

1974, 12,

技 術  
教 育

特集 せん盤学習

目 次

旋盤はどのように発達してきたか ——弓旋盤からNC旋盤まで——	山下省蔵	2
旋盤による切削を上手に行なうポイント ——丸削り・端面削り・突切り・ローレット切り——	菊池篤	8
旋盤によるねじ切り ——これだけ知っていればだれでもできる——	森田克己	13
バイトのとき方と取り付けのポイント	伊藤繁	17
旋盤の点検と整備	森田克己	20
ねじ切りの学習指導 ——旋盤の基本構造と働きを考える——	馬場力	24
「往復台」指導の視点	保泉信二	30
せん盤を使う模型製作——SLとギア——	佐藤禎一	33
旋盤による学習内容の位置づけを考える ——加工学習と機械学習の接合——	近藤義美	36
東海原子力発電所訪問記		40
<海外資料> インダストリアル・アーツ前史	清原みさ子	43
<座談会> 労働条件をどう改善すべきか		50
技術の発達の法則性と技術教育(2)	山脇与平	54
<産教連> 東京サークル活動報告		63

# 旋盤はどのように発達してきたか

—弓旋盤からNC旋盤まで—

山 下 省 蔵

## 〔1〕 旋盤の工作機械における地位

旋盤の生立ちをのべる前に、工作機械の特質についてまとめ、その中における旋盤の重要性をのべよう。

どのような機械でも、1つ1つの部品の加工から始まり、それらの組立によりできあがります。工作機械とは、これらのあらゆる部品の加工を行なう各種機械の総称です。言いかえれば、工作機械は「機械をつくる機械」(Mather Machine)であり、あらゆる機械を生み出す「母体」と言えます。ですから精度の悪い工作機械で作られる機械は、すべて精度が悪いものとなります。

たとえば、あの偉大なアポロ宇宙船が、人間を月に無事に送り込むことができたのも、人間と機械とを最上の方法で組合せるといふ組織工学の成果であると言われます。しかしその基礎には、あの宇宙船を構成している部品のすべてが、完全なものとして機械加工されていたからだといえます。このことは、1つ1つの部品を作る工作機械の精度が優れていたということになります。

またわが国においても、戦後の驚くべき経済成長を支えるものに、工作機械工業の発達があげられます。このように工作機械は、その国の機械工業の技術的基礎を形成し、その技術水準はその国の機械工業全体の水準を決定するものとみることが出来ます。これらのことから、現代工業の生産技術の進歩の基礎には、工作機械の発達が重要な役目を果たしていることがわかるでしょう。

このような重要な地位をもつ工作機械の中で、最も広くかつ数多く使われているものが旋盤です。

表1に、1972年日本の工作機械生産高を示しました。この表からわかるように、旋盤の生産台数は、ボール盤の次ですが、生産金額、設備台数ともに最高です。

- このように旋盤が広く利用される理由としては
- ① 広範囲の加工ができ、かつ加工の変化に即応できるような、はん用性、融通性に富むこと。
  - ② 仕上げ面が良好で、高精度の加工がしやすいこと。

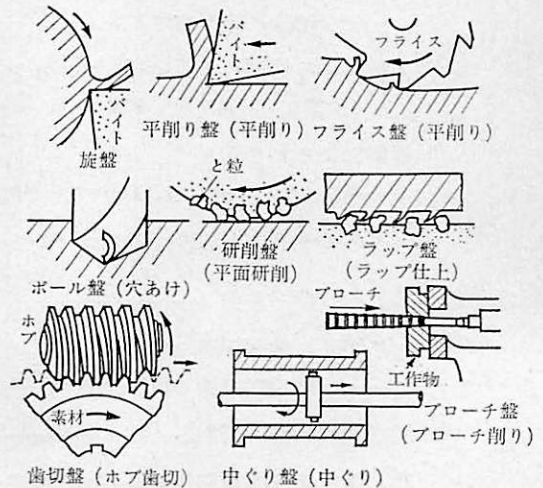


図1 各種工作機械の加工

表1 日本の工作機械生産高(1972年)

工作機械名	台数	金額 (百万円)	
		%	%
旋 盤	36519	30	33
ボ ー ル 盤	54831	45	5
中 ぐ り 盤	2023	1.7	8
フ ラ イ ス 盤	10952	9	15
平 削 り 盤	215	0.2	3
研 削 盤	10797	9	18
歯 切 盤	1274	1	4
専用機 其他	2984	4.1	14
合 計	119596	100	100

- ③ 工具費が安く、かつ切削効率が低いこと。
  - ④ 工作物の着脱が簡単にしやすく、かつ生産コストが低くなること。
- 等が考えられます。これらのことから部品加工にあつ

では、できるだけ旋盤で加工できる形状とすることが経済的なのです。

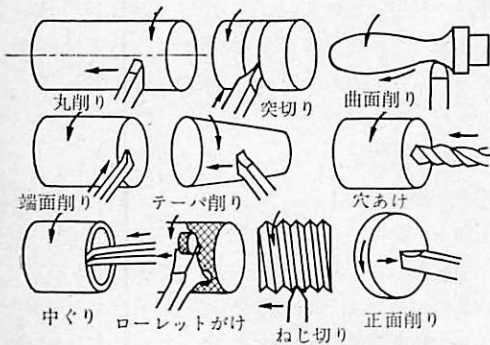


図2 旋盤作業のいろいろ

## 〔2〕 旋盤の誕生

加工物を回転させて刃物で削る加工法は、太古から考えられており、ギリシアではこのような形態で、紀元前2世紀頃加工されたと思われる鉢などが発見されています。この頃の動力は、立木の枝などの弾性体を利用し、機械に反応力を与えるという着想から生れたものです。たとえば、樹の枝などに結んだひもを加工物に巻きつけ、そのひもを引張ったりゆるめたりすることにより、加工物に回転を与えたのです。

それが12世紀頃になると、修道院や教会の仕事場で、弓形の伝導装置を使ったり、棒の弾性を利用し足で工作物を回し、同時に手で支えた刃物を使って加工する、弓旋盤とか棒旋盤が使われだしました。

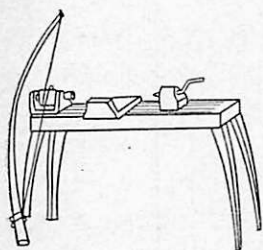


図3 弓旋盤

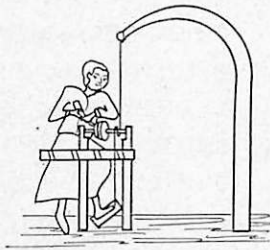


図4 棒旋盤

図4は棒旋盤の1例です。これは加工物を垂直に立てた2本の支柱の上端にあたる角材の間にしっかり取り付けます。この支柱は、両センチの働きをし、そこを中心に回転できる仕組みです。工作物の一端に細ひもを巻きつけ、その一方は弾性のある棒などに固定し、もう一方には、板を取り付け、この板を踏んでひもを引張ると加工物は回転します。足を持ち上げると、棒の弾性でもとに逆転してもどります。つまりこれは足で踏む時に削るとい形式のものです。

16世紀になると、レオナルド・ダ・ヴィンチは、加工物をクランクで回転させ、それまでのものが、正転・逆転を繰り返していた点を改良し、一方方向に回転できるようにしました。

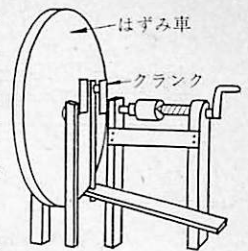


図5 クランク装置をそなえたダ・ヴィンチの足踏旋盤(1500年頃)

しかしこれらの旋盤では、刃物を職人が手で持って作業するものであり、旋盤も手工具の道具にすぎず、本体も木製でした。

ところが18世紀後半イギリスにおこった産業革命により、従来のもっぱら道具を用いて自分の技能を専業としていた生産が、機械を主とする生産にかわり、近代工業が生れてくるのです。この産業革命は、繊維機械にその口火がつけられ、蒸気機関の発明がこれを続行し、工作機械の発明に及んで完了したとみることができます。この工作機械が以後の機械製作の基礎を作り出しました。

たとえば蒸気機関に用いた初期のシリンダは、みな鋳物のシリンダであり、蒸気機関の発達をうながすためには、蒸気シリンダの孔ぐりを精度よく加工する工作機械が必要となった。この課題を解決したのが、イギリス人ウイルキンソンである。彼はバイトを取り付けたガイド棒の両端を支柱で支え、これに回転を与える加工法を考えだし、現在の中ぐり盤の基礎を確立したのです。

そしてまた、機械部品を精密に製作することが要求されるようになり、手工具的な道具では加工が不可能となりました。そこで工具を希望の位置に支え、かつ必要に応じて、変化させられるような工夫が必要となってきました。この考え方に基き、旋盤でも従来の工具を手で持って作業するかわりに、刃物台を設け、これに送り運動を与えることのできる送り台付きの旋盤が、1797年イギリス人モーズレーにより作られ、現在の旋盤の形式の基礎が確立したのです。モーズレーによる送り台の考案は、工具を職人の手から、機械の機能に置き換え、工作機械案内面によって導かれる構成部分の正確な動きを、加工物に移すという原理を具現した最初の工作機械なのです。そしてこれ以後の技術が、機械のあらゆる部品を機械的方法によって加工するという基本を確立したのです。このことにより、それまで熟練を必要とした加工が、容易にかつ精密に加工できるようになってきたのです。この考え方は、その後、他の機械にも応用され、新しい機械を生み出す原動力となったのです。

イギリスに起った工作機械の発達は、アメリカにも19

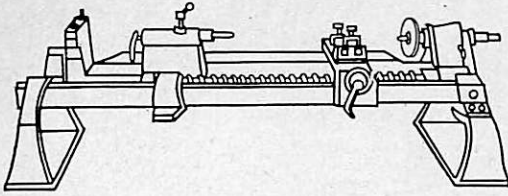


図 6 モーズレーの旋盤

世紀初めに、軍事技術と合いまって発達しました。

アメリカでは、新しく連続生産の基本要素として、大量生産に適する工作機械という考え方が生まれました。そして1867年のパリ万国博覧会では、イギリスの模倣から脱して、独創的な構造の工作機械が製作され、出品されるようになってきました。旋盤の場合、1855年ストーンが大量生産にむくように、部品加工の一連の操作を、回転刃物台に取り付けた数本のバイトによって、連続的に加工するタレット旋盤を考案しました。つづいて1873年には、英式の平形ベッド案内面に対し、セラーズがベッドに山形案内面を考案し、さらに1890年には、スペンサーがミン等の小物部品の大量生産に適する自動旋盤を考案するに至るのです。

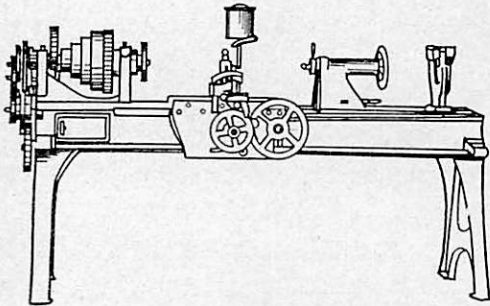


図 7 セラーズの旋盤（山形案内面をもつ）

旋盤の発達を動力源からみれば、最初はおっぱら足踏み旋盤や手回し旋盤として、人力により回転運動を作り出していました。それが産業革命以後、19世紀には、主に蒸気機関がその動力源となり、そこから作り出された回転力をベルトで主軸台の段車に導いて回転させていました。一般に段車式の速度変換は、それぞれの段車にベルトを掛け換えて行ないます。そこで大径の工作物を切削する時、回転数を下げるために、中間軸の段車の最小径のものにベルトを掛けることになり、すべりが生じやすくなります。逆に回転を上げる場合でも回転力が小さくなり、効率のよい切削ができませんでした。

ところが20世紀に入ると電気エネルギーが蒸気機関にかわり主役に登場し、工作機械は、電動機により動かさ

れるようになったのです。最初は、蒸気機関のかわりに電動機を用い、1台の電動機で数多くの工作機械をベルト掛けて利用していましたが、それぞれの工作機械の効率を高めるために、個々の工作機械に電動機が設えられるようになり、歯車による伝導装置が旋盤にも使われるようになってきたのです。

こうして最近では、バイト材料の進歩と合いまって、生産の効率化が望まれるようになり、旋盤でも、切削能力の向上、操作性の向上、耐久性の向上、付属品の開発等を主眼点として開発が進められてきました。そして現在の旋削作業では、高速重切削が可能となり、かつ仕上面や加工精度も向上してきました。さらに人間工学的な立場から、使い易かつ長年月の使用に耐えるような、各種旋盤が生みだされてきたのです。次にそれらの旋盤の種類と特質について簡単にまとめてみましょう。

### 〔3〕 旋盤の種類と特質

#### ① 普通旋盤 (Engine lathe)

普通、旋盤と言えばこの機種を指し、最も一般的なはん用機です。

#### ② 卓上旋盤 (Bench lathe)

作業台上にすえつけて使用する小型の普通旋盤で、時計や計測機器部品の精密加工に適します。

#### ③ ならい旋盤 (Copying lathe)

複雑な回転面をもつ製品加工を能率的にするために模型にならって刃物台が自動的に切り込みと送り運動をし、模型と相似の輪郭を削りだすものです。

#### ④ 多刃旋盤 (Multicut lathe)

幅の広い前後にある刃物台に、数多くのバイトを取り付け、いくつかのバイトが同時に切削を行なうので、工程数を縮小できます。

#### ⑤ 正面旋盤 (Face lathe)

主として正面削り加工を行うために、大きな面板をもち、刃物台が主軸と直角方向に広範囲に働く旋盤で、直径の大きい工作物の加工ができます。

#### ⑥ タレット旋盤 (Turret lathe)

ネジ、ボルト、ビスなどのように、同一形状寸法の部品を多量に切削する目的で、主刃物台として、旋回する六角形タレットヘッドが備えつけられています。その各面には普通旋盤の2~3工程の刃物を1組としてセットし、1工程ごとにヘッドを $\frac{1}{6}$ 回転ずつ割出し旋回させ、6工程1回転によって、普通旋盤の10数工程に相当する加工を行なうものです。

#### ⑦ 立旋盤 (Vertical lathe)

正面旋盤では扱いにくい重くて不釣合の製品の加工

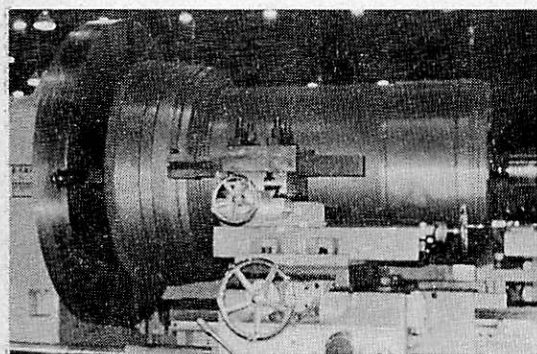


写真 1 正面旋盤

に適します。工作物は、水平の回転テーブル上に取り付けられ、刃物台はその上にあるクロスレールまたはコラム上を送られます。

- ⑧ 工具旋盤 (Tool room lathe)  
フライスやドリルなどの治工具類の加工に使うため、各種の装置をもった精度のよい普通旋盤です。
- ⑨ 二番取り旋盤 (Relieving lathe)  
フライスやホブやタップなどの逃げ面切削をするために、主軸回転数は遅く、刃物台はカムにより往復運動をします。
- ⑩ 自動旋盤 (Automatic lathe)  
各種人力操作を徹底的に、カムや油圧や電気の自動操作に改めたものです。あらかじめ工程順に刃物を取り付けて置くと、加工が自動的かつ連続的に行なわれ、素材を取り付けるだけで所要の部品加工ができるので、多量生産に適します。
- ⑪ 車輪旋盤 (Wheel lathe)  
面板を向い合わせたもので、刃物台が左右2か所にそれぞれあり、左右同時に切削できます。おもに鉄道車輪の外周の切削に用いられます。
- ⑫ 車輪旋盤 (Axle lathe)  
鉄道車輛の車軸を主に切削するものです。
- ⑬ クランク旋盤 (Crankshaft lathe)  
内燃機関の製作にはぜひ必要なもので、左右2つの主軸台を持ち、それぞれのスピンドルは同時に回転します。左右の面板には、クランク軸を取り付けるので、偏心調整装置を備えています。主にクランク軸の軸首部を切削します。
- ⑭ クランクピン旋盤 (Crank pin lathe)  
クランク軸のピン部を切削する。
- ⑮ カム軸旋盤 (Cam shaft lathe)  
主として内燃機関用カム軸のカム部を切削する。
- ⑯ ねじ切り旋盤 (Screw cutting lathe)

ネジゲージ、精密送りネジ、タップ、ダイスなどの精密ネジ切りをする専用盤です。

- ⑰ 親ネジ旋盤 (Lead screw cutting lathe)  
主として、工作機械の親ネジを切るもので、ピッチ補正装置が取り付けられています。
- ⑱ ロール旋盤 (Roll lathe)  
主として製鉄用の円筒ロールやみぞロールを切削するもので、大型で強固な旋盤です。

#### 〔4〕 わが国の旋盤の生立ち

わが国では古くから旋盤形式の加工法としてロクロがあり、広く利用されてきました。しかし工作機械として旋盤がその地位を確立したのは、江戸時代末期、造船の必要から各所に造船所ができ、1857年オランダより長崎製鉄所に旋盤、平削り盤、立削り盤、成形機等が輸入されるようになってきてからのことです。

国産の工作機械としては、1890年(明治22年)池貝鉄工所が旋盤を製作したのが始まりで、モーズレーから遅れることおよそ100年です。

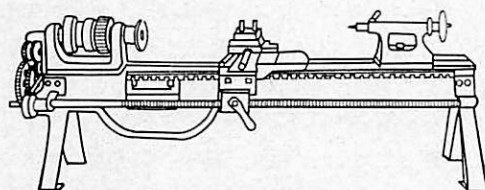


図 8 1890年国産1号旋盤(池貝鉄工製)

その後軍需品の生産を中心に工作機械専門工場も各地にできるようになり、1895年(明治28年)芝浦製作所で大形旋盤を製作、1901年(明治34年)汽車会社で車輪旋盤を製作、つづいて1917年(大正6年)芝浦製作所で立旋盤が製作されるようになりました。

第2次大戦後は、アメリカの技術導入により開発が進められ、昭和41年頃にはわが国の技術水準もあがり、現在では、西ドイツ、ソ連、アメリカについて4番目の工機械生産国となり、輸出も輸入を上まわるようになりました。その中で旋盤は、工作機械全体の輸出量の3割を少し越えるようになっています。

#### 〔5〕 最近の工作機械と旋盤

旋盤のみならず各種工作機械は、工具材料の開発に伴い急速に進歩してきました。たとえば、現在では高速度鋼(ハイス)の工具から超硬工具の時代となり、さらにセラミックやサーメット工具の開発により工作機械はその主軸速度や送り速度を増大させ、高速重切削に耐える大馬力で強剛な機種が出現するようになりました。

工作機械の進歩をその機構からみれば、多段変速から

無段変速装置の導入により、常に理想的な切削速度が選択できるようになりました。また、1本のレバーで主軸変速からテーブル等の操作まで行なえるシングルレバーコントロールシステムや主軸速度の事前選択装置であるプリセクタなど操作の簡易化が進み、さらに各種操作が自動化されるようになってきました。

刃物面では、多くの刃物をつける多刃化が進み、あわせて多軸化や多頭化により多量生産工作機械を生みだし、それらは専用機としてユニット化へと進んできたのです。こうして現在では多量生産と目的とする工作機械は、トランスファーマシンとなり、他方多種少量生産に最適なものとして、各種の数値制御（NC）工作機械が開発され、NC旋盤も作られるようになりました。

さらに進んだものとして、単なる数値制御だけでなく、工具交換装置をもった複合工作機械としてマシニングセンタが出現してきたのです。従来の加工では、普通の旋削加工は旋盤で、平面加工はフライス盤で、穴あけはボール盤でというふうに別々に行なってきました。マシニングセンタでは、これらの各種加工を1つの機械に組み込んで加工するもので、ちょうどいろいろな商店が集まっているデパートのようなものです。

さらに数値制御装置は、トランジスタからIC化へと進み、信頼性の向上、小型化、価格の低減などに伴い、コンピュータで1台の工作機械を制御するのでなく、旋盤をはじめボール盤、フライス盤等々の工作機械群を総括制御する群管理システムが実用化されてきています。この特徴は、それぞれのNC機をコンピューターにより

総合的に制御・統合すると同時に、生産管理を行います。そこで短時間に精度のよい計画や生産工程がくまわれ、実際の作業も計画にもとずいてむだなく動かされ、その状況を常に自動的に分析判断し、欠陥が生ずればすぐに対応策が取られるようになってきています。さらに今後の課題としては、人の姿のほとんどみられない無人化工場の実現をめざして研究・開発が進められています。将来の産業となる、宇宙開発や海洋開発、エネルギー革命がこれからの技術革新の中心であり、これを支える工作機械の開発も一層進められてゆくでしょう。

#### 〔6〕 NC旋盤とは

NCとは Numerical Control の略で、あらゆる情報を数値化して制御する「数値制御」のことです。

NC旋盤とは、図9に示したように、図面から工作物の形状に従って、その寸法をバイトの通路として数値に設定します。これらの数値化した情報でプログラムを作成し、その数値や記号をテープにさん孔して、このテープを数値制御装置に読み取らせます。すると送り棒についたパルスモータやサーボモータがテープ指令により一定量だけ回り、刃物台を縦横に動かして加工するのです。機種により制御される軸が1軸のものや2軸のものがあり、1軸では、0°、45°、90°の直線切削ができ、同時2軸制御では、円弧やテーパ切削ができます。またオプションをつけると、ネジ切りや自動サイクル機能などもたせることができます。

ところでNC装置さえあれば、自動的になんでも作れるものではなく、作業者が加工に必要な指令を前もって

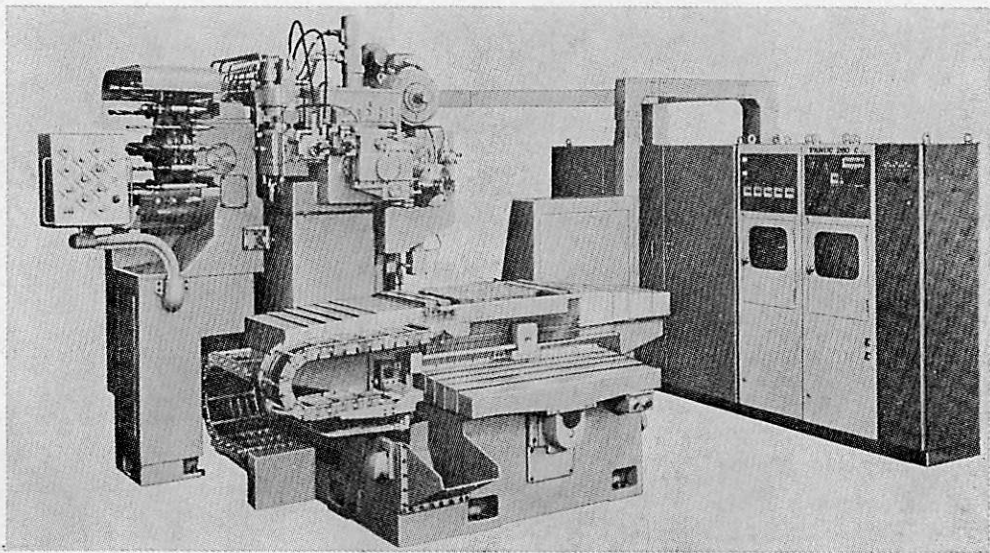


写真 2 マシニングセンタの1例



図9 NC工作機械が動くまで

テープに打ち込んでおかなければなりません。ですからテープに入れた指令が正しくないと、寸法の異なった製品ができ上がり、ひどいものでは途中でシステムが止まり加工できなくなります。ですからNC旋盤を動かすには、あいまいなプログラムを作ることは許されません。現在利用されているNC旋盤には、普通旋盤とタレット旋盤をNC化したものがほとんどです。次にNC旋盤の利点をまとめてみました。

- ① 1本のテープさえあれば、数台の機械を動かすことができますし、テープさえ保存しておけば、必要な時に手軽に同じ加工ができます。
- ② テープが正しく作られていれば、機械はその指令通り正しく動くので、作業者は機械につきっきりである必要がありません。
- ③ 位置決めはテープで高い精度に設定でき、かつ繰返し精度も高いので、ジグが不必要です。
- ④ 従来のケガキ作業が不要となり、段どり時間が短縮できます。
- ⑤ 精度も高く繰返し精度があるので、製品が均一化でき、検査などの時間の短縮ができます。
- ⑥ 作業者の熟練度も必要とせず、オシャカも生じないし、途中で作業法を考える必要もなく、加工費の削減に役立ちます。
- ⑦ 1人で数台の機械の運転が可能なので、人手不足の解消に役立ちます。

#### [7] バイト材料の進歩

石器にかわって金属が利用されたのは、紀元前5000年頃とされ、銅器時代—青銅時代—鉄器時代を経て、現在の合金鋼—軽合金時代に到達しました。ところで金属が文明に大きな役割をもちはじめたのは、産業革命以後であり、旋盤などの工作機械が鉄製になったのも、1784年イギリス人コートにより新しい製鉄法が発明されてからのことです。

ところでバイトで金属が切削できるためには、バイト刃先に使用される材質が、加工物より硬く、粘り強さもあり、温度が上昇しても硬さが低下しないことが必要です。このバイト材料としては、長い間、単なる炭素鋼が利用されてきました。しかしこのバイトでは、200°C

以上になると硬度が小さくなり、10mm/min位の低速軽切削しか利用できない欠点がありました。

1898年アメリカにおいて、高速度鋼が発明されて、従来の2～3倍の切削速度で切削可能になりました。

高速度鋼は、1.0%以下の炭素鋼に、タングステン、クロム、バナジウム、コバルトなどを付加し、熱処理することによって摩擦抵抗を増大させ、600°C位の高温になっても硬さが減少しませんが、このチップをバイト刃先にろう付した付け刃バイトが広く利用されてきました。

さらに高速に耐えるバイト材料として、1927年炭化タングステンを主成分とした粉末冶金による超硬合金が発現したのです。これはタングステン、カーボンなどの炭化物(タングステンカーバイト)の粉末に、コバルトを結合剤として加えて型に入れ、バイトチップの形状に圧縮成型したのち、焼結したもので、800°C位の高温になっても切れ味の落ちないものです。このチップは、クラ

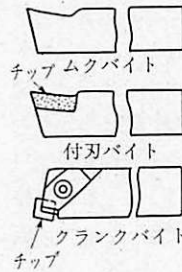


図10 バイトの形式

ンプバイトの先に固定して用い、高速度鋼の数倍の高速切削(50~200m/min)が可能となった。しかし初期の超硬合金はもろく、重切削に適しませんので炭化チタニウムを添加することにより、以前の2倍ぐらいの靱性をもたすことができました。現在では高速度鋼にかわり広く利用されるようになりました。

最近では旋盤の開発と合いまって、より高度切削が望まれるようになり、バイト材料の開発も進められ、セラミック(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主成分として焼結したもの)やサーメット(TiCを主成分とした焼結合金)が超硬合金よりさらに高速切削(500m/min)できるものとして利用されてきています。この他、地球上で一番硬いとされているダイヤモンドもバイト材料として利用されています。ただし高価であり、成形やロウ付けなどができないため、刃先に埋め込むように固定し、仕上げ時などの軽切削に利用すれば最高のものです。またバイトの形式としては、付け刃バイトが主でしたが、最近ではスローアウェイバイトと言って、バイトホルダに超硬合金等のチップを取り付け、チップが摩耗したら、新しいものと交換する形式が多くなってきました。

(東京都立中野工業高校)

# 旋盤による切削を上手におこなうポイント

—丸削り，端面削り，突切り，ローレット切り—

菊池 篤

## はじめに

カミソリで“ヒゲ”をそるときのことを考えてみてください。ヒゲとカミソリでは、硬さはおおきくちがいます。それでも、切れなくなります。この考えを旋盤切削作業に適用しますと、バイトの刃先が、いかに摩耗して切れなくなってしまうか予測がつかましよう。ほんとうにバイトの刃先がいつもよく切れる状態にたもつのはたいへんむずかしいことです。ヒゲがそれない、カミソリが切れない。このことは人間が肌でかんじてすぐわかります。カミソリの刃はかんたんにとりかえることができます。しかし中学校での旋盤作業では、バイトが切れなくなってしまう状態がなかなかわかりません。つい一生懸命になってどんどん進めて、早くおわりたい気持ちになるようです。むしろ、熱がでてでもへいきで、無理をしてやることはないでしょうか。

この世の中でダイヤモンドにつぐ硬さを持つ超硬合金バイトでも旋盤切削作業で摩耗（へたる）し、案外早く切れなくなります。摩耗のしかたはカミソリのようにかんたんではありません。かなり複雑です。中学校で一般に使用されているバイトは高速度工具鋼で、ハイスとよばれているものがほとんどです。高速度工具鋼で軟鋼を削ることは、やさしいようで一番むずかしいことです。経験の中でそのときどきの条件を考えながら、科学的理論的に正しい方向へ理解を深めていきたいと思ひます。

## Ⅰ 丸削りのポイント

### (1) センタ穴を正しくあける

センタドリルは工作物の寸法に応じた大きさをえらびます。工作物の径とセンタの穴の大きさとの関係は表にあるようにえらばないと切削中の振動とかびり

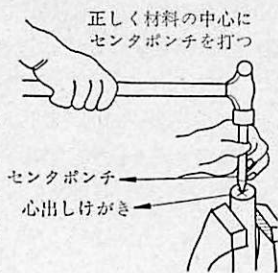


図 1

などの原因となり、精度のよい加工ができません。センタ穴をあけるには、工作物の端面の中心を求め、心出しを正確にしてポンチを打ちます。センタ穴は工作物の大きさに合っており、

両センタ仕事では両端が同一線上に穴あけされていないと加工されたものの精度を上げることができません。図2は注意点を示したものです。

### (2) 工作物の熱膨張をのぞく

切削中、工作物が切削の摩擦熱によって膨張してセンタを押しつけるため、摩擦が大きくなります。そのようなときは機械を止め

て、手で回し金を回して見て、膨張の度合いを知ることができます。膨張しているときは止りセンタをもどして、センタ穴とセンタに注油し、センタの押し加減を調整します。しばらく休んで熱の冷えるのを待って切削作業に入るとよい。（両センタ仕事）

### (3) 工作物の外径と切削速度

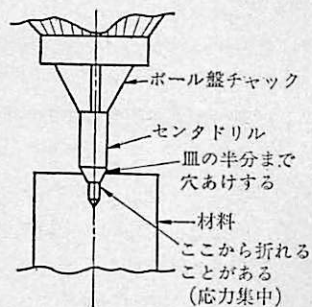
切削速度は厳密にいえば、バイトの刃先が工作物を擦過する速度です。一般には工作物の外周速度といわれています。単位はm/min (m/分)です。

切削速度 (V) と工作物の回転数との関係は、つぎの式で示されます。

センタドリルと工作物  
(単位mm)

工作物の径	d	D
6~10	1.0	2.5
10~15	1.5	3.8
15~25	2.0	5.0

(工作ハンドブックより)



○センタ穴は角度が違ったり深すぎたり浅すぎると用をなさなくなる

○センタドリルは折れやすい

図 2



$$V = \frac{\pi ND}{1000} \text{ または、 } N = \frac{1000V}{\pi D}$$

D : 工作物の外径 (mm)

中学校での旋盤切削作業では高速回転をさげ、標準切削速度より低めにおさえておくのがよいでしょう。上記の式でわかるとおり工作物の外径の大小でN(回転数)が変化します。小径のものほど回転数が早く、V(切削速度)も早くなります。切削速度は、工作物の材質、作業の種類、バイトの材質・形状、切り込み、送り、切削剤を使用するかどうかによって異なります。切りこみと送りの関係は、切りこみ深さの $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ を送りこむとよい。1馬力(0.75kw)ぐらいの旋盤では、450r.p.m.ぐらいの回転数が振動などを考えるとちょうどよいと思われま

す。旋盤の標準切削速度(工学便覧)の約半分の切削速度を考えて式に代入してみますとつぎのようになります。

工作物材質: 軟鋼 バイト: 高速度工具鋼  
 工作物の径: 20mm 切削速度V: 30m/min

$$N = \frac{1000V}{\pi D} \text{ より、 } N = \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 20} \approx 470$$

N $\approx$ 470 となります。 $\phi 20 \sim \phi 25$  のぶんちん材料等ならば、450r.p.m. ぐらいを安全とみて作業標準としたいものです。

