

日本IT書紀

092 技術の空白

06 揺籃篇
卷之十三 乗炬

佃 均



© 2004 TSUKUDA Hitoshi (Licensed under CC BY NC ND 4.0)

本作品はCC-BY-NC-NDライセンスによって許諾されています。ライセンスの詳細な内容は <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ja> でご確認ください。

第九十二

技術の空白

一

日本がGHQの厳しい統制下にあったとき、海外、とくにアメリカ合衆国では次の時代に結びつく様々な技術が開発され、あるいは実用化されていた。その多くは第二次大戦中の軍事的な要求が生み出したものだった。

大日本帝国が国際連盟から離脱した一九三三年を起点として、新生「日本」が連合国軍の占領から独立を獲得した一九五一年までの約二十年、日本の技術開発は空白の時期にあったといっている。研究開発より優先したのは国と軍の面子、今日の米、明日の糧だった。

その二十年間に実用化された新しい技術といえば、例えばインスタント・コーヒーがある。

そもその開発者はイリノイ州シカゴ在住の日本人化学者のカトウ・サトリだった。バッファロー市で開かれたパンアメリカン博覧会で「ソリュブル・コーヒー」として販売され、一八九九年に特許が認められた。その製法は現在

のフリーズドライ方式の原型とされるが、量産化技術が伴っていないかった。

次いで一九〇六年、濃縮したコーヒーの液体を高熱の乾燥機の中に霧状に噴射して粉末にする技術が発明された。スプレー・ドライという製法だった。一九三七年、スイスに本社を置くネスレ社が量産化技術を開発し、三八年に「ネスカフェ」の名で発売した。

このおかげで、アメリカ軍の補給部は輸送中のコーヒー豆にカビが生えたり、蒸れて味が変わったりすることを心配する必要がなくなった。粉末をガラスの瓶に詰めて戦地に送ればよくなった。砲弾が飛び交う戦場ですら、アメリカ兵はコーヒーを求めていた。

ジェット機も軍事的な要求が生み出したものの一つだった。

第二次大戦は航空機の性能が勝敗を左右した。アメリカ合衆国が投入した超大型爆撃機B-29は一万メートルの超高度を飛ぶことができた。時速は六百キロとされる。

一九四〇年代後半はそれで十分だった。しかしいったん実現すれば、その技術は模倣され、改良されて実装される。仮想敵のソ連がB-29相当の爆撃機ないし、B-29を撃墜する超高性能戦闘機、あるいは超高度・長距離を射程とする大砲を作る可能背がある。

ただし、より高高度を飛ばせば空気の抵抗が大きく減って速度を上げることができるのだが、エンジンに送り込む酸素が希薄になって十分な推力が得られない。どころか不完全燃焼を起こして墜落するよりほかになかった。それでも戦術を有利に展開するには、敵の航空機、砲弾より速く、より高く飛ぶことが求められた。

「より小さな砲弾は高度一万メートルに達し、戦闘機より速い。なら砲弾と同じ原理の航空機を作ればいい」という無茶な理屈を空軍が唱え始めた。

一九四七年十月、その無茶な理屈が本物になった。

人間を乗せた飛行機が、ついに音速を突破したのだ。搭乗した人間とはチャールズ・イエーガー空軍大尉、機体の名は「X S ー 1」だった。

実験は、B ー 29の腹部に取り付けたX S ー 1を高度二万フィート（六千二百メートル）で切り離すかたちで行われた。切り離されたあと、ロケットエンジンを噴射して四万フィートまで駆け上り、そこで機種を下げて地上に向かうのである。

重力の法則に従って落下するだけでなく、さらに加速させたわけだった。自力で地上から飛び上がることはできなかったから、航空機としては不完全だったが、ともあれパイロットが操縦したのだから「飛行」には違いなかった。

このやり方は、太平洋戦争末期の日本における試作機「秋水」の飛行実験と比べ格段の進歩があった。

「秋水」の飛行実験では、九六式艦上爆撃機で実験機を高度六千メートルまで懸垂し、そこで切り離した。実験機はロケットを噴射させ、ひたすら加速しつつ降下して行くだけだった。ために着陸時に操縦桿を引き起こすタイミングを誤り、命を落とすパイロットが出た。

