

問題を起し、豪州の国民に対して迷惑をかけたが、これに対して、日本国民を代表して豪州の皆様に遺憾の意を表する」との答辞によつて、日豪間の悪感情が氷解するほどの感激を国会議員および有識者に与えた。ここに至つて豪州の対日態度が急に好転しこれがもととなつて、アラフラ海の真珠貝採取問題も両国で協定を結び、乱獲を防止するようにつとめながら日本にも採取させるという妥結ができ、また両国間の直通無線電信電話も原則的に了解ができ3月17日より開通のはこびに至つた。

このように豪州においては反日的気運が好転し懸案の解決したことは今回の旅行の大きな収穫といつてもよいのである。オーストラリアには最近メルボルンの近くにスノーウィー・マウンテン計画という計画があつて17の多目的ダムを建設して日本からも参加している。政府としては今後建設業者が海外に進出するためのいろいろの障害を除去するため、あらゆる方途を講じている。

### 9. ニュージールランド

ニュージールランドはわが国と南北半球の位置こそ反対であるが、緯度はほとんど同じ所にあり、気候、風景ともに非常に近似している。火山あり温泉ありで地下熱を利用して発電を起こしている。世界の火山国で地下熱利用の発電所に成功しているのはイタリアとニュージールランドだけである。日本も世界に有数な火山国であるからこの点はわが国でも今後の大きな課題として研究すべきであろう。人口200万に対し羊が4000万頭のニュージールランドは、まさに羊毛の国といえよう。

### 10. フィリピン—マニラ

比島の対日感情は必ずしもよいとはいえない。日本と握手すべきであるということは理論的には了解できても、前の戦争で一軒から一人の犠牲者は出しているであろう比島人としては、感情的に簡単には親日にふみ切ることはできないというのが実情である。従つて筆者としては、長い間誠意をもつて交際しながら感情の融和を待ち、相互理解の上に立つて太平洋の平和のため貢献すべきであると信じている。マニラから約50分ほどの所のマリキナにダム建設の計画がある。ここは発電、洪水調節、水道用水確保という多目的ダムであり、目下日本の技術者が設計しているが、比島政府はこれを日本の賠償で完成して貰いたいと希望している。約5000万ドルを必要とするが、これはぜひとも日本の賠償で完成させ、フィリピンのために役立たせることにより、両国の感情の融和をはかるようにつとめることが必要である。

### 11. 結言

今回の旅行は9カ国を21日間であまり約20000kmの行程を踏破したのであつたが、最初は単なる親善旅行で御土産は何もないというのが新聞の見方であつた。ところがインドネシアの賠償の解決といい、オーストラリア懸案の解決という非常に功績を残した。東南アジアの

諸国はいずれも前の戦争の結果独立し、アジアの日本を頼りに独立の完成を願つている有様である。ところが不足しているものは技術者と資本である。この点に関してはわれわれは極力後援して立派な国にするようにしなければならぬ。各国の技術者とも相談してきたが、ぜひ日本の技術協力を懇請しているような状態である。日本の技術は世界的水準に達しているのだからどんどん海外に応援に出てもらいたい。ただしこれには隘路がたくさんあるが、わが国政府としても隘路打開のために十分な考慮を払わなければならない。筆者はあらゆる産業の先駆者としてコンサルティング・エンジニア、建設業界の海外進出を希望してやまない。

## 米国における科学技術の教育について

石原 藤次郎\*

### 1. まえがき

日本生産性本部で産学協同専門視察団が計画され、名工大清水勤二学長を団長とする一行11名が羽田をたつたのは昨年10月27日、以来米国側の行届いた受入れ体制のもとに、13大学、6会社および3研究所を訪問し、ワシントンで解散したのは12月6日であつた。筆者はさらに3大学とヒューストン港を見学し、12月19日羽田に帰つたが、この54日間の旅行で視察団の一員として、あるいは個人として、米国における科学技術教育をくわしく視察することができた。このうちとくに注目すべきは、大学と産業界との提携協同であつて、これが最近の高度の科学技術の成果を産業に吸収し、また技術者をしてその進歩に追従せしめて、今日の米国産業繁盛の大きい原動力の一つとなつているといえよう。日本では教育、研究のいずれの面でも、大学の因習や相互理解の不足から、産学協同の実をあげがたい状況にあるが、米国の実例を十分検討して、わが国に最も効果のある産学協同の新体制をつくりあげねばならないと思う。こうした意味から米国における産学協同の実態を、教育と研究の面にかけて説明するが、最初に工業教育の現状を概観して、わが国のそれと比較しながら若干の考察を加えよう。

