

日本IT書紀

022 道具から機械へ

02 溟滓篇
卷之三 薄靡

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。ライセンスの詳細内容は <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ja> でご確認ください。

第二十二

道具から機械へ

一

読者においては、前節「歯車式」で紹介した「IBMコンピュター・ミュージアム」からの引用を思い出したい。ただきたい。

当時の計算機械について、歴史家のダニエル・ブーアスティンは次のようにいっています。

「これらの機械は、銀行家や商人の日常の必要性に応えることになった。注目すべきはそれが天文学者や数学者ではなく機械技士の手によって成ったということである」

「これらの機械」とは、蒸気機関であり、歯車でありバネやシリンドラーで動作した。そして多くは産業用に作られたが、時として人を驚かすのが何よりも面白いという変り者が出現する。

フランスのジャック・ド・ヴォーカンソン、スイスのジャケ・ドローもその部類の人間だった。

ヴォーカンソンは一七三七年に等身大の「笛を吹く少年」を、一七三八年に、餌を食べ、水を飲み、鳴き声をあげ、排泄までする人工のアヒルを作って人々を驚かせた。

時計職人だったドローは、音楽を奏で、ペンで筆記し、油絵を描く三体のアンドロイドを製作した。

歯車とカムを巧みに組み合わせ、想定した動きを再現した。こうした機械仕掛けの人形は「オートマタ」と総称された。

当初は自分自身も驚き、他の人を驚かせるのが面白いという好事家がこれを購入した。次いでフランス・ルイ王朝の貴族階級ばかりでなく、産業革命によって誕生したブルジョア階級の嗜好品ないし愛玩物として、高額で取引されるようになった。

発明家たちは工夫を凝らし、一台のオートマタに複数の異なる動きを与える仕組みを考案した。その精密な機構こそ、実をいえば近代の精密機械装置の原点なのである。

自動演奏機というものがあつた。

音符を紙のカードに穿孔し、その孔をピンが突き出すと歯車が回転し、ゼンマイを動作させる。その信号に従って、バイオリンを弾く弓が動き、ピアノの鍵盤が琴線

を叩く。

オルゴールやオートマタは、金属の円盤やシリンドラーの突起がピンを動かして音を奏で、人形の手足を動かす。自動演奏機は反対に、穿った孔にピンが沈み、楽器が動くのである。

オルゴールにおける円盤やシリンドラー、自動演奏機における紙カードは、のちのレコード盤に相当する。別のものと取り替えれば、別の音楽を奏でる。その精緻な造りは初期の計算機とよく似ている。

自動演奏機はヨーロッパでは貴族や富豪の所有するものだったが、アメリカに渡って変質した。コインを投じると自動的に演奏が始まるジュークボックスになった。幌馬車を連ね、町々を巡回するサーカスや見世物興業に欠くべからざる装置として親しまれた。

山梨県側から三坂峠を越え、くねった山道を下りきったところに河口湖が広がっている。真正面の富士山が湖面に映り、両端がちよつと欠けたダイヤのマークのように見える。その湖畔にある鵜飼オルゴールの森美術館には、こうしたアンティークが展示され、実演を聞くことができる。

楽器を奏でるオートマタで埋め尽くされた壁は、おそらく宮殿内の教会に設けられていたのである。あるいは

は宝石をちりばめたシンキングボード、時報の代わりに演奏を奏でる中世の衣裳をまとった人形、ピアノをさらに大きくした箱型の自動演奏装置……。

アメリカでジュークボックスとして活躍した自動演奏装置は、紙カードのパンチに従って鋼鉄の爪がバンジョーの弦を弾き、バイオリンの弓を引き、ドラムを叩く。そういう情景を見るのは、二十一世紀のこんにちにおいてさえ、不思議な気分になる。

二

その原理をさかのぼると、ジャカル式自動織機にたどりつく。フランスのリヨンに生まれた機械職人ジョセフ・ジャカルが開発したとされるが、基本設計はジャック・ド・ヴォーカンソンが作成していた。最初は縦糸と横糸の動きを機械的に自動化した単純な装置だった。

