

〔 連 載 〕

# 流量計測の歴史

< 8 . 日本の科学技術史 >

(株)オーバル 小川 胖  
Yutaka Ogawa

## 1 . 日本の19世紀までの科学技術史

今まで西洋の科学技術史を中心に述べてきたが、日本について見てみよう。

日本の科学技術史上のエポックを記すと

1543年 鉄砲伝来

1639年 鎖国令

1720年 洋書解禁

1868年 明治維新

であろう。

鉄砲伝来以前は主として隋、唐及び百済から文明・文化が伝来し、仏教の普及もさることながら、特に建築や工芸を学び日本独自の神社・仏閣及び仏像などの建造へと発展していく。こうした中で科学技術史として特記すべきことは628年に日食、634年に彗星が記録されたこと、660年に中大兄皇子が漏刻（水時計）を造り時制を定めたこと（時刻の起源）、668年に越後で石炭（燃土）、石油（燃水）が発見されたことなどである。

さて種子島にポルトガル人が渡来して鉄砲を伝えてから、スペイン人のフランシス・サヴィエルや英国のアダムス（三浦按針）が来朝し、日本は西洋の科学技術に接するようになった。

鉄砲伝来から鎖国令までの約100年の間に鉄砲・大砲が普及し、戦国時代にこれをうまく取り入れた者が天下を取るようになったのは周知の通りである。

1590年に西洋活版術が渡来しているが、これは1450年にグーテンベルグが活字印刷術を発明してから140年も経ってのことである。1605年にはアダムスが伊東にて西洋型帆船2隻を建造している（洋式造船の始）。織田信長はかなり進取性があり、キリスト教の布教にも寛容であったが、豊臣秀吉の切支丹禁令に始まり、徳川幕府による鎖国令によって、オランダ、中国以外の国との通商を禁じられてしまった。これによ

り、1720年に吉宗が洋書解禁をするまでは、長崎の出島から蘭語通訳を通じて洋学が僅かながら入ってくることになる。その間では関孝和（1642～1708）が和算で功績を残している。また徳川幕府が農業を奨励したので、農業技術が進歩している。洋書解禁後には1771年に前野良沢、杉田玄白がかの有名な「解体新書」を出版し、1776年には平賀源内が「エレクトル」を作っている。1800年から伊能忠敬が日本全土の測量を開始している。1823年にシーボルトがオランダ東印度会社の社員として来朝し、日本の科学史に多大な影響を与えた。近代技術の基礎たる物理学、化学、数学などの純正科学の本格的移植が開始されたのはシーボルト来朝以後と見なければならぬ。わが国最初の物理学書は1825年、青地林宗の「気海観瀾」で、また化学では1837年、宇田川榕庵の「舎密開宗」であった。

1858年には佐久間象山が永久磁石およびダニエル電池を作っている。1853年にアメリカ大使ペリーが黒船4隻で浦賀に来航して依頼、江戸幕府の崩壊、王政復古、明治時代の文明開化と移行し、日本も急速に西洋化していく。

## 2 . 漏刻（水時計）

「日本書紀」に斉明天皇の六年（660）夏5月、「また皇太子始めて漏刻を作り、民をして時を知らしむ」とある。皇太子とは中大兄皇子（626～671）のことで後の天智天皇である。

漏刻とは水槽の水が小孔より流出する量により、時刻を測定する装置で、奈良



第1図 中大兄皇子の肖像

梟明日香村水落遺跡で発見された構造物（写真1）はこの遺跡ではないかと考えられている。右側の写真には下側に漆塗りの木箱、上側に給水・排水溝が見える。また左側写真の上部にラッパ形銅管、下部に導水用の木樋がある。第2図は桜井養仙が1748年に記した『漏刻説』による中大兄皇子によって造られた漏刻の絵である。想像するに水が一定の流量で上段の木箱から順々に下部の木箱に流れ移っていき、その水量で時間を知ったのであろう。これはまさに時間を正確に計るための、日本で最初の流量制御であると言えるのではないだろうか。

