



## 第1回

# 限りなく続く国力の衰退

### 国力の衰退

高坂正堯が40年前に執筆した『文明が衰亡するとき』<sup>(1)</sup>に「ヴェネツィアは、かつて地中海を支配する大強国であったが、最後はナポレオンの脅迫の前にあっさり屈して18世紀末に国が消滅した。16世紀以降、階級が固定し、貴族階級が国を支配するようになるが、その貴族が結婚しなくなり、17世紀には6割が独身となった。理由は国家発展の基礎であった貿易を、リスクが高いと敬遠し、本土に土地を買って資産運用で生活するようになった。家に人が増えれば分け前が減るから子供を産まなくなる。結局、国力の重要な要素である人口が減って衰退してしまった。それと、技術革新の遅れである。優れた造船技術を開発して、海洋大国になったが、15世紀にポルトガルやオランダの新しい帆船技術の開発が進む中、ヴェネツィアは造船の予算をほとんど増やさなかった」とある。

またマレーシアのマハティール前首相<sup>(2)</sup>は20年前に「一国の人口が減少し、高齢化することは、その国が衰退へと向かっていることを意味する。高齢者は家でテレビを見ていれば快適という場合が多く、高級レストランに行くことも少なければ、車を買って替えたり、スーツやゴルフクラブを買ったりすることもない。高齢者は必要なものがすでに揃っているから消費が極端に減るのだ。最終的にイノベーション力と特許件数を決めるのは高齢者ではなく若者だ。日本以外の先進国は、米国：320百万人(2013年)⇒462百万人(2100年)、フランス：64百万人⇒79百万人、イギリス：63百万人⇒77百万人、と予想されている。日本は今、世界でなんの変哲もない平凡な国へと向かっている。もし私が日本の若者なら、他の国への移民を考える」と警鐘を鳴らしている。

### 人口減少と日本

第一次ベビーブームの1949年の出生数は269万人で、合計特殊出生率は4.32と過去最高であった。ところが2020年末の国内出生数は84.7万人で、出生率は1.34と大幅な減少である。

図1に示すように、日本の人口は奈良・鎌倉・室町時代

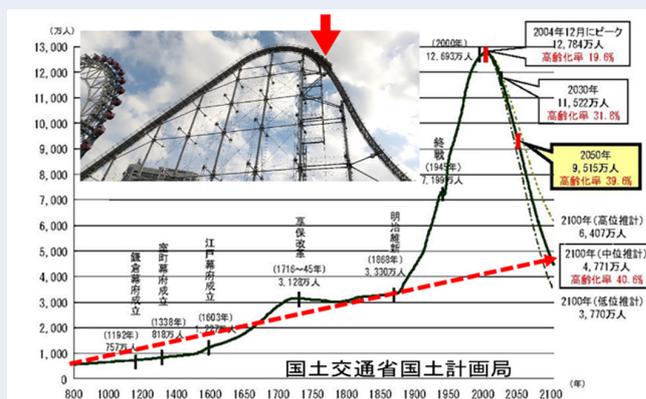


図1 100年単位で見た日本の人口推移

は7百～1千万程度で推移してきた。江戸時代前半に3千万(約3倍増)と明治維新後(約4倍増)の2度にわたり、人口爆発が起き、2004年に1億2千784万人でピークを示した。このまま移民政策などを採用しなければ、2100年には5千万人に舞い戻るのほぼ確実である。ジェットコースターに例えれば、その高見を通過中で、急降下する直前である。2050年まで1億の人口を保つとすると、計算上は累計で1714万人(年間平均34万人)、生産年齢人口(15～64歳)を維持するシナリオでは累計3233万人(年間平均65万人)もの移民が必要となる<sup>(3)</sup>。どうみても海外からの大量移民は実現可能な施策ではない。ものづくり産業の将来を考える上で、人口減少問題は決定的に深刻である。人口が半減することは単純に言えば、農業・金融も含め、ものづくり産業は半分以下でよいことになる。

### 上昇しない日本の賃金と物価

戦後の1950年に、日本は世界のGDPの僅か3%に過ぎなかったが、1988年に16%(中国は2%)のシェアを占めるまでに発展した。しかし、その20年後の2018年には、わずか6%(中国は16%)にシュリンクしてしまった。それとともに、日本の債務は対GDP比で2.4倍に増え、世界のワースト1位である。これが、通奏低音のように重く日本人の心に鳴り響き、企業の前向きな投資・賃上げ、および国民の消費行動にブレーキをかけている。日本の劣化を端的に

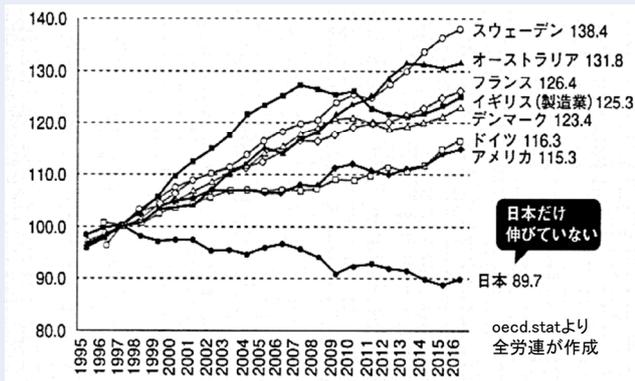


図2 民間企業の時間当たり賃金伸び率の世界比較

示すのが世界各国との時間当たりの賃金である(図2)<sup>(4)</sup>。20年間、賃金も全く変わっていないどころか、低下傾向を示しており、実感とよくマッチングしている。20年前、筆者が大学教授のときの年収は、ほぼ当時の米国の教授と同じ水準にあった。ところが、日本では今もほぼ同額だが、米国の教授はすでに倍の給与に上昇している。

日本では賃金が上昇しないため、物価も上昇していない。そのため物価も世界と同じ水準と錯覚しがちである。日本では「億ション」という言葉があり、「1億円を超えるマンションは富裕層が購入する」とのイメージが強い。確かに諸外国も同じように、100万ドルのマンションは高嶺の花という時代はあった。しかし、現在の先進諸国においては、1億円のマンションは一定以上の仕事についている中産階級が、普通に購入する物件である。

### 内向きになった日本の企業

日本企業は内部留保がほぼ180兆円で推移してきたが、2008年のリーマンショック後は、守りに入った企業は社員の賃上げや設備投資などを抑え、現在では250兆円に跳ね上がった。新設備導入がなければ、技術者の主たる業務は「改良改善業務による古くなった工場の維持」となる。若い時期には現場で汗水垂らして働き、直接技術開発に関わる働き方が常識である。最近、大企業の技術開発が下請け(関係会社)に丸投げされる場合があるという。すなわち技術開発の外注化である。若い技術者が関係会社の技術の管理、すなわち書類業務にと変化しはじめている。成長に重要な時期に技術そのものに触れる機会を奪われ、その結果エンジニアとしての一生を台無しにしてしまう。

最近、学生時代から自分なりの考えや、思いを抱いていた優秀な若者が、大企業を見限りつつある。退職せざるを得なかった彼らは、自分なりの「思い」があり、主張があり、改革の意欲がある人物である。多くの大企業では、優秀な若者の思いを受け入れる余裕や度量がないため、「もうやっ

てられない」となる。A君は、X社において、極めて優秀で3年間米国の大学に留学した。帰国後、満を持してさまざまな提案をしたところ、「君だけ特別扱いできない」として、取り合ってもらえず、外資系のコンサルタント会社に転職してしまった。B君はY社3年目にして社長賞をもらうほどの有能なエンジニアで、あるとき海外での事業展開を提案し、自分がそこで活躍したいと願い出ると、「他の同期との足並みが乱れる」と反対され、もう我慢の限界に来たと会社を辞し、今は海外で活躍している。C君はZ社3年目、いろいろな技術に携わった後、自分の所属する旧態依然の組織改革を提案したところ、「入社3年目でそのような提案はまだ早い」と言われ、これでは何を提案してもダメと悟り、ベンチャーに転職した。そのベンチャーの社長(米国有力工科大学出身で日本語堪能なアメリカ人)から、入社に際して5時間にわたり個人面談された。「人材こそが企業のいのち」と熟知している。この事例のように「何を言っても動かない会社」が優秀な若者が敬遠するようになった。

今日本は、穏やかで普通になりたい一般の若者と、大過なく事を選びたいとする大企業の双方にとって、「思い」を主張することは「やっかいなこと、面倒なこと」として避けられ、その風潮が蔓延して指示待ち人間を増やす結果にもなっている。連載第2回では、ものづくりの衰退の現状について論じてみたい。

### 将来予測のため過去の歴史を振り返る

1990年以降、筆者が企業から大学に転じたところから「今までと違う!何かおかしい?」との漠然とした不安が生じ、「世界の片隅の、このちっぽけな日本がなぜ、どのようにして世界ダントツのものづくり大国になったのか?」その後、「どうして世界の進歩から取り残されるようになったのか?」、さらに「今後、どうなるのか?」との問題意識が筆者の頭の片隅にあった。「1年後を予測するには、10年遡れ、10年後を予測するには100年の歴史を振り返れ」との諺にあるように、退職後の時間を利用して、産業を急速に立ち上げた幕末から明治、そして戦後の高度成長期、絞って筆者なりの視点で振り返り、今後の方策を探ることにしたい<sup>(6)</sup>。

#### 参考文献

- (1) 高坂正堯, 文明が衰亡するとき(2012), 新潮選書。
- (2) マハティール・ビン・モハマド, 立ち上がり日本人(2003), 新潮新書。
- (3) 小黒一正, Business Journal, 2020年1月15日。
- (4) 加谷珪一, 貧乏国ニッポン(2020), 幻冬舎新書。
- (5) リンダ・グラットンほか, LIFE SHIFT100年時代の人生戦略(2016), 東洋経済新報社。
- (6) 浅川基男, 日本のものづくりはもう勝てないのか(2021), 幻冬舎。

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門:機械工学、塑性加工、機械材料



## 第2回

# 日本のものづくりの衰退

### ものづくりの定義

「ものづくり」を文献<sup>(1)</sup>にしたがって、「設計の流れによって、顧客満足・企業利益・雇用確保を実現するための企業・産業・現場活動」と定義する。業態は大企業・中小零細企業のすべてを含む。例えば、自動車・電気電子機器・機械工業・鉄鋼を含む素材産業、などである。ただし、ここでは有形のものづくりを対象とし、無形のサービス業は除くこととした。ものづくりは国の支援、研究開発意欲、技術者教育と一心同体である。

### コピー商品から世界一のものづくり大国へ

筆者が大学生の1960年の初頭、最も高額なアルバイトは小さな会社での製図作業であった。その会社は米国から1台だけ医療機器を購入して、これを分解後、各 부품の寸法を測定させ、これを図面化して、コピー機械を作って販売していた。品質は二の次で「安かろう、悪かろう」の商品であった。

1960年代後半の高度成長期に、筆者は鉄鋼会社の研究所に入った。新しい工場に最新の設備を導入し、世界一の鉄鋼業を目指して研究開発した新技術を実用化するため、研究所と工場を何度も往復した。生産技術と高付加価値化の粋を行く『大河内賞』は技術者のインセンティブを大いに高めた。残業は100時間を超え、給料も毎年2～3割上昇、誰もが自家用車や住宅を借金して購入した。住宅金融公庫の利息が5.5%の時代である。正月の新聞記事の特集には、前途洋々たる科学技術立国日本の将来像が描かれていた。まさに、今躍進中の中国と同じ状況である。1970年代のオイルショックや1980年代バブル経済に日本は振り回されたが、1975年には世界の鉄船の55%を日本で造り、1980年には鉄鋼生産で世界一となり、1986年には自動車製造でも世界一になった。1980年代の末には世界の半導体の半分は日本が生産するほどになった。しかし、1990年頃に高度成長はピークを迎え、欧米の豊かさに迫り着く前に、日本の勢いにブレーキがかかり始め、現在に至っている。

### 周回遅れ以上の日本の情報化

1990年代から、世界は工業化社会から情報化社会に転換し始めた。1976年創業のアップルは、時価総額が現時点でトヨタの8倍に達している。日本の低迷の大きな原因が情報化社会への遅れにある。今回の新型コロナウイルス禍で、政府や公共機関が30年前と同じように、いまだに紙と電話・FAXや人力による事務対応に追われている状態が露呈され、多くの国民が啞然とし、落胆した。残念ではあるが、本件は今回の主題と異なるので、さらなる議論は別の機会とさせていただきます。

### 勢いを失う日本の研究開発動向

ものづくりの支えとなる研究開発分野を俯瞰してみよう。

図1に示すように主要国の研究開発費を比較すると、米国が増え続け、中国が米国に迫る勢いである。一方、日本はほとんど変わらず現在では両国の1/3程度である。研究開発費の政府負担割合はOECD主要国が20～35%を占めているにもかかわらず、科学技術立国を標榜している日本は15%程度と最下位となっている。

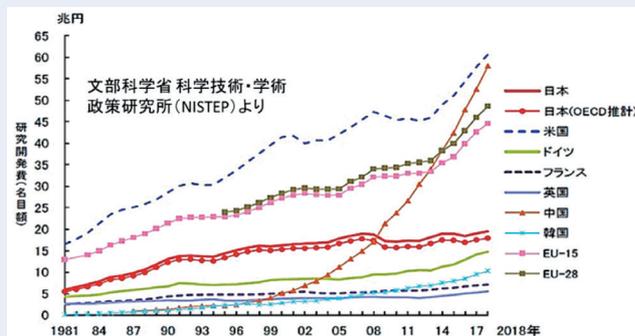


図1 民間を含む研究開発費の比較

科学技術の国際競争力を把握する指標の“質の高い論文(TOP10%論文)”の数は、2004年までは米国に次いで日本が2位であったが、2005年以降に中国に抜かれ、他の主要先進国が増加傾向を示す中で、日本だけが減少し順位を下げている。特許出願数では中国の躍進が顕著で、米国さえ抜き去っている。国際会議で驚くのは鉄鋼・自動

車・電気電子機器の米国の企業幹部や大学教授は、留学後米国に留まった中国および韓国・インド人でほとんど占められるようになったことである。逆説的だが、その人材が米国のものづくり産業を下支えする源泉にもなっている。

