

川口式電気集計機及び亀の子型穿孔機

和田 英一

((株) IJ インノベーションインスティテュート)

その来歴

情報処理技術遺産に認定された川口式電気集計機については、1906年2月25日刊行の「統計集誌第299号」に、花房直三郎統計局長の解説¹⁾が掲載されていて、その詳細を知り得る。ところどころを引用すれば、

「此の川口式電気集計機は通信技師川口市太郎氏の発明せる所なり此の機械は統計表を製するために小票を数ふるの機械にして数を算出する機械にあらず語を換へて之を言へば計機にして算機にあらず此の点は初めより予め之を記憶せんことを要す例へば二二が四又は五に五足の十と云ふが如き結果を得るの機械にあらずして小票を一枚二枚三枚と一枚宛数へて積んで十万百万の大数に至る機械なり其の用法の詳かなるは之を後に譲り先づ簡単に此の機械発明の来歴を述べべし」

「電気を以て統計の小票を数ふるは千八百九十年に於ける米国の「センサス」及澳国の人口調査を以て嚆矢とす」「米国に於て千八百九十年及千九百年に使用し及仏露両国に於て使用したるものはホルレリス氏の発明せし旧式の機械にして其後千九百年の米国「センサス」事務の終局の頃(千九百二年中)ホルレリス氏は其の機械に大改良を加へたり」

「国勢調査の経費は明治三十六年度より継続費として請求せざるべからざりしが故に予算は右の如く単に手力を基礎として調査したりと雖若し電気機械にして使用し得べくんば独り経費を減少するのみならず事務の組織も稍簡便なることを得べきを以て当時一面には内閣より逓信省に照会し其の研究を依頼し予は命を承けて同省電気試験所長工学博士浅野応輔氏及当時の電信灯台用品製造所長(現任経理局長)関宗喜氏に謀り同省に於ては浅野博士及製造所技師川口市太郎氏其の研究に着手したり之を今回発明の端緒とす」

「特に米国に於てはホルレリス氏に面して機械買入の方法を議したるも其の結果として買入若くは賃借の甚だ困難なるべきを信ずるに至れり是に於て帰朝の後関村重両属の意見を用ひ明治三十七年度に於て試験の爲め人口動態統計の一部の用に供すべき一台の機械を製作せんことを上申し遂に内閣より之を逓信省に注文し川口氏始めてその実験に従事することを得て終に此の機械を完成するに至れり」

「此の機械の研究に当り最も困難を感じたるは一方に於て川口氏は独りホルレリス氏の機械を目撃したることなく且つ其の機械の内部の構造を知るべき材料を有せざるのみならず統計製表の技術に至りても曾て之を見聞せしことなきが故に機械の製作に重要な計器の配当、分類函の用否は予等之を立案せざるべからず而して予及関村重両属は機械並に電気の知識を欠けるを以て双方共に暗中物を探るの感あり然るに川口氏は終に能く此の暗中より之を案出し而して其の成る所の機械は之をホルレリス氏の新式に比すれば遠く及ばずと雖其の旧式並びに澳国式に比すれば或る点に於て優れる所あるが如き結果を得たり即ち此の機械を以て之を川口氏の発明とし特に川口氏の名称を附するに躊躇せざる所以なり然れどもこの発明に就きては前に述べたるが如く計器の配当、分類函の用否は重要な事項にして其の研究に苦心せる関村重両属の労も亦謝せざるべからず」

Hollerith の特許

A Computer Perspective²⁾ の22ページあたり(原著、和訳とも)に、Hollerithが集計機を発明した頃の記述がある。「第11回目の米国国勢調査はデータ処理で困難に直面した。1880年の国勢調査で集められた数値は、1887年になってもまだ分析が終わっていなかった。こ

の調子でいくと、とくに人口増加を考えると、1890年のデータは完全に分析される前に古くて役に立たなくなってしまうだろう。」「国勢調査局は、効率のよい調査処理方式を選ぶために競技会を催した。ヘルマン・ホレリスは電気作表機を出品して、この競技に優勝した。」

Herman Hollerith の統計機の特許は、Google Patents で US Patent 395781 を探すとすぐに見つかる³⁾。しかしこの Web ページは、図はあるが、本文は複写なので、読みにくく、Google で直接探した文献⁴⁾の方が読みやすい。

図-1 に示すように、中央の机の上のプレス（回路制御機構）P、右下の分類箱 R、右上の機械式カウンター、左上のスイッチ版などから構成されている。

Hollerith はこの前に、別の特許を申請していて、それでは、カードの代わりに紙テープを使っていた。テープでは分類箱に入れることができないので、カードに変更した。記録カード (record card) には個人名なども書き込めるので便利であった。修正も楽。

