

科学技術者の高等教育に関する研究(2)

—国立・私立大学比較調査を中心に—

荒 井 克 弘
塚 原 修 一
山 田 圭 一

目 次

- はじめに
- I 理工系大学教育をめぐる状況
- II 国立、私立大学卒業生追跡調査
 - 1 調査の目的
 - 2 回答者の属性構成
- III 科学技術および社会のニーズの変化と理工系大学教育
 - 1 科学技術者の活動にみられる変化
 - 2 科学技術者の活動と大学教育との対応関係
 - 3 分析結果のまとめ
- IV 将来の選択

科学技術者の高等教育に関する研究(2)

—国立・私立大学比較調査を中心に—

荒 井 克 弘*
塚 原 修 一*
山 田 圭 一**

はじめに

環境問題や資源問題が激化し、それらの解決のために、以前にも増して多くの科学技術者の創造的能力が必要とされている。しかし、そのような科学技術者を養成すべき大学の理工系では、現在地盤沈下が囁かれ、学生は深刻な就職難のために苦しんでいる。

理工系大学教育は、一方に高等教育全般に共通な様々な歪みをもちながら他方には、転換期にあるといわれる科学技術そのものの問題をも同時に抱えている。今日の理工系大学教育にみられる不振は、この両方の問題を重ね合わせることによって、はじめてその解明が可能と思われる。

われわれのグループでは、以前に「科学のライフサイクル」という視点から、科学技術そのもののダイナミックな特性を分析した¹⁾。また、高等教育問題に関してもシステム分析的な視点から検討、整理を行ってきた²⁾。そして1976年には、以上の成果に基づき大企業等に勤務する科学技術者の調査を行った³⁾。

本稿では、上述した調査に引き続いて実施した東京工業大学、東京理科大学の卒業生追跡調査を中心にその分析結果を報告する。われわれはこのような実証的な分析を通じ、理工系大学教育の活性化の条件を探りたいと考えている。

I 理工系大学教育をめぐる状況

最近の経済的不況とともに、新卒学生の就職難が伝えられる。とくに理工系が不振であることは、再三マスコミで報道されている通りである。しかし、こうした傾向は、実はかなり以前からはじまっている。産業別の就職者数をみると、すでに70年、71年を境にして、多くの製造業では理工系学生の採用を手控えはじめ、図1にみられるように理工系卒業生の就職数は72年から急速に減少している。このため理工系卒業者の一部は、サービス業、卸売小売業などにその職を求めざるを得なくなっている。さらに職業別の就職者率をみると、理工系

* 東京工業大学・大学院

** 大学教育センター客員研究員／筑波大学社会工学系教授

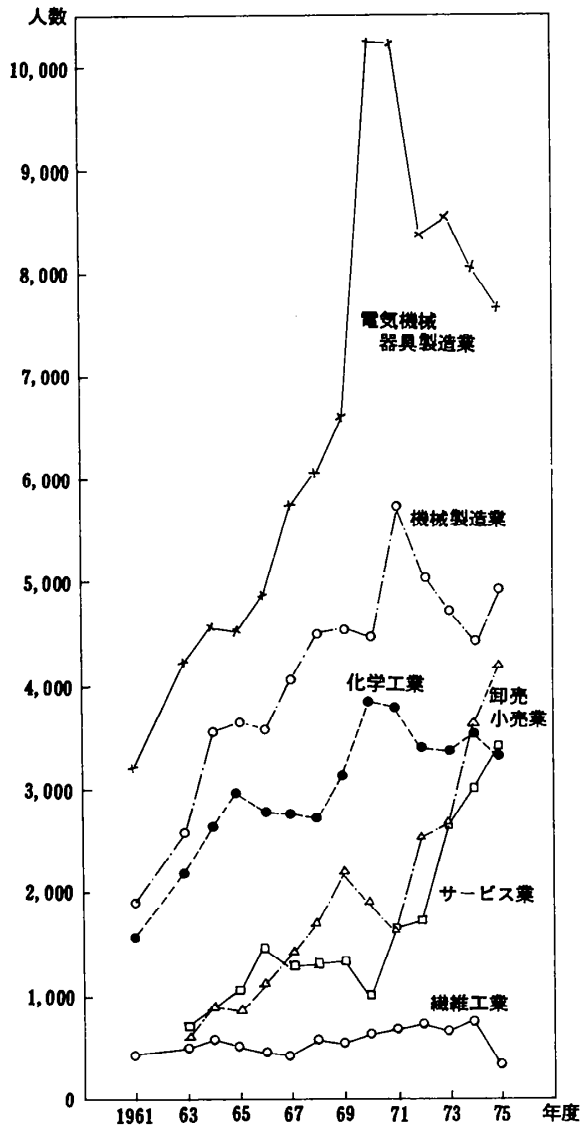


図1 工学系学生（男子）の就職者数

文部省『学校基本調査報告書』より作製

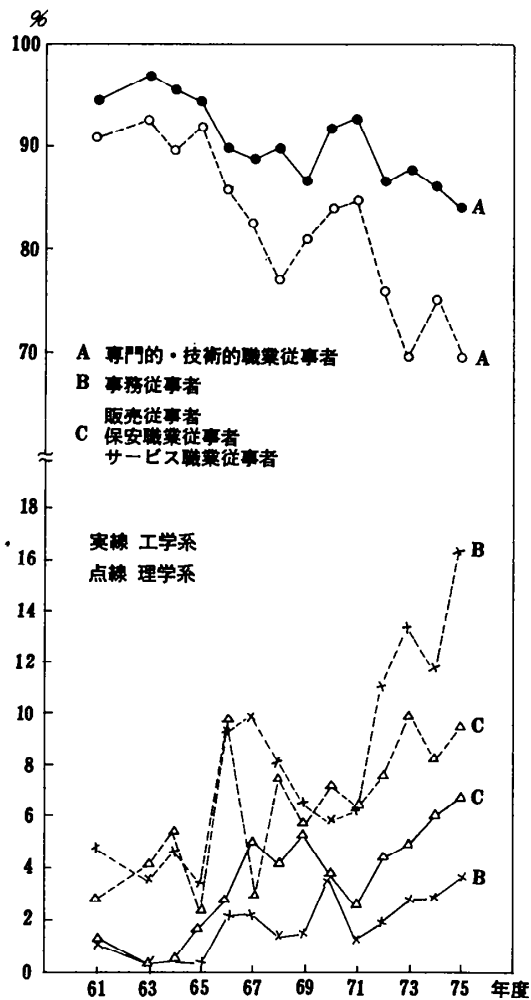


図2 理・工学系における職業別就職者率（男子）

文部省『学校基本調査報告書』より作製

をでて専門的技術的職業に従事する人々の比率は、60年代後半からすでに減少しはじめている。そして1975年に至っては、理工系卒業生の約2割が事務、販売などの職業に従事するという状況になっている。

一方、こうした就職状況の変化にもかかわらず、理工系の学生定員数は70年代に入ってもかなりの成長を続けている。とはいえ、その性格が70年あたりを機に変わってきていることも事実である。工学系でいえば、70年代に入ってなお成長を続けてきた分野と、明らかに停