国立大学法人化を機に、文部科学省の運営費交付金は2004年から毎年約1%ずつ削減され、1.2兆円から2020年度は1兆円と減少の一途をたどっている。大学運営の基本である教育経費は削減できず、結果的に予算削減のしわ寄せは研究費の縮小に向かう。この法人化と同時並行で進められたのが、「研究予算の選択と集中」との美名で呼ばれた競争的資金の科研費（科学研究費補助金）であった。文科省の予算決定権は財務省にある。その財務省には、理工系の学術を理解し、ものづくりの本質を把握できる人材がいるのであろうか？前・国立大学協会会長の山極京大総長が「重点配分主義は流行を追いすぎている」と批判すると、「国立大学の運営費一律削減は信念をもってやっている」と、科学技術行政を司る財務省幹部が反論している。

大学の評価を、注目研究重点主義で決める弊害は極めて大きい。若い研究者は科研費を得るため、短期的に成果の出やすい研究に走りがちである。研究費配分は個々の大学に任せ、大学ごとに特色ある研究・教育に戻すべきである。多くのノーベル賞受賞者がこの点を強く指摘している。誤解を招く表現だが、「下手な鉄砲、数打ちゃ当たる」が、長期的に見れば、優れた研究結果が得られる方法であると筆者は考えている。

さらに、研究のみならず実用化力も心もとない。評価額が10億ドル以上のベンチャー企業である“ユニコーン”は、米国と中国が100社を超えているが、日本はわずかに数社に過ぎない。ユニコーンを増やすためには、大学でのインキュベーションが大切である。他人の目を気にして、失敗を恐れ躊躇する今の若者に、先輩の経験談や指導により、彼らの意欲を育むことが我々に課せられた責務である。

### 驚くべき中国のものづくり伝統

現在、ものづくり技術のトップは日本とドイツが肩を並べている。しかし、今後注目すべきは中国の存在である。中国は2～3千年前から、豊かな工芸品を造っている。兵馬俑の博物館にその一端を見ることができる。図2に示すように唐草模様の透かし彫りを基調とした青銅の酒壺がある。これは現在ジェットエンジンのタービンブレードを鋳造する最先端のロストワックス（原型に蠟などを用い、その周りを砂で固めた後、蠟を溶かし抜いた空間に金属の湯を流す鋳造方法）に通じる。御者と馬車の模型では、その手綱が引抜き加工された1mm径ほどの金糸・銀糸の細線で撚られ、その端部は溶接で結ばれ、現在の最先端の精密部品の伸線加工技術に通じる。傘は薄い青銅铸件で作られている。また、青銅製の長剣がクロムメッキで覆われ2千年間、耐腐

食性を保持しているとされている。クロムメッキの技術は20世紀にドイツで実用化されるまで無かったはずだが、中国のものづくり技術は、決して侮れない。たまたま中国の材料とものづくり伝統が、清時代末期および閉鎖的な共産主義時代に、眠りに入ってしまっただけと考えられる。

直近の技能五輪国際大会は、中国の獲得した金メダル数は15個と、2位のスイス（11個）、3位の韓国（8個）を引き離し、1962年以降で初めて首位に立っている。日本は、かつてダントツ金メダル獲得国であったが、現在は技能五輪ですら、マスコミの話題にも上らなくなってしまった。

日本は1千年にわたり、高度な材料とものづくり技術が絶えることなく伝承されてきた。「たたら製鉄」や「日本刀」のような日本独自のものづくりを基盤に、幕末から明治維新の極めて短期間に、西洋文明を移入・昇華した。言い換えれば、先人がものづくりを伝承して来なかったら、清時代以降と同じように、国力が衰退したであろう。

第3回ではものづくりを支える教育力について述べたい。



図2 中国古代の工芸

参考文献

(1) 藤本隆宏, 日本のもの造り哲学(2004.6), 日本経済新聞社.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門:機械工学、塑性加工、機械材料



### 第3回

## 教育力の衰退

### 大学進学率および理工系への進学の数さ

あまり知られていないが、日本の大学進学率は OECD 先進国平均 60% よりも低い 50% 前後であり、最低部類に属する。また、先進国の大学進学者のうち理工系は 4 割、韓国・ドイツでは 6 割を超えているが、日本ではわずか 2 割強である。日本の 8 割に当たる文系進学者の多くが、理数系の訓練を受けていない<sup>(1)</sup>。周知の通り欧州や中国では理系出身者が国の政治・経済を動かしている。日本の行政も、理工系のエンジニアや現場のものづくりを熟知した官僚がハンドリングしておれば、毎年「先端技術」の言葉だけを追い求め予算化する慣行も少なくなるだろう。文理に関係なく複素関数や行列、微積分、統計学、Excel 活用による実計算法などは、社会に出てから定量的な思考に不可欠であり、小中高の時から数理的基礎を叩き込む必要がある。そうすれば、マスコミや政府から発信される（または秘匿される）科学技術情報を自分で分析し資料を集め直し、自分で考えることができるはずである。

### 専門教育の劣化と教養教育の欠如

海外企業の採用は募集する職務・機能別であり、法学部を卒業したのに経理部門に、化学を履修したのに機械系部門に配属されるようなことはまずない。「すぐに役に立つ教育はすぐに役に立たなくなる」との諺通り、職業教育の基礎となる学問をそれぞれの分野に応じて「必修科目」として教育すべきであろう。予備知識のない高校生は、話題性があり視覚に訴えるロボット・自動車・航空宇宙などの学科や科目に人気集中しやすいが、その背景にある科学的・数学的思考の訓練に役立つ基礎科目にまで関心が及んでいない。例えば機械系学科ではその基盤となる物理・数学および材料力学・熱力学・流体力学を必修としてじっくり教え込むことが必須であり常識である。今のカリキュラム制度では「選択科目」とは学生にとっての楽勝科目の選択を意味している。

さらに、専門理工系科目以外に、教養の研鑽を積むことが世界の常識だが、教養学部を有する大学を除くと、

1990 年代以降は教養科目も学生にとっての楽勝科目の一部になり下がっている。かつての専門教員による教養としての法学・政治・経済・哲学・歴史・文学・芸術などは、夢のまた夢となっている。

日本を代表するピアニストの園田孝弘は「ウィーンフィルの演奏者と競演後の打ち上げではいろいろな音楽談義に花が咲く。問題はその後だ。“ニーチェ的な意味で、フィヒテ的な自我で”と演奏を分析されたらもうお手上げだ。それでも音楽の話をしているうちはまだいい。話題は文学や美術、演劇など文化全般に移って行く。そこに加われず、酒だけなめてぼんやりしている僕は非常な劣等感に襲われた」と述懐している。「日本人から国籍と会社を除いたら、何も残らない」と揶揄される状態から早く脱しなければならぬ。

### 敬遠される博士号取得

図 1 は各国の人口 100 万人当たりの博士号取得者数を比較している。日本では博士号取得者は増えないどころか、減少し始めている。日本企業では、博士は「視野が狭い」「柔軟性がない」などのイメージが先行し、これまで博士号取得者の採用に消極的で、全取得者の約 1 割強の採用に過ぎない。米国では博士号を持つ研究者の 4 割は企業に所属する。また海外では博士号を取得してない研究者・技術者は一人前に扱ってもらえない。

ここで、米国の博士課程 (PhD プログラム) を紹介しよう。基本学費および生活費・医療保険 (年間 400 万円前後) の

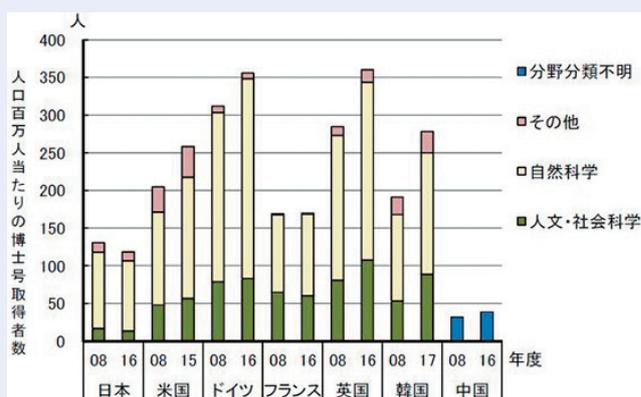


図 1 人口 100 万人当たりの博士号取得者数<sup>(2)</sup>

サポートは当然であり、経済的な理由で進学を諦める必要は全くない。逆にこれがないと大学側は学生を採ることは諦めなければならない。優秀な学生を確保するため、大学間で熾烈な競争になっている。世界のトップ大学がここまでして世界中から才能を奪い合っているときに、日本は驚くほどの無関心、冷たさである。仮に運よく日本学術振興会(学振)の博士課程特別研究員に選ばれたとしても、アルバイトは禁止、支給される年間240万円の中から学費・家賃・電気代・通信費・本やコンピューターなどの経費を出す必要がある。しかも、博士課程の前半にあたる修士課程(博士前期課程と称している)にはこのようなサポートシステムはない。日本は博士課程の人材育成を拒否していると思えない。米国の大学は博士課程に限らず学生に高度な学力をつけようとする対応が丁寧である。筆者の後輩で、企業からマサチューセッツ工科大学(MIT)に留学後、MITの教授になったA氏は「早大とMITから寄付の要請が来ますが、どちらの大学に世話になったかと思返してみると、まずはMITに寄付したい」と語っていた。米国の大学は寄付の収入が多いと言われているのも、このような大学の面倒見の良さが背景にある。

日本の博士課程では、研究者の育成に最大の関心を注いでいる点は評価されるが、残念ながら実務遂行能力の研鑽には関心が薄い。研究のみならず仕事のエキスパート・エリートを育成するように、知識を増やし議論する力や書く力などの素養が、徹底的に鍛えられるにすれば、プロジェクトリーダーとしての資質にも注力できるはずだ。また、筆者が参加した海外での会議では、ある若者が必死にパソコンを叩き、会議が終わると同時にその会議の議事録を配布していた。彼は博士課程の学生で、エンジニアリングの教育の一環で会議に出席しているとのことであった。大学が実務的な教育にも配慮しているとの印象を強くした。博士号(PhD)取得者を好んで採用するグーグルは、博士課程を重視する理由として、「アカデミックな世界で好成績を残した人間は、高い学習能力と分析能力と地頭の良さが備わっている」と評価している。

### 人材に投資しない日本の企業

さらに、図2に示すように、世界の動向と比較して、日本は経済規模に比してびっくりするほど人材投資をしていない。2000年代までは、GDP比0.42、2010年代まではさらに悪化し、0.23に下落して、主要国の1/7~1/8に過ぎない。多くの経営者は日本の学校教育には期待していないと言いながら、経営者も人材開発に投下していない。最大のものづくりの革新に必要なリソースである人に投資せず、日本の未来はどうなるのだろうか。これを逆に見れば、人材育成には大きな伸び代がある、と前向きに考えられる。

本年から政府がイノベーション(技術革新)向上の目玉に据えた10兆円規模の大学ファンドは世界トップレベルの研

究力を目指す大学に国が運用益を配分するという壮大な計画である。「科学技術立国」への道が開けるか否か、政府の戦略が今問われている。現在20歳代の若者は、100歳まで寿命が延びると予測されている。もし60歳で放り出されたら悲惨な40年を迎えることになる。そのためにも伊勢の式年遷宮のように、20年ごとに自分の専門を構築しなおす方策が必須である。その受け皿として、大学のリカレント教育とそのファンドが極めて大切になる。不況期の雨宿り先として、さらなる自分のキャリアアップのために、起業に失敗しても借金を背負うことなく、いつでも大学に戻ることができれば、わずかな成功の可能性にかけることができるのである。

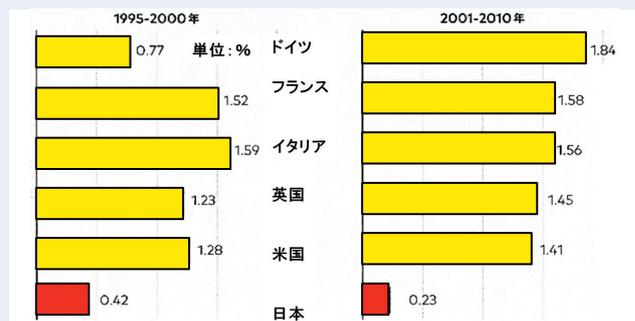


図2 GDPに占める人材投資比率の国際比較<sup>(3)</sup>

### 忌み嫌われてきたエリート教育

旧制高等学校は旧制帝国大学とほぼ定員が同数に定められていたので、ほとんど試験なしで希望の大学に入学できた。陸軍士官学校・海軍兵学校と合わせて、基本的に青春時代を全寮制で送り、エリート層の揺籃の場とされ、当時の日本社会を根底から支える役割を果たしてきた。

戦後の民主主義教育のもと、行き過ぎたエリート意識などの負の面が批判され、エリート教育そのものが忌み嫌われてきた。これが一般の教育にも波及し、現時点でも機会の平等だけでなく、結果の平等まで求められるようになった。英国のチャーチル首相は、「Noblesse oblige: すなわち自分の利益と関係なく、特別の任務を受諾し実践する階級がない国は亡びる」とも指摘している。これは日本のかつての藩校で育成された武士道に通じるものがあり、幕末に日本を訪問した外国人が武士と接した際、日本への尊崇の念を深くした要因も、この点にあった。日本の国力の低下・人口減少の危機的状況を迎える今こそ、国難を受け止め解決策を提示し実践する人材が必要である。

第4回では幕末に理工系人材の育成、富国強兵に力を注いだ佐賀藩主・鍋島直正を論じることにしたい。

#### 参考文献

- (1) 安宅和人, シン・ニホン(2020.2), News Picks.
- (2) 科学技術指標 2017・html版, 科学技術・学術政策研究所(NISTEP)(参照日 2022年1月31日)  
[https://www.nistep.go.jp/sti\\_indicator/2017/RM261\\_35.html](https://www.nistep.go.jp/sti_indicator/2017/RM261_35.html)
- (3) 「雇用関係によらない働き方」に関する研究会報告書, 経産省, 平成29年3月.  
<https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/pdf/20170330001-2.pdf>

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料



## 第4回

# 鍋島直正の思い

### なぜ鍋島直正なのか

幕府の崩壊と明治維新、および太平洋戦争の敗戦は日本の運命を大きく変えた。今回の「日本の埋没」もこれらに匹敵する大きな変化と筆者は捉えている。したがって、これらの時代を生き抜いた偉人の生きざまが、今後の日本人の生き方に大変参考になる。

江戸時代後期は、成長はしないが国内は安定し、民はそこそこ暮らして行けた。その安眠を打ち砕いたのが、ペリー



図1 鍋島直正

の来航であった。これに、敏感に反応したのが長崎の出島の管理を委託されていた佐賀藩主・鍋島直正(図1)である。彼は、隣国のアヘン戦争で日本の防衛力不足に敏感に反応し、明治維新後に続く技術革新や富国強兵の先陣を切り、“個”を確立していたエンジニア藩主であった。

