

# 「フィラデルフィアの発見」

横河電機  
松本栄寿\*

## はじめに

私たちが毎日使っているインスツルメンツとはどんな意味だろうか。普段、何気なく専門用語として使っている言葉の背景、原点を調べながら、ここに至る道程を振り返って見よう。現代は過去の上にとつ、未来は現在の上で作られる。筆者は、技術の歴史を理解しないで現在遭遇している問題を解くことはできないと信じている。

英和大辞書で「instruments」をひくと、器械、器具、道具、計器、楽器、手段、方便、事の動機、媒介人、手先、だし、道具、ロボット、証書、証券、文書、書類など10以上の日本語が対応している。またその幅の広さに驚く。

私たち計測技術者に縁が深いのは、器具、機材、計測器、それと楽器などの言葉であろうか。専門分野はそれに形容詞をつけて、電気計測器、工業計器は、Electrical Instruments, Process Control Instruments, Musical Instrumentsと呼ばれる。

プロセス・オートメーションの世界で計装と呼んできた言葉、インスツルメンテーションは、同様に辞書をひくと「instrumentation」計器操業・運転(計測器を使って操業すること)、管弦学、楽器演奏法、とある。

だが、あまりにも対象が広い。これから12回にわたって、現代に使われている計測器にたどりつくまで、できるだけ現物を中心に、興味を引く内容を紹介していこう。

## インスツルメンツと技術

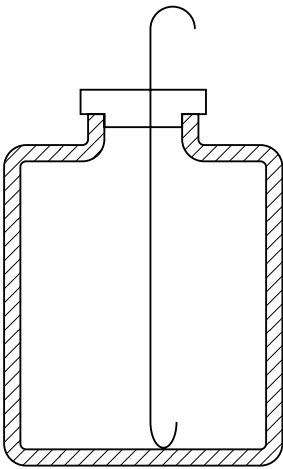
現代のインスツルメンツや計測器は、どのような技術が関与しているだろうか。度量衡の歴史をしらべても、まず人が中心になって手足がインスツルメンツの役目を果たした。手足で数を数え、手足の寸法がフィートやインチなど長さの基準になって来た。また計測の初めは、人の五感、目・耳・舌・鼻・皮膚感覚にまず頼った。五感は人の生命を維持する機能であったが、インスツルメンツの一部ともなった。

まず太陽の位置、月の位置を知るインスツルメンツが生まれ、暦がつくられた。暦は農作に必要な季節を知り種まきと収穫の時期を教える。このような天文・地測の観測に必要なインスツルメンツを造り出すには、機械加工技術を必要となり、それから現代に至る生産の基礎が築かれてきた。時代を経て18世紀の産業革命は機械技術が支え、自動制御技術も生み出された。電気は1800年のボルタの電池から始まったといえるが、電気の時代と言われた20世紀までわずか200年の歴史に過ぎない。最近の情報ITはどうだろうか、ほとんどの人々が電気が生まれてから情報技術が始まったと考えがちである。電気技術とともに急速に発展したことは間違いないが、実はもっと古い。

人と人の対話による意志疎通、紙による情報の伝達、松明やたき火による連絡、セマファーによる情報などを考えると長い長い歴史がある。意志や情報を伝える伝信から電信へ、電信電話から無線・放送へ、アナログ電送からデータ通信へ、ウェブ・インターネットへの流れなど、その時々新しいインスツルメンツに支えられてきている。

\*まつもと えいじゅ: 技術館準備室 学芸員 工学博士

〒180 8750 東京都武蔵野市中町2 9 32  
TEL(0422)52 5718



ライデン瓶  
内側と外側に金属箔

図1 ライデン瓶

## フィラデルフィアの発見

ここでアメリカで独立当時、役に立ったインスツルメンツを二つ紹介しよう。アメリカ13州がイギリスの植民地から独立した1776年当時、首都はペンシルベニア州フィラデルフィアにあった。現在のワシントンへ首都が移ったのは1800年のことである。

### 1. 雷と電気

現代の実用的な電気は、ボルタが銅と亜鉛を積み重ねた電池を作りだした1800年に始まったと言える。連続する電気、動電気つまりエネルギーが得られるようになった。それ以前は摩擦電気で代表される静電気の時代である。何が電気であり、どんな現象が電気であるかが認識されだしたのも、18世紀半ばからのことである。

