

科学図書館叢書

技術家評伝 上

三枝博音 著



科学図書館

技術家評伝 上

三枝博音

技術家評伝序

技術の哲学を推究してみることが私の最初の企図であった。しかし、それには技術史の研究が先行しなくては、技術の哲学は成し遂げられないものであることが間もなくわかって来た。さて、技術史の研究に幾分でも入ってみると、その中で個々の技術家の伝記が占める意義が、今更大きいことが私に知られたのである。私は、まだ技術家評伝を書く力も用意も私にととのわぬのに、或る機会を得たので、技術家たちの評伝を書いてみる気になったのであった。かようにしてできたのが、この書である。

歴史記述のなかには個々の人間の伝記が織り込まれるものであることはいうまでもないが、それはみな一様に織り込まれるのではない。哲学者のいない哲学史や芸術家のいない芸術史は考えられないが、経済史や産業史ではそれが考えられないことはない。だから、伝記の或る歴史記述における意義は一様ではない。私は技術史における伝記の位置の重要さは哲学史や芸術史の場合に譲らぬと思う。哲学史の中に個々の哲学者の伝記的要素がなくなると、哲学史をかたちづくる個々の哲学体系の特殊性の意義が了解されないし、芸術史のうちに個々の芸術家の伝記的要素が欠けるなら、芸術の様式の創造性の意味が把握されにくい。技術史においてはそれがどうなのであろう。言い換えれば、技術家の伝記のない技術史はどういう

不備を呈す事であろうか。このことを考究するとき、私たちは技術史の本性に触れることになると思うが、それには今這入らないにしても、技術家のいない技術史はそれが文化なるものとの連関を失い、技術の歴史の成立が困難になるということが、明言され得ると思う。

技術史は技術の発達の単なる記述ではない。文化史と自然史との接断面のところ、ややもすれば見失われがちな、細かいかも知れず、又派手ではないところの、従ってその独立性も時には疑われるかも知れないところの、一つの冒すべからざる歴史記述の対象の世界があるのである。その底に個々の技術家の生活は見失われがたく永遠の光りをあびて輝いているものであると思う。書かれた技術史のなかに技術家の評伝が出る出ないは問題でなく、技術史を書く人の営む記述の創造性のうちには、個々の技術家の評伝は生きていなければならぬ。以上は、私が技術家の評伝に対していっている思想であって、私はそれを現実に実現させてみる力からはまだはるかに遠い。読者が、上述のような技術史の問題を思索せられるために何か少しでも寄与するところがあれば、私は満足である。ここに収められた評伝のすべては、『科学主義工業』に連載されたものである。今、勧められるままに、一書に輯めて『技術家評伝』と名づけたのである。

昭和十五年（一九四〇）八月

3 技術家評伝序

目次

技術家評伝序	一
ドニ・パパン	五
トマス・サヴァリ	七
トマス・ニューコメン	九
ジェームズ・ワット	四
ジョージ・ステイヴンソン	三
ゲオルグ・ライヘンバッハ	七
ヘンリ・ベッセマ	六
アルフレッド・クルップ	六
ヴェルナー・ジーメンス	七
平賀源内	一八
伊能忠敬	三〇
田中久重	四
石川正龍	五

大島高任	一六九
江川太郎左衛門	一八二

ドニ・パパン

—

ヨーロッパの近代技術史が私たちに教えてくれるものは少なくないが、そのうちで、次のことは大層興味深いと思われる。それは何かといえば、ヨーロッパ諸国が相寄って一つの近代文明を築いたということである。諸国民はそれぞれ文化的特質をもっているながら、一斉に近代文明と呼ばれることのできる共通の文明を育てあげたのである。ヨーロッパの国々は宗教的又は習俗的確執や経済的角逐でもって互に反目しながら、それぞれ互に戦火を交えながら而も一つの技術文明を作ったのである。このように見ると、文化とはその国固有の進み方の或る側面について言わなければならない。文化はその国固有の進み方には必ずしも拘泥するものではないものと言ってよい。文化と文明のかような分ち方は、この頃漸次注意されて来ているように思われる。

東洋においてもそういう文明と文化との交錯は必然なものはあるまいか。その趨勢はむしろ今後に見られるようである。満洲やこれから実現すべき新中国は日本と文化を同じくする

ということはいえぬが、一つの文明形成の下にあるべきであろう。朝鮮半島にしても特有の朝鮮文化は保有せらるべきである。しかし、東亜（東ア）(ジア)にどんな民族国家が、それぞれの伝統を以て実現しても、国防技術と経済技術との共同的文明は齊一なものとして成立せざるを得ぬ。その文明の面における科学的技術的優秀な国家が、政治的力を結成し得ることは、見遁してならぬことであろう。

さて、当面の私たちの問題は、ヨーロッパ的近代文明の中の一人の技術者の生涯である。

ドニ・パパン(Denis Papin)は、ヨーロッパの共通の近代文明の成立にあずかるひとりの学者であり技術家である。彼は蒸気力技術の先頭に立っている。彼の祖国はいえば、フランスを挙げるべきであるが、彼の生涯の活動場所はパリ(フランス)とロンドン(イギリス)とマールブルク(ドイツ)である。そのうちでは、ドイツで最も多く活動したように思える。ひとりの技術家がヨーロッパの二、三の国々を巡って技術を修得した例も数々あれば、又自分の祖国で技術を修め且つ練って、他国にその技術とその上に立つ企業を起して他国民の福利を増進した例も幾多ある。その技術家自身が性来何か学術上の発明の理想を追って諸都市を訪ねた例もある。まだヨーロッパのいわゆる近代的技術が熟成して来ない時代には、自分の技術的天才を内に包懐し、偉大な科学及び技術の発明の一手手前までさし迫りながら、未だ環境や条件が具わっていないため、憑かれたように新しい真理と機構を求めている技術家の姿を見出す

ことができる。ドニ・パパンはまさにそのような技術家のひとりであった。彼の晩年は、発明——企業——成功という順序をとったのでなく、孤勞の生計を営んだのであった。

二

ドニ・パパンは一六四七年にフランスのプロアに生れた。父は或る王廷に仕えた高官であった。彼の少年時代のことは何も知られていない。十五歳のときアンジェの大学に入り、そこで医学と自然科学を学んだ。その後パリに移ったが、その頃にはすでに彼はドクトル(博士)論文で学界の一隅いちくぐうに知られていた。彼は自分に必要な器具を、大抵は自分で作るという器用さをもっていて、且つ鋭い觀察力に恵まれていた。哲学者のライプニッツを知己ちぎとして見出したのはこの頃であつたのであろう。ドニ・パパンの方が一歳年下であつた。

一六七五年、だから、彼が二十九歳の頃、ロンドンに行き、そこでは「ボイルの法則」で知られているロバート・ボイルと協同して一種の空気ポンプの研究に従事したことがあつた。三十三歳のときに、すでに王立科学協会は彼を会員にしているのでみても、彼が科学的才能の秀抜であつたことは知られる。その会員に推おされたことを徳として、彼は論文を書いて協会に贈つた。この論文には、彼のいわゆる「パパン鍋」のことが書かれていた。この鍋は経

済的に重宝ちようぼうがられた。ひろく一般に使用せられたのはむしろ後世においてであったが、当時でも多くの知名の人たちがこれに注意した。この鍋は高度の圧力を加えつつ食料品を煮詰につめることのできたもので、それで少からず腐敗を防ぎ得るものであった。ドニ・パパンの発明として知られているものに安全弁の発明があるが、これは右の特殊の鍋になくてならぬものであった。彼は人々にこの器具を菓子こしの製造、飲料の醸造、染色術などに使用することをすすめた。彼はこれでもって凝結果汁ぎようけつみかじゅうを自分で作っていたということである。

いつ頃であったか、早く出世したいとねがっていたこの青年の内の強い欲望は、彼をヴェネチアの方に旅立たせた。恐らく単に風光の美を求めてでなく、技術的発見の魂にひかれたためでもあったのであろう。しかし、二、三年滞在の後に、彼は又ロンドンに帰って来た。ロンドン王立協会ロンドンで働き、ここでいろいろの科学の実験につとめることができた。彼は、空気の圧迫を力の伝達でんたに利用することを考えた。空気を極度に稀薄にし、その強圧の力をもって何かを発射することを思いついたのである。新しい発射術が考案されたら戦時において貢献が大であらうと考えたからである。その頃のことである。彼の祖国フランスは、その以前に(一六八五)、いわゆる「ナントの勅令」の廃止を宣言していた。改革派教会(カルヴイン派)に属していたドニ・パパンは、そのために彼の祖国に帰ることはできなくなっていた。当時フランスは科学・工業は近隣の諸国に比して進んでいて、これらの文明を英国、オランダ、ドイツ、殊ことにプロイセ

ンに移殖することが、フランス人に対して要望されていた。こうした諸情勢がドニ・パパンをプロイセンに送るということになったのである。

この頃になるとドイツの領主たちも、徒らに鍊金術に心をひかれることをやめて物理学に注意しはじめていたのであった。ヘッセンの方ランド・クラフ伯もその一人であった。ヘッセンの方伯はかねてからドニ・パパンのことを聞いて知っていた。彼はドニ・パパンをマールブルクの大
学へ招いた。秀ひいでた才能をもちながら、不遇であったパパンは立身を急ぎたい心から、招聘しょうへいに応じた。彼は大学では数学の教授ということであった。彼の就職演説は「数学的科学的の応用、特に水力学について」というのであった。ところが、マールブルクはドニ・パパンにとつては思いもよらぬところであった。彼がこの地で出くわした人士たちはあまりに卑俗であった。このことはひどく彼を痛憤させた。それに方伯自身はマールブルグには居ず、いつもその領地外にあって戦陣の中にいた。マールブルクにあってドニ・パパンが代表すべきであった科学者は、歴とした職業的地位をもつものではなかった。だから、人々はこのフランスの博学者に対して注意を払うということはなかったのである。収入も法外に少く、年額二〇〇ターレルで生計を立てるには余りに困難を告つげていた。彼はこの地で結婚したのであったが（それは一六九一年のことである）、家庭をもってよりは、一層彼の生活は困窮であったらしい。いうまでもなく発明者としての彼の仕事は正当に評価されなかった。そういう生活の中で

彼は渦輪型ポンプを案出した。それよりも彼が努力を払ったものは、かつてロンドンでもその考案に没頭した空気の強圧力の利用法の研究であった。それを彼は潜水夫が頭にかぶる鐘形の潜水器をもって実験した。更に一六九二年にはカッセルで方伯に委託せられて潜水ボートウンターゼーボート（これはどういう構造のものか、はっきりしない。いわゆる潜水艇は一七四〇年代に発明されたものではないかと考えられるから）をもって実験し完成し得たということである。それにしても潜水ボートをもつていったい何をはじめようというのであったろうか。それらもわからないのである。

三

ここに興味ある事柄は、鉦山主たちが彼から鉦山技術を習いとうとしたことである。それは何よりも燃料の使い方についてであった。尚又、彼は鹹水かんすい（海水などの塩からい水）の蒸発作業にも役に立ってやったのであった。プロイセンの方伯たちはフランス遠来の学者を招きながら、徒らにこうした仕事のうちにドニ・パパンを没頭させていたのである。だから、科学的討究をたえず新あらたに続けるという学者にとっての楽しみは、ドニ・パパンに対して与えられるものではなかった。一六九六年に彼はライプニッツに次のように書いて送っている。

「理論の方面の私の見解に関して申せば、私は今ではそれを全く^{まった}廃^すてしまっていることを自白せねばなりません。私が頭にもっている機械や発明の数はだんだん多くなりつつあります。私の心の願いは、何よりも、それらの機械や発明が実際に当って有利に実現せられる時、機械や発明が見せてくれる諸々^{もろもろ}の効果を私も亦生きていて実見したいということです。」

ドニ・パパンはこうして彼の知己^{ちぎ}に対して自分の身をかこっている。出世することの遅いことをである。自分はすべてのことを自分でやり遂^とげたい、それに一人の機械師を自分のところへ置きたいが、その金からしてない、自分は自分のプランの半分をも実現することはできまい、というように纏々^{るる}自分の不遇を訴えている。

「私は神様が私にお与えになった才でもってこの世に奉仕することに、自分を局限しようとしています。永遠の真理のなかに入ってゆき、そして後世のために短く且^かつたやすい道を、その上をたどってはじめて後世が一層偉大な進歩へと達することのできるそういう道を、創造するということが、そういうことはあなたがたのような、多面的な偉大な精神にゆだねようと私は思っているのです。」

ドニ・パパンは右の手紙のうちで、多くのプランを頭の中に持っていると言っているが、そのプランのうちで彼を技術史のうちに不滅ならしめたものは、空気を用いるポンプ機械であっ

た。もとよりこの仕事は方伯の依頼によるものであった。彼は最初薬池を備えつける方法をとった。これでもすでにポンプの機構を改良し得たのであった。しかし、火薬でもってしては、空気を強度に稀薄にさせることは非常にぬるいものであった。それに火薬の爆発が激烈であると機械はそれに堪えることができない。第一そういうポンプを使うことはいつでも生命の危険を伴うことはいうまでもない。度重なる考案の挙句、ドニ・パパンはひとつの天才的な解決に達することができた。それは、火薬を使用することの代りに、水蒸気の凝縮を想いついたのであった。まず若干量の水をシリンダーの中に入れる。水は熱を加えられて水蒸気になる。次にその中の空気を注出すると、水蒸気はシリンダー全体を充たすことになる。このとき、シリンダーを温めることを止めれば、水蒸気は再び水になる。けれどもシリンダー内の空間の極く僅かな部分しか占めないことになる。いうまでもなく、シリンダー内部の空間の空気は極めて稀薄になり、結果は外気圧迫の活動をひき起させることになる。彼がこの労作を公けにしたのは一六九〇年であった。「僅かな労力を以て最強力の動力を作り出す新しい方法」というのであった。ドニ・パパンはこのようにして、水蒸気が利用されて而も幾分でも実際の用に役立つ動力機を發明し得た最初の技術家となったのであった。正しく言えば、空気的作用によるポンプ機械の發明者なのである。

ドニ・パパンは彼の發明し得た動力機械を採鋳業に應用しようとした。排水のためにも、鋳石の搬出にも利用しようとしたのであった。しかし、これらは彼の完成し得なかつたものであった。恐らくこれらのものよりもっと彼の發明欲をそそつたものは、彼の動力機械を船に備えつけて、航行を容易にしようということであつたらう。船の両側に蹠輪ぼくりん（水かき用水かき用の車輪）をつけ、この輪が動力機械で動くという仕組しくみであつた。彼は車にも据えつけようということすら考へていた。もし考へついたことが、つまり思想上の考案が、すでに一つの行為であると言へるなら、彼は蒸氣船を發明し、一つの機関車を發明し得たといわねばならない。もとよりそれらは實現し得られたものではなかつたが。

これらの事情は一六〇〇年代の終りから一七〇〇年代の初めのことである。いつたい、蒸氣船が實際に役立つように水の上を走るに至つたのは、いつ頃であつたらう。しかし、こういう問いはあまり素朴すぎるのである。蒸氣力と原動機の関係は一様でなく、進歩は漸次ぜんじに行われているからである。今は細かい記述を略さねばならぬが、少くともドニ・パパンの死後二十数年を経てでなくては曳船用ひきふねようの蒸氣船ですらも動かなかつたらう。蒸氣船の種々なる原動機が考へられ漸次ぜんじ實用へと近づいたのは、一八世紀の後半においてである。マイヤーの

古い百科事典などには、パパンが一七〇七年にフルダ河を蹠輪汽船ぼくりんで航行し得たというようなことを記しているが、これは事実ではない。彼が英国に航行しようとしたという船も、蒸気ボートでは決してなく、人力をもって動力とする蹠輪船ぼくりんに外ほかならなかったのである。

私たちがドニ・パパンを近代技術史のうちに見出すのは、何としても彼が蒸気力技術の革命家であるワットの先蹤せんしやうであるからである。蒸気機関の発明が如何いかに産業史を変革したか、ひいては人間の文明史を革あらためたかは、これまで何度繰り返されて言われたかわからない。この産業変革の動因を語る者は、いつでもワットに興味を集中するのである。しかしワットは突然に出て来なかった。ワットの前にトマス・ニューコメンとトマス・サヴァリの両技術家があった。更にこの二人の前に、ドニ・パパンが辛勞しんろう多き生涯をくりひろげているのである。先に私はドニ・パパンの歿後ぼつご二十何年かを経て蒸気力による曳船ボート実現されたと言ったのであるが、これはドニ・パパンの後に出たニューコメンの発明による蒸気機械によったものであろうと言われている。

五

私は最後にドニ・パパンの淋さびしい晩年について少しばかりを叙して、この稿を終ろうと思う。

時代は薄倖はつこうの科学者を後に残して、洋々とした産業革命の時期へと移って行ったのである。

一七〇五年のことである、彼の知己ちぎライプニッツが、ドニ・パパンに英国ではサヴァリが蒸気ポンプを構成したこと、及びその様子を知らせてきた。こうした音信は、ドニ・パパンを焦慮させたことであつたらう。方伯はドニ・パパンが更に蒸気ポンプの研究に従事することを命じた。彼は或あるポンプ機械を作るように命ぜられていた。更にこの機械でもって製粉機が動力を得るようにといいことも命ぜられていた。

一七〇七年、ドニ・パパンは彼の労作の場所を変えてみようと思ひ、ロンドンへ移つた。ロンドンへはライプニッツの推薦状を持って来たのである。彼はここで彼の機械を一層完全のものに仕上げようと思ひ、そしてそれでもってサヴァリと競争する意気であつた。けれども、ドニ・パパンは不幸にも誰からも助力を得ることができなかった。彼はロンドンの街にあつて孤独であつた。彼はアカデミーによつて認められんことを努力してみた。彼は働きつづけようと思ひていたからである。けれども、所期の結果は得られなかつた。一七二二年に書いてある彼の最後の手紙には、次のような言葉が見えている。

「私は私の最上の努力をしたときでも、悲しむべき境遇のうちに置かれている。私は敵意を自分に招来するのみである。だが、どんなことが構かまえられようと、私は何も恐れな
い。なぜなら、私は全能である神への信仰のなかにいるのだから。」

こうして、ドニ・パパンは一七二二年ロンドンで、迫り寄せる痛々しい窮迫のうちに彼の生涯を閉じたのであった。一人の科学者、一人の技術者のうちに経済的・政治的・宗教的・習俗的な社会的事情と個人の性情とが織り合わされて、或るものは多倅たじゅうに或るものは不遇あにその生涯を了おえるが、それらの多彩な人間の営いとなみのうえに、近代の技術文明は強大な発展をなしとげたのである。

付記。この稿、主としてマチヨスによる。

トマス・サヴァリ

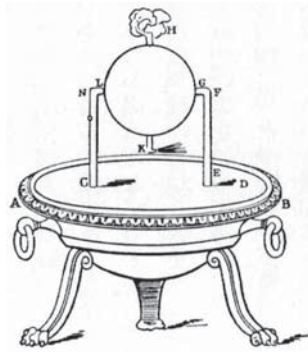
—

いうまでもなくワットの蒸気機関は彼一代で完成したのではなかった。ワットの前に幾人かのその方の技術者が出なければならなかったのである。トマス・サヴァリ(Thomas Savery)はそのうちの一人である。

蒸気力なるものが、人間の頭脳のうちにとにかくにひとつの形をもって現われ出したのはいつ頃からであったのであろう。『自助論』で名高いサミュエル・スマイルスによれば、蒸気力の発見は人間が火の利用を考え得たこととそんなに時代の上で遠ざかりはすまいというのである。火の上に土鍋のようなものを置き、これももし蓋で一部固く閉じられるようなことが経験されたら、もうそのとき蒸気の驚くべき力が、人の眼にとまるにちがいない。そうしてみると、紀元前一世紀ばかりの頃に物理や数学の上で活動したヘロ(Hero)があの Aeolipile(風気廻転球)を考案したということは、或いは蒸気力が人間の工夫くふうを通じて形を得た最初のものではなかったかも知れない。ヘロのエオリピーレは蒸気力をかりて金属の中空の球を廻転



第2図 蒸気車——蒸気タービンの原理

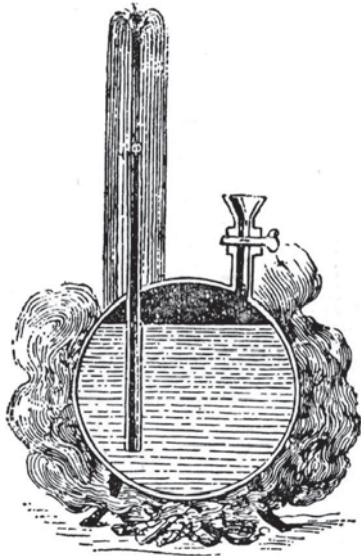


第1図 古代ギリシアの風気廻転球

させる玩具用のものであった。しかし、はじめてこれを眺める者にとつては、生きた者が機構の内部にいて、これに生命を与えているかに見えたのであったろう。しかし、ヘロのエオリピーレは、蒸気力と空気の協同にすぎなかった。だから、蒸気と水と大気とが協同して一つの動力を形にして見せるというものではなかった。しかし蒸気が本で人間の力をからず何かを動かすという仕掛しかけの工夫くふうは実現されたのである(第1図を参照)。

ヘロがエオリピーレその他のものを記録して置いた書の訳本が一五四七年に、イタリアのポローニャで公刊された。物理学者のブランカは、薬品を粉にする器械のために蒸気力を使用したといわれている。なお、プランカの蒸気車のことは、彼の著述『ル・マンシス機械』に依つて、ダニレフスキーが『一八、九世紀の技術史概観』の中でも述べている。第2図に見えているように

「蒸気は人間の頭の形をした容器の中に出来る。頭上の小孔はねじで締まるようになって居り、蒸気は側面の小孔からしか出



第3図 ドゥ・コウの蒸気機械

ることができない。蒸気の流れは、鉛直軸に取付られた車輪のまわりに並べられた小翼板に衝突する。大き過ぎる回転数を減らす為に、ブランカは自己の蒸気タービンの使用輪と杵との間に、三重の歯車装置を置いた。」

回転数の大き過ぎるのを緩和する装置の如き、ブランカの技術が十分認められるが、へろの場合と同様に、蒸気と水と大気とが協同して一つの動力を形成するものではない。

一六世紀の終りか一七世紀の初め頃のことであつたらう。ひとりのフランス人、ソロモン・ドゥ・コウがイタリアから蒸気力の観念を故国へ持ち帰った。ドゥ・コウは一五七六年に生れ、一六二六年に亡くなつたが、物理学者であり技術家であつた。ドゥ・コウは、水を揚げるために蒸気の使用したということである。

私たちは、ドゥ・コウにおいて近代文明の技術の王者といふべき蒸気機関に近づいて来たように感ずる。彼の器械は、二つのパイプが備えつけられている球形の容器からできている。パイプの一つは止め口と漏斗とがとりつけてあり、もう一つは容器の底近くまで達して、その上端は外氣に通じている。容器

が水で充たされ、下から火が燃されると、水は開かれた方のチューブを上^みに射出口の方へと押し出される(第3図を参照)。

「もし、両方のチューブがしっかりと閉じられて、蒸気も水も出ることができぬようにされたら」

ドゥ・コウの言うのに

「たちまち内から圧搾力が高まって来て球は爆破し、こなごなになり、爆発火具のような音響をあげるであろう」。

ドゥ・コウのこの器械では、とにかくに蒸気と水と空気とは直接に関係をもつて一つの動力を形の上に示している。

私たちは、ここでドニ・ババンについて叙述すればよいのであるが、それはすでに記したところであるから、ここでは略そう。ただ読者に次のことを想い出してもらいたい。すなわち、ドニ・ババンを

「技術史のうちに不滅ならしめたものは、空気を用いるポンプ機械であった」

ということである。彼のどの発明にも空気の強圧力の觀念が伴っていた。ところで、ドゥ・コウの場合はそれほどでないにしても、ブランカの発明の場合の如き、大気の圧力のことは蒸気力と結合していない。私たちは此処でこういうことを考えないではいられない。Aなる

技術者はaなる点に長じてそれに情熱をもって進み、Bなる技術者はbなる点に長じてそれに情熱を傾け、かようにCはcなる長所に、Dはdなる長所にそれぞれ進んでゆく。そして、技術の歴史そのものはそれらを相補せしめつつ一つの具体的な総合へと向けてゆくということとを。この一つの総合点にワットが立っていることは言うまでもない。

二

サヴァリは一六五〇年頃に生れて、一七一五年に歿している。サヴァリの直ぐ前には、前述のように蒸気力の技術者としてドニ・パパンが先行しているのであるが、ワットとの間には、トマス・ニューコメン（一六六三—一七二九）やスミートン（一七二四—一七九二）というような技術者がいたのである。ワットは先蹤の技術者の遺した機械から出発する幸福をもったのであるが、ワットが（機械修繕という機会を通じて）最初に先行者の遺作に手をかけたのは一七六三年のことであつたろう。しかし、それはサヴァリの工夫した機械でなく、ニューコメンの機械であつた。サヴァリの位置は、このようにして、蒸気機関工夫の歴史のなかで、或る寂寥を覚えさせるものがある。

だが、蒸気機関がはじめて実用にもつてゆかれ、しかも実際に鉱山の豎坑の排水の役に立つ

たのは、サヴァリの工夫し得たところのものだった。それになおサヴァリは蒸気機関に関する著述をも遺した。これだけでもサヴァリは蒸気機関の技術史のなかに輝いているといわねばならない。サヴァリとニューコメンとはほぼ生涯を同じくしていたのであるが、二人の間の関係については或る推定がなされているにすぎない。

さて、サヴァリの生涯の初めの頃については、何も知られていない。彼はデヴォンシャーのマドブリーの近く、シルストンに生れた。彼はドニ・パパンとは違い、直ちに技術家になるように教育された。しかしその技術は軍隊におけるものであった。彼の修業は時日と共に進んで、塹壕技術の一方の長となった。

さて、彼が軍隊技術家として立ち、塹壕を掘る技術を習得したことは、彼をやがて鉱山の排水における動力としての蒸気機関の工夫へと結びつけた機縁となったものと思われる。なぜ、私がそういう想定をするかというに、リッカードの著名な著述『人間と諸金属』に言われているように、鉱山の開掘ということは軍隊の塹壕技術と離して考えるわけにゆかない。排水ということと転水ということは、両者の作業にとって何よりも共通した関心事であったからである。蒸気機関による排水の設備が整わなかった頃の鉱山開営の仕事は、「河川作業」(stream work)とすら言われていた位であった。尤もこの語は、コンウォールの初期の錫採掘につけて言われたものであって、その作業が大部分は鉱床から鉱石を採るに水で洗うというような

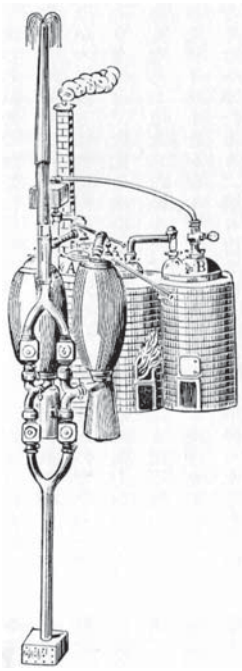
形かたちであったからである。いったいその頃までの鉱山採掘は、さほど深くはなかつたにしても、豎坑たてこうの中の水をどうして排除するかということに一方ひとかたならず苦心が払われていたのである。

ところが、サヴァリの成長したシルストンは、このように排水技術を求めて喘あえいでいた鉱業区に接していた。それにサヴァリは性来器用で発明の才能をもっていたし、時計師として優秀であったから、彼が鉱山技術の一つとしての蒸気力による排水技術へと生涯の仕事を振りむけられたのは、少しも偶然ではない。サヴァリは板ガラスを磨く器械を工夫くふうしたこともあったが、それは時計師としての技術に結びついていたのであろう。又彼は風力をかりずに走る外輪船を発明したということである。しかし、これらの機械的技術への才能は、やがて蒸気機関工夫くふうの仕事へと集中して行ったのであろう。

三

サヴァリは或るときフィレンツェに旅行することがあった。或る居酒屋で壘あを空け、彼はそれを何気なく火の中に投じた。そして、その時彼は手を洗うために水盥みずたらいを求めたのであった。ふと見ると、壘の中の飲み残りの液体は水蒸気になってゆくのが眼にとまった。彼は壘の頸くびのところをとらえてその呑口のみぐちを壘たらいの水の中に潰つぶけた。

蒸気は凝気して、水が急に壇の中に入り込んでゆくのを見つけたのであった。もとより、彼は壇の中で蒸気が凝結した故に中の空気が稀薄になり、壇の外の大気の圧迫で水が壇の中へ流れ込んだことを見てとったのであろう。しかし、この話はどこまでが事実であったか、よくわからない。というのはサヴァリの傍かたわらにいて彼を助けた技術者にデザギュリエという人がいたのであるが、彼の言うところによると、右のフィレンツェの話はサヴァリから聞いたのであるが、デザギュリエは信じていなかったということである。しかし、いずれにしても、サヴァリが蒸気力について色々の経験を重ね、その結果転水を容易しんどに仕遂げる種々なる機械を工夫くふうするに至ったことは、疑うことができない。蒸気の膨脹と収縮、及び大気の圧力についての観念を、一度に頭腦のうちにとらせることの機会をつかんだかどうかはとにかくとして、長年月に互むたって彼の注意がこの主題すゑに注がれていたことは、事実であったとせねばならない。



第4図 サヴァリの
エンジン

サヴァリのエンジンは幸いにも彼自身の記述によって今日まで明瞭に伝えられている。

第4図において見られるように、彼のエンジンは次のような機構で

あった。まず二つの大きいシリンダー様の容器がある。図のAとBはそれである。この二つの容器は、隣接するボイラーから来る蒸気と揚水又は排水せらるべき井戸・塹壕・豎坑等から来る冷い水とで交互に充たされるためのものである。空の容器のどちらかの一つが蒸気で充たされ次に忽ちに冷い水が注ぎかけられると真空がそれによつてつくられる。そのときその容器は、トップのところまで密閉され、底のところまで通口が開かれると、水は見る間に大気の圧力で井戸・豎坑その他のところから吸い上げられる。蒸気は、トップから容器の中に導かれるので、水の表面を圧する。そしてそのとき他のパイプで底のところでは外へ押し出される。水がもとの井戸や豎坑の方へと戻って来ないように、クラックで遮止されている。次に、もう一つの方の容器であるが、これにおいても今私たちの見て来たと同じ順序で、同じ結果が出てくるから、つまり交互に容器を充満させることと、そこから押し出すこととが行われる訳である。全体としての結果は、大気に通じている管(L)から絶えず、水が吐き出されることになる。

サヴァリは彼の工夫し得た機関の構造や作業の仕方については明瞭に吾々に伝えていたが、作業全体の実際についてはくわしく伝えていない。ただ、次のことだけは確実に知られている。直径三インチ二分の一(約八・八センチ)の水柱を六〇インチ(約一五〇センチ)の高さに揚げるに要するエンジンは、二〇インチ(約五〇センチ)の深さの竈を必要とするということ。サヴァリは

尚なほこういうことを指摘している。彼の発明になる蒸気機関の使用でもって揚水の当時の費用の少くとも三分の一は節約されるということ。サヴァリは機械の効力を馬の力でやれる仕事の量と比較するのをつねとしたということである。馬力という今の用語は、彼が産業上の動力概算の中へ導入したのである。

四

サヴァリが彼の蒸気機関の用途として考えたものは数種ある。その一つは、水を貯水槽に吸い上げ、その水を水車にそそ注ぎ回転動力を起させるのである。次は、上層生活者の家庭に水槽用の水を供給するため。勿論それは消火用水としても役立つであろう。第三は市街への給水のため。第四は沼沢地しょうたくちの水を排はかせるため。しかし、最も重要な用途は水浸みずびたしの錫採すす鋇くわや石炭採掘から水を防ぐというにあったことは、いうまでもない。三箇のリフトを据すえつけ、それがそれぞれ八〇フィート(約二四メートル)の高さであって、約二四〇フィート(約七二メートル)の鋇坑から水が排き出されたのであった。

サヴァリ自身の説明からして彼のエンジンはコンウォールに組み立てられたことが知られる。その最初のもはヒュール・フォールで試みられた。此処こゝは当時英国で錫すすの第一の富坑といわ

れていた。サヴァリの蒸気機関の力で、それまでは人の考え及ばなかった深さにまで、鋤夫を送ることができたのであった。そうになると、大量の水を引きあげるに要する蒸気力が愈々大きくならねばならなかった。そのためには、まだ不完全であったポイラーとレシーヴァーとは極度にまで機能を高めねばならなかったろう。屢々そこに不幸な破裂が伴ったことはいうまでもない。これがやがてサヴァリの蒸気機関が廃止される原因となったのである。又、ニューコメンの一層整備したエンジンが生れるようになった機縁なのである。

でもしかし、当時サヴァリの機関への期待は大きかった。当時、産業は鉄と石炭との結合をいよいよ要求して止まない状態であった。鋤山は地下へと採掘領域を求めてやまなかった。排水のためにはそれまで、巻揚機、風車の装置、馬を使用する装置、手押のポンプ、横の坑道の設備などが試みられたが、どれもそれらの効果の最大限を尽してしまっていた。どの坑道も水浸しになっていた。それに鋤山採掘業者たちは、燃料の欠乏で自分らのマニユファクチャーが破滅してしまいはしないかと恐怖を感じていた。鋤業がこういう事情の下に立ったとき、サヴァリの発明にかけられた期待は素晴らしく大きかった。採掘業者たちは自分らの困難は一掃されてしまうだろうと考えた。一例であるがサヴァリのエンジンの一つがブロードウォーターの炭坑に組み立てられるようになった。ところが、水の出が多くてエンジンはそれに耐えることができなかった。水の出る処が多く、且つ水量が多く、サヴァリが試みるど

