

No.66

May 15, 1997

Information

「工学教育をどう変えるか」—転換期における工学教育—

1996年11月29日

日本工学アカデミー公開討論会（パネルディスカッション）

（東京・虎ノ門パストラル）

日本工学アカデミー

THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

まえがきにかえて

日本工学アカデミー政策委員会 教育問題小委員会報告

1. 小委員会活動の経緯

政策委員会は平成9年9月26日に委員会を開催し、川崎雅弘氏を委員長に選出すると共に、今後2年間の活動方針を検討した。委員から提案された課題は次の三つに集約できた。

- (1) ボーダーレス時代の技術者の資質と要件：様々な局面で技術者が国境を越えて活動するケースが増加しており、このような業務を担当する技術者に要請される資質と要件について検討する。
- (2) 研究開発をとりまく諸制度の見直し：研究開発に関して税制等多くの制度が導入されているが、円滑な研究開発やその協力活動を阻害しているものもある。それらについて全体的に吟味し評価する。
- (3) これからの大学の理工系教育に求められるもの：大学の理工系教育については、産業界から多様な要請があり、また「物作り」という技術者の原点が空洞化することに対する危惧が寄せられている。それらの課題を踏まえ、大学における理工系教育を検討する。

政策委員会では以上の三つを検討候補案として、広く工学アカデミー全役員及び全政策委員を対象にアンケート調査を実施し、関係者の要望を聞くことにした。その結果、多数の会員が検討課題として、「大学における工学教育」が適切であるばかりでなく、必須であると考えていることが明らかになった。

そこで、政策委員会は大橋秀雄工学院大学学長を委員長とする小委員会を発足させることにした。小委員会幹事として、丹羽富士雄埼玉大学大学院政策科学研究科教授の協力をいただくと共に、社会科学からの問題提起という観点から、工学教育に造詣が深い廣松毅東京大学先端科学技術研究センター教授を専門委員として迎えることを決定した。

その後の小委員会を核にした政策委員会の活動は表1に示す通りである。検討の過程で小委員会が参考にした資料は内外約50篇を数える。なお、外国の参考文献のほとんどは米国のものである。

表1 政策委員会における討議経過

年 月 日	会合・行事	内 容
平成6年9月26日	政策委員会	検討すべきテーマに関して、アンケート調査を実施することを決定
平成6年10月～11月	(事務局)	アンケート調査の実施と集計
平成6年12月24日	政策委員会	工学教育について検討することおよびそのために教育問題小委員会を設置することを決定
平成7年1月30日	政策委員会	当面の講演会およびヒアリング計画の決定
平成7年3月29日	講演会	小柳勝次郎氏（日経連賃金部長）「経営環境変化と求められる人材」
平成7年4月7日	政策委員会	富浦委員および廣松専門委員より話題提供と討論
平成7年5月19日	総会講演会	石坂誠一氏（富山国際大学学長）「近づく21世紀と日本の科者、技術者」
平成7年6月15日	講演会	安岡高志氏（東海大学理学部教授）「東海大学の教授評価と魅力のある授業」 真壁利明氏（慶應義塾大学理工学部教授）「慶應義塾大学理工学部、学科改組とカリキュラム改革」
平成7年6月30日	政策委員会	ヒアリングと討論、岩田弘三氏（大学入試センター）「理科離れと

		最近の理工系人材問題」
平成7年8月2日	小委員会	今後の検討項目の抽出
平成7年8月3日	政策委員会	小委員会の結論についての委員の討論
平成7年9月29日	政策委員会	ヒアリングと討論、木村捨雄氏（鳴門教育大学教授）「新科学知」とカリキュラム開発」
平成7年11月15日	政策委員会	ヒアリングと討論、土井彰氏（日立製作所理事、技師長、）「企業から見た望ましい人材の育成」
平成8年1月22日	小委員会	最終報告のまとめ方についての検討と中間報告の作成
平成8年1月26日	政策委員会	小委員会中間報告の検討
平成8年3月15日	政策委員会	ヒアリングと討論、草原克豪氏（文部省生涯教育局長）「文部省における大学（大学院を含む）教育改革の検討状況全般についての解説」
平成8年4月1日	政策委員会	委員相互の意見交換および討論
平成8年5月27日	政策委員会	最終報告として公開討論会の開催を決定し、その基本的内容について検討
平成8年6月11日	講演会	熊田禎宣氏（東京工業大学社会理工学研究科教授）「文魂理才の意志決定の科学技術」
平成8年7月3日	政策委員会	公開討論会のプログラムの決定、講師、パネリスト候補の決定
平成8年8月22日	政策委員会	公開討論会の詳細決定
平成8年10月8日	政策委員会	公開討論会におけるパネリストの分担および公開討論会の広報について検討
平成8年11月7日	政策委員会	廣松専門委員よりの話題提供と討論
平成8年11月29日	政策委員会	「工学教育をどう変えるか―転換期における工学教育」 司会・川崎雅弘氏** 基調講演、岡村総吾氏（日本工学アカデミー会長） パネルディスカッション、大橋秀雄氏**、三井恒夫氏*、富浦梓氏**、山田郁夫氏*、小林信一氏、廣松毅氏**、丹羽富士雄氏**、 （**は政策委員会委員・専門委員、*は日本工学アカデミー会員）
成9年1月29日	政策委員会	公開討論会の総括と記録の編集、広報について決定

なお、各氏の肩書きは発表当時のものである。

途中で中間報告を提出した後、2年間の活動を総括する方策を検討した。その結果、同時期に日本工学教育協会の報告書等が提出されたこともあり、広く会員の参加を求めた公開討論会を開催することとし、その討論結果を日本工学アカデミーの印刷物である「EAJ Information」として発行することとした。この公開討論会を開催するに当たっての小委員会の趣旨は、その開催通知に凝縮されているので、以下に再掲する。

「日本社会は今、構造的な変革を迫られており、産業構造はグローバル化に向けて急激な変化が進行中であります。従来日本の産業はキャッチアップを目指して流れに乗ることには得意でしたが、自ら道を切り開いて新しい流れを作り出すことは苦手としてきました。一方科学技術は社会の隅々にまで浸透し、社会の前途を語るときには欠くことのできない要素になってきました。

このような状況の中で、これからの時代に期待される技術者像は次第に鮮明になりつつあります。新しい流れを作るためには、既存の流れの中にある問題の本質を把握して、根源的な問題設定をする能力が問われます。またそのためには、専門能力に加えて総合的な判断力が必要になります。さらに、科学と技術の役割を正しく認識した上で、技術を社会に融合させる意志が求められます。

以上のように、これまでの工学教育を根本的に変える時が迫っています。変えるには、新しい時代の

工学教育はどうあるべきかの哲学を構築し、何を目標にするかを明らかにする必要があります。」

このような意図の下に小委員会が構成した公開討論会では、川崎雅弘政策委員会委員長の司会のもと、まず基調講演として岡村総吾日本工学アカデミー会長より、氏が主導されている日本学術振興会第149委員会工学教育ワーキング・グループでの日米の工学教育の比較作業を通じて明らかになった諸課題およびそれに対する氏の考察を紹介していただいた。それによれば、日米の比較では当初互いが互いの国の方がうまくいっており、それを参考に自国の状況を改善する方策を探求しようとしたこと、研究交流によってそれが誤解であることを明らかになったこと、それを踏まえて自国の課題と対応策が煮詰まっていたこと、等が具体的な事例の紹介によって明らかになった。学生に親切にカリキュラムを指導し過ぎると、かえって学生は受動的になってしまうのではないかと、多すぎる講義を精選して学生に徹底的な理解を求める方がよい、等示唆に富む提言が数多くあった。このように基調講演は日米の工学教育の比較という視点から、我が国における工学教育の課題を明らかにし、次に続くパネルディスカッションに広範な話題を提供すると共に、課題を多面的に考える示唆を与えるものであった。

次いでパネルディスカッションでは大橋小委員会委員長の司会の下に、工学教育に対する外部からの意見が述べられた。三井恒夫東京電力(株)最高顧問は委員長を務められた日本学術会議第5部「工学と産業」小委員会で工学教育を検討され、その報告書を基に、考える教育の必要性等を提言された。冨浦梓新日本製鐵(株)常任顧問は、自社および産業界からの要請および日本工学教育協会工学教育評価委員会での調査を基に、研究開発の現場では科学の知と臨床の知の双方が必要等の提言があった。山田郁夫(株)三菱総合研究所常務取締役からは、氏が数年来調査研究されているグローバル・エンジニアリングの視点から、現在はメガ・コンペティションの時代であり、それにふさわしい教育についての具体的な諸提案があった。小林信一電気通信大学助教授からは、科学技術への対応が科学を出発点にしたモード1から問題解決を出発点にしたモード2に変革しつつあるという枠組み変革を基に、モード2でのあるべき研究開発の在り方について説明があった。次いで小委員会を代表して廣松氏は技術経営等工学の周りの教育が必要なこと、丹羽氏からは他のセクターとの協働が必要なこと、との提言があった。

フロアからの質問では実に様々な意見が寄せられた。詳細は報告にある通りである。ほとんどあらゆる論点が出尽くしているというのが読者の印象ではなかろうか。工学教育自体に関する課題の他に、企業や産業界あるいは初等中等教育に対する問題の指摘や要望などが広範な視点から活発に寄せられているからである。

2. 工学教育の課題

先に紹介した20数度にわたる政策委員会関係会合、およびそのまとめとして開催した公開討論会の内容をまとめることは至難の技であり、我々の能力を越えるものである。それをわきまえた上で、読者の参考に供することを目的に、工学教育の課題をまとめたい。

2.1 なぜ工学教育か

公開討論会における大橋氏の発言にもあるように、他の分野以上に工学教育の担当者は教育の改善に努力を傾注してきた。それでもなお工学教育が注目されるのはなぜであろうか。それは国力の根幹を支える人材を育成するという工学教育の性格にあると考える。工学教育に携わる人々はまずこの点を強く認識する必要があるのではなかろうか。

次に、工学教育が注目される理由には、工学教育に限らず高等教育あるいは教育全体に影響を及ぼす社会環境の変化がある。少子化と一層の高等教育の大衆化や、終身雇用・年功序列・社内教育・低流動性などで特徴付けられる日本的雇用環境の変貌等がその実例の一端である。さらに工学教育に関するものとしては、理工系教育が若者を引きつける魅力を低下させており魅力向上を要請されていること、あるいは経済活動のグローバル化に伴う "globe able" な技術者を育成する新しい工学教育が求められてい

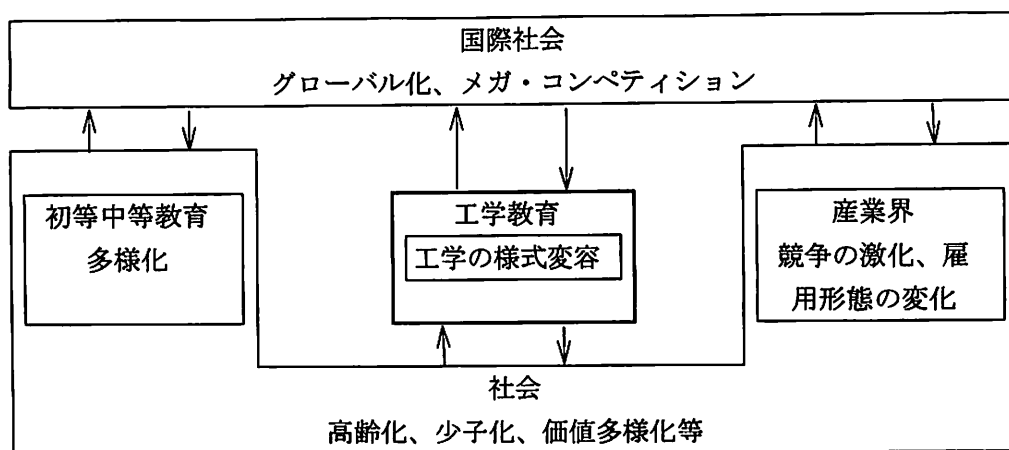


図1 工学教育の変容を迫る状況

ること、等があげらる。これらの要因は、工学教育の課題が工学教育の場だけで解決することはできず、社会の他のセクターとの協力の下で解決に努力しなければならないことを示唆している。

2.2 問題点

それでは工学教育の問題点はどこにあるのだろうか。一言でまとめるとすれば、求められている人材が育成されていない等、様々な「ミスマッチ」と言えよう（図1参照）。

(1) 企業が求める人材とのミスマッチ

日本工学教育協会の調査によれば、工学部を卒業する学生で問題になる学生は2層に分かれるという。一つは基礎学力がない学生である。大学はなぜこのような学生を卒業させるのであろうか。第2のタイプは基礎学力はあっても応用能力のない学生である。基礎知識を教えるだけの教育に止まらず、応用能力を養成する教育を取り入れる必要がある。このように大学が企業の求める学生を卒業させ得ない間に、企業あるいは社会はその求める能力を高度化している。一例が先に述べた "globe able" な能力である。具体的には海外において技術開発活動に従事できる能力である。大学における工学教育は基礎学力とその応用能力の他に、このような時代の求める能力を持った学生を養成しなければならなくなっている。

(2) 入学してくる学生とのミスマッチ

初等中等教育なかでも高校教育の変容によって、例えば物理も化学も履修しないで大学の工学部に入学する学生が増加している。これは工学教育の前提とする基礎能力を有しない学生が増加していることであり、今後も増える可能性は強い。実際、そのような学生を対象に補習教育を実施し始めた大学がある。さらに根本的なことは、工学教育に対する学生の期待像が大きく変容しつつあることである。従来型のカリキュラムと教育法は、学生にとって急速に魅力のあせたものになりつつある。

今後は、社会人が先端分野の履修やより高度な教育あるいは他専門の学習を求めて、工学教育なかでも修士課程等の大学院に入学することが多くなろう。そのような学生は専門家としての豊富な経験と問題を解決しようとする強烈な意識を持っているものと思われる。したがって、かれらに対する教育は、従来のように学部卒学生が大部分を占めた大学院教育の内容と方法を大幅に変える必要が生まれる。

(3) アプローチの様式とのミスマッチ

詳細は公開討論会においてパネリストの小林信一氏が紹介したように、科学技術に対するアプローチが、学問を出発点にしたモード1から、問題解決を出発点にしたモード2に移りつつある。それに伴い、対象に対するアプローチの方法や共同作業の考え方やその方法に至るまで、従来とは異なった対処が必要になっている。工学教育においてもそれに沿った対応が必要である。

3. 我々は何をなすべきか

それでは我々は何をなすべきであろうか。先述したミスマッチを乗り越えるためには様々な対応が必要になると思われる。その中でも重要なものを以下の三点に絞った。

(1) 意識変革：工学（Engineering）教育の理念を再構築し、それに基づいて改革する。

ABET（Accreditation Board for Engineering and Technology）によれば、"Engineering is the profession in which a knowledge of the mathematical and natural sciences gained by study, experience, and practice is applied with judgement to develop ways to utilize economically the materials and forces of nature for the benefit of mankind" である。この定義の中のキーワードは、判断をする（judgement）ということ、経済的に活用する（utilize economically）こと、および人類の利益（benefit of mankind）の3点であろう。社会の変容に対応して、工学の理念を見直すと共に教育の中身を変える必要がある。例えば、第3点に関しては社会に対する責任感を自覚させる工学倫理教育が不可欠になる。今後とも「制度は新制、意識は旧制」と言われるような状況が続けば、我国は国際的に取り残され、気がつけば孤立という状況に陥ることは明かである。時代にあった工学の理念を構築して、教育の内容を大胆に変革しようとする意識改革が出発点である。

(2) 国際的な工学教育の品質保証体制を確立する。

工学部は技術者の育成を目的に掲げながら、博士号や技術士等高度な専門職業資格を有する専門家は数%である。それは法学部と似たように大量の非専門家を育成する体制である。しかし、PE（Professional Engineer、米国）、CEng（Chartered Engineer、英国）や Eur-Ing（EU）等エンジニア資格が一般化してきた国際的な流れを見れば、工学部は全員が医師資格を取得することを目指している医学部に近い体制に転換せざるを得ない。国際的に通用する専門技術者を育成するためには、その基本である工学教育が明示的な品質保証体制を備えていなければならない。工学教育の認定（アクレディテーション）制度の導入を早急に検討すべき段階に至っている。今まで就職という形で局所的にしか評価されなかった工学教育の成果は、そのような体制の確立によってより共通の基準で評価されるようになる。保証を得た学生の処遇が社会で正当に評価されるようになることが期待できるし、そうなるように努力する必要がある。国際的に活躍することを目指す学生にとって、このような制度は強力な武器である。制度の確立と社会的定着には多大な努力を要するが、制度がもたらす成果はそのような努力を払っても余りあるものとなるだろう。

(3) 他のセクターとの協力

工学教育の課題は、それを工学部だけで解決できないほど社会的な広がりを持ってきている。先述したミスマッチのほとんどは、社会の他のセクターとの接触部分で生じていることを思い起こせば、工学問題の課題解決に他のセクターとの協力は欠かせないものであることが了解される。それはまず第一に、他のセクターの状況を把握すること（いずれも急激な変化を経験しているので、過去の情報や局所的な認識は全体を見誤る恐れを生む）である。次いで様々な形態での協力関係の構築である。具体的なセクターとしては、初等中等教育界、産業界、社会科学分野の教育界、他国の工学教育界等である。

以上、我々が重要と思うものを三点に絞って列挙した。しかし、公開討論会の報告を読んだ読者は、そこに問題解決に向けての多数の方策を発見されるであろうし、多様な示唆を得られるものと考えられる。

文責 大橋 秀雄
丹羽富士雄

工学教育をどう変えるか

－転換期における工学教育－

司 会：川崎雅弘（日本工学アカデミー政策委員会委員長（科学技術振興事業財団専務理事））



本日は、歳末を控えてご多忙なところを多数ご参加を賜り、政策委員会の全員を代表いたしまして、まず厚く御礼を申し上げます。

私ども工学アカデミーの政策委員会は、前の委員長の冨浦さん時代以来、理工系人材の養成問題について種々の角度から検討を進めてまいりましたが、ここ2年ほど、特に理工系教育問題に焦点を当てて議論を詰めようということで、工学院大学長の大橋先生を教育問題小委員会の委員長をお願いいたしまして、また会員外から本日もお見えの東京大学の廣松教授にお加わりいただき、さらに検討を続けてまいりました。議論は尽きないところが多々あるわけでございますし、これからもお皆様

方の中でお考えいただかなければならない点がいっぱいあるだろうとは思っておりますけれども、とりあえず政策委員会としての締めくくりとして、このような公開討論会を企画した次第でございます。

特に、本日は、基調講演として、岡村会長にご多忙な中をお願いいたしまして、後半は大橋委員長に司会をお願いし、識者からのパネルディスカッションとフロアの皆さん方のご意見によって、理工系教育の将来の姿・像を少し探してみたいと思っている次第でございます。

なお、岡村先生は、改めて私のほうからご紹介するまでもないと存じますが、現在、東京電機大学の学長で、日本工学アカデミーの会長を務めていらっしゃいます。特に教育問題については、実は1984年時代、ちょうど岡村会長が日本学術振興会の理事長であった時代でございますが、日米の貿易摩擦を技術摩擦に拡大しないというようなことをねらいとして、日米の教育問題とか科学技術問題を議論する場をつくるという動きがありました。当時は、不幸にして、まだ日本工学アカデミーは発足いたしておりませんでしたので、日本学術振興会がその民間の受け皿というような立場で、理事長が率先して日米の問題を扱う第149委員会を発足させて、今日に至っているわけでありまして。それ以来、岡村先生は工学教育についての日米比較問題を検討なさっているわけですし、87年に日本工学アカデミーが設立されました後、引き続き本問題をいろいろな角度からご検討されているというふうに伺っております。そこで、掉尾を飾るという意味で岡村先生に、日米比較を中心とした工学教育問題について、基調講演をお願いいたしました。