#### (4) 両センタの中心の合わせかた

正しい寸法に丸削りするには、両センタを正しく一直線上に合わせることが必要です。

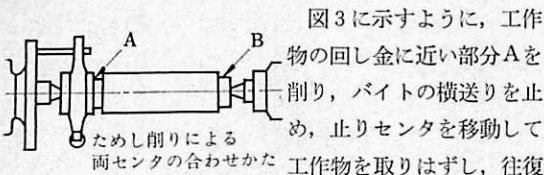


図 3

図3に示すように、工作物の回し金に近い部分Aを削り、バイトの横送りを止め、止りセンタを移動して工作物を取りはずし、往復台を止りセンタ側に移動してから、工作物を両センタでささえます。つぎに刃物台を左へ送って、Bの部分の削る。この削った部分のA、Bの径を外パスで測ってその結果が一致しておれば、両センタは完全に主軸と一直線上にあることになります。もし一致していない場合、Bの径がAより大きいときは、止りセンタを手前に移動させます。逆にBの径がAより小さいときは、止りセンタを後方に移動させて調節します。その他に、両センタを接近させる方法、ダイヤルゲージと試験棒をもちいる方法などもあります。

#### (5) 両センタ外周削り

端面削りがおわれば、外周削りにかかります。まず外周を荒削りしてから仕上げ削りをします。外周削りは回し金を使用しているために、一度のバイトの縦送り

長を削りおわることができないので、一端から回し金の近くまで削ったならば、左右を振り変えて、(トンボして)他端から削ります。

そのとき起る現象として

- (イ) はじめに削った部分との間に境界ができる。
  - (ロ) ひどい時は、食い違いが生ずる、などがおきます。
- そのとき考えられる原因としては、
- (イ) 回し金が浮いている。(カタカタしている)
  - (ロ) センタ穴の不良(摩滅など)
  - (ハ) 主軸台の軸受摩耗(ガタ)などが考えられます。
- (6) 荒削り

荒削りバイトを選び、適当な切込みを与え、バイトを手送りして外パスの脚がかかる程度に削ったら、旋盤を止めて、外パスで外径を測ります。その寸法が適当であれば、縦送りをかけて回し金近くまで削ります。つぎに工作物の左右を振り変えて、他端から削ります。図4の

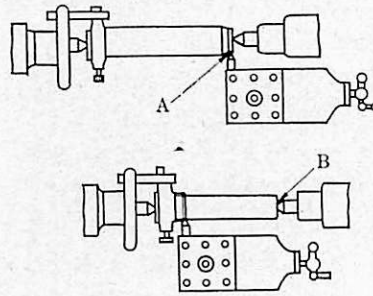


図 4

Aで測定して、寸法の確認を正しく行い、荒削りを進めます。荒削りは1~2回の送りで終わるようにします。また、黒皮はバイトを損傷させるおそれがあるので、深めに切り込み、一度で削り取るようにします。図のB部は相当な熱を生じます。300°C以上になることもあるので、センタ穴、旋盤センタの状態、心押台の押し方の強さに充分注意しないと、丸削りの初期の目的は達成できないことになります。荒削りで適当な削りしろを残して削り終われば、外パス、スケール、ノギスやマイクロメータなどで外径をたしかめます。

#### (7) 仕上げ削り

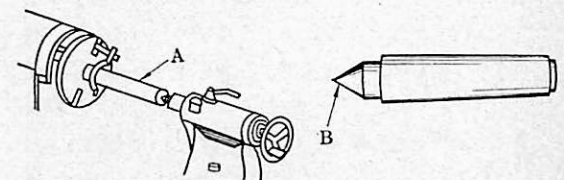


図 5

図5Aの工作物は、荒削りで円周方向と長手方向(従方向)に熱膨張する。(熱がさめてから仕上げにかかる)その熱応力はほとんど心押台センタに集中するので、工

作物のセンタ穴も心押台センタも共にいたみます。いたみぐあいによっては仕上げ削りに影響します。図5 Bのセンタ先端が、ぎざぎざになっている状態では正しい仕上げ削りは不可能です。(交換した方がよい) また心押センタの角度で仕上げに影響する。

工作物を取付け、つぎにバイトを選んで刃物台に取付けます。工作物の外径を測ってから切込み深さをきめます。はじめにバイトを手送りして、マイクロメーターで外径を測れる程度に削ったならば、旋盤を止めて外径を測ります。その寸法が適当であれば、縦送りをかけて切削を続けます。往復台を手送りする場合は、かならず等速運動で送ることが大切です。

仕上げバイトで切削できる最小切り込みは0.01くらいです。中学校では髪の毛1本ぐらいの太さと指導しているのを聞いたことがあります。それは0.05~0.07mmくらいですから妥当と思われる。

工作物の中ほどまで削ったならば、左右を振り変えます。所定の寸法に仕上がるまでこれをくり返します。

#### (8) やすりがけとみがき

外径を正しく仕上げるには、バイトによる仕上げ削りをしたあとにやすりや布やすりを使って仕上げることもあります。工作物回転中にやすりをかける場合は、危険を伴うので注意が必要です。やすりは旋盤用単目やすりを使用し、手仕上用やすりを使用しない方がよい。工作物に0.1mm以上の筋目やかきずがある場合は、やすりや布やすりで仕上げることは不可能に近いことです。布やすりで削れる量は、せいぜい0.01~0.02mmくらいです。全体をバイトで削りその後やすりや布やすりを使うとよいと思います。布やすりを使うときは、粒度に注意が必要です。

## 2 端面削りのポイント

### (1) 工作物の取付け

工作物の大きさに応じて、適当な大きさの回し金を選び、工作物の一端にさし込んで、ボルトで締め付けます。工作物にきずをつけないように締め付けるには、銅板、アルミ板など、小物のはさみ金をボルトの先端が接する箇所当てます。工作物のセンタ穴をきれいに掃除してマシン油をさします。マシン油でといた光明丹(赤ペン)をさしてもよい。光明丹は減摩材です。両センタの距離を決めて心押台ベッドに固定し、心押台のハンドルを調節して、工作物をセンタでささえます。両センタが正しく工作物のセンタにはいつているかどうかを、手で回して確かめます。みがき丸棒などはきずがつきやす

いので、図6のA部に、はさみ金をもちいるようにします。センタ穴(図6 B)に切りくずの微小物が入っていると、切削中に摩擦を増大しセンタをきずつけるのでよくたしかめてください。

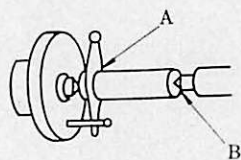


図 6

取付けが確実であれば、心押台の心押し軸締付はハンドルを締めて、心押し軸を固定します。工作物を切削中、工作物が切削によって膨張し、センタを押しつけるので注意します。活センタより死センタの心押台のセンタが発熱するので、押し加減を調整します。

### (2) 端面削り

工作物の取付けが終わったら、工作物の端面削りをする。端面の仕上げしろがおおいときは、荒削りをしてから仕上げるようにします。

#### ① バイトの取付け

作業に適したバイトを選んで、刃物台に確実に取付けます。取付けの要領は、バイトの刃先を、センタの中心に一致させるように取付けます。バイトは刃物台から長く突きださないように取付けます。長く突きだすとバイトが切削中振動して食い込みやすく、刃先が損傷します。図7でA部の長さは端面削りではいくらか余計に長

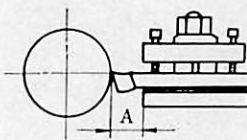


図 7

くしますが、普通はバイトの高さ(厚さ)の1.5~2倍ぐらいが力学的にもよいとされています。

また、バイトの下に敷金を入れるときは、刃物台の面にじゅうぶんに当るようにします。

#### ② 端面の荒削り

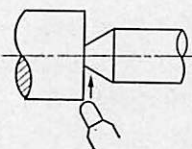


図 8

図8のように先丸バイトを選んで、これを工作物に対してわずかに傾けて取付けます。適当な切込みを与

え、外側から中心へ向かってバイトを送ります。センタ穴の近くは削らないで残しておきます。(この残った部分を、だぼといいます。) つぎに工作物をセンタからはずし、長手方向の寸法を必ず測定します。回し金をつけ変え、同じ要領で他の端面を荒削りします。仕上げしろを残して、つぎの仕上げ削りをします。

#### ③ 端面の仕上げ

片刃バイトを選び、切れ刃が水平になるように取付けます。主轴の回転は荒削りのときよりもやや速くして

中心の近くまで切り込んで、だぼを除きます。つぎにわずかな切込みでバイトを中心から外側に向かって細かく送って仕上げます。図9に示す切り欠きセンタを用いると削りやすく、きれいに仕上がります。

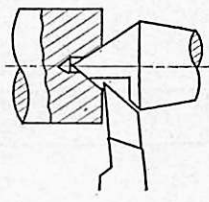


図 9

### (3) チャック仕事での端面削り

図10は、チャック仕事で端面削りの荒削りをしている図です。図におけるAは10mmぐらいが望ましく、長く突きださないようにします。(振動したりするので、できるだけ短く)。

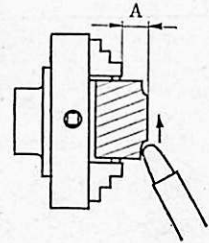


図 10

連続的に多量に端面削りをする場合は、チャック仕事が便利で、早くできます。

図11はバイトが中心に向かって進んで行く状態を3つの図に示したものです。バイトの先端位置の移動に伴い切削速度の変化を考えようとするものです。回転数：Nが同じでも実際に削っている径が変化していくので、切削速度が変化しなくては式が満足できません。

$$V = \frac{\pi DN}{1000}$$

で、DがD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>

と変化するので、Vの変化に合った送りを理論的に進めるようにします。

### ③ 突切りを行うポイント

#### (1) 突切りの方法

工作物の切筋箇所をチャックに接近させて取付け、バイト

はセンタの高さに合わせ、正面刃先が工作物に直角に当たるように取り付けます。つぎに切筋箇所にバイトを当てて突切ります。工作物が長い場合は、一端を止りセンタでささえます。突切りはむずかしい作業で、バイトの選定、バイトのとき直し、バイトの取付けなどに熟練を要します。突切り作業では、びびりが生じたり、バイトを食い込んだりする傾向があるので、じゅうぶん注意してバイトを切り込まなければなりません。切削中に切

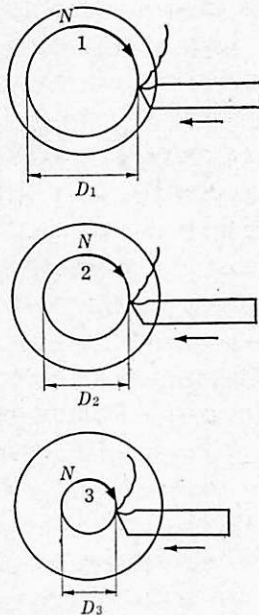


図 11

削油がきれいになると、切りくずがむしれたり、バイトが折れる原因となるもので、たえず多量の注油が必要です。中心部はわずかに残して、弓のこで切り落とすと失敗は少ない。

図12のようなヘルホルダを1本購入しておく役に立つことがおおい。

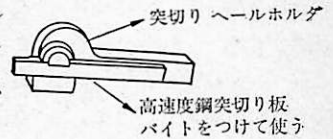


図 12

#### (2) 突切りの切りくず

(切粉)

突切りバイトから排出される切りくずは突切り幅より広いので、みぞと切りくずとが摩擦し切削抵抗が高くなります。切りくずは、左右対称で流れ形で連続してでてくることが理想です。構成刃のつかないことがたいせつです。

#### (3) その他の注意

1. 工作物の材質をよく知る。(快削鋼を使ってみることもよい)
2. 低速回転で切削すること。
3. 刃先角の状態を最良に保つ。
4. バイトの取付け方、取付け角度を正確にする。
5. 必ず切削油を多量に注ぐ。
6. びびりの原因をとりぞく。

旋盤切削における力学を考えるとバイトを下に押す力を主分力としているので、突切りバイトが下に押されて食い込んだり、折れたりします。細い突切りバイトは断面積が少ないのですぐにたわんでしまいます。たわみが大きいときはすぐにもどします。シャンクにスプリングをそなえたヘル突切りバイトは、主分力を受けとめて折損しないで突切りをすすめることができます。手で送り込むから体で感ずるようになって作業を進めたい。

#### ④ ローレット切りのポイント

工作物にローレットのこまを強く押しつけ、ローレットのみぞを切ると、工作物の外径が少し大きくなります。そのためふつう、ローレット切りをする場合は、仕上がり寸法よりも0.2~0.4mmくらい径を小さくしておきます。

#### (1) ローレットの取付け

まず、工作図に従って適当なローレットを選びます。中学校では直径20mmのローレットをホルダーとともに購入するとよいでしょう。ローレットのこまが2個のときは、2個とも平均に工作物に当たるように刃物台に取り付けます。ローレットのこまが1個のときは、こまの中心が工作物の中心の高さに一致するように取付けま

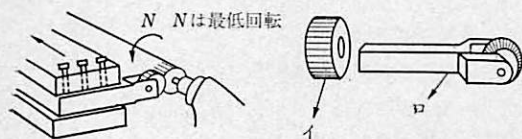
す。

## (2) ローレット切り

ローレットを刃物台上正しく取り付けられたらば、ローレット切りを始めます。まず、主軸回転数を最低に落とし、工作物に対してローレットのこまを直角に食い込ませます。ローレットの目が、正しく立っているかどうかを調べ、正しく目が立っておれば、縦送りをかけます。できれば自動送りが望ましい。必要な部分に全部ローレットを切ったならば、こまと工作物をブラシできれいに掃除してから、ローレットの仕上げにうつります。

ローレット切りの仕上げでは、縦送りをやや速くします。このときは、こまを軽く工作物に当てるようにします。工作物の材料がなんであっても、切削油はじゅうぶんに注いで、切りくずを流しだすようにします。ローレット切りの仕上げの程度は、こまの目が正しく切りこまれており、目の頂点がとがっておればよいでしょう。

ローレット切りは、ふつつ1~2回の縦送りによって、仕上げを終わらせます。



ローレットは工作物に直角に取付ける

図 13

図13に示す、イは単目ローレットのこまで、中学校では径20mmのものでよいでしょう。ロは単目ローレットのホルダーです。回転数Nは、使用する旋盤の最低回転数を用います。

ローレット切りは、ふつつ複目のローレットこまを用いることがおおい。図14におけるイは、ローレット2個つきホルダーです。ロは複目ローレットのこまです。図でAはスプリングワッシャーつきナットで締めつけてあり、Bはテーパピンで、こまの回転をささえる軸となります。このテーパピンをとりはずしてこまを入れます。こまとホルダーを購入し、自分でセットするのがふつつです。

図におけるCのこまがなめらかに回転するかたしかめます。なめらかでない場合は、テーパピンをよく調べてみます。図におけるDはV字型の中心で、旋盤のセンタに合わす目安とします。

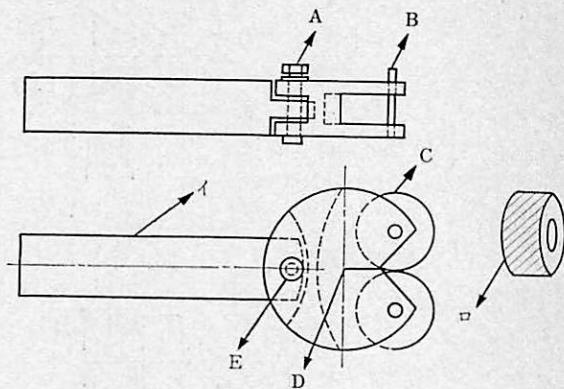


図 14

図におけるEはナットであるが、少しゆるめて注油し首の部分とシャンク（柄）の部分が軽く動く程度がよい。ローレット切りは取付けが大切ですから着いてしっかりと刃物台に固定します。回転数は最低回転であるから、急いでやることはありません。

## (3) ローレットの注油（不水溶性切削油）

強制注油装置のある旋盤ならば、どんどん注油ができるので、問題はありません。生産工場ではほとんどが注油装置を利用しています。中学校や工業高校では小さいはけで注油している場合がおおい。じゅうぶん注油できないためにローレットの目が正しく立たないときがあります。きれいな新しいはけで、新しい切削油を用いるようにしたい。切削油に切りくずが入っていたり、切削油が古くなって粘性が強いものはさけるようにします。ローレットの目づまりをふせぐのが目的であるから新しい切削油をどんどん注ぐようにします。

## (4) ローレットの切りの注意

- (イ) ローレットホルダーの締め付け不良は、最初はきれいにできて、途中でだめになります。
- (ロ) ローレットテーパピンの摩滅は、ローレットこまが不規則回転するもとになります。
- (ハ) ローレットが工作物に直角でないと、ローレットこまが片当りし、目が不良になります。
- (ニ) ローレットこまに注油はけを近づけ過ぎると、はけの毛はもちろん柄までも巻きこまれて、ローレットの目がつぶれます。

(東京都立中野工業高校)

# 旋盤によるねじ切り

—これだけ知っていればだれでもできる—

森 田 克 己

## 1. はじめに

旋盤加工はいろいろありますが、ねじ切りも旋盤作業の重要な一つです。正しいねじ切りができれば一人前であるとも言われています。うまくねじを切るには、練習がなによりであります。ねじを切る前に、ねじについて理解しておく必要があります。

図1はねじの各部の名称です。それぞれの位置と名称、寸法関係を対比させて確認して下さい。

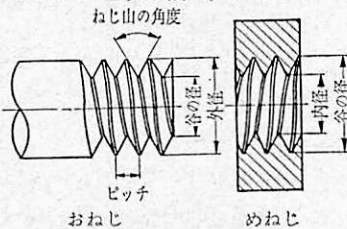


図1 ねじ各部の名称

## 2. ねじ切りの原理

旋盤加工は、主軸（チャック、面板）に取りつけられた工作物が回転し、刃物台に取りつけられたバイトにより削られるわけです。この時、工作物の回転とバイトの送り（親ネジの回転）、とにある関係をつけてやる事により、工作物の表面に一定間隔の連続したスジ（送りマーク）ができます。この一定間隔のスジが「ねじの素」となるわけです。

いいかえると、主軸回転数と親ネジ回転数との比によって親ねじの有するピッチから工作物に必要なピッチにうつしかえてやることです。たとえば5mmのピッチの親ねじが1回転する間（バイトは親ねじのピッチ分だけ移動する）に、工作物が1回転すれば工作物に、親ねじのピッチと同じ間隔のスジがつかます。もし親ねじ1回転の間に工作物が5回転すれば5×1/5で1mmのスジができるわけです。この比率をかえることによりいろいろなピッチのスジ（ネジ）が切れるのです。比率は、歯車によって、かえられます。（図2）この関係を式でまとめると次のようになります。

$$\frac{\text{主軸の回転数}}{\text{親ねじの回転数}} = \frac{\text{親ねじ側の歯数}}{\text{主軸側の歯数}}$$

この式で親ねじのピッチは、旋盤が決まれば一定となり工作物のピッチにより換え歯車の歯数を決めるわけですから式を変形して

$$\frac{\text{工作物のピッチ}}{\text{親ねじのピッチ（一定）}} = \frac{\text{主軸側の歯数}}{\text{親ねじ側の歯数}}$$

ということになります。この比を換え歯車比（歯車比）と呼びます。

しかし換え歯車の歯数は、すべてあるわけではなく、各旋盤に備えつけられている歯車の中から適当に組み合わせなければいけません。換え歯車歯数の1例としては、20～64枚まで4枚とび、さらに72, 80, 120, 127枚のものを加えて1組としているものもあります。これらを使って例題をやってみましょう。

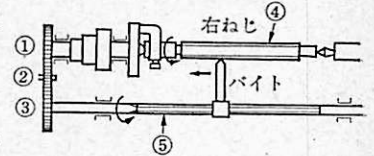
例題1 親ねじのピッチの5mm 旋盤でピッチ1mmのねじを切る時の換え歯車を求めなさい。

$$\frac{\text{工作物のピッチ}}{\text{親ねじのピッチ}} = \frac{1}{5} = \frac{1 \times 42}{5 \times 24} = \frac{24}{120}$$

主軸側歯数24, 親ねじ側歯数120になります。しかし、この2枚の歯車を直接かけ合わせると工作物と親ねじの回転方向が逆になりますので、これらに間に適当な歯数の歯車（中間歯車）を入れて、回転方向をそろえます。このように中間歯車1個による組み合わせを「2段掛け」と呼びます（図3）。

例題2 親ねじのピッチ、8mm 工作物のピッチ1mm、の換え歯車を求めなさい。

$$\frac{\text{工作物のピッチ}}{\text{親ねじのピッチ}} = \frac{1}{8} \text{ になります。}$$



- ①主軸側歯車 ②遊び歯車
- ③親ねじに取りつけた歯車
- ④工作物 ⑤親ねじ

図2 ねじ切りの原理

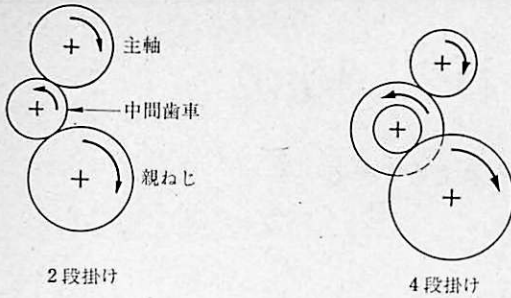


図 3

このように換え歯車比が大きくなると、2段掛けでは組み合わせる事が出来なく $\frac{1}{8}$ を2つの分数に分けます。

たとえば、 $\frac{1}{8} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{20}{80} \times \frac{60}{120} = \frac{20}{80} \times \frac{36}{72}$  となり図3のように組み合わせれば、結局親ねじと主軸の回転数の比は8対1となりピッチ1mmのねじが切れます。このような歯車のかけ合わせを4段がけといい、2段がけでできない場合に用います。

実際のねじ切りでは、いちいち計算せずに工作物のピッチに応じて写真1のように表で示されて、すぐに換え歯車が求められるようになっています。

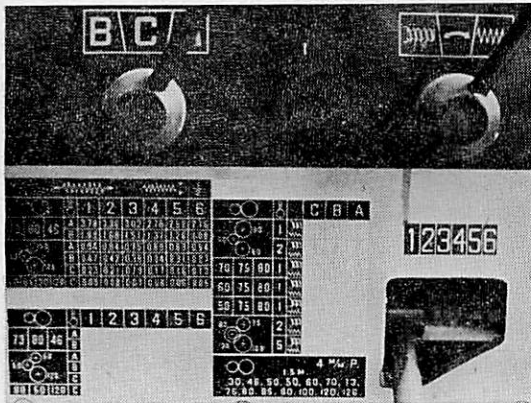


写真 1

### 3. ねじ切りダイヤル

ねじ切りは前にバイトの通ったミゾに少しずつ切り込みながら何回もバイトを通してミゾを拡げてねじを完成するわけですから、一度削られたバイトのミゾ跡にさらにバイトを正しく切り込まなければねじになりません。

もし、図4のように親ねじ(5mm)と工作物(5mm)のピッチが同じであれば、どこでハーフナットをかみあわせてねじ切りをはじめても、バイトの刃先は常に工作物のミゾの谷に入ります。工作物のピッチ2.5mmの時も、親ねじにどこでかみあわせても、あいます。

しかし工作物のピッチ3mmの時はどうでしょう。は

じめのミゾにあうのは、図4からわかるように、最初にハーフナットがかみあわされた親ねじのミゾから3ピッチ目でとでなければ、工作物のミゾにバイト刃先がありません。このように、親ねじと工作物のピッチによりハーフナットのかみあわせる時期が問題になります。

この時期を知る方法として図5のようにウォーム歯車を親ねじにかみあわせませす。もし、前記のようにピッチ3の場合、親ねじ3ピッチ目で前とあうわけですから、3の倍数の歯数のウォーム歯車、たとえば24枚を使い同じ軸で回転するダイヤルを8等分しておき、マークされた位置でハーフナットをかみあわせれば、常にバイトは谷ミゾにあいねじが切

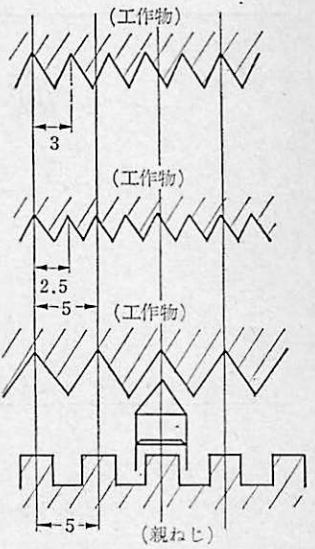


図 4

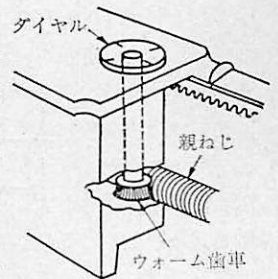


図 5

れます。この装置をねじ切りダイヤルと呼び、往復台に取りつけられ親ねじとかみあうウォーム歯車とこれと一体となって回転するダイヤルからなっています。

かみあい位置を計算で求める場合は、工作物のピッチ / 親ねじのピッチ を求め、通分した分子の整数がハーフナットを合わせることのできる親ねじのピッチになります。たとえば、5mmの親ねじで2.5mmのときは $2.5/5 = \frac{1}{2}$ となり、1ですからハーフナットはどこでおろしてもよい。もし3.5mmなら $3.5/5 = 7/10$ となり7回転ごとに合わせられ21枚のウォーム歯車と3等分のダイヤルをもちいれればいいわけです。

以上のことは、ハーフナットのかけはずしによるねじ切りでしたが、ハーフナットを一度親ねじにかみあわせたらそのまま、正転(切削)→停止(バイトを逃がす)→逆転(切削開始位置に戻す)→急停止(切り込み)→正転をくりかえしねじ切りダイヤルによらない方法もあります。この方法はねじ切りダイヤルを目で追わずらわしさが無いために、ねじ部の短い工作物には

有利な方法です（長い場合は、切削時の送りの早さと戻りが同じ為時間がかかる）

#### 4. ねじ切りバイトの研削

特にねじ切りバイトは、そのバイト形状と凸凹関係にある形状（ねじ山）をつくるわけですから「切れあじ」

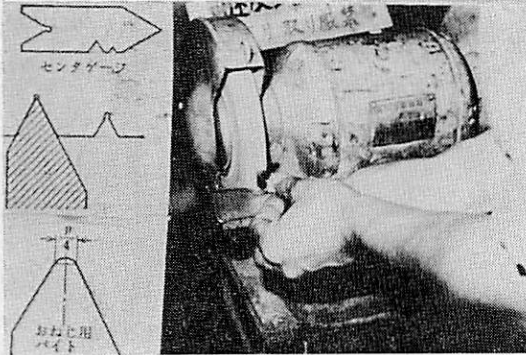


写真2 バイトの研削

と共に「正しい形状」に研がなければいけません。

三角ねじのねじ切りバイトは、写真2のようにセンタゲージに合わせて正しい角度に研ぎます。すくい角（切刃のしゃくり）は大きいほど切粉の排けがよく削りやすいが、すくい角をつけると工作物のねじ山の角度が変化するので、仕上げ削りはすくい角の小さいバイトを用います。鋳鉄はすくい角をとらないで切削できます。また、ねじのリード角が大きい場合は、バイトの逃げ角のつけ方に注意する必要がありますが、三角ねじではそれほど気にすることはありません。

正しい角度にときあげたあと、オイルストーンで研ぎあげます。また、ノーズ（切刃の先端）は、尖っているために弱いので、オイルストーンで丸みをつけます。ノーズ半径は、工作物ピッチの $\frac{1}{4}$ を目安とします。このノーズ半径をつける事は、以外と忘れられています。

#### 5. ねじ切りの実際

ここでは、実際にねじ切りの手順を追いながら作業のポイントをまとめてみたいと思います。

（旋盤 親ねじピッチ、4mm、工作物（鋳鉄）M27P3

##### ① 工具の準備

ねじ切りバイト、センタゲージ、リングゲージ、スケール、平ヤスリ、潤滑油、ウエス

・鋼のねじ切りでは、切削油を 사용합니다。

##### ② 旋盤の親ねじピッチを調べる

親ねじのピッチがわからない旋盤では、外パスにより10ピッチ測りスケールに移しその値を10等分する。

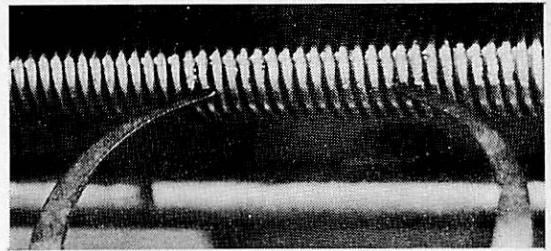


写真3 親ねじのピッチ測定

・1ピッチの測定では誤差が出やすい。

##### ③ 換え歯車の計算と取付け

$$\frac{\text{工作物ピッチ}}{\text{親ねじピッチ}} = \frac{3}{4} = \frac{60}{80} \quad \text{中間歯車1個（75枚）}$$

・歯車の歯数は刻印をよく確認する。

・主軸側に60枚、親ねじ側に80枚を取りつける。次にコ

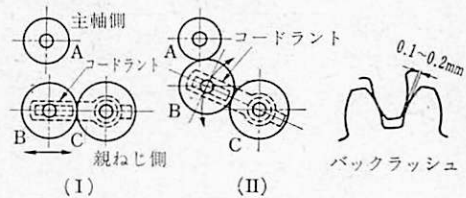


図6 換え歯車のかみ合わせ順序

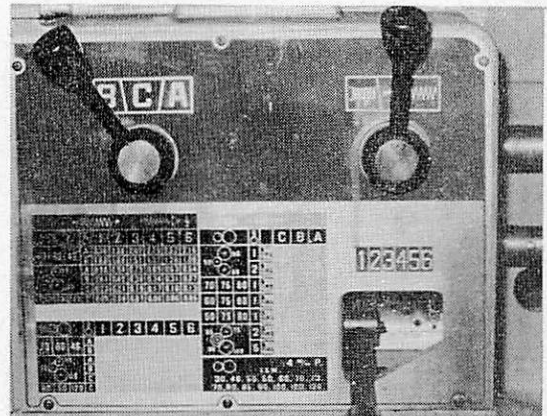


写真4 レバーのセット

ードラントに中間歯車75枚をとりつけ図6のように親ねじ側歯車とかみあわせる。こうした歯車のかみあわせでは、0.1~0.2mm（新聞紙1~2枚）のバックラッシュ（スキマ）をつける。

コードラントをあげ主軸側とかみ合わせる。

##### ④ レバーをセット

する（写真4）

ねじ切り表により

レバーを合わせる。

⑤ 工作物を取りつける（図7）

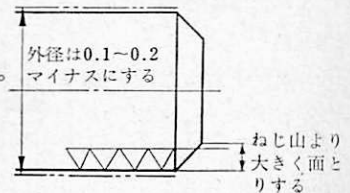


図7

・ねじ切り素材の外径寸法は、あらかじめ 0.1~0.2 マイナスにしておく。

・端面は必ずねじ山の高さより大き目に面取りをする。

⑥ ネジ追いダイヤルをセットする

1/2になるため3の倍数のウォーム歯車を用意する。  
・親ねじとウォーム歯車にもバックラッシュをとる。

⑦ ネジ切りバイトの取付け (図8)

・バイトの高さを心高に合わせる。  
・センチゲージにより工作物に対して左右対称になるようにする。この時、刃先はセンチゲージに密着させないで、少しすきまをあけると合わせやすい。

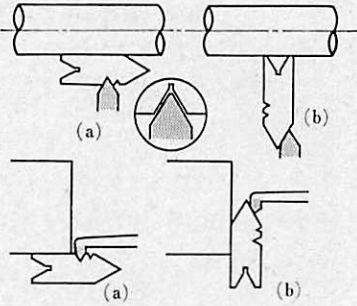


図8 センタゲージの使い方

⑧ 切込み位置を決める

刃先を工作物に近づけ接する位置で切込みをゼロとする。

・ハンドルにはバックラッシュがあるので注意する。

⑨ 主軸回転数を決める

切削速度は外径削りの1/2位であるがなれないうちは、低速回転で行う。(80~200rpm)

⑩ 切込みを入れる (写真5)

切り込みを 0.1mm 入れ、ねじ切りダイヤルのマーク

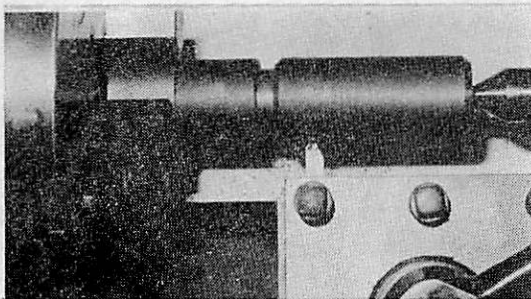


写真5 切り込みを入れる (0.1mm)

を合わせ、ハーフナットを入れる。逃げミゾに入ったからハーフナットをはずし、次にバイトを逃がして元の位置に戻す。(図9)

⑪ 逃げミゾのないねじ切り (切り上げねじの切削)

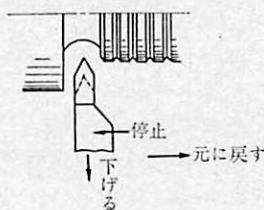


図9

ねじ部の端にきたらずばやくバイトを逃がしハーフナットをはずす。(図10)切り上げ位置の目安として片パスでねじの長さを測りバイト刃先でマークを入れておく。(図11)