の方法も、鉱坑の水を排くにはすべて失敗に帰した。排水力を沢山出（たくさん）出そうとすればするほど、蒸気の圧力を増さねばならない。しかし、ボイラーもレシーヴァーもそれにもちこたえることができない。蒸気の力はエンジンをこなごなにさく裂させた。それは、多くの時間と労力と費用を投じた後であった。サヴァリはとうとう彼の企図を放棄する破目（はめ）に落ち入った。彼のエンジンは廃品となって横たわらざるを得なかったのである。

サヴァリはテームズ河の水を吸いあげてロンドンの西方地区の給水を企てることに当った。しかし、これも亦遂（い）に成功しなかった。サヴァリの蒸気機関は上述の説明で知られるように、単純式なのであるが、これでもって鉱山排水や大都市給水の要求に應ずるつもりであったが、終（つい）に効を奏しなかった。サヴァリの機械は噴水設備や小規模の貯水槽のために制限されねばならなかった。

サヴァリの蒸気機関の欠点を補うためには、デザギュリエやブラッドリーなどの多くの努力が払われたが、結局ニューコメンの工夫（くふう）を待たねばならなかったのである。技術者はたとえ栄誉や富に恵まれなくとも、発明の効果が結実（くつじつ）さえすれば積年の労苦は何ものでもない筈（はず）である。サヴァリのような寂寥（せきれう）は技術史のうちには少しも珍らしくないのである。サヴァリの著述は、書き落したが、“The miners friend, or an engine to raise water by fire” (London, 1702) というのである。

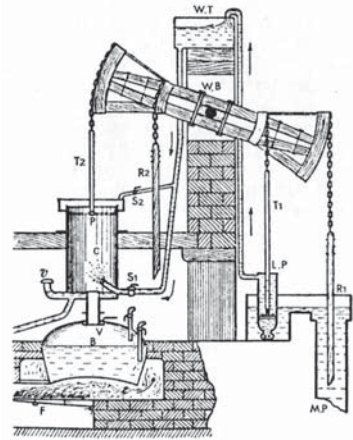
付記。私はこの稿でスマイルスやダニレフスキーやマチヨスによった。R・H・サーズ
トン “Development of Philosophy of the Steam Engine” も参考する(1)を得た。

トマス・ニューコメン

—

もう今から二百二、三十年も昔のことである。所は英国の或る鉱山で蒸気機関が排水のために動いていた。罐には火が燃えてい、汽罐では盛んに蒸気ができていた。機関のそばに二人の人間が働いていた。一人は火の工合を見まもっていた。もう一人は、少年であったが、機関に付いている二つの活栓ロックを交かわる交かわる開き又閉じていたのだった。だから随分とこの少年の仕事は単調であり、無味であったろうと思われる。少年の名は、ハンフリ・ポッターというのであった。さて、その仕事が単調であったのはこういうわけである。

蒸気は一つの活栓を通じて、汽罐の上にあるシリンダーの中へと導かれていた。シリンダーにはピストンが仕掛かけけてあった。シリンダーの底のところの右の活栓から蒸気が入って来るに従ってピストンは上に押しあげられシリンダーの殆ほとんど上端までとどくのであった。すると、今度はシリンダーのすぐ傍に外から水を送ってくる管が来ていて、この管の口からシリンダーへ水を注ぎかけるのであった。それはシリンダーに蒸気がいっぱい入ったとき蒸気を凝結さ



ニューコメンの蒸気機関

水はシリンダーに外からあびせかけられて中の蒸気は凝結するのである。凝結すればシリンダーの中は空気が稀薄になり、ピストンは或る仕掛(図ではW.B.木製の梁とR₂の仕掛)で下に降りて来るのである。

少年の仕事が単調きわまるものであったことは、誰にも容易に推察できるのである。この少年は伶俐な質であった。賢い少年であるだけに、この閉じることと開くこととの動作が単純であり、何かの方法で人間の手を借らなくてよいようにはゆくまいかと考えた。ほんとうのところは、こういう考えは後からで、少年は何とかして時間を空かせて遊びたいのであったのであろう。いろいろと考えをめぐらした上で、この少年が眼をつけたのは彼の頭の上で交互に上ったり下ったりしている梁であった。この上下の交互の運動を、活栓を、目的通りに動か

せるのである。従って、その管の端のあたりに活栓がなくてはならなかった。だから二つの活栓があった(上の図で言えばVという活栓とSという活栓である)。V活栓が開かれているときはシリンダーの中に蒸気が充ち、そのときS活栓は閉じられている。シリンダーに蒸気が充ちてしまったときはV活栓は閉じられ、S活栓が開かれるのである。S活栓が開かれているときは

す槓の交互運動でもってしたらよいだろうということを考えたのであった。少年は梁から糸をひいて引手でもって活栓を自由にすることを、ついに実現したのである。この少年はこの仕掛をスコガン (scogan) と名をつけたということである。北の地方のことばに scogging というのがあり、それはなまけるために隠れて仕事をすませることを言い表すのであった。恐らく、少年はこれから思いついたのであろう。この少年の発明し得たものは決して小さいことではなかった。この仕掛は後にヘンリー・ベイトンによって改良されたのであった。

この少年の工夫について、技術史的に興味のあることが二つある。その一つは、ポッターの思いつきで蒸気機関が大切な点で自動的にになったということである。それは勿論まだ、それでは火を焚くという非自動的な端緒は残っているけれども、これは如何なる動力でも不可避のもので、自然界とつながる端緒なのである。そういえば、水を導くということについても非自動的なものは残るのである。けれども、蒸気機関としてはとにかく、ポッターの工夫で自動的なものとなったのである。蒸気機関は機械としての概念の上で千鈞の重きを加えたのである。もう一つは、右にあげた蒸気機関はニューコメン (Thomas Newcomen) のエンジンなのであるが、ニューコメンによって躍進的に発展した蒸気機関は、いろいろの人の、先行者たちの努力が合流して出来上ったのである。ドニ・パパンやトマス・サヴァリはこの際何を措いてもあげねばならぬ大きな歴史的協力者であるが、右のポッター少年の如きを逸する

ことはできない。かようにして野心家では決してなく、つつましやかな性質のニューコメンには、彼に不朽の技術者の名を負わ^おせるような周囲の事情が自然に集合してくれたのである。

二

トマス・ニューコメンは英国のデヴォンシャーにあるダートマスという町に生れた。一六六三年であつた。ニューコメンは今日でも蒸気機関を動かしている職工たちにもその名が親^{した}まれている。蒸気機関の発明の歴史ではドニ・パパンもトマス・サヴァリも、それぞれ没すべからざる位置をもっているが、しかし一般のエンジニアたちにその名がよく知られているとはいえない。それはニューコメンに至って今日の蒸気機関の原理的な形が一応整^{した}つたからである。それだけに、ワット以前の蒸気機関史は一応ニューコメンで完成されていると言つてよい。トマス・サヴァリのところでも述べたように、ワットがニューコメンの蒸気機関の修理を依頼されて機械に手をかけたのは一七六三年のことであるといわれている。ニューコメンが蒸気機関の模型を作りあげたのは一七〇五年前後であるから、それからすでに六〇年に近い年が経過している。そして、ワットが自分の機械の特許を得たのは一七六九年である。この比較的長い期間に英国の鉱業その他の動力を必要とする産業は、有力な蒸気機関を必要としたこ

とは一通りではなかった。つまりこのことは、ニューコメンの工夫くふうした機関がとにかくこの期間の必要に応じたことを語っている。一九二〇年に英国で技術史研究の或ある協会ができたことがあった。その名は、“Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology”というのであった。これでも、ニューコメンの技術史上の存在は大きいことが知られる。

私たちはワットの伝記を知るには今日材料を欠かない。ワットの生涯についてはかなり細かい点に至るまで私たちは知ることができる。それなのに、ニューコメンについては、その生涯については殆ほとんど何も知られない。ニューコメンのどの伝記にも肖像は出ていない。学問にせよ技術にせよ大きい仕事を遺のこしたほどの人であると、大抵の場合肖像が残っている。写真がなければ、描かれた像が残っている。スケッチもないような時でも当時の人、又は後の人が彫像を作っている。最近のことはわからないが、ニューコメンにおいては彫像も出来た例がないのではないかと思われる。

彼の何かの肖像が残っていないことは、彼が作った蒸気機関についての外ほかは彼について何も知られていないことの象徴となっているといつてよい。

富有であったか貧困であったか、幸福であったのか不幸であったのか、すべて杏よちとしてわからない。私たちは彼が一六六三年にダートマスで生れ、一七二九年八月五日にロンドンで

歿^ぼしたことからいしか知ることができない。しかし、次のことは三、四の伝記の一致するところである。すなわち、彼は職業として鍛冶屋^{かじや}であり又、鉄及び鉄器^{あきな}を商^{あきな}った。彼の性格は謙遜で静かな性質であった。そして非常に謹直で宗教心に厚かった。宗旨はバプティストであった。彼はこの宗旨の弘まることに少くとも青年時代には熱心であった、といわれている。

三

さて、ニューコメンの伝記を述べる者は誰でも、彼とサヴァリとの関係について注意を払うのである。しかし、それにしても伝記は確実な史料を欠くものが多い。彼はサヴァリよりは十六、七年の年下であるが、サヴァリの住んでいたマドブリーとは十数マイルしか離れていないから、この先輩を訪ねたことがあったろうということは、容易に推定されるのである。それどころではない、ニューコメンはサヴァリから傭われて、サヴァリの蒸気機関の細部を作ることに従事したということを伝えている伝記作者もある。このような近い関係があったと想像される位であるから、サヴァリのエンジンの設計図がニューコメンの手に入ったということは、もっと容易に信じられたのである。サヴァリは彼の家の庭で、機械のモデルを作り、改良についてあれこれと苦心したといわれている。しかし、又、ニューコメンはサヴァ

りのエンジンにヒントを得たのではない、サヴァリと同じように別な工夫くふうがニューコメンのうちに生れたのであるという説もある(スウィツァーの説)。いずれにしても、サヴァリよりも年の若いニューコメンが、サヴァリの苦心しつつあった蒸気機関の大体のことは知っていた、そしてニューコメンはニューコメンで新たに蒸気機関を作りあげること努力したということとは、確実であるとしてよいであろう。前述のように、ニューコメンの技術的進歩にはいろいろの協力が落ち合っていることが見逃みのがせない。というのは、彼にはフックという王立協会のセクレタリーがよい助言をしたことがあり、更にカリーという協力者が彼にあらわれたから、一層ニューコメンの工夫くふうには、彼の気質も手伝って、終始排外的なことも、野心に駆かられるということもなかったことが、考えられるのである。

ニューコメンは一方にサヴァリ流のやり方と他方にドニ・パパン流のやり方のあることを知っていた。サヴァリの蒸気機関では、その効果は水が吸いあげられて他に転送されるということであつた。それは動力とはなるが、転水の媒介となるに過ぎないのである。一つの動力が引き起されて、その動力は転水以外のどういふ仕事へも利用されるというのではなかつた。つまり、サヴァリの機械にはピストンがなかつたのである。ところがまさにこの欠を補っているものはパパンの考案であつた。蒸気力によるのではあるが空気の作用を特に狙っているピストンの働きをつかんでいたのである。更に、パパンの考えでは、シリンダーの内でピス

トンを働かせ、ピストンの下に真空のできることによって動力ができるが、その動力を他の地点に送ることが企図されていた。つまり、パイプを通じて鉈山の排水の地点の第二のシリンダーまで導こうとしたのであった。これらの点で、サヴァリの考案するところとは異っていた。

サヴァリ流の遣り方とパパン流の遣り方とを合一する役割が、ニューコメンにふりあてられたわけであるが、それに対して、前述のフックが有益な助言をしたということである。フックはパパンが考え得た通りに計画をすすめることを断念させた。もうパパンの仕方をすすめて実現し得ても時間と労力の浪費で失敗に帰する外はない。もし、ピストンの下に真空をもつと迅速に強力につくることを実現し得たら万事成れりである、ということをつックはニューコメンに勧めたのであった。

ニューコメンの進むべき道は、パパンからはシリンダーの内にピストンの仕掛をすることを、サヴァリからは真空を作ること、蒸気の凝結によって果すことを、受けついでこれを一層完全なものにするということ、でなければならなかった。しかし、パパンにおいて見られるような真空を作るに時間と手数のかかる仕方を踏襲してはならない。そして又、弱い力しか持たないピストンの作り出す動力を、シリンダーを二箇構えこれを他に送るといふような方法をパパンから受けとってはならない。と同時に、サヴァリからは、容器が閉じられてしまっ

ていて、ピストンの仕掛しかけのないというような方法を受けついではならなかった。

しかしニューコメンが先の図に挙げたような蒸気機関を作ることを得るまでには、幾多の工夫くふうと失敗とを重ねねばならなかった。彼が模型を作りあげたのは一七〇五年であるといわれている。ライプニッツが友人のドニ・パパンにむけて、英国でサヴァリが蒸気ポンプを構成したということを知らせたのが一七〇五年であるとされているが、そしてパパンはそれです少からず焦慮するところあったという事であるが、一八世紀の初頭はまさに蒸気機関の生れ出る陣痛の時期であったということが出来る。

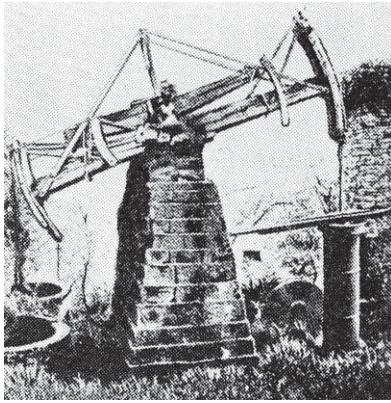
模型を作りあげたニューコメンは、実用のエンジンを作る機会をとらえねばならなかった。この機会をつかむことにも又ニューコメンが模型を作る工夫くふうの道程においても、一人の協力が彼に恵まれていた。それは同じ町に生れたガラス屋で前記のジョン・カリーであった。

四

ニューコメンのエンジンの構造は次のようなものであった。(二二頁の図参照)蒸気はサヴァリのそれと同じように独立のボイラーの中でできた(B)。蒸気はボイラーからシリンダー(C)へ送られる。シリンダーにはピストン(P)が仕掛けられている。ピストンはシリンダーの内

部を上下いっぱい動くことができる。ピストンは桿ロッドに繋がれている。それは更にジョイントか鏈で軸によって動いている梁(W.B)に結ばれている。梁の他の端はポンプ(M.P)を働かす桿に連結している。シリンダーの中のピストンが上ったときは、蒸気はボイラーの上部まで入ってゆく、そのとき活栓(V)は閉じられる。すると、梁の他端にあるポンプ・ロッドは下に持つてゆかれる。このとき冷い水がシリンダーの外側に注がれると、中の蒸気は凝結され、真空ができる。直ただちに外気はピストンを上から圧して、空のシリンダーの下の方へとピストンを下降せしめる。このためポンプ・ロッドは前とは逆に上にあげられる。かようにして、下に押しつけられることと上に揚げられることが繰り返されて、ポンプは運動を連続せしめられる。パパンやサヴァリの場合と比べて、蒸気機関はとにかく一つの独立のものとなり得ているのである。

しかし、まだ不完全なところがいくつも見出された。第一、全体のモーションがのろかった。シリンダーの外から冷水をかけるのであるから蒸気を凝縮させるに暇がかかった。第二に、ボイラーがシリンダーの直すぐ下に据すえてあるので、ボイラーに冷い水がかかることを防ぐことが容易でなかった。これらの不完全を改めるに、ニューコメンにはカリの協力が大いに役立った。彼らは冷水をシリンダーの外から注ぎかけることを止めて、シリンダーを冷水でとりまくことを考えた。しかし、これは失敗であった。何故なにゆえなら、シリンダーを水でとり



ニューコメンの蒸気機関
(鉱山で水汲みに用いられたもの)

まく方法をとると、水はすぐに温まって冷水でなくなったから。注がれる水は冷いほどいいことはいうまでもない。右の不完全を根本的に改良することはついにできなかったようである。当時、英国の鉱山等が排水機械を要求することは日一日と強まっていた。けれども、鉱業家たちは容易には便利な機械を信じないで、馬の力をかりることですましていた。一七一年にニューコメンとカリーとがワーウィックシャーのグリップの炭坑の所有者に採用を申出たとき、所有者はニューコメンの機械を信用しなかった。その翌年、ウォールヴァーハンプトン近くに鉱山をもっていたバックという人と、契約を結ぶことができた。ここでニューコメンは彼の蒸気機関を実用に移したが、注水の仕方しかたは依然として悩んだ。シリンダー内の真空を作ることが不完全であり、従って機関の活動がのろくて且かつ不規則であつた。そのために、いくつかの改良がなされた。それは主として、シリンダーの運動に関するものであつた。その他にも改められる点は残っていた。先のポッター少年の知恵も又ニューコメンに大きな助力を与えたのである。

ウォールヴァーハンプトン付近の鉱山でとにかく成



ホイート・フォーチュンの廃墟

功し得てからは、ニューコメンの機関を採用するものが現われはじめた。一七一四年にはすでに第四回目の彼らのエンジンを組み立てた。その頃のシリンドアの大きさは直径二三インチ（約五三・五七センチメートル）ばかりであつて、一分間に一五回位のストロークができた。ポンプであるが水を揚げる口径は九インチ（約二二・五七センチメートル）で、水は三七ヤード（約三四メートル）の深さから汲みあげることができた。

一七二〇年にはコンウォールでニューコメンのエンジンが作られた。コンウォールは豊かな鉱脈を含蔵していて銅、銀、鉛、錫の鉱山で有名である。殊に錫は後にイングランドを錫島と呼ばせたほどのものとなつた。それらの錫鉱山のうちでニューコメンはホイート・フォーチュンで、従来のエンジンのうちで最も大きいエンジンを作る機会を得た。シリンドアは直径四七インチ（約一一八センチメートル）、一分間のストロークは一五であった。一ストロークで水一樽をひき上げた。深さは三〇尋（約四五メートル）に達していた。このホイート・フォーチュンに据えた蒸気機関は、ニューコメンの生涯の仕事のうちで成功し得たものといふことができる。

ホイート・フォーチュンは今日では、ヘデカーのイングランド

案内書にも出ていないほどに、すでに忘れられてしまっている。ちょうどニューコメントの伝記の材料が湮滅^{いんめつ}してしまって機械の名前以外は忘れてられてゆくように、ホイート・フォーチュンは廃墟として残っているのみである。ニューコメントの肖像の代りに、ホイート・フォーチュンのルインをここにかかげて、読者とともにもその生涯の記録を失っているトマス・ニューコメントのことを考えることにしよう。

付記 この稿ではサーストーン、スマイルス、マチヨスなどの著作によった。

ジェームズ・ワット

—

私たちは、今や(一九四〇年の初頭)、私たちの受けついでいる日本の過去の文明を思い起してみる或る機会に遭遇している。というのは、わが歴史の「二千六百年」ということが新しく考えられようとしているからである。私たちは、「二千六百年」の歴史の中で、科学的文明というものの発達を辿たどって見る愛着と義務とをもっているのである。私たちの先行者によって、鉱山が開かれ、海路が見出され、船が造られ、兵器が考案されたのである。私たちは私たちの科学的文明の歴史をもっているのである。

(一) 「編注」神話上の初代天皇・神武天皇が即位した年が西暦紀元前六六〇年にあたるとして、その年を神武元年として数えた年数。1940 + 660 = 2600

しかし、ひとたび私たちが産業の歴史の中で、動力技術のことを考えてみると、この一世紀にもならない僅わずかな時の間に、私たちの先行者が夢にも思い到らなかつた動力の革命を経験したのである。私は、後で「田中久重」や「石河正龍」について書くとき、日本において

蒸気機械の動き始めたことについて、幾分かの叙述を試みたいと思う。明治になってからは、あちらこちらに小規模ながら蒸気機械が据えつけられた。それに伴って、蒸気機械の発明者たちのことや機械の構造についての知識が一般に求められるようになって来た。そういう知識要求を少しでも満たしたもので、明治初年のものとしては、中村正直訳の『西国立志編』の中の記事が最初のものではなかったのではあるまいか。

『西国立志編』の第二編の六は「蒸気機械ノ創造ノ事」となっていて、そこには次のような興味ある訳述がなされている。

「蒸気機器ハ機器ノ王ナリ。コノ發明創造ハ近世ノ事ト雖モ、然レドモコレヲ作ラント思ヒ起セシ人ハ数百年前ヨリシテ既ニコレアリシナリ。其他ノ機器ト同ジク、一人一世ノ間ニ成就セルニハアラス。前人ノ勉強勞苦シテ得ルトコロノモノヲ、後人コレニ繼テ、マタ勉強勞苦シテ工夫ヲ下シ、カクノ如ク次第ニ進メ、數世ノ久シキヲ経テ方ニ成就セルモノナリ。」

私たちは、ワット(James Watt)は機械を考えることにおいてまことに天才であった、と言われるのを聞くのであるが、いったいどういう意味で天才であったのであるか。経済学においてスミスが、哲学においてカントが、生物学においてダーウィンが置かれるような位置を、人々は機械においてワットに見出そうとするのである。ワットの機械の天才がどこにあった

かを考えてみるには、私は何よりも右の訳文に現われている「次第二層級ヲ進メ、数世ノ久シキヲ経テ方ニ成就セル」というころのものを考察すべきではないかと思う。ワットがクランクを、いわゆる並行四辺形をなす四つ棒機構を、蒸気機関の改良に用いることを考案したといつても、私たちはワットがクランク機構に想い当る必然を含んでいるヨーロッパの科学的文明の歴史を想わねばならない。六節にはなお次のような叙述がある。

「実ニコノ機器ハ『人ニ存スル自ラ助クル勢力ノ紀功碑』ト称スベシ。コノ碑ヲ圍繞スル人ハ、薩伐礼、牛国民、高礼、勃的爾、斯弥敦、惹迷士・瓦德ナリ。薩ハ火器ヲ運用スル人、牛ハ打鉄匠、高ハ破瑠ノ鑲工、勃ハ築作ノ事ニ給スル小厮、斯ハ量地官、瓦ハ算器ヲ製スル工人ナリシナリ。」

ワットの父は、コンラート・マチヨスもその小伝の中で書いているように、普通の大工でもあり又船大工でもあったが、家具も造り、船の航行に必要な数学的器具も作ったのであった。ワットは家業を手伝ったから「瓦ハ算器ヲ製スル工人ナリシナリ」と右のところに簡潔に出ているのである。

ワットの蒸気機関については明治五年（一八七二）から六年（一八七三）にかけて刊行されている『窮理日新發明記事』（三冊）のうちにかなりくわしく書かれているが（ずっと古くは『遠西奇器述』に出ているのである）、それを紹介してみる前に『西国立志編』の中でワットの生涯を簡潔に叙している部分を挙げて置こう。

「瓦徳^{ワット}幼年ノ時、戯玩^{モテアソビ}ノ具ヲ作ルコトニ巧ミナリケリ。ソノ父ハ木工^{ダイク}ニシテ、ソノ舖^{ミセ}ニ象限儀^{ソクリヨウドク}アリケルガ、コレニ因リテ視物学^{モノヲミルジユツ}及ビ天学ノ門戸ニ導カレタリ。ソノ身多病ナリシガ、コレニ因リテ生物休質^{ヒシコロサイ}ノ学ノ学ニ心ヲ留メ、ソノ深奥ニ達セリ。又常ニ野外^{アラブラ}ニ独歩シケルガ、コレヲ時トシテ草木ノ学ニ意ヲ用ヒタリ。算術ノ器ヲ作りテ、家業トナシケルトキ、大風琴^{オルガン}ヲ建ルコトヲ、或人ヨリ托セラレケレバ、コレヨリ始メテ音韻^{テウシ}ヲ調和スルコトヲ学ビ、遂ニ善クコレヲ造レリ。額拉斯哥^{グラスゴ}ノ学堂ニ牛国民^{ニユトコミン}ノ作レル蒸気機器ノ小キ様子ヲ蔵シテアリシガ、コレヲ修復スベシトテ、瓦徳^{ワット}ニ托セラレタリケレバ、瓦徳^{ワット}コレニ因リテ、前人已ニ發明セルトコロノ熱^{アツサ}ノ作用及ビ蒸気ノ漲開^{ヒロガリ}シ、収縮スル所以^{ゆえん}ノ理ヲ講求シ、又同時ニ機器建造ノ法ヲ研究シ、困苦勉強久ウシテ怠ラザリシガ、ツヒニ縮密蒸気機器ト云ヘルモノヲ造リ出セリ。瓦徳^{ワット}コノ機器ヲ造リ出セルマデ、許多ノ星霜^{トシツキ}ヲ経タリ。ソノ間、成就スベキ望モ必シガたく、マタ、朋友ノ慫慂^{しょうよう}スルモノモ少カリシガ、瓦徳^{ワット}ハ更ニ工夫^{くふう}ヲ怠ラザリケリ。然レドモ、ソレガ中ニ、家人ヲ養フタメニ、象限

儀ヲ造リテ、コレヲ売り、絃弓簫管、及ビ、其ノ他楽器ヲ作り、泥水ノ工事ヲ測量シ、道路ノ修造ヲ監視シ、水道ノ築作ヲ掌理シ、コレ等ノ事ヲ為シ正経ノ利ヲ得テ、生活ヲ営ミケリ。久シフシテ後、一箇ノ良友馬竇・葡爾敦ナルモノヲ得タリ。亦タ工事ノ師首タル俊傑ノ士ニシテ巧思アリ、精力アリテ、遠大ノ見識アル人ナリ。瓦徳ノ縮密機器ヲ用ヒ人力ニ代ヘ、諸般ノ工事ヲ為ン事ヲ企テ、遂ニ能クソノ志ヲ成シタリケリ。」

ワットがその企業の才能と友誼とを得て、蒸気機関を完成し得た Matthew Boulton (1728—1809) のことが又ここに要点をつかんで美事に記述せられている。

私は、ワットがブルトンという得難い協力者にめぐりあったことの悦びを、ここに記して置こう。ワットがブルトンに会ったのはワットの身の上に不幸が襲って来て、彼が失意のうちにあつたときだった。後に記すように、この時は彼がすでにニューコメンの蒸気機関の不備を洞察し、改善の確信を得た後のことである。つまりシリンダーと凝結器とを分離するという蒸気機関の歴史的発展は、彼の手で実際に作業されてより後のことである。

彼が

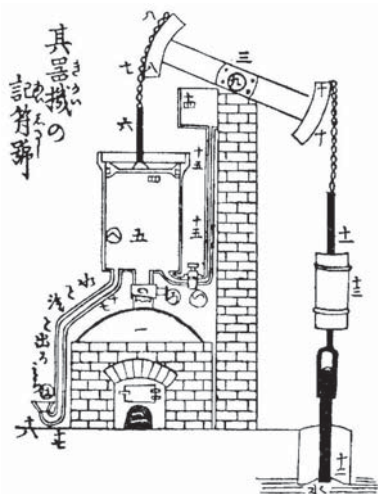
「私はもう三十五歳だ。それにへもかかわらず、私の考えでは、未だ世の中のためにただの三十五銭だつて役に立っていないはしない」

と歎いたことのあるのは、この頃のことである。彼は何は捨て置いても少しの間も脳裡を

去らない彼の機械について思索せねばならなかった。けれども、家族の生活を支えるためには、そのための余暇を見出すことができない。彼は機械修理という儲け仕事のために、ずっと不便な地方に出かけてひとり淋しく働かねばならなかった。彼の仕事は野天でやらねばならない。秋風時の嵐や絶え間なく降りつづける雨は、彼の仕事を一層惨めなものにさせていた。このとき、彼は悲しい報告に接した。妻が重病に罹ったのである。ワットは家に急いで帰った。妻はこの時亡くなったのであった。ワットを勇気づけ、その快活の気性が彼を慰めていた妻は、彼から永遠に奪われたのであった。ブルトンを得たのはこうした絶望の時期の直後のことであった。

三

ワットがニューコメンの機械に手をかけてから、どういう思索の径路をとったかを少しばかり記してみるにしても、私たちは改めてニューコメンの機械を思い起さねばならない。私には先にニューコメンの小伝を書いたとき、彼の機械のあらましを記したのであるが、ここでは先の『窮理日新発明記事』の中の図を借用して、ニューコメン機関の構造の概略を記すことにする。用語も昔の用器を思い出してみるために、そのまま使おう。片仮名にしたところ

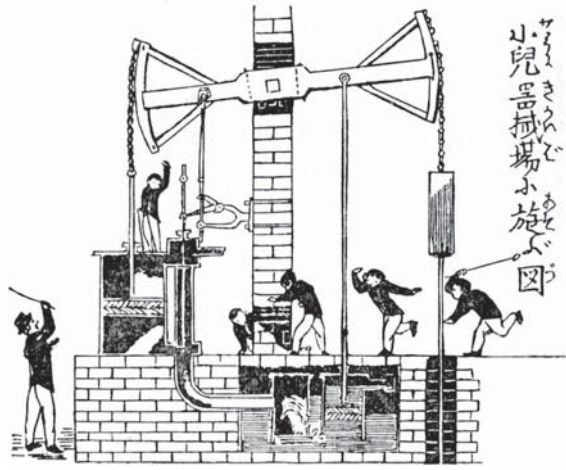


『窮理日新發明記事』より

は今日一般の用語である。釜(二)の下に竈の火口(二)がある。釜の上には短い管があつて、汽櫃(五)と通じている。ろとあるところがそれである。尤もろは活栓を示している。汽櫃の内はきれいに研いてあつて滑かである。ここに鉄の機板(四)があつて上下に自由に動くようになっていゝ。いうまでもなくピストンの説明である。しかし、汽櫃の内側とはきつちりとすきまがなくて大氣がもれぬようになつていゝ。この鉄の機板に鉄の柄をつけ、これは鏈(七)に結びつけてある。その端は曲木にさらに結ばれていゝ。鏈はその曲つた木のまがりにしたがつて付けられてある。それは横梁(三)の設備の一部をなしてゐる。この曲木(八)(十)は横梁の両端にあるが、その真中は太い鉄が軸(九)をなしてゐる。この軸の両端は煉瓦で築かれた構築物にとりつけてあることと言ふまでもない。横梁の他の一端の曲木(十)にも鏈がついてゐてその先は鉄の柄(十一)になつてゐる。この柄はポンプの筒(十三)の中の心棒となるようになってゐる。そしてこの筒は汲み上げられるべき水(たとえば鉱山の坑内の水か、又その水の導かれてゐるところ)の底近くに、達してゐる。このところの柄(十一)には重いかなり大きい錢錘がついてゐる。これは柄

をポンプの筒のうちに推し下す働きにもなるが、横梁(三)の一端(八)の方についている鉄板(四)を引上げる作用をもしている。煉瓦造りの台の上には冷水槽(十四)がある。そこから一つの管で汽櫃の申の鉄板(四)のところに通じている。これを水が通るのであるが栓が(い)のところにある。これを開ければ水は汽櫃の中へ流れ入る。汽櫃の内の水と蒸気が凝集してできた水とを排泄するのに又管(十七)が下方に通じてある。その端は上に向いて頁舌(は)がついている。この管の端で汽櫃の中に開けている方の端にも頁舌がついて蒸気もれないようになっている。

そこで、ボイラーに水が入り、火が焚かれると、できた蒸気は、栓(ろ)が開けられることによって、蒸気は汽櫃の中に突入してゆく。その内にある空気を頁舌(へ)を通して押し出す、この頁舌は汽櫃(五)の底の方に設けられてある。それで上に上る蒸気は汽櫃にいっぱいになってもれない。蒸気が充ちるにつれて鉄板(四)を上押し上げる。横梁は従って(七)(八)の端が上り、(十)の端が下る。このとき栓(い)を開くと冷水が汽櫃(五)の中に注ぎ込まれて、蒸気は凝結する。従って鉄板の下部は空虚になってくる。すると、大気の圧力で、鉄板は(空虚で支えることのない方へと)上から下りて来る。横梁(三)は(七)(八)の一端を下方に(十)の一端を上方へと、もとの姿勢にもどってくる。このとき唧水筒(十三)を通じて水(十二)が吸いあげられる。次には栓の(い)が閉じられて栓の(ろ)が開かれ、前と同様の働きを繰り返す



『窮理日新發明記事』より

のである。

(い)の栓と(ろ)の栓を交互に開閉する。少年ポッターを、私たちはこの書の見出すことができるのであるが、これも亦ワットが、人間の手を機械へと移行させねばならぬ課題の一つになったのである。

四

少年ポッターが受けもった(い)と(ろ)の栓を交互に開閉するの、ろくさは改められるとしても、(い)の栓が開かれるときは、冷水がシリンダー内に水を注入するときで、つねに温っているべきシリンダーは、このために冷却せねばならぬ。(ろ)の栓が開かれて蒸気が入るとき、蒸気は冷い室に入るのであって、膨脹力は持ちがたい。

ニューコメンの機械の不備は(よく人の言うところでは)、シリンダーの中で蒸気の凝結も共に行われるということ、シリンダーが裸のままです、つねに熱を奪い去られるということ、そういう点にあるのだとされているのである。それに違いないのである。

しかし私たちが何故にワットは機械の天才であるかということを考えてみるには、ニュー

コメンの機械の不備、即ちワットに課せられた改善を、以上のように簡単に考えてはならぬと思われる。私が、ドニ・パパンのことや、サヴァリのことや、ニューコメンのことを、一連の小伝のうちで比較的くわしく記したのは、ワットが解かねばならぬようになった機械のほんとうの「機械性」を見ようがためなのである。

ニューコメンの機械を眺めてみると、

(一) シリンダーの中でピストンの運動は、蒸気力からいえば、下から上に昇るのみで、一方的である。

(二) シリンダー内に満ちた蒸気を凝結せしめるために注がれる水は(十四)から(五)に入ってくるのみで、その水の運動は(十四)にはじまり(五)に終る、従って又一方的である。