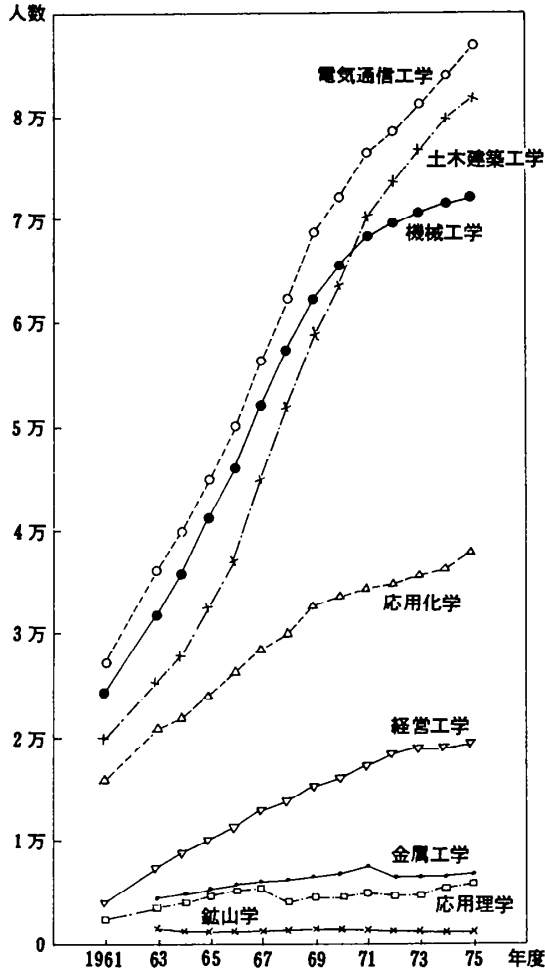


図3 工学系学科別学生数の推移

文部省『学校基本調査報告書』より作製

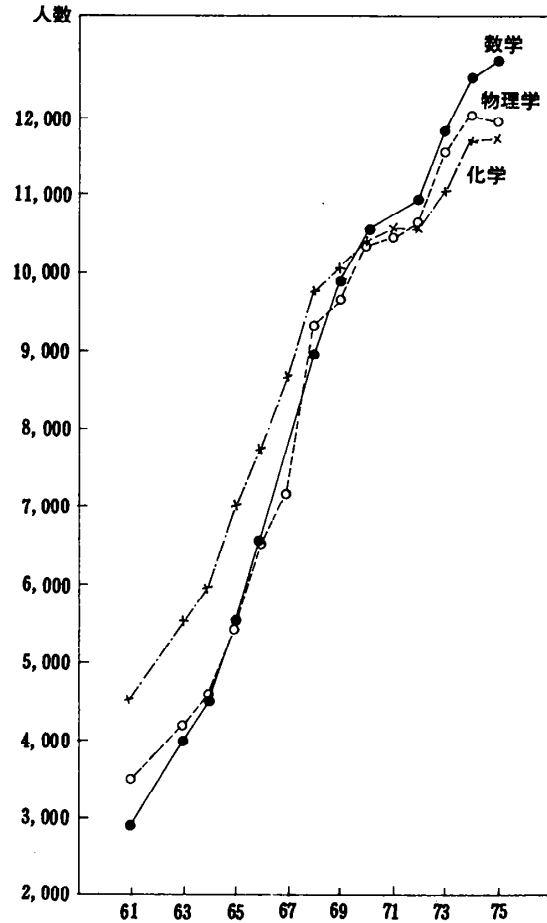


図4 理学系学科別学生数の推移

文部省『学校基本調査報告書』より作製

滞期に入った分野とに分かれてきた点である。前者は電気通信工学，土木建築工学⁴⁾などのグループであり，後者は機械，応用化学が含まれている。理学系の場合は工学系ほどに明確なグループ分けはできないが，数学，物理，化学など，60年代おわりに一度頭打ちになりながら，70年に再び立ち上るといった特徴のある成長パターンを示している。そしてこの70年以降の変化をも理工学部についてさらに詳しく検討していくと，70年以降に設置された学科のほとんどが，環境科学，情報科学，生物科学の関係諸学科であることがわかる。国立大学だけでも70年以降に設置された情報科学系学科は23学科⁵⁾，環境科学系は10学科に達する。個別の学科名でみる限り，60年代と70年代とでは成長分野がかなり質的に変わってきたといえるであろう。これらの変化は，60年代後半から激化した環境・資源問題などに対する社会のニーズ，情報技術の進歩，境界領域の発展など様々なインパクトを反映したものと考えられる。

だが、これらの政策決定に多くの問題があることは論を待たない。第1は、われわれが以前から指摘している教育政策のタイミングに関する点である⁶⁾。つまり、その専門分野の創造的活動がピークを過ぎてしまってから、多くの専門家が養成されるのではないかという懸念である。第2は、70年代に入って新、増設された以外の、理工学系の分野の改善に関してである。従来のシステムに後から個別の学科を追加していくだけでは、60年代の拡張と全く同じである。このようなやり方がシステムの硬直化を一層促すことになるという点については、すでに多くの指摘がある⁷⁾。

理工系卒業生の深刻な就職難という事情は、大学生予備軍である受験高校生の間にも波紋を広げ、リクルートの調査⁸⁾では、それまで学科志望率1位を独占していた理工系が、2年前にその座を商・経済系にゆずり、今年の調査ではさらに減少するという結果になっている。このような事情も合わせ考えれば、理工系大学教育の放置は近い将来、一層の就職難と同時に学生の質の低下をも招く恐れがあり、早急な改善策が望まれるのである。

しかしながら、この就職難を単なる供給過剰として促えることは、問題の本質的な解決につながるものではないであろう。現在の理工系教育そのものが、はたして科学技術そのものの動向に応じたものであるのか、また社会のニーズに見合ったものであるのか、そのような視点から、もう一度理工系大学教育を再検討する必要があるだろう。

60年代後半からの著しい変化については少し触れたが、この変化がどれだけの拡がりをもったものであるかは不明である。しかし、この変化が環境とか、情報という個別の学科をつくるだけで対応できるものではないとすれば、理工系大学教育全体が大きな変革を迎える時期にきていると考えなければならない。

われわれは大学以外の場所における科学技術活動の変化を分析し、また大学以外の場所から理工系大学教育がどのように評価されているかを調べようと試みた。そうすることによって、理工系大学教育の位置づけが明確となり、将来の方向がより明らかとなると考えたからである。

II 国立・私立大学追跡調査

1 調査の目的

調査の目的は、第1は科学技術者の活動を通して、科学技術そのものおよび社会のニーズの変化を探ること、第2は科学技術者の実際の仕事内容と大学教育との対応関係を分析することである。なお、ここで研究、調査の対象としている科学技術者の範囲は、「学部以上の学歴を有する理工系出身者で現在技術的あるいは研究的な業務に携わっている者」である。

われわれは同様の趣旨によりこれまで2回の調査を行なっている。第1回は18の大企業メーカーと1公社、1国立研究機関に対し組織単位に調査したものである⁹⁾。

第1回の調査により、科学技術者の活動にみられる変化が近年増大していること、また科学技術者の仕事内容と大学教育とのギャップが拡大していること、などが知見として得られた。しかし、調査対象が一流企業や研究機関に限られているため、その知見を科学技術者全体のものとして一般化することには問題があった。そこで引き続き、特定の大学を複数選び、その大学の卒業生を対象として同様な調査を実施した。本稿で主として報告する内容は、この卒業生追跡調査である。

したがって、卒業生追跡調査は前回と同様の調査目的を持ちながら同時に、前回で得た知見をさらに広範な科学技術者層について検討し、位置づけるという第2の目的を合わせもっている。

調査の実施

卒業生追跡調査の対象として東京工業大学と東京理科大学を選んだ。両校とも独自の伝統を誇る理工系の単科大学であり、それぞれ国立大学、私立大学として多くの科学技術者を社会に送り出している。

東京工業大学は52年度時点で理学部5学科(153)、工学部16学科(621)から成り、学生定員数は774名である。これに対し東京理科大学は理学部第1部6学科(480)、理学部第2部3学科(480)、薬学部2学科(160)、工学部第1部5学科(300)、工学部第2部3学科(240)、理工学部10学科(870)から成り、合計6学部、学生定員数は2,530名である¹⁰⁾

第1回の調査では、入社時期によって科学技術者を3層にわけ、それぞれをトップ層、中堅層、若手層と称した。調査の中心は昭和28～38年度入社の中堅層と昭和39～48年度入社の若手層であり、各々共通項目を含んだ別の調査票を用いた。今回の卒業生追跡調査(以後第2回調査、あるいは各々東工大、東理大調査と呼ぶ)でも、第1回調査との比較のため、両校の卒業生のうち昭和27～47年度の卒業生を調査サンプルの母集団とした。そして第1回調査と対応する年次で2つに分け、卒業年度の古い方を中堅、若い方を若手とし、各々の調査票を用いることにした。

