



ネジという基幹技術

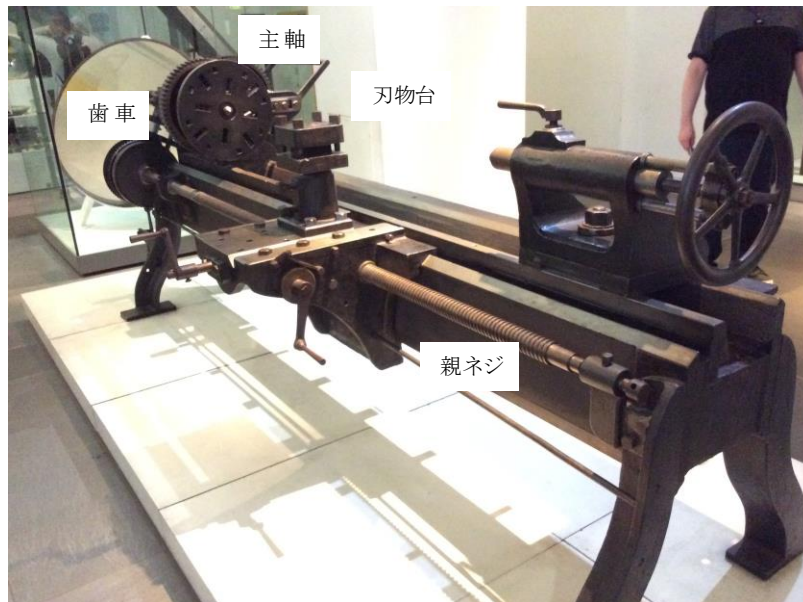
神戸大学 経済経営研究所

講師 榎本 大悟

私はネジと機械いじりが大好きで、修理するだけでは飽き足らなくなり、大学院に進学すると同時に卓上旋盤を購入し、暇があれば回していた。旋盤は円筒形のを削るために用いられる工作機械であり、産業革命の申し子だ。旋盤があったからこそ、高精度なピストンやシリンダーが作られ、実用的な蒸気機関が成り立ったのである。実は蒸気機関そのものはギリシャ時代に知られていた科学的知識で構成できる。ヘロンによる「アイオロスの球」といった蒸気で動くおもちゃは既に古代ギリシャ時代に存在していたし、かつてはオーパーツとして、今では機械式の天文予測計算機として知られている「アンティキシラ島の機械」を作れるだけの精密加工技術すら存在した。しかしその頃には、機械の効率を定量化したり、精度を管理する方法がなかったか、一般には普及していなかった。18世紀に産業革命が起きるまで、実に二千年も待たなければならなかった理由の一端はそこにある。

旋盤は円筒形のを削るための工作機械であると先程書いた。足踏みの原始的な旋盤を使って、工作物に手で刃物を当てて物を削るのは、18世紀には貴族の趣味であったという。しかし、精密加工が可能ゆえに産業革命を支えることになった近代的な旋盤は少し異なる出自を持っていて、むしろ精密ネジを作るための機械としてアップデートされたもので、その源流はダヴィンチのスケッチに出てくる「ネジ切り旋盤」であったとされる。図に示すように、旋盤には親ネジというものが搭載されていて、これが主軸と歯車を介して同期することにより定速で回転し、刃物のついた台と噛み合い、台を等速で動かす。こうして、刃物は主軸に据えられ回転する工作物に、ネジの螺旋を等間隔に刻んでいく。ここで問題となるのが親ネジの精度である。旋盤、あるいは機械工作の教科書には決まって「作ったものの精度は工作機械の精度を超えることはない」という注意書きが書いてある。曲がった定規で直線を引くこと