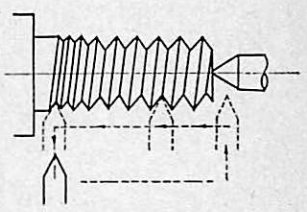


図10 逃げミゾのないねじ切り

⑫ ピッチを調べる (写真6)

ねじミゾにピッチゲージをあて正しいピッチであるかを調べる。  
・スケールで測る時は10山測り、垢してピッチを求める。

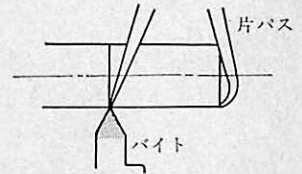


図11 ねじを切る部分に印をつける

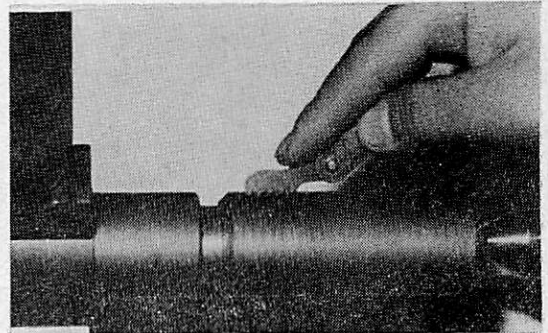


写真6 ピッチを調べる

⑬ 切込みを与える

切り込みは、ねじ山の大きさにより何回かに分けて切り込む。目安としてピッチの0.65倍とする。

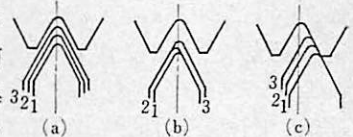


図12 切込みの与え方

・切込みの与え方は刃物台を使い図12のように片側切削すると切粉のはげがよい。

・ねじの深さはピッチゲージのすきまであたりリングゲージで検査する。

⑭ カエリをとる

バイトによるねじ切りではねじ山にカエリがでてしまうので細目ヤスリで軽く削ります。

(東京都立北豊島工業高校)



# バイトのとき方と取りつけのポイント

伊 藤 繁

## 〈はじめに〉

ふつう旋盤の作業は工程を考えながら、刃物の取りつけ、刃先の調整、タメシ削り、寸法の測定などのくり返し動作によって、仕事が進められていく。しかもこれらはやっかいで、直接生産に有効なものよりも、はるかに大きな時間をしめてしまうものである。こうした経験と熟練をもとにした、段取り仕事と単純な手作業は、工程の配分順序とともに最初にまとめてしまっておけば、あとは機械的動作によって作業を進めればよいのである。

とくにここでは刃物の取りつけ、刃先のとき方について、そのポイントを項目的に若干述べることにする。枚数の都合もあり、読者の経験の度合によっては、説明に不親切なところもあることをお許し願いたい。

## 〈バイトの研ぎ方〉

生産現場では、切削作業と研摩作業はそれぞれ専門化されている。いわゆる集中研摩方式がとられているところが多いので、より高度の種類の研削盤が使われるが、学校教育ではそれはできない。その観点から、よりよい工具をより迅速に研削する極めて簡単なものである「両頭研削盤」（両端形バイト研削盤または電気グラインダともいう）を使う手ときについて考えてみよう。

日常使用して摩耗したバイトは、適当な時期（バイトの摩耗がごくわずかであるときは不経済であり、摩耗量がある限度をこえると再研摩に多くの時間がかかる。結局ハイスでは、①仕上げ面に光沢のシマができたとき、②切削抵抗の背分力または送り分力が急増加したとき、③切削抵抗の背分力または送り分力が急増加したとき、刃先の摩耗量が一定の値に達したとき、超硬バイトではフランク摩耗の幅（特殊鋼等の切削 0.4mm 鋳鉄、鋼の一般切削 0.7mm 普通鋳鉄の荒削り 1~1.25mm）によって定めるが、刃先の逃げ面や、スタイ面の摩耗が一定量に達したときとか、仕上がりが寸法の変化が許容量に達したときなどを基準として判定してもよい）に適切

な再研摩を行うようにする。

注意しなければならないのは、バイトの種類と成分と特性を理解した上で切削条件にあった研摩法をとらねばならない。高速度鋼バイトは研削盤などで手ときされることが多い。超硬バイトは旋盤用バイトの被削材質によって刃先角度をきめなければならないし、また研削作業標準によって研摩しなければならない。

## 〈準備と作業方法の注意〉

### (1) バイトの種類とトイシの選択

- ① バイトの形によって研摩法を決める（超硬バイトか高速度鋼バイトか、荒削り、仕上、突切、中ぐり、総、形ネジ切り

- ② バイトか、研成、火造り、付け刃、さし込みバイトによりト石を選択する
- ③ シャンクの太さとトイシの大きさ、バイトの材質とトイシの種類を決める（例えばシャンクの太さ、

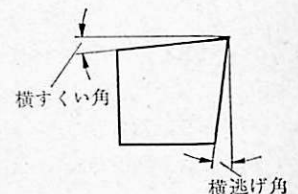
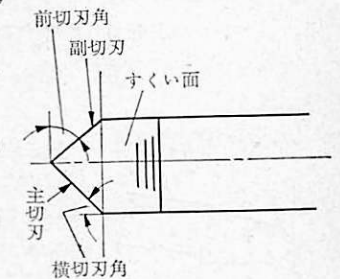
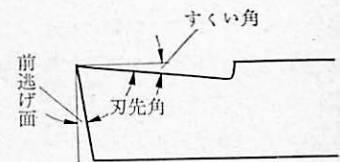
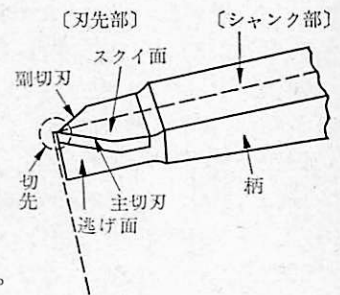


図 1 バイトの各部の名称

20mm 角以下のトイシの大きさ300~400φ 厚さ30~40mm, 超硬パイトのチップの荒研削はG C, 60~80 粒度, G~I など)

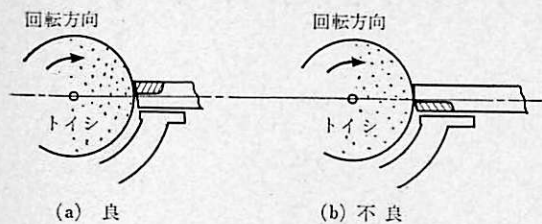


図2 パイトの当て方

- (2) パイトをトイシにあてるには図2のaのように当てる。bのように当てると刃先が欠けて、よい刃先が得られない。パイトは柄を両手でしっかり持つ。
- (3) パイトの研削姿勢は正しく  
両足を自然に開き、ややかがんで立つ。このとき前かがみをしなない、また砥石面の正面に立たない。
- (4) パイトを刃物支持台にのせ、トイシの外周にパイトを強く押しつけて研削してはならない。軽く押しつけながら(押しつける力は1kg/cm<sup>2</sup>以下がよいといわれている)左右に揺動させる。このことによって発熱をおさえ、トイシを平均に摩耗させる。
- (5) トイシはいつも切れあじをよくしておく。目つぶれ、目づまりには、すぐドレッシングしておく。
- (6) 超硬合金パイトの場合、研削中に熱くなったパイトは、チップを水の中に突込んで急冷しないようにする。シャンクの部分から水冷するが、急冷をしなければならぬほど研削熱を生ずることは不適当な研削方法である。
- (7) パイトの研削順序を守ること。

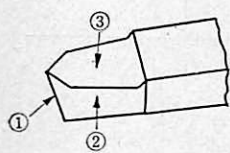


図3のように①前面逃げ角  
→②側面傾斜角→③上面  
傾斜角の順に冷却しながら、  
くり返し研削する。

図3

- (8) トイシで仕上げ面を油トイシでさらに鋭くとぎ上げ微細

な刃こぼれを取り除くとよい。その方法は、

- a, パイトを旋盤の刃物台に取りつける。
- b, 油トイシを両手で持つ。
- c, 油トイシをパイトの面に当てる。(図4)
- d, パイトの面にそって油トイシで全面をと

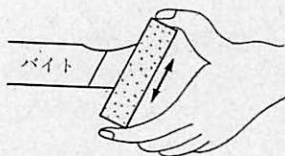


図4 油トイシ

く。

今まで述べたように注意すべきポイントを概略あげてみた。こまかい点についてまだ書きたらない点もあるが後にゆずりたい。

次に取りつけのポイントを若干あげてみよう。

### パイトの取りつけのポイント

以下箇条書きしてみると

- 1 正しく研削されたパイトを選ぶ。
- 2 パイトを刃物台におく。
- 3 レースセンタかゲージ(心高ゲージ)に刃先を接近させる。
- 4 センタの中心ゲージ(心高ゲージ)に刃先が一致しているかしらべる。
- 5 低ければ敷き金をあてる。  
敷き金は1枚でまに合うように厚さの違うものを用意する。パイトの刃先がセンタに一致しないときは次のようなことが考えられる。  
イ スクライ角が変わる。  
ロ テーパー削りのときテーパーが狂ってくる。  
ハ 端面削りでダボが残る。  
ニ 外周削りのとき、寸法がでない。  
ホ 心高になるとフランク摩耗が早くなる。
- 6 2本のボルトで締めつける。  
締めつけがゆるいと切削中パイトが動き事故の原因となるが、無理に締めつけるとボルトをねじ切り、またはネジ山をつぶしたりするので、必ず刃物台用ハンドルを使用すること。
- 7 パイトの刃先が中心に一致しているかしらべる。
- 8 正確な位置がでない時は上述の5~7をくり返す。

パイトの突出量は原則としてシャンクの高さ以内とする。出しすぎるとヒビリが生じたり、パイト欠損の原因ともなる。(図6)

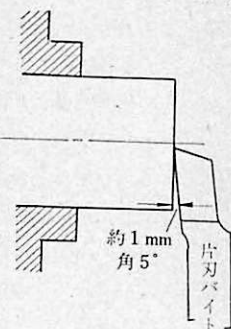


図5

- 9 片刃パイトで端面切削するときは、パイト台を移動させて図5に示すような位置にくるように取りつけなければならない。

- 10 旋削作業の種類によるパイトの種類と、およその取り付け状態を図7に示す。

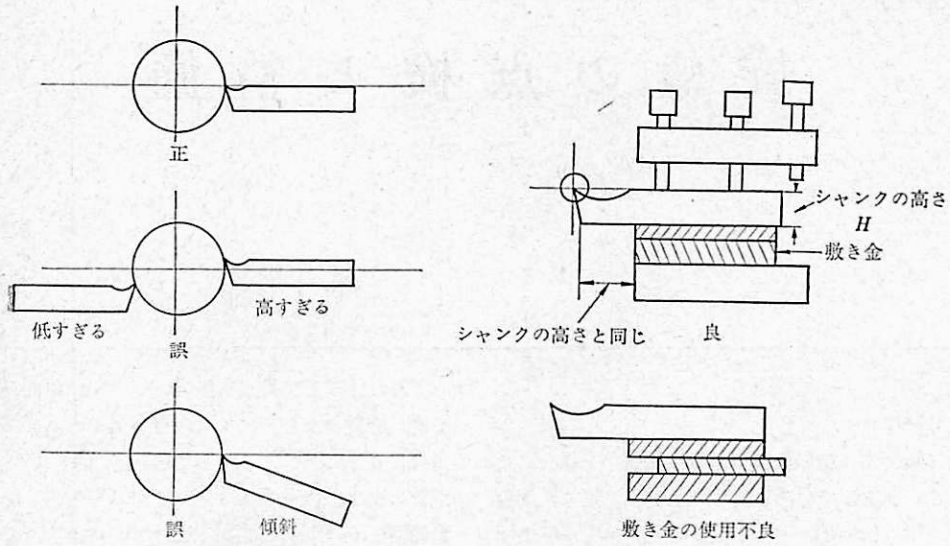


図 6 バイトの取り付けかた

<p>先丸真剣バイト</p> <p>外周削り</p> <p>正面 端面</p>	<p>斜剣バイト</p> <p>外周削り</p> <p>正面 端面</p>	<p>片刃バイト</p> <p>肩面削り</p> <p>正面 端面</p>
<p>向バイト</p> <p>外周削り</p> <p>正面 端面</p>	<p>平バイト</p> <p>外周削り</p> <p>正面</p>	<p>ヘール平バイト</p> <p>正面</p>
<p>突切りバイト</p> <p>突切り</p>	<p>ヘール突切りバイト</p> <p>突切り</p>	<p>穴ぐりバイト</p> <p>穴ぐり</p>
<p>ねじ切りバイト</p> <p>おねじ切り</p>	<p>めねじ切りバイト</p> <p>めねじ切り</p>	<p>ヘールねじ切りバイト</p> <p>おねじ切り</p>

図 7 バイトの種類と取り付け状態 (イは右勝手, ロは左勝手)

(千葉県市川市佐伯製作所)

# 旋盤の点検と整備

森 田 克 己

## 1. はじめに

どんなに最新の高価な旋盤でもその機械から作られたものが“メタメタ”では話しになりません。逆に、旋盤の形は古くても、極端にベルト掛けでも“ニュー”の頃の精度が保たれ、そこから作りだされる0.02は、同じ0.02でも上記のものとは“意味”がちがいます。このように、いつまでもその機械の持っている能力を出しきってやるのが私達機械を使う人の役目ではないでしょうか。それには、日頃の手入れ（点検・整備）が何より大切なことです。一口に、点検・整備と言っても実際には、正しい作業方法・安全作業などと切っても切れない関係にあるのです。

## 2. 旋盤の正しい取扱い

旋盤の取扱いでやらなければいけないことを作業前、作業中、作業後において考えてみましょう。

### (1) 作業前

作業前は、主に作業環境の整備、旋盤各部への注油、各部の機能が正しい動きをするかどうかの点検つまり異常の発見が主な仕事です。

#### A 点検前に

電源 OFF を  
確認する

#### 点検の最中

に、スイッチが入ると、思わぬケガになります。点検前に電源を必ず切るクセをつけたいものです。

#### B 作業環境の整備

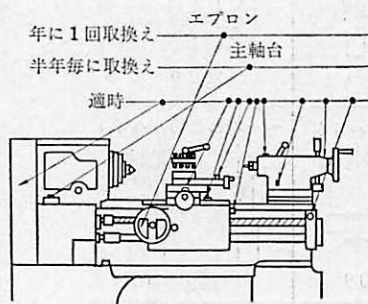


図 1

どんな仕事をするにも作業のしやすい環境があるものです。旋盤のまわりにイスなどが出ていませんか。また角材、丸棒などがころがっているとつまづいて思わぬケガをします。作業台（スノコ板など）を使う場合は、作業範囲を十分カバーできる広めのものを使いましょう。

#### C 注油・給油（図1）

注油・給油の位置は、もれがないように、取扱説明書でチェックしておきます。油面計では油量がHとLの間にあるか調べて下さい。同時に油面計は、

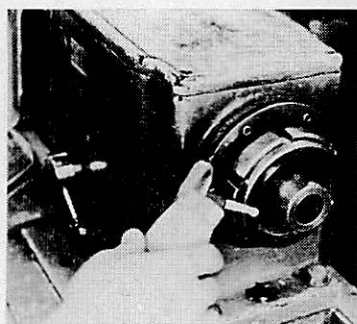


写真 1

油の汚れもみる役目があります。もちろん各部に使う油は、決められた指定油を使わなければいけません。

#### D すべり面、ねじ部の注油

すべり面や写真1のようにチャック取付ねじ部は、注油の前にウェスでぬぐってから注油して下さい。注油は私達が食事をするのと同じで絶対に忘れてはいけません。注油もれがないように注油孔に番号、指定油名がペンキシールでマークしてあるのを見かけますが大変良い方法だと思います。

#### E 各部の作動をたしかめる

①往復台、刃物台の送りはスムーズか手動で確認する。  
②主軸の回転を変速レバー・送りレバーなどを中立（ニュートラル）にして手で軽く回転することをたしかめる。チャック、面板が取りつけられている時は、正しく固定されているかをしらべる。

F 換え歯車のバックラッシュ（すきま）はあるか換え歯車では、特に、コードラントの締めつけがゆるい場

合があります。また換え歯車のセットの時に座金、カラー、キー、ロックナットなどが紛失しやすく、わすれることが多いので、歯車をはずした時にも必ずねじ類はつけておきましょう。部品の紛失は、どうしてもいいかげんな代替品を使いやすく、それが大

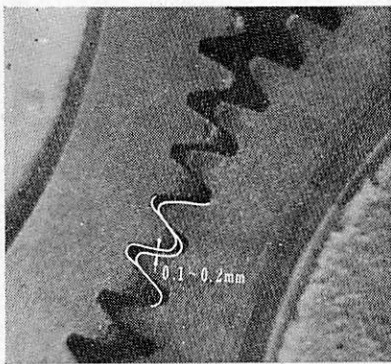


写真2 バックラッシュ(すきま)

修理を要する原因になりかねません。歯車間にはバックラッシュをつけて下さい。コードラントの中間軸の注油は忘れていた事が多いようです。特に注意して下さい。

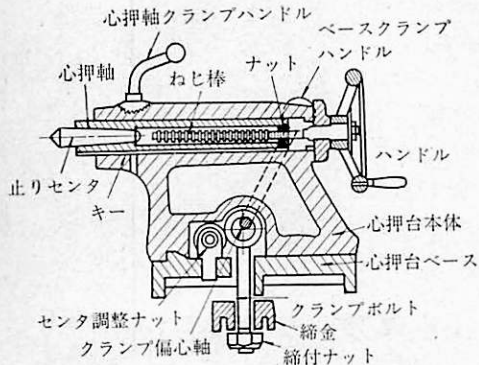


図2 心押し台の構造

### G 心押し台の調整

心押し台のクランプ力は、十分であるか。また、心押し軸の出入はスムーズか。テーパ穴にゴミがつかえていないか。心押し台の中心に、センタが正しくあるか、などをチェックして下さい。図2は心押し台の構造です。

### H 低速運転をしてみる

電源を入れ、パイロットランプが点灯することを確認し主軸回転数を最低にしスイッチを入れて回転してみる。その時の回転音に異常がないかを判断する。同時に、強制潤滑箇所油がまわっているかたしかめる。

### I ブレーキのききぐあいをしらべる

ペダルを踏み確実に制動するかをたしかめる。ペダルの下に丸棒などがころがっていてイザという時にふめないと大変です。

### (2) 作業中の点検

作業中の点検は、はじめの切削状態が正しく続けられ

れば問題がありませんが、主に次のようなところを点検して下さい。

#### A 回転部分に異常発熱はないか

仕事をはじめて約30分程したら、主軸端に異常の発熱はないかしらべて下さい。また止りセンタを使用している時は、センタの押しや潤滑油に注意します。

B 各レバー・ハンドルの動きが急に硬くならないか  
歯車の歯欠け、キーの脱落、異物のかみこみなどにより異常を感じたらすぐに原因を確かめて下さい。

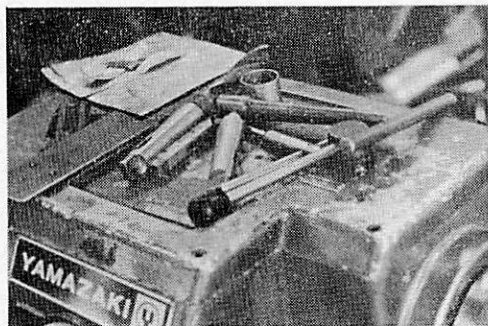


写真3

#### C 作業中の工具は整頓しておく

写真3のように、主軸台上に、工具、測定具、バイトなどが山と積まれているのを見かけることがあります。それらを取り出す時の落下、また回転中にまきこまれたらおそろしい限りです。主軸台上に工具を置かないようにしましょう。

### (3) 作業後の点検

作業が終わったら掃除と点検にかかりましょう。この仕事に次に旋盤を使う時の準備であることを忘れてはいけません。はじめに電源を切ります。

#### A 工具・付属品の点検

工具・付属品を取りはずして、油や切粉をウェスでふきとり、破損の有無、品数をチェックし決められた所に格納して下さい。

#### B 切粉の除去

切粉の除去は、一番危険がともないです。素手で切粉を扱うことはやめ、手ぼうきで上から順序よく払います。細かい切粉はウェスでぬぐいとり、塗料面もウェスで清掃します。切粉は、材種別に分類し処理しましょう。

#### C すべり面への油の塗布

ベットなどのすべり面は、ウェスでよくふきとった後に、油をうすくぬっておいて下さい。長い間使用しない時は、サビ止めの処置をしておきます。

#### D 機械カバーをかぶせる

すべてが終わったら、心押し台をベット端でクランプし、往復台も後部に位置させて下さい。往復台をベット中央部に位置させておかないのは、往復台の重さによりベットにたわみが出るのを防ぐためと、万が一主軸が回転しても、危険がないためです。機械には、布カバーをかぶせておきましょう。ナイロンカバーは、かえってゴミを吸着して扱いがしにくいようです。

### 3. 日常点検リスト

旋盤の取扱いの中で主な点検箇所についてのべましたが、チェックもれをなくするには、点検項目をまとめた

表 1 旋盤日常点検チェックリスト

		年	月	分			
製造会社名							
機番							
点検	番号	項目	1	2	3	4	
	1	機械各部の掃除は完全か。					
	2	ベルトカバーや切りクズ除けは完全か。					
	3	手差し給油個所に適油が給油してあるか。					
	4	スベリ面や送りネジに適量に注油されているか。					
	5	油洩れの個所はないか。					
	6	各スイッチの作動は確実か。					
	7	電動機に異常音はないか。					
	8	軸受や歯車に異常音はないか。					
	9	機械各部に異常な振動はないか。					
	10	レバやハンドルの作動は確実か。					
	11	クラッチブレーキの作動は確実か。					
	12	軸受部に異常な発熱はないか。					
	13	電動機に異常な発熱はないか。					

- きめられた期日には、かならず点検すること。
- 判定符号  
 : 良好  
 : 作業者による調整後良好  
 : 作業者により後日調整可能  
 : 要修理  
 : 修理完了確認
- 不良個所が発見されたときは、直ちに班長に申しでること。
- 班長は確認のうえ、補修手続をとりその期日をチェック欄に記入のこと。

チェックリストをつくといいでしょう。表1は、チェックリストの例ですが、既製のものよりみなさんで話し合ってリストアップした方が実際にうまく利用できるようです。

### 4. 安全作業

安全作業は、別に旋盤とは限りませんが、大事なことなのでまとめておきたいと思います。

①正しい服装をする。ソデ口のボタンはきちんとする。できるだけ安全靴をはく。

②カバー（換え歯車、スイッチなど）はきちんとする。

③回転しているチャックに手をふれない。

④チャックのつけ替えは、写真のように主軸に丸棒をさし込んで行う。

(写真4)

⑤切削中に切粉を払わない。

⑥レンチやスパナは付属品を使う。

⑦機械をはなれる時はスイッチを切る。

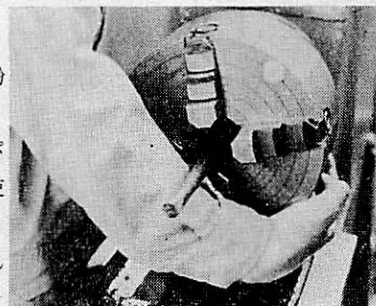


写真 4

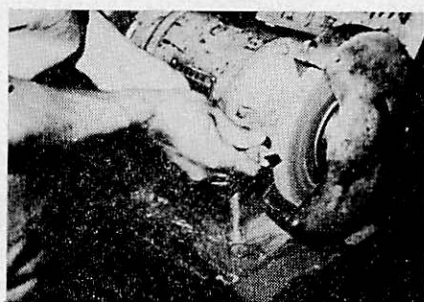


写真 5

⑧チャックハンドルは、必ず抜きとっておく。

また、旋盤作業ではバイトの研削は必ず必要です。グライнда使用上特に注意することは、2~3分空運転してから使うことと刃受（ワークレスト）と石の間隔を3mm以下に保っておくことでしょう。写真5のように研削作業は、と石真正面でなく、と石から体を逃して研ぎます。

### 5. 簡単な故障に対する処置

旋盤作業で起こりやすいトラブルをあげ、その原因と

調整のしかたをまとめてみましょう。

①モータが始動しない

(1)重切削・歯車のかみあい異常でリレーが働いている。——点検して、リセットボタンを押す。

(2)重切削でモータの焼付——モータコイルの巻きかえ。

(3)単相運転——結線を正しくする。

(4)スイッチの接触子不良——スイッチ交換。

(5)ヒューズ切断——原因を調べ定格のヒューズに交換する。

②モータに異常発熱

(1)ベルトの張りすぎ——ベルト調整。

(2)過負荷運転——切削条件をかえる。

(3)正逆回転の使いすぎ——ネジ切りなどで必要以外の切りかえをさける。

③起動レバー不良

(1)マイクロスイッチの位置不良(破損)——調整(交換)

④主軸の回転力不足

(1)ベルトの張りすぎ、ゆるみすぎ——ベルト調整。

(2)モータコイルの焼きつき——コイルの巻きかえ。

⑤主軸部の発熱

(1)主軸ベアリングの締めすぎ——ベアリングスキマ調整。

(2)高速回転で長時間使用——軽切削に切りかえる。

(3)潤滑油量が少ない——給油する。

⑥センタがふれる

(1)テーパがあっていない——センタ交替。

(2)スリーブにゴミ付着——掃除して入れなおし。

⑦工作物がテーパになる

(1)心押し台のズレ——写真6のようにテストバーにより正しくセットしなおす。

(2)不安定なチャッキング——強くしめる。

(3)センタの押しが弱い——センタ調整。

(4)バイトの切れが悪い——バイト再研削。

⑧心押し台が後下りする

(1)クランプ力不足——心押し台固定ナットを締める。

⑨端面削りで中央部がふくらむ

(1)往復台が切削力によりにげる——往復台をベットにクランプする。

(2)バイトの切れがわるい——再研削。

⑩ブレーキの効きが悪い。止まらない

(1)ブレーキライニングの消耗——ライニング・リミットスイッチ調整。

(2)リミットスイッチ不良交換。

(3)ライニングに水油がついている——布でふきとる。

⑪横送りマイクロダイヤルに誤差、ハンドルがかたい

(1)送りネジのバックラッシュが大——めねじの調整。

(2)ジブ(かみそり)のしめすぎゆるめる。

⑫ハーフナットが入らない

(1)縦送りか横送りにレバーが入っている——レバーの確認。

⑬送り棒、親ねじが回らない

(1)換え歯車が正しくかみあっていない——かみあい確認。

(2)換え歯車のキーがはずれている——キーを入れる。

(3)送りレバーなどが入っていない——レバーを確認する。

⑭機械に触れるとビリビリくる

(1)アース線がはずれている——漏電の原因を調べるとともにアースを正しくとる。

その他にもいろいろあると思いますが、いつも良い調子で旋盤を使うには、早日早目に手を打つことが何より大切なことと思います。

(東京都立北豊島工業高校)

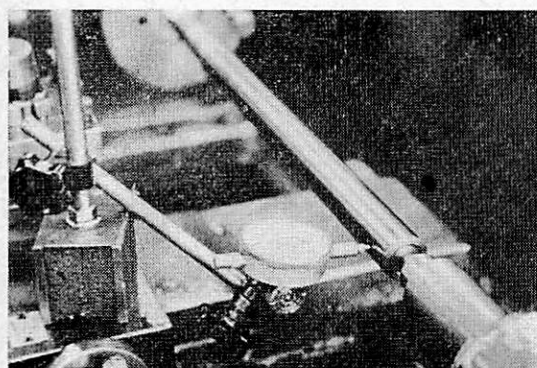
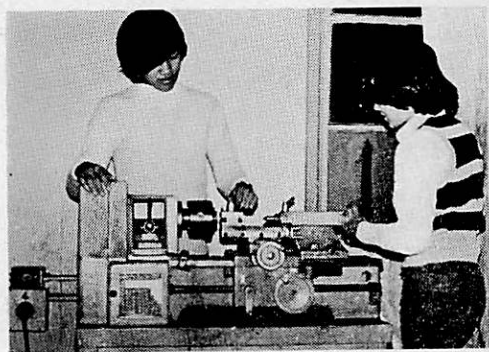


写真 6

# ねじ切りの学習指導

— 旋盤の基本構造と働きを考える —

馬 場 力



## はじめに

旋盤による機械学習については、小生、産教連大会で2回発表（1969・第18次大会・機械を利用した生産技術学習/1970・第19次大会・旋盤を利用した生産技術学習）した。その発表に関する若干の討議は、「技術教育」誌（1969年10月号と1970年11月号）に記されている。また、ネジ切りを中心としたレポートとして「教材教具」誌（東亜通信社/1970年2月号）につたない発表をしている。最近では、同僚の川瀬さんが、授業記録を中心にしたものを発表（1973・第4号1974・第5号—技教研「技術教育研究」）しているので参考にさせていただければ幸甚である。

## 機械学習の柱

私たちは、機械学習をすすめる視点として、つぎのように考えている。

- (1) 私たちの社会と生産のなかで、機械がどのような役割を果たしているだろうか。
- (2) 機械はどのようなものか追求しよう。
- (3) 機械を合理的に駆使する基本的な力を養おう。

機械学習の柱としては、つぎのように考えた。

- I 機械と産業
- II 人間と機械の歴史
- III 機械学
- IV 内燃機関
- A 機械工作

したがって、機械学習における旋盤学習のすすめ方としては、

- ① 産業部門における代表的な工作機械「旋盤」の役割を考える。
- ② 旋盤の歴史を調べ、人間と機械のかかわり合いと、機械の発展のしかたを学ぶ。
- ③ 旋盤のしくみを観察し、機械の運動を数値によってとらえ、考える。
- ④ センタ穴あけ、外周削りを経て、ネジ切りを行な

う。こととした。

## 旋盤の徹底的研究を—徹夜の観察—

私たちが、新設購入として、旋盤6台の購入を教職員会議に提案したのは、1967年秋であった。私学という特殊事情もあって、猛反対をうけた。高価であるということもその理由であったが、「第1中学生にネジ切りなどできるはずがない」「何やらむずかしい機械」というのが主たる理由であった。（その後、生き生きととりくんだ生徒の姿や、みごとに切られたネジをみて、多くの教師は感心してくれたが）

ようやくにして、購入が決定。名古屋のB社をたずねさつそく、教材研究にとりくんだ。購入後は技術教室にズラリとならんだ6台の旋盤を前に、数回の徹夜作業であった。それというのも、使用説明書には、掛け替え歯車の組合せと、それに用いる歯数以外は、全く数値は示されず、レバの切り換えや、ベルトの伝達は……、歯車の伝達は……、こうなる、というだけだったからである。そこで先輩の故仲原忠夫先生と可能な限り、基本構造と運動（働き）を測定具を用いて実測し、数値としておさえようということになった。外パス、内パス、ノギス、回転計ダイヤルゲージ等を駆使して、実測した。私たちは、伝達機構のなかで

- (1) ベルト掛けによる場合、プーリの実測をもとにした計算による回転数と回転計による回転数の測定値とのあいだに大きな矛盾を発見した。このことにより、伝達馬力率・すべり率という知識の必要なことを知った。
- (2) また、歯車の歯数をすべて数えようということでは、数えはじめたものの、わずかにスキ間からしか見えないもの、どうのぞきこんでも見えないもの等に出くわして、1枚の歯にチョークでしるしをつけたり、さらに婦人用の鏡を駆使しての「1・2・3……108枚」という原始的な追求(?)がいかにか大切かも知った。のちに触れるウォーム・ウォーム歯車機構やネジ歯車機



構は、分解しないと、どうしても観察できない壁にぶちあたったりもした。この部分の分解は不可能（破壊につながる？）ということで、他の部分がすべて観察できたので、回転計によって双方の軸から回転比を割り出した。

というような涙ぐましい(?)努力をしたものだ。

このような旋盤の研究は、教室での生徒自身の追求の

### 旋盤学習の指導計画

時間(累計)	指導項目	指導事項
1	機械工作とは何か	機械工作法
2	工作機械と旋盤	工作機械の加工法, 工具, 工作内容
3	旋盤の歴史	旋盤のしくみとその歩み
4	旋盤の作業	旋削作業のいろいろ, 旋盤の種類
5	旋盤の運動と構造	主軸駆動装置, 往復台駆動装置
6	各部の構造とはたらき	主軸各, 心押台
7	同上	往復台, 横送り台, 刃物台
8	工具と材料	バイト, 工作材料
9	切削条件	センタ穴あけ, 外周削り
10	同上	ねじ切り
11	旋盤作業	作業方法, 安全作業
12	同上	穴あけ作業, 外周削り作業
13	同上	ねじ切り作業
14	同上	点検, まとめ

