

第5部報告

工学教育に関する諸問題と対応
—特に産業社会の視点から—

平成3年3月25日

日本学術会議

第5部

この報告は、第14期日本学術会議第5部の審議結果を取りまとめ発表するものである。

- 部 長 岡村 総 吾 (東京電機大学学長)
- 副部長 高村 仁 一 (新日本製鉄株式会社顧問)
- 幹 事 市川 惇 信 (国立環境研究所副所長)
- 藤本 盛 久 (神奈川大学学長)
- 会 員 青木 和 男 (国立佐世保工業高等専門学校校長)
- 家田 正 之 (愛知工業大学工学部教授)
- 石井 吉 徳 (東京大学工学部教授)
- 伊 藤 學 (東京大学工学部教授)
- 猪 瀬 博 (学術情報センター所長)
- 今井兼一郎 (日本工業技術振興協会理事)
- 岩佐 義 朗 (京都大学工学部教授)
- 上之園親佐 (摂南大学工学部教授)
- 宇田川重和 (千葉工業大学教授)
- 内田 盛 也 (帝人株式会社常務理事)
- 鎌 田 仁 (山形県テクノポリス財団理事長)
- 小林 繁 夫 (東京都立科学技術大学教授)
- 近藤 次 郎 (東京大学名誉教授)
- 佐 伯 修 (株式会社神戸製鋼所顧問役)
- 三枝 武 夫 (京都大学工学部教授)
- 佐 藤 豪 (金沢工業大学学長)

志賀敏男（東北学院大学工学部教授）
城水元次郎（富士通株式会社専務取締役）
菅原照雄（北海道大学工学部教授）
須藤一（東北大学名誉教授）
高松武一郎（関西大学工学部教授）
中村彰一（高知工業高等専門学校校長）
平山博（早稲田大学理工学部学部長）
松本順一郎（日本大学工学部教授）
三島良績（東京大学名誉教授）
三石明善（龍谷大学理工学部教授）
森田正俊（株式会社豊田中央研究所常務監査役）
山内豊聰（九州産業大学工学部教授）
和栗雄太郎（九州大学工学部教授）

わが国の大学等における工学教育は、明治以来第二次大戦に至るまで、工業立国を目指す国家的・社会的要請のもとに重点的に整備され、欧米の先進技術導入にあたっての基盤的役割を果たしてきた。その過程において、工学的知識と実用技術を両輪とする教育体制がとられ、わが国固有の工学教育の伝統が築かれてきた。

戦後はわが国工業の近代化に向けて工学系大学・学部等の大幅な拡充が行われ、他国に比べて数多くの工学系卒業生が社会に送り出され、工学的素養を身につけた技術者層の厚さと、技術開発能力を備えた研究者層の厚さが増した。とくに、大学院修士課程の充実は大きな役割を果たしている。このことが生産に直結した技術開発、製品改良と新製品開発、更には新技術創造を進め、わが国産業の発展と経済的基盤を支えてきた。

しかしながら、近年の科学の進歩に基づく技術革新は、産業構造と社会構造の変革をもたらし、更に幅広く奥深い技術の進展が期待されるようになってきた。このような変化に対応して、わが国の産業界では、新技術創造に向けた研究開発を推進するため、基礎学問領域の研究も含めた研究設備の充実と人材の確保に積極的な投資がなされている。わが国の工学系大学も基礎領域や学際領域を重視しつつ新しい工学の教育・研究の在り方を求めているが、文教予算の伸びの遅れと民間に比べた政府の研究投資比率の低さのため、施設や設備の充実は遅々として進まず、教育・研究の環境は極めて劣悪な状態にある。その結果、産業界と工学系大学の研究環境の差は年々拡大し、わが国大学の研究環境の劣悪さについて諸外国から指摘されるまでに至っている。このような事情も一因となって、工学系大学における若手研究者特に大学院博士課程学生の大学離れが生じる反面、産業界において技術者・研究者の社内教育が積極的に行われるようになって来ている。しかし産業界

における研究には、企業の目的という大枠があり、真の意味の基礎的、学際的研究にはおのずから制約がある。その意味では、大学における教育・研究に現在以上の重点を置いて考えなければならないであろう。