### 日本の防衛に敏感に行動した佐賀藩主

直正は文化十一(1815)年に生まれた<sup>(1)~(3)</sup>。嘉永五(1852)年、「精煉方」を藩内に発足させた。これは大砲や蒸気船を作るための要素技術を研究開発する現代版の理化学研究所である。周辺技術である化学薬品・カメラ・電信機なども手掛けた。長崎の出島を監督する役割にあった直正は、たびたび若い藩士を伴って外国船の船内を隈なく見学させ、エンジニアリング藩士としての専門性を高めさせた。小銃の取り扱い方、薬品室・酒庫・貯水庫・飼育室(食用の動物)・医師などの各部屋、船の操縦方法や大砲発射の操練などである。また藩士を積極的に江戸や長崎へ遊学させ、さらには海外にも留学させた。万延元(1860)年の遣米使節派遣では、各藩最多の7名、文久元~二(1861~1862)年の遣欧使節にも3名を派遣させている。

34歳の宣教師フルベッキ(図2)を藩校致遠館に招聘した。彼は1830年にオランダで生まれ、工科大学で機械工

学を学び、22歳で米国のウィスコンシン州の鋳物工場に移り、その後エンジニアとして橋や機械類の設計などの実務を体得した。ここで大隈重信(矢印:当時27歳)・副島種臣(39歳)・江藤新平(33歳)・大木喬任(35歳)らが学んだ。フルベッキは明治の新政府になってからも、直前まで欧米の視察と若手の留学について大隈重信と相談し、知恵を与えていた。この助言に基づき、明治四(1871)年に欧米視察のために派遣した岩倉使節団<sup>(5)</sup>は、留学生58名を含め107名に及んでいる。



図2 フルベッキと門下生<sup>(4)</sup>

長崎伝習所の37名を擁する外人教師の首席教官がその後オランダの海軍大臣や外相にもなったカッテンデイクである<sup>(6)</sup>。教師らは蘭学(蘭方医学)のみならず航海術、例えば海軍軍事技術、汽罐・化学・医学・測量などを教授した。航海術に必須な数学も加減乗除・比例・分数・開平(平方根・立方根)・級数・対数・幾何・三角法などを、アラビア数字を使って教育した。日本人にとって、和算から初のmathematicsの体験である。明治期に多くの有為な人材を生み出したのは、この伝習所が設置されたからと言っても過言ではない。併設された飽浦修船工場、長崎製鉄所はその後の三菱長崎造船所の前身となった。江戸城が新政府に明け渡された後、江戸の軍艦操練所は海軍兵学寮となり、後の海軍兵学校に発展し日本海軍の母胎となった。築地時代に明治天皇が皇居から学寮まで行幸した道が現在の銀座「みゆき通り」である。明治二十一(1888)年に海軍兵学校は広島県の安芸郡江田島町(現在の江田市)に

移転した。その跡地が築地市場である。図3(左)は安政四(1857)年、徳川幕府がオランダから購入した豎削盤である。この工作機械は日本最古で、その後移動はあったもの、通算約100年間稼動した。1997年、我が国造船工業の発展に尽くしたとして、重要文化財に指定された。



図3 最古の工作機械(左)と大砲鑄造の反射炉(右)

### 反射炉の独自開発と大砲製造への熱意

嘉永三(1850)年佐賀城近くの職人町裏手の築地(現・日新小学校敷地)に大砲鑄造の反射炉と大砲を製造するプロジェクトチームを発足させた。幕府は佐賀藩の実力を認め、鉄製大砲を佐賀藩に特注した。そこで佐賀藩では、築地反射炉の北側に当たる多布施に幕府専用の新たな反射炉を建設した。図3(右)は昭和の初めに描かれた多布施の場景図である。反射炉の炉体は1500°C程度の高温に曝されるため、耐火煉瓦の材料とその製造法が最も重要であった。佐賀藩には伊万里焼など焼物の技術と焼物師がおり、珪藻土を用いて耐火レンガにより反射炉を独自に構築した。また瓦職人や左官の匠の技術が用いられたであろう。反射炉は薩摩や静岡県伊豆の垂山反射炉が有名であるが、このような経緯から最初に実用化したのは自力で技術開発した佐賀藩であった<sup>(7)</sup>。

五度目の試作でやっと鉄が溶け、大砲の鑄込みが可能となった。さらなる難題は鑄込みでは外側の鑄型と中子の鑄型の間を溶鉄を流し込む際に気泡が入りやすい。そのため中空鑄込み大砲の試射中に、そこを起点として砲身が炸裂し、怪我人が続出してしまった。エンジニア藩士らは「もはや続行は不可能、切腹して責任を取りたい」と願い出たが、直正は言葉を尽くして技術開発の続行を論じた。蘭学書「鉄煩鑄鑑図」を参考に中空鑄造から中実の大砲型を鑄立て砲身を繰り抜く方法に転換した。穴あけ用の刃物は刀鍛冶の技術で作ることはできたが、回転内削させる動力は水車を利用した。

### 蒸気車雛形から大型蒸気機関の実用化

嘉永六(1853)年、ペリーに遅れること1カ月半後に、エフィム・プチャーチン率いる旗艦が入港した機会に、直正は精煉方のエンジニアらにつぶさに船内を見学させた。彼ら

が士官室に入った途端、目が釘付けになった。ロシア士官が蒸気車雛形に熱湯を入れ、アルコール器に火を点ずるとボイラーから沸騰音が鳴り響き煙筒から湯気が発生し、たちまち車輪が動き出し円状のレール上を軽快に走り回るではないか!精煉所のリーダーであり三重津海軍所を設立した直正の懐刀だった佐野常民は久留米藩出身の機械発明家・田中久重儀右衛門らを佐賀藩にヘッドハンティングした。久重は嘉永四(1851)年、ほとんど手作の1000点を超える部品で、万年自鳴鐘と称される機械式の和時計を発明した。明治になり70歳代で久留米から上京し、銀座煉瓦街に電信機生産の田中工場を誕生させた。これが後の東芝の発祥となった。図4(左)に示すように蒸気車雛形は鋼と真鍮で作られ、2気筒のシリンダーを持ち、ギアチェンジ機構も備えていた。雛形は単純構造のため蒸気圧力が弱かったので、久重らは図中の矢印で示したようにギアなどで減速して回転力を引き出す独自の工夫も加えた。試行錯誤を重ね2年後(1855年)に蒸気車雛形を完成させ、図4(右)に示すように精煉方内で試運転をした。この蒸気車雛形製造を通じて、銅合金の鑄込み技術、板材・棒線材・管材などを延伸する金属素形材製造技術や、板材成形・引抜き・鍛造・せん断・接合などの塑性加工技術および歯車などを切削する機械加工技術を駆使して部品を製造したに違いない。直正の構想はこの技術を大砲や蒸気船に発展させ、日本を支えていった。幕府とフランス、薩長とイギリスが結びついた状況で、外国勢力に内政干渉されたりしないために、朝幕のバランスをとりながら、慎重に挙国一致体制を探っていたのが直正である。その後の上野彰義隊との戦いから五稜郭の戦いまで、最新式の兵器を装備した佐賀藩の貢献は絶大であった。

今回は横須賀造船所を後世に残した幕臣小栗上野介忠順の思いを紹介しよう。



図4 蒸気車雛形(左)と運転風景(右)

参考文献

- (1) 杉谷昭, 鍋島閏娘(1992.3), 中公新書。
- (2) 鍋島報効会編, 生誕200年記念展鍋島直正公(2014), 公益財団法人鍋島報効会。
- (3) 鍋島報効会編, 蒸気軍艦を入手せよ(2015), 公益財団法人鍋島報効会。
- (4) フルベッキ群像写真, Wikipedia(参照日2022年2月24日)  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/フルベッキ群像写真>
- (5) 泉三郎, 誇り高き日本人・岩倉使節団(2008.6), PHP。
- (6) 司馬遼太郎, 明治という国家上・下(1994.1), NHK BOOKS。
- (7) 中江秀雄, 大砲からみた幕末・明治(2016.9), 法政大学出版局。

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門：機械工学、塑性加工、機械材料



## 第5回

# 小栗上野介忠順の思い

### 遣米使節として米国に渡航

小栗上野介忠順<sup>(1)~(6)</sup>は文政十(1827)年、旗本・小栗忠高の子として旗本屋敷である江戸駿河台、現在の明大通りの角(図1)で生まれた。早くからその才を認められ、33歳の万延元(1860)年、大老・井伊直弼の推挙を受けて、幕府遣米使節の実質的なリーダーとして渡米することになった。



図1 小栗上野介忠順の駿河台屋敷跡



図2 遣米使節の正使新見正興(中央)・村垣範正(左)・小栗忠順(右)<sup>(7)</sup>



図3 ワシントン海軍工廠(造船所)での遣米使節一行<sup>(7)</sup>



図4 小栗が海軍工廠から持ち帰ったネジ

遣米使節団は図2中央に示す正使新見豊前守正興・外国奉行、副使村垣淡路守範正・外国奉行(同左)、監察小栗忠順・勘定奉行(同右)ら77名と米国乗組員289名、合計366名で米国船ポーハタン号にて渡航した。西海岸まで随行した咸臨丸には、勝安房(勝麟太郎、37歳)、福沢諭吉(25歳)、通訳の中濱万次郎(33歳)ら日本人94名およびジョン・マーサー・ブルックら米国乗組員11名、合計105名が乗り組んだ。図3にワシントン海軍工廠を見学した遣米使節団の記念写真を示す。この造船所では、鑄造および砲身を蒸気力でくり抜く錐鎮台、蒸気ハンマーによる熱間鍛造が稼働していた。近くには溶鋸炉・反射炉もあった。小栗は日本との製鉄および金属加工技術の差に驚き、これを心に刻む意味で海軍工廠のネジを持ち帰ったとされている(図4)。1860年6月のニューヨークタイムズは「小栗らは財布をはたいて、あらゆる種類の我が国の創意と工夫品を購入していった。市場が開放されれば、これらの物品はそっくり真似され改良されて、我が国に戻ってくるに違いない」と小栗の先見性を評価し、かつ憂いていた。

### 横須賀製鉄所(造船所)建設へ

小栗が米国で得た果実は大きい。この見聞をもとに帰国後の8年間、幕末の日本の構造改革に奔走した。念願の「木の国から鉄の国へ変えたい。そのためには船所(造船所)を持たねばならない。持つからには世界的なレベルのものを」との強い「思い」から幕閣を説得して、造船所建設の大英断を下した。建設の技師長として、フランスのエコール・ポリテクニック(理工科大学)を卒業した当時27歳の技師ヴェルニーが抜擢された。彼は慶応元(1865)年相模国横須賀村の入江に造船所の狙いを定め、本プロジェクトのリーダーとして10年半にわたり造船業と横須賀のインフラ整備に専念した。この造船所が「日本近代工学の源泉」となり、昭和

三十年代にイギリスを抜いた世界一の「造船大国日本」はここから始まった。横須賀駅前にあるヴェルニー記念館にある蒸気力ハンマーの実物を示す(図5)。当時ではベッセマー転炉と並んで最新重要発明が蒸気力のハンマーであった。鋼製鍛造大砲や鉄砲用素材を鍛造するハンマー(6トン、3トン、0.5トン4基)などをオランダから導入した。蒸気力によりハンマーを上昇させ、自重落下で鋼材を熱間鍛造した。この鍛造機はつい最近まで、同所で稼働していた。造船所は船体の製造だけではなく、船に関わるすべての部品を製造する本格的な近代工場であり、その後の日本のマザー工場の役割を果たした。その功績は、例えば横須賀街のインフラ整備、西洋式灯台部品製造、鉱山機械、鉄製橋梁、富岡製糸場の設計と蒸気動力適用、メートル法の普及などが挙げられる。工場のマネジメントを構築し、局や部の創設、指揮命令系統の明確化、就業時間・賃金制度・残業手当・作業服の導入・熟練工の厚遇・洋式簿記なども採用した。その規模は技術官・作業員合わせて1千名を超えた。



図5 0.5トン蒸気ハンマー(左)と3トン蒸気ハンマー(右)

横須賀製鉄所に先立ち横浜製鉄所を開業した。小栗は、佐賀藩が幕府に献納した製鉄所建設に必要な各種器具、艦船修理や船舶用機械などは幕府が担うことにした。JR石川町駅近辺に旧横浜製鉄所跡を示す案内板がある。幕府瓦解後の明治十二(1879)年新政府は平野富二(当時33歳:同図)が創設した石川島平野造船所にこれを移管、平野は機械設備を東京の石川島(幕府が水戸藩に命じ江戸隅田川河口の石川島に造船所を創業、新政府が平野に払い下げる)に移設した。これが現在のIHI(旧石川島播磨重工業)の源流になった。

また、横浜にフランス語伝習所を開設し、横須賀製鉄所や富岡製糸工場に卒業生を派遣した。製鉄所内には職工・技師を育てる「覺舎」が設置された。ヴェルニーが校長となり、彼の出身校エコール・ポリテクニクを模範として、仏語・数学・物理・造船技術・機械学・製図法を教えた。授業料は無料かつ給与は製鉄所から支給される。入学は100人に数人程度しか認められなかったほどで、優秀な若者が集まった。中島知久平はここで学んだ後、大正六(1917)年

仲間と飛行機研究所を設立(当時33歳)し、中島飛行機製作所を創立、そのときに横須賀製鉄所から多くの技師や職工を送りこんだ。戦後は富士精密工業設立(プリンス自動車工業の前身、日産自動車と合併)および現在のSUBARU(旧富士重工業)に発展していった。この覺舎は、その後変遷を経て工部大学校に吸収され、東京帝国大学工学部造船学科へと発展した。

### その後の小栗

明治元(1968)年、新政府側が横須賀へ出向き、この両製鉄所を幕府側から新政府側に引き継ぐことになった。このことを見通したように、小栗は「これで幕府が売り家になっても蔵付きになる。製鉄所を建設すれば、それだけ無駄な軽費を削減する口実となる。たとえ製鉄所が完成したとき、幕府が存在しなくとも、幕府を売りに出された家にたとえれば、製鉄所という立派な蔵を造ったという名誉が残るではないか」と語ったという。予言通り、横須賀造船所は、新政府に引き継がれた。幕末に小栗という一流の人物を得たことが、日本の幸運であったと言える。

ところが、「小栗という実力者を生かしていたら新政権の安定はない」として、領地の上野権田村(群馬県高崎市倉淵権田)での隠棲生活していた小栗を捕縛し、家臣三名とともに烏川河原において慶応四(1868)年斬首に処した。

明治になり、大隈重信は小栗家の遺族と会った際、“明治の近代化は、ほとんど小栗上野介の構想の模倣に過ぎない”と述懐した<sup>(5)</sup>。小栗の偉大さに引き込まれ、大隈の世界観や、日本の進むべき道は小栗によって広がったのではないとも言われている。

明治四十五(1912)年、東郷平八郎は小栗家の遺族に「日本海海戦でロシア艦隊を完全に破ることができたのは小栗さんが横須賀造船所を造ってくれたこと、それにつながる技術で富岡製糸場の生糸収入が日露戦争の軍資金になったおかげ・・・」と礼を述べた。

戦後の昭和三十一年代にイギリスを抜いて世界一の「造船大国・ものづくり大国日本」となったのも、その第一歩が小栗の横須賀製鉄所から始まったといえる<sup>(6)(8)</sup>。

#### 参考文献

- (1) 重門冬二, 小説小栗上野介(2006.8), 集英社文庫.
- (2) 佐藤雅美, 覚悟の人・小栗上野介忠順伝(2007.3), 角川文庫.
- (3) 村上泰賢, 小栗上野介(2010.12), 平凡社新書.
- (4) 宮永孝, 万延元年の遣米視察使節団(2005.3), 講談社学術文庫.
- (5) 福地桜痴, 幕末政治家(2003.11), 岩波文庫.
- (6) 副島隆彦, 明治を創った幕府の天才たち(2016.9), 成甲書房.
- (7) 小栗忠順, Wikipedia(参照日 2022年3月16日)  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/小栗忠順>
- (8) 原田伊織, 消された徳川近代(2019.2), 小学館.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料

日本は  
ものづくりで  
勝てないのか!?