サンプリングは卒業生(同窓会)名簿から両校とも1,050名を無作為抽出し¹¹⁾、そのうち現住所の確認できた東工大:920人、東理大:818人に対し調査票を配布した。調査方法は郵送調査方法を採用し、1977年6月に実施した。

2 回答者の属性構成¹²⁾

- ① 勤務先の規模:勤務先の従業員数により規模を代表させた。¹³⁾東工大、理科大の間に明瞭な差があり、大企業の採用が国立大学中心型に偏っている事実を示している。なお、第1回調査はすべて2,000人以上の規模である。
- ② 学歴別構成:東理大に比べ東工大の回答者に占める大学院卒の割合はかなり高い。東工大の若手では31.5%に達する¹⁴⁾

表 1 勤務先の規模

勤務先の規模	～1,999人	2,000人～	N.A.	N
東工大 (中堅)	20.9%	76.4%	2.6%	(191)
(若手)	10.7	79.5	9.7	(216)
東理大 (中堅)	60.4	39.0	0.6	(159)
(若手)	52.5	33.1	4.4	(160)

③ 専門別の構成：大学時点の専門別構成では、大学の学科構成を反映してやや違いがみられる。¹⁵⁾ 表 2 には、現在（調査時点）の専門別構成を示した。

表 2 専門別の構成（現在：調査時点）

現在の専門	化学	機 械	電 気	情 報	土 建	その他	N
東工大(中堅)	(%) 39.3	23.0	24.6	6.0	3.8	3.3	(183)
(若手)	32.7	23.6	20.2	15.9	3.4	4.3	(208)
東理大(中堅)	35.4	20.9	16.5	19.6	0.0	7.6	(158)
(若手)	38.1	15.5	16.1	21.3	3.2	5.8	(155)
第1回調査(中堅)	25.8	23.3	35.4	6.4	4.7	4.4	(361)
(若手)	25.6	25.4	30.0	12.0	5.1	1.8	(952)

④ 職種別構成：若手をみると東理大は東工大に比べ基礎研究，技術開発，企画が少ない。また中堅は若手に比べ，基礎研究，技術開発が少ないことが特徴的である。

表 3 職種別の構成（若手：現在）

	基礎研究	技術開発	製品開発	設計	製造生産	企画	技術管理	その他	N
東工大	(%) 10.9	20.9	15.6	19.0	17.1	8.5	3.8	4.3	(211)
東理大	7.1	11.0	21.9	25.2	18.1	1.9	3.9	11.0	(155)
第1回調査	11.4	21.8	11.9	15.3	22.9	8.8	5.9	1.9	(952)

つぎに 2, 3 の意識項目の結果を示しながら，東工大，東理大，第 1 回調査のそれぞれの回答者のプロフィールを，若手の場合について簡単に紹介する。

第 1 回調査の回答者は有名国立大学出身者が多く，かつ全員が大企業勤務であることから科学技術者全体からみて，かなり恵まれた環境にある人々と考えられるが，意識の面でもそうした傾向をはっきり反映している。例えば，“仕事に意欲的に取り組んでいる”と答えた

比率は第1回調査(34.7%)，東工大(28.2%)，東理大(23.1%)であり，また職場の配置に関しても“適材適所”と答えたのは第1回調査(68.5%)，東工大(52.8%)，東理大(43.7%)の順である¹⁶⁾

東理大の回答者は第1回調査，東工大に比べ，あまり恵まれているとはいいい難い。だが，彼らに特徴的なのは専門職¹⁷⁾への志向性が強いことである。「管理職と専門職のどちらを選択したいか」という設問に，“専門職”を選んだのは東理大(47.5%)，東工大(37.5%)，第1回調査(33.0%)である。また，“自分の適性”に関する設問において，“技術者しか向いていない”を選択した比率も東理大(25.6%)，東工大(24.5%)，第1回調査(18.8%)の順になっている。

「人生をやり直せる」として，また技術者になりたいか」という設問に，“はい”と答えたのは東理大(70.0%)，東工大(64.7%)，第1回調査(60.2%)である。

東工大の回答者は大企業勤務の人々が

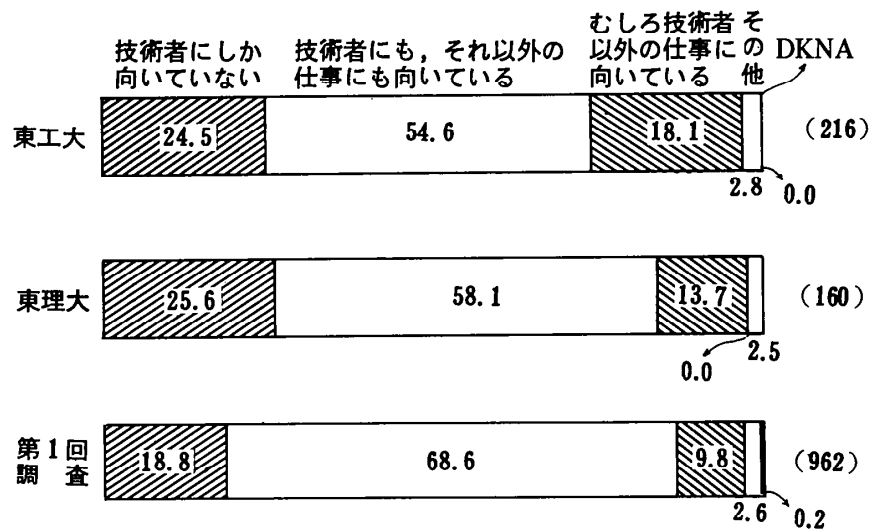


図5 自己の適性(若手)

多いため，第1回調査に似た傾向を示しているが，技術者という職を選んだことにやや不満な感じをもつタイプも少なくない。例えば，“適性”についても，“むしろ科学技術者以外の仕事に向いている”を選択した比率は，東工大で18.1%を占める。「人生をやり直せる」として……」に“技術者にはなりたくない”と答えた比率は東工大(37.5%)，第1回調査(32.3%)，東理大(27.5%)である。

回答者の属性構成から，国立大学と大企業勤務，私立大学と中小企業勤務というむすびつきが強いことが明らかであり，そうした関係を反映してか，意識の面でも第1回調査，東工大の回答者と東理大の回答者の間に差がみられた。

Ⅲ 科学技術および社会のニーズの変化と理工系大学教育

1 科学技術者の活動にみられる変化

以下では，科学技術者の個々の活動を通して，今日の社会のニーズ，および科学技術そのものの変化の分析を試みる。

専門的知識・能力¹⁸⁾の変化

科学技術に関する情報が急増する一方で、長年蓄積した知識や能力が短期間のうちに陳腐化してしまうとか、あるいは組織や社会のニーズによってそれまで有用であった知識・能力が役に立たなくなってしまうという傾向が、最近激しくなっているといわれる。このような事実については、すでに第1回調査報告でも述べたが、さらに東工大、東理大について結果を述べよう。

研修期間も終わって、各々の仕事に定着する就職後2、3年目の時期と、科学技術者として活躍時期にある30才頃¹⁹⁾の時期の間で、専門的知識・能力の適合度を調べた。

就職後2、3年目の時期と30才頃の間で、専門的知識・能力が「重なっている」と回答したのは東工大の中堅の59.2%、若手の40.9%であり、理科大ではこの比率が中堅52.0%、若手の46.2%となっている。この結果に従えば、仕事に必要な専門的知識・能力の変化は、最近になって激しくなっているといえよう。ちなみに第1回調査の結果は、中堅63.2%、若手49.7%である。

表 4 専門知識能力の変化

	重なっている	どちらかといえば 重なっている	どちらかといえば 重なっていない	重なっていない	N
東工大 (中堅)	21.3 %	37.9 %	33.3 %	7.5 %	(174)
(若手)	14.6	26.3	45.1	14.1	(213)
東理大 (中堅)	20.8	31.2	35.7	12.3	(154)
(若手)	17.7	28.5	38.6	15.2	(158)
第1回調査 (中堅)	24.9	38.3	27.3	9.4	(373)
(若手)	17.5	32.2	39.3	11.0	(960)