(三) シリンダーから排出せられる水と蒸気は(十七)のところの管から、外都へ放山せられるのみで、その運動はここで止むのみである。従ってここでも又一方的である。

(四) (い)と(ろ)の栓は交互に開閉されるので、ニューコメンの最初の機械では、この二つの(開くと閉じるとの)運動の間には何の連繋もなく、ばらばらである。

(五) シリンダー内のピストンの動きで横梁が上下し、これによって挑水ポンプが働くのであるが、それではそれらの一連の運動はただそれのみに止まっいてシリンダー内の蒸気力の強弱とは何らの連繋がない。ここでもそれぞれの運動系統が少しも有機的

でない。

(六) ピストンの上下がその儘まままた排水ポンプの上下運動であつて、運動は実はただ一種の直線運動に限られ、「動力」という一般性は出て来ないままである。

さて、普通には前述した如ごとくに、ニューコメン機関ではシリンダーとコンデンサーとが一つになっているのを、ワットはこれを別に離した、且かつシリンダーを冷却させぬことを考案したと言うのである。そして、ワットはこれらの改良とは別に又ニューコメン機関の単動を複動に改めた。更にワットは単一な往復運動を回転する運動に変えた、尚なほ又進んで蒸氣のシリンダー内への出入を加減する調速機ガヴァナーをも考えついたと言うのである。つまりワットは一つずつ思いついて改良をすすめたというのである。勿論もちろんそれぞれの考案の成功は時日を異にするかも知れない。しかし、一つの工夫くふうと他の工夫くふうとは別々のものでなく、一つの工夫くふうは他の工夫くふうに連関して、ワットの思索の中では全關的であつたのである。機械が機械であり得るのは、その機械の中ではすべての運動が個々孤立しないで相互連関し合い、一つの統一した有機的な機構をなしとげるのでなければならぬ。それが機械の「機械性」でなくてはならぬと思える。而もしか、ワットの蒸氣機関の全体が渾然こんぜんとした一つの機構をもつに至つたのは、個々まちまちの運動系統が有機的に統一されたためなのであるが、その個々の一つ一つの運動は、或るものはドニ・パパンの、或るものはサヴァリの、或るものは少年ポッターの、或るものは

ニューコメンの、又あ或るものは名も知れぬ多くの人々の（クランクによる調速機の如ごとき）、工夫の蓄積によるのである。

そこで、私たちはワットの偉大さのうちには、一方では歴史の上に現われた個人個人の力の蓄積と、他方では機械の「機械性」を直観的に思索的につかみ得る力とを、見出すのである。この両面がひとりのワットの中に結合したのである。私たちはこれをワットの天才と言いたいのである。私は先に六つの不備の点をあげたのであるが、その六つの欠点は、一様に「機械性」が欠けているということに基づくのである。その「機械性」の要求が満足されるまではワットの機械発明の衝動は停止しなかったのである。

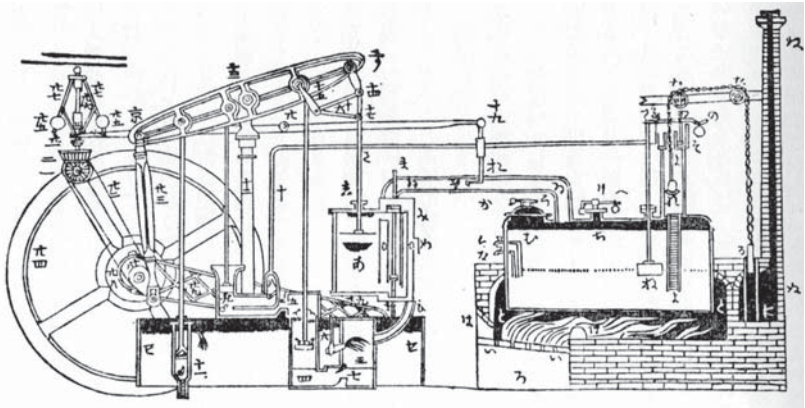
五

ワットが蒸気機関を発明することができたのは、彼より前に現れた多くの機械を愛した人たちの力の蓄積に拠るのであるが、しかし又ワット自身の才能と努力と恵まれた環境とに基づいたものであることはいうまでもない。すべて大きい発明はその国の歴史的蓄積と個人の天才とによるのであるが、この二つのものは、私たちが便利のために抽象的に分けて考えるのみのことであって、実際には全く一つのものとして発展した事実なのである。ワットの生涯

を見ると、彼がまだ少年のときであったが、グラスゴーの大学に入れてもらったということ
は、彼にとって一つの決定的要因であったと考えられる。ワットはグラスゴーではさほど学
ぶべきものがないのではるばるロンドン^{ロンドン}を志して行ったのであるが、学資に乏しい彼にとっ
てロンドンはい修学^{しゅうがく}の場所ではなかった。又再びグラスゴーに帰った。そのとき彼は二十
歳になっていた。グラスゴー大学（大学とはいふものの『西国立志編』が訳述しているように「学
堂」というのがふさわしいものであったろう）が、ワットに彼の工場として地下室をまかして
くれたのはこの時であった。その上なおワットに幸いたしたのは、ワットがここでよき先輩よ
き知友を得たことである。ブラックやロビソンというような人がいたのである。ブラック教
授（Joseph Black, 1728—99）は、はじめて炭酸ガスと空気との区別を明瞭にした化学・物理学の
学者で、潜熱現象の理論でひろく知られている。ロビソン（John Robison）の方は数学者で、ア
メリカやロシアにも旅行したことのある活動家であった。グラスゴー大学で蒸気機械を研究
していたのはロビソンなのである。ワットは後年に、ブルルトンの協力を得て生涯の事業を
完成したのであるが、ワットが彼の蒸気機械の特許を勝ち得た前後、つぶさに辛酸をなめた
頃にあつて、ワットを助けた人はレーバック（Roebuck, 1718—94）である。ワットをこのレー
バックに結びつけたのはブラックなのである。このようにしてワットがグラスゴー大学から
学問と技術との出発点を始めたことは、彼の運命にとっては決定的なものであったと言えるの

である。ワットがグラスゴーへ戻って来てから数年後、一七五九年にロビソンは蒸気力へとワットの注意を惹いたのであった。ロビソン自身もその研究はしていたが、外国に行つてグラスゴーにいなくなつた。ワットはそのため蒸気機関の研究を中止して、もっと差しせまつた労作に従事させられていた。しかし、一七六二年には再び蒸気機関に手をつけることができた。ワットが、当時グラスゴー大学の蒐集標本のうちにあつたニューコメンの機関の小さなモデルをまかさされ、これを動かすようにと託せられたのは、その翌年の一七六三年から六年にかけての冬頃であつた。

ここで私たちは、ワットの研究及び発明の個人的能力について考えて置いてよいであろう。ワットがニューコメン機関を動かさせたのも、彼の執拗な思索力の為であつたらしい。ワットはひとたびものを観察し、そこから疑問となるものを把握し、その疑問を完全に解く迄は、決してその問題から離れることをしなかつた。ワットは少年の頃から珍しい読書家であつた。而も濫読ではなく、小麦と粗穀とはちゃんと區別する、見透す力を持った読書家であつた。恐らく彼の思索力は読書の仕方と共に養われたのである。彼は生活の資のために大風琴の修繕をもひき受けたこともあつたが、決心して自分の器用さにはたよらず、その方の専門の知識を求めた。何は措いても和声学の知識を探らないでは修繕にとりかからなかつた。修理すべき機械のモデルを作り、これに當つてあらゆる角度から考え試みてみるという方法をとる



汽機関の全図（『窮理日新発明記事』より）

のであった。このことは技術の発明において不可避の方法ではないであろうか。

ニューコメン機関がまかされたときは、まさに彼のそうした資質が発揮された時であった。追考追思するうちにこのときは数か月が経ったらしい。蒸気は如何にして最もよく利用し尽されるのであるか？ この疑問に對してひとつのことが彼の思惟にのぼって来た。もし凝結器が蒸気を無駄食いすることを避けようとするならば、シリンダーは少くともそこに入ってくる蒸気もっている温度だけのものはそれ自身保有していなくてはならない。それから又、もしなるべく高度の真空がつくられねばならぬならば、シリンダーはできるだけ冷くなければならぬ。温かであるべきシリンダーは同時に冷かであるべき凝結器であるという状態なのである。同一の空間場所に対して、瞬間毎に或は冷く或は温くならねばならない。これは矛盾である。この矛盾を、

否いなこの矛盾をはっきり眼の前につかむことを、ワットは思いつきで以もてなし得たのではなくて、幾度か立案を試み、多くの困難を征服した思索によってなし得たのである。

ワットの機械の上での天才はこのような彼の思惟力に拠よつていたのである。単に一つの機械の構造を考え出すという能力でなく、機構という組織的統一的なもの思索し取り直観し取る能力が、ワットの中に養われていたと見なければならぬ。私たちは、ワットが機械の機械性をつかんだことを、幾分面倒ではあるが、彼の蒸気機関の構造について、考えてみたいと思う。

六

前述の『窮理日新發明記事』はその「機械性」をよくつかんだ言い表し方をしていていると思えるから（且つ明治初年の文章の面白さも同時に示され得ると思えるから）、次に引用してみようと思う。

「汽は水に因よりて生じ、水は熱に因よりてたぎり、熱は火に因よりて発し、火は石炭に因よりて燃ゆ。然しからば汽力の原因は即すなわち石炭の自然に蓄へて、ここに揮発する弾力より讓ゆ受けたるものにて、又其石炭弾力の原因は即すなわち太陽の光と熱とより讓ゆ受けたるものなり。」

機械は生命ではないから、それ自身の内に完結した原動力をもっていない。蒸氣力の発するも、ととしての火と水の供給は外から与えられるのである。しかし、その余の一切の力の運動は統一をもっている。その範囲で機械は「活けるもの」である。その「活けるもの」の構造は次のように、言い表わされる。

「最初よりつゞめて之をいふときは、釜の水は火の為にたぎりて湯となり、増増熱ますますを受けて、汽に化し、其の汽に困りて諸工をなす。作用を（終わり）はりてまた化して湯となり、湯よりして又釜に帰り入る。転回して竭つきず、而も未だかつて其の贅むだに耗散して汽を失ふ弊はあらざるなり。」

「さて汽槽及び抽引機(四)を内に納いれて其の周囲を包みたる大なる冷水槽(己)は排水機(十一)を以て地下の水を汲み昇す。これ乃ち汽機関の力を以て其用を達する所なり。さて其の汲み昇し取りたる冷水は汽槽内に注ぎ入る入用だけの容を冷水槽(己)にのこし、其の余は悉く此の排水槽(十一)にて外の方へ弾き流し出す。排水機はなみの唧水筒なり。」

「抽引機(四)と排湯機(十一)と排水機の三つをつらねて三排機器と名づく。この三器(四)(九)(十一)の柄は共に上に在る横梁あに繋ぐ。これみなひとへに櫃内の鍵版さしこみいたの柄(さ)の昇降するに困りて、其の機動を自由にするなり。乃ち此の鍵柄(さ)は横梁す料(京)に結びつけたり。横梁はよく此の諸器を荷ひて動かさざる強幹ぢやうかんの柱(十二)の上に安んずる心

軸(十三)を右左にはたらかす。さて、鍵柄(さ)と横梁の端をつなき結ぶ製は甚だ精巧にして、此の柄つねに油草苧(志)に磨れ軌りて横梁の動きは鞞鞞の如く、必ず垂球のかたちとなる故に、其の動揺を適宜にするためにつなぎむすぶ処(す)にあたりて錘栓(す十四)(す十五)(十五)(十六)及び(十六)(十七)を造り、これを以て双方同等に運動をなすものなり。」

「蓋し(十五)の点は、垂球の如く運動するが故に、其の間に若くは右若くは左に出づるに従ひて、(十六)の点も亦右左す。さうして柄(さ)も又錘栓(十五)(十六)の中間に固著たる抽引機(四)の柄の如くまつすぐに昇降す。故に此のちようつがひくさびの統系を称して併行動線と名く。故に鍵柄(さ)は力を横梁(す)(京)に与へ、横梁運動するに従ひて諸器械の柄も又其の力を受け伝へて各昇降するなり。」

「さて横梁の端(京)につなぐ杖(京廿三)ありて、これを鉄撥と名づけ、横梁に相伴れて昇降す。彼の大なる通力輪(廿四)のまはるは皆この鉄撥(廿三)によりて推動するなり。鉄撥の下端(十八)は通力輪(廿四)の心にあたりて甚だ大なる軸につきて、機柄とつなぎ合はせり。故に横梁の俯仰する力に因りて、鉄撥及び機柄に運動力を伝へ起さしめて、大軸(十八)及び通力輪(廿四)をおしまはす。「鉄撥(廿三)はたゞ昇降の力あるばかりにて、横にはたらく能はず。故に大軸(十八)につなぐに機柄を以てす。此の柄は大軸の背面に

ありて一つは横一つは豎となる。其の横の柄に提げ動かす力ありて、此のまはりて直なるを俟てば、彼の豎革交代して又横となるに由りて豎横共に力を生ずる故に、通力輪(廿四)は常に旋回してやむときなく、又鉄撥昇降の力も之が為めに變じて殊に横にはたらく力を加へ、終に諸器械相たすけ合ひてその重大なる舟車をも走らしむるに至るなり。」

「さて又通力輪の大軸(十八)より斜に偏寄り、左の上の方に齒輪(二)を設け、大軸より革櫓(廿二)をかけて之を挽きめぐらす。この齒輪の齒には高いところと低いところありて、其の低きところ(一)に革櫓(廿二)をはめ、其の片側の高きところに鋸齒あり。是を以て又其の上^そに設けたる記數輪(二)を旋轉せしむ。」

「記數輪(二)は通力輪のまはる数を算へ其動きの遅き速きを知る具なり。其の計數法は号字を用ひて之を其のめぐりに刻む。故に通力輪一轉すれば即ち數一つを撥動す。次第に増しかさなること久しと雖も、少しも紊れず、脈時計をあてて其の号す字を見るときは、通力輪の數目を計り、兼て動力の遲速を知るべし。然れば大軸(十八)は力を齒輪(二)に伝へ。齒輪は記數輪(二)に伝へ、記數輪は又これを隱行球に伝ふ。」

「隱行球は諸器械運動の遅き速きを報告し、且つ汽力過不足の謬りあることを致さしめざる設けの具にて、其の装置は機架を以て重き円球(廿五・廿五)二つを懸く。其のかたち恰も豆蔵の如く其の支(廿七)は此重球(廿五)を荷ひて、其中心にある心棒(廿六)の周

辺を巡環す。又心棒(廿六)の下端は記数輪のまん中につらなる。故に支(廿七)及び二つの重球(廿五)は之と共にころころと巡り、常に其の運動を記数輪と同じくす。」

「夫れ通力輪の回転は鍵柄(き)の昇降と汽の流通し来るとに係りて緩急あり。故に速力増す時は之に随ひて齒輪(一)及び記数輪(二)にも伝へ加はりて急転する故に、心棒(廿六)及び重球(廿五)及び其の支(廿七)も又速に巡環して力均しくまはること穩やかにして、能くかの導汽管(るゝゐ)の中に設けある滅舌(や)を開きて汽を流通せしむ。導汽管中に在る滅舌(や)は恰も烟筒の中にある牡鋪と同じき装置にて、鏢(た)の運動に因りて開閉す。其の柄(十九)適宜に昇りて之れにつきたる把手(た)横する時は滅舌(や)開きて汽通ひ、又柄(十九)適宜を失ひ降りて把手直なる時は滅舌(や)閉ぢて汽通はず。此の如く汽通を節制して敢て過不足の弊なからしむ。さて、柄(十九)及び把手(た)は槓(十九)(廿)を以て昇降し此槓杆は点(廿)を中心とす。其のかたち桔槔の杆の昇降するが如くにて、其の一端(廿一)は穩行球の心棒(廿六)に連結す。故に此の各部を名づけて節汽機といふ。さて又此心棒(廿六)に短き管筒あり。其の外側に鏢のつきたる柄ありて、彼の重球を懸る柄(廿七)に接す。故に通力輪の速力過ぎて急なる時は、其の勢につれて重球及び其の柄は自ら心棒の周辺を離れて遠ざかり、鏢のある柄及び管筒はこれがために釣り上げらる。又此の管筒の上下するに由りて、彼の重球は心棒に離れ或は

近寄りなどを自由にするなり。かくして、かの四枝の柄は管筒及び槓杆こうかん（廿一）を推し下す。槓杆こうかんの臂（廿）低く降りて其その平分を得れば、滅舌（や）を開きて汽は進んで十分に櫃の内に流れ入るなり。」

「斯る装置ありて汽の流通を節制する故に、櫃内びいに於て決して汽の過不足することなく、諸器械の運動力も最も其その宜よろしきに適かなひ、敢あえて速力遅速の弊あることなし。……此の機関の運動意匠まことに絶妙にして前人の発明よりして之を觀れば實に人間の智巧の底極り尽る所なきを怪しまさるものなかるべし。」

七

ワットが機械の天才であるということは、彼が機械の「機械性」を洞察しこれを実現し得たことになればならない。私たちがその事を考えるには、以上の叙述は大層役立ってくれるものと思われる。私はワットとブルトンとの協力についても、ソホー工場のことについても、彼らの友誼ゆうぎについても記すことができなかつた。しかし、ワットの小伝は、ワットが機械の天才であることを明確に掴つかむことを、逸することができない。それ故、ワットの蒸気機関の統一運動を——而しかも明治初年のわが産業技術の発達を祈念した識者の言葉を籍かりて——

記してみたのである。

ワットは一七三六年一月十九日に生れ、一八一八年八月十九日にこの世を去った。しかし、彼の名はウェストミンスター・アベーの内に永久にとどめられている。否、いなそれよりも蒸気機関によって世界の近代産業の築かれたところ、そして又この機械に基づいて発展した動力機械の動くところ、ワットの天才は輝いているのである。そしてそれは歴史の中の蓄積の力とワットという一人の個人の直観的な思索の力である。

ジョージ・スティーヴンソン

—

ジョージ・スティーヴンソン (George Stephenson) は汽車文明の父である。今日では私たちは汽車のない産業や商業を考えてみることは困難な程である。蒸気機関をもってする鉄道車
 が、実用として地上を走りはじめたのはいつ頃であったのであろう。それは一八三〇年以後
 と見ねばならない。蒸気船がはじめてとにかく処女航海をなし得たのは、一八〇七年で、その
 後、割合急速に実用へと進歩したのであった。だから、蒸気機関は運輸の上では陸の上より
 も、水の上で先にその偉力を示したと言いうことができる。水上の方であるが、最初の船はア
 メリカのロバート・フルトン (一七六五—一八一五) によって航行させられた汽船「クレルモン」であつ
 た。この航海はニューヨークとアルバニーとの間一五〇マイル (約二四〇キ) であつた。「クレ
 ルモン」がニューヨークの埠頭をはなれたときに、無知の大衆たちの嘲笑がなおフルトンに
 あびせかけられたということである。これと同じことが、スティーヴンソンの場合にも起つ
 た。否、もっとそれ以上であつた。なぜなら、蒸気船はそれこそ無人の海の上を行くのであ

るが、汽車は鉄でできた自分の道を与えて貰わねばならず、その道は、蒸気の力を信じぬ農民たちが所有している住宅や田畑をつぶし、その上を横切らねばならぬからである。人民たちがそれをもって機関車を名づけたものは、「鉄の馬」というのであった。鉄道ができたならば牛は草を食うことがならず、鶏は卵を生むことを妨げられ、小鳥は空気を濁らされ、沿線の家は焼かれ、馬は価値をなくし、旅籠屋（宿）も居酒屋も滅びてしまいうだろう。これが人民たちの杞憂きゆうであった。ステイーヴンソンはこれらの抗議と戦わねばならなかった。ステイーヴンソンのこのような労苦は何よりも汽車の歴史を考えてみる者の心をうつのである。しかし、それは特に彼の技術的苦心にとって重大なものではなかった。

もとよりステイーヴンソンが蒸気機関車を鉄の軌道の上を走らせた最初の人ではなかった。私たちの今日見ている鉄道運輸は、ざっと見たところで鉄のレールと蒸気機関車の車輛とから成っている。レールは鉄でなくても木であり得たし、又石でもあり得た。動力は又蒸気力でなくても他のものでもあり得たのであった。そうだとすると、これらの諸要素の相前後した発達過程を考えてみるときは、汽車のはじめを何年の何日、誰によってという風に規定しようということは、あまりにも素朴な知識の仕方しかたであるといわねばならない。

私たちは順序を追って、今の鉄道運輸技術の発達のあとを、此処こゝで考えてみることはできないが、とにかくに実用に適した鉄道蒸気機関車が組み立てられた時を知ることから、叙述

をはじめよう。それは一八〇三年であつて、今日もまた蒸気機関車技術において人々に親しくその名を知られているトリヴィシック (Richard Trevithick, 1771-1833) がその機関車を組み立てたのであつた。この年一八〇三年には、スティーヴンソンは二十二歳前後の青年であつた。私はそこで彼の生いたちについて少しく書いて置こう。

二

ニューキャッスル、といえぱ北英国の炭田のある地方であるが、ここから西方へ八マイル (約二・八キロメートル) ばかりのところにウアイラムという鉱山村があつた。彼はこの地に一七八一年の六月八日、常春藤のまきついた低い小さい家に生れたのであつた。父はロバートといつたが、一週間の稼かせぎ高だかは一ニシリングにすぎなかつた。暮らしはひどかつた。けれども、父は勤勉で働く技倆うでもつていた。動物を愛する、植物を愛する、総じて自然に接することを好む、そういう気性きせうであつた。スティーヴンソンはまずこれを父からひき継ついだ。父は村の子供たちに一日の労働から解かれて帰つたあとで面白い昔噺むかしばなしをよくしたと伝えられている。父の生活はわが子供たちを学校へ入れることを許さなかつた。スティーヴンソンは幼いときから、牝牛おんしの番をして働いた。牝牛おんしらが鉱山用道路のなかへ駆けこまない番である。彼が馬を

つかうことのできるようになった頃には、なかなか自信をもって仕事をした。馬をつかうというのは、捲轆轤まきりくろをまかすことであつたのであるが、その他何をしても彼は自信に充ちて仕事をした。

学校に行けないステイーヴンソンの成人の場所は勿論炭坑であつた。ここで彼は習わねばならぬものをみんな習つた。彼は早くから機械を使う手助けもできた。この少年はその日その日の仕事仕舞しごとしまいの後で、機械に対する込み入つた知識を習い覚えようと努めた。部分部分を外はずしてみ又組んでみることを好んでやつた。こうして彼は年よりも早く腕のあるはたらきてなれた。負けず嫌いは彼の性分であつたらしい。でも彼が読むこと書くことを始めたのは十八歳の時であつた。読むということ、書くということ、これを通らねば彼に進歩向上の門が開けぬことが分つた。二十一歳のとき結婚し、一八〇三年には子供が生れた。この子供が彼の技術家としての生活のこの上ない伴侶となつたのである。子供の名はステイーヴンソンの父の名と同じくロバートであつた。彼は子供を教育する為には、何としても金の必要を切に感じたのであつた。

何かの機会に時計の機械を精細に知るといふ経験をもつことができた。彼は間もなく生来の器用さをもつて時計を修繕することを心得た。ところが掛時計や懐中時計を直すことは彼に少からぬ収入をもたらすようになった。時計は近世の技術家とひき離されない深い連繫を

もっているが、これはとりあげられて考察されていい問題であると思われる。

苦しい生活が打開されるにつれて、スティーヴンソンは子供ロバートの教育の計画をたて得るようになった。ロバートはニューキャッスルの学校に入れられた。この学校を出て後三年の間は、父のスティーヴンソンと同じように炭坑内が彼の修練場となった。その後では、父は又エディンバラの大学へロバートを入れたが、彼はここにも長くないかった。この父子をとらえているものは、机上の知識でなくて、実際の技術であったからである。話は父スティーヴンソンのことであるが、炭坑ではそのうちの機械師という位置に上っていた。更に炭坑の技術的な方面の指導者にまでな^いって行った。

スティーヴンソンには蒸気機関車においての大きな業績の外に、炭坑の安全ランプを考案し、これを造った功績があるが、それはこの時代のことであった。鋏夫の安全ランプについてはハンフリー・デヴィー(一七七八—一八二九)の一八一五年の発明があるが、スティーヴンソンのは同じ年でしかもデヴィーより先きであった。当時頻々ひんびんとして起った坑内の爆発から、多くの労働者の生命を護ったことは忘れられないスティーヴンソンの尊い事業であった。こうして、スティーヴンソンの汽車を通すという運輸の上の革命は、炭坑の仕事から発展して行ったのであった。

石炭を坑内から使用場又は船まで運ぶことが、いつかステイーヴンソンの頭を占領していたのであった。当時石炭運転は、陸ではただの道路の外ほかにすでに、軌条レールも用いられていた。ステイーヴンソンはこの軌条の改良にも努力した。その当時彼は前述のトレヴィシツクの蒸気車のことを聞いていた。その一つはすでにニューキャッスルまでは来てもいたのであった。尚なほ又、当時リイドウ(リヴァプール運河の入口のところにある商業都市である)ではブレンキンソープが機関車をすでに組みたてていたのであった。しかし、まだそれは実用には遠かった。ブレンキンソープは、鉄は鉄の上をこそすべるものだという確信をもつに至った人々の一人であったというにとどまるのである。彼は齒状の板を普通の軌条の間に敷設ふせつし、齒と噛み合う齒車を別に備えつけたのである。そして齒輪連動機関車の最初の特許を得たのであった。更に別の技術家でヘドリーは齒車装置に一層信頼を置いて仕事をすすめていた。彼も、トリヴィシツクのように小さい機関車を組みたてていた。この機関車は一八一三年には動いたのであった。これが、当時の情勢であった。ジョージ・ステイーヴンソンはこういう発展を非常な興味をもって注意していた。彼も亦機関車を組みたてて、これを動かすことを試みたが、それは或ある炭坑所有者の賛成を得たからであった。一八一四年のことであるが、はじめてステイーヴ

ンソン機関車が出来た。それを彼は「ブリュッヘル」と名をつけた（これは、その当時プロイセンの將軍ブリュッヘルが進撃で勇名をはせて、ロシア人たちから「進撃將軍」と呼ばれていたからである）。

ここで、蒸気機関の応用がどの位まで一般に発達していたかを見て置くことは必要かと思われる。ワットの蒸気機関工夫くふうの成功は漸次ぜんじに進んだ努力の結果であるが、今は一七八〇年前後と見て置いて差支さしつかえないであろう。そして一八世紀が閉じられようとしていた時は、すでに大抵の工業部門には利用されはじめていたのである。

さて、スティーヴンソンの機関車は、その後約一〇年もの間この北方の炭坑区にあって黙々として作業に従事していた。新聞がとりあげることもしなければ、その方の専門家が問題にすることもなかった。当時は、道路をよくするというのみに人々の注意は向いていた。そういうえば読者のうちには、ヨーロッパの主要道路の建設にあずかったマカーダム（一七五六—一八三六）を想い起される人もあろう。この道路技術家は当時賞讃まつとの的であった。事実、彼は道路では偉大な進歩をなしとげていた。そういうわけで、彼には巨額の金が与えられたが、スティーヴンソンにはただの一シリングも酬むくいられるということはなかった。当時はまだ鉄の軌道走る蒸気機関車をでなく、改良された道路を走る蒸気自動車ということが、やはり一般の人の目的であったのである。

しかし、終ついににステイーヴンソンにとって機会が当来した。一八二二年の十一月十八日ヘツトンの石炭鉱山で大掛りな鉄道が敷しかれ、ステイーヴンソンは彼の機関車を走らせることになった。平たいらかな地面では石炭列車を引いてゆき、急勾配では固定された蒸気原動機がロープで石炭列車を牽ひき上げるといふやり方であった。一八二三年には更に別な新しい仕事を与えられた。それはダーリングトンからストックトンへの鉄道（これは鉄道技術の発達にとって画期的なものであったのであった）を敷ふ設せつすることであった。ダーリングトンに炭坑の所有者で石炭運輸技術のことを考えていたエドワード・ピースという人がいた。彼は遠望の利きく企業家であった。そして精力と根気を持ち合わせていた。この二人の協同は天与のものであったといふことができる。しかし困難は前途に山のように横たわっていた。まず彼らの仕事は議会の許可を必要とするほど新しいものであったこというまでもない。採鉱の方の法律では車はすべて人間か馬か「その他の方法」によるものであった。蒸気力を使用するといふことは考えも及ばなかった。二人の前途打開の戦いはこのような事柄ことばらまでをも引き受けねばならなかった。一八二三年にピースは機関車製造の工場を建てた。この工場は今日もなお存続している。この工場設立は大きなそして決定的な意義をもったものであった。何故なにゆえというに、当時機関と鉄道について何かをいくらかでも研究して得ていた人々をここに引き寄せたからである。ダーリングトン―ストックトン間の敷ふ設せつ工事は非常な注目を引き起したのであったが、もつ

と全般的な注目を引いたものは、リヴァプール港と商工業都市のマンチェスターとを結ぶ鉄道の計画であった。この両都市の商人や企業家たちは、いずれは鉄道の敷かれることをもう見越すようになっていた。運河はあるが、これは冬期には凍結した。当時産業は発達の高めて、リヴァプールにアメリカから到着した棉花を急速にマンチェスターへ輸送することができない程であった。工場は屢々原料が届かぬので休まねばならなかった。こうして、企業家たちの立場は、スティーヴンソンに期待をかけねばならなかった。とはいえ、スティーヴンソンはまだ世に知られない一人の技術所有者でしかなかった。この頃が彼にとって最も困難な時期であった。このことは後に彼の洩らしたことであった。鉄道反対者たちは最も有能な代弁者を選んで、スティーヴンソンの企画を破ることに努めた。反対者の側に立つものは、運河によって富を得たものと地主たちであった。その反対の口実は、私たちがこの小伝のはじめに記したようなものであること、いうまでもない。不幸にも技術者の中にスティーヴンソンの為に弁論するものがいなくて、彼は一人で闘わねばならなかった。彼の苦闘は恐らく近世の技術家が大衆の無知と既権富所有者の貪婪と戦った戦いのうちでも、特記せられるべきものであったろう。彼はこれまで多くの技術者が難詰する反対者を前に口にしたところの言葉、

「私はそれをどうして成しとげるであろうかを諸君に言うことはできない。しかし私は

それをやり遂げる。」

を繰り返したのである。

ステイブンソンにとって、今や企画の効果を実験に問うという機会が来た。懸賞が行われたのである。賞は五〇〇ポンドであった。その条件としては、次のような機関車が要求せられたのであつた。

(一) 六・一トンの重量の別に、付属品や水溜をこめて二二・二トンを毎日一時間一六キロの速さで運ぶことができること。

(二) その費用は五五〇ポンド以上に出ぬこと。

(三) 蒸気圧力は三・五以上の気圧に出ないこと。

これに申出るものはステイブンソンの外にも何人かあつた。競争はリヴァプールとマンチェスターの間の平地もあり丘もあるという野原で行われた。一九二九年の十月八日であつた。四種の機関車が出場した。しかし、ステイブンソンの機関車がついに勝^{かち}を得た。これはニューキャッスルの機関車工場で造られたもので、今日もなお行われている加熱管使用汽罐である。従来のものに比してはるかに卓越していたことはいうまでもない。

言うまでもなく彼は、機関車の発明者ではない。従来試みられた機関車の色々の部分を、實際的に最有効に働くように総合しあげた点が、実は彼の偉大な点であつた。ジョージ・ステイ

ヴンソンの汽車技術について記すべき更に多くのことが、まだ残っている。殊に、彼の息子ロバート・スティーヴンソンとの協同の仕事を記さねば、彼の畢生ひっせいの仕事の概観すらも果たすことにならない。ロバート・スティーヴンソンの小伝を別の機会に試みるとき、この欠をば補いたいと思う。

炭坑のうちに育ち、棉の運輸を機会として、汽車技術をなしとげたスティーヴンソンは、英国の産業にとって、しかし又世界の産業の発達にとって、大きな力を寄与したものといわねばならない。

付記 この稿、主としてマチョスに依った。

ゲオルグ・ライヘンバッハ

—

私たちは、ゲーテやヘーゲルやベートーヴェンのような天才がドイツ文化を飾っていることを知っている。これらの天才が活動していた時代（というと、一八世紀の終りから一九世紀が三分の一くらいまでですんでいた時代のことであるが）は、まだいわゆるドイツの一九世紀技術文化の揺籃ゆりかごの時期であった。鉄工業におけるアルフレッド・クルップも、通信技術におけるヴェルナー・ジーメンスも、その他ツェッペリンもディーゼルも、すべてこれらの技術者たちの活動は、あの芸術や哲学の世界の天才たちの手によって成ったところの、世界に誇る文化期の閉じられた後であった。技術ドイツの興隆は実にその後のことである。ところが、私が今その生涯を少しばかりでも、のぞいてみようとしているゲオルグ・ライヘンバッハ（Georg von Reichenbach, 1771—1826）は、まさにこれらの精神の世界の天才たちと、活動の時代を全く同じくした技術文化の形成者である。ゲーテやヘーゲルと同じ頃に生れ、ほぼ同じ頃に歿ぼつした、ひとりのすぐれた生産技術家について小伝を記してみようとするのである。

