

誰かに教えたくなる 科学技術の話 85

独自の発展をした
「江戸の科学技術」



東京大学名誉教授 月尾 嘉男

鎖国を実施していた江戸時代には海外の最新情報の大半はポルトガルやオランダなど一部の国々を経由して伝播しており、世界の広範な情報は流入してこなかった。その結果、世界の趨勢とは異質の内容であったものの高度な水準の科学や技術が発達し、日本は独自の文化を形成することになった。新年にあたり鎖国時代の日本が実現した世界に自慢できる科学や技術を紹介したい。

人体解剖

西洋では古代ローマ時代から人体解剖は禁止されていたが、十四世紀に実施されはじめ、L・ダ・ヴィンチは十五世紀の末期から人体の解剖図面を作成しているし、十六世紀には医師のA・ヴェサリウスが人体の精密な解剖図面を発表している。日本でも人体解剖は禁止されていたが、幕府の医官の山脇東洋が宝暦四（一七五四）年に京都で罪人を解剖して図面を記録しているが稚拙な表現であった。

しかし、一七二二年にドイツで出版されたJ・A・クルムスの『ターヘル・アナトミア』のオランダ語訳が日本に輸入され、その人体解剖図面が実物をつくりであることに驚嘆した杉田玄白、中川淳

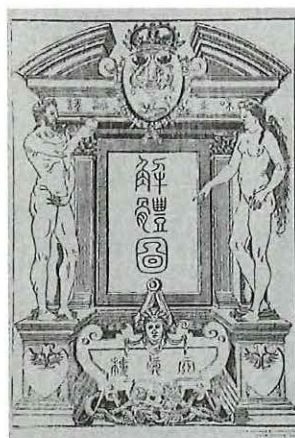


図1『解體新書』（1774）

庵、前野良沢、桂川甫周ほしゅうは三年をかけて漢文に翻訳した『解體新書』を安永三（一七七四）年に発行した（図1）。この影響で日本でも次々と死体の解剖が実施されるようになっていった。

書物とともに人体の模型も西洋から伝来した。『解體新書』の翻訳をした一人の桂川甫周は幕府の医師であり、寛政六（一七九四）年に江戸に参府したオランダ商館長から蠟製の人間の頭部の模型を贈呈されている。それを参考に製作した木製の「木造人頭模型」は現在まで保存されている。十八世紀後半は中国から伝

来した「中医」の時代から「蘭医」の時代に転換した時期であった。

機巧人形

自動装置は古代から存在する。二〇〇〇年前にローマの植民都市アレキサンドリアで活躍した学者ヘロンは三角形の三辺の長さから面積を計算する「ヘロンの公式」で名高いが、自動で開閉するドアを開発したことも有名である。また十八世紀にはスイスの時計職人が文字を自動で筆記する歯車仕掛の人形やオルガンを自動演奏する人形なども製作して話題



図2 茶運び人形

になっていく。

日本でも寛政八（一七九六）年に自動で作動する様々な「機巧人形」を紹介した『機巧図彙』という書物が出版されている。一例はゼンマイと歯車で作動する小型人形の両手に湯呑茶碗を置くと、客人の手前まで移動して緑茶を提供する「茶運び人形」（図2）である。飲み終えた客人が湯呑茶碗を人形に戻すと、自動で方向転換して、最初の位置に帰るとい

う巧妙な仕掛けである。より高度な行動をする機巧人形も開発されている。江戸中期に開発された「段返り人形」は三段になった木箱の上段で逆立ちし、自分で回転しながら一段ずつ下方に移動してくる。複雑な歯車やバネなどは使用せず、人形の体内に封入した水銀が移動することによって重心が変化して回転する仕掛けである。現在では複雑な技術を駆使するような動作を簡単な工夫で実現していて感心する。

日本地図

江戸時代前半まで日本には現在の基準で正確な地図はなく、様々な地点の関係を表示する簡単な絵図しか作成されていなかった。そのような時代に全国の正確



図3 伊能忠敬 (1745-1818)

な地図の作成に挑戦したのが伊能忠敬（図3）である。下総国佐原村の商家に十七歳で婿入りした忠敬は名主となって佐原の発展に貢献するが、五十歳になった寛政七（一七九五）年に隠居し、江戸で天文学者高橋至時の弟子となる。

至時は正確な地図の作成のためには緯度一度の距離を正確に測定することが必要とし、江戸から蝦夷までの距離を測定することを幕府に上申、忠敬が実施することになった。忠敬は距離の測定だけではなく、途中の正確な地図の作成も目指し、五十五歳になった寛政一二（一八〇