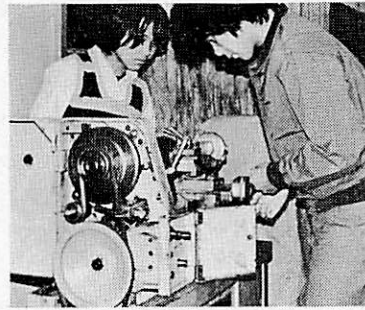


写真 2

ては全く未知の機械である。日頃の彼らからすれば、機械をつくり出す機械——工作機械——は、身近なもののように遠い存在のものである。全体のスケッチでは、得体的にしろないものようである。即物的に、できるだけ細かくスケッチさせておくことは、後の学習の新しい発見となって、訂正され、肉づけされ、彼らになまなましい<機械>となって迫ってくる。その意味からもスケッチは大事である。

### ② 旋盤の動力はどう伝わるか、あけられるところ、見えるところ、を中心にして運動図をかいてみよう

全体のスケッチは、静的な観察である。運動図の場合は、実際に運転させてみる動的な観察である。

① 主軸を回転させる方法がふたつあること（ベルトによるもの、歯車によるもの）。

② 親ネジを回転させ、ハーフナットにより往復台を自動的に送ること。（このとき掛け替え歯車箱 gear box の役割を理解させる。また中間軸の回転が掛け替え歯車軸に90度変わって伝わる方法——ネジ歯車——掛け、替え歯車軸の回転が親ネジに90度変わって回転数も同時に変わって伝わる方法——ウォーム歯車——もあわせて理解させる。）

### ③ 主軸駆動装置を考えよう —— 変速は? ——

〔課題〕

- ① 主軸の回転数は何種類可能だろうか。
- ② ベルトと歯車の掛け替えの方法は実際にどうなっているだろうか。
- ③ 回転計で実測しよう。
- ④ プーリの径を確認しよう。

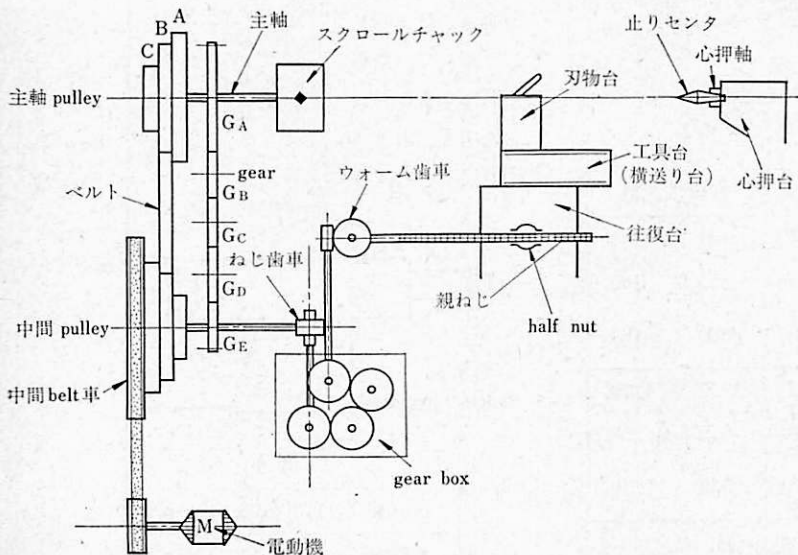


図 1

⑤ 歯車の歯数を調べよう。

主軸の変速については、ベルト掛けについて主軸プーリー3段、中間プーリー4段（うち1段はモータVプーリーとのベルト掛けプーリーとして除外）のうちの3段とで、生徒同士で討論させると9種類という答えが相当数で出てくる。これは実際になめ掛けが可能かどうか、やってみせれば誤まりであることにすぐ気づく。3種類の変速であることを確認する。

その3種類の回転数の実際の回転数はいくらかは、後に確認することにして、つぎに、前に確認した運動図により歯車によっても1種類回転数が得られることを確認する。計4種類である。

ここまでは、意識的にモータについては触れず、極数（またはモータ駆動のレバ）を一方のみにして授業をすすめる。（観察の鋭い子は、モータの回転数が2種類得られることに気づくが、ごく稀である）

さて、4種類の変速可能が確認できたところで、モータの切換えを試みせる。合計8種類の変速である。

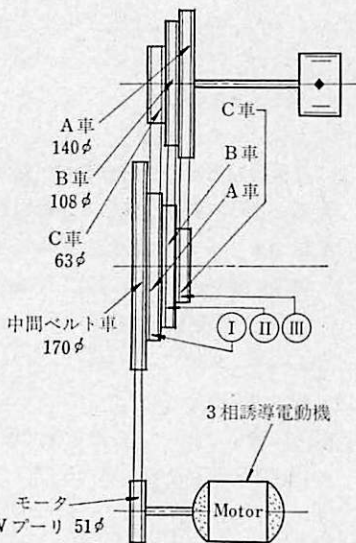


図 2

表 1

回転数・種別		I	II	III
6 極	モータVプーリー軸 (計算による) 主軸	1115	1185	1190
	(プレート指示) 主軸	743.3	355.5	160.6
4 極	モータVプーリー軸 (計算による) 主軸	1655	1750	1770
	(プレート指示) 主軸	1103.3	525.5	238.9
		1200	530	230

実際の回転数を求める検討にはいる。  
回転計を用いて

① 負荷なしで、モータプーリーの2種類の回転数を測定させる。

② I II IIIに順次ベルト掛けをした場合のモータVプーリーの回転数を測定させる。

電動機の定格については、3相誘導電機で

電圧 200V

周波数 60c/s

出力 6極 200W 4極 300W

回転数 同上 1.200r. p. m 同上 1.800r. p. m

(無負荷)

となっていることについては、誘導電動機には、極数と周波数とによって決まる同期回転数があること、それは式であらわすと

$$\text{同期回転数} = \frac{120 \times \text{周波数}}{\text{極数}}$$

となることを示すのみにとどめた。

さて、実際の①、②の回転数の測定によって、ベルトがけの場合、表のように算出させる。

プーリーの大きさについては、負荷のかかった場合の回転数の低下（滑り）が数パーセントあるのでこちらで適当に修正して与えた。

(モータプーリー軸の回転数の実測も一定でないので、今後は1200, 1800を利用することにする)

〔計算による1例〕  $\frac{51 \times 1190 \times 63}{170 \times 140} = 160.65$

したがって、歯車の同合は、簡単に確認できる。

〔計算による1例〕  $\frac{51 \times 1800 \times 32}{170 \times 108} = 160$

この場合、歯車 G<sub>B</sub>, G<sub>C</sub>, G<sub>D</sub> は遊び車であることを明確におさえておく。

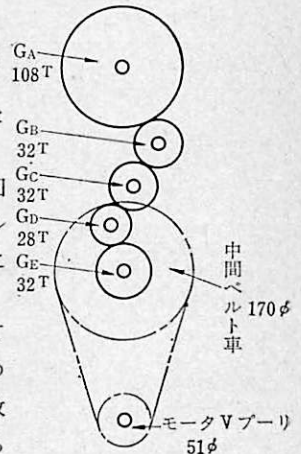


図 3

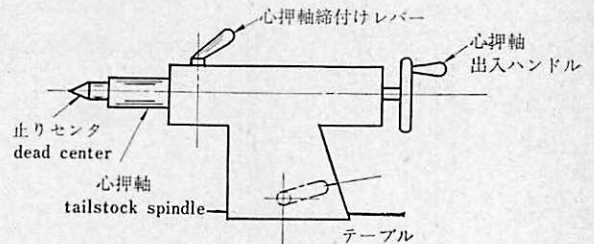


図 4

6 極	170 (106.6) r. p. m
4 極	160 (160) r. p. m

( ) は計算によるもの

④往復台駆動装置を考える

材料として選んだのは硫黄快削鋼(15φ)である。往

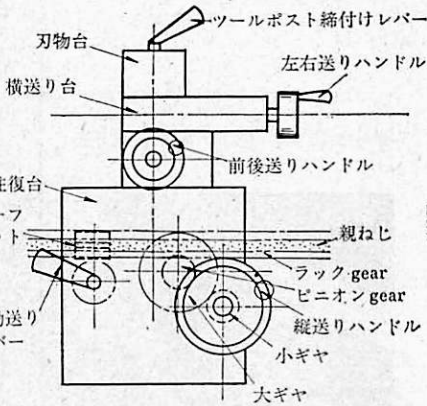


図 5

復台駆動装置は前に確認した運動図でわかるわけであるが、私たちの指導計画では、①外周削り(15φ→12φ)②ネジ切り(M12)で自動送りとして使用する。

①においては、材料の切削条件から、主軸回転数 800 r.p.m, 送り量 0.04mm/rev として、往復台駆動装置を使用する。切削条件のちがいを除けば、ネジ切りの原理と同様であるから、具体的には、後で触れることにする。

⑤ 主軸台・心押台について調べてみよう

紙数の関係もあるので、調査研究の課題をあげておくにとどめる。

〔主軸台〕工作物は主軸台にどのようにとりつけるだろうか。また、スクロールチャックの3本のツメはどのようなしくみで開閉するのか調べてみよう。

〔心押台〕心押台締付レバはどのようなしくみになっているだろうか。

心押軸出入ハンドルはどのようなしくみになっているだろうか。ハンドル1回転で何ミ

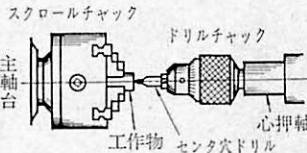


図 6

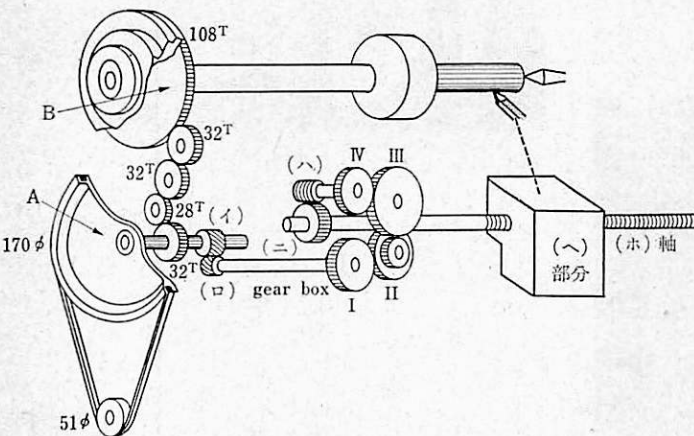


図 7

リメートル心押軸は出入するだろうか。

心押軸締付レバはどのようなしくみになっているだろうか。

⑥ 往復台・横送り台・刃物台について調べてみよう

縦送りハンドルを操作すると、どんなしくみで運動するか調べてみよう。ハンドル1回転で往復台は何ミリメートル移動するだろうか。

親ネジのピッチはいくらか。

前後送りハンドルを操作すると、どんなしくみで運動するだろうか。ハンドル1回転で刃物台は何ミリメートル移動するだろうか。

左右送りハンドルを操作すると、どんなしくみで運動するだろうか。ハンドル1回転で刃物台は何ミリメートル移動するだろうか。

ツールポスト締付レバーは、どんなしくみになっているだろうか。

ネジ切り(M12) — 材料・硫黄快削鋼 —

① センタ穴あけをしよう

中心をしっかりとけがいたかな? 切削条件を調べたとおりやろう。工作物の突出量 5~15mm 主軸回転数 800r.p.m 送り量ハンドル1回転 7.5秒で回す(0.5回転ごとに切削油補給, 1.5回転で仕上げる)。よし、止りセンタの保持穴がよくできたぞ。

② 外周削り 15φ から 12φ にピカピカに削ろう

スクロールチャック、止りセンタで、がっちり工作物の保持はできたかな? もちろん、先丸剣バイトと止りセンタの高さに一致していただろうな?

さあ、それでは、いままでの観察や測定や、切削の条件をフルに動員して、外周削りをやろう。ところで、送り量(工作物が1回転するとき、バイトが横に送られる量)は、いくらだったかな? そう、0.04mm/rev. だったね。

① 主軸800r.p.mのとき、モータVプーリーの回転数は、1200r.p.mだから、中間ベルト車は…?  $\frac{1200 \times 51}{170}$  でそう  $\boxed{360r.p.m}$  だね。

② 中間ベルト車の回転によって掛け替え歯車Ⅰ軸は……? ネジ歯車の回転比が 1:1 だから  $\boxed{360r.p.m}$  となるね。

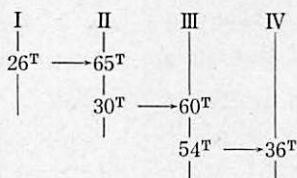
③ さて、gear box は、所定の表によって、つぎのように決められているので、IV軸は……?  $\frac{360 \times 26 \times 30 \times 54}{65 \times 60 \times 36}$  で

$\boxed{108r.p.m}$  となるね。

④ IV軸の回転は、ウォーム歯車(回転比

表 2 メートルネジ用ピッチー掛け替え歯車表

分 類	ピ チ 耗	ね じ 切 り						切 削 送 り		
		I 軸		II 軸		III 軸		IV 軸		主軸プーリ
		A	B	C	D	E	F	G	H	
い	4.0	45	45	60	30	60	30			
に	3.5	45	45	56	32	60	30			
ろ	3.0	45	45	54	36A	60	30			
は	2.5	30	60	65	26	60	30			
い	2.0	45	45		54	60		30		
に	1.75	30	60	56	32	60	30			
ろ	1.5	30	60	54	36A	60	30			
は	1.25	30	60	45	45	65	26			
い	1.0	30	60	45	45	60	30		.13	
ほ	0.9	30	60	36B	40	60	30		.12	
ろ	0.75	30	60	45	45	54	36A		.10	
ろ	0.6	36A	54	36B	40	45	45		.08	.18
い	0.5	30	60	45	45			45	.07	.15
ほ	0.45	30	60	36B	40	45	45		.06	.13
い	0.4	26	65	45	45			45	.05	.12
に	0.35	26	65	30	60	56	32		.045	.10
ろ	0.3	26	65	30	60	54	36A		.04	.09
い	0.25	30	60	30	60	45	45		.03	.07
		26	65	30	60	45	45			.06



13.5 : 1) をへて伝導され、親ねじは……？  $\frac{108}{13.5}$  で  $\underline{8r.p.m}$  ということになるね。

⑤ 親ねじのピッチは 4mm だから、自動送りレバー（ハーフナットをかみあわせる）をいれると、往復台は 1 分間に……？  $4 \times 8$  で  $\underline{32mm}$  移動することがわかるね。

⑥ したがって、主軸 1 回転に対して往復台（バイト）が何ミリメートル移動するかが送り量だから……？

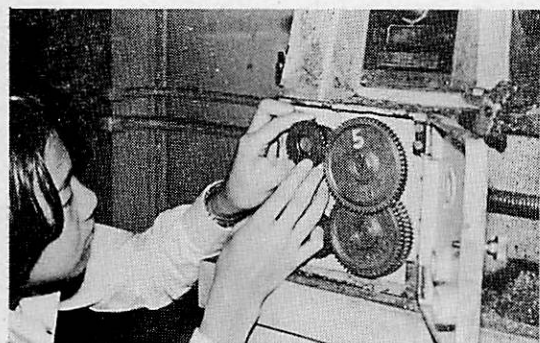


写真 3

$\frac{32}{800}$  で、たしかに  $\underline{0.04mm/rev}$  となることがわかっただろう。みごと！みごと！

では、いよいよ、慎重に作業要項にしたがって外周削り開始！切り込み量にはとくに注意！

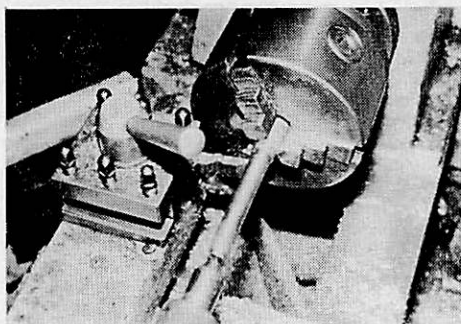


写真 4

### ③ M12のネジを切ろう！

M12のネジのピッチはいくらだろうか？そう JIS 規格で 1.75mm と決まっているね。あれっ！掛け替え歯車表をみたら、外周削りのときの条件(組合せ)もでているね。結局、先丸剣バイトがネジ切りバイトにかわって切削条件がかわる以外、原理的にはネジ切りも外周削りも全く同じだといってもよいね。よし！もう自信満々だ。

① 切削条件として硫黄快削鋼の場合、主軸 107r.p.m で、モータVプーリ 1200r.p.m だから中間ベルト車は……？  $\underline{360r.p.m}$  だね。

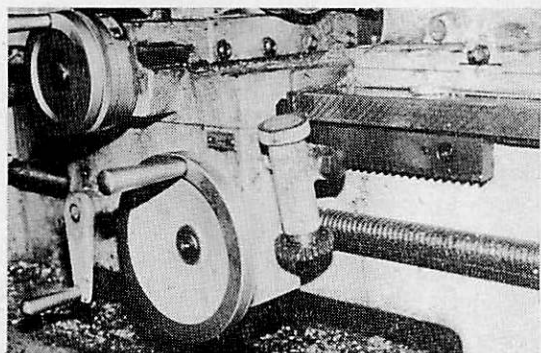
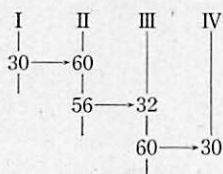


写真 5

② gear box は所定の表からつぎのように決められているからIV軸は……？  $\frac{360 \times 30 \times 56 \times 60}{60 \times 32 \times 30}$  で  $\underline{630r.p.m}$  となるね。



③ つぎに、親ネジは……？  $\frac{630}{13.5}$  で

$46.7r.p.m$  だね。

④ 自動送りレバ（ハーフナット）をいれると、往復台は1分間に……？  $4 \times 46.7$  で  $186.8mm$  移動することがわかる。

⑤ ピッチは、送り量と同様、主軸1回転に対して、往復台（バイト）が何ミリメートル送られるかによって決まるのだから……？  $\frac{186.8}{107}$  で  $1.745mm$  のピッチのオネジが切れるわけだね。これまた、みごと、作業開始。

④ スレッドインジケータって何んだらう

外周削りのときもネジ切りのときも、自動送りレバをいれるとき、4本の黒目盛にあわせておくことを約束したね。いったい何んだったんだ？ とくにネジ切りのときに、何回でも同じ溝にバイトをセットしなければ、たいへんなことになるのはわかるね。ネジ切りバイトで切っていくとき、ピッタリ入れるには、工作物のネジの溝と親ネジの溝とが一致するときをわかるようにして、正確な作業をすすめるわけだ。

$L = P_w \times N_w = P_s \times N_s$ , M12の場合は、

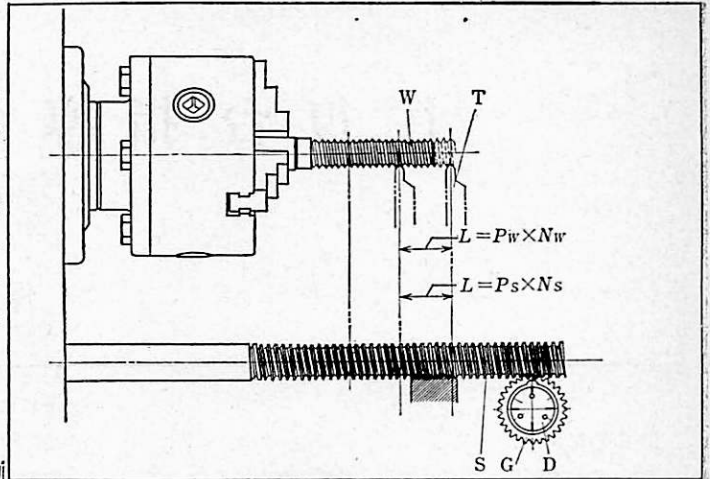


図 8

$L = 1.75 \times N_w = 4 \times N_s$ , 1.75 と 4 の最小公倍数 28 つまり、28mm ごとに工作物のネジの溝と親ネジの溝とは一致しますね。スレッドギヤの歯数28だから、1回転すると  $4 \times 28$  で 112mm すなわち  $\frac{1}{4}$  回転で溝が一致することがわかるね。だから十字の目盛が基準点にきたときレバーをいれれば、だいじょうぶなわけだ。オーケー

(京都・同志社中学校)

表 3 メートルネジのネジピッチに対するインジケータリードとスレッドギヤ、ダイヤルの関係

スレッドギヤダイヤル分類	工作物のネジピッチ $P_w(mm)$	工作物L間のねじ山数 $N_w$	親ねじL間のねじ山数 $N_s$	インジケータリード $L (mm)$	スレッドギヤ歯数 $N_t$	ダイヤル等分数 $\frac{P_s \times N_t}{L}$	使用するダイヤルの等分目盛
い	0.25	16	1	4	Free (スレッドギヤ, ダイヤルに無関係)		
ろ	0.30	40	3	12	36	12	4 および 6
に	0.35	80	7	28	28	4	4
い	0.40	10	1	4	Free		
ほ	0.45	80	9	36	36	4	4
い	0.50	8	1	4	Free		
ろ	0.60	20	3	12	36	12	4 および 6
ろ	0.75	16	3	12	36	12	4 および 6
ほ	0.90	40	9	36	36	4	4
い	1.00	4	1	4	Free		
は	1.25	16	5	20	30	6	6
ろ	1.50	8	3	12	36	12	4 および 6
に	1.75	16	7	28	28	4	4
い	2.00	2	1	4	Free		
は	2.50	8	5	20	30	6	6
ろ	3.00	4	3	12	36	12	4 および 6
に	3.50	8	7	28	28	4	4
い	4.00	1	4	4	Free		

備考:  $P_s = 4mm$ ,  $N_w$ ,  $N_s$ ,  $N_t$ ,  $L = 整数$

# 「往復台」指導の視点

保 泉 信 二

## はじめに

「工作機械の歴史」あるいは「旋盤の歴史」を含んだ書物を見ると、いずれにも、モーズレイの業績がのっている。たとえば、S・リリー著「人類と機械の歴史」増補版岩波書店刊によれば、

「ふつうモーズレイは、スライドレストの発明者だと言われている。このいい方は、かれの仕事をひじょうにゆがめ、過少評価するものである。初歩的なスライドレスト（横にすべるようにできた工具台）はすでに存在していた。ただそれは、時計製作のような軽作業にしか使われず、大型旋盤は構造が大まかすぎて、それをとりつけられなかった。

モーズレイは、スライドレストをひじょうに改良し、それを重作業に使えるようにした。しかし、旋盤の発達にたいするかれの真に重要な貢献は、3つの改良によってその精度をいちじるしく高め、いわば旋盤全体をスライドレストをうまく働かせるびったりした仕掛けにかえたことである。この3つの決定的な改良とは、旋盤を全金属製にしたこと、工具の運動を導く正確な平面を製作したこと。十分な長さの正確な案内ねじを切る技術を開発して、大きな工作物に対し工具を正確に横送りできるようにしたことである……」（前掲書 p181～182）とモーズレイのたゆみない骨のおれる研究の成果を評価している。

技術教育のなかで、「技術史を教えるべき」との主張がされて久しいが、最近では、本誌上において、池上正道氏は、7月号の論文の中で

「この視点に立てば、教育内容を選定する基準になるものは、人類の生活内容を大きく転換させた技術の発達をおさえておく必要があったということになる。……もちろん、技術史のすべてを平面的に並べるのではなく、生産力の発展の意味が把握できるような内容を選び出すこと

が必要になる。」とのべています。本稿の、旋盤の学習の中で、「往復台」を特にとり出して、学習すべきであると強調したいのは、まさにこの意味からである。

旋盤は、他の工作機械——ここでは生徒が、旋盤の学習に入るまで目にふれ、操作してきた工作機械と考えてもよい——と根本的に、その工作法の異なる点は、

- (1) 工作物に回転運動を与えることと
- (2) 刃物（台）が自由に工作者の意志によって動かせること。

である。この2番目の刃物を自由に操作できることが、いろいろな工作法を可能にし「機械をつくる機械」としての働きの主要をなしている。

モーズレイの往復台の発明によって、旋盤は急速に発達してきたし、また、工作機械の発達をうみだした。

また一方、往復台は、いままでの労働の質を全くかえ、「手からの労働の解放」をうみ出してもきた。裏をかえて言えば、「新しい労働者」をうみ出したことにもなる。

以下、往復台の学習の中で、大切にされるべきと思う内容について、ふれておきたい。

## 1. 往復台の働きと機構

前述の通り、往復台は、主軸台と心押台の間のベッド上をスライドし、刃具に縦および横送りを与える装置である。

往復台上の刃物台が、どのような機構で、縦および横送りされるのかは、「機械」の学習での機構学習と関連させて、ぜひ学習させたい中味である。

身近かに、分解可能な旋盤があれば一番よいが、次の絵による説明でも十分理解が可能である。

### (1) 縦送りの機構

図1のように、ラックとピニオンによって与えられている。この例は、角のみ盤のテーブルの運動にみられ

る。

#### 何 横送りの機構

図2のようにサドルに備えられたネジ軸によって送りが与えられる。この例は万力にみられる。また、ネジの応用は、動力の伝達にも利用されることもあわせて学習することが可能である。

#### 何 横送り台の自動送り機構

送りの自動化には多く、ネジが利用されている。

なお、送りの機構学習とあわせて、学習時における切削条件としての送り (mm/rev) についてもふれておくとよい。

### 2. 刃物に加わる力

前述の送りの機構にみられるように、機械の各種の機構において、運動がどのように伝達され、どのように転換されるかの学習も大切であるが、しかし、機械の機構は運動だけでなく、大きな力をも伝達する。

工作物を加工するには、たとえば鋼鉄の部品を削るには、工作機械の刃物は数百、数千キログラムもの力で、こうした部品をおしつけねばならない。

そこで、旋盤の刃物に作用する力について、生徒の注意、関心をむけさせることも大切なことと考える。

刃物の先端に働らく力を平削盤、旋盤についてみてみよう。

(A)平削盤についてみると、刃物は工作物の平面と平行してすすむと同時に、金属の内部に食い込んで行く。したがって、刃物に対しては、工作物の反作用により1および2の2つの力がはたらく。そして1~2の合力P (=切削力)が生じる。

ところが、(B)旋盤についてみると、もう少し複雑になってくる。3を主分力といい、1、2、3のうち最も大きい力であり、あとでのべる切削抵抗といえ、この3の分力である。

2はバイトの送りによって生じる横分力、1は、切り込みによって

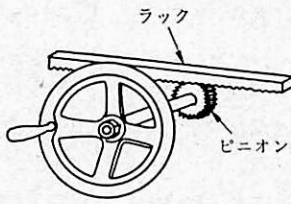


図1 縦送り機構

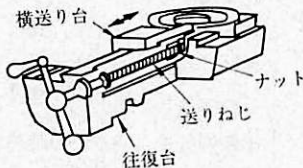


図2 横送り機構

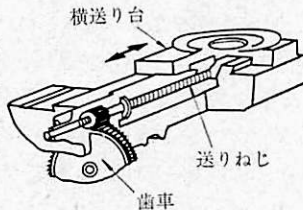
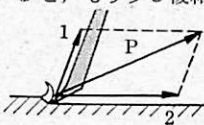


図3 自動送り機構



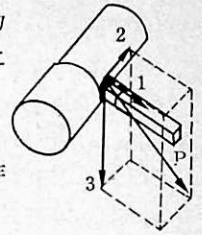
(A) 平削盤  
図4-1 刃物に加わる力

生じる背分力となる。この3つの力の関係を比較すると、図5のようになる。

このように、刃物にどんな力が、どの方向から、どれぐらいの力で作用するかを考えることは、刃物台、および、往復台を設計するに当たって、大変重要なことなのである。

### 3. 切削抵抗と往復台・ベツト

図4-2にしめすように、旋盤による切削作業において、切削抵抗は、1、2、3のように3つに分けられる。そのうち、3が図5にみられるように最も多く、切りくず面積 10mm<sup>2</sup> において、おおよそ、1700 kg をこえている。



(B) 旋盤

図4-2 刃物に加わる力

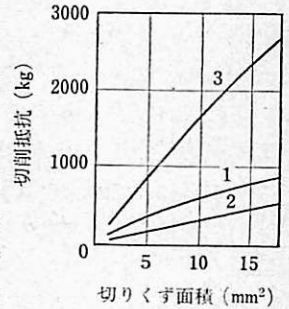


図5 3分力の大きさ

切削抵抗の大きさは、工作物の材質や、バイトの形状、切削面積などの切削条件によって、大きくかわる。例えば、バイトのとりつけ角との関係についてみると図6のように変化をする。

ところが、切削抵抗は、切削速度、送り、とりつけ角には反比例すると考えてよい。

切削馬力、切削抵抗は、次式であらわされる。

$$H = \frac{F \cdot V}{75 \times 60} = \frac{AfV}{75 \times 60}$$

ただし

H: 切削馬力

F: 切削抵抗 kg

V: 削り速度 m/min

A: 切削面積 mm<sup>2</sup> =

切り込み深さ × 送り

f: 比切削抵抗

kg/mm<sup>2</sup>

(鋳鉄で、90~130、軟

銅で、100~150、硬銅

で150~240)

旋盤の運転馬力をみると、2~3馬力程度のものからベットの長さが14000mmともなると、

35~40馬力のものまでである。ふつう旋盤の機械的効率率は

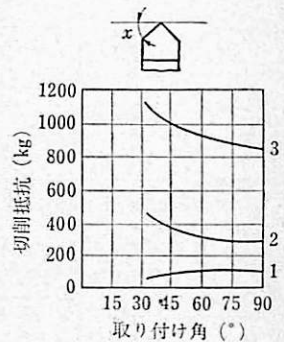


図6 取りつけ角の変化と3分力

70~85%であるから、切削馬力(=切削抵抗)の大きさは、運転馬力の7, 8割と考えられる。

このように考えると、刃物台ないし往復台には、旋削作業中には、相当の外力が加わっていることになる。

このことに関して、旋盤の構造の中で、多くの工夫がされているのが、刃物台を正確に移動させることと深くかかわるベッドの構造である。

ベッドは、工作物の自重や、工作物の支持や切削時に生じる回転モーメントをうけるので、これらの外力に耐えられるよう、また、振動や変形を生じないよう工夫をする。米式とか、英式とかいわれるかたちがあるのはこのためである。

以上、往復台、刃物台の学習をすすめるに当って、大切だと考えることを3つの項目にわたって解説した。

旋盤は、工作機械の典型として、技術教育の学習にとって欠かせないものと思うが、実態はどうなのであろうか。

指導要領では、「内容の取り扱い」の中で「内容のBの(3)および(5)の「小型旋盤」については、その指導を欠くことができる」となっており、教えなくてもよい内容となっている。

教科書を見ると、182ページ中、旋盤に関する記述は5ページ。しかも記述の内容は、構造について3ページ、旋削について2ページとなり、原理的な理解を得るような中味はなく、たいへん内容の乏しいものとなっている。

また、旋盤は、文部省の「施設・設備充実参考例」以降、小規模校では、0、中規模校で1、大規模校で2という必要数量を示される中で、圧倒的多数が、1校1台という状況がつづいて、10年余を経過している。もうそろそろ、日本中の学校の旋盤は、買い替えの時期にきているのではないか。

小型旋盤1台50万円の時代に、生徒たちに旋盤による学習を十分保障できる学校が全国にどれほどあるのか疑問である。1台の旋盤に45人が蟻のように群がって、行われる旋盤学習では意味がない。

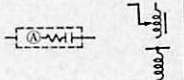
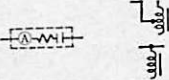
このように旋盤の学習をとりまく条件はよくない。しかし、旋盤を教えようとする、多くの金属加工の基本が含まれている。本誌でも「旋盤」の特集は初めての試みですので、これを機会にみんなで考えてみたいものです。(東京・府中第三中学校)

10月号につぎのような誤りがありましたので、訂正いたします。

「へそまがり教科書」(36~41ページ)

ページ	らん	行	誤	正
36	右	上から4	お上 <small>かみ</small> に	お上 <small>かみ</small> に
36	右	上から15	教科書では違う	教科書界では違う
37	右	上から20	だれも誤める	だれも認める
39	左	下から10	91ページから101まで	91ページから101ページまで
39	左	下から3	とのことである。	とのことであるが、

別表 開隆堂の分

番号	区分	誤	正
6	原文(図)	50 k Ω の	50 k Ω の
13	私の考え	5~4.5V用	3~4.5V用
15	私の考え	10 k Ω レンジ	10 k Ω レンジ
20	私の考え		
24			
27	私の考え	電流〇〇mA	電流〇〇mA

実教出版の分

番号	区分	誤	正
16	私の考え	20 k Ω	20 k Ω
22	私の考え	500 k Ω	500 k Ω

「男女共学の布加工」案1

ページ	らん	行	誤	正
58	左	2	ルーナン	ルーメン
〃	図7		メリノ一種	メリノ一種 (絹の繊維) 絹の繊維



# せんばんを使う模型製作

—S L と ギ ア—

佐 藤 禎 一

## はじめに

私の学校は20学級規模で、せんばん3台、木工せんばん1台。木工せんばんは、ほとんどの生徒がうまくこなせませんが、せんばんの方はよほど注意深く指導しないと、チャックに刃物送り台の左端をぶつけたりします。