右の精神の世界の天才たちに更に先駆した哲学者カントが英国経験論の「ヒュームの学説によって独断の夢から醒ひざされた」という事実のあったのは、一八世紀も半なかばを過ぎてであったが、ドイツの技術家たちが競きそって海を渡り英国に学ぶ時代がきたのは、それから間もないことであった。一八世紀の終り頃、一七九一年の夏のはじめ、ライヘンバッハはロンドンへの旅に立ったのである。いうまでもなく彼が目指したところは、英国バーミンガムの郊外ソーホーにあるブルトン・ワットの工場であった。少年ライヘンバッハが近代工業革命の巨頭ワットの技術を修得するためである。ワットは五十五歳、ライヘンバッハは十九歳であった。私はここでライヘンバッハの生れと英国遊学までのことを記して置こう。彼は一七七一年の八月二十四日バーデンのドウルラッハに生れた。彼の父ヨハン・クリシュトッフは錠前師で親方であった。ライヘンバッハが生れて一年後、父はハイデルベルクに移り、間もなく更にマンハイムに居を移した。彼はここでは兵器（大砲）製造のうち、砲身鑽孔の仕事に新しく従事することができ、儲もかる職業を見出したのであった。ライヘンバッハはこの地でやがて技術者たるの素地を養ったのである。普通の小学校に入ったのであるが、当時の学課は今日と違い、仕事場の中にいる少年の教育にとつて、すぐにプラスになるようなものでなかったらしく、父と共に工場で鑽孔の仕事を手伝っているときに、情熱がこの十歳の少年をとりこにしたのであった。

十五歳のとき、マンハイムに新設された選挙侯に属する陸軍専門学校ミリテールアカデミーに入った。この学校には、この機械構造を好んだ少年にとって幸さいわいのことに、設備のよかった天文台ができたのであった。ここにアベ・バーリという宮廷付の星学者とアンリーという工学地理学者とが、星学の研究に従事していた。従ってこの学校にあって、ライヘンバッハはこれまで見慣れぬ精密な機械を見ることができた。父の仕事場での見習と、この学校での数理や機械の機構から受けた刺戟は、二つながらならんで、後年の技術的才能の萌芽を植えたのであった。当時人々はこのマンハイムの陸軍専門学校を「天才の学校」とまで呼んだぐらいで、軍事工学は多くの青年を技術へと駆ったのである。この学校のうちに「どちらかといえは小柄な、黒褐色の髪の濃い、鋼色の眼をした、額の大きい」少年が、機械と技術とへ刺戟を一身にうけて成長しつつあったのであった。

二

ライヘンバッハは当時のことを、一八二一年に『ギルバート物理学年報』に、次のように書いている。

「私の若かったとき、マンハイムの軍事学校で理論的教養をうけていた頃、そして又私

の父から余暇には実際上の工作を習っていた頃、私は天文学へひどくひきつけられていた。特に私に興味があったのは天文学上の器械であった。すでに私はその頃、うすうす、こういうことを感じていた、それらの器械はもっともと改良されるべきだなど。殊に私が感じたのは、当時使用されていたそういう器械は馬鹿に大きいということであった。私は少年時の私のマイクロウピッシュまなしな眼にうつるところでは、もし人々がそういう器械をもっと精銳にするなら、器械の大きさは小さくて而も作用効果は同じく、もしくはずっと良いということになるであろうにと思われた。というのは、そうなるに却つてフレキシビリティやディラターによって、変動という欠点をずっと少くすることができるであろうから。しかし、これは私の頭のなかのただ連関のない観念であったにすぎなかった。というのは、あの偉大なラムスデン（これは光学者で又機械学者のJ・ラムスデンのことで、ライヘンバッハの生涯の仕事の学術的側面の先蹤であること間違いない。ラムスデンは一八〇〇年に歿した）がもしそういうことに手をつけたなら、すぐに遂行してしまうだろうという考えが、私の先のような想いつきをいつでも散らばしてしまつたからである。一七八九年及び一七九〇年に私は余暇に、或る英国人のやつた例にならつて、半徑九インチ約二二・五センチメートルの反射六分儀を作つたことがあつた。これを完成するためには私は是非分度器を作らねばならなかつたのであつた。そのときはじめて、天文学上の器

械を作ることの難しさを知ったのである。しかし、私の完成した六分儀でもってしたときの観察と、英国でできたそれでやってみる場合とよく一致したその悦びよろこびをもつことができたのだった。観察上、偏差一度を超えるとすることは決してなかったから。」

ここにライヘンバッハが語っている六分儀は今日もドイツ博物館に「ゲオルグ・ライヘンバッハ・マンハイム」と書きつけられて、陳列されてあるということである。

マンハイムの学校でライヘンバッハの技術的才能が認められないということはない。当時宮廷にはサー・ベンジャミン・トンプソンという宮廷顧問がいた。この人がライヘンバッハを選挙侯に推挙して、彼は二か年の予定で英国へ遊学することができたのであった(他の伝記作者は、推挙した人は当時ミュンヘンで技術及び科学の領域で有力であったルンフォルト伯爵であると言っている。これは別に矛盾することではなく、推挙者が多かったことを語るのみである。ルンフォルト伯爵へは天文台にいたアベ・バリーが、ライヘンバッハの作った六分儀に推薦の手紙をそえて、選挙侯に送ったということである)。当時マンハイムからロンドンへの旅は、今日ドイツからアメリカに行くよりも遙に大きな旅行であったのである。英国にはすでに、ライヘンバッハに先んじて技術修得のため他の青年が遊学に来ていた。ヨゼフ・バーデルといった。新来のライヘンバッハはこの先輩に無案内の英国で力をかけて貰もらったのであるが、この友人との近づきは生涯を通じて彼に多くの苦慮と心配を残したということである。

私たちに最も興味あることは、後進技術国の有能の技術感覚者が、先進の技術国英国の代表的な工場の中に入り込んで、如何に見、如何に知りとり、如何に写しとって、身につけて帰ろうかとしている、その深慮である。彼はかねて少年のときからその人を考えていた。産業国大英帝国にあるワットに近づくということは、彼の喜びではあつたらう。しかし、ライヘンバッハは何も自由勝手に習い覚えて帰れと懇懇に喜び迎えられた客人ではない。彼はソーホーへは先輩のバーデルに案内されて行ったのであつた。そのときのことを彼は日記に書きつけている。(ここで、私たちはブルトン・ワット工場のことを想い出して置く必要がある。ワットが蒸気機関の機械を実際に役立つように作りあげるには、他の協力もあつたが、マチュー・ブルトンの協力を得てであつた。ブルトンはワットを知る前に大工場主であつた。ブルトンはワットとちがって、元氣な事業家であつた。事業家としての政治的などころもあつたのであろう)。

「この日五時の食事のあと、駅通馬車でロンドンからバーミンガムへ出発した。そして一七九一年七月十日十二時に到着した。更にその日私たちはソーホーのブルトン氏のところへ向つた。そこに着いて、バーデル君はブルトン氏に、私が何しに来たかを、つまり私が、ワットの火の機械(蒸気機関)を研究したために来たことを、告げたのであつ

た。しかるに、ブルトン氏はそれに対し何の喜びも示さなかった。それは氏の性格が、ひどく秘密的であったからである。私たちは氏のところで夕食を食べてから出発し、夜十時にバーミンガムに着いた。翌朝再びブルトン氏のところへ行き、そこでワット氏に会えた。私たちはこの日はそこで、火の機械(蒸気機関)をいくつか見ることが得た。晩にバーデルはバーミンガムを立ってヴィガンの製鉄工場へ向って行った。」

「私は翌日私の宿を出た。やはりソーホーに行くためである。ところが、不幸にも四時間も道に迷った。というのは道を誰にもきくことができなかつたからである(ライヘンバッハが英語を話せないからではない)。漸く私が道をみつけたとき、或るものを習いたい、而もあらゆる友人から隔てられているという自分の拙い境遇について悲しく感ぜられた。しかし、私はそういう境遇にくさっていないように努力した。私はワットの蒸気機関の機構を研究する為に、いい有効な機会をつかむことに努めた。ワット、ブルトン両氏の秘密な点を知るため、それには僅かな酒手をも使つて〔聞きとり見てとる〕ことを策したのであった。私は六週間働いて模様図を作つた。何故かというに、私はブルトンのところで物が秘密にされているのみでなく、そこで働いている職工たちからさえも、同じように隔てられるところがあつたからである。私は何かにつけても誰にも質問してみることができないのみならず、嫌疑を起させることもないようにせねばならなかつたか

ら、私は筆紙に尽せないほどに苦心せねばならなかった。折々機械を眼で見るといふことが、許されたばかりであった。」

私たちはこの記録、後進産業国のひとりの青年が人知れず心を砕いているさまを、感銘なくして読むことはできない。何としても技術国として発展せねばならぬドイツの運命は、まだこの当時は微力の青年の心づかいの中を、さまよっていなければならなかった。

ライヘンバッハは、ソーホーに八週間ほどいた。それから、彼はやはりバーデルの紹介を得て、ヴィガンにあるバルケーア卿の製鉄工場で、教師としての位置につき、そこで輔の機械の構築をまかされたのであった。

英国でのライヘンバッハの活動については、記録があまり残っていないといわれている。彼は豊富な知識を蓄え観察眼を養って、一七九三年五月二十六日、エディンバラを発ちドイツへ帰って来たのである。

四

一七九三年の五月といえば、フランスはロベスピエール、ダントンの嵐のいよいよつものらんとしていたときである。ライヘンバッハが帰りついた故国は、これからほぼ二〇年の間、フ

ランスの脅威を受けつづけたのである。彼はマンハイムやミュンヘンで兵器の製造について働いた。この当時のことで記すべきことが少なくないが、私たちは何よりも目盛機械に払った彼の努力について知って置かねばならない。

目盛機械では前述のように英国でラムステンが、すでに円周用並に直線用の目盛機械を造っていた。ライヘンバッハはその方でラムステンの跡を追ったが、他にグラハム・スミートンなどのこの方面の先行者がいたので、目盛機械の上でライヘンバッハがひとり光輝を放っている訳ではない。しかし、彼の目盛機械については、数学者で天文学者のガウスや、同じく数学者のフランス人のラプラスがこれを高く称揚したのであった。ガウスは「これを凌駕するものはない」と言い、ラプラスは「天文学上最も完全な器械である」と褒めて^ほいる。そういう点からいっても、彼の目盛機械は歴史的なものである。この彼の技術は、年少の日のマンハイムの陸軍専門学校で、アベ・バリーやアンリーなどの自然科学者に接し、且つ^か天文台の器械に親しんだことに、その根源を負^おっている。しかし、彼は性来、頭の中で構想を遣^やることに於いて非凡な力をもっていたことが、又あざかったのであろう。彼はこういう言葉を遺^{のこ}している。

「ながい間かかって思索して、私はどうとうこういう原則を抽象し出すことができた。

——完全な目盛は、どんな準備もなくまず与えられた限界の間に見ることのできるマー

クをつける、だから、区画線が引かれる前にいわば空中に標識づけることにより、はじめてできるのであるということ。——私の新しい目盛の方法の原理はこの原則の表現のうちにはんとうにひそんでいるのである。」

しかし、思索的にそうはいうものの、その実際の完成には多くの困難があった。それにはやはり構想が豊かで技術にも熟達していた時計師のリープヘルの協力がなければならなかった。

五

ライヘンバッハの名を技術史の中で不朽ならしめているものは、学術上の技術のみでなく、産業技術の方に大なるものがあつた。それは製塩事業に関するものである。

バイエルンの重要な産業は塩であつた。塩水を蒸発させることによつて塩を作つたのである。すでにそれまではこの地方では千年も前からさうして塩は造られていた。二〇〇年位前から、製塩の工場（つまり仕事場）が出来ていて、そこへ塩水を運んでくるという仕掛しかけであつた。そこで、塩水を導くための機械はその頃は大きな役割をもつていた訳であつた。当時バイエルンの製塩は一層大規模のものとならねばならぬ情勢になつていた。塩水はライヘンハールからローゼンハイムへ運ばれねばならなかつた。ライヘンバッハはこの事業に彼の技術を

傾倒することになった。それは一八一〇年には立派に出来上った。しかし、ほんとうに彼の技術が要求されたのはそれではなかった。ライヘンハールへ新あらたにベルヒテスガーデンから塩水を運ぶ、それもしかしバイエルンの領土のみを通してという、難事業であった。その長さが大きいという訳ではなかったが、困難な仕事であった。というのは、ライヘンバッハは塩水二〇〇リットルを毎分三五メートルの高さまで一度に運びあげるといふ計画をたてたからである。こういう場合、動力として問題になるのは水力のみである。それならば、どういふ機械が役立つか。当時の水車ではさほどの動力は出て来なかった。ライヘンバッハは機械技術家ヘールの水圧機械のことに想いついた。それは唧筒ポンプ機械であつて、蒸気機関における蒸気圧力のように、水圧が唧筒ポンプにおいて作用するのであつた。しかし、ライヘンバッハはその機械に真似て作りあげようとしたのではなかった。彼は作業過程は同様のものとしても機械構造は新しいものを考案した。こういう考案には、マンハイムにあつてかねて積んだ天文学的器械についての知識と修練とが大いに役立った。尚又なお、昔の大砲製造の知識と熟練おに負うことも少なくなかつた。彼が考案した最初の八個の水圧機械は複式蒸気機関の型をとつて造られた。何か中間原動力となるものにて直接に唧筒ポンプ仕掛かけで作業は移されるのであつた。この製塩産業に用いられた彼の水圧機械は、その後度々改良されて行つた。

ライヘンバッハの技術の範囲は実に広がつた。最も顕著なものでは、アウスブルクの給水

事業、ミュンヘンのガス燈の建設、ドナウ—マイン運河の水運の建設等がある。かようにして、彼のなしとげた学術上の、産業上の技術効果は夥おびただしいのであるが、蒸気機械の改良はやはりその最もなるものであるといわねばならない。彼の狙ったところは、蒸気力の伸張エックスパンション性を利用し、機械を最高圧力で動かすようにすることにあった。だから機械を動かすことの鈍重を引き起す凝縮性コンデンセーションを排するということに努めたのである。

ライヘンバッハについて記すことは多いが、英国に半世紀以上、場合によっては一世紀以上も立ち遅れていたドイツの産業技術の多忙の発展が、彼の生涯のうちに見えていることを、何よりも注意すべきであると思う。ドイツ博物館の記念堂にある彼の像の下には、

「彼は遠大な理念を身につけて、彼の時代に先駆した。彼のなしとげた独創は発見の天才力のみでなく実行上の指導力を示している。地上と天界との測量技術は彼に重大な進歩を負っている。」

という言葉が見えている。

ヘンリ・ベッセマ

一

私たちは一九世紀の前半、今から一〇〇年ないし一二〇〜三〇年くらい前のヨーロッパの基本的な産業のことを想い出してみよう。その頃はもうワットによって蒸気機械という新しい動力技術が完成され、これが産業の諸部門にひろく用いられはじめていた。鉱山業はこのため躍進的に発達しはじめた。それらにつれて、機械製造業、運輸業、軍需工業等が、金属殊ことに鉄に対してもった需要は、まことに察するに余りあるほどである。それにもかかわらず、製鉄の技術はパッドル法のままであった。パッドル法この精錬法のことは後で述べることのようにを以てしては到底鋼鉄に対する時代の産業の要求は叶かなえられないものではなかった。鋼鉄を熔融状態で大規模に而しかもなるべく簡単な方法でつくり出すという課題が製鉄技術に対して課せられたのである。多くの製鉄技術者たちがこの課題を解こうと焦あせったことであろう。ヘンリ・ベッセマ(Sir Henry Bessemer)はまさにこの課題を解き、そして鉄熔融の新しい時代をつくり出す基本をうちたてたのである。

ベッセマは一八一三年の一月十九日に英国のチャールトンのハートフォードシャーに生れた。ベッセマのうちには科学者の心と實際家のもつ鋭い眼とが統一されていた。その上、不屈の精神と経営の力量とをもち合わせていた。彼は一八三〇年、十七歳のとき初めて世界の都市ロンドンを見たのであった。といつても彼の父や祖父からが、ロンドンを知らないような田舎者であつたわけでは少しもない。彼の父からいうと血統はオランダ人から来ている。父はロンドンの真中で生れた。ヘンリの祖父はもと英国からオランダの方へと出かけたことがあつたが、そこから又英国に戻つて来た。そのとき祖父の息(息子)は十一歳であつた。祖父は器械を造る技術をもつていたといふことである。それから又一〇年ばかり経たつてパリに赴おもむいた。ここで若いベッセマ(つまりヘンリ・ベッセマの父)は顕微鏡に本質的な改良を加えるといふくらいにまで、父のもつた技術に導かれて、新時代の器械に明るくなつていたのであつた。ヘンリの父のこの貢献に対してはフランスの科学アカデミーが彼を会員に推薦したのであつた。ヘンリの父は又フランスの貨幣(鑄貨)にくわしく、これを整正し改良した功績をもつたのである。そうしているうちフランス革命の勃発の為に、英国に戻つてくるの余儀なきに至つた。アッシニア(革命のとき発行せられた不換紙幣)をしこたま持つてとにかくロンドンへ歸つて来たのであつた。彼(ヘンリの父)の勤勉と技術(ぎょうじゆ)とでロンドンからそんなに遠くないチャールトンの村で庭つきの家を手に入れることができた。彼はここで活字鑄造の技術を磨き、こ

れがも一つの貢献をしたのであった。この家庭にヘンリ・ベッセマは成長したのである。

二

私がこの小さい伝記の中で以上のことを記したのは、ヘンリ・ベッセマの技術の力量と精神のうちにも、すでに一八世紀から一九世紀のはじめにかけてのオランダ・英国。フランスの文明のそれぞれの或る蓄積が、共に流れ込んで注意したためである。父の工場がヘンリにとっては何より親しみのある又くつろげるところであった。彼はあらゆる器械、あらゆる細工仕事について技術を習い覚えることに努力した。頭と手が相伴なつて進んで行った。学校へ通うことは早くうち切られた。ヘンリにとっては、自然が、彼の周囲が、彼の最善の教師であつたのである。父も学校の教室へは彼を無理には強くなかつた。ヘンリの願いを容れて仕事場を与えてやった。そして、父は誰もが当時欲しがつた旋盤仕事のできる轆轤を買つてやった。それはロンドン出来のものであつた。十七歳のとき父がロンドンに移つたのでヘンリも又ロンドンに連れられて行った。彼が、世界都市ロンドンをはじめて見たと先に言つたのは、この時のことである。

ロンドンに引越して来たこの少年は大都市の中で淋しかったらしい。彼は旅をして歩くイ

タリア人たちから石膏模型を買いとった。これを材料にして色々の形を造った。金属鑄造である。そしてその上に銅を薄くかけるといような細工さいくもした。いうまでもなく、これは電気鍍金の以前のことである。彼はその後金属鑄造の知識と技術を修得するような細工さいくを幾つかいくなしたとげた。活字の鑄込いこみ、植字機械などその主なるものであった。こうして新しい器械を作り多くの特許が彼の手に帰した。彼の自叙伝に付いている特許の数でみても、一一七ある。それらの中で特にここに記すべきものがある。一日彼の女兄弟がアルバムの上に美しい文字を書いてくれと言った。それには金文字がよいと考え、金粉を買って来た。彼はその価の高いのに驚き、それを検しらべてみると青銅の粉末であった。これは当時ドイツのニュールンベルクあたりから来ていたものであった。ベッセマはドイツのその工場のことを研究してみた。すると、労働者たちが手でもって暇をかけてこの青銅粉末を造っていることがわかった。そこでベッセマはこれを製造する機械を考案し、実際に造ってしまった。そしてこの小さい工業を英国に移したのである。彼はこれで多くの金かねを儲もけることができた。彼の行く道は祖父と父とを通じ、器械をつくること、金属の仕事へと向けられていたのである。

しかし、鉄熔融の技術へはどうして向って行ったのであろう。

一八五三年、この年にクリミア戦争が勃発した。当時交戦国はすべて大砲について苦慮した。英国はこの頃まだ旋条砲をもっていなかった。ベッセマは砲身の中を砲丸が強力な爆發ガスの力で発出するのに、切線力を考えた。これで砲丸の旋廻運動を期したのである。ベッセマはこの考案を実験に移そうとした。しかし、英国の軍隊はこれを拒んだ。そこで、ベッセマは自分で大砲を作らざるを得ぬわけであったが、ナポレオン二世（この人は自分でも砲術の改善のことでは苦心していたのであった）がどういう機会をつかんだのか、ベッセマをヴァンセンヌ Vincennes の射撃術研究所へ呼び、そこに居らせた。

いよいよベッセマの考案が実験に移された。ベッセマは砲兵将校たちと話し合っていた。そのとき実験指導者が

「この実験は確実に成功せねばならぬ。しかし、鑄造砲がいったいこの案のような砲丸発射に耐え得るかどうか、これが不安だ」

と言った。つまり問題は「これほどの重さと強さをもっている砲丸の発出に対して、十分抵抗し持ちこたえ得るような或るひとつの金属でもって、大砲が作れるものかどうか？」ということである。それについては、ベッセマにまだ成案はなかった。しかし、何でも根本に立ち戻って考えるベッセマの頭には、この問題は製鉄事業の本来の問題だということが、浮んで来た。もし、これを事実において解決したら、自分は富と榮譽とで恵まれることになる

うと空想した。もし、失敗しても、自分は何ものも失いはしない。なぜなら、自分は最初から空手なのであるから。自分の方は失う何ものもない、換言すれば、自分は鉄の技術については普通金属工場で働く技師たち以上の何ものも知らない。全く新しい出発である。これがしかし、私の力である。新鮮！これが私の有利の点である。ベッセマはこう考えたのであった。彼は奮い立った。

ここで私たちはベッセマ法以前の鉄精錬の方法として先のパッドル法のことを知って置かねばならない。もしくは想い出して置かねばならない。

パッドル法とはどういう鉄精錬法なのであろう。パッドル(puddle)という語は英語の方が本と思えるが、この語は色々の意味をもっている。もとは水いじりをする、泥にまみれる、水と土を混ぜる、攪きまぜるなどの意味をもっていた。さて、それはよいとして、一七六〇年頃から七〇年の頃までに活動したヘンリ・コートという技術者がいた。パッドル法は彼の發明である。いったい一八世紀の半頃には英国では、もう鉄鉱石を熔鉱炉でコークスを用いてとにかく熔解することはなされていたのであった。これで木炭節約はできたのであるが、いっとうよい鋼鉄は得られなかった。というのは、コークスや石炭との接触で銹鉄は硫黄が除外されなかったから、精鍊された鉄はいわゆる冷砕の性質がひどかった。この欠点はとり去られねばならない。これを征服したのがコートである(尤も、それはベータ・オニオンスの發明だと

いう説もあるがその検討は別の機会にゆずることにする。コートの炉の最初の形は、長さ二メートル、幅一メートル、高さもこれに応じたもので、全体が坩堝つぼでできていた。さて炉は石炭で熱せられた。仕事が始されると炉は砂をもって覆われた。そして炉の中の火床のところへ一五〇キログラムの鉄を入れた。そして口を閉じ、すべてのすき間を粘土で封じた。火力を按配する口は蓋で閉じられた。半時間すると鉄は白く燃焼して来た。このとき火力が強められるのであった。それには十分に空気が送られたのであった。それから一五分も経つと鉄は殆ど全く溶けた。このときパッドローが作業口から鉄棒を差し入れまだ熔解していない部分^{ほとん}を火床の方へ寄せるのである。五、六分もすると全体が液状になる。そうすると、仕事人は金属の棒で攪拌をはじめめる。半時間も攪かきまぜ廻すと、熔融状態の鉄の全部が一つの半液状的に捏こねあげられたものになってくる。もちろん小さい粒状形が夥おびただしく含まれている。他方こうした作業の間に時々若干量じょうかんの砂が投げ込まれるのであった。鉍滓びんざいの分離を容易にするためである。なおパッドローは粒状になっている部分を半液状の全塊に熔けこむように按配あんばいしつつ骨折るのであった。もちろん炉中の仕上げでは全鉄塊を一つにするのでなく、普通五つくらいに分けられたのであった。こうして全作業時間は一時間半から一時間四五分位かかったのであった。パッドローは金属の長柄（熊手様なもの）で炉の中から鉄塊を外へ出し土間どまに横たえ、これを圧延するのであった。この圧延には、すでに蒸気力による重量六〇〇キログ

ラム位のハンマーが用いられていた。

以上で、コートの精錬方法がパッドル法と呼ばれたわけを知り得るのであるが、それと共に私たちは製鉄がまだ手仕事の範囲にしばられていたことを、ここで思い出して置くことにしよう。

さて、ベッセマが考え得られる多くの試みを試みたことは察せられるが、ここに或る新しい方向が偶然にも見つかった。ベッセマは銑鉄の熔解の場合に処によって未だ熔解されていない部分の残ることを知っていた。彼は空気の送を一属強力にして無理矢理熔解させようとしてみた。しかしこれは無効であった。しかし、ベッセマは熔解しかねている部分は多穴的だということを見てとった。強く空気を送れば、それは表面を可鍛鉄に変えているが、この鉄は一層熔解点が高まっているものになっているのであることが、わかった。表面はとにかく可鍛鉄に変っていても、内部の方つまり空気の送を受けない方は、現に受けている熱度でもってただ銑鉄として熔解していたのであることもわかった。こんなことは、現場の人たちにはとっくに漠然とは知れていたのであるが、ベッセマにとつてはこれが彼の発明のものになった。銑鉄をただ空気を送り込むのみで可鍛鉄に変えるということをもはやためらうことなく、進めてみるのだが、ベッセマの確信となったのである。最初彼は、ひとつの坩堝に熔解された銑鉄一〇ポンドを入れガス管で空気を送って熱してみた。半時間もすると、この

鑄鉄は可鍛鉄に変わっていた。そこで問題は銑鉄というものは外から熱を加えてゆくことをしなくとも、空気の送入がよければ銑鉄の中に含まれている珪素と炭素との燃焼のため十分に熔体となり得るものであるかどうか、炭素の分離のために鉄の熔解点は高まるものであるがたとえ熔解点が高まろうとも右のようにして、十分熔体となることができるかどうか？ ということであつた。そこで、彼は新しい器械を作り今度は七〇〇ポンド(約三二〇キログラム)の熔解銑鉄で試験してみた。銑鉄の含む珪素が焼き尽つくされる過程においては熔解は静かに進んで行つたが、炭素が来ると火花があがり焰が熾さかんにのぼるのであつた。ベッセマをはじめ、この有あり様さまをはじめて見ていた人たちは驚き且かつ喜んだ。しかし、ベッセマにとってはまだ彼の創意の糸口であつた。炉の形のために苦心することが、ベッセマの次の仕事であつた。それは炉を反転して、熔鉄を容易に流出することであつた。

ベッセマは助手として鉄熔解に腕のある人を備っていた。ベッセマの実験が成功したとき、この助手が聞いた

「さて、鉄はどこへ流すことになります」

と。ベッセマは答えた

「君は器物の中に流させればよい、私が冷い空気を送りつけるから」

と。すると、この助手の答えは

「すると鉄はひとつのだんごになってしまいましたが——。」

すべてはベッセマにとってうまく行ったのであったが、ひとつ不安がまだ残っていた。「この塊が縮むであろうか、それとも、この冷い塊がひろがるのであろうか」。ベッセマはまだ八分ないし一〇分を待たねばならなかった。だが、その時この塊はゆるゆるともち上って来た。このときの有様ありさまを彼は後に次のように書いている。

「私が白熱の鉄のかたまりが漸次ぜんじ下からふくらまってくるのを見たとき、私が感じたものを今人に告げることができない。これまで人間の眼が見て来た鑄られた鍛錬鉄の団塊のうちで最大のもの、それが眼の前に現れたのである。二人のパッドラーが勤勉に働いて数時間かかって多くの燃料を費して、なおつくり出すことのできないほどの大量の可鍛鉄を一ぺんにつくり出すことができたのである。私たちは、もはや純粹で等質の一〇インチ約二五センチメートルもある鉄の団塊を三〇分の吹き立てでもって、修練の労働もいらず燃料の無駄もなく、つくり出すことができたのである。」

ベッセマの努力は酬むくいられた。技術家ジョージ・レンニイの賞揚によって一八五六年十二月に British Association for the Advancement of Science の大会の席上で、勧めすすめられ強しいられるままに自分の発明について簡単な言葉を述べたのであった。私たちはベッセマのその後の活動について記してみたいものは多いが、これで小伝の終りを結ぶことにする。パッドル法

(私たちはこれを「攪搾法」と呼んでみよう)という腕の技術ぎりようから、ベッセマ法という製鋼の機械技術への転向点にベッセマは立ったのであることを、私たちはもう一度思い起そう。ベッセマは機械産業の革命の戦士として、いつまでも人から忘れられないであろう。

アルフレッド・クルップ

—

いうまでもなく今日のクルップ製鉄工場はもとクルップ家の事業であった。アルフレッド・クルップ (Alfred Krupp) はクルップ家数代の事業の中心をなす技術者である。しかし、彼はヘンリ・ベッセマが技術者であると同一の意味で、技術者ではない。もとより彼も製鋼の上で幾つもの発見や工夫をしなければならぬ。けれども、その為にアルフレッド・クルップの名が技術史上において特に輝くという訳ではない。それにもかかわらずアルフレッド・クルップの小伝を書いてみようというのは、ドイツ一九世紀の産業と交通と軍備との異常な発達史のうちに彼を置いてみると、彼は単に事業家、計画者であることができないからである。このように私が考えるにはもちろん技術という意味を広く理解するという思想的なものが根底にあることは、指摘され得ることであろう。

私はクルップ事業の成功は全体を通じてただ科学と技術にのみ基づくのではなく、あらゆる困難な事情の中にあつて重なる試練と幾多の経験との結果であつたろうと思う。そういう点

でドイツの技術文化と日本の技術文化とはよく似ている。人はよくクルップの鉄工場の変遷はドイツ鉄工業の縮写のようだというのであるが、私はクルップの発展はドイツの近代国家成立の跡を想わせ、ドイツ人の近代世界観の性質を考えさせるものがあると思う。製鉄において英国はドイツに比べるとすでに半世紀余の距りへだたを以て先駆もっしていた。アルフレッドの父、フリードリヒ・クルップ（この人は構想力の豊かな人物であったが）のクルップ工場創設は英国の製鉄に対抗しようという意から出発したといえるのである。けれども、それは到底実現せられ得ることではなかった。フリードリヒの夭折ようせつ（齡の若死）に伴ないクルップ初期の事業は壊滅したのである。英国では既に一七四〇年の頃に一人の素人技術家ハンツマン（時計師）の手によって坩堝鋼法るつぼ（Crucible Process）が発明された。この製鋼法はパッドル法の欠点を補うものである。パッドル法では鋼質の均一と純粋が得られない。吾々は一八世紀にはハンツマンを、一九世紀にはベッセマを生み出した英国の文明を考えねばならない。この文明はその由来するところが古いのである。坩堝製鋼法るつぼの発明から約一世紀半前から英国には特に學術の文化がはじまった。一六一〇年頃のことであろう、フランシス・ベーコンが

「學術や科学はあたかも鉱山たがひのようである、どの部門もどの部門も新しい仕掛しかけと進歩とで互に呼応たがひし合っている」

と言った。ベーコンのいう學術は英国に連綿として作興されたのである。民族の将来を考え

る人々の心すべき点だと思ふ。一九世紀の出発においては、ドイツは鉄工業において到底英國の敵ではなかつた。

二

アルフレッド・クルップの父フリードリヒ・クルップが一九一一年の頃エッセンに製鉄の仕事^{はじ}を創めようとした頃には、この町はまだ人口僅^{わずか}か四、〇〇〇にも充^みたない田舎町であつた。勿論^{もちろん}、製鉄の町ではなく、この人々は多くは輸入及び仲買商人^{なかがい}であつた。クルップ家もその仲間であつた。しかしエッセンには工業がなかつたのではない。というのは、蒸気機関の製作で知られているディーネンダールがその頃機械製造工場をエッセンに移していたし、なお、この地方には昔から石炭鉱業が行われていたからである。なおクルップに天恵であつたのは、一八世紀の半ば^{なか}からは、鉄鉱業もこの地方で始められていたことである。

どうして工業がクルップ家の仕事になつたかを記す必要はある。クルップ工業のもとをはじめたのはひとりの寡婦^{かふ}の手によつてであつた。この女傑がアルフレッドの曾祖母である。名はヘレーネ・アマリエ・アッシェルフェルトといつた。アルフレッドの曾祖父フリードリヒ・ヨドクス・クルップが四十歳のときの第二の結婚の相手であつた。しかしヨドクスは二

子を遺して間もなく歿した。遺児の養育と家業の継続は容易でなかったろうが、この寡婦の手で商売が拡張されるのみでなく、クルップ家所有の土地も殖えて行った。彼女はそれのみでなく商品製造をはじめた。一七五九年に煙草製造工場の経営がはじまった。次に布やリネルの製造も続いて起った。彼女は異常な精力の持主であった。次には鉱山業の株を手に入れるようになった。すでに老いかけていた彼女は、さらに先に述べたあの鉄鉱山を買い込むという余力をもっていた。もちろん、この鉱山には鑄鉄工場もついていた。幾分の技術の改良にも彼女は参加した。彼女は、前記の蒸気機関の工作者ディーネダールの協同をかち得ることができた。これらは、ヘレーネ・アマリエ・アッシエルフェルトの賢しさと忍耐と強固な意志の成果であった。この資質は、彼女の仕事を継いだ子のベーター・フリードリヒでなく、その孫のフリードリヒ、殊に曾孫のアルフレッドの内において展開した萌芽であったといえるのである。

彼女の子第一のベーターについて記すことが少ないが、孫のフリードリヒ、すなわち、アルフレッドの父については、たとえ少しでも叙述を省略することができない。クルップ製鉄事業の確立は四代に互っているが、クルップ家は創始と発展と守勢にそれぞれの人物を生んだのであった。創始者としてのフリードリヒは想像の力に富んでいた。新しく創造することへの本能がいつも彼を動かしていた。しかし、彼には実現可能のものとするのでないものへの判

