



日本最古の機械設計書

「機巧図彙」と

からくり半蔵

協力／北里大学名誉教授・立川昭二 文／小崎雄
写真／佐藤全・老川良一 小笠原成能（学研写真部）
絵／ジジイコ、堀口順一朗

江戸時代、「和時計」「からくり人形」など当時の先端科学技術は好奇と憧憬の対象として人々から広く受け入れられるものだった。「からくり」という言葉に絡操、唐操、機巧、機関、関振、関鍵、巧機と、様々な漢字を当てていたのも、広く興味をもたれていたことの表れだろう。その「からくり」が江戸時代、初めて書という形にまとめあげられた。「からくり半蔵」が著したその書の名を「機巧図彙」という……。

半蔵は1791年に息子に郷士の職を譲り、「天下に名をあげなかつたら二度と故郷に帰らない」という決意表明を村境の橋柱に書き残すと、江戸へ旅立った。

江戸では天文暦学の研究を行い、幕府が改暦事業のため全国から募った優れた天文暦学者のひとりに選ばれる。そこで「寛政暦」作成に尽力した。しかし、半蔵はその完成の前年、1796年に死亡する。

半蔵の足跡を大まかに紹介したが、じつは半蔵についての資料は、ほとんど残っていない。その生涯、業績には不明な点が多く、死の原因においても、人に恨まれたの毒殺説まであるほど、不確かだ。

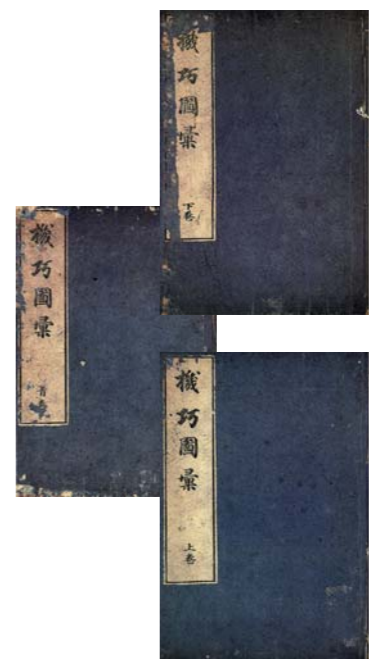
ただ、彼の業績のひとつは形となって確かに残された。半蔵が江戸で書き起こした機械設計書「機巧図彙」として。

機械技術入門書が技術大国日本の土壌を作った!?

半蔵は、秘伝である技術をわかりやすく公開。当時の機械職人たちからの反発も想像に難くない。しかし「機巧図彙」には「後の人に新たな発明、発見のきっかけをつかんでほしい」、という半蔵の願いが記されており、彼の人となりが見える。

半蔵はその出版を見届けることなく世を去るのだが、彼に続く技術者の多くが「機巧図彙」を入門書とし、多くの独創的なからくりを作った。さらに技術が広がり、多くの職人が発展させていった。これが、明治維新以後の日本が、海外の先端技術が次々に入ってきて柔軟に対応できた理由の一端となったのではないだろうか。

さらに飛躍して考えれば、半蔵の志、そして「機巧図彙」が「技術大国」「ロボット先進国」として成長した今の日本の根幹にある、というのはいき過ぎだろうか!?



↑細川半蔵が著した、日本最古の機械設計書「機巧図彙」全3巻。職人的な秘伝書ではなく、基本的原理が詳細な設計図と説明によって記載されている。このため、当時のからくり師にとって入門書的な役割を果たした。

↑細川半蔵が制作したと伝えられる「茶運人形」。しかし、調速部の位置、前輪の仕組みなど「機巧図彙」の記載とは異なる点も見られる。高知県立歴史民俗資料館蔵

鎖国もたらした平和ゆえの機械技術の進歩

18世紀後半、ヨーロッパでは蒸気機関が生産の原動力となる産業革命が起こり、機械技術が急発展。同時期の日本は江戸時代。鎖国により海外との交易を限定した結果、産業革命による影響を受けることはなかった。こうした面から日本の機械技術は鎖国で遅れた、と解釈されることがある。