これに対してS X ー 1は、切り離されたのち自力で四万フィートまで上昇して降下するなど、操縦性能が強化されていた。イエーガーは、マッハ〇・九八まで肉眼で確認することができた。だが次の瞬間、異常事態が発生した。マッハ計の針が振り切れたのだ。

「マッハ計がおかしい」

地上で交信していた管制官は、イエーガーがこう叫んだのを聞いて、緊張した。

だが計器は故障していなかった。マッハ一・〇以上を計測できなかっただけだった。のちの計算で、この時、X S ー 1の時速は千百三十三キロ、マッハ一・〇六に達していたことが分かった。

第二次大戦の末期に、ドイツのメッサーシュミット社はジェットロケット機「Me 163」で時速千百三十キロを達成していた。音速の一・〇一倍だから、「マッハの壁」

を初めて突破したのはドイツである。

日本もドイツからこの技術を輸入して「桜花」「秋月」というジェット機や「橘花」というロケット戦闘機を開発していたが、時速については正確な記録が残っていない。

アメリカ軍は独自の研究成果にドイツや日本から得た技術情報を加え、「Me163」の記録を上回ることができた。

ドイツの記録を超えた時点で、アメリカは

「音速の壁を初めて破った」

と大々的に宣伝した。

二

電子工業分野でも、新しい技術が開発されていた。

一九四二年にペンシルベニア大学で始まった真空管式電子計算機開発プロジェクトは、丸四年の年月を費やして「ENIAC」(Electronic Numerical Integrator and Calculator: 電子数値積算計算機)として結実した。ただし世界最初のデジタル式電子計算機は、ENIACより七年も前に完成していた「アタナソフ&ベリー・コンピュータ」(AtanasoffBerry Computer: ABC)であるという。

正確には一九三九年十月にアイオワ州立大学でABCの

最初の試作機が完成した。開発したのはジョン・ビンセント・アタナソフと大学院生だったクリフォード・ベリーの二人で、三十元までの連立一次方程式を解くことが出来るように設計されていた。

しかし、パンチカード入出力システムの信頼性が低く、システムとしては完成しないまま二人は第二次大戦のため研究室を離れ、二人が作った計算機はだれ知ることもなく処分されてしまった。

彼らの功績はすっかり忘れ去られていたが、一九六七年のこと、ENIACの特許を取得したスペリーランド社(一九五五年、スペリー社がレミントンランド社を買収し社名を変更した)がハネウェル社に莫大な特許使用料を請求したこと、真空管式電子計算機の発明をめぐる論争が発生した。

このときハネウェル社はアタナソフがその発明者であることを証明して見せた。七三年、ミネアポリス地方裁判所のラーソン判事は次のような裁定文を読み上げた。

エックハートとモークリーは、自ら最初の電子計算機を發明したのではなく、ジョン・ビンセント・アタナソフ博士からその原理を受け継いでいる。

これによってアタナソフの功績が確定したが、だからといってエックカートとモークリーが「商用化に成功した電子計算機技術の考案者」であることには変わりない。

次いで一九四五年の六月三十日、ジョン・フォン・ノイマンが「電子計算機の論理設計序論」を発表した。

ノイマンは、ペンシルベニア大学でENIACの開発に参加していたが、モークリー、エックカート両博士の設計概念をさらに一歩進め、データ処理に必要な基本的なコマンドをあらかじめ機械装置に内蔵させる方法を考案したのだった。

それまでの計算機械装置は、プログラムもデータも、処理作業のたびにパンチカードでインプットし、リレーを配線し直さなければならなかった。

その際、機械装置に対する命令のうち、繰り返し使うもの、多くの処理作業に共通するものがある。ノイマンはそれらを「基本命令群」として一括し、これを機械装置本体に電気的回路として組み込む方が効率的だと論じたのだ。

またコマンドとデータのすべてを「0」と「1」の二値で表現する二進法を採用し、データ処理は計数型、すなわちデジタル方式で行うべきだと提唱した。この方式だと計算機械装置は性能が飛躍的に向上し、部品の小型化が可能となるメリットがあった。