統計項目 (statistical item) に対応して、カード上に指標点 (index point) が決まる。そこに穴を開ける。そのカードをプレスで読み取るのである。

盤 B の奥と左にカードを位置決めするストッパー b^2 があり、それに接するようにカードを B の上に置く。

ハンドル b^7 を下ろすとプラテン C が B と平行に降りてきて、C にあるピン c がカードの穴を通過し、その下の水銀壺に届き、回路が形成され、その統計項目に対応したカウンターが1増える。

しかし組み合わせた項目の統計をとるには、カードを分類すると便利である。たとえば男性と女性のそれぞれについて、未婚、既婚、離婚、死別の数を知るには、まずカードを男性と女性に分け、それぞれのグループについて、再度統計をとる。その男性と女性の分類などのために、分類箱も用意されている。

図-2 は特許では Fig.4 の分類箱で、カードの入る、蓋つきの区画があり、蝶番についているばねで蓋が開くようになっているが、通常はフックで蓋が閉じている。カウンターを増やすと同じ電流により、電磁石 R^2 が作動し、フックを外すので、対応する仕切りの蓋が開く。オペレータは、その開いた区画に手でカードを投げ込み、手で蓋を押して閉める。

凝っているのが接点である。プレートの上の板から、カードの穴の位置に対応した多くのスプリング付きの針が下向きで出ている。図-3 a にはその1本を示す。C が上の板、B が下の板である。下の板にはカードの穴に対応した位置に穴が開いており、その直下に水銀を入れた壺が置いてある。B の上に読み取るべきカードを置き、

