

# 日本IT書紀

## 021 歯車式

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。

第二十一

齒車式

一

シツカートの計算機（一六三三年）からモーランドの加減算計算機・乗算計算機（一六六六年）まで、おおむね十七世紀の前半について、岩波版『日本史年表』に目を転じる。

一六二三年は元和九年に当たり、二月に松平忠直（家康二男・結城秀康の長男、北ノ庄三十二万石）が豊後國府内に配流され、三月には上杉景勝が六十九歳で没している。七月に徳川二代將軍秀忠が嫡男・家光に將軍職を譲り、徳川宗家の基盤が固まった。

三代將軍家光の寛永十二年（一六三五）、「武家諸法度」寛永令が公布され諸大名の参観交代が制度化された。同十六年（一六三九）、第四次鎖國令が出て外交と交易の窓口が閉ざされた。

クロムウェルがイングランドに共和制を敷いた一六四八年は、二月に元号が「正保」から「慶安」に変わり、八

月に中江与右衛門（藤樹）が近江國高島で亡くなった。將軍家光を前面に立てた老中・松平伊豆守信綱による幕政改革がほぼ完了した時期だった。

以後、安定した幕藩体制が続くのだが、こと「計算」に限ると、より精緻さを求める力が強まっていく。それは年貢の徴収と、それにかかる検地（土地の計測と吟味）が、官吏の主要な仕事になったからなのだが、測量の道具といえば農地の角々に立てる目印の梵天竹、直線距離を測る水縄、方位・角度を測る方儀や杖先椀架羅針、見盤台、分度器、規（ぶんまわし・コンパス）など、すべて人の手を必要とした。

その作業には、耕作地を二筆ごとに矩形と見做す十文字法と用水や崖などによる街区を測る周冊法が用いられ、与力・同心以下おおむね十五人ないし二十人の一隊で行われた。筆役が測量値を筆記し、それをもとに面積を算出したのだが、その知識と技術は一家相伝に準じていた。

それがゆえに代官は世襲となり、検地と年貢の徴収を合理的に、少人数で行う発想が生まれなかった。十露盤と算本と棒計りで用が足りたし、雇用者を「口」で表記したように飯を食わせる（食する米をあてがう）という考え方があった。労働対価の概念がなかった。

一方、事務方の算術は「関の和算」に結実した。

和算は幕府の勘定方や幕領代官、大名家の納戸役に必須の知識・技能とされ、さらには庶民の知的好奇心を刺激した。円の内径に接する複数の円の面積を求めよ、というような難問が示され、それを解決できた記念に神社などに額を納める風習が広まった。

ただそれは庶民の知的好奇心を満足させるとどまつた。また山人形や茶坊主人形は、筐体に組み込まれた竹籤(たけひご)と鯨髭(くじらひげ)のバネとゼンマイ、竹製の多段型歯車がソフトウェアの役目を担っていた。

筑後國久留米のからくり儀右衛門が製作した「萬年自鳴鐘」が、西洋の歯車式計算器に匹敵するレベルだった。複雑な計算理論、計算式を駆使して数値を算出するより、時刻と天空の動き、季節の移ろいを立体的な形で示す手法は、強いていえば、オブジェクト指向の先駆的な事例と言えないこともない。

二

地震や大火、台風などの自然災害、天候不順による飢饉などはあったにせよ、日本が閉ざされた世界で平和を享受していたとき、欧州キリスト教世界、いわゆる西洋はアフリカ、アジアに植民地を広げていた。喜望峰回りの

インド・太平洋航路がその基礎となった。

前史の第三期はライプニッツの計算機からバベージの計算機まで、約百五十年間を指す。計算のための道具(ネピア・ボーンズ)から初期の歯車式計算器(モーランド)までは四十年だったのに対し、二進法と多段型ギア(まことに不釣り合いな表現だが「ハードウェアに付されたソフトウェア」を組み込んだ機械式計算機まで、その四倍の時間を要している。

実際、計算機の開発は十八世紀に一度とだえた、と言っている。後述するように、ライプニッツからハーンまで、八十年の空白がある。この空白が何ゆえに生じたのかだけ、おそらく一篇の論文ができあがる。

かいつまんで要点をいうと、西暦一七〇〇年代というのはヨーロッパ列強による植民地拡大競争で帝国主義的な志向が強まった時代だった。王位の継承、戦争と協約、経済法制と科学技術は、すべて植民地からの収奪とその権益をめぐって展開した。

この時代のヨーロッパ人にとって、アフリカ、中近東、アジア、アメリカ、オセアニア(つまり自分たちが住んでいる場所以外のすべての地域)は、勝手放題で欲しいモノを手に入れることができる池であり鉱山であり農場だった。原価を気にすることなく消費できたし、資源が枯