モークリー、エックカート両博士による事業化の提案を辞退したIBM社だったが、ノイマンの理論には興味を示し、さっそく製品化に取りかかった。四八年にその理論を一部採用した「SSAC」(Selective Sequence Electric Calculator)を完成したのだが、製品化に至らなかった。

計算機械装置メーカーから相手にされなかったノイマンは、プログラム内蔵型計算機を自力で開発することを思い立った。ところが資金と要員が十分でなかった。このために彼が設計した「EDVAC」(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)の完成は一九五〇年にずれこんだ。

同じころ、イギリスケンブリッジ大学のウィルクス博士もノイマン型計算機の開発に着手し、四九年五月に「EDSAC」(Electronic Delayed Storage Automatic Calculator)の名で完成させている。EDSACは三千八百本の真空管を使い、五百ワードの記憶能力と毎秒六百回の演算が可能だったと伝えられる。

一九四九年、「シャノンの理論」が発表された。アメリカン・テレフォン&テレグラム(AT&T)社の先端技術研究機関であるベル研究所に勤めていたクロード・シャノンが発明したもので、

「電子計算機のスイッチング回路はブル代数で分析できる」

というものだった。

ベル研究所は四〇年に、従来のパンチカード式計算機が標準的に採用していたワイヤリング・プラグに代わる回路構築手法として、スイッチ代替回路を設定する「リレー」方式を考案し、計算機への適用を研究していた。

シャノンの理論は、そのリレーによって論理回路を作るための計算式を編み出したことを意味していた。真空管に比べて演算速度は遅かったが、理論的に優れているのは明らかだった。

三

こうした動きと前後して、マサチューセッツ工科大学（MIT）で一九四七年にスタートした次世代電子計算機技術開発プロジェクト「W H I R D W I N D I」があった。カタカナに置き換えると「ホワール・ウインド」、漢字で書くと「旋風」、日本語では「つむじ風」である。

MITのジェイ・フォレスト教授らが中心となって組織されたこの研究プロジェクトは、計算機械装置の演算回路や設計ではなく、電子部品に焦点が絞られていた。

同プロジェクトは四九年に「磁心記憶装置」を開発している。現在いうところの電磁コア記憶装置のことで、磁性

を持った鉄性物質の小さな輪に二本の電動線を通して交差させ、双方に電流を流して磁場を生じさせる技術を応用していた。

磁場が生じていれば「1」、磁場がなければ「0」とすることでノイマンが提唱した二進法による演算を技術的に可能にした。

MITは五〇年にこの装置を実用化し、のちにこの方式による磁場を「ビット」と呼ぶようになった。また二進法による表現の体系化が進められ、八ビットで英数字・記号一文字を表記する「バイト」の技術が開発される。演算方式や記憶装置の基礎となったこの技術は、MITに数百万ドルの特許料をもたらしたという。

次いでトランジスタが開発された。

ゲルマニウムやシリコンなど半導体の結晶に三つ以上の電極を設置し、結晶内部の電子を制御して真空管と同じような動作を実現する。

われわれ日本人は戦後のソニーが発明したように考えている節があるが、基礎技術は四八年にベル研究所のジョン・バーディン、ウォルター・ブラッテン、ウイリアム・ショックレーの三人が開発した「ポイント・コンタクト・トランジスタ・アンプ」である。ただ当時のトランジスタはまだ理論上のものではなく、実用化にはなお十年

の年月を必要とした。

トランジスタやコア・メモリーなど新しい電子技術が相次いで開発され、中でもリレー技術はようやく実装レベルに達していた。統計会計機械装置は「電子計算機」になった。

パンチカードは必須だったが真空管を採用したことと、操作命令を記憶する内部構造、そしてリレー技術で配線と回路の切り替えが簡素化した。それまでの配電盤が消え、原始的な電子回路が内蔵されるようになったわけだった。その端緒となったのは、レミントンランド社が一九五一年に「RR409」と同時に発表した「UNIVAC・I」だった。

RR409もUNIVAC・Iも、モークリー・エッカード・コンピュータ社の技術、つまりENIACとBINACの技術を継承している。RR409は翌五二年、「UNIVAC409」、さらに五四年に「UNIVAC120」と名称を変えて販売されている。