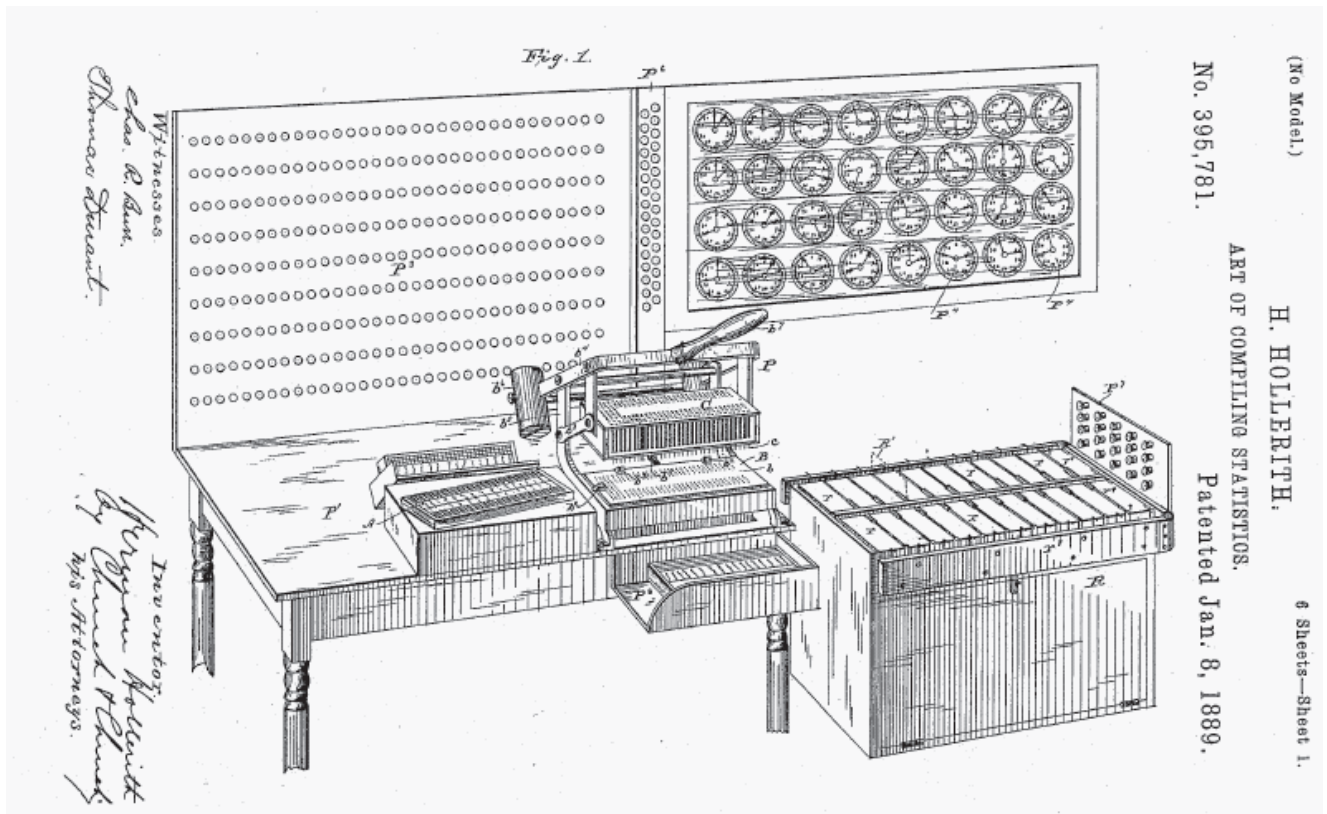


図-1 Hollerith の米国特許 395781 の Fig.1

Cを押し下げると、カードに穴があれば、bのように針は水銀に届き、スプリングの上と水銀の下の回線が接続状態になる。一方cのように、カードに穴がないときは、針はBの穴に入ることができず、スプリングが縮み、回線は切断状態のままである。

穴に対応した統計項目で直接集計するのは簡単だが、項目の組合せを集計するには、リレー回路を利用する。特許にはその辺も詳しく書いてある。統計項目が白人(W)、黒人(C)、在住者(N)、外国人(F)、男性(M)、女性(F)であり、在住白人男性 nwm, 在住白人女性 nwf, 外国白人男性 fwm, 外国白人女性 fwf, 黒人男性 cm, 黒人女性 cfを集計するのは、**図-4**のようなリレー回路を使う。さらにこれを改良した回路も提案してある。特許のFig.6は遙かに複雑に描いてあるが、筆者流に描き直すと**図-4**のようになる。この図には、Gという共通の水銀壺が描いてある。これは調査項目の穴とは無関係の位置にあり、この針は他より多少短いか、水銀の面

が僅かに低いか設定してある。つまり、このGの接点が最後に閉じたとき、全部のリレーに電流が流れ、この接点が最初に開いたとき、電流が切れる。コイルの電流が切れるのだから、スパークするわけだが、そのスパークをGの接点が一手に引き受ける仕掛けになっていた。

手動でカードを投げ込むなどは、1960年代の高速ソータを知っている我々からみると、いかにももたもたしているが、ここに入れろとばかり、仕切りの蓋が自動的に開いてくれると、入れ間違えがなく、正確に分類できたはずである。人間工学に基づいたすぐれた設計といえる。プレスのハンドルについているカウンターウエイトも心憎い。

Hollerithの集計機は、東京理科大学の近代科学資料館に、その複製品が展示されている(**図-5**と**図-6**(こちらは後述の亀の子型穿孔機に対応))。