### 2. 米国の大学における工業教育

(1) 概説 米国で工業の大学として最初に創立されたのは、ニューヨーク州トロイにできた Rensselaer Polytechnic Institute であり、1861年に Massachusetts Institute of Technology, すなわち MIT が発足している。これら二つの大学は、いずれも後にあらわれた工業関係大学の規範となつたものであるが、ついで注目すべきものは、1862年公布のモリル法 (Morrill Act) である。この法律は、各州で農業と工業の大学を創設するものには、その創設と運営の基礎として土地を与える

\* 正員 工博 京都大学教授、工学部土木工学科

というのであつて、いわゆる Landgrant College として各州に多くの大学ができたのは、この法律によるものである。これらの大学は州立になつたものが少なくないが、Landgrant でなく州立大学であるものもある。この法律に刺戟されて、私立大学も数多く発足しているが、工業関係では私立大学の方がききに発達し、有名な大学が少なくない。しかし、州立や市立の大学はその経営が容易であつて、学生の経費も安く多数の学生を入学せしめ、近年の進歩はめざましく、先進の私立大学におとらない多くの有名大学ができています。

これらの工業関係大学の内容的な進歩は、もちろんそれぞれの大学の積極的な努力によるが、1893年発足した Society for Promoting Engineering Education (SPEE, 1946年に現在の American Society for Engineering Education—ASEE と改称) の総合的な活躍にまつものが多い。SPEE では次々に工業教育について詳細な調査報告書を刊行して、注目すべき指針を与えてきたが、1930年これから分れて活動を始めた Engineering Council for Professional Development (ECPD) は、工業関係大学各学科の学科目認定を行い、教育水準を大いに高めるようになってきている。現在 ECPD の認定した大学は151校であつて、米国工業関係の大学215校の約70% になつてきている。わが国では戦後大学基準協会や日本工業教育協会が発足し、新制大学の発展のために民主的な努力をしているが、上記の ASEE や ECPD の活躍を参照して、文部省その他と十分の連絡をとり、さらに積極的に努力すべきであろう。

(2) 大学の制度 学士課程は一般に4年制であるが Cornell U. や Ohio State U. のように5年制を堅持しているものが十数校あり、また建築関係はほとんどが5年制である。なお5年制で修士を与えるものが若干見受けられる。Columbia U. では教養課程の3年修了者を入学せしめ、工学部としては2カ年教育をして学位を与えるが、こうした制度を一部採用した大学もある。

これらの大学における教育が、Basic Science ないしは Engineering Science を中心としていることは、最近の科学技術の急速な進歩に即応したものというべきである。個々の末端的な技術は早晩改善されるべきもので、大学でくわしく教えても、卒業後いつまでも役立つものでない。それよりも大学では基礎的な科学技術を十分身につけて、産業界に出てから広い視野で創造的發展ができるようにしようというのであつて、いわゆる Engineer の教育としてはそうあるべきものである。U. of California at Los Angeles では Unified engineering curricula を採用し、工学部の教員と学生は各学科に分割されず一体となつて、少なくとも第三学年までは全く同一の授業が行われ、第四学年で始めてガイダンスにより各専門に応じた学科目を選択せしめているが、基礎的な科学

技術の習得になかなか効果的であるという。もちろん地方の大学では、現場技術を中心としたいわゆる Technician の教育をめざすものがかかなりあり、この場合は各論的な技術教育が多くなり基礎学科目を減じている。いずれにしても各大学が自らの信念により特徴のある教育を展開し、画一的な教育をしていないことが注目される。

なお米国の大学では、教室における1時間の授業に対し、必ず2時間の予習復習が行われ、学生はきわめて熱心に勉強し、学問を十分身につけるようにしている。わが国の新制教育がこの米国の制度をとりながら、学生の自学自習に徹底を欠いているのは、大学の図書館その他の施設の不備や学生の経済的貧困など、やむをえないものがあるとしても、非常に残念なことと考えられる。

