

技術史ノート

〔19〕

精密工作と大量生産

生産技術研究室

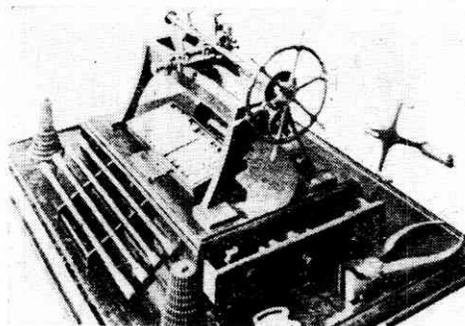
1. 近代軍事技術とともに

—戦争は平和よりも早くから発達した—

大量生産とそれを可能にした精密工作の歴史は近代軍事技術の歴史と切りはなせない関係にある。大量生産技術の起源を考えると、たとえば建築用煉瓦（エジプト時代にさかのぼる）・印刷用鑄造活字・貨幣極印機（レオナルド・ダ・ヴィンチのスケッチがある）や「國富論」の敘述にもあるビン頭成型機による大量生産などの古い例も知られるが、その規模や歴史的意義からいつてももつとも典型的な例とされるものは、近代軍事技術による銃砲の大量生産であり、ここに精密工作による互換性製作の代表的な姿が見られる。18世紀の終りから19世紀へかけて英國海軍の全需要を充すために軍艦用索具の滑車の大量生産が行われ、44種の機械を用いる完全な分業によつて職工1人當り従來の11倍の生産能率をあげたとつたえられている。しかし互換性のある機械部品製作の技術の發端としては、1785年ごろの佛人 Le Blanc の小銃の大量生産があげられる。後のアメリカ大統領 Jefferson は當時フランス外遊中であつたが、その通信の中で“山とつまれた部品の中から手あたり次第にとりあげて組立ててみると、申し分のないほどよく組立てられた”と報告している。

Jefferson は彼をアメリカへ招こうとしたが成功しなかつた。しかし間もなくその必要はなくなつた。1798年線綿機の發明者として有名な（しかしこの發明からはほとんど何も得られなかつたが）Eli Whitney は政府と10,000挺の小銃を納入する契約を結んだ。代表的な大量生産の例であり、部品は嚴重な規格で統一されていた。（彼はこのため優れたリミットゲージを考案し、フライス盤を發明している）。さらに Simeon North や Samuel Colt が政府のために大量のピストルを製作して、獨立早々のアメリカ合衆國の軍事技術に貢献した。

これらの成功に直接、間接に影響されてミッシン・收穫機などの平和産業の大量生産技術も急速に促進され大商會が設立され、またたくまに全世界にその生産量を誇るようになった。1850年のロンドン博覽會に出品されたアメリカ製の小銃は、すぐれた性能と互換性部品によつてイギリス政府の注目をひいた。ただちに視察團がアメリカに派遣され、全生産工程をふくむ一工場の施設がそつくりそのまま買取られて行つたといわれている。産業革命を一應完遂してかがやかしい近代史を形成していたイギリスに對するアメリカ的技術の優位が、このころ



第1圖 Maudslay のネジ切り旋盤

から漸次示されてきたことを物語る興味深いエピソードである。

2. 機械による機械の生産へ

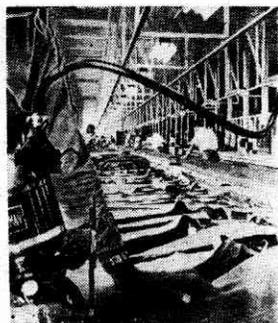
18世紀の終りになるまでは工業用機械の大部分は木製であつた。水車・風車・車輛でもごく一部分にしか金属は用いられていながつた。自鳴鐘（Clock）、携帶時計（Watch）や建築用金具は金属製であつたが、極度に熟練した中世的な職人の工藝であつた。しかし18世紀の終りになると鐵・鋼の精練・加工技術が急速に進歩して、やがて鐵製の機械が出現するようになった。ここに機械製作の新技术期が出現するのである。

従來は木材や柔軟な金属（とくに青銅砲）の加工にのみ用いられていた中ぐり盤も、鋼・鐵の加工が可能になつてきた。1776年 John Wilkinson の中ぐり盤改善の業績によつて、ワットの蒸汽機關もはじめて實用性をもつことができた（これより少し前スミートンの氣壓機關のシリンダーは直徑28吋について小指の幅の誤差があつたし、ワットのものも3/8吋の誤差があつたといわれている）

中ぐり盤とともに工作機械の發達にとつてもつとも重要な旋盤も、このころはじめて全金属製の高性能のものになつた。旋盤はおもに木工用として古くから發達し、レオナルド・ダ・ヴィンチの旋盤の設計圖は有名である。以後比較的順調に發達してきたが、部品の大部分が木製であつたためにその精度は有機的な不安定なものであつた。1794～1800年にかけて Henry Maudslay が改良した旋盤はこの意味でまったく劃期的なものであつた。この機械は全金属製（鐵）であり、工作物を送る従來の原則とは逆に刃物を送る弾力性のある方法を採用しているところに特色がある。彼がこの旋盤を試作する動機になつたのは、委託された新式の錠を、精度を保ちつつ、生産費を上げないで、大量生産することにあつたといわれている。全金属製の機械——部品の一定した精度——大量生産、この關係は近代機械工作技術の目標であつたわけである。“この旋盤を鐵でみごとに造り上げたといふことは、眞に劃期的な成功であつた”（アッシャー：機械發明史）といわれている。



