

モールス電信機複製へのチャレンジ

長尾 和俊 上岡 勤

モールス電信機は、アメリカのモールスが1837年に発明し、当時の商用通信・軍用通信・公衆通信として幅広く使用された通信機器であり、送信側で文字や数字をモールス符号として送った信号を、受信側では電磁石の作用で紙テープに印字して記録するものである。現在、郵政研究所附属資料館（通信総合博物館）には、榎本武揚が幕末にオランダから持ち帰ったモールス電信機1台が保管されている。このモールス電信機は明治維新の混乱で一度は行方不明となったが、古道具屋にあったものを沖野太郎（沖電気創業者）が購入し、後に榎本と二十年振りに巡り会った数奇な運命を秘めたものである^{1) 2)}。

今回、沖電気創業120周年の記念として今日の情報通信の原点とも言えるモールス電信機の複製を試みることとなった。しかし図面もなく所蔵品だけを頼りに当時と同じ動作が可能な複製機を製作することの難しさは容易に推測された。そして今まで経験したことのない「複製」という目標に向かって、ゴールへの道筋も見えぬままチャレンジはスタートした。

所蔵品調査から部品図作成

複製機を製作する為には、まず部品図を作成しなければならない。しかし資料館の所蔵品は貴重な資料であり、分解することができない為、我々は外観から調査することを余儀なくされた。

このモールス電信機はおよそ140年前の1860年代に製作されたフランスのディニエー（Digney）社製のものであり、140年の歳月の経過により金属部はかなり錆びているが、木製の台座は腐食もほとんどなく想像以上にきれいな外観である。しかし残念なことにゼンマイの破損等、機能的に多くの欠損があり、動作ができない状態であった。実にスタートから大きな壁にぶつかったのである。我々は次のようなアプローチで部品図作成を試みた。

- ①外形寸法の測定とデジタルカメラによる撮影
- ②使用部品の構成を推定し、撮影した画像データから各部品の形状推定を行いポンチ絵を作成

- ③上記資料をもとに寸法測定すべき箇所を明確にした上で、再度閲覧して細部の寸法を測定
- ④以上を繰り返しながら部品図の精度を向上

しかし撮影した画像データからの形状推定では限界があり、個々の部品がどのような機能であるかを理解する作業に移った。

海外文献から機構・動作原理を調査

モールス電信機の機構や動作原理を知るため、海外の文献からディニエーモールス電信機の調査を行った。そして文献から電信機の機構・動作原理のみならず、電信機の変遷を知ることができた。文献³⁾によるとディニエーの電信機は当時の電信機に画期的な改良を加えたものであった。

1850年代の電信機は、針先の圧力で紙テープにモールス符号の押し型を付けるエンボッシング方式のものであった。しかしこの方式はテープを強く指ではさんだり巻いたりするとぼやけてしまったり、薄暗い部屋での読取りが大変であるという欠点があった。その後、多くの技術者たちがインクで印字することを試みるが実用には至ら

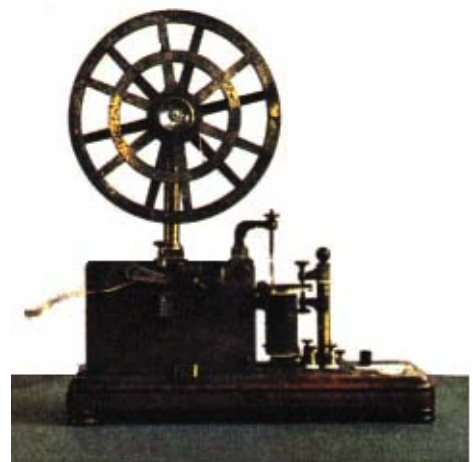


図1 榎本武揚の電信機
（出典：郵政研究所附属資料館所蔵）
（通信総合博物館）

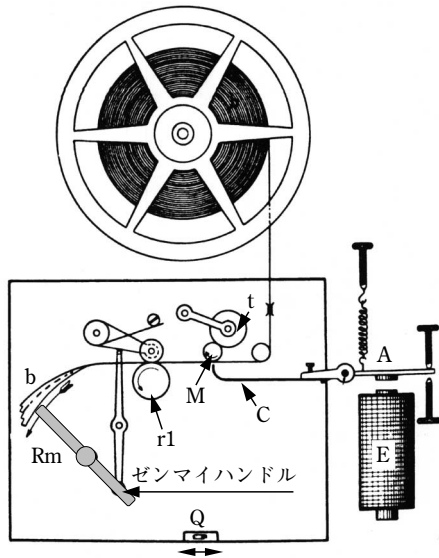


図2 モールス電信機の構造・動作原理図
(出典：CLASSICS OF COMMUNICATION)