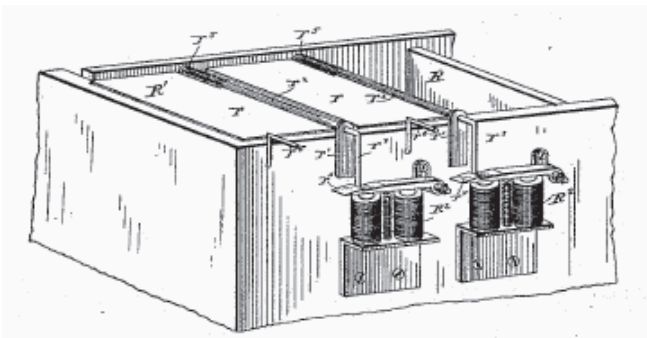


図-2 Hollerithの分類箱 米国特許 395781の Fig.4

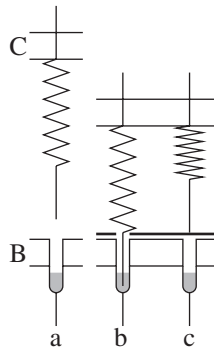


図-3 水銀を使った接点

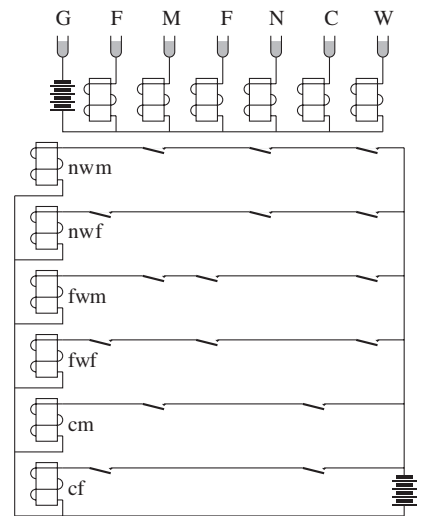


図-4 リレー回路

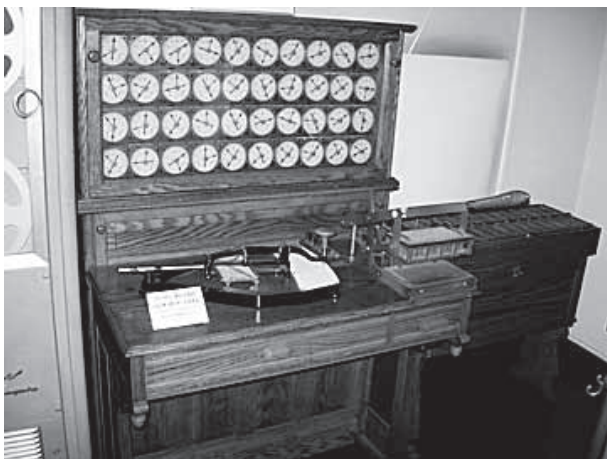


図-5 Hollerithの集計機



図-6 Hollerithの穿孔機

川口式電気集計機

さて、遺産の川口式電気集計機は現在、新宿区若松町にある総務省統計研修所統計資料館が保管展示している(図-7と図-8の写真は山田昭彦氏の撮影されたもの)。図-7が正面で、計器盤が見える。右のノッポのものが、分類箱である。「吾人と相対して右方に直立せる木製の一長函あり函内左右の両側に各六分架合計十二分架を有す此の函を分類函と称す」分類箱の横に立つと、私の身長($\sqrt{3}$ メートル)より少し高いが、相手は20cmくらいの台に乗っているの、まあ私と同じ程度である。

分類箱の蓋を開くと、図-8のように電磁石がたくさん並んでいる。プレスはどこにあるかというと、この分類箱の上に乗っているのである。つまり Hollerith の機械の場合は、蓋が開くだけで、カードは人が入れていたが、川口式では、高い位置でプレスし、情報を読み込み、カードを上から分類箱に落とす。すると適切な箱の蓋が開き、カードを取り込むのである。「分類函の上部に安置せる金属の小函を接触器と云ふ」「此の機械に適應すべき計牌(カードのこと)を接触器の上部に突出せる挿入

器に挿入し右側の握柄を前に引きて放つときは其の計牌の種類に従ひて計盤中該計牌に適應すべき計器の指針一度を進め而して計牌は接触器を通過して其の種類に応じ分類函中の一定の分架に墜落す」オペレータは高い台に乗って操作したらしい。私も踏み台に登らせてもらったが、どこにカードを入れるのか判然とはしなかった。

「接触器の一面は多数の針より成る針の数は計牌面の符号の数に同じく其の位置も亦符号の位置に吻合す此の多数の針は接触器の上端の握柄(ハンドルのこと)に附着せり他の一面には此の多数の針端に相対して同数の針あり今彼の握柄の附着せる多数の針を握柄に依り此の対向する多数の針を相接触せしむるときは電流発動す仮りに前者を送電針と称し後者を受電針を称す右の装置は分類函の上部に安置せる金属製の函中に在り前記握柄を把りて前に引くときは送電針の各針一斉に前進して受電針に接触し電流流通す而して握柄を放つときは送電針は元位に復し電流断絶す針は螺旋状の針金を巻き付け之に依り伸縮するを得るものとす故に些小なる抵抗物あるときは之に支へられて収縮す接触器の構造は大略斯くの如し」図-7では、ハンドルは分類箱の上の接触器から左の方