米国では人工衛星や大陸間誘導弾などでソ連に遅れたという意味で、基礎科学の研究と高校以下の理数教育の弱点が強く反省され、大統領自ら陣頭に立つて、着々と積極的な施策が講ぜられている。現に高校では学科目が選択制であつて、理数科目の選択者が年々激減し、はなはだ憂うべき状態にあるという。ソ連にくらべて理数教育の水準が非常に低く、昨年来とくにその充実が叫ばれているが、工学関係の大学で基礎科学を中心として非常に充実した授業が行われているのも、高校以下の教育の弱点を急速にとりかえす意味で重要な意義があろう。

ここで問題になるのは、現在の4年制学士課程で、最近の科学技術の進歩に即応した教育が満足にやれるかということである。今回の視察旅行で確かめたところによると、5年制の必要は十分認めるが、工学部4年制という長年の社会的常識からみて5年制はなかなか困難であり、年間1000ドル前後の授業料を要する私立大学では、5年制として果して必要な学生数を集められるか自信がないという。ある大学での話では、新制大学発足後間もない日本こそ、社会的にも見解が固まつていないだろうから、早いほど5年制実現ができやすいだろうということであつた。米国では大学院が非常に活潑な活動をしており、高度の科学技術をもつばら大学院に依存しているから、学部5年制の問題はそう切実でないようにも考えられる。しかし種々の事情から、はなはだ低調なわが国新制大学院の現状から考えると、現在の学部4年制については再検討を要するものが多い。高度の科学技術を習得し自ら創造する能力のある高級技術者を多数恒常的に世に送ることがとくに必要であるが、そのためには現在の大学院をうんと拡充するか、また4年制のほかにも5年制の学部をも認めることが望ましいといわざるをえないのである。

つぎに米国の制度で特異なものとして、産学協同教育制度 (Cooperative education system) と定時制および夜間大学 (Parttime and evening system) がある。前者は大学における教育と産業界における実地体験とを、

例えば3カ月ごとにくり返す制度であつて、学問と実際技術とをかね備えた優秀な技術者をつくるのが目的である。1906年 U. of Cincinnati で始められ、賛否両論があつて幾多の興亡を経してきたが、最近急に注目を浴び、学生の全部または一部に適用する工業関係大学が37校におよんでいる。しかし学生数は全工学部を通じて7%程度である。定時制および夜間大学は、大都市や工業都市でないを実施しにくい、この制度の全学生数は1956年に32,208人であつて、全工学部学生の12.8%におよび、ますます増加の傾向にある。技術者の再教育という点からは、大きい効果のあるものであつて、Illinois Institute of Technology や Polytechnic Institute of Brooklyn のように、夜間学生を主とする大学があるほどである。大学院課程は一般に修士課程と博士課程とをもち、修業年限はともに1年以上である。この課程をもつ大学は、ECPDの認定大学151校のうち124校、しからざる大学64校のうち6校で、全部で130校におよぶが、このことは米国における高度の科学技術がもつばら大学院に依存し、多数の高級技術者を要望していることを如実に示すものといえよう。なお、夜間の大学院課程は、修士では48校、博士では9校があり、それぞれ全学生数の約50% および15.5% に達していることが注目せられる。

(3) 大学の学生数 米国では科学技術の進歩とソ連の刺激から、工業関係大学の学生数の画期的増加が叫ばれている。最近の学生数は毎年増加し、56年には学士課程251,448人、修士課程22,529人、博士課程3,402人で、全米の大学生総数2,946,985人に対し8.2%であるが、米国工業教育協会が科学者技術者人力増強審議会と協力立案した10カ年計画では、学士課程および大学院課程の学生数をそれぞれ67.2% および75.2% 増加し、それに応じて教師の数を76.4%、俸給総額を124.3%増加することになっている。これらは科学技術の急速な発展に即応する米国の態勢を示すものであるが、学科数は電気工学科がとくに多く、しかもその教科目は電子工学を主として大幅に改訂をした大学が多い。時勢に応じて積極的に変えていく米国大学の伸縮性は、わが国の旧態依然たる現状にくらべて、大いに注目すべきものがある。