それでは、岡村先生、よろしくお願いいたします。

「これからの工学教育をどうするか」

—日米工学教育を比較して—

岡村総吾（日本工学アカデミー会長（東京電機大学学長））



岡村でございます。

最初に、二つばかりお詫びをしなければいけないことがあります。

一つは、この会の主な目的である政策委員会に私は

出ておりませんで、政策委員会における工学教育に関する議論を伺っておりません。電話で、きょう話せということで、ついすっかり承諾してしまったのですけれども、考えてみると、後のパネルディスカッションで皆さんがお話しになることと食い違ったりするかもしれないという心配を持っております。最初は、パネルのメンバーで話せということで承知しておりましたところが、別に話すことになりました。

もう一つは、いま川崎さんからご紹介がございましたように、アメリカのアカデミーと協議中の、日米工学教育の比較研究についての最終報告についてお話しする予定でしたが、その報告がまだ完成しておりません。日米間の協議について、最初にお話がありましたのは、アメリカのアカデミーのメンバーでもある猪瀬教授と小林宏治さんから、どうも日米が貿易摩擦でぎくしゃくしている、後ろに政府とか財界を背負わない人たちがざくばらんに話し合うような機構をつくらうではないか、という話がございました。それにはどうすればいいか。向こうはアカデミーがある、日本は工学アカデミーをつくることになっているけれども、まだできない、とりあえずどうするか、という話がございました。しかし、なかなか難しい要求で、後ろに何も背負わない、しかし自由に議論をして

いただく人たちが話し合った結果は国の政策とか産業界に十分影響力があつて、ただ話し合っただけで、「ああ、そんなことか」と言うだけでそのことが何の役に立たないというのでは困る、というようなお話でございました。

それで、猪瀬さんと相談した結果、いろいろ経緯がございましたが、日本学術振興会でお引き受けすることにいたしました。

学術振興会には産学協同委員会という組織があります。これはご承知の方も多いと思いますが、私は自分が前に学術振興会におりましてこう言うのも恐縮ですが、大変いい組織でございます。もともとは産業界の方と学界や官界の方が情報交換するということで、現在の特殊法人としての学術振興会ができるよりも前に、陛下のご下賜金をいただきまして財団法人としてスタートした時代からある、かなり歴史の古いものでございます。そのメンバーの所属している団体が会費を出して運営をする。この金は直接特殊法人である学術振興会には出せないで、協力会がございまして、多分いまでもそうだと思いますが、慣習的に経団連会長に会長をしていただいております、そこへお金を出して、そこから必要なだけ学振のほうで毎年お金をもらって使うということになっております。

仕組みが非常におもしろいのは、産業界と学界の方がメンバーになっておりますが、産業界の方は会費を払う、学界の方は会費を払わない。しかし、いろいろな会合をするときに旅費等の費用が要りますと、会費を払わないほうの学界の人はその委員会から費用をもらえる、会費を払っているほうの会社からのメンバーの方は自分の会社の費用でやっていただく、そういう仕組みになっております。そこで、日米の協議をする日本側の組織

として149委員会というものを作っていただきました。そこでも、アメリカで会合をするときに、産業界の委員は会社のお金で行っていただく、大学関係の委員は委員会から旅費をいただいて出席する、そういうことになっております。

アメリカ側は、最初はそうではなかったのですが、ご承知のアカデミーが科学アカデミー、工学アカデミー、インスティテュート・オブ・メディシンという医学のほうと三つございますが、その下にナショナル・リサーチ・カウンシル(NRC)というのがございまして、その下に幾つかコミッティがございます。それが実際に活動している。そのコミッティの中にコミッティ・オン・ジャパンというのができました。最初のチェアマンがハロルド・ブラウンという人で、かつて国防長官をしていた人ですが、学界の方です。現在はエーリッヒ・ブロックがチェアマンでございます。ご承知の方も多いと思いますが、彼はナショナル・サイエンス・ファウンデーションのディレクターをしておりました。日本側は向坊先生がずっとチェアマンをしておられたのですが、今年の5月ごろに、「もうくたびれたから、おまえやれ」ということで、現在私がその後を引き継いでおります。

第1回は、1985年にサンタバーバラで会合をいたしまして、日米間のいろいろな問題を話し合いました。当時は、向こう側も日本のことをよく知らない点がございまして、非関税障壁がいろいろあるとか、日本語で論文を出すのはけしからん、我々は日本語が読めないとか、日本の大学が外国人を雇わないのはけしからん、というような話がありまして、我々のほうは、あなた方が日本語を読みたければ日本語を勉強すればいいではないか、我々は英語を勉強してあなた方の発表を読んでいるではないかとか、そんなことで委員会に出席するのもお互いのメンバーは両方でやかましく言っていたものですから、相手側の委員会にたまたまその国へ行っているときは出席してもよろしい、しかし、日本側の委員会にあなた方が出ても、あなた方がいるからといって我々は英語では会議をしない、日本語で会議をする、我々がアメリカへ行っているときにあなた方の委員会があったら我

々を出させてくれ、そのときには日本語で会議をしていただく必要はありません、英語でやっていただければ結構です、これがイコール・アクセスだ、というような話をいたしました。

ところが、1986年に京都で第2回をやりましたときに、向こうがいろいろ考えてまいりまして、この前おまえたちが言ったイコール・アクセスというのはおかしい、そうではなくてシンメトリカル・アクセスでなければいかん、と。

それはどういうことかということ、その間にいろいろなことがあったのですが、例えば、言葉の問題でいっても、なるほどイコール・アクセスという点から言うところの前のあなた方の意見はもっともなように見えるけれども、その前に、世界中でどれだけの人が日本語を理解しているか、世界中でどれだけの人が英語を理解しているか、という状況を考えて、それに相応したようなことをしなければいかん。日本語は日本以外にはほとんど通用しない。英語はかなりのところで通用する。そうすれば、日本人が自分のやった研究成果を発表する場合にはそれに相応して日本語以外の世界に通ずる言葉で発表する必要があるというわけです。

それから、いろいろな機関に外国人を受け入れる問題でも、日本の大学へ幾らでも来てくださいと言っても、あなた方は日本の大学の先生の給料では不満だから来ないではないか、こちらがたくさんアメリカの大学へ行ったらあなた方が日本の大学へ来ないというのは、あなた方が来ないだけのことで、我々が門戸を閉ざしているのではないということをサンタバーバラで言ったのですが、それもやはりシンメトリカル・アクセスで言えば、日本の大学の研究の成果とか評価と日本のインダストリーの研究開発に対する世界的な評価とアメリカの大学の評価と産業界の評価を考えると、アメリカの研究者や技術者は日本の大学ではなくて産業界の研究所に行きたいというのが自然であって、そういうことを考えないで大学同士でオープンだとかなんとか言っていてはだめだ、と。それで、産業界の研究所で受け入れるためには会社の秘密になるような問題があるではないか、そういうような議論がまた始まったり、いろいろなことがございました。

US Committee on Engineering Education

Mildred S. Dresselhaus	MIT
G. Steven Burrill	Burrill & Craves
Mike M. Mochizuki	Brookings Institution
Lawrence W. Clarkson	Boeing Co.
Hugh T. Patrick	Columbia University
John D. Rockefeller IV	United States Senate
David A. Duke	Corning, Inc.
Robert A. Scalapino	Univ. of California, Berkeley
Daniel J. Fink	Fink Associates, Inc.
Susan C. Schwab	Univ. of Maryland
John O. Haley	Univ. of Washington
Harold K. Forsen	Foreign Secretary, NAE
F. Sherwood Rowland	Foreign Secretary, NAS

OHP 1

1991年に第3回をワシントンでやりましたときは、たまたまチェアマンの向坊先生が胃の手術をされて外国へ行けない。それから、日本側の創立以来からキーパーソンだった猪瀬先生も当時体調を崩しておりまして、医者から外国旅行をとめられていたので、とりあえず私が代理で日本側のチェアマンということで行くことにしたのですが、どうも私では向こうががっかりするだろうというので、ディナーのスピーカーということで大来佐

武郎さんをお願いしましたら、ご承知のように大来さんは非常にまめな方でございますので、最初はディナーのスピーチだけしてもらえばいいと言ってお願ひしたのですが、会議に全部出ていろいろといい意見を言っていました。先方も、前外務大臣のドクター・オオキタが来るというので、大変喜んでくれました。その間に、ここにもたくさんお見えになりますが、産業界でいろいろな会社の重要な方々においでいただきまして、非

常にいい話をしていただきましたので、向こうも大変満足いたしました。

そのときに、最後に、今度はお互いにテーマを決めて勉強し合ってから、またその次の全体の会合をしましょう、と。その幾つか挙げたテーマの中には、「両国における多国籍企業のビヘイビア」とかいろいろなことがあったのですが、その一つに、工学教育に関することをやろう、という話がありました。

きょうは、工学教育の日米の話し合いのことをざっと申し上げようと思いますが、アメリカ側のメンバーはここにございますように（OHP 1 前頁）、MITのドレッセルハウス、これは奥さんのほうですが、ご主人もMITの教授でございます。彼女がここのチェアマンで、最初はこういうメンバーでございました。

その後、レポートをつくろうということになりまして、各章に分けて、各章の責任者その他はここに入っていない方も入っておりますが、みんな忙しい人ばかりで、ロックフェラー4世とか偉い方が入っていますが、このワーキンググループの日米間の会合には、ドレッセルハウスは非常にまめに出てくるのですが、ここに入っているメンバーは実は日本に一人も来ておりません。ほかの人が来ています。しかし、一応向こうのメンバーとしてはこういう人たちが最初にリストアップされておりまして、多分、報告が完成するまでに最終的なメンバーが通知されると思います。

日本側も次々とメンバーは変わったのですけれども、現在はこういうメンバーです（OHP 2）。工学教育協会の代表としては緒方さんがずっと出ておられたのですが、いまは岡さんをお願いしておりますし、その他こういうメンバーです。

いよいよ報告をつくることになりまして、先方は、報告をきちんとサイエンティフィックにするためにはデータをたくさんもらわなければいかなというので、例えば、初中教育に関しては小学校でどれくらいコンピュータを持っているかとかなんと細かいデータを言い出すものですから、委員会等でそういう資料を持っていたとしても、文部省の方に入っていたかかないと最終的な正確なデータは困るだろうということで、文部省の方はいまは

149委員会 工学教育ワーキンググループ

所 属	氏 名
東京電機大学	岡村 総吾
お茶の水女子大学	太田 次郎
日本工学アカデミー	今井兼一郎
日本工学教育協会	岡 久雄
東京大学先端科学技術センター	児玉 文雄
放送教育開発センター	坂本 昂
東京工業大学教育工学開発センター	清水 康敬
産業技術融合領域研究所	末松 安晴
東京電機大学	中村 尚五
東京工業大学教育工学開発センター	中山 実
埼玉大学大学院政策科学研究科	丹羽富士雄
三菱総合研究所	山田 郁夫
文部省高等教育局	吉田 靖
文部省初等中等教育局	西阪 昇

OHP 2

高等教育局の専門教育課にあるリフレッシュ教育研究官がたまたま出ておられますので、もう三人目ぐらいでどんどん人がかわるのですけれども、最近吉田さんにかわりました。

そのほかに、後で申し上げますが、先方が初中教育のことに非常に興味を持って日米の初中教育を大いに勉強したい、大学の工学教育を考える前にどういうふうになっているかを考えなければいかんということで、そのために、西阪さんは前は専門教育課におられたのですが、いまは文部省の初等中等教育局の基本的な計画を立てる立場におられますので、特にお願いして出ていただいております。

最初に先方が考え出したことは、これはなかなかおもしろいのですが、彼らは「パイプライン」という言葉を使うのですけれども、どのぐらいの学生が大学の工学部とか理学部に入ってきて、それが卒業までにどういうふうになっていくかという流れを日米で比較をしてみようという話になりました。

これは先方が集めてきたデータですが（OHP 3、4）、はっきりしないところに疑問符がついています。上がアメリカで、下が日本です。（OHP 3）

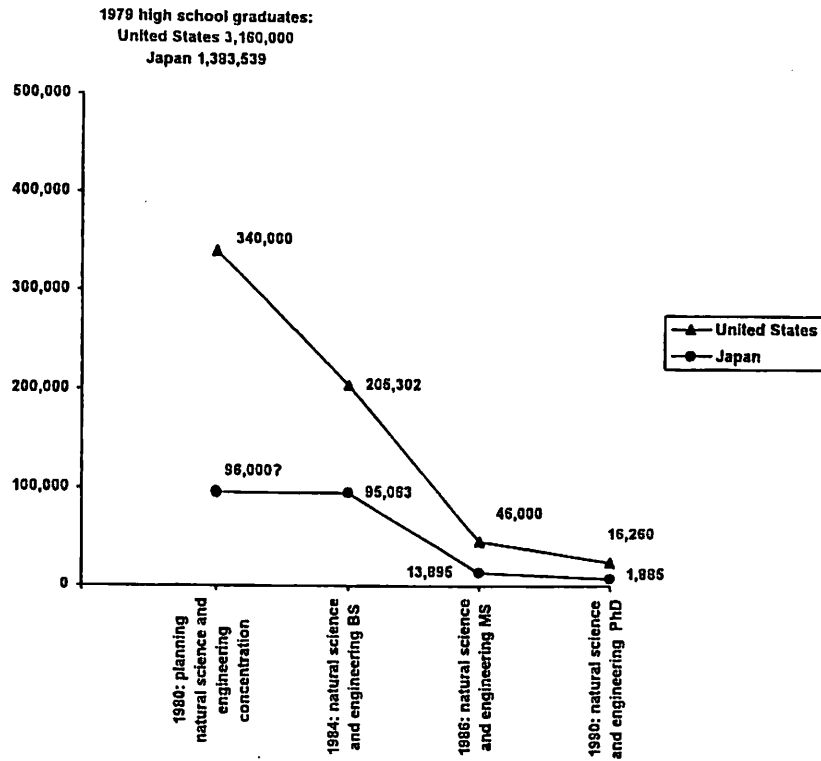


FIGURE X-X U.S.-Japan science and engineering education pipeline. SOURCE: Compiled from various sources by the Office of Japan Affairs.

OHP3

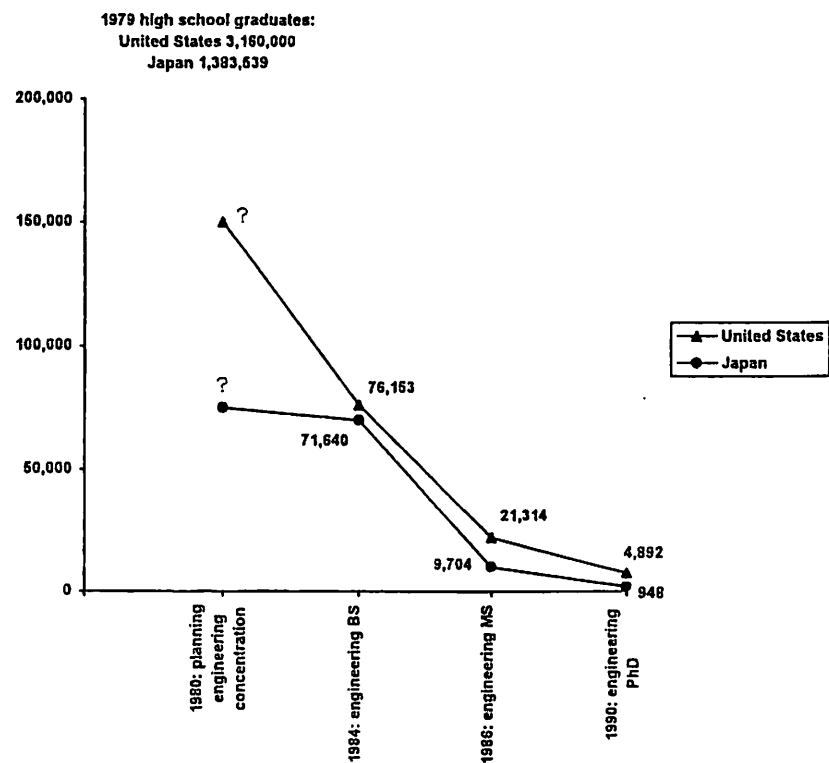


FIGURE X-X U.S.-Japan engineering education pipeline. SOURCE: Compiled from various sources by the Office of Japan Affairs.

OHP4

はナチュラサイエンス&エンジニアリングですから理学部と工学部のようなもので、最初のところは、大学の理学部とか工学部に入ってくる学生を全部合わすと、アメリカは34万人、日本は9万6,000人ぐらいです。ちょっとこの数は疑問かもしれせん。これはたまたま1980年に大学に入ってから、4年たって84年に卒業する。日本は大体入った者はみんな出ますから水平にこうなるわけですが、アメリカでは34万人が20万人ぐらいに減るわけです。それが2年たって修士を取るとこれぐらいになる、さらに3年ぐらいたって博士号を取るのはいくらぐらいになる、こういう流れでございます。

我々はこれをまだちゃんと分析しておりませんが、こういうふうにはアメリカが減るという過程は、日本の大学で考えるとここは少し減ったり途中から入ったりいろいろありますが、大差ありません。日本はここ（大学に入る時点）の前に非常に減っている。例えば、私の大学は3倍ぐらい入学を許可するのですが、いざ入ってくるのはこれぐらいになる。よそのもっといい大学へ行ってしまうのです。私立大学はどこでもそうです。早稲田のような大学でも、学科によっては3倍も4倍もお探りになっている。たまたま私の孫が早稲田の物理科へ入ったときに、発表を見に行ったら200人合格が出て、定員が50名で、入ったら49人しかいなかったそうです。そういうふうにかなり立派な大学でもそうございまして、よそへ行ってしまうので、入るところで下がってしまうわけです。しかし、それはどこかへ入るから、日本全体トータルするとそうでないかもしれない。この辺の細かいデータはございません。

これはよく皆さんおっしゃるのですが、日本は大学院が桁違いに少ないということと、学部卒業を見ると、さっきの理学・工学を合わせたものは日本とアメリカではかなり大きな差がありますが、工学部の卒業生はあまり変わらない。日本は工学が多過ぎるのではないかと、有馬さんはよくご承知なのですが、わざとおっしゃるのです。私は方々へ行って、有馬さんがそういう話をされるごとに、「それは間違っていますから」って言うものですから、この間、日本学術情報セ

ンターの10周年のとき、有馬さんが同じ話をされるだろうと思って一番前に座ってよく見ていたら、私の顔を見てちゃんとそこはおっしゃらなかった。

それはこういうことなのです。工学という言葉と理学という言葉が日本とアメリカで全く概念が違うのです。その確かな証拠は、余分な話をして申しわけありませんが、私が学術振興会におりましたときに、ハワイで日米の科学政策を5回ぐらいに分けて話し合ったことがありました。そのときに、NSFのインターナショナル・ディビジョンのディレクターをしていましたボーライトという人と会議の後にホテルで話したときに、ところで、自分は日本の工学とアメリカの工学の定義はちょっと違うと思うけれども、おまえはどう思うか、という話がありまして、彼は日本の大学の先生の名前をよく知っておりまして、そこで紙にいろんな人の名前を書いたわけです。これはアメリカだったらどうだというと、例えば、西澤先生もアメリカだと理学だし、私の大学の菅野君も理学だということです。例えば、そのペーパーは『アプライド・フィジックス』や何かに載るではないか、こういう話ですね。一番大きいのは、化学工学以外の化学は日本では工業化学とか合成化学、京都大学に至っては量子化学でさえ工学部に入っている。それはアメリカだったら絶対に理学だ。そういう議論をするのに最も彼らにわかりやすく言うのは、京都大学の福井先生は工学部の教授です。日本の大学の工学部は福井先生のような方が入っている。応用物理もそうですし、情報科学のようなものもかなりのものが工学部に入っているけれども、アメリカではそれは理学に入っている。だから、簡単に数で言って、日本は工学が多いから工学部の定員を少し減らせとか予算を減らせという話になりますと大変でございますので、付け加えてこういうことも申し上げる次第でございます。