一方の「UNIVAC・I」はBINACをベースに、フォン・ノイマンの考え方の一部を採用した大型計算機だった。水銀遅延タンクによる内部指令方式で、一千万ワードを記憶し、二十回路の演算機構を備えていた。演算方式は十進法だったが、磁気テープ装置「Uniservo」（ユ

ニサーボ）I」を最大十台まで接続することができた。

ついでながら記録しておく、当時の磁気テープは金属製だった。商業ベースで見たとき「RR409」ほど成功しなかったが、逸話では「UNIVAC・I」の方が勝っている。

この電子計算機は一九五〇年に実施されたアメリカの人口センサスに適用された。あるいは民主党のスチーブソンとアイゼンハワーの一騎打ちとなった一九五二年十一月のアメリカ大統領選挙で、

「5%の僅差でアイゼンハワーの勝利」

と予測したのもこの電子計算機だった。

一九五二年になるとIBM社が二進法・単一アドレス方式で一ワード三十二ビット固定長、二千四十八ワードを記録できる陰極線管装置を備えた「IBM701」を発表、翌五三年には十進直列処理・二アドレス方式で記憶装置に磁気ドラムを採用した「IBM650」を発表した。

IBM650は同社の405PCSを印字装置として継承できたため、既存の405PCSユーザーがこぞって650に移行した。IBM社は真空管式電子計算機でも戦略的に大きな成功を収めていた。

いずれもパンチカード式計算機の技術を継承しながら、データの表現方法に「ビット」「ワード」の概念を採用し

ていた。また「水銀遅延タンク」「陰極線管装置」「磁気ドラム」など、現在の電子計算機からは想像できないほど大がかりな内部記憶機構を備えていた。

内部記憶機構と原始的な電子回路を備えた電子計算機の登場に伴って技術者が考えたのは、電子計算機への命令を人間の言葉（英語）に置き換えることだった。それまでもコンピュータ・サイエンスの分野では、電子計算機用の「言語」がしばしば議論されていた。「コンパイラ」がそれだ。

人間が理解できる「言語」から電子計算機が理解できるコードを生成することができれば、電子計算機の利用はもっと簡単になる。当然の理屈だったが、初期のコンパイラとして登場した「ASSEMBLA」（アセンブラ）は、計算速度が遅くなるという理由で評判はあまりよくなかった。IBM社がASSEMBLAをベースにIBM605のために開発した「SOAP」（Symbolic Optimal and Assembly Program）はその代表とさうだった。

IBM社のエンジニアだったジョン・バックスは、一九五四年にSOAPの欠点を改良するアイデアを思いついた。ASSEMBLAは一つのステートメントを、その都度一つの機械命令に翻訳する。このために電子計算機のリソースを必要以上に消費していた。ところが電子計算機が行う

演算の方程式を、言語でダイレクトに生成することができれば、演算速度を犠牲にせずに済む。

「電子計算機がマシン命令に変換できる形式で、数学の計算式を記述する手段」といいかえていい。

当初、彼のアイデアには多くの技術者や数学者が疑問を示した。「コンパイル（翻訳処理）したコードは効率的に動くだろうか」というのである。

ところがバックスが開発した言語のコンパイル能力は、多くの疑問を払拭するのに充分だった。それは五七年に「FORTRAN」（フォートラン）の名で製品化された。原意は「Formula Translating System」（数式変換システム）である。

FORTRANは数学的な表現力に優れ、プログラムの保守性に富んでいた。数式用コンパイラであったために、ハードウェアの入出力制御や科学計算処理などに適していた。電子計算機は初めて、人間が理解できる言語を持つことができたのだった。

これを境に電子計算機にはプログラムが必要であるという認識が形成され、さらにプログラムを作成する技術者つまり「プログラマー」という職能者が認知されるようになる。

以後、FORTRANは様々なユーザーやメーカーが採

用した結果、多くの「方言」が発生した。このため国際標準化が進められ、並行してCやC++など、構造化プログラミング言語の原点となって現在に至っている。

「IBM701」のアセンブラ開発に従事していた五三年、彼は上司に高級プログラミング言語の開発を提案する報告書を提出して、予算の制約なしに開発が認められた。五四年に最初の論文がまとまった。「IBM数式変換システムFORTRANの仕様に関する予備レポート」がそれである。