専門分野の移動

知識・能力の適合度を調べる方法は直接的ではあるが、やや主観的にすぎる傾向がある。そこで、より客観的な方法として、既存の専門分類を工夫して仕事内容を測定する方法を試みた。専門分類²⁰⁾は最終的に160余となったが、集計においてはこれを6分類と29分類に統合したものを、分析に用いている。本稿では、とくに前者を専門領域、後者を専門分野と呼ぶことにする(表5)。

専門分野の測定は適合度と同じに、就職後2、3年目と30才頃の時点のものを調べ、移動表を作成した。専門領域間の移動では、東工大、東理大ともに中堅より若手で移動率が増加し、専門領域間の交流が最近促進されている。この傾向もやはり第1回調査の結果と同様である。表6に、事実移動率²¹⁾と並べて示した開放性係数は、移動の性格を表わす指標であり、I時点での所属領域とII時点での所属領域が独立である場合に1、完全に従属的である場合

表5 専門分野と専門領域

化学領域	
1.	有機化学
2.	高分子(合成)
3.	高分子(物性)
4.	無機化学
5.	物理化学
6.	化学工学
7.	生物化学・環境化学
8.	その他
機械領域	
1.	機械力学
2.	設計論
3.	材料力学
4.	流体工学
5.	熱工学
6.	金属加工
7.	その他
電気領域(強電)	
1.	基礎理論
2.	電気機器・機械
3.	電気材料
4.	配電・高電圧
5.	応用技術
(弱電)	
6.	電子技術
7.	電子回路
8.	通信技術
情報処理領域	
1.	システム
2.	ハードウェア
3.	基本ソフトウェア
4.	応用ソフトウェア
土木・建築領域	
その他	

表6 専門の移動

	事実移動	開放性係数	N
東工大(中堅)	0.103	0.092	(184)
(若手)	0.159	0.154	(208)
東理大(中堅)	0.165	0.148	(158)
(若手)	0.174	0.224	(155)
第1回調査(中堅)	0.115	0.135	(365)
(若手)	0.159	0.179	(952)

に0をとる。いいかえれば開放性係数が1に近づくことは、各専門領域の科学技術者が自己の出身領域の特性に拘束されずに自由に移動するようになることである。しかし、移動率が大きくとも、その移動が非常に偏っている場合には、必ずしも大きな値はとらない。²²⁾表6では東工大、東理大、第1回調査で、それぞれ開放性係数が若手で増大しており、専門領域の間の交流が全体に活発化していることがわかる。つぎに各専門領域について、その領域の中の専門分野間の移動を検討した。しかし、東工大、東理大はサンプル数が少ないので第1回調査の結果を分析した。化学、機械、電気のそれぞれの領域ですべて移動が増加しており、また開放性係数も増大している。したがって、この結果が一般化できるとすれば、専門領域の間だけでなく、個々の領域内における分野間の移動も活発化してきていることが示唆される。

専門領域・専門分野の位置関係

移動表に示されている情報量はかなり多い。移動率の大きさを示すと同時に、個々の専門領域・分野の関係についても重要な知見を提供してくれる。移動の頻度は、結果的には一

種の近さ(距離)を反映しており、丁度コミュニケーションの頻度が両者の親近性の指標となるのと同じである。移動頻度の高い関係は実質的に類似度が高いか、あるいは交流する必要性があるという事実を表わしている。このような視点から前述の移動表(第1回調査)の数値に数量化Ⅳ類を用いて、各専門分野の間の相対的距離を算出した。²³⁾図6、図7には就職後2、3年目と30才頃の間での移動の関係について、第Ⅱ軸までの布置を示した。

中堅のデータでは、個々の専門領域がかなり強いまとまりをもって存在しており、領域相互の距離が保たれている。これに比べ若手では、専門領域のまとまりがやや崩れてきている。化学領域などは他領域との交流がある分野とない分野に明らかに分極化しているのが注目さ

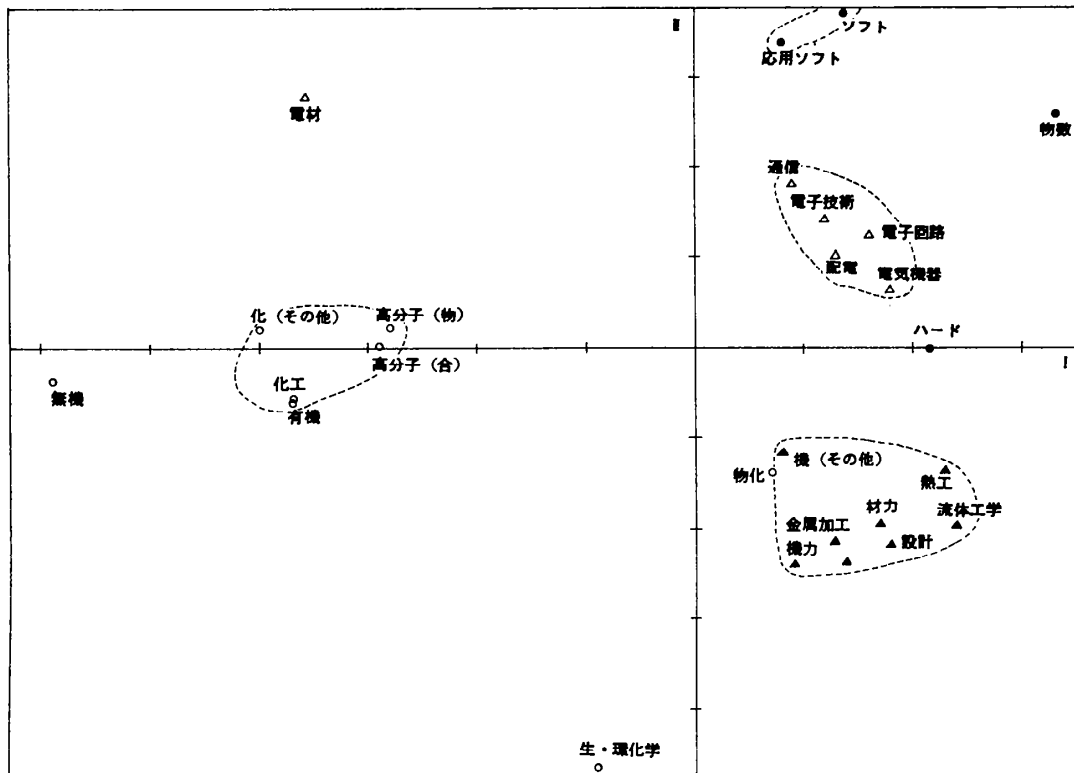


図 6 専門分野の位置関係 (中堅)