別の悟性の力は欠けていた。加うるに彼は蒲柳（体質が弱い）の質であった。製鉄工場の発展を念いつつ一八二六年にはすでに生涯を終えていた。ドイツ製鉄工業の鍵を握っているクルップ家の運命はしばらくの間、寡婦（かぶ）とその蒲柳の子の肩の上にあったのである。何という英国との相違。

三

フリードリヒの死後は、クルップ家の財産は負債を到底蔽（おお）うことはできなかつた。工場はあつたが、建物のうちは空（から）であつた。鉄鉱の積まれているところには何もなかつた。炉と鍊鉄工具は静かに活動を止めていた。クルップの信用は殆（ほとんど）なくなつていた。このとき、アルフレッドは僅（わずか）に十四歳の少年であつた。彼の母と共に、製鉄工場を再び引き興（おこ）すことが、この少年の負（お）わされた義務であつた。彼はクルップ工場の創始せられた一八一二年に生れ一八八七年に亡くなつたから、父とは反対に活動の長い生涯をもつた。彼の活動は一八二六年から八七年までの期間を三つに分けることによつて、明瞭になるようである。第一期は一八四八年までで彼にとつて全くの苦闘の時代である。第二期は一八四八年から七四年まで。この期にクルップ製鉄はあの広大な規模に達したのである。

第三期はかの一般産業上の大恐慌と連関して衰頽を免れなかったが、又クルップ工場の新しい発展に属したのである。

第一期はアルフレッド・クルップの修業時代であり、彼の製鋼技術の基礎なので主な時期である。彼の修業は専門学校ではなく工場においてであった。ドイツの工業が家内工業からマニユファクチャーに移り漸次大工業に変わって行ったのは、ちょうどアルフレッドにとつての成長時代であった。蒸気機関が工場に入り、鉄道の敷設が始められ、金属鋳業が進歩し、経済上ではかの関税同盟の実施範囲が拡大された、こういったドイツ産業の発達時代に、彼も亦成長したのであった。

一八四八年、といえは彼の事業の創成の時期を終えた時であるが、この時にあつてもクルップ工場は一つの特異工場というに過ぎなかつた。それまで彼が精根を尽して製出した鋼鉄もまだその使用は一般的にひろがつてはいなかつた。工場の製品は圧延された鋼鉄材とこれのできた若干の機械に過ぎなかつた。四八年までにおいても機械製造や鉄道や兵器(大砲)用の鋼鉄材をすでに提供することはできていた。それは小規模にとまつてはいたが、クルップ発展の礎となったものであつた。それが七〇年代になると驚くべき発展を遂げるに至つた。製品の種類が増して来た、兵器、殊に砲身の製造が目立つてきた。ベッセマ法やマルチン法の採用、熔鋳炉の建設、鉄鋳及び石炭の採掘、これらが殆ど同一の時期に起つて、クルップを

増大させた。しかし、時代の鋼鉄需要が刺戟になったことは、否定できない。何としても機械の製造、鉄道敷設、それと船舶製造と兵器の製造、これが大量的に鋼鉄材を必要としたことである。従来、大砲製造とクルップとは結びつけられて考えられた位であるが、これは四〇年に始まっている。しかし、面白いことに当時一般に鉄道敷設の必要がひどく感じられていたのでややもすれば大砲製造が制限されたということである。それでも一八五六年から五年には大量の最初の注文がエジプトから来ている。しかし、こういうクルップの発展の背後には、アルフレッドの技術改良上の苦心が当然考えられる。鋼鉄が右のような用途に適應されるような性質を具えろということである。その一例をあげてみよう。

四

鋼鉄はいうまでもなく銑鉄から作られるが、鋼鉄は、銑鉄が割合単純な性能をもっているようには、単純でない。その質が程よく硬い程度であれば気孔等があつてすき、ができやすい。又硬すぎれば却つてもろさ、を加える。アルフレッドの技術上の苦心の多くは鋼鉄の質の改良に注がれている。或るときは、彼は、なみの硬さの鋼鉄を持続的に打って圧延し、更に滑転の装置で表面を滑かにして轆子をつくりあげてを試みた。こういう方法は、一つの機械

的な新しい方法の学術的發明に由るのでなくて工作上の實際の遣り方であり、工夫に属するといえる。これは当時では銀材製品にとつては極めて重要視された。ベルリンやパリでも銀工場で一般に銀材のプレスに用いられた。しかしもっと硬い金属の場合には役立たなかつた。アルフレッドはこれをもっと違つた方法で成功させようと努めた。このためには、彼は種々なる工夫を試みたのだつた。割合に薄い鋼鉄ののべ板であつて、その芯は鉄である、そういう全く特殊のものを考案してみた。しかし、それでは実験的にやすりが鑄造されてみたにとどまつた。しかし、これが刺戟となつて、大きな鋼鉄棒又は鋼鉄板をただ一度の鑄造のみで製出するということを考へた。一度の鑄造で、硬度のよい鋼鉄を作ろうといふのである。彼はでき上つた鋼鉄に一定の硬さもあり流動性もあるように、鋼鉄に種々なるものを加へた。種々なものとは、例えば銑鉄や、真鍮や銅などをである。そうしてもつてできた鋼鉄は、それでもまだ硬さにおいて当時の英國製のものとは競争できなかつた。しかし、それでも表面がポーリッシュで、銀を延べるには適當してゐた。クルップのこういう鋼鉄は貨幣製造には勿論使用された。これはすでに一八三二年のことである。とにかくも銀を延ばすにはよかつたが、真鍮の場合には良好でなかつた。しかし、このようにして、いわゆる複合鋼鉄を作るといふ後年の試みに終に成功し得たのであつた。

クルップの事業の發展は、どの時代をとつても飛躍的ではない。最初は鋼鉄板（或いは棒状）

の製造、次いで機械の製造、次いで鉄道用鋼鉄材料、最後は兵器製造という順序に進んでいる。こういうように進行したといっても、最初から重工業用のものではなかった。極めて小規模の器械や鑿や鑿刀や打印機、つまり時計師や金細工屋やその他の精巧機械を作る人々が使用するものにとどまった。ドイツの鋼鉄需要もこういうような使用からはじまったことが、これで知られる。この範囲にとどまる間は英国製の鋼鉄で事足りていたが、精巧な銀及び真鍮工業への必要が起りはじめると高度の純粋性をもった硬い鋼鉄が要求せられ出した。中でも鋼鉄の発条の必要は殊に切実であった。一八四〇年代になると、機械製造用の鋼鉄需要がはじめて本格的に起った。次いで蒸気機関、蒸気打鍛機に用いられる唧子桿や曲軸などに使用せられるための需要が、続いては、汽船の速力を増すためや汽船用の諸機械の活動力を増進させるための需要が、クルップの鋼鉄に向けられた。さらに鉄道材料は大規模の需要となつて現われた。兵器殊に大砲の製造であるが、砲身は従来はプラティーネ（白色真鍮）から造られたが、質の堅硬が求められるに従つて、クルップ鋼鉄の必要は一層強まって来た。このようにして、クルップ鋼鉄は普及されたのであるが、そのどれも、需要に引かれてクルップが工夫し製造したというよりも、需要の起りを先見しつつ早く実験の緒につくことに努力したといえる。大砲にしても大量の注文を受ける迄には、最初の実験的試みから一五年は経過している。鉄道用鋼鉄にしても、アルフレッドが政府に呈出して、その必要を具陳した請願の

文を見ると、右の事情は実証される。

クルップのこういう努力を見ると、技術家の先見が当然起るべき実際の施設を支配しているように思える。

五

アルフレッドの製鋼の生涯を見ると、彼の成功は、科学的知識にでなく、経験の間に積んだ試錬に、基^{もと}づいているようである。彼は年少の時から、鎚で打ち延べる、竈で鑄るといふ素朴な仕事のなかで、鋼鉄を齊一な熟練と確実さを以て取扱うことを習い覚えた。彼はこういう術を彼の使った徒弟たちに教え込んだ。いったい彼の時代にはドイツに鋼鉄を取扱えるという職人はまだいなかった。英国においてさえも、鋼鉄は軽い延板でなかったら、どんな加工もされなかった。アルフレッドが当時の在来の仕方^{かた}でやっているうちは、苦い経験を嘗^なめていたが、これがひどく彼を激励して、自国の、そして自分の製鋼法の工夫^{くふう}ばかりを考えた。若いとき金銀の小細工^{こさいく}用の鋼鉄材料のために一生懸命で働いたことは、彼にとって好^よい訓練であった。少年アルフレッドは鉄を熱すること冷すことに痛々しいまでに細心の注意を払った、鋼鉄に種々な点からの良質を与えようと苦心した。鎚の大きさに改良を加えるとか、鉄

砧の形を改めるとか、細かい用心を積みあげ、そして鉄への本能的な感受性を訓練したことが、彼に實際上良好の鋼鉄製出をもたらしたのである。彼は学理の輝かしい、併し屢々實際において裏切ることのある約束に眩惑されぬ。と云って、新しい技術の発明された場合は、すぐに採用した。しかし、彼は従来の技術や方法を全く排するということをしなかつた。すべて或る時期において効果をもたらした技術は、夫々何かの長所をもつものである。これが少しでもある限り、彼は捨てなかつた。彼の技術上の特質はこのような可撓性、柔軟性にある。ベッセマによっていわゆるベッセマ法が考案されても、彼は従来のバッドル法や増埒製鋼法をなかなか排しない。むしろ、ベッセマ法とバッドル法とを併用することにおいて、實際上の効果を担っている。他の工業部門と違って、そういう実技上の考案とか工夫といったものが十分の存在理由をもつことに、製鋼技術の特徴があるのではあるが、又彼において見られる特質でもある。正確と着実と精力の弾力性と健康、これが彼の恵まれた美德であるが、これはまさに技術家にとっての必須の条件である。

単に或る新しい機械と技術の採用に重要さを置くのではなく、可及的にあらゆる方法でもってこれを実際の駆使において効果を充全ならしめること、これは全く工夫と耐久の精神に由らねばならない。ドイツが産業の上で英国のように學術応用と原料の豊富と便宜をもたないがために、特に困難な途を歩まねばならなかつたという歴史的必然が、一人のアルフレッ

ドの上にも現われていたのであるが、しかし、彼にとって不可避の途であった。

老いたる寡婦かふと蒲柳ほりゅうの子とによって始められたクルップ家の製鉄業が、ドイツの国運に参与したということは、どの点からみてもアルフレッドの技術家精神に負おうたのであると思われる。

付記 この文は『クルップ創立百年記念誌』に依るところが多かった。

ヴェルナー・ジーメンズ

—

人はこの世紀を「政治の世紀」と呼びはじめている。もし今後も、二〇世紀がそう呼ばれることが続くなら、一九世紀は「科学の世紀」としてこの世紀に対しいつまでも光輝をもつであろう。まさしく今世紀における人類の政治闘争は、一九世紀がつくった科学と技術の上に行われているのである。その技術の中で最も重要なものは、通信交通技術だといって少しも差支ないであろう。ヴェルナー・ジーメンズ(Ernst Werner von Siemens:1816—92)はこの技術の一九世紀的発達の主流の中に立っているのである。ミュンヘンのドイツ博物館の記念堂にある彼の大理石像の下には次の言葉が見えている。

「学者にして技術家、彼こそは、発明の精神をもって、はじめて電流を人類に有用ならしめた。」

しかし、私は彼を独立したひとりの抜群の技術家としてのみ、偉人としてのみ描いてみようとしているのではない。彼の傍には技術と事業の協同者としてのカールとヴィルヘルムの

二人の兄弟がいた。その上ハルスケという技術協同者がいてくれた。彼の前には、ガウスとウェーバーという先行者があつた。否、何よりも時代が彼を交通通信技術へと刺戟した。私たちは彼を先ず初めに時代において見ねばならない。そして、その上で、何故時代の刺戟をヴェルナー・ジーメンスが、強く受けた一人になつたかを見ねばならぬ。そのためにはいくらか少しくも彼の年少の頃を語らねばならない。

一九世紀は前述のようにまさに科学と技術の世紀であるが、イデオロギー闘争の二〇世紀の特質の基礎を形成した点は、一九世紀が空間を征服したということにある。汽船・汽車・電信技術がその征服者であつた。汽船や汽車にしても、なくてはならぬのは最高度の通信であるべき電信である。フリードリヒ大帝が亡くなったとき(一七八)、ゲーテはカールスバードに病氣静養のため滞在していたが、彼のもとへのポツダムからの通報は一日かかっている。一八一四年パリ占領の祝報をベルリン人が知つたのは九日後であつた。それなのにその後さほどの年数が経たぬのに一八四九年フランクフルトであつた皇帝選挙を、ベルリン人はその日にすでに知る事ができていた。私たちはこの変化を考えなければならぬ。いったい、電線を通じて電信が送られるということは、確実にいうと一八三三年にはじめて、ゲッチンゲン大学にいたガウスとウェーバーが屋根の上を通る電線を引いて、電信を実際に有用のものたらしめたのである。これはゲーテが亡くなった翌年のことである。しかし、それは厳密に言っ

て有用であったというのみであった。産業、経済、政治の如き社会的活動を支配する電信の必要は、技術と技術者とを待望していた。ヴェルナーはそういう時代に成長したのである。

二

ヴェルナー・フォン・ジーメンスは一八一六年十二月十三日に生れた。父は土地管理人であったが、ゲッチンゲン大学にいた程で、教養はあった。ヴェルナー・ジーメンスには兄弟が多かった。兄弟がそろって大学の課程を了おえるというような力は父にはなかった。ヴェルナーは少年のとき数学を習うにつけてギリシア語を修得したことがあった。それはいつ頃のことかわからない。十一歳のとき、彼の父は近くのシェーベルクの小学校に彼を入れたが、しばらくしてここを退しりぞかせて、彼に家庭教師をつけてやった。この人は、シュボンホルツといった。まもなく彼はメランコリーの発作で自殺した。極めて謹厳の教育者であつて、この人の影響は、ヴェルナーにとって僅わずか一年間の師弟関係であつたにもかかわらず、甚はなはだ大きかつた。或ある伝記作者は言っている。なお彼は家庭教師に二ケ年ついていたが、その後兄弟のハンスと共にリューベックのギムナジウム(ドイツの中等学校。大)に入つた。ここで彼は第三級に編入された。ヴェルナーには年少のときから、数学と自然科学への天分が少からず大きかつ

た。つまりこれが彼を技術に向わせたのであったといふことができる。その頃、技術といつたところで、人は建築のことを考えたにすぎなかった。当時ベルリンには建築大学があったが、これに入ることは前述のように父の資力にはかなわなかった。父は考えて、彼をプロイセンの工兵隊に入れることにした。一八三四年、十七歳のとき、彼は故郷を発った。鞆を背負って殆ど三〇〇キロメートルを歩かねばならぬベルリンに向った。この少年は、四、五年の後は交通の最尖端である電気鉄道発明家になろうとは夢にも想っていなかったろう。しかし、ベルリンでは年齢の都合ですぐ隊には入れず、隊長のはからいでマグデブルクの砲兵隊に先ず入ることになった。しかし、翌年には認められて工兵学校入学の命令をうけた。この学校で、オーム、マグヌス、エルドマンなどという良教師の弟子となり、彼が切望やむことなかった数学・物理学・化学を学び得た。彼は彼の『回想記』の中で、ここの数年間を最も楽しかった時代だと言っている。しかし、この時代の終りには父と母を相ついで失ったのであった。彼は或るとき、兵營で銃砲の発火方法についての研究の途中、薬品の爆破という失策をなめたことがあった。そのため彼はしばらく聾になったばかりでなく、所罰を免れなかった。そのため、一八四〇年ヴィッテンベルクの兵營に送られた。彼はここで大きな発明をしとげた。当時ドイツでは金属のガルヴァニ法はポツダム物理学者モリッツ・ヘルマン・フォン・ヤコビの実験があったにすぎなかった。マグデブルクの内城の格子囲いの小さい居

室の中で彼が孜孜として修め得たところの知識は、彼に次のことを考えさせた。次亜硫酸ナトロンは金及び銀塩を溶かす性質をもっているということ。この考えがガルヴァニ法による鍍金の仕方を思いつかせた。その頃ドイツでは、この仕方は知られていなかった。ジーメンスはこれで彼の最初のパテントを得たのであった。彼はここで研究をつづけていたが、中途で恩赦により、即日原隊に帰れということであった。しかし、この受刑の土地で、彼は彼の「ラボラトリウム」にとどまり、自分の研究を続けようとした。刑期の延長を願い出た訳であった。彼の性向が、これでよく知られると思う。このようにして、彼はただの技術家ではなかった。彼はこう言ったことがある。

「私の仕事と私の作業は技術の領域にあるが、私の愛はいつでも科学そのものに属している。」

と。彼は学術論文を何度も公おおやけにしている。その最初は一八四五年に『ディングラー工学雑誌』（これは一八二〇年に、ヨハン・ゴット・フリードリヒ・ディングラーが創刊したものである）に出た「動力としての加熱空気の応用について」であろう。つづいて彼は『ポツゲンドルフ年報』（これは物理学者のポツゲンドルフが一八二四年以来編集しはじめたものである）に彼は「速力測定のために電気顫光を応用することについて」を発表したのであった。

ヴェルナーを特に記念せしめる技術のうちに、記号電信技術がある。ひろくいって記号通信なるものは、昔から使用されたものを順に言えば音と光と電気であろう。光によるもの、視覚による通信としては、昔から火が用いられた、近世のものでは、光でアルファベットを再現するもの、気球をあげてこれに電灯を点ずるもの等であろう。電流によるものは前述の一八三三年のガウス・ウェーバーの実験の結果に基づくのである。これは又、いうまでもなくファラデーの磁・電気の実験によってその途が拓かれたのであるが、今ヴェルナーの技術によるものは、記号送達のために銅線による電流に絶縁をあたえること、そのためにグッタペルチャ（いわゆるガタパーチャ、これはすでに一八〇四年に発明されたものであるが）を使用するということであつた、これは当時軍隊では特に要望された。この方法を完成させるためには電纜（絶縁物で被服した電線）をまず完全なものとなねばならぬ。地下に埋める限り、鼠やもぐらの被害は当然考えられていた。ヴェルナーは、グッタペルチャに熱をあたえ高度の圧力を加え、接ぎ目に少しもすきのないように導線を堅く捲くために、螺旋圧搾機をつくつた。このような考案は奏効して、一八四七年にはベルリンからグロッセベーレンまで地下の電線敷設をなしとげたのであつた。ハルスケと共にベルリン電信建設工業のための工場を創設したのは、この年

であった。これは後にジーメンズ・ハルスケ電信建設会社として繁栄をきたしたものである。翌年は一八四八年、革命の年である。すべての企業は不安に面したが、彼の事業にとっては又新しい段階が迫っていた。シュレスヴィッヒ・ホルシュタインでは、デンマーク人に対して暴動が起った。全ドイツに義勇兵団が組織せられた。キールの港は危機に瀕していた。このとき、ヴェルナーはキール港の入口に爆破装置を設け、これに電流を通ずるために海底電線を敷設しようという考えを起したのであった。実際に彼はこの仕事を指導し完成させた。このときはキールは、遂に陥落の危険を免れた。この事件が彼に技術上の大きい刺戟となったことはいうまでもない。

翌年はジーメンズにとっては、欧州の最初の電信線敷設という事業が待っていた。これも遂行された。かくしてジーメンズ・ハルスケのささやかな工場も漸次発展しはじめた。ジーメンズはこのとき初めて、プロイセン軍隊の将校であつて同時に技術家であることを止め、軍籍からはなれた。一八四九年から五〇年にかけては、彼は『電信敷設とその器具についての諸経験』という論文を書き、又パリの科学アカデミーに『電気によるテレグラフィーの研究報告』を提出した。この頃、政府は何の理由によつてか、一切の電信線の装置を地下に移すことを命じた。ヴェナルー・ジーメンズは、その当時の地下電線の構造の不完全に何よりもまず不安をもった。そのため彼は鉛を利用することによつて、電纜を強固にすることを試み

たのであった。

ジーメンズの考案による所の記号電信(Zeugertelegraph)は、まだ印字電信(Schreibtelegraph)ではなかった。これは、いわゆるモルゼルテレグラフ(いうまでもなく、モルゼル(一七九一—一八七二))によって始められたものであるが)によって後にはとって替わられた。けれども、その後長く鉄道で用いられたことは周知の通りである。だからジーメンズは最初に実際に役立った電信を創設し、弱電流の技術を全く新しい基礎の上に置いたという功績をになっているのである。一八五二年には、彼はペテルスブルク(サンクト・ペテルスブルク)に赴き、彼の事業の拡張を遂行したのであった。彼が妻を迎える機縁はこの旅行でケーニヒスベルクに立ち寄ったことであつた。ペテルスブルクではそこからオラニエンバウムまでの地下線の敷設を、更にワルシャワからプロイセン国境までの鉄道電信線の敷設をも引きうけたのであつた。これらの仕事は彼の兄弟のカールがやりとげたのであつた。当時は皇帝はニコライであつたが、皇帝はジーメンズをひどく重用した。一八五三年の秋にはクロンシュタットの電信線を完成した。ところが、翌年にはクリミア戦争が勃発した。急設で、ワルシャワからペテルスブルクへ地上電信線が架けられた。なお、モスクワからキエフへの、キエフからオデッサへの、ペテルスブルクからレヴァルへの、コフノーからプロイセン国境への、ペテルスブルクからヘルジンクフォルスへの電信も、彼によって通うようになったのであつた。更に彼の力量を要求したものは、二

コライエフからセバストポールまでの敷設工事であつた。この工事は六週間で行われねばならなかつた。人間や材料の動員もであるが、彼の技術がどんなにか發揮されたことであつたらう。

四

一八五六年に、サルディニエン島からアルギエルのボナ市までの海底電信線の敷設が、ロンドンの英国の会社とジーメンス・ハルスケ会社とにあてがわれた。この大規模の仕事は、ジーメンスにとって試練にもなつたが、損失もあたえた。この海底電信線敷設は、後にジーメンスがベルリン科学アカデミーに提出した論文『海底電信敷設とその研究について』の原因となつたようである。その翌年には、彼は誘導印字電信機を發明した。これはタグリアリ——マルタ——コルフ間の電信線で試みられて、成功したのであつた。誘導印字電信機はその器械には電槽を必要としなかつた。だからどこでも使えるのであつた。従つて、これは鉄道・家庭・警察用電信機として後に長く使用されたのである。越えて二年の後、一八五九年には『ドイツ・オーストリア電信機雜誌』にスエズとインド間の電信線敷設に用いられた送信器具に関する彼の経験について報告することができた。六〇年代にも引き続き多くの敷設工事を

誘導したが、一八七〇年にはインド・ヨーロッパ海底電線の建設を引きうけた。これは彼の数多くのこの種の事業のうち最も大きいものであった。この敷設はロンドンから、エムデン——ベルリン——ワルシャワ——オデッサ——ティフリス——テヘランを経てペルシャ湾に達するものであった。当時、ベルリンとペテルスブルクにジーメンズの支社があり、ロンドンにもジーメンズ会社はあったが、前者者は陸上敷設に、ロンドンの会社は海底敷設に、ベルリン本社はこれらに要する一切の器具の供給に当たっていた。かくしてロンドンからカルカットへの一万キロメートルの敷設を支障なく成し遂げたのである。これはジーメンズ会社の発展史の中の記念石となったものである。

時代が後に戻るが、一八六六年に彼は方面を別にして、偉大な発明をしとげた。それは発電機の発明である。永久磁石の助けを必要としないもので、強力電流技術の途を開いた発明といえる。翌一八六七年にこの最初の電気動力機械がパリの世界博覧会で展覧された。強力電流技術の急速の発展に対して発端をなしたものであった。このようにして、強力電気の応用を基礎とする技術領域において、ジーメンズの仕事は赫々たるものがあつた。一八七九年には、ベルリン商工業博覧会に、彼の考案になる最初の電力による車が、動かされたのであつた。一時間二四キロの速さであつた。これはまだ電力鉄道ではない。それを成功し了えるまでには、ジーメンズは幾多の困難を征服せねばならなかつた。一八八一年に至って、彼は、規

模は小さかったが、最初の電力鉄道を実現したのであった。この前年には、マンハイムに博覧会があったが、彼はそこに耕作用の電力器具や電力穿岩機などを陳列したのである。

五

ひるがえって彼の生涯を見ると、個人の営為とは考えられぬほどの業績をしとげている。彼の少年の頃には汽車もなかったし、電気技術という言葉すら人に通ずるものではなかったし、強力電気など全く未知まったくのものであった。それが数十年の後には彼の技術精神が、かほどの事業を完成させたのであった。ジーメンズの知己ちきであったデュ・ボア・レーモンは科学アカデミーでの講演で多くの讃辞を彼にささげたことがあったが、その中に

「あなたは機械工学の上で、発見の天才である。近世文化の優秀はあなたの天才の完成である。」

という言葉がある。誰しもこれが当たっていないとは、考えないであろう。

彼は一八九二年十二月六日、七十六歳で活動に充みちた生涯を閉じたのであった。彼には『回想録』一卷があり、なおこの他に多くの論文や著述が遺のこされた。私は、最後に彼の『回想録』の中から、彼が生涯、科学に寄せた愛をもらすところの言葉をここにあげて置こう。

「精神にこれまで漠然と浮んでいた自然法則が、忽然とそれを押し隠していた霧の中からあらわれた時、長い間無益に探し求められた力学的結合の鍵がみつかったとき、思想の連鎖のうちで欠けていた一環が出て来たとき、それこそは発明者にとって、戦いとられた精神の勝利である。これこそは、真理の戦士のあらゆる苦心を償^{ひぐな}いて余^{あま}りあって、彼をその間、人間生存の或^ある高い位置に高めて置いてくれるのである。」

付記 エルンスト・チャントアの論文“Das Erwärmungsproblem in der Geschichte des Elektromaschinenbues”や、ハインリヒ・ネッツ、コンラート・マチヨス等の著作によるところが多かった。

平賀源内

一

まだ科学というものもなければ、技術というほどのものもない文化の中から、技術家が出て来るということは容易なことではない。この容易なことでないことが、日本の江戸時代の中頃から、ぼつぼつ始まったのである。それまでも技術といわれるものがないではなかったが、技術の発達ほどの方面でも、用が足りるといふ最小限のところ停滞していたのである。自然科学や産業技術の遺産のないところから、近代的な技術家が出てくるには、いったいどういう道筋を通してあらわれるのであろうか、これは極めて興味の深い問題である。技術家としての平賀源内を知ることは、右の問題を解くに大層役立つように思える。

科学が発達していず、技術が進歩していない国の中から技術家が出てくるということは、これをヨーロッパの場合と考え合せて、まことに困難なことであることは、誰にもすぐ推定できる。しかし、日本に生れはじめた技術者たちの負^おわねばならなかったむつかしさは、そういう困難にとどまらなかったのである。無から科学や技術が出てくることはいうまでもなく困

難である。しかし、科学らしくて科学でないもの、技術らしくて技術でないものの中から、だから無からでなく却かえって或ある充実した有から、科学や技術が出て来なくてはならないことは、尚なお一層の困難なことである。仏教の知識、儒教じゆきやうや道教の知識、神道しんどうの知識、文学の知識、それらの雑居から出来上る一切の談議的知識、こうしたものの錯雑重畳ちやうじやうの教養の中から、科学精神や技術精神が発展しはじめるといふことは、実に難むずかしい課題を歴史が負おわしたものと云わねばならない。平賀源内の技術精神は、そういう重畳ちやうじやうせる堆積物の下から、これを押し除けてでなく、むしろ、これを通じてあらわれ出たのである。日本の技術史における平賀源内の意義は、何は措おいても、まずそういうところに見られねばならない、と考えられる。

二

私たちは最初に、源内がどういふ時代の、どういふ非科学的非技術的な文化の堆積のうちに育ち、成長し、活動したかを、先まず見ねばならない。ながい年月の間、落ち重なつた落葉の下から種子は、どういふように芽を出したのであるかをたずねてみねばならない。

平賀源内は讃岐国さぬき（今の香川県）志度しどに生れた。幼いときの名は、四万吉、伝次郎、次いで嘉次郎。元内又は源内は後に改めた名である。鳩溪きゆうけいという号が著述の序文によく見えている。風来山

人、天竺浪人などの名は盛んに用いられたペンネームである。源内は安永八年（一七九）十二月に亡くなったというのが正しいとされている。そして源内は四十八歳又は五十一歳で歿したとされている。前者をとれば享保十七年（一七三）生れに、後者をとれば享保十四年（一七三）生れになる。

私はさきに「非科学的非技術的な文化の堆積」ということを言ったが、これは、迷妄な文化という意味ではない。非学術的文化というくらいな意味である。さて江戸時代の学問という儒教を先ず考えねばならぬが、儒教が学術的な性格をおびて来たのは古学派勃興以後である。源内の生れた頃はこの古学派の隆盛の時代といってよい。その点で源内は貝原益軒より恵まれている。物徂徠（荻生徂徠）は歿したばかりの時であるが、伊藤東涯や太宰春台は晩年に近づいてはいたが、活動を続けていた。その点では、時代は儒教思想の方ではすでに学術的な明るさをもって来ていた。しかし、源内がそういう教養を積んだとは考えられない。次は仏教であるが、仏教は盛んに古典の復刻や註釈書を生み出した時代であったから、仏教的知識はいよいよ当時の物識り階級に吸収されていたのであった。神道では、山崎闇斎や熊沢蕃山などはすでに亡くなって数十年を経っていた。それらの遺した神道知識は当時の読書家の思想生活を豊富にさせていた。文学では、すでに西鶴（井原西鶴）の浮世草紙を見てから半世紀近くを経過して、いわゆる読本（江戸中期後期）、滑稽本（江戸後期）、洒落本（江戸中期の対話中心の遊里小説）の類の

文学書の汎濫する時代に向って進んでいた。ここにあげたような文学は、学術的でない前代の文化遺産にもとづいて当時の人間生活を描いたものであることはいうまでもない。

源内は以上のような文化と教養の中に生れその中に成長したのである。だから学術的文化の中から育ったとはいえない。学術というと、観察と実験ということが学問の根底である。学問の「親試実験」ということを唱えはじめたのは医家の吉益東洞であるが、源内より二十数年前（一七〇二）に生れて、源内と活動時期をほぼ同じくしている。三浦梅園（一七三三—一八一九）や安藤昌益（この人の活動期の中心は宝暦年間）が説きはじめた自然哲学思想はまだ源内の技術精神の醜釀とはならなかった。次に蘭学（オランダ伝オランダ）であるが、長崎の舌人（通詞）は別として、前野良沢は源内より一二、三年の長者で、杉田玄白は源内とほぼ同年である。だから蘭学はこれからという時代であった。源内はこのような時代の中に生れ出たものとする、何としても学術の上に築かれた文化の中から成長したとは言えない。

源内は少年のとき医学の知識に近づいていたし、やや長じてからは藩の薬園の足軽となつたから、本草（今の植ほんぞう物学）についての知識をもつようになった。だからそれが博物の知識へと彼を誘つたことは容易に察せられる。しかし、源内は性来聡敏であったから、当時の知識人が一般に修得し得た知識なら大抵涉獵したことは断定できる。彼の多くの著述（その多くは文学書）の内容がそれを十分に語って余りあるほどである。そこで問題になるのは、源内のうち

にある科学や技術の方へと向っている精神が、彼の修得した雑多な談議的知識によって妨げられるところがあつたか、それとも誘導されるところがあつたかであるが、これはそんなに簡単にあれかこれかで決定される問題ではない。妨げられたことは明瞭であるが、人は自分のもつ教養をつき貫くより外に成長の道はないのであるから、源内は既収の雑多の知識に誘導されて、技術的精神へと近づいたと言わねばならない。

三

源内に『志道軒蝴蝶物語』という作物がある。この書はつまり仏教僧侶たちの闇愚を極力非難したものであるが、又儒者の非實際的な非学術的な愚さを非難したものである。その中に次のような言葉がある。

「迂儒学究として上下（江戸時代の武士の礼装で、同じ染色の肩衣と袴とを小袖の上に着る）を着て井戸をさらへ、火打箱で甘藷（さつまいも）を焼、唐の反古（ほご）にしばられて、我身が我自由（むか）にならぬ百足の虫に見るごとく、四角八面に喰（くい）しばつてもなひ智慧は出ざれば、却（かえ）て世間（せけん）なみの者にもおとれり。是を名付て腐儒といひ、また屁（へ）ツびり儒者ともいふ。」

源内自身もこのような迂儒学究と同じものを教養として背負い込んでいたのである。けれ

ども、源内の内には學術を求め心が強かった。同じく右の物語の中に

「不學無術にては、もとより行ふべきにあらず。只墨かねを能く覚えて、手の利たる大工の鍛のよい刀を能く研きたるにあらずんば、大功はなしがたし。」

と言っている。江戸時代の知識人共通の雑炊的知識や諦めの世界観や、やれごとや娯楽趣味の中から文明的學術へと進出するということは、源内がまず課せられた困難な仕事であった。

源内の頭脳の中は、博學な知識が体系を構成するとうようなものではなかった。しかし、物識り源内の頭脳のうちでは、あらゆる方面の、古い又は新しいアイデアが触れ合い結び合った。それらの觀念が如何に豊富であつたかは、彼の多くの書物が有力に物語っている。このアイデアの豊富と饒多と新鮮とは、当時の儒者や僧侶や神道者たちの中には求められなかつたものである。源内の發明の精神や技術の精神は、彼のもつアイデアの財産に負っているのである。もとより、そうした豊富で饒多で新鮮であるアイデアの持主であり得ることとは、彼が生来、新しさを探ね求める型の人間であつたためであるこというまでもない。何でも試みてみるという精神が、源内の精神であつた。源内が親交深かつた渡辺桃源に宛てて書いた手紙を見ると、

