記憶にこのカウンタを累算器（記憶と演算を一体に行う）として使った。アタナソフの計算機とは、真空管によるデ



図3 ENIACの関数表に数値を入力するゴールドスタイン大尉（米国政府公開の写真より）。

ジタル回路を基本としていることを除けば、アーキテクチャがまったく違った<sup>20</sup>。

アタナソフとベリーの計算機は、真空管を使って電子計算機を製作できることを実証した点で、きわめて重要な意味を持っている。ただ、ドラムの記憶を読み出すのに時間がかかってそれほど高速ではなかったうえ、完成度が低く故障も多く満足に動かなかった。それに対して、ENIACは、配線を組み替える必要はあったが、実質的にいかなる問題も解けた。1946年11月、ENIACは完成するが、この計算機は弾道計算だけではなく、たとえば水爆の設計にも使われた。つまり、最初のプログラム可能な汎用デジタル電子計算機であった。

ENIACが弾道計算を越えて、多くの問題に適用されるようになったのには、ENIAC開発グループと天才科学者ジョン・フォン・ノイマン (John von Neumann, 1903-1957) との対話が重要だった<sup>21</sup>。フォン・ノイマンとENIACの出会いによって、現代のコンピューティングへの扉が開かれる。

#### 4. 現代のコンピューティングへー EDVAC 報告書

1944年初夏、ハーマン・H. ゴールドスタイン大尉 (Harman H. Goldstein, 1913-2004) は、アバディーン駅 (メリーランド州) で、フォン・ノイマンと会った。自分自身数学者だったゴールドスタイン大尉は、BRLでENIACプロジェクトを採用した中心人物だった。フォン・ノイマンは、若いころから量子力学の数学的基礎やその他の数学上の業績で天才の名をほしいままにしていた科学者である。彼は、ナチス・ドイツに追われてハンガリーから亡命して、プリンストン大学高等研究所で研究していた。また、ゴールドスタインと出会ったアバディーンにある陸軍射撃場の顧問など、軍関係のコンサルタントも務めていた<sup>22</sup>。

社交家として知られるフォン・ノイマンは気さく

にゴールドスタイン大尉と話していたが、ENIACの話題を持ち出すと、顔色を変えて舌鋒鋭く質問を飛ばし始めた。フォン・ノイマンは、当時原爆の開発にかかわっていて、原爆を効率的に爆発させるためにきわめて複雑な偏微分方程式をどう解くか頭を悩ませていた。複雑な計算に使える計算機を探していたフォン・ノイマンにとって、ENIACは理想的な計算機と考えられた<sup>23</sup>。

同年8月、フォン・ノイマンは2交代制の昼夜兼行で開発が続けられていたENIACを見学した。彼は、ENIACの論理設計に大きな問題があることに即座に気づいた。それは、①複雑な偏微分方程式を解くには記憶容量が足りず、②10進数を採用するために記憶容量の割には回路が複雑で真空管の本数が多過ぎ、③配線を変えなければならないのでプログラムをやり直すのにきわめて時間がかかる、ということだった<sup>24</sup>。

フォン・ノイマンはENIACグループの顧問に就任して、グループとともに改良に取り組むことになった。この計画は「プロジェクトPY」と名づけられ、彼とENIACグループはこのプロジェクトに全力を傾けた。ENIACの後継機は、EDVAC（電子離散可変自動コンピュータ）と呼ばれた<sup>25</sup>。

記憶容量の不足には、エッカートが水銀遅延線という装置を使うことを提案した。この装置は水銀で満たした一種の水槽で、音響パルスで数字を表現する。音がパルスとして5フィートの水槽を往復するのに約1ミリ秒かかる。1つのパルスを1マイクロ秒とすれば、約1ミリ秒の遅れを使って1000個の数字を記憶できる<sup>26</sup>。

また、回路を単純にするためには、10進数に代わって2進数を採用した。これで真空管の本数が劇的に減らせる。また、配線を組み替える代わりに、基本回路に論理回路を採用して、演算部と記憶部を分離し、記憶部にプログラムとデータをいっしょに格納させることで、プログラムの変更も簡単にできるよ

うになる。さらに、記憶部で必要に応じてプログラムを書き換えられるようにすることで、人間が関与しなくても、複雑な条件を有するアルゴリズムも自動的に連続実行できるものとされていた<sup>27</sup>。

