



精密加工の夢

津 和 秀 夫*

夢の遍歴

大学の私の部屋には「夢」と大書した横額が掲げられている(写真1)。これは旧制高校の先輩であり、友人である九大物理の園田久教授(雅号青波)に書いてもらったものである。私は最も好きな字「夢」を揮毫してもらう人は、彼をおいてはないと信じていた。その理由は、こうである。

彼は幼時小児麻痺に冒されて、右腕が不自由である。その不幸を乗り越えて左手で字を書き書を習う練習を始めた。高等学校時代は毎日2時間、たとえ試験の前夜でさえも、習字に励んだ。こうした涙ぐましい長年月が、彼の夢を育て上げ、今では書家として風格と気品に溢れる書をもつものになっている。

私は時折り、この扁額に対坐して、煙草をくゆらせながら、過去の夢を回想し、現在から未来へと夢を繰り広げて、ぼんやりと時を過ごすことがある。夢はロマンチックであればあるほ

ど、楽しくて美しい。私は人生の万般にわたって楽しい夢を見て来たし、また今後も見続けたい。そのロマンチックな夢のなかで、専門とする精密加工についてのものを述べたい。

昭和18年9月、戦時繰上卒業によって阪大を卒業した私は、そのまま大学院特別研究生として、精密加工の研究室に居残った。時は戦争真最中、研究室は海軍局地戦闘機「紫電改」の発動機の製作に協力した。なかでも最も精度を必要とするのが燃料噴射ポンプのプランジャーとバレルであった。これは直径10mmの円筒と穴とを $3\mu\text{m}$ 以下の精度で合わせねばならない。それをラッピング(細かい砥粒と油をつけてこする精密加工法)で自動生産するのである。若い情熱を祖国に捧げて、仁川にあった川西航空機の工場(現在の西宮競馬場)に通った。最後には研究室を同工場の疎開先の丹波篠山に移して、そこに泊まり込んだ。

夢を最新鋭戦闘機に託して、一生懸命にあれ

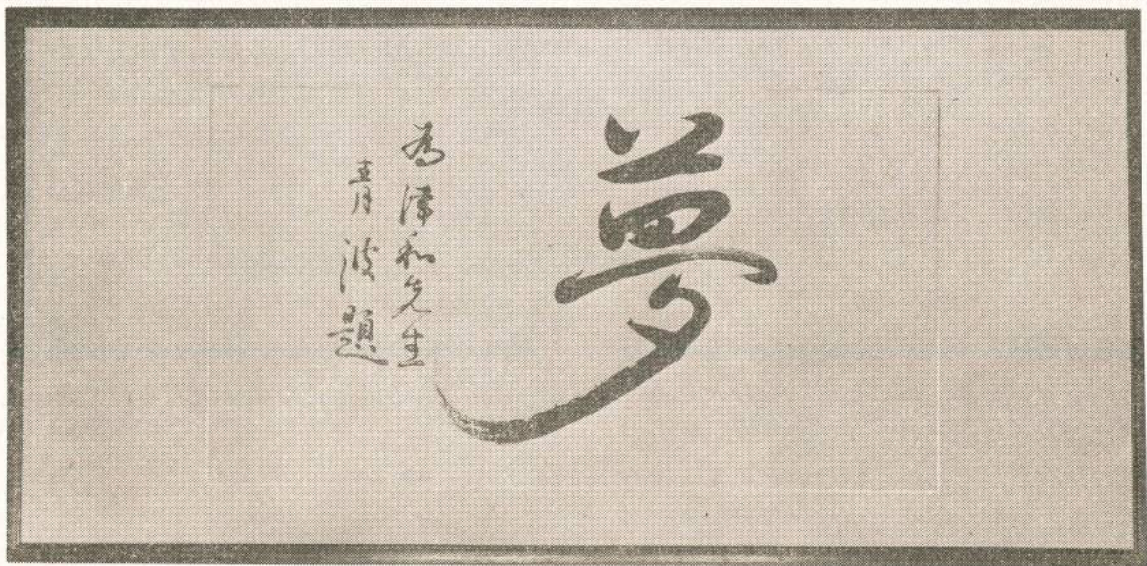


写真1 夢。

*津和秀夫 (Hideo TSUWA), 大阪大学, 工学部, 精密工学科, 教授, 工博, 精密加工

やこれやとやっては見たが、あまり成果も挙げられず終戦となった。紫電改は最後の名戦闘機として高く評価されている。これがもう少し早く量産されておれば、B29にじゅうりんされることはなかったのである。