しかし、江戸時代の機械技術は、鎖国の中で、ヨーロッパの工業化とは違う「からくり技術」として独自の発展を遂げていく。西洋から伝来した時計の機構を基に、和時計、からくり人形として。それが平和だった日本では庶民の生活、楽しみと密着し、根付いていった。

その理由のひとつとして、からくり技術の公開、という面が挙げられる。本来、機械技術は「免許皆伝」という言葉があるように、師から弟子へと受け継がれる門外不出の“奥義”だった。そんな因習が1796年に出版された全3冊の技術書によって破られ、技術がオープンになったのだ。それが、「からくり半蔵」が著した「機巧図彙」だ。

万能科学技術者「からくり半蔵」

からくり半蔵こと細川半蔵頼直は、天文学、暦学、儒学、そして発明、技術など、様々な分野に長じた江戸時代の万能科学技術者だった。1750年頃、現在の高知県南国市の郷土の子として生まれ、儒学、天文学を学ぶと同時に、父から工作技術を習得するなど、幼時からその明晰さを発揮した。また、からくりの技術を独学で磨いたようだ。

「機巧図彙」には 何がかかっているのか？

江戸時代の技術者たちに
多大な影響をもたらした「機巧図彙」。
その内容は、細川半蔵だからこそ
書き得た、微に入り細をうがつ
当時としては類を見ない
画期的なものだった！

日本のからくり人形発展の 礎となった原典「機巧図彙」

細川半蔵が著し、多くの技術者に影響を与えた「機巧図彙」は首巻、上巻、下巻の全3巻。それぞれの内容は、首巻は掛時計、櫓時計などの和時計の設計図。上・下巻には「茶運人形」をはじめとする9種類のからくり人形の作り方で構成されている。

これらの図解は全体図、平面図、分解組み立て寸法までを示し、じつに懇切丁寧だ。ここまで詳細な機械工学書は、この時代の日本のみならず世界でも見られず非常に希有なもの。

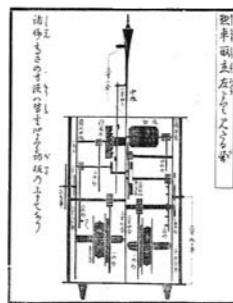
材料に関しても、クジラのヒゲを利用したゼンマイなど、当時、入手しやすいものが示されている。しかも砂や水銀の利用、磁石動力源の物を引き上げるからくりなど、半蔵独自の工夫が随所に見られる。

当時、半蔵以上の技術者もいただろう。しかし、技術をまとめあげ、誰にでもわかりやすい形で整理し得た、彼の功績は大きい。後の偉大なからくり師、大野弁吉や田中久重(24ページ参照)もまた「機巧図彙」で学んだと見られており、いわばからくりの原典といっても過言ではない。また、現代においても「機巧図彙」をテキストにからくりの製作、再現が行われており、その確かさが証明されている。

その「機巧図彙」の雰囲気をも、15~16ページの豆本で、ぜひ、感じてほしい。



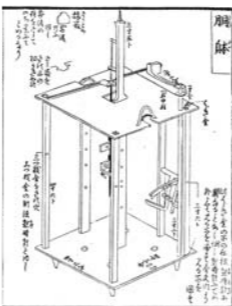
↑ 櫓時計を「機巧図彙」該当ページと比較。全体の構造から歯車の数まで一致が見られる。