はできないのと同じ話だ。ここで一つの謎が浮かび上がる。ではその定規の直線はどうやって作ったのか。定規ならまだしも、親ネジの精度はどうやって担保したのか。



図：旋盤の例。ロンドンの Science Museum にて撮影。

詳しいことは歴史の本に書いてあるが、かいつまんで言えば、平均操作を繰り返すことによって少しずつ精度を上げたということに尽きる。まず木の丸棒を彫刻刀で雄ネジの形に削る。そういうものは古代ギリシャ時代から継続して存在し、オリーブ搾り器やグーテンベルクの活版印刷機に用いられてきた。また、刃物台に取り付けるナット(雌ネジ)もおおむね雄ネジと噛み合う形に木を削って作る。この雌ネジを数周のらせんにしておくことがポイントである。雄ネジを回すと、ばらばらの雄ネジのピッチ(ネジ山同士の間隔)を平均した動きがナットに生じる。すると、精度があまり出ていない雄ネジであっても、刃物台の動きの精度がちょっとだけ向上した旋盤が作れる。これを使って、精度が少しだけ向上した親ネジを作り、元の親ネジと入れ替える。初めはこうして木工で精度の向上にいそしみ、やがて材料を鉄に変え、さらに精度を上げていったという。途方もない作業であるが、イギリスのラムズデンというひとが、実に11年間もこの作業を繰り返し、鉄の精密ネジを作ったということである。これを再発明しようという奇人な人は世の中にはあまりいないだろう。ということは、世の中に存在する工業的に作られたネジというものはほとんど、18世紀にラムズデン氏の作業場にあったネジを転写して作られた子孫ということになる。1857年に最初の旋盤をイギリスから輸入した我が国においては特にそうである。

精密ネジが作れるようになったことで、微細な移動や測定が可能になり、これが例えば天文観測の精度を上げたことが知られている。精密ネジがなければ正確な時計の大量生産も成り立たないだろう。天文観測技術と時計があれば何ができるかといえば、地球上における自分の位置(特に経度)が測定できるのである。当時は、新たに見つけた島の位置を1852 m(1海里 = 地球上の1分角 = 10000 km/90度/60分角)の精度で報告すれば、自分の領土にできるという国際法が存在したという。さらには、自分の位置を見失った艦隊が座礁し、2000人近くが犠牲となる痛ましい事故もあった。このため、位置の測定は18世紀初頭のイギリスにとって国家的・軍事的に極めて重要な課題と認識され、懸賞金が課された。最終的に、コンパクトな天文観測機器である六分儀と、ハリソンという時計職人によるクロノメーターの開発によって課題は解決を見たが、詳しくは別の機会に天測の具体的方法を含めて書きたいと思う。

かくして、イギリスは産業革命のちょっと前から、高い位置測定技術を携えて世界中を植民地化し、日の沈まない帝国と呼ばれるようになった。そのような国家が測量してやろうと分け入った幕末の日本には、すでに伊能忠敬による日本地図(伊能図)があり、正確さに驚いたイギリス海軍が測量を中止して引き下がったという歴史もある。技術は単に大量生産によって国家の生産力や生産性を上げるというのではなく、技術に名を借りた「測定する力」「知る力」が国家の経済を支え、ときには侵略から守ってくれる場合もある。

個人的には、ネジや時計の開発にまつわる物語を振り返るたび、まず何よりも精密ネジの製作、時間や位置の測定といった、それだけを見れば些細とも思える困難な課題に強い興味を抱き、挑んだ研究家のひたむきさに心を打たれる。そして、木彫りのネジしかない世界で、自らきっちり等間隔に山を刻んだ鈍く光る鉄のネジを手にした時、彼はどんな思いだったろうかと想像する。今の時流では難しいかもしれないが、工業技術として直ちにリターンをもたらすものに傾注するのではなく、技術力そのものを高め、先達の後に続きたいと思い、これからの時代における「ネジ」に相当する基幹技術は何なのだろうか、と考えを巡らせる。今流行りの機械学習だとか、予測技術であるとか、色々な意見があろうが、私は意外なところに答えがあると思っている。