## 第6回

# 大隈重信の思い

### 理系藩士でもあった政治家・大隈

大隈重信(図1右端)は、天保九年(1838年)に佐賀藩の四百石取りの上士(上級武士)の長男として生まれた。大隈家は代々砲術家として佐賀・鍋島家に仕えていた。父・信保も藩命で長崎に警護のために赴任していた。大隈は、家業とも言える砲術にとって重要な数学(算術)の訓練を受け、さらに、佐賀藩の開明派のエンジニア藩主・鍋島直正のもとで薫陶を受けた。また米国の宣教師であり機械工学のエンジニアであったフルベッキに学び、若い時には理系の学問やエンジニアの素養を育てていた。そのため、数字に強くなり、理系藩士としての道を歩んできた。



明治になってからも、政府高官たちがフルベッキの屋敷に集まり国防に関する秘密会議を開催、当然ここにフルベッキの通訳として大隈がいる。大隈は西洋の知識を吸収するとともに、数学的な才能を活かし新政府では次第に国家最高機密の会議に加わるようになった。下士(足軽)の出で算術や漢文ができなかった伊藤博文や山県有朋たちよりも断然格上の存在となり、参議(天皇の側近として政治をつかさどる職)となった。明治四年(1871年)、伊藤や五代の協力を得て藩札を廃止し、10進法に基づく「圓」を制定し新貨条例を施行した<sup>(1)~(3)</sup>。両から円の誕生、大隈33歳のときである。圧巻は明治五年(1872年)以降の活躍である。この前年より岩倉・大久保・伊藤らが米欧を視察し、その外遊中の留守政府は大隈らに任されていた。その施策を列挙すると、土地制度改革・税制改革・陸軍海軍の設立・義務教育制の実施・人身売買禁止令・太陽暦の採用・国立第一銀行の設立・徴兵制公布・四民平等制の実施・断髪令・郵便制度の改革・電信の開始・ガス灯の設置など…である。また、今でこそデータサイエンスなど話題になっているが、統計院を設置した発想は卓越している。世に「文明開化」と呼ばれる主要な事業を、たった一年余の間で計画し実行に移したのである。一人の力で政治が

動く訳ではないが、政府の中心にいた大隈の実行力は驚くべきものである。

### 新橋・横浜間の鉄道開通

明治五年(1872年)10月、当時の人びとにとって耳慣れないかん高い音が東京の空に響いた。一号機関車が新橋駅から、横浜駅に向けて出発したのである。日本の鉄道が産声をあげた瞬間である。日本の独立と近代化の象徴である鉄道事業を推進したのは大隈と伊藤博文、そして渋沢栄一<sup>(4)</sup>であった。明治二年(1869年)のある日、大隈・伊藤らがイギリス公使パークス<sup>(5)</sup>らと会談し、鉄道の建設を決断した。このとき大隈31歳、伊藤28歳、そして渋沢は29歳である。鉄道工事は突貫作業で進められた。鉄道敷設の土木工事は築城経験のある日本の技術が活かされたが、六郷川橋梁だけはイギリス人の指導の下に木造で架橋された。鉄道は当初、住宅街の傍に敷設する計画ではあったが、蒸気機関車は未知で魔物とされ多くの反対運動があった。西郷隆盛や大久保利通も時期尚早として反対し、高輪付近でも海上に築かれた堤防の上に線路が敷設された。薩摩藩邸のある高輪付近は「軍事上必要であるから手放せない」との理由で、陸地の測量すら許可されなかった。鉄道敷設を急いでいた大隈は「エエイ、それなら陸蒸気(おかしょうき)を海に通せ!」と指示、薩摩藩邸などがあつた芝・品川付近を避け、海辺に線路を敷くことになった。トラックや重機などまだない時代に海を埋め立て、線路を敷設したのである。「浜松町駅を潜るように道路が海側に向かって下降しているのは、そのあたりが海の波打ち際であつたから」と高低差の好きなNHKの「プラタモリ」でも紹介された。図2には復元された旧新橋停車場を示す。平均時速は馬とほ

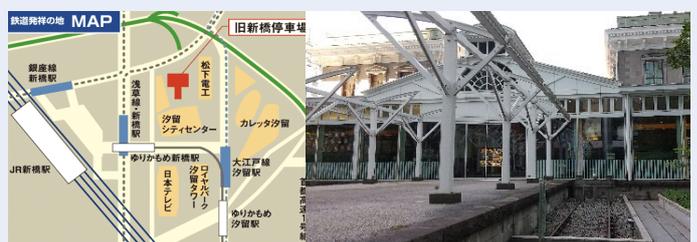


図2 復元された旧新橋停車場

ほぼ同じスピードの 32km/h で、新橋 - 横浜間をおよそ 50 分で結んだという。車輛はすべてイギリスから輸入された。

## 自ら機械科・電気科を創設

大隈もお雇い外国人による技術導入だけでは日本の将来はないと考え、エンジニアを自前で育成する必要性を考えていた。したがって当然のこととして明治十五年（1882年）東京専門学校設立当初から、文系科と並んで理工科を併設した<sup>(6)</sup>。大隈 45 歳のときである。しかし、途中で理工科は財政的に困窮し頓挫した。大隈は「初陣に失敗した。此の理工科の失敗は千載の遺憾である」と敗北を認めた。大隈の理工科設置は、竹内明太郎(図 3)の物心両面の支援を得るまで待たなければならなかった。竹内は小松製作所の創業者であるとともに、我が国の機械産業の発展と技術者の人材育成に貢献した教育者でもあった。彼は明治の政治家・竹内綱の長男として高知県宿毛市で生まれた。吉田茂は明太郎の弟である。父の家業を継いだ明太郎は順調に業績を伸ばし、明治二十七



早稲田大学蔵

図 3 竹内明太郎

(1894) 年竹内鉱業を設立、これを発展させ富を形成、後の小松製作所を創業した。また日産ダットサンの DAT の T は国産自動車に深く関わった竹内の T を採っている。竹内の転機は明治三十三（1900）年、パリ万博の視察に併せて 1 年間欧州諸国の工業技術を見聞したことに始まる。彼は欧州各国と我が国の工業技術の大きな格差を目のあたりにし、「工業を発展させずに国家の発展はない」と悟り、工業技術の導入と技術者の育成へと傾注していった。「炭坑や鉱山は、いずれ掘り尽くせば鉱脈がなくなる。しかし技術者は次々と新しい産業を生み出し、本格的な機械工業を日本に興すことができる」と考え、膨大なエネルギーを「人」に注いだ。このころ、大隈が開学から 25 年、悲願の理工科の開設に向けて苦闘中で、巨額の資金集めと専任教授陣の確保に悩んでいるとの話を聞き及び、自分の工科大学の構想と大隈の計画を重ねる決意をした。必要となる巨額の開設資金のほとんどを早稲田に拠出し、さらにかねて手塩にかけて育てた人材を早稲田大学に送り込んだ。以後も、竹内は援助を惜しまず、派遣した子飼いの教授達の報酬を 2 年間にわたり負担した。早大理工の顔とまで言われた山本忠興は明太郎の甥でもある。竹内は 68 歳でその生涯を閉じたが、あとには財産はほとんど残っていなかった。最盛期には三菱・三井と並ぶほどの財を築きながら、そのすべてを工業技術の発展と人材育成に注ぎ込んだのであった。

ここで、機械と電気の工学系両学科をまとめて「理工科」と名付けた経緯を辿ってみよう。「理」の語源は「掘り出した

ままの原石である粗玉（あらたま）を磨いて美しくすること」、したがって、理工とは「工を理する」、すなわち「工学を科学的に昇華・普遍化させること」を意味する。一般に言われている理学部と工学部を併設した意味ではない。理工科と称しながら工学系の機械科と電気科を最初に創設した意図もこれで納得できる。



図 4 理工科学生向け大隈総長講演(1907年)

大隈はたびたび理工学生を集めて演説した(図 4)。「諸君は必ず失敗する。成功より失敗が多い。失敗に落胆しなされる。失敗に打ち勝たなければならぬ。この経験によって、もって成功を期さなければならぬのである」と。

明治維新をいち早く達成し、近代化を推し進めるため西洋文明の学問と技術を大急ぎで吸収した。その過程で、大隈は西洋の語彙をそのまま使用される風潮を危惧していた。そこで、西洋の概念を日本語に移し変える努力が幕末から明治の達人たちによって精力的に実行されていたのである。いわゆる大隈の主張する「学問の独立」である。

インドや東南アジアの西欧の旧植民地では、母国語を捨てさせられ、宗主国の言語を使わされ、独立後もその言語を公用語にした経緯がある。これは「学問の独立」を放棄したに等しい。彼等は、国際会議などで欧米語を流暢に話してはいるが、いまだに発展途上国であり、貧しいままである。自国の文化、学問の独立を放棄したことが後世に大きな「付け」を残している。改めて、「学問の独立」の大切さを噛みしめたい。中国人学者王彬彬氏は、2002 年に「現代中国語の社会・人文・科学諸領域の名詞・術語の 70% は日本から輸入したもの」と述べている。中国にはカタカナも平仮名もない。テレビは「電影」、アイスクリームは「氷菓」、自動車は「汽車」、汽車は「火車」としている。これは理解できるが、バスは「巴士」、タクシーは「的士」、さらに、ケネディは「肯尼迪」、マルクスに到っては「馬克思」と、その音を漢字の表音で表記するのでかなり難しい。あらためて日本語カタカナと平仮名の効用にも感謝したい。

### 参考文献

- (1) 渡辺房男, 小説大隈重信・円を創った男(2009.1), 文春文庫.
- (2) 早稲田大学編, 大隈重信演説談話集(2016.3), 岩波文庫.
- (3) 伊藤之雄, 伊藤博文(2015.3), 講談社学術新書.
- (4) 早大理工史編集委員会・早稲田大学理工学部百年誌(2008.10), 早大理工学術院.

<フェロー>  
浅川 基男

©早稲田大学 名誉教授  
©専門：機械工学、塑性加工、機械材料

日本は  
ものづくりで  
勝てないのか!?

## 第7回

# 幕末・明治の教育への思い

前回までは、鍋島・小栗・大隈ら“個人”の業績に焦点を当ててきた。幕末から明治にかけて、社会制度のみならず、教育制度も大きく変革されたがその際、誰が舵を取り、何を変革し、いかに現在に繋げたのかをたどってみたい。

### 幕府による昌平坂学問所・蕃書調所

昌平坂学問所「昌平黌」は寛政二(1790)年、神田湯島、現在のお茶の水駅前にある東京医科歯科大学付近に設立された。江戸幕府直轄の儒教を中心とした教学機関であった。だが儒教のローテクを教えているふりをして、実際は最新のハイテクを教えていたのである。

幕末の難局を支えたのは、井伊直弼亡き後の小栗らを筆頭とする優秀な勘定方(今の財務官僚)や川路聖謨・榎本武揚らのテクノクラートらである。彼らを技術的・学術的に支えたのは、昌平黌の学者らであった。例えば、西洋式大砲技術の高島秋帆、葦山の反射炉や江戸湾に砲台(台場)を築いた江川英龍、小栗の片腕である数学者の小野友五郎、蕃書調所の教授となった津和野藩の西周らである。西はイギリス議会など欧州の政治システムを慶喜や幕閣に説いた。維新後には現在の日本学士院の会長や獨協学園の初代校長を務めている。致遠館で大隈と一緒にフルベッキに学んだ加藤弘之は「蕃書調所」の後身である東京帝国大学の初代総長となっている。幕末・維新の革新的な実務を担ったのは、蕃書調所で学んだ旗本直参と譜代の旧幕臣たちと言ってもよく、実数ではむしろ薩摩や長州を圧倒していた。ここに結集した俊英たちはその多くが新政府に請われて太政官政府(明治政府)に移り、その後の日本を動かしたのである。

### 幕末の技術教育を引き継いだ工部大学校

山尾庸三は萩藩出身で、若いときは攘夷派で英国公使館焼き討ち事件に参加した。しかし藩命により欧州に密航後、イギリスで造船技術を学び、開国派に転向した。新政府では工業の振興のため、明治十(1877)年に工学寮や工部大学校を設立し、「工学の父」とも呼ばれるようになった<sup>(1)~(3)</sup>。キャンパスは現在の文部科学省のある虎ノ門(江戸時代の日向内藤家上屋敷跡)に設置された(図1)。しかし、

関東大震災によって校舎が倒壊してしまい、その跡地に文部省が置かれることになった。工部大学校が東京大学の工科大学になる明治十八(1885)年までの12年間に入学者は合計493名で、そのうち卒業生は211名であり、学生は日本の将来を担うとの意識も高かった。イギリス人の教師たちも「日本の学生はイギリスの学生より良く勉強する」と評しているほどであった。