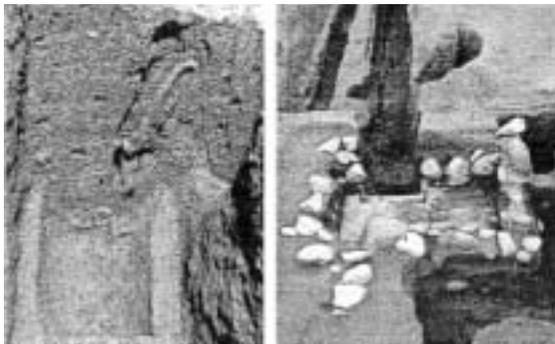
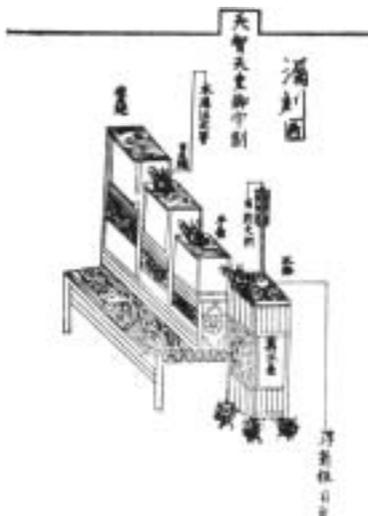


写真1 中大兄皇子の造った漏刻の遺跡か



第2図「漏刻説」による中大兄皇子の漏刻

第3図は大和朝廷の時報システムの想像図で、1階には漏刻、2階には都に時刻を知らせる鐘や太鼓があったのであろう。唐には627～649年ごろに活躍した呂才による同じような漏刻の作があり、これが日本に伝わってきたものと思われる。



第3図 大和朝廷の時報システム

### 3. 江戸時代の電気技術・計測

平賀源内は本草学者、戯作・浄瑠璃作者とされているが、科学技術者としては日本で初めてエレキテルを作った人として名が知られている。

エレキテルとは、ラテン語の“Electriciteit”の転訛したものである。平賀源内（第4図）は長崎でエレキテルのこわれたものを手に入れた。これを江戸に持ち帰り、7年を費やして1776年に復元したという。

エレキテルとは摩擦起電器のことであり、1740年代に西洋ではフランス人のジャン・アントワール・ノレなどにより静電気の実験が流行したが、それがオランダを通じて日本に渡来したのである。第5図は現在通信総合博物館に所蔵されている、源内自製と伝えられているエレキテルである。

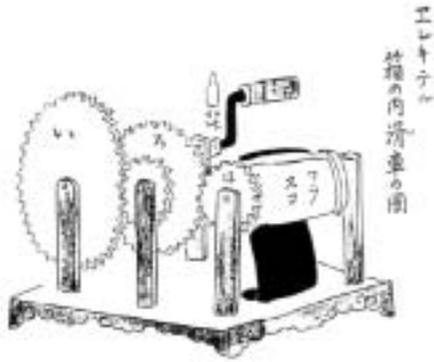
ではこの構造はどうなっているかというと1811年の橋本宗吉の「阿蘭陀始制エレキテル究理原」に詳しい。第6図はその原理図でハンドルを廻すと歯車運動