木工せんばんは、私は必ず購入(3校目ですが)します。それは、実習上も、技術史学習上も大変有効だし、ラワン角材(45×45)の丸棒は、ミニトラックの車輪になったり、後述の模型になったり、利用価値が高いのです。教科書によくあるブンチンのつまみは、せんばんがないと困るのは、段削りのところだけで、これでは高価なせんばんが泣きます。せんばんがなければ、どうしても困るような工作をもっと工夫したいと思います。私が今まで工夫してきたものの中で、2年生でもできそうな作業を揚げると、

ア、丸削り——精度 $\frac{1}{4}$ ミリ程度、これは木工せんばんでは無理。

イ、端面削り——S Lの動輪や、ギアの場合、これができないと動かないものができる(ジグ使用)。

ウ、心出しと穴あけ——深さ10ミリ以上になると、ボール盤では、どうしてもセンタが狂いやすい\*1。

その他、教師としてはネジ切りやチャックアーバのテーパー削りにも利用していますが、生徒には無理です。このア～ウの作業は1つ1つが切り離された作品に適用された場合、せんばんの重要性に対する生徒の理解度は、一面的で浅いものになるでしょう。

## 1. 台車作りとせんばん

1年生のミニトラのねらいは、木工の基本や木材の定性的な性質の学習ですから、4輪車と言ってもその回転の精度は問いません。板金加工による台車作りになると、車輪の直径と軸高は、展開図(平面けがき)中にき

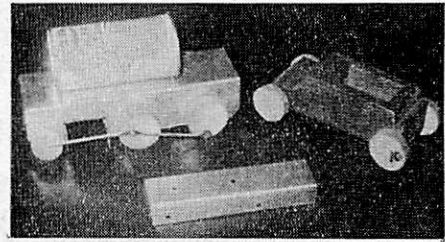


写真1 ミニトラと台車の1例

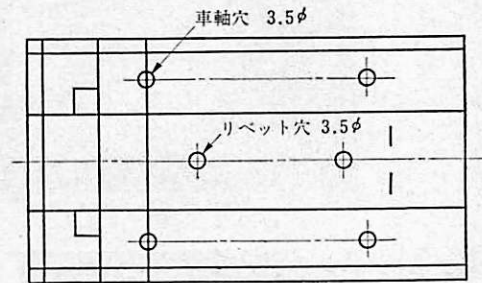


図1 台車の展開図(ロケット号シャーシ)

ちんと位置決めされなければなりませんし、折り加工も適当にというわけにはいかなくなります(写真1・図1)。

車輪の精度の出し方には2通りあります。

(ア) 車輪を輪切りにする前に、せんばんでセンタ穴あけ——3φキリできりもみ

(イ) 輪切りを先にし、片面の直角度を木工ヤスリで出し、中心を求めてボール盤で穴あけ——さらにせんばんでジグを用いて、円周削りと端面削りを行う。

これは、(イ)の方が完全です。(ア)の方法ですら、センターに狂いが生じますから、やはりジグを用いた修正作業を行う必要があります(図2の下段)。

さて、この車輪を用いて、ロケット号型(写真2)の簡単なもの(連結棒なし)の場合は、2枚の車輪の端面が、車軸に直角にとりつけられればよいことになりません。

連結棒をつけるとなると、4枚の車輪の厚さもできる

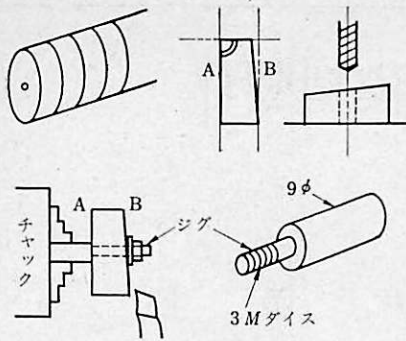


図2 ボール盤・せんばんを用いた車輪づくり

だけ等しくしなければならぬし、直径は0.5ミリの差もゆるされません（左右両側とも連結棒つきでは、軸、車軸固定型では歩行はほとんど不可能です）。

このSLもけいの、もう1つのポイントはリンク装置の製作にあるわけですが、特集テーマと離れるので後日にゆずります。

ただ、相当の寸法精度を出さないと走行しません。スライダクランクだけならば1~2ミリの誤差があっても平気です。

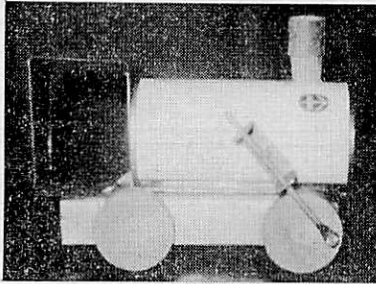


写真2 ロケット号型

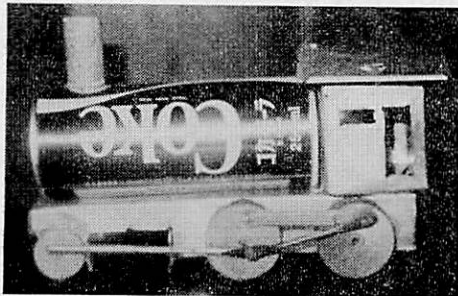


写真3 連結棒つきSL模型（4点接触）

※1 ドリルの刃先は、切れ刃部のみ部も、場所によって切削角が異なる。従って切削抵抗も異なるので、先端角が左右対称であり、且、センタが正しく砥がれていないと必ずブレを生じ、自然とキリ穴道は曲がって行く。

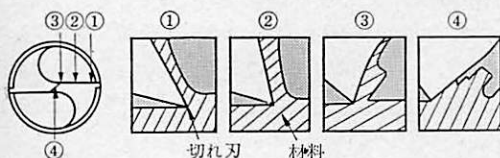


図3 ドリルの切削角

（自主テキスト・加工の学習を参考にされたい、出所は千歳出版、飯田喜介著“機械工作。”）

## 2. 木製歯車の製作

機械のしくみの中で、ネジとギアは欠かすことのできない要素です。ネジの製作にはタップ、ダイスが用いられるのが普通で、せんばんによるネジ切りは生徒にはちょっと無理でしょう（切り込み量の判断、親ネジへの連動のタイミング、ピッチとギヤ比の関係など）。しかし、ネジの原理は簡単に学習できます。ギヤの原理もノート上では簡単です（歯先円、ピッチ円、モジュール、直径比、作用角等）。しかし、歯車についての規格やモジュールの計算はできても、ノートの上でのことで、あまり実際には活用もされず、生徒もその時に「アアわかった」程度で、すぐ忘れ去ってしまいます。これでは技術の学習目的を達したことにはなりません。歯車はヨーロッパや中国では古くから水車などの動力伝達用に工夫され、木製でしたから歯型も自然とインボリュート曲線になっていたわけです（本誌、昨年の12月号参照）。今年は2年生に試みに歯車の製作を課してみましたので、その長短について報告してみます。

ボスの両面の平行度の出しかたは、前述の車輪づくりと似ています（直径値は多少の狂いがあっても歯丈で調整できます）が、軸との結合には「ボス軸」（図4）が必要なので9φの穴あけをボール盤でやります。ボス軸をしまりばめにし、その軸をチャックにかませてボスの直径、端面の仕上げをしますから、前項の車輪の時のようなジグは不要です。形が整ったらセンタドリルで軽く中心を出し、次に

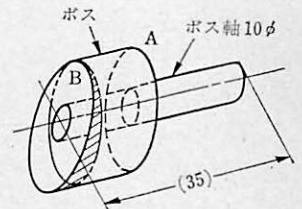


図4 ボス軸のとりつけ  
（ボンド併用しまりばめ）

ボス円周上にN（歯数）等分の線を引きます。歯の植えこみ穴もボール盤を用品ますが、この穴道がセンタに指向してないとピッチが狂うので、この作業はジグ（フライスの割り出し盤のようなもの、図5参照）がないと困難で、これがこの単元の難点です。ジグがあれば等分作業も不要だし、作業も正確で早

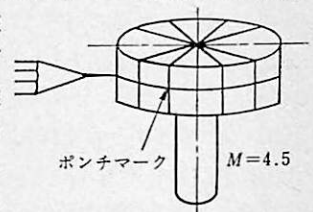


図5 N等分（実際は9, 12, 15, 等分のどれか）

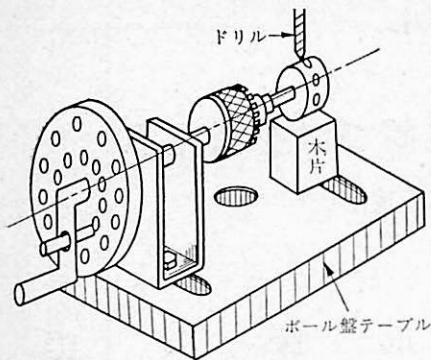


図6 これがあれば完全

くできます。

さて、ボス軸にあける軸穴は、#10の針金(しまりばめとネジ止め)を通すので $3\phi$ 。これは、ボール盤では絶対に正確に行きません。理由は※1で述べたとおりです。教科書に、図7のような例(ねじまわしの柄の穴あけ)がでていますが、全く不親切なものです。この図は、直角を測らなくてもよい方にスコヤが当てられています。ボール盤でベタ万力を用いる場合(長軸もの)、図の矢印方向から見た左右の直角度の検査が大切になります。と

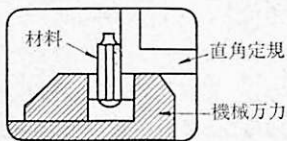


図7 柄の部分の穴あけ  
(開隆堂：2年男、p.82。矢印は筆者)

にかく、せんばんでキリモミをしても中々うまく行かないことは先にも述べましたが、ボール盤による場合より失敗は少なくなります。ボール盤で長軸のキリモミをする場合もジグがあれば完全になります。

歯の植えこみが終ると、コンパスで歯先円、ピッチ

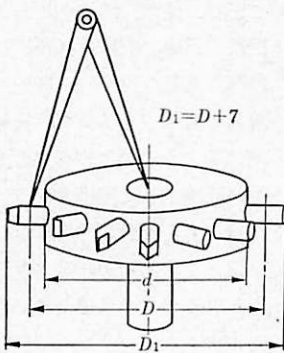


図8 歯先をそろえる

円で落します。インポリユート曲線はここでは不要だし、そういうノミ(内アール、外アールノミ)も入手できませんから、歯先はテーパ状にします(図8)。出来上ったらモデルと合わせて検査をし(写真4)、不整合のところを修正して完成。このギアの利用はいろいろありますが、軸受の位置決めは前項のSL模型と同様、中々きびしいものがあります。ついでですが、写真5のファンのとりつけボスなど(図9)の工作(特に穴あけ部)も、せんばん有ってのことです。

このように、作品そのものに精度が要求される題材(ブランチンは石コロでもよい)を考えないと、せんばんが生産技術上の労働手段として

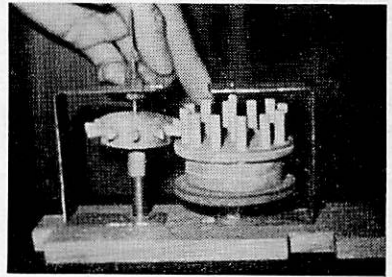


写真4 歯車のテスト

いかに大切なものかを、生徒たちに身をもって知らせることはできません。中学校の技術科でといますか、加工学習でといますか、又は、近代の金属加工の中とやってもよい、せんばんは中心的な労働手段なわけです。

ただ残念ながら、最近は特に高価となり、どの学校でも5~6台はほしいところ1台あってもよい方だ、な

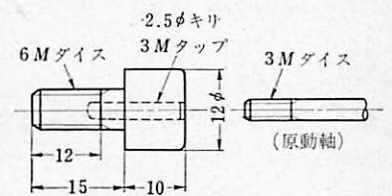


図9 ファンとりつけボス

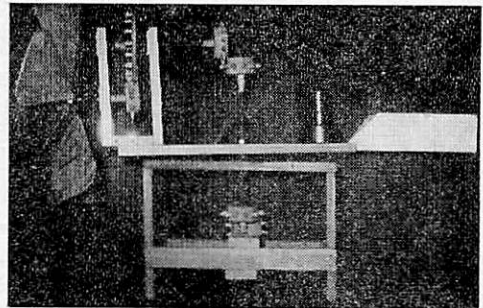


写真5 風車(班製作)

どという状況を、文部省の方で放置していることです。卓上のミニせんばんでもよいから、教台は揃えて、女子にも簡単な作業を課し、技術教育の基本的な部分の理解に役立たせて行きたいものです。ここでは、木材を主に扱いましたが、木工せんばんがなくても、直接、荒削バイトで大体仕上げて行けばよい(センタ仕事)。木材をせんばんで加工するのは邪道だ、と言う人もいますが、生徒たちは面白がってやります。あとの清掃だけはきちんとしないとまずいです。金属加工によるせんばん仕事に越したことはないのですが、ここにあげた模型(LS)の車輪などは、鋸盤か、高速切断機があれば材料をととのえられてよいと思います。ただ、木材とちがって切削抵抗が大となりますから、ジグの方も工夫しなければなりません。

# 旋盤による学習内容の位置づけを考える

—加工学習と機械学習の接合—

近 藤 義 美

## 1. はじめに

公害や資源問題、さらに子どもの発達のゆがみなど、現在までの生産技術によって発生を可能にしたもので、人間に取って負の面が問題にされるようになった。公害問題はすでに十年を経た。子どもの発達のゆがみが生産技術とのかかわりで考えられるようになったのはごく最近である。公害や資源問題は無条件に技術（生産技術）の問題として、技術無用論さえ聞かれた。最近では事前にテクノロジーアセスメントを行うことによって、総てが解決されるかのごとき印象を与える表現が多く見聞される。これらは、これまでの認識と本質においては同じであると思われる。これらの認識は現在の学習指導要領に示されている技術・家庭科における技術の認識と共通するものである。特に、子どもの発達のゆがみは、技術教育を現実の生活投影の視点のみによっているところから起因するのではないだろうか。人類の発達が労働によって可能になった史実を無視しているのではないだろうか。人間が物質的財貨と文化的財貨を創造する活動過程で問題を解決する必要性に応じて、技術にいろいろな形をあたえ、実現している。その作用に対応するものとして、人間そのものの発達が実現されている。ここに、教材の順次性を技術史を参考にし、7月号で池上氏が指摘された「教育内容を選定する基準……社会的な生産力を飛躍的に進めさせたいいくつかの結節点となるもの……」が重要なことである。この意味において、「旋盤」を題材として、そこに内包している技術的な法則性を抽出し、技術的な考え方、見方、行ない方を具体的な現象として把握することが必要となる。すなわち、結節点となるものには考え方や行ない方の変化が潜在しているので、それを顕在化させることが教材化することになるのではないだろうか。技術史は何を教材化し、どのような順次性をもたせたら良いかを示す重要な指標であって、

技術史そのものを教材として位置付けることは本質をゆがめることになるように思われる。

## 2. 技術学習における加工学習の位置

技術は本来、人間が生きるために物を獲得（創造）するところにその発生があることは史実の示すところである。ある時は作物の栽培のために土を耕す道具を、ある時には食物を保存するための用器などを製作する。すなわち、材料（原料）を目的の機能が得られるように変形することであった。その変化は、技術の発達に応じて多様化が可能になり、変化させる対象そのものも多様化されてきた。その変化は換言すれば、変形、除去、接合、添加（置換、分解、結合）である。この変化を実現することや、保存、輸送するためには、エネルギー（動力）の変換、伝達、貯蔵が必要になる。さらに、情報の伝達、保存、処理（変換）が必要になってきた。特に、実体や現象の射影である情報は実体や現象から遊離して、処理できるようになり、有効なものである。この遊離した情報が伝達され、変換される過程において、実体や現象との対応が失われ、実体なり現象に還元できなくなっているところに問題の発生原因が存在するのではないだろうか。子どもの発達のゆがみには強く作用していると考えられる。

情報として受け取ったものは必ず事実と対応させる思考様式を得させることが重要である。技術に関する種々の法則や規則が情報として与えられるのではなく、具体的体験として把握し、自分で射影して情報化したものとして獲得することが大切である。機械や電気機器や情報伝達、処理機器に関する学習が、加工とか栽培などと無関係に学習されるのではなく、これらとのかかわりにおいて学習されなければならない。しかも、これらの機器が創造されたことによって、人間の行動や社会の機構（労働関係など）がどのように変化することが可能になった

かを、機器を活用したり、製作した経験を根拠にして類推することが不可欠である。もちろん、経験できる技術的操作は素朴なものであっても、その中に本質的な問題にふれることが可能なものであれば十分であると考えられる。すなわち、技術の内的発達と外的発達の両側面から、相互に関連付ける学習過程が必要ではないだろうか。

### 3. 加工技術学習における旋盤による学習の位置

加工は被加工材の変形形態によって分類すると次のようになる。

- ①変形加工：(鋳造、曲げ加工、絞り、転造、鍛造な(塑性加工) どの二次加工と圧延、引抜き、押し出しなどの一次加工)
- ②除去加工：(切削加工、放電加工、プラズマ加工、レーザー加工など)
- ③接合、添加加工：(溶接、ろう付け、びょう接、接着、めっき、塗装など)
- ④特性変化加工：(熱処理など——内部構造の変形として①に含めることも可能)

鋳造、鍛造、圧延、押し出しなどの塑性加工されたものも切削加工を必要とするものが多い。特に、塑性の少ない材料においては切削加工は不可欠である。

もちろん最近では除去加工の中に電解加工やプラズマ加工など特殊加工といわれる加工法も多く開発され、活用されている。それらは加工精度の面から評価すると著しい進歩であるが、技術の発達段階から考えて、後期のものであり、初期の学習材料としては不適である。また、頻度から考えても、それらが占める割合は多くない。

切削加工は一定の幾何学的形状をもった切れ刃(工具の一部)が切り込み深さ $a$ で工作物と干渉しながら切削速度 $v$ ならびに送り運動 $s$ で相対運動をして、工作物の不必要な部分を切り屑として取り除き所定の寸法、形状の製品または部品を作り出す作業である。相対運動のそれぞれは工作物、切れ刃のいずれに与えてもよく、工作物の形状などの違いによりいろいろ異なった方式が取られている。さらに、作業に必要な制御をどの程度労働手段としての客観物に分担させるかによって人間の操作が違ってきている。

「のみ」は切削運動、送り運動、切れ刃と工作物の相対位置などすべてが人間の手によって制御されなければならない。それだけに操作は多様であるが一定の切削現象を生じさせるには制御のため練習が重要である。それだ

けに問題も多い。したがって問題点の把握には適切な素材となる。これが「のこぎり」になると複刃になり、切れ刃の幾何学的形状を変えることによって、被削材の性質に対応させている。「かんな」になるとかんな台のしこみ角度と下端の面によって、切れ刃と被削材との相対位置が制御されているために、操作は制限される。そのことによって、人間の手による制御要素が減少し、一定の現象が生じやすくなっている。しかし、新たにかんな台と切れ刃の位置を調整する操作が加えられる。この調整によって、相対位置(切り込み量 $a$ も含めて)を一定に制御することが可能になる。「自動送りかんな盤」になるとさらに、切削運動と送り運動を機構によって制御するとともに供給動力の運動形態を単純化している。そのことによって機械的に動力を供給することが容易になっている。フライス盤と類似した機能を持たせている。

「旋盤」(中学校教材用として使用されている程度のもの)は工作機械の中で、単刃回転形切削機械で最も汎用な工作機械であり、歴史的に観ても、社会的な生産力を飛躍的に進めさせたものであり、工作機械の源でもある。特に送り運動や被削物と切れ刃の相対位置関係を手動的な操作に変更することが容易であり、切削運動も自動化が可能である。さらに、運動の速度を段階的に変化させることができる。そのために、切れ刃と工作物の相対運動、切り屑の生成、仕上げ面あらさ、切削抵抗、工具寿命など切削に関する基本的事項を現象的に把握するのに適している。また、切削作業において、どの操作がサブルーチンで、機構や装置に置換が可能であり、置換して機械の中に組込むことによって、操作を比較することが可能である。その置換が人間の負担の量的面と質的面をどのように変化させるかや、その変化が人間の機能特性から有意義であるかを検討する機会を持つことができる。すなわち、機械化による生産性や人間の負担の変化について考える資料が得られ、社会科学的視点による学習展開が、経験した事実を基礎として展開できる。もちろんこの点は木材の切削機械である自動送りかんな盤においても可能である。工作機械は図1に示すように、垂直軸と水平軸の違いはあるが操作は共通している。もちろん、切削運動が直線的運動か回転運動かの違い。送り運動が直線送りか回転送りか、さらにそれは $x$ 軸、 $y$ 軸、 $z$ 軸にそっているかの違いはある。被削材と切れ刃の相対位置の設定は操作の中心事項であるが、これは共通して、 $Z$ 軸、 $Y$ 軸、 $X$ 軸の順序である。このことはNC化されたもののプログラムを考えるときにも共通し得る。工作機械の操作の基本となる操作も含まれ、旋盤操

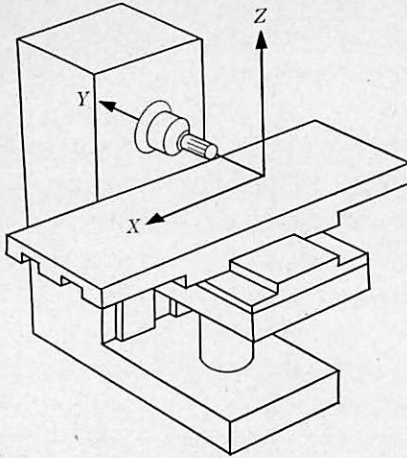


図1 水平軸

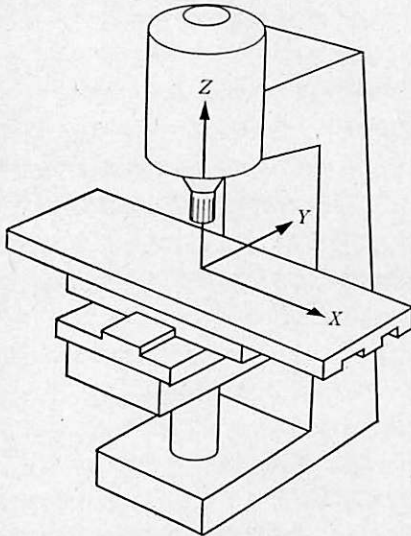


図2 垂直軸

作は他の工作機械の操作に活用できる。

#### 4. 切削現象と切削の理論化

刃先角 ( $\beta$ )、切削角、逃げ角 ( $\alpha$ )、すくい角 ( $\gamma$ ) の各名称を教えたりすくい角が大きい、すなわち、切削角が小さいと切れ味が良いとか、また、逃げ角が0か負になると切り込まないということなどを説明して、「切削の理論を教えただけでも、何にもならなかった」ということを聞くことがあった。また、「理論はわかっているができない」ということは現在でもよく聞くことである。ここに書いた内容をことばとして説明しただけで切削の理論をわからせたといえるだろうか。これは、切削の要因のうちの一つを定性的に説明したにすぎず、これで、切削ができるようになるかと期待するところに、認

識の問題がある。

ここで、私の過去の授業実践の関係ある部分の主な項目を検討し、補足しながら、切削現象から、理論的な認識へと高めるための要点をあげてみたい。

- ①旋盤の構造の観察。
- ②旋盤による切削作業の観察 (教師実演)。
- ③掛図、PHP、教科書で、旋盤の各部名称と運動を確かめる。

- ④切削速度と回転数の関係を式で表わす。

$$N = 1000v / \pi D \text{ [rpm]} \quad v: \text{切削速度 [m/min]}$$

$$D = \text{被削材の切削面の直径 [mm]}$$

- ⑤操作の順序と方法を各自で調べ整理する。

⑥切り込み量、回転数は回転計で実測して、切削速度を算出する。送り速度、すくい角 ( $\gamma$ ) を各3点変化させて削る。それぞれの条件変化によって、旋盤の電動機への入力電流を電流計の針の変化で大小を観察させるとともに、それぞれの削り屑を観察させ、違いを記録させる。各条件で削った面のはだざわりを比較させ、大、中、小の3段階程度に分類させる。

注) 入力電流  $I_i$  と出力  $P_o$  の間には次のような関係がある。機械効率 ( $\eta$ ) =  $P_o / P_i \times 100$ ,  $P_i = m_1 V_i I_i \cos \theta_1$  であるから  $I_i = 100 P_o / \eta m_1 V_i \cos \theta_1 = a P_o$  とすることができる。  $V_i$ : 入力電圧,  $m_1$ : 1次巻線の相数,  $\cos \theta_1$ : 力率,  $\eta$ : 旋盤の機械効率であって、これらを一定とすると比例定数  $a$  で置換できる。すなわち、電動機の入力電流と旋盤の出力は正比例する。しかし、実際は無負荷時で旋盤を回転するとかなりの入力電流  $I_i$  が流れる。条件変化による  $I_i$  の変化が小さいので、手送りではその変動による要因が大きいため、条件による変動が観察できないので、自動送りが必要である。もちろん軸伝達トルク測定器があればそれを使用すれば一層のぞましいことである。

⑦各人、荒削り、仕上げ削りに応じた切込み量、回転数、すくい角、送り速度をまとめ、班で検討し、定性的に把握し、予測する。

⑧各人の作業時における操作が班でまとめたものに違ったか、それぞれの削り作業での入力電流の変化を作業の前後でチェックし、記録する。

⑨作業の最初の送りは手動で削らせ、後半は自動送りで削らせる。両者の削り屑の形状と仕上げ面の程度と操作して感じたことを記録させる。

⑩仕上り寸法の測定と誤差の算出および誤差の生じた原因について検討し、記録させる。

⑪図2<sup>(1)</sup>、図3<sup>(2)</sup>、表1<sup>(2)</sup>のような資料を提示し、授

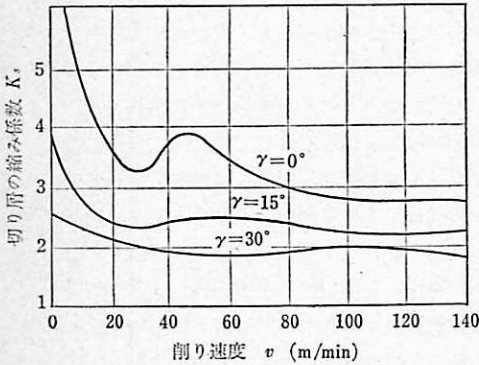


図3 切削の縮みと削り速度とすくい角(γ)の関係

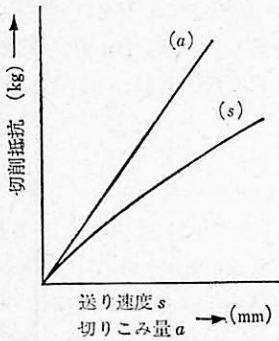


図4 切削抵抗(送り速度と切込み量による)

表1 材質と送り量による比切削抗 (kg)

送り mm/rev	0.04	0.1	0.2	0.4	0.1
材質 S10C~S15C	350	290	250	212	173
S45C~S50C	430	356	300	255	212
FC10	340	260	215	178	137

バイト: すくい角 $0^\circ$ , 取付角 $90^\circ$

業で得た資料を補足する。これらの資料から、各条件について相互関係を定性的に整理する。

②手送りと自動送りによる精度(特に削り面のあらさ)と操作についての作業者の負担の違いについて検討し、まとめる。

注) 特に②の項目は板金の曲げ加工での手工具による曲げ作業とボール盤に自作治具によるプレス曲げ作業の比較、ほぞ穴あけによる手のみと角のみ盤での作業の比較という具体的経験にもとづいて検討を加えている。

この②の検討なくしては、技術教育における機械学習の必要性和位置付けは困難ではないだろうか。また、技術史を文字と図によって学習しても意義の弱いものにな

るように思われる。

注) 図2の切屑の縮み係数は  $k=L_0/L$  で表わされるもので、 $L_0$ : 刃先が通過した切削面の長さ、 $L$ : 切り屑の長さ、材質によって変化する。木材でも  $k=1.15 \sim 1.30$  程度を示す。(1枚刃の手かんによって)

注) 表Iの比切削抵抗  $K$  は切削抵抗  $R=KA$  ( $A$ : 切削面積で切込み量と送り量の積で表わされる。) したがって、被削材と工具形状によって決まり、ほぼ一定である。

[備考]

- (ア) 授業の展開は8班編成。各班5~6名。旋盤2台。題材は平行リンク機構による重量測定器(はかり)。材料は木材(ラワン)、軟鋼棒、硬鋼棒を使用。回転学習(工作機械や工具数に制約があり、良し悪しは別にそうせざるを得なかった。)
- (イ) 木材は支柱、台、平行リンク機構のリンクに使用し、合板を目盛板と受け板に使用。ほぞ組み、相かぎを含む。
- (ウ) 軟鋼棒はリンク、支柱、目盛板の結合主軸に使用。旋盤による切削作業(外周削り、端面削り)、ダイスによるねじ切り作用を含む。
- (エ) 硬鋼棒は針に使用。鍛造および焼入れ作業を含む。

## 5. 機械学習との関係づけ

機械についての考え方は“理論運動学”(1875年)を発表したフランツ・ルロー(Franz, Reuleaux)の定義“機械とは、抵抗力を有する物体の結合で、その助けにより、自然の機械的力をして一定の運動を生ぜしめ得るように組み立てられたものである。”<sup>10)</sup>に従って受け止められている。すなわち、運動学的に機構の相対的運動として受け止めるか、要素の形態として受け止めている。そのために、人間とのかかわりが含まれてこない。現在の学習指導要領や教科書がこの視点で機械学習を編成していることを重視しなければならない。もちろん、機械を運動学的に機構の相対的運動として、さらに要素の形態を追求することは重要なことであるし、十分に学習されなければならないことである。しかし、前節で述べたように、人間の操作としての負担がどのように変化していくかを無視することは、不十分なものとなる。すなわち、工具が人間の手によって直接的に制御されているか。機構を介して制御され、人間の器官として制限されている手から離れて、1人の人間が同時に制御する可能性が器官の数や特性から拘束されないものになっているかの視点を加えて考察できるようにすることが必要で

ある。

今、説明がより明確になるように工具が人間の手から離れたかどうかということをも具体例にしましたが、これは手でなく、足などを含めて人間の器官から離れているかという意味である。したがって、おもちゃの製作は機構や運動学的要素の形態の学習であっても、機械の学習としては不十分である。

旋盤による切削作業での切削速度の変化による回転数変化のためのギヤの切替や、送り速度変化のためのギヤの置換(切替)による速度(回転数)の変化など歯車の歯数比と回転数の相互関係、モジュールの意義、動力伝達による動力の損失(無負荷回転時の入力電流を読む)さらに歯車の接触力、ベルト伝動のすべりなど伝達による動力損失の変化などは操作と関係付けて学習することができる。刃物台の送り機構—運動形態の変化—ねじの学習から、その発展として、回転運動を直線運動でも往復する運動への機構の工夫としてカム機構、さらに運動のより一般的表現を可能にする丹節リンク機構へと展開することによって、人間の手の複雑な運動をより単純な回転等速度運動へ変化させ、動力供給の機械化の可能性へとすすみ、そこにおいて、原動機の役割と学習の必要性へと導くことが可能になる。

このような関連付けが可能になって、技術についての概念がより本質的なものへ接近できるものではないだろうか。

単元としての配列は、加工学習の後に機械学習ということではなく、加工学習—機構を中心とした機械学習—工作機械を使用する加工学習—機械の機能としての統一された機械学習も当然考えられることであり、今後追求されるべき課題であると考えられる。

## 6. おわりに

テーマと内容が十分一致していないものになり、旋盤特集の意図に適合しないものになっていないか不安である。非力を顧みることなく、執筆の誘いを受けてしまった自分の厚かましさを感じています。私は、自分が日頃何となく不満を抱き、中学校技術教育としての統一された内容構成ができないだろうかと考えて、題材の選定や内容構成を試みていたものを整理する機会になり、今後さらに発展、具体化する足場を得たような気持ちでいます。技術教育No. 264(1974. 7)の技術教育の教科構造での池上氏の提案や小松氏の「手の労働と頭脳の思考」について心強いものを感じ、私なりの「技術科の構造」を展開する一部分として筆を取りましたので、意を尽くし得ない部分も多いかと思いますが、お許しくださいませ。御批判や御叱正くださることを期待していません。

### <引用文献>

- (1) ヴェ・イー・シリエフ著、長谷川一郎訳「切削工具の理論と実際」p.22(昭38.11)工学図書出版。
- (2) 素都益光:「早く送る? 深く切りこむ?」技能士の友、大河出版、Vol.14, No.6, p.24(昭48.6)。
- (3) ヴェ・ダレニフスキー著、榎本セツ・岡邦雄共訳、近代技術史、p.177(1954.8)

### <主参考文献>

「切削工学 精密工学講座11」会田俊夫他5人共著、コロナ社(昭48.5)

(福岡教育大学技術科教室)

## <新刊紹介>

日本民間教育研究団体連絡会編集

## 季刊 日本 の 民間 教育 秋季号

—実践的教育研究の創造をめざして—

百合出版—東京都文京区本郷2—18—13  
¥ 600.