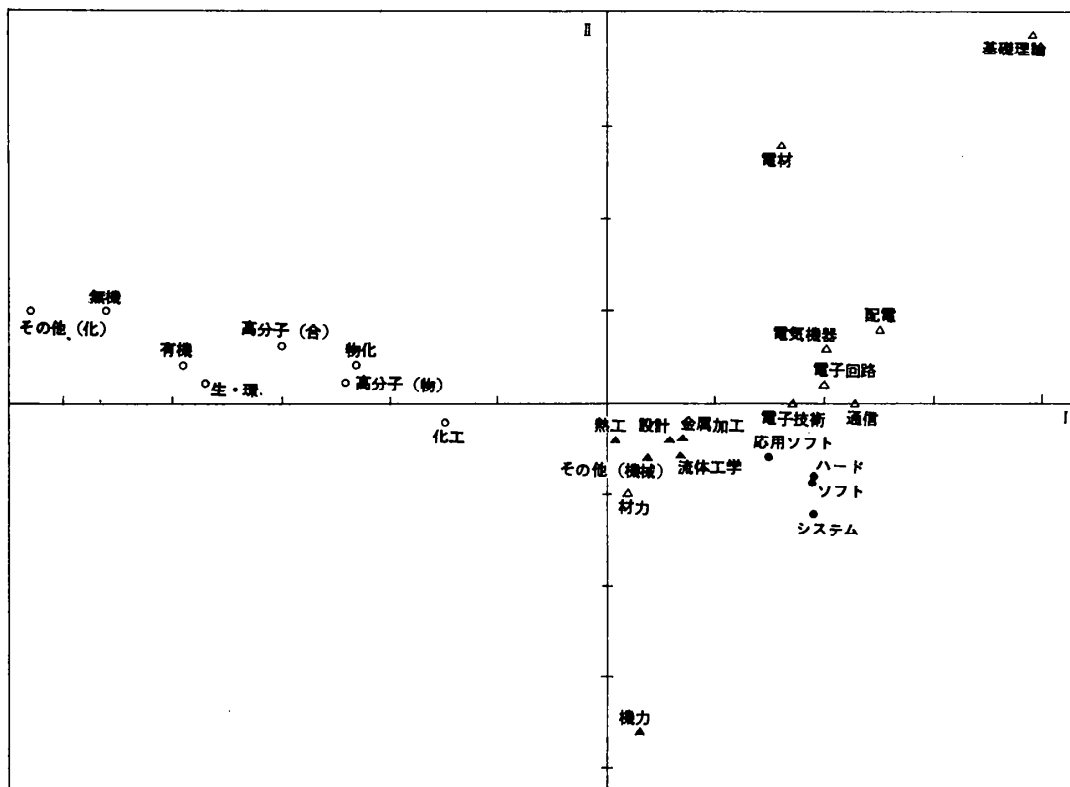


図 7 専門分野の位置関係 (若手)

れる。情報系なども機械系との交流が中堅の頃と比べ、はるかに密接となっている。

仕事の複合領域性

専門移動のデータから各専門領域間の交流が全体に緊密化していることが明らかとなった。つぎに、科学技術者が各々の時点で従事している仕事についても、このような傾向がみられるかを調べるために複合領域性について検討を行った。

われわれは、科学技術者の仕事内容を測定するために細目の専門分類（160余）を用いたが、このとき仕事内容に1番近い専門と2番目に近い専門を2つ選択してもらった。前述の専門移動の分析では煩雑さを避けるため、この1番目の専門だけを使って集計分析を行ったが、以下ではこの2つの専門を用い、その関係から仕事の複合領域性を検討した。

年令時期を「30才頃」にとり、仕事に1番近い専門と2番目に近い専門が同じ専門領域に含まれている場合を単一領域的、そうでない場合を複合領域的とした。

東工大、第1回調査では、複合領域的な仕事に従事している者が若手で増えており、とくに職種別にみると、増加が著しいのは研究開発部門²⁴⁾であった。しかし、東理大は東工大、第1回調査とは逆の結果であり、とくに研究開発部門に占める複合領域的な仕事の人々は中堅より若手で減少してきている。勤務先の規模の大きさ、また研究開発従事者が国立大学出身に偏っている傾向などから、以前は比較的周延的であった複合領域な仕事が、最近ではむしろ研究開発のフロンティアとなってきていることが考えられる。

専門構成の変化

今後の科学技術の動向を考える1つの材料として、各専門領域、専門分野のライフサイクルを検討してみよう。新採用となった科学技術者の専門構成²⁵⁾は、その時々組織のニーズや科学技術の動向を反映しているものと考えられる。第1回調査のデータは各業種の一流メーカー²⁶⁾が対象であるので、とくに専門領域ごとの変化をみるには適当と思われる。

図8は、入社時期によって5グループにわけた人々の就職後2、3年目の専門別構成を示したものである。専門領域の変化をみると、化学と情報が特徴的である。化学は1957～63年入社の人々をピークにライフサイクル的なパターンを示している。情報は1968～70年までに急成長を遂げ、その後、停滞もしくは漸減傾向に入っている。I節で述べたように、各大学の情報系学科はそのほとんどが70年以降に設置されているので、図8の結果からみると今後、情報系の卒業生の就職が深刻化することが予想される。

表7 仕事の複合領域性

	複合領域的な仕事	単一領域的な仕事	N
東工大(中堅)	19.5%	80.5%	(169)
(若手)	25.1	74.9	(195)
第1回調査(中堅)	19.0	81.0	(336)
(若手)	25.9	74.1	(910)
東理大(中堅)	27.5	72.5	(141)
(若手)	19.6	80.4	(143)

つぎに領域別に变化を追ってみよう。図9は化学領域の変化である。高分子(合成)は50年代後半から明らかに減少傾向になっている。工学部に初めて高分子化学科ができたのが1959年であるから、その遅れはかなり大きい。²⁷⁾その後、1972年までに国立大学だけで9つの高分子化学系学科が設置されている。高分子物性は合成部門が減少傾向に入った後も成長を続け、化学全体が衰退期に入った後、少し遅れて減少をはじめている。

一方、これらの変化とは逆に最近成長の著しい分野は、“生物化学・環境化学”と“その他(触媒化学、錯体化学、天然物有機化学等)”である。とくに後者の増加はいわゆる

ファインケミカル指向を表わしているといえよう。1974~76年(入社時期1971~73年)には、新入り科学技術者の26.8%がこれらの分野に従事している。この傾向は研究的職種(基礎研究、技術開発)で顕著であり、その職種の人々の30.8%を占めている。これらの分野が未来指向的であることは、従事している人々の81.6%²⁸⁾が研究開発部門であることからわかる。同じく拡大している分野でも、これと対称的な性格をもつのは化学工学である。化学工学では研究開発部門にいる人々の比率は39.0%にすぎない。さて、これらの変化を概観するとき、化学領域が近い将来に向けて大巾な方向転換を旨ざしていることが示唆される。

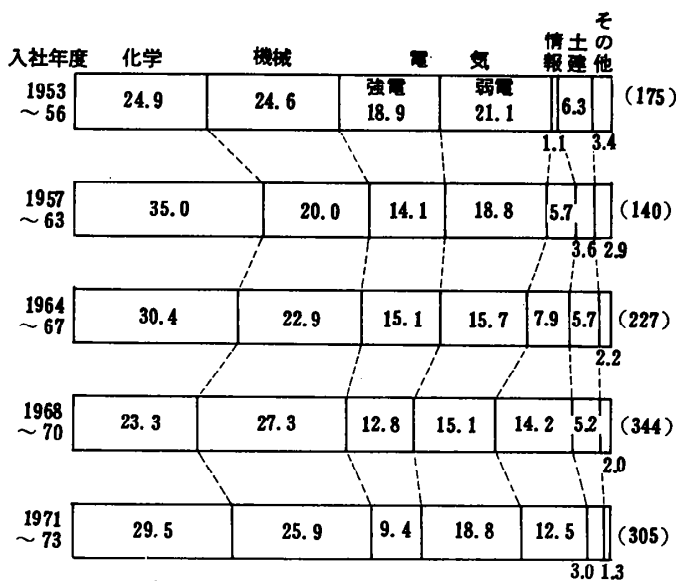


図8 就職後2, 3年目の専門(入社年度別)

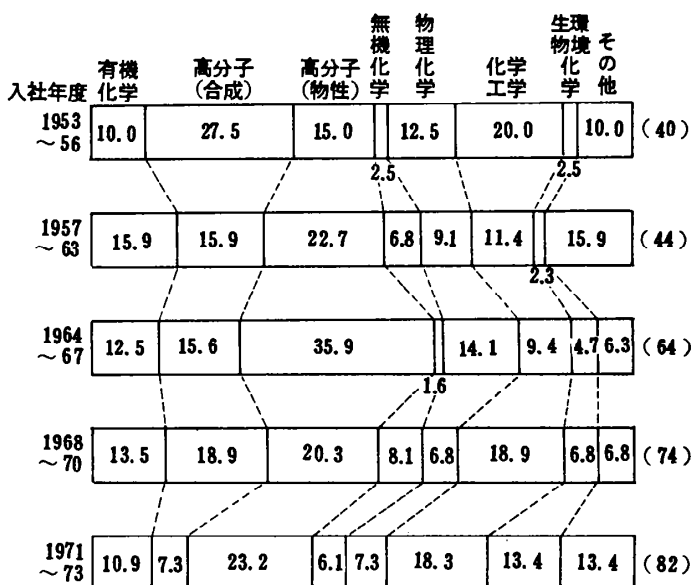


図9 就職後2, 3年目の専門(入社年度別)