このようなアイデアは、エッカートを含む開発グループとフォン・ノイマンの討論の中で生まれてきたものである。1945年春にはほぼアイデアが固まったので、フォン・ノイマンは整理を始め、6月30日付で「EDVACに関する報告書第一草稿」（EDVAC報告書）を書き上げた。この草稿はEDVACグループ24名に回覧された<sup>28</sup>。EDVACのアーキテクチャの説明には、このコンピュータの内部命令と、それを使ったソートとマージのプログラムも含まれていた。これはフォン・ノイマンの考案である<sup>29</sup>。

彼はあくまでも内部向けと考えていたので報告書の著者名は自分一人としたが、その後評判を呼んだこの草稿は外部にも漏れていった。フォン・ノイマンの名声とともに、この草稿は有名になった。さらに、その後、フォン・ノイマンの論理的・理論的説明によって、この基本原理が明確に定義されたことから、新しい原理のコンピュータは「フォン・ノイマン型コンピュータ」と呼ばれ、やがてこの呼び名が定着する<sup>30</sup>。

EDVAC報告書の影響を受けて、イギリスやアメリカでコンピュータの研究開発が推進される<sup>31</sup>。EDVAC報告書は、現代のコンピューティングの出発点であった。

## 5. 考察—「誰がコンピュータを発明したか」という問い

1. で見たように、コンピュータ科学者、エンジニアらによる日本語で読める研究は、「誰がコンピュータを(本当に)発明したのか」という問いをめぐって展開されてきた。星野は、さまざまな要素技術や設計思想(アーキテクチャ)がさまざまな人々によってだんだんと形成され、それがブレイク

スルーにつながると考えた。「およそ発明は一時になるものではない。漸進的な発明の積み重ねが大きな発明として集大成される」<sup>32</sup>。また、コンピュータや計算機のアーキテクチャは、その当時のハードウェア技術によって制約されるという星野の指摘は重要である。アーキテクチャや基本原理の発明者がその後のすべての発明の発明者とされることは不合理で、基本原理を物理的に実現したエンジニアや製作者の重要性を主張する立場も健全である。

能澤は、星野の「プログラム可変内蔵方式」やアーキテクチャの説明を批判するものの、星野と同様に、基本原理の発明者にのみ脚光を当てる歴史記述を批判し、基本原理をもとに（もしくは知らなくても）コンピュータや計算機を実現したエンジニアの重要性を強調する。ただし、それを強調するあまり、基本原理の発明者や理論家の歴史的役割を極度に軽視する姿勢は受け入れることができない<sup>33</sup>。

大駒は、コンピュータの基本原理（プログラム、電子的デジタル計算、フォン・ノイマン型）の理論的な発明者と、その実現者を明確に区別して、「誰がコンピュータの発明者であるか」という問いに対する回答を整理するよう提案している<sup>34</sup>。

三者が指摘するように、技術はその基本的原理の発見・発明と製作に時期的なズレがあるのがふつうである（場合によっては、基本的原理の発見・発明が時期的に後となることもある）。コンピューティングの歴史は数学史と密接に関係していて、もし数学史の立場に立つならば、基本的原理の発見・発明に着目しても、その歴史記述は不完全であるという非難は免れ、むしろ簡潔にして的を射た良質の歴史記述とみなされるべきである<sup>35</sup>。しかしながら、科学技術史・技術史の観点からコンピューティングの歴史をみるならば、基本的原理の発見・発明のみを追いかけるのではなく、漸進的な発明や要素技術の積み重ねが大きなブレークスルーに至るまでを丁寧に記述することが必要と考える。

バベッジから EDVAC 報告書に至るデジタル計算機の歴史は、図4のようにまとめることができる。すでにみたように、バベッジの業績は、後世の人びとに自動計算機への夢を駆り立てはしたが、その詳細は彼のノートの中に隠されたままだった。ツーゼは戦争の傷によって、先駆的業績について語ることはなかった。その他、本稿では触れることができなかったが、イギリスの戦時中の電子暗号機の研究も軍事機密の中に埋もれて、時間がたたないと注目されることがなかった。その意味で、19世紀から20世紀初頭にかけて、機械や継電器式の計算機は、現代のコンピューティングに対して、直接の影響は与えなかったと考えられる。