### <内 容>

<てい談>教育課程編成原理をめぐって—教育制度検討委員会最終報告書を受けて—

梅根 悟・竹内常一・槐 一男・佐藤禎一・大槻 健  
教師と教育研究……………川合 章

授業における教師の技量……………横須賀 薫  
子どもの発達にこたえる教育をもとめて(外国語・家庭科・社会科・音楽科・生活指導)  
教育研究におけるサークル・教研(組合)・職場  
戦後社会科の創造と自主編成運動……………田中武雄



## 東海原子力発電所

### 訪 問 記

水戸市の茨城大学でひらかれた、関東地区民間教育研究集会に参加した私は、提案者のほんの数秒の次のことばが耳にのこった。

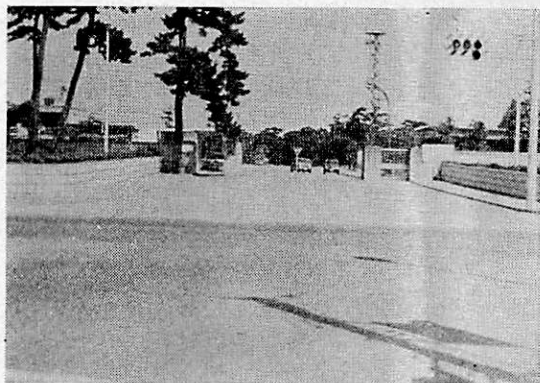
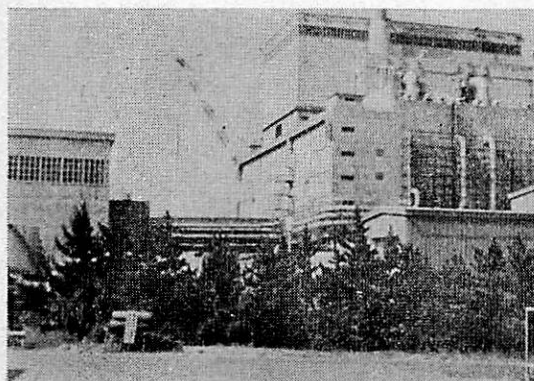
提案者の片山先生は、2年の電気学習の実践を報告したのですが、「原子力発電の安全性の問題は、電気学習の内容として不可欠の条件です」とのことばであった。

私は、20次の日教組教研「公害と教育」の分科会に参加し、宮城県女川町、和歌山県太地町や京都府宮津市などでの原発反対斗争などの報告をきいて、自分なりに原発の問題を考えてきたつもりでしたが、いざ教室実践の場になると、石油危機や大気汚染の問題を考えてこれからの電力の需給は、火力発電にかかわって、原子力発電に移るのではないかと、子どもに対しては、未来の発電所のエネルギーとして、原子力発電を語ってきた。

ところが、いまここで「原発の安全性は……不可欠の条件です」とキッパリ言われてみると、ハッとしてしまった。これが、私の東海原子力発電所見学のきっかけであった。

8月19日の午後、関民教の集会後早々に引きあげて、水戸からバスで40分ほどの原子力研究所を訪問した。

正門前のバス停におりたつと、写真の如く、松林にかこまれた広大な敷地をもつ大学のキャンパスを思わせ



た。東海発電所は出力16万6千kwで、昭和41年運転を開始したわが国最初の原発で、炉はコールドターホール改良型といわれています。下の写真がその建物で、右建物に炉が左建物に発電機が納められているとのことでした。

いうまでもなく原発は多量の冷却水として海水を使用します。一基毎秒60トンの冷却水を使うとのことで4基設置すれば、毎秒240トンの海水が必要となるわけです。右建物上段の太いパイプが海水を通すパイプです。

この建物の手前には、魚貝類の養殖場がありました。車エビが養殖されていました。冷却水として使用後の海水を利用しているのですが、ごうごうと流れ込んでくる海水に手をつつ込んでみると少しあたたかかった。案内人の話ではなく、帰宅後、別の資料をみたら、使用後の海水は35°C~25°Cのもので、海水は平均1~2°C、5~6°C上昇する時もあります。ノリは赤やけし、プランクトンの異常発生による酸素不足で他の魚貝類は死滅をまぬがれないでしょうとあった。

この建物の近くにもう1つの建物、廃棄物処理工場があった。これは放射性汚染物の処理場で、黄色にぬられたドラムカンがおいてあった。

ときあたかも8月21日付の朝日新聞には、朝・夕刊とも一面トップ記事として「原子力船“むつ”出港！反対派漁民ら海上封鎖か」とある。「安全性が疑問だ」「陸奥湾のホタテを守れ」と主張しての反対行動だとある。

東海村の原研資料館にはここに「公害のない、きれいなエネルギーとして新しい期待をもって登場したのが原子力発電です。原子力発電は経済性・信頼性の面でいちじるしく向上しており、正しい取扱い、適切な管理をすればきれいなエネルギーを供給できるということで社会的要請は高まっています」と解説してあった。

同じことをどうしてこのようにちがう解釈をするのであろう。気の弱い私は、見学後早々とバスに乗り、水戸までたどりつくとやっと安心した。（保泉記）

# 子どもの遊びと手の労働

あすなろ書房  
定価 1,000 円

子どもの遊びと手の労働研究会

代表・寺内定夫・森下一期

この本は、昨年11月発足した「子どもの遊びと手の労働研究会（略称・手労研）」の会員が、月例研究会などでの報告をもとにして、まとめたものである。以下章ごとに内容を紹介する。

## 第I章 “自由な手” を失った子どもたち

ここでは調査結果をもとに、子どもの手がどのような状態にあるか書かれている。ハンが上手に使えない子、ヒモが結べない子にはじまり、木のおもちゃを作れない子、そうじや片づけをきらう子、男女の能力差、兄弟の能力差について書かれている。さらに「家庭と保育の違い」で、ハンやハサミなどの道具の習熟では、あきらかに保育園に行っている子の方が「できる」子が多くなっていることが示されている。

最後に、現代の子の手が自由さや巧みさを失っている中で、驚くほど自由に活動する手が育っている事実から子どもの手の巧みさが育つという確信をもってよいのではないかということ、伝承遊びに学ぶことの重要性が指摘されている。

## 第II章 手の労働と子どもの発達

労働が人間を作ったという認識にたつて、子どもたちに経験させたい手の労働を手そのものや手の延長である道具を巧みに使いこなして目的を実現する労働としている。この手の労働と知能の発達、さらに人間特有の知能の発達の基礎にある感覚や知覚の発達と手の労働の関係について述べられている。

最後に、手の労働は子どもが自立し集団を作りあげていくうえでも重要な役割をはたすことが書かれ、人間社会を支え発展させてきた労働の価値を子どもにわからせることの重要性が指摘されている。

## 第III章 手の労働と道具

まず道具と人間の関係がチンパンジーの道具の使用との比較で書かれている。つぎに道具のしくみとして、材料とナイフの構造とのかかわり、ハサミの原理についてふれ、子どもと道具ということで子どもの年令と道具使用について述べてある。さらに、ハサミ、カナヅチ、ノコギリ、ナイフという道具の使い方が書かれている。

## 第IV章 幼児の遊びと手の労働教育

まず「幼児の生活と手の労働」で遊ばなくなった子どもの問題が指摘されている。つづいて、東京北区にある保育園で1～2才児の手の働き（スプーンの使い方、茶わんを片手でもつ、脱ぐこと、着ること）について取りくんだ実践と、和光幼稚園で4～5才児のコマ遊びと電車づくりに取りくんだ実践が紹介されている。

## 第V章 小学校での手の労働

小学校教育の中で、手の労働の中心となる工作教育が非常に軽視されている問題が、図画工作科の工作分野の内容に立ち入って検討されている。そして小学校低学年での遊びと労働について、伝承的露地裏遊びで集団を育てた実践、彦一だこを作り手の訓練と創造意欲を引きだす実践、動物の飼育と収穫のある植物の栽培を通して労働する喜びが感じられる実践にもつづいて、書かれている。さらに、小学校高学年の金属加工の授業が紹介されている。最後に、子どもたちに生きいきとした放課後をとということで、学童保育での彦一だこ作り、タイヤとび大会、おやつ作りの実践報告がのっている。

ナイフでエンピツが割れない、ヒモが結べない、リンゴの皮がむけない、というような手を上手に使えない子どもが増えていると言われている。そうした状況の中で手の労働の教育が注目され始めた時にだされた本書は、教師、保育者、父母にとって一読する価値があるといえるだろう。調査や実践を通してわかりやすくまとめられているので、現代への問題提起、考えあうための糸口として、本書のもつ意味は大きい。

しかし、子どもの発達の見とおしとそのためになどのような手の労働を組織していくかという点での理論的肉づけに、あらかし、不十分さがあることは否定できない。

けれども、それは、手の労働の教育に関する研究自体が始められて間もないことを考えれば、無理もないことである。本書のあとがきに「なるべく近い将来に、より厳密で体系的な理論書や、より豊かな実践記録集を編むことができるよう努力するつもり」であると書かれているが、今後の研究のより一層の積みかさねが期待される。

(Misa)



<アメリカ合衆国>

# インダストリアル・アーツ前史

—20世紀初頭までの歴史—

清原みさ子

## 1. まえがき

アメリカ合衆国において、インダストリアル・アーツは、普通教育における技術教育の教科といえる。このインダストリアル・アーツが、アメリカ合衆国の普通教育にとりいられるまでの歴史——インダストリアル・アーツ前史——をここに紹介する。そのために使用した主要文献は、J.L. ファイラー & J.R. リンドベック：Industrial Arts Education (1969) であり、それに C.M. ウッドワード：The Manual Training School (1887, Arno Press によるリプリント版)、M.L. パーロー：History of Industrial Education in the U. S. (1967) などを参考にした。

インダストリアル・アーツということばを、当時のマニュアル・トレーニングにかえて、最初に提唱したのは、1904年10月、Ch.R. リチャード（コロンビア大学のマニュアル・トレーニング学科主任）であった。彼によって、インダストリアル・アーツは、従来のマニュアル・トレーニングのような単なる手技的訓練でなく、現代文明にとっての産業的基礎のすべてをふくむものであると主張された。

この新しいインダストリアル・アーツのプログラムはそれに先だつ技術教育の各種の運動のなかで、特長的な点を取り入れたのである。このことを明らかにするために、アメリカ合衆国におけるインダストリアル・アーツの前史をつぎに要約することにする。

## 2. インダストリアル・アーツ教育の背景

インダストリアル・アーツの分野ほど理解されていない学校カリキュラムの領域はおそらくないであろう。そうなった問題の要点は、インダストリアル・アーツの教育計画の中に類似的なものと差異的なものを包含していることにある。インダストリアル・アーツ、技術教育、職業教育の間で明白な区別は何なのか？ 多分この理解

を得る最良の方法は、数個の教育計画の目的を考えることである。これらの教育はすべて関連していて、広い領域の産業、技術学と作業を扱っているが、それらの目的は実際はかなり異なっている。「インダストリアル・アーツ」の広いねらいは、青少年をわれわれの産業社会において生活するよう準備することである。「職業教育」は社会において有利に雇用されるために青少年を準備したり、あるいは、産業界の職業においてある一定の水準に個人を格付けする手段としての役目を果たすのである。「技術教育」は、人々が技術的な仕事に就職するための準備をしようとする教育であり、それは職業教育の領域よりより高い水準で行なわれる。以上の3つは、ともに産業教育ということばの範囲にはいるのである。

以上3つのことばの差異は、しばしばひじょうに少ないので、統合することが強調されている。多くの場合に目的の重複や重なりが避けがたいのである。しかし、それはわれわれが密接に関連している教育プログラムのなかで責任の領域を明確にしようとするれば理解できることである。だから、実施されているプログラムの型を見合わせるためには、その歴史的発達と教育プログラム全体との関係を研究することにより、その意義・目的または目標を見わけることが必須であるということとどめておく。

インダストリアル・アーツ教育の理論的基礎は古代にある。人類は工業的な種類の作業とそれを準備する手段に常に関係をもってきている。石器での原始的経験から技術的自動制御装置の驚くべきものまで、人類は作業や製作のよりよい方法と、技能と知識を伝える方法とを不断にもとめてきたのであった。

文明とは、社会的物質的に進歩した幸福の状態を意味する。それゆえに、文明はある一定の構成要素をもつ。これらの構成要素は、経済的物資、道徳的慣例、政治的構造、知識や技芸における進歩である。これらの要素間の均衡なしには、文明は発展しないし、進歩しないし、続かないだろう。

工業の文明への貢献は、経済的物資の一部として生ずる。人類は、工業によって、食料と職のため、物資を生産する道具と機械を与えられる。その貢献は意味深い。というのは、人類が農耕から工業社会へ移った時に、その文明の進歩は著しかったからである。

人類が、どこでどのように道具を使う最初の機会をえたかは、推測できるだけである。道具を使った最初の経験は、作業中の動物たちを意識的に模倣することから始まった。すなわち、ビーバーが木をきりたおしたり、熊が木の実を石でわったり、鳥が巣を作ったりすることの模倣から生じた。人類は自分自身を進歩させるために、道具や方法を模倣することから始めたといつてよい。およそ紀元前100000年ごろ、最初の道具石器を作った名譽は、第3間氷期の原始人のものである。それは手にあうように切れ、先を薄片にした簡単な石のかけら——粗野な器具であったが、それでも原始人の生活においては重要であった。その後の旧石器文化は、この道具を基礎にして改良を加え、ナイフ、オノ、針、ヤジリ、ツキギリ、カンナ、削刀、ドリル、ハンマ、ノコギリが出現した。木、骨、ツノ、石、獣皮、樹皮、粘土、髓のような材料が使用された。そして時代の経過とともに人間の技能は、人類が真に“道具を使う動物”であるところまで完成され伸ばされた。

人類の次の工業上の成功は、新しい世紀の到来の前兆となった。新石器時代（およそ B.C 10000年）は、磨かれた石器によって特徴づけられた。粗野な薄片の石器は、より精製され、より巧みにみがかれたものにかわった。そして、人類の“道具類”を發展させ改良した。滑車、テコ、オノ、ツキギリ、鎌、ノコギリは、よりよい新しい道具類であった。そして最も重要なことは、すべての工業の基礎的要素である車輪が発達したことである。

だが、人類の最も偉大な業績は火であった。火は、金属を手に入れ、とかし仕事をすることに導いた。ギリシャ神話によると、人間はプロメテウスから火の贈物を受けている。歴史的に、人類は多分、火を火山の熱い熔岩からか、または稲妻から受けたらう。人間による火の使用は、ネアンデルタール人の木炭の残物により証明されたように、少なくとも40万年むかしである。

人類がどのくらいはやく金属について知ることになったかは、推測のみである。おそらく、銅鉱石が原始的キャンプファイヤーを防護するのに使用されていて、人類は金属が溶けているのを発見した。そして B.C 10000～5000年の間のある時に、人類は鉱石から銅を抽出することを知った。金属の時代の到来を予告するできごとであ

った。この発見は、一般に、銅鉱石に富んだ地中海東方のどこかでおこったと信じられている。しかし、金属時代はそれらの発見とともに始まったのではなく、人間の目的に金属を適合させ有用にすることと、ともに始まった。この新しい原料によって、武器や道具が作られた。人類はこの原料を鑄造することを学び（およそ B.C 1500年）、この重要な過程の修得は人類に古い道具を改良し新しいものを工夫することを可能にした。人間は銅にスズを加えることによって、さらに固い金属——青銅が得られることを見だし、もっと後に鉄を発見した。

人間は何世紀にもわたり非常にゆっくりと、原料を役にたつ品物に加工する熟練と知識を習得した。人間はまた、動力機械を発達させ、それは終に地域工業の確立へ導いた。人間は製品ばかりでなく知識も交易し、交換した。そのため人間は、専門化し、技能の主人となった。

人間の生涯のこの重要な局面とそのために必要な準備は、多くの形をとってきている。それは、息子による父親の仕事の簡単な模倣から、近代職業学校におけるより組織的な学習へ進歩してきている。

組織的・体系的な学校の産業訓練は、歴史の初期に理論と実習の両方において教えられるが、教育プログラムの一部としてその統合のための明確な記述は、ルネッサンスから始まる。

16世紀の産業教育論者は、専門的な実行可能の実際的なプログラムよりも、理論の面で、その進歩を続けた。ライブニッツ、コメニウス、デカルトのような人々は、産業に対する趨勢を反映する著述や仮説を出した。その教育思想のあるものは、この時期の論理的人文的教育プログラムの公式主義に対して、現実的で実利的な反撥としてあらわれている。ラブレーのような百科全書派の学者は、産業の問題は、完成的教育の肝要な部分であると主張した。その理論を実践しようとするを他の人々にさせたことが、これらの人々の影響であった。18世紀後半は、組織の時代と呼ばれていいだろう。というのは教育において産業の理論に、より大きな基礎をおいた新しい型の学校が組織された時期だからである。

この時代の模範となるのは、J.H. ペスタロッチーである。彼はスイスの教育改革者であり、常識的に、だがいくらか皮相的に“手工の父”とよばれている。彼は、J.J. ルソーやその他の人々の影響によって、青少年の教育において、自然のままの進行を強調する学校の考えを心にいだいた。農業が“すべての職業のうち最もよい幸福なもの”であるというルソーの論点は、ペスタロッチーが1774年にノイホーフの産業学校設立を決定するのに

重要な要因であった。ペスタロッチーの第1の目的は彼の国の貧しい子どもたちを教育することによって、世の中の不幸と貧困と苦悩と罪悪とをくいに減少させることであつた。ここから、彼の選んだプログラムは手工であり、これを貧しい人のための一般教育にしようと思つてゐた。ペスタロッチーは、この方法が彼らに自分のパンをかせぐことを教え、知的・道徳的性質を育てる手段として、効果的であるにちがいないと考へた。

ペスタロッチーが手工運動をよびかけた論点の誤謬は彼がこれらの教育プログラムの管理者、宣伝者として成功しなかつたという事実からおきてゐる。この領域において彼が卓越していることは、漠然とスタートした原理の価値と、彼が自分の教育理想を促進させた情熱から生じてゐる。運動における原動力は、フェレンベルグやフレベールのよな人たちからでてきた。彼らはペスタロッチーの教えをより効果的に応用した。これらは要約すると、次のようになるだろう。

- (1) スイスにおける貧しい子どもたちの状態を改善したいという熱心な願望
- (2) そのよな改善の効果を永続させるには、教育を通してなされなくてはならないという固い信念
- (3) 学校は家庭からつれ出すかわりに、家庭内の生活のために、直接的効果的に準備しなくてはならないという観点
- (4) 自然による教育というルソー主義に専念したこと
- (5) 良好な教育状態の下で、子どもたちの手仕事は、かれらの教育の費用をまかないよなという考へ
- (6) 伝統的な学校にたいし、教える方法としての手の活動の重視

フェレンベルグは、この時代に教育の改革と拡張への運動において、すぐれた地位を維持してゐた。彼の目的は、ペスタロッチーの目的といくらかは類似してゐる。両者とも、社会における高い地位の子どもたちだけでなくすべての子どもたちのために、教育的組織によって世の中の貧困と不満を減ずることを考へてゐた。

しかしフェレンベルグは、現在の社会秩序を破壊することを求めてゐなくて、むしろ社会秩序を強く持続させることを求めてゐた。彼は神の知性によって形造られたものとして確立されたこの世の秩序は、人間の手によって干渉されてはならないと信じてゐた。だから彼の目的は、社会の異なつた階層の間に適切な関係を維持することにあつた。それは、階級間の相互尊敬と愛情を生じさせることによつてなされるとした。

フェレンベルグはペスタロッチー法を利用し、アカデ

ミックタイプと職業タイプの2つの学校を組織し確立した。彼は、アカデミックタイプの学校ではペスタロッチー法の精神の総合的な指導コースを提示した。しかし現実に、とくに職業的ではなかつた。職業タイプの学校または農業学校について、彼は、生徒に熟練した職人とともに働く機会を与えることによつて生徒の生活を改良することを求めた。彼は職業学校において、生徒に普通のリベラルな教育を提供する試みをしなかつた。上層の社会階層にある者のみが、その時代のリベラルな教育からなにか實際的な利益をひきだすことができる人達であると感じてゐた。彼の努力と、同じ考へをもつた人々によつて、手の活動は子どもの教育の重要な要素としてみられるよなになつた。その結果としておこる発展は、この概念をひろげ完成し、それをヨーロッパの他の地域に輸出した。そこでは一層の改善が行なわれた。何が合衆国のインダストリアル・アーツの始めになつたかをみると、前述のこれらの成功した経験に由来するのである。

教育の一部としての手工作業が今日のインダストリアル・アーツの発展へどのよに導かれたかについて、いくつかの主要な運動をあげるよができる。それらは、技術の準備教育のロシア法、手工教育のスカンジナビア・スロイド法を通して、マニュアルトレーニング（手工）のアメリカ特有の運動へとたどりていくよができる。そしてさらに、「インダストリアル・アーツ」とよばれる広く産業的に位置づけられたカリキュラムの採用へとたどりつくのである。これらはそれぞれ、現代のインダストリアル・アーツ・プログラムに明らかな貢献をした。これらの特徴をさらに深く概観することは、いかに貢献したかを把握するために必要なことである。

### 3. ロシア法

手工教育の発展にとつて真に偉大な貢献の1つは、道具による作業工程と組立方法を分析したロシア法によつてなされた。ロシア法の完成に先だつて、裁縫や簡単な機械製図のよな技能について順序だつて教授する方法のバラバラの試みがあつた。しかし機械的技能のために十分に計画されたものはなかつた。このロシア法の完成とともに、種々の形式の機械の教育が年奉公の効力のない見習的な方法から、より体系的で経済的な方法へ移行したのである。

ロシア法を開発した人は、V・デラ・ボス (Victor Della Vos) であつた。モスクワの帝国技術学校の校長として、実習の效果的システムがないことに苦悩した。1868年に、彼とそのスタッフは、生徒を組立実習場の作

業に入れるに先だって、実習場で教えられる組織立った内容の新しいシステムを工夫した。

要するに、この新しいプランは、実習場の作業を分析して要素作業の工程にすること、これらを難易を考へて順序だてて整えること、そしてそれらを教師が教授しつつ生徒に実施させることを基礎にするものであった。それは次のことに満足な答をしたものであった。“専門的作業をするために何を知らなければならないか？”“どのようなステップの工程が必要か？”“作業の教授にどんな関連知識が必要なのか？”“これを教授する最良の方法は何か？”モデルと練習が用いられ、これらが手作業の技能を教えることの基礎となった。有用なものを組立てることをほとんど問題としなかった。そのかわり第1の目的は、基本的な職業や工業に関連した技能と知識をつめこむことだった。

\*ロシア法の作業工程の分析を、木工を例にとると、要素作業をつぎのように配列し、その配列にしたがって、技能指導をおこなった。

<第1期>①けがき線による縦びき・横びき、②つるかけのこぎりによる曲線びき、③丸材を角材に加工する、④それを一定の正四角柱に加工する、⑤正六角柱に加工する、⑥正三角柱に加工する、⑦～⑧きわかな・さくりかながけ、⑨のみによる切削、⑩のこぎり・かな・のみを使う総合作業

<第2期>各種の組手接合作業

デラ・ボスのシステムの特徴は、次のようであった。

(1) 各々異なったタイプの作業は、それぞれ単独の実習室をもつ；たとえば、指物作業、木材挽物作業、鍛造作業、鉋前作業など。

(2) それぞれの実習室は、生徒が一度に授業をうけられるだけの広さの作業場所と道具類が備えつけてある

(3) モデルコースは易から難への作業に並べられ、生徒はその順序に従って教えられなければならない。

(4) すべてのモデルは製図から作られる。各図面のコピーがクラスの各人のために十分な数供給される。製図は、板紙（または鍛造作業場では木の板）の上にはりつけられ、ニス塗られる。

(5) 製図は製図教師の指導のもとに、クラスの生徒によって図面が作成される。そのさい、実習室の管理者は種々の細部に関して製図教師と協定する。

(6) どの生徒も、コースにおける先行のモデルを完成するまで新しいモデルを始めることは許されない。

(7) 最初の練習課題は、寸法が大体正しければ許されるが、後の課題は、寸法が正確でなければならない。

(8) どの教師も、教授コースにおける課題を単に遂行するのに必要なことより多くの専門知識を持たなければならない。教師は、彼の作業が生徒にとって完全な範例であるためには、絶えず練習していなくてはならない。そのような器用さは、教師の権威を増大させるものである。

このロシア法の価値は、実際的な工場労働の学習が、確実にして体系的な方法で最短の時間で、多くの学生に教えることが可能になってきたことである。さらに、与えられた時間で各生徒の進歩を決定することを可能にし困難に遭遇している者に適切なガイダンスを与えることを可能にした。ロシア法は、機械的な教材を教えるため第1の実際的で効果的な基礎を提供することによって、インダストリアル・アーツの教育に永続的な影響を与えた\*。現在どんなインダストリアル・アーツの実習室を参観しても、道具使用の技能を教授するのにロシア法的な分析方法を適用していることを知るだろう。

\*ロシア法のアメリカへの導入は、1876年のフィラデルフィア博覧会を期にしてである。この博覧会で、技術教育の方法として、ロシア法が紹介された。当時マサチューセッツ工科大学 (M.I.T.) の J.D. ランクルは、他の教授や学生とともに、2週間にわたってこの博覧会を見学した。そして、ランクルはこのロシア法を採用すれば、一斉教授による実習指導が可能であるとの考え方に到達した。そして1877年に MIT の機械課程にロシア法をとり入れ、専門技術教育を実施した。

#### 4. スロイド法

スウェーデン語で slog という形容詞は英語の handy を意味する。この slog から、名詞 slöjd (sloyd と変更された) がでてくる。それは器用さ、手の熟練を意味する。slöjdare はある手の器用な人の意味だが、必ずしも職人でなくてもよい。特定の職業の準備という考えは、sloyd ということばの意味から全く排除されている。このことは、スロイド法の概念で最も重要な要素である。

スカンジナビアの長い冬は家内手工業のためにあるというイメージはその地域の国々共通のものである。これらの期間、特に夜は、家族は火のまわりに集まった。父と少年たちは畠や森林で使う道具を手入し、木製の家具を作った。母と少女たちは、裁縫し糸をつむいだ。そこで使われるすべての知識と技能は、父から息子へ母から娘へ伝えられた。そして活動の全体像は“家庭スロイド”または“家内手工業”とされた。時の経過とともに

に、各地方ごとに特有な手工業を発展させ、各地域は特色ある製品で有名になった。たとえばゴットランドのすばらしい羊毛製品、ハルシグランドやアンゲルマンランドのリンネル、デラルナの明るい塗装の木製品、アップランドやバームランドの鉄製品など。貿易や物々交換、行商人によって、家庭スロイドは金になる家内工業になった。

19世紀の工業主義は、この手作業の伝統を終わらせるおそれがあった。すなわち、多くの手工業品は今やレディーメイドで購入することができた。それは、手で骨を折って製作することを不必要にした。年をとった人々は、いまだに家内工業にかかわりあっていたとはいえ、製品の質の一般的下落は始まった。化学染料が天然植物染色にとってかわり、機械つむぎが手織物にかわった。古い伝統・古い方法、特色ある作業のために時間をかけて得た名声は、再び復活する望みもなくなってしまった。こうした情況はスカンジナビアにだけ限定されたものではなかった。

スカンジナビアにおいては、工業化が国の青少年の技能と性格に影響したことは明らかだった。すなわち、多くの余暇、手の技能と職人氣質の理想を維持する現実的理由がなくなったことなどである。このような工業上の変化の影響を予見し、過去の家庭生活は再びもどりえないことを認めて、国の政治家たちはスロイドを教える学校の設立によって局面を打開しようと考えた。これらのスロイドは、家庭スロイドをわずかにワンステップだけかえたものであった。そこでは生徒によって生産された製作品を売った。生産品の質は需要によって決定され、教育的価値とはほとんど関係がなかった。要するに、学校は教育よりもむしろ経済ベースで続けられた。

U・シュグネウスは、フィンランドのルーテル派の牧師であり学校教師であった。彼はスロイド学校と初等学校におけるスロイド教授との間に厳しい区別をひいた最初の人だった。彼の主な原理の1つは、初等学校におけるスロイドは公教育の1部でなければならないということだった。しかし、彼のシステムは作業工程の分析を含まなかった。そのコースは、主として易から難への順序で普通の家具をつくることからなっていた。

教育的スロイドは、1868年スウェーデンのネースのスロイド学校で生まれた。O・サーロモンが叔父のA・アブラハムソンの要望で学校を開いた。このアブラハムソンはすでにその地に地主とその小作人の子どもたちのために同じような学校を経営していた。彼が信じていたことは職業教育でなく一般教育に貢献しなければ、学校に

おいてスロイドはその地位を占めることができないということだった。このころサーロモンはフィンランドへ旅行しシュグネウスに会い、彼からスロイドの教育学的価値についての知識を得た。そして、サーロモンは、教育的スロイドの目的を発展させた。

サーロモンはこれらの目的を、つぎのように略述している。(本誌1973年5月号所載「スロイド教育の思想と実践」にのべられているがここでいまいちど繰返す)

- (1) 労働一般についての愛好を徐々に教える
- (2) 正直な肉體労働に対する尊敬を徐々に教える
- (3) 自立と独立独歩の精神・態度を発達させる
- (4) 整頓、正確さ、清潔の習慣を養成する
- (5) 形についての感覚を訓練し、手の器用さと触覚を発達させる
- (6) 注意力、勤勉、不撓不屈と根気の習慣を養成する
- (7) 体力の発達を増進させる
- (8) 道具の使用における器用さを直接与える
- (9) 正確な仕事を仕遂げさせる

彼はまた、方法に関して次の原則をのべている。

- (1) 教授はやさしいものから難しいものへ進まなければならない
- (2) 教授は単純なものから複雑なものへ進まなければならない
- (3) 教授は知っていることから知らないことへ進まなければならない
- (4) 教授は良い基礎を用意しなければならない
- (5) 教師は教育的技術を持つべきである
- (6) 教師は人の性格に興味をもたなくてはならない
- (7) 教授は直視的であるべきだ。すなわち感覚とくに触覚と視覚を通して行なわれなくてはならない
- (8) 教授はその性質上個人的でなければならない
- (9) 教授者は単なる職人ではなく教師であるべきだ
- (10) モデルは子どもの立場から有効なものでなければならない
- (11) 仕事は疲れをおこすような準備練習を含むものであってはならない
- (12) 仕事は多様性のあるものでなければならない
- (13) 子どもたちは、彼ら自身で仕事をするようにならなければならない

これらの概念が手の教育へ深く影響した。それは目的のみでなく、方法論との関連について影響が深かった。

これがスウェーデンにおける教育スロイドの歴史である。それは、スカンジナビアの他のところでは、ちがった名称を与えられた。しかしその発展は同様であった。

ノルウェーとデンマークのシステムがサーロモンの仕事によって影響されたばかりでなく、世界中の国々が手工教育の方法において進歩的訓練を受けるため、ネースへ教師を送った。

### 5. 手技訓練（マニュアル・トレーニング）の運動

合衆国の現代のインダストリアル・アーツ・プログラムは、19世紀後半の手技訓練の運動にその根源がある。1879年6月6日、ワシントン大学のマニュアル・トレーニング学校がミズーリ州のセントルイスで開設され、男生徒で授業が始まった。その中心人物であるワシントン大学のC.M. ウッドワードが確信していたことは、青少年の興味は、アメリカの普通の学校でみられるよりより直接的で積極的な方法で、生活の特定の職務にあうような教育のシステムを求めているということである。

ここでいうマニュアル・トレーニングを学校教育にとり入れる主要なねらいは、つぎのようである。

①現在の伝統的の学校は「頭」の教育だけしか行っていないが、学校教育を社会生活に応じたものにするには、「手」の教育が必要である。ウッドワードはこのことについて、熟練した巧みな手、教養ある心、人間が世界を支配するには、この2つ——手と心をむすびつかせよといっている。

②青少年が工業社会において熟練ある労働者になる場合に、学校でマニュアル・トレーニングを受けておけば熟練労働者に必要な技能をより速かにより効果的に身につけることができる。いいかえると、マニュアル・トレーニングによってえた技能は、他の各種の分野の技能の基礎となり、容易に転移するものとしていたのである。

以上のような目標をもつマニュアル・トレーニングでは、どんなことを学習していただろうか。ウッドワードのあげた各学年の学習分野表は、つぎのようである。

#### 第1学年の1日のプログラム（平均15歳の男生徒）

グループ	時	9～10	10～11	11～12	12～1	1～2	2～3	3～4
I		木工実習	数学	科学	休 み 時 間	ラテン語または英語	製図	
II		数学	ラテン語または英語	木工実習		製図	科学	
III		ラテン語または英語	数学	科学		製図	木工実習	

(注) 実習室の施設・設備から1クラスを3グループにわける。生徒数は72名なので1グループ24名となる。

#### 第2学年の1日のプログラム

グループ	時	9～10	10～11	11～12	12～1	1～2	2～3	3～4
I		実習	物理	ラテン語	休 み 時 間		製図	数学
II		物理	数学	実習		英語	製図	
III		数学	製図	英語またはラテン語		物理	実習	

