

ソビエトの工学教育

雀 部 高 雄

1. まえがき

1962年9月9日から15日モスクウで開催された「科学と技術の高等教育に関する国際シンポジウム」(International Symposium on higher Scientific and Technical Education)に出席する機会をえてモスクウに17日間滞在し、帰途レニングラードおよびハバロフスクを数日間訪問し、ソビエトの総合大学、工業大学、その他の学校、工場などの若干を視察することができた。シンポジウムには、ソビエト以外の40余カ国から多種多様の政治的信条をもつ200名以上の科学者が集まった。シンポジウムでは、近き将来の科学技術はどのように発展するのか、その発展の展望を大観し、それに対応する科学・技術教育上の問題点についての報告があった。ソビエト滞在中の見聞によるソビエトの工学教育の一端を簡単に述べよう。

2. ソビエトの大学

従来の世界の先進国は富国政策を実現するために工業化を促進し、その際に他国との競争を有利に展開するために安い原料および安い賃金を利用しようとして、植民地などを有効に利用した。ところが現在においては、一国の科学および技術の発展の程度が、それぞれの国の経済的ならびに政治的の国力および国際的地位を決定する最も重要な要素になってきた。科学・技術の発展をになう専門家の養成は、それぞれの国の将来の発展を決める鍵であり、今日の教育は10~20年後の国力を決定する大きな要因である。このために、現在においては世界各国においてこの線に沿う一連の教育大改革が進行中である。ソビエトはすでに早くから科学者および技術者の養成に思い切った努力を傾注している。1958年に教育の大改革がはじまり、目下進行中であり、近い将来に著しい発展が期待されている。

1926年から1959年の間にソビエトの人口は42%だけ増加し、2億1千万人になっている。これに比べて大学卒業生の数は約13倍に増加している。1960年のソビエトの大学の学生数は、英・仏・西独・伊の四カ国の全大学生数の4倍になっている。大学卒業者の増大とともにエンジニアの数も増加しつつある。1958年に

は、ソ連の大学卒のうちで、エンジニアになったものが9万4千人であり、アメリカの3万5千人に比べてかなり多くなっている。1960年にエンジニアになったものは10万6千人である。

ソビエトの大学を大きく分けると総合大学と単科大学に分けられる。学校数および学生数は単科大学の方が圧倒的に多い。この点はわが国とまったく異なっている。全ソビエトに総合大学は39校あり、単科大学は766校ある。総合大学の学生数は約20万人であり、単科大学の現在の学生数は約260万人で、そのうち43%が女子である。現在の発展計画により、この学生数が3倍に増大しつつある。

単科大学(Institute)の中には、工業大学が約200校あり、その学生数は約70万人である。工業大学は、いくつかの学科が集まって一つの大学を構成するPolytechnical Instituteもあるが、多くは細かく分かれた分野で大学が構成されている。たとえば、電子工学大学・鉄鋼大学・鉄道大学・機械大学等々である。

単科大学の中できわめて多くの校数を占めているのは各種の芸術大学である。

総合大学および工業大学は5~6年制であり、その上に大学院があり、研究者および大学の教員を養成している。ソビエトではあらゆる課程の教育が、すべての者にとって無料であり、もちろん大学および大学院はすべて授業料なしである。全大学生の80%は給費生であり、国家から金をもらっている。

大学には普通の大学の外に、通信制および定時制大学が多数ある。日本に比べて労働時間ははるかに短いことの外に、働きながら学ぶために各種の特典が与えられているから、働きながら大学を卒業するものの数が非常に多い。卒業生の待遇は、いずれの大学を出ても同じ証書がもらえ、同等である。

ソビエトでは高校を出ても、すぐ大学へ入る資格は与えられない。これらの学校を卒業後2年間以上有給職務につくと、初めて大学入学の資格が与えられる。大学への進学希望者は、まず将来自分が進もうと考える職業に就職する。たとえば、鉄鋼大学へ入学して、将来鉄鋼エンジニアになろうと思えば、大学へ入る前に鉄鋼関係の企業に就職して、その実体を知ればよい。企業に就職して

みて、電子工学方面に興味を覚えれば、自分の欲するその方面の職業に自由に転職することができる。2年間の有給職務を経過すれば、大学の試験をうける資格がそなわり入学試験に合格すれば大学生になることができる。不合格なら何回でも繰返し試験をうければよい。数年目に合格すれば、卒業してから就職する際に労働手帳に就業年数が記入されているから、日本の浪人のような損は生じない。