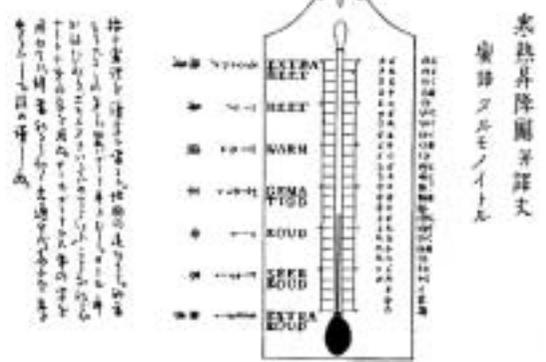
第4図 平賀源内の肖像画



第5図 源内自製のエレキテル



第6図 エレキテルの原理図



第8図 源内作の温度計

装置を経てガラス製のフラスコと布が摩擦して静電気を発生する。第5図の上部にある電線を両手で接触すると、電流が走る仕掛けになっている

また第7図は橋本宗吉の上記本に描かれている「百人嚇（おびえ）の図」である。

この図を説明すると襖障子裏側の部屋にはエレキテルがあり、ふすまの取手にエレキテルの電線が連係されている。表側の部屋では二人がふすまの取手に触れており、百人もの人がこの二人と輪になって手をつないでいる（筆者には所々にある火鉢の意味は不明）。裏の人がエレキテルのハンドルを廻して静電気を発生させると電気が走り人々はビリッと感じて驚き、周囲が暗ければ火花が出るというわけである。医者なども強烈な電気ショックに注目し、麻痺、リュウマチの治療を試みたと記されている。

静電気の技術は30年位の遅れで西洋から日本に伝わって来たが、宗吉以後はヨーロッパのファラデーのような電気の進展はなかった。また平賀源内は1768年に中川淳庵との協力で第8図のような温度計を製作している。このように平賀源内は当時、突出した技術

者であったが、晩年誤って二人を殺傷し、小伝馬町の牢屋に投獄され、その一ヵ月後の1779年12月18日に破傷風にかかって獄死するのである。

かつては江戸幕府にも仕え、鉱石や薬石を発見し、杉田玄白とも交友があり、蘭学に興味を持ち活躍していたのに哀れである。杉田玄白は彼の死を悼み、私財を投じて墓表を建て、また次の詩を残している。

嗟（ああ）非常ノ人 非常ノ事ヲ好ミ  
行ヒ是レ非常 何ゾ非常ノ死ナル

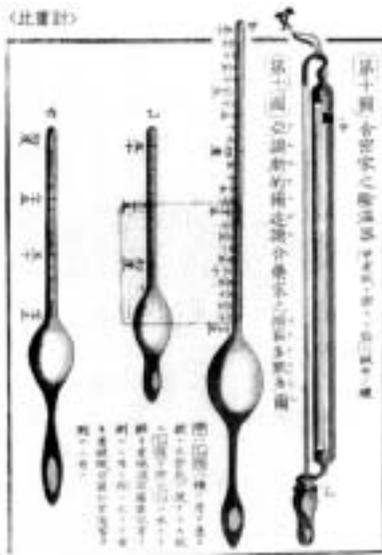
前出の宇田川榕庵は1837年「舎密開宗」に第9図に示す浮子式比重計を載せている。図中甲は万能用、乙は水より軽い液体を、丙は水より重い液体を計るものであった。万能用はアムステルダムから来たものだが、長いため不便なので乙、丙を作ると記している。

#### 4. 江戸時代の揚水車

1836年徳川齊昭は「雲霓機纂（うんげいきさん）」を編纂しているが、揚水車について記しており「桔槔春（きっこうしょう）」、「升降龍」、「懸泉車」、「吸水筒（きゅうすいとう）」、「奔流車」の5種に分類して



第7図 橋本宗吉による「百人嚇の図」



第9図 江戸時代の比重計

いる。

第10図に示すように(a)桔槔春は吸上げポンプを足で動かすようになっているものである。(b)升降龍は水車でベルト状に連結した箱型の桶を回し揚水する形のものである。