結局、そういうような議論をした後で、全体の構想としては一つのレポートをつくらうではないかと。アメリカの連中は、何かやると方々からお金をもらってくるものですから、お金をもらうと非常に几帳面にレポートをちゃんとつくらうということがございます。そのレポートの計画を、そ

U.S.-Japan Joint Task Force on Engineering Education

- 1 Introduction
- 2 K-12 Education of Future Engineers
 - ① General Features of K-12 Education in Japan and the United States
 - ① Organization, Control and Funding
 - ② Learning
 - ③ Teaching
 - ② Issues and Challenges Related to Engineering Education
 - ① Overall Performance of the K-12 System in Mathematics and Science
 - ② Developing New Approaches to Improved Performance
 - ③ Promoting Interest in Engineering and Technical Careers
 - ④ "Technology in Education" and "Education about Technology"
- 3 University Entrance Issues
- 4 Undergraduate and Graduate Education
 - 4A. Undergraduate Issues
 - 4B. Graduate Education Issues
- 5 Life Long Learning in the Engineering Education Environment
- 6 Meeting the Challenge of "Global Engineering"
- 7 Possible Conclusions and Recommendations

OHP5

ういうことになるアメリカ人はうまいものですか、「2」のところにございますように、チャプター1～7まで案を持ってまいりました（OHP 5）。我々もいろいろ議論したのですけれども、我々が下手な英語を一生懸命鉛筆をなめて書いてみたってあまり読んでくれないから、アメリカ側が書いてくれるなら大変いい、どんどん文句を言って直してもらって、最終的にはアメリカに書いてもらおうと。

イントロダクションはさっきのようなパイプラインが必要ですが、向こうが非常に興味を持ったのはK-12エデュケーションでございます。Kというのはキンダーガーデンで幼稚園で、幼稚園から12年で高等学校まで。幼稚園を含めた初中教育をアメリカと日本とを比べようではないか。

第二が、これは我々のほうから提案しまして、我々は入学試験問題に非常に困っている、アメリカはいろいろな方法をやるから議論にならないかもしれないけれども、どうするかという議論を開きたいというので出してみました。これはアメリカは受けないだろうと思ったのですが、意外にもアメリカは非常に興味を持って、日本のほうがいろいろ苦労しているようだから、これからアメリカも必要になってくるので日本の経験を聞きたいから、これもやりましょうと。

その次は学部教育と大学院教育。

その次の“Lifelong Learning in the Engineering Education Environment”というのは、大学を出てから後の生涯教育の問題でございます。

最後に、世の中がグローバル化したからグローバル・エンジニアが要る。これは我々はちょっと意外だったのは、アメリカ側は日本を買いかぶっておりまして、アメリカ人はいままで英語をしゃべりさえすれば世界中どこへ行っても通用する、資源はみんなアメリカの中にある、アメリカの中にも大きなマーケットがある、あまり外国のことは考えなくてよかった、それがアメリカの産業界の競争力をなくした、日本はそれに比べて大学ではたくさんの外国語を教えているとか、会社へ行くと海外へ派遣してグローバル・エンジニアということについて非常によくやっている。よくはやってないのですけれども、それで大いにやりたい

と。

最後に、それをまとめてコンクルージョンとリコメンデーション。

ということで、一部できておりますが、まだ完成しておりません。

実は、こういうことになったのですけれども、途中で話が変わることになりましたが、お詫びしなければいかんもう一つは、順調に行けば、きょう私がお話しすることを引き受けたのは、いまごろきちんとしたレポートができて、それをここでお配りして、簡単に話ができると思っていたのです。本当は最終的なものが今年の3月か4月には終えるという話になっておりましたが、両方とも遅れたこともございました。

もう一つは、特にこの夏近くなってからパタリとアメリカ側の作業がとまりました。これは、ご承知の方も多いと思いますが、アメリカの工学アカデミーの会長が、昨年ホワイトさんからリボビッツ氏にかわったのですが、リボビッツ氏が会長になってから、役職としてNRCのバイスチェアマンになっているわけですが、バイスチェアマンの権限を利用して、NRCの各コミッティに來ている研究費で工学関係のものを全部NRCからはずして、これを工学アカデミーで直接使用するというようにして、アカデミー・オブ・サイエンスと大喧嘩になってバイスチェアマンを首になるとか、その結果、今度は工学アカデミーが会長をやめさせるというルールがなかったのを、全会員の投票で900何対100だからでそういう制度を認めて、認めるやいなやすぐリボビッツをやめさせるという動議が出されて、それをまた全会員投票にかけて、去る6月24日にその表決が通ってリボビッツが解任された。いま会長がいない。そのためにNRCのアクティビティにもいろいろな影響が出ていて、委員会が満足に働けない状態になっている可能性――これは想像です――があるわけでございます。

我々のワーキンググループをやるごとに向こうの事務局からきちんとした報告が届いていたのですが、7月に会合をしたときに、夏休みがあるので9月にやると手紙を出して、休暇をエンジョイしなさいなんてお互いに言ったきり全然話が来な

Table 1: The future engineer at university entrance

	JAPAN	UNITED STATES
Expected Competencies	● Defined by national curriculum, entrance exams ● Excellent grounding in factual knowledge, routine skills	● Defined locally, wide variations between regions and individual students ● National math and science standards being developed (not national curriculum) ● Extensive remedial programs at colleges and universities for incoming freshmen
Resources	● \$6,460/pupil annually across K-12 (1) ● Teachers relatively high status ● More total classroom time, more time devoted to math and science compared to U.S. ● Ratio of classroom teachers to non-teaching staff = 2.19 (1991)	● \$4,770/pupil annually across K-12 (1) ● Generally well equipped schools (over 98% of public schools use computers in student instruction; 26% of senior highs have satellite dishes) ● Ratio of classroom teachers to non-teaching staff = 1.22 (1990)
Institutions	● University entrance examination ● Ministry of Education ● Juku (cram schools)	● Strong local boards of education ● Strong teacher's unions ● Growth in alternatives to public education
Issues & Concerns	● Declining interest in pursuing science and engineering careers ● Ability to do creative research (?)	● Low overall performance ● Declining interest in science and engineering careers

Notes: (1) Calculated for 1989 in current currency, at ¥100 per dollar (tends to inflate the Japanese figure in terms of purchasing power). Japanese figures include special education schools. Japanese figures from Ministry of Education, Science and Culture, Japanese Government Policies in Education, Science and Culture 1991 (Tokyo: Ministry of Finance Printing Bureau, 1992) and the U.S. figures from U.S. Department of Commerce, Statistical Abstract of the United States 1993 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1993).

Source: Compiled by the NRC Office of Japan Affairs from various sources

OHP6

くなって、こっちもちょっと怠けていたものですから、向こうが何も言っていないのをいいことにしてしばらく休んでおりました。それで大分遅れておまして、きょうは最終的な報告ができないわけです。

時間もあまりありませんから、ごく簡単に申し上げますと、これは初中教育の問題に対する一番最初の問題意識です (OHP6 前頁)。大学へ入学したときの将来の技術者になるべき者が日米を比較するとどうなるか。一つは、これについてもアメリカは非常に日本を買いかぶっているところがあるのですけれども、日本の大学へ入ってくる学生は高校で文部省が決めたナショナル・カリキュラムをやっているのです、必要な能力は一応みんなそろえている、日本の大学は非常に楽だ、ほとんど似たような教育を受けた学生が入ってくる、アメリカはそうではなくてローカルなコミッティが決められているので、現在は数学とかサイエンスについてナショナル・スタンダードを決めようとして日本のまねをしているけれども、まだ完全にできていない、カリキュラムになるまでは行ってない、したがってアメリカでは、一番上の右の下にありますように、Remedial Education (補習教育) を大学へ入ってからしなければいかん、これは大いに日本を見習わなければいかん、こう言うわけです。我々としては、来年の4月から大学へ入ってくる学生は、高校のカリキュラムがすっかり変わりました、下手をすると、工学部や理学部で物理を知らなかったら何も講義のしようのないような学科にほとんど物理を習わない学生が入ってくる。我々はいままで Remedial Education はやっていなかったのですけれども、アメリカのまねをしてこれをやらないと教育ができないのではないかということをおもっていますので、ぜひアメリカの様子を聞いてみたいということで、これは非常に興味を持ったわけです。

そのほか、これは1ドル=100円で勘定していますから、いまはもう少し変更しなければいけませんけれども、初中教育の一般論として、先方は、日本の初中教育は十分政府が金をかけている。初中教育に関する予算を生徒数で割った結果、アメリカは1年で1人の生徒に4,770ドルに対して、

日本は6,460ドルだから、5割も日本が多い。非常に経費がかかっている。その結果、日本の初中教育の先生のレベルはアメリカに比べると高い。私がドレッセルハウスに、「そうじゃない。日本も困っているんだ」と言っても、それでも日本はアメリカに比べればまだましだと、これは議論にならないので、本当はどうか私はよくわからないのですが、そういう話です。

ただし、ちょっとおもしろいのは、そうだけれども、Ratio of classroom teachers to non-teaching staff というのは、日本が2に対してアメリカは1ということは、アメリカではちゃんと教育をしている先生に対して事務員とか補助者とか工作をする人等の割合が非常に多いのです。ほとんど同じぐらいつく。日本はそれが非常に小さい。これは私は大学もそうではないかと思うのです。大学については向こうのデータがないのですが、日本はこれは大学人の責任だと思うのですけれども、文部省に各大学が予算を請求して講座をつくると、助手の席を転用して教授をつくる。自分で足を一生懸命食っているのです。いまごろになって助手がいなくなるとかなんとか言っても、自分がそれを持ち込んで、教授をつくったり講座を増やすために、席がないからだめと言われると、助手の席を食って教授をつくる。昔は1、1、2、4といって、教授1人、助教授1人、助手が2人、補助職員が4人というのがスタンダードだったのですが、1、1、1、1どころか、もっと少なくなっているのではないかという気がします。これは別問題ですが、そういうような問題がございます。

それから、入学試験の問題は、こちらからほとんどデータを出しまして、向こうで立派な文章をつくってくれました (OHP7)。これは大体できております。ここでの一つの問題は、もちろんアメリカは制度が非常に違いますので、直接比較はできないわけですが、具体的に試験問題まで送って、向こうのものと比べたりしております。これは当然なのですが、例えば、SATという試験がございますが、それと私の大学の10年間ぐらいの入学試験問題を全部送って向こうで比べたら、日本の大学の試験問題はアメリカに比べると非常に難しい。日本の大学の入学試験は落とすために

3

University Entrance Issues

(To be drafted later. The Japanese members have provided a large amount of background material. The U.S. group needs to assimilate this and do some additional work to get complementary information. OJA hopes to produce a draft by early March. The points made in the draft will follow the input we receive from the Japanese group. From our discussion in November, we assume that the Japanese members want to raise concerns about the long-term impacts of keeping the current system, while calling attention to technical improvements made in recent years.)

I. Post-high school engineering education structure in the United States and Japan

A. Types of post-HS education for engineers

1. Technical colleges to universities
2. State and private universities
3. Numbers of higher education institutions
4. Mechanisms of central/local control

B. Hierarchy of institutions on Japan

1. Pyramidal structure
2. Contrast with diversity and control in U.S.
3. Accreditation (briefly mention, more detail in Chapter 4)

II. Examples of actual entrance criteria in both countries

A. Japanese NCT

B. U. of Tokyo

C. Lower-level University test in Japan

D. SAT

E. Comparison summary

1. Content
2. Breadth (incl. foreign languages)
3. Non-examination criteria for entrance

III. Preparation for entrance examinations

A. Pre-selection of appropriate institution

B. Methods of study for entrance examinations

C. Influence of exams on K-12 curricula

D. Role of cram schools (juku)

1. Statistics on juku attendance
 - a. Percentage of students by age
 - b. Hours per week
2. Methods of juku instruction

OHP7

やっていますから相当難しいけれども、向こうは、これができた者はちゃんと高校を卒業して大学の勉強ができる資格があるということですから、うんとやさしい。こういう問題がございます。

それから、各大学に分けていろいろな比較をするとか、いろいろなスタディをしておりますが、アメリカも今後どうやっていい学生を選ぶかということについては、よく日本の新聞などには、アメリカは非常にうまくいっている、日本の入学試験問題がおかしいのだというような話がございすけれども、これはある程度必要悪のところがございまして、これは私の個人の意見ですが、むしろ入学試験問題というのは大変大きな影響を与えている。坂本先生がメンバーで、いまは放送大学の研究所に移られましたけれども、当時は入試センターにおられましたので、先生と一緒にいただいてアメリカの連中と議論すると、入試センターの方はいかに苦心したかということを訴えるのです。あの入試センターの問題が従来の各大学がやっている奇問難問をやめさせて、非常にリーズナブルな問題になった。確かにああいうマークシート方式は問題はあるけれども、あれと各大学のそれぞれ固有の入試とを組み合わせれば、非常にいい試験ができています。また、あれでも暗記力だけではなくて理解力もかなり試せるのだということをおっしゃるものですから、アメリカ側の人が最後に、では、日本はいま世界で最も理想的な入試制度ができていますね、という話になるので、私は慌てて、そうじゃないんだと。テクニカルには先生方の変な努力によって入学試験の問題は改善されたでしょう。しかし社会問題として考えると、残念ながら日本の大学人は財力とかスタッフの頭脳からいって受験産業に勝てない。完全に受験産業に敗北している。

要するに、受験産業はどういうことかという、乱暴な言い方をすると、大学とは全く目的が違うわけで、大学は能力のある人を入れるにはどうすればいいかということを一生涯考えるのです。受験産業は、能力のない人がどうやってそこへめぐり込めるかということを考えるわけですから、全く反対なわけです。したがって、非常に怖いことは、いまのマークシート方式にしろ、そこに出

た問題の正しいところにマルをつけるために、問題の趣旨を一生懸命考えてその問題を解くようにすれば確かに入試センターの方がおっしゃるように理解力や独創力もわかるはずなのですが、そうではなくて、受験産業が教えていることは、ああいう試験問題を考えるなど言うのです。サッと見てわかる問題にマルをつけて、あとの問題は試験の間に考えたって解けないから考えるな、考えないで問題の中に出てくる言葉と回答の中に出てくる言葉の頻度から確率的にマルをつけなさいというのです。私は、受験産業の人がそういう方法を考えて教えるクリエイティビティというのは尊敬するのですが、そういうことを教わって一生懸命やるものについては、本当に困ります。将来その人がちゃんと仕事ができるかという、そうではないだろうと思います。

私もよくうちの大学で、「あんな問題を出さないで、朝8時から夜の6時まで弁当持ちで受験生を集めて、難しい問題を一つ出して、我々エンジニアは一遍やりだしたら辛抱強く考える癖をつけなければいけない、パッパ、パッパと次の問題へ移っていくようなのはだめなんだから、そういう問題を出してみたらどうだ」と言うのですが、たちまち、「先生はそんなことを言うけれども、うちだけそんなことをしたら受験生が激減しますよ。そうしたらうちの大学はつぶれますよ」と言われるのです。そういうことで、これにはまだなかなか難しい問題がございます。

大学教育につきましても、学部教育、大学院教育についていろいろ話し合いをしておりますが、これはアメリカでも、どうも日本に比べてこれはアメリカのほうがまさっている、と。だから、あまり熱心に聞いてこないのです。ただ、一つおもしろい現象は、ドレッセルハウスはMITですから、MITでは、入学試験のやり方はいろいろありますが、入学の評価をした場合のその評価と卒業するときの成績とがかなりいいコリレーションがあります。日本では、東大で昔やったことがあるのですが、コリレーションが全くないのです。東京工業大学の方も、ないとおっしゃいます。

私は、最初、それは受けた学生のごく上澄みだけをとりよるような大学はない、しかし、学生の質が

Table 2: The engineer 4-5 years after entering a company

	JAPAN	UNITED STATES
Expected Competencies	● Possesses detailed knowledge of the company and peers in other functions ● Competent in 1-2 specific technical areas (R&D engineers) ● Functions well as part of a team ● Top performers could be sent to U.S. grad school, or will assume first supervisory position in 1-2 more years	● Knows engineering methodologies of a particular facility, business division ● Deep competence in one technical specialty ● Demonstrates personal responsibility and initiative ● Is likely working at second employer or ready to change employers soon
Resources	● More resources overall for continuing education than at U.S. companies? ● 1-2 weeks general training, then 6 months OJT ● Large companies have extensive continuing education programs for engineers ● Conferences, etc.	● Initial OJT is job specific and not very extensive ● Most companies above a certain size provide resources for continuing education, mostly outside the company, but the amount varies widely ● Varying support for participation in short courses, conferences, etc.
Institutions	● Lifetime employment ● Paper doctorate opportunity ● Technical societies	● Technical societies ● Job mobility ● Distance learning
Issues & Concerns	● Capability for independent research ● Future ability of companies to invest in continuing education ● Appeal of engineering as a career ● Salary structure	● Lack of "good research jobs" due to defense cuts, corporate restructuring ● Appeal of engineering as a career ● Salary structure

Source: Compiled by the NRC Office of Japan Affairs from various sources

OHP8

ピンからキリまでであるような私立大学にはあるでしょう、だから私の大学ならあると調べてもらったら、私の大学もないのです。MITはある。どういうことか。これはよくわかりません。私の推論は、日本の大学では、大学へ入ったら大部分の学生がもう勉強しなくなる。少なくとも入学試験は、試験の方法が悪いにしろ、いい学生でも、やさしい問題でも、一生懸命やる。入学試験は真剣にやるけれども、入学してからは真剣にならない。だから、卒業のときの成績は、まだ勉強しようという気がある学生は成績がいいけれども、ほかのことに興味があつて勉強しない学生は成績が悪い。だからコリレーションがないのではないか。日本の大学でも本当にコリレーションがあるようにすれば、日本の大学の教育がよくなったと言えるのではないか。これは間違っているかもしれませんが、そういうことを考えております。

もう一つ、これは企業に入ってからどうなるかということについて日米を比較しておりますが(OHP8前頁)、この問題については、この章では最初はこの問題意識で、入ってから再教育をどうするかと言うことで日米で比較しておりましたが、いまのレポートの中で向こうが書いてまいりました報告は、むしろエンジニアの生涯が会社に入ってからどういうふうに進んでいくかということに視点を置いた、ちょっとおもしろい論文になっております。

これはアメリカは一例として、あまり違わない内容の日米の会社を比較して、一人の技術者が会社へ入ってからずっと年を取るまでにどういうふうになっていくかということで、その例として、違わないということで、ゼロックスと富士ゼロックスをとって、会社へ入ってから何年たつとどうなるか比較しています(OHP9、10)。

一つ大きなことは、ゼロックスも、アメリカの会社のほうはわりあい若いうちにマネジメントのほうへ行く人と専門職へ行く人と能力を見定めて決めるということで、この時点で変わっているわけです。日本はもう少し後になって、役員になれるとか、部長になれるとか、そういうポジションのようところで分かれる。これは少数例であるいは問題があるかもしれませんが、そういう