1958年の教育改革で、このように2年間働いてから、大学へ入ることが原則になったが、総合大学での数学と物理過程のあるもの、および各単科大学のごく少数の一部の入学者は、有給雇用を経ずに高校から直ちに大学へ入学することを許されている。各大学によって、その入学許可割合が異なっている。訪問した大学のうち、たとえばモスクワ大学の数学および物理学部では、有給雇用につかず直接入学した学生の方が多いと聞いた。モスクワ・バウマン機械大学では直接入学した学生は全学生の1%である。レニングラード電子工学大学では、全学生の99%が1年あるいは2年の有給雇用を経たもので、1%が直接入学したものである。ハバロフスクの鉄道大学では、全学生の20%が直接入学したものであった。有給雇用を経ずに、直接に大学の試験を受けうる学生は一定の資格をそなえていなければならない。それには在学中の成績がよく、最後の何年かが全部5の成績(5,4,3,2,1の評価)でなければ、大学の試験を直接受ける資格が与えられない。

大規模の教育を実施するために、教育支出は高額に達している。国家予算およびその他からの教育支出は、1956年が8.98 billion new roubles(約3兆5,920億円)、1959年が11.48 billion new roubles(約4兆5,920億円)の巨額に達している。

3. 新しい工学教育

ソビエトでは、1958年の新しい教育法律によって、小学校から大学までの国全体の教育体制が大きく変わり、理論と実際とのむずびつきが著しく強化されている。工業大学も新しい体制に切りかえられている。

科学およびエンジニアリングは、理論と実際との間の相互依存作用があってはじめて健全に効果的に発展することができる。ところで、現代の生産技術は、ますます高度の科学および複雑な技術に依存するようになってきたから、学生は大学を卒業するまでに高度の理論的水準と高度の実際の熟練を身につけていなければならない。ソビエトではこの考えにもとづき、教育上の新しい大きな改革を企て、工業大学では理論と実際との両者を有機的にむずびつけるために大改革が行なわれた。2年間の有給雇用の後に大学へ入ることも、この改革の一つとして実施されている。新しい工学教育の一端は、視察した

大学の事例について後述しよう。それに先立って工学教育改革の若干の点にふれておこう。

教室の講義から現場における教育へ移行

ソビエトの工業大学の全教科課程は、つぎの三つの部門に分かれている。a)一般科学部門 b)一般技術部門 c)専門部門である。専門部門に属する教育では、専門に関する理論的な教育だけでなく、学生を最も進んだ研究所および最も進んだ工場に送って、実際の労働に参加しながら学習することに力点が置かれている。新しい教育改革の法律によって、現在、実際のなものについての必要な知識の教育はすべて、教室の講義から、漸次、実際の研究所および工場の労働の場へ移行しつつある。この実際の労働が専門家養成の基本的に重要な部分になっている。

講義内容の整合による講義時間の短縮と演習・実験の強化

科学および技術の発展に伴い、学生に教える知識がふえ、講義時間が不足するという問題が生じてきたが、この点は新しい教育体制で解決しつつある。学生に対し、ただ多くの知識の総和(sum)を授けるのではなく、学生が、新技術を開発してゆく創意活動を伸ばすのに必要な知識の積(product)として授けることによって講義時間が短縮できる。あらゆる教授科目の間には、特有の相互依存関係があり、これがきわめて重要である。この点に着目しつつ、教授科目の間を整合することによって、従来の講義を縮小し、多くの時間のよゆうを得ている。また講義と演習と実験実習との相互関係を整合して、学生に理論的知識と実際の手腕を身につけさせ、技術発展への創意活動の実力を向上させている。上級学生になると、エンジニアとして必要な複雑な問題を解く方法を身につけるために、研究所あるいは設計工場の現場で演習を盛んに行なわせる。上級学生はできるだけ多く研究所で働き、実験・研究の最も新しい方法を身につける。学生は、研究所で労働に従事している間に、新しい装置やとくに精密測定器具の使用を学び、ここで学生は実験法、測定法とともに、論文作成のデータを研究し、結論を正しくみちぎき出すことを学ばなければならない。また工学教育は理学教育と異なり、経済および生産費の問題が重要であるから、この点は大学における設計および実際の設計の両者により、また5年生の1年間の工場実習でこれに力点を置いて身につけさせている。またしばしば企業で優秀な成果を取めた活動家を招いて講義をきき、その講義の後で学生は工場に行き、この種の講義で学生の目を産業の実際の生きた重要問題に向けさせている。この種の講義につづいて映画かその他の企画によって、さらに実際についてよく教え、学生の理解を深めるばかりでなく、教育と実際との結びつきを深める努力をしている。

教室における理論面の新しい講義

現代のエンジニアリングは、技術的問題を解くために、ますます科学的な解決法が重要な役割を果たすことになってきた。ソビエトでは、直観によって結果を先見するエンジニアの活動が、現在、数学的解析能力に大きく依存するようになってきている。エンジニアの創造的活動では、数学の果たす役割がきわめて大きくなった。工学教育においては、とくに数学に大きな力点がおかれることになった。またコンピュータの導入がエンジニアリングにおける数学の利用範囲を変化させている。工学教育では数理統計学、情報理論などがとくに重視されている。