布というものは、一連の縦糸に横糸を往復させて織り上げる。最も単純なのは、縦糸を交互に二分して上下させる。そのすき間に横糸を通せばいい。中国を源流とする東洋の織物は、従って織り目で文様を描くことがない。縦糸と横糸の色を変えることで、結果として文様になる。

ジャカルはその操作を機械に置き換えた。

彼が自動織機を考案したのは一八〇一年であったと記録される。この年の日本は、徳川十一代將軍家斉の寛政十三年／享和元年に当たる。干支が「辛亥」（革命が起ころとされた）のため改元となった。十返舎一九の『東海道膝栗毛』初刷りが店先に並ぶ前年である。

自動織機の動力は蒸気機関だった。厚紙に穴をあけ、ずらりと並んだバネ仕掛けで上下するピンの上を通していく。厚紙に開けた穴は色の糸に対応し、ピンが動くとその糸が織機に掛けられる。最初の織機は単純な仕組みだったが、彼はより複雑な文様を機械が自動的に編み上げるように工夫を凝らした。

そのおかげで、リオンは世界に冠たる織物の町になった。ちなみに彼の名は「ジャカード織」という布の名前に残っている。

さまざまな文様を表現できるように一行当たりの穴の数を増やしていった結果、ジャカールの紙カードは最終的に一行が四十五桁になり、現今のA3用紙より大きかった。ジャカールは人間の記憶と作業手順をハードウェアに置き換える仕事をした。

コンピュータの歴史についての書物では、
——ホレリスはこれにヒントを得た。

と簡潔に記述される。

ホレリスとは、のちにパンチカード式計算機を考案した人物だが、本書で彼が活躍するのはもうしばらくあとになる。というのは、紙のカードに穴を開け、それを計算機にかけることを最初に考えたのは、前節に登場した英国のケンブリッジ大学ルーカス講座教授だったチャールズ・バベージだからである。

前述したようにバベージは一八二一年に蒸気機関で動く計算機「階差機関」(Difference Engine)、一八三三年に「解析機関」(Analytical Engine)を考案したことで知られるが、そのうち解析機関の設計に当たって、複数の異なる方程式を組み合せた計算を機械が自動的に実行するには、計算機構が算出した数値を一時的に記憶する機構が必要と考えた。方程式と数値を外部から与えるためである。このために彼は二組のパンチカードを用意した。ただしバベージは解析機関を完成させる前に世を去り、パンチカードを実用化するにいたらなかった。

そこで——と、ホレリスの話に入る前に、一つ二つ語っておきたいことがある。パンチカード式とは別に、機械式計算機に画期をなしたマシンが存在する。

アメリカの西部開拓はカリフォルニア州のゴールドラッシュにひと段落がつき、南部では英国への綿花輸出が花

形産業になった。並行して五大湖周辺では鉄鋼業や機械産業が、中部では鉱業が勃興した。

ヨーロッパから遅れること五十年にしてアメリカに産業革命が波及したが、発明をひとつひとつ積上げて発展した英国と異なり、産業革命の機器や考え方がいきなり導入されたために、異質の資本主義、重商主義が形成されていた。

商取引が活況を呈した結果、「計算」の需要が沸き起こった。それは当然もことだったが、アメリカ資本主義はこの時点においてすでに独自の技術と設計による計算機を指向していた。ヨーロッパから輸入される歯車式計算機が高価だったのに加え、国産品の愛用が推奨されたのである。

こうした中で一八七九年のこと、オハイオ州デイトンでサロン（アメリカ西部劇にしばしば登場するバー、キヤバレー）を経営していたジエームス・リッティは、
——どうしたものか。

とため息を付いていた。

従業員が売り上げをごまかして懐に入れたり、客から金を奪ったりすることがしばしば発生していたためだった。彼は毎日の売上げを記録し、集計できる装置が必要だった。

一八七八年、ヨーロッパを旅行したとき、元機械工だった興味から、船長に頼んで機関室を見せてもらった。そこでタービンの回転数をカウントする装置を見た。タービンが十回転すると目盛りが一つ上がる。歯車とギアの組み合わせだった。それは時計の秒針、分針、短針の関係だった。六十秒で一分、六十分で一時間である。