ことになっております。

あと、グローバル・エンジニアのことがございまして、これは先ほど申し上げましたように、アメリカ側がちょっと日本を買いかぶっていることがございますが、この点は、日本側は主として山田さんが担当してやっていただいておりますので、あるいは山田さんはきょうはパネルのメンバーのようですから、パネルディスカッションのときに補足してお話いただければいいのではないかとということで省略いたします。

こういうような日米を比較して、一体日本の工学教育を今後どうするかということが問題だと思えます。まだこれから報告書をつくる途中でございまして、でき上がってから皆さんにそれをご批判いただいて、またそれを基にして考えていただくのがいいかと思えますけれども、私としてはそういうことをずっと考えて、今後、これは皆さんがおっしゃっていることですけれども、もう少し学生に大学においては工学というもの、あるいは技術というものがおもしろいということを本当に思わせて、自覚させて、自主的に勉強させるのにはどうすればいいか。各大学でだんだん学生の質が下がってくるというので、一生懸命に教育をやればやるほど、細かく学生を指導して、例えば、こういう講義を聞きなさい、あれを聞きなさい、そんなことを聞いたらわからんだろうから、ちゃんと標準のカリキュラムをつくるからこれを聞きなさい、能力があれば別だけれども、あまり能力のない学生がよその学科の講義を聞いてもアブハチ取らずになるからというので、親切にカリキュラムを与え過ぎる。そのために、総論的には独創性を涵養しろとか自主性を尊重しろとか言うのですが、学生は与えられた講義を聞くだけになってしまう。自分で全然考えないで、何のためにそんな講義を聞いているのかもわからないというふうになっているような気がいたします。

もう一つは、各大学そうだと思うのですが、私の大学でもいま私はワーワー言っているのですが、どうも学生が怠けるというので、一生懸命で卒業の必要単位を文部省よりも多くしているのです。あれもこれもとたくさん教えるのですが、ますます学生は、何となくたくさんを聞いている

Chapter 5

Life Long Learning in the Engineering Education Environment

Outline

- a. Profile of engineer's career in USⁱ
 - *Background.*
 - Economic Context for Engineering Careers
 - Expected Competencies of Engineers Entering the Company
 - Other Characteristics of US Engineers
 - Generalized template w/intervals 0-5 yrs, 5-15 yrs, 15-30 yrs with learning/training events highlighted
- b. Profile of engineer's career in Japanⁱ
 - *Background.*
 - Economic Context for Engineering Careers
 - Expected Competencies of Engineers Entering the Company
 - Other Characteristics of US Engineers
 - Generalized template w/intervals 0-5 yrs, 5-15 yrs, 15-30 yrs with learning/training events highlighted
- c. Comparison of engineer's career in specific companies in same industryⁱⁱ
- d. Comparison of attitudes toward continuing education^{i, iii, iv}
 - From the perspective of companies
 - Corporate context for continuing Education in Industry - US
 - Corporate context for continuing Education in Japanⁱ
 - From the perspective of individual engineers
 - Consequences of lifelong employment versus employment mobility in the USⁱ
- e. General comparison of life learning experiences over these career cycles
 - Profile of learning events over careers^v
 - Organization of continuing education in US and Japan^{i, 4, vi}
 - Data on industry spending on continuing education in both countries
- f. What are individual engineers and companies seeking in their continuing education programs?^{vii}
 - Is there a common curriculum to satisfy these needs of several different approaches?
 - Examples of programs in US and Japan^{i, 5, viii}
 - What are the delivery mechanisms
- g. What are the roles of the parties in continuing education delivery organizations in the US and Japan?^{4, 6}
 - Individual
 - Company
 - Universities
 - Technical Societies
- h. What are the forces of change in continuing education in the US and Japan (what is common and different)^{i, ix}
- I. What are the common issues and differences in both systems
 - How are they being addressed?
 - What should be further considered

- IV. University application and acceptance in U.S. and Japan (comparisons)
 - A. Ratio of applicants in public and private institutions
 - B. Effects of failure (on exams) in U.S. and Japan
 - 1. Re-application possibilities
 - 2. Social problems
 - C. Field preferences of applications
- V. Correlation between performance in undergraduate program and entrance exam performance
- VI. Influence of entrance examination in Japan on education
 - A. Teaching in public schools
 - B. Responsibility of public schools
 - C. Students' learning and thinking habits
- VII. Transfer students in the U.S. and Japan (role of two-year institutions)
- VIII. Conclusions: Influence of entrance examination procedures and standards on engineering education

OHP10

Career Paths in Engineering

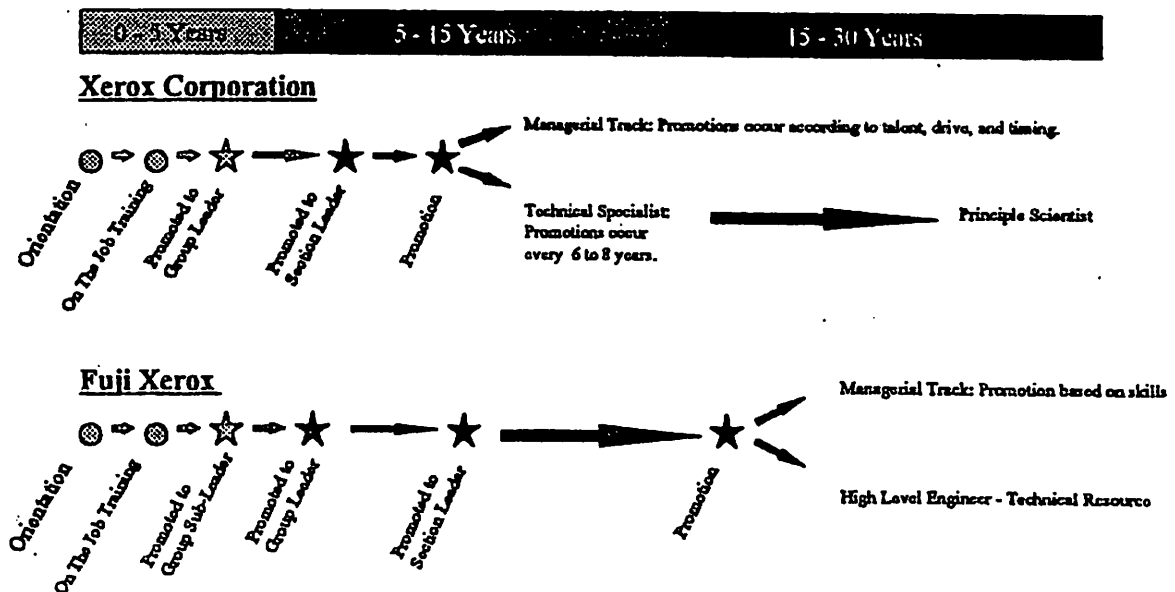


Figure 1

けれども、どれも本当に会得してない。だから、講義は精選するけれども、教えたことは徹底的に理解できるようにしたほうがいいのではないかと
いうようなことを考えておりまして、日米の比較
でいろいろ議論しながらも、そういうような感じ
がいたします。

まだいろいろ問題も多いのですけれども、大分
時間が過ぎましたので、雑駁な話で恐縮でござい
ましたが、この辺で私の話を終わらせていただき
ます。どうもありがとうございました。(拍手)
司 会 岡村先生どうもありがとうございました。

これまでの149委員会等での日米比較という
ご検討を通じての問題点の指摘ということで、岡
村先生のお話を承らせていただきました。本来な
らば、ここでご質問を受けて、岡村先生からお答
えをいただくというのが順当だろうと思うのでご
ざいますが、若干時間が過ぎておりますので、恐
縮でございますが、パネルディスカッションのと
きにもまたフロアからご質問をいただくことを考
えておりますので、質問等がございましたらそち
らに譲らせていただきたいと思います。

－ コーヒーブレイク －

パネルディスカッション

コーディネータ： 大橋 秀雄（政策委員会教育問題小委員会委員長(工学院大学学長)）

アシタ・コーディネータ： 丹羽富士雄（政策委員(埼玉大学大学院政策科学研究科教授)）

パネリスト： 三井 恒夫（会員(東京電力(株)最高顧問)）

富浦 梓（政策委員(新日本製鐵(株)常任顧問)）

山田 郁夫（会員((株)三菱総合研究所常務取締役)）

廣松 毅（政策委員会専門委員(東京大学大学院総合文化研究科・教養学部教授)）

小林 信一（電気通信大学大学院情報システム学研究科助教授）

司会： 川崎 雅弘（政策委員会委員長）

司 会 本日の公開討論会の後半の部、パネルディスカッションに入らせていただきたいと思います。

では、コーディネータを、政策委員会で教育問題小委員会の委員長を務めておられます大橋先生にお願いいたしまして、パネリストの皆さん方については大橋先生のほうから後ほど紹介をさせていただこうと思っております。以後の会の進行あるいはフロアからの質問等についても、大橋先生の司会のもとで進めさせていただければと考えておりますので、よろしくご協力のほどをお願い申し上げます。

それでは、大橋先生、よろしくお願いいたします。



大 橋 ご紹介いただきました大橋でございます。

表題を見ていただきますと、「工学教育をどう変えるか」となっております。これについては政策委員会で

大分議論をいたしまして、もうああだこうだと言っている時期ではない、どう変えるか決断する時期だ、という強い危機感をこの表題にあらわそうということになりました。我々はずいぶん長いこと、工学教育、工学教育と呼んでいろいろな集まりを開いてまいりました。工学教育の担当は文部

省の専門教育課でございますが、専門教育課の歴代の課長さんをはじめ担当の方のご意見でも、工学教育はほかと比べても一生懸命やっている、それなのに、まだ工学教育、工学教育といろいろやられるのですか、というような声もうかがっております。これには、やはり我々の自負といえますか、いろいろな教育がある中で、工学教育というのは国の盛衰と一番かわりの深い教育分野だという思いが強いので、つい、工学教育、工学教育とわめかざるを得ない状況が続いてきたかと思えます。

先ほど岡村総吾先生のお話がございます、本来ならば報告書が既に出て、ある程度まとまった方向づけの結論が出たはずだったということでございましたが、先ほどのお話である程度その内容は想像し得たかと思っております。きょうは、これからパネリストの方に一人約10分ずつお話しただき、それぞれの立場からのご主張をうかがいたいと思います。そしてそれらのお話の中から、「工学教育をどう変えるか」に必要なキーワードをすべてたたき出してみたいと意図しております。

きょうお願いしてありますパネリストをご紹介します。真ん中の席におられますのは三井恒夫様でございます、工学アカデミー会員で、東京電力の最高顧問をしておられます。

次が、アカデミーの政策委員をしておられます富浦梓様でございます、新日本製鐵の常任顧問をしておられます。

その次が、工学アカデミー会員の山田郁夫様で

ございまして、三菱総合研究所の常務取締役で、先ほど岡村先生からもご紹介がありましたように、グローバル・エンジニアの専門家でございます。

あと、アカデミアの立場から政策委員会専門委員をお願いしてあります廣松毅東京大学総合文化研究科教授でございます。

それから、若手の意見を代表するという事で、電気通信大学大学院の情報システム学研究科助教授の小林信一先生をお願いしてございます。

それでは、三井さんを皮切りに、10分ぐらいずつ問題提起をしていただきたいと思います。廣松さんと丹羽さんにつきましては、後でご発言いただく関係でちょっと時間をはしょっていただきたいと思います。それでは、よろしくお願いします。



三井ご紹介いただきました東京電力の三井でございます。

与えられましたのは、日本学術会議の第5部で「転換期にある工学と産業のかかわりに

ついて—産業界の意識調査とその考察—」という報告書を出しましたが、その作業に携わっておりました関係から、その内容を中心にして紹介しろ、ということでございます。

本文は、『学術の動向』の96年5月号の特集2に掲載されています。ちょっと宣伝させていただきますと、日本学術会議はいろいろな活動しておりますけれども、とにかく外からは何も見えない、何をしているのかわからない、ということでこういう雑誌を発行することにいたしまして、これが第1巻第2号でございます。学術会議の動向をご承知いただき、かつ、いろいろご批判なりご要望なりを承りたいということで発行しております。付け加えて申し上げておきますと、編集委員長が大橋先生でいらっしゃるということでございます。ここにいらっしゃる大部分の方はご講読いただいていると思いますけれども、ご講読されていない方はぜひご講読いただきたいと、大橋先生にかわましてお願いを申し上げます。

さて、その内容でございまして、まず「転換期にある」ということが、従来は高度成長の時代でございまして、大変うまく車輪が回転していた。高度成長が頭打ちになり、こういう時代になってまいりますと、産業界では産業技術をどういう方向に持っていくべきか、そして工学との関係をどういうふうに考えたらいだろうか、ということが深刻な問題になってまいります。調査いたしましたのが昨年でございまして、産業界にアンケートをいたしました。アンケートをいたしましたときに円高の80円というような厳しいときでございまして、産業界が最もそういうことを深刻に受けとめていた時代であります。やや回復基調にありますけれども、いまの産業技術が頭打ちになっていることは事実であります。これからその産業技術をどういうふうに組み立てていくか、特に発展途上国の追い上げがあり、通常の技術でありますならば、発展途上国がみんなフォローしてくるということでもありますので、我が国としてそれをどういうふうに組み立てていくか、というところに大きな問題意識があって、その上で工学との関係をどう考えるかということが問題になってくるわけでございます。そこで、そういう展開について二つの方向性を打ち出しました。

一つは、ブレイクスルーによる新たな産業技術の創造ということです。これは、そういう産業技術の芽となる新しい「知」をつくり出す。そして、そういう「知」に基づいて産業技術を確立していく。非常にオーソドックスでありますし、大変難しい問題であります。いわば基礎研究の中からぜひ産業技術を打ち立てていきたい、こういうことでございます。

二番目は、将来の社会基盤への戦略的な布石。これは、日本学術会議の伊藤会長が申しておりますように、戦略研究であります。目的、ターゲットを持った基礎研究でございまして、経済的社会的ニーズが高い研究開発の例として挙げておりますのは、エネルギー、環境、食糧、情報、都市、セキュリティ、健康、福祉、いずれも私どもの抱えている非常に大きな問題でございまして。21世紀のエネルギー問題を一体どうするか、食糧問題はどうか、これはみんな重要な問題でございま

して、そういう問題に関する戦略的な研究計画を立てて、そしてその計画の中で一体どういう問題点があって、それをどう解決していくか、こういう戦略を確立していくことが必要でございます。科学技術基本法が制定され、そして科学技術基本計画が作成されたわけでございますけれども、この報告書の方向性はこの基本計画の方向性と同様であると思います。

そこで、第5部におきまして産業界にアンケートをいたしましたのは、経団連会社を含みます1,600社でありまして、400社から回答をいただきました。アンケートの内容は、そういう産業技術をするかという問題で、大きく分けると、研究開発をどうするかということと、その研究開発に携わる人材育成をどうするかということでございます。きょうはそのうちの人材教育の話を申し上げようということでございます。

まず、「従来進めていた人材教育のあり方を変革する必要があるかどうか」ということを問いましたところ、大部分が「その必要性あり」と言っています。96.3%がそうであるということです。

「どうしてその変革をする必要があるのですか」という問いに対して、大きかったのは「独創性」でございます（OHP1）。先ほど申しました新しい「知」を創造する、そういう面におきまして3分の2がそういうことでございます。「グローバルな視点からの見方ができない」。「非常に専門的な細かい部分にだけ視野が行って、全体を見ることがない」。それから、「先端的な基盤技術が教えられていない」。そういうことを進めます場合の「基礎的な知識が十分教えられていない」。それから、「産業技術に興味を持つように指導されていない」。どうもそういう人材教育は産業技術とはかけ離れたところでやられているのではないだろうか、こういうふうな理由でございます。

それでは、どういう変革をどういう方法でするのか、あるいはどういう要請があるのか、ということですが（OHP2）、変革の方法につきましては、先ほども岡村先生からお話がございましたけれども、「入試制度の問題」がかなり大きなパーセンテージを占めております。「カリキュラムを変更する」。これも、一口にカリキュラムと

申しましても、具体的にになってまいりますと、一体どうするのだと次のテーマになるわけです。これはアンケートでございますので、そういった大ざっぱな言い方でございます。それから、「融合・統合的な学術分野を設ける」。これは先ほどの、専門的なものになりがちである、実際の産業技術というのは個々のものではなくて全体であるから、そういうシステムとか設計技術・設計工学というふうな統合的な学術分野をもう少し広げたらどうか、そんなことでございます。人材教育に対する要請も大体似たことでございます。「複合的な分野にまたがる技術の教育」が30%ぐらいでありますし、知識だけ与えていてその基盤にある考え方や理論を十分教えていないのではないかという意味で、30%が「基盤技術をきちんと教えてもらいたい」、あるいは「産業技術の実態を教えてもらいたい」、「モノづくりの楽しさがわかるようにしてもらいたい」、こんな要請でございます。

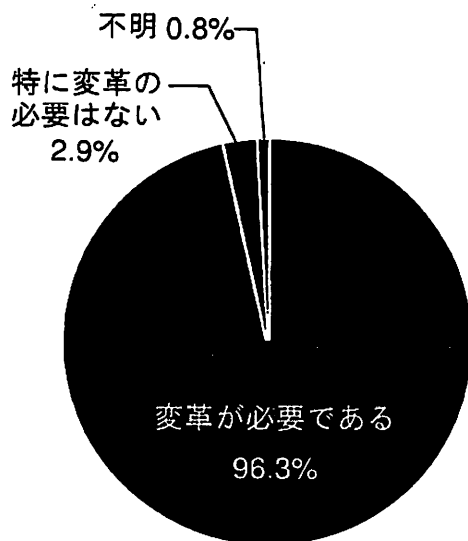
こういったもののほかに人材教育に関する意見を何でもいいから言え、こういうことを申しましたら、たくさんの意見がございまして、とてもここで全部はあげきれませんので集約をいたしまして幾つかを申し上げます。一つは、「知識を教えるのではなくて考える教育をしる」、それは子供のときから大学に至るまでである、こういうことでございます。

次は、「画一性を廃し、個性・多様性・異質性を尊重する」。これもよく言われていることでございまして、いまでき上がっている人間は画一的な枠にはまった人間である。これは、高度成長の時代に、言われたことをきちんとやる、そういう意味においては大変効果があったわけですが、これからの時代に対してはもっと個性のある異質な人間を必要としているということでございます。

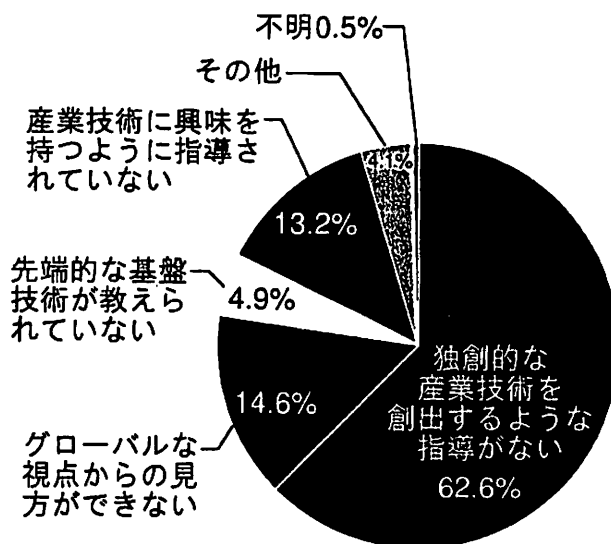
それから、「芸術・文化を愛する人間教育」。工学の専門的なものだけではなくて、人間を中心にした教育をしてもらいたい。この間、アカデミーの談話サロンで、金沢工業大学客員教授の先生の「工学倫理」というお話を伺いましたけれども、大変おもしろかった。そういう大学教育をしてもらったらいいところもあるようですが、私ど