新しい物理学が工学教育のなかで重要な課程としてとりあげられている。多くの工業大学で原子物理学が必修科目になっている。原子物理学の中で、放射源、放射線測定、原子エネルギーの利用なども教えている。新しい教育体制の確立に伴い学科内容も著しく変わり、学科名を変えているものがある。たとえば従来の冶金学科が物理冶金学科に変わり、radio-engineering faculty が faculty of radio-electronics へ、electromechanical faculty が faculty of electromechanics and automation に変わっている。

レニングラード電子工学大学

いくつかの訪問した大学の教育体制の実際を簡単に紹介することにしよう。この大学はロシアの古い大学であり、ラジオの発明に関係したポポフ教授が学長をしていたことがある。現在の学長はトランジスタの研究者である。学科は、ラジオ・テレビ・オートメーション・電気物理・電器などの学科に分かれている。夜間および通信制の学部も置かれている。総学生数は 8,500 人で、教員側は 850 人である。その内訳は、教授、助教授、専任講師 (teacher) が 600 人とアシピラントが 250 人で、これが学生の教育に従事している。この下にきわめて多数の助手がいる。アシピラントは大学院の学生に相当するもので、教授および助教授は一人で 4~5 人のアシピラントを指導し、アシピラントは自身で勉強しながら大学生の指導を行なっている。アシピラントは 3 年の勉強の後に試験を受けてパスするとカンディダート (ドクター候補) になり、講師になるための資格がそなわる。教授の数は 34 人で、各教授は必ず研究している。講義をまったく持たずに研究に専念している教授もいる。助教授の数は、教授の数とあまり変わらない。

学生の卒業までの在学年数は 5 年 6 カ月のものと 5 年 10 カ月のものがある。学生は下級生のときに一般数学および一般物理学を学んでから専門数学および専門物理学に入る。一般数学は 576 時間、一般物理学は 300 時間である。ロシア語 (文章のつくり方、話し方、発表のし方、論文の書き方などを含む)、外国語、歴史、技術

学などの講義もきく。3~4 年生になると、創造的研究、創造的設計などを身につける教育が主になる。新しい教育法律により、5 年生は最も進歩した工場へ実習に行き、工場でも新しい工業経済および最も新しい生産過程を学ぶ。工場へ実習しながら大学側からの通信教育をうける。工場の 1 年間の実習が終わるとあと半年で卒業論文をまとめる。

将来研究所などに就職して研究者になる学生は、一般の学生より余計に勉強させられる。現在のソビエトの大学の技術的専門は、大きくつぎの三つに分類される。

a) 技術専門家 (操業担当者) の分野 b) 設計専門家の分野 c) 研究専門家の分野である。技術者の教育は、この 3 分野に分けて教育するわけではない。が、研究専門家になるためには、一般学生より多くの特別の単位を取得する必要がある。レポートも多く出す必要がある。誰でも研究専門家になれるが、一般の学生よりよけいに勉強しないと研究専門家の資格を得て卒業することができない。この資格を得た学生は、卒業後、研究所で働くことになる。

大学の講義は 1 クラスの人数が最高の場合で 25 人であり、多くの場合にこれを 4~5 分して教育している。

ハバロフスク鉄道工業大学

この大学には鉄道機械科、鉄道運転科、鉄道建設科、一般建設科があり、新しくオートメーション科および通信科が設けられることになっている。学生数は 5,000 人で、この大学の女子学生は比較的少ない。それは危険を伴う仕事には法律で女子が就業できないからである。鉄道建設科および一般建設科の女子学生の割合は 30% であり、鉄道機械科および鉄道運転科の女子はきわめて少ない。大学は 5 年制である。講義の 1 クラスの人数は 25 人であり、多くの場合にこれを 4~5 分して教育している。講義の方法は、日本とまったく異なり、興味深いものがあるのでその一例を述べよう。教室に入ると 25 人の学生の机があり、正面に移動式の簡単な黒板がある。黒板の後側と教室の左右に、すなわち教室のまわりの 3 面にいくつかの大きな模型室がならんでいる。模型列車が教室のまわりの各模型室を通りぬけて一巡できるようになっている。最初の模型室は昔の単線運転の模型である。手動式の信号機の操作部分やタブレットなどは実物である。学生が実物の信号機のハンドルを動かすと模型の信号機が動いたり、ポイントの切換えができる。列車がつぎの模型室へ進行してくると、ここはさらに技術のすすんだ場合の模型があり、前と同様に実物で模型を操作するようになっている。列車がつぎつぎに技術のいっそうすすんだ模型室を通り、トンネルや鉄橋を通して、最後に最も新しい技術の模型室に入ってくる。ここはすべて無人オートメーション操作である。安全装置が 3 段階くらいに用意されていて、素人のわれわ