### 3. 米国における産学協同

米国の各大学がそれぞれの歴史的背景、その大学成立の根拠、その地域の社会的産業的環境、教授団の能力などに応じて、独自の方針の下に特色のある教育および研究活動を熱心に企画実施し、かつこれを誇りとしていることは、米国工業教育の特徴といえよう。とくに大学と産業界との協力、すなわち産学協同に対しては、大学は常に新企画を立ててその実行に真剣な努力をしており、産業界は大学をよく理解して協力の実をあげているので

あつて、以下にその実態を教育と研究との二つの立場から具体的に説明しよう。

(1) 大学の産業界に対する教育面の協力 最近の科学技術の産業への応用と産業技術者の継続教育のために、大学は教育面で産業界に積極的に協力しているが、その第一は産業技術者のための夜間大学院課程である。産業技術者が昼間働らいて夜間に大学で勉強し、修士や博士の学位をとるもので、日本にはこの制度はないが、米国では最近とくにさかんになり、修士課程では現在50%近くがこの夜間学生である。重要なことは、夜間授業の社会的意義をよく把握し、よい教授団でよい教育をすることであり、技術者の再教育機関として産業界に大いに役立つている。産業技術者に対する昼間大学院課程も、最近始められているが、Stanford U. や California I.T. では産業界と十分な協力の下に円滑な発展をしている。この場合、修士や Engineer 課程では学生は授業を大学で受け、その他の時間は会社にいてもよく、研究は大学、会社のいずれでやつてもよい。博士課程では大学に常在するを要し、会社は休職になるが、毎週1日だけ会社に帰つてもよい。会社はこれを大いに奨励し、修士と Engineer 課程では授業料を負担し、給料はかえないで与えるが、博士課程では授業料のほか給料の一部を与えることもある。大学側としては、教授陣増強のため会社から寄付をさせ、その代りに授業料を減額している。この制度は会社および大学に利益するところが多く、その発展が期待されている。

学外夜間大学院課程は U. of California at Los Angeles が始めて試みたもので、その周辺の工業密集地域五つを選んで開設している。大学教授団の一部と産業界の優秀技術者とで、その地域の教授陣を形成し、その周辺の若い学士技術者に夜間の大学院教育をするのであつて、所定の単位をとれば修士にする。これは大学側の非常な奉仕と努力によるものであるが、産業界からは大いに歓迎されている。

夜間学士課程は日本でもかなり行われているが、米国では長い歴史をもち、とくに1950年以来全学士課程学生数の10%を突破している。産業界は学士になれば昇進せしめるようにしているから、技術者に自然に向学心をもたせる結果となり、科学の成果の産業への導入に大いに役立つている。Illinois I.T. や P.I. of Brooklyn などは、この種の教育を主とする代表的大学である。

なお、各大学では主として夜間学内および学外で、大学拡大制度その他の名称のもとに、学位を目的としない各種の課程を提供している。この場合、主として最近の科学技術を中心として開講されているが、学士技術者に対する経営管理に関する講座も少なくない。これらは会社の要請による場合もかなりあるようである。

最後に卒業生の就職については、各大学とも有能な教

授を部長とする就職部を設け、学生と産業界との間を斡旋し、学生が自主的に最適の職場を選びうるように、非常にゆきとどいた手配をしている。

(2) 産業界の大学に対する教育面の協力 第一にあげべきことは、最近産学協同教育制度が、さかんに実施されてきたことである。この制度を全面的に実施しているのは、U. of Cincinnati, Northwestern U., Northeastern U. などであるが、MIT や Cornell U. では電気工学科について希望者中から優秀学生を選んで一部実施中である。いずれも最初の1~2年は大学で教育するが、その後は全学生を二分して、一方は産業界で雇傭の形で実地体験をつみ、他方は大学で教育を受け、例えば3カ月ごとに交代するというやり方であつて、細部の実施方法は大学により違つている。この制度は、大学側に確乎たる信念があり、教授団全体が賛成し、しかも産業界の十分な理解と協力があつて、さらに大学が協力会社と地理的に便利な位置になれば、なかなか実施は困難である。しかし学生が実地体験から科学応用の実際を知り、学問追及の熱意を高めて技術的確信を強め、また人間関係の理解を深め、さらに経済的に独立して学業を終了できる点において、確かに工業教育の一つの方法として注目すべきものである。米国でも従来から賛成の論議があることはいうまでもないが、わが国の現状からみて慎重な考慮に値するものであろう。