静電気を発生させる最初の電気マシンの発明者は、マグデブルグの半球で有名なオットー・ゲーリケである。彼は1660年に直径25センチの硫黄の球をつくり、回転させて静電気を発生させた。この電気マシンは多くの人々によって改良された。ラムスデンは1メートルの大型ガラス円盤を使って、摩擦電気を起こす使いやすい電気マシンを作っている。これらのマシンから得た静電気はライデン瓶に蓄えられて実験に使用された。ライデン

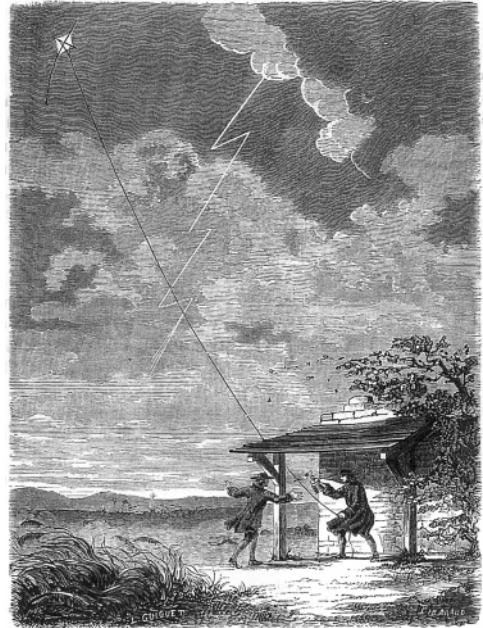


図2 フランクリンの実験

瓶とは内側と外側に金属箔をはったガラス瓶で、コンデンサのように電気を蓄えらることができた。静電気時代はライデン瓶が重要なインスツルメンツであった(図1)。

現代では、天上の雷が電気であることを誰しも疑わないが、以前はそうでなかった。雷と地上の電気マシンの静電気は別物であった。雷は上空で発生し、その音は火薬の爆発音に似ていた。ときには雷光をともなったから、17世紀のデカルトが『気象学』の中で、雲間に燃えやすい蒸発物があって爆発するのが雷だと説明したのも肯ける。18世紀になっても知識人は、黒色火薬の材料である硫黄の粉と木炭の粉が雲間に漂っていて爆発すると考えて、雷雨の後に地上に降った雨を分析して、硫黄や、木炭の探し求めた。

### 2. 地上と天上を結んだ(図2)

有名なフランクリン(1706-90)の凧の実験は1752年6月22日に行われた。雷雲が近づいたときに息子と野原にでて凧をあげた。そのときに凧糸にぶら下げたキーと指の間に、火花がでることを確かめた。雷から引き出される火花と、ライデン瓶から得られる電気火花が同じであると認識されたのは、このフランクリンの凧の実験であると

言える．天と地の電気を結んだのである．フランクリンは科学者というより政治家として成功した人物であった．独立宣言の起草者でもあったし，1776年から9年間パリに大使として駐在した．フランス人に愛され，独立戦争にフランスが味方をする要因を作った．

フランクリンが電気を知ったのは彼が40歳の時，アメリカ独立宣言の2年前のことである．ボストンでスコットランドのスペンサー博士の電気の実験を見て興味をいだき，電気の本性を極めようと取り組んだ．彼は電気の一流体説を支持している．電気流体が平常状態より多ければ正に，少なければ負に帯電する．摩擦によって流体の分布が不均一になって，二つの物体に分かれるという説である．

フランクリンはライデン瓶を使って，雷雲の研究をしていたが，最終目標を避雷針においていた．その当時「雷光と電気火花の類似性」をまとめている．6月22日の嵐の結果をイギリス王立協会に送るが無視されてしまう．ほぼ同時期にフランス人ダリパールやラモスも雷の実験に成功している．のちフランクリンの功績が認められ，王立協会会員に推薦されるのは1756年のことである．彼は1760年には早くも避雷針をフィラデルフィアの商人の家に建てている．

## デュボンの火薬

フィラデルフィアに隣接するデラウェア州ウイ

ルミントンには，デュボン社創業の地であり，その跡地にハグレー博物館がある．ここに計測の原点があった．火薬の原料の計測と，珍しい火薬の爆発力をはかるインストゥメンツである．

### 1．材料と調合

危険なイメージをもつ火薬は「火の薬」と書くが「人の薬」でもある．一般に薬はいろいろな原材料を粉末にして混ぜ合わせるが，火薬もそうである．歴史の偶然か，ニトログリセリンは高性能爆薬であると同時に心臓発作を止める役割を果たす．