一方、アタナソフの電子計算機と、1930年代初めに登場した微分解析機は、ENIACの構想に直接の影響を与えている。モークリは、アタナソフの計算機に影響を受けたという点で、多くの研究者の意見は一致している。また、モークリは、多数の微分解析機を集めたようなアーキテクチャの計算機として ENIAC を考えていた。

それでは、アタナソフの計算機は ENIAC にどれだけの影響を与えたのだろうか？モークリがアタナソフのアイデアを盗んだという意見もある。その一方で、確かにアタナソフの計算機はモークリの電子計算機構想に重要な役割を果たしたものの、ENIACは十分オリジナルな研究成果だという見解もある。この論争のきっかけは、1960年代、ハネウェル社とスペリーランド社の裁判だった。

1945年11月、ENIACは完成するが、モークリとエッカートは ENIAC 開発やその延長で生まれた技術を商業化するため、1946年3月にペンシルヴァニア大学を去った。彼らはエレクトロニック・コントロール社を設立し、ENIACにかかわる電子計算機の基本特許を取得した。この基本特許は、その後スペリーランド社が手に入れたが、ハネウェル社は同社の基本特許の無効を訴えて裁判を起こした<sup>36</sup>。

この裁判の中で、モークリらの特許がすでにアタナソフによって実現されていた計算機で使われていたことがわかり、モークリらの特許やモークリの研究者としての道徳性に疑問が投げかけられた。ENIAC 開発にも参加し、その後 ENIAC とアタナソフの計算機の技術史家として著名になったパークス夫妻は、モークリがアタナソフの研究成果を盗んだと明確に主張している<sup>37</sup>。また、ジャーナリストのモレンホフも同意見で、偉大な発明家としてアタナソフを大きく持ち上げた<sup>38</sup>。

その一方で、前出のセルージは、特許の問題は置いて、ENIAC とアタナソフとベリーの計算機がまったくアーキテクチャが違うことを指摘し、デジタルと真空管の利用のみが ENIAC に影響を与えたのだと結論付けている<sup>39</sup>。ENIAC 裁判の「判決は法的には重要だったが、歴史家のあいだではほとんど支持されていない」と、彼は言う<sup>40</sup>。セルージがキュレーターを務めるスミソニアン博物館の展示でも、ENIAC の重要性を強調している<sup>41</sup>。

また、ジャーナリストのマッカートニーは、当時の資料や文脈を検討した結果、ENIAC 裁判を担当したラーソン判事 (Earl Richard Larson, 1911-2001) の意図は、ENIAC とアタナソフの機械の先取権争いに決着をつけることではなかったと主張している。スペリーランド社と IBM 社がコンピュータ技術の特許やノウハウを独占するよりも、これが広く世の中に普及することが、社会的に利益があると考えて、特許無効を言い渡したのだと、彼は説明している<sup>42</sup>。

確かに、アタナソフのデジタル電子計算機は、現代の視点からは、ENIAC よりも先進的な思想が盛り込まれていたようにも見える。2進数を採用し、演算部と記憶部が分離されていて、基本回路はカウンタではなく、真空管による論理回路だった。真空管をスイッチとして使って、論理回路を組み立てられることを示した点に、アタナソフとベリーの計算

機の重要性がある。しかし、結局試作機で終わっただけで、その機能は線形連立方程式を解くことのみだった。また、「アタナソフ・ベリー・コンピュータ (ABC: Atanasoff-Berry Computer)」という、いかにも同計算機がコンピュータであることを示すような名称は、ハネウェル社とスペリーランド社裁判の中で考案されたものである<sup>43</sup>。

一方で、ENIAC は真空管を使った回路で大規模な演算を実現し、弾道計算以外の多くの計算にも利用ができた (たとえば、ENIAC は、初期の水爆の設計に使われた)。つまり、アタナソフの独創性とその ENIAC への多大な影響を強く主張するパークス夫妻さえ認めるように、ENIAC は最初の実用的なデジタル汎用電子計算機で、EDVAC の構想につながったのである。ENIAC の研究開発の中から現代のコンピューティングにつながる重要な思想が生まれた。つまり、少なくとも1944年までにモークリとエッカートはプログラム内蔵式コンピュータの漠然としたアイデアに到達していたと現在では認められている。そして、ENIAC グループの顧問だったフォン・ノイマンがこの思想を明確にした<sup>44</sup>。その点で、ENIAC の重要性は極めて高く、現代のコンピューティングの出発点にこの計算機を置くことには、十分な理由がある。