渴するなどということは想定だにしていなかった。

大西洋を往復するアフリカ⇨アメリカ航路、インド洋と太平洋を行き来するアフリカ⇨インド⇨中国航路に船を走らせれば、何でも手に入った。そうなると何ごにつけ、どんぶり勘定になってしまふ。だから新しい計算機は要らなかつた。

歯車式計算機は次のようである。

一六九四年 ライプニッツ（ドイツ）の計算機

一七七四年 ハーン（ドイツ）十二桁計算機

一八二〇年 コルマー（フランス）の「Arithmo meter」  
（アリスモメーター）

一八二一年 バベージ（イギリス）の「差分機関」

一八三三年 バベージ（イギリス）の「解析機関」

シッカートの計算機が計算器と歯車式計算機の橋渡し役とすれば、ライプニッツの計算機は歯車式計算機と機械式計算機の橋渡し役ということができる。

ゴットフリート・ライプニッツは神聖ローマ帝国の哲学者、法学者、数学者、神学者とされる。十五歳でライプツィヒ大学に進んだというから、たいへんな英才だった。一七〇三年、中国・北宋の邵雍が作成した易経六十四卦

の生成図「先天図」——ルイ十四世の使者として中国・北京に赴き、清帝国の第四代康熙帝と面会したイエズス会の宣教師ジョアシャン・ブーヴェがライプニッツに贈った——に二進法が使われていることを発見し、自身が編み出した二進法が正しいアプローチであることを確信した。

彼が考案した計算機は、「パスカリーヌ」を改良したものであった。ただしライプニッツは天体の軌道を正確に計算するために作った。動機はネイピアやシッカートと違わなかつたが、のちに「カム」と呼ばれるようになる変形円盤と歯車を組み合わせて装置の動きを制御する仕組みを發明し、自身が考案した二進法を取り入れた。

また二進法によって「カネ」の計算も楽になった。通貨の上位と下位の交換レートがどうであれ、前もって一定数に設定しておけば、正確に桁上がりするのである。これによって複雑を極めた貨幣を自動的に計算することが可能になった。その役割はのちのキャッシュユ・レジスターか電卓にほぼ等しい。

### 三

ケンブリッジ大学教授のチャールズ・バベージが開発した「階差機関」と「解析機関」は、対数表を正確に計算

することに目的があつた。産業界で三角関数や平方根が盛んに利用されるようになったのが背景だつた。

出版される対数表に誤りが多く、バベージはその一々にクレームをつけることで有名だつた。バベージは利用者が自分で対数表を作成できるようにする必要を訴え、英国政府はそのために十年間一萬七千ポンドの予算を投入つけた。

「階差機関」と「解析機関」はその成果だつた。足し算・引き算のための歯車式計算機から、蒸気機関を動力源とする計算のための機械装置に、バベージは階段を一步上つた。一八四〇年、バベージはイタリアに招かれ「解析機関」に関する講演を行つた。その際、政治家で軍事技術研究家のルイジ・メナブレスが講演録をまとめ、バベージ研究所に勤務していたオーガスタ・エイダが一八四二年から四三年にかけて、詳細な注釈を付けて英語に翻訳した。そこに方程式をパンチカードに変換する手法が記載されることから、それが「プログラミングの最初」とされる。

階差機関と解析機関はともに未完だったが、二十一枚の図面と写真図をアメリカのミネソタ大学チャールズ・バベージ研究所（CBI）が保管していた。それをもとに一八九一年に英科学博物館が復元を試みた。

その作業は困難を極めた。ヤカンに沸かした湯の蒸気

で歯車が動作するのはすぐに分かつた。しかし分銅器のようなものがあつたり、ピストンがあつたりして、それぞれがどのような働きをしているのか、最初はさっぱり見当がつかなかつた。

やがて機械部品の組み合わせと働きが分かつてきた。驚くべきことにバベージの解析機関には、現在のコンピュータのほとんどの基本原理が組み込まれていたという。

しばしばコンピュータの発達史では、ライプニッツが前振りとして語られ、次にバベージに若干の行数が割かれ、そのあとホレリスに飛躍する。なるほどチャールズ・コルマーやボールドウインはライプニッツの模倣かもしれないが、産業史的に見るとこの二人は画期的な仕事をした。計算のための機械装置を量産して売ることがちえんと商売になることを示したのである。

一八二〇年のことだったが、フランス学友協会がライプニッツの計算器を復元し実演した。ためにしに数値を入力したところ、通常の計算業務であれば十分に役立つことが分かつた。そこでチャールズ・コルマーは私費を投じて製品化し、「アリスモメートル」の名でフランスで販売した。