五七年に実際に計算機で稼動するFORTRANが完成した。「IBM704」の科学技術計算用高級言語が提供されたことよって、ユーザーは機械語やASSEMBLAを知らなくてもコンピュータを利用できるようになった。IBM製計算機が大きく躍進するきっかけにはかならない。

~~~~~ 補注 ~~~~~

カトウ・サトリ 生没年未詳「加藤了」の表記が伝えられている。一説に「サトル」とも。詳細は伝わっていない。

チャールズ・イーガー Charles Edward Yeager / 1902-1962  
020。第二次大戦中に航空機の整備員として陸軍航空隊に配属された。しかし「飛ぶ方が楽そうだから」という理由でパイロットとなり、ヨーロップパ戦線で十六機のナチス・ドイツ機を撃墜した。その後、その技量を買われて、ライト・パターソン空軍基地でテストパイロットとなった。映画『ライト・スタッフ』の前半の主人公でもある。退役時の階級は空軍准将だった。

秋水 しゅうすい…第二次大戦末期の一九四四年、戦略物資と引換えにナチス・ドイツからもたらされた対高々度爆撃機迎撃戦闘機「メッサーシュミット Me 163B」(通称「コメット」)をもとに試作されたロケット戦闘機。本来は「Me 163」をそのまま量産する予定だったが、設計図や各種資料を積み込んだ潜水艦が沈没したため、ポンチ絵一枚から図面を起こすことになった。陸海軍統合戦闘機として開発が進められ、機体を海軍と三菱重工業が、ロケットエンジンを陸軍と三菱重工業が担当した。

四五年七月七日、海軍の横須賀航空隊追浜飛行場で大塚豊彦大尉により第一号機の試験初飛行が行われたが、高度三百五十メートル付近で失速し、飛行場西端に墜落、大塚大尉は翌日死亡した。原因は燃料パイプが通常の飛行機のように取りつけられていたことから、急上昇に入ったとき燃料パイプに燃料が流れないガス欠状態となったためだった。燃料配管を見直し三号機用のエンジン

を組み上げているうちに終戦となった。三号機のパイロットは「大空のサムライ」こと坂井三郎少尉だったという。

アタナソフ John Vincent Atanasoff / 1903-1965。ブルガリア移民の家に生まれ一九二一年フロリダ大学入学、二五年アイオワ州立大学大学院に進み数学を学んだ。二六年ウイスコンシン大学の博士課程に進み物理学を専攻、三〇年理論物理学博士号。アイオワ州立大学に戻って数学と物理学の助教授となり、モンロー計算機、IBMのPCSなどを研究する中で三六年アナログ計算機を作成した。こののち約三百本の真空管を使った計算機を完成させた。

クリフォード・ベリー Clifford Edward Berry / 1918-1963。生家が電気器具の修理店だったので、幼いころからラジオについて学ぶことができた。アイオワ州立大学に入り、一九三九電気工学学士、四一年物理学修士となった。アタナソフの助手として世界初の電子計算機を開発した。

ENIACの特許 公示されたのは一九六四年だった。のち、その特許はレミントンランド社が購入し「UNIVAC」ブランドの電子計算機が製品化された。ちなみに「UNIVAC」の命名者はエッカート博士とされる。

エッカート John Presper Eckert / 1919-1995。アメリカ合衆国フィラデルフィアに生まれ、四三年ペンシルベニア大学修士課程を修了した。アメリカ陸軍の要請を受けて四四年に始まった砲弾弾道計算装置開発プロジェクト「PX」に参加しそのチーフ・エンジニアとして回路設計を担当した。

モークリー John William Mauchly / 1907-1980。アメリカ合衆国シンシナティに生まれ、二五年ジョンズ・ホプキンス

大学に入学して工学と物理学を学んだ。四一年ペンシルベニア大学の電気工学者養成講座に参加したとき大学院生だったエッカートと知り合った。モークリーはそれ以前に独自の電気式計算機を作った経験があったので、アメリカ陸軍のための砲弾弾道計算機を作ろうとエッカートに持ちかけ、その提案が陸軍省に認められた。

**アタナソフの発明** 『ENIAC神話の崩れた日』最相力(雑誌「bit」共立出版、九九二年五月)によった。

**フォン・ノイマン** John von Neumann / 1903 ~ 1957。  
ハンガリーの首都ブダペストで生まれ、二一年ブタペスト大学に入って数学を専攻した。同時にベルリンに滞在しアインシュタインやシュミットなどの講義を聴き二三年にはスイス連邦工科大学で化学工学を専攻した。二六年ブタペスト大学から数学博士号を取得、ゲッティンゲン大学、ベルリン大学を経て三〇年アメリカ合衆国プリンストン大学の講師のち教授。三七年にアメリカ合衆国の市民権を得ている。