最後に、ENIAC と EDVAC の技術や構想がどこから来たか、まとめる。ENIAC の真空管によるデジタル回路というアイデアはアタナソフの計算機から引き継ぎ、本体は微分解析機の集合体とでも言うべきものだった。累算器の基本回路であるリング・カウンタは、1930年にイギリスの電気工学者ワイン・ウィリアムズ (C. E. Wynn-Williams) が発明した史上初のデジタル回路である<sup>45</sup>。ENIAC を多くの問題に適用できる汎用計算機にしたのは、フォン・ノイマンの力が大きかった。

ENIAC を改良する中で、EDVAC の構想が生まれた。EDVAC で重要な2進数によるデジタル論理回



バベッジ以後の「プログラム可能なデジタル自動計算機」開発年表

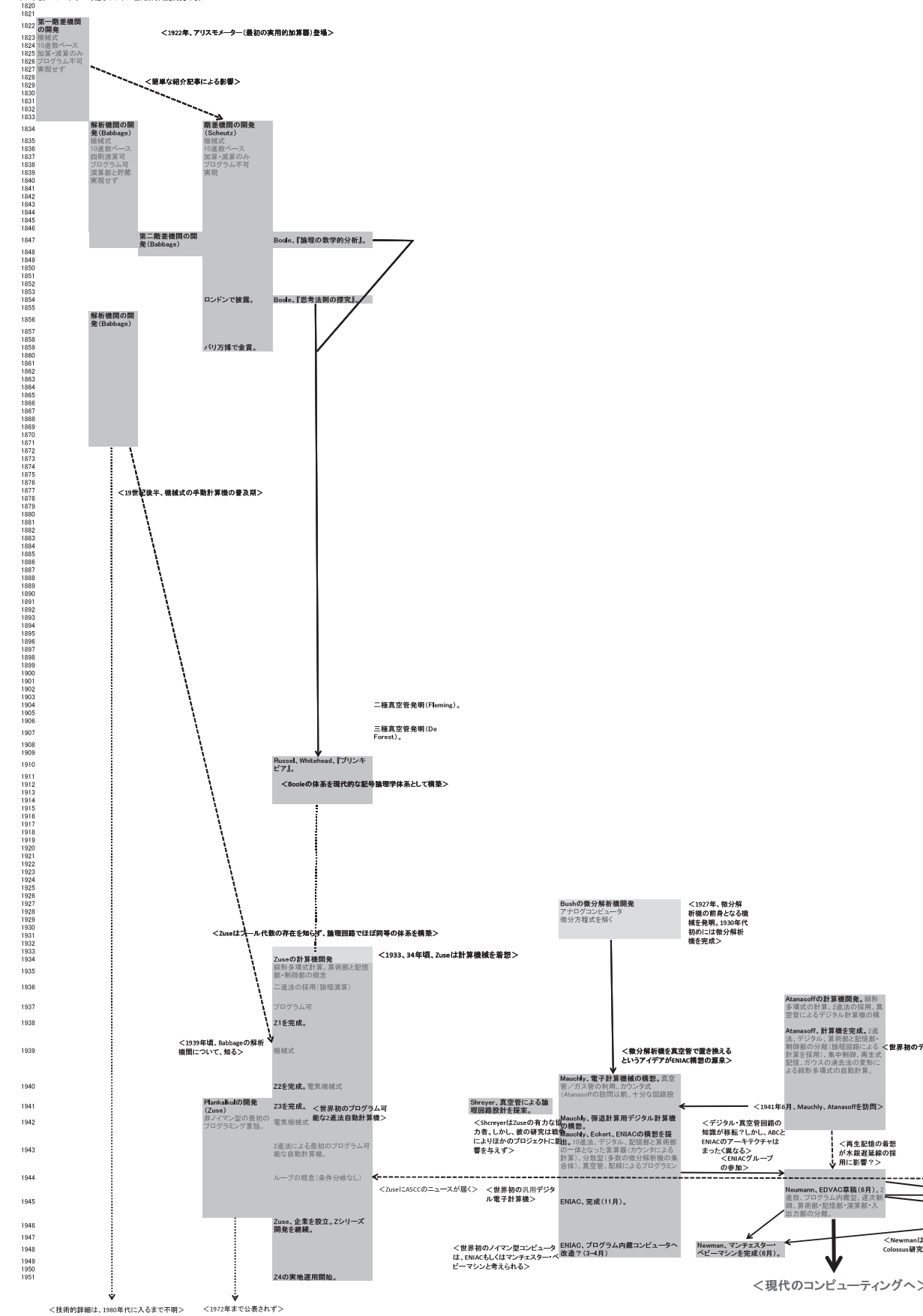
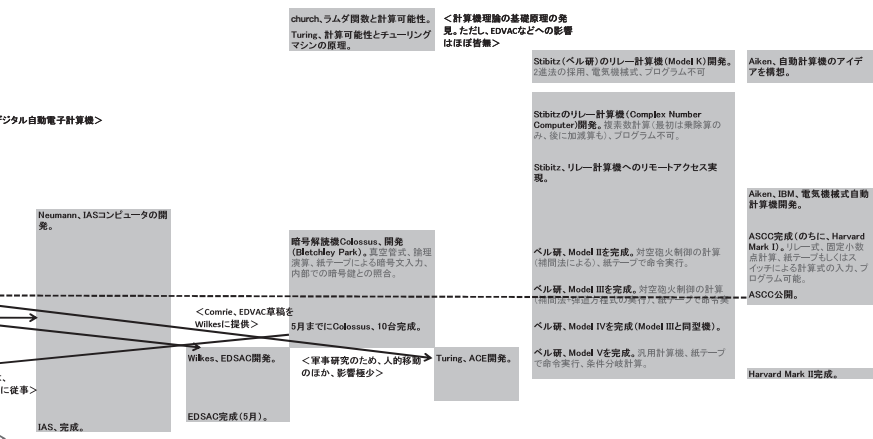