○) 年四月に江戸を出発、十月までかけて測量し、作成した地図を十二月に幕府に提出した。

この地図は幕府に評価され、忠敬は文化一三(一八一六)年まで一〇回の測量で、日本全体を対象にした二〇〇枚以上の地図「大日本沿海輿地全図(伊能図)」を作成した。幕末になり、独自に日本沿岸を測量しようとしたイギリス海軍に幕府が「伊能図」を提示したところ、その正確さに驚嘆し、独自の測量をしなかったという逸話が流布しているほど優秀な地図であった。

雪華図説／北越雪譜

雪片が正六角形をしていることは古代から判明しており、十七世紀にはJ・ケプラーやR・デカルトが形状を記録しているし、R・フックは顕微鏡で観察して結晶をスケッチしている。日本でも十八世紀末には多才な能力のあった司馬江漢が顕微鏡で観察した結晶の形状を記録している。しかし、江戸時代後期の一八三〇年代に、二人の人物が当時としては詳細な結晶の記録を発表した。

一人は下総古河藩主で天保時代の一八四〇年代に老中首座という幕府の最高の

役職に任命された土井利位^{とつゐ}である。蘭学に精通していた家老の鷹見泉石の協力により、オランダから輸入した顕微鏡で雪片を観察し、一九五種の結晶の形状を『雪華図説』(一八三二)『続雪華図説』(一八四〇)として発表した。日本最初の雪についての科学書である。

『雪華図説』の発刊から五年後の天保八(一八三七)年に江戸で『北越雪譜』という書物が発行された。著者は高崎と新潟を連絡する三国街道の塩沢宿の豪商鈴木牧之^{ぼくし}で、全体は雪国の生活を紹介し



図4『北越雪譜』(1837)

た内容であるが、その最初の部分に「雪の形」という図版があり、三〇以上の結晶が描写されている(図4)。江戸の間には馴染みのない雪国の生活を紹介したため、ベストセラーになった。

アサガオ

江戸時代には江戸だけではなく、平和な時代を反映し、全国各地で武士も町民も園芸に熱中していた。栽培する人気の草花は時代とともに変化し、十七世紀中期の寛永年間にはツバキ、十七世紀後半の寛文から元禄年間にはツツジ、十八世紀末期の寛政年間にはカラタチバナ、文化から嘉永年間の十九世紀前半はアサガオと移行してきたが、最大の流行は江戸末期のアサガオである。

アサガオは早朝に開花し昼前には萎れてしまうという儂い性質が当時の人々の気分合致し、さらに突然変異によって奇妙な変化アサガオが次々に発生するという特徴により、庶民が競争で変種を誕生させた。一部の珍種は一鉢が数十両で売買されるほど流行が過熱し、それらを絵入りで紹介する冊子も数多く発行される(図5)、変化アサガオの番付表まで発行されることになった。



図5 変化アサガオ

ここから日本と西洋の相違が顕著になる。オーストリアのG・J・メンデルは十九世紀中頃、エンドウマメを何代も栽培して世代ごとに特徴が継承される状態から遺伝の法則を発見したが、ほぼ同一の時期に、日本では奇妙な花卉が発生することを期待して交配を繰返したただけであった。この特徴は仕事に役立つ口ポットではなく、遊戯として機巧人形の製作に熱中したこととも共通する。

万年時計

しかし江戸時代も後期になると、機巧



図6 万年自鳴鐘（万年時計）（1851）

人形の技術を実用に役立てる機械が登場してくる。その代表が「**万年自鳴鐘**（万年時計）」という精巧な機械時計である（図6）。製作したのは寛政一一（一七九九）年に筑後国久留米の鼈甲細工職人の家庭に誕生した**田中久重**で、機巧人形が弓に矢を番えて発射する「**弓曳童子**」を製作しているが、幕末の嘉永四（一八五二）年に精巧な万年時計を製作した。

この高さ六〇センチ、重さ三八キロの六角の形状の機械は芸術作品のような華麗な仕上げである以上に、大変に複雑な能力を内蔵している。六角の各面は一日

を二十四時間で表示する洋式の時計で、それ以外に季節によって時間間隔が相違する和式の時計、さらに二十四節気、七曜、十干十二支、月齢を表示するようにもなっており、それらを歯車で計算して表示する複雑な装置である。

さらに頂上のガラスの半球部分は日本地図の上部を太陽と月が周回するプラネタリウムになっており、両方とも季節とともに変化する軌道を移動する仕掛になっている。この複雑な機械を製作した久重は優秀な技術者であるだけでなく、明治八（一八七五）年には電信機を製作する田中製造所（現在の東芝の一部の前身）を創業しており、事業家としても一流であった。

二五〇年以上も継続した徳川幕府の鎖国政策は長崎の出島という一点から少数の国々の情報が流入してくるだけであったため、世界の潮流に出遅れることになった一方、独自の科学や技術を進展させることにもなった。それらは伊能忠敬や土井利位の事例のように、当時の先端であった西洋の科学や技術に十分に対抗できる水準にあったことは銘記すべきことである。