産業技術を伸ばすための人材教育

変革の必要性



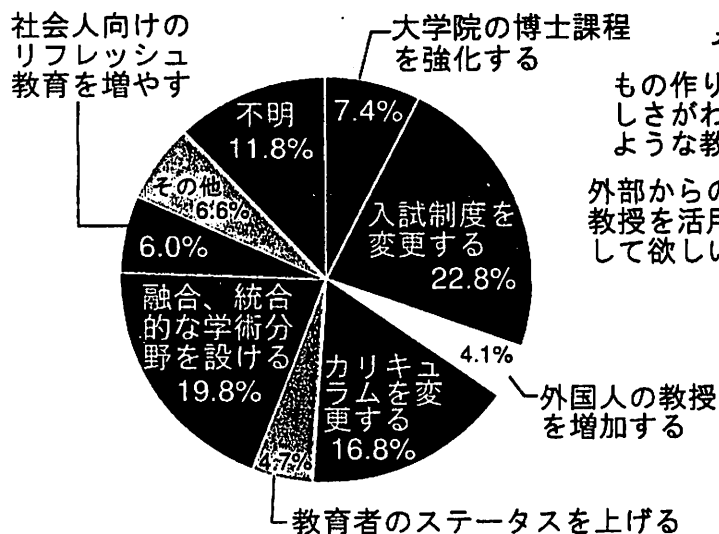
変革の必要な理由



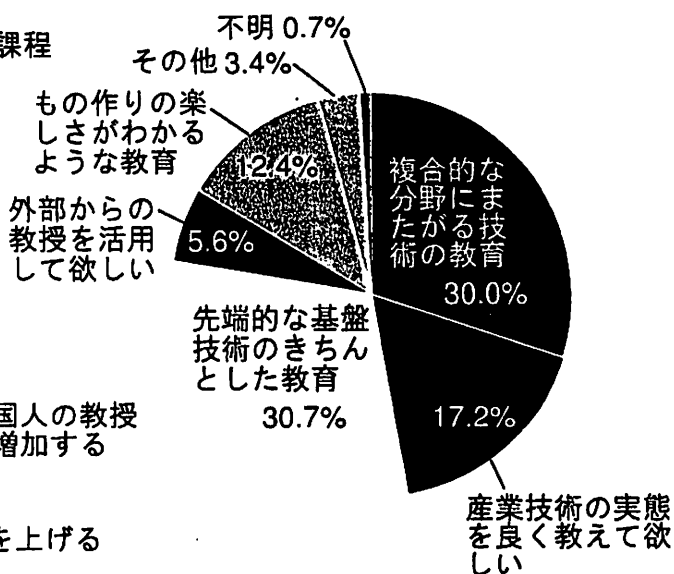
OHP1

人材教育の変革の方法と要請

変革の方法



要 請



OHP2

もとりましてそれは大変重要な問題だと思えます。

「機械・材料に親しむ教育」、あるいは「小・中学校理科教師の資質向上」ということで、どうも理科離れで小・中学校の理科の時間が減っているから、これを増やす必要があるのではないかという話があったときに、岡村先生が、そんなことをしたらますます理科嫌いになる、なぜかという、教える先生がいないから、そんな話を聞くと、みんなつまらないということになってしまうとおっしゃっていましたけれども、理科教師の資質向上というのもまた大きな問題ではないかと思えます。

大体時間でございますので、以上で終わらせていただきます。(拍手)

大 橋 どうもありがとうございました。

では、富浦さん、お願いいたします。

富 浦 富浦でございます。



大橋先生から与えられました課題は、産業が必要としている教育というのは一体どういうもので、技術者というのはどんな

像であろうか、ということでございます。私は、現場のモノづくりでございますから、すぐ How to で物を考えてしまいます。大学教育を考えると、改革していく上でどのような学生が欲しいのか、どういう教育を期待しているのか、ということを示せというご注文が大学の諸先生からしばしばございますから、実は会社の中でいろいろ調査をいたしました。その結論は、みんな基礎を勉強してきてもらいたいということでもあります。ところが、どんな基礎だということをもう一度問い直しますと、何とA4の紙が三枚出てまいりました。これを見ましたところが、一生かかったって勉強できそうもないぐらいなのです。これはいくら何でもひどいじゃないかというので、もっと要約しましたら、何とか力学というのが20ぐらい出てまいりました。

これでもひどいということで、ずっと話を単純

にしまして、鉄鋼製造プロセスで生じている状態を仮に数式で記述するとしたら幾つの方程式を知っていればいいのか、こういうぐあいに質問を変えました。そうしたら五つほど方程式が出てまいりました。例えば、拡散の方程式で、これは温度も濃度も含めておりますが、濃度の場合ですと濃度勾配拡散だけではなくてポテンシャル勾配拡散まで入っております。それから、釣り合いの式にしましても、もう一つのナビア=ストークスの式、これは私どもは非常によく使います。あと二つはちょっと度忘れいたしましたけれども、とにかく五つになった。それはいいのですが、方程式はみんな知っているのですけれども、それをどうやって使うか、解くかということになると、はったと行き詰まってしまいます。

具体的な例でご想像いただければおわかりになると思いますけれども、濃度拡散というのはわかるけれども、ポテンシャル拡散になったとたんに行き詰まってしまう。最近は高速コンピュータができておりますから、うまく境界条件を整理してやりますと解けなくはない。事実、半導体の業界の方は半導体方程式としてこれを確立して使っておられる。

そこで基礎とその応用の教育をお願いしますということになりました。ところが大学の先生方から、企業内の評価というのはそんなことばかりじゃないだろう、もっとほかにあるはずだ、会社の中における社員の評価はどうなっているのかということになりましたので、私どもの人事評価はどういう基準に基づいているかというのを提出しました。それは7項目あります。まず第一が専門知識であります。その次は実務知識、経験。ここまではご理解いただけると思うのですが、そこから先は、企画力、指導力、判断力、折衝力、実行力、みんな「力」がついております。そういう「力」がないと企業の中で評価してもらえない。

ということになりましたら、日本工学教育協会で行いました、お手元にお配りしてあります「大学と企業からみた工学教育の教育法と評価法に関する調査報告書」という大変長い報告書を、末松先生が中心になりまして産・学からそれぞれ委員の方にお集まりいただいてまとめたわけでござい

ます（日本工学教育協会より実費で入手できます tel. 03(5442)1021）。これもやはりアンケート手法をとりました。その要約はお手元にお配りしておりますけれども、ポイントだけ申し上げますと、「取り上げた評価項目」（資料1）というのがあります。これは、末松先生に私が申し上げました何とか力というのを非常によくご理解いただきまして、「力」のついたものがたくさんございます。いま申し上げました7つの項目は、表現は違ってもほとんどこの中に盛り込まれておろうかと思えます。

アンケートをいたしました結果がそれ以降に書いてございますけれども、「企業から大学教育への要求」（資料2）の（1）をごらんいただきますと、工学教育に望むものは学力だと。先ほど申し上げたことで、専門的技術、知識、問題発見・設定、総合・判断、解析・応用力、積極性・意欲で、何とか力というのがここにもたくさん出てきています。これはひっくり返して考えてみますと、専門的知識がなければ判断力とか応用力は出てこない。それがつかなければ指導力も出てこない。一蓮托生、イモづるになっておりますので、企業に身を置いた者としては、この結果はよく理解できるところであります。（4）にご留意いただきたいと思えます。「近年の大学卒業生の多くは次の二つの層に属する。知識はあるが自律性に欠ける層」。この「自律性」というのは知識をみずから使う力というぐあいにご理解いただいたほうが誤解がなかろうかと思えます。もう一つの層は「知識の把握が十分でない層」ということでありまして、それぞれの層に属する者たちはそれなりの問題がある、こういう指摘が出てきております。

それから次に、大学と企業の、大学教育に対する認識や評価を比較しておりますが（資料3）、その（1）は「卒業研究は大学では評価しているが、企業では評価していない」です。これは大分委員会の中で議論をいたしました。その委員会の結論は、大学サイドとしては卒業研究の過程が先生と生徒が本当に肌と肌で触れ合う貴重な場であるということで、多分できた論文の成果・内容よりはむしろその過程を重視しておられる。それに対して企業のほうではそういう過程が見えまないので、

出てきた論文の中身しか見ない。「何だおまえ、こんなものを書いてきたのか」ということになってしまう。それがこういうパーセプション・ギャップを生んだのではなかろうかということでございます。それが（2）の「学力にかかわる教育法には大学と企業の間で共通の認識が成立しているが、人間力にかかわる教育法は確立していない」、という指摘になってあらわれております。一番最後に提言がございまして（資料4）、（1）から（8）までいろいろございますが、これをるるご説明申し上げることはやめようかと思えます。

あと残りわずかな時間でございますが、次の資料に私が『大学と学生』に書きましたペーパーが出ております（1996年6月号、P. 21～24、御希望の方は事務局にコピーをご請求下さい）。これの23ページをごらんいただければ、いま私が申し上げたことをやや企業のサイドから補足することができようかと思えます。「創造的商品、方法の出現形態」という欄がございまして、この（1）に「たまたま不可解な事態に遭遇し、それを追求しているうちに新しい製品、方法を導き出した」ということと、「目的を達成するために研究を重ね、遂に新しい製品、方法を完成した」という二つのパターンがあって、前者がよくセレンディピティと言われるのに対して、後者はテレシスと呼ばれるようでございますが、私が申し上げたいのは（1）であります。いろいろな発明・発見というのはたまたま見つけるものだというぐあいに見る向きが多い。これに対して私は大きな声で異論を申し上げたいということがその次に書いてある。どうしてこんなことが起こったのだらうということを一生涯懸命に考えて、考えて、考えたあげくの果てに鉱山を掘り当てるのであって、犬も歩けば棒に当たるみたいなうまい話があるものか、ということ误解がないように申し上げたい。

もう一点は、「企業では、いくら独創的であっても、早く商業化できなければ意味がない」。結局そういうのはフィールドワークの蓄積によってできる。したがって、現場の知に興味がないものは非常に困ったことになってしまう。だから、企業というのは科学の知と臨床の知、現場で得られる知を合わせ持っていないと生きていけないとい

資料1 調査で取り上げた評価項目

- (1) 知識力 (2) 専門的技術・技能力 (3) 解析・応用力 (4) 総合・判断力
(5) 問題発見・設定力 (6) 口頭・文章表現力 (7) 国際語学力 (8) 自己啓発・管理力
(9) 協調性 (10) 積極性・意欲 (11) 国際感覚 (12) 理論・責任感 (13) 経済感覚

資料2 調査で判明した企業から大学への要求

- (1) 重点志向で、工学教育に望むものは学力である。上位6位中、5項目が学力。専門的技術、知識、問題発見・設定、総合・判断、解析・応用力、積極性・意欲
(2) 学力、人間力に個別に目を通して重要度評価をした場合、相対的に人間力教育項目への期待が高い。
 - ・ R & Dへ進む者——学力への要求 > 人間力への要求
 - ・ 工場、本社、企画へ進む者——学力への要求 ≈ 人間力への要求
 - ・ 技術営業に進む者——学力への要求 < 人間力への要求
(3) 基礎的な実力に加えて即戦力も求めている。
(4) 近年の大学卒業者の多くは次の二つの層に属している。
 - ・ 知識はあるが自律性に欠ける層
 - ・ 知識の把握が十分でない層
(5) 企業が求める教員の資質は学生に求める教育項目と殆ど同じである。これは大学における教員の資質に対する要求と異なっている。

資料3 教育項目と教育方法についての大学と企業の評価・認識

- (1) 卒業研究は大学では評価しているが、企業ではあまり評価していない。
(2) 学力にかかわる教育法には大学と企業の間に共通の認識が成立しているが、人間力にかかわる教育法は確立していない。
(3) 教育法について大学と企業の間には認識の差がある。
ex. セミナー 大学：少人数の討論形式の授業
企業：講習会における講義

資料4 調査の結論としての提言

- (1) 人間力を視野に入れた教育に転換を
(2) 卒業研究に代わる教育方法
(3) 実習、討論、グループ活動、レポートなどによる訓練をより取り入れる努力を
(4) 教育項目を学生、教員に明示し、向上させる努力を
(5) 筆記試験やレポート以外での具体的評価方法の開発を
(6) 大学ごとに独自の具体的教育目標を
(7) 教育項目、教育方法、評価法の認識を企業と大学で統一させる作業を
(8) 大学における組織・教育改革へのより一層の実りを上げるための教育項目、教育法、評価法の具体的実行案の提案が不可欠

うことであります。つまり原理原則に基づいて新しいことを生み出して、その商業化のために粘り強く頑張ること、というのが競争力ある製品・製法を生み出す原動力になっている、ということが実例の中から得られた結論であると申し上げて、私の話を締めくくらせていただきたいと思います。

(拍手)

大 橋 ありがとうございます。

次は、山田さん、お願いいたします。



山 田 それでは、10分ほどで「グローバル・エンジニアと技術者資格」ということについてお話を申し上げたいと思います。

最初の岡村先生のお話の日本学術

振興会第149委員会の工学教育のワーキンググループで、チャプター6「グローバル・エンジニア」というところを担当させていただきました、日本の各企業の技術研修所の所長さん方からいろいろな援助をいただきましてグローバル・エンジニアということについて考えてみた結果を、きょうはご紹介したいということでございます。

いま、なぜグローバル・エンジニアか、ということでございますが、一言で言いますと、メガコンペティションの時代が始まったということがグローバル・エンジニアということが話題になる理由であろうと思っております。

メガコンペティションというものの背景、そして、それがどんな影響を持っているかということ簡単に触れます。なぜいまメガコンペティションの時代になったかといいますと、一つは米ソの冷戦の終結ということで、ロシアの崩壊で冷戦が終結した。それから、新興経済国が台頭しているということで、三つの地域で新興経済国が台頭してきた。東南アジアでは韓国、台湾、タイ、中南米ではメキシコ、チリ、そしてアジアでは中国、インド、特に最近の冷戦終結後の中国の目ざましい動き、そしてインド、これも特にソフトウェア産業を中心にしてインドが目ざましい産業発展を

しようとしているというふうに理解しております。

その結果、メガコンペティションの影響として何が出てくるかということですが、第一に市場経済システムの拡大と統合ということでありまして、ロシアも、中国も、世界の市場経済システムの中にいま入ってこようとしている。それから、有望な新興市場が出現してきた。そして、国際分業化と競争国の出現がある。そういうことで大競争時代が来たというわけでありまして、その結果、価格競争が厳しくなる。開発の現地化、そして生産の世界展開、そういう影響がいま出てきているということでもあります。

そこで、このメガコンペティション時代を担っていく技術者がグローバル・エンジニアではないかと考えまして、グローバル・エンジニアの具体的なイメージ、そしてグローバル・エンジニアが持つべき必要な態度、専門的能力、人間として必要な能力、そして大切なもの、そういうものを皆さんと議論してグローバル・エンジニアのイメージを次のように考えました。

まず、事業の国際的展開に技術面の責任を持つ企業の技術者である。それから、製品開発のチームのリーダーあるいはメンバーとなって活躍する技術者。三つ目のイメージは、海外の生産工場を管理運営する技術者。四つ目のイメージは、海外の生産工場を立ち上げる、そして現地のエンジニアを技術指導する技術者。そういう人たちがグローバル・エンジニアではないか、そんなイメージを描きまして、そういうグローバル・エンジニアが持つべきいろいろな要件を整理してみました。

まず第一に、必要な態度ということですが、国家間、民族間の価値観の違いを認識しようという態度が必要です。それから、国籍の異なるチーム関係者に対して自分自身を理解してもらったり、相手を理解するという態度が必要です。

次に、どういう専門的能力をグローバル・エンジニアは持つべきかということですが、一つ二つの深い専門能力。これは、生産技術であってもいいし、品質管理技術でもいいですが、機械、電気、それぞれの何か一つ二つの深い専門能力を持っていることが必須で、さらに、その国の技術のレベル、生産とか流通の体制がどうなっているか、調

達方法、取引方法、商習慣、そういうものをしっ
い。それから、ISOとかASMEとかBSとか
それぞれの国際標準に対しても専門的に知ってい
なければいけない。それから、計算機ソフトの利用
方法。これは、日常の仕事を進めるに当たって
は計算機なしでは仕事できませんので、そうい
うものが要だということで、専門的能力を述べ
てみました。

そして、ここからがだんだん難しくなるのです
が、人間として必要な能力。これは一体何なのか
ということになるわけですが、それをまとめてみ
ますと、コミュニケーション能力、社交力、状況
判断力、即決力、説得力、リーダーシップ、外国
語のプレゼンテーション能力、そして日本人にと
ってこれが一番難しいのですが、ディベート能力。
このディベートの訓練があまり日本ではなされて
おりません。ディベート能力がグローバル・エン
ジニアとしては必須の能力です。

グローバル・エンジニアにとって大切なものは
一体何なのかということですが、第一項として、
この辺が一番大変なのですが、世界中転勤続きの
人生を覚悟していなければいけない。大企業の皆
さんと話しましても、最近入ってくるエンジニア
の若い人が、海外へ遊びに行くことはいいけれど
も、仕事で行くことはいやだ、そういう風潮が非
常に強いということを聞いております。世界の各
国・各地に友人がある。社内外の人脈が豊富だ。
異なった環境への適応力。そしてチャレンジ精神。
こういうものを持つことが大切であるということ
であります。

さらに、理解すべきことということで付け加え
ますと、その国の生活習慣、宗教、芸術、地理、
歴史、政治、社会問題、そして、最近ではセクハラ
問題も新聞に出ましたけれども、労使問題、その
国の教育制度、そういうものを理解する必要がある。

そうすることで、いまグローバル・エンジニア
たるべきことを申し上げましたけれども、どうや
って教育するか。結局、留学するとか、実際に海
外へ行って現地での仕事を通じてのOJTしかご
ざいせんけれども、大学と協力してグローバル
・エンジニアの育成がこれからのメガコンペティ

タリと専門的能力として身につけなければいけな
シの時代には必要ではないかと思っております。

きょう、私の10分間の話で「技術者資格の国際
化」ということにも少し触れてほしいというお話
がございましたので、最近話題になっております
技術者資格の国際化の問題につきまして、工学教
育のプログラムの評価・認定という Accreditation
の話と、技術者資格の相互承認、これは国と国と
の間での Mutual Recognition ということがいま話
題になっておりまして、それぞれについて少し触
れさせていただきます。

工学教育のプログラムの評価・認定ということ
につきましては、米国が長い歴史を持っていまし
て、Accreditation Board for Engineering and
Technology (ABET) という組織が工学教育プ
ログラムの評価・認定をしております、一番進
んでいると言われております。イギリス、カナダ、
オーストラリア、ニュージーランド、アイルラン
ド、そういうところがワシントン・アコードを19
91年締結して、それぞれ評価・認定をやっていこ
うということでございます。

日本では、今年から日本工学教育協会の中に
「工学教育アクレディテーションシステム調査研
究委員会」が組織されまして、きょう座長をされ
ております大橋先生が委員長で、スタートしたと
ころでございます。この「工学教育アクレディテ
ーションシステム調査研究委員会」で工学教育プ
ログラムの評価・認定についていろいろとディス
カッションが始まったわけでありまして。

相互承認ということにつきましては、いま、N
AFTA、北アメリカの一つの経済ブロックです
が、そこでは1995年6月に相互承認をそれぞれの
国が調印しました。それから、FEANIはフラ
ンス語の略ですが、ヨーロッパの工学教育の協会
の連合体でございますが、1956年に創設されまし
て、現在は22カ国が加盟しておりますが、そこで
お互いに相互承認をしようという動きがある。そ
れから、WFEU（世界工学団体連盟）では1994
年11月に第3回会議が開かれまして、認定シス
テムの確立をそれぞれの国がやるべし、という勧
告をしております。それから、WTO（世界貿易