図4 バベッジ以後のプログラム可能デジタル自動計算機の歴史。



church, ラムダ関数と計算可能性。  
Turing, 計算可能性とチューリングマシンの原簿。

<計算機理論の基礎原理の発見。ただし、EDVACなどへの影響はほぼ皆無>

Stibitz (ベル研) のリレー計算機 (Model K) 開発。2進法の採用、電気機械式、プログラム不可。

Aiken, 自動計算機のアイデアを構想。

Stibitz のリレー計算機 (Complex Number Computer) 開発。従来型計算 (最初本機演算のみ、後に加減算も)、プログラム不可。

Stibitz, リレー計算機へのリモートアクセス実現。

Aiken, IBM, 電気機械式自動計算機開発。

ベル研, Model II を完成。対空砲火制御の計算 (弾道法による)、紙テープで命令実行。

ASCC 完成 (のちに, Harvard Mark I)。リレー式、固定小数点計算、紙テープもしくはスイッチによる計算式の入力、プログラム可能。

ベル研, Model III を完成。防空砲火制御の計算 (弾道法) 実用方式の開発 (4000ワード命令実行)。

ASCC 公開。

ベル研, Model IV を完成 (Model III と同型機)。

ベル研, Model V を完成。汎用計算機、紙テープで命令実行、累積分域計算。

Harvard Mark II 完成。

<Comrie, EDVAC 草稿を Wilkes に提供>

Wilkes, EDSAC 開発。

EDSAC 完成 (6月)。

<軍事研究のため、人的移動のほか、影響極少>

Turing, ACE 開発。

路による演算は、すでにシャノン (Claude Shannon, 1916-2001) がその基礎を構築していた<sup>46</sup>。プログラム内蔵式というアイデアは、モークリとエッカート、フォン・ノイマンらのものである。記憶容量の問題を解決した水銀遅延線と音響パルスは、戦時中にレーダー研究の中で発展したものだ<sup>47</sup>。水銀遅延線の構造上、水槽から取り出した命令とデータのパルスは逐次処理せざるをえない。