ともあれ私は、精密なものを造る技術を教えられ、精密なものに対する憧れを心に刻んだ。これは、私の人生を通じての夢となったのである。

戦後になって何かのテーマを探して、自分の研究を始めねばならなくなった。私は川西航空機で学んだラッピングを、じっくりと基礎からやり直すこととした。

ラッピングは微粒の砥粒で工作物を磨いて極微量ずつ材料を除去する加工法である。太古から玉磨きなどに行なわれている方法であるが現在の機械工場においても、最も精密なもの、たとえばブロックゲージなどの各種ゲージ類、精密計測器などの主要部、転がり軸受のボールやローラと言ったものに應用されている。これは面白いことである。男児の生涯を賭けるに相応しい仕事と考えた。

こうしてラッピングの機構について10余年の実験的研究を行なった。こうして学位を得て、次の研究テーマを模索することになった。実は私の行なった研究は湿式ラッピングであって、これは言わば荒仕上で、その精髓である最終仕上げ工程の乾式ラッピングについては手を付け得なかった。これを研究するためには超微量の加工機構を知らねばならず、それには当時の計測機器は余りにも不完全であった。そこでラッピングを一時中断して、何か他のものと考え、ラッピングの前加工である研削を研究しようと決意した。

ところが研削については当時までに先輩たちの多くの研究があり、私ごとき若僧の入り込む余地がなさそうに思われた。とは言え、先人が見逃がした盲点があるに違いないと思えて仕方がなかった。そんな考えで研削作業に習熟するために、来る日も来る日も職人のようになって研削盤と研削作業に取り組んだ。

そんなある日、夜の実験室で裸電灯のもと、

研削職人の真似事をしているとき、砥石車の表面が光を受けて光っているのが見えた。「おかしいぞ」調べてみると砥粒の表面が摩耗している。「これだ。これを研究しよう」こうして「砥粒切刃の摩耗」という新しい夢が生まれた。

というのは、それまでは砥粒のような硬脆材料は摩耗する前に細かいへき開をして常に鋭利な切刃を顕出すると内外の学界で信じられていた。いわゆる自生発刃作用 (self-dressing) ということである。この考えに対して、真っ向から反対しなくてはならない。

こうして研削砥石の切刃についての一連の研究を10年間実施した。幸にこの頃電子顕微鏡が発達したため、その力を借りて切刃の微細構造やその摩耗の実態を観察することができた。この研究が一段落した折に、国際会議に発表しがてら、米国ミシガン大学に留学した。祖国を離れてのんびりと暮らし、来し方、行く末などを考えているうちに、今後の方針が固まった。それは精密加工の頂上を目指す「超精密加工」ということである。ここにまた夢が芽生えた。これこそ戦中に川西航空機でラッピングの仕事を手伝うときの「精密加工の夢」をさらに一層大きくふくらませるものである。それがかったの敵国で浮んで来ようとは、寄しき因縁であった。

昭和39年、当時の日本は高度成長が軌道に乗って、自動化、量産化が強く叫ばれていて、これとは逆の発想である超精密加工など見向きもせられないのでは、という危懼があった。しかし私は、量の時代の次には必ず質の時代が来ることを信じて、そのときのための準備を急いだ。

超精密加工の目指す精度は $0.1\mu\text{m}$ から $0.01\mu\text{m}$ であり、一般の機械に比べると $1/100$ から $1/1000$ の単位に当たる。このような加工を大学の貧弱な機械設備と技能力とでは到底実現不可能である。そこで私は次の2つに力を入れることとした。