図-7 川口式電気集計機正面

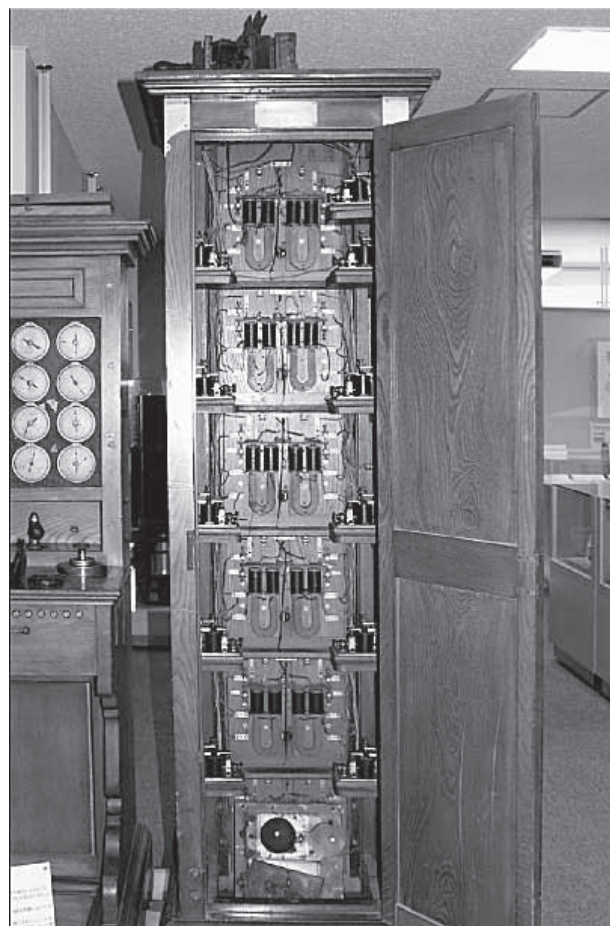


図-8 川口式電気集計機分類箱

に突き出している。

Hollerith の接点は水銀を使っていたが、川口式は送電針と受電針が接触するだけだ。うまくいったのか心配になる。

亀の子型穿孔機

川口式電気集計機のカードを作成する機械は「亀の子型穿孔機」という(図-9は、コンピュータ博物館情報処理技術遺産のWebページの写真)。見かけが亀に似ているかららしい。これもHollerithのものと同様である。ただHollerithの同類よりはるかに重厚である。Hollerithのはパンタグラフパンチという。パンタグラフというと、電車の屋根にある集電装置を連想するが、要するに伸び縮みする器具をいう。このパンチをHollerithは電車の車掌のきつぷ切りから思いついたそうだ。

大体の構造を図-10に示す。上の四角が孔を空けたいカードの輪郭で、簡単にするため8行4段だけとした。上部にPという点があり、PGの棒がPを軸にして水平に回転すると同時に、PGの棒が伸び縮みする(つまりパンタグラフ)。

下の孔状のものは、ガイド位置で、たとえばカードの位置07に孔を空けたければ、ガイドを07の孔にGを合わせ、下に押せばHの刃でカードの対応位置07に穴が開く。

つまりGはPHの延長上にあり、GHが一定という制約になっている。後年のIBM80欄カードは、矩形の穴が空いたが、この装置では、矩形にすると方向がばら

ばらになるので、丸い穴しか作れない。そう思って昔の図を見ると、川口式でも、Hollerithのでも、穴は丸い。ついでだが、この当時からカードの右上は切り落としてあった。

下の絵では、1つの穴の座標(x, y)から、ガイドに位置(x', y')を求める式を作り、(x, y)に丸を描くと同時に(x', y')にも丸を描いた。

ピボットPを原点とし、穴Hの座標を(x, y)、ガイドGの座標を(x', y')、PHの距離(これは変わる)をa、HGの距離をbとすると、 $x' = x(a+b)/a$ 、 $y' = y(a+b)/a$ 、ただし $a = \sqrt{x^2 + y^2}$ だから、絵を描くのは簡単である。下の船型は、上のカードの周辺の、この変換による軌跡である。

参考文献

- 1) 花房直三郎：川口式電気集計機，統計集誌，No.299，pp.37-45 (Feb. 25, 1906).
- 2) The Office of Charles and Ray Eames, A Computer Perspective, Harvard University Press (1990), 和訳はアスキー出版(1994).
- 3) http://www.google.com/patents/about?id=h_NEAAAAEBAJ&dq=US+patent+395781
- 4) <http://www.uspto.gov/web/menu/busmethp/395781.html>
(平成21年10月9日受付)



図-9 亀の子型穿孔機(情報処理学会「コンピュータ博物館」より)

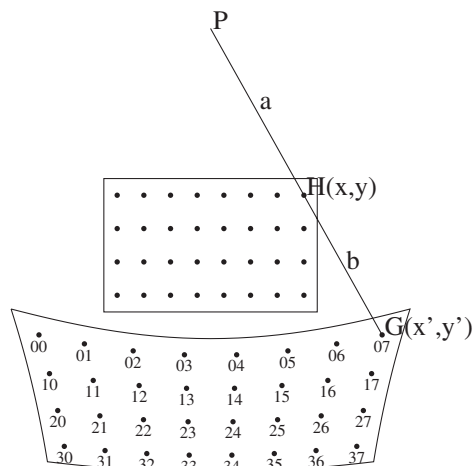


図-10 亀の子型穿孔機の原理図