図1 虎ノ門に設置された工部大学校

この工部大学校から電信技術者の藤岡市助(電球製造の白熱舎を創設し東芝へと発展させ、日本のエジソン・電力の父とも呼ばれた)・田邊朔郎(土木技術者、琵琶湖疏水の本邦初の水力発電所の建設など)・辰野金吾(建築家、東京駅・日本銀行本店など)・片山東熊(建築家、後に国宝となる赤坂離宮迎賓館、奈良・京都・東京の国立博物館など)・曾禰達蔵(建築家、慶應義塾大学図書館など)・高峰讓吉(化学者、高ジアスターゼ・アドレナリンなど)ら、日本の近代化に大きな貢献をした有為の研究者・技術者が集中して、この工部大学校から育って行った(図2)。山尾は自分の留学経験から教師をすべて優秀な外国人によって埋め、世界一流のイギリス式技術教育を移植し、ヘンリー・ダイア(Henry Dyer)を都陔(実質的な校長)とした。彼はイギリス・スコットランドの鍛冶屋の子として生まれ、努力してグラスゴー大学で機械科を修め、26歳で来日した。彼はここで機械学の教授も兼任し、学理のみならず機械学実習をも担当した。「学理と実習」を工部大学校の方針とした。エンジニアリング(工学)がサイエンス(科学)よりも低く見られていたイギリスで実現できなかったエンジニアリング教育を日本で実践した。この思想が東大工学



図2 工部大学校1期卒業生校

部を始めとした日本の工学の礎を築いたと言ってもよい。

学生に対しては「諸君らは国富増進の大目的に向かって邁進せよ、国富の収穫こそが日本の工学教育の真の目的である。なぜなら、技術者の仕事は社会と経済の変革である。単なる立法がもたらすものに比べてはるかに強力なさまざまな影響力を発揮できる。すなわち技術者こそが本当の革命家である」と説いた。これは現代にも通じる教えである。田邊朔郎は卒業後も二度グラスゴウのダイア宅を訪れており、その師弟関係の絆の強さが思われる。

このほか、日本の発展に寄与した外国人教師は以下の通りである。電気工学：エアトン(William Edward Ayrton、英)、建築学：ジョサイア・コンドル(Josiah Conder、英)、医学：エルヴィン・フォン・ベルツ(Erwin von Bälz、独)、紙幣印刷：エドアルド・キヨッソーネ(Edoardo Chiossoni、伊)、水道：ヘンリー・S・パーマー(Henry Spencer Palmer、英)、生物学：エドワード・S・モース(Edward Sylvester Morse、米)、農学：ウィリアム・スミス・クラーク(William Smith Clark、米)、鉄道：エドモンド・モレル(Edmund Morel、英)、軍事：クレメンス・ヴィルヘルム・ヤコブ・メッケル(Klemens Wilhelm Jakob Meckel、独)、哲学：アーネスト・フェノロサ(Ernest Fenollosa、米)らの教授陣は今でも多くの日本人が名前を知っているし、大きな功績に輝いた人々である。招聘された海外教師が異口同音に感嘆して語るの、そこで学ぶ日本人の好奇心・努力・真面目さなどの研修姿勢である。その発露は伝統的な日本のしきたりばかりではなく、「このままでは私たちは、日本は世界に立ち遅れる、危うい」との危機感であった。それが海外教師にも熱く伝わった。招聘された海外教師は現在の価値に換算すると1～3億円以上の破格の年俸であったが、それだけ高給を出しても、一流の人を招きたいとの幕府や新政府の意思が表れている。

### 旧幕府の遺産を引き継いだ明治新政府

明治新政府は、旧幕府直轄だった昌平坂学問所、開成所(蕃所調所・神田錦町)、医学所(下谷御徒町→神田和泉町)を統合して、神田湯島の同地に大学校を設置した。明治九(1876)年、本郷の加賀藩や他藩の屋敷跡地に東京医

学校(医学所)を移した。その後、工芸学部と合併した工部大学校(虎ノ門)が本郷に移転した。明治十(1877)年にこれらを合同して東京大学とした。明治十九(1886)年の帝国大学令によって帝国大学と改称するとともに、既述した工部大学校を吸収合併して法・理・医・文・工の5分科とした。予備部門の第一高等中学校(旧制第一高等学校)として向ヶ丘の本郷校地に移した。そのころの時代背景として、一高寮歌「嗚呼玉杯に花うけて」においても、「向ヶ丘にそそり立つ」云々と謳われたのである。その後、校地交換により旧制第一高等学校は駒場へ、駒場にあった「駒場農学校(東京大学農学部の前身)」が本郷へ移転した。戦後、旧制第一高等学校が東京大学教養学部として再発足し現在に至っている。移転で空いた神田湯島の地に「東京師範学校」および「東京女子師範学校」が設置(図3)されたが、両校およびそれぞれの附属学校は明治三十六(1903)年、東京市小石川区大塚窪町(現・文京区大塚三丁目)に移転した。戦後、「新制東京教育大学」への移行を経て、茨城県つくば市に移転し「筑波大学」に改編された。東京女子師範学校の後身である「お茶の水女子大学」を校名としたのは、源流とする昌平鬘が、お茶の水の湯島聖堂構内に所在していたことに由来する。このように、幕末維新期に至るまでの昌平坂学問所の存在以降、中央大学・明治大学・日本大学などの旧法律学校を中心とする神田学生街や古書店街の発展へとつながった。昌平坂学問所跡地は、そのほとんどが東京医科歯科大学湯島キャンパスとなった。



図3 東京師範学校(赤矢印)および東京女子師範学校(左) 右の茂木の中は湯島大聖堂、上図：明治初期、下図：現在

#### 参考文献

- (1) 副島隆彦, 明治を創った幕府の天才たち(2016.9), 成甲書房.
- (2) NHK 編, スペシャル明治1・変革を導いた人間力(2005.5), スペシャル明治2・教育とものづくり・独創力をいかに育てるか(2005.6), NHK 出版.
- (3) 浅川基男, 日本のものづくりはもう勝てないのか(2021.6), 幻冬舎.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門：機械工学、塑性加工、機械材料

日本は  
ものづくりで  
勝てないのか!?

## 第8回

# 戦後のものづくりへの思い

### 大学と学会そして産業界の強い思い

明治維新に匹敵する波乱の時代が戦後の昭和二十～三十年代である。欧米に追い付こうとした明治以降の富国強兵策が脆くも破綻し、太平洋戦争で日本の多くが焦土と化してみじめの敗戦となった。この焼け跡から昭和二十六(1951)年、「第1回塑性加工研究会(世話人・鈴木弘<sup>(1)</sup>)」が日本機械学会内に発足し、その後昭和三十六(1961)年「日本塑性加工学会」へと発展し、現在に至っている。

昭和五十六(1981)年、昭和天皇からお茶のお招きを受けた席上で、福井伸二<sup>(2)</sup>は日本の金属加工の発展の“思い”を次のように語っている。「私は昭和七(1932)年から金属板を素材料とする基礎研究を故大河内正敏博士のもとで始めることができました。戦後になりますと民生用の応用が盛んになり、特に自動車のボディが大きな目標の一つとなりましたが、『ボディに使う薄鋼板を造るなどは不可能、加工技術は米国に絶対かなわぬ』との意見が大勢でございました。昭和三五(1960)年以降の進歩はご承知の通りで、瞬間に世界一に達しました。もう一つは冷間鍛造を、昭和二十五(1950)年頃から多くの協同研究者と基礎研究に努め、その成果は三十年頃から自転車業界、三十五年頃から自動車業界にも取り入れられて行きました。その後の進展は、実は私も予想しえなかった次第でございます」と。話が終わってから、陛下は「素材料がよいと言うことだね」と尋ねられ、福井は「今回、陛下に素材料がよいとのご認識を頂いたのは誠にありがたいこと」と感想を述べている。

### 鉄鋼産業の飛躍

西山弥太郎(図1)は明治二十六(1893)年に生まれ、昭和四十一(1966)年に川崎製鉄(現・JFE スチール)会長在任中に73歳で死去した。尋常高等小学校卒業後、横浜の根岸で叔父が営む金物店に働きに出た。そこで鉄の大きな需要を目の当たりにし、猛勉強して第一高等学校・東京帝国大学工学部冶金学科に進学した。その時すでに西山は23歳となっていた。指導教授は文化勲章受章者の俄国一であった。学生時代に田中鉦山の釜石鉦業所、官営八幡製鐵所、(株)川崎造船所の葺合工場で実習後、同社に入社した。戦前は川崎造船所、川崎重工・製鋳工場(神

戸市)の工場長などを歴任した。空襲で木造の事務所棟などが焼失した際製鉄所長の西山は「鉄屋が鉄をつくるのに事務所なんか要るか!現場の隅に机ひとつもあれば十分だ。工場の機械類はひとつもやられていない。人と電気系統と燃料さえあれば今すぐにでも操業できる」と従業員を鼓舞した。昭和二十五(1950)年、鉄鋼部門を分離独立し川崎製鉄を設立し初代社長に就任した。そこで、西山は資本金5億円の会社でありながら163億円もの巨費を投じて戦後初の臨海製鉄所を千葉市に建設する計画を発表した。世間の多くはその計画を批判した。当時の鉄鋼業界は八幡・富士・日本鋼管の高炉三社が大きな力を持ち、川崎製鉄・住友金属・神戸製鋼の平炉三社を見下していた。その粗鋼シェアは八幡(30.3%)・富士(17.9%)・日本鋼管(13.6%)であった。一方、川鉄は9%とかなりの差がある。批判の急先鋒は高炉メーカー三社とそれに連なる通産官僚だった。また、ドッジ・ライン(引締め政策)の影響下にある金融界も「西山は白昼夢を見ている」と否定的だった。その後の数多くの苦難を経て昭和二十八(1953)年に西山の「思い」が実り千葉製鉄所の1号高炉の火入れに至った。この英断が多くの企業による果敢な設備投資を促し、高度経済成長を各社に促す起爆剤になった<sup>(3)</sup>。

日向方齊(図2)は明治三十九(1906)年に山梨県で生誕し、平成五(1993)年に86歳で死去した。生家は極貧であったが、篤志家(森家、日向の妻は森家の長女である)の援助と奨学金にて旧制東京高校を経て、東京帝国大学法学部を卒業し、住友合資会社に入社した。住友金属工業(現・日本製鉄)は、住友伸銅場・住友鋳鋼場からスタートし、軍需ブームに乗り終戦直前には19工場、従業員8万5千人を擁する大企業となっていた。終戦後は一転し、大阪・尼崎など4工場に集約、従業員を1万5千人に縮小し15工場を切り捨てるという大手術に企画課長として携わった。昭和二十八(1953)年に小倉製鋼を合併し、住金は高炉メーカーへと脱皮を図った。昭和三十二(1957)年に和歌山製鉄所に高炉を設けて銑鋼一貫体制化を果たし、後発メーカーながらも世界有数の高炉製鉄会社に育てあげた。昭和四十(1965)年、通産省は産業政策の一環として一律の粗鋼減産を指示した。日向社長はこれでは過去の市場占

有率ベースで固定され、住金は実質的に不利になるとして猛反対した。世間はお上に楯突く「住金事件」として注目した。通産省は原料炭輸入の外貨割り当て削減などで報復したが、財界のみならず世間一般からも日向の反骨魂に対し拍手が送られ、その後自由競争への日向の「思い」が実り、昭和四十三(1968)年、新鋭の鹿島製鉄所の建設に着手するに至った。日向は西山に住金と川鉄の合併を持ち掛けたが、破談に終わったとの話もある<sup>(3)</sup>。もし、合併していたら、鉄鋼業界も今とは違った景色になっていたかもしれない。同年、筆者らの住金入社式で挨拶された日向社長の一言、「初めての給料の一部は、今まで育てて頂いたご両親に感謝を込めてお渡ししましょう」は今でも忘れられない。

川鉄、住金の話題とともに、高度成長期に新日鐵(現・日本製鉄)が果たした役割についても述べたい。昭和五十二(1977)年、新日鐵の稲山嘉寛会長が訪中した際に李先念副主席から上海宝山鋼鉄総廠(上海宝山钢铁总厂)建設協力が話題にあがった。翌年に文革で荒廃した中国経済を立て直すため開放路線へと舵を切った鄧小平副総理が、新日鐵君津製鉄所を視察した際に、最新鋭の製鉄技術に感銘し、技術協力を強く要請した。さっそく新日鐵は中国技術者1000名の日本への受入れ、日本から技術者320名を含む延べ8000人を派遣、全社挙げて支援し7年余の苦節の末にやっと完成した。宝山製鉄所建設(図3)を舞台とした山崎豊子氏の長編小説『大地の子』<sup>(4)</sup>がテレビ放映され馴染み深い方も多いと思う。現在では「中国最大の製鉄所」として多くの子会社を抱える大企業「宝鋼集団」に成長した。



図1 西山弥太郎 図2 日向斉 図3 宝山製鉄所建設(旧川崎製鉄、旧住友金属、旧新日鐵より提供)

## 自動車産業の発展

豊田喜一郎(図4)は明治二十七(1894)年に豊田佐吉の長男として生まれ、昭和二十七(1952)年に58歳で死去した。豊田喜一郎をモデルにしたドラマ『リーダーズ』が、テレビ放映された。豊田喜一郎には「いつかは国産の自動車を造りたい」との強い「思い」があり、父の豊田自動織機製作所内に個人研究所を設け、昭和五(1930)年に4馬力の小型エンジンを開発した。昭和八(1933)年、彼が33歳のとき自動車部を開設した。そして試作工場と製鋼所を設け、昭和十五(1940)年、豊田製鋼(株)とした。現在の愛知製鋼(株)の誕生である。その間、現・豊田市に58万坪の大衆乗用車の量産工



図4 豊田喜一郎<sup>(5)</sup>

場用敷地の買収、昭和十二(1937)年に自動車部がトヨタ自動車工業(株)(トヨタ自工)として自動織機製作所から独立した。自動車はその機構・製造方法だけでなく『材料と部品』が大切との豊田喜一郎の「思い」が功を奏し、その後世界をリードする企業に発展した。

本田宗一郎(図5)は明治三十九(1906)年に生まれ、平成三(1991)年に85歳で死去した。彼の本格的スタートは2輪車である。ホンダカブF型(図6)は昭和二十七(1952)年に発売され、自転車後輪をドライブチェーンにより駆動する方式で、エンジンは2サイクル単気筒、排気量49.9cm<sup>3</sup>、最高出力1PS、アルミダイキャスト、プレス部品などを時代に先駆けて技術を積極的に取り入れた。その結果、多くの庶民から支持された歴史的な機械となった。さらに、本田は以前から四輪自動車も自分の手で造りたいとの強い「思い」があり、昭和三十六(1961)年、特定産業振興法をかざした通産省企業局長・佐橋滋と鋭く対立した。「ずばりお尋ねします。本田技研は四輪車を作るな、そうおっしゃるのですね」、「まあ、はっきり言ってしまえばそういうこと。アメリカのビッグスリーに対抗するには日本の自動車メーカーなど二、三社でいい。新規参入を許す意味も必要もない。ホンダは二輪車だけで企業を存続していけばよい」、「ふざけるなあっ!うちの株主でもないあんた方に、四輪車を作るなと指図されるいわれはない!」、「あなたはフォードやGMに勝つ自信がおりか?」、「あるに決まっているでしょう。俺がもし自動車で日の丸を揚げたときには、お前は切腹するぐらいの覚悟をしておけ!」と啖呵を切った。その後は、周知のように現在のHONDAの隆盛を導いた。このように、鉄鋼業界・自動車産業界は独自の「思い」と使命感で保守的な国策を突き破って、日本のものづくり産業を世界的地位まで築きあげた。自由経済を信奉するリーダーは斯くの如く戦ったのである。



図5 本田宗一郎<sup>(6)</sup> 図6 ホンダカブF型<sup>(7)</sup>

### 参考文献

- (1) 鈴木弘, 塑性と加工, 42-484(2001), pp.371-372.
- (2) 福井伸二, 塑性と加工, 23-252(1982), pp.14-15.
- (3) 黒木亮, 鉄のあけほの(2012), 毎日新聞社.
- (4) 山崎豊子, 大地の子(1994.1), 文春文庫.
- (5) 「豊田喜一郎」『ウィキペディア日本語版』, 2022 (2022年6月15日取得, <https://www.wiki/4Dhw>).
- (6) 「本田宗一郎」『ウィキペディア日本語版』, 2022 (2022年6月15日取得, <https://www.wiki/3apM>).
- (7) 「ホンダ・カブ」『ウィキペディア日本語版』, 2022 (2022年6月20日取得, <https://www.wiki/5KE6>).