工学系大学では、学問や技術の深化にともなう専門の細分化、学部の拡大に由来して「ものをつくる」立場からの統合的視野での技術者教育の希薄化が危惧され、また、高度の技術化社会に対応して「人工系科学」を含めた総合的視野の必要性が求められている。一方、高度技術の進展とその産業社会への浸透によって、金融、流通、サービス等の産業にも工学的素養のある人材の要請が高まり、工学系技術者の育成に関する量と質の問題が顕在化してきている。

人材育成の場としての大学等における工学教育の基盤としては、(1)学問分野の継承・発展・創成など学術への貢献、(2)全地球的立場での人類社会への貢献、例えば資源エネルギー、国土保全、災害防止等、(3)産業社会への貢献、(4)工業化社会あるいは高度技術化社会の抱える問題点への反省とその対策、などが挙げられる。

技術革新による時代の転換期にあたって、上記各項目の重要性を認識し、幅広い視点から工学教育の在り方を検討する必要がある。しかし、欧米諸国に比べて天然資源に乏しく、産業の発展に国力の基盤を置くわが国の立場から、また将来の工学系技術者の質と量の需給の不均衡が憂慮されている現状から、上記(3)項の産業社会への貢献に視点をあてて工学教育の在り方の検討を早急に行うことが望まれている。なお、欧米諸国においても、国力の基盤はその国の技術競争力にあるとし、これを支える人材としての技術者の育成のために工学教育の在り方について新しい政策の展開が図られている。

日本学術会議第5部は基礎工学研究連絡委員会の中に工学教育小委員会を

設置し、日本工学アカデミーの協力を得て、明日を担う人材としての技術者の育成に注目し、資料の収集、解析、討議と共に、欧米諸国への調査団の派遣などと鋭意検討を重ねてきた。

大学等における工学教育の諸問題について、文部省、通商産業省、科学技術庁、経済団体連合会等で、それぞれの立場から審議が進められ、多くの貴重な指摘がなされている。特に平成元年12月に示された「変革期の工学教育」（文部省高等教育局）には新しい観点からの指針が示されている。本報告は、これらの指摘あるいは指針を参考としつつも、前記「産業社会への貢献」すなわち大学と産業界との接点に焦点を絞り、下記諸問題を中心に審議した結果をまとめたものである。したがって、工学教育の在り方を網羅的に審議した結果ではない。しかし工学系大学は、この変革期に際して新たな伝統を築くことが強く望まれる。

1. 審議の主題

- (1)人材需給のインバランスの要因
- (2)工学教育の総合化への質的転換
- (3)工学系技術者の継続教育
- (4)国際交流基盤としての学部・学科の評価と国際的認定
- (5)大学行政・組織の弾力的運営
- (6)政府の対応

2. 審議の結果

現在、我々は技術革新と産業構造の変革に直面しており、産業界と学界は「工学系技術者の育成にかかわる工学教育は産業界にとってその将来を左右する基本的課題である」との認識をもち、下記事項について状況把握に努め、その対応策を協議する必要がある。

- (1)産業界の人材需給問題の把握と長期予想
- (2)社会的要請・社会情勢の進展への大学の対応
- (3)大学組織（学部・大学院の構成），学生定員，カリキュラム等への産業界からの要請
- (4)産・官・学界の協力による工学系技術者の継続教育体制の確立
- (5)工学教育にかかわる大学の環境整備及びそれにかかわる税制その他の制度の整備
- (6)国際交流に対処し得る学部（学科）・大学院（専攻）の評価・認定体制
- (7)その他（学問領域，研究関連など）

なお，これらの状況ならびに対応策は産業分野，工学の専門分野等によって異なるものと考えられ，工学教育は画一的でなく多様化するものと予想される。

工学教育は産学ともにその将来を左右する基本問題であるとの認識のもとで上記事項の具体的状況把握ならびに対応策の協議にあたり，まず産・学両界のトップメンバーによって構成される「工学教育トップフォーラム」の設置が望まれる。