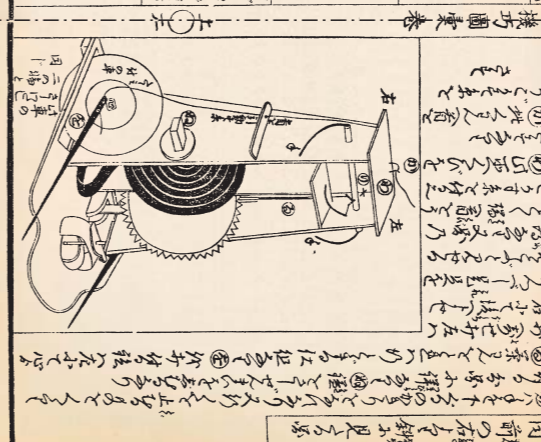
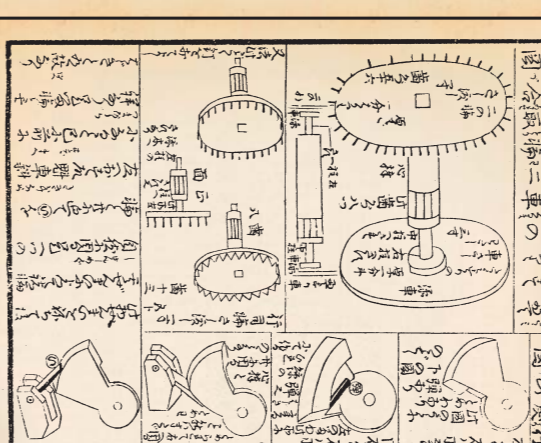
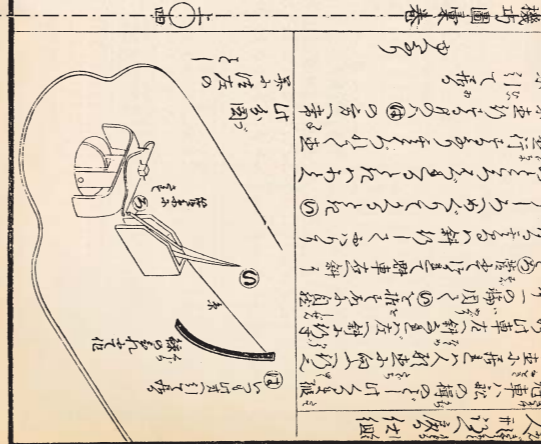
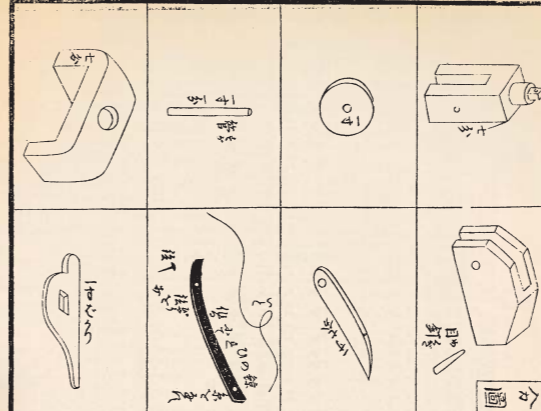
↓ 「機巧図彙」上巻に記載された「五段回り」人形の設計図を基に、科学技術史研究家の東野進氏が再現したもの(左下写真)。人形を段の上に、後ろ向きに立たせると、バック転をしながら段を下っていく。人形の体内に仕込まれた水銀が移動することで自動的に重心移動が起こり、軽やかな動きを見せる。



↓ 細川半蔵が制作したとされる和時計(櫓時計)と、「機巧図彙」首巻の櫓時計内部構造図。立体的な透視図(斜視図)は、当時としては珍しく、かつ理想的な設計図だった。高知県立歴史民俗資料館蔵



← 「機巧図彙」上巻の最後に紹介されている「連理返り」人形。「五段回り」人形と同じく、水銀の重心移動を利用。水銀の封入された棒を抱えた2体の人形が、回転をしながら階段を降りる。2体の人形には、糸が張ってあり、上に来た人形は宙返りを行う仕掛けとなっている。下の写真は、「五段回り」同様、東野進氏が再現したもの。



豆本の作り方

- 1 15~16ページの実線をはさみで切り、4枚にする。
- 2 点線で谷折りし、上から一〜四の順に重ねる。
- 3 表紙の方からホッチキスで2か所とめてできあがり。

「機巧図彙」豆本(茶運人形部分抜粋)を作ってみましょう



キリトリ 谷折り