1. 超精密加工の啓蒙
2. 鏡面加工法の研究

精機学会の内部に超精密加工分科会をつくり、後にこれを専門委員会に発展させ、機関誌「高精度」を発行した。現在では個人会員 150

名、法人会員50社に発展している。

また超精密加工の思想を展示する機械として、奇想天外とも言うべき超精密円筒ラッピング機を造った(図1)。これは中心にある上下

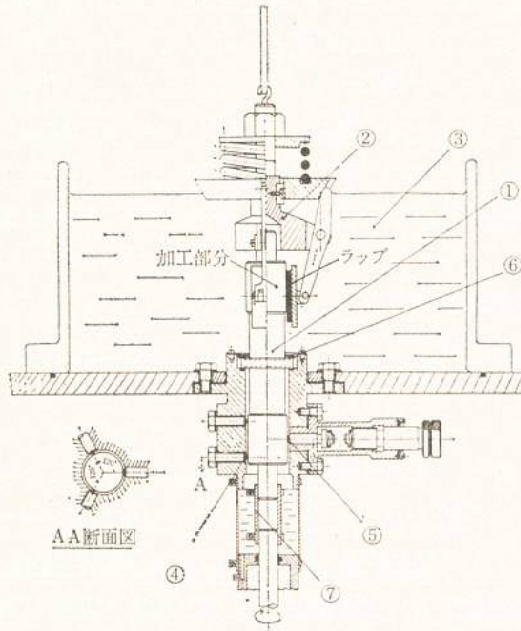


図1 超精密円筒ラッピング装置。

対称の円筒面のうち、下側を軸受として、その回転運動の精度を模範(母)として、上の工作物(子)をラッピングする。こうすると子の真円度は母より優れたものになる。次には上下を入れ替えて、子を母として母を加工する。このときの母(工作物)は子(軸)よりも優れたものになる。そこでまた上下転倒する。こうした作業を繰り返せば、やがては世界最高精度の円筒ができる。

この機械を来訪した英国の世界最高精密機械工場技師長に見せ「これで0.01ミクロン精度の軸ができるのは、恐らく私の定年の頃でしょう」と説明して、彼のド胆を抜いた。10年20年かかっても世界最高を目指そうという哲学的機械である。とはいえ、当時から起算して15年先の定年までかかるのでは仕方がない。そこで1年間だけ実験して、機械は倉庫行きとした。

超精密加工の基礎は鏡面加工である。そこで研究としては、ラッピングによる鏡面の製作を志した。その昔にラッピングの研究をしたとき、難しいため放棄した命題に帰ったわけである。表面を幾何学のおよび物理的に計測する機

器が発達した。それにも増して、新しいセンスを持つ若い俊英が研究室に育っている。これらの力を借ることによって鏡面ラッピングの研究を進めた。以来10余年、0.001 μ mのあらさという世界最高の無欠陥鏡面加工に成功した。その方法はEEM(Elastic Emission Machining, 森勇蔵)およびFloat Polishing(難波義治)と名付けられている。

こうした超精密加工の夢は今後も幾多の後進によって受け継がれ、夢そのものも膨れ上がって、やがては日本を世界最高の精密機械生産国に育て上げるに違いない。日本人ほどに超精密加工に対する適性を持つ民族はないからである。

未来への夢

夢を求め、夢を追っているうちに、馬鹿を重ねていつしか還暦を迎えてしまった。もう昔のように、柔軟な頭脳で工学を勉強することもできねば、実験室の鬼となって粘り強く精力的に実験をすることもできない。しかし私には私なりの体験から生まれた夢がある。

もちろん超精密加工は大きな夢であるが、それを達成するためには、技能を重んじ、入魂による高品位生産を行なわねばならない。そしてその根底には生産道がなくてはならない。生産道とは、生産技術(形而下)と生産哲学(形而上)を合わせたものである。現在の生産は形而下の技術だけが横行している。いわゆる「仏造って魂入れず」である。生産道が行なわれるようになって、始めて生産は真に人類の文化に貢献する。生産道の行なわれる工場は、生産工場ではなくて生産道場に止揚する。そこに働らく人達は自然に人格が向上して人生の目的を達成する。こうした思想を機会あるごとに喧伝して、世のため人のために尽くしたい。これが一つの夢である。

もう一つ現実的な夢がある。その夢は恐らく10年後には実現するのではないかと楽しみにしている。それは日本が世界最高の航空機生産国になるということである。

先づ図2を見て頂きたい。日本は戦後の荒廃から35年で、ヨーロッパ300年の歴史にも匹

敵するような工業的發展を遂げた。それを部品点数によって示したのが、この図である。しかも完成の民族としての日本人はすべてに成功している。現在は自動車の時代であるが、次は航空機からロケットになることは、火を見るよりも明らかである。軽飛行機からジャンボまで、日本人が造ったら最高のものができる。