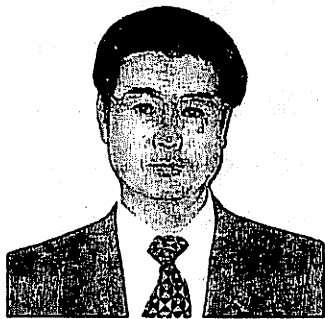
機構)、APEC、そういうところで検討を開始したという話でございますが、先週APECが開かれましたけれども、今回のAPECでは技術者資格の相互承認のことは深く議論されなかったようで、新聞の見出しでもあまり大きく報じられなかったと思います。

そういうことで、メガコンペティション時代におけるグローバル・エンジニアの育成、そして、グローバルに技術者の資格をお互いに承認しているという動きが始まっているということをご紹介して、私の話を終わらせていただきます。ありがとうございました。(拍手)

大 橋 ありがとうございました。

ただいまは、企業のサイドから三人のパネリストをお願いいたしました。三井さんからは、パラダイム変換と関連してどういう人材の育成が望まれるかというお話がありました。富浦さんからは、企業の立場から求められる工学教育とは何かについてお話しいただき、方程式五つでいいというようなお話や、いろいろな力が求められるというお話を通じて、たくさん注文をいただきました。山田さんからは、いま話題のグローバル・エンジニアとそれに必要な資質・能力のお話に続き、技術者資格の国際的な相互承認のお話がありまして、一応企業から見た工学教育に望むものが浮き彫りにされてきたかと思えます。

では、これからアカデミア・サイドの発言に移りますが、最初に廣松先生にお願いしたいと思います。廣松先生は、この中では唯一技術者ではない方でございまして、より広い立場からお考えいただくために特にご協力をお願いしました。よろしくお願いします。



廣 松 ただいまご紹介をいただきましたとおり、私自身は経済ないし統計の分野で仕事をしておりまして、その意味で工学及び工学教育そのものに関しては直接

知っている者ではありませんので門外漢ですが、

いま大橋先生にご紹介いただいたようなご好意で、政策委員会の専門委員として加えていただくと同時に、きょうはこういう形でパネリストの一人に加えていただいた次第です。

そこで、どちらかというと個人的な印象ということで恐縮でございますが、現在私がタッチしております二つの組織で具体的に学生等に接しながら、感じていることを申し上げたいと思います。

一つは、現在、一番最初にご紹介いただきましたとおり、大学院総合文化研究科・教養学部という大変長ったらしい名前でございますが、要するに駒場の教養学部で1年生、2年生を担当しております。ご存じのとおり、駒場の場合には文科生・理科生という形で分けてはおりますが、かなりの部分共通のカリキュラムを提供しております。私はそのうち統計学を教えているわけですが、統計学に関しましては新制大学ができますときの経緯がございまして、経済系の統計学のスタッフしかおりませんで、工学系の先生はおいでのになりません。その意味で、私は将来工学部に進むであろう学生に関しても統計学を教えている。その立場で一言申し上げたいと思います。

これはすでにご案内かと存じますが、我々のシステムでは、2年生から3年生になるときに進学振り分けを行います。特に工学部に関しましては、各学科にその時点で分けるということでございます。この進学振り分けについてはいろいろ問題点というか、特徴が指摘されております。例えば、筑波大学の山田圭一先生がその動きを分析なさり、『科学技術のライフサイクル』という本を出版なさっています。そこで指摘されている問題点は必ずしも解決しているわけではないのですが、最近の一つの大きな特徴といたしまして、これは具体的に私の講義をとっている学生が相談に来るのですが、いわゆる「文転」という現象があります。

一時、バブルの華やかなりしころは、工学系出身者でも金融・保険関係に行くというのが大変多かったわけですが、その後いろいろ問題も起きつつあるということは仄聞しております。それはともかく、最初は工学系へ行こうと思って入学してきた学生が進学振り分けの時点で迷うというのか、

そういう傾向が少し強くなっているような気がいたします。ただし、これも大変特徴的なことです。理科生が文科に行くことを「文転」と申します。逆に、文科生が理科へ行く、その意味で「理転」ですが、これは論理上は可能ですが、事実上は100%不可能です。そこは非対称的になっています。これは単に現在の駒場のシステムだけではなくて、まさに高校までの教育のあり方に大きくかかわっていることではないかと思ひます。

いまのはどちらかというと18歳、19歳の若いほとんど白紙の状態の学生に関するのですが、もう一つは、96年3月まで、私は先端科学技術研究センターというところに属しておりまして、そこに博士後期課程のみの専攻がございます。先端学際工学専攻と申しますが、その設置のときからある程度お手伝いをさせていただいております。これは率直に申し上げて異常な状態でございますが、私ひとりのところに博士課程の学生だけで24~25人おります。おそらく文科系の一つの専攻全体の学生数とほぼ同じぐらいの規模だろうと思ひます。ただ、逆に言うと、ここも大変難しいところですが、社会人、例えばエンジニアでありながら、先ほど岡村先生からもご紹介がございましたとおり、ある段階でマネジメントのほうに移りたい、あるいは移らざるを得ないという立場に立たされたときに、再教育といひましようか、マネジメントに関する教育を受ける場がほとんどない、あるいは提供されていないというのが現状だろうと思ひます。したがひまして、この意味では大変喜ぶべきことではあるかと思ひますが、そういう問題意識を持っている方がたくさん押し寄せてくるということは、それはおそらく社会的な潜在的な需要がかなり高いということを意味します。その意味で、単に工学そのものの教育だけではなくて、周りと申しましようか、あるいはそこからマネジメントに移る立場の人に対する教育体制をどういふふうにしていくかということも、今後考えていくべき重要なポイントではないかというふうに感じております。

以上、個人的な印象のままで恐縮でございますが、二点だけ申し上げさせていただきたいと思ひます。どうもありがとうございました。(拍手)

大 橋 どうもありがとうございました。

それでは、小林先生にお願いしたいと思ひます。小林先生は、ご存じの方も多いいと思ひますが、若者の科学離れについて独特な理論をご発表になったりして、こういう問題について大変ユニークな考え方をお持ちでございます。きょうはそういうことも含めて、若い世代を代表してお話したいと思ひます。



小 林 ただいまご紹介いただきました小林です。ご期待に沿えるかどうか。話は外れていくのではないかと思ひますが、簡単にお話をしたいと思ひます。

ご紹介いただきました理工系離れに関する私の分析は、以前もいろいろところで話したことがあります。『文明社会の野蛮人』という品のない言葉で表現した話です。これ自体はきょうはやるつもりはないのですが、そこで議論したことは簡単に言えば、科学技術がどんどん発達したときに科学技術活動に対する関心が下がってしまうというのを何とかしなくてはいけない、これが科学技術離れの対策の一つだということです。これは工学教育そのものではないのできょうは取り上げません。この他に実はもう一つの方法があります。現代においては若者は科学技術に対する関心は低いのですけれども、その成果を受け入れる受容性は高い。それらが科学技術活動への参入意欲に結びついていくわけです。そこで、科学技術の成果に対する受容性の参入意欲に対する効果をもっと高くしてやるという方法もあるわけです。これは工学教育そのものの問題にもかかわりますので、この点と関連する話をきょうはしたいと思ひています。

ここから本論に入りますが、話はガラッと変わります。最近、1997年版の『知恵蔵』が出まして、「科学技術と社会」という項目の一番最初の新語として「モード2」という言葉が取り上げられています。これは欧米ではかなり話題になっている

話です。いままでの科学論が物理学を対象にした科学論であるとすれば、ちょうど現代的な工学とか民間企業の科学技術活動を含めたような形で出てきた科学論だろうと思います。この話は日本ではあまりやる人がいないので、私がここ1年くらいいろいろ紹介しています。この話の全体を紹介する時間はないので、それと関連づけて工学教育の問題を考えてみたいと思います。

我々は「モード論」と呼んでいるのですが、その話は本日すでにいろいろ議論されていることと全く変わりません。要するに、科学技術活動とか研究開発とか技術開発の方法が大きく変わってきている。それを「モード」（研究活動を進めていく様式）の違いだと考えてみようという話です。

まさに転換期の工学教育なのですが、実際にどういう転換が起きているかという、一つはアプリケーションのコンテキストでいろいろな研究活動が始まっているということです。要するに、商業的な応用だけではなくて、環境問題などもそうなのですが、現実的に解決しなくてはならない問題がある。そのような問題をめぐって研究活動を組織する。これが第一点です。その場合、当然、既存のディシプリンの中だけでできるわけではなくて、いろいろなディシプリンが協力しなければいけないというトランスディシプリナリティ。それと、いろいろな分野の人たち、あるいは異なる組織の人々も参加するのですが、そういう非均質な人たちが、あるいは非均質な知識が、コラボレーションするという特徴を持つ。もう一つは、このようないろいろな人々を組織するわけですが、それが頻繁にコンフィグレーションされる。企業の研究活動だとかこういうのはわかりやすいだろうと想像するのですが、いろいろな分野の知識をその時々に応じて組み合わせて使う。単に組み合わせるだけではなくて、その組み合わせ方で、出てくる成果も違って来るし、活動のアクティビティも違って来る。しかも、それが状況に応じてどんどん組みかえが行われるという特徴もあります。それと、「社会的品質管理」と表現していますが、単にアカデミックな観点で、例えばサムシング・ニューといった観点だけでい

い、オリジナリティがあるからいいというだけではなくて、社会的観点でそれが評価される。このような特徴を持っているわけです。

これらの特徴を組み合わせることで思いつくのは、これはきわめて集団主義的だということです。しかし、昔の日本的な集団主義とは違って、いわば新しい集団主義といえますか、いろいろな人々が参加して新しいものをつくり出す。それは同質の人間が集まるわけではなくて、むしろ個性を持った人間が集まって、そこでワイワイガヤガヤやりながらやる。こういう新しい研究活動のスタイルが出てきているのだという話なのです。

モード論自体はもっといろいろな議論をしなくてはならないものです。当然反対意見もあります。ここからは私の勝手な想像でつくっている話なのですが、こういう時代になってくると、すべてがこういうふうになるわけではないとしても、求められる人材のイメージも変わっていくだろうと考えられます。簡単に言えば、第一にコラボレーションする能力が必要である。異質な人々と協力し合う必要がある。そのときには、実は個性を持っていないと全く意味がないわけです。特徴のない人間がいても全然意味がない。要するに、「この人間だからそこにいてもらおう」といった個性を持っていないといけない。当然、高い基礎的能力を持っていないといけない。

さらにもう一つはコンフィグレーションの能力。要するに、いろいろな異質な人々をまとめ上げていくような能力、あるいはそういうものを臨機応変にデザインできるような能力が必要になってくる。また、理論指向というだけではなくて、アプリケーションといえますか、現実的な問題、例えば技術開発の課題でもいいのですが、そういう問題を指向してやっていくという性質も必要であろうと思われます。例えば、グローバル・イシューなど先ほどからいろいろな課題を指向してやっていくということも必要になってくると思います。

そうすると、教育のほうも人材養成の目的が変わって来ることになります。人材養成としては三種類くらいの人材が必要になってくるだろうと思

われます。一つは、従来からあるわけですが、個別の専門的な能力をちゃんと持っている人間が必要です。これは旧来でも目標としていたところ。第二に、そういう能力を背景としながらもいろいろな人たちと協力してやっていくことができる人材が必要です。場合によっては、この種の人材は問題の状況が変われば新しい問題状況に応じてまた別の人たちと協力することもあるでしょうし、あるいは個別の分野に戻っていくこともあるだろうと思います。第三に、コンフィグレーションする能力のある人材も必要になってくる。多分、ビル・ゲイツの創造性というのはこのようにと関係しているのではないかと、私は想像しています。

それと、工学教育に関する問題としては、教育をするときに、単に基礎から応用というようなスタイルだけではなくて、むしろアプリケーション指向とかデザインの能力、デザイン指向もかなり必要になってくるのではないかと。コラボレーションとかコンフィグレーションというのは経験で培われる部分もあるでしょうが、そういったものを指向する教育も必要になってくる。まず最初に基礎を勉強するのではなくて、最初から技術的な課題を与えてやるというような最近議論されているやり方がありますけれども、そういうものもかなり必要になってくるだろうと思います。

学生たちに直接、間接に聞いてみると、環境問題をやりたいという学生は結構多いのです。ところが、彼らが大学の環境何々学科へ入ってみると基礎しかやらない。どこが環境問題なんだという反発が出てきて、工学教育の魅力をかえって失わせている。最近、そういうようなこともあって、ロボットを最初からつくらせてみるということも行われているわけですが、そういった教育方法には必然性があるのではないかと思うわけです。

これで最初の科学技術離れの話とも少し関係が出てきました。つまり、何か新しい科学技術知識を生み出すだけでなく、それを社会的に役立てることに工学や工学教育が正面から取り組むことを考える必要があると思います。最後に一つだけ付け加えます。今後はいろいろな分野でのコラボレ

ーションが出てきますから、文科系の人たちにもテクノロジーの教育をしてほしい、工学系の人たちにも社会の中のエンジニアとしての教育をする必要があるだろう。アカウンタビリティとかエンジニアリング・エシックスとか、コミュニケーションとか、社会的な品質管理に関する経験なり知識なりを持ってもらうというのも必要になるだろうと思います。

私が話したことは、皆さんがおっしゃった話と全く同じなのですが、新しい科学論的な話からこういうことは言えるのではないだろうか、というのが私のきょうの提案です。(拍手)

大 橋 ありがとうございます。

実は、先ほどご紹介を抜かして大変失礼しましたが、私の隣にアシスタント・コーディネーターの丹羽富士雄さんがお座りです。丹羽さんは、日本工学アカデミーの政策委員をしておられまして、埼玉大学大学院の政策科学研究科の教授でございます。それでは、丹羽さんのご意見をうかがいたいと思います。



丹 羽 ご紹介いただきました埼玉大学の丹羽でございます。

私は、大学の工学部を出ていますが、先ほど廣松先生からお話がありました「文転」の一人であります。システム工学からシステム科学、一種の社会システム論に移りまして、工学教育からはかなり長く離れておりました。今回、政策委員会でこのメンバーに入れていただきまして、勉強をさせていただきました。提言を読んだり、人のお話を聞いたり、論文を読ませていただいたりしました。ラフな見方かもしれませんが、工学教育ではいま入口と出口のところに問題が集約して出てきております。入口のところは、不適切な言葉かもしれませんが、「ふぞろいのリングたち」というような感じがあります。先ほどからのお話にもありますように、物理を勉強しないで工学に入ってくるような学生が増えており

ます。その一方でそれなりの個性のある学生もいるのではないかと思います。一方、出口では、先ほどからお話がありますように、従来のような専門知識であるとか、それに基づいた判断力が求められているにもかかわらず、能力が落ちている学生が多いというような状況があります。さらに加えて、社会の変化に沿って、これも先ほど来お話がありますけれども、新しい能力を持った人材が求められており、そういう教育が求められている状況だと思います。

にわか勉強ではあるかと思いますが、いろいろな提言を読ませていただきますと、私の印象では、問題点にしろ、解決案にしろ、ほとんど論じ尽くされているのではないかと。その一方で、大々的ではないかもしれませんが、多方面で新しい試みがすでに始まっております。まだそれが全体的に大きな動きにはなっていないし、また、始まったばかりということもあって、評価にたえるほど時間が経過していないというのが印象でございます。

もう一つは、様々な提案はあるのですが、読んだり、見たり、話を聞いたりしておりますと、「何から始めるのですか」とか「何が一番重要なのですか」とか、いま私たち、個人とか組織が何から手をつけたらいいのか、提言された方はわかっていらっしゃるかもしれませんが、読み手に伝わってこない印象を受けました。個人的ではありますが、私自身ですでにできることは何かと考えると自分の授業の評価ということで、大々的ではありませんけれども、学生に私自身の授業の評価をしてもらったりしております。

そういうことで言いますと、これは工学アカデミーでお話を聞きましたけれども、東海大学の先生が組織的に体系的に評価をされているお話がございました。私がシンボリックに受けとめましたのは、同じ授業をしていると、授業評価はだんだん下がるということです。学生自身はわかりますから、同じ授業をしていれば同じ評価を受けるのは当然ではないかと思うわけです。しかし、いろいろな要因が背景にあると思いますが、自分が一番良い授業をしたと思ったのが最高の時でありまして、それ以降はどんどん下がっていくようです。

それを避けるためには、自分自身の授業を変えていかなければならない。まず最初は技術的なことから。その次は内容的なこと。それから、学科とか学部とか、さらに大きな範囲で変えていかなければいけない、というのが私の個人的なことも絡みでの印象でございます。

その時に、どのように変えていくかということですが、いろいろな話を聞いたりした私の印象ですが、どうも工学部の教育はある種陸の孤島のような印象がありました。学生ということで社会とかなり深くつながっているし、研究ということでももちろん社会とつながっているわけですが、組織としてうまくコラボレーションされてない。先ほどもご指摘があったかと思いますが、産業界と教育面での連携が少ないようです。例えばカリキュラムを変えるときに、冨浦さんは今日はおっしゃいませんでしたが、大学で工学部のカリキュラムが変わっているけれども、産業界の人の意見を入れたものは一つもないということを指摘されております。

もう一つは、初等・中等教育との関係で、あまりにも大学側は注文を出していないのではないかと、あるいは出してもしょうがないからとあきらめてしまっているのではないかと思います。様々な場でもっと交流があっても良いのではないかと思います。ただ、これは私がよく知らないため、今までいろいろと注文を出したけれども、全然だめだった、今更何を言っているんだ、というようなお叱りを受けるかもしれません。

最後は、これも今日のパネリストの最後の二人の方がおっしゃったわけですが、同じ大学の中で社会科学との間のコラボレーションがもっとあってもよいのではないかと。社会と科学技術という話がございましたし、これはある調査ですが、企業の技術者が大学で何を勉強したかったかということのトップが「技術史」でありまして、しかもそれは非常に大きなパーセントを占めておりました。これは総合的に、あるいは高い見地から、自分の仕事を判断するときのような知識が必要ではないか、そういう認識ではないかと私は思っております。それから、もちろん経済との交流もそうですし、廣松先生がおっしゃったテクノロジー・

マネジメントというのは、ニーズは強くあっても、日本ではそのようなものをほとんど教えていないわけでございます。

私は、去年、OECDのエグザミネーになりました。韓国の科学技術政策を審査いたしました。その時に知ったのですが、KISTという文部省ではなくて日本の科学技術庁に相当する科学技術処が所掌している大学院大学があります。学部もあって、センター・オブ・エクセレンスの大学ですが、そこではすでに小規模に、将来はかなり大規模に、工学部の中にテクノロジー・マネジメントを入れております。日本でいろいろな工学部のカリキュラムの改革を見せていただきましたけれども、ほとんどが工学の中の改革でありまして、もっと工学の周りを取り込んだ改革があってもよいのではないかと。特徴を生かし、個性を生かした大学づくりということが言われておりますが、もっとグローバルに改革することがあってもよいのではないかと思います。

にわか勉強の印象で、間違っていることが多々あると思いますので、ご批判をいただければと思います。(拍手)

大橋 これで各パネリストから一通りお話を伺いました。何か言い足りないことや追加したいことがありましたら、ご発言をお願いしたいと思います。何かございませんでしょうか。

よろしければ、これから皆様方と一緒にディスカッションに入りたいと思います。いままではいろいろな視点から指摘がございました。むしろこれからは、いままでの議論に出ていない、それでおかつ重要と思われるようなことがございましたら、いろいろご指摘をいただきたいと思います。