「手を空して日焼を待は愚民の業に候。何成り共御はじめ天地の恩を報じ玉はば自ら惠も御座候。考て見ては何でも出来不申候。我らはしくじるを先に仕候。」

と書かれている。

これが源内のうちにある技術の精神ではないであろうか。失敗は先に来ることを覚悟している！そして、当って見る、試みてみる、やってみる、これが源内の精神である。さて技術家が「天地の恩を報じる」とはどういうことであるか。人間が活かせて働かせばいくらでも働くものを、自然の中にあたら眠らせて置くということは、自然の中に生きている人間の怠慢である。技術を以て自然(天地)と交渉することが自然(天地)に対して恩を報じることである。この思想こそ、日本人の心の中にあつた技術精神である。早くも技術思想を筆にした室鳩巢も技術について右のような考えをもっていた。

源内といえぱ、後述するように火浣布を工夫したり、エレキテル器械を発明したりしたことで普通には有名であるが、私はそのような二、三の発明や工夫のみの故に、源内を以て学術の精神を解した人であるとしたり、技術家であるとしているのではない。源内には当時の普通の人には決してなかつたものがあつた。人間が積み重ねた文化の世界の中にでなく、新しく自然の世界と交渉しそのうちに入るといふねがい、が彼において強いことである。彼の雑多な教養、種々なる方面の知識は、そのねがいに役立ったのである。山にせよ海にせよ物産にせよ、それらの諸々の觀念が源内の内で色々と関係を結び合うのである。たとえば、明和七年(一七七〇)に長崎に旅行した(源内は二度長崎に遊んでいる)。そのとき天草深江の土が製陶

に適しているので、オランダその他の外国から来る陶器を手本にし改良を加えて良品を作れば、日本人は品質上も優雅の上からも彼に優越することができるから、国益の上からしてこれに着手せねばならぬと考え、このことを上に建白けんぱくしたことがある。その建白書けんぱくしょには粗末ではあるが絵図がついている。その絵図と彼のこの企てくわだを考えてみると、如何にも彼の自然との交渉と共に、自然を相手の計画性が彼の心にもいつも往来していたことがわかる。

明和二年(一七二五)のことであるが武蔵秩父の中津川で金・銀・銅・鉄・ろくしょう・明礬みょうばん・磁石などを発見したり、金山採掘の交渉をうけたりした。『鉱山日誌』も残っている。源内の鉱山事業は成功しなかったが、これが機縁で荒川の通船工事に成功したのであった。又、秩父の山で木炭の焼出にも手をつけ、これは成功の方であって、荒川の通船工事は木炭の運搬のために大いに役立ったということである。炭焼をはじめたのは安永四年(一七七五)で、すでに晩年に属している。何でも知っていたことが、彼に技術の精神をつくったのであった。

源内の中にある技術精神は彼の三十歳未満の頃に遡さかのぼってみてもはっきりわかる。彼は彼の生立おいたちからして本草から博物誌への接近には機会を十分もっていたのであるが、江戸に住むようになつて(二十四歳の頃から)間もなく「東都薬品会」なるものを、宝曆七(一七五七)、八(一七五八)、九(一七五九)、十(一七六〇)、十二年(一七六二)の五回、催もたらしている。勿論もちろん、同好の人たちの協力を得てであった。その第五回目の薬品会の引札ひきかた(広告の書付)に次のように源内が書いている(原文は

漢文)。

「本邦の産する所、以て薬物を備悉(ことごとく備える)するに足らず。たとへ之れ有るも、用に中らず。徒に耳を貴んで目をかるんず。惣焉として意を加へず。常に給を海舶の齎載するところに仰ぐ。乃ち其の題する所に従つて、蓄へて、曾て其の真偽を弁ぜず。嗟乎、其れ人を傷けざれば幸なり。若し夫れ洋海颶に遇ひ、商船期を失して至らざれば、前日の蔵むる又已に尽くれば、其の疾を治するや、棋類する者を投じて、其の奇中をねがふなり。亦思はざるの甚しきなり。」

源内によれば、それだから日本の山野にある薬品を採集し研究せねばならぬというのである。人々は何にでもまぐれあたり(奇中)をねがって、計画をたてて自然と交渉することをしないという源内の警句は、まさに技術家の言葉である。而も、右の文のうちには、輸入不能の場合を慮つて国品のことを考えている。源内が実行した諸種の技術は、直ぐに産業には役立たなかつたり、実効を挙げなかつたけれども、上述のような精神と意向が源内の内にある以上、私たちは彼を技術家と呼ぶことができるのである。

四

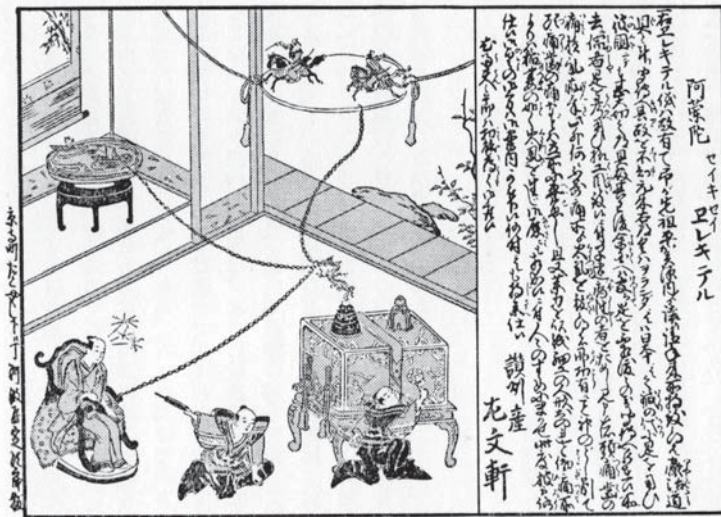
平賀源内の工夫として、源内焼(陶器)や自惚鏡(ガラス板に水銀をつけたものと言われている)や源内櫛(菅原櫛)などが通俗にはあげられるが、寒熱昇降器(寒暖計)や磁針器や平線儀の考案が注意されるべきであろう。はじめの二つは宝暦五年(一七五五)に造ったもので、後の一つは同十三年(一七六三)に造ったものである。平線儀銘なる文が残っている、それには

「要は田畑用水掛井手又は溜池等築く節、得て水盛違ひにて莫大の人足損し有る物なり。是れ測器の粗なる故なり」

と記されている。平線儀をつくった意図がよくわかる。或る文(源内櫛のはやったとき或る人に送った文)の中で源内は、「日本の益をなさん事を思ふ」ということを言っており、そのところに火流布とエレキテルを自分が工んだことを、言っている。この二つは生涯彼が得意としたものであるようである。

火流布は今日人々が唐米袋と言っている袋の布の如き織物であるが、これは火に焼けない。この布に付着している汚れは火に流れるようにとれるのである。だから、これを敷いて香を焼くには最も適している。源内は香敷(隔火)のために幾枚も作ったということも言っている。源内は秩父の奥で石綿を発見して、それで織ったのである。

エレキテルは、安永五年(一七七六)の発明であろうと言われている。オランダ人のもたらした器械に拠ってできたものであるが、模したのではなく、源内は源内で造ったのである。今遺つ



エレキテルを操る図

ているエレキテルの構造は次のようなものである。高さ九寸(約二七センチ)、たて 堅八寸五分(約二五センチ)、横一尺五寸一分(約三八センチ)の木箱で、箱の側面にはハンドルがつけてある。箱の内部には車があり、ハンドルを廻せば回転する。この回転でそれにつながる調帯がガラスの円筒と銀箔の貼つてある板とを摩擦させる仕掛しかけになっている。この電気は伝導線もつで以て蓄電池へ導かれる。蓄電池は下部が松脂まつばにで絶縁まっされていて、その中には鉄屑じゅうてんが充填じゅうてんされている。箱の外には銅線が出ていて、その両端に金属製の鎖くさりがつながれている。図では、竜の形のところに銅線が出ていたのである。この図は源内の死後ずっと後年に作られたものである。エレキテルのことは、源内の著作『放屁論』前後篇の中に記されている。エレキテルも、寒暖計や平線儀などと共にすべてオランダ人のもたらしたものに考案の源を得ているのであって、源内のまっ全まったくの創意に出たもの

ではない。源内は

「此器は西洋人、電の理を以て考。一旦工夫は付けけれども、其身の生涯には事成らず」と記している。人が電気の現象に注意しはじめたのは古いが、電流の導体不導体の区別や蓄電器の創設や雷電の研究はすべて一八世紀に属する。源内がとにかくに一七七六年にすでに電気の器械に考案を試みたことは、何としても注目に値する。源内は生涯妻を娶らなかつた。多くの仕事に手をつけたが、さほど成功はしなかつた。最後まで、源内が故あって人に加えた刃傷がもつて、獄で病み獄中に歿したのである。碑文は彼の畏友杉田玄白が書いた。その文のなかに

「有『非常人』。好『非常事』。噫非常人。遂『非常死』。」とある。

付記 平賀源内の研究には従来諸家の企てがあつたが、昭和六年(一九三二)平賀源内先生顕彰会による全集が完成してから、読者の渴を医している。殆どすべて入田整三氏の努力に負っている。図もこの全集から借用した。

伊能忠敬

一

科学者の自然観察には、いつでもやれるようなものもあるが、又或る時と或る処を得ないとやれないものが少からずある。天体の観測などその一つである。諸天体の運行のうちには、或る期間を待たないと観察できないのが沢山ある。その期間が日をもって数えるほど月をもって数えるほどの長さの程度にとどまらず、年をもって数えるほどのものもある。それは天体の方であるが、これを観察研究する特定の人間の方にも、やれる時とやれない時がある。一人の研究者、十分の力を出せる年限が三〇年間あるにしても、その三〇年間の間のどの時間も観察研究にすぐ当てられるとは限らない。疾病もあれば不慮の災害もある。そしていい、或る特定の研究者の存在にしてからが、その方面で特に優秀の才能もっている人が生れ出るといことが、そんなに容易に都合よくはゆかない。

そこで私たちはこういうことを考えずにはいられない。自然界の推移と人間の運命との間に、科学や技術にとって大切な、或る交錯点のあることである。ちょうどいい自然の機会に

ちょうどいい人がめぐり会うことである。めぐり会うというと神秘的に聞えて科学の話から遠くなるようであるが、歴史的機会ということは是非とも考えずにはいられない。

自然と人間との間においてそういうことが考えられると同様に、人間と人間との邂逅かいこうが、科学の発展や技術の進歩に対して与えてくれる力の大きいことは測り知られないほどである。

寛政十二年、だから一八〇〇年のことである。伊能忠敬が日本全国測量の端緒をなした蝦夷測量という雄図ゆうとを企てたとき、彼は蝦夷の地で計らずも間宮倫宗（間宮林蔵）に会ったのであった。忠敬が倫宗に、倫宗が忠敬に寄与した方法や研究資料は、日本の沿海図の完成にとつて忘るべからざるものである。兩人邂逅の年時より二年遅れて倫宗が更に蝦夷地に向って出発するとき、忠敬が彼に贈った文に次のような言葉がある。

「是より先き、寛政庚申（一八〇〇）之歳、余も亦命を稟けて蝦夷の地を測り、中路倫宗と相見ゆ。是より相親しむこと師父の如し。」（原文漢文）

と。倫宗に相見あいまみえたとき忠敬は実に年齢五十六歳であった。

技術者忠敬の小伝を記してみるに当って、更に人間と人間との多幸なる交渉を想わないでいられないのは、忠敬が日本の近世暦学の先覚者たちに相見あいまみえた機会が彼の身の上はかに計らずも起ったことである。

日本の歴史も寛政年代（一七八九—一八〇〇）に入ると内外の事情が如何にしても暦法の改正を實行せずにはいられぬ情勢であった。ここでは私たちは学問の歴史の方のみをのぞいて見よう。寛政元年（一七八九）には天文推歩の天才が同学の麻田剛立のうちにあることを看破してこれにその研究を委ね、自分ではむしろ自然哲学（天文学）の論理の方面に独創の学説を立てた三浦梅園が歿した。寛政三年（一七九二）には、本木良永によって『星術本原太陽窮理了解新制天地二球用法記』が訳出された。そして、十年（一七九八）には志筑忠雄によって『曆象新書』が訳述されたのである。これは科学史の外に出るが、わが国の北辺が漸く騒がしくなりはじめ、林子平の『海国兵談』が上梓されたのは寛政六年（一七九四）であったことも、想い合せてみよう。

私たちはこうした時代を、漠然としてでもよい、心に描いてみることにしよう。この当時天文暦数の上で実質的な研究をすすめていた人々は、江戸でなく大阪にいたのである。前述の麻田剛立は大阪に居住していて、門人に高橋作左衛門至時ならびに間五郎兵衛重富があり、すでに名を成していた。伊能忠敬は後述するように、関東の東辺、上総国（今の千葉、今中央部）に生れたのであって、家業の上で江戸に屢々出てはいるが、暦学や数学で時代の第一線にいる右の人々と相識の機会には何ら恵まれているところなかったのである。況や、忠敬は寛政六年（一七九四）

までは全く家業の中に没頭していたのであって、学界の存在では少しもなかったにおいてをやである。

ところが、寛政七年（一七九五）の三月のことである。幕府は高橋作左衛門と間五郎兵衛とに、江戸に来て幕府の暦官を助けて暦法改正の事業に当らしめるように命じたのであった。作左衛門が江戸に到着したのが四月で、間五郎兵衛は六月であった。既に五十一歳の忠敬が本格的に研学の生活に入ろうとして江戸に住居を定めたのは、この年の五月であった。日本の暦学と地理学の巨星がまさに時を同じくして江戸に集ったのであった。忠敬が直ちに高橋作左衛門を訪ねて入門したことはいうまでもない。師の年齢は三十二歳であった。忠敬には著書は割合少ないが、その中で著作としての体裁をととのえているものは、『仏国曆象編斥妄』である。この書のうちに、忠敬は

「余、寛政丙辰（一七九六）の年、初めて日官の高橋子に見ゆ。而して推歩・曆理・測量を学ぶ。居を深川黒江町に移す。」（原文漢文）

と記している。作左衛門は門弟に対してヨーロッパの暦学の新説を教えるのにそれぞれ方法を以てし、且つ厳しかったようである。忠敬は又絶倫の精力を以て知識の吸収と技術の収得に努めたのであった。こうした事情を考えると、私たちは、一国の科学と技術とにおける人間と人間との邂逅ということの契機を考えざるを得ないのである。この時代から遡ること

一世紀半も昔のことであるが、中江藤樹の弟子の淵岡山という人は、学者と学者とが相触れて思想が発展する機縁のまことに少いことを歎いたことがあるが（そしてそれは日本の昔の学問の世界の狭さと横の交流のなかったことを語っているのであるが）、時代が元禄（一六八八—一七〇三）を越えて寛政（一七八〇—一八〇〇）の頃になると、人口は増し交通がしげくなり、従って学問に志をもつ人の数が殖えてその交渉が漸く出来はじめ、ここに学界と名のつく世界がとにかく起りつつあったということができる。

三

忠敬が生まれたのは、今（昭和十四年一九三九年）から一九四年前の延享二年（一七四五）の一月十一日であった。父神保利左衛門貞恒の第三男であるが、父がその生家（上総国武射郡坂田郷小堤村）から同じく上総の山辺郡小関村の小関氏に養子として入り、この小関家で忠敬は生まれたのであった。忠敬が七歳のとき父は妻の死歿に遭って生家に戻ったが、忠敬は幼年の故に小関家に留まったということである。忠敬が父の許に帰ったのは四年の後十一歳のときであった。かようにしてすでに彼は幼年時代決して幸福でなかった。口碑に伝えるところでは、九十九里ヶ浜の或る船頭のところで漁具小屋の番人をして幼時の或る時代を過したということである。忠敬は

幼名では三治郎、後には佐忠太ともいった。忠敬という名は、十八歳のとき伊能家を継ぐに至ってからである。子斉というのは字で、東河というのは号である。

当時、和算は辺僻の地にも幾分の心得あるものが見出されたが、忠敬は十三歳のとき、常陸の国の或る僧について算法を学んだということである。しかし半年もの後にはもはやこの僧から学ぶべきものはなかったということである。これも口碑によるので、確実かどうかはわからない。いったい忠敬の少年時代、青年時代のことは精しく知られていない。忠敬六十九歳のとき、もう日本全国地図の大半の測量はすでに成しとげられた晩年の頃であるが、長女の妙薫に贈った手紙の中の次の一節は、忠敬の人と為りの如何と、その生涯の半ばが如何に過ぎたかを簡潔に語っている。

「我等幼より、高名出世を好み候得共、親の命にて、佐原へ養子となり候間、好める所の学文を止め、産業を第一とし伊能家の先祖の格言を相守り、終には先規遺命の救民迄も助け候。」（読点は三枝）

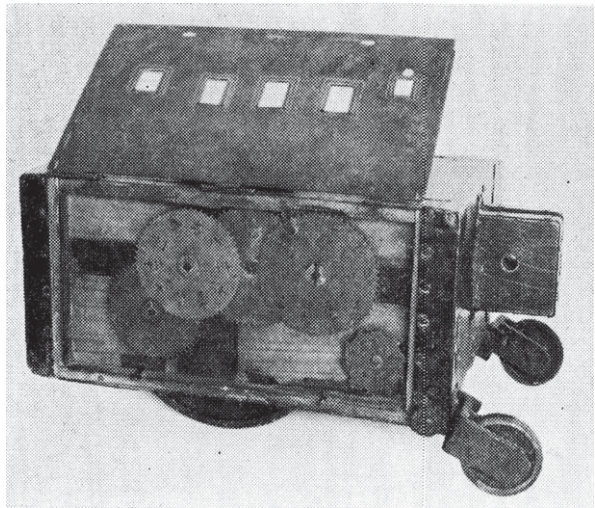
忠敬が隠居して学問の世界に入るまでの彼の生涯は、産業に没頭し、文字通り救民の仕事まで仕遂げたことにあった。彼が産業といううちには米穀の転売が入っていた。而もこれは彼が家産を固めるに資すところ大であったように思われる。中江藤樹の場合、その村又は近郷のうちで米を貸すことを業の一つとしたのと同様に、忠敬の場合はずでにいわゆる米あ、

き、ないであって、たとえ遠隔の地であろうと比較的豊作の土地から米穀を買収し、これを廻送するというほど大規模のものであった。産業といううちには、醸造もあり、薪問屋まきとんやの営業もあつた。忠敬の伊能家の家運挽回ばんかいから測量家として立つまでの間に妻の死歿しぼつに遭うこと再度、このようにして生活苦闘の跡の記すべきものが多いが、それはこの小伝では省略せねばならない。私たちは、忠敬の測量技術について考察してみることにしよう。

四

忠敬研究の専門家の説によると忠敬の採用した測地の方法は、原理的には少しも新しいものではないということである。私たちも亦これに同意せざるを得ない。特に学術に基づくものにおいては、高橋作左衛門ならびに問五郎兵衛に仰ぐところがすべてであつたといつても過言かごんではないであろう。では何がわが技術史における輝ける位置を忠敬に与えるのであろうか。それは忠敬が採用した精巧な測量器械くしの駆使くしと細心の工夫くふうとである。そうであればこそ、彼の測量技術は私たちの関心をひかないではないのである。

忠敬が用いた測量機であるが、その構造の単純なものから挙げれば、ものさし(尺度)、間樟まぢやう、間縄、量程車、羅鍼らしん、方位盤、象限儀、時計、測食定分儀、圭表儀けいひょうぎ、望遠鏡等である。極め



れ地球上の或る位置を占めて、傾斜があり凹凸がある。このためには、方位測定の器械と傾斜測定の器械をもたねばならぬ。前述の羅鍼、方位盤、象限儀はそのためのものである。土地の測量は地球の一角に立って行われる作業であるが、それはすでに宇宙の一点に立って行われる作業である。そうである以上、土地測量は天体観測と結ばれるものであり、暦学を基

て素朴に考えて、地上距離の測量には、ものさしがあれば足りると考えられる。尺度と間樟けんざおと間繩けんじょうと量程車とはつまりそのものさしの技術に属する器具である(量程車は中国においてはすでに古くから用いられ、わが国においても、忠敬以前にいろいろ伝えられていたもので、測量技術として珍しくない。忠敬の用いたものは幅八寸(約二四センチメートル)ばかり高さ七寸(約二一センチメートル)ばかり長さ一尺一寸(約三三センチメートル)ばかりであって、これを

地上を引きつつ転送せしめ、その内の数個の車輪の装置により、転送の回転数をもって距離を計る器械である)。しかし、実際には特定の土地はそれぞれ

礎とするものでなければならぬ。従って天体観測の機械が要求されるのである。天体の高度を測定する象限儀（これはさきの傾斜測定用象限儀とは別のものである）や時計や望遠鏡や測食定分儀（測食定分儀とは、日月食の食分を測定する機械である。日月食の時刻の測定には時計や望遠鏡を用いることはいうまでもないが、食分の測定には更に別の機械がなければならない）が必要である。しかし、これらの機械及び操作はもとより忠敬によって全く新しく考案されたものではなく、ヨーロッパの学術及び機械の移植の先行者の苦心によるものである。しかし、器具機械の製作、操作上の習得、細部の工夫くふうにおいて実地調査の上で忠敬が技術上寄与したものは決して少なくない。況やいわず、これを日本全国地図の作製という創作の事業において見るとき、彼の功績はまことに偉大なものといわねばならない。

五

忠敬には著述というべきものはなく、前述の『仏国曆象編斥妄』（『仏国曆象編』は僧侶円通が仏典に基づいて西洋曆学を非難したものである）の外は多くは記録や日誌の類である。もとより、これらや手紙等は忠敬の技術的貢献を見るには欠くことのできないものであるが、忠敬の土地測量上の技術を知るにおいて唯一のそして貴重なものとして『伊能東河先生量地伝習録』な

る書が遺^{のこ}っている。門弟の渡辺慎の編述したものである。いうまでもなく、忠敬研究の書は技術の上ではこれを根拠とせねばならぬ。私も亦、幸いこれを通読することを得た。その自序の文のうちに、土地測量の技術で従来のもは迂遠疎濶で用をなさないことを記して、いわゆる六芸の後にあるものは算数の学問のみではなかったかと言ひ、その伝統のなかにあって東河先生がひとりよく一七、八年の歳月に互^{わた}って天下の海浜の官路を測量せられ図成せられたということ述べている。この『伝習録』によって私たちは、忠敬が如何^{いか}に実測において練習に力を注ぎ習得するところ多かつたかを知ることができる。私はその内で間繩と方位盤（特に小方位盤）の習技について述べて置こうと思う。

間繩は実際の測量においても、さしの用をなすものであつて重要な器具でなければならぬ。『伝習録』は次のように言っている。

「古昔ヨリ漆繩、洪繩、管繩、竹繩ソノ外様々ノ間繩有レドモ要スルニ皆干湿ニ随ツテ各盈縮^{えいしよく}（伸^{のび}み）アリ。其故ニヤ朝繩夕繩ノ説ハアレドモ其ノ盈縮大イニ不同ニシテ折中シ難^{がた}シ。仍^さテ鉄ハリガネヲ求メ長サ一尺四五寸^{約四二〜四五七}（ンチメートル）切り其ノ本末両端ヲ鑲^こノ如クニ送り内法長サ一尺^{約三〇センチ}（チメートル）ニ定メ数六十本ヲ繋ギ長サ十間^{約一八}（メートル）ノ鉄鎖繩トス（二尺^{三〇センチ}）ゴトニ印ヲツケル）コレヲ用フルニ伝来ノ間繩ニ勝ツテ盈縮ノ憂モナキニ以タリ。サレドモ数十里^{一里は約四キ}（ロメートル）ノ行程ヲ引ケバ石ニモ触レテ一本ゴトニ曲折モイ

デ、ツギテハ砂モ入レバオ自ラ相軋ミテ磨滅ナクンバアラス。凡ソ一本ノ鉄鎖両端ニテ二厘(約六ミリ)ノ磨滅アレバ繩長十間(約一八)ニシテ一寸二分(約三・六センチ)ノ盈えいトナル。且ツ重キ鉄鎖ヲ引ハル時ハ両端ノ銀モ自然ニ楕円トナリテ盈縮モ亦コレニ従ツテ生ズレドモ、盈エイアリテ縮シュクナク度々改メテ其平均ヲ用ユレバ害アルコトナシ。然レドモ推算ニ及ビテ奇零(小数点以下の余り)ノ数生ジテ図ヲ引クニ至ツテ毛厘もうりん(長さの単位。一毛は三ミリ)ノ差タカヒ無ンバアラス。コレニ依テ又藤ヨシ(紅毛渡ヲヨシトス)数本繋ギ(ツギテハ五寸)(約一五センチ)ツ入タガヒニシテ錐ニテ三トコロ穴ヲアケテ芋繩ヲ通シカタクシバルナリ)コレヲ用ユルニ鉄鎖ヨリ輕ク盈縮モ希ニシテ曲折磨滅ノ憂ナシ。又鯨ノヒレヲ求メ幅五分(約一・五センチ)程ニ挽ひキワリマタ数十本ヲ繋ギコレヲ用ヒ朝夕日中改メルトキ盈縮アルコトナシ。実ニ正シキ繩トイフベシ」。

その他竹繩の便利のことも記されている。間繩のみの工夫を見ても、忠敬の測量技術の練習と習得の苦心の一端が知られる。

次に方位盤であるが、これは忠敬の用いた幾つかの測量の器具機械のうちで、最も簡便で而も精密である点より、特に重要な役割をもったもののようである。やはり作左衛門の協力を得て忠敬が工人に作らせたものである。杖状のものに羅針がとりつけられているのであって、杖先羅針とも呼ばれた。すでに羅經杖のことは忠敬の以前半世紀以上も前から用いられ

ていたように思える。さて『伝習録』はその条のところで、次のように小方位盤について記している。

「小方位盤一名杖サキ羅針（杖ノ先ニ据エ用ユルユエニ名ク）其形円形ニシテ径リ四寸（約二センチ）バカリ、アンカノ製作ニシテ、地ノ不平ニ拘ラス自然ト平ヲ取ル（真鍮ニテ作レリ）其指南針ノ（針ノ形ヲ直針ニシテ首尾ノ分ナク朱ヲ点ゼシヲ南トス）長サ三寸二分（約九・六センチ）ヲ限リトス。針サキヨリ二厘（約六ミリ）程ヘダテ台ヲ造リソレヘ天度三百六十ヲモリ一周十二支ニシテ一支三十度ニ当ル（一度ノ有余ハ曆法ノ六十二テ計ルナリ。十分割ニテナヲサントスルトキハ三ニテ除クベシ）コノ小方位逆盤ニテ南ヲ向ニ当テ北ノ見通ヨリ南ノ見通ヲ貫キ左右ヘ自在ニ廻シ梵天或ハ遠山ヲ見通スナリ。其ノママ針ノスハルヲ待テ南方ノ針ノサキニテ其方角ヲ計ルベシ。分間等ニ専ラコレヲ用ユ。」

ここに分間ということが見えているが、これは導線法のことである。これについても『伝習録』は興味ある記載をなしている。忠敬の測量技術については述べるべきことが多いが、殊に右の小方位盤の構造の如き幾分詳述したのであるが、紙面の関係上できない。右の導線法の記述の文が簡単にして要を得、私たちをして実際の測量の地にあるの感をいだしめるから、その文をあげて置こう。

「街道海浜或ハ田畑沼地島嶼等ノ形状ヲ計ルニハ先ヅ初番ノ杭ヲ打チ夫ヨリ鯨繩藤繩ニ

テ崎湾屈曲ニ随テ何百何十何間(一間は約一ハメートル)ト計リ其処ヘ杭ヲ打、梵天ヲ立(梵天十本程ヲ順逆ニ用ユ)計ル所ノ間数ハ小札紙ニ書記シ梵天ヲ持ツモノニ渡スヘシ跡ヨリ小方位ニ挺(本羅針ハ一番ヨリ二番ヲ順ニ計リ添羅針ハ二番ノ梵天ヨリ一番ノ梵天ヲ逆ニ計リ其方角ヲ數ヲ間記シタル小札ノ肩書ニシテ次第ニ先ヘ計リテ行ク、野帖ニ書記ストキ順逆ノ方位ヲツキ合スヘシサテ又間数ノ小札モ段々ニ竹串ヘサシテ分間オワツテ後毎日野帖ト読合スヘシ)ヲ用テ梵天ヨリ梵マテノ方角ヲ計リ方角ト間数トヲ野帖ニ書記スナリ(方角間数ハ勿論ノコト国郡村界田畑山川ノモヨウヲモ書記スヘシコレハ絵図シタテノトキ形ヤウニ用ユ) (この引用文は大谷亮吉氏の『伊能忠敬』よりとって載せたものである。筆者の閲読した『伝習録』とでは幾分異同がある)

その他『伝習録』は右の文に引続いて海辺の出崎や坂道や離島や或は近山遠嶽や河川における場合の分間についても述べている。

私たちは遂つひに、製図のことについては述べる余裕がなかったが、以上でもって忠敬の測量の技術における苦心のほどは察せられると思う。忠敬以前の土地測量上の技術について記したものは清水貞徳の『規矩元法秘伝』や細井知慎の『地域図法大全』や松宮俊仍の『分度余術』などがあるが、そしてこれらはすでにヨーロッパからの伝来のものの上にてきてはいたのであるが、器械も操作も工夫くふうも実際の測量においては、渡辺慎の書いているように迂遠疎

潤のものであった。そういう伝統の中に立って、忠敬はよく日本の土地測量をとにかく成し遂げ得たのである。「五畿七道及二島の沿海街道」を測量し、更に江戸府内の測量をも完成したのである。

彼は文政元年（一八）四月十三日、江戸八丁堀亀島町の邸宅で歿した。死歿に臨んで、自分に日本測量の大事業ができたのは全く高橋先生の賜であるから、先生の墓側に葬って謝恩の意を表すようにせよと遺言した。従って墓は遺志に基いて浅草新寺町（大正六年刊行の大谷亮吉氏の『伊能忠敬』では現今の北清島町となっている）源空寺の境内の高橋作衛門至時の墓側に葬られたのであった。東京市芝区芝公園内円山の品川湾に面する高地に、伊能忠敬先生測地遺功表という銅標が立っているが、これは明治二十二年（八九）の建設である。

付記 本文中に記した門人渡辺慎の『伊能東河先生量地伝習録』のほか、大谷亮吉氏の『伊能忠敬』、加瀬宗太郎氏編の『偉人伊能忠敬』に依った。殊に大谷氏の著作によるところが多かった。

田中久重

—

安政六年（五九一八）のことである。九州の或る小都會でカラクリ人形を見せる興行がうたれて
いた。大勢の見物人が押しかけて、興行は人気をよんでいた。その中でも「茶酌人形」とい
う芸は殊ことに呼びびものであった。人形は大きさが身長二尺（約六六センチ）余り、娘姿で手に茶盆を
もっている。盆ぼんには茶椀ちやわんがのっている。人形がさし出す茶椀を、見物人はとって飲み干し盆
に返せば、娘人形はまたしずしずともとへ戻るのである。これだけの自動的カラクリにして
も、見物人はやんやと喜んで見ていた。

見物人のうちには特別の待遇をうけるものが出て、楽屋裏を見せてもらった。蒸気カラク
リ、ゼンマイ装置、水カラクリなどの仕掛しかけがしてあって、どれにも助手がついてい、それぞ
れの操作で忙しく立ち働いていた。さて、蒸気カラクリであるが、大男が風呂釜に湯をたぎ
らせるために、団扇うちわで懸命あおに煽いでいた。鐘は風呂桶の様なものであった。桶からは管が出
ていたことは、いうまでもない。ゼンマイ装置や水力をもつてするものやは、最初の試みで

あつて、何としても汽力を考えはじめてからは、これに及ぶものはなかつたらしい。この蒸気装置は、それから数十年後になつて推量された或る書物によると、次のようなものであつたようである。

「今其結構装置の一般を推想するに、此時使用したる蒸気機関は全然木製にして、形態もつと尤も今の所謂ビール樽に類し、長さ若干、大さ若干、板の厚きこと凡そ四吋（約一〇センチ）余、施すに無数の竹筥帯を以てしたれば其堅牢は固より鉄製機械に及ばずと雖、而かも猶ほ圧力計を用ひて今の所謂安全瓣の装置を為し、時に随ふて蒸気を漏洩せるが如きは如何に作者の周密なりしかを知るに足らん。桶の中心に室あり、火室は堅固なる風呂釜也。以て蒸気を発生して接続管に分遣せしむ。接続管は銅製也。原動機は單純なる水車式也。けだし之を按ずるに、蒸気機械の結構は、もと単笛式より複笛式に進み、複笛式より三回膨脹式に進み、猶ほ複雑に進むに及んでは、遂に所謂水車式に返るもの也。今のスチームタービン即ち水車式の目下最新式として、内外に歓迎せらるるもの、以て証すべし。此に觀れば、近江の此水車式は旧式にして、反つて旧式に非なる也。之れを外にして汽力の伝遞には、特に精製したる細条の蠶絲を用いたるもの如し。而して其蠶絲の及ぶところは皆巧芸也。妙技也。」

この叙述には幾分不明のところがあるが、この装置は推知できないことはない。このよう

な蒸気を動力とするカラクリ装置は、もとより人形操りにのみ用いられたのではなく、交通や生産の技術へとその意図は向いていたのである。そのような工夫者、そのような技術者は、私がかここに小伝を記してみようとしている田中久重近江翁（寛政十一（一九）—明治十四年（一八））である。

そして、右の引用文は、明治三十八年（一九〇五）の宮崎来城氏の『近江大掾』の中に見出されるものである。久重の手記による簡単な年譜が今日遺っているが、それで見ると、嘉永五年（一八一五）のところに、

「蒸汽雛形ヲ作ル」

と記されているから、前記の「安政六年（一八一八）—（一八三三）」云々の話も、たとえ人々の言い伝えによるものにしても、十分に信じられるのである。但し久重自身その頃は興行はしなかつたろう。