情報の領域では歴史が浅いので60年代後半からの変化が追えるだけだが、数値計算、データマネジメントなどの応用ソフトウェアの分野が停滞傾向に入ったことは、そのシェアが大きかっただけに今後の動向が注目される。

2 科学技術者の活動と大学教育との対応関係

科学技術に関する情報量が急速に増大する一方で、個々の専門分野のライフサイクルが急速化しているという事実について、われわれのグループでは以前に「科学のライフサイクル」という視点から実証的な分析を行なった。²⁹⁾ そしてその分析の中で、個々の研究テーマを包括したさらにマクロ的なレベルでもライフサイクルが存在することを仮説的に述べた。Ⅲ・1節で述べた科学技術者の活動上の変化が、はたしてこのようなレベルの変化に関連したものであるかは明らかではない。しかし、専門分野、専門領域の緊密化というかなり基本的な次元での変化を伴っていることは事実である。

本節では、現在の理工系大学教育が、職場での科学技術者の活動とどのような対応関係にあるかを調査データをもとに分析を行った。

専門的知識・能力の適合度

職場で活動している科学技術者に対して、「大学で学んだ専門知識・能力」と「仕事に必要な専門知識・能力」との適合度の評価を調べた。勿論、適合度の評価の高いことが必ずしも秀れた大学教育であるわけではない。しかし、適合度が最近になって低下してきている事実があるとすれば、それは大学と社会の間のズレの拡大を意味しているであろう。

第1回調査の結果を図10に示した。入社時期によって5つに区分したが、入社時期の新しい人々ほど適合度が低下している傾向がある。知識・能力が「重なっていない」とする回答は1953～56年度入社の40.0%から1971～73年度入社の62.6%まで増え続けている。東工大、東理大の結果も同様の傾向を示しており、「重なっていない」の回答は東工大で46.8%（中堅）から62.0%（若手）へ、

入社年度	重なっている	どちらかといえば重なっている	どちらかといえば重なっていない	重なっていない	
1953 ～1956	19.4	40.6	31.7	8.3	(180)
1957 ～63	15.6	30.5	48.2	5.7	(141)
1964 ～67	10.6	28.6	45.4	15.4	(227)
1968 ～70	8.7	29.2	47.1	15.0	(346)
1971 ～73	8.4	29.0	42.3	20.3	(310)

図10 専門的知識・能力の適合度（入社年度別）

東理大では62.0%から71.1%に増えている。理工系大学教育と社会のニーズの適合度が最近低下傾向にあることは第1回調査報告でも述べたが、この変化はかなり一般的なものであると考えられる。

一方、東工大、東理大の結果は、大学間の相違という視点からも検討できる。「重なっていない」という回答は中堅の東工大で46.8%，東理大の62.0%である。これに対し若手の東工大では62.0%，東理大の71.1%である。どちらも統計的には有意（5%水準）

表 8 専門知識・能力の適合度

	重なっている	重なっていない	N
東 工 大 (中堅)	53.2 %	46.8 %	(190)
(若手)	38.0	62.0	(213)
東 理 大 (中堅)	38.2	61.8	(157)
(若手)	28.9	71.1	(159)
第1回調査 (中堅)	51.8	48.2	(371)
(若手)	38.2	61.8	(956)

といえるが、若手でその差が減少している点が興味深い。しかもその内分けは、東工大の適合度評価の低下が大きな要因となっている。³⁰⁾

適合度の評価が、中小企業勤務の者より大企業の者に高く、また私立大学出身のものより国立大学出身で高いことは、中堅のデータでは明らかである。最近の状況を考えた場合にもこのような傾向がさらに強まっていると考えることは少しも不自然なことではない。

第1の理由として、60年代の拡張に伴う教育の質の低下をあげることができよう。拡張は国立より私立で一層急激であり、とくに理工系では機械設備の充実に手間がかかり、量的拡張による教育の歪みは国立よりはるかに私立で大きかったと考えられるからである。

第2は大学院卒業者の増加である。東工大の若手では31.5%，東理大の若手では6.9%の大学院卒業者が含まれている。大学院卒業者の場合、学士と比べ適合度評価が全体に高いので、彼らがサンプルに多く含まれることは評価の平均値を上昇させると考えられる。³¹⁾

ところが、これらの諸理由にも拘わらず、東工大の適合度評価の低下は著しく、東理大との差は縮まっている。しかもこのような変化は東工大だけに限らず、国立有名大学出身者が多数を占める第1回調査のデータでも、やはり同様の低下を示しているのである。50年代から60年代にかけて技術革新の著しい時期、いいかえれば技術導入の盛んであった時期には、大学は多くの分野で科学技術の動向を先取りする立場にあったといえる。したがって、教育および研究の設備・陣容が整った国立有名大学出身者に適合度が高かったことは、かなり必然的であったと考えられる。しかし、近年、この国立大学出身者に適合度評価の急速な低下がみられることは、現行の理工系大学教育がめざしている充実の方向と社会のニーズの方向との間に本質的なズレが生じてきていると考えられる。

大学と職場の間での専門の移動

Ⅲ・1で使用した専門分類（細目：160余）を用いて、大学時点と就職後2，3年目の間

の専門移動を測定した。

表9 専門の移動

専門領域間の事実移動率をまず第1回調査のデータについてみると、旧帝大系出身者で0.101（中堅）から0.225（若手）、国公立大学で0.140から0.185、私立大学で0.222から0.278に増加している³²⁾つまり、大学で専攻したものと違った専門領域の仕事に従事する人々が最近増加している。この結果を世代別に分けてみると、中堅では旧帝大系で固定性が高く、国公立大学、私立大学出身者の順に移動率が大きく、適合度の箇所でのべたような大学の階層差との

	事実移動	開放性系数	N
東工大（中堅）	0.128	0.169	(149)
（若手）	0.200	0.173	(160)
東理大（中堅）	0.258	0.216	(97)
（若手）	0.132	0.122	(91)
第1回調査 旧帝大系（中堅）	0.101	0.105	(169)
（若手）	0.225	0.232	(385)
国・公立大学 （中堅）	0.140	0.158	(92)
（若手）	0.185	0.161	(222)
私立大学（中堅）	0.222	0.235	(36)
（若手）	0.278	0.299	(126)

対応が専門移動に関してもみられる。ところが、若手になるとこの傾向はみられず、帝大系の移動率も急速に大きくなっている。

東工大、東理大について、同様に専門領域の事実移動率を比べると、東工大では0.128（中堅）から0.200（若手）に増加し、東理大では0.258（中堅）から0.132（若手）に逆に減少している。世代別には中堅で、東工大、東理大の順に移動率が高くなっているが、若手では逆となっている。

第1回調査、東工大、東理大の結果をまとめると、専門の移動については、大学間の一種の序列に対応した傾向が以前にはあったが、最近はそれが崩れてきているということができよう。

この結果は適合度評価の箇所で述べた、大学教育と社会のニーズの方向性のズレという推論を支持している。

学部教育内容の評価

学部教育全般を次の7つの教育内容に分けて卒業生の立場からの評価を聞いた。①自然科学の基礎科目（数学、物理、化学等）、②工学系の基礎科目（反応速度論、材料力学、システム工学等）、③専門科目、④実験、演習、製図、⑤技術の社会的役割（科学史、技術論等）、⑥人文・社会科学、⑦語学である。評価の対象は大学側のカリキュラムや指導方法に関するものと、学生側の修得度合に関するものに分かれている。設問の形式は「いままでの職場経験をふり返ってみて……意見をお聞かせ下さい」という内容である。回答は十分、不十分を両極に、4つの選択肢からなっている。したがって、十分という答えは職業活動に見合っているという意味である。