帰国後、彼は自宅のガレージで、やはり機械工をしていた弟のジョンと共同で製作に取りかかった。あり合わせの部品をかき集めた雑な造りだったが、ともあれコインを自動的に数えることができた。

それというのは、他の店でも同じだろうと考えた彼は、一八八九年十二月、ナシヨナル・マニユファクチャリング社を設立して小売店の店主たちに売って回った。売り文句は「リッティの誠実な出納係」(Ritty's Incorruptible Cashier)だった。売れたのは数千台だったそうだが、出張販売の費用がかさんで期待したほどの利益は出なかった。

金銭登録機、すなわち「キャッシュ・レジスタ」と呼ばれるようになったのは、リッティの事業を継承したジョン・パターソンの命名によっている。のちのナシヨナル・キャッシュ・レジスタ (NCR) 社はここに源を発している。

銀行向けには、元銀行員で機械装置メーカーのボイヤーマシン社に勤めていたウィリアム・バロースが、表の縦列を集計する加算装置「カリキュレート・マシン」を発明した。

1から0まで縦十個のキーが横九列(白一、黒二、白三、黒一)で並んでいる。受領した現金を打ち込んでレバーを引くと集計結果が表示される。タイプライタの原理を応用し、集計結果を印字する装置を付け加えた。

それが完成したのは一八八六年だった。

ボイヤーマシン社のオーナーであるジョセフ・ボイヤーとバロースは、「カリキュレート・マシン」を生産し販売するために「アメリカン・アリスモメータ」という会社を設立した。この会社は一九〇四年「バロース・アツディング・マシン」と改称、さらにのち「バロース」社となった。

カネ勘定のための計算機は、まさにアメリカでこそ誕生したのだ。

三

商業分野だけでなく、政府も計算機を求めていた。

南北戦争で約七十万人の命が失われ、奴隷解放と公民権

法の施行で四百万人以上が新たに市民権を取得した。さらにゴールドラッシュで人口が流動し、ヨーロッパやアジアから移民が大量に——百万人の単位で——上陸した。このため連邦政府は遺漏なく税金を徴収し、選挙人を厳密に管理するために、人口を正確かつ迅速に把握することが必要になった。

連邦政府の国勢調査局 (United States Census) は一七九〇年から十年ごとに人口調査を実施し、五年おきに予備調査を行っていた。ところが一八八〇年の調査では、最終的な集計を出すのに七年もかかってしまった。駅馬車と鉄道で受け継いで調査票がワシントンまで届けられるうちに、封袋を紛失することもあった。どこに誰が住んでいるかすら分からないこともあった。

最大の問題は、それでは税金の徴収と四年ごとに行われる大統領選挙と下院議員の定数割り当てに不都合が起きることだった。憲法が保障する「法の下での平等」を広くあまねく施行し、国民がそれを実感するのは、税金と大統領選挙をおいてほかになかった。いかなる状況にあらうとも、国民の権利と生命を保障するのが国家である、というアメリカ民主主義の精神は、ヨーロッパ市民革命が生み出した崇高な理論の純粹培養にも見える。

ともあれ国政調査局は、様々な改善策を講じようと努力

したが、決定的な解決策を見つけないまま亡くなった。もちろん、計算器はすでに使われていた。手動式の、歯車とカムとバネでできた機械仕掛けの計算機である。

こうした機械仕掛けの計算機は、桁数が多い複雑な計算には向いていなかった。組み込む歯車とカムの数が多くなると、桁上がりのたびに歯車の動きが変調をきたし、計算の結果に信用がおけないことがしばしばあった。かつ、よく壊れた。

そこで国勢調査局は、「機械力による調査集計方式の研究」を開始した。調査集計の方法ばかりでなく、より大量のデータをより早く、正確に集計・分類できる新しい方式の機械装置を開発しようとしたのである。

最初の解決策を見出したのは、国勢調査室の統括者だったジョン・ショウ・ピリングスだった。ピリングスはしばしば若い官僚や研究者たちを自宅に招き、夕食を共にしながら話をした。若いころ軍医として参加した南北戦争の体験談や、軍医総監局の図書館長として取り組んだ図書目録（書籍五万冊、論文・小冊子六万編）の苦労話などだった。