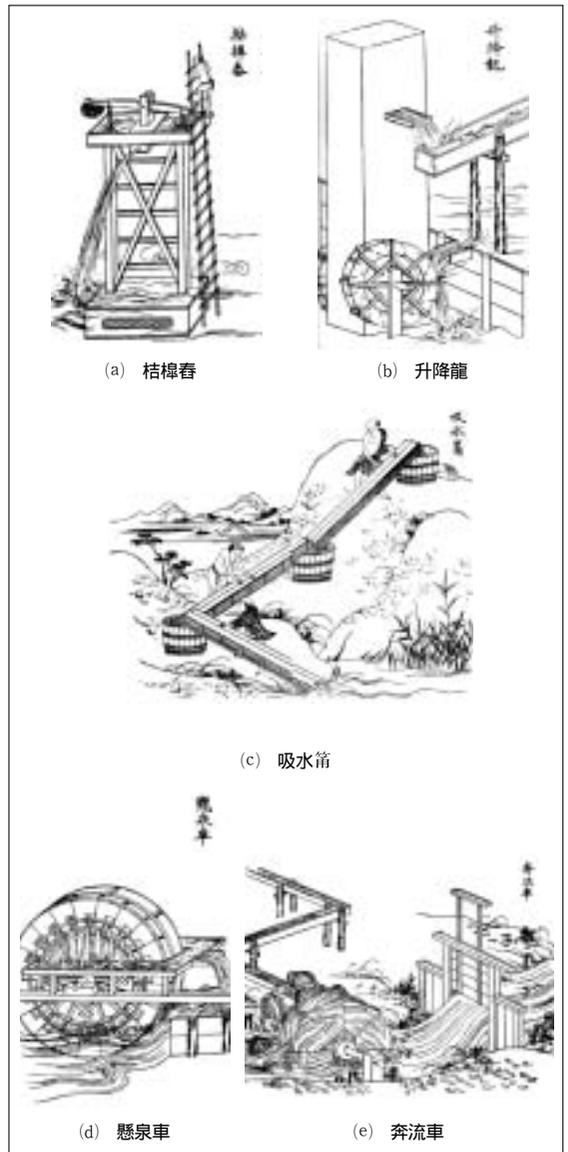
(c)吸水筒は一見サイフンのようであるが、図解を見ると第11図のように、龍尾車(アルキメデスの螺旋揚水車)である。何と古代ギリシアの技術が日本にも伝わっていたのである(流量計測の歴史 - 2 . 古代の流体技術 - 第7図参照)。

(d)懸泉車と(e)奔流車は何れも筒車の変形である。

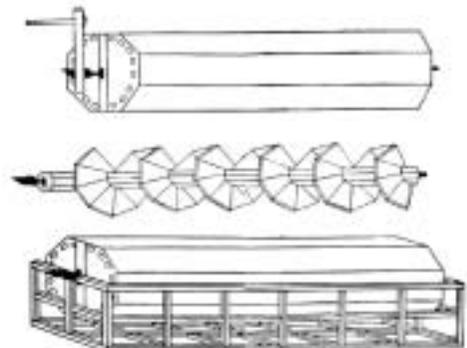
これらは主として田畑への揚水に使用されたのであるが、アルキメデスの螺旋揚水車が佐渡金山でも使用されていたのである。第12図がそれで、「佐渡金山金堀之図」(内閣文庫蔵・年代不詳)にある佐渡金山敷内(坑内)で、龍尾車(アルキメデスの螺旋翼水機)と引捨水車(つるべ)を使って坑内からの排水が大掛かりに行われている図である。

第13図は川本幸民が1854年に記した「遠西奇器述」に載っている、ニューコメン及びワットの蒸気機関の説明図である。ニューコメンの蒸気機関改良から150年も経って日本に紹介されたことになる。