〔 説 明 〕

○はじめに

18世紀後半の産業革命により機械文明時代となった近代社会は、今や情報化社会へと移行しつつある。今日の転機は、この200年の歴史に一線を画する本質的なものである。わが国では、明治維新に優れた叡知と決断で今日の工業教育の基盤が構築された。戦後は、理工学系大学の拡充を重視し、欧米へのキャッチアップを目指し大きな成功を収めて来た。しかしながら今日、従来の工学教育体制では十分対応出来ない多くの諸問題が顕在しつつあり、時代に即応した教育改革が求められる事態となって来た。すなわち、理工系学生の製造業離れ、高校生の理工系志望者の激減、ハイテク産業への人材供給の量的・質的インバランス等、多くの危機感が生じている。

以下にこれらの問題意識を述べる。

○人材需給のインバランス

人材需給のインバランスには二つの側面がある。第一の側面は、第三次産業の急激な拡大、第二の側面は、製造業を中心とする第二次産業に於け技術革新の進展とそれに伴う業容の大幅な変容である。

人材需給のインバランスが顕在化してきた原因は、受入れ産業側がこの重大な環境変化を予測し、供給側である大学の対応への要請が十分でなかったことに起因する。工学教育の重要性を強く意識して、産業側も自らこれらの問題の解決に対処しなくてはならない。

○工学教育の総合化への質的転換

人材需給のインバランスの第一の側面に対しては、初等中等教育、文系高

等教育における工学教養 (Technoliteracy) の充実を図る必要がある。第二の側面に対しては、従来の工学系専門教育の体系を根本的に見直し、人工系工学など工学系大学の構成を再点検するとともに、多能化した総合的教育要素を加味した工学教育も加えることが必要である。

欧米の工学教育改革にも見られる基礎工学の教育と訓練を行うとともに、産学協力による Intern 教育、あるいは工学専門教育に技術政策、マネジメント教育を総合し、MIT の Leader for Manufacturing (LFM) プログラムあるいは Technology and Policy Program のよう総合的工学教育を受け得るようにするなど、企業側の人材の質的ニーズの変化に対応して工学教育の質的総合化による、多様化を図るなど転換が必要である。さらに工学教育の本質に触れた問題点としては、自ら問題を提起し、自ら問題に取り組み、解決して行く態度を養う教育、考える態度を養う教育は極めて重要である。このことは、大学の教官の評価が主として研究上の業績に置かれ、教育に対する努力の評価が不十分であることにその原因の一端がある。

○ Center of Excellence

大学が独創的な自由な研究を行い、新しい知識創造をする Center of Excellence を構築することは人類発展のためのみならず、産業に技術発展の芽を提供するとともに人材養成に大きな貢献がある。産業界のためにも、このような頭脳集団の構築が必要である。

○ 継続教育

企業の人材は常に第一線の知識を吸収し、技術のフロンティアを創生する能力を維持する必要がある。今日の技術革新時代には、絶えざる継続教育が必須であり、専門知識の維持向上がハイテク産業存立の基盤といえる。わが

国の産業は企業内教育でこれに対応してきたが、専門領域の拡大と技術の急速な進歩は、いまや大学、学協会等を包含した体制整備を必要とするに至っている。

ことに、企業従事者の常に2/3から3/4を占める学卒後10年以上の所謂中堅的技術者が技術進歩に取り残されないようにするためには、企業、専門学会、工学系大学の協力とともに、ドイツの企業に課している年間2週間の専門研修のためのリリース義務、フランスの継続教育のために給与の1.2%の支出の義務付けなど、欧米各国に見られるような法的・税制措置による環境整備も考えるべきであろう。

○国際的共通基盤の確立ー世界に通用する工学教育ー

技術者・研究者の国際交流が活発化し、工学関係来日留学生が増えている。工学系学部・学科の国際的教育レベル合わせが英語圏（英・加・豪・ニュージーランド等）のグループおよび、ECを中心とした欧州諸国のグループではいわゆるアクレディテーション(Accreditation)の共通化の形で始まっている。さらにその両グループ間で相互に認め合う国際協約が最近調印された。

わが国も、工学系大学の修得単位の相互認定、学士、修士、博士の資格が国際間相互に共通の基盤で世界に開かれた工学教育を考えると、工学教育のアクレディテーションを進めることが、日本の孤立化を避けるためにも必要となろう。

アクレディテーションの意義は、個々の教育組織の水準を教育組織の共同体の協力により維持しようとするところにある。その実体は、夫々の専門のPeer Reviewである。教官の勤務評定のように誤解され勝ちであるが、国際