そういう中で、

——チャールズ・バベージという英国の偉大な数学者が、カードに穴を開けることで情報を表現する方法を考

えたのだが、実現できないまま亡くなった。ということ部下の若い統計学者たちに話して聞かせた。

一八八一年の夏だった。

そのなかにハーマン・ホレリスがいた。

ホレリスはコロンビア大学を卒業し、博士号を持つ統計学者だった。

彼は博士の話からバベージが開発した「差分機関」や「解析機関」を研究して、パンチカード読み取り機構を電気回路に結びつけることを思いついた。そして彼は、そのアイデアを部下である機械技師のジェームズ・パワーズに話した。

どうすれば紙のカードに開けた穴から情報を読み取ることができるか。

するとパワーズがアイデアを思いついた。

水銀をいっぱい蓄えた小箱の上に、孔を開けた紙カードを置く。

その上から金属製のピンを下ろす。

カードに孔が開いた部分だけピンが水銀に接触する。すると、電流が通じる。

——うまくいくかもしれない。

四

紙カードは四十五桁×十二行で構成されていた。ジャカール式自動織機のカードの仕様をそのまま転用したためだった。孔が丸型だったのも、織機のピンの形状に由来している。ただパワーズとホレリスは、カードの大きさを当時の一ドル紙幣に準じることにした。

ホレリスは当初、「一般的なあらゆる用途に対応できる」ものとして三×五・五インチ（約七・五×十四センチ）のマニラ麻の繊維で作った紙を考えていた。しかし当時の一ドル紙幣を運ぶ箱にぴったり収まる大きさというところで、三・二五×七・三七五インチ（約八・二×十八・七センチ）になったというエピソードがある。

リッテイやバロースの機械式計算機がコインの集計を目的とする単体の機械だったのに対し、ホレリスが発明したパンチカード式計算機は、穿孔機、入力装置、作表機、計数機、分類機などで構成されていた。

異なる機能を持ついくつかの異なる機械を組み合わせて、カードから読み取った電気的命命をワイヤーで計算機構成に伝え、目的の計算業務を実行するのである。ワイヤー

のつながり具合を変更すれば、集計ばかりでなく分類処理もできる。ただし、彼が最初に作ったパンチカード式計算機は、集計する機能しか持っていなかった。

この機械装置は一八八九年にパリで開催された万国博覧会に出品され、他の計算器よりはるかに効率的であることを証明した。その結果、アメリカ国勢調査局は一八九〇年に実施する国勢調査の集計作業に彼のマシンを採用することを決めた。

ホレリスの計算機は一八九〇年に行われた人口調査で活躍した。従来の半分以下の二年半で、最終的な集計を出すことができた。

それから四年後の一八九四年、アメリカ特許庁はホレリスが申請していた特許を認可した。これを受けて彼は一八九六年に国勢調査局を離れ、「タビュレーティング・マシン」社を設立した。ときにホレリス三十六歳のことだった。

こうしてパンチカード式計算機の原理が確定した。

こののち、ハーマン・ホレリスの助手だったパワーズは、ホレリスの発明を改良して、カードの穿孔を機械的に読み取る集計・分類機を考案した。ホレリスが取得した一連の特許の有効期限が切れるのを待っていたとも考えられる。

これがパワーズ式計算機で、その完成は一九〇六年とする説と、一九〇七年とする説があつて定かではない。パワーズも独立して「パワーズ・アカウンティング・マシン」社を設立した。

パワーズ式計算機は「二斉穿孔方式」を採用している点で、ホレリス式より優れていた。国勢調査局は一九一〇年の調査のとき、使用する計算機をパワーズ式に切り替えた。この方式は特許となつたため、タビュレーティング・マシン社は類似の機構を取り入れることができなかつた。このためにホレリスの事業は、順風満帆とはいかなかつた。

一九一〇年の国勢調査でパワーズ式計算機に敗れたのを契機に業績が低迷し、実業家で産業用機械メーカーの創業者であり、かつ投資家でもあつたチャールズ・フリントの援助を仰がざるを得なくなつた。ホレリスは若いときの名声に依存し過ぎた。結果、計算機に新基軸を打ち出すことができなかつた。