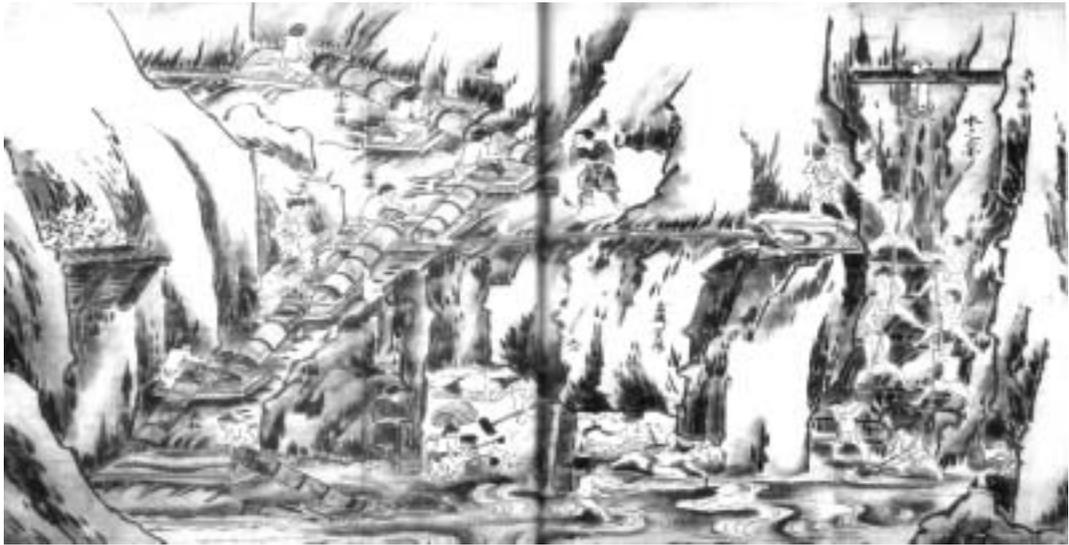
江戸時代の計量技術に関しては、小泉袈裟勝氏では「計量や度量衡器の技術に関しては、伊能忠敬が用いた測量技術や測量器械のように、特殊な分野における注目すべき発展もないではない。しかし計量技術全体として見れば、なお中世的技術の枠をほとんど出してい



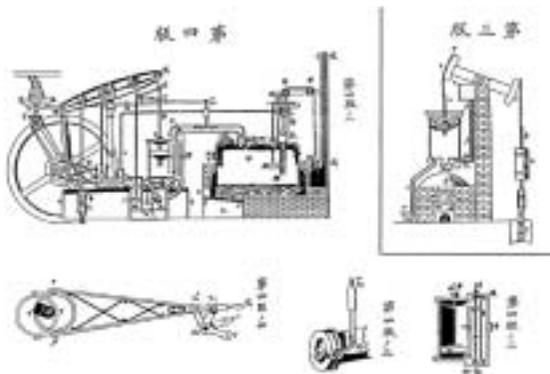
第10図 江戸時代の揚水車の分類



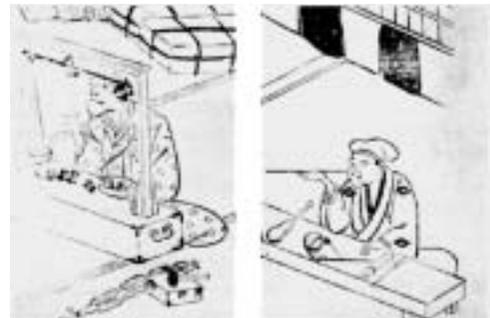
第11図 吸水筒(アルキメデスの螺旋揚水車)



第12図 「佐渡金山金堀之図」(内閣文庫蔵)で使用されていた多数のアルキメデスの凱旋翼水車



第13図 遠西奇器述による蒸気機関説明図



(a) 両替屋

(b) はかり師



(c) 銅屋の店先

(d) 天秤作り

第14図 江戸時代の度量衡に関する風俗(人倫訓蒙図彙)

ないのである。」としている。

そんな中で、第14図は江戸時代の度量衡に関連した風俗を示すものである。(a)は両替屋、(b)ははかり師、(c)は銅屋の店先、(d)は天秤作りを描いたものである。

### 5. 近代科学への序曲

1867年の大政奉還により幕府による政治が崩壊し、文明開化の明治時代へと時代は移っていく。

明治2年(1869年)に東京・横浜間に電信が開始し、明治4年には岩倉具視を全権大使として、大久保利通、木戸孝允、伊藤博文らのそうそうたるメンバーの岩倉使節団が1年10ヶ月に及び米欧を訪れた。