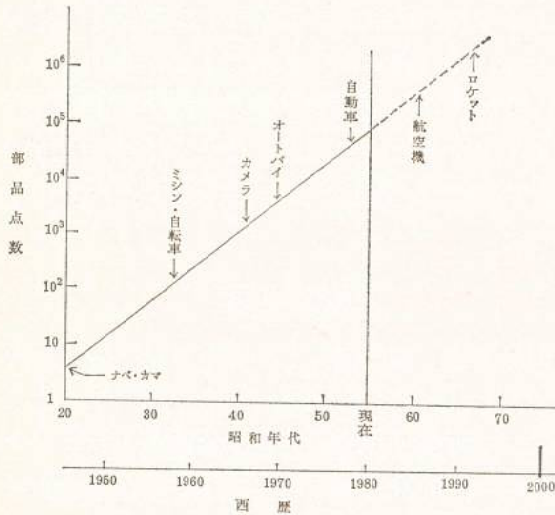


図2 日本の生産

昭和19年に中島飛行機（現在の富士重工）は図3のような超重爆「富嶽」を設計し、生産にかかろうとした。しかし戦勢利あらず、計画は放棄された。これは現在のDC10に匹敵するような巨大なもので、超高空を飛び20tonの爆弾を積んで米国工業地帯を爆撃してドイツ占領下のフランスに着陸し、その後はフランスを基地として米本土の爆撃を繰り返す、一挙に戦勝に持ち込むという雄大な構想であった。富嶽を5000機造るといふのだから話は大きくて夢がある。

40年前に既にこうした巨大なことを実施しかかった民族である。やる気にさえなればジャンボでも何でもすぐにできる。私は思っている。100万トンドックが遊んでいる。ここでジャンボを造り、これを幾つかに分解して、お手のものの専用船で泉北の大阪新空港に運ぶ。ここで組み立てて世界に輸出する。この夢は21世紀までに完成する。超精密加工は航空機生産に必須の技術である。私はせいぜい長生きして、日本製の飛行機に乗って世界旅行をしよう。

「富嶽」推定構造図

作画・小川利彦

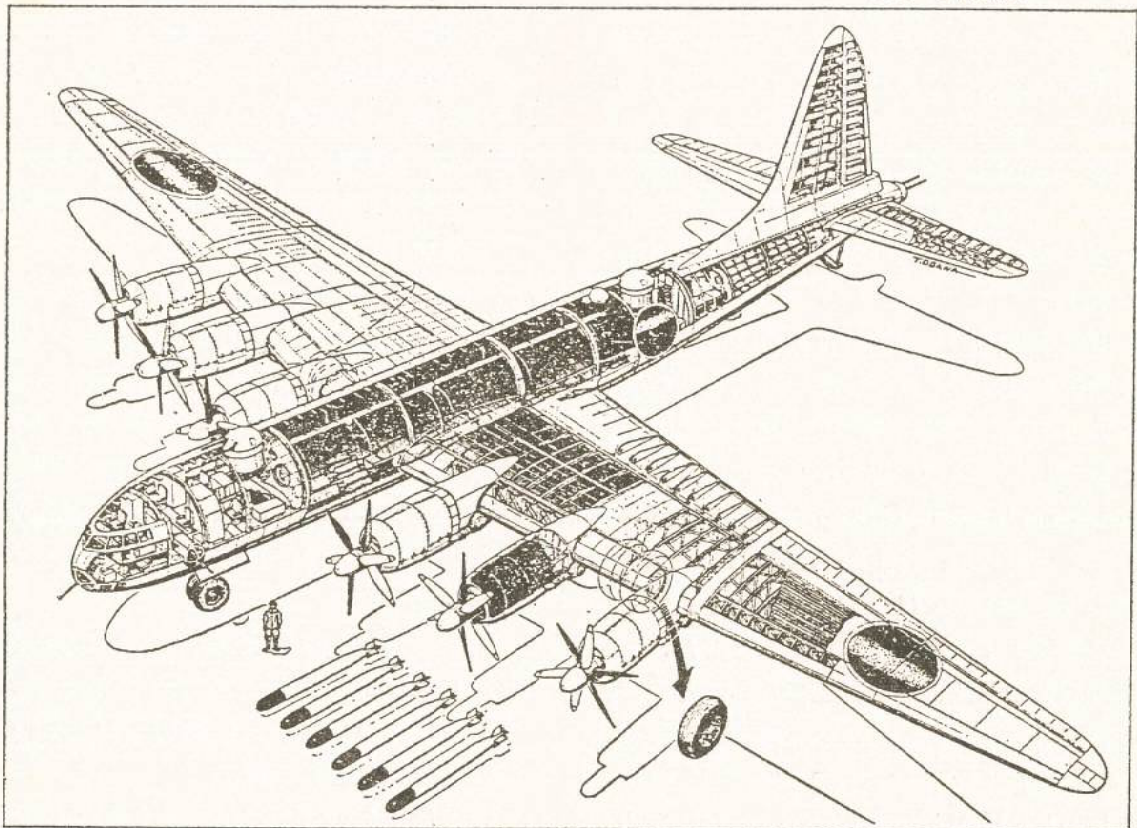


図3 幻の空中戦艦「富嶽」