(注) 数学は初歩的代数（2次方程式まで）と幾何を数週間。実習は鍛造・溶接・鋳造作業

#### 第3学年の1日のプログラム

グループ	時	9～10	10～11	11～12	12～1	1～2	2～3	3～4
I		機械工作実習	幾何	歴史と文学または現代語	休 み 時 間	科学	製図	
II		歴史と文学または現代語	幾何	機械工作実習		製図	科学	
III		幾何	歴史と文学または現代語	科学		製図	機械工作実習	

(注) 機械工作実習における工作機械は、旋盤・平削盤・形削盤・ボール盤である。

職業学校は、手技訓練の運動が始まる以前にすでに存在していた。Rensselaerのような技術学校があったし、実習室作業がいくつかの農業大学のカリキュラムに含まれていた。しかし、社会や学生の要求は、マニュアル・トレーニングの学校によって中等教育段階で満足しなければならないということが明らかになってきた。この学校の目的は、大学の準備作業に加えて、もし生徒が学校をでて就職を望むならばよい基礎教育を与えるプログラムも提供しなければならなかった。このことは、当時の容認された教育システムから思いきった背離であった。1880～90年の10年間は、著しい進歩の時期であり、論議やかましい時期であった。新タイプの中高等学校は、アメリカの学校体系において認められていたギャップをみたしたので、成功であった。しかし、それは一般教育における手技訓練の価値を認めない保守的な教師、アカデミックな確立された基準の崩潰を恐れる保守的な教師の反対をひきおこした。だが、サイは投げられ、運動は、この新タイプの中高等学校の設立をますます多くした。

なおその上に、普通教育をおこなう中高等学校は、そのカリキュラムにいくつかの手技訓練コースを加えるよう



になった。普通中等学校がこれらのコースをうまく導入したという事実は、手の訓練を普通教育の必須不可欠な一部として承認するのに重要な要因であった。というのは、こうした発達は、特別なタイプの学校の誕生ばかりでなく、伝統的學校を伝統から脱却させ、教育についての新しい理論の承認を指示したからである。

合衆国における手技訓練の提案者の1人は、マサチューセッツ工科大学の J.M. オードウェイであった。彼は1882年の夏、スウェーデンに旅行し、公立学校におけるスロイド・システムの効果を研究するために、アブラハムソンとサーロモンを訪れた。彼はスロイド教授について高い評価をもって帰国した。そののち、彼はスロイド教授のリーダーである L. エリックソンを合衆国に招いた。エリックソンによって、この国で最初のスウェーデンスロイドの講義が、1884年12月8日に、ミネアポリスのオーガスタナ・ルーテル派教会で行なわれた。

エリックソンは、G・ラルソンをつれてきた。このラルソンのよく組織された手技訓練システムは、多くの興味と議論をひきおこした。ラルソンは機械製図をこの国の工業における重要な要因とみて、すべてのプロジェクトを模型から作る考えをしりぞけ、製図からプロジェクトを構成するシステムを採用した。G・スタンレー・ホールは手技訓練の擁護者の1人であり、またその最も厳格な批評家の1人であった。彼は、スロイドは“その教授において木製でありその厳格さにおいて鉄”であると指摘した。彼は工業社会が新しい教育の要素のために探究されなければならないことを主張した。

この運動におけるひじょうに重要なもうひとり、J・デューイであった彼の著書と教授は、初等学校のカリキュラムの中心に工業的職業をおいた。活動（組立、職業的作業、科学的観察と実験）のより直接的方法が、より正式の訓練（読、書、科学、算数）の応用のため多くの機会を提供し、その訓練は孤立した学習としてではなく、子どもの経験の系統的な結果として導かれるというのが、彼の論点であった。

## 6. 手工芸教育（マニュアル・アーツ）の運動

手の教育の実施者たちは、カリキュラムの各種の型を進展させながら、ロシア法とスロイド法の主張を実験した。スカンジナビアのスロイド運動は、博物館コレクションのために美術品を蒐集することによって、染色のた

めに型を集めることによって、そして工芸のテクニックの目録をつくることによって、手工芸を保護し振興する課題に、もともと関連があった。これらの努力の最終的結果は、工業デザイン学校の開設であった。イギリスにおけるアート・クラフト運動は、W. モーリスの指導の下で、同様な方法を通じて手工芸の伝統の復活と保全に努力した。モーリス・マーシャル・フォークナ会社の「印刷・彫刻・家具・金工における美術工芸労働者」というのは、その目的を推進するために形成された。このグループは、手工芸を改善し、機械生産物は安っぽくけばけばしいので、これをやめて感情のそそぎこまれた意味ある手仕事にすることを希望した。同様なグループには、ドイツの Werkbund, フランスの Art Nouveau, オランダの de Stijl がある。そして彼らの仕事のインパクトはアメリカにも影響を与えた。

マニュアル・アーツという語は、1893年頃アメリカに入った。それは手技訓練の重要な部分——形と機能の技能と感受性を結合することとして、創造性のあるデザインを強調することであった。このことは、デザインとプロジェクトの製作において、ひじょうに望ましい学生の参加によって明らかにされた。この活動において、プロジェクトは目標であり、道具についての技能と知識はこの目標を成就する手段にすぎなかった。マニュアル・アーツの授業は、工業を授業の基礎として用いられる道具の過程の第1の根源としなかった。かわりに手工芸関係における方法と過程を学習した。この運動は、手の教育の発達段階として次に出現するインダストリアル・アーツの理論に、その内容を加えることになった。

## 7. おわりに

これまでに、インダストリアル・アーツに影響を与えたロシア法、スロイド法、マニュアル・トレーニングの運動、マニュアル・アーツの運動について要評した。インダストリアル・アーツは、こののち、第1次世界大戦後、アメリカ合衆国に中学校（ジュニア・ハイスクール）が一般化するにもなって、普通教育としての技術教育として中学校に位置づけられるようになった。そして、リチャード、ボンサー、ベネット、グリフィース、セルビッジ、エリックソン、ワーナーなどの研究者たちによって理論や実践が深められ確立していき、現在にいたっている。（九州大谷短期大学）

## 労働条件をどう改善すべきか

### 技術科教師の需給の実態

佐藤 慎一（東京） 労働条件の問題は技術科の教師を考える上で非常に重要な問題を含んでいますので、はじめて、このような座談会を開きました。まず、どなたから発言してもらいましょうか。

岡本 博（長崎） 長崎大学では5人の卒業生を出していますが、過疎で生徒が減っていて、地元で就職できないのです。

中石（佐賀） 私の県でも同じで就職試験がありません。やむをえず、横浜に学生が行きました。

佐藤 過疎という問題がありますが、ここでは日本全体の視野で考えてみたいと思います。こんな労働条件では、技術科はなくなってしまふぞ、とはっぱをかけた永島さんから話を聞きましょう。

永島 利明（茨城） 技術科の1級免許をとれる大学は57校あり、そのうち50校は国立大学です。2級をとれるのは8校あり、国立は3校です。家庭科についてみますと、1級は101校あり、国立は52校です。おもに2級をとれるのは私立の女子短期大学で243校あります。免許状をとった学生は1級と2級あわせて、48年度は486人ですが、232名しか就職していません。家庭科では15192人が免許をとり、300人が就職しています。供給は以上の通りです。

昨年、教頭や校長から技術科の教師が不足するという話しを聞いて、文部省の職業教育課が調べたものがありますが、全国で212名不足している。採用率は40%だということです。この4割が定着してくれれば、よいのですが、茨城県の例をみますと、技術科の免許状をもっているうちで、実際には25%は技術科の授業をまったく持っていません。これは全国に共通していることでしょう。そうすると、実際に技術科をやっていく意志のある教師は新卒者のうち3割位だということになります。

技術科の教師の5割は45～60才位ですから、もう15年たつと教師がいない状態はもっとひどくなると思いま

す。このようなことが起る背景はなんといっても、技術科の労働条件がわるいため、これをもっとよくしていく必要があります。全国で労働条件をよくしたという例がありましたら、出してください。

### 広島市における半学級の実現

宮本 三千夫（広島） 技術科を国語や社会と同じ人数でやることは、なんといっても、大きな不満です。技術科も教育的価値がたかいの、労働条件がわるいわけです。広島市では、中学2年生の実習は危険性が大きく、45名では授業ができない、ということで、昨年から2年生ですが、半学級を行うことを認めさせました。

市は教師が死亡したり、事故を起したりして、授業ができない場合にそなえて、臨時講師費を組んでいます。この臨時講師費を増額させて、その分、技術科の時間講師を雇うことができ、2年生ですが、半学級とすることに成功したわけです。しかし、技術科の免許をもった先生がいまないので、工業高校の定時制の先生に頼ってもらっています。

そんなわけで、広島市は29校あるわけですが、小規模な5校を除いて、2年生の半学級が実現しています。産教連の東京サークルを中心にして、男女共学を進めているのは、結構なことですが、労働条件をよくしようという姿勢に欠けていると思います。男女共学と半学級は技術教育を進めていくうえで、車の両輪となるものですから、もっと運動を進めてもらいたいです。

永島 確かに産教連は労働条件の取組みがたりなかったのは、事実です。しかし、この座談会をもったように労働条件を改善しなければいけないんだという空気が出てきています。ところで、鳥取県で県教委が「半学級で編成するのが望ましい」という通達を出したが、組合や他教科の教師が冷淡だったという例があります。広島ではどのように、他教科の教師を説得したのですか。

宮本 私は新卒のとき3000人近い生徒数の学校に就職

しました。そのときは道具も工作室ありませんでした。そこで板金をとりあげました。生徒がトタンをたたきますと、ほかの教科では授業になりません。そこで他教科から、工作室を作れという声があがりました。

運営の手引では24人で作業するように書いてありますが、そのなかに45人をつめこむわけですから、半分は遊ばせることを公認しているわけです。そこで工作室には24人いれ、教室で半分を遊ばせておくことを校長に認めさせました。そうすると、子供を遊ばせているので父兄がだまっています。

わたしたちは実習を通じて教育を行うという、教育原理に照してやっているわけです。半学級とともに、持ち時間を15時間にしてほしい、という要求も出していますが、実際は18時間です。20時間以上になると、担任をもちません。

### 沖縄の半学級

永島 全県的に行われた半学級の例としては、沖縄の例がありますが、沖縄の先生から事情をお話してもらいましょう。

下地国男(沖縄) では、いきさつからいいますと、沖縄でも、本土と同じように、1962年から技術科になりました。30学級以上ある学校では、アメリカ軍の援助によって、一切が作られました。工作室の設備や教員まで、米軍が援助したのです。工作室ができたところでは、技術科の教員は定数+1になりました。62年から半学級は始まったわけですが、66年頃になりますと、中規模以上の学校では、ほとんど半学級で行うようになりました。

私が就職したときは1966年ですが、1500人の生徒数で35学級ありました。実習は2時間連続で2名の教師で行い、理論は合併して1名で行うようになっていました。このようなかたちでしたので、時間にゆとりがあり、楽でした。このような学校が1972年には、79校あったわけです。

ご承知のように、沖縄は1972年5月15日に本土に復帰することになりましたが、復帰が近づくにつれて79名的首切りの問題が出てきました。沖縄には技術科の教師が約300名いますが、全員で大会をもち、首切り反対を各方面に訴えました。そのときは、産教連の方々にもハガキで抗議をしてもらいました。その結果、79名はくび切りしないことが、確約されました。定員+1という制度は1950年3月31日まで延長されることになりました。しかし、実際にはこの制度はくずれはじめて、カウンセラ

一になったり、特殊学級の担任にまわされたりしています。この制度は本来の技術科の教師のあり方として望ましいものですので、是非、存続させたいと思っています。

沖縄は長い間、異民族支配で非常に制約をうけていましたし、本土との格差もでたわけですが、よい面もありました。沖縄で定数+1で、半学級が可能になったのはそのよい面のひとつでしたが、復帰で改悪されることは残念です。

宮本 なぜ、アメリカはそのようにしたのでしょうか。支配者がそのようにしたのは、なんか変な感じがします。それともアメリカでは半学級が、わたしたちが御飯を食べると、同じようになっているのでしょうか。

下地 私が沖縄のアメリカ人のために作られた高校を訪問したとき、職業教育を重視していると言い、設備がそろっていました。それから、実習するときの安全対策は徹底したものでした。先生は子どもが事故にあったときの対策として、1万ドルの保険をかけていました。

佐藤 だれが保険をかけていたのでしょうか。

下地 技術科の教員自身がかけていたのだと思います。アメリカ人は権利意識が強いので、事故にあうと、賠償を請求されるわけです。そのようなこともあって、+1の制度がアメリカで普及したのではないかと考えられます。

佐藤 たしかに裁判になると、安全対策がとられますね。広島の木工でケガをした事故で、裁判が起き、始めて安全対策がとられました。

下地 そのようなため、私の学校では68年に+1の定員になりました。現在6学級ですが、このような小規模な学校ですけれども、技術科のみ担当していることができるわけです。

### 質のたかい授業のできない1学級45名制度

杉原博子(東京) 人数がすくないと、質のたかい授業ができるわけですね。私は家庭科でも単学級でしたことがあります。単に安全対策としてだけではなく、技術教育のなかみを充実させていくという方向からも進めていく必要があると思います。

現在の教科書通りやるとすると、被服では1人あたり2~3メートルの空間が必要です。スーツを上下作ることはとても被服室が狭いため、できません。そこでショートパンツを作っています。また、人数が多いため、1学期中にとっても無理です。どの子もちゃんと作るようにするため、2週間も夏休中学校に通いました。ほかの教

科の教師に夏休中に休めていいわねといってやりました。この教科の性質上、どうしても人数をすくなくする必要があると強調したいと思います。

一同 外国あたりではどんなようになっているのでしょうか。

永島 古くは1870年代にスウェーデンのオットー・サロモンが20人以下でスロイドという木工の授業をやったという記録があります。これが普通教育の技術教育を小人数でやったはじめてのものと思います。ただ、北欧は人口密度がひくいために、小規模学級を作りやすいという条件はあると思います。わが国と似ていて、封建制の強いドイツでは、1学級の生徒数は多いようでした。1学級40名をこえるところで学級数を2分して、20から24人までで労働教育を行うことを主張したのは、1908年にケルシエンシュタイナーが最初だと思います。

彼は視学官でしたが、小人数で技術教育を行うことを率先して、実践しました。視学官といえ、現在の指導主事にあたりますが、偉いものだと思います。日本の指導主事は、とくに、過疎地では技術科の教師があまっていると、よく言っていますが、技術教育に対する認識をかけているといわざるをえません。現在の過疎地は施設や設備には問題がありますが、人数の面からいえば、1学級の生徒数では理想的だといえます。技術科や家庭科の教師が、過疎地ではあまっているとやっていることは間違っています。むしろ、これこそ理想的な人数だと宣伝すべきではないでしょうか。

宮本 歴史的なことはわかりましたが、現在の外国ではどうなっているのでしょうか。国内のことは、現場の教師でもできますが、そのようなことを大学の先生にしてもらいたいと思っていますが。

永島 ざっと調べますと、いうことはできませんけれども、2年ないし3年という時間をかければできるのではないかと考えています。

### 運動のすすめ方

佐藤 わたしたちは運動をすすめていくなかで、教育行政を「技術教育は小人数でないとできない」ということに追いこんでいく必要があると思いますが、どこかにそのような実践はありませんか。

岡本 技術・家庭科の教師は運動を外に広げることがしないといけません。教研や教師の集まりでは、「大変だ大変だ」とぐちを言っていますが、外部に訴えることが非常に少ないわけです。1学級が45名をこえているところはたくさんあります。わたしのところはことしの1年

生は合併すると、男子は45名をこえました。女子は30をこえるだけです。わたしは45名をこえるのは、法律に違反するといつて、授業を拒否することを宣言しました。そこで1年生だけ半学級にすることに校長に約束させ成功しました。

45名をこえる部分は授業を拒否したり、時間数が多いときは校務分掌を拒否する運動を広げていく必要があります。定員要求でストをうつようになっている時代なのに、これ位できないのでは、労働条件はよくなっていかないでしょう。

技術教育のねらいは45名では実現できないことをもつとはっきりさせる必要があります。しかし、技術科の教師は、産教連の会員を含めて、45名でもできる技術教育をやっているわけで、このようなことでは、技術教育がひくくみられてもしかたのないことです。ですから、45名でやっている技術教育は本当の技術教育ではないのです。

飯田朝輝(福岡) 技術科の教師の内部で解決していくのが、一番困ります。よい解決策があるわけではありませんが、広島市のように解決したいと思います。声にならないのは、技術教育が軽視されているからだと思います。施設や設備がないのに、予算があまっているという状態です。

### 施設設備の改善も並行して行うべきである

佐藤 産振法は町村が3分の1負担しなければならぬため、財政能力のない町村ではあまってしまう。その点も弱い町村の負担を国や府県が肩がわりしていく運動もしていくべきです。

赤石勝成(広島) 広島でも全県下では、まだまだ合併授業が多いのです。私のところでは3年生だけ半学級でしています。ただ、半学級にすると、担任をもった場合、時間数が多くて困ります。学級の人数をかえるべきだというように、技術科の教師の意識を変えていくことが必要です。

河内正明(大阪) 一般的な運動論としてはわかりませんが、大変だなと思います。それには教科構造論をしっかりしなければと感じています。職員会議や組合のなかでもなかなか主張できません。堺の同和地区にある学校では半学級になっていますが、一般の学校にはなかなか広がっていきません。

永島 どの教科が半学級になったのですか。

河内 半学級になったのは、技術と体育だけです。技術科の教師のなかには、そうなって暇でなにをしてよい

かわからない、という人もいる状態です。半学級になっても、施設や設備、消耗品費がともなわないと、このようなことになるのです。だから、半学級にするだけではなく、設備や予算などの教育条件もよくしていくことが大切です。また、技術を通じて、どんな人間を作っていくか、ということがはっきりしていません。

宮本 わたしは作業を通じて人間教育を行う技術科の教育価値はたかいたと考えます。いわゆる受験体制に妥協して、入試によい点をとらせるために、英語をすることを黙認しているのはおかしい。英語をすることは許すべきではありません。生徒はやがて社会人として責任ある行動をしなくてはならない。そのときに技術がわからなくてよいのでしょうか。

河内 運動のすすめ方についてですが、半学級ができているところは、特殊な条件があると思います。身近かな人が集まって努力する必要があると思います。

永島 他教科と協力していくという考え方はよいと思いますが、技術科の独自性が失われるおそれがあります。東京都の教員が「技術科は準備や後かたづけがあるので、8時間にしてほしい」と教組の大会に提案したところ、修正案がでて「全教科が18時間」という方が通ってしまったのです。この例にみるようにもっと自らの力でやっていく必要があるのではないのでしょうか。昨年10月に出された日教組の1974年の活動方針案がありますが、事務職員、用務員、婦人の問題は出ています。しかし、212名も不足している技術科のことはなにもふれていないのです。教育条件のわるい事務職員、用務員、婦人は教員組合のなかで専門部をもち、独自に運動をすすめているわけで、それが活動方針案にも出されているわけです。教育条件のわるいこれらの運動のすすめ方にもっと学ぶ必要があると思います。

杉原 10年位前までは産教連大会でも発表しましたが、結婚した後で、徹夜してがんばる気力はなくなってしまう。だから労働条件はよくしてもらいたいと思いますが、技術科や家庭科が独自にすることができるのでしょうか。

佐藤 労働条件の問題については、技術教育研究会や産教連との間には論争がないので、手をつないでやっていくことはできるでしょう。協力して研究していけばよいでしょう。

下地 沖縄では復帰前から全員が団結して、半学級を守ろうとしたわけです。日本に復帰すると、技術科は大変なことになるぞ、という共通認識があったわけです。いまの討論を聞いていると、こんなに意見がちがいが、もたもたしては駄目だと思うのです。

この大会に参加する前に、金沢の泉中を見学させてもらったのですが、万力がずらりとならんでいました。40台くらいありました。すごいなと思いましたが、はっとしました。こんなに沢山あって、生徒が動けるのか、という疑問がわいたのです。

宮本 教育制度検討委員会の委員の先生がたを大会によんで、意見を聞いたらどうでしょうか。民間教育団体ばかりではなく、官制の研究会にも出席して主張していくべきだと思います。運動自体はわれわれが進めていくべきでしょう。

佐藤 教育制度検討委員会には技術教育の専門家がいけないのです。むしろ委員会が産教連の主張をとり入れたわけです。雑誌でもっと労働条件をとりあげていきたいと思っています。

宮本 わたしたちがもっと自分の能力の限界を知る必要があります。もうこれ以上できない、45名ではできない、校務分掌拒否というようなかたちで管理者にもせまらるべきだと思うのです。

また、労働条件という側面からのみ考えるのではなくて、物を作ってやっていく教育である、ということ重視して、これをみんなに浸透していきたいと思います。座学やスライド、映画のように机に座ってやるという考え方にはほんものではないのです。

広島が成功したと、言いましたが、これまでにくるのに10年もかかりました。毎年、知事、県議会、市長、市議会、市教委、校長、教組などに要望書をこの10年出しつづけたのです。労働条件の運動は10年が単位だと思っています。

永島 世話人のひとりとして、労働条件の座談会に先生方が集まるだろうか、と心配していたのですが、19人もの方々が集まって感激しています。過去7回ばかりこの大会に出席しましたが、こんなに感動したのははじめてです。もっともっと続けたいのですが、会場が9時30分の戸じまりの予定をすでに20分もすぎているので、この辺で終わりたいと思います。

(文責・永島)

もっと団結を

# 技術の発達の法則性と技術教育 (2)

山 脇 与 平

## 1. はじめに

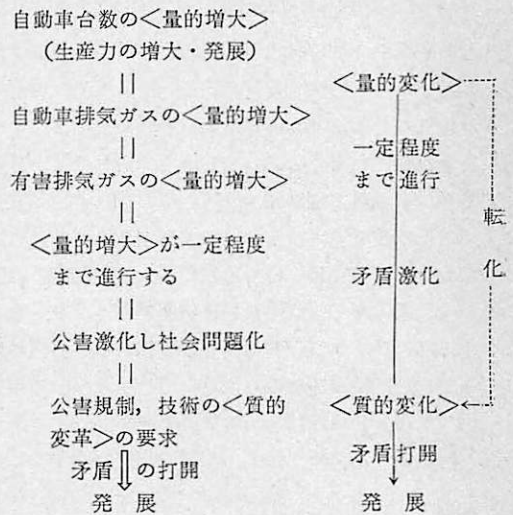
前回(74年10月号)ふれたことをはじめに整理してのべ、今回ふれる部分へのつなぎとしたいと思います。前回まず技術の性格の二重性——経済的社会的性格と純技術的性格——から、技術論と技術学とが技術教育にとって欠かせない重要な二側面であることをふれました。そして技術史や公害の問題を技術教育にくみこむ実践研究がふえつつある傾向をふまえ、技術論の視点にたつ技術学を芯に通すことが、技術教育の大切な原則になると考えました。そこでまず、そのような技術教育の実践研究にあたって欠かせない、技術論の独自の課題について、とくにその主要な課題の1つである技術の発達の法則性について、技術学の観点を欠落させることなく、また事物現象の基本的な分析方法として、弁証法の基本法則に基づくことを原則として、途中まで、つまり否定の否定の法則を使っただけで、考察してみました。

事物現象を一面的でなくできるだけ全面的な連関で、また歴史的な発展でとらえるようにすることが必要です。そのためにも最低限、弁証法の基本法則のあとの2つも連関させて分析することが必要だと思えます。そこで今回は前回にひきつづいて、残る2つの法則をつかって分析することにします。また、前回とりあげた具体例——本田技研の CVCC 技術などの自動車低公害エンジン技術——を、一面的でなく分析するためにも、ひきつづきとり上げて見ていくことにします。

## 2. 量的変化と質的変化の転化の法則に基づく技術の発達の法則性

この点で前回に少しだけふれた例を要約しますと表1のようになります。すなわち、自動車産業は高度経済成長政策の一環として、政府の強力な保護政策に支えられ、「花形産業」の1つとして、独占資本の高度蓄積の

表1 量的変化と質的変化との転化の法則



役割を果たしつつ、異常なモータリゼーションを創造して量的拡大をつづけました。利潤追求第1主義の量的拡大は、資本の理論の当然の帰結として、有害排気ガスの量的拡大をもたらしました。毎年のように行なっているモデルチェンジ、その技術の、有害ガスを無害化する技術改良をおこたって進めてきた量的拡大は、一定程度まで進行した段階で、公害の激化による国民側の摘発により、やっとその技術の質的変革を要求する公害規制がうち出されるに至ったのでした。

このように質的変化は、量的変化がある一定の程度まで進行し矛盾が激化した段階で、その矛盾の打開のためにおこります。これを「量的変化と質的変化との転化の法則」といっていますが、技術の発達もこの法則にそっていることをここに見ることができると思います。もう1つ残っている弁証法の基本法則で、とくに技術が発達するときの根本要因について知ることができるのですが(後述)、またここで見た転化の法則に基づく技術の質的変化が、前回にのべた否定の否定の法則にも基づいた発

達の仕方となっていることも知ることができました。

質的变化は量的変化によってもたらされ、量的変化は質的变化によってもたらされること、量的変化と質的变化との転化の法則にそわない技術の発達はしないことに注目すべきだと思います。例としてあげてきた自動車エンジン技術で見てきたことから明らかな通りです。事物現象の変化、発展の運動の仕方は、質的变化か量的変化の一方だけの発展とはならないことは、すべての歴史をたどれば明らかなことです。

新しく考え出された技術でも、それが採用されて生産のルートにのり、量的生産されるのでなければ、技術の発達に直接つながりません。町の発明家や学者、研究者の発明・アイデアが、特許技術として登録されたとしても、企業がとり上げて量産化するものはごく一部に限られたものです。この74年7月に、日本版マスキー法の51年規制に合格するエンジン技術が開発されたことが、環境庁の記者クラブで発表されました。しかし居る新聞記者はそれをどこも新聞記事として取り上げませんでした。その技術はすでに71年はじめには新聞紙上でとり上げられて注目されたことのある大西式エンジンです。日本クリーンエンジン研究所という小企業の開発したエンジンです。これに先立つ6月には自動車独占企業の9社が、環境庁の開いた聴聞会で全社が一致して、51年規制の達成は技術的にできないと主張し、それをうけて環境庁は51年規制の審議のやり直しを再諮問しようとしていた矢さきの、この大西式エンジンの発表だったのです。また、学会で51年規制をパスするエンジン技術の開発を発表した学者もいたりしています。しかし独占化されている自動車産業では、小企業や個人のすぐれた技術が採用されて量的生産のルートにのることがとてもむずかしいわけです。私的資本に生産が握られている資本主義体制下での厳然たるこの姿は、資本の論理・法則という外的法則に、技術の発達が従属させられ、そのもとで技術のもつ内的発達の法則に従って発達することになることを示していると思います。

本田技研の CVCC 技術も、その他のメーカーのエンジン技術も、そのような技術の発達の仕方のなかでの1つの過程です。技術はこのような漸進的な改良・進歩を小規模あるいは中規模の量的変化と質的变化の転化をくり返ししながら、いつかついに根本的な技術の質的变化をもたらすに至ります。そのときの技術はそれ以前の段階からその芽生えがあって育てられてきたものです。イギリスの産業革命の重要な契機の一つとなったワットの蒸気機関も、それ以前に当時の主要産業の鉱業での排水用

ポンプとして考え出された各種のポンプ——パパンやセバリ、そしてニューコメンの大気圧蒸気機関など——の漸進的な技術改良の蓄積のなかから生まれたことは、よく知られている通りです。この一連の発達の仕方を、技術学の観点から通しつづつ、技術論的に技術の発達の一般的法則性にそって見ることが基本的に大切であることは、この蒸気機関の発達においても同じわけです。

漸進的な技術の改良・進歩のなかから出現した、新しい技術は、根本的な質的变化となり、その変化は革命的、飛躍的で、生産革命、そして社会革命と密接に関連してくることは、技術の歴史が証明してくれるところで、産業革命はその最たるものです。

技術は人間がその生産の一要素として、人間の労働の手段として、目的をもってつくり出され利用され発達させられてきています。本来の目的は人間の生命と生活を維持し向上させることにありますが、それがそれぞれの属する経済的社会構成体のなかでの、いわゆる社会現象の1つとして技術は変化・発展させられます。そのように技術は生産技術であり社会技術です。

生産力の発達が社会の発達に、社会の発達が技術の発達に、また技術の発達が技術学の発達に、というように、相互に全面的に連関しながら歴史的に発展してきています。それらの発達の原動力となり、根本要因となるものを、根本的に科学的に分析し把握させる方法として、弁証法があり、その基本法則として3つあり、その中の2つの法則が技術の発達を考察するときにも有効に生かされているのを見てきたわけですが、この1つの法則はより根本的にその発達の法則性を把握するのに有効な法則です。そこでつぎにこの法則によって技術の発達の法則性を、とくにその根本要因について考察を加えることにしたいと思います。

### 3. 対立物の統一と闘争の法則に基づく技術発達の法則性

まず今まで例としてあげてきた自動車のエンジン技術を取りあげながら、対立物の統一と闘争の法則に基づいて技術の発達の根本要因を中心にして見ていくことにします。

エンジン技術と総称される技術は、動力を発生する燃焼技術を主体とする技術です。いわゆる動力技術です。そしてこの動力技術はこれにふくまれる制御技術によってつねにコントロールされて、はじめて有効な動力技術として働くことができます。つまり動力技術は制御技術あつての動力技術であり、また制御技術は動力技術あつ

ての制御技術です。この2つは切り離せない関係にあります。というより1つの技術——ここではエンジン技術——の切り離せられない両側面を構成しているのです。

本田技研の CVCC 技術は、前回にふれたように、複合 (compound) 技術や渦流 (vortex) 技術や調速 (controlled) 技術という、よりすぐれた制御技術によって、有害ガスを画期的に少くする燃焼 (combustion) 技術すなわち動力技術を開発したものです。また低公害にするためのすぐれた制御技術は、その反面でパワーの側面すなわち動力技術の側面では、従来程度かややおとることが避けられませんでした。

1つの技術の動力の側面と制御の側面とは、このように対立し矛盾し闘争する両側面であることをまぬがれることができません。そのように両側面は対立し矛盾し闘争しつつ、またそのことを通して統一した1つの技術として生きて働くことができます。技術が働いているときは必ず動力技術の側面と制御技術の側面とが分かちがたく相互に矛盾し対立し闘争しつつ、瞬間瞬間統一して1つの技術として働いているわけです。

ここに見た技術の、現実生きて働く姿は、弁証法の基本法則3つのうちの残る1つの法則である、「対立物の闘争と統一の法則」ずばりの姿です。これはエンジン技術に限らずすべての技術に成り立つ法則といえます。

すべての技術は動力と制御の両側面を分かちがたくその内部矛盾としてもっています。ただそのどちらの側面がその技術の主要な側面であるかによって、技術は動力技術と制御技術に2大別されると考えることができます。さきにあげたエンジン技術は動力技術に属しますし、また例えば測定技術は一般に制御技術に属します。測定機器の1つをとりあげて考えれば明らかのように、何らかの動力の注入、すなわち入力があってはじめてメータの針が働いたりして本来の機能を果たすことができます。

このように動力と制御とは1つの技術の対立する矛盾であり、またこの両側面なくしては技術が技術として成りたたなくなります。このような矛盾は根本矛盾といって普通の矛盾と区別しています。この動力と制御の根本矛盾は、これなくしては技術が成りたたなくなるわけで、いいかえれば、技術を成りたたせる根本要因であるわけです。動力と制御とが一つの技術の、1組の分かちがたくできない根本矛盾、したがって根本要因となつて、瞬間瞬間たがいに対立し闘争しながら、かつ統一して1つの技術として生きて働くことができるわけです。

つぎに技術の発達過程をみますと、さきに CVCC

技術のところであつたように、制御技術の側面のよりすぐれた質的变化によって、動力技術の側面は従来のままの程度で停滞するかあるいは後退したりして、対立する根本矛盾としての発達の仕方をします。従来はもっぱらスピードアップ、パワーアップにその価値を認める方向で需要をあふり、動力技術の側面を技術改良の主なねらいとして競いあい、異常なモータリゼーションを創造させて量的拡大をつづけてきました。そのために有害ガスを無害化する制御技術の方は、停滞あるいは後退させられ、対立する動力と制御の側面は動力技術の側面の方が不均等に発達しつづけたわけです。そしてある一定の程度まで発達した段階でこの不均等な発達の仕方による矛盾が激化し、そこでその矛盾の激化を打開するため、技術の質的変革が追求され、開発されたわけです。このように1つの技術の対立面も不均等に発達させられます。また、技術の発達の仕方は、否定の否定の法則にそつた改良の仕方となること、つまり急に全く今まで考えられなかった、突飛な突然変異的な技術の実現とはならないということ、それ以前に芽生えがあり、育てられていた技術のなかから、新しい技術が生み出されるわけで、その発達の仕方は否定の否定の法則であるわけです。古い技術を否定しつつ、部分的に目的にそつ方向に生かしながら育てられ、発達します。全面否定の技術は生きません。