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門：機械工学、塑性加工、機械材料



# 材料をベースにもものづくりの再強化

前回までは幕末の鍋島直正、小栗忠順、そして戦後の鉄鋼業界・自動車産業界を例として日本のものづくりの黎明期とその発展について紹介してきた。今回から日本がものづくりで勝つために「材料をベースにもものづくりの再強化」、「アナログとデジタルのハイブリッド化」そして、「ものづくりを支える国への提言」を述べてみたい。

## コモディティ化へのわな

日本のビデオレコーダーは1990年には世界の75%を占め、太陽電池も世界の50%を生産していた。しかし、これらを世界中にコモディティ化、すなわち高付加価値の商品を一般的な商品とし市場価値を低下させ、結果的に他国に市場を譲り渡してしまった。その典型例がクォーツ時計である。腕時計業界の勢力図を塗り替えたといわれるクォーツ時計は米国のベル研究所で開発されたが、大きすぎて実用化までには至らなかった。それを1969年に日本のセイコーが、腕時計に入るまで小型化した。特許も公開して「大量に安く」をモットーに、日本産クォーツ時計が世界を席卷した。これによりスイスの時計産業は大きな打撃を受け、米国の時計産業はほぼ全滅した。しかし、クォーツ時計はたちまちのうちにコモディティ化し価値も値段も下落した。その渦中の1980年代の半ばに、スイスは機械式時計で奇跡のように蘇った。今やスイスの腕時計生産量は、世界のわずか2.5%で年間約3千万個であるが、売上高では世界市場の5割以上、10万円以上の腕時計の約95%を占める。このコモディティ化を克服するためには「大量生産・大量消費志向」から「国民一人当たり付加価値の最大化」を目指す以外にはない。質の高い長持ちする部材・部品・商品を、高価格帯であっても世界の人々が欲しがる「ハイ・クオリティー化したものづくり」への転換である。SONYの盛田昭夫は既に1980年代、「値段は高くてもよろしい。高いだけ良いのであればそれでよい」と言い放ち、「大量に安く」をモットーとしていた日本の産業界に警鐘を鳴らしていた。

## 材料ともものづくりはなぜ強いのか

日本のものづくりはGDPの20%前後ではあるが、民間研究開発費の90%以上、輸出の95%前後を占めている。GDPに換算して100兆円強および約1000万人が従業しているのはG7の中で日本とドイツぐらいである。図1に示すように日本の世界シェアは最終製品(例えば自動車)では平均5~30%とそれなりに貢献しているが、部品では50%を超え(ミニチュアベアリングでは世界シェア1位)、部材(例えば圧延や鍛造などの素形材)では60%ほどに達している。部材・部品分野では日本が圧倒的に大きな世界シェアを占めている。特に半導体の材料分野では世界の60~100%とほぼ世界市場を独占し、その品質評価も格段に高い。なぜコモディティ化が避けられたのか?それは日本刀に象徴されるように、素材・溶解・精錬・加工・熱処理・研磨を一貫して製造する際に、上工程と下工程の緊密な擦り合わせ技術や連携が必須だからである。これは日本の文化であり得意科目なため、簡単に他国は真似できない。また、部材・部品などの「川上産業」は海外に移転しにくい。そのため「部品組み立て産業」や「部品集積産業」と比較して、主要な拠点多くは国内にあり、技術が拡散しにくく、かつ国内産業への貢献度が大きい。例えば、炭素繊維は50年ほど前に日本から生まれ、数十年かけて世界の航空機材料として実用化させてきた。また、自動車タイヤ補強用の4000MPa スティールコード鋼線や、1860MPa級の香港・

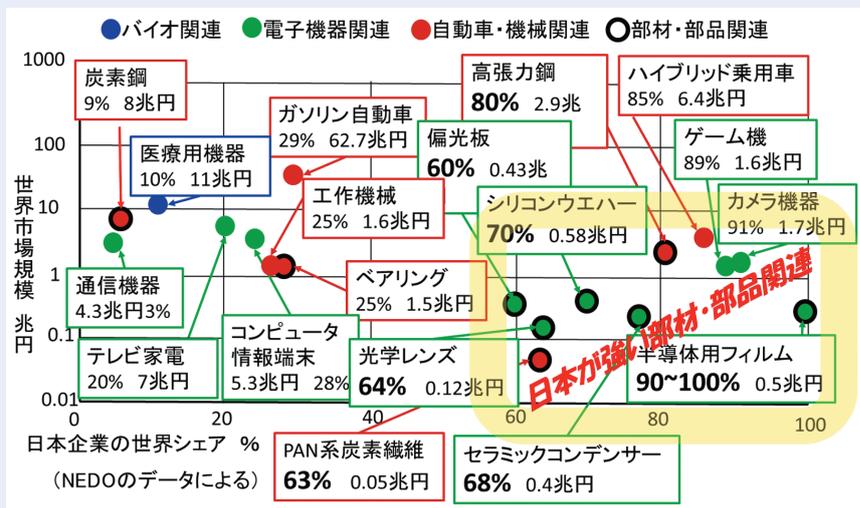


図1 日本の製造物の世界シェア

マカオを連絡する橋梁用鋼線<sup>(1)</sup>が日本の技術で実現されている。航空機用高温タービンブレードは、欧米のトップシークレットであったが、材料の物性を原子レベルでシミュレートする材料探索が日本で開発され、研究開発で欧米と肩を並べるようになった。新規材料や代替材料の探索などは実在の材料で試行錯誤しなくとも、ブラウザ上で広大な未知分子の海から革新的な材料を見つけ出す材料探索が期待される。ものづくりは材料工学およびそれを機能化させる機械工学で成り立っている。材料は、ものづくりを支える通奏低音としていつの時代でも鳴り響いている。

ここで日本が材料をベースとして、その製品を世界最強とした機械加工分野の事例を紹介しよう。高温高圧・高速回転に耐える600トンを超える発電用のロータシャフトの熱間鍛造で、巨大な鋼を叩き、内部に生じやすい空隙を潰しながら日本刀のように熱間鍛造で強化成形している(図2)。原子力の格納容器を含め、品質抜群の巨大鋳鍛鋼品を作れる企業は世界中のどこにも存在しない。また日本のベアリング部品は在在物を徹底的に抑え込んだ材料技術と加工精度により世界中から引っ張り尻である。半導体用シリコンウエハーは世界シェアの7割を日本が占めている。最大径のφ450mm単結晶シリコン製造機械や研磨装置はほとんど自社開発で他社の追随を許さない。タイヤ補強用や橋梁用から発展鋼線技術<sup>(1)</sup>はシリコンウエハーをスライスする固定砥粒式ダイヤモンドをまぶした切れ味の鋭いφ50μmのソーワイヤー(図3)が活用されている。図4に通電性の機能と高強度を具備したφ20μm特殊銅合金製サスペンションワイヤによる携帯電話カメラレンズの手振れ補正用ばね折り線を示す<sup>(2)</sup>。従来ヒートシンクは押出しや切削で加工されていたが、アルミニウムや銅の金属板上に、0.1~0.2mm間隔で掘り起こした微細フィンにより極めて高い放熱性を実現している(図5)。

欧州や中国は自動車エンジン技術が日本より相対的に劣勢となるや、一挙に脱炭素を背景としてEV(電気自動車)化



図2 600トンインゴットとロータシャフトの熱間鍛造

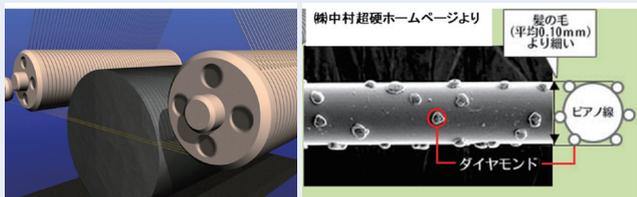


図3 シリコンウエハー切断用φ50μmのソーワイヤ

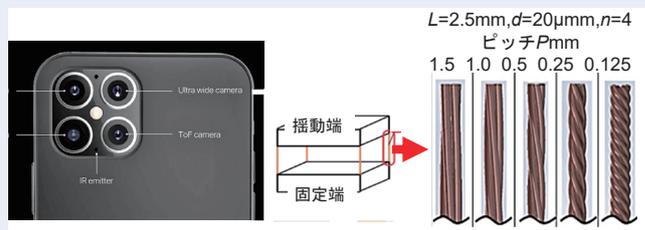


図4 携帯電話カメラの手振れ補正用φ20μmワイヤ

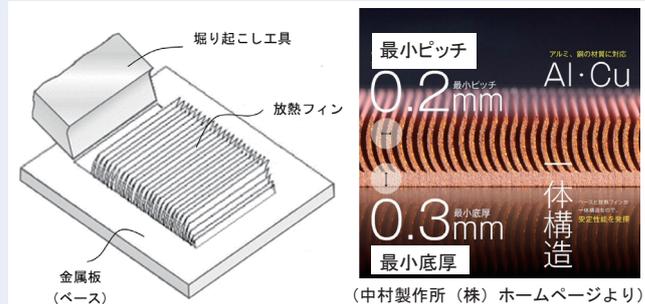


図5 金属板に掘り起こした放熱フィンによるヒートシンク

に傾き始めた。しかし、EVには高性能充電電池の製造までに排出するCO<sub>2</sub>がエンジン車の2倍近い。EVのCO<sub>2</sub>累積排出量がガソリン車を下回るのは、走行距離が11万キロを超えてからとVOLVO社が試算している。トヨタはエンジン技術を維持しつつEV化を図り、自動車産業の裾野である素材・部材・部品の重要性を訴えている。多機能で高度なものづくり技術を駆使したマテリアル(知材:三菱総研)が、今こそ求められている。

## 日本の得意科目アナログ技術の活用

材料とその造り方は基本的にアナログである。人間は音を耳だけでなく皮膚や内臓を含めた身体全体の細胞で聴いている。コンサートホールとデジタルCDで聴く音は全く別物である。超音波を含むコンサートホールの高音域は音をまるやかにし、脳を活性化する。低音は耳だけでなく身体の振動でも感じるの心地よい。アナログのレコードLPは100KHz以上の周波数帯までカバーするが、デジタルCDは22.5KHzで打ち止めである。デジタルのオリジナルはアナログ技術にある。デジタルトランスフォーメーション;DX(データやデジタル技術を駆使して社会や暮らしをより便利にする取り組み、Dはデジタル、Xは変化や変換を意味する)が叫ばれる今、決してアナログ技術を軽く見てはならない。パワー半導体やメモリーなどの分野では新興国が追いあげているが、アナログ信号の処理には高い技術やノウハウの蓄積が重要となり追いつくのが難しい分野でもある(ルネサス・柴田英利社長談)。今回はアナログとデジタルを複合した“ハイブリッドものづくり”を紹介したい。

### 参考文献

- (1) 山崎真吾, 浅川基男, ぶらすとす(日本塑性加工学会会報誌), 高炭素鋼線の歩みと最新動向, 1-3 (2018-3), pp.45-49.
- (2) 窪田純明, 熊本春輝, 坂研二, 吉田一也, 燃線サスペンションワイヤの構造設計手法の検討, 日本銅学会 第61回講演大会講演概要集(2021), pp.103-104.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料

日本は  
ものづくりで  
勝てないのか!?