なかった。この頃提案されたものはペン先であれ、歯車付きローラであれ、印字部品はどれも電気で動作するレバーに取り付け、インク入れと紙の間で動作することにより印字を行っていた。ディニエーの考案は逆に印字するディスクを固定し、レバーで紙をディスクに押し付けるものであった。これにより従来の電信機で問題となっていたインク入れが壊れたり、転倒によるインクこぼれを防いだ。ディニエーの改良は非常に単純ではあったが確実に成果を上げ、当時フランスのみならずスペインやベルギーの電信局でも採用された。

ここで文献⁴⁾をもとにディニエーモールス電信機の仕組みについて紹介する(図2)。

フレーム内部にはゼンマイ駆動による時計仕掛けの機構があり、Rmにハンドルを取付け回転させることによりゼンマイを巻くことができる。Qは紙テープ搬送のスタート/ストップを操作するレバーであり、スタート側に操作すると紙テープ搬送ローラr1、インク転写ローラMが駆動され、紙テープbが搬送される。

一方、モールス信号を受信すると電磁石Eはアーマチュア(電機子)Aを引き寄せ、金属片Cを上下動作させる。吸水性のフェルトでできているインクパッドtにインクを浸しておくと、接触する転写ローラMにインクが塗られ、紙テープbの下側から金属片Cが押し上げることで、紙テープと転写ローラを接触させる。この動作が入力されたモールス信号のトン・ツーに応じて、アーマチュアの動作時間が増減し、モールス信号と同じ符号を紙テープに印刷する。

我々は海外文献の調査からモールス電信機の仕組みを知ることができ、今まで作成してきた部品図のどの部分が重要であるかが理解できてきた。

電信機国産化の夢

一方、ひとつの疑問が我々の頭をよぎった。沖電気創始者である沖牙太郎は何故この電信機を古道具屋で購入したのだろうか。牙太郎が電信機を購入したのは1881年(明治14年)頃であり、まさに沖電気創業当時のことである。この疑問を解くため、牙太郎が沖電気を創業するまでの経緯を社内資料から調査した。

牙太郎は1874年(明治7年)電信機の修理・製造を行う工部省電信寮製機所に入所し、当時高価な舶来品に頼っていた電信機の国産化の仕事を手がけていた。後に、製機所に勤める仲間と「ヤルキ社」という研究会をつくり、舶来品にかわる電機材料の国産化の研究を行うようになる。研究への意欲はエレキ(電気)に通じ、やる気十分という意味の「ヤルキ」と命名したところにも表れ、「ヤルキ社」では電信用モールスインキ、絹巻線製造機、紙製ダニエル電池、ウルシ塗電線(エナメル線)など当時輸入に頼っていたものを次々に開発し成果を上げた。牙太郎はやがて技術者としての意欲だけではなく、企業家としての野心を燃やし、1881年(明治14年)に沖電気の母胎となる明工舎を創立した。

やはり電信機は牙太郎と深いつながりがあった。そして我々は電信機が沖電気創業の原点にもなっていることを知った。牙太郎はこの電信機を古道具屋で見つけ、その精巧に作られた舶来品の技術を調べて自分の技術にしようとしたに違いない。またその思いが着実に受け継がれていることを、ある一枚の図面から知ることになる。

我々は社内資料の調査で、昭和初期の商品目録にモールス印刷電信機があることを知り、過去の図面を探索したところ1922年(大正11年)に作成されたモールス電信機の図面を発見することができた(図3)。その精密な部品で構成された緻密な設計図面は現代の目から見るとまさに芸術的なものである。この図面は1870年代にディニエー社の競争相手となるシーメンス社が製造した電信機をもとに作られていると推定される。

基本的な機構構造はディニエーのものと同様であるため、今回の複製図面において歯車の歯型形状やゼンマイ機構等に大いに参考となった。

そして我々は、昔の技術者たちが高価な舶来の電信機を国産化する夢を実現してきたことを知り、「この電信機を現代の技術で甦らせたい」という思いでチャレンジを進めていった。