英国の国籍も持つていた彼は、英国ではトーマス・コ

ルマーと名乗っていた。このためアリスモメートルは「トーマス式」と呼ばれ、初期のモデルは世界で約千五百台が販売された。世界で最初に量産され商業的に成功した計算機とされている。

#### 四

近代工業と資本主義の時代になると、再び計算機の開発が始まった。この時代にいたって、ようやく人々は「機械を機械で動かす」ことを考えるようになった。別の言葉でいえば、「自動機械」とか「装置」という考え方が生まれた。自動織機や自動演奏装置が発明され、機関車や自動車が始まり、工業の時代が始まった。

計算機の開発においては、ドイツ、フランス、イギリスが先行し、十九世紀末にいたってアメリカが台頭した。こと計算機について、アメリカが台頭した理由は、つまり誰が何のために必要としたか、という質的な変化を読み取らなければ理解できない。

ヨーロッパにおいては星の軌道を予測するためだった。数学の仮説を証明するため、あるいは会計士や税理士が富豪や商人のコインを数えるために必要とし、さらに船乗りが適正な航路を割り出すために使った。これに対し

アメリカでは企業が経営のため（まさに「カネ」のこと）に使ったのだ。

#### 前史第四期

- 一八七五年 ボールドウィン（アメリカ）の計算機
- 一八七五年 オドナー（スウェーデン）「ブルンスビガ」
- 一八七九年 リッテイ（アメリカ）の計算機
- 一八八四年 ホレリス（アメリカ）のパンチカード式計算機
- 一八八六年 バロース（アメリカ）の分類集計機
- 一八八九年 レオン・ボレーの乗算器
- 一八九三年 オットー・シユタイガー「ミリオネア」
- 一八九七年 テートス（イギリス）の計算機
- 一八九七年 ドール・E・フェルト（アメリカ）「コンプトメーター」
- 一九〇三年 矢頭亮一（日本）「ヤズ・パテント・アルスマートル」
- 一九〇六年 川口市太郎（日本）「川口式計算機」
- 一九〇七年 パワーズ（アメリカ）のパンチカード式計算機
- 一九一二年 大本寅次郎（日本）「虎印計算器」
- 一九一四年 モンロー（アメリカ）の計算機

パワーズ・タービュレータ

プレ電子計算機

- 一九二五年 ブッシュ（アメリカ）のアナログ計算機
- 一九三七年 エイケン（イギリス）「ASCC」
- 一九四〇年 ベル研究所（アメリカ）「モデル1」
- 一九四一年 コンラッド（ドイツ）の計算機「Z3」
- 一九四三年 イギリス郵政省付属研究所「コロツサス」

ボールドウインは、一から九まで異なる数の歯車で計算する仕組みを考案した。これだと数式が異なるたびにギアを変えなくて済む。かつ他の発明家と違ったのは、計算機のビジネスに積極的に取り組んだことである。

ウィルゴット・オドナーから「ブルンスビガ」の特許を購入しフランス、ドイツ、スウェーデン、スイスなどで販売したことはあまり知られていない。

ホレリスのパンチカード式計算機は現在のコンピュータにつながる直接の先祖とされる。しかしそれであっても、バページの原理を応用しているという。ホレリスはボレーの乗算機を組み込み、バロースが考案した印字装置を付けた。のちのUNIVACにつながるパワーズ式集計機にあっては、ホレリスの特許期間が切れるのを待つ

て、その改良版として発売されたようなものだった。

エイケンの「ASCC」から真空管の時代に入る。

再び「IBMコンピュータ・ミュージアム」からの引用。

一九世紀末のわずか数年間に革新的な計算機械がいくつも考案されました。

若い機械技士ドール・E・フェルトはマカロニが入っていた古い箱を使ってコンプトメーターと呼ばれる計算機械を発明しました。これはキーボードで動く初めての計算機であり、一の桁、一〇の桁、一〇〇の桁にそれぞれ別の鍵盤群を使用していました。ウィリアム・S・バロースは集計結果を記録する機能を持った加算器を考案しました。

ジエームス・リッティは初めてキャッシュ・レジスターを発明し、それまでたびたび釣り銭をくすねていた手癖の悪い事務員達をがっかりさせました。

当時の計算機械について、歴史家のダニエル・ブーアステイ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」

## ~~~~~ 補注 ~~~~~

鎖国令 文書としての「鎖国令」は存在していない。元和二年(一六一六)の二港制限令、寛永十年(一六三三)の奉書船令、同一年の出島建設および島原の乱に代表されるキリスト教徒への弾圧などを総合したもの。

代官 江戸時代、幕府が任命した代官は数学の知識と実践能力を備えていた。水利改善のための土木工事や架橋、築堤、検地、徴税ばかりでなく、収納した農産物の管理や輸送、治水工事のための測量など、その能力が幕藩体制の安定をもたらしたともいえる。