## 第10回

# アナログとデジタルのハイブリッド化

### DXを先駆けたインクスおよびコマツ

日本の経済状況は、“失われた30年”と言われている。その1990年、金型業界のベンチャー企業「インクス (Inter Computer Systems の頭文字)」が誕生していた。今のDX (Digital Transformation)、Industry 4.0 に挑戦した野心的な企業であった。設計データに基づきレーザーで光硬化樹脂を積層する“3Dプリンター”により、携帯電話の例では金型開発期間を従来の10分の1へと劇的に短縮した。1998年には新宿オペラシティの本社から大田区の工場にデータを電送し、試作品の生産システムを構築、従来の製造業の概念を革新的に打ち破った。筆者の研究室も含め早大理工や東大からも多くの優秀な若者が入社した。このシステムを自動車や部品メーカー・精密機械メーカーがこぞ導入し始めた。しかし、2008年のリーマンショックにより資金繰りに窮し経営破綻してしまった。その後もデジタル人材や経営者を多く輩出したインクスとして語り継がれてきた。

コマツは1990年ごろから建設機械の自動運転化、すなわち“コンピューター付ブルドーザー”をいち早く推進した。筆者も油圧機器メーカーを介して、鋼材に磁気的目盛りを付与してロッドの出し入れを計測する技術開発に関与してきた。2001年には建設機械にGPSやセンサを取り付け、稼働状態を把握するシステムに発展させ、デジタル技術とものづくりベースのアナログ技術を基礎に、日本におけるIoTの先端を走ってきた。現在では集中コントロール室から鉱山内における無人車両の交通管制システムを構築している。

ここで、アナログ(ハード技術)とデジタル(制御技術)のハイブリッド化の定義を、プリウスなどのHV自動車の例で説明しておこう。エンジンやモータは「アナログ」、それを組み合わせた駆動系は「新しいアナログ」、そしてこれらを統括する制御系は「デジタル」、両者の合体が「ハイブリッド化」、これをインターネットなどと組み合わせて利用者の利便や自動運転などに発展させる方法を「システム化」と定義できる。これらものづくりの核はアナログ技術であり、プリウスなどは日本が世界に誇る商品である。デジタルとアナログのハイブリッド化技術力を有する国は現時点ではドイツと日本ぐらいである。米国は1980年代に金融とIT化に走り、アナログ

の原点である製造業の多くを捨て Rust Belt(錆びた地帯)化してしまった。

予備知識のない受験生は「これからは情報、AI, データサイエンス」と短絡して情報系学科をそのまま選択しやすい。ディープラーニング (Deep Learning: コンピューターが自動的に大量のデータの中から希望する特徴を発見する技術) を主体とするAIは、電気や機械出身者の能力と親和性がある。電気や機械を学ぶには1~2年以上にわたる基礎的専門知識や実験実習が必須である。AIなどを含むデジタル技術を高度化するためにはアナログ要素の現場力が大きな役割を果たす。現場力を習得したエンジニアは、はるかにAIに馴染みやすく身につけやすい。しかし、その逆は難しい。東大の松尾豊教授も「これからのAI時代の三種の神器は電気・機械・ディープラーニング」と注目している。

### アナログとデジタルのハイブリッド化事例

木村鋳造所は、今から20年ほど前に3DCADデータからCAE解析に基づくフルモールド鋳造法(発泡スチロールを40トンの鋳物に変える)で大型鋳物を鋳造してきた。また、谷田合金は内部が複雑形状で多数の中子を擁していた航空機用ギヤボックスを3D積層技術により中子を一体化させた(図1上)。この中子は鋳造後、硅砂の粒子間を結合している有機物のバインダーが熱分解して、中空部から砂粒子が抜け出るようになっている。大幅な生産性の向上のみならず、薄肉の高精度アルミニウム合金鋳造の可能性を示した(図1下)。このようにデジタル3D積層技術はアナログで培ってきた大型や精密部品の鋳造プロセスを大幅に革新しつつある。

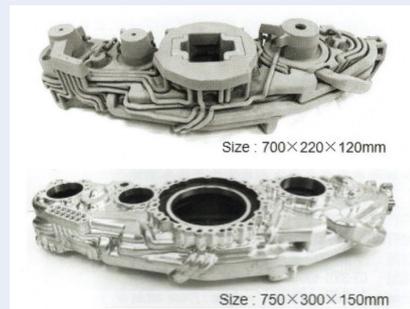


図1 航空機用ギヤボックスの中子(上)とアルミニウム製品(下)  
(第8回ものづくり大賞より)

回転する金属板にローラーを押し当てて逐次変形させるスピニング加工は、大田区の製作所を小泉首相が訪問して匠の技術・スピニング加工(へら絞り)が一躍世間に広まった(図2)。そこでこれをニューラルネットワークモデル(neural network: 脳の仕組みを基にノードと呼ばれる単純な計算を行う要素をネットワーク上に組み合わせた機械学習モデル)にして、反復解法と呼ばれる計算技法を用いて目標とするカップの高さと板厚分布となる最適なローラーパスを求める方法を開発した(図3)<sup>(1)</sup>。これにより角筒を含めた多品種の生産性を高めることが可能となる。

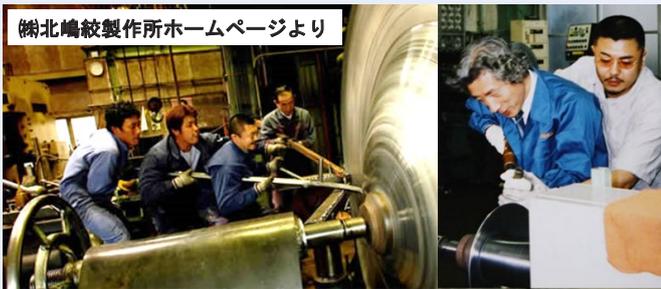


図2 小泉元総理で一躍有名となったへら絞り加工

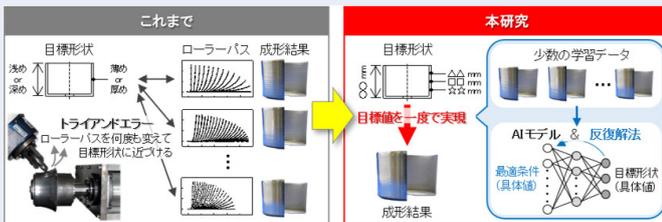


図3 ニューラルネットワークモデルによる工程の最適化

福井県鯖江市は日本での眼鏡フレーム製造の主要産地である。近年、鯖江のブランド力を生かして多品種少量生産へとシフトし、1本目からの良品化を目標としてきた。フレーム材は難加工の超弾性チタン合金異形線である(図4a)。メガネフレームはレンズを囲むリム巻カーブ(図4a、b)および奥行きに沿うカーブレズカーブ(図4c)による3次元曲げを形成している。装置の全体図とローラーレベラーのロール配置を図4(d)に示す<sup>(2)</sup>。これも、ロールによる逐次加工にAIの活用が期待される。また、製造業においてセンサ機器、電気・電子機器、駆動装置などの刻々の情報がネットワークを通じてサーバーやクラウドサービスに接続して、品質情報や稼働保守状況、IoT(Internet of Things)により、故障の早期発見および装置の保守、製品の高付加価値と客先との密な交流に役立てることができる。人口減少時代に生き抜くための必須の手段となるであろう。

### ハイブリッド化からシステム化へ

今まで日本のものづくりは暗黙知によるノウハウの蓄積を図ってきたが、これを形式知(デジタル化)にした瞬間にノウハウが海外に流出する苦渋を舐めてきた。「単なるデジタ

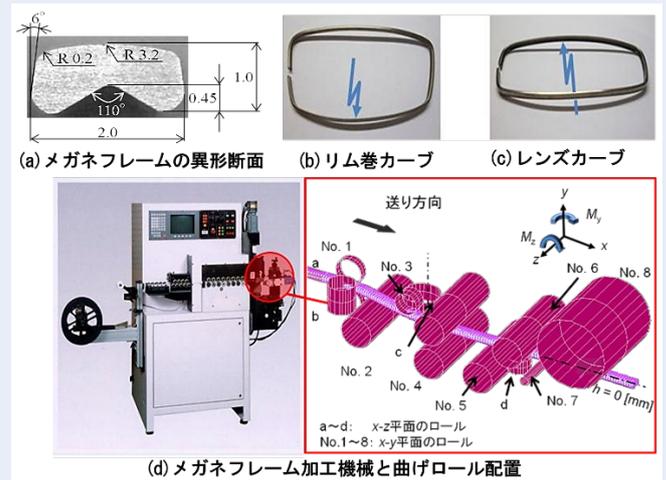


図4 メガネフレーム逐次曲げ加工へのAI活用の期待

ル化はものづくりの墓場」と言われる所以である。デジタル化に対しては、虎の子の技術をアナログのまま残して簡単に流出させない選択肢もある。一方、これを設計し製品化し市場を拡大する“ものづくりのシステム化”が弱いとされ、携帯電話・医療機器・半導体製造装置など海外シェアを失ってしまった製品群も多い。これまでデジタルエコノミー時代の寵児といわれてきたGAFAsはスマホやPCなどを介して“データとデータ”を組み合わせで発展してきた。しかし、インクスやコマツ、先端製造産業の事例のように、“アナログとデジタル”を組み合わせ、客先と一体化したシステムを構築する方向が重要であり、かつ日本の得意とする分野でもある。

第4回連載以降で述べてきた幕末の鍋島直正や小栗忠順、明治の岩倉具視らが、今生きて海外視察したら「モノから生まれたデータをシステム化せよ。それを実現する国産のOSやアプリ、サーバーを開発増強せよ、GAFAsやMicrosoft、IBMを追い越せ!国際規格や特許も気迫と戦略をもって自国に有利になるよう海外と渡りあえ!」と、叱咤激励したのではないかと?

トヨタは東富士工場(静岡県裾野市)の跡地に将来的には面積が約71万平方メートル「実験都市」を構築中である。ここで金融・住宅・教育などさまざまな業種・業界の企業集合体を目指している。自動車製造会社から、「未来プロジェクト会社」に舵を切り始めた。

#### 参考文献

- (1) 産総研: 少数データから短時間で現場環境に応じた最適加工条件を決定, 国立研究開発法人産業技術総合研究所, [https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2022/pr20220117/pr20220117.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2022/pr20220117/pr20220117.html)(参照日 2022年8月18日)
- (2) 関根雄一郎, 西村光太郎, 加藤夏輝, 佐々木善教, 松村正三, 八木秀樹, 浅川基男, 眼鏡フレーム用チタン合金異形線材の高精度ロール曲げ第1報, 平24年塑加春講論(2012-6), pp. 63-64.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料

日本は  
ものづくりで  
勝てないのか!?

## 第11回

# ものづくり産業の活性化策

### 自らチャレンジしなくなった日本

政府は需要を拡大し、企業の生産性向上と設備投資増大を期して、財政出動や量的緩和で資金を民間に投入してきた。しかし1990年以降、チャレンジ精神を高め投資意欲のある起業家を増やす施策や制度改革が遅れに遅れた結果、資金は有効に活用されず、国の債務のみが膨れ上がり現在の低迷を招いてきた。

イーロン・マスク率いるテスラは締め付け力6000トンのイタリア製大型ダイキャスト用ギガプレスでテキサス工場に10台導入し、リアボディ部を70部品から2部品と大幅に減少させ(図1)、溶接ロボット台数も縮減した<sup>(1)</sup>。冗談ではないが模型のミニカーの製法と同じである。高強度鋼板のプレス成形に携わっていた筆者らも含めて、高度な部品作りが発達した日本では考えられない発想である。



図1 テスラの大型ダイキャストによる部品点数の削減

日本もかつては世界に先駆けた商品開発をして世に問うてきた。スティーブ・ジョブズが開発したAppleのiPodはSONYのウォークマンが原点であった。インターネットによるi-mode携帯電話はNTTが世界に先駆けて販売した。有機LEDを初めて商品化したのもSONYである。あらゆるモノをネットワーク化したOSのTRONは坂村健が開発し、3Dプリンターの原型となる「光造形法」を発明したのは小玉秀男である。なぜこれ以降、独自で魅力ある製品で需要喚起しなくなったのか、できなくなったのか?それは人材育成時の教科や教育内容ではなく、教育の環境にあると筆者は考えている。例えば、高度成長が終わりかけた1970年代、東京都に学校群制度が導入された。これはいくつかの学校群を作り、郡内各高校の学力が平均化するよう合格者を自動的に振り分ける方法である。これにより、東大合格者

トップクラスを保持していた日比谷をはじめ西・戸山・新宿・小石川などの名門都立高校の難関大学への進学実績がみると低落していった。“平均”“みんな一緒”がキーワードで、能力差を見える化させない手法である。廊下に張り出された試験成績順の発表が無くなり、運動会の競走にも順位をつけず、「自分だけ突出しない、自己主張や異論を吐かない、決められたことだけやる」が是とされるようになった。この閉じた環境で小学校6年、中学3年、高校3年の計12年間過ごす、周囲を見渡し目立たないように付度しながら生活する悪しき平均化の流れが定着してしまう。これでは自ら新しいことに挑戦する意欲、自分だけは他と違うとするマインド発現の余地がない。同じような環境で育ってきた先生が、次の世代の生徒を変えられるであろうか?日本人のマインドを変えるには、海外の優秀なエンジニアと一緒に学んで学び働き、意思疎通を重ねながら世界的視野を育むことがいちばんの早道である。

### 外国人研究者の招聘・女子教育・リカレント教育

沖縄科学技術大学院大学(OIST)をご存じであろうか(図2)。2019年6月、OISTの実力を世界に知らしめた出来事があった。科学誌「ネイチャー」が「質の高い論文ランキング」を発表、OISTが世界9位に入ったのだ(同ランキングにおける東京大学の順位は40位)。キャンパスのインフラ整備、管理運営体制、学術プログラムや教員の採用法、充実した博士課程、研究成果に達するまでの過程や技術移転、福利厚生、社会的・文化的支援プログラムなど、卓越していると外部評価委員会で結論付けている。OISTは沖縄県に本部を置く5年一貫制の博士課程を有する大学院大学として、今から約20年以上前に、科学技術・沖縄・北方担当相を務めていた尾身幸次が沖縄振興に向けて世界トップクラスの科学技術拠点を沖縄に設けることを提案、有馬朗人などの協力を得て設立した。予算のほぼ全額を政府からの補助金に拠って、神経科学・数学・計算科学・化学・分子・細胞・発生生物学・環境・生態学・物理学・海洋科学など、現在59の研究ユニットが発足している。半分以上を海外からの有能人材を招聘、元マックス・プランク研究所会長のピーター・グルース氏が学長である。



図2 沖縄科学技術大学院大学(ホームページより)

相撲でも幕内力士四十数名中4割弱のモンゴル出身者が日本の伝統スポーツを盛り立てている。2019年秋にラグビーワールドカップの日本代表は、31人中15人が外国出身であったことを思い起こそう。優秀な海外のエンジニアを招き、日本人のマインドや行動を変えることが極めて重要である。絶望的な英語教育の事例にみられるよう、日本人英語教員のレベルアップを待つ時間的余裕はない。一刻も速い英語圏ネイティブ教員の招聘が望まれる。

人材の招聘だけでなく、海外の企業の誘致も必要な策である。アイルランドは思い切った優遇税制を武器にインテルの工場を国内に誘致、その後グローバル企業を国内に呼び込むことに成功、同時並行で大学無償化など教育政策を充実させ、IT分野を中心に優秀な労働者の育成を図った。その結果、アイルランドの賃金はみるみる上昇し、今では世界トップクラスに労働生産性を上昇させた。最近TSMC(台湾積体回路製造)が熊本県に1兆円投資して突貫工事で新半導体工場を建設している。面接試験は英語、初任給は3割増し、英語の分厚い書類片手の仕事である。

また、日米協同で最先端の半導体(回路線幅2nm)の新たな研究開発拠点が日本国内に整備されることになった。海外人材との仕事の進め方や違いを学ぶ観点からも注目して行きたい。