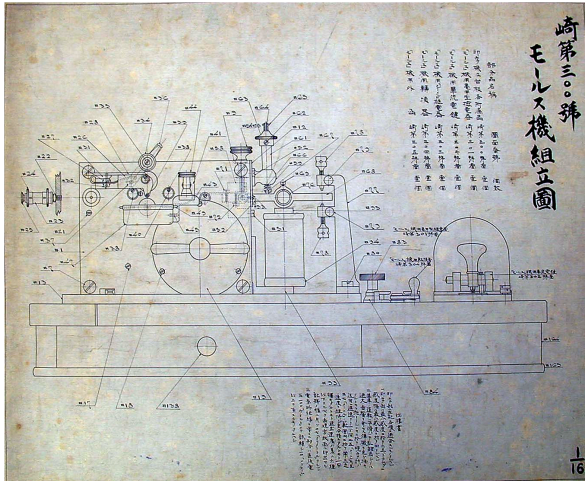


図3 モールス機組立図 (1922年)

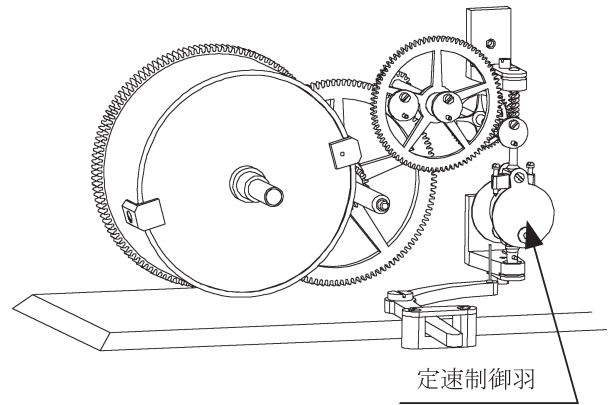


図5 ガバナ機構

設計図完成へ

資料館へ何度となく通って得た調査資料と、海外から入手した文献資料、そして沖電気製のモールス電信機図面が揃い、最終形状の設計図作成へ拍車がかかった。各 부품のデータを3次元CADへ入力し、立体感でモデルを確認しながら設計図をつくりあげていった。そして時計仕掛けになっている内部機構もその仕組みが明らかになっていった。ここで2つの機構について紹介する。

(1) ゼネバ機構 (図4)

ゼンマイ駆動部にはゼンマイの巻き過ぎを防止する為、ゼネバギヤ (回転制御を行うギヤ) が設けられている。

(2) ガバナ機構 (図5)

紙テープを一定速度に送る機構として、2枚の丸い羽を

回転させ、回転速度に合わせて開いた羽が空気の抵抗を利用してその速度を一定に保つというものである。現代のデジタル技術からみると極めてアナログ的なカラクリ技術である。

さらに、ディニエー電信機の文献調査から所蔵品には欠損している部品があることがわかった。そこで以下の部品を推定して復元することにした。

- ・ゼンマイハンドル
- ・テープ抑え
- ・アーマチュア先端の接点スプリング
- ・軸受け部の支点カバ
- ・短絡プラグを1本追加 (所蔵品は1本であるが、本来2本あったと推定される)

各 부품の設計図は次第に組み合わさり、ついに全体図が完成した (図6)。

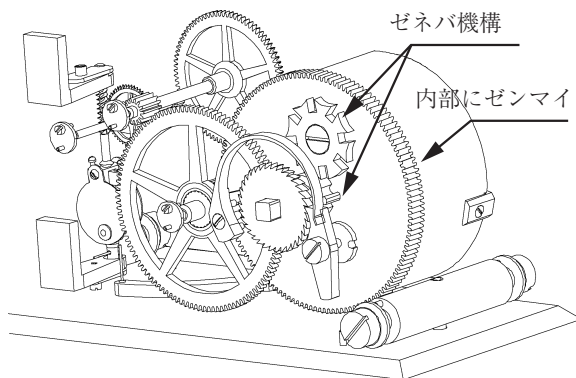


図4 ゼネバ機構

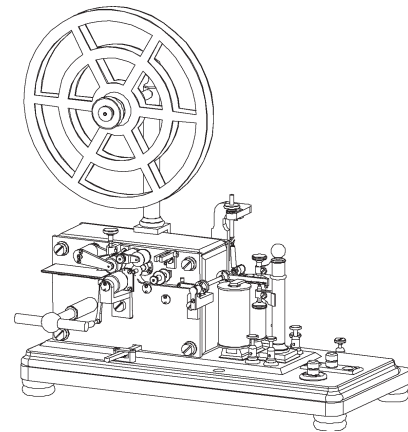


図6 全体図

使用材料の検討

しかし我々は製造する際にまたしても大きな壁にぶつかった。それは各部品がどのような材料で作られているかが不明であるということである。これに対しては機能を満たすことを優先に代替することにした。主な部品は次のように進めていった。