れでも三河島事件などの起こる心配がないことがよくわかる。この教室で模型を利用しながら、一人の先生が多くの助手の手をかりて講義を進めることで、従来の講義内容が整合されて講義時間が短縮でき、しかも理論と実際のむすびつきが強化されている。またこの種の講義法では、技術発展の生きた流れ、生きた技術史を学生に教え、過去から現在の無人オートメーションを通し、さらに将来の鉄道技術の進むべき方向を学生の頭の中に加えさせている。工学における技術史研究の重要性が解り深い感銘をうけた。

鉄道技術の現在の新しい諸問題について、現場で優秀な業績をあげた人を招いて、その講義を学生に聞かせている。また大学の教授は、現場の諸問題を解決するために、現場へ出かけて現場の人々の指導も行なっている。その際に、学生は鉄道現場に出かけて問題の解決に参画し、実際的手腕を身につけている。教授は学内に大きな研究室を持って研究を行ない、これにも学生が参加している。この大学には通信制学部の支部がチタ市、南樺太など4カ所にあり、学生は1カ月の有給休暇をもらってここへスクーリングに集まる。さらに卒業前の4カ月は有給休暇をもらって本校へ集まってくる。

モスクワ・パウマン機械大学

東京工業大学と同じくらいの規模の大学である。ここでは講義の1クラスの学生数が、最大60人で他の工業大学より多くなっている。実験は10人クラスで一人一人で行なっている。5年制大学で5年の後の半年で卒業論文をまとめている。機械大学であるが、金属材料関係の実験および講義が非常に充実している点が注目された。これは機械大学に限らず他の工業大学でも、大学前の中高校においても材料に大きな力点をおいて教育するのがソビエト全般の教育方針のようである。本校舎と別に各部の大きな実習および実験用建屋があり、実験設備が十分に整備されている。

モスクワ大学

モスクワ大学は総合大学であり、その中に工学部はない。しかしその理学部の研究は、工学的の研究と密接な連けいを保っている。

モスクワ大学は1755年の創立で、現在ソビエト最大の総合大学である。現在12の学部で2万2千人の学生がいる。ここでソビエトの60の民族と外国の40の民族が学んでいる。学内を歩いてうける感じは、まさに民族の総合大学である。210の講座があり、2,000人の教授、助教授、専任講師、研究スタッフがいます。そのうちの約100人が科学アカデミーの会員および客員である。1952年にレーニン丘上に写真のようなモスクワ大学の大建築が完成し、ここに理学部が移った。この建物には148の教室、100以上の研究室、約6,000の宿泊室がある。



モスクワ大学の理学部のある建物
この写真には見えないが、後方にこの建物の四分の一の大きさの物理学部建物と、それとほとんど同じ大きさの化学部建物がある。法・文・経・学部は市の中心に別にある。

モスクワ大学の理学部の研究は、科学アカデミーを通して、工業大学の研究と間接に、しかし密接な連けいを保っている。ソビエト科学アカデミーは内閣直属の政府機関であるが、そのメンバーは各大学の教授が多く、そのために科学アカデミーと大学の研究とは連けいを良く保っている。科学アカデミーは本拠の建物とは別に、多数のみずからの研究機関をもっていて、科学研究のセンターになっている。大学の研究を全部アカデミーが指導しているわけではなく、大学は独自の立場で自由に研究を行なっているが、大学と科学アカデミーは会員の関係を通して無縁ではない。科学アカデミーは政府の直属機関であるから、科学アカデミーの意向が、直ちに政府の動きに反映している。

4. むすび

ソビエトでは大学への入学志望者が殺到し、年々学生総数が急速に増加しつつある。1980年までに、現在の学生数を約3倍の800万人に増大する計画が進行中である。さらに将来ソビエトの労働時間が2~3時間に減少し、すべての国民が大学へ入学し、大学教育を受けことを狙って努力している。(1962年12月15日受理)

次号予告(3月号)

| | |
|---|----------------|
| 末岡清市君を悼む | 山内 恭彦 |
| 研究解説 | |
| 制御用ロケット | 秋葉銀二郎 坂井 広 |
| H ₂ O および D ₂ O 分子による中性子の散乱 | 佐藤正千代 井上 多門 |
| 天然かん水ヨード製造の研究 | 藤代 光雄 |
| 新しい道路材 | 野崎 弘 田中 啓介 |
| 研究速報 | |
| 天然ガスかん水中のヨウ素の液相吸着 (第1報) | 大井 嘉雄 河添邦太郎 |
| 鉄粉の瞬間抵抗焼結 | 坂井 敬郎 原 善四郎 |