黒色火薬は木炭，硝石，硫黄から作られる．良い火薬には厳選した材料が必要であり，それらをミルで粉にする工程がともなった．材料はどのように優劣を決めたのだろうか．例えば硝石の善し悪しは味，甘さの程度で判定した．純度の高い硫黄は手で握るとピシピシという音を耳で聞くことができたという．硫黄の結晶が手で暖められて，かたまりの内部にひびがはいって割れ，それらが音となった．人が自分の舌と自分の手と耳で成分を知った．全ては人間の体，ここでは感覚器官から始まった．

### 2．デュボン社

フランス革命をさけて，ピエール・デュボン一族がアメリカへ上陸したのは1800年である．息子イレーネ・デュボン(1771-1834)の才覚で，一族はやがて火薬工場を経営することになった．イ



(a)



(b)

図3 火薬カテスト(ハグレー博物館蔵)  
(a)火打ち式ピストルテスト  
(b)レーニエ式テスト



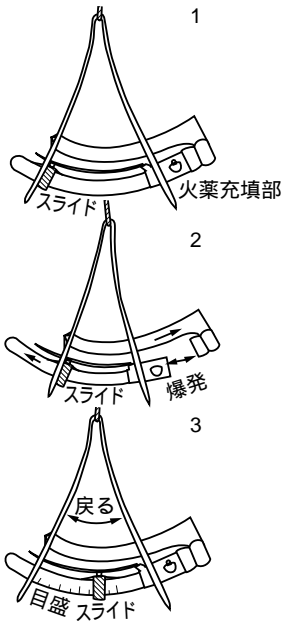


図4 レーニエ式の原理  
レーニエ式試験器；  
小型の容器に火薬を入れて火をつける。  
V型パネがはじかれてスライドを動かす。  
そのメモリから爆発力を知る。

レーネはフランスで化学者ラボアジェのもとで黒色火薬の製造技術を学んでいる。

工場はウイルミントン付近を流れるブランデーワイン川のほとりに作られた。この川はペンシルベニア州に源を發しデラウェア丘陵を流れ落ち、水量も豊富で水力から動力をとったり、硝石、硫黄など輸入原料を輸送するにも便利であった。流域は1600年代の半ばからヨーロッパ人の入植地となり、水車を動力とした製粉所、木綿、木工場が並んだ。

デュボン一族がこの地に火薬工場を建てたのは、1802年のことで、川岸には黒色火薬の原料精製、粉碎、混合、圧縮など各工程の工場が作られた。内部には水車で動くミル、碎粉器が取り付けられた。火薬工場は独立した小屋で、四方を頑丈な石材で囲み、屋根は吹き抜けが容易な構造にした。万一爆発事故があったとき、被害をその小屋にとどめるようにした。この点では川沿いの工場は有利であった。

デュボン社はアメリカの開拓時代、その後の鉄道建設ブームに大量の火薬を売り、南北戦争では北軍の四割の火薬を供給したといわれる。第一次世界大戦までには火薬製造会社から総合化学会社に脱皮し、純粋化学の研究所をもつようになった。



図5 ハグレー博物館本館

やがてハーバード大学からカローザス教授を研究所長に招き、純粋基礎研究を追求しながら実用研究にも成功をおさめる大企業になる。この研究所から1938年に高分子研究の成果から、「空気と水と石炭」を原料とした「蜘蛛の糸より細く鋼鉄よりも強い」人工合成繊維ナイロンが生された。

### 3. 火薬爆発力テスト(図3, 4)

完成した黒色火薬は性能を試す必要がある。実験室ではなく、現場でテストできるものが欲しい。このハグレー博物館に珍しい火薬テストが所蔵されている。どちらもポータブルで現地でテストできる。ピストル式で簡易型(a)もあるが、レーニエ式(b)はよりメモリも細かで精度が勝っていた。デュボンでは専らこれが使われた。

博物館のツアーに参加すると、火薬の製造工程をパウダーマンが案内してくれるて、最後に火薬テストの性能を観客に披露してくれる。パネを利用した簡単なインスツルメンツであるが、火薬の爆発力の評価に役だったことが目の前で理解できる。新しい五官、計測器ができるまでは、人の感覚と素朴な道具インスツルメンツは、当時の最新技術の固まりであった(図5)。

#### <参考文献>

- 1) 宮地巖：「雷が電気と認識されるまで 古典に学ぶ群像の教訓」電技史研稿 HEE 00 12, 39/44(2000)
- 2) 松本栄寿：「はかる世界」玉川大学出版部(1999)
- 3) Robert A. Howard, "Powder Tester", *Arms Gazette*, 28/31( Feb. 1975)