世の中はいろいろ変わってきております。平成3年(1991年)から大学では「設置基準の大綱化」が始まりました。簡単に言ってしまうと、いままでのように教養科目と専門科目に分けるというような画一的なやり方ではなくて、そういうものの配分、教育の内容の配分は各大学が自由に選択していいということになったわけです。それと同時に、自己点検・自己評価が組み込まれてまいりました。最初は、それはただ単にお題目のよう

なところがありましたが、あれからすでに5年以上経過している今日を見ますと、そのインパクトは相当大きくなりつつあるということをつくづく感じております。

自己点検・自己評価の出発点は「理念と目的を掲げる」ということでございます。そして、それに向かって全体を動かすわけですが、最も重要なことは、掲げた理念と目的が達成されるような仕組みを組織内に築き上げることではないでしょうか。今や我々は自分自身で評価し、多くのところは第三者によってその評価を批判してもらわなければならないような時代になってきております。

さて、工学教育をどう変えるかということがいま問題になっていますが、私は、それぞれの教育機関が理念とか目的を明確に掲げて、それが実現されているかどうかを定期的にチェックしていくようになりますと、日本の教育も確実に変わっていくのではないかと思います。

それでは、これからいろいろなご意見を伺いたいと思います。まず最初に、一番前にいらっしゃる西澤先生、どうでしょうか。持論から始めていただきたいと思います。

西澤 ((財)半導体研究振興会半導体研究所所長) きょうだけは何も言わないでおこうと思っていたのですが……。

先ほど廣松先生からお話が出ていたように、新制に変わったころからだんだんに学生が変わり出したと思うのですが、詰め込み教育があつたころから増えてきて、知識量を競うようになりましたから、考え方が受け身ですね。昔の大学だと知識はほとんど与えなかったのですが、やる気と自尊心だけは持っていましたから、いざ困ると、何とか自分で勉強して間に合わせたというのが当時のスタイルではなかったと思います。一つは、初めはちょっと脅かすと大体元へ戻ったのです。自主性のある学生がだんだん出てきたわけですが、このごろは脅かしたぐらいじゃ全然だめで、ダイナマイトでも仕掛けてやらなければだめなぐらいに牢固として変えようがない。きのうもあるところで議論をしておりまして、工学教育と言っているけれども、小・中のところから教育を全部変えない

といけない。簡単に言えば暗記教育だと思いますが、こういうことが教育上大きな意味を持っている。

それから、受け身の教育を全部変えるというのは無理で、工学教育も二種類ぐらいに分けなければいカンのではないか。先ほど岡村先生からお話があったような、どちらかという基礎工学的な教育をする大学と従来の工学的な教育をする大学と二通りにする必要がどうしても出てくるのではないか。大阪大学は欲張って二つ持っていますけれども、そういうようなことが一つはあると思います。

それから、やはりやる気が起こらないとだめだと思ふのです。旧制高校教育のときにはほとんど遊んでばかりいたわけですが、自分が何をやりたかということを確認して、自分の個性をあのころから築き始めていて、もちろんあそこで築き終わるわけではありませんが、核ができたと思うのです。そういうところがあって、自分はこういうことに生きがいを持つということがあったのでありますが、戦争中に国というものが一つの倫理的な基準になっていたために、逆に戦後は跳ね返りで、あの憲法を見て清瀬一郎さんが、「個人の要求だけが残っていて、個人の義務が全くないじゃないか」とおっしゃったという話もありますし、昔の「国」という言葉を「人類」と書きかえでもすればある意味の倫理基準はそう無理なくつくれるのではないかという気がするのですけれども、いまはそれが無いから、何だか知りませんが、金と権力だけに志向するようになってしまうというよう

なところがありまして、そういうところを二つ変える。

口では簡単ですが、具体的な問題になりますとずいぶんケンケンガクガクということになると思うのです。やはり何と申しても、先ほど申しましたように、小・中からの暗記勉強を何とかしてぶち壊さなければいけないだろうと思うのです。若者の頭をすでに破壊している現象が始まっているのではないかということと、自分から何か生きがいを見出して、それに一生を捧げるという気持ちにしないか、その二つの点を申し上げておきたいと思ふます。

大 橋 ありがとうございます。

あとは自由にご発言をお願いしたいと思ふます。では、佐藤先生。

佐 藤（慶應義塾大学名誉教授） 慶應にしまして金沢工大にもおりました佐藤でございます。学術会議で新日鐵の冨浦さんと一緒にやっております。

大学改革は、終戦直後に進駐軍の意向で新制大学に変わったという大改革があった。その次に大学紛争の後で学生の圧力でいろいろございました。今度は大学審議会と文部省の圧力で何となく受け身でいろいろとなさっておられて、自己評価・自己点検・自己満足というような形にだんだんとなりつつあるように私は思っております。

「工学教育をどう変えるか」というので、変えるのはわけはないので、従来の大学は、従来の権益にあぐらをかいておられた大学の先生方と、レジャーランドのつもりで遊び感覚のモラトリアム



学生と、なるべく白紙のまま一括して送り込んでほしい企業、これのなれ合い関係で成り立っている。だから、企業のほうはなるべく色をつけないで送り込め。色がついて個性などを発揮するようなやつがまじっては困る。心理テストなどをやりまして、似たようなのばかり採って、心理テストでIBMが最初に採ったときは慶應からは一人も入りませんでした。人事部長が慶應の出身者で、私に謝りの電話をよこしたので、「バカヤロー、IBMはそのうちつぶれるぞ」と言ったことがございますが、とにかく同じ色のを採りたい。

それを最近、先ほどいろいろと大変な状態になっているということで、能力主義の人間が欲しい、必要な人材を随時採用したい、だんだんそうなりますよというお話で、これをちゃんとやっていただければ、大学改革というのはすぐにできる。ですから、企業に大学のほうからお願いすることはそういうことでございます。それさえやっていただければ、つぶれる大学はつぶれるし、生き残る大学は生き残る。それに対応するように大学のほうは文部省の意向よりははるかにちゃんとやるでしょう。

経団連とか、同友会とか、いろいろなところからいろいろなものが出ていますけれども、そうやるよって宣言をしてくださっているところはどこにもないわけです。何となく書いてあるような気もしますけれども、事実そういうふうになんと宣言をして、みんなでやっていただくと、大学の教育などというものはすぐに変わる。要するに、外圧がないと変わりませんので、一番ダイレクトな外圧というのはそこだろう。出口のところでございます。どうぞよろしく願いいたします。

大 橋 大学側はどちらかといえば押されぎみでしたけれど、いまは矛先が変わったようでございます。新日鐵という名前が出ましたので、富浦さん、ひとつよろしく。

富 浦 私が強調したかったことは、知の力と人の力の調和というのは教育で可能か、この一言に尽きるのではないかと思います。何とか力かとか力かというのを仮に人の力、専門力とか学力という知の力といたしますと、この調和が一体教育という場で可能なのか、こういうことを主張したか

ったわけであります。

先ほど小林先生のお話を伺っておりまして気がついたのですが、先生もちよっとおっしゃっておられましたけれども、新集団主義というお言葉の中で、コラボレーション能力、個性、コンフィギュレーション能力、問題指摘能力、こういう四つを挙げておられます。ところが、企業ではこれですうっとやってきているわけです。つまり、いろいろな人と協力しなければいまだき何かを完成することは企業の中では不可能であります。一方個性と申しますか専門性がない、これは「筋道のない男」と言いかえてもいいと思うのですが、話を聞いていて何を言っているかさっぱりわからんというのがいっぱいいるわけであります。そういう自分の論理展開すらできないような人、つまりそういう意味での専門性もない人、したがって個性のない人、これは非常に困るわけであります。いろいろな考えを合成できないとシナリオが書けませんから、コンフィギュレーションというのも当たり前でありますし、問題指摘というのは、もともと企業は問題ありきでありまして、それをどう解くかでありますから、これは全部ある。企業はこういうことでやってきたのです。

ところが、このやり方に最近疑問を持っているわけです。こんなやり方で本当にいいのだろうか。その一つは何かというと、コラボレーション、コンフィギュレーションを重視するあまり、個性を殺したのではないのか。いや、殺したと思います。この適正なバランスというのは一体どう考えていけばいいのだろうか、これが一点です。

もう一点は、問題は一体何だろうということが見えなくなっているわけです。そこで、その問題を解く論理というのはあるのだろうかということに非常に深い迷いがある。この二つが新集団主義をやってきた反動として出てきているわけでありまして、これに対して小林先生が、新集団主義というのはもう企業の中でやってきたから、企業の中でやってきたその次に我々がやらなければならないことを教育の場で考えるとしたら一体どういうご提案がおりなのだろうか、ここをむしろ私は伺いたい。

小 林 日本企業がそういうことを努力されてき

たというのは、もしかしたらそうかもしれない。しかし、私はそうではないかもしれないと思っているのですが、個性がないところにはコラボレーションは本当は存在しないのではないかと思うわけです。要するに、同じ人が一緒にやっているだけだったならば、それはコラボレーションでも何でもありません。コラボレーションというのは異質な人たちが全然異なる発想をする人たちが一緒に仕事をするということで、いろいろな発見もあるということだろうと思っています。そういう意味で言うと、個性を殺してきたということは、それ自体コラボレーションではない。

では、大学の中でどうかというと、大学の中でも個性を殺してきた。大学だけではなくて初中教育でも全くそのとおりなのです。昔だったら、先ほど岡村先生もおっしゃいましたが、同質の人間をたくさん育てる初中教育の効率性のようなものが日本にはあったわけですが、それは決して先ほど私が言ったような意味での人材養成ではないだろうと思っています。むしろ初中教育を含めて個性を尊重した上でのコラボレーションができる。違う考えを持った人間と一緒に仕事ができるというような形をつくっていかなくてはいいけない、というのが私がいま考えていることです。

山田 グローバル・エンジニアの話で日米の比較論の中で、いまのコラボレーションという話と関連して出た話として一つ紹介したいことがあるのです。それは、アメリカの皆さんは、日本人はチームワークが非常にいいからきっと特別の訓練をしているのであろう、そういう見方で日本を見ていらっしゃるようですけれども、最近、私は本件でもワシントンへ行ってディスカッションする過程で、むしろいまアメリカは、コンサルティング会社を含め、あるいはアメリカの企業の企業内教育においてもそうですが、コオペレーションということでチームワークで仕事をするのだということを組織的に訓練を始めている。いま、アメリカの製造業の復活ということが言われていますけれども、むしろチームワークの訓練はアメリカのほうがしっかりやり始めていて、いまの日本の若者のほうはチームワークが心配ではないか、

そんなことを日米比較論を議論している過程で私は感じました。

植之原（日本電気(株)顧問） 小林先生のお話を伺っておりまして、大学でマネジメントに関連する教育の場がありませんので、産業界あるいは経済界のいろいろなメカニズムを使いまして、いま異業種の中堅幹部の教育をやっております。やっている中身を振り返ってみますと、小林先生がおっしゃいました「モード1からモード2へ」という、そのモード2への中間管理者の思考の教育をいま一生懸命やっているところでございます。

大学教育の改革・変革ということが言われましたけれども、いまのK-12あるいはK-16、K-18の日本の教育のパイプラインの中で本当にモード2の教育をやって効果があるのだろうかという疑問を持っております。といいますのは、社会に出て実社会との接点の体験の中から、本当にそういうものを身につけないとだめなのだ、という問題意識が出てはじめて教育の効果が出るのではないかと思います。そういう意味で、企業の中堅幹部を教育しておりますと、ひしひしとその反応が返ってくるわけです。

これから、人文科学と自然科学の融合という面でいろいろな教育が必要だとは思いますが、あまり若いうちからやっても、咀嚼不良の人間が非常に多く出るのではないかという感じを持っております。やはり大学の教育制度、少なくとも大学院ぐらいは、社会人になってから再び大学院教育を受けるもっとフレキシブルな大学制度に変えていかないと、これから重要な新しい教育というものにはなかなかできないのではないかというふうには私はいつも感じているのですが、大学の先生たちはどのようにお考えでしょうか。

小林 植之原先生のご指摘は微に入り細に入りごもっともなところが多いのですが、「モード論」の話をご知らない方にはちょっとわからなかったところもあるかと思います。結論だけを言いますと、18歳人口を対象にした教育では、先生のおっしゃるとおり、私も、個性をつぶすという意味ではなくて、基礎的な能力の教育を重視すべきだろうと思っています。

ただ、もう一つ考えなくてはいいけないのは、現

在の大学の教育は、先ほど廣松先生の話されたこともありますけれども、決して18歳人口というか、もう下から上がってくる学生だけではないのです。私の所属しているところもそうですし、廣松先生がいらっしゃった先端研もそうですけれども、すでに社会で経験を積んだ学生が来るようなこともたくさんあります。先ほど丹羽先生がご指摘されたテクノロジー・マネジメントの教育もそうですが、そういった人たちに対してはモード2的な教育は大学で行い得るだろうと思います。ただ、モード1の教育というか、基礎的な教育をしっかりとやるという中でも、モード2そのものではないとしても、コラボレーションはある程度教育できるのではないと思うのです。コンフィギュレーションとか問題意識を持った教育というのは全くできないわけではなくて、むしろその準備教育のようなものはしておく必要があるのではないかと思います。つまり、問題意識を育成するような教育はできるのではないか、あるいはやらなくてはいけないのではないか、というのが私の考えです。

ついでに、もう一つだけ言わせてもらいますと、現在の大学のいろいろな改革の中で、すべての大学ではないのですけれども、こういう言い方をすると語弊があるかもしれませんが、うちの大学を含めてそれほどレベルがトップノッチにないような大学では、むしろ研究指向を高めた大学改革みたいなものが陰に陽に出てくるわけです。そうすると基礎教育がおろそかになるのではないかと私は危惧しています。そういう意味では植之原先生のおっしゃったとおり、私も基礎教育が、むしろモード2になればなるほど、重要ではないかと思っています。

廣松 いまの植之原先生のご質問というか、大変厳しいご叱責に対して、別に弁護するわけではございませんが、一言申し上げさせていただきたいと思います。

私は、植之原先生のご意見に全く賛成でございますが、その意味で社会人を受け入れることを実験的に始めてはおりますが、圧倒的にその受け皿としての機能は弱い、それは認めざるを得ないと思います。したがって、それに関しては大学側で今後もっと努力すべき重要な点であると思ってお

ります。ただ、その際に二つ考えるべき点があるだろうと思います。

一つは、これは大学の中にいる人間が言うべきことかどうか分かりませんが、そのときに、大学のいままでの拡張主義だけでは無理ではないかということです。いままでのをすべて残して、その上さらに社会人教育まで全部引き受けるという意味での拡張主義というのはもう考え直すべきで、それぞれの大学の特徴に合わせたような形の、あるいはその特徴を生かせるような形の方向を探らないと、おそらく不可能ではないかという気がいたします。

一方で、先ほどご紹介いたしましたように、私の現在の研究室におります学生等を見まして、これは先ほど佐藤先生がご指摘になった点と絡むかもしれませんが、社会人で大学ないし大学院教育を受けた人間のその後のことに関して、現時点ではそのリスクを全部本人が負わなければいけないという制度になっているということは、問題が多いと思います。特に文科系の場合ですと、大学院でドクター課程まで行きたいという場合には、潜在的には在職している職を離れて可能であれば大学に移りたいという意図を持っている人間が多いことは事実です。そういう場合でも、決断するのは全部個人の決断にかかっていて、それがうまくいくいかにかかもすべて個人が責任をとる体制になっています。もちろん、それは個人の決断ですからある程度そういう部分は必要だと思うのですが、日本の制度では、やり直しを認めるというチャンネルがほとんどないというのは、社会全体のシステムとしても考えるべき問題ではないかと思っています。

もう一つ、これはどちらかというとポジティブな面として評価したいと思いますが、現在の大学、および大学院のレベルでもそうだと思いますが、あまりにも均一化し過ぎていると思います。といいますのは、大学へ入ってから学生同士が付き合うのはせいぜい年齢の差で二つか三つぐらい。要するに、高校とほぼ同じです。マスターコースでもほぼそうなりつつあって、先ほど植之原先生が特に強調なさいました社会との接点というのがほとんどなくなりつつある。学生の仲間同士だけ

で、2～3歳の年齢差しかないグループとしか付き合わない。そういう意味で社会人の方が入ってこられて、そこに別のグループができる、あるいは異質な存在が入ってきて、それでお互いに刺激し合うというのは大変いい傾向だろうと思います。

ちょっと余談ですけども、私が大学に入学したころは、18歳、19歳の子供にとってみれば、25歳とか30歳近い人は大変おじさんだったと思うのですが、そういう方が何人かおいでになって、多分あれば学校側も意識して、そういう人をまとめるのではなくて、クラスに一人ずつ散らばらせていたのだと思いますが、そのおじさんが18歳、19歳の子供に遊び方も含めて人生訓を垂れるというか、そういう伝統ないしは風習がまだ残っていました。最近残念ながらそういうのは全くございませんで、同好会風のサークルというのが多くなっている。それを変えていく、あるいは何らかの形で新しい風を入れるという意味での社会人の受け入れというのは、大学側にとっても大変いい効果を持つのではないかと考えております。

丹 羽 私も一言お話させていただきたいのです。と申しますのは、先ほどお話しいたしましたように、技術マネジメントで新しい大学院をつくらうというそのメンバーの一人になっているからであります。

確かに技術マネジメントを学部で教えることが適切であるかどうかというのはきちんと議論しなければいけないと思います。しかし、少なくとも大学院レベルでは、経営学部とか経済学部になじみやすさと工学部に置くことのなじみやすさを考えたら、私は断然工学部に置いたほうがいろいろな意味でなじみやすいと考えております。

原 (セイコー電子工業(株)取締役相談役) 私、経済同友会で長いこと教育委員会の委員を務めさせていただきまして、工学教育や科学技術教育のほうの仕事をやらせていただいた者でございます。私、本日は二つ先生方に問題提起をさせていただきたいのです。

一つは、先ほどから、企業は無色の平和主義者ばかり採ってきたというお話がありましたが、産業界もいま一つの曲がり角にまいりましたのは、従来の多量生産・多量販売の製品がもうなくなっ

てきた。次の新しいタネを探しますには二つ問題点がある。一つは、新しい技術は先端のサイエンスに立脚しているということ。もう一つは、ソフトウェアの比重が非常に高くなっているということ。この二つで平均的な人間をいくら集めたってとてもだめだということがある。それは産業界からの一つの問題だろうと思います。

次に、先ほど小林先生の、協調ということは個性のある者同士が協調すべきであって無個性の者の協調なんてあり得ない、というのはまさに至言だと思います。ですから、将来はいかに個性のある人間が集まって何かを生み出すかということが重要になってきた、これが一つの大きな屈曲点であります。

次に、山田先生からアメリカのお話が出まして、私も実はマニファクチャリング・エンジニアーズの大会にスピーカーで呼ばれましたときに、非常に驚きましたのは、アメリカのマニファクチャリング・エンジニアリングは工学ではなくて研究開発から販売まで全部入れた一つの総合的な学科でございました。そこで言われましたことは、スキルの問題に三つあって、フィジカル・スキル。日本の産業界はフィジカル・スキルばかりやってきたわけです。次にメンタル・スキル。創造性のような問題。これは最近非常に問題になっておりますけれども、カギを握るのはヒューマン・スキルではないかということ。