(1) 木製の台座

設計図をもとに一度合板で加工・組立を行い、取付けの確認をした上で、銘木による再製作を行った。銘木の材料は所蔵品の木目を参考に家具職人と打ち合わせを行いブナを選定した。また塗装色は色見本を作成して所蔵品との色合わせを行い決定した。

(2) 絶縁部品

絶縁カラーやポピンフランジなどの絶縁部品には象牙が使用されていると推定されるが、材料の入手が困難であるため、樹脂で複製を行った。

(3) 電磁石

コイル巻線の材料にはウルシ塗線相当のものが使用されていると推定される。所蔵品の線径、抵抗値、仕上り外径の測定結果をもとに製作を行った。

我々は各部品の製造を完了させ、組立てを行ったが、やはりすんなりとはいかなかった。ギヤの噛み合わせなどは何度も改良を重ねながら組立てていった。

複製機完成

幾多の課題を乗り越え、ついに複製機は完成した。後はこの電信機に電気を入れて当時と同じように動作することを確認するだけである。動作確認は本体の他に以下のものを用意して行った。

- ・ 電池：電磁石の特性に合わせた乾電池
- ・ 電鍵：市販品のモールス電鍵
- ・ 紙テープ：リール幅に合わせた特注の紙テープ

リールに紙テープをセットし、ゼンマイを巻く。電池の接続を確認し万全を期してスタートレバーを操作すると紙テープはゆっくりと、しかも一定速度で搬送された。そして電鍵をたたくと「トン・ツー」の信号を紙テープに印刷した。我々は印刷する時の「トントン」という音に、舶来の電信機を国産化する夢を実現した技術者たちの歓声を聞くことができた。

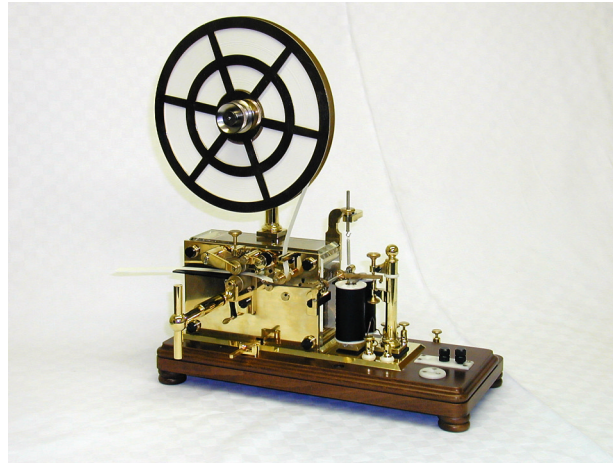


図7 完成した複製機

あとがき

今回、沖電気創業の原点であるモールス電信機の複製にチャレンジし、当時と同様に動作ができる複製機を完成させることができた。さらに当時の技術者たちの思いを現代に甦らすことができ、その思いは我々の心に深く刻み込まれた。

なお、本複製機の製作に当たりましては、若井登様、小室純一様、郵政研究所附属資料館の方々にご多大のご指導、ご協力を頂きましたことを申し添え、ここに深く感謝申し上げます。◆◆

参考文献

- 1) 通信総合博物館ホームページ
<http://www.iptp.go.jp/museum/history/siryou/11.html>
- 2) 吉田正秀：電気学会雑誌「日本電信ノ沿革」，1巻，3号，pp.149-184,1881年
- 3) Louis Figuiet : L'ANNEE SCIENTIFIQUE Hachette, pp.241-242,1860年
- 4) Fons Vanden Berghen: CLASSICS OF COMMUNICATION, p.48, 1999年

筆者紹介

長尾和俊：Kazutoshi Nagao. システムソリューションカンパニー システム機器事業部 先端技術開発部 e-メカトロチーム
上岡勲：Tsutomu Kamioka. 沖情報システムズ メカトロ機構開発部 開発第3チーム チームリーダー