このように技術の発達の仕方は弁証法の3つの基本法則を基本的に生かした仕方となっていることがわかります。もちろん、この3つの基本法則だけで技術の発達の仕方がすべてとらえられるわけではありません。最低限の基本的な発達の仕方を把握できるということです。前回と今回でそのことを見たかったわけです。弁証法をもっと全面的に活用すれば、技術の発達の法則性をもっと広く深く、把握できるわけですが、ここではこの最低限の基本法則に限って考察する意図で筆をすすめています。

ここで対立物の統一と闘争の法則に基づいて、技術のいくつかの対立側面をあげておきますと、表2のようなものが今までふれてきたところではあるかと思えます。

ここで技術が無限に発達するととらえている理由をふれておきます。それは技術の発達の根本要因が、動力と制御のように分けることのできない1つの矛盾の両側面であり、それがつねに対立し闘争しつつ統一して働くのが技術だからです。人間の生活から技術を取りさることはできませんし、人類が存在するかぎり、技術の発達のある段階で技術の対立する矛盾が激化すれば、必ずそれ



表2 対立物の統一と闘争の法則

1つの技術の<対立>面が、無限に闘争し統一しつつ、不均等な発達をする。

技術の根本矛盾 { 動力 / 制御 } の対立・闘争・統一

技術の二重性 { 社会的経済的性格 / 純技術的性格 } の対立・闘争・統一

技術の変化 { 量的変化 / 質的变化 } の対立・闘争・統一

を打開する質的変革の努力がなされ実現します。対立する1つの矛盾の両側面は分かつことができませんので、この運動は無限につづくことになるわけです。またこのことはつぎのところで説明する、1つの矛盾の両側面を分化し再結合するという技術発達の法則性からもとらえることができると思います。

#### 4. 根本矛盾の激化と打開——道具から機械へ

ここで技術史の最大の質的变化、最大の技術革命である、道具から機械への転化・移行について、上述してきた法則に基づいて考察を加えると、以下ようになります。図1のように道具はすべて1つの物体のなかに原動部と作業部をもっています。すなわち人間が手をもって動力を注入し働かせる部分が原動部です。

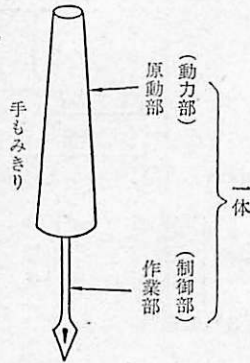


図1 道具の根本矛盾

動力の機能をうけもつ部分から動力部といってよいと思います。他方の端の部分は、道具を材料などの労働対象に働きかけて作業する部分、つまり作業部で、この部分は動力部からの動力をうけて目的にそうように制御しながら労働対象に働きかける部分ですから、制御部といってよいと思います。つまり、上述してきた技術の根本矛盾——動力と制御——の対立・闘争・統一の姿を、道具が技術として働くときにも同様に見ることができます。なお、このことは技術の概念規定として、「技術とは労働手段の体系である」とする説の有効性を物語っていると思いますが、くわしく検討することは省きます。

道具は、生産の拡大につれて、多種類の生産に見合った多種類の道具へと、動力部と制御部のそれぞれの機能を分化し専門化・特殊化し、したがって純化し高度化する方向へと発達をつげます。また生産力の量的拡大は道具の機能も量的に拡大されていきます。しかしその発

展は、道具の原動部の機能は人間個人のだしうる体力的(生物的)限界と、作業部の機能の力学的限界にはばまれてしまいます。つまり道具の限界につきあたります。

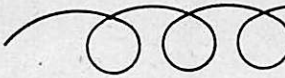
道具を発達させる根本要因の動力と制御は、それぞれ異なった機能をもっており、そのような両部分を1個の物体のうちに一体として有する矛盾が、また道具の発達をはばむ要因ともなります。人類の誕生以来200万年という永い間、量的変化と質的变化のサイクルを無数にくり返しつつ発達してきた道具も、上述のような道具のもつ矛盾が生産力の発展をはばむようになったわけです。

この道具の激化した矛盾を打開する道は、一体となっている異なった機能を有する動力部(原動部)と制御部(作業部)とを、いったん分化して切り離し、その上で別の第3の仲介物(伝動部)でこれを再結合することによって、それぞれの異なった機能を発揮しやすくなり、飛躍的な革命的な発展、機械への移行が実現したわけです。1つの技術の根本矛盾の両側面——動力と制御——は、切り離しては技術として成り立たなくなりますから、分化して再結合することで、質的変革をなしとげたわけです。このことからまさかのように技術が無限に発達することが理解されると思います。なお、道具から機械への質的転化を図で例示すると図2のようになります。道具(手もみきり)は人間(人体)から離れて機械装置のなかの一機構(ドリル部分の作業機構)となっています。マルクスはこの道具から機械への転化を、「本来の道具が人間から1つの機構に移されてから、次に単なる道具に代わって機械が現われるのである」<sup>1)</sup>、「今では人間の道具としてではなく、1つの機構の道具として、または機械的な道具として再現するのである」<sup>2)</sup>などとのべています。

このように分化し再結合して道具から機械へ質的転化することによって、異なった機能の役割をになった各部分は、それぞれ飛躍的に発達することが可能となり、原動部は原動機へ、作業部は作業機へ、伝動部は伝動機(配力機構)へと、加速度的に発達し、生産力の発展、生産関係の質的転化、すなわち生産革命をもたらしました。

技術の分化し再結合する質的転化の法則は、技術の内的発達の法則の1つとしてとらえます。

たとえば原動機の発達をみますと、まず当初は1つの原動機のなかに未分化のまま動力部(動力発生部)と制御部(動力供給部)とが一体となっています。原動機の発達は、この異なった機能をもった動力部と制御部が分化せずに一体となっていることが、根本矛盾として原動機の一定程度の量的増大の段階で原動機の発達のさまた

道具  機械

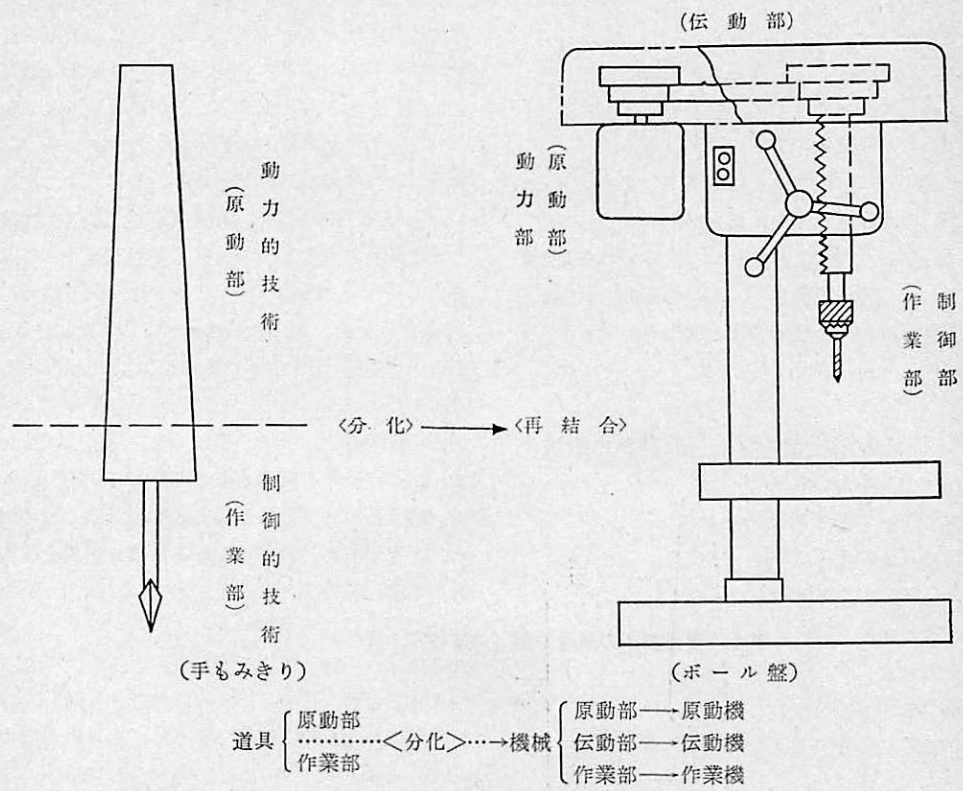


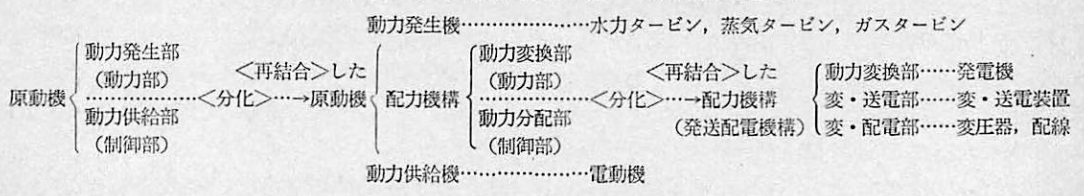
図2 道具から機械への移行

げとなって矛盾を激化させます。そこでその激化した矛盾を打開する道として、動力部と制御部の両側面をいったん分化し切り離して、第3の仲介部（伝動部）で再結合することによって、また飛躍的な発達をとげることができるようになります。そして新しい原動機の3つの部分は、動力部（動力発生部）は動力発生機へ、伝動部は

配力機構へ、制御部（動力供給部）は動力供給機へと、それぞれ独自の機能をより一層発揮する機械・機構として飛躍的な発達をとげるのです。

その発達の様子を発電関係の体系で示すと表3のようになります。動力発生機は水力タービンや蒸気タービン、ガスタービンなどとして、動力供給機は発電機とし

表3 技術の分化・再結合の法則——原動機の発展例



て発達してきています。配力機構はさらに分化・再結合して、その動力部は動力変換機へ、制御部は電力分配装置へと発達し、動力変換機は発電機として、動力分配装置は変電・送電・配電として、全体で發送配電機構として発達してきていま

す。道具から機械への技術革命で、資本主義的マニュファクチュアの時代から、資本主義下での機械制大工業時代へと生産革命が産業革命として進行します。また機械化の急速な発展にうながされて資本主義は自由主義から独

占主義段階へと進みます。また科学・技術の革命的発達  
は、社会主義体制を実現させ、世界は資本主義と社会  
主義とが対立し闘争し統一しながら、次第に社会主義化の  
方向で発展してきています。

技術の発達は、生産様式の発展と密接に関わり、した  
がって経済的社会体制の発展とも密接に関わり、いわゆ  
る技術自身の内的発達はその外的発達の法則に従属させ  
られつつ、総体的に発達するわけです。ここでとり上げ  
てきた弁証法の基本法則で最低限のとらえ方ができるわ  
けですが、おもに内的発達の法則性を中心に若干みてき  
たとどまりました。以下、何人かの技術論者の図式な  
どを紹介して、技術発達の法則とそれに基づき時代区  
分、生産様式や社会体制との関連などの考察にかえま  
す。

### 5. 若干の技術論者による技術の発達の図式

まず表4は、山崎俊雄氏が示された近代技術の進歩の  
図式です。「この図式は肉体労働の解放すなわちオート  
メーションをめざす現代技術の発展法則であり、世界の  
どの国においてもこの発展法則は貫徹する」<sup>3)</sup>とされて

表4 現代技術の発展法則 (山崎俊雄: 技術史 p. 360)

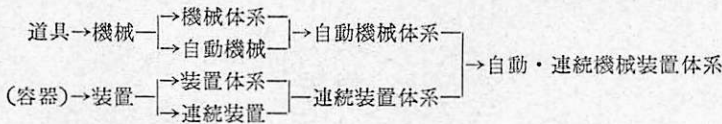


表5 全技術史の時代区分と社会史、動力史および制御技術史との関係

技術史	年 代	社 会 史	動 力 史	制 御 技 術 史
天然道具時代	石器時代以前	群居時代	人力時代(よちよちあるき)	(猿人の脳ずいの時代)
人工道具時代	石器時代	原始共産制時代	人力時代(直立歩行完成)	(人間の脳ずいの時代)
道具製機械時代	銅器時代より14世紀前半(?)まで	奴隷制時代 封建制時代	畜力時代	熟練者時代
機械製機械時代	14世紀前半(?)より現代まで	マニファクチャ時代 資本主義時代	風車水車時代 (燃烧機関時代) 蒸気動力時代	不熟練者時代
機械制御の機械時代	現代以後	社会主義時代	(原子力時代) 外燃式ガスタービン時代	自動制御時代

(石谷清幹論文より——注記参照)

### 6. 技術論と技術教育

日本での技術論論争は、1933年から35年までの旧唯物  
論研究会内部での技術論論争以来であることはよく知ら  
れている通りです。それらは「体系説」と「適用説」と  
の論争という技術の概念規定をめぐる論争だけと  
うけとられている面が強かったようです。70年代に入って

います。なお同氏は本誌の74年5月号で道具から機械へ  
の発達を、技術論的に明解に説明して下さっています。

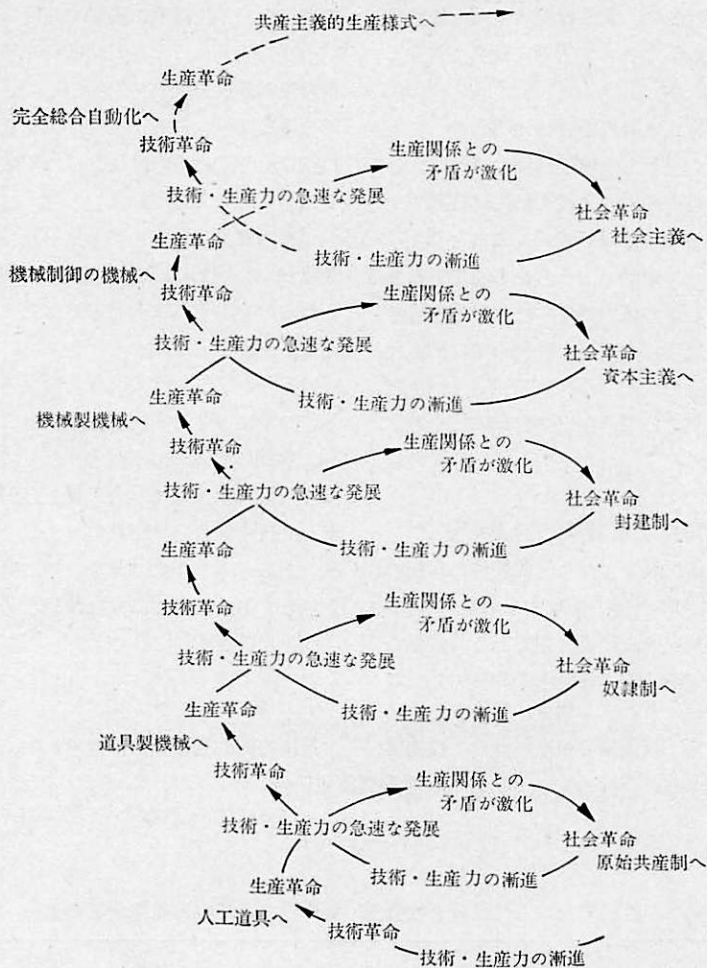
つぎの表5<sup>4)</sup>は、石谷清幹氏が示されたものです。技  
術の根本矛盾を動力と制御としてとらえ、技術史の時代  
区分を表に示されたようにとらえられています。この表  
の技術史と動力史の時代区分は同氏が「最終的結論にま  
で到達したと考えている」と当時されているものです。

つぎの表6は、ア・ア・クージン氏の『マルクスと技  
術論』<sup>5)</sup>の「技術と社会発展」の論文にもとずいて作成  
したもので、それに上記の石谷氏の技術史時代区分を加  
えてあります。

以上はいずれもマルクスの論文——おもに『資本論』  
と、ほかに『経済学批判要綱』や『哲学の貧困』など—  
—に学ばれているようです。とくに『資本論』の第1巻  
第4編第13章「機械と大工業」と関連が深いようです。  
表6は技術革命と生産革命および社会革命とのかかわ  
り、ある革命から次の革命までの発展のサイクルの典型  
を示してあり、そこに弁証法的な発達の仕方が読みとれ  
るかと思います。

公害・災害の激化などから起ってきている論争は、公  
害・災害の元凶を科学・技術にあるとする「科学・技術  
=敵」論や、同じく「反技術主義」論、あるいは逆に、  
科学・技術によってすべてそれらが解決されるとする  
「技術主義」論に対し、これらに対する反論などです。  
技術の二重性——経済的社会的性格と純技術的性格——

表6 技術と社会の弁証法的な代表的発展図式



を正しくとらえるなら、上述の両極論の誤りはおのずから明らかかなところだと思います。旧唯物論研究会の論争もまさにこの点にあったといえるのですが、そのために技術の概念を規定する必要があり、それに対して武谷氏が1941年春頃にくだんの「意識的適用説」をたずさえて相川氏に会いに来て、相川説を批判し<sup>6)</sup>、その反論を相川氏が42年1月に『技術論入門』に書き、それに武谷氏が答えるべきを無視したままに、戦後「適用説」を発表され、この日本独特の説が流行し、体系説との間の論争の流れが今日まで続いているのです。このことが技術教育にとって大切な技術論を、むしろ敬遠させることになっていなかったでしょうか。

1933年旧唯研の中心メンバーの戸坂潤氏は、論文『技術の哲学』<sup>7)</sup>の冒頭において、「なぜ今日——吾々にとって——技術は問題とならねばならぬか」を明確にしているのです。1929年のアメリカの大恐慌以来の世界の資

本主義の「ありとあらゆる形の危機」を、「技術がもち又醸すと考えられる観念的危機に引き直し、そうしておいて技術の代りに何か勝手なものを持ってくることによって、技術を追放しよう」と欲したり、「資本主義の危機を解消する唯一の手段こそは技術」であるとして「空想」している誤りを指摘し、「技術の一応の曲りなりの発達さえが資本主義の危機・矛盾の止揚の方向へ導く結果を有つのではなくて、あたかも却って逆に、愈々その危機・矛盾そのものへしか導かない」「明らかな事実」、「この点にこそ、技術が今日のブルジョア社会にとって問題にならねばならぬ終局の理由があったのである」とのべられています。そしてさらに「資本主義社会にとっては、技術は直接には資本主義的危機との関係から言って、間接には社会主義建設との関係から言って、二重に問題とされねばならぬ理由があるわけ」だと——「検閲にそなえるために正確に言い表わせない点があったのは

残念」という論文で——適確な指摘をされているのです。

そしてこの「技術が今日吾々の問題にならねばならない基本的な理由」から、技術の問題を取り上げる一定の形態として、「第一に技術そのものとして、第二にイデオロギー問題として、第三に技術家問題として、取り上げて行かねばならぬ」と提起されています。

30年代と70年代の酷似した状態がよく指摘されますが、この戸坂氏のいわゆる今日的な「反技術主義」論や「技術主義」論にあたる当時の両極論の誤りの指摘と、「資本主義的危機との関係」と将来の「社会主義建設との関係」の二重の視点を、技術を問題にする理由とする指摘とは、今日的にも一層意義深いものと言えるのではないのでしょうか。また技術を取り上げる3つの形態も、同様に今日的意義があるといえると思ひ、さきにもこのことにふれさせて貰いました<sup>8)</sup>。

戸坂氏は、概念論争ではなく本質を問題にされていたのです。「物質的技術の方が本格的な本来の技術であり、観念的技術に就いて統一的に語るためにもまずこの物質的技術から問題を始める外に道はない」と強調しています。技術教育で技術論をとりあげる場合、技術史や公害の問題をとりあげながら、技術論の視点に立って技術学を心にして通す方法が有効ではないかと思うのも、物質的技術が本来の技術と思うからです。

公害問題や技術史をくみこむ技術教育は、技術の内的側面だけでなく、外的側面をもあわせ取り上げざるを得ないために、技術論的学習活動を現実のものとするわけです。そのときの技術論の視点として、まず技術の発達の法則性、したがって技術の根本要因・根本矛盾をとらえた学習が大切だと思います。社会的技術として、社会現象の1つとして技術をとらえる大切さ、そのためにも公害問題や技術史などをとり上げる大切さは明らかどころでしょう。また生産過程・労働過程で生きて働く技術は、その変化・運動を科学的に分析的に、できるだけ全面的な連関と歴史的な発展のなかでとらえることが大切で、そこに弁証法的考察が最低限その基本的法則での考察が有効だと考えられます。ここではそのような考えから、全国的問題といえる自動車の排気ガス公害問題を例としながら、若干の考察をしたわけです。

技術の根本矛盾の対立・闘争・統一の姿が技術の生きて働く姿であること、その一定程度までの量的発展の段階で対立する矛盾が激化すると、否定の否定の法則にそいながら、対立物の闘争と統一の法則が貫かれつつ、質的に転化して矛盾が開かれ、再び一層の発展をするこ

と、1つの技術の対立する根本矛盾の両側面は、不均等な発達の方法をすること、また1つの矛盾の両側面だから分離できないが、いったん分化しらせんに再結合することで、矛盾の激化が開かれ、質的に変化すること、また分化は専門化・純化・高度化への発展となること、などいくつか弁証法の基本法則を根底にしなが、発達した法則性を見てきました。

技術教育で技術学を心に通しながら、このような技術論的視点——その1つである技術発達の法則性——にたった学習が大切だと思っています。技術は人間の生命と生活を維持し向上させることを目的とした人工的な活動手段として、人間の機能を延長し強化し代行させる手段として、つくり出し発達させてきていることを、技術の正しい目的のためにのみを使用し開発すべきことを、とらえさせねばならないと思います。子どもたち青年たちが将来、生産手段の主人公となりうるような技術教育をめざして、技術論の視点にたつて、技術学を芯として、技能学習と技術学学習の弁証法の統一としての技術教育を、実践研究することが大切だと思います。

## 7. おわりに

技術の内的発達の法則性を中心に、いくつかを弁証法の基本法則に基づいて考察してみました。なお技術の根本矛盾を動力と制御と一般化するだけでは無理があるときは、方式と機能を根本矛盾とするのも有効かと思ひます。これらはいずれも石谷氏と田辺氏の主張される考え方です。また技術の不均等発達の法則を、私は1つの技術の対立する根本矛盾の両側面にもあてはめて考察しましたが、一般にはそうでなく技術間の不均等発達を意味して使われています。例えば、国家がとくに保護育成策をとって強力に押し進める技術とそうでない技術、軍事・国防技術と国民の福祉のための技術、陽のあたる産業とあたらぬ産業の技術、など技術相互間の不均等な発達です。

子どもたちの登下校を交通事故から守るために働いている「みどりのおばさん」が、東京都の調査で4人に3人が排気ガスによる異常を訴えていることが分っています。去年は私の住む近くで働く「みどりのおばさん」2人が急死しました。近く発表される都教育委員会のおばさんたちの健康調査でも、血液中の鉛濃度も高い結果が出ているとのこと。前回にもふれたように、日本の汚染のひどさ、公害列島の状態は、自動車の排気ガス規制についても51年規制の延期など許されない現状であることは明らかです。それなのに政府の業界べったり

な、国民の健康・生命の維持という大前提に背を向けた悪徳ぶりには腹立たしい限りです。通産省などは政府の再諮問をうけて後退した検討を迫られている中央公害対策審議会の自動車公害専門委員会に、51年規制のマイナス面ばかりを強調した反論資料を提出し、業界擁護の姿勢をはっきりと打ち出したりしています。

原子船「むつ」の問題も技術が外的要因とりわけ政治に従属させられる危険性を示したものでした。原子力技術は、公害のなかでも原子核分裂による放射能洩れという、万一の事故も絶対許されない技術が要求される分野であるのに、今年はじめの日本分析化学研究所の放射能データねつ造事件や美浜発電所の度重なる事故による運転中止、さらには核を持ちこませない約束の非核三原則も、核持ち込みを秘密協定で結んでいたことのカモフラージュだったらしいことが暴露されようとしています。

目的を誤った技術の開発・利用を許す土壌を、積極的・巧妙につくり出すことに加担するような技術教育をしてはならないと思います。そのためにも技能ベッタリの技術教育はもちろんのこと、技術学を心に通じた技術教育に、技術論の視点が、技術の、生産力の、社会科学的な合法則性の視点が、落されてはならないと思います。その意味からの、技術史や公害問題をとりあげる技術教育の意義深さを思わざるを得ません。不十分な部分的考察でした。なお参考文献は(注)(9)以下であります。

(注)

- (1) マルクス『資本論』第1巻(大月書店, p. 488)
- (2) 同上

- (3) 山崎俊雄『技術史』(東洋経済新報社, p. 360)
- (4) 石谷清幹「技術発達の根本要因と技術史の時代区分」(『科学史研究』No. 35, p. 38)
- (5) ア・ア・クージン(金光不二夫, 馬場政孝訳)『マルクスと技術論』(大月書店)
- (6) 武谷氏の「意識的適用説」は相川氏の「支離滅裂な」といわれる『現代技術論』批判ではなく「唯研体系説全体にたいする不満, 反撥とみるのが妥当」と中村氏とはとらえ, くわしく武谷説の生成を説明されている(『技術と人間』No. 4, '73年冬号, 中村静治「『技術論』論争史(4)参照」。
- (7) 戸坂潤『技術と哲学』1938.12刊(『戸坂潤全集』第1巻, p. 231~237)
- (8) 山脇与平(『技術教育』'74年5月号, p. 8)
- (9) 田辺振太郎『技術論』('60年刊, 青木書店)
- (10) (4)と同じ。
- (11) マルクス『資本論』第1巻5, 12, 13章など。
- (12) (3)と同じ。
- (13) 日本科学者会議編『(技術論セミナーI) 現代技術と技術者』('71年刊, 青木書店)
- (14) 同上編『同上II 現代技術と社会』
- (15) 中村静治編『現代技術論』('73年刊, 有斐閣)
- (16) 中村静治『現代工業経済論』('73年刊, 汐文社)
- (17) シュハルゲン(山崎俊夫, 金光不二夫訳)『現代科学技術革命論』('74年刊, 大月書店)
- (18) 芝田進午『科学=技術革命の理論』('71年, 青木書店)

(埼玉大学教育学部技術科研究室)

## 〈新刊紹介〉

### 季刊 現代技術評論 創刊号(¥400)

特集：日本技術の現代的批判

現代技術評論社 発行  
東京都渋谷区道玄坂2-10-7 新大家ビル8階

日本の資源問題と技術

——石炭を中心に——……………黒岩俊郎/大西勝明

日本の自動車技術の性格とその形成過程……………加藤博雄

水俣病と「技術のチッソ」……………加藤邦興

日本の光学工業……………小野満雄

ベックマンの技術学……………馬場政孝

日本技術の歴史的反国民性……………山崎俊雄

東京サークル活動報告

産教連東京サークルは、東京および近県の小・中・高大学の先生や大学生、大学院生などの人びとによって、毎月第1土曜を原則に定例研究会を開いております。時間は午後3時から6時までとしております。

夏の産教連全国大会（スズカランド）のあと、来年の大会までの東京サークルとしての各月の研究会テーマを下表のように決定しました。

月	メインテーマ	担当
9	産教連全国大会の集約（成果と今後の課題）	各分科会参加者
10	教育制度検討委最終報告をどう受けとめ、身近な実践をどう進めたらよいか	坂本、植村、小池
11	教育条件、労働条件の改善問題とその取り組みをどう進めるか	永島
12	技術の社会的側面を授業にどう取り入れるか	池上
1	評価、テストをどのようにおさえ、どう実施するか	植村
2	道具や労働のすばらしさを授業でどう取り上げるか（付・日教組教研参加者報告）	佐藤
3	男女共学における指導内容の創造と実践の交流	向山、坂本
4	子どもの思考や認識と楽しい教材の開発（本質にせまる授業展開のくふう）	小池
5	学習集団づくりと授業展開のくふう	熊谷、植村
6・7	第24次産教連全国大会に向けての東京サークル発表の事前共同討議	

これらのメインテーマは、産教連研究活動方針にそって考えたものです。これらの他に家庭科教育にかかわる研究テーマとして①技術教育的観点から再検討した衣、食、住分野の学習内容の確立（たとえば、小学校における布加工、食品加工学習の内容検討などからはじめ、小・中・高の一貫したカリキュラムは、どうあったらよいかの研究）②男女共学の布加工の自主テキスト作り

（中学期）⑥高校における男女共学のための自主テキスト作りなどの研究も進めることにしております。

また、毎月の定例研究会では、月々のメインテーマの他に、授業の実践報告や雑誌「技術教育」の各号の読後感想の交換なども取り上げております。

〔9月定例研究会〕

前述の表のように、9月は夏の産教連全国大会の集約を中心に会をもちました。各分科会の発表や討議された内容については、すでに本誌11月号で特集されていますので、ご覧になったことと思います。

東京サークルの大会参加者から、それぞれの分科会の特色点や問題点が出されました。それらをどう評価するか、あるいは、今後の課題として大切なものは何かなどは、雑誌11月号を読んだ上で、もう一度改めて討議することにしました。したがって、各分科会の様子を知り合う程度以上のことはできませんでした。

その他としては、前述のように、東京サークルとしての来年7月までの月別研究会テーマについての決定をしました。

〔10月定例研究会〕

10月は、「教育制度検討委員会の最終報告をどう受けとめ、身近な実践をどう進めるか」をメインテーマに会をもちました。

「現行の家庭科は廃止し……」の提言について主として話し合いがなされました。坂本、植村両氏からは、従来の家庭科の内容を技術的視点からどう再編し、第1階梯から第4階梯までどの学習内容をどう編成したらよいかについて、布加工と食物学習の基本的な案が示されました。これはいづれさらに研究を加え、本誌上でも紹介されることになると思います。

日教組では、最終報告を受けて、具体的に教育内容をどのように編成したらよいかの検討委員会を設け、各教科第2階梯までの素案を12月までに出したい意向があるようです。これについては、もっと現場の研究と実践を積み上げることがより大切で、そう急ぐことはなかるうの意見も出されました。

メインテーマ以外では、「有害食品・食品公害」の授業の実践報告（佐藤ふく氏）、本誌9月号「技術読みもの」特集を読んだ感想や意見の交換、および都下町田市忠生中技術室の訪問報告などがなされました。

（K記）

特集：内燃機関学習の再編成

エンジン学習の問題点と

再編成の視点……………向山 玉雄

内燃機関学習では

何をどう教えるか……………岩間 孝吉

ロータリ・エンジンの指導……………佐々木信夫

水車の授業……………西出勝雄

機械学習を発展的にすすめる指導

—エネルギーの変換と利用—……………矢野 利雄

子どもたちの考えを生かす

集団学習へどうとりくませるか……………小野 博吉

1年の木材加工における評価……………下川 博

機械学習における模型製作……………上兼 力三

保育学習の指導……………淵 初恵

釧路市技術サークル研究の歩み……………太田 守

<自主テキスト>

男女共学の布加工……………植村 千枝



◇昭和49年も今月で終り、昭和も50年となり、半世紀をかぞえることになります。昭和2年の深刻な金融恐慌にはじまった昭和でしたが、その間の50年間、太平洋戦争を間に

して、日本の社会も大きくゆれうごき変化してきました。しかし、資本主義経済体制は相かわらずで、現在において日本の資本主義体制は戦前にもまして、独占資本主義が巨大なものになっているといわれます。そのためか、昭和50年の日本は、資本主義的な深刻な不況にはじまろうとしています。ジャーナリズムでも、1000件を上まわる倒産、100万をこす失業者、求人数の低下など、インフレ下に働く者にとって暗い昭和50年を予想しています。「今年は終わりました、新しい明るい年をおむかえ下さい」といったことばの言えない年末です。

◇本誌2月号は、技術教育における教育条件、とくに教師の労働条件を中心テーマに特集の予定です。先生方のなかで、日ごろ以上のテーマで研究されている成果がありましたら、11月10日までに、編集部宛にご原稿を投稿してください。そのさいのご原稿は、400字づめ原稿紙に横がきでお願いします。

◇本連盟の第24次全国大会の日時と開催場所がきまりました。日時は、昭和50年8月3日～5日です。開催地は、大分県別府市です。開催場所は、別府駅から徒歩10分程度にある、公立学校共済組合連合会経営の「豊泉荘」に交渉の予定です。今から、先生方の研究・実践のスケジュールに入れておいていただき、多数のご参加を期待しています。

◇本誌へ研究成果をおよせいただく方が、最近ふえています。そのさい、400字づめ原稿紙に横がきをお願いします。なお図版は、別紙にかいてください。

昭和49年12月5日 発行

定価 350円(〒20) 1カ年4200円

発行者 長 宗 泰 造

編集 産業教育研究連盟

発行所 株式会社 国土社

代表 後藤豊治

東京都文京区目白台1-17-6  
振替・東京90631 電(943)3721

連絡所 東京都目黒区東山 1-12-11

電(713)0716 郵便番号153

営業所 東京都文京区目白台1-17-6  
電(943)3721~5

直接購読の申込みは国土社営業部の方へお願いいたします。