関の和算 関孝和(せき・たかかず/1637?~1708)が独自に編み出した数学で、多元連立方程式、平方根、円周率、級数、微積分など高度な数学理論が形成されている。「関流算術」として各藩の御納戸役必須の学問となった。関は「算聖」とも称されている。

からくり儀右衛門 田中久重・たなか・ひさしげ/1799~1881。

ゴットフリート・ライブニッツ Gottfried Wilhelm Leibniz/1646~1716。

ジョアシャン・ブーヴェ Joachim Bouvet/1656~1730。  
チャールズ・コルマー Charles Xavier de Colmar (フランス名)

または Thomas Colmar (イギリス名) /1785~1870。  
彼の機械装置は「コルマーの計算機」とも「トーマス式」とも呼ばれる。製品名は「アリスモメートル」。

バベージ Charles Babbage/1792~1871。イギリスに

大陸式の微積分学を広めた数学者集団「アナリティカルズ」の中心人物で、ケンブリッジ大学のルーカス講座で教授を務めた。理論数学者としての評価はフランスやイタリアでも高かった。名前の読みは「バベッジ」とする表記もある。

ルイジ・メナブレス Luigi Federico Menabrea/1809~1896。

オーガスタ・エイダ Augusta Ada Byron/Augusta Ada King/1815~1852。バベージの計算機はプログラマブルではなかったもので、オーガスタ・エイダが作成したのはプログラムというよりマシン語の記述法というのが正しいとする指摘もある。

ボールドウィン Frank Stephan Baldwin/1838~1925。

リテイの計算機 ジェームス・リッティ James Litty/1836~1918)が一八八四年十二月、考案し製品化した。機械装置が好きだった彼は八二年にヨーロッパに渡ったとき、客船の機関室を見学した。タービンの回転数をカウントする装置を見て帰国後に、自宅のガレージであり合わせの部品を集めてコインを自動的に数える機械を考案した。これを販売するためナシヨナル・マニユファクチャリング社を設立し数千台を売った。

ウィルゴット・オドナー Willgot Odner/1845~1905。  
1875年に考案した計算機を「ブルンスビガ」の名で発売し、1878年に特許を取得した。1917年までに3万台を販売した。大阪市の日本生命ライブラザに保存展示されている。

ホレリス Harnan Holers/1860~1929。彼が最初に作製したマシンは人口調査に限定したもので、「センサス・カウンティング・マシン」と呼ばれた。

バロース William Burroughs/1857~1898。印刷機能を

備えた最初の計算機を開発しバロース社を設立した。低価格だったため、金融機関の支店などが購入した。

ボレーの乗算器 レオン・ボレー (Léon Bollée / 1870 ~ 1913) が十九歳のとき、父・アメデー・ボレー (Amédée Bollée) が生産する蒸気自動車の高確性を高めるために考案した。パリ博覧会で金賞を受賞した。この機能をホレリスが採用し、統計会計機械装置が完成した。

ミリオネア 一八九三年に初期モデルが作製され、一九三五年までに四千六百五十五台を販売した。第一生命が一九〇三年(明治三十六)に輸入している。

テートスの計算機 日本に初めてもたらされたのは一八九七年(明治三十)十一月だった。現機が大阪市の日本生命ライフプラザに保存展示されている。

フェルト Dohle E. Felt: 「コンピューターター」は初めてキーボードを備えた計算器だった。米海軍で使用された。

パワーズ James Powers / 1871 ~ 1927。

モンロー Monroe / ジェイ・ランドルフ・モンロー三世 / 1883 ~ 没年未詳。ボールドウィンと協力して一九一二年、科学技術計算にも耐え得る実用計算機を作製し、モンロー・カリキュレーター・マシンス社を設立した。キーボードを採用し、操作性がよかったことから全一九一四年から世界で販売され、日本では一九一八年に丸善が輸入代理店となっている。

ブッシュ Vannevar Bush / 1890 ~ 1974。

マサチューセッツ工科大学(MIT) 在学中はアナログ計算機の開発を行っていた。第二次大戦とともに全米科学研究機構(NF S)の初代所長に就任し、原子爆弾開発プロジェクト「マンハッ

タン計画」に参加した。このとき膨大な資料を関連付けて記録しておく方法を考え出し、「MEMEX (Memory Extension)」と名付けた。その論文のちにマイクロフィッシュ・システムの実現に結びついた。

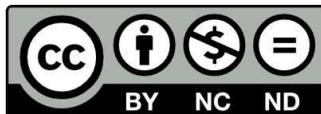
# 日本IT書紀 021 歯車式

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。