**クロード・シャノン** Claude Elwood Shannon / 1916 ~ 2001。  
ミシガン州に生まれ三二年ミシガン大学に入った。四〇年マサチューセッツ工科大学(MIT)で博士号を取得、のちペンシルベニア大学に移って研究生活に入った。四一年ベル研究所に入り五六年MIT教授、七八年引退。著名な論文「リレーとスイッチ回路の記号論的解析 (A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits)」は三七年に提出した修士論文である。

**ジェイ・フォレスト** Jay Wright Forrester / 1918 ~ 2016。  
第二次世界大戦中はブラウンの下でレーダーのアンテナや砲塔を制御するサーボ機構の開発を行った。一九四四年、MIT

で航空機のための高度なフライトシミュレータの開発を開始した。当初はアナログコンピュータを使う予定だったが、最終的に電子計算機を開発する「WHIRLED I」プロジェクトに発展し、さらに軍の戦闘情報システムの実験的開発プロジェクト「SAGE」(Semi-Automatic Ground Environment)となった。「力学系におけるオブジェクト間の相互作用のシミュレーション手法であるシステムダイナミクスの生みの親」とされる。

**トランジスター開発の三人** ジョン・バーディン John Bardeen / 1908 ~ 1991。ウォルター・ブラッテン、Walter Brattain / 1902 ~ 1987。ウィリアム・ショックレー William Shockley / 1910 ~ 1989。

**RR** レミントンランド社独自の設計になる電子計算機に付けられた。UNIVACの商標権はエッカート博士が持っていたためだった。

**BINAC** バイナック / BINay Automatic Computer。四九年にエッカート・モークリー・コンピュータ社が開発した初の二進法計算機。

**アドレイ・スチーブンソン** Adlai Ewing Stevenson II / 1900 ~ 1965。  
ロサンゼルスに生まれ二二年にプリンストン大学で芸術学位、二九年にノースウエスタン大学で法学位を取得した。のち民主党からイリノイ州知事となり、五二年民主党大統領候補に指名され、五六年の大統領選挙でもアイゼンハワーに敗れた。民主党の重鎮であって、ケネディ政権で国連大使。厳密には「アドレイ・スチーブンソン2世」だが、1世の存在は忘れ去られている。

**ジョン・バックス** John Warner Backus / 1924 ~ 2007。

一九二四年ペンシルベニア州フィラデルフィアに生まれた。四二年バージニア大学に入学したが、はじめに授業に出なかつたので退学になった。四三年徴兵で陸軍へ入隊したが、陸軍に所属しながらピッツバーグ大学で工学を勉強した。第二次大戦の終了とともに今度はニューヨークの医学校に入学したが、自分に向いていないのが分かつたので退学を申し出、同じニューヨークにあったラジオ・テレビ専門学校に入った。ここで数学の才能に目覚め、コロンビア大学数学科に入学した。これだけ大学を変転していながら、五〇年に修士号を取得している。平凡な授業に飽き足らない天才的な頭脳の持ち主だった。

# 日本IT書紀 092 技術の空白

著 者：佃 均

発行者：（特非）オープンソースソフトウェア協会  
<http://www.ossaj.org/>  
[info@ossaj.org](mailto:info@ossaj.org)

発行日：2023年4月10日

本作品は2004年-2005年ナレイ出版局より刊行された「日本 IT書紀」全5分冊を底本とし、原著者が一部改定を加えたものを複数の電子書籍に再構成して CC-BY-NC-ND ライセンスにより公開します。



© 2004 TSUKUDA Hitoshi (Licensed under CC BY NC ND 4.0)

本作品はCC-BY-NC-NDライセンスによって許諾されています。ライセンスの詳細な内容は <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ja> でご確認ください。