現代のコンピューティングに至るまでには長い前史があり、多くの人びとが先人の業績を知らないままに試行錯誤を積み重ねてきた。図4に明らかなように、同時発明や独立の発明が繰り返されていて、直線上には描けない。一方で、アタナソフの計算機から ENIAC、EDVAC にまで至る流れは一气呵成とでも言うべきものであった。科学技術の歴史は入り組み複雑であるとともに、(後世から見ると重要とわかる) 一セットの知識や技術が揃うと突然に動き出すさまが見てとれる。

- 
- 1 M. キャンベル・ケリー、W. アスプレイ『コンピューター200年史 情報マシン開発物語』(山本菊男訳) (海文堂、2000年)。
  - 2 ポール・E. セルージ『モダン・コンピューティングの歴史』(宇田理・高橋清美監訳) (未来社、2008年)。
  - 3 星野力『誰がどうやってコンピュータを創ったのか?』(共立出版、1995年)。
  - 4 大駒誠一『コンピュータ開発史 歴史の誤りをただす「最初の計算機」をたずねる旅』(共立出版、2005年)。
  - 5 能澤徹『コンピュータの発明 エンジニアリングの軌跡』(テクノレビュー社、2003年)。
  - 6 後藤邦夫「コンピュータ史資料とヒストリオグラフィについて」(1)『技術と文明』(第12巻1号、2000年) 71-88、後藤邦夫「コンピュータ史

資料とヒストリオグラフィについて」(2)『技術と文明』(第12巻2号、2001年) 53-64、後藤邦夫「コンピュータ史資料とヒストリオグラフィについて」(3)『技術と文明』(第14巻1号、2003年) 57-57、佐藤靖「米国におけるコンピューター史周辺の研究動向について」『技術と文明』(第15巻2号、2007年) 35-50。

- 7 代表的なものに、John M. Staudenmaier, *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric* (Cambridge, Massachusetts; The MIT Press, 1989)、および Ronald Edmund Doel, Thomas Soderqvist, eds., *The Historiography Of Science, Technology And Medicine: Writing Recent Science* (New York; Routledge, 2007) がある。
- 8 大谷卓史「世界初のプログラムは、20世紀に書かれたものだろうか?」中根美知代ほか『科学の真理は永遠に不変なのだろうか サプライズの科学史入門』(ベレ出版、2009年) 227-250。
- 9 エイケンとその業績については、キャンベル・ケリーほか前掲書、pp.68-75、および Paul E. Ceruzzi, "Relay Computers", in William Aspray ed., *Computing Before Computers* (Ames: Iowa State University, 1990), 200-222を参照。また、バベッジとエイケンの関係については、I. Bernard Cohen, "Babbage and Aiken; With Notes on Henry Babbage's Gift to Harvard, and to Other Institutions, of a Portion of His Father's Difference Engine," *IEEE Annals of the History of Computing*, Vol.10, No.3 (1988), pp.171-193。
- 10 Paul E. Ceruzzi, "The Early Computers of Konrad Zuse, 1935-1945," *IEEE Annals of the History of Computing*, Vol.3, No.3 (1981), pp.241-262, esp., p.243。
- 11 Ibid., pp.249-250、および Ibid., pp.243-248、および Paul E. Ceruzzi, "Relay Calculators," in Aspray ed., op.cit., pp.200-222 (p.205)。