先々の理解を補足するために書くと、タビュレーティング・マシン社は一九一一年、チャールズ・フリントが所有していたにインターナショナル・タイム・レコーディング社、コンピューティング・スケール・オブ・アメリカ社と合併して、「コンピューティング・タビュレーテ

ィング・レコーディング」(CTR)社となり、二四年に社名を「インターナショナル・ビジネス・マシーンス」(IBM)に変更した。

一方のパワーズ・アカウンティング社はしばらくパンチカード式統計会計機械装置の市場を牽引したが、資本の理論に太刀打ちできなかつた。一九二七年、タイプライタとライフル銃で大きな資本力を持つていたレミントン・スタンダード・タイプライタ社が、計算機の将来性を見込んでパワーズ社を買収したのである。この会社がのちに「UNVAC」ブランドを生むことになる。

~~~~~ 補注 ~~~~~

ジャック・ド・ヴォーカンソン Jacques de Vaucanson / 1709 ~ 1782。手袋職人の家に生まれ、時計職人となることを目指した。外科医から解剖の知識を得たことで、人の血液循環や呼吸、筋肉の動きなどを機械に移すことを考えた。オートマタのほか、金属製の旋盤も開発した。

ジャケ・ドロール Pierre Jaquet-Droz / 1721 ~ 1790。歯車とカム その組み合わせとタイミングがプログラムの原理となっている。メカ的なソフトウエアということになる。

鵜飼オルゴールの森美術館 のち「河口湖音楽と森の美術館」と改称した。山梨県南都留郡富士河口湖町河口に所在する。スイス、フランス、ドイツで作られたオルゴール約五十点、自動演奏楽器約百点を収蔵、一部を展示する。収集品はほぼすべてが演奏可能という。

ジャカール Joseph Marie Jacquard / 1752 ~ 1834。ジャカールが考案した自動織機は、東京農工大学の織維博物館に展示されている。

ルーカス講座 ケンブリッジ大学で最も権威のある講座で、アイザック・ニュートンもその教授を務めていた。

自動織機の紙カード 自動織機に使用された紙カードは家庭用のまな板ほどもあった。もう少し具体的にいうとA3用紙より大きい厚紙でできたジャバラだった。

バページの紙カード のちに息子のヘンリー・バページが父の業を継いで簡易な階差機関を完成させたが、パンチカードを使って

複雑な計算を行う解析機関は、そのアルゴリズムが理解されなかったために、ついに実現しなかった。

ジョン・パターソン John Henry Patterson / 1844 ~ 1922。

ウィリアム・バロース William Seward Burroughs I / 1857 ~ 1898。

ジョセフ・ボイヤー Joseph Boyer / 1848 ~ 1930。

ジョン・シヨウ・ビルリクス John Shaw Billings / 1833 ~ 1913。南北戦争で北軍の軍医として前線に赴き、一八六五年、合衆国軍医総監局図書館の館長となった。一八七六年、五万冊の書籍、六万冊の小冊子、様々な論文の目録と主題索引を完成した。一八九五年ニューヨーク公共図書館館長。米図書館協会会長を歴任した。

ホレリスが取得した特許 タビュレータをはじめとする一連の機械装置のほか、紙カードに穴を開ける器具（穿孔具）も特許を取得している。それは鉄道駅員や車掌が切符に鉄を入れるのを見て思いついたものだったが、器具に紙カードのテンプレートを付けて穿孔場所を特定できるようになっていた。

チャールズ・フリント Charles Ranlett Flint / 1850 ~ 1934。メイン州トマソンに生まれ、ブルックリン・ポリテクニク・インスティテュート（のちのニューヨーク大学タンソン技術学校）を出た。チリのニューヨーク領事、ニカラグア総領事などを歴任した。日本とのかかわりでは、一八九三年、チリ海軍から戦艦「エスメラルダ号」を買い、エクアドル経由で大日本帝国海軍に売却した。同艦は防護巡洋艦「和泉」の名で義和団の乱の鎮圧、日露

戦争の旅順攻略戦、日本海海戦に参加した。

# 日本IT書紀 022 道具から機械へ

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。