第3回で日本の理工系進学率が2割強とOECD先進国の中で最低であることを述べた。少子化の中で、特にエンジニアの活用は必須であるが、女子の理工系進学率は15%、特に機械系の女子学生の比率は10%以下である。大学受験時の対策では手遅れである。小中高の初等教育の段階から理工系の魅力を実感してもらい施策が重要である。

大学院修士課程に入学する30歳以上の学生は韓国・ニュージーランドが50%、米国・英国が40%、スウェーデン30%である。一方、日本は10%以下である。「リカレント(recurrent)教育」とは、社会に出た後も必要なタイミングで学び直すとの意味であり、大学院がその受け皿となる。日本型終身雇用が揺らぎ始め、ジョブ型雇用を導入する企業が増えてきつつあり、人材の流動性は年々高まっている。働き手も伊勢の式年遷宮のように、20年ごとに自分の専門分野を建て直す必要がある。ここにこそ、企業や国から学費・生活費の手厚い支援が必要である。

## 軍民融合研究への対応

筆者と同じ塑性加工と材料の研究分野の米国の教授は、軍民融合研究に真剣であった。なぜなら科学技術予算のうち45.7%を国防用が占めているからであり、この予算の獲得の有無が研究室の存続にかかわるからだ。日本が遅れている先端技術の多くは軍民融合分野と言ってもよい。例えば航空宇宙分野の耐熱特殊材料、過酷な環境下のロボット技術、情報通信技術分野、計算機やスマホなどのOS、通信やAIやデータ・サイエンス、暗号・量子計算機、半導体設計などである。バイオ技術分野や遺伝子編集操作により生まれたm-RNAワクチンは、生物・科学の国防技術のコインの裏側の成果でもある。ロシア・中国・北朝鮮などの軍事力を背景とした強権国家に囲まれている日本は、軍事研究アレルギーを克服しない限り、ものづくりも含めた国家の産業競争力は世界から取り残されてしまう。

## United State of Japanへ

今の中国は強権統治国家ではあるが、用意周到で岩盤のような国家目標があり、それを着実に実行する優秀な官僚と組織がある<sup>(2)</sup>。この大国に隣接する我が国が生きて行く唯一の方策が「クオリティー国家」である<sup>(3)</sup>。例えば、米国とカナダの関係である。人口比で8.8倍、GDP比で11.9倍もある米国に、隣国カナダが対等に付き合っている。それは、カナダに質の高い文化や科学技術が息づいているからである。同じように人口比で日本の12.5倍、GDP比で2.3倍の中国が隣接しており、今の強権統治下では無理としても、将来的にはクオリティー国家としての日本の存在意義が高まるはずだ。IMFによる2021年度の日本の名目国内総生産(GDP)は4.94兆ドルで、米国(22.9)・中国(17.5)に次いで世界第3位ではある。さらに細かくみると東京都市圏では1.62兆ドルで、ニューヨーク(1.40)とならび世界トップクラスであり、カナダ・韓国・オーストラリアの各国並である。0.67兆ドルの大阪・神戸都市圏は世界25位程の北欧各国と同等である。江戸時代は、藩が自立性を保ちながら互いに切磋琢磨していた。しかし明治以降の中央集権体制が今や制度疲労を起こし、前例主義の跋扈、若手官僚の早期退職など、末期的症状を呈し始めている。外交・防衛・金融を除いて広域自治体に権限を移行する新たな国造り、すなわちUnited State of Japanとし、日本を一新したいと願っている。

### 参考文献

- (1) テスラのものづくり魂「メガキャスト」モデルYフロント・リア部のアンダーボディを一体成形 EnergyShift (energy-shift.com), <https://energy-shift.com/news/6ca5bcbdb-44e2-46ff-91e3-fc9fe7695a17> (参照日 2022年9月12日)
- (2) 月尾嘉男, 日本が世界地図から消滅しないための戦略(2015.5), 知出版社.
- (3) 大前研一, 国家の衰退からいかに脱するか(2019.10), 世界小学館.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料

日本は  
ものづくりで  
勝てないのか!?

## 第12回 最終回

# 若いものづくりエンジニアへの メッセージ

### 思いと志

最近、台湾の鉄鋼メーカーから「棒鋼・線材圧延」に関する講演を依頼された。30人ばかりの若手棒線技術者を対象に、塑性加工・圧延理論・棒線製造技術とその実際について1時間半ほど講演した。幹部との昼食後、辞めようと思ったら再度講演会場に案内され、その後延々3時間にわたり若手エンジニアから意見や質問が続いた。修了後、疲れよりも講演者冥利に尽きる清々しい気分を味わうことができた。日本では司会者から催促されないと意見や質問が出ないのに、この違いはなぜだろう?

また、上海郊外にある中国地場企業の若者と懇談する機会を得た。彼は米国に留学後、帰国して家業のアルミニウムの押出し加工業を継いでいる。「将来の夢は何か?」と尋ねたところ、目を輝かせながら「米国留学の経験を活かしアルミ製造業の幅広い分野で活躍したい」と滔々と流暢な英語で語りだした。この種の質問に、多くの日本の若者は伏し目がちに「まだ考えてません…」と答えるのに、この違いはなぜだろう?

筆者の親の世代にあたる甘利祐三氏は、戦時の南方で8人搭乗していた戦闘機が撃墜され、ただ一人の生き残り兵として帰還された。戦後は、「思いと志」(図1)を胸に、圧造機械とエアレス塗装機械(機械遺産No.92)の二つの事業を立ち上げ、残りの授かった人生を日本の産業再興に貢献してきた。



図1 旭サナック(株)  
甘利祐三 書

その体験談は浅川研究室の学生にも大きな感銘を与えた。前述の「なぜだろう?」の一因は、「この“思いと志”が有るか無いか」にかかっている。司馬遼太郎も「人間はなんのために生きちよるか知ちよるか!事をなすためじゃ、人間には志というものがある。妄執と申してもよい。この妄執の味が人生の味じゃ」と竜馬に語らせている。連載記事で紹介してきた幕末・明治維新前後の勇士、および戦後の復興に邁進した企業人の“思いと志”を、ここでもう一度思い起こしてみよう。

### 若いものづくりエンジニアへのメッセージ

最終章ではこの“思いと志”を背景にその道の識者、およ

び企業に28年間・大学に18年間勤めた筆者のエッセー(テクノ未来塾“モトイズム”より引用)を箇条書きにして綴った。特に若い世代からのご意見ご批判頂けたら幸いである。

- 1) 日経新聞コラムの中国人留学生スピーチコンテストから: あなたの意見を聞きたいと日本の学生に食い下がると、下を向いて黙り込むばかり。日本人は沈黙する羊たち…我々留学生は日本人と交流するのをあきらめている。
- 2) 中国の清華大学では朝の7時には図書館の席は座れないほど埋まり、食事中でも熱心に議論している。ある大学では日曜日に開館していた図書館を閉鎖した。なぜか?夜遅くまで図書館で勉強や読書に専念し、健康を害する学生が続出したため。国際競争とはこんな学生達が相手!(モトイズム)
- 3) ものづくりエンジニアを多く輩出してきたある東大教授は「学生が真理とする3要素は、①TVや新聞でそう報道している、②学校でそう教えている、③周囲のみんながそう言っている」と。
- 4) 米国で授業参観した。始まった途端に私語はなくなり、教授の話に集中する。少しでも解らない用語・内容が飛び出すと、次々と質問し意見を述べる。講義の3分の1は学生との質疑応答で、大学院では半分以上となる。(モトイズム)
- 5) 米国籍を取得した理由を記者から問われた真鍋淑郎(ノーベル賞受賞者)は「米国では周りを気にせずやりたいことができる。私が日本に戻りたくない理由の一つは、周囲に同調して生きる能力がないから」と。
- 6) 「実験的事実に基礎をおき、人のつくった権威や独断には従わない」は1660年に設立された英国王立協会(Royal Society, London)の標語である。同調する前に、自分の実験事実や考えを大切せよ。(モトイズム)
- 7) 怒りなさい。叱りなさい。どやしつけなさい。言い方に気を配るなどさらさら必要ありません。なぜ叱ると身に付くか。それは誰も辛いからである。辛いものは心身にこたえるし、よく効くのだ。空気を読む必要などさらさらない。(伊集院静の大人の流儀より)
- 8) 上の命令を“正しく疑う”ことが重要だ。トランプ米大統領の下で、テイラーソン前国務長官も含めて直属の部下たちが、すぐ首にされたのは、健全な科学的思考に基づく懐疑主義者だからだ。(元防衛省幹部:伊藤俊幸)

9)「半人前の人」は、自分が半人前との自覚がなく、世を閉じるまで半人前で終わる。「一人前の人」は日常業務を右から左へ仕事をこなすが、それ以上でもそれ以下でもない。「一流の人」は仕事や技術を原理原則まで突き詰め、本質を捉えることができ、一流の人が世の中を実質的に牽引している。(モトイズム)

10)ものづくりエンジニアには「頭の良さ」よりも「頭の強さ」が重要である。頭の強さとは「好奇心」「執着心」であり、一度しがみついたらテコでも離れない「思い入れ」の強さである。「頭の良さ」は生まれつきだが、「頭の強さ」は訓練で鍛えられる。(モトイズム)

11) 仕事と私生活を峻別させ、「仕事は生活の糧を得る手段」と割り切る人がいる。これは大変もったいない。仕事はつらいことも多いが、人生で最大の充実感を与えてくれるのも仕事だ。一回かぎりの人生、仕事をエンジョイして欲しい。(モトイズム)

12)誤解を恐れずに言うと、私は生意気な人が欲しい。「欲がない人間」「好奇心のない人間」に用はない。(SONY:盛田昭夫)

13) SONYのあるエンジニアから:「盛田さんは、お前考えろとか、誰かに考えさせろ、とか決して言わない。自分自身が考えるんです。僕らエンジニアはそういうものに非常に敏感ですぐに分かるんです。あっ、この人は自分で考えているな。そうきたか、だったら、こういう提案はどうか。こっちも負けずに、必死に勉強して考えるようになる。」

14) いい加減だと言いつつ訳が出る。中途半端だと愚痴が出る。一生懸命だと知恵が出る。(武田信玄)

15) 仕事は偏差値試験のように易しい問題から解くのではなく、難しい課題を一日考えてダメなら一週間、それでダメなら一カ月、要は「頭が割れるほど考えたか」にある。考える習慣がつけば、解決の道筋が必ず見えてくる。思いと執着心を失ったとき仕事は失敗しその幕が閉じる。(モトイズム)

16)望みを成就するためには、並みに思ったのではダメ。「すさまじく思う」こと。寝ても覚めても四六時中そのことを思いつづけ考え抜く。頭のとっぺんからつま先まで全身をその思いで一杯にして、切れば血の代わりに「思い」が流れる。そのことが物事を成就させる原動力となる。(KDDI: 稲盛和夫<sup>(1)</sup>)

17)人間は本来怠惰なため good と言われ続けると great を目指さなくなる。“good は great の敵”である。good と言われたら「イエローカードを1枚もらった」と思った方が良い。能力は部下や外部の人に助けてもらえるが、“気概”や“やる気”は借りることはできない。散歩のついでに富士山に登った人はいない。(企業コンサルタント:小宮一慶)

18)理研を創設した大河内正敏は「先入観を無くして、あるがままに見よ。工場で座り込む、立ちつくす、機械と四六時中睨めっこをする、考え込む、数日後にまた見る、今日うまい考えが出なければ、寝て考える、目が覚めたらまた考え

る、毎日同じことを繰り返せ、これだけ執着すれば夢に見る、夢に見るようになったら解決が近い」と。

19) 自分の基準や軸となる専門性を若いうちに高めることが大切。マラソンと一緒に、前半で大きな差がつくと、なかなか取り返せない。ゼネラリストになるのはそのあとでいい。(日本電産:永守重信)

20)例えば週末に90分だけ自分の研鑽の時間として費やしたとする。3カ月強で大学の1科目分、3年で10科目を超える。すると、その分野の造詣が深くなり、周囲からの信頼も高まる。こうなると仕事が楽しくなり、月曜日の朝が待ち遠しくなる。(モトイズム)

21)スキルが足りない若い社員には「会社を辞めるな」と説得している。会社の中での挑戦なら、先輩方がバックアップしてくれるし、何かあっても会社が守ってくれる。失敗して大きな損失を出しても、自分が破産して路頭に迷うこともない。だからサラリーマンこそ思い切った挑戦ができる。(クオンタムリープ:出井伸之)

22)東北電力の平井弥之助は女川原子力発電所建設の際、貞観十一年(869年)の大津波を調べ、14.8メートルの高台に建屋を設置した。さらに引き波時に海底が露出する事態に備えて取水口も確保した。危機を救うのは組織ではない。一人の人間の「思い」である。(モトイズム)

23)薬師寺の東塔に入ったら、ほんま、不揃いな木ばっかりだ。それでも力強いんだな。あれも不揃いのよさや。外側はちゃんと整っているが、裏では不揃いが総持ちで支えているっていうのは、やはり最高のものだろうな。(宮大工・西岡常一の内弟子:小川三夫)

24)日本の大学はリアルからバーチャルの教育にシフトしている。もっとリアルで泥臭い機械系、電気・電子系の教育を重視してほしい。(ファナック:山口賢治)

25)伊藤博文は自分で肥樋を担いで野菜を作っていた。イギリスへ行く船中で水夫の手伝いをやったり、料理の手伝いをやったりしてね。長英戦争で長州が負けて、旧知の外交官であるアーネスト・サトウに談判をしに行った際、伊藤は下関中を駆け回り、洋食の材料になりそうなものをかき集めて、洋食を作るんですよ。サトウは日本で最初の洋食の饗応に与った。だから、伊藤は日本の最初の総理大臣だけでも、洋食を自分で作って出せる、そういう人が、列国の首相の間に立ったとき、自ずから別の風格があります。見る人にはわかる。それは“個人”なんです。(思想家:鶴見俊輔<sup>(2)</sup>)

最後に、全連載<sup>(3)</sup>にわたり芦遊サロン(元住友金属の私的交流会)の皆様からの資料提供やご支援頂き感謝いたします。

参考文献

(1)稲盛和夫, 生き方(2004.8), サンマーク出版.

(2)鶴見俊輔, 関川夏央, 日本人は何を捨ててきたのか 思想家鶴見俊輔の肉声(2011.8), 筑摩書房.

(3)浅川基男, 日本のものづくりはもう勝てないのか(2021.6), 幻冬舎.

<フェロー>  
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授  
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料