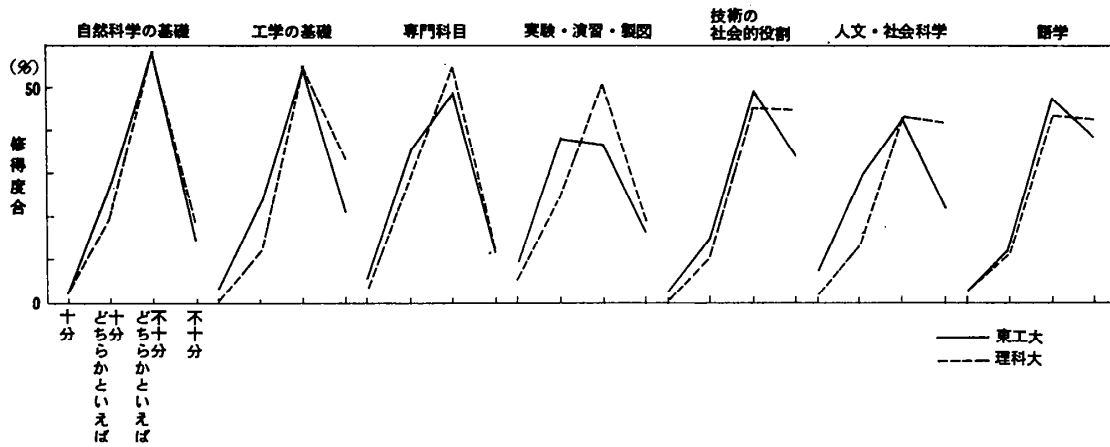


図 11 教育内容の評価

図10に東理大と東工大の修得度合（若手）に関する結果を示した。東工大と東理大を比べると、すべての教育内容に関して東理大の評価が低くなっている。東工大、東理大の共通の傾向としては、自然科学系の科目では専門より基礎に不足が目立ち、科学の社会的役割、語学の修得も不足している。また、実験・演習・製図や社会科学、それに工学の基礎に関しては東工大と東理大の間に差が大きい。

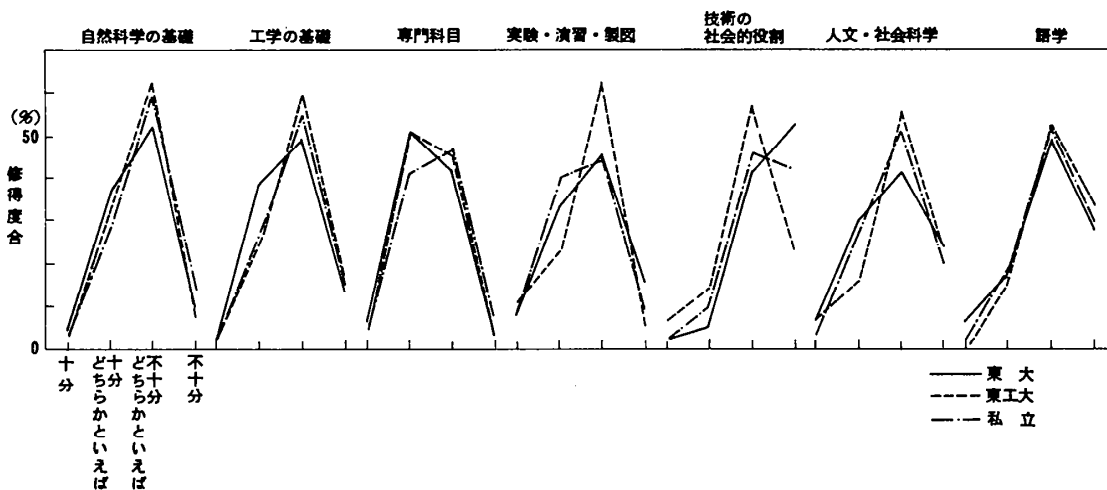


図 12 教育内容の評価

図11には第1回調査の大学別データの1部を示した。東大(115)、東工大(58)、私立大学(179)出身者(若手)の評価である。修得度合の結果をみると、自然科学系の科目と社会科学系で東大出身者の評価が高く、技術の社会的役割では東工大出身者の評価が高い。全体

に不足が目立つのが技術の社会的役割，語学，それに自然科学系科目では基礎科目である。

東工大，東理大，第1回調査の結果で，「十分」という評価が共通して比較的高いのが「専門教育」である。職場経験を通じた評価であるので，大学教育への要求水準が低下しているために「十分」と回答したのか，本当に充実しているのか明確ではないが，いずれにしても専門より基礎の充実が求められていることは確かである。

3 分析結果のまとめ

東工大，東理大調査そして前回の企業・機関別調査の分析により得たおもな知見は次のとおりである。

1. 科学技術者の就職後の活動を「専門の移動」，「専門的知識・能力の変化」という側面から検討したところ，近年変化が激しくなっていることが明らかとなった。
2. 科学技術者の「専門移動」の分析から，専門分野，専門領域間の全体的な交流が促進されていること，さらに仕事内容そのものについても複合領域的な仕事が増えていることから，各種の専門間の関係は近年，緊密化の傾向にあることが明らかとなった。
3. 理工系大学教育と科学技術者の活動との対応関係を，「専門的知識・能力の適合度」と「専門の移動」という側面から検討したところ，適合度については近年ますます低下している傾向がみられた。専門移動は東工大調査，第1回調査について移動が増加していることが確認され，適合度の結果と合わせ，理工系大学教育と社会のニーズとのギャップが拡大傾向にあることが示唆された。
4. 大学教育と仕事との間の「適合度評価」，「専門分野の移動」を大学別に分析した結果，従来みられたような大学間の相違が最近では崩れはじめていく傾向がみられた。

IV 将来の選択

科学技術の変化が急速化していること，しかもその変化がかなり基本的な次元での変化であることが，調査の分析を通して明らかとなった。このような時期にあって，理工系大学教育の大巾な改革が急務であることはくり返すまでもない。改革に際して考慮すべき点を2，3掲げておきたい。

1. 学部段階での教育は将来かなり異なった専門領域の仕事をするようになって，それに対応できるように，基礎教育を重視したカリキュラムを組むことが必要である。したがって，多くの大学で採用されている過度に細分化を重視した専門教育の方式を再検討する必要があるだろう。
2. 本論でも指摘したように複合領域の進出が著しくなっている。したがって，専門教育においても *interdisciplinary* な教育の工夫と実施は重要な課題である。
3. 50年度の統計では，理工系卒業生の2割は科学技術者以外の職業に従事している。この

傾向は今後さらに強まることが考えられる。したがって、理工系の学生定員数を現在のまま維持するのであれば、これらの人々が将来に備えて選択できるようなコースを理工系の中に設けるべきである。

4. 将来の科学技術活動にとって、中心的存在となるような候補分野に対しては、適切なタイミングで資源配分を行う必要がある。また、こうした計画、実行を可能とするために、同時にサイエンス・オブ・サイエンス、ディシプリン形式などの科学技術活動そのものを対象として研究、教育を進める分野の充実が大切である。
5. 本稿では触れることができなかったが、大学院の改善、科学技術者の継続教育の整備は重要である。とくに大学院は大学以外の場にいる先端的な科学技術者と交流できるように、すぐれた科学技術者の継続教育、研修機関と絡み合わせた開放的なシステムをつくることも重要である。