二

久重というのは幼いときからの名であつて、儀右衛門ともいった。「カラクリ儀右衛門」という名は、いつか人々がそう呼ぶようになった愛称であり、敬称であつたのであろう。

久重は多くの場合、近江大掾と呼ばれているが、これは嘉永二年（一八一八）に嵯峨御所大覚寺

宮から、永宣旨をもって「近江大掾」という称を許されてより以後、自分も用い人からもそう呼ばれたのである。久重は屋号を機巧堂とつけていた。

この屋号はいつ頃からついたのかわからないが、京都に住んでいた頃、機巧堂は四条通烏丸からすまるにあったのである。八三年の生涯は実に機巧のために捧げられた生涯であったと言ってよい。久重の生地は、久留米藩であった。彼の父は弥右衛門といったが、職業は鼈甲細工べっこうさいくであった。久重は寛政十一年九月十八日（西暦一七九九年一〇月一六日）に生れた。寛政十一年（一九九）といえ、天文学書の邦訳としての『歴象新書』（志筑忠雄）が完成されつつあったときである。この書は、たとえカント・ラプラスの星雲説に比せられる訳叙や記述を含んでいるにしても、メカニズムの上に立つ機械技術の発達に直ぐに役立つことはできなかった。西洋の技術史家は、ほんとうに機械技術が進歩するには、何よりも幾何学が、更に力学が、先行条件として出て来ねばならなかったということ、言っているが、多くの幾何図形を載せている『歴象新書』が日本の機械技術の発達に役立ったとは、とても明言できない。文化七年（一〇八）には、物理学書としての訳書『窮理通』（帆足万里）が出来たが、これとて機械技術の発達とどのような関係をもち得たのであろうか。

久重は弘化四年（一八四七）に陰陽総司土御門家に入門している。そして須弥山儀を工夫したのもこの年である。このような点からみると、久重がそれまでに日本にもたらされた機械技術

に役立つべき遠西ヨーロッパの訳書に啓蒙されたことはなかったのであろう。ここで私たちは考えて置かねばならぬのは、技術の發達の前に数学や物理学が先導的位置をもつということはむしろ一九世紀末から二〇世紀に属することであつて、ヨーロッパでも近世の技術文明の初期はもちろんその後においても、工夫者であり技術考案者である人々は、それ自身の道を進んだことである。ただ、ヨーロッパがわれにすぐれていたことは、数学や物理学の初歩的知識を、すべての技術者のいわゆる卵がもっていたことである。日本ではそうなっていなかった。和算が、機械学的実学との間に距離をもっていたことは、周知の通りである。

久重の機巧發明の生涯を見ると、技術の工夫の予備条件としての学問はさほどの役割をもつたものとは思えない。もとより、久重が工夫し得た機巧はその種類が少なくない。その墓碑銘によつてみても、無尽燈むじんとう、須弥山儀、万年自鳴鐘、蒸氣力機関、汽砲・汽船・汽車・大小螺旋砲の模造等が挙げられている。この他に、製水機械、捻切ゲージ、無鍵の錠、旋盤楯円削機、傘輻ろくろ製造機、蟬締機、精米機、昇水機、改良竈、煙草切機械、醬油及び種油搾取機、馬餌用藁切機械、凌藻機械、療治の電機、その他水路開鑿技術などにも貢獻するところがあつた。ここに挙げた十数種のもものは、田中近江翁頭彰会發行の『田中近江大掾』に寄つたのであるが、生産に関する器機では、それぞれの部門の生産業者の注文によつたものであることが、大いに注目に価する。

これまで久重に関する著述は数種出ている。そして、いずれも久重が幼年からすでに慧敏であり、且つたえざる精研によって、不世出の発明家となったことを、叙述している。だが、次には、更に進んで技術史上における久重の意義を見出すことが重要であろうと思われる。すでに久重以前に私たちは機械的構造をもつものとしては、時計のあったことを知っている。火器はもとよりである。望遠鏡、寒暖計等もすでに早く入っていた。これらの構造を模することによって、人は或る程度の発明家となり、研究家となることは、不可能とはいえぬであろう。しかし、田中久重において私たちが注目すべきものは、彼において少年のときから機械のほんとうの概念が漸次育っていたことである。これが久重の技術的特質として私たちが尊敬せねばならぬものだと思われる。

三

技術家の伝記が常に私たちに教えているように、一人の技術家には先蹤の影響が色々の方面から合流的に作用している。

久重にしても、その点で純粹にそして突発的に彼の頭脳に生れたものは、ないと言ってよからう。たとえば、人は彼のカラクリ人形の工夫のことを讃えるのであるが、「茶運人形」の

機構を詳細に記述し説明したものに『機巧図彙』なる書が寛政九年（一七九七）に出版されている。久重の生れる二年前である。この書は、時計の仕掛についても精しく記している。カラクリ人形の種類も数々ある。しかし、すでにこの書の「叙」に述べられてあるように、日本人の機巧ということとは「物に触れて機転を用ゆる」ということがその精神であったのである。機巧のある器械はすべて「奇器」であったのである。従って、偶然性の支配する領域が広くて、機械にある必然性の発展の可能性が少い。右書の「叙」は次のようなことを記している。

「魚の水中に尾を揺かすを見て、舵を作り、翅を以て左右するを見て、櫓を製す。」
技術ということは想い、つく、ということ、真似るといふことからはじまっているようである。これでは、機械知識の発展ということは期せられない。

田中久重においても、想い、つき、ということ自然界に真似るといふことは、もちろん技術の成立要素の一つではあったろう。しかし、彼においては機械の生きた概念が漸次に成長していったのである。

彼が九歳のときである。寺小屋に通う頃、一つの仕掛をもつ硯函をつくった。抽斗に紐がつけてあった。これを捻って置けば、人は之を開くことができぬ。その仕掛の記述がのこっていないから、彼の方法はどういうものであったかはわからないが、今考えてさほど困難なことではなかったろう。しかし、当時の人々には、「天稟の機智」としてうつつた。彼のうち

には機巧の概念の萌芽が生長しつつあったのである。更に彼の手記の年譜によると、十歳のところ「箱細工色々」とあり、十三歳のところに「箆筒其他仕上」とあり、十五歳のところには「絵がすり発明」とある。これは井上でんに対する示唆及び指示として、久留米がすりの創製に貢献したものといわれている。十六歳のところに「竹の輪水上ゲ」二十歳のところに「タタミ枕」、二十一歳のところに「人形作り」、二十二歳のところに「金砲」の発明及び製作のことが記されている。これらの器具の類がどのような装置をもち、機巧として自他に許したのか私にはまだ明瞭でないが、後年伏見に滞在するようになってから（久重は手記で見ると二十六歳のときはじめて大阪及び京都に旅行している。翌年は江戸に来ていた。そして三十六歳（天保五年（一八一八）（三四））の時は、京都の居住がはじまっている。間もなく大阪に移住し、更に伏見に移っている。これは大塩の乱のためであつたらしい）、彼が作った無尽燈及び鼠燈の構造は明瞭になっているようである。前記顕彰会発行の『田中近江大掾』によると、無尽燈のことは次のように記されている。

「高さ二尺（約六六センチメートル）内外の銅製で台ランプ状を呈す。下部に油槽あつて長き燈心筒は油槽内より上部火口に達す。油は種油を用ひ、心燈は組糸を用ふるのである。燈心の上下運動は火口の下部に装置がある。此無尽燈は圧搾空気を利用し油環せしむる為の燈房心挿入筒を上下することに依りて、空気は中部の接続部より吸ひ込まれ、通気筒を経て、

照明を調節し得るのみならず、光力も亦強く鮮明である。」

無尽燈むじんとうは小工場があつて大小七種に分たれて製作され、行燈あんどんを駆逐くちくしひろく普及されたということである。機械装置とは自然の力を借りてそれ自身で一連の作用を仕とげるものでなくしてはならぬであろう。無尽燈むじんとうはまさにその要点をつかんでいる。久重は島田百助なる人に代作せしめて、無尽燈むじんとうの広告文をつくらせた。「無尽燈むじんとうの記」なるもののうちに、次の言葉が見えている。

「文政の比に和蘭人オランダが持渡りしリクトル、ハルレルといふ風砲あり、俗に風鉄砲と名く、此器金鉄を砕く勢力あり。余此器に感じ、もし此理を以て、無尽燈むじんとうを製作せば、油の循環停滞することなからんと、一器を創作して試みるに、たとへば、人の氣血の如し。」

着想をヨーロッパ人の器械に負っているにしても、私たちに意義あることは、或る装置によつて「循環停滞することなからん」ものを考え、それが「人の氣血の如き」ものであることを思索し得ている点にある。ハーヴェーの血液循環説がヨーロッパの近世文明の発達にとつて不可測の影響力をもつたことは周知のことであるが、自然の力によりてそれ自身が自身で一つの作用を完うまっとうすることは、近代の機械の精神でなければならぬ。無尽燈むじんとうとならんで鼠燈も亦その精神を明瞭に示している。空氣の圧力を利用してゐる点は無尽燈むじんとうと同じことである。私たちは、彼のうちに發展しつつあつた機械性の生きた概念を注意せねばならない。

四

久重は時計を完全なものにするために努力を払っている。彼の万年自鳴鐘が完成したのは嘉永三年（一八一八）である。「年譜」ではこの年のところに「万年時計製造カカル」と記されている。ヨーロッパの技術史を見ると、時計修繕と機械技術の発展とは緊密の關係をもっているのであるが、久重にこの時計の苦心のあるのは偶然ではない。しかし何故、万年自鳴鐘と名づけたか。中国人に倣えば「漏刻」といわれるべきであろう。時計は斗景の文字より出たものとすれば、太陽の傾きによって時刻を定めるはかり方に由来したものであるが、時計はさほどの意義をもつ言葉ではない。これに反し、「万年」といい「自鳴」ということは、それ自身で動き、人為をからず（もしくは、かること少くして）まった完き作用をしとげることができる。久重の手記になる『新製天計説』（原文漢文）のなかに

「時ニ掃除セザレバ、必ズ齒単ノ引力踟躕シ、其順序正ヲ得ズ。マコトニ是レ時計者流ノ常患ナリ。今予ノ新製スルトコロノ天計ハ、普通ノ如ク掃除ナスヲ須ヒズ。一タビ其ノ端ヲ起セバ、即チ一年一月一日ノ限、一時一刻一分ノ界、毫モ違失ナシ。昼夜長短、人為ノ加減ヲ仮ラズシテ、天度ニ随ヒテ自ラ施転ス。」

久重が理想的な時計を作り得たかどうかは必ずしも今は問題でなく、「人為ノ加減ヲ仮ラ

ズ……自ら施転スル」ものをこそ機構と概念し、これに向つて技術を練つたことが問題なのである。

私たちは、久重が後に佐賀藩で銃砲の鑄造に苦心したことを記さねば、小伝にしてもその肝要を尽さないのであるが、ここでは紙数の限定上やむを得ない。久重が自ら書いている『蒸気銃略記』の最後の節を挙げて彼の技術の精神が奈辺にあつたかをうかがうことにしよう。

「右器、必竟試験ノ略記ニシテ実用ノタメニ造ラズ。故ニ大炉ト儲氣管トノ装置ノ如キモ、分離セシメテ視験ニ便シ、其余、泄機管ノ機ノ如キモ、尤モ肝要ナレドモ此ニ其大略ヲ示スノミ。故ニ今此器ヲ用ヒテ、火ヲ盛り水ヲ儲ヘ、実用ヲ験セント欲ルトキハ、必ス不能ナリ。其实用ノ器ニ至テハ、儲氣管、其他諸具銅鉄ノ厚薄ヨリ鍛鍊ニ至マテ、別ニ愚考アリ。其余微細ノ要極ニ至テハ、此小器ノ得テ尽ス所ニアラス。且ツ筆墨ノ状スヘキニアラス。故ニ実用ノ器ニ製セント欲セハ、宜ク芸術家ト面話、愚説ヲ呈シテ、其用ヲ為サント欲ス。若、姦工此小器ニ就キ実用ノ品ヲ製セント欲セハ、必ス大事ヲ誤リ、事ニ臨ンデ、其用ヲ為サス。余愚説ヲ秘惜シ、書示セザルニ非ス。此ノ器ノ如キハ、実ニ国家ノ要器ニシテ、若一具疎ナルトキハ、大事ヲ誤ランコトヲ恐ル。故ニ親ク其人ニ就テ、口授シテ、国恩ノ万分ノ一ニ報ン事ヲ要スルノミ。然ドモ、余未ダ西洋蒸気砲説ヲ知ラス。此器多年ノ愚考ヲ以テ創意製造ス。若シ西洋書ノ蒸気砲ノ緒ヲ書スル者ヲ得

テ、熟読セハ、尚ホ詳細ナルヲ得テ、何ソ西蕃ノ工ニ譲ランヤ。若、其書ヲ借覽スルコトヲ得ハ、幸甚之ニ過ズト云フ。

嘉永六(一八五六)癸丑八月 日 田中儀右衛門鑿識

私たちはこの短い文の中にも、日本技術史にとって重要なものを見出さないではいられない。久重は、日本において漸く産業技術がヨーロッパを範として発展しようとしつつあった多事な時代、明治十四年(一八一八)十一月七日に歿したのである。墓は青山墓地にある。

付記 田中久重に関する書には、宮崎来城『近江大掾』、浅野陽吉『田中近江大掾源久重』、同『田中近江伝拾遺』、黒岩万次郎『田中久重翁』、顕彰会編『田中近江大掾』等がある。

石河正龍

一

近頃(昭和十四年一九三九年頃)農村の人たちは、木綿の欠乏を歎いて綿を作りはじめ、自給自足を企くわてようとしていた。村のうちでも広い物置小屋を持ち手廻りのよい農家は、昔使っていた実さねくり車やとけい車や機はたなど五、六種の器械を塵をはたいて物置から取出しつつある(これは筆者が中国地方で最近実見したものである)。こうして木綿欠乏の時にあって、わが国の木綿紡績の開拓者である石河正龍の小伝を記してみると、まことに感慨深いものがある。

今から七、八〇年前、まだ紡績機械による木綿生産の行われなかった頃、一人の一日の糸の紡き高は四〇匁(約一三八グラム)、同じく織り高は二反(約一五・六メートル)余であった。又、一人の織り高のためには約八人が糸を紡き溜めねばならなかった(これは後述するように石河正龍の「建白書」のうちに見えている)。これで推してみると、当時働く人間のための木綿織物の供給はまことに心細い限りであったといわねばならない。安政年間(一八五四―一五九)のことである。鹿児島藩で島津なりあきら斉彬公が舶来織機二台を使用して木綿を織らしたために、忽たちまち原糸の欠乏をまねいて、藩

内の業者たちが糊口ここうに窮するようになったことがあった。そのとき公はすぐに織機の使用を中止したということである。これでもってみても当時の手工による糸紡ぎの生産のほどが知られる。試みに、この時代、すなわち一九世紀の半ば頃なみのアメリカの紡績業を見ると、一八六〇年には鍾数五〇〇万、その労働者数一二万を越えていた。そして、いうまでもなく英国はアメリカ紡績を越えていた。

二

日本で紡績業の最初は鹿児島紡機所なのであるが、機械の運転は慶応三年(一八六七)とするのが確説のようである。だから、機械による紡績業はだいたい明治(一八六八—一九一一)以後のことである。私たちはこの紡績業の全まったくの開拓の時代に識見高邁ちこうまいなひとりの技術者を見出すのであるが、それはいうまでもなく石河正龍である。わが国の紡績業における技術者といえ、すぐに「臥雲紡機」の作者臥雲辰致ちんじの如き紡機の発明者が想い起されるのであるが、洋式の機械を移入しこれによって生産を実際に遂行すいこうせねばならなかったわが国においては、移植経営と輸入機械の技術家のことが忘れられてはならないのである。文久三年(一八六三)に石河正龍が薩藩へ差し出した「建白書」を見ると、私たちは彼の技術精神の熾烈しれつなるものに触れないでは

いられない。次に幾分読み易くしてその全文を挙げてみる。「建白書」は次の言葉ではじまっている。

「木綿布は貴賤とも日用欠くべからざるものに御座候。当時、絹布高料に相成り且つ諸国とも綿布の用度、前に倍々仕り、従つて価益々沸騰、ついでには産出も亦倍々相殖え候へども未だ出ずところ用ふるところに足らざる趣きに御座候。但し一人の紡ぐところ糸一日四十匁(約一五〇)に過ぎず、織るところの布一日二反(約八・六)余に相及び大約八人の紡ぐところ僅に一人の織るところに給し候算にて紡織平均仕らず候。此の故に候か、当時かせいと総いよいよ高料に相成り上方辺百姓も耕作を止め男女とも糸稼き仕候やう相成り候。ついでにはかせいと総をたくさん沢山御産出これあり候こと当時の要務、御経済の第一と存じ奉り候。西洋にては紡・織・縫とも器械を以て仕り候儀にこれあり、今縫は扱置き紡績の器械相開き候てより、大小人工を省き候こと、十五座の機はたわすか僅に一人の嬰童監して足れりと申し候説を以て察せられ又産出の莫大なることはアメリカ亜米利加にてイギリス英吉利の紡織局へ綿仕送を以て渡世を仕り候者、二百万戸これあり候一事を以て察せられ候。凡そ地球の出すところの産物にては綿最大なるものと申し候も右の器械相開け候てよりの事に候。人智相開け候世に在りて織々たる一縷系のために五尺(約一六五センチメートル)の幹軀を勞すること実に物理に相かなひ候儀にもあるまじく候。就いては願ひ上げ奉り候儀は、右紡績の器械御交易方へ御取

り入れに相成り候やう仰せつけられ、差当りの処は別段御金御下し成され、先づ御試みとして一日に繒百斤(一斤は約六〇〇グラム)づつ紡き候器械一具御取り入れ成し下され度存じ奉り候。尤も別紙の趣を以て当時長崎に罷り在り候蘭人(オランダ人)に御注文に相成り候へば間違ひの筋之れ無く、且つ急ぎ候へば八ヶ月より十ヶ月の間には持ち渡し申すべく候。価は運賃を外に仕て凡そ銀錢三千枚ばかり我國の金にして凡そ千五百両ばかりに御座候。此の価金くらゐのことは右機械を以て紡き候繒を、譬へば琉球へ遣はし、縞に織り調へさせ、大阪へ差し登し候御利潤の分を以てしても、速に相補はれ申すべく候。左候て右器械持ち渡し候上は交易方より其の場処其の場処にて実綿直買下仕、糸に紡き候上、御国用分の外それぞれ機場へ登し候はば、一廉の御經濟御国華に相成り、追々器械相整へ候上は、日本中の綿も御国へ引き候やう相成り申すべく候。右器械にては紡方につき人工を省き候ことは勿論、繰り候手数、打ち候手数全く除け候につき、綿の繰り賃、打ち賃も全く相省け旁かたはら以て御迷惑に相成候儀は決して御座なく、これら並に器械取扱ひの儀は恐れながら私御請け奉るべく申し上げ候。当時大阪辺にても右器械の趣を伝聞き仕り涎よだれを流し候者多く有之候へども、すべては商人の儀に候へば、器械学に通じ候者もこれ無く、未だはかばかしく買入れ候者もこれ無く候へども五、六年の内には相開き申すべく、是非その内に此の御方より大いに御經濟ありたく存じ奉り候。以上。

十一月朔日

石河確太郎

紡器一具

但し見本通りの綿を以て見本通りの糸を一日に百斤づつ紡ぐ仕掛の者。

ぼかし道具籠に掛くる道具其の外右に相拘り候道具蒸気機関総て相具へ右器械取り仕立て並に取扱ひの事を詳記したる書籍相添」

紡績の内外の情勢に通じていることは勿論、器械の仕入方、取扱い方、原料の問題、繻の反ものへの仕上げ、売りさばき方、これらの万般にわたって精通していることが、察せられる。これらのことにも増して、私たちの注意を惹くものは、この「建白書」のうちに散見している真に技術家的な気魄である。しかし、石河正龍が当時の文明程度においてここまで自分を教養し得ているのは、全く彼の努力にまつものが多かったのである。彼の技術家としての活動を記してみる前に、私たちは彼の生立ちについて知って置きたいと思う。

石河正龍の伝記はこれまであまり知られてなかったようである。この数年内に二、三の研究家によって明瞭になったのである。そのうち『本邦綿糸紡績史』の著者絹川太一氏の努力に負うところが最も大きいと思われる。以下主として氏の研究に従って叙述することにする。正龍は、文政八年(一八二五)十二月十九日(西曆一八二六年一月二六日)、大和畝傍町字石川村に生れた。石河という姓は出生地の名にもとづいているのである。弘化三年(一八四六)江戸に出て杉田成郷の門に入って漢学を修めた。だから、江戸に出たのは二十一歳前後であつたらう。しかし、時代はもはや漢学の時代ではないと考えて、洋学を修めるために江戸での修学を断念して、長崎に行った。長崎に旅をしたのは何年かわからないようである。

「長崎では素より薄資の為に非常の苦境であつたらしい。故に特に教師に就くでもなく、皆盗み学問をやつた。写本の為に昼夜不眠不休の有様で生活し、深更(いよ)と雖も横(よこ)に寝たことはない。……写本の中には自分のものの外に、賃仕事もあつたらしい。賃仕事の所得から若干(じやくかん)ずつの小使を毎月母の許へ送つた。母貞子大いに氣の毒がり手伝(てつだい)の為に、自分も長崎に赴き翁(正龍)と共に暮した。」
 ということである。

長崎での修業が何年まで続いたのか私にはわからないが、安政二年(一八一八) (五五) (三十歳前後の頃)には有力な各藩が正龍を招聘(しょうへい)しようとし、中には強要しようとして試みた藩もあつた。召抱(めしかか)え拒

絶のために圧迫を蒙ったと察せられるふしさえあるほどである。この意味の圧迫か否かわからないが、島津侯からの圧迫は厳しかったようである。というのは、同藩の武士が正龍の身辺をつけ狙ったということであるから、彼は転々として居を移さざるを得なかった。時には自殺すら企てたのであった。

石河家は楠氏の系統であって「石河氏家譜」には第二十三世孫としてある。昭和十年（一九三五）楠（楠正成）公六百年祭の際三河の岡崎でこの「家譜」は発見されたということである。かように由緒正しく人物も傑れ識見も高邁である正龍が、新時代の特に産業技術の先駆であるが故に、知識の不足と由なき推定のために身辺をつけ狙われたとは、私たちをして歴史推移の仕方（しかた）を深く考えさせるのである。

正龍が追跡を免れていた流浪の時代には、江戸や出生の地河内等に現われ又隠れていたのであつたらうが、彼が薩藩へ招かれるようになる前には大阪に来ていた。ここでは島津の藩士の岩城なる人と同道して薩州邸に入った。安政二年（一八一八）（五五）のことである。ここで彼は山田正太郎と変名して旅費十三両を支給せられて船に乗らないで薩摩に向つた（山田正太郎を石河確太郎と改めたのは翌年の五月であつた）。島津家では、正龍を召（め）し抱（か）える前にも素姓を調べて、すぐに楠氏であることを知っていたということである。

正龍は鹿児島に入った年の翌年十二月に結婚したが、新婦は幾許（いくばく）もなく死亡し、後に再婚

した。安政六年(一八五九)に清太郎という男子が生れている。薩藩が正式に彼を召抱めしかかえたのは長男誕生の後であった。彼には武二郎(正昭)という弟があった。この人も明哲の人であつて彼と同様に召抱めしかかえられた。正昭は常に兄正龍の片腕であつたといわれている。

正龍の人為ひととなりとして性格の豊かであつたことが察せられる。安政二年(一八五五)七月いよいよ島津斉彬公なりあきらに仕えることを決心した日の模様が、『日記』の一節でうかがわれる。

「十四日晴。夜月明ナリ。飲畢リテ慈母冷ヲ海浜ニ取ル為ニ出ムトシテ、余ヲ顧ミテ戯テ曰ク、余ハ海浜ニ行キテ涼ヲ取ラム。子ハ家ニ留リテ詩ヲ賦セヨト。因リテ一絶(七言絶句)ヲ口占シ帰ヲ待チテ似シ奉ル。其詩、

秋収余炎氣白鮮

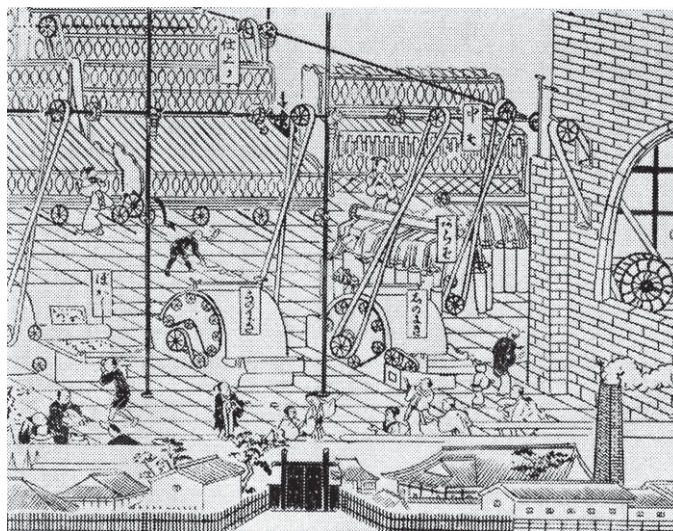
青苔白露淨涓々

不須画匠煩癌腕

月卯前林満酒筵」

これはずつと後であるが明治十四年(一八八一)の詩には『書窓無客稿成堆』とあるから生涯詩文を楽しんだものと察せられる。

四



堺紡績所

石河正龍がわが国紡績の開拓の役割を果したのは、いうまでもなく島津斉彬公の遺志にもとついたのであった。正龍の召抱えは安政二年（一八五五）であるが、斉彬公は安政五年（一八五八）七月にはすでに歿したのであるから、正龍が斉彬公のもとにあったのは僅に三年である。薩藩が綿作の播種をなしたのは安政四年（一八五七）春であるということであるし、公の考案になる紡機を動かした水車館（川上村水車館）も安政四年（一八五七）から五年（一八五八）にかけての頃出来上ったものと思われるから、紡機につけてのこの二人の技術家の交渉はまことに短い間の年月のことと考えられる。或るとき斉彬公は一総の綿糸と一冊の書物を正龍に渡して、

「わが国の膏血を絞るものは是れだ、汝宜しく拮据努力すべし」

と命ぜられたということであるが、これらのこともその短い年月の間であったことである

う。斉彬なりあきら公の工夫くふうにもとづく水車による水力機織場は、後に（慶応年中に）設立された鹿兒島紡績所の先駆となつたのである。この紡績所が設立されたのが慶応三年（一八六七）だとすると、斉彬公の歿後八年余りもの年月が経っている。先きに挙げた正龍の「建白書」はこの間のものであつて、島津忠義公に上申したことになる。英国に紡績機械が注文せられ技師と機械とが到着して紡績所が実現されるに至つたのは、石河正龍が忠義公を輔けたためであつたといわれている。しかし、石河正龍がその力量を發揮したのは、同じく鹿兒島藩の経営になつた堺紡績所の事業である。この紡績所設立のために正龍の差し出している陳述書の内容は、私たちにとつて最も関心の的となるものである。二、三の節を次にあげてみる。

「日本において最も開けざるは機械にして、何一つとして手工より出でざる者は無く、世益々開くるに従ひて物用愈々繁く遂に農夫も農を作すの本を捨て、手工の末に走り、本を修むより末を修むる方、却つて利を得ること多き様に相成りこれ有り候。且つ洋和貿易を見候に、彼により齎らすところは十に八九は機械に出でたるもの我より与ふるところは十に八九は土に産したるものにして手工に出でたる亦稀なり。相当らざること遠く常に彼れに私を制せらるること固より其の理に候。洋人曾て日本の機械に開けざること

を笑ひて曰く、日本は人を以て牛馬の代りに使ふと。是れ一時の滑稽に候へども深く意を着くべきところに候。人を牛馬の代りに使ふは尚可なり。人を機械の代りに使ひ居り

候こと実に歎くべきことに候。今紡機の事の次いでに紡事を以て機械の利を論じ候はんに、蒸氣機を以て紡ずるは常用手紡車を以てするより速なること二十倍にして機械の大一小ならず候へども通常一車に五百縷を紡じ、而して二車間に嬰兒一人居りて断れたる糸を続ぐ等の事を作り、七、八車の間に成人一名居りてこれを監するのみに候。」
 かように紡績機械を移入すべき必須の事情を述べて、更に日本の手工の状態についても具陳している。更に洋学奨励の実際については次のように述べている。

「洋学は他の学科とは違ひ若干の用度御給し置きこれ無く候ては、真の學術相修め候儀相成らず候。就いては前条機械に出す所の財は時勢の緩急に從ひて先後し右礮台並に洋学局両所の御用度の一端に御差し向け成し下され度、是亦偏へに願ひ上げ奉り候。」
 ここに礮台云々と言っているのは、紡績所の純益を諸砲台及び開成所の完成に当ててもらいたいということを示しているのである。これは紡績所を設立するための条件の一つとして呈出したものである。

右の陳述意見のうち既に、すぐれた技術家魂の存するものが見出されるが、次の一文の中にはなお一層それが光っている。曰く

「機械の儀に於き候ては、諸余はさて置き、火葉機械並に水車炭竈に至るまで、是亦御委任仰せ付けられ、各事皆素志本業のことにて、未熟ながら学び得候學術法式つひに頑物と

相成らず、すべて事上に施すことを得候段、鄙芸の榮耀みやうが冥加みやうが此上も無く有り難がたき仕合しあわせに存じ奉り候。然しかるに神瀬一絡礮台全模未いまだ見えみえずして功罷いみ之れ有り候に付きては、世の嘲あざけり人の責め堪え難く、然しかし元より水形地勢に従ひ攻守利害の理を尽つくし礮射弾道火線の得失を明にし一寸ちよつとの土地を築くも法に由らざるはなきことに候へば、御鑑明々にして有り難くも御叱りを蒙り奉らず、火薬機械に於き候ては機動力発の理を明にし一として理と法に由り算数に出でざるは莫く候へども時勢緩急のため故らに遅々仕り罷り在り候うちに亦世人其罪を許さず遂ついに進むも罪を得、退くも罪を得候勢ひに相成り候へども、是亦其その罪は正しこれ無く御明鑑御海函の程有難ありがたき仕合せに存じ奉り候。右の通り困苦仕候へども、とかく業とするところに泥なすみ嗜たしなむところに溺れ、是非業とし志とするところを以て御奉公仕り度く焦慮罷り在り候処是まで未いまだに事を完成仕らず、御咎は差し置かれ、此節泉州堺紡績機械私へ御委任下され誠まことに有難ありがたき仕合せ、実に枯に華したる如ごとくにて、茲に勉勵従事仕らず候ては復罪を贖ふべき道これ無く候。」

この陳述は明治元年(一八六八)である。正龍の願い出は聞き届けられて紡績機械の運搬ということになったのであった。間もなく開業されたが、その後の成績は思わしくなくて、正龍は事業に心血を灑そそぎながらも悲痛の思いをしたということである。何度か切腹を決心したときえいわれている。

この堺紡績は明治五年（一八^{七二}）に勸農寮に買いあげられた。正龍は同年に堺縣製糸場出張を命ぜられた。翌年には器械方を申付けられた。明治十年（一八^{七七}）には勸農寮（その後租税寮と改められ、更に勸業寮となっていた）は三度変って勸農局になったが、正龍は依然として職にあった。諸処に紡績所の設けられるにつけて正龍の貢献するところは大きかった。明治十九年（一八^{八六}）奏任四等技師に任ぜられ、翌年正七位に叙せられるまで職にあったのであった。

かほどの技術家としての役割を仕遂げながら、正七位で終ったということは（官位そのものはとにかくとしても）ひとり石河正龍の事柄（ことば）ではないと考えられる。私たちは、彼の技術家精神の醇にして清高であったことを、彼の誇りとして伝えたいと思う。

付記 本文に記した如く（ごと）、この稿は絹川太一氏の労作に負っている。石河正龍は何年に歿したか、この稿を書き終るまでに、ついに調べることを得なかった。これは他の機会に譲りたいと思う。

大島高任

一

西曆一八五五年(安政二年)という年は、ヘンリ・ベッセマの小伝において見たように、攪拌法(パドル法)を改めてベッセマ法が製鉄技術の上に確立された年で、ヨーロッパの技術史において記念さるべき年の一つである。ところが、この一八五五年は、日本の技術史にとっても亦記念されるべき年である。というのはこの年に、大規模の反射炉がわが国に築かれ、これがやがて高炉技術へと発展していったからである。二〇さて、大島高任はこの高炉式の製鉄技術の先駆者の一人なのである。

(一) 従来、熔鋳炉という言葉が多く用いられたが、私は中田義算氏の意見に賛して、高炉と呼びたいと思う(著書の原文は高炉Ⅱ反射炉と解釈されるところがあるが、誤解を招くおそれがあるので、採録に当っては、はっきり使いわけることにした)。

反射炉を構築し、これによって鉄を熔鍊する技術は、大島高任にはじまるということとは言えない。というのは、大島高任より前に、薩摩で島津なりあきら齊彬が、肥前で鍋島閑斐が、又、伊豆

の葦山いらくやまで江川太郎左衛門が、それぞれ反射炉による鉄熔鍊を試みたといえないことはないからである。それにもかかわらず私たちが、大島高任を製鉄技術の歴史の上で特に重んずるものは、高任の技術家としての活動と貢献が明治以後の新しい時代にまでながく続いていることと、更にもう一つ高任が単に製鉄のみでなく、鉄鉱のことに心を砕き、日本の採鉱の上で大きい役割を演じたからである。前記の諸国に行われた反射炉構築はその大抵が、大砲製造が目標であったのである。高任においてもより兵器製造がその当時は目的であったのであるが、彼の技術活動は最初から、鉄鉱の選択、採鉱上の吟味・探索にまでひろがっていたのである。周知の如く、今日の日本産の鉄鉱は殆どその全部が釜石の鉱山に負っているのであるが、釜石の近代的設備の端緒に高任の業績が見出されるのである。