この中に久米邦武(写真2)という随員がいて、

「米欧回覧実記」を科学的な目で残している。

中に米欧の物理学、化学、水力学、熱力学を始め、度量衡や産業技術について細かく記述している。今から見ると力学や水力学で誤った説明もあるが、当時の米欧の科学技術に驚きの目を見張って紹介した功績は



写真2 幕末の久米邦武

大きい。写真3は久米蔵書「化学鑑原」に紹介されている元素表である。養気(酸素)の原子量が8、軽気(水素)が1などと漢数字で記されている。

の 中 國 人 久 米 邦 武 著  
西 方 諸 國 人 著 者 不 詳  
西 方 諸 國 人 著 者 不 詳  
西 方 諸 國 人 著 者 不 詳  
西 方 諸 國 人 著 者 不 詳

西名	分	西	原	漢名
Oxygen	八	○	O	養氣
Hydrogen	一	○	H	軽気
Nitrogen	七	○	N	窒素
Carbon	六	○	C	炭素
Iron	五十六	○	Fe	鐵
Fluorine	九	○	F	氟素
Sulphur	三十二	○	S	硫素
Selenium	七十八	○	Se	碲
Tellurium	一二七	○	Te	碲
Phosphorus	三十一	○	P	磷
Boron	一〇	○	B	硼
Silicon	二八	○	Si	矽

写真3 化学鑑原の元素表

明治5年には「汽笛一声新橋を...」の歌で知られているように、新橋・横浜間に鉄道が開通し、急速な近代化が始まった。

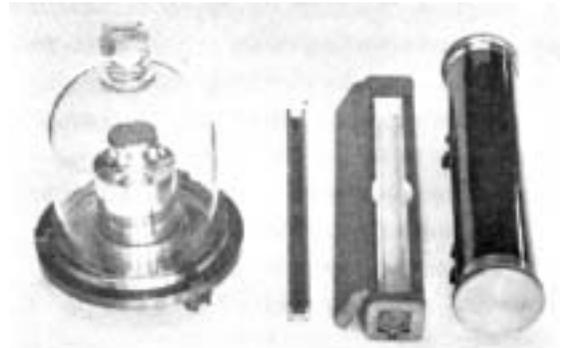


写真4 尺及び貫に関する最初の標準器

こうした中で明治10年ころから、日本数学物理学会、化学学会、工学会、などが創設され、明治18年(1885年)に専売特許条例が布告された。

度量衡の立場から眺めると、明治19年に日本はメートル条約に加盟した。流量計測の歴史<6>産業革命からフランス大革命へ>に述べたようにフランス大革命の最中1790年にタレーランが国際度量衡制度の設定を提案してから95年の歳月が経っている。条約は明治19年4月16日、総理大臣伊藤博文、外務大臣井上馨副書で公布された。

写真4は日本が国際局に注文して作った最初の尺及び貫の標準器であり、明治22年(1889年)10月に受取っている。明治26年にメートル系原器による尺貫法の制定がなされた。

今まで冗長なほどに世界及び日本の科学技術史について述べてきたが、周辺科学技術史なくして、「流量計測の歴史」は語れないと思ったからである。しかし今や流量計測の機は熟したと思われるので、次号からはいよいよ本論に入っていきたい。

<参考文献>

- (1) 湯浅光朝：「科学文化史年表」中央公論社
- (2) 笠原 秀：「歴史を生きた78人」PHP研究所
- (3) 「国史大辞典」吉川弘文館
- (4) 菊池俊彦：「図譜 江戸時代の技術 上(下)」恒和出版
- (5) 城福 勇：「平賀源内」吉川弘文館
- (6) 小泉袈裟勝：「度量衡の歴史」工業技術院中央計量検定所
- (7) 高田誠二：「維新の科学精神」,「米欧回覧実記」の見た産業技術, 朝日選書

【筆者紹介】

小川 胖  
 (株)オーバル 技術顧問  
 〒236-8645 横浜市金沢区福浦1-9-5  
 TEL : 045-785-7259