たまたまその大会で私はきょうおいでの阪大の岩田先生にもお目にかかりまして、先生とお話ししたのは、日本の大学は縦割りだから横になったようなものはなかなかできにくいということと、ヒューマン・スキルを大学でやってそれは論文になるのかというお話ですね。ところが、これはアメリカだけでなく、きょうはスウェーデンのホーヌマルク夫人もおいでですけども、スウェーデンあたりでもヒューマン・スキルを非常によくやっているのです。個性のある者がいかに協調したらいいか。ですから、ここで私が申し上げますことは、企業側も反省し、なおかつ企業のニーズをどうしたらいいかということに苦しんでいるということです。それで、大学には基礎科学とソフトウェアとヒューマン・スキルのようなも

のを何か取り入れていただけないか。例えば、台湾ではリー・エンテツ先生のようなノーベル賞の方がお帰りになって、アメリカやヨーロッパの大学と基礎科学では一体になってやっているわけです。シンガポールも同じような状態ですから、日本もここで遅れてはならないということを一言申し上げさせていただきます。

合 志（東京大学大学院教授） きょうのお話の中で、これは富浦先生からのお話でしょうか、「人間力」という表現の部分が大変強く出ておまして、小林先生からも、モード2からのアプローチになると、人間力として何をデファインするかは別として、それが重要だというご指摘がありました。私も、個人としては、エンジニアリングないしテクノロジーはサイエンス50%、ヒューマン・ファクター50%であるということをよく言っておまして、まことにそのとおりで思うのですが、大学の現実の姿として、そういうヒューマン・ファクターに関する評価なり何なりを極力排除してきたのがいままでの入試制度でもあり、いろいろな教育の制度なのです。

これを変えるというのは大きな転換を要するわけでありまして、とりわけ入試ではヒューマン・ファクターについて触れることはタブーみたいなものでありまして、絶対に許されないものに近いのです。大学院くらいになると自由度が増えてまいりますので、「きみはドクターに行ってもしょうがないよ」とかいろいろやりますけれども、そうでない限りは、紙の上には書かれたことをすべての尺度にして動いてきております。ヒューマン・ファクターについてどういうふうに教育の中に入れていくかということを、現時点になりますと教育は十分普及しきっておりますので、真剣にお考えいただきたいと思うのでありますけれども、簡単に解決できないと思うのです。産業界のほうもご要求があるでありましょうし、また我々の対応ということも考えなければいけないのですが、幸いにして私どもの大学で、医学部の系統の方がその辺を少し悩まれました、今度面接を取り入れて入試を決めるということを全面的にやりたいという決意表明をされました。その辺が大事なファクターではないかと思っております。

その辺についてどんなふうにほかの方がお考えかというのを伺いたいと思ひまして、発言させていただきました。

札 野（金沢工業大学教授） 私、大学では科学技術史で工学倫理などを教えております。先ほど、大学と企業との関係で、大学のほうにより多様な人たちを取り入れなければならないというご意見がありましたけれども、私は逆の方向もあり得るのではないかと思います。アメリカでよくやられていますコオペラティブ・エデュケーションというもので、学部の段階で企業に数ヵ月あるいは一学期研修に行く。それを交互に繰り返すことによって、大学時代に工学の現場を見るということ、自分自身が一体何を学ばなければいけないかということをお教えるという教育方法、これを企業側の方々に考えていただければと思います。

それは方法論的なことですが、もう一つ私が申し上げたいのは、先ほど小林先生のお話にもありましたけれども、モード2あるいはトランスディシプリナリーなコラボレーションをすることによってどのようなイシューを工学が解決し得るのか。工学教育を行う中で工学の目的とは一体何なのかという視点がどうしても必要なのではないかと思います。もちろん日本としてはメガコンペティションに勝ち残っていかなければいけないということもあるかと思いますけれども、先ほど西澤先生がおっしゃったように、人類ということをもっと考えたときに工学が一体何をなし得るのか、ということをお工学教育の中で取り組んでいく必要があるのではないかと思います。

西 澤 私の言ったことが十分わかっていただけていないようなので、補充させていただきたいと思ひます。

先ほど、小林先生と廣松先生から「多様化」という言葉が出ましたから、それは今後重大な問題ではないか。それから、富浦先生から「現場主義」という言葉が出ましたが、私たちの大学は現場主義を標榜してやってきました。ところが、入ってくる学生に実験をさせて、高尚な理論と合わないデータが出ますと、そのときに学生が「これは自然現象が間違っています」と言ったのです。そのぐらい、暗記教育の結果、形式主義になって

いるのです。あれは大抵のことでは直らないのです。これを何とかしないとイケない。そういう意味で、昔、「少し高等学校に意見を言おうじゃないか」と言ったら、うちの所長に「入学試験で入れている以上こっちの責任なんだから、文句は言えないんだ」と言われて、目を回したことがありますけれども、そんな形式主義ではなくて、小・中学校のほうのやり方も直さないと大学教育は花が咲かないところまで来てしまったわけです。

それから、昔、猪瀬さんという評論家と2〜3人で語らいまして、諸井虔先生をだいぶいじめたことがあるのです。それは何かというと、いわゆる企業の倫理というのは何かということです。それが、昔は日本の中の企業でしたし、当時は『百姓袋 町人袋』というような本もありましたし、ある意味の企業倫理があったと思うのですが、近年になってむしろ金儲け主義になってしまった点が多分にあるのではないかとということで、結局諸井先生をいじめたのは、「のれんの中には倫理があります。しかし、のれんの外に通用する倫理はないんじゃないですか」ということで最後の結論になったわけでございます。やはり企業のほうも、さっき「人間力」というお話が出ましたけれども、人間力というのは別に暴力を持つわけではないのでありまして、本人たちがやる気になる、自分の理想のためにこういうことをぜひやりたいと思うから力が出るのです。責任感があって出るわけでありまして、理想のない人間力というのはむしろ害毒になることが多いです。そういう意味で私は、人間が一人一人生きがいを持つことが一つの基調ではないか、というふうに考えております。

富 浦 ヒューマン・ファクターというのは大学で教育できるか、できないか。企業の中ではできていると私は思います。それが一点。

もう一点は、先ほど丹羽先生が、経営学みたいな関連で工学部の中にあるほうが据わりがいい、こういうお話がありました。実は、私はこれには問題意識を持っていまして、経営工学科出身はまことに都合がいいのですけれども、ディスカレッズするようなことを申し上げて済みませんが、固有の技術の専門を持っていればいいけれども、持ってなかったら何となくまあまあ屋になってしま

うのが実態だということが二点目です。

それから、先ほどの小林先生のことに関連して申し上げたいのですが、個性があるという「個性」という言葉に誤解があるのではないかと思います。何か意地を張って、人の言うことはいやでも聞かんとするというのを個性があるというぐあいに思いがちですが、これは非常に困った存在で、何も社会に限らないで、大学だってたぶんそんな人は困るだろうと思います。ただ、妙に物分かりがいい人も非常に困る。これは一体どういう教育の仕方があるのか。企業の中ではそういうのをきちんと直します。一種の躾です。これを大学でもやってください、というのが私が申し上げているポイントでございます。

大 橋 ちょっとこの辺で頭を冷やすために、工学の外におられる方のご意見を伺ってみたいと思います。私の目にとまりましたところ、東大の理学部長をやられた和田先生とスウェーデン理工学アカデミー日本代表としてのホーヌマルク紀子さんがいらっしゃいますので、それぞれ外から見てこういう議論をどう思った、というようなことを一言おっしゃっていただけませんか。

和 田 ((財)相模中央化学研究所) きょうは、私、発言を当てられるとは全く思っておりませんでしたので、非常に困惑しておりますけれども、せっかくの機会でございますので、簡単に申し上げたいと思います。

私は、理学部以外には一歩も出たことのない人間であります。ただ、6年前に定年になりまして、小さな研究所、企業と大学をつなげるような研究所におりますので、それ以来、工学及び理学の間の関係をいろいろ勉強させていただいております。理学でも、工学でも、発展というのには二種類ありまして、リニアな発展とノンリニアな発展ということがございます。私、工学は専門ではないので知りませんが、理学もリニアな発展では新しい目からウロコの落ちるようなことは出てこない。ノンリニアな発展は違う分野が結びついたときにおそらく出てくるであろう。したがって、今後は理学と工学の間のキャッチボールによって、両分野の間に目からウロコの落ちるような発展、いま私が申し上げましたノンリニアな発展があるだろう

うということでありまして、学術会議でも何とか理学及び工学の間の谷を埋めるといいますか、キャッチボールを盛んにしようということできいろいろと努力をいたしている次第でありまして、今後ともよろしく願いいたします。

感想を言えとおっしゃいましたけれども、いま私が申し上げた線に沿って教えていただいていると思ひまして、今後とも教えていただいたことを生かしてまいりたいと思います。どうもありがとうございました。

ホーヌマルク（スウェーデン王立理工学アカデミー日本代表） 私は、全く理工学のほうとは教育は違いますが、縁ありまして、スウェーデンの理工学アカデミーの仕事をボランティアという形で1984年ころからずっとお手伝いをさせていただいております。それは私の一つの奉仕活動なのですが、私自身の教育は、それこそ初めは聖路加の看護大学を出まして心臓外科学看護法をやり、その後フルブライトの奨学金をいただいてアメリカへ行き、それからスウェーデンへ行って医療福祉関係の仕事をずっとしておりましたが、80年ころから臨床は全く離れました。そんな関係と、スウェーデンの理工学のお手伝いをすることで、日本とスウェーデンの創造性とか個性などを比較してみる機会を得、私はアウトサイダーで日本、スウェーデンの関係を見ておりますと、どうしても日本の教育に関心がゆきます。

これから日本がグローバルな中で勝っていくには、本当に個性のある、ユニークで創造性のある人たちが出て、大量生産でない、一段高いレベルのものをやっていくとすると、大学レベルよりも小・中学校からの教育がどうあったらいいのか、ということをやや心配しております。

特に、息子はいま大学生ですが、小学校のときにこちらに移りまして、西町小学校って皆さん知らないと思いますが、そこはライシャワーさんの奥さんの妹の松方さんが戦後始めた学校で、日本の子供たちから国際人をつくるというところから始まったのですが、いまはインターナショナルになっています。非常にユニークな教育で、一番違うのは、幼稚園のときから子供たちに1～2分の時間を与えて自分のおもちゃを持ってきて発

表させるのです。自分のおもちゃのここがいいとか悪いとか自分の意見をまず発表させるということから教育が始まっていくので、その辺から自分の意見を言うというディベートにもなっていくのです。

私も、帰国子女の教育問題をいろいろ聞きますが、非常に個性のある人は、先生に「あなたは目立たないようにしなさい、英語ができるということをやあまり見せないほうがいいですよ」と言われてしまうそうですから、そのあたりからとても心配している母親の1人でございます。

竹内（東京電機大学教授） 一つ気がついて、非常に重要ではないかと思うことがありますので、時間のないのはわかって思いますが、敢えて述べさせていただきたいと思います。

教育の一番根幹にもとります重要な点は、人それぞれが無限大のポテンシャルを持っているという大前提に立って、そのポテンシャルをどうやって引き出すかということにあるかと思うのです。いみじくも去年ノーベル物理学賞をもらったパールさんと今年の初めにポリテクの大学の国際理事会で一緒だったのですけれども、そのときにパールさんがおもしろいことを言われました。彼は、アンダーグラデュエートはポリテクの大学へ行き、Ph. D. はコロンビアで受けた。ノーベル賞をもらったときに、ポリテクの学長のチャンさんがコロンビアとポリテクと共同でお祝いのパーティーをやろうという話をしたところが、パールさんは即座に、「コロンビアはやめてほしい。ポリテクだけでいい」とおっしゃったというのです。

なぜかということ聞いたところが、ポリテクでは自分のポテンシャルが非常に高いということについて自信をつけさせてくれた、学んだことそのものが重要ではなくて、自分に非常に大きなポテンシャルがあって、それをいかに発掘するかということが重要だと教えてくれた、コロンビアでは試験があって、おまえはだめだということでさんざんたたきのめされて、ドクターはとったけれども、もうヘトヘトになって自分はだめな人間であるということをやたたきつけられた、この二つの違いだということをおっしゃったのです。

したがって、いまの根本的な問題に戻って考え

たときに、工学教育にしても教育者である大学及び企業も同じことだと思えるのですけれども、入ってきた人にいかに自信をつけさせてその人の持っている能力を発掘するか、というのが最大の目標ではなかろうかという気がするわけです。

それを考えたときに、いま日本で何が行われているかということを考えると、かなり間違っただけをやっているのではないかと。先ほどの岡村学長のお話の中でも、例えば入学試験の問題。アメリカのSATと日本の入学試験。SATでは、ポテンシャルのある大学生を拾い上げて道を開くということを念頭に置いてやっている。日本では、いかに落とすか、おまえはだめだということ落第した学生に植え付けるということをやっている。それが大学に入ってから続きますし、企業に入ってから続く。ここに問題があるのではないかと。思うわけです。したがって、一朝一夕に変えられるとは私も思いませんし、皆さんもそうだと思うのですけれども、日本が21世紀のメガコンペティションの時代に生き残る一つの重要な点は、発想の転換をして、モチベーションなり各個人のポテンシャルをいかに引き出させるかということを実現するにはどうしたらいいか、ということを考える必要があるのではないかと。思う次第です。

大橋 まだまだご意見はたくさんあると思いますが、予定時間も過ぎましたので、この辺で締めくくりに入らせていただきたいと思います。

まず最初に、アシスタント・コーディネーターの丹羽さんから簡単にコメントをいただいて、後で廣松先生に締めくくりのサマリーということをお願いしたいと思います。

丹羽 私、先ほど申し上げましたように、この委員会で大変勉強させていただいたわけですが、その一方で、日本工学アカデミーとして何ができるかということ自分なりにずっと考えてきました。研究会を始めた当座、その途中でも、何ができるかという話がありまして、最初は、提言をしようとか様々なアイデアが出されました。最終的にはこういう形になったわけですが、私個人としては、何か物足りない感じがいたしております。日本工学アカデミーのミッションというのは日本学術会議とほとんど同じであ

る、ただ違うのは、学術会議のほうが政府系の組織であるのに対して、日本工学アカデミーはボランティアの組織であると言われております。そういうことを考えますと、それを生かした活動があるのではないかとずっと考えておりました。

思いつきで申しわけないのですが、例えば、理想的な工学教育をするために、これが必要だあれば必要だという抽象論ではなくて、学生規模はどのくらいだろうか、どういう学科が必要だろうか、学科ごとの関係はどうするのだろうか、産業界との関係はどうだろうか、そのようなことを考えるのも一つではないかと思えます。先ほど大橋先生から、大綱化によって各大学が自分の理念とか理想を掲げるようになった、というお話がありました。そうすると、ポジティブな評価にしないといけないと思うのですけれども、理念・理想がどの程度達成されたのか、達成されなかったらどんな問題があるのか、というようなことも日本工学アカデミーでやることの一つではないかという思いを持ちました。

会議の最後ではありますが、そのような意識を持つことも重要だと思いましたので申し上げました。また、この分野は息の長い議論が必要でございますので、今後機会があれば、日本工学アカデミーとして何をするかを含めて、議論することが重要と考える次第です。

廣松 まとめという大それたことができるわけでもございませんで、一番最初にご紹介いただきましたとおり、工学とか工学教育の専門家ではないという立場から、きょうの大変活発なご意見を伺った上での、私個人の感想と同時に、これからの一つの方向に関して申し上げ、締めくくりにさせていただきますと思います。

きょうの公開討論会では工学教育ということに焦点があったわけですが、当然のことながら、それは教育全体の一部でありますし、工学教育に限ったとしても、先ほどの岡村先生のおっしゃられた言葉で言えば「パイプライン」そのもの、それからその入口・出口、それに直結して初等・中等教育あるいは産業界の問題と大きくかかわるわけです。さらにはそれ以外の社会のサブシステム、およびマクロ経済そのもの、労働市場、そして政

治とも密接に関係しています。その上、これも先ほど山田さんからご紹介いただきましたとおり、現在はこれらの問題は日本国内だけの問題ではなくて、即国際的な問題になっている。そういう状況の下では、これは丹羽先生の言葉だったかと思いますが、工学教育を完結した独立したもの、あるいは陸の孤島という意識でとらえるのではなくて、大きく変わりつつある社会全体の中での一つの重要なファクターとしてとらえた上で、今後どういう形で進めていくべきか、あるいは改革をしていくべきか、ということを考えなければいけないのではないかと思った次第です。

その上で、最後にいささか我田引水でございますが、現在教養学部では、そこでの教育は単に専門教育にはいる前の基礎教育ということではないという意味で、英語の名称として **Arts and Sciences** という言い方をしております。もし今後の工学教育は、単に狭い意味での工学教育ではなくて、**Arts and Sciences** の基礎の上に成り立つ、サイエンス&テクノロジーに関する教育だというふうに考えるとしますと、アーツも入れて、**Arts and Sciences, Technology** に立つ教育ととらえて議論を深めていく必要があるのではないか、というふうに感じた次第でございます。

まとめというよりも、全く個人の感想で恐縮でございますが、以上でございます。

大 橋 どうもありがとうございました。

予定の時間をすでに10分超過いたしましたので、そろそろ締めくくりにしたいと思います。

きょうは、最初はパネリストからご意見を伺って、あとはフロアからのディスカッションを交え

ていろいろな問題点のご指摘がございました。表題にみるように、もう我々はさんざん工学教育を論じてきたのだから、そろそろどう変えるかこの辺で結論を出したいというような気持ちで企画したけれども、そう簡単にけりなどつく問題ではない、ということがますますはつきりしてきたと思います。しかしながら、もう実行のときは来ております。きょうご指摘のあった問題をすべて実行することは、例えば私のおります大学を考えてみても到底不可能なことであります。大学にも個性があるわけですから、それぞれの個性に応じてチョイスをして、決断をして、旗幟鮮明にして、自分たちは何をもって理念とするか、特色とするか、ということこそそろそろ出さざるを得ない時代がやってきたと思います。そういう意味で、どういうことを特色にすべきかというキーワードは、きょうのご意見の中でほとんど出たのではないかと認識しております。

きょうは速記もとっておりまして、会議録はディスカッションも含めまして印刷物としてお配りいたします。まだこれは相談してありませんが、仕上がりぶりを見て、何か不足がありましたら、丹羽先生あるいは廣松先生ともご相談して、追加したいと考えています。工学教育については考えるべきことは一応これを見たら出ているというような感じの印刷物にしたいと思っておりますので、きょうの足りない分なども含めて、それは印刷物にご期待いただきたいと思います。

きょうはどうもありがとうございました。

(拍 手)

日本工学アカデミー政策委員会

委員長	川崎 雅弘	科学技術振興事業団専務理事
委員	飯塚 幸三	(株)クボタ専務取締役
委員	石井 吉徳	国立環境研究所所長
委員	石橋 善弘	名古屋大学工学部教授
委員	今井兼一郎	
委員	内田 盛也	帝人(株)顧問
委員	大頭 仁	早稲田大学理工学部教授
委員	大橋 秀雄	工学院大学学長
委員	柏木 寛	(株)トッパン・グループ総研理事長
委員	岸田純之助	日本総合研究所名誉会長
委員	末松 安晴	通産省工業技術院産業技術融合領域研究所所長
委員	富浦 梓	新日本製鐵(株)常任顧問
委員	丹羽富士雄	埼玉大学大学院政策科学研究科教授
委員	吉川 弘之	東京大学総長
専門委員	廣松 毅	東京大学大学院総合文化研究科・教養学部教授
教育問題小委員会委員長	大橋 秀雄	
教育問題小委員会幹事	丹羽富士雄	
教育問題小委員会幹事	廣松 毅	

1997年5月15日

編集
発行 **日本工学アカデミー**

〒100 東京都千代田区丸の内1-5-1
新丸ビル 4-007

TEL : (03)3211-2441 ~ 2

FAX : (03)3211-2443