- 12 Ceruzzi, "Relay Calculators," pp.213-221.
- 13 Ceruzzi, "Relay Calculators," pp.207-213.
- 14 Paul E. Ceruzzi, "Electronic Calculators," in Aspray ed., op.cit., pp.223-249 (226-230).
- 15 Ibid.
- 16 アタナソフと出会う前のモークリの研究状況については、アリス・R. バークス、アーサー・W. バークス『誰がコンピュータを発明したか』(大座畑重光監訳)(工業調査会、1998年)111-158頁を参照。同書は、後述するハネウェル社対スペリーランド社の裁判記録をもとに構成されている。
- 17 モークリとアタナソフの出会いとその後の交流については、バークス & バークス、前掲書、179-258頁、および Ceruzzi, "Electronic Calculators," pp. 237-238、Augarten, op.cit., pp.118-120。
- 18 Ceruzzi, "Electronic Calculators," pp.238-239、およびハーマン・H. ゴールドスタイン『計算機の歴史 パスカルからノイマンまで』(末包良太ほか訳)(共立出版、1979年)167-168頁、キャンベル-ケリーほか前掲書、84-85頁。
- 19 Ceruzzi, op.cit., p.239、およびキャンベル-ケリーほか前掲書、85-86頁。
- 20 ENIAC の構造とアーキテクチャについては、ゴールドスタイン前掲書、178-188頁、Ceruzzi, op.cit., pp.240-241、およびキャンベル-ケリーほか前掲書、82-83頁。
- 21 ウィリアム・アスプレイ『ノイマンとコンピュータの起源』(杉山滋郎・吉田晴代訳)(産業図書、1995年)35頁、およびゴールドスタイン前掲書、214頁。
- 22 ゴールドスタイン同書、190-209頁。
- 23 同所。
- 24 ゴールドスタイン前掲書、211-215頁、およびキャンベル-ケリーほか前掲書、90頁。
- 25 キャンベル-ケリーほか同書、91頁。
- 26 水銀遅延線のしくみについては、ゴールドスタイン前掲書、215-218頁。また、エッカートの貢献については、同書226頁、およびキャンベル-ケリーほか前掲書、91頁。
- 27 キャンベル-ケリーほか前掲書、91-92頁。
- 28 同書、93頁および、ゴールドスタイン、前掲書、215頁。
- 29 ゴールドスタイン、前掲書、225頁。
- 30 同所、およびキャンベル-ケリーほか前掲書、93-95頁。
- 31 キャンベル-ケリーほか前掲書、97-103頁
- 32 星野、前掲書、142.
- 33 能澤、前掲書。
- 34 大駒、前掲書、164-168頁。
- 35 代表的な歴史記述は、カツツによるものである。カツツ、前掲書、939-958頁を参照。
- 36 アリス・R. バークス、アーサー・W. バークス『誰がコンピュータを発明したか』(大座畑重光監訳)(工業調査会、1998年) pp.282-285など。
- 37 同書の各所において、バークス夫妻は、裁判の判決を利用して、モークリがアタナソフの計算機を見学することで、真空管を使用する電子回路の設計・製作について学んだだけでなく、モークリとエッカートの特許にはアタナソフのアイデアが先行していたと論証している。ENIAC 開発中もアタナソフと会っていたモークリが特許申請時に、発明者にアタナソフを加えなかったり、アタナソフの研究に言及したうえでそれとの差異についてのみ特許申請をしなかったことは非倫理的であると述べている。
- 38 クラーク・R. モレンホフ『ENIAC 神話の崩れた日』(最相力・松本泰男訳)(工業調査会、1994年)。
- 39 Ceruzzi, "Electronic Calculators," p.239.
- 40 ポール・E. セルージ『モダン・コンピューティングの歴史』(宇田理・高橋清美監訳)(未来社、2008年)369頁。
- 41 Atsushi Akera, "Scott McCartney, Eniac: The

- Triumphs and Tragedies of the World's First Computer,” *IEEE Annals of History of Computing*, Vol. 22, no.4 (2000), pp.65-66.
- 42 スコット・マッカートニー『エニアック 世界最初のコンピュータ開発秘話』(パーソナルメディア、2001年) 214-217頁。
- 43 マッカートニー、同書、201頁。
- 44 セルージ、前掲書、41頁。
- 45 Ceruzzi, “Electronic Calculators,” p.225.
- 46 ヴィクター・J. カッツ『カッツ数学の歴史』(上野健爾・三浦伸夫監訳) (共立出版、2005年)、947-950頁。
- 47 ゴールドスタイン、前掲書、216頁。

#### Abstract

In this essay, I examined historiography of computing, especially focusing on historiographies of early computers written by some Japanese computer engineers. Their approaches were same; to answer a common question, “who (really) invented Computer?,” they all put stronger emphasis on the importance of the design and the assembly of computer hardware than on new mathematical theories on calculus and thoughts on computer architectice in the context of the history of early computers. Their point of view seemed to be biased by their engineering experiences, and I was afraid that they slighted the role of mathematical ideas in the history of computing too much. However, nevertheless their views were important because they clearly showed that breakthroughs in the history of computing were formed from accumulations of incremental progress in engineering through a long and winding path as well as were brought by mathematical theories and ideas.

**Key words** : history of computing, historiography, ABC, ENIAC, EDVAC