註

- 1) 林雄二郎・山田圭一(編著)『科学のライフサイクル』中央公論社、1975
- 2) 山田圭一, 他『知的資源に関する研究』総合研究開発機構, 1976
- 3) 荒井克弘, 塚原修一, 山田圭一「科学技術者の高等教育に関する研究」大学論集第5集, 1977, pp. 23 - 44, など。
- 4) 学科の分類は, 文部省『学校基本調査報告書』の分類をそのまま使用した。
- 5) 文部省大学局大学課監修『全国大学一覧』昭和52年度版より集計した。国立大学における設置の経過は情報系の場合, 69年度以前が2, 70~74年度が16, 75~77年度が7学科, 環境科学系の場合は69年度以前が7, 70~77年度が10学科である。学科分類は個々の学科名より判断した。
- 6) 林・山田(編著), 1975, 前掲書, 5章を参照。
- 7) 例えば, 産業計画会議編『才能解放への道』の第7章, 第3節「理工系学部の組織」の指摘など。
- 8) 日本リクルートセンター『進学動機調査'78』1977
- 9) 技術同友会科学技術者教育委員会:ワーキンググループ(山田圭一, 他)『科学技術者の教育と社会環境に関する調査報告書』未来工学研究所, 1977, または荒井克弘, 他, 1977, 前掲論文を参照。
- 10) 文部省大学局大学課監修『全国大学一覧』昭和52年度版
- 11) 東理大の卒業生には教職に就くものが多いが, 今回の調査では一応サンプルから除外した。
- 12) 回答者数, 回収率は以下の通りである。

	卒業年度	調査票配布数(回収率)
東工大	1952~62年度(中堅)	400 (47.8)%
	1963~72年度(若手)	520 (41.5)
東理大	中 堅	417 (38.1)
	若 手	481 (33.3)
第1回調査	中 堅	486 (77.2)
	若 手	1,285 (74.9)

13) 会社四季報

14) 調査回答者の学歴別構成

学歴	学部卒	大学院卒	N
東工大(中堅)	91.6%	8.4%	(191)
(若手)	68.5	31.5	(216)
東理大(中堅)	94.9	5.1	(159)
(若手)	93.1	6.9	(160)
第1回調査(中堅)	89.3	11.7	(375)
(若手)	69.6	30.4	(962)

15) 調査回答者の専門別構成(大学時点)

	化学	電気	機械	情報	土建	その他	N
東工大(中堅)	47.2%	22.1%	22.7%	0.0%	6.7%	1.2%	(163)
(若手)	34.4	24.3	22.8	3.7	5.8	9.0	(189)
東理大(中堅)	47.7	3.3	7.9	0.0	6.6	34.4	(151)
(若手)	43.7	6.7	9.6	9.6	3.7	26.7	(135)
第1回調査(中堅)	31.5	22.9	37.0	0.9	4.3	3.4	(327)
(若手)	25.9	27.1	30.9	2.7	5.4	8.0	(852)

専門分類は160余の細目の専門分野を6つに統合したものである。

- 16) “適材適所”と“どちらかといえば適材適所”の回答比率の和
- 17) ここで専門職といている内容は、管理的な業務をするのではなく、特定の技術分野のスペシャリストとして仕事を行う職種のことである。
- 18) ここで能力とは、知識の体系とパッケージになっている考え方という意味である。
- 19) 若手層の場合、30才以下の者もいるので「30才頃」に相当する時期として現在(調査時点)を用いた。
- 20) 専門の分類方法については荒井、他、1977、前掲論文を参照
- 21) 事実移動率=移動者の数/統計集団の大きさn、移動に関する各種の測定指数に関しては安田三郎『社会移動の研究』東京大学出版会、1971、1・3、1・4に詳しい。
- 22) 本稿で扱っている開放性係数とは前掲書、安田(1971)において総合的開放係数(Y係数)と定義されている測定指数のことである。

定義式は

$$Y = \frac{n \sum (\bar{n}_i - f_{ii})}{n \sum \bar{n}_i - \sum \hat{n}_i \bar{n}_i} \quad (n: \text{集団の大きさ})$$

f_{ii} は移動表の対角成分、 \bar{n}_i は縮小領域の周辺度数、 \hat{n}_i は拡大領域の周辺度数である。

例えば、ある領域Aの大きさが縮小した場合、縮小した分だけいわば強制的に領域Aから出移動させられることになる。したがって、「自由な」移動とは事実として認められる移動からこのような強制的になされた移動の量を差引いたものとして定義できる。総合的開放係数とは全領域についてこの自由な移動の量を示した指標であり、1に近いほど自由な移動が大きいことをあらわす。

($0 \leq Y \leq 1$)

- 23) 中堅の場合、固有値がI軸; 1.3904, II軸; 2.1085, 図6のSCALE UNITがI軸; 0.080,

- Ⅱ軸；0.100，若手の場合，固有値がⅠ軸；6.4688，Ⅱ軸；10.1296，図7のSCALE UNITがⅠ軸；0.080，Ⅱ軸；0.150
- 24) 基礎研究，技術開発，製品開発の職種。
- 25) ここでは就職後2，3年目の専門を指す。
- 26) 第1回調査の対象となった企業は次の18社である。関西電力，中部電力，古河電工，住友電工，日立製作所，日本電気，富士通，島津製作所，日産自動車，三菱重工業，新日本製鉄，昭和電工，住友化学工業，三菱化成，東レ，テイジン，王子製紙，鹿島建設
- 27) 高分子学科については林，山田，1975，前掲書，第5章で論文数等の指標を用いて詳しい分析を行っている。
- 28) 若手と中堅を合わせた比率
- 29) 林，山田，1975，前掲書
- 30) 中堅， $\chi^2 = 7.72$ ， $p < 0.01$ ，若手， $\chi^2 = 4.27$ ， $p < 0.05$
- 31) 学士のみで集計すると，「重なっている」と評価したのは東工大が52.3%（中堅），32.4%（若手），理科大が37.4%（中堅），27.0%（若手）である。
- 32) ここでは，東工大は旧帝系に含めた。
- 33) 第1回調査の私立大学はその70.6%が早・慶出身者である。

〔謝 辞〕

今回の調査研究に際し，ご援助を頂いた東京物理学園理窓会（鈴木三郎幹事長）の皆様，およびご指導とご助言を頂いた東京理科大学古谷圭一教授に厚く感謝する。また，調査の実施に際し，良き協力者であった櫛原章雄君（東京工業大学大学院）および調査アンケート，その他にご協力を頂いた多くの方々に心からお礼を申し上げる。

Reserch on the Higher Education of Scientists
and Engineers (II)

Katsuhiko ARAI*
Shuichi TSUKAHARA*
Keiichi YAMADA**

In recent years, improvement of the educational system of scientists and engineers has become one of the most urgent of problems. Higher education in science and technology now includes not only various problems common to higher education in general, but also problems specific to these subjects.

The purpose of this resarch is to make clear the relation between the achievements in higher education and the activities of scientists and engineers, through analysis of the present situation and evaluation of the educational career of scientists and engineers, who have already graduated from universities. These two methods for comprehensive survey are employed:

1. A follow-up study of scientists and engineers employed in large scale public corporations and private enterprises.

2. Comparative studies of graduates from a national university and a private university.

The important results of this study are as follows:

1. After having examined the relation between professional education and the activities of scientists and engineers (from the view point of "the conformity of professional requirements with the specialized educational programs"), we found a tendency of increase in unconformity, which is most remarkable in the case of graduates from leading universities.

2. Through analysis of change in the activities of scientists and engineers, we found that mobility between the specified fields is promoted, and that interdisciplinary activities are increased, especially in the fields of research and development.

Universities in Japan have ever neglected fundamental reformation. In the period of enlargement of the 1960's, they have only adopted the policy that new-made departments and educational courses should be added to old systems so far.

However, the activities of scientists and engineers have been rapidly changing and today they are in the period of serious conversion. Higher education must play a role in bringing up the people who are able to get over the period of conversion and willing to create new science and technology.

In order to improve the professional education of scientists and engineers, it seems to be necessary to develop educational courses for interdisciplinarity and design a flexible and innovative educational system, and to promote empirical studies on lifecycle characteristics, formation process of disciplines in the field of science and technology.

* Student of Graduate School, Tokyo Institute of Technology

** Affiliated Researcher, Research Institute for Higher Education / Proffessor, Tsukuba University