第2図 Henry Maudslay (1771~1831)



第3図 ネクタイの大量生産

その他基本的な工作機械の改善・駆延機・大物の鍛造(または火造り)作業・鍛鐵の生型鑄造などの技術が18世紀の終りごろまでには総合された。こうして1840年代には近代的工作機械の大部分が一應でそろつたのである。1783年獨立しらい着々と国力の充實をはかつてきた新國家アメリカ合衆國の發展が、ちょうどこの時期にあつていたのである。イギリス本國のきびしい機械・工作技術の輸出制限にもかかわらず、新しい技術の芽は、この新しく肥沃な土壤に移植されたのである。しかもその主要な芽には軍事力の要請という強力な成長促進劑が施された。

3. その他の技術的背景

大量生産技術の基礎になる精密工作技術は、古くから時計製作の仕事のなかで養われていた。17世紀にいたるまでのヨーロッパの機械は時計と水車であつたといわれることから、この技術の古さがわかる。われわれを驚かす當時の時計の精巧な細部機構も、じつはもつとも典型的な職人(時計師)の熟練した手先の技巧であつた。しかし18世紀のはじめになると、時計用の正確なネジ切り機械装置がいろいろと考案された。これが各種の工作機械部品の製作技術に寄與した力は大きかつた。1800年代になると時計用齒車を眞鍮板から打ち抜いて造ることができるようになり、大量生産技術の一つの代表的なタイプを形成している。

また機械製作を中心とする工業が大工業としての基礎をもつためには、それに相應する理論的基礎と測定技術、規格の統一が行われねばならなかつた。16~17世紀の物理學者・數學者の勞作がとり入れられて1800年代の中期には機械學の全科が成立している。たとえばガリレイ(1638年“對話”)によつてはじめられた材料強弱學は、E. Mariotte(中立軸の概念・1688)、Leibniz, Bernoulli, R. Foote(彈性法則・1676)、Th. Young(ヤング率・1807)、Navierなどによつて、古典的な型ではあるが一應完成している。

これとともに精密な測定用装置・測定器も現れてくる。初期の著名な機械發明家は、ほとんどみな優れた測定装置・測定器を製作している。たとえばワットのインジケーター、1/1000吋の精度をもつていたといわれるモーゼレーの卓上マイクロメーター、ホイットニーのリミットゲージなどはその一例にすぎない。

こうして従來の經驗的研究が、科學的研究に移行してきたのである。これは近世初期の思想史全體の傾向が經驗的合理主義から、科學的合理主義へ移行した時期に相當していたのである。

一方機械製作規格の統一への努力もネジの問題に端的にあらわれている。1850年代からホイットウオース、セラーズの2種のネジがそれぞれヨーロッパとアメリカに普及した。1898年にはチューリッヒでネジの國際式が決定された。しかし機械の規格、とくにその基本になるネジの規格の問題は、ちょうど尺度におけるメートル法、呎、封度法などと同様に複雑な問題を内包するものである。

——技術史ノート(9)“尺度の歴史”参照——

これは“資本主義的生産の諸條件においては、それに内在する有機的矛盾のために完全に發展することを許されない”(ダニェフスキー:近代技術史)ものであろうか。

4. 現代の課題

マニュファクチュアでは解決しえない巨大な質・量の課題には、機械自體の機械による大量生産を根底としてあらゆる製品の大量生産こそ、その解決の方法であつた。軍事技術などにみられたこの方法はやがて大量生産そのものが目的となるようになった。中世的生産形態のもとでは需要者の要求は直接に生産者に作用し、その生産品の上に個々に反影していた。しかし大量生産形態になると需要者の要求は、複雑な世界的規模の景氣變動として觀測され、ある一つの發明の善悪は企業者によつて決定されてくる。また“大量の商品の集積”として表現される社會の富を形成するこの生産方式は、この過程が開始される前の精密な計畫と、慎重なデザインによつて特徴づけられる。したがつてあらゆる技術・經濟・さては政治的な知識までが動員されることが多い。さらに獨占的に大量生産される商品の壓力は、ときとしてきわめて非人間的・反社會的行爲の推進力となることもある。

しかし大量生産と、それを裏付けする精密さ(この場合は、たんに工作技術ばかりでなくその計畫性全體)は現代の生産活動の不可欠な前提となつている。われわれの生活がこの上に立つてはじめて可能になつている以上、ここから社會の平和・豊かさを向上させる新しい道を開いてゆくことに現代共通の課題があるように思われる。(1951.6.10. 村松貞次郎)