(一) このことを最初に論文をもって公けにしたのは、中田義算氏である。大正十三年(一九二四)九月『鉄と鋼』所載「洋式高炉の輸入と大島高任先生」参照。

大島高任が日本の技術史のうちで、人々の注意をひくものが、尚もう一つある。高任が製鉄技術へ実際に踏み出した発端は、水戸の徳川斉昭及び藤田東湖の国防の精神によって、はじまるのである。いうまでもなく、他の諸藩の兵器製造も国防精神に基づかぬものはないのであるが、水戸の国防精神は、特に一つのイデオロギーを形成し、このイデオロギーは水戸学の思想家たちの洞察の明に由って新時代を展望し、それに対処するという特質を十分に内

にもっていた。高任の技術活動が、このイデオロギーの中心としての東湖の精神と結びついてはじまったことは、私たちの注意すべき点だと思う。

二

高任という名は、明治二年(一八六九)以来彼の専ら用いたもので、それまでは惣左衛門とっていた。惣左衛門という名は二十六歳のときから用いたもので、それまでは周禎と呼ばれていた。父の家業は南部侯の侍医であった。而もオランダの医法を修めていたというのであるから、高任が蘭学を修めるために藩から長崎に遊学させられたということは、自然のなりゆきと考えられる。長崎遊学は、弘化三年(一八四六)で高任が二十一歳の夏であった(高任は文政九年(一八二六)の誕生である)。さて、高任の長崎留学の期間は、約三年間であった。弘化三年(一八四六)から嘉永二年(一八四九)の四月までである。この間に彼は医学研究よりも蘭書を読むことに没頭し、「西洋の兵法、砲術、採鉱、製錬等の学技」を修めたのであった。単に理論のみでなくて、実習に努めた。

「砲術は西洋流砲術の元祖高島四郎太夫(秋帆)の息(息子)浅五郎に就き、実地発砲の皆伝を受け……池部啓太の門に入り、西洋砲術に関する丸道の真理、衆道一貫の起源をも究

め」

ることができたといわれている。

(一) この引用は大島信蔵氏の編になる『大島高任行実』によったのである。この書は大島高任伝としてまことに精細の労作である。私のこの稿は主としてこの書に拠っている。

高任が長崎遊学を終えたのは、前述の如く嘉永二年(一八)であるが、高任が水戸藩の鉄製大砲のことにあずかるようになったのは、嘉永六年(一八)である。嘉永二年(一八)から六年(一八)に至る数年間を伝について見るに、この間において高任は大和、和泉、大阪等の地にあつて砲鑄造及び発射の術を教えている。又藩(南部藩)に帰つて、藩士に砲術を教授している。藩から更に砲術研究のために江戸行を命ぜられたのであるが、それが嘉永五年(一八)で、その年の十一月には伊東玄朴の塾に入っている。

高任は水戸の藩士になることを随分勧められたようであつたが、ついにこれは承諾しなかつた。水戸藩との関係は雇聘でもつて終始したのである。『大島高任行実』は彼の生涯を

- (一) 蘭学研究時代、
- (二) 水戸藩雇聘時代、
- (三) 帰藩後の活躍時代、
- (四) 維新前後及び其以降

の四つに分けて叙述している。私はこの小伝では水戸藩時代を主として略述して置きたいと思ふ。

高任ひととなりの人為であるが、高任は、当時事業を共にした人々の問の書簡の文に見るに、まことに誠実の人であったことが知られる。中でも、藤田東湖が反射炉御用掛の金子孫二郎という人に宛てた手紙のうちに「大島の慧とにて少々御損被成候へ共……」という文字が見えているが、これは高任の性質の懸直愚であり、慧朴ばく（正直）であったことを証するものと思われる。

三

高任の生涯が製鉄技術の方へと向って進んだことは、何としても彼が医学、蘭学、長崎留学、西洋火技の研究という順序を踏むように運命づけられていたと見れば、少しも不思議ではない。しかし私たちは運命づけられていたというようない語決定的な言い方をしない方がいい。むしろ、右のような順序をとって彼の青年時代が進んで行ったことに、必然性のあることは、何としても否定できない、と言うべきである。

さて、しかし、高任が水戸藩に雇聘せられて、ここで、技術家としての生活がはじまったことは、どういふわけなのであろうか。この問題を考えるには、かなり考察を要するが、今

のところ、高任と藤田東湖とを結びつけたと見える熊田嘉門のことを考えるより外に仕方がないようである。嘉門は三春（福島県）藩の人であった。高任と同じように、西洋医学を修めるために長崎に留学したが、蘭学研究を通じて兵器製造に向って進むようになったのである。嘉門は、高任に先だつて東湖と相識っていたと考えられる。しかし、高任がかつて長崎留学のとき翻訳したと言われている或る書物が、東湖と高任とを結ぶ第一の機縁になったとも思われる。愈々高任が嘉門に連れられて東湖に面識を得たことは『鉄銃製造御用中心覚之概略』の中に次のように述べられている。

(一) これは、大島家家蔵の唯一の文献として前記の『大島高任行実』のうちに収められている。

「嘉永七年（一八）（五四）、二月中、藤田誠之進（東湖）三春ノ藩士熊田嘉門ニ書ヲ齎もたラシテ高任ヲ小石川ノ邸舎ニ呼ブ。翌日高任嘉門ニ誘ハレテ藤田氏ニ至ル。氏酒筵ヲ開テ高任等ヲ饗ス。氏曾テ高任ノ長崎ニ在ル時手塚律蔵ト蘭人ヒユギユエニンノ鉄煩鑄造篇ヲ訳セルヲ知ツテ其一二ヲ問フ。高任鉄銃鑄煉ノ炉即チ反射炉ノ築造型ノ工造銃身ヲ鑽開スル錐盤ノ結構等及ビ鉄銃ニハ鉄砂ヨリ製セル普通ノ生鉄ハ其質脆弱ニシテ用ニ適セズ、必ラズ磁石又ハ岩鉄ト唱フル種類ノ鉄鉞ヨリ製セルモノニアラザレバ用ユベカラザル事ヲ弁明ス。而シテ談話海防ノ事ニ及ンデ去ル。其後一句（日）ヲ過ギ嘉門来ツテ藤田氏ノ意ヲ高任ニ伝フ。願クハ速カニ鉄銃製造ノ第一漕手タル反射炉ノ模型ヲ見ント。高任諾ス。即

チ友人薩藩竹下清右衛門ニ謀リ其偶居ニ就工匠ヲ備ヒ指示シテ之ヲ造ル。三昼夜ニシテ成ル。即チ嘉門清右衛門ノ二友ト共ニ此模型ヲ携ヘ藤田氏ニ至テ之ヲ示ス。氏其達成セラルヲ悦ビ高任等三人ヲ饗シテ歸ラシム。」^(一)

(一) この引用文には「嘉永七年」とあるが『行実』の編者は「嘉永六年」が正しいと言っている。

これでもって、高任が水戸烈公の巨砲鑄造の宿志の実現に関わるに至ったことは、理解される。さてしかし、実際にあの時代として大規模の反射炉の構築と砲鑄造並にその錐盤工作との仕事をやりあげるには、尚^{なお}ここに他の人物が加わらねばならなかった。そのことは、熊田嘉門が幸いに明記して、それが残っている。その文を現代語に直して掲げてみる。

「この業は、元^{もと}は黄門老公の^{もと}大命にもとづくのであるが、また東湖藤田君の千辛万苦に起源するのである。鉄銃を鑄るといふことは、西洋諸州の發明するところで、台場や城や船艦に備えつけるところである。思うに、それに関する書物がオランダの鑄造館から出ている、しかし蟹行^(横書)の文字を読むことのできないものは、この仕事に従事できない。それで、南部の大島高任がこれに当り、薩摩の竹下矩方がこれを助け、これに私^{わが}が、同志というわけをもって、余けいの者として加わったわけである」(原文では「僕則以同志之故、亦贅行為」とある。)

技術者の伝記では、ここに現われている竹下矩方(清右衛門)というような実技に達していた助力者のことを明瞭にすることが望ましいが、今は省略せざるを得ない。

さて、高任が学友の手塚律蔵と協力して邦訳した蘭書というのは、ヒュゲニン(Huguenin)の“*Izer-Gechutgeterijs*”であり『鉄煩鑄造篇』又は『鉄煩全書』というように、訳されていたのであった。安政のはじめ頃に長崎で、「ヒュキューエニン」という

「和蘭鋳山師が来てゐて、この人に就いて修めた人々が数人あつたといふことが言はれてゐる」(『幕府時代の長崎』)

が、私には今のところ判定できない。私は『鉄煩鑄造篇』を今(昭和十五年(一九四〇年)探索の最中である。さて、いよいよ高任等の大砲鑄造という活動がはじまるのであるが、その事業の緒についてはばかりのとき、周知の如く東湖は安政二年(一八五五)の江戸の大地震で圧死して、この偉業を見とどけることができなかつた。地震は十月二日(西暦一一月二日)であつたが、高任らの反射炉が最初の火入れをしたのは、それから僅かに五十余日後の十一月二十一日(西暦一二月二五日)であつた。

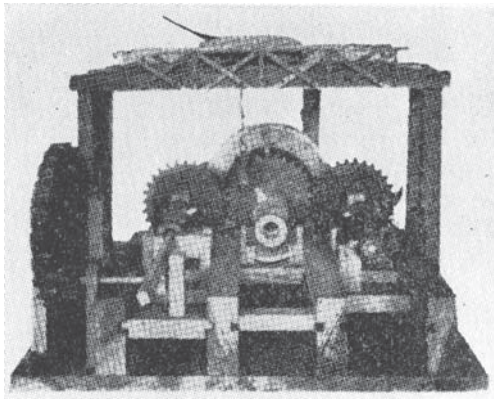
四

反射炉の構築が完成し、最初の試鑄が行われた。このときの模様が前記の『鉄銃製造御用

中心覺之概略』のうち記されている。

「先ヅ炉内ヲ裝飾シテ雲州銑三百六十貫目(一三五〇キ)ヲ盛り、又火室ニ薪材ヲ盛り、窓口ヲ封ジテ火ヲ点ジ、助川産ノ石炭ヲ投入スレバ、炭塊たちま忽チ破裂シ細粉トナリテ灰室ニ落ルモノ多シト雖いえドモ亦其格上ニ留ルモノハ熾さかニ鳴動焚燒シテ火勢甚猛烈ナリ。徐々ニ石炭ヲ加フル(一時)許(一時)ニシテ炉内全ク白熾トナル。更ニ石炭ヲ加ヘテ火ヲ熾さかニスレバ、鉄塊頻リしきニ鎔ケ流液トナリテ炉底ニ溜留ス。是ニ於テ復窓ヲ開ラキ渣滓ヲ酌ミ去リ鉄液ヲ攪擾スルコト数回ニシテ復窓ヲ閉ヂ更ニ火ヲ熾さかニシテ鉄液ヲ熟化ス。而シテ注孔ヲ放ツテ鉄液ヲ砂床ニ注瀉ス。点火ヨリ注瀉マデノ間凡およソ三時半ヲ費セリ。而シテ後チ炉内ヲ見レバ、不熟ノ鉄塊凡およそ七八十貫(二六二・五〇)ヲ剩スト雖いえドモ、炉内ノ煉瓦ハ依然トシテ損傷アルヲ見ズ。是創業ノ事、取扱ノ順序未ダ其宜よシキヲ得ザルニ由リ鉄塊しじしと尽ク鎔解セズシテ残留スルモノアルハ遺憾ヲ免レズト雖いえドモ、炉内ノ煉瓦ハ能ク猛火堪ヘテ、生鉄ヲ鎔化スルノ力アルヲ以テ、此反射炉に依テ鉄銃ヲ製造スルニ毫モ憂フベキ所ナキヲ実験シ得タリ。此試験ノ良結果ヲ得タルヲ以テ此上ハ速カニ尚なほ一座ノ反射炉ト錐室錐盤鑄型等一切ヲ整頓シテ後チ続々鉄銃ヲ製造スル事ニ議決セリ。」

これだけの記述では、私たちにはよくわからないが、この製鍊の仕方しかたは大体にベッセマ法以前の、いわゆるパッドル法に従っているものと言えらると思われ。右の記述にある如く、石

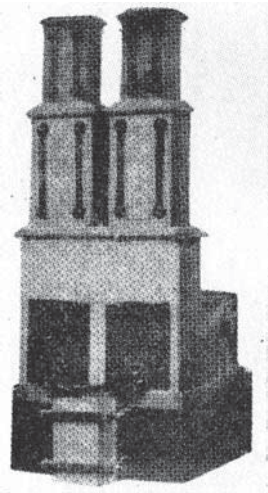


水車錘入装置の模型

炭が用いられ、又煉瓦もすでに使用されていることが、私たちの注意を惹く。これらのことについては、高任ら三人のものが心を砕いたことはなみなみでなかったのである。探し求めて得た石炭の質の悪いときは、その石炭は「是ヨリ瓦斯ヲ採ツテ工場ノ燭光ニ供セバ膏油ノ用ヲ省クベシ」という考えももっていたのである。考えのみでなく、事実「瓦斯器械」もできて実現したのであった。反射炉の建てられた処は、那珂湊の付近の吾妻台であった。

さて、目的は砲形の鑄造と砲身の錐鑽ということにあった。このための仕事場（これは「鑄室」と呼ばれていた）は、吾妻台近くの近内村に造られた。最初の砲鑄造は安政三年（一八五六）四月でモルチール砲であったということである。この年の八月に、高任は南部領の大橋（釜石）に出張して、高炉構築による鉄材製産のための奔走の第一歩をはじめている。

高炉を築いて鉄鉱石を製錬するということは、高任らの場合、直ちに産業のことではない。まさに大砲鑄造のためである。この目的のために鉄が問題になったのは銅の欠乏のためであったといわれている。そのみならず、巨砲の要求となれば、従来の和銃の鉄砲鍛冶では十貫



反射炉模型

目(約三七・五キログラム)玉(口径一八二ミリ)以上の砲を造ることは如何いかにしてもできなかった。こういう困難を征服するために、釜石の鉄鉞を用いての洋式高炉による鉄製錬の方法が考えられるようになったのである。

嘉永(一八四八—一八五四)、安政(一八五四—一八六〇)の頃、製鉄のた

めの高炉のことは「高竈」とか「高釜」とかいろいろの呼び方をさせられていたらしい。さて、高任の築いたものがどういうものであったか。それについて、中田義算氏は、次のように要点をつかんで記していられる。

「大島高任先生が築造せられたる高炉は今其適確の者を得難えがたきも古老の記憶其他より大体附図に示すが如ごとき者と想像せられ、外廓は花鬮岩を以て造り内部は耐火煉瓦を以てす。送風原動力は水力にし轆ふいじを用ふ。吹子は初め丸桶なりしも後函形の長方形に変更せり。初めは一昼夜四、五十貫(一五〇—一八七・五キログラム)なりしが、漸次改善せられて一日五百貫(一八七・五キログラム)（前文には千貫(三七五〇キログラム)とあり）一期三十日に及び風は冷風にして燃料は木炭(ログラム)噸トナ当り参噸余に及びたりと言ふ。」（前掲『鉄と鋼』大正十三年(一九一四)）

安政四年(一八五七)には、すでに水戸藩の大砲製造の仕事もかなり良好の成績をあげるところ

まで来ていたようである。反射炉第二期の工事もこの年に行われている。同年には釜石での高炉構築が竣工し初出銑をみている。安政五年(一七八)(五八)は水戸なりあきらの斉昭公が幕府に条約調印について強硬に詰問し、そのため謹慎を命じられた年である。このため高任らの事業も頓坐せざるを得なかった。高任が水戸藩を辞して南部へ帰国したのもこの年である。このとき三十六歳であった。

以上、私はまだ高任の生涯の半分をも叙述しないのであるが、紙数の制限でこの小伝の終りを結ばざるを得ない。高任のわが国の鉱業技術・製鉄技術への貢献は、むしろ、生涯の後半にあるというべきであるが、その記述は別の機会に譲りたい。彼が新しく試みた技術の上で、わが国の鉱業が彼に負うものはいくつかある。彼は明治三十四年(一九〇一)、日本鉱業会の会長の現職のうちにあつて、七十六歳で長逝したのである。高任はわが近代技術史上の巨星である。

江川太郎左衛門

—

人はよく多くの傑れた人材が、明治維新の前後に現われたことを言うのであるが、幕末も愈々いよいよ維新の時代へと近づいて来ないと、人材が相寄って活動する一つの共通の場をもつようになって来なかつたのである。だから逆にいえば、知識と技術と精神をもつて傑すぐれた人たちが一つの共同の活動の面をもつようになって来たときが、明治維新の時代であつたと、言うことができるのである。そういう可能性のまだできて来ない時代、すなわち文政（一八一八—一八二九）の終り頃から天保（一八三〇—一八四三）、弘化（一八四四—一八五三）、嘉永（一八五三—一八五九）の頃を、私たちは考えて見ねばならないと思う。もはや漠然とは新しい時代への精神の用意が先覚者たちの間に醸成されはしていたけれども、まだ共同の活動の場が実現していないのであつたら、人材の活動の上に多くの障害があつたのである。時代に対する洞察力と新しい知識と技術とをもっていないながら、これらの諸力が十分伸展しないで終つた例が少なくなかつた。人材が散在していたこと。そのために、結局人材が乏とほしかつたこと。たとえばあつても、保守と進

取との軋轢あつれきが人材の伸びるのを妨げたこと。少くとも、このような障害が数え挙げられると思う。江川太郎左衛門はまさにそのような時代に生きた技術家であつた。而も共同しきの場をつくるに彼ほど役立った人は少ない。

『江川太郎左衛門英龍行状書』^(二)という一書を見ると、太郎左衛門の死去のことが次のように書かれている。

「安政元年(一八)、英龍ハ寒疾ニカカリタルモ、下田、一本松、戸田へだ其ノ外へ出張致シ、魯艦(ロシアの軍艦)ノ新造ナドノコトヲ夫々それぞれ処分シ、葦山いりやまニ歸リ、ワヅカニ二日間病氣ノタメ床ニ臥シ候。江戸表ヨリ頻リしきニ召状到来ニ付キ、苦惱ヲ忍ビ、同十二月十三日(一八五五年一月二日)寒風ヲオカシ、箱根ノ積雪ヲ越エ、同夜小田原ニ宿リ、其ノ夜ヨリ病勢劇サはげしヲ加へ、同十五日(一八五六年一月二日)着府、一日モ事務ニアツカルコト能ハズ。終ニ危篤ニ陥おちリ候。明ル年(安政二年一八五五年)正月九日(一八五五年二月二五日)、水府烈公英龍ノ大病ヲ聞カレ候テ、勘定奉行川路左衛門尉ニ書状ヲ贈ラレ、其文ニ曰フ、江川大病ノ由伝聞、当時ニ在テハ一方ノ長城、国家(ノタメ)全快相祈候。序モ有之候バ宜敷致声頼入候。同月十六日(一八五五年三月二日)、江戸本所ノ邸ニ於テ死去致シ候。享年五十五歳」

(一) 江川太郎左衛門の伝記は「本伝」なるものが計画されているということが『行状書』に見えているが、私はその存否を知らない。これまで彼の伝記と考えられるものは数書ある。私の読んだものを参考

までに次にあげて置く。

矢田七太郎『幕末の偉人江川坦庵』

桂涯生『幕末偉傑江川太郎左衛門』

古見一夫『江川太郎左衛門』

この他に、伊藤痴遊のもの二種ある。

前記『行状書』は写本にて伝わっているが、右の諸書よりはすべて古く、明治時代前半の頃に書かれたものと思われる。

安政元年（^{一八}五四）はペリーが再び来航して幕府に開港を迫った年である。又この年はロシアの艦ディアナ号が難船して、艦長のプーチャチンが戸田港で新たに船を造った年である。すでに、この年までに太郎左衛門が海防策その他これに類する建白書で差出したものが三百通にのぼっていたということである。砲術家高島秋帆の免囚を願い出て漸く聞かれ、自邸で彼を優遇し得たのも前年の嘉永六年（^{一八}五三）である。又、この年は幕府が保守、進取の争闘の中から漸く断行しはじめていた台場建築がはじまっていた時である（太郎左衛門は嘉永五年（^{一八}五二）八月二十八日に品川沖台場建築、大小砲鑄造のことを申しつけられたのである）。このような時でありとすれば、幕府が技術家の太郎左衛門を必要としたことの急であったことは、まことに想像に余りあるといわねばならない。

太郎左衛門は前述の『行状書』に依ってみると、「容貌ハ雄偉」とある。自画像に伝えられ

ている肖像を見てもそのことは察せられる。頑丈な身体をもっていたと思われる。そうでなくは、あれほどの激しい活動はできなかったに違いない。

二

里はまだ夜深し富士の朝日かげ

この句は江川太郎左衛門の句として屢々引用されているが、太陽の光りはまだ高い山の頂上にしかあたっていないという比喩は、如何にもよく西洋の技術の模倣の真最初としてのあの時代を、物語っているといわねばならない。

何としても製鉄炉の構築は西洋技術の模倣のうち魁たるものであるが、反射炉は嘉永三年(一八五〇)が佐賀藩、同四年(一八一八)が薩藩、同六年(一八三三)が蕨山江川太郎左衛門、安政二年(一八五五)が水戸藩という順で築設せられたのである。この中、日本の製鉄史のなかへと発展したのは水戸藩の反射炉技術であるが、それにしても嘉永(一八四八―一八五三)、安政(一八五四―一八五九)の頃のそういう技術を以てしては、日本はまだまだ夜明けに遠かったといわねばならない。

先に、私は当時の人材が相連繫して活動する共通の場がないと記した。それは政治や経済や科学や技術等の全般について言っていたのであるが、海防につけての諸種の技術はまだ

しも当時の諸藩の青年たちに唯一つの共同の活動の場を提供したものであるということができるのである。

高島秋帆や江川太郎左衛門や佐久間象山などは、まさにこの一線で連繫されたと言わねばならない。太郎左衛門が高島秋帆の門人になったのは天保十二年(一八四一)四月である。これより二年前、天保十年(三九)には上からの申し付けを受けて豆、相、房、総の沿海外冠の防御のために巡見をし『海防見込書』を差出している。そして、高島の門に入ることを申請したその理由は、砲術を修めるということであつたのである。佐久間象山が太郎左衛門のところに入門したのは、彼が砲術師範の聴許を申請して許されたときで、天保十四年(一八四三)であろうと思われる。この頃から、太郎左衛門の活動は、まことに繁忙をきわめたものになつて行つたのであつた。

弘化三年(一八四六)には伊豆国付七島を巡回し海防上の取締に奔走している。天保十四年(一八四三)から弘化三年(一八四六)に至る数年の間は、関東の沿海の地を幾度か往来したのであろう。弘化三年(一八四六)から二年目は、英国の軍艦が下田へ来た年で嘉永二年(一八四九)である。やはり前記の『江川太郎左衛門英龍行状書』によつてみると、このとき彼は通弁(通)を連れ、小船に乗つて軍艦に近寄り、許されて艦に入った。そして、自分は「人民十五万人ヲ支配致シ候モノ」でそれが罷り越したものであると告げたのであつた。ところが、英艦の方では軽蔑する様子なので、

一応引き戻って幕府にその事情を伝えた。幕府はその点を考慮して、太郎左衛門の次の接見を便利にしたので、彼は立派に使命を果たした。このときのみならず、彼はペリー来航のときも、ロシアのプーチャチン（風茶鎮）が難船して来たときも、来航の外国人に接して、それぞれ要務を果たしたのであった。そういうとき、太郎左衛門は平常の質素に似ず、錦繡、陣羽織、黄金作の大小といういでたちで、又大小の手代（税収その他の雑務をつかさどった小役人）や家人にも新調の割羽織、袴など整しく着させて堂々とした態度を以て、外人たちに接したということである。彼は容貌魁偉、音声高朗で、且つ応対は明弁であったから、艦中の彼に対する敬礼も厚かったといわれているのは、事実であつたろう。彼は蘭書（オランダ語の本）も読んだし、砲術や砲鑄造の技術が修得されている上に海防上の実情を知悉していたのであるから、外船との接見には十分の資格をもっていたと言わねばならない。

三

太郎左衛門が技術家であることは、葦山に反射炉を構築し、砲鑄造にあたったことでひろく知られている。しかし、それも畢竟は太郎左衛門のうちに技術家としての性格がひそんでいたからであるとせねばならない。次のことは太郎左衛門の後嗣英武氏談であるということ

であるが、太郎左衛門が大・小砲の鑄造を企てるようになったのは、家祠の社前の狛犬を鑄造したことから発展したものであった。更にその狛犬の鑄造は、仏像を鑄造した経験の発展したものであった。その仏像のことも諸種の伝記に載っているが、如来像ともあり阿彌陀像だとも記されている。いずれにしても、亡くなった家兄の追善のためであったことはたしかであるように思える。

彼は詩や文を好んだことも明瞭であるが、次の山中の詠とある詩を読んでいると、同じく漢詩を楽しみながらいわゆる漢詩人たちから截然と彼を区別するものを感じる。

牡鹿帯狗疾トキコト如レ鳥

斜ニ臨ミテ山脚ニ驀然馳

請フ看ヨ発銃ヲ心機ヲ処

正ニ是ニ獸蹄ヲ著レ地ニ時

必ずしも銃のことがうたわれてあるからではなく、この詩の中にあらわれている彼の感覚全体にすでに技術のメカニズムが出ているのである。

狩猟は彼のスポーツの一つで、恐らく晩年にあってもこのスポーツは続いたものと思える。というのは、反射炉の構築で先まず苦心の払われねばならなかったものは煉瓦れんがであるが、彼はこのための粘土の探索には骨折った。努力は酬むくいられた。天城山の南麓の梨本の土を見つけ

たのであった。これは狩猟の序^{ついで}で発見したと記述する書もある。そうであるかも知れないが、狩猟の方が序^{ついで}であったかも知れない。何故^{なにゆえ}というに反射炉の起工は嘉永六年^(一八)（五三）という説もあり、安政元年^(一八)（五四）だという説もあるが、いずれにしても晩年にのぞんでのことであって、公私いずれにおいても事態、太郎左衛門に待つものが余りに多く、全く^{まった}繁忙をきわめていたものと考えられるからである。

右の煉瓦^{れんが}についてであるが、彼が幕府への上進書の中に

「反射炉の儀は、焼石と唱へ、土を堅め素焼^{かまつ}仕り、一通りの土性にては用立ち難く、右は豆州天城山中に、相当の土これあり云々」

とある。笠井真三氏（工学博士）の分析では珪酸七・一・三六。礬土二〇・二一。硫化鉄三・五八。石灰〇・五〇。熱灼減量三・八一。合計九九・四六であるということである（この記事は古見一夫『江川太郎左衛門』に依る）。すでに耐火試験は京都陶磁器試験所で行われ、一七〇〇度という高熱に耐えるということである（同上）。

私は先^さきに、太郎左衛門の技術家的資質を考えてみたのであるが、あの一編の詩にあらわれているような感覚は、彼が操銃の号令において、銃をジューと発音することを避けて、ツ、ツという歯切れのよい音をえらんだことや、剣をツルギ、トウ、カタナなどとするをしない、ケンという鋭い音をとったことなどにも、蔽^{おほ}い難^{がた}くあらわれていると思われる。

今日の操銃上の号令は太郎左衛門にはじまるものが多いということは諸書に見えている。私
 は未見であるが、『銃創瑣言』という書は彼によってできた翻訳書であるということである。

四

反射炉構築の企てのことについては、次の上申書がその模様をよく示しているように思わ
 れる（『行状書』）。

「於西洋銃筒鑄筒仕候節反射炉ト申製造所□補理熔解仕候ニ付鉄質柔軟ニテ強葉ニモ堪
 格外入費モ無_レ数由旁反射炉取建方は迄丹精仕三分一位仕立候得共定メテ寸法ニ無之故力
 存込通ニモ難出来左候定メノ寸方ニ取建候得ハ余程ノ入用相懸小身モノ差_当難_レ及自力
 且可然土木モ無之彼是ノ差支ヲ以テ無余儀差_処置候義ノ_処松平肥前守国元ニテ失費ヲ厭
 ハス数度仕損漸可成ニ出来候様反射炉取建候由承知仕候。然ル_処下田御備向御下知相濟
 大砲鑄造ニ付テハ右製作所取建銃筒ニ相成候得ハ多分ノ御入用相減左候得ハ右之趣申上
 御筒数増方仕今一段御手堅仕度心底元ヨリ道中御入用等不相願余私心得ヲ以テ元メ手代
 八田兵助ト申モノ当五月二十五日葦山邸出立肥前守国元迄差遣シ未歸着不仕候得共同人
 方ニテハ兎モ角モ全反射炉取建候間手馴居候職人御呼寄暫ク間私方へ御引渡御座候様仕

度然ル上二下田辺ニ製造所取建今般被仰付候内海御警衛御台場御据付ノ大筒ノ内テモ可
成丈銃筒取交鑄立候得ハ格別御入用相減可然奉存候依之此段申上候
以上

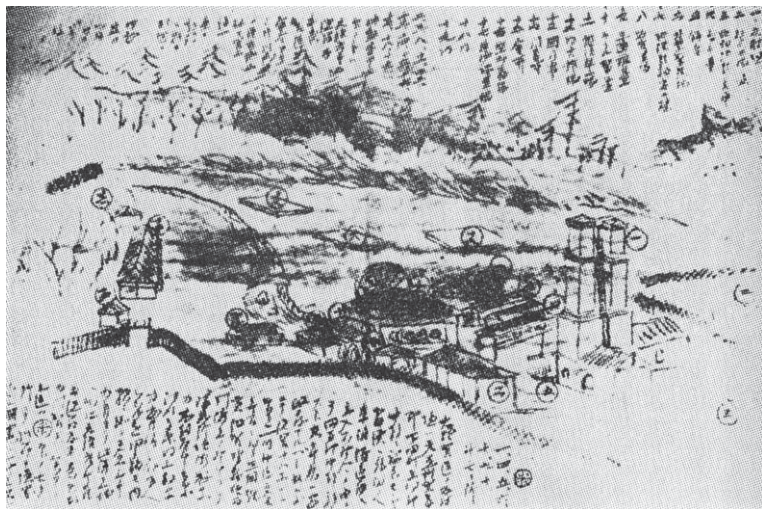
丑七月

江川太郎左衛門

反射炉建設のために彼が心を砕いていたことが、ここによく表現されていると思われる。八田兵助の復命はかなり細密なものであつたらしい。太郎左衛門はこれに自信を得て、直ちに築造に着手したのであった。嘉永六年(一八五三)に自分の支配地内である下田在の本郷字中村というところに、反射炉を築いた。しかし、此処は下田に近いたため外国人の徘徊するのを慮(おもんばか)り取り壊し、葦山(にらやま)のお鳴滝に築造したのであった。反射炉の起工が嘉永六年(一八五三)といひ安政元年(一八五四)といわれているのは、このような事情によるものと思われる。安政元年(一八五四)四月二十一日(西暦一八五四年五月二六日)起工という記述を屢々見るが、これは葦山(にらやま)のものを指すのであろう。技術家としての太郎左衛門を考えるのには、ロシアの難破船ディアナの艦長プーチャチンが戸田で「スクーター型一隻を造って帰国の計画をした」とき、幕府は太郎左衛門にその監督を申しつけたのであった。この監督の最後の処分が、先きに述べたように太郎左衛門が大患に罹ったことに連繫するものと考えられる。

プーチャチンは、船を建造して帰国するとき、製図をすべて置いて帰ったといわれている。この製図でもあるが、太郎左衛門の監督を受けた船大工はかなり多かつたらしい。このため、

谷文晁について、書を市川采庵について習ったといわれている。前述の如く、彼は安政二



葦山反射炉の図

戸田は日本の近代造船術の上に深い関係をもっている。諸藩でこの戸田で養成された造船の技術者を招聘したものが少なくなかった。横須賀造船所当初の工長上田寅吉、最初の造船所を建てた緒明菊三郎、大阪難波島に造船所を開いた佐山芳太郎というような人々は、戸田の造船技術を出発点としたものであるということである（桂涯生『江川太郎左衛門』に依る）。

太郎左衛門の銃砲の改良について述べたいものがあるが、もはや省略せざるを得ない。最後に、彼の両親と生地について記して置きたい。彼の諱は英龍といい、号を坦庵といった。幼年のときは芳太郎といい、少し後には邦次郎と改めていた。彼の父は英毅といい、太郎左衛門の年少のときの読書は英毅によって訓練された。太郎左衛門は画を

年(一八五五)の正月十六日(一八五五年三月五日)に逝去せいきよしたのである。明治三十九年(一九〇六)に従四位を贈ら
れている。明治四十二年(一九〇九)には遺物反射炉は陸軍省の所轄になった。

彼の晩年の活動が如何いかに、技術の上で、知識の上で、精神の上で、総じて人材必要の上で、
圧縮されたものであったか、それを考えると、彼の五五年の生涯の短かったことを、心から
歎いたものは、幕府当路のもののみではなかったであろう。

- 本巻には『技術家評伝』（『科学主義工業社、一九四〇年八月一五日）所収のものを収録した。
- 「技術家評伝」（『三枝博音著作集 第九巻』、中央公論社、一九七二年十一月二十日）所収。
- 漢字は一部を除いて新字にあらためた
- 本文中空白の部分はその字数分だけ□で埋めた。
- 振り仮名は底本のままに付した。
- 理解を助けたために、振り仮名をつけた。
- 年号表記については、（ ）内に西暦を記した。
- PDF化にはL^AT_EX_{2 ϵ} でタイプセッティングを行い、dvi_{ps}dfmxを使用した。

科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/science/sciencel1b.html>