つぎに米国では奨学金制度が最近その数と額を増加しているが、Scholarship は主として学士課程の学生、Fellowship は大学院課程の学生に与えられ、学生の選定は大部分大学にまかせられている。いずれも州市政府、地域、会社、団体、個人または大学自体から提供されるが、Fellowship は National Science Foundation (NSF) からのものが相当ある。学士課程および大学院課程で、それぞれ約 50% および 80% 以上がこの恩典に浴しているが、日本では日本育英会その他の奨学金が次第に充実してきたとはいえ、まだまだ不十分であつて、貧困をきわめる大学院の発展のためには、さらに画期的な拡充が必要である。

最近では産業界の工学部学生および教師の夏期雇傭がとくにさかんになり、また大学の教育施設設備に対する産業界の寄付も非常に増加している。これは免税措置がとられるので会社としてもやりやすく、会社からの全員の寄付の激増とともに、最近の注目すべき傾向といえよう。

(3) 研究面における産学協同 大学の研究が工学面でも基礎科学の範囲に属することはいうまでもないが、NFS が調査した集計によると、基礎科学の研究に対する大学の重要性を如実に示している。すなわち、1953~1954 年度に大学は研究資金として 6000 万ドル(全体の 14%) を支出しているにすぎないが、主として契約研究

による他の資金を使つて、実際の仕事は 2 億 500 万ドル(全体の約 47%) におよんでいる。そして大学の使用資金のうち、自己負担は 29% であつて、政府から 55%、産業界財団などから 9% を受けている。しかも政府資金のうち 40~50% 以上が国防関係者との契約研究であつて、産業界との契約研究とともに漸増の傾向にあることが注目せられる。これらの契約研究はすべて大学またはその関係機関との間に公的に結び、教師個人とスポンサーとが私的に随意契約を結んだり、または契約なしに研究委託を受けるようなことはない。この場合、各大学に共通した態度は、(1) 研究の目的や成果が教育の一般方針に合致し、(2) 研究が基礎的理論的であつて教師や学生に教育的な刺激と効果とを与え、(3) 大学の自由を害せず、とくに発表の自由を確保する、といったことを条件としているが、これらの点はわが国においてとくに善処すべきものが多いようである。

大学教師の顧問活動は、大学の教育と研究に大いに有益であるとして、1 週間に 1 日だけを原則として許可されており、奨励されているところも少なくない。また Fellowship は学生に大学院入学を奨励することになり、多数の高級技術者を養成する結果を招来するだけでなく、大学独自の基礎研究を活潑ならしめて、米国全体の科学水準を大いに高めており、産業界はこの制度によつて大学を積極的に援助してきている。なお大学付属または独立の研究所の広汎な活動も、大いに注目すべきものがある。最後に CIT の Industrial Associate plan や MIT の Industrial Liason Program について述べよう。ともに会員となつた会社は年額 1 万ドルを支出してその使途を大学に一任し、大学は会員に研究報告を提供し研究情報を伝えるとともに、新課題についてセミナーなどを開催して会員を教育することになつている。なお、近年大学の基礎研究に対する産業界の一般寄付金が次第に増加していることも、特記すべきことである。

#### 4. 結 言

本文はわれわれの米国視察にもとづき、米国工業教育の現状を述べ、とくに大学と産業界との協同状況の実態を示したもので、国情の異なるわが国にそのまま適用しがたいことはいうまでもないが、わが国の科学技術教育の進展に参考とすべきものが少なくない。文部省、科学技術庁その他各方面の援助と協力のもとに、日本の国情に適した産学協同の体制を確立し、科学技術教育を積極的に拡充して、産業繁盛の大きい原動力とすることが必要である。米国における科学技術教育については、さらに論ずべき点が少なくないであろうが、本文がわれわれ産学協同専門視察団の報告書の要点を述べ、あわせて著者の若干の見解を付記したものであることを示して、関係方面に深謝の意を表する次第である。