化に向かいつつある高等教育の世界での通用性の概念から積極的に取り組む必要がある。

○大学行政の弾力的組織への移行

教育は国家百年の計の根幹をなすもので、その変革には叡知と決断を要する。欧米では、私立大学は独自の理念と理想のもとに創立され、大幅な自由度を以て弾力的に運営されている例が多い。わが国では、公費に依存している国・公立大学のみならず、国から助成金を受けている私立大学の運営にも海外に比較して自由度が少ないように見受けられる。もっと抜本的な大学運営の飛躍があるべきとの意見があり、また、わが国の大学には夫々の特色を生かして、自ら経営しなければならないのではないかとの指摘がある。限られた国家予算の中でこれまで大きな貢献をして来た工学系大学は、この変革期に際して新たな伝統を築くことが強く望まれる。

○工学教育の実態把握と戦略機構

人材需給のインバランス等、現実への対応の遅れは、工学教育の実態把握の不十分さと客観的に判断するメカニズムが機能していないための産学の意志疎通の不十分さに起因する。工学教育の量的国際比較を始めとして、卒業後の追跡実績調査などにいたる実態調査についても、継続的に十分なデータと解析があるとは言えない。これらを実施し、また工学教育研究体制、工学教育の方法論、研修の在り方等の諸問題に対応するための恒常的な研究・調査機関、たとえば工学教育研究センターのような組織の設置を考慮する必要がある。

また、わが国においても、関係者の工学に関する意見を広く集約出来る恒常的な協議機関の設置が望まれる。ドイツの工学者連盟VDI、英国の工学

協会Engineering Council 等の機能に注目したい。

さらに国を支える基盤として、工学教育を総合的判断の下に施策・戦略として打ち出す頭脳機構が必要と思われる。

○企業－大学工学教育協議機関－

工学教育の成果が産業の将来に大きく関わっていることから、欧米では大学教育の運営には産業人が深く関わっており、産業ニーズが工学教育に反映しうる仕組みを持っている。たとえば、英国には1988年に出来た産業・高等教育委員会(Council for Industry and Higher Education)があり、産業界のトップと大学学長がパートナーシップを協議している。米国は早くも1978年には、主要大学学長と産業界のトップが産業・高等教育フォーラム(Industry -Higher Education Forum)を組織し、各種教育問題を協議し、政府政策に反映している。さらに1983年にはカナダ、1988年には欧州、最近ではアジアの国々もこのような組織を持つようになっている。何れの国も工学教育は国力の拠所と考え、産学が相携えて育成すべきものであるとの認識の下に、このような非政府組織が各種の提言をしていることに注目する必要がある。

○終わりに

欧米各国は国の基本政策として、工学教育を取り上げている。米国は1979年の大統領議会教書における工学の国際競争力低下の警告に始まり、1984年のNSFの工学研究関係予算の5年間で増計画の実施、大学学部教育の改革促進、さらには米国教育全体の見直しなど極めて強力に進めている。英国では1981年のSir Finneston の英国産業の衰退の原因は、長年に亘る工学教育の失敗であるとの英国議会報告に対処して、工学教育の建

て直しを国を挙げ行っている。

わが国も先進民主国家群の一員として、本報告及び説明にあるように、工学教育の一層の近代化を産官学一体となり緊急に進めるべきときである。

本報告の討議の過程における、内外各方面の御助言と御援助に深甚なる謝意を表する。

[付記]

本報告は、基礎工学研究連絡委員会・工学教育小委員会の検討をもとにまとめたものである。

基礎工学研究連絡委員会委員

委員長	岡村	総吾
幹事	市川	惇信
幹事	高村	仁一
幹事	藤本	盛久
	青木	和男
	今井	兼一郎
	内田	盛也
	菅原	照雄
	平山	博
	松本	順一郎
	今泉	常正
	児玉	文雄
	米田	幸夫

工学教育小委員会委員

委員長	今井	兼一郎
	市川	惇信
	猪瀬	博也
	内田	盛也
	佐伯	修博
	平山	博明
	弘岡	正明
	乾	佑彦
	太田	利彦
	緒方	研二
	児玉	文雄
	関口	利男
	峰久	允
	草原	克豪

本報告のとりまとめにご尽力をいただいた故石原智男会員に感謝する。